

$^3\text{H}$

科学の目印  
レアキャラの  
トリチウムで知る  
分子の旅路

水素-3(トリチウム)  $^3\text{H}$

トレーサーとは？

トリチウムは水の中に含まれ、放射線を出す性質を利用して水や分子の流れを調べる「トレーサー」として使われます。地下水の移動や大気の循環、体内の水分の動きなどを追跡する研究に役立ちます。

$^{11}\text{C}$



$^{11}\text{C}$

脳腫瘍も  
わかるかも

アミノ酸  
消費量を  
教えてよ



炭素-11

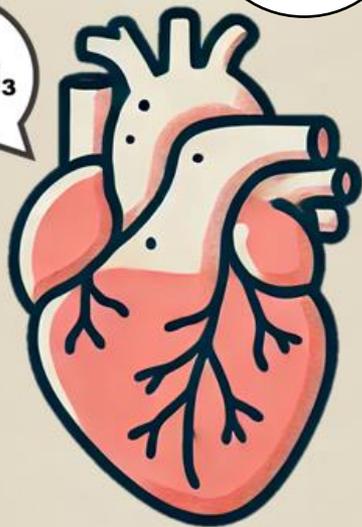
$^{11}\text{C}$

$^{11}\text{C}$ -メチオニンとは？

腫瘍が必要とするアミノ酸を目印にした薬です。注射すると腫瘍に集まり、その場所を特殊なカメラ（PET）で見ることができます。脳腫瘍の場所や大きさが分かりやすくなり、治療に役立ちます。

$^{13}\text{N}$

$^{13}\text{N-NH}_3$



$^{13}\text{N}$

活動量は  
いくらか  
観察中

心臓の  
血流量を



窒素-13

$^{13}\text{N}$

$^{13}\text{N}$ -アンモニアとは？

$^{13}\text{N-NH}_3$  (アンモニア) 注射すると心臓に集まり、その量をカメラ (PET) で映像化できます。血流が少ない部分が見つかるので、心臓の病気を見つけたり治療効果を確認するのに役立ちます。



$^{14}\text{C}$

森林が  
生きてる間に  
炭素 $^{14}\text{C}$ で  
取り込んだ  
年代測定

A small, faded illustration of a forest scene with several green trees and a small stream, positioned at the bottom right of the diagram.

炭素-14  $^{14}\text{C}$

**炭素 $^{14}\text{C}$ で年代測定**

炭素 $^{14}\text{C}$ は生き物が活着している間は体内で一定の割合で保たれますが、死ぬと減っていきます。この減り方には決まったスピードがあり、残っている炭素 $^{14}\text{C}$ の量を測ることで、死んだ年代を調べることができます。

$^{15}\text{O}$

$^{15}\text{O}$ -gas



$^{15}\text{O}$



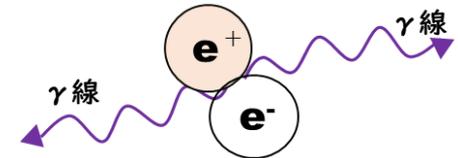
血液と  
相性いいこと  
活かしたら  
測定できるよ  
脳血流

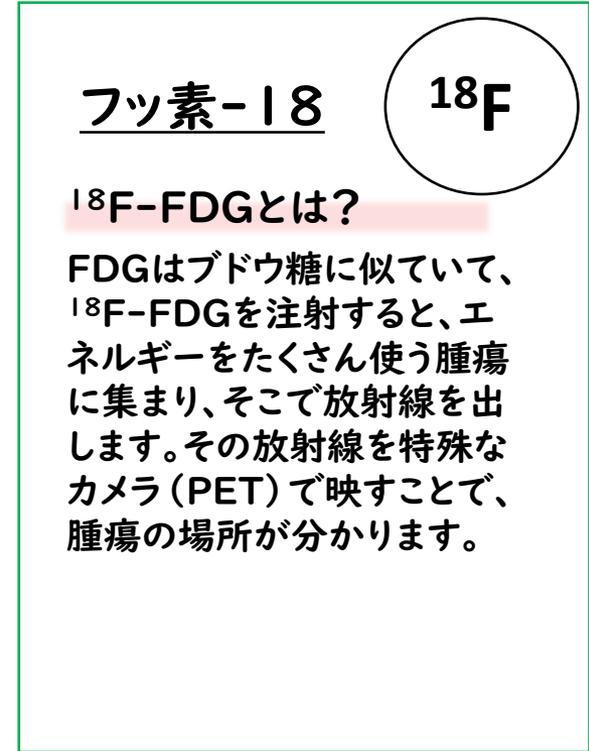
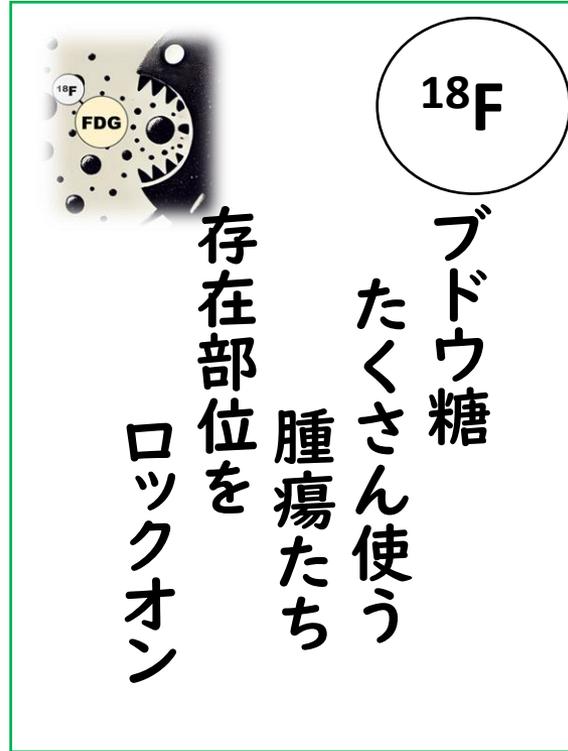
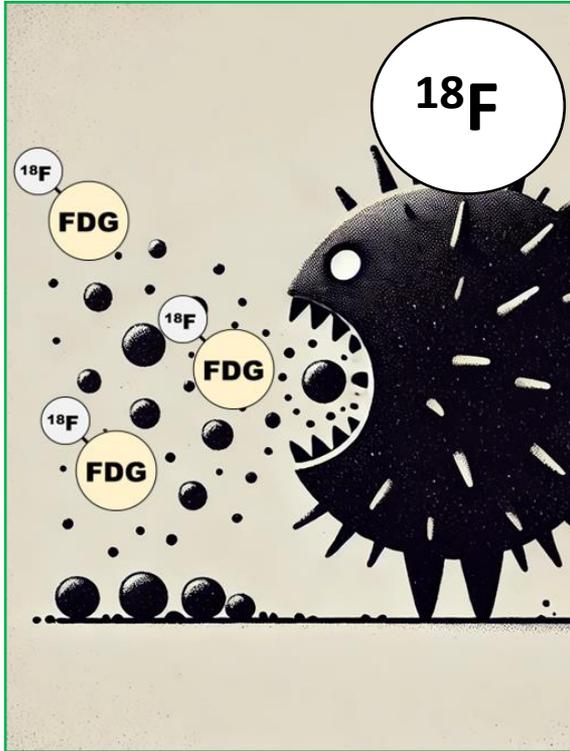
酸素-15

$^{15}\text{O}$

ポジトロン核種とは？

陽電子（ポジトロン）を出す原子です。陽電子は電子とぶつかりるとガンマ線を出すので、これを特殊なカメラ（PET）で撮影して病気を見つけます。病気の検査では $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{18}\text{F}$ がよく使われます。

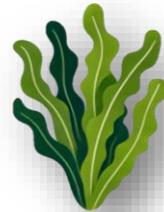






放射線かな  
すぐく身近な  
含まれる  
野菜の中に

40K



カリウム-40

40K

自然放射線とは？

土や空気、食べ物、宇宙からの自然に出ている放射線です。私たちは日常的に少しだけ浴びていますが、普段の生活では体にほとんど影響はありません。



ジャガイモの  
発芽防止で  
照射する  
これで可能だ  
長期保存

60Co

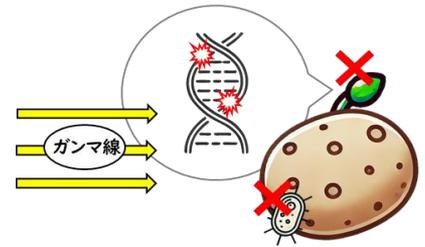


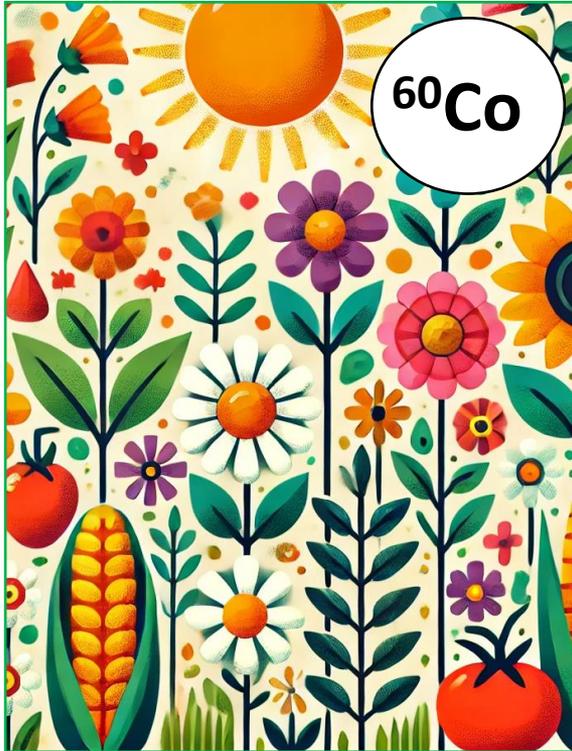
コバルト-60

60Co

食品照射とは？

放射線を農作物に当てると、細胞の分裂増殖を防ぐことができ、細菌や害虫の増殖や農作物の発芽を防ぎます。





60Co

新たな品種  
みどり豊かに  
与えれば  
種に変化を  
ガンマ線

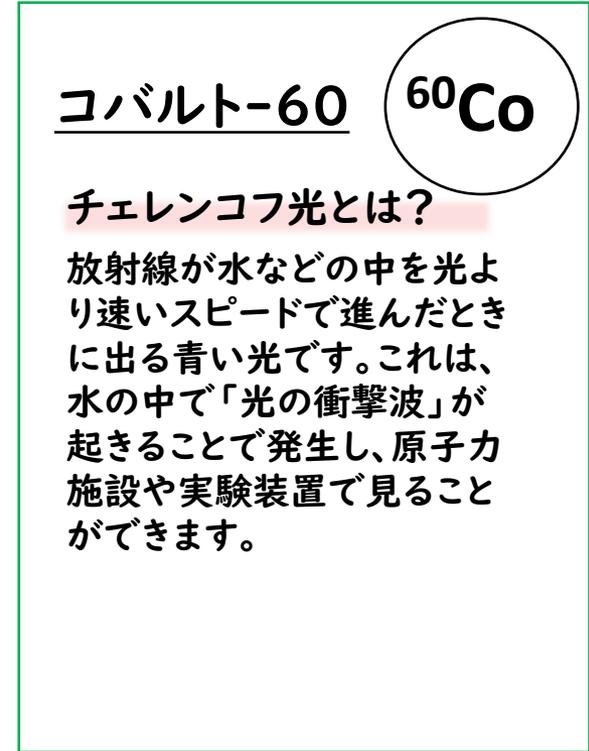
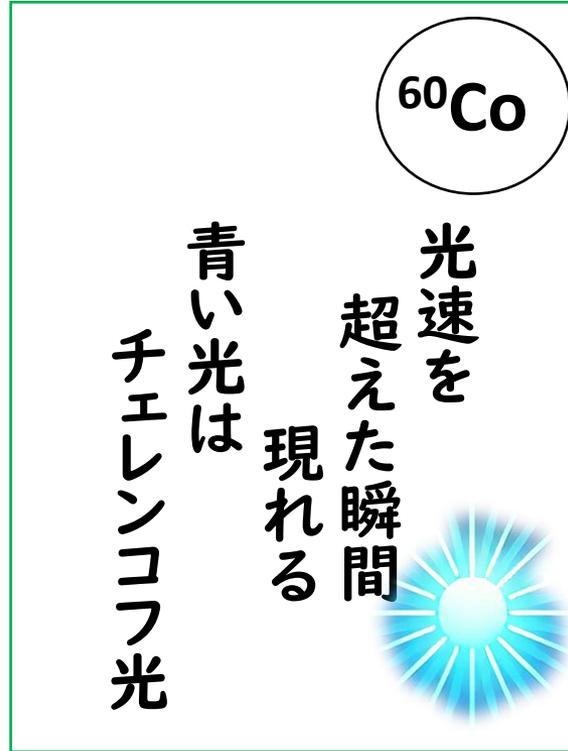
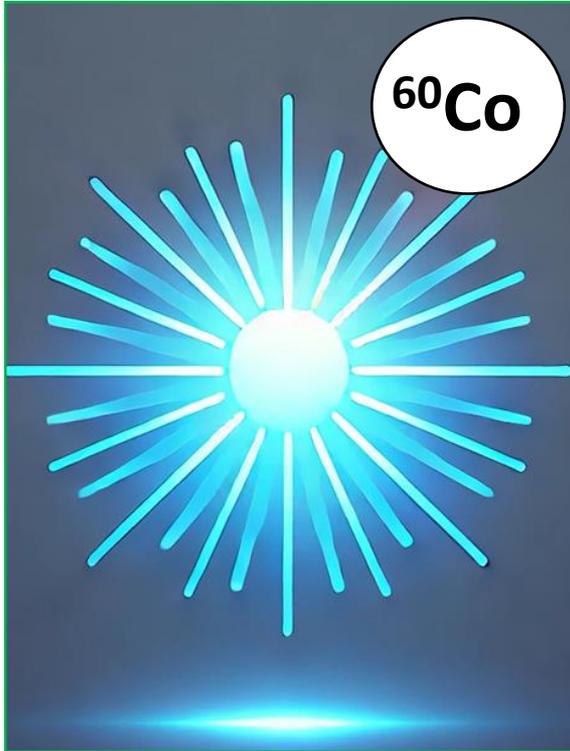


コバルト-60

60Co

放射線で品種改良

植物の種に放射線を当ててDNAに変化を起こし、新しい特徴を持つ品種を作る方法です。たとえば、病気に強い植物や美味しい果物を作るのに使われています。安全に管理されて行われている技術です。





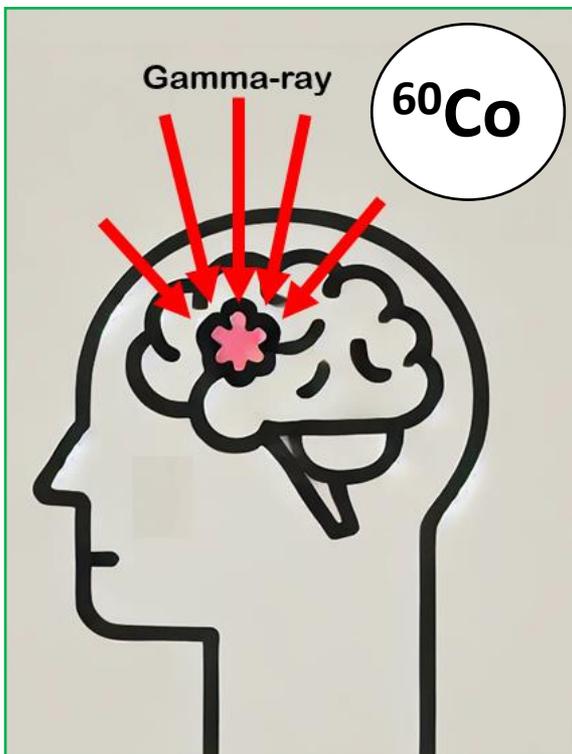
あら不思議  
宝石の色  
あざやかに  
ガンマ線で  
変わりけり

$^{60}\text{Co}$

コバルト-60  $^{60}\text{Co}$

なぜ色が変わるの？

放射線を当てると、宝石の中の原子がエネルギーを受け取り、電子が動いたり欠けたりします。その結果、光の反射や吸収の仕方が変わり、色が変わるのです。この方法は、宝石の美しさを引き出すために使われます。



$^{60}\text{Co}$

精密な  
ガンマの刃

狙いを定めて  
腫瘍を断つや

深部へと

Gamma-ray

コバルト-60  $^{60}\text{Co}$

ガンマナイフとは？

約200個のコバルト60線源から出るガンマ線を、虫眼鏡の焦点のように集中的に脳内の腫瘍に当てる治療法です。開頭手術を行う必要がありません。

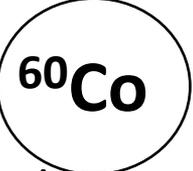


$^{60}\text{Co}$

医療の現場  
放射線  
清潔保つ

包装も  
そのまま滅菌

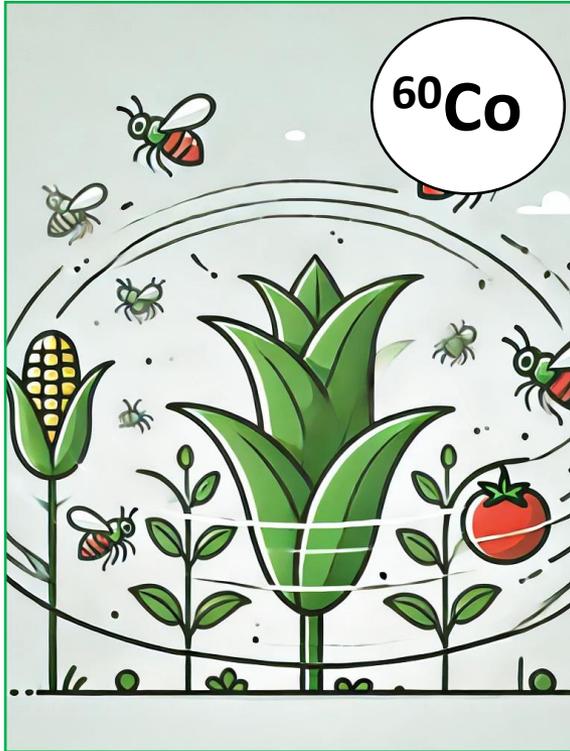
コバルト-60



$^{60}\text{Co}$

放射線滅菌のメリット

放射線で滅菌すると、熱や化学薬品を使わずに細菌やウイルスを殺せるので、プラスチックやゴムの医療製品を傷つけずに安全に滅菌できます。また、包装されたまま処理できるので清潔さを保てます。



**60Co**

害虫を  
ガンマ線で  
防除して  
薬剤使わず  
守る作物



コバルト-60 **60Co**

放射線で害虫防除

ガンマ線で不妊化した虫を放すことで、野外の虫が正常に卵を産むのを防ぐ方法です。虫の数を減らし、最終的に根絶することができます。農薬を使わないので、人や環境に安全な方法です。



$^{60}\text{Co}$

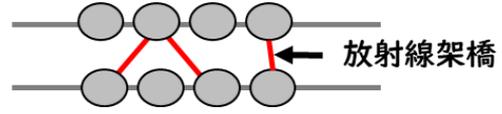
放射線  
分子をつないで  
ゴム強化  
これで安心  
丈夫なタイヤ

A smaller illustration of a tire, similar to the one in the first panel, positioned at the bottom right of the panel.

コバルト-60  $^{60}\text{Co}$

放射線改質とは？

高分子材料に放射線を当てると、ラジカルができます。このラジカルの働きで、分子同士がつながる「放射線架橋」という反応が起こり、材料を強くすることができます。

A diagram illustrating the process of radiation cross-linking. It shows two horizontal lines representing polymer chains. Each line has four gray circles representing polymer molecules. Red lines connect the second and third circles of the top chain to the second and third circles of the bottom chain, forming a bridge. An arrow points to one of these red lines with the label "放射線架橋".



63Ni

ガスクロで  
ベータ線を  
利用して  
目的物質を  
分析だ！

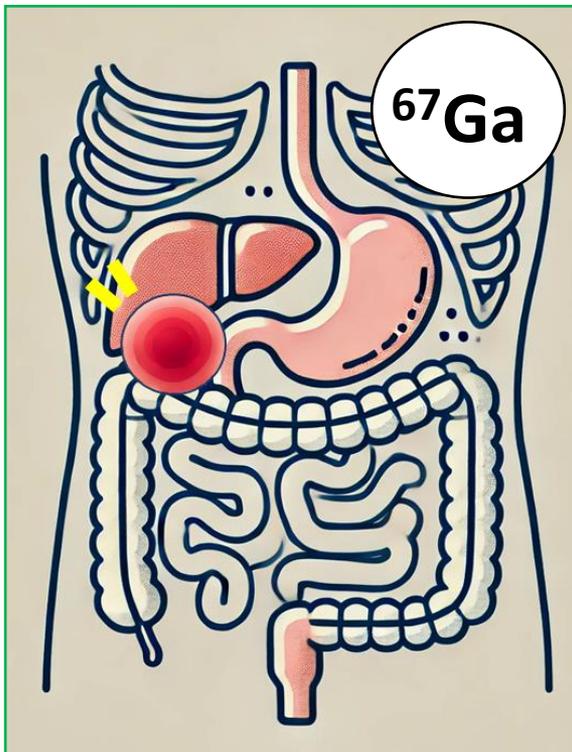
ニッケル-63 63Ni

ガスクロとは？

物質の詳しい分析ができるガスクロマトグラフィ(通称ガスクロ)の中には、検出器という機械が何種類も入っています。そのひとつがニッケル63から放出されるベータ線による電離作用を利用します。



窒素 N  $\xrightarrow{\beta\text{線}}$  Ni<sup>+</sup> e<sup>-</sup>



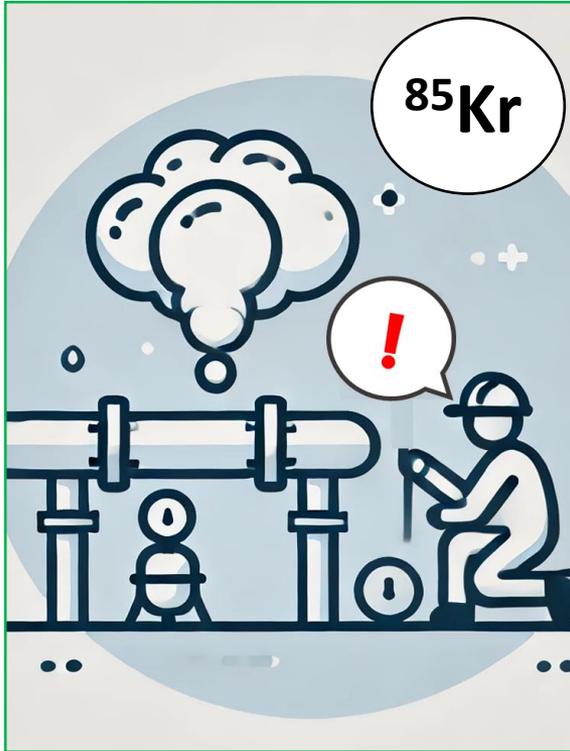
67Ga

ガリウムを  
身体に入れて  
映し出す  
炎症の地図  
病のありか

ガリウム-67 67Ga

ガリウムとは？

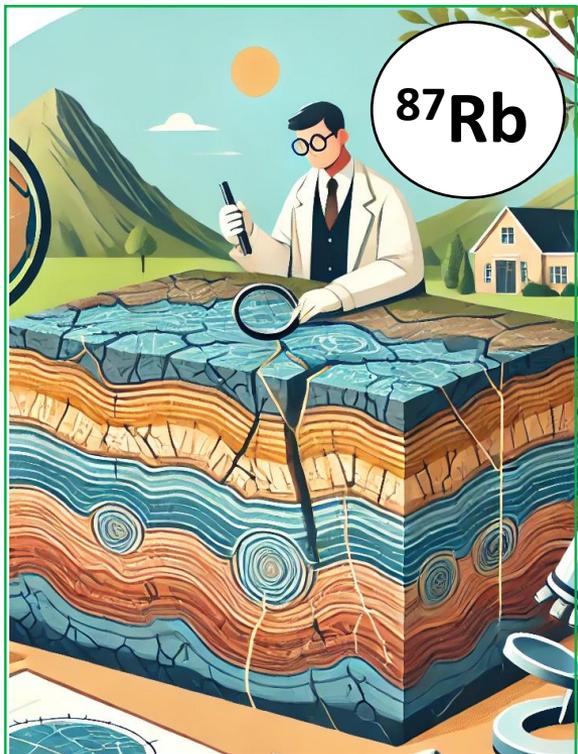
ガリウムは体の中で鉄と似た動きをします。炎症が起きると、その部分では体が鉄を多く必要とするため、ガリウムも集まります。この性質を利用して、炎症の場所を特定することができます。



## クリプトン-85 $^{85}\text{Kr}$

### クリプトンで漏洩検査

検査対象にクリプトン85を入れ、漏れたガスから放射線を検出して、漏れの場所を特定します。この方法は、とても小さな隙間からの漏れも見つけられるので、真空装置や航空機部品などの精密な検査に役立っています。



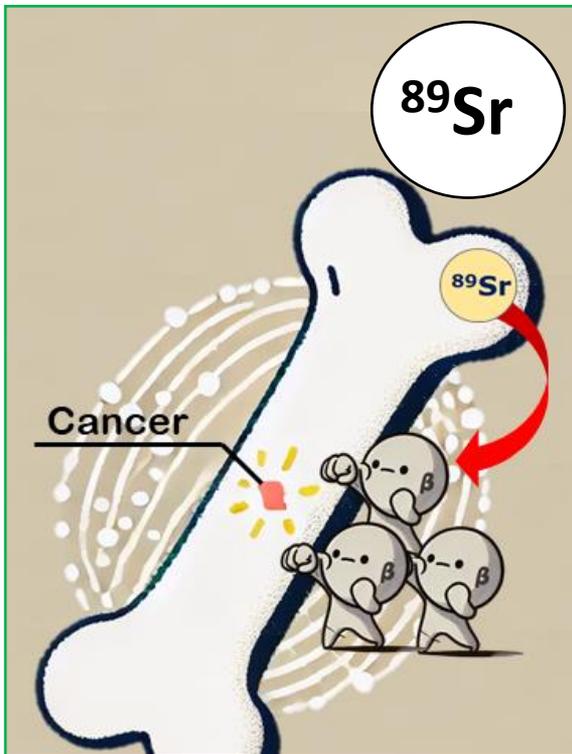
地球の歴史  
ルビジウム  
解明するぞ

ゆっくりと  
変化するなり

ルビジウム-87  $^{87}\text{Rb}$

ルビジウムで年代測定

岩石や鉱物の中に含まれるルビジウムが、時間とともにゆっくりとストロンチウムに変わる性質を利用して、岩石ができた年代を調べる方法です。数百万年から数十億年前までの時間を測るのに適しています。



Three cartoon figures labeled  $\beta$  are shown, with a red arrow pointing to them from a yellow circle labeled  $^{89}\text{Sr}$  above them.

$^{89}\text{Sr}$

In the 骨

そっくりさんだよ

カルシウム

痛みを減らせ

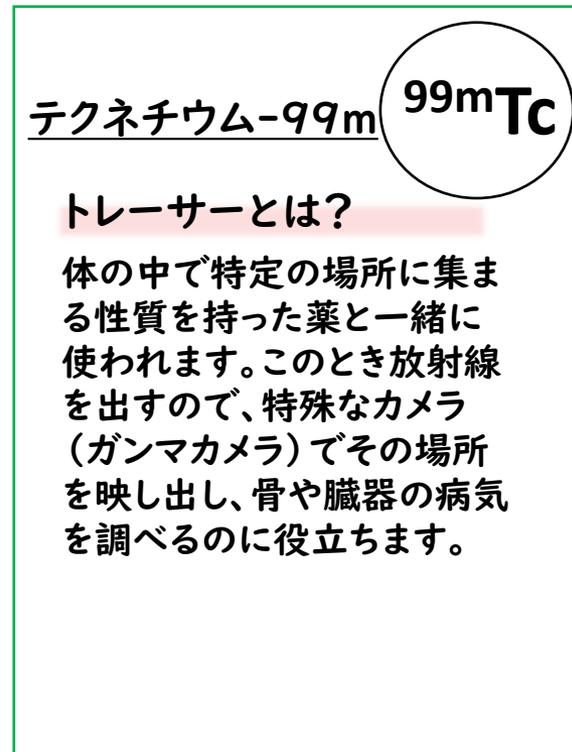
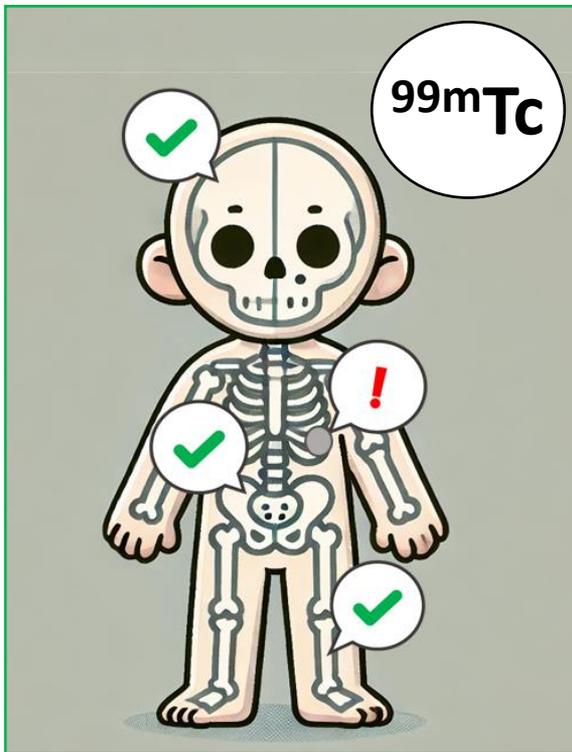
緩和治療

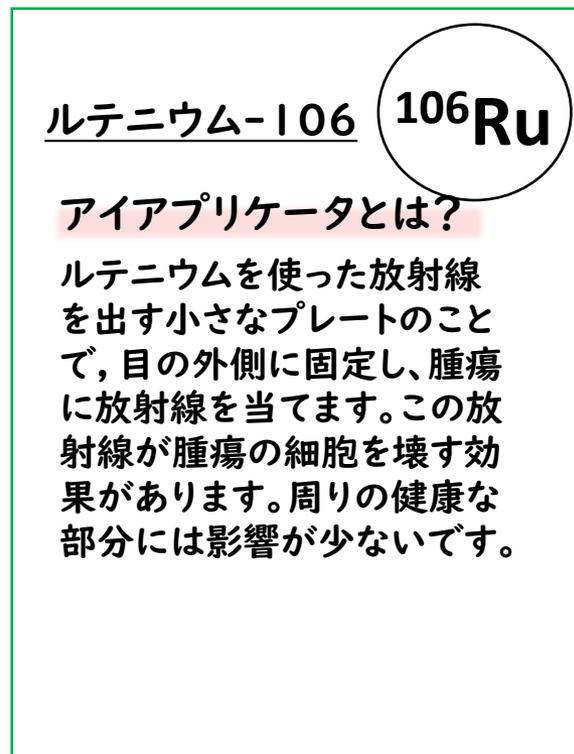
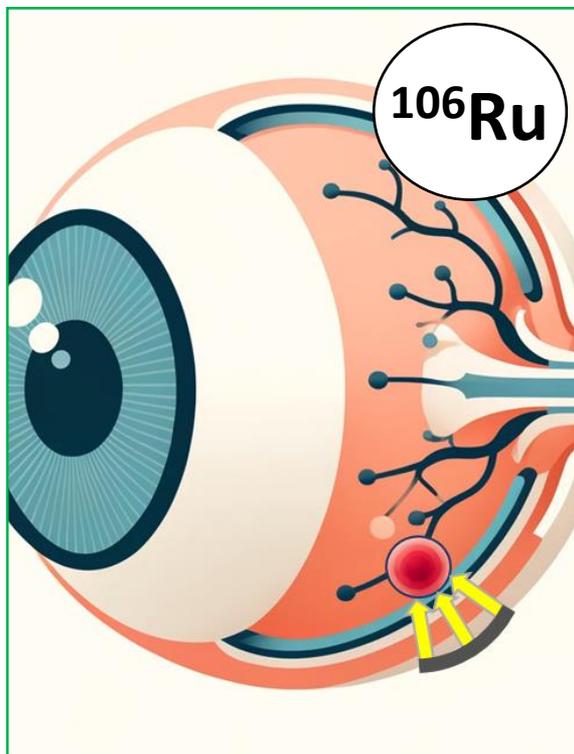
ストロンチウム-89  $^{89}\text{Sr}$

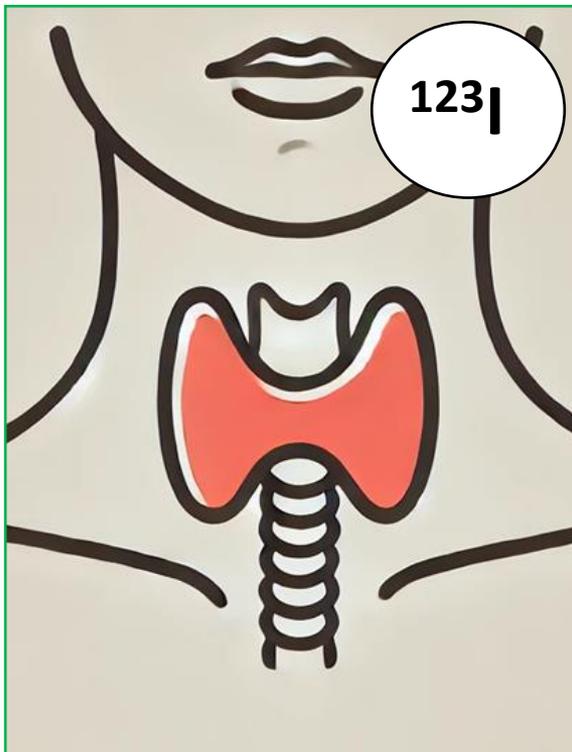
緩和治療とは？

ストロンチウムはカルシウムと似た性質で、骨代謝が多いところに集まってベータ線を出します。これが骨のがんに作用して痛みを軽減させます。

※2019年に供給が止まったため、現在は別の緩和治療が行われています。







123I

体内で  
病気を見つける  
優れたもの  
甲状腺で  
大集合

ヨウ素-123

123I

ヨウ素-123の性質

ヨウ素-123は、甲状腺が吸収する性質を持つ放射性物質です。これを飲むと甲状腺に集まり、出る放射線を特殊なカメラで撮影することで、甲状腺の大きさや働きを調べることができます。



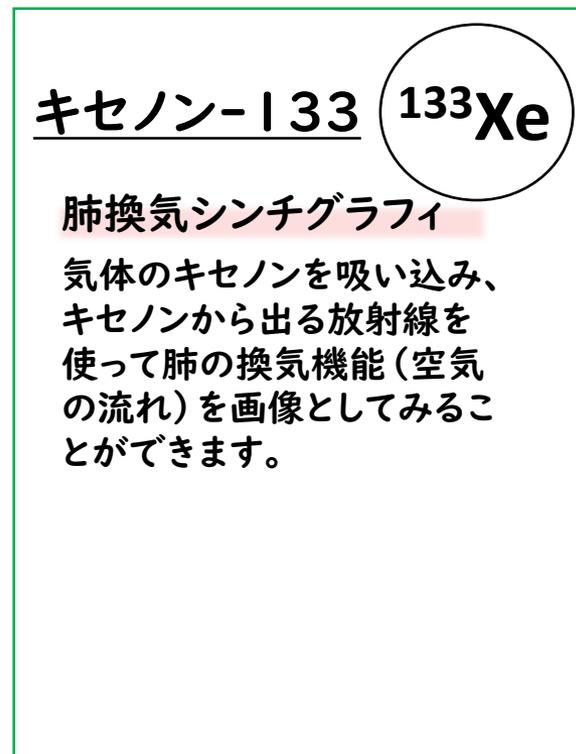
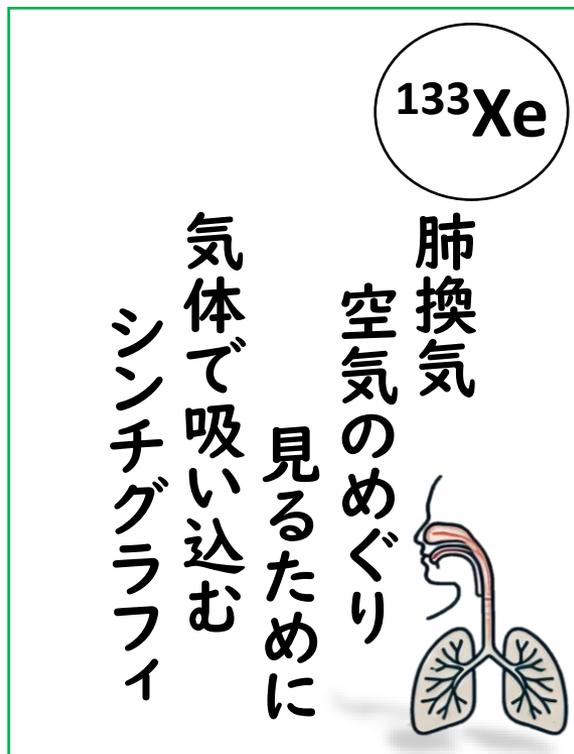
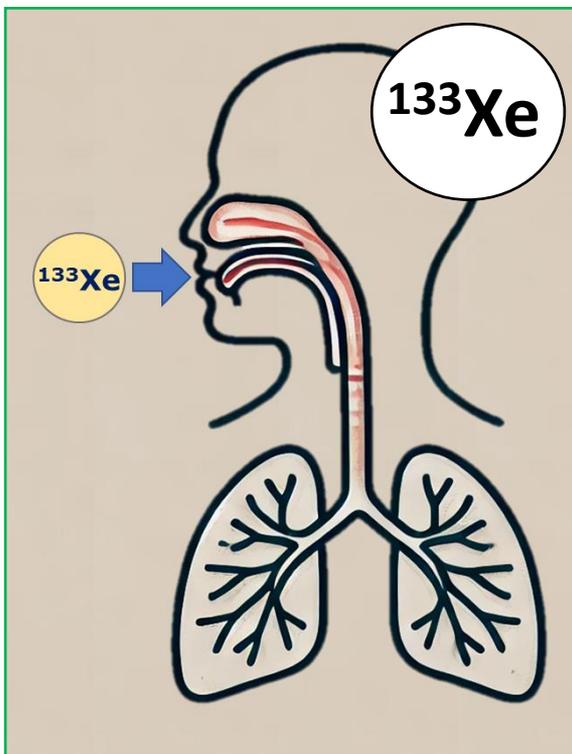
123I

スペクトルで  
脳血流を  
確認だ  
隠れたサイン  
見逃すな

ヨウ素-123 123I

検査に適したRI

注射すると脳に運ばれ、血流の多い場所に集まります。この放射線を特殊なカメラで映像化して、脳の血流の状態を調べます。ヨウ素-123は、適度な時間放射線を出し続けるので検査にちょうどよく、体に害が少ない安全な物質です。

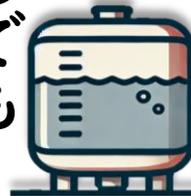


$^{137}\text{Cs}$



$^{137}\text{Cs}$

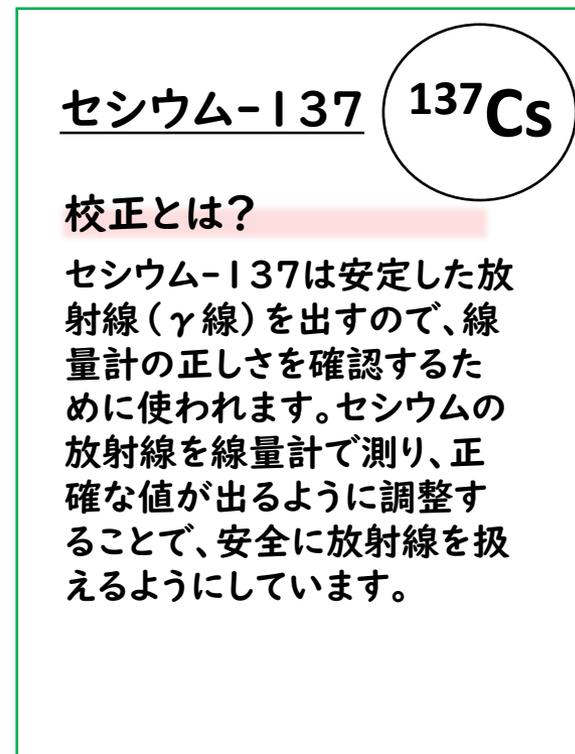
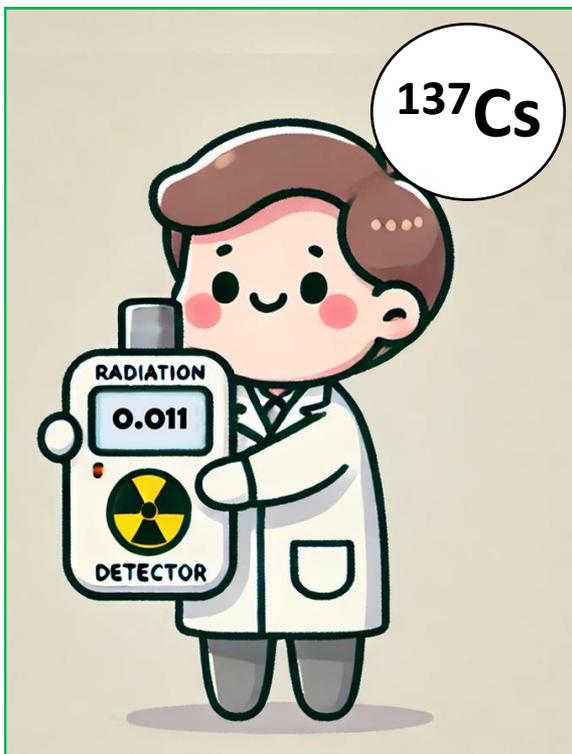
レベル計  
危険なものでも  
触らずに  
見えぬ中身を  
正確に知る



セシウム-137  $^{137}\text{Cs}$

レベル計とは？

タンクや容器の中の液体や粉の高さを測る装置です。工場や発電所、水処理施設などで使われます。放射線を使うタイプは、高温や危険な環境でも非接触で測れるのが特徴です。





昔から人気  
夜光時計

暗闇で  
静かに灯る  
青光り

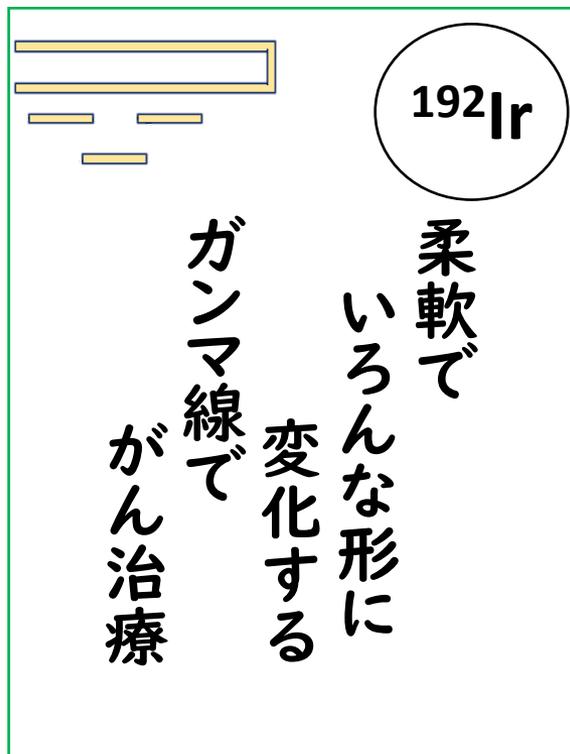
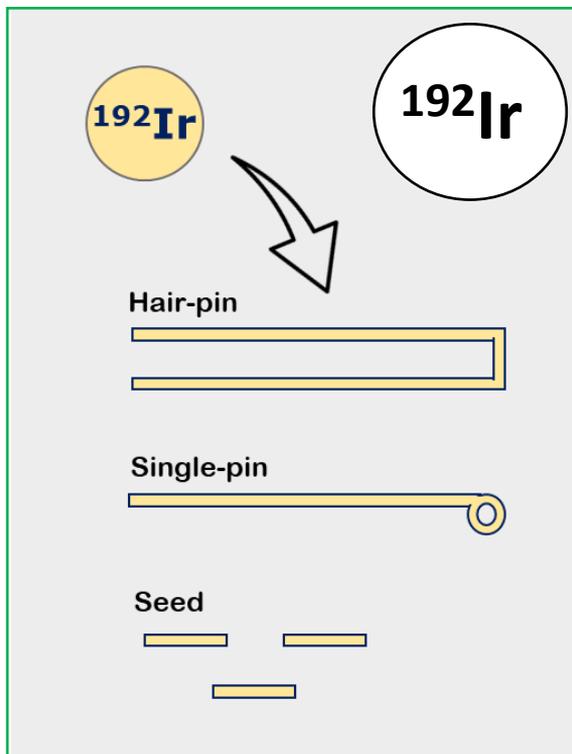
147Pm



プロメチウム-147 <sup>147</sup>Pm

### Pmを使った夜光時計

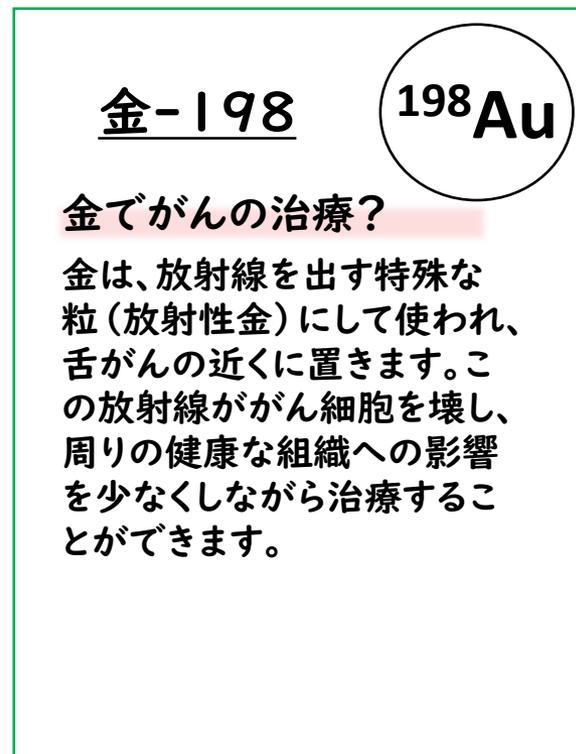
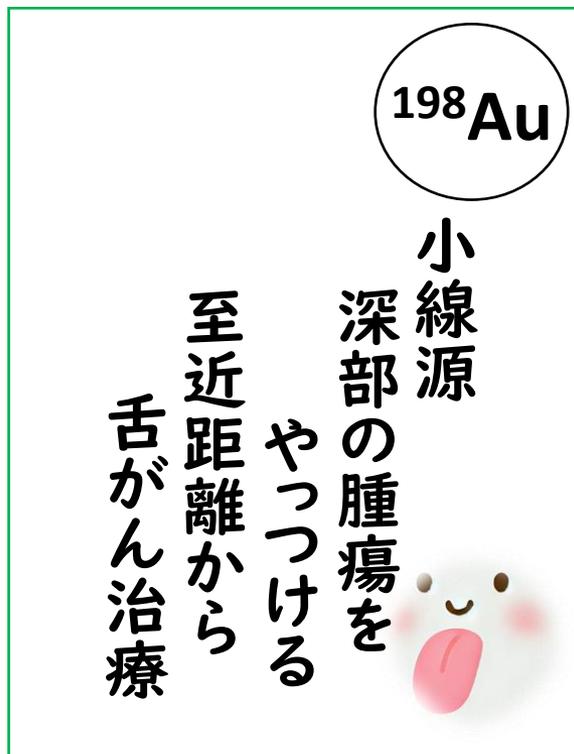
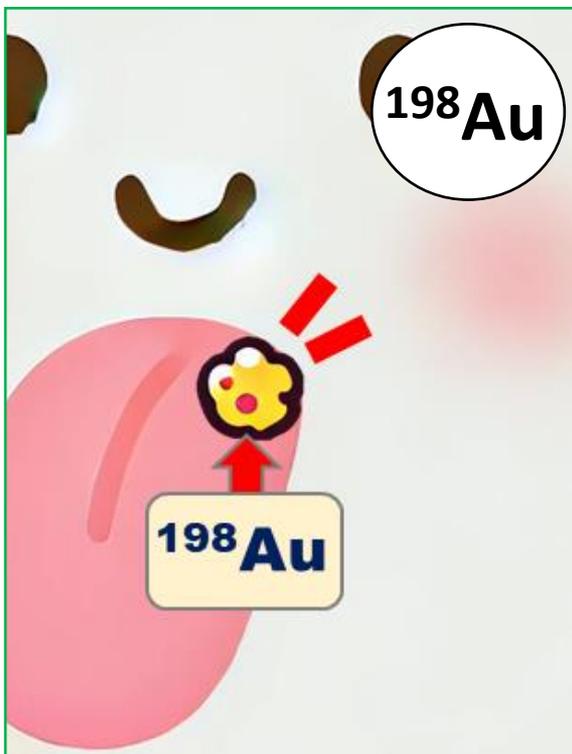
プロメチウムが出すベータ線（電子）が、文字盤に塗られた蛍光物質に当たると、そのエネルギーで蛍光物質が光ります。現在では使われていませんが、これにより暗い場所でも時計が見やすくなっていました。

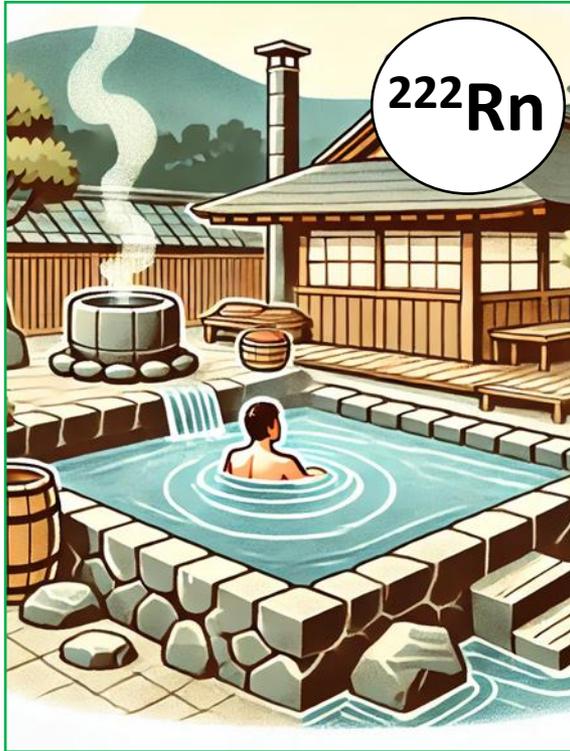


イリジウム-192  $^{192}\text{Ir}$

**小線源治療とは？**

放射線を出す物質をがんの近くに直接き、放射線でがん細胞を壊す治療法です。イリジウムは柔らかく加工しやすいので、小線源治療によく使われています。





222Rn

入浴で  
体ぽかぽか  
最高やん

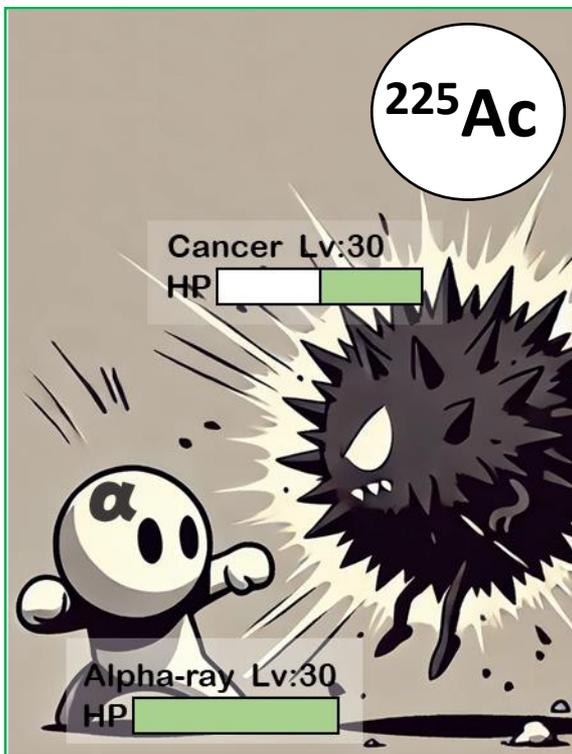
心も癒す  
ラドン温泉



ラドン-222 222Rn

身の回りのラドン

ラドンは、放射性の気体で、空気や温泉の中に少し含まれています。自然に存在する量は少なく、普段の生活で問題になることはほとんどありません。



225Ac

期待大  
アルファ線で  
がん治療  
の未来を  
担っているよ

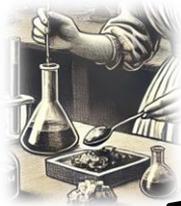
This panel features a smaller version of the Alpha-ray character on the right. To its left, vertical Japanese text reads: '期待大 アルファ線で がん治療 の未来を 担っているよ'. At the top right, '225Ac' is written inside a white circle.

225Ac

アクチニウム-225

アクチニウムでがん治療  
アルファ線という強い放射線  
を出します。このアルファ線  
を、がん細胞だけに届くよう  
に薬と一緒に身体へ入れて、  
がん細胞を壊します。他の体  
の部分への影響を少なくで  
きるので、がん治療に使われ  
ています。

This panel contains a small Alpha-ray character on the right. At the top right, '225Ac' is in a white circle. Below it, the text 'アクチニウム-225' is underlined. The main text describes the use of Actinium-225 in cancer treatment, highlighting the effectiveness of alpha rays.



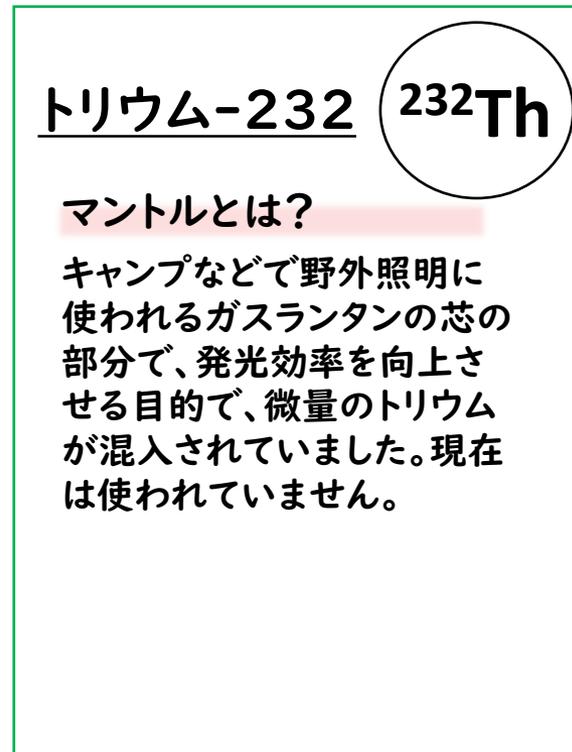
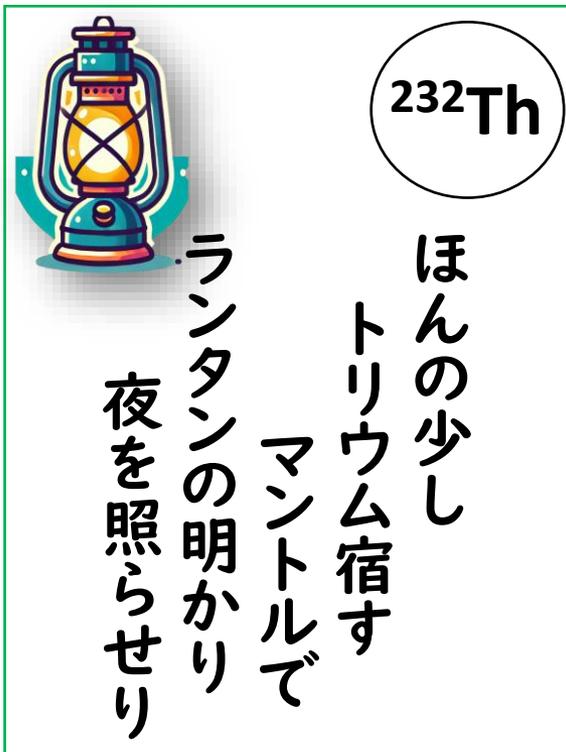
226Ra

キュリー夫人  
たくさんの鉱石  
かき集め  
ついに見つけた  
新たな線源

ラジウム-226 226Ra

マリー・キュリー

キュリー夫人はピッチブレン  
ドという鉱石からポロニウム  
とラジウムという新しい放射  
性物質を取り出すことに成  
功しました。

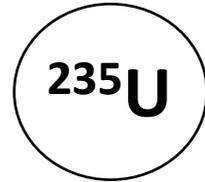




期待されてる  
エネルギー源

核分裂

中性子  
核に取り込み

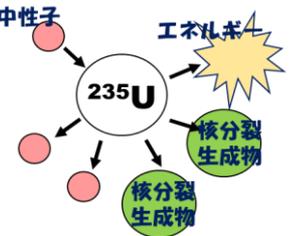


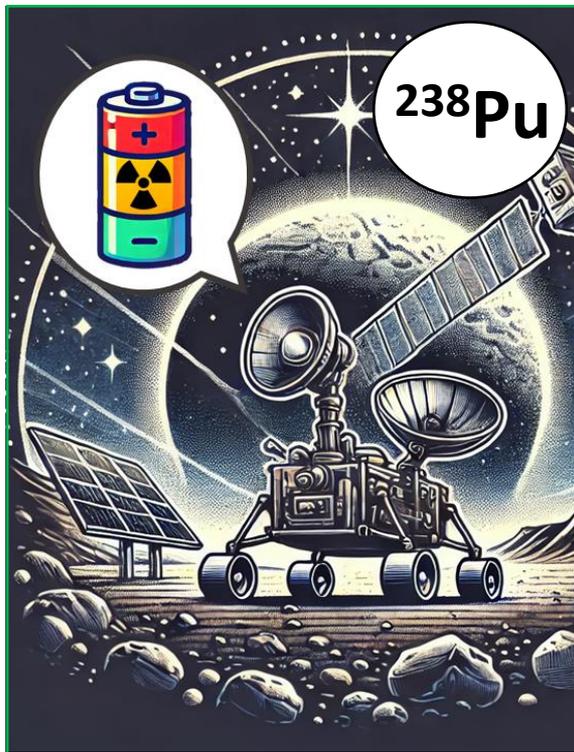
## ウラン235



### 原子炉のしくみ

ウラン-235は、中性子が当たると分裂してエネルギーを出します。このエネルギーで水を温めて蒸気を作り、その蒸気でタービンを回して電気を作ります。





これで  
宇宙探査  
で  
利用する  
熱

238Pu

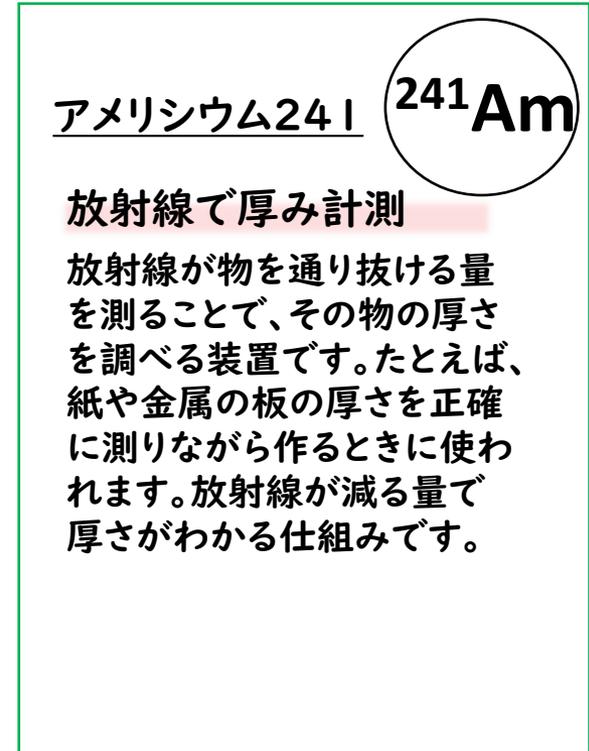
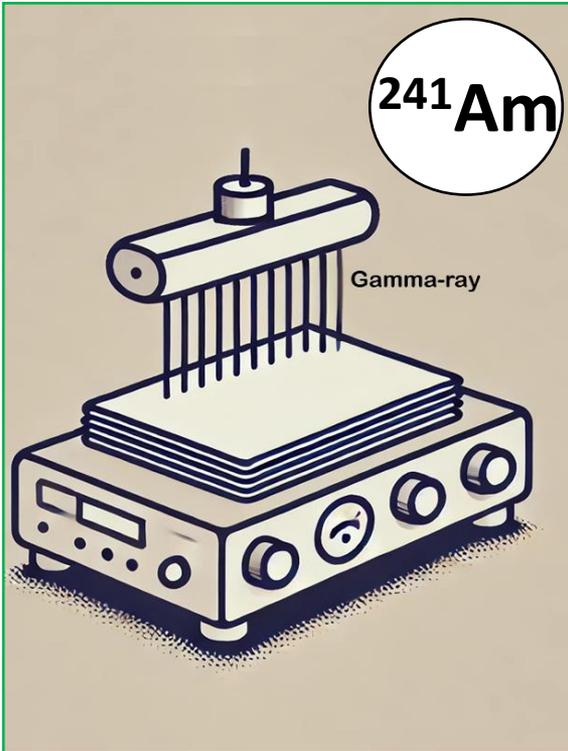
壊変で



プルトニウム238 238Pu

プルトニウム電池とは？

プルトニウム-238が出す放射線の熱を電気に変える電池です。宇宙探査機や遠く離れた場所で長時間電力を必要とする機器に使われています。電池としては寿命が長く、安定して電力を供給できます。





火災報知器  
アラーム鳴らす

煙出て

焼肉やって

室内で

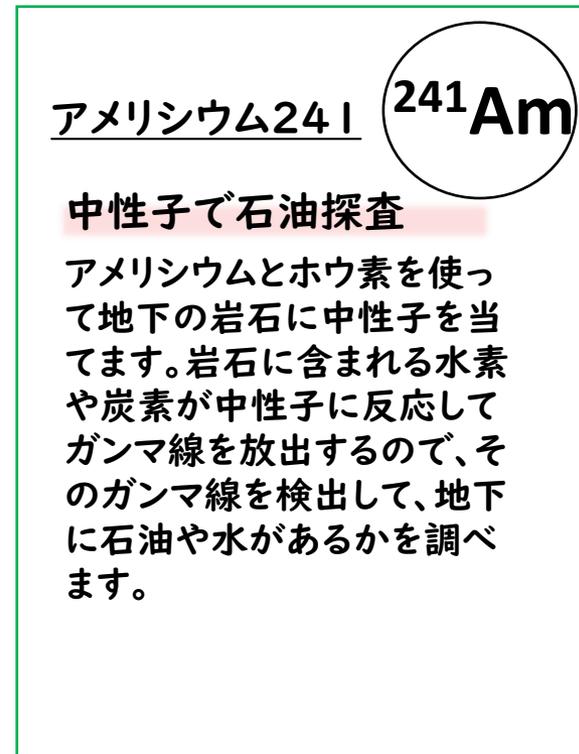
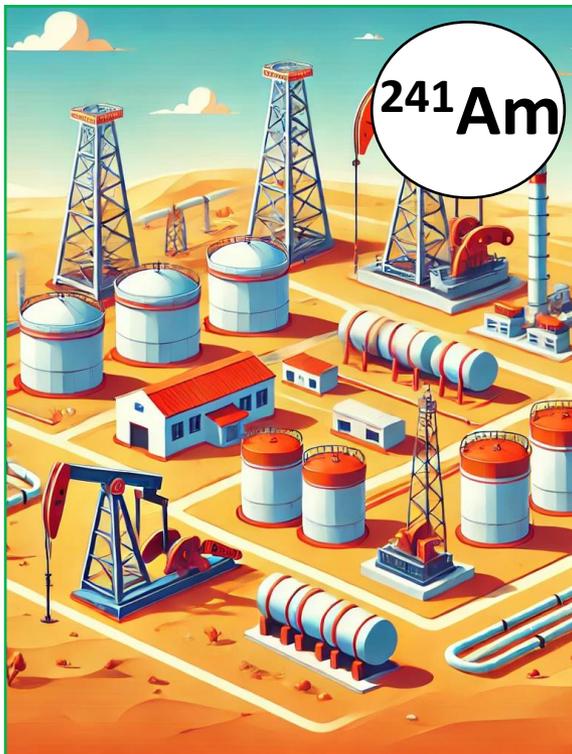
241Am

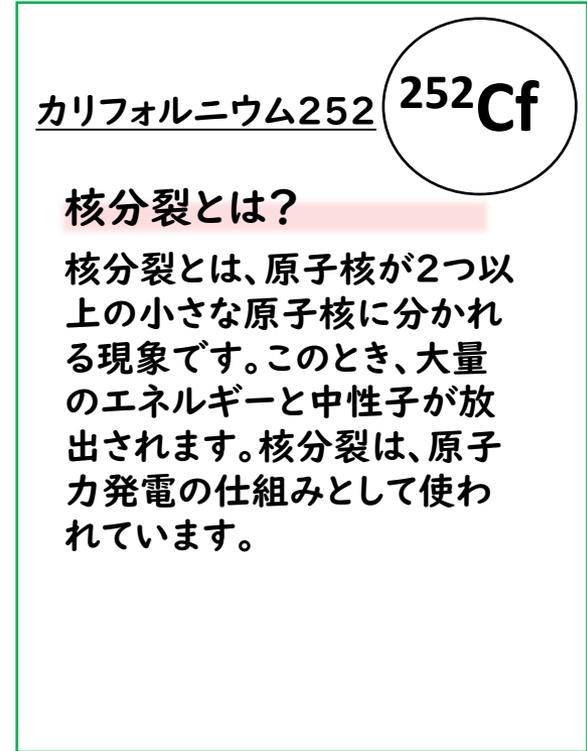
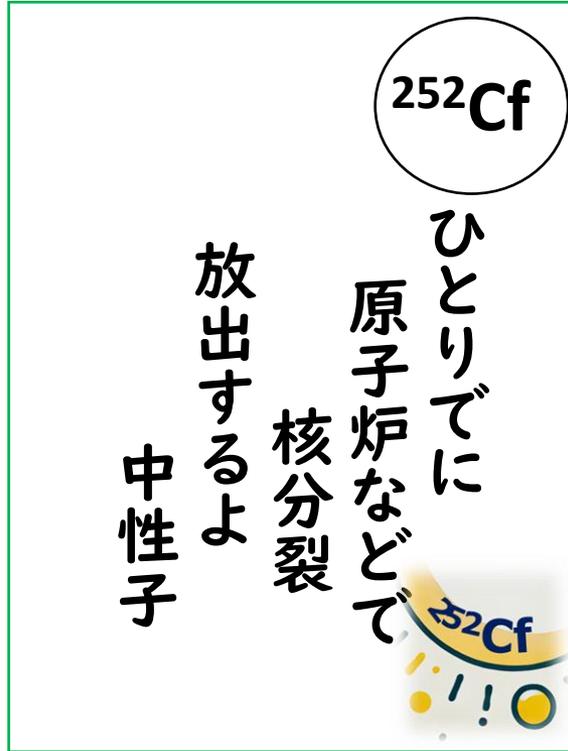
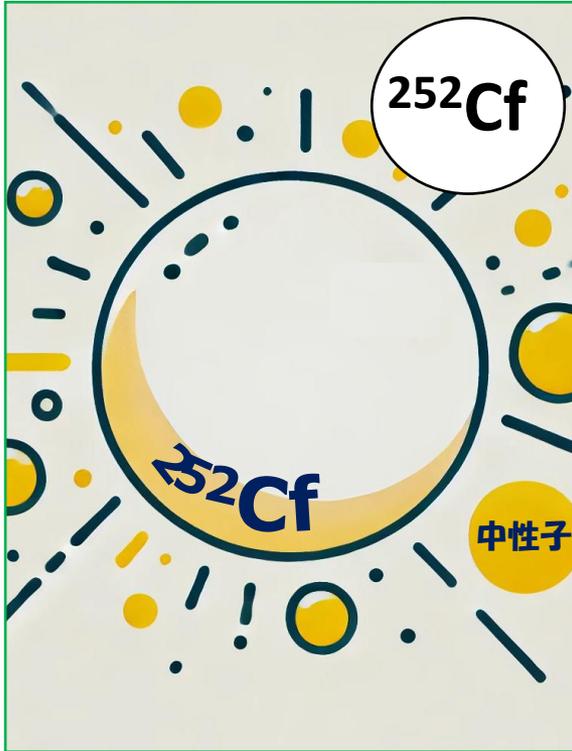


アメリカシウム241  $^{241}\text{Am}$

火災報知器のしくみ

アメリカシウムは放射線を出して空気の中の粒子を電気が通りやすい状態にします。煙が入るとこの電気の流れが弱まり、それを感知して警報を鳴らします。これがアメリカシウムを使った煙感知器の仕組みです。





## 解説カード①

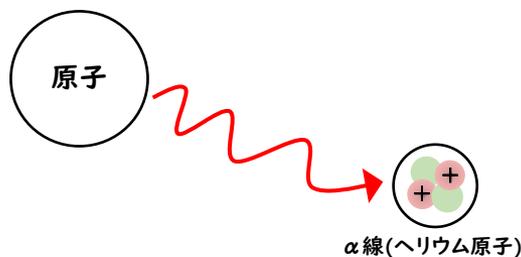
### 同位体とは

同位体			
	${}^1_1\text{H}$	${}^2_1\text{H}$	${}^3_1\text{H}$
陽子の数 	1	1	1
中性子の数 	0	1	2
質量数	1	2	3

原子番号が等しく、中性子の数が異なる原子です。さらに放射線を出すものを放射性同位体といいます。

## 解説カード②

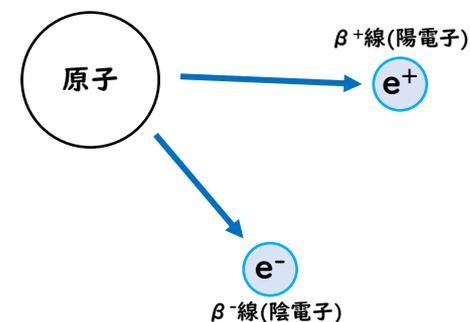
### $\alpha$ 線とは



陽子2個、中性子2個のヘリウム原子のことで、原子番号が大きい原子から放出されやすいです。

## 解説カード③

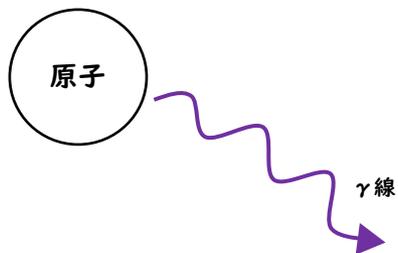
### $\beta$ 線とは



中性子が不足または過剰のとき、安定な状態になるために放出される電子のことです。

## 解説カード④

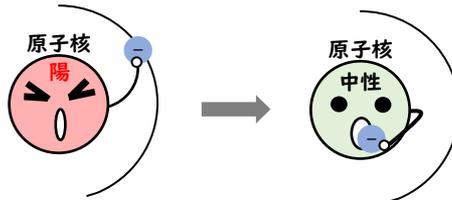
### γ線とは



余分なエネルギーを持っている原子核が安定した原子核になるために放出したエネルギーのことです。

## 解説カード⑤

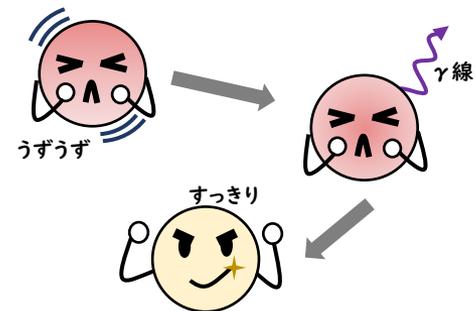
### EC(軌道電子捕獲)とは



原子核に陽子が多い場合に軌道電子を捕獲して中性子を生成します。

## 解説カード⑥

### IT(核異性体転移)とは



同じ原子核でも、持っているエネルギーが多い場合にエネルギーを放出して安定になります。