

業務上疾病に関する
医学的知見の収集に係る調査研究

報告書

平成 25 年 3 月

 株式
会社 三菱総合研究所

業務上疾病に関する医学的知見の収集に係る調査研究

目次

1	目的	1
2	方法	3
2.1	医学文献検討委員会の設置	4
2.2	医学文献の収集	4
2.3	文献収集・抄訳	7
2.4	レビューサマリ作成	9
3	結果	11
3.1	医学文献の収集	11
3.2	レビューサマリ作成	76
(1)	レビューシートの作成	76
(2)	対応表の作成	76
(3)	レビューサマリの作成	76
	全固形がんと放射線被ばくに関する医学的知見について	89
	脳・中枢神経系のがんと放射線被ばくに関する医学的知見について	106
	口腔・咽頭のがんと放射線被ばくに関する医学的知見について	128
	皮膚がんと放射線被ばくに関する医学的知見について	138
	甲状腺がんと放射線被ばくに関する医学的知見について	151
	食道がんと放射線被ばくに関する医学的知見について	190
	胃がんと放射線被ばくに関する医学的知見について	207
	肺がんと放射線被ばくに関する医学的知見について	224
	乳がんと放射線被ばくに関する医学的知見について	277
	肝がんと放射線被ばくに関する医学的知見について	316
	胆のう・胆管のがんと放射線被ばくに関する医学的知見について	330
	すい臓がんと放射線被ばくに関する医学的知見について	336
	腎臓がんと放射線被ばくに関する医学的知見について	351
	大腸がんと放射線被ばくに関する医学的知見について	359
	子宮のがんと放射線被ばくに関する医学的知見について	374
	卵巣がんと放射線被ばくに関する医学的知見について	383
	前立腺がんと放射線被ばくに関する医学的知見について	387
	膀胱がんと放射線被ばくに関する医学的知見について	393
	その他のがんと放射線被ばくに関する医学的知見について	406
	循環器系疾患と放射線被ばくに関する医学的知見について	428
	白内障と放射線被ばくに関する医学的知見について	450

1 目的

放射線被ばくによる疾病については、昭和51年11月8日付け基発第810号「電離放射線に係る疾病の業務上外の認定基準について」（以下「認定基準」という。）に基づき業務上外の判断を行っているが、認定基準を定めていない疾病については、複数の医学専門家の検討により、個別に業務上外の判断を行っている。

放射線被ばくにより、がんをはじめとする健康障害が引き起こされることは明らかになってきているが、業務上疾病の認定に当たって重要な量反応関係等の情報についてはさまざまな調査結果が報告されており、科学的な結論は見出されていない状況である。

このような状況の中で、迅速・適正に業務上疾病の認定を行うためには、最新の医学的知見を収集・分析し、必要な情報を整理することが不可欠となっている。

このため、本調査研究は、放射線被ばくによる疾病について、これまでに得られている医学的知見を収集・分析し、業務上疾病の認定に資する情報を整理することを目的とする。

本調査における対象疾病と、ICD10コードとの関係を以下に示す。

図表 1-1 本調査における対象疾病リスト

	分類	ICD10コード
1	全固形がん	
2	脳・中枢神経系のがん	C70-C72
3	口腔・咽頭のがん	C00-C14, C32
4	皮膚がん	C43-C44
5	甲状腺がん	C73
6	食道がん	C15
7	胃がん	C16
8	肺がん	C33-C34
9	乳がん	C50
10	肝がん	C22
11	胆のう・胆管のがん	C23-C24
12	膵がん	C25
13	腎がん	C64-C66, C68
14	大腸がん（結腸がん、直腸がん）	C18-C20
15	子宮のがん（子宮体がん、子宮頸がん）	C53-C55
16	卵巣がん	C56
17	前立腺がん	C61
18	膀胱がん	C67
19	その他のがん	
20	循環器系疾患（脳血管疾患及び虚血性心疾患）	I05-I09, I21-I22, I20, I23-I25, I60-I69
21	白内障	H25-H28

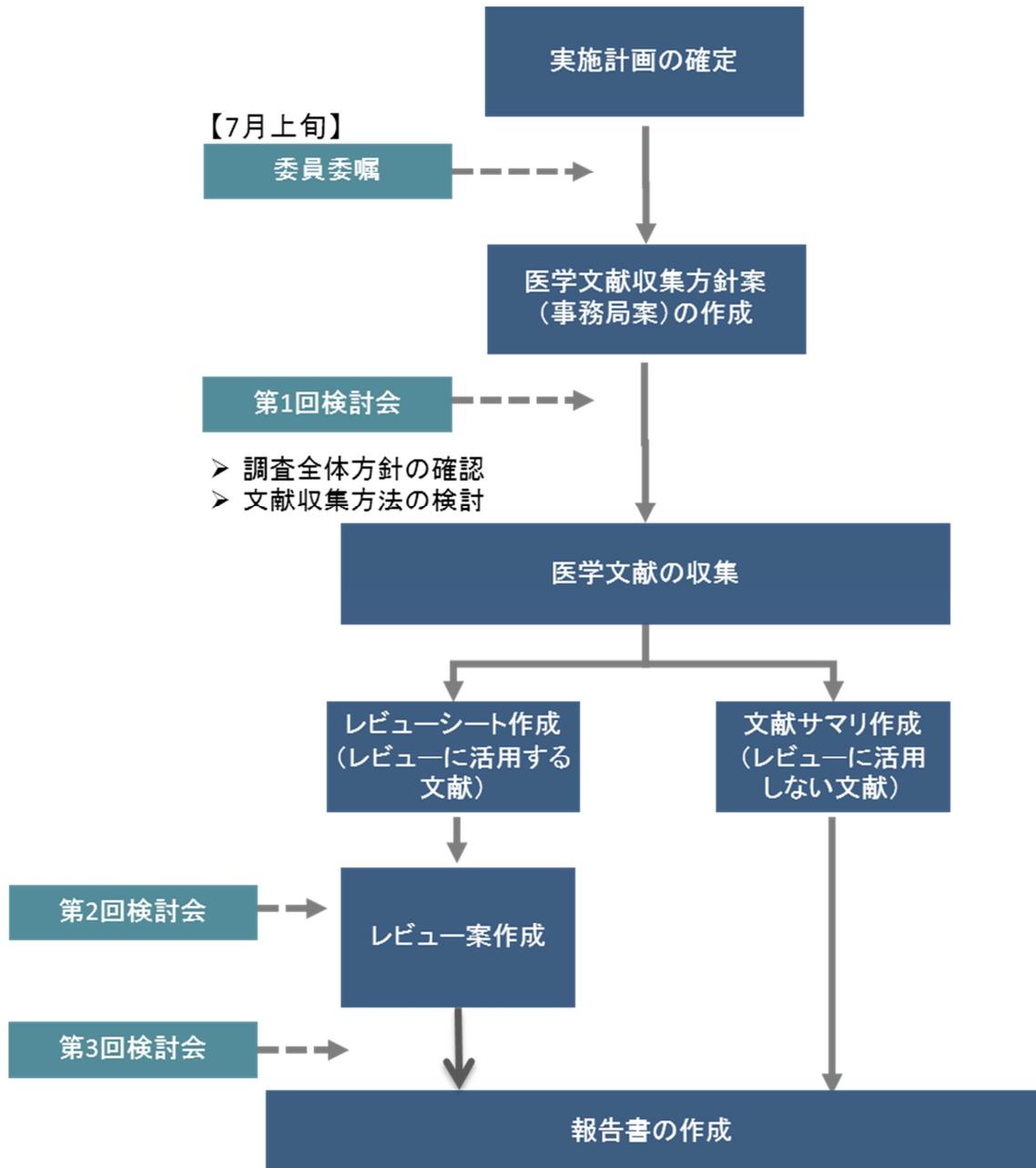
※一部、良性腫瘍も含めた「腫瘍」を対象とした文献も含まれる。

2 方法

調査は、[図表 2-1](#) ~~図表 2-1~~ に示すとおり医学的知見に関する文献を収集し、これらの文献に基づいて対象疾病に係るレビューを作成することを中心として進めた。

また、有識者による医学文献検討委員会を設置して、専門家による指導助言・評価検討を踏まえながら実施した。

図表 2-1 調査研究フロー



2.1 医学文献検討委員会の設置

本調査は、労働者の収集対象疾病にかかる診断・治療および労災補償上の取り扱いについての専門的知見を得るため、当該分野の専門性等を踏まえ図表 2-2 図表 2-2 の有識者に委員委嘱を行い、実施した。

図表 2-2 医学文献検討委員会の構成（五十音順）

氏名	所属	役職	専門
石井 義脩 (アドバイザー)	石井労働衛生コンサルタント事務所	所長	労働災害認定
樺田 尚樹	国立保健医療科学院 生活環境研究部	部長	放射線衛生学、衛生・公衆衛生学、 産業医学
立道 昌幸	昭和大学医学部衛生学教室	准教授	病態医化学、衛生学、消化器内科学
甲斐 倫明 (座長)	大分看護大学人間科学講座 環境保健学研究室	教授	放射線保健、放射線安全、有害物質のリスク論
吉永 信治	独立行政法人放射線医学総合研究所 福島復興支援本部健康影響調査プロジェクト	上席研究員	放射線疫学、放射線リスク評価

2.2 医学文献の収集

医学文献の収集は、放射線被ばくに関する疫学調査を中心とし、以下に示すカテゴリごとに収集した。各カテゴリの収集においては、国際的な活動として取り込まれ信頼性の高い文献（基点とする文献）を中心に据え、ここでまとめられた知見やその根拠となっている論文を必要に応じて収集して確実な情報を把握するとともに、最近の知見を補足的に収集することとした。「基点とする文献」には、4つのカテゴリを包含するものもあるため、これを活用し効率的な収集・サマリ作成に努めた。

収集対象とする文献の収集は、商用データベースや公開データベースを用いて検索・入手した。この際、電子購入（PDF ファイルの購入）を併用し迅速な収集に努めるとともに、紙媒体で収集した文献についても電子化した。なお、本調査研究においては、我が国唯一の原子力専門図書館である「日本原子力研究開発機構（JAEA）図書館」も利用して、確実な収集に努めた。

各カテゴリの医学文献の収集にあたっては、後述する医学文献検討委員会等の助言を受けて実施した。

図表 2-3 医学文献の収集方法

カテゴリー	基点とする文献	留意事項
① 原爆被爆者を対象とした疫学調査	<ul style="list-style-type: none"> ・ 寿命調査 (LSS) 報告書シリーズおよび成人健康調査 (AHS) 報告書シリーズ (Shimizu et al. 1988), (Preston et al. 1994), (Pierce et al. 1996), (Travis et al. 2001), (Preston et al. 2003) など ・ 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ①～④については、原子放射線による影響に関する国連科学委員会 (UNSCEAR) 及び電離放射線の生物影響に関する委員会 (BEIR) での整理に留意する。 ・ ②については、我が国の放射線作業従事者の疫学調査にも留意する。
② 放射線作業者を対象とした疫学調査	<ul style="list-style-type: none"> ・ カナダ、英国、米国の原子力作業員 (Cardis et al. 1995) ・ 英国 NRRW (Muirhead et al. 1999) ・ 米国の原子力発電事業作業員 (Gilbert et al. 1993) など ・ IARC の 15 カ国原子力作業員研究 (Cardis et al. 2005) ・ 日本の放射線作業従事者 (Iwasaki et al. 2003) など 	
③ 放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査	<ul style="list-style-type: none"> ・ スウェーデンの甲状腺機能亢進症患者 (Hall et al. 1992) ・ 妊婦の X 線診断 (Doll and Wakeford 1997) ・ 英国の放射線科医 (Berrington et al. 2001) など ・ 子宮頸がんコホート (デンマーク、フィンランド、ノルウェー、スウェーデン) (Klinerman et al. 1995) ・ ホジキン病後の乳がん (米国) (Hancock et al. 1991) ・ 小児がん (カナダ、フランス、オランダ、イタリア、英国、米国) (Tucker et al. 1991, 1987), (de Vathaire et al. 1999, 1995) など 	
④ 高自然放射線地域や核実験場周辺の住民等を	<ul style="list-style-type: none"> ・ インド Kerala, Karunagappally の沿岸地帯 (Nair et al. 2009) など ・ 中国 Yangjiang (陽江) の高バックグラウンド放射線地域 (Tao et al. 2000) など 	

カテゴリー	基点とする文献	留意事項
対象とした疫学調査	<ul style="list-style-type: none"> ・ スウェーデンの調査 (Tondel et al. 2011) ・ フランス核実験 (ポリネシア) (de Vathaire et al. 2010) など ・ セミパラチンスク核実験場のフォールアウト ・ チェルノブイリ事故の周辺住民への健康影響 (Astakhova et al. 1998, Cardis et al. 2005, Zablotska et al. 2011, Brenner et al. 2011) など ・ 核施設事故 (テチャ川流域) (Krestinina et al. 2007、2010、Ostroumova et al. 2008) など ・ 航空機乗務員 (Langner et al. 2004) など 	

なお、ICRP では、2007 年の最新勧告 (ICRP103) 以降、疫学データの見直しを進めており、混濁・白内障に関係する水晶体のしきい線量の見直しが行われている (ICRP ref 4825-3093-1464, “Statement on Tissue Reactions”,2011 より)。そこで、このような最近のトピックにも配慮して文献収集を行った。

2.3 文献収集・抄訳

収集した文献については、[図表 2-4](#) ~~図表 2-4~~の取りまとめ項目にそって、順次サマリを作成した。

図表 2-4 文献抄訳の取りまとめ項目

取りまとめ項目

- 文献 No. : 提供文献の通し番号を記入
- 報告者 : 雑誌等の著者を記入
- 報告年 : 雑誌等の発行年を記入
- 対象 : 調査対象の被ばく例を記入
- 調査方法 : 疫学調査の手法を記入
- 対象者等 : 人数 (対象及び対照)、性別、等を可能な範囲で記入
- 対象期間 : 疫学調査対象期間を記入
- 結果の概要 : がん種別に放射線被曝のリスク等を取りまとめる。リスク等の指標 (相対リスク、標準化罹患比、O/E、等) とその値については、原著に記載されている内容をそのまま用いること。
- 線量に関する情報 : リスクが高まる線量、線量反応関係の情報、等があれば、その内容を記入
- 潜伏期間に関する情報 : がんを発症するまでの潜伏期間に関する情報があれば、その内容を記入
- 備考 : 上記以外で何か特筆すべきことがあれば記入
- がん種類 : 情報を取りまとめたがん種類、もしくは、がん以外の疾病名 (循環器疾患または白内障が対象) について記入 (1 文献で複数のがんについて調査している場合は、がんの種類別に取りまとめる)
- ICD No. : 文献内に、上記のがん種類の ICD 番号と ICD 第何版が記載されている場合は、その値を記入
- 書誌情報 : 対象文献の書誌情報を記入
- PMID : 対象文献の PubMed の ID 番号を記入

図表 2-5 文献サマリの作成イメージ

文献No.	報告者	報告年	対象	調査方法	対象者数	対象期間	結果の概要	線量に関する情報	潜伏期間に関する情報	備考	ガン種類	ICD No.
3	Acquavella JF et al.	1982	核開発関連施設 (LANL in New Mexico)での労働者	Cohort	労働者11,308人	1969年-1978年	11,308人のうち6例で黒色腫を認めた(ニューメキシコ州の罹患率から計算される期待症例数5.69)。Standardized incident ratio(標準化罹患比)=105%(90%CI=51~198)。非ヒスパニック系白人におけるサブコホート試験 SIR=68%(90%CI=23~163) これらデータからは黒色腫と被ばくとの相関を示すことはできない。	発症した6人の被ばく量は0.28rem以下		著者は民族ごとの比較が重要であると考えている	皮膚ガン	
4	Acquavella JF et al.	1983	核開発関連施設 (LANL)での労働者	case-control Study	黒色腫と診断された男性15人及び女性5人(症例1人に対し4人の対照を、性、人種、誕生日、勤務開始時期で調整)	1950年-1982年	β 線、 γ 線、中性子、プルトニウムでは、黒色腫と放射線被ばくとの相関は認められなかった。一方、黒色腫のリスクと教育レベルには有意な相関が認められた。大学卒業者(SRR=2.11)vs大学院学位取得者(SRR=3.17)	累積外部被ばく0.1rem以上もしくはプルトニウム ²³⁹ Pu (ナノキュリー)		放射線のタイプ別、職種別に検討している。いずれも男性でのデータが充実している。	皮膚ガン	
5	Adams MJ et al.	2010	放射線治療	Cohort	胸腺腫大に対する放射線治療(0.25~12.50Gy)を受けた女兒1,120人と、治療を受けた子供のの女兒弟2,382人	1926年-1957年	乳がんは治療群で96人、非治療群で57人発症した。年齢、性別ごとの補正後RR=3.01(95%CI=2.18-4.21) 1Gyあたりの過剰相対リスク(ERR)は1.10(95%CI=0.61-1.86)	乳がん患者の平均線量0.71Gy		子供のころにうけた放射線治療の影響は50年以上経過した後でも、乳がんの発生率上昇と関係していた。	乳ガン	
6	Agate L et al.	2008	原子力関連施設(チェルノブイリ)	Cohort	ベラルーシ、ウクライナ、ロシアの13歳~17歳の子ども1433人	1982.1~1986.10	ベラルーシの汚染された地域ではTPOAbが高値を示した(6.4%vs2.4%, p=0.02) ウクライナとロシアではこの傾向なし。			甲状腺機能そのものは破壊されていなかった		
7	Akiba S et al.	2010	屋内のトロン(ラドンの放射性同位体)濃度と肺がんのリスクについて	case-control Study							肺ガン	

2.4 レビューサマリ作成

医学文献「① 国際的な活動として取り組まれ信頼性の高い文献（基点とする文献）」のうち、レビュー使用可能性の高いものについては「レビューシート」を作成した。レビューシートの作成イメージを [図表 2-6](#) ~~図表 2-6~~ に示す。

このシートをさらになん別に整理・集約し、レビューサマリの作成を行った。

図表 2-6 レビューシートの作成イメージ

書誌情報	作業No.	374	著者	Omar RZ, Barber JA, Smith PG		
	PMID(PubMedID)	10098774	タイトル	Cancer mortality and morbidity among plutonium workers at the Sellafield plant of British Nuclear Fuels		
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Br J Cancer 79:1288-1301;1999		
対象	国	英国	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし		
	施設名	核燃料公社 (BNFL; British Nuclear Fuels plc) の Sellafield 施設				
	従事作業	プルトニウム生産				
	人数	1947-1975 年に雇用されていた 14,319 人の作業員 【表1】				
	年齢	被ばく年齢の情報なし。				
	性別	女性が19%、男性が81%【表1】				
	比較群	プルトニウム以外の放射線作業員、および非放射線作業員				
追跡	追跡期間	平均追跡期間として29年				
	追跡率	70%(1993年以前の死亡26.8%、移住3.4%、追跡不能0.2%) 【表1】				
曝露指標	作業名	プルトニウム製造	曝露評価の精度 (問題点を記載)	暴露記録管理は、2タイプ。アルファ粒子の放射によるプルトニウム(Pu-239)が大半、一部Pu-240およびPu-238の放射性同位体)およびα放出体アメリシウム-241へのベータ粒子放射による241Puの測定。尿中排出量を差し引いて体内保持量を算出。ただし、尿中排泄量測定は、年代によって方法(サンプリング数、サンプリング間隔)が異なる。プルトニウム体内取り込みの推定値は、全作業員に対して評価を行っているわけではなく、1970年以降の尿検体による数値をプルトニウム体内取り込みの推定に使用。		
	外部曝露 内部曝露	作業員のフィルムバッジによる全身線量を使用。				
曝露レベル	曝露期間	情報なし				
	曝露年数	-				
	平均濃度	平均線量については情報なし。累積線量は、全放射線作業員(n=10,382)で1,352,326mSv。プルトニウムの線量が測定されたプルトニウム作業員(n=4,609)で958,868mSv。【表2】臓器ごとの累積線量はICPRの代謝モデルに従い算出。【表3】				
	濃度範囲	情報なし(層化算出は、<10から400+の7段階区分)				
	線種・核種	プルトニウム α (Pu-239が大半、一部Pu-240、Pu-238)、その他の放射線としてアメリシウム-241、Pu-241				
健康影響	影響の種類	がん罹患、死亡	影響評価の精度	SMRの母集団は、England Walesの人口およびCumbria地域人口。罹患率の母集団は、England Walesの人口および北イギリス地方の人口。 年代によって比較母集団が違う? プルトニウム作業員の累積線量層化結果は人数が少なく検定力不足。【表7.9】		
	情報源	国家統計局(OSN)の所有する死亡登録(1950-1992)			観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	情報なし				
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	傾向分析は、年齢、労働期間、性別、雇用状況を調整。		
	その他	年齢、労働期間、性別、雇用状況				
解析	使用モデル	片側有意差検定、ラグタイムごとの比較はZ統計量 傾向分析には線量7段階、潜伏0、10、20年(白血病のみ潜伏2年を追加)の死亡に人年の重みづけをして算出。				
	交絡調整方法	年齢、労働期間、性別、雇用状況を層化して調整				
アウトカム指標およびアウトカム	<p>全がんのSMRは、プルトニウム取扱者、全放射線作業員、非放射線作業員および全労働者において England Wales, Cumbriaの人口死亡率と近似(全死亡SMR98、全がん死亡SMR95)【表3】</p> <p>部位別の解析では、胸膜、甲状腺のがんによる死亡が多く、口腔系、肝臓、胆のう、肺、白血病では少ない。【表4】</p> <p>傾向分析では、累積線量とがん罹患、がん死亡に有意な相関は見られない。ラグタイムでの有意な相関もみられない。【表6.7.9】</p> <p>累積外部線量と死亡の傾向分析では、がんと明らかに特定できない死亡と二次部位に相関がみられている。二次部位(1年ラグP = 0.04)、白血病(ラグなしP = 0.03; 2年ラグ、P = 0.05)、多発性骨髄腫(20年ラグ、P = 0.02)、全てのリンパ性もしくは造血性の腫瘍(20年ラグ、P = 0.03)、全死亡(20年ラグ、P = 0.008)。</p>					

3 結果

3.1 医学文献の収集

実施計画に従い、現在医学文献の収集及び文献サマリの作成を順次実施した。[図表 3-1](#)
[図表 3-1](#)にその概況を示す。

図表 3-1 医学文献の収集結果

カテゴリー	調査対象 文献	収集済み 文献	備考
①国際的な活動として取り 組まれ信頼性の高い文 献（基点とする文献）	803	598	国会図書館、JAEA 図書館、放医研図書館、 IMIC 図書館、ネットフリーDL のいずれ でも収集できなかったものが未収集と なった。
②市民組織的立場からの 知見	86	18	未入手分は、書誌情報が不正確なもの、 入手困難なものであった。
③最近の知見	117	25	委員の先生方の知見を参考に、リスク推 定値等の検討に有用な最新の文献を収 集した。

① 国際的な活動として取り組まれ信頼性の高い文献（基点とする文献）

厚生労働省から事前提供された文献(507件)、放射線影響研究所レビューで使用された文献(610件)、原子力安全研究協会レビューで使用された文献(116件)からその重複を除いたもの(579件)に、UNSCEAR2006においてリスク推定に使われた文献(205件)を追加して、その重複を除いた。その結果775件となり、このうち570件を収集した。このリストを[図表 3-3](#) [図表 3-3](#)に示す。未収集の文献は、国立国会図書館、日本原子力研究開発機構(JAEA)図書館、独立行政法人放射線医学総合研究所図書室、一般財団法人国際医学情報センター文献複写サービス、インターネットからのフリーダウンロードのいずれでも収集できなかったものである。

② 市民組織的立場からの知見

欧州放射線リスク委員会(European Committee on Radiation Risk, ECRR)の調査結果を参考に、調査対象となりうる文献を選定(86件)した。このリストを[図表 3-4](#) [図表 3-4](#)に示す。書誌情報が不正確なものや入手困難なものが多く収集は18件に留まった。

③ 最新の知見

Pubmedにて、以下の検索式を用いて2008年以降の直近5年間の関連論文を抽出した結果、461件の文献がヒットした。

((Search ((radiation) AND epidemiology) AND cancer) AND dose[AllFields])AND exposure[All Fields]) AND ("2008"[PDAT] : "3000"[PDAT])

これら文献の論文タイトル及びアブストラクトから本調査に適切と考えられる文献の絞り込みを行い、117件を選定し、25件を収集した。この結果を [図表 3-5](#) [図表 3-5](#) に示す。

なお収集した文献にて扱われていたリスクを推定するための評価モデルは以下のとおりであった。

図表 3-2 リスクを推定するための評価モデル一覧

モデル	概要
ERR モデル	過剰相対リスクモデル (Excess Relative Risk Model) リスクが被ばく量にともない相対的に変動するとするモデル。
EAR モデル	過剰絶対リスクモデル (Excess Attributable Risk Model) リスクが被ばく量にともない絶対的に変動するとするモデル。
SMR	標準化死亡比 (Standardized Mortality Ratio) 調査対象集団に外部の標準的な集団の死亡率をあてはめた場合の、観察死亡数と期待死亡数の比。
SIR	標準化罹患比 (Standardized Incidence Ratio) 調査対象集団に外部の標準的な集団の罹患率をあてはめた場合の、観察罹患数と期待罹患数の比。

図表 3-3 収集文献リスト (①国際的な活動として取り組まれ信頼性の高い文献 (基点とする文献))

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
	1	Abdel-Wahab M,Reis IM,Wu J,Duncan R	Second primary cancer risk of radiation therapy after radical prostatectomy for prostate cancer:an analysis of SEER data	Urology74: 866-871;2009
	2	Abdel Ghany HA	Enhancement of radon exposure in smoking areas	Environ Geochem Health29:249-255;2007
○	3	Acquavella JF,Tietjen GL,Wilkinson GS,Key CR,Voelz GL	Malignant melanoma incidence at the Los Alamos National Laboratory	Lancet1:883-4;1982
○	4	Acquavella JF,Wilkinson GS,Tietjen GL,Key CR,Stebbing JH,Voelz GL	A melanoma case-control study at the Los Alamos National Laboratory	Health Phys45:587-592; 1983
○	5	Adams MJ,Dozier A,Shore RE,Lipshultz SE,Schwartz RG,Constine LS,Pearson TA,Stovall M,Winters P,Fisher SG	Breast cancer risk55+years after irradiation for an enlarged thymus and its implications for early childhood medical irradiation today	Cancer Epidemiol Biomarkers Prev19:48-58;2010
○	6	Agate L,Mariotti S,Elisei R,Mossa P,Pacini F,Molinari E,Grasso L,Masserini L,Mokhort T,Vorontsova T,Arynychyn A,Tronko MD,Tsyb A,Feldt-Rasmussen U, Juul A, Pinchera A	Thyroid autoantibodies and thyroid function in subjects exposed to Chernobyl fallout during childhood:evidence for a transient radiation-induced elevation of serum thyroid antibodies without an increase in thyroid autoimmune disease	J Clin EndocrinolMetab93:2729-2736 ;2008
○	7	Akiba S,Tokonami S,Bochicchio F,McLaughlin J,Tommasino L,Harley N	Thoron:its metrology,health effects and implications for radon epidemiology:a summary of roundtable discussions	Radiat Prot Dosimetry 141:477-481;2010
○	8	Akleyev AV,Dimov GP,Varfolomeyeva TA	Late effects in hemopoiesis and bone tissue among people with incorporated osteotropic isotope ⁹⁰ Sr	Health Phys98:819-824; 2010
	9	Alavanja MC,Brownson RC,Lubin JH,Berger E,Chang J,Boice JD, Jr	Residential radon exposure and lung cancer among nonsmoking women	J Natl Cancer Inst86: 1829-1837;1994
○	10	Alavanja MC,Lubin JH,Mahaffey JA,Brownson RC	Residential radon exposure and risk of lung cancer in Missouri	Am J Public Health89:1042-1048;1999
○	11	Alexanin SS,Slozina NM,Neronova EG,Makarova NV	Chromosomal aberrations and sickness rates in Chernobyl clean-up workers in the years following the accident	Health Phys98:258-260;2010
○	12	Almgren S,Barregard L,Isaksson M	Measurements and comparisons of gamma radiation doses in a high and a low(¹³⁷ Cs deposition area in Sweden	J Environ Radioact99: 1750-1755;2008
○	13	Amabile JC,Leuraud K,Vacquier B,Caer-Lorho S,AckerA,Laurier D	Multifactorial study of the risk of lung cancer among French uranium miners:radon,smoking and silicosis	Health Phys97:613-621;2009
○	14	Andersson M,Carstensen B,Visfeldt J	Leukemia and other related hematological disorders among Danish patients exposed to Thorotrast	Radiat Res134:224-233;1993
○	15	Andersson M,Engholm G,Ennow K, Jessen KA,Storm HH	Cancer risk among staff at two radiotherapy departments in Denmark	Br J Radiol64:455-60;1991
	16	Andersson M,Storm HH	Cancer incidence among Danish Thorotrast-exposed patients	J Natl Cancer Inst84:1318-1325;1992
	17	Aoyama T,Futamura A,Kato Hea	Mortality study of Japanese radiological technologists	J. Jpn.Assoc.Radiol.Tech:91-96; 1987

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
	18	Archer VE,Wagoner JK,Lundin FE, Jr	Cancer mortality among uranium mill workers	J OccupMed15:11-14;1973
	19	Armstrong K,Moye E,Williams S,Berlin JA,Reynolds EE	Screening mammography in women40 to49 years of age:a systematic review for the American College of Physicians	Ann Intern Med 146:516-526;2007
	20	Ashmore JP,Gentner NE,Osborne RV	Incomplete data on the Canadian cohort may have affected the results of the study by the International Agency for Research on Cancer on the radiogenic cancer risk among nuclear industry workers in15 countries	J Radiol Prot30:121-129;2010
○	21	Ashmore JP,Krewski D,Zielinski JM, Jiang H,Semenciw R,Band PR	First analysis of mortality and occupational radiation exposure based on the National Dose Registry of Canada	Am J Epidemiol148:564-574;1998
	22	Atkinson WD,Law DV,Bromley KJ	A decline in mortality from prostate cancer in the UK Atomic Energy Authority workforce	J Radiol Prot27:437-445;2007
○	23	Atkinson WD,Law DV,Bromley KJ,Inskip HM	Mortality of employees of the United Kingdom Atomic Energy Authority,1946-97	Occup Environ Med61:577-585; 2004
○	24	Atkinson WD,Marshall M,Wade BO	Prostatic cancer and radionuclides. Cancer risk has no effect on mortality.	Bmj308:268-269;1994
○	25	Austin DF,Reynolds PJ,Snyder MA,Biggs MW,Stubbs HA	Malignant melanoma among employees of Lawrence Livermore National Laboratory	Lancet2:712-716; 1981
○	26	AuvinenA,Makelainen I,Hakama M,Castren O,Pukkala E,Reisbacka H,Rytomaa T	Indoor radon exposure and risk of lung cancer:a nested case-control study in Finland	J Natl Cancer Inst88:966-972;1996
○	27	Baker PJ,Hoel DG	Meta-analysis of standardized incidence and mortality rates of childhood leukaemia in proximity to nuclear facilities	Eur J Cancer Care(Engl)16:355-363; 2007
	28	Ballard TJ,Lagorio S,De Santis M,DeAngelis G,Santaquilani M,Caldora M,Verdecchia A	A retrospective cohort mortality study of Italian commercial airline cockpit crew and cabin attendants,1965-1996	Int J Occup Environ Health8:87-96;2002
	29	Band PR,Spinelli JJ,Ng VT,Moody J,Gallagher RP	Mortality and cancer incidence in a cohort of commercial airline pilots	Aviat Space Environ Med61:299-302; 1990
	30	Barros-Dios JM,Barreiro MA,Ruano-Ravina A,Figueiras A	Exposure to residential radon and lung cancer in Spain:a population-based case-control study	Am J Epidemiol156: 548-555;2002
○	31	Barton CJ,Roman E,Ryder HM,Watson A	Childhood leukaemia in West Berkshire	Lancet 2:1248-9;1985
	32	Baysson H,Tirmarche M,Tymen G,Gouva S,Caillaud D,Artus JC,Vergnenegre A,Ducloy F, Laurier D	Indoor radon and lung cancer in France	Epidemiology15:709-716; 2004
	33	Beehler GP,Baker JA,Falkner K,Chegerova T,Pryshchepava A,ChegerovV,Zevon M,Bromet E,Havenaar J,Valdismarsdottir H,Moysich KB	A multilevel analysis of long-term psychological distress among Belarusians affected by the Chernobyl disaster	Public Health 122:1239-1249;2008
○	34	Belyi D,Kovalenko A,Bazyka D,Bebeshko V	Non-cancer effects in acute radiation syndrome survivors in Ukraine	Health Phys98:876-884;2010
	35	Beral V,Fraser P,Carpenter L,Booth M,BrownA,Rose G	Mortality of employees of the Atomic Weapons Establishment,1951-1982	Bmj297:757-70;1988
	36	Beral V,Inskip H,Fraser P,Booth	Mortality of employees of the United Kingdom Atomic Energy	Br Med J(Clin Res Ed)291:

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
		M,Coleman D,Rose G	Authority,1946-1979	440-7;1985
○	37	Berrington de Gonzalez A,Berg CD,Visvanathan K,Robson M	Estimated risk of radiation-induced breast cancer from mammographic screening for young BRCA mutation carriers	J Natl Cancer Inst 101:205-209;2009
○	38	Berrington de Gonzalez A,Curtis RE,Gilbert E,Berg CD,Smith SA,Stovall M,Ron E	Second solid cancers after radiotherapy for breast cancer in SEER cancer registries	Br J Cancer 102:220-226;2010
○	39	Berrington de Gonzalez A,Darby S	Risk of cancer from diagnostic X-rays:estimates for the UK and 14 other countries	Lancet363:345-351;2004
○	40	Berrington de Gonzalez A,Kim KP,Berg CD	Low-dose lung computed tomography screening before age55:estimates of the mortality reduction required to outweigh the radiation-induced cancer risk	J Med Screen 15:153-158;2008
	41	Berry DA,Cronin KA,Plevritis SK,Fryback DG,Clarke L,Zelen M,Mandelblatt JS, YakovlevAY,Habbema JD,Feuer EJ	Effect of screening and adjuvant therapy on mortality from breast cancer	N Engl J Med353:1784-1792;2005
	42	Bertell R,Ehrle LH,Schmitz-Feuerhake I	Pediatric CT research elevates public health concerns:low-dose radiation issues are highly politicized	Int J Health Serv37: 419-439;2007
○	43	Bhatti P,Struewing JP,Alexander BH,Hauptmann M,Bowen L,Mateus-Pereira LH, Pineda MA,Simon SL,Weinstock RM,Rosenstein M,Stovall M,Preston DL,Linet MS,Doody MM,Sigurdson AJ	Polymorphisms in DNA repair genes,ionizing radiation exposure and risk of breast cancer in U.S. Radiologic technologists	Int J Cancer 122:177-182;2008
○	44	Bigsby RM,Valluri S,Lopez J,Mendonca MS,Caperell-Grant A,DesRosiers C,Dynlacht JR	Ovarian hormone modulation of radiation-induced cataractogenesis:dose-response studies	Invest OphthalmolVis Sci50:3304-10;2009
○	45	Bingham D,Harrison JD,Phipps AW	Biokinetics and dosimetry of chromium,cobalt, hydrogen,iron and zinc radionuclides in male reproductive tissues of the rat	Int J Radiat Biol72:235-248;1997
○	46	Bithell JF,Dutton SJ,Draper GJ,Neary NM	Distribution of childhood leukaemias and non-Hodgkin's lymphomas near nuclear installations in England and Wales	Bmj309: 501-5;1994
○	47	Bithell JF,Stewart AM	Pre-natal irradiation and childhood malignancy:a review of British data from the Oxford Survey	Br J Cancer31:271-287;1975
	48	Bithell JF,Stiller CA	A new calculation of the carcinogenic risk of obstetric X-raying	Stat Med7:857-864;1988
○	49	Bjerkehagen B,Smeland S,Walberg L,Skjeldal S,Hall KS,Nesland JM,SmastuenMC, Fossa SD,Saeter G	Radiation-induced sarcoma:25-year experience from the Norwegian Radium Hospital	Acta Oncol47:1475-1482;2008
○	50	Black C,de Verteuil R,Walker S,Ayres J,Boland A,Bagust A,Waugh N	Population screening for lung cancer using computed tomography,is there evidence of clinical effectiveness?A systematic review of the literature	Thorax62:131-138; 2007
○	51	Black RJ,Sharp L,FinlaysonAR,Harkness EF	Cancer incidence in a population potentially exposed to radium-226 at Dalgety Bay,Scotland	Br J Cancer69:140-143; 1994
○	52	Black RJ,Urquhart JD,Kendrick SW,Bunch KJ,Warner J, Jones DA	Incidence of leukaemia and other cancers in birth and schools cohorts in the Dounreay area	Bmj 304:1401-1405;1992
○	53	Blettner M,Zeeb H,AuvinenA,Ballard TJ,Caldora M,Eliasch H,Gundestrup M,Haldorsen T,Hammar	Mortality from cancer and other causes among male airline cockpit crew in Europe	Int J Cancer 106:946-952; 2003

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
		N,Hammer GP,Irvine D,Langner I,Paridou A,Pukkala E,Rafnsson V, Storm H,Tulinius H,Tveten U,Tzonou A		
○	54	Bohicchio F,Forastiere F,Farchi S,Quarto M,Axelsson O	Residential radon exposure,diet and lung cancer:a case-control study in a Mediterranean region	Int J Cancer 114: 983-991;2005
	55	Boffetta P,Stellman SD,Garfinkel L	A case-control study of multiple myeloma nested in the American Cancer Society prospective study	Int J Cancer43:554-559;1989
○	56	Boffetta P,van der Hel O,Norppa H,Fabianova E,FucicA,Gundy S,Lazutka J, Cebulska-Wasilewska A,Puskailerova D,ZnaorA,Kelecsenyi Z,Kurtinaitis J, Rachtan J,Forni A,Vermeulen R,Bonassi S	Chromosomal aberrations and cancer risk:results of a cohort study from Central Europe	Am J Epidemiol165:36-43; 2007
○	57	Bogdanova NV,Antonenkova NN,Rogov YI,Karstens JH,Hillemanns P,Dork T	High frequency and allele-specific differences ofBRCA1founder mutations in breast cancer and ovarian cancer patients from Belarus	Clin Genet78:364-372;2010
○	58	Boice JD	Uncertainties in studies of low statistical power	J Radiol Prot30:115-120; 2010
○	59	Boice JD,Cohen SS,Mumma MT,Dupree Ellis E,Eckerman KF,Leggett RW,Boecker BB,Brill AB,Henderson BE	Mortality among radiation workers at Rocketdyne(Atomics International),1948-1999	Radiat Res166:98-115;2006
	60	Boice JD,Hutchison GB	Leukemia in women following radiotherapy for cervical cancer:ten-year follow-up of an international study	J Natl Cancer Inst65:115-129; 1980
	61	Boice JD, Jr.,Cohen SS,Mumma MT,Chadda B,Blot WJ	Mortality among residents of Uravan,Colorado who lived near a uranium mill,1936-84	J Radiol Prot27:299-319; 2007
○	62	Boice JD, Jr.,Day NE,Andersen A,Brinton LA,Brown R,Choi NW,Clarke EA,Coleman MP,Boice JD, Jr.,Engholm G,Kleinerman RA,Blettner M,Stovall M,Lisco H,Moloney WC,Austin DF,Bosch A,Cookfair DL,et al	Radiation dose and second cancer risk in patients treated for cancer of the cervix	Radiat Res116:3-55;1988
○	63	Boice JD, Jr.,Miller RW	Childhood and adult cancer after intrauterine exposure to ionizing radiation	Teratology59:227-233;1999
	64	Boice JD, Jr.,Morin MM,Glass AG,Friedman GD,Stovall M,Hooverumeni JF, Jr	Diagnostic x-ray procedures and risk of leukemia,lymphoma,and multiple myeloma	Jama265:1290-1294;1991
	65	Boice JD, Jr.,Mumma M,Schweitzer S,Blot WJ	Cancer mortality in a Texas county with prior uranium mining and milling activities,1950-2001	J Radiol Prot23:247-262; 2003
○	66	Boice JD, Jr.,Mumma MT,Blot WJ	Cancer mortality among populations residing in counties near the Hanford site,1950-2000	Health Phys90:431-45;2006
○	67	Boice JD, Jr.,Mumma MT,Blot WJ	Cancer and noncancer mortality in populations living near uranium and vanadium mining and milling operations in Montrose County,Colorado,1950-2000	Radiat Res167:711-726;2007
	68	Boice JD, Jr.,Mumma MT,Blot WJ,Heath CW, Jr.	Childhood cancer mortality in relation to the St Lucie nuclear power station	J Radiol Prot25:229-240;2005
	69	Boice JD, Jr.,Rosenstein M,Trout ED	Estimation of breast doses and breast cancer risk associated with repeated fluoroscopic chest examinations of women with tuberculosis	Radiat Res73:373-390;1978

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
	70	Boivin JF,Hutchison GB,Evans FB,Abou-Daoud KT, Junod B	Leukemia after radiotherapy for first primary cancers of various anatomic sites	Am J Epidemiol123:993-1003;1986
○	71	Boivin JF,Hutchison GB,Lubin JH,Mauch P	Coronary artery disease mortality in patients treated for Hodgkin's disease	Cancer69:1241-1247;1992
	72	Boivin JF,Hutchison GB,Lyden M,Godbold J,Chorosh J,Schottenfeld D	Second primary cancers following treatment of Hodgkin's disease	J Natl Cancer Inst72:233-341;1984
	73	Boivin JF,Hutchison GB,ZauberAG,Bernstein L,Davis FG,Michel RP,Zanke B,Tan CT,Fuller LM,Mauch P,et al	Incidence of second cancers in patients treated for Hodgkin's disease	J Natl Cancer Inst87:732-741;1995
○	74	Bolling T,Willich N	Long-term overall and cardiovascular mortality after childhood cancer:the problem of retrospective estimated radiation doses	J Clin Oncol28:e436;author reply e437-438;2010
○	75	Bonassi S,Norppa H,Ceppi M,Stromberg U,Vermeulen R,ZnaorA,Cebulka-Wasilewska A,Fabianova E,Fucic A,Gundy S,Hansteen IL,Knudsen LE,Lazutka J,Rossner P, Sram RJ,Boffetta P	Chromosomal aberration frequency in lymphocytes predicts the risk of cancer:results from a pooled cohort study of22 358 subjects in 11 countries	Carcinogenesis29:1178-1183;2008
○	76	Bonassi S,Znaor A,Ceppi M,Lando C,Chang WP,Holland N,Kirsch-Volders M,Zeiger E, Ban S,Barale R,Bigatti MP,Bolognesi C,Cebulka-Wasilewska A,Fabianova E, Fucic A,Hagmar L, Joksic G,Martelli A,Migliore L,Mirkova E,Scarfi MR,Zijno A, Norppa H,Fenech M	An increased micronucleus frequency in peripheral blood lymphocytes predicts the risk of cancer in humans	Carcinogenesis28:625-631;2007
○	77	Brenner D,Elliston C,Hall E,Berdon W	Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT	AJRAm J Roentgenol176:289-296;2001
	78	Bridges BA	COMARE10th Report"The incidence of childhood cancer around nuclear installations in Great Britain	COMARE10th Report;2005
○	79	Brill AB,Stabin M,Bouville A,Ron E	Normal organ radiation dosimetry and associated uncertainties in nuclear medicine,with emphasis on iodine-131	Radiat Res166: 128-140;2006
○	80	Brooks AL,Eberlein PE,Couch LA,Boecker BB	The role of dose-rate on risk from internally-deposited radionuclides and the potential need to separate dose-rate effectiveness factor(DREF)from the dose and dose-rate effectiveness factor(DDREF)	Health Phys97:458-469;2009
	81	Brown LM,Chen BE,Pfeiffer RM,Schairer C,Hall P,Storm H,Pukkala E,Langmark F, Kaijser M,Andersson M, Joensuu H,Fossa SD,Travis LB	Risk of second non-hematological malignancies among376,825 breast cancer survivors	Breast Cancer Res Treat 106:439-451;2007
○	82	Brown LM,Pottern LM,Hoover RN	Prenatal and perinatal risk factors for testicular cancer	Cancer Res46:4812-4816;1986
○	83	Bunch KJ,Muirhead CR,Draper GJ,Hunter N,Kendall GM,O'Hagan JA,Phillipson MA, Vincent TJ,Zhang W	Cancer in the offspring of female radiation workers:a record linkage study	Br J Cancer 100:213-218;2009
○	84	Burma S,Chen BP,Murphy	ATM phosphorylates histone H2AX in response to DNA double-strand	J Biol

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
		M,Kurimasa A,Chen DJ	breaks	Chem276:42462-42467;2001
	85	Busby C	Is there a sea coast effect on childhood leukaemia in Dumfries and Galloway,Scotland,1975-2002	Occup Environ Med65:286;author reply286-287;2008
	86	Cadwell KK,Whitehouse CA,Tarone RE, Janet Tawn E	Comparison of in vivo translocation frequencies with in vitro G2 radiosensitivity in radiation workers occupationally exposed to external radiation	J Radiol Prot28:101-116;2008
○	87	Cardis E,Gilbert ES,Carpenter L,Howe G,Kato I, Armstrong BK,BeralV,Cowper G, Douglas A,Fix J,et al	Effects of low doses and low dose rates of external ionizing radiation:cancer mortality among nuclear industry workers in three countries	Radiat Res142:117-132;1995
○	88	Cardis E,Vrijheid M,Blettner M,Gilbert E,Hakama M,Hill C,Howe G,Kaldor J,Muirhead CR,Schubauer-Berigan M,Yoshimura T,Bermann F,Cowper G,Fix J,Hacker C, Heinmiller B,Marshall M,Thierry-Chef I,Utterback D,Ahn YO,Amoros E,Ashmore P,Auvinen A,Bae JM,Bernar J,Biau A,Combalot E,Deboodt P,Diez Sacristan A, EklofM,Engels H,Engholm G,Gulis G,Habib RR,Holan K,Hyvonen H,KerekesA, Kurtinaitis J,Malker H,Martuzzi M,Mastauskas A,Monnet A,Moser M,Pearce MS, Richardson DB,Rodriguez-Artalejo F,Rogel A,Tardy H,Telle-Lamberton M,Turai I, Usel M,Veress K	The15-Country Collaborative Study of Cancer Risk among Radiation Workers in the Nuclear Industry:estimates of radiation-related cancer risks	Radiat Res167:396-416;2007
○	89	Carpenter L,Higgins C,DouglasA,Fraser P,BeralV,Smith P	Combined analysis of mortality in three United Kingdom nuclear industry workforces,1946-1988	Radiat Res138:224-238;1994
○	90	Carr ZA,Kleinerman RA,Stovall M,Weinstock RM,Griem ML, Land CE	Malignant neoplasms after radiation therapy for peptic ulcer	Radiat Res157:668-677; 2002
○	91	Carr ZA, Land CE, Kleinerman RA,Weinstock RW,Stovall M,Griem ML,Mabuchi K	Coronary heart disease after radiotherapy for peptic ulcer disease	Int J Radiat Oncol Biol Phys61:842-850;2005
○	92	Cartwright RA,Dovey GJ,Kane EV,Gilman EA	The onset of the excess of childhood cancer in Seascale,Cumbria	J Public Health Med23:314-322;2001
	93	Charles MW	Radon exposure of the skin:I. Biological effects	J Radiol Prot27:231-252; 2007
	94	Charles MW	Radon exposure of the skin:II. Estimation of the attributable risk for skin cancer incidence	J Radiol Prot27:253-274;2007
○	95	ChaturvediAK,Engels EA,Gilbert ES,Chen BE,Storm H,Lynch CF,Hall P,Langmark F, Pukkala E,Kajiser M,Andersson M,Fossa SD, Joensuu H,Boice JD,Kleinerman RA, Travis LB	Second cancers among 104,760 survivors of cervical cancer:evaluation of long-term risk	J Natl Cancer Inst99:1634-1643;2007

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	96	Chaturvedi AK, Kleinerman RA, Hildesheim A, Gilbert ES, Storm H, Lynch CF, Hall P, Langmark F, Pukkala E, Kajiser M, Andersson M, Fossa SD, Joensuu H, Travis LB, Engels EA	Second cancers after squamous cell carcinoma and adenocarcinoma of the cervix	J Clin Oncol 27:967-973; 2009
○	97	Checkoway H, Mathew RM, Shy CM, Watson JE, Jr., Tankersley WG, Wolf SH, Smith JC, Fry SA	Radiation, work experience, and cause specific mortality among workers at an energy research laboratory	Br J Ind Med 42:525-533; 1985
	98	Checkoway H, Pearce N, Crawford-Brown DJ, Cragle DL	Radiation doses and cause-specific mortality among workers at a nuclear materials fabrication plant	Am J Epidemiol 127:255-266; 1988
○	99	Chen J	Radon measurement in Canada with electret ion chambers	Health Phys 93:161-164; 2007
○	100	Chen J, Schroth E, MacKinlay E, Fife I, Sorimachi A, Tokonami S	Simultaneous ²²² Rn and ²²⁰ Rn measurements in Winnipeg, Canada	Radiat Prot Dosimetry 134:75-78; 2009
○	101	Chen J, Walker B, Sorimachi A, Takahashi H, Tokonami S	An investigation on radon and thoron response of alpha-track detectors used in the Winnipeg case-control study	Radiat Prot Dosimetry 138:83-86; 2010
	102	Chen J, Zhang W, Sandles DG, Timmins R, Verdecchia K	²¹⁰ Pb concentration in household dust: a potential indicator of long-term indoor radon exposure	Radiat Environ Biophys 48:427-432; 2009
○	103	Cherrie JW, Van Tongeren M, Semple S	Exposure to occupational carcinogens in Great Britain	Ann Occup Hyg 51:653-664; 2007
○	104	Chodick G, Ronckers CM, Shalev V, Ron E	Excess lifetime cancer mortality risk attributable to radiation exposure from computed tomography examinations in children	Isr Med Assoc J 9:584-587; 2007
○	105	Choshi K, Takaku I, Mishima H, Takase T, Neriishi S, Finch SC, Otake M	Ophthalmologic changes related to radiation exposure and age in adult health study sample, Hiroshima and Nagasaki	Radiat Res 96:560-579; 1983
○	106	Chylack LT, Jr., Peterson LE, Feiveson AH, Wear ML, Manuel FK, Tung WH, Hardy DS, Marak LJ, Cucinotta FA	NASA study of cataract in astronauts (NASCA). Report 1: Cross-sectional study of the relationship of exposure to space radiation and risk of lens opacity	Radiat Res 172:10-20; 2009
	107	Ciraj-Bjelac O, Rehani MM, Sim KH, Liew HB, Vano E, Kleiman NJ	Risk for radiation-induced cataract for staff in interventional cardiology: is there reason for concern?	Catheter Cardiovasc Interv 76:826-834; 2010
○	108	Clapp RW, Cobb S, Chan, Walker B, Jr	Leukaemia near Massachusetts nuclear power plant	Lancet 2:1324-1325; 1987
○	109	Cook-Mozaffari P, Darby S, Doll R	Cancer near potential sites of nuclear installations	Lancet 2:1145-1147; 1989
○	110	Cook-Mozaffari PJ, Darby SC, Doll R, Forman D, Hermon C, Pike MC, Vincent T	Geographical variation in mortality from leukaemia and other cancers in England and Wales in relation to proximity to nuclear installations, 1969-78	Br J Cancer 59: 476-485; 1989
	111	Costantini AS, Miligi L, Kriebel D, Ramazzotti V, Rodella S, Scarpì E, Stagnaro E, Tumino R, Fontana A, Masala G, Viganò C, Vindigni C, Crosignani P, Benvenuti A, Vineis P	A multicenter case-control study in Italy on hematolymphopoietic neoplasms and occupation	Epidemiology 12:78-87; 2001
	112	Court Brown WM, Doll R	Expectation of life and mortality from cancer among British radiologists	Br Med J 2:181-187; 1958
○	113	Court Brown WM, Doll R, Hill RB	Incidence of leukaemia after exposure to diagnostic radiation in utero	Br Med J 2:1539-1545; 1960
	114	Cowell JK, Morris JA, Tawn EJ	Analysis of the RB1 gene in children with retinoblastoma having residential connections to West Cumbria, England	J Radiol Prot 25:89-92; 2005
	115	Craft AW, Birch JM	Childhood cancer in Cumbria	Lancet 2:1299; 1983
○	116	Craft AW, Parker L, Openshaw	Cancer in young people in the north of England, 1968-85: analysis by census	J Epidemiol Community

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
		S,Charlton M,Newell J,Birch JM,Blair V	wards	Health47:109-115;1993
○	117	Curtis RE,Rowlings PA,Deeg HJ,Shriner DA,Socie G,Travis LB,Horowitz MM, Witherspoon RP,Hoover RN,Sobocinski KA,Fraumeni JF, Jr.,Boice JD, Jr	Solid cancers after bone marrow transplantation	N Engl J Med336:897-904; 1997
	118	Cuzick J	Radiation-induced myelomatosis	N Engl J Med304:204-210;1981
○	119	Cuzick J,De Stavola B	Multiple myeloma—a case-control study	Br J Cancer57:516-520; 1988
○	120	da Motta LC,Horta Jda S,Tavares MH	Prospective epidemiological study of thorostrast-exposed patients in Portugal	Environ Res18:152-172;1979
	121	Dalager NA,Kang HK,Mahan CM	Cancer mortality among the highest exposed US atmospheric nuclear test participants	J Occup Environ Med42:798-805; 2000
	122	Damber L,Larsson LG, Johansson L,Norin T	A cohort study with regard to the risk of haematological malignancies in patients treated with x-rays for benign lesions in the locomotor system. I. Epidemiological analyses.	Acta Oncol 34: 713-719; 1995.
○	123	Daniels RD,Schubauer-Berigan MK	Bias and uncertainty of penetrating photon dose measured by film dosimeters in an epidemiological study of US nuclear workers	Radiat Prot Dosimetry 113:275-89;2005
○	124	Darby S	Residential radon,smoking and lung cancer	Radiat Res163:696;2005
○	125	Darby S,Hill D,AuvinenA,Barros-Dios JM,Baysson H,Bochicchio F,Deo H,Falk R, Forastiere F,Hakama M,Heid I,Kreienbrock L,Kreuzer M,Lagarde F,Makelainen I, Muirhead C,Oberaigner W,Pershagen G,Ruano-Ravina A,Ruosteenoja E,Rosario AS,Tirmarche M,Tomasek L,Whitley E,Wichmann HE,Doll R	Radon in homes and risk of lung cancer:collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies	Bmj330:223;2005
	126	Darby S,Hill D,Deo H,AuvinenA,Barros-Dios JM,Baysson H,Bochicchio F,Falk R,Farchi S,Figueiras A,Hakama M,Heid I, Hunter N,Kreienbrock L,Kreuzer M,Lagarde F, Makelainen I,Muirhead C,Oberaigner W,Pershagen G,Ruosteenoja E,Rosario AS, Tirmarche M,Tomasek L,Whitley E,Wichmann HE,Doll R	Residential radon and lung cancer—detailed results of a collaborative analysis of individual data on7148 persons with lung cancer and 14,208 persons without lung cancer from 13 epidemiologic studies in Europe	Scand J Work Environ Health32 Suppl 1:1-83; 2006
○	127	Darby S,Whitley E,Silcocks P,Thakrar B,Green M,Lomas P,Miles J,Reeves G,Fearn T Doll R	Risk of lung cancer associated with residential radon exposure in south-west England:a case-control study	Br J Cancer78:394-408;1998
	128	Darby SC,Cutter DJ,Boerma M,Constine LS,Fajardo LF,Kodama K,Mabuchi K,Marks LB,Mettler FA,Pierce LJ,Trott KR,Yeh ET,Shore RE	Radiation-related heart disease:current knowledge and future prospects	Int J Radiat Oncol Biol Phys76: 656-665;2010

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
	129	Darby SC,Doll R	Fallout,radiation doses near Dounreay,and childhood leukaemia	Br Med J(Clin Res Ed)294:603-607;1987
○	130	Darby SC,Kendall GM,Fell TP,Doll R,Goodill AA,Conquest AJ, Jackson DA,Haylock RG	Further follow up of mortality and incidence of cancer in men from the United Kingdom who participated in the United Kingdom's atmospheric nuclear weapon tests and experimental programmes	Bmj307:1530-1535;1993
	131	Darby SC,Kendall GM,Fell TP,O'Hagan JA,Muirhead CR,Ennis JR,Ball AM,Dennis JA, Doll R	A summary of mortality and incidence of cancer in men from the United Kingdom who participated in the United Kingdom's atmospheric nuclear weapon tests and experimental programmes	Br Med J(Clin Res Ed)296:332-338; 1988
	132	Darby SC,McGale P,Taylor CW,Peto R	Long-term mortality from heart disease and lung cancer after radiotherapy for early breast cancer:prospective cohort study of about 300,000 women in US SEER cancer registries	Lancet Oncol6:557-565; 2005
○	133	Darby SC,Olsen JH,Doll R,Thakrar B,Brown PD,Storm HH,Barlow L,Langmark F, Teppo L,Tulinius H	Trends in childhood leukaemia in the Nordic countries in relation to fallout from atmospheric nuclear weapons testing	Bmj304:1005-1009; 1992
	134	Darby SC,Reeves G,Key T,Doll R,Stovall M	Mortality in a cohort of women given X-ray therapy for metropathia haemorrhagica	Int J Cancer56:793-801;1994
	135	Darby SC,Whitley E,Howe GR,Hutchings SJ,Kusiak RA,Lubin JH,Morrison HI, Tirmarche M,Tomasek L,Radford EP,et al	Radon and cancers other than lung cancer in underground miners:a collaborative analysis of 11 studies	J Natl Cancer Inst87:378-384;1995
○	136	Day TK,Zeng G,HookerAM,Bhat M,Scott BR,Turner DR,Sykes PJ	Extremely low priming doses of X radiation induce an adaptive response for chromosomal inversions in pKZ1mouse prostate	Radiat Res166:757-766;2006
○	137	Day TK,Zeng G,Hooker AM,Bhat M,Scott BR,Turner DR,Sykes PJ	Adaptive response for chromosomal inversions in pKZ1mouse prostate induced by low doses of X radiation delivered after a high dose	Radiat Res167:682-692;2007
○	138	De Bruin ML,Sparidans J,van't Veer MB,Noordijk EM,Louwman MW,Zijlstra JM,van den Berg H,Russell NS,Broeks A,Baaijens MH,Aleman BM,van Leeuwen FE	Breast cancer risk in female survivors of Hodgkin's lymphoma:lower risk after smaller radiation volumes	J Clin Oncol27:4239-4246;2009
○	139	de Gonzalez AB,Kim KP,Samet JM	Radiation-induced cancer risk from annual computed tomography for patients with cystic fibrosis	Am J Respir Crit Care Med 176:970-973; 2007
○	140	de Jong PA,Mayo JR,Golmohammadi K,Nakano Y,Lequin MH,Tiddens HA,Aldrich J, Coxson HO,Sin DD	Estimation of cancer mortality associated with repetitive computed tomography scanning	Am J Respir Crit Care Med 173:199-203; 2006
○	141	DeLongchamp RR,Mabuchi K,Yoshimoto Y,Preston DL	Cancer mortality among atomic bomb survivors exposed in utero or as young children,October 1950-May 1992	Radiat Res147:385-95;1997
	142	Diamond EL,Schmerler H,Lilienfeld AM	The relationship of intra-uterine radiation to subsequent mortality and development of leukemia in children. A prospective study.	Am J Epidemiol97:283-313;1973
○	143	DiCarlo AL,Hatchett RJ,Kaminski JM,Ledney GD,Pellmar TC,OkunieffP,Ramakrishnan N	Medical countermeasures for radiation combined injury:radiation with burn,blast, trauma and/or sepsis. report of an NIAID Workshop,March26-27,2007	Radiat Res 169:712-721;2008
	144	Dickinson HO,Hodgson JT,Parker L	Comparison of Health and Safety Executive and Cumbrian birth cohort studies of risk ofleukaemia/non-Hodgkin's lymphoma in relation to paternal preconceptional irradiation	J Radiol Prot23:385-403; 2003
○	145	Dickinson HO,Parker L	Leukaemia and non-Hodgkin's lymphoma in children of male Sellafield radiation workers	Int J Cancer99:437-444;2002
	146	Dieckmann H	Haufung von Leukamieerkrankungen in der Elbmarsch	Gesundh-Wes 54: 592-596;1992
○	147	Docherty Z,Georgiou A,Langman	Is chromosome radiosensitivity and apoptotic response to irradiation	Int J Radiat Biol83:1-12;2007

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
		C,Kesterton I, Rose S,Camplejohn R,Ball J,Barwell J, Gilchrist R,Pangon L,Berg J,Hodgson S	correlated with cancer susceptibility	
○	148	Doll R,Evans HJ,Darby SC	Paternal exposure not to blame	Nature367:678-680; 1994
○	149	Doll R,Smith PG	The long-term effects of x irradiation in patients treated for metropathia haemorrhagica	Br J Radiol41:362-368;1968
○	150	Doll R,Wakeford R	Risk of childhood cancer from fetal irradiation	Br J Radiol70:130-9; 1997
○	151	Dores GM,Metayer C,Curtis RE,Lynch CF,Clarke EA,Glimelius B,Storm H,Pukkala E, van Leeuwen FE,Holowaty EJ,Andersson M,Wiklund T, Joensuu T,van't Veer MB, Stovall M,Gospodarowicz M,Travis LB	Second malignant neoplasms among long-term survivors of Hodgkin's disease:a population-based evaluation over25 years	J Clin Oncol20:3484-3494;2002
○	152	Douglas AJ,Omar RZ,Smith PG	Cancer mortality and morbidity among workers at the Sellafield plant of British Nuclear Fuels	Br J Cancer70:1232-1243;1994
○	153	Dousset M	Cancer mortality around La Hague nuclearfacilities	Health Phys56:875-884; 1989
○	154	Doyle P,Maconochie N,Roman E,Davies G,Smith PG,Beral V	Fetal death and congenital malformation in babies born to nuclear industry employees:report from the nuclear industry family study	Lancet356:1293-1299;2000
○	155	Draper GJ,Little MP,Sorahan T,Kinlen LJ,Bunch KJ,Conquest AJ,Kendall GM,Kneale GW,Lancashire RJ,Muirhead CR,O'Connor CM,Vincent TJ	Cancer in the offspring of radiation workers:a record linkage study	Bmj315:1181-1188;1997
	156	Draper GJ,Stiller CA,Cartwright RA,Craft AW,Vincent TJ	Cancer in Cumbria and in the vicinity of the Sellafield nuclear installation,1963-1990	Bmj306:89-94; 1993
○	157	Dumon-Jones V,Frappart PO,Tong WM,Sajithlal G,Hulla W,Schmid G,Herceg Z,Digweed M,Wang ZQ	Nbn heterozygosity renders mice susceptible to tumor formation and ionizing radiation-induced tumorigenesis	Cancer Res63:7263-7269;2003
○	158	Dunster HJ,Howells H,Templeton WL	District surveys following the Windscale incident, October 1957. 1958.	J Radiol Prot27:217-230;2007
○	159	Edwards AA	The use of chromosomal aberrations in human lymphocytes for biological dosimetry	Radiat Res148:S39-44;1997
○	160	Edwards AA,Lindholm C,Darroudi F,Stephan G,Romm H,Barquinero J,Barrios L, Caballin MR,Roy L,Whitehouse CA,Tawn EJ,Moquet J,Lloyd DC,Voisin P	Review oftranslocations detected by FISH for retrospective biological dosimetry applications	Radiat Prot Dosimetry 113:396-402;2005
○	161	Eidemuller M,Ostroumova E,Krestinina L,Akleyev A, Jacob P	Analysis of solid cancer mortality in the techa river cohort using the two-step clonal expansion model	Radiat Res169:138-148;2008
○	162	Einstein AJ,Henzlova MJ,Rajagopalan S	Estimating risk of cancer associated with radiation exposure from64-slice computed tomography coronary angiography	Jama 298:317-323;2007
	163	Emirhan ME,Ozben CS	Assessment of radiological risk factors in the Zonguldak coal mines, Turkey	J Radiol Prot29:527-534;2009

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	164	Enstrom JE	Cancer mortality patterns around the San Onofre nuclear power plant, 1960-1978	Am J Public Health73:83-92;1983
	165	Eriksson M	Rheumatoid arthritis as a risk factor for multiple myeloma:a case-control study	Eur J Cancer29A:259-263;1993
○	166	Ewings PD,Bowie C,Phillips MJ, Johnson SA	Incidence of leukaemia in young people in the vicinity of Hinkley Point nuclear power station,1959-86	Bmj299:289-293; 1989
○	167	Faber M	Twenty-eight years of continuous follow-up of patients injected with thorostrast for cerebral angiography	EnvironRes18:37-43;1979
	168	Faheem M,Mati N,Matiullah	Seasonal variation in indoor radon concentrations in dwellings in six districts of the Punjab province,Pakistan	J Radiol Prot27:493-500; 2007
○	169	Fairlie I	Childhood cancers near German nuclear power stations:hypothesis to explain the cancer increases	Med Confl Surviv25:206-220;2009
○	170	Fairlie I	Childhood cancers near German nuclear power stations:the ongoing debate	Med Confl Surviv25:197-205;2009
○	171	Fairlie I	Commentary:childhood cancer near nuclear power stations	Environ Health8:43; 2009
○	172	Field RW	Three Mile Island epidemiologic radiation dose assessment revisited:25 years after the accident	Radiat Prot Dosimetry 113:214-217;2005
	173	Field RW,Krewski D,Lubin JH,Zielinski JM,Alavanja M,Catalan VS,Klotz JB, Letourneau EG,Lynch CF,Lyon JL,Sandler DP,Schoenberg JB,Steck DJ,Stolwijk JA,Weinberg C,Wilcox HB	An overview of the North American residential radon and lung cancer case-control studies	J Toxicol Environ Health A69:599-5631; 2006
○	174	Field RW,Steck DJ,Smith BJ,Brus CP,Fisher EF,Neuberger JS,Lynch CF	The Iowa radon lung cancer study--phase I:Residential radon gas exposure and lung cancer	Sci Total Environ272:67-72;2001
○	175	Field RW,Steck DJ,Smith BJ,Brus CP,Fisher EL,Neuberger JS,Platz CE,Robinson RA, Woolson RF,Lynch CF	Residential radon gas exposure and lung cancer:the Iowa Radon Lung Cancer Study	Am J Epidemiol151:1091-1102;2000
	176	Flodin U,Fredriksson M,Persson B	Multiple myeloma and engine exhausts,fresh wood,and creosote:a case-referent study	Am J Ind Med 12:519-529;1987
	177	Ford DD,Paterson JC,Treuting WL	Fetal exposure to diagnostic x rays,and leukemia and other malignant diseases in childhood	J Natl Cancer Inst22:1093-1104; 1959
○	178	Forman D,Cook-Mozaffari P,Darby S,Davey G,Stratton I, Doll R,Pike M	Cancer near nuclear installations	Nature329:499-505;1987
○	179	Fossa SD,Gilbert E,Dores GM,Chen J,McGlynn KA,Schonfeld S,Storm H,Hall P, Holowaty E,Andersen A, Joensuu H,Andersson M,Kajiser M,Gospodarowicz M, Cohen R,Pukkala E,Travis LB	Noncancer causes of death in survivors of testicular cancer	J Natl Cancer Inst99:533-544;2007
○	180	Fraser P,Carpenter L,Maconochie N,Higgins C,Booth M,Beral V	Cancer mortality and morbidity in employees of the United Kingdom Atomic Energy Authority,1946-86	Br J Cancer67:615-24;1993

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	181	Freedman DM,Sigurdson A,Rao RS,Hauptmann M,Alexander B,Mohan A,Morin Doody M, Linet MS	Risk of melanoma among radiologic technologists in the United States	Int J Cancer 103:556-562;2003
	182	Friedman GD	Multiple myeloma:relation to propoxyphene and other drugs,radiation and occupation	Int J Epidemiol15:424-6;1986
○	183	Frome EL,Cragle DL,McLain RW	Poisson regression analysis of the mortality among a cohort of World War II nuclear industry workers	Radiat Res123:138-152; 1990
○	184	Frome EL,Cragle DL,Watkins JP,Wing S,Shy CM,Tankersley WG,West CM	A mortality study of employees of the nuclear industry in Oak Ridge,Tennessee	Radiat Res148: 64-80;1997
○	185	Furukawa K,Preston DL,Lonn S,Funamoto S,Yonehara S,Matsuo T,Egawa H,Tokuoka S, Ozasa K,Kasagi F,Kodama K,Mabuchi K	Radiation and smoking effects on lung cancer incidence among atomic bomb survivors	Radiat Res174:72-82; 2010
○	186	Gardner MJ,Hall AJ,Downes S,Terrell JD	Follow up study of children born elsewhere but attending schools in Seascale,West Cumbria(schools cohort)	Br Med J(Clin Res Ed) 295:819-822;1987
○	187	Gardner MJ,Hall AJ,Downes S,Terrell JD	Follow up study of children born to mothers resident in Seascale,West Cumbria(birth cohort)	Br Med J(Clin Res Ed)295: 822-827;1987
○	188	Gardner MJ,Snee MP,Hall AJ,Powell CA,Downes S,Terrell JD	Results of case-control study of leukaemia and lymphoma among young people near Sellafield nuclear plant in West Cumbria	Bmj300:423-9;1990
○	189	Gardner MJ,Winter PD	Mortality in Cumberland during 1959-78 with reference to cancer in young people around Windscale	Lancet1:216-217;1984
○	190	Gilbert ES	Mortality of workers at the Oak Ridge National Laboratory	Health Phys62: 260-264;1992
○	191	Gilbert ES	Invited commentary: studies of workers exposed to low doses of radiation	Am J Epidemiol153:319-322;discussi on323-4;2001
○	192	Gilbert ES,Fry SA,Wiggs LD,Voelz GL,Cragle DL,Petersen GR	Analyses of combined mortality data on workers at the Hanford Site,Oak Ridge National Laboratory,and Rocky Flats Nuclear Weapons Plant	Radiat Res120:19-35;1989
○	193	Gilbert ES,Huang L,BouvilleA,Berg CD,Ron E	Thyroid cancer rates and 131I doses from Nevada atmospheric nuclear bomb tests:an update	Radiat Res173:659-664; 2010
○	194	Gilbert ES,Marks S	An analysis of the mortality of workers in a nuclear facility	Radiat Res 79:122-148;1979
○	195	Gilbert ES,Omohundro E,Buchanan JA,Holter NA	Mortality of workers at the Hanford site:1945-1986	Health Phys64:577-90;1993

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	196	Gilbert ES,Petersen GR,Buchanan JA	Mortality of workers at the Hanford site:1945-1981	Health Phys56:11-25;1989
○	197	Gilbert ES,Stovall M,Gospodarowicz M, Van Leeuwen FE,Andersson M,Glimelius B, Joensuu T,Lynch CF,Curtis RE,Holowaty E,Storm H,Pukkala E,van'tVeerMB, Fraumeni JF,Boice JD, Jr.,Clarke EA,Travis LB	Lung cancer after treatment for Hodgkin's disease:focus on radiation effects	Radiat Res159:161-173; 2003
○	198	Gilbert ES,Thierry-Chef I,Cardis E,Fix JJ,Marshall M	External dose estimation for nuclear worker studies	Radiat Res166:168-173;2006
	199	Gilbert M,Thimus D,Malaise J,France FR,Camberlin C,Mertens I,de Burbure CY, Mourad M,Squifflet JP,Daumerie C	Is there an increased incidence of surgically removed thyroid carcinoma in Belgium ten years after Chernobyl?A study of hospital discharge data	Acta Chir Belg 108:318-322;2008
○	200	Giles D,Hewitt D,Stewart A,Webb J	Malignant disease in childhood and diagnostic irradiation in utero	Lancet271:447;1956
	201	Goel R,Olshan AF,Ross JA,Breslow NE,Pollock BH	Maternal exposure to medical radiation and Wilms tumor in the offspring:a report from the Children's Oncology Group	Cancer Causes Control20:957-963;2009
	202	Gong G,Whittemore AS,West D,Moore DH,2nd	Cutaneous melanoma at Lawrence Livermore National Laboratory:comparison with rates in two San Francisco bay area counties	Cancer Causes Control3:191-197;1992
	203	Graham S,Levin ML,Lilienfeld AM,Schuman LM,Gibson R,Dowd JE,Hempelmann L	Preconception,intrauterine,and postnatal irradiation as related to leukemia	Natl Cancer InstMonogr19:347-371;1966
	204	Greenberg ER,Rosner B,Hennekens C,Rinsky R,Colton T	An investigation of bias in a study of nuclear shipyard workers	Am J Epidemiol121:301-308;1985
○	205	Gribbin MA,Weeks JL,Howe GR	Cancer mortality(1956-1985)among male employees of Atomic Energy of Canada Limited with respect to occupational exposure to external low-linear-energy-transfer ionizing radiation	Radiat Res133:375-380; 1993
	206	Griem ML,Kleinerman RA,Boice JD, Jr.,Stovall M,Shefner D,Lubin JH	Cancer following radiotherapy for peptic ulcer	J Natl Cancer Inst86:842-849;1994
	207	Grignard E,GueguenY,Grison S,Dublineau I,Gourmelon P,Souidi M	Testicular steroidogenesis is not altered by137 cesium Chernobyl fallout, following in utero or post-natal chronic exposure	C R Biol333:416-423;2010
○	208	Guey LT,Bromet EJ,Gluzman SF,Zakhozha V,Paniotto V	Determinants of participation in a longitudinal two-stage study of the health consequences of the Chornobyl nuclear power plant accident	BMC Med Res Methodol8:27;2008
○	209	Guibout C,Adjadj E,Rubino C,ShamsaldinA,Grimaud E,Hawkins M,Mathieu MC, Oberlin O,Zucker JM,Panis X,Lagrange JL,Daly-Schveitzer N,Chavaudra J,de Vathaire F	Malignant breast tumors after radiotherapy for a first cancer during childhood	J Clin Oncol23:197-204;2005
○	210	Gundestrup M,Storm HH	Radiation-induced acute myeloid leukaemia and other cancers in commercial jet cockpit crew:a population-based cohort study	Lancet354:2029-2031; 1999

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
	211	Haaf HG,Kaatsch P,Keller B,Michaelis J	Jahresbericht1990 des Kinderkrebsregisters Mainz	IMSD-Technischer Bericht
	212	Haldorsen T,Reitan JB,Tveten U	Cancer incidence among Norwegian airline pilots	Scand J Work Environ Health26:106-111;2000
○	213	Haldorsen T,Reitan JB,Tveten U	Cancer incidence among Norwegian airline cabin attendants	Int J Epidemiol30:825-830;2001
	214	Hammar N,Linnersjo A,Alfredsson L,Dammstrom BG, Johansson M,Eliasch H	Cancer incidence in airline and military pilots in Sweden 1961-1996	Aviat Space Environ Med73:2-7;2002
	215	Hammer GP,Fehringer F,Seitz G,Zeeb H,Dulon M,Langner I,Blettner M	Exposure and mortality in a cohort of German nuclear power workers	Radiat Environ Biophys47: 95-99;2008
○	216	Hammer GP,Seidenbusch MC,Schneider K,Regulla DF,Zeeb H,Spix C,Blettner M	A cohort study of childhood cancer incidence after postnatal diagnostic X-ray exposure	Radiat Res171:504-512;2009
○	217	Harley NH,Robbins ES	Radon and leukemia in the Danish study:another source of dose	Health Phys97:343-347;2009
	218	Harrison J,Leggett R,Lloyd D,Phipps A,Scott B	Polonium-210 as a poison	J Radiol Prot 27:17-40;2007
	219	Harvey EB,Boice JD, Jr.,Honeyman M,Flannery JT	Prenatal x-ray exposure and childhood cancer in twins	N Engl J Med312:541-545;1985
	220	Hatch M,BrennerA,Bogdanova T,Derevyanko A,Kuptsova N,Likhtarev I,Bouville A, TereshchenkoV,Kovgan L,ShpakV,Ostroumova E,Greenebaum E,Zablotska L, Ron E,Tronko M	A screening study of thyroid cancer and other thyroid diseases among individuals exposed in utero to iodine-131 from Chernobyl fallout	J Clin Endocrinol Metab94:899-906;2009
○	221	Hatch MC,Beyea J,Nieves JW,Susser M	Cancer near the Three Mile Island nuclear plant: radiation emissions	Am J Epidemiol132:397-412;discussion413-7;1990
	222	Hatcher JL,Baris D,Olshan AF,Inskip PD,Savitz DA,Swanson GM,Pottern LM, Greenberg RS,Schwartz AG,Schoenberg JB,Brown LM	Diagnostic radiation and the risk of multiple myeloma(United States)	Cancer Causes Control 12:755-761; 2001
○	223	Hauptmann M,Mohan AK,Doody MM,Linet MS,Mabuchi K	Mortality from diseases of the circulatory system in radiologic technologists in the United States	Am J Epidemiol 157:239-428;2003
○	224	Hayashi Y,Lagarde F,Tsuda N,Funamoto S,Preston DL,Koyama K,Mabuchi K,Ron E, Kodama K,Tokuoka S	Papillary microcarcinoma of the thyroid among atomic bomb survivors:tumor characteristics and radiation risk	Cancer116:1646-1655; 2010
	225	Hayata I, Wang C,Zhang W,Chen D,Minamihisamatsu M,Morishima H,Wei L,Sugahara T	Effect of high-level natural radiation on chromosomes of residents in southern China	Cytogenet Genome Res 104:237-239;2004

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	226	Heasman MA,Kemp IW,Urquhart JD,Black R	Childhood leukaemia in northern Scotland	Lancet 1:266;1986
	227	Heiervang KS,Mednick S,Sundet K,Rund BR	Effect of low dose ionizing radiation exposure in utero on cognitive function in adolescence	Scand J Psychol51:210-215; 2010
○	228	Heikkinen MS,Harley NH	Calculation of the air concentrations of serially decaying nuclides—a new method applied to radon progeny	Health Phys80:251-254; 2001
○	229	Heinavaara S,Toikkanen S,Pasanen K,Verkasalo PK,Kurtio P,Auvinen A	Cancer incidence in the vicinity of Finnish nuclear power plants:an emphasis on childhood leukemia	Cancer Causes Control21:587-595;2010
○	230	Henderson MA,Valluri S,DesRosiers C,Lopez JT,Batuello CN,Caperell-Grant A, Mendonca MS,Powers EM,Bigsby RM,Dynlacht JR	Effect of gender on radiation-induced cataractogenesis	Radiat Res172:129-133;2009
○	231	Henshaw DL,Eatough JP,Richardson RB	Radon as a causative factor in induction of myeloid leukaemia and other cancers	Lancet335:1008-1012;1990
	232	Herrinton LJ,Demers PA,Koepsell TD,Weiss NS,Daling JR,Taylor JW,Lyon JL,Swanson GM,Greenberg RS	Epidemiology of the M-component immunoglobulin types of multiple myeloma	Cancer Causes Control4:83-92;1993
	233	Hiatt RA,Fireman B	The possible effect of increased surveillance on the incidence of malignant melanoma	Prev Med 15:652-60;1986
○	234	High Background Radiation Research Group C	Health survey in high background radiation areas in China:High Background Radiation Research Group,China	Science209: 877-880;1980
○	235	Hill C,Laplanche A	Overall mortality and cancer mortality around French nuclear sites	Nature347:755-757;1990
○	236	HilsonA	Prostatic cancer and radionuclides. Evidence implicates zinc-65	Bmj308:268; 1994
○	237	Hisada M,Chen BE, Jaffe ES,Travis LB	Second cancer incidence and cause-specific mortality among3104 patients with hairy cell leukemia:a population-based study	J Natl Cancer Inst99:215-222;2007
○	238	Hodgson DC,Gilbert ES,Dores GM,Schonfeld SJ,Lynch CF,Storm H,Hall P,Langmark F, Pukkala E,Andersson M,Kajser M, Joensuu H,Fossa SD,Travis LB	Long-term solid cancer risk among5-year survivors of Hodgkin's lymphoma	J Clin Oncol25:1489-1497;2007
	239	Hoffmann W,Dieckmann H,Dieckmann H,Schmitz-Feuerhake I	A cluster of childhood leukemia near a nuclear reactor in northern Germany	Arch Environ Health52: 275-80;1997
○	240	Hoffmann W,Kranefeld A,Schmitz-Feuerhake I	Radium-226-contaminated drinking water: hypothesis on an exposure pathway in a population with elevated childhood leukemia	Environ Health Perspect101Suppl3:113-115;1 993
	241	Hoffmann W,Schmitz-Feuerhake I	How radiation-specific is the dicentric assay?	J Expo Anal Environ Epidemiol9:113-133;1999
○	242	Hoffmann W,Terschueren C,Richardson DB	Childhood leukemia in the vicinity of the Geesthacht nuclear establishments near Hamburg,Germany	Environ Health Perspect115:947-952;2007

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
	243	Holm LE,Hall P,Wiklund K,Lundell G,Berg G,Bjelkengren G,Cederquist E,Ericsson UB,Hallquist A,Larsson LG,et al	Cancer risk after iodine-131 therapy for hyperthyroidism	J Natl Cancer Inst83:1072-1077;1991
	244	Hallquist A,Larsson LG,et al	Cancer risk after iodine-131 therapy for hyperthyroidism	J Natl Cancer Inst83:1072-1077;1991
	245	Holm LE,Wiklund KE,Lundell GE,Bergman NA,Bjelkengren G,Ericsson UB,Cederquist ES,Lidberg ME,Lindberg RS,Wicklund HV,et al	Cancer risk in population examined with diagnostic doses of131I	J Natl Cancer Inst81:302-306; 1989
○	246	Hooker AM,Bhat M,Day TK,Lane JM,Swinburne SJ,Morley AA,Sykes PJ	The linear no-threshold model does not hold for low-dose ionizing radiation	Radiat Res162: 447-452;2004
○	247	Hopton PA,McKinney PA,Cartwright RA,Mann JR,Birch JM,Hartley AL,Waterhouse JA,Johnston HE,Draper GJ,Stiller CA	X-rays in pregnancy and the risk of childhood cancer	Lancet2:773;1985
	248	Howard R,Gilbert E,Lynch CF,Hall P,Storm H,Holowaty E,Pukkala E,Langmark F, Kaijser M,Andersson M, Joensuu H,Fossa SD,Allan JM,Travis LB	Risk of leukemia among survivors of testicular cancer:a population-based study of42,722 patients	Ann Epidemiol18:416-421;2008
	249	Howard RA,Gilbert ES,Chen BE,Hall P,Storm H,Pukkala E,Langmark F,Kaijser M, Andersson M, Joensuu H,Fossa SD,Travis LB	Leukemia following breast cancer:an international population-based study of376,825 women	Breast Cancer Res Treat 105:359-68;2007
○	250	Huda W	Radiation doses and risks in chest computed tomography examinations	Proc Am Thorac Soc4:316-320;2007
	251	Huizink AC,Bartels M,Rose RJ,Pulkkinen L,Eriksson CJ,Kaprio J	Chernobyl exposure as stressor during pregnancy and hormone levels in adolescent offspring	J Epidemiol Community Health62:e5;2008
	252	Ichimaru M,Ishimaru T,Mikami M,Matsunaga M	Multiple myeloma among atomic bomb survivors in Hiroshima and Nagasaki,1950-76:relationship to radiation dose absorbed by marrow	J Natl Cancer Inst69:323-328;1982
○	253	Imaizumi M,Ashizawa K,Neriishi K,Akahoshi M,Nakashima E,Usa T,Tominaga T,Hida A,Sera N,Soda M,Fujiwara S,Yamada M,Maeda R,Nagataki S,Eguchi K	Thyroid diseases in atomic bomb survivors exposed in utero	J Clin Endocrinol Metab93: 1641-1648;2008
○	254	Inskip H,Beral V,Fraser P,Booth M,Coleman D,Brown A	Further assessment of the effects of occupational radiation exposure in the United Kingdom Atomic Energy Authority mortality study	Br J Ind Med44:149-160;1987
○	255	Inskip PD,Kleinerman RA,Stovall M,Cookfair DL,Hadjimichael O,Moloney WC,Monson RR,Thompson WD,Wactawski-Wende J,Wagoner JK,et al	Leukemia,lymphoma, and multiple myeloma after pelvic radiotherapy for benign disease	Radiat Res135: 108-124;1993

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	256	Irgens A,Irgens LM,Reitan JB,Haldorsen T,Tveten U	Pregnancy outcome among offspring of airline pilots and cabin attendants	Scand J Work Environ Health29:94-99; 2003
	257	Irvine D,Davies DM	British Airways flightdeck mortality study,1950-1992	Aviat Space Environ Med70:548-55;1999
	258	Ishikawa T,Tokonami S,Nemeth C	Calculation of dose conversion factors for thoron decay products	J Radiol Prot27:447-456;2007
○	259	Ivanov VK,Chekin SY,Parshin VS,Vlasov OK,Maksioutov MA,Tsyb AF,Andreev VA, Hoshi M,Yamashita S,Shibata Y	Non-cancer thyroid diseases among children in the Kaluga and Bryansk regions of the Russian Federation exposed to radiation following the Chernobyl accident	Health Phys88:16-22;2005
○	260	Iwasaki T,Murata M,Ohshima S,Miyake T,Kudo S,InoueY,Narita M,Yoshimura T,Akiba Iwasaki T,Nishizawa K,Murata M	Leukaemia and lymphoma mortality in the vicinity of nuclear power stations in Japan,1973-1987	J Radiol Prot15:271-288; 1995
○	261	Jablón S,Hrubec Z,Boice JD, Jr	Cancer in populations living near nuclear facilities. A survey of mortality nationwide and incidence in two states	Jama265:1403-1408; 1991
○	262	Jaworowski Z	Observations on the Chernobyl Disaster and LNT	Dose Response8:148-171 2010
○	263	Johnson KJ,Alexander BH,Doody MM,Sigurdson AJ,Linet MS,Spector LG,Hoffbeck W, Simon SL,Weinstock RM,Ross JA	Childhood cancer in the offspring born in 1921-1984 to US radiologic technologists	Br J Cancer99:545-550;2008
○	264	Kaatsch P,Kaletsch U,Meinert R,Michaelis J	An extended study on childhood malignancies in the vicinity of German nuclear power plants	Cancer Causes Control9:529-533; 1998
	265	Kaatsch P,Kaletsch U,Meinert R,MiesnerA,Hoisl M,Schuz J,Michaelis J	German case control study on childhood leukaemia--basic considerations,methodology and summary of the results	Klin Padiatr210:185-191;1998
	266	Kaatsch P,Spix C,Schmiedel S,Schulze-Rath R,Mergenthaler A,Blettner M	Epidemiological Study on Childhood Cancer in the Vicinity of Nuclear Power Plants (KiKK-Study)	UFOPLAN/Vorhaben StSch 4334;2007
○	267	Kaatsch P,Spix C,Schulze-Rath R,Schmiedel S,Blettner M	Leukaemia in young children living in the vicinity of German nuclear power plants	Int J Cancer 122:721-726; 2008
	268	Kaji M,Tango T,Asukata I,Tajima N,Yamamoto K,Yamamoto Y,Hokari M	Mortality experience of cockpit crewmembers from Japan Airlines	Aviat Space Environ Med 64:748-750;1993
○	269	Kaldor JM,Day NE,Clarke EA, Van Leeuwen FE,Henry-Amar M,Fiorentino MV,Bell J, Pedersen D,Band P,Assouline D,et al	Leukemia following Hodgkin's disease	N Engl J Med322:7-13;1990
	270	Kaplan HS	An evaluation of the somatic and genetic hazards of the medical uses of radiation	Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med80:696-706;1958
	271	Kendall GM,Muirhead CR,Darby SC,Doll R,Arnold L,O'Hagan JA	Epidemiological studies of UK test veterans:I. General description	J Radiol Prot24:199-217; 2004
○	272	Kendall GM,Muirhead CR,MacGibbon BH,O'Hagan JA,Conquest AJ,Goodill AA,Butland BK,Fell TP, Jackson DA,Webb MA,et al	Mortality and occupational exposure to radiation:first analysis of the National Registry for Radiation Workers	Bmj304: 220-225;1992

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	273	Kesminiene A,Evrard AS,Ivanov VK,Malakhova IV,Kurtinaitis J,Stengrevics A,Tekkel M, Anspaugh LR,Bouville A,Chekin S,Chumak VV,Drozdovitch V,Gapanovich V, Golovanov I, Hubert P,Ilichev SV,Khait SE,Kryuchkov VP,Maceika E,Maksyoutov M,MirkhaidarovAK,Polyakov S,Shchukina N,Tenet V,Tserakhovich TI,TsykaloA, Tukov AR,Cardis E	Risk of hematological malignancies among Chernobyl liquidators	Radiat Res170:721-735;2008
○	274	Kinlen L	Childhood leukaemia and ordnance factories in west Cumbria during the Second World War	Br J Cancer95:102-106;2006
○	275	Kinlen LJ	Can paternal preconceptional radiation account for the increase of leukaemia and non-Hodgkin's lymphoma in Seascale	Bmj306:1718-1721;1993
○	276	Kinlen LJ	Childhood leukaemia and non-Hodgkins lymphoma in young people living close to nuclear reprocessing sites	Biomed Pharmacother47:429-434;1993
○	277	Kinlen LJ,Balkwill A	Infective cause of childhood leukaemia and wartime population mixing in Orkney and Shetland,UK	Lancet357:858;2001
○	278	Kirillov V,Kuchuro J,Tolstik S,Leonova T	An example of problems in dose reconstruction from doses formed by electromagnetic irradiation by different energy sources	Health Phys98:378-382;2010
	279	Kjeldsberg H	[Radiotherapy of leukemia in children]	Tidsskr Nor Laegeforen77: 1052-1053;1957
○	280	Kneale GW,Stewart AM	Comments on"Updated analyses of combined mortality data for workers at the Hanford site,Oak Ridge National Laboratory,and Rocky Flats Weapons Plant"(Radiat. Res. 136,408-421,1993)	Radiat Res141:124-126; 1995
○	281	Koana T,Okada MO,Ogura K,Tsujimura H,Sakai K	Reduction of background mutations by low-dose X irradiation of Drosophila spermatocytes at a low dose rate	Radiat Res167: 217-21;2007
○	282	Kopecky KJ,Davis S,Hamilton TE,Saporito MS,Onstad LE	Estimation of thyroid radiation doses for the hanford thyroid disease study:results and implications for statistical power of the epidemiological analyses	Health Phys87:15-32;2004
	283	Kravets AP,Pavlenko YA	Reconstruction and forecast of doses due to ingestion of ¹³⁷ Cs and ⁹⁰ Sr after the Chernobyl accident	Radiat Environ Biophys47:213-223; 2008
○	284	Kreienbrock L,Kreuzer M,Gerken M,Dingerkus G,Wellmann J,Keller G,Wichmann HE	Case-control study on lung cancer and residential radon in western Germany	Am J Epidemiol153:42-52;2001
	285	Krestinina L,Preston DL,Davis FG,Epifanova S,Ostroumova E,Ron E,AkleyevA	Leukemia incidence among people exposed to chronic radiation from the contaminated Techa River,1953-2005	Radiat Environ Biophys49:195-201; 2010
○	286	Krestinina LY,Davis F,Ostroumova E,Epifanova S,Degteva M,Preston D,AkleyevA	Solid cancer incidence and low-dose-rate radiation exposures in the Techa River cohort: 1956-2002	Int J Epidemiol36:1038-1046;2007
	287	Kreuzer M,Grosche B,Schnelzer M,Tschense A,Dufey F,Walsh L	Radon and risk of death from cancer and cardiovascular diseases in the German uranium miners cohort study: follow-up 1946-2003	Radiat Environ Biophys49:177-185;2010
	288	Kreuzer M,Heinrich J,Wolke G,Schaffrath Rosario A,Gerken M,Wellmann J,Keller G,	Residential radon and risk of lung cancer in Eastern Germany	Epidemiology14:559-568;2003

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
		Kreienbrock L,Wichmann HE		
○	289	Krewski D,Lubin JH,Zielinski JM,Alavanja M,Catalan VS,Field RW,Klotz JB,Letourneau EG,Lynch CF,Lyon JI,Sandler DP,Schoenberg JB,Steck DJ,Stolwijk JA,Weinberg C,Wilcox HB	Residential radon and risk of lung cancer:a combined analysis of 7 North American case-control studies	Epidemiology16:137-145;2005
○	290	Krewski D,Lubin JH,Zielinski JM,Alavanja M,Catalan VS,Field RW,Klotz JB,Letourneau EG,Lynch CF,Lyon JL,Sandler DP,Schoenberg JB,Steck DJ,Stolwijk JA,Weinberg C,Wilcox HB	A combined analysis of North American case-control studies of residential radon and lung cancer	J Toxicol Environ Health A69:533-597; 2006
	291	Krieger N,Hiatt RA,Sagebiel RW,Clark WH, Jr, Mihm MC, Jr	Inter-observer variability among pathologists' evaluation of malignant melanoma: effects upon an analytic study	J Clin Epidemiol47:897-902;1994
	292	Krishnadasan A,Kennedy N,Zhao Y,Morgenstern H,Ritz B	Nested case-control study of occupational physical activity and prostate cancer among workers using a job exposure matrix	Cancer Causes Control 19:107-114;2008
○	293	Kubale TL, Daniels RD, Yiin JH, Couch J, Schubauer-Berigan MK, Kinnes GM, Silver SR, Nowlin SJ, Chen PH	A nested case-control study of leukemia mortality and ionizing radiation at the Portsmouth Naval Shipyard	Radiat Res 164: 810-819; 2005
	294	Lagarde F, Axelsson G, Damber L, Mellander H, Nyberg F, Pershagen G	Residential radon and lung cancer among never-smokers in Sweden	Epidemiology 12: 396-404; 2001
	295	Lambert JY,Cornell RG	A study of vital rates near a nuclear reactor	Arch Environ Health 35:235-239;1980
○	296	Land CE	Estimating cancer risks from low doses of ionizing radiation	Science209: 1197-203;1980
	297	Land CE,Hayakawa N,Machado SG,Yamada Y,Pike MC,Akiba S,Tokunaga M	A case-control interview study of breast cancer among Japanese A-bomb survivors. I. Main effects	Cancer Causes Control5:157-165;1994
○	298	Land CE,Shimosato Y,Saccomanno G,Tokuoka S,Auerbach O,Tateishi R,Greenberg SD, Nambu S,Carter D,Akiba S,et al	Radiation-associated lung cancer:a comparison of the histology of lung cancers in uranium miners and survivors of the atomic bombings of Hiroshima and Nagasaki	Radiat Res134:234-243;1993
○	299	Landgren O, Pfeiffer RM,Stewart L,Gridley G,Mellemkjaer L,Hemminki K,Goldin LR, Travis LB	Risk of second malignant neoplasms among lymphoma patients with a family history of cancer	Int J Cancer 120:1099-1102;2007
	300	Langner I,Blettner M,Gundestrup M,Storm H,Aspholm R,Auvinen A,Pukkala E,Hammer GP,Zeeb H,Hrafinkelsson J,Rafnsson V,Tulinius H,De Angelis G,Verdecchia A,Haldorsen	Cosmic radiation and cancer mortality among airline pilots: results from a European cohort study (ESCAPE)	Radiat Environ Biophys42:247-256;2004

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
		T,Tveten U,Eliasch H,Hammar N,LinnersjoA		
○	301	Leonard BE	Examination of underground miner data for radon progeny size reduction as cause of high radon"inverse" dose rate effect	Health Phys93:133-150;2007
○	302	Leonard BE,Leonard VF	Mammogram and diagnostic X-rays--evidence of protective Bystander,Adaptive Response(AR)radio-protection and AR retention at high dose levels	Int J Radiat Biol84:885-99;2008
	303	Letourneau EG,Krewski D,Choi NW,Goddard MJ,McGregor RG,Zielinski JM,Du J	Case-control study of residential radon and lung cancer in Winnipeg,Manitoba, Canada	Am J Epidemiol140:310-22;1994
○	304	Leuraud K,Billon S,Bergot D,Tirmarche M,Caer S,Quesne B,Laurier D	Lung cancer risk associated to exposure to radon and smoking in a case-control study of French uranium miners	Health Phys92:371-378;2007
○	305	Lewis EB	Leukemia,Multiple Myeloma,And Aplastic Anemia In American Radiologists	Science 142:1492-1494;1963
	306	Lin CM,Chang WP,Doyle P,Wang JD,Lee LT,Lee CL,Chen PC	Prolonged time to pregnancy in residents exposed to ionising radiation in cobalt-60-contaminated buildings	Occup Environ Med67:187-95;2010
○	307	Lindberg S,Karlsson P,Arvidsson B,Holmberg E,Lunberg LM,Wallgren A	Cancer incidence after radiotherapy for skin haemangioma during infancy	Acta Oncol34: 735-740;1995
○	308	Linnersjo A,Hammar N,Dammstrom BG, Johansson M,Eliasch H	Cancer incidence in airline cabin crew:experience from Sweden	Occup Environ Med60:810-814; 2003
	309	Little MP	Heterogeneity of variation of relative risk by age at exposure in the Japanese atomic bomb survivors	Radiat Environ Biophys48:253-262;2009
	310	Little MP	Exposure to radiation and higher risk of circulatory disease	Bmj340:b4326; 2010
○	311	Little MP,Charles MW,Wakeford R	A review of the risks of leukemia in relation to parental pre-conception exposure to radiation	Health Phys68:299-310;1995
○	312	Little MP,Tawn EJ,Tzoulaki I,Wakeford R,Hildebrandt G,Paris F,Tapio S,Elliott P	Review and meta-analysis of epidemiological associations between low/moderate doses of ionizing radiation and circulatory disease risks,and their possible mechanisms	Radiat Environ Biophys49:139-153;2010
○	313	Lobrich M,RiefN,Kuhne M,Heckmann M,Fleckenstein J,Rube C,Uder M	In vivo formation and repair of DNA double-strand breaks after computed tomography examinations	Proc NatlAcad Sci U S A102:8984-8989;2005
○	314	Loganovsky KN,Loganovskaja TK,Nechayev SY,Antipchuk YY,Bomko MA	Disrupted development of the dominant hemisphere following prenatal irradiation	J Neuropsychiatry Clin Neurosci20:274-291;2008
	315	Logue JN,Barrick MK, Jessup GL, Jr	Mortality of radiologists and pathologists in the Radiation Registry of Physicians	J Occup Med28:91-9;1986
	316	Loomis DP,WolfSH	Mortality of workers at a nuclear materials production plant at Oak	Am J Ind Med29:131-141;1996

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
			Ridge,Tennessee,1947-1990	
○	317	Lopez-Abente G,Aragones N,Pollan M,Ruiz M,Gandarillas A	Leukemia,lymphomas,and myeloma mortality in the vicinity of nuclear power plants and nuclear fuel facilities in Spain	Cancer Epidemiol Biomarkers Prev8:925-934;1999
○	318	Lubin JH	Studies of radon and lung cancer in North America and China	Radiat Prot Dosimetry 104:315-319;2003
○	319	Lubin JH,Boice JD, Jr.,Edling C,Hornung RW,Howe GR,Kunz E,Kusiak RA,Morrison HI, Radford EP,Samet JM,et al	Lung cancer in radon-exposed miners and estimation of risk from indoor exposure	J Natl Cancer Inst87:817-827;1995
○	320	Lubin JH,Wang ZY,Boice JD, Jr.,Xu ZY,Blot WJ,De Wang L,Kleinerman RA	Risk of lung cancer and residential radon in China:pooled results of two studies	Int J Cancer 109: 132-137;2004
○	321	Lundell M,Hakulinen T,Holm LE	Thyroid cancer after radiotherapy for skin hemangioma in infancy	Radiat Res140:334-9;1994
○	322	Lundell M,Mattsson A,Hakulinen T,Holm LE	Breast cancer after radiotherapy for skin hemangioma in infancy	Radiat Res145:225-230;1996
	323	Macmahon B,Newill VA	Birth characteristics of children dying of malignant neoplasms	J Natl Cancer Inst28:231-244;1962
○	324	Mancuso TF,Stewart A,Kneale G	Radiation exposures of Hanford workers dying from cancer and other causes	Health Phys33:369-385;1977
	325	Marks S,Gilbert ES	Cancer mortality in Hanford workers	IAEA-SM-224/509:369-386; 1978
	326	Matanoski GM,Seltser R,Sartwell PE,Diamond EL,Elliott EA	The current mortality rates of radiologists and other physician specialists:deaths from all causes and from cancer	Am J Epidemiol101:188-198;1975
	327	Matanoski GM,Seltser R,Sartwell PE,Diamond EL,Elliott EA	The current mortality rates of radiologists and other physician specialists:specific causes of death	Am J Epidemiol101:199-210;1975
	328	Matanoski GM,Startwell P,Elliott E,Tonascia J,SternbergA	Cancer risks in radiologists and radiation workers in "Epidemiology and Biological Significance" edited by Boice JD and Frameni Jr JF,Paven Press,New York,1984	Epidemiology and Biological Significance:83-96;1984
○	329	McGeoghegan D,Binks K	The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Springfields uranium production facility,1946-95	J Radiol Prot20:111-137;2000
	330	McGeoghegan D,Binks K	The mortality and cancer morbidity experience of employees at the Chapelcross plant of British Nuclear Fuels plc,1955-95	J Radiol Prot21:221-50;2001
○	331	McKinney PA,Cartwright RA,Saiu JM,Mann JR,Stiller CA,Draper GJ,Hartley AL, Hopton PA,Birch	The inter-regional epidemiological study of childhood cancer(IRESCC):a case control study of aetiological factors in leukaemia and lymphoma	Arch Dis Child62:279-287;1987

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
		JM,Waterhouse JA,et al		
	332	McLaughlin JK,Malker HS,Linet MS,Ericsson J,Stone BJ,Weiner J,Blot WJ,Fraumeni JF, Jr	Multiple myeloma and occupation in Sweden	Arch Environ Health43:7-10; 1988
	333	McLaughlin JR,Clarke EA,Nishri ED,Anderson TW	Childhood leukemia in the vicinity of Canadian nuclear facilities	Cancer Causes Control4:51-58;1993
○	334	McLaughlin JR,King WD,Anderson TW,Clarke EA,Ashmore JP	Paternal radiation exposure and leukaemia in offspring:the Ontario case-control study	Bmj307: 959-966;1993
○	335	Meacham LR,Sklar CA,Li S,Liu Q,Gimpel N,Yasui Y,Whitton JA,Stovall M,Robison LL Oeffinger KC	Diabetes mellitus in long-term survivors of childhood cancer. Increased risk associated with radiation therapy:a report for the childhood cancer survivor study	Arch Intern Med 169:1381-1388;2009
○	336	Meinert R,Kaletsch U,Kaatsch P,Schuz J,Michaelis J	Associations between childhood cancer and ionizing radiation:results of a population-based case-control study in Germany	Cancer Epidemiol Biomarkers Prev8:793-799;1999
○	337	Meinhold CL,Ron E,Schonfeld SJ,Alexander BH,Freedman DM,Linet MS,Berrington de Gonzalez A	Nonradiation risk factors for thyroid cancer in the US Radiologic Technologists Study	Am J Epidemiol171:242-252;2010
○	338	Memon A,Godward S,Williams D,Siddique I,Al-Saleh K	Dental x-rays and the risk of thyroid cancer:a case-control study	Acta Oncol49:447-453;2010
○	339	Mery CM,George S,Bertagnolli MM,Raut CP	Secondary sarcomas after radiotherapy for breast cancer:sustained risk and poor survival	Cancer115:4055-4063; 2009
○	340	Metayer C,Lynch CF,Clarke EA,Glimelius B,Storm H,Pukkala E, Joensuu T,van Leeuwen FE, van't Veer MB,Curtis RE,Holowaty EJ,Andersson M,Wiklund T, Gospodarowicz M,Travis LB	Second cancers among long-term survivors of Hodgkin's disease diagnosed in childhood and adolescence	J Clin Oncol18:2435-2443;2000
	341	Michaelis J,Keller B,HaafG,Kaatsch P	Incidence of childhood malignancies in the vicinity of west German nuclear power plants	Cancer Causes Control3:255-263; 1992
	342	Michaelis J,Schuz J,Meinert R,Menger M,Grigat JP,Kaatsch P,Kaletsch U,Miesner A, Stamm A,Brinkmann K,Karner H	Childhood leukemia and electromagnetic fields: results of a population-based case-control study in Germany	Cancer Causes Control 8:167-174;1997
	343	Milanov L,Dimitrov D,Danon S	Cancer incidence in Republic of Bulgaria aircrew, 1964-1994	Aviat Space Environ Med70:681-685;1999

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	344	Miligi L,Seniori Costantini A,Crosignani P,Fontana A,Masala G,Nanni O,Ramazzotti V,Minamoto A,Taniguchi H,Yoshitani N,Mukai S,Yokoyama T,Kumagami T,Tsuda Y,Mishima HK,Amemiya T,Nakashima E,Neriishi K,HidaA,Fujiwara S,Suzuki G, Akahoshi M	Cataract in atomic bomb survivors	Int J Radiat Biol80:339-345;2004
○	345	Mohan AK,Hauptmann M,Freedman DM,Ron E,Matanoski GM,Lubin JH,Alexander BH,Boice JD, Jr.,Doody MM,Linet MS	Cancer and other causes of mortality among radiologic technologists in the United States	Int J Cancer 103:259-267;2003
	346	Mole RH	Cancer Production By Chronic Exposure To Penetrating Gamma Irradiation	Natl Cancer InstMonogr14:271-290;1964
○	347	Mole RH	Childhood cancer after prenatal exposure to diagnostic X-ray examinations in Britain	Br J Cancer62:152-168;1990
	348	Monson RR,MacMahon B	Prenatal X-ray exposure and cancer in children	Radiation carcinogenesis:Epidemiology and biological significance:97-105;1984
	349	Moore DH,2nd,Patterson HW,Hatch F,Discher D,Schneider JS,Bennett D,Mendelsohn ML	Case-control study of malignant melanoma among employees of the Lawrence Livermore National Laboratory	Am J Ind Med32:377-391;1997
	350	Morgenstern H,Ritz B	Effects of radiation and chemical exposures on cancer mortality among Rocketdyne workers:a review of three cohort studies	Occup Med 16:219-237; 2001
○	351	Mudie NY,Gusev BI,Pivina LM,Schoemaker MJ,Rijinkova ON,Apsalikov KN,Swerdlow AJ	Sex ratio in the offspring of parents with chronic radiation exposure from nuclear testing in Kazakhstan	Radiat Res168:600-607;2007
○	352	Mudie NY,SwerdlowAJ,Gusev BI,SchoemakerMJ,Pivina LM,Chsherbakova S, Mansarina A,Bauer S, Jakovlev Y,Apsalikov KN	Twinning in the offspring of parents with chronic radiation exposure from nuclear testing in Kazakhstan	Radiat Res173:829-836;2010
○	353	Muirhead CR,Bingham D,Haylock RG,O'Hagan JA,GoodillAA,Berridge GL,English MA,Hunter N,Kendall GM	Follow up of mortality and incidence of cancer 1952-98 in men from the UK who participated in the UK's atmospheric nuclear weapon tests and experimental programmes	Occup Environ Med60:165-172;2003
○	354	Muirhead CR,Goodill AA,Haylock RG,Vokes J,Little MP, Jackson DA,O'Hagan JA,Thomas JM,Kendall GM,Silk TJ,Bingham D,Berridge GL	Occupational radiation exposure and mortality:second analysis of the National Registry for Radiation Workers	J Radiol Prot 19:3-26;1999
	355	Muirhead CR,Kendall GM,Darby SC,Doll R,Haylock RG,O'Hagan JA,Berridge GL, Phillipson MA,Hunter N	Epidemiological studies of UK test veterans:II. Mortality and cancer incidence	J Radiol Prot24:219-241;2004
○	356	Muirhead CR,O'Hagan JA,Haylock RG,Phillipson MA,Willcock T,Berridge GL,Zhang W. Mulrooney DA,Yeazel MW,Kawashima T,Mertens	Cardiac outcomes in a cohort of adult survivors of childhood and adolescent cancer:retrospective analysis of the Childhood Cancer Survivor Study cohort	Bmj339:b4606;2009

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
		AC,Mitby P,Stovall M,Donaldson SS,Green DM,Sklar CA,Robison LL,Leisenring WM		
○	357	Murata M,Miyake T,Inoue Y,Ohshima S,Kudo S,Yoshimura T,Akiba S,Tango T,Yoshimoto Y,Shimizu Y,Sobue T,Kusumi S,Iwasaki T,Yamagishi C,Matsudaira H	Life-style and other characteristics of radiation workers at nuclear facilities in Japan: base-line data of a questionnaire survey	J Epidemiol12:310-319;2002
	358	Murray R,Heckel P,Hempelmann LH	Leukemia in children exposed to ionizing radiation	N Engl J Med261:585-589;1959
○	359	Myles P,Evans S,LophatananonA,Dimitropoulou P,Easton D,Key T,Pocock R,Dearnaley D,Guy M,Edwards S,O'Brien L,Gehr-Swain B,Hall A,Wilkinson R,Eeles R,Muir K	Diagnostic radiation procedures and risk of prostate cancer	Br J Cancer98:1852-1856;2008
○	360	Nair RR,Rajan B,Akiba S, Jayalekshmi P,Nair MK,Gangadharan P,Koga T,Morishima H,Nakamura S,Sugahara T	Background radiation and cancer incidence in Kerala,India-Karanagappally cohort study	Health Phys96:55-66;2009
○	361	Najarian T,Colton T	Mortality from leukaemia and cancer in shipyard nuclear workers	Lancet 1:1018-1020;1978
○	362	Nakano M,Kodama Y,Ohtaki K,Nakashima E,Niwa O,Toyoshima M,Nakamura N	Chromosome aberrations do not persist in the lymphocytes or bone marrow cells of mice irradiated in utero or soon after birth	Radiat Res167:693-702;2007
○	363	Nakashima E,Akahoshi M,Neriishi K,Fujiwara S	Systolic blood pressure and systolic hypertension in adolescence of atomic bomb survivors exposed in utero	Radiat Res 168:593-599;2007
○	364	Nakashima E,Neriishi K,Minamoto A	A reanalysis of atomic-bomb cataract data, 2000-2002:a threshold analysis	Health Phys90:154-60;2006
	365	Natarajan N,Bross ID	Preconception radiation and leukemia	J Med4:276-281; 1973
○	366	Naumburg E,Bellocco R,Cnattingius S,Hall P,Boice JD, Jr,Ekbom A	Intrauterine exposure to diagnostic X rays and risk of childhood leukemia subtypes	Radiat Res 156:718-723;2001
	367	Nefzger MD,Miller RJ,Fujino T	Eye findings in atomic bomb survivors of Hiroshima and Nagasaki:1963-1964	Am J Epidemiol89:129-138;1969
○	368	Neriishi K,Nakashima E,Minamoto A,Fujiwara S,Akahoshi M,Mishima HK,Kitaoka T, Shore RE	Postoperative cataract cases among atomic bomb survivors:radiation dose response and threshold	Radiat Res168:404-408;2007
	369	Nicholas JS,Butler GC,Lackland DT,Tessier GS,Mohr LC, Jr,Hoel DG	Health among commercial airline pilots	Aviat Space Environ Med72:821-826;2001
	370	Nicholas JS,Lackland DT,Dosemeci M,Mohr LC, Jr.,Dunbar JB,Grosche B,Hoel DG	Mortality among US commercial pilots and navigators	J Occup Environ Med40: 980-5;1998

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	371	Nussbaum RH	Childhood leukemia and cancers near German nuclear reactors:significance, context,and ramifications of recent studies	Int J Occup Environ Health 15:318-323; 2009
○	372	O'Kane P,Shelkovoy E,McConnell RJ,Shpak V,Parker L,Bogdanova TI,Brenner A,Naida Y,Frangos A,Zablotska L,Robbins J,Greenebaum E,Zurnadzhy LY,Tronko M,Hatch M	Differences in sonographic conspicuity according to papillary thyroid cancer subtype:results of the Ukrainian-American cohort study after the Chernobyl accident	AJR Am J Roentgenol191:W293-8;2008
	373	Obolenskaya MY,Teplyuk NM,Divi RL,Poirier MC,Filimonova NB,Zadrozna M1,Pasanen MJ	Human placental glutathione S-transferase activity and polycyclic aromatic hydrocarbon DNA adducts as biomarkers for environmental oxidative stress in placentas from pregnant women living in radioactivity-and chemically-polluted regions	Toxicol Lett196:80-86;2010
○	374	Omar RZ,Barber JA,Smith PG	Cancer mortality and morbidity among plutonium workers at the Sellafield plant of British Nuclear Fuels	Br J Cancer79:1288-1301;1999
	375	Organo C,Ellard A,Fenton D,Synnott H,O'Colmain M,Prenter S,O'Reilly S,Colgan PA	High radon concentrations in a house near Castleisland,County Kerry (Ireland)--identification,remediation and post-remediation	J Radiol Prot24:107-120;2004
	376	Organo C,Murphy P	The Castleisland Radon Survey-follow-up to the discovery of a house with extremely high radon concentrations in County Kerry(SW Ireland)	J Radiol Prot27:275-285;2007
	377	Ostroumova E,Gagniere B,Laurier D,Gudkova N,Krestinina L,Verger P,Hubert P,Bard D,Akleyev A,Tirmarche M,Kossenko M	Risk analysis of leukaemia incidence among people living along the Techa River:a nested case-control study	J Radiol Prot26:17-32;2006
○	378	Ostroumova E,Preston DL,Ron E,Krestinina L,Davis FG,Kossenko M,AkleyevA	Breast cancer incidence following low-dose rate environmental exposure:Techa River Cohort, 1956-2004	Br J Cancer99:1940-1905;2008
○	379	Otake M,Schull WJ	In utero exposure to A-bomb radiation and mental retardation;a reassessment	Br J Radiol57:409-414;1984
	380	Otake M,Schull WJ	Radiation-related posterior lenticular opacities in Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivors based on the DS86 dosimetry system	Radiat Res 121:3-13;1990
○	381	Pacini F,Vorontsova T,Molinaro E,Kuchinskaya E,Agate L,Shavrova E,Astachova L,Chiovato L,Pinchera A	Prevalence of thyroid autoantibodies in children and adolescents from Belarus exposed to the Chernobyl radioactive fallout	Lancet352: 763-766;1998
○	382	Paridou A,Velonakis E,Langner I,Zeeb H,Blettner M,Tzonou A	Mortality among pilots and cabin crew in Greece,1960-1997	Int J Epidemiol32:244-247;2003
○	383	Parker L,Craft AW,Smith J,Dickinson H,Wakeford R,Binks K,McElvenny D,Scott L Slovak A	Geographical distribution ofpreconceptional radiation doses to fathers employed at the Sellafield nuclear installation,West Cumbria	Bmj307:966-971; 1993
○	384	Parker L,Pearce MS,Dickinson HO,Aitkin M,Craft AW	Stillbirths among offspring of male radiation workers at Sellafield nuclear reprocessing plant	Lancet354:1407-1414; 1999
○	385	Pawel D,Preston D,Pierce D,Cologne J	Improved estimates of cancer site-specific risks for A-bomb survivors	Radiat Res169:87-98;2008

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	386	Pearce N,Prior I,Methven D,Culling C,Marshall S,Auld J,de Boer G,Bethwaite P	Follow up of New Zealand participants in British atmospheric nuclear weapons tests in the Pacific	Bmj300:1161-1166;1990
	387	Pearce N,Winkelmann R,Kennedy J,Lewis S,Purdie G,Slater T,Prior I, Fraser J	Further follow-up of New Zealand participants in United Kingdom atmospheric nuclear weapons tests in the Pacific	Cancer Causes Control8:139-45;1997
○	388	Pershagen G,Akerblom G,Axelsson O,Clavensjö B,Damber L,Desai G,Enflo A,Lagarde F,Mellander H,Svartengren M,et al	Residential radon exposure and lung cancer in Sweden	N Engl J Med330:159-164;1994
○	389	Pershagen G,Liang ZH,Hrubec Z,Svensson C,Boice JD, Jr	Residential radon exposure and lung cancer in Swedish women	Health Phys63:179-186;1992
○	390	Pierce DA,Sharp GB,Mabuchi K	Joint effects of radiation and smoking on lung cancer risk among atomic bomb survivors	Radiat Res159:511-520;2003
○	391	Pierce DA,Shimizu Y,Preston DL,Vaeth M,Mabuchi K	Studies of the mortality of atomic bomb survivors.Report12,Part I. Cancer:1950-1990	Radiat Res146:1-27; 1996
○	392	Pobel D,Viel JF	Case-control study of leukaemia among young people near La Hague nuclear reprocessing plant:the environmental hypothesis revisited	Bmj314: 101-106;1997
	393	Polednak AP	Bone cancer among female radium dial workers. Latency periods and incidence rates by time after exposure:brief communication	J Natl Cancer Inst60:77-82; 1978
	394	Polednak AP,Stehney AF,Rowland RE	Mortality among women first employed before 1930 in the U.S. radium dial-painting industry.A group ascertained from employment lists	Am J Epidemiol107:179-195;1978
	395	Polhemus DW,Koch R	Leukemia and medical radiation	Pediatrics23:453-461; 1959
○	396	Premi S,Srivastava J,Chandy SP,Ali S	Unique signatures of natural background radiation on human Y chromosomes from Kerala,India	PLoS One4:e4541;2009
	397	Prentice RL,Yoshimoto Y,Mason MW	Relationship of cigarette smoking and radiation exposure to cancer mortality in Hiroshima and Nagasaki	J Natl Cancer Inst70: 611-622;1983
○	398	Preston DL,Cullings H,Suyama A,Funamoto S,Nishi N,Soda M,Mabuchi K,Kodama K,Preston DL,Kato H,Kopecky K,Fujita S	Studies of the mortality of A-bomb survivors. 8. Cancer mortality,1950-1982	Radiat Res 111:151-178;1987
○	399	Preston DL,Kusumi S,Tomonaga M,Izumi S,Ron E,Kuramoto A,Kamada N,Dohy H,Matsuo T,Matsui T,et al	Cancer incidence in atomic bomb survivors. Part III. Leukemia,lymphoma and multiple myeloma,1950-1987	Radiat Res137:S68-97; 1994
○	400	Preston DL,Mattsson A,Holmberg E,Shore R,Hildreth NG,Boice JD, Jr	Radiation effects on breast cancer risk:a pooled analysis of eight cohorts	Radiat Res158:220-235; 2002
○	401	Preston DL,Ron E,Yonehara S,Kobuke T,Fujii H,Kishikawa M,Tokunaga M,Tokuoka S, Mabuchi K	Tumors of the nervous system and pituitary gland associated with atomic bomb radiation exposure	J Natl Cancer Inst94:1555-1563;2002

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	402	Pukkala E,Aspholm R,Auvinen A,Eliasch H,Gundestrup M,Haldorsen T,Hammar N,Hrafinkelsson J,Kyyronen P,Linnersjo A,Rafnsson V,Storm H,Tveten U	Incidence of cancer among Nordic airline pilots over five decades:occupational cohort study	Bmj325:567;2002
○	403	Pukkala E,Aspholm R,Auvinen A,Eliasch H,Gundestrup M,Haldorsen T,Hammar N,Hrafinkelsson J,Kyyronen P,Linnersjo A,Rafnsson V,Storm H,Tveten U	Cancer incidence among 10,211 airline pilots:a Nordic study	Aviat Space Environ Med74:699-706;2003
○	404	Pukkala E,Auvinen A,Wahlberg G	Incidence of cancer among Finnish airline cabin attendants,1967-92	Bmj311:649-52;1995
○	405	Raabe OG	Concerning the health effects of internally deposited radionuclides	Health Phys 98:515-536;2010
○	406	Rabitsch H,Pichl E	Lifetime accumulation of(137)Cs and(40)K in the ribs and sternum of an Austrian"mountain pasture"cow	J Environ Radioact99:1846-1852; 2008
○	407	Rafnsson V,Hrafinkelsson J,Tulinius H	Incidence of cancer among commercial airline pilots	Occup Environ Med57:175-179;2000
○	408	Rafnsson V,Hrafinkelsson J,Tulinius H,Sigurgeirsson B,Olafsson JH	Risk factors for cutaneous malignant melanoma among aircrews and a random sample of the population	Occup Environ Med60:815-820;2003
○	409	Rafnsson V,Sulem P,Tulinius H,Hrafinkelsson J	Breast cancer risk in airline cabin attendants:a nested case-control study in Iceland	Occup Environ Med60:807-809; 2003
	410	Rafnsson V,Tulinius H, Jonasson JG,Hrafinkelsson J	Risk of breast cancer in female flight attendants:a population-based study(Iceland)	Cancer Causes Control 12:95-101; 2001
○	411	Rahu M,Rahu K,Auvinen A,Tekkel M,Stengrevics A,Hakulinen T,Boice JD, Jr.,Inskip PD	Cancer risk among Chernobyl cleanup workers in Estonia and Latvia,1986-1998	Int J Cancer 119:162-168;2006
○	412	Rahu M,Tekkel M,Veidebaum T,Pukkala E,Hakulinen T,Auvinen A,Rytomaa T,Inskip PD,Boice JD, Jr	The Estonian study of Chernobyl cleanup workers:II. Incidence of cancer and mortality	Radiat Res147:653-657;1997
	413	Reyes M,Wilkinson GS,Tietjen G,Voelz GL,Acquavella JF,Bistline R	Brain tumors at a nuclear facility	J Occup Med26:721-724;1984
○	414	Reynolds P,Austin DF	Cancer incidence among employees of the Lawrence Livermore National Laboratory,1969-1980	West J Med 142:214-8;1985
○	415	Reynolds P,Cone J,Layefsky M,Goldberg DE,Hurley S	Cancer incidence in California flight attendants(United States)	Cancer Causes Control 13:317-324;2002
○	416	Richardson D,Sugiyama H,Nishi N,Sakata R,ShimizuY,Grant EJ,Soda M,Hsu WL,Suyama A,Kodama K,Kasagi F	Ionizing radiation and leukemia mortality among Japanese Atomic Bomb Survivors,1950-2000	Radiat Res172:368-382;2009
	417	Richardson DB	Occupational exposures and lung cancer:adjustment for unmeasured confounding by smoking	Epidemiology21:181-186;2010
○	418	Richardson DB,Wing S	Greater sensitivity to ionizing radiation at older age:follow-up of workers at	Int J Epidemiol28:

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
			Oak Ridge National Laboratory through 1990	428-436;1999
○	419	Richardson DB,Wing S	Radiation and mortality of workers at Oak Ridge National Laboratory:positive associations for doses received at older ages	Environ Health Perspect107:649-656;1999
○	420	Richardson DB,Wing S	Leukemia mortality among workers at the Savannah River Site	Am J Epidemiol166:1015-1022;2007
○	421	Riesenfeld EP,Marcy TW,Reinier K,Mongeon JA,Trumbo CW,Wemple BE,Kaminsky DA	Radon awareness and mitigation in Vermont:a public health survey	Health Phys92: 425-431;2007
	422	Rinsky RA, Melius JM, Hornung RW, Zumwalde RD, Waxweiler RJ, Landrigan PJ, Bierbaum PJ, Murray WE, Jr	Case-control study of lung cancer in civilian employees at the Portsmouth Naval Shipyard, Kittery, Maine	Am J Epidemiol 127: 55-64; 1988
	423	Rinsky RA, Zumwalde RD, Waxweiler RJ, Murray WE, Jr., Bierbaum PJ, Landrigan PJ, Terpilak M, Cox C	Cancer mortality at a Naval Nuclear Shipyard	Lancet 1: 231-235; 1981
○	424	Ritz B,Morgenstern H,Crawford-Brown D,Young B	The effects of internal radiation exposure on cancer mortality in nuclear workers at Rocketdyne/Atomics International	Environ Health Perspect108:743-751;2000
	425	Ritz B,Morgenstern H,Froines J,Young BB	Effects of exposure to external ionizing radiation on cancer mortality in nuclear workers monitored for radiation at Rocketdyne/Atomics International	Am J Ind Med35:21-31;1999
○	426	Rizzo JD,Curtis RE,Socie G,Sobocinski KA,Gilbert E,Landgren O, Travis LB,Travis WD, Flowers ME,Friedman DL,Horowitz MM,Wingard JR,Deeg HJ	Solid cancers after allogeneic hematopoietic cell transplantation	Blood113:1175-1183;2009
○	427	Robison LL	Treatment-associated subsequent neoplasms among long-term survivors of childhood cancer:the experience of the Childhood Cancer Survivor Study	Pediatr Radiol39 Suppl 1:S32-7;2009
○	428	Robison WL,Hamilton TF	Radiation doses for Marshall Islands Atolls affected by U.S. nuclear testing:all exposure pathways,remedial measures,and environmental loss of (137)Cs	Health Phys98:1-11;2010
○	429	Rodgers BE,Holmes KM	Radio-adaptive response to environmental exposures at chernobyl	Dose Response6:209-221;2008
○	430	Rodriguez Artalejo F,Castano Lara S,de Andres Manzano B,Garcia Ferruelo M,Iglesias Martin L,Calero JR	Occupational exposure to ionising radiation and mortality among workers of the former Spanish Nuclear Energy Board	Occup Environ Med54: 202-208;1997
	431	Rodvall Y,Pershagen G,Hrubec Z,Ahlbom A,Pedersen NL,Boice JD	Prenatal X-ray exposure and childhood cancer in Swedish twins	Int J Cancer46:362-365; 1990
○	432	Rogakou EP,Boon C,Redon C,Bonner WM	Megabase chromatin domains involved in DNA double-strand breaks in vivo	J Cell Biol 146:905-916;1999
○	433	Roman E,Beral V,Carpenter L,Watson A,Barton C,Ryder H,Aston DL	Childhood leukaemia in the West Berkshire and Basingstoke and North Hampshire District Health Authorities in relation to nuclear establishments in the vicinity	Br Med J (Clin Res Ed)294:597-602;1987
○	434	Roman E,WatsonA,BeralV,Buckle S,Bull D,Baker K,Ryder H,Barton	Case-control study of leukaemia and non-Hodgkin's lymphoma among children aged 0-4 years living in west Berkshire and north Hampshire	Bmj306:615-621; 1993

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
		C	health districts	
○	435	Romanenko A, Bebesko V, Hatch M, Bazyka D, Finch S, Dyagil I, Reiss R, Chumak V, Bouville A, Gudzenko N, Zablotska L, Pilinskaya M, Lyubarets T, Bakhanova E, Babkina N, Trotsiuk N, Ledoschuk B, Belayev Y, Dybsky SS, Ron E, Howe G	The Ukrainian-American study of leukemia and related disorders among Chernobyl cleanup workers from Ukraine: I. Study methods	Radiat Res 170: 691-697; 2008
○	436	Romanenko AY, Finch SC, Hatch M, Lubin JH, Bebesko VG, Bazyka DA, Gudzenko N, Dyagil IS, Reiss RF, Bouville A, Chumak VV, Trotsiuk NK, Babkina NG, Belyayev Y, Masnyk I, Ron E, Howe GR, Zablotska LB	The Ukrainian-American study of leukemia and related disorders among Chernobyl cleanup workers from Ukraine: III. Radiation risks	Radiat Res 170: 711-720; 2008
	437	Ron E, Preston DL, Kishikawa M, Kobuke T, Iseki M, Tokuoka S, Tokunaga M, Mabuchi K	Skin tumor risk among atomic-bomb survivors in Japan	Cancer Causes Control 9: 393-401; 1998
○	438	Ronckers CM, Doody MM, Lonstein JE, Stovall M, Land CE	Multiple diagnostic X-rays for spine deformities and risk of breast cancer	Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 17: 605-613; 2008
○	439	Rooney C, Beral V, Maconochie N, Fraser P, Davies G	Case-control study of prostatic cancer in employees of the United Kingdom Atomic Energy Authority	Brj 307: 1391-1397; 1993
○	440	Rosina J, Kvasnak E, Suta D, Kostrhun T, Drabova D	Czech Republic 20 years after Chernobyl accident	Radiat Prot Dosimetry 130: 452-458; 2008
○	441	Rothkamm K, Loblrich M	Evidence for a lack of DNA double-strand break repair in human cells exposed to very low x-ray doses	Proc Natl Acad Sci U S A 100: 5057-5062; 2003
○	442	Ruano-Ravina A, Perez-Becerra R, Fraga M, Kelsey KT, Barros-Dios JM	Analysis of the relationship between p53 immunohistochemical expression and risk factors for lung cancer, with special emphasis on residential radon exposure	Ann Oncol 19: 109-114; 2008
	443	Rumyantseva GM, Stepanov AL	Post-traumatic stress disorder in different types of stress (clinical features and treatment)	Neurosci Behav Physiol 38: 55-61; 2008
○	444	Ruosteenoja E, Makelainen I, Rytomaa T, Hakulinen T, Hakama M	Radon and lung cancer in Finland	Health Phys 71: 185-189; 1996
○	445	Sadamori N, Mine M, Honda T	Incidence of skin cancer among Nagasaki atomic bomb survivors	J Radiat Res(Tokyo) 32 Suppl 2: 217-225; 1991
○	446	Sadamori N, Mine M, Hori M	Skin cancer among atom bomb survivors	Lancet 1: 1267; 1989
○	447	Sakka M	Leukaemia and ionizing radiation in Japan: an epidemiological survey	J Radiat Res(Tokyo) 3: 109-119; 1962
	448	Salisbury DA, Band PR, Threlfall WJ, Gallagher RP	Mortality among British Columbia pilots	Aviat Space Environ Med 62: 351-352; 1991
	449	Salonen T	Prenatal and perinatal factors in childhood cancer	Ann Clin Res 8: 27-42; 1976
	450	Salonen T, Saxen L	Risk indicators in childhood malignancies	Int J Cancer 15: 941-946; 1975

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	451	Sanders BS	Low-level radiation and cancer deaths	Health Phys34:521-538;1978
	452	Sandler DP,Weinberg CR,Shore DL,Archer VE,Stone MB,Lyon JL,Rothney-Kozlak L, Shepherd M,Stolwijk JA	Indoor radon and lung cancer risk in connecticut and utah	J Toxicol Environ Health A69:633-654;2006
○	453	Sawka AM,Thabane L,Parlea L,Ibrahim-Zada I,Tsang RW,Brierley JD,Straus S,Ezzat S,Goldstein DP	Second primary malignancy risk after radioactive iodine treatment for thyroid cancer:a systematic review and meta-analysis	Thyroid19:451-457;2009
○	454	Schmid K,Kuwert T,Drexler H	Radon in indoor spaces:an underestimated risk factor for lung cancer in environmental medicine	DtschArztebl Int107:181-186;2010
○	455	Schmitz-Feuerhake I,Schroder H,Dannheim B,Grell-Buchtmann I,Heimers A,Hoffmann W,Nahrman A,Tomalik P	Leukaemia near water nuclear reactor	Lancet342: 1484;1993
	456	Schneider JS,Moore DH,2nd,Sagebiel RW	Early diagnosis of cutaneous malignant melanoma at Lawrence Livermore National Laboratory	Arch Dermatol126:767-769; 1990
○	457	Schnelzer M,Hammer GP,Kreuzer M,Tschense A,Grosche B	Accounting for smoking in the radon-related lung cancer risk among German uranium miners:results of a nested case-control study	Health Phys98:20-8;2010
○	458	Schoenberg JB,Klotz JB,Wilcox HB,Nicholls GP,Gil-del-Real MT,StemhagenA,Mason TJ	Case-control study of residential radon and lung cancer among New Jersey women	Cancer Res50:6520-6524;1990
○	459	Schubauer-Berigan MK,Daniels RD,Fleming DA,Markey AM,Couch JR,Ahrenholz SH, Burphy JS,Anderson JL,Tseng CY	Chronic lymphocytic leukaemia and radiation: findings among workers at five US nuclear facilities and a review of the recent literature	Br J Haematol139:799-808;2007
○	460	Schubauer-Berigan MK,Daniels RD,Fleming DA,Markey AM,Couch JR,Ahrenholz SH,Burphy JS,Anderson JL,Tseng CY	Risk of chronic myeloid and acute leukemia mortality after exposure to ionizing radiation among workers at four U.S. nuclear weapons facilities and a nuclear naval shipyard	Radiat Res167:222-232;2007
	461	Schwartzbaum JA,Setzer RW,Kupper LL	Exposure to ionizing radiation and risk of cutaneous malignant melanoma. Search for error and bias	Ann Epidemiol4:487-496; 1994
	462	Segovia N,Gaso MI,Armienta MA	Environmental radon studies in Mexico	Environ Geochem Health29:143-153;2007
○	463	Sekitani Y,Hayashida N,Karevskaya IV,Vasilitsova OA,Kozlovsky A,Omiya M,Yamashita S,Takamura N	Evaluation of(137)Cs body burden in inhabitants of Bryansk Oblast, Russian Federation,where a high incidence of thyroid cancer was observed after the accident at the Chernobyl nuclear power plant	Radiat Prot Dosimetry 141:36-42;2010
○	464	Sharp GB,Mizuno T,Cologne JB,Fukuhara T,Fujiwara S,Tokuoka S,Mabuchi K	Hepatocellular carcinoma among atomic bomb survivors:significant interaction of radiation with hepatitis C virus infections	Int J Cancer 103:531-537;2003
○	465	Sharp L,Black RJ,Harkness EF,McKinney PA	Incidence of childhood leukaemia and non-Hodgkin's lymphoma in the vicinity of nuclear sites in Scotland,1968-93	Occup Environ Med53:823-31;1996
○	466	Sharp L,McKinney PA,Black RJ	Incidence of childhood brain and other non-haematopoietic neoplasms near nuclear sites in Scotland,1975-1994	Occup Environ Med56:308-14; 1999
○	467	Shilnikova NS,Preston DL,Ron E,Gilbert ES,Vassilenko EK,Romanov SA,Kuznetsova IS,Sokolnikov ME,Okatenko	Cancer mortality risk among workers at the Mayak nuclear complex	Radiat Res159:787-798;2003

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
		PV,Kreslov VV,Koshurnikova NA		
○	468	Shimizu Y,Kato H,Schull WJ	Studies of the mortality of A-bomb survivors. 9. Mortality,1950-1985:Part2. Cancer mortality based on the recently revised doses(DS86)	RadiatRes121:120-141;1990
○	469	Shimizu Y,Kato H,Schull WJ	Mortality among atomic bomb survivors	J Radiat Res(Tokyo) 32 Suppl:212-230;1991
○	470	ShimizuY,Kodama K,Nishi N,Kasagi F,Suyama A,Soda M,Grant EJ,Sugiyama H,Sakata R,Moriwaki H,Hayashi M,Konda M,Shore RE	Radiation exposure and circulatory disease risk:Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivor data,1950-2003	Bmj340:b5349;2010
○	471	Shinkarev SM,Voilleque PG,Gavrilin YI,Khrouch VT,Bouville A,Hoshi M,Meckbach R, Minken VF,Ulanovsky AV,Luckyanov N	Credibility of Chernobyl thyroid doses exceeding 10 Gy based on in-vivo measurements of131I in Belarus	Health Phys94: 180-187;2008
	472	Shore RE	Radiation-induced skin cancer in humans	Med Pediatr Oncol36:549-554; 2001
○	473	Shore RE,Moseson M,Harley N,Pasternack BS	Tumors and other diseases following childhood x-ray treatment for ringworm of the scalp(Tinea capitis)	Health Phys85: 404-408;2003
○	474	Shu XO,Gao YT,Brinton LA,Linet MS,Tu JT,Zheng W,Fraumeni JF, Jr	A population-based case-control study of childhood leukemia in Shanghai	Cancer62: 635-644;1988
○	475	Shu XO, Jin F,Linet MS,Zheng W,Clemens J,Mills J,Gao YT	Diagnostic X-ray and ultrasound exposure and risk of childhood cancer	Br J Cancer70:531-536; 1994
○	476	Shu XO,Potter JD,Linet MS,Severson RK,Han D,Kersey JH,Neglia JP,Trigg ME, Robison LL	Diagnostic X-rays and ultrasound exposure and risk of childhood acute lymphoblastic leukemia by immunophenotype	Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 11:177-185;2002
○	477	Sigurdson AJ,Bhatti P,Doody MM,Hauptmann M,Bowen L,Simon SL,Weinstock RM, Linet MS,Rosenstein M,Stovall M,Alexander BH,Preston DL,Struewing JP, Rajaraman P	Polymorphisms in apoptosis-and proliferation-related genes,ionizing radiation exposure,and risk of breast cancer among U.S. Radiologic Technologists	Cancer Epidemiol Biomarkers Prev16:2000-2007;2007
○	478	Sigurdson AJ,Doody MM,Rao RS,Freedman DM,Alexander BH,Hauptmann M,Mohan AK, Yoshinaga S,Hill DA,Tarone R,Mabuchi K,Ron E,Linet MS	Cancer incidence in the US radiologic technologists health study,1983-1998	Cancer97:3080-3089; 2003

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	479	SigurdsonAJ,Ha M,Hauptmann M,Bhatti P,Sram RJ,Beskid O,Tawn EJ,Whitehouse CA,Lindholm C,Nakano M,Kodama Y,Nakamura N,Vorobtsova I,Oestreicher U,Stephan G,Yong LC,Bauchinger M,Schmid E,Chung HW,Darroudi F,Roy L,Voisin P,Barquinero JF,Livingston G,Blakey D,Hayata I,ZhangW,Wang C,Bennett LM,Littlefield LG,Edwards AA,Kleinerman RA,Tucker JD	International study of factors affecting human chromosome translocations	Mutat Res652:112-121;2008
	480	Silver SR,Daniels RD,Taulbee TD,Zaebst DD,Kinnes GM,Couch JR,Kubale TL,Yiin JH,Schubauer-Berigan MK,Chen PH	Differences in mortality by radiation monitoring status in an expanded cohort of Portsmouth Naval Shipyard workers	J Occup Environ Med46:677-690;2004
○	481	Simon SL,Weinstock RM,Doody MM,Neton J,Wenzl T,Stewart P,Mohan AK,Yoder RC,Hauptmann M,Freedman DM,Cardarelli J,Feng HA,Bouville A,Linet M	Estimating historical radiation doses to a cohort of U.S. radiologic technologists	Radiat Res166:174-192;2006
○	482	Smith PG,Doll R	Mortality from cancer and all causes among British radiologists	Br J Radiol54:187-194;1981
○	483	Smith PG,Douglas AJ	Mortality of workers at the Sellafield plant of British Nuclear Fuels	Br Med J (Clin Res Ed) 293: 845-54; 1986.[
○	484	Sorahan T,Haylock RG,Muirhead CR,Bunch KJ,Kinlen LJ,Little MP,Draper GJ,Kendall GM,Lancashire RJ,English MA	Cancer in the offspring of radiation workers:an investigation of employment timing and a reanalysis using updated dose information	Br J Cancer89:1215-1220;2003
○	485	Spieß H,Gerspach A	Soft-tissue effects following ²²⁴ Ra injections into humans	Health Phys35:61-81;1978
○	486	Spix C,Schmiedel S,Kaatsch P,Schulze-Rath R,Blettner M	Case-control study on childhood cancer in the vicinity of nuclear power plants in Germany 1980-2003	Eur J Cancer 44:275-284;2008
	487	Spix C,Schulze-Rath R,Kaatsch P,Blettner M	Case-control study on risk factors for leukaemia and brain tumours in children under5 years in Germany	Klin Padiatr 221:362-368;2009
○	488	SSK tCoRP	Assessment of the Epidemiological Study on Childhood Cancer in the Vicinity of Nuclear Power Plants(KiKK Study)	Berichte der Strahlenschutzkommission57; 2008
○	489	Stark JM,Black RJ,Brewster DH	Risk of leukaemia among children living near the Solway coast of Dumfries and Galloway Health Board area,Scotland,1975-2002	Occup Environ Med64:66-68;2007
	490	Stebbing JH,Lucas HF,StehneyAF	Mortality from cancers of major sites in female radium dial workers	Am J Ind Med5:435-459;1984

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	491	Stepanova E,Karmaus W,Naboka M,Vdovenko V,Mousseau T,ShestopalovVM,Vena J,Svendsen E,Underhill D,Pastides H	Exposure from the Chernobyl accident had adverse effects on erythrocytes,leukocytes,and,platelets in children in the Narodichesky region,Ukraine:a6-year follow-up study	Environ Health7:21;2008
○	492	Stephan G,Schneider K,Panzer W,Walsh L,Oestreicher U	Enhanced yield of chromosome aberrations after CT examinations in paediatric patients	Int J Radiat Biol83:281-7; 2007
	493	Stern FB,Waxweiler RA,Beaumont JJ,Lee ST,Rinsky RA,Zumwalde RD,Halperin WE, Bierbaum PJ,Landrigan PJ,Murray WE, Jr	A case-control study of leukemia at a naval nuclear shipyard	Am J Epidemiol123:980-992;1986
○	494	Stewart A,Webb J,Hewitt D	A survey of childhood malignancies	Br Med J1:1495-1508; 1958
○	495	Stram DO,Sposto R,Preston D,Abrahamson S,Honda T,Awa AA	Stable chromosome aberrations among A-bomb survivors:an update	Radiat Res136:29-36; 1993
	496	Sundal AV, Jensen CL,Anestad K,Strand T	Anomalously high radon concentrations in dwellings located on permeable glacial sediments	J Radiol Prot27:287-298; 2007
○	497	Svendsen ER,Kolpakov IE,Stepanova YI,Vdovenko VY,Naboka MV,Mousseau TA,Mohr LC,Hoel DG,Karmaus WJ	¹³⁷ Cesium exposure and spirometry measures in Ukrainian children affected by the Chernobyl nuclear incident	Environ Health Perspect118:720-725;2010
○	498	Svensson C,Pershagen G,Klomek J	Lung cancer in women and type of dwelling in relation to radon exposure	Cancer Res49:1861-1865;1989
○	499	Takahashi M,SaenkoVA,Rogounovitch TI,Kawaguchi T,Drozd VM,Takigawa-Imamura H,Akulevich NM,Ratanajaraya C,Mitsutake N,Takamura N,Danilova LI,Lushchik ML,Demidchik YE,Heath S,Yamada R,Lathrop M,Matsuda F,Yamashita S	The FOXE1 locus is a major genetic determinant for radiation-related thyroid carcinoma in Chernobyl.	Hum Mol Genet 19:2516-2523;2010
○	500	Talbott EO,Youk AO,McHugh-Pemu KP,Zborowski JV	Long-term follow-up of the residents of the Three Mile Island accident area:1979-1998	Environ Health Perspect 111:341-348;2003
○	501	Talbott EO,Youk AO,McHugh KP,Shire JD,ZhangA,Murphy BP,Engberg RA	Mortality among the residents of the Three Mile Island accident area:1979-1992	Environ Health Perspect108:545-552;2000
○	502	Tatsukawa Y,Nakashima E,Yamada M,Funamoto S,Hida A,Akahoshi M,Sakata R,Ross NP,Kasagi F,Fujiwara S,Shore RE	Cardiovascular disease risk among atomic bomb survivors exposed in utero,1978-2003	Radiat Res170:269-274;2008
○	503	Tawn EJ,Whitehouse CA,Tarone RE	FISH chromosome aberration analysis on retired radiation workers from the Sellafield nuclear facility	Radiat Res162:249-256; 2004

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	504	Taylor AJ,Croft AP,Palace AM,Winter DL,Reulen RC,Stiller CA,Stevens MC,Hawkins Telle-Lamberton M,Samson E,Caer S,Bergot D,Bard D,Bermann F,Gelas JM,Giraud JM,Hubert P,Metz-Flamant C,Neron MO,Quesne B,Tirmarche M,Hill C	External radiation exposure and mortality in a cohort of French nuclear workers	Occup Environ Med64:694-700;2007
○	505	Telle-Lamberton M,Bergot D,Gagneau M,Samson E,Giraud JM,Neron MO,Hubert P	Cancer mortality among French Atomic Energy Commission workers.	Am J Ind Med 45: 34-44; 2004.
○	506	Thierry-Chef I,Marshall M,Fix JJ,Bermann F,Gilbert ES,Hacker C,Heinmiller B,Murray W,Pearce MS,Utterback D,Bernar K,Deboodt P,EklöfM,Griciene B,Holan K,Hyvonen H,Kerekes A,Lee MC,Moser M,Pernicka F,Cardis E	The15-Country Collaborative Study of Cancer Risk among Radiation Workers in the Nuclear Industry:study of errors in dosimetry	Radiat Res167:380-395;2007
○	507	Thompson DE,Mabuchi K,Ron E,Soda M,Tokunaga M,Ochikubo S,Sugimoto S,Ikeda T,Terasaki M,Izumi S,et al	Cancer incidence in atomic bomb survivors. Part II:Solid tumors,1958-1987	Radiat Res137:S17-67;1994
○	508	Thompson RE,Nelson DF,Popkin JH,Popkin Z	Case-control study of lung cancer risk from residential radon exposure in Worcester county,Massachusetts	Health Phys94: 228-241;2008
○	509	Tokonami S,Sun Q,Akiba S,Zhuo W,Furukawa M,Ishikawa T,Hou C,Zhang S,Narazaki Y,Ohji B,Yonehara H,Yamada Y	Radon and thoron exposures for cave residents in Shanxi and Shaanxi provinces	Radiat Res162:390-396;2004
○	510	Tolley HD,Marks S,Buchanan JA,Gilbert ES	Afurther update of the analysis of mortality of workers in a nuclear facility	Radiat Res95:211-3;1983
	511	Tomasek L,Darby SC,Swerdlow AJ,Placek V,Kunz E	Radon exposure and cancers other than lung cancer among uranium miners in West Bohemia	Lancet341:919-923; 1993
	512	Tomasek L,Muller T,Kunz E,Heribanova A,Matzner J,Placek V,Burian I,Holecek J	Study of lung cancer and residential radon in the Czech Republic	Cent Eur J Public Health9:150-153;2001
○	513	Tomasek L,Rogel A,Tirmarche M,Mitton N,Laurier D	Lung cancer in French and Czech uranium miners:Radon-associated risk at low exposure rates and modifying effects of time since exposure and age at exposure	Radiat Res169:125-37;2008
	514	Tondel M,Lindgren P,Garvin P,Persson B	Parish classification or dwelling coordinate for exposure assessment in environmental epidemiology - a comparative study using Geographical Information System	Sci Total Environ405:324-329;2008
	515	Tonomura A,Kishi K,Saito F	Types and frequencies of chromosome aberrations in peripheral lymphocytes of general populations. Radiation-induced Chromosome Damage in Man A.R.	Liss,New York:605-616;1983
○	516	Travis LB,Curtis RE,Boice JD, Jr.,Hankey BF,Fraumeni JF, Jr	Second cancers following non-Hodgkin's lymphoma	Cancer67:2002-2009;1991
○	517	Travis LB,Curtis RE,Boice JD,	Second malignant neoplasms among long-term survivors of ovarian cancer	Cancer Res 56:

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
		Jr.,Platz CE,Hankey BF,Fraumeni JF, Jr		1564-1570;1996
○	518	Travis LB,Curtis RE,Storm H,Hall P,Holowaty E, Van Leeuwen FE,Kohler BA,Pukkala E,Lynch CF,Andersson M,Bergfeldt K,Clarke EA,Wiklund T,Stoter G,Gospodarowicz M,Sturgeon J,Fraumeni JF, Jr.,Boice JD, Jr	Risk of second malignant neoplasms among long-term survivors of testicular cancer	J Natl Cancer Inst 89:1429-1439;1997
	519	Travis LB,Hill DA,Dores GM,Gospodarowicz M,van Leeuwen FE,Holowaty E,Glimelius B,AnderssonM,Wiklund T,Lynch CF, Van't Veer MB,Glimelius I, Storm H,Pukkala E, Stovall M,Curtis R,Boice JD, Jr.,Gilbert E	Breast cancer following radiotherapy and chemotherapy among young women with Hodgkin disease	Jama290:465-475;2003
	520	Travis LB,Weeks J,Curtis RE,Chaffey JT,Stovall M,Banks PM,Boice JD, Jr	Leukemia following low-dose total body irradiation and chemotherapy for non-Hodgkin's lymphoma	J Clin Oncol14:565-71;1996
○	521	Tronko MD,Brenner AV,Olijnyk VA,Robbins J,Epstein OV,McConnell RJ,Bogdanova TI,Fink DJ,Likhtarev IA,Lubin JH,Markov VV,Bou5ville AC,Terekhova GM,Zablotska LB,Shpak VM,Brill AB, Tereshchenko VP,Masnyk IJ,Ron E,Hatch M, Howe GR	Autoimmune thyroiditis and exposure to iodine 131 in the Ukrainian cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases after the Chernobyl accident:results from the first screening cycle(1998-2000)	J Clin Endocrinol Metab 91:4344-4351;2006
	522	Tsapaki V,Tsalafoutas IA,Poga V,Louizi A,Kottou S,Koulentianos E	Investigation of breast dose in five screening mammography centres in Greece	J Radiol Prot28: 337-346;2008
○	523	Tukenova M,Diallo I, Hawkins M,Guibout C,Quiniou E,Pacquement H,Dhermain F,Shamsaldin A,Oberlin O,de Vathaire F	Long-term mortality from second malignant neoplasms in5-year survivors of solid childhood tumors:temporal pattern of risk according to type oftreatment	Cancer Epidemiol Biomarkers Prev19:707-715;2010
○	524	Tukenova M,Guibout C,Oberlin O, Doyon F,MousannifA,Haddy N,Guerin S,Pacquement H,Aouba A,Hawkins M,Winter D,Bourhis J,Lefkopoulos D,Diallo I,de Vathaire F	Role of cancer treatment in long-term overall and cardiovascular mortality after childhood cancer	J Clin Oncol28:1308-1315;2010
○	525	Tuttle RM,Lukes Y,Onstad L,Lushnikov E,AbrosimovA,Troshin V,Tsyb A,Davis S,Kopecky KJ,Francis G	ret/PTC activation is not associated with individual radiation dose estimates in a pilot study of neoplastic thyroid nodules arising in Russian children and adults exposed to Chernobyl fallout	Thyroid18:839-846;2008
○	526	Urquhart JD,Black RJ,Muirhead MJ,Sharp L,Maxwell M,Eden OB, Jones DA	Case-control study of leukaemia and non-Hodgkin's lymphoma in children in Caithness near the Dounreay nuclear installation	Bmj302:687-692;1991
	527	Vacquier B,Rogel A,Leuraud K,Caer S,AckerA,Laurier D	Radon-associated lung cancer risk among French uranium miners:modifying factors of the exposure-risk relationship	Radiat Environ Biophys48:1-9;2009

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
	528	van den Belt-Dusebout AW,Aleman BM,Besseling G,de Bruin ML,Hauptmann M, van't Veer MB,de Wit R,Ribot JG,Noordijk EM,Kerst JM,Gietema JA, van Leeuwen FE	Roles of radiation dose and chemotherapy in the etiology of stomach cancer as a second malignancy	Int J Radiat Oncol Biol Phys75:1420-9;2009
○	529	van Kaick G,Lorenz D,Muth H,Kaul A	Malignancies in German thorotrast patients and estimated tissue dose	Health Phys35:127-36;1978
○	530	Viel JF,Richardson ST	Childhood leukaemia around the La Hague nuclear waste reprocessing plant	Bmj300:580-1;1990
○	531	Villeneuve PJ,Morrison HI,Lane R	Radon and lung cancer risk:an extension of the mortality follow-up of the Newfoundland fluorspar cohort	Health Phys92:157-169; 2007
○	532	Voelz GL,Lawrence JN, Johnson ER	Fifty years of plutonium exposure to the Manhattan Project plutonium workers:an update	Health Phys73:611-619;1997
○	533	Vrijheid M,Cardis E,Ashmore P,Auvinen A,Bae JM,Engels H,Gilbert E,Gulis G,Habib R,Howe G,Kurtinaitis J,Malker H,Muirhead C,Richardson D,Rodriguez-Artalejo F, Rogel A,Schubauer-Berigan M,Tardy H,Telle-Lamberton M,Usel M,Veress K	Mortality from diseases other than cancer following low doses of ionizing radiation:results from the 15-Country Study of nuclear industry workers	Int J Epidemiol36:1126-1135;2007
○	534	Vrijheid M,Cardis E,Blettner M,Gilbert E,Hakama M,Hill C,Howe G,Kaldor J,Muirhead CR,Schubauer-Berigan M,Yoshimura T,Ahn YO,Ashmore P,Auvinen A,Bae JM, Engels H,Gulis G,Habib RR,Hosoda Y,Kurtinaitis J,Malker H,Moser M, Rodriguez-Artalejo F,Rogel A,Tardy H,Telle-Lamberton M,Turai I,Usel M,Veress K	The15-Country Collaborative Study of Cancer Risk Among Radiation Workers in the Nuclear Industry:design,epidemiological methods and descriptive results	Radiat Res167:361-379;2007
○	535	Wakeford R	Childhood leukaemia following medical diagnostic exposure to ionizing radiation in utero or after birth	Radiat Prot Dosimetry 132:166-174;2008
	536	Wakeford R,Darby SC,Murphy MF	Temporal trends in childhood leukaemia incidence following exposure to radioactive fallout from atmospheric nuclear weapons testing	Radiat Environ Biophys49:213-27;2010
○	537	Wakeford R,Little MP	Risk coefficients for childhood cancer after intrauterine irradiation:a review	Int J Radiat Biol79:293-309;2003
○	538	Walsh L,Tschense A,Schnelzer M,Dufey F,Grosche B,Kreuzer M	The influence of radon exposures on lung cancer mortality in German uranium miners,1946-2003	Radiat Res173:79-90;2010
	539	Wang SI, Lee LT,Zou ML,Fan CW,Yaung CL	Pregnancy outcome of women in the vicinity of nuclear power plants in Taiwan	Radiat Environ Biophys49:57-65; 2010
	540	Wang ZY,Boice JD, Jr.,Wei LX,Beebe GW,Zha YR,Kaplan MM,Tao ZF,Maxon HR,3rd, Zhang SZ,Schneider AB,et al	Thyroid nodularity and chromosome aberrations among women in areas of high background radiation in China	J Natl Cancer Inst82: 478-485;1990
○	541	Watanabe KK,Kang HK,Dalager NA	Cancer mortality risk among military participants of a1958 atmospheric nuclear weapons test	Am J Public Health85:523-7; 1995

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	542	Wertelecki W	Malformations in a chornobyl-impacted region	Pediatrics125:e836-843; 2010
○	543	Wick RR,Nekolla EA,Gossner W,KellererAM	Late effects in ankylosing spondylitis patients treated with ²²⁴ Ra	Radiat Res152:S8-S11;1999
	544	Wiggs LD,Cox-DeVore CA,Wilkinson GS,Reyes M	Mortality among workers exposed to external ionizing radiation at a nuclear facility in Ohio	J Occup Med33:632-637; 1991
○	545	Williams ED,Abrosimov A,Bogdanova T,Demidchik EP,Ito M,LiVolsi V,Lushnikov E, Rosai J,Tronko MD,Tsyb AF,Vowler SL,Thomas GA	Morphologic characteristics of Chernobyl-related childhood papillary thyroid carcinomas are independent of radiation exposure but vary with iodine intake	Thyroid18:847-852;2008
	546	Williams RR,Stegens NL,Goldsmith JR	Associations of cancer site and type with occupation and industry from the Third National Cancer Survey Interview	J Natl Cancer Inst 59:1147-1185;1977
○	547	Wing S,Richardson D,Armstrong D,Crawford-Brown D	A reevaluation of cancer incidence near the Three Mile Island nuclear plant:the collision of evidence and assumptions	Environ HealthPerspect105:52-57;1997
	548	Wing S,Richardson D,WolfS,Mihlan G,Crawford-Brown D,Wood J	A case control study of multiple myeloma at four nuclear facilities	Ann Epidemiol10:144-153;2000
○	549	Wing S,Richardson DB	Age at exposure to ionising radiation and cancer mortality among Hanford workers:follow up through 1994	Occup Environ Med62:465-472; 2005
	550	Wing S,Shy CM,Wood JL,WolfS,Cragle DL,Frome EL	Mortality among workers at Oak Ridge National Laboratory. Evidence of radiation effects in follow-up through 1984	Jama265:1397-1402;1991
	551	Wing S,Shy CM,Wood JL,WolfS,Cragle DL,Tankersley W,Frome EL	Job factors, radiation and cancer mortality at Oak Ridge National Laboratory:follow-up through 1984	Am J Ind Med23:265-279;1993
	552	Woda C, Jacob P,Ulanovsky A,Fiedler I,Mokrov Y,Rovny S	Evaluation of external exposures of the population of Ozyorsk,Russia,with luminescence measurements of bricks	Radiat Environ Biophys48:405-417;2009
	553	Workers(Japan)ESGoN	Epidemiological Study Group of Nuclear Workers. :First analysis of mortality of nuclear industry workers in Japan,1986-1992	J Health Phys 32:173-184;1997
○	554	Wright JD,St Clair CM,Deutsch I, Burke WM,Gorrochurn P,Sun X,Herzog TJ	Pelvic radiotherapy and the risk of secondary leukemia and multiple myeloma	Cancer116: 2486-92;2010
○	555	Yiin JH,Schubauer-Berigan MK,Silver SR,Daniels RD,Kinnes GM,Zaebst DD,Couch JR, Kubale TL,Chen PH	Risk of lung cancer and leukemia from exposure to ionizing radiation and potential confounders among workers at the Portsmouth Naval Shipyard	Radiat Res163:603-613;2005
	556	Yoshimoto Y,Kato H,Schull WJ	Risk of cancer among children exposed in utero to A-bomb radiations,1950-84	Lancet2:665-669;1988
	557	YoshimotoY,Yoshinaga S,Yamamoto K,Fijimoto K,Nishizawa K,Sasaki Y	Research on potential radiation risks in areas with nuclear power plants in Japan:leukaemia and malignant lymphoma mortality between 1972and1997in100 selected municipalities	J Radiol Prot24:343-368;2004
○	558	Yoshinaga S,Aoyama T,Yoshimoto Y,Sugahara T	Cancer mortality among radiological technologists in Japan:updated analysis of follow-up data from 1969 to 1993	J Epidemiol9:61-72;1999
○	559	Zablotska LB,Ashmore JP,Howe GR	Analysis of mortality among Canadian nuclear power industry workers after chronic low-dose exposure to ionizing radiation	Radiat Res 161:633-641;2004
○	560	Zeeb H,Blettner M,Hammer GP,Langner I	Cohort mortality study of German cockpit crew,1960-1997	Epidemiology 13:693-699;2002

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
	561	Zeng G,Day TK,Hooker AM,Blyth BJ,Bhat M,Tilley WD,Sykes PJ	Non-linear chromosomal inversion response in prostate after low dose X-radiation exposure	Mutat Res602:65-73;2006
○	562	Zengi A,Karadeniz M,Erdogan M,Ozgen AG,Saygili F,Yilmaz C,Kabalak T	Does Chernobyl accident have any effect on thyroid cancers in Turkey?A retrospective review of thyroid cancers from 1982 to 2006	Endocr J55:325-330;2008
○	563	Zhang W,Wang C,Chen D,Minamihisamatsu M,Morishima H,Yuan Y,Wei L,Sugahara T,Hayata I	Effect of smoking on chromosomes compared with that of radiation in the residents of a high-background radiation area in China	J Radiat Res(Tokyo)45:441-446;2004
○	564	Zhavoronkova LA,Kholodova NB,Belostocky AP,Koulikov MA	Reduced electroencephalographic coherence asymmetry in the Chernobyl accident survivors	Span J Psychol 11:363-373;2008
○	565	Zvonova I,Krajewski P,Berkovsky V,Ammann M,Duffa C,Filistovic V,Homma T,Kanyar B,Nedveckaite T,Simon SL,Vlasov O,Webbe-Wood D	Validation of ¹³¹ I ecological transfer models and thyroid dose assessments using Chernobyl fallout data from the Plavsk district,Russia	J Environ Radioact101:8-15;2010
○	566	Gilbert,E.S.,D.L.Cragle and L.D.Wiggs.	Response to the letter of George W.Kneale and Alice M.Stewart.	Radiat.Res.141:125-126(1995).
	567	Thaul et al.	The Five Series Study: Mortality of Military Participants in U.S. Nuclear Weapons Tests	
○	568	Matanoski G.M.,P.E.Sartwell,E.Elliott et al.	Cancer risks in radiologists and radiation rkers.In:Boice J.D.,Fraumeni J.F.eds.,Radiation carcinogenesis: epidemiology and biological significance.	NewYork,NY:Raven83-86(1984).
	569	Milham,S. Jr.	Occupational mortality in Washington State,1950-1971,Vol.I.p.29-30. HEW Publication(NIOSH)76-0175A,	United States Government Printing Office, Washington D.C.(1976).
	570	Wagoner, J.K.,V.E.Archer,B.E.Carroll et al.	Cancer mortality patterns among U.S. uranium miners and others,1950 through 1962.	J.Natl.Cancer Inst.32:787-801(1964).
○	571	Pierce, D. A., Y. Shimizu, D. L. Preston et al.	Studies of the mortality of atomic bomb survivors. Report 12, Part I. Cancer: 1950-1990	Radiat. Res. 146(1): 1-27 (1996)
○	572	Preston, D. L., Y. Shimizu, D. A. Pierce et al.	Studies of mortality of atomic bomb survivors. Report 13: solid cancer and noncancer disease mortality: 1950-1997	Radiat. Res. 160(4): 381-407 (2003)
○	573	Preston, D. L., S. Kusumi, M. Tomonaga et al.	Cancer incidence in atomic bomb survivors. Part III: Leukemia, lymphoma and multiple myeloma, 1950-1987	Radiat. Res. 137(2): S68-S97 (1994)
○	574	Thompson, D. E., K. Mabuchi, E. Ron et al.	Cancer incidence in atomic bomb survivors. Part II. Solid tumors, 1958-1987	Radiat. Res. 137(2): S17-S67 (1994)
○	575	DeLongchamp, R. R., K. Mabuchi, Y. Yoshimoto et al.	Cancer mortality among atomic bomb survivors exposed in utero or as young children, October 1950-May 1992	Radiat. Res. 147(3): 385-395 (1997)
○	576	Yoshimoto, Y., H. Kato and W. J. Schull	Risk of cancer among children exposed in utero to A-bomb radiations 1950-84	Lancet 2(8612): 665-669 (1988)
○	577	Boice, J. D. Jr., N. E. Day, A. Andersen et al.	Second cancers following radiation treatment for cervical cancer. An international collaboration among cancer registries	J. Natl. Cancer Inst. 74(5): 955-975 (1985)
○	578	Kleinerman, R. A., J. D. Boice Jr., H. H. Storm et al.	Second primary cancer after treatment for cervical cancer	Cancer 76(3): 442-452 (1995)

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	579	Inskip, P. D., M. Stovall and J. T. Flannery	Lung cancer risk and radiation dose among women treated for breast cancer	J. Natl. Cancer Inst. 86(13): 983-988 (1994)
○	580	Zablotska, L. B. and A. I. Neugut	Lung carcinoma after radiation therapy in women treated with lumpectomy or mastectomy for primary breast carcinoma	Cancer 97(6): 1404-1411 (2003)
○	581	Boice, J. D. Jr., M. Blettner, R. A. Kleinerman et al.	Radiation dose and leukemia risk in patients treated for cancer of the cervix	J. Natl. Cancer Inst. 79(6): 1295-1311 (1987)
○	582	Boice, J. D. Jr., M. Blettner, R. A. Kleinerman et al.	Radiation dose and breast cancer risk in patients treated for cancer of the cervix	Int. J. Cancer 44(1): 7-16 (1989)
○	583	Boice, J. D., E. B. Harvey, M. Blettner et al.	Cancer in the contralateral breast after radiotherapy for breast cancer	N. Engl. J. Med. 326(12): 781-785 (1992)
○	584	Storm, H. H., M. Andersson, J. D. Boice Jr. et al.	Adjuvant radiotherapy and risk of contralateral breast cancer	J. Natl. Cancer Inst. 84(16): 1245-1250 (1992)
○	585	Karlsson, P., E. Holmberg, A. Samuelsson et al.	Soft tissue sarcoma after treatment for breast cancer: a Swedish population-based study	Eur. J. Cancer 34(13): 2068-2075 (1998)
○	586	Curtis, R. E., J. D. Boice, M. Stovall et al.	Risk of leukemia after chemotherapy and radiation treatment for breast cancer	N. Engl. J. Med. 326(26): 1745-1751 (1992)
○	587	Curtis, R. E., J. D. Boice Jr., M. Stovall et al.	Relationship of leukemia risk to radiation dose following cancer of the uterine corpus	J. Natl. Cancer Inst. 86(17): 1315-1324 (1994)
○	588	Travis, L. B., M. Andersson, M. Gospodarowicz et al.	Treatment-associated leukemia following testicular cancer	J. Natl. Cancer Inst. 92(14): 1165-1171 (2000)
○	589	Travis, L. B., M. Gospodarowicz, R. E. Curtis et al.	Lung cancer following chemotherapy and radiotherapy for Hodgkin's disease	J. Natl. Cancer Inst. 94(3): 182-192 (2002)
○	590	Kaldor, J. M., N. E. Day, J. Bell et al.	Lung cancer following Hodgkin's disease: a case-control study	Int. J. Cancer 52(5): 677-681 (1992)
○	591	van Leeuwen, F. E., W. J. Klokman, M. Stovall et al.	Roles of radiotherapy and smoking in lung cancer following Hodgkin's disease	J. Natl. Cancer Inst. 87(20): 1530-1537 (1995)
○	592	Hancock, S. L., M. A. Tucker and R. T. Hoppe	Breast cancer after treatment of Hodgkin's disease	J. Natl. Cancer Inst. 85(1): 25-31 (1993)
○	593	van Leeuwen, F. E., W. J. Klokman, M. Stovall et al.	Roles of radiation dose, chemotherapy, and hormonal factors in breast cancer following Hodgkin's disease	J. Natl. Cancer Inst. 95(13): 971-980 (2003)
○	594	Travis, L. B., R. E. Curtis, M. Stovall et al.	Risk of leukemia following treatment for non-Hodgkin's lymphoma	J. Natl. Cancer Inst. 86(19): 1450-1457 (1994)
○	595	Travis, L. B., J. Weeks, R. E. Curtis et al.	Leukemia following low-dose total body irradiation and chemotherapy for non-Hodgkin's lymphoma	J. Clin. Oncol. 14(2): 565-571 (1996)
○	596	Tucker, M. A., P. H. Morris Jones, J. D. Boice Jr. et al.	Therapeutic radiation at a young age is linked to secondary thyroid cancer	Cancer Res. 51(11): 2885-2888 (1991)
○	597	Tucker, M. A., A. T. Meadows, J. D. Boice Jr. et al.	Leukemia after therapy with alkylating agents for childhood cancer	J. Natl. Cancer Inst. 78(3): 459-464 (1987)

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	598	Tucker, M. A., G. J. D'Angio, J. D. Boice Jr. et al.	Bone sarcomas linked to radiotherapy and chemotherapy in children	N. Engl. J. Med. 317(10): 588-593 (1987)
○	599	de Vathaire, F., M. Hawkins, S. Campbell et al.	Second malignant neoplasms after a first cancer in childhood: temporal pattern of risk according to type of treatment	Br. J. Cancer 79(11-12): 1884-1893 (1999)
	600	de Vathaire, F., A. Shamsaldin, E. Grimaud et al.	Solid malignant neoplasms after childhood irradiation: decrease of the relative risk with time after irradiation	C. R. Acad. Sci. III. 318(4): 483-490 (1995)
○	601	Hawkins, M. M., L. M. Wilson, H. S. Burton et al.	Radiotherapy, alkylating agents, and risk of bone cancer after childhood cancer	J. Natl. Cancer Inst. 88(5): 270-278 (1996)
○	602	Hawkins, M. M., L. M. Wilson, M. A. Stovall et al.	Epipodophyllotoxins, alkylating agents, and radiation and risk of secondary leukaemia after childhood cancer	Br. Med. J. 304(6832): 951-958 (1992)
○	603	Wong, F. L., J. D. Boice Jr., D. H. Abramson et al.	Cancer incidence after retinoblastoma. Radiation dose and sarcoma risk	J. Am. Med. Assoc. 278(15): 1262-1267 (1997)
○	604	de Vathaire, F. E. Grimaud, I. Diallo et al.	Thyroid tumours following fractionated irradiation in childhood	p. 121-124 in: Low Doses of Ionizing Radiation: Biological Effects and Regulatory Control. IAEA-TECDOC-976. IAEA, Vienna (1997)
○	605	Bhatia, S., L. L. Robison, O. Oberlin et al.	Breast cancer and other second neoplasms after childhood Hodgkin's disease	N. Engl. J. Med. 334(12): 745-751 (1996)
○	606	Karlsson, P., E. Holmerg, M. Lundell et al.	Intracranial tumors after exposure to ionizing radiation during infancy. A pooled analysis of two Swedish cohorts of 28,008 infants with skin hemangioma	Radiat. Res. 150(3): 357-364 (1998)
○	607	Lundell, M. and L.-E. Holm	Mortality from leukemia after irradiation in infancy for skin hemangioma	Radiat. Res. 145(5): 595-601 (1996)
○	608	Lundell, M. and L.-E. Holm	Risk of solid tumors after irradiation in infancy	Acta Oncol. 34(6): 727-734 (1995)
○	609	Lundell, M., A. Mattsson, P. Karlsson et al.	Breast cancer risk after radiotherapy in infancy: a pooled analysis of two Swedish cohorts of 17,202 infants	Radiat. Res. 151(5): 626-632 (1999)
○	610	Karlsson, P., E. Holmerg, L. M. Lundberg et al.	Intracranial tumors after radium treatment for skin hemangioma during infancy - a cohort and case-control study	Radiat. Res. 148(2): 161-167 (1997)
○	611	Lindberg, S., P. Karlsson, B. Arvidsson et al.	Cancer incidence after radiotherapy for skin haemangioma during infancy	Acta Oncol. 34(6): 735-740 (1995)
○	612	Johansson, L., L. G. Larsson and L. Damber	A cohort study with regard to the risk of haematological malignancies in patients treated with x-rays for benign lesions in the locomotor system. II. Estimation of absorbed dose in the red bone marrow	Acta Oncol. 34(6): 721-726 (1995)
○	613	Weiss, H. A., S. C. Darby, T. Fearn et al.	Leukemia mortality after x-ray treatment for ankylosing spondylitis	Radiat. Res. 142(1): 1-11 (1995)
○	614	Weiss, H. A., S. C. Darby and R. Doll	Cancer mortality following x-ray treatment for ankylosing spondylitis	Int. J. Cancer 59(3): 327-338 (1994)
○	615	Ron, E., B. Modan and J. D. Boice Jr.	Mortality after radiotherapy for ringworm of the scalp	Am. J. Epidemiol. 127(4): 713-725 (1988)

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	616	Ron, E., B. Modan, D. Preston et al.	Thyroid neoplasia following low-dose radiation in childhood	Radiat. Res. 120(3): 516-531 (1989)
○	617	Ron, E., B. Modan, D. Preston et al.	Radiation-induced skin carcinomas of the head and neck	Radiat. Res. 125(3): 318-325 (1991)
○	618	Ron, E., B. Modan, J. D. Boice Jr. et al.	Tumors of the brain and nervous system after radiotherapy in childhood	N. Engl. J. Med. 319(16): 1033-1039 (1988)
○	619	Shore, R. E., M. Moseson, X. Xue et al.	Skin cancer after x-ray treatment for scalp ringworm	Radiat. Res. 157(4): 410-418 (2002)
○	620	Shore, R. E., R. E. Albert, M. Reed et al.	Skin cancer incidence among children irradiated for ringworm of the scalp	Radiat. Res. 100(1): 192-204 (1984)
○	621	Shore, R. E.	Overview of radiation-induced skin cancer in humans	Int. J. Radiat. Biol. 57(4): 809-827 (1990)
○	622	Shore, R. E., N. Hildreth, E. Woodard et al.	Breast cancer among women given x-ray therapy for acute postpartum mastitis	J. Natl. Cancer Inst. 77(3): 689-696 (1986)
○	623	Hildreth, N. G., R. E. Shore and P. M. Dvoretzky	The risk of breast cancer after irradiation of the thymus in infancy	N. Engl. J. Med. 321(19): 1281-1284 (1989)
○	624	Hildreth, N. G., R. E. Shore, L. H. Hempelmann et al.	Risk of extrathyroid tumors following radiation treatment in infancy for thymic enlargement	Radiat. Res. 102(3): 378-391 (1985)
○	625	Shore, R. E., N. Hildreth, P. Dvoretzky et al.	Thyroid cancer among persons given x-ray treatment in infancy for an enlarged thymus gland	Am. J. Epidemiol. 137(10): 1068-1080 (1993)
○	626	Schneider, A. B., E. Shore-Freedman, U. Y. Ryo et al.	Radiation-induced tumors of the head and neck following childhood irradiation. Prospective studies	Medicine 64(1): 1-15 (1985)
○	627	Schneider, A. B., E. Ron, J. Lubin et al.	Dose-response relationships for radiation-induced thyroid cancer and thlyroid nodules: evidence for the prolonged effects of radiation on the thyroid	J. Clin. Endocrinol. Metab. 77(2): 362-369 (1993)
○	628	Schneider, A. B., J. Lubin, E. Ron et al.	Salivary gland tumors after childhood radiation treatment for benign conditions of the head and neck: dose-response relationships	Radiat. Res. 149(6): 625-630 (1998)
○	629	DeGroot, L. J., M. Reilly, K. Pinnamneni et al.	Retrospective and prospective study of radiation-induced thyroid disease	Am. J. Med. 74(5): 852-862 (1983)
○	630	Mattsson, A., P. Hall, B. I. Ruden et al.	Incidence of primary malignancies other than breast cancer among women treated with radiation therapy for benign breast disease	Radiat. Res. 148(2): 152-160 (1997)
○	631	Mattsson, A., B. I. Ruden, P. Hall et al.	Radiation-induced breast cancer: long-term follow-up of radiation therapy for benign breast disease	J. Natl. Cancer Inst. 85(20): 1679-1685 (1993)
○	632	Mattsson, A., B. I. Ruden, J. Palmgren et al.	Dose- and time-response for breast cancer risk after radiation therapy for benign breast disease	Br. J. Cancer 72(4): 1054-1061 (1995)
○	633	Inskip, P. D., R. R. Monson, J. K. Wagoner et al.	Cancer mortality following radium treatment for uterine bleeding	Radiat. Res. 123(3): 331-344 (1990)
○	634	Pottern, L. M., M. M. Kaplan, P. R. Larsen et al.	Thyroid nodularity after childhood irradiation for lymphoid hyperplasia: a comparison of questionnaire and clinical findings	J. Clin. Epidemiol. 43(5): 449-460 (1990)

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	635	Boice, J. D. Jr., D. Preston, F. G. Davis et al.	Frequent chest x-ray fluoroscopy and breast cancer incidence among tuberculosis patients in Massachusetts	Radiat. Res. 125(2): 214-222 (1991)
○	636	Davis, F. G., J. D. Boice Jr., Z. Hrubec et al.	Cancer mortality in a radiation-exposed cohort of Massachusetts tuberculosis patients	Cancer Res. 49(21): 6130-6136 (1989)
○	637	Howe, G. R.	Lung cancer mortality between 1950 and 1987 after exposure to fractionated moderate-dose-rate ionizing radiation in the Canadian fluoroscopy cohort study and a comparison with lung cancer mortality in the atomic bomb survivors study	Radiat. Res. 142(3): 295-304 (1995)
○	638	Howe, G. R. and J. McLaughlin	Breast cancer mortality between 1950 and 1987 after exposure to fractionated moderate-dose-rate ionizing radiation in the Canadian fluoroscopy cohort study and a comparison with breast cancer mortality in the atomic bomb survivors study	Radiat. Res. 145(6): 694-707 (1996)
○	639	Preston-Martin, S., D. C. Thomas, S. C. White et al.	Prior exposure to medical and dental x-rays related to tumors of the parotid gland	J. Natl. Cancer Inst. 80(12): 943-949 (1988)
○	640	Preston-Martin, S., D. C. Thomas, M. C. Yu et al.	Diagnostic radiography as a risk factor for chronic myeloid and monocytic leukaemia (CML)	Br. J. Cancer 59(4): 639-644 (1989)
○	641	Inskip, P. D., A. Ekborn, M. R. Galanti et al.	Medical diagnostic x-rays and thyroid cancer	J. Natl. Cancer Inst. 87(21): 1613-1621 (1995)
○	642	Doody, M. M., J. E. Lonstein, M. Stovall et al.	Breast cancer mortality after diagnostic radiography: findings from the U.S. Scoliosis Cohort Study	Spine 25(16): 2052-2063 (2000)
○	643	Muirhead, C. R. and G. W. Kneale	Prenatal irradiation and childhood cancer	J. Radiol. Prot. 9(3): 209-212 (1989)
○	644	Monson, R. R. and B. MacMahon	Prenatal x-ray exposure and cancer in children	p. 97-105 in: Radiation Carcinogenesis: Epidemiology and Biological Significance (J. D. Boice Jr. and J. F. Fraumeni Jr., eds.), Raven Press, New York, 1984
○	645	Naumburg, E., R. Bellocco, S. Cnattingius et al.	Intranterine exposure to diagnostic x-rays and risk of childhood leukemia subtypes	Radiat. Res. 156(6): 718-723 (2001)
○	646	Cardis, E., M. Vrijheid, M. Blettner et al.	Risk of cancer after low doses of ionising radiation: retrospective cohort study in 15 countries	Br. Med. J. 331(7508): 77-80 (2005)
○	647	Iwasaki, T., M. Murata, S. Ohshima et al.	Second analysis of mortality of nuclear industry workers in Japan, 1986-1997	Radiat. Res. 159(2): 228-238 (2003)
○	648	Beral, V., P. Fraser, L. Carpenter et al.	Mortality of employees of the Atomic Weapons Establishment, 1951-82	Br. Med. J. 297(6651): 757-770 (1988)
○	649	Binks, K., D. I. Thomas and D. McElvenny	Mortality of workers at the Chapelcross plant of British Nuclear Fuels	p. 49-52 in: Radiation Protection Theory and Practice (E. P. Goldfinch, ed.). Institute of Physics, Bristol, 1989
○	650	McGeoghegan, D. and K. Binks	The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Capenhurst uranium enrichment facility 1946-95	J. Radiol. Prot. 20(4): 381-401 (2000).

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	651	Sont, W. N., J. M. Zielinski, J. P. Ashmore et al.	First analysis of cancer incidence and occupational radiation exposure based on the National Dose Registry of Canada	Am. J. Epidemiol. 153(4): 309-318 (2001)
○	652	Gilbert, E. S., D. L. Cragle and L. D. Wiggs	Updated analyses of combined mortality data for workers at the Hanford site, Oak Ridge National Laboratory, and Rocky Flats Weapons Plant	Radiat. Res. 136(3): 408-421 (1993)
○	653	Wilkinson, G. S., G. L. Tietjen, L. D. Wiggs et al.	Mortality among plutonium and other radiation workers at a plutonium weapons facility	Am. J. Epidemiol. 125(2): 231-250 (1987)
▲	654	Fry, S. A., E. A. Dupree, A. H. Sipe et al.	A study of mortality and morbidity among persons occupationally exposed to ≥ 50 mSv in a year: Phase I, mortality through 1984	Appl. Occup. Environ. Hyg. 11(4): 334-343 (1996)
○	655	Eheman, C. R., P. E. Tolbert, R. J. Coates et al.	Case control assessment of the association between non-Hodgkin's lymphoma and occupational radiation with doses assessed using a job exposure matrix	Am. J. Ind. Med. 38(1): 19-27 (2000)
○	656	Ivanov, V. K., A. F. Tsyb, A. I. Gorsky et al.	Leukaemia and thyroid cancer in emergency workers of the Chernobyl accident: estimation of radiation risks (1986-1995)	Radiat. Environ. Biophys. 36(1): 9-16 (1997)
○	657	Ivanov, V. K., E. M. Rastopchin, A. I. Gorsky et al.	Cancer incidence among liquidators of the Chernobyl accident: solid tumors, 1986-1995	Health Phys. 74(3): 309-315 (1998)
○	658	Konogorov, A. P., V. K. Ivanov, S. Y. Chekin et al.	A case-control analysis of leukemia in accident emergency workers of Chernobyl	J. Environ. Pathol. Toxicol. Oncol. 19(1-2): 143-151 (2000)
○	659	Inskip, P. D., M. F. Hartshorne, M. Tekkel et al.	Thyroid nodularity and cancer among Chernobyl cleanup workers from Estonia	Radiat. Res. 147(2): 225-235 (1997)
○	660	Tekkel, M., M. Rahu, T. Veidebaum et al.	The Estonian study of Chernobyl cleanup workers: I. Design and questionnaire data	Radiat. Res. 147(5): 641-652 (1997)
○	661	Zhuntova, G. V., Z. B. Tokarskaya, N. D. Okladnikova et al.	The importance of radiation and non-radiation factors for the stomach cancer incidence in workers of the atomic plant Mayak	p. 324-327 in: IRPA9, 1996 International Congress on Radiation Protection. Proceedings, Volume 2, IRPA, Vienna, 1996
○	662	Mohan, A. K., M. Hauptmann, M. S. Linet et al.	Breast cancer mortality among female radiologic technologists in the United States	J. Natl. Cancer Inst. 94(12): 943-948 (2002)
○	663	Aoyama, T.	Radiation risk of Japanese and Chinese low dose-repeatedly irradiated population	J. Univ. Occup. Environ. Health Jpn. 11(Suppl.): 432-442 (1989)
○	664	Rogel, A., N. Carre, E. Amoros et al.	Mortality of workers exposed to ionising radiation at the French national electricity company	Am. J. Ind. Med. 47(1): 72-82 (2005)
○	665	Akiba, S., Q. Sun, Z. Tao et al.	Infant leukemia mortality among the residents in high-background-radiation area in Guang-dong, China.	p. 255-262 in: High Levels of Natural Radiation 1996: Radiation Dose and Health Effects (L. Wei et al., eds.). Elsevier, Amsterdam, 1997
○	666	Sun, Q., S. Akiba, J. Zou et al.	Databases and statistical methods of cohort studies (1979-90) in Yangjiang	p. 241-248 in: High Levels of Natural Radiation 96: Radiation Dose and Health Effects (L. Wei et al., eds.), Elsevier, Amsterdam, 1997

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	667	Tao, Z.-F., H. Kato, Y.-R. Zha et al.	Study on cancer mortality among the residents in high background radiation area of Yangjiang, China	p. 249-254 in: High Levels of Natural Radiation 96: Radiation Dose and Health Effects (L. Wei et al., eds.), Elsevier, Amsterdam, 1997
	668	Tao, Z., S. Akiba, Y. Zha et al.	Analysis of data (1987-1995) from investigation of cancer mortality in high background radiation area of Yangjiang, China	Chin. J. Radiol. Med. Prot. 19 (2): 75-82 (1999)
	669	Tao, Z., Y. Zha, Q. Sun et al.	Cancer mortality in high background radiation area of Yangjiang, China, 1979-1995	Natl. Med. J. China 79(7): 487-492 (1999). (In Chinese).
○	670	Zha, Y.-R., J.-M. Zou, Z.-X. Lin et al.	Confounding factors in radiation epidemiology and their comparability between the high background radiation areas and control areas in Guangdong, China	p. 263-269 in: High Levels of Natural Radiation 96: Radiation Dose and Health Effects (L. Wei et al., eds.), Elsevier, Amsterdam, 1997
○	671	UK Childhood Cancer Study Investigators	The United Kingdom Childhood Cancer Study of exposure to domestic sources of ionising radiation: 2: gamma radiation	Br. J. Cancer 86(11): 1727-1731 (2002)
○	672	Axelsson, O., M. Fredrikson, G. Akerblom et al.	Leukemia in childhood and adolescence and exposure to ionizing radiation in homes built from uranium-containing alumshale concrete	Epidemiology 13(2): 146-150 (2002)
○	673	Forastiere, F., A. Sperati, G. Chembini et al.	Adult myeloid leukaemia, geology, and domestic exposure to radon and gamma radiation: a case control study in central Italy	Occup. Environ. Med. 55(2): 106-110 (1998)
○	674	Dickman, P. W., L. E. Holm, G. Lundell et al.	Thyroid cancer risk after thyroid examination with ¹³¹ I: a population-based cohort study in Sweden	Int. J. Cancer 106(4): 580-587 (2003)
○	675	Hall, P., J. D. Boice Jr., G. Berg et al.	Leukaemia incidence after iodine-131 exposure	Lancet 340(8810): 1-4 (1992)
○	676	Hall, P., A. Mattsson and J. D. Boice Jr.	Thyroid cancer after diagnostic administration of iodine-131	Radiat. Res. 145(1): 86-92 (1996)
○	677	Hall, P., G. Berg, G. Bjelkengren et al.	Cancer mortality after iodine-131 therapy for hyperthyroidism	Int. J. Cancer 50(6): 886-890 (1992)
○	678	Dobyns, B. M., G. E. Sheline, J. B. Workman et al.	Malignant and benign neoplasms of the thyroid in patients treated for hyperthyroidism: a report of the Cooperative Thyrotoxicosis Therapy Follow-up Study	J. Clin. Endocrinol. Metab. 38 (6): 976-998 (1974)
○	679	Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.	Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism	J. Am. Med. Assoc. 280(4): 347-355 (1998)
○	680	Saenger, E. L., G. E. Thoma and E. A. Tompkins	Incidence of leukemia following treatment of hyperthyroidism: Preliminary report of the Cooperative Thyrotoxicosis Therapy Follow-up Study	J. Am. Med. Assoc. 205(12): 855-862 (1968)
	681	Franklyn, J. A., P. Maisonneuve, M. Sheppard et al.	Cancer incidence and mortality after radioiodine treatment for hyperthyroidism: a population-based cohort study	Lancet 353(9170): 2111-2115 (1999)
○	682	Hall, P., L. E. Holm, G. Lundell et al.	Cancer risks in thyroid cancer patients	Br. J. Cancer 64(1): 159-163 (1991)
○	683	de Vathaire, F., M. Schlumberger, M. J. Delisle et al.	Leukaemias and cancers following iodine-131 administration for thyroid cancer	Br. J. Cancer 75(5): 734-739 (1997)

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	684	Rubino, C., F. de Vathaire, M. E. Dottorini et al.	Second primary malignancies in thyroid cancer patients	Br. J. Cancer 89(9): 1638-1644 (2003)
○	685	Kossenko, M. M., T. L. Thomas, A. V. Akleyev et al.	The Techa River cohort: study design and follow-up methods	Radiat. Res. 164(5): 591-601 (2005)
○	686	Krestinina, L. Y., D. L. Preston, E. V. Ostroumova et al.	Protracted radiation exposure and cancer mortality in the Techa River cohort	Radiat. Res. 164(5): 602-611 (2005)
○	687	Ostroumova, E., B. Gagniere, D. Laurier et al.	Risk analysis of leukaemia incidence among people living along the Techa River: a nested case-control study	J. Radiol. Prot. 26(1): 17-32 (2006)
○	688	Davis, S., R. W. Day, K. J. Kopecky et al.	Childhood leukaemia in Belarus, Russia, and Ukraine following the Chernobyl power station accident: results from an international collaborative population-based case-control study	Int. J. Epidemiol. 35(2): 386-396 (2006)
○	689	Noshchenko, A. G., P. V. Zamostyan, O. Y. Bondar et al.	Radiation-induced leukemia risk among those aged 0-20 at the time of the Chernobyl accident: a case-control study in the Ukraine	Int. J. Cancer 99(4): 609-618 (2002)
○	690	Astakhova, L. N., L. R. Anspaugh, G. W. Beebe et al.	Chernobyl-related thyroid cancer in children of Belarus: a case-control study	Radiat. Res. 150(3): 349-356 (1998)
○	691	Abylkassimova, Z., B. Gusev, B. Grosche et al.	Nested case-control study of leukemia among a cohort of persons exposed to ionizing radiation from nuclear weapon tests in Kazakhstan (1949-1963)	Ann. Epidemiol. 10(7): 479 (2000)
○	692	Hamilton, T. E., G. van Belle and J. P. LoGerfo	Thyroid neoplasia in Marshall Islanders exposed to nuclear fallout	J. Am. Med. Assoc. 258(5): 629-636 (1987)
○	693	Robbins, J. and W. Adams	Radiation effects in the Marshall Islands	p. 11-24 in: Radiation and the Thyroid (S. Nagataki, ed.), Excerpta Medica, Tokyo, 1989
○	694	Kerber, R. A., J. E. Till, S. L. Simon et al.	A cohort study of thyroid disease in relation to fallout from nuclear weapons testing	J. Am. Med. Assoc. 270(17): 2076-2082 (1993)
○	695	Stevens, W., D. C. Thomas, J. L. Lyon et al.	Leukemia in Utah and radioactive fallout from the Nevada test site	J. Am. Med. Assoc. 264(5): 585-591 (1990)
○	696	Henrichs, K., L. Bogner, E. Nekolla et al.	Extended dosimetry for studies with Ra-224 patients	p. 33-38 in: Health Effects of Internally Deposited Radionuclides: Emphasis on Radium and Thorium (G. van Kaick et al., eds.), World Scientific, Singapore, 1995
○	697	Nekolla, E. A., A. M. Kellerer, M. Kuse-Isingschulte et al.	Malignancies in patients treated with high doses of radium-224	Radiat. Res. 152(6 Suppl.): S3-S7 (1999)
○	698	Nekolla, E. A., M. Kreisheimer, A. M. Kellerer et al.	Induction of malignant bone tumors in radium-224 patients: risk estimates based on the improved dosimetry	Radiat. Res. 153(1): 93-103 (2000)
○	699	Spiess, H.	The Ra-224 study: past, present and future	p. 157-163 in: Health Effects of Internally Deposited Radionuclides: Emphasis on Radium and Thorium (G. van Kaick et al., eds.), World Scientific, Singapore, 1995

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	700	Wick, R. R., D. Chmelevsky and W. Gossner	Current status of the follow-up of radium-224 treated ankylosing spondylitis patients	p. 165-169 in: Health Effects of Internally Deposited Radionuclides: Emphasis on Radium and Thorium (G. van Kaick et al., eds.), World Scientific, Singapore, 1995
○	701	Travis, L. B., C. E. Land, M. Andersson et al.	Mortality after cerebral angiography with or without radioactive thorotrast: An international cohort of 3,143 two-year survivors	Radiat. Res. 156(2): 136-150 (2001)
○	702	Travis, L. B., M. Hauptmann, L. K. Gaul et al.	Site-specific cancer incidence and mortality after cerebral angiography with radioactive Thorotrast	Radiat. Res. 160(6): 691-706 (2003)
○	703	Nyberg, U., B. Nilsson, L. B. Travis et al.	Cancer incidence among Swedish patients exposed to radioactive thorotrast: A forty-year follow-up survey	Radiat. Res. 157(4): 419-425 (2002)
○	704	van Kaick, G., H. Welsch, H. Luehrs et al.	Epidemiological results and dosimetric calculations - an update of the German Thorotrast study	p. 171-175 in: Health Effects of Internally Deposited Radionuclides: Emphasis on Radium and Thorium (G. van Kaick et al., eds.), World Scientific, Singapore, 1995
○	705	van Kaick, G., A. Dalheimer, S. Hornik et al.	The German Thorotrast study: recent results and assessment of risks	Radiat. Res. 152(6): 64-71 (1999)
○	706	dos Santos Silva, I., F. Malveiro, M. E. Jones et al.	Mortality after radiological investigation with radioactive Thorotrast: a follow-up study of up to fifty years in Portugal	Radiat. Res. 159(4): 521-534 (2003)
○	707	Mori, T., C. Kido, K. Fukutomi et al.	Summary of entire Japanese Thorotrast follow-up study: updated 1998	Radiat. Res. 152(6): S84-S87 (1999)
○	708	Mori, T., K. Fukutomi, Y. Kato et al.	1998 results of the first series of follow-up studies on Japanese Thorotrast patients and their relationships to an autopsy series	Radiat. Res. 152(6): S72-S80 (1999)
○	709	Kido, C., F. Sasaki, Y. Hirota et al.	Cancer mortality of thorotrast patients in Japan: the second series updated 1998	Radiat. Res. 152(Suppl. 6): S81-S83 (1999)
○	710	Carnes, B. A., P. G. Groer and T. J. Kotek	Radium dial workers: issues concerning dose response and modeling	Radiat. Res. 147(6): 707-714 (1997)
○	711	Stehney, A. F.	Survival time of pre-1950 US women radium dial workers	p. 149-155 in: Health Effects of Internally Deposited Radionuclides: Emphasis on Radium and Thorium (G. van Kaick et al., eds.), World Scientific, Singapore, 1995
○	712	Stebbing, J. H.	Radium and leukemia: is current dogma valid?	Health Phys. 74(4): 486-488 (1998)
○	713	Baverstock, K. F., D. Papworth and J. Vennart	Risks of radiation at low dose rates	Lancet 1(8217): 430-433 (1981)
○	714	Baverstock, K. F. and D. G. Papworth	The UK radium luminiser survey	p. 72-76 in: Risks from Radium and Thorotrast (D. M. Taylor et al., eds.). BIR Report 21 (1989)

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	715	Kreisheimer, M., N. A. Koshurnikova, E. Nekolla et al.	Lung cancer mortality among male nuclear workers of the Mayak facilities in the former Soviet Union	Radiat. Res. 154(1): 3-11 (2000)
○	716	Gilbert, E. S., N. A. Koshurnikova, M. Sokolnikov et al.	Liver cancers in Mayak workers	Radiat. Res. 154(3): 246-252 (2000)
○	717	Wing, S., D. Richardson, S. Wolf et al.	Plutonium-related work and cause-specific mortality at the United States Department of Energy Hanford Site	Am. J. Ind. Med. 45(2): 153-164 (2004)
○	718	Wiggs, L. D., E. R. Johnson, C. A. Cox-Devore et al.	Mortality through 1990 among white male workers at the Los Alamos National Laboratory: considering exposures to plutonium and external ionizing radiation	Health Phys. 67(6): 577-588 (1994)
○	719	Carpenter, L. M., C. D. Higgins, A. J. Douglas et al.	Cancer mortality in relation to monitoring for radionuclide exposure in three UK nuclear industry workforces	Br. J. Cancer 78(9): 1224-1232 (1998)
○	720	Wiggs, L. D., C. A. Cox-Devore and G. L. Voelz	Mortality among a cohort of workers monitored for 210-Po exposure: 1944-1972	Health Phys. 61(1): 71-76 (1991)
○	721	Dupree, E. A., J. P. Watkins, J. N. Ingle et al.	Uranium dust exposure and lung cancer risk in four uranium processing operations	Epidemiology 6(4): 370-375 (1995)
○	722	Ritz, B.	Radiation exposure and cancer mortality in uranium processing workers	Epidemiology 10(5): 531-538 (1999)
○	723	Checkoway, H., N. J. Heyer and P. A. Demers	An updated mortality follow-up study of Florida phosphate industry workers	Am. J. Ind. Med. 30(4): 452-460 (1996)
○	724	Pinkerton, L. E., T. F. Bloom, M. J. Hein et al.	Mortality among a cohort of uranium mill workers: an update	Occup. Environ. Med. 61(1): 57-64 (2004)
○	725	Lili, W., L. Lin, S. Quanfu et al.	A cohort study of cancer mortality on workers exposed to thorium-containing dust in Baotou Iron and Steel Company	Chin. J. Radiol. Med. Prot. 14: 93-96 (1994)
	726	Tomasek, L.	Czech miner studies of lung cancer risk from radon	J. Radiol. Prot. 22(3A): A107-A112 (2002)
	727	Rogel, A., D. Laurier, M. Tirmarche et al.	Lung cancer risk in the French cohort of uranium miners	J. Radiol. Prot. 22(3A): A101-A106 (2002)
	728	Tomasek, L., E. Kunz, T. Muller et al.	Radon exposure and lung cancer risk - Czech cohort study on residential radon	Sci. Total Environ. 272(1-3): 43-51 (2001)
	729	Lubin, J. H., M. S. Linet, J. D. Boice Jr. et al.	Case-control study of childhood acute lymphoblastic leukemia and residential radon exposure	J. Natl. Cancer Inst. 90(4): 294-300 (1998)
○	730	Steinbuch, M., C. R. Weinberg, J. D. Buckley et al.	Indoor residential radon exposure and risk of childhood acute myeloid leukaemia	Br. J. Cancer 81(5): 900-906 (1999)
○	731	Kaletsch, U., P. Kaatsch, R. Meinert et al.	Childhood cancer and residential radon exposure - results of a population-based case-control study in Lower Saxony (Germany)	Radiat. Environ. Biophys. 38(3): 211-215 (1999)
○	732	UK Childhood Cancer Study Investigators	The United Kingdom Childhood Cancer Study of exposure to domestic sources of ionising radiation: 1: radon gas	Br. J. Cancer 86(11): 1721-1726 (2002)
○	733	Law, G. R., E. V. Kane, E. Roman et al.	Residential radon exposure and adult acute leukaemia	Lancet 355(9218): 1888 (2000)

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	734	Baysson, H., M. Tirmarche, G. Tymen et al.	Indoor radon and lung cancer in France.	Epidemiology 15: 709-716 (2004)
○	735	Auvinen, A. P. Kurttio, J. Pekkanen et al.	Uranium and other natural radionuclides in drinking water and risk of leukemia: a case-cohort study in Finland	Cancer Causes Control 13(9): 825-829 (2002)
○	736	Frome, E. L., D. L. Cragle, J. P. Watkins et al.	A mortality study of employees of the nuclear industry in Oak Ridge, Tennessee	Radiat. Res. 148(1): 64-80 (1997)
○	737	Howe, G. R., L. B. Zablotska, J. J. Fix et al.	Analysis of the mortality experience amongst U.S. nuclear power industry workers after chronic low-dose exposure to ionizing radiation	Radiat. Res. 162(5): 517-526 (2004)
○	738	Sadetzki, S., A. Chetrit, L. Freedman et al.	Long-term follow-up for brain tumor development after childhood exposure to ionizing radiation for tinea capitis	Radiat. Res. 163(4): 424-432 (2005)
○	739	Little, M. P., F. de Vathaire, A. Shamsaldin et al.	Risks of brain tumour following treatment for cancer in childhood: modification by genetic factors, radiotherapy and chemotherapy	Int. J. Cancer 78(3): 269-275 (1998)
○	740	Brada, M., D. Ford, S. Ashley et al.	Risk of second brain tumour after conservative surgery and radiotherapy for pituitary adenoma	Br. Med. J. 304(6838): 1343-1346 (1992)
○	741	hanford, J. M., E. H. Quimby and V. K. Frantz	Cancer arising many years after radiation therapy	J. Am. Med. Assoc. 181: 404-410 (1962)
○	742	Shore, R. E.	Issues and epidemiological evidence regarding radiation-induced thyroid cancer	Radiat. Res. 131(1): 98-111 (1992)
○	743	Maxon, H. R., E. L. Saenger, S. R. Thomas et al.	Clinically important radiation-associated thyroid disease. A controlled study	J. Am. Med. Assoc. 244(16): 1802-1805 (1980)
○	744	Ron, E., J. H. Lubin, R. E. Shore et al.	Thyroid cancer after exposure to external radiation: a pooled analysis of seven studies	Radiat. Res. 141(3): 259-277 (1995)
○	745	Hancock, S. L., R. S. Cox and I. R. McDougall	Thyroid diseases after treatment of Hodgkin's disease	N. Engl. J. Med. 325(9): 599-605 (1991)
○	746	Wang, J. X., L. A. Zhang, B. X. Li et al.	Cancer incidence and risk estimation among medical x-ray workers in China, 1950-1995	Health Phys. 82(4): 455-466 (2002)
○	747	Cardis, E., A. Kesminiene, V. Ivanov et al.	Risk of thyroid cancer after exposure to 131I in childhood	J. Natl. Cancer Inst. 97(10): 724-732 (2005)
○	748	Jacob, P., T. I. Bogdanova, E. Buglova et al.	Thyroid cancer risk in areas of Ukraine and Belarus affected by the Chernobyl accident	Radiat. Res. 165(1): 1-8 (2006)
○	749	Xuan, X. Z., J. H. Lubin, J. Y. Li et al.	A cohort study in southern China of tin miners exposed to radon and radon decay products	Health Phys. 64(2): 120-131 (1993)
○	750	Tomasek, L., V. Placek, T. Muller et al.	Czech studies of lung cancer risk from radon	Int. J. Low Radiat. 1(1): 50-62 (2003)
○	751	Hornung, R. W. and T. J. Meinhardt	Quantitative risk assessment of lung cancer in U.S. uranium miners	Health Phys. 52(4): 417-430 (1987)
○	752	Kusiak, R. A., J. Springer, A. C. Ritchie et al.	Carcinoma of the lung in Ontario gold miners: possible aetiological factors	Br. J. Ind. Med. 48(12): 808-817 (1991)

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	753	Morrison, H. I., P. J. Villeneuve, J. H. Lubin et al.	Radon-progeny exposure and lung cancer risk in a cohort of Newfoundland fluorspar miners	Radiat. Res. 150(1): 58-65 (1998)
○	754	Radford, E. P. and K. G. St. Clair Renard	Lung cancer in Swedish iron miners exposed to low doses of radon daughters	N. Engl. J. Med. 310(23): 1485-1494 (1984)
○	755	Samet J. M., D. R. Pathak, M. V. Morgan et al.	Lung cancer mortality and exposure to radon progeny in a cohort of New Mexico underground uranium miners	Health Phys. 61(6): 745-752 (1991)
○	756	Howe, G. R., R. C. Nair, H. B. Newcombe et al.	Lung cancer mortality (1950-80) in relation to radon daughter exposure in a cohort of workers at the Eldorado Beaverlodge uranium mine	J. Natl. Cancer Inst. 77(2): 357-362 (1986)
○	757	Howe, G. R., R. C. Nair, H. B. Newcombe et al.	Lung cancer mortality (1950-80) in relation to radon daughter exposure in a cohort of workers at the Eldorado Port Radium uranium mine: possible modification of risk by exposure rate	J. Natl. Cancer Inst. 79(6): 1255-1260 (1987)
○	758	Howe, G. R. and R. H. Stager	Risk of lung cancer mortality after exposure to radon decay products in the Beaverlodge cohort based on revised exposure estimates	Radiat. Res. 146(1): 37-42 (1996)
○	759	Woodward, A., D. Roder, A. J. McMichael et al.	Radon daughter exposures at the Radium Hill uranium mine and lung cancer rates among former workers, 1952-87	Cancer Causes Control 2(4): 213-220 (1991)
○	760	Laurier, D., M. Tirmarche, N. Mitton et al.	An update of cancer mortality among the French cohort of uranium miners: extended follow-up and new source of data for causes of death	Eur. J. Epidemiol. 19(2): 139-146 (2004)
○	761	Tirmarche, M., A. Raphalen, F. Allin et al.	Mortality of a cohort of French uranium miners exposed to relatively low radon concentrations	Br. J. Cancer 67(5): 1090-1097 (1993)
○	762	Hodgson, J. T. and R. D. Jones	Mortality of a cohort of tin miners 1941-86	Br. J. Ind. Med. 47(10): 665-676 (1990)
○	763	Little, M. P., M. W. Charles, J. W. Hopewell et al.	Assessment of skin doses	Doc. NRPB 8(3): 1-43 (1997)
○	764	Davis, F. G., J. D. Boice Jr., J. L. Kelsey et al.	Cancer mortality after multiple fluoroscopic examinations of the chest	J. Natl. Cancer Inst. 78(4): 645-652 (1987)
○	765	Preston, D., E. Ron, S. Tokuoka et al.	Solid cancer incidence in atomic bomb survivors: 1958-1998	Radiat. Res. 168(1): 1-64 (2007)
○	766	Preston, D. L., D. A. Pierce, Y. Shimizu et al.	Effect of recent changes in atomic bomb survivor dosimetry on cancer mortality risk estimates	Radiat. Res. 162(4): 377-389 (2004)
○	767	Bauer, S., B. I. Gusev, L. M. Pivina et al.	Radiation exposure due to local fallout from Soviet atmospheric nuclear weapons testing in Kazakhstan: Solid cancer mortality in the Semipalatinsk historical cohort, 1960-1999	Radiat. Res. 164(1): 409-419 (2005). Erratum in: Radiat. Res. 165(3): 372 (2006)
○	768	Land, C. E., T. Saku, Y. Hayashi et al.	Incidence of salivary gland tumors among atomic bomb survivors, 1950-1987. Evaluation of radiation-related risk	Radiat. Res. 146(1): 28-36 (1996)
○	769	Aoyama, T., Y. Yamamoto, H. Kato et al.	Mortality Survey of Japanese radiological technologists during the period 1969-1993	Radiat. Prot. Dosim. 77(1): 123-128 (1998)
○	770	Andersson, M., B. Carstensen and H. H. Storm	Mortality and cancer incidence after cerebral arteriography with or without Thorotrast	Radiat. Res. 142(3): 305-320 (1995)
○	771	van Kaick, G., H. Welsh, H. Luehrs et al.	The German Thorotrast study - report on 20 years follow-up	p. 98-104 in: Risks from Radium and Thorotrast (D. M. Taylor et al., eds.), BIR Report

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
				21 (1989)
○	772	Ryberg, M., M. Lundell, B. Nilsson et al.	Malignant disease after radiation treatment of benign gynaecological disorders: a study of a cohort of metropathia patients	Acta Oncol. 29(5): 563-567 (1990)
○	773	dos Santos Silva, I., F. Malveiro, R. Portugal et al.	Mortality from primary liver cancers in the Portuguese Thorotrast cohort study	p. 229-233 in: Health Effects of Internally Deposited Radionuclides: Emphasis on Radium and Thorium (G. van Kaick et al., eds.). World Scientific, Singapore, 1995
	774	Kreisheimer, M., M. E. Sokolnikov, N. A. Koshurnikova et al.	Lung cancer mortality among nuclear workers of the Mayak facilities in the former Soviet Union: an updated analysis considering smoking as the main confounding factor	Radiat. Environ. Biophys. 42 (2): 129-135 (2003)
○	775	Gilbert, E. S., N. A. Koshurnikova, M. E. Sokolnikov et al.	Lung cancer in Mayak workers	Radiat. Res. 162(5): 505-516 (2004)
○	801	Yamada, M., Wong, F.L., Fujiwara, S., et al.	Noncancer disease incidence in atomic bomb survivors, 1958-1998	Radiat. Res. 161, 622 - 632, 2004
○	802	McGeoghegan, D., Binks, K., Gillies, M., et al.	The non-cancer mortality experience of male workers at British Nuclear Fuels plc, 1946-2005	Int. J. Epidemiol. 37, 506-518, 2008
○	803	Ivanov, V.K., Maksoutov, M.A., Chekin, S.Y., et al.	The risk of radiation-induced cerebrovascular disease in Chernobyl emergency workers	Health Phys. 90, 199 - 207, 2006
○	804	Azizova, T.V., Muirhead, C.R., Druzhinina, M.B., et al.	Cardiovascular diseases in the cohort of workers first employed at Mayak PA in 1948-1958	Radiat. Res. 174, 155 - 168, 2010
○	805	Davis, F.G., Boice Jr., J.D., Hrubec, Z., Monson, R.R.	Cancer mortality in a radiation-exposed cohort of Massachusetts tuberculosis patients.	Cancer Res. 49, 6130-6136, 1989
○	806	Darby, S.C., Doll, R., Gill, S.K., et al.	Long term mortality after a single treatment course with Xrays in patients treated for ankylosing spondylitis	Br. J. Cancer 55, 179-190, 1987
○	807	Berrington, A., Darby, S.C., Weiss, H.A., et al.	100 years of observation on British radiologists: mortality from cancer and other causes 1897-1997	Br. J. Radiol. 74, 507-519, 2001
○	808	Kreuzer, M., Kreisheime, M., Kandel, M., et al.	Mortality from cardiovascular diseases in the German uranium miners cohort study, 1946-1998	Radiat. Environ. Biophys. 45, 159-166, 2006
○	809	Jacobson, B.S.	Cataracts in retired actinide-exposed radiation workers	Radiat. Prot. Dosim. 113, 123-125, 2005
○	810	Worgul, B.V., Kundiyeu, Y.I., Sergiyenko, N.M., et al.	Cataracts among Chernobyl clean-up workers: implications regarding permissible eye exposures	Radiat. Res. 167, 233-243, 2007
○	811	Voelz, G.L.	Eye-survey study of nuclear-reactor workers	J. Occup. Med. 9, 286-292, 1967
○	812	Guskova, A.K.	Fifty years of the nuclear industry in Russia - through the eyes of a physician	Atom. Energy 87, 903-908, 1999
○	813	Mikryukova, L.D., Ostroumova, E.V., Ekgardt, V.F., et al.	Incidence of visual disturbances among residents of the Techa riverside villages	11th International Congress of the International Radiation Protection Association Abstract 1e14. Madrid, Spain, 23-28, 2004
	814	Okladnikova, N.D., Sumina, M.V., Pesternikova, V.S., et al.	Long-term consequences of external gamma-radiation according to the results of the observation of the personnel of the first atomic power plant in the country	Klin. Med. (Mosk.) 85, 21-26, 2007

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	815	Klein, B.E., Klein, R., Linton, K.L., et al.	Diagnostic X ray exposure and lens opacities: the Beaver Dam Eye Study	Am. J. Public Health 83, 588-590, 1993
	816	Albert, R.E., Omran, A.R., Brauer, E.W., et al.	Follow-up study of patients treated by X-ray epilation for Tinea capitis. II. Results of clinical and laboratory examinations	Arch. Environ. Health 17, 919-934, 1968
○	817	Wilde, G., Sjostrand, J.	A clinical study of radiation cataract formation in adult life following gamma irradiation of the lens in early childhood	Br. J. Ophthalmol. 81, 261-266, 1997
○	818	Hall, P., Granath, F., Lundell, M., et al.	Lenticular opacities in individuals exposed to ionizing radiation in infancy	Radiat. Res. 152, 190-195, 1999
○	819	Hourihan, F., Mitchell, P., Cumming, R.G.	Possible associations between computed tomography scan and cataract: the Blue Mountains Eye Study	Am. J. Public Health 89, 1864-1866, 1999
○	820	Chmelevsky, D., Mays, C.W., Spiess, H., et al.	An epidemiological assessment of lens opacifications that impaired vision in patients injected with radium-224	Radiat. Res. 115, 238-257, 1988
○	821	Day, R., Gorin, M.B., Eller, A.W.	Prevalence of lens changes in Ukrainian children residing around Chernobyl	Health Phys. 68, 632-642, 1995
○	822	Chen, W.L., Hwang, J.S., Hu, T.H., et al.	Lenticular opacities in populations exposed to chronic low-dose-rate gamma radiation from radiocontaminated buildings in Taiwan	Radiat. Res. 156, 71-77, 2001
○	823	Hsieh, W.A., Lin, I.F., Chang, W.P., et al.	Lens opacities in young individuals long after exposure to protracted low-dose-rate gamma radiation in ⁶⁰ Co-contaminated buildings in Taiwan	Radiat. Res. 173, 197-204, 2010
○	824	Cucinotta, F.A., Manuel, F.K., Jones, J., et al.	Space radiation and cataracts in astronauts	Radiat. Res. 156, 460-466, 2001
○	825	Rastegar, N., Eckart, P., Mertz, M.	Radiation-induced cataract in astronauts and cosmonauts	Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. 240, 543-547, 2002
○	826	Worgul, B.V., Haskal, Z.J., Junk, A.K.	Interventional radiology carries occupational risk for cataracts	RSNA News 14, 5-6, 2004
○	827	Kleiman, N.J., Cabrera, M., Duran, G., Ramirez, R., Duran, A., Van 't, E.	Occupational risk of radiation cataract in interventional cardiology	Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 49, Presentation abstract 511/D656, 2009
○	828	Van 't, E., Kleiman, N.J., Duran, A., et al.	Radiation cataract risk in interventional cardiology personnel	Radiat. Res. 174, 490-495, 2010

※776~800番は付番していない

図表 3-4 収集文献リスト (②市民組織的立場からの知見)

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
	1	Medical Research Council 1957	Hazards to Man of Nuclear and Allied Radiations, Cmnd. 1225	London: HMSO
	2	Busby 1994		
	3	Busby C (1995)	Wings of Death: Nuclear Pollution and Human Health	Aberystwyth: Green Audit.
	4	Busby C.C (2002)	High Risks at low doses. Proceedings of 4th International Conference on the Health Effects of Low-level Radiation	Oxford Sept 24 2002. (London: British Nuclear Energy Society).
	5	Busby C, (2006)	Wolves of Water. A Study Constructed from Atomic Radiation, Morality, Epidemiology, cience, Bias, Philosophy and Death.	Aberystwyth: Green Audit.
	6	Tondel M, Hjalmarsson P, Hardell L, Carisson G, Axelson A, (2004)	Increase in regional total cancer incidence in Northern Sweden.	J Epidem.Community Health. 58 1011-1016.
	7	Luning K G, Frolen H, Nelson A, Roennbaeck C, (1963)	Genetic Effects of Strontium-90 injected into male mice.	Nature, 197:304-5.
	8	Kusano N, (1953)	Atomic Bomb Injuries; Japanese Preparatory Committee for Le Congrès Mondial des Médecins pour l'Étude des conditions Actuelles de Vie.	Tokyo: Tsukiji Shokan.
	9	Sawada Shoji (2007)	Cover-up of the effects of internal exposure by residual radiation from the atomic bombing of Hiroshima and Nagasaki.	Medicine Conflict Survival 23 (1) 58-74
	10	Mangano J (2009)	Personal Communication	-
	11	Atkinson W D, Marshall M, Wade B O, (1994)	Cancer Risk has no Effect on Mortality	BMJ, 308: 268.
	12	CERRIE (2004b)	Minority Report of the Committee Examining Radiation Risk from Internal Emitters (CERRIE).	Bramhall R, Busby C, Dorfman P. Aberystwyth: Sosiumi Press.
	13	Kaatsch et al. 2007		
	14	Spix C, Schmiedel S, Kaatsch P, Schulze-Rath R, Blettner M, (2008)	Case-control study on childhood cancer in the vicinity of nuclear power plants in Germany 1980-2003.	Eur J Cancer 44 , pp. 275-284.
	15	Yablokov A V, Nesterenko V B, Nesterenko A V, (2009)	Chernobyl: Consequences of the Catastrophe for people and the environment.	Annals of the New York Academy of Sciences. Vol 1181 Massachusetts USA: Blackwell
	16	Yablokov & Busby 2006		
	17	Mangano J, (1997)	Childhood leukaemia in the US may have risen due to fallout from Chernobyl	British Medical Journal, 314: 1200.
○	18	Tondel M, Hjalmarsson P, Hardell L, Carisson G, Axelson A, (2004)	Increase in regional total cancer incidence in Northern Sweden.	J Epidem. Community Health. 58 1011-1016.
	19	Savchenko V K, (1995)	The Ecology of the Chernobyl Catastrophe: Scientific Outlines of an International Programme of Collaborative Research	(Paris: UNESCO).
	20	Hohenemser C, Deicher M, Hofsass H, et al., (1986)	Agricultural impact of Chernobyl: a warning.	Nature 321 June p 817.
○	21	Okeanov A E, Sosnovskaya E Y, Priatkina O P, (2004)	A national cancer registry to assess trends after the Chernobyl accident; Clinical Institute of Radiation Medicine and Endocrinology Research	Minsk, Belarus Swiss Medical Weekly 2004;134:645-649 Issue 43/44 entire original paper is at http://www.docstoc.com/docs/3843987/ .
	22	Bandashevsky Y I, (2000)	Medical and Biological effects of Radio-Caesium incorporated into the Human Organism	(Minsk: Institute of Radiation Safety, Belrad).
	23	Bandashevsky Y I, (2001a)	Incorporation of Cs137 and pathology of the thyroid gland.	Int. J. Rad. Med. 3 (1-2) 10-11.
	24	Bandashevsky 2000b		
	25	Bandashevsky 2000c		

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
	26	Bandashevskaya G (2003)	Caesium-137 and cardiovascular dysfunction in children living in radiocontaminated areas. in Health Consequences of Chernobyl in Children	PSR and IPPNW Switzerland Faculty of Medical University Bruel (Abstracts) p 10-11 [in Russian]
	27	Busby & Yablokov 2006		
	28	Busby & Yablokov 2009		
	29	Busby C, Yablokov A V (2006, 2009)	ECRR 2006. Chernobyl 20 years On. The health Effects of the Chernobyl Accident.	Brussels: ECRR / Aberystwyth: Green Audit.
	30	Yablokov 2009		
	31	Maklo M (2009)	Thyroid cancer after the Chernobyl accident.	Proceedings of the 3rd International Conference of the ECRR, Lesvos Greece 2009 in preparation.
	32	Slama Ulla (2009)	personal communication	-
	33	Padmanabhan, 1997		
	34	Jeffreys A J, Dubrova Y E, Nesterov V N, Krouchinsky N G, Ostapenko V A, Newmann R, (1996)	Human Minisatellite Mutation Rate after Chernobyl	Nature, 380 , 683-6.
	35	Dubrova Y E, Nesterov V N, Jeffreys A J et al., (1997)	Further evidence for elevated human inisatellite mutation rate in Belarus eight years after the Chernobyl accident.	Mutation Research 381 267-278.
	36	Ellegren H, Lindgren G, Primmer C R, Moeller A P, (1997)	Fitness loss and Germline mutations in Barn Swallows breeding in Chernobyl	Nature 389/9, 593-6.
○	37	Weinberg H S, Korol A B, Kiezhner V M, Avavivi A, Fahima T, Nevo E, Shapiro S, Rennert G, Piatak O, Stepanova E I, Skarskaja E, (2001)	Very high mutation rate in offspring of Chernobyl accident liquidators.	Proc. Roy. Soc. London D, 266: 1001-1005.
	38	Satoh & Kodaira, 1996		
	39	Azzam E I, de Toledo S M, Gooding T, Little J B, (1998)	Intercellular communication is involved in the bystander regulation of gene expression in human cells exposed to very low fluences of alpha particles.	Radiation Research 150, 497-504.
	40	Hei, 2001		
	41	Gibson B E S, Eden O B, Barrett A, et al., (1988)	Leukaemia in young children in Scotland	The Lancet, 630.
	42	Petridou E, Trichopoulos D, Dessypris N, Flytzani V, Haidas S, Kalmanti M, Kolioukas D, Kosmidis H, Piperolou F, Tzortzatu F, (1996)	Infant Leukaemia after in utero exposure to radiation from Chernobyl	Nature, 382:25, 352.
○	43	Mangano J, (1997)	Childhood leukaemia in the US may have risen due to fallout from Chernobyl	British Medical Journal, 314: 1200.
	44	Michaelis J, Kaletsch U, Burkart W and Grosche B, (1997)	Infant leukaemia after the Chernobyl Accident	Nature 387, 246.
○	45	Busby C (2009)	Uranium Weapons—Why all the fuss?	United Nations Disarmament Forum Vol 3 25-66 Geneva: UNIDIR www.unidir.ch/pdf/articles/pdf-art2758.pdf
○	46	RAND report (1999) Harley N H, et al.,	A review of the scientific literature as it pertains to Gulf War Illness.	Depleted uranium. Vol 7 Santa Monica CA: Rand Corporation.
	47	Baverstock, K F. 2005.	Science, politics and ethics in the low dose debate.	Med. Confl. Surviv. 21: 88-100.
	48	Zimmerman 2008		
	49	Eisenbud & Gesell 2000		
○	50	Busby C, Schnug E (2008)	Advanced biochemical and biophysical aspects of uranium contamination.	In- LJ de Kok and E Schnug Loads and fate of fertiliser derived uranium Leiden: Backhuys.

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
	51	Busby & Williams 2006, 2008		
	52	Ballardie et al 2008		
	53	UNEP (2002)	United Nations Environment Program	Post conflict report Bosnia.
	54	Busby C, Morgan S, (2005)	Routine monitoring of air filters at the Atomic Weapons Establishment Aldermaston, UK show increases in Uranium from Gulf War 2 operations.	European J. Biology and ioelectromagnetics 1(4) 650-668.
○	55	Royal Society 2001	The Health hazards of depleted uranium unitions. Part I London	The Royal Society.
	56	Al Ani A-H and Baker J (2009)	Uranium in Iraq. The poisonous legacy of the Iraq Wars.	Florida: Vandenplas Publishing.
	57	Kalinich J F, Ramakrishnan N, Villa V, McLain D E, (2002)	Depleted uranium-uranyl chloride induces apoptosis in mouse J774 macrophages	Toxicology. 179(1-2) 105-14.
○	58	Glissmeyer J A and Mishima J (1979)	Characterization of airborne uranium from test firings of XM774 ammunition.	Prepared for the U.S. Army under U.S. Department of Energy Contract EY-76-C-06-1830 Pacific Northwest Laboratory November 1979 1Nov79 Report PNL-2944 UL-35 Richland Washington: DoE.
	59	Abu-Qare, A.W. & Abou-Donia, M.B. 2002.	Depleted uranium - the growing concern.	J. Appl. Toxicol. 22: 149-152.
○	60	Craft E S, Abu Quare A, Flaherty M M, Garofolo M C, Rincavage H L, Abou Donia M B, (2004)	Depleted and natural uranium: Chemistry and toxicological effects.	J. Toxicol. Environ. Health Part B 7: 297-317.
	61	UNIDIR 2008		
	62	Bertell 2005		
○	63	Hindin R, Brugge D and Panekaa B (2005)	Teratogenicity of Depleted Uranium Aerosols; review from an epidemiological perspective.	Env Health. A global Access science source. Aug 26th 4-17
	64	Hamburg 2003		
○	65	Italian Report, (2001)	Seconda Relazione Della Commissione Institiuta Dal Ministro Della Difesa Sull Incidenza di Neoplasie Maligne tra I Militari impiegati in Bosnia 28 Maggio 2001	Rome: Ministry of Defence.
	66	Dyson S, (2009)	The illness of Stuart Raymond Dyson, Deceased and his previous exposure to Uranium weapons in Gulf War I.	Supplementary report on probability of causation for HM Coroner Black Country Coroners District Smethwick, W. Midlands 2009 Paragraph 4. http://www.llrc.org/du/subtopic/dysonrept.pdf
	67	Papathanasiou L, Gianoulis C, Tolikas A et al. (2005)	Effect of depleted uranium weapons used in the Balkan war on the incidence of cervical intraepitheleial neoplasia and invasive cancer of the cervix in Greece.	Clin. Exp. Obstet. Gynecol. 32(1) 58-60.
	68	McDiarmid MA, Hooper FJ, Squibb K, et al. (2002)	Health effects and biological monitoring results of Gulf War veterans exposed to Depleted Uranium	Mil.Med. 167 (2 suppl) 123-4.
○	69	Haley R W, Wesley Marshal W, McDonald G G, Daugherty M, Petty R T F, Fleckenstein J L, (2000)	Brain abnormalities in Gulf War Syndrome: evaluation with 1H NMR spectroscopy.	Radiology 215 807-817.
	70	Mc Goghegan D, Binks K, (2000)	The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Springfields uranium production facility 1946-95	J. Rad. Prot. 20 111-137.
○	71	Hoffmann W and Schmitz-Feuerhake I (1999)	How radiation specific is the dicentric assay?	Journal of exposure analysis and Environmental Epidemiology 2, 113-133.
	72	Zaire R, Notter M, Riedel W, Thiel E, (1997)	Unexpected rates of chromosome instabilities and alterations of hormone levels in Namibian	Radiation Research 147 579-584.

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
			Uranium miners	
	73	Schroeder et al. 1999		
○	74	Ibrulj S, Haveric S, Haveric A, (2007)	Chromosome aberrations as bio-indicators of environmental genotoxicity.	Bosnian J Basic Med Sci. 7(4) 311-6.
	75	Ibrulj et al. 2004		
○	76	Krunic A, Haveric S, Ibrulj S, (2005)	Micronuclei frequencies in peripheral blood lymphocytes of individuals exposed to depleted uranium.	Arh Hig Rada Toksikol. 56(3) 227-32
	77	Miller A C, Xu J, Stewart M, Prasanna P G, Page N, (2002)	Potential late effects of depleted uranium and tungsten used in armour piercing munitions: comparison of neoplastic transformation and genotoxicity with the known carcinogen nickel.	Mil.Med. 167 (2 suppl) 120-2.
	78	Darolles C, Broggio D, Feugier A, Frelon S, Dublineau I, De Meo M and Petitot F (2010)	Different genotoxic profiles between depleted and enriched uranium.	Tox Letts. 192 337-348
○	79	Busby C, de Messieres M, (2007)	British Nuclear test Veterans Association / Green Audit Child Health Study 2007 Aberystwyth: Green Audit.	-
	80	Domingo J L (2001)	Reproductive and developmental toxicity of natural and depleted Uranium,	Reproduct. Toxicol. 15(6) 603-9.
	81	Paternain J L, Domingo J L, Ortega A, Llobert J M (1989)	The effects of uranium on reproduction, gestation and postnatal survival in mice.	Ecotoxicol. Env. Safety. 17: 291-296.
	82	Bourrachot S, Simon O, Gilbin R (2008)	The effects of waterborne uranium on the hatching success, development and survival of early life stages of zebrafish (danio rerio).	Aquat, Toxicol. 90 (10) 29-36.
○	83	Raymond-Whish S, Mayer LP, O'Neal T et al. (2007)	Drinking water with uranium below the US EPA standard causes estrogen receptor dependent responses in female mice.	Env. Health Perspect. 115 (12) 1711-6.
	84	RS, 2001, 2002		
	85	Monleau M, Bussy C, Lestaevel P, Houpert P, Paquet F, Chazel V, (2005)	Bioaccumulation and behavioural effects of depleted uranium in rats exposed to repeated inhalations.	Neurosci.Letts. 390(1) 31-6.
	86	Nielsen P E, Hiort C, Soennischsen S O, Buchardt O, Dahl O, Norden B, (1992)	DNA binding and photocleavage by Uranyl VI salts.	J. Am. Chem. Soc. 114: 4967-4975.

図表 3-5 収集文献リスト (③最新の知見)

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
	1	Semmens EO, Kopecky KJ, Grant E, Mathes RW, Nishi N, Sugiyama H, Moriwaki H, Sakata R, Soda M, Kasagi F, Yamada M, Fujiwara S, Akahoshi M, Davis S, Kodama K, Li CI.	Relationship between anthropometric factors, radiation exposure, and colon cancer incidence in the Life Span Study cohort of atomic bomb survivors.	Cancer Causes Control. 2013 Jan;24(1):27-37. doi: 10.1007/s10552-012-0086-8. Epub 2012 Oct 21.
	2	Pijpe A, Andrieu N, Easton DF, Kesminiene A, Cardis E, Nogu ̄s C, Gauthier-Villars M, Lasset C, Fricker JP, Peock S, Frost D, Evans DG, Eeles RA, Paterson J, Manders P, van Asperen CJ, Ausems MG, Meijers-Heijboer H, Thierry-Chef I, Hauptmann M, Goldgar D, Rookus MA, et al.	Exposure to diagnostic radiation and risk of breast cancer among carriers of BRCA1/2 mutations: retrospective cohort study (GENE-RAD-RISK).	BMJ. 2012 Sep 6;345:e5660. doi: 10.1136/bmj.e5660.
○	3	Egawa H, Furukawa K, Preston D, Funamoto S, Yonehara S, Matsuo T, Tokuoka S, Suyama A, Ozasa K, Kodama K, Mabuchi K.	Radiation and smoking effects on lung cancer incidence by histological types among atomic bomb survivors.	Radiat Res. 2012 Sep;178(3):191-201. Epub 2012 Aug 3.
	4	Schonfeld SJ, Tsareva YV, Preston DL, Okatenko PV, Gilbert ES, Ron E, Sokolnikov ME, Koshurnikova NA.	Cancer mortality following in utero exposure among offspring of female Mayak Worker Cohort members.	Radiat Res. 2012 Sep;178(3):160-5. Epub 2012 Jul 16.
	5	Br ̄, uner EV, Andersen CE, S ̄rensen M, Andersen ZJ, Gravesen P, Ulbak K, Hertel O, Pedersen C, Overvad K, Tj ̄nneland A, Raaschou-Nielsen O.	Residential radon and lung cancer incidence in a Danish cohort.	Environ Res. 2012 Oct;118:130-6. doi: 10.1016/j.envres.2012.05.012. Epub 2012 Jun 27.
	6	Morton LM, Gilbert ES, Hall P, Andersson M, Joensuu H, Vaalavirta L, Dores GM, Stovall M, Holowaty EJ, Lynch CF, Curtis RE, Smith SA, Kleinerman RA, Kajiser M, Storm HH, Pukkala E, Weathers RE, Linet MS, Rajaraman P, Fraumeni JF Jr, Brown LM, van Leeuwen FE, et al.	Risk of treatment-related esophageal cancer among breast cancer survivors.	Ann Oncol. 2012 Dec;23(12):3081-91. doi: 10.1093/annonc/mds144. Epub 2012 Jun 27.
	7	Little MP, Stovall M, Smith SA, Kleinerman RA.	A Reanalysis of Curvature in the Dose Response for Cancer and Modifications by Age at Exposure Following Radiation Therapy for Benign Disease.	Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2012 Jun 9. [Epub ahead of print]
	8	Pearce MS, Salotti JA, Little MP, McHugh K, Lee C, Kim KP, Howe NL, Ronckers CM, Rajaraman P, Sir Craft AW, Parker L, Berrington de Gonz ̄lez A.	Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study.	Lancet. 2012 Aug 4;380(9840):499-505. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60815-0. Epub 2012 Jun 7.
	9	Hammer GP, Blettner M, Langner I, Zeeb H.	Cosmic radiation and mortality from cancer among male German airline pilots: extended cohort follow-up.	Eur J Epidemiol. 2012 Jun;27(6):419-29. doi: 10.1007/s10654-012-9698-2. Epub 2012 Jun 8.
○	10	Grant EJ, Ozasa K, Preston DL, Suyama A, Shimizu Y, Sakata R, Sugiyama H, Pham TM, Cologne J, Yamada M, De Roos AJ, Kopecky KJ, Porter MP, Seixas N, Davis S.	Effects of radiation and lifestyle factors on risks of urothelial carcinoma in the Life Span Study of atomic bomb survivors.	Radiat Res. 2012 Jul;178(1):86-98. Epub 2012 May 25.
	11	Romanenko AM, Ruiz-Saur ̄ A, Morell-Quadreny L, Valencia G, Voizianov AF, Llombart-Bosch A.	Microvessel density is high in clear-cell renal cell carcinomas of Ukrainian patients exposed to chronic persistent low-dose ionizing radiation after the Chernobyl accident.	Virchows Arch. 2012 Jun;460(6):611-9. doi: 10.1007/s00428-012-1243-x. Epub 2012 May 13.
	12	Little MP, Kleinerman RA, Stovall M, Smith SA, Mabuchi K.	Analysis of dose response for circulatory disease after radiotherapy for benign disease.	Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2012 Dec 1;84(5):1101-9. doi: 10.1016/j.ijrobp.2012.01.053. Epub 2012 Apr 10.
	13	Asai K, Shioyama Y, Nakamura K, Sasaki T, Ohga S, Nonoshita T, Yoshitake T, Ohnishi K, Terashima K, Matsumoto K, Hirata H, Honda H.	Radiation-induced rib fractures after hypofractionated stereotactic body radiation therapy: risk factors and dose-volume relationship.	Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2012 Nov 1;84(3):768-73. doi: 10.1016/j.ijrobp.2012.01.027. Epub 2012 Mar 23.

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	14	Akiba S, Mizuno S.	The third analysis of cancer mortality among Japanese nuclear workers, 1991–2002: estimation of excess relative risk per radiation dose.	J Radiol Prot. 2012 Mar;32(1):73–83. doi: 10.1088/0952-4746/32/1/73. Epub 2012 Mar 5.
	15	Pakholkina OA, Zhukovski ́ MV, Iarmoshenko IV, Lezhnin VL, Vere ́ ko SP.	[Case-control study of lung cancer and combined home and work radon exposure in the town of Lermontov].	Radiats Biol Radioecol. 2011 Nov-Dec;51(6):705–14. Russian.
	16	Tsushima H, Iwanaga M, Miyazaki Y.	Late effect of atomic bomb radiation on myeloid disorders: leukemia and myelodysplastic syndromes.	Int J Hematol. 2012 Mar;95(3):232–8. doi: 10.1007/s12185-012-1002-4. Epub 2012 Feb 28. Review.
	17	Tonda T, Satoh K, Otani K, Sato Y, Maruyama H, Kawakami H, Tashiro S, Hoshi M, Ohtaki M.	Investigation on circular asymmetry of geographical distribution in cancer mortality of Hiroshima atomic bomb survivors based on risk maps: analysis of spatial survival data.	Radiat Environ Biophys. 2012 May;51(2):133–41. doi: 10.1007/s00411-012-0402-4.
	18	Wang LE, Han CH, Xiong P, Bondy ML, Yu TK, Brewster AM, Shete S, Arun BK, Buchholz TA, Wei Q.	Gamma-ray-induced mutagen sensitivity and risk of sporadic breast cancer in young women: a case-control study.	Breast Cancer Res Treat. 2012 Apr;132(3):1147–55. doi: 10.1007/s10549-011-1940-1. Epub 2012 Jan 5.
○	19	Rage E, Vacquier B, Blanchardon E, Allodji RS, Marsh JW, Ca ́ r-Lorho S, Acker A, Laurier D.	Risk of lung cancer mortality in relation to lung doses among French uranium miners: follow-up 1956–1999.	Radiat Res. 2012 Mar;177(3):288–97. Epub 2011 Dec 29.
	20	Kreuzer M, Straif K, Marsh JW, Dufey F, Grosche B, Nosske D, Sogl M.	Occupational dust and radiation exposure and mortality from stomach cancer among German uranium miners, 1946–2003.	Occup Environ Med. 2012 Mar;69(3):217–23. doi: 10.1136/oemed-2011-100051. Epub 2011 Dec 15.
○	21	Ozasa K, Shimizu Y, Suyama A, Kasagi F, Soda M, Grant EJ, Sakata R, Sugiyama H, Kodama K.	Studies of the mortality of atomic bomb survivors, Report 14, 1950–2003: an overview of cancer and noncancer diseases.	Radiat Res. 2012 Mar;177(3):229–43. Epub 2011 Dec 15.
	22	Samartzis D, Nishi N, Hayashi M, Cologne J, Cullings HM, Kodama K, Miles EF, Funamoto S, Suyama A, Soda M, Kasagi F.	Exposure to ionizing radiation and development of bone sarcoma: new insights based on atomic-bomb survivors of Hiroshima and Nagasaki.	J Bone Joint Surg Am. 2011 Jun 1;93(11):1008–15.
	23	Emory CL, Montgomery CO, Potter BK, Keisch ME, Conway SA.	Early complications of high-dose-rate brachytherapy in soft tissue sarcoma: a comparison with traditional external-beam radiotherapy.	Clin Orthop Relat Res. 2012 Mar;470(3):751–8. doi: 10.1007/s11999-011-2106-5.
	24	Prasarn ML, Martin E, Schreck M, Wright J, Westesson PL, Morgan T, Rehtine GR.	Analysis of radiation exposure to the orthopaedic trauma patient during their inpatient hospitalisation.	Injury. 2012 Jun;43(6):757–61. doi: 10.1016/j.injury.2011.08.026. Epub 2011 Sep 9.
	25	Brooks JD, Teraoka SN, Reiner AS, Satagopan JM, Bernstein L, Thomas DC, Capanu M, Stovall M, Smith SA, Wei S, Shore RE, Boice JD Jr, Lynch CF, Mellekjær L, Malone KE, Liang X; Wecare Study Collaborative Group, Haile RW, Concannon P, Bernstein JL.	Variants in activators and downstream targets of ATM, radiation exposure, and contralateral breast cancer risk in the WECARE study.	Hum Mutat. 2012 Jan;33(1):158–64. doi: 10.1002/humu.21604. Epub 2011 Sep 29.
	26	Stevens RG, Cologne JB, Nakachi K, Grant EJ, Neriishi K.	Body iron stores and breast cancer risk in female atomic bomb survivors.	Cancer Sci. 2011 Dec;102(12):2236–40. doi: 10.1111/j.1349-7006.2011.02080.x. Epub 2011 Sep 27.
	27	Guseva Ganu I, Jacob S, Cardis E, Wild P, Ca ́ r S, Auriol B, Garsi JP, Tirmarche M, Laurier D.	Uranium carcinogenicity in humans might depend on the physical and chemical nature of uranium and its isotopic composition: results from pilot epidemiological study of French nuclear workers.	Cancer Causes Control. 2011 Nov;22(11):1563–73. doi: 10.1007/s10552-011-9833-5. Epub 2011 Aug 28.
	28	Han YY, Youk AO, Sasser H, Talbott EO.	Cancer incidence among residents of the Three Mile Island accident area: 1982–1995.	Environ Res. 2011 Nov;111(8):1230–5. doi: 10.1016/j.envres.2011.08.005.

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
	29	Sadetzki S, Chetrit A, Mandelzweig L, Nahon D, Freedman L, Susser E, Gross R.	childhood Exposure to Ionizing Radiation to the Head and Risk of Schizophrenia.	Radiat Res. 2011 Aug 8. [Epub ahead of print]
○	30	Grosche B, Lackland DT, Land CE, Simon SL, Apsalikhov KN, Pivina LM, Bauer S, Gusev BI.	Mortality from cardiovascular diseases in the Semipalatinsk historical cohort, 1960–1999, and its relationship to radiation exposure.	Radiat Res. 2011 Nov;176(5):660–9. Epub 2011 Jul 25.
	31	Spycher BD, Feller M, Zwahlen M, R ̄カ̄カ̄ sli M, von der Weid NX, Hengartner H, Egger M, Kuehni CE; Swiss Paediatric Oncology Group; Swiss National Cohort Study Group.	childhood cancer and nuclear power plants in Switzerland: a census-based cohort study.	Int J Epidemiol. 2011 Oct;40(5):1247–60. doi: 10.1093/ije/dyr115. Epub 2011 Jul 12.
	32	P ̄ウ̄ drono G, Pachol H, S ̄ウ̄ gala C.	[Mortality study among veterans with dosimeter monitoring during the French nuclear tests in the Pacific].	Rev Epidemiol Sante Publique. 2011 Jun;59(3):187–96. doi: 10.1016/j.respe.2011.01.002. Epub 2011 May 4. French.
	33	Ohishi W, Fujiwara S, Cologne JB, Suzuki G, Akahoshi M, Nishi N, Tsuge M, Chayama K.	Impact of radiation and hepatitis virus infection on risk of hepatocellular carcinoma.	Hepatology. 2011 Apr;53(4):1237–45. doi: 10.1002/hep.24207.
	34	Samson E, Telle-Lamberton M, Ca ̄オ̄ r-Lorho S, Bard D, Giraud JM, Metz-Flamant C, Neron MO, Quesne B, Acker A, Tirmarche M, Hill C.	Cancer mortality among two different populations of French nuclear workers.	Int Arch Occup Environ Health. 2011 Aug;84(6):627–34. doi: 10.1007/s00420-011-0636-5. Epub 2011 Apr 11.
	35	Metz-Flamant C, Samson E, Ca ̄オ̄ r-Lorho S, Acker A, Laurier D.	Solid cancer mortality associated with chronic external radiation exposure at the French atomic energy commission and nuclear fuel company.	Radiat Res. 2011 Jul;176(1):115–27. doi: 10.1667/RR2528.1. Epub 2011 Apr 8.
	36	Davis F, Il'yasova D, Rankin K, McCarthy B, Bigner DD.	Medical diagnostic radiation exposures and risk of gliomas.	Radiat Res. 2011 Jun;175(6):790–6. doi: 10.1667/RR2186.1. Epub 2011 Apr 5.
	37	Richardson DB, Wing S.	Evidence of confounding by smoking of associations between radiation and lung cancer mortality among workers at the Savannah River Site.	Am J Ind Med. 2011 Jun;54(6):421–7. doi: 10.1002/ajim.20950. Epub 2011 Mar 24.
	38	Brenner AV, Tronko MD, Hatch M, Bogdanova TI, Oliynik VA, Lubin JH, Zablotska LB, Tereschenko VP, McConnell RJ, Zamotaeva GA, O'Kane P, Bouville AC, Chaykovskaya LV, Greenebaum E, Paster IP, Shpak VM, Ron E.	I-131 dose response for incident thyroid cancers in Ukraine related to the Chernobyl accident.	Environ Health Perspect. 2011 Jul;119(7):933–9. doi: 10.1289/ehp.1002674. Epub 2011 Mar 14.
	39	Boice JD Jr, Cohen SS, Mumma MT, Ellis ED, Eckerman KF, Leggett RW, Boecker BB, Brill AB, Henderson BE.	Updated mortality analysis of radiation workers at Rocketdyne (Atomics International), 1948–2008.	Radiat Res. 2011 Aug;176(2):244–58. doi: 10.1667/RR2487.1. Epub 2011 Mar 7.
○	40	Lane RS, Frost SE, Howe GR, Zablotska LB.	Mortality (1950–1999) and cancer incidence (1969–1999) in the cohort of Eldorado uranium workers.	Radiat Res. 2010 Dec;174(6):773–85. doi: 10.1667/RR2237.1. Epub 2010 Oct 4.
	41	Hatch M, Furukawa K, Brenner A, Olinjyk V, Ron E, Zablotska L, Terekhova G, McConnell R, Markov V, Shpak V, Ostroumova E, Bouville A, Tronko M.	Prevalence of hyperthyroidism after exposure during childhood or adolescence to radioiodines from the chernobyl nuclear accident: dose-response results from the Ukrainian-American Cohort Study.	Radiat Res. 2010 Dec;174(6):763–72. doi: 10.1667/RR2003.1. Epub 2010 Oct 7.
	42	Bhatti P, Veiga LH, Ronckers CM, Sigurdson AJ, Stovall M, Smith SA, Weathers R, Leisenring W, Mertens AC, Hammond S, Friedman DL, Neglia JP, Meadows AT, Donaldson SS, Sklar CA, Robison LL, Inskip PD.	Risk of second primary thyroid cancer after radiotherapy for a childhood cancer in a large cohort study: an update from the childhood cancer survivor study.	Radiat Res. 2010 Dec;174(6):741–52. doi: 10.1667/RR2240.1. Epub 2010 Oct 6.
	43	Engel P, Fagherazzi G, Mesrine S, Boutron-Ruault MC, Clavel-Chapelon F.	Joint effects of dietary vitamin D and sun exposure on breast cancer risk: results from the French E3N cohort.	Cancer Epidemiol Biomarkers Prev. 2011 Jan;20(1):187–98. doi: 10.1158/1055-9965.EPI-10-1039. Epub 2010 Dec 2.

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
	44	Zablotska LB, Ron E, Rozhko AV, Hatch M, Polyanskaya ON, Brenner AV, Lubin J, Romanov GN, McConnell RJ, O'Kane P, Evseenko VV, Drozdovitch VV, Luckyanov N, Minenko VF, Bouville A, Masyakin VB.	Thyroid cancer risk in Belarus among children and adolescents exposed to radioiodine after the Chernobyl accident.	Br J Cancer. 2011 Jan 4;104(1):181-7. doi: 10.1038/sj.bjc.6605967. Epub 2010 Nov 23.
	45	Li CI, Nishi N, McDougall JA, Semmens EO, Sugiyama H, Soda M, Sakata R, Hayashi M, Kasagi F, Suyama A, Mabuchi K, Davis S, Kodama K, Kopecky KJ.	Relationship between radiation exposure and risk of second primary cancers among atomic bomb survivors.	Cancer Res. 2010 Sep 15;70(18):7187-98. doi: 10.1158/0008-5472.CAN-10-0276.
	46	de Vathaire F, Drozdovitch V, Brindel P, Rachedi F, Boissin JL, Sebbag J, Shan L, Bost-Bezeaud F, Petitdidier P, Paoaafaite J, Teuri J, Iltis J, Bouville A, Cardis E, Hill C, Doyon F.	Thyroid cancer following nuclear tests in French Polynesia.	Br J Cancer. 2010 Sep 28;103(7):1115-21. doi: 10.1038/sj.bjc.6605862. Epub 2010 Aug 31.
	47	Dancause KN, Yevtushok L, Lapchenko S, Shumlyansky I, Shevchenko G, Wertelecki W, Garruto RM.	Chronic radiation exposure in the Rivne-Polissia region of Ukraine: implications for birth defects.	Am J Hum Biol. 2010 Sep-Oct;22(5):667-74. doi: 10.1002/ajhb.21063.
	48	Veronesi U, Orecchia R, Luini A, Galimberti V, Zurrada S, Intra M, Veronesi P, Arnone P, Leonardi MC, Ciocca M, Lazzari R, Caldarella P, Rotmensch N, Sangalli C, Sances D, Maisonneuve P.	Intraoperative radiotherapy during breast conserving surgery: a study on 1,822 cases treated with electrons.	Breast Cancer Res Treat. 2010 Nov;124(1):141-51. doi: 10.1007/s10549-010-1115-5. Epub 2010 Aug 15.
	49	Schonfeld SJ, Bhatti P, Brown EE, Linet MS, Simon SL, Weinstock RM, Hutchinson AA, Stovall M, Preston DL, Alexander BH, Doody MM, Sigurdson AJ.	Polymorphisms in oxidative stress and inflammation pathway genes, low-dose ionizing radiation, and the risk of breast cancer among US radiologic technologists.	Cancer Causes Control. 2010 Nov;21(11):1857-66. doi: 10.1007/s10552-010-9613-7. Epub 2010 Aug 15.
	50	Canu IG, Jacob S, Cardis E, Wild P, Cañal-Lorho S, Auriol B, Laurier D, Tirmarche M.	Reprocessed uranium exposure and lung cancer risk.	Health Phys. 2010 Sep;99(3):308-13. doi: 10.1097/HP.0b013e3181c2f4f6.
	51	Akleev AV, Krestinina LIu.	[Carcinogenic risk in residents of the Techa riverside villages].	Vestn Ross Akad Med Nauk. 2010;(6):34-9. Russian.
○	52	Ronckers CM, Land CE, Miller JS, Stovall M, Lonstein JE, Doody MM.	Cancer mortality among women frequently exposed to radiographic examinations for spinal disorders.	Radiat Res. 2010 Jul;174(1):83-90. doi: 10.1667/RR2022.1.
	53	Jonsson H, Bergdahl IA, Akerblom G, Eriksson K, Andersson K, Kärstén L, Jönvall B, Damber L.	Lung cancer risk and radon exposure in a cohort of iron ore miners in Malmberget, Sweden.	Occup Environ Med. 2010 Aug;67(8):519-25. doi: 10.1136/oem.2009.047449.
	54	Bergdahl IA, Jonsson H, Eriksson K, Damber L, Jönvall B.	Lung cancer and exposure to quartz and diesel exhaust in Swedish iron ore miners with concurrent exposure to radon.	Occup Environ Med. 2010 Aug;67(8):513-8. doi: 10.1136/oem.2009.047456. Epub 2010 Jun 2.
	55	Eidem Miller M, Ostroumova E, Krestinina L, Epiphanova S, Akleyev A, Jacob P.	Comparison of mortality and incidence solid cancer risk after radiation exposure in the Techa River Cohort.	Radiat Environ Biophys. 2010 Aug;49(3):477-90. doi: 10.1007/s00411-010-0289-x. Epub 2010 May 12.
	56	Gilbert ES, Huang L, Bouville A, Berg CD, Ron E.	Thyroid cancer rates and 131I doses from Nevada atmospheric nuclear bomb tests: an update.	Radiat Res. 2010 May;173(5):659-64. doi: 10.1667/RR2057.1.
	57	Memon A, Godward S, Williams D, Siddique I, Al-Saleh K.	Dental x-rays and the risk of thyroid cancer: a case-control study.	Acta Oncol. 2010 May;49(4):447-53. doi: 10.3109/02841861003705778.
	58	Park ES, Moon K, Kim HN, Lee WJ, Jin YW.	[Radiation exposure and cancer mortality among nuclear power plant workers: a meta-analysis].	J Prev Med Public Health. 2010 Mar;43(2):185-92. doi: 10.3961/jpmph.2010.43.2.185. Korean.

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
	59	Bernstein JL, Haile RW, Stovall M, Boice JD Jr, Shore RE, Langholz B, Thomas DC, Bernstein L, Lynch CF, Olsen JH, Malone KE, Møller M, Borresen-Dale AL, Rosenstein BS, Teraoka SN, Diep AT, Smith SA, Capanu M, Reiner AS, Liang X, Gatti RA, Concannon P; et al.	Radiation exposure, the ATM Gene, and contralateral breast cancer in the women's environmental cancer and radiation epidemiology study.	J Natl Cancer Inst. 2010 Apr 7;102(7):475-83. doi: 10.1093/jnci/djq055. Epub 2010 Mar 19.
	60	Hammer GP, Seidenbusch MC, Schneider K, Regulla D, Zeeb H, Spix C, Blettner M.	[Cancer incidence rate after diagnostic X-ray exposure in 1976 - 2003 among patients of a university children's hospital].	Rofo. 2010 May;182(5):404-14. doi: 10.1055/s-0029-1245235. Epub 2010 Mar 16. German.
	61	Khan S, Evans AA, Rorke-Adams L, Orjuela MA, Shiminski-Maher T, Bunin GR.	Head injury, diagnostic X-rays, and risk of medulloblastoma and primitive neuroectodermal tumor: a children's Oncology Group study.	Cancer Causes Control. 2010 Jul;21(7):1017-23. doi: 10.1007/s10552-010-9529-2. Epub 2010 Mar 9.
	62	Laurent O, Metz-Flamant C, Rogel A, Hubert D, Riedel A, Garcier Y, Laurier D.	Relationship between occupational exposure to ionizing radiation and mortality at the French electricity company, period 1961-2003.	Int Arch Occup Environ Health. 2010 Dec;83(8):935-44. doi: 10.1007/s00420-010-0509-3. Epub 2010 Feb 11.
	63	Hayashi Y, Lagarde F, Tsuda N, Funamoto S, Preston DL, Koyama K, Mabuchi K, Ron E, Kodama K, Tokuoka S.	Papillary microcarcinoma of the thyroid among atomic bomb survivors: tumor characteristics and radiation risk.	Cancer. 2010 Apr 1;116(7):1646-55. doi: 10.1002/cncr.24872.
	64	Adams MJ, Dozier A, Shore RE, Lipshultz SE, Schwartz RG, Constine LS, Pearson TA, Stovall M, Winters P, Fisher SG.	Breast cancer risk 55+ years after irradiation for an enlarged thymus and its implications for early childhood medical irradiation today.	Cancer Epidemiol Biomarkers Prev. 2010 Jan;19(1):48-58. doi: 10.1158/1055-9965.EPI-09-0520.
	65	Metz-Flamant C, Rogel A, Ca ̄ r S, Samson E, Laurier D, Acker A, Tirmarche M.	Mortality among workers monitored for radiation exposure at the French nuclear fuel company.	Arch Environ Occup Health. 2009 Winter;64(4):242-50. doi: 10.1080/19338240903348246.
	66	Schnelzer M, Hammer GP, Kreuzer M, Tschense A, Grosche B.	Accounting for smoking in the radon-related lung cancer risk among German uranium miners: results of a nested case-control study.	Health Phys. 2010 Jan;98(1):20-8. doi: 10.1097/HP.0b013e3181b8ce81.
	67	Yoshida K, Nakachi K, Imai K, Cologne JB, Niwa Y, Kusunoki Y, Hayashi T.	Lung cancer susceptibility among atomic bomb survivors in relation to CA repeat number polymorphism of epidermal growth factor receptor gene and radiation dose.	Carcinogenesis. 2009 Dec;30(12):2037-41. doi: 10.1093/carcin/bgp247. Epub .
	68	Zeeb H, Hammer GP, Langner I, Schafft T, Bennack S, Blettner M.	Cancer mortality among German aircrew: second follow-up.	Radiat Environ Biophys. 2010 May;49(2):187-94. doi: 10.1007/s00411-009-0248-6. Epub 2009 Oct 16.
	69	Kaste SC, Goodman P, Leisenring W, Stovall M, Hayashi RJ, Yeazel M, Beiraghi S, Hudson MM, Sklar CA, Robison LL, Baker KS.	Impact of radiation and chemotherapy on risk of dental abnormalities: a report from the childhood Cancer Survivor Study.	Cancer. 2009 Dec 15;115(24):5817-27. doi: 10.1002/cncr.24670.
	70	Jeong M, Jin YW, Yang KH, Ahn YO, Cha CY.	Radiation exposure and cancer incidence in a cohort of nuclear power industry workers in the Republic of Korea, 1992-2005.	Radiat Environ Biophys. 2010 Mar;49(1):47-55. doi: 10.1007/s00411-009-0247-7. Epub 2009 Oct 13.
	71	Inskip PD, Robison LL, Stovall M, Smith SA, Hammond S, Mertens AC, Whitton JA, Diller L, Kenney L, Donaldson SS, Meadows AT, Neglia JP.	Radiation dose and breast cancer risk in the childhood cancer survivor study.	J Clin Oncol. 2009 Aug 20;27(24):3901-7. doi: 10.1200/JCO.2008.20.7738. Epub 2009 Jul 20.
	72	Zielinski JM, Garner MJ, Band PR, Krewski D, Shilnikova NS, Jiang H, Ashmore PJ, Sont WN, Fair ME, Letourneau EG, Semenciw R.	Health outcomes of low-dose ionizing radiation exposure among medical workers: a cohort study of the Canadian national dose registry of radiation workers.	Int J Occup Med Environ Health. 2009;22(2):149-56. doi: 10.2478/v10001-009-0010-y.

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
	73	Armstrong GT, Liu Q, Yasui Y, Huang S, Ness KK, Leisenring W, Hudson MM, Donaldson SS, King AA, Stovall M, Krull KR, Robison LL, Packer RJ.	Long-term outcomes among adult survivors of childhood central nervous system malignancies in the childhood Cancer Survivor Study.	J Natl Cancer Inst. 2009 Jul 1;101(13):946-58. doi: 10.1093/jnci/djp148. Epub 2009 Jun 17.
	74	Ostroumova E, Brenner A, Oliynyk V, McConnell R, Robbins J, Terekhova G, Zablotska L, Likhtarev I, Bouville A, Shpak V, Markov V, Masnyk I, Ron E, Tronko M, Hatch M.	Subclinical hypothyroidism after radioiodine exposure: Ukrainian-American cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases after the Chernobyl accident (1998-2000).	Environ Health Perspect. 2009 May;117(5):745-50. doi: 10.1289/ehp.0800184. Epub 2008 Dec 15.
	75	Hammer GP, Seidenbusch MC, Schneider K, Regulla DF, Zeeb H, Spix C, Blettner M.	A cohort study of childhood cancer incidence after postnatal diagnostic X-ray exposure.	Radiat Res. 2009 Apr;171(4):504-12. doi: 10.1667/RR1575.1.
	76	Green DM, Sklar CA, Boice JD Jr, Mulvihill JJ, Whitton JA, Stovall M, Yasui Y.	Ovarian failure and reproductive outcomes after childhood cancer treatment: results from the childhood Cancer Survivor Study.	J Clin Oncol. 2009 May 10;27(14):2374-81. doi: 10.1200/JCO.2008.21.1839. Epub 2009 Apr 13. Review.
	77	Armstrong GT, Liu Q, Yasui Y, Neglia JP, Leisenring W, Robison LL, Mertens AC.	Late mortality among 5-year survivors of childhood cancer: a summary from the childhood Cancer Survivor Study.	J Clin Oncol. 2009 May 10;27(14):2328-38. doi: 10.1200/JCO.2008.21.1425. Epub 2009 Mar 30. Review.
	78	Sigurdson AJ, Bhatti P, Chang SC, Rajaraman P, Doody MM, Bowen L, Simon SL, Weinstock RM, Linet MS, Rosenstein M, Stovall M, Alexander BH, Preston DL, Struewing JP.	Polymorphisms in estrogen biosynthesis and metabolism-related genes, ionizing radiation exposure, and risk of breast cancer among US radiologic technologists.	Breast Cancer Res Treat. 2009 Nov;118(1):177-84. doi: 10.1007/s10549-009-0307-3. Epub 2009 Feb 12.
	79	Richardson DB.	Exposure to ionizing radiation in adulthood and thyroid cancer incidence.	Epidemiology. 2009 Mar;20(2):181-7. doi: 10.1097/EDE.0b013e318196ac1c.
○	80	Muirhead CR, O'Hagan JA, Haylock RG, Phillipson MA, Willcock T, Berridge GL, Zhang W.	Mortality and cancer incidence following occupational radiation exposure: third analysis of the National Registry for Radiation Workers.	Br J Cancer. 2009 Jan 13;100(1):206-12. doi: 10.1038/sj.bjc.6604825.
	81	Karthikesalingam A, Markar SR, Weerakkody R, Walsh SR, Carroll N, Praseedom RK.	Radiation exposure during laparoscopic cholecystectomy with routine intraoperative cholangiography.	Surg Endosc. 2009 Aug;23(8):1845-8. doi: 10.1007/s00464-008-0279-0. Epub 2009 Jan 1.
	82	Hatch M, Brenner A, Bogdanova T, Derevyanko A, Kuptsova N, Likhtarev I, Bouville A, Tereshchenko V, Kovgan L, Shpak V, Ostroumova E, Greenebaum E, Zablotska L, Ron E, Tronko M.	A screening study of thyroid cancer and other thyroid diseases among individuals exposed in utero to iodine-131 from Chernobyl fallout.	J Clin Endocrinol Metab. 2009 Mar;94(3):899-906. doi: 10.1210/jc.2008-2049. Epub 2008 Dec 23.
	83	Nair RR, Rajan B, Akiba S, Jayalekshmi P, Nair MK, Gangadharan P, Koga T, Morishima H, Nakamura S, Sugahara T.	Background radiation and cancer incidence in Kerala, India-Karanagappally cohort study.	Health Phys. 2009 Jan;96(1):55-66. doi: 10.1097/01.HP.0000327646.54923.11.
○	84	Ostroumova E, Preston DL, Ron E, Krestinina L, Davis FG, Kossenko M, Akleyev A.	Breast cancer incidence following low-dose rate environmental exposure: Techa River Cohort, 1956-2004.	Br J Cancer. 2008 Dec 2;99(11):1940-5. doi: 10.1038/sj.bjc.6604775. Epub 2008 Nov 11.
	85	M ㄱ hner M, Lindtner M, Otten H.	Ionizing radiation and risk of laryngeal cancer among German uranium miners.	Health Phys. 2008 Dec;95(6):725-33. doi: 10.1097/01.HP.0000319906.41329.04.
	86	Sanclemente G, Zapata JF, Garc ㄱ a JJ, Gaviria A, G ㄱ mez LF, Barrera M.	Lack of correlation between minimal erythema dose and skin phototype in a Colombian scholar population.	Skin Res Technol. 2008 Nov;14(4):403-9. doi: 10.1111/j.1600-0846.2008.00306.x.
	87	Gun RT, Parsons J, Crouch P, Ryan P, Hiller JE.	Mortality and cancer incidence of Australian participants in the British nuclear tests in Australia.	Occup Environ Med. 2008 Dec;65(12):843-8. doi: 10.1136/oem.2007.034652. Epub 2008 Sep 19.
	88	Rajaraman P, Bhatti P, Doody MM, Simon SL, Weinstock RM, Linet MS, Rosenstein M, Stovall	Nucleotide excision repair polymorphisms may modify ionizing radiation-related breast cancer	Int J Cancer. 2008 Dec 1;123(11):2713-6. doi:

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
		M, Alexander BH, Preston DL, Sigurdson AJ.	risk in US radiologic technologists.	10.1002/ijc.23779.
○	89	Tatsukawa Y, Nakashima E, Yamada M, Funamoto S, Hida A, Akahoshi M, Sakata R, Ross NP, Kasagi F, Fujiwara S, Shore RE.	Cardiovascular disease risk among atomic bomb survivors exposed in utero, 1978–2003.	Radiat Res. 2008 Sep;170(3):269–74. doi: 10.1667/RR1434.1.
	90	Bhatti P, Doody MM, Alexander BH, Yuenger J, Simon SL, Weinstock RM, Rosenstein M, Stovall M, Abend M, Preston DL, Pharoah P, Struewing JP, Sigurdson AJ.	Breast cancer risk polymorphisms and interaction with ionizing radiation among U.S. radiologic technologists.	Cancer Epidemiol Biomarkers Prev. 2008 Aug;17(8):2007–11. doi: 10.1158/1055-9965.EPI-08-0300.
○	91	Hwang SL, Hwang JS, Yang YT, Hsieh WA, Chang TC, Guo HR, Tsai MH, Tang JL, Lin IF, Chang WP.	Estimates of relative risks for cancers in a population after prolonged low-dose-rate radiation exposure: a follow-up assessment from 1983 to 2005.	Radiat Res. 2008 Aug;170(2):143–8. doi: 10.1667/RR0732.1.
	92	Johnson KJ, Alexander BH, Doody MM, Sigurdson AJ, Linet MS, Spector LG, Hoffbeck W, Simon SL, Weinstock RM, Ross JA.	childhood cancer in the offspring born in 1921–1984 to US radiologic technologists.	Br J Cancer. 2008 Aug 5;99(3):545–50. doi: 10.1038/sj.bjc.6604516.
○	93	Chodick G, Bekiroglu N, Hauptmann M, Alexander BH, Freedman DM, Doody MM, Cheung LC, Simon SL, Weinstock RM, Bouville A, Sigurdson AJ.	Risk of cataract after exposure to low doses of ionizing radiation: a 20-year prospective cohort study among US radiologic technologists.	Am J Epidemiol. 2008 Sep 15;168(6):620–31. doi: 10.1093/aje/kwn171. Epub 2008 Jul 29.
	94	Wilczyńska U, Szeszenia-Dąbrowska N.	[Occupational diseases caused by ionizing radiation in Poland, 1971–2006].	Med Pr. 2008;59(1):1–8. Polish.
	95	Ahn YS, Park RM, Koh DH.	Cancer admission and mortality in workers exposed to ionizing radiation in Korea.	J Occup Environ Med. 2008 Jul;50(7):791–803. doi: 10.1097/JOM.0b013e318167751d.
	96	Lie JA, Kjaerheim K, Tynes T.	Ionizing radiation exposure and cancer risk among Norwegian nurses.	Eur J Cancer Prev. 2008 Aug;17(4):369–75. doi: 10.1097/CEJ.0b013e3282b6fe0a.
	97	Stovall M, Smith SA, Langholz BM, Boice JD Jr, Shore RE, Andersson M, Buchholz TA, Capanu M, Bernstein L, Lynch CF, Malone KE, Anton-Culver H, Haile RW, Rosenstein BS, Reiner AS, Thomas DC, Bernstein JL; Women's Environmental, Cancer, and Radiation Epidemiology Study Collaborative Group.	Dose to the contralateral breast from radiotherapy and risk of second primary breast cancer in the WECARE study.	Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2008 Nov 15;72(4):1021–30. doi: 10.1016/j.ijrobp.2008.02.040. Epub 2008 Jun 14.
	98	Raaschou-Nielsen O, Andersen CE, Andersen HP, Gravesen P, Lind M, Schøtz J, Ulbak K.	Domestic radon and childhood cancer in Denmark.	Epidemiology. 2008 Jul;19(4):536–43. doi: 10.1097/EDE.0b013e318176bfcd.
	99	Ivanov VK, Chekin SY, Kashcheev VV, Maksioutov MA, Tumanov KA.	Risk of thyroid cancer among Chernobyl emergency workers of Russia.	Radiat Environ Biophys. 2008 Nov;47(4):463–7. doi: 10.1007/s00411-008-0177-9. Epub 2008 Jun 13.
○	100	Sokolnikov ME, Gilbert ES, Preston DL, Ron E, Shilnikova NS, Khokhryakov VV, Vasilenko EK, Koshurnikova NA.	Lung, liver and bone cancer mortality in Mayak workers.	Int J Cancer. 2008 Aug 15;123(4):905–11. doi: 10.1002/ijc.23581.
	101	Myles P, Evans S, Lophatananon A, Dimitropoulou P, Easton D, Key T, Pocock R, Dearnaley D, Guy M, Edwards S, O'Brien L, Gehr-Swain B, Hall A, Wilkinson R, Eeles R, Muir K.	Diagnostic radiation procedures and risk of prostate cancer.	Br J Cancer. 2008 Jun 3;98(11):1852–6. doi: 10.1038/sj.bjc.6604370. Epub 2008 May 13.
	102	Ronckers CM, Doody MM, Lonstein JE, Stovall M, Land CE.	Multiple diagnostic X-rays for spine deformities and risk of breast cancer.	Cancer Epidemiol Biomarkers Prev. 2008 Mar;17(3):605–13. doi: 10.1158/1055-9965.EPI-07-2628.
	103	McGeoghegan D, Binks K, Gillies M, Jones S, Whaley S.	The non-cancer mortality experience of male workers at British Nuclear Fuels plc, 1946–2005.	Int J Epidemiol. 2008 Jun;37(3):506–18. doi: 10.1093/ije/dyn018. Epub 2008 Mar 4.

収集	ID	著者	タイトル	書誌情報
○	104	Zablotska LB, Bogdanova TI, Ron E, Epstein OV, Robbins J, Likhtarev IA, Hatch M, Markov VV, Bouville AC, Olijnyk VA, McConnell RJ, Shpak VM, Brenner A, Terekhova GN, Greenebaum E, Tereshchenko VP, Fink DJ, Brill AB, Zamotayeva GA, Masnyk IJ, Howe GR, Tronko MD.	A cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases after the Chernobyl accident: dose-response analysis of thyroid follicular adenomas detected during first screening in Ukraine (1998-2000).	Am J Epidemiol. 2008 Feb 1;167(3):305-12. Epub 2007 Nov 6.
	105	Guseva Canu I, Rogel A, Samson E, Benhamou S, Laplanche A, Tirmarche M.	Cancer mortality risk among biology research workers in France: first results of two retrospective cohorts studies.	Int Arch Occup Environ Health. 2008 May;81(6):777-85. Epub 2007 Oct 10.
	106	Bhatti P, Struewing JP, Alexander BH, Hauptmann M, Bowen L, Mateus-Pereira LH, Pineda MA, Simon SL, Weinstock RM, Rosenstein M, Stovall M, Preston DL, Linet MS, Doody MM, Sigurdson AJ.	Polymorphisms in DNA repair genes, ionizing radiation exposure and risk of breast cancer in U.S. Radiologic technologists.	Int J Cancer. 2008 Jan 1;122(1):177-82.
	107	Matanoski GM, Tonascia JA, Correa-Villase ｱ A, Yates KC, Fink N, Elliott E, Sanders B, Lantry D.	Cancer risks and low-level radiation in U.S. shipyard workers.	J Radiat Res. 2008 Jan;49(1):83-91. Epub 2007 Aug 10.
○	108	Kendall GM, Little MP, Wakeford R, Bunch KJ, Miles JC, Vincent TJ, Meara JR, Murphy MF.	A record-based case-control study of natural background radiation and the incidence of childhood leukaemia and other cancers in Great Britain during 1980-2006	Leukemia. 2013 Jan;27(1):3-9.
○	109	Neriishi K, Nakashima E, Akahoshi M, Hida A, Grant EJ, Masunari N, Funamoto S, Minamoto A, Fujiwara S, Shore RE.	Radiation dose and cataract surgery incidence in atomic bomb survivors, 1986-2005	Radiology. 2012 Oct;265(1):167-74.
○	110	Furukawa K, Preston D, Funamoto S, Yonehara S, Ito M, Tokuoka S, Sugiyama H, Soda M, Ozasa K, Mabuchi K.	Long-term trend of thyroid cancer risk among Japanese atomic-bomb survivors: 60 years after exposure.	Int J Cancer. 2013 Mar 1;132(5):1222-6.
○	111	Kesminiene A, Evrard AS, Ivanov VK, Malakhova IV, Kurtinaitise J, Stengrevics A, Tekkel M, Chekin S, Drozdovitch V, Gavrilin Y, Golovanov I, Kryuchkov VP, Maceika E, Mirkhaidarov AK, Polyakov S, Tenet V, Tukov AR, Byrnes G, Cardis E.	Risk of thyroid cancer among chernobyl liquidators	Radiat Res. 2012 Nov;178(5):425-36.
○	112	Tao Z, Akiba S, Zha Y, Sun Q, Zou J, Li J, Liu Y, Yuan Y, Tokonami S, Morishoma H, Koga T, Nakamura S, Sugahara T, Wei L.	Cancer and non-cancer mortality among Inhabitants in the high background radiation area of Yangjiang, China (1979-1998).	Health Phys. 2012 Feb;102(2):173-81.
○	113	Schonfeld SJ, Krestinina LY, Epifanova S, Degteva MO, Akleyev AV, Preston DL.	Solid Cancer Mortality in the Techa River Cohort (1950-2007).	Radiat Res. 2013 Jan 4.
○	114	ova TV, Muirhead CR, Moseeva MB, Grigoryeva ES, Sumina MV, O'Hagan J, Zhang W, Haylock RJ, Hunter N.	Cerebrovascular diseases in nuclear workers first employed at the Mayak PA in 1948-1972.	Radiat Environ Biophys. 2011 Nov;50(4):539-52.
○	115	Azizova TV, Muirhead CR, Moseeva MB, Grigoryeva ES, Vlasenko EV, Hunter N, Haylock RG, O'Hagan JA.	Ischemic heart disease in nuclear workers first employed at the Mayak PA in 1948-1972.	Health Phys. 2012 Jul;103(1):3-14.
○	116	Sarah C. Darby, Ph.D., Marianne Ewertz, D.M.Sc., Paul McGale, Ph.D., Anna M. Bennet, Ph.D., Ulla Blom-Goldman, M.D., Dorthe Brønnum, R.N., Candace Correa, M.D., David Cutter, F.R.C.R., Giovanna Gagliardi, Ph.D., Bruna Gigante, Ph.D.,	Risk of Ischemic Heart Disease in Women after Radiotherapy for Breast Cancer.	N Engl J Med 2013; 368:987-998
○	117	Gilbert ES, Sokolnikov ME, Preston DL, Schonfeld SJ, Schadilov AE, Vasilenko EK, Koshurnikova NA.	Lung cancer risk from Plutonium An updated analysis of data from the Mayak worker cohort	Radiation Research: March 2013, Vol. 179, No. 3, pp. 332-342.

3.2 レビューサマリ作成

(1) レビューシートの作成

医学文献「①国際的な活動として取り組まれ信頼性の高い文献（基点とする文献）」のうち、レビュー使用可能性の高いものについては「文献レビューシート」を作成した。

レビュー使用可能性の判定は暫定的に以下の基準で行っており、Sランクのものについて「レビューシート」を適用した。

図表 3-6 レビュー使用可能性の判定基準と結果

ランク	判定基準	件数
S	UNSCEAR にてリスク推定の根拠として利用、かつ、人年あり	99*
A	UNSCEAR にてリスク推定の根拠として利用、かつ、人年なし	21
B	UNSCEAR にて疫学論文としてピックアップ、かつ、人年あり	88
C	UNSCEAR にて疫学論文としてピックアップ、かつ、人年あり	60
D	UNSCEAR にて疫学論文としてピックアップなし	507

*入手できたのは 89 件

なお、循環器系疾患と白内障については、ICRP Publication 118 「ICRP Statement on Tissue Reactions / Early and Late Effects of Radiation in Normal Tissues and Organs Threshold Doses for Tissue Reactions in a Radiation Protection Context」で採用されている文献に基づいて「レビューシート」を適用した。

(2) 対応表の作成

(1) で作成したレビューシートにおいては、1つの文献で複数のがんに対する解析を行っていることが多い。そこで、がんの部位と各論文との対応関係について、図表 3-7 に示す 94 件の対応表を作成した。この対応表では、解析の結果有意であったものはもとより、有意でなかったという報告があったものについても合わせて整理した。

(3) レビューサマリの作成

(2) の対応表をもとに、がんの部位別のレビューサマリを作成した。文献レビューの構成は、厚生労働省「電離放射線障害の業務上外に関する検討会」報告書「食道がんと放射線被ばくに関する医学的知見について」（平成 24 年 9 月）を参考に以下の通りとした。

I. ○○がんに関する文献レビュー結果

1. 原爆被ばく者を対象とした疫学調査
2. 放射線作業者を対象とした疫学調査
3. 放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査
4. 高自然放射線地域や核実験場周辺の住民等を対象とした疫学調査

5. その他

II. 文献レビュー結果のまとめ

1. 被ばく線量（ばく露評価）に関するまとめ
2. 最小被ばく線量に関するまとめ
3. 潜伏期間に関するまとめ

図表 3-7 レビュー対象文献と部位別がんの対応

ID	著者	タイトル	1.全固形がん	2.脳・中枢神経系のがん	3.口腔・咽頭のがん	4.皮膚がん	5.甲状腺がん	6.食道がん	7.胃がん	8.肺がん	9.乳がん	10.肝がん	11.胆のう・胆管のがん	12.膵がん	13.腎がん	14.大腸がん(結腸がん、直腸がん)	15.子宮のがん(子宮体がん、子宮頸がん)	16.卵巣がん	17.前立腺がん	18.膀胱がん	19.その他のがん	20.循環器系疾患(脳血管疾患及び虚血性心疾患)
21	Ashmore JP, Krewski D, Zielinski JM, Jiang H, Semenciw R, Band PR	First analysis of mortality and occupational radiation exposure based on the National Dose Registry of Canada								肺がん												循環器系疾患
87	Cardis E, Gilbert ES, Carpenter L, How Q, Kato I, Armstrong BK, Beral V, Cawthon G, Douglas A, Fifi J, et al	Effects of low doses and low dose rates of external ionizing radiation on cancer mortality among nuclear industry workers in three countries	白血球を除く全がん																			
90	Carr ZA, Kleinerman RA, Stovall M, Weinstein RM, Griem ML, Land CE	Malignant neoplasms after radiation therapy for peptic ulcer							胃がん					膵がん								
197	Gilbert ES, Stovall M, Gospodarowicz M, Van Leeuwen FE, Andersson M, Glimelius B, Joensuu T, Lynch CF, Curtis RE, Holowaty E, Storm H, Pukkala E, Van't Veer MB, Fraumeni JF, Boice JD, Jr, Clarke EA, Travis LB	Lung cancer after treatment for Hodgkin's disease: focus on radiation effects																				
209	Goubout C, Adjadji E, Rubino C, Shamsaldin A, Grimaud E, Hawkins M, Mathieu MC, Oberlin O, Zucker JM, Paris X, Laprange JL, Dally-Schvitzer N, Chavaudra J, de Vathaire F	Malignant breast tumors after radiotherapy for a first cancer during childhood									乳がん											
319	Lubin JH, Boice JD, Jr, Eding C, Hornung RW, Howe GR, Kunz E, Kusiak RA, Morrison HI, Radford EP, Samet JM, et al	Lung cancer in radon-exposed miners and estimation of risk from indoor exposure								肺がん												
321	Lundell M, Hakulin T, Holm LE	Thyroid cancer after radiotherapy for skin hemangioma in infancy					甲状腺がん															
329	McGeoghegan D, Binks K	The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Springfield uranium production facility, 1946-95			口腔・咽頭のがん(有意差なし) 喉頭がん(有意差なし)			食道がん(有意差なし)	胃がん(有意差なし)	肺がん	乳がん(有意差なし)	肝臓がん(有意差なし)	胆のうがん(有意差なし)	膵がん(有意差なし)		結腸がん、直腸がん(有意差なし)			膀胱がん	胸膜がん		
354	Muirhead CR, Goodill AA, Haylock RG, Vokes J, Little MP, Jackson DA, O'Hagan JA, Thomas JM, Kendall GM, Silk TJ, Bingham D, Berridge GL	Occupational radiation exposure and mortality: second analysis of the National Registry for Radiation Workers	全固形がん(有意でない)				甲状腺がん															胸膜
374	Omar RZ, Barber JA, Smith PG	Cancer mortality and morbidity among plutonium workers at the Sellafield plant of British Nuclear Fuels					甲状腺がん															
400	Preston DL, Mattsson A, Holmberg E, Shore R, Hildreth NG, Boice JD, Jr	Radiation effects on breast cancer risk: a pooled analysis of eight cohorts									乳がん											
401	Preston DL, Ron E, Yonehara S, Kobuke T, Fujii H, Kohikawa M, Takamaga M, Tokucka S, Mabuchi K	Tumors of the nervous system and pituitary gland associated with atomic bomb radiation exposure		神経鞘腫																		
473	Shore RE, Moseson M, Harley N, Pasternack BS	Tumors and other diseases following childhood x-ray treatment for ringworm of the scalp (Tinea capitis)		頭蓋内腫瘍			甲状腺がん															
543	Wick RR, Nekolla EA, Gossner W, Kellerer AM	Late effects in ankylosing spondylitis patients treated with 224Ra																				骨肉腫(有意でない)
572	Preston D, L, Y, Shimizu D, A, Pierce et al	Studies of mortality of atomic bomb survivors. Report 13: solid cancer and noncancer disease mortality: 1950-1997																				
577	Boice J, D, Jr, N, E, Day, A, Andersen et al	Second cancers following radiation treatment for cervical cancer. An international collaboration among cancer registries	全固形がん(子宮頸がん治療後の二次性がん、子宮頸がん除外)																			
589	Travis L, B, M, Gospodarowicz R, E, Curtis et al	Lung cancer following chemotherapy and radiotherapy for Hodgkin's disease								肺がん												
591	van Leeuwen, F. E., W. J. Klokmann, M. Stovall et al.	Roles of radiotherapy and smoking in lung cancer following Hodgkin's disease								肺がん												
592	Hancock, S. L., M. A. Tucker and R. T. Hoppe	Breast cancer after treatment of Hodgkin's disease									乳がん											
593	van Leeuwen, F. E., W. J. Klokmann, M. Stovall et al.	Roles of radiation dose, chemotherapy, and hormonal factors in breast cancer following Hodgkin's disease									乳がん											
596	Tucker, M. A., P. H. Morris Jones, J. D. Boice Jr. et al.	Therapeutic radiation at a young age is linked to secondary thyroid cancer					甲状腺がん															
600	Karlsson, P., E. Holmertz, M. Lundell et al.	Intracranial tumors after exposure to ionizing radiation during infancy. A pooled analysis of two Swedish cohorts of 23,000 infants with skin hemangioma		頭蓋内腫瘍																		
608	Lundell, M. and L.-E. Holm	Risk of solid tumors after irradiation in infancy					甲状腺がん				乳がん			膵がん								内分泌腺がん
609	Lundell, M., A. Mattsson, P. Karlsson et al.	Breast cancer risk after radiotherapy in infancy: a pooled analysis of two Swedish cohorts of 17,202 infants									乳がん											
611	Lindberg, S., P. Karlsson, B. Arvidsson et al.	Cancer incidence after radiotherapy for skin hemangioma during infancy		中枢神経・脳腫瘍			甲状腺がん															内分泌腺がん
616	Ron, E., B. Modan, D. Preston et al.	Thyroid neoplasia following low-dose radiation in childhood					甲状腺がん															
617	Ron, E., B. Modan, D. Preston et al.	Radiation-induced skin carcinomas of the head and neck						皮膚がん														
618	Ron, E., B. Modan, J. D. Boice Jr. et al.	Tumors of the brain and nervous system after radiotherapy in childhood		脳・神経系のがん																		
619	Shore, R. E., M. Moseson, X. Xue et al.	Skin cancer after x-ray treatment for scalp ringworm						基底細胞がん														
622	Shore, R. E., N. Hildreth, E. Woodard et al.	Breast cancer among women given x-ray therapy for acute postpartum mastitis									乳がん											
623	Hildreth, N. G., R. E. Shore and P. M. Dvoretzky	The risk of breast cancer after irradiation of the thymus in infancy									乳がん											
624	Hildreth, N. G., R. E. Shore, L. H. Hempelmann et al.	Risk of extrathyroid tumors following radiation treatment in infancy for thymic enlargement					皮膚がん				乳がん											
625	Shore, R. E., N. Hildreth, P. Dvoretzky et al.	Thyroid cancer among persons given x-ray treatment in infancy for an enlarged thymus gland					甲状腺がん															
627	Schneider, A. B., E. Ron, J. Lubin et al.	Dose-response relationships for radiation-induced thyroid cancer and thyroid nodules: evidence for the prolonged effects of radiation on the thyroid					甲状腺がん															
629	DeGroot, L. J., M. Reilly, K. Pinnamneni et al.	Retrospective and prospective study of radiation-induced thyroid disease					甲状腺がん															
630	Mattsson, A., P. Hall, B. I. Ruden et al.	Incidence of primary malignancies other than breast cancer among women treated with radiation therapy for benign breast disease							胃がん													
631	Mattsson, A., B. I. Ruden, P. Hall et al.	Radiation-induced breast cancer: long-term follow-up of radiation therapy for benign breast disease									乳がん											
632	Mattsson, A., B. I. Ruden, J. Palmgren et al.	Dose- and time-response for breast cancer risk after radiation therapy for benign breast disease									乳がん											
633	Inskip, P. D., R. R. Monson, J. K. Wagoner et al.	Cancer mortality following radium treatment for uterine bleeding														結腸がん	子宮がん			膀胱がん		
634	Potter, L. M., M. M. Kaplan, P. R. Larsen et al.	Thyroid nodularity after childhood irradiation for lymphoid hyperplasia: a comparison of questionnaire and clinical findings					甲状腺がん															
635	Boice, J. D. Jr., D. Preston, F. G. Davis et al.	Frequent chest x-ray fluoroscopy and breast cancer incidence among tuberculosis patients in Massachusetts									乳がん											
636	Davis, F. G., J. D. Boice Jr., Z. Phubec et al.	Cancer mortality in a radiation-exposed cohort of Massachusetts tuberculosis patients						食道がん(有意でない)		肺がん	乳がん											

ID	著者	タイトル	1.全固形がん	2.脳・中枢神経系のがん	3.口腔・咽頭のがん	4.皮膚がん	5.甲状腺がん	6.食道がん	7.胃がん	8.肺がん	9.乳がん	10.肝がん	11.胆のう・胆管のがん	12.膵がん	13.腎がん	14.次亜がん(結腸がん、直腸がん)	15.子宮のがん(子宮体がん、子宮頸がん)	16.卵巣がん	17.前立腺がん	18.膀胱がん	19.その他のがん	20.循環器系疾患(脳血管疾患及び虚血性心疾患)
637	Howe, G. R.	Lung cancer mortality between 1950 and 1987 after exposure to fractionated moderate-dose-rate ionizing radiation in the Canadian fluoroscopy cohort study and a comparison with lung cancer mortality in the atomic bomb survivors study								肺がん(有意でない)												
638	Howe, G. R. and J. McLaughlin	Breast cancer mortality between 1950 and 1987 after exposure to fractionated moderate-dose-rate ionizing radiation in the Canadian fluoroscopy cohort study and a comparison with breast cancer mortality in the atomic bomb survivors study									乳がん											
643	Doody, M. M., J. E. Lonstein, M. Stovall et al.	Breast cancer mortality after diagnostic radiography: findings from the U.S. Scoliosis Cohort Study								肺がん(有意でない)	乳がん										SMRの言及はあり	
646	Cardis, E., M. Vrijheid, M. Blettner et al.	Risk of cancer after low doses of ionizing radiation: retrospective cohort study in 15 countries	全固形がん(有意でない)																			1950-1987年の被曝施設に従事者407,391人に係る研究
647	Iwasaki, T., M. Murata, S. Ohshima et al.	Second analysis of mortality of nuclear industry workers in Japan, 1980-1997						食道がん														
650	McGeoghegan, D. and K. Binks	The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Capenhurst uranium enrichment facility, 1949-95																				胸腺がん
653	Wilkinson, G. S., G. L. Tietjen, L. D. Wiggs et al.	Mortality among plutonium and other radiation workers at a plutonium weapons facility		脳室内腫瘍																		
664	Rogel, A., N. Carre, C. Amoros et al.	Mortality of workers exposed to ionizing radiation at the French national electricity company								喫煙関連がん死亡												
674	Dickman, P. W., L. E. Holm, G. Lundell et al.	Thyroid cancer risk after thyroid examination with 131-I: a population-based cohort study in Sweden					甲状腺がん															
676	Hall, P., A. Mattsson and J. D. Boice Jr.	Thyroid cancer after diagnostic administration of iodine-131					甲状腺がん															
678	Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.	Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism		脳がん(有意差なし)	口腔がん、咽頭がん(有意差なし)		甲状腺がん	食道がん(有意差なし)	胃がん(有意差なし)	肺がん(有意差なし)	乳がん(有意差なし)	肝がん(有意差なし)	膵がん(有意差なし)	腎がん(有意差なし)	結腸、直腸がん(有意差なし)	子宮がん(リスク減少)	卵巣がん(有意差なし)	前立腺がん(リスク減少)	膀胱がん(有意差なし)			
686	Krestinina, L. Y., D. L. Preston, E. V. Ostroumova et al.	Protracted radiation exposure and cancer mortality in the Techa River cohort	骨がんを除く固形がん																			
702	Travis, L. B., M. Hauptmann, L. K. Gaul et al.	Site-specific cancer incidence and mortality after cerebral angiography with radioactive Thorotrast										肝がん										胆管がん、胆嚢がん
707	Mori, T., C. Kido, K. Fukutomi et al.	Summary of entire Japanese Thorotrast follow-up study: updated 1998								肺がん		肝がん										
719	WEEK, L. D., E. H. Johnson, C. A. Cox-Devore et al.	Mortality through 1990 among white male workers at the Los Alamos National Laboratory, considering exposures to plutonium and external ionizing radiation		中枢神経系がん				食道がん		肺がん												
737	Howe, G. R., L. B. Zablotska, J. J. Fix et al.	Analysis of the mortality experience amongst U.S. nuclear power industry workers after chronic low-dose exposure to ionizing radiation	全固形がん(有意差なし)	脳・中枢神経系のがん(有意差なし)					胃がん(有意差なし)	肺がん(有意差なし)			膵がん(有意差なし)	腎がん(有意差なし)	大腸がん(有意差なし)			前立腺がん(有意差なし)				
738	Sadetzki, S., A. Chetrit, L. Freedman et al.	Long-term follow-up for brain tumor development after childhood exposure to ionizing radiation for tinea capitis		脳の腫瘍																		
740	Brada, M., D. Ford, S. Ashley et al.	Risk of second brain tumour after conservative surgery and radiotherapy for pituitary adenoma		脳腫瘍																		
741	hanford, J. M., E. H. Quimby and V. K. Frantz	Cancer arising many years after radiation therapy					甲状腺がん															
742	Shore, R. E.	Issues and epidemiological evidence regarding radiation-induced thyroid cancer					甲状腺がん															
743	Maxon, H. R., E. L. Saenger, S. R. Thomas et al.	Clinically important radiation-associated thyroid disease: A controlled study					甲状腺がん															
745	Hancock, S. L., R. S. Cox and I. R. McDougall	Thyroid diseases after treatment of Hodgkin's disease					甲状腺がん															
746	Wang, J. X., L. A. Zhang, B. X. Li et al.	Cancer incidence and risk estimation among medical x-ray workers in China, 1950-1995				皮膚がん		食道がん		肺がん	乳がん	肝がん							膀胱がん		呼吸系がん(有意でない)	
748	Jacob, P., T. I. Bozdanova, E. Buglova et al.	Thyroid cancer risk in areas of Ukraine and Belarus affected by the Chernobyl accident					甲状腺がん															
749	Xuan, X. Z., J. H. Lubin, J. Y. Li et al.	A cohort study in southern China of tin miners exposed to radon and radon decay products								肺がん												
751	Hornung, R. W. and T. J. Meinhardt	Quantitative risk assessment of lung cancer in U.S. uranium miners								肺がん												
752	Kuslak, R. A., J. Springer, A. C. Ritchie et al.	Carcinoma of the lung in Ontario gold miners: possible aetiological factors								肺がん												
753	Morrison, H. I., P. J. Villeneuve, J. H. Lubin et al.	Radon-progeny exposure and lung cancer risk in a cohort of Newfoundland fluorspar miners								肺がん												
754	Radford, E. P. and K. G. St. Clair Renard	Lung cancer in Swedish iron miners exposed to low doses of radon daughters								肺がん												
755	Samet, J. M., D. R. Pathak, M. V. Morgan et al.	Lung cancer mortality and exposure to radon progeny in a cohort of New Mexico underground uranium miners								肺がん												
756	Howe, G. R., R. C. Nair, H. B. Newcombe et al.	Lung cancer mortality (1950-80) in relation to radon daughter exposure in a cohort of workers at the Eldorado Beaverlodge uranium mine								肺がん												
757	Howe, G. R., R. C. Nair, H. B. Newcombe et al.	Lung cancer mortality (1950-80) in relation to radon daughter exposure in a cohort of workers at the Eldorado Port Radium uranium mine: possible modification of risk by exposure rate								肺がん												その他のがん(有意でない)
758	Howe, G. R. and R. H. Stager	Risk of lung cancer mortality after exposure to radon decay products in the Beaverlodge cohort based on revised exposure estimates								肺がん												
759	Woodward, A. D. Roder, A. J. McMichael et al.	Radon daughter exposures at the Radium Hill uranium mine and lung cancer rates among former workers, 1952-87								肺がん												
760	Laurier, D., M. Tirmarche, N. Mitton et al.	An update of cancer mortality among the French cohort of uranium miners: extended follow-up and new source of data for causes of death			咽頭がん(有意でない)					肺がん												
761	Tirmarche, M. A. Raphaelen, F. Allin et al.	Mortality of a cohort of French uranium miners exposed to relatively low radon concentrations			咽頭がん(有意でない)					肺がん												
762	Hodgson, J. T. and R. D. Jones	Mortality of a cohort of tin miners 1941-86								肺がん												
763	Little, M. P., M. W. Charles, J. W. Hopewell et al.	Assessment of skin doses				非黒色腫皮膚がん																
764	Davis, F. G., J. D. Boice Jr., J. L. Kelsey et al.	Cancer mortality after multiple fluoroscopic examinations of the chest						食道がん														呼吸系がん(有意でない)
765	Preston, D., E. Ron, S. Tokuda et al.	Solid cancer incidence in atomic bomb survivors: 1958-1998	全固形がん	神経がん	口腔がん	皮膚がん	甲状腺がん	食道がん	胃がん	肺がん	乳がん	肝がん	胆のうがん(有意差なし)	すい臓がん(有意差なし)	腎臓がん(有意差なし)	結腸がん、直腸がん(有意差なし)	子宮がん	卵巣がん	前立腺がん(有意差なし)	膀胱がん		
766	Preston, D. L., D. A. Pierce, Y. Shimizu et al.	Effect of recent changes in atomic bomb survivor dosimetry on cancer mortality risk estimates	全固形がん																			
767	Bauer, S. B., I. Gusev, L. M. Pivina et al.	Radiation exposure due to local fallout from Soviet atmospheric nuclear weapons testing in Kazakhstan: Solid cancer mortality in the Semipalatinsk historical cohort, 1960-1999				皮膚がん		食道がん	胃がん	肺がん	乳がん	肝がん		膵臓がん(有意差なし)	腎臓がん(有意差なし)	直腸がん(有意差なし)	子宮がん(有意差なし)					膀胱がん(有意差なし)
768	Land, C. E., T. Saku, Y. Hayashi et al.	Incidence of salivary gland tumors among atomic bomb survivors, 1950-1987. Evaluation of radiation-related risk																				唾液腺腫瘍(特に粘膜炎、腺癌、腺肉腫)
769	Aoyama, T., Y. Yamamoto, H. Kato et al.	Mortality Survey of Japanese radiological technologists during the period 1969-1993	全固形がん(有意でない)	神経・脳腫瘍					胃がん(有意でない)	肺がん(有意でない)						大腸がん(有意でない)						

ID	著者	タイトル	1.全固形がん	2.脳・中枢神経系のがん	3.口腔・咽頭のがん	4.皮膚がん	5.甲状腺がん	6.食道がん	7.胃がん	8.肺がん	9.乳がん	10.肝がん	11.胆のう・胆管のがん	12.膵がん	13.腎がん	14.大腸がん(結腸がん、直腸がん)	15.子宮のがん(子宮体がん、子宮頸がん)	16.卵巣がん	17.前立腺がん	18.膀胱がん	19.その他のがん	20.循環器系疾患(脳血管疾患及び虚血性心疾患)
774	Ryberg, M., M. Lundell, B. Nilsson et al.	Malignant disease after radiation treatment of benign gynaecological disorders: a study of a cohort of metropathia patients		脳がん(有意差なし)、神経系のがん(有意差なし)			甲状腺がん(有意差なし)		胃がん(有意差なし)		乳がん(有意差なし)			膵がん(有意差なし)	腎がん(有意差なし)	大腸がん(有意差なし)、直腸がん(有意差なし)、結腸がん(有意差なし)	子宮がん(有意差なし)			膀胱がん(有意差なし)		
775	dos Santos Silva, I. F., Malveiro, R. Portugal et al.	Mortality from primary liver cancers in the Portuguese Thorotrast cohort study										肝がん										
776	Gilbert, E. S., N. A. Koshurnikova, M. E. Sokolnikov et al.	Lung cancer in Mayak workers								肺がん												
801	Yamada, M., Wong, F.L., Fujiwara, S. et al.	Noncancer disease incidence in atomic bomb survivors, 1958-1998																				循環器系疾患
802	McGeoghegan, D., Binks, K., Gillies, M., et al.	The non-cancer mortality experience of male workers at British Nuclear Fuels plc, 1946-2005																				循環器系疾患
803	Ivanov, V.K., Maksioutov, M.A., Chekin, S.Y., et al.	The risk of radiation-induced cerebrovascular disease in Chernobyl emergency workers																				循環器系疾患
804	Azizova, T.V., Muirhead, C.R., Druzhinina, M.B., et al.	Cardiovascular diseases in the cohort of workers first employed at Mayak PA in 1948-1958																				循環器系疾患
805	Davis, F.G., Boice Jr., J.D., Hrubec, Z., Monson, R.R.	Cancer mortality in a radiation-exposed cohort of Massachusetts tuberculosis patients.																				循環器系疾患(有意でない)
806	Darby, S.C., Doll, R., Gill, S.K., et al.	Long term mortality after a single treatment course with X-rays in patients treated for ankylosing spondylitis																				循環器系疾患(有意でない)
807	Berrington, A., Darby, S.C., Weiss, H.A., et al.	100 years of observation on British radiologists: mortality from cancer and other causes 1897-1997																				循環器系疾患(有意でない)
808	Kreuzer, M., Kreisheime, M., Kandel, M., et al.	Mortality from cardiovascular diseases in the German uranium miners cohort study, 1946-1998																				循環器系疾患(有意でない)

全固形がんと放射線被ばくに関する医学的知見について

I. 全固形がんに関する文献レビュー結果

1. 原爆被ばく者を対象とした疫学調査

文献 No.765

Preston. D. L., Ron. E, Tokuoka S., Funamoto. S, Nishi. N, Soda, M, Mabuchi. K, Kodama. K

Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors

RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007)

広島、長崎の原爆被ばく者のうち、1958年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2に基づいて個人線量が推定されている中で1958年から1998年までに診断された第一原発がん17,448例の解析を実施したコホート研究。

男性1,040,278人年、女性1,724,452人年の計2,764,730人年(105,427人)について、1958年から1998年12月末までを追跡期間とした。追跡率は99%。

解析にあたっては、ERRとEARモデルを用い、各モデルの変化、そして両モデル間の差違の変化をBEIR VIIモデルで解析。

解析結果は以下のとおり。

1)寿命調査集団では、結腸線量が0.005 Gy以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約850例(約11%)が原爆被ばくと関連していると推定された。2)線量反応曲線0-2Gyの範囲は線形であった。3)被ばく時年齢が30歳の場合、70歳になった時点で1 Gy被ばく当たり男性で約35%、女性で約58%固形がん罹患率が増加すると推定された。4)固形がんの過剰相対リスク(ERR)は被ばく時年齢が10歳増加する毎に約17%減少。

また、新たに判明したこととして、低線量では、被ばく線量区分を0から0.15 Gyまで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。

文献 No.766

Preston DL, Pierce DA, Shimizu Y, Cullings HM, Fujita S, Funamoto S, Kodama K
Effect of Recent Changes in Atomic Bomb Survivor Dosimetry on Cancer Mortality Risk Estimates

Radiation Research, 2004, 162, 377-389

日本の原爆被ばく者の疫学調査研究で、86,611人(固形がん)が対象とされている。追跡期間は1950年から2003年までで、線量評価体系がDS86からDS202に変更され

たことによる影響が解析された。

広島と長崎の原爆被ばく線量が DS86 から DS02 に変更され、ガンマ線の被ばく線量が 8%ほど増え、中性子線量が広島で 10-30%、長崎で 20-40%減少したことにより、固形がんの死亡リスクが Sv 当たりで 8%ほど減少した。

2. 放射線作業者を対象とした疫学調査

<有意でないと報告があった研究>

文献 No.646

Cardis, E., M. Vrijheid, M. Blettner et al.

Risk of cancer after low doses of ionising radiation: retrospective cohort study in 15 countries

Br. Med. J. 331 (7508) : 77-80, 2005

15 か国の核関連施設の従事者 407,391 人に対するコホート研究。追跡期間は各地により最短 5 年から最長 42 年。

低濃度電離放射線のばく露を受けた者の全がんの ERR/Sv は 0 以上 (RR では、100 mSv あたり 1.10 に相当)。固形がんの ERR は有意ではないが原爆生存者に比べ高い。潜伏期間を考慮すると、潜伏期間 5 年で ERR/Sv は 0.76 (95%CI: 0.07-1.59)、20 年で 1.68 (95%CI: 0.22 - 3.48)であった。

文献 No.737

Howe, G. R., L. B. Zablotska, J. J. Fix et al.

Analysis of the mortality experience amongst U.S. nuclear power industry workers after chronic low-dose exposure to ionizing radiation

Radiat. Res. 162 (5) : 517-526 (2004)

米国の原子力発電所 15 施設において、1979~1997 年の期間のいずれかで作業した労働者 53,698 人 (平均 30.5 歳、男性 88.1%) を対象としたコホート研究。米国一般集団を基準とした SMR、被ばく量を 4 カテゴリーに分けた傾向検定、被ばく量を 12 カテゴリー (擬似連続量) とした線形 ERR モデルによる ERR の推定。

SMR では健康職業効果が強く見られたが、被ばく量とイベント発生との量反応関係は、白血病、固形がん、その他の疾患のいずれにおいても有意にならなかった。

文献 No.769

T.Aoyama, S.Yoshinaga, Y.Yamamoto, H.Kato, Y.Shimizu, et al.

Mortality Survey of Japanese radiological technologists during the period 1969-1993 Br. Radiat Prot Dosim. 1998; 77:123-128

厚生労働省に登録済みの放射線作業員 12,133 人 (270,585 人年) を対象としたコホー

ト研究。追跡期間は1969～1993年で追跡率は97.9%であった。推定総ばく露量と、全固形がんによる死亡には有意な関連がみられなかった。

文献 No.87

Cardis E, Gilbert ES, Carpenter L, Howe G, Kato I, Armstrong BK, Beral V, Cowper G, Douglas A, Fix J, et al

Effects of low doses and low dose rates of external ionizing radiation: cancer mortality among nuclear industry

Radiat Res 142:117-132;1995

アメリカ(Hanford, Rocky Flats, ORNL)、イギリス(Sellafield, AEA, AWE)、カナダ(AECL) 以下で6か月以上従事する者のコホート研究(2,124,526人年)。0mSvの非死亡、非罹患との直接比較。高線量(原爆生存者など)の調査によるモデルに基づく間接比較。

追跡期間は平均24年(アメリカ(Hanford:1944-1986, Rocky Flats:1951-1979, ORNL:1943-1984)、イギリス(Sellafield:1947-1988, AEA, AWE:1946-1988)、カナダ(AECL:1956-1985))

全固形がん(白血病を除く全がん)で有意な結果は認められなかった。

3. 放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査

文献 No.577

Boice, J. D. Jr., N. E. Day, A. Andersen et al.

Second cancers following radiation treatment for cervical cancer. An international collaboration among cancer registries

J. Natl. Cancer Inst. 1985; 74 (5) : 955-75

世界8ヶ国の15のがん登録システムにおいて、子宮頸部がんと診断され、がん登録している者で、1年以上を経過している者と子宮頸部がん放射線治療を受けている者82,616人に対し、子宮頸部がんと診断されたが放射線治療を受けていない者を比較群としたコホート研究。平均追跡期間は7.6年(対照群は6.6年)。

放射線治療後1年以降の子宮周囲臓器における二次性がん罹患について、RR=1.1であり、放射線被ばくによるリスクの増大は大きくなかった。ただし、二次性がん全体のリスクは、被ばく時に30歳未満と50歳を超える年齢で高く、30歳未満の対象群ではRR=3.9であった。

<有意でない報告があった研究>

文献 No.354

Muirhead CR, Goodill AA, Haylock RG, Vokes J, Little MP, Jackson DA, O'Hagan

JA, Thomas JM, Kendall GM, Silk TJ, Bingham D, Berridge GL

Occupational radiation exposure and mortality: second analysis of the National Registry for Radiation Workers

J Radiol Prot 19:3-26;1999

イギリスでの英国の原子力産業で放射線作業に従事し、英国放射線業務従事者登録(NRRW)に登録された放射線作業者の継続追跡によるコホート研究である。対象者は、124,743人(2,063,300人年)。

全腫瘍死亡(全固形がん)のSMRは82%(95%CI:79-85)と有意に低かった。

4. 高自然放射線地域や核実験場周辺の住民等を対象とした疫学調査

文献 No.686

Krestinina, L. Y., D. L. Preston, E. V. Ostroumova et al.

Protracted radiation exposure and cancer mortality in the Techa River cohort

Radiat. Res. 164 (5) : 602-611 (2005)

マヤーク核施設付近テカ川流域の地域の住民29,873人(865,812人年)を対象としたコホート研究。追跡期間は1950~1999年で、追跡率は76.5%。テカ川の沈殿物や氾濫原から生じるγ線による外部被ばくや、Cs137、Sr90などを含む水や牛乳、食品の摂取による内部被ばくによって、骨がんを除く固形がんのリスクが増加する。ERRは1Gyあたり0.92(95%CI 0.2;1.7)であった。

5. その他(その他の作業従事者)

対象論文なし

II. 文献レビュー結果のまとめ

1. 被ばく線量(ばく露評価)に関するまとめ

被ばく線量と死亡率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号766, 646, 737, 769, 87, 354, 686であった。このうち有意な増加があったと報告されている文献は、686,766であった。

被ばく線量と罹患率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号765,577であった。このうち有意な増加があったと報告されている文献は、765,577であった。

2. 最小被ばく線量に関するまとめ

統計的に有意な増加を報告している文献において、最小被ばく線量に関して報告している文献は無かった。

3. 潜伏期間に関するまとめ

潜伏期間に関して検討している文献は、文献番号 646 であった。

書誌情報	作業 No.	765	著者	Preston, D. L., Ron, E., Tokuoka S., Funamoto, S., Nishi, N., Soda, M., Mabuchi, K., Kodama, K
	PMID(PubMedID)		タイトル	Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors
	研究方法	コホート研究(*1958年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2に基づいて個人線量が推定されている人数。その中で1958年から1998年までに診断された第一原発がん17,448例の解析)	雑誌名・年・巻・頁	RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007年)
対象	国	日本(広島、長崎)	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	情報なし		
	従事作業	原爆(広島、長崎)		
	人数 (被ばく)年齢	2,764,730人年(105,427人) 情報なし		
	性別	男性 1,040,278人年、女性 1,724,452人年		
	比較群	原爆被ばく者のうち、1958年から1998年の間に第一がん(悪性黒色腫以外の皮膚がんを含む)が観察されていない者		
追跡	追跡期間	1958年から1998年12月末まで	追跡対象となる人年は、登録対象地区からの転出・転入があるために調節した。DSO2による臓器個人線量推定値はγ線量と中性子線量の10倍の和として計算した。	
	追跡率	99%		
ばく露指標	作業名	原爆(広島、長崎)による固形がんの罹患率(生存者)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	外部ばく露	情報なし		
	内部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし		
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	情報なし		
	濃度範囲	解析では、器官線量(Gy)として<0.005から≥4を4段階に分類(表2)、結腸線量(Gy)として<0.005から≥4を7段階に分類(表4)		
	線種・核種	情報なし		
健康影響	影響の種類	固形がん(口腔がん、食道がん、胃がん、肝臓がん、肺がん、黒色腫以外の皮膚がん、結腸がん、直腸がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経系がん、甲状腺がん)の発症	影響評価の精度	記載なし
	情報源	広島・長崎がん登録、放射線影響研究所(広島・長崎、寿命調査)、米国立癌研究所	観察バイアス	記載なし
	収集の方法	上記研究所及びHirosoft Internationalによる報告書	(問題点を記載)	
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	被ばく年齢、被ばくからの期間、性差、		
解析	使用モデル	ERRとEARモデル。各モデルの変化、そして両モデル間の差の変化。BEIR VIIモデル。		
	交絡調整方法			

アウトカム指標 および アウトカム	1)寿命調査集団では、結腸線量が0.005 Gy以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約850例(約11%)が原爆被ばくと関連していると推定される。2)線量反応曲線0-2Gyの範囲は線形である。3)被ばく時年齢が30歳の場合、70歳になった時点で1 Gy被ばく当たり男性で約35%、女性で約58%固形がん罹患率が増加すると推定された。4)固形がんの過剰相対リスク(ERR)は被ばく時年齢が10歳増加する毎に約17%減少。このリスクは調査期間全体で増加する傾向。5)口腔がん、胃がん、結腸がん、肝臓がん、肺がん、皮膚がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経がん、甲状腺がん、放射線関連リスクが有意に増加した。直腸がん、胆のうがん、膵臓がん、前立腺がん、腎臓がんには有意なリスクは示唆されなかった。(新たに判明したこと)1)低線量では、被ばく線量区分を0から0.15 Gyまで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。2)食道がんのリスクが有意となった。3)20歳未満の被ばくが子宮がんのリスクを増加する可能性がある。4)肉腫を含め、検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。
-------------------------	--

書誌情報	作業 No.	766	著者	Preston DL, Pierce DA, Shimizu Y, Cullings HM, Fujita S, Funamoto S, Kodama K
	PMID(PubMedID)		タイトル	Effect of Recent Changes in Atomic Bomb Survivor Dosimetry on Cancer Mortality Risk Estimates
	研究方法	コホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	Radiation Research, 2004, 162, 377-389
対象	国	日本	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	情報なし(一般市民)		
	従事作業	原爆(広島、長崎)		
	人数	86,611 人(固形がん)86,955 人(白血病)		
	年齢	0 歳から 50 歳以上まで 10 歳毎に区別		
	性別	区別なし		
追跡	比較群	表4, 7に自然発生の予測値		
	追跡期間	1950年から2000年まで、最新は2003年まで		
追跡率	追跡率	記載なし		
	作業名	原爆(広島、長崎)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	中性子のRBEは通常値の10としているが、もう少し大きくしても、中性子の量が少ないので影響は小さいであろう。広島と長崎の差は小さい。線量を変えても長崎の工場労働者の明らかに小さ過ぎるがん発生リスクの理由は明らかにならなかった。
ばく露指標	外部ばく露	DS86とDS02の計算なので、外部被ばくが主である		
	内部ばく露			
ばく露レベル	ばく露期間	記載なし		
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	記載なし		
	濃度範囲	結腸線量(Sv)で、5 mSv から 3 Sv まで		
	線種・核種	ガンマ線と中性子		
健康影響	影響の種類	固形がんと白血病による死亡	影響評価の精度	記載なし
	情報源	RERFのデータ	観察バイアス	記載なし
	収集の方法	情報なし	(問題点を記載)	
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	被ばく年齢と爆心地からの距離		
解析	使用モデル	ERRとEAR		
	交絡調整方法	特になし		
アウトカム指標およびアウトカム	広島と長崎の原爆被ばく線量がDS86からDS02に変更され、ガンマ線の被ばく線量が8%ほど増え、中性子線量が広島で10-30%、長崎で20-40%減少したことにより、固形がんと白血病の死亡リスクが共にSv当たりで8%ほど減少したことを、被ばく時の年齢別に分けて、コホート研究で明らかにしている。			

書誌情報	作業 No.	646	著者	Cardis E, Vrijheid M, Blettner M, Gilbert E, Hakama M, Hill C, Howe G, Kaldor J, Muirhead CR, Schubauer-Berigan M, Yoshimura T, Bermann F, Cowper G, Fix J, Hacker C, Heinmiller B, Marshall M, Thierry-Chef I, Utterback D, Ahn YO, Amoros E, Ashmore P, Auvinen A, Bae JM, Solano JB, Biau A, Combalot E, Deboodt P, Diez Sacristan A, Eklof M, Engels H, Engholm G, Gulis G, Habib R, Holan K, Hyvonen H, Kerekes A, Kurtinaitis J, Malke H, Martuzzi M, Mastauskas A, Monnet A, Moser M, Pearce MS, Richardson DB, Rodriguez-Artalejo F, Rogel A, Tardy H, Telle-Lamberton M, Turai I, Usel M, Veress K.
	PMID(PubMedID)	15987704	タイトル	Risk of cancer after low doses of ionising radiation: retrospective cohort study in 15 countries.
	研究方法	後向きコホート研究(15 各国)	雑誌名・年・巻・頁	BMJ. 9:331(7508):77-80;2005
対象	国	オーストラリア、ベルギー、カナダ、フィンランド、フランス、ハンガリー、日本、韓国、リトアニア、スロバキア、スペイン、スウェーデン、スイス、イギリス、アメリカ 【表 1】	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	各国の原子力産業(原子力発電所、核兵器開発、核燃料生産、放射性同位体生産、原子炉、核兵器研究を行う施設であり、ウラン炭坑は除く。)		
	従事作業・被ばく 露対象	核関連施設の従事者で低濃度電離放射線のばく露を受ける者		
	人数	407,391 人 (5,192,710 人年) 【表 1】		
	(被ばく)年齢	情報なし		
	性別	男性 90%、女性 10%		
	比較群	核産業の非ばく露従事者のうち生存者		
追跡	追跡期間	各試験により最短 5 年から最長 42 年 【表 1】		
	追跡率	情報なし		
ばく露指標	作業名	原子力発電所、核兵器開発、核燃料生産、放射性同位体生産、原子炉、核兵器研究	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	施設と時間およびバイアスとなる要素の数量化を交差して線量推定の比較をし、線量記録を再構築した。外部線量以外(中性子、内部被ばく)からの線量をもつことが疑われる労働者は除外した。
	外部ばく露	外部光子線(X線、γ線)		
	内部ばく露	—		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	臓器線量は、適切な臓器線量バイアス因子で記録された線量を除して得た。大腸と活性骨髄の線量を全がん死亡の分析に使用。
	ばく露年数	—		
	平均濃度	平均個人累積線量 19.4 mSv 【表 1】 【図 1 は分布】		
	範囲	各試験の平均個人累積線量として、3.8-62.3 mSv 【表 1】 (労働者の 90%は、< 50 mSv、0.1%は、> 500 mSv の線量だった。)		
	線種・核種	外部光子線(X線、γ線)		
健康影響	影響の種類	全がん死亡	影響評価の精度	記載なし
	情報源	線量は、個人線量計死亡は国・州の死亡登録、もしくは地方行政局の記録	観察(情報)バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	情報なし		

交絡因子の収集	喫煙	喫煙による全がん(白血病、肺がん、胸膜がんを除く)の ERR/Sv は 0.59 (-0.29 -1.70)、喫煙関連がんの ERR/Sv は 0.91 (-0.11 -2.21)、これは肺がん 1.86 (0.26 -4.01)が寄与する。肺がんを除いた場合、ERR/Sv は 0.21 (<0 -2.01)であり、リスク増加の根拠が少ない。	交絡バイアス (問題点を記載)	非腫瘍性気管支疾患による死亡の ERR/Sv は、1.16(-0.53 - 3.84)、慢性閉塞性気管支炎や気腫による死亡の ERR/Sv は、2.12(-0.57 -7.46)
	その他	喫煙や食習慣は社会経済性と強い相関にあり、これらを調整することで効果が制御されるが、先行研究においては、喫煙のみ線量と関連があることが見出されている。		
解析	使用モデル	線形相対リスクのポアソン回帰モデル(白血病のラグは2年、他のがんのラグは10年とし、それぞれのラグで感度分析を行う。)		
	交絡調整方法	喫煙の因子を間接分析		

アウトカム指標およびアウトカム	<p>全がんの ERR/Sv は、0 以上(RR では、100mSv あたり 1.10 に相当)。(【表 2】)</p> <p>固形がんの ER は有意ではないが原爆生存者に比べ高い。(【表 2】)</p> <p>CLL を除く白血病の ERR/100mSv は 1.19 であり、この推定は原爆推定者の線形、線形二次の間の数値をとる。(【表 2】)</p> <p>異質性は各国間、コホート間、施設グループ間でのリスク差を示す根拠は見られない ($P>0.2$)。大規模のコホート(100 人以上のがん死亡者あり)間の ERR/Sv は、0.58(カナダ除く)、1.25(UK 除く)であり、原爆生存者の結果に矛盾しない。(【図 2】)</p> <p>潜伏期間の違いを見る感度分析では、ERR/Sv は、5 年で 0.76 (0.07-1.59) 、20 年で 1.68 (0.22 - 3.48)。白血病 (CLL 除く) の ERR/Sv は、潜伏期間 2 年で 1.93 (<0- 8.47) 、潜伏期間 10 年で 2.53 (<0 - 10.45)。</p>
-----------------	--

書誌情報	作業 No.	737	著者	Howe, G. R., L. B. Zablotska, J. J. Fix et al.		
	PMID(PubMedID)	15624306	タイトル	Analysis of the mortality experience amongst U.S. nuclear power industry workers after chronic low-dose exposure to ionizing radiation		
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Radiat. Res. 162(5): 517-526 (2004)		
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	比較的若い対象者が中心		
	施設名	15 施設(付録表 1 参照)				
	従事作業	原子力発電所における作業(詳細は不明)				
	人数	53,698 人				
	年齢	平均 30.5 歳				
	性別	男性 88.1%				
追跡	比較群	米国一般集団				
	追跡期間	1979~1997 年				
ばく露指標	追跡率	情報なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし		
	作業名	原子力発電所における作業(詳細は不明)				
	外部ばく露	情報なし				
ばく露レベル	内部ばく露	情報なし				
	ばく露期間	1983~1995 年				
	ばく露年数	11.9 年				
	平均濃度	25.7mSv				
健康影響	濃度範囲	情報なし				
	線種・核種	情報なし				
健康影響	影響の種類	がん死亡及びその他の死亡【表 5 参照】	影響評価の精度	NDI は高い感度と特異度をもつ		
	情報源	NDI	観察バイアス (問題点を記載)	イベント数が少なく、検出力が低い		
	収集の方法	データリンケージ				
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	喫煙に関する情報を収集していない。社会経済的地位を職業階級によってのみ判断している。		
	その他	性、年齢、暦年、人種、施設、観察年数				
解析	使用モデル	米国一般集団とを基準とした SMR、被ばく量を 4 カテゴリに分けた傾向検定、被ばく量を 12 カテゴリ(擬似連続量)とした線形 ERR モデルによる ERR の推定。				
	交絡調整方法	層化、ERR モデル				
アウトカム指標およびアウトカム	SMR では健康職業効果が強く見られた【表 2】。被ばく量とイベント発生との量反応関係は、白血病【表 3】、固形がん【表 4】、その他の疾患【表 5】のいずれにおいても有意にならなかった。					

書誌情報	作業 No.	769	著者	T.Aoyama, S.Yoshinaga, Y.Yamamoto, H.Kato, Y.Shimizu, et al.
	PMID(PubMedID)	PubMed に記載なし	タイトル	Mortality Survey of Japanese radiological technologists during the period 1969-1993
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年;巻:頁	Radiat Prot Dosim. 1998; 77:123-128
対象	国	日本	選択バイアス (問題点を記載)	様々な原因による SMR の増加がみられなかったのは、健康労働者効果(healthy worker effect)や、放射線作業従事者は健康診断などをより多く行うことによる利益によるものである可能性がある
	施設名	厚生労働省に登録済みの放射線従事者(radiological technologist)		
	従事作業	放射線を取り扱う作業		
	人数	12,133 人(270,585 人年)		
	年齢	34 歳		
	性別	男性		
追跡	追跡期間	1969~1993 年	追跡率	約 97.9%(誕生年で3つのサブコホートにわけた打ち切り割合を表 2 に記載)
	追跡率			
ばく露指標	作業名	記載なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	1933 年以前に生まれた対象者 3,481 名については、山本法によりばく露量を推定
	外部ばく露	記載なし		
	内部ばく露	記載なし		
ばく露レベル	ばく露期間	記載なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	466.0mGy		
	濃度範囲	標準偏差 273.0mGy		
	線種・核種	記載なし		
健康影響	影響の種類	がん、白血病などによる死亡	影響評価の精度	記載なし
	情報源	死亡診断書のコピー	観察バイアス (問題点を記載)	転移性腫瘍の扱いなど、脳腫瘍診断の定義が明確でない。また ICD9 では非実質脳内腫瘍(髄膜腫など)を脳の悪性新生物と定義していないため、脳腫瘍の期待死亡数が過小推定され、したがって脳腫瘍の SMR が過大評価されている可能性がある(注:この研究では非実質脳内腫瘍を脳腫瘍に含めていると考えられる)。
	収集の方法	記載なし		
交絡因子の収集	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	たばこやアルコールなどの交絡要因などで調整を行っていない
	その他	なし		
解析	使用モデル	SMR、ポアソン回帰モデル	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法	総ばく露量をカテゴリー化して、ポアソン回帰モデルの説明変数とする(分類は 0.5Gy 未満、0.5-0.69Gy、0.70-0.99Gy、1.0Gy 以上(表 6))		
アウトカム指標およびアウトカム	全ての原因による死亡、全ての悪性新生物、白血病、肺がん、胃がん、大腸がん、脳腫瘍、その他神経系のがんの SMR はそれぞれ順に 0.64(0.60-0.69)、0.81(0.74-0.89)、1.31(0.80-2.02)、0.62(0.47-0.80)、0.65(0.53-0.79)、1.29(0.90-1.80)、3.58(1.64-6.79)、7.27(1.09-26.3)であった(括弧内は 95%CI を示す)。推定総ばく露量と、脳腫瘍とその他神経系のがんを除く主要部位のがん、脳卒中、心疾患には有意な関連はみられなかった。			

書誌情報	作業 No.	87	著者	Cardis E,Gilbert ES,Carpenter L,Howe G,Kato I, Armstrong BK,BeralV,Cowper G, Douglas A,Fix J,et al
	PMID(PubMedID)	7724726	タイトル	Effects of low doses and low dose rates of external ionizing radiation:cancer mortality among nuclear industry
	研究方法	7コホートの死亡と過剰相対危険度(ERR)のプール解析	雑誌名・年・巻・頁	Radiat Res142:117-132;1995
対象	国	アメリカ(3報)、イギリス(3報)、カナダ(1報) 計7報	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	アメリカ(Hanford, Rocky Flats, ORNL)、イギリス(Sellafield, AEA, AWE)、カナダ(AECL)		
	従事作業	以下で6か月以上従事する者: アメリカ(Hanford:プルトニウム精製, Rocky Flats:プルトニウム核兵器、ORNL:原子力研究)、イギリス(Sellafield:核燃料再処理、AEA:核処理研究、AWE:核兵器研究)、カナダ(AECL:核関連技術研究)		
	人数	2,124,526人年【表2】 (7コホート個別内訳も表2)		
	年齢	情報なし		
	性別	女性が14.6%、男性が85.4%【表2】		
	比較群	0mSvの非死亡、非罹患との直接比較。高線量(原爆生存者など)の調査によるモデルに基づく間接比較。		
追跡	追跡期間	平均24年 アメリカ(Hanford:1944-1986, Rocky Flats:1951-1979, ORNL:1943-1984)、イギリス(Sellafield:1947-1988, AEA,AWE:1946-1988)、カナダ(AECL:1956-1985)【表2】	影響評価の精度	記載なし
	追跡率	情報なし		
ばく露指標	作業名	放射性物質を扱う核施設もしくは各研究の従事者	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	臓器組織の線量は低いと考える。放射性核種摂取による光子、中性子による被ばく線量は推定できないが、補助的な解析により除外。
	外部ばく露 内部ばく露	電離放射線に全身ばく露を受けている者を対象		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	臓器組織の線量は低いと考える。放射性核種摂取による光子、中性子による被ばく線量は推定できないが、補助的な解析により除外。
	ばく露年数	少なくとも6か月以上の作業従事記録がある者を包含(具体的な数値は情報なし)。		
	平均濃度	全コホートの平均累積線量は40.2mSv。(但し男性(46.0mSv)と女性(6.2mSv)で線量に差異あり。)集団線量は3,843.2Sv。アメリカ(Hanford:877.2, Rocky Flats:241.8, ORNL:141.4)、イギリス(Sellafield:1,309.6, AEA,AWE:958.6)、カナダ(AECL:314.6)単位はSv【表2】		
	濃度範囲	分布は非対称【図1】。累積線量として10mSv以下が60%、50mSv以下が80%、400mSv以上が2%以下。		
	線種・核種	電離放射線		
健康影響	影響の種類	がんによる死亡	影響評価の精度	記載なし
	情報源	各コホート結果	観察バイアス	記載なし
	収集の方法	各コホート論文(原データの提供の有無については情報なし)	(問題点を記載)	
交絡因子の収集	喫煙	情報量が限定されているため、喫煙に関連するがん死亡と非悪性上気道疾患(肺炎を除く)によるがん死亡は喫煙による交絡の間接指標とする。	交絡バイアス、異質性評価 (問題点を記載)	・生活関連被ばくや医療被ばくの情報が不明なため暗黙の前提としてそれらは交絡として考慮しない。地域性に基づく自然放射線被ばくの影響は考慮に入れる。 ・ERR/Svの異質性は各関連因子を考慮してモデルの尤度を比較した尤度比検定による。施設間での異質性の検出力は弱
	その他	性別、被ばく年齢、労働期間、社会経済的状況(施設内比較)、試験規模(被験者数) 肝硬変はアルコール消費による交絡の潜在指標として扱う。		

解析	使用モデル	死亡と線量 11 段階の傾向検定には線形相対リスクモデルに基づくスコア検定統計量を片側検定。 累積線量は、白血病でラグタイム 2 年、その他による死亡は 10 年。 ERR/Sv は、ポワソン回帰。 核施設でのリスクと高線量でのリスク研究との比較によるリスク推定は 2 つのアプローチ。1 つは定型線形相対リスクモデルでリスクを RERF データにあてはめ IARC (RERF 提供) のデータと比較。カーマ線量 4Gy 以下であり 75 歳以下の被ばくである者に限定。被ばく年齢 (5 年齢階級)、労働期間 (5 年齢階級)、地域 (市)、線量 (9 段階) で調整。2 つ目は、BEIR V モデルにより白血病、上気道系、消化器系、その他のがんを BEIR V の係数で重みづけして測定。白血病については、線形二次モデルでの線量は影響がほとんどないとして線形項を用いる。20 歳以上の男性での推定の振幅は、UNSCEAR と比較して確認。	い。
	交絡調整方法	被ばく年齢 (5 年齢階級)、労働期間 (5 年齢階級)、地域 (市)、線量 (9 段階) で調整。	

アウトカム指標 および アウトカム	<p>全死亡について、観察数/期待数と累積線量の間に関連性は見られない。また喫煙やアルコール消費による関連死亡についても差異も見られない。線量と有意に相関がでた死亡は、CLL を除く白血病 ($p=0.046$) 及び多発性骨髄腫 ($p=0.037$)。【表 3】</p> <p>ERR では、100mSv と 0mSv で比較した場合、白血病 (CLL を除く) では 1.22。特に CML が高い。白血病が全体の ERR を上げるのに寄与している。【表 4】</p> <p>性差、施設間の異質性に伴う死亡と ERR について、男女間でのリスク差はエビデンスが得られなかった。施設間での ERR (白血病を除く全がん) では信頼区間が広が、異質性ではこれらの差は偶然変動によるとしている。【表 5】</p> <p>高線量調査 (原爆生存者など) との比較について、白血病を除く全がんの ERR は、IARC データからの推定値より低く、モデルごとでは BEIR V 推定および UNSCEAR 推定よりも低い。白血病 (CLL を除く) の ERR は、線形二次モデルにもとづく推定値よりは高く、線形モデルにもとづく推定値よりは低くなっている。モデルごとでは BEIR V 推定および UNSCEAR 推定よりも低い。</p> <p>いずれも信頼区間は広い。【表 6】</p> <p>分析手法によるインパクトをみた追加分析では試験規模や関連要因、SES、従業員ばく露期間の影響はほとんどない。【表 7】</p> <p>潜在影響因子ごとの影響をみた場合、ラグタイムが長いほど遅延累積線量は減少し、ERR は単調増加する。【表 8】</p>
-------------------------	---

書誌情報	作業 No.	577	著者	Boice, J. D. Jr., N. E. Day, A. Andersen et al.
	PMID(PubMedID)	3858584	タイトル	Second cancers following radiation treatment for cervical cancer. An international collaboration among cancer registries
	研究方法	コホート	雑誌名・年・巻・頁	J. Natl. Cancer Inst. 1985; 74(5): 955-75
対象	国	カナダ、デンマーク、フィンランド、ノルウェイ、スウェーデン、イギリス、アメリカ、ユーゴスラビア	選択バイアス (問題点を記載)	カルテ情報を調べたところ放射線治療の有無を間違って登録されていた患者がいた。
	施設名	記載なし		
	従事作業	8ヶ国の15のがん登録システムにおいて、子宮頸部がんと診断されがん登録している者で、1年以上を経過している者、子宮頸部がんに放射線治療を受けている者		
	人数	症例:82,616 対照:14,173		
	年齢	記載なし(診断から何年経過しているかで分類)		
	性別	女性のみ		
	比較群	子宮頸部がんと診断されたが、放射線治療を受けていない者		
追跡	追跡期間	症例:平均 7.6 年 対照:平均 6.6 年		
	追跡率	記載なし		
ばく露指標	作業名	子宮頸部がんに放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	がん登録記録には個人の照射線量が記載されていない(周辺臓器は子宮からの距離で3つに分類されている)。組織学診断実施は、症例で78%、対照で83%で、全症例で実施していない。
	外部ばく露	ラジウム		
	内部ばく露	記載なし		
ばく露レベル	ばく露期間	4~8 週間、36 時間を 2 回		
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	記載なし		
	濃度範囲	2000~7000 rad(腫瘍の大きさや患者の状態、施設の方針で異なる)		
	線種・核種	ラジウム		
健康影響	影響の種類	治療後 1 年以降の二次性がんの発生	影響評価の精度	がん登録情報、ICD7、組織学診断による診断。
	情報源	がん登録情報、ICD7 診断、組織学診断	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	がん登録情報収集		
交絡因子の収集	喫煙	記載なし	交絡バイアス (問題点を記載)	肺がんのリスクが高くなったのは、喫煙の影響だと思われる。
	その他	記載なし		
解析	使用モデル	一般女性のリスク比をもとに各群の相対リスク比を算出。		
	交絡調整方法	照射時年齢を層化		
アウトカム指標およびアウトカム	治療後 1 年以降の二次性がんの発生の有無は、対象群:5146 人(子宮周囲臓器の二次性がん RR=1.1、急性・非リンパ性血病 RR=1.3)、比較群:4,736 人(一般女性と有意差なし)であり、放射線被ばくによるリスクの増大は大きくなかった。ただし、二次性がん全体のリスクは、被ばく時に 30 歳未満と 50 歳を超える年齢で高く、30 歳未満の対象群では RR=3.9 であった。			

書誌情報	作業 No.	354	著者	Muirhead CR, Goodill AA, Haylock RG, Vokes J, Little MP, Jackson DA, O'Hagan JA, Thomas JM, Kendall GM, Silk TJ, Bingham D, Berridge GL
	PMID(PubMedID)	10321692	タイトル	Occupational radiation exposure and mortality: second analysis of the National Registry for Radiation Workers
	研究方法	コホート研究の合同解析	雑誌名・年・巻・頁	J Radiol Prot 19:3-26;1999
対象	国	イギリス	選択バイアス (問題点を記載)	拒絶が10%を超えたPMSを使用する施設およびNE Heysham発電所は解析から除外。Dungenessは監査データの結果から、Harlepool発電所は死亡率が非常に低いことが第1回解析で示されたことにより、解析から除外。
	施設名	第1回解析の継続追跡 AWE、BNFL、DRPS にモニターされるMOD、NE/MG、UKAEA、第2回解析に追加した団体として、CLRC、MRC-RBU、NRPB、Nycomed Amersham plc、Rolls-Royce and Associates Ltd、Scottish Nuclear Ltd、NRPB のPMSをh使用していたいくつかの団体【表1】		
	従事作業	英国の原子力産業で放射線作業に従事し、英国放射線業務従事者登録(NRRW)に登録された放射線作業員		
	人数	2,063,300 人年 124,743 人【表1】		
	(被ばく)年齢	情報なし		
	性別	女性は9%、男性91%【表2】女性は男性に比して若く、生涯線量も低い。		
	比較群	被ばく露対象のうち、追跡期間に生存者		
追跡	追跡期間	情報なし 1992 年末までの情報	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	従事施設を2つ以上変更していた労働者(7%)は、統合した線量と労働履歴を作成した。第1回解析と同様、外部放射線被ばくの調査に限定。
	追跡率	死亡:12,972人、移住:2,819人、解析に十分な情報の追跡不能:72人計15,865人(13%)が追跡期間終了時に追跡不能		
ばく露指標	作業名	原子力産業の放射線作業	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	従事施設を2つ以上変更していた労働者(7%)は、統合した線量と労働履歴を作成した。第1回解析と同様、外部放射線被ばくの調査に限定。
	外部ばく露	情報なし		
	内部ばく露	—		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	従事施設を2つ以上変更していた労働者(7%)は、統合した線量と労働履歴を作成した。第1回解析と同様、外部放射線被ばくの調査に限定。
	ばく露年数	作業開始からの年数として、0~30+年の範囲【表4】		
	平均濃度	平均線量 30.5mSv (施設により1.9-87.4)【表1】		
	範囲	解析対象の63%(78,501人)が生涯線量10mSv以下、100mSvを超える8%の労働者は累積線量(person Sv)の62%に寄与する。		
	線種・核種	情報なし		
健康影響	影響の種類	死亡	影響評価の精度	記載なし
	情報源	England と Wales および Scotland の国民健康サービス中央登録局、情報の補てんには社会保障庁の保険料局のデータと突合。	観察(情報)バイアス (問題点を記載)	記載なし
収集の方法	国民健康サービス中央登録局、社会保障庁の保険料局およびその他の情報源からの情報の相互比較は他の研究機関によって行われた。			
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	第1回解析に使用した、工業労働者、非工業労働者の社会階層区分は調整SMRの過小評価につながる恐れがあるため、影響効果の差や傾向を見る際には最小限にしている。
	その他	性別、暦年、従事階層(工業/非工業/不明)、最初の従業場所		
解析	使用モデル	外部分析(死亡と線量の関係を5年齢階級および個々の暦年で人年計算)は両側検定。傾向テストと年齢、性別などの因子によるSMRの差はカイニ乗検定。 内部分析(死亡と記録線量を他の因子を調整後に関連性を調査)は		

	死亡数と人年(5年階級)は、性別、暦年、従事階層(工業/非工業/不明)、最初の従業場所ごとに層化。死亡の地域性や従事内容による差を区別する目的のためである。この層化にはさらに累積線量を0から400+mSvまで細分化。潜伏期間は、白血病2年、他のがんは10年とし、それぞれ追跡期間が満たないものは解析から除外する。統計的有意基準は、交絡制御のため片側検定(信頼区間は片側、両側で確認)を行う。ERR/unit doseは、最尤度比法で線形相対モデルに従い算出。		
	交絡調整方法	層化	

アウトカム指標 および アウトカム	<p>SMRは、強い“健康労働者効果(HWE)”が見られる。社会階層非調整では、全死亡のSMRは82%(95%CI:81-84, p<0.001)、全腫瘍死亡のSMRは82%(95%CI:79-85)【表3】</p> <p>特に全死亡では、社会階層の調整をしない場合のSMRは、工業労働者(94)は非工業労働者(64)より50%高い。調整後の数値は近似し、それぞれ90と87。【表3】</p> <p>ばく露作業の開始からの期間による全死亡のSMRは、社会階層の調整に関わらず、期間とSMRに強いエビデンスがみられる。作業開始から10-15年において変化が見られ、その後は、横ばい状態に達する。全がんでも同様の現象がみられ、横ばい状態に達するのは約5年。【表4】</p> <p>部位ごとでは、潜伏期間を考慮しない場合のSMRはほとんどの部位で100以下。胸膜のみ有意差ありSMR193。潜伏期間を考慮した場合も、ほぼ近似値を示すが、甲状腺がんのみ11の死亡に基づいたSMRは上昇。SMR180。【表5】</p> <p>内部分析では、全がんのERR/Svは、0に近い(0.09;90%CI:-0.27-0.52)。【表6】</p> <p>部位ごとの線量区分層化結果は、表6。</p>
-------------------------	--

書誌情報	作業 No.	686	著者	Krestinina, L. Y., D. L. Preston, E. V. Ostroumova et al.
	PMID(PubMedID)	16238437	タイトル	Protracted radiation exposure and cancer mortality in the Techa River cohort
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Radiat. Res. 164(5): 602-611 (2005)
対象	国	ロシア	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	Extended Techa River Cohort (マヤーク核施設付近テカ川沿いの住民コホート)		
	従事作業	テカ川流域の地域に在住		
	人数	29,873 人		
	年齢	表 2 参照		
	性別	表 2 参照		
追跡	比較群	ロシア一般集団	追跡期間	1950~1999 年
	追跡率	76.5% (7,023 人が追跡不能)		
ばく露指標	作業名	テカ川流域の地域に在住	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	線量測定方法が追跡途中で変わった。
	外部ばく露	テカ川の沈殿物や氾濫原から生じるγ線		
ばく露レベル	内部ばく露	Cs137、Sr90 などを含む水や牛乳、食品の摂取	影響評価の精度	剖検と診断での死亡原因との一致率は 90%
	ばく露期間	1950 年か対象地域に転入してきた年から、転出か 1999 年まで		
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	情報なし		
	濃度範囲	情報なし		
線種・核種	情報なし			
健康影響	影響の種類	骨がんを除く固形がんによる死亡、白血病による死亡	観察バイアス (問題点を記載)	転出により 11% が追跡不能になっている
	情報源	ICD-9 による死亡診断書	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	収集の方法	ウラル放射線医学研究センター病院におけるインタビュー調査		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	使用モデル	ERR モデル、EAR モデル
	その他	性、人種、追跡開始年、死亡時年齢		
解析	交絡調整方法	層化、ERR モデル、EAR モデル		
	アウトカム指標およびアウトカム	固形癌での ERR モデルは線形モデルが有意で、推定 ERR は 0.92【表 4】、交互作用は追跡開始時年齢と研究終了時年齢でみられた【表 5】。白血病でも線形モデルが有意で、推定 ERR は 6.5【表 7】。		

脳・中枢神経系のがんと放射線被ばくに関する医学的知見について

I. 脳・中枢神経系のがんに関する文献レビュー結果

1. 原爆被ばく者を対象とした疫学調査

文献 No.765

Preston. D. L., Ron. E, Tokuoka S., Funamoto. S, Nishi. N, Soda, M, Mabuchi. K, Kodama. K

Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors

RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007 年)

広島、長崎の原爆被ばく者のうち、1958 年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2 に基づいて個人線量が推定されている中で 1958 年から 1998 年までに診断された第一原発がん 17,448 例の解析を実施したコホート研究。

男性 1,040,278 人年、女性 1,724,452 人年の計 2,764,730 人年 (105,427 人) について、1958 年から 1998 年 12 月末までを追跡期間とした。追跡率は 99%。

解析にあたっては、ERR と EAR モデルを用い、各モデルの変化、そして両モデル間の差違の変化を BEIR VII モデルで解析。

解析結果は以下のとおり。

1) 寿命調査集団では、結腸線量が 0.005 Gy 以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約 850 例 (約 11%) が原爆被ばくと関連していると推定された。2) 線量反応曲線 0-2Gy の範囲は線形であった。神経がん、で放射線関連リスクが有意に増加した。

また、新たに判明したこととして、低線量では、被ばく線量区分を 0 から 0.15 Gy まで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。肉腫を含め、検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。

文献 No.401

Preston DL, Ron E, Yonehara S, Kobuke T, Fujii H, Kishikawa M, Tokunaga M, Tokuoka S, Mabuchi K

Tumors of the nervous system and pituitary gland associated with atomic bomb radiation exposure

J Natl Cancer Inst 94:1555-1563;2002

広島、長崎の両原爆被ばく者を対象とした 1,989,297 人年 (80,160 人) のコホート研究。性別は、女性 1,244,140 人年、男性 745,157 人年。比較対照は被ばく露対象のうち、1958 年から 1995 年の間に中枢神経・脳下垂体系の腫瘍が観察されていない者とした。追跡率は 99%。

ばく露レベル、線量についての情報は不明だが、解析では脳線量 (Sv) として <0.005 から ≥ 1.00 を5段階に分類して適用した。解析にあたっては、ERR と EAR のモデルはポワソン回帰で最尤推定を実施した。また、考えられる効果修飾因子として、発症年齢、AHS (Adult Health Study)への参加登録、被ばく年齢、被ばくからの期間が挙げられた。

神経鞘腫の線量相関が強く示され、粗率では他の腫瘍でも同様であった。男性でより強く相関がみられた。用量線形と仮定すると、中枢神経系の ERR は 1.2 (95%CI : 0.6-2.1)、特に神経鞘腫がもっとも大きかった (ERR4.5 (95%CI : 1.9-9.2))。

性別、被ばく年齢、発症年齢で傾向をみた場合、男性は神経鞘腫以外の腫瘍においてより有意差が出やすく (男性 1.4 に対して女性 0.1)、被ばく年齢が 20 歳未満の場合、20 歳以上と比較して、ERR が大きくなる傾向がある。

10 年当たりの EAR 変化推定値は、発症年齢の評価では、統計的に有意なエビデンスは見られなかった。

2. 放射線作業者を対象とした疫学調査

文献 No.769

T.Aoyama, S.Yoshinaga, Y.Yamamoto, H.Kato, Y.Shimizu, et al.

Mortality Survey of Japanese radiological technologists during the period 1969-1993 Br. Radiat Prot Dosim. 1998; 77:123-128

厚生労働省に登録済みの放射線作業員 12,133 人 (270,585 人年) を対象としたコホート研究。追跡期間は 1969~1993 年で追跡率は 97.9%であった。推定総ばく露量と、脳腫瘍 (SMR=3.58; 95%CI: 1.64-6.79) と神経系のがん (SMR=7.27; 95%CI: 1.09-26.3) には有意な関連がみられた。

文献 No.718

Wiggs, L. D., E. R. Johnson, C. A. Cox-Devore et al.

Mortality through 1990 among white male workers at the Los Alamos National Laboratory: considering exposures to plutonium and external ionizing radiation Health Phys. 67 (6) : 577-588 (1994)

米国ロスアラモス国立研究所において核兵器の研究・開発に従事した男性 15727 人を対象としたコホート研究。

追跡期間は平均 29 年、追跡率は 99%。対照は米国における一般集団とした。ばく露期間は 1943 年~1977 年、線種・核種は X 線、 γ 線、ニュートロン、トリチウム、プルトニウム同位体であった。

米国白人男性の死亡率を SMR、年齢と暦年で層別した RR、放射線量と死亡率の量反応関係を調べる傾向検定によって解析した。また、年齢、暦年、人種による層化を实

施した。

解析の結果、ほとんどのがんで有意な死亡率増加は見られなかったが、量反応関係は脳・中枢神経系がんによる死亡で有意となった。

文献 No.653

Wilkinson GS, Tietjen GL, Wiggs LD, Galke WA, Acquavella JF, Reyes M, Voelz GL, Waxweiler RJ.

Mortality among plutonium and other radiation workers at a plutonium weapons facility.

Am J Epidemiol.;125(2):231-50.;1987

米国ロッキーフラッツ核兵器製造施設において、1952-1979年の間に核兵器製造に従事した白人男性 5413 人を対象とするコホート研究。

対象者の就労開始年齢は平均 34.85 歳。追跡期間は平均で 14.49 年、追跡率は 98.9% であった。対照群は同施設に勤務する放射線にばく露していない従業員とされた。

ばく露指標は、外部被ばくとしてガンマ線、中性子線、ベータ線、X 線、内部被ばくとしてプルトニウムへのばく露が挙げられた。外部総線量は 4.13rem/人、内部プルトニウム総ばく露量は、1.75 nCi /人と推定された。

Fisher 直接確率検定を用いて解析を実施。RR の信頼区間は 90%。分析には人年を用いた。

健康労働者効果の影響を回避するために従業員内でばく露群 (2nCi 以上) と非ばく露群 (2nCi 未満) の比較を行った結果、SMR の超過が見られたのは、良性と特定できない新生物で、死亡認定ではこの新生物は頭蓋内腫瘍であった。

<有意でない報告があった研究>

文献 No.737

Howe, G. R., L. B. Zablotska, J. J. Fix et al.

Analysis of the mortality experience amongst U.S. nuclear power industry workers after chronic low-dose exposure to ionizing radiation

Radiat. Res. 162 (5) : 517-526 (2004)

米国の原子力発電所 15 施設において、1979~1997 年の期間のいずれかで作業した労働者 53,698 人 (平均 30.5 歳、男性 88.1%) を対象としたコホート研究。米国一般集団を基準とした SMR、被ばく量を 4 カテゴリに分けた傾向検定、被ばく量を 12 カテゴリ (擬似連続量) とした線形 ERR モデルによる ERR の推定。

SMR では健康職業効果が強く見られたが、被ばく量とイベント発生との量反応関係は、白血病、脳および注水神経系のがんを含む固形がん、その他の疾患のいずれにおいても有意にならなかった。

3. 放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査

文献 No.738

Sadetzki, S., A. Chetrit, L. Freedman et al.

Long-term follow-up for brain tumor development after childhood exposure to ionizing radiation for tinea capitis

Radiat. Res. 163 (4) : 424-432 (2005)

イスラエルにおける 16 歳以下での頭部白癬に対する放射線治療を受けた 10,834 人のコホート研究。良性腫瘍は ERR が 4.63/Gy (95%CI: 2.43-9.12)、EAR が 0.48/千人年・Gy であった。追跡期間は中央値が 40 年であった。悪性腫瘍は ERR が 1.98/Gy (95%CI: 0.73-4.69)、EAR は 0.31 (95%CI: 0.12-0.53) であった。

良性・悪性腫瘍とばく露量との間には正の線量反応関係が見られ、良性腫瘍のみでは 2 次項を含むモデルの方が 1 次項のみを含むモデルより当てはまりが良かった。

文献 No.473

Shore RE, Moseson M, Harley N, Pasternack BS

Tumors and other diseases following childhood x-ray treatment for ringworm of the scalp (Tinea capitis)

Health Phys. 2003; 85: 404-8

アメリカ (ニューヨーク) の Bellevue Hospital において、1940~1959 年に 1~15 歳の間に頭皮白癬の治療で頭頸部に X 線照射を受けた小児 (症例 2,224 人、対照 1,380 人) のコホート研究。頭蓋内腫瘍、症例群 (脳照射平均 1.4Gy) : 対照は 16:1 (SIR = 3.0、95%CI : 1.3-5.9) であった。

文献 No.606

Karlsson, P., E. Holmerg, M. Lundell et al.

Intracranial tumors after exposure to ionizing radiation during infancy. A pooled analysis of two Swedish cohorts of 28,008 infants with skin hemangioma

Radiat. Res. 1998; 150 (3): 357-64

スウェーデンがんセンターにおいて、乳幼児期皮膚血管腫患者における頭蓋内イオン化放射線治療を受けた 28,008 人 (978,916 人年) のコホート研究。追跡期間は 1958-1993 年、追跡率はほぼ 100%。頭蓋内腫瘍発生の SIR は 1.42 (95%CI : 1.13-1.75)、照射量に比例して SIR が増加 (p = 0.02)、ERR = 2.7/Gy (95%CI : 1.0-5.6) しており、照射時月齢が低いほど ERR は高くなっていた (5 か月未満で 4.5、5~7 ヶ月で 1.5、7 ヶ月以降で 0.4)。

文献 No.611

Lindberg, S., P. Karlsson, B. Arvidsson et al.

Cancer incidence after radiotherapy for skin haemangioma during infancy

Acta Oncol. 1995; 34: 735-40

スウェーデンの Sahlgrenska 大学病院 (Gothenburg)において、乳児期における皮膚血管腫治療のための電離放射線治療を受けた 11,807 名 (男女) を対象とした後ろ向きコホート研究。加工した ^{226}Ra を病変の表面に固定する治療器具を用いた際にばく露している (線種: β 線, γ 線 核種: ^{226}Ra γ , ^{226}Ra β , ^{32}P)。エンドポイントはがんの発症。1930-1965 年に乳児であった人で、最大で治療後 55 年間分のデータが解析に用いられた。対照群は、発症者の 75%が属していた、West of Sweden Health Care Region を標準人口とした。追跡期間は、1958-1989 年 (370,517 人年)。治療の手技と用いられた核種を考慮し、期待されるばく露量を算出されている。

225 人において 248 件の発症 (期待数は 204 件)。SIR は 1.21 (95%CI: 1.06-1.37)、ばく露後 5 年間の発症を除外しても SIR は 1.22 (95%CI: 1.07-1.38)。性別では男性 62 件 (SIR: 1.25, 95%CI: 0.96-1.60)、女性 186 件 (SIR: 1.20, 95%CI: 1.03-1.38) と大差なし。治療時期でみると 1950 年より前では発症数 176 件 (SIR: 1.38, 95%CI: 1.37-1.48)、1950 年以降では 72 件 (SIR: 0.94, 95%CI: 0.74-1.19) と、1950 年以前の方が高い。線種ごとでは γ 線で大きく (SIR: 1.26, 95%CI: 1.09-1.42)、 β 線では小さかった (SIR: 0.96, 95%CI: 0.57-1.37)。中枢神経系については発症数 34 件、SIR: 1.85, 95%CI: 1.05-3.09 であった。脳腫瘍の ERR: 10.9/Gy (95%CI: 3.6-20.5), EAR: 5.4/10⁴PY \cdot Gy (95%CI: 1.8-10.1)であった。

文献 No.740

Brada, M., D. Ford, S. Ashley et al.

Risk of second brain tumour after conservative surgery and radiotherapy for pituitary adenoma

Br. Med. J. 304 (6838) : 1343-1346 (1992)

イギリスの Marsden 国立病院において、脳下垂体腺腫の患者のうち、外科的手術後に追加して放射線治療を受けた者 436 人を対象にした症例報告。追跡期間は 3,760 人年であった。放射線治療後の脳腫瘍再発リスクは潜伏期間 10 年で 1.3% (95%CI: 0.4-3.9%)、20 年以上では 1.9% (0.7-5.0%)。標準人口と比べた RR は 9.38 (3.05-21.89) であった。

文献 No.618

Ron E, Modan B, Boice JD Jr, Alfandary E, Stovall M, Chetrit A, Katz L.

Tumors of the brain and nervous system after radiotherapy in childhood

N Engl J Med. 1988; 319: 1033-9

イスラエルにおいて、16歳以下で頭部白癬に対する放射線治療を受けた者 10,834 人を対象にした後ろ向きコホート研究。追跡期間は 1950-1980 年(平均 25 年)であった。神経の新生物は RR 7.0 (95%CI: 4.1-11.6), 過剰リスク: 1.8/1 万人年。良性腫瘍は RR: 9.0 (95%CI: 4.6-17.4)。脳腫瘍の EAR は 0.6/1 万人年・Gy、RR の 1Gy 当たりの上昇割合は 3.0。頭部および頸部の神経がんとばく露量には、正の量反応関係が見られた。

<有意でないと報告があった研究>

文献 No.679

Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.

Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism

J. Am. Med. Assoc. 280 (4) : 347-355 (1998)

米国の 25 の診療所及び英国の 1 診療所において甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素 131 による治療を受けた患者 35,593 人 (738,831 人年) を対象とした後ろ向きコホート研究。エンドポイントはがん死亡で、ばく露評価については、ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない。

放射性ヨウ素と脳がん死亡との関連は見られなかった (SMR0.98)。

文献 No.772

Ryberg M, Lundell M, Nilsson B, Pettersson F.

Malignant disease after radiation treatment of benign gynaecological disorders: a study of a cohort of metropathia patients

Acta Oncol. 1990; 29:563-7

スウェーデン・ストックホルムの治療施設 Radiumhemmet において、不正子宮出血への放射線治療を受けた女性 788 名 (9,289 人年) を対象としたヒストリカルコホート研究。比較群は 1,219 名の同様の疾患を持つ放射線非治療者 (22,060 人年) で、追跡期間 1982 年まで、平均 28.2 年 (範囲 0-56 年)。追跡率約 95%。X 線の線量は子宮腔内治療 : 370-555MBq (16h)、腔内治療 : 2.6GBq (24h)。エンドポイントは悪性腫瘍の発生状況。

放射線治療ばく露群のうち 107 名が、比較群のうち 173 名が悪性腫瘍を発生。一般住民がん登録データと比較すると、ばく露群で 1.22、比較群で 1.09 のリスク比であった。脳がんでのリスク比は 1.67 であったが、有意差は見られなかった。

4. 高自然放射線地域や核実験場周辺の住民等を対象とした疫学調査

対象論文なし

5. その他（その他の作業従事者）

対象論文なし

II. 文献レビュー結果のまとめ

1. 被ばく線量（ばく露評価）に関するまとめ

被ばく線量と死亡率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 769,718,653,737,679 であった。このうち有意な増加があったと報告されている文献は、文献番号 769,718,653 であった。

被ばく線量と罹患率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 765, 401,738,473,606,611,740,772,618 であった。このうち有意な増加があったと報告されている文献は、文献番号 765, 401,738,473,606,611,740,618 であった。

2. 最小被ばく線量に関するまとめ

統計的に有意な増加を報告している文献において、最小被ばく線量に関して報告している文献は無かった。

3. 潜伏期間に関するまとめ

潜伏期間に関して検討している文献は、文献番号 740 であった。

書誌情報	作業 No.	765	著者	Preston, D. L., Ron, E., Tokuoka S., Funamoto, S., Nishi, N., Soda, M., Mabuchi, K., Kodama, K
	PMID(PubMedID)		タイトル	Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors
	研究方法	コホート研究(*1958年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2に基づいて個人線量が推定されている人数。その中で1958年から1998年までに診断された第一原発がん17,448例の解析)	雑誌名・年・巻・頁	RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007年)
対象	国	日本(広島、長崎)	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	情報なし		
	従事作業	原爆(広島、長崎)		
	人数	2,764,730人年(105,427人)		
	(被ばく)年齢	情報なし		
	性別	男性 1,040,278人年、女性 1,724,452人年		
比較群	原爆被ばく者のうち、1958年から1998年の間に第一がん(悪性黒色腫以外の皮膚がんを含む)が観察されていない者			
追跡	追跡期間	1958年から1998年12月末まで		
	追跡率	99%		
ばく露指標	作業名	原爆(広島、長崎)による固形がんの罹患率(生存者)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	追跡対象となる人年は、登録対象地区からの転出・転入があるために調節した。DSO2による臓器個人線量推定値はγ線量と中性子線量の10倍の和として計算した。
	外部ばく露	情報なし		
	内部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし		
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	情報なし		
	濃度範囲	解析では、器官線量(Gy)として<0.005から≥4を4段階に分類(表2)、結腸線量(Gy)として<0.005から≥4を7段階に分類(表4)		
線種・核種	情報なし			
健康影響	影響の種類	固形がん(口腔がん、食道がん、胃がん、肝臓がん、肺がん、黒色腫以外の皮膚がん、結腸がん、直腸がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経系がん、甲状腺がん)の発症	影響評価の精度	記載なし
	情報源	広島・長崎がん登録、放射線影響研究所(広島・長崎、寿命調査)、米国立癌研究所	観察バイアス	記載なし
	収集の方法	上記研究所及びHirosoft Internationalによる報告書	(問題点を記載)	
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	被ばく年齢、被ばくからの期間、性差、		
解析	使用モデル	ERRとEARモデル。各モデルの変化、そして両モデル間の差の変化。BEIR VIIモデル。		
	交絡調整方法			

アウトカム指標 および アウトカム	1)寿命調査集団では、結腸線量が0.005 Gy以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約850例(約11%)が原爆被ばくと関連していると推定される。2)線量反応曲線0-2Gyの範囲は線形である。3)被ばく時年齢が30歳の場合、70歳になった時点で1 Gy被ばく当たり男性で約35%、女性で約58%固形がん罹患率が増加すると推定された。4)固形がんの過剰相対リスク(ERR)は被ばく時年齢が10歳増加する毎に約17%減少。このリスクは調査期間全体で増加する傾向。5)口腔がん、胃がん、結腸がん、肝臓がん、肺がん、皮膚がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経がん、甲状腺がん、放射線関連リスクが有意に増加した。直腸がん、胆のうがん、膵臓がん、前立腺がん、腎臓がんには有意なリスクは示唆されなかった。(新たに判明したこと)1)低線量では、被ばく線量区分を0から0.15 Gyまで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。2)食道がんのリスクが有意となった。3)20歳未満の被ばくが子宮がんのリスクを増加する可能性がある。4)肉腫を含め、検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。
-------------------------	--

書誌情報	作業 No.	401	著者	Preston DL,Ron E,Yonehara S,Kobuke T,Fujii H,Kishikawa M,Tokunaga M,Tokuoka S, Mabuchi K		
	PMID(PubMedID)	12381708	タイトル	Tumors of the nervous system and pituitary gland associated with atomic bomb radiation exposure		
	研究方法	コホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	J Natl Cancer Inst94:1555-1563;2002		
対象	国	日本	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし		
	施設名	情報なし				
	従事作業・被ばく露対象	原爆(広島、長崎)				
	人数	1,989,297 人年 (80,160 人) 【表 1】				
	(被ばく)年齢	情報なし				
	性別	女性 1,244,140 人年、 男性 745,157 人年				
	比較群	被ばく露対象のうち、1958 年から 1995 年の間に中枢神経・脳下垂体系の腫瘍が観察されていない者				
追跡	追跡期間	1958 年から 1995 年末まで追跡	影響評価の精度	記載なし		
	追跡率	99%				
ばく露指標	作業名	原爆(広島、長崎)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	線量測定が不正確なために生じるリスク過小評価もしくは線量反応曲線の歪みを調整するため、非常に大きな体表面防具の線量が計測された LSS 生存者は、4Gy で切り捨て、DS86 の測定結果を使用した。		
	外部ばく露	情報なし				
	内部ばく露	—				
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし				
	ばく露年数	—				
	平均濃度	情報なし				
	範囲	解析では、脳線量(Sv)として <0.005 から ≥1.00 を 5 段階に分類。【表 2】				
	線種・核種	情報なし				
健康影響	影響の種類	脳、頭蓋・脊髄神経、下垂体・松果体の腫瘍			観察(情報)バイアス (問題点を記載)	記載なし
	情報源	広島、長崎のがん登録(良性腫瘍との区別のため広島、長崎の組織登録*および主要な医療機関からの情報も拡大して収集) *組織登録: 剖検、外科病理、臨床記録を集積。			観察(情報)バイアス (問題点を記載)	剖検のみによる ERR 評価は、臨床診断による ERR 評価との間に大きなバイアスを生じない。
	収集の方法	情報なし				
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし		
	その他	考えられる効果修飾因子として、発症年齢、AHS(Adult Health Study)への参加登録、被ばく年齢、被ばくからの期間。				
解析	使用モデル	ERR と EAR のモデルはポワソン回帰で最尤推定を行う。	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし		
	交絡調整方法	交差分類				

アウトカム指標およびアウトカム	<p>神経鞘腫の線量相関が強く示され、粗率では他の主要でも同様であった。男性でより強く相関がみられた。【表 2】</p> <p>用量線形と仮定すると、中枢神経系の ERR は 1.2(95%CI: 0.6-2.1)、特に神経鞘腫がもっとも大きい。ERR 4.5(95%CI: 1.9-9.2)。【表 3】</p> <p>用量相関は線形モデルが当てはまりがよい。【図 1】</p> <p>性別、被ばく年齢、発症年齢で傾向をみた場合、男性は神経鞘腫以外の腫瘍においてより有意差が出やすい(男性 1.4 に対して女性 0.1)。【表 4】</p> <p>被ばく年齢が 20 歳未満の場合、20 歳以上と比較して、ERR が大きくなる傾向がある。【表 4】</p> <p>10 年当たりの EAR 変化推定値は、発症年齢の評価では、統計的に有意なエビデンスは見られない。【表 5】</p>
-----------------	--

書誌情報	作業 No.	769	著者	T.Aoyama, S.Yoshinaga, Y.Yamamoto, H.Kato, Y.Shimizu, et al.
	PMID(PubMedID)	PubMed に記載なし	タイトル	Mortality Survey of Japanese radiological technologists during the period 1969-1993
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年;巻:頁	Radiat Prot Dosim. 1998; 77:123-128
対象	国	日本	選択バイアス (問題点を記載)	様々な原因による SMR の増加がみられなかったのは、健康労働者効果(healthy worker effect)や、放射線作業従事者は健康診断などをより多く行うことによる利益によるものである可能性がある
	施設名	厚生労働省に登録済みの放射線従事者(radiological technologist)		
	従事作業	放射線を取り扱う作業		
	人数	12,133 人(270,585 人年)		
	年齢	34 歳		
	性別	男性		
追跡	追跡期間	1969~1993 年	追跡率	約 97.9%(誕生年で3つのサブコホートにわけた打ち切り割合を表 2 に記載)
	追跡率			
ばく露指標	作業名	記載なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	1933 年以前に生まれた対象者 3,481 名については、山本法によりばく露量を推定
	外部ばく露	記載なし		
	内部ばく露	記載なし		
ばく露レベル	ばく露期間	記載なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	466.0mGy		
	濃度範囲	標準偏差 273.0mGy		
	線種・核種	記載なし		
健康影響	影響の種類	がん、白血病などによる死亡	影響評価の精度	記載なし
	情報源	死亡診断書のコピー	観察バイアス (問題点を記載)	転移性腫瘍の扱いなど、脳腫瘍診断の定義が明確でない。また ICD9 では非実質脳内腫瘍(髄膜腫など)を脳の悪性新生物と定義していないため、脳腫瘍の期待死亡数が過小推定され、したがって脳腫瘍の SMR が過大評価されている可能性がある(注:この研究では非実質脳内腫瘍を脳腫瘍に含めていると考えられる)。
	収集の方法	記載なし		
交絡因子の収集	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	たばこやアルコールなどの交絡要因などで調整を行っていない
	その他	なし		
解析	使用モデル	SMR、ポアソン回帰モデル	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法	総ばく露量をカテゴリー化して、ポアソン回帰モデルの説明変数とする(分類は 0.5Gy 未満、0.5-0.69Gy、0.70-0.99Gy、1.0Gy 以上(表 6))		
アウトカム指標およびアウトカム	全ての原因による死亡、全ての悪性新生物、白血病、肺がん、胃がん、大腸がん、脳腫瘍、その他神経系のがんの SMR はそれぞれ順に 0.64(0.60-0.69)、0.81(0.74-0.89)、1.31(0.80-2.02)、0.62(0.47-0.80)、0.65(0.53-0.79)、1.29(0.90-1.80)、3.58(1.64-6.79)、7.27(1.09-26.3)であった(括弧内は 95%CI を示す)。推定総ばく露量と、脳腫瘍とその他神経系のがんを除く主要部位のがん、脳卒中、心疾患には有意な関連はみられなかった。			

書誌情報	作業 No.	718	著者	Wiggs, L. D., E. R. Johnson, C. A. Cox-Devore et al.
	PMID(PubMedID)	7960779	タイトル	Mortality through 1990 among white male workers at the Los Alamos National Laboratory: considering exposures to plutonium and external ionizing radiation
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Health Phys. 67(6): 577-588 (1994)
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	当該研究所のみの比較なので、外部妥当性がない。
	施設名	ロスアラモス国立研究所		
	従事作業	核兵器の研究や開発		
	人数	15,727 人		
	年齢	情報なし		
	性別	全員男性		
追跡	比較群	米国一般集団		
	追跡期間	平均 29 年		
追跡	追跡率	98%		
	作業名	核兵器の研究や開発	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
ばく露指標	外部ばく露	情報なし		
	内部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	ばく露期間	1943~1977 年		
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	情報なし		
	濃度範囲	情報なし		
	線種・核種	X 線、 γ 線、ニュートロン、トリテウム、プルトニウム同位体		
健康影響	影響の種類	部位別がん死亡	影響評価の精度	情報なし
	情報源	NDI	観察バイアス (問題点を記載)	イベント数が少ないため、量反応関係の傾向検定が有意にならなかった可能性
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	他の研究施設内の有害な化学物質による影響を考慮していない。
	その他	年齢、暦年、人種		
解析	使用モデル	米国白人男性の死亡率を SMR、年齢と暦年で層別した RR、放射線量と死亡率の量反応関係を調べる傾向検定。		
	交絡調整方法	層化		
アウトカム指標およびアウトカム	ほとんどのがんで有意な死亡率増加は見られなかったが、肺がんでは RR が 1.78 となった【表 2】。量反応関係は脳・中枢神経系がん、食道がん、ホジキン病による死亡で有意となった【表 3~6】。			

書誌情報	作業 No.	653	著者	Wilkinson GS, Tietjen GL, Wiggs LD, Galke WA, Acquavella JF, Reyes M, Voelz GL, Waxweiler RJ.
	PMID(PubMedID)	3812431	タイトル	Mortality among plutonium and other radiation workers at a plutonium weapons facility.
	研究方法	コホート研究	雑誌名, 年, 巻, 頁	Am J Epidemiol.;125(2):231-50.;1987
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	一般国民に比較したロッキーフラッツで働く者の死亡率は有意に低い。”健康な労働者”効果による。ばく露量に基づいてばく露群、非ばく露群を分けているが、誤分類があった場合、評価を真の効果より小さく見積もることが引き起こされる。
	施設名	ロッキーフラッツ核兵器製造施設		
	従事作業	1952-1979年にロッキーフラッツ核兵器製造施設に従事する男性		
	人数	5,413人		
	年齢	従事開始時の平均年齢として34.85歳		
	性別	白人男性 100%		
	比較群	ばく露していない従事者		
追跡	追跡期間	14.49年	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	内部ばく露: プルトニウムの被ばくは、尿中バイオアッセイにより採取され、Langhamの方程式に基づいて算出した。約2nCi以下の全身蓄積は信頼性の低い測定とされ、2nCi以上を被ばくとして規定した。外部ばく露: 総累積ばく露量を1remを超える場合に被ばくとして規定した。
	追跡率	(追跡不能 1.1%) より 98.9%		
ばく露指標	作業名	核兵器製造	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	内部ばく露: プルトニウムの被ばくは、尿中バイオアッセイにより採取され、Langhamの方程式に基づいて算出した。約2nCi以下の全身蓄積は信頼性の低い測定とされ、2nCi以上を被ばくとして規定した。外部ばく露: 総累積ばく露量を1remを超える場合に被ばくとして規定した。
	外部ばく露	治療放射線(ガンマ線、中性子線、ベータ線、X線)		
	内部ばく露	プルトニウム		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	内部ばく露: プルトニウムの被ばくは、尿中バイオアッセイにより採取され、Langhamの方程式に基づいて算出した。約2nCi以下の全身蓄積は信頼性の低い測定とされ、2nCi以上を被ばくとして規定した。外部ばく露: 総累積ばく露量を1remを超える場合に被ばくとして規定した。
	ばく露年数	-		
	平均濃度	外部総線量は、4.13rem/人。内部プルトニウム総ばく露量は、1.75 nCi /人。		
	範囲	情報なし		
	線種・核種	プルトニウム—239		
健康影響	影響の種類	全がん死亡	影響評価の精度	記載なし
	情報源	社会保障庁の健康局および年金・退職者記録	観察(情報)バイアス (問題点を記載)	誤分類による過小評価を小さくするために、ばく露群・非ばく露群の内部比較では、プルトニウムもしくは外部線量のどちらかがテストされた者を比較した。そのため、結果の妥当性は上がったが、精度は下がった。
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	プルトニウム被ばくと外部被ばく(中性子線やガンマ線)との交互作用が考えられる。またプルトニウムを扱うものは有害物によるばく露も考えられる。
	その他	年齢、性別、暦年		
解析	使用モデル	RRの信頼区間は90%Fisher直接確率検定。分析には人年を用いた。	交絡バイアス (問題点を記載)	プルトニウム被ばくと外部被ばく(中性子線やガンマ線)との交互作用が考えられる。またプルトニウムを扱うものは有害物によるばく露も考えられる。
	交絡調整方法	年齢、暦年を最大尤度比を用いて層化		

アウトカム指標およびアウトカム	SMRは全死亡、全がん死亡を含み、ほとんどの特定の部位において低い。超過が見られたのは、良性と特定できない新生物で、死亡認定ではこの新生物は頭蓋内腫瘍であった。【表1】健康労働者効果の影響を回避するために従業員内でばく露群(2nCi以上)と非ばく露群(2nCi未満)の比較を行った。年齢、暦年を調整した。2年時点の結果では、リンパ性新生物のRRが高い(RR=7.69;90%CI:0.99-72.93)。【表2】5年時点の結果では、リンパ性腫瘍RR=9.86(90%CI:1.26-94.03)。【表3】10年時点(固形がんの最短発症年月として認められる)の結果では、リンパ性腫瘍はRR=5.22(90%CI:0.57-38.80)に減少している。全死亡で見るとRR=1.39(90%CI:1.04-1.87)とわずかに増加。肺がんによるRR=1.43(90%CI:0.33-4.65)は、2年、5年時点において見られなかった傾向。【表4】従業員内での外部ばく露(1remを超える)と非ばく露(1rem以下)の2年時点【別表2】、5年時点【別表3】、10年時点【表5】も同様の分析を行った。線量相関をプルトニウム全身負荷量3段階で見た場合、線形の傾向は見られなかった。【表6】外部線量との線量相関も見られなかった。【表7】
-----------------	---

書誌情報	作業 No.	737	著者	Howe, G. R., L. B. Zablotska, J. J. Fix et al.
	PMID(PubMedID)	15624306	タイトル	Analysis of the mortality experience amongst U.S. nuclear power industry workers after chronic low-dose exposure to ionizing radiation
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Radiat. Res. 162(5): 517-526 (2004)
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	比較的若い対象者が中心
	施設名	15 施設(付録表 1 参照)		
	従事作業	原子力発電所における作業(詳細は不明)		
	人数	53,698 人		
	年齢	平均 30.5 歳		
	性別	男性 88.1%		
追跡	比較群	米国一般集団		
	追跡期間	1979~1997 年		
ばく露指標	追跡率	情報なし		
	作業名	原子力発電所における作業(詳細は不明)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	外部ばく露	情報なし		
内部ばく露	情報なし			
ばく露レベル	ばく露期間	1983~1995 年		
	ばく露年数	11.9 年		
	平均濃度	25.7mSv		
	濃度範囲	情報なし		
健康影響	線種・核種	情報なし		
	影響の種類	がん死亡及びその他の死亡【表 5 参照】	影響評価の精度	NDI は高い感度と特異度をもつ
	情報源	NDI	観察バイアス (問題点を記載)	イベント数が少なく、検出力が低い
交絡因子の収集	収集の方法	データリンケージ		
	喫煙	情報なし		
解析	その他	性、年齢、暦年、人種、施設、観察年数	交絡バイアス (問題点を記載)	喫煙に関する情報を収集していない。社会経済的地位を職業階級によってのみ判断している。
	使用モデル	米国一般集団とを基準とした SMR、被ばく量を 4 カテゴリに分けた傾向検定、被ばく量を 12 カテゴリ(擬似連続量)とした線形 ERR モデルによる ERR の推定。		
	交絡調整方法	層化、ERR モデル		
アウトカム指標およびアウトカム	SMR では健康職業効果が強く見られた【表 2】。被ばく量とイベント発生との量反応関係は、白血病【表 3】、固形がん【表 4】、その他の疾患【表 5】のいずれにおいても有意にならなかった。			

書誌情報	作業 No.	738	著者	Sadetzki, S., A. Chetrit, L. Freedman et al.
	PMID(PubMedID)	15799699	タイトル	Long-term follow-up for brain tumor development after childhood exposure to ionizing radiation for tinea capitis
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年:巻:頁	Radiat. Res. 163(4): 424-432 (2005)
対象	国	イスラエル	選択バイアス (問題点を記載)	ばく露群の年齢が16歳以下に限定されている。 ばく露量が一定範囲に限られている。
	施設名	情報なし		
	従事作業	16歳以下での、頭部白癬に対する放射線治療		
	人数	10,834人		
	年齢	情報なし		
	性別	男性 5,298人、女性 5,536人		
比較群	全人口から選んだ 10,834人(性別、年齢、出生国(イスラエル、アフリカ、アジア)、イスラエルへの移住時期でマッチング)と、ばく露群の子どもから選んだ 5,392人(年齢、出生国、移住時期でマッチング)			
追跡	追跡期間	中央値 40年(ばく露群 1,069,450人年、非ばく露群 1,069,043人年)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	モデルを用いて算出しており、各子どもの実際のばく露量を測っていない。 2コース以上の治療を受けた場合、コース間で間隔が空いたことになるが、もし全コースを通して受けたばく露量を1度に受けていた場合と影響の大きさが異なる可能性がある。
	追跡率	—		
ばく露指標	作業名	頭部白癬に対する放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	モデルを用いて算出しており、各子どもの実際のばく露量を測っていない。 2コース以上の治療を受けた場合、コース間で間隔が空いたことになるが、もし全コースを通して受けたばく露量を1度に受けていた場合と影響の大きさが異なる可能性がある。
	外部ばく露	患部へのX線照射		
ばく露レベル	内部ばく露	—	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	モデルを用いて算出しており、各子どもの実際のばく露量を測っていない。 2コース以上の治療を受けた場合、コース間で間隔が空いたことになるが、もし全コースを通して受けたばく露量を1度に受けていた場合と影響の大きさが異なる可能性がある。
	ばく露期間	治療は1コース5日間、ばく露群の9%は2コース以上を受けた		
	ばく露年数	—		
	平均濃度	脳のばく露量は平均 1.5 Gy		
	濃度範囲	1.0-6.0 Gy		
線種・核種	X線	影響評価の精度	情報なし	
健康影響	影響の種類	脳の良性・悪性腫瘍	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし
	情報源	イスラエルがん登録、医学的書類、イスラエル人口登録		
	収集の方法	がん登録の情報を医学書類により確認した。		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	性別、年齢、出生地、ばく露を受けた年齢、ばく露からの経過期間		
解析	使用モデル	ERR、EAR、ポアソン回帰、一次項モデルおよび一次項・二次項モデル	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	交絡調整方法	層化、回帰分析		
アウトカム指標およびアウトカム	良性腫瘍は ERR が 4.63/Gy (95%CI: 2.43-9.12)、EAR が 0.48/千人年・Gy。悪性腫瘍は ERR が 1.98/Gy (95%CI: 0.73-4.69)、EAR は 0.31 (95%CI: 0.12-0.53)。 良性・悪性腫瘍とばく露量の間には正の量反応関係が見られ、良性腫瘍のみでは2次項を含むモデルの方が1次項のみを含むモデルより当てはまりが良かった。			

書誌情報	作業 No.	473	著者	Shore RE, Moseson M, Harley N, Pasternack BS
	PMID(PubMedID)	13678280	タイトル	Tumors and other diseases following childhood x-ray treatment for ringworm of the scalp(Tinea capitis)
	研究方法	コホート	雑誌名・年;巻:頁	Health Phys. 2003; 85: 404-8
対象	国	アメリカ(ニューヨーク)	選択バイアス (問題点を記載)	1/4 が African American
	施設名	Bellevue Hospital		
	従事作業	1940~1959年に1~15歳の間に頭皮白癬の治療で頭頸部にX線照射を受けた小児		
	人数	症例:2224 対照:1380		
	年齢	治療時平均 7.8 歳		
	性別	症例の方が女性が少ない(症例:対象=13%:21%)		
比較群	頭皮白癬の同世代の小児で局所照射のみ。人種・教育・職業・婚姻状況・生活習慣に差はなし。			
追跡	追跡期間	平均 39 年		
	追跡率	症例:88% 対照:84%		
ばく露指標	作業名	小児の頭頸部X線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	4%の医学的診断が妥当でなく使用できず。がん登録システム SEER が 1973 年以前のデータはなく、別のデータ指標から有病率を算出した。
	外部ばく露	脱毛・脳内・甲状腺・骨髄へのX線照射		
	内部ばく露	記載なし		
ばく露レベル	ばく露期間	記載なし		
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	脱毛線量:300~380Rを頭皮に10~20秒 脳照射:平均 1.4Gy (0.75~1.7Gy) 後頭部に照射 甲状腺:平均 0.6Gy 頭蓋骨髄:平均 4Gy (3.1~4.6Gy)		
	濃度範囲			
線種・核種	X線			
健康影響	影響の種類	頭頸部悪性腫瘍(脳腫瘍・髄膜腫・聴覚神経種)、甲状腺腫瘍、白血病の発生	影響評価の精度	96%のカルテ情報が信頼できるデータ
	情報源	本人への電話・調査票による聞き取りとカルテ情報収集	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	電話・調査票・カルテ情報		
交絡因子の収集	喫煙	記載なし		
	その他	年齢・性別・人種		女性の方が甲状腺腫瘍になりやすい。
解析	使用モデル	mid-q フィッシャー検定を用いて rate ratio と 95%信頼区間を計算。ポワソン分布に基づき年齢・性別・人種と年ごとに標準化発生率と 95%信頼区間を計算。COX 比例ハザード回帰モデルを用いて性別・人種・照射年齢・照射期間のリスクを計算。	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法	年齢・性別・人種で層化		
アウトカム指標およびアウトカム	頭頸部悪性腫瘍(脳腫瘍・髄膜腫・聴覚神経種)、甲状腺腫瘍、白血病の発生の有無 【頭蓋内腫瘍】症例(脳照射平均 1.4Gy):対照=16:1(SIR=3.0、95%CI1.3-5.9) 【甲状腺腫瘍(良・悪性)]症例(甲状腺照射平均 60mGy):対照=15:2 【白血病】症例(頭蓋骨髄照射平均 4Gy):対照=8:1(SIR=3.2、95%CI1.5-6.1)			

書誌情報	作業 No.	606	著者	Karlsson, P., E. Holmerg, M. Lundell et al.
	PMID(PubMedID)	9728664	タイトル	Intracranial tumors after exposure to ionizing radiation during infancy. A pooled analysis of two Swedish cohorts of 28,008 infants with skin hemangioma
	研究方法	2つのコホートの pooled 解析	雑誌名・年;巻:頁	Radiat. Res. 1998; 150 (3): 357-64
対象	国	スウェーデン	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	スウェーデンがんセンター		
	従事作業	乳幼児期皮膚血管腫患者における頭蓋内イオン化放射線治療		
	人数	28,008、978,916 人年		
	年齢	治療時年齢平均 6 か月		
	性別	男性 33%		
	比較群	なし		
追跡	追跡期間	1958~1993年	2つのコホートでは、脳内照射量の算出方法が一部異なっていた。	
	追跡率	ほぼ 100%		
ばく露指標	作業名	頭蓋内イオン化放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	外部ばく露	イオン化放射線治療		
	内部ばく露	記載なし		
ばく露レベル	ばく露期間	3 or 76cGy/h		
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	7cGy		
	濃度範囲	0~11.5cGy		
	線種・核種	266Ra、X線、32P		
健康影響	影響の種類	頭蓋内腫瘍の発生	影響評価の精度	内科医と病理学医または細胞学医によるICD7での診断。誤診がわずかにあった(結果には影響しないと思われる)。
	情報源	スウェーデンがんセンター、スウェーデン死因登録、移民登録、国民登録の記録	観察バイアス (問題点を記載)	観察期間の後半では、放射線治療の副作用や血管腫の病態解明により放射線治療が実施されなくなってきた。
	収集の方法	各施設から必要な情報を収集		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	2つのコホートの間では、治療期間やSIRが異なっていた。
	その他	年齢、性別、年ごとのがん発生率		
解析	使用モデル	一般人口と比較した標準化罹患率を算出。照射量反応性はポアソン回帰モデルで治療開始年齢・性別・コホート・照射からの期間・治療参加を調整し算出。過剰相対リスクをポアソン回帰モデルにて算出。		
	交絡調整方法	モデルに交絡要因を投入。		
アウトカム指標およびアウトカム	頭蓋内腫瘍発生の有無 SIR=1.42(95%CI1.13-1.75) 照射量に比例してSIRが増加(p=0.02) ERR=2.7/Gy(1.0-5.6) 照射時月齢が低いほどERRは高くなる(5か月未満で4.5、5~7ヶ月で1.5、7ヶ月以降で0.4)			

書誌情報	作業 No.	611	著者	Lindberg S, Karlsson P, Arvidsson B, Holmberg E, Lunberg LM, Wallgren A.
	PMID(PubMedID)	7576739	タイトル	Cancer incidence after radiotherapy for skin haemangioma during infancy
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名・年;巻:頁	Acta Oncol. 1995; 34: 735-40
対象	国	スウェーデン	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	Sahlgrenska 大学病院 (Gothenburg)		
	従事作業	乳児期における皮膚血管腫治療のための電離放射線治療		
	人数	11,807 人		
	年齢	正確な記載はないが、1930-1965 年に乳児であった人で、最大で治療後 55 年間分のデータが解析に用いられたと記載されている		
	性別	男女(人数、割合等の情報なし)		
追跡	比較群	発症者の 75%が属していた、West of Sweden Health Care Region を標準人口とした	追跡期間	1958-1989 年 (370,517 人年)
	追跡率	—		追跡率
ばく露指標	作業名	皮膚血管腫治療のための電離放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	<p>体表を複数の範囲に区切り被ばく量を計算したが、同一範囲内では ^{226}Ra の放射能の強さは一定と仮定したため、一つの範囲内での位置による被ばく量の差は無視している。</p> <p>月齢 5-6 歳ヶ月の子どもの典型的な体格を元に計算した被ばく量を全員にあてはめたため、子どもの年齢による体格の違いを無視している。</p> <p>量反応関係の検討で、β 線ばく露を無視し、γ 線ばく露のみを評価した。</p> <p>対象者のうち 1,320 人は大多数とは異なる治療器具を用いていた。しかし SIR には大差がなかったため問題はないと考えられた。</p>
	外部ばく露	加工した ^{226}Ra を病変の表面に固定する治療器具を用いた際にばく露		
	内部ばく露	—		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし	影響評価の精度	<p>その他の内分泌腺でのがんが多く見られた原因として、甲状腺がんを副甲状腺がんとして診断したケースが含まれている可能性がある。</p>
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	治療の手技と用いられた核種を考慮し、コンピュータプログラムを用いて期待されるばく露量を算出した。この値は各部位ごとに【表 3】に記載		
	濃度範囲	線種: β 線、 γ 線 核種: ^{226}Ra , γ , ^{226}Ra , β , ^{32}P		
健康影響	線種・核種	—	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし
	影響の種類	がんの発症		
	情報源	Sahlgrenska 大学病院の診療記録、スウェーデンがん登録、スウェーデン死因登録		
交絡因子の収集	収集の方法	治療に関する情報は Sahlgrenska 大学病院の診療記録から得られた。国民識別番号を用い、上の情報をスウェーデンがん登録(ICD-7 に基づく)とスウェーデン死因登録の情報と結合した。	交絡バイアス (問題点を記載)	<p>1950 年以前に治療を受けた群のほうが SIR が高かった原因として、年齢や観察期間の長さが交絡となっている可能性がある。</p> <p>ストックホルムでの研究に比べて脳腫瘍の SIR が高かったため、治療を受けた具体的な場所、治療時の年齢、脳腫瘍の位置を調整した解析が必要と考えられる。</p>
	喫煙	情報なし		
解析	その他	年齢、性別、発症時期	交絡バイアス (問題点を記載)	<p>1950 年以前に治療を受けた群のほうが SIR が高かった原因として、年齢や観察期間の長さが交絡となっている可能性がある。</p> <p>ストックホルムでの研究に比べて脳腫瘍の SIR が高かったため、治療を受けた具体的な場所、治療時の年齢、脳腫瘍の位置を調整した解析が必要と考えられる。</p>
	使用モデル	ポアソン回帰		
	交絡調整方法	マッチング		

<p>アウトカム 指標 および アウトカム</p>	<p>がん発症数と SIR・その CI: 225 人において 248 件の発症(期待数は 204 件)。SIR は 1.21 (95%CI: 1.06-1.37)、ばく露後 5 年間の発症を除外しても SIR は 1.22 (95%CI: 1.07-1.38)。性別では男性 62 件 (SIR: 1.25, 95%CI: 0.96-1.60)、女性 186 件 (SIR: 1.20, 95%CI: 1.03-1.38)と大差なし。治療時期でみると 1950 年より前では発症数 176 件 (SIR: 1.38, 95%CI: 1.37-1.48)、1950 年以降では 72 件 (SIR: 0.94, 95%CI: 0.74-1.19)と、1950 年以前の方が高い。部位ごとのがん発症数と SIR は【表 4】。線種ごとでは γ 線が大きく (SIR:1.26, 95%CI: 1.09-1.42)、β 線では小さかった (SIR:0.96, 95%CI: 0.57-1.37)。部位別では中枢神経系 (発症数 34 件、SIR: 1.85, 95%CI: 1.05-3.09)、甲状腺 (発症数 15 件、SIR: 1.88, 95%CI: 1.05-3.09)、他の内分泌腺 (発症数 23 件、SIR: 2.58, 95%CI: 1.64-3.87)で高かった。</p> <p>ERR と EAR: 甲状腺がんでは ERR: 7.5/Gy (95%CI: 0.4-18.1), EAR: 1.6/10⁴PY・Gy (95%CI: 0.092-3.9)、脳腫瘍では ERR: 10.9/Gy (95%CI: 3.6-20.5), EAR: 5.4/10⁴PY・Gy (95%CI: 1.8-10.1)</p>
---------------------------------------	--

書誌情報	作業 No.	740	著者	Brada, M., D. Ford, S. Ashley et al.
	PMID(PubMedID)	1611331	タイトル	Risk of second brain tumour after conservative surgery and radiotherapy for pituitary adenoma
	研究方法	症例報告	雑誌名. 年;巻:頁	Br. Med. J. 304(6838): 1343-1346 (1992)
対象	国	イギリス	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	Marsden 国立病院		
	従事作業	脳下垂体腺腫に対し、外科的手術後に追加して受けた放射線治療		
	人数	436 人		
	年齢	情報なし		
	性別	男女		
追跡	比較群	脳腫瘍に関しては南テムズの人口、再発に関してはイングランド・ウェールズの人口を標準人口とした		
	追跡期間	3,760 人年		
ばく露指標	追跡率	情報なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	作業名	脳下垂体腺腫に対する放射線治療		
	外部ばく露	—		
ばく露レベル	内部ばく露	—		
	ばく露期間	情報なし		
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	45 Gy		
	濃度範囲	情報なし		
健康影響	線種・核種	情報なし	影響評価の精度	髄膜腫の多くは自覚症状がないため、標準人口において発症が少なく評価されていることが考えられる。
	影響の種類	頭蓋内腫瘍の再発および全身のがん発症		
	情報源	専門医、General Practitioner (GP), テムズがん登録		
収集の方法	専門医又は GP が追跡を行い、テムズがん登録で再発を確認した			
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	年齢、治療時期、初発のがんの進行度合い、遺伝要因、環境要因などが交絡要因となっている可能性がある。
	その他	情報なし		
解析	使用モデル	カプランマイヤー、標準人口との比較、イベント発症にポアソン分布を仮定し p 値を計算		
	交絡調整方法	情報なし		
アウトカム指標およびアウトカム	脳腫瘍再発リスクは治療後 10 年で 1.3% (95%CI: 0.4-3.9%)、20 年以上では 1.9% (0.7-5.0%)。標準人口と比べた RR は 9.38 (3.05-21.89)。			

書誌情報	作業 No.	618	著者	Ron E, Modan B, Boice JD Jr, Alfandary E, Stovall M, Chetrit A, Katz L
	PMID(PubMedID)	3173432	タイトル	Tumors of the brain and nervous system after radiotherapy in childhood
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名・年;巻:頁	N Engl J Med. 1988; 319: 1033-9
対象	国	イスラエル	選択バイアス (問題点を記載)	ばく露群が16歳以下に限られている。
	施設名	情報なし		
	従事作業	16歳以下での、頭部白癩に対する放射線治療		
	人数	10,834人		
	年齢	情報なし		
	性別	男女		
比較群	全人口から選んだ10,834人(性別、年齢、出生国(イスラエル、アフリカ、アジア)、イスラエルへの移住時期でマッチング)と、ばく露群の子どもから選んだ5,392人(年齢、出生国、移住時期でマッチング)			
	追跡	追跡期間	1950-1980年(平均25年)	
追跡	追跡率	—		
	作業名	頭部白癩に対する放射線治療		
ばく露指標	外部ばく露	患部へのX線照射		
	内部ばく露	—		
ばく露レベル	ばく露期間	治療は1コース5日間、ばく露群の9%は2コース以上を受けた		
	ばく露年数	子どもの平均ばく露量は治療1コースで1.4 Gy		
	平均濃度	1.0-2.0 Gy		
	濃度範囲	X線		
	線種・核種	—		
ばく露評価の精度 (問題点を記載)	ばく露・非ばく露両群に、脳神経以外のがんを発症し放射線治療を受けた人が若干名含まれていた。後ろ向き研究であるため、ばく露量評価の正確性には限界がある。治療中に子どもの動きは制限されていなかったため、子どもが動いたことにより照射位置が変化し、ばく露量が変わった可能性がある。治療箇所と年齢からばく露量を算出しているため、ばく露量の個人差を正確に捉えられていない。ばく露群の治療に用いられた器具は、現在使われている器具に比べ線量が小さい。			
	影響の種類	脳および神経のがんによる死亡	影響評価の精度	病変の正確な位置が不明。
	情報源	専門の医師が病理記録より対象の疾患を発症した人を抽出し、人口登録と結合して生死の情報を得た。	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし
収集の方法	専門の医師が病理記録より対象の疾患を発症した人を抽出し、人口登録と結合して生死の情報を得た。			
交絡因子の収集	喫煙	情報なし		
	その他	性別、出生地、ばく露を受けた年齢、追跡期間		
解析	使用モデル	CornfieldまたはMiettinenの提唱した方法でRRとそのCIを算出し、ロジスティック回帰を用い交絡要因を探索した。		
	交絡調整方法	回帰分析		
アウトカム指標およびアウトカム	神経の新生物はRR 7.0 (95%CI: 4.1-11.6)、過剰リスク: 1.8/1万人年。良性腫瘍はRR: 9.0 (95%CI: 4.6-17.4)。部位別・種類のイベント数は【表2】。部位別のRRは【表3】。脳腫瘍のEARは0.6/1万人年・Gy、RRの1Gy当たりの上昇割合は3.0。頭部および頸部の神経がんとばく露量には、正の量反応関係が見られた【表4】。			

書誌情報	作業 No.	679	著者	Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.
	PMID(PubMedID)	9686552	タイトル	Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	J. Am. Med. Assoc. 280(4): 347-355 (1998)
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	米国の診療所 25、英国の診療所 1(表 1 参照)		
	従事作業	甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素 131 による治療を受ける		
	人数	35,593 人、738,831 人年		
	年齢	平均 46 歳		
	性別	男性 21%、女性 79%		
追跡	比較群	米国一般集団	追跡期間	平均 21 年(最大 44 年、最小 1 年)
	追跡率	80.7%		追跡率
ばく露指標	作業名	ヨウ素 131 による治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない
	外部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	内部ばく露	—	影響評価の精度	情報なし
	ばく露期間	—		
	ばく露年数	平均治療回数で 1.8 回		
	平均濃度	10.4mCi(1 回の治療あたり 6.1mCi)		
	濃度範囲	3~27mCi(5.95 パーセンタイル点)		
線種・核種	情報なし	観察バイアス (問題点を記載)	エンドポイントとしてガン死亡は余り適切でなく、生存率の高い甲状腺がんや乳がんについては情報量が少ない。	
影響の種類	がん死亡			
健康影響	情報源	National Death Index	収集の方法	情報なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	性、治療時年齢、治療からの年数、甲状腺機能亢進の種類、ヨウ素 131 の放射能投与量		
解析	使用モデル	米国の死亡率を期待値とした SMR とポアソン分布を仮定した 95%信頼区間を算出。	交絡調整方法	層化
	交絡調整方法	層化		

アウトカム指標およびアウトカム
2,950 人が追跡終了時までにかんで死亡、これは米国の死亡率から求められる 2857.6 とほぼ同等であったが、肺がん、乳がん、腎がん、甲状腺がんの発生は増加し、子宮がん、前立腺がんは減少した【表 3】。中毒性結節性甲状腺腫の患者は SMR1.16【表 4】、治療後 1 年以上でがん死亡リスクの上昇が見られたのは抗甲状腺薬のみによる治療群において(SMR1.31)【表 5】。放射性ヨウ素と全がん死亡との関連は見られなかった(SMR1.02)が、甲状腺がんのみにおいては強い関連が見られた(SMR3.94)【表 5】。

書誌情報	作業 No.	772	著者	Ryberg M, Lundell M, Nilsson B, Pettersson F.
	PMID(PubMedID)	2206566	タイトル	Malignant disease after radiation treatment of benign gynaecological disorders: a study of a cohort of metropathia patients
	研究方法	ヒストリカルコホート研究	雑誌名・年;巻:頁	Acta Oncol. 1990; 29:563-7
対象	国	スウェーデン	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	Radiumhemmet(スウェーデン・ストックホルムの治療施設)		
	従事作業	不正子宮出血への放射線治療		
	人数	788名(9,289人年)		
	年齢	記載なし		
	性別	女性		
追跡	比較群	1,219名の同様の疾患を持つ放射線非治療者(22,060人年)	影響評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	追跡期間	1982年まで、平均28.2年(範囲0-56年)		
追跡率	追跡率	約95%	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	作業名	婦人科疾患への放射線治療		
ばく露指標	外部ばく露	放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	内部ばく露	腔内ブラキ治療		
	ばく露期間	記載なし		
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	記載なし		
	濃度範囲	子宮腔内治療:370-555MBq(16h) 腔内治療:2.6GBq(24h) (推定累積ばく露量は表2)		
ばく露レベル	線種・核種	X線	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	影響の種類	悪性腫瘍の発生		
	情報源	診療記録とがんの地域住民登録		
健康影響	収集の方法	記載なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	喫煙	なし		
交絡因子の収集	その他	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	使用モデル	リスク比推定にはポアソン分布を仮定		
解析	交絡調整方法	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	アウトカム指標およびアウトカム	放射線治療ばく露群のうち107名が、比較群のうち173名が悪性腫瘍を発生。一般住民がん登録データと比較すると、ばく露群で1.22、比較群で1.09のリスク比であった。ばく露群では直腸がん、大腸がん、神経系のがんでのリスク比はそれぞれ1.58、1.46、1.67であったが、有意差は見られなかった。また乳がんのリスク比は0.92と減少がみられたが、50歳以上の時点で放射線治療を受けた対象者に限るとリスク比は2.08であった。重点的に放射線治療を受けた部位のがんは、治療後20年時点では増加しなかったが、治療後30年以降では有意に増加した。		

口腔・咽頭のがんと放射線被ばくに関する医学的知見について

I. 口腔・咽頭のがんに関する文献レビュー結果

1. 原爆被ばく者を対象とした疫学調査

文献 No.765

Preston. D. L., Ron. E, Tokuoka S., Funamoto. S, Nishi. N, Soda, M, Mabuchi. K, Kodama. K

Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors

RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007 年)

広島、長崎の原爆被ばく者のうち、1958 年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2 に基づいて個人線量が推定されている中で 1958 年から 1998 年までに診断された第一原発がん 17,448 例の解析を実施したコホート研究。

男性 1,040,278 人年、女性 1,724,452 人年の計 2,764,730 人年 (105,427 人) について、1958 年から 1998 年 12 月末までを追跡期間とした。追跡率は 99%。

解析にあたっては、ERR と EAR モデルを用い、各モデルの変化、そして両モデル間の差違の変化を BEIR VII モデルで解析。

解析結果は以下のとおり。

1) 寿命調査集団では、結腸線量が 0.005 Gy 以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約 850 例 (約 11%) が原爆被ばくと関連していると推定された。2) 線量反応曲線 0-2Gy の範囲は線形であった。3) 口腔がんで放射線関連リスクが有意に増加した。

また、新たに判明したこととして、低線量では、被ばく線量区分を 0 から 0.15 Gy まで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。

2. 放射線作業者を対象とした疫学調査

文献 No.761

Tirmarche, M., A. Raphalen, F. Allin et al.

Mortality of a cohort of French uranium miners exposed to relatively low radon concentrations

Br. J. Cancer 67 (5) : 1090-1097 (1993)

フランス原子力庁が管理してきたウラン鉱山の工夫について、1946-1972 年に作業を開始して、2 年以上の作業経験がある 1,785 人の作業者のコホート研究。

肺がんと喉頭がんの SMR で統計的に有意な増加が認められた (肺がん SMR=2.13 (95%CI:1.55-2.85) (P<0.001)、喉頭がん SMR=2.35 (95%CI:1.37-3.76) (P=0.001)。

<有意でない報告があった研究>

文献 No.760

Laurier, D., M. Tirmarche, N. Mitton et al.

An update of cancer mortality among the French cohort of uranium miners: extended follow-up and new source of data for causes of death

Eur. J. Epidemiol. 19 (2) : 139-146 (2004)

フランス原子力庁が管理してきたウラン鉱山の工夫について、1946-1972年に作業を開始して、2年以上の作業経験がある1,785人の作業者のコホート研究。

咽頭がんのSMRの有意な増加は解析では確認できなかった。

文献 No.329

McGeoghegan D, Binks K

The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Springfields uranium production facility, 1946-95

J Radiol Prot 20:111-137;2000

英国の核燃料公社 Springfield の施設においてウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産に従事したものの479,146人年を対象とするコホート研究。被ばく年齢の情報はないが、女性が12%、男性が88%であった。

追跡期間は平均24.6年。生年月日、作業参加日の不詳によって、0.7%が除外された。個人平均蓄積線量は20.5mSv。最高値は769.3mSv、中央値8.3mSvであった。慢性リンパ性白血病を除く白血病で、1:5 matching の nested case-control を行った場合、2年潜伏期間の平均累積線量は、症例群：27.0mSv、対照群：18.2mSvであった。対象のうち95%の労働者が79.7mSv以下の累積線量であった。傾向分析に使用した線量については、線量0から400+の間で10段階に区分し、潜伏期間(0-20年の間で5段階)ごとの線量範囲を使用。

SMR と RR は両側検定、傾向分析は片側検定によって解析。ERR 係数の傾向分析には線量10段階、潜伏2, 10, 15, 20年の死亡に人年の重みづけをして算出した。

1995年未までに放射線作業員から3,476例、非放射線作業員から1,356例が死亡。

部位別の解析では、口腔・咽頭がん、喉頭がんで潜伏期間を20年とした場合、累積外部被ばく線量との有意な関連は見出せなかった。

3. 放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査

<有意でない報告があった研究>

文献 No.679

Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.

Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism

J. Am. Med. Assoc. 280 (4) : 347-355 (1998)

米国の 25 の診療所及び英国の 1 診療所において甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素 131 による治療を受けた患者 35,593 人 (738,831 人年) を対象とした後ろ向きコホート研究。エンドポイントはがん死亡で、ばく露評価については、ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない。

放射性ヨウ素と口腔がん死亡 (SMR1.12) または咽頭がん死亡 (SMR0.41) との関連は見られなかった。

4. 高自然放射線地域や核実験場周辺の住民等を対象とした疫学調査

対象論文なし

5. その他 (その他の作業従事者)

対象論文なし

II. 文献レビュー結果のまとめ

1. 被ばく線量 (ばく露評価) に関するまとめ

被ばく線量と死亡率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 760, 329, 761, 679 であった。このうち有意な増加があったと報告されている文献は 761 であった。

被ばく線量と罹患率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 765, 329 であった。このうち有意な増加があったと報告されている文献は 765 であった。

2. 最小被ばく線量に関するまとめ

統計的に有意な増加を報告している文献において、最小被ばく線量に関して報告している文献は無かった。

3. 潜伏期間に関するまとめ

潜伏期間に関して検討している文献は、文献番号 329 であった。

書誌情報	作業 No.	765	著者	Preston, D. L., Ron, E., Tokuoka S., Funamoto, S., Nishi, N., Soda, M., Mabuchi, K., Kodama, K
	PMID(PubMedID)		タイトル	Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors
	研究方法	コホート研究(*1958年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2に基づいて個人線量が推定されている人数。その中で1958年から1998年までに診断された第一原発がん17,448例の解析)	雑誌名・年・巻・頁	RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007年)
対象	国	日本(広島、長崎)	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	情報なし		
	従事作業	原爆(広島、長崎)		
	人数	2,764,730人年(105,427人)		
	(被ばく)年齢	情報なし		
	性別	男性 1,040,278人年、女性 1,724,452人年		
比較群	原爆被ばく者のうち、1958年から1998年の間に第一がん(悪性黒色腫以外の皮膚がんを含む)が観察されていない者			
追跡	追跡期間	1958年から1998年12月末まで		
	追跡率	99%		
ばく露指標	作業名	原爆(広島、長崎)による固形がんの罹患率(生存者)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	追跡対象となる人年は、登録対象地区からの転出・転入があるために調節した。DSO2による臓器個人線量推定値はγ線量と中性子線量の10倍の和として計算した。
	外部ばく露	情報なし		
	内部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	情報なし		
	濃度範囲	解析では、器官線量(Gy)として<0.005から≥4を4段階に分類(表2)、結腸線量(Gy)として<0.005から≥4を7段階に分類(表4)		
線種・核種	情報なし			
健康影響	影響の種類	固形がん(口腔がん、食道がん、胃がん、肝臓がん、肺がん、黒色腫以外の皮膚がん、結腸がん、直腸がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経系がん、甲状腺がん)の発症	影響評価の精度	記載なし
	情報源	広島・長崎がん登録、放射線影響研究所(広島・長崎、寿命調査)、米国立癌研究所	観察バイアス	記載なし
	収集の方法	上記研究所及びHirosoft Internationalによる報告書	(問題点を記載)	
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	被ばく年齢、被ばくからの期間、性差、		
解析	使用モデル	ERRとEARモデル。各モデルの変化、そして両モデル間の差の変化。BEIR VIIモデル。	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法			

アウトカム指標 および アウトカム	1)寿命調査集団では、結腸線量が0.005 Gy以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約850例(約11%)が原爆被ばくと関連していると推定される。2)線量反応曲線0-2Gyの範囲は線形である。3)被ばく時年齢が30歳の場合、70歳になった時点で1 Gy被ばく当たり男性で約35%、女性で約58%固形がん罹患率が増加すると推定された。4)固形がんの過剰相対リスク(ERR)は被ばく時年齢が10歳増加する毎に約17%減少。このリスクは調査期間全体で増加する傾向。5)口腔がん、胃がん、結腸がん、肝臓がん、肺がん、皮膚がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経がん、甲状腺がん、放射線関連リスクが有意に増加した。直腸がん、胆のうがん、膵臓がん、前立腺がん、腎臓がんには有意なリスクは示唆されなかった。(新たに判明したこと)1)低線量では、被ばく線量区分を0から0.15 Gyまで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。2)食道がんのリスクが有意となった。3)20歳未満の被ばくが子宮がんのリスクを増加する可能性がある。4)肉腫を含め、検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。
-------------------------	--

書誌情報	作業 No.	760	著者	Laurier, D., M. Tirnarache, N. Mitton et al.
	PMID(PubMedID)	PMID: 15074570	タイトル	An update of cancer mortality among the French cohort of uranium miners: extended follow-up and new source of data for causes of death
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年;巻:頁	Eur. J. Epidemiol. 19(2): 139-146 (2004)
対象	国	仏国	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	フランス原子力庁が管理してきたウラン鉱山の工夫		
	従事作業	ウラン鉱山		
	人数	1946-1972年に作業を開始して、2年以上の作業経験がある1,785人の作業員		
	年齢	追跡終了時の平均年齢(63.1歳)		
	性別	男性のみ		
	比較群	全仏国民(男性)の死亡率(外部比較)		
追跡	追跡期間	1994年12月31日まで 平均追跡期間として31.6年 85歳で追跡終了	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	追跡率	1994年12月31日時点までで99% (※第一次解析と変わらない)		
ばく露指標	作業名	ウラン採掘	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	1956年以前は換気システムの性能の問題などから被ばく量が大きい。また、個人線量データによるばく露量評価は1956年以降からとなっている。
	外部ばく露	WLM		
	内部ばく露	1946-1955年の線量は専門家により再評価。1956年以降はリアルタイムでの個人線量データを利用。		
ばく露レベル	ばく露期間	平均ばく露期間(15.1年)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	1956年以前は換気システムの性能の問題などから被ばく量が大きい。また、個人線量データによるばく露量評価は1956年以降からとなっている。
	ばく露年数	-		
	平均濃度	71.3WLM		
	濃度範囲	0.02~960.1WLM		
健康影響	線種・核種	プルトニウム α (Pu-239が大半、一部Pu-240、Pu-238)、その他の放射線としてアメリカシウム-241、Pu-241	影響評価の精度	SMRの母集団は、フランスの男性に関する死亡率のデータを利用。
	影響の種類	がんによる死亡		
	情報源	1968年より前の死亡については国家統計局(OSN)の所有する死亡登録を利用。1990年より後については国家死亡率データベース(NMD)を利用。1968年から1990年についてはOSNとNMDの双方ともに利用。		
交絡因子の収集	収集の方法	産業界の協力等をもとに死因を同定	観察バイアス (問題点を記載)	異なるデータベースを用いた死因同定の結果で解析を比較
	喫煙	情報なし		
解析	その他	年齢、暦年	交絡バイアス (問題点を記載)	年齢、暦年で調整
	使用モデル	SMR(両側検定)、 ポアソン回帰(内部比較、外部比較双方について実施) ・過剰相リスク(ERR)を推定 ・潜伏期間は5年を想定 ・ばく露指標を就労期間とした解析も実施		
	交絡調整方法	年齢、暦年を層化して調整		

アウトカム指標およびアウトカム

肺がんについては異なる死因同定のデータを用いた場合においても、観察期間全てにおいて、SMRの有意な増加が確認された(P=0.001)。
 第一回解析で示唆された、咽頭がんのSMRの有意な増加は今回の解析では確認できなかった。
 肺がんについてはWLMあたりのERRは以下と推定され累積線量に伴う死亡率の増加を示唆するものとなった。
 ・内部比較で0.0047(95%CI: -0.0005~0.0098, P<0.04)
 ・外部比較で0.0059(95%CI: -0.0001~0.0118, P<0.03)
 肺がんのリスクと就労期間の間には関連性は認められなかった。
 咽頭がんについては統計的に有意なERRは推定されなかった。
 その他のがんについては有意な増加は認められなかった。

全がんについては有意な増加となったが肺がんを除くと有意ではなくなった。そのため、全がんの増加は肺がんによるものと考えられる。
--

書誌情報	作業 No.	329	著者	McGeoghegan D,Binks K
	PMID(PubMedID)	10877261	タイトル	The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Springfields uranium production facility, 1946-95
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	J Radiol Prot20:111-137;2000
対象	国	英国	選択バイアス (問題点を記載)	一般国民に比較した Springfields の死亡率は有意に低い。”健康な労働者”効果による。 Springfields 内でも放射線作業者は非放射線作業者に比べて死亡率が低い。
	施設名	核燃料公社 (BNFL; British Nuclear Fuels plc) の Springfield 施設		
	従事作業	ウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産		
	人数	479,146 人年		
	年齢	被ばく年齢の情報なし。		
	性別	女性が 12%、男性が 88% 【表 1】		
追跡	比較群	非放射線作業	追跡期間	平均追跡期間として 24.6 年
	追跡率	0.7%(135/19,589 人)が除外。理由は、生年月日や参加日の不明による		
ばく露指標	作業名	ウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	フィルムバッジの線量は、作業員への発行時期、使用時の技術、当時の作業ガイドライン、およびフィルムバッジからのデータの取り扱いに関する社内基準によって決定するため、年度によって測定が違ふおそれあり。 体内蓄積の放射核種は除外されるため、134 名のデータでは外部線量は、0 記録になっている。 1953 年以前の記録単位が不明確。レントゲン単位で前後記録を 10%減少で補正。
	外部ばく露	作業員のフィルムバッジによる全身線量を使用。		
内部ばく露	作業員のフィルムバッジによる全身線量を使用。			
ばく露期間	286.559 person-sieverts			
ばく露年数	-			
ばく露レベル	平均濃度	個人平均蓄積線量 20.5mSv 最高値は 769.3mSv、中央値 8.3mSv。慢性リンパ性白血病を除く白血病で、1:5matching の nested case-control を行った場合、2 年ラグの平均累積線量は、症例群: 27.0mSv、対照群: 18.2mSv		
	濃度範囲	95%の労働者が、79.7mSv 以下。 傾向分析に使用した線量については、線量 0 から 400+の間で 10 段階に区分し、ラグタイム(0-20 年の間で 5 段階)ごとの線量範囲【表 5 a】を使用。		
	線種・核種	ウランなどの核燃料物質		
健康影響	影響の種類	がん罹患、死亡	影響評価の精度	SMR の母集団は、England Wales および 1979-92 は Lancashire の人口。SRR の母集団は、1971-91 の England Wales および 1979-95 は Lancashire の人口。 死亡率、罹患率の母集団は、非放射線作業員。(地理的および社会経済的な交絡を排除する目的)
	情報源	国家統計局 (OSN) の所有するサウスポートの NHS 中央登録 (一部 1979-1995 年のマンチェスターがん疫学研究センターより入手)	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	交絡の可能性として作業期間、追跡期間、ばく露の長さもしくは初回雇用年の影響を見たが、一貫した差は見られず。(年齢のみで層化) 傾向分析は、年齢、労働期間、性別、雇用状況を調整。
	その他	年齢、地域、社会経済状況		
解析	使用モデル	SMR と RR は両側検定、傾向分析は片側検定。 ERR 係数の傾向分析には線量 10 段階、潜伏 2, 10, 15, 20 年の死亡に人年の重みづけをして算出。	交絡調整方法	地理的および社会経済的な交絡を排除する目的で、死亡率と罹患
	交絡調整方法	地理的および社会経済的な交絡を排除する目的で、死亡率と罹患		

	率の母集団は非放射線作業者。 ←影響評価の精度より再掲	
--	--------------------------------	--

アウトカム 指標 および アウトカム	<p>1995 年末までに放射線作業員から 3,476 例、非放射線作業員から 1,356 例、死亡。【表 1】 がん死亡と累積外部被ばく線量に関連を認めなかった。 死亡率、罹患率と有意に関連していたのはホジキン病と累積外部線量である。 全がんの SMR は、放射線労働者 86、非放射線労働者 96、【表 2.3】 がん罹患の SRR は、放射線労働者、非放射線労働者ともに 81【表 4】 部位別の解析では、ホジキンリンパ腫死亡がラグタイム 10 年、15 年で累積線量と相関、膀胱がん死亡がラグタイムを 10 年とした場合、累積線量と有意に関連していた。【表 5】 がん罹患では、ラグタイムを 10 年とした場合、白血病を除くがん、胸膜のがん、ホジキンリンパ腫、非ホジキンリンパ腫が累積被ばく線量と有意に関連していた。肺がんもラグタイムを 20 年とした場合累積外部被ばく線量と有意に関連していた。ラグタイムを 20 年とした場合、口腔・咽頭がん、喉頭がん、黒色腫、食道がん、胃がん、乳がん、胆のうがん、肝臓がん、結腸がん、直腸がんについては累積被ばく線量との有意な関連性は認められなかった【表 7】</p>
-----------------------------	---

書誌情報	作業 No.	761	著者	Tirmarche, M., A. Raphalen, F. Allin et al.
	PMID(PubMedID)	PMID: 8494704	タイトル	Mortality of a cohort of French uranium miners exposed to relatively low radon concentrations
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Br. J. Cancer 67(5): 1090-1097 (1993)
対象	国	仏国	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	フランス原子力庁が管理してきたウラン鉱山の鉱夫		
	従事作業	ウラン鉱山		
	人数	1946-1972年に作業を開始して、2年以上の作業経験がある1,785人の鉱夫		
	年齢	1985年12月31日時点での生存者の平均年齢(57歳)		
	性別	男性のみ		
追跡	比較群	全仏国民(男性)の死亡率(外部比較)	追跡期間	1985年12月31日まで
	追跡率	1985年12月31日時点までで99%		平均追跡期間として29年
ばく露指標	作業名	ウラン採掘	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	1956年以前は換気システムの性能の問題などから被ばく量が多い。また、個人線量データによるばく露量評価は1956年以降からとなっている。
	外部ばく露	WLM		
ばく露レベル	内部ばく露	1946-1955年の線量は専門家により再評価。1956年以降はリアルタイムでの個人線量データを利用。	影響評価の精度	SMRの母集団は、フランスの男性に関する死亡率のデータを利用。
	ばく露期間	平均ばく露期間(14.5年)		
	ばく露年数	-		
	平均濃度	70.4WLM		
	濃度範囲	<0 から 300+WLM の5段階区分		
健康影響	線種・核種	ラドンとその娘核種による被ばく	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	影響の種類	がんによる死亡	交絡バイアス (問題点を記載)	年齢、暦年で調整
交絡因子の収集	情報源	産業医の協力等をもとに死因を同定	交絡バイアス (問題点を記載)	年齢、暦年で調整
	収集の方法	地域の医療機関等の協力		
解析	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	年齢、暦年で調整
	その他	年齢、暦年		
アウトカム	使用モデル	SMR(両側検定)、傾向性検定(ポアソン分布に基づく)ポアソン回帰(SMR(D)= $\alpha + \beta \cdot D$)潜伏期間は5年を想定	交絡バイアス (問題点を記載)	年齢、暦年で調整
	交絡調整方法	年齢、暦年を層化して調整		
アウトカム指標およびアウトカム	肺がんと喉頭がんの SMR で統計的に有意な増加が認められた((肺がん SMR=2.13(95%CI:1.55-2.85)(P<0.001)、喉頭がん SMR=2.35(95%CI:1.37-3.76)(P=0.001)。)傾向性検定の結果、肺がんについては、5年の潜伏期を想定した場合、被ばく線量と SMR の増加に有意な関係が認められた(P=0.03)。喉頭がんについては有意な関係は認められなかった。ポアソン回帰による分析では、肺がんについて、SMR の WLM に対する増加が 0.6%(標準誤差:0.4%)となった。			

書誌情報	作業 No.	679	著者	Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.
	PMID(PubMedID)	9686552	タイトル	Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	J. Am. Med. Assoc. 280(4): 347-355 (1998)
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	米国の診療所 25、英国の診療所 1(表 1 参照)		
	従事作業	甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素 131 による治療を受ける		
	人数	35,593 人、738,831 人年		
	年齢	平均 46 歳		
	性別	男性 21%、女性 79%		
追跡	比較群	米国一般集団	追跡期間	平均 21 年(最大 44 年、最小 1 年)
	追跡率	80.7%		追跡率
ばく露指標	作業名	ヨウ素 131 による治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない
	外部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	内部ばく露	—	影響評価の精度	情報なし
	ばく露期間	—		
	ばく露年数	平均治療回数で 1.8 回		
	平均濃度	10.4mCi(1 回の治療あたり 6.1mCi)		
	濃度範囲	3~27mCi(5.95 パーセンタイル点)		
線種・核種	情報なし	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし	
影響の種類	がん死亡			
健康影響	情報源	National Death Index	収集の方法	情報なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	性、治療時年齢、治療からの年数、甲状腺機能亢進の種類、ヨウ素 131 の放射能投与量		
解析	使用モデル	米国の死亡率を期待値とした SMR とポアソン分布を仮定した 95%信頼区間を算出。	交絡調整方法	層化
	交絡調整方法	層化		
アウトカム指標およびアウトカム	2,950 人が追跡終了時までにかんで死亡、これは米国の死亡率から求められる 2857.6 とほぼ同等であったが、肺がん、乳がん、腎がん、甲状腺がんの発生は増加し、子宮がん、前立腺がんは減少した【表 3】。中毒性結節性甲状腺腫の患者は SMR1.16【表 4】、治療後 1 年以上でがん死亡リスクの上昇が見られたのは抗甲状腺薬のみによる治療群において(SMR1.31)【表 5】。放射性ヨウ素と全がん死亡との関連は見られなかった(SMR1.02)が、甲状腺がんのみにおいては強い関連が見られた(SMR3.94)【表 5】。			

皮膚がんと放射線被ばくに関する医学的知見について

I. 皮膚がんに関する文献レビュー結果

1. 原爆被ばく者を対象とした疫学調査

文献 No.765

Preston. D. L., Ron. E, Tokuoka S., Funamoto. S, Nishi. N, Soda, M, Mabuchi. K, Kodama. K

Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors

RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007 年)

広島、長崎の原爆被ばく者のうち、1958 年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2 に基づいて個人線量が推定されている中で 1958 年から 1998 年までに診断された第一原発がん 17,448 例の解析を実施したコホート研究。

男性 1,040,278 人年、女性 1,724,452 人年の計 2,764,730 人年 (105,427 人) について、1958 年から 1998 年 12 月末までを追跡期間とした。追跡率は 99%。

解析にあたっては、ERR と EAR モデルを用い、各モデルの変化、そして両モデル間の差違の変化を BEIR VII モデルで解析。

解析結果は以下のとおり。

1) 寿命調査集団では、結腸線量が 0.005 Gy 以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約 850 例 (約 11%) が原爆被ばくと関連していると推定された。2) 線量反応曲線 0-2Gy の範囲は線形であった。3) 皮膚がんが放射線関連リスクが有意に増加した。

また、新たに判明したこととして、低線量では、被ばく線量区分を 0 から 0.15 Gy まで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。

2. 放射線作業者を対象とした疫学調査

文献 No.746

Wang JX, Zhang LA, Li BX, Zhao YC, Wang ZQ, Zhang JY, Aoyama T.

Cancer incidence and risk estimation among medical x-ray workers in China, 1950-1995.

Health Phys. 2002; 82:455-66

中国の主要 24 病院における X 線を用いた医療行為に従事する者 27011 名を対象とするコホート研究とヒストリカルコホート研究を組み合わせた研究。

対照は同じ病院に就労しており、X 線を用いない業務に従事していた 25,782 人の医療従事者 (外科医、耳鼻咽喉科医等)。X 線を用いる医療従事者群は男性 80%、女性 20%、

比較対照群は男性 69%、女性 31%の構成比であった。調査対象とされた病院で就労を開始した平均年齢は X 線を用いる医療従事者群で 26 歳、比較対照群で 25 歳であった。ばく露期間は就業年数により異なるが、平均累積ばく露量は、1970 年以前に職に就いた対象者では 551mGy、それ以降の対象者では 82mGy であった。解析は O/E 比を求めることを行っているが、性別、就職時期などでサブグループ解析を実施した。

診断に X 線を用いる医療従事者では比較群に対してがん発症リスク比が 1.2 倍 [95%CI 1.1-1.3]であった。

皮膚がんで、有意なリスク上昇がみられ、リスク比は 4.1 であった。

<有意差が認められなかった文献>

文献 No.329

McGeoghegan D, Binks K

The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Springfields uranium production facility, 1946-95

J Radiol Prot 20:111-137;2000

英国の核燃料公社 Springfield の施設においてウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産に従事したものの 479,146 人年を対象とするコホート研究。被ばく年齢の情報はないが、女性が 12%、男性が 88%であった。

追跡期間は平均 24.6 年。生年月日、作業参加日の不詳によって、0.7%が除外された。個人平均蓄積線量は 20.5mSv。最高値は 769.3mSv、中央値 8.3mSv であった。慢性リンパ性白血病を除く白血病で、1:5 matching の nested case-control を行った場合、2 年潜伏期間の平均累積線量は、症例群：27.0mSv、対照群：18.2mSv であった。対象のうち 95%の労働者が 79.7mSv 以下の累積線量であった。傾向分析に使用した線量については、線量 0 から 400+の間で 10 段階に区分し、潜伏期間 (0-20 年の間で 5 段階) ごとの線量範囲を使用。

SMR と RR は両側検定、傾向分析は片側検定によって解析。ERR 係数の傾向分析には線量 10 段階、潜伏 2, 10, 15, 20 年の死亡に人年の重みづけをして算出した。

1995 年末までに放射線作業員から 3,476 例、非放射線作業員から 1,356 例が死亡。

部位別の解析では、皮膚がん (黒色腫) で潜伏期間を 20 年とした場合、累積外部被ばく線量との有意な関連は認められなかった。

3. 放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査

文献 No.619

Shore RE, Moseson M, Xue X, Tse Y, Harley N, Pasternack BS.

Skin cancer after X-ray treatment for scalp ringworm

Radiat Res. 2002; 157: 410-8

米国のニューヨーク大学付属 Bellevue 病院において、頭部白癬に対する X 線治療を児童期に受けた 2,224 人（治療時の平均年齢はばく露群 7.8 歳、非ばく露群 7.4 歳、女性の割合はばく露群 12.8%, 非ばく露群 21.4%）を対象としたコホート研究。対照群は、頭部白癬に対して別の治療を受けた 1,380 人。追跡期間は 1962-1993 年（追跡率：ばく露群 88.1%, 非ばく露群 84.4%）。X 線治療は、5 回に分けて頭皮に放射線を照射。照射間隔は 10~20 分。ばく露量は平均 4.75 Gy (3.3-6.0 Gy)。エンドポイントは基底細胞がん (BCC)。

BCC の RR は白人で 3.6 (95%CI: 2.3-5.9)。黒人の EAR は白人の 10 倍 (95%CI: 3.2-31)。白人の 1Gy あたりの RR 上昇割合は 1.16 (95%CI: 1.3-2.1)、絶対リスクは 1.9/1 万人年・Gy (95%CI: 0.5-3.3)。RR：祖先が北ヨーロッパである人は 1.95、軽度の日焼けと比べ、重度の日焼けをする人は 1.69、肌の色が明るい人は 1.68、肌の色が濃い人は 1.58、日焼けオイルの恒常的に使用する人は 2.98、人生で 5 度以上重度の日焼けをした人は 2.12。

文献 No.617

Ron E, Modan B, Preston D, Alfandary E, Stovall M, Boice JD Jr.

Radiation-induced skin carcinomas of the head and neck

Radiat Res. 1991;125:318-25.

イスラエルにおいて、16 歳以下での頭部白癬に対する X 線治療を受けた 10,834 人（1 コース 6.1Gy/5 日間を単位とした。ばく露群の 9%は 2 コース以上の治療を受けた。ばく露濃度範囲は 5.5~6.7Gy。）を対象とした後ろ向きコホート研究。対照群は全人口から選んだ 10,834 人（性別、年齢、出生国（イスラエル、アフリカ、アジア）、イスラエルへの移住時期でマッチング）と、ばく露群の子どもから選んだ 5,392 人（年齢、出生国、移住時期でマッチング）。追跡期間は 1950 年から 1980 年であり、平均追跡期間は 25 年であった。エンドポイントは基底細胞がん (BCC) を主とする皮膚がん、皮膚の良性腫瘍。

頭部・頸部メラノーマは RR: 3.0 (95%CI: 0.3-33.1), 絶対リスク : 0.005/1 万人年 (95%CI: -0.05-0.2)。メラノーマ以外の悪性腫瘍は RR: 4.2 (95%CI: 2.3-7.6), 絶対リスク: 1.2/1 万人年 (95%CI: 0.8-1.7)。良性腫瘍は RR: 3.5 (95%CI: 1.3-9.1)。BCC は RR: 4.9 (95%CI: 2.6-8.9), 平均過剰リスクは 2.0/1 万人・年 (95%CI: 1.3-2.6)。量反応関係に非線形性は見られなかった。

文献 No.624

Hildreth NG, Shore RE, Hempelmann LH, Rosenstein M.

Risk of extrathyroid tumors following radiation treatment in infancy for thymic

enlargement

Radiat Res. 1985; 102: 378-91.

アメリカにおいて、幼児期に甲状腺肥大に対する X 線治療を受けた 2,856 人（平均濃度 225R、濃度範囲 25-1250R）を対象としたコホート研究。対照群は X 線ばく露をしていない 5,053 人。追跡期間は平均 29 年（追跡率 88%。解析時の年齢はばく露群：31 歳、非ばく露群 30 歳）であった。エンドポイントは甲状腺以外の部位での腫瘍。解析は一般化線形モデル、Cox 回帰を用い、回帰分析によって交絡調整を実施。

皮膚では悪性腫瘍、良性腫瘍ともに RR が有意に高く、良性・悪性腫瘍とばく露量には正の量反応関係が見られた。良性腫瘍は絶対リスク $3.49 \pm 1.88/10$ 万人年・R, 悪性腫瘍は $4.85 \pm 3.46/10$ 万人年・R であった。

4. 高自然放射線地域や核実験場周辺の住民等を対象とした疫学調査

文献 No.767

Bauer S, Gusev BI, Pivina LM, Apsalikov KN, Grosche B

Radiation Exposure due to Local Fallout from Soviet Atmospheric Nuclear Weapons Testing in Kazakhstan: Solid Cancer Mortality in the Semipalatinsk Historical Cohort. 1960-1999

Radiation Research 2005,164, 409-419

カザフスタン、セミパラチンスク核実験場近辺の核実験（セミパラチンスク核実験場）で被ばくした、19,545 人（582,750 人・年）の男女を対象としたコホート研究である。追跡期間は、1960 年から 1999 年まで。

対照群と比べて、骨・皮膚がん（特に男性）の死亡率に大きな差があった。線量一がん発生のレスポンスは非常に低い線量範囲では非線形でやや急な曲線で、これは選択効果に一部関係しているかも知れない。

5. その他（その他の作業従事者）

対象論文なし

II. 文献レビュー結果のまとめ

1. 被ばく線量（ばく露評価）に関するまとめ

被ばく線量と死亡率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 329,767 であった。が、このうち有意な増加があったとは報告されていなかった文献は、文献番号 767 であった。

被ばく線量と罹患率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号

765,746,329,619,617,624 であり 329 以外は有意な増加があったと報告されていた。

2. 最小被ばく線量に関するまとめ

統計的に有意な増加を報告している文献において、最小被ばく線量に関して報告している文献は無かった。

3. 潜伏期間に関するまとめ

潜伏期間に関して検討している文献は、文献番号 329 であった。

書誌情報	作業 No.	765	著者	Preston, D. L., Ron, E. Tokuoka S., Funamoto, S. Nishi, N. Soda, M, Mabuchi, K, Kodama, K
	PMID(PubMedID)		タイトル	Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors
	研究方法	コホート研究(*1958年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2に基づいて個人線量が推定されている人数。その中で1958年から1998年までに診断された第一原発がん17,448例の解析)	雑誌名・年;巻:頁	RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007年)
対象	国	日本(広島、長崎)	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	情報なし		
	従事作業	原爆(広島、長崎)		
	人数	2,764,730人年(105,427人)		
	(被ばく)年齢	情報なし		
	性別	男性 1,040,278人年、女性 1,724,452人年		
比較群	原爆被ばく者のうち、1958年から1998年の間に第一がん(悪性黒色腫以外の皮膚がんを含む)が観察されていない者			
追跡	追跡期間	1958年から1998年12月末まで		
	追跡率	99%		
ばく露指標	作業名	原爆(広島、長崎)による固形がんの罹患率(生存者)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	追跡対象となる人年は、登録対象地区からの転出・転入があるために調節した。DSO2による臓器個人線量推定値はγ線量と中性子線量の10倍の和として計算した。
	外部ばく露	情報なし		
	内部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	情報なし		
	濃度範囲	解析では、器官線量(Gy)として<0.005から≥4を4段階に分類(表2)、結腸線量(Gy)として<0.005から≥4を7段階に分類(表4)		
	線種・核種	情報なし		
健康影響	影響の種類	固形がん(口腔がん、食道がん、胃がん、肝臓がん、肺がん、黒色腫以外の皮膚がん、結腸がん、直腸がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経系がん、甲状腺がん)の発症	影響評価の精度	記載なし
	情報源	広島・長崎がん登録、放射線影響研究所(広島・長崎、寿命調査)、米国国立癌研究所	観察バイアス	記載なし
	収集の方法	上記研究所及びHirosoft Internationalによる報告書	(問題点を記載)	
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	被ばく年齢、被ばくからの期間、性差、		
解析	使用モデル	ERRとEARモデル。各モデルの変化、そして両モデル間の差の変化。BEIR VIIモデル。	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法			

アウトカム指標 および アウトカム	1)寿命調査集団では、結腸線量が0.005 Gy以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約850例(約11%)が原爆被ばくと関連していると推定される。2)線量反応曲線0-2Gyの範囲は線形である。3)被ばく時年齢が30歳の場合、70歳になった時点で1 Gy被ばく当たり男性で約35%、女性で約58%固形がん罹患率が増加すると推定された。4)固形がんの過剰相対リスク(ERR)は被ばく時年齢が10歳増加する毎に約17%減少。このリスクは調査期間全体で増加する傾向。5)口腔がん、胃がん、結腸がん、肝臓がん、肺がん、皮膚がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経がん、甲状腺がんで放射線関連リスクが有意に増加した。直腸がん、胆のうがん、膵臓がん、前立腺がん、腎臓がんには有意なリスクは示唆されなかった。(新たに判明したこと)1)低線量では、被ばく線量区分を0から0.15 Gyまで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。2)食道がんのリスクが有意となった。3)20歳未満の被ばくが子宮がんのリスクを増加する可能性がある。4)肉腫を含め、検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。
-------------------------	--

書誌情報	作業 No.	746	著者	Wang JX, Zhang LA, Li BX, Zhao YC, Wang ZQ, Zhang JY, Aoyama T.
	PMID(PubMedID)	11906134	タイトル	Cancer incidence and risk estimation among medical x-ray workers in China, 1950-1995.
	研究方法	コホート研究とヒストリカルコホート研究の組み合わせ	雑誌名・年;巻:頁	Health Phys. 2002; 82:455-66
対象	国	中国	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	24 の主要病院		
	従事作業	X 線を用いる医療行為(診断)		
	人数	27,011 人		
	年齢	職に就いた平均年齢は X 線を用いる医療従事者群で 26 歳、比較群で 25 歳		
	性別	X 線を用いる医療従事者群: 男性 80%、女性 20% 比較群: 男性 69% 女性 31%		
比較群	同じ病院に働いていた、仕事に X 線を用いない 25,782 人の医療従事者(外科医、耳鼻咽喉科医)			
追跡	追跡期間	過去の研究も合わせて 1950-1995 年の 45 年間		
	追跡率	記載なし		
ばく露指標	作業名	X 線を用いる医療診断		1985 年以前の中国 X 線医療従事者 (CMXW) の線量測定データがなかった(それ以前には存在しなかった)ため、現在同じ施設で働いている X 線を用いる医療従事者の被ばく量などから線量の推定を行った。
	外部ばく露	X 線		
	内部ばく露	記載なし		
ばく露レベル	ばく露期間	多くの医者は、職に就いてから退職までの期間、ばく露を受けていた	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	平均累積ばく露量の記載 (1970 年以前に職に就いた対象者では 551mGy、それ以降の対象者では 82mGy)があり、就職時期ごとの詳細は表 2		
	濃度範囲	年間の累積ばく露量の範囲はおおよそ 2.9-36.9mGy/y(表 3)		
	線種・核種	X 線		
健康影響	影響の種類	がんの発症	影響評価の精度	1 点目は、CMXW の集団については、線量の推定値に基づいてリスク比推定を行った点で、2 点目は、ばく露の評価を十分にできるほどの追跡を行えていない場合がある点。
	情報源	記載なし	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	カルテからがん発生診断の日付と診断の詳細を転記		
交絡因子の収集	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	性別、就職時期		
解析	使用モデル	O/E 比		
	交絡調整方法	サブグループ解析		
アウトカム指標およびアウトカム	<p>診断に X 線を用いる医療従事者では比較群に対してがん発症リスク比が 1.2 倍[95%CI 1.1-1.3]であった(有意)。有意なリスク上昇がみられたがん種は、白血病、皮膚がん、乳がん、肺がん、肝臓がん、膀胱がん、食道がんで、それぞれリスク比が 2.2、4.1、1.3、1.2、1.2、1.8、2.7 であった。</p> <p>X 線を用いる医療従事者のうち、女性より男性で高いがん発症リスクを示した。</p> <p>また、1970 年以前に職に就いた対象者とそれ以降とで比較すると、前者の方が白血病、固形がんの発症リスク比が有意に高かった(白血病発症リスク比 2.4、固形がんリスク比 1.2)</p>			

書誌情報	作業 No.	329	著者	McGeoghegan D.Binks K
	PMID(PubMedID)	10877261	タイトル	The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Springfields uranium production facility, 1946-95
	研究方法	コホート研究	雑誌名: 年: 巻: 頁	J Radiol Prot20:111-137:2000
対象	国	英国	選択バイアス (問題点を記載)	一般国民に比較した Springfields の死亡率は有意に低い。”健康な労働者”効果による。 Springfields 内でも放射線作業者は非放射線作業者に比べて死亡率が低い。
	施設名	核燃料公社 (BNFL; British Nuclear Fuels plc) の Springfield 施設		
	従事作業	ウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産		
	人数	479,146 人年		
	年齢	被ばく年齢の情報なし。		
	性別	女性が ⁸ 12%、男性が ⁸ 88%【表1】		
	比較群	非放射線作業者		
追跡	追跡期間	平均追跡期間として 24.6 年	追跡率	0.7%(135/19,589 人)が除外。理由は、生年月日や参加日の不明による
	追跡率			
ばく露指標	作業名	ウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	フィルムバッジの線量は、作業員への発行時期、使用時の技術、当時の作業ガイドライン、およびフィルムバッジからのデータの取り扱いに関する社内基準によって決定するため、年度によって測定が違ふおそれあり。 体内蓄積の放射核種は除外されるため、134 名のデータでは外部線量は、0 記録になっている。 1953 年以前の記録単位が不明確。レントゲン単位で前後記録を 10%減少で補正。
	外部ばく露 内部ばく露	作業員のフィルムバッジによる全身線量を使用。		
ばく露レベル	ばく露期間	286.559 person-sieverts	ばく露レベル	
	ばく露年数	-		
	平均濃度	個人平均蓄積線量 20.5mSv 最高値は 769.3mSv、中央値 8.3mSv。慢性リンパ性白血病を除く白血病で、1:5 matching の nested case-control を行った場合、2 年ラグの平均累積線量は、症例群: 27.0mSv、対照群: 18.2mSv		
	濃度範囲	95%の労働者が、79.7mSv 以下。 傾向分析に使用した線量については、線量 0 から 400+の間で 10 段階に区分し、ラグタイム(0-20 年の間で 5 段階)ごとの線量範囲【表 5 a】を使用。		
線種・核種	ウランなどの核燃料物質			
健康影響	影響の種類	がん罹患、死亡	影響評価の精度	SMR の母集団は、England Wales および 1979-92 は Lancashire の人口。SRR の母集団は、1971-91 の England Wales および 1979-95 は Lancashire の人口。 死亡率、罹患率の母集団は、非放射線作業員。(地理的および社会経済的な交絡を排除する目的)
	情報源	国家統計局 (OSN) の所有するサウスポートの NHS 中央登録 (一部 1979-1995 年のマンチェスターがん疫学研究センターより入手)	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	交絡の可能性として作業期間、追跡期間、ばく露の長さもしくは初回雇用年の影響を見たが、一貫した差は見られず。(年齢のみで層化) 傾向分析は、年齢、労働期間、性別、雇用状況を調整。
	その他	年齢、地域、社会経済状況		
解析	使用モデル	SMR と RR は両側検定、傾向分析は片側検定。 ERR 係数の傾向分析には線量 10 段階、潜伏 2, 10, 15, 20 年の死亡に人年の重みづけをして算出。	交絡調整方法	地理的および社会経済的な交絡を排除する目的で、死亡率と罹患
	交絡調整方法			

		率の母集団は非放射線作業者。 ←影響評価の精度より再掲		
--	--	--------------------------------	--	--

<p>アウトカム 指標 および アウトカム</p>	<p>1995 年末までに放射線作業者から 3,476 例、非放射線作業者から 1,356 例、死亡。【表 1】 がん死亡と累積外部被ばく線量に関連を認めなかった。 死亡率、罹患率と有意に相関していたのはホジキン病と累積外部線量である。 全がんの SMR は、放射線労働者 86、非放射線労働者 96、【表 2.3】 がん罹患の SRR は、放射線労働者、非放射線労働者ともに 81【表 4】 部位別の解析では、ホジキンリンパ腫死亡がラグタイム 10 年、15 年で累積線量と相関、膀胱がん死亡がラグタイムを 10 年とした場合、累積線量と有意に関連していた。【表 5】 がん罹患では、ラグタイムを 10 年とした場合、白血病を除くがん、胸膜のがん、ホジキンリンパ腫、非ホジキンリンパ腫が累積被ばく線量と有意に関連していた。肺がんもラグタイムを 20 年とした場合累積外部被ばく線量と有意に関連していた。ラグタイムを 20 年とした場合、口腔・咽頭がん、喉頭がん、黒色腫、食道がん、胃がん、乳がん、胆のうがん、肝臓がん、結腸がん、直腸がんについては累積被ばく線量との有意な関連性は認められなかった【表 7】</p>
---------------------------------------	---

書誌情報	作業 No.	619	著者	Shore RE, Moseson M, Xue X, Tse Y, Harley N, Pasternack BS.
	PMID(PubMedID)	11893243	タイトル	Skin cancer after X-ray treatment for scalp ringworm
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年;巻:頁	Radiat Res. 2002; 157: 410-8
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	ばく露群と非ばく露群で頭部白癬の重症度が異なっていた可能性がある。
	施設名	ニューヨーク大学附属 Bellevue 病院		
	従事作業	頭部白癬に対する X 線治療		
	人数	子ども時代にばく露した 2,224 人		
	年齢	治療時の平均年齢はばく露群 7.8 歳、非ばく露群 7.4 歳【表 1】		
	性別	女性の割合はばく露群 12.8%, 非ばく露群 21.4%【表 1】		
	比較群	頭部白癬に対して別の治療を受けた 1,380 人		
追跡	追跡期間	1962-1993 年	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	追跡率	ばく露群 88.1%, 非ばく露群 84.4%		
ばく露指標	作業名	頭部白癬に対する X 線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	外部ばく露	頭部白癬に対する X 線治療		
ばく露レベル	内部ばく露	—	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	ばく露期間	5 回に分けて頭皮に放射線を照射。照射間隔は 10~20 分。		
	ばく露年数	—		
	平均濃度	4.75 Gy		
健康影響	濃度範囲	3.3-6.0 Gy	影響評価の精度	情報なし
	線種・核種	X 線(UV による副次的な影響もみた)		
	影響の種類	基底細胞がん(BCC)の発症		
健康影響	情報源	本人によるアンケート、がんと診断した医師へのアンケート	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし
	収集の方法	本人への郵送・電話アンケートにより、がんの発症と UV ばく露量について調べた。医師へのアンケートを用い、発症を確認した。		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	性別、ばく露時の年齢、治療後の経過期間、人種(白人、黒人)		
解析	使用モデル	ポアソン回帰、Cox 回帰	交絡調整方法	層化、回帰分析
	交絡調整方法	層化、回帰分析		
アウトカム指標およびアウトカム	BCC の RR は白人で 3.6 (95%CI: 2.3-5.9)。黒人の EAR は白人の 10 倍 (95%CI: 3.2-31)。【表 2】 白人の 1Gy あたりの RR 上昇割合は 1.16 (95%CI: 1.3-2.1)、絶対リスクは 1.9/1 万人年・Gy (95%CI: 0.5-3.3)。 RR: 祖先が北ヨーロッパである人は 1.95、軽度の日焼けと比べ、重度の日焼けをする人は 1.69、肌の色が明るい人は 1.68、肌の色が濃い人は 1.58、日焼けオイルの恒常的に使用する人は 2.98、人生で 5 度以上重度の日焼けをした人は 2.12。			

書誌情報	作業 No.	617	著者	Ron E. Modan B, Preston D, Alfandary E, Stovall M, Boice JD Jr.
	PMID(PubMedID)	2000456	タイトル	Radiation-induced skin carcinomas of the head and neck
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Radiat Res. 1991;125:318-25.
対象	国	イスラエル	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	情報なし		
	従事作業	16歳以下での、頭部白癬に対する放射線治療		
	人数	10,834人		
	年齢	情報なし		
	性別	男女		
比較群	全人口から選んだ10,834人(性別、年齢、出生国(イスラエル、アフリカ、アジア)、イスラエルへの移住時期でマッチング)と、ばく露群の子どもから選んだ5,392人(年齢、出生国、移住時期でマッチング)			
追跡	追跡期間	1950-1980年(平均25年)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	追跡率	—		
ばく露指標	作業名	頭部白癬に対する放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	外部ばく露	患部へのX線照射		
	内部ばく露	—		
ばく露レベル	ばく露期間	治療は1コース5日間、ばく露群の9%は2コース以上を受けた	影響評価の精度	病変の位置情報は正確でなかった。
	ばく露年数	治療1コースで6.1 Gy		
	平均濃度	5.5-6.7 Gy		
	濃度範囲	X線		
健康影響	影響の種類	主に基底細胞がん(BCC)をはじめとする皮膚がん、皮膚の良性腫瘍の発症	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし
	情報源	病院の病理記録、国の人口登録		
	収集の方法	専門の医師が病理記録より対象の疾患を発症した人を抽出し、人口登録と結合して生死の情報を得た。		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	性別、出生地、ばく露を受けた年齢、ばく露からの経過期間、カレンダー時間、ばく露量、治療のコース数		
解析	使用モデル	ポアソン回帰		
	交絡調整方法	層化、回帰分析		
アウトカム指標およびアウトカム	頭部・頸部メラノーマは RR: 3.0 (95%CI: 0.3-33.1), 絶対リスク: 0.005/1 万人年 (95%CI: -0.05-0.2)。メラノーマ以外の悪性腫瘍は RR: 4.2 (95%CI: 2.3-7.6), 絶対リスク: 1.2/1 万人年 (95%CI: 0.8-1.7)。良性腫瘍は RR: 3.5 (95%CI: 1.3-9.1)。BCC は RR: 4.9 (95%CI: 2.6-8.9), 平均過剰リスクは 2.0/1 万人・年 (95%CI: 1.3-2.6)。量反応関係に非線形性は見られなかった。			

書誌情報	作業 No.	624	著者	Hildreth NG, Shore RE, Hempelmann LH, Rosenstein M.
	PMID(PubMedID)	4070552	タイトル	Risk of extrathyroid tumors following radiation treatment in infancy for thymic enlargement
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Radiat Res. 1985; 102: 378-91.
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	情報なし		
	従事作業	甲状腺肥大に対して幼児期に受けた X 線治療		
	人数	2,856 人		
	年齢	平均はばく露群 31 歳、非ばく露群 30 歳		
	性別	男女(男性が 5 割強)		
	比較群	ばく露群の子どもで、ばく露していない 5,053 人		
追跡	追跡期間	平均 29 年	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	追跡率	88%		
ばく露指標	作業名	甲状腺肥大に対して幼児期に受けた X 線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	外部ばく露 内部ばく露	—		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし	影響評価の精度	情報なし
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	225 R		
	濃度範囲	25-1250 R		
	線種・核種	X 線		
健康影響	影響の種類	甲状腺以外の部位での腫瘍の発症	観察バイアス (問題点を記載)	皮膚がんの 73%が、X 線を主に照射した範囲内に見られたのに対し、良性腫瘍の 4 分の 3 がこの範囲から外れた位置に見られたことより、たまたま良性腫瘍が多く見られた可能性がある。どの部位においても観察されたイベント数は少なかった。
	情報源	本人による申告、医師・病院による情報提供、死亡した場合は死亡診断書		
	収集の方法	本人へは郵送・電話でアンケートを行い、医師や病院に連絡をし確認を行った。		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	
	その他	性別、追跡期間(Cox 回帰ではこれに加え教育歴、宗教、出産経験の有無)		
解析	使用モデル	一般化線形モデル、Cox 回帰		
	交絡調整方法	回帰分析		

アウトカム指標 および アウトカム	部位別の良性腫瘍および悪性腫瘍発症の相対リスクは【表 5, 6】。良性腫瘍は骨、神経系、唾液腺、皮膚、乳房で RR が有意に高く、一方悪性腫瘍で RR が優位に高かったのは皮膚がんと乳がんであった。腫瘍ありと診断された年齢はばく露群と非ばく露群とで大きく違わなかった【表 7】。乳房の良性・悪性腫瘍とばく露量には正の量反応関係が見られた【表 8】。良性腫瘍は絶対リスク 3.49 ± 1.88/10 万人年・R, 悪性腫瘍は 4.85 ± 3.46/10 万人年・R。
-------------------------	--

書誌情報	作業 No.	767	著者	Bauer S, Gusev BI, Pivina LM, Apsalikov KN, Grosche B
	PMID(PubMedID)	16187743	タイトル	Radiation Exposure due to Local Fallout from Soviet Atmospheric Nuclear Weapons Testing in Kazakhstan: Solid Cancer Mortality in the Semiparatinsk Historical Cohort, 1960–1999
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Radiation Research 2005,164, 409–419
対象	国	カザフスタン	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	セミパラチンスク核実験場近辺		
	従事作業	核実験(セミパラチンスク核実験場)		
	人数	19,545 人、582,750 人・年		
	年齢	20 歳以下、20–39 歳、40 歳以上(表 1)		
	性別	男性 9,834 人、女性 9,604 人(表 1)		
追跡	比較群	実験場から遠いコクペクチンスキー地域	追跡期間	1960 年から 1999 年まで
	追跡率	情報なし		追跡率
ばく露指標	作業名	核実験による被ばく	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	得られたデータ数が少なく、特に年齢別では少ないので、このコホート研究から、線量とリスクの関係、詳しい線量-応答関数を導くことは難しい。もっと多くのコホート研究が必要である。
	外部ばく露	フォールアウトや土等の汚染測定、環境線量測定等からの計算による評価		
	内部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	ばく露期間	1949 年から 1965 年まで	影響評価の精度	記載なし、ただし、他の核実験や核事故、日本の原爆等によるコホート研究との比較が書かれている
	ばく露年数	地域別に表 2 に示されている		
	平均濃度	20mSvから4Svまで		
	濃度範囲	I-131, Cs-137, Sr-90		
	線種・核種	情報なし		
健康影響	影響の種類	食道がん(特に女性)、肝臓がん、胃がん、肺がん、女性の乳がん、骨・皮膚がん(特に男性)による死亡	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	情報源	SRIRME(放射線医学・生態学研究所)	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	死亡記録を入手		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	移住者の増加		
解析	使用モデル	ERRモデルはポワソン回帰で最尤検定する	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	交絡調整方法	情報なし		

アウトカム指標およびアウトカム

対照群と比べて、全死亡率、がん死亡率ともかなりの差がある。男女別に比較がなされていて、食道がん(特に女性)、肝臓がん、胃がん、肺がん、女性の乳がん、骨・皮膚がん(特に男性)には大きな差があるが、子宮頸がん、膵臓がん、膀胱がん、腎臓がん、直腸がんには大きな差は見られない。その差の大きさについてはさらなる研究が必要である。喉頭、咽頭、口唇、泌尿器がんなどは数が少なくて違いがよく分からなかった。また被ばく時の年齢と共にがん発生が増えている。線量-がん発生のレスポンスは非常に低い線量範囲では非線形でやや急な曲線で、これは選択効果に一部関係しているかも知れない。いずれにしてもより多くのコホート研究がより詳しい結論を得るには不可欠である。1990 年代からの他国への移住者とコホート選択の効果についても検討の必要がある。

甲状腺がんと放射線被ばくに関する医学的知見について

I. 甲状腺がんに関する文献レビュー結果

1. 原爆被ばく者を対象とした疫学調査

文献 No.765

Preston. D. L., Ron. E, Tokuoka S., Funamoto. S, Nishi. N, Soda, M, Mabuchi. K, Kodama. K

Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors

RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007)

広島、長崎の原爆被ばく者のうち、1958年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2に基づいて個人線量が推定されている中で1958年から1998年までに診断された第一原発がん17,448例の解析を実施したコホート研究。

男性1,040,278人年、女性1,724,452人年の計2,764,730人年(105,427人)について、1958年から1998年12月末までを追跡期間とした。追跡率は99%。

解析にあたっては、ERRとEARモデルを用い、各モデルの変化、そして両モデル間の差違の変化をBEIR VIIモデルで解析。

解析結果は以下のとおり。

1)寿命調査集団では、結腸線量が0.005 Gy以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約850例(約11%)が原爆被ばくと関連していると推定された。2)線量反応曲線0-2Gyの範囲は線形であった。3)甲状腺がんでは放射線関連リスクが有意に増加した。

また、新たに判明したこととして、低線量では、被ばく線量区分を0から0.15 Gyまで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。

2. 放射線作業者を対象とした疫学調査

文献 No.374

Omar RZ, Barber JA, Smith PG

Cancer mortality and morbidity among plutonium workers at the Sellafield plant of British Nuclear Fuels

Br J Cancer 79:1288-1301;1999

英国の核燃料公社 Springfield の施設においてプルトニウムの生産に1947-1975年に従事した労働者14,319人を対象とするコホート研究。

対象者について、被ばく年齢の情報はないが、女性19%、男性81%の構成比であっ

た。

平均追跡期間は 29 年、追跡率は 70%であった。比較対照はプルトニウム以外の放射線作業員、および非放射線作業員とした。

累積線量は、全放射線作業員 (n=10,382) で 1,352,326mSv。プルトニウムの線量が測定されたプルトニウム作業員(n=4,609) で 958,868mSv。臓器ごとの累積線量は ICRP の代謝モデルに従い算出した。

片側有意差検定を実施。潜伏期間ごとの比較は Z 統計量によった。傾向分析には線量 7 段階、潜伏 0, 10, 20 年 (白血病のみ潜伏 2 年を追加) の死亡に年数の重みづけをして算出した。年齢、労働期間、性別、雇用状況を層化して調整を行った。

甲状腺のがんによる死亡が多かった。

3. 放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査

文献 No.748

Jacob, P., T. I. Bogdanova, E. Buglova et al.

Thyroid cancer risk in areas of Ukraine and Belarus affected by the Chernobyl accident

Radiat. Res. 165 (1) : 1-8 (2006)

ウクライナ、ベラルーシにおける児童期、青年期のチェルノブイリでの事故によるヨウ素 131 の被ばく者を対象とした多くのコホート研究の統合研究。1,034 の地域で、ウクライナでは 75,313 人、ベラルーシでは 90,699 人が対象となった。追跡期間は、最長で 1968 年から 2001 年の 33 年間である。甲状腺へのヨウ素 131 ばく露量が推定され、甲状腺がんの発症状況との関係が調べられた。

甲状腺がんの EAR 用量反応曲線の 1 次の回帰係数の推定値は $2.66/10^4 \text{Person-years} \cdot (\text{Gy})$ (95% CI[2.19,3.13]) で、二次の対比の推定値は $-0.145/10^4 \text{Person-years} \cdot (\text{Gy})$ (95% CI[-0.171,-0.119]) であった (このことは高用量の対象者で発症リスクが少し低下することを示している)。また、女性での EAR は男性の 1.4 倍であった。甲状腺がんの ERR 用量反応曲線の 1 次の回帰係数は $18.9/\text{Gy}$ (95% CI[-1.46,-0.60]) で、二次の対比の推定値は $-1.03/\text{Gy}$ (95% CI[-1.46,-0.60]) であった。女性の方が男性より低い ERR を示した。EAR,ERR ともウクライナよりベラルーシで高値を示した。また、EAR はばく露後の年数の増加に従って上昇する。

文献 No.473

Shore RE, Moseson M, Harley N, Pasternack BS

Tumors and other diseases following childhood x-ray treatment for ringworm of the scalp (Tinea capitis)

Health Phys. 2003; 85: 404-8

アメリカ（ニューヨーク）の Bellevue Hospital において、1940～1959 年に 1～15 歳の間、頭皮白癬の治療で頭頸部に X 線照射を受けた小児（症例 2,224 人、対照 1,380 人）のコホート研究。腫瘍（良・悪性）】症例（甲状腺照射平均 60mGY）：対照は 15：2 であった。

文献 No.674

Dickman, P. W., L. E. Holm, G. Lundell et al.

Thyroid cancer risk after thyroid examination with ¹³¹I: a population-based cohort study in Sweden

Int. J. Cancer 106 (4) : 580-587 (2003)

スウェーデンの 7 つの大学病院において、1952～1969 年に放射性ヨウ素の I-131 の投与による検査を受けた 75 歳以下の患者 40,535 人を対象にしたコホート研究。追跡率は 90.7%。

甲状腺がんの SIR で有意な超過がみられたのは、頸部への外部放射線治療を受けた 1,767 人（SIR=9.8 ; 95%CI:6.3-14.6）および甲状腺腫瘍が疑われるとして照会された 11,015 人（SIR=3.5 ; 95%CI:2.7-4.4、外部放射線治療は行っていない）であった。照会理由の違い、外部放射線治療の違い、どちらにおいても線量との相関は見られなかった。

放射性ヨウ素内服からの時間と SIR との相関は見られなかったが、追跡後の最初の 2 年、およびばく露後 2-10 年での SIR が高かった。初回ばく露年齢と SIR との相関は見られなかった。甲状腺がんの疑いで検査を受診した群では、男性の方が女性より SIR が有意に高かった。

文献 No.354

Muirhead CR, Goodill AA, Haylock RG, Vokes J, Little MP, Jackson DA, O'Hagan JA, Thomas JM, Kendall GM, Silk TJ, Bingham D, Berridge GL

Occupational radiation exposure and mortality: second analysis of the National Registry for Radiation Workers

J Radiol Prot 19:3-26;1999

イギリスでの英国の原子力産業で放射線作業に従事し、英国放射線業務従事者登録 (NRRW) に登録された放射線作業者の継続追跡によるコホート研究である。対象者は、124,743 人 (2,063,300 人年)。

潜伏期間を考慮した場合、甲状腺がんのみ 11 の死亡に基づいた SMR が上昇した。

文献 No.679

Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.

Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism

J. Am. Med. Assoc. 280 (4) : 347-355 (1998)

米国の 25 の診療所及び英国の 1 診療所において甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素 131 による治療を受けた患者 35,593 人 (738,831 人年) を対象とした後ろ向きコホート研究。エンドポイントはがん死亡で、ばく露評価については、ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない。

甲状腺がんのみにおいては強い関連が見られた (SMR3.94)

文献 No.676

Hall P, Mattsson A, Boice JD Jr.

Thyroid cancer after diagnostic administration of iodine-131.

Radiat Res 145(1):86-92:1996

スウェーデンの 7 つの大学病院において、1950~1969 年に放射性ヨウ素の I-131 の投与による検査を受けた 75 歳以下の患者 34,104 人を対象にしたコホート研究。追跡期間は 5~39 年 (平均 25 年) で、追跡率は 90.7%であった。

放射性ヨウ素の内服後、甲状腺がんへの罹患が診断された潜伏期間の平均は 15 年であった。甲状腺がん罹患の SIR=1.35 (95%CI:1.05-1.71) であり、甲状腺腫瘍が疑われる患者 (SIR=2.86; 95%CI:2.06-3.86) が他の患者 (SIR=0.75; 95%CI:0.48-1.10) より有意にリスクが高かった。いずれの患者でもリスクの線量相関性は見られなかった。

最もリスクが高いのは放射性ヨウ素服用から 5-9 年後であった。20 歳より前にばく露を受けた 2,408 患者のうちでは、3 人が甲状腺がんを発症 (SIR=1.69; 95%CI:0.35-4.93) しており、いずれも服用から 15-19 年経過後に発症していた。甲状腺腫瘍が疑われた患者では、男性の方が女性に比べ相対リスクが有意に高かった。

文献 No.608

Lundell M, Holm LE.

Risk of solid tumors after irradiation in infancy

Acta Oncol. 1995; 34: 727-34

スウェーデンで月齢 18 ヶ月以下における皮膚血管腫のラジウム放射線を用いた治療を受けた 14,351 人のコホート研究。治療以降の追跡期間は平均して 40 年であった。

男女 (うち女性 67%)。

甲状腺がんでは標準化罹患比 (SIR) に有意な上昇があった。

文献 No.611

Lindberg S., P. Karlsson, B. Arvidsson et al.

Cancer incidence after radiotherapy for skin haemangioma during infancy

Acta Oncol. 1995; 34: 735-40

スウェーデンの Sahlgrenska 大学病院 (Gothenburg)において、乳児期における皮膚血管腫治療のための電離放射線治療を受けた 11,807 名 (男女) を対象とした後ろ向きコホート研究。加工した ^{226}Ra を病変の表面に固定する治療器具を用いた際にばく露している (線種: β 線、 γ 線 核種: ^{226}Ra γ , ^{226}Ra β , ^{32}P)。エンドポイントはがんの発症。1930-1965 年に乳児であった人で、最大で治療後 55 年間分のデータが解析に用いられた。対照群は、発症者の 75%が属していた、West of Sweden Health Care Region を標準人口とした。追跡期間は、1958-1989 年 (370,517 人年)。治療の手技と用いられた核種を考慮し、期待されるばく露量を算出されている。

225 人において 248 件の発症 (期待数は 204 件)。SIR は 1.21 (95%CI: 1.06-1.37)、ばく露後 5 年間の発症を除外しても SIR は 1.22 (95%CI: 1.07-1.38)。性別では男性 62 件 (SIR: 1.25, 95%CI: 0.96-1.60)、女性 186 件 (SIR: 1.20, 95%CI: 1.03-1.38) と大差なし。治療時期でみると 1950 年より前では発症数 176 件 (SIR: 1.38, 95%CI: 1.37-1.48)、1950 年以降では 72 件 (SIR: 0.94, 95%CI: 0.74-1.19) と、1950 年以前の方が高い。線種ごとでは γ 線で大きく (SIR:1.26, 95%CI: 1.09-1.42)、 β 線では小さかった (SIR:0.96, 95%CI: 0.57-1.37)。甲状腺がんについては発症数 15 件、SIR: 1.88, 95%CI: 1.05-3.09 であった。

甲状腺がんの ERR: 7.5/Gy (95%CI: 0.4-18.1), EAR: 1.6/10⁴PY \cdot Gy (95%CI: 0.092-3.9)。

文献 No.321

Lundell M,Hakulinen T,Holm LE

Thyroid Cancer after Radiotherapy for Skin Hemangioma I Infancy

Radiat Res140:334-9;1994

スウェーデン (ストックホルム) において皮膚血管腫治療を受けた 18 か月未満の幼児を対象としたコホート研究。解析対象は 1920-1957 年の期間に 15,321 人年、1958-1986 年の期間に 406,355 人年。初回治療平均年齢は、6.5 か月、被ばく露対象のうち、追跡期間に甲状腺がん罹患していない者を対照とした。追跡率は 97.7%。

ばく露指標は小児への放射線治療であり、治療放射線 (ベータ粒子、ガンマ線、X 線) Ra-^{226} (81.5%)、X 線(18.1%)、P - 32 (0.4%) であった。平均治療回数は 1.5 回、平均吸収線量 0.26Gy、吸収線量範囲は<0.01-28.5Gy。乗法ポアソン回帰モデルを用いて解析を実施した。

追跡期間中に 17 例の甲状腺がんが観察された。SIR は 2.28 (95%CI: 1.33 - 3.65)。甲状腺がん症例の平均甲状腺線量は 1.07 Gy (範囲: <0.01 - 4.34Gy)。線量相関性が認められた。初回ばく露からの経過年齢に関する ERR/Gy は 4.92 (95%CI=1.26 - 10.2)。ばく露後経過年が長いと減少する。

EAR (10⁻⁴ 人年・Gy) は 0.9 (95%CI : 0.23 - 1.87)。線量レベルに関する ERR は、1.28 (95%CI=0.33 - 2.65)、EAR (10⁻⁴ 人年) は 0.23 (95%CI : 0.06 - 0.49) であり、ERR、EAR とともに有意な性差は見られなかった。

文献 No.625

Shore RE, Hildreth N, Dvoretzky P, Andresen E, Moseson M, Pastemack B

Thyroid cancer among persons given X-ray treatment in infancy for an enlarged thymus gland

Am J Epi. 1993;137:1068-80

ニューヨーク州ロチェスターにある医療施設・私立病院（計 10 か所）で乳児期に胸腺肥大の放射線治療を受けた患者 2,657 名（男性 58%、女性 42%、85204 人年）に対して、患者の兄弟姉妹 4,833 名（151,844 人年）を対照群としたコホート研究。被ばく時週齢は中央値生後 5 週間、95%が 34 週未満、追跡期間はばく露群で平均 37.1 年、対象群で平均 36.4 年であった。X 線のばく露レベルは 0.03-10Gy、平均濃度は 1.36Gy であった。

1940-84 年のニューヨーク州における甲状腺がんの性・年齢・期間で層別した発生率を基準として SIR を算出した。ばく露群の SIR は 24.3(90%CI:18-32)、非ばく露群は 1.8 (0.8-3.5) であった。照射線量で層別した SIR は、0.01-0.24Gy で 3.9 (0.9-23)、0.25-0.49Gy で 13.6 (4.6-33)、0.5-1.99Gy で 7.1 (0.7-29)、2.0-3.99Gy で 42.3(25.68)、4.0-5.99Gy で 78.6(46.-126)、6.0 以上で 125.0(55-248)であり、照射線量が増えるごとに SIR が上昇するという傾向が見られた

非ばく露群に対するばく露群の RR を評価すると、照射線量 1Gy 当りの RR が 10 (90%CI : 5-23) 上昇するという、線形的な正の量反応関係が得られ、低用量群では 0-0.3Gy で用量反応関係が見られた (p=0.002) が、0-0.2Gy では見られなかった。

EER モデルでは登録時の年齢が 1 歳上がるごとに非ばく露群に対するばく露群の RR が 11% (95%CI:3-19) 減少するという結果が得られた。一方で、EAR モデルでは登録時年齢による変化は見られなかった。甲状腺がん発生数の観察数/期待値 (O/E) は登録時年齢 5-14 歳で突出して大きく、甲状腺の吸収線量で調整しても同様であった

文献 No.627

Shineider AB, Ron E, Lubin J, Stovall M, Gierlowski TC

Dose-response relationship for radiation-induced thyroid cancer and thyroid nodules: Evidence for the prolonged effects of radiation on the thyroid

JCE&M. 1993;7:362-9

アメリカのイリノイ大学シカゴ校 Michael Reese Hospital、テキサス大学 M.D.Anderson Cancer Center において、1939-62 年の間に、16 歳未満で頭部と頸部

に放射線治療を受けた患者 4,296 名のコホート研究。最初の照射からの平均追跡期間は 33 年で、追跡率は 4,296 名中 2,634 名。

(1) 外科的手法で確認された甲状腺がん、(2) 甲状腺がんを発症していない患者で外科的手法によって確認された甲状腺の良性腫瘍、(3) 全ての甲状腺腫 ((1) (2) に加え、診断は受けたが手術は実施していない腫瘍)の 3 つのレベルのアウトカムを設定し、発症率をそれぞれ算出したところ、照射線量で層別しない発症率 (10^{-4} cases/P-yr)は(1) 男性 30.9、女性 41.1 (2)男性 54.8、女性 88.0 (3)男性 110.0、女性 158.7 であった。ERR モデルと EAR モデルを比較すると、前者の方が線形に近かった。ERR モデルに基づく吸収線量当りのアウトカム (1) のリスク増加の推定値は 0.030 ERR/cGy(0.01-0.40)、EAR モデルでは 0.17×10^{-4} cases/cGy (0.13-0.23) であった。アウトカム(3)の発症率(cases/P-yr)は 1973 年までが 42.3×10^{-4} 、1974-9 年が 726.2×10^{-4} 、1980 年以降が 399.2×10^{-4} と大きく変化した。しかし放射線量との用量反応関係の傾きは、3 つのアウトカム全てにおいて 1974 年前後で特に違いはなかった。ばく露後経過時間で層別すると、25-29 年の層ですべてのアウトカムについて ERR/ cGy が最大値を取った ((1)0.084、(2)0.134、(3)0.153)。

文献 No.742

Shore, R. E.

Issues and epidemiological evidence regarding radiation-induced thyroid cancer
Radiat. Res. 131 (1) : 98-111 (1992)

外部放射線治療を受けた 20 歳以下の甲状腺がんの ERR は 2.1-27/Gy で、絶対リスク (AR)は 0.4-15.5/10⁴人年 Gy であった。

文献 No.596

Tucker, M. A., P. H. Morris Jones, J. D. Boice Jr. et al.

Therapeutic radiation at a young age is linked to secondary thyroid cancer
Cancer Res. 1991; 51 (11) : 2885-8

アメリカの 13 の医療施設において、小児がんと診断され 2 年以上生存した者 9,170 人(50,609 人年)のコホート研究。甲状腺がんの発生リスクは RR は 53(95%CI:34-80) であった。原発ガンの治療経過年数に応じてリスクが高まる (p=0.03)。200cGY 以上の照射で RR は 13 (95%CI : 1.7-104) であった。

文献 No.745

Hancock, S. L., R. S. Cox and I. R. McDougall

Thyroid diseases after treatment of Hodgkin's disease
N. Engl. J. Med. 325 (9) : 599-605 (1991)

米国のスタンフォード大学におけるホジキン病患者 1,787 人を対象とした、ヒストリカルコホート研究（カルテ使用）である。治療時点の平均年齢は 28 歳（2-82 歳）、男性 1,047 人、女性 740 人であった。1,787 名中、110 名が無治療、放射線治療単独が 810 名、放射線・化学療法併用が 920 名、化学療法単独 57 名であった。追跡期間は平均 9.9 年である。放射線治療の期間は対象者によって異なり、2 週間から 14 か月である。ばく露量は多くの患者で 44Gy（15-44Gy）であった。

甲状腺に放射線治療を受けた 1,677 名の、甲状腺疾患発症リスクは、治療 20 年後で 52%、26 年後で 67%であった。甲状腺機能低下は 513 名に見られた（512 名が放射線治療群、1 名が放射線非治療群）。Grave の甲状腺機能亢進症は 30 名に見られ（28 名が放射線治療群、2 名が放射線非治療群）、ホジキン病治療後の Grave の疾患発症リスクは、対照群と比較すると 7.2~20.4 倍であった。無痛性甲状腺炎は 6 名の患者で見られ、44 名の患者（うち 26 名が甲状腺切除済み）で甲状腺に小瘤が見られた。甲状腺がんの絶対リスクは 1.7%であり、対照群と比較すると 15.6 倍であった。

文献 No.616

Ron E, Modan B, Preston D, Alfandary E, Stovall M, Boice JD Jr.

Thyroid neoplasia following low-dose radiation in childhood

Radiat Res. 1989; 120: 516-31

16 歳以下で頭部白癬に対する放射線治療を受けた男女 10,834 人を対象としたイスラエルでの後ろ向きコホート研究。追跡期間は、1950-1980 年（平均 25 年）。患部への X 線照射であり、治療は 1 コース 5 日間（ばく露群の 9%は 2 コース以上を受けた）。治療 1 コースで甲状腺の平均被ばく量は 8.4 cGy で範囲は 4.5-16.5 cGy。エンドポイントは甲状腺の新生物。

新生物形成とばく露量には直線的な量反応関係が見られた。1 cGy 当たりの RR は悪性腫瘍で 1.27 (95%CI: 1.15-1.42), 良性腫瘍で 1.08 (95%CI: 1.07-1.09)。5 歳以下でばく露群での甲状腺腫瘍が増加した。悪性腫瘍に関し、ERR は 0.3/cGy, EAR は 13/10 万人年・cGy。良性腫瘍では、ERR は 0.1/cGy, EAR は 15/10 万人年・cGy。

文献 No.634

Pottern LM, Kaplan MM, Larsen PR, Silva JE, Koenig RJ, Lubin JH, Stovall M, Boice JD Jr.

Thyroid nodularity after childhood irradiation for lymphoid hyperplasia: A comparison of questionnaire and clinical findings

J Clin Epidemiol. 1990;43:449-60

アメリカのマサチューセッツ州ボストンの医療機関で 1938-1969 年に 18 歳未満でリンパ組織過形成の放射線治療を受けた患者 1590 名とばく露群、同時期に 18 歳未満で

リンパ組織過形成の治療で外科手術のみ受け、放射線治療を受けなかった患者 1,499 名を対照群とした後ろ向きコホート研究。甲状腺の腫瘍が発見された年齢等に関する質問票送付と回答内容の病院への照会、および同意を得られたものに対する検査を実施した。

甲状腺腫の有病オッズ比について、質問票回答者における、非ばく露群に対するばく露群 RR は 15.8 (95%CI: 4.7-63.5)、検査参加者では 2.7 (1.5-4.7) と大きな差があった。質問票回答者・検査参加者ともに甲状腺の吸収線量が増えるほど RR が大きくなる傾向が見られた(質問票: 0.64/cGy(95%CI 0.18-2.25) 検査: 0.07/cGy(0.03-0.15)) 性別で層別し、非ばく露群の男性を基準としたオッズ比を算出すると、非ばく露群の女性が 2.6 (0.9-7.4) ばく露群の男性が 3.2 (1.3-8.2) 女性が 6.3 (2.6-16.0) であった。

文献 No.743

Maxon, H. R., E. L. Saenger, S. R. Thomas et al.

Clinically important radiation-associated thyroid disease. A controlled study

J. Am. Med. Assoc. 244 (16) : 1802-1805 (1980)

米国の Eugene L.Saenger Radioisotope Laboratory において、児童期に良性新生物への放射線治療を受けた患者 1,266 人を対象としたコホート研究。放射線治療時の平均年齢は 3.6 歳で、男性の方がやや多い。対照群は、年齢、性、人種、疾患によりマッチングされた、放射線治療を受けていない 958 人である。追跡期間は 21.5 年(放射線治療群 99.8%、対照群 92%)。治療群の平均ばく露量は 270rads (50-400rads)。エンドポイントは甲状腺、あるいは甲状腺以外での新生物の発生状況である。

放射線治療群で平均 21.5 年後の甲状腺新生物発生割合が対照群より有意に(P<0.05)大きく、新生物は良性と悪性は約同数発生。同時期の甲状腺以外の良性新生物の発生割合にも有意差あり(治療群では甲状腺以外の良性新生物の発生は 15 件、対照群では 0 件であった)。

文献 No.741

hanford, J. M., E. H. Quimby and V. K. Frantz

Cancer arising many years after radiation therapy

J. Am. Med. Assoc. 181: 404-410 (1962)

米国 Presbyterian 病院において、幼児期における甲状腺肥大・扁桃腺炎に対する放射線治療を受けた患者 458 人を対象とした研究。ソーシャルワーカーが個人を追跡し、医師が診断を確定し、X線記録から専門家がばく露量を評価した。甲状腺がんは 7 例見られ、コネチカット州の統計情報から期待される発症割合よりも多かった。

<有意でない報告があった研究>

文献 No.772

Ryberg M, Lundell M, Nilsson B, Pettersson F.

Malignant disease after radiation treatment of benign gynaecological disorders: a study of a cohort of metropathia patients

Acta Oncol. 1990; 29:563-7

スウェーデン・ストックホルムの治療施設 Radiumhemmet において、不正子宮出血への放射線治療を受けた女性 788 名 (9,289 人年) を対象としたヒストリカルコホート研究。比較群は 1,219 名の同様の疾患を持つ放射線非治療者 (22,060 人年) で、追跡期間 1982 年まで、平均 28.2 年 (範囲 0-56 年)。追跡率約 95%。X 線の線量は子宮腔内治療 : 370-555MB q (16h)、腔内治療 : 2.6GB q (24h)。エンドポイントは悪性腫瘍の発生状況。

放射線治療ばく露群のうち 107 名が、比較群のうち 173 名が悪性腫瘍を発生。一般住民がん登録データと比較すると、ばく露群で 1.22、比較群で 1.09 のリスク比であった。甲状腺がんでのリスク比は 1.11 であったが、有意差は見られなかった。

文献 No.629

Ryberg M, Lundell M, Nilsson B, Pettersson F.

Malignant disease after radiation treatment of benign gynaecological disorders: a study of a cohort of metropathia patients

Acta Oncol. 1990; 29:563-7

アメリカで頭部と頸部に放射線治療を受けたことがあり、かつ追跡開始時の検査で甲状腺異常の疑いなしの診断を受けた患者 263 名をばく露群、追跡開始時の検査で甲状腺異常の疑いありと診断を受けた患者 153 名を対照群とした後ろ向きコホート研究。追跡期間は平均 4 年、追跡率はそれぞれ 58%、62%であった。

放射線治療を受けてから甲状腺異常発見までの期間は 26.8 ± 7.1 年、腫瘍が発見され手術を受けるまでの期間は 25.8 ± 6.8 年、甲状腺がん発見までの期間は 23.8 ± 7.0 年であり、有意な差は無かった。照射線量と甲状腺異常の発生率との間には有意な相関が認められた。しかし照射線量と甲状腺がん、吸収線量と甲状腺異常との間には相関が見られなかった。

4. 高自然放射線地域や核実験場周辺の住民等を対象とした疫学調査

対象論文なし

5. その他 (その他の作業従事者)

対象論文なし

II. 文献レビュー結果のまとめ

1. 被ばく線量（ばく露評価）に関するまとめ

被ばく線量と死亡率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 374,354,679 であり、有意な増加があったと報告されていた。

被ばく線量と罹患率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 765,374,748,473,674,676,608,611,321,625,627,742,596,745,772,629,616,634,743,741 であり、772,629 以外は有意な増加があったと報告されていた。

2. 最小被ばく線量に関するまとめ

統計的に有意な増加を報告している文献において、最小被ばく線量に関して報告している文献は無かった。

3. 潜伏期間に関するまとめ

統計的に有意な増加を報告している文献において、潜伏期間に関して報告している文献は無かった。

書誌情報	作業 No.	765	著者	Preston, D. L., Ron, E., Tokuoka S., Funamoto, S., Nishi, N., Soda, M., Mabuchi, K., Kodama, K
	PMID(PubMedID)		タイトル	Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors
	研究方法	コホート研究(*1958年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2に基づいて個人線量が推定されている人数。その中で1958年から1998年までに診断された第一原発がん17,448例の解析)	雑誌名・年・巻・頁	RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007年)
対象	国	日本(広島、長崎)	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	情報なし		
	従事作業	原爆(広島、長崎)		
	人数 (被ばく)年齢	2,764,730人年(105,427人) 情報なし		
	性別	男性 1,040,278人年、女性 1,724,452人年		
	比較群	原爆被ばく者のうち、1958年から1998年の間に第一がん(悪性黒色腫以外の皮膚がんを含む)が観察されていない者		
追跡	追跡期間	1958年から1998年12月末まで	追跡対象となる人年は、登録対象地区からの転出・転入があるために調節した。DSO2による臓器個人線量推定値はγ線量と中性子線量の10倍の和として計算した。	
	追跡率	99%		
ばく露指標	作業名	原爆(広島、長崎)による固形がんの罹患率(生存者)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	外部ばく露	情報なし		
	内部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	情報なし		
	濃度範囲	解析では、器官線量(Gy)として<0.005から≥4を4段階に分類(表2)、結腸線量(Gy)として<0.005から≥4を7段階に分類(表4)		
	線種・核種	情報なし		
健康影響	影響の種類	固形がん(口腔がん、食道がん、胃がん、肝臓がん、肺がん、黒色腫以外の皮膚がん、結腸がん、直腸がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経系がん、甲状腺がん)の発症	影響評価の精度	記載なし
	情報源	広島・長崎がん登録、放射線影響研究所(広島・長崎、寿命調査)、米国立癌研究所	観察バイアス	記載なし
	収集の方法	上記研究所及びHirosoft Internationalによる報告書	(問題点を記載)	
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	被ばく年齢、被ばくからの期間、性差、		
解析	使用モデル	ERRとEARモデル。各モデルの変化、そして両モデル間の差の変化。BEIR VIIモデル。	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	交絡調整方法			

アウトカム指標 および アウトカム	1)寿命調査集団では、結腸線量が0.005 Gy以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約850例(約11%)が原爆被ばくと関連していると推定される。2)線量反応曲線0-2Gyの範囲は線形である。3)被ばく時年齢が30歳の場合、70歳になった時点で1 Gy被ばく当たり男性で約35%、女性で約58%固形がん罹患率が増加すると推定された。4)固形がんの過剰相対リスク(ERR)は被ばく時年齢が10歳増加する毎に約17%減少。このリスクは調査期間全体で増加する傾向。5)口腔がん、胃がん、結腸がん、肝臓がん、肺がん、皮膚がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経がん、甲状腺がん、放射線関連リスクが有意に増加した。直腸がん、胆のうがん、膵臓がん、前立腺がん、腎臓がんには有意なリスクは示唆されなかった。(新たに判明したこと)1)低線量では、被ばく線量区分を0から0.15 Gyまで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。2)食道がんのリスクが有意となった。3)20歳未満の被ばくが子宮がんのリスクを増加する可能性がある。4)肉腫を含め、検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。
-------------------------	--

書誌情報	作業 No.	374	著者	Omar RZ, Barber JA, Smith PG
	PMID(PubMedID)	10098774	タイトル	Cancer mortality and morbidity among plutonium workers at the Sellafield plant of British Nuclear Fuels
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Br J Cancer 79:1288-1301;1999
対象	国	英国	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	核燃料公社 (BNFL; British Nuclear Fuels plc) の Sellafield 施設		
	従事作業	プルトニウム生産		
	人数	1947-1975 年に雇用されていた 14,319 人の作業員【表 1】		
	年齢	被ばく年齢の情報なし。		
	性別	女性が 19%、男性が 81%【表 1】		
追跡	比較群	プルトニウム以外の放射線作業員、および非放射線作業員	追跡期間	平均追跡期間として 29 年
	追跡率	70% (1993 年以前の死亡 26.8%、移住 3.4%、追跡不能 0.2%)【表 1】		
ばく露指標	作業名	プルトニウム製造	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	ばく露記録管理は、2 タイプ。アルファ粒子の放射によるプルトニウム (Pu-239 が大半、一部 Pu-240 および Pu-238 の放射性同位体) および α 放出体 アメリシウム-241 へのベータ粒子放射による 241Pu の測定。尿中排出量を差し引いて体内保持量を算出。ただし、尿中排泄量測定は、年代によって方法 (サンプリング数、サンプリング間隔) が異なる。プルトニウム体内取り込みの推定値は、全作業員に対して評価を行っているわけではなく、1970 年以降の尿検体による数値をプルトニウム体内取り込みの推定に使用。
	外部ばく露	作業員のフィルムバッジによる全身線量を使用。		
ばく露レベル	内部ばく露	情報なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	ばく露記録管理は、2 タイプ。アルファ粒子の放射によるプルトニウム (Pu-239 が大半、一部 Pu-240 および Pu-238 の放射性同位体) および α 放出体 アメリシウム-241 へのベータ粒子放射による 241Pu の測定。尿中排出量を差し引いて体内保持量を算出。ただし、尿中排泄量測定は、年代によって方法 (サンプリング数、サンプリング間隔) が異なる。プルトニウム体内取り込みの推定値は、全作業員に対して評価を行っているわけではなく、1970 年以降の尿検体による数値をプルトニウム体内取り込みの推定に使用。
	ばく露期間	情報なし		
	ばく露年数	—		
	平均濃度	平均線量については情報なし。累積線量は、全放射線作業員 (n=10,382) で 1,352.326mSv。プルトニウムの線量が測定されたプルトニウム作業員 (n=4,609) で 958,868mSv。【表 2】臓器ごとの累積線量は ICPR の代謝モデルに従い算出。【表 3】		
	濃度範囲	情報なし (層化算出は、<10 から 400+ の 7 段階区分)		
線種・核種	プルトニウム α (Pu-239 が大半、一部 Pu-240、Pu-238)、その他の放射線としてアメリシウム-241、Pu-241			
健康影響	影響の種類	がん罹患、死亡	影響評価の精度	SMR の母集団は、EnglandWales の人口および Cumbria 地域人口。罹患率の母集団は、EnglandWales の人口および北イギリス地方の人口。年代によって比較母集団が違ふ。プルトニウム作業員の累積線量層化結果は人数が少なく検定力不足。【表 7.9】
	情報源	国家統計局 (OSN) の所有する死亡登録 (1950-1992)	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	傾向分析は、年齢、労働期間、性別、雇用状況を調整。
	その他	年齢、労働期間、性別、雇用状況		
解析	使用モデル	片側有意差検定、ラグタイムごとの比較は Z 統計量 傾向分析には線量 7 段階、潜伏 0、10、20 年 (白血病のみ潜伏 2 年を追加) の死亡に人年の重みづけをして算出。	交絡バイアス (問題点を記載)	傾向分析は、年齢、労働期間、性別、雇用状況を調整。
	交絡調整方法	年齢、労働期間、性別、雇用状況を層化して調整		
アウトカム指標およびアウトカム	<p>全がんの SMR は、プルトニウム取扱者、全放射線作業員、非放射線作業員および全労働者において England, Wales, Cumbria の人口死亡率と近似 (全死亡 SMR98、全がん死亡 SMR95)【表 3】</p> <p>部位別の解析では、胸膜、甲状腺のがんによる死亡が多く、口腔系、肝臓、胆のう、肺、白血病では少ない。【表 4】</p> <p>傾向分析では、累積線量とがん罹患、がん死亡に有意な相関は見られない。ラグタイムでの有意な相関もみられない。【表 6, 7.9】</p> <p>累積外部線量と死亡の傾向分析では、がんと明らかに特定できない死亡と二次部位に相関がみられている。二次部位 (1 年ラグ P = 0.04)、白血病 (ラグなし P = 0.03; 2 年ラグ, P = 0.05)、多発性骨髄腫 (20 年ラグ, P = 0.02)、全てのリンパ性もしくは造血性の腫瘍 (20 年ラグ, P = 0.03)、全死亡 (20 年ラグ, P = 0.008)。</p>			

書誌情報	作業 No.	748	著者	Jacob P, Bogdanova TI, Buglova E, Chepurniy M, Demidchik Y, Gavrilin Y, Kenigsberg J, Meckbach R, Schotola C, Shinkarev S, Tronko MD, Ulanovsky A, Vavilov S, Walsh L.
	PMID(PubMedID)	16392956	タイトル	Thyroid cancer risk in areas of Ukraine and Belarus affected by the Chernobyl accident.
	研究方法	多くのコホート研究の統合研究	雑誌名・年・巻・頁	Radiat Res. 2006; 165:1-8
対象	国	ウクライナ、ベラルーシ	選択バイアス (問題点を記載)	移民した者を除外して解析を行った。ばく露量が多いと思われる地域でケースを多く発見しがちである(ばく露量とケース発見に相関があると考えられる)。
	施設名	記載なし		
	従事作業	児童期、青年期のチェルノブイリでの事故によるヨウ素 131 の被ばく		
	人数	1,034 の地域で、ウクライナでは 75,313 人、ベラルーシでは 90,699 人		
	年齢	統合研究のため記載なし		
	性別	統合研究のため記載なし		
比較群	統合研究のため記載なし(一般集団などを対照群にしている研究があるとの記載あり)			
追跡	追跡期間	最長で 1968 年から 2001 年の 33 年間	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	追跡率	記載なし		
ばく露指標	作業名	ヨウ素 131 の被ばく	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	外部ばく露	記載なし		
	内部ばく露	ヨウ素 131 へのばく露量を推定		
ばく露レベル	ばく露期間	記載なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	記載なし		
	濃度範囲	甲状腺へのばく露量(dose)は図 2 ウクライナでのばく露量の 95%範囲は 0.014-0.33Gy、ベラルーシでのばく露量の 95%範囲は 0.025-1.11Gy		
線種・核種	ヨウ素 131			
健康影響	影響の種類	甲状腺がんの発症	影響評価の精度	記載なし
	情報源	記載なし	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	記載なし		
交絡因子の収集	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	国、性別、ばく露時の年齢(誕生日-1986)、ばく露量		
解析	使用モデル	ポアソン回帰モデル	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	交絡調整方法	ポアソン回帰モデルにて交絡因子と思われる変数を説明変数とする		

アウトカム指標およびアウトカム
 甲状腺がんの EAR 用量反応曲線の 1 次の回帰係数の推定値は $2.66/10^4 \text{Person-years} \cdot (\text{Gy})$ (95%CI[2.19,3.13]) で、二次の対比の推定値は $-0.145/10^4 \text{Person-years} \cdot (\text{Gy}^2)$ (95%CI[-0.171,-0.119]) であった(このことは高用量の対象者で発症リスクが少し低下することを示している)。また、女性での EAR は男性の 1.4 倍であった。甲状腺がんの ERR 用量反応曲線の 1 次の回帰係数は $18.9/\text{Gy}$ (95%CI[11.1,26.7]) で、二次の対比の推定値は $-1.03/\text{Gy}^2$ (95%CI[-1.46,-0.60]) であった。女性の方が男性より低い ERR を示した。EAR,EER ともウクライナよりベラルーシで高値を示した。また、EAR はばく露後の年数の増加に従って上昇する。

書誌情報	作業 No.	473	著者	Shore RE, Moseson M, Harley N, Pasternack BS
	PMID(PubMedID)	13678280	タイトル	Tumors and other diseases following childhood x-ray treatment for ringworm of the scalp(Tinea capitis)
	研究方法	コホート	雑誌名・年;巻:頁	Health Phys. 2003; 85: 404-8
対象	国	アメリカ(ニューヨーク)	選択バイアス (問題点を記載)	1/4 が African American
	施設名	Bellevue Hospital		
	従事作業	1940~1959年に1~15歳の間に頭皮白癬の治療で頭頸部にX線照射を受けた小児		
	人数	症例:2224 対照:1380		
	年齢	治療時平均 7.8 歳		
	性別	症例の方が女性が少ない(症例:対象=13%:21%)		
比較群	頭皮白癬の同世代の小児で局所照射のみ。人種・教育・職業・婚姻状況・生活習慣に差はなし。			
追跡	追跡期間	平均 39 年		
	追跡率	症例:88% 対照:84%		
ばく露指標	作業名	小児の頭頸部X線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	4%の医学的診断が妥当でなく使用できず。がん登録システム SEER が 1973 年以前のデータはなく、別のデータ指標から有病率を算出した。
	外部ばく露	脱毛・脳内・甲状腺・骨髄へのX線照射		
	内部ばく露	記載なし		
ばく露レベル	ばく露期間	記載なし		
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	脱毛線量:300~380Rを頭皮に10~20秒 脳照射:平均 1.4Gy (0.75~1.7Gy) 後頭部に照射 甲状腺:平均 0.6Gy 頭蓋骨髄:平均 4Gy (3.1~4.6Gy)		
	濃度範囲			
線種・核種	X線			
健康影響	影響の種類	頭頸部悪性腫瘍(脳腫瘍・髄膜腫・聴覚神経種)、甲状腺腫瘍、白血病の発生	影響評価の精度	96%のカルテ情報が信頼できるデータ
	情報源	本人への電話・調査票による聞き取りとカルテ情報収集	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	電話・調査票・カルテ情報		
交絡因子の収集	喫煙	記載なし	交絡バイアス (問題点を記載)	女性の方が甲状腺腫瘍になりやすい。
	その他	年齢・性別・人種		
解析	使用モデル	mid-q フィッシャー検定を用いて rate ratio と 95%信頼区間を計算。ポワソン分布に基づき年齢・性別・人種と年ごとに標準化発生率と 95%信頼区間を計算。COX 比例ハザード回帰モデルを用いて性別・人種・照射年齢・照射期間のリスクを計算。		
	交絡調整方法	年齢・性別・人種で層化		
アウトカム指標およびアウトカム	頭頸部悪性腫瘍(脳腫瘍・髄膜腫・聴覚神経種)、甲状腺腫瘍、白血病の発生の有無 【頭蓋内腫瘍】症例(脳照射平均 1.4Gy):対照=16:1(SIR=3.0、95%CI1.3-5.9) 【甲状腺腫瘍(良・悪性)]症例(甲状腺照射平均 60mGy):対照=15:2 【白血病】症例(頭蓋骨髄照射平均 4Gy):対照=8:1(SIR=3.2、95%CI1.5-6.1)			

書誌情報	作業 No.	674	著者	Dickman PW, Holm LE, Lundell G, Boice JD Jr, Hall P, TJ, Bingham D, Berridge GL
	PMID(PubMedID)	12845656	タイトル	Thyroid cancer risk after thyroid examination with I-131: a population-based cohort study in Sweden.
	研究方法	コホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	Int J Cancer.10;106(4):580-587;2003
対象	国	スウェーデン	選択バイアス (問題点を記載)	I-131 の検査を受けた者のうち、追跡 2 年未満の死亡例は除外している。 (これまでの研究は 5 年未満で死亡した者を除外し、さらに頸部への外部放射線治療を行った者を除外している。)
	施設名	7つの大学病院		
	従事作業・被ばく露対象	1952-1969年にI-131を用いた甲状腺検査を受けた75歳以下の患者		
	人数	40,535人【表1】		
	(被ばく)年齢	外部放射線治療を受けていない群: 平均年齢 43歳(0-74歳) 外部放射線治療を受けた群: 平均年齢 52歳(8-74歳) 【表1】		
	性別	外部放射線治療を受けていない群: 男性 20%、女性 80% 外部放射線治療を受けた群: 男性 22%、女性 78% 【表1】		
比較群	被ばく露対象のうち、追跡期間に生存者			
追跡	追跡期間	外部放射線治療を受けていない群: 追跡期間として 27年(2-47年) 外部放射線治療を受けた群: 追跡期間として 20年(2-47年) 【表1】		
	追跡率	90.7% (追跡期間2年未満の人: 3,083人、1958年以前の死亡者: 114人、甲状腺への24hr取り込みの情報がなく吸収量が決定できない人: 546人を除外) 計 15,865人(13%)が追跡期間終了時に追跡不能		
ばく露指標	作業名	放射性ヨウ素内用療法、および頸部外部放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	I-131の甲状腺吸収量は、内服量、半減期、甲状腺への取り込み、および甲状腺の大きさから個人の状況を考慮して算定。甲状腺重量は、患者記録とシンチグラム(患者の48%)から抽出された情報に基づいて算定。前回の研究とは線量に誤差がある。今回は情報量を増やして調整をかけてことで精度をあげている。
	外部ばく露	情報なし		
	内部ばく露	I-131		
ばく露レベル	ばく露期間	平均 24-h 甲状腺取り込みとして、外部放射線治療を受けていない群: 39% 外部放射線治療を受けた群: 36%		
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	<吸収活性/甲状腺濃度> 外部放射線治療を受けていない群: 1.9MBq/1.07Gy 外部放射線治療を受けた群: 3.2MBq/1.74Gy 【表1】 頸部放射線治療を受けた者の甲状腺への線量に関する詳細は、【表2】を参照。		
	範囲	情報なし		
	線種・核種	I-131		
健康影響	影響の種類	甲状腺がん罹患	影響評価の精度	SCR は、乳頭がんと濾胞腺がんは、同じコード、未分化がんと髄様がんは同じコードを使用しているため、組織学上の分類はしていない。

	情報源	診療記録は各医療機関、がん情報はスウェーデンがん登録(SCR)。	観察(情報)バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子 の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	性別、発症年齢、暦年		
解析	使用モデル	初回ばく露年齢、初回ばく露からの期間甲状腺への放射性ヨウ素取り込み量、および性別を分類ごとにSIRをみるのに、ポアソン回帰モデルをあてはめる。 照会理由(放射性ヨウ素内用療法を受けた理由)や外部放射線治療のばく露経験の組み合わせは、尤度比検定が用いられ、SIRの統計的有意差を算出した。 甲状腺がんの潜伏期間あるいは甲状腺がん診断から死亡までの時間が、頸部への外部放射線治療のばく露とどのような関係にあるかについては、Cox比例ハザードモデルを使用した。		
	交絡調整方法	層化		

アウトカム 指標 および アウトカム	<p>甲状腺がんの超過が見られたのは、頸部への外部放射線治療を受けた1,767患者(SIR=9.8;95%CI:6.3-14.6)および甲状腺腫瘍が疑われるとして照会された11,015患者(SIR=3.5;95%CI:2.7-4.4、外部放射線治療は行っていない)。一方、他の理由で照会された24,010患者は、SIR=0.91;95%CI:0.64-1.26。【表3】</p> <p>照会理由の違い、外部放射線治療の違い、どちらにおいても線量との相関は見られなかった。【表3】</p> <p>放射性ヨウ素内服からの時間とSIRとの相関は見られなかったが、追跡後の最初の2年、およびばく露後2-10年でのSIRが高い。</p> <p>初回ばく露年齢との相関は見られなかった【表4】</p> <p>甲状腺がんの疑いで検査を受診した群では、男性の方が女性よりSIRが有意に高かった。(P<0.0001)【表4】</p> <p>24hr取り込みと超過リスクの相関は見られなかった。</p> <p>頸部への外部放射線治療を行った者は潜伏期間が短く、生存時間が短い、有意ではなかった。</p>
-----------------------------	--

書誌情報	作業 No.	354	著者	Muirhead CR, Goodill AA, Haylock RG, Vokes J, Little MP, Jackson DA, O'Hagan JA, Thomas JM, Kendall GM, Silk TJ, Bingham D, Berridge GL
	PMID(PubMedID)	10321692	タイトル	Occupational radiation exposure and mortality: second analysis of the National Registry for Radiation Workers
	研究方法	コホート研究の合同解析	雑誌名, 年, 巻, 頁	J Radiol Prot 19:3-26;1999
対象	国	イギリス	選択バイアス (問題点を記載)	拒絶が10%を超えたPMSを使用する施設およびNE Heysham 発電所は解析から除外。Dungeness は 監査データの結果から、Harlepool 発電所は死亡率が非常に低いことが第1回解析で示されたことにより、解析から除外。
	施設名	第1回解析の継続追跡 AWE、BNFL、DRPS にモニターされる MOD、NE/MG、UKAEA、第2回解析に追加した団体として、CLRC、MRC-RBU、NRPB、Nycomed Amersham plc、Rolls-Royce and Associates Ltd、Scottish Nuclear Ltd、NRPB の PMS を h 使用していたいくつかの団体 【表1】		
	従事作業	英国の原子力産業で放射線作業に従事し、英国放射線業務従事者登録 (NRRW) に登録された放射線作業員		
	人数	2,063,300 人年 124,743 人 【表1】		
	(被ばく)年齢	情報なし		
	性別	女性は9%、男性91% 【表2】 女性は男性に比して若く、生涯線量も低い。		
	比較群	被ばく露対象のうち、追跡期間に生存者		
追跡	追跡期間	情報なし 1992 年末までの情報	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	従事施設を2つ以上変更していた労働者(7%)は、統合した線量と労働履歴を作成した。第1回解析と同様、外部放射線被ばくの調査に限定。
	追跡率	死亡:12,972 人、移住:2,819 人、解析に十分な情報の追跡不能:72 人 計 15,865 人(13%)が追跡期間終了時に追跡不能		
ばく露指標	作業名	原子力産業の放射線作業	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	従事施設を2つ以上変更していた労働者(7%)は、統合した線量と労働履歴を作成した。第1回解析と同様、外部放射線被ばくの調査に限定。
	外部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	内部ばく露	—	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	従事施設を2つ以上変更していた労働者(7%)は、統合した線量と労働履歴を作成した。第1回解析と同様、外部放射線被ばくの調査に限定。
	ばく露期間	情報なし		
	ばく露年数	作業開始からの年数として、0~30+年の範囲 【表4】		
	平均濃度	平均線量 30.5mSv (施設により1.9-87.4) 【表1】		
	範囲	解析対象の63%(78,501 人)が生涯線量 10mSv 以下、100mSv を超える8%の労働者は累積線量 (person Sv) の62%に寄与する。		
線種・核種	情報なし	影響評価の精度	記載なし	
影響の種類	死亡			
健康影響	情報源	England と Wales および Scotland の国民健康サービス中央登録局、情報の補てんには社会保障庁の保険料局のデータと突合。	観察(情報)バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	国民健康サービス中央登録局、社会保障庁の保険料局およびその他の情報源からの情報の相互比較は他の研究機関によって行われた。		

交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	第1回解析に使用した、工業労働者、非工業労働者の社会階層区分は調整 SMR の過小評価につながる恐れがあるため、影響効果の差や傾向を見る際には最小限にしている。
	その他	性別、暦年、従事階層(工業/非工業/不明)、最初の従業場所		
解析	使用モデル	<p>外部分析(死亡と線量の関係を5年階級および個々の暦年で人年計算)は両側検定。傾向テストと年齢、性別などの因子による SMR の差はカイ二乗検定。</p> <p>内部分析(死亡と記録線量を他の因子を調整後に関連性を調査)は死亡数と人年(5年階級)は、性別、暦年、従事階層(工業/非工業/不明)、最初の従業場所ごとに層化。死亡の地域性や従事内容による差を区別する目的のためである。この層化にはさらに累積線量を0から400+mSvまで細分化。潜伏期間は、白血病2年、他のがんは10年とし、それぞれ追跡期間が満たないものは解析から除外する。統計的有意基準は、交絡制御のため片側検定(信頼区間は片側、両側で確認)を行う。</p> <p>ERR/unit dose は、最尤度比法で線形相対モデルに従い算出。</p>		
	交絡調整方法	層化		

アウトカム指標およびアウトカム	<p>SMR は、強い“健康労働者効果(HWE)”が見られる。社会階層非調整では、全死亡の SMR は 82% (95%CI:81-84, $p<0.001$)、全腫瘍死亡の SMR は 82%(95%CI:79-85)【表 3】</p> <p>特に全死亡では、社会階層の調整をしない場合の SMR は、工業労働者(94)は非工業労働者(64)より 50%高い。調整後の数値は近似し、それぞれ 90 と 87。【表 3】</p> <p>ばく露作業の開始からの期間による全死亡の SMR は、社会階層の調整に関わらず、期間と SMR に強いエビデンスがみられる。作業開始から 10-15 年において変化が見られ、その後は、横ばい状態に達する。全がんでも同様の現象がみられ、横ばい状態に達するのは約 5 年。【表 4】</p> <p>部位ごとでは、潜伏期間を考慮しない場合の SMR はほとんどの部位で 100 以下。胸膜のみ有意差あり SMR193。潜伏期間を考慮した場合も、ほぼ近似値を示すが、甲状腺がんのみ 11 の死亡に基づいた SMR は上昇。SMR180。【表 5】</p> <p>内部分析では、全がんの ERR/Sv は、0 に近い(0.09;90%CI:-0.27-0.52)。【表 6】</p> <p>部位ごとの線量区分層化結果は、表 6。</p>
-----------------	---

書誌情報	作業 No.	679	著者	Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.
	PMID(PubMedID)	9686552	タイトル	Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	J. Am. Med. Assoc. 280(4): 347-355 (1998)
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	米国の診療所 25、英国の診療所 1(表 1 参照)		
	従事作業	甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素 131 による治療を受ける		
	人数	35,593 人、738,831 人年		
	年齢	平均 46 歳		
	性別	男性 21%、女性 79%		
追跡	比較群	米国一般集団	追跡期間	平均 21 年(最大 44 年、最小 1 年)
	追跡率	80.7%		追跡率
ばく露指標	作業名	ヨウ素 131 による治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない
	外部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	内部ばく露	—	影響評価の精度	情報なし
	ばく露期間	—		
	ばく露年数	平均治療回数で 1.8 回		
	平均濃度	10.4mCi(1 回の治療あたり 6.1mCi)		
	濃度範囲	3~27mCi(5.95 パーセンタイル点)		
線種・核種	情報なし	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし	
影響の種類	がん死亡			
健康影響	情報源	National Death Index	収集の方法	情報なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	性、治療時年齢、治療からの年数、甲状腺機能亢進の種類、ヨウ素 131 の放射能投与量		
解析	使用モデル	米国の死亡率を期待値とした SMR とポアソン分布を仮定した 95%信頼区間を算出。	交絡調整方法	層化
	交絡調整方法	層化		

アウトカム指標およびアウトカム
2,950 人が追跡終了時までにかんで死亡、これは米国の死亡率から求められる 2857.6 とほぼ同等であったが、肺がん、乳がん、腎がん、甲状腺がんの発生は増加し、子宮がん、前立腺がんは減少した【表 3】。中毒性結節性甲状腺腫の患者は SMR1.16【表 4】、治療後 1 年以上でがん死亡リスクの上昇が見られたのは抗甲状腺薬のみによる治療群において(SMR1.31)【表 5】。放射性ヨウ素と全がん死亡との関連は見られなかった(SMR1.02)が、甲状腺がんのみにおいては強い関連が見られた(SMR3.94)【表 5】。

書誌情報	作業 No.	676	著者	Hall P, Mattsson A, Boice JD Jr.
	PMID(PubMedID)	8532842	タイトル	Thyroid cancer after diagnostic administration of iodine-131.
対象	研究方法	コホート研究	雑誌名, 年, 巻, 頁	Radiat Res 145(1):86-92;1996
	国	スウェーデン	選択バイアス (問題点を記載)	I-131 の検査を受けた者のうち、情報不足(名前や誕生日など)、追跡5年未満の死亡例、頭部・頸部への外部放射線を受けた者は除外している。
	施設名	7つの大学病院		
	従事作業・被ばく露対象	1950-1969年にI-131の検査を受けた75歳以下の患者		
	人数	34,104人 (653,093人年) 【表1】		
	(被ばく)年齢	平均年齢 43歳(1-75歳) 【表1】		
	性別	女性が80%、男性が20%【表1】		
比較群	甲状腺腫瘍と疑われて診断した患者と、その他の理由で診断した患者との甲状腺がんの発症			
追跡	追跡期間	平均追跡期間として25年(5-39年)【表1】	影響評価の精度	追跡期間は、診断開始時点もしくは、患者が1958年以前に診断された場合には、1958年1月1日を始点とする。追跡5年未満に甲状腺がんを発症した患者はI-131の影響によるものではないとして除外。
	追跡率	98.4% (1.6%が個人認証番号が見つからなかった。)		
ばく露指標	作業名	放射性ヨウ素内療法	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	I-131の甲状腺吸収量は、内服量、半減期、甲状腺への取り込み、および甲状腺の大きさから個人の状況を考慮して算定。甲状腺重量は、患者記録とシンチグラム(患者の48%)から抽出された情報に基づいて算定。
	外部ばく露	—		
ばく露レベル	内部ばく露	I-131	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	ばく露期間	平均24-h甲状腺取り込みとして、40%(0-90)		
	ばく露年数	—		
	平均濃度	<吸収活性/甲状腺濃度> 全対象者: 1.9MBq(0.04-37)/1.1Gy(0.0-40.5) 甲状腺腫瘍の疑いがある者: 2.4MBq(0.04-37)/1.3Gy(0.0-25.7) その他の患者: 1.6MBq(0.04-37)/0.9Gy(0.0-40.5) 【表1】/【表2】		
線種・核種	I-131	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし	
影響の種類	甲状腺がん罹患			
健康影響	情報源	診療記録は各医療機関、がん情報はスウェーデンがん登録(SCR)。	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	個人認証番号は、診療記録に記載がない場合は、地域行政もしくは国民登録から入手。		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	性別、発症年齢、暦年		
解析	使用モデル	SIRの95%信頼区間は、ポワソンに従った観察数の分布と仮定する。傾向SIRはBreslow and Dayの提案する公式を用いる。	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	交絡調整方法	層化		
アウトカム指標およびアウトカム	<p>放射性ヨウ素の内服後、甲状腺がんが診断された平均は15年。甲状腺腫瘍が疑われる患者は他の患者より甲状腺が比較的大きく、結果として甲状腺量が低く算定されている。【表2】</p> <p>甲状腺がんの全般リスクは、SIR=1.35(95%CI:1.05-1.71)甲状腺腫瘍が疑われる患者(SIR=2.86;95%CI:2.06-3.86)が他の患者(SIR=0.75;95%CI:0.48-1.10)より有意にリスクが高い。【表3】</p> <p>どちらの対象患者も用量相関がみられない。</p> <p>最もリスクが高いのは放射性ヨウ素服用から5-9年後。【表3】</p> <p>甲状腺重量を考慮に入れても、線量反応関係は大きく変化しなかった。【表4】</p> <p>20歳より前にばく露を受けた2,408患者のうちでは、3人が甲状腺がんが発症(SIR=1.69;95%CI:0.35-4.93)し、3人はI-131内服から15-19年経過後に発症している。</p> <p>甲状腺腫瘍が疑われた患者のうち、男性の方が女性に比べ相対リスクが有意に高い。【表5】</p>			

書誌情報	作業 No.	608	著者	Lundell M, Holm LE.
	PMID(PubMedID)	7576738	タイトル	Risk of solid tumors after irradiation in infancy
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名, 年, 巻, 頁	Acta Oncol. 1995; 34: 727-34
対象	国	スウェーデン	選択バイアス (問題点を記載)	比較群が選ばれたストックホルムはスウェーデン全体よりもほとんどのがんの発症率が高いため、SIRを小さく見積もっている可能性がある。 平均追跡期間が39年と短いため、対象集団の年齢が低くがん発症が少なかった可能性がある。
	施設名	Radiumhemmet (Stockholm)		
	従事作業	月齢18ヶ月以下における皮膚血管腫のラジウム放射線を用いた治療		
	人数	14,351人		
	年齢	正確な記載はないが、治療以降の追跡期間は平均して40年であった。		
	性別	男女(うち女性67%)		
	比較群	ストックホルムの人口		
追跡	追跡期間	1958年1月1日(それ以降に治療を受けた419人に関しては初回治療日)から死亡・国外移住・1986年12月31日のいずれかまで。平均38年(範囲:9-65年)		
	追跡率	—		
ばく露指標	作業名	皮膚血管腫のラジウム放射線を用いた治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	外部ばく露	皮膚表面に治療器具をあてた際にばく露		
	内部ばく露	—		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし		
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	治療の詳細な種類は、治療時期とともに【表1】に記載されている。266Raアプリケーションによる線量は、現物を幼児の人体模型に装着し測定した。その他の治療法については、それぞれの深部線量曲線と数表を用いて求めた。この値を、子どもの年齢と体格を考慮した治療箇所と病変との距離で調整した。身体各部位での被ばく量は、性別、治療時の年齢、治療時期ごとに【表2】に記載されている。		
	線種・核種	線種: α 線、 β 線、 γ 線、X線 核種: 主に ²⁶⁶ Ra		
健康影響	影響の種類	がん発生	影響評価の精度	乳がんと甲状腺がん以外の部位のがんは発症数が少なく、部位ごとの量反応関係が検討できなかった。
	情報源	スウェーデンがん登録	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし
	収集の方法	Radiumhemmetでの治療記録とスウェーデンがん登録を、国民番号で結合した。		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	性別によって発症率が異なる可能性がある。
	その他	年齢、性別、カレンダー時間		
解析	使用モデル	ポアソン回帰		
	交絡調整方法	マッチング		
アウトカム指標およびアウトカム	<p>がん発症数とSIR・そのCI: 285人において発症は300件(SIR: 1.11, 95%CI: 0.99-1.24)。女性では発症数244件(SIR: 1.15 95%CI: 1.01-1.25)、男性では56件(SIR: 0.96, 95%CI: 0.74-1.25)。乳がんは75件、甲状腺がんは17件、その他のがんは203人において208件(SIR: 1.03, 95%CI: 0.90-1.17)。部位別のSIRと95%CIは【図1】。治療からがん発症までの期間ごとの発症数は【表5】。治療からがん発症までの期間ごとのSIR(性別)は【図2】。有意にSIRの高かった部位は膀胱、甲状腺、内分泌腺(副腎、副甲状腺、胸腺、下垂体)であった。 ERRとEAR: 部位別に【表6】に記載。乳がんと甲状腺がん以外では顕著な結果は得られなかった。</p>			

書誌情報	作業 No.	611	著者	Lindberg S, Karlsson P, Arvidsson B, Holmberg E, Lunberg LM, Wallgren A.
	PMID(PubMedID)	7576739	タイトル	Cancer incidence after radiotherapy for skin haemangioma during infancy
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名・年;巻:頁	Acta Oncol. 1995; 34: 735-40
対象	国	スウェーデン	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	Sahlgrenska 大学病院 (Gothenburg)		
	従事作業	乳児期における皮膚血管腫治療のための電離放射線治療		
	人数	11,807 人		
	年齢	正確な記載はないが、1930-1965 年に乳児であった人で、最大で治療後 55 年間分のデータが解析に用いられたと記載されている		
	性別	男女(人数、割合等の情報なし)		
追跡	比較群	発症者の 75%が属していた、West of Sweden Health Care Region を標準人口とした	追跡期間	1958-1989 年 (370,517 人年)
	追跡率	—		追跡率
ばく露指標	作業名	皮膚血管腫治療のための電離放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	体表を複数の範囲に区切り被ばく量を計算したが、同一範囲内では ^{226}Ra の放射能の強さは一定と仮定したため、一つの範囲内での位置による被ばく量の差は無視している。 月齢 5-6 歳ヶ月の子どもの典型的な体格を元に計算した被ばく量を全員にあてはめたため、子どもの年齢による体格の違いを無視している。 量反応関係の検討で、 β 線ばく露を無視し、 γ 線ばく露のみを評価した。 対象者のうち 1,320 人は大多数とは異なる治療器具を用いていた。しかし SIR には大差がなかったため問題はないと考えられた。
	外部ばく露	加工した ^{226}Ra を病変の表面に固定する治療器具を用いた際にばく露		
	内部ばく露	—		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし	線種・核種	線種: β 線、 γ 線 核種: ^{226}Ra γ , ^{226}Ra β , ^{32}P
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	治療の手技と用いられた核種を考慮し、コンピュータプログラムを用いて期待されるばく露量を算出した。この値は各部位ごとに【表 3】に記載		
	濃度範囲	—		
健康影響	影響の種類	がんの発症	影響評価の精度	その他の内分泌腺でのがんが多く見られた原因として、甲状腺がんを副甲状腺がんとして診断したケースが含まれている可能性がある。
	情報源	Sahlgrenska 大学病院の診療記録、スウェーデンがん登録、スウェーデン死因登録	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし
	収集の方法	治療に関する情報は Sahlgrenska 大学病院の診療記録から得られた。国民識別番号を用い、上の情報をスウェーデンがん登録(ICD-7 に基づく)とスウェーデン死因登録の情報と結合した。		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	1950 年以前に治療を受けた群のほうが SIR が高かった原因として、年齢や観察期間の長さが交絡となっている可能性がある。 ストックホルムでの研究に比べて脳腫瘍の SIR が高かったため、治療を受けた具体的な場所、治療時の年齢、脳腫瘍の位置を調整した解析が必要と考えられる。
	その他	年齢、性別、発症時期		
解析	使用モデル	ポアソン回帰	交絡調整方法	—
	マッチング	—		

<p>アウトカム 指標 および アウトカム</p>	<p>がん発症数と SIR・その CI: 225 人において 248 件の発症(期待数は 204 件)。SIR は 1.21 (95%CI: 1.06-1.37)、ばく露後 5 年間の発症を除外しても SIR は 1.22 (95%CI: 1.07-1.38)。性別では男性 62 件(SIR: 1.25, 95%CI: 0.96-1.60)、女性 186 件(SIR: 1.20, 95%CI: 1.03-1.38)と大差なし。治療時期でみると 1950 年より前では発症数 176 件(SIR: 1.38, 95%CI: 1.37-1.48)、1950 年以降では 72 件(SIR: 0.94, 95%CI: 0.74-1.19)と、1950 年以前の方が高い。部位ごとのがん発症数と SIR は【表 4】。線種ごとではγ線が大きく(SIR:1.26, 95%CI: 1.09-1.42)、β線では小さかった(SIR:0.96, 95%CI: 0.57-1.37)。部位別では中枢神経系(発症数 34 件、SIR: 1.85, 95%CI: 1.05-3.09)、甲状腺(発症数 15 件、SIR: 1.88, 95%CI: 1.05-3.09)、他の内分泌腺(発症数 23 件、SIR: 2.58, 95%CI: 1.64-3.87)で高かった。</p> <p>ERR と EAR: 甲状腺がんでは ERR: 7.5/Gy (95%CI: 0.4-18.1), EAR: 1.6/10⁴PY・Gy (95%CI: 0.092-3.9)、脳腫瘍では ERR: 10.9/Gy (95%CI: 3.6-20.5), EAR: 5.4/10⁴PY・Gy (95%CI: 1.8-10.1)</p>
---------------------------------------	--

書誌情報	作業 No.	321	著者	Lundell M,Hakulinen T,Holm LE
	PMID(PubMedID)	7972685	タイトル	Thyroid Cancer after Radiotherapy for Skin Hemangioma I Infancy
	研究方法	コホート研究	雑誌名, 年, 巻, 頁	Radiat Res140:334-9;1994
対象	国(地域)	スウェーデン(ストックホルム)	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	情報なし		
	従事作業・被ばく 露対象	皮膚血管腫治療を受けた 18 か月 未満の幼児		
	人数	1920-1957 年: 15,321 人年 1958-1986 年: 406,355 人年 【表 2】		
	(被ばく)年齢	初回治療平均年齢は, 6.5 か月		
	性別	初回登録時(14,633 名)情報の み, 女性は 67%, 男性 34%		
	比較群	被ばく露対象のうち, 追跡期間に 甲状腺がん罹患していない者		
追跡	追跡期間	情報なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	平均治療回数は, 1920 年代から 1935 年にかけての治療法改良により 減少しており, 1920 年代は平均 3.2 回であった。解析では, 全体平均 治療回数 1.5 回で算出。(コメント: 対 象症例数からみて問題とはならない と思うが, 念のため記載)
	追跡率	(他国への移住 2.3%) より 97.7%		
ばく露指標	作業名	小児への放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	平均治療回数は, 1920 年代から 1935 年にかけての治療法改良により 減少しており, 1920 年代は平均 3.2 回であった。解析では, 全体平均 治療回数 1.5 回で算出。(コメント: 対 象症例数からみて問題とはならない と思うが, 念のため記載)
	外部ばく露	治療放射線(ベータ粒子, ガンマ 線, X 線) Ra-226(81.5%), X 線 (18.1%), P-32(0.4%)		
ばく露レベル	内部ばく露	—	影響評価の精度	ストックホルムの罹患率はスウェー デン全体に比較して低い。したが って, スウェーデンを母集団にした 場合, SIR は 2.28 から 1.79 (95%CI:1.04-1.60)。
	ばく露期間	平均治療回数として, 1.5 回		
	ばく露年数	—		
	平均濃度	平均吸収線量 0.26Gy		
	範囲	吸収線量範囲 <0.01-28.5Gy		
健康影響	線種・核種	Ra-226, P-32	観察(情報)バイアス (問題点を記載)	1958 年以前のがん発症は含まれて いない。また 1920-1939 年の治療 者のうちのがん発症は欠損している おそれがある。
	影響の種類	甲状腺がん罹患		
	情報源	スウェーデンがん登録 (SIR は ストックホルムを母集団に設定)		
交絡因子 の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	交絡因子として, 甲状腺線量レ ベル, 考えられる交互作用として被 ばく年齢, 被ばく後経過期間, お よび治療時期		
解析	使用モデル	乗法ポアソン回帰モデル	交絡調整方法	乗法ポアソン回帰モデル
	交絡調整方法	交互作用は層化		

アウトカム 指標 および アウトカム	追跡期間中に 17 例の甲状腺がんが観察された。SIR は 2.28 (95%CI:1.33-3.65)。 甲状腺がん症例の平均甲状腺線量は 1.07 Gy(範囲: <0.01-4.34Gy)。線量相関性が認められた。 初回ばく露からの経過年齢に関する ERR/Gy は 4.92 (95%CI:1.26-10.2)。ばく露後経過年齢が長いと減少する。 EAR(10 ⁻⁴ 人年・Gy)は 0.9(95%CI:0.23-1.87)。【表 6】 線量レベルに関する ERR は, 1.28(95%CI=0.33-2.65)。EAR(10 ⁻⁴ 人年)は 0.23(95%CI:0.06 -0.49)。【表 7】 ERR, EAR ともに有意な性差は見られない。
-----------------------------	--

書誌情報	作業 No.	625	著者	Shore RE, Hildreth N, Dvoretzky P, Andresen E, Moseson M, Pastemack B
	PMID(PubMedID)	8317436	タイトル	Thyroid cancer among persons given X-ray treatment in infancy for an enlarged thymus gland
	研究方法	コホート研究	雑誌名, 年, 巻, 頁	Am J Epi. 1993;137:1068-80
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	ニューヨーク州ロチェスターにある医療施設・私立病院(計 10 か所)		
	従事作業	乳児期に胸腺肥大の放射線治療を受けた患者		
	人数	85,204 人年(2,657 名)		
	年齢	被ばく年齢: 中央値生後 5 週間、95%が 34 週未満		
	性別	男性 58%、女性 42%		
	比較群	患者の兄弟姉妹: 151,844 人年(4,833 名)		
追跡	追跡期間	患者: 平均 37.1 年 患者の兄弟姉妹: 平均 36.4 年	影響評価の精度 (問題点を記載)	ばく露情報は治療記録と主治医へのインタビューによって収集されたが、より洗練された線量測定法が必要。
	追跡率	患者: 2,657 名のうち 4.4%が死亡、9.2%が追跡不能または無回答 患者の兄弟姉妹: 4,833 名のうち 3.3%が死亡、10.6%が追跡不能または無回答		
ばく露指標	作業名	胸腺肥大の放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	外部ばく露	X 線照射		
	内部ばく露	—		
ばく露レベル	ばく露期間	照射回数 1回: 54% 2回: 36% 3回以上: 11%	観察バイアス (問題点を記載)	甲状腺がん発症数が少ない。ほぼ全員が生後半年以内に照射を受けているため、照射時の年齢によるリスク比較ができない。
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	1.36Gy		
	濃度範囲	0.03-10Gy		
	線種・核種	X 線		
健康影響	影響の種類	甲状腺がんの発症	交絡バイアス (問題点を記載)	患者が兄弟姉妹に比べ甲状腺がんの検査を頻繁に受けることによるスクリーニングバイアスの可能性。検査経験の有無で調整した過剰相対リスクは未調整の場合と類似(10.3/Gy vs 10/Gy)。
	情報源	本人による質問票への回答、治療記録、主治医へのインタビュー		
	収集の方法	質問票: 本人へのメール送信		
交絡因子の収集	喫煙	情報あり(調整には用いていない)	交絡バイアス (問題点を記載)	患者が兄弟姉妹に比べ甲状腺がんの検査を頻繁に受けることによるスクリーニングバイアスの可能性。検査経験の有無で調整した過剰相対リスクは未調整の場合と類似(10.3/Gy vs 10/Gy)。
	その他	流産経験、妊娠・多胎妊娠経験、出産・多児出産経験、初産年齢、初潮年齢、経口避妊薬、閉経後ホルモン剤、子宮摘出手術の経験、宗教(ユダヤ人かどうか)、ケトラー指数、教育歴、胸腺肥大治療以外の放射線治療、がんの家族歴、甲状腺機能亢進症、甲状腺腫、その他の甲状腺の状態【表 4】		
解析	使用モデル	甲状腺がん発生数の期待値を計算し、SIR を算出。相対リスクの評価には、ポアソン回帰を用いた過剰相対リスク(ERR)モデル、過剰絶対リスク(EAR)モデルを使用。	交絡調整方法	甲状腺がん発生数の期待値を計算し、SIR を算出。相対リスクの評価には、ポアソン回帰を用いた過剰相対リスク(ERR)モデル、過剰絶対リスク(EAR)モデルを使用。
	交絡調整方法	交互作用は層化。ERR モデル・EAR モデルに性別と登録時年齢を加えて調整した。		
アウトカム指標およびアウトカム	1940-84 年のニューヨーク州における甲状腺がんの性・年齢・期間で層別した発生率を基準として SIR を算出。ばく露群の SIR は 24.3(90%CI: 18-32)、非ばく露群は 1.8(0.8-3.5)であった。照射線量で層別した SIR は、0.01-0.24Gy で 3.9(0.9-23)、0.25-0.49Gy で 13.6(4.6-33)、0.5-1.99Gy で 7.1(0.7-29)、2.0-3.99Gy で			

	<p>42.3(25.68)、4.0-5.99Gy で 78.6(46.-126)、6.0 以上で 125.0(55-248)であり、照射線量が増えるごとに SIR が上昇するという傾向が見られた【表 2】。</p> <p>非ばく露群に対するばく露群の RR を評価すると、照射線量 1Gy 当りの RR が 10(90%CI: 5-23) 上昇するという、線形的な正の量反応関係が得られた【図 1】。低用量群では 0-0.3Gy で用量反応関係が見られた($p=0.002$) が、0-0.2Gy では見られなかった($p=0.07$)。</p> <p>EER モデルでは登録時の年齢が 1 歳上がるごとに非ばく露群に対するばく露群の RR が 11%(95%CI: 3-19) 減少するという結果が得られた。一方で、EAR モデルでは登録時年齢による変化は見られなかった。</p> <p>甲状腺がん発生数の観察数/期待値(O/E)は登録時年齢 5-14 歳で突出して大きく、甲状腺の吸収線量で調整しても同様であった【表 3】</p> <p>交絡因子による層別解析では、初産年齢(26 歳以上 vs 25 歳以下)で RR が 3.2(1.2-9.3)、宗教(ユダヤ人 vs 非ユダヤ人)で 3.1(1.5-6.2)、教育歴の長さ(14 年以上 vs 13 年以下)で 2.8(1.2-8.4)であった。それ以外では有意な結果が得られなかった【表 4】</p>
--	---

書誌情報	作業 No.	627	著者	Shineider AB, Ron E, Lubin J, Stovall M, Gierlowski TC
	PMID(PubMedID)	8345040	タイトル	Dose-response relationship for radiation-induced thyroid cancer and thyroid nodules: Evidence for the prolonged effects of radiation on the thyroid
	研究方法	コホート研究	雑誌名, 年, 巻, 頁	JCE&M. 1993;7:362-9
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	イリノイ大学シカゴ校 Michael Reese Hospital, テキサス大学 M.D.Anderson Cancer Center		
	従事作業	1939-62 年の間に、16 歳未満で頭部と頸部に放射線治療を受けた患者		
	人数	4,296 名(アウトカム別の人年 (1)男性 52,054 人年 女性 36,047 人年 (2)男性 49,237 人年 女性 32,272 人年 (3)男性 48,739 人年 女性 31,890 人年)		
	年齢	誕生日: 1942±5.14 年 (Mean±SD) 最初の被ばく年齢: 4.28±3.04 歳 (Mean±SD)		
	性別	男性 59.3%		
	比較群	記載なし		
追跡	追跡期間	1974-90 年 最初の照射からの平均追跡期間は 33 年	記載なし	記載なし
	追跡率	4,296 名中 2,634 名		
ばく露指標	作業名	頭部と頸部への放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	外部ばく露	X 線照射		
	内部ばく露			
ばく露レベル	ばく露期間		ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	ばく露年数			
	平均濃度	平均線量 58.6±33.8cGy		
	濃度範囲	最大線量 71.5±52.2cGy 最小線量 45.8±24.2cGy		
	線種・核種	X 線		
健康影響	影響の種類	甲状腺腫の発症	影響評価の精度	記載なし
	情報源	治療記録	観察バイアス (問題点を記載)	対照群を設定していない 照射線量の範囲が狭い
	収集の方法			
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	1974 年の登録開始以降患者は甲状腺がんの検査をより頻りに受けると考えられる。
	その他	性別、登録時の年齢、治療時の年齢、治療終了からの経過時間(年)、照射回数		
解析	使用モデル	照射線量と発症率との用量反応関係の検討に、ポアソン回帰を用いた EER モデルと EAR モデルを使用した	交絡バイアス (問題点を記載)	1974 年の登録開始以降患者は甲状腺がんの検査をより頻りに受けると考えられる。
	交絡調整方法	交互作用は層化。		

アウトカム指標およびアウトカム	<p>(1) 外科的手法で確認された甲状腺がん (2) 甲状腺がんを発症していない患者で、外科的手法で確認された甲状腺の良性腫瘍 (3) 全ての甲状腺腫【(1)(2)に加え、診断は受けたが手術は実施していない腫瘍】の3つのレベルのアウトカムを設定し、発症率をそれぞれ算出。 照射線量で層別しない発症率(10^{-4}cases/P-yr)は(1)男性 30.9、女性 41.1 (2)男性 54.8、女性 88.0 (3)男性 110.0、女性 158.7 であった【表 2】。 ERR モデルと EAR モデルを比較すると、前者の方が線形に近かった。ERR モデルに基づく吸収線量当りのアウトカム(1)のリスク増加の推定値は 0.030 ERR/cGy(0.01-0.40)、EAR モデルでは 0.17×10^{-4}cases/cGy(0.13-0.23) であった【表 2】。 アウトカム(3)の発生率(cases/P-yr)は 1973 年までが 42.3×10^{-4}、1974-9 年が 726.2×10^{-4}、1980 年以降が 399.2×10^{-4} と大きく変化した。しかし放射線量との用量反応関係の傾きは、3 つのアウトカム全てにおいて 1974 年前後で特に違いはなかった。 ばく露後経過時間で層別すると、25-29 年の層ですべてのアウトカムについて ERR/cGy が最大値を取った ((1)0.084、(2)0.134、(3)0.153)【表 3】。</p>
-----------------	--

書誌情報	作業 No.	742	著者	Shore, R. E.
	PMID(PubMedID)	1385649	タイトル	Issues and epidemiological evidence regarding radiation-induced thyroid cancer
	研究方法	メタアナリシス(放射線被ばくによる甲状腺がんへの影響に対する疫学研究の様々な問題点についてまとめた論文)	雑誌名・年・巻・頁	Radiat. Res. 131(1): 98-111 (1992)
対象	国	日本、イギリスなど、表 1 に示された研究が行われた各国	選択バイアス (問題点を記載)	スクリーニングによる研究では参加率が低く、スクリーニングに来るような対象者だけが選ばれている可能性がある。
	施設名	各研究による		
	従事作業	各研究による		
	人数	表 1 参照		
	年齢	表 1 参照		
	性別	表 1 参照		
追跡	比較群	各研究による	追跡期間	表 1 参照
	追跡率	各研究による		
ばく露指標	作業名	各研究による	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	低被ばく量の研究が少ない。
	外部ばく露	同上		
	内部ばく露	同上		
ばく露レベル	ばく露期間	各研究による	影響評価の精度	情報なし
	ばく露年数	同上		
	平均濃度	同上		
	濃度範囲	同上		
	線種・核種	同上		
健康影響	影響の種類	甲状腺がん発症	観察バイアス (問題点を記載)	スクリーニングによるリードタイムバイアス、スクリーニングにおいては対照群を用意していない
	情報源	各研究による		
	収集の方法	同上		
交絡因子の収集	喫煙	各研究による	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	同上		
解析	使用モデル	各研究による	交絡調整方法	同上
	交絡調整方法	同上		
アウトカム指標およびアウトカム	表 1 参照			

書誌情報	作業 No.	596	著者	Tucker, M. A., P. H. Morris Jones, J. D. Boice Jr. et al.
	PMID(PubMedID)	1851664	タイトル	Therapeutic radiation at a young age is linked to secondary thyroid cancer
	研究方法	コホート、症例対照研究	雑誌名・年・巻・頁	Cancer Res. 1991; 51(11): 2885-8
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	年代のみをマッチングさせた対照では照射量に応じたリスクが高まる傾向にあった。それ以外の要因でもマッチングさせた症例ではそのようなことはなかった。
	施設名	13 の医療施設		
	従事作業	【コホート】小児がんと診断され 2 年以上生存した者 【症例対照】甲状腺がん発症した者		
	人数	【コホート】9,170、50,609 人年 【症例対照研究】症例: 23 対照 89		
	年齢	【コホート】原発ガン診断時年齢 7 歳		
	性別	【コホート】男性 55%		
追跡	比較群	原発ガン・追跡期間・がん発がんの診断時年齢(+/-2 年)・年代(+/-2 年)をマッチングさせ無作為に抽出	追跡期間	【コホート】平均 5.5 年
	追跡率	記載なし		追跡率
ばく露指標	作業名	小児がんでの放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	症例で 1 名対照で 3 名の照射量情報が不明だった。全体の 17%(症例で 3 名対照で 16 名)の照射量情報があいまいだったため、小児放射線技師に相談のうえ、病院・年代・腫瘍サイズ・年齢を考慮し最適な照射量を推定した。
	外部ばく露	放射線治療		
	内部ばく露	記載なし		
ばく露レベル	ばく露期間	記載なし	ばく露レベル	記載なし
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	1250cGy		
	濃度範囲	0~7600cGy		
健康影響	線種・核種	記載なし	影響評価の精度	病理学診断
	影響の種類	甲状腺がんの発症		
	情報源	病理学診断記録、カルテ情報		
交絡因子の収集	収集の方法	がんの診断は病理学診断情報を収集し、治療歴はカルテ情報を収集	観察バイアス (問題点を記載)	追跡期間中に医学的治療技術が進歩し、放射線療法以外の治療が拡大し、生存年数が延びた。また、甲状腺がんの診断が容易になった。
	喫煙	情報なし		
解析	その他	原発ガン・追跡期間・がん発がんの診断時年齢・年代	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	使用モデル	ポワソン確率を用いて一般人口と比較して相対リスク比を求めカプランマイヤー法で累積確立を求めた。ロジスティック回帰分析で照射量に応じたリスクを算出。		
	交絡調整方法	マッチング		
アウトカム指標およびアウトカム	甲状腺がんの発生の有無 【コホート】RR=53(95%CI34-80) 原発ガンの治療経過年数に応じてリスクが高まる(p=.03) 【症例対照】200cGY以上の照射でRR=13(1.7-104)			

書誌情報	作業 No.	745	著者	Hancock SL, Cox RS, McDougall IR.
	PMID(PubMedID)	1861693	タイトル	Thyroid diseases after treatment of Hodgkin's disease.
	研究方法	ヒストリカルコホート研究(カルテ使用)	雑誌名. 年; 巻: 頁	N Engl J Med. 1991; 325:599-605
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	(全体を通じてバイアス、評価精度に関する記載はなかった)
	施設名	スタンフォード大		
	従事作業	ホジキン病の放射線治療を受けた		
	人数	1,787 人		
	年齢	治療時点の平均年齢が 28 歳、範囲は 2-82 歳		
	性別	男性 1,047 人、女性 740 人		
追跡	比較群	110 名が無治療(放射線治療単独(810 名)、放射線・化学療法併用(920 名)、化学療法単独(57 名))		
	追跡期間	平均 9.9 年		
ばく露指標	追跡率	記載なし		
	作業名	ホジキン病の放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	外部ばく露	記載なし		
内部ばく露	記載なし			
ばく露レベル	ばく露期間	対象者により、2 週間から 14 か月		
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	ほとんどが 44Gy		
	濃度範囲	15-44Gy		
	線種・核種	記載なし		
健康影響	影響の種類	甲状腺関連疾患の発症	影響評価の精度	記載なし
	情報源	記載なし	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	追跡により特定		
交絡因子の収集	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	年齢、性別、線量、化学治療の有無		
解析	使用モデル	Cox の比例ハザードモデル(多変量モデルと本文中に記載)		
	交絡調整方法	モデルに交絡因子を説明変数として組み込む		
アウトカム指標およびアウトカム	<p>甲状腺に放射線治療を受けた 1,677 名の、甲状腺疾患発症リスクは、治療 20 年後で 52%、26 年後で 67%であった(表 1)。</p> <p>甲状腺機能低下は 513 名に見られた(512 名が放射線治療群、1 名が放射線非治療群)(図 1)。</p> <p>Grave の甲状腺機能亢進症は 30 名に見られ(28 名が放射線治療群、2 名が放射線非治療群)、ホジキン病治療後の Grave の疾患発症リスクは、対照群と比較すると 7.2~20.4 倍であった。</p> <p>無痛性甲状腺炎は 6 名の患者で見られ、44 名の患者(うち 26 名が甲状腺切除済み)で甲状腺に小瘤が見られた。</p> <p>甲状腺がんの絶対リスクは 1.7%であり、対照群と比較すると 15.6 倍であった。</p>			

書誌情報	作業 No.	772	著者	Ryberg M, Lundell M, Nilsson B, Pettersson F.
	PMID(PubMedID)	2206566	タイトル	Malignant disease after radiation treatment of benign gynaecological disorders: a study of a cohort of metropathia patients
	研究方法	ヒストリカルコホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	Acta Oncol. 1990; 29:563-7
対象	国	スウェーデン	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	Radiumhemmet(スウェーデン・ストックホルムの治療施設)		
	従事作業	不正子宮出血への放射線治療		
	人数	788名(9,289人年)		
	年齢	記載なし		
	性別	女性		
追跡	比較群	1,219名の同様の疾患を持つ放射線非治療者(22,060人年)	追跡期間	1982年まで、平均28.2年(範囲0-56年)
	追跡率	約95%		
ばく露指標	作業名	婦人科疾患への放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	外部ばく露	放射線治療		
	内部ばく露	腔内ブラキ治療		
ばく露レベル	ばく露期間	記載なし	子宮腔内治療: 370-555MBq(16h) 腔内治療: 2.6GBq(24h) (推定累積ばく露量は表2)	記載なし
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	記載なし		
	濃度範囲	子宮腔内治療: 370-555MBq(16h) 腔内治療: 2.6GBq(24h) (推定累積ばく露量は表2)		
	線種・核種	X線		
健康影響	影響の種類	悪性腫瘍の発生	影響評価の精度	がん登録の精度、データの質は高い
	情報源	診療記録とがんの地域住民登録	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	記載なし		
交絡因子の収集	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	なし		
解析	使用モデル	リスク比推定にはポアソン分布を仮定	交絡調整方法	なし
	交絡調整方法	なし		
アウトカム指標およびアウトカム	放射線治療ばく露群のうち107名が、比較群のうち173名が悪性腫瘍を発生。一般住民がん登録データと比較すると、ばく露群で1.22、比較群で1.09のリスク比であった。ばく露群では直腸がん、大腸がん、神経系のがんでのリスク比はそれぞれ1.58、1.46、1.67であったが、有意差は見られなかった。また乳がんのリスク比は0.92と減少がみられたが、50歳以上の時点で放射線治療を受けた対象者に限るとリスク比は2.08であった。重点的に放射線治療を受けた部位のがんは、治療後20年時点では増加しなかったが、治療後30年以降では有意に増加した。			

書誌情報	作業 No.	629	著者	DeGroot LJ, Reilly M, Pinnamneni K, Refetoff S
	PMID(PubMedID)	6837608	タイトル	Retrospective and prospective study of radiation-induced thyroid disease
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名, 年, 巻, 頁	Am J Med. 1983;74:852-62
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	記載なし		
	従事作業	頭部と頸部に放射線治療を受けたことがあり、かつ追跡開始時の検査で甲状腺異常の疑いなしの診断を受けた患者。		
	人数	263名(比較群 153名)		
	年齢	治療時の平均年齢: 7.1±8.1歳 追跡開始時の平均年齢 33.5±11.0歳		
	性別	記載なし		
追跡	比較群	頭部と頸部に放射線治療を受けたことがあり、かつ追跡開始時の検査で甲状腺異常の疑いありと診断を受けた患者。	追跡期間	平均 4年(2-12年)
	追跡率	対照群: 263名中 152名 比較群: 153名中 95名		
ばく露指標	作業名	頭部と頸部への放射線治療(主に胸腺肥大、扁桃肥大、さ瘡の治療)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	吸収線量を同定できた患者の数が少ない。本研究の計算方法ではラジウムによる治療を受けた患者の照射線量を低く見積もってしまう傾向にある。
	外部ばく露	放射線治療		
	内部ばく露	-		
ばく露レベル	ばく露期間	記載なし	影響評価の精度	記載なし
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	平均吸収線量 甲状腺: 451±921rad 甲状腺の上の皮膚: 1052±1278rad		
	濃度範囲			
健康影響	線種・核種	X線、ラジウム	観察バイアス (問題点を記載)	追跡期間が平均 4年と短い。
	影響の種類	甲状腺異常の発症		
交絡因子の収集	情報源	検査の実施	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	甲状腺異常の診断は追跡開始時の検査(甲状腺機能検査、血清サイログロブリン検査、抗体検査、胸部レントゲン、甲状腺シンチスキャン)をもとに行われた。対照群に対しては、照射線量が 20~50rad と考えられるものに対しては、甲状腺ホルモン補充療法を受けるよう勧めた。また対照群に対しては、明らかな腫瘍が認められた場合は手術が勧められ、手術を受けた患者は甲状腺ホルモン補充療法を継続的に受けた。手術を拒否した患者や、腫瘍が良性だったため手術をしなかった患者も同様にホルモン補充療法を受けた。その後、追跡開始時と同様の検査(シンチスキャンは除く)を半年または 1年毎に実施した。シンチスキャンは他の検査で新たな異常が発見された場合のみ実施された。また甲状腺がんについては、手術を実施した際に診断した。		
解析	喫煙	記載なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	空間線量、甲状腺の吸収線量、照射した線種・核種、性別、経口避妊薬の使用歴、妊娠歴、甲状腺がん以外の甲状腺異常の病歴、がんの家族歴		
解析	使用モデル(検定方法)	χ ² 乗検定、t検定	交絡調整方法	記載なし
	交絡調整方法	記載なし		

<p>アウトカム 指標 および アウトカム</p>	<p>放射線治療を受けてから甲状腺異常発見までの期間は 26.8 ± 7.1 年、腫瘍が発見され手術を受けるまでの期間は 25.8 ± 6.8 年、甲状腺がん発見までの期間は 23.8 ± 7.0 年であり、有意な差は無かった【表 2】</p> <p>シンチスキャン以外の検査で異常が発見された患者は全体の 48.5% (対照群 29.7% 比較群 80.6%) であった。また検査 (シンチスキャン以外) の結果が異常なし/ありの患者それぞれの追跡終了までの甲状腺がん発症割合は、対象群で 0.5%/12.8%、比較群で 0%/24.8%、全体では 0.5%/20.1% であり、シンチスキャン以外の検査の偽陰性率は低かった【表 3】</p> <p>照射線量と甲状腺異常の発生率の間には有意な相関が認められた。しかし照射線量と甲状腺がん、吸収線量と甲状腺異常の間には相関が見られなかった。これは吸収線量を推定出来た患者の数が少ないことが影響していると考えられる【表 10】。</p> <p>ばく露後経過時間別にみると、甲状腺がんの発見数のピークは甲状腺異常の発見数のピークよりも数年早いことが分かった。放射線治療から 35 年以上経過した患者 55 人のうち甲状腺がん発症者は 4 名、40 年以上では 25 名中わずか 1 名であった【図 1】。</p>
---------------------------------------	--

書誌情報	作業 No.	616	著者	Ron E, Modan B, Preston D, Alfandary E, Stovall M, Boice JD Jr.
	PMID(PubMedID)	2594972	タイトル	Thyroid neoplasia following low-dose radiation in childhood
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Radiat Res. 1989; 120: 516-31
対象	国	イスラエル	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	情報なし		
	従事作業	16歳以下での、頭部白癬に対する放射線治療		
	人数	10,834人		
	年齢	情報なし		
	性別	男女		
比較群	全人口から選んだ 10,834 人(性別、年齢、出生国(イスラエル、アフリカ、アジア)、イスラエルへの移住時期でマッチング)と、ばく露群の子どもから選んだ 5,392 人(年齢、出生国、移住時期でマッチング)			
追跡	追跡期間	1950-1980年(平均 25年)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	対象者の年齢や治療の方法をモデルに組み入れることでばく露量を計算しており、個々人に対する正確なばく露量を測定したわけではないため、不正確さが生じている。
	追跡率	—		
ばく露指標	作業名	頭部白癬に対する放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	対象者の年齢や治療の方法をモデルに組み入れることでばく露量を計算しており、個々人に対する正確なばく露量を測定したわけではないため、不正確さが生じている。
	外部ばく露	患部への X 線照射		
	内部ばく露	—		
ばく露レベル	ばく露期間	治療は 1 コース 5 日間、ばく露群の 9%は 2 コース以上を受けた	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	対象者の年齢や治療の方法をモデルに組み入れることでばく露量を計算しており、個々人に対する正確なばく露量を測定したわけではないため、不正確さが生じている。
	ばく露年数	治療 1 コースで甲状腺の平均被ばく量は 8.4 cGy		
	平均濃度	4.5-16.5 cGy		
	濃度範囲	X 線		
健康影響	影響の種類	甲状腺の新生物の発症	影響評価の精度	良性腫瘍のうち adenoma と nodule を正しく判別することが難しく、誤分類バイアスが生じている可能性がある。
	情報源	病院の病理記録、国の人口登録	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし
収集の方法	専門の医師が病理記録より対象の疾患を発症した人を抽出し、人口登録と結合して生死の情報を得た。			
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	性別、出生地、ばく露を受けた年齢、ばく露からの経過期間、カレンダー時間、甲状腺のばく露量、治療のコース数		
解析	使用モデル	ポアソン回帰	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	交絡調整方法	層化、回帰分析		
アウトカム指標およびアウトカム	<p>新生物形成とばく露量には直線的な量反応関係が見られた。1 cGy 当たりの RR は悪性腫瘍で 1.27 (95%CI: 1.15-1.42)、良性腫瘍で 1.08 (95%CI: 1.07-1.09)。</p> <p>5 歳以下でばく露した人の方が甲状腺腫瘍が多かった。</p> <p>悪性腫瘍に関し、ERR は 0.3/cGy、EAR は 13/10 万人年・cGy。良性腫瘍では、ERR は 0.1/cGy、EAR は 15/10 万人年・cGy。</p>			

書誌情報	作業 No.	634	著者	Pottern LM, Kaplan MM, Larsen PR, Silva JE, Koenig RJ, Lubin JH, Stovall M, Boice JD Jr.
	PMID(PubMedID)	2324785	タイトル	Thyroid nodularity after childhood irradiation for lymphoid hyperplasia: A comparison of questionnaire and clinical findings
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名・年;巻:頁	J Clin Epidemiol. 1990;43:449-60
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	自己選択バイアスが考えられる。研究参加者の多くを占めるマサチューセッツ州在住者はばく露群と非ばく露群とで参加同意者の割合は同じだったが、ニューイングランドの他の州やニューイングランド以外の在住者ではばく露群の方が参加同意者の割合は大きかった。
	施設名	Children's Hospital Medical Center(マサチューセッツ州ボストン)		
	従事作業	1983-69年に18未満でリンパ組織過形成の放射線治療を受けた患者		
	人数	1,590名(うち質問票回答者は1,195名、検査参加者は602名)		
	年齢	治療時年齢 質問票回答者(ばく露群:6.9±2.8歳 非ばく露群:6.2±2.7歳) 検査参加者(ばく露群:6.9±2.8歳 非ばく露群:6.4±2.8歳)		
	性別	女性の割合 質問票回答者(ばく露群:38.9% 非ばく露群:40.6%) 検査参加者(ばく露群:37.0% 非ばく露群:40.9%)		
	比較群	1983-69年に18歳未満でリンパ組織過形成の治療で外科手術のみ受け、放射線治療を受けなかった患者1,499名(男性905名 女性594名) (うち質問票1,063名 検査457名)		
追跡	追跡期間	質問票回答者(ばく露群:29.1±5.3年 非ばく露群:29.4±4.3年) 検査参加者(ばく露群:28.8±5.2年 非ばく露群:29.2±4.3年)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	追跡率			
ばく露指標	作業名	治療放射線	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	外部ばく露	X線		
ばく露レベル	内部ばく露		ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露期間			
	ばく露年数			
	平均濃度	質問票回答者 24.1±6.6 cGy 検査参加者 24.2±6.6 cGy		
	濃度範囲	質問票回答者 3.2-55.0 Gy 検査参加者 3.2-53.0 cGy		
線種・核種	X線			
健康影響	影響の種類	甲状腺腫瘍の発症	影響評価の精度	
	情報源	自記式質問票、検査	観察バイアス (問題点を記載)	研究参加者が予想よりも少なかった。
	収集の方法	対象者本人にメールで質問票を送信。質問票には腫瘍が発見された年齢と病院(または医者)の名前も記入してもらい、その病院・医者に病理診断記録または治療記録を請求することで回答の妥当性を確認した。また質問票回答者の中で同意を得られたものを対象に病院での健康診断と甲状腺腫瘍の検査を実施した。検査で甲状腺腫瘍の疑いがあった患者にはシンチスキャンを勧め、同意を得られた者(86名中64名)にのみ実施した。		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	ばく露群は非ばく露群に比べ、甲状腺の検査をより積極的に受ける、または医者に検査を勧められる可能性がある。
	その他	質問票:性別、生年月日、宗教、教育歴、職業、甲状腺治療薬服用の有無、頭部・頸部への手術や放射線治療、健康状態、甲状腺腫瘍の家族歴 検査:身長、体重、脈拍、血圧		
解析	使用モデル	用量反応性の評価には、用量反応関係に線形性を仮定したロジスティック回帰モデルを用いた。		
	交絡調整方法	モデルにばく露時年齢、性別、ばく露		

	時期を加えた。		
アウトカム 指標 および アウトカム	<p>甲状腺腫瘍の有病オッズ比を RR として、アウトカム指標に用いた。</p> <p>質問票回答者における、非ばく露群に対するばく露群 RR は 15.8(95%CI 4.7-63.5)、検査参加者では 2.7(1.5-4.7) と大きな差があった【表 2】。</p> <p>質問票回答者・検査参加者ともに甲状腺の吸収線量が増えるほど RR が大きくなる傾向が見られた(質問票: 0.64/cGy(95%CI 0.18-2.25) 検査: 0.07/cGy(0.03-0.15))【表 3】。</p> <p>性別で層別し、非ばく露群の男性を基準としたオッズ比を算出すると、非ばく露群の女性が 2.6(0.9-7.4) ばく露群の男性が 3.2(1.3-8.2) 女性が 6.3(2.6-16.0)であった。宗教で層別し、非ばく露群の非ユダヤ人を基準とすると、非ばく露群のユダヤ人が 0.3(0.0-2.2) ばく露群の非ユダヤ人が 2.0(1.1-3.8) ユダヤ人が 3.8(1.6-8.7)であった【表 4】。</p> <p>1cGy 当りの RR 増加は、男性が 0.07/cGy 女性が 0.06/cGy、ユダヤ人が 0.39/cGy 非ユダヤ人が 0.05/cGy であった。ばく露時年齢別にみると、4 歳未満で 0.27/cGy 4-6 歳で 0.10.cGy 7-18 歳で 0.01/cGy と、年齢が上がるにつれて用量反応関係は弱くなっていた。放射線照射回数別では、1-2 回で 0.07/cGy 3-7 回で 0.05/cGy であった【表 5】。</p>		

書誌情報	作業 No.	743	著者	Maxon HR, Saenger EL, Thomas SR, Buncher CR, Kereiakes JG, Shafer ML, McLaughlin CA.
	PMID(PubMedID)	7420680	タイトル	Clinically important radiation-associated thyroid disease. A controlled study.
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	JAMA. 1980; 244:1802-5
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	治療群はランダムに選ばれたものではないので、集団の代表性はなく、本研究の結果を外挿するのは難しい。
	施設名	Eugene L.Saenger Radioisotope Laboratory		
	従事作業	児童期の良性新生物への放射線治療		
	人数	1,266 人		
	年齢	放射線治療時の平均年齢は 3.6 歳		
	性別	男性の方がやや多い		
追跡	比較群	年齢、性、人種、疾患によりマッチングされた、放射線治療を受けていない 958 人		
	追跡期間	21.5 年		
追跡	追跡率	放射線治療群 99.8%、対照群 92%		
	作業名	良性新生物への児童期の放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
ばく露指標	外部ばく露	放射線治療		
	内部ばく露	記載なし		
ばく露レベル	ばく露期間	記載なし		
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	270rads(治療群のみの平均値)		
	濃度範囲	50-400rads		
	線種・核種	記載なし		
健康影響	影響の種類	甲状腺、あるいは甲状腺以外での新生物の発生	影響評価の精度	21.5 年しか追跡していないという限界がある。
	情報源	記載なし	観察バイアス (問題点を記載)	(unbiased な理由は 1804 ページ COMMENT1 パラグラフ目などにいくつか記載があるが、問題点はほとんど記載なし)
	収集の方法	追跡調査により新生物発生を特定		
交絡因子の収集	喫煙	記載なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	記載なし		
解析	使用モデル	疾病発生割合に関して二項分布を仮定		
	交絡調整方法	治療群において新生物の数でサブグループに分け、解析を行った。		

アウトカム指標およびアウトカム	放射線治療群で平均 21.5 年後の甲状腺新生物発生割合が対照群より有意に(P<0.05)大きく、新生物は良性と悪性は約同数発生。同時期の甲状腺以外の良性新生物の発生割合にも有意差あり(治療群では甲状腺以外の良性新生物の発生は 15 件、対照群では 0 件であった)。
-----------------	--

書誌情報	作業 No.	741	著者	hanford, J. M., E. H. Quimby and V. K. Frantz
	PMID(PubMedID)	13904333	タイトル	Cancer arising many years after radiation therapy
	研究方法	症例報告	雑誌名. 年;巻:頁	J. Am. Med. Assoc. 181: 404-410 (1962)
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	追跡率が低いことがバイアスを生んでいる可能性がある。
	施設名	Presbyterian 病院		
	従事作業	幼児期における甲状腺肥大・扁桃腺炎に対する放射線治療		
	人数	ばく露群 458 人		
	年齢	情報なし		
	性別	情報なし		
追跡	比較群	—		
	追跡期間	1,558 人年		
ばく露指標	追跡率	64%		
	作業名	幼児期における甲状腺肥大・扁桃腺炎に対する放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	外部ばく露	—		
内部ばく露	—			
ばく露レベル	ばく露期間	【表 3】		
	ばく露年数			
	平均濃度			
	濃度範囲	500-1500 R		
健康影響	線種・核種	X 線		
	影響の種類	甲状腺がんの発症	影響評価の精度	情報なし
	情報源	本人による申告および専門家の所見		情報なし
交絡因子の収集	収集の方法	ソーシャルワーカーが個人を追跡し、医師が診断を確定し、X 線記録から専門家がばく露量を評価した	観察バイアス (問題点を記載)	
	喫煙	情報なし		
解析	その他	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	ケースはみな社会経済的環境の悪い集団に属していた。
	使用モデル	情報なし		
	交絡調整方法	情報なし		
アウトカム指標およびアウトカム	甲状腺がんは 7 例見られ、コネチカット州の統計情報から期待される発症割合よりも多かった。			

食道がんと放射線被ばくに関する医学的知見について

I. 食道がんに関する文献レビュー結果

1. 原爆被ばく者を対象とした疫学調査

文献 No.765

Preston. D. L., Ron. E, Tokuoka S., Funamoto. S, Nishi. N, Soda, M, Mabuchi. K, Kodama. K

Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors

RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007 年)

広島、長崎の原爆被ばく者のうち、1958 年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2 に基づいて個人線量が推定されている中で 1958 年から 1998 年までに診断された第一原発がん 17,448 例の解析を実施したコホート研究。

男性 1,040,278 人年、女性 1,724,452 人年の計 2,764,730 人年 (105,427 人) について、1958 年から 1998 年 12 月末までを追跡期間とした。追跡率は 99%。

解析にあたっては、ERR と EAR モデルを用い、各モデルの変化、そして両モデル間の差違の変化を BEIR VII モデルで解析。

解析結果は以下のとおり。

1)寿命調査集団では、結腸線量が 0.005 Gy 以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約 850 例 (約 11%) が原爆被ばくと関連していると推定された。2)線量反応曲線 0-2Gy の範囲は線形であった。

また、新たに判明したこととして、低線量では、被ばく線量区分を 0 から 0.15 Gy まで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。食道がんのリスクが有意となった。検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。

2. 放射線作業者を対象とした疫学調査

文献 No.647

Iwasaki T, Murata M, Ohshima S, Miyake T, Kudo S, Inoue Y, Narita M, Yoshimura T, Akiba S, Tango T, Yoshimoto Y, Shimizu Y, Sobue T, Kusumi S, Yamagishi C, Matsudaira H.

Second analysis of mortality of nuclear industry workers in Japan, 1986-1997.

Radiat Res:159(2):228-38:2003

日本の原子力発電所、燃料加工など原子力事業所の男性放射線従事者、全解析対象集団が 175,939 人 (1,390,000 人年)、前向き解析対象集団が 119,484 人 (540,000 人年) であった。追跡率は、全解析対象集団が 72.6%、前向き解析対象集団が 99.7%で

あった。

内部比較においては、前向き解析対象集団で、食道がんのみ有意な傾向があるとされた。

文献 No.746

Wang JX, Zhang LA, Li BX, Zhao YC, Wang ZQ, Zhang JY, Aoyama T.

Cancer incidence and risk estimation among medical x-ray workers in China, 1950-1995.

Health Phys. 2002; 82:455-66

中国の主要 24 病院における X 線を用いた医療行為に従事する者 27011 名を対象とするコホート研究とヒストリカルコホート研究を組み合わせた研究。

対照は同じ病院に就労しており、X 線を用いない業務に従事していた 25,782 人の医療従事者(外科医、耳鼻咽喉科医等)。X 線を用いる医療従事者群は男性 80%、女性 20%、比較対照群は男性 69%、女性 31%の構成比であった。調査対象とされた病院で就労を開始した平均年齢は X 線を用いる医療従事者群で 26 歳、比較対照群で 25 歳であった。ばく露期間は就業年数により異なるが、平均累積ばく露量は、1970 年以前に職に就いた対象者では 551mGy、それ以降の対象者では 82mGy であった。

解析は O/E 比を求めることで行っているが、性別、就職時期などでサブグループ解析を実施した。

診断に X 線を用いる医療従事者では比較群に対してがん発症リスク比が 1.2 倍 [95%CI 1.1-1.3]であった。

食道がんで、有意なリスク上昇がみられたリスク比は 2.7 であった。

文献 No.718

Wiggs, L. D., E. R. Johnson, C. A. Cox-Devore et al.

Mortality through 1990 among white male workers at the Los Alamos National Laboratory: considering exposures to plutonium and external ionizing radiation

Health Phys. 67 (6) : 577-588 (1994)

米国ロスアラモス国立研究所において核兵器の研究・開発に従事した男性 15727 人を対象としたコホート研究。

追跡期間は平均 29 年、追跡率は 99%。対照は米国における一般集団とした。ばく露期間は 1943 年～1977 年、線種・核種は X 線、 γ 線、ニュートロン、トリチウム、プルトニウム同位体であった。

米国白人男性の死亡率を SMR、年齢と暦年で層別した RR、放射線量と死亡率の量反応関係を調べる傾向検定によって解析した。また、年齢、暦年、人種による層化を実施した。

解析の結果、ほとんどのがんで有意な死亡率増加は見られなかったが、食道がんによる死亡で有意となった。

<有意でない報告があった研究>

文献 No.329

McGeoghegan D, Binks K

The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Springfields uranium production facility, 1946-95

J Radiol Prot 20:111-137:2000

英国の核燃料公社 Springfield の施設においてウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産に従事したものの 479,146 人年を対象とするコホート研究。被ばく年齢の情報はないが、女性が 12%、男性が 88%であった。

追跡期間は平均 24.6 年。生年月日、作業参加日の不詳によって、0.7%が除外された。個人平均蓄積線量は 20.5mSv。最高値は 769.3mSv、中央値 8.3mSv であった。慢性リンパ性白血病を除く白血病で、1:5matching の nested case-control を行った場合、2 年潜伏期間の平均累積線量は、症例群：27.0mSv、対照群：18.2mSv であった。対象のうち 95%の労働者が 79.7mSv 以下の累積線量であった。傾向分析に使用した線量については、線量 0 から 400+の間で 10 段階に区分し、潜伏期間 (0-20 年)の間で 5 段階ごとの線量範囲を使用。

SMR と RR は両側検定、傾向分析は片側検定によって解析。ERR 係数の傾向分析には線量 10 段階、潜伏 2, 10, 15, 20 年の死亡に人年の重みづけをして算出した。

1995 年末までに放射線作業員から 3,476 例、非放射線作業員から 1,356 例が死亡。

部位別の解析では、食道がんを潜伏期間を 20 年とした場合、累積外部被ばく線量と有意な関連は認められなかった。

3. 放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査

文献 No.764

Davis FG, Boice JD, Keisey JL, Monson RR

Cancer mortality after multiple fluoroscopic examinations of the chest

J Natl Cancer Inst 78: 645-652: 1987

米国マサチューセッツ州結核患者療養施設での X 線透視撮影受検した女性 (2,074 人) と男性 (1,277 人) を対象としたコホート研究である。比較対象軍としては、X 線透視撮影を受検していない結核患者 (女性 2,141 人、男性 1,418 人) 及び一般人で、平均の追跡期間は 23 年間であった。

食道がんは男性被ばく患者で有意な結果となった (標準化死亡率 4.2) が、8 件中 2 件は虚脱療法時に診断されていたものであった。食道がんは男性非被ばく患者でも有意

な結果となった（標準化死亡率 4.0）ため被ばくとは無関係の可能性もある。

<有意でないと報告があった研究>

文献 No.636

Davis FG, Boice JD Jr, Hrubec Z, Monson RR.

Cancer mortality in a radiation-exposed cohort of Massachusetts tuberculosis patients

Cancer Res. 1989;49:6130-6

アメリカ、マサチューセッツ州の 12 病院で 1925-54 年の間に結核で入院し、退院した患者で、肺虚脱療法中に蛍光板透視法による胸部検査を受けたもの 6,285 名の男女を対象とした疫学調査である。平均追跡年数は 25 年で、追跡率は 92%であった。

食道がん死では経過時間が長くなるほど SMR が減少するという傾向が見られた。

文献 No.679

Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.

Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism

J. Am. Med. Assoc. 280 (4) : 347-355 (1998)

米国の 25 の診療所及び英国の 1 診療所において甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素 131 による治療を受けた患者 35,593 人（738,831 人年）を対象とした後ろ向きコホート研究。エンドポイントはがん死亡で、ばく露評価については、ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない。

放射性ヨウ素と食道がん死亡との関連は見られなかった（SMR1.00）。

4. 高自然放射線地域や核実験場周辺の住民等を対象とした疫学調査

文献 No.767

Bauer S, Gusev BI, Pivina LM, Apsalikov KN, Grosche B

Radiation Exposure due to Local Fallout from Soviet Atmospheric Nuclear Weapons Testing in Kazakhstan: Solid Cancer Mortality in the Semiparatinsk Historical Cohort. 1960-1999

Radiation Research 2005,164, 409-419

カザフスタン、セミパラチンスク核実験場近辺の核実験（セミパラチンスク核実験場）で被ばくした、19,545 人（582,750 人・年）の男女を対象としたコホート研究である。追跡期間は、1960 年から 1999 年まで。

対照群と比べて、食道がん（特に女性）の死亡率に大きな差があった。線量-がん発生のレスポンスは非常に低い線量範囲では非線形でやや急な曲線で、これは選択効果に一部関係しているかも知れない。

5. その他（その他の作業従事者）

対象論文なし

II. 文献レビュー結果のまとめ

1. 被ばく線量（ばく露評価）に関するまとめ

被ばく線量と死亡率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 647,718,329,636,679,764,767 であった。このうち有意な増加があったと報告されている文献は、文献番号 647,718,764,767 であった。

被ばく線量と罹患率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 765,746,329 であった。このうち有意な増加があったと報告されている文献は、文献番号 765,746 であった。

2. 最小被ばく線量に関するまとめ

統計的に有意な増加を報告している文献において、最小被ばく線量に関して報告している文献は無かった。

3. 潜伏期間に関するまとめ

潜伏期間に関して検討している文献は、文献番号 329 であった。

書誌情報	作業 No.	765	著者	Preston, D. L., Ron, E., Tokuoka S., Funamoto, S., Nishi, N., Soda, M., Mabuchi, K., Kodama, K
	PMID(PubMedID)		タイトル	Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors
	研究方法	コホート研究(*1958年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2に基づいて個人線量が推定されている人数。その中で1958年から1998年までに診断された第一原発がん17,448例の解析)	雑誌名・年・巻・頁	RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007年)
対象	国	日本(広島、長崎)	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	情報なし		
	従事作業	原爆(広島、長崎)		
	人数 (被ばく)年齢	2,764,730人年(105,427人) 情報なし		
	性別	男性 1,040,278人年、女性 1,724,452人年		
	比較群	原爆被ばく者のうち、1958年から1998年の間に第一がん(悪性黒色腫以外の皮膚がんを含む)が観察されていない者		
追跡	追跡期間	1958年から1998年12月末まで	追跡対象となる人年は、登録対象地区からの転出・転入があるために調節した。DSO2による臓器個人線量推定値はγ線量と中性子線量の10倍の和として計算した。	
	追跡率	99%		
ばく露指標	作業名	原爆(広島、長崎)による固形がんの罹患率(生存者)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	外部ばく露	情報なし		
	内部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし		
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	情報なし		
	濃度範囲	解析では、器官線量(Gy)として<0.005から≥4を4段階に分類(表2)、結腸線量(Gy)として<0.005から≥4を7段階に分類(表4)		
	線種・核種	情報なし		
健康影響	影響の種類	固形がん(口腔がん、食道がん、胃がん、肝臓がん、肺がん、黒色腫以外の皮膚がん、結腸がん、直腸がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経系がん、甲状腺がん)の発症	影響評価の精度	記載なし
	情報源	広島・長崎がん登録、放射線影響研究所(広島・長崎、寿命調査)、米国立癌研究所	観察バイアス	記載なし
	収集の方法	上記研究所及びHirosoft Internationalによる報告書	(問題点を記載)	
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	被ばく年齢、被ばくからの期間、性差、		
解析	使用モデル	ERRとEARモデル。各モデルの変化、そして両モデル間の差の変化。BEIR VIIモデル。		
	交絡調整方法			

アウトカム指標 および アウトカム	1)寿命調査集団では、結腸線量が0.005 Gy以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約850例(約11%)が原爆被ばくと関連していると推定される。2)線量反応曲線0-2Gyの範囲は線形である。3)被ばく時年齢が30歳の場合、70歳になった時点で1 Gy被ばく当たり男性で約35%、女性で約58%固形がん罹患率が増加すると推定された。4)固形がんの過剰相対リスク(ERR)は被ばく時年齢が10歳増加する毎に約17%減少。このリスクは調査期間全体で増加する傾向。5)口腔がん、胃がん、結腸がん、肝臓がん、肺がん、皮膚がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経がん、甲状腺がん、放射線関連リスクが有意に増加した。直腸がん、胆のうがん、膵臓がん、前立腺がん、腎臓がんには有意なリスクは示唆されなかった。(新たに判明したこと)1)低線量では、被ばく線量区分を0から0.15 Gyまで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。2)食道がんのリスクが有意となった。3)20歳未満の被ばくが子宮がんのリスクを増加する可能性がある。4)肉腫を含め、検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。
-------------------------	--

書誌情報	作業 No.	647	著者	Iwasaki T, Murata M, Ohshima S, Miyake T, Kudo S, Inoue Y, Narita M, Yoshimura T, Akiba S, Tango T, Yoshimoto Y, Shimizu Y, Sobue T, Kusumi S, Yamagishi C, Matsudaira H.
	PMID(PubMedID)	12537528	タイトル	Second analysis of mortality of nuclear industry workers in Japan, 1986-1997.
	研究方法	コホート研究	雑誌名. 年;巻:頁	Radiat Res;159(2):228-38;2003
対象	国	日本	選択バイアス (問題点を記載)	生死の追跡にバイアスが潜在している可能性がある。(全解析結果と前向き解析結果の SMR で確認している。) 後ろ向き解析対象集団は前向き解析対象集団より若く、健康労働者影響が考えられる。さらに現在雇用されている従事者はより高線量集団であること、追跡率の差があることが影響している。
	施設名	原子力発電所、燃料加工など原子力事業		
	従事作業	放射線従事者		
	人数	全解析対象集団: 175,939 人 (1,390,000 人年) 前向き解析対象集団: 119,484 人 (540,000 人年) 【表 1】		
	(観察)年齢	観察終了時点の平均年齢 全解析対象集団: 45.7 歳 前向き解析対象集団: 49.1 歳		
	性別	男性のみ		
	比較群	一般男性		
追跡	追跡(観察)期間	全解析対象集団:約 7.9 年 前向き解析対象集団:約 4.5 年		
	追跡率	全解析対象集団:72.6%(約 244,000 人のうち約 177,000 人) 前向き解析対象集団:99.7%		
ばく露指標	作業名	放射線従事者	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	放射線量は、放射線影響協会の中央登録センターに登録された年度線量を積算した累積線量を使用した。線量の調査と評価は、全核関連施設へのアンケート調査と立ち入り調査により、疫学調査に使用されるに十分な線量記録の質が保たれている。
	外部ばく露	—		
	内部ばく露	—		
ばく露レベル	ばく露期間	線量ごとの分布は表 3 を参照のこと(前向き試験)		
	ばく露年数	線量ごとの分布は表 4 を参照のこと		
	平均濃度	全解析対象集団の平均累積線量: 12.0mSv (1.6-154.0mSv)、総集団線量: 2,109person-Sv (ただし、41%の人は検出限界値以下) 前向き解析対象集団の平均累積線量: 15.3mSv (1.7-154.7mSv)、総集団線量: 826person-Sv (ただし、38%の人は検出限界値以下) 【表 2】		
	範囲	情報なし		
健康影響	線種・核種	情報なし	影響評価の精度	記載なし
	影響の種類	死亡	観察(情報)バイアス (問題点を記載)	記載なし
	情報源	住民登録カード		
収集の方法	情報なし			
交絡因子の収集	喫煙	肺がんによる死亡率は累積線量の増加に伴う傾向性がみられていない。	交絡バイアス (問題点を記載)	交絡因子を検討するために行った自己申告のアンケート調査の拡張マンテル検定の結果: 1. 累積線量が多いほど喫煙者の割合が大きく、1 日の喫煙本数、総喫煙量も多い。 2. 飲酒率は累積線量群間で差が認められないが、累積線量の多い者ほど多量飲酒者の割合が大きい。 3. 累積線量が多いほど紅茶を飲む割合が小さい。 4. 高線量集団ほど頻りにアスベストや有機溶剤などの有害物質に接触する履歴が多い。 5. 高線量集団は、上部消化管の X 線検査や類する放射線検査を受けた頻度が少ない。
	その他	年齢、放射線従事開始年齢、従事期間、その他が潜在的な交絡因子であるが、観察期間が短いため、地域性のみ調整。(部位別がん死亡に地域差が見られるため)		
解析	使用モデル	外部比較は、SMR。 内部比較は Z 値を用いた片側傾向分析。		
	交絡調整方法	暦年、年齢(5 年齢階級、84 歳以上は死亡診断の信頼性が低いため除外)、地域性(8 区分)で層別。		

アウトカム指標	<外部比較>SMR(95%CI) 全解析対象集団における、
---------	----------------------------------

および アウトカム	<p>全死亡:0.90(0.87-0.92)、非腫瘍性疾患 0.80(0.77-0.84)、全がん 0.94(0.90-0.98)。【表 6】</p> <p>前向き解析対象集団における、 全死亡:0.94(0.90-0.97)、非腫瘍性疾患 0.86(0.82-0.91)、全がん 0.98(0.93-1.04)。【表 7】</p> <p><内部比較>前向き解析対象集団のみ(選択バイアスを制御のため)【表 8, 9】</p> <p>全死亡率は累積線量の増加に伴い有意に増加(P=0.017)。外部要因による死亡は高線量で有意に高い(P<0.001)。非腫瘍性疾患は同様の傾向無し(P=0.371)。</p> <p>O/E 比は、最低線量と最高線量で傾向は若干みられるが有意でない(潜伏期間考慮の場合 P=0.099、潜伏期間考慮なしの場合 P=0.280) 白血病を除いても結果は変わらない。</p> <p>多重比較法での部位別がんの内部比較では食道がんのみ有意な傾向があるとして残った。</p>
--------------	---

参考:オリジナル報告

原子力発電施設等 放射線業務従事者に係る疫学的調査(第Ⅱ期)
第2次交絡因子調査編

書誌情報	作業 No.	746	著者	Wang JX, Zhang LA, Li BX, Zhao YC, Wang ZQ, Zhang JY, Aoyama T.
	PMID(PubMedID)	11906134	タイトル	Cancer incidence and risk estimation among medical x-ray workers in China, 1950-1995.
	研究方法	コホート研究とヒストリカルコホート研究の組み合わせ	雑誌名・年・巻・頁	Health Phys. 2002; 82:455-66
対象	国	中国	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	24 の主要病院		
	従事作業	X 線を用いる医療行為(診断)		
	人数	27,011 人		
	年齢	職に就いた平均年齢は X 線を用いる医療従事者群で 26 歳、比較群で 25 歳		
	性別	X 線を用いる医療従事者群: 男性 80%、女性 20% 比較群: 男性 69% 女性 31%		
比較群	同じ病院に働いていた、仕事に X 線を用いない 25,782 人の医療従事者(外科医、耳鼻咽喉科医)			
追跡	追跡期間	過去の研究も合わせて 1950-1995 年の 45 年間	追跡率	記載なし
	追跡率	記載なし		
ばく露指標	作業名	X 線を用いる医療診断	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	1985 年以前の中国 X 線医療従事者 (CMXW) の線量測定データがなかった(それ以前には存在しなかった)ため、現在同じ施設で働いている X 線を用いる医療従事者の被ばく量などから線量の推定を行った。
	外部ばく露	X 線		
	内部ばく露	記載なし		
ばく露レベル	ばく露期間	多くの医者は、職に就いてから退職までの期間、ばく露を受けていた	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	平均累積ばく露量の記載 (1970 年以前に職に就いた対象者では 551mGy、それ以降の対象者では 82mGy)があり、就職時期ごとの詳細は表 2		
	濃度範囲	年間の累積ばく露量の範囲はおおよそ 2.9-36.9mGy/y(表 3)		
	線種・核種	X 線		
健康影響	影響の種類	がん発生	影響評価の精度	1 点目は、CMXW の集団については、線量の推定値に基づいてリスク比推定を行った点で、2 点目は、ばく露の評価を十分にできるほどの追跡を行っていない場合がある点。
	情報源	記載なし		
	収集の方法	カルテからがん発生診断の日付と診断の詳細を転記	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
交絡因子の収集	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	性別、就職時期		
解析	使用モデル	O/E 比	交絡調整方法	サブグループ解析
	交絡調整方法	サブグループ解析		

アウトカム
指標
および
アウトカム

診断に X 線を用いる医療従事者では比較群に対してがん発症リスク比が 1.2 倍[95%CI 1.1-1.3]であった(有意)。有意なリスク上昇がみられたがん種は、白血病、皮膚がん、乳がん、肺がん、肝臓がん、膀胱がん、食道がんで、それぞれリスク比が 2.2、4.1、1.3、1.2、1.2、1.8、2.7 であった。X 線を用いる医療従事者のうち、女性より男性で高いがん発症リスクを示した。また、1970 年以前に職に就いた対象者とそれ以降とで比較すると、前者の方が白血病、固形がんの発症リスク比が有意に高かった(白血病発症リスク比 2.4、固形がんリスク比 1.2)

書誌情報	作業 No.	718	著者	Wiggs, L. D., E. R. Johnson, C. A. Cox-Devore et al.
	PMID(PubMedID)	7960779	タイトル	Mortality through 1990 among white male workers at the Los Alamos National Laboratory: considering exposures to plutonium and external ionizing radiation
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年;巻:頁	Health Phys. 67(6): 577-588 (1994)
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	当該研究所のみの比較なので、外部妥当性がない。
	施設名	ロスアラモス国立研究所		
	従事作業	核兵器の研究や開発		
	人数	15,727 人		
	年齢	情報なし		
	性別	全員男性		
追跡	比較群	米国一般集団		
	追跡期間	平均 29 年		
追跡	追跡率	98%		
	作業名	核兵器の研究や開発	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
ばく露指標	外部ばく露	情報なし		
	内部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	ばく露期間	1943~1977 年		
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	情報なし		
	濃度範囲	情報なし		
	線種・核種	X 線、 γ 線、ニュートロン、トリテウム、プルトニウム同位体		
健康影響	影響の種類	部位別がん死亡	影響評価の精度	情報なし
	情報源	NDI	観察バイアス (問題点を記載)	イベント数が少ないため、量反応関係の傾向検定が有意にならなかった可能性
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	他の研究施設内の有害な化学物質による影響を考慮していない。
	その他	年齢、暦年、人種		
解析	使用モデル	米国白人男性の死亡率を SMR、年齢と暦年で層別した RR、放射線量と死亡率の量反応関係を調べる傾向検定。		
	交絡調整方法	層化		
アウトカム指標およびアウトカム	ほとんどのがんで有意な死亡率増加は見られなかったが、肺がんでは RR が 1.78 となった【表 2】。量反応関係は脳・中枢神経系がん、食道がん、ホジキン病による死亡で有意となった【表 3~6】。			

書誌情報	作業 No.	329	著者	McGeoghegan D,Binks K
	PMID(PubMedID)	10877261	タイトル	The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Springfields uranium production facility, 1946-95
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	J Radiol Prot20:111-137;2000
対象	国	英国	選択バイアス (問題点を記載)	一般国民に比較した Springfields の死亡率は有意に低い。”健康な労働者”効果による。 Springfields 内でも放射線作業者は非放射線作業者に比べて死亡率が低い。
	施設名	核燃料公社 (BNFL; British Nuclear Fuels plc) の Springfield 施設		
	従事作業	ウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産		
	人数	479,146 人年		
	年齢	被ばく年齢の情報なし。		
	性別	女性が 12%、男性が 88% 【表 1】		
	比較群	非放射線作業		
追跡	追跡期間	平均追跡期間として 24.6 年	追跡率	0.7%(135/19,589 人)が除外。理由は、生年月日や参加日の不明による
	追跡率			
ばく露指標	作業名	ウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	フィルムバッジの線量は、作業員への発行時期、使用時の技術、当時の作業ガイドライン、およびフィルムバッジからのデータの取り扱いに関する社内基準によって決定するため、年度によって測定が違おうそれぞれあり。 体内蓄積の放射核種は除外されるため、134 名のデータでは外部線量は、0 記録になっている。 1953 年以前の記録単位が不明確。レントゲン単位で前後記録を 10%減少で補正。
	外部ばく露 内部ばく露	作業員のフィルムバッジによる全身線量を使用。		
ばく露レベル	ばく露期間	286.559 person-sieverts	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	フィルムバッジの線量は、作業員への発行時期、使用時の技術、当時の作業ガイドライン、およびフィルムバッジからのデータの取り扱いに関する社内基準によって決定するため、年度によって測定が違おうそれぞれあり。 体内蓄積の放射核種は除外されるため、134 名のデータでは外部線量は、0 記録になっている。 1953 年以前の記録単位が不明確。レントゲン単位で前後記録を 10%減少で補正。
	ばく露年数	-		
	平均濃度	個人平均蓄積線量 20.5mSv 最高値は 769.3mSv、中央値 8.3mSv。慢性リンパ性白血病を除く白血病で、1:5matching の nested case-control を行った場合、2 年ラグの平均累積線量は、症例群: 27.0mSv、対照群: 18.2mSv		
	濃度範囲	95%の労働者が、79.7mSv 以下。 傾向分析に使用した線量については、線量 0 から 400+の間で 10 段階に区分し、ラグタイム(0-20 年の間で 5 段階)ごとの線量範囲【表 5 a】を使用。		
	線種・核種	ウランなどの核燃料物質		
健康影響	影響の種類	がん罹患、死亡	影響評価の精度	SMR の母集団は、England Wales および 1979-92 は Lancashire の人口。SRR の母集団は、1971-91 の England Wales および 1979-95 は Lancashire の人口。 死亡率、罹患率の母集団は、非放射線作業員。(地理的および社会経済的な交絡を排除する目的)
	情報源	国家統計局 (OSN) の所有するサウスポートの NHS 中央登録 (一部 1979-1995 年のマンチェスターがん疫学研究センターより入手)	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	交絡の可能性として作業期間、追跡期間、ばく露の長さもしくは初回雇用年の影響を見たが、一貫した差は見られず。(年齢のみで層化) 傾向分析は、年齢、労働期間、性別、雇用状況を調整。
	その他	年齢、地域、社会経済状況		
解析	使用モデル	SMR と RR は両側検定、傾向分析は片側検定。 ERR 係数の傾向分析には線量 10 段階、潜伏 2, 10, 15, 20 年の死亡に人年の重みづけをして算出。	交絡バイアス (問題点を記載)	交絡の可能性として作業期間、追跡期間、ばく露の長さもしくは初回雇用年の影響を見たが、一貫した差は見られず。(年齢のみで層化) 傾向分析は、年齢、労働期間、性別、雇用状況を調整。
	交絡調整方法	地理的および社会経済的な交絡を排除する目的で、死亡率と罹患		

	率の母集団は非放射線作業者。 ←影響評価の精度より再掲	
--	--------------------------------	--

アウトカム 指標 および アウトカム	<p>1995 年末までに放射線作業員から 3,476 例、非放射線作業員から 1,356 例、死亡。【表 1】 がん死亡と累積外部被ばく線量に関連を認めなかった。 死亡率、罹患率と有意に関連していたのはホジキン病と累積外部線量である。 全がんの SMR は、放射線労働者 86、非放射線労働者 96、【表 2.3】 がん罹患の SRR は、放射線労働者、非放射線労働者ともに 81【表 4】 部位別の解析では、ホジキンリンパ腫死亡がラグタイム 10 年、15 年で累積線量と相関、膀胱がん死亡がラグタイムを 10 年とした場合、累積線量と有意に関連していた。【表 5】 がん罹患では、ラグタイムを 10 年とした場合、白血病を除くがん、胸膜のがん、ホジキンリンパ腫、非ホジキンリンパ腫が累積被ばく線量と有意に関連していた。肺がんもラグタイムを 20 年とした場合累積外部被ばく線量と有意に関連していた。ラグタイムを 20 年とした場合、口腔・咽頭がん、喉頭がん、黒色腫、食道がん、胃がん、乳がん、胆のうがん、肝臓がん、結腸がん、直腸がんについては累積被ばく線量との有意な関連性は認められなかった【表 7】</p>
-----------------------------	---

書誌情報	作業 No.	764	著者	Davis FG, Boice JD, Keisey JL, Monson RR
	PMID(PubMedID)		タイトル	Cancer mortality after multiple fluoroscopic examinations of the chest
	研究方法	コホート研究(後向き)	雑誌名・年;巻:頁	J Natl Cancer Inst78; 645-652: 1987
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	問題点は記載なし。
	施設名	マサチューセッツ州結核患者療養施設		
	従事作業	X線透視撮影受検		
	人数	肺虚脱療法中にX線透視撮影を受検した結核患者、女性 2,074 人、男性 1,277 人		
	年齢	情報なし		
	性別	女性及び男性		
	比較群	X線透視撮影を受検していない結核患者、女性 2,141 人、男性 1,418 人、及び一般人		
追跡	追跡期間	平均 23 年間		
	追跡率	女性 88%、男性 95%【表 1】		
ばく露指標	作業名	X線透視撮影受検	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	推定被ばく線量【表 2】は過去に開発された推定量算出モデルに従い、虚脱療法受検数、処置時詳細手順を元に算出された。放射線量測定想定妥当性については生存患者及び当時の医師に、肺虚脱療法中の X線透視撮影の実施方法に関わるアンケート調査を実施し、妥当であることを確認。
	外部ばく露 内部ばく露	X線による外部及び内部被ばく		
ばく露レベル	ばく露期間	1930年から1954年の間で各個人により異なる		
	ばく露年数	各個人により異なる		
	平均濃度	情報なし		
	濃度範囲 線種・核種	情報なし X線		
健康影響	影響の種類	固形がん(口腔がん、咽頭がん、食道がん、胃がん、大腸がん、直腸がん、肝臓がん、膵臓がん、肺がんを含む呼吸器系がん、悪性骨腫瘍、乳がん、子宮頸がん、前立腺がん、膀胱がん、腎臓がん、脳腫瘍、甲状腺がん)、白血病、その他のがんによる死亡	影響評価の精度	記載なし。
	情報源	各病院の入院記録、各州人口動態統計、自動車登録、市居住者記録、町居住者リスト、死亡証明書、検死・退院・病理報告書	観察バイアス (問題点を記載)	結果的には喫煙の影響は見られなかったが、喫煙データ不十分な患者も多いため、観察バイアスの存在可能性は排除できない。線量については、被ばく患者の集団・カテゴリ分類ミス、平均算出過程での誤りがあった可能性もある。虚脱療法情報についても、治療記録に記載のない治療が行われた可能性、患者の記憶違いの可能性もあり、データは十分なものではない。【表 8】
	収集の方法	特記情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報あり		問題点は記載なし。
	その他	飲酒、乳がんリスク要因(初潮年齢、閉経タイプと年齢、初産時期、良性胸部疾患の存在)		
解析	使用モデル	乳がん及び肺がん死データについては被ばく後経過時間、被ばく時年齢、被ばく線量によって層化。乳がん死については、諸々リスク要因・交絡を考慮に入れた、被ばく線量による比例ハザードモデルにより評価。肺がん死については情報不足でモデルによる評価はせず。	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法	モデルに組み込み。		

<p>アウトカム 指標 および アウトカム</p>	<p>がんによる死亡率については、女性被ばく患者・非被ばく患者間で、個別組織では上昇が見られるものもあった（呼吸器系がんの被ばく患者・非被ばく患者の標準化死亡率はそれぞれ1.3と1.4、白血病の被ばく患者・非被ばく患者の標準化死亡率はそれぞれ1.8と1.5）が、全体的には明白な上昇は見られなかった。男性被ばく患者では上昇は見られなかったが（標準化死亡率0.9）、非被ばく患者では上昇が見られた（標準化死亡率1.5）。個別組織では男性被ばく患者で呼吸器系がん、白血病リスクの上昇は見られなかった（標準化死亡率はそれぞれ0.7と0.4）。食道がんは男性被ばく患者で有意な結果となった（標準化死亡率4.2）が、8件中2件は虚脱療法時に診断されていたものであった。食道がんは男性非被ばく患者でも有意な結果となった（標準化死亡率4.0）ため被ばくとは無関係の可能性もある。【表5】</p> <p>乳がんによる死亡リスクの増加は見られなかった。被ばく後経過時間、被ばく線量レベルの違いによる死亡率の変化も観察されなかった。【表6】</p> <p>全体では肺がん死リスクの上昇は見られなかった。標準化死亡比は0.8、95%信頼区間は0.5-1.2。【表7】</p>
---------------------------------------	--

書誌情報	作業 No.	636	著者	Davis FG, Boice JD Jr, Hrubec Z, Monson RR.
	PMID(PubMedID)	2790825	タイトル	Cancer mortality in a radiation-exposed cohort of Massachusetts tuberculosis patients
	研究方法		雑誌名: 年: 巻: 頁	Cancer Res. 1989;49:6130-6
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	
	施設名	マサチューセッツ州の 12 病院		
	従事作業	1925-54 年の間に結核で入院し、退院した患者で、肺虚脱療法中に蛍光板透視法による胸部検査を受けたもの		
	人数	6,285 名		
	年齢	ばく露時平均年齢 33 歳		
	性別	男性 2,956 名 女性 3,329 名		
	比較群	1925-54 年の間に結核で入院し、退院した患者で、蛍光板透視法による胸部検査を受けなかったもの 7,100 名(男性 3,916 名 女性 3,184 名)		
追跡	追跡期間	平均 25 年		
	追跡率	92%		
ばく露指標	作業名	蛍光板透視法による胸部検査での照射放射線	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	外部ばく露	X 線		
	内部ばく露			
ばく露レベル	ばく露期間	平均ばく露期間/検査回数 29 か月/77 回	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数			
	平均濃度	肺 0.84Gy 食道 0.80Gy 乳房 0.75y 【表 1】		
	濃度範囲			
	線種・核種	X 線		
健康影響	影響の種類	死亡	影響評価の精度	放射線の健康影響のうち死亡につながらなかったものは評価できていない。
	情報源	人口動態統計を社会保障庁や National death index のデータと連結させた	観察バイアス (問題点を記載)	肺がん死が結核による死に誤分類された可能性がある。 気胸の手術を受けた患者の健康影響は他の治療を受けた患者とは異なると考えられる。 結核やがん以外の肺疾患の死亡率への影響が突出して大きく、放射線の影響の評価が歪められた可能性がある。
	収集の方法			
交絡因子の収集	喫煙	情報あり(喫煙歴)	交絡バイアス (問題点を記載)	結核の外科的治療を受けた患者は、肺組織の一部が切除されたためにがん発症リスクが低下した可能性がある。 結核の診断や肺虚脱療法の実施が喫煙行動やその他の交絡因子に影響した可能性がある。
	その他	飲酒歴、肺の手術歴、結核のステージ、退院後の生存時間		
解析	使用モデル	SMR とばく露後経過時間との用量反応性の検定には Breslow ら(文献番号 21)の乗法モデルを用いた。	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法	交互作用は層化。		
アウトカム指標およびアウトカム	<p>1925-80 年のアメリカ合衆国の死亡率を基準とした SMR を算出。 ばく露の有無、性別ごとに見た全死因の SMR はほとんど同じで、1.7-2.0 の間であった。死亡のうち 40% が結核によるもの (SMR: 62-77)、8% ががん以外の呼吸器疾患によるもの (SMR: 2.3-3.2) であった【表 3】 ばく露後経過時間別にみると、肺がん死の SMR は 10 年未満の層で 1.7、10 年以上の層では 0.7 (95%CI 0.6-0.9) であった。食道がん死では経過時間が長くなるほど SMR が減少するという傾向が見られた。白血病では有意なリスクの増加は見られなかった。10 年以上の層の女性では乳がんの SMR が 1.4 (1.1-1.8) であり、全死因におけるリスク増加の 43% が乳がんによるものであると分かった。【表 5】 吸収線量と肺がん死の SMR との間の用量反応関係は、被ばく時年齢で層別 (30 歳未満・30 歳以上) しても観察されなかった【表 6】。 乳がん死については、乳房の吸収線量が 1Gy 以上の女性で SMR が有意に増加しており (SMR 2.5)、また全体でみると吸収線量と SMR との間に正の用量反応関係が観察された (p=0.01)。また非ばく露群で、結核と診断された年齢が 30 歳未満の患者で SMR の有意な増加が、30 歳以上で有意な減少がそれぞれ観察された【表 9】。</p>			

書誌情報	作業 No.	679	著者	Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.
	PMID(PubMedID)	9686552	タイトル	Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	J. Am. Med. Assoc. 280(4): 347-355 (1998)
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	米国の診療所 25、英国の診療所 1(表 1 参照)		
	従事作業	甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素 131 による治療を受ける		
	人数	35,593 人、738,831 人年		
	年齢	平均 46 歳		
	性別	男性 21%、女性 79%		
追跡	比較群	米国一般集団	追跡期間	平均 21 年(最大 44 年、最小 1 年)
	追跡率	80.7%		追跡率
ばく露指標	作業名	ヨウ素 131 による治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない
	外部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	内部ばく露	—	影響評価の精度	情報なし
	ばく露期間	—		
	ばく露年数	平均治療回数で 1.8 回		
	平均濃度	10.4mCi(1 回の治療あたり 6.1mCi)		
	濃度範囲	3~27mCi(5.95 パーセンタイル点)		
線種・核種	情報なし	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし	
影響の種類	がん死亡			
健康影響	情報源	National Death Index	収集の方法	情報なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	性、治療時年齢、治療からの年数、甲状腺機能亢進の種類、ヨウ素 131 の放射能投与量		
解析	使用モデル	米国の死亡率を期待値とした SMR とポアソン分布を仮定した 95%信頼区間を算出。	交絡調整方法	層化
	交絡調整方法	層化		

アウトカム指標およびアウトカム
2,950 人が追跡終了時までにかんで死亡、これは米国の死亡率から求められる 2857.6 とほぼ同等であったが、肺がん、乳がん、腎がん、甲状腺がんの発生は増加し、子宮がん、前立腺がんは減少した【表 3】。中毒性結節性甲状腺腫の患者は SMR1.16【表 4】、治療後 1 年以上でがん死亡リスクの上昇が見られたのは抗甲状腺薬のみによる治療群において(SMR1.31)【表 5】。放射性ヨウ素と全がん死亡との関連は見られなかった(SMR1.02)が、甲状腺がんのみにおいては強い関連が見られた(SMR3.94)【表 5】。

書誌情報	作業 No.	767	著者	Bauer S, Gusev BI, Pivina LM, Apsalikov KN, Grosche B
	PMID(PubMedID)	16187743	タイトル	Radiation Exposure due to Local Fallout from Soviet Atmospheric Nuclear Weapons Testing in Kazakhstan: Solid Cancer Mortality in the Semiparatinsk Historical Cohort. 1960-1999
	研究方法	コホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	Radiation Research 2005, 164, 409-419
対象	国	カザフスタン	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	セミパラチンスク核実験場近辺		
	従事作業	核実験(セミパラチンスク核実験場)		
	人数	19,545 人、582,750 人・年		
	年齢	20 歳以下、20—39 歳、40 歳以上(表 1)		
	性別	男性 9,834 人、女性 9,604 人(表 1)		
追跡	比較群	実験場から遠いコクベクチンスキー地域	追跡期間	1960 年から 1999 年まで
	追跡率	情報なし		追跡率
ばく露指標	作業名	核実験による被ばく	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	得られたデータ数が少なく、特に年齢別では少ないので、このコホート研究から、線量とリスクの関係、詳しい線量一応答関数を導くことは難しい。もっと多くのコホート研究が必要である。
	外部ばく露	フォールアウトや土等の汚染測定、環境線量測定等からの計算による評価		
ばく露レベル	内部ばく露	情報なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	得られたデータ数が少なく、特に年齢別では少ないので、このコホート研究から、線量とリスクの関係、詳しい線量一応答関数を導くことは難しい。もっと多くのコホート研究が必要である。
	ばく露期間	1949 年から 1965 年まで		
	ばく露年数	1949 年から 1965 年まで		
	平均濃度	地域別に表 2 に示されている		
	濃度範囲	20mSv から 4Sv まで		
線種・核種	I-131, Cs-137, Sr-90			
健康影響	影響の種類	食道がん(特に女性)、肝臓がん、胃がん、肺がん、女性の乳がん、骨・皮膚がん(特に男性)による死亡	影響評価の精度	記載なし、ただし、他の核実験や核事故、日本の原爆等によるコホート研究との比較が書かれている
	情報源	SRIRME(放射線医学・生態学研究所)	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	死亡記録を入手		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	移住者の増加		
解析	使用モデル	ERRモデルはポワソン回帰で最尤検定する	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	交絡調整方法	情報なし		

アウトカム指標およびアウトカム

対照群と比べて、全死亡率、がん死亡率ともかなりの差がある。男女別に比較がなされていて、食道がん(特に女性)、肝臓がん、胃がん、肺がん、女性の乳がん、骨・皮膚がん(特に男性)には大きな差があるが、子宮頸がん、膵臓がん、膀胱がん、腎臓がん、直腸がんには大きな差は見られない。その差の大きさについてはさらなる研究が必要である。喉頭、咽頭、口唇、泌尿器がんなどは数が少なくて違いがよく分からなかった。また被ばく時の年齢と共にかん発生が増えている。線量一がん発生のレスポンスは非常に低い線量範囲では非線形でやや急な曲線で、これは選択効果に一部関係しているかも知れない。いずれにしてもより多くのコホート研究がより詳しい結論を得るには不可欠である。1990 年代からの他国への移住者とコホート選択の効果についても検討の必要がある。

胃がんと放射線被ばくに関する医学的知見について

I. 胃がんに関する文献レビュー結果

1. 原爆被ばく者を対象とした疫学調査

文献 No.765

Preston. D. L., Ron. E, Tokuoka S., Funamoto. S, Nishi. N, Soda, M, Mabuchi. K, Kodama. K

Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors

RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007 年)

広島、長崎の原爆被ばく者のうち、1958 年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2 に基づいて個人線量が推定されている中で 1958 年から 1998 年までに診断された第一原発がん 17,448 例の解析を実施したコホート研究。

男性 1,040,278 人年、女性 1,724,452 人年の計 2,764,730 人年 (105,427 人) について、1958 年から 1998 年 12 月末までを追跡期間とした。追跡率は 99%。

解析にあたっては、ERR と EAR モデルを用い、各モデルの変化、そして両モデル間の差違の変化を BEIR VII モデルで解析。

解析結果は以下のとおり。

1) 寿命調査集団では、結腸線量が 0.005 Gy 以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約 850 例 (約 11%) が原爆被ばくと関連していると推定された。2) 線量反応曲線 0-2Gy の範囲は線形であった。3) 胃がんで放射線関連リスクが有意に増加した。

また、新たに判明したこととして、低線量では、被ばく線量区分を 0 から 0.15 Gy まで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。

2. 放射線作業者を対象とした疫学調査

<有意でないという報告があった研究>

文献 No.329

McGeoghegan D, Binks K

The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Springfields uranium production facility, 1946-95

J Radiol Prot 20:111-137;2000

英国の核燃料公社 Springfield の施設においてウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産に従事したものの 479,146 人年を対象とするコホート研究。被ばく年齢の情報はないが、女性が 12%、男性が 88%であった。

追跡期間は平均 24.6 年。生年月日、作業参加日の不詳によって、0.7%が除外された。個人平均蓄積線量は 20.5mSv。最高値は 769.3mSv、中央値 8.3mSv であった。慢性リンパ性白血病を除く白血病で、1:5matching の nested case-control を行った場合、2 年潜伏期間の平均累積線量は、症例群：27.0mSv、対照群：18.2mSv であった。対象のうち 95%の労働者が 79.7mSv 以下の累積線量であった。傾向分析に使用した線量については、線量 0 から 400+の間で 10 段階に区分し、潜伏期間 (0-20 年の間で 5 段階) ごとの線量範囲を使用。

SMR と RR は両側検定、傾向分析は片側検定によって解析。ERR 係数の傾向分析には線量 10 段階、潜伏 2, 10, 15, 20 年の死亡に人年の重みづけをして算出した。

1995 年末までに放射線作業員から 3,476 例、非放射線作業員から 1,356 例が死亡。部位別の解析では、胃がんでは累積外部被ばく線量と有意な関連は認められなかった。

文献 No.737

Howe, G. R., L. B. Zablotska, J. J. Fix et al.

Analysis of the mortality experience amongst U.S. nuclear power industry workers after chronic low-dose exposure to ionizing radiation

Radiat. Res. 162 (5) : 517-526 (2004)

米国の原子力発電所 15 施設において、1979~1997 年の期間のいずれかで作業した労働者 53,698 人 (平均 30.5 歳、男性 88.1%) を対象としたコホート研究。米国一般集団を基準とした SMR、被ばく量を 4 カテゴリーに分けた傾向検定、被ばく量を 12 カテゴリー (擬似連続量) とした線形 ERR モデルによる ERR の推定。

SMR では健康職業効果が強く見られたが、被ばく量とイベント発生との量反応関係は、白血病、胃がんを含む固形がん、その他の疾患のいずれにおいても有意にならなかった。

文献 No.769

T. Aoyama, S. Yoshinaga, Y. Yamamoto, H. Kato, Y. Shimizu, et al.

Mortality Survey of Japanese radiological technologists during the period 1969-1993. Br. Radiat Prot Dosim. 1998; 77:123-128

厚生労働省に登録済みの放射線作業員 12,133 人 (270,585 人年) を対象としたコホート研究。追跡期間は 1969~1993 年で追跡率は 97.9%であった。推定総被ばく量と、胃がんによる死亡には有意な関連がみられなかった。

3. 放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査

文献 No.90

Carr ZA, Kleinerman RA, Stovall M, Weinstock RM, Griem ML, Land CE

Malignant neoplasms after radiation therapy for peptic ulcer

Radiat Res 157:668-677; 2002

アメリカ シカゴ大学病院において 1937 年から 1965 年にかけて消化性潰瘍治療を受けた患者 92,979 人年 (3,719 人 (放射線治療患者: 1,859 人=41,779 人年、放射線治療を受けていない患者: 1,860 人=51,200 人年)) のコホート研究。男性 78% (2914 人) 女性 22% (805 人)、初回治療年齢は、平均 49 歳 (35 歳以下: 709 人、35-44 歳: 1,039 人、45-54 歳: 1,046 人、55 歳以上: 925 人)。これらのうち、放射線治療を受けていない消化性潰瘍患者を対照として解析を実施。

追跡期間は 25.0 ± 15.0 年 (最長 62 年) (放射線治療患者: 22.5 年、非放射線治療患者: 27.5 年)。放射線治療患者: 1,859 人のうち、13.9%、放射線治療を受けていない患者: 1,860 人のうち 16.5% が追跡不能。

ばく露群は X 線 (250kVp) を 6-14 日の治療コースにおいて 1 もしくは 2 回の治療 (1,852 名の放射線治療患者において 1 回以上が 9.8%) を受け、胃全体の組織線量の平均は 14.8 ± 5.6 Gy (1.0 から 42.0 Gy)、線量の分布は 1-10 Gy: 19.7%、11-20 Gy: 63.8%、20 Gy 以上: 16.5% であった。

生年月日、治療年、治療年齢、性別、人種、術タイプを交絡因子として収集し、解析モデルに挿入。解析に使用したモデルは時間依存性比例ハザード分析。解析モデルに共変量としてばく露有無、ばく露量、性別、被ばく年齢、喫煙状況、指示変数として術タイプ、潰瘍タイプ、干渉項を挿入。臓器への線量相関分析と傾向テストは、臓器特定線量を四分位層化し、ERR/Gy を線形モデルで推定。交絡調整は暦年、初回治療年齢による調整、非放射線治療患者には性別と喫煙歴を調整。潜在交絡として胃がんの RR には潰瘍のタイプと術タイプを調整。ERR は修飾因子として年齢の層化を実施した。

全死亡の O/E は、放射線治療群 1.19 (95%CI:1.13-1.25)。非放射線治療群 0.92 (95%CI:0.87-0.96)。

部位ごとの O/E は、胃がんで 3.20 と有意差があった。

治療後 10 年以上経過では、胃がんの RR は 2.60 (95%CI: 1.33-5.09) であった。

等張回帰結果では、胃がんは 18-42 Gy で増加が見られた。

文献 No.630

Mattson A, Hall P, Ruden BI, Rutqvist LE

Incidence of primary malignancies other than breast cancer among women treated with radiation therapy for benign breast disease

J Radiat Res. 1997;148:152-60

スウェーデンカロリンスカ病院において、1925-61 年の間に良性の乳房疾患と診断され、X 線及び γ 線による放射線治療を受けた女性 26,493 人年 (1216 名) (治療または診断を受けた年齢は平均 40 歳 (8-74 歳)) を対象とした後ろ向きコホート研究。対照

群は 1925-61 年の間に良性の乳房疾患と診断され、放射線治療を受けなかった女性 (46,953 人年;1874 名。治療または診断を受けた年齢は平均 36 歳 (10-78 歳))。追跡期間は平均 27 年。対象群のばく露期間は 1 年以内 86%、1-5 年 7%、6-10 年 4%、10 年以上 4%であり、平均濃度は乳房において 5.84Gy (部位別では最大は肺 : 0.747 (0.004-8.978)、最小は直腸 : 0.008 (0.000-0.059)、胃は 0.656 (0.0000-5.387))、濃度範囲は 0.005-36.87Gy であった。エンドポイントは乳房以外の部位に発生するがん。

ストックホルム市内の女性の発症率を基準とした SIR を算出。また原爆生存者との比較のため、原爆生存者の女性の臓器別の 1 シーベルトあたり過剰相対リスク (ERR/Sv) と各臓器の平均線量を用いて、予測 RR を算出した。

胃、肝臓、膵臓、肺の吸収線量とがん発症リスクの間には、胃で正の用量反応関係 (ERR/Gy = 1.3 p=0.05) が観察された。

<有意でないと報告があった研究>

文献 No.679

Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.

Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism

J. Am. Med. Assoc. 280 (4) : 347-355 (1998)

米国の 25 の診療所及び英国の 1 診療所において甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素 131 による治療を受けた患者 35,593 人 (738,831 人年) を対象とした後ろ向きコホート研究。エンドポイントはがん死亡で、ばく露評価については、ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない。

放射性ヨウ素と胃がん死亡との関連は見られなかった (SMR1.05)。

文献 No.772

Ryberg M, Lundell M, Nilsson B, Pettersson F.

Malignant disease after radiation treatment of benign gynaecological disorders: a study of a cohort of metropathia patients

Acta Oncol. 1990; 29:563-7

スウェーデン・ストックホルムの治療施設 Radiumhemmet において、不正子宮出血への放射線治療を受けた女性 788 名 (9,289 人年) を対象としたヒストリカルコホート研究。比較群は 1,219 名の同様の疾患を持つ放射線非治療者 (22,060 人年) で、追跡期間 1982 年まで、平均 28.2 年 (範囲 0-56 年)。追跡率約 95%。X 線の線量は子宮腔内治療 : 370-555MBq (16h)、腔内治療 : 2.6GBq (24h)。エンドポイントは悪性腫瘍の発生状況。

放射線治療ばく露群のうち 107 名が、比較群のうち 173 名が悪性腫瘍を発生。一般住民がん登録データと比較すると、ばく露群で 1.22、比較群で 1.09 のリスク比であっ

た。胃がんでのリスク比は 1.03 であったが、有意差は見られなかった。

4. 高自然放射線地域や核実験場周辺の住民等を対象とした疫学調査

文献 No.767

Bauer S, Gusev BI, Pivina LM, Apsalikov KN, Grosche B

Radiation Exposure due to Local Fallout from Soviet Atmospheric Nuclear Weapons Testing in Kazakhstan: Solid Cancer Mortality in the Semipalatinsk Historical Cohort. 1960-1999

Radiation Research 2005,164, 409-419

カザフスタン、セミパラチンスク核実験場近辺の核実験（セミパラチンスク核実験場）で被ばくした、19,545 人（582,750 人・年）の男女を対象としたコホート研究である。追跡期間は、1960 年から 1999 年まで。

対照群と比べて、胃がん死亡率に大きな差があった。線量-がん発生のレスポンスは非常に低い線量範囲では非線形でやや急な曲線で、これは選択効果に一部関係しているかも知れない。

5. その他（その他の作業従事者）

対象論文なし

II. 文献レビュー結果のまとめ

1. 被ばく線量（ばく露評価）に関するまとめ

被ばく線量と死亡率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 329,737,769,90,679,767 であった。このうち有意な増加があったと報告されている文献は、文献番号 90,767 であった。

被ばく線量と罹患率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 765,329,630,772 であった。このうち有意な増加があったと報告されている文献は、文献番号 765,630 であった。

2. 最小被ばく線量に関するまとめ

統計的に有意な増加を報告している文献において、最小被ばく線量に関して報告している文献は無かった。

3. 潜伏期間に関するまとめ

統計的に有意な増加を報告している文献において、潜伏期間に関して報告している文献は無かった。

書誌情報	作業 No.	765	著者	Preston, D. L., Ron, E. Tokuoka S., Funamoto, S. Nishi, N. Soda, M, Mabuchi, K, Kodama, K
	PMID(PubMedID)		タイトル	Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors
	研究方法	コホート研究(*1958年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2に基づいて個人線量が推定されている人数。その中で1958年から1998年までに診断された第一原発がん17,448例の解析)	雑誌名・年;巻:頁	RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007年)
対象	国	日本(広島、長崎)	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	情報なし		
	従事作業	原爆(広島、長崎)		
	人数 (被ばく)年齢	2,764,730人年(105,427人) 情報なし		
	性別	男性 1,040,278人年、女性 1,724,452人年		
	比較群	原爆被ばく者のうち、1958年から1998年の間に第一がん(悪性黒色腫以外の皮膚がんを含む)が観察されていない者		
追跡	追跡期間	1958年から1998年12月末まで		
	追跡率	99%		
ばく露指標	作業名	原爆(広島、長崎)による固形がんの罹患率(生存者)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	追跡対象となる人年は、登録対象地区からの転出・転入があるために調節した。DSO2による臓器個人線量推定値はγ線量と中性子線量の10倍の和として計算した。
	外部ばく露	情報なし		
	内部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	情報なし		
	濃度範囲	解析では、器官線量(Gy)として<0.005から≥4を4段階に分類(表2)、結腸線量(Gy)として<0.005から≥4を7段階に分類(表4)		
線種・核種	情報なし			
健康影響	影響の種類	固形がん(口腔がん、食道がん、胃がん、肝臓がん、肺がん、黒色腫以外の皮膚がん、結腸がん、直腸がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経系がん、甲状腺がん)の発症	影響評価の精度	記載なし
	情報源	広島・長崎がん登録、放射線影響研究所(広島・長崎、寿命調査)、米国国立癌研究所	観察バイアス	記載なし
	収集の方法	上記研究所及びHirosoft Internationalによる報告書	(問題点を記載)	
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	被ばく年齢、被ばくからの期間、性差、		
解析	使用モデル	ERRとEARモデル。各モデルの変化、そして両モデル間の差違の変化。BEIR VIIモデル。	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法			

アウトカム指標 および アウトカム	1)寿命調査集団では、結腸線量が0.005 Gy以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約850例(約11%)が原爆被ばくと関連していると推定される。2)線量反応曲線0-2Gyの範囲は線形である。3)被ばく時年齢が30歳の場合、70歳になった時点で1 Gy被ばく当たり男性で約35%、女性で約58%固形がん罹患率が増加すると推定された。4)固形がんの過剰相対リスク(ERR)は被ばく時年齢が10歳増加する毎に約17%減少。このリスクは調査期間全体で増加する傾向。5)口腔がん、胃がん、結腸がん、肝臓がん、肺がん、皮膚がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経がん、甲状腺がんで放射線関連リスクが有意に増加した。直腸がん、胆のうがん、膵臓がん、前立腺がん、腎臓がんには有意なリスクは示唆されなかった。(新たに判明したこと)1)低線量では、被ばく線量区分を0から0.15 Gyまで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。2)食道がんのリスクが有意となった。3)20歳未満の被ばくが子宮がんのリスクを増加する可能性がある。4)肉腫を含め、検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。
-------------------------	--

書誌情報	作業 No.	329	著者	McGeoghegan D,Binks K
	PMID(PubMedID)	10877261	タイトル	The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Springfields uranium production facility, 1946-95
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	J Radiol Prot20:111-137;2000
対象	国	英国	選択バイアス (問題点を記載)	一般国民に比較した Springfields の死亡率は有意に低い。”健康な労働者”効果による。 Springfields 内でも放射線作業者は非放射線作業者に比べて死亡率が低い。
	施設名	核燃料公社 (BNFL; British Nuclear Fuels plc) の Springfield 施設		
	従事作業	ウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産		
	人数	479,146 人年		
	年齢	被ばく年齢の情報なし。		
	性別	女性が 12%、男性が 88% 【表 1】		
	比較群	非放射線作業		
追跡	追跡期間	平均追跡期間として 24.6 年	追跡率	0.7%(135/19,589 人)が除外。理由は、生年月日や参加日の不明による
	追跡率			
ばく露指標	作業名	ウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	フィルムバッジの線量は、作業員への発行時期、使用時の技術、当時の作業ガイドライン、およびフィルムバッジからのデータの取り扱いに関する社内基準によって決定するため、年度によって測定が違おうそれぞれあり。 体内蓄積の放射核種は除外されるため、134 名のデータでは外部線量は、0 記録になっている。 1953 年以前の記録単位が不明確。レントゲン単位で前後記録を 10%減少で補正。
	外部ばく露 内部ばく露	作業員のフィルムバッジによる全身線量を使用。		
ばく露レベル	ばく露期間	286.559 person-sieverts	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	フィルムバッジの線量は、作業員への発行時期、使用時の技術、当時の作業ガイドライン、およびフィルムバッジからのデータの取り扱いに関する社内基準によって決定するため、年度によって測定が違おうそれぞれあり。 体内蓄積の放射核種は除外されるため、134 名のデータでは外部線量は、0 記録になっている。 1953 年以前の記録単位が不明確。レントゲン単位で前後記録を 10%減少で補正。
	ばく露年数	-		
	平均濃度	個人平均蓄積線量 20.5mSv 最高値は 769.3mSv、中央値 8.3mSv。慢性リンパ性白血病を除く白血病で、1:5matching の nested case-control を行った場合、2 年ラグの平均累積線量は、症例群: 27.0mSv、対照群: 18.2mSv		
	濃度範囲	95%の労働者が、79.7mSv 以下。 傾向分析に使用した線量については、線量 0 から 400+の間で 10 段階に区分し、ラグタイム(0-20 年の間で 5 段階)ごとの線量範囲【表 5 a】を使用。		
	線種・核種	ウランなどの核燃料物質		
健康影響	影響の種類	がん罹患、死亡	影響評価の精度	SMR の母集団は、England Wales および 1979-92 は Lancashire の人口。SRR の母集団は、1971-91 の England Wales および 1979-95 は Lancashire の人口。 死亡率、罹患率の母集団は、非放射線作業員。(地理的および社会経済的な交絡を排除する目的)
	情報源	国家統計局 (OSN) の所有するサウスポートの NHS 中央登録 (一部 1979-1995 年のマンチェスターがん疫学研究センターより入手)	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	交絡の可能性として作業期間、追跡期間、ばく露の長さもしくは初回雇用年の影響を見たが、一貫した差は見られず。(年齢のみで層化) 傾向分析は、年齢、労働期間、性別、雇用状況を調整。
	その他	年齢、地域、社会経済状況		
解析	使用モデル	SMR と RR は両側検定、傾向分析は片側検定。 ERR 係数の傾向分析には線量 10 段階、潜伏 2, 10, 15, 20 年の死亡に人年の重みづけをして算出。	交絡バイアス (問題点を記載)	交絡の可能性として作業期間、追跡期間、ばく露の長さもしくは初回雇用年の影響を見たが、一貫した差は見られず。(年齢のみで層化) 傾向分析は、年齢、労働期間、性別、雇用状況を調整。
	交絡調整方法	地理的および社会経済的な交絡を排除する目的で、死亡率と罹患		

	率の母集団は非放射線作業者。 ←影響評価の精度より再掲		
--	--------------------------------	--	--

アウトカム 指標 および アウトカム	<p>1995 年末までに放射線作業員から 3,476 例、非放射線作業員から 1,356 例、死亡。【表 1】 がん死亡と累積外部被ばく線量に関連を認めなかった。</p> <p>死亡率、罹患率と有意に関連していたのはホジキン病と累積外部線量である。</p> <p>全がんの SMR は、放射線労働者 86、非放射線労働者 96、【表 2.3】</p> <p>がん罹患の SRR は、放射線労働者、非放射線労働者ともに 81【表 4】</p> <p>部位別の解析では、ホジキンリンパ腫死亡がラグタイム 10 年、15 年で累積線量と相関、膀胱がん死亡がラグタイムを 10 年とした場合、累積線量と有意に関連していた。【表 5】</p> <p>がん罹患では、ラグタイムを 10 年とした場合、白血病を除くがん、胸膜のがん、ホジキンリンパ腫、非ホジキンリンパ腫が累積被ばく線量と有意に関連していた。肺がんもラグタイムを 20 年とした場合累積外部被ばく線量と有意に関連していた。ラグタイムを 20 年とした場合、口腔・咽頭がん、喉頭がん、黒色腫、食道がん、胃がん、乳がん、胆のうがん、肝臓がん、結腸がん、直腸がんについては累積被ばく線量との有意な関連性は認められなかった【表 7】</p>
-----------------------------	--

書誌情報	作業 No.	737	著者	Howe, G. R., L. B. Zablotska, J. J. Fix et al.		
	PMID(PubMedID)	15624306	タイトル	Analysis of the mortality experience amongst U.S. nuclear power industry workers after chronic low-dose exposure to ionizing radiation		
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年;巻:頁	Radiat. Res. 162(5): 517-526 (2004)		
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	比較的若い対象者が中心		
	施設名	15 施設(付録表 1 参照)				
	従事作業	原子力発電所における作業(詳細は不明)				
	人数	53,698 人				
	年齢	平均 30.5 歳				
	性別	男性 88.1%				
追跡	比較群	米国一般集団				
	追跡期間	1979~1997 年				
ばく露指標	追跡率	情報なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし		
	作業名	原子力発電所における作業(詳細は不明)				
	外部ばく露	情報なし				
ばく露レベル	内部ばく露	情報なし				
	ばく露期間	1983~1995 年				
	ばく露年数	11.9 年				
	平均濃度	25.7mSv				
	濃度範囲	情報なし				
線種・核種	情報なし					
健康影響	影響の種類	がん死亡及びその他の死亡【表 5 参照】	影響評価の精度	NDI は高い感度と特異度をもつ		
	情報源	NDI	観察バイアス (問題点を記載)	イベント数が少なく、検出力が低い		
	収集の方法	データリンケージ				
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	喫煙に関する情報を収集していない。社会経済的地位を職業階級によってのみ判断している。		
	その他	性、年齢、暦年、人種、施設、観察年数				
解析	使用モデル	米国一般集団とを基準とした SMR、被ばく量を 4 カテゴリに分けた傾向検定、被ばく量を 12 カテゴリ(擬似連続量)とした線形 ERR モデルによる ERR の推定。				
	交絡調整方法	層化、ERR モデル				
アウトカム指標およびアウトカム	SMR では健康職業効果が強く見られた【表 2】。被ばく量とイベント発生との量反応関係は、白血病【表 3】、固形がん【表 4】、その他の疾患【表 5】のいずれにおいても有意にならなかった。					

書誌情報	作業 No.	769	著者	T.Aoyama, S.Yoshinaga, Y.Yamamoto, H.Kato, Y.Shimizu, et al.
	PMID(PubMedID)	PubMed に記載なし	タイトル	Mortality Survey of Japanese radiological technologists during the period 1969-1993
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年;巻:頁	Radiat Prot Dosim. 1998; 77:123-128
対象	国	日本	選択バイアス (問題点を記載)	様々な原因による SMR の増加がみられなかったのは、健康労働者効果(healthy worker effect)や、放射線作業従事者は健康診断などをより多く行うことによる利益によるものである可能性がある
	施設名	厚生労働省に登録済みの放射線従事者(radiological technologist)		
	従事作業	放射線を取り扱う作業		
	人数	12,133 人 (270,585 人年)		
	年齢	34 歳		
	性別	男性		
追跡	比較群	SMR 計算には日本国民 (1969-1993 年の日本人口動態統計による期待死亡数を用いた)、リスク比推定には 0.50Gy 以下のばく露量であった研究対象者を比較群とした		
	追跡期間	1969~1993 年		
追跡	追跡率	約 97.9%(誕生年で 3 つのサブコホートにわけた打ち切り割合を表 2 に記載)		
	作業名	記載なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	1933 年以前に生まれた対象者 3,481 名については、山本法によりばく露量を推定
外部ばく露	記載なし			
内部ばく露	記載なし			
ばく露レベル	ばく露期間	記載なし	影響評価の精度	記載なし
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	466.0mGy		
	濃度範囲	標準偏差 273.0mGy		
健康影響	線種・核種	記載なし	観察バイアス (問題点を記載)	転移性腫瘍の扱いなど、脳腫瘍診断の定義が明確でない。また ICD9 では非実質脳内腫瘍(髄膜腫など)を脳の悪性新生物と定義していないため、脳腫瘍の期待死亡数が過小推定され、したがって脳腫瘍の SMR が過大評価されている可能性がある(注:この研究では非実質脳内腫瘍を脳腫瘍に含めていると考えられる)。
	影響の種類	がん、白血病などによる死亡		
	情報源	死亡診断書のコピー		
交絡因子の収集	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	たばこやアルコールなどの交絡要因などで調整を行っていない
	その他	なし		
解析	使用モデル	SMR、ポアソン回帰モデル		
	交絡調整方法	総ばく露量をカテゴリー化して、ポアソン回帰モデルの説明変数とする(分類は 0.5Gy 未満、0.5-0.69Gy、0.70-0.99Gy、1.0Gy 以上(表 6))		
アウトカム指標およびアウトカム	全ての原因による死亡、全ての悪性新生物、白血病、肺がん、胃がん、大腸がん、脳腫瘍、その他神経系のがんの SMR はそれぞれ順に 0.64 (0.60-0.69)、0.81 (0.74-0.89)、1.31 (0.80-2.02)、0.62 (0.47-0.80)、0.65 (0.53-0.79)、1.29 (0.90-1.80)、3.58 (1.64-6.79)、7.27 (1.09-26.3)であった(括弧内は 95%CI を示す)。推定総ばく露量と、脳腫瘍とその他神経系のがんを除く主要部位のがん、脳卒中、心疾患には有意な関連はみられなかった。			

書誌情報	作業 No.	90	著者	Carr ZA,Kleinerman RA,Stovall M,Weinstock RM,Griem ML,Land CE
	PMID(PubMedID)	12005546	タイトル	Malignant neoplasms after radiation therapy for peptic ulcer
	研究方法	コホート研究	雑誌名: 年: 巻: 頁	Radiat Res157:668-677; 2002
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	2 群間での治療年、治療年齢、性別、人種、喫煙状況、術タイプの違いは統計的有意差あり。追跡終了時における死亡転帰は差なし。 【患者背景は表 1】 潰瘍から放射線治療までの期間の長さとかんリスクの関係を調べたが、これは選択バイアスの因子にはならないことが分かった。
	施設名	シカゴ大学病院 消化性潰瘍の放射線治療		
	従事作業・被ばく露対象	1937 年から 1965 年にかけて消化性潰瘍治療を受けた患者		
	人数	92,979 人年。 3,719 人(放射線治療患者:1,859 人=41,779 人年、放射線治療を受けていない患者:1,860 人=51,200 人年)【表 1】		
	(被ばく)年齢	初回治療年齢は、平均 49 歳。 35 歳以下: 709 人、35-44 歳:1,039 人、45-54 歳:1,046 人、55 歳以上: 925 人【表 1】		
	性別	女性 22%(805 人)、男性 78%(2,914 人)【表 1】		
	比較群	放射線治療を受けていない消化性潰瘍患者		
追跡	追跡期間	25.0±15.0 年(最長 62 年) 放射線治療患者: 22.5 年、非放射線治療患者: 27.5 年		
	追跡率	(放射線治療患者:1,859 人のうち、13.9%、放射線治療を受けていない患者:1,860 人のうち 16.5%が追跡不能)		
ばく露指標	作業名	消化性潰瘍の放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	臓器組織特定の線量は、人体ファントムで実験的に評価され、個別の放射線治療記録に再構築。
	外部ばく露	X 線 250kVp		
	内部ばく露	—		
ばく露レベル	ばく露期間	6-14 日の治療コースにおいて 1 もしくは 2 回の治療 (1,852 名の放射線治療患者において 1 回以上が 9.8%)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数	—		
	平均濃度	胃全体の組織線量の平均は、14.8 ±5.6Gy(1.0 から 42.0Gy)。		
	範囲	1-10Gy: 19.7% 11-20Gy: 63.8% 20Gy 以上: 16.5%		
健康影響	線種・核種	X 線	影響評価の精度	記載なし
	影響の種類	死亡		
	情報源	NDI(National Death Index)Plus, 社会保障庁死亡ファイル、推定生存ファイル、受取年金情報記録		
	収集の方法	国立がん研究所の所内研究プログラムの中で行われ、Westat Inc.(N01-CP-81121)との契約により支援を得てデータ収集と管理が行われた。	観察(情報)バイアス (問題点を記載)	記載なし
交絡因子の収集	喫煙	情報あり(解析モデルに挿入)	交絡バイアス (問題点を記載)	膵臓がんについては、1970 年前後で診断が異なるため、RR は、1970 年前後比較で類似値(2.59vs2.47)。 喫煙の肺がんにリスクへの寄与は放射線治療の有無にかかわらず高いが、放射線有無による傾向は見られなかった。【表 8】
	その他	生年月日、治療年、治療年齢、性別、人種、術タイプ		
解析	使用モデル	時間依存性比例ハザード分析 解析モデルに共変量としてばく露有無、ばく露量、性別、被ばく年齢、喫煙状況、指示変数として術タイプ、潰瘍タイプ、干渉項を挿入。 臓器への線量相関分析と傾向テストは、臓器特定線量を四分位層化して、ERR/Gyを線形モデルで推定。		

	交絡調整方法	暦年、初回治療年齢を調整、非放射線治療患者には性別と喫煙歴を調整。潜在交絡として胃がんのRRには潰瘍のタイプと術タイプを調整。ERRは修飾因子として年齢を層化。		
アウトカム指標およびアウトカム	<p>全死亡のO/Eは、放射線治療群 1.19(95%CI:1.13-1.25)、非放射線治療群 0.92(95%CI:0.87-0.96)。 全がん死亡のO/Eは、放射線治療群 1.65。(部位ごとに有意差の出たタイプは、胃がん 3.20、すい臓がん 2.76、肺がん 1.99、NHL1.98)、非放射線治療群 1.12。(部位ごとに有意差の出たタイプは、胃がん 1.52、前立腺がん 1.47)。 放射線治療群と非放射線治療群とのRRは全がんおよび治療後10年以内の白血病では過剰は見られない。10年以上経過では、RRは1.41(95%CI:1.18-1.67)。胃がん 2.60(95%CI:1.33-5.09)、肺がん 1.50(95%CI:1.08-2.08)、すい臓がん 2.73(95%CI:1.46-5.13)。 10年経過後のNHLと2年経過後の白血病(CLLを除く)は、統計的なRRの増加はなし。【表2】 がん死亡と線量の相関分析(RR/Gray)は、統計的なエビデンスは出なかった。【表3,4】 等張回帰結果では、すい臓がんは10Gy以上で、胃がんは18-42Gy、肺がんは2.5-51Gy増加が見られた。【表5】 年齢の傾向値は統計的有意差はない。【表6】 潰瘍タイプと術タイプでの線量相関には統計的なエビデンスは出なかった。【表7】</p>			

書誌情報	作業 No.	630	著者	Mattson A, Hall P, Ruden BI, Rutqvist LE
	PMID(PubMedID)	9254734	タイトル	Incidence of primary malignancies other than breast cancer among women treated with radiation therapy for benign breast disease
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名・年・巻・頁	J Radiat Res. 1997;148:152-60
対象	国	スウェーデン	選択バイアス (問題点を記載)	がん発症のリスク比は放射線治療後 3~10 年をピークに減少する。本研究では 1958 年以前にがんを発症または死亡した患者が含まれないため、がん発症を過小評価している可能性がある。
	施設名	Karolinska Hospital		
	従事作業	1925-61 年の間に良性の乳房疾患と診断され、放射線治療を受けた女性		
	人数	26,493 人年(1,216 名)		
	年齢	治療または診断を受けた年齢 対象群 40 歳(8-74 歳) 比較群 36 歳(10-78 歳)		
	性別	女性のみ		
	比較群	1925-61 年の間に良性の乳房疾患と診断され、放射線治療を受けなかった女性(46,953 人年;1874 名)		
追跡	追跡期間	治療後平均 27 年(最大 61 年)		
	追跡率	記載なし		
ばく露指標	作業名	放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	外部ばく露	放射線治療		
	内部ばく露	-		
ばく露レベル	ばく露期間	1 年以内 86% 1-5 年 7% 6-10 年 4% 10 年以上 4% (ほぼ全員 1-10 回 少数の対象者で 11 回以上)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数			
	平均濃度	乳房: 5.84Gy 他 14 種の臓器の吸収線量を算定 最大は肺【0.747(0.004-8.978)】最小は直腸【0.008(0.000-0.059)】【表 2】		
	濃度範囲	0.005-36.87Gy		
	線種・核種	X 線、γ 線		
健康影響	影響の種類	がん(乳房以外の部位に着目)の発症	影響評価の精度	低線量ばく露の影響評価なので評価の精度は比較的低い。
	情報源	スウェーデンがん登録(SCR)データ	観察バイアス (問題点を記載)	
	収集の方法	1958-1987 年の登録データと追跡集団の登録情報とを照合した。		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	交絡因子の情報がなかったため、交絡を考慮していない。また、乳がんリスクの上昇につながるといわれているのは良性腫瘍の中でも増殖性腫瘍のみである。しかし、乳房の良性腫瘍は定義が曖昧であるため、本研究の対象集団における増殖性腫瘍とそれ以外の腫瘍の分布は不明である。
	その他	なし		
解析	使用モデル	ポアソン回帰を用いた過剰相対リスクモデルを用いて吸収線量と発症の用量反応関係を評価した。	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法	登録時年齢、吸収線量で層別		

ストックホルム市内の女性の発症率を基準とした SIR を算出。また原爆生存者との比較のため、原爆生存者の女性の臓器別の 1 シーベルトあたり過剰相対リスク(ERR/Sv)と表 2 に示された各臓器の平均線量を用いて、予測 RR を算出した。

全がんの SIR は、対照群 1.45(95%CI 1.50-2.00) 比較群 0.84(0.75-0.93)。乳がんを除くとそれぞれ 0.92(0.79-1.06)、0.79(0.69-0.89)、乳がんと血液がん、悪性リンパ腫を除くとそれぞれ 0.95(0.84-1.07)、0.78(0.68-0.89)であった。【表 3】

登録時の年齢で層別した乳房以外の部位のがんの発症率を比較すると、対照群・比較群ともにすべての年齢層でストックホルム市の女性全体の発症率よりも低かった【図 2】

乳房以外の部位のがんでは SIR が 1 より有意に大きいものは無かった。SIR が 1 より有意に小さい部位は、対照群では腎臓(95%CI 0.03-0.84)、比較群では 20 か所のうち 14 か所(特に胃、結腸、直腸、肺)であった。【表 3】

ほとんど全ての部位において RR の 95%信頼区間は予測 RR を含んでいたが、腎臓だけは RR が予測 RR よりも優位に低かった。【表 3】

乳房の吸収線量と乳房以外の部位のがんとの間には正の用量反応関係が得られたが、ERR/Sv は 0.025 で有意ではなかった。【図 3】 胃、肝臓、膵臓、肺の吸収線量とがん発症リスクの間には、胃で正の用量反応関係(ERR/Cy=1.3 p=0.05)、膵臓で負の用量反応関係(ERR/Gy=-0.37 p=0.06)が見られ、肺と肝臓では用量反応関係は観察されなかった。【図 4】

書誌情報	作業 No.	679	著者	Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.
	PMID(PubMedID)	9686552	タイトル	Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名・年・巻・頁	J. Am. Med. Assoc. 280(4): 347-355 (1998)
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	米国の診療所 25、英国の診療所 1(表 1 参照)		
	従事作業	甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素 131 による治療を受ける		
	人数	35,593 人、738,831 人年		
	年齢	平均 46 歳		
	性別	男性 21%、女性 79%		
	比較群	米国一般集団		
追跡	追跡期間	平均 21 年(最大 44 年、最小 1 年)	影響評価の精度 (問題点を記載)	ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない
	追跡率	80.7%		
ばく露指標	作業名	ヨウ素 131 による治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない
	外部ばく露	情報なし		
内部ばく露	—			
ばく露レベル	ばく露期間	—		
	ばく露年数	平均治療回数で 1.8 回		
	平均濃度	10.4mCi(1 回の治療あたり 6.1mCi)		
	濃度範囲	3~27mCi(5.95 パーセントイル点)		
	線種・核種	情報なし		
健康影響	影響の種類	がん死亡	影響評価の精度	情報なし
	情報源	National Death Index	観察バイアス (問題点を記載)	エンドポイントとしてガン死亡は余り適切でなく、生存率の高い甲状腺がんや乳がんについては情報量が少ない。
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	性、治療時年齢、治療からの年数、甲状腺機能亢進の種類、ヨウ素 131 の放射能投与量		
解析	使用モデル	米国の死亡率を期待値とした SMR とポアソン分布を仮定した 95%信頼区間を算出。	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	交絡調整方法	層化		

アウトカム指標およびアウトカム	2,950 人が追跡終了時までにかんで死亡、これは米国の死亡率から求められる 2857.6 とほぼ同等であったが、肺がん、乳がん、腎がん、甲状腺がんの発生は増加し、子宮がん、前立腺がんは減少した【表 3】。中毒性結節性甲状腺腫の患者は SMR1.16【表 4】、治療後 1 年以上でがん死亡リスクの上昇が見られたのは抗甲状腺薬のみによる治療群において(SMR1.31)【表 5】。放射性ヨウ素と全がん死亡との関連は見られなかった(SMR1.02)が、甲状腺がんのみにおいては強い関連が見られた(SMR3.94)【表 5】。
-----------------	---

書誌情報	作業 No.	772	著者	Ryberg M, Lundell M, Nilsson B, Pettersson F.
	PMID(PubMedID)	2206566	タイトル	Malignant disease after radiation treatment of benign gynaecological disorders: a study of a cohort of metropathia patients
	研究方法	ヒストリカルコホート研究	雑誌名, 年, 巻, 頁	Acta Oncol. 1990; 29:563-7
対象	国	スウェーデン	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	Radiumhemmet (スウェーデン・ストックホルムの治療施設)		
	従事作業	不正子宮出血への放射線治療		
	人数	788 名 (9,289 人年)		
	年齢	記載なし		
	性別	女性		
	比較群	1,219 名の同様の疾患を持つ放射線非治療者 (22,060 人年)		
追跡	追跡期間	1982 年まで, 平均 28.2 年 (範囲 0-56 年)	記載なし	記載なし
	追跡率	約 95%		
ばく露指標	作業名	婦人科疾患への放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	外部ばく露	放射線治療		
	内部ばく露	腔内ブラキ治療		
ばく露レベル	ばく露期間	記載なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	記載なし		
	濃度範囲	子宮腔内治療: 370-555MBq(16h) 腔内治療: 2.6GBq(24h) (推定累積ばく露量は表 2)		
	線種・核種	X 線		
健康影響	影響の種類	悪性腫瘍の発生	影響評価の精度	がん登録の精度, データの質は高い
	情報源	診療記録とがんの地域住民登録	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	記載なし		
交絡因子の収集	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	なし		
解析	使用モデル	リスク比推定にはポアソン分布を仮定	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	交絡調整方法	なし		
アウトカム指標 および アウトカム	放射線治療ばく露群のうち 107 名が, 比較群のうち 173 名が悪性腫瘍を発生。一般住民がん登録データと比較すると, ばく露群で 1.22, 比較群で 1.09 のリスク比であった。ばく露群では直腸がん, 大腸がん, 神経系のがんでのリスク比はそれぞれ 1.58, 1.46, 1.67 であったが, 有意差は見られなかった。また乳がんのリスク比は 0.92 と減少がみられたが, 50 歳以上の時点で放射線治療を受けた対象者に限るとリスク比は 2.08 であった。重点的に放射線治療を受けた部位のがんは, 治療後 20 年時点では増加しなかったが, 治療後 30 年以降では有意に増加した。			

書誌情報	作業 No.	767	著者	Bauer S, Gusev BI, Pivina LM, Apsalikov KN, Grosche B
	PMID(PubMedID)	16187743	タイトル	Radiation Exposure due to Local Fallout from Soviet Atmospheric Nuclear Weapons Testing in Kazakhstan: Solid Cancer Mortality in the Semiparatinsk Historical Cohort, 1960–1999
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Radiation Research 2005,164, 409–419
対象	国	カザフスタン	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	セミパラチンスク核実験場近辺		
	従事作業	核実験(セミパラチンスク核実験場)		
	人数	19,545 人、582,750 人・年		
	年齢	20 歳以下、20–39 歳、40 歳以上(表 1)		
	性別	男性 9,834 人、女性 9,604 人(表 1)		
追跡	比較群	実験場から遠いコクペクチンスキー地域	追跡期間	1960 年から 1999 年まで
	追跡率	情報なし		追跡率
ばく露指標	作業名	核実験による被ばく	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	得られたデータ数が少なく、特に年齢別では少ないので、このコホート研究から、線量とリスクの関係、詳しい線量-応答関数を導くことは難しい。もっと多くのコホート研究が必要である。
	外部ばく露	フォールアウトや土等の汚染測定、環境線量測定等からの計算による評価		
	内部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	ばく露期間	1949 年から 1965 年まで	影響評価の精度	記載なし、ただし、他の核実験や核事故、日本の原爆等によるコホート研究との比較が書かれている
	ばく露年数	地域別に表 2 に示されている		
	平均濃度	20mSvから4Svまで		
	濃度範囲	I-131, Cs-137, Sr-90		
	線種・核種	情報なし		
健康影響	影響の種類	食道がん(特に女性)、肝臓がん、胃がん、肺がん、女性の乳がん、骨・皮膚がん(特に男性)による死亡	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	情報源	SRIRME(放射線医学・生態学研究所)	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	死亡記録を入手		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	移住者の増加		
解析	使用モデル	ERRモデルはポワソン回帰で最尤検定する	交絡調整方法	情報なし
	交絡調整方法	情報なし		

アウトカム指標およびアウトカム

対照群と比べて、全死亡率、がん死亡率ともかなりの差がある。男女別に比較がなされていて、食道がん(特に女性)、肝臓がん、胃がん、肺がん、女性の乳がん、骨・皮膚がん(特に男性)には大きな差があるが、子宮頸がん、膵臓がん、膀胱がん、腎臓がん、直腸がんには大きな差は見られない。その差の大きさについてはさらなる研究が必要である。喉頭、咽頭、口唇、泌尿器がんなどは数が少なく違いがよく分からなかった。また被ばく時の年齢と共にがん発生が増えている。線量-がん発生のレスポンスは非常に低い線量範囲では非線形でやや急な曲線で、これは選択効果に一部関係しているかも知れない。いずれにしてもより多くのコホート研究がより詳しい結論を得るには不可欠である。1990 年代からの他国への移住者とコホート選択の効果についても検討の必要がある。

肺がんと放射線被ばくに関する医学的知見について

I. 肺がんに関する文献レビュー結果

1. 原爆被ばく者を対象とした疫学調査

文献 No.765

Preston. D. L., Ron. E, Tokuoka S., Funamoto. S, Nishi. N, Soda, M, Mabuchi. K, Kodama. K

Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors

RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007 年)

広島、長崎の原爆被ばく者のうち、1958 年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2 に基づいて個人線量が推定されている中で 1958 年から 1998 年までに診断された第一原発がん 17,448 例の解析を実施したコホート研究。

男性 1,040,278 人年、女性 1,724,452 人年の計 2,764,730 人年 (105,427 人) について、1958 年から 1998 年 12 月末までを追跡期間とした。追跡率は 99%。

解析にあたっては、ERR と EAR モデルを用い、各モデルの変化、そして両モデル間の差違の変化を BEIR VII モデルで解析。

解析結果は以下のとおり。

1) 寿命調査集団では、結腸線量が 0.005 Gy 以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約 850 例 (約 11%) が原爆被ばくと関連していると推定された。2) 線量反応曲線 0-2Gy の範囲は線形であった。3) 肺がんで放射線関連リスクが有意に増加した。

2. 放射線作業者を対象とした疫学調査

文献 No.746

Wang JX, Zhang LA, Li BX, Zhao YC, Wang ZQ, Zhang JY, Aoyama T.

Cancer incidence and risk estimation among medical x-ray workers in China, 1950-1995.

Health Phys. 2002; 82:455-66

中国の主要 24 病院における X 線を用いた医療行為に従事する者 27011 名を対象とするコホート研究とヒストリカルコホート研究を組み合わせた研究。

対照は同じ病院に就労しており、X 線を用いない業務に従事していた 25,782 人の医療従事者 (外科医、耳鼻咽喉科医等)。X 線を用いる医療従事者群は男性 80%、女性 20%、比較対照群は男性 69%、女性 31% の構成比であった。調査対象とされた病院で就労を開始した平均年齢は X 線を用いる医療従事者群で 26 歳、比較対照群で 25 歳であった。ばく露期間は就業年数により異なるが、平均累積ばく露量は、1970 年以前に職に就い

た対象者では 551mGy、それ以降の対象者では 82mGy であった。
解析は O/E 比を求めることで行っているが、性別、就職時期などでサブグループ解析を実施した。

診断に X 線を用いる医療従事者では比較群に対してがん発症リスク比が 1.2 倍 [95%CI 1.1-1.3]であった。

肺がんで有意なリスク上昇がみられ、リスク比が 1.2 であった。

文献 No.329

McGeoghegan D,Binks K

The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Springfields uranium production facility, 1946-95

J Radiol Prot20:111-137;2000

英国の核燃料公社 Springfield の施設においてウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産に従事したものの 479,146 人年を対象とするコホート研究。被ばく年齢の情報はないが、女性が 12%、男性が 88%であった。

追跡期間は平均 24.6 年。生年月日、作業参加日の不詳によって、0.7%が除外された。個人平均蓄積線量は 20.5mSv。最高値は 769.3mSv、中央値 8.3mSv であった。慢性リンパ性白血病を除く白血病で、1:5matching の nested case-control を行った場合、2 年潜伏期間の平均累積線量は、症例群：27.0mSv、対照群：18.2mSv であった。対象のうち 95%の労働者が 79.7mSv 以下の累積線量であった。傾向分析に使用した線量については、線量 0 から 400+の間で 10 段階に区分し、潜伏期間 (0-20 年の間で 5 段階) ごとの線量範囲を使用。

SMR と RR は両側検定、傾向分析は片側検定によって解析。ERR 係数の傾向分析には線量 10 段階、潜伏 2, 10, 15, 20 年の死亡に人年の重みづけをして算出した。

1995 年末までに放射線作業員から 3,476 例、非放射線作業員から 1,356 例が死亡。

部位別の解析では、肺がんで潜伏期間を 20 年とした場合、累積外部被ばく線量と有意に関連していた。

文献 No.21

Ashmore JP,Krewski D,Zielinski JM, Jiang H,Semenciw R,Band PR

First analysis of mortality and occupational radiation exposure based on the National Dose Registry of Canada

Am J Epidemiol148:564-574;1998

カナダにおいて、1951-1983 年に全国線量登録に登録された全放射線作業員 (2,861,093 人年) を対象とするコホート研究。全国線量登録がされた職業被ばく種は、歯科、医科、医科以外の産業 (カナダ原子力公社を含む)、原子力発電所の 4 タイプ。

1951-1987年にモニターされた年齢層は16歳から86歳以上で5歳階級ごとに累計で206,620人、男性105,456人(51%)、女性101,164人(49%)であった。追跡期間は平均14年、追跡率は81%(206,620/256,425人)、脱落した29%は情報不足、1984年以降のモニター欠如、16歳未満のため除外。

交絡因子として、年齢(5歳階級)、性別、暦年(5年階級)、職業別、初回ばく露からの経時(5年階級)、累積全身照射量の6変数を設定。交絡調整方法についての記載は無いが、両側検定を実施(ポワソン分布に従うと仮定)。

死因別のERRは、肺がん3.6, (90% CI: 0.4-6.9),であった。

文献 No.753

Morrison H.I., Villeneuve P.J., Lubin J.H., Schaubel D.E.

Radon-Progeny Exposure and Lung Cancer Risk in a Cohort of Newfoundland Fluorspar Miners

RADIATION RESEARCH 150:58-65:1998

カナダ Newfoundland のホタル石鉱山でホタル石採掘にあたった従事者2,064人(地下作業員1,743人、地上作業員321人)についてのコホート研究。1950-1990年 Newfoundland の男性の死亡率との比較が行われた。追跡期間は40年(1950-1990)で追跡率は100%。

肺がんの相対リスク推定値は累積ばく露量の増加と共に増加。ERR/WLM¹は到達年齢と共に低下するが、最初にばく露した年齢による差はない。全ばく露量が同じでも高いばく露率(かつ短期間)の方が低いばく露量(かつ長期間)より害が少ない(Inverse-exposure effect)。ERR/WLMはばく露期間が長いほど高く、ばく露が最近であるほど高い。また、喫煙者は非喫煙者(喫煙未経験者及び元喫煙者)に比べてERR/WLMが高い。

文献 No.758

Howe GR, Stager RH

Risk of lung cancer mortality after exposure to radon decay products in the Beaverlodge cohort based on revised exposure estimates

Radiat. Res. 146; 37-42: 1996

カナダのエルドラド・ビーバーロッジ ウラン鉱山(サスカチュワン州)でウラン採鉱及びその周辺作業に従事した従事者のうち、肺がん死者65人、及びケースコントロール126人の研究。追跡期間は30年間(1950年から1980年)で追跡率は98%。

¹ WLM(Working Level Month): ラドンのばく露量として古くから使用されている単位で、1WLのラドン濃度で170時間(1か月の作業時間)ばく露を受けること。1WLは、7,400Bq/m³の平衡等価ラドン濃度(出典:日本アイソトープ協会「放射線発がんリスクの推定(第3回)」より抜粋)

改訂推定被ばく線量は前回の推定線量より約 60% 上方修正となった。平均値計算には算術平均が用いられ 81.3 WLM となった（前回の算出では幾何平均で 50.6 WLM）。

改訂推定被ばく線量を用いた過剰相対リスクは約 20% の上昇で、100 WLM あたり前回推定線量での 2.70 から 3.25 となった。他鉱山労働の交絡可能性は検証結果ほぼ無しと判断された。

改訂推定線量に基づく相対リスクモデルの結果は、被ばく後経過時間とリスク年齢の点で、BIER 第 4 次委員会モデル及び最近の他例の統合解析結果に一致した。当初推定線量に基づく解析で見られた逆線量率効果の証拠は、今回の改訂データに基づく解析では得られなかった。

文献 No.319

Lubin JH, Boice JD, Jr., Edling C, Hornung RW, Howe GR, Kunz E, Kusiak RA, Morrison HI, Radford EP, Samet JM, et al
Lung Cancer in Radon-Exposed Miners and Estimation of Risk From Indoor Exposure
J Natl Cancer Inst 87:817-827;1995

中国、チェコ共和国、米国、カナダ、スウェーデン、メキシコ、オーストラリア、フランスの計 11 コホートの相対リスクのプール解析研究。対象は上述の 11 カ国の炭鉱夫。11 コホート総計でばく露群 907,459 人年、非ばく露群：242,332 人年。ばく露群は累積ラドン子孫核種への内部ばく露を指標とし、非ばく露群 242,332 人年を対照とした。

肺がんの過剰相対リスク (ERR) を Working level months (WLM) あたりで解析、肺がんの生涯リスク (LRR)、寄与リスク (AR) を推計した。

肺がんの生涯リスク (LRR) と寄与リスク (AR) は 2 つの解析モデル (TSE/AGE/DUR モデル と BEIR IV モデル) により解析。ERR/WLM は 11 コホート個々のばく露量反応相関の過重平均から算出。CI はランダム効果モデル。(ただし、LRR と AR の CI はパラメータ推定にテイラー級数展開と共分散行列を使用。)

肺がんの LRR は、女性の喫煙者では 4pCi/L の場合 1.3, 1.4、(8pCi/L の場合) 1.6, 1.7 ばく露期間(5 年、10 年、15 年)による LRR は、モデルによって異なる結果となった。肺がんの AR は、男性では 9-10%、女性では 11-12%、(喫煙の有無で見ると、男性喫煙者 10%、女性喫煙者 12%、男性非喫煙者 28%、女性非喫煙者 31%) であった。

文献 No.718

Wiggs, L. D., E. R. Johnson, C. A. Cox-Devore et al.
Mortality through 1990 among white male workers at the Los Alamos National Laboratory: considering exposures to plutonium and external ionizing radiation
Health Phys. 67 (6) : 577-588 (1994)

米国ロスアラモス国立研究所において核兵器の研究・開発に従事した男性 15,727 人を対象としたコホート研究。追跡期間は平均 29 年、追跡率は 99%。対照は米国における一般集団とした。ばく露期間は 1943 年～1977 年、線種・核種は X 線、 γ 線、ニュートロン、トリチウム、プルトニウム同位体であった。

米国白人男性の死亡率を SMR、年齢と暦年で層別した RR、放射線量と死亡率の量反応関係を調べる傾向検定によって解析した。また、年齢、暦年、人種による層化を実施した。

解析の結果、ほとんどのがんで有意な死亡率増加は見られなかったが、肺がんでは RR が 1.78 となった。

文献 No.755

Jonathan M. Samet, Dorothy R. Pathak, Marion V. Morgan, Charles R. Key, Arnolfo A. Valdivia, Jay H. Lubin

Lung cancer mortality and exposure to radon progeny in a cohort of New Mexico underground uranium miners

Health Physics Vol. 61, No.6 (December), pp. 745-752, 1991

米国、New Mexico 州の地下ウラン採鉱場でウラン採鉱にあたった従事者 3,469 人（同採鉱場で 1 年以上採鉱に従事し、低線量被ばくした男性）のコホート研究。追跡率は 100%である。

コホートの死亡率は著しく増加、特に、肺がん（SMR=4.0）で顕著に増加した。肺がんに対する相対リスク（RR）（喫煙歴の調整無、有それぞれについて）： 0.35Jhm^{-3} （100 WLM）未満に比べると他のばく露カテゴリーは 1 を超える。喫煙を重要なリスク因子としている。

超過相対リスク： 1Jhm^{-3} 当たり 0.5%増加、95%CI=0.2-1.6（1 WLM 当たり 1.8%増加、95%CI=0.7-5.4）。

文献 No.759

Woodward, A., D. Roder, A. J. McMichael et al.

Radon daughter exposures at the Radium Hill uranium mine and lung cancer rates among former workers, 1952-87

Cancer Causes Control 2 (4) : 213-220 (1991)

オーストラリア（南部）の Radium Hill ウラン鉱山炭鉱夫 2,574 人を対象としたヒストリカルコホート研究。1952～1961 年のばく露による、1987 年までの健康影響の評価が実施された（追跡率 64%）。比較対照群は、1987 年時点のオーストラリアの（一般）国民となる。ウラン鉱山での作業を通じて、炭鉱夫はラドン娘核種にばく露があった。ばく露期間は 1952-1961 年の 9 年間で、炭鉱夫の月刊平均作業強度は 7.0WLM で

あった。

なお、喫煙や、アスベスト鉱山や、ウランなどの放射性物質へのばく露可能性がある他の労働の有無について交絡因子として検討がなされている。

一般国民と比較すると、ラドン鉱山労働者の肺がんによる死亡は $SMR=194$ (95%CI[142-245]) と増加した。坑外労働者と比較すると、ラドン娘核種ばく露 40WLM 以上の地下労働者では肺がんによる死亡がリスク比 5.2 (95%CI[1.8-15.1]) と大きく増加した。これは喫煙や他の交絡因子によるものではなさそうな差であると著者らは結論付けている。

文献 No.751

Hornug RW, Meinhardt TJ

Quantitative risk assessment of lung cancer in U.S. uranium miners

Health Physics 52: 417-430;1987

コロラド高原ウラン鉱山、ウラン採鉱及びその周辺作業にあたった 3346 人（ウラン地下鉱山で 1 ヶ月以上作業に従事した白人で、1950 年から 1960 年の間に 1 回以上健康調査を受診したもの）についてのコホート研究。追跡率は、99.4%（1977 年前回調査以降は 100%）・ウラン採鉱及びその周辺作業の従事者が対象で、呼気による内部被ばくの影響が検討されている。

ラドン娘核種被ばくと喫煙のリスク要素を掛けあわせた係数は-0.088、これは影響が相乗よりも小さく相加よりも大きいことを意味する。線量率効果係数は-0.043 で、これは同等の累積線量に被ばくした場合、低線量で長期間に渡る累積被ばくの方で肺がんリスクがより大きく出ることの意味しておりサブコホートを用いた観察でも確認された。

生年については、後になるほど被ばく線量あたりの肺がん罹患リスクが大きくなることが示された。最初の被ばく年齢が高いほど肺がん罹患率は高く、最後の被ばくより時間が経てば経つほど罹患率は低くなるという結果が示された。

リスクモデルは被ばくとその肺がんへの影響を低累積被ばく範囲で 100 WLM につき 0.9 から 1.4 の過剰相対リスク（ERR）を予想。

文献 No.757

Howe GR, Nair RC, Newcombe HB, Miller AB, Burch JD, Abbatt JD

Lung cancer mortality (1950-80) in relation to radon daughter exposure in a cohort of workers at the Eldorado Port Radium uranium mine: possible modification of risk by exposure rate

J Natl Cancer Inst 79: 1255-1260: 1987

カナダのエルドラド ポート・ラジウム ウラン鉱山（ノースウェスト準州）でウラン採鉱及びその周辺作業に従事した 2,103 人のコホート研究。追跡率は 78%。

被ばく線量 5 WLM 以上の集団で肺がん死に非常に有意な相関あり（相対リスクは 3.37）。その他全てのがんによる死には有意な過剰は見られず。がん以外の死因では、被ばく線量 5 WLM 以上の集団で有意な上昇が見られた（相対リスク 1.25）。

初回被ばく後経過年と肺がん死の相関については、被ばく線量 5 WLM 以上の集団で有意で、初回被ばく後 5 年目以降に肺がん死多い。

相対及び寄与リスク係数は、それぞれ WLM 当たり 0.27%、100 万人年・WLM 当たり 3.10%と算出された。

リスク係数はビーバーロッジ鉱山で報告されたものよりかなり低い数値となったが、本研究推定値にバイアスが存在するとすれば上方と考えられる。従って数値差を説明するものとしては、線量率の違い（平均線量率はビーバーロッジで 5 WLMs/年、ポート・ラジウムで 109 WLMs/年）が考えられる。

文献 No.756

Howe GR, Nair RC, Newcombe HB, Miller AB, Abbatt JD

Lung cancer mortality (1950-80) in relation to radon daughter exposure in a cohort of workers at the eldorado Beaverlodge Uranium Mine

J Natl Cancer Inst77; 357-362: 1986

カナダ、エルドラド ビーバーロッジ ウラン鉱山（サスカチュワン州）でウラン採鉱及びその周辺作業に従事した 8,487 人の男性のコホート研究。追跡期間は 30 年間（1950 年から 1980 年）で追跡率は 77.5%。

被ばく線量 5 WLM 以上の集団で肺がん死に非常に有意な相関あり（相対リスクは 2.90）。その他全てのがんによる死には有意な過剰は見られず。

初回被ばく後経過年と肺がん死の相関については、被ばく線量 5 WLM 以上の集団で有意で、初回被ばく後 5 年目以降に肺がん死多い。

相対及び寄与リスク係数は、それぞれ WLM 当たり 3.28%、100 万人年・WLM 当たり 20.8%と算出された。

初回被ばく時年齢については 30 歳以前でそれ以後の年齢よりもリスク低下が観察された。30-39 歳の集団と 40 歳以上の集団では相対リスク係数はほぼ似たものであったが、寄与リスク係数では年長集団に相当の上昇が観察された。観察時年齢については、40 歳から 69 歳の間では相対リスク係数はほぼ一定であったが、70 歳以上の集団で下落。寄与リスク係数は 70 歳以上集団を除き、年齢とともに上昇した。

文献 No.754

Edward P R, Renard C

Lung cancer in Swedish iron miners exposed to low doses of radon daughters

The New England journal of medicine 310:1485-1494(1984)

スウェーデンの LKAB 鉱山で鉄鉱石採掘に従事した従事者についての疫学研究。1897-1976 年に 1 年以上地下での作業に従事した 1,415 人の作業員が対象となった (1880-1919 年生まれの男性)。追跡率は 91%であった。

肺がんリスクと放射線量には、強いばく露量-反応関係あった。職業ばく露限度に近いラドン娘核種ばく露率では、肺がんリスクが増加。リスクは、地下作業を開始した暦年や年齢とは関係なかった。喫煙者に対するラドン娘核種が誘発する肺がんの絶対リスクは、非喫煙者よりわずかに高いだけであった。

文献 No.752

Kusiak, R. A., J. Springer, A. C. Ritchie et al.

Carcinoma of the lung in Ontario gold miners: possible aetiological factors

Br. J. Ind. Med. 48 (12) : 808-817 (1991)

カナダのオンタリオの鉱山男性炭鉱夫 54,128 人を対象とした、ヒストリカルコホート研究と先行研究の組み合わせによる解析。比較対照は、オンタリオの一般住民を標準集団。対象となる鉱山によって異なるが、本研究においては 1928 年から 1986 年までのデータを使用している。炭鉱夫は、シリカ、ヒ素、ラドン崩壊生成物へのばく露があり、その条件は作業状況、鉱山によって異なる。本研究では炭鉱夫の作業強度と、死亡、がんの罹患の関係について分析がなされた。

ウラン鉱山で働き始めた後に起こった死亡を除外した場合、1946 年以前に金鉱山で働き始めた労働者 (解析対象 13,603 人) において、肺がんの SMR が 129 (95% CI[115-145])、また 1936 年以前にニッケル鉱山で働き始めた対象者では肺がんの SMR が 141 (95% CI[105-184]) であった。しかし、①1946 年以降に金鉱山で働き始めた労働者、②1936 年以降にニッケル鉱山で働き始めた労働者、③金、ニッケル、ウラン以外の鉱山での労働者については、肺がんによる死亡の有意な上昇は見られなかった。

1946 年以前に金鉱山 (この時期の金鉱山は微量のヒ素を含んでいた) で働き始めた労働者では、20 年、あるいはそれ以降の肺がんによる死亡について、6.5% (95% CI[1.6-11.4]%) 増加がみられた。

オンタリオの金鉱山労働者における肺がん発生と、鉱物繊維へのばく露の関連は、検出できなかった。肺がん発生の増加は、ヒ素とラドンの崩壊生成物へのばく露による。

文献 No.775

Gilbert ES, Koshurnikova NA, Sokolnikov ME, Shilnikova NS, Preston DL, Ron E, Okatenko PV, Khokhryakov VF, Vasilenko EK, Miller S, Eckerman K, Romanov SA. Lung cancer in Mayak workers

Radiat Res. 2004; 162:505-16

ロシアの Mayak Production Association で核作業従事者に対するプルトニウムの肺

への内部被ばくを想定したヒストリカルコホート研究。1948 年以降に働き始めた 21,790 人（男性 16,548 人、女性 5,332 人）を 2000 年末まで追跡した。追跡率は 90% であった。

肺がん罹患リスクは、被ばく量と線形の関連にあった。プルトニウム内部被ばくに関して、1Gy あたりの ERR は女性で 19 (95%CI: 9.5-39) であり、男性の 4.7 (95%CI: 3.3-6.7) よりも、約 4 倍高い一方で、EAR は女性で 49 (95%CI: 29-78) では男性の 115 (95%CI: 81-156) の半分であった。また、年齢が増加すると ERR は減少する一方、EAR は 65 歳までは年齢とともに増加し、以降減少した。

<有意でないと報告があった研究>

文献 No.664

Rogel A, Carré N, Amoros E, Bonnet-Belfais M, Goldberg M, Imbernon E, Calvez T, Hill C.

Mortality of workers exposed to ionizing radiation at the French National Electricity Company.

Am J Ind Med.;47(1):72-82;2005

フランスの 19 の原子力発電所を運営するフランス国営電力会社において電離放射線を扱う原子力部門の従業者 22,395 人のコホート研究。平均追跡期間が 11.7 年 (1-33.5 年)、追跡率は 100%。

電力会社の非ばく露者を対照群としたがん死亡について、喫煙関連がん死亡は SMR が 0.50 (90%CI:0.39-0.63) であった。呼吸器関連のがんは観察されず、口、咽頭、食道、肺関連のがんは明らかに少なかった。

文献 No.737

Howe, G. R., L. B. Zablotska, J. J. Fix et al.

Analysis of the mortality experience amongst U.S. nuclear power industry workers after chronic low-dose exposure to ionizing radiation

Radiat. Res. 162 (5) : 517-526 (2004)

米国の原子力発電所 15 施設において、1979~1997 年の期間のいずれかで作業した労働者 53,698 人（平均 30.5 歳、男性 88.1%）を対象としたコホート研究。米国一般集団を基準とした SMR、被ばく量を 4 カテゴリーに分けた傾向検定、被ばく量を 12 カテゴリー（擬似連続量）とした線形 ERR モデルによる ERR の推定。

SMR では健康職業効果が強く見られたが、被ばく量とイベント発生との量反応関係は、白血病、肺がんを含む固形がん、その他の疾患のいずれにおいても有意にならなかった。

文献 No.769

T.Aoyama, S.Yoshinaga, Y.Yamamoto, H.Kato, Y.Shimizu, et al.

Mortality Survey of Japanese radiological technologists during the period 1969-1993 Br. Radiat Prot Dosim. 1998; 77:123-128

厚生労働省に登録済みの放射線作業員 12,133 人 (270,585 人年) を対象としたコホート研究。追跡期間は 1969~1993 年で追跡率は 97.9% であった。推定総ばく露量と、肺がんによる死亡には有意な関連がみられなかった。

3. 放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査

文献 No.760

Laurier, D., M. Tirmarche, N. Mitton et al.

An update of cancer mortality among the French cohort of uranium miners: extended follow-up and new source of data for causes of death

Eur. J. Epidemiol. 19 (2) : 139-146 (2004)

フランス原子力庁が管理してきたウラン鉱山の工夫について、1946-1972 年に作業を開始して、2 年以上の作業経験がある 1,785 人の作業員のコホート研究。

肺がんについては異なる死因同定のデータを用いた場合においても、観察期間全てにおいて、SMR の有意な増加が確認された ($P=0.001$)。肺がんについては WLM あたりの ERR は以下と推定され累積線量に伴う死亡率の増加を示唆するものとなった。

- ・ 内部比較で 0.0047 (95%CI : -0.0005~0.0098, $P<0.04$)
- ・ 外部比較で 0.0059 (95%CI : -0.0001~0.0118, $P<0.03$)

肺がんのリスクと就労期間の間には関連性は認められなかった。

文献 No.589

Travis, L. B., M. Gospodarowicz, R. E. Curtis et al.

Lung cancer following chemotherapy and radiotherapy for Hodgkin's disease

J. Natl. Cancer Inst. 2002; 94 (3) : 182-92

アメリカ (コネチカット、アイオワ)、デンマーク、フィンランド、オランダ、スイス、カナダ (オンタリオ) のがん登録システムに登録されており、1965~1994 年にホジキン病の診断で化学療法、放射線療法を受けた患者 666 人のコホート研究。

肺がん発の有無について、放射線治療なしのアルキレート物質治療の場合、RR は 4.2 (95%CI : 2.1 - 8.8)、アルキレート物質治療なしの 5Gy 以上での放射線治療の場合、RR は 5.9 (95%CI : 2.7 - 13.5)、肺がん診断 5 年前の喫煙ありの場合、RR は 22.6 (95%CI : 9.5 - 65) であった。メクロレタミン・プロカルバジンの累積投与量に比例してリスクが高まる、アルキレート物質治療では治療後 4 年以内にリスクが高まるのに対し、放射線治療では 5 年以降にリスクが高まり 20 年持続する。

文献 No.591

van Leeuwen, F. E., W. J. Klokmán, M. Stovall et al.

Roles of radiotherapy and smoking in lung cancer following Hodgkin's disease

J. Natl. Cancer Inst. 1995; 87 (20) : 1530-7

オランダがんセンターと Dr. Daniel den Hoed がんセンターにおいて、1966～1986年にホジキン病で登録されていた患者で、ホジキン病診断後1年以降に肺がんと診断された者112名を対象としたコホート研究。

肺がん発症の有無について、放射線治療の場合、RRは4.1(95%CI:0.48-36、p=0.19)、放射線量に応じたリスクについて9Gy以上の照射は1Gy以下の照射と比較してRRは9.6(95%CI:0.93-98、p=0.01)、喫煙量に応じたリスクは年間10箱以上の喫煙は年間1箱以下と比較してRRは6.2(95%CI:1.2-3.1、p=0.03)であった。

文献 No.749

Xuan XZ, Lubin JH, Li JY, Yang LF, Luo AS, Lan Y, Wang JZ, Blot WJ.

A cohort study in southern China of tin miners exposed to radon and radon decay products.

Health Phys. 1993; 64:120-31

中国のYunnan Tin Corporationにおいて炭鉱作業に従事する17,143人のコホート研究。

肺がん発症のERRが、1作業レベル上昇ごとに0.6%増加(95%信頼区間は0.4-0.8)していた。ヒ素を含む粉塵へのばく露により調整すると、1作業レベル上昇ごとのERRは0.2%(95%信頼区間0.1-0.2)であった。ラドンの影響は、ばく露からの時間がたつにつれて有意に減少することから、低いラドン濃度への長期間のばく露の方が高いラドン濃度への短時間のばく露より有害であることが示唆された。

文献 No.761

Tirmarche, M., A. Raphalen, F. Allin et al.

Mortality of a cohort of French uranium miners exposed to relatively low radon concentrations

Br. J. Cancer 67 (5) : 1090-1097 (1993)

フランス原子力庁が管理してきたウラン鉱山の工夫について、1946-1972年に作業を開始して、2年以上の作業経験がある1,785人の作業者のコホート研究。

肺がんと喉頭がんのSMRで統計的に有意な増加が認められた(肺がん(P<0.001)、喉頭がん(P=0.001))。傾向性検定の結果、肺がんについては、5年の潜伏期を想定した場合、被ばく線量とSMRの増加に有意な関係が認められた(P=0.03)。喉頭がんには

については有意な関係は認められなかった。ポアソン回帰による分析では、肺がんについて、SMRのWLMに対する増加が0.6%（標準誤差：0.4%）となった。

文献 No.636

Davis FG, Boice JD Jr, Hrubec Z, Monson RR.

Cancer mortality in a radiation-exposed cohort of Massachusetts tuberculosis patients

Cancer Res. 1989;49:6130-6

アメリカ、マサチューセッツ州の12病院で1925-54年の間に結核で入院し、退院した患者で、肺虚脱療法中に蛍光板透視法による胸部検査を受けたもの6,285名の男女を対象とした疫学調査である。平均追跡年数は25年で、追跡率は92%であった。

ばく露後経過時間別にみると、肺がん死のSMRは10年未満の層で1.7、10年以上の層では0.7（95%CI 0.6-0.9）であった。

<有意でないと報告があった研究>

文献 No.642

Doody, M. M., J. E. Lonstein, M. Stovall et al.

Breast cancer mortality after diagnostic radiography: findings from the U.S. Scoliosis Cohort Study

Spine 25 (16) : 2052-2063, 2000

アメリカの大規模整形医療機関14施設で、1912-1965年の間、小児期もしくは青年期に脊柱側弯症（脊柱側弯症、脊柱後弯症、脊柱前弯症、脊椎後側弯症を含む）でX線診断を受けた女性5,573名（受診年齢0～19歳、平均10.1歳）を対象としたコホート研究。平均追跡期間は40.5年、追跡率は89%。

肺がん死亡のSMR=0.73（95%CI:0.5-1.1）であり、比較群と比べて有意ではなかった。

文献 No.679

Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.

Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism

J. Am. Med. Assoc. 280 (4) : 347-355 (1998)

米国の25の診療所及び英国の1診療所において甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素131による治療を受けた患者35,593人（738,831人年）を対象とした後ろ向きコホート研究。エンドポイントはがん死亡で、ばく露評価については、ヨウ素131の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない。

放射性ヨウ素と肺がん死亡との関連は見られなかった（SMR1.06）。

文献 No.637

Howe, G. R.

Lung cancer mortality between 1950 and 1987 after exposure to fractionated moderate-dose-rate ionizing radiation in the Canadian fluoroscopy cohort study and a comparison with lung cancer mortality in the atomic bomb survivors study

Radiat. Res. 142 (3) : 295-304:1995

カナダで、1930-1952年に結核治療を受け、胸部への蛍光透視検査を受診した患者のうち、1950年以降のデータベースに死亡記録があった者をばく露群（被ばく時平均年齢26歳）とし、1950年に生存していた者を比較群とした計者を対照群とし、計64,172人（男性32,255人、女性31,917人）を対象としたコホート研究。平均追跡期間は30年であった。

ばく露群の標準化死亡比（SMR）は、男性0.95、女性1.00であった。累積肺線量の層別では、1Sv以上の肺線量を受けた者を含め、実質的にリスク増加は見られなかった。また線量増加に伴うリスク増加の分布も見られなかった。

4. 高自然放射線地域や核実験場周辺の住民等を対象とした疫学調査

文献 No.767

Bauer S, Gusev BI, Pivina LM, Apsalikov KN, Grosche B

Radiation Exposure due to Local Fallout from Soviet Atmospheric Nuclear Weapons Testing in Kazakhstan: Solid Cancer Mortality in the Semiparatinsk Historical Cohort. 1960-1999

Radiation Research 2005,164, 409-419

カザフスタン、セミパラチンスク核実験場近辺の核実験（セミパラチンスク核実験場）で被ばくした、19,545人（582,750人・年）の男女を対象としたコホート研究である。追跡期間は、1960年から1999年まで。

対照群と比べて、肺がん死亡率に大きな差があった。線量-がん発生のレスポンスは非常に低い線量範囲では非線形でやや急な曲線で、これは選択効果に一部関係しているかも知れない。

文献 No.707

Mori, T., C. Kido, K. Fukutomi et al.

Summary of entire Japanese Thorotrast follow-up study: updated 1998

Radiat. Res. 152 (6): S84-S87 (1999)

トトロラスト投与を伴う診断を受けた、戦争で負傷した日本人を対象としたコホート

研究。トロトラスト投与日から追跡しているコホートと、1979年から追跡しているコホートの2つのコホートのデータを統合して分析が行われた。比較対照群は負傷日から1998年まで追跡されている。

両コホートで疾病を発症する率比に差はない。両コホートを統合し、対照群と比較した率比は全肺がんで2.0となっていた。トロトラスト投与からの年数で層別すると、投与後20年を超えてからリスク増加が見られる。

5. その他（その他の作業従事者）

文献 No.762

Hodgson, J. T., R. D. Jones

Mortality of a cohort of tin miners 1941-86

Br. J. Ind. Med. 47 (10) : 665-676, 1990

英国の2カ所のスズ鉱山での採鉱作業におけるラドン被ばくを想定した、採鉱作業従事者（男性）を対象にしたコホート研究。1941年1月1日～1984年5月1日の就労期間において、就労時の年齢が60歳以下の男性3,082人が対象。追跡率は97.6%であった。

肺癌死亡について、地上作業者はSMR=0.83に対して、地下作業に30年以上従事した作業者はSMR=4.47であった。SMRと地下作業の従事期間は有意な線形性が認められた。さらに、SMRについて、累積ばく露量とばく露後経過期間の二変数からなるモデルを構築した。そのモデルでは、ばく露後経過10年はSMRの上昇は見られず、その後急上昇し、4.3年ごとに半減した。

II. 文献レビュー結果のまとめ

1. 被ばく線量（ばく露評価）に関するまとめ

被ばく線量と死亡率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号329,21,758,718,755,759,757,756,754,752,664,737,769,760,761,636,642,679,637,767,707,762,753,319であった。このうち有意な増加があったと報告されている文献は、文献番号329,21,758,718,755,759,757,756,754,752,760,761,636,767,707,762,753,319であった。

被ばく線量と罹患率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号765,746,329,751,775,589,591,749であった。これらは有意な増加があったと報告されていた。

2. 最小被ばく線量に関するまとめ

統計的に有意な増加を報告している文献において、最小被ばく線量に関して報告して

いる文献は無かった。

3. 潜伏期間に関するまとめ

潜伏期間に関して検討している文献は、文献番号 329 であった。

書誌情報	作業 No.	765	著者	Preston, D. L., Ron, E., Tokuoka S., Funamoto, S., Nishi, N., Soda, M., Mabuchi, K., Kodama, K
	PMID(PubMedID)		タイトル	Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors
	研究方法	コホート研究(*1958年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2に基づいて個人線量が推定されている人数。その中で1958年から1998年までに診断された第一原発がん17,448例の解析)	雑誌名・年・巻・頁	RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007年)
対象	国	日本(広島、長崎)	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	情報なし		
	従事作業	原爆(広島、長崎)		
	人数 (被ばく)年齢	2,764,730人年(105,427人) 情報なし		
	性別	男性 1,040,278人年、女性 1,724,452人年		
比較群	原爆被ばく者のうち、1958年から1998年の間に第一がん(悪性黒色腫以外の皮膚がんを含む)が観察されていない者			
追跡	追跡期間	1958年から1998年12月末まで		
	追跡率	99%		
ばく露指標	作業名	原爆(広島、長崎)による固形がんの罹患率(生存者)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	追跡対象となる人年は、登録対象地区からの転出・転入があるために調節した。DSO2による臓器個人線量推定値はγ線量と中性子線量の10倍の和として計算した。
	外部ばく露	情報なし		
	内部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし		
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	情報なし		
	濃度範囲	解析では、器官線量(Gy)として<0.005から≥4を4段階に分類(表2)、結腸線量(Gy)として<0.005から≥4を7段階に分類(表4)		
	線種・核種	情報なし		
健康影響	影響の種類	固形がん(口腔がん、食道がん、胃がん、肝臓がん、肺がん、黒色腫以外の皮膚がん、結腸がん、直腸がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経系がん、甲状腺がん)の発症	影響評価の精度	記載なし
	情報源	広島・長崎がん登録、放射線影響研究所(広島・長崎、寿命調査)、米国立癌研究所	観察バイアス	記載なし
	収集の方法	上記研究所及びHirosoft Internationalによる報告書	(問題点を記載)	
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	被ばく年齢、被ばくからの期間、性差、		
解析	使用モデル	ERRとEARモデル。各モデルの変化、そして両モデル間の差の変化。BEIR VIIモデル。		
	交絡調整方法			

アウトカム指標 および アウトカム	1)寿命調査集団では、結腸線量が0.005 Gy以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約850例(約11%)が原爆被ばくと関連していると推定される。2)線量反応曲線0-2Gyの範囲は線形である。3)被ばく時年齢が30歳の場合、70歳になった時点で1 Gy被ばく当たり男性で約35%、女性で約58%固形がん罹患率が増加すると推定された。4)固形がんの過剰相対リスク(ERR)は被ばく時年齢が10歳増加する毎に約17%減少。このリスクは調査期間全体で増加する傾向。5)口腔がん、胃がん、結腸がん、肝臓がん、肺がん、皮膚がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経がん、甲状腺がん、放射線関連リスクが有意に増加した。直腸がん、胆のうがん、膵臓がん、前立腺がん、腎臓がんには有意なリスクは示唆されなかった。(新たに判明したこと)1)低線量では、被ばく線量区分を0から0.15 Gyまで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。2)食道がんのリスクが有意となった。3)20歳未満の被ばくが子宮がんのリスクを増加する可能性がある。4)肉腫を含め、検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。
-------------------------	--

書誌情報	作業 No.	746	著者	Wang JX, Zhang LA, Li BX, Zhao YC, Wang ZQ, Zhang JY, Aoyama T.
	PMID(PubMedID)	11906134	タイトル	Cancer incidence and risk estimation among medical x-ray workers in China, 1950-1995.
	研究方法	コホート研究とヒストリカルコホート研究の組み合わせ	雑誌名・年・巻・頁	Health Phys. 2002; 82:455-66
対象	国	中国	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	24 の主要病院		
	従事作業	X 線を用いる医療行為(診断)		
	人数	27,011 人		
	年齢	職に就いた平均年齢は X 線を用いる医療従事者群で 26 歳、比較群で 25 歳		
	性別	X 線を用いる医療従事者群: 男性 80%、女性 20% 比較群: 男性 69% 女性 31%		
比較群	同じ病院に働いていた、仕事に X 線を用いない 25,782 人の医療従事者(外科医、耳鼻咽喉科医)			
追跡	追跡期間	過去の研究も合わせて 1950-1995 年の 45 年間	追跡率	記載なし
	追跡率	記載なし		
ばく露指標	作業名	X 線を用いる医療診断	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	1985 年以前の中国 X 線医療従事者 (CMXW) の線量測定データがなかった(それ以前には存在しなかった)ため、現在同じ施設で働いている X 線を用いる医療従事者の被ばく量などから線量の推定を行った。
	外部ばく露	X 線		
	内部ばく露	記載なし		
ばく露レベル	ばく露期間	多くの医者は、職に就いてから退職までの期間、ばく露を受けていた	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	平均累積ばく露量の記載 (1970 年以前に職に就いた対象者では 551mGy、それ以降の対象者では 82mGy)があり、就職時期ごとの詳細は表 2		
	濃度範囲	年間の累積ばく露量の範囲はおおよそ 2.9-36.9mGy/y(表 3)		
	線種・核種	X 線		
健康影響	影響の種類	がん発生	影響評価の精度	1 点目は、CMXW の集団については、線量の推定値に基づいてリスク比推定を行った点で、2 点目は、ばく露の評価を十分にできるほどの追跡を行っていない場合がある点。
	情報源	記載なし		
	収集の方法	カルテからがん発生診断の日付と診断の詳細を転記	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
交絡因子の収集	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	性別、就職時期		
解析	使用モデル	O/E 比		
	交絡調整方法	サブグループ解析		

アウトカム指標およびアウトカム
 診断に X 線を用いる医療従事者では比較群に対してがん発症リスク比が 1.2 倍[95%CI 1.1-1.3]であった(有意)。有意なリスク上昇がみられたがん種は、白血病、皮膚がん、乳がん、肺がん、肝臓がん、膀胱がん、食道がんで、それぞれリスク比が 2.2、4.1、1.3、1.2、1.2、1.8、2.7 であった。X 線を用いる医療従事者のうち、女性より男性で高いがん発症リスクを示した。また、1970 年以前に職に就いた対象者とそれ以降とで比較すると、前者の方が白血病、固形がんの発症リスク比が有意に高かった(白血病発症リスク比 2.4、固形がんリスク比 1.2)

書誌情報	作業 No.	329	著者	McGeoghegan D,Binks K
	PMID(PubMedID)	10877261	タイトル	The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Springfields uranium production facility, 1946-95
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	J Radiol Prot20:111-137;2000
対象	国	英国	選択バイアス (問題点を記載)	一般国民に比較した Springfields の死亡率は有意に低い。”健康な労働者”効果による。 Springfields 内でも放射線作業者は非放射線作業者に比べて死亡率が低い。
	施設名	核燃料公社 (BNFL; British Nuclear Fuels plc) の Springfield 施設		
	従事作業	ウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産		
	人数	479,146 人年		
	年齢	被ばく年齢の情報なし。		
	性別	女性が 12%、男性が 88% 【表 1】		
	比較群	非放射線作業		
追跡	追跡期間	平均追跡期間として 24.6 年	追跡率	0.7%(135/19,589 人)が除外。理由は、生年月日や参加日の不明による
	追跡率			
ばく露指標	作業名	ウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	フィルムバッジの線量は、作業員への発行時期、使用時の技術、当時の作業ガイドライン、およびフィルムバッジからのデータの取り扱いに関する社内基準によって決定するため、年度によって測定が違ふおそれあり。 体内蓄積の放射核種は除外されるため、134 名のデータでは外部線量は、0 記録になっている。 1953 年以前の記録単位が不明確。レントゲン単位で前後記録を 10%減少で補正。
	外部ばく露 内部ばく露	作業員のフィルムバッジによる全身線量を使用。		
ばく露レベル	ばく露期間	286.559 person-sieverts	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数	-		
	平均濃度	個人平均蓄積線量 20.5mSv 最高値は 769.3mSv、中央値 8.3mSv。慢性リンパ性白血病を除く白血病で、1:5matching の nested case-control を行った場合、2 年ラグの平均累積線量は、症例群: 27.0mSv、対照群: 18.2mSv		
	濃度範囲	95%の労働者が、79.7mSv 以下。 傾向分析に使用した線量については、線量 0 から 400+の間で 10 段階に区分し、ラグタイム(0-20 年の間で 5 段階)ごとの線量範囲【表 5 a】を使用。		
	線種・核種	ウランなどの核燃料物質		
健康影響	影響の種類	がん罹患、死亡	影響評価の精度	SMR の母集団は、England Wales および 1979-92 は Lancashire の人口。SRR の母集団は、1971-91 の England Wales および 1979-95 は Lancashire の人口。 死亡率、罹患率の母集団は、非放射線作業員。(地理的および社会経済的な交絡を排除する目的)
	情報源	国家統計局 (OSN) の所有するサウスポートの NHS 中央登録 (一部 1979-1995 年のマンチェスターがん疫学研究センターより入手)	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	交絡の可能性として作業期間、追跡期間、ばく露の長さもしくは初回雇用年の影響を見たが、一貫した差は見られず。(年齢のみで層化) 傾向分析は、年齢、労働期間、性別、雇用状況を調整。
	その他	年齢、地域、社会経済状況		
解析	使用モデル	SMR と RR は両側検定、傾向分析は片側検定。 ERR 係数の傾向分析には線量 10 段階、潜伏 2, 10, 15, 20 年の死亡に人年の重みづけをして算出。	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法	地理的および社会経済的な交絡を排除する目的で、死亡率と罹患		

	率の母集団は非放射線作業者。 ←影響評価の精度より再掲	
--	--------------------------------	--

アウトカム 指標 および アウトカム	<p>1995 年末までに放射線作業員から 3,476 例、非放射線作業員から 1,356 例、死亡。【表 1】 がん死亡と累積外部被ばく線量に関連を認めなかった。 死亡率、罹患率と有意に関連していたのはホジキン病と累積外部線量である。 全がんの SMR は、放射線労働者 86、非放射線労働者 96、【表 2.3】 がん罹患の SRR は、放射線労働者、非放射線労働者ともに 81【表 4】 部位別の解析では、ホジキンリンパ腫死亡がラグタイム 10 年、15 年で累積線量と相関、膀胱がん死亡がラグタイムを 10 年とした場合、累積線量と有意に関連していた。【表 5】 がん罹患では、ラグタイムを 10 年とした場合、白血病を除くがん、胸膜のがん、ホジキンリンパ腫、非ホジキンリンパ腫が累積被ばく線量と有意に関連していた。肺がんもラグタイムを 20 年とした場合累積外部被ばく線量と有意に関連していた。ラグタイムを 20 年とした場合、口腔・咽頭がん、喉頭がん、黒色腫、食道がん、胃がん、乳がん、胆のうがん、肝臓がん、結腸がん、直腸がんについては累積被ばく線量との有意な関連性は認められなかった【表 7】</p>
-----------------------------	---

書誌情報	作業 No.	21	著者	Ashmore JP, Krewski D, Zielinski JM, Jiang H, Semenciw R, Band PR
	PMID(PubMedID)	9753011	タイトル	First analysis of mortality and occupational radiation exposure based on the National Dose Registry of Canada
	研究方法	コホート研究	雑誌名, 年, 巻, 頁	Am J Epidemiol 148:564-574;1998
対象	国	カナダ	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	—		
	従事作業	1951-1983年に全国線量登録に登録された全放射線作業員		
	人数	2,861,093人年【表4】		
	年齢	1951-1987年にモニターされた年齢層は16歳から86歳以上で5歳階級ごとに累計【表3】		
	性別	男性105,456人(51%)、女性101,164人(49%)		
	比較群	全国線量登録がされた全放射線作業員のうち、死亡記録がない者		
追跡	追跡期間	平均して14年	ばく露指標	線量測定値は、5団体から提供されており、年代によって測定タイプ(フィルム、TLD、レムカウンター等)や報告限界値(0.01-0.40の範囲)が違ふ。頻度は、週、隔週、月1回もしくは必要に応じてモニターされる。【表1】
	追跡率 解析対象割合	81%(206,620/256,425人) 29%は情報不足、1984年以降のモニター欠如、16歳未満のため除外		
ばく露レベル	作業名	全国線量登録がされた職業被ばく種は、歯科、医科、医科以外の産業(カナダ原子力公社を含む)、原子力発電所の4タイプ【表4】	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	線量測定値は、5団体から提供されており、年代によって測定タイプ(フィルム、TLD、レムカウンター等)や報告限界値(0.01-0.40の範囲)が違ふ。頻度は、週、隔週、月1回もしくは必要に応じてモニターされる。【表1】
	外部ばく露	保健省の放射線防護局が管理する		
	内部ばく露	全国線量登録の記録		
	ばく露期間	情報なし		
	ばく露年数	情報なし		
健康影響	平均濃度	累積全身照射量の平均は、6.3mSv。職業別の累積全身照射量および平均線量は、【表4】。累積全身照射量5mSvごとの人数は【表2】。(177,703人は、5mSv以下、うち93,260人は、報告限界値以下。1.4%は、10mSvを超える。)	影響評価の精度	記載なし
	濃度範囲	上項参考		
	線種・核種	情報なし		
	影響の種類	死亡		
交絡因子の収集	情報源	カナダ統計局が管理するカナダ死亡データベース	観察バイアス (問題点を記載)	線量登録と死亡データベースの照合に際して、検出漏れや誤検出によるリンクエラーが潜在的なバイアスとなる。バイアスを最小化させるためにエラーのしきい値を設定。なお、1960年中盤以降は社会保障番号制によりリンクエラーは低い。
	収集の方法	情報なし		
解析	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	社会経済状況によるアウトカムへのインパクトはない。
	その他	変数として、年齢(5歳階級)、性別、暦年(5年階級)、職業別、初回ばく露からの経時(5年階級)、累積全身照射量の6項目を設定。		
アウトカム	使用モデル	ポワソン分布に従うと仮定して、両側検定	アウトカム	SMRは、男性0.59(90%CI: 0.57-0.60)、女性0.62(90%CI: 0.59-0.65)。【表5,6】 男性、全死亡のERR = 2.5(90%CI: 1.5-3.5)、死因別のERRは、全がん3.0(90%CI: 1.1-4.9)、肺がん3.6(90%CI: 0.4-6.9)、循環器系疾患2.3(90%CI: 0.9-3.7)、事故8.8(90%CI: 2.7-15.0)。 女性、全死亡のERR = 5.5(90%CI: 0.6-10.3)。【表7,8】
	交絡調整方法	情報なし		

書誌情報	作業 No.	753	著者	Morrison H.I., Villeneuve P.J., Lubin J.H., Schaubel D.E.
	PMID(PubMedID)	9650653	タイトル	Radon-Progeny Exposure and Lung Cancer Risk in a Cohort of Newfoundland Fluorspar Miners
	研究方法	コホート研究	雑誌名, 年, 巻, 頁	RADIATION RESEARCH 150:58-65:1998
対象	国	カナダ	選択バイアス (問題点を記載)	1960年以降に最初にばく露した作業員の中で肺がんで死亡した人数が少なく、Inverse-exposure effectが減衰したかどうか不明。本件の分析は喫煙とラドンばく露との間には強い相乗効果があることを裏付けているが、喫煙未経験者の肺がん死者数が少ないことが問題。
	施設名	Newfoundland のホテル石鉱山		
	従事作業	ホテル石採掘		
	人数	2,064人(地下作業員 1,743人、地上作業員 321人)		
	年齢	情報なし		
	性別	情報なし		
追跡	比較群	1950-1990年 Newfoundland の男性の死亡率		
	追跡期間	40年(1950-1990)		
追跡率	追跡率	100%		
	作業名	ホテル石採掘	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	一時的な影響を組み込みやすいこと、他の研究との比較がしやすいことにより、絶対リスクモデルより相対リスクモデルに頼っている。
外部ばく露	情報なし			
ばく露レベル	内部ばく露			
	ばく露期間	1936-1978年		
	ばく露年数	平均 5.7 年ばく露		
	平均濃度	平均累積ばく露 382.8 WLM		
	濃度範囲	解析では累積ばく露量を 0~3,500+まで 10 段階に分類【表 2】		
線種・核種	ラドン娘核種			
健康影響	影響の種類	感染症及び寄生虫性疾患; 新生物(口腔及び咽頭; 唾液腺; 消化管; 気管、気管支及び肺; 前立腺; 尿路; 脳、神経系; リンパ節、造血系); 内分泌系、栄養系、代謝系; 精神障害; 神経系疾患; 循環器系疾患(虚血性心疾患; 脳血管疾患); 非悪性呼吸器系疾患(慢性気管支炎、肺気腫及び喘息; 珪肺及び炭珪肺); 消化器系疾患; 泌尿生殖器疾患; 不明確症状の発症【表 1】	影響評価の精度	Inverse-exposure effect は誤分類によるものであり、低ばく露率に比べて高ばく露率に対するリスク推定値を低くしている可能性あり。
	情報源	Canadian Mortality Database	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
収集の方法	収集の方法	情報なし		
	喫煙	1993、1978、1970、1966 に実施された調査のデータを元に時間依存変数として扱う	交絡バイアス (問題点を記載)	シリカばく露量で調整すればラドン娘核種の影響の評価が低下する可能性あり。
その他	到達年齢、最初にラドンにばく露した年齢、最後にばく露してからの期間、ばく露期間			
解析	使用モデル	ポワソン回帰法を用いて相対リスク(RR)モデル及び絶対(過剰)リスク(ER)モデルを適用		
	交絡調整方法	線形過剰相対リスクモデルを適用		

アウトカム指標およびアウトカム	肺がんの相対リスク推定値は累積ばく露量の増加と共に増加【表 2】。ERR/WLM は到達年齢と共に低下する【表 3】が、最初にばく露した年齢による差はない【表 4】。全ばく露量が同じでも高いばく露率(かつ短期間)の方が低いばく露量(かつ長期間)より害が少ない(Inverse-exposure effect)。ERR/WLM はばく露期間が長いほど高く【表 6】、ばく露が最近であるほど高い【表 7】。また、喫煙者は非喫煙者(喫煙未経験者及び元喫煙者)に比べて ERR/WLM が高い【表 8】。ばく露率、ばく露後の期間、喫煙状態及び到達年齢の影響をラドンばく露と肺がんリスクの評価に組み込むべき。
-----------------	---

書誌情報	作業 No.	758	著者	Howe GR, Stager RH
	PMID(PubMedID)		タイトル	Risk of lung cancer mortality after exposure to radon decay products in the Beaverlodge cohort based on revised exposure estimates
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Radiat. Res. 146; 37-42: 1996
対象	国	カナダ	選択バイアス (問題点を記載)	問題点は記載なし。
	施設名	エルドラド・ビーバーロッジ ウラン鉱山 (サスカチュワン州)		
	従事作業	ウラン採鉱及びその周辺作業		
	人数	肺がん死者 65 人、及びケースコントロール 126 人		
	年齢	被ばく年齢記載なし		
	性別	男性		
	比較群	ビーバーロッジ・コホート		
追跡	追跡期間	30 年間(1950 年から 1980 年)		
	追跡率	98%		
ばく露指標	作業名	ウラン採鉱及びその周辺作業	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	推定被ばく線量の計算には、前回の同鉱山分析では幾何平均が用いられたが、今回は算術平均を使用。推定値もより場所を細分化し、実際は作業がされなかった期間の測定値(換気研究用測定値等)は会社記録と照合の上除外された。
	外部ばく露 内部ばく露	呼吸による内部被ばく		
ばく露レベル	ばく露期間	1948 年から 1980 年の間で各個人により異なる		
	ばく露年数	各個人により異なる		
	平均濃度	各個人の就業場所及び期間により異なる【表 I】		
	濃度範囲	0 WLM~200+ WLM で 6 段階に層化。【表 I】		
	線種・核種	ラドン娘核種		
健康影響	影響の種類	固形がん(肺がん)による死亡	影響評価の精度	記載なし。
	情報源	従業員名簿、カナダ統計局死者数データベース	観察バイアス (問題点を記載)	ビーバーロッジ鉱山以外の鉱山での就業によるばく露評価を試みたが記録不十分のため実現できず。但し、記録のある他鉱山就業期間はモデル計算では考慮。→ 他鉱山労働の交絡可能性は検証結果ほぼ無しと判断された。
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	問題点は記載なし。係数としてモデルに組み込み。
	その他	被ばく後経過時間、リスク年齢、線量率		
解析	使用モデル	リスクは BEIR 第 4 次委員会及び最近の研究で使用された線形過剰相対リスクモデルに基づき推定。累積線量、リスク年齢・線量率等の変動要素、等は係数としてモデルに組み込み。コホート、ケースコントロールのデータ解析にはそれぞれはポワソン回帰、条件付きロジスティック回帰モデルを使用。係数、信頼区間、p 値は、標準的最尤法に基づき推定。解析ソフトウェアとして EPICURE を使用。		
	交絡調整方法	係数としてモデルに組み込み。		
アウトカム指標 および アウトカム	改訂推定被ばく線量は前回の推定線量より約 60% 上方修正となった。平均値計算には算術平均が用いられ 81.3 WLM となった(前回の算出では幾何平均で 50.6 WLM)。【表 I】 改訂推定被ばく線量を用いた過剰相対リスクは約 20% の上昇で、100 WLM あたり前回推定線量での 2.70 から 3.25 となった。他鉱山労働の交絡可能性は検証結果ほぼ無しと判断された。【表 II】 改訂推定線量に基づく相対リスクモデルの結果は、被ばく後経過時間とリスク年齢の点で、BIER 第 4 次委員会モデル及び最近の他例の統合解析結果に一致した。当初推定線量に基づく解析で見られた逆線量率効果の証拠は、今回の改訂データに基づく解析では得られなかった。【表 III】			

書誌情報	作業 No.	319	著者	Lubin JH,Boice JD, Jr.,Edling C,Hornung RW,Howe GR,Kunz E,Kusiak RA,Morrison HI, Radford EP,Samet JM,et al
	PMID(PubMedID)	7791231	タイトル	Lung Cancer in Radon-Exposed Miners and Estimation of Risk From IndoorExposure
	研究方法	11 コホートの相対危険度(RR)のプール解析	雑誌名・年・巻・頁	J Natl Cancer Inst87:817-827;1995
対象	国	中国(1報)、チェコ共和国(1報)、米国(1報)、カナダ(4報)、スウェーデン(1報)、メキシコ(1報)、オーストラリア(1報)、フランス(1報) 計 11 報	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	—		
	従事作業	炭鉱夫		
	人数	ばく露群: 907,459 人年 非ばく露群: 242,332 人年 (11 コホート個別内訳は下表 1 参照)		
	年齢	情報なし		
	性別	情報なし		
	比較群	非ばく露群: 242,332 人年		
追跡	追跡期間	記載なし		
	追跡率	記載なし		
ばく露指標	作業名	炭鉱夫のばく露範囲における累積ラドン子孫核種ばく露	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	炭鉱夫のばく露範囲では、累積 WLM と RR は線形性を示す。【図 1 参照】ことから解析モデルを検討。(屋内のような低いレベルのばく露でも危険をもたらすことを示唆している。)
	外部ばく露	—		
	内部ばく露	ラドン子孫核種濃度を作業レベル(WL)で換算。累積ラドン子孫核種のばく露量は、WLM で換算。 *1WL は、1L の空気中に存在するほどのラドン子孫核種の組み合わせであれ、それらが 130,000MeV のアルファ・エネルギーを最終的に放出する。		
ばく露レベル	ばく露期間	WLM に換算してコホートのバラつきは 7.6-595.7 (11 コホート個別内訳は下表 1 参照)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	炭鉱夫のばく露範囲では、累積 WLM と RR は線形性を示す。【図 1 参照】ことから解析モデルを検討。(屋内のような低いレベルのばく露でも危険をもたらすことを示唆している。)
	ばく露年数	コホートのバラつきは 1.1-17.8 年 (11 コホート個別内訳は下表 1 参照)		
	平均濃度	一般的な家の Rn 濃度は 1pCi/L (or 37 Bq/m3) これは、0.005 WL レベルの Rn 子孫核種による崩壊生成物の 50% 等価に値する。年間ばく露は、0.2 WLM 一生の累積ばく露は、10-20 WLM。ただし、Rn 濃度はかなりばらつきがある。(WLM/year で手計算すると、WL に換算してコホートのバラつきは、0.4-14.9)		
	濃度範囲 線種・核種	記載なし ラドン子孫核種		
健康影響	影響の種類	肺がんの発症	影響評価の精度	記載なし (各コホート論文の肺がん死亡人数に基づいていると思われる。11 コホート個別内訳は下表 1 参照)
	情報源 収集の方法	各コホート結果 各コホート論文(原データの提供の有無については情報なし)	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
交絡因子の収集	喫煙	非喫煙者のばく露反応傾向は喫煙者の 3 倍であり、非喫煙者の RR は高くなることを示す。	交絡バイアス、 異質性評価 (問題点を記載)	・喫煙との相関については、6 コホートは直接データあり。残り 5 コホートは関連症例対照研究を使用。各コホートで喫煙測定の違いがありコホート間の比較可能性は低い。ラドンばく露と喫煙の交互作用は、各コホートにより相乗モデルと相加モデルの当て
	その他	潜在修飾因子として以下。【表 2 より】 到達年齢(40 歳以降 80 歳まで ERR/WLM は減少)、ばく露期間(35-40 年でばく露期間の増加に伴い ERR/WLM は増加)、ばく露率(ばく露期		

		間に相対しばく露率の増加に伴い ERR/WLM は減少)、初回ばく露年齢 (各コホートによりバラつき)、最終ばく露からの期間 (最終ばく露からの期間に伴い ERR/WLM は減少、下降は 30-35 年にわたる)、ばく露からの期間 (ばく露から 35 年以上の経過で時間に伴い ERR/WLM は減少)、ヒ素ばく露 (ヒ素調整により 2 コホートで ERR/WLM は減少)		はまりの良さが一致しない。なお、症例数により検出力不足。 ・潜在修飾因子を調整しても ERR/WLM の異質性は存在する。 この異質性は、ばく露評価での系統的な誤差、研究対象集団の不明な異質性 (遺伝的、ライフスタイル、その他)、あるいは、交絡する他の鉱山でのばく露因子など説明不能な異質性の残余によると思われる。
解析	使用モデル	肺がんの生涯リスク (LRR) と寄与リスク (AR) は 2 つの解析モデル (TSE/AGE/DUR モデル と BEIR IV モデル) により解析。 ERR/WLM は 11 コホート個々のばく露量反応相関の過重平均から算出。CI はランダム効果モデル。(ただし、LRR と AR の CI はパラメータ推定にテイラー級数展開と共分散行列を使用。)		
	交絡調整方法	潜在修飾因子 (上述) ごとでモデルをあてはめた。		
アウトカム指標およびアウトカム	肺がんの LRR、AR は 2 つの解析モデルによるデータ値を同時記載 肺がんの LRR は、女性の喫煙者では 4pCi/L の場合 1.3、1.4、(8pCi/L の場合) 1.6、1.7【グラフ 3】 ばく露期間 (5 年、10 年、15 年) による LRR は、モデルによって異なる【グラフ 4】 肺がんの AR は、男性では 9-10%、女性では 11-12%、(喫煙の有無で見ると、男性喫煙者 10%、女性喫煙者 12%、男性非喫煙者 28%、女性非喫煙者 31%)			
その他補足事項	平成 22 年度放射線影響情報文献レビューによれば、ラドン被ばくによる肺がんリスクを 19%/Bq/m ³ と推定したとの記載があるが、文献中からは数値自体は見つけることは出来なかった。 関連資料として、「環境保護庁 住居内ラドンによるリスクの評価」がある。 http://www.niph.go.jp/soshiki/seikatsu/radon/model1.pdf			

別添 表 1

Table 1. Summary of study populations in pooled analysis and estimates of ERR/WLM

Study site (reference No.)	Type of mine	Person-years		Lung cancer deaths		WLM*	No. of years exposed*	ERR/WLM	95% CI
		Exposed	Non-exposed	Exposed	Non-exposed				
Yunnan Province, People's Republic of China (4)	Tin	135 357	39 985	936	44	277.4	12.9	0.0016	0.001-0.002
W. Bohemia, Czech Republic (5)	Uranium	103 652	4216	656	5	198.7	7.3	0.0034	0.002-0.006
Colorado Plateau† (6)	Uranium	73 509	7403	292	2	595.7	4.0	0.0042	0.003-0.007
Ontario, Canada‡ (7)	Uranium	319 701	61 017	282	2	30.8	3.0	0.0089	0.005-0.015
Newfoundland, Canada (8)	Fluorspar	35 029	13 713	112	6	367.3	4.8	0.0076	0.004-0.013
Malmberget, Sweden (9)	Iron	32 452	841	79	0	80.6	17.8	0.0095	0.001-0.041
Grant, New Mexico (10)	Uranium	46 797	12 152	68	1	110.3	7.4	0.0172	0.006-0.067
Beaverlodge, Canada (11)	Uranium	68 040	50 345	56	9	17.2	1.9	0.0221	0.009-0.056
Port Radium, Canada (12)	Uranium	30 454	22 222	39	18	242.8	3.2	0.0019	0.001-0.006
Radium Hill, Australia (13)	Uranium	25 549	26 301	32	22	7.6	1.1	0.0506	0.010-0.122
France (14)	Uranium	39 487	4556	45	0	68.7	13.2	0.0036	0.001-0.013
Combined‡		907 459	242 332	2597	109	158.0	5.7	0.0049	0.002-0.010†

書誌情報	作業 No.	718	著者	Wiggs, L. D., E. R. Johnson, C. A. Cox-Devore et al.
	PMID(PubMedID)	7960779	タイトル	Mortality through 1990 among white male workers at the Los Alamos National Laboratory: considering exposures to plutonium and external ionizing radiation
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年;巻:頁	Health Phys. 67(6): 577-588 (1994)
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	当該研究所のみの比較なので、外部妥当性がない。
	施設名	ロスアラモス国立研究所		
	従事作業	核兵器の研究や開発		
	人数	15,727 人		
	年齢	情報なし		
	性別	全員男性		
追跡	比較群	米国一般集団		
	追跡期間	平均 29 年		
追跡	追跡率	98%		
	作業名	核兵器の研究や開発	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
ばく露指標	外部ばく露	情報なし		
	内部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	ばく露期間	1943~1977 年		
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	情報なし		
	濃度範囲	情報なし		
	線種・核種	X 線、 γ 線、ニュートロン、トリテウム、プルトニウム同位体		
健康影響	影響の種類	部位別がん死亡	影響評価の精度	情報なし
	情報源	NDI	観察バイアス (問題点を記載)	イベント数が少ないため、量反応関係の傾向検定が有意にならなかった可能性
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	他の研究施設内の有害な化学物質による影響を考慮していない。
	その他	年齢、暦年、人種		
解析	使用モデル	米国白人男性の死亡率を SMR、年齢と暦年で層別した RR、放射線量と死亡率の量反応関係を調べる傾向検定。		
	交絡調整方法	層化		
アウトカム指標およびアウトカム	ほとんどのがんで有意な死亡率増加は見られなかったが、肺がんでは RR が 1.78 となった【表 2】。量反応関係は脳・中枢神経系がん、食道がん、ホジキン病による死亡で有意となった【表 3~6】。			

書誌情報	作業 No.	755	著者	Jonathan M. Samet, Dorothy R. Pathak, Marion V. Morgan, Charles R. Key, Arnolfo A. Valdivia, Jay H. Lubin
	PMID(PubMedID)	1659563	タイトル	Lung cancer mortality and exposure to radon progeny in a cohort of New Mexico underground uranium miners
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Health Physics Vol. 61, No.6 (December), pp. 745-752, 1991
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	コホートは会社の個人記録と、NMの Glants Clinic での採鉱関係者用の健康診断を受けた男性のリストとの照合を行い、1976年12月31日までに最低でも1年はNew Mexicoの地下ウラン鉱床で働いていた対象を4,044人抽出。そのうち398人はNew Mexicoの地下ウラン鉱床で働いた実績が1年未満、172人は誕生日不明・被ばく経歴不明・追跡情報不明、5人は人種が白人及びネイティブ・アメリカンでないため除外
	施設名	New Mexico 州の地下ウラン採鉱場		
	従事作業	ウラン採鉱		
	人数	3,469人(同採鉱場で1年以上採鉱に従事し、低線量被ばくした人)		
	年齢	【表2】(採鉱開始年齢の分布)		
	性別	男性		
追跡	比較群	New Mexico 州の一般集団	追跡期間	1985年12月31日まで
	追跡率	100%(対象の3,469人について)		
ばく露指標	作業名	ウラン採鉱	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	各作業員の作業記録によるばく露時間(記録値又は推定値)と個々の鉱床でのラドン子孫の濃度データ(米国労働安全衛生研究所他のデータ)で推定【表1】、【図1】(計算方法の詳細は著者の前出論文(Samet 他, 1989)に記載)【図2】累積ばく露の度数分布 *さまざまな線源によるばく露から推定するため系統的バイアスがある。
	外部ばく露	鉱内濃度と作業時間から算出		
ばく露レベル	内部ばく露		観察バイアス (問題点を記載)	喫煙歴の追跡なし
	ばく露期間	1950年~1985年		
	ばく露年数	採鉱経験1年~		
	平均濃度	平均累積ばく露:0.39 Jhm ⁻³ (111.4 WLM)		
	濃度範囲	0 Jhm ⁻³ から >3.50 Jhm ⁻³ (0WLM から >1,000 WLM) (8つのカテゴリーに分類)【表4】		
線種・核種	ラドン子孫	健康影響	影響の種類	<がん関連> 肺がん、その他のがんによる死亡 <その他の死因> アルコール、全循環器疾患、全呼吸器疾患、外因による死亡
情報源	地域、州、国のデータベース、ニューメキシコ腫瘍登録書、全米死亡記録他		影響評価の精度	死亡数の期待値はNew Mexico 州の民族ごと、人種ごとの死亡率から計算
交絡因子の収集	収集の方法	定期的指名簿を照合	観察バイアス (問題点を記載)	喫煙歴の追跡なし
	喫煙	喫煙歴有無調査		
解析	その他	人種(ヒスパニック、非ヒスパニック白人、ネイティブ・アメリカン)	交絡バイアス (問題点を記載)	民族性、年齢、ウラン採鉱開始年齢、喫煙歴【表2】、石炭や硬岩採掘経験の有無を調整(初期分析ではポアソン回帰を使用)
	使用モデル	指数型相対リスク、超過相対リスク、寄与リスクの各モデル、最大尤度パラメータ推定値の計算には AMFIT 回帰プログラムを使用		
	交絡調整方法	交差分類		
アウトカム指標およびアウトカム	<p>コホートの死亡率は著しく増加: SMR=1.1、死因では全ガン SMR=1.9、特に、肺がん(SMR=4.0)で顕著に増加、全呼吸器疾患: SMR=1.2、外因: SMR=1.5 についても有意差あり。</p> <p>アルコール: SMR=0.6、全循環器疾患: SMR=0.6 については有意差なし。【表3】</p> <p>肺がんに対する相対リスク(RR) (喫煙歴の調整無、有それぞれについて): 0.35Jhm⁻³(100 WLM)未満に比べると他のばく露カテゴリーは1を超える【表4】</p> <p>喫煙を含むモデルの逸脱は喫煙なしのモデルに比べてかなり小さい($X^2=9.0$, $p<0.01$)</p> <p>喫煙者の相対リスク: 非喫煙者と比べると3.6であることから、喫煙は重要なリスク因子である。</p> <p>超過相対リスク: 1Jhm⁻³ 当たり0.5%増加、95%CI=0.2-1.6 (1 WLM 当たり1.8%増加、95%CI=0.7-5.4)</p> <p>最後のウラン採鉱後5年以上についてリスクが減少【表5】</p> <p>データの傾向は指数型相対リスクモデルでの喫煙とラドン子孫によるばく露の相乗交互作用と一致</p> <p>肺がんリスクのオッズ比は観測時55歳以下の人についてはラドン子孫のばく露量の増加と共に急峻に上昇する。【表6】</p>			

書誌情報	作業 No.	759	著者	Woodward A, Roder D, McMichael AJ, Crouch P, Mylvaganam A.
	PMID(PubMedID)	1873450	タイトル	Radon daughter exposures at the Radium Hill uranium mine and lung cancer rates among former workers, 1952-87
	研究方法	ヒストリカルコホート研究	雑誌名・年;巻:頁	Cancer Causes Control. 1991; 2:213-20
対象	国	オーストラリア(南部)	選択バイアス (問題点を記載)	不完全な追跡により死亡率にバイアスが入っている可能性がある。(しかしばく露量により追跡率に差はないであろうことから、ばく露量と死亡との関連への影響はないと考えられると著者はディフェンスしている)
	施設名	Radium Hill ウラン鉱山		
	従事作業	ウラン鉱山での作業		
	人数	2,574 人		
	年齢	1990年時点での年齢が65歳以上かどうかのみの記載がある(解析は年齢を調整して行っているとの記載あり) 追跡が正しく行われている人 1990年時点での年齢が65歳以上の割合は43.9%(表3)		
	性別	男性		
追跡	比較群	1987年時点のオーストラリアの(一般)国民		
	追跡期間	1952~1961年のばく露による、1987年までの健康影響の評価		
追跡率	追跡率	64%		
	作業名	ウラン鉱山での作業	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	ラドン娘核種へのばく露は過去の記録(鉱山大気中のラドン濃度と、各個人の仕事歴)から推定(しかし、実際のばく露量よりも大きくあるいは小さく推定しているとは考えられないと著者らはディフェンスしている)
ばく露指標	外部ばく露	記載なし		
	内部ばく露	ラドン娘核種		
ばく露レベル	ばく露期間	1952-1961年		
	ばく露年数	9年間		
	平均濃度	7.0WLM		
	濃度範囲	分布を図1に記載(中央値3.0WLM・75パーセンタイル点7.4WLMとの記載あり、目測では0-80WLM)		
線種・核種	ラドン娘核種			
健康影響	影響の種類	肺がんによる死亡	影響評価の精度	記載なし
	情報源	1952-1987年のオーストラリアでの死亡登録	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	上記の国、州のデータを利用		
交絡因子の収集	喫煙	あり	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	アスベスト鉱山や、ウランなどの放射性物質へのばく露可能性がある他の労働の有無		
解析	使用モデル	死亡率などを年齢・ばく露量によりサブグループ解析、死亡数がポアソン分布に従うと仮定してSMRのCIを計算、死亡率比をポアソン回帰モデルにより推定		
	交絡調整方法	サブグループ解析、ばく露量カテゴリーを説明変数としてポアソン回帰モデルに導入		

書誌情報	作業 No.	751	著者	Hornug RW, Meinhardt TJ
	PMID(PubMedID)		タイトル	Quantitative risk assessment of lung cancer in U.S. uranium miners
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年;巻:頁	Health Physics52: 417-430;1987
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	問題点は記載なし。
	施設名	コロラド高原ウラン鉱山		
	従事作業	ウラン採鉱及びその周辺作業		
	人数	3,346 人(ウラン地下鉱山で1ヶ月以上作業に従事した白人で、1950年から1960年の間に1回以上健康調査を受診したもの)【表1】		
	年齢	101ヶ月(8.4歳)~877ヶ月(73.1歳)【表2】		
	性別	明確な記載無したが、男性のみと解釈可能(Discussion section 最終パラグラフ参照)		
	比較群	コロラド高原一般住民		
追跡	追跡期間	22年(1960年から1982年まで)		
	追跡率	99.4%(1977年前回調査以降は100%)【表1】		
ばく露指標	作業名	ウラン採鉱及びその周辺作業	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	ラドン娘核種の線量測定は、呼吸率、粒子サイズ分布、肺への沈着、ラドン/ラドン娘核種の平衡、等の要素が関わるため複雑。鉱山及び年毎の線量は、実測、内挿・外挿法、地理的範囲、1950年以前の推定値、等により各要素の変動係数を算出。【表6】それら変動係数と個人のばく露期間を用いて各人の累積被ばく線量を計算。各人の平均変動係数は0.97(相対標準偏差は97%)。
	外部ばく露	呼気による内部被ばく		
	内部ばく露			
ばく露レベル	ばく露期間	1908年~で各個人により異なる【表2】		
	ばく露年数	各個人により異なる		
	平均濃度	各個人の就業場所及び期間により異なる		
	濃度範囲	0.3 WLM~10,000+ WLM		
	線種・核種	ラドン娘核種		
健康影響	影響の種類	固形がん(肺がん)、他死因による死亡	影響評価の精度	記載なし。
	情報源	国立労働安全衛生研究所(NIOSH)	観察バイアス (問題点を記載)	問題点は記載なし。
	収集の方法	記載なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報あり	交絡バイアス (問題点を記載)	問題点は記載なし。
	その他	初回被ばく年齢、初回被ばく年、生年、他【表2】		
解析	使用モデル	コックス比例ハザードモデルで、ばく露後4年+部分的な線形加重の遅延時間を考慮。【図1,2,3】		
	交絡調整方法	内部比較集団の利用。共変量としてモデルに組み込み。		

アウトカム指標およびアウトカム	ラドン娘核種被ばくと喫煙のリスク要素を掛けあわせた係数は-0.088、これは影響が相乗よりも小さく相加よりも大きいことを意味する。【表3】 線量率効果係数は-0.043で、これは同等の累積線量に被ばくした場合、低線量で長期間に渡る累積被ばくの方で肺がんリスクがより大きく出ることの意味しておりサブコホートをを用いた観察でも確認された。【表4】生年については、後になるほど被ばく線量あたりの肺がん罹患リスクが大きくなることが示された。最初の被ばく年齢が高いほど肺がん罹患率は高く、最後の被ばくより時間が経てば経つほど罹患率は低くなるという結果が示された。 リスクモデルは被ばくとその肺がんへの影響を低累積被ばく範囲で100 WLMにつき0.9から1.4の過剰相対リスク(ERR)を予想。【図5】
-----------------	--

書誌情報	作業 No.	757	著者	Howe GR, Nair RC, Newcombe HB, Miller AB, Burch JD, Abbatt JD
	PMID(PubMedID)		タイトル	Lung cancer mortality (1950-80) in relation to radon daughter exposure in a cohort of workers at the Eldorado Port Radium uranium mine: possible modification of risk by exposure rate
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	J Natl Cancer Inst79; 1255-1260: 1987
対象	国	カナダ	選択バイアス (問題点を記載)	問題点は記載なし。
	施設名	エルドラド ポート・ラジウム ウラン鉱山 (ノースウェスト準州)		
	従事作業 人数	ウラン採鉱及びその周辺作業 2,103 人		
	年齢	被ばく年齢は<30 から ≥40 まで、3 段階に分類。【表 6】		
	性別	男性		
	比較群	ビーバーロッジ・コホート		
追跡	追跡期間	30 年間(1950 年から 1980 年)		
	追跡率	78%		
ばく露指標	作業名	ウラン採鉱及びその周辺作業	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	1940 年までは雇用データが無いため不正確。1940 年から 1958 年まではラドンガスサンプルに基づく推定であるが数不十分。ラドン娘核種濃度の推定にはビーバーロッジ測定データに基づく平衡定数を使用。平衡定数算出基準となったビーバーロッジではずっと高い数値が発生していたことが明らかとなったため 10-80%の過小評価となっている可能性あり。実際の作業場所によっては、使用された WL 値よりも 2-3 倍の数値の環境であった可能性もあることが指摘されている。
	外部ばく露 内部ばく露	呼吸による内部被ばく		
ばく露レベル	ばく露期間	1948 年から 1980 年の間で各個人により異なる	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数	各個人により異なる		
	平均濃度	各個人の就業場所及び期間により異なる【表 3】		
	濃度範囲	0 WLM ~ ≥1,600 WLM まで、7 段階に分類。【表 4】		
	線種・核種	ラドン娘核種		
健康影響	影響の種類	固形がん(肺がん)、その他全てのがん(具体的内容記載なし)、がん以外(虚血性心疾患、インフルエンザ、アルコール依存症、交通事故、他事故、他)による死亡	影響評価の精度	記載なし。
	情報源	従業員名簿、カナダ統計局死亡者数データベース	観察バイアス (問題点を記載)	他鉱山での就業者除外は自己申告によるものであるため信頼性に乏しい。バイアスがあるとすれば上方バイアスと考えられる。前職については、他鉱山での就業者をコホートから除外。
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	問題点は記載なし。
	その他	初回被ばく時年齢、観察時年齢		
解析	使用モデル	間接標準化法で予測死亡数を計算し、観察された死亡数をポワソン変数として区間推定と有意性を検定。肺がん死には片側 p 値を使用。被ばく線量-反応関係には繰返し加重最小二乗法を使用。相対及び寄与リスク係数は加重線形回帰にて推定。	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法	モデルに組み込み。		
アウトカム指標 および アウトカム	被ばく線量 5 WLM 以上の集団で肺がん死に非常に有意な相関あり(相対リスクは 3.37)。その他全てのがんによる死には有意な過剰は見られず。がん以外の死因では、被ばく線量 5 WLM 以上の集団で有意な上昇が見られた(相対リスク 1.25)。【表 1】 初回被ばく後経過年と肺がん死の相関については、被ばく線量 5 WLM 以上の集団で有意で、初回被ばく後 5 年目以降に肺がん死多い。【表 2】 相対及び寄与リスク係数は、それぞれ WLM 当たり 0.27%、100 万人年・WLM 当たり 3.10%と算出された。【表 3、4】 初回被ばく時年齢については 30 歳以前で寄与リスク係数が最小となった。【表 6】 リスク係数はビーバーロッジ鉱山で報告されたものよりかなり低い数値となったが、本研究推定値にバイアスが存在するとすれば上方と考えられる。従って数値差を説明するものとしては、線量率の違い(平均線量率はビーバーロッジで 5 WLMs/年、ポート・ラジウムで 109 WLMs/年)が考えられる。			

書誌情報	作業 No.	756	著者	Howe GR, Nair RC, Newcombe HB, Miller AB, Abbatt JD
	PMID(PubMedID)		タイトル	Lung cancer mortality (1950-80) in relation to radon daughter exposure in a cohort of workers at the eldorado Beaverlodge Uranium Mine
	研究方法	コホート研究	雑誌名, 年, 巻, 頁	J Natl Cancer Inst77; 357-362: 1986
対象	国	カナダ	選択バイアス (問題点を記載)	問題点は記載無し。
	施設名	エルドラド ビーバーロッジ ウラン 鉱山 (サスカチュワン州)		
	従事作業	ウラン採鉱及びその周辺作業		
	人数	8,487 人		
	年齢	被ばく年齢は<30 から ≥40 まで、3 段階に分類。【表 5】		
	性別	男性		
追跡	比較群	カナダ一般国民(カナダ統計局データ)		
	追跡期間	30 年間(1950 年から 1980 年)		
ばく露指標	追跡率	77.5%		
	作業名	ウラン採鉱及びその周辺作業	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	初期空気サンプルはラドン娘核種ではなくラドンガス測定であり、測定頻度も少なかったため、1970 年代に 1966 年 11 月以前の線量について遡及推定された。線量算出には、算術平均ではなく年間中央値が用いられた。ラドン娘核種濃度は、各年の平衡係数を用いラドン濃度から算出された。
	外部ばく露	呼吸による内部被ばく		
内部ばく露				
ばく露レベル	ばく露期間	1948 年から 1980 年の間で各個人により異なる		
	ばく露年数	各個人により異なる		
	平均濃度	各個人の就業場所及び期間により異なる【表 3】		
	濃度範囲	0 WLM ~ ≥250 WLM まで、7 段階に分類。【表 3】		
	線種・核種	ラドン娘核種		
健康影響	影響の種類	固形がん(肺がん)、その他全てのがん(具体的内容記載なし)、がん以外(心臓病、自殺、事故、他)による死亡	影響評価の精度	記載なし。
	情報源	従業員名簿、カナダ統計局死亡者数データベース	観察バイアス (問題点を記載)	前職については、オンタリオ鉱山の従業員名簿にあるものをコホートから除外。また会社所有の記録の精査で前職での被ばく経験のあるものを除外したが、未報告の被ばく経験がある可能性も否定できない。
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	問題点は記載なし。
	その他	初回被ばく時年齢、観察時年齢		
解析	使用モデル	間接標準化法で予測死亡数を計算し、観察された死亡数をポワソン変数として区間推定と有意性を検定。肺がん死には片側 p 値を使用。被ばく線量-反応関係には繰返し加重最小二乗法を使用。相対及び寄与リスク係数は加重線形回帰にて推定。		
	交絡調整方法	モデルに組み込み。		

アウトカム指標およびアウトカム	被ばく線量 5 WLM 以上の集団で肺がん死に非常に有意な相関あり(相対リスクは 2.90)。その他全てのがんによる死には有意な過剰は見られず。【表 1】 初回被ばく後経過年と肺がん死の相関については、被ばく線量 5 WLM 以上の集団で有意で、初回被ばく後 5 年目以降に肺がん死多い。【表 2】 相対及び寄与リスク係数は、それぞれ WLM 当たり 3.28%、100 万人年・WLM 当たり 20.8%と算出された。【表 3、4】 初回被ばく時年齢については 30 歳以前でそれ以後の年齢よりもリスク低下が観察された。30-39 歳の集団と 40 歳以上の集団では相対リスク係数はほぼ似たものであったが、寄与リスク係数では年長集団に相当の上昇が観察された。観察時年齢については、40 歳から 69 歳の間では相対リスク係数はほぼ一定であったが、70 歳以上の集団で下落。寄与リスク係数は 70 歳以上集団を除き、年齢とともに上昇した。【表 5、6】
-----------------	---

書誌情報	作業 No.	754	著者	Edward P R, Renard C
	PMID(PubMedID)	6325913	タイトル	LUNG CANCER IN SWEDISH IRON MINERS EXPOSED TO LOW DOSES OF RADON DAUGHTERS
	研究方法	後ろ向き研究	雑誌名・年:巻:頁	THE NEW ENGLAND OF MEDICINE 310:1485-1494
対象	国	スウェーデン	選択バイアス (問題点を記載)	肺がん死亡者数が相対的に少ない (特に非喫煙者)ため、限界あり
	施設名	LKAB 鉱山		
	従事作業	鉄鉱石採掘		
	人数	1897-1976 年に 1 暦年以上地下での作業に従事した 1,415 人の作業員		
	年齢	1880-1919 年生まれ		
	性別	男性		
追跡	比較群	スウェーデン中央統計局による国内原因別死亡率		
	追跡期間	1951.1.1-1976.12.31		
追跡率	追跡率	91%(1930-50 死亡 121、移住 6、追跡不能 1)【表 1】		
ばく露指標	作業名	鉄鉱石採掘	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	スウェーデン南部～中央部に分布するウラン含有頁岩上に建てられた住宅における高レベルラドンへのばく露が全ラドン娘核種ばく露量に影響した可能性あり
	外部ばく露	情報なし		
内部ばく露	情報なし			
ばく露レベル	ばく露期間	1897-1976 年		
	ばく露年数	平均 19.5 年		
	平均濃度	平均 4.8WLM/年、均累計ばく露量 93.7WLM【図 1】		
	濃度範囲	2~300WLM		
線種・核種	短半減期ラドン娘核種			
健康影響	影響の種類	がん(肺がん、胃がん、その他のがん(リンパ腫、皮膚がん))、がん以外の死因(心臓血管疾患、珪肺)による死亡【表 2】	影響評価の精度	記載なし
	情報源	会社及び労働組合の記録、教会区記録簿	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	調査票で量、種類、喫煙歴について調査(556 人)。	交絡バイアス (問題点を記載)	喫煙の影響については、長期追跡とより詳細な情報が必要。
	その他	情報なし		
解析	使用モデル	職業集団死亡率解析プログラム		
	交絡調整方法	死因、年齢層、累積線量に応じ一定期間ごとの観察死亡数及び期待死亡数を計算		

アウトカム指標およびアウトカム	肺がんリスクと放射線量には、強いばく露量-反応関係あり【表 4、図 2】。職業ばく露限度に近いラドン娘核種ばく露率では、肺がんリスクが増加。リスクは、地下作業を開始した暦年や年齢とは関係ない【表 3、表 5】。喫煙者に対するラドン娘核種が誘発する肺がんの絶対リスクは、非喫煙者よりわずかに高いだけである。肺がんリスクのコントロールには、総ばく露量を制限する必要あり。
-----------------	---

書誌情報	作業 No.	752	著者	Kusiak RA, Springer J, Ritchie AC, Muller J.
	PMID(PubMedID)	1663386	タイトル	Carcinoma of the lung in Ontario gold miners: possible aetiological factors
	研究方法	ヒストリカルコホート研究と先行研究の組み合わせによる解析	雑誌名. 年;巻:頁	Br J Ind Med. 1991; 48:808-17
対象	国	カナダ	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	オンタリオの鉱山		
	従事作業	鉱山での採掘		
	人数	54,128 人		
	年齢	記載なし		
	性別	男性		
	比較群	オンタリオの一般住民を標準集団とする		
追跡	追跡期間	コホート(鉱山)にもよるが、研究は 1928 年から 1986 年までのデータを使用	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	オンタリオの金鉱山労働者の、ラドン崩壊生成物へのばく露量は、他の鉱山の 40 年以上前の測定値を参考に推定されている
	追跡率	記載なし		
ばく露指標	作業名	鉱山労働	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	オンタリオの金鉱山労働者の、ラドン崩壊生成物へのばく露量は、他の鉱山の 40 年以上前の測定値を参考に推定されている
	外部ばく露	記載なし		
ばく露レベル	内部ばく露	シリカ、ヒ素、ラドン崩壊生成物	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	オンタリオの金鉱山労働者の、ラドン崩壊生成物へのばく露量は、他の鉱山の 40 年以上前の測定値を参考に推定されている
	ばく露期間	詳しい記載はないが、恐らく作業中、鉱山により様々		
	ばく露年数	ラドン崩壊生成物は 0.3WLS (working level)以下で、鉱山の場所により様々		
	平均濃度	ヒ素:0~約 6.0%As-y(表 5) ラドン崩壊生成物:0~67WLM		
	濃度範囲	記載なし		
健康影響	線種・核種	記載なし	影響評価の精度	Statistics Canada データベースは、1977 年までで 6%の死亡が捉えられていないと推定されている(鉱山労働者がカナダの外で死亡する可能性があることが原因)
	影響の種類	死亡、がんの罹患		
	情報源	Statistics Canada データベース		
交絡因子の収集	収集の方法	鉱山のヒ素含有量は、鉱山試料を採取、測定した	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	喫煙	あり	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
解析	その他	作業レベル		
	使用モデル	O/E 比、SMR	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
交絡調整方法	ヒ素へのばく露量、作業レベルなどを説明変数、反応変数を O/E とする線形モデルを導入			

書誌情報	作業 No.	664	著者	Rogel A, Carré N, Amoros E, Bonnet-Belfais M, Goldberg M, Imbermon E, Calvez T, Hill C.
	PMID(PubMedID)	15597358	タイトル	Mortality of workers exposed to ionizing radiation at the French National Electricity Company.
	研究方法	コホート研究	雑誌名, 年, 巻, 頁	Am J Ind Med.;47(1):72-82:2005
対象	国	フランス	選択バイアス (問題点を記載)	一般国民に比較した電力会社の原子力部門で働く者の死亡率は有意に低い。”健康な労働者”効果による。
	施設名	19 の原子力発電所を預かるフランス国営電力会社		
	従事作業	電離放射線を扱う原子力部門の従業者		
	人数	22,395 人		
	年齢	試験開始時点平均年齢 27.7 歳 (17.7-69.5 歳) 【表 1】		
	性別	女性が 3.4%(763 人)、男性が 96.6%(21,632 人) 【表 1】		
	比較群	電力会社の非ばく露者		
追跡	追跡期間	平均追跡期間として 11.7 年 (1-33.5 年) 【表 1】	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	内部被ばくによる汚染を受けた、相当量の中性子放射線を受けた者は除外。被ばく歴は一部質問および専門家による情報がある。先行研究に倣って調整。
	追跡率	100% 0.0%(7 人) が追跡不能。 【表 1】		
ばく露指標	作業名	電離放射線を扱う原子力部門の従業者	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	内部被ばくによる汚染を受けた、相当量の中性子放射線を受けた者は除外。被ばく歴は一部質問および専門家による情報がある。先行研究に倣って調整。
	外部ばく露 内部ばく露	作業者のフィルムバッジによる全身線量を使用。		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし (表 2 において近傍情報)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	内部被ばくによる汚染を受けた、相当量の中性子放射線を受けた者は除外。被ばく歴は一部質問および専門家による情報がある。先行研究に倣って調整。
	ばく露年数	-		
	平均濃度	平均累積線量として、5.5mSv		
	濃度範囲	0-608mSv 7%(1,499 人) は累積線量として 0 に等しい。0.4%(88 人) は 200mSv を超えていた。		
	線種・核種	電離放射線 (γ 放射線、中性子放射線、内部被ばく除く)		
健康影響	影響の種類	がん死亡	影響評価の精度	内部分析は検出力不足のため有意な結果が出なかった。
	情報源	国家個人認証登録 (RNIPP) の死亡登録	観察バイアス (問題点を記載)	社会経済状況の情報が欠けていた者は、0.3%(職業カテゴリー)、2%(教育レベル)。←問題なしとする。
	収集の方法	12 名については、RNIPP と社内情報を比較検討。		
交絡因子の収集	喫煙	SMR で喫煙関連のがんによる死亡を比較	交絡バイアス (問題点を記載)	地域差の確認は保証できない。安定的にその地域で働く人がほとんどとするが、一部の人は参加時点からの移動がある。
	その他	性別、試験開始時の年、試験開始時の年齢、社会経済状況、特定被ばく。健康労働者効果の影響を見るため、時間依存性の差異、暦年、年齢別、雇用からの年月、従業期間を SMR で算定。		
解析	使用モデル	<外部分析 SMR>ポアソン回帰と RR モデルを SMR 算定に使用。異質性は尤度比検定で確認。 <内部分析> 白血病 2 年のラグ、その他の死亡は 10 年のラグをとり、年齢、暦年、性別、社会経済状況を層化してリスク(人年)をマンテル傾向検定に相当する方法で片側検定で算定。	交絡バイアス (問題点を記載)	地域差の確認は保証できない。安定的にその地域で働く人がほとんどとするが、一部の人は参加時点からの移動がある。
	交絡調整方法	層化		

<p>アウトカム 指標 および アウトカム</p>	<p><外部分析> 全死亡 SMR=0.48 (90%CI:0.44-0.52)。健康労働者効果が見られた。全がん死亡 SMR=0.58 (90%CI:0.49-0.68)。喫煙関連がん死亡 SMR=0.50 (90%CI:0.39-0.63)。呼吸器関連のがんは観察されず、口、咽頭、食道、肺関連のがんは明らかに少ない。白血病 (CLL を除く) 死亡 SMR=0.70 (90%CI: 0.27-1.46)。【表 4】 死亡における異質性は試験開始年および暦年で認められ、試験開始年齢が高いほど、また発症年齢が高いほど全死亡の SMR は増加した。社会経済状況が高いほど全死亡および全がん死亡の SMR は減少した。雇用からの年月および労働期間との相関は有意ではない。【表 5】 <内部分析> いかなる死亡においてもリスクと線量に有意な相関は見られなかった。白血病を除く全がん死亡の RR=0.85 (90%CI:0.16-7.22)。【表 6】</p>
---------------------------------------	---

書誌情報	作業 No.	737	著者	Howe, G. R., L. B. Zablotska, J. J. Fix et al.		
	PMID(PubMedID)	15624306	タイトル	Analysis of the mortality experience amongst U.S. nuclear power industry workers after chronic low-dose exposure to ionizing radiation		
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Radiat. Res. 162(5): 517-526 (2004)		
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	比較的若い対象者が中心		
	施設名	15 施設(付録表 1 参照)				
	従事作業	原子力発電所における作業(詳細は不明)				
	人数	53,698 人				
	年齢	平均 30.5 歳				
	性別	男性 88.1%				
追跡	比較群	米国一般集団				
	追跡期間	1979~1997 年				
ばく露指標	追跡率	情報なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし		
	作業名	原子力発電所における作業(詳細は不明)				
	外部ばく露	情報なし				
ばく露レベル	内部ばく露	情報なし				
	ばく露期間	1983~1995 年				
	ばく露年数	11.9 年				
	平均濃度	25.7mSv				
健康影響	濃度範囲	情報なし				
	線種・核種	情報なし				
健康影響	影響の種類	がん死亡及びその他の死亡【表 5 参照】	影響評価の精度	NDI は高い感度と特異度をもつ		
	情報源	NDI	観察バイアス (問題点を記載)	イベント数が少なく、検出力が低い		
	収集の方法	データリンケージ				
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	喫煙に関する情報を収集していない。社会経済的地位を職業階級によってのみ判断している。		
	その他	性、年齢、暦年、人種、施設、観察年数				
解析	使用モデル	米国一般集団とを基準とした SMR、被ばく量を 4 カテゴリに分けた傾向検定、被ばく量を 12 カテゴリ(擬似連続量)とした線形 ERR モデルによる ERR の推定。				
	交絡調整方法	層化、ERR モデル				
アウトカム指標およびアウトカム	SMR では健康職業効果が強く見られた【表 2】。被ばく量とイベント発生との量反応関係は、白血病【表 3】、固形がん【表 4】、その他の疾患【表 5】のいずれにおいても有意にならなかった。					

書誌情報	作業 No.	775	著者	Gilbert ES, Koshurnikova NA, Sokolnikov ME, Shilnikova NS, Preston DL, Ron E, Okatenko PV, Khokhryakov VF, Vasilenko EK, Miller S, Eckerman K, Romanov SA.
	PMID(PubMedID)	15624305	タイトル	Lung cancer in Mayak workers
	研究方法	ヒストリカルコホート研究	雑誌名: 年: 巻: 頁	Radiat Res. 2004; 162:505-16
対象	国	ロシア	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	Mayak Production Association		
	従事作業	核作業		
	人数	21,790 人		
	年齢	記載なし		
	性別	男性 16,548 人(76%)、女性 5,332 人(24%)		
追跡	比較群	なし		
	追跡期間	1948 年以降に働き始めた人を 2000 年末まで追跡		
追跡率	追跡率	90%		
	作業名	Mayak での核関連作業		
ばく露指標	外部ばく露	測定あり	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	ばく露量データがない対象者については、仕事歴(場所、勤務開始日、仕事環境データなど)を用いてカテゴリー化されたばく露量のどれかにあてはめて解析を行った。
	内部ばく露	プルトニウムの肺へのばく露		
ばく露レベル	ばく露期間	記載なし		
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	平均外部ばく露量: 0.80Gy 平均内部ばく露量: 0.24Gy		
	濃度範囲	カテゴリー化されたばく露量は表 1.2 にあり、外部被ばくは 0.1 以下、0.1-1、1 以上、内部被ばくは 0-0.2、0.2-1.0、1.0-3.0、3.0-5.0、5.0 以上に分類(単位は Gy)		
	線種・核種	アルファ線、ガンマ線		
健康影響	影響の種類	肺がん発症	影響評価の精度	記載なし
	情報源	記載なし	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	記載なし		
交絡因子の収集	喫煙	一部あり	交絡バイアス (問題点を記載)	一部の対象者で喫煙に関する情報が欠けている
	その他	性別、年齢、就職時年齢		
解析	使用モデル	ERR モデル、EAR モデル		
	交絡調整方法	交絡因子と思われるものを各モデルの説明変数として導入		
アウトカム指標およびアウトカム	肺がん罹患リスクは、被ばく量と線形の関連にあった。プルトニウム内部被ばくに関して、1Gy あたりの ERR は女性で 19(95%CI: 9.5-39)であり、男性の 4.7(95%CI: 3.3-6.7)よりも、約 4 倍高い一方で、EAR は女性で 49(95%CI: 29-78)では男性の 115(95%CI: 81-156)の半分であった。また、年齢が増加すると ERR は減少する一方、EAR は 65 歳までは年齢とともに増加し、以降減少した。			

書誌情報	作業 No.	769	著者	T.Aoyama, S.Yoshinaga, Y.Yamamoto, H.Kato, Y.Shimizu, et al.
	PMID(PubMedID)	PubMed に記載なし	タイトル	Mortality Survey of Japanese radiological technologists during the period 1969-1993
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年;巻:頁	Radiat Prot Dosim. 1998; 77:123-128
対象	国	日本	選択バイアス (問題点を記載)	様々な原因による SMR の増加がみられなかったのは、健康労働者効果(healthy worker effect)や、放射線作業従事者は健康診断などをより多く行うことによる利益によるものである可能性がある
	施設名	厚生労働省に登録済みの放射線従事者(radiological technologist)		
	従事作業	放射線を取り扱う作業		
	人数	12,133 人(270,585 人年)		
	年齢	34 歳		
	性別	男性		
追跡	追跡期間	1969~1993 年	追跡率	約 97.9%(誕生年で3つのサブコホートにわけた打ち切り割合を表 2 に記載)
	追跡率			
ばく露指標	作業名	記載なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	1933 年以前に生まれた対象者 3,481 名については、山本法によりばく露量を推定
	外部ばく露	記載なし		
	内部ばく露	記載なし		
ばく露レベル	ばく露期間	記載なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	466.0mGy		
	濃度範囲	標準偏差 273.0mGy		
	線種・核種	記載なし		
健康影響	影響の種類	がん、白血病などによる死亡	影響評価の精度	記載なし
	情報源	死亡診断書のコピー	観察バイアス (問題点を記載)	転移性腫瘍の扱いなど、脳腫瘍診断の定義が明確でない。また ICD9 では非実質脳内腫瘍(髄膜腫など)を脳の悪性新生物と定義していないため、脳腫瘍の期待死亡数が過小推定され、したがって脳腫瘍の SMR が過大評価されている可能性がある(注:この研究では非実質脳内腫瘍を脳腫瘍に含めていると考えられる)。
	収集の方法	記載なし		
交絡因子の収集	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	たばこやアルコールなどの交絡要因などで調整を行っていない
	その他	なし		
解析	使用モデル	SMR、ポアソン回帰モデル	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法	総ばく露量をカテゴリー化して、ポアソン回帰モデルの説明変数とする(分類は 0.5Gy 未満、0.5-0.69Gy、0.70-0.99Gy、1.0Gy 以上(表 6))		
アウトカム指標およびアウトカム	全ての原因による死亡、全ての悪性新生物、白血病、肺がん、胃がん、大腸がん、脳腫瘍、その他神経系のがんの SMR はそれぞれ順に 0.64(0.60-0.69)、0.81(0.74-0.89)、1.31(0.80-2.02)、0.62(0.47-0.80)、0.65(0.53-0.79)、1.29(0.90-1.80)、3.58(1.64-6.79)、7.27(1.09-26.3)であった(括弧内は 95%CI を示す)。推定総ばく露量と、脳腫瘍とその他神経系のがんを除く主要部位のがん、脳卒中、心疾患には有意な関連はみられなかった。			

書誌情報	作業 No.	760	著者	Laurier, D., M. Tirnarache, N. Mitton et al.
	PMID(PubMedID)	PMID: 15074570	タイトル	An update of cancer mortality among the French cohort of uranium miners: extended follow-up and new source of data for causes of death
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年;巻:頁	Eur. J. Epidemiol. 19(2): 139-146 (2004)
対象	国	仏国	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	フランス原子力庁が管理してきたウラン鉱山の工夫		
	従事作業	ウラン鉱山		
	人数	1946-1972年に作業を開始して、2年以上の作業経験がある1,785人の作業員		
	年齢	追跡終了時の平均年齢(63.1歳)		
	性別	男性のみ		
	比較群	全仏国民(男性)の死亡率(外部比較)		
追跡	追跡期間	1994年12月31日まで 平均追跡期間として31.6年 85歳で追跡終了	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	1956年以前は換気システムの性能の問題などから被ばく量が大きい。また、個人線量データによるばく露量評価は1956年以降からとなっている。
	追跡率	1994年12月31日時点までで99% (※第一次解析と変わらない)		
ばく露指標	作業名	ウラン採掘	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	1956年以前は換気システムの性能の問題などから被ばく量が大きい。また、個人線量データによるばく露量評価は1956年以降からとなっている。
	外部ばく露	WLM		
ばく露レベル	内部ばく露	1946-1955年の線量は専門家により再評価。1956年以降はリアルタイムでの個人線量データを利用。	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	1956年以前は換気システムの性能の問題などから被ばく量が大きい。また、個人線量データによるばく露量評価は1956年以降からとなっている。
	ばく露期間	平均ばく露期間(15.1年)		
	ばく露年数	-		
	平均濃度	71.3WLM		
	濃度範囲	0.02~960.1WLM		
線種・核種	プルトニウム α (Pu-239が大半、一部Pu-240、Pu-238)、その他の放射線としてアメリカシウム-241、Pu-241			
健康影響	影響の種類	がんによる死亡	影響評価の精度	SMRの母集団は、フランスの男性に関する死亡率のデータを利用。
	情報源	1968年より前の死亡については国家統計局(OSN)の所有する死亡登録を利用。1990年より後については国家死亡率データベース(NMD)を利用。1968年から1990年についてはOSNとNMDの双方ともに利用。	観察バイアス (問題点を記載)	異なるデータベースを用いた死因同定の結果で解析を比較
	収集の方法	産業医の協力等をもとに死因を同定		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	年齢、暦年で調整
	その他	年齢、暦年		
解析	使用モデル	SMR(両側検定)、 ポアソン回帰(内部比較、外部比較双方について実施) ・過剰相リスク(ERR)を推定 ・潜伏期間は5年を想定 ・ばく露指標を就労期間とした解析も実施	交絡バイアス (問題点を記載)	年齢、暦年で調整
	交絡調整方法	年齢、暦年を層化して調整		

アウトカム指標およびアウトカム

肺がんについては異なる死因同定のデータを用いた場合においても、観察期間全てにおいて、SMRの有意な増加が確認された(P=0.001)。
 第一回解析で示唆された、咽頭がんのSMRの有意な増加は今回の解析では確認できなかった。
 肺がんについてはWLMあたりのERRは以下と推定され累積線量に伴う死亡率の増加を示唆するものとなった。
 ・内部比較で0.0047(95%CI: -0.0005~0.0098, P<0.04)
 ・外部比較で0.0059(95%CI: -0.0001~0.0118, P<0.03)
 肺がんのリスクと就労期間の間には関連性は認められなかった。
 咽頭がんについては統計的に有意なERRは推定されなかった。
 その他のがんについては有意な増加は認められなかった。

全がんについては有意な増加となったが肺がんを除くと有意ではなくなった。そのため、全がんの増加は肺がんによるものと考えられる。
--

書誌情報	作業 No.	589	著者	Travis, L. B., M. Gospodarowicz, R. E. Curtis et al.
	PMID(PubMedID)	11830608	タイトル	Lung cancer following chemotherapy and radiotherapy for Hodgkin's disease
	研究方法	コホート内症例対照研究	雑誌名・年・巻・頁	J. Natl. Cancer Inst. 2002; 94 (3): 182-92
対象	国	アメリカ(コネチカット、アイオワ)、デンマーク、フィンランド、オランダ、スイス、カナダ(オンタリオ)	選択バイアス (問題点を記載)	放射線治療や化学療法を受けていない患者、一般住民を含めていない。特定のがん登録システムからサンプリングしている。研究対象者の喫煙率が高かった。
	施設名	がん登録システム		
	従事作業	1965～1994年にホジキン病の診断で化学療法、放射線療法を受けた患者		
	人数	症例:222 対照:444		
	年齢	診断時年齢 48.5歳		
	性別	男性 75.2%		
	比較群	症例と同じコホートでホジキン病で肺がんを発症しなかった者(登録システム、性別、診断時年齢、喫煙状況、放射線量でマッチングし、症例の患者が肺がんと診断されるまで生存していた者をランダムに抽出)、診断後1～4年以内に肺がんを発症した者は除外せず(診断後この期間に肺がん発症するリスクが高いと言われており、治療の影響と比較するため)		
追跡	追跡期間	記載なし		
	追跡率	記載なし		
ばく露指標	作業名	ホジキン病での放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	アルキレート物質の累積投与量は、症例で86.4%、対照で90.2%で把握。
	外部ばく露	放射線治療		
	内部ばく露	記載なし		
ばく露レベル	ばく露期間	0～9以上サイクルの範囲で4群に分類	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	マントル照射では36Gy		
	濃度範囲	0～40以上の範囲を6群に分類		
	線種・核種	記載なし		
健康影響	影響の種類	肺がんの発症	影響評価の精度	肺がんの有無・位置は、明らかに悪性腫瘍で、転移や再発ではないことを、病理診断録、放射線録、カルテ情報を用いて2名の研究者が個別に確認。放射線療法は、マントル照射、マントル照射と逆Y字型照射、腹部か逆Y字型照射、縦隔部照射、その他の領域に分けて分類。化学療法ではアルキレート物質、DNAトポイソメラーゼII阻害薬の累積投与量を評価。肺がんの位置と放射線の情報が無い患者は除外(症例:23人、対照50人)。
	情報源	病院カルテ情報、放射線施設の記録(X線写真・断層写真)	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	病院カルテ情報、放射線施設の記録から収集		
交絡因子の収集	喫煙	情報あり(喫煙歴、種類や累積量、禁煙時期を診断1年前までさかのぼり収集)、非喫煙・現在喫煙(1日あたり1箱未満・1～2箱、2箱以上に分類)・診断5年以上前に喫煙経験あり・葉巻とパイプのみ喫煙・不明に分類	交絡バイアス (問題点を記載)	喫煙状況は系統的に同一フォーマットで情報が管理されていない。治療と喫煙の相互作用が十分検討できていない。
	その他	国(登録システム)・性別・年齢・診断時年齢・喫煙状況・放射線量		

解析	使用モデル	条件付き回帰分析にて相対リスク比の最尤推定値を算出。		
	交絡調整方法	マッチング		

アウトカム指標およびアウトカム	<p>肺がん発生の有無 【放射線治療なしのアルキレート物質治療】RR=4.2(95%CI2.1 – 8.8) 【アルキレート物質治療なしの 5Gy以上での放射線治療】RR=5.9(2.7 – 13.5) 【肺がん診断 5 年前の喫煙あり】RR=22.6(9.5 – 65)、メクロレタミン・プロカルバジンの累積投与量に比例してリスクが高まる、アルキレート物質治療では治療後 4 年以内にリスクが高まるのに対し、放射線治療では 5 年以降にリスクが高まり 20 年持続する。</p>
-----------------	--

書誌情報	作業 No.	591	著者	van Leeuwen, F. E., W. J. Klokman, M. Stovall et al.
	PMID(PubMedID)	7563187	タイトル	Roles of radiotherapy and smoking in lung cancer following Hodgkin's disease
	研究方法	コホート内症例対照研究	雑誌名・年;巻:頁	J. Natl. Cancer Inst. 1995; 87(20): 1530-7
対象	国	オランダ(アムステルダム、ロッテルダム)	選択バイアス (問題点を記載)	ホジキン病年齢はコホート全体よりも年齢が高い者が多かった。
	施設名	オランダがんセンター、Dr. Daniel den Hoed がんセンター		
	従事作業	1966~1986年にホジキン病で登録されていた患者でホジキン病診断後1年以降に肺がんと診断された者		
	人数	症例:30 対照:82		
	年齢	診断時年齢 症例:49.9歳 対照:49.2歳		
	性別	約96%男性		
追跡	比較群	同がんセンターにホジキン病で登録されていた患者(センター、性別、年齢+/-3歳、診断時年齢+/-5歳でマッチング)、1症例につき2~3名の対照を設定		
	追跡期間	3~23年 平均10年		
ばく露指標	追跡率	97%	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	治療シミュレーションを実施し、肺における吸収線量をリチウム闪烁化合物線量計にて3次元で測定。測定装置の測定誤差は5%以内。
	作業名	ホジキン病での放射線治療		
ばく露レベル	外部ばく露	マンテル照射・鎖骨照射・逆Y字型照射・脾臓照射・大動脈照射を除く放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	内部ばく露	記載なし		
	ばく露期間	記載なし		
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	(計算上の数値を治療での数値に換算)		
	濃度範囲	記載なし		
健康影響	線種・核種	8MVリニア加速器からの光子(全体の73%)、常用電圧X線、コバルト60、エレクトロン	影響評価の精度	全てのカルテ情報を入手し、複数の病院で治療を受けていた場合も全ての病院から入手。化学療法や放射線療法の要約が完成した後、1名の内科医によってそれらの正確さを精査。90%の対象で喫煙状況を把握。
	影響の種類	肺がんの発症		
	情報源	病院カルテ、GPへの質問紙調査、本人への聞き取り		
交絡因子の収集	収集の方法	病院カルテ入手、喫煙状況に関してGPに質問紙調査と内科医による本人への聞き取り	観察バイアス (問題点を記載)	4名で化学療法の情報が不正確だったため、同様の治療を行っていた患者の投与量で代替。10名で診断以前の年間喫煙本数が不明だったため、同様の喫煙習慣のある患者の中央値で代替。
	喫煙	情報あり(診断前と診断から肺がん発症までの喫煙量・期間・種類)、対照でも同期間における喫煙状況を調べた		
解析	その他	がんセンター、性別、年齢、診断時年齢、	交絡バイアス (問題点を記載)	喫煙状況を複数の情報源から確認し、食い違っている場合がいくつかあり、研究者3名で検討しもってもらいたい喫煙状況を決めた。
	使用モデル	尤度比検定にて相対リスク比を算出。ロジスティック回帰分析で化学療法投与量・機転量に応じてリスクが高まるかを検討。		
アウトカム指標およびアウトカム	交絡調整方法	マッチング		
<p>アウトカム指標 および アウトカム 肺がん発症の有無 【放射線治療】RR=4.1(95%CI0.48-36)p=.19、【放射線量に応じたリスク】9Gy以上の照射は1Gy以下の照射と比較してRR=9.6(0.93-98)p=.01 【喫煙量に応じたリスク】年間10箱以上喫煙は年間1箱以下と比較してRR=6.2(1.2-3.1)p=.03</p>				

書誌情報	作業 No.	749	著者	Xuan XZ, Lubin JH, Li JY, Yang LF, Luo AS, Lan Y, Wang JZ, Blot WJ.		
	PMID(PubMedID)	8449705	タイトル	A cohort study in southern China of tin miners exposed to radon and radon decay products.		
	研究方法	ヒストリカルコホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Health Phys. 1993; 64:120-31		
対象	国	中国	選択バイアス (問題点を記載)	1976-1979年間の対象者データのマッチがうまくいかないという問題が起こったため、1980-1987年の間に起こった肺がん発症の総数のおよそ半分が1976-1979年に起こったと仮定して解析を行った。これはリスク推定に多少のバイアスを引き起こすだろう。		
	施設名	Yunnan Tin Corporation				
	従事作業	炭鉱作業				
	人数	17,143人				
	年齢	就職平均年齢は18.3歳				
	性別	男性のみ				
追跡	比較群	ばく露なし群(詳細な記載なし)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	喫煙に関する情報が24%の対象者で失われている。		
	追跡期間	1987年までのデータを利用				
ばく露指標	作業名	炭鉱作業	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	喫煙に関する情報が24%の対象者で失われている。		
	外部ばく露	記載なし				
ばく露レベル	内部ばく露	ラドン: 作業レベル(WL) (1WLは、1Lの空気中に存在する どのラドン子孫核種の組み合わせで あれ、それらが130,000MeVのアルファ エネルギーを最終的に放出する) ヒ素	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	喫煙に関する情報が24%の対象者で失われている。		
	ばく露期間	平均13.5年				
	ばく露年数	175143人年				
	平均濃度	<ラドン> 1950年以前...2.3WL 1960年代...2.2WL 1971-1975年...1.7WL 1980年...1.2WL 1985年...0.9WL 年々減っていく傾向があるが、WLに ばく露期間(month)を掛けたWLMは 平均して275.4 <ヒ素> 1950年代半ばまで...0.4mg/(m ³) 1960年...0.12mg/(m ³) 1970年...0.03mg/(m ³) 1980年...0.02mg/(m ³) 1990年...0.01mg/(m ³) 対象者平均は1.2mg/(m ³)				
	濃度範囲	記載なし				
	線種・核種	放射性ラドン、ヒ素				
健康影響	影響の種類	肺がんの発症	影響評価の精度	Yunnan Tin Corporationでは、退職者へのコンタクトもとっているため、彼らの現在の生存状況確認も可能である。また、研究対象者すべてについて肺がん発症の際の捕捉は完璧に行われていると考えられる。		
	情報源	Yunnan Tin Corporationに保存されているデータに加え、生存調査を行う			観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	記載なし				
交絡因子の収集	喫煙	あり(非喫煙者、シガレットのみの喫煙者、パイプのみの喫煙者などに分類)	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし		
	その他	記載なし				
解析	使用モデル	ポアソン回帰モデル、リスク比回帰モデル	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし		
	交絡調整方法	年齢、喫煙状況、ラドン・ヒ素ばく露(アウトカムとしない方)を上記モデルに説明変数として組み込む				
アウトカム指標およびアウトカム	肺がん発症の過剰相対リスクが、1作業レベル上昇ごとに0.6%増加(95%信頼区間は0.4-0.8)ヒ素を含む粉塵へのばく露により調整すると、1作業レベル上昇ごとの過剰相対リスクは0.2%(95%信頼区間0.1-0.2)ラドンの影響は、ばく露からの時間がたつにつれて有意に減少することから、低いラドン濃度への長期間のばく露の方が高いラドン濃度への短時間のばく露より有害であることが示唆された。					

書誌情報	作業 No.	761	著者	Tirmarche, M., A. Raphalen, F. Allin et al.
	PMID(PubMedID)	PMID: 8494704	タイトル	Mortality of a cohort of French uranium miners exposed to relatively low radon concentrations
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Br. J. Cancer 67(5): 1090-1097 (1993)
対象	国	仏国	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	フランス原子力庁が管理してきたウラン鉱山の鉱夫		
	従事作業	ウラン鉱山		
	人数	1946-1972年に作業を開始して、2年以上の作業経験がある1,785人の鉱夫		
	年齢	1985年12月31日時点での生存者の平均年齢(57歳)		
	性別	男性のみ		
追跡	比較群	全仏国民(男性)の死亡率(外部比較)	追跡期間	1985年12月31日まで
	追跡率	1985年12月31日時点までで99%		平均追跡期間として29年
ばく露指標	作業名	ウラン採掘	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	1956年以前は換気システムの性能の問題などから被ばく量が多い。また、個人線量データによるばく露量評価は1956年以降からとなっている。
	外部ばく露	WLM		
ばく露レベル	内部ばく露	1946-1955年の線量は専門家により再評価。1956年以降はリアルタイムでの個人線量データを利用。	影響評価の精度	SMRの母集団は、フランスの男性に関する死亡率のデータを利用。
	ばく露期間	平均ばく露期間(14.5年)		
	ばく露年数	-		
	平均濃度	70.4WLM		
	濃度範囲	<0から300+WLMの5段階区分		
健康影響	線種・核種	ラドンとその娘核種による被ばく	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	影響の種類	がんによる死亡	交絡バイアス (問題点を記載)	年齢、暦年で調整
交絡因子の収集	情報源	産業医の協力等をもとに死因を同定	交絡バイアス (問題点を記載)	年齢、暦年で調整
	収集の方法	地域の医療機関等の協力		
解析	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	年齢、暦年で調整
	その他	年齢、暦年		
解析	使用モデル	SMR(両側検定)、傾向性検定(ポアソン分布に基づく)ポアソン回帰(SMR(D)= $\alpha + \beta \cdot D$)潜伏期間は5年を想定	交絡バイアス (問題点を記載)	年齢、暦年で調整
	交絡調整方法	年齢、暦年を層化して調整		

アウトカム指標およびアウトカム	<p>肺がんと喉頭がんの SMR で統計的に有意な増加が認められた((肺がん SMR=2.13(95%CI:1.55-2.85) (P<0.001)、喉頭がん SMR=2.35(95%CI:1.37-3.76) (P=0.001)。)</p> <p>傾向性検定の結果、肺がんについては、5年の潜伏期を想定した場合、被ばく線量と SMR の増加に有意な関係が認められた(P=0.03)。喉頭がんについては有意な関係は認められなかった。</p> <p>ポアソン回帰による分析では、肺がんについて、SMR の WLM に対する増加が 0.6%(標準誤差:0.4%)となった。</p>
-----------------	---

書誌情報	作業 No.	636	著者	Davis FG, Boice JD Jr, Hrubec Z, Monson RR.
	PMID(PubMedID)	2790825	タイトル	Cancer mortality in a radiation-exposed cohort of Massachusetts tuberculosis patients
	研究方法		雑誌名: 年: 巻: 頁	Cancer Res. 1989;49:6130-6
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	
	施設名	マサチューセッツ州の 12 病院		
	従事作業	1925-54 年の間に結核で入院し、退院した患者で、肺虚脱療法中に蛍光板透視法による胸部検査を受けたもの		
	人数	6,285 名		
	年齢	ばく露時平均年齢 33 歳		
	性別	男性 2,956 名 女性 3,329 名		
	比較群	1925-54 年の間に結核で入院し、退院した患者で、蛍光板透視法による胸部検査を受けなかったもの 7,100 名(男性 3,916 名 女性 3,184 名)		
追跡	追跡期間	平均 25 年		
	追跡率	92%		
ばく露指標	作業名	蛍光板透視法による胸部検査での照射放射線	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	外部ばく露	X 線		
	内部ばく露			
ばく露レベル	ばく露期間	平均ばく露期間/検査回数 29 か月/77 回	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数			
	平均濃度	肺 0.84Gy 食道 0.80Gy 乳房 0.75y 【表 1】		
	濃度範囲			
	線種・核種	X 線		
健康影響	影響の種類	死亡	影響評価の精度	放射線の健康影響のうち死亡につながらなかったものは評価できていない。
	情報源	人口動態統計を社会保障庁や National death index のデータと連結させた	観察バイアス (問題点を記載)	肺がん死が結核による死に誤分類された可能性がある。 気胸の手術を受けた患者の健康影響は他の治療を受けた患者とは異なると考えられる。 結核やがん以外の肺疾患の死亡率への影響が突出して大きく、放射線の影響の評価が歪められた可能性がある。
	収集の方法			
交絡因子の収集	喫煙	情報あり(喫煙歴)	交絡バイアス (問題点を記載)	結核の外科的治療を受けた患者は、肺組織の一部が切除されたためにがん発症リスクが低下した可能性がある。 結核の診断や肺虚脱療法の実施が喫煙行動やその他の交絡因子に影響した可能性がある。
	その他	飲酒歴、肺の手術歴、結核のステージ、退院後の生存時間		
解析	使用モデル	SMR とばく露後経過時間との用量反応性の検定には Breslow ら(文献番号 21)の乗法モデルを用いた。	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法	交互作用は層化。		
アウトカム指標およびアウトカム	<p>1925-80 年のアメリカ合衆国の死亡率を基準とした SMR を算出。 ばく露の有無、性別ごとに見た全死因の SMR はほとんど同じで、1.7-2.0 の間であった。死亡のうち 40% が結核によるもの (SMR: 62-77)、8% ががん以外の呼吸器疾患によるもの (SMR: 2.3-3.2) であった【表 3】 ばく露後経過時間別にみると、肺がん死の SMR は 10 年未満の層で 1.7、10 年以上の層では 0.7 (95%CI 0.6-0.9) であった。食道がん死では経過時間が長くなるほど SMR が減少するという傾向が見られた。白血病では有意なリスクの増加は見られなかった。10 年以上の層の女性では乳がんの SMR が 1.4 (1.1-1.8) であり、全死因におけるリスク増加の 43% が乳がんによるものであると分かった。【表 5】 吸収線量と肺がん死の SMR との間の用量反応関係は、被ばく時年齢で層別 (30 歳未満・30 歳以上) しても観察されなかった【表 6】。 乳がん死については、乳房の吸収線量が 1Gy 以上の女性で SMR が有意に増加しており (SMR 2.5)、また全体でみると吸収線量と SMR との間に正の用量反応関係が観察された (p=0.01)。また非ばく露群で、結核と診断された年齢が 30 歳未満の患者で SMR の有意な増加が、30 歳以上で有意な減少がそれぞれ観察された【表 9】。</p>			

書誌情報	作業 No.	642	著者	Michele Morin Doody, MS, John E. Lonstein, MD, Marilyn Stovall, PhD, David G. Hacker, BS, Nickolas Luckyanov, PhD, Charles E Land, PhD
	PMID(PubMedID)	10954636	タイトル	Breast cancer mortality after diagnostic radiography: findings from the U.S. Scoliosis Cohort Study.
	研究方法	後向きコホート研究	雑誌名・年;巻:頁	Spine15;25(16):2052-63; 2000
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	追跡不可能なケースの生死を考慮すると、SMRの結果は低くなる可能性がある。
	施設名	アメリカの大規模整形医療機関 14 施設		
	従事作業・被ばく 露対象	1912-1965 年の間、小児期もしくは青年期に脊柱側弯症(脊柱側弯症、脊柱後弯症、脊柱前弯症、脊椎後側弯症を含む)でX線撮影で診断を受けた女性		
	人数	5,573 名 【表 1】 追跡可能者として 220,000 人年		
	年齢	10.1 歳 (範囲:0-19 歳) (診断年齢として)		
	性別	女性 100%		
	比較群	ばく露を受けた対象者のうち生存者		
追跡	追跡期間	平均 40.5 年 【表 1】		
	追跡率	89%		
ばく露指標	作業名	脊柱側弯症の放射線検査	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	放射線技術が 1920 年以降劇的に変化しているため、胸部線量の推定は 1920-1939 年、1940-1959 年、1960-1975 年、1976-1989 年の期間に分けた。13 歳未満と 13 歳以上で照射形状ごとの胸部への放射線量を推定。(1920-1939 年は不明のため、診断医専門家の推奨に従い 1930-1959 年の 2 倍線量で計算。ただし 1940 年以前の検査は全体の 6%のためインパクトは低いと考える。)【表 2】推定線量の情報が不十分な 13.5% について、そのうちの 88.4%はその患者が受けた全ての検査から得た平均線量とし、11.6%は年齢、暦年、医療機関の類似した他の患者の平均線量を採用。
	外部ばく露	—		
	内部ばく露	—		
ばく露レベル	ばく露期間	一般に数年にわたって放射線のばく露を受ける。		
	ばく露年数	—		
	平均濃度	胸部線量の平均は、10.8cGy		
	範囲	0-170cGy		
	線種・核種	情報なし		
健康影響	影響の種類	がん死亡	影響評価の精度	記載なし
	情報源	診断と治療の履歴は、医療機関の診療記録。	観察(情報)バイアス (問題点を記載)	診療記録、放射線記録、胸部線量の欠損値は、1つの医療機関の実績に基づくパラメータを使用して推定。胸部総線量は下方のゆがみがある可能性がある。一般女性が脊柱側弯症の女性と比較可能か不明確である。
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	病因、診断年齢、診断年、術歴、治療歴、彎曲度、初回放射線検査年齢		
解析	使用モデル	ポアソン回帰分析で放射線量ごとの線形モデル超過相対リスクを使用。		
	交絡調整方法	ポアソンモデル線形線量相関分析【表 8】		

<p>アウトカム 指標 および アウトカム</p>	<p>全死亡 SMR=1.71 (95%CI:1.6-1.8)。乳がん死亡 SMR=1.69 (95%CI:1.3-2.1)。白血病死亡 SMR=1.21 (95%CI:0.6-2.3) は比較群と比べて有意に高かったが、肺がん死亡 SMR=0.73 (95%CI:0.5-1.1) について有意差はなかった。平均推定線量は骨髄 1.0cGy、肺 4.0cGy で低い。【表 5】</p> <p>青年期 (≥10 歳) の発症でリスクの有意な増加が認められる。【表 6】</p> <p>神経筋、原因不明によるリスクはそれぞれ 2.1 倍、2.6 倍。</p> <p>乳がん発症の女性のほとんどについて、彎曲度は不明だが、30° 以下もしくは 60° 以上の彎曲をしている女性での死亡はほとんど見られない。</p> <p>脊椎手術の数の増加に伴い乳がん死亡リスクが増加する。(傾向 P=0.004)</p> <p>胸部への被ばくが行われた放射線検査の数増加、胸部への推定蓄積線量増加、初回の放射線検査の年齢低下に伴い乳がんリスクが上がる。初回放射線検査からの時間経過、検査終了の年齢によるリスク差は有意でない。【表 6】</p> <p>放射線検査回数の増加に伴い乳がんリスクが増加する。(傾向 P=0.0006) 50 回以上の検査により 4 倍のリスク。累積放射線量に伴いリスクの有意な増加傾向が認められる。(傾向 P=0.001) 20cGy 以上の胸部線量は 3 倍のリスク。</p> <p>1Gy における推定 ERR は、交絡非調整の場合 5.4 (95%CI:1.2-14.1)。調整後は 2.7 (95%CI:-0.2-9.3)。当てはまりを上げたのは、治療と初回検査年齢 (全患者対象)、初回検査年齢 (1 回以上の放射線検査を行った患者対象)。</p> <p>異質性の χ^2 試験では、非調整で P=0.13、調整後では P=0.42。</p>
---------------------------------------	---

書誌情報	作業 No.	679	著者	Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.
	PMID(PubMedID)	9686552	タイトル	Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	J. Am. Med. Assoc. 280(4): 347-355 (1998)
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	米国の診療所 25、英国の診療所 1(表 1 参照)		
	従事作業	甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素 131 による治療を受ける		
	人数	35,593 人、738,831 人年		
	年齢	平均 46 歳		
	性別	男性 21%、女性 79%		
追跡	比較群	米国一般集団	追跡期間	平均 21 年(最大 44 年、最小 1 年)
	追跡率	80.7%		追跡率
ばく露指標	作業名	ヨウ素 131 による治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない
	外部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	内部ばく露	—	影響評価の精度	情報なし
	ばく露期間	—		
	ばく露年数	平均治療回数で 1.8 回		
	平均濃度	10.4mCi(1 回の治療あたり 6.1mCi)		
	濃度範囲	3~27mCi(5.95 パーセンタイル点)		
線種・核種	情報なし	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし	
影響の種類	がん死亡			
健康影響	情報源	National Death Index	収集の方法	情報なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	性、治療時年齢、治療からの年数、甲状腺機能亢進の種類、ヨウ素 131 の放射能投与量		
解析	使用モデル	米国の死亡率を期待値とした SMR とポアソン分布を仮定した 95%信頼区間を算出。	交絡調整方法	層化
	交絡調整方法	層化		

アウトカム指標およびアウトカム
2,950 人が追跡終了時までにかんで死亡、これは米国の死亡率から求められる 2857.6 とほぼ同等であったが、肺がん、乳がん、腎がん、甲状腺がんの発生は増加し、子宮がん、前立腺がんは減少した【表 3】。中毒性結節性甲状腺腫の患者は SMR1.16【表 4】、治療後 1 年以上でがん死亡リスクの上昇が見られたのは抗甲状腺薬のみによる治療群において(SMR1.31)【表 5】。放射性ヨウ素と全がん死亡との関連は見られなかった(SMR1.02)が、甲状腺がんのみにおいては強い関連が見られた(SMR3.94)【表 5】。

書誌情報	作業 No.	637	著者	Geoffrey R. Howe
	PMID(PubMedID)	7761580	タイトル	Lung cancer mortality between 1950 and 1987 after exposure to fractionated moderate-dose-rate ionizing radiation in the Canadian fluoroscopy cohort study and a comparison with lung cancer mortality in the Atomic Bomb survivors study.
	研究方法	コホート研究（原爆研究結果との比較を含む）	雑誌名, 年, 巻, 頁	Radiat Res.142(3):295-304;1995
対象	国	カナダ	選択バイアス (問題点を記載)	線量の測定誤差が潜在的なバイアスとして考えられるが、測定誤差はパークソントタイプであろうことよりリスク算定のバイアスにならない。 結核と肺がんの死亡が誤診断されている可能性がある。(誤分類の程度が線量に関連するものでなければ、相対リスクの算定にバイアスを引き起こさない。また結核のステージに関する診療履歴より誤分類の可能性は低い。)
	施設名	—		
	従事作業・被ばく 露対象	1930-1952年に結核治療を受けた患者のうち、1950年以降のデータベースに死亡記録があった者		
	人数	64,172人【表1】 うち死亡については1,608,491人年【表2】		
	(被ばく)年齢	被ばく時平均年齢 28歳【表1】		
	性別	男性 32,255人(50%)、女性 31,917人(50%)【表1】		
	比較群	1930-1952年に結核治療を受けた患者のうち、1950年に生存していた者		
追跡	追跡期間	0-37年(平均30年)【表1】		
	追跡率	情報なし		
ばく露指標	作業名	肺への蛍光透視検査	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	蛍光透視検査の線量は、検査当初の一般的な測定線量、ファントム実験に基づく外部被ばく単位の組織線量、および人工気胸治療を行った医師91名のインタビューによるデータより算定。肺組織の線量は、臓器吸収線量(grams)で算定され、原爆生存者の試験との比較のためファクター1.0で臓器等価線量(sieverts)として表記。
	外部ばく露	蛍光透視による平均肺線量 11mGy		
内部ばく露	—			
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし		
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	肺組織での平均総線量 1.02Sv【表1】		
	濃度範囲	肺組織での総線量 0-24.2Sv【表1】		
	線種・核種	情報なし		
健康影響	影響の種類	肺がん死亡	影響評価の精度	記載なし
	情報源	放射線記録は、全医療機関の診療記録(1973-1976年) 死亡は、カナダ国営死亡率データベース(1950年以降)	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	喫煙習慣のあった13,673名(ランダムサンプリングではない)の線量、線量ごとの喫煙者割合は表7.	交絡バイアス、 異質性評価 (問題点を記載)	試験の異質性 χ^2 は、15.60 (P=0.0001)であり、この結果の差異は偶然によるものではない。
	その他	リスク年齢、リスクの暦年、性別、肺線量		
解析	使用モデル	蛍光透視検査のコホート研究と原爆生存者研究の内部比較は標準ポアソン回帰モデルを使用。線形の超過相対リスクモデルが、尤度法をもとにした点推定と区間推定に基づいた EPICURE プログラムによるデータでの当てはまりが良い。		
	交絡調整方法	交絡の交差分類		

アウトカム指標およびアウトカム

カナダの蛍光透視検査試験による死亡(初回被ばくから10年を経過している者)は1,178名。【表2】ばく露群のSMRは、男性0.95、女性1.00。
累積肺線量の層別では、1Sv以上の肺線量を受けた者を含め、実質的にリスク増加は見られない。また線量増加に伴うリスク増加の分布も見られない。【表3】
カナダ研究と原爆生存者研究の内部比較では、明らかに結果が違ふ。カナダ研究では線量に関わらずSMR分析と酷似しているが、原爆生存者研究は線量に相関してリスクが増加する。(線形超過相対リスクモデルでは、線量増加に線形的にリスクが増加することが仮定され、年齢・暦年・性別による肺がんのリスクに累積線量に基づく固定項を掛けている。このモデルは原爆生存者のデータ解析からBEIR Vが選択したものであり、低LET放射線による呼吸器系がんの死亡において望ましいとされる。)カナダ研究は線形性から外れることも、修飾因子の効果も、潜在的な因子のカテゴリの中での線量相関も見られていない。【表4】
線形超過相対リスクモデルによるカナダ研究のERRは、性別を問わず線量との正の相関がない。【表5】

書誌情報	作業 No.	767	著者	Bauer S, Gusev BI, Pivina LM, Apsalikov KN, Grosche B
	PMID(PubMedID)	16187743	タイトル	Radiation Exposure due to Local Fallout from Soviet Atmospheric Nuclear Weapons Testing in Kazakhstan: Solid Cancer Mortality in the Semiparatinsk Historical Cohort. 1960-1999
	研究方法	コホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	Radiation Research 2005, 164, 409-419
対象	国	カザフスタン	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	セミパラチンスク核実験場近辺		
	従事作業	核実験(セミパラチンスク核実験場)		
	人数	19,545 人、582,750 人・年		
	年齢	20 歳以下、20—39 歳、40 歳以上(表 1)		
	性別	男性 9,834 人、女性 9,604 人(表 1)		
追跡	比較群	実験場から遠いコクベクチンスキー地域	追跡期間	1960 年から 1999 年まで
	追跡率	情報なし		追跡率
ばく露指標	作業名	核実験による被ばく	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	得られたデータ数が少なく、特に年齢別では少ないので、このコホート研究から、線量とリスクの関係、詳しい線量一応答関数を導くことは難しい。もっと多くのコホート研究が必要である。
	外部ばく露	フォールアウトや土等の汚染測定、環境線量測定等からの計算による評価		
	内部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	ばく露期間	1949 年から 1965 年まで	影響評価の精度	記載なし、ただし、他の核実験や核事故、日本の原爆等によるコホート研究との比較が書かれている
	ばく露年数	地域別に表 2 に示されている		
	平均濃度	20mSvから4Svまで		
	濃度範囲	I-131, Cs-137, Sr-90		
	線種・核種	情報なし		
健康影響	影響の種類	食道がん(特に女性)、肝臓がん、胃がん、肺がん、女性の乳がん、骨・皮膚がん(特に男性)による死亡	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	情報源	SRIRME(放射線医学・生態学研究所)	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	死亡記録を入手		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	移住者の増加		
解析	使用モデル	ERRモデルはポワソン回帰で最尤検定する	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	交絡調整方法	情報なし		

アウトカム指標 および アウトカム	<p>対照群と比べて、全死亡率、がん死亡率ともかなりの差がある。男女別に比較がなされていて、食道がん(特に女性)、肝臓がん、胃がん、肺がん、女性の乳がん、骨・皮膚がん(特に男性)には大きな差があるが、子宮頸がん、膵臓がん、膀胱がん、腎臓がん、直腸がんには大きな差は見られない。その差の大きさについてはさらなる研究が必要である。喉頭、咽頭、口唇、泌尿器がんなどは数が少なくて違いがよく分からなかった。また被ばく時の年齢と共にかん発生が増えている。線量一がん発生のレスポンスは非常に低い線量範囲では非線形でやや急な曲線で、これは選択効果に一部関係しているかも知れない。いずれにしてもより多くのコホート研究がより詳しい結論を得るには不可欠である。1990 年代からの他国への移住者とコホート選択の効果についても検討の必要がある。</p>
-------------------------	---

書誌情報	作業 No.	707	著者	Mori, T., C. Kido, K. Fukutomi et al.
	PMID(PubMedID)	10564943	タイトル	Summary of entire Japanese Thorotrast follow-up study: updated 1998
	研究方法	2つのコホート研究のデータの統合	雑誌名. 年; 巻: 頁	Radiat. Res. 152(6): S84-S87 (1999)
対象	国	日本	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	情報なし(各コホート研究の文献参照)		
	従事作業	戦争で負傷した後、トロトラスト投与		
	人数	First Series は 262 人(9,356 人年)、 Second Series は 150 人(1,329 人年)、 比較群は 1,649 人(72,952 人年)		
	年齢	情報なし(各コホート研究の文献参照)		
	性別	全員男性		
	比較群	戦争で負傷したが、トロトラスト非投与		
追跡	追跡期間	First Series はトロトラスト投与日から、 Second Series は 1979 年から、比較群 は負傷日から 1998 年まで	影響評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	追跡率	情報なし		
ばく露指標	作業名	トロトラスト投与	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	外部ばく露	—		
	内部ばく露	トロトラスト		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし(各コホート研究の文献参照)	影響評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	情報なし		
	濃度範囲	情報なし		
	線種・核種	情報なし		
健康影響	影響の種類	肝がん、肝硬変、肺がん、白血病による死亡	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし
	情報源	情報なし(各コホート研究の文献参照)	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	収集の方法	情報なし(各コホート研究の文献参照)		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	年齢、トロトラスト投与からの年数		
解析	使用モデル	年齢で調整したポアソン回帰、トロトラスト投与からの年数で層別したポアソン回帰	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	交絡調整方法	ポアソン回帰		
アウトカム指標およびアウトカム	First Series と Second Series でどのアウトカムでも率比はほとんど同じ【表 3】。2 つの Series を統合した比較群に対する率比は全疾病で 2.5、肝がん 35.9、肝硬変で 6.9、肺がん 2.0、白血病で 12.5。トロトラスト投与からの年数で層別すると、投与後 20 年を超えてからリスク増加が見られる【表 5】			

書誌情報	作業 No.	762	著者	Hodgson, J. T. and R. D. Jones
	PMID(PubMedID)		タイトル	Mortality of a cohort of tin miners 1941-86
	研究方法	コホート研究	雑誌名、年、巻、頁	Br. J. Ind. Med. 47(10): 665-676 (1990)
対象	国	英国	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	英国のスズ鉱山 2カ所		
	従事作業	スズ鉱山の採鉱作業		
	人数	3,082		
	年齢	就労時の年齢が 60 歳以下		
	性別	100%男性		
追跡	追跡期間	1941 年 1 月 1 日～1986 年 12 月 31 日		
	追跡率	97.6%		
ばく露指標	作業名	スズ鉱山における地下作業	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	<ul style="list-style-type: none"> ・1967 年までのラドン濃度測定データがなく、同年以降の測定データより外挿 ・実際のばく露時間は不明であり、勤務期間で代用。 ・一部(273 人)の労働者の労働終了日が不明であり、想定される範囲の中央地で補完
	外部ばく露	NRPB のモニタリング結果(未発表、私信)より推定		
	内部ばく露	記載なし		
ばく露レベル	ばく露期間	1941 年 1 月 1 日～1984 年 5 月 1 日の間の就労期間	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	<ul style="list-style-type: none"> ・1967 年までのラドン濃度測定データがなく、同年以降の測定データより外挿 ・実際のばく露時間は不明であり、勤務期間で代用。 ・一部(273 人)の労働者の労働終了日が不明であり、想定される範囲の中央地で補完
	ばく露年数	1 年～25 年以上		
	平均濃度	鉱山 A: 10WLM、鉱山 B: 20WLM(～1970)、15WLM(1970～)		
	濃度範囲	19767 年以降の実測値の時間平均で 8-12WLM(鉱山 A)、9-19WLM(鉱山 B)		
	線種・核種	ラドンとその核崩壊物		
健康影響	影響の種類	肺がんと珪肺による死亡	影響評価の精度	BEIR モデルと比較して低めのリスク評価であり、ばく露濃度平均値が多めに見積もられている可能性があるが、BEIR モデルにおける最大値と最小値の間には含まれる値である。
	情報源	NHScentral register。死因は Office of Population Census and Surveys が ICD (revision 5th-9th)に従って分類したものを利用	観察バイアス (問題点を記載)	肺がんのリスクが明らかになるまで 20 年程度の経過が必要であり、1960 年以降のばく露は評価できない。
	収集の方法			
交絡因子の収集	喫煙	対象者の喫煙歴は不明であり、国民の平均的な喫煙状況と仮定。	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	調査期間前に労働実績(128 人)、ヒ素焼成プラントでの労働実績(13 人;分析から除外)		
解析	使用モデル	標準化死亡率(SMR)を算出し、国内平均死亡率に対する超過死亡率を算出。累積勤続年数との関連を検討。複数の変数についてポアソン回帰による標準化死亡率(SMR)との関係を分析。	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	交絡調整方法			

アウトカム指標およびアウトカム 肺がんと珪肺による死亡の SMR と地下作業の従事期間は有意な線形性が認められた($p < 0.001$)。肺がん死亡の SMR について、累積ばく露量とばく露後経過期間の二変数からなるモデルを構築した。そのモデルでは、ばく露後経過 10 年は SMR の上昇は見られず、その後急上昇し、4.3 年ごとに半減した。

乳がんと放射線被ばくに関する医学的知見について

I. 乳がんに関する文献レビュー結果

1. 原爆被ばく者を対象とした疫学調査

文献 No.765

Preston. D. L., Ron. E, Tokuoka S., Funamoto. S, Nishi. N, Soda, M, Mabuchi. K, Kodama. K

Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors

RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007 年)

広島、長崎の原爆被ばく者のうち、1958 年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2 に基づいて個人線量が推定されている中で 1958 年から 1998 年までに診断された第一原発がん 17,448 例の解析を実施したコホート研究。

男性 1,040,278 人年、女性 1,724,452 人年の計 2,764,730 人年 (105,427 人) について、1958 年から 1998 年 12 月末までを追跡期間とした。追跡率は 99%。

解析にあたっては、ERR と EAR モデルを用い、各モデルの変化、そして両モデル間の差違の変化を BEIR VII モデルで解析。

解析結果は以下のとおり。

1) 寿命調査集団では、結腸線量が 0.005 Gy 以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約 850 例 (約 11%) が原爆被ばくと関連していると推定された。2) 線量反応曲線 0-2Gy の範囲は線形であった。3) 乳がんで放射線関連リスクが有意に増加した。

また、新たに判明したこととして、低線量では、被ばく線量区分を 0 から 0.15 Gy まで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。

2. 放射線作業者を対象とした疫学調査

対象論文なし

3. 放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査

文献 No.209

Guibout C, Adjadj E, Rubino C, Shamsaldin A, Grimaud E, Hawkins M, Mathieu MC, Oberlin O, Zucker JM, Panis X, Lagrange JL, Daly-Schveitzer N, Chavaudra J, de Vathaire F

Malignant breast tumors after radiotherapy for a first cancer during childhood

J Clin Oncol 23:197-204;2005

フランス、イギリスの大規模のがんセンター8か所で1986年以前に17歳未満であり、がん（白血病を除く全がん）の診断をうけた3年生存者であり、放射線治療および/もしくは化学治療を受けた者を対象とした女兒への放射線治療による被ばくと乳がん発症の関連性を分析したコホート研究。

1,814人でコホートが形成され、うち放射線治療を受けた者20,323人年（1,258人）であった。対象者は女性のみであり、初発がんの発症年齢は平均6歳、がん治療対象のうち、追跡期間に乳がん罹患していない者を対照とした。追跡期間は平均16年（3-46年）、中央値14年であった。追跡期間中に12%（210例）が追跡不能となった。放射線へのばく露は治療放射線（低エネルギーX線、コバルト60、高エネルギーX線、電子線）による。線種ごとの治療コース平均濃度Gy（範囲）として、「全タイプ」で5.06（0-78.6）。

ERR算出に必要な放射線量の基本モデルは放射線疫学に倣い、二値変数による定数項と負の指数項によるモデルを使用。RR算出には、去勢、再発年齢を層化。ばく露量と初発がん種を調整。

結果として16名が臨床上的乳房腫瘍を発症。累積発現率は30年後で2.8%（95%CI: 1.0-4.5）、40年後で10.7%（95%CI: 1.4-19.9）。

30-39歳女性の年間発現率 537×10^{-5} 人年（95%CI: 269-942）、年間過剰発現率 515×10^{-5} 人年（95%CI: 246-919）、SIRは10-19歳女性の185（95%CI: 31-573）から30-39歳女性23.2（95%CI: 12-41）に減少する。放射線治療の乳がんリスクRRは1.3（95%CI: 0.4-5.9）、ERRと総線量は線形な関係にならず、化学療法の乳がんリスクRRは2.7（95%CI: 0.9-7.6 p=.07）であった。

文献 No.593

van Leeuwen, F. E., W. J. Klokman, M. Stovall et al.

Roles of radiation dose, chemotherapy, and hormonal factors in breast cancer following Hodgkin's disease

J. Natl. Cancer Inst. 2003; 95 (13) : 971-80

オランダ Netherlands Cancer Institute, Dr, Daniel den Hoed Cancer Center, Catharina Hospital Eindhovenにおいて、ホジキン病と診断後、少なくとも5年以後に乳癌と診断を受けた223人のコホート研究。乳がんの発症の有無について、照射量に応じたリスクは38.5Gy以上の照射は、4Gy以下と比較してRRは4.5（95%CI: 1.3-16）であった。放射線単独と放射線と化学療法のリスクについては、放射線+化学療法の場合RRは0.45（95%CI: 0.22-0.91）、併用群では照射線量に比例してリスクは高まっていなかった。

文献 No.746

Wang JX, Zhang LA, Li BX, Zhao YC, Wang ZQ, Zhang JY, Aoyama T.

Cancer incidence and risk estimation among medical x-ray workers in China, 1950-1995.

Health Phys. 2002; 82:455-66

中国の主要 24 病院における X 線を用いた医療行為に従事する者 27011 名を対象とするコホート研究とヒストリカルコホート研究を組み合わせた研究。

対照は同じ病院に就労しており、X 線を用いない業務に従事していた 25,782 人の医療従事者(外科医、耳鼻咽喉科医等)。X 線を用いる医療従事者群は男性 80%、女性 20%、比較対照群は男性 69%、女性 31%の構成比であった。調査対象とされた病院で就労を開始した平均年齢は X 線を用いる医療従事者群で 26 歳、比較対照群で 25 歳であった。ばく露期間は就業年数により異なるが、平均累積ばく露量は、1970 年以前に職に就いた対象者では 551mGy、それ以降の対象者では 82mGy であった。

解析は O/E 比を求めることで行っているが、性別、就職時期などでサブグループ解析を実施した。

乳がんで、有意なリスク上昇がみられたリスク比は 1.3 であった。

文献 No.642

Doody, M. M., J. E. Lonstein, M. Stovall et al.

Breast cancer mortality after diagnostic radiography: findings from the U.S. Scoliosis Cohort Study

Spine 25 (16) : 2052-2063, 2000

アメリカの大規模整形医療機関 14 施設で、1912-1965 年の間、小児期もしくは青年期に脊柱側弯症(脊柱側弯症、脊柱後弯症、脊柱前弯症、脊椎後側弯症を含む)で X 線診断を受けた女性 5,573 名(受診年齢 0~19 歳、平均 10.1 歳)を対象としたコホート研究。平均追跡期間は 40.5 年、追跡率は 89%。

乳がん死亡の SMR=1.69 (95%CI:1.3-2.1) であり、比較群と比べて有意であった。胸部への被ばくが行われた放射線検査の数増加、胸部への推定蓄積線量増加、初回の放射線検査の年齢低下に伴い乳がんリスクが増加した。初回放射線検査からの時間経過、検査終了の年齢によるリスク差は有意でなかった。放射線検査回数の増加に伴い乳がんリスクが増加(傾向 P=0.0006)。50 回以上の検査によりリスクは 4 倍。

累積放射線量に伴いリスクの有意な増加傾向が認められた。20cGy 以上の胸部線量を受けた者のリスクは 3 倍高かった。

ERR/Gy の推定値は、交絡非調整の場合 5.4 (95%CI:1.2-14.1)。初回放射線検査年齢や治療歴に関する調整を行った後は 2.7 (95%CI:-0.2-9.3) であった。

文献 No.609

Lundell M, Mattsson A, Karlsson P, Holmberg E, Gustafsson A, Holm LE.

Breast cancer risk after radiotherapy in infancy: a pooled analysis of two Swedish cohorts of 17,202 infants

Radiat Res. 1999; 151: 626-32

スウェーデンで月齢 18 カ月以下における、放射線を用いた皮膚血管腫の治療を受けた女性 17,202 人を対象とした後ろ向きコホート研究。治療後の追跡期間の平均値は 45 年（範囲 1~74 年）であった。

乳がんの発症について 245 件が報告され、SIR は 1.20 (95%CI: 1.06-1.36) であった。線量反応関係については、乳房でのばく露量を 1 次項として含むモデルが最もよく当てはまった。ばく露した年齢、乳房のばく露率、卵巣のばく露量、ばく露からの経過時間は発症に有意な影響を与えず、乳房のばく露量のみがリスクの予測変数として考えられた。

文献 No.638

Howe, G. R. and J. McLaughlin

Breast cancer mortality between 1950 and 1987 after exposure to fractionated moderate-dose-rate ionizing radiation in the Canadian fluoroscopy cohort study and a comparison with breast cancer mortality in the atomic bomb survivors study

Radiat. Res. 145 (6) : 694-707, 1996

カナダで、1930-1952 年に結核治療を受け、胸部への蛍光透視検査を受診した患者のうち、1950 年以降のデータベースに死亡記録があった女性をばく露群（被ばく時平均年齢 26 歳）とし、1950 年に生存していた女性を比較群とした計 31,917 人を対象としたコホート研究。追跡期間は 0-37 年（平均 31 年）であった。

乳がん死亡（初回被ばくから 5 年超を経過した者）はばく露群で 681 名（期待数は 556 名）であった。比較群の SMR は 1.04 (95%CI:0.93-1.16) に対して、ばく露群の SMR は 1.47 (95%CI:1.32-1.64) であった。

10Sv を超える線量での乳がん死亡は、ほとんどが特定の地域（Nova Scotia 地域）におけるものであり、照射方向は AP（前後像）であった。線量とリスクの関係については、ERR/Sv と線量との間に強い線形相関性が認められた。

日本の原爆生存者との比較では、本研究における ERR/Sv は 0.90 (95%CI: 0.55-1.39) に対して、原爆生存者では 1.56 (95%CI: 0.41-3.53) であった。

文献 No.592

Hancock, S. L., M. A. Tucker and R. T. Hoppe

Breast cancer after treatment of Hodgkin's disease

J. Natl. Cancer Inst. 1993; 85 (1) : 25-31

スタンフォード大学メディカルセンターにおいて、1961~1990 年にホジキン病（ホ

ジキンリンパ腫)で放射線治療や化学療法を受けた女性患者 885 人 (8,832 人年) を対象としたコホート研究。治療時年齢は 4~81 歳 (平均 28 歳) であった。

乳がん罹患の RR=4.1 (95%CI: 2.5-5.7)。照射時年齢 15 歳以下での RR=136 (95%CI: 34-371) であり、年齢が上がるにつれ有意に減少した。潜伏期間については、治療後 15 年以降で RR=13.6 (95%CI: 7.9-18.2) であり、15 年以前に比べ優位に高かった。なお、乳がん死亡の RR=5.1 (95%CI: 2.2-10.0) であった。

文献 No.631

Mattsson A, Ruden BI, Hall P, Wilking N, Rutqvist LE

Radiation-induced breast cancer: Long-term follow-up of radiation therapy for benign breast disease

J Natl Cancer Inst. 1993;85:1679-85

スウェーデンで 1925-54 年に良性の乳腫瘍の放射線治療を受けた患者 1,216 名 (女性) の後ろ向きコホート研究。ストックホルム市内在住の女性を基準とした SIR を算出。患者単位では、ばく露群の SIR は 3.26(95%CI 2.82-3.75)、非ばく露群は 1.01(0.82-1.22)であった。ばく露群のうち被ばく年齢が 40 歳未満の患者の SIR は 3.92 (9.26-4.68 ; 平均吸収線量 4.22Gy)、40 歳以上では 2.54 (2.00-3.19 ; 7.41Gy)であった。また年齢と RR の負の相関性も認められた (p=.005)。

乳房単位では、非ばく露群の乳房と比較したばく露群の乳房 (被ばく・非被ばく含む) の RR は 3.58 (2.77-4.63)、ばく露群の非被ばく乳房のみの RR は 1.16 (0.75-1.81) であった。また被ばく後経過時間 25 年で被ばく乳房の RR が最大となった。

吸収線量、被ばく年齢、被ばく後経過期間、および治療時期を加えた対数線形モデル $RR(D,A,T) = \text{Exp}\{f(D,A,T)\}$ を用いた解析では、被ばく年齢による RR の変化は -0.85% (95%CI -1.4 - -0.3%) であった。被ばく後経過時間による RR の変化は波状になることがわかった。

文献 No.635

Boice JD Jr, Preston D, Davis FG, Monson RR.

Frequent chest x-ray fluoroscopy and breast cancer incidence among tuberculosis patients in Massachusetts

Radiat Res. 1991;125:214-22

米国マサチューセッツ州の 12 の病院において、1925~1954 年の間に結核で入院し、退院した患者で、肺虚脱療法中に蛍光板透視法による胸部検査を受けた女性 2,573 名を対象としたコホート研究。

コネティカット州のデータをもとに一般人口の乳がん発症の期待値 (E) を算定したところ、ばく露群の O/E は 1.29 (95%CI 1.1-1.5)、非ばく露群は 0.86 であった。吸収

線量とがん発症リスクとの間には明確な正の用量反応関係が見られた。

潜伏期間を少なくとも 10 年と仮定すると 1Gy 当りの ERR は 1.61 (1.30-2.01)、EAR は 10.7/104WY-Gy (6.0-15.8)であった。用量反応関係に最も当てはまりの良いモデルは線形モデルであった。ばく露時年齢(非ばく露群は結核と診断された年齢)で層別し、非ばく露群に対するばく露群の ERR・EAR を算出すると、15-24 歳でリスクの有意な増加がみられ、それ以降はばく露時年齢が上がるごとにリスク低減傾向が見られた。

ばく露後経過時間(非ばく露群は結核と診断されてからの時間)で層別すると、ばく露後 15 年前後の層まではリスクの変化がみられず、それ以降は経過時間が長くなるほどリスクが増加するという傾向が見られた。50 年以上の層では 40~49 年の層に比べて ERR が減少に転じている一方で、EAR は増加していた。

文献 No.623

Hildreth NG, Shore RE, Dvoretzky PM.

The risk of breast cancer after irradiation of the thymus in infancy

N Engl J Med. 1989; 321: 1281-4

1926-1957 の間に米国の 5 つの病院および 4 人の放射線医(個人経営)にて、甲状腺肥大治療のため幼児期に X 線治療を受けた成人女性のうち、研究参加に対し同意の得られた 1,201 人を対象としたコホート研究。対照群は放射線ばく露のない、ばく露群の姉妹 2469 人。追跡期間は、ばく露群・非ばく露群ともに平均 36 年(追跡率:ばく露群・非ばく露群ともに約 85%)。照射量は平均 0.058 クーロン ($0.06 \leq$, ≤ 0.32 クーロン)であり、これより乳房組織にて吸収された線量を 0.69 Gy と算出(範囲:0.01-7.1 Gy)。エンドポイントは乳がん発症。

調整ハザード比 3.6 (95%CI: 1.8-7.3)。量反応関係は線形であると考えられ、線形モデルにより RR は 3.48/Gy (95%CI: 2.1-6.2)、EAR は 10^4 人年当たり 5.7 (95%CI: 0.4-1.3) と計算された。SIR は 3.6 (95%CI: 0.4-1.3)。

文献 No.636

Davis FG, Boice JD Jr, Hrubec Z, Monson RR.

Cancer mortality in a radiation-exposed cohort of Massachusetts tuberculosis patients

Cancer Res. 1989;49:6130-6

アメリカ、マサチューセッツ州の 12 病院で 1925-54 年の間に結核で入院し、退院した患者で、肺虚脱療法中に蛍光板透視法による胸部検査を受けたもの 6,285 名の男女を対象とした疫学調査である。平均追跡年数は 25 年で、追跡率は 92%であった。

被ばくからの経過期間が 10 年以上の女性では乳がんの SMR が 1.4 (1.1-1.8) であり、全死因におけるリスク増加の 43%が乳がんによるものであるとされた。

文献 No.624

Hildreth NG, Shore RE, Hempelmann LH, Rosenstein M.

Risk of extrathyroid tumors following radiation treatment in infancy for thymic enlargement

Radiat Res. 1985; 102: 378-91.

アメリカにおいて、幼児期に甲状腺肥大に対する X 線治療を受けた 2,856 人（平均濃度 225R、濃度範囲 25-1250R）を対象としたコホート研究。対照群は X 線ばく露をしていない 5,053 人。追跡期間は平均 29 年（追跡率 88%。解析時の年齢はばく露群：31 歳、非ばく露群 30 歳）であった。エンドポイントは甲状腺以外の部位での腫瘍。解析は一般化線形モデル、Cox 回帰を用い、回帰分析によって交絡調整を実施。

乳房では悪性腫瘍、良性腫瘍ともに RR が有意に高く、良性・悪性腫瘍とばく露量には正の量反応関係が見られた。良性腫瘍は絶対リスク $3.49 \pm 1.88/10$ 万人年・R、悪性腫瘍は $4.85 \pm 3.46/10$ 万人年・R であった。

<有意でないと言報告があった研究>

文献 No.329

McGeoghegan D, Binks K

The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Springfields uranium production facility, 1946-95

J Radiol Prot 20:111-137;2000

英国の核燃料公社 Springfield の施設においてウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産に従事したものの 479,146 人年を対象とするコホート研究。被ばく年齢の情報はないが、女性が 12%、男性が 88%であった。

追跡期間は平均 24.6 年。生年月日、作業参加日の不詳によって、0.7%が除外された。個人平均蓄積線量は 20.5mSv。最高値は 769.3mSv、中央値 8.3mSv であった。慢性リンパ性白血病を除く白血病で、1:5 matching の nested case-control を行った場合、2 年潜伏期間の平均累積線量は、症例群：27.0mSv、対照群：18.2mSv であった。対象のうち 95%の労働者が 79.7mSv 以下の累積線量であった。傾向分析に使用した線量については、線量 0 から 400+の間で 10 段階に区分し、潜伏期間（0-20 年間で 5 段階）ごとの線量範囲を使用。

SMR と RR は両側検定、傾向分析は片側検定によって解析。ERR 係数の傾向分析には線量 10 段階、潜伏 2, 10, 15, 20 年の死亡に人年の重みづけをして算出した。

1995 年末までに放射線作業員から 3,476 例、非放射線作業員から 1,356 例が死亡。

部位別の解析では、乳がんが潜伏期間を 20 年とした場合、累積外部被ばく線量と有意な関連は認められなかった。

文献 No.679

Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.

Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism

J. Am. Med. Assoc. 280 (4) : 347-355 (1998)

米国の 25 の診療所及び英国の 1 診療所において甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素 131 による治療を受けた患者 35,593 人 (738,831 人年) を対象とした後ろ向きコホート研究。エンドポイントはがん死亡で、ばく露評価については、ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない。

放射性ヨウ素と乳がん死亡との関連は見られなかった (SMR1.10)。

文献 No.608

Lundell M, Holm LE.

Risk of solid tumors after irradiation in infancy

Acta Oncol. 1995; 34: 727-34

スウェーデンで月齢 18 ヶ月以下における皮膚血管腫のラジウム放射線を用いた治療を受けた 14,351 人のコホート研究。治療以降の追跡期間は平均して 40 年であった。男女 (うち女性 67%)。

乳がんで標準化罹患比 (SIR) に有意な上昇はなかった。

文献 No.632

Mattsson A, Ruden BI, Hall P, Wilking N, Rutqvist LE.

Dose- and time-response for breast cancer risk after radiation therapy for benign breast disease

Br J Cancer. 1995;72:1054-61

スウェーデンで 1925-61 年に良性の乳腫瘍の放射線治療を受けた患者 1,216 名 (女性) のコホート研究。被ばく時年齢は、ばく露群 : 40 歳 (8-74 歳)、非ばく露群 : 36 歳 (10-78 歳)。追跡期間は、1958-87 年。

乳がんで標準化罹患比 (SIR) に有意な上昇はなかった。

文献 No.772

Ryberg M, Lundell M, Nilsson B, Pettersson F.

Malignant disease after radiation treatment of benign gynaecological disorders: a study of a cohort of metropathia patients

Acta Oncol. 1990; 29:563-7

スウェーデン・ストックホルムの治療施設 Radiumhemmet において、不正子宮出血

への放射線治療を受けた女性 788 名 (9,289 人年) を対象としたヒストリカルコホート研究。比較群は 1,219 名の同様の疾患を持つ放射線非治療者 (22,060 人年) で、追跡期間 1982 年まで、平均 28.2 年 (範囲 0-56 年)。追跡率約 95%。X 線の線量は子宮腔内治療 : 370-555MB q (16h)、腔内治療 : 2.6GB q (24h)。エンドポイントは悪性腫瘍の発生状況。

放射線治療ばく露群のうち 107 名が、比較群のうち 173 名が悪性腫瘍を発生。一般住民がん登録データと比較すると、ばく露群で 1.22、比較群で 1.09 のリスク比であった。乳がんでのリスク比は 0.92 であったが、有意差は見られなかった。

文献 No.622

Shore RE, Hildreth N, Woodard E, Dvoretzky P, Hempelmann L, Pasternack B.
Breast cancer among women given X-ray therapy for acute postpartum mastitis
J Natl Cancer Inst. 1986; 77: 689-96

アメリカで 1940-1960 年に急性乳腺炎および乳房の腫瘍の治療のため X 線治療を受けた患者、ばく露群 601 人、非ばく露群 1,239 人で 14-49 歳の女性。

乳がんでは標準化罹患比 (SIR) に有意な上昇はなかった。

4. 高自然放射線地域や核実験場周辺の住民等を対象とした疫学調査

文献 No.767

Bauer S, Gusev BI, Pivina LM, Apsalikov KN, Grosche B
Radiation Exposure due to Local Fallout from Soviet Atmospheric Nuclear
Weapons Testing in Kazakhstan: Solid Cancer Mortality in the Semipalatinsk
Historical Cohort. 1960-1999
Radiation Research 2005,164, 409-419

カザフスタン、セミパラチンスク核実験場近辺の核実験 (セミパラチンスク核実験場) で被ばくした、19,545 人 (582,750 人・年) の男女を対象としたコホート研究である。追跡期間は、1960 年から 1999 年まで。

対照群と比べて、乳がん死亡率に大きな差があった。線量-がん発生のレスポンスは非常に低い線量範囲では非線形でやや急な曲線で、これは選択効果に一部関係しているかも知れない。

5. その他 (その他の作業従事者)

文献 No.400

Preston DL, Mattsson A, Holmberg E, Shore R, Hildreth NG, Boice JD, Jr
Radiation effects on breast cancer risk: a pooled analysis of eight cohorts
Radiat Res 158:220-235; 2002

日本（1報）、アメリカ（4報）、スウェーデン（3報）の計8報からなるコホート研究のプール解析。

対象とされたばく露は日本（LSS:原爆）、アメリカ（TBO,TBX:胸部蛍光透視、APM, THY:高線量X線治療）、スウェーデン(BBD:高線量X線治療、HMG,HMS:Ra外部 γ 低線量)であり、総計1,846,433人年であった。

被ばく年齢はLSS:27.5歳、TBO:24.8歳、TBX:26.6歳、APM:26.7歳、THY:0.2歳、BBD:38.0歳、HMG:0.5歳、HMS:0.5歳であり、サンプルは全て女性である。

対照は被ばく露対象のうち、各コホートの追跡期間中に乳がんが観察されていない者とした。

追跡期間はLSS:1958-1993年、TBO:1926-1985年、TBX:1970-1985年、APM:1930-1981年、THY:1926-1987年、BBD:1958-1987年、HMG:1958-1993年、HMS:1958-1993年であり、追跡率は不明。

ばく露期間は原爆は1945年に1回ばく露、その他は放射線治療として1~数回ばく露とし、累積線量はLSS:0.3Gy、TBO:1.0Gy、TBX:0.7Gy、APM:3.8Gy、THY:0.7Gy、BBD:5.8Gy、HMG:0.17Gy、HMS:0.52Gyとして推計。解析においては脳線量(Sv)として<0.01から1.0を7段階に分類した。

ERRとEARは乗法モデルで交絡と考えられる要因を包含。被ばく年齢影響は、ログ線形もしくはばく露年齢群の指標変数を用いて年齢に依存した過剰リスクを調査した。各パラメータで異質性があるため、ステップワイズ法でそれぞれのパラメータごとの単純効果を観察し、パラメータ推定は再尤度比法に従った。

APMとTBXを除き、単純バックグラウンドSIRの推定値(つまりO/E比)は近似している。1930年に出生した女性の一般人口比率からみたSIRは、各コホートで差異がありばく露影響に根拠は見られなかった。

ERRプールモデルの χ^2 分布による尤度比検定では、ばく露年齢モデルでは11の自由度で77の不適合度、発症年齢モデルでは、14の自由度で61の不適合度が見られた。単純プールEARモデル(個々のパラメータ値が全コホートで同じと仮定)では、血管腫のコホート(HMG,HMS)の閉経前後の差異が大きいことから、50歳女性のリスク評価は小さな数字の変化による影響が大きく、EAR/Gyの推定にはかなり不明瞭な部分がある。

EARプールモデルの χ^2 分布による尤度比検定では、18の自由度で80の不適合度が見られた。

最終的なプールEARモデルでのパラメータ推定は、閉経前EARは閉経後EARより年齢に伴う増加が急速であった。

II. 文献レビュー結果のまとめ

1. 被ばく線量（ばく露評価）に関するまとめ

被ばく線量と死亡率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 642,638,636,329,679,767 であった。このうち有意な増加があったと報告されている文献は、文献番号 642,609,638,636,767 であった。

被ばく線量と罹患率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 765,209,593,746,592,631,635,623,624,329,608,632,772,622,400,609 であった。このうち有意な増加があったと報告されている文献は、文献番号 329,608,632,772,622,609 であった。

2. 最小被ばく線量に関するまとめ

統計的に有意な増加を報告している文献において、最小被ばく線量に関して報告している文献は無かった。

3. 潜伏期間に関するまとめ

潜伏期間に関して検討している文献は、文献番号 592,329 であった。

書誌情報	作業 No.	765	著者	Preston, D. L., Ron, E. Tokuoka S., Funamoto, S. Nishi, N. Soda, M, Mabuchi, K, Kodama, K
	PMID(PubMedID)		タイトル	Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors
	研究方法	コホート研究(*1958年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2に基づいて個人線量が推定されている人数。その中で1958年から1998年までに診断された第一原発がん17,448例の解析)	雑誌名・年;巻:頁	RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007年)
対象	国	日本(広島、長崎)	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	情報なし		
	従事作業	原爆(広島、長崎)		
	人数	2,764,730人年(105,427人)		
	(被ばく)年齢	情報なし		
	性別	男性 1,040,278人年、女性 1,724,452人年		
比較群	原爆被ばく者のうち、1958年から1998年の間に第一がん(悪性黒色腫以外の皮膚がんを含む)が観察されていない者			
追跡	追跡期間	1958年から1998年12月末まで		
	追跡率	99%		
ばく露指標	作業名	原爆(広島、長崎)による固形がんの罹患率(生存者)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	追跡対象となる人年は、登録対象地区からの転出・転入があるために調節した。DSO2による臓器個人線量推定値はγ線量と中性子線量の10倍の和として計算した。
	外部ばく露	情報なし		
	内部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	情報なし		
	濃度範囲	解析では、器官線量(Gy)として<0.005から≥4を4段階に分類(表2)、結腸線量(Gy)として<0.005から≥4を7段階に分類(表4)		
	線種・核種	情報なし		
健康影響	影響の種類	固形がん(口腔がん、食道がん、胃がん、肝臓がん、肺がん、黒色腫以外の皮膚がん、結腸がん、直腸がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経系がん、甲状腺がん)の発生	影響評価の精度	記載なし
	情報源	広島・長崎がん登録、放射線影響研究所(広島・長崎、寿命調査)、米国国立癌研究所	観察バイアス	記載なし
	収集の方法	上記研究所及びHirosoft Internationalによる報告書	(問題点を記載)	
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	被ばく年齢、被ばくからの期間、性差、		
解析	使用モデル	ERRとEARモデル。各モデルの変化、そして両モデル間の差の変化。BEIR VIIモデル。	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法			

アウトカム指標 および アウトカム	1)寿命調査集団では、結腸線量が0.005 Gy以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約850例(約11%)が原爆被ばくと関連していると推定される。2)線量反応曲線0-2Gyの範囲は線形である。3)被ばく時年齢が30歳の場合、70歳になった時点で1 Gy被ばく当たり男性で約35%、女性で約58%固形がん罹患率が増加すると推定された。4)固形がんの過剰相対リスク(ERR)は被ばく時年齢が10歳増加する毎に約17%減少。このリスクは調査期間全体で増加する傾向。5)口腔がん、胃がん、結腸がん、肝臓がん、肺がん、皮膚がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経がん、甲状腺がんが放射線関連リスクが有意に増加した。直腸がん、胆のうがん、膵臓がん、前立腺がん、腎臓がんには有意なリスクは示唆されなかった。(新たに判明したこと)1)低線量では、被ばく線量区分を0から0.15 Gyまで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。2)食道がんのリスクが有意となった。3)20歳未満の被ばくが子宮がんのリスクを増加する可能性がある。4)肉腫を含め、検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。
-------------------------	--

書誌情報	作業 No.	209	著者	Guibout C, Adjadj E, Rubino C, Shamsaldin A, Grimaud E, Hawkins M, Mathieu MC, Oberlin O, Zucker JM, Panis X, Lagrange JL, Daly-Schweitzer N, Chavaudra J, de Vathaire F
	PMID(PubMedID)	15625374	タイトル	Malignant breast tumors after radiotherapy for a first cancer during childhood
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	J Clin Oncol 23:197-204; 2005
対象	国	フランス、イギリス	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	大規模のがんセンター 8か所		
	従事作業・がん治療対象	1986年以前に17歳未満であり、がん(白血病を除く全がん)の診断を受けた3年生存者。放射線治療および/もしくは化学治療を受けた者。		
	人数	1,814人【表1】 うち1,258人は放射線治療を受けた者であり、20,323人年【表2】		
	(初発)年齢	初発がんの年齢として平均6歳【表1】		
	性別	女性のみ		
	比較群	がん治療対象のうち、追跡期間に乳がん罹患していない者		
追跡	追跡期間	平均16年(3-46年) 中央値14年【表1】	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	追跡率	12%(n=210)名が追跡不能		
ばく露指標	作業名	女兒への放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	治療方針の変更に伴い、平均線量は1960年以前は4.4Gy、1960年代は6.3Gy、1980-1985年は3.6Gy。
	外部ばく露	治療放射線(低エネルギーX線、コバルト60、高エネルギーX線、電子線)【表2】		
	内部ばく露	-		
ばく露レベル	ばく露期間	線種ごとのフラクション平均として、全タイプ:20【表2】	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	治療方針の変更に伴い、平均線量は1960年以前は4.4Gy、1960年代は6.3Gy、1980-1985年は3.6Gy。
	ばく露年数	線種ごとの治療コース平均日数として、全タイプ:40【表2】		
	平均濃度	線種ごとの治療コース平均濃度 Gy(範囲)として、全タイプ:5.06(0-78.6)【表2】		
	範囲	中央値は0.85Gy【図1】		
健康影響	線種・核種	低エネルギーX線、コバルト60、高エネルギーX線、電子線	影響評価の精度	記載なし
	影響の種類	乳房の腫瘍の発症		
健康影響	情報源	SIR算出のための母集団は、フランス:フランスがん登録 イギリス:EnglandとWalesのがん登録 研究対象者は、実際に追跡を行った医師の記載による病院臨床ファイルと国民死亡証明書を突合。	観察(情報)バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	放射線量、その他考慮した因子としては去勢、化学療法、初発がん種、フラクション回数、再発年齢、		
解析	使用モデル	ERR算出に必要な放射線量の基本モデルは放射線疫学に倣い、二値変数による定数項と負の指数項によるモデルを使用。	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	交絡調整方法	RR算出には、去勢、再発年齢を層化。ばく露量と初発がん種を調整。 ERR算出には、去勢、化学療法、初発がん種を調整。		
アウトカム指標およびアウトカム	16名が臨床上的乳房腫瘍を認める。【表3】。 累積発現率は30年後で2.8%(95%CI: 1.0-4.5)、40年後で10.7%(95%CI: 1.4-19.9)。 30-39歳女性の年間発現率 537×10^{-5} 人年(95%CI: 269-942)、年間過剰発現率 515×10^{-5} 人年(95%CI: 246-919)、SIRは10-19歳女性の185(95%CI: 31-573)から30-39歳女性23.2(95%CI: 12-41)に減少する。【表4】 放射線治療の乳がんリスクRRは1.3(95%CI: 0.4-5.9)、ERRと総線量は線形な関係にならない。 化学療法の乳がんリスクRRは2.7(95%CI: 0.9-7.6 p=0.07)。			

書誌情報	作業 No.	593	著者	van Leeuwen, F. E., W. J. Klokman, M. Stovall et al.
	PMID(PubMedID)	12837833	タイトル	Roles of radiation dose, chemotherapy, and hormonal factors in breast cancer following Hodgkin's disease
	研究方法	コホート内症例対照研究	雑誌名・年・巻・頁	J. Natl. Cancer Inst. 2003; 95(13): 971-80
対象	国	オランダ	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	Netherlands Cancer Institute, Dr.Daniel den Hoed Cancer Center, Catharina Hospital Eindhoven		
	従事作業	ホジキン病と診断後、少なくとも5年以後に乳がんを診断		
	人数	症例:48 対照:175		
	年齢	40歳以下		
	性別	女性		
追跡	追跡期間	1965-1988	記載なし	記載なし
	追跡率	記載なし		
ばく露指標	作業名	乳がん発症部位への放射線照射	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	外部ばく露	放射線照射記録		
	内部ばく露	記載なし		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	25.2Gy		
	濃度範囲	乳房部位		
健康影響	線種・核種	情報なし	影響評価の精度	記載なし
	影響の種類	乳がんの発症		
	情報源	コホートによる追跡調査		
交絡因子の収集	収集の方法	全医療記録	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
その他	卵巣への照射量、閉経の有無・年齢			
解析	使用モデル	条件つきロジスティック回帰	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	交絡調整方法	2条件でマッチング(①ホジキン病発症年齢が3年以内、②ホジキン病診断日が5年以内)		
アウトカム指標およびアウトカム	乳がんの発症の有無【照射量に応じたリスク】38.5Gy 照射は 4Gy 以下と比較して RR=4.5(95%CI1.3 - 16) 【放射線単独と放射線と化学療法とのリスク】放射線+化学療法 RR=0.45(0.22 - 0.91) 併用群では照射線量に比例してリスクは高まらない			

書誌情報	作業 No.	746	著者	Wang JX, Zhang LA, Li BX, Zhao YC, Wang ZQ, Zhang JY, Aoyama T.
	PMID(PubMedID)	11906134	タイトル	Cancer incidence and risk estimation among medical x-ray workers in China, 1950-1995.
	研究方法	コホート研究とヒストリカルコホート研究の組み合わせ	雑誌名・年;巻:頁	Health Phys. 2002; 82:455-66
対象	国	中国	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	24 の主要病院		
	従事作業	X 線を用いる医療行為(診断)		
	人数	27,011 人		
	年齢	職に就いた平均年齢は X 線を用いる医療従事者群で 26 歳、比較群で 25 歳		
	性別	X 線を用いる医療従事者群: 男性 80%、女性 20% 比較群: 男性 69% 女性 31%		
比較群	同じ病院に働いていた、仕事に X 線を用いない 25,782 人の医療従事者(外科医、耳鼻咽喉科医)			
追跡	追跡期間	過去の研究も合わせて 1950-1995 年の 45 年間		
	追跡率	記載なし		
ばく露指標	作業名	X 線を用いる医療診断	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	1985 年以前の中国 X 線医療従事者 (CMXW) の線量測定データがなかった(それ以前には存在しなかった)ため、現在同じ施設で働いている X 線を用いる医療従事者の被ばく量などから線量の推定を行った。
	外部ばく露	X 線		
	内部ばく露	記載なし		
ばく露レベル	ばく露期間	多くの医者は、職に就いてから退職までの期間、ばく露を受けていた	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	平均累積ばく露量の記載 (1970 年以前に職に就いた対象者では 551mGy、それ以降の対象者では 82mGy)があり、就職時期ごとの詳細は表 2		
	濃度範囲	年間の累積ばく露量の範囲はおおよそ 2.9-36.9mGy/y(表 3)		
線種・核種	X 線			
健康影響	影響の種類	がん発生	影響評価の精度	1 点目は、CMXW の集団については、線量の推定値に基づいてリスク比推定を行った点で、2 点目は、ばく露の評価を十分にできるほどの追跡を行っていない場合がある点。
	情報源	記載なし	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
交絡因子の収集	収集の方法	カルテからがん発生診断の日付と診断の詳細を転記	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
その他	性別、就職時期			
解析	使用モデル	O/E 比	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	交絡調整方法	サブグループ解析		
アウトカム指標およびアウトカム	<p>診断に X 線を用いる医療従事者では比較群に対してがん発症リスク比が 1.2 倍[95%CI 1.1-1.3]であった(有意)。有意なリスク上昇がみられたがん種は、白血病、皮膚がん、乳がん、肺がん、肝臓がん、膀胱がん、食道がんで、それぞれリスク比が 2.2、4.1、1.3、1.2、1.2、1.8、2.7 であった。</p> <p>X 線を用いる医療従事者のうち、女性より男性で高いがん発症リスクを示した。</p> <p>また、1970 年以前に職に就いた対象者とそれ以降とで比較すると、前者の方が白血病、固形がんの発症リスク比が有意に高かった(白血病発症リスク比 2.4、固形がんリスク比 1.2)</p>			

書誌情報	作業 No.	642	著者	Michele Morin Doody, MS, John E. Lonstein, MD, Marillyn Stovall, PhD, David G. Hacker, BS, Nickolas Luckyanov, PhD, Charles E Land, PhD
	PMID(PubMedID)	10954636	タイトル	Breast cancer mortality after diagnostic radiography: findings from the U.S. Scoliosis Cohort Study.
	研究方法	後向きコホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Spine15;25(16):2052-63; 2000
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	追跡不可能なケースの生死を考慮すると、SMRの結果は低くなる可能性がある。
	施設名	アメリカの大規模整形医療機関 14施設		
	従事作業・被ばく 露対象	1912-1965年の間、小児期もしくは青年期に脊柱側弯症(脊柱側弯症、脊柱後弯症、脊柱前弯症、脊椎後側弯症を含む)でX線撮影で診断を受けた女性		
	人数	5,573名【表1】 追跡可能者として220,000人年		
	年齢	10.1歳(範囲:0-19歳) (診断年齢として)		
	性別	女性100%		
	比較群	ばく露を受けた対象者のうち生存者		
追跡	追跡期間	平均40.5年【表1】		
	追跡率	89%		
ばく露指標	作業名	脊柱側弯症の放射線検査	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	放射線技術が1920年以降劇的に変化しているため、胸部線量の推定は1920-1939年、1940-1959年、1960-1975年、1976-1989年の期間に分けた。13歳未満と13歳以上で照射形状ごとの胸部への放射線量を推定。(1920-1939年は不明のため、診断医専門家の推奨に従い1930-1959年の2倍線量で計算。ただし1940年以前の検査は全体の6%のためインパクトは低いと考える。) 【表2】推定線量の情報が不十分な13.5%について、そのうちの88.4%はその患者が受けた全ての検査から得た平均線量とし、11.6%は年齢、暦年、医療機関の類似した他の患者の平均線量を採用。
	外部ばく露	—		
	内部ばく露	—		
ばく露レベル	ばく露期間	一般に数年にわたって放射線のばく露を受ける。	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	放射線技術が1920年以降劇的に変化しているため、胸部線量の推定は1920-1939年、1940-1959年、1960-1975年、1976-1989年の期間に分けた。13歳未満と13歳以上で照射形状ごとの胸部への放射線量を推定。(1920-1939年は不明のため、診断医専門家の推奨に従い1930-1959年の2倍線量で計算。ただし1940年以前の検査は全体の6%のためインパクトは低いと考える。) 【表2】推定線量の情報が不十分な13.5%について、そのうちの88.4%はその患者が受けた全ての検査から得た平均線量とし、11.6%は年齢、暦年、医療機関の類似した他の患者の平均線量を採用。
	ばく露年数	—		
	平均濃度	胸部線量の平均は、10.8cGy		
	範囲	0-170cGy		
健康影響	線種・核種	情報なし	観察(情報)バイアス (問題点を記載)	診療記録、放射線記録、胸部線量の欠損値は、1つの医療機関の実績に基づくパラメータを使用して推定。胸部総線量は下方のゆがみがある可能性がある。一般女性が脊柱側弯症の女性と比較可能か不明確である。
	影響の種類	がん死亡		
	情報源	診断と治療の履歴は、医療機関の診療記録。		
交絡因子の収集	収集の方法	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	喫煙	情報なし		
解析	その他	病因、診断年齢、診断年、術歴、治療歴、彎曲度、初回放射線検査年齢	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	使用モデル	ポアソン回帰分析で放射線量ごとの線形モデル超過相対リスクを使用。		
	交絡調整方法	ポアソンモデル線形線量相関分析【表8】		

<p>アウトカム 指標 および アウトカム</p>	<p>全死亡 SMR=1.71 (95%CI:1.6-1.8)。乳がん死亡 SMR=1.69 (95%CI:1.3-2.1)。白血病死亡 SMR=1.21 (95%CI:0.6-2.3) は比較群と比べて有意に高かったが、肺がん死亡 SMR=0.73 (95%CI:0.5-1.1) について有意差はなかった。平均推定線量は骨髄 1.0cGy、肺 4.0cGy で低い。【表 5】</p> <p>青年期 (≥10 歳) の発症でリスクの有意な増加が認められる。【表 6】</p> <p>神経筋、原因不明によるリスクはそれぞれ 2.1 倍、2.6 倍。</p> <p>乳がん発症の女性のほとんどについて、彎曲度は不明だが、30° 以下もしくは 60° 以上の彎曲をしている女性での死亡はほとんど見られない。</p> <p>脊椎手術の数の増加に伴い乳がん死亡リスクが増加する。(傾向 P=0.004)</p> <p>胸部への被ばくが行われた放射線検査の数増加、胸部への推定蓄積線量増加、初回の放射線検査の年齢低下に伴い乳がんリスクが上がる。初回放射線検査からの時間経過、検査終了の年齢によるリスク差は有意でない。【表 6】</p> <p>放射線検査回数の増加に伴い乳がんリスクが増加する。(傾向 P=0.0006) 50 回以上の検査により 4 倍のリスク。累積放射線量に伴いリスクの有意な増加傾向が認められる。(傾向 P=0.001) 20cGy 以上の胸部線量は 3 倍のリスク。</p> <p>1Gy における推定 ERR は、交絡非調整の場合 5.4 (95%CI:1.2-14.1)。調整後は 2.7 (95%CI:-0.2-9.3)。当てはまりを上げたのは、治療と初回検査年齢(全患者対象)、初回検査年齢(1 回以上の放射線検査を行った患者対象)。</p> <p>異質性の χ^2 試験では、非調整で P=0.13、調整後では P=0.42。</p>
---------------------------------------	---

書誌情報	作業 No.	609	著者	Lundell M, Mattsson A, Karlsson P, Holmberg E, Gustafsson A, Holm LE.
	PMID(PubMedID)	10319736	タイトル	Breast cancer risk after radiotherapy in infancy: a pooled analysis of two Swedish cohorts of 17,202 infants
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	Radiat Res. 1999; 151: 626-32
対象	国	スウェーデン	選択バイアス (問題点を記載)	50歳以上の対象者が21%しかいない、比較的若いコホートであるため、がん発症が少ない可能性がある。
	施設名	Radiumhemmet (Stockholm), Sahlgrenska 大学病院 (Gothenburg)		
	従事作業	月齢18カ月以下における、放射線を用いた皮膚血管腫の治療		
	人数	17,202人 (Stockholm: 9,674人、Gothenburg: 7,527人)		
	年齢	正確な記載はないが、治療後の追跡期間の平均値は45年(範囲1~74年)であった		
	性別	女性		
	比較群	ストックホルムおよび West of Sweden Health Care Region に住む女性		
追跡	追跡期間	1958年1月1日-1993年12月31日		
	追跡率	—		
ばく露指標	作業名	放射線を用いた皮膚血管腫の治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	外部ばく露	治療器具を当てがった部分から被ばく		
	内部ばく露	—		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし		
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	治療器具を幼児の人体模型に装着した測定値を、子どもの年齢と体格を考慮した治療箇所と病変との距離で調整したもの、独自の深部線量曲線と数表、先行研究の値を用いてばく露濃度を設定した。【表1】		
	濃度範囲	—		
	線種・核種	226Ra, X線, 32P		
健康影響	影響の種類	乳がんの発症	影響評価の精度	情報なし
	情報源	国民登録、移住登録、スウェーデン死因登録、スウェーデンがん登録	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし
	収集の方法	Radiumhemmet および Sahlgrenska 大学病院 での治療記録と上記4つの登録情報を、国民番号で結合した。		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	年齢、カレンダー時間、地域 (Stockholm か Gothenburg)		
解析	使用モデル	SIR, ERR モデル、EAR モデル、ポアソン回帰		
	交絡調整方法	層化		
アウトカム指標 および アウトカム	発症数および SIR とその CI: 計 245 件 (SIR: 1.20, 95%CI: 1.06-1.36)、Stockholm では SIR: 1.21 (95%CI: 1.04-1.41), Gothenburg では SIR: 1.20 (95%CI: 0.95-1.49)。 線量反応関係の形状の探索: 乳房でのばく露量を1次項として含むモデルが最もよく当てはまった。 ばく露した年齢、乳房のばく露率、卵巣のばく露量、ばく露からの経過時間は発症に有意な影響を与えず、乳房のばく露量のみがリスクの予測変数として考えられた。			

書誌情報	作業 No.	638	著者	Geoffrey R. Howe, John McLaughlin
	PMID(PubMedID)	8643829	タイトル	Breast cancer mortality between 1950 and 1987 after exposure to fractionated moderate-dose-rate ionizing radiation in the Canadian fluoroscopy cohort study and a comparison with breast cancer mortality in the atomic bomb survivors study.
	研究方法	コホート研究 (原爆研究結果との比較を含む)	雑誌名・年・巻・頁	Radiat Res.145(6):694-707; 1996
対象	国	カナダ	選択バイアス (問題点を記載)	線量の測定誤差が潜在的なバイアスとして考えられるが、測定誤差はパークソントップであろうことよりリスク算定のバイアスにならない。
	施設名	—		
	従事作業・被ばく 露対象	1930-1952年に結核治療を受けた患者のうち、1950年以降のデータベースに死亡記録があった女性		
	人数	31,917人【表1】 うち死亡については959,704人年【表2】		
	年齢	被ばく時平均年齢 26歳【表1】		
	性別	女性 100%		
	比較群	1930-1952年に結核治療を受けた患者のうち、1950年に生存していた女性でその後の生存者		
追跡	追跡期間	0-37年 (平均31年) 【表1】		
	追跡率	情報なし		
ばく露指標	作業名	胸部への蛍光透視検査	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	蛍光透視検査の線量は、検査当初の一般的な測定線量、ファントム実験に基づく外部被ばく単位の組織線量、および人工気胸治療を行った医師91名のインタビューによるデータより算定。 胸部組織の線量は、臓器吸収線量 (grays) で算定され、原爆生存者の試験との比較のためファクター1.0で臓器等価線量 (sieverts) として表記。
	外部ばく露	平均胸部組織の線量 0.5mSv/秒		
	内部ばく露	—		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし		
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	胸部組織での平均総線量 0.89Sv Nova Scotiaは、2.13Sv、その他の地域は0.79Sv【表1】		
	濃度範囲	肺組織での総線量 0-18.40Sv【表1】		
健康影響	線種・核種	情報なし	影響評価の精度	記載なし
	影響の種類	乳がん死亡		
	情報源	放射線記録は、全医療機関の診療記録(1973-1976年) 死亡は、カナダ国営死亡率データベース(1950年以降)		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	リスク年齢、リスクの暦年、性別、胸部線量		
解析	使用モデル	相対リスクでリスクは線量に線形に相関するが、線量ごとのリスクは被ばく年齢と被ばくからの時間を考慮している。【式(1)参照】被ばく後5年まで、あるいは25歳未満の女性はリスクが増加しないことがモデルに組み込まれている。 蛍光透視検査のコホート研究と原爆生存者研究の内部比較は標準ポアソン回帰モデルを使用。 線形の超過相対リスクモデルが、尤度法をもとにした点推定と区間推定に基づいたEPICUREプログラムによるデータでの当てはまりが良い。	交絡バイアス、 異質性評価 (問題点を記載)	異質性試験の対比較では Nova Scotia とそれ以外の地域の結果の差異は、偶然によるものではないとしている。【表 5a】 4つのサブコホートの全体異質性試験では、Nova Scotia の結果を基にした $\chi^2=33.32$ ($p<0.0001$) であるが、Nova Scotia を除くと $\chi^2=5.12$ ($p=0.08$) となる。 異質性の存在が考えらえる。 カナダ研究と原爆生存者研究の ERR/Sv の結果でも異質性による差異がみられる。【表 5b】
	交絡調整方法	層化		
アウトカム指標	10Sv を超える線量での乳がん死亡はほとんどが Nova Scotia 地域であり、照射形状は AP である。(原爆生存者の線量 4.0Sv 以上は除外) 【表 2】			

<p>および アウトカム</p>	<p>カナダの蛍光透視検査試験による乳がん死亡(初回被ばくから5年を経過している者)は681名。(期待数は556名)【表2】非被ばく者のSMRは1.04(95%CI:0.93-1.16)に対して、被ばく者のSMRは1.47(95%CI:1.32-1.64)。線量の層別では、線量増加に伴うリスク増加が見られた。相対リスクのデータは低線量のNova Scotia以外の地域を反映するもので、高線量のNova Scotiaのデータは上部に曲率している。(例:10Sv以上でRR=40を超える)【表3】</p> <p>原爆生存者研究の線量層別でも、線量増加に伴うリスク増加が見られた。【表4】</p> <p>両試験の比較では、単回帰線形相関関数で代表することができる。</p> <p>線形相対リスクモデルでのERR/Svは、線量とリスクの間に強く線形相関を認めている。【表5a】</p> <p>被ばく年齢が高いほどERR/Svが低い。この結果は線量相関を考慮すると矛盾が生じる。1つの考えとしてPA照射によって線量を低く見積もることによる差異が挙げられるが、照射形状が大きく寄与するとも考えにくい。【表6】</p> <p>被ばくからの経過年ごとのERR/Svは、5年から39年経過まで一定で、40年を超えると減少している。異質性が存在するため、どこがピークかという統計的根拠はない。【表7】</p> <p>リスク年齢ごとのERR/Svは、カナダ研究ではリスク年齢が上がるほどERRは低く、原爆生存者では35歳未満で高い。異質性はあるが、リスク年齢は修飾因子であることがわかる。【表8】</p> <p>被ばく年齢、被ばくからの経過を一定にしたERR/Svは、Nova Scotiaが非常に高いが、他の3つのサブコホートとの異質性が高い。【表9(表5との比較)】</p>
----------------------	--

書誌情報	作業 No.	592	著者	Hancock, S. L., M. A. Tucker and R. T. Hoppe
	PMID(PubMedID)	8416252	タイトル	Breast cancer after treatment of Hodgkin's disease
	研究方法	コホート	雑誌名. 年; 巻: 頁	J. Natl. Cancer Inst. 1993; 85 (1): 25-31
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	スタンフォード大学 medical center		
	従事作業	1961~1990年にホジキン病で放射線治療や化学療法を受けた患者		
	人数	885, 8832 人年		
	年齢	ホジキン病治療時年齢平均 28 歳 (4~81 歳)		
	性別	女性のみ		
追跡	比較群	なし	追跡期間	平均 10 年
	追跡率	記載なし		追跡率
ばく露指標	作業名	ホジキン病治療での放射線照射	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	照射線量に応じたリスクは、照射量の範囲が狭かったため、この研究では行えなかった。
	外部ばく露	放射線照射		
	内部ばく露	記載なし		
ばく露レベル	ばく露期間	1971 年以前 2.2~2.75Gy/日 以降 1.5~2.0Gy/日 ※照射期間は不明	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	記載なし		
	濃度範囲	【成人 753 名】マントル照射で 88%40 Gy 以上、3%7.5~30Gy、5%照射なし 【17 歳以下 132 名】マントル照射で 70%40Gy 以上、5%30~40Gy、20%14~26.1Gy、5%照射なし		
線種・核種	記載なし			
健康影響	影響の種類	乳がんの発症	影響評価の精度	American Joint Committee on Cancer guidelines をもとにがんステージを診断。
	情報源	カルテ情報、質問紙、病理記録、関連機関の病理記録コピー	観察バイアス (問題点を記載)	乳がん診断時、半数のがんがステージ II であり、細やかな経過観察ができていたとは言えない。乳がんによる死亡率が一般よりも高い。
	収集の方法	カルテ情報・病理記録の収集、関連機関へのコピー入手、2 年間連絡が途絶えた場合は、かかりつけ医から連絡をいれてもらう		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	年齢、人種		
解析	使用モデル	カプランマイヤー法でポワソン確率に基づき一般女性の乳がん発生・死亡と比較し相対リスク比を算出。	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法	年齢、ホジキン病診断からの経過年数、照射時年齢で層化		

アウトカム指標 および アウトカム	乳がん発症の有無 【乳がん発症】25 人 RR=4.1(95%CI2.5-5.7) 【照射時年齢】15 歳以下でRR=136 (34-371)RRは年齢が上がるにつれ減少(p for trend <.0001) 【治療後年数】15 年以降でRR=13.6 (7.9-18.2) 15 年以前では少ない(p for trend <.001) 【乳がんによる死亡】RR=5.1(2.2-10.0)
-------------------------	--

書誌情報	作業 No.	631	著者	Mattsson A, Ruden BI, Hall P, Wilking N, Rutqvist LE
	PMID(PubMedID)	8411245	タイトル	Radiation-induced breast cancer: Long-term follow-up of radiation therapy for benign breast disease
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名・年・巻・頁	J Natl Cancer Inst. 1993;85:1679-85
対象	国	スウェーデン	選択バイアス (問題点を記載)	痛みやしこりがある患者が放射線治療をより多く受ける傾向にある。
	施設名	Karolinska Hospital の Radiumhemmet		
	従事作業	1925-54 年に良性の乳腫瘍に対する放射線治療を受けた患者		
	人数	人数: 1216 名 乳房数: 2432 個 48970 乳房年(乳房単位の SIR を比較するため)		
	年齢			
	性別	女性のみ		
比較群		(1) 1925-54 年に良性の乳腫瘍の診断を受けたが、放射線治療を受けなかった患者 (2) 1931-61 年に Stockholm の Sabbatsberg Hospital で良性の乳腫瘍の摘出手術を受けた患者 合計 1874 名(乳房数 3776 92785 乳房年)		
	追跡	追跡期間 1958-87 年		
追跡	追跡率			
	追跡率			
ばく露指標	作業名	治療放射線	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	吸収線量の測定誤差は 10%以内である。
	外部ばく露	X 線照射		
	内部ばく露	-		
ばく露レベル	ばく露期間	1~10 回	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	吸収線量の測定誤差は 10%以内である。
	ばく露年数			
	平均濃度	照射を受けた乳房 5.84Gy(受けていない乳房 0.27Gy)		
	濃度範囲	受けた乳房 0.003-50.14Gy(受けていない乳房 0.003-1.18Gy)		
線種・核種		(98%) X-rays HVL0.9-1.8mm Cu (2%) X-rays HVL 0.1-0.3mm Cu または γ -rays(遠隔ラジウムまたは Co-60)		
健康影響	影響の種類	乳がんの発症	影響評価の精度	
	情報源	1958-87 年の Swedish Cancer Register	観察バイアス (問題点を記載)	
	収集の方法			
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	遺伝情報などの潜在的な交絡因子については情報が入手できなかったが、これらの因子が受けた治療と関連している可能性は低い。乳がんリスクの上昇につながるといわれているのは良性腫瘍の中でも増殖性腫瘍のみであるが、乳房の良性腫瘍は定義が曖昧であるため、増殖性腫瘍とそれ以外の腫瘍の分布は不明である。放射線照射回数を考慮していない。
	その他	吸収線量、被ばく年齢、被ばく後経過期間、および治療時期		
解析	使用モデル	患者単位の SIR (incidence per person-year) と乳房単位の SIR (incidence per breast-year) を、対数線形モデルを用いてそれぞれモデル化。	交絡バイアス (問題点を記載)	遺伝情報などの潜在的な交絡因子については情報が入手できなかったが、これらの因子が受けた治療と関連している可能性は低い。乳がんリスクの上昇につながるといわれているのは良性腫瘍の中でも増殖性腫瘍のみであるが、乳房の良性腫瘍は定義が曖昧であるため、増殖性腫瘍とそれ以外の腫瘍の分布は不明である。放射線照射回数を考慮していない。
	交絡調整方法	吸収線量、被ばく年齢、被ばく後経過期間、および治療時期を層別、またはモデルに加えて調整		

アウトカム指標 および アウトカム

ストックホルム市内在住の女性を基準とした SIR を算出(がん発生の情報は 1970-87 年の Stockholm-Gotland Cancer Register から入手)。患者単位では、ばく露群の SIR は 3.26(95%CI 2.82-3.75)、非ばく露群は 1.01(0.82-1.22)であった。ばく露群のうち被ばく年齢が 40 歳未満の患者の SIR は 3.92(9.26-4.68; 平均吸収線量 4.22Gy)、40 歳以上では 2.54(2.00-3.19; 7.41Gy)であった。

また年齢と RR の負の相関性も認められた($p=0.05$)【表 2】。乳房単位では、非ばく露群の乳房と比較したばく露群の乳房(被ばく・非被ばく含む)の RR は 3.58(2.77-4.63)、ばく露群の非被ばく乳房のみの RR は 1.16(0.75-1.81)であった【表 1】。また被ばく後経過時間 25 年で被ばく乳房の RR が最大となった【表 3】。

また吸収線量、被ばく年齢、被ばく後経過期間、および治療時期を加えた対数線形モデル $RR(D,A,T) = \text{Exp}\{f(D,A,T)\}$ を用いた解析では、被ばく年齢による RR の変化は -0.85% (95%CI $-1.4 - -0.3\%$)であった。被ばく後経

過時間による RR の変化は波状になることがわかった。【表 4】

書誌情報	作業 No.	635	著者	Boice JD Jr, Preston D, Davis FG, Monson RR.
	PMID(PubMedID)	1996380	タイトル	Frequent chest x-ray fluoroscopy and breast cancer incidence among tuberculosis patients in Massachusetts
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名, 年, 巻, 頁	Radiat Res. 1991;125:214-22
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	
	施設名	マサチューセッツ州の 12 病院		
	従事作業	1925-54 年の間に結核で入院し、退院した患者で、肺虚脱療法中に蛍光板透視法による胸部検査を受けたもの		
	人数	56,965 人年(2,573 名)		
	年齢			
	性別	女性のみ		
追跡	比較群	1925-54 年の間に結核で入院し、退院した患者で、蛍光板透視法による胸部検査を受けなかったもの(48,919 人年 2,367 名)	追跡期間	平均 ばく露群 30 年
	追跡率	91.6%(非ばく露群 90.6%)		追跡率
ばく露指標	作業名	蛍光板透視法による胸部検査での照射放射線	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	蛍光板透視法の回数は非常に精確だが、患者の体の向きや透視法を受けた時間の長さは明確には分からない。
	外部ばく露	X 線		
	内部ばく露			
ばく露レベル	ばく露期間	検査回数平均 88 回	影響評価の精度	
	ばく露年数			
	平均濃度	79cGy		
	濃度範囲			
健康影響	線種・核種		観察バイアス (問題点を記載)	退院後数年間にがんを発症した患者のうち約 3分の1 の患者の情報がない。
	影響の種類	乳がんの発症		
	情報源	診療記録、メールや電話による質問票回答、死亡確認		
交絡因子の収集	収集の方法		交絡バイアス (問題点を記載)	サブコホート1は小児病院から、サブコホート2, 3は成人向けサナトリウムからそれぞれ抽出されている為、乳がんの background rate が異なる可能性がある。
	喫煙	情報なし		
解析	その他	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	
	使用モデル	ポアソン回帰を用いた ERR モデルと EAR モデル		
解析	交絡調整方法	交互作用は層化。用量反応関係のモデルはばく露時年齢、ばく露後経過時間で調整。		

アウトカム指標 および アウトカム	<p>コネティカット州のデータをもとに乳がん発症の期待値(E)を算定し、O/E(観察値:O)で評価。ばく露群の O/E は 1.29(95%CI 1.1-1.5)、非ばく露群は 0.86 であった【表 2】。</p> <p>吸収線量とがん発症リスクとの間には明確な正の用量反応関係が見られ【表 3、図 1】、潜伏期間を少なくとも 10 年と仮定すると 1Gy 当りの ERR は 1.61(1.30-2.01)、EAR は $10.7/10^4 \text{WY-Gy}(6.0-15.8)$ であった。用量反応関係に最も当てはまりの良いモデルは線形モデルであった【表 4】。</p> <p>ばく露時年齢(非ばく露群は結核と診断された年齢)で層別し、非ばく露群に対するばく露群の ERR・EAR を算出すると、15-24 歳でリスクの有意な増加がみられ、それ以降はばく露時年齢が上がるごとにリスクが低減するという傾向が見られた【表 5】。</p> <p>ばく露後経過時間(非ばく露群は結核と診断されてからの時間)で層別すると、ばく露後 15 年前後の層まではリスクの変化がみられず、それ以降は経過時間が長くなるほどリスクが増加するという傾向が見られた。50 年以上の層では 40-49 年の層に比べて ERR が減少に転じている一方で、EAR は増加していた。【表 6】。</p>
-------------------------	---

書誌情報	作業 No.	623	著者	Hildreth NG, Shore RE, Dvoretzky PM.
	PMID(PubMedID)	2797100	タイトル	The risk of breast cancer after irradiation of the thymus in infancy
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年;巻:頁	N Engl J Med. 1989; 321: 1281-4
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	州のがん登録との照合により、研究対象者以外で、2名に乳がん発症が認められたが、一方がばく露あり、もう一方がばく露なしであり、研究結果には影響しないと考えられる。
	施設名	—		
	従事作業	甲状腺肥大治療のため幼児期に受けた X 線治療を受けた成人女性。1926-1957 年の間に5つの病院および4人の放射線医(個人経営)にて X 線治療を受けた女性のうち、研究参加に対し同意の得られた 1,201 人をばく露群と設定した。		
	人数	ばく露群 1,201 人、非ばく露群 2,469 人		
	年齢	正確な記載は無いが、1926-1957 年までに幼児であり、治療から少なくとも 30 年経った人をばく露群とした、と記されている		
	性別	女性		
	比較群	放射線ばく露のない、ばく露群の姉妹		
追跡	追跡期間	ばく露群・非ばく露群ともに平均 36 年	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	追跡率	ばく露群・非ばく露群ともに約 85%		
ばく露指標	作業名	甲状腺肥大治療のための幼児期の X 線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	外部ばく露	照射量は空中で平均 0.058 クーロン (0.06 ≤, ≤0.32 クーロン)であり、これより乳房組織にて吸収された線量を 0.69 Gy と算出		
ばく露レベル	内部ばく露	—	影響評価の精度	
	ばく露期間	治療を受けていた期間		
	ばく露年数	治療は通常数週間以内に終了		
	平均濃度	乳房で吸収された線量の平均値は 0.69 Gy		
	濃度範囲	0.01-7.1 Gy		
線種・核種	X 線			
健康影響	影響の種類	乳がん発症	観察バイアス (問題点を記載)	ばく露から発症までの期間が長いケースの申告漏れが予想されたが、州のがん登録と照合した結果、研究対象者のうち新たなケースは認められなかった。病理医による再確認を行ったため誤ったケースの認定も防ぐことが出来た。診断バイアスは認められなかった。
	情報源	本人による申告を基に、医師および病院から得られた病理診断結果やその他関連の医学的書類を、研究に参加した病理医がチェックして確認した。腫瘍の分類は ICD-9 に準じた。		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	被ばくからの経過時間(5年ごとにカテゴリー分け)、出産経験の有無、出産経験ありの場合、初産時の年齢		
解析	使用モデル	ベースラインでの両群比較のため、割合の比較に χ^2 乗検定、平均値の比較に t 検定を用いた。Mantel-Haenszel 検定により両群のハザード比を比較。Mantel 傾向検定により量反応関係の有無を調べた(線量のカテゴリーは 0.01-0.49, 0.50-1.99, ≥ 2 Gy.)。Greenland と Robins の方法により調整ハザード比とその 95%CI を算出した。		

		Preston の回帰プログラムを用い、RR、EAR とその 95%CI を算出し、また量反応関係が非線形性を有していないかどうか確認した。居住地域の近い女性の集団を標準人口とした SIR を算出した。		
	交絡調整方法	Mantel-Haenszel 検定および Preston の回帰モデル		

アウトカム指標 および アウトカム	調整ハザード比 3.6 (95%CI: 1.8-7.3)。 量反応関係は線形であると考えられ、線形モデルにより RR は 3.48/Gy (95%CI: 2.1-6.2)、EAR は 10 ⁴ 人年当たり 5.7 (95%CI: 0.4-1.3) と計算された。 SIR は 3.6 (95%CI: 0.4-1.3)。
-------------------------	--

書誌情報	作業 No.	636	著者	Davis FG, Boice JD Jr, Hrubec Z, Monson RR.
	PMID(PubMedID)	2790825	タイトル	Cancer mortality in a radiation-exposed cohort of Massachusetts tuberculosis patients
	研究方法		雑誌名・年・巻・頁	Cancer Res. 1989;49:6130-6
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	
	施設名	マサチューセッツ州の 12 病院		
	従事作業	1925-54 年の間に結核で入院し、退院した患者で、肺虚脱療法中に蛍光板透視法による胸部検査を受けたもの		
	人数	6,285 名		
	年齢	ばく露時平均年齢 33 歳		
	性別	男性 2,956 名 女性 3,329 名		
	比較群	1925-54 年の間に結核で入院し、退院した患者で、蛍光板透視法による胸部検査を受けなかったもの 7,100 名(男性 3,916 名 女性 3,184 名)		
追跡	追跡期間	平均 25 年		
	追跡率	92%		
ばく露指標	作業名	蛍光板透視法による胸部検査での照射放射線	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	外部ばく露	X 線		
	内部ばく露			
ばく露レベル	ばく露期間	平均ばく露期間/検査回数 29 か月/77 回	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数			
	平均濃度	肺 0.84Gy 食道 0.80Gy 乳房 0.75y 【表 1】		
	濃度範囲			
	線種・核種	X 線		
健康影響	影響の種類	死亡	影響評価の精度	放射線の健康影響のうち死亡につながらなかったものは評価できていない。
	情報源	人口動態統計を社会保障庁や National death index のデータと連結させた	観察バイアス (問題点を記載)	肺がん死が結核による死に誤分類された可能性がある。 気胸の手術を受けた患者の健康影響は他の治療を受けた患者とは異なると考えられる。 結核やがん以外の肺疾患の死亡率への影響が突出して大きく、放射線の影響の評価が歪められた可能性がある。
	収集の方法			
交絡因子の収集	喫煙	情報あり(喫煙歴)	交絡バイアス (問題点を記載)	結核の外科的治療を受けた患者は、肺組織の一部が切除されたためにがん発症リスクが低下した可能性がある。 結核の診断や肺虚脱療法の実施が喫煙行動やその他の交絡因子に影響した可能性がある。
	その他	飲酒歴、肺の手術歴、結核のステージ、退院後の生存時間		
解析	使用モデル	SMR とばく露後経過時間との用量反応性の検定には Breslow ら(文献番号 21)の乗法モデルを用いた。	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法	交互作用は層化。		
アウトカム指標 および アウトカム	<p>1925-80 年のアメリカ合衆国の死亡率を基準とした SMR を算出。 ばく露の有無、性別ごとに見た全死因の SMR はほとんど同じで、1.7-2.0 の間であった。死亡のうち 40% が結核によるもの (SMR: 62-77)、8% ががん以外の呼吸器疾患によるもの (SMR: 2.3-3.2) であった【表 3】 ばく露後経過時間別にみると、肺がん死の SMR は 10 年未満の層で 1.7、10 年以上の層では 0.7 (95%CI 0.6-0.9) であった。食道がん死では経過時間が長くなるほど SMR が減少するという傾向が見られた。白血病では有意なリスクの増加は見られなかった。10 年以上の層の女性では乳がんの SMR が 1.4 (1.1-1.8) であり、全死因におけるリスク増加の 43% が乳がんによるものであると分かった。【表 5】 吸収線量と肺がん死の SMR との間の用量反応関係は、被ばく時年齢で層別 (30 歳未満・30 歳以上) しても観察されなかった【表 6】。 乳がん死については、乳房の吸収線量が 1Gy 以上の女性で SMR が有意に増加しており (SMR 2.5)、また全体で見ると吸収線量と SMR との間に正の用量反応関係が観察された (p=0.01)。また非ばく露群で、結核と診断された年齢が 30 歳未満の患者で SMR の有意な増加が、30 歳以上で有意な減少がそれぞれ観察された【表 9】。</p>			

書誌情報	作業 No.	624	著者	Hildreth NG, Shore RE, Hempelmann LH, Rosenstein M.
	PMID(PubMedID)	4070552	タイトル	Risk of extrathyroid tumors following radiation treatment in infancy for thymic enlargement
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Radiat Res. 1985; 102: 378-91.
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	情報なし		
	従事作業	甲状腺肥大に対して幼児期に受けた X 線治療		
	人数	2,856 人		
	年齢	平均はばく露群 31 歳、非ばく露群 30 歳		
	性別	男女(男性が 5 割強)		
	比較群	ばく露群の子どもで、ばく露していない 5,053 人		
追跡	追跡期間	平均 29 年	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	追跡率	88%		
ばく露指標	作業名	甲状腺肥大に対して幼児期に受けた X 線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	外部ばく露	—		
ばく露レベル	内部ばく露	—	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	ばく露期間	情報なし		
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	225 R		
健康影響	濃度範囲	25-1250 R	観察バイアス (問題点を記載)	皮膚がんの 73%が、X 線を主に照射した範囲内に見られたのに対し、良性腫瘍の 4 分の 3 がこの範囲から外れた位置に見られたことより、たまたま良性腫瘍が多く見られた可能性がある。どの部位においても観察されたイベント数は少なかった。
	線種・核種	X 線		
	影響の種類	甲状腺以外の部位での腫瘍		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	性別、追跡期間(Cox 回帰ではこれに加え教育歴、宗教、出産経験の有無)		
解析	使用モデル	一般化線形モデル、Cox 回帰	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	交絡調整方法	回帰分析		
アウトカム指標およびアウトカム	<p>部位別の良性腫瘍および悪性腫瘍発症の相対リスクは【表 5, 6】。良性腫瘍は骨、神経系、唾液腺、皮膚、乳房で RR が有意に高く、一方悪性腫瘍で RR が優位に高かったのは皮膚がんと乳がんであった。腫瘍ありと診断された年齢はばく露群と非ばく露群とで大きく違わなかった【表 7】。</p> <p>乳房の良性・悪性腫瘍とばく露量には正の量反応関係が見られた【表 8】。良性腫瘍は絶対リスク 3.49 ± 1.88/10 万人年・R、悪性腫瘍は 4.85 ± 3.46/10 万人年・R。</p>			

書誌情報	作業 No.	329	著者	McGeoghegan D.Binks K
	PMID(PubMedID)	10877261	タイトル	The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Springfields uranium production facility, 1946-95
	研究方法	コホート研究	雑誌名, 年, 巻, 頁	J Radiol Prot20:111-137;2000
対象	国	英国	選択バイアス (問題点を記載)	一般国民に比較した Springfields の死亡率は有意に低い。”健康な労働者”効果による。 Springfields 内でも放射線作業者は非放射線作業者に比べて死亡率が低い。
	施設名	核燃料公社 (BNFL; British Nuclear Fuels plc) の Springfield 施設		
	従事作業	ウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産		
	人数	479,146 人年		
	年齢	被ばく年齢の情報なし。		
	性別	女性が 12%、男性が 88% 【表 1】		
	比較群	非放射線作業		
追跡	追跡期間	平均追跡期間として 24.6 年	追跡率	0.7%(135/19,589 人)が除外。。理由は、生年月日や参加日の不明による
	追跡率			
ばく露指標	作業名	ウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	フィルムバッジの線量は、作業員への発行時期、使用時の技術、当時の作業ガイドライン、およびフィルムバッジからのデータの取り扱いに関する社内基準によって決定するため、年度によって測定が違っておそれあり。 体内蓄積の放射核種は除外されるため、134 名のデータでは外部線量は、0 記録になっている。 1953 年以前の記録単位が不明確。レントゲン単位で前後記録を 10% 減少で補正。
	外部ばく露	作業員のフィルムバッジによる全身線量を使用。		
ばく露レベル	内部ばく露	286.559 person-sieverts		
	ばく露期間	-		
	ばく露年数	-		
	平均濃度	個人平均蓄積線量 20.5mSv 最高値は 769.3mSv、中央値 8.3mSv。慢性リンパ性白血病を除く白血病で、1:5 matching の nested case-control を行った場合、2 年ラグの平均累積線量は、症例群: 27.0mSv、対照群: 18.2mSv		
濃度範囲	95%の労働者が、79.7mSv 以下。 傾向分析に使用した線量については、線量 0 から 400+の間で 10 段階に区分し、ラグタイム (0-20 年)の間で 5 段階)ごとの線量範囲【表 5 a】を使用。			
線種・核種	ウランなどの核燃料物質			
健康影響	影響の種類	がん罹患、死亡	影響評価の精度	SMR の母集団は、England Wales および 1979-92 は Lancashire の人口。SRR の母集団は、1971-91 の England Wales および 1979-95 は Lancashire の人口。 死亡率、罹患率の母集団は、非放射線作業員。(地理的および社会経済的な交絡を排除する目的)
	情報源	国家統計局 (OSN) の所有するサウスポートの NHS 中央登録 (一部 1979-1995 年のマンチェスターがん疫学研究センターより入手)	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	交絡の可能性として作業期間、追跡期間、ばく露の長さもしくは初回雇用年の影響を見たが、一貫した差は見られず。(年齢のみで層化) 傾向分析は、年齢、労働期間、性別、雇用状況を調整。
	その他	年齢、地域、社会経済状況		
解析	使用モデル	SMR と RR は両側検定、傾向分析は片側検定。 ERR 係数の傾向分析には線量 10 段階、潜伏 2, 10, 15, 20 年の死亡に人年の重みづけをして算出。		
	交絡調整方法	地理的および社会経済的な交絡を排除する目的で、死亡率と罹患		

		率の母集団は非放射線作業者。 ←影響評価の精度より再掲	
--	--	--------------------------------	--

アウトカム 指標 および アウトカム	<p>1995 年末までに放射線作業員から 3,476 例、非放射線作業員から 1,356 例、死亡。【表 1】 がん死亡と累積外部被ばく線量に関連を認めなかった。 死亡率、罹患率と有意に相関していたのはホジキン病と累積外部線量である。 全がんの SMR は、放射線労働者 86、非放射線労働者 96、【表 2,3】 がん罹患の SRR は、放射線労働者、非放射線労働者ともに 81【表 4】 部位別の解析では、ホジキンリンパ腫死亡がラグタイム 10 年、15 年で累積線量と相関、膀胱がん死亡がラグタイムを 10 年とした場合、累積線量と有意に関連していた。【表 5】 がん罹患では、ラグタイムを 10 年とした場合、白血病を除くがん、胸膜のがん、ホジキンリンパ腫、非ホジキンリンパ腫が累積被ばく線量と有意に関連していた。肺がんもラグタイムを 20 年とした場合累積外部被ばく線量と有意に関連していた。ラグタイムを 20 年とした場合、口腔・咽頭がん、喉頭がん、黒色腫、食道がん、胃がん、乳がん、胆のうがん、肝臓がん、結腸がん、直腸がんについては累積被ばく線量との有意な関連性は認められなかった【表 7】</p>
-----------------------------	---

書誌情報	作業 No.	679	著者	Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.
	PMID(PubMedID)	9686552	タイトル	Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名・年・巻・頁	J. Am. Med. Assoc. 280(4): 347-355 (1998)
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	米国の診療所 25、英国の診療所 1(表 1 参照)		
	従事作業	甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素 131 による治療を受ける		
	人数	35,593 人、738,831 人年		
	年齢	平均 46 歳		
	性別	男性 21%、女性 79%		
	比較群	米国一般集団		
追跡	追跡期間	平均 21 年(最大 44 年、最小 1 年)		
	追跡率	80.7%		
ばく露指標	作業名	ヨウ素 131 による治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない
	外部ばく露	情報なし		
内部ばく露	—			
ばく露レベル	ばく露期間	—		
	ばく露年数	平均治療回数で 1.8 回		
	平均濃度	10.4mCi(1 回の治療あたり 6.1mCi)		
	濃度範囲	3~27mCi(5.95 パーセンタイル点)		
線種・核種	情報なし			
健康影響	影響の種類	がん死亡	影響評価の精度	情報なし
	情報源	National Death Index	観察バイアス (問題点を記載)	エンドポイントとしてガン死亡は余り適切でなく、生存率の高い甲状腺がんや乳がんについては情報量が少ない。
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	性、治療時年齢、治療からの年数、甲状腺機能亢進の種類、ヨウ素 131 の放射能投与量		
解析	使用モデル	米国の死亡率を期待値とした SMR とポアソン分布を仮定した 95%信頼区間を算出。		
	交絡調整方法	層化		

アウトカム指標およびアウトカム	2,950 人が追跡終了時まででがんで死亡、これは米国の死亡率から求められる 2857.6 とほぼ同等であったが、肺がん、乳がん、腎がん、甲状腺がんの発生は増加し、子宮がん、前立腺がんは減少した【表 3】。中毒性結節性甲状腺腫の患者は SMR1.16【表 4】、治療後 1 年以上でがん死亡リスクの上昇が見られたのは抗甲状腺薬のみによる治療群において(SMR1.31)【表 5】。放射性ヨウ素と全がん死亡との関連は見られなかった(SMR1.02)が、甲状腺がんのみにおいては強い関連が見られた(SMR3.94)【表 5】。
-----------------	---

書誌情報	作業 No.	608	著者	Lundell M, Holm LE.
	PMID(PubMedID)	7576738	タイトル	Risk of solid tumors after irradiation in infancy
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名, 年, 巻, 頁	Acta Oncol. 1995; 34: 727-34
対象	国	スウェーデン	選択バイアス (問題点を記載)	比較群が選ばれたストックホルムはスウェーデン全体よりもほとんどのがんの発症率が高いため、SIRを小さく見積もっている可能性がある。 平均追跡期間が39年と短いため、対象集団の年齢が低くがん発症が少なかった可能性がある。
	施設名	Radiumhemmet (Stockholm)		
	従事作業	月齢18ヶ月以下における皮膚血管腫のラジウム放射線を用いた治療		
	人数	14,351人		
	年齢	正確な記載はないが、治療以降の追跡期間は平均して40年であった。		
	性別	男女(うち女性67%)		
	比較群	ストックホルムの人口		
追跡	追跡期間	1958年1月1日(それ以降に治療を受けた419人に関しては初回治療日)から死亡・国外移住・1986年12月31日のいずれかまで。平均38年(範囲:9-65年)		
	追跡率	—		
ばく露指標	作業名	皮膚血管腫のラジウム放射線を用いた治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	外部ばく露	皮膚表面に治療器具をあてた際にばく露		
	内部ばく露	—		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし		
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	治療法の詳細な種類は、治療時期とともに【表1】に記されている。266Raアプリケーションによる線量は、現物を幼児の人体模型に装着し測定した。その他の治療法については、それぞれの深部線量曲線と数表を用いて求めた。この値を、子どもの年齢と体格を考慮した治療箇所と病変との距離で調整した。身体の各部位での被ばく量は、性別、治療時の年齢、治療時期ごとに【表2】に記されている。		
	濃度範囲	治療法の詳細な種類は、治療時期とともに【表1】に記されている。266Raアプリケーションによる線量は、現物を幼児の人体模型に装着し測定した。その他の治療法については、それぞれの深部線量曲線と数表を用いて求めた。この値を、子どもの年齢と体格を考慮した治療箇所と病変との距離で調整した。身体の各部位での被ばく量は、性別、治療時の年齢、治療時期ごとに【表2】に記されている。		
	線種・核種	線種: α 線、 β 線、 γ 線、X線 核種: 主に ^{266}Ra		
健康影響	影響の種類	がん発生	影響評価の精度	乳がんと甲状腺がん以外の部位のがんは発症数が少なく、部位ごとの量反応関係が検討できなかった。
	情報源	スウェーデンがん登録	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし
	収集の方法	Radiumhemmetでの治療記録とスウェーデンがん登録を、国民番号で結合した。		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	性別によって発症率が異なる可能性がある。
	その他	年齢、性別、カレンダー時間		
解析	使用モデル	ポアソン回帰		
	交絡調整方法	マッチング		
アウトカム指標およびアウトカム	<p>がん発症数とSIR・そのCI: 285人において発症は300件(SIR: 1.11, 95%CI: 0.99-1.24)。女性では発症数244件(SIR: 1.15 95%CI: 1.01-1.25)、男性では56件(SIR: 0.96, 95%CI: 0.74-1.25)。乳がんは75件、甲状腺がんは17件、その他のがんは203人において208件(SIR: 1.03, 95%CI: 0.90-1.17)。部位別のSIRと95%CIは【図1】。治療からがん発症までの期間ごとの発症数は【表5】。治療からがん発症までの期間ごとのSIR(性別)は【図2】。有意にSIRの高かった部位は膀胱、甲状腺、内分泌腺(副腎、副甲状腺、胸腺、下垂体)であった。 ERRとEAR: 部位別に【表6】に記載。乳がんと甲状腺がん以外では顕著な結果は得られなかった。</p>			

書誌情報	作業 No.	632	著者	Mattsson A, Ruden BI, Hall P, Wilking N, Rutqvist LE
	PMID(PubMedID)	2034025	タイトル	Dose- and time-response for breast cancer risk after radiation therapy for benign breast disease
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Br J Cancer. 1995;72:1054-61
対象	国	スウェーデン	選択バイアス (問題点を記載)	
	施設名	Karolinska Hospital の Radiumhemmet		
	従事作業	1925-61 年に良性の乳腫瘍の放射線治療を受けた患者		
	人数	1216 名		
	年齢	被ばく時年齢 ばく露群:40 歳 (8-74 歳) 非ばく露群:36 歳 (10-78 歳)		
	性別	女性のみ		
	比較群	1925-61 年に良性の乳腫瘍の兆候や症状が見られたが放射線治療を受けなかった患者 1874 名		
追跡	追跡期間	1958-87 年		
	追跡率			
ばく露指標	作業名	治療放射線	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	外部ばく露	X 線照射		
	内部ばく露			
ばく露レベル	ばく露期間		ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数			
	平均濃度	照射を受けた乳房 5.84 Gy(受けていない乳房 0.27 Gy)		
	濃度範囲	受けた乳房 0.003-50.14 Gy(受けていない乳房 0.003-1.18 Gy)		
線種・核種	(98%)X-rays HVL0.9-1.8 mm Cu (2%)X-rays HVL 0.1-0.3mm Cu または γ -rays(遠隔ラジウムまたは Co-60)			
健康影響	影響の種類	乳がんの発症	影響評価の精度	
	情報源	1958-87 年の Swedish Cancer Register	観察バイアス (問題点を記載)	
	収集の方法			
交絡因子の収集	喫煙	情報なし		
	その他			
解析	使用モデル	ポアソン回帰を用いた過剰相対リスク(ERR)モデルと過剰絶対リスク(EAR)モデル	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法	吸収線量、良性乳腫瘍の診断時の年齢、Calendar period、被ばく時年齢をモデルに加えて解析。高線量による細胞破壊の影響を除くため、モデル比較においては吸収線量を5Gy までに制限。		

アウトカム指標およびアウトカム

ストックホルム市内在住の女性を基準とした、乳房単位の SIR(incidence per breast-year)を算出(がん発生の情報は 1970-87 年の Stockholm-Gotland Cancer Register から入手)。
用量反応性の形状を探索するために、ERR モデルを用いて 1 次項、2 次項、1 次項+2 次項を吸収線量 3Gy 未満、5Gy 未満でそれぞれ比較したところ、適合度が最も高いのは一次項であった【表 2】。吸収線量の増加に伴う RR の増加の度合いは、吸収線量が大い分位点間では比較的小さく、一次項を適用した場合、全体としては 5%/Gy($p<0.0001$; 95%CI 2-9%)であった【表 1】
登録時年齢別の乳がんの粗発生率を比較すると、非ばく露群とストックホルム市内在住の女性はほぼ等しく、またばく露群はすべての年齢区分で非ばく露群に比べ高いものの、有意差は無かった($p=0.38$)【図 2】。また照射線量と被ばく時年齢を固定して被ばく後経過時間区分ごとの ERR の異質性と局率を検定したところ、有意差は検出されなかった【表 3】。ERR モデルと EAR モデルを比較すると、ERR モデルの方が線形モデル、線形対数モデルへのあてはまりが良かった【表 4】

書誌情報	作業 No.	772	著者	Ryberg M, Lundell M, Nilsson B, Pettersson F.
	PMID(PubMedID)	2206566	タイトル	Malignant disease after radiation treatment of benign gynaecological disorders: a study of a cohort of metropathia patients
	研究方法	ヒストリカルコホート研究	雑誌名, 年, 巻, 頁	Acta Oncol. 1990; 29:563-7
対象	国	スウェーデン	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	Radiumhemmet (スウェーデン・ストックホルムの治療施設)		
	従事作業	不正子宮出血への放射線治療		
	人数	788 名 (9,289 人年)		
	年齢	記載なし		
	性別	女性		
追跡	比較群	1,219 名の同様の疾患を持つ放射線非治療者 (22,060 人年)		
	追跡期間	1982 年まで, 平均 28.2 年 (範囲 0-56 年)		
追跡率	追跡率	約 95%		
	作業名	婦人科疾患への放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
ばく露指標	外部ばく露	放射線治療		
	内部ばく露	腔内ブラキ治療		
ばく露レベル	ばく露期間	記載なし		
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	記載なし		
	濃度範囲	子宮腔内治療: 370-555MBq(16h) 腔内治療: 2.6GBq(24h) (推定累積ばく露量は表 2)		
	線種・核種	X 線		
健康影響	影響の種類	悪性腫瘍の発生	影響評価の精度	がん登録の精度、データの質は高い
	情報源	診療記録とがんの地域住民登録	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	記載なし		
交絡因子の収集	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	なし		
解析	使用モデル	リスク比推定にはポアソン分布を仮定		
	交絡調整方法	なし		
アウトカム指標およびアウトカム	放射線治療ばく露群のうち 107 名が、比較群のうち 173 名が悪性腫瘍を発生。一般住民がん登録データと比較すると、ばく露群で 1.22、比較群で 1.09 のリスク比であった。ばく露群では直腸がん、大腸がん、神経系のがんでのリスク比はそれぞれ 1.58、1.46、1.67 であったが、有意差は見られなかった。また乳がんのリスク比は 0.92 と減少がみられたが、50 歳以上の時点で放射線治療を受けた対象者に限るとリスク比は 2.08 であった。重点的に放射線治療を受けた部位のがんは、治療後 20 年時点では増加しなかったが、治療後 30 年以降では有意に増加した。			

書誌情報	作業 No.	622	著者	Shore RE, Hildreth N, Woodard E, Dvoretzky P, Hempelmann L, Pasternack B.
	PMID(PubMedID)	3462410	タイトル	Breast cancer among women given X-ray therapy for acute postpartum mastitis
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	J Natl Cancer Inst. 1986; 77: 689-96
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	非ばく露群の集団 2, 3 の追跡率がばく露群に比べ少なかったことから選択バイアスが疑われたが、集団 1 と SMR が大きく変わらないことから問題ないと考えられた。【表 1】 ばく露量の最も少ないカテゴリー、最も多いカテゴリーの人数が少なく、正確な量反応関係の探索が難しい。 ばく露群の年齢が大体 20~40 歳と限られている。
	施設名	非ばく露群の一部はニューヨーク市立病院の患者		
	従事作業	1940-1960 年に急性乳腺炎および乳房の腫瘍の治療のため X 線治療を受けた人。		
	人数	ばく露群 601 人、非ばく露群 1,239 人		
	年齢	14-49 歳【表 3】		
	性別	女性		
比較群	比較群	集団 1. ばく露群の子どもで、女性である人 集団 2. 急性乳腺炎を発症し、ニューヨーク市立病院で X 線治療以外の治療を受けた女性 集団 3. 集団 2 の子どもで、女性である人		
	追跡期間	ばく露群: 平均 29.4 年、非ばく露群: 平均 29.3 年		
追跡	追跡率	ばく露群: 93%、非ばく露群: 集団 1 97%、集団 2 82%、集団 3 86%		
	作業名	急性乳腺炎の治療のための X 線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	特に古い時代の治療器具について、正確な放射線量を測定することは難しい。
外部ばく露	—			
ばく露指標	内部ばく露	—		
	ばく露期間	1~10 回の治療を、1 日以上の間隔を置いて繰り返した。		
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	情報なし		
ばく露レベル	濃度範囲	60-1,150 Rad【表 5】		
	線種・核種	X 線		
	影響の種類	乳がんによる死亡	影響評価の精度	情報なし
健康影響	情報源	患者の自己申告に基づき、病理診断書をはじめとする医学的書類から発症を確定した。	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし
	収集の方法	質問紙票の郵送、数度の郵送に返答がなかった対象者に対しては電話		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	非ばく露群の SMR が 1 より大きかったが、社会経済的バイアスが存在している可能性がある。急性乳腺炎の発症が乳がん発症に影響する可能性は、集団 1 の SMR が集団 2, 3 より低かったことから、低いと考えられた。
	その他	ばく露した年齢、ばく露からの経過期間		
解析	使用モデル	Mantel-Haenszel 検定、Cornfield の漸近的最尤法により RR とその CI を算出した。ニューヨーク州北部の住民を標準人口として SMR を計算した。生命表から潜伏期間を算出し、腫瘍発症の時間変化パターンを検討した。 ポアソン回帰モデルにより量反応関係を調べ、2 次の加法ポアソン回帰モデルを用い乳がん発症率を推定した。この際、1 次項と 2 次項との共線性の影響を小さくするため、説明変数は平均化してモデルに組み入れた。 RR を線形回帰モデルにより推定した。Cox 回帰によりばく露の繰り返しやばく露パターンについて検討した。		
	交絡調整方法	Mantel-Haenszel 検定、回帰モデル		

アウトカム指標およびアウトカム
ばく露を受けた乳房での乳がん発症の RR は 3.2 (90%CI: 2.3-4.3)。線形乗法モデルより、1 Rad 当たりのリスクの上昇割合は 0.4% (90%CI: 0.2-0.7)。量反応関係は <700 Rad の範囲では直線であった。何度かに分けてばく露を受けても、乳がん発症リスクに変化はなかった。ばく露した年齢の影響はあまり見られなかったが、セルごとの人数が少なかったことが影響した可能性もある。

書誌情報	作業 No.	767	著者	Bauer S, Gusev BI, Pivina LM, Apsalikov KN, Grosche B
	PMID(PubMedID)	16187743	タイトル	Radiation Exposure due to Local Fallout from Soviet Atomospheric Nuclear Weapons Testing in Kazakhstan: Solid Cancer Mortality in the Semiparatinsk Historical Cohort. 1960-1999
	研究方法	コホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	Radiation Research 2005, 164, 409-419
対象	国	カザフスタン	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	セミパラチンスク核実験場近辺		
	従事作業	核実験(セミパラチンスク核実験場)		
	人数	19,545 人、582,750 人・年		
	年齢	20 歳以下、20—39 歳、40 歳以上(表 1)		
	性別	男性 9,834 人、女性 9,604 人(表 1)		
追跡	比較群	実験場から遠いコクペクチンスキー地域	追跡期間	1960 年から 1999 年まで
	追跡率	情報なし		
ばく露指標	作業名	核実験による被ばく	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	得られたデータ数が少なく、特に年齢別では少ないので、このコホート研究から、線量とリスクの関係、詳しい線量-応答関数を導くことは難しい。もっと多くのコホート研究が必要である。
	外部ばく露	フォールアウトや土等の汚染測定、環境線量測定等からの計算による評価		
	内部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	ばく露年数	1949 年から 1965 年まで	影響評価の精度	記載なし、ただし、他の核実験や核事故、日本の原爆等によるコホート研究との比較が書かれている
	平均濃度	地域別に表 2 に示されている		
	濃度範囲	20mSv から 4Sv まで		
	線種・核種	I-131, Cs-137, Sr-90		
健康影響	影響の種類	食道がん(特に女性)、肝臓がん、胃がん、肺がん、女性の乳がん、骨・皮膚がん(特に男性)による死亡	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	情報源	SRIRME(放射線医学・生態学研究所)	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	死亡記録を入手		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	移住者の増加		
解析	使用モデル	ERRモデルはポワソン回帰で最尤検定する	交絡調整方法	情報なし
	交絡調整方法	情報なし		
アウトカム指標およびアウトカム	対照群と比べて、全死亡率、がん死亡率ともかなりの差がある。男女別に比較がなされていて、食道がん(特に女性)、肝臓がん、胃がん、肺がん、女性の乳がん、骨・皮膚がん(特に男性)には大きな差があるが、子宮頸がん、膵臓がん、膀胱がん、腎臓がん、直腸がんには大きな差は見られない。その差の大きさについてはさらなる研究が必要である。喉頭、咽頭、口唇、泌尿器がんなどは数が少なくて違いがよく分からなかった。また被ばく時の年齢と共にがん発生が増えている。線量-がん発生のレスポンスは非常に低い線量範囲では非線形でやや急な曲線で、これは選択効果に一部関係しているかも知れない。いずれにしてもより多くのコホート研究がより詳しい結論を得るには不可欠である。1990 年代からの他国への移住者とコホート選択の効果についても検討の必要がある。			

書誌情報	作業 No.	400	著者	Preston DL, Mattsson A, Holmberg E, Shore R, Hildreth NG, Boice JD, Jr
	PMID(PubMedID)	12105993	タイトル	Radiation effects on breast cancer risk: a pooled analysis of eight cohorts
	研究方法	8コホート研究のプール解析	雑誌名・年;巻:頁	Radiat Res 158:220-235; 2002
対象	国	日本(1報)、アメリカ(4報)、スウェーデン(3報)、計8報【表1】	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	情報なし		
	従事作業・被ばく 露対象	日本(LSS:原爆)、アメリカ(TBO, TBX:胸部蛍光透視、APM, THY:高線量X線治療)、スウェーデン(BBD:高線量X線治療、HMG, HMS: Ra 外部γ低線量)【表1】		
	人数	1,846,433 人年【表1】		
	(被ばく)年齢	LSS: 27.5 歳、TBO: 24.8 歳、TBX: 26.6 歳、APM: 26.7 歳、THY: 0.2 歳、BBD: 38.0 歳、HMG: 0.5 歳、HMS: 0.5 歳【表2】		
	性別	女性 100%		
追跡	比較群	被ばく露対象のうち、各コホートの追跡期間中に乳がんが観察されていない者	追跡率	情報なし
	追跡期間	LSS: 1958-1993 年、TBO: 1926-1985 年、TBX: 1970-1985 年、APM: 1930-1981 年、THY: 1926-1987 年、BBD: 1958-1987 年、HMG: 1958-1993 年、HMS: 1958-1993 年【表2】		
ばく露指標	作業名	日本(LSS:原爆)、アメリカ(TBO, TBX:胸部蛍光透視、APM, THY:高線量X線治療)、スウェーデン(BBD:高線量X線治療、HMG, HMS: Ra 外部γ低線量)【表1】 再掲; 従事作業・被ばく露対象	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	外部ばく露	情報なし		
	内部ばく露	—		
ばく露レベル	ばく露期間	原爆は1945年に1回ばく露、その他は放射線治療として1~数回ばく露	ばく露レベル	記載なし
	ばく露年数	—		
	平均濃度	LSS: 0.3Gy、TBO: 1.0Gy、TBX: 0.7Gy、APM: 3.8Gy、THY: 0.7Gy、BBD: 5.8Gy、HMG: 0.17Gy、HMS: 0.52Gy【表1】		
	範囲	解析では、脳線量(Sv)として<0.01 から1.0を7段階に分類。【表4】		
健康影響	線種・核種	X線、γ線	影響評価の精度	記載なし
	影響の種類	初発乳がんの発症		
	情報源	各コホート結果 ERR算出のための母集団は、日本LSS:人口比率は使用せず、0線量の女性をパラメトリックモデルにあてはめ。 アメリカ:コネチカットがん登録 スウェーデン:スウェーデンがん登録(HMGのみ Gothenurg の比率を使用)		
収集の方法	各コホート論文のオリジナルデータ			
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	アウトカムに記載の《重要な課題として》を参照。
	その他	ばく露年齢、ばく露年齢からの期間、発症年齢、暦年、ばく露状況、線量で交差分類		
解析	使用モデル	ERRとEARは乗法モデルで交絡と考えられる要因を包含。被ばく年齢影響		

		は、ログ線形もしくはばく露年齢群の指標変数を用いて年齢に依存した過剰リスクを調査。 各パラメータで異質性があるため、ステップワイズ法でそれぞれのパラメータごとの単純効果を観察し、パラメータ推定は再尤度比法に従った。		
	交絡調整方法	ERRとEARでそれぞれ交絡を観察		

アウトカム指標 および アウトカム	<p>APMとTBXを除き、単純バックグラウンドSIRの推定値(つまりO/E比)は近似している。【表6】 1930年に出生した女性の一般人口比率からみたSIRは、各コホートで差異がありばく露影響に根拠は見られなかった。【図2】</p> <p>ばく露影響を調整したバックグラウンドSIRはすべてのコホートで本質的に等しい。【表7】 (発症年齢でみた時のERRはばく露に起因する固形がんを説明できるモデルで、ばく露年齢と発症年齢に線形が見られる。ERRは、コホートにより、被ばく年齢モデルでの解析(LSS,TBO,TBX,AMP,BBD)と発症年齢モデルでの解析(HMG,HMS,THY)を行う。被ばく年齢の効果影響をみるERR/Gyは、被ばく年齢モデルでの解析(LSS,TBO,TBX,AMP,BBD)の場合25歳被ばく、それ以外のコホート(HMG,HMS,THY)は6か月とした。発症年齢の効果影響をみるERR/Gyは、50歳とした。)</p> <p>ERRプールモデルのχ^2分布による尤度比検定では、ばく露年齢モデルでは11の自由度で77の不適合度、発症年齢モデルでは、14の自由度で61の不適合度が見られた。【表8】</p> <p>単純プールEARモデル(個々のパラメータ値が全コホートで同じと仮定)では、血管腫のコホート(HMG,HMS)の閉経前後の差異が大きいため、50歳女性のリスク評価は小さな数字の変化による影響が大きく、EAR/Gyの推定にはかなり不明瞭な部分があることがわかる。【表10】</p> <p>単純プールERRモデルでEARを見ると、統計的に有意な異質性が存在する。【図5】</p> <p>EARプールモデルのχ^2分布による尤度比検定では、18の自由度で80の不適合度が見られた。【表11】 最終的なプールEARモデルでのパラメータ推定は、閉経前EARは閉経後EARより年齢に伴う増加が急速であった。【表12】</p> <p>《重要な課題として》①線量相関:2Gy以下の線量では、線形モデルでの仮定より殺細胞モデルでのリスク推定が高くなる。②ERR、EARともにばく露からの時間経過を効果影響に入れたモデルのあてはめが改善しなかった。</p>
-------------------------	--

肝がんと放射線被ばくに関する医学的知見について

I. 肝がんに関する文献レビュー結果

1. 原爆被ばく者を対象とした疫学調査

文献 No.765

Preston. D. L., Ron. E, Tokuoka S., Funamoto. S, Nishi. N, Soda, M, Mabuchi. K, Kodama. K

Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors

RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007 年)

広島、長崎の原爆被ばく者のうち、1958 年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2 に基づいて個人線量が推定されている中で 1958 年から 1998 年までに診断された第一原発がん 17,448 例の解析を実施したコホート研究。

男性 1,040,278 人年、女性 1,724,452 人年の計 2,764,730 人年 (105,427 人) について、1958 年から 1998 年 12 月末までを追跡期間とした。追跡率は 99%。

解析にあたっては、ERR と EAR モデルを用い、各モデルの変化、そして両モデル間の差違の変化を BEIR VII モデルで解析。

解析結果は以下のとおり。

1) 寿命調査集団では、結腸線量が 0.005 Gy 以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約 850 例 (約 11%) が原爆被ばくと関連していると推定された。2) 線量反応曲線 0-2Gy の範囲は線形であった。3) 肝臓がんで放射線関連リスクが有意に増加した。

また、新たに判明したこととして、低線量では、被ばく線量区分を 0 から 0.15 Gy まで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。

2. 放射線作業者を対象とした疫学調査

文献 No.746

Wang JX, Zhang LA, Li BX, Zhao YC, Wang ZQ, Zhang JY, Aoyama T.

Cancer incidence and risk estimation among medical x-ray workers in China, 1950-1995.

Health Phys. 2002; 82:455-66

中国の主要 24 病院における X 線を用いた医療行為に従事する者 27011 名を対象とするコホート研究とヒストリカルコホート研究を組み合わせた研究。

対照は同じ病院に就労しており、X 線を用いない業務に従事していた 25,782 人の医療従事者 (外科医、耳鼻咽喉科医等)。X 線を用いる医療従事者群は男性 80%、女性 20%、

比較対照群は男性 69%、女性 31%の構成比であった。調査対象とされた病院で就労を開始した平均年齢は X 線を用いる医療従事者群で 26 歳、比較対照群で 25 歳であった。ばく露期間は就業年数により異なるが、平均累積ばく露量は、1970 年以前に職に就いた対象者では 551mGy、それ以降の対象者では 82mGy であった。解析は O/E 比を求めることを行っているが、性別、就職時期などでサブグループ解析を実施した。

診断に X 線を用いる医療従事者では比較群に対してがん発症リスク比が 1.2 倍 [95%CI 1.1-1.3]であった。

肝臓がんで、有意なリスク上昇がみられたリスク比は 1.2 であった。

X 線を用いる医療従事者のうち、女性より男性で高いがん発症リスクを示した。

<有意でないと報告があった研究>

文献 No.329

McGeoghegan D, Binks K

The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Springfields uranium production facility, 1946-95

J Radiol Prot 20:111-137;2000

英国の核燃料公社 Springfield の施設においてウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産に従事したものの 479,146 人年を対象とするコホート研究。被ばく年齢の情報はないが、女性が 12%、男性が 88%であった。

追跡期間は平均 24.6 年。生年月日、作業参加日の不詳によって、0.7%が除外された。個人平均蓄積線量は 20.5mSv。最高値は 769.3mSv、中央値 8.3mSv であった。慢性リンパ性白血病を除く白血病で、1:5 matching の nested case-control を行った場合、2 年潜伏期間の平均累積線量は、症例群：27.0mSv、対照群：18.2mSv であった。対象のうち 95%の労働者が 79.7mSv 以下の累積線量であった。傾向分析に使用した線量については、線量 0 から 400+の間で 10 段階に区分し、潜伏期間 (0-20 年の間で 5 段階) ごとの線量範囲を使用。

SMR と RR は両側検定、傾向分析は片側検定によって解析。ERR 係数の傾向分析には線量 10 段階、潜伏 2, 10, 15, 20 年の死亡に人年の重みづけをして算出した。

1995 年末までに放射線作業員から 3,476 例、非放射線作業員から 1,356 例が死亡。

部位別の解析では、肝臓がんで潜伏期間を 20 年とした場合、累積外部被ばく線量と有意な関連は認められなかった。

3. 放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査

文献 No.702

Travis, L. B., M. Hauptmann, L. K. Gaul et al.

Site-specific cancer incidence and mortality after cerebral angiography with

radioactive Thorotrast

Radiat. Res. 160 (6): 691-706 (2003)

デンマークの医療センター2施設、スウェーデンの病院1施設、アメリカの医療センター3施設において、放射性トロトラストを造影剤とした脳血管造影を受けた3,042人を対象としたコホート研究。比較対照群（ばく露群）は非放射性的造影剤による脳血管造影を行った対象者となる。年齢は、ばく露群では平均36.4歳（0.5-79.1歳）、非ばく露群では平均38.1歳（0.4-79.2歳）、性別はばく露群では46%、非ばく露群では52%が女性となっている。追跡期間は1935-1963年となる。

標準集団と比較し、肝がんについて罹患率が高くなった。また、ばく露後の時間によりRRは有意に増加した。その他、累積放射線量の増加に伴い、肝がんで発症および死亡リスクが増加した。

文献 No.707

Mori, T., C. Kido, K. Fukutomi et al.

Summary of entire Japanese Thorotrast follow-up study: updated 1998

Radiat. Res. 152 (6): S84-S87 (1999)

トロトラスト投与を伴う診断を受けた、戦争で負傷した日本人を対象としたコホート研究。トロトラスト投与日から追跡しているコホートと、1979年から追跡しているコホートの2つのコホートのデータを統合して分析が行われた。比較対照群は負傷日から1998年まで追跡されている。

両コホートで疾病を発症する率比に差はない。両コホートを統合し、対照群と比較した率比は肝がんで35.9、肝硬変で6.9、となっていた。トロトラスト投与からの年数で層別すると、投与後20年を超えてからリスク増加が見られる。

文献 No.773

dos Santos Silva, I., F. Malveiro, R. Portugal et al.

Mortality from primary liver cancers in the Portuguese Thorotrast cohort study

Health Effects of Internally Deposited Radionuclides: Emphasis on Radium and Thorium (G. van Kaick et al., eds.). World Scientific; Singapore, 1995; pp.229-233

ポルトガルにおいて、トロトラスト（以前、血管造影剤として利用されていた二酸化トリウムのコロイド状水溶液）を用いる診断を受けた1,244人と、性、年齢、疾患で頻度マッチングされたトロトラストばく露のない比較群924人を対象にしたコホート研究。追跡期間は1930-1977年で、追跡率は両群ともに約半数であった。

原発性肝がんの罹患は、ばく露群で87人（9.1%）、比較群で1人（0.1%）であり、RR=65（交絡因子未調整）であった。ばく露群の肝がん発症例で、組織学上分類を受けたもののうち、血管内皮腫は18例（56%）、肝管癌は11例（34%）であった。

<有意でないと報告があった研究>

文献 No.679

Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.

Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism

J. Am. Med. Assoc. 280 (4) : 347-355 (1998)

米国の 25 の診療所及び英国の 1 診療所において甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素 131 による治療を受けた患者 35,593 人 (738,831 人年) を対象とした後ろ向きコホート研究。エンドポイントはがん死亡で、ばく露評価については、ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない。

放射性ヨウ素と肝がん死亡との関連は見られなかった (SMR0.87)。

4. 高自然放射線地域や核実験場周辺の住民等を対象とした疫学調査

文献 No.767

Bauer S, Gusev BI, Pivina LM, Apsalikov KN, Grosche B

Radiation Exposure due to Local Fallout from Soviet Atmospheric Nuclear Weapons Testing in Kazakhstan: Solid Cancer Mortality in the Semiparatinsk Historical Cohort. 1960-1999

Radiation Research 2005,164, 409-419

カザフスタン、セミパラチンスク核実験場近辺の核実験(セミパラチンスク核実験場)で被ばくした、19,545 人 (582,750 人・年) の男女を対象としたコホート研究である。追跡期間は、1960 年から 1999 年まで。

対照群と比べて、肝臓がんの死亡率に大きな差があった。線量-がん発生のレスポンスは非常に低い線量範囲では非線形でやや急な曲線で、これは選択効果に一部関係しているかも知れない。

5. その他 (その他の作業従事者)

対象論文なし

II. 文献レビュー結果のまとめ

1. 被ばく線量 (ばく露評価) に関するまとめ

被ばく線量と死亡率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 329,702,707,679,767 であった。このうち有意な増加があったと報告されている文献は、文献番号 702,707,767 であった。

被ばく線量と罹患率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号

765,746,329,702,773 であった。このうち文献番号 32 以外は、有意な増加があったと報告されている。

2. 最小被ばく線量に関するまとめ

統計的に有意な増加を報告している文献において、最小被ばく線量に関して報告している文献は無かった。

3. 潜伏期間に関するまとめ

潜伏期間に関して検討している文献は、文献番号 329 であった。

書誌情報	作業 No.	765	著者	Preston, D. L., Ron, E., Tokuoka S., Funamoto, S., Nishi, N., Soda, M., Mabuchi, K., Kodama, K		
	PMID(PubMedID)		タイトル	Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors		
	研究方法	コホート研究(*1958年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2に基づいて個人線量が推定されている人数。その中で1958年から1998年までに診断された第一原発がん17,448例の解析)	雑誌名・年・巻・頁	RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007年)		
対象	国	日本(広島、長崎)	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし		
	施設名	情報なし				
	従事作業	原爆(広島、長崎)				
	人数	2,764,730人年(105,427人)				
	(被ばく)年齢	情報なし				
	性別	男性 1,040,278人年、女性 1,724,452人年				
比較群	原爆被ばく者のうち、1958年から1998年の間に第一がん(悪性黒色腫以外の皮膚がんを含む)が観察されていない者					
追跡	追跡期間	1958年から1998年12月末まで				
	追跡率	99%				
ばく露指標	作業名	原爆(広島、長崎)による固形がんの罹患率(生存者)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	追跡対象となる人年は、登録対象地区からの転出・転入があるために調節した。DSO2による臓器個人線量推定値はγ線量と中性子線量の10倍の和として計算した。		
	外部ばく露	情報なし				
	内部ばく露	情報なし				
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし				
	ばく露年数	情報なし				
	平均濃度	情報なし				
	濃度範囲	解析では、器官線量(Gy)として<0.005から≥4を4段階に分類(表2)、結腸線量(Gy)として<0.005から≥4を7段階に分類(表4)				
	線種・核種	情報なし				
健康影響	影響の種類	固形がん(口腔がん、食道がん、胃がん、肝臓がん、肺がん、黒色腫以外の皮膚がん、結腸がん、直腸がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経系がん、甲状腺がん)の発症	影響評価の精度	記載なし		
	情報源	広島・長崎がん登録、放射線影響研究所(広島・長崎、寿命調査)、米国立癌研究所	観察バイアス	記載なし		
	収集の方法	上記研究所及びHirosoft Internationalによる報告書	(問題点を記載)			
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし		
	その他	被ばく年齢、被ばくからの期間、性差、				
解析	使用モデル	ERRとEARモデル。各モデルの変化、そして両モデル間の差の変化。BEIR VIIモデル。				
	交絡調整方法					

アウトカム指標 および アウトカム	1)寿命調査集団では、結腸線量が0.005 Gy以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約850例(約11%)が原爆被ばくと関連していると推定される。2)線量反応曲線0-2Gyの範囲は線形である。3)被ばく時年齢が30歳の場合、70歳になった時点で1 Gy被ばく当たり男性で約35%、女性で約58%固形がん罹患率が増加すると推定された。4)固形がんの過剰相対リスク(ERR)は被ばく時年齢が10歳増加する毎に約17%減少。このリスクは調査期間全体で増加する傾向。5)口腔がん、胃がん、結腸がん、肝臓がん、肺がん、皮膚がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経がん、甲状腺がん、放射線関連リスクが有意に増加した。直腸がん、胆のうがん、膵臓がん、前立腺がん、腎臓がんには有意なリスクは示唆されなかった。(新たに判明したこと)1)低線量では、被ばく線量区分を0から0.15 Gyまで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。2)食道がんのリスクが有意となった。3)20歳未満の被ばくが子宮がんのリスクを増加する可能性がある。4)肉腫を含め、検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。
-------------------------	--

書誌情報	作業 No.	746	著者	Wang JX, Zhang LA, Li BX, Zhao YC, Wang ZQ, Zhang JY, Aoyama T.
	PMID(PubMedID)	11906134	タイトル	Cancer incidence and risk estimation among medical x-ray workers in China, 1950-1995.
	研究方法	コホート研究とヒストリカルコホート研究の組み合わせ	雑誌名. 年; 巻: 頁	Health Phys. 2002; 82:455-66
対象	国	中国	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	24 の主要病院		
	従事作業	X 線を用いる医療行為(診断)		
	人数	27,011 人		
	年齢	職に就いた平均年齢は X 線を用いる医療従事者群で 26 歳、比較群で 25 歳		
	性別	X 線を用いる医療従事者群: 男性 80%、女性 20% 比較群: 男性 69% 女性 31%		
追跡	比較群	同じ病院に働いていた、仕事に X 線を用いない 25,782 人の医療従事者(外科医、耳鼻咽喉科医)		
	追跡期間	過去の研究も合わせて 1950-1995 年の 45 年間		
ばく露指標	追跡率	記載なし		
	作業名	X 線を用いる医療診断	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	1985 年以前の中国 X 線医療従事者 (CMXW) の線量測定データがなかった(それ以前には存在しなかった)ため、現在同じ施設で働いている X 線を用いる医療従事者の被ばく量などから線量の推定を行った。
	外部ばく露	X 線		
内部ばく露	記載なし			
ばく露レベル	ばく露期間	多くの医者は、職に就いてから退職までの期間、ばく露を受けていた		
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	平均累積ばく露量の記載 (1970 年以前に職に就いた対象者では 551mGy、それ以降の対象者では 82mGy)があり、就職時期ごとの詳細は表 2		
	濃度範囲	年間の累積ばく露量の範囲はおおよそ 2.9-36.9mGy/y(表 3)		
健康影響	線種・核種	X 線		
	影響の種類	がん発生	影響評価の精度	1 点目は、CMXW の集団については、線量の推定値に基づいてリスク比推定を行った点で、2 点目は、ばく露の評価を十分にできるほどの追跡を行っていない場合がある点。
	情報源	記載なし		
収集の方法	カルテからがん発生診断の日付と診断の詳細を転記	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし	
交絡因子の収集	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	性別、就職時期		
解析	使用モデル	O/E 比		
	交絡調整方法	サブグループ解析		

アウトカム指標およびアウトカム	<p>診断に X 線を用いる医療従事者では比較群に対してがん発症リスク比が 1.2 倍[95%CI 1.1-1.3]であった(有意)。有意なリスク上昇がみられたがん種は、白血病、皮膚がん、乳がん、肺がん、肝臓がん、膀胱がん、食道がんで、それぞれリスク比が 2.2、4.1、1.3、1.2、1.2、1.8、2.7 であった。</p> <p>X 線を用いる医療従事者のうち、女性より男性で高いがん発症リスクを示した。</p> <p>また、1970 年以前に職に就いた対象者とそれ以降とで比較すると、前者の方が白血病、固形がんの発症リスク比が有意に高かった(白血病発症リスク比 2.4、固形がんリスク比 1.2)</p>
-----------------	---

書誌情報	作業 No.	329	著者	McGeoghegan D,Binks K
	PMID(PubMedID)	10877261	タイトル	The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Springfields uranium production facility, 1946-95
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	J Radiol Prot20:111-137;2000
対象	国	英国	選択バイアス (問題点を記載)	一般国民に比較した Springfields の死亡率は有意に低い。”健康な労働者”効果による。 Springfields 内でも放射線作業者は非放射線作業者に比べて死亡率が低い。
	施設名	核燃料公社 (BNFL; British Nuclear Fuels plc) の Springfield 施設		
	従事作業	ウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産		
	人数	479,146 人年		
	年齢	被ばく年齢の情報なし。		
	性別	女性が 12%、男性が 88% 【表 1】		
	比較群	非放射線作業		
追跡	追跡期間	平均追跡期間として 24.6 年	追跡率	0.7%(135/19,589 人)が除外。理由は、生年月日や参加日の不明による
	追跡率			
ばく露指標	作業名	ウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	フィルムバッジの線量は、作業員への発行時期、使用時の技術、当時の作業ガイドライン、およびフィルムバッジからのデータの取り扱いに関する社内基準によって決定するため、年度によって測定が違おうそれぞれあり。 体内蓄積の放射核種は除外されるため、134 名のデータでは外部線量は、0 記録になっている。 1953 年以前の記録単位が不明確。レントゲン単位で前後記録を 10%減少で補正。
	外部ばく露 内部ばく露	作業員のフィルムバッジによる全身線量を使用。		
ばく露レベル	ばく露期間	286.559 person-sieverts	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数	-		
	平均濃度	個人平均蓄積線量 20.5mSv 最高値は 769.3mSv、中央値 8.3mSv。慢性リンパ性白血病を除く白血病で、1:5matching の nested case-control を行った場合、2 年ラグの平均累積線量は、症例群: 27.0mSv、対照群: 18.2mSv		
	濃度範囲	95%の労働者が、79.7mSv 以下。 傾向分析に使用した線量については、線量 0 から 400+の間で 10 段階に区分し、ラグタイム(0-20 年の間で 5 段階)ごとの線量範囲【表 5 a】を使用。		
	線種・核種	ウランなどの核燃料物質		
健康影響	影響の種類	がん罹患、死亡	影響評価の精度	SMR の母集団は、England Wales および 1979-92 は Lancashire の人口。SRR の母集団は、1971-91 の England Wales および 1979-95 は Lancashire の人口。 死亡率、罹患率の母集団は、非放射線作業員。(地理的および社会経済的な交絡を排除する目的)
	情報源	国家統計局 (OSN) の所有するサウスポートの NHS 中央登録 (一部 1979-1995 年のマンチェスターがん疫学研究センターより入手)	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	交絡の可能性として作業期間、追跡期間、ばく露の長さもしくは初回雇用年の影響を見たが、一貫した差は見られず。(年齢のみで層化) 傾向分析は、年齢、労働期間、性別、雇用状況を調整。
	その他	年齢、地域、社会経済状況		
解析	使用モデル	SMR と RR は両側検定、傾向分析は片側検定。 ERR 係数の傾向分析には線量 10 段階、潜伏 2, 10, 15, 20 年の死亡に人年の重みづけをして算出。	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法	地理的および社会経済的な交絡を排除する目的で、死亡率と罹患		

	率の母集団は非放射線作業 ←影響評価の精度より再掲	
--	------------------------------	--

アウトカム 指標 および アウトカム	<p>1995 年末までに放射線作業から 3,476 例、非放射線作業から 1,356 例、死亡。【表 1】 がん死亡と累積外部被ばく線量に関連を認めなかった。 死亡率、罹患率と有意に相関していたのはホジキン病と累積外部線量である。 全がんの SMR は、放射線労働者 86、非放射線労働者 96、【表 2.3】 がん罹患の SRR は、放射線労働者、非放射線労働者ともに 81【表 4】 部位別の解析では、ホジキンリンパ腫死亡がラグタイム 10 年、15 年で累積線量と相関、膀胱がん死亡がラグタイムを 10 年とした場合、累積線量と有意に関連していた。【表 5】 がん罹患では、ラグタイムを 10 年とした場合、白血病を除くがん、胸膜のがん、ホジキンリンパ腫、非ホジキンリンパ腫が累積被ばく線量と有意に関連していた。肺がんもラグタイムを 20 年とした場合累積外部被ばく線量と有意に関連していた。ラグタイムを 20 年とした場合、口腔・咽頭がん、喉頭がん、黒色腫、食道がん、胃がん、乳がん、胆のうがん、肝臓がん、結腸がん、直腸がんについては累積被ばく線量との有意な関連性は認められなかった【表 7】</p>
-----------------------------	---

書誌情報	作業 No.	702	著者	Travis, L. B., M. Hauptmann, L. K. Gaul et al.
	PMID(PubMedID)	14640794	タイトル	Site-specific cancer incidence and mortality after cerebral angiography with radioactive Thorotrast
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Radiat. Res. 160(6): 691-706 (2003)
対象	国	デンマーク、スウェーデン、アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	適応による交絡(ばく露群と非ばく露群で、脳血管造影を受ける原因となった疾患が異なる可能性があり、その疾患ではマッチングをとっていない)
	施設名	デンマークの医療センター2 施設、スウェーデンの病院 1 施設、アメリカの医療センター3 施設。(詳細は不明)		
	従事作業	放射性トリオトラストを造影剤とした脳血管造影を行った		
	人数	3,042 人(各国ごとの結果は表 1 参照)		
	年齢	ばく露群では平均 36.4 歳(0.5-79.1 歳)、非ばく露群では平均 38.1 歳(0.4-79.2 歳)		
	性別	ばく露群では 46%、非ばく露群では 52% が女性。		
	比較群	非放射性的の造影剤による脳血管造影を行った対象者		
追跡	追跡期間	1935~1963 年		
	追跡率	情報なし		
ばく露指標	作業名	放射性トリオトラストを造影剤とした脳血管造影を行った	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	外部ばく露	情報なし		
	内部ばく露	-		
ばく露レベル	ばく露期間	デンマークは 1935~1947 年、スウェーデンは 1932~1950 年、アメリカは 1936~1955 年	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	情報なし		
	濃度範囲	情報なし		
	線種・核種	α 線		
健康影響	影響の種類	部位別がん発症(デンマークとスウェーデン)、部位別がん死亡(アメリカ)	影響評価の精度	デンマーク・スウェーデンのがん登録の捕捉率は 95% 以上
	情報源	デンマーク・スウェーデンでは国のがん登録システム、アメリカでは NDI とマサチューセッツ及びミシガン州の統計局	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし
	収集の方法	データリンケージ		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	適応による交絡(ばく露群と非ばく露群で、脳血管造影を受ける原因となった疾患が異なる可能性があり、その疾患ではマッチングをとっていない)
	その他	年齢、性、暦時		
解析	使用モデル	デンマーク・スウェーデンでは SIR、アメリカでは SMR を一般集団を基準として算出し、観測値はポアソン分布に従うと仮定した 95%CI を計算。年齢、暦時、性で調整したポアソン回帰によりばく露群の非ばく露群に対する RR を算出。ばく露からの年数を 5 カテゴリー、累積放射線量とばく露からの年数の積を 4 カテゴリーに分けたときの、部位別がん発症と死亡に対する量反応関係を傾向検定により検討。累積発症率と累積死亡率をカプランマイヤー法により推定。	交絡バイアス (問題点を記載)	適応による交絡(ばく露群と非ばく露群で、脳血管造影を受ける原因となった疾患が異なる可能性があり、その疾患ではマッチングをとっていない)
	交絡調整方法	SIR、SMR、ポアソン回帰。		
アウトカム指標およびアウトカム	ばく露群の非ばく露群に対するがん発症 RR は 3.4(北欧)【表 2】、がん死亡 RR は 4.0(米国)【表 3】。肝がん、胆管がん、胆のうがん、白血病で、標準集団よりも多くイベント発生【表 2】。ばく露からの時間により RR は有意に増加【表 4、表 6】。累積放射線量の増加に伴い、全がん、肝がん、胆のうがん、腹膜がん、その他消化器系のがんで発症および死亡リスクが増加【表 5、表 7】。			

書誌情報	作業 No.	707	著者	Mori, T., C. Kido, K. Fukutomi et al.
	PMID(PubMedID)	10564943	タイトル	Summary of entire Japanese Thorotrast follow-up study: updated 1998
	研究方法	2つのコホート研究のデータの統合	雑誌名. 年; 巻: 頁	Radiat. Res. 152(6): S84-S87 (1999)
対象	国	日本	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	情報なし(各コホート研究の文献参照)		
	従事作業	戦争で負傷した後、トロトラスト投与		
	人数	First Series は 262 人(9,356 人年)、 Second Series は 150 人(1,329 人年)、 比較群は 1,649 人(72,952 人年)		
	年齢	情報なし(各コホート研究の文献参照)		
	性別	全員男性		
	比較群	戦争で負傷したが、トロトラスト非投与		
追跡	追跡期間	First Series はトロトラスト投与日から、 Second Series は 1979 年から、比較群 は負傷日から 1998 年まで	影響評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	追跡率	情報なし		
ばく露指標	作業名	トロトラスト投与	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	外部ばく露	—		
	内部ばく露	トロトラスト		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし(各コホート研究の文献参照)	影響評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	情報なし		
	濃度範囲	情報なし		
	線種・核種	情報なし		
健康影響	影響の種類	肝がん、肝硬変、肺がん、白血病による死亡	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし
	情報源	情報なし(各コホート研究の文献参照)	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	収集の方法	情報なし(各コホート研究の文献参照)		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	年齢、トロトラスト投与からの年数		
解析	使用モデル	年齢で調整したポアソン回帰、トロトラスト投与からの年数で層別したポアソン回帰	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	交絡調整方法	ポアソン回帰		

アウトカム指標およびアウトカム	First Series と Second Series でどのアウトカムでも率比はほとんど同じ【表 3】。2 つの Series を統合した比較群に対する率比は全疾病で 2.5、肝がん 35.9、肝硬変で 6.9、肺がん 2.0、白血病で 12.5。トロトラスト投与からの年数で層別すると、投与後 20 年を超えてからリスク増加が見られる【表 5】
-----------------	---

書誌情報	作業 No.	773	著者	dos Santos Silva, I., F. Malveiro, R. Portugal et al.
	PMID(PubMedID)	PubMed に記載なし	タイトル	Mortality from primary liver cancers in the Portuguese Thorotrast cohort study
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	in: Health Effects of Internally Deposited Radionuclides: Emphasis on Radium and Thorium (G. van Kaick et al., eds.). World Scientific; Singapore, 1995; pp.229-233
対象	国	ポルトガル	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	記載なし		
	従事作業	疾患の診断の際のトトロラストへのばく露(以前、血管造影剤として利用されていた物質)		
	人数	1,244 人(1977 年まで追跡完了したトトロラストばく露ありの人数)		
	年齢	トトロラストばく露時点での年齢は、平均 26 歳(範囲 5-45 歳、標準偏差 10.6 歳)		
	性別	男女(詳細な人数などの記載はない)		
比較群	性、年齢、疾患で頻度マッチングされたトトロラストばく露のない 924 人(追跡完了)			
追跡	追跡期間	1930~1977 年	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	Kaul & Noffz の方法で各個人の累積 α 線ばく露量を推定した。血管外に残存するトトロラストを考慮していないため、累積 α 線ばく露量は過大評価されていると考えられる。
	追跡率	両群とも約半数		
ばく露指標	作業名	トトロラストへのばく露	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	Kaul & Noffz の方法で各個人の累積 α 線ばく露量を推定した。血管外に残存するトトロラストを考慮していないため、累積 α 線ばく露量は過大評価されていると考えられる。
	外部ばく露	記載なし		
ばく露レベル	内部ばく露	トトロラスト	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	Kaul & Noffz の方法で各個人の累積 α 線ばく露量を推定した。血管外に残存するトトロラストを考慮していないため、累積 α 線ばく露量は過大評価されていると考えられる。
	ばく露期間	記載なし		
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	トトロラストばく露量の平均値は 33ml		
	濃度範囲	10-100ml(標準偏差 17.3ml) (累積 α 線ばく露量に関しては記載がないが、図 1 からおよそ 0-13Gy と推測される)		
線種・核種	α 線			
健康影響	影響の種類	原発性肝がんの発症	影響評価の精度	病院で診断する前に死亡していた対象者については、家族へのインタビューなどで健康影響の調査を行った
	情報源	診療記録	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	年二回の病院での診断	交絡バイアス (問題点を記載)	アルコール摂取量、B 型肝炎感染などを考慮していない
交絡因子の収集	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	アルコール摂取量、B 型肝炎感染などを考慮していない
その他	なし			
解析	使用モデル	割合の比較	交絡バイアス (問題点を記載)	アルコール摂取量、B 型肝炎感染などを考慮していない
	交絡調整方法	なし		
アウトカム指標およびアウトカム	原発性肝がんの発生は、ばく露あり群で 87 例(1244 名中の 9.1%)、ばく露なし群で 1 例(924 名中の 0.1%)であった(粗リスク比は約 65 であるが、それほど参考にならない値と考えたためか結果には書かず、考察に「粗リスク比は 65 であった」と記載)。ばく露あり群の肝がん組織学上分類を受けたもののうち、血管内皮腫は 18 例(56%)、肝管癌は 11 例(34%)であった。			

書誌情報	作業 No.	679	著者	Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.
	PMID(PubMedID)	9686552	タイトル	Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	J. Am. Med. Assoc. 280(4): 347-355 (1998)
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	米国の診療所 25、英国の診療所 1(表 1 参照)		
	従事作業	甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素 131 による治療を受ける		
	人数	35,593 人、738,831 人年		
	年齢	平均 46 歳		
	性別	男性 21%、女性 79%		
追跡	比較群	米国一般集団	追跡期間	平均 21 年(最大 44 年、最小 1 年)
	追跡率	80.7%		追跡率
ばく露指標	作業名	ヨウ素 131 による治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない
	外部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	内部ばく露	—	影響評価の精度	情報なし
	ばく露期間	—		
	ばく露年数	平均治療回数で 1.8 回		
	平均濃度	10.4mCi(1 回の治療あたり 6.1mCi)		
	濃度範囲	3~27mCi(5.95 パーセンタイル点)		
線種・核種	情報なし	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし	
影響の種類	がん死亡			
健康影響	情報源	National Death Index	収集の方法	情報なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	性、治療時年齢、治療からの年数、甲状腺機能亢進の種類、ヨウ素 131 の放射能投与量		
解析	使用モデル	米国の死亡率を期待値とした SMR とポアソン分布を仮定した 95%信頼区間を算出。	交絡調整方法	層化
	交絡調整方法	層化		
アウトカム指標およびアウトカム	2,950 人が追跡終了時までにかんで死亡、これは米国の死亡率から求められる 2857.6 とほぼ同等であったが、肺がん、乳がん、腎がん、甲状腺がんの発生は増加し、子宮がん、前立腺がんは減少した【表 3】。中毒性結節性甲状腺腫の患者は SMR1.16【表 4】、治療後 1 年以上でがん死亡リスクの上昇が見られたのは抗甲状腺薬のみによる治療群において(SMR1.31)【表 5】。放射性ヨウ素と全がん死亡との関連は見られなかった(SMR1.02)が、甲状腺がんのみにおいては強い関連が見られた(SMR3.94)【表 5】。			

書誌情報	作業 No.	767	著者	Bauer S, Gusev BI, Pivina LM, Apsalikov KN, Grosche B
	PMID(PubMedID)	16187743	タイトル	Radiation Exposure due to Local Fallout from Soviet Atmospheric Nuclear Weapons Testing in Kazakhstan: Solid Cancer Mortality in the Semiparatinsk Historical Cohort. 1960-1999
	研究方法	コホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	Radiation Research 2005, 164, 409-419
対象	国	カザフスタン	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	セミパラチンスク核実験場近辺		
	従事作業	核実験(セミパラチンスク核実験場)		
	人数	19,545 人、582,750 人・年		
	年齢	20 歳以下、20—39 歳、40 歳以上(表 1)		
	性別	男性 9,834 人、女性 9,604 人(表 1)		
追跡	比較群	実験場から遠いコクベクチンスキー地域	追跡期間	1960 年から 1999 年まで
	追跡率	情報なし		追跡率
ばく露指標	作業名	核実験による被ばく	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	得られたデータ数が少なく、特に年齢別では少ないので、このコホート研究から、線量とリスクの関係、詳しい線量一応答関数を導くことは難しい。もっと多くのコホート研究が必要である。
	外部ばく露	フォールアウトや土等の汚染測定、環境線量測定等からの計算による評価		
ばく露レベル	内部ばく露	情報なし	影響評価の精度	記載なし、ただし、他の核実験や核事故、日本の原爆等によるコホート研究との比較が書かれている
	ばく露期間	1949 年から 1965 年まで		
	ばく露年数	地域別に表 2 に示されている		
	平均濃度	20mSvから4Svまで		
	濃度範囲	I-131, Cs-137, Sr-90		
健康影響	線種・核種	食道がん(特に女性)、肝臓がん、胃がん、肺がん、女性の乳がん、骨・皮膚がん(特に男性)による死亡	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	情報源	SRIRME(放射線医学・生態学研究所)	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	死亡記録を入手		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	移住者の増加		
解析	使用モデル	ERRモデルはポワソン回帰で最尤検定する	交絡調整方法	情報なし
	交絡調整方法	情報なし		

アウトカム指標およびアウトカム

対照群と比べて、全死亡率、がん死亡率ともかなりの差がある。男女別に比較がなされていて、食道がん(特に女性)、肝臓がん、胃がん、肺がん、女性の乳がん、骨・皮膚がん(特に男性)には大きな差があるが、子宮頸がん、膵臓がん、膀胱がん、腎臓がん、直腸がんには大きな差は見られない。その差の大きさについてはさらなる研究が必要である。喉頭、咽頭、口唇、泌尿器がんなどは数が少なくて違いがよく分からなかった。また被ばく時の年齢と共にかん発生が増えている。線量一がん発生のレスポンスは非常に低い線量範囲では非線形でやや急な曲線で、これは選択効果に一部関係しているかも知れない。いずれにしてもより多くのコホート研究がより詳しい結論を得るには不可欠である。1990 年代からの他国への移住者とコホート選択の効果についても検討の必要がある。

胆のう・胆管のがんと放射線被ばくに関する医学的知見について

I. 胆のう・胆管のがんに関する文献レビュー結果

1. 原爆被ばく者を対象とした疫学調査

<有意でないと報告があった研究>

文献 No.765

Preston. D. L., Ron. E, Tokuoka S., Funamoto. S, Nishi. N, Soda, M, Mabuchi. K, Kodama. K

Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors

RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007)

広島、長崎の原爆被ばく者のうち、1958年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2に基づいて個人線量が推定されている中で1958年から1998年までに診断された第一原発がん17,448例の解析を実施したコホート研究。

男性1,040,278人年、女性1,724,452人年の計2,764,730人年(105,427人)について、1958年から1998年12月末までを追跡期間とした。追跡率は99%。

解析にあたっては、ERRとEARモデルを用い、各モデルの変化、そして両モデル間の差違の変化をBEIR VIIモデルで解析。

解析結果は以下のとおり。

1)寿命調査集団では、結腸線量が0.005 Gy以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約850例(約11%)が原爆被ばくと関連していると推定された。2)線量反応曲線0-2Gyの範囲は線形であった。3)胆のうがんでは放射線関連リスクの有意な増加は認められなかった。

2. 放射線作業者を対象とした疫学調査

<有意でないと報告があった研究>

文献 No.329

McGeoghegan D, Binks K

The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Springfields uranium production facility, 1946-95

J Radiol Prot 20:111-137;2000

英国の核燃料公社Springfieldの施設においてウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産に従事したものの479,146人年を対象とするコホート研究。被ばく年齢の情報はないが、女性が12%、男性が88%であった。

追跡期間は平均24.6年。生年月日、作業参加日の不詳によって、0.7%が除外された。

個人平均蓄積線量は 20.5mSv。最高値は 769.3mSv、中央値 8.3mSv であった。慢性リンパ性白血病を除く白血病で、1:5matching の nested case-control を行った場合、2年潜伏期間の平均累積線量は、症例群：27.0mSv、対照群：18.2mSv であった。対象のうち 95%の労働者が 79.7mSv 以下の累積線量であった。傾向分析に使用した線量については、線量 0 から 400+の間で 10 段階に区分し、潜伏期間 (0-20 年の間で 5 段階) ごとの線量範囲を使用。

SMR と RR は両側検定、傾向分析は片側検定によって解析。ERR 係数の傾向分析には線量 10 段階、潜伏 2, 10, 15, 20 年の死亡に人年の重みづけをして算出した。

1995 年末までに放射線作業員から 3,476 例、非放射線作業員から 1,356 例が死亡。

部位別の解析では、胆のうがんで潜伏期間を 20 年とした場合、累積外部被ばく線量と有意な関連は認められなかった。

3. 放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査

対象論文なし

4. 高自然放射線地域や核実験場周辺の住民等を対象とした疫学調査

対象論文なし

5. その他

対象論文なし

II. 文献レビュー結果のまとめ

1. 被ばく線量（ばく露評価）に関するまとめ

被ばく線量と死亡率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 329 であったが有意な増加は示されなかった。

被ばく線量と罹患率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 765, 329 であったが有意な増加は示されなかった。

2. 最小被ばく線量に関するまとめ

統計的に有意な増加を報告している文献において、最小被ばく線量に関して報告している文献は無かった。

3. 潜伏期間に関するまとめ

潜伏期間に関して検討している文献は、文献番号 329 であった。

書誌情報	作業 No.	765	著者	Preston, D. L., Ron, E., Tokuoka S., Funamoto, S., Nishi, N., Soda, M., Mabuchi, K., Kodama, K		
	PMID(PubMedID)		タイトル	Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors		
	研究方法	コホート研究(*1958年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2に基づいて個人線量が推定されている人数。その中で1958年から1998年までに診断された第一原発がん17,448例の解析)	雑誌名・年・巻・頁	RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007年)		
対象	国	日本(広島、長崎)	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし		
	施設名	情報なし				
	従事作業	原爆(広島、長崎)				
	人数	2,764,730人年(105,427人)				
	(被ばく)年齢	情報なし				
	性別	男性 1,040,278人年、女性 1,724,452人年				
比較群	原爆被ばく者のうち、1958年から1998年の間に第一がん(悪性黒色腫以外の皮膚がんを含む)が観察されていない者					
追跡	追跡期間	1958年から1998年12月末まで				
	追跡率	99%				
ばく露指標	作業名	原爆(広島、長崎)による固形がんの罹患率(生存者)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	追跡対象となる人年は、登録対象地区からの転出・転入があるために調節した。DSO2による臓器個人線量推定値はγ線量と中性子線量の10倍の和として計算した。		
	外部ばく露	情報なし				
	内部ばく露	情報なし				
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし				
	ばく露年数	情報なし				
	平均濃度	情報なし				
	濃度範囲	解析では、器官線量(Gy)として<0.005から≥4を4段階に分類(表2)、結腸線量(Gy)として<0.005から≥4を7段階に分類(表4)				
	線種・核種	情報なし				
健康影響	影響の種類	固形がん(口腔がん、食道がん、胃がん、肝臓がん、肺がん、黒色腫以外の皮膚がん、結腸がん、直腸がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経系がん、甲状腺がん)の発症	影響評価の精度	記載なし		
	情報源	広島・長崎がん登録、放射線影響研究所(広島・長崎、寿命調査)、米国立癌研究所	観察バイアス	記載なし		
	収集の方法	上記研究所及びHirosoft Internationalによる報告書	(問題点を記載)			
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし		
	その他	被ばく年齢、被ばくからの期間、性差、				
解析	使用モデル	ERRとEARモデル。各モデルの変化、そして両モデル間の差の変化。BEIR VIIモデル。				
	交絡調整方法					

アウトカム指標 および アウトカム	1)寿命調査集団では、結腸線量が0.005 Gy以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約850例(約11%)が原爆被ばくと関連していると推定される。2)線量反応曲線0-2Gyの範囲は線形である。3)被ばく時年齢が30歳の場合、70歳になった時点で1 Gy被ばく当たり男性で約35%、女性で約58%固形がん罹患率が増加すると推定された。4)固形がんの過剰相対リスク(ERR)は被ばく時年齢が10歳増加する毎に約17%減少。このリスクは調査期間全体で増加する傾向。5)口腔がん、胃がん、結腸がん、肝臓がん、肺がん、皮膚がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経がん、甲状腺がん、放射線関連リスクが有意に増加した。直腸がん、胆のうがん、膵臓がん、前立腺がん、腎臓がんには有意なリスクは示唆されなかった。(新たに判明したこと)1)低線量では、被ばく線量区分を0から0.15 Gyまで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。2)食道がんのリスクが有意となった。3)20歳未満の被ばくが子宮がんのリスクを増加する可能性がある。4)肉腫を含め、検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。
-------------------------	--

書誌情報	作業 No.	329	著者	McGeoghegan D,Binks K
	PMID(PubMedID)	10877261	タイトル	The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Springfields uranium production facility, 1946-95
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	J Radiol Prot20:111-137;2000
対象	国	英国	選択バイアス (問題点を記載)	一般国民に比較した Springfields の死亡率は有意に低い。”健康な労働者”効果による。 Springfields 内でも放射線作業者は非放射線作業者に比べて死亡率が低い。
	施設名	核燃料公社 (BNFL; British Nuclear Fuels plc) の Springfield 施設		
	従事作業	ウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産		
	人数	479,146 人年		
	年齢	被ばく年齢の情報なし。		
	性別	女性が 12%、男性が 88% 【表 1】		
	比較群	非放射線作業		
追跡	追跡期間	平均追跡期間として 24.6 年		
	追跡率	0.7%(135/19,589 人)が除外。理由は、生年月日や参加日の不明による		
ばく露指標	作業名	ウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	フィルムバッジの線量は、作業員への発行時期、使用時の技術、当時の作業ガイドライン、およびフィルムバッジからのデータの取り扱いに関する社内基準によって決定するため、年度によって測定が違ふおそれあり。 体内蓄積の放射核種は除外されるため、134 名のデータでは外部線量は、0 記録になっている。 1953 年以前の記録単位が不明確。レントゲン単位で前後記録を 10%減少で補正。
	外部ばく露 内部ばく露	作業員のフィルムバッジによる全身線量を使用。		
ばく露レベル	ばく露期間	286.559 person-sieverts		
	ばく露年数	-		
	平均濃度	個人平均蓄積線量 20.5mSv 最高値は 769.3mSv、中央値 8.3mSv。慢性リンパ性白血病を除く白血病で、1:5matching の nested case-control を行った場合、2 年ラグの平均累積線量は、症例群: 27.0mSv、対照群: 18.2mSv		
	濃度範囲	95%の労働者が、79.7mSv 以下。 傾向分析に使用した線量については、線量 0 から 400+の間で 10 段階に区分し、ラグタイム(0-20 年の間で 5 段階)ごとの線量範囲【表 5 a】を使用。		
	線種・核種	ウランなどの核燃料物質		
健康影響	影響の種類	がん罹患、死亡	影響評価の精度	SMR の母集団は、England Wales および 1979-92 は Lancashire の人口。SRR の母集団は、1971-91 の England Wales および 1979-95 は Lancashire の人口。 死亡率、罹患率の母集団は、非放射線作業員。(地理的および社会経済的な交絡を排除する目的)
	情報源	国家統計局 (OSN) の所有するサウスポートの NHS 中央登録 (一部 1979-1995 年のマンチェスターがん疫学研究センターより入手)	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし		
	その他	年齢、地域、社会経済状況		
解析	使用モデル	SMR と RR は両側検定、傾向分析は片側検定。 ERR 係数の傾向分析には線量 10 段階、潜伏 2, 10, 15, 20 年の死亡に人年の重みづけをして算出。	交絡バイアス (問題点を記載)	交絡の可能性として作業期間、追跡期間、ばく露の長さもしくは初回雇用年の影響を見たが、一貫した差は見られず。(年齢のみで層化) 傾向分析は、年齢、労働期間、性別、雇用状況を調整。
	交絡調整方法	地理的および社会経済的な交絡を排除する目的で、死亡率と罹患		

	率の母集団は非放射線作業者。 ←影響評価の精度より再掲	
--	--------------------------------	--

アウトカム 指標 および アウトカム	<p>1995 年末までに放射線作業員から 3,476 例、非放射線作業員から 1,356 例、死亡。【表 1】 がん死亡と累積外部被ばく線量に関連を認めなかった。</p> <p>死亡率、罹患率と有意に関連していたのはホジキン病と累積外部線量である。</p> <p>全がんの SMR は、放射線労働者 86、非放射線労働者 96、【表 2.3】</p> <p>がん罹患の SRR は、放射線労働者、非放射線労働者ともに 81【表 4】</p> <p>部位別の解析では、ホジキンリンパ腫死亡がラグタイム 10 年、15 年で累積線量と相関、膀胱がん死亡がラグタイムを 10 年とした場合、累積線量と有意に関連していた。【表 5】</p> <p>がん罹患では、ラグタイムを 10 年とした場合、白血病を除くがん、胸膜のがん、ホジキンリンパ腫、非ホジキンリンパ腫が累積被ばく線量と有意に関連していた。肺がんもラグタイムを 20 年とした場合累積外部被ばく線量と有意に関連していた。ラグタイムを 20 年とした場合、口腔・咽頭がん、喉頭がん、黒色腫、食道がん、胃がん、乳がん、胆のうがん、肝臓がん、結腸がん、直腸がんについては累積被ばく線量との有意な関連性は認められなかった【表 7】</p>
-----------------------------	--

すい臓がんと放射線被ばくに関する医学的知見について

I. すい臓がんに関する文献レビュー結果

1. 原爆被ばく者を対象とした疫学調査

<有意でないと報告があった研究>

文献 No.765

Preston, D. L., Ron, E., Tokuoka S., Funamoto, S, Nishi, N, Soda, M, Mabuchi, K, Kodama, K

Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors

RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007 年)

広島、長崎の原爆被ばく者のうち、1958 年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2 に基づいて個人線量が推定されている中で 1958 年から 1998 年までに診断された第一原発がん 17,448 例の解析を実施したコホート研究。

男性 1,040,278 人年、女性 1,724,452 人年の計 2,764,730 人年 (105,427 人) について、1958 年から 1998 年 12 月末までを追跡期間とした。追跡率は 99%。

解析にあたっては、ERR と EAR モデルを用い、各モデルの変化、そして両モデル間の差違の変化を BEIR VII モデルで解析。解析結果は以下のとおり。

1) 寿命調査集団では、結腸線量が 0.005 Gy 以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約 850 例 (約 11%) が原爆被ばくと関連していると推定された。2) 線量反応曲線 0-2Gy の範囲は線形であった。3) すい臓がんでは放射線関連リスクの有意な増加は認められなかった。

2. 放射線作業者を対象とした疫学調査

<有意でないと報告があった研究>

文献 No.737

Howe, G. R., L. B. Zablotska, J. J. Fix et al.

Analysis of the mortality experience amongst U.S. nuclear power industry workers after chronic low-dose exposure to ionizing radiation

Radiat. Res. 162 (5) : 517-526 (2004)

米国の原子力発電所 15 施設において、1979~1997 年の期間のいずれかで作業した労働者 53,698 人 (平均 30.5 歳、男性 88.1%) を対象としたコホート研究。米国一般集団を基準とした SMR、被ばく量を 4 カテゴリに分けた傾向検定、被ばく量を 12 カテゴリ (擬似連続量) とした線形 ERR モデルによる ERR の推定。

SMR では健康職業効果が強く見られたが、被ばく量とイベント発生との量反応関係

は、白血病、膵がんを含む固形がん、その他の疾患のいずれにおいても有意にならなかった。

3. 放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査

文献 No.90

Carr ZA, Kleinerman RA, Stovall M, Weinstock RM, Griem ML, Land CE

Malignant neoplasms after radiation therapy for peptic ulcer

Radiat Res 157:668-677; 2002

アメリカのシカゴ大学病院において 1937 年から 1965 年にかけて消化性潰瘍治療を受けた患者 92,979 人年 (3,719 人 (放射線治療患者: 1,859 人=41,779 人年、放射線治療を受けていない患者: 1,860 人=51,200 人年)) のコホート研究。男性 78% (2,914 人) 女性 22% (805 人)、初回治療年齢は、平均 49 歳 (35 歳以下: 709 人、35-44 歳: 1,039 人、45-54 歳: 1,046 人、55 歳以上: 925 人)。これらのうち、放射線治療を受けていない消化性潰瘍患者を対照として解析を実施。

追跡期間は 25.0 ± 15.0 年 (最長 62 年) (放射線治療患者: 22.5 年、非放射線治療患者: 27.5 年)。放射線治療患者: 1,859 人のうち、13.9%、放射線治療を受けていない患者: 1,860 人のうち 16.5% が追跡不能。

ばく露群は X 線 (250kVp) を 6-14 日の治療コースにおいて 1 もしくは 2 回の治療 (1,852 名の放射線治療患者において 1 回以上が 9.8%) を受け、胃全体の組織線量の平均は 14.8 ± 5.6 Gy (1.0 から 42.0 Gy)、線量の分布は 1-10 Gy: 19.7%、11-20 Gy: 63.8%、20 Gy 以上: 16.5% であった。

生年月日、治療年、治療年齢、性別、人種、術タイプを交絡因子として収集し、解析モデルに挿入。解析に使用したモデルは時間依存性比例ハザード分析。解析モデルに共変量としてばく露有無、ばく露量、性別、被ばく年齢、喫煙状況、指示変数として術タイプ、潰瘍タイプ、干渉項を挿入。臓器への線量相関分析と傾向テストは、臓器特定線量を四分位層化し、ERR/Gy を線形モデルで推定。交絡調整は暦年、初回治療年齢による調整、非放射線治療患者には性別と喫煙歴を調整。潜在交絡として胃がんの RR には潰瘍のタイプと術タイプを調整。ERR は修飾因子として年齢の層化を実施した。

すい臓がんの O/E は 2 で有意であった。

放射線治療から 10 年以上経過した場合、RR はすい臓がん 2.73 (95%CI: 1.46-5.13) であった。

等張回帰結果では、すい臓がんは 10Gy 以上で増加が見られた。

文献 No.608

Lundell M, Holm LE.

Risk of solid tumors after irradiation in infancy

Acta Oncol. 1995; 34: 727-34

スウェーデンで月齢18ヶ月以下における皮膚血管腫のラジウム放射線を用いた治療を受けた14,351人のコホート研究。治療以降の追跡期間は平均して40年であった。男女（うち女性67%）。

膵臓がんで標準化死亡罹患比（SIR）に有意な上昇があった。

<有意でないと報告があった研究>

文献 No.329

McGeoghegan D, Binks K

The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Springfields uranium production facility, 1946-95

J Radiol Prot 20:111-137;2000

英国の核燃料公社 Springfield の施設においてウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産に従事したものの479,146人年を対象とするコホート研究。被ばく年齢の情報はないが、女性が12%、男性が88%であった。

追跡期間は平均24.6年。生年月日、作業参加日の不詳によって、0.7%が除外された。個人平均蓄積線量は20.5mSv。最高値は769.3mSv、中央値8.3mSvであった。慢性リンパ性白血病を除く白血病で、1:5 matching の nested case-control を行った場合、2年潜伏期間の平均累積線量は、症例群：27.0mSv、対照群：18.2mSvであった。対象のうち95%の労働者が79.7mSv以下の累積線量であった。傾向分析に使用した線量については、線量0から400+の間で10段階に区分し、潜伏期間（0-20年の間で5段階）ごとの線量範囲を使用。

SMR と RR は両側検定、傾向分析は片側検定によって解析。ERR 係数の傾向分析には線量10段階、潜伏2, 10, 15, 20年の死亡に人年の重みづけをして算出した。

1995年未までに放射線作業員から3,476例、非放射線作業員から1,356例が死亡。部位別の解析では、すい臓がんで潜伏期間を20年とした場合、累積外部被ばく線量と有意な関連は認められなかった。

文献 No.679

Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.

Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism

J. Am. Med. Assoc. 280 (4) : 347-355 (1998)

米国の25の診療所及び英国の1診療所において甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素131による治療を受けた患者35,593人（738,831人年）を対象とした後ろ向きコホート研究。エンドポイントはがん死亡で、ばく露評価については、ヨウ素131の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない。

放射性ヨウ素とすい臓がん死亡との関連は見られなかった (SMR1.07)。

文献 No.772

Ryberg M, Lundell M, Nilsson B, Pettersson F.

Malignant disease after radiation treatment of benign gynaecological disorders: a study of a cohort of metropathia patients

Acta Oncol. 1990; 29:563-7

スウェーデン・ストックホルムの治療施設 Radiumhemmet において、不正子宮出血への放射線治療を受けた女性 788 名 (9,289 人年) を対象としたヒストリカルコホート研究。比較群は 1,219 名の同様の疾患を持つ放射線非治療者 (22,060 人年) で、追跡期間 1982 年まで、平均 28.2 年 (範囲 0-56 年)。追跡率約 95%。X 線の線量は子宮腔内治療 : 370-555MB q (16h)、腔内治療 : 2.6GB q (24h)。エンドポイントは悪性腫瘍の発生状況。

放射線治療ばく露群のうち 107 名が、比較群のうち 173 名が悪性腫瘍を発生。一般住民がん登録データと比較すると、ばく露群で 1.22、比較群で 1.09 のリスク比であった。膵がんでのリスク比は 1.76 であったが、有意差は見られなかった。

4. 高自然放射線地域や核実験場周辺の住民等を対象とした疫学調査 <有意でない報告があった研究>

文献 No.767

Bauer S, Gusev BI, Pivina LM, Apsalikov KN, Grosche B

Radiation Exposure due to Local Fallout from Soviet Atmospheric Nuclear Weapons Testing in Kazakhstan: Solid Cancer Mortality in the Semipalatinsk Historical Cohort. 1960-1999

Radiation Research 2005,164, 409-419

カザフスタン、セミパラチンスク核実験場近辺の核実験 (セミパラチンスク核実験場) で被ばくした、19,545 人 (582,750 人・年) の男女を対象としたコホート研究である。追跡期間は、1960 年から 1999 年まで。

膵臓がんでは有意な差は無かった。

5. その他 (その他の作業従事者)

対象論文なし

II. 文献レビュー結果のまとめ

1. 被ばく線量（ばく露評価）に関するまとめ

被ばく線量と死亡率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 737,90,329,679,767 であった。このうち有意な増加があったと報告されている文献は、文献番号 90 であった。

被ばく線量と罹患率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 765,608,329,772 であった。このうち、有意な増加があったと報告されている文献は、文献番号 608 であった。

2. 最小被ばく線量に関するまとめ

統計的に有意な増加を報告している文献において、最小被ばく線量に関して報告している文献は無かった。

3. 潜伏期間に関するまとめ

潜伏期間に関して検討している文献は、文献番号 329 であった。

書誌情報	作業 No.	765	著者	Preston, D. L., Ron, E., Tokuoka S., Funamoto, S., Nishi, N., Soda, M., Mabuchi, K., Kodama, K
	PMID(PubMedID)		タイトル	Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors
	研究方法	コホート研究(*1958年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2に基づいて個人線量が推定されている人数。その中で1958年から1998年までに診断された第一原発がん17,448例の解析)	雑誌名・年・巻・頁	RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007年)
対象	国	日本(広島、長崎)	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	情報なし		
	従事作業	原爆(広島、長崎)		
	人数	2,764,730人年(105,427人)		
	(被ばく)年齢	情報なし		
	性別	男性 1,040,278人年、女性 1,724,452人年		
比較群	原爆被ばく者のうち、1958年から1998年の間に第一がん(悪性黒色腫以外の皮膚がんを含む)が観察されていない者			
	追跡期間	1958年から1998年12月末まで		
追跡	追跡率	99%		
	作業名	原爆(広島、長崎)による固形がんの罹患率(生存者)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	追跡対象となる人年は、登録対象地区からの転出・転入があるために調節した。DSO2による臓器個人線量推定値はγ線量と中性子線量の10倍の和として計算した。
ばく露指標	外部ばく露	情報なし		
	内部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし		
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	情報なし		
	濃度範囲	解析では、器官線量(Gy)として<0.005から≥4を4段階に分類(表2)、結腸線量(Gy)として<0.005から≥4を7段階に分類(表4)		
	線種・核種	情報なし		
健康影響	影響の種類	固形がん(口腔がん、食道がん、胃がん、肝臓がん、肺がん、黒色腫以外の皮膚がん、結腸がん、直腸がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経系がん、甲状腺がん)の発症	影響評価の精度	記載なし
	情報源	広島・長崎がん登録、放射線影響研究所(広島・長崎、寿命調査)、米国立癌研究所	観察バイアス	記載なし
	収集の方法	上記研究所及びHirosoft Internationalによる報告書	(問題点を記載)	
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	被ばく年齢、被ばくからの期間、性差、		
解析	使用モデル	ERRとEARモデル。各モデルの変化、そして両モデル間の差の変化。BEIR VIIモデル。		
	交絡調整方法			

アウトカム指標 および アウトカム	1)寿命調査集団では、結腸線量が0.005 Gy以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約850例(約11%)が原爆被ばくと関連していると推定される。2)線量反応曲線0-2Gyの範囲は線形である。3)被ばく時年齢が30歳の場合、70歳になった時点で1 Gy被ばく当たり男性で約35%、女性で約58%固形がん罹患率が増加すると推定された。4)固形がんの過剰相対リスク(ERR)は被ばく時年齢が10歳増加する毎に約17%減少。このリスクは調査期間全体で増加する傾向。5)口腔がん、胃がん、結腸がん、肝臓がん、肺がん、皮膚がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経がん、甲状腺がん、放射線関連リスクが有意に増加した。直腸がん、胆のうがん、膵臓がん、前立腺がん、腎臓がんには有意なリスクは示唆されなかった。(新たに判明したこと)1)低線量では、被ばく線量区分を0から0.15 Gyまで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。2)食道がんのリスクが有意となった。3)20歳未満の被ばくが子宮がんのリスクを増加する可能性がある。4)肉腫を含め、検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。
-------------------------	--

書誌情報	作業 No.	737	著者	Howe, G. R., L. B. Zablotska, J. J. Fix et al.		
	PMID(PubMedID)	15624306	タイトル	Analysis of the mortality experience amongst U.S. nuclear power industry workers after chronic low-dose exposure to ionizing radiation		
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Radiat. Res. 162(5): 517-526 (2004)		
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	比較的若い対象者が中心		
	施設名	15 施設(付録表 1 参照)				
	従事作業	原子力発電所における作業(詳細は不明)				
	人数	53,698 人				
	年齢	平均 30.5 歳				
	性別	男性 88.1%				
追跡	比較群	米国一般集団				
	追跡期間	1979~1997 年				
ばく露指標	追跡率	情報なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし		
	作業名	原子力発電所における作業(詳細は不明)				
	外部ばく露	情報なし				
ばく露レベル	内部ばく露	情報なし				
	ばく露期間	1983~1995 年				
	ばく露年数	11.9 年				
	平均濃度	25.7mSv				
健康影響	濃度範囲	情報なし				
	線種・核種	情報なし				
健康影響	影響の種類	がん死亡及びその他の死亡【表 5 参照】	影響評価の精度	NDI は高い感度と特異度をもつ		
	情報源	NDI	観察バイアス (問題点を記載)	イベント数が少なく、検出力が低い		
	収集の方法	データリンケージ				
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	喫煙に関する情報を収集していない。社会経済的地位を職業階級によってのみ判断している。		
	その他	性、年齢、暦年、人種、施設、観察年数				
解析	使用モデル	米国一般集団とを基準とした SMR、被ばく量を 4 カテゴリに分けた傾向検定、被ばく量を 12 カテゴリ(擬似連続量)とした線形 ERR モデルによる ERR の推定。				
	交絡調整方法	層化、ERR モデル				
アウトカム指標およびアウトカム	SMR では健康職業効果が強く見られた【表 2】。被ばく量とイベント発生との量反応関係は、白血病【表 3】、固形がん【表 4】、その他の疾患【表 5】のいずれにおいても有意にならなかった。					

書誌情報	作業 No.	90	著者	Carr ZA, Kleinerman RA, Stovall M, Weinstock RM, Griem ML, Land CE
	PMID(PubMedID)	12005546	タイトル	Malignant neoplasms after radiation therapy for peptic ulcer
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Radiat Res 157:668-677; 2002
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	2 群間での治療年、治療年齢、性別、人種、喫煙状況、術タイプの違いは統計的有意差あり。追跡終了時における死亡転帰は差なし。 【患者背景は表 1】 潰瘍から放射線治療までの期間の長さがかんリスクの関係を調べたが、これは選択バイアスの因子にはならないことが分かった。
	施設名	シカゴ大学病院 消化性潰瘍の放射線治療		
	従事作業・被ばく露対象	1937 年から 1965 年にかけて消化性潰瘍治療を受けた患者		
	人数	92,979 人年。 3,719 人(放射線治療患者:1,859 人=41,779 人年、放射線治療を受けていない患者:1,860 人=51,200 人年)【表 1】		
	(被ばく)年齢	初回治療年齢は、平均 49 歳。 35 歳以下:709 人、35-44 歳:1,039 人、45-54 歳:1,046 人、55 歳以上:925 人【表 1】		
	性別	女性 22%(805 人)、男性 78%(2,914 人)【表 1】		
	比較群	放射線治療を受けていない消化性潰瘍患者		
追跡	追跡期間	25.0±15.0 年(最長 62 年) 放射線治療患者:22.5 年、非放射線治療患者:27.5 年	影響評価の精度	記載なし
	追跡率	(放射線治療患者:1,859 人のうち、13.9%、放射線治療を受けていない患者:1,860 人のうち 16.5%が追跡不能)		
ばく露指標	作業名	消化性潰瘍の放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	臓器組織特定の線量は、人体ファントムで実験的に評価され、個別の放射線治療記録に再構築。
	外部ばく露 内部ばく露	X 線 250kVp —		
ばく露レベル	ばく露期間	6-14 日の治療コースにおいて 1 もしくは 2 回の治療 (1,852 名の放射線治療患者において 1 回以上が 9.8%)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	ばく露年数	—		
	平均濃度	胃全体の組織線量の平均は、14.8 ±5.6Gy(1.0 から 42.0Gy)。		
	範囲	1-10Gy: 19.7% 11-20Gy: 63.8% 20Gy 以上: 16.5%		
	線種・核種	X 線		
健康影響	影響の種類	死亡	観察(情報)バイアス (問題点を記載)	記載なし
	情報源	NDI(National Death Index)Plus, 社会保障庁死亡ファイル、推定生存ファイル、受取年金情報記録	観察(情報)バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	国立がん研究所の所内研究プログラムの中で行われ、Westat Inc.(N01-CP-81121)との契約により支援を得てデータ収集と管理が行われた。		
交絡因子の収集	喫煙	情報あり(解析モデルに挿入)	交絡バイアス (問題点を記載)	膵臓がんについては、1970 年前後で診断が異なるため、RR は、1970 年前後比較で類似値(2.59vs2.47)。喫煙の肺がんリスクへの寄与は放射線治療の有無にかかわらず高いが、放射線有無による傾向は見られなかった。【表 8】
	その他	生年月日、治療年、治療年齢、性別、人種、術タイプ		
解析	使用モデル	時間依存性比例ハザード分析 解析モデルに共変量としてばく露有無、ばく露量、性別、被ばく年齢、喫煙状況、指示変数として術タイプ、潰瘍タイプ、干渉項を挿入。 臓器への線量相関分析と傾向テストは、臓器特定線量を四分位層化して、ERR/Gyを線形モデルで推定。		

	交絡調整方法	暦年、初回治療年齢を調整、非放射線治療患者には性別と喫煙歴を調整。潜在交絡として胃がんのRRには潰瘍のタイプと術タイプを調整。ERRは修飾因子として年齢を層化。		
アウトカム指標およびアウトカム	<p>全死亡のO/Eは、放射線治療群 1.19(95%CI:1.13-1.25)、非放射線治療群 0.92(95%CI:0.87-0.96)。 全がん死亡のO/Eは、放射線治療群 1.65。(部位ごとに有意差の出たタイプは、胃がん 3.20、すい臓がん 2.76、肺がん 1.99、NHL1.98)、非放射線治療群 1.12。(部位ごとに有意差の出たタイプは、胃がん 1.52、前立腺がん 1.47)。 放射線治療群と非放射線治療群とのRRは全がんおよび治療後10年以内の白血病では過剰は見られない。10年以上経過では、RRは1.41(95%CI:1.18-1.67)。胃がん 2.60(95%CI:1.33-5.09)、肺がん 1.50(95%CI:1.08-2.08)、すい臓がん 2.73(95%CI:1.46-5.13)。 10年経過後のNHLと2年経過後の白血病(CLLを除く)は、統計的なRRの増加はなし。【表2】 がん死亡と線量の相関分析(RR/Gray)は、統計的なエビデンスは出なかった。【表3.4】 等張回帰結果では、すい臓がんは10Gy以上で、胃がんは18-42Gy、肺がんは2.5-51Gy増加が見られた。【表5】 年齢の傾向値は統計的有意差はない。【表6】 潰瘍タイプと術タイプでの線量相関には統計的なエビデンスは出なかった。【表7】</p>			

書誌情報	作業 No.	608	著者	Lundell M, Holm LE.
	PMID(PubMedID)	7576738	タイトル	Risk of solid tumors after irradiation in infancy
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名, 年, 巻, 頁	Acta Oncol. 1995; 34: 727-34
対象	国	スウェーデン	選択バイアス (問題点を記載)	比較群が選ばれたストックホルムはスウェーデン全体よりもほとんどのがんの発症率が高いため、SIRを小さく見積もっている可能性がある。 平均追跡期間が39年と短いため、対象集団の年齢が低くがん発症が少なかった可能性がある。
	施設名	Radiumhemmet (Stockholm)		
	従事作業	月齢18ヶ月以下における皮膚血管腫のラジウム放射線を用いた治療		
	人数	14,351人		
	年齢	正確な記載はないが、治療以降の追跡期間は平均して40年であった。		
	性別	男女(うち女性67%)		
	比較群	ストックホルムの人口		
追跡	追跡期間	1958年1月1日(それ以降に治療を受けた419人に関しては初回治療日)から死亡・国外移住・1986年12月31日のいずれかまで。平均38年(範囲:9-65年)		
	追跡率	—		
ばく露指標	作業名	皮膚血管腫のラジウム放射線を用いた治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	外部ばく露	皮膚表面に治療器具をあてた際にばく露		
	内部ばく露	—		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし		
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	治療法の詳細な種類は、治療時期とともに【表1】に記されている。266Raアプリケーションによる線量は、現物を幼児の人体模型に装着し測定した。その他の治療法については、それぞれの深部線量曲線と数表を用いて求めた。この値を、子どもの年齢と体格を考慮した治療箇所と病変との距離で調整した。身体の各部位での被ばく量は、性別、治療時の年齢、治療時期ごとに【表2】に記されている。		
	濃度範囲	治療法の詳細な種類は、治療時期とともに【表1】に記されている。266Raアプリケーションによる線量は、現物を幼児の人体模型に装着し測定した。その他の治療法については、それぞれの深部線量曲線と数表を用いて求めた。この値を、子どもの年齢と体格を考慮した治療箇所と病変との距離で調整した。身体の各部位での被ばく量は、性別、治療時の年齢、治療時期ごとに【表2】に記されている。		
	線種・核種	線種: α 線、 β 線、 γ 線、X線 核種: 主に ²⁶⁶ Ra		
健康影響	影響の種類	がん発生	影響評価の精度	乳がんと甲状腺がん以外の部位のがんは発症数が少なく、部位ごとの量反応関係が検討できなかった。
	情報源	スウェーデンがん登録	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし
	収集の方法	Radiumhemmetでの治療記録とスウェーデンがん登録を、国民番号で結合した。		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	性別によって発症率が異なる可能性がある。
	その他	年齢、性別、カレンダー時間		
解析	使用モデル	ポアソン回帰		
	交絡調整方法	マッチング		
アウトカム指標およびアウトカム	<p>がん発症数とSIR・そのCI: 285人において発症は300件(SIR: 1.11, 95%CI: 0.99-1.24)。女性では発症数244件(SIR: 1.15 95%CI: 1.01-1.25)、男性では56件(SIR: 0.96, 95%CI: 0.74-1.25)。乳がんは75件、甲状腺がんは17件、その他のがんは203人において208件(SIR: 1.03, 95%CI: 0.90-1.17)。部位別のSIRと95%CIは【図1】。治療からがん発症までの期間ごとの発症数は【表5】。治療からがん発症までの期間ごとのSIR(性別)は【図2】。有意にSIRの高かった部位は膵臓、甲状腺、内分泌腺(副腎、副甲状腺、胸腺、下垂体)であった。 ERRとEAR: 部位別に【表6】に記載。乳がんと甲状腺がん以外では顕著な結果は得られなかった。</p>			

書誌情報	作業 No.	329	著者	McGeoghegan D,Binks K
	PMID(PubMedID)	10877261	タイトル	The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Springfields uranium production facility, 1946-95
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	J Radiol Prot20:111-137;2000
対象	国	英国	選択バイアス (問題点を記載)	一般国民に比較した Springfields の死亡率は有意に低い。”健康な労働者”効果による。 Springfields 内でも放射線作業者は非放射線作業者に比べて死亡率が低い。
	施設名	核燃料公社 (BNFL; British Nuclear Fuels plc) の Springfield 施設		
	従事作業	ウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産		
	人数	479,146 人年		
	年齢	被ばく年齢の情報なし。		
	性別	女性が 12%、男性が 88%【表 1】		
	比較群	非放射線作業		
追跡	追跡期間	平均追跡期間として 24.6 年	追跡率	0.7%(135/19,589 人)が除外。理由は、生年月日や参加日の不明による
	追跡率			
ばく露指標	作業名	ウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	フィルムバッジの線量は、作業員への発行時期、使用時の技術、当時の作業ガイドライン、およびフィルムバッジからのデータの取り扱いに関する社内基準によって決定するため、年度によって測定が違おうそれぞれあり。 体内蓄積の放射核種は除外されるため、134 名のデータでは外部線量は、0 記録になっている。 1953 年以前の記録単位が不明確。レントゲン単位で前後記録を 10%減少で補正。
	外部ばく露 内部ばく露	作業員のフィルムバッジによる全身線量を使用。		
ばく露レベル	ばく露期間	286.559 person-sieverts	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数	-		
	平均濃度	個人平均蓄積線量 20.5mSv 最高値は 769.3mSv、中央値 8.3mSv。慢性リンパ性白血病を除く白血病で、1:5matching の nested case-control を行った場合、2 年ラグの平均累積線量は、症例群: 27.0mSv、対照群: 18.2mSv		
	濃度範囲	95%の労働者が、79.7mSv 以下。 傾向分析に使用した線量については、線量 0 から 400+の間で 10 段階に区分し、ラグタイム(0-20 年の間で 5 段階)ごとの線量範囲【表 5 a】を使用。		
	線種・核種	ウランなどの核燃料物質		
健康影響	影響の種類	がん罹患、死亡	影響評価の精度	SMR の母集団は、England Wales および 1979-92 は Lancashire の人口。SRR の母集団は、1971-91 の England Wales および 1979-95 は Lancashire の人口。 死亡率、罹患率の母集団は、非放射線作業員。(地理的および社会経済的な交絡を排除する目的)
	情報源	国家統計局 (OSN) の所有するサウスポートの NHS 中央登録 (一部 1979-1995 年のマンチェスターがん疫学研究センターより入手)	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	交絡の可能性として作業期間、追跡期間、ばく露の長さもしくは初回雇用年の影響を見たが、一貫した差は見られず。(年齢のみで層化) 傾向分析は、年齢、労働期間、性別、雇用状況を調整。
	その他	年齢、地域、社会経済状況		
解析	使用モデル	SMR と RR は両側検定、傾向分析は片側検定。 ERR 係数の傾向分析には線量 10 段階、潜伏 2, 10, 15, 20 年の死亡に人年の重みづけをして算出。	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法	地理的および社会経済的な交絡を排除する目的で、死亡率と罹患		

	率の母集団は非放射線作業者。 ←影響評価の精度より再掲	
--	--------------------------------	--

アウトカム 指標 および アウトカム	<p>1995 年末までに放射線作業者から 3,476 例、非放射線作業者から 1,356 例、死亡。【表 1】 がん死亡と累積外部被ばく線量に関連を認めなかった。 死亡率、罹患率と有意に関連していたのはホジキン病と累積外部線量である。 全がんの SMR は、放射線労働者 86、非放射線労働者 96、【表 2,3】 がん罹患の SRR は、放射線労働者、非放射線労働者ともに 81【表 4】 部位別の解析では、ホジキンリンパ腫死亡がラグタイム 10 年、15 年で累積線量と相関、膀胱がん死亡がラグタイムを 10 年とした場合、累積線量と有意に関連していた。【表 5】 がん罹患では、ラグタイムを 10 年とした場合、白血病を除くがん、胸膜のがん、ホジキンリンパ腫、非ホジキンリンパ腫が累積被ばく線量と有意に関連していた。肺がんもラグタイムを 20 年とした場合累積外部被ばく線量と有意に関連していた。ラグタイムを 20 年とした場合、口腔・咽頭がん、喉頭がん、黒色腫、食道がん、胃がん、乳がん、胆のうがん、肝臓がん、結腸がん、直腸がんについては累積被ばく線量との有意な関連性は認められなかった【表 7】</p>
-----------------------------	---

書誌情報	作業 No.	679	著者	Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.
	PMID(PubMedID)	9686552	タイトル	Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	J. Am. Med. Assoc. 280(4): 347-355 (1998)
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	米国の診療所 25、英国の診療所 1(表 1 参照)		
	従事作業	甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素 131 による治療を受ける		
	人数	35,593 人、738,831 人年		
	年齢	平均 46 歳		
	性別	男性 21%、女性 79%		
	比較群	米国一般集団		
追跡	追跡期間	平均 21 年(最大 44 年、最小 1 年)		
	追跡率	80.7%		
ばく露指標	作業名	ヨウ素 131 による治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない
	外部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	内部ばく露	—		
	ばく露期間	—		
	ばく露年数	平均治療回数で 1.8 回		
	平均濃度	10.4mCi(1 回の治療あたり 6.1mCi)		
	濃度範囲	3~27mCi(5.95 パーセンタイル点)		
	線種・核種	情報なし		
健康影響	影響の種類	がん死亡	影響評価の精度	情報なし
	情報源	National Death Index	観察バイアス (問題点を記載)	エンドポイントとしてガン死亡は余り適切でなく、生存率の高い甲状腺がんや乳がんについては情報量が少ない。
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	性、治療時年齢、治療からの年数、甲状腺機能亢進の種類、ヨウ素 131 の放射能投与量		
解析	使用モデル	米国の死亡率を期待値とした SMR とポアソン分布を仮定した 95%信頼区間を算出。		
	交絡調整方法	層化		

アウトカム指標およびアウトカム
2,950 人が追跡終了時までにかんで死亡、これは米国の死亡率から求められる 2857.6 とほぼ同等であったが、肺がん、乳がん、腎がん、甲状腺がんの発生は増加し、子宮がん、前立腺がんは減少した【表 3】。中毒性結節性甲状腺腫の患者は SMR1.16【表 4】、治療後 1 年以上でがん死亡リスクの上昇が見られたのは抗甲状腺薬のみによる治療群において(SMR1.31)【表 5】。放射性ヨウ素と全がん死亡との関連は見られなかった(SMR1.02)が、甲状腺がんのみにおいては強い関連が見られた(SMR3.94)【表 5】。

書誌情報	作業 No.	772	著者	Ryberg M, Lundell M, Nilsson B, Pettersson F.
	PMID(PubMedID)	2206566	タイトル	Malignant disease after radiation treatment of benign gynaecological disorders: a study of a cohort of metropathia patients
	研究方法	ヒストリカルコホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	Acta Oncol. 1990; 29:563-7
対象	国	スウェーデン	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	Radiumhemmet(スウェーデン・ストックホルムの治療施設)		
	従事作業	不正子宮出血への放射線治療		
	人数	788名(9,289人年)		
	年齢	記載なし		
	性別	女性		
追跡	比較群	1,219名の同様の疾患を持つ放射線非治療者(22,060人年)	追跡期間	1982年まで、平均28.2年(範囲0-56年)
	追跡率	約95%		
ばく露指標	作業名	婦人科疾患への放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	外部ばく露	放射線治療		
	内部ばく露	腔内ブラキ治療		
ばく露レベル	ばく露期間	記載なし	子宮腔内治療: 370-555MBq(16h) 腔内治療: 2.6GBq(24h) (推定累積ばく露量は表2)	記載なし
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	記載なし		
	濃度範囲	記載なし		
健康影響	線種・核種	X線	影響評価の精度	がん登録の精度、データの質は高い
	影響の種類	悪性腫瘍の発生		
	情報源	診療記録とがんの地域住民登録		
交絡因子の収集	収集の方法	記載なし	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	喫煙	なし		
解析	その他	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	使用モデル	リスク比推定にはポアソン分布を仮定		
	交絡調整方法	なし		
アウトカム指標およびアウトカム	放射線治療ばく露群のうち107名が、比較群のうち173名が悪性腫瘍を発生。一般住民がん登録データと比較すると、ばく露群で1.22、比較群で1.09のリスク比であった。ばく露群では直腸がん、大腸がん、神経系のがんでのリスク比はそれぞれ1.58、1.46、1.67であったが、有意差は見られなかった。また乳がんのリスク比は0.92と減少がみられたが、50歳以上の時点で放射線治療を受けた対象者に限るとリスク比は2.08であった。重点的に放射線治療を受けた部位のがんは、治療後20年時点では増加しなかったが、治療後30年以降では有意に増加した。			

書誌情報	作業 No.	767	著者	Bauer S, Gusev BI, Pivina LM, Apsalikov KN, Grosche B
	PMID(PubMedID)	16187743	タイトル	Radiation Exposure due to Local Fallout from Soviet Atmospheric Nuclear Weapons Testing in Kazakhstan: Solid Cancer Mortality in the Semiparatinsk Historical Cohort. 1960-1999
	研究方法	コホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	Radiation Research 2005, 164, 409-419
対象	国	カザフスタン	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	セミパラチンスク核実験場近辺		
	従事作業	核実験(セミパラチンスク核実験場)		
	人数	19,545 人、582,750 人・年		
	年齢	20 歳以下、20—39 歳、40 歳以上(表 1)		
	性別	男性 9,834 人、女性 9,604 人(表 1)		
追跡	比較群	実験場から遠いコクベクチンスキー地域	追跡期間	1960 年から 1999 年まで
	追跡率	情報なし		追跡率
ばく露指標	作業名	核実験による被ばく	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	得られたデータ数が少なく、特に年齢別では少ないので、このコホート研究から、線量とリスクの関係、詳しい線量一応答関数を導くことは難しい。もっと多くのコホート研究が必要である。
	外部ばく露	フォールアウトや土等の汚染測定、環境線量測定等からの計算による評価		
	内部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし	影響評価の精度	記載なし、ただし、他の核実験や核事故、日本の原爆等によるコホート研究との比較が書かれている
	ばく露年数	1949 年から 1965 年まで		
	平均濃度	地域別に表 2 に示されている		
	濃度範囲	20mSv から 4Sv まで		
	線種・核種	I-131, Cs-137, Sr-90		
健康影響	影響の種類	食道がん(特に女性)、肝臓がん、胃がん、肺がん、女性の乳がん、骨・皮膚がん(特に男性)による死亡	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	情報源	SRIRME(放射線医学・生態学研究所)	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	死亡記録を入手		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	移住者の増加		
解析	使用モデル	ERRモデルはポワソン回帰で最尤検定する	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	交絡調整方法	情報なし		

アウトカム指標およびアウトカム

対照群と比べて、全死亡率、がん死亡率ともかなりの差がある。男女別に比較がなされていて、食道がん(特に女性)、肝臓がん、胃がん、肺がん、女性の乳がん、骨・皮膚がん(特に男性)には大きな差があるが、子宮頸がん、膵臓がん、膀胱がん、腎臓がん、直腸がんには大きな差は見られない。その差の大きさについてはさらなる研究が必要である。喉頭、咽頭、口唇、泌尿器がんなどは数が少なくて違いがよく分からなかった。また被ばく時の年齢と共にかん発生が増えている。線量一がん発生のレスポンスは非常に低い線量範囲では非線形でやや急な曲線で、これは選択効果に一部関係しているかも知れない。いずれにしてもより多くのコホート研究がより詳しい結論を得るには不可欠である。1990 年代からの他国への移住者とコホート選択の効果についても検討の必要がある。

腎臓がんと放射線被ばくに関する医学的知見について

I. 腎臓がんに関する文献レビュー結果

1. 原爆被ばく者を対象とした疫学調査

<有意でないと報告があった研究>

文献 No.765

Preston, D. L., Ron, E., Tokuoka S., Funamoto, S, Nishi, N, Soda, M, Mabuchi, K, Kodama, K

Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors

RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007 年)

広島、長崎の原爆被ばく者のうち、1958 年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2 に基づいて個人線量が推定されている中で 1958 年から 1998 年までに診断された第一原発がん 17,448 例の解析を実施したコホート研究。

男性 1,040,278 人年、女性 1,724,452 人年の計 2,764,730 人年 (105,427 人) について、1958 年から 1998 年 12 月末までを追跡期間とした。追跡率は 99%。

解析にあたっては、ERR と EAR モデルを用い、各モデルの変化、そして両モデル間の差違の変化を BEIR VII モデルで解析。

解析結果は以下のとおり。

1) 寿命調査集団では、結腸線量が 0.005 Gy 以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約 850 例 (約 11%) が原爆被ばくと関連していると推定された。2) 線量反応曲線 0-2Gy の範囲は線形であった。3) 腎臓がんでは放射線関連リスクの有意な増加は認められなかった。

2. 放射線作業者を対象とした疫学調査

対象論文なし

3. 放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査

<有意でないと報告があった研究>

文献 No.737

Howe, G. R., L. B. Zablotska, J. J. Fix et al.

Analysis of the mortality experience amongst U.S. nuclear power industry workers after chronic low-dose exposure to ionizing radiation

Radiat. Res. 162 (5) : 517-526 (2004)

米国の原子力発電所 15 施設において、1979~1997 年の期間のいずれかで作業した労

働者 53,698 人（平均 30.5 歳、男性 88.1%）を対象としたコホート研究。米国一般集団を基準とした SMR、被ばく量を 4 カテゴリに分けた傾向検定、被ばく量を 12 カテゴリ（擬似連続量）とした線形 ERR モデルによる ERR の推定。

SMR では健康職業効果が強く見られたが、被ばく量とイベント発生との量反応関係は、白血病、腎がんを含む固形がん、その他の疾患のいずれにおいても有意にならなかった。

文献 No.679

Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.

Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism

J. Am. Med. Assoc. 280 (4) : 347-355 (1998)

米国の 25 の診療所及び英国の 1 診療所において甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素 131 による治療を受けた患者 35,593 人（738,831 人年）を対象とした後ろ向きコホート研究。エンドポイントはがん死亡で、ばく露評価については、ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない。

放射性ヨウ素と腎がん死亡との関連は見られなかった（SMR1.23）。

文献 No.772

Ryberg M, Lundell M, Nilsson B, Pettersson F.

Malignant disease after radiation treatment of benign gynaecological disorders: a study of a cohort of metropathia patients

Acta Oncol. 1990; 29:563-7

スウェーデン・ストックホルムの治療施設 Radiumhemmet において、不正子宮出血への放射線治療を受けた女性 788 名（9,289 人年）を対象としたヒストリカルコホート研究。比較群は 1,219 名の同様の疾患を持つ放射線非治療者（22,060 人年）で、追跡期間 1982 年まで、平均 28.2 年（範囲 0-56 年）。追跡率約 95%。X 線の線量は子宮腔内治療：370-555MB q (16h)、腔内治療：2.6GB q (24h)。エンドポイントは悪性腫瘍の発生状況。

放射線治療ばく露群のうち 107 名が、比較群のうち 173 名が悪性腫瘍を発生。一般住民がん登録データと比較すると、ばく露群で 1.22、比較群で 1.09 のリスク比であった。腎がんでのリスク比は 2.14 であったが、有意差は見られなかった。

4. 高自然放射線地域や核実験場周辺の住民等を対象とした疫学調査

<有意でない報告があった研究>

文献 No.767

Bauer S, Gusev BI, Pivina LM, Apsalikov KN, Grosche B

Radiation Exposure due to Local Fallout from Soviet Atmospheric Nuclear Weapons Testing in Kazakhstan: Solid Cancer Mortality in the Semipalatinsk Historical Cohort. 1960-1999

Radiation Research 2005,164, 409-419

カザフスタン、セミパラチンスク核実験場近辺の核実験（セミパラチンスク核実験場）で被ばくした、19,545 人（582,750 人・年）の男女を対象としたコホート研究である。追跡期間は、1960 年から 1999 年まで。

腎臓がんでは有意な差は無かった。

5. その他（その他の作業従事者）

対象論文なし

II. 文献レビュー結果のまとめ

1. 被ばく線量（ばく露評価）に関するまとめ

被ばく線量と死亡率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 737,679,767 であった。このうち有意な増加があったと報告されている文献は無かった。

被ばく線量と罹患率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 765, 772 であった。このうち有意な増加があったと報告されている文献は無かった。

2. 最小被ばく線量に関するまとめ

統計的に有意な増加を報告している文献において、最小被ばく線量に関して報告している文献は無かった。

3. 潜伏期間に関するまとめ

統計的に有意な増加を報告している文献において、潜伏期間に関して報告している文献は無かった。

書誌情報	作業 No.	765	著者	Preston, D. L., Ron, E., Tokuoka S., Funamoto, S., Nishi, N., Soda, M., Mabuchi, K., Kodama, K		
	PMID(PubMedID)		タイトル	Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors		
	研究方法	コホート研究(*1958年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2に基づいて個人線量が推定されている人数。その中で1958年から1998年までに診断された第一原発がん17,448例の解析)	雑誌名・年・巻・頁	RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007年)		
対象	国	日本(広島、長崎)	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし		
	施設名	情報なし				
	従事作業	原爆(広島、長崎)				
	人数	2,764,730人年(105,427人)				
	(被ばく)年齢	情報なし				
	性別	男性 1,040,278人年、女性 1,724,452人年				
比較群	原爆被ばく者のうち、1958年から1998年の間に第一がん(悪性黒色腫以外の皮膚がんを含む)が観察されていない者					
追跡	追跡期間	1958年から1998年12月末まで				
	追跡率	99%				
ばく露指標	作業名	原爆(広島、長崎)による固形がんの罹患率(生存者)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	追跡対象となる人年は、登録対象地区からの転出・転入があるために調節した。DSO2による臓器個人線量推定値はγ線量と中性子線量の10倍の和として計算した。		
	外部ばく露	情報なし				
	内部ばく露	情報なし				
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし				
	ばく露年数	情報なし				
	平均濃度	情報なし				
	濃度範囲	解析では、器官線量(Gy)として<0.005から≥4を4段階に分類(表2)、結腸線量(Gy)として<0.005から≥4を7段階に分類(表4)				
	線種・核種	情報なし				
健康影響	影響の種類	固形がん(口腔がん、食道がん、胃がん、肝臓がん、肺がん、黒色腫以外の皮膚がん、結腸がん、直腸がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経系がん、甲状腺がん)の発症	影響評価の精度	記載なし		
	情報源	広島・長崎がん登録、放射線影響研究所(広島・長崎、寿命調査)、米国立癌研究所	観察バイアス	記載なし		
	収集の方法	上記研究所及びHirosoft Internationalによる報告書	(問題点を記載)			
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし		
	その他	被ばく年齢、被ばくからの期間、性差、				
解析	使用モデル	ERRとEARモデル。各モデルの変化、そして両モデル間の差の変化。BEIR VIIモデル。				
	交絡調整方法					

アウトカム指標 および アウトカム	1)寿命調査集団では、結腸線量が0.005 Gy以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約850例(約11%)が原爆被ばくと関連していると推定される。2)線量反応曲線0-2Gyの範囲は線形である。3)被ばく時年齢が30歳の場合、70歳になった時点で1 Gy被ばく当たり男性で約35%、女性で約58%固形がん罹患率が増加すると推定された。4)固形がんの過剰相対リスク(ERR)は被ばく時年齢が10歳増加する毎に約17%減少。このリスクは調査期間全体で増加する傾向。5)口腔がん、胃がん、結腸がん、肝臓がん、肺がん、皮膚がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経がん、甲状腺がん、放射線関連リスクが有意に増加した。直腸がん、胆のうがん、膵臓がん、前立腺がん、腎臓がんには有意なリスクは示唆されなかった。(新たに判明したこと)1)低線量では、被ばく線量区分を0から0.15 Gyまで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。2)食道がんのリスクが有意となった。3)20歳未満の被ばくが子宮がんのリスクを増加する可能性がある。4)肉腫を含め、検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。
-------------------------	--

書誌情報	作業 No.	737	著者	Howe, G. R., L. B. Zablotska, J. J. Fix et al.
	PMID(PubMedID)	15624306	タイトル	Analysis of the mortality experience amongst U.S. nuclear power industry workers after chronic low-dose exposure to ionizing radiation
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Radiat. Res. 162(5): 517-526 (2004)
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	比較的若い対象者が中心
	施設名	15 施設(付録表 1 参照)		
	従事作業	原子力発電所における作業(詳細は不明)		
	人数	53,698 人		
	年齢	平均 30.5 歳		
	性別	男性 88.1%		
追跡	比較群	米国一般集団		
	追跡期間	1979~1997 年		
ばく露指標	追跡率	情報なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	作業名	原子力発電所における作業(詳細は不明)		
	外部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	内部ばく露	情報なし		
	ばく露期間	1983~1995 年		
	ばく露年数	11.9 年		
	平均濃度	25.7mSv		
健康影響	濃度範囲	情報なし	影響評価の精度	NDI は高い感度と特異度をもつ
	線種・核種	情報なし		
	影響の種類	がん死亡及びその他の死亡【表 5 参照】		
交絡因子の収集	情報源	NDI	観察バイアス (問題点を記載)	イベント数が少なく、検出力が低い
	収集の方法	データリンケージ		
解析	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	喫煙に関する情報を収集していない。社会経済的地位を職業階級によってのみ判断している。
	その他	性、年齢、暦年、人種、施設、観察年数		
	使用モデル	米国一般集団とを基準とした SMR、被ばく量を 4 カテゴリに分けた傾向検定、被ばく量を 12 カテゴリ(擬似連続量)とした線形 ERR モデルによる ERR の推定。		
	交絡調整方法	層化、ERR モデル		
アウトカム指標およびアウトカム	SMR では健康職業効果が強く見られた【表 2】。被ばく量とイベント発生との量反応関係は、白血病【表 3】、固形がん【表 4】、その他の疾患【表 5】のいずれにおいても有意にならなかった。			

書誌情報	作業 No.	679	著者	Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.
	PMID(PubMedID)	9686552	タイトル	Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	J. Am. Med. Assoc. 280(4): 347-355 (1998)
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	米国の診療所 25、英国の診療所 1(表 1 参照)		
	従事作業	甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素 131 による治療を受ける		
	人数	35,593 人、738,831 人年		
	年齢	平均 46 歳		
	性別	男性 21%、女性 79%		
追跡	比較群	米国一般集団	追跡期間	平均 21 年(最大 44 年、最小 1 年)
	追跡率	80.7%		追跡率
ばく露指標	作業名	ヨウ素 131 による治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない
	外部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	内部ばく露	—	影響評価の精度	情報なし
	ばく露期間	—		
	ばく露年数	平均治療回数で 1.8 回		
	平均濃度	10.4mCi(1 回の治療あたり 6.1mCi)		
	濃度範囲	3~27mCi(5.95 パーセンタイル点)		
線種・核種	情報なし	観察バイアス (問題点を記載)	エンドポイントとしてガン死亡は余り適切でなく、生存率の高い甲状腺がんや乳がんについては情報量が少ない。	
影響の種類	がん死亡			
健康影響	情報源	National Death Index	収集の方法	情報なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	性、治療時年齢、治療からの年数、甲状腺機能亢進の種類、ヨウ素 131 の放射能投与量		
解析	使用モデル	米国の死亡率を期待値とした SMR とポアソン分布を仮定した 95%信頼区間を算出。	交絡調整方法	層化
	交絡調整方法	層化		
アウトカム指標およびアウトカム	2,950 人が追跡終了時までにかんで死亡、これは米国の死亡率から求められる 2857.6 とほぼ同等であったが、肺がん、乳がん、腎がん、甲状腺がんの発生は増加し、子宮がん、前立腺がんは減少した【表 3】。中毒性結節性甲状腺腫の患者は SMR1.16【表 4】、治療後 1 年以上でがん死亡リスクの上昇が見られたのは抗甲状腺薬のみによる治療群において(SMR1.31)【表 5】。放射性ヨウ素と全がん死亡との関連は見られなかった(SMR1.02)が、甲状腺がんのみにおいては強い関連が見られた(SMR3.94)【表 5】。			

書誌情報	作業 No.	772	著者	Ryberg M, Lundell M, Nilsson B, Pettersson F.
	PMID(PubMedID)	2206566	タイトル	Malignant disease after radiation treatment of benign gynaecological disorders: a study of a cohort of metropathia patients
	研究方法	ヒストリカルコホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	Acta Oncol. 1990; 29:563-7
対象	国	スウェーデン	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	Radiumhemmet(スウェーデン・ストックホルムの治療施設)		
	従事作業	不正子宮出血への放射線治療		
	人数	788名(9,289人年)		
	年齢	記載なし		
	性別	女性		
追跡	比較群	1,219名の同様の疾患を持つ放射線非治療者(22,060人年)	影響評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	追跡期間	1982年まで、平均28.2年(範囲0-56年)		
追跡率	追跡率	約95%	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	作業名	婦人科疾患への放射線治療		
ばく露指標	外部ばく露	放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	内部ばく露	腔内ブラキ治療		
	ばく露期間	記載なし		
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	記載なし		
	濃度範囲	子宮腔内治療: 370-555MBq(16h) 腔内治療: 2.6GBq(24h) (推定累積ばく露量は表2)		
ばく露レベル	線種・核種	X線	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	影響の種類	悪性腫瘍の発生		
健康影響	情報源	診療記録とがんの地域住民登録	交絡バイアス (問題点を記載)	がん登録の精度、データの質は高い
	収集の方法	記載なし		
	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし		
交絡因子の収集	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	なし		
解析	使用モデル	リスク比推定にはポアソン分布を仮定	交絡調整方法	なし
	交絡調整方法	なし		
アウトカム指標およびアウトカム	放射線治療ばく露群のうち107名が、比較群のうち173名が悪性腫瘍を発生。一般住民がん登録データと比較すると、ばく露群で1.22、比較群で1.09のリスク比であった。ばく露群では直腸がん、大腸がん、神経系のがんでのリスク比はそれぞれ1.58、1.46、1.67であったが、有意差は見られなかった。また乳がんのリスク比は0.92と減少がみられたが、50歳以上の時点で放射線治療を受けた対象者に限るとリスク比は2.08であった。重点的に放射線治療を受けた部位のがんは、治療後20年時点では増加しなかったが、治療後30年以降では有意に増加した。			

書誌情報	作業 No.	767	著者	Bauer S, Gusev BI, Pivina LM, Apsalikov KN, Grosche B
	PMID(PubMedID)	16187743	タイトル	Radiation Exposure due to Local Fallout from Soviet Atmospheric Nuclear Weapons Testing in Kazakhstan: Solid Cancer Mortality in the Semipalatinsk Historical Cohort. 1960-1999
	研究方法	コホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	Radiation Research 2005, 164, 409-419
対象	国	カザフスタン	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	セミパラチンスク核実験場近辺		
	従事作業	核実験(セミパラチンスク核実験場)		
	人数	19,545 人、582,750 人・年		
	年齢	20 歳以下、20—39 歳、40 歳以上(表 1)		
	性別	男性 9,834 人、女性 9,604 人(表 1)		
追跡	比較群	実験場から遠いコクベクチンスキー地域	追跡期間	1960 年から 1999 年まで
	追跡率	情報なし		
ばく露指標	作業名	核実験による被ばく	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	得られたデータ数が少なく、特に年齢別では少ないので、このコホート研究から、線量とリスクの関係、詳しい線量一応答関数を導くことは難しい。もっと多くのコホート研究が必要である。
	外部ばく露	フォールアウトや土等の汚染測定、環境線量測定等からの計算による評価		
	内部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	ばく露年数	1949 年から 1965 年まで	影響評価の精度	記載なし、ただし、他の核実験や核事故、日本の原爆等によるコホート研究との比較が書かれている
	平均濃度	地域別に表 2 に示されている		
	濃度範囲	20mSv から 4Sv まで		
	線種・核種	I-131, Cs-137, Sr-90		
健康影響	影響の種類	食道がん(特に女性)、肝臓がん、胃がん、肺がん、女性の乳がん、骨・皮膚がん(特に男性)による死亡	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	情報源	SRIRME(放射線医学・生態学研究所)		
	収集の方法	死亡記録を入手		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	移住者の増加		
解析	使用モデル	ERRモデルはポワソン回帰で最尤検定する	交絡調整方法	情報なし
	交絡調整方法	情報なし		
アウトカム指標およびアウトカム	<p>対照群と比べて、全死亡率、がん死亡率ともかなりの差がある。男女別に比較がなされていて、食道がん(特に女性)、肝臓がん、胃がん、肺がん、女性の乳がん、骨・皮膚がん(特に男性)には大きな差があるが、子宮頸がん、膵臓がん、膀胱がん、腎臓がん、直腸がんには大きな差は見られない。その差の大きさについてはさらなる研究が必要である。喉頭、咽頭、口唇、泌尿器がんなどは数が少なくて違いがよく分からなかった。また被ばく時の年齢と共にかん発生が増えている。線量一がん発生のレスポンスは非常に低い線量範囲では非線形でやや急な曲線で、これは選択効果に一部関係しているかも知れない。いずれにしてもより多くのコホート研究がより詳しい結論を得るには不可欠である。1990 年代からの他国への移住者とコホート選択の効果についても検討の必要がある。</p>			

大腸がんと放射線被ばくに関する医学的知見について

I. 大腸がんに関する文献レビュー結果

1. 原爆被ばく者を対象とした疫学調査

文献 No.765

Preston. D. L., Ron. E, Tokuoka S., Funamoto. S, Nishi. N, Soda, M, Mabuchi. K, Kodama. K

Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors

RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007 年)

広島、長崎の原爆被ばく者のうち、1958 年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2 に基づいて個人線量が推定されている中で 1958 年から 1998 年までに診断された第一原発がん 17,448 例の解析を実施したコホート研究。

男性 1,040,278 人年、女性 1,724,452 人年の計 2,764,730 人年 (105,427 人) について、1958 年から 1998 年 12 月末までを追跡期間とした。追跡率は 99%。

解析にあたっては、ERR と EAR モデルを用い、各モデルの変化、そして両モデル間の差違の変化を BEIR VII モデルで解析。

解析結果は以下のとおり。

1) 寿命調査集団では、結腸線量が 0.005 Gy 以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約 850 例 (約 11%) が原爆被ばくと関連していると推定された。2) 線量反応曲線 0-2Gy の範囲は線形であった。3) 結腸がんで放射線関連リスクが有意に増加した。直腸がんで有意なリスクは示唆されなかった。

また、新たに判明したこととして、低線量では、被ばく線量区分を 0 から 0.15 Gy まで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。

2. 放射線作業者を対象とした疫学調査

<有意でないとの報告があった研究>

文献 No.737

Howe, G. R., L. B. Zablotska, J. J. Fix et al.

Analysis of the mortality experience amongst U.S. nuclear power industry workers after chronic low-dose exposure to ionizing radiation

Radiat. Res. 162 (5) : 517-526 (2004)

米国の原子力発電所 15 施設において、1979~1997 年の期間のいずれかで作業した労働者 53,698 人 (平均 30.5 歳、男性 88.1%) を対象としたコホート研究。米国一般集

団を基準とした SMR、被ばく量を 4 カテゴリに分けた傾向検定、被ばく量を 12 カテゴリ（擬似連続量）とした線形 ERR モデルによる ERR の推定。

SMR では健康職業効果が強く見られたが、被ばく量とイベント発生との量反応関係は、白血病、大腸がんを含む固形がん、その他の疾患のいずれにおいても有意にはなかった。

文献 No.329

McGeoghegan D, Binks K

The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Springfields uranium production facility, 1946-95

J Radiol Prot 20:111-137;2000

英国の核燃料公社 Springfield の施設においてウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産に従事したものの 479,146 人年を対象とするコホート研究。被ばく年齢の情報はないが、女性が 12%、男性が 88%であった。

追跡期間は平均 24.6 年。生年月日、作業参加日の不詳によって、0.7%が除外された。個人平均蓄積線量は 20.5mSv。最高値は 769.3mSv、中央値 8.3mSv であった。慢性リンパ性白血病を除く白血病で、1:5 matching の nested case-control を行った場合、2 年潜伏期間の平均累積線量は、症例群：27.0mSv、対照群：18.2mSv であった。対象のうち 95%の労働者が 79.7mSv 以下の累積線量であった。傾向分析に使用した線量については、線量 0 から 400+の間で 10 段階に区分し、潜伏期間（0-20 年間で 5 段階）ごとの線量範囲を使用。

SMR と RR は両側検定、傾向分析は片側検定によって解析。ERR 係数の傾向分析には線量 10 段階、潜伏 2, 10, 15, 20 年の死亡に人年の重みづけをして算出した。

1995 年末までに放射線作業員から 3,476 例、非放射線作業員から 1,356 例が死亡。部位別の解析では、結腸がんおよび直腸がんを潜伏期間を 20 年とした場合、累積外部被ばく線量と有意な関連は認められなかった。

文献 No.769

T.Aoyama, S.Yoshinaga, Y.Yamamoto, H.Kato, Y.Shimizu, et al.

Mortality Survey of Japanese radiological technologists during the period 1969-1993 Br. Radiat Prot Dosim. 1998; 77:123-128

厚生労働省に登録済みの放射線作業員 12,133 人（270,585 人年）を対象としたコホート研究。追跡期間は 1969～1993 年で追跡率は 97.9%であった。推定総ばく露量と、大腸がんによる死亡には有意な関連がみられなかった。

3. 放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査

文献 No.633

Inskip PD, Monson RR, Wagoner JK, Stovall M, Davis FG, Kleinerman RA, Boice JD Jr.

Cancer mortality following radium treatment for uterine bleeding

Radiat Res. 1990;123:331-44.

アメリカ Massachusetts 州 Boston, Worcester, Rhode Island 州 Providence の都心部にある 10 病院での 1925-65 年に良性の婦人科系出血性疾患の子宮内ラジウムカプセル（または針）による治療を受けた患者で、治療時に Massachusetts 州か Rhode Island 州在住だった者を対象とした。人数は、109,911 人年（4,153 名）（1984 年 1 月までの記録を使用；うち 504 名は 1967 年 1 月までの記録）で、治療時年齢は 13-88 歳（76% が 40-55 歳、84% が閉経前）、追跡期間は平均 26.5 年（最長 59.9 年）、追跡率は 89.1%（内 66.5% が追跡終了前に死亡または 90 歳になり打ち切り、22.6% は生存）。

1-4Gy の臓器で SMR が有意に大きいのは白血病（2.0）、結腸（1.3）、子宮以外の生殖器（1.5）であった。治療後経過時間による SMR の推移をみると、結腸では 10~20 年の間をピークにその後は下がった。

<有意でないと報告があった研究>

文献 No.772

Ryberg M, Lundell M, Nilsson B, Pettersson F.

Malignant disease after radiation treatment of benign gynaecological disorders: a study of a cohort of metropathia patients

Acta Oncol. 1990; 29:563-7

スウェーデン・ストックホルムの治療施設 Radiumhemmet において、不正子宮出血への放射線治療を受けた女性 788 名（9,289 人年）を対象としたヒストリカルコホート研究。比較群は 1,219 名の同様の疾患を持つ放射線非治療者（22,060 人年）で、追跡期間 1982 年まで、平均 28.2 年（範囲 0-56 年）。追跡率約 95%。X 線の線量は子宮腔内治療：370-555MBq (16h)、腔内治療：2.6GBq (24h)。エンドポイントは悪性腫瘍の発生状況。

放射線治療ばく露群のうち 107 名が、比較群のうち 173 名が悪性腫瘍を発生。一般住民がん登録データと比較すると、ばく露群で 1.22、比較群で 1.09 のリスク比であった。大腸がん、直腸がんでのリスク比はそれぞれ 1.46、1.58 であったが、有意差は見られなかった。

文献 No.679

Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.

Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism

J. Am. Med. Assoc. 280 (4) : 347-355 (1998)

米国の 25 の診療所及び英国の 1 診療所において甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素 131 による治療を受けた患者 35,593 人 (738,831 人年) を対象とした後ろ向きコホート研究。エンドポイントはがん死亡で、ばく露評価については、ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない。

放射性ヨウ素と結腸、直腸がん死亡との関連は見られなかった (SMR1.11)。

4. 高自然放射線地域や核実験場周辺の住民等を対象とした疫学調査

<有意でないと言が報告があった研究>

文献 No.767

Bauer S, Gusev BI, Pivina LM, Apsalikov KN, Grosche B

Radiation Exposure due to Local Fallout from Soviet Atmospheric Nuclear Weapons Testing in Kazakhstan: Solid Cancer Mortality in the Semipalatinsk Historical Cohort. 1960-1999

Radiation Research 2005,164, 409-419

カザフスタン、セミパラチンスク核実験場近辺の核実験 (セミパラチンスク核実験場) で被ばくした、19,545 人 (582,750 人・年) の男女を対象としたコホート研究である。追跡期間は、1960 年から 1999 年まで。

直腸がんでは有意な差は認められなかった。

5. その他 (その他の作業従事者)

対象論文なし

II. 文献レビュー結果のまとめ

1. 被ばく線量 (ばく露評価) に関するまとめ

被ばく線量と死亡率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 737,329,769,633,679, 767 であった。このうち有意な増加があったと報告されている文献は、文献番号 633 であった。

被ばく線量と罹患率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 765, 329,772 であった。このうち有意な増加があったと報告されている文献は、文献番号 765 であった。

2. 最小被ばく線量に関するまとめ

統計的に有意な増加を報告している文献において、最小被ばく線量に関して報告している文献は無かった。

3. 潜伏期間に関するまとめ

潜伏期間に関して検討している文献は、文献番号 329,633 であった。

書誌情報	作業 No.	765	著者	Preston, D. L., Ron, E., Tokuoka S., Funamoto, S., Nishi, N., Soda, M., Mabuchi, K., Kodama, K		
	PMID(PubMedID)		タイトル	Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors		
	研究方法	コホート研究(*1958年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2に基づいて個人線量が推定されている人数。その中で1958年から1998年までに診断された第一原発がん17,448例の解析)	雑誌名・年・巻・頁	RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007年)		
対象	国	日本(広島、長崎)	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし		
	施設名	情報なし				
	従事作業	原爆(広島、長崎)				
	人数	2,764,730人年(105,427人)				
	(被ばく)年齢	情報なし				
	性別	男性 1,040,278人年、女性 1,724,452人年				
比較群	原爆被ばく者のうち、1958年から1998年の間に第一がん(悪性黒色腫以外の皮膚がんを含む)が観察されていない者					
追跡	追跡期間	1958年から1998年12月末まで				
	追跡率	99%				
ばく露指標	作業名	原爆(広島、長崎)による固形がんの罹患率(生存者)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	追跡対象となる人年は、登録対象地区からの転出・転入があるために調節した。DSO2による臓器個人線量推定値はγ線量と中性子線量の10倍の和として計算した。		
	外部ばく露	情報なし				
	内部ばく露	情報なし				
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし				
	ばく露年数	情報なし				
	平均濃度	情報なし				
	濃度範囲	解析では、器官線量(Gy)として<0.005から≥4を4段階に分類(表2)、結腸線量(Gy)として<0.005から≥4を7段階に分類(表4)				
	線種・核種	情報なし				
健康影響	影響の種類	固形がん(口腔がん、食道がん、胃がん、肝臓がん、肺がん、黒色腫以外の皮膚がん、結腸がん、直腸がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経系がん、甲状腺がん)の発症	影響評価の精度	記載なし		
	情報源	広島・長崎がん登録、放射線影響研究所(広島・長崎、寿命調査)、米国立癌研究所	観察バイアス	記載なし		
	収集の方法	上記研究所及びHirosoft Internationalによる報告書	(問題点を記載)			
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし		
	その他	被ばく年齢、被ばくからの期間、性差、				
解析	使用モデル	ERRとEARモデル。各モデルの変化、そして両モデル間の差の変化。BEIR VIIモデル。				
	交絡調整方法					

アウトカム指標 および アウトカム	1)寿命調査集団では、結腸線量が0.005 Gy以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約850例(約11%)が原爆被ばくと関連していると推定される。2)線量反応曲線0-2Gyの範囲は線形である。3)被ばく時年齢が30歳の場合、70歳になった時点で1 Gy被ばく当たり男性で約35%、女性で約58%固形がん罹患率が増加すると推定された。4)固形がんの過剰相対リスク(ERR)は被ばく時年齢が10歳増加する毎に約17%減少。このリスクは調査期間全体で増加する傾向。5)口腔がん、胃がん、結腸がん、肝臓がん、肺がん、皮膚がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経がん、甲状腺がん、放射線関連リスクが有意に増加した。直腸がん、胆のうがん、膵臓がん、前立腺がん、腎臓がんには有意なリスクは示唆されなかった。(新たに判明したこと)1)低線量では、被ばく線量区分を0から0.15 Gyまで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。2)食道がんのリスクが有意となった。3)20歳未満の被ばくが子宮がんのリスクを増加する可能性がある。4)肉腫を含め、検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。
-------------------------	--

書誌情報	作業 No.	737	著者	Howe, G. R., L. B. Zablotska, J. J. Fix et al.		
	PMID(PubMedID)	15624306	タイトル	Analysis of the mortality experience amongst U.S. nuclear power industry workers after chronic low-dose exposure to ionizing radiation		
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Radiat. Res. 162(5): 517-526 (2004)		
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	比較的若い対象者が中心		
	施設名	15 施設(付録表 1 参照)				
	従事作業	原子力発電所における作業(詳細は不明)				
	人数	53,698 人				
	年齢	平均 30.5 歳				
	性別	男性 88.1%				
追跡	比較群	米国一般集団				
	追跡期間	1979~1997 年				
ばく露指標	追跡率	情報なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし		
	作業名	原子力発電所における作業(詳細は不明)				
	外部ばく露	情報なし				
ばく露レベル	内部ばく露	情報なし				
	ばく露期間	1983~1995 年				
	ばく露年数	11.9 年				
	平均濃度	25.7mSv				
健康影響	濃度範囲	情報なし				
	線種・核種	情報なし				
健康影響	影響の種類	がん死亡及びその他の死亡【表 5 参照】	影響評価の精度	NDI は高い感度と特異度をもつ		
	情報源	NDI	観察バイアス (問題点を記載)	イベント数が少なく、検出力が低い		
	収集の方法	データリンケージ				
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	喫煙に関する情報を収集していない。社会経済的地位を職業階級によってのみ判断している。		
	その他	性、年齢、暦年、人種、施設、観察年数				
解析	使用モデル	米国一般集団とを基準とした SMR、被ばく量を 4 カテゴリに分けた傾向検定、被ばく量を 12 カテゴリ(擬似連続量)とした線形 ERR モデルによる ERR の推定。				
	交絡調整方法	層化、ERR モデル				
アウトカム指標およびアウトカム	SMR では健康職業効果が強く見られた【表 2】。被ばく量とイベント発生との量反応関係は、白血病【表 3】、固形がん【表 4】、その他の疾患【表 5】のいずれにおいても有意にならなかった。					

書誌情報	作業 No.	329	著者	McGeoghegan D,Binks K
	PMID(PubMedID)	10877261	タイトル	The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Springfields uranium production facility, 1946-95
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	J Radiol Prot20:111-137;2000
対象	国	英国	選択バイアス (問題点を記載)	一般国民に比較した Springfields の死亡率は有意に低い。”健康な労働者”効果による。 Springfields 内でも放射線作業者は非放射線作業者に比べて死亡率が低い。
	施設名	核燃料公社 (BNFL; British Nuclear Fuels plc) の Springfield 施設		
	従事作業	ウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産		
	人数	479,146 人年		
	年齢	被ばく年齢の情報なし。		
	性別	女性が 12%、男性が 88% 【表 1】		
	比較群	非放射線作業		
追跡	追跡期間	平均追跡期間として 24.6 年	追跡率	0.7%(135/19,589 人)が除外。理由は、生年月日や参加日の不明による
	追跡率			
ばく露指標	作業名	ウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	フィルムバッジの線量は、作業員への発行時期、使用時の技術、当時の作業ガイドライン、およびフィルムバッジからのデータの取り扱いに関する社内基準によって決定するため、年度によって測定が違おうそれぞれあり。 体内蓄積の放射核種は除外されるため、134 名のデータでは外部線量は、0 記録になっている。 1953 年以前の記録単位が不明確。レントゲン単位で前後記録を 10%減少で補正。
	外部ばく露 内部ばく露	作業員のフィルムバッジによる全身線量を使用。		
ばく露レベル	ばく露期間	286.559 person-sieverts	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数	-		
	平均濃度	個人平均蓄積線量 20.5mSv 最高値は 769.3mSv、中央値 8.3mSv。慢性リンパ性白血病を除く白血病で、1:5matching の nested case-control を行った場合、2 年ラグの平均累積線量は、症例群: 27.0mSv、対照群: 18.2mSv		
	濃度範囲	95%の労働者が、79.7mSv 以下。 傾向分析に使用した線量については、線量 0 から 400+の間で 10 段階に区分し、ラグタイム(0-20 年の間で 5 段階)ごとの線量範囲【表 5 a】を使用。		
	線種・核種	ウランなどの核燃料物質		
健康影響	影響の種類	がん罹患、死亡	影響評価の精度	SMR の母集団は、England Wales および 1979-92 は Lancashire の人口。SRR の母集団は、1971-91 の England Wales および 1979-95 は Lancashire の人口。 死亡率、罹患率の母集団は、非放射線作業員。(地理的および社会経済的な交絡を排除する目的)
	情報源	国家統計局 (OSN) の所有するサウスポートの NHS 中央登録 (一部 1979-1995 年のマンチェスターがん疫学研究センターより入手)	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	交絡の可能性として作業期間、追跡期間、ばく露の長さもしくは初回雇用年の影響を見たが、一貫した差は見られず。(年齢のみで層化) 傾向分析は、年齢、労働期間、性別、雇用状況を調整。
	その他	年齢、地域、社会経済状況		
解析	使用モデル	SMR と RR は両側検定、傾向分析は片側検定。 ERR 係数の傾向分析には線量 10 段階、潜伏 2, 10, 15, 20 年の死亡に人年の重みづけをして算出。	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法	地理的および社会経済的な交絡を排除する目的で、死亡率と罹患		

	率の母集団は非放射線作業 ←影響評価の精度より再掲	
--	------------------------------	--

アウトカム 指標 および アウトカム	<p>1995 年未までに放射線作業から 3,476 例、非放射線作業から 1,356 例、死亡。【表 1】 がん死亡と累積外部被ばく線量に関連を認めなかった。 死亡率、罹患率と有意に相関していたのはホジキン病と累積外部線量である。 全がんの SMR は、放射線労働者 86、非放射線労働者 96、【表 2.3】 がん罹患の SRR は、放射線労働者、非放射線労働者ともに 81【表 4】 部位別の解析では、ホジキンリンパ腫死亡がラグタイム 10 年、15 年で累積線量と相関、膀胱がん死亡がラグタイムを 10 年とした場合、累積線量と有意に関連していた。【表 5】 がん罹患では、ラグタイムを 10 年とした場合、白血病を除くがん、胸膜のがん、ホジキンリンパ腫、非ホジキンリンパ腫が累積被ばく線量と有意に関連していた。肺がんもラグタイムを 20 年とした場合累積外部被ばく線量と有意に関連していた。ラグタイムを 20 年とした場合、口腔・咽頭がん、喉頭がん、黒色腫、食道がん、胃がん、乳がん、胆のうがん、肝臓がん、結腸がん、直腸がんについては累積被ばく線量との有意な関連性は認められなかった【表 7】</p>
-----------------------------	---

書誌情報	作業 No.	769	著者	T.Aoyama, S.Yoshinaga, Y.Yamamoto, H.Kato, Y.Shimizu, et al.
	PMID(PubMedID)	PubMed に記載なし	タイトル	Mortality Survey of Japanese radiological technologists during the period 1969-1993
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年;巻:頁	Radiat Prot Dosim. 1998; 77:123-128
対象	国	日本	選択バイアス (問題点を記載)	様々な原因による SMR の増加がみられなかったのは、健康労働者効果(healthy worker effect)や、放射線作業従事者は健康診断などをより多く行うことによる利益によるものである可能性がある
	施設名	厚生労働省に登録済みの放射線従事者(radiological technologist)		
	従事作業	放射線を取り扱う作業		
	人数	12,133 人(270,585 人年)		
	年齢	34 歳		
	性別	男性		
追跡	追跡期間	1969~1993 年	追跡率	約 97.9%(誕生年で3つのサブコホートにわけた打ち切り割合を表 2 に記載)
	追跡率			
ばく露指標	作業名	記載なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	1933 年以前に生まれた対象者 3,481 名については、山本法によりばく露量を推定
	外部ばく露	記載なし		
	内部ばく露	記載なし		
ばく露レベル	ばく露期間	記載なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	466.0mGy		
	濃度範囲	標準偏差 273.0mGy		
	線種・核種	記載なし		
健康影響	影響の種類	がん、白血病などによる死亡	影響評価の精度	記載なし
	情報源	死亡診断書のコピー	観察バイアス (問題点を記載)	転移性腫瘍の扱いなど、脳腫瘍診断の定義が明確でない。また ICD9 では非実質脳内腫瘍(髄膜腫など)を脳の悪性新生物と定義していないため、脳腫瘍の期待死亡数が過小推定され、したがって脳腫瘍の SMR が過大評価されている可能性がある(注:この研究では非実質脳内腫瘍を脳腫瘍に含めていると考えられる)。
	収集の方法	記載なし		
交絡因子の収集	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	たばこやアルコールなどの交絡要因などで調整を行っていない
	その他	なし		
解析	使用モデル	SMR、ポアソン回帰モデル	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法	総ばく露量をカテゴリー化して、ポアソン回帰モデルの説明変数とする(分類は 0.5Gy 未満、0.5-0.69Gy、0.70-0.99Gy、1.0Gy 以上(表 6))		
アウトカム指標およびアウトカム	全ての原因による死亡、全ての悪性新生物、白血病、肺がん、胃がん、大腸がん、脳腫瘍、その他神経系のがんの SMR はそれぞれ順に 0.64(0.60-0.69)、0.81(0.74-0.89)、1.31(0.80-2.02)、0.62(0.47-0.80)、0.65(0.53-0.79)、1.29(0.90-1.80)、3.58(1.64-6.79)、7.27(1.09-26.3)であった(括弧内は 95%CI を示す)。推定総ばく露量と、脳腫瘍とその他神経系のがんを除く主要部位のがん、脳卒中、心疾患には有意な関連はみられなかった。			

書誌情報	作業 No.	633	著者	Cancer mortality following radium treatment for uterine bleeding
	PMID(PubMedID)	2217730	タイトル	Inskip PD, Monson RR, Wagoner JK, Stovall M, Davis FG, Kleinerman RA, Boice JD Jr.
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Radiat Res. 1990;123:331-44.
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	来院時またはそれより前に子宮がんの診断を受けた患者を除外している。
	施設名	Massachusetts 州 Boston, Worcester, Rhode Island 州 Providense の都心部にある 10 病院		
	従事作業	1925-65 年に良性の婦人科系出血性疾患の子宮内ラジウムカプセル(または針)による治療を受けた患者で、治療時に Massachusetts 州か Rhode Island 州在住だった者		
	人数	109,911 人年(4,153 名)(1984 年 1 月までの記録を使用;うち 504 名は 1967 年 1 月までの記録)		
	年齢	治療時年齢: 13-88 歳(76%が 40-55 歳、84%が閉経前)		
	性別	女性		
	比較群	情報なし		
追跡	追跡期間	平均 26.5 年(最長 59.9 年)	追跡率	89.1%(内 66.5%が追跡終了前に死亡または 90 歳になり打ち切り、22.6%は生存)
	追跡率			
ばく露指標	作業名	内部照射治療放射線	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	外部ばく露	γ線		
	内部ばく露	-		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	子宮:32.0Gy 膣:14.0Gy 膀胱:6.0Gy		
	濃度範囲	10th-90th percentiles:子宮:16.0-50.0 Gy 膣:6.8-22.0 Gy 膀胱:3.0-9.6 Gy		
線種・核種	ラジウム(226Ra)			
健康影響	影響の種類	死亡	影響評価の精度	いくつかの臓器についてはがん死亡の観察数が少ない。死因がすい臓がんの場合、診断が不確実である。
	情報源	Nationak Death Index	観察バイアス (問題点を記載)	いくつかの臓器のがんはアメリカ国内でも発症率に地域差があるため、アメリカ全体を SMR の基準とすることの妥当性は不明である。乳がんの発生は乳房の吸収線量だけではなく他の臓器の吸収線量に影響されている可能性もある。
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	子宮内不正出血による貧血症ががん発症リスクと関連している可能性がある。ベースライン時の不正出血が初期の子宮がんによるものだった可能性がある。またそうでなくても、子宮不正出血のある患者は子宮がんリスクも高くなる。子宮不正出血で放射線治療を受けた患者とアメリカ全体の女性とでは、子宮摘出手術を受けたものの割合が異なる。喫煙の有無を考慮していない。
	その他	死因、登録時年齢、治療時年齢、治療後経過時間		
解析	使用モデル	ポアソン回帰を用いた ERR モデルを使用した。用量反応関係は線形性を仮定した。	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法	SMR の評価では治療後経過時間で層別した。RR の評価では観察時の年齢と時期をモデルに加えた。また死因ごと、特にがん死亡はがんの部位別に解析した。		
アウトカム指標	アメリカ合衆国の女性を基準とした SIR を算出(死因別の解析では一部の死因については Massachusetts の女性が基準)。全死因における SMR は 1.03(95%CI 0.99-1.07)、がん死亡では 1.30(1.20-1.41)、糖尿病では 1.28			

<p>および アウトカム</p>	<p>(1.04-1.54)、呼吸器疾患では 0.81 (0.65-0.99) であった【表 2】。がん死亡増加のほとんどが子宮に近く高線量 (>1Gy) の臓器のがんによるものだった【図 1】【表 3】</p> <p>吸収線量が 5Gy より大きい臓器のうち SMR が 1 より有意に大きいのは子宮 (SMR=1.8)、膀胱 (1.9) で、小さいのは子宮頸部 (0.6) であった。1-4Gy の臓器で SMR が有意に大きいのは白血病 (2.0)、結腸 (1.3)、子宮以外の生殖器 (1.5) であった。0.1-0.3Gy の臓器では肝臓・胆のう・胆管総合 (0.7) で有意に小さかった。【表 3】</p> <p>1 Gy 当りの ERR は、子宮が 0.006、その他の生殖器が 0.4、膀胱が 0.2、直腸が 0.03、結腸が 0.51、胃が 0.27 で、膀胱のみ有意 ($p < 0.01$) であった【表 4】。</p> <p>治療後経過時間による SMR の推移をみると、子宮がんでは 30 年以上上昇し続け、その他の生殖器、結腸では 10~20 年の間をピークにその後は下がった。膀胱は 20 年以上経過してから有意に上昇した【図 2】</p>
----------------------	--

書誌情報	作業 No.	772	著者	Ryberg M, Lundell M, Nilsson B, Pettersson F.
	PMID(PubMedID)	2206566	タイトル	Malignant disease after radiation treatment of benign gynaecological disorders: a study of a cohort of metropathia patients
	研究方法	ヒストリカルコホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	Acta Oncol. 1990; 29:563-7
対象	国	スウェーデン	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	Radiumhemmet(スウェーデン・ストックホルムの治療施設)		
	従事作業	不正子宮出血への放射線治療		
	人数	788名(9,289人年)		
	年齢	記載なし		
	性別	女性		
追跡	比較群	1,219名の同様の疾患を持つ放射線非治療者(22,060人年)	影響評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	追跡期間	1982年まで、平均28.2年(範囲0-56年)		
追跡率	追跡率	約95%	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	作業名	婦人科疾患への放射線治療		
ばく露指標	外部ばく露	放射線治療	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	内部ばく露	腔内ブラキ治療		
ばく露レベル	ばく露期間	記載なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	記載なし		
	濃度範囲	子宮腔内治療: 370-555MBq(16h) 腔内治療: 2.6GBq(24h) (推定累積ばく露量は表2)		
線種・核種	X線			
健康影響	影響の種類	悪性腫瘍の発生	影響評価の精度	がん登録の精度、データの質は高い
	情報源	診療記録とがんの地域住民登録	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	記載なし		
交絡因子の収集	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	なし		
解析	使用モデル	リスク比推定にはポアソン分布を仮定	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	交絡調整方法	なし		
アウトカム指標およびアウトカム	放射線治療ばく露群のうち107名が、比較群のうち173名が悪性腫瘍を発生。一般住民がん登録データと比較すると、ばく露群で1.22、比較群で1.09のリスク比であった。ばく露群では直腸がん、大腸がん、神経系のがんでのリスク比はそれぞれ1.58、1.46、1.67であったが、有意差は見られなかった。また乳がんのリスク比は0.92と減少がみられたが、50歳以上の時点で放射線治療を受けた対象者に限るとリスク比は2.08であった。重点的に放射線治療を受けた部位のがんは、治療後20年時点では増加しなかったが、治療後30年以降では有意に増加した。			

書誌情報	作業 No.	679	著者	Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.
	PMID(PubMedID)	9686552	タイトル	Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	J. Am. Med. Assoc. 280(4): 347-355 (1998)
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	米国の診療所 25、英国の診療所 1(表 1 参照)		
	従事作業	甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素 131 による治療を受ける		
	人数	35,593 人、738,831 人年		
	年齢	平均 46 歳		
	性別	男性 21%、女性 79%		
追跡	比較群	米国一般集団	追跡期間	平均 21 年(最大 44 年、最小 1 年)
	追跡率	80.7%		追跡率
ばく露指標	作業名	ヨウ素 131 による治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない
	外部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	内部ばく露	—	影響評価の精度	情報なし
	ばく露期間	—		
	ばく露年数	平均治療回数で 1.8 回		
	平均濃度	10.4mCi(1 回の治療あたり 6.1mCi)		
	濃度範囲	3~27mCi(5.95 パーセンタイル点)		
線種・核種	情報なし	観察バイアス (問題点を記載)	エンドポイントとしてガン死亡は余り適切でなく、生存率の高い甲状腺がんや乳がんについては情報量が少ない。	
影響の種類	がん死亡			
健康影響	情報源	National Death Index	収集の方法	情報なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	性、治療時年齢、治療からの年数、甲状腺機能亢進の種類、ヨウ素 131 の放射能投与量		
解析	使用モデル	米国の死亡率を期待値とした SMR とポアソン分布を仮定した 95%信頼区間を算出。	交絡調整方法	層化
	交絡調整方法	層化		

アウトカム指標およびアウトカム
2,950 人が追跡終了時までにかんで死亡、これは米国の死亡率から求められる 2857.6 とほぼ同等であったが、肺がん、乳がん、腎がん、甲状腺がんの発生は増加し、子宮がん、前立腺がんは減少した【表 3】。中毒性結節性甲状腺腫の患者は SMR1.16【表 4】、治療後 1 年以上でがん死亡リスクの上昇が見られたのは抗甲状腺薬のみによる治療群において(SMR1.31)【表 5】。放射性ヨウ素と全がん死亡との関連は見られなかった(SMR1.02)が、甲状腺がんのみにおいては強い関連が見られた(SMR3.94)【表 5】。

書誌情報	作業 No.	767	著者	Bauer S, Gusev BI, Pivina LM, Apsalikov KN, Grosche B
	PMID(PubMedID)	16187743	タイトル	Radiation Exposure due to Local Fallout from Soviet Atmospheric Nuclear Weapons Testing in Kazakhstan: Solid Cancer Mortality in the Semiparatinsk Historical Cohort. 1960-1999
	研究方法	コホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	Radiation Research 2005, 164, 409-419
対象	国	カザフスタン	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	セミパラチンスク核実験場近辺		
	従事作業	核実験(セミパラチンスク核実験場)		
	人数	19,545 人、582,750 人・年		
	年齢	20 歳以下、20—39 歳、40 歳以上(表 1)		
	性別	男性 9,834 人、女性 9,604 人(表 1)		
追跡	比較群	実験場から遠いコクベクチンスキー地域	追跡期間	1960 年から 1999 年まで
	追跡率	情報なし		
ばく露指標	作業名	核実験による被ばく	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	得られたデータ数が少なく、特に年齢別では少ないので、このコホート研究から、線量とリスクの関係、詳しい線量一応答関数を導くことは難しい。もっと多くのコホート研究が必要である。
	外部ばく露	フォールアウトや土等の汚染測定、環境線量測定等からの計算による評価		
	内部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	ばく露年数	1949 年から 1965 年まで	影響評価の精度	記載なし、ただし、他の核実験や核事故、日本の原爆等によるコホート研究との比較が書かれている
	平均濃度	地域別に表 2 に示されている		
	濃度範囲	20mSv から 4Sv まで		
	線種・核種	I-131, Cs-137, Sr-90		
	情報源	SRIRME(放射線医学・生態学研究所)		
健康影響	影響の種類	食道がん(特に女性)、肝臓がん、胃がん、肺がん、女性の乳がん、骨・皮膚がん(特に男性)による死亡	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	死亡記録を入手	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
交絡因子の収集	喫煙	情報なし		
	その他	移住者の増加	解析	記載なし
使用モデル	ERRモデルはポワソン回帰で最尤検定する			
アウトカム指標およびアウトカム	交絡調整方法	情報なし	対照群と比べて、全死亡率、がん死亡率ともかなりの差がある。男女別に比較がなされていて、食道がん(特に女性)、肝臓がん、胃がん、肺がん、女性の乳がん、骨・皮膚がん(特に男性)には大きな差があるが、子宮頸がん、膵臓がん、膀胱がん、腎臓がん、直腸がんには大きな差は見られない。その差の大きさについてはさらなる研究が必要である。喉頭、咽頭、口唇、泌尿器がんなどは数が少なくて違いがよく分からなかった。また被ばく時の年齢と共にかん発生が増えている。線量—がん発生のレスポンスは非常に低い線量範囲では非線形でやや急な曲線で、これは選択効果に一部関係しているかも知れない。いずれにしてもより多くのコホート研究がより詳しい結論を得るには不可欠である。1990 年代からの他国への移住者とコホート選択の効果についても検討の必要がある。	

子宮のがんと放射線被ばくに関する医学的知見について

I. 子宮のがんに関する文献レビュー結果

1. 原爆被ばく者を対象とした疫学調査

文献 No.765

Preston. D. L., Ron. E, Tokuoka S., Funamoto. S, Nishi. N, Soda, M, Mabuchi. K, Kodama. K

Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors

RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007 年)

広島、長崎の原爆被ばく者のうち、1958 年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2 に基づいて個人線量が推定されている中で 1958 年から 1998 年までに診断された第一原発がん 17,448 例の解析を実施したコホート研究。

男性 1,040,278 人年、女性 1,724,452 人年の計 2,764,730 人年 (105,427 人) について、1958 年から 1998 年 12 月末までを追跡期間とした。追跡率は 99%。

解析にあたっては、ERR と EAR モデルを用い、各モデルの変化、そして両モデル間の差違の変化を BEIR VII モデルで解析。

解析結果は以下のとおり。

1) 寿命調査集団では、結腸線量が 0.005 Gy 以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約 850 例 (約 11%) が原爆被ばくと関連していると推定された。2) 線量反応曲線 0-2Gy の範囲は線形であった。

新たに判明したこととして、低線量では、被ばく線量区分を 0 から 0.15 Gy まで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。20 歳未満の被ばくが子宮がんのリスクを増加する可能性がある。

2. 放射線作業者を対象とした疫学調査

対象論文なし

3. 放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査

文献 No.633

Inskip PD, Monson RR, Wagoner JK, Stovall M, Davis FG, Kleinerman RA, Boice JD Jr.

Cancer mortality following radium treatment for uterine bleeding

Radiat Res. 1990;123:331-44.

アメリカ Massachusetts 州 Boston, Worcester, Rhode Island 州 Providense の都心部

にある 10 病院での 1925-65 年に良性の婦人科系出血性疾患の子宮内ラジウムカプセル（または針）による治療を受けた患者で、治療時に Massachusetts 州か Rhode Island 州在住だった者を対象とした。人数は、109,911 人年（4,153 名）（1984 年 1 月までの記録を使用；うち 504 名は 1967 年 1 月までの記録）で、治療時年齢は 13-88 歳（76% が 40-55 歳、84% が閉経前）、追跡期間は平均 26.5 年（最長 59.9 年）、追跡率は 89.1%（内 66.5% が追跡終了前に死亡または 90 歳になり打ち切り、22.6% は生存）。

アメリカ合衆国の女性を基準とした SIR を算出（死因別の解析では一部の死因については Massachusetts の女性が基準）。がん死亡増加のほとんどが子宮に近く高線量 (>1Gy) の臓器のがんによるものだった。吸収線量が 5Gy より大きい臓器のうち SMR が 1 より有意に大きいのは子宮 (SMR=1.8) で、小さいのは子宮頸部 (0.6) であった。治療後経過時間による SMR の推移をみると、子宮がんでは 30 年以上上昇し続けた。

<有意でないと報告があった研究>

文献 No.679

Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.

Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism

J. Am. Med. Assoc. 280 (4) : 347-355 (1998)

米国の 25 の診療所及び英国の 1 診療所において甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素 131 による治療を受けた患者 35,593 人（738,831 人年）を対象とした後ろ向きコホート研究。エンドポイントはがん死亡で、ばく露評価については、ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない。

放射性ヨウ素によって子宮がん死亡のリスクが減少した (SMR0.69(0.54-0.88))。

文献 No.772

Ryberg M, Lundell M, Nilsson B, Pettersson F.

Malignant disease after radiation treatment of benign gynaecological disorders: a study of a cohort of metropathia patients

Acta Oncol. 1990; 29:563-7

スウェーデン・ストックホルムの治療施設 Radiumhemmet において、不正子宮出血への放射線治療を受けた女性 788 名（9,289 人年）を対象としたヒストリカルコホート研究。比較群は 1,219 名の同様の疾患を持つ放射線非治療者（22,060 人年）で、追跡期間 1982 年まで、平均 28.2 年（範囲 0-56 年）。追跡率約 95%。X 線の線量は子宮腔内治療：370-555MBq (16h)、腔内治療：2.6GBq (24h)。エンドポイントは悪性腫瘍の発生状況。

放射線治療ばく露群のうち 107 名が、比較群のうち 173 名が悪性腫瘍を発生。一般住民がん登録データと比較すると、ばく露群で 1.22、比較群で 1.09 のリスク比であっ

た。子宮がんでのリスク比は 1.25 であったが、有意差は見られなかった。

4. 高自然放射線地域や核実験場周辺の住民等を対象とした疫学調査

<有意でないとの報告があった研究>

文献 No.767

Bauer S, Gusev BI, Pivina LM, Apsalikov KN, Grosche B

Radiation Exposure due to Local Fallout from Soviet Atmospheric Nuclear Weapons Testing in Kazakhstan: Solid Cancer Mortality in the Semipalatinsk Historical Cohort. 1960-1999

Radiation Research 2005,164, 409-419

カザフスタン、セミパラチンスク核実験場近辺の核実験（セミパラチンスク核実験場）で被ばくした、19,545 人（582,750 人・年）の男女を対象としたコホート研究である。追跡期間は、1960 年から 1999 年まで。

子宮がんについては有意な差は無かった。

5. その他（その他の作業従事者）

対象論文なし

II. 文献レビュー結果のまとめ

1. 被ばく線量（ばく露評価）に関するまとめ

被ばく線量と死亡率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 633,679,767 であった。このうち有意な増加があったと報告されている文献は、文献番号 633 であった。

被ばく線量と罹患率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 765, 772 であった。このうち有意な増加があったと報告されている文献は、文献番号 765 であった。

2. 最小被ばく線量に関するまとめ

統計的に有意な増加を報告している文献において、最小被ばく線量に関して報告している文献は無かった。

3. 潜伏期間に関するまとめ

統計的に有意な増加を報告している文献において、潜伏期間に関して報告している文献は、文献番号 633 であった。

書誌情報	作業 No.	765	著者	Preston, D. L., Ron, E., Tokuoka S., Funamoto, S., Nishi, N., Soda, M., Mabuchi, K., Kodama, K
	PMID(PubMedID)		タイトル	Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors
	研究方法	コホート研究(*1958年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2に基づいて個人線量が推定されている人数。その中で1958年から1998年までに診断された第一原発がん17,448例の解析)	雑誌名・年・巻・頁	RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007年)
対象	国	日本(広島、長崎)	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	情報なし		
	従事作業	原爆(広島、長崎)		
	人数	2,764,730人年(105,427人)		
	(被ばく)年齢	情報なし		
	性別	男性 1,040,278人年、女性 1,724,452人年		
比較群	原爆被ばく者のうち、1958年から1998年の間に第一がん(悪性黒色腫以外の皮膚がんを含む)が観察されていない者			
追跡	追跡期間	1958年から1998年12月末まで		
	追跡率	99%		
ばく露指標	作業名	原爆(広島、長崎)による固形がんの罹患率(生存者)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	追跡対象となる人年は、登録対象地区からの転出・転入があるために調節した。DSO2による臓器個人線量推定値はγ線量と中性子線量の10倍の和として計算した。
	外部ばく露	情報なし		
	内部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし		
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	情報なし		
	濃度範囲	解析では、器官線量(Gy)として<0.005から≥4を4段階に分類(表2)、結腸線量(Gy)として<0.005から≥4を7段階に分類(表4)		
線種・核種	情報なし			
健康影響	影響の種類	固形がん(口腔がん、食道がん、胃がん、肝臓がん、肺がん、黒色腫以外の皮膚がん、結腸がん、直腸がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経系がん、甲状腺がん)の発症	影響評価の精度	記載なし
	情報源	広島・長崎がん登録、放射線影響研究所(広島・長崎、寿命調査)、米国立癌研究所	観察バイアス	記載なし
	収集の方法	上記研究所及びHirosoft Internationalによる報告書	(問題点を記載)	
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	被ばく年齢、被ばくからの期間、性差、		
解析	使用モデル	ERRとEARモデル。各モデルの変化、そして両モデル間の差の変化。BEIR VIIモデル。		
	交絡調整方法			

アウトカム指標 および アウトカム	1)寿命調査集団では、結腸線量が0.005 Gy以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約850例(約11%)が原爆被ばくと関連していると推定される。2)線量反応曲線0-2Gyの範囲は線形である。3)被ばく時年齢が30歳の場合、70歳になった時点で1 Gy被ばく当たり男性で約35%、女性で約58%固形がん罹患率が増加すると推定された。4)固形がんの過剰相対リスク(ERR)は被ばく時年齢が10歳増加する毎に約17%減少。このリスクは調査期間全体で増加する傾向。5)口腔がん、胃がん、結腸がん、肝臓がん、肺がん、皮膚がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経がん、甲状腺がん、放射線関連リスクが有意に増加した。直腸がん、胆のうがん、膵臓がん、前立腺がん、腎臓がんには有意なリスクは示唆されなかった。(新たに判明したこと)1)低線量では、被ばく線量区分を0から0.15 Gyまで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。2)食道がんのリスクが有意となった。3)20歳未満の被ばくが子宮がんのリスクを増加する可能性がある。4)肉腫を含め、検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。
-------------------------	--

書誌情報	作業 No.	633	著者	Cancer mortality following radium treatment for uterine bleeding
	PMID(PubMedID)	2217730	タイトル	Inskip PD, Monson RR, Wagoner JK, Stovall M, Davis FG, Kleinerman RA, Boice JD Jr.
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Radiat Res. 1990;123:331-44.
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	来院時またはそれより前に子宮がんの診断を受けた患者を除外している。
	施設名	Massachusetts 州 Boston, Worcester, Rhode Island 州 Providense の都心部にある 10 病院		
	従事作業	1925-65 年に良性の婦人科系出血性疾患の子宮内ラジウムカプセル(または針)による治療を受けた患者で、治療時に Massachusetts 州か Rhode Island 州在住だった者		
	人数	109,911 人年(4,153 名)(1984 年 1 月までの記録を使用;うち 504 名は 1967 年 1 月までの記録)		
	年齢	治療時年齢:13-88 歳(76%が 40-55 歳、84%が閉経前)		
	性別	女性		
	比較群	情報なし		
追跡	追跡期間	平均 26.5 年(最長 59.9 年)	追跡率	89.1%(内 66.5%が追跡終了前に死亡または 90 歳になり打ち切り、22.6%は生存)
	追跡率			
ばく露指標	作業名	内部照射治療放射線	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	外部ばく露	γ線		
	内部ばく露	-		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	子宮:32.0Gy 膣:14.0Gy 膀胱:6.0Gy		
	濃度範囲	10th-90th percentiles:子宮:16.0-50.0 Gy 膣:6.8-22.0 Gy 膀胱:3.0-9.6 Gy		
線種・核種	ラジウム(226Ra)			
健康影響	影響の種類	死亡	影響評価の精度	いくつかの臓器についてはがん死亡の観察数が少ない。死因がすい臓がんの場合、診断が不確実である。
	情報源	Nationak Death Index	観察バイアス (問題点を記載)	いくつかの臓器のがんはアメリカ国内でも発症率に地域差があるため、アメリカ全体を SMR の基準とすることの妥当性は不明である。乳がんの発生は乳房の吸収線量だけではなく他の臓器の吸収線量に影響されている可能性もある。
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	子宮内不正出血による貧血症ががん発症リスクと関連している可能性がある。ベースライン時の不正出血が初期の子宮がんによるものだった可能性がある。またそうでなくても、子宮不正出血のある患者は子宮がんリスクも高くなる。子宮不正出血で放射線治療を受けた患者とアメリカ全体の女性とでは、子宮摘出手術を受けたものの割合が異なる。喫煙の有無を考慮していない。
	その他	死因、登録時年齢、治療時年齢、治療後経過時間		
解析	使用モデル	ポアソン回帰を用いた ERR モデルを使用した。用量反応関係は線形性を仮定した。	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法	SMR の評価では治療後経過時間で層別した。RR の評価では観察時の年齢と時期をモデルに加えた。また死因ごと、特にがん死亡はがんの部位別に解析した。		
アウトカム指標	アメリカ合衆国の女性を基準とした SMR を算出(死因別の解析では一部の死因については Massachusetts の女性が基準)。全死因における SMR は 1.03(95%CI 0.99-1.07)、がん死亡では 1.30(1.20-1.41)、糖尿病では 1.28			

<p>および アウトカム</p>	<p>(1.04-1.54)、呼吸器疾患では 0.81 (0.65-0.99) であった【表 2】。がん死亡増加のほとんどが子宮に近く高線量 (>1Gy) の臓器のがんによるものだった【図 1】【表 3】</p> <p>吸収線量が 5Gy より大きい臓器のうち SMR が 1 より有意に大きいのは子宮 (SMR=1.8)、膀胱 (1.9) で、小さいのは子宮頸部 (0.6) であった。1-4Gy の臓器で SMR が有意に大きいのは白血病 (2.0)、結腸 (1.3)、子宮以外の生殖器 (1.5) であった。0.1-0.3Gy の臓器では肝臓・胆のう・胆管総合 (0.7) で有意に小さかった。【表 3】</p> <p>1 Gy 当りの ERR は、子宮が 0.006、その他の生殖器が 0.4、膀胱が 0.2、直腸が 0.03、結腸が 0.51、胃が 0.27 で、膀胱のみ有意 ($p < 0.01$) であった【表 4】。</p> <p>治療後経過時間による SMR の推移をみると、子宮がんでは 30 年以上上昇し続け、その他の生殖器、結腸では 10~20 年の間をピークにその後は下がった。膀胱は 20 年以上経過してから有意に上昇した【図 2】</p>
----------------------	--

書誌情報	作業 No.	679	著者	Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.
	PMID(PubMedID)	9686552	タイトル	Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	J. Am. Med. Assoc. 280(4): 347-355 (1998)
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	米国の診療所 25、英国の診療所 1(表 1 参照)		
	従事作業	甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素 131 による治療を受ける		
	人数	35,593 人、738,831 人年		
	年齢	平均 46 歳		
	性別	男性 21%、女性 79%		
追跡	比較群	米国一般集団	追跡期間	平均 21 年(最大 44 年、最小 1 年)
	追跡率	80.7%		追跡率
ばく露指標	作業名	ヨウ素 131 による治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない
	外部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	内部ばく露	—	影響評価の精度	情報なし
	ばく露期間	—		
	ばく露年数	平均治療回数で 1.8 回		
	平均濃度	10.4mCi(1 回の治療あたり 6.1mCi)		
	濃度範囲	3~27mCi(5.95 パーセンタイル点)		
線種・核種	情報なし	観察バイアス (問題点を記載)	エンドポイントとしてガン死亡は余り適切でなく、生存率の高い甲状腺がんや乳がんについては情報量が少ない。	
影響の種類	がん死亡			
健康影響	情報源	National Death Index	収集の方法	情報なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	性、治療時年齢、治療からの年数、甲状腺機能亢進の種類、ヨウ素 131 の放射能投与量		
解析	使用モデル	米国の死亡率を期待値とした SMR とポアソン分布を仮定した 95%信頼区間を算出。	交絡調整方法	層化
	交絡調整方法	層化		

アウトカム指標およびアウトカム
2,950 人が追跡終了時までにかんで死亡、これは米国の死亡率から求められる 2857.6 とほぼ同等であったが、肺がん、乳がん、腎がん、甲状腺がんの発生は増加し、子宮がん、前立腺がんは減少した【表 3】。中毒性結節性甲状腺腫の患者は SMR1.16【表 4】、治療後 1 年以上でがん死亡リスクの上昇が見られたのは抗甲状腺薬のみによる治療群において(SMR1.31)【表 5】。放射性ヨウ素と全がん死亡との関連は見られなかった(SMR1.02)が、甲状腺がんのみにおいては強い関連が見られた(SMR3.94)【表 5】。

書誌情報	作業 No.	772	著者	Ryberg M, Lundell M, Nilsson B, Pettersson F.
	PMID(PubMedID)	2206566	タイトル	Malignant disease after radiation treatment of benign gynaecological disorders: a study of a cohort of metropathia patients
	研究方法	ヒストリカルコホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	Acta Oncol. 1990; 29:563-7
対象	国	スウェーデン	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	Radiumhemmet(スウェーデン・ストックホルムの治療施設)		
	従事作業	不正子宮出血への放射線治療		
	人数	788名(9,289人年)		
	年齢	記載なし		
	性別	女性		
追跡	比較群	1,219名の同様の疾患を持つ放射線非治療者(22,060人年)	影響評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	追跡期間	1982年まで、平均28.2年(範囲0-56年)		
追跡率	追跡率	約95%	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	作業名	婦人科疾患への放射線治療		
ばく露指標	外部ばく露	放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	内部ばく露	腔内ブラキ治療		
	ばく露期間	記載なし		
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	記載なし		
	濃度範囲	子宮腔内治療: 370-555MBq(16h) 腔内治療: 2.6GBq(24h) (推定累積ばく露量は表2)		
ばく露レベル	線種・核種	X線	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	影響の種類	悪性腫瘍の発生		
健康影響	情報源	診療記録とがんの地域住民登録	交絡バイアス (問題点を記載)	がん登録の精度、データの質は高い
	収集の方法	記載なし		
	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし		
交絡因子の収集	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	なし		
解析	使用モデル	リスク比推定にはポアソン分布を仮定	交絡調整方法	なし
	交絡調整方法	なし		
アウトカム指標およびアウトカム	放射線治療ばく露群のうち107名が、比較群のうち173名が悪性腫瘍を発生。一般住民がん登録データと比較すると、ばく露群で1.22、比較群で1.09のリスク比であった。ばく露群では直腸がん、大腸がん、神経系のがんでのリスク比はそれぞれ1.58、1.46、1.67であったが、有意差は見られなかった。また乳がんのリスク比は0.92と減少がみられたが、50歳以上の時点で放射線治療を受けた対象者に限るとリスク比は2.08であった。重点的に放射線治療を受けた部位のがんは、治療後20年時点では増加しなかったが、治療後30年以降では有意に増加した。			

書誌情報	作業 No.	767	著者	Bauer S, Gusev BI, Pivina LM, Apsalikov KN, Grosche B
	PMID(PubMedID)	16187743	タイトル	Radiation Exposure due to Local Fallout from Soviet Atmospheric Nuclear Weapons Testing in Kazakhstan: Solid Cancer Mortality in the Semiparatinsk Historical Cohort. 1960-1999
	研究方法	コホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	Radiation Research 2005, 164, 409-419
対象	国	カザフスタン	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	セミパラチンスク核実験場近辺		
	従事作業	核実験(セミパラチンスク核実験場)		
	人数	19,545 人、582,750 人・年		
	年齢	20 歳以下、20—39 歳、40 歳以上(表 1)		
	性別	男性 9,834 人、女性 9,604 人(表 1)		
追跡	比較群	実験場から遠いコクベクチンスキー地域	追跡期間	1960 年から 1999 年まで
	追跡率	情報なし		追跡率
ばく露指標	作業名	核実験による被ばく	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	得られたデータ数が少なく、特に年齢別では少ないので、このコホート研究から、線量とリスクの関係、詳しい線量一応答関数を導くことは難しい。もっと多くのコホート研究が必要である。
	外部ばく露	フォールアウトや土等の汚染測定、環境線量測定等からの計算による評価		
	内部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	ばく露期間	1949 年から 1965 年まで	影響評価の精度	記載なし、ただし、他の核実験や核事故、日本の原爆等によるコホート研究との比較が書かれている
	ばく露年数	地域別に表 2 に示されている		
	平均濃度	20mSvから4Svまで		
	濃度範囲	I-131, Cs-137, Sr-90		
	線種・核種	情報なし		
健康影響	影響の種類	食道がん(特に女性)、肝臓がん、胃がん、肺がん、女性の乳がん、骨・皮膚がん(特に男性)による死亡	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	情報源	SRIRME(放射線医学・生態学研究所)	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	死亡記録を入手		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	移住者の増加		
解析	使用モデル	ERRモデルはポワソン回帰で最尤検定する	交絡調整方法	情報なし
	交絡調整方法	情報なし		
アウトカム指標およびアウトカム	<p>対照群と比べて、全死亡率、がん死亡率ともかなりの差がある。男女別に比較がなされていて、食道がん(特に女性)、肝臓がん、胃がん、肺がん、女性の乳がん、骨・皮膚がん(特に男性)には大きな差があるが、子宮頸がん、膵臓がん、膀胱がん、腎臓がん、直腸がんには大きな差は見られない。その差の大きさについてはさらなる研究が必要である。喉頭、咽頭、口唇、泌尿器がんなどは数が少なくて違いがよく分からなかった。また被ばく時の年齢と共にかん発生が増えている。線量一がん発生のレスポンスは非常に低い線量範囲では非線形でやや急な曲線で、これは選択効果に一部関係しているかも知れない。いずれにしてもより多くのコホート研究がより詳しい結論を得るには不可欠である。1990 年代からの他国への移住者とコホート選択の効果についても検討の必要がある。</p>			

卵巣がんと放射線被ばくに関する医学的知見について

I. 卵巣がんに関する文献レビュー結果

1. 原爆被ばく者を対象とした疫学調査

文献 No.765

Preston. D. L., Ron. E, Tokuoka S., Funamoto. S, Nishi. N, Soda, M, Mabuchi. K, Kodama. K

Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors

RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007 年)

広島、長崎の原爆被ばく者のうち、1958 年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2 に基づいて個人線量が推定されている中で 1958 年から 1998 年までに診断された第一原発がん 17,448 例の解析を実施したコホート研究。

男性 1,040,278 人年、女性 1,724,452 人年の計 2,764,730 人年 (105,427 人) について、1958 年から 1998 年 12 月末までを追跡期間とした。追跡率は 99%。

解析にあたっては、ERR と EAR モデルを用い、各モデルの変化、そして両モデル間の差違の変化を BEIR VII モデルで解析。

解析結果は以下のとおり。

1) 寿命調査集団では、結腸線量が 0.005 Gy 以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約 850 例 (約 11%) が原爆被ばくと関連していると推定された。2) 線量反応曲線 0-2Gy の範囲は線形であった。3) 卵巣がんで放射線関連リスクが有意に増加した。

また、新たに判明したこととして、低線量では、被ばく線量区分を 0 から 0.15 Gy まで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。

2. 放射線作業者を対象とした疫学調査

対象論文なし

3. 放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査

<有意でないとの報告があった研究>

文献 No.679

Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.

Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism

J. Am. Med. Assoc. 280 (4) : 347-355 (1998)

米国の 25 の診療所及び英国の 1 診療所において甲状腺機能亢進症に対する治療とし

てヨウ素 131 による治療を受けた患者 35,593 人 (738,831 人年) を対象とした後ろ向きコホート研究。エンドポイントはがん死亡で、ばく露評価については、ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない。

放射性ヨウ素と卵巣がん死亡との関連は見られなかった (SMR1.09)。

4. 高自然放射線地域や核実験場周辺の住民等を対象とした疫学調査

対象論文なし

5. その他 (その他の作業従事者)

対象論文なし

II. 文献レビュー結果のまとめ

1. 被ばく線量 (ばく露評価) に関するまとめ

被ばく線量と死亡率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 679 であった。このうち有意な増加があったと報告されている文献は無かった。

被ばく線量と罹患率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 765 であり、有意な増加があったと報告されていた。

2. 最小被ばく線量に関するまとめ

統計的に有意な増加を報告している文献において、最小被ばく線量に関して報告している文献は無かった。

3. 潜伏期間に関するまとめ

統計的に有意な増加を報告している文献において、潜伏期間に関して報告している文献は無かった。

書誌情報	作業 No.	765	著者	Preston, D. L., Ron, E., Tokuoka S., Funamoto, S., Nishi, N., Soda, M., Mabuchi, K., Kodama, K		
	PMID(PubMedID)		タイトル	Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors		
	研究方法	コホート研究(*1958年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2に基づいて個人線量が推定されている人数。その中で1958年から1998年までに診断された第一原発がん17,448例の解析)	雑誌名・年・巻・頁	RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007年)		
対象	国	日本(広島、長崎)	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし		
	施設名	情報なし				
	従事作業	原爆(広島、長崎)				
	人数	2,764,730人年(105,427人)				
	(被ばく)年齢	情報なし				
	性別	男性 1,040,278人年、女性 1,724,452人年				
比較群	原爆被ばく者のうち、1958年から1998年の間に第一がん(悪性黒色腫以外の皮膚がんを含む)が観察されていない者					
追跡	追跡期間	1958年から1998年12月末まで				
	追跡率	99%				
ばく露指標	作業名	原爆(広島、長崎)による固形がんの罹患率(生存者)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	追跡対象となる人年は、登録対象地区からの転出・転入があるために調節した。DSO2による臓器個人線量推定値はγ線量と中性子線量の10倍の和として計算した。		
	外部ばく露	情報なし				
	内部ばく露	情報なし				
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし				
	ばく露年数	情報なし				
	平均濃度	情報なし				
	濃度範囲	解析では、器官線量(Gy)として<0.005から≥4を4段階に分類(表2)、結腸線量(Gy)として<0.005から≥4を7段階に分類(表4)				
	線種・核種	情報なし				
健康影響	影響の種類	固形がん(口腔がん、食道がん、胃がん、肝臓がん、肺がん、黒色腫以外の皮膚がん、結腸がん、直腸がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経系がん、甲状腺がん)による死亡	影響評価の精度	記載なし		
	情報源	広島・長崎がん登録、放射線影響研究所(広島・長崎、寿命調査)、米国立癌研究所	観察バイアス	記載なし		
	収集の方法	上記研究所及びHirosoft Internationalによる報告書	(問題点を記載)			
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし		
	その他	被ばく年齢、被ばくからの期間、性差、				
解析	使用モデル	ERRとEARモデル。各モデルの変化、そして両モデル間の差の変化。BEIR VIIモデル。				
	交絡調整方法					

アウトカム指標 および アウトカム	1)寿命調査集団では、結腸線量が0.005 Gy以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約850例(約11%)が原爆被ばくと関連していると推定される。2)線量反応曲線0-2Gyの範囲は線形である。3)被ばく時年齢が30歳の場合、70歳になった時点で1 Gy被ばく当たり男性で約35%、女性で約58%固形がん罹患率が増加すると推定された。4)固形がんの過剰相対リスク(ERR)は被ばく時年齢が10歳増加する毎に約17%減少。このリスクは調査期間全体で増加する傾向。5)口腔がん、胃がん、結腸がん、肝臓がん、肺がん、皮膚がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経がん、甲状腺がん、放射線関連リスクが有意に増加した。直腸がん、胆のうがん、膵臓がん、前立腺がん、腎臓がんには有意なリスクは示唆されなかった。(新たに判明したこと)1)低線量では、被ばく線量区分を0から0.15 Gyまで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。2)食道がんのリスクが有意となった。3)20歳未満の被ばくが子宮がんのリスクを増加する可能性がある。4)肉腫を含め、検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。
-------------------------	--

書誌情報	作業 No.	679	著者	Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.
	PMID(PubMedID)	9686552	タイトル	Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名・年;巻:頁	J. Am. Med. Assoc. 280(4): 347-355 (1998)
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	米国の診療所 25、英国の診療所 1(表 1 参照)		
	従事作業	甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素 131 による治療を受ける		
	人数	35,593 人、738,831 人年		
	年齢	平均 46 歳		
	性別	男性 21%、女性 79%		
追跡	比較群	米国一般集団	追跡期間	平均 21 年(最大 44 年、最小 1 年)
	追跡率	80.7%		追跡率
ばく露指標	作業名	ヨウ素 131 による治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない
	外部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	内部ばく露	—	影響評価の精度	情報なし
	ばく露期間	—		
	ばく露年数	平均治療回数で 1.8 回		
	平均濃度	10.4mCi(1 回の治療あたり 6.1mCi)		
	濃度範囲	3~27mCi(5.95 パーセンタイル点)		
線種・核種	情報なし	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし	
影響の種類	がん死亡			
健康影響	情報源	National Death Index	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	性、治療時年齢、治療からの年数、甲状腺機能亢進の種類、ヨウ素 131 の放射能投与量		
解析	使用モデル	米国の死亡率を期待値とした SMR とポアソン分布を仮定した 95%信頼区間を算出。	交絡調整方法	層化
	交絡調整方法	層化		

アウトカム指標およびアウトカム
2,950 人が追跡終了時までにかんで死亡、これは米国の死亡率から求められる 2857.6 とほぼ同等であったが、肺がん、乳がん、腎がん、甲状腺がんの発生は増加し、子宮がん、前立腺がんは減少した【表 3】。中毒性結節性甲状腺腫の患者は SMR1.16【表 4】、治療後 1 年以上でがん死亡リスクの上昇が見られたのは抗甲状腺薬のみによる治療群において(SMR1.31)【表 5】。放射性ヨウ素と全がん死亡との関連は見られなかった(SMR1.02)が、甲状腺がんのみにおいては強い関連が見られた(SMR3.94)【表 5】。

前立腺がんと放射線被ばくに関する医学的知見について

I. 前立腺がんに関する文献レビュー結果

1. 原爆被ばく者を対象とした疫学調査

<有意でないと報告があった研究>

文献 No.765

Preston, D. L., Ron, E., Tokuoka S., Funamoto, S, Nishi, N, Soda, M, Mabuchi, K, Kodama, K

Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors

RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007 年)

広島、長崎の原爆被ばく者のうち、1958 年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2 に基づいて個人線量が推定されている中で 1958 年から 1998 年までに診断された第一原発がん 17,448 例の解析を実施したコホート研究。

男性 1,040,278 人年、女性 1,724,452 人年の計 2,764,730 人年 (105,427 人) について、1958 年から 1998 年 12 月末までを追跡期間とした。追跡率は 99%。

解析にあたっては、ERR と EAR モデルを用い、各モデルの変化、そして両モデル間の差違の変化を BEIR VII モデルで解析。

解析結果は以下のとおり。

1) 寿命調査集団では、結腸線量が 0.005 Gy 以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約 850 例 (約 11%) が原爆被ばくと関連していると推定された。2) 線量反応曲線 0-2Gy の範囲は線形であった。3) 前立腺がんでは放射線関連リスクの有意な増加は認められなかった。

2. 放射線作業者を対象とした疫学調査

<有意でないと報告があった研究>

文献 No.737

Howe, G. R., L. B. Zablotska, J. J. Fix et al.

Analysis of the mortality experience amongst U.S. nuclear power industry workers after chronic low-dose exposure to ionizing radiation

Radiat. Res. 162 (5) : 517-526 (2004)

米国の原子力発電所 15 施設において、1979~1997 年の期間のいずれかで作業した労働者 53,698 人 (平均 30.5 歳、男性 88.1%) を対象としたコホート研究。米国一般集団を基準とした SMR、被ばく量を 4 カテゴリに分けた傾向検定、被ばく量を 12 カテゴリ (擬似連続量) とした線形 ERR モデルによる ERR の推定。

SMR では健康職業効果が強く見られたが、被ばく量とイベント発生との量反応関係は、白血病、前立腺がんを含む固形がん、その他の疾患のいずれにおいても有意にならなかった。

3. 放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査

<有意でないという報告があった研究>

文献 No.679

Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.

Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism

J. Am. Med. Assoc. 280 (4) : 347-355 (1998)

米国の 25 の診療所及び英国の 1 診療所において甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素 131 による治療を受けた患者 35,593 人 (738,831 人年) を対象とした後ろ向きコホート研究。エンドポイントはがん死亡で、ばく露評価については、ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない。

放射性ヨウ素によって前立腺がん死亡のリスクが減少した (SMR0.67(0.470.93))。

4. 高自然放射線地域や核実験場周辺の住民等を対象とした疫学調査

対象論文なし

5. その他

対象論文なし

II. 文献レビュー結果のまとめ

1. 被ばく線量 (ばく露評価) に関するまとめ

被ばく線量と死亡率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 737, 679 であった。このうち有意な増加があったと報告されている文献は無かった。

被ばく線量と罹患率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 765 であったが有意な増加は報告されていなかった。

2. 最小被ばく線量に関するまとめ

統計的に有意な増加を報告している文献において、最小被ばく線量に関して報告している文献は無かった。

3. 潜伏期間に関するまとめ

統計的に有意な増加を報告している文献において、潜伏期間に関して報告している文献は無かった。

書誌情報	作業 No.	765	著者	Preston, D. L., Ron, E., Tokuoka S., Funamoto, S., Nishi, N., Soda, M., Mabuchi, K., Kodama, K
	PMID(PubMedID)		タイトル	Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors
	研究方法	コホート研究(*1958年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2に基づいて個人線量が推定されている人数。その中で1958年から1998年までに診断された第一原発がん17,448例の解析)	雑誌名・年・巻・頁	RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007年)
対象	国	日本(広島、長崎)	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	情報なし		
	従事作業	原爆(広島、長崎)		
	人数 (被ばく)年齢	2,764,730人年(105,427人) 情報なし		
	性別	男性 1,040,278人年、女性 1,724,452人年		
	比較群	原爆被ばく者のうち、1958年から1998年の間に第一がん(悪性黒色腫以外の皮膚がんを含む)が観察されていない者		
追跡	追跡期間	1958年から1998年12月末まで	追跡対象となる人年は、登録対象地区からの転出・転入があるために調節した。DSO2による臓器個人線量推定値はγ線量と中性子線量の10倍の和として計算した。	
	追跡率	99%		
ばく露指標	作業名	原爆(広島、長崎)による固形がんの罹患率(生存者)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	外部ばく露	情報なし		
	内部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	情報なし		
	濃度範囲	解析では、器官線量(Gy)として<0.005から≥4を4段階に分類(表2)、結腸線量(Gy)として<0.005から≥4を7段階に分類(表4)		
	線種・核種	情報なし		
健康影響	影響の種類	固形がん(口腔がん、食道がん、胃がん、肝臓がん、肺がん、黒色腫以外の皮膚がん、結腸がん、直腸がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経系がん、甲状腺がん)による死亡	影響評価の精度	記載なし
	情報源	広島・長崎がん登録、放射線影響研究所(広島・長崎、寿命調査)、米国立癌研究所	観察バイアス	記載なし
	収集の方法	上記研究所及びHirosoft Internationalによる報告書	(問題点を記載)	
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	被ばく年齢、被ばくからの期間、性差、		
解析	使用モデル	ERRとEARモデル。各モデルの変化、そして両モデル間の差の変化。BEIR VIIモデル。	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	交絡調整方法			

アウトカム指標 および アウトカム	1)寿命調査集団では、結腸線量が0.005 Gy以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約850例(約11%)が原爆被ばくと関連していると推定される。2)線量反応曲線0-2Gyの範囲は線形である。3)被ばく時年齢が30歳の場合、70歳になった時点で1 Gy被ばく当たり男性で約35%、女性で約58%固形がん罹患率が増加すると推定された。4)固形がんの過剰相対リスク(ERR)は被ばく時年齢が10歳増加する毎に約17%減少。このリスクは調査期間全体で増加する傾向。5)口腔がん、胃がん、結腸がん、肝臓がん、肺がん、皮膚がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経がん、甲状腺がん、放射線関連リスクが有意に増加した。直腸がん、胆のうがん、膵臓がん、前立腺がん、腎臓がんには有意なリスクは示唆されなかった。(新たに判明したこと)1)低線量では、被ばく線量区分を0から0.15 Gyまで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。2)食道がんのリスクが有意となった。3)20歳未満の被ばくが子宮がんのリスクを増加する可能性がある。4)肉腫を含め、検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。
-------------------------	--

書誌情報	作業 No.	737	著者	Howe, G. R., L. B. Zablotska, J. J. Fix et al.
	PMID(PubMedID)	15624306	タイトル	Analysis of the mortality experience amongst U.S. nuclear power industry workers after chronic low-dose exposure to ionizing radiation
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Radiat. Res. 162(5): 517-526 (2004)
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	比較的若い対象者が中心
	施設名	15 施設(付録表 1 参照)		
	従事作業	原子力発電所における作業(詳細は不明)		
	人数	53,698 人		
	年齢	平均 30.5 歳		
	性別	男性 88.1%		
追跡	比較群	米国一般集団		
	追跡期間	1979~1997 年		
ばく露指標	追跡率	情報なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	作業名	原子力発電所における作業(詳細は不明)		
	外部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	内部ばく露	情報なし		
	ばく露期間	1983~1995 年		
	ばく露年数	11.9 年		
	平均濃度	25.7mSv		
健康影響	濃度範囲	情報なし	影響評価の精度	NDI は高い感度と特異度をもつ
	線種・核種	情報なし		
	影響の種類	がん死亡及びその他の死亡【表 5 参照】		
交絡因子の収集	情報源	NDI	観察バイアス (問題点を記載)	イベント数が少なく、検出力が低い
	収集の方法	データリンケージ		
解析	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	喫煙に関する情報を収集していない。社会経済的地位を職業階級によってのみ判断している。
	その他	性、年齢、暦年、人種、施設、観察年数		
アウトカム指標およびアウトカム	使用モデル	米国一般集団とを基準とした SMR、被ばく量を 4 カテゴリに分けた傾向検定、被ばく量を 12 カテゴリ(擬似連続量)とした線形 ERR モデルによる ERR の推定。		
	交絡調整方法	層化、ERR モデル		
アウトカム指標およびアウトカム	SMR では健康職業効果が強く見られた【表 2】。被ばく量とイベント発生との量反応関係は、白血病【表 3】、固形がん【表 4】、その他の疾患【表 5】のいずれにおいても有意にならなかった。			

書誌情報	作業 No.	679	著者	Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.
	PMID(PubMedID)	9686552	タイトル	Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	J. Am. Med. Assoc. 280(4): 347-355 (1998)
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	米国の診療所 25、英国の診療所 1(表 1 参照)		
	従事作業	甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素 131 による治療を受ける		
	人数	35,593 人、738,831 人年		
	年齢	平均 46 歳		
	性別	男性 21%、女性 79%		
追跡	比較群	米国一般集団	追跡期間	平均 21 年(最大 44 年、最小 1 年)
	追跡率	80.7%		
ばく露指標	作業名	ヨウ素 131 による治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない
	外部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	内部ばく露	—	影響評価の精度	情報なし
	ばく露期間	—		
	ばく露年数	平均治療回数で 1.8 回		
	平均濃度	10.4mCi(1 回の治療あたり 6.1mCi)		
	濃度範囲	3~27mCi(5.95 パーセンタイル点)		
線種・核種	情報なし	観察バイアス (問題点を記載)	エンドポイントとしてガン死亡は余り適切でなく、生存率の高い甲状腺がんや乳がんについては情報量が少ない。	
影響の種類	がん死亡			
健康影響	情報源	National Death Index	収集の方法	情報なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	性、治療時年齢、治療からの年数、甲状腺機能亢進の種類、ヨウ素 131 の放射能投与量		
解析	使用モデル	米国の死亡率を期待値とした SMR とポアソン分布を仮定した 95%信頼区間を算出。	交絡調整方法	層化
	交絡調整方法	層化		

アウトカム指標およびアウトカム
2,950 人が追跡終了時までにかんで死亡、これは米国の死亡率から求められる 2857.6 とほぼ同等であったが、肺がん、乳がん、腎がん、甲状腺がんの発生は増加し、子宮がん、前立腺がんは減少した【表 3】。中毒性結節性甲状腺腫の患者は SMR1.16【表 4】、治療後 1 年以上でがん死亡リスクの上昇が見られたのは抗甲状腺薬のみによる治療群において(SMR1.31)【表 5】。放射性ヨウ素と全がん死亡との関連は見られなかった(SMR1.02)が、甲状腺がんのみにおいては強い関連が見られた(SMR3.94)【表 5】。

膀胱がんと放射線被ばくに関する医学的知見について

I. 膀胱がんに関する文献レビュー結果

1. 原爆被ばく者を対象とした疫学調査

文献 No.765

Preston. D. L., Ron. E, Tokuoka S., Funamoto. S, Nishi. N, Soda, M, Mabuchi. K, Kodama. K

Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors

RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007 年)

広島、長崎の原爆被ばく者のうち、1958 年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2 に基づいて個人線量が推定されている中で 1958 年から 1998 年までに診断された第一原発がん 17,448 例の解析を実施したコホート研究。

男性 1,040,278 人年、女性 1,724,452 人年の計 2,764,730 人年 (105,427 人) について、1958 年から 1998 年 12 月末までを追跡期間とした。追跡率は 99%。

解析にあたっては、ERR と EAR モデルを用い、各モデルの変化、そして両モデル間の差違の変化を BEIR VII モデルで解析。

解析結果は以下のとおり。

1) 寿命調査集団では、結腸線量が 0.005 Gy 以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約 850 例 (約 11%) が原爆被ばくと関連していると推定された。2) 線量反応曲線 0-2Gy の範囲は線形であった。3) 膀胱がんで放射線関連リスクが有意に増加した。

また、新たに判明したこととして、低線量では、被ばく線量区分を 0 から 0.15 Gy まで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。

2. 放射線作業者を対象とした疫学調査

文献 No.746

Wang JX, Zhang LA, Li BX, Zhao YC, Wang ZQ, Zhang JY, Aoyama T.

Cancer incidence and risk estimation among medical x-ray workers in China, 1950-1995.

Health Phys. 2002; 82:455-66

中国の主要 24 病院における X 線を用いた医療行為に従事する者 27,011 名を対象とするコホート研究とヒストリカルコホート研究を組み合わせた研究。

対照は同じ病院に就労しており、X 線を用いない業務に従事していた 25,782 人の医

療従事者(外科医、耳鼻咽喉科医等)。X線を用いる医療従事者群は男性80%、女性20%、比較対照群は男性69%、女性31%の構成比であった。調査対象とされた病院で就労を開始した平均年齢はX線を用いる医療従事者群で26歳、比較対照群で25歳であった。ばく露期間は就業年数により異なるが、平均累積ばく露量は、1970年以前に職に就いた対象者では551mGy、それ以降の対象者では82mGyであった。解析はO/E比を求めることを行っているが、性別、就職時期などでサブグループ解析を実施した。

診断にX線を用いる医療従事者では比較群に対してがん発症リスク比が1.2倍[95%CI 1.1-1.3]であった。

膀胱がんで有意なリスク上昇がみられリスク比は1.8であった。

文献 No.329

McGeoghegan D, Binks K

The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Springfields uranium production facility, 1946-95

J Radiol Prot 20:111-137;2000

英国の核燃料公社 Springfield の施設においてウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産に従事したものの479,146人年を対象とするコホート研究。被ばく年齢の情報はないが、女性が12%、男性が88%であった。

追跡期間は平均24.6年。生年月日、作業参加日の不詳によって、0.7%が除外された。個人平均蓄積線量は20.5mSv。最高値は769.3mSv、中央値8.3mSvであった。

SMRとRRは両側検定、傾向分析は片側検定によって解析。ERR係数の傾向分析には線量10段階、潜伏2, 10, 15, 20年の死亡に人年の重みづけをして算出した。

1995年末までに放射線作業員から3,476例、非放射線作業員から1,356例が死亡。がん死亡と累積外部被ばく線量に関連を認めなかった。

部位別の解析では、膀胱がん死亡が潜伏期間を10年とした場合、累積線量と有意に関連していた。

3. 放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査

文献 No.633

Inskip PD, Monson RR, Wagoner JK, Stovall M, Davis FG, Kleinerman RA, Boice JD Jr.

Cancer mortality following radium treatment for uterine bleeding

Radiat Res. 1990;123:331-44.

アメリカ Massachusetts 州 Boston, Worcester, Rhode Island 州 Providence の都心部にある10病院での1925-65年に良性の婦人科系出血性疾患の子宮内ラジウムカプセル

(または針) による治療を受けた患者で、治療時に Massachusetts 州か Rhode Island 州在住だった者を対象とした。人数は、109,911 人年 (4,153 名) (1984 年 1 月までの記録を使用; うち 504 名は 1967 年 1 月までの記録) で、治療時年齢は 13-88 歳 (76% が 40-55 歳、84% が閉経前)、追跡期間は平均 26.5 年 (最長 59.9 年)、追跡率は 89.1% (内 66.5% が追跡終了前に死亡または 90 歳になり打ち切り、22.6% は生存)。
吸収線量が 5Gy より大きい臓器のうち SMR が 1 より有意に大きいのは子宮 (SMR=1.8)、膀胱 (1.9) で、小さいのは子宮頸部 (0.6) であった。1 Gy 当りの ERR は、子宮が 0.006、その他の生殖器が 0.4、膀胱が 0.2、直腸が 0.03、結腸が 0.51、胃が 0.27 で、膀胱のみ有意 ($p < 0.01$) であった。治療後経過時間による SMR の推移をみると、膀胱は 20 年以上経過してから有意に上昇した。

<有意でない報告があった研究>

文献 No.679

Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.

Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism

J. Am. Med. Assoc. 280 (4) : 347-355 (1998)

米国の 25 の診療所及び英国の 1 診療所において甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素 131 による治療を受けた患者 35,593 人 (738,831 人年) を対象とした後ろ向きコホート研究。エンドポイントはがん死亡で、ばく露評価については、ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない。

放射性ヨウ素と膀胱がん死亡との関連は見られなかった (SMR1.08)。

文献 No.772

Ryberg M, Lundell M, Nilsson B, Pettersson F.

Malignant disease after radiation treatment of benign gynaecological disorders: a study of a cohort of metropathia patients

Acta Oncol. 1990; 29:563-7

スウェーデン・ストックホルムの治療施設 Radiumhemmet において、不正子宮出血への放射線治療を受けた女性 788 名 (9,289 人年) を対象としたヒストリカルコホート研究。比較群は 1,219 名の同様の疾患を持つ放射線非治療者 (22,060 人年) で、追跡期間 1982 年まで、平均 28.2 年 (範囲 0-56 年)。追跡率約 95%。X 線の線量は子宮腔内治療 : 370-555MBq (16h)、腔内治療 : 2.6GBq (24h)。エンドポイントは悪性腫瘍の発生状況。

放射線治療ばく露群のうち 107 名が、比較群のうち 173 名が悪性腫瘍を発生。一般住民がん登録データと比較すると、ばく露群で 1.22、比較群で 1.09 のリスク比であった。膀胱がんでのリスク比は 1.82 であったが、有意差は見られなかった。

4. 高自然放射線地域や核実験場周辺の住民等を対象とした疫学調査

<有意でないと報告があった研究>

文献 No.767

Bauer S, Gusev BI, Pivina LM, Apsalikov KN, Grosche B

Radiation Exposure due to Local Fallout from Soviet Atmospheric Nuclear Weapons Testing in Kazakhstan: Solid Cancer Mortality in the Semipalatinsk Historical Cohort. 1960-1999

Radiation Research 2005,164, 409-419

カザフスタン、セミパラチンスク核実験場近辺の核実験（セミパラチンスク核実験場）で被ばくした、19,545 人（582,750 人・年）の男女を対象としたコホート研究である。追跡期間は、1960 年から 1999 年まで。

膀胱がんについては有意な差はなかった。

5. その他（その他の作業従事者）

対象論文なし

II. 文献レビュー結果のまとめ

1. 被ばく線量（ばく露評価）に関するまとめ

被ばく線量と死亡率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 329,633,679,767 であった。このうち有意な増加があったと報告されている文献は、文献番号 329.633 であった。

被ばく線量と罹患率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 765,746,772 であった。このうち有意な増加があったと報告されている文献は、文献番号 765,746 であった。

2. 最小被ばく線量に関するまとめ

統計的に有意な増加を報告している文献において、最小被ばく線量に関して報告している文献は無かった。

3. 潜伏期間に関するまとめ

潜伏期間に関して検討している文献は、文献番号 329,633 であった。

書誌情報	作業 No.	765	著者	Preston, D. L., Ron, E., Tokuoka S., Funamoto, S., Nishi, N., Soda, M., Mabuchi, K., Kodama, K
	PMID(PubMedID)		タイトル	Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors
	研究方法	コホート研究(*1958年時点で生存しており、それ以前にがん罹患がなく、DSO2に基づいて個人線量が推定されている人数。その中で1958年から1998年までに診断された第一原発がん17,448例の解析)	雑誌名・年・巻・頁	RADIATION RESEARCH 168, 1-64 (2007年)
対象	国	日本(広島、長崎)	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	情報なし		
	従事作業	原爆(広島、長崎)		
	人数	2,764,730人年(105,427人)		
	(被ばく)年齢	情報なし		
	性別	男性 1,040,278人年、女性 1,724,452人年		
比較群	原爆被ばく者のうち、1958年から1998年の間に第一がん(悪性黒色腫以外の皮膚がんを含む)が観察されていない者			
追跡	追跡期間	1958年から1998年12月末まで		
	追跡率	99%		
ばく露指標	作業名	原爆(広島、長崎)による固形がんの罹患率(生存者)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	追跡対象となる人年は、登録対象地区からの転出・転入があるために調節した。DSO2による臓器個人線量推定値はγ線量と中性子線量の10倍の和として計算した。
	外部ばく露	情報なし		
	内部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし		
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	情報なし		
	濃度範囲	解析では、器官線量(Gy)として<0.005から≥4を4段階に分類(表2)、結腸線量(Gy)として<0.005から≥4を7段階に分類(表4)		
線種・核種	情報なし			
健康影響	影響の種類	固形がん(口腔がん、食道がん、胃がん、肝臓がん、肺がん、黒色腫以外の皮膚がん、結腸がん、直腸がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経系がん、甲状腺がん)の発生	影響評価の精度	記載なし
	情報源	広島・長崎がん登録、放射線影響研究所(広島・長崎、寿命調査)、米国立癌研究所	観察バイアス	記載なし
	収集の方法	上記研究所及びHirosoft Internationalによる報告書	(問題点を記載)	
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	被ばく年齢、被ばくからの期間、性差、		
解析	使用モデル	ERRとEARモデル。各モデルの変化、そして両モデル間の差の変化。BEIR VIIモデル。		
	交絡調整方法			

アウトカム指標 および アウトカム	1)寿命調査集団では、結腸線量が0.005 Gy以上の調査対象者から発生したがん症例のうち、約850例(約11%)が原爆被ばくと関連していると推定される。2)線量反応曲線0-2Gyの範囲は線形である。3)被ばく時年齢が30歳の場合、70歳になった時点で1 Gy被ばく当たり男性で約35%、女性で約58%固形がん罹患率が増加すると推定された。4)固形がんの過剰相対リスク(ERR)は被ばく時年齢が10歳増加する毎に約17%減少。このリスクは調査期間全体で増加する傾向。5)口腔がん、胃がん、結腸がん、肝臓がん、肺がん、皮膚がん、乳がん、卵巣がん、膀胱がん、神経がん、甲状腺がん、放射線関連リスクが有意に増加した。直腸がん、胆のうがん、膵臓がん、前立腺がん、腎臓がんには有意なリスクは示唆されなかった。(新たに判明したこと)1)低線量では、被ばく線量区分を0から0.15 Gyまで上げたところから統計的に有意な線量反応が認められた。2)食道がんのリスクが有意となった。3)20歳未満の被ばくが子宮がんのリスクを増加する可能性がある。4)肉腫を含め、検討したすべての組織型群について発がんリスクの増加が示唆された。
-------------------------	--

書誌情報	作業 No.	746	著者	Wang JX, Zhang LA, Li BX, Zhao YC, Wang ZQ, Zhang JY, Aoyama T.
	PMID(PubMedID)	11906134	タイトル	Cancer incidence and risk estimation among medical x-ray workers in China, 1950-1995.
	研究方法	コホート研究とヒストリカルコホート研究の組み合わせ	雑誌名・年・巻・頁	Health Phys. 2002; 82:455-66
対象	国	中国	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	24 の主要病院		
	従事作業	X 線を用いる医療行為(診断)		
	人数	27,011 人		
	年齢	職に就いた平均年齢は X 線を用いる医療従事者群で 26 歳、比較群で 25 歳		
	性別	X 線を用いる医療従事者群: 男性 80%、女性 20% 比較群: 男性 69% 女性 31%		
追跡	比較群	同じ病院に働いていた、仕事に X 線を用いない 25,782 人の医療従事者(外科医、耳鼻咽喉科医)		
	追跡期間	過去の研究も合わせて 1950-1995 年の 45 年間		
ばく露指標	追跡率	記載なし		
	作業名	X 線を用いる医療診断	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	1985 年以前の中国 X 線医療従事者 (CMXW) の線量測定データがなかった(それ以前には存在しなかった)ため、現在同じ施設で働いている X 線を用いる医療従事者の被ばく量などから線量の推定を行った。
	外部ばく露	X 線		
内部ばく露	記載なし			
ばく露レベル	ばく露期間	多くの医者は、職に就いてから退職までの期間、ばく露を受けていた	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	平均累積ばく露量の記載 (1970 年以前に職に就いた対象者では 551mGy、それ以降の対象者では 82mGy)があり、就職時期ごとの詳細は表 2		
	濃度範囲	年間の累積ばく露量の範囲はおおよそ 2.9-36.9mGy/y(表 3)		
健康影響	線種・核種	X 線	影響評価の精度	1 点目は、CMXW の集団については、線量の推定値に基づいてリスク比推定を行った点で、2 点目は、ばく露の評価を十分にできるほどの追跡を行っていない場合がある点。
	影響の種類	がん発生		
	情報源	記載なし		
交絡因子の収集	収集の方法	カルテからがん発生診断の日付と診断の詳細を転記	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	喫煙	なし		
解析	その他	性別、就職時期	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	使用モデル	O/E 比		
	交絡調整方法	サブグループ解析		
アウトカム指標およびアウトカム	<p>診断に X 線を用いる医療従事者では比較群に対してがん発症リスク比が 1.2 倍[95%CI 1.1-1.3]であった(有意)。有意なリスク上昇がみられたがん種は、白血病、皮膚がん、乳がん、肺がん、肝臓がん、膀胱がん、食道がんで、それぞれリスク比が 2.2、4.1、1.3、1.2、1.2、1.8、2.7 であった。</p> <p>X 線を用いる医療従事者のうち、女性より男性で高いがん発症リスクを示した。</p> <p>また、1970 年以前に職に就いた対象者とそれ以降とで比較すると、前者の方が白血病、固形がんの発症リスク比が有意に高かった(白血病発症リスク比 2.4、固形がんリスク比 1.2)</p>			

書誌情報	作業 No.	329	著者	McGeoghegan D,Binks K
	PMID(PubMedID)	10877261	タイトル	The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Springfields uranium production facility, 1946-95
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	J Radiol Prot20:111-137;2000
対象	国	英国	選択バイアス (問題点を記載)	一般国民に比較した Springfields の死亡率は有意に低い。”健康な労働者”効果による。 Springfields 内でも放射線作業者は非放射線作業者に比べて死亡率が低い。
	施設名	核燃料公社 (BNFL; British Nuclear Fuels plc) の Springfield 施設		
	従事作業	ウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産		
	人数	479,146 人年		
	年齢	被ばく年齢の情報なし。		
	性別	女性が 12%、男性が 88% 【表 1】		
	比較群	非放射線作業		
追跡	追跡期間	平均追跡期間として 24.6 年	追跡率	0.7%(135/19,589 人)が除外。理由は、生年月日や参加日の不明による
	追跡率			
ばく露指標	作業名	ウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	フィルムバッジの線量は、作業員への発行時期、使用時の技術、当時の作業ガイドライン、およびフィルムバッジからのデータの取り扱いに関する社内基準によって決定するため、年度によって測定が違おうそれぞれあり。 体内蓄積の放射核種は除外されるため、134 名のデータでは外部線量は、0 記録になっている。 1953 年以前の記録単位が不明確。レントゲン単位で前後記録を 10%減少で補正。
	外部ばく露	作業員のフィルムバッジによる全身線量を使用。		
ばく露レベル	内部ばく露		ばく露評価の精度 (問題点を記載)	フィルムバッジの線量は、作業員への発行時期、使用時の技術、当時の作業ガイドライン、およびフィルムバッジからのデータの取り扱いに関する社内基準によって決定するため、年度によって測定が違おうそれぞれあり。 体内蓄積の放射核種は除外されるため、134 名のデータでは外部線量は、0 記録になっている。 1953 年以前の記録単位が不明確。レントゲン単位で前後記録を 10%減少で補正。
	ばく露期間	286.559 person-sieverts		
	ばく露年数	-		
	平均濃度	個人平均蓄積線量 20.5mSv 最高値は 769.3mSv、中央値 8.3mSv。慢性リンパ性白血病を除く白血病で、1:5matching の nested case-control を行った場合、2 年ラグの平均累積線量は、症例群: 27.0mSv、対照群: 18.2mSv		
	濃度範囲	95%の労働者が、79.7mSv 以下。 傾向分析に使用した線量については、線量 0 から 400+の間で 10 段階に区分し、ラグタイム(0-20 年の間で 5 段階)ごとの線量範囲【表 5 a】を使用。		
線種・核種	ウランなどの核燃料物質			
健康影響	影響の種類	がん罹患、死亡	影響評価の精度	SMR の母集団は、England Wales および 1979-92 は Lancashire の人口。SRR の母集団は、1971-91 の England Wales および 1979-95 は Lancashire の人口。 死亡率、罹患率の母集団は、非放射線作業員。(地理的および社会経済的な交絡を排除する目的)
	情報源	国家統計局 (OSN) の所有するサウスポートの NHS 中央登録 (一部 1979-1995 年のマンチェスターがん疫学研究センターより入手)	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	交絡の可能性として作業期間、追跡期間、ばく露の長さもしくは初回雇用年の影響を見たが、一貫した差は見られず。(年齢のみで層化) 傾向分析は、年齢、労働期間、性別、雇用状況を調整。
	その他	年齢、地域、社会経済状況		
解析	使用モデル	SMR と RR は両側検定、傾向分析は片側検定。 ERR 係数の傾向分析には線量 10 段階、潜伏 2, 10, 15, 20 年の死亡に人年の重みづけをして算出。	交絡バイアス (問題点を記載)	交絡の可能性として作業期間、追跡期間、ばく露の長さもしくは初回雇用年の影響を見たが、一貫した差は見られず。(年齢のみで層化) 傾向分析は、年齢、労働期間、性別、雇用状況を調整。
	交絡調整方法	地理的および社会経済的な交絡を排除する目的で、死亡率と罹患		

	率の母集団は非放射線作業者。 ←影響評価の精度より再掲	
--	--------------------------------	--

アウトカム 指標 および アウトカム	<p>1995 年末までに放射線作業員から 3,476 例、非放射線作業員から 1,356 例、死亡。【表 1】 がん死亡と累積外部被ばく線量に関連を認めなかった。 死亡率、罹患率と有意に関連していたのはホジキン病と累積外部線量である。 全がんの SMR は、放射線労働者 86、非放射線労働者 96、【表 2.3】 がん罹患の SRR は、放射線労働者、非放射線労働者ともに 81【表 4】 部位別の解析では、ホジキンリンパ腫死亡がラグタイム 10 年、15 年で累積線量と相関、膀胱がん死亡がラグタイムを 10 年とした場合、累積線量と有意に関連していた。【表 5】 がん罹患では、ラグタイムを 10 年とした場合、白血病を除くがん、胸膜のがん、ホジキンリンパ腫、非ホジキンリンパ腫が累積被ばく線量と有意に関連していた。肺がんもラグタイムを 20 年とした場合累積外部被ばく線量と有意に関連していた。ラグタイムを 20 年とした場合、口腔・咽頭がん、喉頭がん、黒色腫、食道がん、胃がん、乳がん、胆のうがん、肝臓がん、結腸がん、直腸がんについては累積被ばく線量との有意な関連性は認められなかった【表 7】</p>
-----------------------------	---

書誌情報	作業 No.	633	著者	Cancer mortality following radium treatment for uterine bleeding
	PMID(PubMedID)	2217730	タイトル	Inskip PD, Monson RR, Wagoner JK, Stovall M, Davis FG, Kleinerman RA, Boice JD Jr.
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Radiat Res. 1990;123:331-44.
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	来院時またはそれより前に子宮がんの診断を受けた患者を除外している。
	施設名	Massachusetts 州 Boston, Worcester, Rhode Island 州 Providense の都心部にある 10 病院		
	従事作業	1925-65 年に良性の婦人科系出血性疾患の子宮内ラジウムカプセル(または針)による治療を受けた患者で、治療時に Massachusetts 州か Rhode Island 州在住だった者		
	人数	109,911 人年(4,153 名)(1984 年 1 月までの記録を使用;うち 504 名は 1967 年 1 月までの記録)		
	年齢	治療時年齢:13-88 歳(76%が 40-55 歳、84%が閉経前)		
	性別	女性		
	比較群	情報なし		
追跡	追跡期間	平均 26.5 年(最長 59.9 年)	追跡率	89.1%(内 66.5%が追跡終了前に死亡または 90 歳になり打ち切り、22.6%は生存)
	追跡率			
ばく露指標	作業名	内部照射治療放射線	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	外部ばく露	γ線		
	内部ばく露	-		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	子宮:32.0Gy 膣:14.0Gy 膀胱:6.0Gy		
	濃度範囲	10th-90th percentiles:子宮:16.0-50.0 Gy 膣:6.8-22.0 Gy 膀胱:3.0-9.6 Gy		
線種・核種	ラジウム(226Ra)			
健康影響	影響の種類	死亡	影響評価の精度	いくつかの臓器についてはがん死亡の観察数が少ない。死因がすい臓がんの場合、診断が不確実である。
	情報源	Nationak Death Index	観察バイアス (問題点を記載)	いくつかの臓器のがんはアメリカ国内でも発症率に地域差があるため、アメリカ全体を SMR の基準とすることの妥当性は不明である。乳がんの発生は乳房の吸収線量だけではなく他の臓器の吸収線量に影響されている可能性もある。
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	子宮内不正出血による貧血症ががん発症リスクと関連している可能性がある。ベースライン時の不正出血が初期の子宮がんによるものだった可能性がある。またそうでなくても、子宮不正出血のある患者は子宮がんリスクも高くなる。子宮不正出血で放射線治療を受けた患者とアメリカ全体の女性とでは、子宮摘出手術を受けたものの割合が異なる。喫煙の有無を考慮していない。
	その他	死因、登録時年齢、治療時年齢、治療後経過時間		
解析	使用モデル	ポアソン回帰を用いた ERR モデルを使用した。用量反応関係は線形性を仮定した。	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法	SMR の評価では治療後経過時間で層別した。RR の評価では観察時の年齢と時期をモデルに加えた。また死因ごと、特にがん死亡はがんの部位別に解析した。		
アウトカム指標	アメリカ合衆国の女性を基準とした SMR を算出(死因別の解析では一部の死因については Massachusetts の女性が基準)。全死因における SMR は 1.03(95%CI 0.99-1.07)、がん死亡では 1.30(1.20-1.41)、糖尿病では 1.28			

<p>および アウトカム</p>	<p>(1.04-1.54)、呼吸器疾患では 0.81 (0.65-0.99) であった【表 2】。がん死亡増加のほとんどが子宮に近く高線量 (>1Gy) の臓器のがんによるものだった【図 1】【表 3】</p> <p>吸収線量が 5Gy より大きい臓器のうち SMR が 1 より有意に大きいのは子宮 (SMR=1.8)、膀胱 (1.9) で、小さいのは子宮頸部 (0.6) であった。1-4Gy の臓器で SMR が有意に大きいのは白血病 (2.0)、結腸 (1.3)、子宮以外の生殖器 (1.5) であった。0.1-0.3Gy の臓器では肝臓・胆のう・胆管総合 (0.7) で有意に小さかった。【表 3】</p> <p>1 Gy 当りの ERR は、子宮が 0.006、その他の生殖器が 0.4、膀胱が 0.2、直腸が 0.03、結腸が 0.51、胃が 0.27 で、膀胱のみ有意 ($p < 0.01$) であった【表 4】。</p> <p>治療後経過時間による SMR の推移をみると、子宮がんでは 30 年以上上昇し続け、その他の生殖器、結腸では 10~20 年の間をピークにその後は下がった。膀胱は 20 年以上経過してから有意に上昇した【図 2】</p>
----------------------	--

書誌情報	作業 No.	679	著者	Ron, E., M. M. Doody, D. V. Becker et al.
	PMID(PubMedID)	9686552	タイトル	Cancer mortality following treatment for adult hyperthyroidism
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	J. Am. Med. Assoc. 280(4): 347-355 (1998)
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	米国の診療所 25、英国の診療所 1(表 1 参照)		
	従事作業	甲状腺機能亢進症に対する治療としてヨウ素 131 による治療を受ける		
	人数	35,593 人、738,831 人年		
	年齢	平均 46 歳		
	性別	男性 21%、女性 79%		
追跡	比較群	米国一般集団	追跡期間	平均 21 年(最大 44 年、最小 1 年)
	追跡率	80.7%		追跡率
ばく露指標	作業名	ヨウ素 131 による治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	ヨウ素 131 の投与量の測定のみで、被ばく量については測定していない
	外部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	内部ばく露	—	影響評価の精度	情報なし
	ばく露期間	—		
	ばく露年数	平均治療回数で 1.8 回		
	平均濃度	10.4mCi(1 回の治療あたり 6.1mCi)		
	濃度範囲	3~27mCi(5.95 パーセンタイル点)		
線種・核種	情報なし	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし	
影響の種類	がん死亡			
健康影響	情報源	National Death Index	収集の方法	情報なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	性、治療時年齢、治療からの年数、甲状腺機能亢進の種類、ヨウ素 131 の放射能投与量		
解析	使用モデル	米国の死亡率を期待値とした SMR とポアソン分布を仮定した 95%信頼区間を算出。	交絡調整方法	層化
	交絡調整方法	層化		

アウトカム指標およびアウトカム 2,950 人が追跡終了時までにかんで死亡、これは米国の死亡率から求められる 2857.6 とほぼ同等であったが、肺がん、乳がん、腎がん、甲状腺がんの発生は増加し、子宮がん、前立腺がんは減少した【表 3】。中毒性結節性甲状腺腫の患者は SMR1.16【表 4】、治療後 1 年以上でがん死亡リスクの上昇が見られたのは抗甲状腺薬のみによる治療群において(SMR1.31)【表 5】。放射性ヨウ素と全がん死亡との関連は見られなかった(SMR1.02)が、甲状腺がんのみにおいては強い関連が見られた(SMR3.94)【表 5】。

書誌情報	作業 No.	772	著者	Ryberg M, Lundell M, Nilsson B, Pettersson F.
	PMID(PubMedID)	2206566	タイトル	Malignant disease after radiation treatment of benign gynaecological disorders: a study of a cohort of metropathia patients
	研究方法	ヒストリカルコホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	Acta Oncol. 1990; 29:563-7
対象	国	スウェーデン	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	Radiumhemmet(スウェーデン・ストックホルムの治療施設)		
	従事作業	不正子宮出血への放射線治療		
	人数	788名(9,289人年)		
	年齢	記載なし		
	性別	女性		
追跡	比較群	1,219名の同様の疾患を持つ放射線非治療者(22,060人年)	記載なし	
	追跡期間	1982年まで、平均28.2年(範囲0-56年)		
追跡率	追跡率	約95%	記載なし	
	作業名	婦人科疾患への放射線治療		
ばく露指標	外部ばく露	放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	内部ばく露	腔内ブラキ治療		
ばく露レベル	ばく露期間	記載なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	記載なし		
	濃度範囲	子宮腔内治療: 370-555MBq(16h) 腔内治療: 2.6GBq(24h) (推定累積ばく露量は表2)		
線種・核種	X線			
健康影響	影響の種類	悪性腫瘍の発生	影響評価の精度	がん登録の精度、データの質は高い
	情報源	診療記録とがんの地域住民登録	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	記載なし		
交絡因子の収集	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	なし		
解析	使用モデル	リスク比推定にはポアソン分布を仮定	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	交絡調整方法	なし		
アウトカム指標およびアウトカム	放射線治療ばく露群のうち107名が、比較群のうち173名が悪性腫瘍を発生。一般住民がん登録データと比較すると、ばく露群で1.22、比較群で1.09のリスク比であった。ばく露群では直腸がん、大腸がん、神経系のがんでのリスク比はそれぞれ1.58、1.46、1.67であったが、有意差は見られなかった。また乳がんのリスク比は0.92と減少がみられたが、50歳以上の時点で放射線治療を受けた対象者に限るとリスク比は2.08であった。重点的に放射線治療を受けた部位のがんは、治療後20年時点では増加しなかったが、治療後30年以降では有意に増加した。			

書誌情報	作業 No.	767	著者	Bauer S, Gusev BI, Pivina LM, Apsalikov KN, Grosche B
	PMID(PubMedID)	16187743	タイトル	Radiation Exposure due to Local Fallout from Soviet Atmospheric Nuclear Weapons Testing in Kazakhstan: Solid Cancer Mortality in the Semiparatinsk Historical Cohort. 1960-1999
	研究方法	コホート研究	雑誌名. 年; 巻: 頁	Radiation Research 2005, 164, 409-419
対象	国	カザフスタン	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	セミパラチンスク核実験場近辺		
	従事作業	核実験(セミパラチンスク核実験場)		
	人数	19,545 人、582,750 人・年		
	年齢	20 歳以下、20—39 歳、40 歳以上(表 1)		
	性別	男性 9,834 人、女性 9,604 人(表 1)		
追跡	比較群	実験場から遠いコクベクチンスキー地域	追跡期間	1960 年から 1999 年まで
	追跡率	情報なし		
ばく露指標	作業名	核実験による被ばく	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	得られたデータ数が少なく、特に年齢別では少ないので、このコホート研究から、線量とリスクの関係、詳しい線量一応答関数を導くことは難しい。もっと多くのコホート研究が必要である。
	外部ばく露	フォールアウトや土等の汚染測定、環境線量測定等からの計算による評価		
	内部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	ばく露年数	1949 年から 1965 年まで	影響評価の精度	記載なし、ただし、他の核実験や核事故、日本の原爆等によるコホート研究との比較が書かれている
	平均濃度	地域別に表 2 に示されている		
	濃度範囲	20mSv から 4Sv まで		
	線種・核種	I-131, Cs-137, Sr-90		
健康影響	影響の種類	食道がん(特に女性)、肝臓がん、胃がん、肺がん、女性の乳がん、骨・皮膚がん(特に男性)による死亡	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	情報源	SRIRME(放射線医学・生態学研究所)		
	収集の方法	死亡記録を入手		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	移住者の増加		
解析	使用モデル	ERRモデルはポワソン回帰で最尤検定する	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	交絡調整方法	情報なし		
アウトカム指標およびアウトカム	<p>対照群と比べて、全死亡率、がん死亡率ともかなりの差がある。男女別に比較がなされていて、食道がん(特に女性)、肝臓がん、胃がん、肺がん、女性の乳がん、骨・皮膚がん(特に男性)には大きな差があるが、子宮頸がん、膵臓がん、膀胱がん、腎臓がん、直腸がんには大きな差は見られない。その差の大きさについてはさらなる研究が必要である。喉頭、咽頭、口唇、泌尿器がんなどは数が少なくて違いがよく分からなかった。また被ばく時の年齢と共にかん発生が増えている。線量—がん発生のレスポンスは非常に低い線量範囲では非線形でやや急な曲線で、これは選択効果に一部関係しているかも知れない。いずれにしてもより多くのコホート研究がより詳しい結論を得るには不可欠である。1990 年代からの他国への移住者とコホート選択の効果についても検討の必要がある。</p>			

その他のがんと放射線被ばくに関する医学的知見について

I. その他のがんに関する文献レビュー結果

1. 原爆被ばく者を対象とした疫学調査

文献 No.768

Land, C. E., T. Saku, Y. Hayashi et al.

Incidence of salivary gland tumors among atomic bomb survivors, 1950-1987.

Evaluation of radiation-related risk

Radiat. Res. 146 (1): 28-36, 1996

放影研 RERF の LSS 集団 84,339 人を対象にしたコホート研究。追跡期間は 1950～1987 年。対象とした影響は、唾液腺腫瘍（特に粘膜表皮がん、腺リンパ腫）であり、対象群中の罹患者数は 145 人。腫瘍の種類は、41 人が悪性、94 人が良性、10 人が不明であった。

被ばく線量により、悪性/良性腫瘍のリスクに有意な増加が見られた。重みづけ組織カーマ (Sv) とリスクの関係について、RR/Sv は悪性腫瘍で 4.5 (95%CI: 2.5-8.5)、良性腫瘍で 1.7 (95%CI: 1.1-2.7) であった。中でも、悪性腫瘍の中では粘膜表皮がん (RR/Sv=9.3; 95%CI: 3.5-30.6)、良性腫瘍の中では腺リンパ腫 (RR/Sv=4.1; 95%CI: 1.6-11.3) が強い線量反応関係を示した。なお、都市（広島/長崎）、性別、年齢による差は有意でなかった。

2. 放射線作業者を対象とした疫学調査

文献 No.329

McGeoghegan D, Binks K

The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Springfields uranium production facility, 1946-95

J Radiol Prot 20:111-137;2000

英国の核燃料公社 Springfield の施設においてウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産に従事したものの 479,146 人年を対象とするコホート研究。被ばく年齢の情報はないが、女性が 12%、男性が 88%であった。

追跡期間は平均 24.6 年。生年月日、作業参加日の不詳によって、0.7%が除外された。個人平均蓄積線量は 20.5mSv。最高値は 769.3mSv、中央値 8.3mSv であった。慢性リンパ性白血病を除く白血病で、1:5 matching の nested case-control を行った場合、2 年潜伏期間の平均累積線量は、症例群：27.0mSv、対照群：18.2mSv であった。対象のうち 95%の労働者が 79.7mSv 以下の累積線量であった。傾向分析に使用した線量に

については、線量 0 から 400+の間で 10 段階に区分し、潜伏期間 (0-20 年の間で 5 段階) ごとの線量範囲を使用。

SMR と RR は両側検定、傾向分析は片側検定によって解析。ERR 係数の傾向分析には線量 10 段階、潜伏 2, 10, 15, 20 年の死亡に人年の重みづけをして算出した。

1995 年末までに放射線作業員から 3,476 例、非放射線作業員から 1,356 例が死亡。部位別の解析では、胸膜のがんで潜伏期間を 10 年とした場合、累積外部被ばく線量と有意な関連があった。

文献 No.650

McGeoghegan D, Binks K.

The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Capenhurst uranium enrichment facility 1946-95.

J Radiol Prot;20(4):381-401;2000

イギリスのカペンハースト濃縮工場におけるウラン燃料組立作業に従事していた 12,540 人 (334,473 人年)、平均 26.7 年のコホート研究。追跡率は 95.8%。

産業労働群と非産業労働群における RR は 0.65 (95%CI:0.53-0.81) であり、産業形態も有意な差が見られた。これらより交絡の調整は、年齢 (5 歳階級)、性別、暦年 (個別年)、産業形態、労働形態を層化とし、SMR を算出した。全死亡の SMR は England, Wales の住民対象で 83、カペンハースト周囲の住民対象で 76 となった。

胸膜がんの死亡 SMR は 496 (全員が中皮腫による) であった。ばく露群と非ばく露群の RR は 0.90 であり、唯一、結合組織のがんで 5 人の死亡を基に比較すると RR は 6.65 と有意差があった。

文献 No.354

Muirhead CR, Goodill AA, Haylock RG, Vokes J, Little MP, Jackson DA, O'Hagan JA, Thomas JM, Kendall GM, Silk TJ, Bingham D, Berridge GL

Occupational radiation exposure and mortality: second analysis of the National Registry for Radiation Workers

J Radiol Prot 19:3-26;1999

英国の原子力産業で放射線作業に従事し、英国放射線業務従事者登録 (NRRW) に登録された放射線作業員、124,743 人のコホート研究。

潜伏期を考慮しない場合、胸膜のみ有意差があった (SMR193)。

文献 No.757

Howe GR, Nair RC, Newcombe HB, Miller AB, Burch JD, Abbatt JD

Lung cancer mortality (1950-80) in relation to radon daughter exposure in a

cohort of workers at the Eldorado Port Radium uranium mine: possible modification of risk by exposure rate

J Natl Cancer Inst 79; 1255-1260: 1987

カナダのエルドラド ポート・ラジウム ウラン鉱山（ノースウェスト準州）でウラン採鉱及びその周辺作業に従事した 2,103 人のコホート研究。追跡率は 78%。

被ばく線量 5 WLM 以上の集団で肺がん死に非常に有意な相関あり（相対リスクは 3.37）。その他全てのがんによる死には有意な過剰は見られず。がん以外の死因では、被ばく線量 5 WLM 以上の集団で有意な上昇が見られた（相対リスク 1.25）。

肺がん以外の全てのがんによる死亡には有意な過剰は見られなかった。

3. 放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査

文献 No.702

Travis, L. B., M. Hauptmann, L. K. Gaul et al.

Site-specific cancer incidence and mortality after cerebral angiography with radioactive Thorotrast

Radiat. Res. 160 (6): 691-706 (2003)

デンマークの医療センター2 施設、スウェーデンの病院 1 施設、アメリカの医療センター3 施設において、放射性トトロラストを造影剤とした脳血管造影を受けた 3,042 人を対象としたコホート研究。比較対照群（非ばく露群）は非放射性の造影剤による脳血管造影を行った対象者となる。年齢は、ばく露群では平均 36.4 歳（0.5-79.1 歳）、非ばく露群では平均 38.1 歳（0.4-79.2 歳）、性別はばく露群では 46%、非ばく露群では 52%が女性となっている。追跡期間は 1935-1963 年となる。

ばく露群の非ばく露群に対するがん発症 RR は 3.4（北欧）、がん死亡 RR は 4.0（米国）。肝がん、胆管がん、胆のうがん、白血病で、標準集団よりも多くイベント発生。ばく露からの時間により RR は有意に増加。累積放射線量の増加に伴い、全がん、肝がん、胆のうがん、腹膜がん、その他消化器系のがんで発症および死亡リスクが増加。

文献 No.608

Lundell M, Holm LE.

Risk of solid tumors after irradiation in infancy

Acta Oncol. 1995; 34: 727-34

スウェーデンで月齢 18 ヶ月以下における皮膚血管腫のラジウム放射線を用いた治療を受けた 14,351 人のコホート研究。治療以降の追跡期間は平均して 40 年であった。

男女（うち女性 67%）。

内分泌腺（副腎、副甲状腺、胸腺、下垂体）で標準化罹患比（SIR）に有意な上昇があった。

文献 No.611

Lindberg, S., P. Karlsson, B. Arvidsson et al.

Cancer incidence after radiotherapy for skin haemangioma during infancy

Acta Oncol. 1995; 34: 735-40

スウェーデンの Sahlgrenska 大学病院 (Gothenburg)において、乳児期における皮膚血管腫治療のための電離放射線治療を受けた 11,807 名 (男女) を対象とした後ろ向きコホート研究。加工した ^{226}Ra を病変の表面に固定する治療器具を用いた際にばく露している (線種: β 線、 γ 線 核種: ^{226}Ra γ , ^{226}Ra β , ^{32}P)。エンドポイントはがんの発症。1930-1965 年に乳児であった人で、最大で治療後 55 年間分のデータが解析に用いられた。対照群は、発症者の 75%が属していた、West of Sweden Health Care Region を標準人口とした。追跡期間は、1958-1989 年 (370,517 人年)。治療の手技と用いられた核種を考慮し、期待されるばく露量を算出されている。

225 人において 248 件の発症 (期待数は 204 件)。SIR は 1.21 (95%CI: 1.06-1.37)、ばく露後 5 年間の発症を除外しても SIR は 1.22 (95%CI: 1.07-1.38)。性別では男性 62 件 (SIR: 1.25, 95%CI: 0.96-1.60)、女性 186 件 (SIR: 1.20, 95%CI: 1.03-1.38) と大差なし。治療時期でみると 1950 年より前では発症数 176 件 (SIR: 1.38, 95%CI: 1.37-1.48)、1950 年以降では 72 件 (SIR: 0.94, 95%CI: 0.74-1.19) と、1950 年以前の方が高い。線種ごとでは γ 線で大きく (SIR:1.26, 95%CI: 1.09-1.42)、 β 線では小さかった (SIR:0.96, 95%CI: 0.57-1.37)。部位別で、他の内分泌腺 (発症数 23 件、SIR: 2.58, 95%CI: 1.64-3.87) で高かった。

文献 No.764

Davis FG, Boice JD, keisey JL, Monson RR

Cancer mortality after multiple fluoroscopic examinations of the chest

J Natl Cancer Inst78; 645-652: 1987

マサチューセッツ州結核患者療養施設で肺虚脱療法中に X 線透視撮影を受検した結核患者、女性 2,074 人、男性 1,277 についてのコホート研究。平均 23 年間で、追跡率は、女性 88%、男性 95%。

呼吸器系がんで標準化死亡比 (SMR) に上昇があった。

<有意でない報告があった研究>

文献 No.543

Wick RR, Nekolla EA, Gossner W, Kellerer AM

Late effects in ankylosing spondylitis patients treated with ^{224}Ra

Radiat Res. 1999; 152: 8-11

旧西ドイツの9つの病院で、1948～1975年に強直性脊髄炎治療で244R注射を頻回受けた者（症例：1,577 対照：1,462）。追跡期間は、23～50年（平均：症例＝20.8年、対照＝21.0年）。

骨肉腫について、一般人口と有意差がなかった。

4. 高自然放射線地域や核実験場周辺の住民等を対象とした疫学調査

対象論文なし

5. その他（その他の作業従事者）

<有意でないと報告があった研究>

文献 No.746

Wang JX, Zhang LA, Li BX, Zhao YC, Wang ZQ, Zhang JY, Aoyama T.

Cancer incidence and risk estimation among medical x-ray workers in China, 1950-1995.

Health Phys. 2002; 82:455-66

中国の主要24病院におけるX線を用いた医療行為に従事する者27011名を対象とするコホート研究とヒストリカルコホート研究を組み合わせた研究。

対照は同じ病院に就労しており、X線を用いない業務に従事していた25,782人の医療従事者（外科医、耳鼻咽喉科医等）。X線を用いる医療従事者群は男性80%、女性20%、比較対照群は男性69%、女性31%の構成比であった。調査対象とされた病院で就労を開始した平均年齢はX線を用いる医療従事者群で26歳、比較対照群で25歳であった。ばく露期間は就業年数により異なるが、平均累積ばく露量は、1970年以前に職に就いた対象者では551mGy、それ以降の対象者では82mGyであった。

解析はO/E比を求めることで行っているが、性別、就職時期などでサブグループ解析を実施した。

男性被ばく患者の呼吸器系がんにおいては、リスクの上昇は見られなかった（標準化死亡率は0.4）。

II. 文献レビュー結果のまとめ

1. 被ばく線量（ばく露評価）に関するまとめ

被ばく線量と死亡率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号329,650,354,757,702,764,543であり、543以外は有意な増加があったと報告されている。

被ばく線量と罹患率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号768,329,702,608,611,746であり、746以外は有意な増加があったと報告されている。

2. 最小被ばく線量に関するまとめ

統計的に有意な増加を報告している文献において、最小被ばく線量に関して報告している文献は無かった。

3. 潜伏期間に関するまとめ

統計的に有意な増加を報告している文献において、潜伏期間に関して報告している文献は無かった。

書誌情報	作業 No.	768	著者	Land, C. E., T. Saku, Y. Hayashi et al.
	PMID(PubMedID)		タイトル	Incidence of salivary gland tumors among atomic bomb survivors, 1950-1987. Evaluation of radiation-related risk
	研究方法	コホート研究(放射研 RERF の LSS サンプル)	雑誌名・年;巻:頁	Radiat. Res. 146(1): 28-36 (1996)
対象	国	日本	選択バイアス (問題点を記載)	統計的には、広島/長崎の差は有意ではなかったが、粘膜表皮がんの発症者(14人)は一人を除き広島の被ばく者であった。
	施設名			
	従事作業			
	人数	84,339人(145人が腫瘍を有し、41人が悪性、94人が良性、10人が不明。)		
	年齢			
	性別			
比較群	ばく露線量(組織カーマ) 0-0.09Svの群			
追跡	追跡期間	1950~1987年		
	追跡率			
ばく露指標	作業名		ばく露評価の精度 (問題点を記載)	DS86では唾液腺に対するばく露量が推定されておらず、組織による防護がわずかであると仮定し、中性子に重みづけをした組織カーマを被ばく量として使用。
	外部ばく露	重みづけ組織カーマ(中性子に10倍の重み付け)		
	内部ばく露			
ばく露レベル	ばく露期間	広島・長崎の原爆投下時		
	ばく露年数	広島・長崎の原爆投下時		
	平均濃度	DS86による		
	濃度範囲	DS86による		
線種・核種	広島:ウラン、長崎:プルトニウム			
健康影響	影響の種類	唾液腺腫瘍(特に粘膜表皮がん、腺リンパ腫)の発症	影響評価の精度	
	情報源	LSSおよび広島、長崎の腫瘍・細胞登録情報	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	LSSおよび広島、長崎の腫瘍・細胞登録情報		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし		記載なし
	その他			
解析	使用モデル	細胞の被ばく量は対数正規分布を仮定。被ばく量を4階級に区分し、4つの階級と相対リスクの推定値との関係について回帰分析を実施。	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法	都市(広島/長崎)、性別、年齢による差は有意でないと確認。DS86の中の、非ばく露群と原爆投下時に都市外にいた群を除外		

アウトカム指標 および アウトカム	被ばく量により、悪性/良性腫瘍のリスクに有意な増加が見られた。重みづけ組織カーマ1Svによる相対リスク(RR)は悪性腫瘍で4.5、良性腫瘍で1.7であった。中でも、悪性腫瘍の中では粘膜表皮がん(1SvのRR=9.3)、良性腫瘍の中では腺リンパ腫(1SvのRR=4.1)が強い線量反応関係を示した。
-------------------------	--

書誌情報	作業 No.	329	著者	McGeoghegan D,Binks K
	PMID(PubMedID)	10877261	タイトル	The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Springfields uranium production facility, 1946-95
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	J Radiol Prot20:111-137;2000
対象	国	英国	選択バイアス (問題点を記載)	一般国民に比較した Springfields の死亡率は有意に低い。”健康な労働者”効果による。 Springfields 内でも放射線作業者は非放射線作業者に比べて死亡率が低い。
	施設名	核燃料公社 (BNFL; British Nuclear Fuels plc) の Springfield 施設		
	従事作業	ウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産		
	人数	479,146 人年		
	年齢	被ばく年齢の情報なし。		
	性別	女性が 12%、男性が 88% 【表 1】		
	比較群	非放射線作業		
追跡	追跡期間	平均追跡期間として 24.6 年	追跡率	0.7%(135/19,589 人)が除外。理由は、生年月日や参加日の不明による
	追跡率			
ばく露指標	作業名	ウラン燃料製造と六フッ化ウランの生産	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	フィルムバッジの線量は、作業員への発行時期、使用時の技術、当時の作業ガイドライン、およびフィルムバッジからのデータの取り扱いに関する社内基準によって決定するため、年度によって測定が違ふおそれあり。 体内蓄積の放射核種は除外されるため、134 名のデータでは外部線量は、0 記録になっている。 1953 年以前の記録単位が不明確。レントゲン単位で前後記録を 10%減少で補正。
	外部ばく露 内部ばく露	作業員のフィルムバッジによる全身線量を使用。		
ばく露レベル	ばく露期間	286.559 person-sieverts	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数	-		
	平均濃度	個人平均蓄積線量 20.5mSv 最高値は 769.3mSv、中央値 8.3mSv。慢性リンパ性白血病を除く白血病で、1:5matching の nested case-control を行った場合、2 年ラグの平均累積線量は、症例群: 27.0mSv、対照群: 18.2mSv		
	濃度範囲	95%の労働者が、79.7mSv 以下。 傾向分析に使用した線量については、線量 0 から 400+の間で 10 段階に区分し、ラグタイム(0-20 年の間で 5 段階)ごとの線量範囲【表 5 a】を使用。		
	線種・核種	ウランなどの核燃料物質		
健康影響	影響の種類	がん罹患、死亡	影響評価の精度	SMR の母集団は、England Wales および 1979-92 は Lancashire の人口。SRR の母集団は、1971-91 の England Wales および 1979-95 は Lancashire の人口。 死亡率、罹患率の母集団は、非放射線作業員。(地理的および社会経済的な交絡を排除する目的)
	情報源	国家統計局 (OSN) の所有するサウスポートの NHS 中央登録 (一部 1979-1995 年のマンチェスターがん疫学研究センターより入手)	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	交絡の可能性として作業期間、追跡期間、ばく露の長さもしくは初回雇用年の影響を見たが、一貫した差は見られず。(年齢のみで層化) 傾向分析は、年齢、労働期間、性別、雇用状況を調整。
	その他	年齢、地域、社会経済状況		
解析	使用モデル	SMR と RR は両側検定、傾向分析は片側検定。 ERR 係数の傾向分析には線量 10 段階、潜伏 2, 10, 15, 20 年の死亡に人年の重みづけをして算出。	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法	地理的および社会経済的な交絡を排除する目的で、死亡率と罹患		

	率の母集団は非放射線作業 ←影響評価の精度より再掲	
--	------------------------------	--

アウトカム 指標 および アウトカム	<p>1995 年末までに放射線作業員から 3,476 例、非放射線作業員から 1,356 例、死亡。【表 1】 がん死亡と累積外部被ばく線量に関連を認めなかった。 死亡率、罹患率と有意に関連していたのはホジキン病と累積外部線量である。 全がんの SMR は、放射線労働者 86、非放射線労働者 96、【表 2.3】 がん罹患の SRR は、放射線労働者、非放射線労働者ともに 81【表 4】 部位別の解析では、ホジキンリンパ腫死亡がラグタイム 10 年、15 年で累積線量と相関、膀胱がん死亡がラグタイムを 10 年とした場合、累積線量と有意に関連していた。【表 5】 がん罹患では、ラグタイムを 10 年とした場合、白血病を除くがん、胸膜のがん、ホジキンリンパ腫、非ホジキンリンパ腫が累積被ばく線量と有意に関連していた。肺がんもラグタイムを 20 年とした場合累積外部被ばく線量と有意に関連していた。ラグタイムを 20 年とした場合、口腔・咽頭がん、喉頭がん、黒色腫、食道がん、胃がん、乳がん、胆のうがん、肝臓がん、結腸がん、直腸がんについては累積被ばく線量との有意な関連性は認められなかった【表 7】</p>
-----------------------------	---

書誌情報	作業 No.	650	著者	McGeoghegan D, Binks K.
	PMID(PubMedID)	11140711	タイトル	The mortality and cancer morbidity experience of workers at the Capenhurst uranium enrichment facility 1946-95.
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	J Radiol Prot;20(4):381-401;2000
対象	国	イギリス	選択バイアス (問題点を記載)	健康労働者影響が考えられる。
	施設名	カペンハースト濃縮工場		
	従事作業	ウラン燃料組立て		
	人数	12,540 人 ;334,473 人年 【表 1】		
	年齢	情報なし		
	性別	男性:11,165 人(89%)、 女性:1,375 人(11%)		
比較群	SMR:一般市民との比較。 SRR:一般市民との比較。 RR:非ばく露従業員との比較。			
追跡	追跡期間	平均 26.7 年	追跡率	95.8%(表 1 を基に計算すると、2.8% が移住、1.4%が追跡不能)
	追跡率			
ばく露指標	作業名	ウラン燃料組立て	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	法定放射線保護基準に従って行 われたものであり、疫学調査の目 的ではない。どの程度個人の線 量が正確で制度が高いかは、い つフィルムバッジがつけられたか による。 外部線量を年度累積線量で分析 に使用するが、内部線量が得られ た者は除外する。のばく露でも危 険をもたらすことを示唆してい る。)
	外部ばく露	-		
	内部ばく露	-		
ばく露レベル	ばく露期間	記載なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	法定放射線保護基準に従って行 われたものであり、疫学調査の目 的ではない。どの程度個人の線 量が正確で制度が高いかは、い つフィルムバッジがつけられたか による。 外部線量を年度累積線量で分析 に使用するが、内部線量が得られ た者は除外する。のばく露でも危 険をもたらすことを示唆してい る。)
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	収集された放射線量:31.95 person-sieverts <累積> 平均累積外部全身線量: 9.85mSv 平均累積線量: 1.7mSv 90%の人は 21.1mSv 以下、99%の 人は、122.9mSv 以下。2 人が年間 250mSv 以上を受けていた。9 人が年 間 100mSv を超えていた。 <平均> 平均線量:2.96mSv、中央値:2.91mSv 90%の人は年間での線量として 5.88mSv 以下、99%の人は、 9.79mSv。 【傾向は、図 2】		
	濃度範囲			
	線種・核種	情報なし		
健康影響	影響の種類	全がんの死亡、罹患	影響評価の精度	ICD-8 と ICD-9 のコード化は ONS が行う。ICD-5-7 では白血病に よる死亡は見られていない。
	情報源	国家統計局(OSN)の NHS 中央登録 生存状態は、ONS の追跡記録に基づ くが、データの不一致が認められる ものについてはその他の方法で情報 収集。	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
交絡因子 の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	
	その他	①年齢、性別、暦年、 ②産業形態(社会経済状態の指標と して)、労働形態は潜在的な交絡 ③さらに、従事開始年、ばく露期間、 従業期間、追跡期間も潜在的な交絡 【アウトカムにて交絡を提案】		
解析	使用モデル	線形 ERR モデルは、RR が時不変と仮 定し、固形がんへの当てはまりに累積 外部線量の単位でリスクを算定。累積 外部線量は 10 年のラグをつける。 SMRs, SRRs, RRs の P 値は両側検 定。傾向分析の P 値は片側検定。		

	交絡調整方法	①年齢、性別、暦年は、次段階で調整して分析。 ②、③の潜在的な交絡は、層化後の比率比で交絡の大きさを確認して重要な交絡と思われるものを調整。		
--	--------	---	--	--

アウトカム指標 および アウトカム	<p>産業労働群と非産業労働群における RR=0.65(95%CI:0.53-0.81)。産業形態も有意な差が見られた。これらより交絡の調整は、年齢(5歳階級)、性別、暦年(個別年)、産業形態、労働形態を層化。</p> <p><SMR> 全死亡の SMR=83(England, Wales の住民対象)、SMR=76(Capenhurst 周囲の住民対象) 胸膜がんの死亡 SMR=496 (全員が中皮腫による)【表 2, 3】 ばく露群と非ばく露群の RR=0.90 (ゆいいつ、結合組織のがんで 5 人の死亡を基に比較すると RR=6.65 と有意差有。)</p> <p><SRR> 白血病を除く全がんの SRR=82 (白血病を含めても同じ)、胸膜がんの SRR=369 【表 4】 ばく露群と非ばく露群の RR=0.42</p> <p><傾向分析> ラグを考慮してもしなくても、累積外部全身線量との間に正の相関がみられていない。(膀胱がんのみ 20 年のラグで正の相関 P=0.035) 【表 5,6,7】</p> <p><ERR> 全悪性新生物の死亡 ERR/Sv=-1.27(-1.27-2.43)、全悪性新生物の罹患 ERR/Sv=-0.92(-1.62-3.79)。白血病を除いた場合、死亡 ERR/Sv=-1.27(-1.28-2.75)、罹患 ERR/Sv=-0.67(-1.72-4.32)。</p>
-------------------------	--

書誌情報	作業 No.	354	著者	Muirhead CR, Goodill AA, Haylock RG, Vokes J, Little MP, Jackson DA, O'Hagan JA, Thomas JM, Kendall GM, Silk TJ, Bingham D, Berridge GL
	PMID(PubMedID)	10321692	タイトル	Occupational radiation exposure and mortality: second analysis of the National Registry for Radiation Workers
	研究方法	コホート研究の合同解析	雑誌名, 年, 巻, 頁	J Radiol Prot 19:3-26;1999
対象	国	イギリス	選択バイアス (問題点を記載)	拒絶が10%を超えたPMSを使用する施設およびNE Heysham 発電所は解析から除外。Dungeness は 監査データの結果から、Harlepool 発電所は死亡率が非常に低いことが第1回解析で示されたことにより、解析から除外。
	施設名	第1回解析の継続追跡 AWE、BNFL、DRPS にモニターされるMOD、NE/MG、UKAEA、第2回解析に追加した団体として、CLRC、MRC-RBU、NRPB、Nycomed Amersham plc、Rolls-Royce and Associates Ltd、Scottish Nuclear Ltd、NRPB のPMS を h 使用していたいくつかの団体 【表1】		
	従事作業	英国の原子力産業で放射線作業に従事し、英国放射線業務従事者登録(NRRW)に登録された放射線作業員		
	人数	2,063,300 人年 124,743 人 【表1】		
	(被ばく)年齢	情報なし		
	性別	女性は9%、男性91% 【表2】 女性は男性に比して若く、生涯線量も低い。		
	比較群	被ばく露対象のうち、追跡期間に生存者		
追跡	追跡期間	情報なし 1992 年末までの情報	選択バイアス (問題点を記載)	拒絶が10%を超えたPMSを使用する施設およびNE Heysham 発電所は解析から除外。Dungeness は 監査データの結果から、Harlepool 発電所は死亡率が非常に低いことが第1回解析で示されたことにより、解析から除外。
	追跡率	死亡:12,972 人、移住:2,819 人、解析に十分な情報の追跡不能:72 人 計 15,865 人(13%)が追跡期間終了時に追跡不能		
ばく露指標	作業名	原子力産業の放射線作業	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	従事施設を2つ以上変更していた労働者(7%)は、統合した線量と労働履歴を作成した。第1回解析と同様、外部放射線被ばくの調査に限定。
	外部ばく露	情報なし		
ばく露レベル	内部ばく露	—	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	従事施設を2つ以上変更していた労働者(7%)は、統合した線量と労働履歴を作成した。第1回解析と同様、外部放射線被ばくの調査に限定。
	ばく露期間	情報なし		
	ばく露年数	作業開始からの年数として、0~30+年の範囲 【表4】		
	平均濃度	平均線量 30.5mSv (施設により1.9-87.4) 【表1】		
	範囲	解析対象の63%(78,501 人)が生涯線量 10mSv 以下、100mSv を超える8%の労働者は累積線量(person Sv) の62%に寄与する。		
線種・核種	情報なし	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	従事施設を2つ以上変更していた労働者(7%)は、統合した線量と労働履歴を作成した。第1回解析と同様、外部放射線被ばくの調査に限定。	
影響の種類	死亡			
健康影響	情報源	England と Wales および Scotland の国民健康サービス中央登録局、情報の補てんには社会保障庁の保険料局のデータと突合。	観察(情報)バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	国民健康サービス中央登録局、社会保障庁の保険料局およびその他の情報源からの情報の相互比較は他の研究機関によって行われた。		

交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	第1回解析に使用した、工業労働者、非工業労働者の社会階層区分は調整 SMR の過小評価につながる恐れがあるため、影響効果の差や傾向を見る際には最小限にしている。
	その他	性別、暦年、従事階層(工業/非工業/不明)、最初の従業場所		
解析	使用モデル	<p>外部分析(死亡と線量の関係を5年階級および個々の暦年で人年計算)は両側検定。傾向テストと年齢、性別などの因子による SMR の差はカイ二乗検定。</p> <p>内部分析(死亡と記録線量を他の因子を調整後に関連性を調査)は死亡数と人年(5年階級)は、性別、暦年、従事階層(工業/非工業/不明)、最初の従業場所ごとに層化。死亡の地域性や従事内容による差を区別する目的のためである。この層化にはさらに累積線量を0から400+mSvまで細分化。潜伏期間は、白血病2年、他のがんは10年とし、それぞれ追跡期間が満たないものは解析から除外する。統計的有意基準は、交絡制御のため片側検定(信頼区間は片側、両側で確認)を行う。</p> <p>ERR/unit dose は、最尤度比法で線形相対モデルに従い算出。</p>		
	交絡調整方法	層化		

アウトカム指標およびアウトカム	<p>SMR は、強い“健康労働者効果(HWE)”が見られる。社会階層非調整では、全死亡の SMR は 82% (95%CI:81-84, $p<0.001$)、全腫瘍死亡の SMR は 82% (95%CI:79-85)【表 3】</p> <p>特に全死亡では、社会階層の調整をしない場合の SMR は、工業労働者(94)は非工業労働者(64)より 50%高い。調整後の数値は近似し、それぞれ 90 と 87。【表 3】</p> <p>ばく露作業の開始からの期間による全死亡の SMR は、社会階層の調整に関わらず、期間と SMR に強いエビデンスがみられる。作業開始から 10-15 年において変化が見られ、その後は、横ばい状態に達する。全がんでも同様の現象がみられ、横ばい状態に達するのは約 5 年。【表 4】</p> <p>部位ごとでは、潜伏期間を考慮しない場合の SMR はほとんどの部位で 100 以下。胸膜のみ有意差あり SMR193。潜伏期間を考慮した場合も、ほぼ近似値を示すが、甲状腺がんのみ 11 の死亡に基づいた SMR は上昇。SMR180。【表 5】</p> <p>内部分析では、全がんの ERR/Sv は、0 に近い(0.09;90%CI:-0.27-0.52)。【表 6】</p> <p>部位ごとの線量区分層化結果は、表 6。</p>
-----------------	--

書誌情報	作業 No.	757	著者	Howe GR, Nair RC, Newcombe HB, Miller AB, Burch JD, Abbatt JD
	PMID(PubMedID)		タイトル	Lung cancer mortality (1950-80) in relation to radon daughter exposure in a cohort of workers at the Eldorado Port Radium uranium mine: possible modification of risk by exposure rate
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年;巻: 頁	J Natl Cancer Inst 79; 1255-1260: 1987
対象	国	カナダ	選択バイアス (問題点を記載)	問題点は記載なし。
	施設名	エルドラド ポート・ラジウム ウラン鉱山 (ノースウェスト準州)		
	従事作業	ウラン採鉱及びその周辺作業		
	人数	2,103 人		
	年齢	被ばく年齢は<30 から≥40 まで、3 段階に分類。【表 6】		
	性別	男性		
	比較群	ビーバーロッジ・コホート		
追跡	追跡期間	30 年間(1950 年から 1980 年)		
	追跡率	78%		
ばく露指標	作業名	ウラン採鉱及びその周辺作業	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	1940 年までは雇用データが無いため不正確。1940 年から 1958 年まではラドンガスサンプルに基づく推定であるが数不十分。ラドン娘核種濃度の推定にはビーバーロッジ測定データに基づく平衡定数を使用。平衡定数算出基準となったビーバーロッジではずっと高い数値が発生していたことが明らかとなったため 10-80%の過小評価となっている可能性あり。実際の作業場所によっては、使用された WL 値よりも 2-3 倍の数値の環境であった可能性もあることが指摘されている。
	外部ばく露	呼吸による内部被ばく		
	内部ばく露			
ばく露レベル	ばく露期間	1948 年から 1980 年の間で各個人により異なる	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数	各個人により異なる		
	平均濃度	各個人の就業場所及び期間により異なる【表 3】		
	濃度範囲	0 WLM~≥1,600 WLM まで、7 段階に分類。【表 4】		
	線種・核種	ラドン娘核種		
健康影響	影響の種類	固形がん(肺がん)、その他全てのがん(具体的内容記載なし)、がん以外(虚血性心疾患、インフルエンザ、アルコール依存症、交通事故、他事故、他)による死亡	影響評価の精度	記載なし。
	情報源	従業員名簿、カナダ統計局死亡者数データベース	観察バイアス (問題点を記載)	他鉱山での就業者除外は自己申告によるものであるため信頼性に乏しい。バイアスがあるとすれば上方バイアスと考えられる。前職については、他鉱山での就業者をコホートから除外。
	収集の方法	情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	問題点は記載なし。
	その他	初回被ばく時年齢、観察時年齢		
解析	使用モデル	間接標準化法で予測死亡数を計算し、観察された死亡数をポワソン変数として区間推定と有意性を検定。肺がん死には片側 p 値を使用。被ばく線量-反応関係には繰返し加重最小二乗法を使用。相対及び寄与リスク係数は加重線形回帰にて推定。	交絡バイアス (問題点を記載)	
	交絡調整方法	モデルに組み込み。		

アウトカム指標 および アウトカム	被ばく線量 5 WLM 以上の集団で肺がん死に非常に有意な相関あり(相対リスクは 3.37)。その他全てのがんによる死には有意な過剰は見られず。がん以外の死因では、被ばく線量 5 WLM 以上の集団で有意な上昇が見られた(相対リスク 1.25)。【表 1】 初回被ばく後経過年と肺がん死の相関については、被ばく線量 5 WLM 以上の集団で有意で、初回被ばく後 5 年目以降に肺がん死多い。【表 2】 相対及び寄与リスク係数は、それぞれ WLM 当たり 0.27%、100 万人年・WLM 当たり 3.10%と算出された。【表 3、4】 初回被ばく時年齢については 30 歳以前で寄与リスク係数が最小となった。【表 6】 リスク係数はビーバーロッジ鉱山で報告されたものよりかなり低い数値となったが、本研究推定値にバイアスが存在するとすれば上方と考えられる。従って数値差を説明するものとしては、線量率の違い(平均線量率はビーバーロッジで 5 WLMs/年、ポート・ラジウムで 109 WLMs/年)が考えられる。
-------------------------	---

書誌情報	作業 No.	702	著者	Travis, L. B., M. Hauptmann, L. K. Gaul et al.
	PMID(PubMedID)	14640794	タイトル	Site-specific cancer incidence and mortality after cerebral angiography with radioactive Thorotrast
	研究方法	コホート研究	雑誌名, 年, 巻, 頁	Radiat. Res. 160(6): 691-706 (2003)
対象	国	デンマーク, スウェーデン, アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	適応による交絡(ばく露群と非ばく露群で, 脳血管造影を受ける原因となった疾患が異なる可能性があり, その疾患ではマッチングをとっていない)
	施設名	デンマークの医療センター2 施設, スウェーデンの病院 1 施設, アメリカの医療センター3 施設。(詳細は不明)		
	従事作業	放射性トリオトラストを造影剤とした脳血管造影を行った		
	人数	3,042 人(各国ごとの結果は表 1 参照)		
	年齢	ばく露群では平均 36.4 歳(0.5-79.1 歳), 非ばく露群では平均 38.1 歳(0.4-79.2 歳)		
	性別	ばく露群では 46%, 非ばく露群では 52% が女性。		
	比較群	非放射性的の造影剤による脳血管造影を行った対象者		
追跡	追跡期間	1935~1963 年		
	追跡率	情報なし		
ばく露指標	作業名	放射性トリオトラストを造影剤とした脳血管造影を行った	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	外部ばく露	情報なし		
	内部ばく露	-		
ばく露レベル	ばく露期間	デンマークは 1935~1947 年, スウェーデンは 1932~1950 年, アメリカは 1936~1955 年		
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	情報なし		
	濃度範囲	情報なし		
	線種・核種	α 線		
健康影響	影響の種類	部位別がん発症(デンマークとスウェーデン), 部位別がん死亡(アメリカ)	影響評価の精度	デンマーク・スウェーデンのがん登録の捕捉率は 95% 以上
	情報源	デンマーク・スウェーデンでは国のがん登録システム, アメリカでは NDI とマサチューセッツ及びミシガン州の統計局	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし
	収集の方法	データリンクージ		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし		
	その他	年齢, 性, 暦時		
解析	使用モデル	デンマーク・スウェーデンでは SIR, アメリカでは SMR を一般集団を基準として算出し, 観測値はポアソン分布に従うと仮定した 95%CI を計算。年齢, 暦時, 性で調整したポアソン回帰によりばく露群の非ばく露群に対する RR を算出。ばく露からの年数を 5 カテゴリー, 累積放射線量とばく露からの年数の積を 4 カテゴリーに分けたときの, 部位別がん発症と死亡に対する量反応関係を傾向検定により検討。累積発症率と累積死亡率をカプランマイヤー法により推定。	交絡バイアス (問題点を記載)	適応による交絡(ばく露群と非ばく露群で, 脳血管造影を受ける原因となった疾患が異なる可能性があり, その疾患ではマッチングをとっていない)
	交絡調整方法	SIR, SMR, ポアソン回帰。		
アウトカム指標およびアウトカム	ばく露群の非ばく露群に対するがん発症 RR は 3.4(北欧)【表 2】、がん死亡 RR は 4.0(米国)【表 3】。肝がん、胆管がん、胆のうがん、白血病で、標準集団よりも多くイベント発生【表 2】。ばく露からの時間により RR は有意に増加【表 4、表 6】。累積放射線量の増加に伴い、全がん、肝がん、胆のうがん、腹膜がん、その他消化器系のがんで発症および死亡リスクが増加【表 5、表 7】。			

書誌情報	作業 No.	608	著者	Lundell M, Holm LE.
	PMID(PubMedID)	7576738	タイトル	Risk of solid tumors after irradiation in infancy
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名, 年, 巻, 頁	Acta Oncol. 1995; 34: 727-34
対象	国	スウェーデン	選択バイアス (問題点を記載)	比較群が選ばれたストックホルムはスウェーデン全体よりもほとんどのがんの発症率が高いため、SIRを小さく見積もっている可能性がある。 平均追跡期間が39年と短いため、対象集団の年齢が低くがん発症が少なかった可能性がある。
	施設名	Radiumhemmet (Stockholm)		
	従事作業	月齢18ヶ月以下における皮膚血管腫のラジウム放射線を用いた治療		
	人数	14,351人		
	年齢	正確な記載はないが、治療以降の追跡期間は平均して40年であった。		
	性別	男女(うち女性67%)		
	比較群	ストックホルムの人口		
追跡	追跡期間	1958年1月1日(それ以降に治療を受けた419人に関しては初回治療日)から死亡・国外移住・1986年12月31日のいずれかまで。平均38年(範囲:9-65年)		
	追跡率	—		
ばく露指標	作業名	皮膚血管腫のラジウム放射線を用いた治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	外部ばく露	皮膚表面に治療器具をあてた際にばく露		
	内部ばく露	—		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし		
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	治療の詳細な種類は、治療時期とともに【表1】に記載されている。266Raアプリケーションによる線量は、現物を幼児の人体模型に装着し測定した。その他の治療法については、それぞれの深部線量曲線と数表を用いて求めた。この値を、子どもの年齢と体格を考慮した治療箇所と病変との距離で調整した。身体各部位での被ばく量は、性別、治療時の年齢、治療時期ごとに【表2】に記載されている。		
	線種・核種	線種: α 線、 β 線、 γ 線、X線 核種: 主に ²⁶⁶ Ra		
健康影響	影響の種類	がん発生	影響評価の精度	乳がんと甲状腺がん以外の部位のがんは発症数が少なく、部位ごとの量反応関係が検討できなかった。
	情報源	スウェーデンがん登録	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし
	収集の方法	Radiumhemmetでの治療記録とスウェーデンがん登録を、国民番号で結合した。		
交絡因子の収集	喫煙	情報なし	交絡バイアス (問題点を記載)	性別によって発症率が異なる可能性がある。
	その他	年齢、性別、カレンダー時間		
解析	使用モデル	ポアソン回帰		
	交絡調整方法	マッチング		
アウトカム指標およびアウトカム	<p>がん発症数とSIR・そのCI: 285人において発症は300件(SIR: 1.11, 95%CI: 0.99-1.24)。女性では発症数244件(SIR: 1.15 95%CI: 1.01-1.25)、男性では56件(SIR: 0.96, 95%CI: 0.74-1.25)。乳がんは75件、甲状腺がんは17件、その他のがんは203人において208件(SIR: 1.03, 95%CI: 0.90-1.17)。部位別のSIRと95%CIは【図1】。治療からがん発症までの期間ごとの発症数は【表5】。治療からがん発症までの期間ごとのSIR(性別)は【図2】。有意にSIRの高かった部位は膀胱、甲状腺、内分泌腺(副腎、副甲状腺、胸腺、下垂体)であった。 ERRとEAR: 部位別に【表6】に記載。乳がんと甲状腺がん以外では顕著な結果は得られなかった。</p>			

書誌情報	作業 No.	611	著者	Lindberg S, Karlsson P, Arvidsson B, Holmberg E, Lunberg LM, Wallgren A.
	PMID(PubMedID)	7576739	タイトル	Cancer incidence after radiotherapy for skin haemangioma during infancy
	研究方法	後ろ向きコホート研究	雑誌名・年;巻:頁	Acta Oncol. 1995; 34: 735-40
対象	国	スウェーデン	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	Sahlgrenska 大学病院 (Gothenburg)		
	従事作業	乳児期における皮膚血管腫治療のための電離放射線治療		
	人数	11,807 人		
	年齢	正確な記載はないが、1930-1965 年に乳児であった人で、最大で治療後 55 年間分のデータが解析に用いられたと記載されている		
	性別	男女(人数、割合等の情報なし)		
追跡	比較群	発症者の 75%が属していた、West of Sweden Health Care Region を標準人口とした		
	追跡期間	1958-1989 年 (370,517 人年)		
ばく露指標	追跡率	—		
	作業名	皮膚血管腫治療のための電離放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	体表を複数の範囲に区切り被ばく量を計算したが、同一範囲内では ^{226}Ra の放射能の強さは一定と仮定したため、一つの範囲内での位置による被ばく量の差は無視している。 月齢 5-6 歳ヶ月の子どもの典型的な体格を元に計算した被ばく量を全員にあてはめたため、子どもの年齢による体格の違いを無視している。 量反応関係の検討で、 β 線ばく露を無視し、 γ 線ばく露のみを評価した。 対象者のうち 1,320 人は大多数とは異なる治療器具を用いていた。しかし SIR には大差がなかったため問題はないと考えられた。
	外部ばく露	加工した ^{226}Ra を病変の表面に固定する治療器具を用いた際にばく露		
内部ばく露	—			
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし		
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	治療の手技と用いられた核種を考慮し、コンピュータプログラムを用いて期待されるばく露量を算出した。この値は各部位ごとに【表 3】に記載		
	濃度範囲	線種: β 線、 γ 線 核種: ^{226}Ra γ , ^{226}Ra β , ^{32}P		
健康影響	線種・核種			
	影響の種類	がんの発症	影響評価の精度	その他の内分泌腺でのがんが多く見られた原因として、甲状腺がんを副甲状腺がんとして診断したケースが含まれている可能性がある。
	情報源	Sahlgrenska 大学病院の診療記録、スウェーデンがん登録、スウェーデン死因登録	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし
交絡因子の収集	収集の方法	治療に関する情報は Sahlgrenska 大学病院の診療記録から得られた。国民識別番号を用い、上の情報をスウェーデンがん登録(ICD-7 に基づく)とスウェーデン死因登録の情報と結合した。		
	喫煙	情報なし		
解析	その他	年齢、性別、発症時期	交絡バイアス (問題点を記載)	1950 年以前に治療を受けた群のほうが SIR が高かった原因として、年齢や観察期間の長さが交絡となっている可能性がある。 ストックホルムでの研究に比べて脳腫瘍の SIR が高かったため、治療を受けた具体的な場所、治療時の年齢、脳腫瘍の位置を調整した解析が必要と考えられる。
	使用モデル	ポアソン回帰		
	交絡調整方法	マッチング		

<p>アウトカム 指標 および アウトカム</p>	<p>がん発症数と SIR・その CI: 225 人において 248 件の発症(期待数は 204 件)。SIR は 1.21 (95%CI: 1.06-1.37)、ばく露後 5 年間の発症を除外しても SIR は 1.22 (95%CI: 1.07-1.38)。性別では男性 62 件(SIR: 1.25, 95%CI: 0.96-1.60)、女性 186 件(SIR: 1.20, 95%CI: 1.03-1.38)と大差なし。治療時期でみると 1950 年より前では発症数 176 件(SIR: 1.38, 95%CI: 1.37-1.48)、1950 年以降では 72 件(SIR: 0.94, 95%CI: 0.74-1.19)と、1950 年以前の方が高い。部位ごとのがん発症数と SIR は【表 4】。線種ごとではγ線が大きく(SIR:1.26, 95%CI: 1.09-1.42)、β線では小さかった(SIR:0.96, 95%CI: 0.57-1.37)。部位別では中枢神経系(発症数 34 件、SIR: 1.85, 95%CI: 1.05-3.09)、甲状腺(発症数 15 件、SIR: 1.88, 95%CI: 1.05-3.09)、他の内分泌腺(発症数 23 件、SIR: 2.58, 95%CI: 1.64-3.87)で高かった。</p> <p>ERR と EAR: 甲状腺がんでは ERR: 7.5/Gy (95%CI: 0.4-18.1), EAR: 1.6/10⁴PY・Gy (95%CI: 0.092-3.9)、脳腫瘍では ERR: 10.9/Gy (95%CI: 3.6-20.5), EAR: 5.4/10⁴PY・Gy (95%CI: 1.8-10.1)</p>
---------------------------------------	--

書誌情報	作業 No.	764	著者	Davis FG, Boice JD, Keisey JL, Monson RR
	PMID(PubMedID)		タイトル	Cancer mortality after multiple fluoroscopic examinations of the chest
	研究方法	コホート研究(後向き)	雑誌名. 年; 巻: 頁	J Natl Cancer Inst 78; 645-652: 1987
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	問題点は記載なし。
	施設名	マサチューセッツ州結核患者療養施設		
	従事作業	X線透視撮影受検		
	人数	肺虚脱療法中にX線透視撮影を受検した結核患者、女性 2,074 人、男性 1,277 人		
	年齢	情報なし		
	性別	女性及び男性		
	比較群	X線透視撮影を受検していない結核患者、女性 2,141 人、男性 1,418 人、及び一般人		
追跡	追跡期間	平均 23 年間		
	追跡率	女性 88%、男性 95%【表 1】		
ばく露指標	作業名	X線透視撮影受検	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	推定被ばく線量【表 2】は過去に開発された推定量算出モデルに従い、虚脱療法受検数、処置時詳細手順を元に算出された。放射線量測定想定妥当性については生存患者及び当時の医師に、肺虚脱療法中の X線透視撮影の実施方法に関するアンケート調査を実施し、妥当であることを確認。
	外部ばく露 内部ばく露	X線による外部及び内部被ばく		
ばく露レベル	ばく露期間	1930年から1954年の間で各個人により異なる		
	ばく露年数	各個人により異なる		
	平均濃度	情報なし		
	濃度範囲	情報なし		
	線種・核種	X線		
健康影響	影響の種類	固形がん(口腔がん、咽頭がん、食道がん、胃がん、大腸がん、直腸がん、肝臓がん、膵臓がん、肺がんを含む呼吸器系がん、悪性骨腫瘍、乳がん、子宮頸がん、前立腺がん、膀胱がん、腎臓がん、脳腫瘍、甲状腺がん)、白血病、その他のがんによる死亡	影響評価の精度	記載なし。
	情報源	各病院の入院記録、各州人口動態統計、自動車登録、市居住者記録、町居住者リスト、死亡証明書、検死・退院・病理報告書	観察バイアス (問題点を記載)	結果的には喫煙の影響は見られなかったが、喫煙データ不十分な患者も多いため、観察バイアスの存在可能性は排除できない。線量については、被ばく患者の集団・カテゴリ分類ミス、平均算出過程での誤りがあった可能性もある。虚脱療法情報についても、治療記録に記載のない治療が行われた可能性、患者の記憶違いの可能性もあり、データは十分なものではない。【表 8】
	収集の方法	特記情報なし		
交絡因子の収集	喫煙	情報あり	交絡バイアス (問題点を記載)	問題点は記載なし。
	その他	飲酒、乳がんリスク要因(初潮年齢、閉経タイプと年齢、初産時期、良性胸部疾患の存在)		
解析	使用モデル	乳がん及び肺がん死データについては被ばく後経過時間、被ばく時年齢、被ばく線量によって層化。乳がん死については、諸々リスク要因・交絡を考慮に入れた、被ばく線量による比例ハザードモデルにより評価。肺がん死については情報不足でモデルによる評価はせず。		

	交絡調整方法	モデルに組み込み。		
アウトカム 指標 および アウトカム	<p>がんによる死亡率については、女性被ばく患者・非被ばく患者間で、個別組織では上昇が見られるものもあった（呼吸器系がんの被ばく患者・非被ばく患者の標準化死亡率はそれぞれ1.3と1.4、白血病の被ばく患者・非被ばく患者の標準化死亡率はそれぞれ1.8と1.5）が、全体的には明白な上昇は見られなかった。男性被ばく患者では上昇は見られなかったが（標準化死亡率0.9）、非被ばく患者では上昇が見られた（標準化死亡率1.5）。個別組織では男性被ばく患者で呼吸器系がん、白血病リスクの上昇は見られなかった（標準化死亡率はそれぞれ0.7と0.4）。食道がんは男性被ばく患者で有意な結果となった（標準化死亡率4.2）が、8件中2件は虚脱療法時に診断されていたものであった。食道がんは男性非被ばく患者でも有意な結果となった（標準化死亡率4.0）ため被ばくとは無関係の可能性もある。【表5】</p> <p>乳がんによる死亡リスクの増加は見られなかった。被ばく後経過時間、被ばく線量レベルの違いによる死亡率の変化も観察されなかった。【表6】</p> <p>全体では肺がん死リスクの上昇は見られなかった。標準化死亡比は0.8、95%信頼区間は0.5-1.2。【表7】</p>			

書誌情報	作業 No.	543	著者	Wick RR,Nekolla EA,Gossner W,KellererAM
	PMID(PubMedID)	10564926	タイトル	Late effects in ankylosing spondylitis patients treated with 224Ra
	研究方法	コホート	雑誌名・年・巻・頁	Radiat Res. 1999; 152: 8-11
対象	国	旧西ドイツ	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	9つの病院		
	従事作業	1948～1975年に強直性脊髄炎治療で244R注射を頻回受けた者		
	人数	症例:1,577 対照:1,462		
	年齢	記載なし		
	性別	記載なし		
追跡	比較群	強直性脊髄炎患者で244R治療を断った者	追跡期間	23～50年 平均:症例=20.8年、 対照=21.0年
	追跡率	記載なし		
ばく露指標	作業名	244Rの静脈注射	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	外部ばく露	記載なし		
	内部ばく露	244Rの静脈注射		
ばく露レベル	ばく露期間	10週間、1クールに10回注射、4クール	影響評価の精度	カルテ情報とICD診断
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	一回につき1 MBq(70kgの成人に 骨髄照射5Gy照射と同等)		
	濃度範囲	記載なし		
健康影響	線種・核種	244R	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	影響の種類	死亡・骨肉腫・白血病・骨髄増殖性疾患の発生		
	情報源	カルテ情報、死亡診断書、ICDにて診断		
交絡因子の収集	収集の方法	病院からカルテ情報収集	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	喫煙	記載なし		
解析	その他	記載なし	交絡調整方法	おおまかに年齢をマッチング
	使用モデル	一般人口から算出した期待値と比較		
アウトカム指標およびアウトカム	死亡・骨肉腫・白血病・骨髄増殖性疾患の発生有無 【死亡】症例:対照=626人:725人 【骨肉腫】症例:対照=4人:1人 【白血病】症例:対照=13人(一般人口より有意に多い):7人(一般人口と有意差なし)			

書誌情報	作業 No.	746	著者	Wang JX, Zhang LA, Li BX, Zhao YC, Wang ZQ, Zhang JY, Aoyama T.
	PMID(PubMedID)	11906134	タイトル	Cancer incidence and risk estimation among medical x-ray workers in China, 1950-1995.
	研究方法	コホート研究とヒストリカルコホート研究の組み合わせ	雑誌名. 年; 巻: 頁	Health Phys. 2002; 82:455-66
対象	国	中国	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	24 の主要病院		
	従事作業	X 線を用いる医療行為(診断)		
	人数	27,011 人		
	年齢	職に就いた平均年齢は X 線を用いる医療従事者群で 26 歳、比較群で 25 歳		
	性別	X 線を用いる医療従事者群: 男性 80%、女性 20% 比較群: 男性 69% 女性 31%		
比較群	同じ病院に働いていた、仕事に X 線を用いない 25,782 人の医療従事者(外科医、耳鼻咽喉科医)			
追跡	追跡期間	過去の研究も合わせて 1950-1995 年の 45 年間		
	追跡率	記載なし		
ばく露指標	作業名	X 線を用いる医療診断	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	1985 年以前の中国 X 線医療従事者 (CMXW) の線量測定データがなかった(それ以前には存在しなかった)ため、現在同じ施設で働いている X 線を用いる医療従事者の被ばく量などから線量の推定を行った。
	外部ばく露	X 線		
	内部ばく露	記載なし		
ばく露レベル	ばく露期間	多くの医者は、職に就いてから退職までの期間、ばく露を受けていた	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	ばく露年数	記載なし		
	平均濃度	平均累積ばく露量の記載 (1970 年以前に職に就いた対象者では 551mGy、それ以降の対象者では 82mGy)があり、就職時期ごとの詳細は表 2		
	濃度範囲	年間の累積ばく露量の範囲はおおよそ 2.9-36.9mGy/y(表 3)		
線種・核種	X 線			
健康影響	影響の種類	がん発生	影響評価の精度	1 点目は、CMXW の集団については、線量の推定値に基づいてリスク比推定を行った点で、2 点目は、ばく露の評価を十分にできるほどの追跡を行っていない場合がある点。
	情報源	記載なし	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	カルテからがん発生診断の日付と診断の詳細を転記		
交絡因子の収集	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	性別、就職時期		
解析	使用モデル	O/E 比		
	交絡調整方法	サブグループ解析		
アウトカム指標およびアウトカム	診断に X 線を用いる医療従事者では比較群に対してがん発症リスク比が 1.2 倍[95%CI 1.1-1.3]であった(有意)。有意なリスク上昇がみられたがん種は、白血病、皮膚がん、乳がん、肺がん、肝臓がん、膀胱がん、食道がんで、それぞれリスク比が 2.2、4.1、1.3、1.2、1.2、1.8、2.7 であった。X 線を用いる医療従事者のうち、女性より男性で高いがん発症リスクを示した。また、1970 年以前に職に就いた対象者とそれ以降とで比較すると、前者の方が白血病、固形がんの発症リスク比が有意に高かった(白血病発症リスク比 2.4、固形がんリスク比 1.2)			

循環器系疾患と放射線被ばくに関する医学的知見について

I. 循環器系疾患に関する文献レビュー結果

1. 原爆被ばく者を対象とした疫学調査

文献 No.470

Shimizu, Y., Kodama, K., Nishi, N., et al.

Radiation exposure and circulatory disease risk: Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivor data, 1950–2003

BMJ 340, b5349, 2010

広島、長崎の原爆被ばく者 86,611 人を対象としたコホート研究で、男性 35,687 人、女性 50,924 人について、1950 年 10 月から 2003 年 12 月末までを追跡期間とした。

解析結果として、脳卒中による死亡の ERR の上昇は 9%/Gy (95%CI: 0.01-0.17, $p=0.02$)、心臓病による死亡では、ERR の上昇は 14%/Gy (95%CI: 0.06-0.23, $p<0.001$) であり、有意な上昇がみられた。一方で、0-0.5Gy の範囲では ERR の優位な上昇は見られなかった。被ばく者の死因のうち、脳卒中と心臓病は 1/3 程度を占め、がんと並んで主要な死因となっていた。

また、喫煙、飲酒、肥満、糖尿病と、被ばくによる脳卒中、心臓病のリスク上昇には関係がみられなかった。

文献 No.801

Yamada, M., Wong, F.L., Fujiwara, S., et al.

Noncancer disease incidence in atomic bomb survivors, 1958–1998

Radiat. Res. 161, 622–632, 2004

広島、長崎の原爆被ばく者のうち、放射線影響研究所の実施する成人健康調査 (AHS) の対象者 10,339 人 (2.2×10^5 人年) に対するコホート研究。追跡期間は 1958 年から 1998 年までであった。

二次関数モデルを仮定した上で、高血圧 ((1Sv の被ばく量における RR: 1.03 (95%CI: 1.00-1.06))、 $p=0.028$) と心筋梗塞 RR : 1.25 (95%CI: 1.00-1.69)、 $p=0.05$) について発症率の増加が有意に観察された。

2. 放射線作業者を対象とした疫学調査

文献 No.802

McGeoghegan, D., Binks, K., Gillies, M., et al.

The non-cancer mortality experience of male workers at British Nuclear Fuels plc,

1946–2005

Int. J. Epidemiol. 37, 506–518, 2008

英国核燃料会社の労働者 64,937 人を対象としたコホート研究。循環器系疾患で死亡する ERR/Sv は 0.65(90%CI, 0.36-0.98)であった。また虚血性心疾患 (IHD) で死亡する ERR/Sv は 0.70(90%CI, 0.33~1.11)、脳血管疾患による死亡 ERR/Sv は 0.43(90%CI, -0.10~1.12)であった。

文献 No.803

Ivanov, V.K., Maksioutov, M.A., Chekin, S.Y., et al.

The risk of radiation-induced cerebrovascular disease in Chernobyl emergency workers

Health Phys. 90, 199–207, 2006

チェルノブイリ原発の緊急労働者 61,017 人を対象としたコホート研究。Russian National Medical and Dosimetric Registry に登録された労働者について、1986 年から 2000 年を観察期間として解析した結果、虚血性心疾患へ罹患する ERR/Sv は 0.41(95%CI, 0.05~0.78)、脳血管疾患へ罹患する ERR/Sv は 0.45(95%CI, 0.11~0.80)となった。

文献 No.804

Azizova, T.V., Muirhead, C.R., Druzhinina, M.B., et al.

Cardiovascular diseases in the cohort of workers first employed at Mayak PA in 1948–1958

Radiat. Res. 174, 155–168, 2010

ロシア・マヤーク核施設従業員のうち、1948 年から 1958 年の間に核施設の主要プラントの作業に従事した 12,210 人を対象としたコホート研究。外部γ線による虚血性心疾患 (IHD) へ罹患する ERR/Gy は 0.109(95%CI, 0.049~0.168)、虚血性心疾患 (IHD) による死亡 ERR/Gy は 0.065(95%CI, -0.017~0.148)であった。外部γ線による心筋梗塞 (AMI) へ罹患する ERR/Gy は 0.029(95%CI, -0.017~0.134)、外部γ線による死亡 ERR/Gy は 0.265(95%CI, 0.004~0.526)であった。外部放射による IHD へのリスクは他の大規模研究とほぼ一致していた。

文献 No.21

Ashmore JP, Krewski D, Zielinski JM, Jiang H, Semenciw R, Band PR

First analysis of mortality and occupational radiation exposure based on the National Dose Registry of Canada

Am J Epidemiol 148:564-574;1998

カナダにおいて、1951-1983年に全国線量登録に登録された全放射線作業者(2,861,093人年)を対象とするコホート研究。1951-1987年にモニターされた206,620人(男性105,456人、女性101,164人)について、死因別のERRにおいて、循環器系疾患が2.3(90%CI: 0.9-3.7)であった。

<有意でないと報告があった研究>

文献 No.533

Vrijheid, M., Cardis, E., Ashmore, P., et al.

Mortality from diseases other than cancer following low doses of ionizing radiation: results from the 15-Country Study of nuclear industry workers

Int. J. Epidemiol. 36, 1126-1135, 2007

IARC 15参加国の放射線産業での労働者11,255人を対象としたメタアナリシス。循環系疾患による死亡のERR/Svは0.09(95%CI, -0.43~0.70)、IHDによる死亡のERR/Svは-0.01(95%CI, -0.59~0.69)、脳血管による死亡のERR/Svは0.88(95%CI, -0.67~3.16)であった。

文献 No.792

Muirhead, C.R., O'Hagan, J.A., Haylock, R.G., et al.

Mortality and cancer incidence following occupational radiation exposure: third analysis of the National Registry for Radiation Workers

Br. J. Cancer 100, 206-212, 2009

英国において、1965-1999年に国家登録された放射線業務従事者に対するコホート研究。英国放射線業務従事者登録(NRRW)について、第1回、第2回の解析より長い期間追跡(2001年まで)した174,541例からなる大規模なコホートと、初めてがん登録データとを比較して、死亡数とがん発生数を検討した。循環系疾患死亡のERR/Svは0.25(95%CI: -0.01~0.54)であった。冠動脈性心疾患(CHD)の死亡ERR/Svは0.26(95%CI, -0.05~0.61)、脳血管疾患による死亡のERR/Svは0.16(95%CI, -0.42~0.91)であった。

3. 放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査

文献 No.91

Carr, Z.A., Land, C.E., Kleinerman, R.A., et al.

Coronary heart disease after radiotherapy for peptic ulcer disease

Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys. 61, 842-850, 2005

米国 University of Chicago Medical Centerにおいて1936-1965年に放射線(X線)治療を受けた消化性潰瘍患者を1,859名対象としたコホート研究。比較対照群は同施設

で別治療を受けた 1,860 名。1997 年まで追跡調査が実施された。ばく露量は、1 日 1.5Gy (5 分照射) の放射線治療を 6-14 日にかけて 1 から 2 回であり、放射線治療群における心臓のばく露量は 1.6-3.9Gy (直接照射されたケースは 7.6-18.4 Gy)。

放射線治療群においては、期待される死亡数より多い CHD 死亡数が観察された。CHD のリスクは心臓におけるばく露量に比例して増加 (p 値=0.01)。脳血管障害のリスクは代替指標となる頸動脈におけるばく露量とは関連しなかった。

<有意でないと報告があった研究>

文献 No.805

Davis, F.G., Boice Jr., J.D., Hrubec, Z., Monson, R.R.

Cancer mortality in a radiation-exposed cohort of Massachusetts tuberculosis patients.

Cancer Res. 49, 6130–6136, 1989

米国マサチューセッツ州の 12 の病院において、結核患者の肺の虚脱に対する治療における X 線透視が実施された 6,285 名 (女性 49%) を対象としたコホート研究。比較対照群は、1922 年から 1954 年の間に診断された結核患者 13,385 名のうち、X 線照射を受けた上記 6,285 名を除いた 7,100 名。追跡期間は平均 25 年 (最大 50 年)。治療は平均 29 ヶ月、平均 77 回実施され、推定ばく露量は乳房 0.75Gy、肺 0.84Gy、食道 0.80Gy、活性骨髄 0.09Gy。

治療群において、各種がんのリスクの増加は見られたものの、循環器系疾患のリスクの有意な増加は見られなかった。

文献 No.806

Darby, S.C., Doll, R., Gill, S.K., et al.

Long term mortality after a single treatment course with Xrays in patients treated for ankylosing spondylitis

Br. J. Cancer 55, 179–190, 1987

英国の 87 の放射線治療施設において 1935-1954 年に X 線治療が実施された強直性脊椎炎 (AS) 患者 14,106 名 (男性 12,160 名、女性 2,394 名) (183,749 人年) を対象としたコホート研究。比較対照はイングランド及びウェールズの一般人。1983 年 1 月まで追跡調査が実施された。

白血病や結腸がんについては死亡率の増加が見られた。非腫瘍性疾患については、死亡率が 51%増加したものの、治療ではなく強直性脊椎炎がその原因と考えられる。様々な疾病で死亡率が増加しており、強直性脊椎炎と直接関係のないものも含まれている。

文献 No.132

Darby, S.C., McGale, P., Taylor, C.W., et al.

Long-term mortality from heart disease and lung cancer after radiotherapy for early breast cancer: prospective cohort study of about 300,000 women in US SEER cancer registries

Lancet Oncol. 6, 557–565, 2005

米国内の医療機関において 1973-2002 年に放射線治療を受けた早期乳がん患者 115,165 名を対象としたコホート研究。比較対照は、早期乳がんと診断された女性 308,861 名のうち放射線治療を受けた上記 115,165 名以外の患者。

1973-82 年に診断され治療を受けた女性の右乳がんに対する左乳がんによる心臓死亡率は 10 年未満で 1.20 (95% CI, 1.04-1.38)、10-14 年で 1.42 (95% CI, 1.11-1.82)、15 年以上で 1.58 (95% CI, 1.29-1.95) であった。1983-92 年に診断された心臓死亡率は 10 年未満で 1.04 (95% CI, 0.91-1.18)、10 年以上で 1.27 (95% CI, 0.99-1.63) であった。1993-2001 に診断された女性は 0.96 (95% CI, 0.82-1.12) であり、10 年以上の観察はない。²

4. 高自然放射線地域や核実験場周辺の住民等を対象とした疫学調査

対象論文なし

5. その他

文献 No.223

Hauptmann, M., Mohan, A.K., Doody, M.M., et al.

Mortality from diseases of the circulatory system in radiologic technologists in the United States

Am. J. Epidemiol. 157, 239–248, 2003

アメリカの放射線技師で 90,284 人(1,107,100 人年)を対象としたコホート研究。1926 年から 1989 年の間に 2 年以上業務に従事した者を対象とした。

1960 年以降に作業に従事した群と比較して、従事年数が長くなるほど循環器疾患による死亡リスクに優位な増加がみられた ($p < 0.001$)。個別には、脳血管疾患 ($p = 0.004$)、虚血性心疾患 ($p = 0.026$) で従事年数と死亡リスクが有意な増加関係にあった。特に、1950 年以前の被ばく量が高かったとみられる時期における死亡率の増加が著しかった。

文献 No.568

Matanoski, G.M., Sartwell, P., Elliot, E., et al.

² 本報では有意な結果を報告しているが、ICRP によるレビューでは有意差なしとして整理されている。

Cancer risks in radiologists and radiation workers

In: Boice, J.D. Jr., Fraumeni, J.F. Jr. (Eds.)

Radiation Carcinogenesis: Epidemiology and Biological Significance. Raven Press, New York, 1984

放射線作業者を対象とした疫学調査のレビュー論文。主に X 線に被ばくしたレントゲン技師（生涯被ばく線量 8~20Sv、被ばく期間 1930-1954 年）において、循環器疾患で最大の死因は動脈硬化性心臓疾患であり、同疾患の SMR が 1.03（就労開始時期：1920-1939 年）、1.15（同：1940-1969 年）であった。³

<有意でないと言われた研究>

文献 No.807

Berrington, A., Darby, S.C., Weiss, H.A., et al.

100 years of observation on British radiologists: mortality from cancer and other causes 1897-1997

Br. J. Radiol. 74, 507-519, 2001

英国のレントゲン技師を対象としたコホート研究。1897 年から 1979 年に英国王立放射線科専門医会に登録した放射線技師 2,698 人は全開業医に比べてがんによる死亡は有意に高かったが（SMR=1.04(95%CI, 0.89-1.21)）、1954 年までに登録した対象者の長期効果によるもので 1954 年以降での比較には有意な差が見られなかった。

文献 No.808

Kreuzer, M., Kreisheime, M., Kandel, M., et al.

Mortality from cardiovascular diseases in the German uranium miners cohort study, 1946-1998

Radiat. Environ. Biophys. 45, 159-166, 2006

ドイツのウラン鉱山労働者を対象としたコホート研究。1946 年から 1998 年の間に 6 ヶ月以上作業に従事した 59,001 人について、 γ 線の外部被ばくによる心臓疾患による死亡 ERR/Sv は -0.35(95%CI, -0.7~0.009)、脳血管疾患による死亡 ERR/Sv は 0.09(95%CI, -0.6~0.8)であり、有意な差は見られなかった。

II. 文献レビュー結果のまとめ

1. 被ばく線量（ばく露評価）に関するまとめ

被ばく線量と死亡率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号

³ ICRP によるレビューでは、就労開始時期 1920-1939 年の集団に対する SMR が 1.03 とされているが、原典では、1.15 となっている。

470,802,21,533,792,91,805,806,132,223,568,807,808 であった。このうち有意な増加があったと報告されている文献は、文献番号 470,802,21,91,223,568 であった。

被ばく線量と罹患率の増加について言及があると報告された文献は、文献番号 801,803,804 であった。これらの文献では有意な増加があったと報告されていた。

2. 最小被ばく線量に関するまとめ

統計的に有意な増加を報告している文献において、最小被ばく線量に関して報告している文献は無かった。

3. 潜伏期間に関するまとめ

統計的に有意な増加を報告している文献において、潜伏期間に関して報告している文献は無かった。

書誌情報	作業 No.	470	著者	Y Shimizu, K Kodama, N Nishi, F Kasagi, A Suyama, M Soda, E J grant, H Sugiyama, R Sakata, H Moriwaki, M Hayashi, M Konda, R E Shore
	PMID(PubMedID)	20075151	タイトル	Radiation exposure and circulatory disease risk: Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivor data, 1950-2003
	研究方法	コホート研究	雑誌名, 年; 巻: 頁	BMJ 340, b5349, 2010
対象	国	日本	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	-		
	従事作業	広島、長崎の原爆被ばく者(LSS コホート)		
	人数	86,611 人		
	年齢	被爆当時年齢 0-50 歳以上		
	性別	男性 35,687 人、女性 50,924 人		
追跡	比較群	記載なし		
	追跡期間	1950 年 10 月から 2003 年末まで		
ばく露指標	追跡率	100%		
	解析対象割合			
ばく露レベル	作業名	原爆被ばく	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	外部ばく露	2002 年線量推定方式(DS02)		
	内部ばく露			
	ばく露期間	原爆被ばく		
	ばく露年数	原爆被ばく		
	平均濃度	情報なし		
健康影響	濃度範囲	重み付け台帳被ばく量 5mGy 未満 ~ 2000mGy の範囲で分類(表 1)		
	線種・核種	情報なし		
	影響の種類	死亡	影響評価の精度	死亡診断書による死因の特定は不確実性が高い。
交絡因子の収集	情報源	戸籍と死亡診断書から ICD7~10 に則り分類	観察バイアス (問題点を記載)	循環器系疾患に重要な要因である、血中脂質や運動、栄養に関する情報が不足している。
	収集の方法	戸籍		
解析	喫煙	1978 年に郵送による聞き取り調査で収集	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	同上(飲酒、肥満、糖尿病について調査)		
アウトカム	使用モデル	線形の線量反応モデル		
	交絡調整方法	喫煙、飲酒、肥満、糖尿病と、被ばくによる脳卒中、心臓病のリスク上昇には関係がみられなかった。		
アウトカム	指標	脳卒中による死亡の ERR の上昇は 9%/Gy (95%CI: 1%-17%, p=0.02)、心臓病による死亡では、ERR の上昇は 14%/Gy (95%CI: 6%-23%, p<0.001)であり、有意な上昇がみられた。一方で、0-0.5Gy の範囲では ERR の優位な上昇は見られなかった。被ばく者の死因のうち、脳卒中と心臓病は 1/3 程度を占め、がんと並んで主要な死因となっている。		

書誌情報	作業 No.	801	著者	Yamada, M., Wong, F.L., Fujiwara, S., Akahoshi, A., Suzuki, G.
	PMID(PubMedID)	15161358	タイトル	Noncancer disease incidence in atomic bomb survivors, 1958-1998
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Radiat. Res. 161, 622-632, 2004
対象	国	日本	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	—		
	従事作業	広島、長崎の原爆被ばく者(LSS コホート)		
	人数	86,611 人		
	年齢	被爆当時年齢 0-50 歳以上		
	性別	男性 35,687 人、女性 50,924 人		
	比較群	記載なし		
追跡	追跡期間	1950 年 10 月から 2003 年末まで		
	追跡率 解析対象割合	100%		
ばく露指標	作業名	原爆被ばく	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	外部ばく露	2002 年線量推定方式(DS02)		
	内部ばく露			
ばく露レベル	ばく露期間	原爆被ばく		
	ばく露年数	原爆被ばく		
	平均濃度	情報なし		
	濃度範囲	重み付け台帳被ばく量 5mGy 未満 ~2000mGy の範囲で分類(表 1)		
	線種・核種	情報なし		
健康影響	影響の種類	死亡	影響評価の精度	影響評価の不確実性が存在
	情報源	戸籍と死亡診断書から ICD7~10 に 則り分類	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	戸籍		
交絡因子 の収集	喫煙	1978 年に郵送による聞き取り調査 で収集	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	同上(飲酒、肥満、糖尿病について 調査)		
解析	使用モデル	線形の線量反応モデル		
	交絡調整方法	喫煙、飲酒、肥満、糖尿病と、被ばく による脳卒中、心臓病のリスク上昇 には関係がみられなかった。		
アウトカム 指標 および アウトカム	甲状腺疾患(1Sv の被ばく量における RR:1.33(95%CI: 1.19-1.49))、慢性肝臓疾患および肝硬変(1.15(95%CI: 1.06-1.25))、子宮筋腫(1.46(95%CI: 1.27-1.67))について、被ばく量に伴う有意な発症率の上昇が確認されたほか、白内障との正の相関、緑内障との負の相関の他、二次関数モデルを仮定した上で、高血圧((1Sv の被ばく量における RR:1.03(95%CI: 1.00-1.06))、 $p=0.028$)と心筋梗塞 RR:1.25(95%CI: 1.00-1.69))、 $p=0.05$)について発症率の増加が有意に観察された。			

書誌情報	作業 No.	802	著者	McGeoghegan, D., Binks, K., Gillies, M., et al.
	PMID(PubMedID)	18319298	タイトル	The non-cancer mortality experience of male workers at British Nuclear Fuels plc, 1946-2005
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Int. J. Epidemiol. 37, 506-518, 2008
対象	国	イギリス	選択バイアス (問題点を記載)	健康労働者効果が見られる
	施設名	核燃料会社		
	従事作業	—		
	人数	64,937 人		
	年齢	—		
	性別	情報なし		
	比較群	事故後 1 年以内にチェルノブイリ区域に入った作業員 29,003 人		
追跡	追跡期間	1986-2000 年		
	追跡率	—		
ばく露指標	作業名	緊急作業	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	当該区域に入った時期と期間による影響を評価するようコホートを設定
	外部ばく露	循環器系の非がん疾患		
	内部ばく露	—		
ばく露レベル	ばく露期間	当該地域への滞在期間ごとにグループ分け(6 週間未満(平均 3 週間)、6 週以上 12 週間未満(平均 9 週間)、12 週以上(平均 20 週間))	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	ばく露年数	同上		
	平均濃度	0.109Gy		
	濃度範囲	—		
	線種・核種	—		
健康影響	影響の種類	がん以外の疾病の発生	影響評価の精度	情報なし
	情報源	RNMDR	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし
	収集の方法	同上		
交絡因子の収集	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	社会経済的影響が見られる
	その他	なし		
解析	使用モデル	ポアソン回帰		
	交絡調整方法	実施せず		
アウトカム指標およびアウトカム	IHD 罹患の ERR/Sv0.41(95%CI:0.05,0.78)、本態性高血圧罹患の ERR/Sv0.36(95%CI:0.005,0.71)、脳血管疾患罹患の ERR/Sv0.45(95%CI:0.11,0.80)。事故の発生した年にチェルノブイリ区域に入った緊急作業員 29,003 人の滞在期間別特別解析の結果は脳血管疾患罹患の ERR/Sv0.89(6 週間未満)であった。			

書誌情報	作業 No.	803	著者	Ivanov, V.K., Maksioutov, M.A., Chekin, S.Y., et al.
	PMID(PubMedID)	16505616	タイトル	The risk of radiation-induced cerebrovascular disease in Chernobyl emergency workers
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Health Phys. 90, 199-207, 2006
対象	国	ロシア	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	チェルノブイリ発電所		
	従事作業	緊急作業		
	人数	61,017 人		
	年齢	18-29, 30-34, 35-39, 40-44, 45+ の 6 段階で分類		
	性別	情報なし		
	比較群	事故後 1 年以内にチェルノブイリ区域に入った作業員 29,003 人		
追跡	追跡期間	1986-2000 年	情報なし	情報なし
	追跡率	—		
ばく露指標	作業名	緊急作業	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	当該区域に入った時期と期間による影響を評価するようコホートを設定
	外部ばく露	循環器系の非がん疾患		
	内部ばく露	—		
ばく露レベル	ばく露期間	当該地域への滞在期間ごとにグループ分け(6 週間未満(平均 3 週間)、6 週以上 12 週間未満(平均 9 週間)、12 週以上(平均 20 週間))	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	ばく露年数	同上		
	平均濃度	0.109Gy		
	濃度範囲	—		
	線種・核種	—		
健康影響	影響の種類	がん以外の疾病の発症	影響評価の精度	情報なし
	情報源	RNMDR	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし
	収集の方法	同上		
交絡因子の収集	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	過度の体重、高コレステロール血症、喫煙、アルコール消費量他の因子について調整されていなかった。
	その他	なし		
解析	使用モデル	ポアソン回帰	交絡バイアス (問題点を記載)	過度の体重、高コレステロール血症、喫煙、アルコール消費量他の因子について調整されていなかった。
	交絡調整方法	実施せず		
アウトカム指標およびアウトカム	IHD 罹患の ERR/Sv0.41(95%CI:0.05,0.78)、本態性高血圧罹患の ERR/Sv0.36(95%CI:0.005,0.71)、脳血管疾患罹患の ERR/Sv0.45(95%CI:0.11,0.80)。事故の発生した年にチェルノブイリ区域に入った緊急作業員 29,003 人の滞在期間別特別解析の結果は脳血管疾患罹患の ERR/Sv0.89(6 週間未満)であった。			

書誌情報	作業 No.	804	著者	Azizova, T.V., Muirhead, C.R., Druzhinina, M.B., et al.
	PMID(PubMedID)	20681782	タイトル	Cardiovascular diseases in the cohort of workers first employed at Mayak PA in 1948-1958
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Radiat. Res. 174, 155-168, 2010
対象	国	ロシア	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	マヤーク核処理施設		
	従事作業	主要プラントで従事した作業		
	人数	12,210 人		
	年齢	従事時の平均年齢は男性 25.14±7.43 歳、女性 24.62±5.99 歳		
	性別	女性は 29.1%		
追跡	追跡期間	1948-2000 年	比較群	追跡期間中の生存者
	追跡率	95.0%		
ばく露指標	作業名	—	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	外部ばく露	外部γ線		
	内部ばく露	α線		
ばく露レベル	ばく露期間	14.44±13.32 年(原子炉)、11.49±12.55 年(放射化学)、13.94±12.55 年(プルトニウムプラント)	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	ばく露年数	同上		
	平均濃度	外部γ線 0.91Gy(男性), 0.65Gy(女性)、Puα線 0.40Gy(男性), 0.81Gy(女性)		
	濃度範囲	—		
	線種・核種	γ線、Puα線		
健康影響	影響の種類	循環器系疾患の発症	影響評価の精度	情報なし
	情報源	—	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし
	収集の方法	同上		
交絡因子の収集	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	なし		
解析	使用モデル	ポアソン回帰(AMFIT ソフトを使用)	交絡調整方法	実施せず
	交絡調整方法	実施せず		
アウトカム指標およびアウトカム	外部γ線による虚血性心疾患(IHD)へ罹患する ERR/Gy は 0.109(95%CI, 0.049~0.168)、虚血性心疾患(IHD)による死亡 ERR/Gy は 0.065(95%CI, -0.017~0.148)であった。外部γ線による心筋梗塞(AMI)へ罹患する ERR/Gy は 0.029(95%CI, -0.017~0.134)、外部γ線による死亡 ERR/Gy は 0.265(95%CI, 0.004~0.526)であった。外部放射による IHD へのリスクは他の大規模研究とほぼ一致していた。			

書誌情報	作業 No.	21	著者	Ashmore JP, Krewski D, Zielinski JM, Jiang H, Semenciw R, Band PR
	PMID(PubMedID)	9753011	タイトル	First analysis of mortality and occupational radiation exposure based on the National Dose Registry of Canada
	研究方法	コホート研究	雑誌名, 年, 巻, 頁	Am J Epidemiol 148:564-574;1998
対象	国	カナダ	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	—		
	従事作業	1951-1983年に全国線量登録に登録された全放射線作業員		
	人数	2,861,093人年【表4】		
	年齢	1951-1987年にモニターされた年齢層は16歳から86歳以上で5歳階級ごとに累計【表3】		
	性別	男性105,456人(51%)、女性101,164人(49%)		
	比較群	全国線量登録がされた全放射線作業員のうち、死亡記録がない者		
追跡	追跡期間	平均して14年	ばく露指標	線量測定値は、5団体から提供されており、年代によって測定タイプ(フィルム、TLD、レムカウンター等)や報告限界値(0.01-0.40の範囲)が違ふ。頻度は、週、隔週、月1回もしくは必要に応じてモニターされる。【表1】
	追跡率 解析対象割合	81%(206,620/256,425人) 29%は情報不足、1984年以降のモニター欠如、16歳未満のため除外		
ばく露レベル	作業名	全国線量登録がされた職業被ばく種は、歯科、医科、医科以外の産業(カナダ原子力会社を含む)、原子力発電所の4タイプ【表4】	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	
	外部ばく露	保健省の放射線防護局が管理する		
	内部ばく露	全国線量登録の記録		
	ばく露期間	情報なし		
	ばく露年数	情報なし		
健康影響	平均濃度	累積全身照射量の平均は、6.3mSv。職業別の累積全身照射量および平均線量は、【表4】。累積全身照射量5mSvごとの人数は【表2】。(177,703人は、5mSv以下、うち93,260人は、報告限界値以下。1.4%は、10mSvを超える。)	観察バイアス (問題点を記載)	線量登録と死亡データベースの照合に際して、検出漏れや誤検出によるリンクエラーが潜在的なバイアスとなる。バイアスを最小化させるためにエラーのしきい値を設定。なお、1960年中盤以降は社会保障番号制によりリンクエラーは低い。
	濃度範囲	上項参考		
	線種・核種	情報なし		
	影響の種類	死亡		
交絡因子の収集	情報源	カナダ統計局が管理するカナダ死亡データベース	交絡バイアス (問題点を記載)	社会経済状況によるアウトカムへのインパクトはない。
	収集の方法	情報なし		
解析	喫煙	情報なし	交絡調整方法	情報なし
	その他	変数として、年齢(5歳階級)、性別、暦年(5年階級)、職業別、初回暴露からの経時(5年階級)、累積全身照射量の6項目を設定。		
アウトカム指標およびアウトカム	SMRは、男性0.59(90%CI: 0.57-0.60)、女性0.62(90%CI: 0.59-0.65)。【表5,6】 男性、全死亡のERR = 2.5(90%CI: 1.5-3.5)、死因別のERRは、全がん3.0(90%CI: 1.1-4.9)、肺がん3.6(90%CI: 0.4-6.9)、循環器系疾患2.3(90%CI: 0.9-3.7)、事故8.8(90%CI: 2.7-15.0)。 女性、全死亡のERR = 5.5(90%CI: 0.6-10.3)。【表7,8】			

書誌情報	作業 No.	533	著者	Vrijheid, M., Cardis, E., Ashmore, P., et al.
	PMID(PubMedID)	17666424	タイトル	Mortality from diseases other than cancer following low doses of ionizing radiation: results from the 5-Country Study of nuclear industry workers
	研究方法	メタアナリシス(放射線被ばくによるがん以外の疾病への影響に対する疫学研究の解析)	雑誌名・年・巻・頁	Int. J. Epidemiol. 36, 1126-1135, 2007
対象	国	オーストラリア、ベルギーなど IARC に参加する 15 カ国(表 1)	選択バイアス (問題点を記載)	臓器線量バイアス
	施設名	各研究による		
	従事作業	放射線産業での従事者		
	人数	275,312 人のうちがん以外で死亡した 11,255 人		
	年齢	60 歳未満 3,777 人、60 歳以上 70 歳以下 3,464 人、70 歳より上 4,014 人		
	性別	男性 10,700 人、女性 555 人		
追跡	比較群	各研究による	追跡期間	表 1 参照
	追跡率	各研究による		
ばく露指標	作業名	各研究による	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	外部ばく露	同上		
	内部ばく露	同上		
ばく露レベル	ばく露期間	各研究による	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
	ばく露年数	同上		
	平均濃度	累積線量は 0.0207Sv(0.0~0.5Sv 超)		
	濃度範囲	同上		
健康影響	線種・核種	同上	影響評価の精度	情報なし
	影響の種類	がん以外の疾病の発生		
	情報源	各研究による		
交絡因子の収集	収集の方法	同上	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし
	喫煙	各研究による		
解析	その他	アルコール、ライフスタイル関連因子	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	使用モデル	各研究による		
アウトカム指標およびアウトカム	交絡調整方法	同上	表 2 参照。低線量の研究では非悪性疾患からの死亡率と放射線量との間に明確なエビデンスは得られなかった。	

書誌情報	作業 No.	792	著者	Muirhead, C.R., O' Hagan, J.A., Haylock, R.G., et al.
	PMID(PubMedID)	19127272	タイトル	Mortality and cancer incidence following occupational radiation exposure: third analysis of the National Registry for Radiation Workers
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Br. J. Cancer 100, 206-212, 2009
対象	国	英国	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	核兵器研究所など放射線業務を行う施設		
	従事作業	放射線業務従事者		
	人数	174,561 人		
	年齢	—		
	性別	女性は 10%		
追跡	比較群	イングランドとウェールズの一般市民の死亡		
	追跡期間	1976-2001 年		
追跡率	追跡率	99%		
	作業名	—	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
ばく露指標	外部ばく露	電離放射線		
	内部ばく露	同上		
ばく露レベル	ばく露期間	2 年以上		
	ばく露年数	同上		
	平均濃度	24.9mSv		
	濃度範囲	—		
線種・核種	—			
健康影響	影響の種類	がんによる死亡	影響評価の精度	情報なし
	情報源	NHS の中央がん登録 (NHSCR) と地域がん登録	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし
	収集の方法	同上		
交絡因子の収集	喫煙	喫煙	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	アスベスト		
解析	使用モデル	SMR を用いたトレンド検定と異質性検定		
	交絡調整方法	同上		
アウトカム指標およびアウトカム	がん死亡数と外部放射線量との相関について解析すると、データは既存の放射線リスク推定値とも、相関関係がないこともほとんど一致していた。しかし、放射線誘発性ではないと考えられる CLL を除外すると (UNSCEAR、2008 年)、第 2 回解析 (NRRW-2) では、線量増大に伴い白血病死亡数が増加するトレンドについて、どちらともいえない形跡がみられた。			

書誌情報	作業 No.	91	著者	Carr, Z.A., Land, C.E., Kleinerman, R.A., et al.
	PMID(PubMedID)	15708264	タイトル	Coronary heart disease after radiotherapy for peptic ulcer disease
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys. 61, 842-850, 2005
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	放射線治療を受けた消化性潰瘍患者の患者は外科手術に耐えられないといった心臓の不具合があった可能性がある。
	施設名	University of Chicago Medical Center		
	従事作業	消化性潰瘍患者に対する放射線(X線)治療		
	人数	1,859名		
	年齢	先行研究に詳細記載		
	性別	先行研究に詳細記載		
追跡	比較群	同施設で別治療を受けた1,860名		
	追跡期間	~1997年		
追跡率	追跡率	情報なし		
	作業名	消化性潰瘍患者に対する放射線(X線)治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	心臓のばく露量は照射箇所と線量と器官の重量から推定。
ばく露指標	外部ばく露	消化性潰瘍患者に対する放射線(X線)治療		
	内部ばく露	-		
ばく露レベル	ばく露期間	1936-1965年		
	ばく露年数	1日1.5Gy(5分照射)の放射線治療を6-14日にかけて1から2回		
	平均濃度			
	濃度範囲	放射線治療群における心臓のばく露量は1.6-3.9Gy(直接照射されたケースは7.6-18.4Gy)		
線種・核種	X線			
健康影響	影響の種類	冠動脈性心疾患(CHD)、脳血管障害の発生	影響評価の精度	記載なし
	情報源	National Death Index Plus, Social Security Administration Mortality Files and Presumed Living Files, and Pension Benefit Information records	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法			
交絡因子の収集	喫煙	あり	交絡バイアス (問題点を記載)	循環器疾患と関連性が示されている脂質異常症、高血圧、肥満、糖尿病、身体活動について検討されていない。
	その他	年齢、治療年代、性、人種、婚姻、飲酒		
解析	使用モデル	Cox 比例ハザードモデル (Cox proportional hazards regression analysis) を用いて冠動脈性心疾患(CHD)及び脳血管障害と放射線治療の関連を分析。		
	交絡調整方法	上記分析において、交絡因子を共変量として入力した上でモデル内調整。		
アウトカム指標およびアウトカム	放射線治療群においては、期待される死亡数より多いCHD死亡数が観察された。CHDのリスクは心臓におけるばく露量に比例して増加(p値=0.01)。脳血管障害のリスクは代替指標となる頸動脈におけるばく露量とは関連しなかった。			

書誌情報	作業 No.	805	著者	Davis, F.G., Boice Jr., J.D., Hrubec, Z., Monson, R.R.
	PMID(PubMedID)	2790825	タイトル	Cancer mortality in a radiation-exposed cohort of Massachusetts tuberculosis patients.
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年;巻:頁	Cancer Res. 49, 6130-6136, 1989
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	マサチューセッツ州の 12 の病院		
	従事作業	肺の虚脱に対する治療における X 線透視		
	人数	6,285 名		
	年齢	-		
	性別	女性 49%		
比較群	1922 年から 1954 年の間に診断された結核患者 13,385 名のうち、X 線照射を受けた 6,285 名を除いた 7,100 名			
追跡	追跡期間	平均 25 年(最大 50 年)		
	追跡率			
ばく露指標	作業名	肺の虚脱に対する治療における X 線透視	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	外部ばく露	肺の虚脱に対する治療における X 線透視		
	内部ばく露	-		
ばく露レベル	ばく露期間			
	ばく露年数	平均 77 回(平均 29 ヶ月)		
	平均濃度	乳房 0.75Gy、肺 0.84Gy、食道 0.80Gy、活性骨髄 0.09Gy		
	濃度範囲			
線種・核種	X 線			
健康影響	影響の種類	がんを含む様々な死亡	影響評価の精度	記載なし
	情報源	Vital Statistics Offices, Social Security Administration, National Death Index,	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	上記情報及び 関係者へのヒアリング		
交絡因子の収集	喫煙	あり	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	性、結核の程度、気胸、飲酒		
解析	使用モデル	詳細情報なし		
	交絡調整方法	なし		
アウトカム指標およびアウトカム	治療群において、全てのがんによる死亡リスクについては増加が見られなかった(SMR=1.05, n=424)。これに対し、比較群においては癌による死亡リスクが増加し(SMR=1.3)、喫煙、飲酒の影響が顕著であった。治療群において、乳がん(SMR=1.4, n=62)及び食道がん(SMR=2.1, n=14)は有意に増加した。また食道がんについては、ばく露からの経過年数に伴いリスクが低下した。肺がん(SMR=0.8, n=69)及び白血病(SMR=1.2, n=17)のリスクは増加しなかった。肺については豊富な線量情報があるものの、用量依存性は見られず、ばく露後経過年数やばく露時年齢の影響も見られなかった。			

書誌情報	作業 No.	806	著者	Darby, S.C., Doll, R., Gill, S.K., et al.
	PMID(PubMedID)	2002095	タイトル	Long term mortality after a single treatment course with Xrays in patients treated for ankylosing spondylitis
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Br. J. Cancer 55, 179-190, 1987
対象	国	英国	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	87 の放射線治療施設		
	従事作業	強直性脊椎炎(AS)患者への X 線治療		
	人数	14,106 名(183,749 人年)		
	年齢	平均年齢等の情報なし		
	性別	男性 12,160 名、女性 2,394 名		
	比較群	イングランド及びウェールズの一般人		
追跡	追跡期間	1983 年 1 月まで		
	追跡率	-		
ばく露指標	作業名	強直性脊椎炎(AS)患者への X 線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	記載なし
	外部ばく露	強直性脊椎炎(AS)患者への X 線治療		
	内部ばく露	-		
ばく露レベル	ばく露期間	治療は 1935-1954 年に実施された。		
	ばく露年数	不明		
	平均濃度	情報なし		
	濃度範囲	情報なし		
	線種・核種	X 線		
健康影響	影響の種類	がん、白血病、その他疾病による死亡	影響評価の精度	記載なし
	情報源	先行研究	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法			
交絡因子の収集	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他			
解析	使用モデル	Mantel-Haenszel 検定、x2 検定		
	交絡調整方法	コホート研究		
アウトカム指標およびアウトカム	<p>白血病または結腸がん以外の腫瘍については死亡率が 28%高くなっており、治療が要因として想定される。死亡率の増加は照射後 10.0 から 12.4 年後に 71%と最も高くなり、その後減少し、25 年後以降の死亡率の増加はわずか 7%であり、食道がんのみ有意に RR が増加した。RR の大きさや治療後の傾向は、治療時の年齢とは関連が見られなかった。</p> <p>白血病については放射線治療の影響で死亡率が 3 倍程度増加が見られた。RR は治療後 2.5-4.9 年後に最も高くなり、その後減少するものの、25 年後以降もほぼ 2 倍程度あった。急性骨髄性白血病、急性リンパ性白血病、慢性骨髄性白血病のリスクはいずれも増加したが、慢性リンパ性白血病については増加が見られなかった。</p> <p>潰瘍性大腸炎から引き起こされる脊椎炎と関連が示されている結腸がんについては、死亡率が 30%増加した。非腫瘍性疾患については、死亡率が 51%増加したものの、治療ではなく強直性脊椎炎がその原因と考えられる。様々な疾病で死亡率が増加しており、強直性脊椎炎と直接関係のないものも含まれている。</p>			

書誌情報	作業 No.	132	著者	Darby, S.C., McGale, P., Taylor, C.W., et al.
	PMID(PubMedID)	16054566	タイトル	Long-term mortality from heart disease and lung cancer after radiotherapy for early breast cancer: prospective cohort study of about 300,000 women in US SEER cancer registries
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年;巻:頁	Lancet Oncol. 6, 557-565, 2005
対象	国	米国	選択バイアス (問題点を記載)	記載なし
	施設名	米国内の医療機関		
	従事作業	早期乳がんに対する放射線治療		
	人数	115,165 名(女性)		
	年齢			
	性別	女性		
比較群	早期乳がんと診断された女性 308,861 名のうち放射線治療を受けた 115,165 名以外			
	追跡期間	1973-2002 年		
追跡	追跡率			
	作業名	早期乳がんに対する放射線治療	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
外部ばく露	早期乳がんに対する放射線治療			
内部ばく露	-			
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし		
	ばく露年数	情報なし		
	平均濃度	情報なし		
	濃度範囲	情報なし		
	線種・核種	情報なし		
健康影響	影響の種類	心臓疾患、肺がんによる死亡	影響評価の精度	記載なし
	情報源	US Surveillance Epidemiology and End Results (SEER)	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法			
交絡因子の収集	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	記載なし
	その他	なし		
解析	使用モデル	死亡率は、人種、5 年別に階層化され、年齢、診断時、診断からの経過時間をもとにポアソン回帰によって算出。傾向検定および異質性検定はポアソン分布 j に基づく加重最小二乗法によって実施。		
	交絡調整方法	なし		
アウトカム指標およびアウトカム	1973-82 年に診断され治療を受けた女性の右乳がんに対する左乳がんの心臓死亡率はで 10 年未満で 1.20 (95% CI 1.04-1.38)、10-14 年で 1.42 (1.11-1.82)、15 年以上で 1.58 (1.29-1.95) であった。1983-92 年に診断された心臓死亡率は 10 年未満で 1.04 (0.91-1.18)、10 年以上で 1.27 (0.99-1.63) であった。1993-2001 に診断された女性は 0.96 (0.82-1.12) であり、10 年以上の観察はない。			

書誌情報	作業 No.	223	著者	Hauptmann, M., Mohan, A.K., Doody, M.M., Linet M.S., Mabuchi, K.
	PMID(PubMedID)		タイトル	Mortality from diseases of the circulatory system in radiologic technologists in the United States
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Am. J. Epidemiol. 157, 239-248, 2003
対象	国	アメリカ	選択バイアス (問題点を記載)	被ばく量が高いと予想される特定の機器の利用有無に被ばく量が左右されるが、ほとんどの被験者は複数もしくは全ての機器の利用経験を持ったため、層化した分析は行わなかった。
	施設名			
	従事作業	放射線技師		
	人数	90,284 人 (1,107,100 人年)		
	年齢	最初に作業に従事した年齢: 20 歳以下: 1,904 人 21-25 歳: 10,580 人 26 歳以上: 7,546 人		
	性別	男性: 20,773 人 女性: 69,511 人		
	比較群	記載なし		
追跡	追跡期間	1983 年-1997 年		
	追跡率	85%		
ばく露指標	作業名	蛍光透視法、X 線検査、放射線同位元素治療等	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	曝露線量そのものを評価していない。
	外部ばく露	個別の被験者の被ばく線量は測定せず		
ばく露レベル	内部ばく露			
	ばく露期間	1926-1989 年間に 2 年以上業務に従事した者		
	ばく露年数	1926-1989 年間に 2 年以上業務に従事した者		
	平均濃度	1935 年から 1950 年代まで従事した作業者の累積被ばく量を 2Sv 以上と想定		
	濃度範囲			
	線種・核種			
健康影響	影響の種類	循環器系疾患(脳血管疾患、虚血性心疾患等)による死亡	影響評価の精度	医療記録を用いた死因の確認は行わなかった。
	情報源	American Registry of Radiologic Technologists	観察バイアス (問題点を記載)	記載なし
	収集の方法	American Registry of Radiologic Technologists の毎年の更新において情報を取得。資格を更新しなかった者に対しても、各種社会保障登録により追跡を行った。死亡者に対しては、死亡診断書により死因を収集した。		
交絡因子の収集	喫煙	喫煙を含む下記の因子について郵送で調査を実施。	交絡バイアス (問題点を記載)	高血圧や糖尿病など他の循環器疾患に影響を与えるリスクを考慮していない。
	その他	性別、人種、年齢、教育、喫煙歴、BMI、飲酒量、結婚の有無、出産回数等で層化		
解析	使用モデル	ポワソン分布に従うと仮定して、両側検定		
	交絡調整方法	喫煙により循環器疾患のリスクが上昇		
アウトカム指標およびアウトカム	1960 年以降に作業に従事した群と比較して、従事年数が長くなるほど循環器疾患による死亡リスクに優位な増加がみられた(p<0.001)。個別には、脳血管疾患(p=0.004)、虚血性心疾患(p=0.026)で従事年数と死亡リスクが有意な増加関係にあった。特に、1950 年以前の被ばく量が高かったとみられる時期における死亡率の増加が著しかった。			

書誌情報	作業 No.	807	著者	Berrington, A., Darby, S.C., Weiss, H.A., et al.
	PMID(PubMedID)	11459730	タイトル	100 years of observation on British radiologists: mortality from cancer and other causes 1897-1997
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年・巻・頁	Br. J. Radiol. 74, 507-519, 2001
対象	国	英国	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	医療機関		
	従事作業	放射線撮影、治療等		
	人数	2,698 人		
	年齢	—		
	性別	男性のみ		
追跡	比較群	英国男性、ソーシャルクラス I の男性、男性医療従事者		
	追跡期間	1897-1997 年		
追跡	追跡率	100%		
	作業名	—	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	1954 年までの登録者については長期ばく露効果がある
ばく露指標	外部ばく露	電離放射線		
	内部ばく露	—		
ばく露レベル	ばく露期間	情報なし		
	ばく露年数	同上		
	平均濃度	全生涯での平均線量: 20Sv(1897~1920 年)、3.8Sv(1921~35 年)、1.25Sv(1936~54 年)、0.1Sv(1955~79 年)		
	濃度範囲	—		
	線種・核種	電離放射線		
健康影響	影響の種類	がんとその他の要因による死亡	影響評価の精度	情報なし
	情報源	ONS, CSA, NHSCR	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし
	収集の方法	同上		
交絡因子の収集	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	なし		
解析	使用モデル	ポアソン回帰		
	交絡調整方法	実施せず		
アウトカム指標およびアウトカム	1897 年から 1979 年に英国王立放射線科専門医会に登録した放射線技師 2,698 人について全開業医に比べてがんによる死亡は有意に高かったが(SMR=1.04(95%CI,0.89-1.21))、1954 年までに登録した対象者の長期効果によるもので 1954 年以降での比較には有意な差が見られなかった。			

書誌情報	作業 No.	808	著者	Kreuzer, M., Kreisheime, M., Kandel, M., et al.
	PMID(PubMedID)	16897062	タイトル	Mortality from cardiovascular diseases in the German uranium miners cohort study, 1946-1998
	研究方法	コホート研究	雑誌名・年;巻:頁	Radiat. Environ. Biophys. 45, 159-166, 2006
対象	国	ドイツ	選択バイアス (問題点を記載)	情報なし
	施設名	ウラン施設(Wismut uranium company)		
	従事作業	ウラン鉱山での作業		
	人数	59,001 人		
	年齢	—		
	性別	男性のみ		
追跡	比較群	追跡期間中の生存者		
	追跡期間	1946-1998 年		
ばく露指標	追跡率	100%		
	作業名	—	ばく露評価の精度 (問題点を記載)	情報なし
外部ばく露	外部γ線			
内部ばく露	—			
ばく露レベル	ばく露期間	6ヶ月以上、		
	ばく露年数	同上		
	平均濃度	γ線による外部被ばく0.041Sv(0~0.3Sv以上)		
	濃度範囲	—		
線種・核種	γ線			
健康影響	影響の種類	循環器系疾患による死亡	影響評価の精度	情報なし
	情報源	—	観察バイアス (問題点を記載)	情報なし
	収集の方法	同上		
交絡因子の収集	喫煙	なし	交絡バイアス (問題点を記載)	情報なし
	その他	なし		
解析	使用モデル	ポアソン回帰		
	交絡調整方法	実施せず		
アウトカム指標およびアウトカム	1946年から1989年の間に6ヶ月以上作業に従事した59,001人について、γ線の外部被ばくによる心臓疾患による死亡ERR/Svは-0.35(95%CI, -0.7~0.009)、脳血管疾患による死亡ERR/Svは0.09(95%CI, -0.6~0.8)であり有意な差は見られなかった。			

白内障と放射線被ばくに関する医学的知見について

I. 白内障に関する文献レビュー結果

白内障については、ICRP Publication 118 (ICRP Statement on Tissue Reactions and Early and Late Effects of Radiation in Normal Tissues and Organs – Threshold Doses for Tissue Reactions in a Radiation Protection Context) の 2.6 節に評価結果が示されている。

1. 原爆被ばく者を対象とした疫学調査

以下の文献は、ゼロあるいは低いしきい値を支持している調査結果である。

文献 No.344

Minamoto, A., Taniguchi, H., Yoshitani, N., et al.

Cataract in atomic bomb survivors

Int. J. Radiat. Biol. 80, 339–345, 2004

被ばく時に 13 歳未満であった 913 名の白内障の検査結果について、DS86 線量評価を基にして、都市、年齢、性別及び喫煙による因子を補正した結果、線量増加に伴う皮質及び後囊下白内障の有意な増加が示された。

文献 No.364

Nakashima, E., Neriishi, K., Minamoto, A.

A reanalysis of atomic-bomb cataract data, 2000–2002: a threshold analysis

Health Phys. 90, 154–160, 2006

DS02 線量評価を基にして、水晶体デジタル画像の再分析、子宮内被ばくの被験者の分離により、しきい線量の最良の推定値が、皮質白内障が 0.6Gy (90%CI : 0.0~1.2) 及び後囊下白内障が 0.7Gy (90%CI : 0.0~2.8) であることが示された。

文献 No.368

Neriishi, K., Nakashima, E., Minamoto, A., et al.

Postoperative cataract cases among atomic bomb survivors: radiation dose response and threshold

Radiat. Res. 168, 404–408, 2007

白内障手術を受けた原爆被災者による線量反応の増加 (1Gy での OR=1.39, 95%CI : 1.24~1.55) が示された。線量しきい値については、年齢、性別、糖尿病及び他の潜在

的交絡因子で補正後、0.1Gy (95%CI : 0-0.8) が示された。

2. 放射線作業者を対象とした疫学調査

以下の文献は、ゼロあるいは低いしきい値を支持している調査結果である。

文献 No.809

Jacobson, B.S.

Cataracts in retired actinide-exposed radiation workers

Radiat. Prot. Dosim. 113, 123–125, 2005

3カ所の米国 DOE 施設の引退したウラン処理作業員（年齢中央値 76 歳）97 名を対象にした調査では、後囊下白内障（大部分は両側性）の発症率が 20.6%で、発症していない被ばく者の被ばく線量の平均が 89mSv に対して、発症した被ばく者の被ばく線量の平均が 168mSv であった。被ばく量の低かった被ばく者（15.1%）と比較して、200mSv 以上被ばくした被ばく者（37.5%）での症例数は有意な増加が認められることが示された。

文献 No.810

Worgul, B.V., Kundiyev, Y.I., Sergiyenko, N.M., et al.

Cataracts among Chernobyl clean-up workers: implications regarding permissible eye exposures

Radiat. Res. 167, 233–243, 2007

チェルノブイリ事故処理員 8,607 名を対象に、事故から 12 年後及び 14 年後に、受けた被ばくの詳細な記録が残っている者を選別し、水晶体について細隙灯生体顕微鏡検査を行った。事故から 12 年後の検査では、平均年齢 45 歳で、前白内障変化が 30%、病期 I の混濁化が 20%の有病率で認められた。病期 I の混濁は、後囊下白内障（1Gy での OR=1.4、95%CI : 1.0~2.0）、皮質混濁（1Gy での OR=1.5、95%CI : 1.1~2.1）の線量反応として示された。より進行した混濁（病期 II~V）では、高いリスク（1Gy での OR=1.8、95%CI : 0.9~3.7）を示唆する結果が示されたが有意ではなかった。核性白内障については有意な線量反応は見られなかった（1Gy での OR=1.07）。病期 I の後囊下白内障及び皮質白内障のしきい線量の最良推定値は 350mGy が得られ、700mGy 以上の値については信頼区間から除外された。これらの結果から、慢性被ばくによる検出可能な混濁に関する線量しきい値が 1Gy 未満であることが示唆される。

以下の文献は、ゼロあるいは低いしきい値について疑問視した調査結果である。

文献 No.811

Voelz, G.L.

Eye-survey study of nuclear-reactor workers

J. Occup. Med. 9, 286–292, 1967

低線量の γ 線及び β または中性子線により職業的に被ばくした40歳未満の米国の原子炉作業員約850名を対象にした調査結果からは、視覚障害の放射線被ばくとの関連は少なく、放射線被ばくによる白内障は検出されなかったと結論付けた。

文献 No.812

Guskova, A.K.

Fifty years of the nuclear industry in Russia – through the eyes of a physician

Atom. Energy 87, 903–908, 1999

マヤーク及び他の地域からの被験者の調査結果から、2～10Gyの急性被ばくにより、視力損失を伴う後囊下白内障が発症するが、同一の線量での慢性被ばくでは、白内障をはじめとする視覚障害または眼症状は発症しないと結論付けた。

文献 No.813

Mikryukova, L.D., Ostroumova, E.V., Ekgardt, V.F., et al.

Incidence of visual disturbances among residents of the Techa riverside villages

11th International Congress of the International Radiation Protection Association

Abstract 1e14. Madrid, Spain, 23–28, 2004

1950年～1952年にTeca川流域沿いに居住していた住民約3万人に対して1951年～1999年にかけて眼球検査を行ったところ、白内障の診断率が26%と眼疾患の中で最も多かったが、放射線被ばくとの関連が弱いと示唆される結果であった。

文献 No.814

Okladnikova, N.D., Sumina, M.V., Pesternikova, V.S., et al.

Long-term consequences of external gamma-radiation according to the results of the observation of the personnel of the first atomic power plant in the country

Klin. Med. (Mosk.) 85, 21–26, 2007

APS-1 Obninsk原子力発電所の作業員について健康調査した結果、4Gy以上の急性被ばくした作業員のみ放射線被ばくに伴う白内障が認められた。

3. 放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査

以下の文献は、ゼロあるいは低いしきい値を支持している調査結果である。

文献 No.816

Albert, R.E., Omran, A.R., Brauer, E.W., et al.

Follow-up study of patients treated by X-ray epilation for Tinea capitis. II. Results of clinical and laboratory examinations

Arch. Environ. Health 17, 919–934, 1968

頭部白癬治療患者に対して、治療から 15 年後の調査で、初期の後方水晶体変化の発生率の増加が認められた。

文献 No.817

Wilde, G., Sjostrand, J.

A clinical study of radiation cataract formation in adult life following gamma irradiation of the lens in early childhood

Br. J. Ophthalmol. 81, 261–266, 1997

乳児期の皮膚血管腫治療から 30 年～45 年経過した 20 名の被験者について、顔面の未治療側の眼において後囊下水晶体変化が認められ、このときの水晶体線量は平均で 0.1Gy と推定された。

文献 No.818

Hall, P., Granath, F., Lundell, M., et al.

Lenticular opacities in individuals exposed to ionizing radiation in infancy

Radiat. Res. 152, 190–195, 1999

頭部、顔面及び頸部の血管腫を治療するために乳児期（18 月齢未満）に X 線照射またはラジウム療法を受けた被験者 484 名における水晶体混濁の有病率と、乳児期に皮膚布の血管腫を発症したが、放射線による治療を受けなかった未被ばくで同一年齢の被験者 89 名の有病率とを比較した。水晶体の吸収線量は、LOCS-II の水晶体混濁化分類基準を用いて、患者の治療記録、写真、放射線治療の種類、並びにファントムを用いて実験的に得られた値から推定した。いずれかの種類の水晶体混濁が 37%の被験者で認められたが、被ばく時の年齢に関連した線量反応関係は認められなかった。検査時の年齢、線量率及びステロイドの使用の有無について補正すると、皮質混濁は 1Gy での OR=1.50 (95%CI : 1.15~1.95)、及び後囊下白内障は 1Gy での OR=1.49 (95%CI : 1.07~2.08)であることを示した。核水晶体変化に対する線量反応は認められなかった。

以下の文献は、ゼロあるいは低いしきい値について疑問視した調査結果である。

文献 No.819

Hourihan, F., Mitchell, P., Cumming, R.G.

Possible associations between computed tomography scan and cataract: the Blue Mountains Eye Study

Am. J. Public Health 89, 1864–1866, 1999

Blue Mountains Eye 調査の結果から、水晶体への被ばく線量が 0.1Gy 以下で、0.1～0.5Gy のしきい値を排除することはできないとしたが、CT スキャンを受けた個人の被ばく線量と白内障有病率との関連を見いだすことはできなかった。

文献 No.820

Chmelevsky, D., Mays, C.W., Spiess, H., et al.

An epidemiological assessment of lens opacifications that impaired vision in patients injected with radium-224

Radiat. Res. 115, 238–257, 1988

約 20 年前に結核及び強直性脊椎炎を Ra-224 で治療した集団についての放射線誘発による白内障について報告した。水晶体囊での Ra からの放射線の透過性、水晶体上皮での吸収線量などの眼球組織への Ra の取り込み、代謝に関する不確定性により、水晶体への被ばく線量を正確に評価することは難しいが、視覚障害を報告する被験者数が増加し続けることが報告された。大多数の水晶体混濁は両側性であり、報告された 58 例中 25 例が 54 歳未満で発生し、42 例が白内障手術が記録された。後囊下白内障は大部分の被験者で記録されたが、独立した細隙灯検査が実施されたのは 11 例のみであった。若い年齢で診断された白内障は主に高線量率で発生した。データを前期と後期に分けると、最初のしきい値を超える被ばくをした場合のみ、データが線量に対して依存性に適合することを示唆した。60 歳以上では線量と診断時の年齢との関連は見られなかった。放射線誘発の白内障は、約 0.5Bq/kg 体重のしきい値と当該研究のデータが最も適合するとした。

4. 高自然放射線地域や核実験場周辺の住民等を対象とした疫学調査

以下の文献は、ゼロあるいは低いしきい値を支持している調査結果である。

文献 No.821

Day, R., Gorin, M.B., Eller, A.W.

Prevalence of lens changes in Ukrainian children residing around Chernobyl

Health Phys. 68, 632–642, 1995

チェルノブイリ事故により被ばくした小児集団（約 1000 名）について、約 800 名の

未被ばく被験者の対応集団と比較した場合、累積線量の推定値が 29～86mSv の範囲（個々の線量推定値は測定あるいは評価されておらず、記録されている環境線量からの推定値であり、大きな不確かさを含むことに留意する必要がある）で、無症状の後囊下水晶体変化が統計的に有意な増加（3.6%、検査時に 12～17 歳の男児で最大）として観測された。

文献 No.822

Chen, W.L., Hwang, J.S., Hu, T.H., et al.

Lenticular opacities in populations exposed to chronic low-dose-rate gamma radiation from radiocontaminated buildings in Taiwan

Radiat. Res. 156, 71–77, 2001

Co-60 に汚染されたアパートに居住していた小児集団について、非臨床的水晶体変化が 1Gy での OR=1.18 として示された。この集団では、平均被ばく線量は 170mGy であるが、線量範囲が 1～1,200mGy であり、一部の症例では、10 年以上にわたり、>5mGy/年の被ばく線量が報告された。

文献 No.823

Hsieh, W.A., Lin, I.F., Chang, W.P., et al.

Lens opacities in young individuals long after exposure to protracted low-dose-rate gamma radiation in 60Co-contaminated buildings in Taiwan

Radiat. Res. 173, 197–204, 2010

Co-60 に汚染されたアパートに居住していた小児集団についての追跡調査で、一部の小児（全例が 23 歳未満）に対して、無症状限局性水晶体欠陥として検知される放射線被ばく誘発による水晶体変化は、汚染場所から移動した数年後に大きさ及び数が継続して増加することが示された。前方皮質水晶体の無症状限局性水晶体欠陥のスコアの増加は、後部皮質水晶体の無症状限局性水晶体欠陥のスコアの増加より大きかったことが示された。約 200mSv の推定平均累積被ばく線量及び約 54mSv の中央値が、他で報告されている放射線被ばく誘発による白内障のしきい線量の範囲内にあることを示した。

5. その他

以下の文献は、ゼロあるいは低いしきい値を支持している調査結果である。

文献 No.824

Cucinotta, F.A., Manuel, F.K., Jones, J., et al.

Space radiation and cataracts in astronauts

Radiat. Res. 156, 460–466, 2001

米国 NASA 宇宙飛行士の縦断的研究 (LSAH) と個々の職業被ばくデータに参加する 295 人の宇宙飛行士のデータを解析したところ、1 回以上の宇宙飛行に従事した宇宙飛行士の白内障発症リスクは 2.37 (95%CI,1.05-5.36)、宇宙飛行に従事していない場合 2.35 (95%CI,1.01-5.51) となった。低線量放射線被ばく (<8mSv) と白内障の初期の発症及び有病率の増加との関連が示唆された。

文献 No.825

Rastegar, N., Eckart, P., Mertz, M.

Radiation-induced cataract in astronauts and cosmonauts

Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. 240, 543-547, 2002

21 人の宇宙飛行士の眼の混濁度を 395 人の一般者と比較したところ、不透明度の値がわずかに強く、後部皮質 (posterior cortex) や水晶体後囊 (posterior capsule) で増加することが認められた。

文献 No.406

Chylack Jr., L.T., Peterson, L.E., Feiveson, A.H., et al.

NASA study of cataract in astronauts (NASCA). Report 1. Cross-sectional study of the relationship of exposure to space radiation and risk of lens opacity

Radiat. Res. 172, 10-20, 2009

NASA の宇宙飛行士を対象とした白内障についての調査 (NASCA) の予備結果の報告である。この調査は、宇宙飛行による放射線被ばく、放射線誘発白内障の有病率と進行、リスクと放射線防護の様々な決定因子との潜在的関係を調査することを目的としたもので、継続中である。宇宙飛行した 171 名の米国宇宙飛行士のコホートと、宇宙飛行しなかったが適合度が高い 247 名の宇宙飛行士または軍飛行士の対照群との水晶体所見が比較された。大部分の宇宙飛行士は低地球周回軌道でのシャトルミッションに関わり、白内障発症するほどの線量は受けた、あるいは、潜在的に損傷が顕著な重イオンに被ばくする可能性は低かった。皮質部白内障の変動性及び中央値が、対照群と比較して有意に高い ($p=0.015$) とした。また、ベースラインの所見で、宇宙放射線と、後囊下領域 ($p=0.015$) 及び病巣中心 ($p=0.056$) の増加とに正の相関が見られるとして、後囊下白内障の大きさと被ばく線量の相関が宇宙飛行士の集団で認められるとした。一方で、核性白内障は被ばくと関連していないとし、皮質及び後囊下混濁に対する白内障のリスクは低線量で増加しえるとした。

文献 No.796

Chodick, G., Bekiroglu, N., Hauptmann, M., et al.

Risk of cataract after exposure to low doses of ionizing radiation: a 20-year

prospective cohort study among US radiologic technologists

Am. J. Epidemiol. 168, 620–631, 2008

放射線技師 35,700 名（調査開始時に 22～44 歳）を対象に、20 年間追跡し、質問票（白内障の診断または手術の有無は回答者の自己申告）によって水晶体混濁化と白内障手術のリスクを評価した。日光による暴露、肥満、糖尿病、高血圧、関節炎などの潜在的な交絡因子についても分析された。顔面又は頸部に 10 回以上の診断 X 線を受けると、白内障のリスクの増加と有意に関連し、長期の職業的被ばくによる低線量被ばくは白内障診断のリスクの増加とわずかに関連していると結論付けられた。水晶体への被ばく線量が最も高い対象者（平均 60mGy）の補正ハザード比は、水晶体への被ばく線量が最も低いカテゴリーの対象者（平均 5mGy）と比較して、1.18（95%CI : 0.99～1.40）であったが、線量反応傾向は統計的に有意ではなかった。水晶体への被ばく線量の中央値は全コホートで 28.1mGy と推定された。

文献 No.827

Kleiman, N.J., Cabrera, M., Duran, G., Ramirez, R., Duran, A., Van´o´, E.

Occupational risk of radiation cataract in interventional cardiology

Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 49, Presentation abstract 511/D656, 2009

文献 No.828

Van´o´, E., Kleiman, N.J., Duran, A., et al.

Radiation cataract risk in interventional cardiology personnel

Radiat. Res. 174, 490–495, 2010

（文献 No.827 及び No.828）

IVR に関わる医師および診療放射線技師、看護師のコホートと、非医療従事者を対照群として被ばく履歴等に関する詳細な質問票及び包括的な拡張細隙灯検査による調査が行われた。当該調査は、国際原子力機関（IAEA）で行われた。被ばく者 116 名中、12% の対照群と比較して、38% の IVR 医師、21% 診療放射線技師で後囊下混濁が認められた。水晶体に対する累積被ばく線量の平均値は、IVR 医師が 6.0Sv、補助員で 1.5Sv と推定された。未被ばくの対照群と比較して IVR 医師の後囊下混濁の相対リスクは 3.2（95%CI : 1.7～6.1、 $p < 0.005$ ）であった。

II. 文献レビュー結果のまとめ

1. 被ばく線量（ばく露評価）に関するまとめ

ICRP Publication 118 では、急性、長期及び慢性の被ばく集団に関する最近の疫学研究の結果は、ICRP の 1990 年勧告及び 2007 年勧告で示している混濁及び視覚障害が検知するしきい線量がそれぞれ 5Gy および 8Gy はリスクを過小評価している可能性があることを示唆した。初期の疫学研究では白内障手術を必要とする放射線誘発の水晶体変化あるいは視覚障害を検知するための十分な追跡調査が行われていなかった恐れがあることを言及した。さらに、初期の研究での放射線誘発の水晶体変化を検出、定量化、記録するための技術が十分でなく、最近のこれらの技術の向上は、線量の測定・評価精度の向上とともに、低被ばく線量での放射線誘発白内障の所見の見直しに寄与する因子であり得ること、原爆被ばく者、チェルノブイリ事故被災者及び様々な職業的被ばく者の継続的な追跡調査はしきい線量のより正確な推定に繋がる可能性があることが言及された。

2. 最小被ばく線量に関するまとめ

ICRP Publication 118 では、眼の水晶体は、放射線感受性が最も高い組織の一つで、検出可能な水晶体変化は、0.2~0.5Gy で認められるが、他の眼症状は 5~20Gy の急性被ばくまたは分割被ばく後に生じると評価した。なお、ICRP では最終的な結論として、しきい線量の推定値を次のようにまとめた。

調査対象	白内障のタイプ	しきい線量	信頼区間	文献番号
原爆被ばく者 (急性被ばく)	皮質白内障	0.6Sv	90% : 0~1.2Sv	文献 No.364
	後囊下白内障	0.7Sv	90% : 0~2.8Sv	
原爆被ばく者 (急性被ばく)	術後白内障	0.1Gy	95% : 0~0.8Sv	文献 No.368
チェルノブイリ事故処理作業員(分割照射/長期被ばく)	病期 I~V の白内障	0.50Gy	95% : 0.17~0.65Gy	文献 No.810
	病期 I の白内障	0.34Gy	95% : 0.19~0.68Gy	
	放射線誘発以外の病期 I の白内障	0.50Gy	95% : 0.17~0.69Gy	
	病期 I の表面皮質白内障	0.34Gy	95% : 0.18~0.51Gy	
	病期 I の後囊下白内障	0.35Gy	95% : 0.19~0.66Gy	

3. 潜伏期間に関するまとめ

潜伏期間に関して検討している文献は無かった。