08 放射線利用
08-01 放射線利用の基礎
08-01-04 放射線利用の概要
08-01-04-02 放射線利用に関する統計

＜概要＞

放射線源にはラジオアイソトープと放射線発生装置がある。このうちラジオアイソトープは、理工学、医学、薬学、農林・生物学などの幅広い分野にわたって利用されている。使用されるラジオアイソトープの種類も、また、利用の形態も様々である。利用の形態を大別すると、金属やセラミックスの容器に密封して用いられる線源（密封線源）と非密封線源とがある。密封線源は医学や理工学方面に多く使用され、農林・生物学でも使用されている。非密封線源は医薬品として使用されることが多いが、生物学でも使用されている。

＜更新年月＞

2012年02月

＜本文＞

わが国では、現在全国約6,000を超える事業所で放射線源としてラジオアイソトープ（RI）または放射線発生装置の利用が行われている。（ラジオアイソトープの日本語呼称については本文末の注を参照。）

放射線源のうち、ラジオアイソトープは理工学、医学、薬学、農林・生物学などの幅広い分野にわたって利用されている。使用されるラジオアイソトープの種類も、また、利用の形態も様々である。利用の形態を大別すると、金属やセラミックスの容器に密封して用いられる線源（以下、密封線源もしくは密封アイソトープと呼ぶ）と非密封ラジオアイソトープ（以下、非密封線源もしくは非密封アイソトープと呼ぶ）とがある。密封線源は医学、理工学、農学等の分野で照射用線源として多く使用され、また、医学分野では病院でのがんの診断・治療、工学分野では、工場現場などでの工業計測、溶接個所の非破壊検査による使用が多い。農林・生物学でも照射用線源が使用されている。非密封アイソトープは医薬品として使用されることが多く、生物学では主に追跡子（トレーサ）として使用されている。

現在利用されているラジオアイソトープの種類（放射性核種）は、密封線源として29核種程度、非密封線源として37核種程度あり、α線（アルファ線）、β線（ベータ線）、γ線（ガンマ線）及び中性子線が利用されている。以下、わが国におけるアイソトープの利用統計から、主な項目の内容について簡単に説明する。

図１に、使用許可・届出事業所数の年度推移（2011年3月31日現在）を示す。ここ数年前から民間企業の届出数が急増するとともに、その他の機関、おそらく民間企業付属の研究所・試験所、研究施設が増加傾向にある。教育機関では横ばい傾向、医療機関が若干の増加傾向にある。

図２に、使用許可・届出事業所の利用形態（2011年3月31日現在）を示す。総数では、密封線源のみの利用がほぼ半分を占めるが、医療機関では、放射線発生装置のみがほぼ半分を占め、残りのほとんどを発生装置と密封線源の利用、非密封線源と密封線源それに発生装置の利用が占めている。教育機関では、非密封線源のみの利用がほぼ半分を占め、残りを密封線源のみの利用と非密封線源と密封線源のみの利用が占めている。研究機関では、非密封線源のみの利用が4割を占め、密封線源のみの利用と非密封線源と密封線源の利用が比較的多い、民間企業・その他の機関では密封線源のみの利用が大部分である。

表１に、おもな非密封アイソトープの供給量の推移（核種別、2006～2010年度）を示す。^{3}H、^{14}C、^{131}Iなど多くはほぼ横ばい傾向にあるが、^{18}F、^{68}Geは増加傾向、^{32}P、^{35}S、^{51}Crなどは減少傾向にある。

表２に、2010年度におけるおもな非密封アイソトープの供給量（核種別、機関別）を示す。^{3}H、^{14}C、^{32}P、^{51}Cr、^{99}Mo、^{99m}Tc、^{125}Iは、教育機関、研究機関、民間企業に多く供給され、医療

機関には^{32}P、^{51}Cr、^{68}Ge、^{99m}Tc、^{186}Reが、民間企業には^{85}Kr、^{131}Iが多く供給されている。
表３に、おもな密封アイソトープの供給量の推移（核種別、2006～2010年度）を示す。^{60}Co、^{85}Kr、^{192}Irはほぼ横ばい傾向にあるが、^{125}Iは増加傾向にある。
表４に、2010年度におけるおもな密封アイソトープの供給量（核種別、機関別）を示す。^{57}Co、^{60}Co、^{68}Ge、^{137}Cs、^{192}Irがどの機関にも供給され、^{3}Hは教育機関、^{63}Ni、^{85}Kr、^{169}Ybなどは民間企業のみに供給されている。
表５に、表示付認証機器の使用届出台数（種類別・機関別）（2011年3月31日現在）を示す。表示付認証機器総数の42.5％は民間企業における届出台数で、校正用線源、レベル計、水分密度計、水分計、ガスクロマトグラフによる利用のための届出が多い。届出数の多いのは、その他の機関における校正用線源、民間企業におけるガスクロマトグラフ、その他の機関における爆発物・薬物検知器である。
この利用統計は、「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）」（施行：昭和33年4月1日。以下、放射線障害防止法という。）の規定に基づいて、ラジオアイソトープまたは放射線発生装置の使用を文部科学大臣に許可された事業所、及び1個または1式あたりの放射能が下限数量の1,000倍以下の密封されたラジオアイソトープのみの使用を文部科学大臣に届け出た事業所、及び表示付認証機器の使用を届け出た事業所を対象としたものである。
なお、供給量等は社団法人日本アイソトープ協会が供給・集荷した数量である。
また、用語のそれぞれは以下の記述に従っている。（参考文献1に基づく。）
１．使用許可・届出事業所及び認証機器届出事業所：
放射線障害防止法の規定にもとづいて、ラジオアイソトープまたは放射線発生装置の使用を文部科学大臣に許可された事業所（許可事業所）および1個または1式あたりの放射能が下限数量の1,000倍以下の密封されたラジオアイソトープのみの使用を文部科学大臣に届け出た事業所（届出事業所）及び表示付認証機器の使用を届け出た事業所（表示認証機器届出事業所）。
２．販売・賃貸事業所：
放射線障害予防法の規定にもとづいて、ラジオアイソトープを業として販売または賃貸することを文部科学大臣に届け出た事業所。
３．医療機関：
医療法にもとづく病院及び診療所
（教育機関および民間企業の附属病院ならびに診療所を含む）。
４．教育機関：
学校教育法にもとづく学校（大学にあってはその学部）。大学の附属病院および附属研究所・試験所・研究施設等を除く。
５．研究機関：
国立、独立行政法人、公立、特殊法人、公益法人等の研究所および試験所ならびに教育機関または民間企業の附属研究所・試験所・研究施設。
６．民間企業：
民間の工場および作業場。附属研究所・試験所・研究施設ならびに附属病院を除く。
７．その他の機関：
上記３、４、５および６の分類に属さない事業所。

（注）ラジオアイソトープは、英語のRadioisotopeの読みに基づく呼称であり、本来は放射性同位体（同一元素の同位体のうち放射性のもの）を意味する。しかし、日本では特定同位体から成る物質を表す概念と解して、ラジオアイソトープを放射性同位元素と呼ぶことも多い。
（前回更新：2005年2月）

＜関連タイトル＞
放射線利用の概要 (08-01-04-01)
放射線による医療器具の滅菌 (08-02-03-01)
放射性医薬品（放射性薬剤）の利用状況 (08-02-04-01)
放射線照射による農作物の品種改良（放射線育種） (08-03-01-01)
わが国における放射線不妊虫放飼法（ＳＩＴ）の普及 (08-03-01-02)
放射線測定による年代推定 (08-04-01-11)
原子力電池（アイソトープ電池） (08-04-02-08)
放射性トレーサ法の原理と応用 (08-04-03-01)

＜参考文献＞

（1）文部科学省科学技術・学術政策局（監修）：放射線利用統計2011、日本アイソトープ協会（2011年12月）
（2）文部科学省科学技術・学術政策局（監修）：アイソトープ等流通統計2011、日本アイソトープ協会（2011年12月）
（3）日本アイソトープ協会（編）：改訂版–やさしい放射線とアイソトープ、丸善（1996年2月）
（4）石榑 顕吉ほか（編）：放射線応用技術ハンドブック、朝倉書店（1990年11月）
（5）（財）日本原子力文化振興財団（編）：原子力の基礎講座、第7巻、アイソトープ・放射線の利用、1996年3月

表1　おもな非密封アイソトープの供給量の推移（核種別、年度別）（2006－2010年度）

〔MBq〕

核種 Nuclides ＼ 年度 Year	2006	2007	2008	2009	2010
^{3}H Total	259,890	226,522	384,609	391,930	299,557
（標識化合物 Labeled compound）	215,488	225,516	380,109	206,927	262,556
^{14}C Total	291,424	217,018	280,800	258,765	238,606
（標識化合物 Labeled compound）	291,422	217,017	280,799	258,763	238,606
^{18}F	23,125	29,970	33,855	38,480	46,535
^{22}Na	386	464	78	367	286
^{24}Na	63	33	63	33	44
^{32}P Total	308,317	237,060	199,331	154,511	132,151
（標識化合物 Labeled compound）	220,976	181,609	144,125	112,173	91,397
^{33}P Total	46,796	67,902	37,798	21,203	13,356
（標識化合物 Labeled compound）	42,698	62,788	30,644	16,190	6,044
^{35}S Total	169,652	132,149	115,164	98,569	85,841
（標識化合物 Labeled compound）	160,290	125,043	107,800	91,243	82,877
^{45}Ca	2,400	3,701	1,813	1,999	1,277
^{51}Cr	79,368	69,349	61,671	52,902	45,780
^{54}Mn	228	452	155	124	90
^{55}Fe	598	296	1,111	370	740
^{57}Co	148	439	118	246	171
^{59}Fe	400	525	530	465	394
^{60}Co	39	19	12	7	13
^{63}Ni	41	4	6	15	4
^{65}Zn	101	162	34	107	96
^{67}Ga	1,591	296	185	1,739	851
^{68}Ge	1,891	1,339	2,220	2,758	3,100
^{75}Se	949	185	78	8	4
^{85}Kr	623,364	531,721	283,104	662,446	424,528
^{85}Sr	128	119	145	208	151
^{86}Rb	925	777	740	259	407
^{89}Sr	185	－	81	40	0
^{90}Y	19	6,179	17,834	22,348	14,911
^{99}Mo	140,605	118,405	102,735	70,300	112,850
^{99m}Tc	33,559	43,290	66,866	164,169	138,886
^{109}Cd	108	13	67	27	35
^{111}In	1,739	3,794	5,291	5,587	4,440
^{123}I	1,676	4,555	2,944	5,328	5,550
^{125}I Total	196,991	176,841	157,796	150,213	146,791
（標識化合物 Labeled compound）	5,306	7,219	6,591	5,382	5,941
^{131}I	21,178	26,523	20,735	24,869	24,185
^{133}Xe	4,070	－	370	－	－
^{137}Cs	123	79	22	43	28
^{141}Ce	37	19	－	－	－
^{177}Lu	－	500	500	500	625
^{186}Re	6,680	6,440	10,150	6,280	11,690
^{201}Tl	3,848	2,442	1,850	1,924	1,258
その他 Other	804	512	674	1,043	937
合　計 Total	2,223,446	1,910,094	1,791,535	2,140,182	1,756,168
供給先事業所数	663	623	609	577	548

注 100MBq以下の核種については省略した。

Note: The radionuclides below 100MBq are omitted.

§ Radionuclide/Labeled Compounds, Radiopharmaceuticals for research puropose

［出典］文部科学省科学技術・学術政策局（監修）：放射線利用統計2011、日本アイソトープ協会（2011年12月）、p.29

表2　おもな非密封アイソトープの供給量（核種別、機関別）（2011年3月31日現在）

〔MBq〕

核種 Nuclides ＼ 機関 Category	総数 Total	医療機関 Hospitals &Clinics	教育機関 Educational Organizations	研究機関 Research Institutions	民間企業 Industrial Firms	その他の機関 Other Organizations
^{3}H	299,557	448	111,488	163,670	23,951	–
^{14}C	238,606	2	2,418	214,687	21,499	–
^{18}F	46,535	925	12,025	33,300	285	–
^{22}Na	286	–	67	219	–	–
^{24}Na	44	–	44	–	–	–
^{32}P	132,151	2,067	74,535	49,311	5,922	316
^{33}P	13,356	–	816	12,262	259	19
^{35}S	85,841	944	68,511	16,221	165	–
^{45}Ca	1,277	–	740	454	83	–
^{51}Cr	45,780	1,776	30,349	9,067	4,514	74
^{54}Mn	90	–	63	27	–	–
^{55}Fe	740	–	629	111	–	–
^{57}Co	171	–	52	39	80	–
^{59}Fe	394	–	204	135	37	18
^{60}Co	13	–	–	12	1	–
^{63}Ni	4	–	–	4	–	–
^{65}Zn	96	–	56	40	–	–
^{67}Ga	851	–	666	185	–	–
^{68}Ge	3,100	1,850	47	1,110	93	–
^{75}Se	4	–	–	4	–	–
^{85}Kr	424,528	–	–	508	424,020	–
^{85}Sr	151	–	37	114	–	–
^{86}Rb	407	–	259	148	–	–
^{89}Sr	–	–	–	–	–	–
^{90}Y	14,911	–	4,070	185	10,360	296
^{99}Mo	112,850	–	74,000	31,450	7,400	–
^{99m}Tc	138,886	1,110	106,856	26,480	2,294	2,146
^{109}Cd	35	–	28	7	–	–
^{111}In	4,440	–	2,294	2,146	–	–
^{123}I	5,550	–	3,219	2,331	–	–
^{125}I	146,791	891	30,589	23,137	92,174	–
^{131}I	24,185	–	8,134	783	14,639	629
^{133}Xe	–	–	–	–	–	–
^{137}Cs	28	–	1	27	–	–
^{177}Lu	625	–	625	–	–	–
^{186}Re	11,690	6,300	2,590	2,800	–	–
^{201}Tl	1,258	–	962	296	–	–
その他 Other	937	350	280	305	2	–
合　計	1,756,168	16,663	536,654	591,575	607,778	3,498

注 100MBq以下の核種については省略した。

Note: The radionuclides below 100MBq are omitted.

§ Radionuclide/Labeled Compounds, Radiopharmaceuticals for research puropose

［出典］文部科学省科学技術・学術政策局（監修）：放射線利用統計2011、日本アイソトープ協会（2011年12月）、p.30

表3　おもな密封アイソトープの供給量の推移（核種別、年度別）（2006－2010年度）

〔MBq〕

核種 Nuclides ＼ 年度 Year	2006	2007	2008	2009	2010
^{3}H Target*	40,700	49,600,000	–	–	358,900
^{22}Na	3,700	5,021	1,197	1,532	2,646
^{55}Fe	–	17,760	9,990	37	4
^{57}Co	21,090	18,787	38,938	19,420	30,072
^{60}Co	141,091,767,039	96,625,311,816	114,253,124,294	101,422,972,075	135,016,419,281
^{63}Ni	393,495	458,800	453,805	673,030	447,700
^{68}Ge	56,611	56,517	57,639	53,054	49,771
^{85}Kr	1,400,820	1,485,920	1,245,420	1,218,040	1,546,600
^{90}Sr	10,434	5,275	7,411	2,718	18,603
^{119m}Sn	1,665	1,665	925	1,480	–
^{125}I	2,192,451	2,745,944	2,705,943	3,162,292	3,279,371
^{137}Cs	3,403,504	21,601,346	162,450,723	3,791,014	126,497,413
^{147}Pm	746,955	836,385	512,635	656,750	594,985
^{153}Gd	18,500	37,000	–	37,000	37,000
^{169}Yb	1,480,000	1,850,000	1,850,000	1,850,000	1,480,000
^{192}Ir	682,144,024	661,107,860	704,622,450	644,151,500	632,393,720
^{198}Au	377,215	275,650	333,925	294,520	324,675
^{241}Am	832,870	609,927	538,104	1,093,770	1,207,098
^{241}Am+Be	999	–	166,500	3,700	–
^{252}Cf	72,280	20,791	10,466	63,547	16,258
その他 Other	5,652	5,677	5,551	174,102	2,554
合　計 Total	141,784,970,004	97,366,052,141	115,128,135,916	102,080,219,581	135,784,706,651

*非密封アイソトープではあるが、密封線源のように使用されるため統計上は密封に含めた。

* Although ^{3}H Target is an unsealed radioisotope, the data are included in this category as it is treated similarly to sealed sources.

注 100MBq以下の核種については省略した。

Note: The radionuclides below 100MBq are omitted.

§ Radioactive sources

［出典］文部科学省科学技術・学術政策局（監修）：放射線利用統計2011、日本アイソトープ協会（2011年12月）、p.31

表4　おもな密封アイソトープの供給量（核種別、機関別）（2011年3月31日現在）

〔MBq〕

核種 Nuclides ＼ 機関 Category	総数 Total	医療機関 Hospitals &Clinics	教育機関 Educational Organizations	研究機関 Research Institutions	民間企業 Industrial Firms	その他の機関 Other Organizations
^{3}H*	358,900	–	–	358,900	–	–
^{22}Na	2,646	48	1,480	1,118	–	–
^{55}Fe	4	–	–	–	–	4
^{57}Co	30,072	1,850	16,105	9,300	2,807	10
^{60}Co	135,016,419,281	3,073,812,000	24	5,347,943,385	123,820,033,832	2,774,630,040
^{63}Ni	447,700	–	–	–	447,700	–
^{68}Ge	49,771	46,152	90	2,692	837	–
^{85}Kr	1,546,600	–	–	–	1,546,600	–
^{90}Sr	18,603	–	1	3	18,599	–
^{119m}Sn	–	–	–	–	–	–
^{125}I	3,279,371	3,190,429	69,196	19,221	–	525
^{137}Cs	126,497,413	2,241	25	68	4,292,083	122,202,996
^{147}Pm	594,985	–	–	185	594,800	–
^{153}Gd	37,000	37,000	–	–	–	–
^{169}Yb	1,480,000	–	–	–	1,480,000	–
^{192}Ir	632,393,720	158,195,720	740,000	8,510,000	464,948,000	–
^{198}Au	324,675	324,675	–	–	–	–
^{241}Am	1,207,098	–	16	376	1,206,627	79
^{241}Am+Be	–	–	–	–	–	–
^{252}Cf	16,258	–	–	59	16,158	41
その他 Other	2,554	84	10	–	1,895	565
合　計Total	135,784,706,651	3,235,610,199	826,947	5,356,845,307	124,294,589,938	2,896,834,260

＊非密封アイソトープではあるが、密封線源のように使用されるため統計上は密封に含めた。

＊Although 3H Target is an unsealed isotope, it is included in this category since it is handled similarly to sealed sources.

注 100MBq以下の核種については省略した。

Note: The radionuclides below 100MBq are omitted.

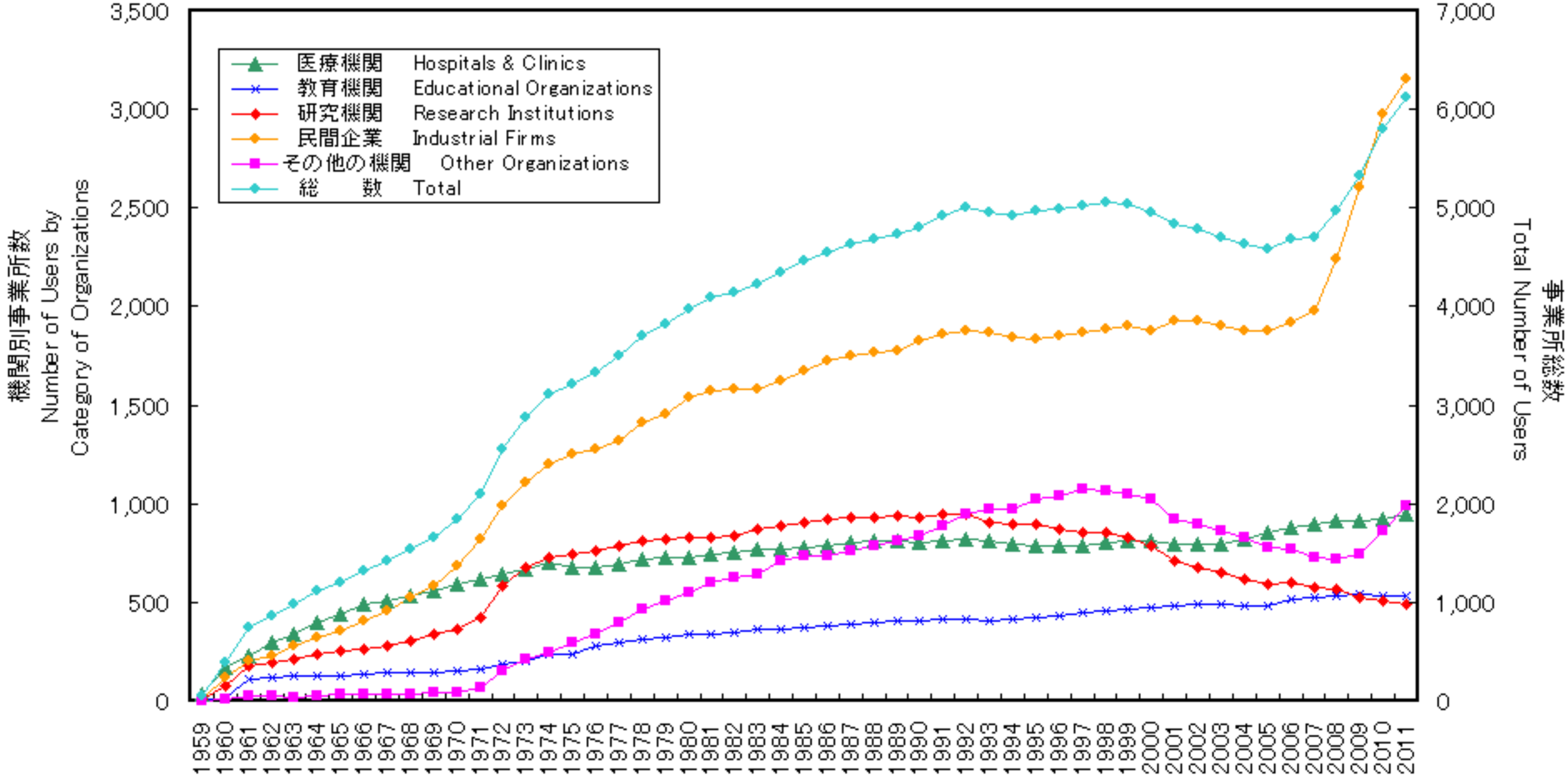
§ Radioactive sources

[出典] 文部科学省科学技術・学術政策局（監修）：放射線利用統計2011、日本アイソトープ協会（2011年12月）、p.31

表5　表示付認証機器の使用届出台数（種類別・機関別）（2011年3月31日現在）

機関 Category / 機器 Approved Device	総数 Total	構成比 Ratio(%)	医療機関 Hospitals &Clinics	教育機関 Educational Organizations	研究機関 Reseach Institutions	民間企業 Industrial Firms	その他の機関 Other Organizations
総　数　Total	8,454		25	294	420	3,594	4,121
構成比　Ratio %		100%	0.3	3.5	5.0	42.5	48.7
校正用線源 Calibration Sources	2,818	33.3	18	104	90	697	1,909
厚さ計 Thickness Gauges	53	0.6	–	–	–	52	1
レベル計 Level Gauges	548	6.5	–	–	4	525	19
密度計 Density Gauges	83	1.0	–	–	2	81	–
水分密度計 Moisture & Density Gauges	569	6.7	–	–	3	561	5
水分計 Moisture Gauges	205	2.4	–	1	1	203	–
ガスクロマトグラフ Gas Chromatograph	2,456	29.1	5	168	308	1,324	651
静電除去装置 Electric Static Eliminator	79	0.9	–	20	11	46	2
爆発物・薬物検知器 Explosive & Drug Detector	1,200	14.2	2	1	1	103	1,093
濃度計 concentration meter	1	0.0	–	–	–	1	–
その他 Others	442	5.2	–	–	–	1	441

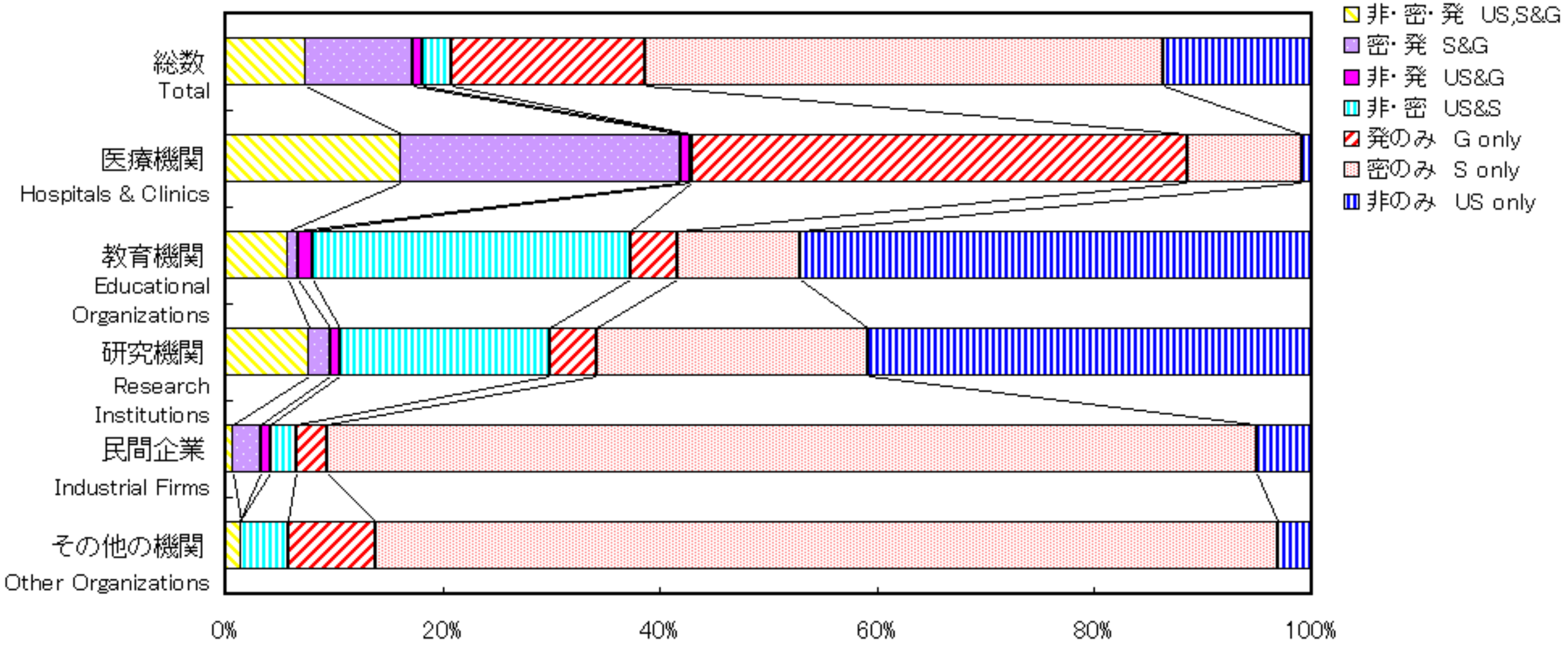
[出典] 文部科学省科学技術・学術政策局（監修）：放射線利用統計2011、日本アイソトープ協会（2011年12月）、p.10



下記出典をもとに作成した。

図1　使用許可・届出事業所数の年度推移(2011年3月31日現在)

[出典] 文部科学省科学技術・学術政策局(監修):放射線利用統計2011、日本アイソトープ協会(2011年12月)、p.2



下記出典をもとに作成した。

図2 使用許可・届出事業所の利用形態(2011年3月31日現在)

[出典] 文部科学省科学技術・学術政策局(監修):放射線利用統計2011、日本アイソトープ協会(2011年12月)、p.6