

近大校友会岸和田・忠岡支部総会

様々な分野で活躍する放射線利用

近畿大学原子力研究所
所長 伊藤哲夫

自己紹介

氏名:伊藤哲夫
生月日:昭和23年10月30日 さそり座
本籍:石川県白山市 現住所:奈良県生駒市
出身校:近畿大学工学部原子炉工学科
勤務先:近畿大学原子力研究所
学位:京都大学博士(農学)
趣味:全くの無趣味。しかし、唯一の楽しみは
「美味しい肴で、美味しい日本酒を少し大きめの盃で飲み、
時々たばこを吹かし、好きな人と語ること」
職責:近畿大学原子力研究所所長
近畿大学高度先端医療センター(PET診断部門)教授兼務
近畿大学東日本大震災復興支援室長
近畿大学評議員
近畿大学ベンチャー企業
(株)ア・アトムテクノ近大 代表取締役
福島県川俣町災害復興委員
和歌山県放射線影響アドバイザー
元日本原子力学会理事
専門:放射線生物学、原子力安全学

近畿大学西門



13学部48学科、大学院11研究科、通信教育部、総合病院3カ所、20研究所、
2短大、高専等18校園(看護学校、高・中・小学校、幼稚園) 6キャンパス
平成25年4月現在

学生・生徒在籍者数: 52,258名 卒業生数: 468,526名 教職員数9,614名



近畿大学初代総長・世耕弘一 像

近畿大学 原子力研究所 UTR-KINKI

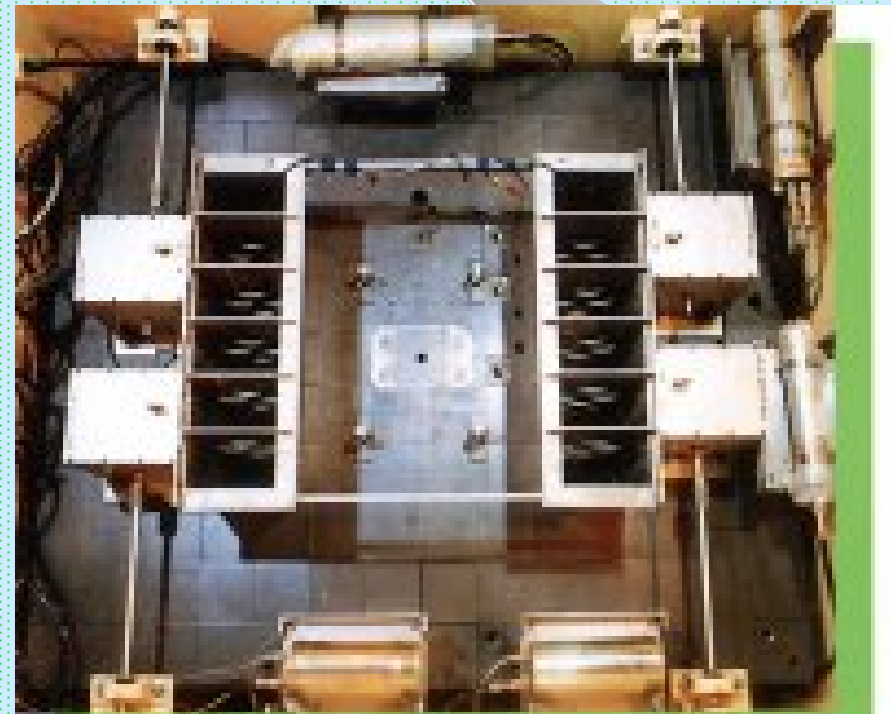
世耕弘一・近大初代総長が1961年(昭和36年)に
日本の民間・大学原子炉第1号として導入

- ・教育研究用原子炉(アメリカ製)
- ・日本一低出力の原子炉(1W)
- ・安全性が高い、運転・管理しやすい

UTR-KINKI(生体遮蔽タンク)の外観



Biological shield tank of UTR-KINKI



Core of UTR-KINKI

原子力研究所紹介

- 1959年(昭和34年) 東京博覧会でアメリカ合衆国が教育原子炉出展。
18日間東京・晴海埠頭で原子炉運転。
- 1960年(昭和35年) 近畿大学初代総長世耕弘一が原子力研究所を設置し、
東京で展示された教育原子炉購入を決断。
- 1961年(昭和36年) 大学構内に原子炉設置され、11月11日に大学・民間第
1号原子炉として臨界に達し、熱出力0.1Wで運転。
理工学部原子炉工学科を設立。
- 1974年(昭和49年) 原子炉パワーアップ。0.1Wから1W
- 1981年(昭和56年) 全国大学研究者による原子炉等利用共同研究開始
- 1987年(昭和62年) 原子炉実験研修会開始
- 2002年(平成14年) 原子炉工学科廃止
再編成で電気電子工学科エネルギー工学コース新設

現在、大学原子炉は、京都大学、近畿大学の2基である。

活動 近畿大学理工学部・薬学部・・・原子炉実習・薬品放射化学実習

近畿大学原子炉等利用共同研究」に活用（文部科学省事業）

近畿大学炉を用いた実習教育（大阪大学 名古屋大学 九州大学 神戸大学 徳島大学
福井大学 福井工業大学 摂南大学 東海大学）

社会貢献活動 一般・教員のための原子炉実験研修会

我が国における原子力の夜明け

昭和30年(1955年)原子力基本法が制定され、本格的に原子力平和利用が始まった。

原子力推進への大前提

1. 核エネルギーの利用目的は**平和利用**に限る
2. **国民の安全**を最優先

原子力基本法

1. 原子力の研究、開発、利用の推進し、**将来のエネルギー資源を確保**
2. 学術の進歩と産業の振興を計り、**社会の福祉と国民生活の水準の向上**

原子力平和利用

放射線の平和利用

- 医療分野 滅菌、診断、治療
- 農業分野 品種改良、害虫駆除、食品照射
- 工業分野 非破壊検査
化学分析・測定器・電池
材料の強化

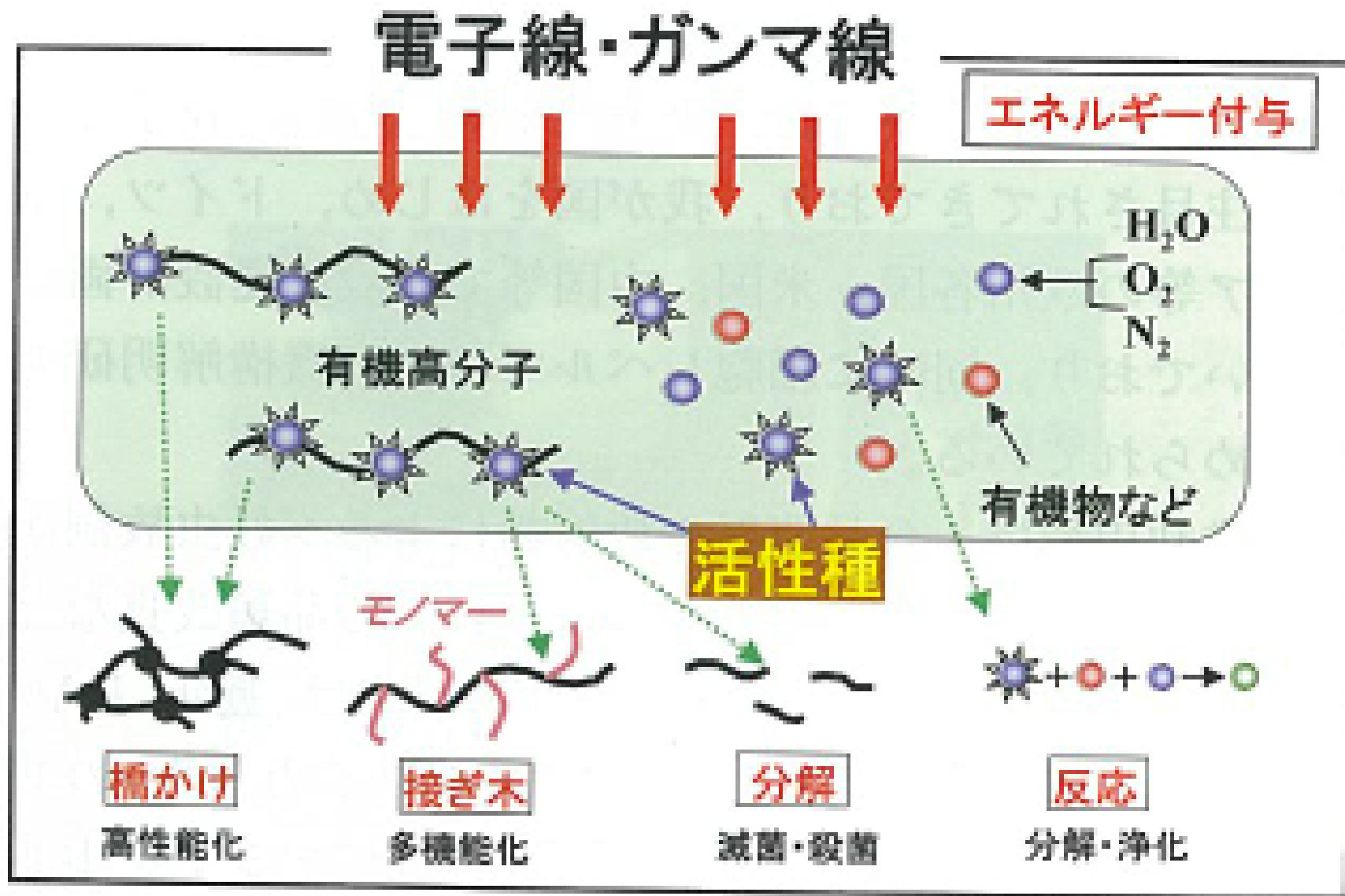
核分裂の平和利用

熱エネルギー源としての原子力発電

放射線の産業・農業等利用

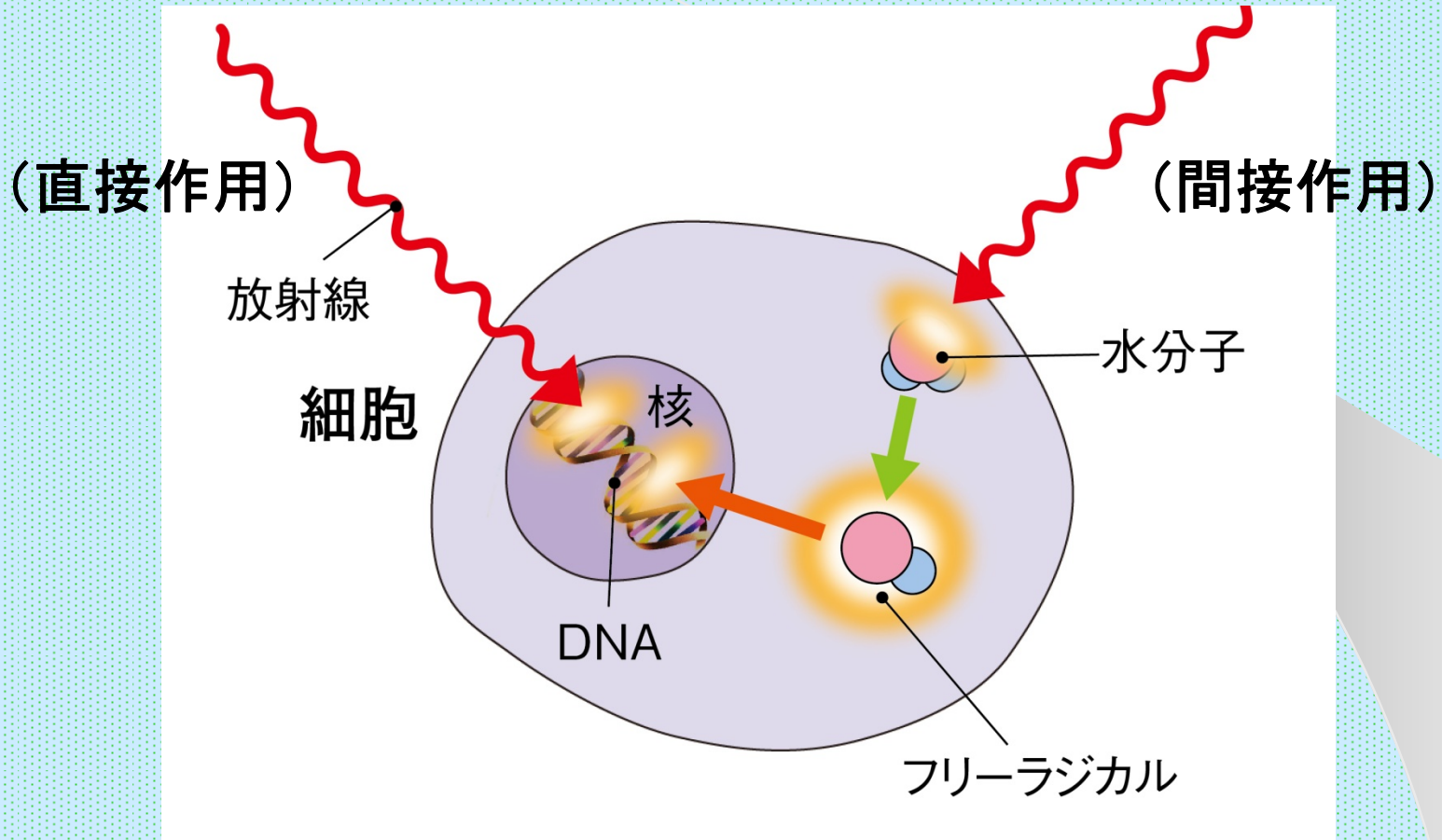


放射線利用の原理



第1図 電子線・ガンマ線の利用の原理

細胞への放射線作用



放射線が直接DNAを損傷する作用([直接作用](#))と体内の水が放射線によって[フリーラジカル](#)を生成し、これがDNAを損傷する作用([間接作用](#))により、細胞死とか遺伝子変換誘発する。

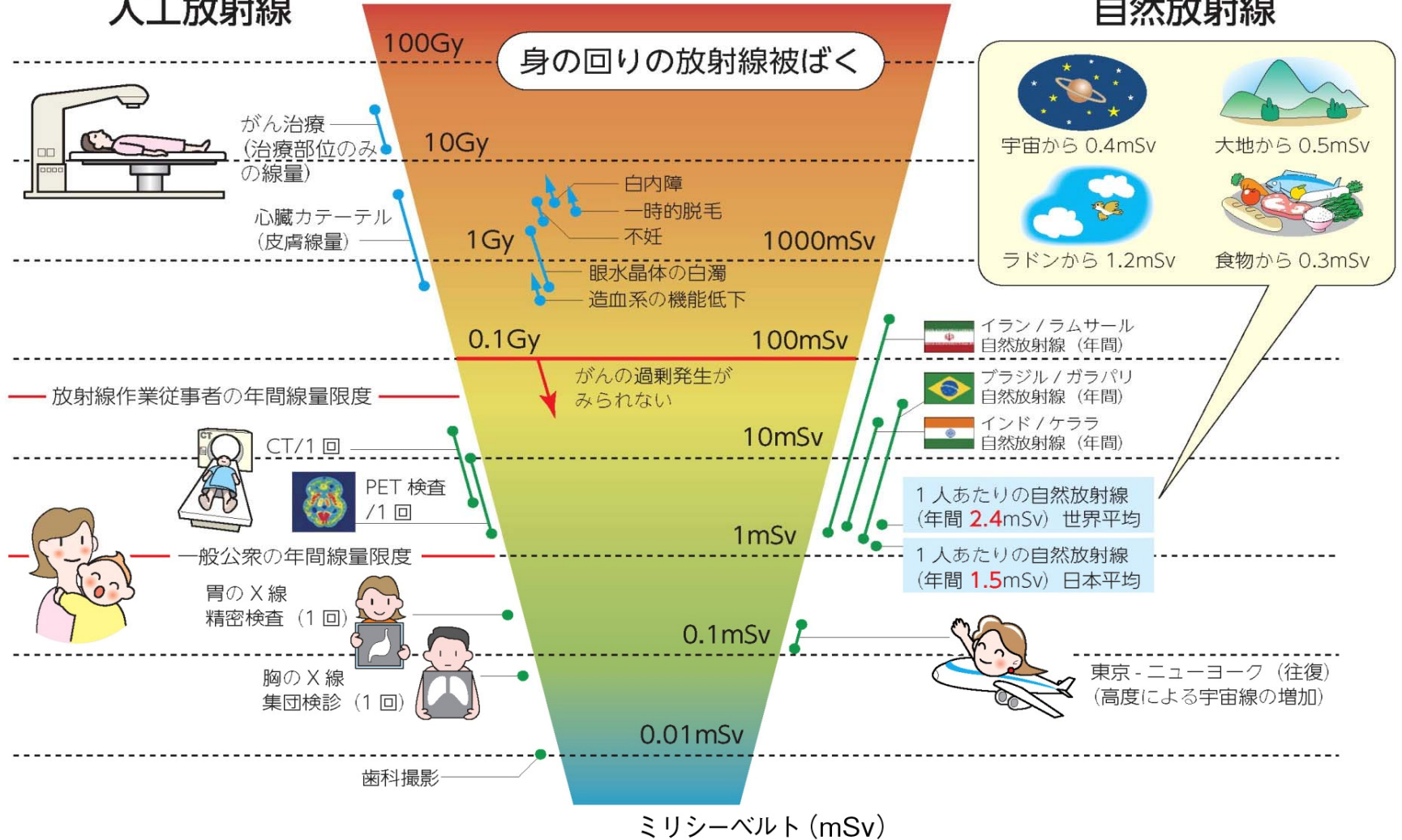
自然放射線と人工放射線利用との線量比較

放射線滅菌 20000Gy
 放射線殺虫 100~1000Gy
 ジャガイモ芽止め 30~150Gy

人工放射線

グレイ (Gy)

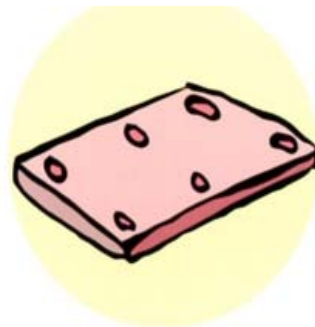
自然放射線



身のまわりの放射線利用(1)

発泡ポリオレフィンの製品

風呂用マット、自動車の内装クッション材、救命胴衣などに用いられる発泡ポリオレフィンは、電子線をあてることによって発泡する性質を利用して作られます



テレビやビデオの耐熱性電線

ガンマ線や電子線をビニール電線に当てると熱に強く、燃えにくくなります

スポーツ用品の品質強化

プラスチックなどに放射線を当てると分子構造が変化し丈夫になります。この性質を利用してテニスラケットのガットやゴルフクラブのヘッドを強化すると、打球がよく飛ぶそうです



宝石の着色

放射線を当てると宝石を美しく発色させることができます。たとえば、電子線照射により美しい青色のダイヤモンドや、コバルト-60のガンマ線照射によりブルー真珠になります

自動車のタイヤ

ゴムに電子線を照射すると、耐久性が増し、タイヤの形状保持能力が上がり高速走行を可能にするタイヤになります



身のまわりの放射線利用(2)

排煙処理

排煙からイオウ酸化物やチッソ酸化物を取り除くのに電子線を利用する技術が開発されています。下水の汚泥を電子線照射で肥料に変える研究も進行中です

厚さ計

ベータ線、ガンマ線を利用した厚さ計は、紙、セロファン、ゴム板、鉄板などの薄板、薄膜の製品を製造するとき、厚さを一定に仕上げるための工程管理用に多くの工場で使われています

エンジンなどの非破壊検査

エックス線やガンマ線を用いて製品や材料を壊さず内部の様子を調べたり、外から見えない割れ目、欠陥、亀裂などを見つけることができます。溶接した部分の検査や、航空機のジェットエンジンの定期検査や空港での荷物検査などに使われます

植物の品種改良

ガンマ線などを植物に当てて突然変異を起こし、新しい品種を作することもできます。寒さに強く品質のよい稲や病虫害に強い果物、美しい色の花などが作られています

害虫駆除

人工飼育した害虫のオスにガンマ線を当て、不妊化して野外に放つ方法を繰り返すと、農薬を使わずに害虫を退治できます。沖縄ではこの方法で、キュウリやスイカの害虫であるウリミバエの絶滅に成功しました

食品保存

ガンマ線を食品に当てると発芽を防止したり、殺虫や殺菌ができます。日本での食品照射は、ジャガイモですが、外国では香辛料や鳥肉などのさまざまな食品に使われています

火災報知器の煙探知機

アメリカシウム241から出るアルファ線により一定の電流が流れています。この中に煙が流れ込むことで、電離電流が減少するので、煙の発生を知ることができます



放射線の産業利用(1)

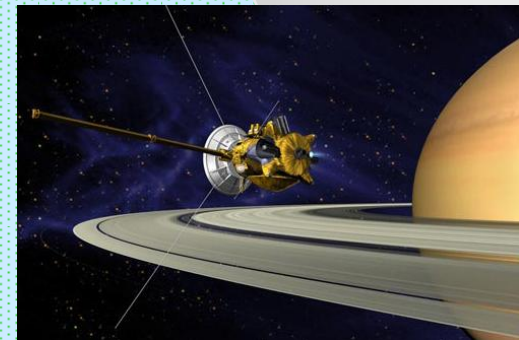
放射線の化学作用の利用



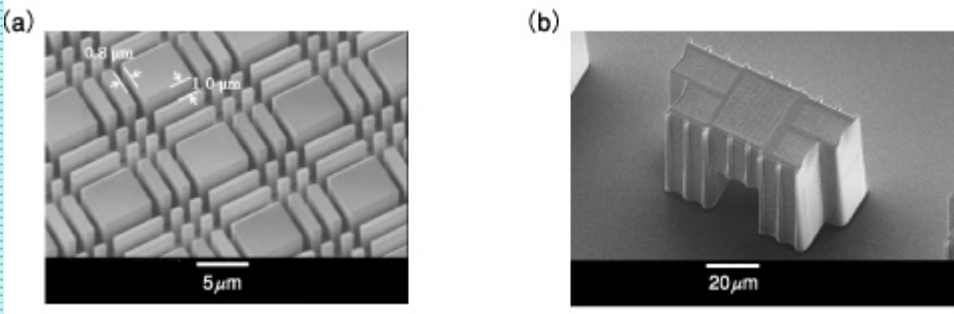
ラジアルタイヤ、発泡プラスチック、
耐熱電線、ラッピング材

宇宙開発

原子力電池：
惑星探査機の
電源



衛星搭載用機器のテスト：加速器で
宇宙の放射線環境を模擬。



リングラフィ

半導体集積回路等の微細加工

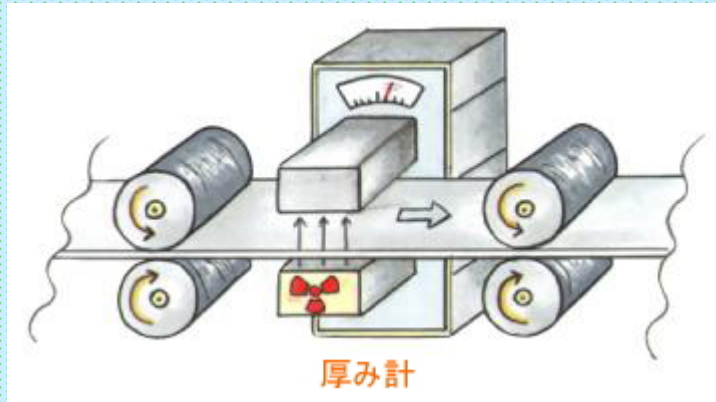


非破壊検査

ジェットエンジンの定期検査、溶接の確認、
空港での手荷物検査など

放射線の産業利用(2)

様々な工業計測



厚み計: 鉄板、アルミホイル、紙など様々な工業製品の厚さを管理。

液面計: タンクの中の液体の残量を管理。

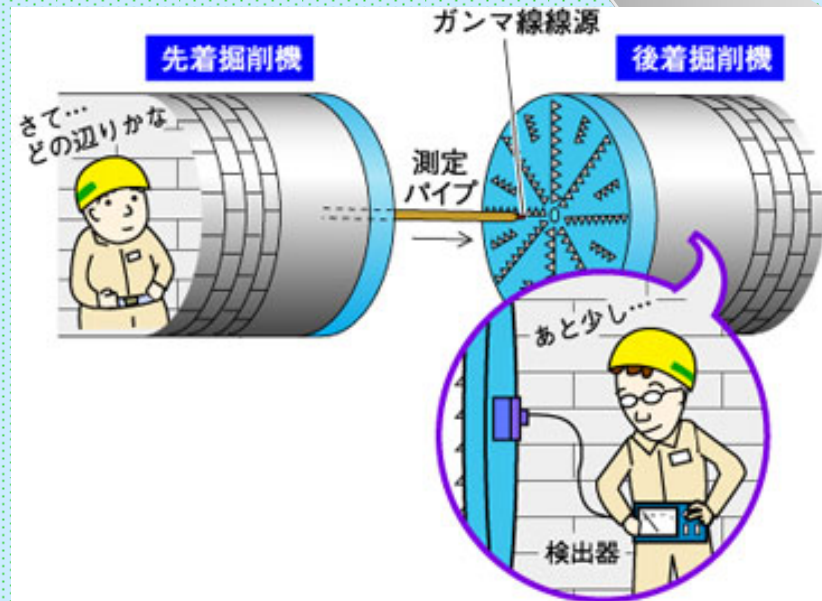
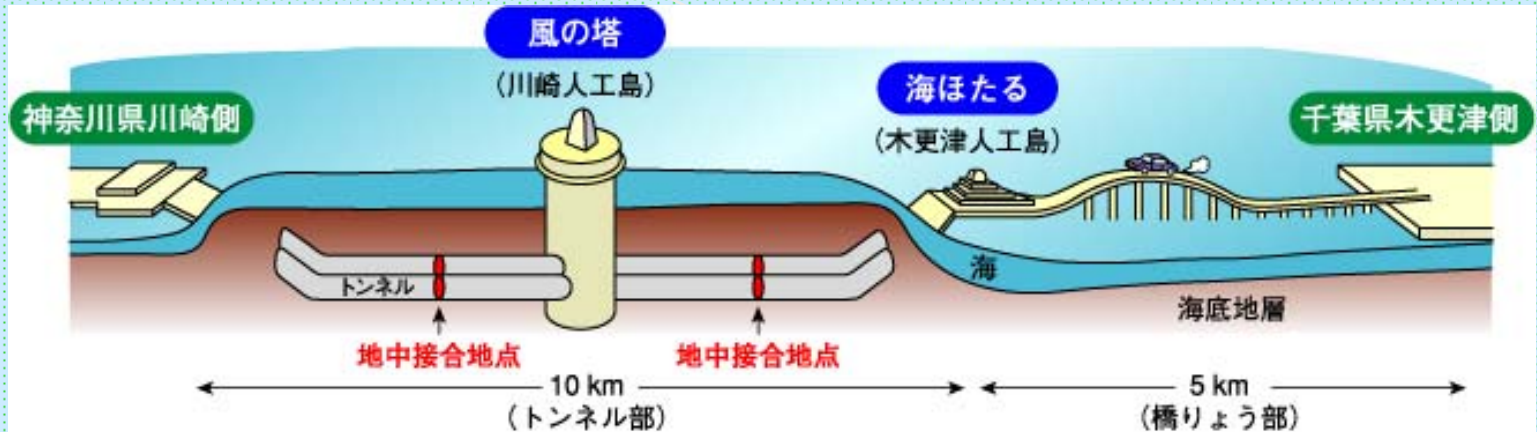
その他

煙探知機
ダイオキシンや有害物質の分解
排煙処理、環境分析
微量物質の化学分析
宇宙開発(惑星探査機など)
医療・衛生器具の殺菌・滅菌
土木・建築工事など...

まだまだいろいろな応用があります。

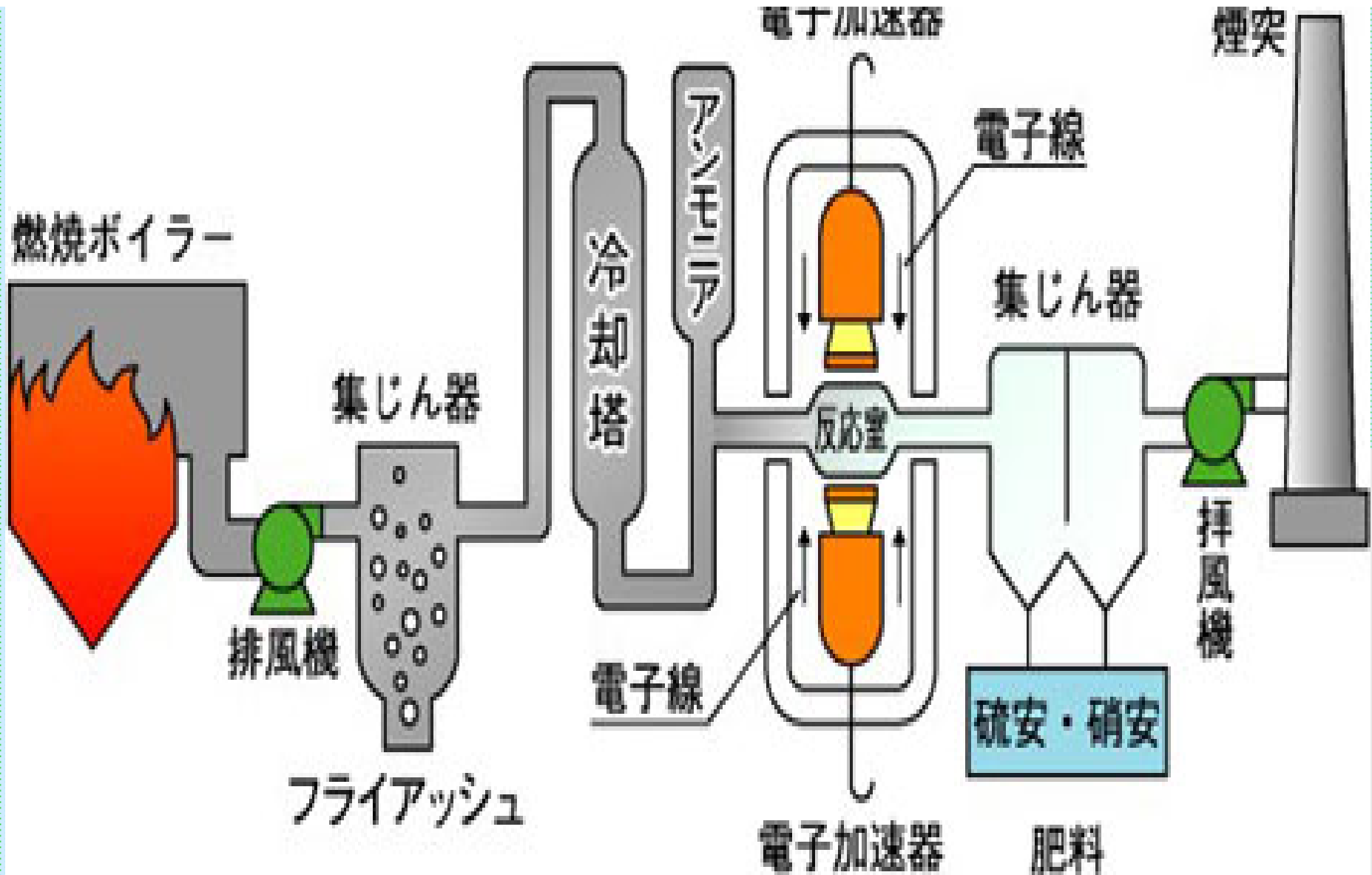
現代の文明生活は、放射線なしに成り立ちません！

放射線の土木利用



両方から掘り進んだ掘削機が50メートルに近づいた時、測定パイプを伸ばし、その先にコバルト60を送り込む。相手の掘削機内で放射線を測定して相対位置を測定する。そして掘削方向を修正する。これを繰り返して、最終的に正確に接合する。

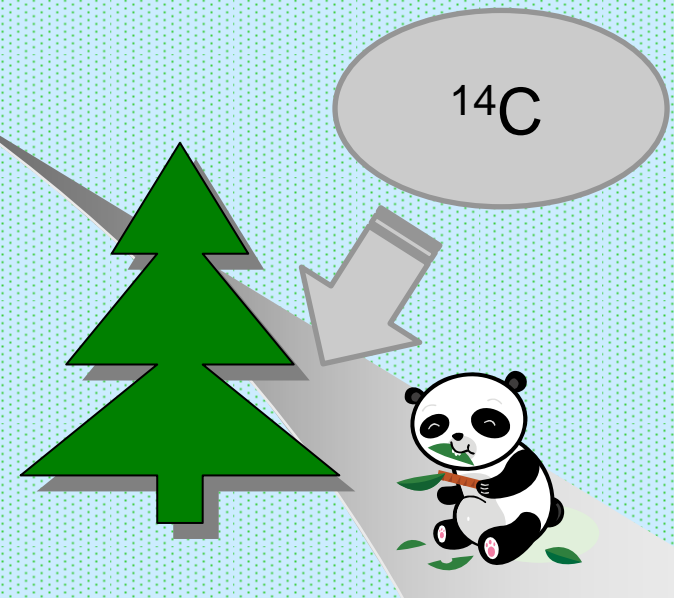
放射線の排煙処理利用



考古学資料の年代測定(1)

放射性炭素年代測定法

- 大気中の炭素14 (^{14}C) 濃度はほぼ一定。
- 植物は光合成によって大気中の ^{14}C を体内に取り込み、動物は植物を食べることによって ^{14}C を取り込む。
- 生物が死ぬと、それ以上 ^{14}C が体内に取り込まれなくなる。
- 生物の遺骸中の ^{14}C は半減期5730年で減っていく。



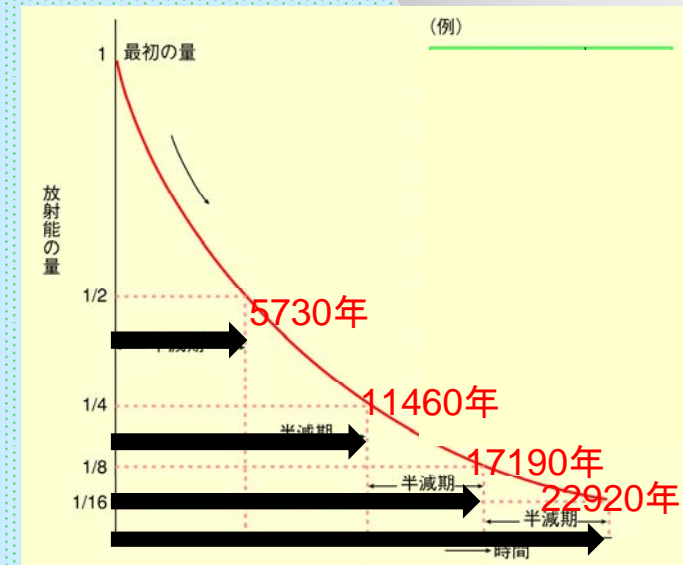
遺骸中の ^{14}C 濃度(放射能)を調べれば死後何年経過したかが分かる!

リビー(米)

1960年ノーベル化学賞



W. F. Libby
1908-1980



考古学資料の年代測定(2)

奈良県桜井市の箸墓(はしはか)古墳



箸墓古墳で発掘された土器



邪馬台国の卑弥呼の墓ではないかと言われている

土器の表面に付着していた炭化物の年代を測定

2009年5月30日のニュース

西暦240～260年のものと判明。

卑弥呼の死去した年代(246年)と一致！

農業利用

品種改良

ガンマーフィールド
(茨城県常陸大宮市)



- ・放射線の照射により、人為的に突然変異を起こさせる。
- ・人間に都合の良い個体だけを選択・育成
- ・代表例:ゴールド二十世紀梨

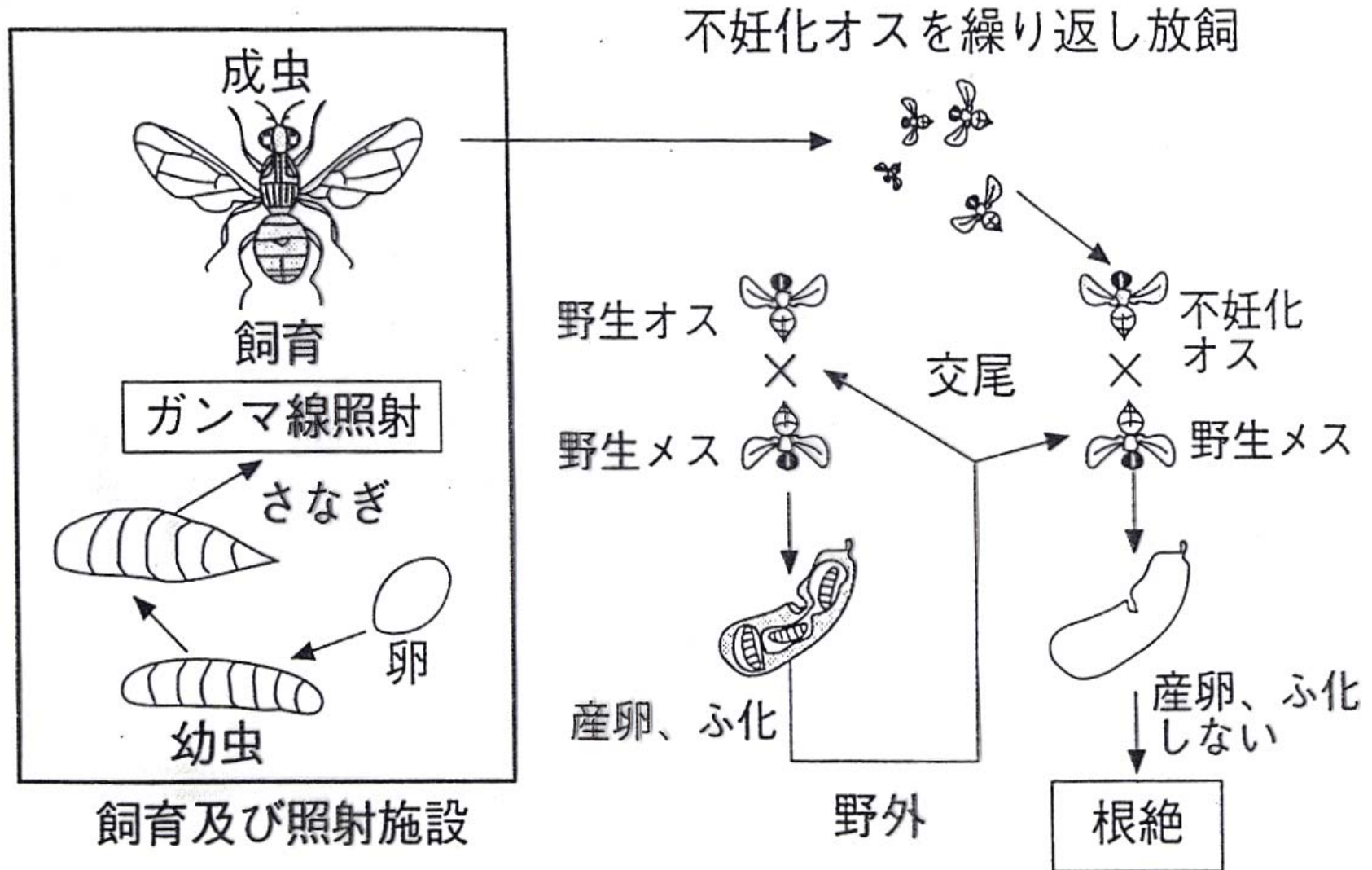
食品照射

発芽の防止アイソトープ照射センター
(北海道・士幌町)



- ・日本ではじゃがいもの芽止めのみが行われている。(長期保存が可能)
- ・食品衛生法で、他の食品照射は禁止されている。

放射線による害虫駆除



不妊虫放飼法による害虫の根絶

放射線の医学利用



放射線の医学利用

滅菌	注射器、ガーゼ、包帯、手術器具 カテーテル器具、アンプルガラス 容器 その他医療器具	線源: Co-60(ガンマ線) 加速器(電子線)等
診断	1.X線診断 <ul style="list-style-type: none">・ X線単純撮影・ X線造影撮影 (バリウム:胃の透視)・ 断層撮影(CT)	2.核医学診断 <ul style="list-style-type: none">・ in vivo検査(画像診断)<ul style="list-style-type: none">- PET診断・ in vitro検査 (微量な物質の検出)
治療 (がん治療など)	放射線源: <ul style="list-style-type: none">・ Co-60・ Ir-192・ I-131	加速器: <ul style="list-style-type: none">・ リニアック、 サイクロトロン(電子線)・ HIMAC(陽子・重粒子線) 原子炉からの 中性子 <ul style="list-style-type: none">・ BNCT

放射線による医療器具の滅菌



放射線の医学利用(診断)

レントゲン写真

1895年:レントゲンによる
X線の発見。

→ 放射線の発見

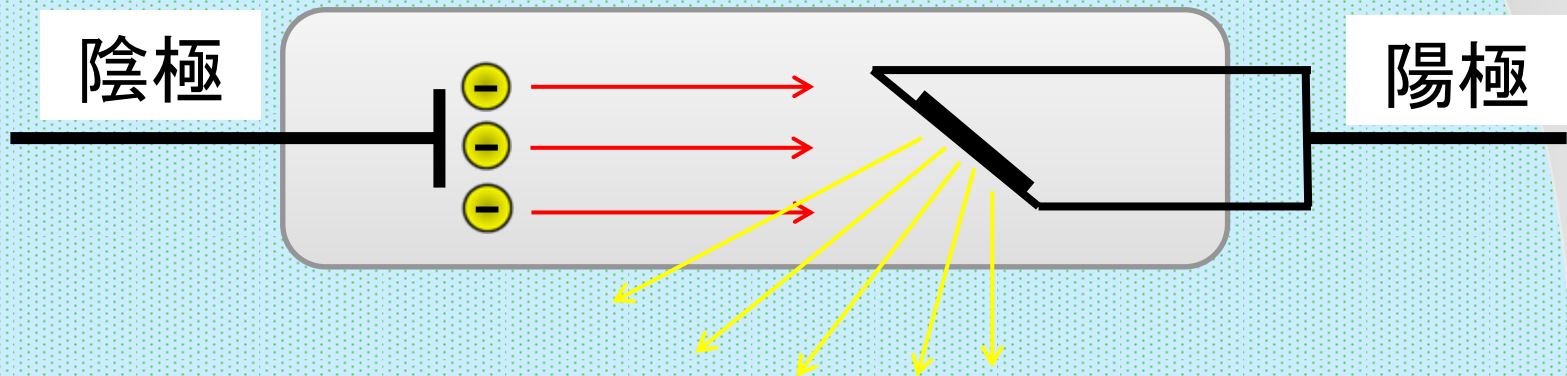
1901年:第1回ノーベル物理学
賞受賞



Wilhelm Conrad
Röntgen
ドイツの物理学者。



レントゲン夫人の手の
X線写真



骨折のX線単純撮影



a

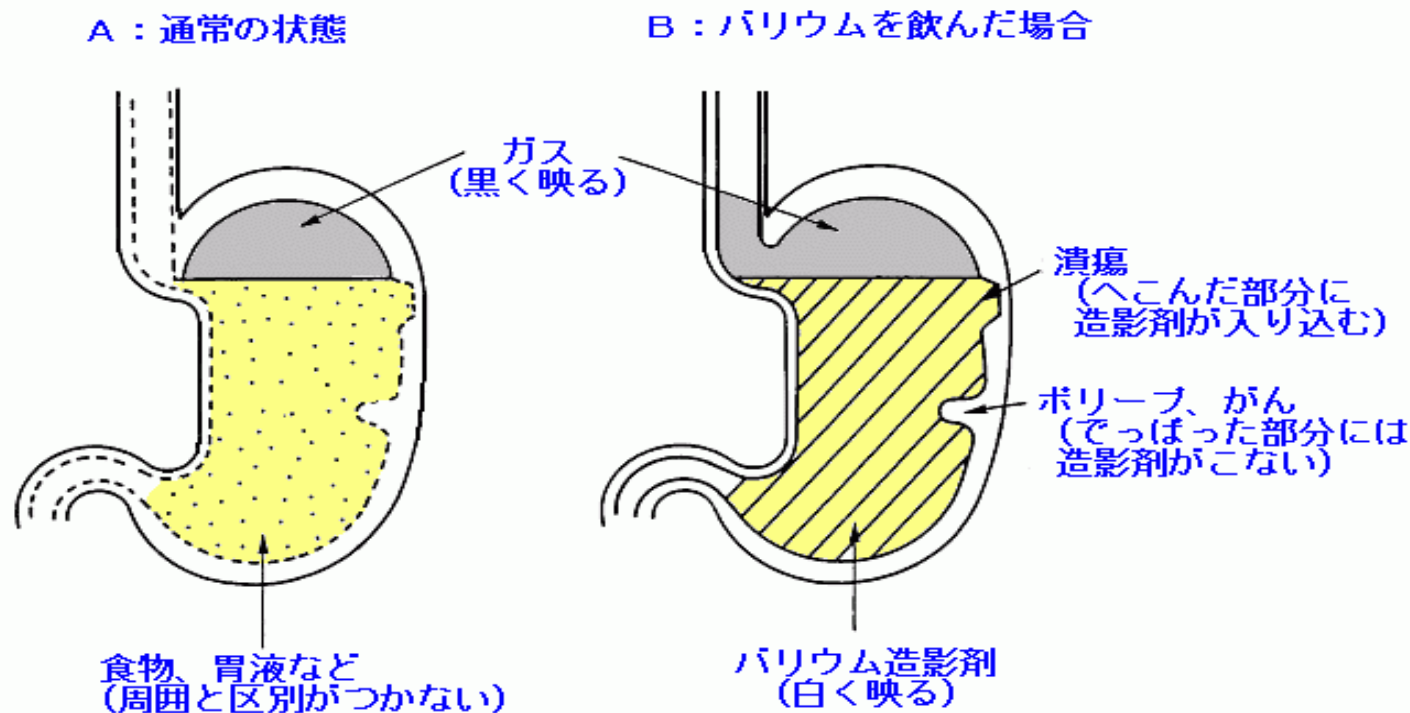


b

図3 骨折（左：右拇指，右：腓骨）の単純X線撮影

[出典] 有水 昇・高島 力（編）：標準放射線医学第4版、

上部消化管X線造影検査



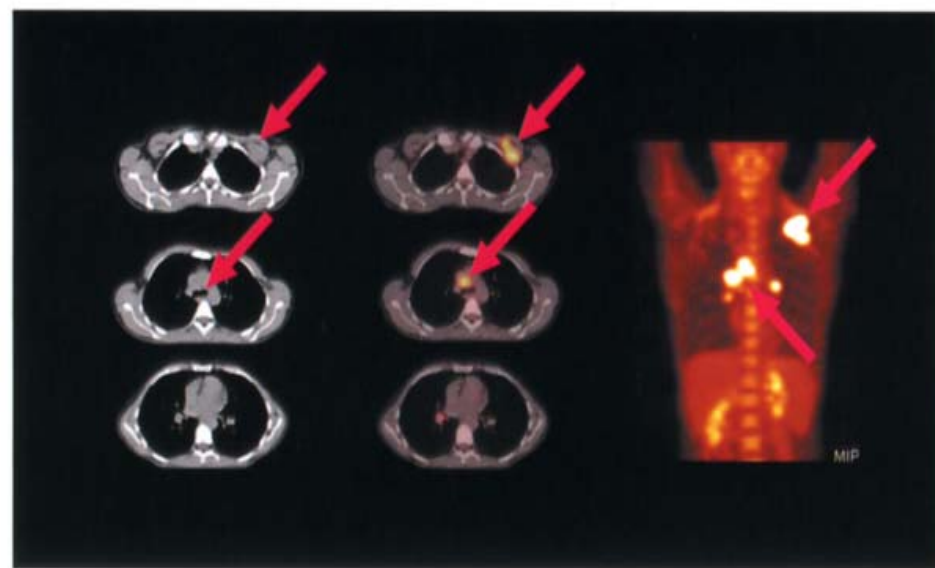
A : 通常の状態では、胃内容物（胃液や食物）のX線透過性が周囲の組織とほとんど同じため、胃内のガスが黒く映るだけで、消化管内壁の状況はほとんどわからない。

B : X線を透過しにくいバリウム造影剤を飲むとこの部分が白く映るため、消化管内壁の陥凹（潰瘍など）や隆起（ポリープやがんなど）がはっきりと描出される。

図4 上部消化管（胃と十二指腸）のX線造影検査

PET(陽電子断層撮影)

- Positron Emission Tomography
- がんの早期発見
正常な細胞に比べて、がん細胞はブドウ糖をたくさんとりこむ。
- ブドウ糖に陽電子核種を合成した薬剤(^{18}F -FDG)を投与すると、がん細胞に多く集まるので、PET装置で撮影し、がんが身体のどの部位にあるかを画像としてとらえる。

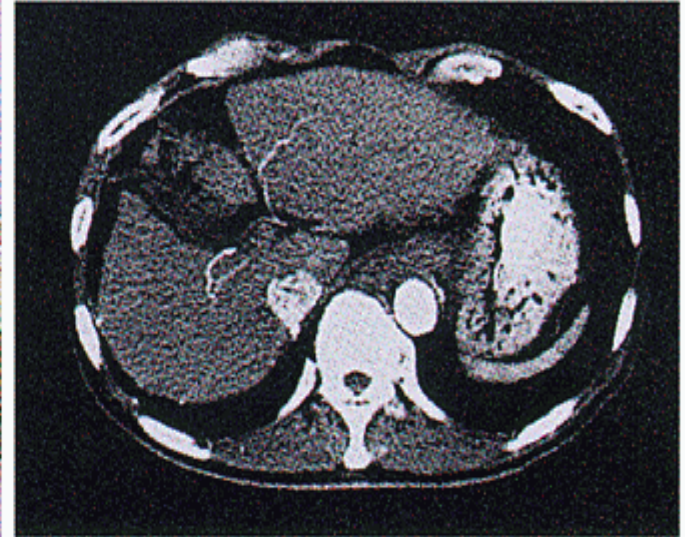
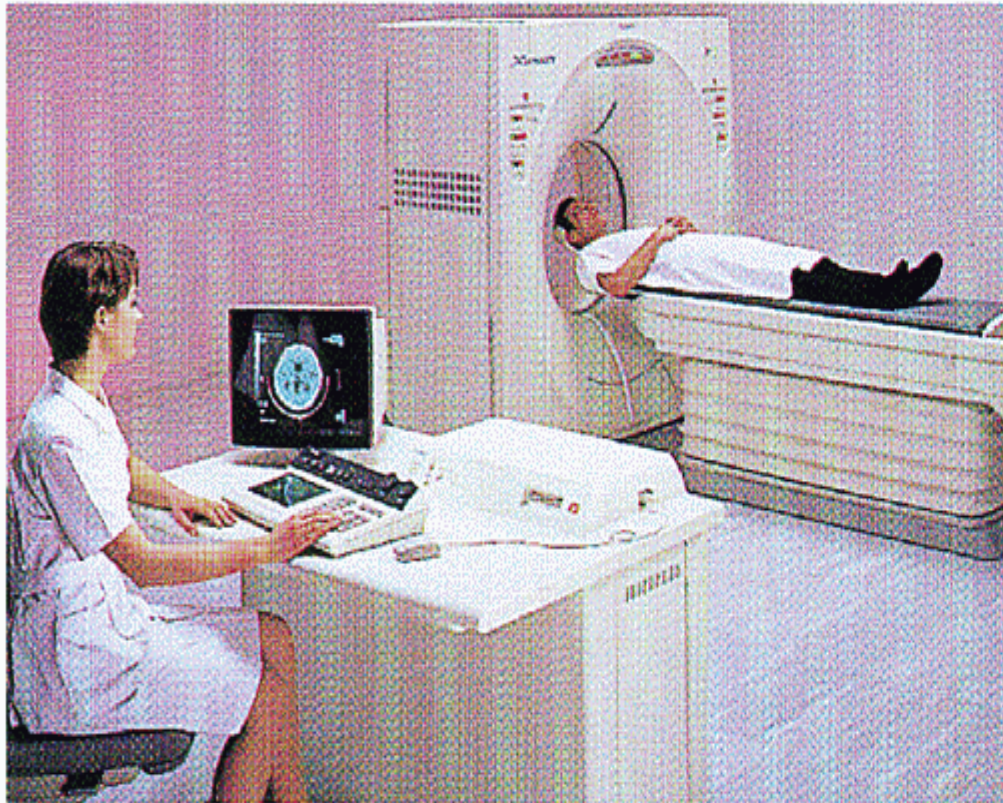


CT

PET/CT

PET

X線CT装置

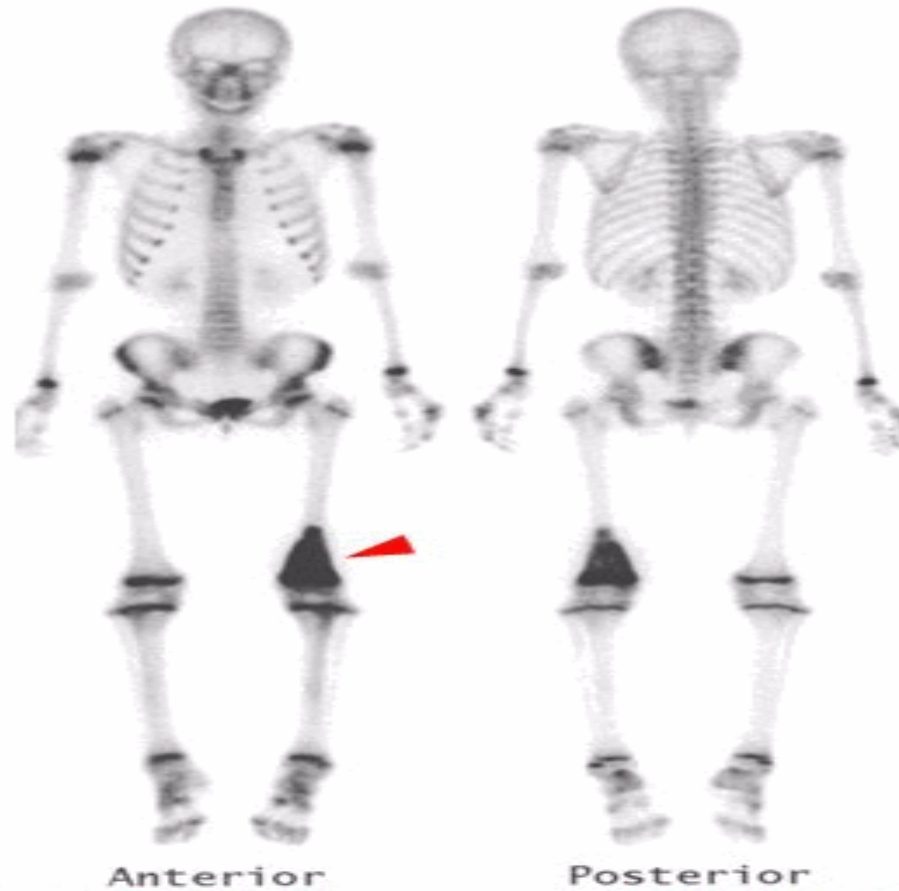


らせんCT走査像

図3 X線CT装置

[出典] 東芝: Science and Technology Highlights 1995,
a Special Issue of Toshiba Review, p. 13
東芝: Science and Technology Highlights 1996,
a Special Issue of Toshiba Review, p. 15

骨シンチグラム(放射性医薬静注)



赤の矢印部にTc-99mの集積がある。

図3 骨シンチグラム
 ^{99m}Tc 標識化合物を
静脈注射後撮影

[出典]骨肉腫 群馬県核医学研究会
(<http://rad.sb.gunma-u.ac.jp/>)

がん治療法の種類

	外科療法	放射線療法	化学療法
適用	<ul style="list-style-type: none"> ○ 早期がんから中等度進行がん(0-Ⅱ期のがん)まで ○ 病変が局所に限局 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 早期がん(Ⅰ期)から手術不能の局所進行がん(Ⅲ期)まで ○ 病変が局所に限局 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 主としてⅣ期の遠隔転移のあるがんおよび白血病 ○ 病変が全身に進展
長所	<ul style="list-style-type: none"> ○ 根治性が高い 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 機能と形態の欠損が少ない ○ 全身への影響が少ない ○ 早期がんの治療成績は外科療法と同等 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 一般に病状緩解が得られ、延命効果があることもある。
短所	<ul style="list-style-type: none"> ○ 機能と形態の欠損が大きい ○ 部位・患者の条件(年齢・合併症など)により適応に限界あり 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 局所進行がんでは根治性は手術療法に劣る 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 全身への影響が大きい(副作用が強い) ○ 根治性が低い

[出所]放射線医学総合研究所資料

[出典]渡利 一夫 稲葉 次郎(編):放射能と人体 研成社(1999年6月) p.75

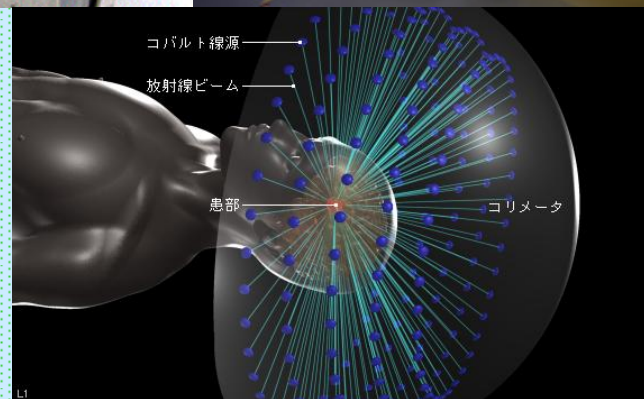
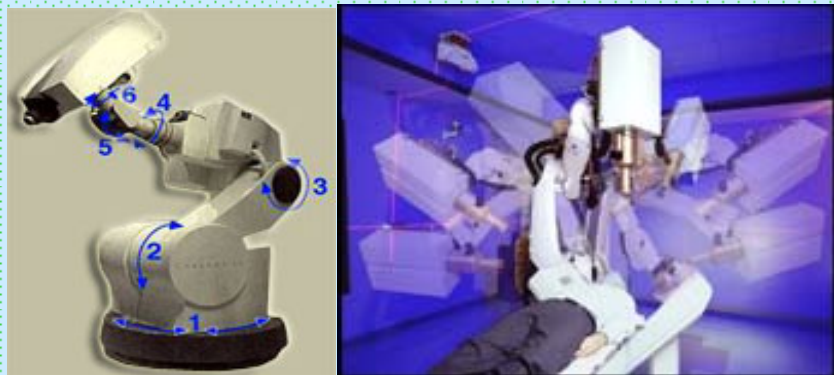
放射線の医学利用(治療)



がん治療: 電子線、またはX線・ γ 線を様々な角度から照射してがん治療を行う

ガンマナイフ

サイバーナイフ

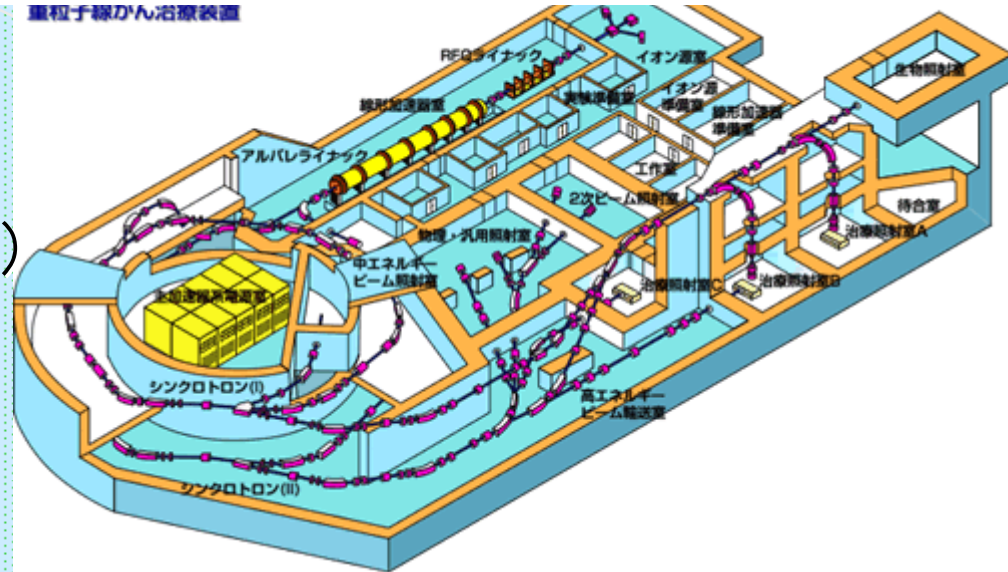


陽子・重粒子線がん治療装置

重粒子線がん治療装置

HIMAC

放射線医学総合研究所(千葉市)
炭素の原子核を光速の約70%
まで加速して照射。



陽子シンクロトロン加速器

筑波大学陽子線医学利用
研究センター(つくば市)
陽子を光速の約70%まで
加速して照射。

重粒子線照射治療の利点

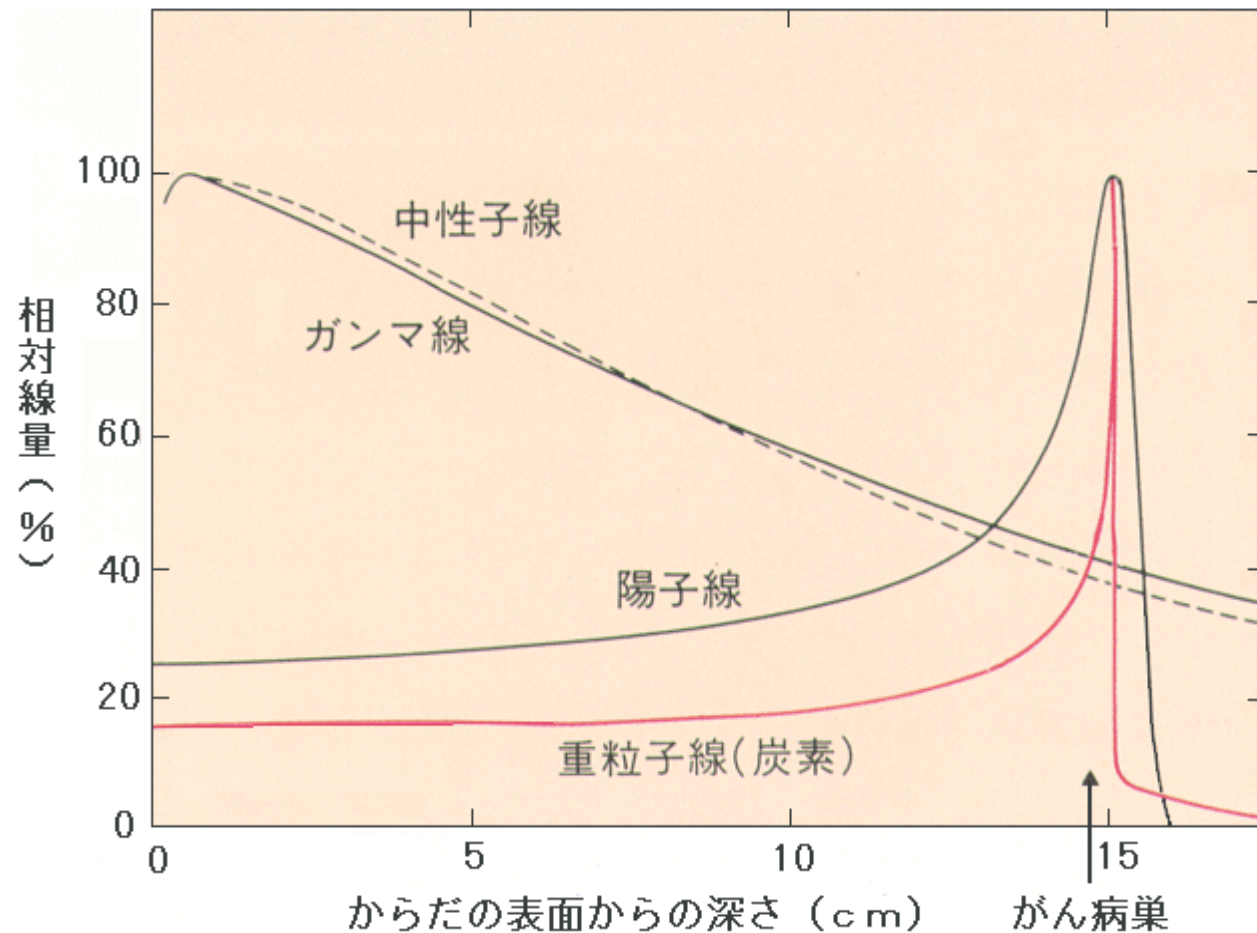
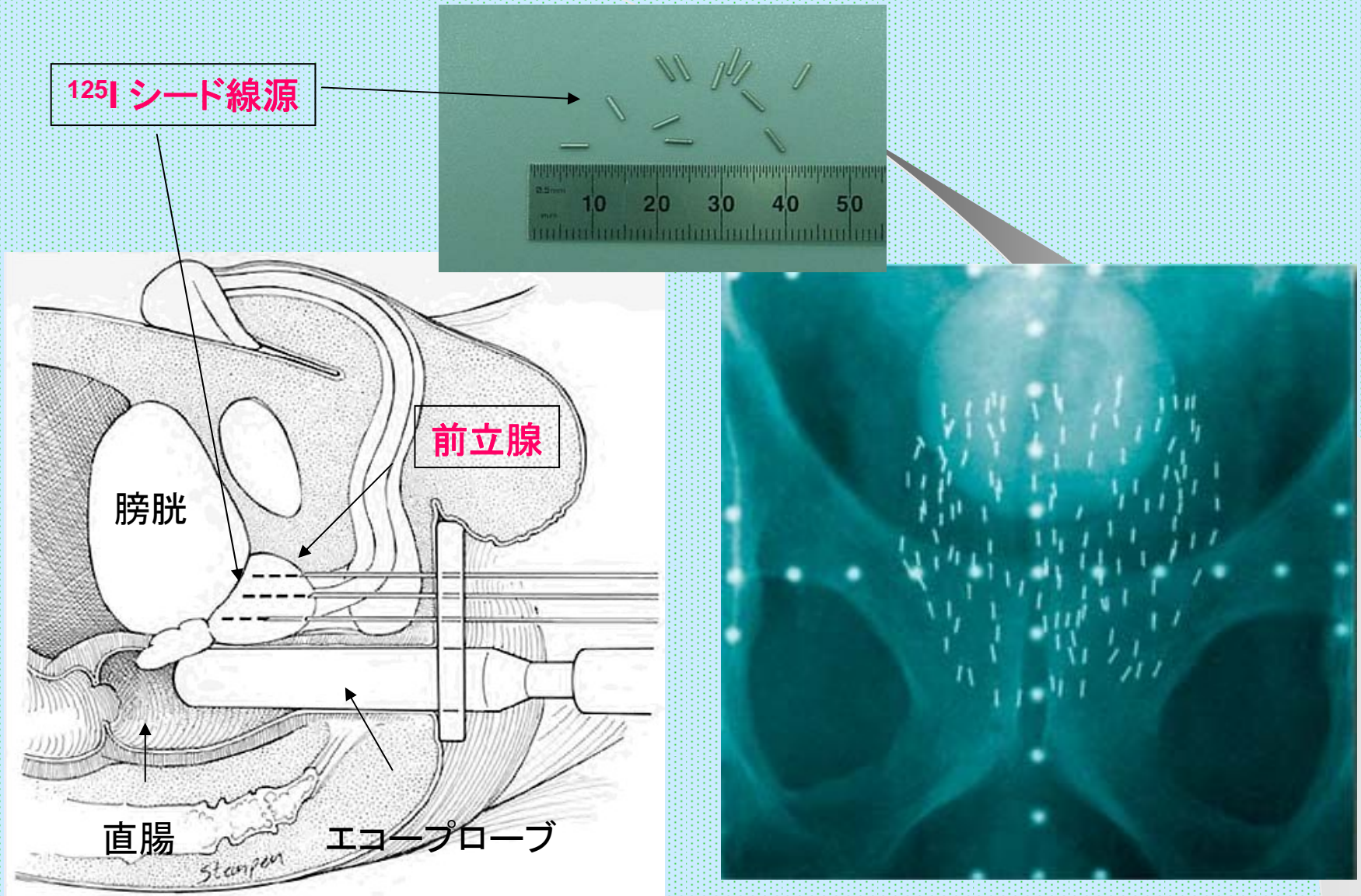


図3 重粒子線照射治療の利点(2)

この図では深さ約15cmのところにおいて最大線量となり、がん病巣に大きな線量を与えることができる。深さは調節できる。

前立腺がん密封小線源治療の概要

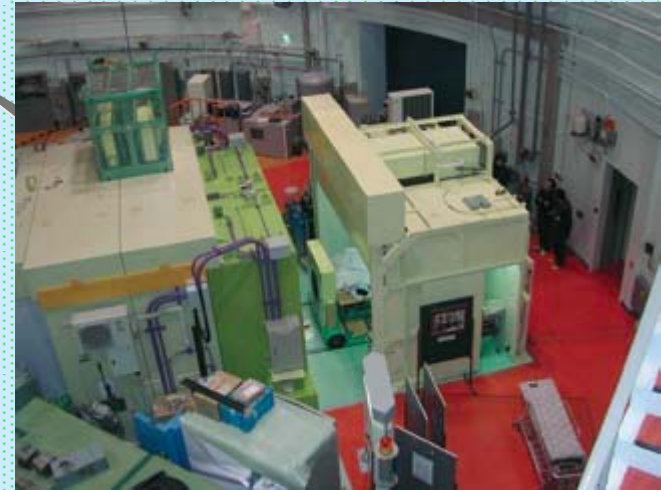


1 シード線源挿入後のX線写真³⁶

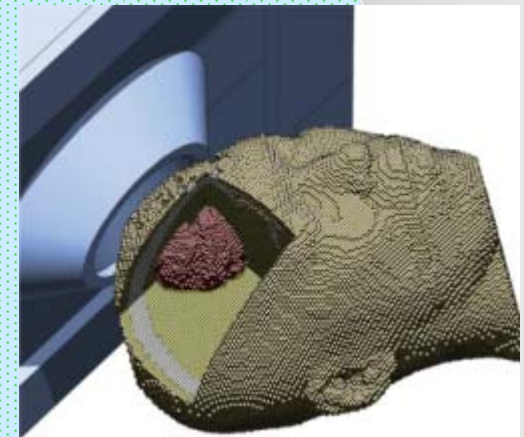
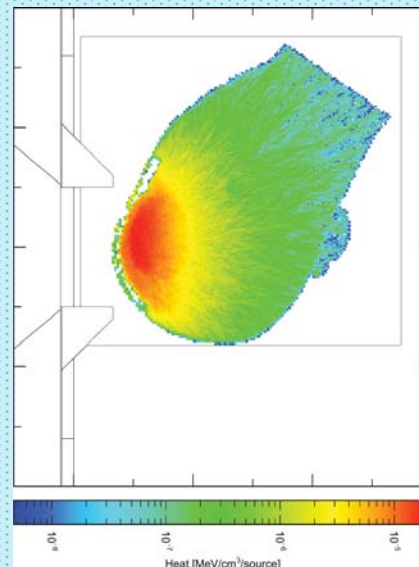
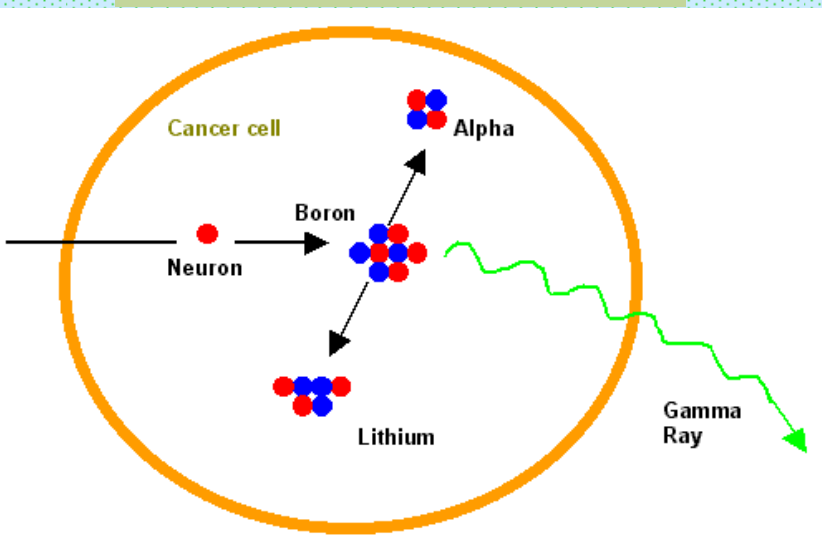
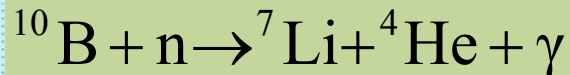
ホウ素中性子捕捉療法

Boron Neutron Capture Therapy: BNCT

- ホウ素を含む薬剤をがん細胞に吸収させて中性子を照射。
- 中性子は ^{10}B と核反応を起こし、高エネルギーの荷電粒子(^7Li と ^4He)を放出する。
- 核反応によって生じるHe、Li粒子によりがん細胞を破壊する。



京都大学原子炉実験所
医療用照射施設



PET検査のご案内

最先端のがん早期診断システム



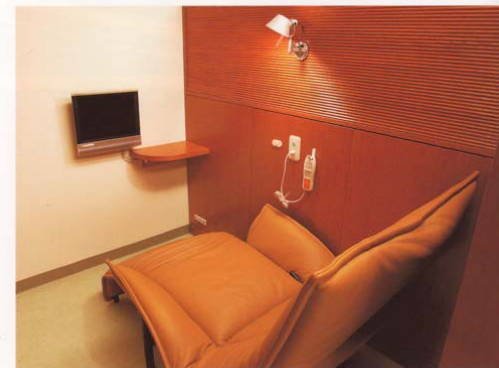
近畿大学高度先端総合医療センター
(PET診断部門)

安静室・回復室

おだやかに、自分の体と対話する。

PET検査の薬剤が全身に行き渡るまでの約1時間、おだやかに、そして快適にお過ごしいただけるよう最適な空間とリクライニングソファをご用意しました。ニューヨーク近代美術館コレクションに選定されたデザイン性、最適なポジションで体を包む機能性を備えたソファで、日常のあわただしさを忘れて、おくつろぎください。

Peaceful

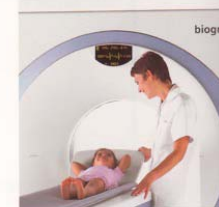


3

PET/CT

1台導入

biograph LSO





ご静聴ありがとうございました。

東北大震災で被災された方々に対し、
心よりお見舞い申し上げます。

福島県