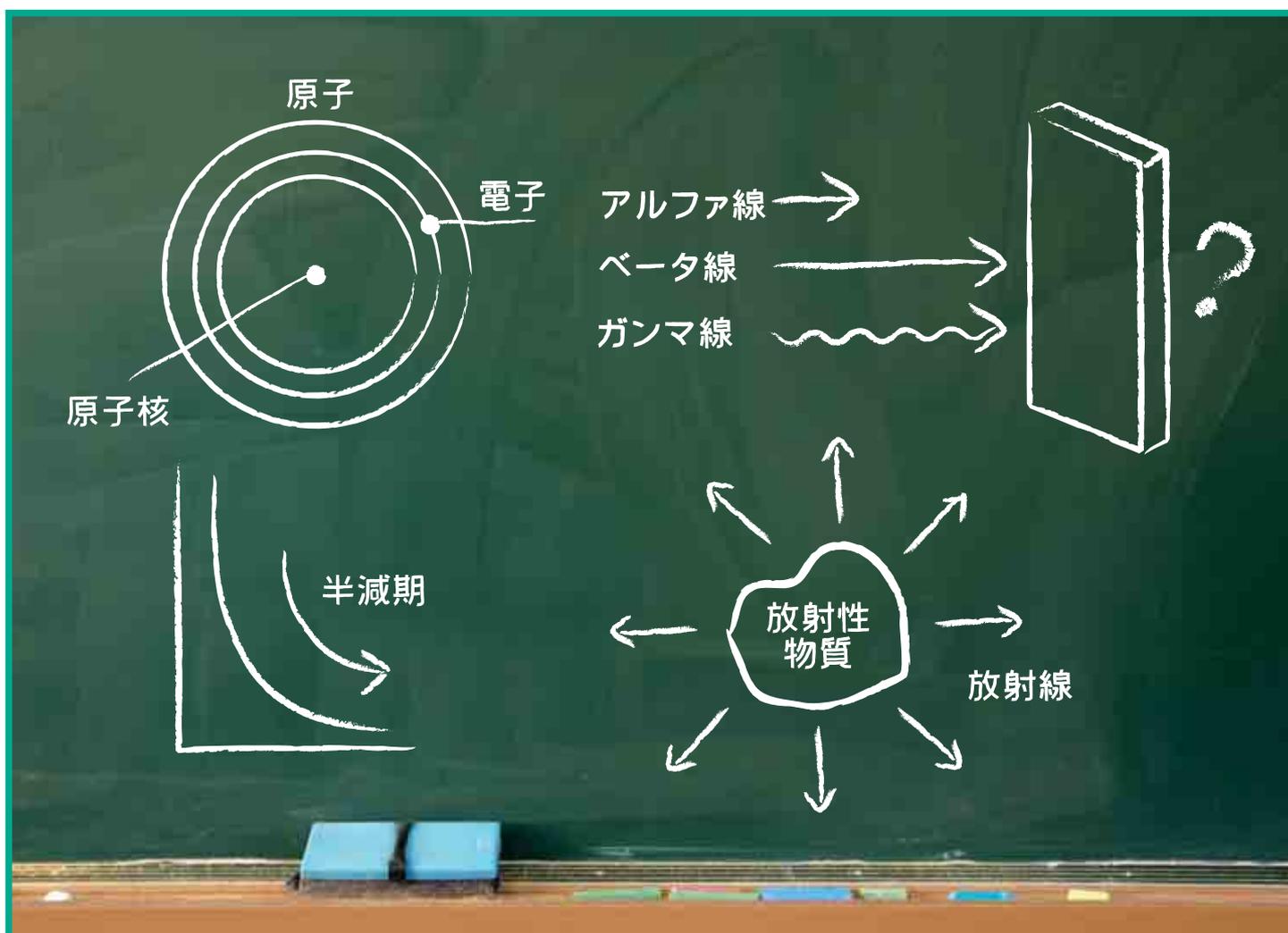


知ることから始めよう 放射線のいろいろ



中学生のための
放射線副読本

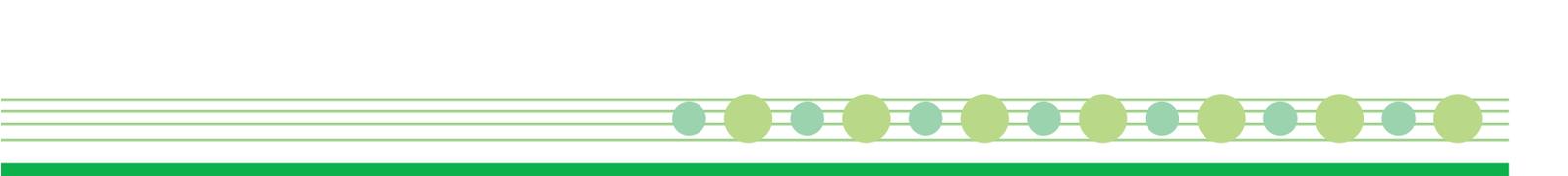
はじめに

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。

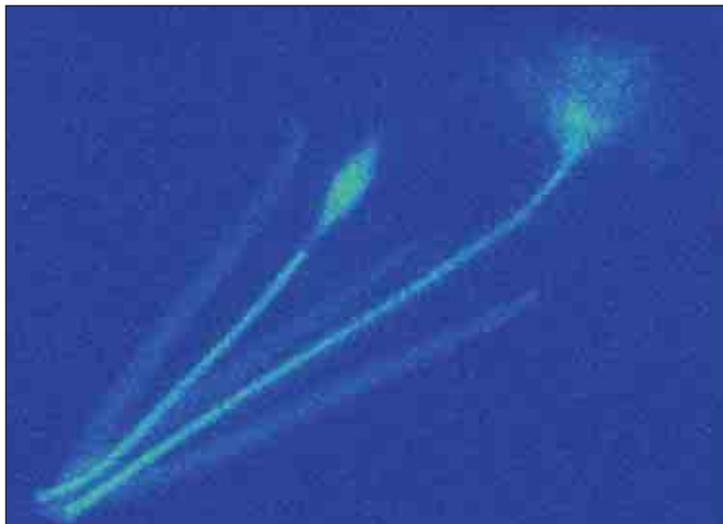
この副読本では、放射線の基礎知識から放射線による人体への影響、目的に合わせた測定器の利用方法、事故が起きた時の心構え、さらには、色々な分野で利用されている放射線の一面などについて解説・説明をしています。



目 次

- ◆ 不思議な放射線の世界……………3~4
- ◆ 太古の昔から自然界に存在する放射線……………5~6
- ◆ 放射線とは……………7~8
- ◆ 放射線の基礎知識……………9~10
- ◆ 色々な放射線測定器……………11
- ◆ コラム 放射線・放射能の歴史……………12
- ◆ 放射線による影響……………13~16
- ◆ 暮らしや産業での放射線利用……………17~18
- ◆ 放射線の管理・防護……………19~20
- ◆ 放射線についての
参考Webサイト……………21

不思議な放射線の世界



植物からの放射線を写し出す

左の画像は、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、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。



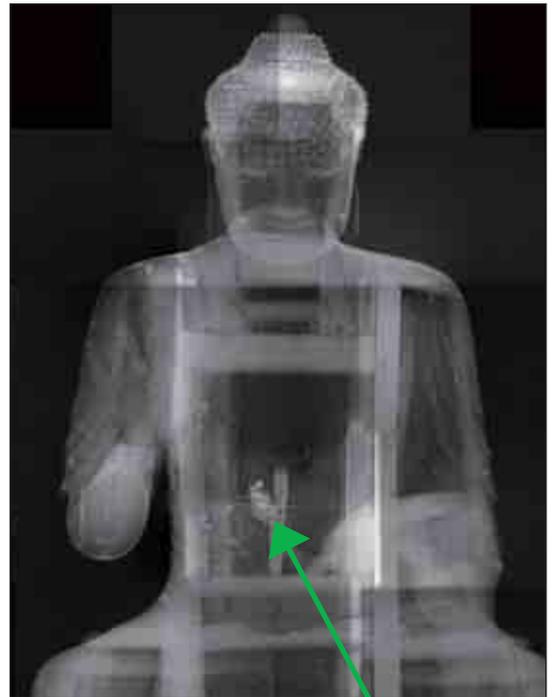
水などの動きの研究に利用されている中性子線

右の写真は、ユリに中性子線を当てて写したものであり、白い部分は、ユリの中に含まれている水を写しています。

植物がどのように水を吸収して成長するかなどの研究に利用されています。

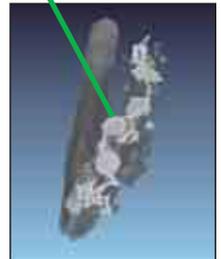
エンジン内部の燃料や潤滑油の様子など金属管内の液体の動きや燃料電池の中の水素と水の動きなどの研究に利用されています。





エックス(X)線で新たな発見

長崎市のお寺にある仏像の中に金属製の「五臓(内臓)」が発見されました。これは、エックス(X)線を用いたことにより仏像を壊さずに内部を見ることができたからです。

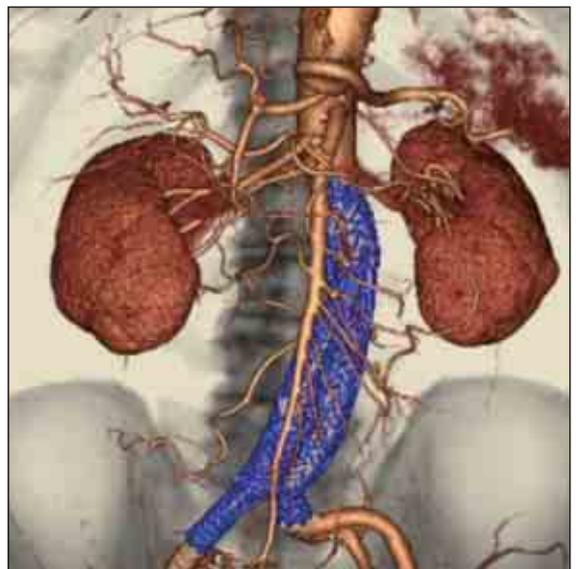


CT画像の進歩による 3次元立体画像(3D)

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

ココがポイント

放射線は、そのままでは目で見ることができませんが、私たちの回りのどこにでも存在し、また、身近な色々な分野で利用されています。

太古の昔から自然界に存在する放射線

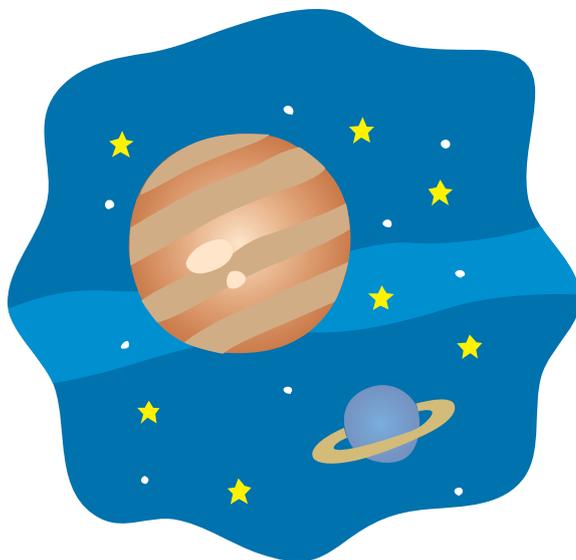
宇宙から

宇宙は、今からおよそ137億年前のビッグバンによって生まれたと考えられています。

私たちの住む地球は、そのビッグバンから90億年ほどたった46億年ほど前に誕生しました。

この宇宙には、誕生時からたくさんの放射線が存在し、今でも常に地球に降り注いでおり、これを宇宙線といいます。

宇宙線は、地上からの高度が高いほど多く受けます。例えば、標高の高い山では、平地と比べて大気中の空気が薄くなるため、宇宙線を遮るものが少なくなり、平地よりも多く受けます。



大地から

46億年ほど前に誕生した地球の大地にも放射性物質が含まれており、こうした環境の中で全ての生き物が生まれ、進化してきました。

大地では、岩石の中などに放射線を出すもの(放射性物質)が含まれています。放射線の量は、岩石に含まれる放射性物質の量によって変わります。例えば、イランのラムサールやインドのケララ、チェンナイ(旧マドラス)といった地域では、世界平均の倍以上の放射線が大地から出ています。

日本でも関東地方と関西地方を比べると、関西地方の方が年間で2~3割ほど自然放射線の量が高くなっています。このような地域差があるのは、関西地方は大地に放射性物質を比較的多く含む花こう岩が多く存在しているからです。



ココがポイント

人類は、放射線が存在する中で生まれ、進化してきました。私たちは、日常生活でも放射線を受けています。



空気から

空気には、主にラドン(岩石から微量に放出される希ガス)という放射性物質が含まれており、ラドンは世界中の大地から出ています。また、石やコンクリートの壁からも出ているため、石造りの家が多いヨーロッパでは、寒冷なことから窓を閉めることが多く、日本に比べ室内のラドンの濃度が高くなっているといわれています。



食べ物から

食べ物には、主にカリウム40という放射性物質が含まれており、自然界にあるカリウムのうち0.012%がカリウム40です。

カリウムは、植物の三大栄養素の一つといわれ、私たちは野菜などを食べることで体内にカリウムを取り込んでいます。

そのカリウムは、人間の体にも欠かせない栄養素であり、体重の約0.2%含まれています。



放射線とは

原子と原子核

全てのものは、原子でできています。

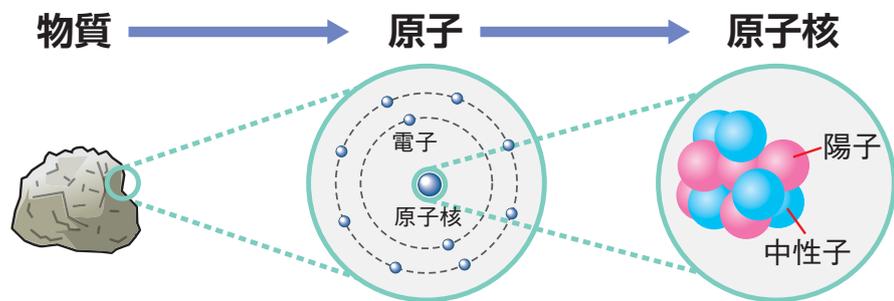
世の中には、およそ110種類ほどの元素*があり、私たちの体や食べ物、空気、水、洋服、机など、どんなものも小さな原子が集まってできています。

原子は、原子核とその周りを動く電子からなり、原子核は、陽子と中性子でできています。

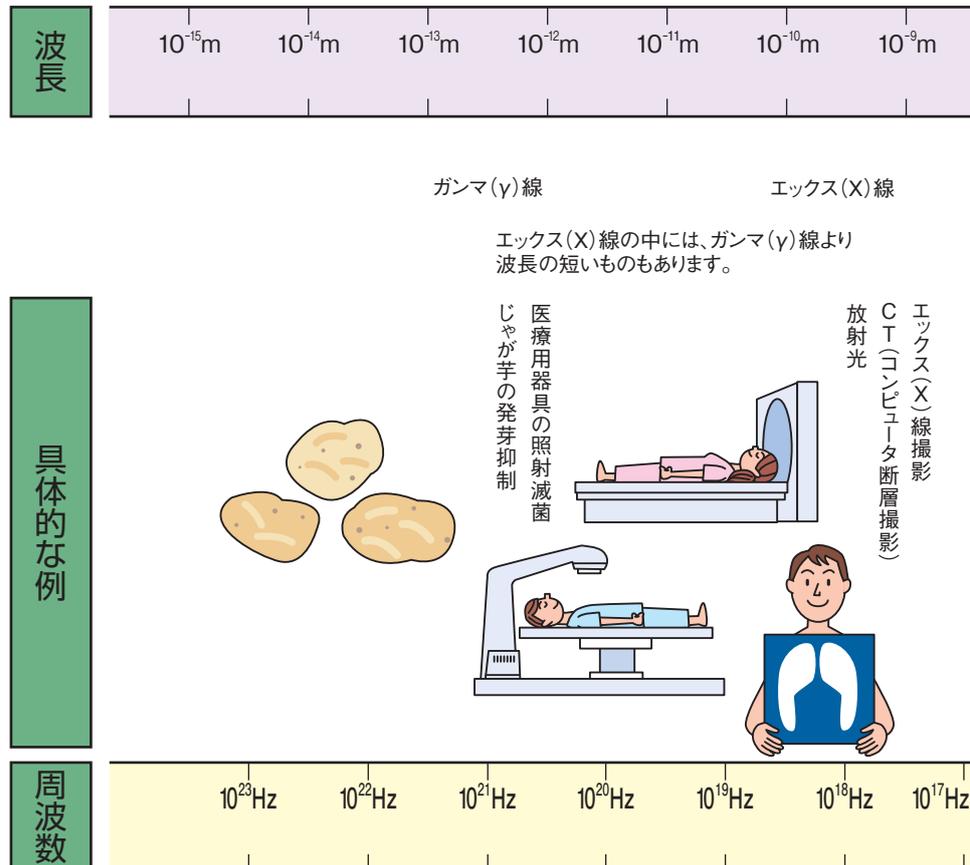
原子は、とても小さく約1億分の1cmの大きさしかなく、原子核は、さらに小さく約1兆分の1cmの大きさしかありません。

原子には、原子番号が同じでも中性子の数が異なる原子が存在する場合があります、これらを互いに同位体または同位元素といいます。

*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。



◆電磁波のなかま



調べてみよう

放射性物質には、どのようなものがあるか調べてみよう。

原子から出る放射線

原子の中には、放射線を出すものがあります。

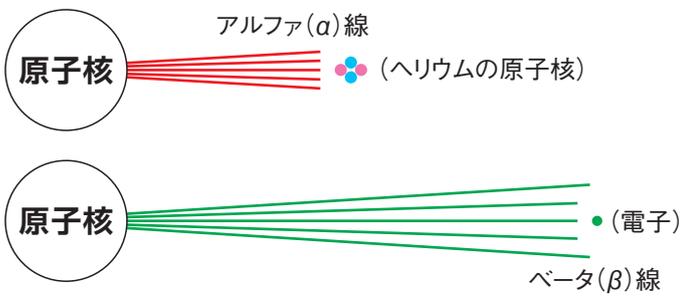
放射線は、高いエネルギーをもった高速の粒子(粒子線)や電磁波です。

放射線は、目に見えませんが、物質を透過する性質や原子を電離(イオン化)する性質があります。

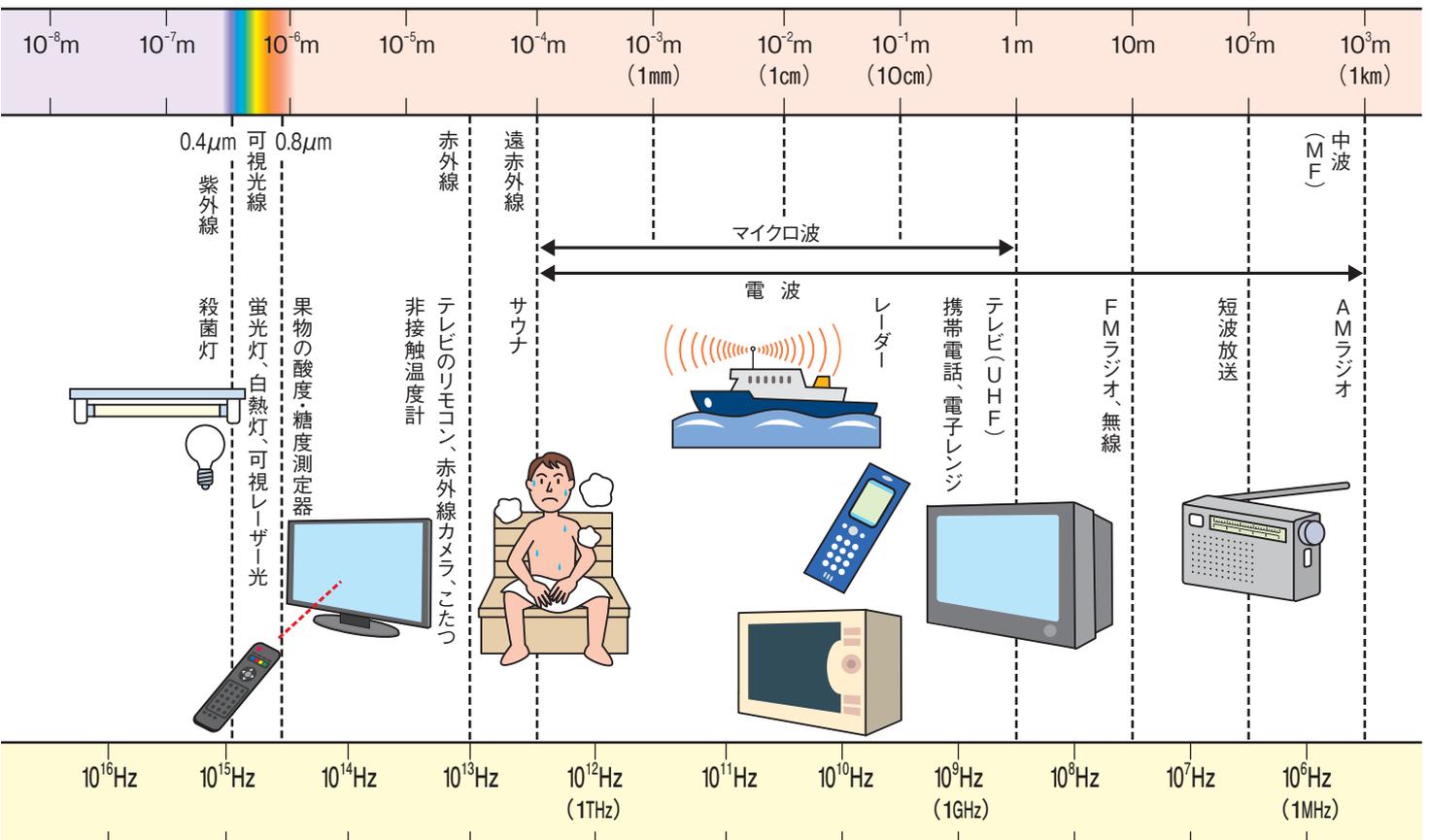
高速の粒子の放射線には、アルファ(α)線、ベータ(β)線、中性子線などがあります。

また、電磁波は、波の性質をもっていて、テレビやラジオの放送に使われている電波や自然の光なども含まれますが、電磁波のうち波長の短い(エネルギーの高い)エックス(X)線やガンマ(γ)線を放射線として区別しています。

◆小さな粒子が高速で飛ぶ放射線



◆波のように伝わる放射線



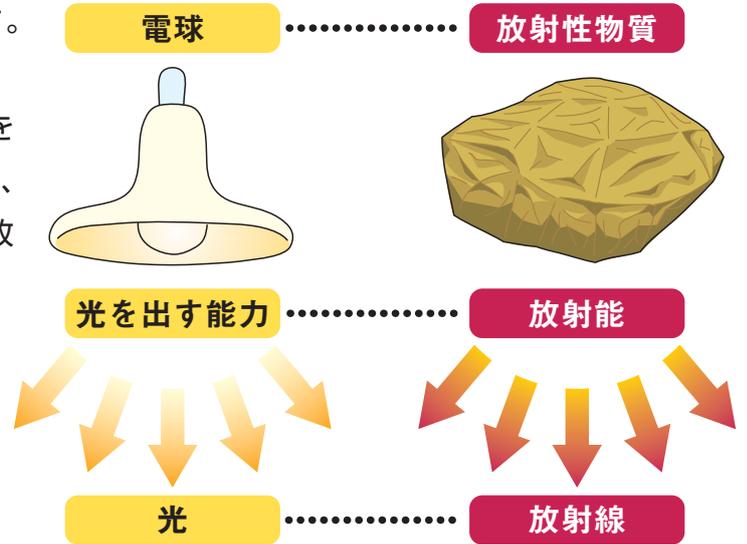
出典: (独)日本原子力研究開発機構「放射線ってなんだろう?」

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。

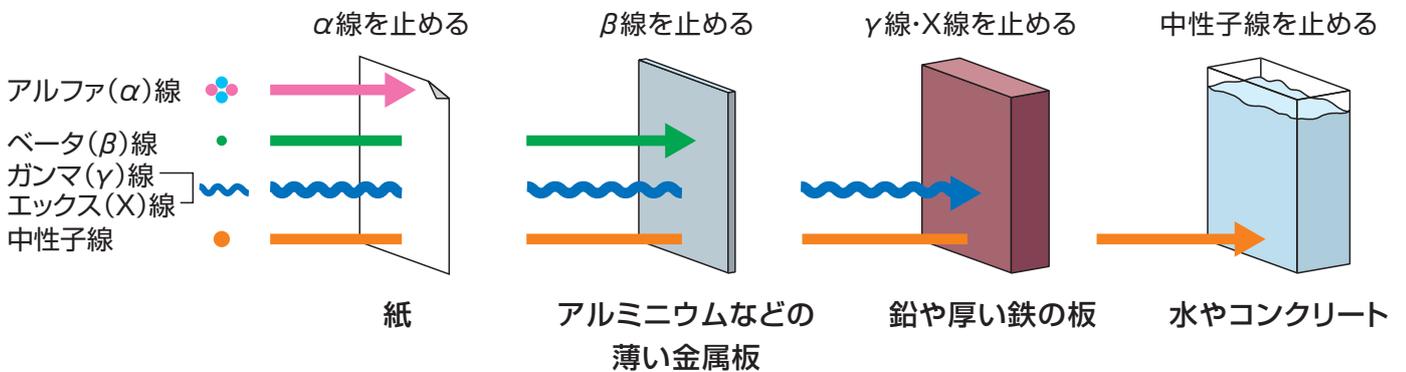


放射線の透過力

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。



調べてみよう

半減期の規則性は、年代測定に利用されています。どのような方法なのか調べてみよう。



放射線・放射能の単位

新聞やテレビなどで見聞きする「ベクレル」や「シーベルト」、これは、放射能の強さや放射線の量を表す時に用いられる単位です。

放射性物質が放射線を出す能力(放射能の強さ)を表す単位を「ベクレル(Bq)」といい、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)」、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。

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。



放射性物質



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ることを表します。

※ジュール:エネルギーの大きさを表す単位

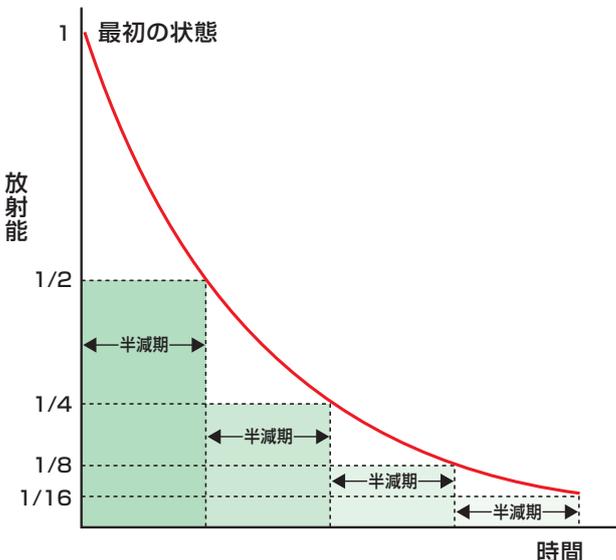
シーベルト(Sv)

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。

放射能の半減期

放射能は、時間がたつにつれて弱まり、放射性物質の量は減っていきます。放射能の量が半分になるまでに掛かる時間を半減期といい、その減り方は規則性をもっています。半減期は、放射性物質の種類によって違い、数秒と短いものから100億年を超える長いものまであります。



放射性物質	放出される放射線 [※]	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」

色々な放射線測定器

放射線は、人間の五感で感じることはできませんが、目的に合わせて適切な測定器を利用することによって数値として確かめることができます。

測定の方法は、大きく三つに分類されます。

- ①放射性物質の有無を調べるもの
- ②空間の放射線量を調べるもの
(自然放射線や人工放射線を含めた空間の放射線量を測定)
- ③個人の被ばく線量を調べるもの

です。



①放射性物質の有無を調べる
ガイガー・ミュラーカウンタ(GM計数管)など
放射線の数を測るもの。物質に放射性物質が付着しているかを調べるのに利用します。
(単位:cpm*など)
※cpm:1分間に計測された放射線の数



②空間の放射線量を調べる
シンチレーション式サーベイメータなど
空間の放射線量を測るもの。放射線による人体への影響を調べるのに利用します。
(単位: $\mu\text{Sv/h}$)



③個人の被ばく線量を調べる
個人線量計
個人が受ける放射線量を測るもの。放射線量を知りたい時にも使われます。
(単位:mSv)
(注)個人被ばく線量計は、携帯電話などからの電氣的ノイズにより誤計数する場合があるので、携帯電話などと同じポケットに入れて使用しないこと。

◆身の回りの放射線を測ってみよう。



②空間の放射線量を調べる
簡易放射線測定器「はかるくん」(シンチレーション式サーベイメータ)
空間の放射線量を測るもの。身の回りの放射線(ベータ(β)線、ガンマ(γ)線)を調べることができる学習用の測定器です。
(単位: $\mu\text{Sv/h}$)

◆放射線が通った跡を見ることができます。



真ん中から何本かの飛行機雲のようなものが見えます。これは放射線が通った跡です。
(放射線の通った跡を見る道具を「霧箱」といいます)

ココがポイント

放射線を測定する時は、その対象や目的に合った放射線測定器を選ぶことが大切です。

1895年 エックス(X)線の発見

ヴィルヘルム・コンラート・レントゲン

真空放電の実験をしていた時、放電管の電極から、目に見えないが写真乾板を感光させ、蛍光物質を光らせ、物質を突き抜ける不思議な性質をもった光線のようなものを発見しました。

これを「エックス(X)線」と名付けました。

エックス(X)線は、医学の分野で応用され、診断・治療に利用されています。

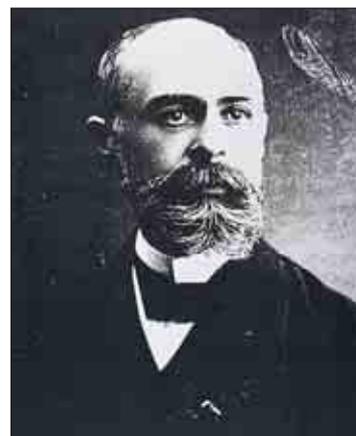
後に、この発見の功績からノーベル物理学賞を受賞しています。



1896年 放射能の発見

アンリ・ベクレル

偶然に写真乾板の上に十字架型の文鎮とウラン化合物の結晶をのせて、机の引き出しにしまっておきました。これを現像してみると、乾板に十字架が写っていたことから、ウランがエックス(X)線に似た放射線を出していることに気がきました。



1898年 ラジウムの発見

マリー・キュリー、ピエール・キュリー

マリー・キュリー(キュリー夫人)は、夫のピエール・キュリーとともにウラン鉱物であるピッチブレンド(瀝青ウラン^{れき}鉱)から、放射能をもった元素を分離することを試みました。

そして、ポロニウムとラジウムという放射性物質を発見しました。

「放射能」は、後にキュリー夫人によって名付けられました。



1899年 放射線の種類の発見

アーネスト・ラザフォード

ラジウムから出る放射線について磁石を利用して実験をしたところ、磁石の力で左に曲がる放射線と右に曲がる放射線があることを発見し、それぞれ「アルファ(α)線」と「ベータ(β)線」と名付けました。

その後、新たに発見された放射線を「ガンマ(γ)線」と名付けました。

