

6. 関連資料

今回の放射線及び地震に関連する資料を収集しましたので、これらに関する理解を深める為の参考資料として載せたいと思います。

6.1 放射線関連

(1) 日常生活と放射線の関係

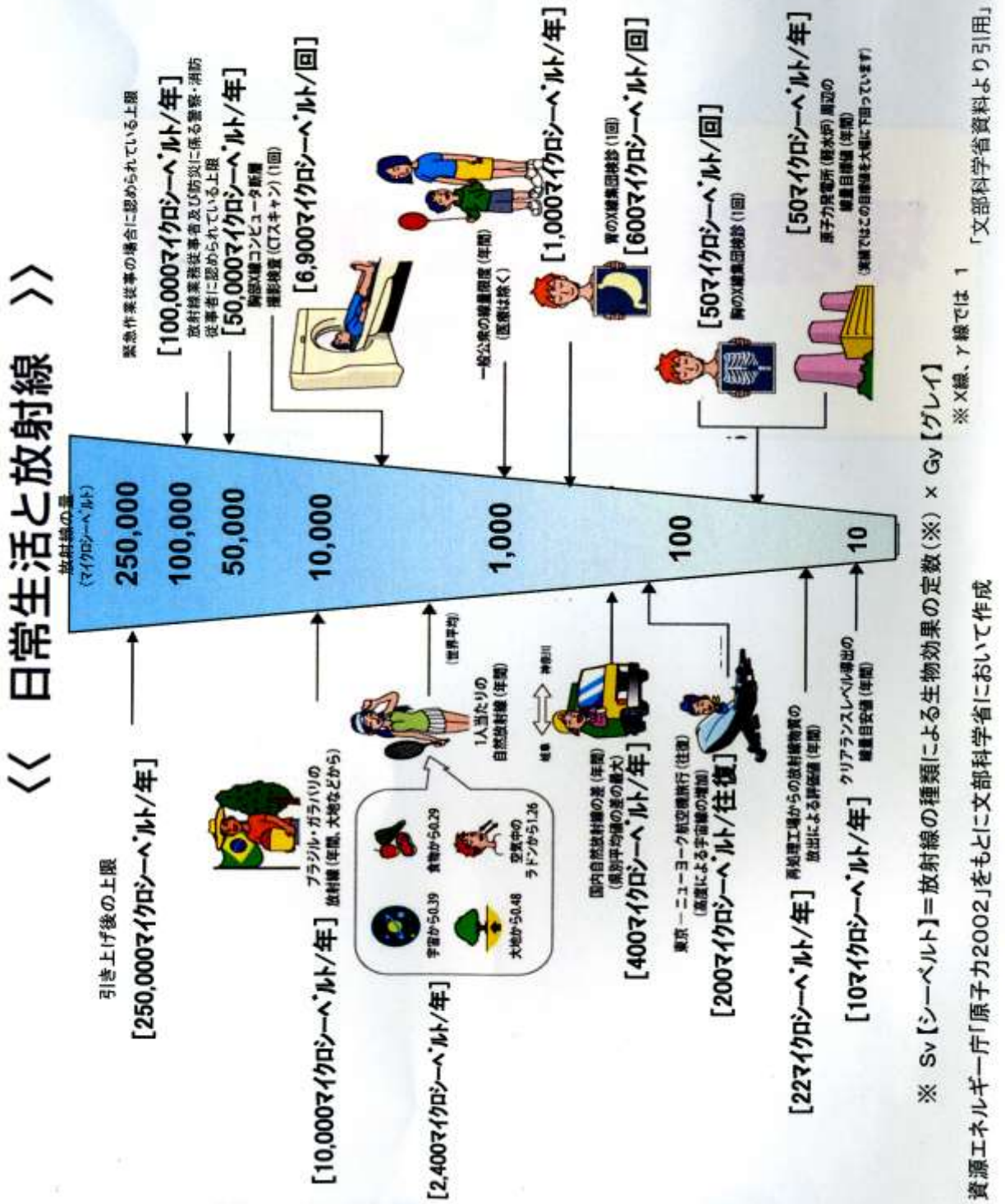


図7

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。



ガンマ(γ)線、エックス(X)線は電磁波の仲間

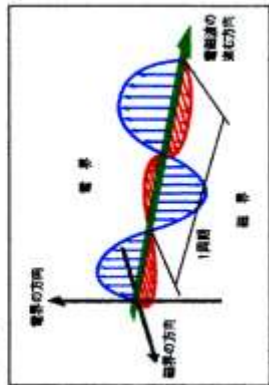
「電磁波」とは、電界(電場)と磁界(磁場)が相互に作用しながら空間を伝播する波のことです。電流が時間的に変化したり、電界や磁界が空間的に変化したりすると電磁波が発生します。電磁波は、光と同じ速度(約 $3 \times 10^8 \text{ km/s}$)で進みます。また、狭合う波の山と山の間または狭合う谷と谷の長さを「波長」といいます。

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。



電磁波の種類

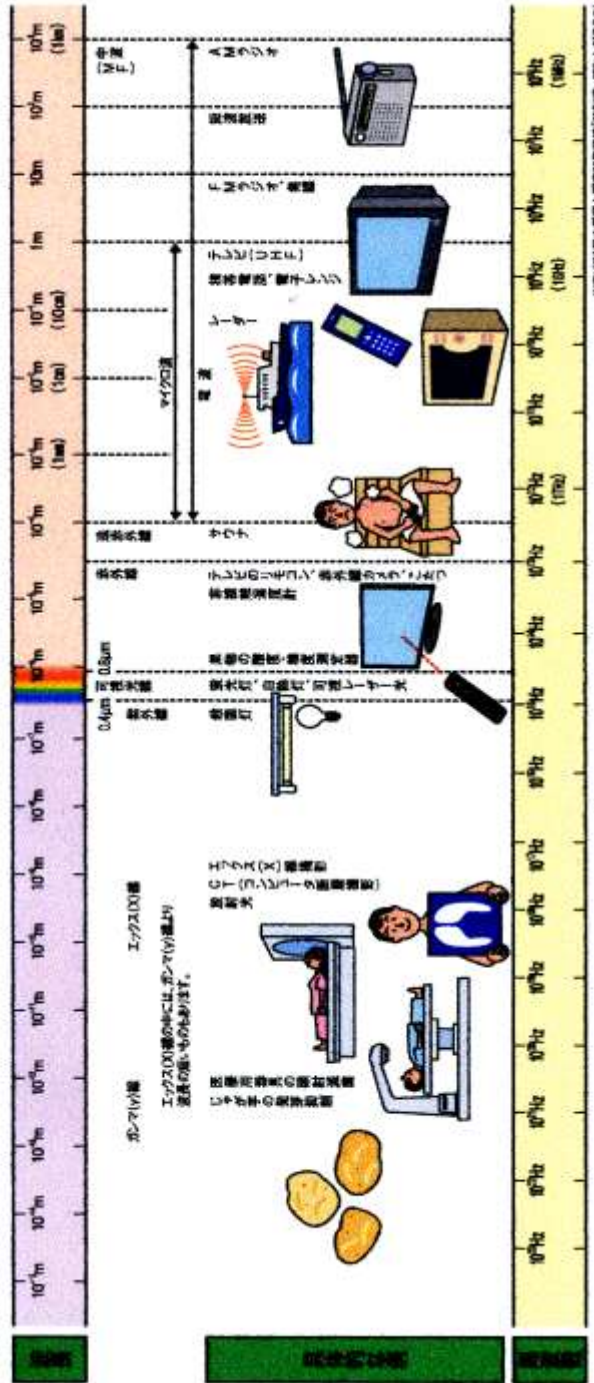


図8

(3) **■放射線の種類**

放射線は、粒子としての「粒子線」と電波や光などと同じ「電磁波」と呼ばれるものに分けることができる。

粒子線は、電荷をもった粒子線と電荷をもたない中性子線とに分けられ、電荷をもった粒子には、アルファ(α)線、ベータ(β)線その他、がんの治療に利用されているプラスの電荷をもった炭素、陽子その他、ミュー粒子(ミューオン)などの素粒子までを含む。

電磁波には、中波(ラジオ波)、マイクロ波、可視光線、エックス(X)線、ガンマ(γ)線などがある。

放射性物質を構成する原子核が壊変(崩壊)して出て来る主な放射線は、アルファ線、ベータ線、ガンマ線である。アルファ線は、ヘリウムの原子核(陽子2個と中性子2個)の流れ、ベータ線は、電子の流れである。

■波長と周波数の関係

一周期の波長 λ メートル(m)は、電磁波の伝播する速度を毎秒約30万キロメートル(km/s)(=約300メガm/s)、周波数を f メガヘルツ(MHz)とすると次の関係で表される。

$$\lambda(\text{m}) = 300(\text{Mm/s}) / f(\text{MHz})$$

図の波長と周波数は、これで計算される。

※メガ(M)は 10^6

(4) ■自然放射線

私たちは、宇宙や大地、空気、そして食べ物から放射線を受けており、世界平均で年間約2.4ミリシーベルト、日本平均で年間約1.5ミリシーベルトの自然放射線を受けている。(P.12参照)

①宇宙から

地球には、銀河系と太陽から来る放射線が降り注いでいる。これらの放射線は、高エネルギーの荷電粒子であり、地球の大気にある原子と衝突し、原子を壊してこれらがさらに大気中の原子に次々に衝突し、色々な放射線が生まれてシャワーのように降り注ぐ。

宇宙から受ける放射線量は、地上から高いほど多く受ける。これは、宇宙からの放射線を遮る空気層が少なくなるからである。

また、宇宙からやって来る放射線(宇宙線)が大気中で放射性物質をつくっている。例えば、宇宙線が大気中の原子に衝突して中性子線が生まれ、これが大気中の窒素と衝突して陽子を出し、放射性同位元素の炭素14になる。炭素14は、昔の木材の年代などを測定するのに使われる。

宇宙線を最初に発見したのは、気球に乗って放射線を測定したオーストリアのヴィクトール・フランツ・ヘス博士で1912年のことである。この発見によりヘス博士は、ノーベル物理学賞を受賞した。

②大地から

46億年ほど前に地球が誕生した時から、放射性物質は存在している。それらは、半減期に従って年数とともに減っていくが、現在でも半減期の長いトリウムやウ

ランなどが大地に残っている。そのため、大地から放射線を受けている。

放射性物質による線量は場所によっても違い、インドのケララはモナザイトという放射性物質(トリウム)を含む鉱物が多く存在するため、年間に10ミリシーベルトほどの自然放射線を受けている。その他に高い地域として、ブラジルのポコスデカルダス、イランのラムサール、中国の陽江市などがある。

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る。これは、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ある。

③空気から

ラドンは、岩石などに微量に含まれるラジウムから生まれる希ガスであり、アルファ(α)線を出す。

そのため、地面や石造りの家、コンクリートの壁などからラドンは湧き出て来る。石造りの家の多いヨーロッパの寒い地域では、窓を閉めるため家の換気率が低くなり、室内のラドン濃度が比較的高くなっているといわれている。極端にラドン濃度が高い場合には、呼吸により肺への影響が高くなることから、窓を開け換気に注意するよう促している。

④食べ物から

植物に必要な三大栄養素は窒素、リン酸、カリウムである。そのうち、カリウムに0.012%のカリウム40が含まれている。カリウム40の半減期は12.8億年、ベータ(β)線やガンマ(γ)線を出す。その他にも食べ物には、炭素14などの放射性同位元素も微量ながら含まれている。

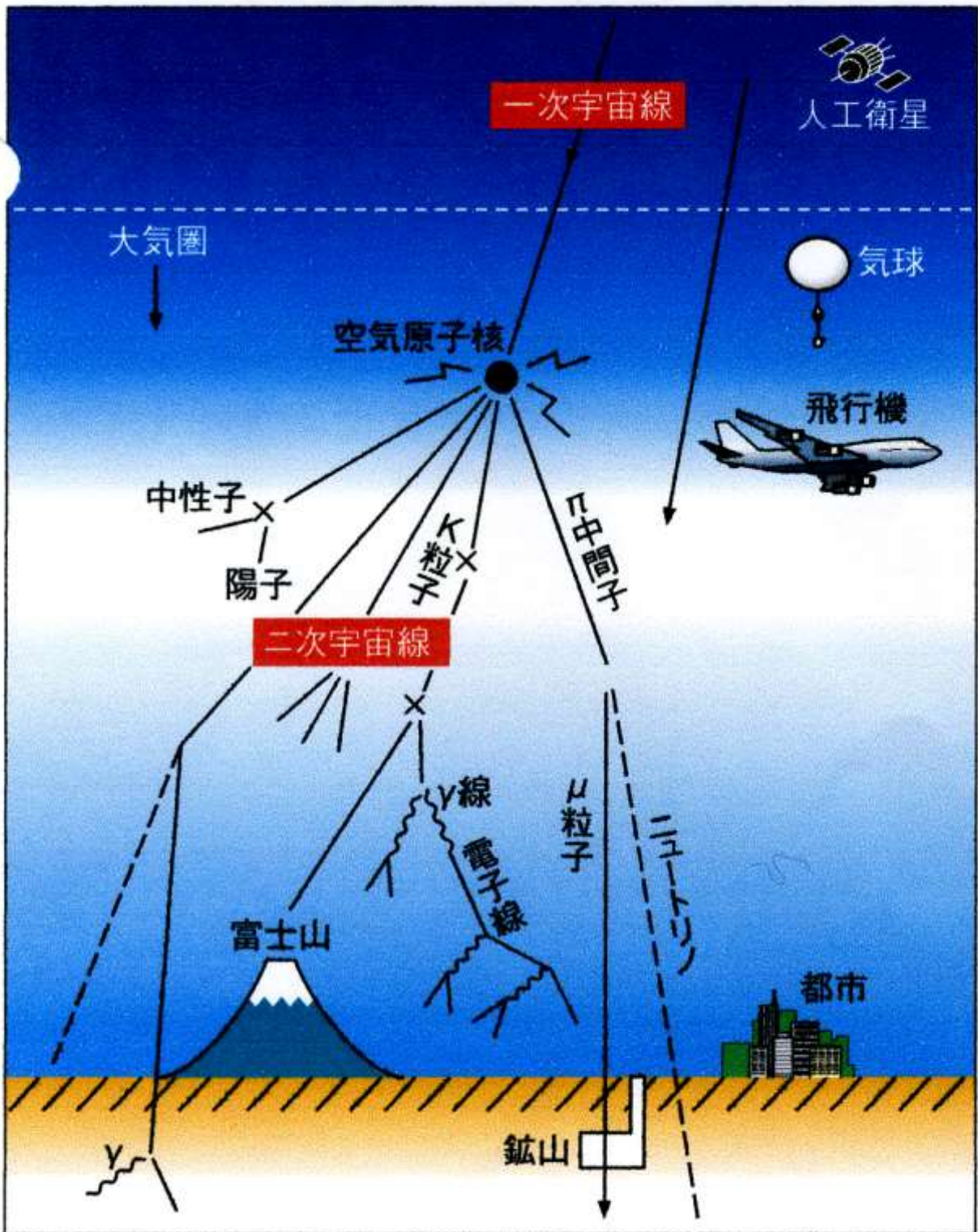
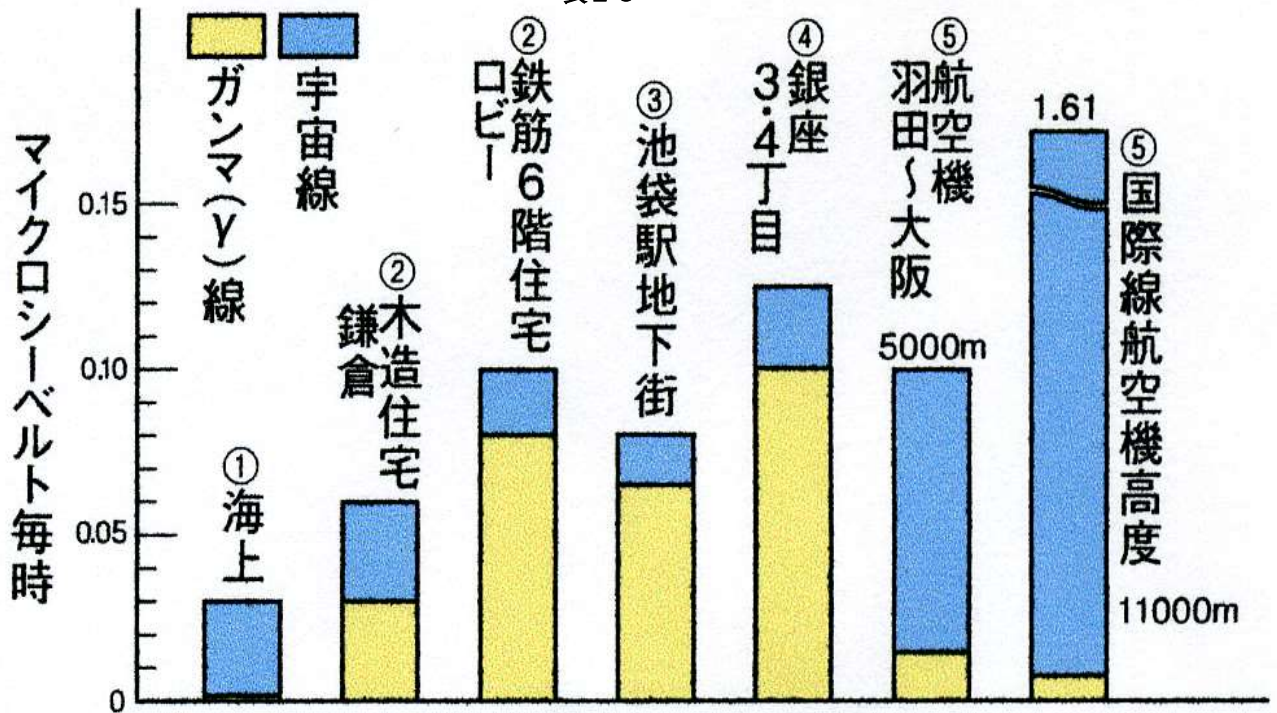


図9

⑤ 色々な場所における自然放射線レベルの違い

表25



注) 1マイクロシーベルトは1/1000ミリシーベルトに当たる。

それゆえ1マイクロシーベルト毎時は、年間8.76ミリシーベルトになる。

出典: 高エネルギー加速器研究機構 放射線科学センター「放射線の豆知識 暮らしの中の放射線」(2005年)

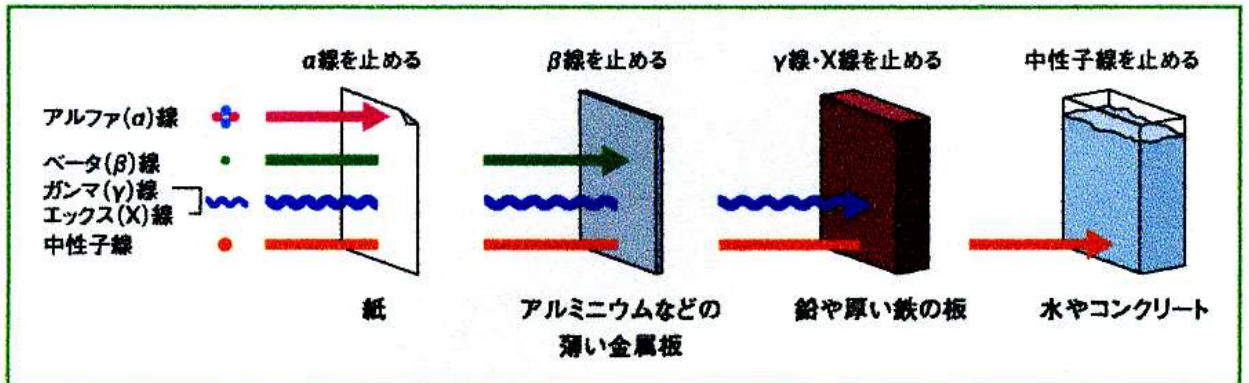
(注)

- ①海上では、海水自体に放射性物質が少なく、また、海底などからのガンマ線が海水によって遮られることからガンマ線は低い。
- ②木造住宅では、コンクリートなどで作られた鉄筋住宅よりガンマ線は低い、コンクリートより宇宙線を遮る力が小さいことから宇宙線は高い。
- ③地下街では、地下にあることから宇宙線は遮られるが、地下街の周辺からのガンマ線が高い。
- ④銀座では、花こう岩が敷石に使われビルディングが立ち並ぶことから、宇宙線より周辺からのガンマ線が高い。
- ⑤飛行機では、宇宙線が空気に遮られないことから、高く飛ぶほど宇宙線量が高い。

(6) 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。

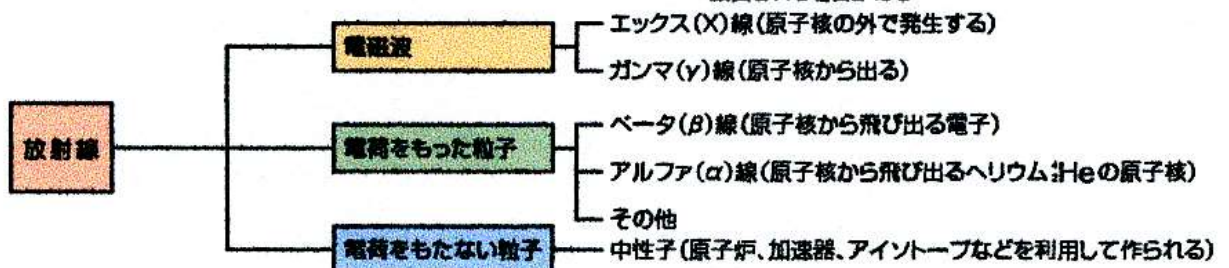
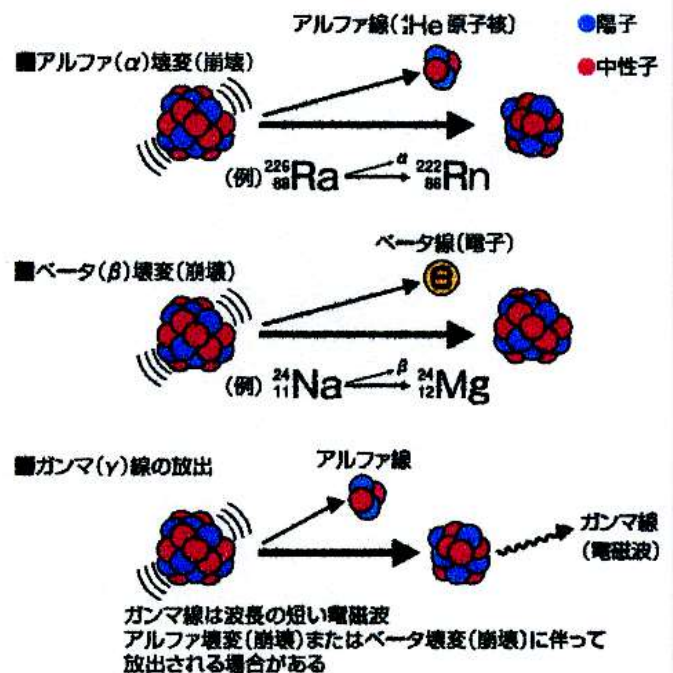


図10

(7) 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。

バンクしにくい自動車のタイヤの素材や煙を検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

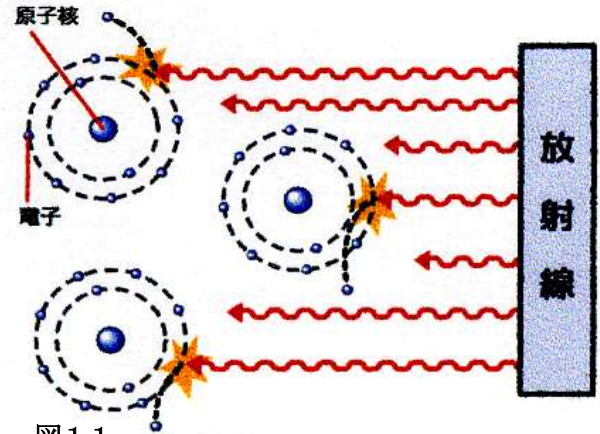


図1 1

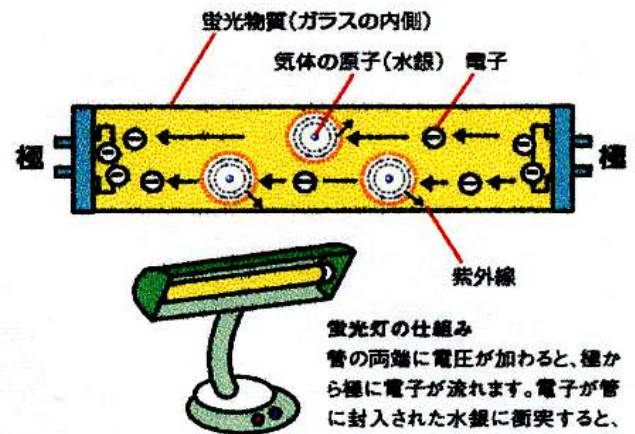
(8) 蛍光作用

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。

図1 2

(9) 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。

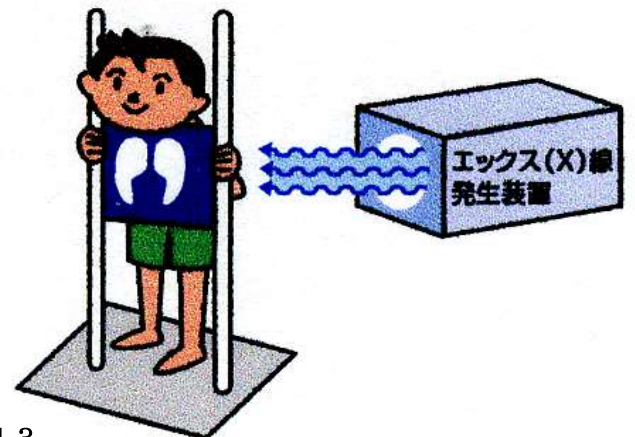


図1 3

(10)

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。



図14

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。

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。

(11)

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。

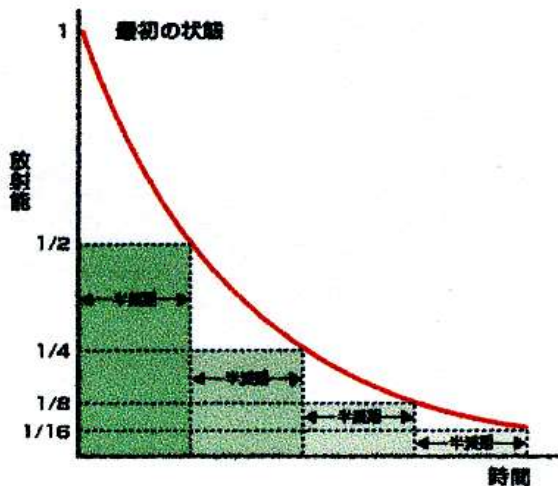
原子核の壊変には、規則性があり、放射線の量は一定の時間が経過すると半分になり、さらにその同じ一定の時間が経過するとまたその半分になります。

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。

表 2 6



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)日本アイントープ協会「アイントープ手帳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。

