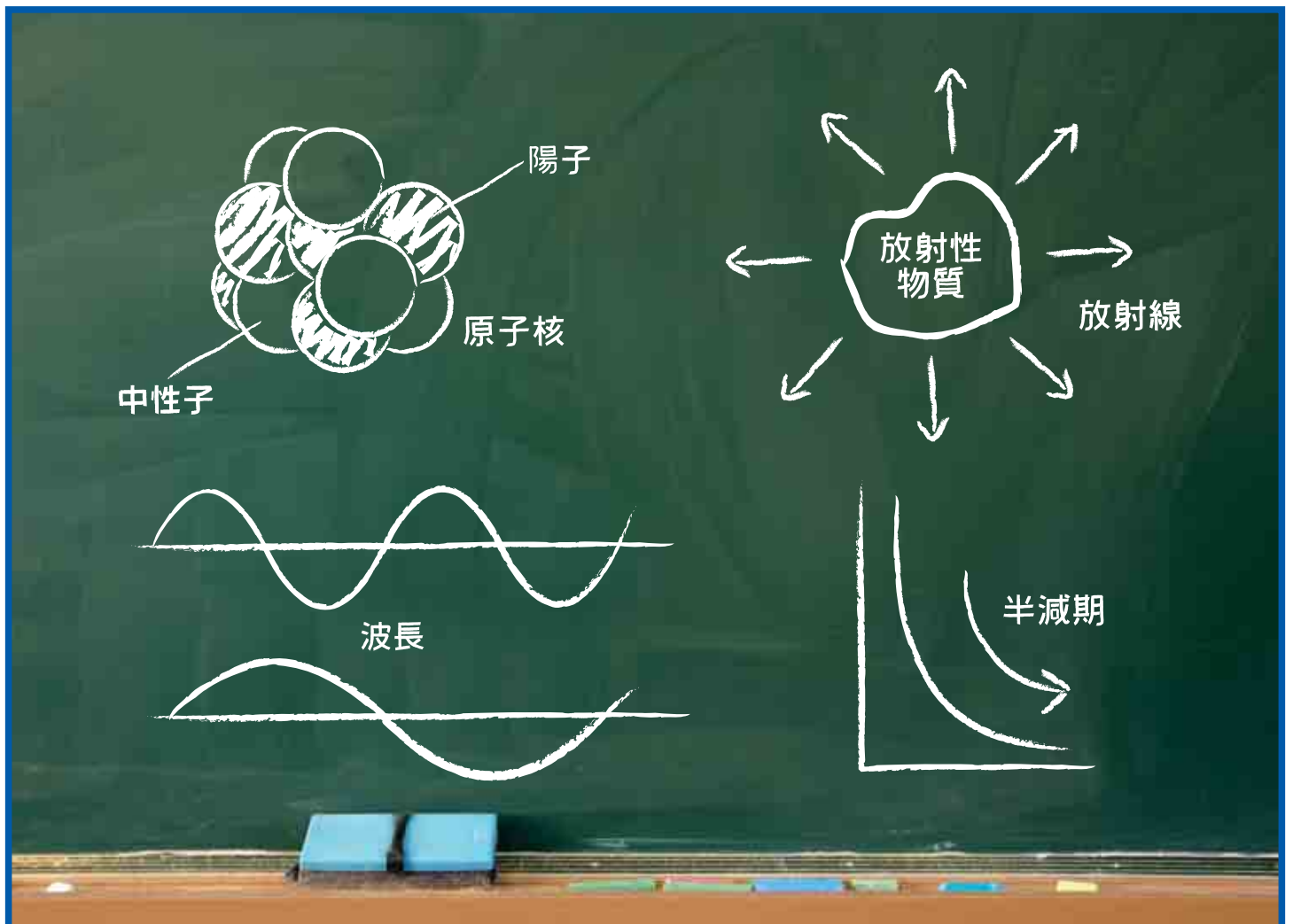


知っておきたい 放射線のこと



高校生のための
放射線副読本



はじめに

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震（マグニチュード9）によって東京電力（株）福島第一原子力発電所で事故が起こり、放射性物質（ヨウ素、セシウムなど）が大気中や海中に放出されました。

この発電所の周辺地域では、放射線を受ける量が一定の水準を超える恐れがある方々が避難することとなり、東日本の一部の地域では、水道水の摂取や一部の食品の摂取・出荷が制限されました。

このようなことから、皆さんの中にも、放射線への関心や放射線による人体への影響などについての不安を抱いている人が多いと考え、放射線について解説・説明した副読本を作成しました。

この副読本では、放射線の基礎知識から放射線による人体への影響、目的に合わせた測定器の利用方法、事故が起きた時の心構え、さらには、色々な分野で利用されている放射線の一面などについて解説・説明をしています。



目 次

◆放射線の世界	3
◆原子と原子核	4
◆放射線の基礎知識	5~10
◆放射線による影響	11~14
◆放射線の利用	15~16
◆放射線の管理・防護	17~18
◆身の回りの放射線の測定	19~20
◆放射線についての参考Webサイト	21



植物からの放射線を写し出す

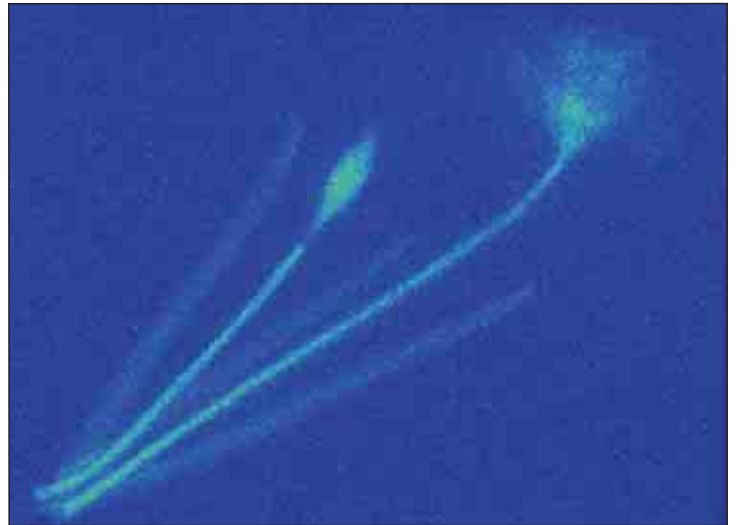
右の画像は、スイセンから出ている自然放射線を写したものです。

色の明るい部分は、スイセンの中に含まれるカリウム40*によるものです。色の明るい部分ほど放射線が多く出ています。

画像は、放射線を受けると蛍光を発する物質を塗った特殊な板にスイセンを挟むなどして、外部からの自然放射線を遮る厚い鉛の箱の中に数日から2か月程度入れておくと、スイセンのカリウム40からの放射線が板に写し出されます。

なお、カリウムは、生物が生きていくために重要な元素で植物や動物に含まれています。

※カリウムの中には、放射線を出すカリウム40と呼ばれる物質が微量に含まれています。

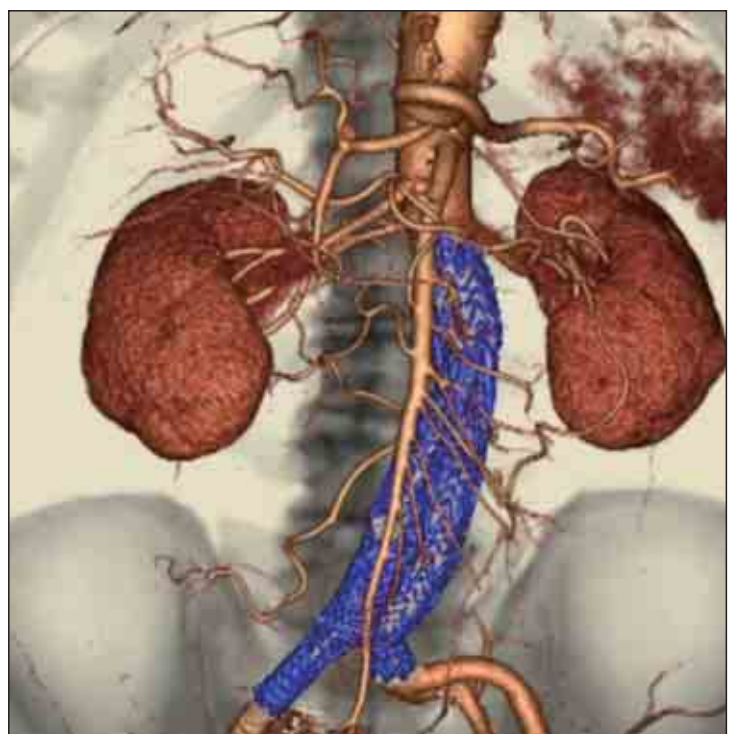


CT画像の進歩による3次元立体画像(3D)

CT(コンピュータ断層撮影)では、放射線を利用して体の断層撮影を行います。

これまでは、体を断面画像(輪切りなど)として見るだけでしたが、最近では、画像処理技術の向上によって立体的で鮮明な画像を得ることができます。

右の写真の青い部分は、人工血管を表しています。立体的な画像を見ることにより、人工血管の様子を確認することができます。



人の腎臓周辺の立体画像

原子と原子核



原子と原子核

世の中には、およそ110種類ほどの元素*があります。

水素(原子番号1)からウラン(原子番号92)までの92種類は、ほとんどが自然界で発見されましたが、ネプツニウム(原子番号93)以降は人工的に作り出された元素です。

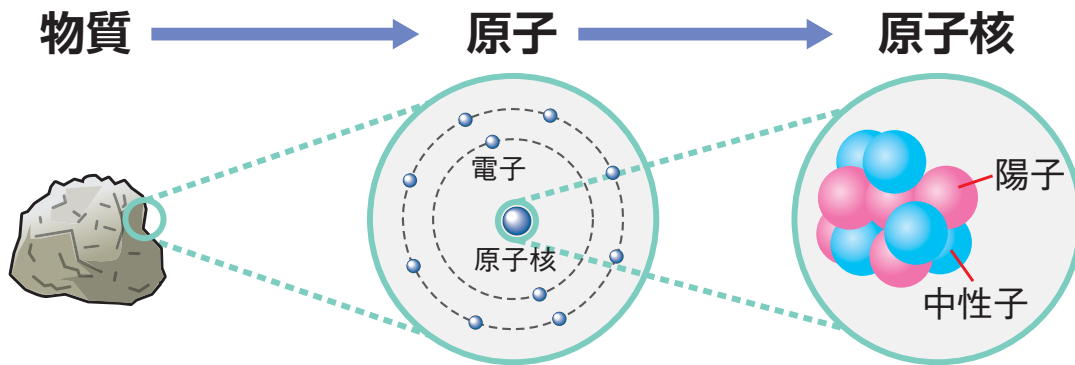
原子の構造は、中心にある原子核とその周囲に存在する電子からなります。

原子核は、正の電荷をもつ陽子と電荷をもたない中性子から成り立っています。

原子番号は陽子の数を表し、陽子の数と中性子の数を合わせたものが質量数となります。

陽子の質量は、電子の質量のおよそ1840倍です。

*元素は、原子の種類。原子核中の陽子の数(原子番号)で決まります。



同位体・同位元素(アイソトープ)

同じ原子番号の元素でも質量数が異なる(中性子の数が異なる)ものを同位体または同位元素(アイソトープ)といいます。

例えば、水素は、大半が陽子1個だけからできていますが、陽子・中性子ともに1個からできた重水素や陽子1個と中性子2個からできた三重水素と呼ばれるものもあります。

同位体の中でも放射線を出さないもの(例えば水素、重水素)を安定同位体、放射線を出すもの(例えば三重水素)を放射性同位体(ラジオアイソトープ)といいます。

質量数(陽子と中性子の合計数と同じ)



■ 原子の表記法

元素記号の左上に質量数、
左下に原子番号を示す。

質量数=陽子(P)の数+中性子(N)の数

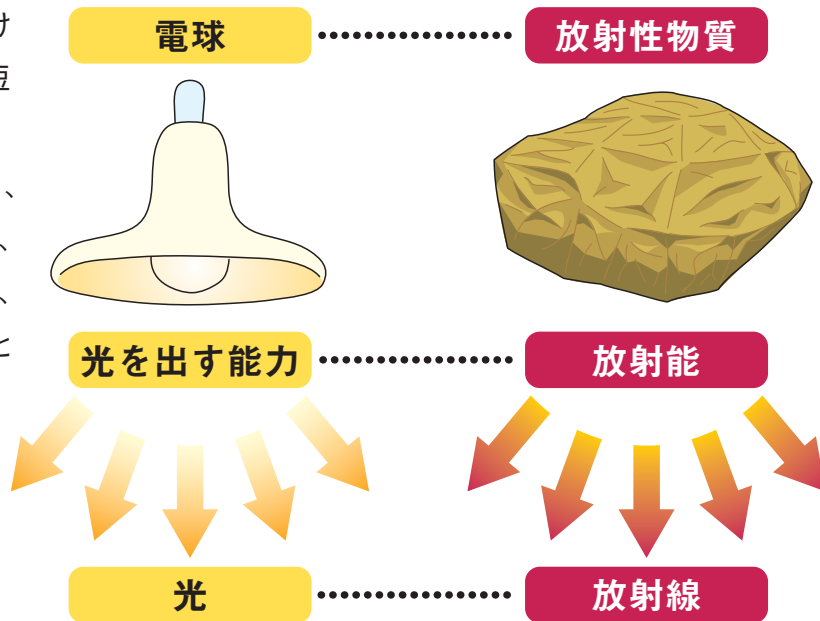
原子番号=陽子(P)の数

放射線の基礎知識

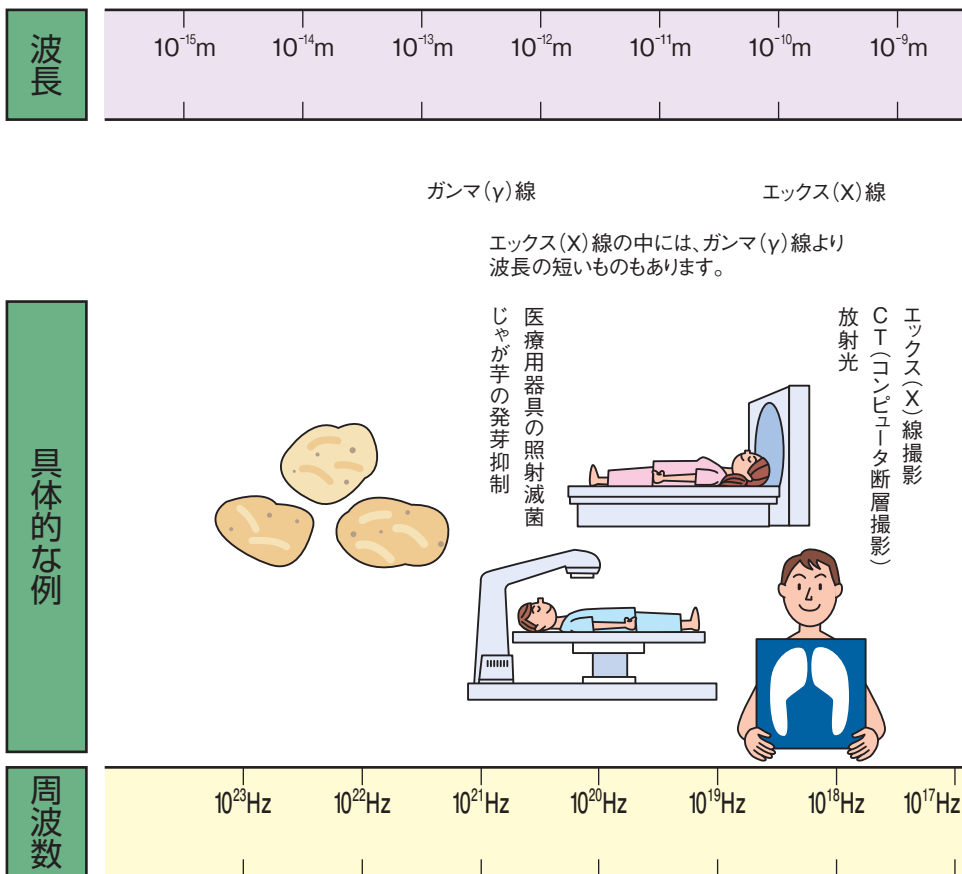
放射性物質と放射能、放射線

放射線は、大きく二つの種類に分けられます。「高速の粒子」と「波長が短い電磁波」です。

放射線を出す物質を「放射性物質」、放射線を出す能力を「放射能」といい、電球に例えると、放射性物質が電球、放射能が光を出す能力、放射線が光といえます。



◆電磁波の種類



ガンマ(γ)線、エックス(X)線は電磁波の仲間

「電磁波」とは、電界(電場)と磁界(磁場)が相互に作用しながら空間を伝播する波のことです。

電流が時間的に変化したり、電界や磁界が空間的に変化したりすると電磁波が発生します。

電磁波は、光と同じ速度(約 3×10^8 km/s)で進みます。また、隣合う波の山と山の間または隣合う谷と谷の間の長さのことを「波長」といいます。

1秒間に一周期の波が伝播する回数を「周波数(単位:Hz)」といいます。

電磁波の性質は、波長または周波数によって大きく異なります。

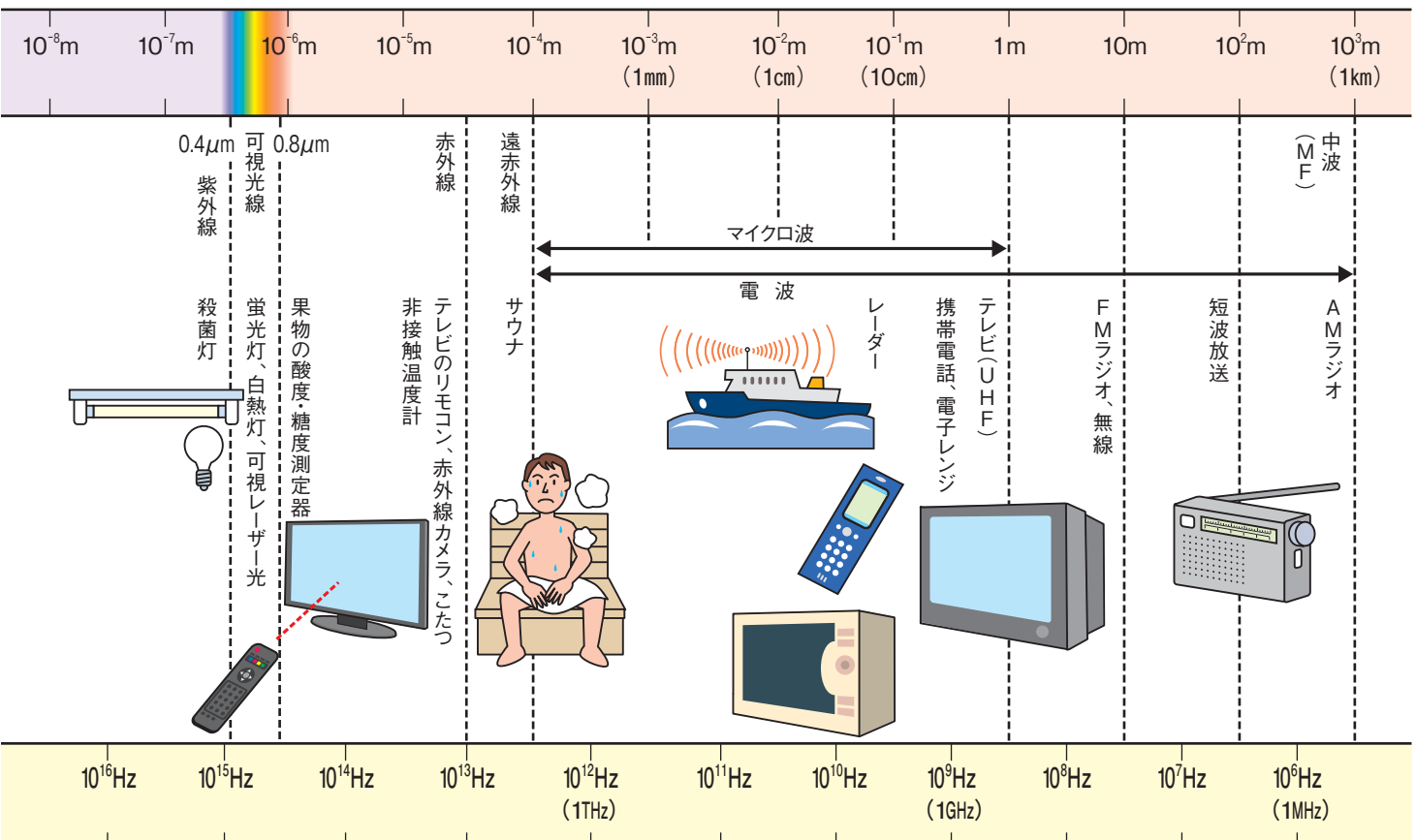
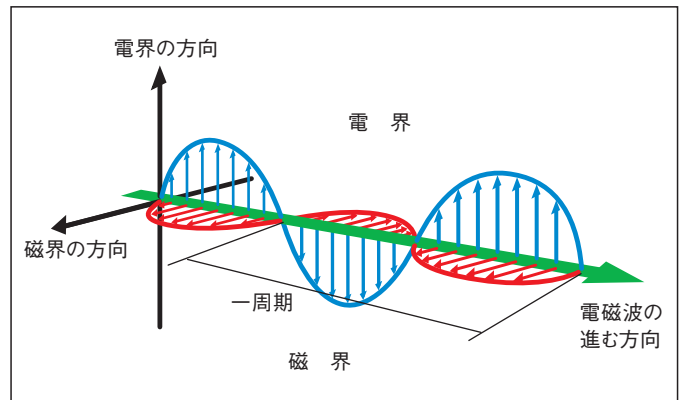
太陽光線の紫外線や赤外線も電磁波の一種です。

波長が短くなる(周波数が高くなる)ほど電磁波のエネルギーは高くなります。

波長が短いものから順に

- (1) 電離放射線(ガンマ(γ)線やエックス(X)線)
- (2) 紫外線
- (3) 可視光線(人間の目に見える光)
- (4) 赤外線
- (5) 電波(携帯電話などから発生している電磁波)

となります。



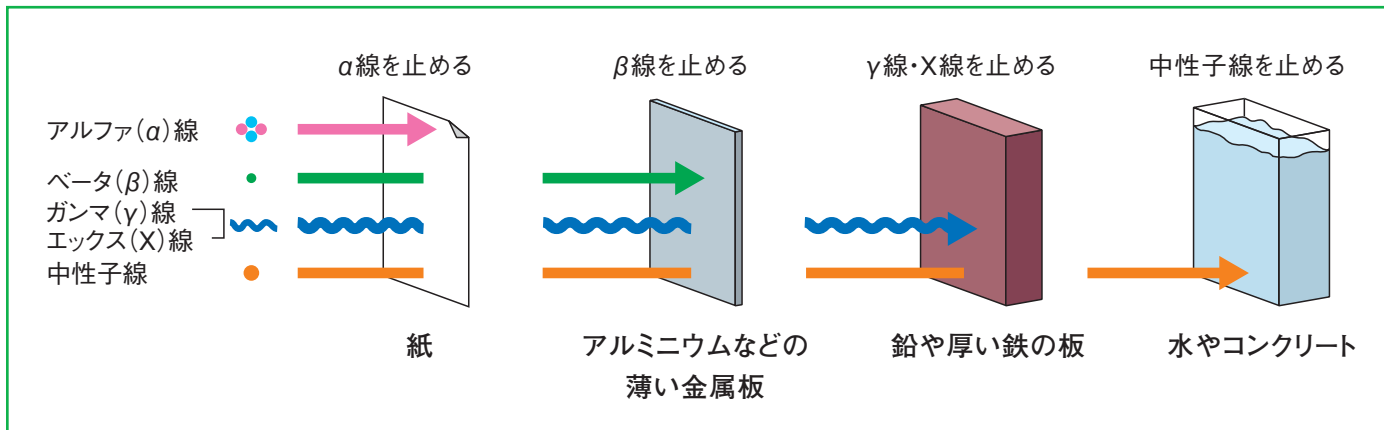
出典:(独)日本原子力研究開発機構「放射線ってなんだろう?」

放射線の基礎知識

放射線の種類と性質

放射線には、アルファ(α)線、ベータ(β)線、ガンマ(γ)線、エックス(X)線、中性子線などの種類があり、どれも物質を透過する能力をもっていますが、その能力は放射線の種類によって違います。

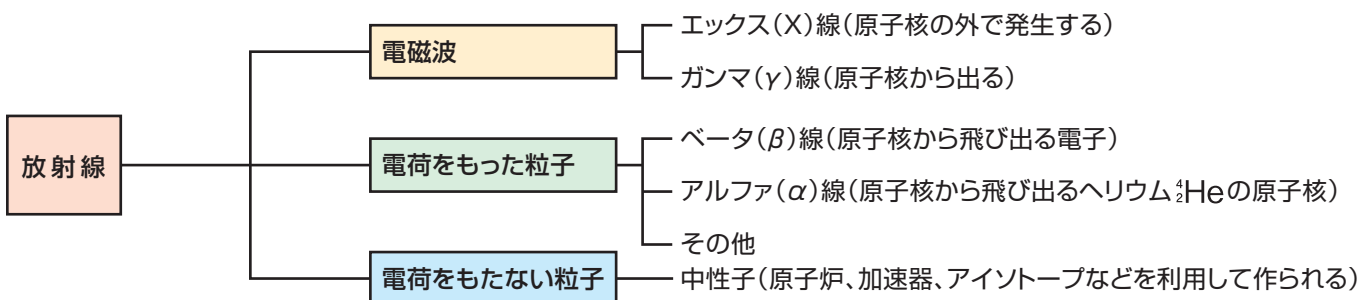
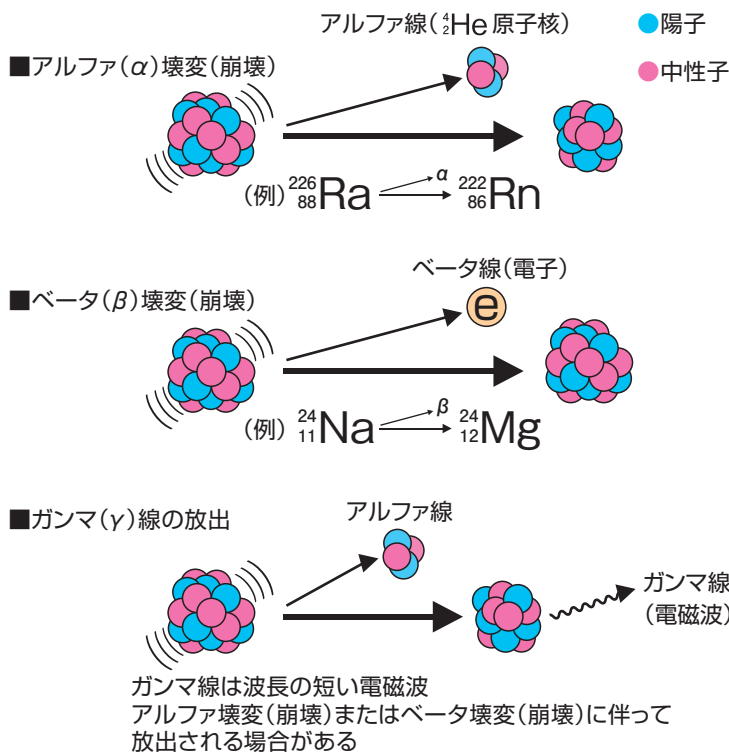
アルファ(α)線は紙1枚、ベータ(β)線はアルミニウム板など、材料や厚さを選ぶことにより遮ることができます。放射線を遮ることを遮へいといいます。



原子核には、不安定で自然に放射線を放出して別の原子核に変わっていくものがあります。原子核が壊れるこの現象を壊変(崩壊)といい、放射線は、その時に放出される高速の粒子と高いエネルギーをもった電磁波のことです。

放射線は空間を高速で伝わるエネルギーの流れのことですが、この意味では電波や可視光線、赤外線、紫外線も全て含まれてしまうため、通常は、物質を電離(イオン化)させるエネルギーをもつ電離放射線のことを単に放射線といいます。

放射線は、大きく粒子と電磁波に分けられ、粒子の放射線は電荷の有無などでさらに細かく分類できます。

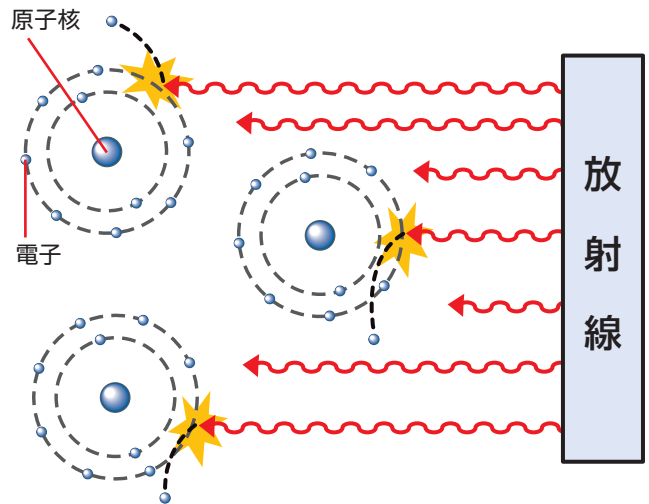


電離作用

放射線が物質を通過する時、もっているエネルギーを原子や分子に与え、電子をはじき出す働きを電離といいます。

パンクしにくい自動車のタイヤの素材や煙を感知すると警報が鳴る煙探知器は、電離作用を利用して開発したものです。

- ◆電離作用を利用した測定器:GM計数管や半導体検出器、電離箱など



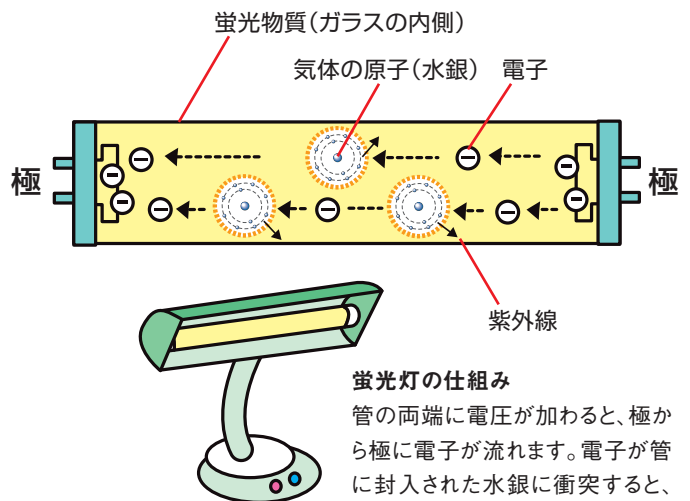
蛍光作用

蛍光作用とは、紫外線や放射線などが特別な物質に当たった時、その物質から特殊な光を出させる働きのことです。

この光を蛍光といい、蛍光を出す物質を蛍光物質といいます。

エックス(X)線の発見は、この蛍光作用によるものです。

- ◆蛍光作用を利用した測定器:シンチレーション式サーベイメータ、蛍光ガラス線量計、熱蛍光線量計など



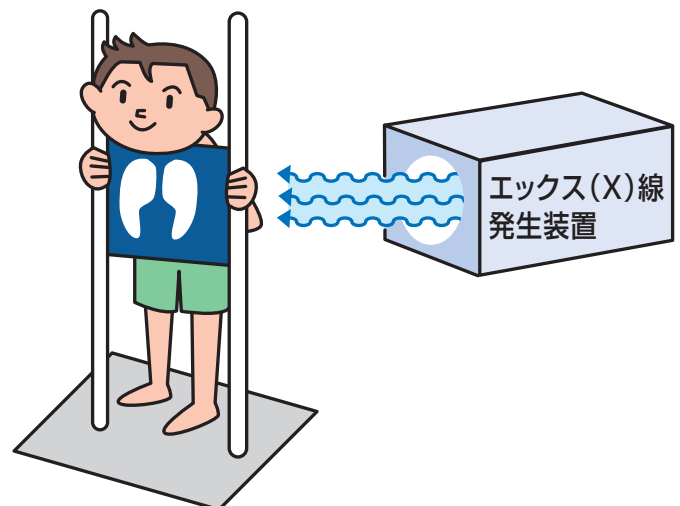
蛍光灯の仕組み

管の両端に電圧が加わると、極から極に電子が流れます。電子が管に封入された水銀に衝突すると、紫外線が発生します。紫外線は蛍光物質を光らせます。

透過作用

放射線には、物質を通り抜ける作用があります。

病院のエックス(X)線撮影は、この透過作用を利用したものです。また、物質を通った後に放射線の量が減っていることを利用して、水位や鉄板、紙などの厚さを測ることができます。



放射線の基礎知識

放射線の単位

放射線は、ある特定の原子核が別の原子核に変化(壊変または崩壊)する際に放出されます。

「ベクレル(Bq)」は、1秒間に壊変(崩壊)する原子核の数のことで、放射性物質が放射線を出す能力を表す単位をいいます。

数値が大きいほど放射線を出して壊変する原子核の数が多いことになります。

人体が受けた放射線による影響の度合いを表す単位を「シーベルト(Sv)」といい、放射線のエネルギーが物質や人体の組織に吸収された量を表す単位を「グレイ(Gy)」といいます。

このため、放射線が人体に与える影響は、放射性物質の放射能の強さ(ベクレル)の大小を比較するのではなく、放射線の種類やエネルギーの大きさ、放射線を受けた身体の部位なども考慮した数値(シーベルト)で比較する必要があります。

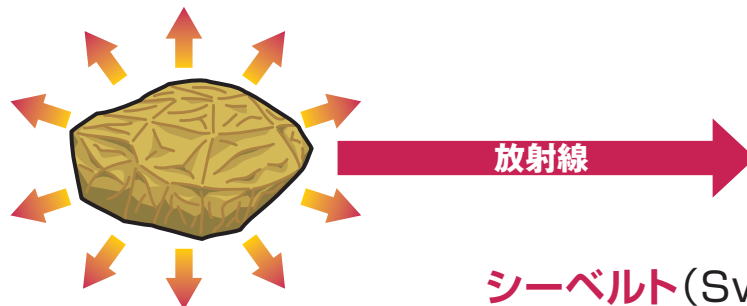
放射性物質の種類によって放出される放射線の種類やエネルギーが異なるので、同じ1000ベクレルの放射能であっても放射性物質が違えば、人体に与える影響の度合い(シーベルト)の大きさは異なります。

ベクレル(Bq)

放射性物質が放射線を出す能力を表す単位

1ベクレルとは、1秒間に一つの原子核が壊変(崩壊)*することを表します。例えば、370ベクレルの放射性カリウムは、毎秒370個の原子核が壊変して放射線を出しカルシウムに変わります。

※壊変(崩壊)とは原子核が放射線を出して別の原子核になる現象のことです。



グレイ(Gy)

放射線のエネルギーが

物質や人体の組織に吸収された量を表す単位

放射線が物質や人体に当たるともっているエネルギーを物質に与えます。1グレイとは、1キログラムの物質が放射線により1ジュールのエネルギーを受けを表します。

シーベルト(Sv)

人体が受けた放射線による影響の度合いを表す単位

放射線を安全に管理するための指標として用いられます。

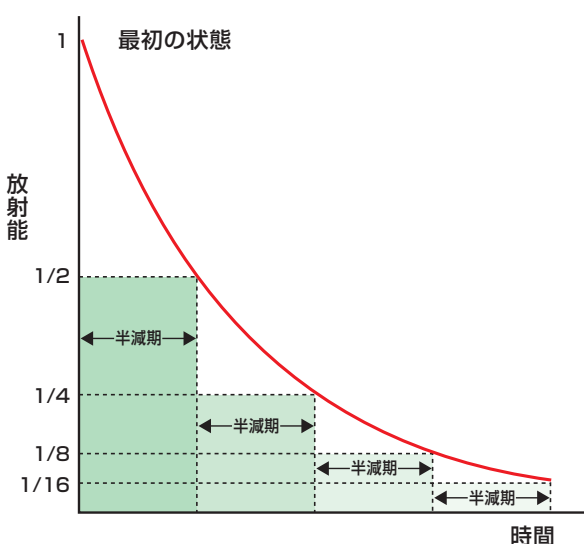
半減期

放射性物質は、壊変(崩壊)を繰り返し、最終的に安定した物質へ変化すると放射線を放出しなくなります。原子核の壊変には、規則性があり、放射能の量はある一定の時間が経過すると半分になり、さらにその同じ一定の時間が経過するとまたその半分になります。

壊変によって始めの原子核の数が半分になるまでの時間を半減期といいます。

半減期は、放射性物質によって違い、数秒のものから100億年を超えるものまであります。

厳密には、これを「物理学的半減期」といい、これに対して体内に取り込まれた放射性物質の量が代謝や排泄により体の外へ排出されて半分になるまでの時間を「生物学的半減期」といいます。また、物理学的・生物学的半減期の両方を考慮したものを「実効半減期」といい、例えば、ヨウ素131は約7.3日、セシウム137は約99日となります。



放射性物質(放射性元素)	放出される放射線*	物理学的半減期
トリウム232	α 、 β 、 γ	141億年
ウラン238	α 、 β 、 γ	45億年
カリウム40	β 、 γ	13億年
炭素14	β	5730年
セシウム137	β 、 γ	30年
ストロンチウム90	β	28.7年
コバルト60	β 、 γ	5.3年
セシウム134	β 、 γ	2.1年
ヨウ素131	β 、 γ	8日
ラドン220	α 、 γ	55.6秒

※壊変生成物(原子核が放射線を出して別の原子核になったもの)からの放射線を含む

出典:(社)日本アイソトープ協会「アイソトープ手帳10版」

コラム 半減期を利用した年代測定

半減期の特徴を利用し、歴史を紐解く研究が進められています。

炭素14という放射性元素は、半減期が5730年です。宇宙線によって大気中の窒素原子からできるもので、植物は光合成で大気から二酸化炭素を取り込む時に、炭素14も同時に取り込んでいます。また、動物はその植物を食べ、炭素14を取り入れます。植物や動物が死ぬと、炭素14を新たに取り込まなくなるため、炭素14は徐々に減っていきます。

遺跡や遺物など試料に残った炭素14の量を調べることにより何千年前のものか試料の年代を知ることができます。

