

放射性物質及び放射線の関係する 事故・トラブルについて

平成 14 年 4 月

原子力安全委員会
放射線障害防止基本専門部会

目次

はじめに	1
第1章	我が国における放射性物質及び放射線の関係する事故・トラブル について.....	2
1	事業所及び施設.....	2
2	事故・トラブルの事例.....	2
3	放射線障害防止法に関する事故・トラブル.....	2
4	原子炉等規制法に関する事故・トラブル.....	3
5	その他の放射線被ばく事故.....	3
6	事故・トラブル内容の考察.....	3
6.1	放射線被ばく.....	3
6.2	紛失・盗難.....	4
6.3	未届線源・物質.....	4
第2章	世界における放射線被ばく事故とその原因.....	6
1	世界の放射線被ばく事故の事例.....	6
2	放射線利用における被ばく事故.....	7
2.1	放射線照射施設における被ばく事故.....	7
2.2	放射線治療における被ばく事故.....	7
2.3	非破壊検査における被ばく事故.....	8
2.4	身元不明線源(オーファン・ソース)による被ばく事故.....	8
3	身元不明線源(オーファン・ソース)の混入.....	8
第3章	事故の教訓と防止への取り組み.....	10
1	どんな場合に多く事故になるか.....	10
2	事故・トラブル防止の対策.....	10
2.1	線源について.....	10
2.2	作業業務にあたって.....	10
2.3	医療照射について.....	11
2.4	スクラップへの線源混入に対して.....	11
2.5	情報の共有について.....	11
3	放射線被ばく事故防止の要件.....	11
おわりに	13
別紙1	放射線障害防止に関する規制法令と規制の対象	
参考資料	放射性物質及び放射線の関係する事故・トラブルについて	
別添-1	放射性物質及び放射線の関係する事故・トラブル 国内事例データベース	
別添-2	世界における主な放射線被ばく事故 1945-2001	
別添-3	放射線利用における被ばく事故及びスクラップ混入、 その他の事例	

はじめに

放射線は、医療、教育、研究、及び工業、農業などの産業の広い分野で利用され、社会に大きく貢献している。しかし、それらの放射線の利用が発展するに伴って、放射線源に関係した事故やトラブルも発生している。

我が国では、放射性同位元素、核燃料物質等の放射性物質及び放射線発生装置による放射線の利用は、原子力基本法に基づく放射線障害防止法^{注1}及び原子炉等規制法^{注2}のほか、労働安全衛生法、医療法、薬事法等によって規制されている(別紙-1)。これらの法令に基づく基準に則って適切な管理が行われている限り、従事者にも一般の人々にも重篤な放射線障害を生ずることがほとんどなかったという意味で、我が国が採用してきた放射線障害防止の体系は有効なものであった。

しかし、平成11年9月に発生したJCO臨界事故の放射線被ばくで2名が死亡したほか、非破壊検査、放射線治療等の現場で放射線被ばく事故が発生している。平成12年4月には、輸入された金属スクラップに混入した線源が発見され、その後国内のスクラップからも線源を検出することが起きている。また同年6月には、使用の予定のないまま保有されていたモナザイト鉱石からの放射線の周辺への影響が問題になった。外国では、線源が、紛失、盗難等の結果として身元不明で管理されていない状態になったもの(オーファン・ソースといわれている。)によって、一般の人々が放射線被ばくし死亡した事故や、放射線治療の際に手順の誤りがあって患者が死亡した事故が、しばしば発生している。

原子力施設の安全にかかわる事故・故障については、原子力事故・故障調査専門部会で調査審議されている。本専門部会では、国民の生活を支える放射線利用の安全を確保する観点から、内外で発生した放射性物質及び放射線の関係する事故・トラブルについて調査し、放射線障害防止に重要な課題を抽出整理するよう検討している。

本報告書では、事故・トラブルの現状把握を旨として、収集した事例を大局的に分析し、一般的課題を整理した。代表的事故例について、個別に具体的要因を分析、整理することは、今後の課題とする。また、ここでは、事故に学び事故を防止するための教訓を得ることを主とし、事故の影響緩和に関する事項及び事故やトラブルに際して必要になる医療措置に関する事項には論及しない。さらに、職業被ばくなど、通常時の放射線防護に関する事項は、ここでは取り上げないこととした。第1章では、我が国における放射性物質及び放射線の関係する事故・トラブルについて検討した。第2章では、世界における放射線被ばく事故の現状とそれらの原因を考察した。第3章では、それらの検討から得た教訓と事故防止の取り組みについて記述した。

注1:放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律(昭和32年6月10日 法律第167号)

注2:核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律(昭和32年6月10日 法律第166号)

第1章 我が国における放射性物質及び放射線の関係する事故・トラブルについて

1. 事業所及び施設

放射線障害防止法に基づいて放射性同位元素または放射線発生装置を利用している事業所の数は、放射線利用統計 2001 によれば、平成 13 年 3 月末で医療機関 793、教育機関 485、研究機関 713、民間企業 1927、その他の機関 919、総数 4837 である。一方、原子炉等規制法にかかる核燃料物質を扱う施設としては、平成 14 年 3 月末で、核燃料加工施設 6、再処理施設 2 及び主要な核燃料使用施設 48、計 56 の施設がある。また、原子力発電所は運転中 52 基、建設中 3 基、そのほかの原子炉、すなわち試験研究炉及び研究開発段階の原子炉は 13 基、臨界実験装置は 6 基である。

このように放射性同位元素及び放射線発生装置を使用している事業所は、非常に多く、取り扱っている放射性物質の量も、それぞれの事業所により、少量から大量まで多様になつている。一方、核燃料物質を取り扱っている事業所は、比較的限られており、それらの施設では、大量の核燃料物質を保有しているとともに、放射性同位元素や放射線発生装置も使用されている。

2. 事故・トラブルの事例

これまでに国内で発生した放射性物質及び放射線の関係する事故・トラブルについては、平成 13 年 8 月原子力安全技術センター研修センター発行の放射性同位元素等事故例に収録された昭和 33 年以降放射線障害防止法に基づいて届出された事例に、最近の事例を加え、さらに原子力安全技術センターの IINET システムから原子炉等規制法によって規制される核燃料物質及び核原料物質による放射線被ばく、汚染、漏出、閉じ込めの破損などの事例を取り入れてデータベースを作成した。

このデータベースをもとに、事故・トラブルの事例を通覧すると、昭和 33 年度から平成 13 年度までの 44 年間に発生した放射性物質及び放射線の関係する事故・トラブルは、総数 201 件である。この内訳は、放射線障害防止法に関する事例が 136 件、原子炉等規制法に関する事例が 63 件、その他の放射線被ばくの事例が 2 件である。それらの発生件数の年度推移を、表 1 に示す。放射性物質などの輸送中の事故は、昭和 50 年頃に 3 件と昭和 60 年 8 月に 1 件あったが、その結果として放射線被ばくや周辺環境へ影響を及ぼすようなことはなかった。

3. 放射線障害防止法に関する事故・トラブル

放射線障害防止法に関する事故・トラブルは、年平均 3 件発生している。昭和 50 年頃にやや多く、その後減少していたが、近年また以前と同様な被ばく事故が発生している傾向がみられる。しかし、同法に基づいて使用許可または届出されている事業所の総数が、当初より年々増加し続け、平成 2 年以降約 5000 に達してほぼ一定となり今日に至っていることに照らしてみれば、事業所あたりの事故発生率は、年々減少してきた。平成 4 年度から 13 年度までの 10 年間について平均した事業所あたりの発生率は 7×10^{-4} /年である。その間についてみれば、平成 10 年度以降はそれまでに比べて発生件数が多くなっている。

4. 原子炉等規制法に関する事故・トラブル

原子炉等規制法に関する放射性物質及び放射線の関係する事故・トラブルは、初期には日本原子力研究所や民間の施設で散発したが、大部分の事例は、動力炉・核燃料開発事業団(当時)の再処理施設が運転されてから発生したものである。昭和49年度に再処理施設が竣工し、その本格運転開始後の数年間に多く発生したが、その後減少している。

5. その他の放射線被ばく事故

上記の2法によって規制されているほかに、労働安全衛生法、医療法などそれぞれ該当する法令に基づいて所管の行政庁へ届出・報告される放射線被ばく事故がある。しかし、それらのデータを収録した統計は得られていない。把握できたのは平成12年度に発生した2例のみであるが、考察の一端とするために取り上げた。

そのほか、事故ではないが、医療に関して、診断・治療に際して患者や医療関係者のX線被ばくの問題への対応や新しい医療技術や装置の導入に伴って放射線防護基準の策定の必要性などが認められている。これらに対しては、厚生労働省が「医療放射線管理に関する検討会」を設置して検討を進め、対応を図っている。

6. 事故・トラブル内容の考察

6.1. 放射線被ばく

放射線被ばくの事例は全数39件、そのうち医療措置を必要とする被ばくがあった事例は15件であった。また放射線利用に際して被ばくした事例は29件、放射線により身体に確定的影響を生じるほど過大に被ばくした事例は12件である。これらの放射線利用での被ばく事故で死亡した事例はない。過大に放射線被ばくした事故は、非破壊検査が普及した昭和46年以降の数年間に非破壊検査用線源について数件集中して発生したが、規制面での対応と使用上の改善、教育訓練の励行などが行われた結果、その後20年以上にわたり同様な事故は起こっていない。これは、新しい技術・装置の導入に際して安全のための手順を確立する必要があったことを示している。

しかし、近年、再び非破壊検査線源の取扱いの過誤による被ばく事故が発生した。また、平成13年12月には、医療用直線加速装置の据付調整作業中に試験のために発生させた放射線が、天井裏にいた他の作業者に照射されることが起こった。この事故の一次的原因は、納入業者が十分な注意、配慮を欠いていたことにあるが、病院側が放射線管理責任を十分に果たしていなかったことも原因とされている。

放射線被ばくが直接の原因で死亡した例は、平成11年のJCO臨界事故による2名だけである。しかしながら、この事故は、我が国の原子力産業史上で重度の放射線被ばくで死亡者が出たはじめてのケースであるのみならず、周辺住民のうち約100名が1ミリシーベルト(mSv)を超える被ばくをしたという極めて特異な例であった。

そのほかの核燃料物質等による放射線被ばくは軽微なレベルで、平成5年にプルトニウムを吸入して実効線量当量90mSvの内部被ばくの事例があったが、これを含めて健康影響のあるものはなかった。それらは、再処理施設運転の初期に多く発生した。

上述した、5. その他の放射線被ばく事故の例としては、平成 12 年に放射線治療装置と X 線検査装置での被ばくがあった。これらは、それぞれ医療法と労働安全衛生法の規制にかかる事故であった。

また、データベースに収集したほかにも、近年、1 メガ電子ボルト未満の放射線発生装置により学生などが被ばくする事故が起きている。これら学生などは、放射線障害防止法などの法律において放射線障害防止の措置がなされておらず、今後、法令が適用されていない者をどう扱うかについて、検討が必要である。

6. 2. 紛失・盗難

放射線障害防止法に関係する事例では、放射性物質、特に密封線源の紛失が最も多い。そのうち約 1/3 は、表 1 で括弧内に示したように、放射性物質を回収している。発見されずに終わったものは、ガスクロマトグラフ検出器用のニッケル-63 線源 10 個、医療用のラジウム-226 線源 20 個、コバルト-60 線源 27 個が、その大部分である。そのほかは、ストロンチウム-90 線源 3 個が海中落下したままになったほか、セシウム-137 線源 2 個、カリフォルニウム-252 線源 1 個、トリチウム(三重水素)線源 1 個などが発見されずに終わっている。

これらの紛失物により放射線被ばくを生じたことは、昭和 40 年代の紛失した非破壊検査用イリジウム-192 線源を拾って被ばくした 2 例以外にはない。非破壊検査等に用いる放射線の強度の大きい線源(100 ギガベクレル(GBq)またはそれ以上)の紛失・盗難は、それによって過大な被ばくを生じる可能性が高いので注意しなければならない。

昭和 60 年 8 月 12 日の日航機墜落に際しては 92 個の輸送物として、トリチウム、炭素-14、リン-32、ガリウム-67、モリブデン-99、ヨウ素-131 などの放射性同位元素製品と放射性医薬品が積載されていたが、合計 6GBq の大半(全体として 64.8%)が回収された。また同機のバランススイートに使われていた約 248kg の劣化ウランのうち約 80kg が回収された。未回収の放射性物質による放射線の環境への影響はないことが確認されている。

そのほかの核燃料物質の紛失・盗難の例はない。

6. 3. 未届線源・物質

未届線源に分類した事例は、放射線障害防止法施行以前から使用されていた古い医療用ラジウム線源がほとんどである。近年にその事例が増えているのは、規制当局の調査の指示によって回収が進んだ結果である。また、最近、金属スクラップに混入した放射線源が製鉄(鋼)所の放射線検出器で発見されることがしばしば起きている。しかし、これらの線源等に関連して国内で公衆及び従事者に放射線障害を生じたような事例はない。

原子炉等規制法に関する未届物質に分類した 1 例は、平成 12 年 6 月、民間で保有貯蔵していたモナザイト鉱石が問題になったことである。放射性同位元素は、一定の数量及び濃度を超える場合は放射線障害防止法に基づいて規制されている。モナザイト等核原料物質及び核燃料物質については、原子炉等規制法に基づいて一定量以上を何らかの目的で使用する場合は規制されているが、使用目的がなく単に保持している場合には規制されることとなっていない。

このような状況に対しては、科学技術庁(当時)が検討を行い、平成 12 年 12 月に「放射性物質の適切な管理について」として報告を取りまとめ、関係省庁が連携して対応を図っている。

表 1. 我が国における放射性物質及び放射線の関係する事故・トラブル

昭和 33—平成 13 年度

年度	放射線障害防止法関係						原子炉等規制法関係					その他 被ばく	合計
	被ばく	汚染・漏出	紛失・盗難	未届線源	その他	小計	被ばく	汚染・漏出	未届物質	その他	小計		
昭33			1(1)			1		1			1		2
昭34	2		1(1)			3				0			3
昭35			1		2	3				0			3
昭36		2	3(2)			5				0			5
昭37						0		1			1		1
昭38	1		2(1)			3				0			3
昭39	1	1			1	3				0			3
昭40		1	1			2		2		2			4
昭41	1(1)					1				0			1
昭42		1	2(1)			3		1		1			4
昭43			1(1)			1				0			1
昭44		1	2(2)			3				0			3
昭45	1	1				2				0			2
昭46	4(4)		1			5				0			5
昭47	2(2)	1	2(1)			5				0			5
昭48	1		2(1)		1	4				0			4
昭49	3(2)	2	4(1)	1		10				0			10
昭50	1		2		3	6				0			6
昭51	1	1	1		1	4				0			4
昭52	1	1	1			3		1		1			4
昭53	1		1			2	1	2		3			5
昭54	1(1)		3(3)			4		6		1	7		11
昭55		3				3	3	5		2	10		13
昭56	1(1)					1		11		1	12		13
昭57			2(1)			2				3	3		5
昭58			2(2)			2		2		2			4
昭59	1			1		2				0			2
昭60			3(2)			3		3		3			6
昭61	1					1		1		1			2
昭62			1			1				0			1
昭63			2			2				0			2
昭64/1		1	2	1		4		1		1	2		6
平2			3			3		1		1			4
平3			3			3	1	1		2			5
平4	1		4			5				0			5
平5		1	1			2	1			1			3
平6			1			1	1	1		2			3
平7			1			1		1		1			2
平8						0				1	1		1
平9		1	1			2				2	2		4
平10	2(1)		3			5		1		1			6
平11		1	2	4		7	1(1)			1			8
平12	1	3		4		8				1	2(2)		11
平13	1		1	2	1	5		1		1			6
計	29(12)	22	63(20)	13	9	136	8(1)	43	1	11	63	2(2)	201

注：被ばく欄の括弧内の数字は過大に被ばくした事故の件数、紛失の欄の括弧内は放射性物質がすべて回収された件数を何れも内数で示す。

第2章 世界における放射線被ばく事故とその原因

1. 世界の放射線被ばく事故の事例

これまでに世界で発生した放射線被ばく事故については、国際原子力機関(IAEA)の報告その他の文献^{注3}から事故例を収集すると、1945年から2001年までに発生した医療措置を必要とするような放射線被ばくを受けた主な事故は169例ある。これらを通してみると、過大な被ばくを受けた者866名、その内死亡した者134名である。その内訳は表2に示す。

また、米国の放射線緊急援助センター(Radiation Emergency Assistance Center: REAC)に登録されている1944年から2001年9月までの事故例は、総数420件、被ばく者数3043名、死亡者数134名である。これには旧ソ連のデータは情報の精度が不十分として含まれていない。

これらの統計データをみると、世界で過大な放射線被ばくを生じた事故は、医療、工業などの広い分野で行われている放射線利用に際して多く発生しており、臨界・原子炉事故など原子力施設の事故よりも多い。また、それらの放射線利用に伴う被ばく事故は、放射線の強度の大きい密封線源が関係する場合に最も重大な結果になっている。

表2. 1945年から2001年までに世界で発生した主な放射線被ばく事故

放射線源		事故件数	被ばく者数*	死亡者数	
RI 放射 線 利 用	RI、内部被ばく等	22	37	7	
	密 封 線 源	コバルト-60線源	44	289	39
		セシウム-137線源	9	100	7
		イリジウム-192線源	30	79	12
		その他	4	8	0
	小計	87	476	58	
	加速器・X線装置	31	94	16	
原子炉 臨界 事故	原子炉事故**	12(1)	198(134)	40(28***)	
	臨界事故	17	61	13	
	小計	29	259	53	
合計		169	866	134	

* : 全身>0.25Sv、局所>6Gy

** : 括弧内はチェルノブイリ事故の数(内数)

*** : 急性放射線症による3ヶ月以内の死亡

注3: IAEA Safety Report Series No.4, "PLANNING THE RESPONSE TO RADIOLOGICAL ACCIDENTS", IAEA(1998)
Gonzalez, A. J., IAEA BULLETIN, 41/3/1999

"A Review of Criticality Accidents", 2000 Revision, LA-13639 (May 2000), LANL

"An Investigation of the Therac-25 Accidents", Levenson, N. G., Turner, C. S., COMPUTER, pp. 18-41, July 1993

明石真言, 放射線科学, 42(No.9), 282 (1999)

鈴木元, 保健物理, 34(6), 277(1999)

中尾 憲, 放射線科学, 44(No.11), 362 (2001)

"ウラン加工工場臨界事故患者の線量推定-最終報告書", 放医研, 藤本憲三編, 平成14年2月

"INVESTIGATION OF AN ACCIDENTAL EXPOSURE OF RADIOTHERAPY PATIENTS IN PANAMA", IAEA(2001)

2. 放射線利用における被ばく事故

2. 1. 放射線照射施設における被ばく事故

医療用具の滅菌、食品の保存のため、あるいは材料を改質するなどの目的で、各種の産業で放射線照射が行われている。これらの施設では、放射線源として、コバルト-60 線源を装填している場合と電子線加速器を装備している場合とがある。使用している放射線源の規模は非常に大きいものであるが、正常な運転状態では管理基準を超えて被ばくすることはない。

放射線被ばく事故では、いずれの場合も共通して、故障或不具合の生じた際に修理に当たった技術者やオペレーターが被ばくしている。被ばくの直接原因は、線源の露出中は入室できないようにするインターロックの不備、線源の不適切な使用、出入り扉の故障などとされている。しかし、いずれも基本的には、トラブルなどの異常の際に対応するマニュアルの整備と遵守が最も重要である。

2. 2. 放射線治療における被ばく事故

放射線治療では、主に悪性腫瘍の治療のため患者に放射線を照射するので、その際患者の正常組織の一部も必然的に放射線照射を受けるが、治療のための計画的な照射による正常組織の放射線損傷は、医療措置の副作用であって事故ではない。放射線治療における被ばく事故とは、患者が計画外の放射線によって誤照射または過剰照射され、その結果、放射線防護または安全上の影響があることをいう。

体外からの放射線照射には直線加速装置などの放射線発生装置とともにコバルト-60 線源も使われている。また、体内に線源を入れて行う照射には主にイリジウム-192 線源が使われる。そのほか、ヨウ素-131 などの放射性医薬品を投与する治療も行われている。

放射線発生装置は、電源を止めれば放射線の発生が停止するのであるが、医療用の放射線発生装置に関する被ばく事故は、放射線出力の設定の間違いや、制御システムの誤操作、誤動作(不完全な制御プログラムによるものを含む)あるいは保守作業による設定の変更などが原因となって発生している。また、放射線発生装置そのものではなく、放射線照射のためのデータを作成する治療計画装置のプログラムに関する問題が、過剰被ばくの原因となった場合もある

コバルト-60 線源による治療を受けた患者が、過剰な線量を照射される事故も発生している。原因は、装置の線源を交換した際、照射する放射線量を不正確に調節してしまったこと、治療装置の放射線量を制御するコンピューターにデータを誤って入力したこと、治療装置の照射プログラムを修正した際に遮蔽のプログラムデータの入力を誤ったこと等である。腔内照射治療装置に用いられた治療用イリジウム-192 線源の頭部が折損して患者の体内に取り残される事故もあったが、この線源は、その後、設計変更され構造が改良された。

いずれの型の放射線源による装置であっても、機器に入力されたデータの誤りを見抜くことは難しいので、放射線治療装置の制御プログラムを設定、修正した場合には、実際に線量を測定して、患者に使用する前にその結果を確認することを怠ってはならない。

2. 3. 非破壊検査における被ばく事故

放射線ラジオグラフィによる非破壊検査では、主としてイリジウム-192 線源のほかセシウム-137、コバルト-60、セレン-75、イッテルビウム-169 などの線源が使われる。また、X線発生装置によるX線検査、中性子線源による中性子ラジオグラフィも行われる。これらの検査作業に際して誤って被ばくする事故は、ほとんどの場合、装置あるいは操作に何らかの不具合を生じたときに対処する過程で起こっている。

2. 4. 身元不明線源(オーファン・ソース)による被ばく事故

放射線治療や非破壊検査に使われる線源が紛失・盗難などによって、管理されない身元不明の状態になると、一般公衆にも被害が及ぶ重大な被ばく事故を起こすことが多い。我が国では昭和47年以来そのような事故は発生していないが、外国では放射線治療や非破壊検査に多く使用されるコバルト-60 線源やイリジウム-192 線源による死亡事故が近年も発生している。

セシウム-137 線源の紛失は、ガンマ線による外部被ばくのみならず、線源が破損すれば環境放射能汚染や内部被ばくを生じる可能性がある。昭和62(1987)年のブラジルでの事故はその典型的な例であったが、その後もセシウム-137 線源の紛失・被ばく事故が起こっている。

このような身元不明線源を生み出さないための基本的対策として、線源管理を徹底させることが重要であると指摘されている。

3. 身元不明線源(オーファン・ソース)の混入

身元不明になった放射線源は、放射線は強くても見えないため、存在が知られないまま金属スクラップ等に混入してリサイクルされてしまうと、製品の鋼材が放射能汚染されることになる。海外では、そのような汚染鋼材が発生して、一般公衆が被ばくすることが1980年代以来増加している。我が国でも、最近、しばしば、製鉄(鋼)所へ納入されたスクラップに混入した放射性物質が放射線モニターで検出されている。外国では、輸入した部品等に放射能汚染が検出されることも報告されている。

このような状況に対しては、我が国でも、先述したように平成12年12月に当時の科学技術庁は、「放射性物質の適切な管理について」の報告書を取りまとめ、関係省庁が連携して対応を図っているが、国際的には、国際原子力機関(IAEA)によって世界を通じて放射線源の管理を徹底させることを目標に、放射線源の管理と安全を強化充実させる行動計画が進められている。

開発途上国などでは、社会的または経済的事情から、適切な放射線源の管理状態を維持できず、それを取り扱う者の放射線安全教育も不十分であるため重大な被ばく事故に至った例が少なくない。線源を輸出する先進国の開発途上国への放射線教育援助の必要性もあろう。また、先進国が製造コストの安い開発途上国から線源を輸入するケースも増えている。そのためにも、開発途上国への品質管理とともに安全確保の体制整備の支援が重要である。

第3章 事故の教訓と防止への取り組み

ここに収集した、これまでに発生している内外の放射性物質及び放射線の関係する事故・トラブルの事例を通じて現状を把握するとともに、それらの大略的な分析に基づいて放射線障害を予防する一般的な事項を指摘し、以下のように課題を整理した。

1. どんな場合に多く事故になるか

これまでの国内外の事故・トラブルの事例を通してみると、以下に挙げる場合のどれか、または幾つかに当てはまるところで事故が多く発生する結果になっている。

- ①新しい技術の導入に際して、従事者が不慣れであるか、システムに不備がある。
- ②慣れすぎによるマニュアルの無視、手順の省略等がある。
- ③運転条件、作業手順等の変更に際して確認の不備がある。
- ④世代交代に際して、経験、知識、技能の継承に不備がある。
- ⑤規制対象の範囲に問題がある。
- ⑥責任の狭間にあたり、安全管理責任の受け渡しが不徹底である。

2. 事故・トラブル防止の対策

これまでの事故・トラブルの事例から放射線被ばく防止のために重要であると指摘された一般的な事項を以下に列挙する。

2. 1. 線源について

- 放射線源の管理を徹底すること。
不測の放射線被ばくによる放射線障害の予防には、放射性物質、特に小型で放射能強度の大きい密封線源を適切に管理することが重要である。線源管理の徹底は、オフアン・ソース防止の基本的対策である。
- 使用済みあるいは保証期間(15年程度)経過後の線源は、製造元へ返還するか、または放射性物質廃棄の業者へ引き渡すこと。
- 放射線源表示を明確にすること。
放射線源の表示を明確にしておくことは、管理のためにも、また紛れた場合にも発見し易くし、被ばくの回避に役立つものである。

2. 2. 作業業務にあたって

- 作業手順、マニュアルを整備、遵守すること。
- 故障等に対処する手順を、ヒューマンエラーを防止する観点から見直すこと。
- 線量計を必ず着用すること。
- 複数の作業員で当ること。
- 線源の管理を徹底すること。
線源の管理を徹底するには、使用済み線源の扱い、作業手順、マニュアルを整備し遵守すること、教育訓練を充実することなどが重要である。

被ばく事故は、多くの場合、装置や操作に不具合を生じた時、その対応にあたって手続きを省略するとか、アラームを解除するというようなことが直接原因となっている。個人線量計を着用せずに作業して被ばくした例も多い。このようなヒューマンエラーは、装置、操作を熟知した者がしばしば陥ることである。放射線作業には複数の作業員で当たれば、相互に安全チェックを補完しあうことができ、安全性を高められる。

2. 3. 医療照射について

- 作業手順を記録し、確認すること。
 - 患者に照射する前に直接線量測定して確認すること。
 - 刺入線源については、紛失、刺入時の脱落などに注意すること。
- 放射線治療における事故防止には、線源交換、設定変更などの際は患者に照射する前に直接線量測定して確認することが特に重要である。

2. 4. スクラップへの線源混入に対して

- スクラップ取扱業者へ放射線モニターを普及させること。
- 製鉄(鋼)所への原料受入に放射線検査を励行すること。
- スクラップの輸出入における放射線検査を徹底すること。
- 輸入部品についても放射線の有無に留意すること。

これらの事項は、主に金属スクラップへの放射線源混入から生じたことであるが、それ以外にも、鉄鋼材、部品等の輸入に際しても放射線検査の必要性が高まっている。行政側からの取り組みとともに、民間においても受入検査等に際しての放射線モニターの普及を進めることが望まれる。

2. 5. 情報の共有について

- 事故・トラブルの情報を共有すること。
- 事故・トラブルを想定した訓練を行うこと。
- 正確な情報を速やかに提供すること。

事故などの際に的確で素早い対処をするとともに正確な情報を速やかに提供することは、事態の周知、収束、被ばくの予防、パニック防止などに必要で効果がある。また、情報の混乱が生じないように情報源を一元化し、専門的な分析をすることも大切である。そのためには平常から事故・トラブルを想定した訓練や情報交換が必要である。

2. 6. 規制対象の範囲について

- 規制対象の範囲を検討すること。
- 事故などの実状を踏まえて、規制対象範囲を検討することが必要である。

3. 放射線被ばく事故防止の要件

上に指摘された事項に基づいて、放射線被ばく事故防止に役立つ要件を以下に挙げる。

①作業の現場における手順と行動のチェック

現場に安全管理担当者を配置することが望ましい。またそれに相当するものとして、

放射線管理担当、上長、作業の相方、QC 管理担当によるチェックが实际的である。

②ヒヤリ・ハット経験の記録と反省

事故にはならなくても、実際にヒヤリとしたりハットしたりすることがある。これを見過ごすことなく、そのようなヒヤリ・ハット経験を記録し反省することによって、潜在する被ばくの可能性を認識することができる。

これは、また、異常事象を予測する能力を養うためにも役立つことである。

③工程、作業手順の安全解析

被ばくの可能性を同定し、その被ばくの程度を評価することでその対策を講じ得る^{注4}。

④被ばく防止の対策を講ずる

潜在被ばく評価に基づいて、マニュアルを見直し、整備して、必要な対策を具体化し、手順に組み入れる。

特に正常な状態のみならず、想定される事故・トラブルの異常状態に対応するマニュアルを整備し訓練しておくことが重要である。

⑤品質管理システムの確立

安全確保は品質管理の主要因子であると認識して、品質管理システムのうちに安全確保についても十分に考慮しておくことが必要である。

⑥放射線取扱主任者の正しい位置付け

主任者に責任を持たせるとともに権限を正当に行使させることが重要である。

⑦教育訓練

事故の防止には、ヒューマンファクターを考慮した設備や手順、体制等の改善も必要であるが、従事者に教育訓練を徹底することが基本である。

⑧安全文化の涵養

安全確保の基盤として安全文化を十分に根付かせることが重要である。安全確保と品質保証、誠実な業務遂行がすべての基盤であることを踏まえて、内部及び外部評価システムならびに異常検知システムを充実させておくことが必要である。

注4:「潜在被ばくの防護:選ばれた放射線源への適用」ICRP Publication 76(1996)

おわりに

本報告書では、放射性物質及び放射線の関係する事故・トラブルの現状を把握するため、我が国で昭和 33 年の放射線障害防止法及び原子炉等規制法施行以来発生した事故やトラブルの事例を収集し、それらの全体的傾向と一般的課題を整理した。また、1945 年以降我が国を含め世界で発生した主要な放射線被ばく事故例について、その現状を把握した。

これまでのところ、我が国においては、国の放射線障害防止の基準に則った放射線管理を実施することによって、ほとんどすべての放射線利用施設で、放射線障害の発生を防止することができている。しかしながら、放射性物質などの関連した事故やトラブルは決して根絶されているわけではなく、近年増加の兆候すらみられている。このような状況を踏まえて、今後さらに拡大するであろう放射性物質及び放射線の利用にあたって安全を確保していくためには、以下のような事項に留意していくことが必要である。

放射性物質あるいは放射線に直接関与する、放射性同位元素等の使用者及び販売、賃貸、廃棄などの業者ならびに核燃料物質を取扱う事業者などにあつては、トップに立つ管理者が安全を最優先する意志を明示し、安全確保に必要な機器、設備等のハードウェアとともに管理システム、マニュアル等ソフトウェアを整備すること、ならびに従業員の安全教育と事故対策を怠りなく行うことが重要である。作業者は、最終的に当事者である作業員自身の安全意識が最も必要とされることを徹底して理解し認識する必要がある。

放射線利用に必要な物資の供給、使用済み線源の返還などには国際的流通が必須であるため、放射性物質及び放射線の安全規制には、ICRP 勧告、IAEA 基準など国際的合意を踏まえて、国際的に整合性のある防護体系を確立していくことが重要である。新しい技術の導入などにより状況が変化した場合には適切に対応を図り、実効性のある規制を行うこと、また、事故・トラブル関連の情報を収集公表するとともに、一般公衆が理解できるように説明する努力が重要である。

更に、一般公衆に対して、放射線が一人一人にとって既に身近の存在であることを認識し、すべての個人が放射線の利用によって得られる便益とそれに伴うリスクを正確に理解して、適正なリスク認識をもって対応できるように、偏りのない情報が知らされ、適切な放射線教育が行われることが必要である。

国内外の放射性物質及び放射線の関係する事故・トラブルについては、今後とも継続して情報の把握と分析を行い、必要に応じ、対策を講じることが必要である。そのため、代表的事例を取り上げて具体的要因を分析し、具体的な対応策と教訓を抽出整理するなど、事故・トラブルの情報を把握し専門的立場から検討するとともに、現行の放射線規制の整合性を調査することが必要である。

本報告書では、放射線事故・トラブルの際に必要な医療措置に関する事項は検討の対象範囲外とした。しかし、原子力施設における事故等に際して必要となる緊急時医療は、原子力防災体制のもとに整備が進められてきたが、平成13年6月の原子力発電所等周辺防災対策専門部会報告書「緊急被ばく医療のあり方について」では、原子力施設のみならずすべての放射線被ばく、汚染事故に包括的かつ一元的に対応できる、何時でも何処でも誰でも最善の医療を受けられる体制を整備することが提言されている。今後、そのような構想に沿って全国的な被ばく医療体制が早急に構築されることが望まれる。

放射線障害防止に関する規制法令と規制の対象

法令	放射線	物質	装備機器	装置	主任者
原子力基本法; 定義政令 原子炉等規制法; 施行令	放射線 α 線、重陽子線、陽子線、その他の重荷電粒子線、 β 線 中性子線 γ 線、特性 X 線 (EC 線) 変にともなう特性 X 線に限る)	核燃料物質: 天然、劣化 U > 300g、Th > 900g、濃縮 U、U-233、Pu 及びその化合物、混合物、燃料として使用可能な物質 核原料物質: U、Th を含む核燃料物質以外のもの 放射能濃度 > 74Bq/g (固体) > 370Bq/g 数量 (3U+Th) > 900g		原子炉: 核燃料物質を燃料とし、原子核分裂の連鎖反応を制御でき、且つ反応の平衡状態を中性子源なしで持続するか、持続の恐れがある装置	主任者 原子炉主任技術者 核燃料取扱主任者 放射線取扱主任者 (1, 2種)
放射線障害防止法; 施行令	α 線、重陽子線、陽子線、 β 線、電子線 中性子線 γ 線、X 線	放射性同位元素: 核燃料物質、核原料物質、医薬品、装備医療用具、表示付き鉱工業品、指定された塗料を除く、放射性同位元素、及びその化合物、含有物であって、濃度 > 74Bq/g 天然賦存の物は濃度 > 370Bq/g 数量: 非密封の場合 (第 1 群) Sr-90、 α 放射体: > 3.7kBq (第 2 群) Tl-2 > 30d (H-3、Be-7、C-14、S-35、Fe-55、Fe-59、Sr-90、 α 放射体を除く) > 37kBq (第 3 群) Tl-2 \leq 30d (F-18、Cr-51、Ge-71、Tl-201、 α 放射体を除く) 及び S-35、Fe-55、Fe-59: > 370kBq (第 4 群) H-3、Be-7、C-14、F-18、Cr-51、Ge-71、Tl-201: > 3.7MBq (H-3 携帯時計 (ISO-3157)): \leq 277MBq 携帯時計以外の時計: \leq 370MBq 表示付き時計: \leq 925MBq を除く 密封されたもの: > 3.7MBq 密封されたものの集合: > 3.7MBq (放電管、煙探知器、その他機器装備線源を除く)	放射性同位元素装備機器: Ni-63 付き ECD	放射線発生装置: 10cm の位置の最大線量当量率が 600 ナノ Sv/h 以下の装置を除く以下の装置 1. サイクロトロン 2. シンクロトロン 3. シンクロサイクロトロン 4. 直線加速装置 5. ペー外トロン 6. ファン・デ・グラーフ型加速装置 7. コックロフト・ワルトン型加速装置 8. その他指定された装置 変圧器型加速装置、マイクロトロン、プラズマ発生装置 (ddに限る)	X線作業主任者 γ 線透過写真撮影作業主任者
労働安全衛生法; 電離放射線障害防止規則 人事院規則10-5 (職員の放射線障害の防止)	α 線、重陽子線、陽子線、 β 線、電子線 中性子線 γ 線、X 線	放射性物質: 放射性同位元素、及びその化合物、含有物であって、濃度 > 74Bq/g 数量: 密封 > 3.7MBq 数量: 非密封 Sr-90、 α 放射体 (Th, U を除く): > 3.7kBq Tl-2 > 30d (H-3、Be-7、C-14、S-35、Fe-55、Fe-59、Sr-90、 α 放射体を除く): > 37kBq Tl-2 \leq 30d (F-18、Cr-51、Ge-71、Tl-201 α 放射体を除く) 及び S-35、Fe-55、Fe-59: > 370kBq H-3、Be-7、C-14、F-18、Cr-51、Ge-71、Tl-201、Th、U : > 3.7MBq	放射性物質装備機器	X線装置 荷電粒子加速装置	

放射線障害防止基本専門部会名簿

原子力安全委員会 担当委員

松原 純子 委員長代理
須田 信英 委員

専門委員

大野 和子 愛知医科大学附属病院放射線科講師
大森 佐與子 大妻女子大学社会情報学部教授
緒方 裕光 国立保健医療科学院研究情報センター情報評価室長
鎌田 七男 (財)広島原爆被爆者援護事業団理事長
河田 東海夫 核燃料サイクル開発機構経営企画本部企画部研究主席
草間 朋子 大分県立看護科学大学学長
古賀 佑彦 藤田保健衛生大学医学部名誉教授
小佐古 敏荘 東京大学原子力研究総合センター助教授
小西 恵美子 長野県看護大学教授
部会長 柴田 徳思 高エネルギー加速器研究機構放射線科学センター長
多田 順一郎 放射光利用研究促進機構
(財)高輝度光科学研究センター安全管理室長
巽 紘一 独立行政法人放射線医学総合研究所放射線安全研究センター
遺伝子発現ネットワーク研究グループリーダー
部会長代理 中澤 正治 東京大学大学院工学系研究科教授
丹羽 太貴 京都大学放射線生物研究センター長
沼宮内 弼雄 (財)放射線計測協会相談役
村松 康行 独立行政法人放射線医学総合研究所放射線安全研究センター
比較環境影響研究グループリーダー
南 賢太郎 (財)高度情報科学技術研究機構参与
山口 恭弘 日本原子力研究所保健物理部外部被ばく防護研究室長
米澤 司郎 大阪府立大学先端科学研究所教授

開催日

第4回 平成13年8月31日
第5回 平成13年9月27日
第6回 平成13年10月24日
第7回 平成13年11月16日
第8回 平成14年1月25日
第9回 平成14年2月5日
第10回 平成14年3月22日
第11回 平成14年4月22日

参考資料

放射性物質及び放射線の関係する 事故・トラブルについて

1. 放射性物質及び放射線の関係する事故・トラブル：国内事例データベース（別添-1）
2. 世界における主要な放射線被ばく事故（別添-2）
3. 放射線利用における被ばく事故及びスクラップ混入、その他の事例（別添-3）
4. 国内及び国際的な取り組み

1. 放射性物質及び放射線の関係する事故・トラブル：国内事例データベース（別添-1）

これまでに国内で発生した放射性物質及び放射線の関係する事故・トラブルの事例として、平成13年8月原子力安全技術センター研修センター発行の放射性同位元素等事故例に収録された昭和33年以来放射線障害防止法に基づき届出のあった事例に加えて、最近報じられた事例、さらに原子力安全技術センターの IINET システム (Incident Information Network System) から原子炉等規制法によって規制される核燃料物質及び核原料物質による放射線被ばく、汚染、漏出及び閉じ込めの破損等の事例を収集してデータベースに収録した。

それらの事例 201 件の年度別及び内容分類別の分布を表 1 に示す。また年度による発生件数の推移を図 1 に示す。

図 2 に、放射線被ばく事故例の年度推移を、また図 3 に、そのうち医療措置が必要であったような過大な被ばくを受けた事故例の年度推移を示す。

紛失・盗難の事例では、そのうち約 1/3 については、表 1 で括弧内に内数で示すように、放射性物質を発見回収した。これまでに紛失したままに終わった放射性物質を表 2 に示す。

表1. 我が国における放射性物質等による事故等:昭和33-平成13年度

年度	放射線障害防止法関係					原子炉等規制法関係					その他	合計	
	被ばく	汚染・漏出	紛失・盗難	未届線源	その他	小計	被ばく	汚染・漏出	未届物質	その他	小計		被ばく
1958			1(1)			1		1			1		2
1959	2		1(1)			3					0		3
1960			1		2	3					0		3
1961		2	3(2)			5					0		5
1962						0		1			1		1
1963	1		2(1)			3					0		3
1964	1	1			1	3					0		3
1965		1	1			2		2			2		4
1966	1(1)					1					0		1
1967		1	2(1)			3		1			1		4
1968			1(1)			1					0		1
1969		1	2(2)			3					0		3
1970	1	1				2					0		2
1971	4(4)		1			5					0		5
1972	2(2)	1	2(1)			5					0		5
1973	1		2(1)		1	4					0		4
1974	3(2)	2	4(1)	1		10					0		10
1975	1		2		3	6					0		6
1976	1	1	1		1	4					0		4
1977	1	1	1			3		1			1		4
1978	1		1			2	1	2			3		5
1979	1(1)		3(3)			4		6		1	7		11
1980		3				3	3	5		2	10		13
1981	1(1)					1		11		1	12		13
1982			2(1)			2				3	3		5
1983			2(2)			2		2			2		4
1984	1			1		2					0		2
1985			3(2)			3		3			3		6
1986	1					1		1			1		2
1987			1			1					0		1
1988			2			2					0		2
1989		1	2	1		4		1		1	2		6
1990			3			3		1			1		4
1991			3			3	1	1			2		5
1992	1		4			5					0		5
1993		1	1			2	1				1		3
1994			1			1	1	1			2		3
1995			1			1		1			1		2
1996						0				1	1		1
1997		1	1			2				2	2		4
1998	2(1)		3			5		1			1		6
1999		1	2	4		7	1(1)				1		8
2000	1	3		4		8			1		1	2(2)	11
2001	1		1	2	1	5		1			1		6
計	29(12)	22	63(20)	13	9	136	8(1)	43	1	11	63	2(2)	201

注:被ばく欄の括弧内の数字は過大に被ばくした事故の件数、紛失の欄の括弧内は放射性物質がすべて回収された件数を何れも内数で示す。

表 2. 未回収の紛失線源等:昭和 33-平成 12 年度

年度	Ra-226線源 半減期 1600年	Co-60線源 半減期 5.272年	Ni-63 ECD線源 半減期 100年	その他の放射性物質
1958				
1959				
1960	1mCi(37MBq) x3個			
1961	55mCi(2GBq) x1個			
1962				
1963	1mCi(37MBq) x1個			
1964				
1965	Ra管x1個			
1966				
1967		2mCi(74MBq) x1個, 3mCi(111MBq) x2個		
1968				
1969				
1970				
1971	10mCi(370GBq) x1個			
1972				Pm-147 96mCi(3.55GBq)x1個
1973				
1974	10mCi(370MBq) x2個	10mCi(370MBq) x1個		
1975	11mCi(407MBq) x1個, 1mCi(37MBq) x1個			
1976		10mCi(370MBq) x6個, 2mCi(74MBq) x2個, 1mCi(37MBq) x2個		
1977				H-3 15mCi(555MBq)x1個
1978	2mCi(74MBq)x1個			
1979				
1980				
1981				
1982	1mCi(37MBq)x1個			
1983				
1984				
1985				Ir-192 1mCi(37MBq)x21個、 T, C-14, P-32, Ga-67, Mo-99, I-131 2GBq, 劣化 ウラン 約170kg (JAL)
1986				
1987		10mCi(370MBq) x1個		
1988	1mCi(37MBq) x5個	2mCi(74MBq) x4個		
1989	111MBq x1個	10mCi(370MBq) x2個, 5mCi(185MBq) x1個		
1990		370MBq x1個, 37MBq x1個	370MBq x2個	
1991			370MBq x1個, 555MBq X2個	Ti-204 740MBq x1個
1992	37MBq x1個		370MBq x4個	
1993				Cs-137 2.22GBq x1個
1994			370MBq x1個	
1995				Sr-90 18.5MBq x3個(海中落下)
1996				
1997		74MBq(判明時1.6MBq) X1個		
1998		370MBq(判明時7.9MBq)x2個		Au-198 185MBq(判明時0Bq) X1個
1999				Cs-137 2.22GBq(判明時1.27GBq) X1個 Cf-252 591MBq(判明時4MBq) x1個
2000				
2001				P-32 1.67 MBq

図1. 我が国における放射性物質及び放射線の関係する事故・トラブル

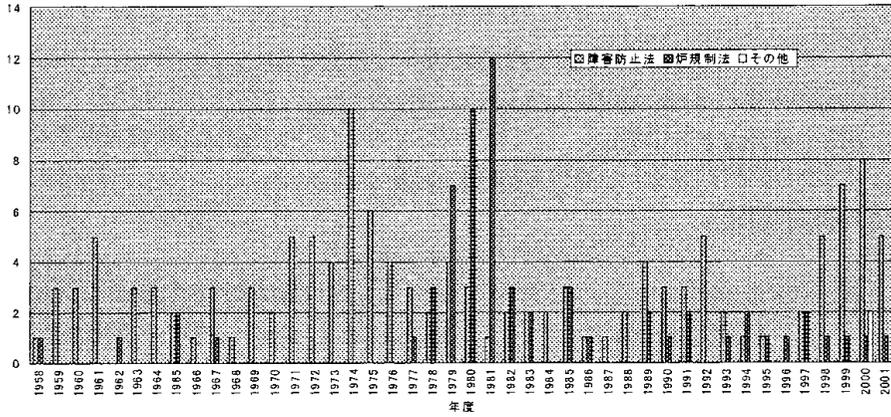


図2. 我が国における放射線被ばく事故

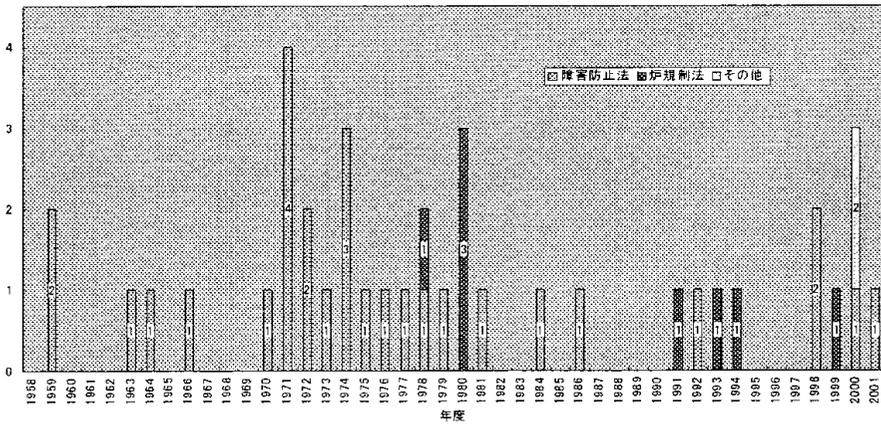
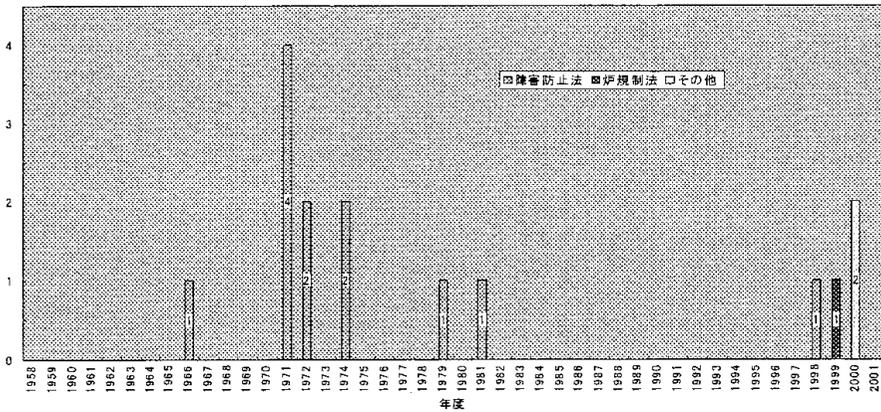


図3. 我が国における過大な放射線被ばく事故



2. 世界における主要な放射線被ばく事故(別添-2)

これまでに世界で発生した放射線被ばく事故例を全て網羅したデータベースはない。

(1) 主要な例として、国際原子力機関(IAEA)の報告書[Safety Report Series No. 4 "Planning the Medical Response to Radiological Accidents (1998)]に収録された事故例を基に、その他の文献から収集した、1945年から2001年までに発生した医療措置を必要とした過度の放射線被ばくを生じた事故169例を、別添-2に収録した。それらの放射線源による分類を表3に示す。

表3. 1945年から2001年までに発生した主な放射線被ばく事故の分類

放射線源		事故件数	被ばく者数*	死亡者数	
RI 放射 線 利 用	RI、内部被ばく等	22	37	7	
	密 封 線 源	コバルト-60線源	44	289	39
		セシウム-137線源	9	100	7
		イリジウム-192線源	30	79	12
		その他	4	8	0
	小計	87	476	58	
	加速器・X線装置	31	94	16	
原子炉 臨界 事故	原子炉事故**	12(1)	198(134)	40(28***)	
	臨界事故	17	61	13	
	小計	29	259	53	
合計		169	866	134	

** : 全身>0.25Sv、局所>6Gy

* : 括弧内はチェルノブイリ事故の数(内数)

*** : 急性放射線症による3ヶ月以内の死亡

(2) 米国の放射線緊急援助センター(Radiation Emergency Assistance Center: REAC)に登録されている1944年から2001年9月までの事故例は、総数420件、被ばく者数3043名、死亡者数134名となっている。これには旧ソ連のデータは情報の精度が不十分として含まれていない。これらの放射線源による分類を表4に示す。

表4. REAC登録事故1944年－2001年9月の内容別内訳
[REAC/Training Site, Radiation Accident Registries]

事故内容		事故件数	
臨 界 等	臨界集合体	8	20
	原子炉	6	
	化学操作	6	
放 射 線 装 置	密封線源	206	312
	X線装置	81	
	加速器	24	
	レーダー発生装置	1	
R I	超ウラン元素	28	88
	トリチウム	2	
	核分裂生成物	11	
	ラジウム	1	
	核医学診断・治療	37	
	その他	9	
総計		420	

註)旧ソ連のデータは除外

3. 放射線利用における被ばく事故及びスクラップ混入、その他の事例(別添-3)

別添-1及び別添-2に収録した事故のうち放射線利用における被ばく事故とスクラップ混入及びその他の事例をケースによって分類して、別添-3にまとめた。

4. 国内及び国際的な取り組み

放射線利用に使われている放射線源が紛失され、管理の外に放置された状態になった場合(これらはオーファン・ソースと呼ばれている。)に多くの問題が発生している。このような事態に対応して、国内及び国際的な取り組みがされている。

(1) 国内的取り組み

平成 12 年 6 月にモナザイト鉱石問題が起り、また相次いで放射性同位元素の金属スクラップへの混入問題が発生したことに対応して、科学技術庁(当時)において有識者による検討を行い、「放射性物質の適切な管理について」とした報告を取りまとめ、関係省庁が連携して対応を図っている。

また、近年の技術進歩や放射線利用の拡大に対応する医療施設における放射線の防護については、厚生労働省が「医療放射線安全管理に関する検討会」を、平成 10 年 1 月 16 日から平成 13 年 3 月 1 日まで開催して報告書を受け、また平成 14 年 1 月より平成 15 年 12 月まで開催することとし、必要な検討を行い、対応を進めている。

(2) 国際的取り組み

1998 年 9 月にフランスのデジョンで、国際原子力機関(IAEA)と EC(欧州共同体)、WCO(世界関税機構)、ICPO(国際刑事警察機構)共催の国際会議が開催されて、放射線源の安全と放射性物質の保全について(International Conference on the Safety of Radiation Sources and the Security of Radioactive Materials)討議された。

その後、引続いて同様な主題(International Conference on Security of Material, Measures to Prevent, Intercept and Respond to Illicit Uses of Nuclear Material and Radioactive Sources)の会議が、

1999 年 12 月にアルゼンチンのブエノスアイレスで、また、
2001 年 5 月にスウェーデンのストックホルムで開催されている。

1998 年のデジョン会議を契機に、国際原子力機関(IAEA)において、最も問題となっているオーファン・ソースへの取り組みが進められている。その内容は、世界各国における線源の管理を徹底させることを主眼に、以下のような行動計画が実施されている。

- 各国の国内規制システム確立へ放射性物質規制のインフラストラクチャー整備の支援
- 技術的情報提供: 使用済み線源管理、リスクに基づく線源の分類
- 異常事態対応の支援: オーファン・ソース対策、被ばく事故対策、緊急時ネットワーク
- 情報交換: 国際会議、地域ワークショップ、データベース開発整備等
- 教育訓練: 教材整備、トレーニングコース、各国のトレーニングコース支援
- 国際取り決め(Code of Conduct on the Safety and Security of Radioactive Sources)

また、1986 年に採択された「原子力事故または放射線緊急事態における援助に関する条約」が、我が国においても 1987 年 7 月 10 日より発効している。放射線事故に際して外国からの援助が必要な場合には、この条約に基づいて、当該国から国際原子力機関(IAEA)を通じて要請をうけ、条約国から援助が提供されている。

参考資料 別添-1

放射性物質及び放射線の関係する事故・トラブル
国内事例データベース

年度	発生年月日	態様	規制法令	事業所区分	事業所名	事 故 内 容
平成 13 (2001)	H13.12.21 発生	被ばく	障防法	医療機関	国立大蔵病院 (東京都)	平成 13 年 12 月 21 日午後、東芝メディカル株式会社が新築のリニアックCT室に納入した医療用放射線発生装置(LINAC)の調整を行っていた際、リニアックCT室の天井裏に作業員が入っていることに気付かず、放射線の照射テストを行ったため、作業員が被ばくした。被ばくした作業員は、納入業者の下請け作業員で、放射線取扱い従事者ではない。放射性医学総合研究所による物理学的、生物学的線量評価の結果、特段の症状は見られず、作業員の浴びた線量は、全身の平均線量で200mSvを超えないと推定された。
	H13.12.4 連絡	紛失	障防法	教育機関	大阪市立大学医学部 (大阪府)	平成 13 年 11 月 27 日に、運送業者が搬入した放射性同位元素(リン-32)6個を、管理委託業者社員が5個と認識して受け入れたところ、送付状の記載から6個であることに12月4日になって気付いた。防犯カメラにより受け入れには6個あったことが確認された。紛失したリン-32の量は1.67MBqで、遺伝子解析に使用するものであった。探しても発見されず、誤って焼却されたものと思われる。
	H13.11.21 発生 H13.11.30 報告	破損	炉規法 障防法	研究機関	日本原子力研究所 東海研究所 (茨城県)	平成 13 年 11 月 21 日 14 時 58 分頃、第 1 廃棄物処理棟地下の灰取出室内の灰取出装置のグローブが破れ、装置内の灰が室内に飛散した。火災報知器が作動したが、火災ではなく、スタックモニタ、エリアモニタの指示値に変化なく、周辺環境への影響もなかった。この原因は、外部から受け入れたポリエチレン容器入りの液体シンチレータ廃液を固化剤に吸着、固化化したものを焼却していたが固化化が不完全で廃液が液体のまま残っていたものがあつたためである。
	H13.11.15 発見	未届線源	障防法	民間企業	ルックス電子工業会社跡地 (東京都)	平成 13 年 11 月 15 日昼頃、電子工業会社跡の撤去現場において、放射性物質と疑われる金属容器が見つかり、消防機関に通報され、調べたところ放射線が検出された。発見物は、真鍮製直径6.2cm×高さ12cmのもの8本、容器上部に鉛板が置かれていた。線量率は、1mの距離で17μSv/h、3mの距離で1.8μSv/h。容器表面の汚染はなかった。
	H13.6.7 連絡	未届廃棄物	障防法	教育機関	立命館大学理工学研究所 (滋賀県)	平成 13 年 6 月 7 日に、出所不明の放射性廃棄物と思われるものを収納したステンレス缶を物理実験室(管理区域外)に保管していたことが判明し、管理区域内に収容した旨連絡があつた。ステンレス缶は直径約30cm高さ約40cm、線量は表面で15μSv/h、1mの離れて0.1μSv/h。中身は昭和20年代に使われていたストロンチウム-90とセシウム-137と考えられる放射性物質で汚染された廃棄物であり、缶の置かれていた実験室には汚染はなかった。
	H13.4.4 発見	違法使用	障防法	民間企業	アロカ(株) (東京都)	測定器校正用コバルト-60線源を、許可を受けた方法と異なって屋上で使用していた。実際の線量は法令限度以下であつたが、従業員や一般公衆の被ばくの可能性につながる違反であつたため、注意を受けた。
平成 12 (2000)	H12.12.20 発生	汚染	障防法	民間企業	日本たばこ産業(株) 医薬総合研究所 (大阪府)	研究所職員が実験用の密封されていない放射性同位元素(ヨウ素-125)を貯蔵庫より持ち出し、JR高槻駅構内でその放射性同位元素を散布した。当該職員については精神保健上の措置がとられた。

H11. 7. ~ H12. 12. 発生	被ばく	医療法	医療機関	虎ノ門病院 (東京都)	平成 11 年 7 月から平成 12 年 12 月までにわたって医療用放射線発生装置 (LINAC) による喉頭がん等の放射線治療で誤って患者 23 人に通常の 1.35 倍に放射線を照射していたことが判明した。患者は炎症等を起こし治療を要する放射線障害を生じる結果になった。治療装置の放射線量を制御するコンピュータにデータを入力する際、一部を誤って入力したことによるものとみられている。[平成 13 年 4 月 28 日付朝日新聞、毎日新聞等]
H12. 10. 31 発見 H12. 11. 7 連絡	未届線源	障防法	教育機関	神戸薬科大学(兵庫県)	平成 12 年 10 月 31 日に 10 号館の完成に伴い、1 号館からの引越しを行っていたところ、生薬化学教室(非管理区域)のキャビネット奥から、菓子缶に入ったガスクロマトグラフ用 ECD 線源 2 個を発見した。線量測定、汚染検査等を実施し、被ばく等のおそれのないことを確認した。線源の調査等を行い、未届けの線源であることが判明したので、平成 12 年 11 月 7 日に科学技術庁に連絡した。線源は、トリチウム 3.7GBq(発見時約 470MBq)、ニッケル-63 74MBq(発見時約 60MBq)であり、一時、5 号館の貯蔵室に保管し、11 月 14 日に(社)日本アイソトープ協会に廃棄した。
H12. 3. 判明 H12. 8. 31 連絡	被ばく	障防法	医療機関	国立弘前病院 (青森県)	放射線科医師 1 名について、平成 11 年度 1 年間の累積の放射線被ばく量が、法令で定める線量限度(50mSv)を超えていたことが平成 12 年 3 月に判明し、科学技術庁に連絡があった。この超過の原因は、直接的には、当該医師が X 線装置による治療目的の血管撮影の作業に長時間従事したためであるが、事業者が従事者に対する被ばく管理を適切に行わなかったことによるものである。
H12. 7. 28 発生	汚染	障防法	研究機関	放射線医学総合研究所 (千葉県)	平成 12 年 7 月 28 日に画像診断棟内において、短寿命放射線薬剤合成装置の調整作業を行っていた作業員が、手に着けた汚染(フッ素-18)を管理区域内及び管理区域外(便所、食堂等)に拡大させた。管理区域外への汚染拡大は、同作業員が汚染検査をせずに管理区域を退出したためと判明した。また、管理区域内のドアノブ等を介して間接的に他の作業員にも汚染が拡大した。汚染発見後直ちに除染及び隔離を行った。
H12. 7. 24 発見 H12. 7. 31 連絡	汚染	障防法	医療機関	弘前大学医学部 附属病院 (青森県)	平成 12 年 7 月 24 日にカルテの置かれている倉庫の点検中に放射線を検出し、調査の結果、一部のカルテにラジウム-226 による汚染を確認したとの連絡が、7 月 31 日に科学技術庁にあった。汚染のあったカルテは昭和 30 年のものであり、約 20 年前からこの倉庫に保管されていた。8 月 21 日から 8 月 28 日まで除染を行うとともに、カルテの回収を(社)日本アイソトープ協会が実施した。
H11. 12. 13 発見 H12. 6. 28 連絡	未届線源	障防法	研究機関	工業技術院地質調査所 (茨城県)	平成 11 年 12 月 13 日に本館 830 号室(非管理区域)で数個の放射線源が発見され、平成 12 年 5 月下旬にすべてラジウム-226 であることが判明した。また、5 月 18 日に本館 351 号室(非管理区域)から数個のセシウム-137 が発見された。6 月 28 日に科学技術庁に連絡があった。発見された線源は、セシウム-137(約 185kBq2 個、約 37kBq1 個、約 5550kBq1 個)、ラジウム-226(推定 370kBq1 個)、ラジウム-226 の汚染物 3 個であり、最も大きい線源の放射線量は、8cm 離れた位置で約 30 μ Sv/h であった。発見場所の汚染等はなかった。線源は、とりえず使用許可施設内の廃棄物保管庫に保管した。購入年月日、使用目的等は不明である。

	H12. 6.13～18 発生	被ばく	労安法 電離則	民間企業	タイヘイ電子 (千葉県)	平成12年6月13～18日、千葉県八日市場市の電子部品メーカー「タイヘイ電子」で、X線を使って半導体部品の検査を行っていた作業員3名が、右手に50～100Sv程度の放射線被ばくをした。本人は当初原因に気付かず、やけどの治療に病院に行ったところ、医師が放射線火傷ではないかと疑念をもち7月5日に放医研で受診、数日間入院治療を受けた。作業していた検査用の機器は、X線エネルギーが低く、放射線障害防止法に規定する放射線発生装置に該当しないものである。この装置は、扉をあけて検査する部品を中に入れX線をあてるようになっており、扉を開けるとX線が出ないように安全装置が作動するものであったが、作業の能率を上げるために安全装置を外して扉を開けたままX線を止めずに内部に手を入れて検査を行っていた結果、手に被ばくすることになった。
	H12. 6 発生	未届物 質	炉規法	民間企業		モナザイト鉱の粉末を入れた不審郵便物が、首相官邸、科学技術庁、文部省等に郵送されるという事件が発生し、これを受けた警察の捜査により、長野県、埼玉県、岐阜県などの各地において、届出をせずに保管等されていたモナザイト鉱の存在状況が明らかになってきた。科学技術庁は、警察、地方公共団体とともにそれぞれの現地調査を行った。また、試料の分析結果も踏まえ、所有者から一部のモナザイト鉱について核原料物質の使用の届出が出された。
	H12. 5. 9 発生	スクラップ 混入	障防法	民間企業	(株)神戸製鋼所 加古川製鉄所 (兵庫県)	金属加工業者の(株)島文がトラックに積んだ金属スクラップを(株)神戸製鋼所加古川製鉄所に搬入する際、和歌山県と同様に放射線が検知され、スクラップの中から放射性同位元素収納用の円筒形の鉛容器が発見された。放射線測定が行われたが、周辺に影響を及ぼすものではなかった。(社)日本アイソトープ協会が同容器を引き取り開封したところ、針状のラジウム-226 密封線源4本が発見された。
	H12. 4.28 発生	スクラップ 混入	障防法	民間企業	住友金属工業 (株) 和歌山製鉄所 (和歌山県)	三井物産金属原料(株)が住友金属工業(株)和歌山製鉄所へフィリピンから輸入したステンレススクラップ入りのコンテナを搬入する際、同製鉄所入口に設置された門型ゲートモニターにおいて放射線が検知された。このため、直ちにコンテナ表面の放射線測定等が行われたが、周辺環境に影響を及ぼすものではなかった。その後コンテナを開封したところ、金属製の線源ホルダーが発見された。(社)日本アイソトープ協会による調査の結果、水分密度計(土壤などの水分と密度を同時に測定する計測器)に使われていたと思われる放射性同位元素(セシウム-137線源、アメリカシウム-241-ベリリウム線源)がスクラップ中に混入していたことが判明した。
平成11 (1999)	H12. 3.27 発見	未届線 源	障防法	教育機関	慶應義塾大学 医学部物理学教 室 (神奈川県)	平成12年3月27日に未届けのラジウム-226線源を医学部日吉校舎(放射性同位元素使用事業所ではない)の物理学教室共同研究実験室内の棚から発見し、線源の調査及び同定のために信濃町校舎(放射性同位元素使用事業所)に運搬し、保管しているとの連絡が3月28日にあった。発見された線源は、ラジウム-226管(約6mmφ、長さ約15mm)で、放射能量は99MBqであった。線源本体及び発見された場所の汚染はなかった。線源は、3月28日に(社)日本アイソトープ協会が引き取った。線源は、昭和20年～35年頃に放射線計測実験に使用されたものと推測されたが、確実な情報は得られなかった。

H12. 3. 7 発見 H12. 3.15 連絡	未届線源	障防法	医療機関	名古屋市立城北病院 (愛知県)	平成12年3月7日に未届けのラジウム-226線源を地下1階階段下倉庫内保管庫(非管理区域)にて発見したとの連絡が3月15日にあった。発見後、本当の線源であるかどうかを判定するため、フィルム法により確認を行い、3月10日に線源であることが判明した。線源はラジウム-226管(1mmφ、長さ10mm)10本で、放射エネルギーは約185MBq/本、購入時期は納品書及び検定書から昭和31年6月と推定された。保管庫周辺の線量当量率に有意な値がなかったことから、安全上の問題はなかったと考えられる。線源は(社)日本アイソトープ協会が3月15日に引き取った。
H12. 1.31 発見 H12. 2. 1 連絡	未届線源	障防法	医療機関	九州大学医学部 附属病院 (福岡県)	平成12年1月31日に皮膚科婦長室(非管理区域)のキャビネット奥から鉛容器に入ったラジウム-226線源が発見されたとの連絡が2月1日にあった。線源は、血管腫治療用と推定されるラジウム-226針(1~2mmφ、長さ25mm)で、放射エネルギーは74MBqと推定された。線源から1mの位置での線量当量率は約7.3μSv/hであり、表面汚染はなかった。とりあえず、同病院の放射性同位元素保管庫(管理区域)に保管し、その後、2月23日に(社)日本アイソトープ協会が引き取った。
S51. 発見 H12. 1.20 連絡	未届線源	障防法	医療機関	山口赤十字病院 (山口県)	平成12年1月20日に病院職員から科学技術庁に自分の実家の納屋にがん治療用のラジウム-226線源(推定74MBq)を保持していると連絡があった。同病院は、戦前からラジウム-226線源を所持しており、昭和48年に放射性同位元素使用事業所となった。当該線源は昭和51年に線源保管室で発見されたが、届出をしていなかったため、処理に困って当時の主任者が、蓋をハンダ付けした鉛容器に入れて実家に持ち帰ったとのことである。1月20日に検査官が鉛容器を入れたプラスチック箱を確認した。箱の表面線量は上面で150μSv/h、横面で300μSv/hであり、納屋入口付近ではバックグラウンドレベルで、表面汚染はなく環境への影響はないと考えられた。線源は(社)日本アイソトープ協会が引き取った。
H11. 11. 24 判明 H11. 11. 25 連絡	紛失	障防法	医療機関	高知県立中央病院 (高知県)	平成11年11月2日付けの放射線安全課長通知に基づき、放射性同位元素の確認を行っていたところ、11月24日にがん治療用のセシウム-137線源の1本が模擬線源と入れ替わっていることが判明した。所在不明の線源は、3本の線源をアクリルにより一体化したボタン化線源の中の1本であり、2.3mmφ、長さ21mmの管状で、購入時のセシウム-137放射エネルギーは2.22GBq、判明時約1.27GBqである。1m離れた位置の線量率は、約121μSv/hである。
H11. 10. 29 判明 H11. 11. 1 連絡	紛失	障防法	医療機関	国立国際医療センター (東京都)	平成2年度以降使用せず保管のみを行ってきたカリフォルニウム-252(がん治療用)線源7個を廃棄することとし、(社)日本アイソトープ協会に10月18日に引き取ってもらったところ、管状小線源3本の内1本(購入時591MBq、判明時約4MBq)が模擬線源であり、紛失していることが10月29日に判明したため、11月1日に科学技術庁に報告があった。調査の結果、平成4年の施設の変更に伴う線源の移動の際に、既に模擬線源と入れ替わっていた可能性が高いことが判ったが、線源は発見できなかった。 注)4MBqのカリフォルニウム-252線源から1m離れた位置の線量率は、約5μSv/hである。

	H11. 9.30 発生	臨界・被ばく	炉規法	民間企業	(株)ジェー・シー・オー東海事業所 転換試験棟 (茨城県)	転換試験棟において、高速増殖炉「常陽」の燃料用の硝酸ウラン溶液を均一化する作業中に臨界事故が発生。原因は、沈殿槽を本来の使用目的と異なる硝酸ウラン溶液の均一化の作業に用い、さらに、その中に許認可上の制限値(2.4kgU)を超えるウラン(16.6kgU)を注入したことによる。臨界状態は事故発生後、約20時間にわたって緩やかに継続し、それによる総核分裂数は 2.5×10^{18} と評価された。この事故により、事故現場で作業をした3名(うち2名が死亡)が重度の被ばくをし、これらを含むJCO従業員等、防災業務関係者、周辺住民等に対して、実測又は推定による線量評価がなされている。
	H11. 6.17 発生	漏出	障防法	教育機関	京都医療技術短期大学 (京都府)	測定後、更に減衰をさせるため野外に設置されている排水設備の希釈槽に貯留していた放射性廃液約1m ³ が平成11年6月17日に漏水し、管理区域内の地面にしみ込んだ。排水に含まれていたのはリン-32濃度 $5.04 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$ (4月16日現在の測定値)、0.5kBqであり、法令値以下であった。土壌を採取して分析を行った結果、周辺環境への安全上の問題はないことが確認された。漏水の原因は、貯留量を示す圧力計取付部分(鉄製で保温材に覆われていた)が腐食したためと判明した。
平成10(1998)	H11. 2.26 発生 H11. 3.24 連絡	紛失	障防法	医療機関	埼玉県立がんセンター(埼玉県)	平成11年2月26日に自主点検として、貯蔵庫内において貯蔵線源の確認を行っていたところ、線源を取り落とし、行方不明となった。線源を探したが発見できなかったため、3月24日になって科学技術庁に連絡した。所在不明となった線源は、金-198(185MBq、紛失発生時0Bq)1個である。
	H10.11. 3 発生	汚染	炉規法	研究機関	動燃人形峠事業所 精練施設 (岡山県)	4名の作業員でフッ化ナトリウムトラップの充填剤であるフッ化ナトリウムペレットの交換作業を実施していた。その内の1名の作業員が、脱水転換室において、使用済吸着剤受槽からドラム缶へのフッ化ナトリウムペレット抜き出し作業等を行った後、退出のためサーベイを行った結果、当該作業員の手部及び作業服表面の汚染を検出。また、鼻スミヤを行った結果、鼻腔に汚染を検出したため、直ちに身体除染及び鼻腔洗浄を実施。また、局所排気の強化、当該作業を2人作業とするマニュアルの見直し等の改善措置を行った。サイクル機構では、当該作業員のバイオアッセイによる内部被ばく評価の結果は0.12mSvであった。
	H10.10.27 発生 H10.11. 5 連絡	紛失	障防法	医療機関	大阪医科大学付属病院 (大阪府)	平成10年10月20日にRI協会に廃棄したコバルト-60線源23個のうち、管(370MBq、紛失判明時7.9MBq)2本が模擬線源であることが、10月27日に判明し、11月5日に科学技術庁に連絡した。紛失した線源は、昭和44年に購入されてから一度も使用されていなかった。別途、ラジウム-226による貯蔵庫の汚染が認められたため、11月19日にラジウム-226線源の廃棄、11月20日から11月25日まで除染を行った。

H10. 6.30 発生 H10. 7.24 連絡	被ばく	障防法	民間企業	長菱検査(株)香 焼工場 (長崎県)	平成10年6月30日に非破壊検査の照射終了後、線源を収納しようとしたところ、コバルト-60線源(事故当時126GBq)が伝送管内ではずれたため、回収作業を行った作業員4名が被ばくした。当時は4.0mSvと推定していたが、7月22日になって、1人の指に放射線障害に類似の症状が出たため、医者に診てもらったところ、1名の右手親指及び人差し指にⅢ～Ⅳ度の皮膚症状が出ていることが7月27日に判明した。また、指の被ばく量の最大値を推定したところ、4.900Svという数値も考えられ、発症する可能性があったことから、7月24日に科学技術庁に連絡した。症状の出た1名については、放射線医学総合研究所に入院させ、治療を行った。最終的な推定被ばく量は、指先で20.0Sv、全身で23.8mSvである。	
H10. 6.30 発生	被ばく	障防法	医療機関	琉球大学医学部 附属病院 (沖縄県)	平成10年6月30日に放射線業務従事者2名が子宮がん治療用のイリジウム-192密封線源(290GBq)を運搬容器から治療用照射装置に収納する交換作業を遠隔操作で行っていたところ、エラーが発生したため入室し、線源を引き出すワイヤー等の点検を行っていた際、誤って線源に直接触れて被ばくした。同日、科学技術庁に連絡した。当初、全身で2.3mSv、手指で11.577Svの被ばく量と推定されたが、放射線医学総合研究所に入院し、経過観察をした結果異常がないこと、その後の聞き取り等から、被ばく量は手指で370mSv程度と修正された。	
H9.12.8頃発生 H10. 4. 8判明	紛失	障防法	民間企業	日本核燃料開発 (株) (茨城県)	平成10年4月8日に放射性物質である照射済ジルコニウム合金試験片19個が平成9年12月8日頃から所在不明になっていることが発覚した。探索の結果、5月19日になって、管理区域内の廃棄物保管缶からすべて発見された。当該物質は、長期間にわたり貯蔵場所でないところに置かれていたこと、使用・保管・廃棄の記録に不備があったことから、法令に基づき、3ヶ月間(平成10年6月27日～9月26日)の使用停止の行政処分が行われた。また、紛失に気が付いたと判断される平成9年12月から約4ヶ月間、関係行政機関等に対し通報連絡していなかったこと等から会社及び当時の社長の略式起訴され、罰金の略式命令を受けた。	
平成9 (1997)	H10. 3.11 発生 H10. 3.16 連絡	紛失	障防法	民間企業	日本セメント (株)上磯工場(北 海道)	平成10年3月11日に自主定期点検を行ったところ、原料サイロレベル測定装置に使用しているコバルト-60線源74MBq1個(紛失判明時1.6MBq)が紛失していることが判明した。前回点検時(平成9年9月18日)以降に線源が落下し、セメント原料に混入して製品になったものと思われる。3月16日に所在不明と判断し、科学技術庁に連絡した。汚染は認められず、被ばく評価、安全評価の結果も人体に影響を及ぼすものでないとの結果が得られた。

H 9. 11. 20 発生	爆発・燃焼	炉規法	研究機関	日本原子力研究所 東海研究所 (茨城県)	東海研究所ウラン濃縮研究棟原子蒸気実験室に設置した多目的長尺セルからウラン金属及びウラン屑を取り出し金属缶に入れる作業等を実施。このウランを保管していた金属缶（二重缶）の蓋が飛び、カートンボックス等が燃焼。原因は、金属ウランを取り出すために冷却水配管を外した際、装置底部に残っていたウラン屑が少量の水を被った。このウラン屑を金属缶に収納したため缶内でウラン炭化物やウラン金属の加水分解が進行し、メタン、水素、アセチレン等の可燃性ガスが蓄積。 ○ウラン屑の各所で酸化反応が継続し、一部の温度が次第に上昇し発火点に達した。 ○加水分解反応等の進行により、生成したウラン水素化物が、内缶中の空気と接触し発火。 ○可燃性ガスが蓄積し圧力が上昇したことにより内缶の蓋が外れ、浸入した外缶中の空気とウラン金属又はウラン水素化物が接触し発火。 これらの単独あるいは複合した反応により、可燃性ガスと空気の混合気体の爆発的な燃焼が引き起こされ、外缶の蓋が吹き飛び、大量の空気が流入し、ウラン炭化物、ウラン金属の燃焼が誘起された。ウラン屑のいくぶんかが爆発的な燃焼によって飛散し、カートンボックスが燃焼。ウラン屑の入った金属缶はアルゴンガス置換を終了し、貯蔵庫で保管。さらに、作業で発生する可燃性固体廃棄物の安全確保の徹底、原研内に実験の安全確保等の観点から所内の専門家の意見を求める体制を構築。
H 9. 11. 18 発生	燃焼発煙	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 (使用施設) (茨城県)	焼却施設において焼却炉を運転していたところ、閉であるべき灰払出し弁が開の状態であったため、高温の灰等が焼却炉下部のドラム缶に入り、ドラム缶中にあった酢酸ビニル製バック及びポリエチレン容器が燃え発煙した。原因は、前回の灰取り出し作業時に弁を閉め忘れたこと、更に運転開始にあたって弁が開となっていることの確認を行わなかったことである。このため、弁が開になっていることをチェックシートで確認等するよう改善するとともに、今後、灰払出し弁が開いている時は、焼却炉の運転ができないようインターロックを設ける。
H 9. 6. 23 発生 H 9. 6. 25 連絡	汚染	障防法	教育機関	大阪大学 遺伝情報実験施設 (大阪府)	平成 12 年 6 月 24 日に汚染検査室のハンドフットクロスモニターにて汚染が発見された。調査の結果、管理区域内の作業室及び廊下等 11 箇所に汚染が認められ、リン-32 アンプル 6 本 18.5MBq、炭素-14 アンプル 1 本 1.85MBq が紛失していることが 6 月 25 日までに判明したため、同日科学技術庁に連絡し、吹田警察署にも届出を行った。調査の結果、リン-32 アンプル 5 本 15.4MBq、炭素-14 アンプル 1 本 1.55MBq、鉛容器 11 本が盗取され、その RI が実験室等に故意にばらまかれ、汚染したものと判明した。6 月 24 日から 6 月 28 日まで除染作業が行われた。7 月 21 日に事件の容疑者が逮捕された。同日、炭素-14 アンプル 1 本を大学構内にて発見、回収し、7 月 25 日に大学構外にて空アンプル 3 本及び鉛容器 11 個を発見、回収した。管理区域外の汚染及び放射線被ばくはなかったと評価された。

平成8 (1996)	H 9. 3. 11 発生	火災爆発	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設(茨城県)	1997年3月11日午前10時6分、アスファルト固化処理施設のセル内で火災が発生し、換気系が停止した。火災の10時間後に、同施設で爆発が起こり、セルや建屋の封じ込め機能が失われた。火災と爆発発生後に、その建屋と隣接建屋の作業員は避難した。作業員の鼻スミアとホールボディカウンターの検査によれば、微量の放射能が検出された。しかし、彼らの被ばく量は記録レベルより遙かに低いものであった。負傷した作業員はいなかった。排気筒での測定によれば、ヨウ素-129の若干の増加が火災後に、またβ-γ放射能が爆発後に検出された。しかし、放出放射能のレベルは認可範囲内であった。放射性セシウムが施設近辺で若干検出されたが、安全性に重大なレベルの放射能は、施設外の環境測定でも検出されなかった。尺度判定：本施設で可能性が最大である事象が評価されていなかったが、INESマニュアル70頁によると、この事象は、施設の安全層が殆ど失われたことからレベル3に分類された。
平成7 (1995)	H 7. 10. 19 発生	漏出	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	定期検査受検のためのキャンペーン中に、加熱蒸気凝縮水配管に設置されている放射能検知装置が異常を検知した。点検の結果、高放射性廃液蒸発缶の加熱用蒸気配管からの漏洩と判断された。高放射性廃液蒸発缶を予備機に切り替える。
	H 7. 6. 6 発生 H 7. 6. 7 連絡	紛失	障防法	防衛庁	防衛庁海上自衛隊 岩国航空基地 (山口県)	平成7年6月6日に海上自衛隊岩国航空基地所属の掃海ヘリコプターが相模湾沖に墜落し、主回転翼に装備されていた亀裂検知用密封小線源(ストロンチウム-90線源18.5MBq7個)が行方不明となった。回収作業の結果、海面から1個、海底(水深約750m)から3個の合計4個のみ回収された。残り3個の所在不明線源は、発見できないまま7月18日をもって捜索を終了した。
平成6 (1994)	H 7. 3. 3 発生	被ばく汚染	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	1995年3月3日10時20分頃、再処理廃棄物処理場保守区域において、作業員3名が廃溶媒をスチームジェットで移送するために蒸気供給用のフレキシブルホースをスチームジェット側コネクタに接続し、バルブの開閉操作を行っていた。その際、廃溶媒の移送が行われなかったため、移送の阻害要因となっている配管内の蒸気凝縮水を排出するため、バルブを閉め蒸気の供給を停止し、ホースをコネクタから取外したところ、放射性物質の漏洩が生じて、作業員が内部被ばくした。作業中断後、作業員3名にサーベイを行ったところ、作業衣及び1名の身体汚染が認められた。更にバイオアッセイ及び全身カウンタで測定した結果、内部被ばく線量当量は実行線量当量で1名は8.5mSvであり、他の2名は2mSv未満であった。なお、当該区域は12時35分に立入規制区域に設定し、18時15分に立入制限区域に設定後、除染作業を行い、3月4日に設定解除し、通常管理に復帰した。
	H 6. 4. 26 判明	紛失	障防法	民間企業	(株)増田分析センター (神奈川県)	平成6年4月26日にガスクロマトグラフ用ECDセル(ニッケル-63、370MBq)の点検を製造元に依頼したところ、所在不明となっていることが判明。平成6年4月26日に科学技術庁に連絡した。線源は、昭和63年8月20日に流して洗浄した際に紛失した可能性が高い。

	H 6. 4. 20 発生	汚染	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設（茨城県）	4月20日16時47分頃、再処理施設、プルトニウム転換技術開発施設の機器分析室において、請負作業員（以下「作業員」）が、新規の不純物前処理グローブボックスを既設排気系配管に接続するための準備作業を行った。備作業終了後、汚染検査室で作業員2名の手部に汚染が検出され、うち1名については、鼻腔の0.7Bqの汚染（全α測定）が認められた。また、5月2日に当該作業員1名について、バイオアッセイの結果に基づく内部被ばく線量が判明した。この結果、当該作業員の実効線量当量及び組織線量については、いずれも記録レベル未満であった。なお、この汚染による環境への影響はなかった。
平成5 (1993)	H 5. 12. 27 発生	被ばく	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	1993年12月27日、東海再処理工場の加工工程で、プルトニウム溶液受槽のサンプリング系内にある真空フィルターのフィルターを交換中、作業員4人が内部被ばくした。事象発生当時、東海再処理工場は1993年12月5日からの定期点検のため操業を停止していた。内部被ばくの原因は、真空分配室のフィルターから放散されたプルトニウム粒子を作業員4人が吸入したためである。真空分配室のあるフロアは、この放射性物質の漏洩により汚染された。1994年1月11日に行ったバイオアッセイによる分析結果は、50年間の預託線量で評価したところ、被ばくした従業員のうち最大の者は、実効線量当量が90mSv、組織線量当量が1700mSvを示した。これらの当量線量は、それぞれ法定線量限度（50mSv/yと500mSv/y）を超えるものであった。本事象のランク付けは、敷地内への影響の基準に基づきレベル2に分類された。
	H 5. 12. 7 判明 H 5. 12. 10 連絡	紛失	障防法	医療機関	労働福祉事業団 香川労災病院 (香川県)	治療室において、平成5年12月7日に放射性同位元素の総数の確認を行ったところ、医療用セシウム-137管(2.22GBq)1本の所在不明が判明したため、12月10日に科学技術庁に連絡した。調査の結果、線源を紛失した時期は平成3年2月から4月6日までの間で、ゴミと一緒に焼却場又は埋立場内に廃棄されたものと考えられた。
	H 5. 4. 8 発生 H 5. 5. 14 連絡	汚染	障防法	医療機関	(財)田附興風会 北野病院 (大阪府)	線源保管場所において、医療用ラジウム-226針(110MBq)を落とし、室内の一部において法令の基準値を超える表面密度が考えられたため、4月22日に汚染状況調査を実施し、5月12日にその結果がまとまったので、5月14日に科学技術庁に連絡した。5月19日から5月23日まで除染作業等を行い、線量が検出限度以下になったことを確認した。
平成4 (1992)	H 4. 12. 18 発生	被ばく	障防法	研究機関	東京都立 アイソトープ総合研究所 (東京都)	平成4年12月18日、コバルト-60照射装置の線源(185TBq、事故当時139TBq)の昇降用のクレーンの点検を行っていた作業員4人が、誤って線源と一体となっている遮蔽蓋を当該クレーンでつり上げたため、被ばくした。12月18日に科学技術庁に連絡した。調査の結果、4人のうちの推定最大被ばく線量は16mSv、他はそれぞれ5.5、1.3、1.2mSvで、健康診断結果に異常はなかった。
	H 4. 9. 21 判明 H 4. 10. 8 連絡	紛失	障防法	民間企業	日本真空技術 (株) 茅ヶ崎工場 (神奈川県)	平成4年8月に科学技術庁から放射性同位元素の使用・保管状況調査があったため、ガスクロマトグラフ用ECDセル(ニッケル-63、370MBq)を8月26日に確認したところ、見当たらず、再度8月28日に事業所内全域を捜索したが発見されなかったため、9月21日に紛失と確認し、平成4年10月8日に科学技術庁に連絡した。線源は、昭和50年頃のPCB分析実験完了後、ガスクロマトグラフ本体と共に屑鉄業者に引き渡され、電気炉で溶解されたものと考えられる。

	H 4. 8. 3 判明 H 4. 9. 14 連絡	紛失	障防法	地方自治体	香川県警察本部 刑事部鑑識課（香 川県）	昭和 58 年 6 月 12 日を最後に使用しなくなったガスクロマトグラフ本体から ECD セル（ニッケル-63、370MBq）を昭和 60 年 7 月 25 日に取り外し、鑑識課科学捜査研究室内の段ボール箱に保管した。平成 3 年 8 月下旬に ECD セルを廃棄するため、段ボール箱内を見たが見つからなかった。平成 4 年 3 月 19 日から 3 月 22 日にかけて鑑識課は移転をした。7 月に放射性同位元素の使用・保管状況調査があり、探したが見つからなかった。平成 4 年 8 月 3 日に改めて、引越荷物を整理しながら詳細に捜索したが、発見できなかったため、紛失したことが判明した。判明後、鑑識課内、職員からの事情聴取、業者倉庫の捜索、廃棄業者からの事情聴取等を行ったが、発見できなかったため、平成 4 年 9 月 14 日に科学技術庁に連絡した。線源は、昭和 63 年 11 月 1 日に国有物品を廃棄処分にした際に、他の物品に紛れて廃棄され、屑鉄業者を経由して、製鉄所で溶鉱炉にて溶解されたものと考えられる。
	H 4. 9. 4 判明 H 4. 9. 7 連絡	紛失	障防法	医療機関	社会保険広島市 民病院 （広島県）	使用予定のない医療用密封小線源（ラジウム-226 針、37MBq×10）を廃棄するため、平成 4 年 9 月 3 日に廃棄業者に引き渡したところ、10 本のうち 1 本が模擬線源であることが 9 月 4 日に判明したため、9 月 7 日に科学技術庁に連絡した。当該線源は、昭和 38 年から昭和 57 年まで悪性腫瘍等の治療用に使用されていたものであり、昭和 49 年 5 月 23 日から昭和 51 年 12 月 21 日までの間に紛失したものと考えられる。
	H 4. 4. 27 判明 H 4. 5. 6 連絡	紛失	障防法	民間企業	福島県いわき公 害対策センター （福島県）	平成 1 年 10 月にガスクロマトグラフが老朽化したため、ECD セル 2 個（ニッケル-63、370MBq 2 個装着）を取り外し、L 型輸送物の形にして分析室に、本体は倉庫に保管した。平成 3 年 7 月 12 日に本体は鉄屑業者に引き渡した。その後、平成 4 年 4 月 16 日に放射性同位元素の保管状況についての調査を行ったところ、ECD セルが線源でない可能性が判明し、4 月 27 日に鑑定したところ、線源でないことが判明し、本体と共に鉄屑業者に払い出したことが判明した。4 年 5 月 6 日に科学技術庁に連絡した。
平成 3 (1991)	H 4. 2. 17 判明 H 4. 2. 19 連絡	紛失	障防法	民間企業	広島化成(株)第 三工場 （広島県）	ビニールシートの厚さ測定のため、厚さ計（タリウム-204、1.11GBq+0.74GBq）を使用していたが、昭和 63 年に廃止した際、線源が 1 個だけしかないものとして、測定部の 1 個（0.74GBq）だけ取り外して保管していた。平成 4 年 1 月 29 日に保管していた線源を廃棄するため廃棄業者に送ったところ、2 月 17 日に数が不足しているとの連絡があり、所在不明が判明した。平成 4 年 2 月 19 日に科学技術庁に連絡した。昭和 63 年 12 月 10 日に厚さ計を撤去した際に、廃材と一緒に廃棄してしまい、製鉄メーカーで電炉にて溶解されたものと考えられる。
	H 4. 1. 9 発生	被ばく	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 （使用施設） （茨城県）	分析室において、硝酸プルトニウム溶液及び洗浄液の移送作業を実施した後、圧縮空気により配管内のドレン抜き作業を行ったところ、圧縮空気供給用配管の接続部から硝酸プルトニウム溶液が漏洩し、分析室内のプラトニウムダストモニタが発報した。従事者 2 名が内部被ばくしたが、放射性物質による周辺環境への影響はなかった。

	H 1. 7. 10 頃判明 H 3. 12. 20 連絡	紛失	障防法	教育機関	星薬科大学(東京都)	平成3年12月20日の立入検査の際、大学側からガスクロマトグラフ用ECDセル(ニッケル-63、555MBq 2個装着)の所在が平成1年7月7日から不明であるとの陳述があったため、調査し、報告するよう指示した。調査の結果、昭和59年にガスクロマトグラフの使用を中止した際、ECDセルを本体から取り外して本体は廃棄し、ECDセルは保管箱に保管したつもりであったが、平成1年7月7日にECDセルを廃棄するため販売業者に送ったところ、届いたものがECDセルではないとの連絡があり、所在不明が判明した。この所在不明をECD管理者が放射線取扱主任者に届け出なかったため、平成3年まで科学技術庁に報告されなかった。ECDセルは、昭和59年12月25日から数日の間に所在不明になり、ステンレススクラップ材として処理されたものと考えられる。
	H 3. 10. 23 判明 H 3. 10. 25 連絡	紛失	障防法	医療機関	(財)東京都精神医学総合研究所(東京都)	平成3年10月21日にガスクロマトグラフ用ECDセル(ニッケル-63、370MBq 装着)を廃棄するため、販売業者に送ったところ、届いたものがECDセルではないことから、10月23日に所在不明が判明した。10月25日に科学技術庁に連絡した。調査の結果、当該研究所では、昭和55年にガスクロマトグラフを施設間で移管し、移管後の管理がされていないこと、平成1年8月21日にガスクロマトグラフを廃棄処分していることが判明した。
	H 3. 8. 27 発生	漏出	炉規法	研究機関	動燃東海事業所再処理施設(茨城県)	再処理施設の定期自主検査の一環として、海中放出管の漏洩試験を行ったところ、管外部から局所的な腐食が原因とみられる貫通孔による漏洩が確認された。放射性物質による周辺環境及び従事者への影響はなかった。
平成2 (1990)	H 3. 3. 5 判明 H 3. 3. 6 連絡	紛失	障防法	医療機関	東京医科大学病院(東京都)	平成3年3月5日、立入検査に先立って、コバルト-60線源の在庫確認を行っていたところ、数量が不足していることが判明したため、3月6日に科学技術庁に連絡した。詳細に調査したところ、3月25日になって、コバルト-60管(370MBq)1本及びコバルト-60針(37MBq)1本が紛失していることを確定した。当該線源は、昭和20年代後半から治療に使用されていたが、昭和36年以降は使用を中止し、貯蔵箱に貯蔵していた。その後は、目視による確認のみ実施していたため、紛失に気づくのが遅れたものである。
	H 3. 2. 12 判明 H 3. 2. 28 連絡	紛失	障防法	民間企業	灘神戸生活協同組合(兵庫県)	平成3年2月12日、神戸市東灘消防署からの問い合わせにより、ガスクロマトグラフ用ECDセル(ニッケル-63、370MBq 装着)の紛失が判明した。調査したところ、使用頻度の落ちた当該線源を装備したガスクロマトグラフ1台を平成2年6月10日頃物品庫に移動したところ、誤って9月8日に不要機器として処分され、神戸市の不燃ゴミ処分場へ9月11日に廃棄されたものと判明し、2月28日に科学技術庁に報告した。
	H 3. 2. 23 発生	汚染	炉規法	研究機関	日本原子力研究所東海研究所(茨城県)	構内変電所装置更新工事に伴う計画停電中に非常用電源設備を用いて排風機を運転していたところ、同設備が1時間50分間停止した。そのため、セル内の負圧が一時的に損なわれ、中にあった放射性物質の一部が管理区域内に漏洩し、管理区域内の一部が軽微に汚染したが、放射性物質による周辺環境及び従事者への影響はなかった。

	H 2. 6. 28 判明 H 2. 7. 3 連絡	紛失	障防法	教育機関	名古屋大学理学部 (愛知県)	平成2年6月28日、立入検査の結果、所持しているはずのガスクロマトグラフ用ECDセル（ニッケル-63、370MBq装着）が所在不明であることが判明したため、調査を命じた。調査の結果、当該線源を装備したガスクロマトグラフ1台が今後の使用予定がないものとして、5月7日から12日の間に理学部不用品投棄場所に投棄され、5月22日に鉄屑回収業者に売払われたことが判明し、平成2年7月3日に科学技術庁に報告された。
平成元 (1989)	H 2. 1. 13 判明 2. 1. 16 連絡	H 汚染	障防法	医療機関	東京大学医学部 附属病院（東京都）	平成2年1月13日及び1月16日に病院の敷地内において、自然放射線レベルの数倍～200倍の高い放射線が測定された。核種としては、セシウム-137とストロンチウム-90が検出された。平成2年1月16日に科学技術庁に報告した。線量の高かったR1中央研究室前中庭の詳細な測定、水及び土壌汚染測定等を実施し、その結果、50ℓドラム缶で1237本分の汚染土壌を保管廃棄した。平成3年5月24日の立入検査で処理事業の終了が確認された。
	H 1. 11. 18 判明	紛失	障防法	医療機関	平川病院 (広島県)	平成1年11月18日に広島県福山市の個人病院の院長が死亡したことにもない、同市医師会が病院整理のため作業をしていたところ、ラジウム-226のセル1本（111MBq）が所在不明であることが判明した。平成1年11月18日に科学技術庁に連絡した。紛失の時期については、昭和62年12月前後に故院長が線源を捜査していたとの証言があることからこの時期ではないかと推測される。また、病院内、病院の周囲及び線源の存在する可能性があることと推定される福山市の埋立処理場のサーベイが行われたが発見には至らなかった。
	H 1. 10. 4 発生	漏出	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	定期検査のうち運転中の検査を行うため、9月27日より運転を開始したところ、主排気筒からのヨウ素-129の放出量が通常に比べて大きいことが明らかになった。そこで、10月4日から運転を一時中断し、さらに詳細な点検を実施したところ、弁操作セル(R105D)内に設置した弁の継手部から、溶解オフガスを洗浄処理した溶液がセル内に漏出し、この溶液中に含まれているヨウ素がセル換気とともに主排気筒から放出されたことが判明した。原因は弁操作セル(R105D)内において酸吸収塔の還流液が弁のユニオン継手部から漏出し、この漏出液に含まれるヨウ素が一般セル換気系を経て主排気塔から放出されたため。 再発防止対策として、以下の措置を講じた。 1) 漏洩の生じた弁及び類似の弁について、点検要領書を改訂し、点検方法の改善を行った。 2) ヨウ素放出時の対応マニュアルを改訂し、異常箇所を速やかに同定できるように改善した。
	H 1. 5. 30 発生	発煙	炉規法	研究機関	日本原子力研究所 東海研究所 (茨城県)	ウラン濃縮研究棟の核燃料貯蔵庫内で、ポリビン入り天然ウラン屑が発熱し、ポリビンと下敷きビニルシートが発煙。作業者の被ばく及び周辺環境への影響はなかった。

	H 1. 5. 17 判明 H 1. 5. 25 連絡	未届線源	障防法	民間企業	理研計器(株)(東京都) (株)日立製作所 国分工場(茨城県) (株)日立エレクトリックシステムズ十王工場(茨城県) (株)三英社製作所(東京都)	平成元年5月中旬からニッケル-63線源を装備したリークメータ(ガス検知器)の販売、使用に関し調査を行っていたところ、5月25日に警視庁から問い合わせがあり、法律違反の可能性が高いことが判明した。警視庁は、平成元年6月30日に4社に対して家宅捜査を行った。平成2年7月20日に警視庁は4社を東京地検に書類送致した。
	H 1. 4. 14 判明	紛失	障防法	医療機関	益田赤十字病院 (島根県)	平成元年4月14日にコバルト-60及びラジウム-226密封小線源の使用を廃止し、(社)日本アイソトープ協会に引き渡したところ、コバルト-60、370MBq(10mCi)の管6本の内2本及びコバルト-60、185MBq(5mCi)の玉10個のうち1個についていずれも放射能が全く検出されないことから模擬線源であるとの連絡を受け、紛失が判明した。平成元年4月14日に科学技術庁に連絡した。当該線源は、昭和30年代に子宮がん等の治療に用されていたものである。
昭和63 (1988)	H 1. 2. 3 判明 H 1. 2. 8 連絡	紛失	障防法	医療機関	福岡赤十字病院 (福岡県)	コバルト-60密封小線源の使用を廃止し、(社)日本アイソトープ協会に引き渡そうとしたところ、コバルト-60、2mCi(74MBq)の針13本のうち4本が紛失していることが平成元年2月3日に判明した。平成元年2月8日に科学技術庁に連絡した。当該線源は昭和33年1月26日から昭和39年7月27日までの間、放射線治療に使用されていたものである。
	S63. 11. 25 判明	紛失	障防法	医療機関	飯塚産婦人科病院 (高知県)	昭和63年11月25日に実施した立入検査の結果、ラジウム-226密封小線源1mCi(37MBq)×5本が所在不明であることが判明した。当該線源については、購入当初(昭和56年12月)から使用した旨の記録はなく、購入後早い時期から所在不明であったことから、販売元の東芝メディカル(株)についても調査を行った。
昭和62 (1987)	S62. 7. 15 判明 S62. 7. 27 連絡	紛失	障防法	医療機関	日本医科大学附属病院 (東京都)	使用していたコバルト-60密封線源10mCi(370MBq)×10本を(社)日本アイソトープ協会に引き渡したところ、昭和62年7月15日に、そのうちの1本が模擬線源に置き換わっていることが判明し、7月27日になって線源紛失と判断した。昭和62年7月27日に科学技術庁に連絡した。当該線源は、昭和42年3月29日から同45年5月26日までの間使用されていたものである。
昭和61 (1986)	S61. 8. 18 発生 S61. 9. 17 連絡	被ばく	障防法	研究機関	理化学研究所 (埼玉県)	昭和61年8月18日にサイクロトロン棟ホットラボにおいて研究所の職員(放射線作業従事者)が清掃作業中、ドラフト下にあった電着ソース作製実験器具の一部を収納していたビニール袋を取り出したところビニール袋が破れていたため、実験器具に付着していた放射性同位元素(鉛-210、ビスマス-210、ポロニウム-210)が漏えいし、職員2名が内部被ばくを受けた。昭和61年9月17日に科学技術庁に連絡した。被ばく線量は、1人については、4.2rem(42mSv)他の1人については、0.3rem(3mSv)と評価された健康診断の結果、異常はなかった。

	S61. 6.23 発生	汚染	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	Pu燃料第2開発室内の貯蔵室において、査察作業中に汚染が生じ、査察作業者等合計12名において、それぞれ、法令に定める許容被ばく線量以下の被ばくが認められた。また環境への影響はなかった。
昭和60 (1985)	S60. 12.25 発生	漏出	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	<p>廃棄物処理場において、酸性廃液を貯蔵していた中間受槽にヨウ素を含むアルカリ性廃液を受入処理したところ、アルカリ性廃液が酸性化し、ヨウ素が液中から遊離し主排気筒から3ヵ月毎の放出管理目標値を超え放出された。</p> <p>[対策]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 保安規定、安全作業基準及び運転要領書の見直し。 2) アルカリ性廃液の貯蔵・処理は、常にアルカリ性で行う。 3) 廃棄物処理場排気系の合流点にヨウ素モニタを設置。
	S60. 11.22 発生	汚染	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	<p>分析所小型試験設備の保守区域に設置したグリーンハウス内において、放射性廃棄物の仕分け作業等を実施した後のサーベイで作業員1名に軽微な汚染を発見した。</p> <p>[対策]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 同種作業の放射線安全に一層注意を払う。 2) PNCでのKY活動の趣旨の周知徹底(工事作業者)。
	S60. 8.12 発生	汚染	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	<p>クレーンホール(G1124)にて、使用済燃料を移動させる燃料移動用水中台車の位置検出用リミットスイッチの点検作業後、G211のゲートモニタにより作業員1名に軽微な汚染が発見された。</p> <p>[対策]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 同種作業のマニュアルの見直し。 2) 放射線安全教育の強化。
	S60. 8.12 発生	紛失	障防法 炉規法	研究機関	日本航空123便 (社)日本アイソトープ協会(東京都)	<p>昭和60年8月12日、羽田発大阪行JAL123便ボーイング747型機が群馬県上野村山中に墜落した。同機には、(社)日本アイソトープ協会及び医薬品メーカー2社から出荷された放射性同位元素が積載されていた。輸送物の形態はL型とA型で、それぞれ74個、18個の合計92個で核種はトリチウム、炭素-14、リン-32、ガリウム-67、モリブデン-99、ヨウ素-131等で放射能量は合計約162mCi(6GBq)であった。昭和60年8月12日に科学技術庁に連絡した。輸送物の大半(全体として64.8%)を回収した。A型輸送物としては、個装容器19個の内15個(78.9%)を回収した。60年10月11日に最終的な放射線量等の詳細な調査が行われ、環境への影響はないことが確認された。なお、同機がバランスウエイトとして尾翼に装着していた劣化ウラン(約248kg)が所在不明となった。このうち一部(約80kg)は後日回収された。</p>
	S60. 6.15 判明 S60. 6.17 連絡	紛失	障防法	医療機関	東京慈恵会医科大学 医学部附属病院 (東京都)	<p>昭和60年6月15日に病院医師のフィルムバッグに異常の生じた原因を調べていたところ、同医師の白衣胸ポケット内にあった手帳のビニールカバー内からイリジウム-192シード1mCi(37MBq)1個が発見されたため、同病院の所有数の確認を行ったところ、ビニールカバーから発見された1個を含め、イリジウム-192シード1mCi(37MBq)合計22個が紛失していたことが判明。昭和60年6月17日に科学技術庁に連絡した。この線源22個は、昭和59年12月に50個購入されたものの一部で同59年12月及び同60年2月に使用されており、これより同年6月15日までの間に紛失したものと考えられる。病院内の探索の結果、同年6月16日に病院内にある焼却炉の灰の中から1個発見された。</p>

	S60. 5.26 判明 S60. 5.27 連絡	紛失	障防法	医療機関	北海道大学 医学部附属病院 (北海道)	昭和60年5月26日に治療終了に伴い、イリジウム-192 シードを封入したリボンを回収したところ、リボン1本(1mCi(37MBq) シード×9個が封入されていた。)が紛失していることが判明した。昭和60年5月27日に科学技術庁に連絡した。治療開始(5月21日)から終了(5月26日)までの間に紛失したものと考えられる。紛失した原因は、リボンとリボンを装着するガイドチューブの間の固定が不十分であったため、リボンが抜け落ち紙おむつとともに病室外に持ち出されたものと考えられた。紛失したイリジウム-192 シードは、清掃工場及び焼却灰処理場で5月31日までにすべて発見された。
昭和59 (1984)	S60. 3. 1 判明 S60. 3. 8 連絡	未届線源 汚染	障防法	医療機関	神戸大学 医学部附属病院 (兵庫県)	昭和60年3月1日に病院改革に伴う外来棟とリ壊しのため、同棟地階倉庫より物品を搬出したところ、ラジウム-226 管4本 総計11mCi(407MBq)が保管されている保管庫が発見され、更に調査したところ、3月27日に同保管庫内引き出しの一部に汚染が検出された。昭和60年3月8日に科学技術庁に連絡した。発見された線源は、発見の状況から長年の間使用されていなかったものと考えられ、(社)日本アイソトープ協会へ廃棄され、除染も完了した。なお、放射エネルギーが小さく、かつ、遮へいが十分な保管庫に収納されていたことなどから、従業員等への影響はなかったと考えられた。
	S60. 2.15 発生	被ばく	障防法	研究機関	日本原子力研究所大洗研究所(茨城県)	昭和60年2月15日にホットラボ施設において同研究所で生産したイリジウム-192 ベレット約6,500Ci(240.5TBq)を容器に移替える作業中に、作業員2名が被ばくを受けた。この際、作業員1名は、個人被ばく線量測定器(フィルムバッチ及びポケット線量計)を着用していなかった。昭和60年2月15日に科学技術庁に連絡した。被ばく線量は、フィルムバッチを緊急現像した結果、2.9rem(29mSv)、及び他の1人については作業分析を行い評価を行ったところ、2.6rem(26mSv)であった。被ばくの原因は、輸送容器に十分ドロワーが入らない状態でストッパーピンをおろしたため、輸送容器を移動させようとした際、イリジウム-192 ベレットが露出したため生じたものである。また、個人被ばく線量測定器は、作業員がチェンジングルームで靴を履き替える際、置き忘れた。
昭和58 (1983)	S59. 3.26 発生	汚染	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	プルトニウム製品貯槽より分析試料採取時、プルトニウムダストモニタの指示値が上昇した。調査の結果、作業員2名及びプルトニウム操作区域の一部に汚染が認められた。 [対策] 1) 液位指示計の交換。 2) 運転要領書の改善。
	S58. 11. 8 判明 S58. 11. 16 連絡	紛失	障防法	医療機関	山口県厚生農業協同組合連合会 周東総合病院 (山口県)	昭和58年11月8日に腫瘍の治療に使用していたラジウム-226 セル1.4mCi(51.8MBq)1本が治療終了後に紛失していることが判明した。昭和58年11月16日に科学技術庁に連絡した。治療には1mCi(37MBq)11本、1.4mCi(51.8MBq)5本の合計16本を9月28日から使用しており、治療時における線源の確認、測定を行わなかったことが紛失の原因と考えられる。紛失した線源については、11月20日に柳井市のゴミ捨場において発見され回収されたが、放射線による汚染及び人の被ばくについて問題はなかった。

	S58. 8.13 判明	盗難	障防法 道路運送 法	民間企業	根本特殊化学 (株) (茨城県)	昭和58年8月13日に茨城県水海道市内において、根本特殊化学(株)筑波工場より運搬依頼を受けた夜光塗料を塗った目覚まし時計の文字板(プロメチウム-147、1枚当たり約50 μ Ci(約1.85MBq)28,698枚)を積載した、やまと運輸(株)所有のコンテナ車が盗難にあった。運転手が前日夕刻に同社の駐車場に駐車したものが、翌朝までに盗まれたものである。昭和58年8月13日に科学技術庁に連絡した。盗まれた車両は8月16日に千葉県野田市に乗り捨てられているのが発見され、10枚以外は回収された。更に8月22日に文字板8枚が発見回収されたが、残り2枚は回収できなかった。
	S58. 6.16 発生	汚染	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	分析所、化学準備室(G117)にて分析作業を行った作業員2名に軽微な汚染があった。 【対策】 グローブボックスよりバックアウトした試料はその旨を分析伝票に明記し、その試料の開封は、グローブボックス又はヒュームフード内で行う。
昭和57 (1982)	S58. 2.19 発生	機器故 障	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	分離精製工場で酸回収蒸発缶の運転を行っていたところ加熱蒸気凝縮水系に付設してある γ -モニタが発報し、酸回収蒸発缶から加熱蒸気凝縮水系への微量の放射能漏洩を検知した。 対策として、蒸発缶加熱部の取り替え工事を実施。 (基準3:安全性に関係しうる機器故障)
	S58. 2.18 発生	機器故 障	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	分離精製工場で濃縮ウラン溶解槽(242R10)の洗浄作業中、加熱蒸気凝縮水系に微量の放射能漏洩を検知した。また、当該溶解槽の補修溶接後の検査でA側パレル外表面の一部に淡黄色付着物が認められた。調査の結果、淡黄色はセル上部よりの漏洩であった。対策としては、遠隔補修とする。 (INESレベル 基準3:安全性に関係しうる機器故障)
	S57.12.10 判明 S57.12.16 連絡	紛失	障防法	医療機関	東京女子医科大学 付属病院(東京都)	昭和57年12月10日に定期的な線源の確認を行ったところ、ラジウム処置室内にある貯蔵箱内に保管していたラジウム-226針1mCi(37MBq)、20本のうち1本が紛失していることが判明した。昭和57年12月16日に科学技術庁に連絡した。原因は、腫瘍の治療終了後に線源の所在の確認を行わなかったこと等のためである。最後に線源を確認したのは、11月18日である。管理区域内からゴミ処理場までを58年6月8日まで探索したが、発見できなかった。
	S57. 6.22 判明 S57. 6.24 連絡	紛失	障防法	医療機関	藤田学園名古屋 保健衛生大学病 院 (愛知県)	昭和57年6月22日に放射線治療病室に設置されているベッド付オート・アフターローディング装置内に保管しておいたセシウム-137 30mCi(1.11GBq)1個が紛失していることが判明した。昭和57年6月24日に科学技術庁に連絡した。原因は、線源カバーであるポリエチレンの容器が破損したためである。紛失した線源については探索を続けた結果、昭和58年2月26日に土中より発見された。発見された線源は破損もなく、かつ、土中深く埋まっていたため探索作業に従事した者等への放射線による被ばくはないものと思われる。
	S57. 4.11 発生	機器故 障	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	分離精製工場で濃縮ウラン溶解槽2基のうち1基(242R11)の内部の洗浄を行っていたところ、加熱蒸気凝縮水系に付設してある γ -モニタが発報し、溶解槽から加熱蒸気凝縮水系への微量の放射能漏洩を検知した。 対策としては、遠隔補修とする。 (INESレベル 基準3:安全性に関係しうる機器故障)

昭和56 (1981)	S57. 3. 18 発生	汚染	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	分析所において、計量管理に立ち会った査察職員等6名が退出の際サーベイしたところ、靴底汚染が発見され。原因は、廃棄物容器表面より移行した汚染スポットを踏んだためである。 [対策] 廃棄物のシーリング及び床面洗浄化の徹底
	S57. 3. 17 発生	汚染	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	廃棄物処理場のサンプリングベンチの洗浄作業を行った際、トンクのブーツ取付部ゆるみのため、洗浄水がトンクを伝って漏出し、作業員の手部等を汚染した。 [対策] 1) ブーツの取付けを厳重に行う。 2) 負圧の確認により、サンプリングベンチの異常を早期に把握する。
	S57. 3. 3 発生	漏出	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	廃棄物処理場において、酸・アルカリ性の低放射性廃液を混合貯蔵したところ酸化窒素ガスが発生し、主排気筒から放出された。 [対策] 酸化窒素ガスと液のpHの関係を調査し、貯槽管理を徹底する。
	S57. 2. 22 発生	設備破損	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	廃棄物処理場第三低放射性廃液蒸発缶のモニタ監視用バイレックスガラスが破損し、廃液がセルドリッブトレに流れ込んだ。 [対策] 1) ガラス窓の交換。 2) インターキャンペーン中の点検。(修復期間 1週間 ただし工場は停止せず)
	S56. 12. 22 発生	漏出	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	プルトニウム操作区域において、汚染廃棄物の密封が不十分であったため、廃棄作業時ダストが漏れ、プルトニウムダストモニタが吹鳴した。 [対策] 汚染廃棄物は作業単位毎に密封する。
	S56. 10. 28 発生	汚染	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	廃棄物処理場において、過って貯槽内に消火用炭酸ガスを吹き込んだため、周辺配管が汚れ、作業員の軽微な汚染があった。 [対策] 1) 炭酸ガスボンベ保護キャップの点検。 2) 貯槽内あつりいく上昇後の点検の実施。 3) 汚染サーベイの励行。
	S56. 9. 23 発生	汚染	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	プルトニウム操作区域において、床面の汚染に気付かず、保証設置査察官の靴底汚染があった。 [対策] 1) 入念なサーベイの実施。 2) 清掃の励行。
	S56. 9. 4 発生	汚染	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設(茨城県)	除染保守セルにおいて、作業用具の汚染に気付かなかつたため、作業員の軽微な汚染があった。[対策] 事前のチェック及びサーベイの励行。
	S56. 7. 22 発生	汚染	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	プルトニウム操作区域で作業員間の連絡不備により、点検中の作業員に軽微な汚染があった。 [対策] 1) 各部間の連絡強化。 2) 作業前のサーベイの実施。 3) 負圧が乱れた場合の設置の周知徹底。
S56. 6. 22 発生	汚染	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	分析所において、保障措置用サンプルの出荷作業に立ち会った査察官の靴底に軽微な汚染が発見されたが、直ちに除染された。 [対策] サーベイの励行。	

	S56. 5. 29 発生 S56. 6. 1 連絡	被ばく	障防法	医療機関	国立がんセンタ ー (東京都)	昭和 56 年 5 月 29 日に体内照射装置から模擬線源を取り出すべきところ、誤って本線源(コバルト-60 約 1Ci (37GBq)) を取り出し使用したため、医師、技師等合計 13 人が被ばくした。そのうち、最大許容被ばく線量を超えた者は 1 名で、その全身被ばく線量は、約 11rem(約 110mSv)、局所被ばく線量は約 200~1,360rem(約 2~13.6Sv)と推定された。その後、関係者の健康診断等の結果、健康に異常はないものと判断された。昭和 56 年 6 月 1 日に科学技術庁に連絡した。
	S56. 5. 13 発生	汚染	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	分離精製工場伝送器操作室において、仮設マンメータ撤去時に作業員の軽微な汚染があったが、直ちに除せんされた。 [対策] 1) 仮設マンメータの撤去。 2) 他の汚染のおそれのある区域の見直し。
	S56. 4. 15 発生	漏出	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	廃棄物処理工場の工業用水系の配管交換作業時に工業用水に微量の放射性物質が混入し、一般水路を経由して事業所外に排出された。 対策としては、(1) ストレーナの定期点検、(2) 逆止弁の設置、(3) 新川の水の分析回数の増加。(推定漏洩量: 20 μ Ci) (基準 1: 予測被ばく線量 10 μ Sv 以下) (基準 3: 施設内の軽微な漏洩)
昭和 55 (1980)	S56. 3. 25 発生	汚染	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	分離精製工場内において、作業員の不注意によりサンプリングベンチのゴム手袋を破損し、軽微な汚染があったが、直ちに除染された。 [対策] 作業時の注意を励行。
	S56. 2. 17 発生	負 圧 喪 失	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	配電盤の電圧測定中のミスにより分析所の排風機が停止し、グローブボックスの負圧警報が吹鳴した。
	S56. 2. 6 発生	機 器 故 障	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	分離精製工場の酸回収精溜塔加熱用蒸気に硝酸が混入し、調査したところ、加熱用蒸気配管 3 系統のうち 2 系統に腐蝕によりピンホールが発生していることが判明した。 対策 1) 欠陥部の補修、 2) 今後は、ほぼ半年に 1 回点検を行う。なお、修復期間は 3 ヶ月を要した。 (基準 3: 安全性に関係しうる機器故障)
	S56. 1. 9 発生	被ばく	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	分離精製工場サンプリング操作室において、特殊放射線作業計画に基づき、サンプリングベンチのインナーボックスの窓の交換作業を実施した後、作業員の指リングを測定したところ、作業員 1 名の手部に 6.7rem (γ : 1.48rem、 β : 5.22rem) の法令値以下の被ばくを受けたことが明らかになった。
	S55. 11. 26 発生	汚染	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	分離精製工場濃縮ウラン溶解槽装荷セル操作区域 (G146) において、ウラン溶解槽の配管系の線量率測定作業後同区域を退出し、ゲートモニタ (G211) において身体汚染チェックをしたところ右手に微量の汚染が発見された。また直ちに除染された。 [対策] 1) 汚染の除去。 2) 当該フランジの増し締め。 3) 点検を実施しインターキャンペーン中に頻度を高くする。

S55. 11. 9 発生	汚染	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設(茨城県)	分離精製工場ウラン試薬調整室(G544)において、作業員1名が硝酸ウラン溶液の流量チェック作業終了後、ハンドフット・クローズモニターにてサーベイを行ったところ左靴底と衣服に微量の汚染が発見された。また直ちに除染された。[対策] 1) 当該フランチ部の除染及び増し締めを行うとともに作業員の通路をスマイヤチェックし、汚染は発見されなかったが、通路を全面的に除染した。
S55. 11. 5 発生	汚染	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設(茨城県)	分離精製工場濃縮ウラン機械処理セル操作区域において、燃料集合体のせん断作業に立ち会った後、同区域を退出し、中央制御室を経て休憩室に入室する際に、モニターにより立会者2名のうち、1名の左靴底に微量の汚染が発見された。また直ちに除染された。[対策] 歩行経路全域にわたり(G346~G549)サーベイを行うとともに、除染作業を実施する。
S55. 10. 11 判明 S55. 10. 14 連絡	汚染・漏 出	漏障防 法	民間企業	日本アイソト プ照射協同組合 (栃木県)	昭和55年10月11日に線源貯蔵プールの水が汚染され、排出基準を超える濃度の汚染水が排水口を通じて近くの河川に放出されたことが判明した。昭和55年10月14日に科学技術庁に連絡した。原因は、照射用コバルト-60線源が昭和55年7月14日に貯蔵プール内で落下し、その衝撃等により破損し、徐々にプール水に溶出したが、それを知らずにプール水を排水したためである。事業所付近の土壌及び下流の河川水をサンプリングして測定した結果、周辺住民への影響はないものと判断された。
S55. 4. 28 発見 S55. 7. 3 連絡	汚染	障防 法	教育機関	京都大学工学部 (京都府)	昭和55年4月28日に管理区域内の定期点検の結果、 $3 \times 10^{-4} \mu\text{Ci}$ (11.1Bq)/ cm^2 程度のストロンチウム-90による局所的な汚染が発見されたため、全体の汚染調査を行った結果、6月24日になって管理区域外の部屋でストロンチウム-90、セシウム-137、鉛-210による汚染が検出された。6月28日に除染が終了した。昭和55年7月3日に科学技術庁に連絡した。原因は、昭和40年頃の放射性同位元素の取扱ミス(非密封の放射性物質を使用していた室を廃止した際の汚染除去が不徹底であったこと。密封の放射性物質を使用する室で非密封の放射性物質を使用したこと等)によることが判明した。この汚染からの教職員、学生等の被ばく線量は人体に影響のあるようなものではないと判断された。
S55. 7. 8 発生	被ばく	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設(茨城県)	分離精製工場サンプリング操作区域(A343)のサンプリングベンチ No.1 において、パルスフィルタ(243F16)の洗浄後のサンプリング作業中、G220でγ線エリアモニター(γ28、29)の指示が上昇。直ちに作業員を退避して調べたところ、2名に法令値以下の外部被ばくを受けていた。1名はγ940mrem、β230mremであり、もう1人はγ130mrem、β<20mremであった。
S55. 5. 29 発生	汚染	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設(茨城県)	グローブボックスの硝酸プルトニウム移送後のグローブボックス内整理作業後、作業員2名の左腕部にそれぞれ微量の汚染が発見されたが、直ちに除染が行われた。 [対策] 番号プレートをプラスチック製の角を丸めたものに交換する。
S55. 5. 22 発生	被ばく	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設(茨城県)	せん断・溶解工程の除染保守セル内で特殊放射線作業計画に基づきオフガスフィルタ(244F27)の交換作業を行った。この時、作業員1名が法令値以下の外部被ばくを受けた。被ばく量は、計画被ばく量は全身60mremに対し、40mremであったが指リングでは8.06mrem(β)、0.51mrem(γ)であった。

	S55. 5. 8 判明 S55. 5. 10 連絡	汚染	障防法	研究機関	東京大学原子核 研究所 (東京都)	昭和 55 年 4 月 7 日から 4 月 28 日にかけて九州大学 の研究者グループが共同利用施設において、カリフ オルニウム-252 392 μ Ci (14. 5MBq) を使用して測定を 実施した。昭和 55 年 5 月 8 日に実験に先立ち共同利 用施設の測定を行ったところ、汚染が発見された。 昭和 55 年 5 月 10 日に科学技術庁に連絡した。原因 は、密封容器に封入して使用すべきカリフォルニウ ム-252 を実験室で開封して取扱い、その際同室にあ った紙類、床等を汚染したもので、実験終了後紙類 が一般廃棄物焼却炉で焼却されたことが判明した。 人の外部被ばく及び内部被ばく測定の結果、異常は 認められず、汚染物は回収隔離し、そのカリフォル ニウム-252 の量の測定結果等から汚染物の研究所外 への持出し及び排出のおそれはないと判断した。
昭和 54 (1979)	S55. 3. 11 判明 S55. 3. 13 連絡	紛失	障防法	研究機関	高エネルギー物 理学研究所 (茨城県)	昭和 54 年 9 月 21 日から筑波大学研究グループに貸 し出していたストロンチウム-90 1mCi (37MBq) を紛失 したとの報告が、昭和 55 年 3 月 11 日に当該事業所 放射線取扱主任者にあった。昭和 55 年 3 月 13 日に 科学技術庁に連絡した。当該線源は、共同実験に使用 している測定器校正用線源であり、最後に確認され たのは、昭和 54 年 12 月 3 日であり、その後紛失 したものである。探索の結果、3 月 14 日に筑波町粗 大ゴミ捨て場から発見され、回収された。線源に異 常はなく、周囲の汚染もなかった。
	S55. 1. 27 発生	汚染	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	分析所計量分析用低放射性試料分析室 (G115) に設 置されているグローブボックスライン (4 台連続) の 廃水管の一部が自重により、グローブボックストラ ップより離脱し、配管内の希薄放射性物質を含む溶 液の微量が作業室床に漏えいしたが、空気汚染、身 体汚染は検出されず、また汚染部分の除染も行われ た。 <対策> 1) 廃水管が接続部よりずれないように配 管吊具の締付けを完全に行うとともに、恒久的には ボルトをアングルに貫通させる等処置を行う。 2) 定期的な点検を実施する。
	S54. 10. 1 発生	漏出	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	昭和 54 年 10 月 1 日、分離精製工場内において微 量のプルトニウムによる空気汚染が生じ、同工場内 の Pu 操作区域 (A24, A124, A324) 及び地下中央保守 区域の Pu ダストモニタの警報が作動した。この空 気汚染は Pu ダストモニタの記録により、約 20 分 後にほぼ消滅したことが確認された。警報作動時、 当該区域に立入者はなかったが念のため同日午前中 に当該区域で作業した者についてサーベイを行った 結果、異常は認められなかった。 実施された対策は以下のとおり。 1) 各班用圧空供 給開始時の運転要領書の見直し。 2) 攪拌用圧空供 給系の配管にオリフィスの設置。 3) グローブボッ クス類入気用フィルタ部の 6 ヶ月毎の定期点検実施。 4) 汚染拡大の原因となった負圧バランスの調査と 必要な対策の実施。(基準 3: 安全性に関係しう る機器停止)
	S54. 9. 28 発生	汚染	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 (茨城県)	分析用ボックスに廃液入りポリ容器の搬入作業中、 微量のプルトニウムが漏洩し、作業員 1 名の鼻孔等 に微量の汚染が発見されたが、直ちに除染された。

S54. 9. 25 発生	汚染	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設(茨城県)	分離精製工場除染保守セル (R333) において、パワーマニプレータの保守作終了後、汚染機器調整室(A356) 内に設置されているパネルハウス内で防護衣等を脱装後衣服サーベイを行い、パネルハウスから体質し身体サーベイを行ったところ、1名の右肘部に軽微な汚染を検出したが、直ちに除染された。〈対策〉 防護衣等の脱装に当たっては、同種の汚染拡大を防ぐために補助作業者は、チオックス手袋が汚染したらすぐに新しいチオックス手袋に取り替えることを更に徹底する。
S54. 8. 5 判明	紛失	障防法	民間企業	尾張分析技術センター(株) (愛知県)	昭和54年8月5日に機器分析室に置かれていたガスクロマトグラフ(ニッケル-63 370MBq 装着)が行方不明になっていることが発見された。原因は、同センター代表者の経営する別会社が不渡りを出したため、債権者の1人が同センターのガスクロマトグラフを移動したためと判明した。なお、ガスクロマトグラフについては、その後、返還され、装置に異常のないことが確認されている。
S54. 5. 25 判明 S54. 5. 30 連絡	被ばく	障防法	民間企業	日立造船非破壊検査(株) (大阪府)	昭和54年5月25日に大阪事業所桜島作業所第2使用施設の照射室に入室した放射線従事者のポケット線量計の針が振り切れていたため、放射線業務従事者のフィルムバッジを至急現像したところ、異常が認められた。昭和54年5月30日に科学技術庁に連絡した。調査の結果、5月10日頃から5月28日までの間、非破壊検査装置のコバルト-60線源(10Ci(370GBq))ホルダーがワイヤーからはずれ、電源の故障ともあいまって線源が線源容器へ収納していなかったことにより、照射室に立ち入った、22名が放射線被ばくを受け、うち1名は全身被ばく線量に換算して約12rad(約120mSv)に相当する被ばくを受け、精子の一時的減少という影響が見られた。更に、上記被ばく事故調査中の昭和55年3月4日に同一使用施設内に置いて、再び線源の収納もれによる被ばくという類似の事故を起こした。 [昭和55年4月26日から5月10日まで15日間放射性同位元素の使用の停止を命じる行政処分を行った。]
S54. 5. 4 発生	汚染	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	廃棄物処理場保守室(A053)において点検作業を行い、作業終了後サーベイを行ったところ2名の作業員が汚染していることを発見したが、直ちに除染された。 〈対策〉汚染箇所の除染完了チェックを厳重に行うと共に、作業前の環境モニタリングについても厳重に行う。
S54. 4. 3 発生	爆発	炉規法	研究機関	日本原子力研究所 東海研究所 (茨城県)	昭和54年4月3日、16時45分頃、燃焼率測定施設の実験装置内で小爆発が発生したが、火災等の発生はなく、周辺公衆及び従業員への影響はなかった。
S54. 3. 29 判明 S54. 4. 3 連絡	紛失	障防法	医療機関	財倉敷中央病院 (岡山県)	昭和54年3月29日に治療準備のため、貯蔵庫に保管中のラジウム-226管3本の入ったタンデムチューブを取り出したところ、折損しており、10mCi(370MBq)2本が不足しており、紛失していることが判明した。昭和54年4月3日に科学技術庁に連絡した。この管が最後に使用されたのは、3月9日であり、その際に使用後の確認を怠ったものである。探索の結果、4月6日までに2本とも倉敷市焼却灰場及び清掃センター焼却炉内で発見し、回収された。

	S54. 4. 2 発生	汚染	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	分離精製工場プルトニウム操作区域 (A124) において、プルトニウムの濃縮工程の送液ポンプの分解作業終了後、グローブボックスより手を抜いてサーベイしたところ微量の汚染を発見したが、直ちに除染された。 ＜対策＞ グローブボックス保護用の皮手袋等をつけるかあるいは適切な防護を施した工具を使用する。
昭和 53 (1978)	S54. 3. 8 発生	汚染	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	廃棄物処理場保守区域 (A191) において、保守区域 (A191) で作業員 2 名が低放射性廃液蒸発缶給液用測定機器 (pHメータ) の定期点検作業を実施中汚染を生じた。[対策] 1) 汚染機器の取扱いにより一層注意を徹底させる。2) 防護衣の着用及び作業前後のサーベイを励行させる。3) 汚染のおそれのある場合には汚染の拡大防止策を講じた上で保守を実施する
	S54. 2. 15 発生	漏出	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	廃棄物処理場放射性配管分岐室 (R018) において、再処理建設所廃棄物処理場放射性配管分岐室 (018) から地下浸透水に微量の放射性物質が混入し、建屋外に漏洩した。地下浸透水に通常より高い放射能を検出したのが、1979 年 2 月 9 日、分析結果から放射性物質の異常漏洩を確認したのが、2 月 15 日であった。対策としては、1) R018 内の漏洩の原因となったフランジ部は溶接構造とする。2) 地下浸透水は廃棄物処理場内でモニタ後、海中放出管を通じて放出する。(推定漏洩量: 200 μ Ci) (基準 1: 予測被ばく線量 10 μ Sv 以下) (基準 3: 安全性に関係しうる機器破損)
	S54. 1. 16 判明 S54. 1. 24 連絡	紛失	障防法	医療機関	国立松山病院 (愛媛県)	昭和 54 年 1 月 16 日に治療準備のため、貯蔵庫に保管中のラジウム-226 管を点検したところ、2mCi (74MBq) 1 本が不足しており、紛失していることが判明した。昭和 54 年 1 月 24 日に科学技術庁に連絡した。この管が最後に使用されたのは、昭和 53 年 10 月 27 日であり、その際に使用後の確認を怠ったものらしく、その後、病院内外の捜索が続けたが発見に至っていない。
	S53. 11. 30 発生	被ばく	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	1978 年 8 月 24 日に故障を起こした分離・精製工場酸回収蒸発缶の検査のためのセル内作業中に酸欠事故が発生し、防護具を外したため、作業員 2 名が軽微な被ばくを受けたが、救助後異常のないことを確認した。対策としては、セル内作業時には一般安全を考慮した酸欠防止対策を実施。(基準 2: 内部被ばく線量 1.4mSv)
	S53. 8. 21 発生 S53. 8. 24 連絡	被ばく	障防法	民間企業	中国 X 線 (株) 本社 (広島県)	昭和 53 年 8 月 21 日に本社貯蔵室内において、ガンマ線照射装置を貯蔵室の高さ約 1m の保管棚に載せようとして、誤って落下させたので、装置の故障の有無を確認していたところ、線源 (イリジウム-192 370GBq) 線源ホルダーが脱落して 3.27mrem (約 33 μ Sv) を被ばくした。フィルムバッジを緊急に現像し、基準値以上の被ばくが 8 月 24 日に判明したため、同日、科学技術庁に連絡した。
昭和 52 (1977)	S53. 1. 17 発生	汚染	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 再処理施設 (茨城県)	廃棄物処理場廃液受取セルにおいて、廃棄物処理場廃液受取セル内で、バルブのパッキング交換作業中、バルブに残っていた放射性溶液によって身体汚染が発生した。 [対策] 1) 汚染区域を設定して除染。2) 今後の保守作業に当たっては、保護具の着用とビニールシートによりカバー等で溶液の付着を防止する。

	S52. 12. 2 発生 S52. 12. 5 連絡	被ばく	障防法	民間企業	金華機械(株)本社工場 (岐阜県)	52年12月2日15時頃、社員2名がコバルト-60非破壊検査装置の線源が照射中であるにもかかわらず照射室に立ち入ったため被ばくした。1名は、3.42rem、他の1名は、0.11remであり、健康診断の結果は異常なかった。原因は、線源送出し装置と照射中表示ランプの電源プラグが脱落し、赤ランプが消えたうえ、青ランプに太陽光線が当たり、点いているものと誤認したこと。
	S52. 4. 19 判明 S52. 11. 16 連絡	紛失	障防法	教育機関	奈良県立医科大学 (奈良県)	昭和52年4月19日にトリチウム 15mCi (555MBq)が所在不明になっているのを取扱者が発見した。未届け、未報告であったところ、11月16日に新聞報道されるに及んで判明した。立入検査を実施し、翌年1月25日付で原子力安全局長から県知事宛文書により嚴重注意をした。
	S52. 4. 14 発生	漏出	障防法	研究機関	放射線医学総合研究所那珂湊支所 (茨城県)	大型海水魚実験水槽から、微量のセシウム-137を含む海水約110が管理区域外(水槽建屋外)に溢れ出た。セシウム-137濃度は 1.4×10^{-12} Ci (5.18×10^{-4} Bq)/cm ³ であった。原因は、同実験水槽に海水を注入するチューブのバルブがゆるんでいたため、海水が過度に流入したことである。警報付液面計を取り付ける等の措置を講じた。
昭和51 (1976)	S51. 9. 2 発生 S51. 10. 19 連絡	被ばく	障防法	民間企業	日立造船非破壊検査(株)築港工場 (大阪府)	社員2名が、9月2日又は9月8日にコバルト-60非破壊検査装置の格納容器に線源が戻りきっていない状態でフィルム交換のため照射室に立ち入ったため被ばくした。原因は、インターロックの不備であった。9月1ヶ月間のフィルムバッチの現像結果は、1名3.9rem、他の1名2.6remだった。健康診断結果に異常はなかった。
	S51. 7. 7 発生	運搬	障防法 道路運送法	民間企業	東亜非破壊検査(株)曾根試験場 (福岡県)	イリジウム-192非破壊検査用照射装置(定格10Ci(370GBq)、減衰により3.9Ci(144.3GBq))を線源更新のため名阪国道を運搬中、三重県内でガードレールに衝突し、車前部が大破した。装置に異常はなかった。原因は、居眠り運転によるものよう。
	S51. 6. 10 判明 S51. 6. 12 連絡	紛失	障防法	医療機関	(医)永瀬病院 (神奈川県)	病院の改築のため昭和42~43年頃以降使用していなかった地下照射室の線源確認をしたところコバルト-60の紛失が判明した。紛失したのは、治療用コバルト-60管10mCi(370MBq)6本、針2mCi(74MBq)2本、1mCi(37MBq)2本であり、昭和41年以前に紛失したもよう。
	S51. 5. 19 発生 S51. 5. 20 連絡	汚染	障防法	民間企業	(有)立山精機 (茨城県)	ラジウム-226による同社敷地等の汚染を原研東海研に入りし同社従業員の靴のモニターをきっかけに発見した。5月26日、汚染源のラジウム-226入容器を敷地内の土中から発見し、回収した。最高線量率は、地表1cmで50mR/hであり、従業員や付近住民に異常はなかった。ドラムカン123本、カートンボックス54個分等の汚染土壌その他を撤去した。
昭和50 (1975)	S50. 11. 7 発生 S50. 11. 8 連絡	設備破損	障防法	研究機関	日本原子力研究所 東海研究所 (茨城県)	研究1棟に設置されている排気フィルターのろ材の一部が破損して、排気筒から排出された。表面汚染及び空気汚染はなかった。
	S50. 9. 22 発生	運搬	障防法 道路運送法	民間企業	横河電機(株) (東京都) 丸鈴運輸(株) (東京都)	セシウム-137 300mCi (11.16Bq)の密度計2台(荷主、メーカーとも横河電機(株))を丸鈴運輸のトラックで運搬中、大分県豊前市において居眠り運転で、トラックが民家の塀に衝突した。密度計には異常がなかった。

	S50. 7. 16 発生	紛失	障防法	医療機関	国立浜田病院 (島根県)	ラジウム-226 針 1mCi (37MBq) 10 本を患者の治療に使用した後、次の患者に使用しようとしたとき 9 本しかないことに気付いた。(1 本紛失)
	S50. 7. 9 判明 S50. 7. 14 連絡	紛失	障防法	医療機関	日本国有鉄道 名古屋鉄道病院 (愛知県)	49 年 3 月 8 日に使用した後使用していないラジウム-226 管 11mCi (407MBq) 2 本が所定の保管庫にないことに気付いた。
	S50. 4. 24 発生	被ばく	障防法	研究機関	動力炉・核燃料開発事業団 東海事業所 (茨城県)	再処理工場内においてコバルト-60、9,000Ci (33.3TBq) 線源を移動中、トンネルを通過して漏洩したガンマ線に、階下の水を抜いたプールにいた作業員 5 名が実測 1mrem 以下、推定最大 3mrem 被ばくした。
	S50. 4. 2 発生	運搬	障防法	民間企業	新日本非破壊検査(株) (福岡県)	非破壊検査用線源イリジウム-192、5.45Ci を運搬中、山口県美弥市付近で雨のため車がスリップし、車がガードレールに接触し、線源容器がライトバンから路上に落ちた。線源の漏洩及び汚染等はなかった。
昭和 49 (1974)	S49. 12. 24 判明	紛失	障防法	医療機関	松江市立病院 (島根県)	場所の線量率測定の際に出したラジウム-226 管 10mCi (370MBq) 2 本を紛失した。12 月 25 日未明に市のごみすて場で発見し、回収した。
	S49. 12. 2 発生 S49. 12. 26 連絡	被ばく	障防法	民間企業	(株) 島津製作所 京都営業所(京都府)	鳥取大学医学部附属病院で、コバルト-60 治療装置の線源更新作業中、不規則な作業行為により社員 2 名が被ばくしたことが、12 月 25 日に右手指の皮膚炎により判明した。被ばく量は、1 名の右手指皮膚約 500rem、全身約 175mrem、1 名の全身約 600mrem で、軽度の白内障の疑いが判明した。
	S49. 10. 15 判明 S49. 10. 17 連絡	未届線源	障防法	医療機関	順天堂大学病院 (東京都)	ドジメーターに校正用標準線源ラジウム-226、350 μ Ci (12.95MBq) が内蔵されていたことが判明した。線源については廃棄した。関係者を健診し、異常のないことを確認した。
	S49. 8. 10 判明	盗難	障防法	民間企業	非破壊検査(株) (大阪府)	関西電力(株)美浜発電所において、非破壊検査に使用していたイリジウム-192、5.5Ci (203.56Bq) が保管場所から盗取された。8 月 12 日に窃盗・恐喝犯 3 名が逮捕され、線源が発見、回収された。(後日、残り 2 名も逮捕された。) 窃盗犯人 5 人については書類送検され、大阪地検で 3 名が起訴された。
	S49. 7. 2 判明 S49. 7. 3 連絡	紛失	障防法	医療機関	橋本病院 (熊本県)	6 月 26 日の治療終了後、貯蔵庫に保管し、7 月 2 日に使用しようとしたところコバルト-60、10mCi (370MBq) 1 本が紛失していることに気付いた。
	S49. 6. 24 発生 S49. 6. 29 連絡	被ばく	障防法	教育機関	東北大学理学部 原子核理学研究施設 (宮城県)	直線加速装置実験室でインターロックの故障に気付かず作業し、研究員 6 名が最高の者 4.3rem、最低の者 0.1rem の被ばくをした。検診の結果は異常がなかった。
	S49. 6. 21 発生	汚染	障防法	教育機関	東京大学教養学部 (東京都)	昭和 49 年 6 月 20 日に当該学部の助教授がコバルト-58 を使用中に身体汚染され、そのまま実験室を出て茨城県大洗町の放射性同位元素施設を訪問し、訪問先でのチェックで汚染が判明した。同人を放医研に収容し、健診を実施したが、異常は認められなかった。
	S49. 6. 19 判明 S49. 6. 21 連絡	紛失	障防法	医療機関	国立高崎病院 (群馬県)	ラジウム-226 管 20mCi (740MBq) 1 本及び 10mCi (370MBq) 3 本を患者に装着固定していたところ、患者がそれらを剥奪したため、10mCi 2 本が紛失した。

	S49. 6. 3 発生 S49. 6. 28 連絡	被ばく	障防法	研究機関	放射線医学総合 研究所 (千葉県)	サイクロトロンの実験中にビームシャッターからの陽子線の漏れにより職員 1 名が右手指に被ばくをした。6 月 17 日に皮膚炎が出て判明した。6 月 27 日に再現実験をして確認した。
	S49. 4. 10 発生 S49. 5. 1 連絡	汚染	障防法	研究機関	大阪府立公衆衛 生研究所 (大阪府)	ガスクロマトグラフの操作ミスから、トリチウム 250mCi (9,250MBq) ECD の温度を上昇させてトリチウムを逸出させ、室内空気及び機器内部等に若干の汚染を発生させた。
昭和 48 (1973)	S49. 1. 13 発生 S49. 1. 14 連絡	被ばく	障防法	民間企業	士幌アイソト プ照射センター (北海道)	コバルト-60 300kCi (11.1PBq) の照射室に好奇心で入った作業員が 14.3rem の被ばくをした。直ちに健診したが異常はなかった。施設の改善をした。
	S48. 11. 12 発生 S48. 11. 13 連絡	施設火 災	障防法	民間企業	石岡精工(株) (茨城県)	夜光時計の組立て工場が全焼した。プロメチウム-147 を塗布した時計針、文字盤が焼損した。汚染及び障害発生はなかった。
	S48. 11. 12 発生	紛失	障防法	医療機関	(社)日本赤十字 社 静岡赤十字病院 (静岡県)	ラジウム-226 針 3mCi (111MBq) 1 本を使用後に紛失した。焼却炉から発見し、回収した。線源に異常はなかった。
	S48. 5. 17 判明 S48. 5. 19 連絡	紛失	障防法	医療機関	北海道大学医学 部 附属病院 (北海道)	昭和 48 年 5 月 16 日にラジウム-226 針 1mCi (37MBq) 5 本を使用し、翌日他の患者に使用しようとしたところ紛失しているのに気が付いた。5 月 19 日及び 20 日に清掃工場の焼却炉から発見し、5 本とも回収した。線源に異常はなかった。
昭和 47 (1972)	S48. 3. ~ 48. 5. 発生 S49. 1. 7 判明	被ばく	障防法	民間企業	三菱重工業(株) 長崎造船所 (長崎県)	下請けの新日本非破壊検査(株)の作業員がイリジウム-192 10Ci (370GBq) 照射装置から落ちた(合計 3 回)線源ホルダーを素手で握む等により 3 名が推定 200rem の被ばくをした。昭和 49 年 1 月に 1 名、同年 5 月に 2 名の被ばくが判明した。障害が発生した 2 名は皮膚移植を受けた。
	S48. 3. 13 発生	紛失	障防法	民間企業	シンロイヒ(株) 大船工場 (神奈川県)	大船工場から東芝横須賀工場へ輸送中のプロメチウム-147、96mCi (3.55GBq) が紛失した。
	S47. 10. 6 判明 S47. 10. 19 連絡	紛失	障防法	公益法人	(社)日本アイソ トープ協会(東京 都)	昭和 47 年 10 月 5 日に発送したクリプトン-85、60mCi (2.22GBq) をトラックで運搬中に行方不明になった。10 月 24 日に他社の運送会社営業所において発見された。梱包及び線源に異常はなかった。
	S49. 6. 10 判明 S49. 6. 12 連絡	被ばく・ 紛失	障防法	民間企業	日本非破壊検査 (株) 水島出張所 (岡山県)	九州石油(株)大分製油所において非破壊検査のため持ち込んだイリジウム-192、10Ci (370GBq) 1 個を紛失した。線源を発見した九州石油(株)の従業員が控え室のロッカーに保管し、昭和 49 年 6 月 10 日に大分県警に発見されるまでの約 2 年間に 70 人が被ばくし、7 人に障害が発生した。重症の 3 名は皮膚移植等の治療を受けた。線源は同年 6 月 10 日に回収された。49 年 6 月 10 日に使用廃止届けが出された。同年 6 月 29 日に岡山地検が関係者を起訴し、会社は 2,500 円の罰金、社員 2 名は各 1 万円の罰金の処分を受けた。
	S47. 4. 19 発生 S47. 4. 20 連絡	漏出	障防法	研究機関	日本原子力研究 所 東海研究所 (茨城県)	JRR-2 南側にある試験用ホットラボで廃液貯槽のパイプのバルブが故障し、廃液約 0.7t が漏出した。被ばくはなかった。

昭和46 (1971)	S46. 9. 20 発生 S46. 9. 23 連絡	被ばく・紛失	障防法	民間企業	中国×線(株) (広島県)	三井造船(株)千葉造船所において非破壊検査を終了後、イリジウム-192、10Ci (370GBq)を紛失し、拾得した者が寮に持ち帰ったため、9月26日に発見されるまでの間に第三者6名が被ばくした。6名を放射線医学総合研究所に入院させて、治療を行った。2名は傷跡が残った。 〔中国×線(株)に対し、昭和46年12月17日～同月31日の間使用停止処分、放射線取扱主任者に解任命令の行政処分が行われた。〕 昭和46年11月に責任者1名が業務上過失傷害により罰金5万円の処罰を受けた。
	S46. 8. 3 発生 S49. 5. 13 判明 S49. 6. 17 連絡	被ばく	障防法 道路運送法	民間企業	日本工業検査(株) (神奈川県)	日本工業検査の下請会社の国際非破壊検査(株)の年少従業員が日立造船(株)桜島工場において、イリジウム-192 10Ci (370GBq)を運搬中、落ちた線源ホルダーを素手で扱い、左手に被ばくしたことが昭和49年5月13日に判明した。被ばく者は、皮膚移植をした。行政指導により約2ヶ月間の業務停止をさせた。同年6月19日に大阪府警から書類送検されたが、同年8月23日大阪地検において不起訴になった。
	S46. 5～11 発生 S49. 5. 13 判明	被ばく	障防法	民間企業	日本非破壊検査(株) 水島出張所 (岡山県)	イリジウム-192 10Ci (370GBq)を無届で非破壊検査に使用し、年少作業員5名が手等に被ばくしたことが他事件の捜査中に警察での供述により昭和49年5月13日に判明した。被ばく者に障害が発生した。同年6月10日に使用廃止届けが出された。同年6月29日に岡山地検が関係者を起訴した。昭和50年3月に社員1名が懲役8月(執行猶予3年)の処罰、昭和50年10月に会社は20万円の罰金の処分を受けた。
	S46. 8. 27 判明 S46. 9. 1 連絡	紛失	障防法	医療機関	奈良県立医科大学附属 がんセンター (奈良県)	ラジウム-226管 10mCi (370MBq)1本を昭和46年8月23日に使用した後、紛失した。 (その前に線源を確認したのは同年7月23日)
	S46. 6. 16 発生 S46. 6. 17 連絡	被ばく	障防法	民間企業	京浜工事(株) (東京都)	東洋ソーダ(株)富田工場第2発電所建設所内にて非破壊検査の終了後、線源を専用容器に収納する作業中、線源ホルダーが破損し、回収作業のため、2名が指に被ばくし、障害が発生し、通院し治療した。 (1名は右手親指先で18,000rem、全身約2.7rem)
昭和45 (1970)	S45 夏頃 判明 S45. 6 連絡	汚染	障防法	民間企業	第一化学薬品(株) 東海研究所 (茨城県)	昭和45年1月頃から炭素-14を含む排水が排水路のマンホールから溢水して、附近水田0.2haへ流入し、汚染をした。46年に排水路等を改善し、溢水問題は解消した。その後、県、科技厅で汚染追跡調査や安全性評価を実施し、放射線障害のおそれなしと判明した。昭和49年及び50年に汚染された水田約2000m ² を同社が買収した。
	S45. 7. 15 発生	被ばく	障防法	民間企業	日本ステンレス(株)直江津製造所 (新潟県)	誤操作によりコバルト-60、70Ci (259GBq)が露出しているところ、撮影位置検討のため入室した社員1名が1,630mremの被ばくをした。
昭和44 (1969)	S45. 3. 27 発生 S45. 3. 30 連絡	紛失	障防法 道路運送法	民間企業	東亜非破壊検査(株) (福岡県)	イリジウム-192、10Ci (370GBq)を茨城県鹿島郡の県道を運搬中に紛失した。4日後に発見したが、容器等に異常はなかった。
	S45. 1. 判明	紛失	障防法	医療機関	鶴岡市立荘内病院 (山形県)	ラジウム-226管 50mCi (1.85GBq)を使用後、紛失した。翌日、看護婦の白衣から発見し、回収した。線源の破損及び障害なし。

	S44. 10. 1 発生	汚染	障防法	民間企業	第一化学薬品 (株) 東海研究所 (茨城県)	炭素-14 の輸送中にガラス製 1 次容器が破損したため、梱包室において炭素 14 による机、床、衣服、手の汚染が発生した。
昭和 43 (1968)	S44. 1. 3 発生 S44. 1. 13 連絡	紛失	障防法	医療機関	西沢病院 (長野県)	ラジウム-226 管 20mCi (740MBq) 1 本を使用中に患者が便所にて紛失した。探索の結果、1 月 21 日に市下水道本管中で発見し、回収した。線源に異常はなかった。
昭和 42 (1967)	S42. 10. 2 判明	紛失	障防法	医療機関	神尾病院 (東京都)	コバルト-60 針 2mCi (74MBq) 及び 3mCi (111MBq) の 2 本を 9 月 15 日に使用后、紛失したと思われる。
	S42. 7. 26 判明 S42. 8. 2 連絡	紛失	障防法	医療機関	(社) 日本赤十字社 静岡赤十字病院 (静岡県)	ラジウム-226 針 3mCi (111MBq) 1 本を誤って院内焼却炉にて焼却した。灰を回収し、(社) 日本アイソトープ協会へ廃棄した。
	S42. 6. 5 発生	漏出	障防法	研究機関	日本原子力研究所 東海研究所 (茨城県)	操作ミスにより、バンデグラフ建屋において、数十 Ci のトリチウムが排気筒から漏出した。建家内及び排気筒付近の空気汚染及び表面汚染を測定の結果、許容値以下であった。
	S42. 4. 3 発生	汚染	炉規法	研究機関	動燃東海事業所 (茨城県)	1967 年 4 月 3 日 11 時 30 分頃、作業員がプルトニウムで汚染した廃棄物を取り扱っていた時、廃棄物を密封していたビニールバックが破れ、作業員は手袋をしていなかったために、直接手が汚染された。廃棄物の内容はプルトニウムで汚染した TBP ケロシン溶液で汚染されたポリ瓶で皮膚汚染も同種であった。主な汚染は作業員の左手の掌に限られるが、右手や両足にも二次的な汚染が認められた。除染は、水、石鹼、DTPA 2% 溶液、チタンペーストにより行われた。3 日午後、経過検査のために原研診療所に入院し、4 日の検査で 0.2nCi、5 日以降は 0.1nCi 以下に下がった。この皮膚汚染は、直接的には作業員が外科用手袋を着用しておれば、避けられた汚染であるが、廃棄物の取扱い、特に包装にもっと注目する必要のあることが反省された。
昭和 41 (1966)	S41. 9. 28 発生	被ばく	障防法	研究機関	大阪府立工業技術研究所 (大阪府)	バンデグラフにおいて照射中に所員 1 名が被ばくした。顔、手、足の皮膚に障害が発生した。

昭和 40 (1965)	S41. 3. 10 発生	汚染	炉規法	研究機関	放射線医学総合 研究所 (千葉県)	<p>実験用プルトニウムの溶液を処理中、汚染した注射針で指先に刺傷を受けた。作業員はプルトニウム試料(硝酸プルトニウム 1.08g)の袋を開け、試料を試料管に移し、3規定硝酸を加えて溶液を作り、更に計画に従い第1、第2の原液を作成した。この後使用した注射針を廃棄用に用意していた15mmφのポリエチレン試験管の中に格納使用とした時、注射器の先端が4重の手袋を通して指に突き刺さり、切り傷を負った。直ちに、洗浄を繰り返したが、0.1μCi程度の汚染が除去されなかったため、傷を中心とした患部を径5mm×深さ5mmの円錐状部分を切除した。バイオアッセイから体内摂取の形跡はなかった。</p> <p>直接的原因は a) PVC試験管を手でガイドしたこと、 b) 自分の右手で視界を遮り、格納位置を間違えたこと、 c) 鋭利な注射針を使用したこと、また間接的原因として、 a) 長時間手袋着用による感覚麻痺、 b) 手袋のダブツキ、 c) 作業場のスペースが狭すぎたことである。</p>
	S40. 12. 21 発生	汚染	障防法	教育機関	京都大学原子炉 実験所(大阪府)	<p>KURで照射を終わったカプセルを取り出し、照射カプセルを開封したところ、石英ガラス管に封入してあったイットリア(Y₂O₃)が石英管の破損により、飛散した。試料は、10個の石英管に封入した粉末Y₂O₃と分析用標準試料3個でY₂O₃の量は0.3gで、これらの管をポリエチレン製照射カプセルに緩衝材を用いて装填していたが、カプセルはCO₂ガスの圧力で15~20m/秒の速さで飛ぶために、衝撃で破損したものと考える。作業員が、破損個数を調べる操作を行っていた時に粉末が飛散し、作業員の衣服や実験室の床等に飛び散ったと考えられる。この作業員が応援を求めた2人と放射線管理1人の防護靴が汚染した。これらの一連の動きにより汚染は廊下にまで広がり、その量は、1%程度と推定。最大汚染場所はフード前の床で1.9×10⁻⁵μCi/cm²で、廊下の汚染は7×10⁻⁶μCi/cm²であった。衣服の汚染は0.5mR/hであったが、体内吸収はなかった。</p>
	S40. 7. 27 発生	汚染	炉規法	民間企業	東芝中央研究所 (神奈川県)	<p>東芝中央研究所の核燃料建屋2階の転換室で濃縮度3.2%の六フッ化ウラン(UF6)を二酸化ウラン(UF2)に転換する作業を行っていた。フード内に設置された六フッ化ウランポンベの加熱装置で加熱し、ガス化した六フッ化ウランを加水分解して重ウラン酸アンモンを製造するもので、ポンベ加熱装置の温度制御系の故障でポンベが2~300度に加熱され、六フッ化ウランの圧力が上昇し、ポンベに亀裂が生じ、そこから急激に漏出したものである。飛散したウラン量は93.5kgであった。漏出した六フッ化ウランは空気中の水分と反応してフッ化ウランの粉末となり、排気ダクトより排気系最終部のフィルターでトラップされるが、すぐに目詰まりを起し、排気不能となったために、室内の圧力が上がり、作業室内及び他の部屋にまで粉末は飛散していった。汚染全域を目張りして20日間放置した後、立ち入ると殆どのウランは室内の壁や床に沈着していた。なお、事故に遭遇した43名の作業員のうち、5名が尿中1mg/lの体内摂取が検知された。</p>
	S40. 4. 明	判 紛失	障防法	医療機関	関村病院 (秋田県)	<p>ラジウム-226管を患者に使用中、同人がゴミ箱に捨てたため、紛失した。</p>

昭和39 (1964)	S40. 2. 15 発生	漏出	障防法	民間企業	(株)日立製作所 武蔵工場 (東京都)	制御弁の故障により4日間にわたりクリプトン-85 25Ci (925GBq)を大気中へ漏出していた。地上で最大 $5.1 \times 10^{-8} \mu\text{Ci} (1.9 \times 10^{-9}\text{Bq})/\text{cm}^3$ と許容濃度の1/10以 下であった。
	S40. 1. 5 発生	施設火 災	障防法	教育機関	千葉大学工学部 (千葉県)	放射性同位元素実験室が火災となったが、当時放射 性同位元素は保管していなかった。被ばく等はなか った。
	S39. 10. 8 発生	被ばく	障防法	研究機関	日本原子力研究 所 高崎研究所 (群馬県)	コバルト 60 45,000Ci (1,665TBq)使用室で誤操作に より1人が約3rem被ばくした。健診の結果、異常は なかった。施設について改善措置をとった。
昭和38 (1963)	S38. 12. 20 判明	紛失	障防法	医療機関	札幌通信病院 (北海道)	ラジウム-226 針 1mCi (37MBq)を紛失した。
	S38. 12. 7 発生	被ばく	障防法	研究機関	日本原子力研究 所東海研究所(茨 城県)	化学サービスエリアで線源カプセルストロンチウム -90+イットリウム-90を含む溶液を滴下し、赤外線 ランプで蒸発乾固させていた。この実験中、線源カ プセルの全面にアルミフィルターを貼付ける作業の 時、ガラス棒等の用具を使っていたが、うまくいか ず、直接手指を使って貼付作業を行ったために、指 先に650remの被ばくを受けた。作業員はこのとき手 術用のゴム手袋を着用していただけであった。作業 員と放射線管理者との打合せによれば、線源を取り 扱う時には、手術用手袋の他に含鉛手袋を着用し、 ピンセットを使用することが取り決められていた が、作業員の判断だけで含鉛手袋もピンセットも使 用しないで、作業を行ってしまった。反省点として 1) 今後操作の変更を行う時には、実験者と放射線管 理者との連絡を密にし、線量の評価を行って方法を 決定する、2) 特に汚染原因の除去については慎重 に検討する。
	S38. 7. 19 判明 S38. 7. 27 連絡	紛失	障防法	医療機関	日本電信電話公 社 関東通信病院 (東京都)	ラジウム-226 管 20mCi (740MBq)を使用後に紛失した。 院内ゴミ処理場から同日に発見回収した。線源に異 常はなかった。
昭和37 (1962)	S38. 2. 21 発生	爆発・火 災・汚染	炉規法	研究機関	日本原子力研究 所 東海研究所 (茨城県)	2月21日18時55分頃、燃料再処理試験室でウラン 抽出実験に供した廃液を入れたドラム缶が爆発し火 災が発生した。事故当日、ドライエリアの除染作業 のため、使用済ウラン抽出廃液の片付けを行い、硝 酸酸性廃液、TBPケロシン廃液を4本のステンレ ス製ドラム缶にそれぞれ移し替えた。この作業の終 わりに、かなり濃度の高い硝酸を硝酸酸性廃液のド ラム缶と間違えて有機相(TBP-ケロシン)の入 ったドラム缶に注入し、密栓して10号室に収め、 作業を15時30分頃完了したが、約3時間半後に、 ドラム缶の1本が爆発し火災を起こした。この原因 は、有機相に濃度の高い硝酸を注入したために、有 機相が徐々にニトロ化反応等を起こして発熱し、密 栓されていたために、爆発にまで至ったものと推察 される。事故を目撃した警備員が直ちに正門に連絡 し、事務棟に対策本部を設けて、各専門家の検討に より、職員の協力の下で消火活動に当たった。鎮火 後、再発防止と除染作業等の措置を取った。4名衣服 汚染。

昭和36 (1961)	S37. 3. 発生	汚染	障防法	民間企業	三菱原子力工業 研究所 (埼玉県)	β 線気泡計の線源として使用するために、5径×40長mmの白金製筒にルテニウムを電着する目的で、30mCiの溶液を赤外線ランプで乾固し、電解促進剤と発煙硝酸を加え、乾固したのち0.1規定の塩酸を加えて電解液とした。電解作業は、机上に置かれたビーカー内で約1昼夜に3回行った。第1回目は約26時間の電解作業で放射能は1/5に減少していた。第3回目は約48時間で約1/50に減少していた。第2回目は失敗した。この放射能の減少を電着効果によると考えていた。作業員は時々装置を監視していたが、身体に付けていたフィルムバッジの表面から約70,000cpmの汚染が検出された。その翌日、放射線管理担当者に連絡が入り、実験台上、天井等を測定した結果、ルテニウムは電着しているのではなく、蒸発して実験室のあちこちに汚染していたことが判明した。作業員の衣服、枕カバー、布団カバー、シーツ等からも放射能の検出があり、使用禁止の措置をとった。作業員の傷害の兆候は無かった。
	S37. 3. 11 判明 S37. 3. 15 連絡	紛失	障防法 道路運送 法	民間企業	日本鋼管(株)鶴 見造船所 (神奈川県)	コバルト-60、150mCi(5.55GBq)が紛失しているのに昭和37年3月11日に気づき、調査の結果、昭和36年12月26日に輸送中の車から荷物を積み替えた際に紛失したものと判明し、昭和37年3月20日に長野県柏原にて発見し、回収した。線源及び容器に異常はなかった。
	S36. 12. 24 判明 S37. 3. 15 連絡	紛失	障防法	民間企業	日本鋼管(株)鶴 見造船所(神奈川 県)	天然ガスパイプラインのトレーサー使用中、脱落防止装置不備のためコバルト-60、150mCi(5.55GBq)を紛失した。昭和37年3月11日に紛失に気づき、探索の結果、同年3月20日に長野県柏原にて発見し、回収した。
	S36. 6. 23 判明	盗難	障防法	医療機関	国立山中病院 (石川県)	ラジウム-226管55mCi(2,035MBq)が盗難にあった。
	S36. 4. 30 発生	破損・汚 染	障防法	医療機関	馬島外科病院 (愛知県)	ストロンチウム-90のアプリケータ2mCi(74MBq)が破損した。床等が汚染されたため、床板を削り取り、線源は(社)日本アイソトープ協会で廃棄した。
昭和35 (1960)	S36. 3. 12 発生	設備破 損	障防法	研究機関	大阪府立 放射線中央研究 所 (大阪府)	コバルト-60、3,000Ci(111TBq)の照射室の遮へい用鉛ガラス(のぞき窓)が破損した。被ばく及び汚染はなかった。
	S36. 3. 8 発生	設備破 損	障防法	研究機関	日本電信電話公 社 電気通信研究所 茨城支所 (茨城県)	コバルト-60、3,000Ci(111TBq)の照射室の遮へい用鉛ガラス(のぞき窓)が破損した。被ばく及び汚染はなかった。
	S35. 12. 22 判明	紛失	障防法	医療機関	国立栃木病院 (栃木県)	ラジウム-226針1mCi(37MBq)3本を患者の装着治療に用いていたが、使用後に紛失した。
昭和34 (1959)	S35. 2. 16 発生	盗難	障防法 郵便法	教育機関	弘前大学理学部 (青森県)	リン-32、5mCi(185MBq)入りの書留小包が郵送中に盗難にあった。ラジオ等で呼びかけた結果、4日後に発見され、汚染等異常はなかった。
	S34. 10. 3 発生	被ばく	障防法	民間企業	(株)日立製作所 中央研究所 (東京都)	直線加速装置の試運転中にインターロックが解除されていたため、所員1名が数秒間入り、最大約3remの被ばく。病院で診療を受けた。

	S34. 7. 15 発生	被ばく	障防法	研究機関	通商産業省工業 技術院 名古屋工業技術 試験所 (愛知県)	コバルト-60、3,000Ci(111TBq)を使用して照射室内で作業中、装置の故障のため、線源格納が不十分となり、それを知らずに入室し、10分間で約2rem被ばくした。
昭和33 (1958)	S33. 10. 1 発生	紛失	障防法	民間企業	住友金属工業 (株) 製鋼所 (大阪府)	船舶用部品の非破壊検査中、ねじのゆるみのためコバルト-60、500mCi(18.5GBq)の線源が脱落し、紛失した。1週間程度探索の結果、鑄鉄工場にスクラップとして送られたことが判明、製品の鑄鉄が放射能を帯びていることを確認し、同製品を特別に保管している。
	S33. 10. 7 判明					
	S33. 9. 16 発生	火災・汚染	炉規法	研究機関	日本原子力研究所 東海研究所 (茨城県)	金属切断用鋸でウラン塊を切断中、冷却水不足でウランが過熱して発火した。ウラン及び装置のカバーの一部を焼いて消火した。事故直後、消火作業を行った後、換気装置を止め、室内を密閉して全員室外に退避したが、再発火した。事故直後の塵埃中のウラン濃度は $3 \times 10^{-10} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ 、排出口位置で $2 \times 10^{-11} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ 以下であった。消火作業に使用した水の濃度は $3 \times 10^{-5} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ である。実験室の床の汚染は著しくなかったため、水で洗い流した。この時に混入した濃度は $2.2 \times 10^{-5} \sim 1.2 \times 10^{-7} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ であった。被ばく者の最高値は16mrem(1週間の被ばく量に相当)であった。ダクトその他から回収したウランは廃棄物容器に入れて廃棄した。

参考資料 別添-2

世界における主な放射線被ばく事故
1945-2001

主な放射線被ばく事故 1945-2001*

年	国・地域	地名	放射線源	被ばく線量	被ばく人数**	死亡人数	備考
1945	米国	ロスアラモス	臨界事故	最高 13Gy (混合放射線)	10	2	
1952	米国	アルゴンヌ	臨界事故	0.1 - 1.6 Gy (混合放射線)	3		
1953	ソ連		実験炉	3.0 - 4.5 Gy (混合放射線)	2		
1953	ソ連	マヤツク	臨界事故	100; 1000 rad (各1名)	2		
1955	オーストラリア	メルボルン	Co-60	不明	1		
1955	米国	ハンホート	Pu-239	不明	1		
1957	ソ連	マヤツク	臨界事故	300 rad; 3000 rad (1名)	6	1	
1958	ソ連	マヤツク	臨界事故	600 rad (1名); 6000 rad (3名)	4	3	
1958	米国	オークリッジ	臨界事故	0.7 - 3.7 Gy (混合放射線)	7		
1958	米国	ロスアラモス	臨界事故	0.35 - 45 Gy (混合放射線)	3	1	
1958	ユーゴスラビア	ウイナ	実験炉	2.1 - 4.4 Gy (混合放射線)	8	1	
1959	南アフリカ	ヨハネスブルグ	Co-60	不明	1		
1959	米国	アイダホ	臨界事故	32 rem; 50 rem (各1名)	2		
1960	米国	マジソン	Co-60 線源	2.5 - 3 Gy	1		
1960	米国		電子線	7.5 Gy (部分)	1		
1960	米国	ロックポート	X線	<12 Gy, 不均一	6		
1960	ソ連		Cs-137	15 Gy	1	1	自殺
1960	ソ連		臭化ラジウム摂取	74 MBq	1	1	4年後死亡
1961	フランス	フォントネオロース	Pu-239	不明	1		
1961	スイス		H-3	3 Gy	3	1	
1961	英国	プリムス	X線	部分的に過大被ばく	11		
1961	米国	アイダホホールズ	原子炉での爆発	最大 3.5Gy	7	3	
1961	米国	マイアミスバーグ	Po-210	不明	4		
1961	米国	マイアミスバーグ	Pu-238	不明	2		
1961	ソ連	シベリア	臨界事故	200 rad	1		
1961	ソ連		原子力潜水艦事故	10 - 50 Gy	30	8	被ばく総数は30人以上
1962	メキシコ	メキシコシティ	Co-60 線源	9.9 - 52 Sv	5	4	
1962	米国	リッチランド	臨界事故	不明	2		
1962	米国	ハンホート	臨界事故	0.2 - 1.1 Gy (混合放射線)	3		
1962	ソ連	モスクワ	Co-60 線源	3.8 Gy (不均一)	1		
1963	中国		Co-60 線源	0.2 - 80 Gy	6	2	
1963	フランス	サクレ	電子線	不明 (部分的)	2		

1964	西独		H-3	10 Gy	4	1	
1964	米国	ニューヨーク	Am-241	不明	2		
1964	米国	ロードアイランド	臨界事故	60; 100; 10000 rad (混合放射線)	3	1	
1965	ベルギー	モル	実験炉	5 Gy (全身)	1		
1965	米国	ロッキフォード	加速器	>3 Gy (部分的)	1		
1965	米国		テフラクメータ	不明(部分的)	1		
1965	米国		スペクトロメータ	不明(部分的)	1		
1966	中国		汚染区域	2 - 3 Gy	2		
1966	米国	ペンシルバニア	Au-198	不明	1	1	
1966	米国	ポートランド	P-32	不明	4		
1966	米国	リーチバーグ	Pu-236 or Pu-238	不明	1		
1966	ソ連		実験炉	3.0 - 7.0 Gy (全身)	5		
1967	インド		Co-60 線源	80 Gy (部分的)	1		
1967	米国	ピッツバーグ	加速器	1 - 6 Gy	3		
1967	米国	ブルームスバーグ	Am-241	不明	1		
1967	米国		Ir-192 線源	0.2 Gy; 50 Gy (部分的)	1		
1967	ソ連		X 線医療装置	50 Gy (頭部)	1	1	7年後死亡
1968	アルゼンチン	ラプラタ	Cs-137 線源	0.5 Gy (全身)	1		
1968	西独		Ir-192 線源	1 Gy	1		
1968	インド		Ir-192 線源	130 Gy (部分的)	1		
1968	米国	シカゴ	Au-198	4 - 5 Gy (骨髄)	1	1	
1968	米国	ウイスコンシン	Au-198	不明	1	1	
1968	米国	ハーバーク	Pu-239	不明	2		
1968	ソ連	マヤツク	臨界事故	700 rem; 2450 rem	2	1	
1968	ソ連		Co-60 照射施設	1.5 Gy (頭部)	1		
1968	ソ連		実験炉	1.0 - 1.5 Gy	4		
1969	中国	北京	Co-60 汚染コンクリート	10 Sv	10		
1969	英国	グラスゴー	Ir-192 線源	0.6 Gy	1		
1969	米国	ウイスコンシン	Sr-85	不明	1		
1969	ソ連		実験炉	5.0 Sv (全身不均一)	1		
1970	オーストラリア		X 線	4 - 45 Gy (部分的)	2		
1970	米国	デスモイネス	P-32	不明	1		
1970	米国		スペクトロメータ	不明(部分的)	1		
1970	米国	エルウイン	U-235	不明	1		
1971	日本		Ir-192 線源(NDT)	0.2 - 1.5 Gy	4		
1971	英国		Ir-192 線源	30 Gy (部分的)	1		
1971	米国	ニューポート	Co-60 線源	30 Gy (部分的)	1		

1971	米国	オークリッジ	Co-60 線源	1.3 Gy	1		
1971	ソ連		実験炉	7.8; 8.1 Sv	2		
1971	ソ連		実験炉	3.0 Gy (全身)	3		
1972	ブルガリア		Cs-137 線源	>200 Gy (胸部)	1	1	自殺
1972	中国		Co-60 照射施設	0.55 - 1.45 Gy (全身)	1		
1972	中国		Co-60 線源 (NDT)	0.4 - 5.0 Gy	20		
1972	西独		Ir-192 線源	0.3 Gy	1		
1972	米国	シカゴ	Ir-192 線源	100 Gy (部分的)	1		
1972	米国	ピーチホトム	Ir-192 線源	300 Gy (部分的)	1		
1973	チェコスロバキア		Co-60 線源	1.6 Gy	1		
1973	英国		Ru-106	不明	1		
1973	米国		Ir-192 線源	0.3 Gy	1		
1974	中東		Ir-192 線源	0.3 Gy	1		
1974	米国	バルジツパニイ	Co-60 線源	1.7 - 4 Gy	1		
1974	米国	イリノイ	スベトロメータ	2.4 - 48 Gy (部分的)	3		
1975	西独		X線	30 Gy (手部)	1		
1975	西独		X線	1 Gy (全身)	1		
1975	東独		研究炉	20 - 30 Gy (部分的)	1		
1975	イラク		Ir-192 線源	0.3 Gy	1		
1975	イタリア	ブレシア	Co-60 線源	10 Gy	1	1	
1975	米国	コロンバス	Co-60 線源	11 - 14 Gy (部分的)	6		
1975	米国		Ir-192 線源	10 Gy (部分的)	1		
1975	ソ連		Cs-137 照射施設	3-5 Gy (全身) + >30 Gy (手部)	1		
1976	米国	ハンホード	Am-241 摂取	>37 MBq	1		
1976	米国	ピッツバーグ	Co-60 線源	15 Gy (部分的)	1		
1976	米国	ロックアウエイ	Co-60 線源	2 Gy	1		
1976	米国		Ir-192 線源	37.2 Gy (部分的)	1		
1977	ペルー		Ir-192 線源	0.9-2 Gy (全身) + 160 (手部)	3		
1977	南アフリカ	プレトリア	Ir-192 線源	1.2 Gy	1		
1977	英国		Ir-192 線源	0.1 Gy + 部分的被ばく	1		
1977	米国	デンバー	P-32	不明	1		
1977	ソ連		Co-60 照射施設	4 Gy (全身)	1		
1977	ソ連		陽子加速器	10 - 30 Gy (手部)	1		
1978	アルジェリア		Ir-192 線源	最大 13 Gy	7	1	
1978	アルゼンチン		Ir-192 線源	12 - 16 Gy (部分的)	1		
1978	中国		Cs-137 線源 (廃棄)	0.01 - 0.53 Gy	29		
1978	ソ連	シベリア	臨界事故	5-60 rad; 250 rad (1名)	8		
1978	ソ連		電子加速器	20 Gy (部分的)	1		

1979	米国	カリフォルニア	Ir-192 線源	最大 1 Gy	5		
1980	中国		Co-60 照射施設	5 Gy (部分的)	1		
1980	西独		非破壊検査装置	23 Gy (手)	1		
1980	東独		X 線	15 - 30 Gy (手部)	1		
1980	ソ連		Co-60 照射施設	50 Gy (脚部)	1		
1981	フランス	サンテ	Co-60 医療装置	>25 Gy	3		
1981	米国	オクラホマ	Ir-192	不明	1		
1982	中国		Co-60 線源(盗難)	22 Gy	1	1	
1982	インド		Ir-192 線源	35 Gy (部分的)	1		
1982	ノルウェー		Co-60 線源	22 Gy	1	1	
1983	アルゼンチン	コンスタチユ	臨界事故	43 Gy	1	1	
1983	イラン		Ir-192 線源	20 Gy (手部)	1		
1983	メキシコ		Co-60 線源	0.25-5 Sv 継続被ばく	10		
1984	モロッコ		Ir-192 線源	不明	11	8	
1984	ペルー		X 線	5 - 40 Gy (部分的)	6		
1985	ブラジル		非破壊検査線源	410 Sv (部分的)	1		
1985	ブラジル		非破壊検査線源	160 Sv (部分的)	2		
1985	中国		Au-198 誤操作	不明(内部被ばく)	2	1	
1985	中国		Cs-137 線源(撤去)	8 - 10 Sv (subacute)	3		
1985	中国		電子加速器	不明(部分的)	2		
1985	カナダ	オンタリオ	医療用加速器	130-170 Gy	1	1	
1985	米国		医療用加速器	不明	2		
1986	中国		Co-60 照射施設	それぞれ 0.7; 0.8 Sv	2		
1986	中国		Co-60 照射施設	2 - 3 Gy	2		
1986	米国		医療用加速器	165-250 Gy	2	2	
1986	ソ連	チェルノブイ	動力炉	1 - 16 Gy (混合放射線)	134	28	その外に2名死亡
1987	米国	ワシントン	医療用加速器	80-100 Gy	1	1	
1987	ブラジル	ゴイアニア	Cs-137 線源(破壊)	最大 7 Gy	50	4	
1987	中国		Co-60 線源	1 Gy	1		
1988	中国		Ir-192 線源(NDT)	0.1 - 12.6 Gy (手部)	6		
1989	エルサルバドル	サンサルバドル	Co-60 照射施設	3 - 8 Gy	3	1	
1990	中国	上海	Co-60 照射施設	2 - 12 Gy	7	2	
1990	イスラエル	ソレク	Co-60 照射施設	>12 Gy	1	1	
1990	スペイン		放射線治療用加速器	不明	27	11	他の死因も含む
1991	ペラルーシ	ネスビッツ	Co-60 照射施設	10 Gy	1	1	
1991	米国		加速器	>30 Gy (手、脚部)	1		

1992	中国	武漢	Co-60 照射施設	0.4-3.7 Gy	4	0	
1992	中国	忻州	Co-60 線源	0.3-0.9 Gy(4名); 2.3; 7.1; 8.9; 15 Gy(各1名)	8	3	INES: 3
1992	米国		Ir-192 線源 (ブライテラビイ)	>1000 Gy (部分的)	1	1	
1992	ベトナム	ハノイ	電子加速器	20 - 50 Gy (手部)	1		
1994	エストニア	タムシ	Cs-137 線源(廃棄)	1830Gy(大腿部)+4Gy(全身)	3	1	
1995	中国	天津	LINAC(2.5-3.0MeV)	不明 (部分的)	2		INES: 3
1995	中国	北京	LINAC(2.5-3.0MeV)	15 - 20 Gy (部分的)	2		
1996	中国		Ir-192 線源(NDT)	1名 3kGy(脚部)、その他 0.078-0.3Gy	14		INES: 3
1996	コスタリカ	サンゼ	Co-60 医療装置	60% 過剰線量照射	115	13	1998 年末までの死亡
1996	イラン	キラ	Ir-192 線源(NDT)	2-3Gy?(全身)+100Gy?(胸部)	1		INES: 2
1997	ロシア	ケムレフサロフ	臨界実験	5-10Gy(全身)+200-250Gy(手部)	1	1	
1997	グルジア	トビリシ近郊	Cs-137 線源(軍事 基地)	10-30 Gy 身体各部	11		
1997	イタリア		Co-60 線源(NDT)	0.89 Sv(全身)	1		
1998	日本	長崎	Co-60 線源(NDT)	28 Sv (手部)	1		
1998	トルコ	イスタンブール	Co-60	最大 3 Gy	10		
1998	中国	ハルビン	Co-60 照射施設	5 Gy	1		
1999	日本	東海(茨城県)	臨界事故	2-3 GyEq, 6-9 GyEq, 16-25 GyEq (各1名)*7	3	2	INES: 4
1999	ペルー	ヤナゴ	Ir-192 線源(NDT)	最大 100 Gy (部分的)	1		脚切断, INES: 2
1999	中国	河南	Co-60 医療用線源	2.5-5.6 Gy	3		
2000	エジプト		Ir-192 線源(NDT)	不明	7	2	INES: 4
2000	日本		X線非破壊検査装置	50 - 123 Sv (手部)	3		
2000	タイ		Co-60 医療用線源		19	3	INES: 3
2000	中国	成都	Co-60 照射施設	1.8-2.3 Gy	3		
2001	ポーランド		放射線治療用加速器	不明	5		
2001	パナマ		Co-60 医療装置	20-170 Gy (局部)	28	6	その外に2名 死亡 *8
2001	グルジア	トビリシ	Sr-90 線源	2-3 Gy(全身), 10 Gy (局部)	3		
				合計人数	866	134	

**： 全身>0.25Sv; 局所>6Gy

- *1: IAEA Safety Report Series No. 4 "Planning the Medical Response to Radiological Accidents" (1998); Gonzalez, A. J., IAEA Bulletin, 41/3/1999
- *2: "A Review of Criticality Accidents", 2000 Revision, LA-13639 (May 2000) LANL
- *3: "An Investigation of the Therac-25 Accidents", Leveson, N. G., Turner, C. S., COMPUTER, pp. 18-41, July, 1993.
- *4: 明石真言, 放射線科学, 42(No. 9), 282 (1999)
- *5: 鈴木元, 保健物理 34(6), 277(1999)
- *6: 中尾憲(Nakao Isamu), 放射線科学, Vol.44, No.11, 362-365(2001)
- *7: "ウラン加工工場臨界事故患者の線量推定-最終報告書" 放医研、藤本憲三編、2001.12(印刷中)
- *8: "INVESTIGATION OF AN ACCIDENTAL EXPOSURE OF RADIOTHERAPY PATIENTS IN PANAMA", IAEA(2001)

放射線利用における被ばく事故及び 線源のスクラップ混入、その他の事例

1. 放射線照射施設における被ばく事故
 1. 1. ガンマ線照射施設における被ばく事故
 1. 2. 加速器照射施設における被ばく事故
2. 放射線治療用線源による被ばく事故
 2. 1. 放射線治療における被ばく事故
 2. 2. 医療用線源の紛失・盗難による被ばく事故
3. 非破壊検査用放射線源による被ばく事故
 3. 1. 非破壊検査における被ばく事故
 3. 2. 非破壊検査用線源の紛失・盗難による被ばく事故
4. セシウム-137 及びストロンチウム-90 線源の紛失・盗難による被ばく事故
5. 紛失・盗難線源のスクラップ混入
6. その他の事故

放射線利用における被ばく事故の事例

1. 放射線照射施設における被ばく事故

1. 1. ガンマ線照射施設における被ばく事故

1991	ベラルーシ	<p>ベラルーシ共和国のネスヴィシエという町の農産物や医療用製品の放射線滅菌を行う Co-60 照射施設で、輸送システムに異常が起き、これを直そうとした 34 歳の熟練技術者が全身に 11 Gy、局所で 20 Gy の被ばくをし、113 日後に死亡した。この技術者は、工学の学位を持ちこの施設で最もこの装置に慣れていたにもかかわらず、被ばくしたときは、どういうわけか安全対策を無視し、しかもフィルムバッジやクォーツ(直接に読み取る)タイプの線量計など、被ばく線量を感じ取るものは、いっさいはずしていた。熟練者に起こってしまった事故である。詳細は以下のとおり。</p> <p>旧ソ連内、ベラルーシ(Belarus、ベラルーシ、白ロシア)共和国の首都ミンスクから西南 95km (注1)離れたネスヴィシエ(Nesvizh)という町にある 1984 年から稼動していた放射線滅菌施設 (Co-60、30PBq(80 万 Ci))であるが、この施設は6交代制で 24 時間稼動し、施設を運転する者は工学の学位を持っているか特別の技術教育を受けていなければならない、操作する免許を維持するためには時々行われる試験に合格しなければならなかった。また、安全装置は毎月検査され、事故の前日の記録では、特に問題はないとされていた。</p> <p>1991 年 10 月 26 日、技術者と助手が操作に当たっており、朝3時 40 分ごろ助手はこの照射物輸送装置からの異常音に気付き、操作室で新聞を読んでいた技術者に知らせた。この操作盤では、放射線を出すためには、即ち線源が出てくるためには、まず鍵(Key)を入れ 90 度回さなくてはならず、鍵を抜くと線源は遮蔽されるようになっている。その後、上昇(Up)のボタンを押すと実際に線源が下から出てくるし、下降(Down)のボタンを押すと線源は落下して遮蔽される。もちろんその技術者は下降のボタンを押した可能性はあるが、鍵を抜かなかったことを認めており、事故の後になって鍵は照射の位置になっていたことがわかった。</p> <p>技術者は照射室に入り照射物輸送装置を元通りにしようとした1分後急に頭痛がおこり、同時に関節痛を感じ、次第に気分が悪くなり呼吸をするのも苦しくなってきた。左を振り向いたら線源が照射の位置にあるのに気付いた。緊急停止ボタンも押さずにあわてて飛び出し、被ばくしてしまったことを助手に知らせた。すぐに、地元の病院と警察に電話をし、20 分もかからないうちに技術者は病院に収容された。技術者の報告及び、吐き気、頭痛、疲労感など急性放射線症を示す症状から重度の放射線被ばく症であることは明らかであった。被ばく4時間後にはミンスクへ、16 時間後にはチェルノブイル事故などの多くの放射線被ばくの治療経験があるモスクワの専門病院(Institute of Biophysics)に送られた。</p> <p>このような放射線による被ばく事故では、被ばくした線量を正しく評価することが治療方針の決定に重要であり、いくつかの方法で行われた。まず、事故時にとった行動の聞き取り調査、線源との位置や時間との関係など“現場検証”が行われた結果、おそらく8~16 Gy だろうと結論された。次に、採取された血液中のリンパ球と好中球数の減少するスピードから9~11 Gy、また染色体異常の発現頻度から 11±1.3 Gy と推定された。このほかにも、放射線等に照射されると歯、骨、衣類では分子運動の状態が変わる原理を利用したESR法で、この技術者の着ていたベストのウエストの部分からも被ばく線量が推定された。不幸にして死亡した後の剖検(解剖)時に得られた歯、爪も ESR 法によって測定した。特に歯のエナメルからは 14.5±0.7 Gy という結果が得られた。</p>
------	-------	--

		<p>被ばくした技術者は地元の病院に運ばれたとき、少し興奮状態で疲労感、頭痛、腹痛を訴え、嘔吐を続けた。被ばく2時間後、血圧が下がり、体温は 38.5 度上昇し、精神状態も興奮状態から抑制状態に変わってきていた。重度の放射線被ばく症と診断され、チェルノブイリ事故など被ばく症例に多くの経験をもつモスクワ第6病院ミンスクまで転送されることになった。ミンスクまでの 200km は救急車、モスクワまでの 800km は飛行機で輸送された。</p> <p>モスクワの病院では顔、首、手に紅斑が現われ、唾液腺は腫れて血液中のアミラーゼは正常の5倍にもなっていた。重症被ばくと判断され、消化管の細菌を殺す療法や、血液が血管で固まらないようにヘパリン(抗凝固薬)が投与された。同時に骨髄移植のために姉が呼ばれ、患者と姉の血液は検査のためにオランダのライデンに運ばれた。しかしながら、血液のさまざまな型を調べた結果、すべてが姉のものとは一致していないことが判明したこと、腸管や皮膚の障害がひどく移植に耐えられるかどうかはつきりせず、結局骨髄移植は行わず、造血を促進する顆粒球コロニー刺激因子(GM-CSF)や Interleukin-3(IL-3)が投与され、白血球の一つである顆粒球にはある程度の効果を示し増加が見られたが(4×10^3 から 1×10^4 個/mm^3、成人の通常値は $2.3 \times 10^3 \sim 8.5 \times 10^3$ 個/mm^3、(文献2参照)、血小板には効果がなかった。さらに腸管粘膜のただれによる栄養状態の低下(体重減少は 20 kg)、全身の脱毛と激しい放射線熱傷(やけどと同じ)、口腔粘膜のただれ・潰瘍、さらに肺のヘルペスウイルスによる感染・肝炎もあるなど、全身状態は一向によくなかった。肺には漏出液が多量に溜まり、結局被ばく 113 日後には、呼吸不全のため死亡した。死後の剖検(解剖)からは、肺に真菌(カビ)による感染・出血・ひどい肺組織の破壊、胃の大量出血と機能不全等が主な所見として示された。</p> <p><参考文献></p> <p>(1) The radiological accident at the irradiation facility in Nesvizh. IAEA, Vienna, 1996</p> <p>(2) R.F.シュミット(佐藤昭夫監訳):コンパクト生理学、医学書院(1997.4)</p>
1990	中国	<p>1990年6月25日、上海市にある放射線医学核医学研究所の放射線滅菌施設で、化粧品や医療用品の殺菌を行うCo-60線源により7名が2~12Gy被ばくした。最も重度の被ばく(11~12Gy)をした2名は、骨髄移植を受けたが、事故後25日及び90日後に死亡した。この事故の原因には、担当者が規則に則った手順を踏まずに操作を行ったこと、事故以前に安全扉の一つははずしていたこと、さらに悪いことにアラームのついた個人線量計を誰もつけていなかったことなど様々な要因が挙げられるが、いずれにせよ放射線防護及び安全性を軽視したために起こってしまった事故である。詳細は以下のとおり。</p> <p>1990年6月24日、上海市放射線医学・核医学研究所では、Co-60を線源とする放射線滅菌装置で医療用品の滅菌が始められた。翌25日、装置管理者の1人(Shi)が朝6時に換気のために照射室に入室し、9時に予定されている照射済み製品の輸送の準備をした。8時に、照射室の電灯のスイッチを入れ、部屋を出て仲間の1人(Wu)とともに出て行った。この2人は9時に照射室に戻ってきた。照射室では、主電源のスイッチを入れることで安全装置が働き、安全扉を開けるときは、線源が遮蔽されるように連動されている。しかし、Shiは鍵で防護扉を直接開け、一緒に働いているLong、Jun、Wuとともに部屋に入り、照射済みの製品を扱い始めた。このときShiは、Co-60線源を格納するための操作盤の電源をいれておらず、線源の位置も確認せず、さらに悪いことにアラームのついた個人線量計もつけていなかった。9時8分、9時20分そして9時23分にそれぞれ</p>

		<p>Wan, Jan, Geiが照射室に来て手伝いだした。Shiは、9時40分になって製品の照射記録をチェックしに操作室へ来て初めて、線源が照射位置にあるのに気づき、非常に衝撃を受けた。Shiはこのことを仲間にも関係当局にも話さず、線源を防護水槽にそっと格納し、全製品が部屋から運び出される10時40分まで仲間と働いていた。11時20分になり、Shiは研究所の幹部に事実を話し、この7人はすぐに応急処置のために上海病院に収容された。</p> <p>Co-60線源は850TBqであったので、これに基づき事故時の状況を再構築した。また人体を17に輪切りに分けたファントム(人体模型)をつくり、各臓器に当たるところにフッ化リチウム(LiF)などを置き、外部から同じ線源で照射することでLiFの熱蛍光の変化から体の各部位の被ばく線量を推定した。同時に、末梢血リンパ球の染色体分析から、また腕時計の中のルビーからも線量を推定した。7人の平均体幹被ばく線量は2~12Gyであった。患者Wanは腹部で16Gyにもなっている。この事故では、7名の技術者が被ばくした。2名は10Gy以上の極めて重度の被ばくであり、他の2名は重度の被ばく、残りの3名も中等度の被ばくをした。10Gy以上の被ばくをしたShiとWanは地元の上海病院で、Shiは被ばく後11日目に兄弟から、Wanは7日後に娘から骨髄移植を受けたが、25日、90日後に死亡した。Shiは、事故当日から嘔吐を繰り返し、当日の嘔吐量は5,000ccにも及んだ。下痢や脱水などの消化器症状も日に日に進行した。13日頃には、脱毛もひどく21日頃には全身脱毛状態となった。事故後直ちに胎児肝細胞の注入を開始したが効果が見られず、9日後に白血球はほとんどゼロ近くなった。また骨髄移植施行後も、骨髄は回復せず、25日に死亡した。解剖の結果、内臓出血、敗血症(全身に細菌や真菌等が増殖)、肺に膜ができ酸素交換が行えない状態であった。一方、Wanについては、娘から移植した骨髄が定着し染色体は娘の型を示した。Y染色体にある遺伝子も確認された。しかしながら、移植に対する拒絶反応の兆候が見られはじめ、呼吸不全の兆候が出現した。ウイルス感染も認められ、90日で肺が線維化して呼吸不全を起こす間質性肺臓炎のため死亡した。重度被ばくの2名は、骨髄移植をすることなく、輸血、胎児肝細胞注入、抗生物質などの治療で回復した。経過中、1名に白血球の一種の好酸球が増加し、最大白血球の37%にも達した。中等度の3名は、輸血や胎児肝細胞注入もせず回復した。</p> <p><参考文献></p> <p>(1) "Collected papers on diagnosis and emergency treatment of the victims involved in Shanghai June 25 Co-60 radiation accident", Editors-in Chief, Liu Benti and Ye Genyao, Military Medical Science Press (軍事医学科学出版), Beijing, 1996</p> <p>(2) Guo Y, Zhang J, Xiao J, Min R, Meng X, Wang X, Zhu Y.: Dose estimation for victims in Shanghai June 25 60Co radiation accident, in "Collected papers on diagnosis and emergency treatment of the victims involved in Shanghai June 25 60Co radiation accident", Editors-in Chief, Liu Benti and Ye Genyao, Military Medical Science Press (軍事医学科学出版社), Beijing, 1996</p>
1990	イスラエル	<p>1990年6月21日にイスラエル国ソレク原子力研究センター内にあるスルバン社の医療用器具の放射線滅菌と食品(スパイス類)照射に使われている、商用照射装置(事故当時Co-60線源、1.26TBq、34万㊦装填)の照射用コンベヤーの故障を修理しようとした32歳の作業者が照射室内に入り全身に10Gy被ばくした。この作業者は、数分後から急性放射線症状を呈し、直ちに入院したが、36日後に死亡した。</p> <p>この施設は、1960年代にカナダ原子力エネルギー社により設計、製造され、事故発生までの19</p>

年間、故障なく使用されていた。線源は水槽中に貯蔵されており照射時には気圧で照射室に上げられ、この装置のシリンダー圧を下げると、線源は自重で格納位置に降りる。線源が照射位置に上げられた状態の時には「線源上昇」のランプ、降下したときには「線源格納」のランプが点灯する。線源が途中で引っかかった場合にはこれらのランプは点灯せず、それを知らせるランプが点灯する。照射する製品の入った箱が途中で引っかかると移送装置が止まり、線源は水槽内に降り、制御盤上のしかるべきランプが点灯して運転員の注意を喚起する。荷物の引っかかりを直すには照射室内に入らねばならない。その照射室入口ドアは制御盤のスイッチと同じ鍵で開閉される。ところで、ドアには二重の安全インターロックがついていて、鍵があっても開けられない場合がある。インターロックの1つは「線源格納」スイッチと連動しており、「線源格納」ランプが点灯した時にインターロックが解除される。更に第2のインターロックがあって、「線源格納」ランプが点灯すると入口通路に備え付けられているGM管式放射線測定器がオンになり、これが放射線を検知するとアラームが鳴り、警告ランプが点灯し、ドアは開けられなくなる。

照射室に入るときは、作業者はこのGM管式放射線測定器の「テスト」ボタンを数秒間押してから入ることが規定されており、この場合にはGM管式放射線測定器はバックグラウンド放射線を測ることになるが、この後に第2のインターロックは解除される。ドア(及び制御盤)の鍵には鎖で可搬型ガイガーカウンタが取り付けられており、作業者はそれをドアロックに付けられているテスト線源にあてて作動テストしてから照射室に入ることになっていた。

事故当日、安全システムはすべて正常に機能していた。事故当日の運転作業者は4名で、その内の1人は熟練技師で施設が完成した1960年代後半以来働いており、施設全般を十分に知り尽くしていた。他の1名は勤務9年、残りの2人は勤務3年半であった。全員が研修を受け、試験に合格していた。また、イスラエル政府当局の規定に従って、放射線防護コース(4日)を受講済みであった。

照射する製品類は箱入りで、3つ重ねにしてテープで止めてあることが多かった。照射している最中に製品に入った箱が引っかかることは時々あった。照射運転は昼夜連続で行われることが多かったが、夜間は無人であった。夜間に故障が起こると信号がソレク原子力センターの緊急時コントロールセンターに送られ、その当直員からスルバン社に連絡が行くことになっていた。

6月21日午後5時、照射する製品の入った箱が引っかかり、箱の運搬にトラブルが生じた。移送システムは止まり、線源が水槽に入ったことを知らせる「線源格納」信号が出た。しかし、いつもと違ってガンマ線警報が鳴った。オフィスで警報を聞いた人々(その中には熟練技師もいた)は警報を止めるために主電源を切り、当直運転員(32歳)を自宅から呼び出した。当直員は数分後に到着し制御盤のスイッチを入れた。制御盤は、(1)「製品が引っかかっている」(2)「線源格納」(3)「放射線警報」を示した。(1)(2)と(3)は互いに矛盾する信号である。当直員は信号(1)(2)を正、信号(3)を誤動と判断し、制御盤内の回路(放射線検知器と連動している)を切断して警報を止め、放射線モニターテストと第2のインターロックとを操作して解除した。そして、ガイガーカウンタと連結されている鍵(鍵を使う時には必ずガイガーカウンタで放射線をチェックするようにするために鍵とカウンタが連結されている)で照射室のドアを開けた。その時このカウンタは故障して作動しない状態であったが、これをドアのテスト線源でチェックすることを怠っていた。照射室内に入り製品の箱が壊れているのを発見したが、水槽のチェレンコフ光を確認しなかった(その時線源架台は箱にひっかか

		<p>って下まで降りず途中で止まっていた)。彼は手押し車を持ってきて壊れた製品の箱をコンベヤーから降ろしはじめた。しかし1～2分の内に眼が焼けるように感じ、頭の中で何かが鳴っているような奇妙な感覚に襲われ、怖くなって室を出た。そして上司に状況を報告した。彼は間もなく気分が悪くなりけいれんを起こした。熟練技師は直ちに緊急センターと放射線防護担当官に電話した。担当官は放射線モニターを持って照射室に入ったが、入口の迷路を2～3歩入ったところで0.5Sv/時の放射線を検知し、入るのを止めた。結局、カナダの会社に問い合わせ、引っかかった製品の箱を壊し、線源をできるだけケーブルで引っ張り上げ急激に落下させることによりプール内に格納した。</p> <p>当時 32 歳の当直員はテレアビブの病院に運ばれ、そこから同日中にエルサレムのハダサ (Hadassah) 病院に送られた。当直員は、その夜TLD(熱蛍光線量計)を付け忘れており、被ばく線量は照射室内滞在時間から 10～20 Gy と推定された。患者は被ばくしてから5分後には吐き気を覚えている。その後、腹痛、下痢、発熱や腹膜炎を疑わせる兆候を示すなど消化器症状が出現している。同時に血液中のリンパ球数の急激な減少、染色体異常の頻度の増加など重症被ばくの症状も出現し、4日後にはリンパ球は消失し兄弟から骨髓移植が行われた。13日目には白血球数の増加が見られたが患者の状態はよならず、黄疸も出現し拒絶反応を疑わせる所見も見られた。神経学的には、3日目からとうとうと始め15日目にはいらだちが出現し、27日目には錯乱状態に陥った。消化器も極度の下痢による脱水、広範な炎症や潰瘍等が見られている。当然の事ながら頭頸部、手足、口腔内に水疱を伴った炎症が生じた。結局被ばくから36日目の7月27日に死亡した。死亡後の解剖では、消化管障害と放射線肺障害、移植の拒絶反応が確認された。事故後、イスラエル政府(労働・福祉省)は事故の原因と状況を調査し、必要な改善措置を勧告する専門委員会を6月24日(事故後3日目)に設置した。委員会は当直員が慌てて処置しようとしたことが被ばく事故の主因であり、また施設に事故を誘発するような状況につながる設計、操作、運営上の欠陥があった、と結論した。委員会及び担当政府部局はこれらに関して16項目にわたる保健物理的、及び設備運営上の改善策を勧告し、これらがすべて承認され、実行に移された。</p>
1989	エル・サルバドル	<p>1989年2月にエル・サルバドル共和国の産業用照射施設において、2回にわたる作業員の被ばく事故が発生した。初めの被ばくは、3人の作業員が照射作業中に生じたコバルト(Co)-60線源格納装置の故障を直接手動で修理しようとしたために生じた重度の被ばく(全身で3～8Gy)であり、2度目の被ばくは、修理が不完全であったために、その数日後に別の4人の作業員が受けた軽度の被ばく(0.1～0.2Gy)である。事故の直接的原因は装置の故障であるが、根本的原因は国および事業者の放射線管理と教育訓練とが不適切であったことである。詳細は以下のとおり。</p> <p>エル・サルバドル共和国の首都サン・サルバドルの郊外にある産業用照射施設で、1974年に建設され、1975年から使用されている。施設の設計、製作、設置は全てカナダ原子力公社(AECL、現在はMDS Nordion Inc.)によるもので、モデルJS6300ガンマ線源が装填されている。線源は、直径1.1cm×長さ45.2cm、ステンレス被覆、54本が垂直に並列されたもの(モジュール)が2段、積み重ねられており、照射室の中央にあって、照射時には床下の格納室(プール)からケーブルで照射位置まで引き上げられる。照射物はガラスファイバー製の照射箱(40cm×40cm×高さ90cm)に入れて、線源の横をコンベヤーで通過しつつ、線源に対し種々の位置で一定時間停止して照射される。コンベヤーは2層構造になっていて合計29の照射位置があり、各々の位置での照射時間</p>

は140分に設定されていた。その時間が過ぎると次の位置へ進む。照射箱がこわれて線源架台の動きを邪魔することがしばしばあり(米国その他で)、そのために装置供給者は対策警告を各施設に到達していたが、当施設ではそれを無視していた。

1989年5月2日午前2時、医療用品の滅菌照射中に線源架台が所定の位置から低下し、アラームが鳴った。当直員A(1人)は手動で線源ケーブルを操作して線源格納プールに降ろしたものと思い込み、制御盤の線源オン信号を無視し、照射室のドアロックを強制的に解除し、主電源を切って、懐中電灯を持って照射室に入り、照射箱が線源架台の下に入りこんでいるのを見つけてそれを取り除き、更にたるんだ線源ケーブルが上層のコンベヤーの照射箱ガイド棒に引っかかっている、そのために線源がプールに落ちないことを見つけた。

一人では直せないで室外に出て、主電源を入れ、援助を求めた。室内にいた時間は約5分であった。少したってからAは照射に関係のない他の部の作業員BとCの2人をつれて室内に入り、3人で線源架台を引き上げてケーブルの引っかかりを直し、線源架台をプールに戻した。照射室を出てから数分でAは嘔吐し始め、午前3時半になって血を吐いたことから、Bと一緒に救急病院へタクシーで行った。間もなくB、Cも嘔吐し始め、3人共に入院した。朝6時になって次の当直員Dが出動し、Aの不在と照射箱の異常を知ったが、そのまま通常の作業し、翌日になって保守係に報告した。会社側は3人の欠勤を知ったが単なる病欠と思っており、4日目になって病院からの通知によって被ばく事故があったことを知ったが、そのまま通常の照射作業を続けた。5～6日目に数本の線源が上側の線源列からプールに抜け落ちたが、6日に照射物の線量不足からそれが判明した。その時の検査で線源の配置に異常があることがわかったが、そのまま照射作業が続けられた。6日目の午後4時に線源復帰不能の故障が起こり、これを保守係Xと運転員Yとが修理を試みた。この間に上部モジュールの残りの線源がはずれて落ちた。線源がプール内に降りてからX、Y及びもう1人の作業員Zの3人が照射室に入って点検し、何も不具合なしとマネージャーに報告した。マネージャーは再点検のために部屋に入り、上部線源モジュールが空になっていることを見つけ、放射能測定器でサーベイして照射室の線量率が高いことを発見し、施設を閉鎖した。その後になって線源4本(内3本はダミーで1本のみが本物)が照射室に落ちていることが判明した。

事故の結果、第一の被ばくでは3人が放射線火傷や造血器官や胃腸管の障害など、急性の重い放射線症となり、初めはサン・サルバドル市のプリメモ・メイヨー病院、後になってメキシコ市のアンジェルス・デル・パドレガル病院に転院して、造血因子の投与などの集中的な治療を受けた。この3人の被ばく線量は身体の部位によってかなり異なっていた。部分被ばくとして最も線量の多かったのは作業員Bの左脚部で、この脚は事故後161日目に潰瘍のためヒザの上から切断手術され、更に右脚も202日目に切断手術された。リンパ球の染色体異常の頻度から推定された全身の平均線量は作業員Aが約8.1 Gy、Bが約3.7 Gy、Cが約2.9 Gyであった。この3人はいずれも生存している。第2の被ばく事故の4人の被ばく線量は作業員Xが0.09 Gy、Yが0.16 Gy、Zが0.16 Gy、マネージャーが0.22 Gyであって、臨床症状は殆どなかった。

基本的には、エル・サルバドル共和国全体として放射線防護の基盤が整備されていないことが事故の原因であるといえよう。例えば放射線防護に係わる国の法律がないこと、施設装置供給者による訓練を受けた要員は、この施設では当初いだけで、存在せず、操作や防護に関するまともな訓練が行われていなかったこと、供給者に連絡し指導を受ける方法は電話のみであったことな

		<p>どが遠因となっている。事故の直接の原因は事故の経緯から明らかなように当然行われるべき手順の省略と無視とであった。この事故の経緯と原因を検討した結果として、国際原子力機関は放射線照射施設の安全運転に係わる責任者(当局)に対して、国による安全規制に係わる法律の整備など一連の勧告を示している。</p> <p><参考文献></p> <p>(1)The Radiological Accident in San Salvador, IAEA, 1990, STI/PUB/847</p> <p>(2)中尾(編):放射線事故の緊急医療、ソフトサイエンス社、東京、1986</p>
--	--	---

1. 2. 加速器照射施設における被ばく事故

1995	中国	<p>1995年11月21日、中国、天津の電線工場で高周波数-高電圧の2.5MeV電子加速器を試運転中で、同加速器のTiウィンドウ下にある冷却水タンクへの冷却水配管を交換する必要が生じたため、5人の作業員が個人線量計を付けずに照射室に入室した。この時、加速器は試運転として高電圧状態にあったが、電子線を発生させていないはずであった。しかし、このうち2人が高周波数/高電圧の電子線によって被ばくし火傷した。診断の結果、火傷のレベルはⅢ～Ⅳであり、一方の作業員の火傷範囲は$10 \times 20 \text{ cm}^2$、他方は$5 \times 5 \text{ cm}^2$であった。他の3人はTiウィンドウから遠く離れていたため異常はなかった。1996年1月9日、負傷した作業員には皮膚移植の治療が施された。手術後2人の経過は良好である。INES評価は、作業員が急性健康障害を起こすほどの外部被ばくがあったことから、レベル3とされた。</p>
1992	ベトナム	<p>1992年11月17日、ハノイのベトナム国立科学センターで、電子線加速器「マイクロロン MT-17」の照射区画で作業員の1人がサンプルを操作中、インターロック系の不具合と調整の悪さのため、運転員が装置を始動させてしまった。その結果、作業員は、両手に2～4分間制動放射線を照射してしまい、重大な被ばくを受けた。20日後、手はひどい火傷を負ったような状態となり、その後作業員は医療治療処置を受けた。INES評価はレベル2とされた。</p>
1991	アメリカ	<p>1991年12月、米国アラバマ州において工業用加速器の保守作業中に電子線により手足、頭部に過剰被ばくを受けた。[Health Phys., Vol. 65 No.2 (1993)]</p>

2. 放射線治療用線源による被ばく事故

2. 1. 放射線治療における被ばく事故

2001	パナマ	<p>パナマの国立ガン研究所でCo-60線源治療装置の照射プログラムを修正した際に遮蔽のプログラムデータ入力を誤ったために、プログラムで指示された照射時間に誤りを生じ、そのため2000年8月から2001年2月までに治療を受けた患者のうち28人の患者に過剰の線量を照射してしまった。その結果、2001年6月までにそのうち8名が死亡する事故になり、IAEAの支援が要請された。死亡した8名のうち6名は過剰照射が直接の死因とされている。[IAEA調査報告書「INVESTIGATION OF AN ACCIDENTAL EXPOSURE OF RADIOTHERAPY PATIENTS IN PANAMA」, IAEA (2001)]</p>
2001	ポーランド	<p>2001年2月27日、ピアリストック腫瘍センターでポーランド製リニアックNeptun 10P型で照射治療中、停電で照射が中断され、電源復帰後、装置を再稼動し制御を確認して、先の患者とそのほ</p>

		<p>か 4 名に照射をしたが、2 名が照射中から痒みと焼けるような感覚を訴え、線量測定を行ったところ予定よりずっと多い出力であったことが判明した。さらにモニターリングシステムが正常でなく、インターロックシステムの電子部品のひとつも損傷していた。この結果、治療された患者 5 名は、程度は異なるがみな放射線火傷を受けた。後に患者の医療について IAEA の援助が要請された。</p>
1999	東京	<p>東京の虎ノ門病院で、1999 年 7 月から 2000 年 12 月までにわたって医療用 LINAC による喉頭がん等の放射線治療で誤って患者 23 人に通常の 1.35 倍に放射線を照射していたことが判明した。患者は炎症等を起こし治療を要する放射線障害を生じる結果になった。治療装置の放射線量を制御するコンピュータにデータを入力する際、一部を誤って入力したことによるものとみられている。[2001 年 4 月 28 日付朝日新聞、毎日新聞等]</p>
1998	沖縄	<p>1998 年 6 月 30 日、琉球大学医学部付属病院で放射線治療用 Ir-192 線源(296GBq)を交換のため運搬容器から治療装置に収納する作業を遠隔操作で行っていたところ、エラーが発生したので、入室し、線源を引き出すワイヤ等の確認を行った際、誤って線源に直接触れて被ばくした。被ばくした放射線業務従事者 2 名については、健康診断をした結果、特段の異常は認められなかった。</p>
1996	コスタリカ	<p>コスタリカ共和国の首都サンホセにある基幹病院のひとつであるサン・ファン・デ・ディオス病院において、1997 年 8 月 26 日から 10 月 3 日にかけて、コバルト-60 線源による放射線治療を受けた患者が過剰な照射を受けるという事故が発生した。この原因は、同年 8 月 22 日に放射線照射装置の線源を交換した際に、放射線ビームのキャリブレーションを誤ったことによる。この間この放射線装置で治療を受けた 115 人の患者のうち、少なくとも 3 人はこれが原因で死亡、少なくとも 46 人は過剰照射の影響を受けた。詳細は以下のとおり。</p> <p>コスタリカ共和国には 6 つの国立の基幹病院があるが、首都サンホセではこのうち 3 つの病院がガン治療専門に稼働している。放射線治療を行っているのはこのうち 2 病院である。その内の 1 つ、サン・ファン・デ・ディオス病院において、1996 年 8 月 22 日に、放射線照射装置アルシオン II(Alcyon II)の Co-60 線源の交換が行われた。</p> <p>1996 年 9 月 27 日、同病院の線量測定の責任者が他の病院の物理学者に同装置の吸収線量率の測定を依頼したところ、毎分 1.22 Gy と計算していたものが、実は毎分 2.02 Gy であることが判明した。これは主として、同責任者が 0.3 分(18 秒)を 30 秒のことと誤解していたために生じた計算上の誤りであったが、この結果は、この期間に放射線治療を受けた患者は、医師が計画した線量の 1.66 倍の放射線を照射されたことを意味した。同責任者は 10 月 3 日に、同国厚生省に自分の測定結果が装置製造会社の規格の値と異なっていた事実を報告し、これを受けた厚生省は直ちにこの装置の稼働の中止を命じ、調査を開始した。この線量測定の責任者は、いかなる学位も有しておらず、いくつかの短期講習を受けたことがあるのみであった。</p> <p>その後国際原子力機関(IAEA)の専門家チームが 1997 年 9 月にさらにより詳細な調査を行った結果、患者は本来受けるべき線量より 50~60%多い線量を照射されていたことがわかった。さらに、装置自体には問題がみられなかったが、放射線治療の体制にはいくつかの改善すべき点が見いだされた。すなわち、照射室の天井のシールドが不十分なため照射の方向に制限があること、照射の際に患者の放射線遮蔽が正しく行われていなかったうえ、照射計画がたてられてなかったこと、放射線事故を防ぐ二重三重のシステムがなかったこと、放射線業務従事者の教育が不充</p>

		<p>分で責任体制が不明確なことなどである。また、サン・ファン・デ・ディオス病院における放射線照射装置の線量の測定値について、1977年以降、IAEAは繰り返し自前の測定値とのずれがあることを通報しており、1996年7月に専門家がその原因を調査に訪れた際、過去の放射線ビームのキャリブレーション記録は残されておらず、照射条件の記録もなかったうえ、上記管理者自らが開発した吸収線量率を計算するためのコンピュータ・プログラムにも誤りが認められた。</p> <p>患者のカルテに残っていた照射時間の記録から実際の照射量が計算された。通常放射線治療は患者が受けるトータルの線量で計画されるものであり、一回あたりの線量を2Gy程度に抑えることにより、副作用をかなり軽減できることは放射線治療上の常識とされているが、同病院では極端な例では一回に10Gyの照射が行われていた。線源の交換から装置の稼働を止めるまでの間に115人の患者が放射線治療を受けたが、このうち1997年7月の調査の時点で生存していた73人中70人について調査が行われた。その結果、46人の患者において、過剰な線量による照射によると考えられる副作用が生じており、特にそのうち4人の患者においては極めて重大であった。これらの過剰照射を受けた患者は今後長年にわたって、副作用を発症する可能性がある。逆に2人の患者では、治療が中断されたために照射量が不足となり、ガンの治療として不充分であることの悪影響が考えられた。また、調査時点で既に死亡していた42人の患者の内34人については、記録の検証の結果、3人は過剰照射が原因で死亡、4人については過剰照射が死を早める要因であったと考えられた。過剰照射を受けた患者の大部分は、最初に皮膚の潰瘍、極度の粘膜の炎症、悪心嘔吐、下痢などの症状を呈した。</p> <p>主な臓器別に患者への影響をみると、脳への過剰照射の例では、ある3歳の小児は58Gyを20分割で、別の小児は50Gyを18分割で照射された。これらの結果、一部の患者では大脳皮質の萎縮、白質の変化、神経症状や痴呆が見られた。また、これらの患者には、照射後数年を経て脳の壊死が起こる可能性がある。10%の患者では、脊髄への過剰照射の副作用の危険を有していた。例えば47Gyを11分割で照射された患者、および50Gyを16分割で照射された患者は麻痺を呈した。大部分の患者では、皮膚へ52Gyを超える線量を受けており、しかも20分割以下で受けた患者が多かった。その結果、皮膚の線維化、潰瘍形成、壊死、脱毛などが見られた。腸は放射線感受性の高い臓器の一つである。腸への過剰照射を受けた患者の中には、72Gyを25分割、さらに横方向から12Gyを5分割で照射され、持続的な直腸の出血、下痢、貧血、体重減少をきたした者もあった。循環器系への影響では、少なくとも一人の患者で心膜炎を来したほか、数人の患者では数年後に血管病変を起こす危険度が高いと考えられた。[Accidental overexposure of radiotherapy patients in San Jose, Costa Rica. IAEA, Vienna, (1998)]</p>
1995	中国	<p>1995年12月、中国北京市でリニアック(2.5~3.0MeV)による治療で、2名が後頭部、背中などに15~20Gy過剰被ばくした。[明石真言、放射線科学, vol42, No.9 (1999)]</p>
1992	米国	<p>1992年、米国で、患者の体内に挿入して治療する外径0.6mmの極細いイリジウム(Ir)-192(約370GBq)線源の頭部が折損して患者の体内に取り残され被ばくすることが起こった。その時は、治療室の放射線警報が鳴ったのに間違いと思って警報を止めてしまった。その後、病室で折れた線源部分が患者から脱落してごみに紛れて搬出され、廃棄物処理場のゲートモニターが放射線を検出するまで行方がわからず、患者は5日後に死亡し、患者以外にも関係者が多数被ばくする結果になった。</p>

1990	スペイン	<p>1990年12月、スペインのサラゴサ病院で加速器治療の患者に過大線量の照射をして27名が被ばくし、11名が死亡する事故があった。詳細は以下のとおり。</p> <p>1990年12月5日、リニアックの電子ビームが出なくなるという故障が発生した。運転要員は、偶々隣接するコバルト-60治療装置の保守をしていたGE社のサービスマンに連絡した。サービスマンは、加速管の制御を手動状態にし、加速管の初段と二段目の位相差を調整してビームが出るようににした。サービスマンは否定しているが、手動状態の解除は行われなかったと推定されている。この「調整」の結果、リニアックは、制御盤におけるエネルギーの設定値とは無関係に、36MeVの電子ビームを照射する状態になってしまった。制御盤の偏向電磁石電流に対応して加速電圧を指示するメータは、常に36MeVを示していたが、ビーム停止状態でも指示に変化がないので、指針が膠着しているものと解釈された。</p> <p>この故障と修理の事実は、記録されなかったばかりか、物理や放射線安全のセクションに連絡されることもなかった。患者の治療は12月10日に再開され、12月20日に放射線管理の責任者が、メータの指示の異常を知られるまで継続された。医師が、臨床症状の異常を問題にしはじめたのは、それ以後のことであった。</p> <p>調査の結果、12月5日に発生した故障は、偏向電磁石電流制御回路のトランジスタが短絡し、常に36MeVの電子ビームに対応する電流が、偏向電磁石に流れるようになったものであると判明した。このような状況に対応するインターロック機構は、手動モードへの切り替えによりバイパスされてしまったものと推定される。</p> <p>電子線照射では、偏向電磁石を通過したビームは、広い照射野を得るために、スキャン・マグネットが掃引されるが、この掃引電流は、偏向電磁石とは別の回路で制御されるので、サービスマンが「調整」を行った後も、制御盤の設定エネルギーに対応した制御を受ける。同じ大きさの照射野を得るためには、ビームのエネルギーが高い程大きな掃引電流が必要になる。従って、サービスマンにより「調整」されたリニアックでは、制御盤の設定エネルギーが低い程、小さな照射野に照射されるようになっていた。照射部位の電子線フルエンスは、第1近似では、この照射野の縮小の割合に反比例して大きくなっていった。</p> <p>リニアックには、線量率安定のためのフィードバック・システムがある。このフィードバックは、モニター電離箱(透過型)で制御されている。照射野が縮小すると電離箱の一部分(アイソセンターで$40 \times 40 \text{ cm}^2$の照射野が$18 \times 18 \text{ cm}^2$に縮小すれば20%)だけが照射を受けるので、ビーム電流が同じでも電離密度が大きくなり、電離箱内でより多くの再結合が生じるようになる。フィードバック・システムは、余分の再結合による電離箱の出力電流の低下を補償するため、ビーム電流を増加させていた。</p> <p>結果的に、制御盤における設定エネルギーが7MeVの場合には9倍(照射野$10 \times 10 \text{ cm}^2$以下)の線量が照射されたことになる。照射された範囲は治療計画より狭く、また、より深部が照射される結果になった。</p>
1986	アメリカ	<p>テキサス州の病院において、加速器治療装置(カナダ製 Therac-25)のコンピュータソフトの欠陥から患者に25MeVの電子線を直接照射することが2度あり、2名死亡した。</p> <p>[放射線科学, vol.38, No.4 (1995)]</p> <p>同型の装置による同じ事故が、前年1985年に米国ジョージア州とワシントン州の病院及びカナ</p>

		ダ、オンタリオ州の病院で相次いであり、各1名の患者が被ばくし、そのうちオンタリオ州の患者は被ばくにより死亡した。また1987年にも、上と同じワシントン州の病院で、患者1名が被ばくし死亡した。[COMPUTER, pp. 18-41, July, 1993]
--	--	--

2. 2. 医療用線源の紛失・盗難による被ばく事故

2000	タイ	<p>2000年1月下旬、スクラップ収集業者4名が放置されていたCo-60医療照射装置を自宅に持ち込む。2月1日、解体を試みるが完全には解体できず、装置をスクラップ解体業者へ持ち込んだ。解体業者の作業場でガストーチを用いて線源部を焼き切る。線源を収容していたキヤニスターを切断したとき、線源(Co-60, 420Ci(15.5TBq))が作業現場に落ち、放置される。線源が発見された2月19日まで被ばくが持続した。スクラップ収集業者3名とその妻計4名、解体業者家族3名とメイド1名、工員2名計6名の2グループ総計10名が被ばくした。火傷様の症状と下痢、衰弱などを主訴に、2月16日、17日にサムートプラカン病院に収集業者の4名が受診。17日には解体業者のオーナー夫婦2名が他の私立病院に受診。また、工員2名がサムートプラカン病院受診。WBC 100/cmm(要確認)と減少した結果、被ばく事故が疑われた。</p> <p>工員2名は、G-CSF、GM-CSF、抗生剤で治療したが白血球の回復は認められず、3月9日と16日に敗血症で死亡。他の1名は白血球が回復してきたが3月23日に肺炎、Acute Pulmonary Distress Syndromeで死亡した。他の7名は生存しているが、両手、下腿、背部に放射線皮膚障害を生じた。[青木委員出張報告平成13年3月]</p>
1999	トルコ	<p>1999年1月8日、トルコ原子力庁(Turkish Atomic Energy Authority: TAEA)は、スクラップ業者により解体された約88CiのCo-60線源により過大な放射線被ばくが発生したとの報告を受けた。TAEAの専門家により線源は発見されCekmece原子力研究センターの廃棄物処理施設に移送された。回収された線源のカプセルは破損していなかった。密封あるいは非密封の約26TBq(700Ci)コバルト60線源が紛失した模様。TAEAの専門家による線源の捜索及び問合せが引き続き行われた。線源の所有者による説明が極めて曖昧であり、トルコ当局は、登録された線源が、TAEAに通知されずに売却され、さらに、遠隔治療を目的として海外に持ち出されたものと考えている。</p> <p>5人が推定で3~6Gyの線量を被ばくし深刻な影響を受けたが、全員Cerrahpasa大学病院で治療を受け隔離されている。また、比較的軽い影響を受けた5人のうちの1人は2~4Gyの線量を被ばくし、残りの4人は1~2Gyの線量を受けたものと推定されている。この5人は別の病院で治療を受けている。現在までに、1人だけ放射線による火傷の兆候が見られる。2本の指に火傷が認められたが、その状態は切断を必要とするには至っておらず、被ばく線量は20Gy未満と推定されている。</p>

3. 非破壊検査用放射線源による被ばく事故

3. 1. 非破壊検査における被ばく事故

2000	千葉	2000年6月13~18日、千葉県八日市場市の電子部品メーカー「タイハイ電子」で、X線を使って
------	----	---

		<p>半導体部品の検査を行っていた作業員 3 名が、右手に 50~100Sv 程度の放射線被ばくをした。本人は当初原因に気付かず、やけどの治療に病院に行ったところ、医師が放射線火傷ではないかと疑念をもち 7 月 5 日に放医研で受診、数日間入院治療を受けた。</p> <p>作業していた検査用の機器は、X線エネルギーが低く、放射線障害防止法に規定する放射線発生装置に該当しないものである。この装置は、扉をあけて検査する部品を中に入れX線をあてるようになっており、扉を開けるとX線が出ないように安全装置が作動するものであったが、作業の能率をあげるために安全装置を外して扉を開けたままX線を止めずに内部に手を入れて検査を行っていた結果、手に被ばくすることになった。</p>
1998	長崎	<p>1998 年 6 月 30 日、工場内で行われていた Co-60 線源(120 GBq)による溶接部の非破壊検査で、線源はリリースワイヤに接続されていて伝送管を通して照射位置へ移動するよう制御されていたところ、線源とリリースワイヤの接続が外れて、伝送管の途中に線源が取り残されてしまうことが起こった。線源の格納容器への収納作業が終わったにもかかわらず、線源が露出状態にあることを知らせるアラームが点灯した。そこで作業員は、サーベイメータで線源の残っている伝送管を確認して、格納容器との接続をいったん外し、再度接続してからリリースワイヤを送り込むことにより線源を格納容器へ押し込んだ。しかし再度接続したときに伝送管の左右を取り違えたために、格納容器の中心に線源部が至らず反対側へ押し出されてしまったことになっていた。そして、それに気付かずワイヤ接続部と誤ってリリースワイヤと接続させようとして線源部分に直接手を触れて作業してしまった。30-60 秒試みたがうまく行かず、到着した応援者の指示で作業区域から退出し、改めて線源を回収した。</p> <p>それまで単独で作業したこと、フィルムバッジを外していたため、被ばく線量は不明であったが、右手指に発症し放射線障害による熱傷を受けた。接触した右手指皮膚表面で 43Sv、1mm 深部で 28Sv、全身被ばく線量 5.5mSv と推定された。</p> <p>[鈴木元、保健物理、34(3)、277-280(1999)]</p>
1997	イタリア	<p>1997 年 9 月 29 日夕刻、下請業者の作業員 2 人が、1.22TBq(33Ci)の Co-60 線源で非破壊検査を行うよう元請業者から要求された。照射は、7 時間継続するものと想定された。(手順書に従って操作を行っていた際のヒューマンエラーに起因して)遠隔操作ケーブルと線源ホルダーの接続を誤ったため、照射後も線源が露出した状態で放置された。更に、作業員 2 人は、放射線モニターのスイッチを入れなかった。翌朝(9 月 30 日)、元請業者の作業員 1 人が、計測器と検査器具をすべて回収したが、その際、携帯のペン型線量計(アラーム機能無し)が振り切れるほど被ばくしたことに気付いた。被ばく線量は以下の通りである。</p> <p>a) 全身等価線量: 0.89Sv(法定年間限度: 0.05Sv) b) 手の等価線量: 3.56Sv c) 水晶体等価線量: 0.89Sv</p> <p>9 月 29 日に照射を行った下請業者の作業員 2 人の被ばく線量は、厚い照射試験片によって遮へいされていたため、極めて低いものであった。</p> <p>INES 評価は、約 15 分の被ばくであり、被ばく線量が法定年間限度の 10 倍を超えるものであったことから、レベル 3 とする。セーフティカルチャの欠如が認められたが、既にレベルが高いため格上げは行わないこととする。</p>

1988	中国	<p>1988年3月、遼寧省で非破壊検査装置の Ir-192 線源(1.1TBq)を直接素手で除去したため 6名の作業者が手に0.1~12.6Gyの被ばくをした。</p> <p>[明石真言、放射線科学, vol.42, No.9, 262(1999)]</p>
------	----	--

3. 2. 非破壊検査用線源の紛失・盗難による被ばく事故

2000	ペルー	<p>2000年9月11日、ペルーのリマで街路に放置されていた線源を政府機関の運転手が見つけた。規制当局が調べたところ 11GBq の Ir-192 線源の入った非破壊検査装置であり、プラグで閉じられていたが鍵は外れていた。装置は盗まれたものであったが、所有者は盗難に気付いていなかった。人的被ばくも汚染もなかったが、不適切な場所で線源が発見されたため、INES 評価レベル 2。</p>
2000	エジプト	<p>2000年6月26日(月)、エジプトの規制当局は、首都カイロから 20km 離れた El-Qualuobia 地方の Meet Halfa 村での放射線事故に直面した。この事故は、同村の 1軒の農家への道で見つかった紛失あるいは盗まれた 40Ci のイリジウム-192 線源によるものである。この事故により、2名が死亡し、5名が重大な被ばくを受けた。原子力委員会(Atomic Energy Authority)と防衛省(Ministry of Defense)からの派遣チームにより線源の位置が特定され、遠隔操作にて線源を処理し、原子力委員会の特別な貯蔵区画に移送した。</p> <p>INES 評価は、少なくとも 7名が過度の放射線を被ばくし、そのうちの 2名が死亡したことから、レベル 4 と評価された。</p> <p>この事故では、作業員が線源を落としたことに気付いたが、夜間のため発見できず、翌日に探しに行ったときは既に農夫が拾った後であった。この農家には、農夫の他、妻、妹、息子 2人、娘 2人が住んでいた。</p> <p>2000年5月6日、最年少の息子(9歳)と農夫に、線源からの被ばくによる兆候が認められた。しかし、その症状は直ぐには被ばくによるものと認識されず、数日後、家族全員が同じ症状に苦しみ始めた。そのため、全員で病院に行き治療を受けたが、その治療は彼らの状態に対して適切なものではなかった。</p> <p>2000年6月5日、最年少の息子(9歳)が死亡し、その 11日後には父親も死亡した。</p> <p>2000年6月26日、病院の医師は、患者が高いレベルの放射線被ばくによるものであるかもしれないと認識し始め、保健省(Ministry of Health)は、防衛省の化学局(Chemical Administration of the Ministry of Defense)とエジプト原子力委員会(Egyptian Atomic Energy Authority)に通知した。各行政当局から派遣されたチームが事故の起こった農家を訪れ、調査と捜査を開始した。検出器の指示値が上昇したことにより、放射線源の存在が確認された。線源は戸棚の上に置かれているのが発見されたとのこと。線源から 1m の距離で約 93mSv/h の線量率の被ばくが起きたと計算された。電力省(Ministry of Electricity)、化学局長及び原子力委員長が、Meet Halfa に集まり捜査の指揮を執った。8時間後、捜査チームが線源の場所を特定し遠隔操作にて線源の処理を行い、遮へい容器に入れて原子力委員会の研究センターにある放射性廃棄物・使用済放射線源の貯蔵区画に移送した。保健省は、農家の親類及び近所の約 200人について医学的調査を開始し、血液採取が行われた。被ばくした農家の家族 5人は、新しい病院の 1つである Nasser 研究所にお</p>

		<p>いて治療を受けた。彼らのその後の措置をフォローするため、6月28日に首相が被害者を訪問した。</p> <p>2000年6月28日、原子力安全委員会から派遣された専門家による調査の結果、線源はIr-192線源であり、放射能が約50Ciであることが判明した。エジプトのテレビ局が事故を報じ、情報省(Ministry of Information)が公衆に対して事故に関する簡単な情報(即ち、何が起きたか、どこの地域が危険か、どんな措置が取られるか)を提供した。Qualuobia 地方政府は、村人に対して社会的・心理的なサポートを行った。</p> <p>農夫の妻を始めとする農夫の家族5名(夫と息子1名は既に死亡)の健康調査が行われ、妻にも局所被ばくが認められた。[INES 情報及び青木委員出張報告平成13年3月]</p>
1999	ペルー	<p>イリジウム 192(Ir-192)利用の工業用ガンマグラフィ(BECO、ガンマグラフィ)における放射線事故で概要は以下のとおり。</p> <p>1999年2月20日、新設の水力発電所建設現場(ヤナゴ地区)で、1.35TBqのイリジウム192(Ir-192)放射線源が見つかった。当該線源を発見した溶接作業員は、それを手に取りズボンの後ポケットに入れてしまった。これにより、同作業員と、その家族4人を含む5人が被ばくした。本事象は、ガンマグラフィ設備の操作員により、6時間後に明らかとなった。線源は、作業員が発見してから8時間後に回収され、現在、適切に管理されている。結果的に、作業員は、高線量の放射線を浴びたことにより、かなりの局部傷害を受けた。作業員の局部被ばく線量は、50Gyを上回るものと推定されている。作業員は、治療を受けるため特定病院に運ばれた。なお、他の5人に対する被ばく線量は、1Gy未満である。</p> <p>INES 評価は、ガンマグラフィの操作に拘わっていない人が影響を受けたことから、INES レベル3が妥当とされた。[INES 情報]</p>
1996	中国	<p>1996年1月5日、Jilin 化学会社ポリエチレン工場の建設現場において、Ir-192線源(74Ci)による非破壊検査のγ線透過撮影が行われていたところ、このγ線透過撮影装置から紛失したIr-192線源により若い作業員(非放射線従事者)が被ばくした。</p> <p>1996年1月5日午前0:00、装置の故障によりγ線透過撮影を中止し、線源をコンテナに戻したが、そのときコンテナの扉の安全ロックキーが壊れていたため、コンテナを移動した際に、線源がコンテナから滑り落ち地面に取り残された。この時作業員は線量計のスイッチを切っていたため、誰も線源の紛失に気付かなかった。</p> <p>午前8:00、1人の作業員(放射線従事者ではない)が線源を拾い、作業服のポケットに入れてしまったが、この事実は17:30までわからなかった。</p> <p>1996年1月7日、被ばくした作業員は北泉の病院に移送された。専門家の推定によれば、この作業員の被ばく線量は全身線量で3Gy、右足の最大表面線量で3kGyである。この被ばくにより右足と左前腕が著しく負傷したため、切断手術が行われた。手術は成功した。</p> <p>INES 評価は、公衆が被ばくにより急性放射線障害を起こしており、紛失線源による所外影響であることから、レベル3と評価された。[INES 情報]</p>
1996	イラン	<p>1996年7月24日、Gilan 複合サイクル発電プラントで、放射線透過による溶接検査に用いられるIr-192線源が紛失した。2時間後、サイトの安全管理者が線源を発見し、遮へい内に戻した。この作業で安全規則を守らなかったために、1名の作業員が(INESのレベル2に相当する)年間線</p>

		<p>量限度を超えて被ばくした。サイトの安全管理者とイラン原子力機関(AEOI)の検査官は、安全上及び放射線防護上必要となる対策をすべて講じた。関連した作業員や技術者に対する血液検査及び診断の結果、被ばくによる異常は認められなかった。</p> <p>なお、Gilan は現在建設中の火力発電プラントを中心とした施設であり、AEOI の監視の下、溶接検査を行うために、数多くの私企業が放射線透過装置を用いた作業を行っている。</p> <p>INES 評価は、放射線源の紛失と作業員の過大な被ばくを生じたため、レベル2と評価された。[INES 情報]</p>
1992	中国	<p>1992年12月、Shanxi 地方 Xinshou 地区において Co-60 線源の一部を紛失した。12月3日、この Co-60 線源を持った男性が過大被ばくにより死亡し、また、その兄弟、父親もそれぞれ12月7日、12月10日に死亡した。紛失した Co-60 線源は発見され、安全に管理されている。放射線被ばくのおそれのある約90人に対して健康診断と医学検査が行われた。その結果、過大被ばくを受けたのは5人だけであることが判明した。彼らは適切な医学的処置を受けた。INES 評価は、レベル3(暫定)とする。[INES 情報]</p>
1988	中国	<p>検査用の Ir-192 線源(220GBq)が地面に落下したのを作業員が拾って持ち帰り、家に50時間放置したため、0.5~1 Gy の放射線被ばくを生じた。[明石真言、放射線科学、vol.42, No.9 282(1999)]</p>
1971	千葉市	<p>1971年9月、千葉県内のある造船所の構内で、非破壊検査が行われていた。この検査に用いていた Ir-192 線源(5.3Ci, 196GBq)が紛失していることがわかり、懸命に探したが見つからず、科学技術庁にそのことを届けた。</p> <p>作業員の1人がその線源を拾ったが、何なのかかわからないまま好奇心からズボンのベルトにさし、下宿に持ち帰った。下宿を訪ねた5人の仲間が、次々と触ったり、眺めたりした。そのうちの2人は、その部屋に泊まった。その後4日間、この部屋には数人の仲間が何回か出入りした。1週間後、彼の下宿でそれを触った仲間の1人が、自分たちの触った鉛筆状の奇妙なものが線源ではなかったかと探したところ、下宿の庭に落ちているのを発見した。</p> <p>6名(年齢:20才~30才)は検査のため千葉市にある科学技術庁放射線医学総合研究所(放医研)に入院した。そのうちの1人は、右手の潰瘍(かいよう)と糜爛(びらん)を繰り返し、22年後に血管の萎縮による右第1指(親指)と第2指(人差し指)の拘縮と骨の萎縮、病原菌による感染と疼痛が生じ、この2本の指を切断した。</p> <p>医療処置にあたり被ばく線量をつけていた腕時計のルビーがガンマ線を受けたことによる熱発光量を測定して推定した(物理学的線量評価)。また、6人の当時の行動を思い出し、事故の再構築により推定した。</p>

4. セシウム(Cs)-137 及びストロンチウム(Sr)-90 線源の紛失・盗難による被ばく事故

2001	グルジア	<p>2001年12月にグルジアの首都トビリシから370km西に位置するライア村にて、放射線事故が発生した。3名の住民が2本の放射線源、長さ10cmのシリンダー、により重大な被ばくを受けた。3名は2001年12月22日にズグディディ病院に搬送され、手、背中、足に放射線火傷を受け、また放射線障害の臨床症状が認められた。</p> <p>次の日、トビリシの血液学輸血研究所は、個々の人は全身線量で2-3Gy、局所で10Gyの被ばくを受けたと発表した。グルジアは、放射線事故に関する国際条約に基づいて国際原子力機関(IAE</p>
------	------	--

		<p>A)に報告した。その結果、IAEAの3名の専門家が線源を調べるためにグルジアに2002年1月5日に送られた。25人のチームからなる核専門家は月曜日に困難ななかSr-90線源を回収した。IAEAは日曜日にグルジアから分離したアブカジャ地区で2個の放射性電源を回収したと発表した。2つのシリンダーは、幅10cmで高さ15cmであり、Sr-90が内蔵されており、放射線の崩壊熱で、電気を発生させるもの(原子力電池)であった。</p> <p>IAEAは医療チームを送っているが2名は重大な病状のままである。地方当局によると、Sr-90線源は、30年前に水力発電所を建設した際に信号ビーコン(signal beacons)を発するための動力に用いられた。</p> <p>1998年にはグルジアの同じ場所の川底(riverbed)で発電機の1つが回収されSr-90が4万Ci含まれているのが発見された。この値はチェルノビルで放出された同位体量に相当する。IAEAのJulio Gonzalez部長は、「この情報を受け取った時には、ショックが大きく間違いと思った。しかし正しかった」と述べた。</p> <p>原子力電池には、それぞれ、Sr-90が4万Ci含まれている。比較として、チェルノビル事故では5000万Ciが放出された。IAEAのゴンザレスは、Sr-90はセラミック形状なので、粉末としてテロで用いられにくいと述べた。IAEAは、日曜日の回収作業以前にグルジアで280個の放射性線源を回収したとしており、大部分は低レベルで4個のみSr-90を含んでいた。</p>
1997	グルジア	<p>訓練用のCs-137線源が野外演習場に2個、演習場宿舎に置いてあった外套のポケットに1個、そして演習場の塀の外に1個、1年以上にわたって放置されていた。外套は演習時だけでなくテレビを観るときや睡眠の際の毛布代わりに使われたため、複数の兵隊が繰り返し線源による局所被ばくを繰り返すという特異な事故となった。1996年7月に最初の患者が発生し、12月にはさらに2名、翌年3月に3名が被ばくし、最終的には1997年8月に放射線被ばくであることが疑われて、9月にすべての線源が発見された。WHO、グルジア、フランス、ドイツによる国際協力により治療が遂行された。[青木委員出張報告 平成13年3月]</p>
1994	エストニア	<p>1994年10月、タミクの放射性廃棄物貯蔵所に兄弟の三人組が侵入し、無断で放射線源の入っている金属製コンテナを持ち出した。コンテナの中にはCs-137線源が入っていた。彼等がコンテナを開けたために、最終的に兄弟の一人は死亡し、他の者も深刻な傷害を受けた。死亡原因は当初放射線被ばくとは考えられなかったが、死亡者の息子の傷害を検査した保健物理学者が放射線傷害の特徴を確認し、はじめて放射線被ばく事故の対応がなされた。被ばくは、全身で4Gy、大腿部に1800Gyと推定された。1名は12日後に死亡。ほかにも多数に放射線障害を生じた。[Gonzalez, A. J., IAEA BULLETIN, 41/3/1999]</p>
1987	ブラジル	<p>1987年9月、ブラジル国ゴイアニア市で、廃院となった放射線治療病院からCs-137線源が持ち出されて廃品回収業者の作業場で解体され、Cs-137による広範な環境放射能汚染と多数の人々の被ばくが生じた。汚染された者の数は249人(同年12月まで)、被ばく線量は0.5Gy以上約70人、1Gy以上21人、4Gy以上8人であり、死者は4人であった。詳細は以下のとおり。</p> <p>ゴイアニア市(Goiania)はブラジルの首都ブラジリアから南西約250km離れたゴイアス州にあり、人口約100万人の農畜産物集積(大豆、牛肉など)都市である。1987年9月、この市の廃院となった民間放射線治療クリニックの建物の中にあつた放射線治療装置からCs-137線源の入った回転照射体が、取り外して持ち出され、市内にある廃品回収業者の作業場で分解された。この放射線</p>

治療装置は 1971 年 6 月にイタリアから輸入され、線源物質はセシウム塩化物 ($CsCl$) で、指向性を良くするためレジン混ぜ、米粒大にまとめたものを治療用装置に充填したもので、米国オークリッジで製作された。重量 93g、体積 $31cm^3$ 、事故当時全放射能は $50.9TBq(1375Ci)$ であった。1987 年、この医院の移転により業務を止めたが、セシウム照射装置はそのまま廃院に残されていた。取り出された $Cs-137$ は青白く光る粉末で極めて水に溶けやすく、散らばりやすい状態で、業者の家族、親戚、隣人が好奇心から自宅に持ち帰ったりした。また、作業場から風雨や人、動物を介して、汚染地域が拡大した。この事故が起こったのは市の中の貧しい区域である。

1987 年 9 月 10～12 日、2 人の若者 (22 才と 19 才) が、価値があるものと思い、この廃院のスクラップから照射装置を分解して、回転照射体 (線源) を自宅に持ち帰った。回転照射体を取り外した段階から 2 人の放射線被ばくが始まり、2～3 日後から 2 人は下痢や目まいになやまされ始めた。1 週間後には線源容器に穴を開けることに成功し、この時点から放射能汚染が始まった。9 月 18 日、2 人はこれを廃品回収業者に売り払った。業者は暗いガレージの中で線源の粉末が光っているのに気づき、家の中に運び込み、その後数日にわたって、家族、親類、隣人が、これを眺め、手を触れ、体に塗ったりした。作業人とその家族全員の体の調子が次第におかしくなり、その内の 1 人 (廃品業者の妻) が、青白い粉に原因があると思い、線源をプラスチックバッグに入れて、9 月 28 日ゴイアニア公衆衛生局に届けた。風土病病院で患者を診察していた医師は、症状から放射線障害の疑いを持ち、市の公衆衛生部と州の環境局に連絡した。その結果、医学物理学者が鉱物探査用の放射線測定器 (仏製: SPP2NF) で測定して、9 月 29 日、放射線被ばく事故が起こっていることが明らかになった。線源が持ち出されてから 17～19 日後のことである。(持ち出された日は正確には判っていない。)

検診の結果、20 人に入院治療が必要と診断され、14 人がリオデジャネイロ、6 人がゴイアニアの病院に入院した。体内セシウム排せつのためプルシアンブルー (Prussian Blue) が投与された。また、被ばく線量推定のためにリンパ球の染色体異常の頻度が調べられた。4 人が入院後 (リオデジャネイロ) 4 週間以内に出血や敗血症などの急性障害で死亡したが、その線量は $4.5\sim 6Gy$ と推定された。死亡者は、6 才の少女、38 才の女性、22 才、18 才の男性である。同程度の被ばく線量で 2 人が生き残った。また 1 名は腕半分を切除された。2 ヶ月後には 11 人の入院患者は全員ゴイアニアに転院し、退院までずっと放射能排せつ促進剤を投与された。

合計 112,000 人が、放射線計測を受け、その内 249 人に体内外汚染が認められた。染色体異常の頻度から推定された線量は最高 $7Gy$ であった。また尿や糞の分析もスクリーニングの一段として行われた。全身カウンターでの計測、あるいは糞尿の計測からプルシアンブルーの効果も判定された。

全ての汚染源を推定する第一段階の緊急汚染調査は、高温多雨の気象条件下で、ヘリコプターや自動車等によるモニタリングを含めての大規模な活動となり、10 月 3 日まで大部分が終了したが、12 月まで続行された。最も汚染がひどかった廃品解体場所では、地上 $1m$ の高さで線量率が $2Sv/h$ に達した。ヘリコプターサーベイは 67 平方キロメートルの地域がカバーされ、 $21mSv/h$ の汚染地点が発見された。自動車によるサーベイでは $2000km$ 以上の道路ネットワークが調べられた。第 2 段階の除染復旧作業は 1988 年 3 月までかかって行われた。汚染区域の認定レベルは $10\mu Sv/h$ 以上を適用し、これ以下は非汚染地区とし、市民の行動等も規制した。また、合計 85 軒

	<p>で高い汚染が認められ、その内 41 軒、200 人が避難したが、その中の 30 軒は2週間後に再入居が許可された。Cs-137 の放射能は大量降雨にもかかわらず、屋根に残っており、これが屋内線量率をあげる原因であった。特に汚染の著しい7軒の家屋は解体し撤去され、高汚染区域の表土が入れかえられた。飲料水中の濃度は、廃品解体現場の近辺の井戸を例外として、ごく低かった。家屋 159 軒がサーベイされ、42 軒が放射能除染の対象となり、屋内の真空掃除機による清掃と、屋外壁の高圧水による洗浄が実施された。1988 年 3 月までにこの作業を終了した。汚染廃棄物(土壌、建材など)は 200ℓドラム缶で 3,800 本、金属コンテナ 1400 個等、合計 3500m^3に達し、約 25km 離れたゴイアニア郊外のアバディア (Abadia) 一時保管場所 (4000~5000m^2) に運ばれて保管されている。汚染放射能の総量は、線源に含まれていた 50.9 TBq に対して、44 TBq (1200 C) であった。</p> <p>事故発見後、ブラジル関係機関は直ちに IAEA に連絡し、核事故または放射線緊急時における援助協定の枠内での援助を要請した。汚染事故に関し、被害者の心理的ストレス、被害者への社会的差別からの失業問題や不買など物心両面からの圧迫のほか、州、国も経済面、経費面から大きな影響を被った。</p> <p><参考文献></p> <p>(1)IAEA:The Radiological Accident in Goiania, 1988 年9月</p> <p>(2)中島敏行:ゴイアニアのセシウム 137 被曝事故顛末記、放射線科学 31 卷 No.11 1988、31 卷 No.12 1988、32 卷 No.1 1989</p> <p>(3)IAEA: Radiation sources: Lessons from Goiania, IAEA BULLETIN vol.30 No.4, p.10-17, 1988 年4月</p>
--	---

5. 紛失・盗難線源のスクラップ混入

2001	オランダ	<p>2001 年 8 月 7 日、オランダの製鋼所のスクラップヤードで、スクラップに放射線を検出し、調べたところステンレススチールの削り片が Co-60 で汚染していることが判明した。このスクラップは 8 月 7 日に加工事業所から搬入されたもので、そこで加工されたフランジにも汚染があることがわかり、その Co-60 濃度は 30Bq/g の程度であった。フランジ表面の線量は 10 $\mu Sv/h$ で全部で 17 個のフランジが汚染していた。それらのフランジはもともとインドのボンベイで製造され輸入されたものである。これは INES レベル1 (最終) と評価されている。[INES 情報]</p>
2001	オランダ	<p>2001 年 7 月 3 日、オランダの製鋼所のスクラップヤードで、スクラップに混入したストロンチウム (Sr)-90 線源 (16MBq) 発見された。50cm において 350 $\mu Sv/h$。線源の出所は不明。これは INES レベル2 (最終) と評価されている。[INES 情報、IAEA]</p>
2001	イタリア	<p>2001 年 6 月、イタリア警察から、イタリアの幾つかの造船所に搬入された鋼板が、Co-60 で汚染されていたことが報告された。鋼板は、マケドニアのスコピエにある鑄造所で製造され、扱った貿易会社の本社はおそらくスイスにある。詳細は、以下のとおり。</p> <p>イタリアのことなる三つの港にある三つの造船所で、スコピエの鑄造所から鋼板を受け入れた。アンコナ港へは鋼板 12 枚、パレルモ港へは 19 枚、リボルノ港へは 1 枚であったが、これらの全ての鋼板は、検出可能な程度に Co-60 で汚染されていた。汚染核種が Co-60 であることは、ポータブルマルチチャンネル波高分析器による測定で確認された。測定結果は、鋼板表面で 3 $\mu Sv/h$、1m の距離で 1 $\mu Sv/h$、3m の距離でバックグラウンドと同じ線量率であった。</p>

		<p>これらの鋼板について、アンコナでは、ほとんどすべての汚染鋼板は 2 隻の漁船をつくるのに既に使用されており、船中の汚染している部分は完全に同定され、その部分は「制限エリア」とされている。これらの漁船の建造で発生した粉末とスクラップは、はっきりと区分され、集めて容器に封入し、作業場所の外に保管した。作業場にルーズ汚染は何ら残存していない。使い残りの汚染鋼板も同じ容器に入れて隔離してある。作業従事者の被ばくは、ほぼ $1mSv$ 以下である。いずれにしても、被ばくは問題になるほどではない。内部汚染について、大工と溶接工(最大 20 名)を WBC 管理する。</p> <p>リボルノでは、1 枚の鋼板が 1 隻の漁船建造に使われ、この船は困っている。スクラップと粉末を適切に処分するため、アンコナと同じ方法と基準で測定と管理が行われている。</p> <p>パレルモでは、19 鋼板すべてが、未使用のまま造船所でみづかり、放射線防護の措置がとられている。汚染鋼板は隔離保管している。</p> <p>調査と測定については、アンコナ港では、ARPA(Regional Authorities for Environmental Protection)が警察及び ANPA (the National Agency for Environmental Protection)の協力を得て行った。リボルノでは、ARPA が警察と協力して実施した。パレルモ港では、公衆衛生の地方ラボと警察が協力して行った。いずれにしても、処分等の措置は、同一当局の指示によって行われた。</p> <p>鋼材の放射能濃度の測定は未だ行われていない。</p> <p>このような事態に即応できる一つの提言は、一次生産物品は、すべての国境チェックポイントにおいて、金属スクラップと同じやり方で管理するべきであるということである。</p> <p>IAEA による INES 評価レベルは、2(最終値)とされた。[INES 情報]</p>
2001	山口県	<p>2001 年 3 月 9 日、山口県新南陽市のステンレススクラップ取扱事業所で台湾から輸入したスクラップコンテナ(重量約 20 トン)から放射線を検出した。調べたところ円柱状物体であり、日本アイソトープ協会において測定し、約 $5.5GBq$ の Cs-137 線源(ステンレス製、径 $7mm$ × 長さ $13mm$)であることが判明した。表面及び周辺の汚染はなかった。</p>
2001	ギリシャ	<p>2001 年 1 月 22 日、ギリシャで Cs-137 線源(約 $40mCi$、$1.5GBq$)がスクラップに混入していたことが、受け入れた製鋼所の検出器で発見された。作業員には放射線障害は生じなかった。INES 評価レベル 1。</p>
2000	オランダ	<p>2000 年 9 月 19 日、オランダのホットレック・ロッテルダムの製鋼所でステンレススクラップのコンテナから放射線を検出、遮蔽なしで混入していた推定 $1GBq$ の Cs-137 線源(長さ約 $2cm$ 径、約 $20cm$ のロッドの端に付いていた)がみつかった。スクラップはエジプトから輸入した 17 トンのスクラップで 40 個のコンテナに収納されていたもので、放射線量は線源の発見された容器の側面で $180\mu Sv/h$ であった。放射能検出後直ちに発送元へ連絡したが、発送側での発送前の放射線検査では異常を検出せず、“free of radioactivity” の証明を付けていた。INES 評価レベル 1。</p>
2000	川崎	<p>2000 年 7 月 6 日、株式会社「ヤマナカ」川崎工場で納入されたスクラップから放射線を検出し、日本アイソトープ協会が測定したところ、ラジウム線源 2 個($1MBq$ 金属管 径 $25.5cm$ 長さ $24.5cm$ と $3MBq$ 鉄製機器 $28cm \times 11cm \times 10cm$)が混入していた。汚染はなかった。</p>
2000	岡山	<p>2000 年 6 月 19 日、岡山県松山鉄工所でスクラップに劣化ウランが混入していることが発見された。</p> <p>2000 年 6 月 21 日、川崎製鉄水島製鉄所で受け入れたスクラップから放射線を検出した。</p>

2000	兵庫	2000年5月8日、神戸製鋼加古川製鉄所へ納入されたスクラップを積んだトラックから放射線が検出され、納入した業者に送り返された。業者が放射線を発する鉛容器をみつけた。調べたところ線源は古い医療用ラジウム針4本であることが判明した。県警の調べで県内の医師の依頼により廃棄されたことが判明し、送検された。
2000	和歌山	2000年4月28日、住友金属工業(株)和歌山製鉄所へ納入されたスクラップコンテナ(600cm×260cm×240cm)から放射線を検出し、調べたところ Cs-137 線源(230MBq)と Am-Be 中性子線源(1.8GBq)が混入していたことが判明した。同スクラップはフィリピンから輸入されたもので、わが国で輸入スクラップに混入した線源が発見されたはじめての例である。
1983 /84	台湾	<p>1983年に台北で建築用鉄材に放射能汚染が検出された。そのころ建設された住宅に使われた鉄骨に Co-60 の放射能があることが1992年7月に至ってみつき、以後行なわれた原子力委員会に調査で、180件1601戸にわたる建築について汚染が確認されている。</p> <p>1983年1月14日に台湾電力第一原子力発電所の燃料貯蔵槽建設のため、製鉄業者が建築用鉄鋼材をトラックに積載して第一原子力発電所のゲートを通じた時、ゲート付近に設置されていた放射線モニターのアラームが発生した。これにより建築用鉄鋼材の放射能汚染が見つかった。Co-60による建築用鉄鋼材の汚染原因は、1982年に陸軍化学兵学校で紛失した Co-60 線源 23.8Ci(8.8×10¹¹Bq)が、同校の構内出入管理が緩やかであったため、勝手に入り込んだ民衆が屑鉄や装置類を拾い、スクラップとして古物商に売り、これが製鉄会社に転売されて建築用鉄鋼材として再利用されたことによるものと考えられている。</p> <p>Co-60による建築用鉄鋼材の汚染が確認されたことにより、政府は建設された中国商銀社員寮を取り壊し汚染鉄鋼材の回収など適切な処置をとったが、この年代に建設された台北市のアパートなど全般的な建築物の線量調査は極めて遅れた。[Chao-Ming Tsai, Atomic Technology Foundation, 保物セミナー、京都、2000年10月5-6日、台湾の放射能汚染問題、王玉麟著、近藤敦子訳、長崎・ヒバクシャ医療国際協会刊、長崎、1999年]</p>
1983	メキシコ/米 国	<p>1983年12月メキシコのヤレス(Ciudad Juarez)市で、放射線治療装置が病院の倉庫から持ち出され、スクラップ業者に売却されて解体された。この装置の線源容器はスクラップ業者に持ち込まれる途中で破壊され、その中に含まれていた Co-60 ペレットが運送中に散逸して道路や住宅地に散らばったりした。スクラップ業者が売却した製鋼所で屑鉄といっしょに溶解されて数千トンの放射能汚染鉄材となった。この汚染鉄材で作られたスチール製品はメキシコと米国で販売されて、一般市民が被ばくすることとなった。この汚染事件が発覚したのは、翌年1月に汚染スチール製品を運送中のトラックがたまたま道を誤って米国ロスアラモス研究所にさしかかり、その放射線モニターの警報が鳴り出したからであった。この事故による被ばく者は数千人に上り3~7Sv の高線量の被ばく者もあったが死者はなかった。この事件を契機に米国では国境における放射能汚染物品の検査体制が整備された。詳細を以下に記す。</p> <p>1984年1月16日、スクラップ製品のスチール棒材を積んだ1台のトラックが道を間違えてニューメキシコ州ロスアラモス研究所(Los Alamos National Laboratory)にさしかかったところ、道路脇に設置してあった放射線モニターの警報(アラーム)が鳴りだし、研究所の保安係に停止させられたのがこの事件発覚のきっかけである。調査の結果分かった経緯は以下のとおりである。</p> <p>1977年にメキシコのヤレス市(Ciudad Juarez)の医療センター(Centro Medico)が中古の放射線</p>

治療装置(テレコバルト)を米国から購入した。この装置は米国クリーブランドのピッカー(Picker)社製で、当初テキサス州ルボック(Lubbock)のメソヂスト病院(Methodist Hospital)が購入し、線源の定格放射能は $5,000\text{Ci}(185\text{TBq})$ であり、1969年に線源を追加更新していた($2,885\text{Ci}(107\text{TBq})$)。したがって半減期から推定すると1983年の時点では放射能は $450\text{Ci}(16.7\text{TBq})$ 以下となるが(参考文献2)、メキシコに転売された際の税関の記録では $1,003\text{Ci}(37\text{TBq})$ となっており、そこから計算すると事故時には約 $400\text{Ci}(14.8\text{TBq})$ であったと推定されている(参考文献5)。この装置はメソヂスト病院から仲介業者を経て1977年にメキシコのヤレス市の医療センター(Centro Medico)に転売され、そこでは放射線治療医不在、あるいは代金未払いなどの理由で、使用されることなく物置に放置されていた。1983年11月、無知な泥棒がそれを運び出し、ピックアップトラックの上で2重になっている線源容器を壊し、12月6日頃スクラップ業者に運び込んで売り払った。このとき、容器に入っていた6,000個のCo-60ペレットの一部が運送中に散逸して道路や住宅地に散らばった。また残りのペレットを含んだ輸送容器は屑鉄として売られた。米国原子力規制委員会(NRC)からの通報により、このスクラップ業者の作業所が閉鎖されたのは1984年1月20日(ロスアラモスで汚染物が発見されてから4日後)で、それまでの間に一般市民や製鋼所の業者など多数の人々が被ばくした。また、線源を含んだ汚染屑鉄がスクラップ業者からメキシコの2カ所の製鋼所(チワワのアセロ社とヤレスのファルコン社)および米国セントルイスのファルコン米国工場に売られ、そこで溶融されてスチール材となり、加工され、販売されてしまった。アセロ社はスチール棒、ファルコン社はテーブル脚などを製造していた。これらの放射能で汚染された製品はメキシコ国内での販売のみならず、米国に輸出され、それが発覚の発端になったのは前述のとおりである。

この事故で、メキシコおよび米国で数千人以上の人々が放射線に被ばくすることとなった。メキシコでは製鋼所やスクラップ業者の業者などかなり高い被ばく線量を受けた者がいるが死者はなかった。全身被ばく線量 $3\sim 7\text{Sv}$ の者が7人、 $0.25\sim 3\text{Sv}$ が73人、 $0.005\sim 0.25\text{Sv}$ が700人と推定され、手足などの部分被ばく線量では、手に $100\text{Sv}(10,000\text{rem})$ に達する者もあった。線源の所在が完全には把握できず、空気中に飛散した物(air-borne)も一部はあったと思われることから、線量推定は不確かさが大きい。NRCは米国の一般公衆と輸送業者の被ばく線量を、起こりうる最大の線量となるような仮定の下に推定した。その結果、一般公衆については許容線量限度以下、輸送業者については運輸省が示している限度値を超えることはなかったと結論している。テーブル脚に関しては、33,000個中約2,500個が汚染し、放射能は最大で $375\text{mR}/\text{時}$ 、大部分は $1\sim 100\text{mR}/\text{h}$ であった。レストランで使用されていたテーブル脚の場合は、テーブルの近辺で線量率が $3\text{mrem}(30\mu\text{Sv})/\text{日}$ であり、32日間被ばくしたとして $96\text{mrem}(960\mu\text{Sv})$ になるが、実際には殆どの場合、接触時の線量率が $1\text{mrem}/\text{時}$ より遙かに低く、32日間被ばくしても $1\text{mrem}(10\mu\text{Sv})$ 以下であると考えられた。

この事故は気付かぬうちに放射性物質が一般市民の環境に入り込み、広範囲の放射線被ばくを生じた「前例のない」事件である。ロスアラモスで汚染が発見されてから新聞、雑誌などのマスメディアは事故とその影響について詳細に報道したので、一般市民の関心と危惧も高まった。米国、メキシコ両政府共に調査の進行状況を公表し、市民の安心を得ることに努めた。民生品に含まれる放射能(放射線)の規制、国境における検査体制、環境中の放射能サーベイ、紛失線源の回収、除染、公報の在り方など、この事件を機に検討・整備が進んだという点でも意味するところの大き

	<p>い事件であった。Co-60 やCs-137 などの工業や医療で用いられる放射線源が紛失し、鉄製品に紛れ込んで一般市民の被ばくをもたらす事件は、これ以後も世界各地で起きている。</p> <p><参考文献></p> <p>(1) 原子放射線の影響に関する国連科学委員会(UNSCEAR)、放射線医学総合研究所(監訳):人工放射線による被曝—工業用および医療用の線源、UNSCEAR1993年報告書「放射線の線源と影響」、実業公報社(1995年10月)p.126</p> <p>(2) Flot Marshall: Juarez - An Unprecedented Radiation Accident, Science, Vol. 223, p.1152 (1997)</p> <p>(3) Molina, G: Lessons learned during the recovery operations in the Ciudad Juarez accident, Proceedings of a Symposium on Recovery Operations in the Event of a Nuclear Accident or Radiological Emergency, STI/PUB/826, IAEA (1990), p.517</p> <p>(4) Lubenau, J. O. and Nussbauer, D. A.: Radioactive Contamination of Manufactured Products, Health Physics, Vol. 51, p.409 (1986), Pergamon Journals Ltd.</p> <p>(5) US Nuclear Regulatory Commission: Contaminated Mexican Steel Incident, US NRC Report NUREG-1103, NTIS, Springfield, V. A. (1985)</p> <p>(6) 岩崎 民子、市川 雅教:メキシコ—米国における治療用 Co-60 線源紛失事故顛末記、放射線科学 28(11), p.268(1985), 実業公報社</p>
--	---

6. その他の事故

6. 1. 放射線発生装置据付調整中の被ばく

2001	東京	<p>平成 13(2001)年 12 月 21 日、国立大蔵病院敷地内の新棟リニアック CT 室で、医療用放射線発生装置(リニアック)の納入業者が装置の据付調整を行っていた際、リニアック CT 室の天井裏に作業員が入っていることに気づかず、放射線の発生テストを行ったため、天井裏に居た作業員 1 名が被ばくした。</p> <p>被ばくした作業員は、22 日に東芝病院から放射線医学総合研究所に移送し検査したが、血液検査には異常がなく、被ばく線量は、物理学的・生物学的線量評価の結果、全身の平均線量で 200mSv を超えない量であったと推定された。これまで特定な症状は見られず 12 月 28 日に退院した。</p>
------	----	--

6. 2. 輸送物からの放射線漏洩

2001 /02	スウェーデン /フランス /米国	<p>アメリカ2002年1月8日外電によれば、スウェーデンで製造され12月27日に出荷されたIr-192ペレット入りのB型輸送物がストックホルム空港からパリドゴール空港経由でテネシー州メンフィスに到着、メンフィスからニューオーリンズをトラック輸送後、1月2日ニューオーリンズで荷受会社の職員が輸送物からの放射線の異常を発見した。</p> <p>1月3日スウェーデン放射線防護局(SSI)は米国運輸省に異常を報告。4日出荷元のStudsvik社のウェブサイトにも異常事象が掲示。INESレベルの3の事故と表示された。</p> <p>送られた輸送容器2個の内の1つから高い放射線量が検知された。スウェーデンTVでSSI事務</p>
-------------	------------------------	---

	<p>局長Lars-Erik Holmは「それぞれの容器に330の放射性pelletsが入れられていた。その内の1つの蓋から高い線量が検出された。この線量は、急性の放射線障害の発生が有り得ないものではない。しかしそのリスクは小さい」と述べた。</p> <p>ルイジアナ州環境品質局の環境科学者Michael Henryは「放射線ペレットが、遮蔽容器内からこぼれでてコンテナ内にあるのではないかと。StudsvikがテネシーのIrwinに施設を持っているので、コンテナの開包はニューオーリンズがアーウィンで行う。コンテナの漏洩はメンフィスに空輸された後に発生したのであろう」と述べている。</p> <p>Studsvikの社長Hans-Bertil Haakanssonは「ストックホルムのArlanda空港で測定した時、及びパリのCDGで積み替えを行った時には放射線量率は通常のレベルであった」と述べている。</p> <p>Henryは「コンテナはトラックでルイジアナに到着した。水曜日にSt. Roseの会社により航空ターミナルで受け取られた。パッケージからの放射線は許容値をはるかに超える値で、20ft(6m)離れた距離で1R/hである。許容値はパッケージ表面で0.2R/hである」と述べた。</p> <p>1月8日、仏国原子力安全当局(ASN)は、水曜日にCDGを経由した放射線物質の輸送で「異常に高い線量」が輸送容器から検出された件で調査を開始すると発表した。</p> <p>ASNの新聞発表によると、事故は米国・スウェーデン当局及びFedEX社のロワジー支社より通告された。輸送容器は12/27日スウェーデンのStudsvik Nuclear AB社が米国のPEC社宛に発送したものである。輸送はFedEX社が航空貨物で、ストックホルムから、ロワジー、メンフィス経由でニューオーリンズまで送られた。</p> <p>ASNは輸送に従事した人員の被ばく量を評価するために、民間航空総局(DGAC)と放射線防護庁(OPRI)とともに水曜日にロワジー空港のFedEX社の検査を行った。ASNの発表ではロワジー空港での、輸送容器の滞在時間は5時間以下であり、置かれた場所もFedEX社の倉庫に限定されておりパブリックは被ばくされない、とのことである。FedEX社によると、パイロットは線量計を着用しており異常は検知されていないし、出発前の操縦室の測定でも異常値は発見されていないとしている。</p> <p>ASNは366TBq(9890Ci)のイリジウム-192を入れたB型容器について、FedEX社は取扱いの異常や、輸送容器の損傷はなく正常な外型であると述べているとしている。</p> <p>1月10日 AP電報道では、航空機輸送では問題がなくトラック輸送が問題らしいとのこと。</p> <p>その後、NUCLEONICS WEEK記事によれば、Studsvik Nuclear AB社で出荷時に線源容器のねじ込み式の栓が外れて、線源が遮蔽のある容器から出ていたことが判明した。同様な事故は6ヶ月前に南アフリカへ発送した際も起こっていたが、規制当局への報告を怠っていた。これはまさしく違反である。その後、線源容器の栓をねじ込みでなく溶接止めするよう改められた。</p>
--	---