

第12回原子力委員会資料

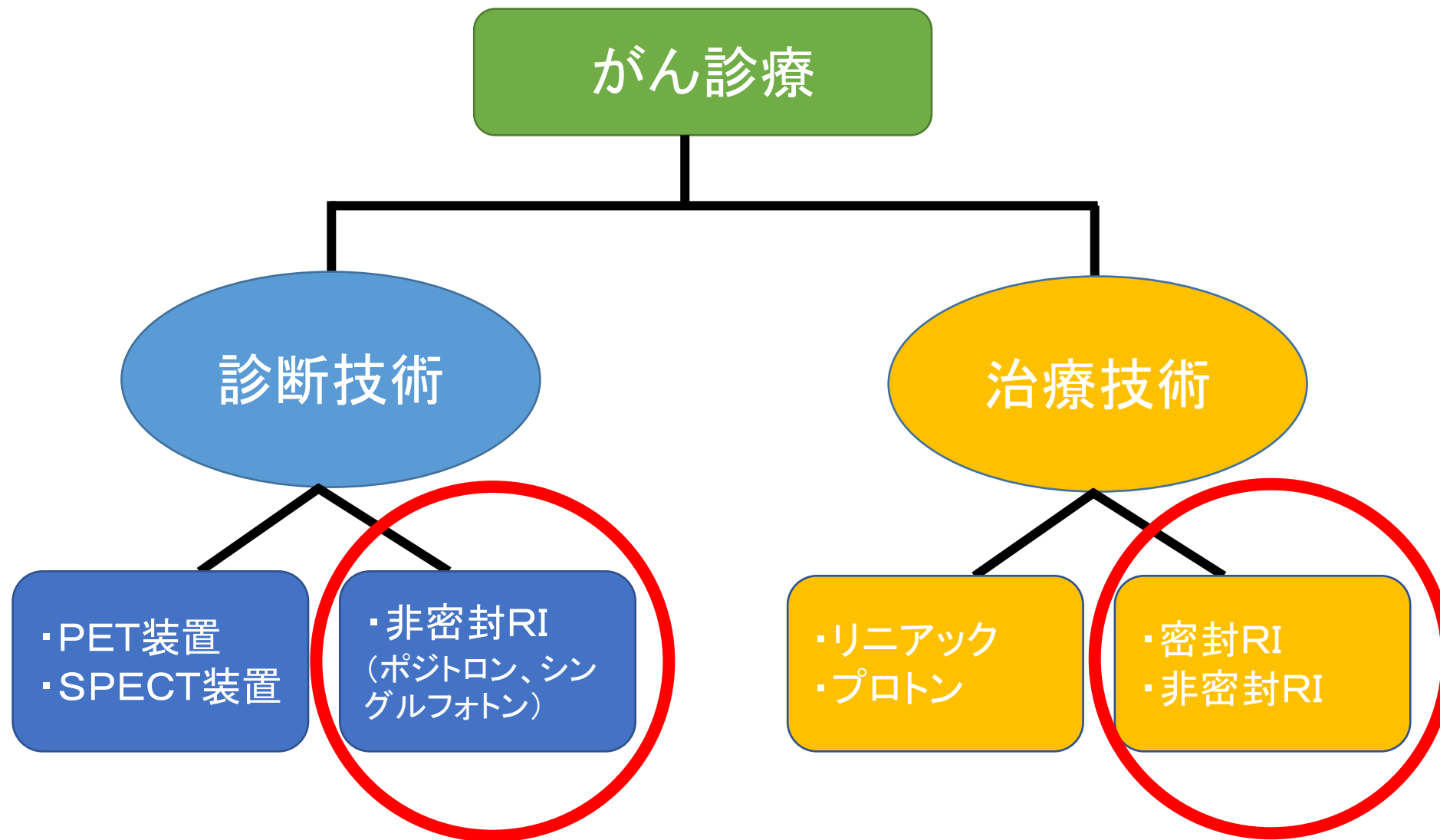
放射線利用状況 ラジオアイソトープ(RI)利用面から

株式会社千代田テクノル
アイソトープ・医療機器事業本部 三村功一

目次

1. 千代田テクノル会社紹介
2. 核医学診療の現状
3. 当社の放射線測定サービス(一部)

本日の発表内容



1. 千代田テクノル会社紹介

企業理念

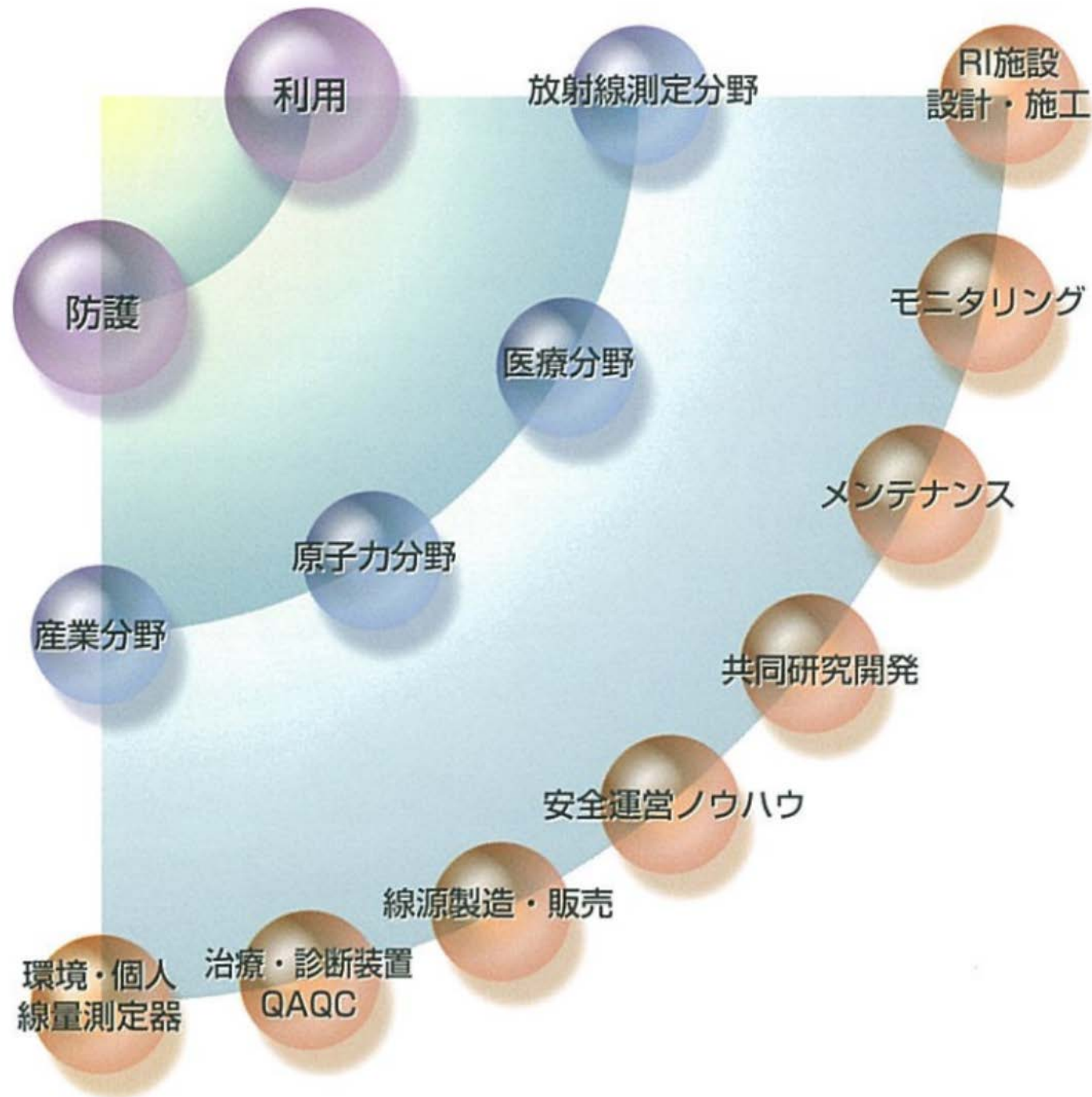
放射線の**安全**利用技術を基礎に
人と地球の**安心**を創造する

代表取締役会長 細田敏和
代表取締役社長 山口和彦

設 立: 昭和33年6月12日
従業員: 506名(平成28年7月1日現在)
本 社: 東京都文京区湯島1-7-12



業務分野



主な取扱品目



ガラスバッジ

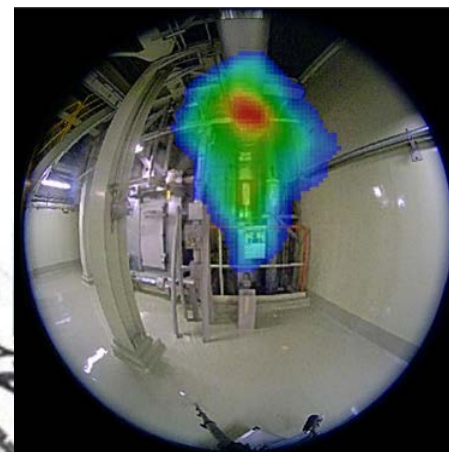


D-シャトル

表示器



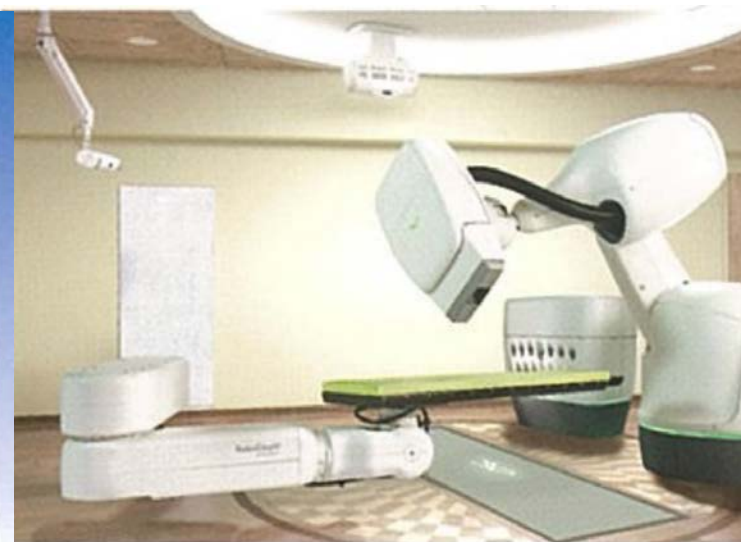
ガンマ・キャッチャー (コンプトンカメラ)



RI製造用ホットセル



Ga-68ジェネレータ

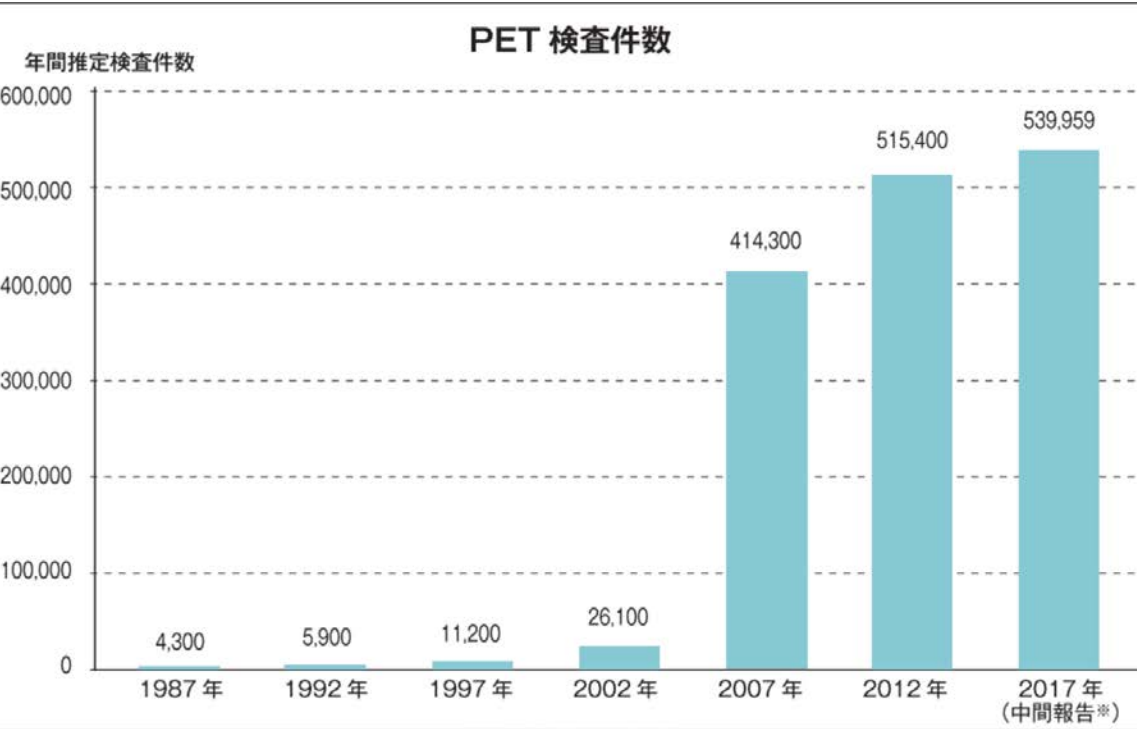


サイバーナイフ®ラジオサージェリーシステム



マイクロセレクトロンHDR

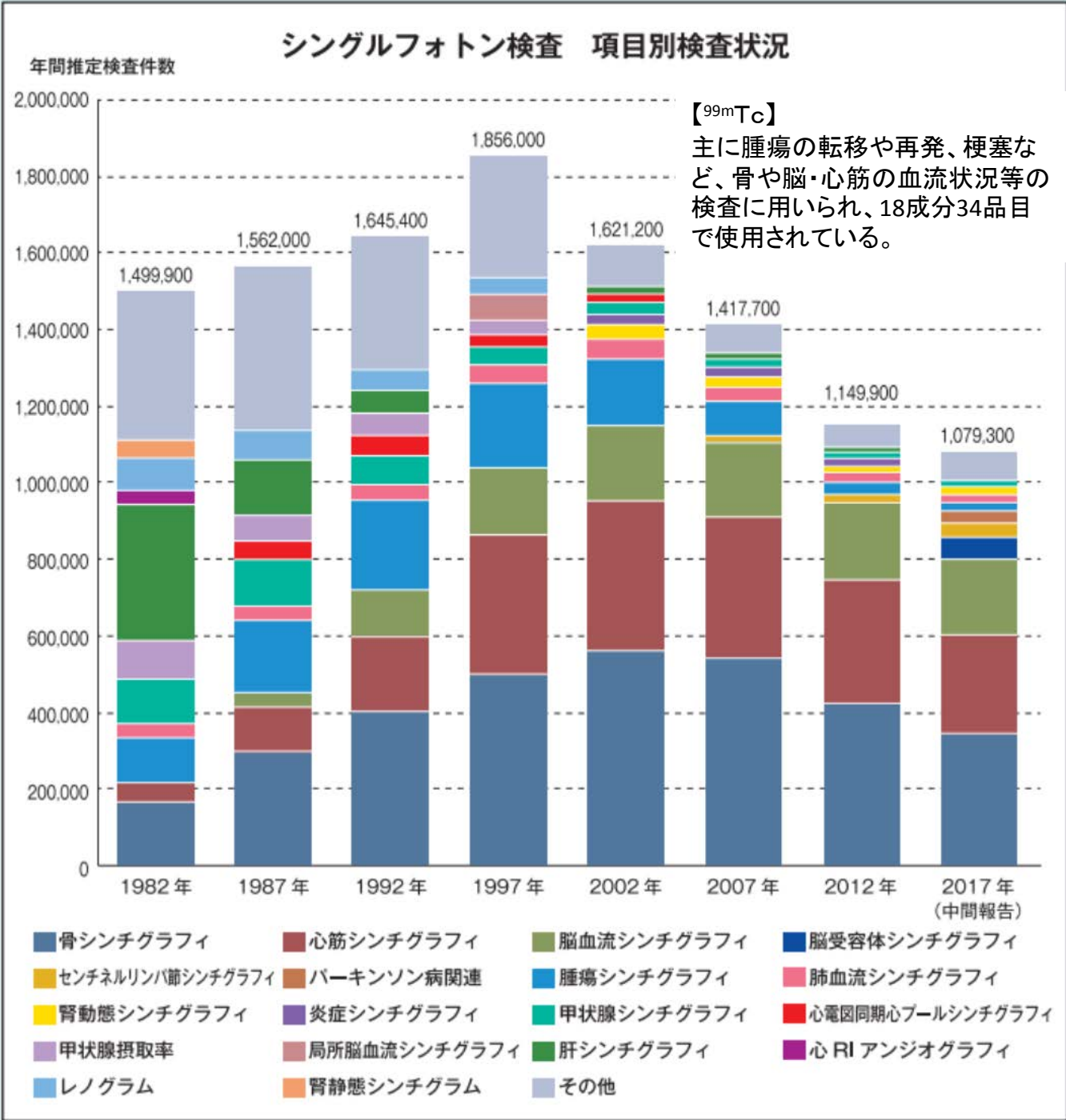
2. 核医学診療の現状 (診断分野)



資料出所
第8回全国核医学診療実態調査中間報告より
公益社団法人日本アイソトープ協会

【PET検査薬】¹¹C、¹³N、¹⁵O、¹⁸F
主にがん検査

中間報告の数値は8月末時点(回答回収76.4%)の実数

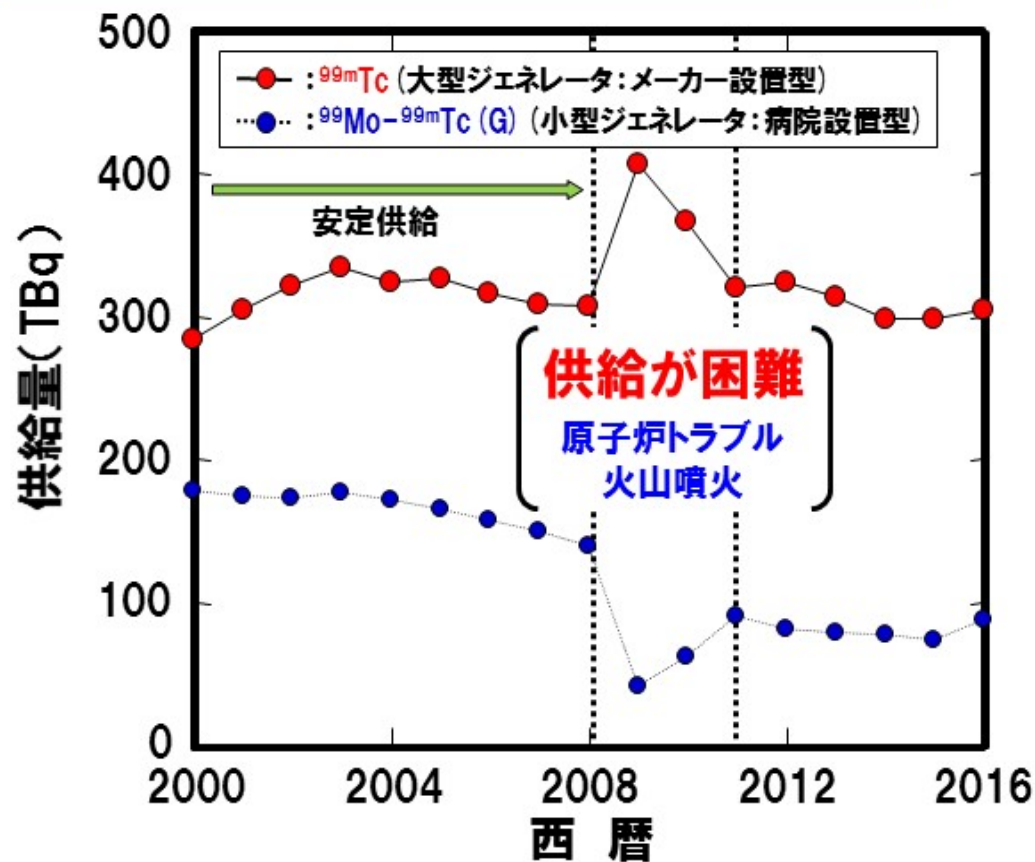


RI需要の現状と今後の予測(1) ^{99}Mo 利用

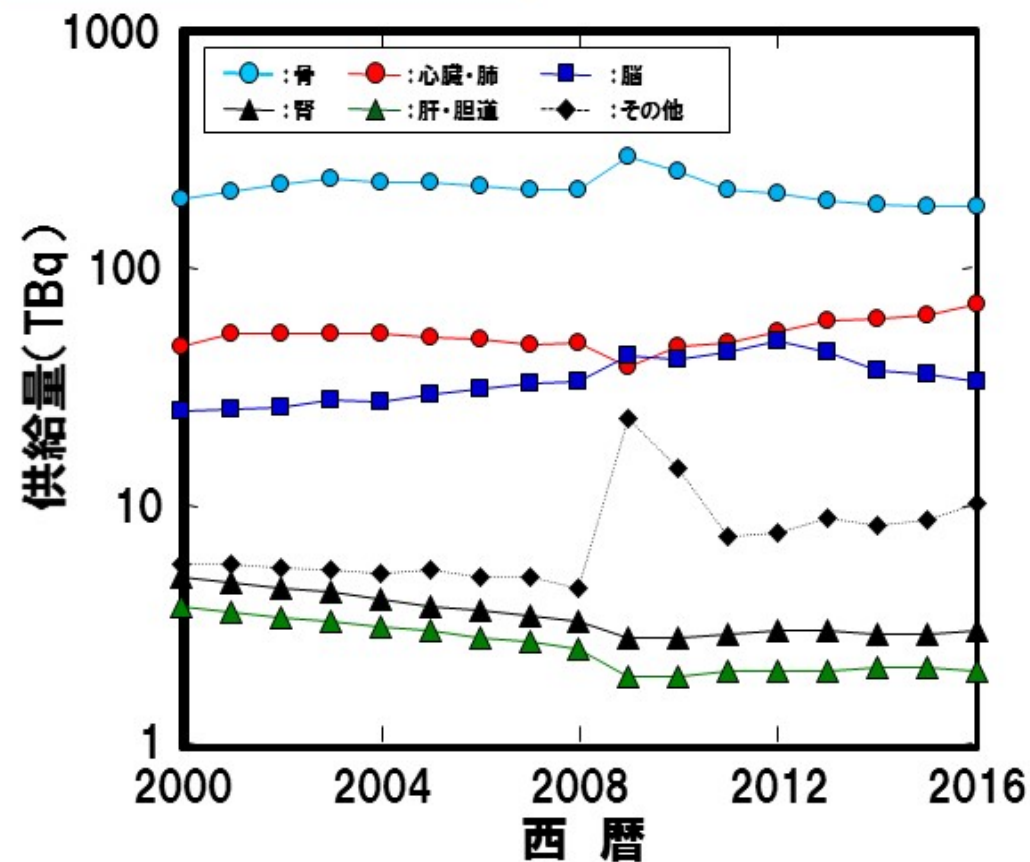
← 100%輸入

- $^{99\text{m}}\text{Tc}$ と ^{99}Mo ・ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ (G:ジェネレータ)の供給量は年々減少傾向であるが、他の核種と比較して圧倒的に多く、2015年度は前者は61%、後者は15%の供給量を占め、合計で**75%**以上に達している。
- $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 注射剤供給量の**時間的推移はほぼ横ばい**であり、核医学検査薬として**主要な核種**である。

インビボ用 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 医薬品の供給量

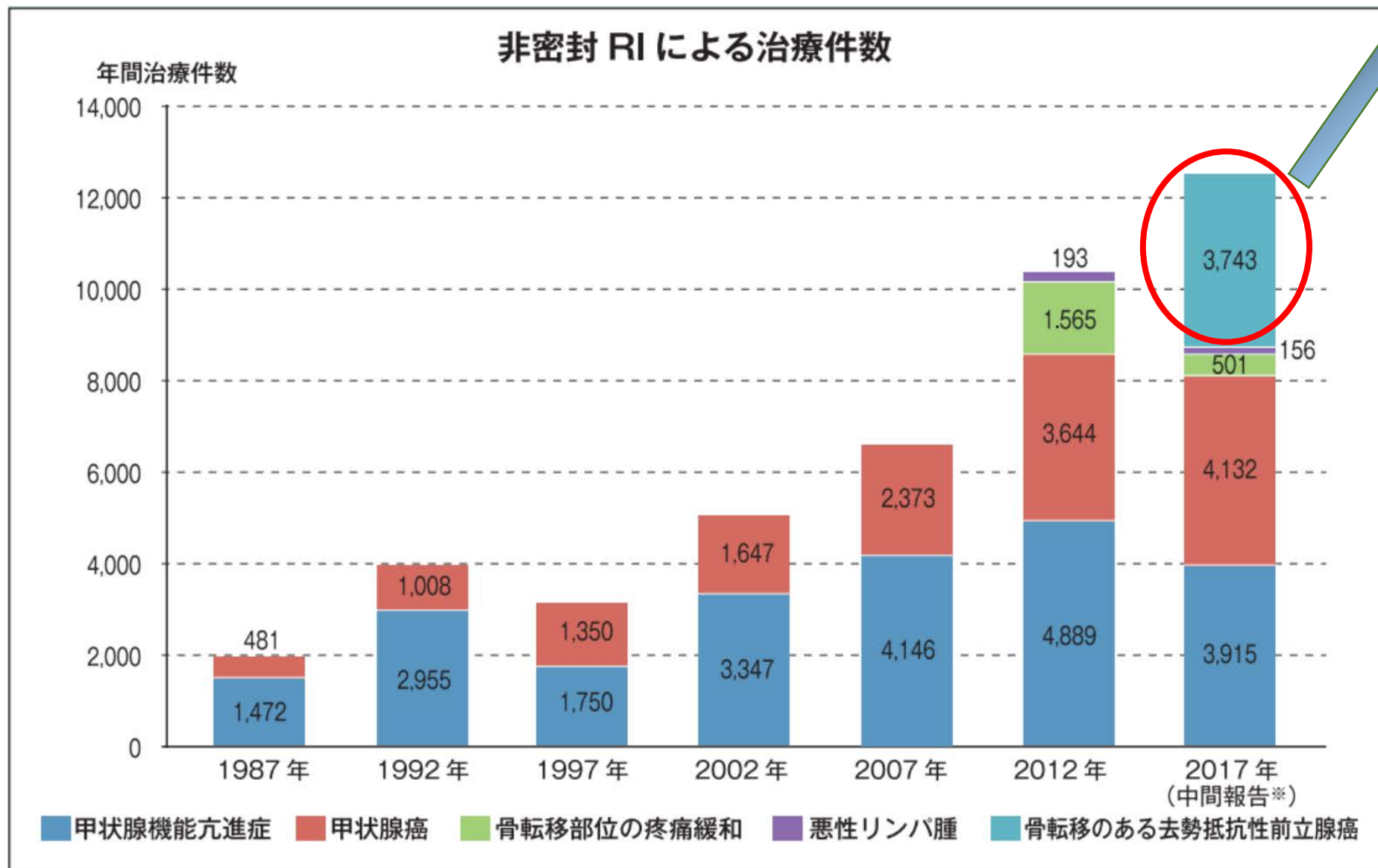


$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 注射剤の供給量



【参考文献】「放射性医薬品流通統計2005, 2012, 2017」等、(社)日本アイソトープ協会編

2. 核医学診療の現状 (治療分野)

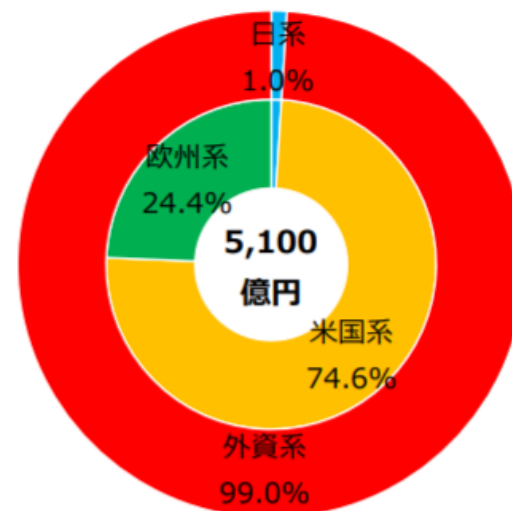


初めてのアルファ線放出
核種²²³Raゾーフィゴ

1回分68万4930円

通常、成人には1回55kBq/kg
を4週間間隔で最大6回まで

放射線治療装置



出典
平成28年度 日本企業のモノとサービス・ソフトウェアの国際競争ポジションに関する情報収集(NEDO)

RI需要の現状と今後の予測(2)

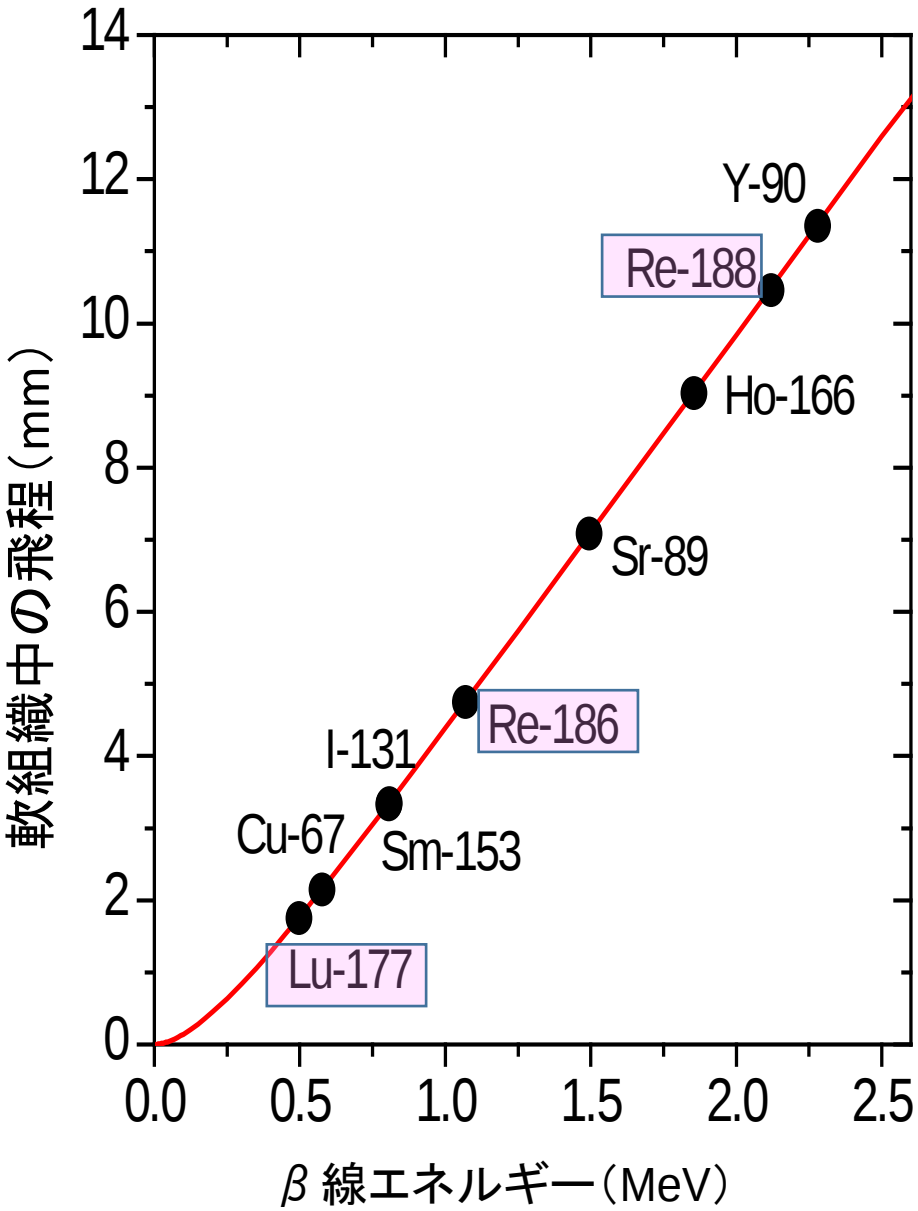
β 核種利用

核種	半減期 (日)	β線の 最大エネルギー	主なγ線 エネルギー
Sr-89	50.5	1.49 MeV	-
Y-90	2.7	2.28 MeV	-
I-131	8.0	0.61 MeV	364 keV
Cu-67	2.6	0.58 MeV	185 keV
Sm-153	1.9	0.81 MeV	103 keV
Ho-166	1.1	1.85 MeV	81 keV
Lu-177	6.7	0.50 MeV	208 keV
Re-186	3.8	1.07MeV	137 keV
Re-188	0.7	2.12 MeV	155 keV

: 放射性医薬品として認可されている内用療法用RI

: 加速器で発生した中性子による製造核種

がん診断と治療の両方に適した放射性銅67



がん治療に適したベータ線と画像診断に適したガンマ線を同時に放出するため、がんへの薬剤の集積をその場で診断しながら治療もできる可能性がある。

RI需要の現状と今後の予測(3) α 核種利用

- ◆ β 線よりも飛程が短い α 線が利用できるようになれば、強力に細胞内のDNAを破壊し、正常組織に対する放射線影響も最小限に抑えられるため、現在よりも腫瘍だけを集中的に攻撃する効果的な治療が期待される。
- ◆ 2016年から、 α 線核種(^{223}Ra)を用いた治療が国内でも開始され、増大傾向にある。



^{211}At : アルファ線を放出しヨウ素と似た化学特性を示す元素

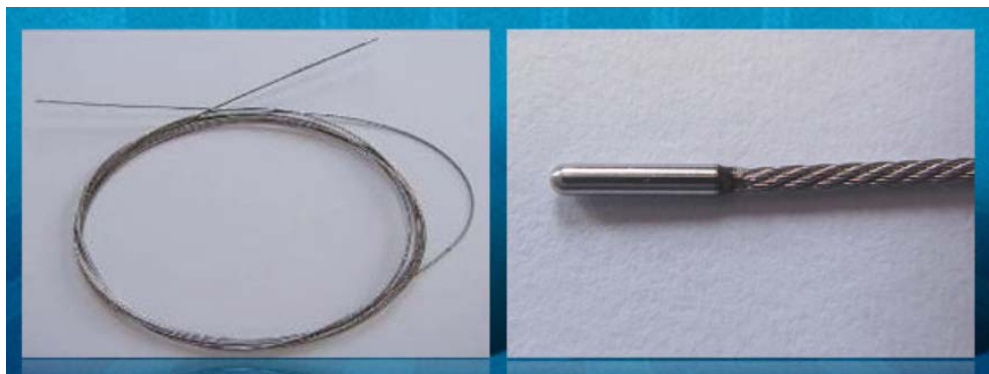
核種		半減期	製造方法
^{223}Ra	ラジウム	11.4d	原子炉
^{211}At	アスタチン	7.21h	原子炉 サイクロトロン
^{212}Bi	ビスマス	60.6d	原子炉
^{225}Ac	アクチニウム	10.0d	原子炉
^{213}Bi	ビスマス	45.6m	原子炉
^{149}Tb	テルビウム	4.15h	原子炉 シンクロトロン

β 線の飛程: 2~10mm α 線の飛程: <0.1mm

密封RI

工業用・・・プラント設備等溶接部の非破壊検査に利用される ^{192}Ir / ^{169}Yb 線源
生産設備で利用されるレベル計や液面計に用いられる ^{60}Co

医療用・・・がん治療用の ^{198}Au 口腔内、舌、咽頭、食道などにできたがん患部に刺入
超小型高線量率の ^{192}Ir 腫瘍部のみ局所的に照射
前立腺がん治療の ^{125}I 永久刺入



^{192}Ir $\Phi 0.9\text{mm}$ / L3.5mm

年間3,500症例以上



^{198}Au $\Phi 0.8\text{mm}$ / L2.5mm

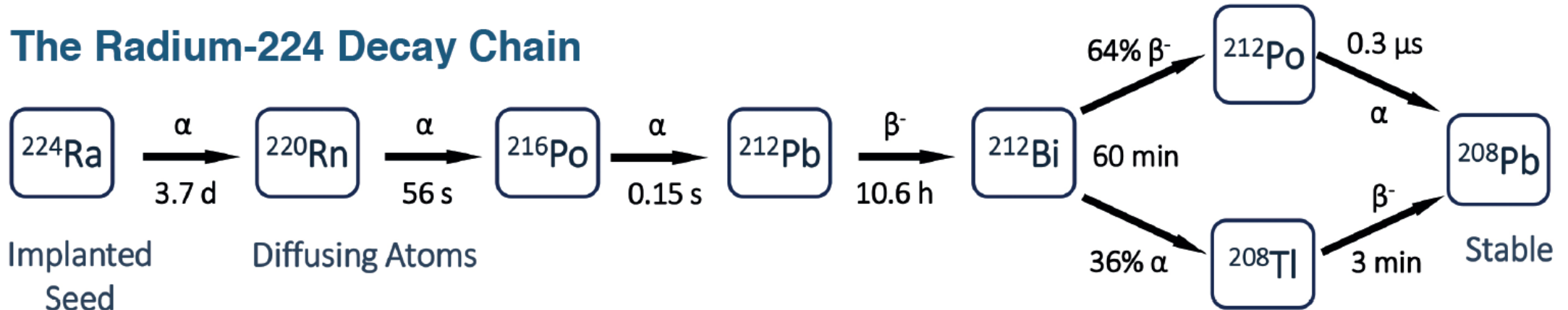


^{125}I $\Phi 0.8\text{mm}$ / L4.5mm

年間3,000症例以上

Alpha for Brachytherapy Treatments?

The Radium-224 Decay Chain



ミズーリ大学の研究炉を使ったMo-99製造

Wisconsin company gets the green light to make key medical isotope

The FDA-approved product will lessen US dependence on foreign sources of molybdenum-99.

PHYSICS TODAY

16 Feb 2018 in Politics & Policy

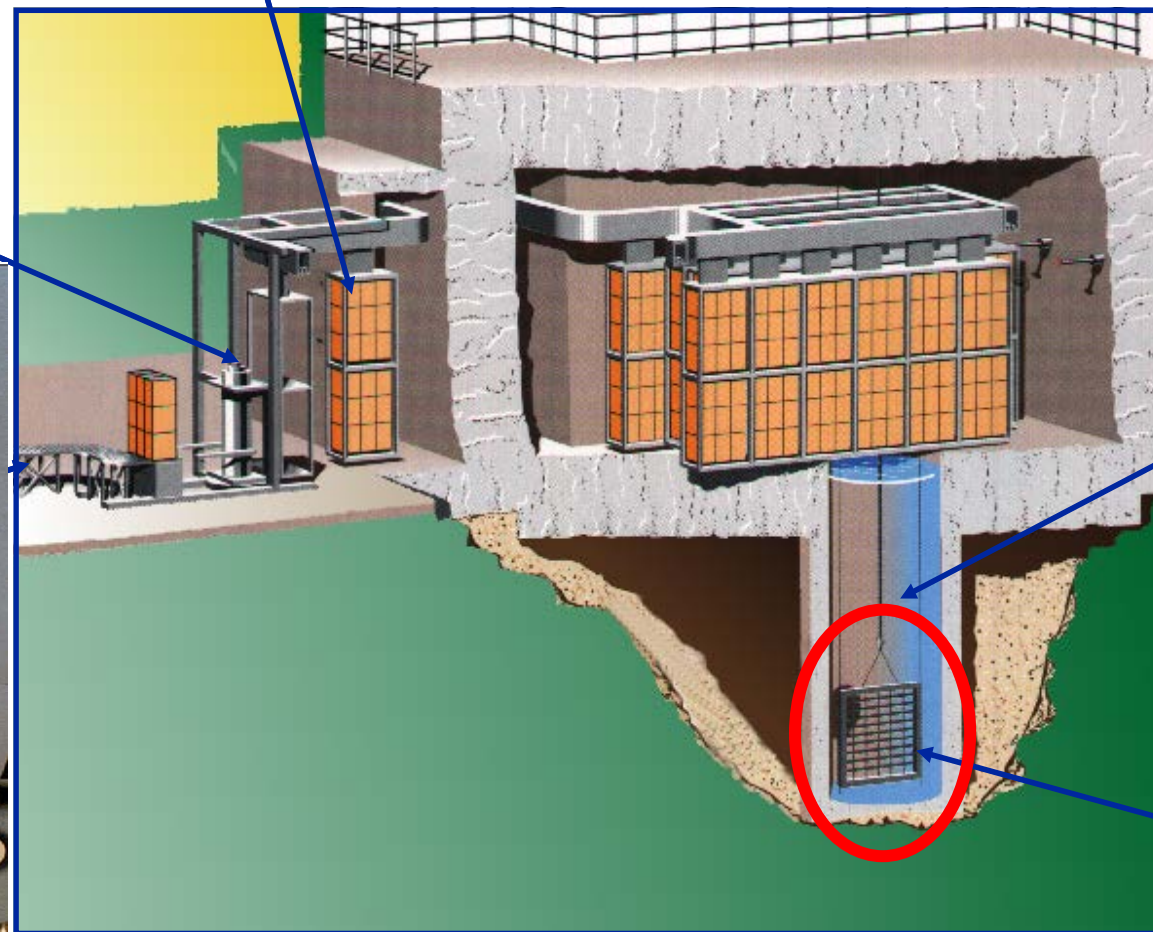
Co-60 γ 線滅菌照射施設

1本あたりの放射能:
約370TBq(10,000Ci)
長さ約40cm、直径11mm



Pallet loading
station

Carrier containing 2 pallets entering irradiation cell



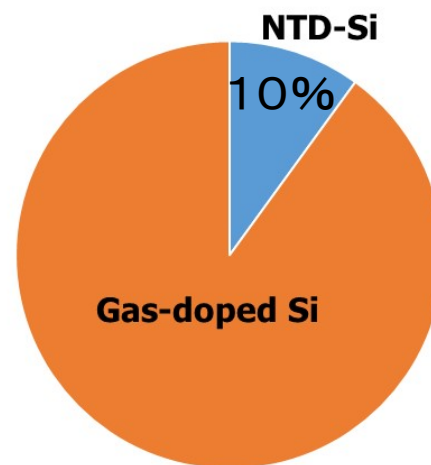
Cobalt storage
pool

Source rack in
safe storage
position

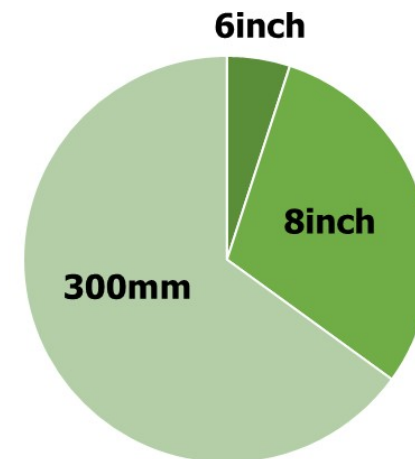
中性子

SEMI(本部: 米国カリフォルニア州ミルピタス)は、2017年10月16日半導体向けシリコンウェーハ出荷面積の年次予測を発表

今年から2019年にかけて、シリコン出荷面積は過去最高水準となることが予測される。自動車、医療、ウェアラブル、高性能コンピューティングのアプリケーションで必要とされるコネクテッドデバイスの急増による、安定した年間成長が期待される。



By Material

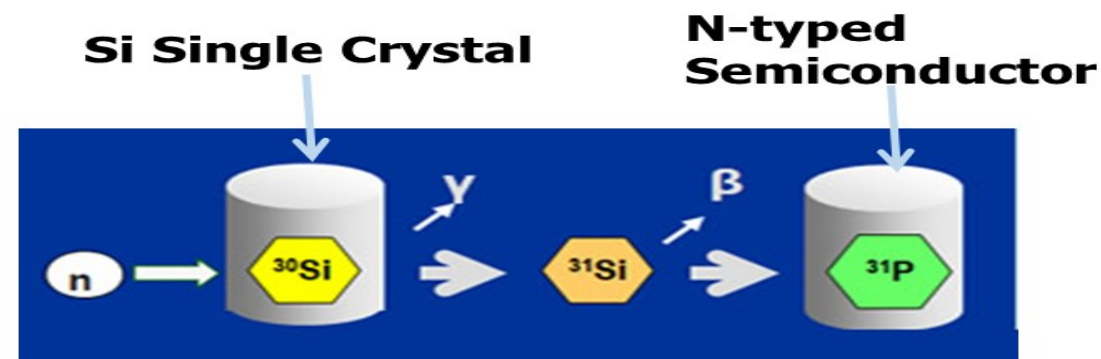


By Size of Single Crystal

	6inch	8inch	300mm
Gas-Doped Si	○	○	○
NTD-Si	○	○	×

Si半導体の製造 ^{30}Si を照射して ^{31}P を製造

- ◆ NTD-Si以外のガスドーピング法による代替品の開発により、これまでは減少傾向にあったが、ここ数年は上記レベルを維持している。
- ◆ 今後の傾向としては、パワー半導体利用の急成長が予想されるため、業界全体で需要予測検討を開始した。



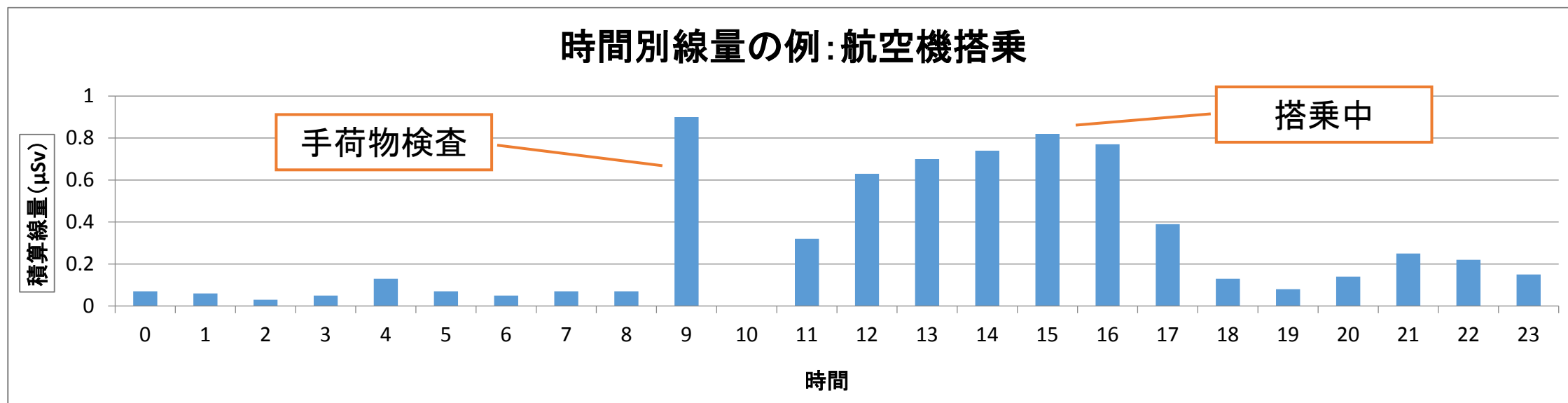
Neutron-Transmutation Doped Si (NTD-Si)

3. 当社の放射線測定サービス(一部)

- ◆ 小型・計量(23g)かつ約1年間の連続測定が可能
- ◆ 1時間毎のトレンドグラフが出力可能
- ◆ 2013年から約35,000個が福島県内を中心に供給されており、10,000個以上が継続的に計量確認され使われている。



小型積算線量計
D-チャトル



高校生の論文が英国の放射線保護の専門誌に掲載される

OPEN ACCESS

IOP Publishing | Society for Radiological Protection

Journal of Radiological Protection

J. Radiol. Prot. 36 (2016) 49–66

doi:10.1088/0952-4746/36/1/49

Measurement and comparison of individual external doses of high-school students living in Japan, France, Poland and Belarus—the ‘D-shuttle’ project—

2014年に著者らが行った実験では、国内外の高校生と教員にD-シャトルを配布し、2週間普段通りに生活しながら、日々の行動記録をつけてもらった。データは国内外の高校から集まり、日本から12校(うち6校が福島県内)、フランスから4校、ポーランドから8校、ベラルーシから2校、最終的に216名の高校生と教員がこの実験に参加した。

2018/3/28

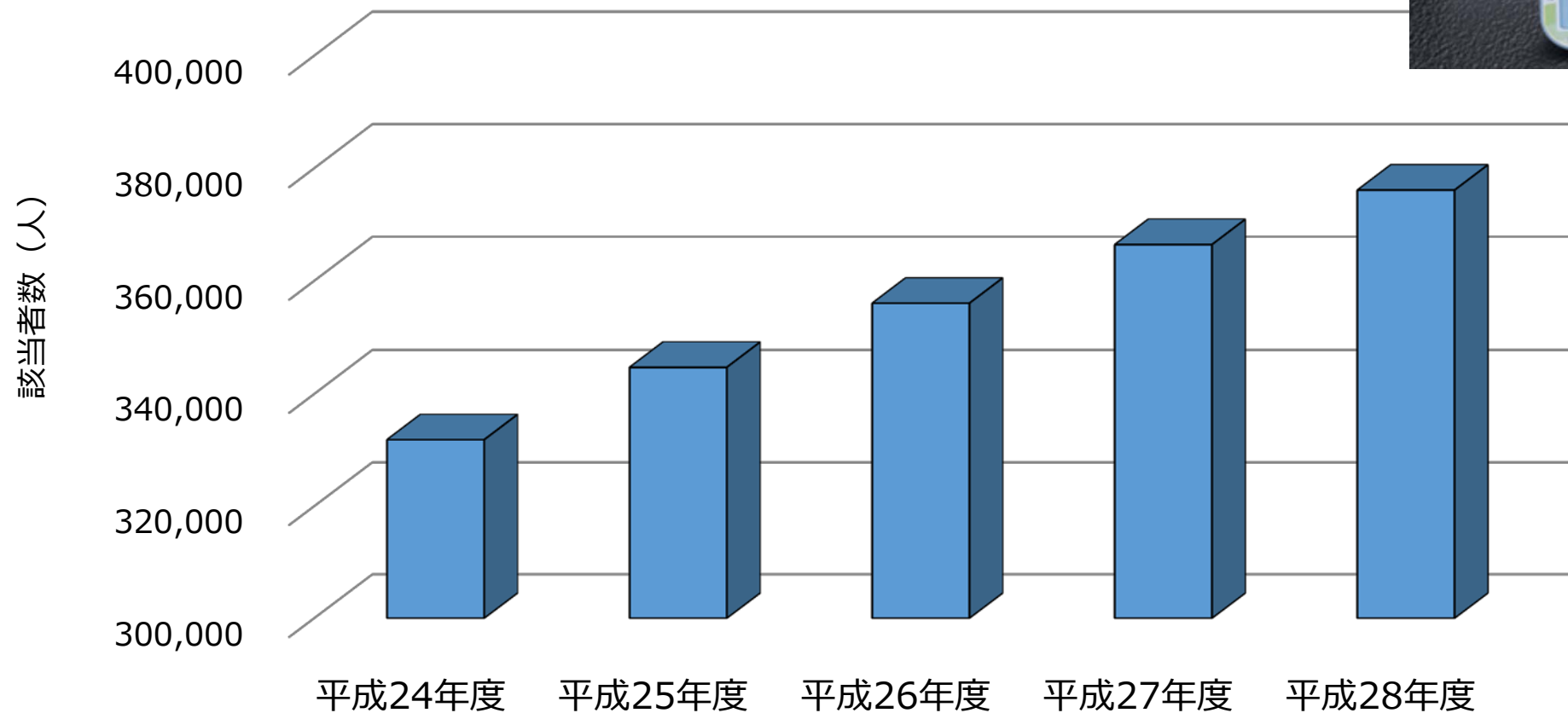


Figure 6. A semiconductor-type personal dosimeter ‘D-shuttle’, developed jointly by AIST and Chiyoda Technol Corporation. Each participant was instructed to wear the dosimeter on their chest, using the provided strap.

60年以上に及ぶ実績と経験をベースに、先進の技術を集約した
ガラスバッジによる個人線量測定サービス



医療機関における測定者数推移（全体）

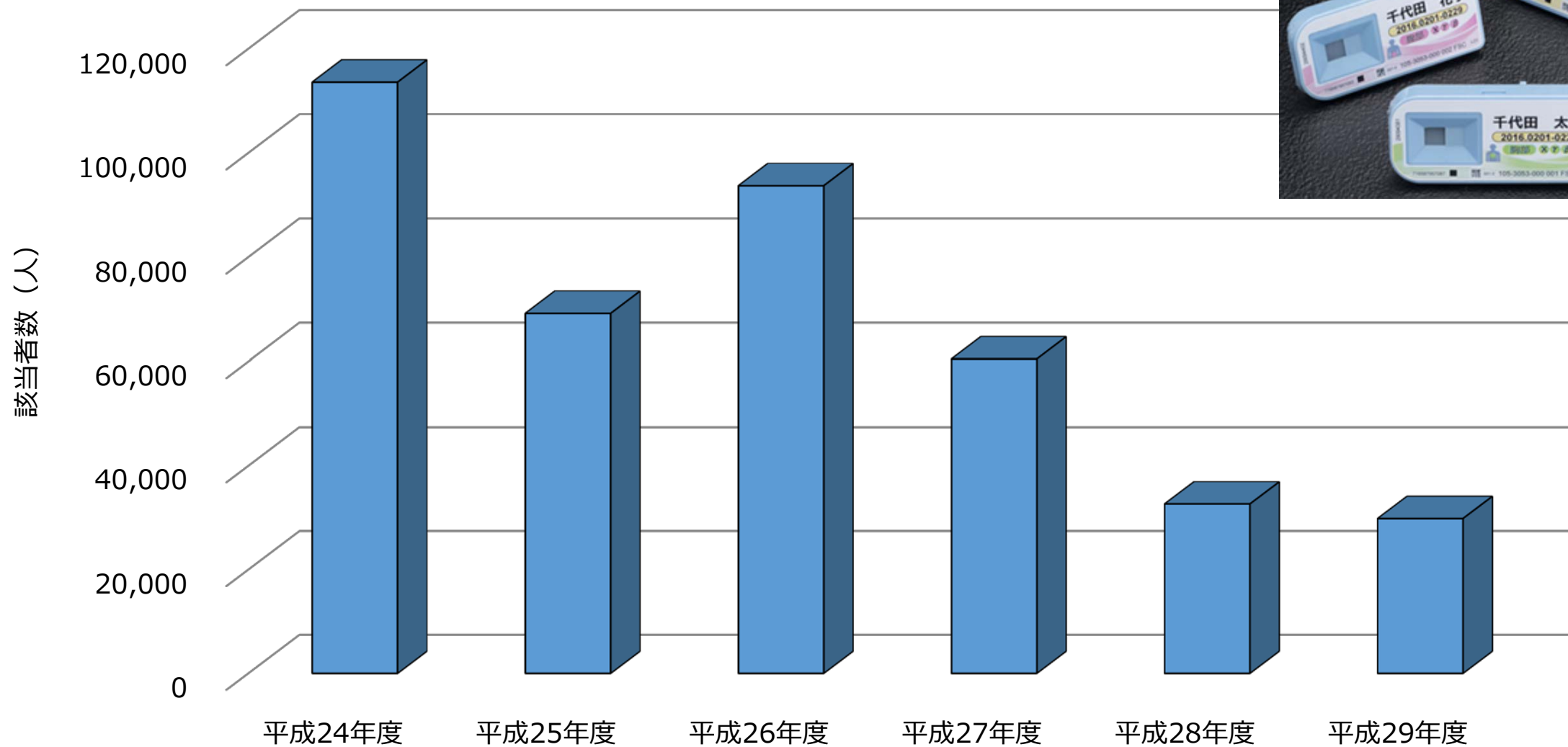


年度

「個人線量測定機関協議会 統計資料」を元に集計

<http://www.kosenkyo.jp/siryou/datalink.htm>

東日本大震災後の福島県内におけるガラスバッジの使用状況



※2017年度においても11自治体の約30,000人が使用を続けている。

まとめ

- 診療装置、診療技術の向上により、がんの早期発見、早期治療が可能になった。
- また装置、技術の向上に加え、新しいRIの開発も進んでいる。
- しかしその診断薬、治療薬、治療装置のほとんどは海外からの輸入に依存している。

患者さんに安心・安全を提供するため、国内での調達・技術確立が重要

放射線の**安全**利用技術を基礎に

人と地球の**安心**を創造する