

放射能って何？

2014年10月作成

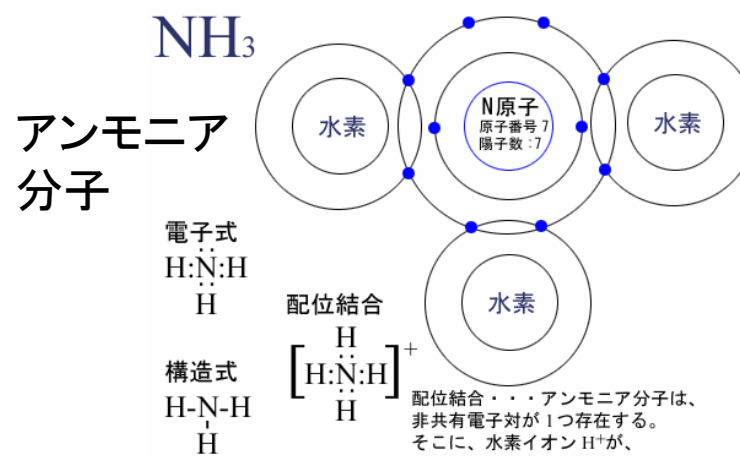
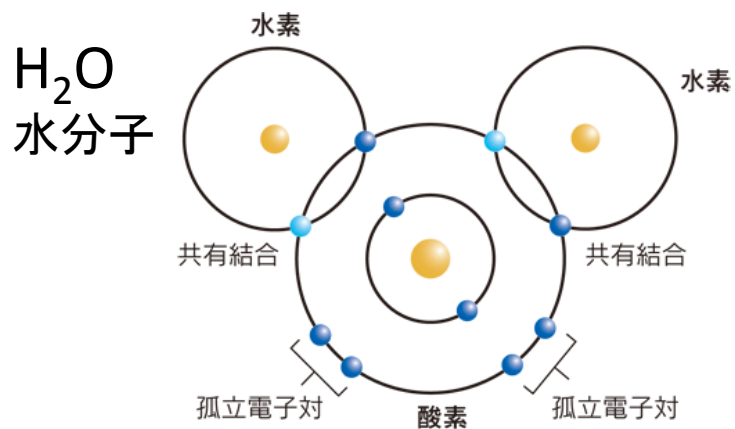
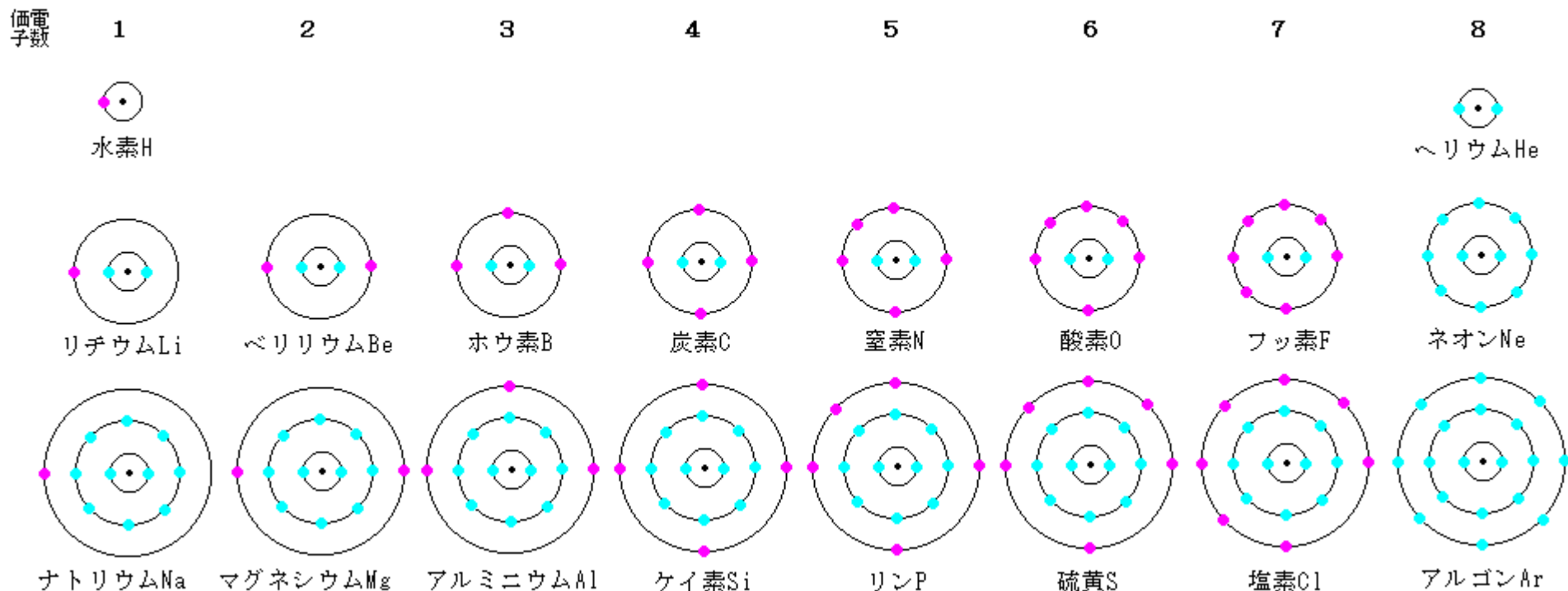
三原 翠

原子の世界と分子の世界

- 3.11以前までは、私達は物については、分子の事だけを考えて暮らしていました。
- 原子だけの物は、不活性ガスのヘリウムやアルゴン等や金属等しかなかったので、原子について何か考える必要はなかったのです。
- 多くの原子は、そのままでは落ち着かなくて、自分自身や他の原子と結合し、分子を作ります。
- 酸素や水素、窒素ガスなどは、同じもの同士で結合した例ですし、水は、水素と酸素が結合したものです。
- これらの結合は、最外殻の電子の数で決まっています。

原子と電子と分子の関係(化学の世界)

原子の最外殻の電子の数(価電子数)によって、その物資の化学的性質が決まります。



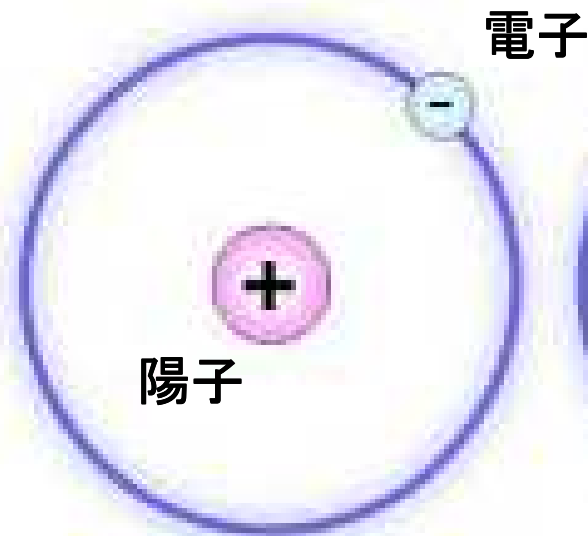
放射能の世界は物理の世界

- 化学は、原子の外側の電子が、結合したり、結合相手を変えたりする変化をみる学問です。
- 放射能は、原子の中の原子核の世界です。
- 通常(つうじょう)の物質の世界では、原子は変化しません。中世、錬金術(れんきんじゅつ)で金(きん)を作ろうと試(こころ)みられましたが、出来ませんでした。
- 放射能は、原子核が壊(こわ)れ、他の元素(げんそ)に変わる現象(げんしょう)です。
- 化学は電子の問題であり、放射能は原子核(げんしかく)の変化(へんか)の問題(もんだい)です。
- 3.11以降、私達は、今までと異なる放射能について、考えなくてはいけなくなりました。

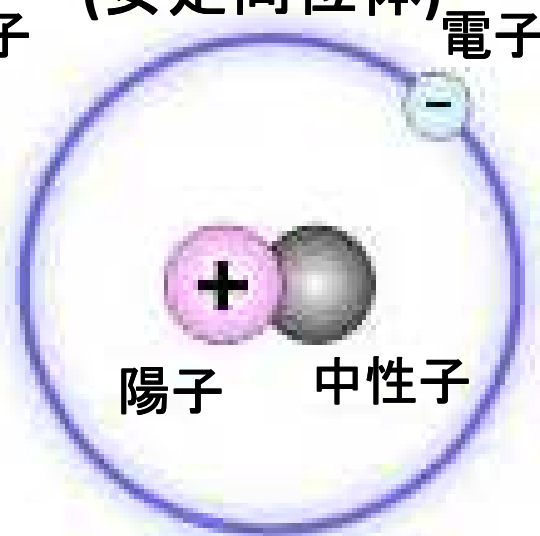
原子の構造

すべての物は、原子からできています。
原子は、陽子と中性子のかたまりの原子核とその回りを
飛び回っている電子からなっています。

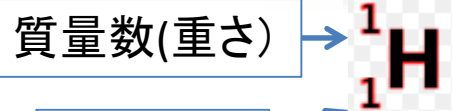
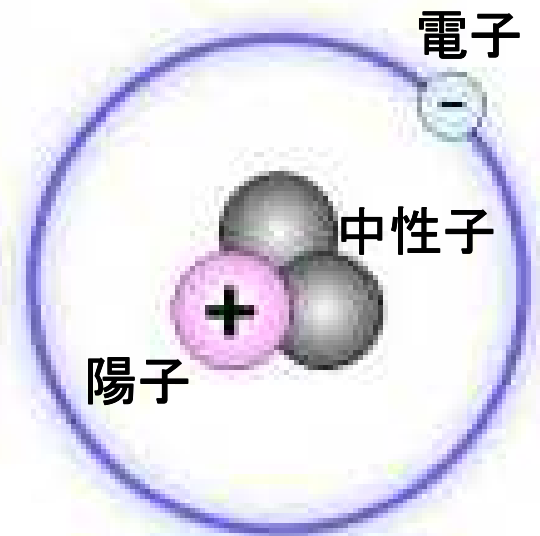
水素原子



重水素原子
(安定同位体)



トリチウム
(放射性同位体)



元素番号



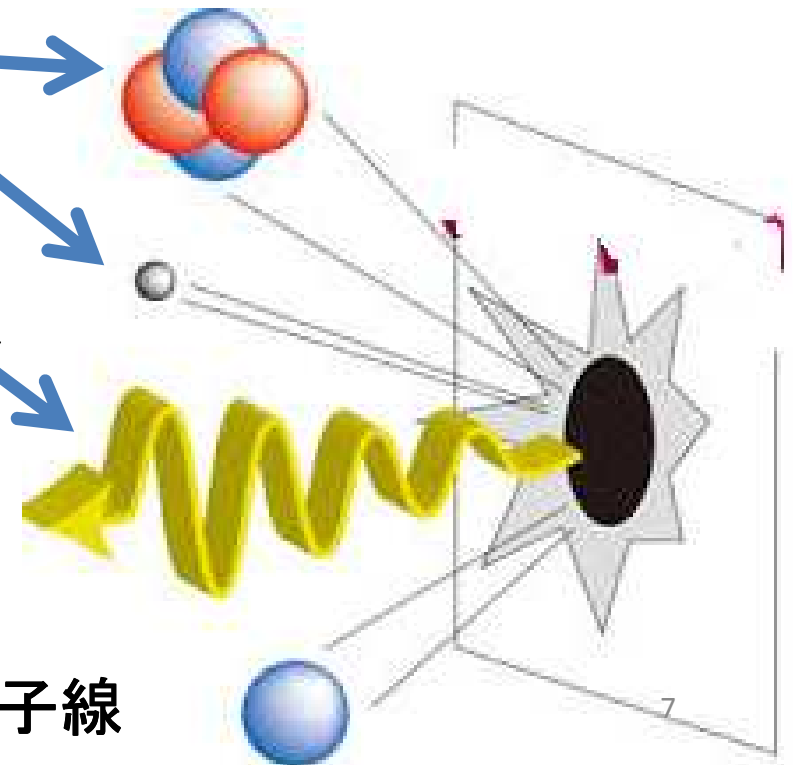
原子の構造(げんしのこうぞう)

- すべての物質(ぶっしつ)は、原子からできています。
- 原子は、原子核(げんしかく)と電子(でんし)で、原子核は陽子(ようし)と中性子(ちゅうせいし)からできています。
- 一番(ばん)小さな原子が、水素(すいそ)と言う元素(げんそ)です。
- 水素には、中性子のないもの ${}^1_1\text{H}$ 1個だけ中性子のあるもの ${}^2_1\text{H}$ 2個中性子のあるもの ${}^3_1\text{H}$ があります。
- 陽子の位置の違いで、原子核が不安定(ふあんてい)になり、放射能(放射線を出す物質)になります。
- 中性子が2つある ${}^3_1\text{H}$ は、放射性でトリチウムです。
- 陽子の数が同じだと、同じ元素で、同じ化学的性質を持っています。陽子1つは、全てH水素です。

放射能と放射線

- 放射能とは、放射線を出す物質、或いは放射線を出す能力を言います。
- 放射線は、放射能から出る線で、
ヘリウムという原子核の流れの
アルファ線
電子の流れのベータ線
電磁波の一種のガンマ線
が主な放射線です。
- 放射線は、自然も人工も
同じです。

中性子線

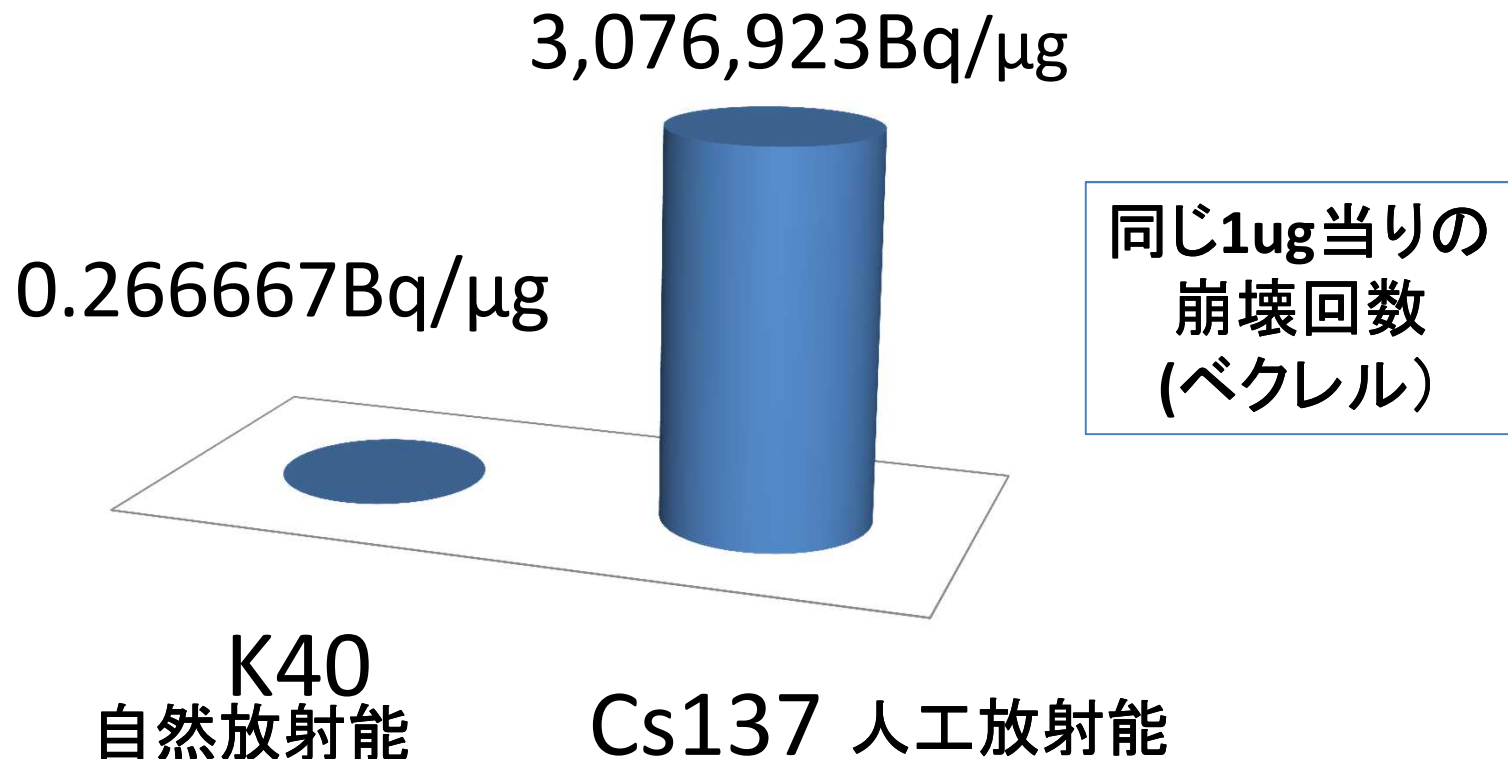


放射能と放射線(ほうしゃのうとほうしゃせん)

- 放射線と放射能は、にている言葉(ことば)のため、よく混同(こんどう)して使(つか)われます。
- 放射能から出た線が、放射線です。
- 放射線を出す物質を放射能とか放射性物質と言います。
- 放射線は出た線のことですから、自然(しぜん)放射線も人工(じんこう)放射線も同じです。
- 放射能は、放射線を出す能力を言(いい)、自然放射能と人工放射能は、その様子(ようす)が大きく異(こと)なります。
- 人工放射能とは、原爆(げんぱく)や原発(げんぱつ)で人間(にんげん)が作り出した放射能です。

自然放射能と人工放射能

放射能では、自然と人工は、大きく異なります。例えば、カリウム40とセシウム137では、化学的性質が似ていると言われますが、同じ1 μ gの重量でのベクレル数(崩壊の回数)は、**1000万倍も**異なります。

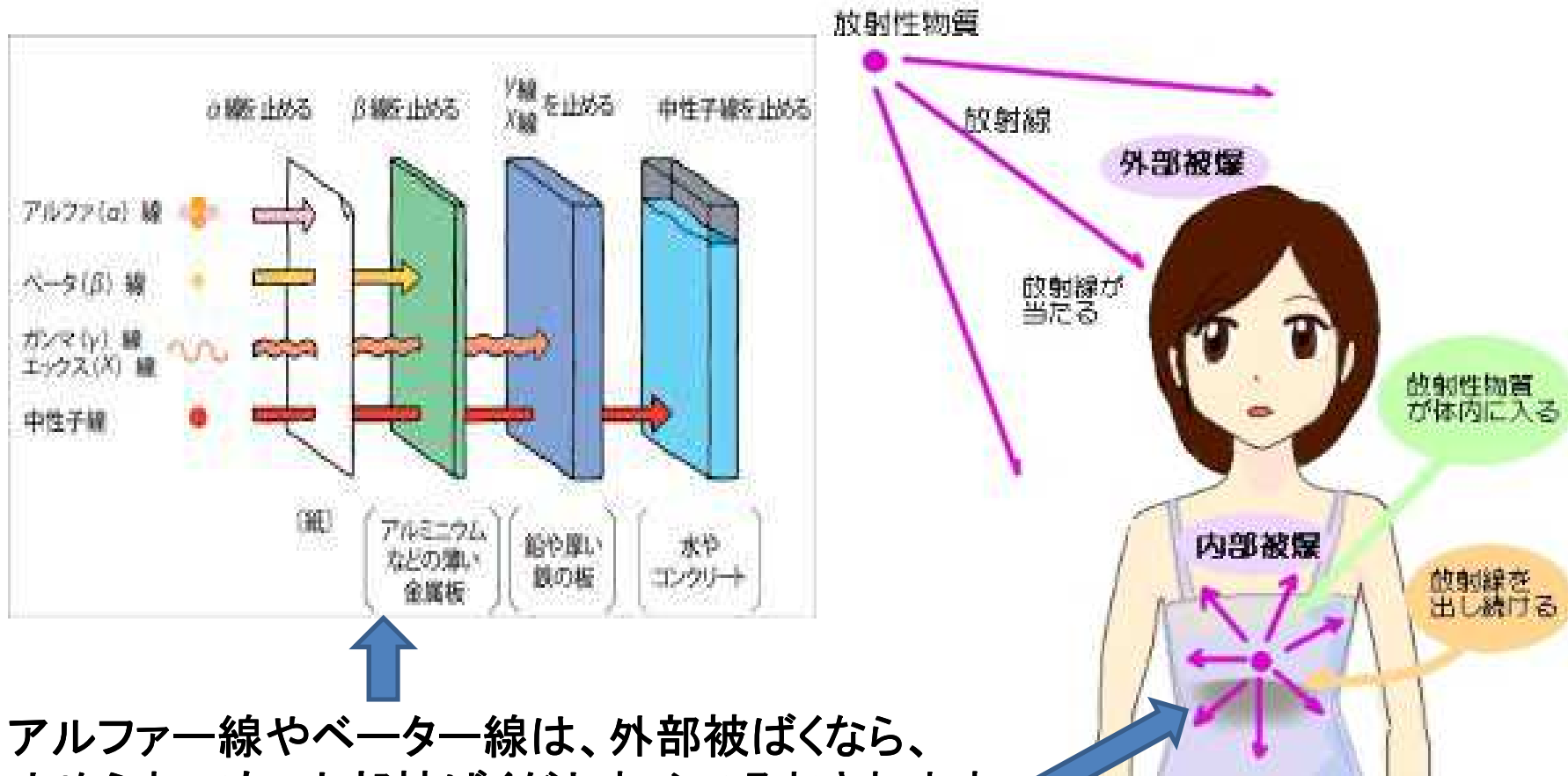


自然放射能と人工放射能

- 自然放射能の中で、人に一番(ばん)身近(みぢか)なのが、カリウム40 (K40)です。K40は地球が出来た40億年前(おくねんまえ)から存在(そんざい)し、生命(せいめい)もその環境下(かんきょうか)で発展(はってん)してきました。
- カリウム40は、普通(ふつう)のカリウム39の1万分の1しかなく、しかもバラバラになってK39の中に存在しています。
- カリウムは動物(どうぶつ)にも植物(しょくぶつ)にも必須(ひつす)の元素で、たくさん吸収(きゅうしゅう)しますが、まったく蓄積(ちくせき)しません。カリウム40があっても、蓄積しないので、体にわるさをしません。
- セシウム137(Cs137)は、地球上(ちきゅうじょう)に出てきて80年位です。
- セシウムは、体(からだ)に蓄積することが知られています。
- 体内(たいない)に一度入ったセシウム137は、100日位で半分に減(へ)ると言われています。

内部被ばくと外部被ばく

ガンマー線の場合のみは、内部被ばくも外部被ばくも影響は、似ています。
しかし、透過力の弱いアルファ線やベータ線は、影響が大きく異なります。

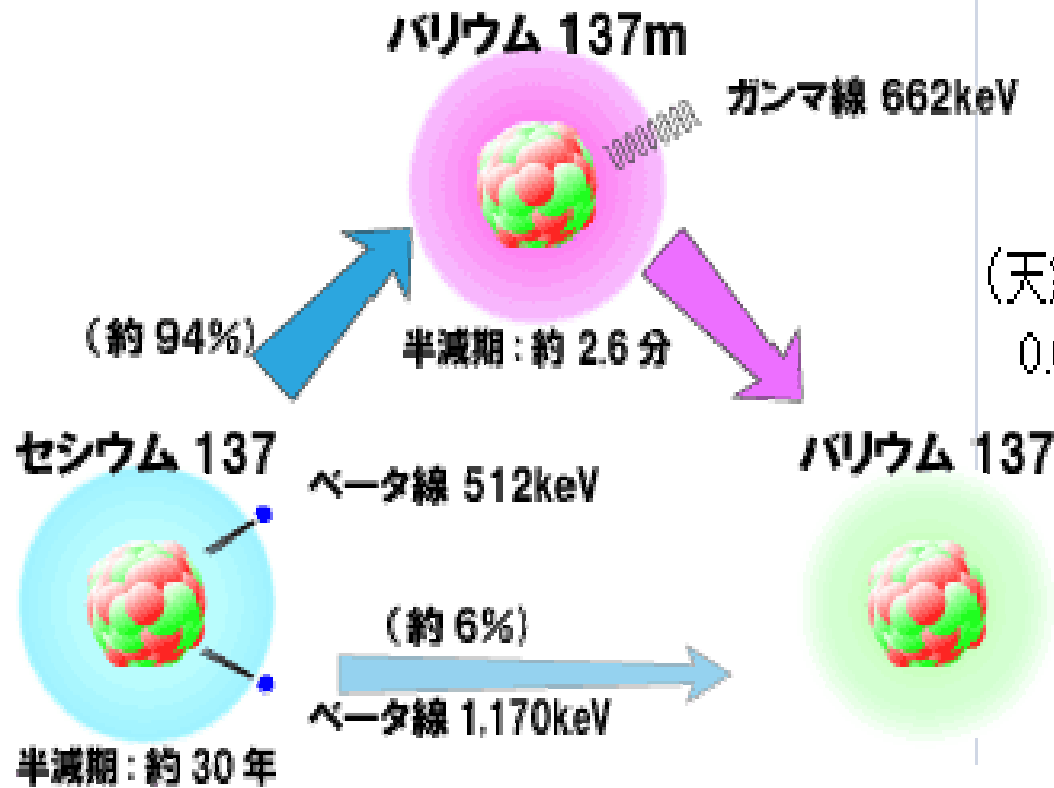


アルファ線やベータ線は、外部被ばくなら、止められても、内部被ばくだとすべて吸収されます。

内部被ばくと外部被ばく

- 放射線が、アルファ線なら紙(かみ)で止(と)められ、ベータ線ならアルミ箔(はく)で止められる図(ず)は、よく見ます。
- それが内部被ばくなら、どうなるでしょうか？
- まったく体の外へは出ないで、アルファ線やベータ線のエネルギーは、すべて吸収されます。即ち(すなわち)、体の細胞(さいぼう)に、エネルギーがあたり、細胞の構造(こうぞう)をめちゃくちゃにします。
- ガンマ線はどうでしょう。体を貫(つらぬ)いて、抜(ぬ)けていきます。ですから、ガンマ線の内部被ばくは、アルファ線やベータ線に比べれば、はるかに小さいです。この原理(げんり)を利用して体内(たいない)の被ばく量(ひばくりょう)を測(はか)るのが、WBCホールボディ・カウンターです。

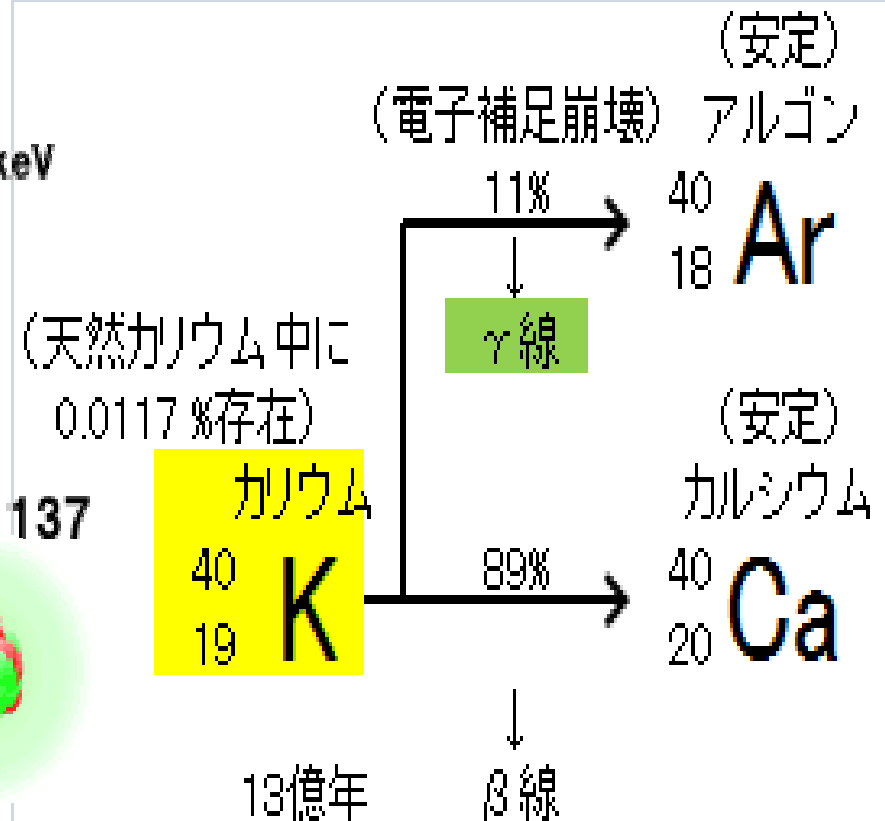
セシウム137は、ベータ線とガンマー線を出して崩壊します



約 6%のセシウム 137 が 1,170keV のベータ線を出し、直接バリウム 137 に変化します。

セシウム137は、1崩壊で、ベータ線1本、ガンマー線1本を出します。

カリウムの崩壊



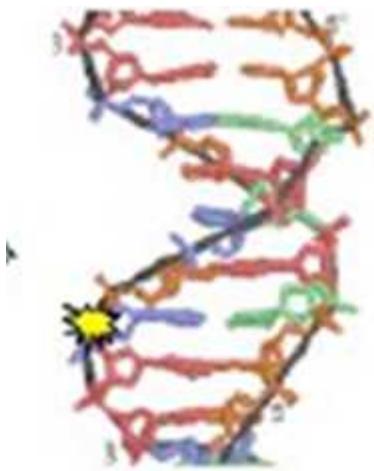
カリウム40は、1崩壊で、ベータ線か、ガンマー線か、どちらか1本を出します。

セシウム137とカリウム40の崩壊の違い

- セシウム137は、1崩壊(1ベクレル)する時、ベータ線とガンマー線をそれぞれ1本ずつ出して崩壊します。つまり、セシウム137の1ベクレルは、放射線2本が出ています。
- カリウム40の崩壊は、2種類(しゅるい)あります。そのそれぞれが、ガンマー線を出す種類とベータ線を出す種類にわかれますので、1崩壊は、1放射線です。
- 1ベクレルは、1崩壊と決まっているので、放射線の数(かず)や性質(せいしつ)をあらわしません。

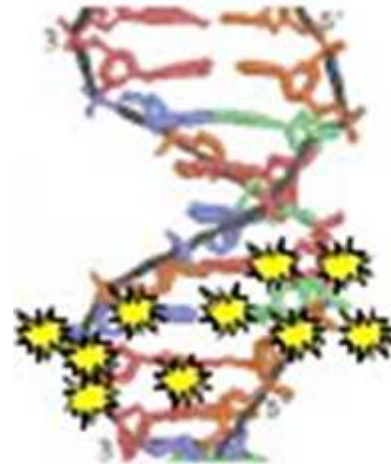
カリウム40とセシウム137の生体影響の違い

放射線の生体への影響で、よく知られているのが、遺伝子への影響です。遺伝子DNAは、図のように二重らせん構造をしています。1か所が壊れても、鋳型の方に情報があるので、すぐ修復できます。しかし、同時に複数箇所壊れると修復が追い付きません。



DNA単純損傷
修復しやすい

カリウム40の場合
(自然放射能)



DNA複雑損傷
修復しにくい

放射性セシウムの場合
(人工放射能)

カリウム40とセシウム137の生体影響(せ いたいえいきょう)の違(ちが)い

- 放射線の体への影響(えいきょう)で、一番(いちばん)知られているのが遺伝子(いでんし)への影響です。
- 遺伝子は、DNAから出来ていて、そのDNAは二重らせん構造(こうぞう)をとっています。
- これにより、1か所こわれてもすぐ修復(しゅうふく)できます。
- 自然放射能のカリウムなら、蓄積しないし、たまにしか崩壊(ほうかい)しないので、DNAを傷(きず)つけても1か所だけです。
- 人工放射能のセシウムは、わずかな時間に何回も放射線を出し、おまけに蓄積しますから、同じ遺伝子を何回も傷つけます。

蓄積する放射能の怖さ

体の細胞は、常に新陳代謝をしています。つまり、細胞が生まれ死んでいっています。細胞が生まれる前に、DNAのらせんがほどけ、複製されます。このほどけたときに放射線を浴びると複製がうまく出来ません。

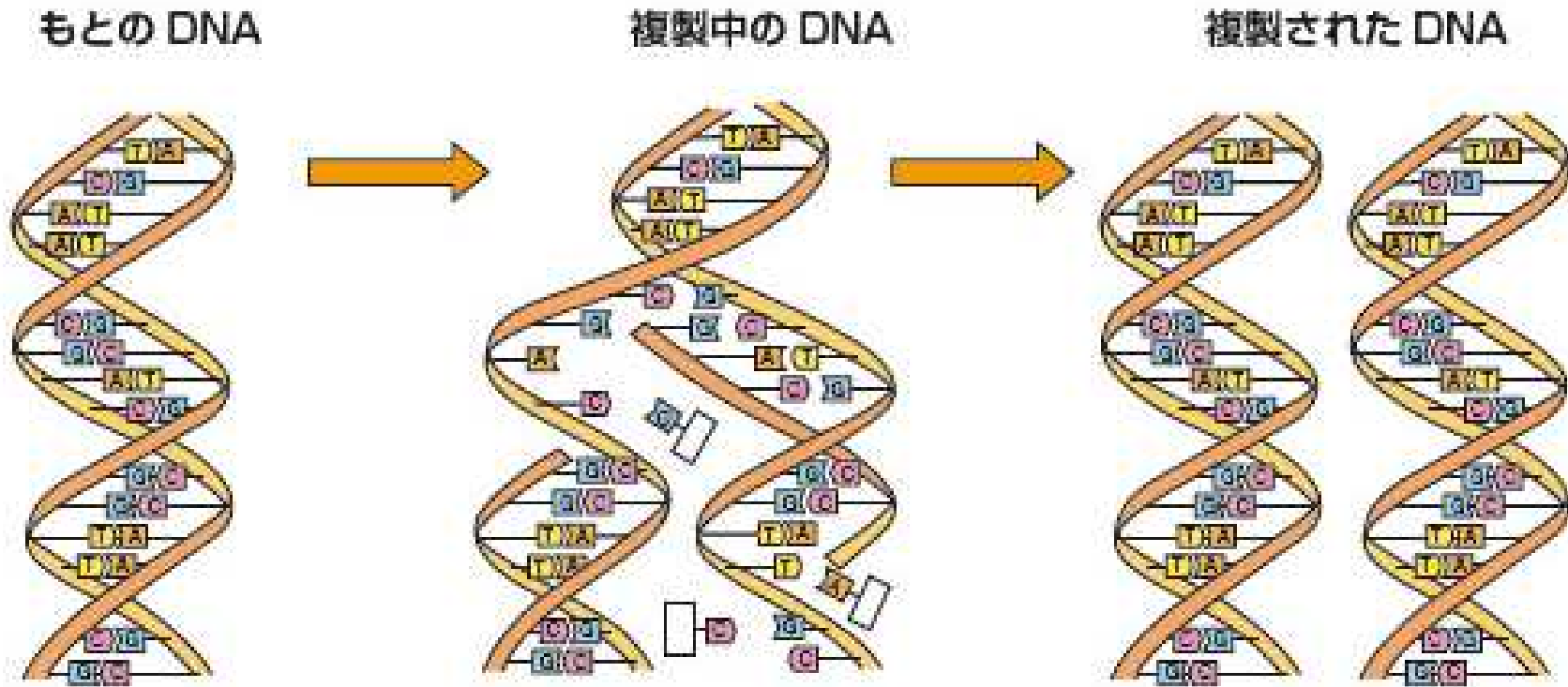


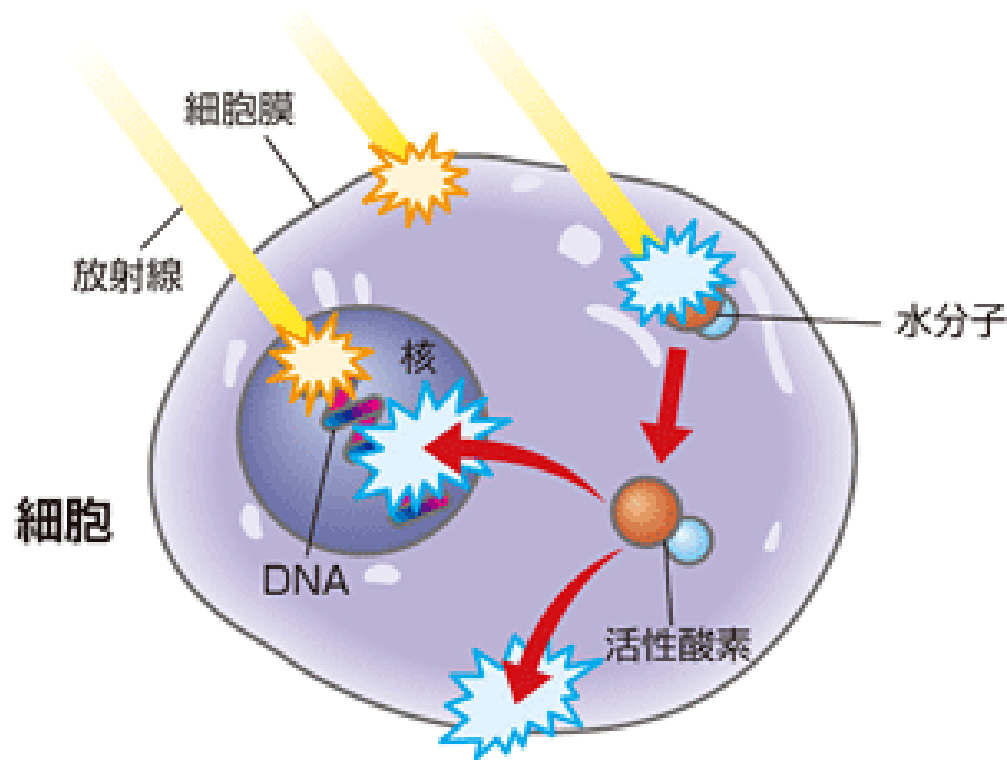
図2. DNAの半保存的複製。DNAの2本の鎖が離れて、各々の鎖が鋳型となって新しい鎖を作る

蓄積(ちくせき)する放射能の怖(こわ)さ

- 体の細胞は、いつも同じ状態をしているようですが、実(じつ)は新陳代謝(しんちんたいしゃ)をして、新(あた)らしく入れ替(か)わっています。
- 細胞は常(つね)に生まれ死(し)んでいます。(脳(のう)や神経細胞(しんけいさいぼう)を除いて。)
- 細胞は分裂(ぶんれつ)をする前に、遺伝子DNAの二重らせんがほどけ、最(もっと)も弱い状態になります。このとき放射線が当たると、DNAに致命的(ちめいてき)影響(えいきょう)を与(あた)えます。
- つまり、細胞分裂が激(はげ)しい生体ほど、放射線に弱(よ)わいのです。
- 放射能が蓄積すれば、必ず細胞の弱い時期にも放射線を出します。
- 蓄積する放射能・セシウム137などは、それだから怖いのです。

体の中に入った放射線の様子

<図1> ●放射線は、細胞を傷つける



放射線がDNAや細胞膜などの生体分子を直接傷つける場合と、放射線が水分子を分解し、その結果生じた活性酸素が生体分子を傷つける場合がある。通常、後者の影響が大きい。

出典:科学雑誌ニュートン

筑波の気象研で検出された福島由来のCs137の粒子は、2.6 μ mの球形で、6.5Bqでした。これが体内に入ったと仮定すると、1個が1日に出す放射線量は56万本のベータ(β)線とガンマ(γ)線です。 β 線は体内で1.6mm飛ぶと言われ、半径1.6mmの球形には、1715万個の細胞があります。計算によると、1個のセシウムで1日に、1715万個の細胞に平均5.2回 β 線が当たるそうです。
1個のCs137が体内に入ると半減期100日として100億個の細胞に β 線が当たります¹⁹。

体の中に入った放射線の様子

- ここで説明しているのは、図の黄色(きいろ)い部分の影響です。
- 筑波(つくば)の気象研(きしょうけん)で検出された福島原発事故由来(ふくしまげんぱつじこゆらい)のCs137の粒子(りゅうし)は、 $2.6\mu\text{m}$ の球形(きゅうけい)で、 6.5Bq でした。これが体内に入ったと仮定(かてい)すると、1個が1日に出す放射線量は56万本のベータ(β)線とガンマ(γ)線です。
- β 線は体内で 1.6mm 飛(と)ぶと仮定すると、半径 1.6mm の球形には、1715万個の細胞があります。計算(けいさん)によると、1個のセシウムで1日に、1715万個の細胞に平均5.2回 β 線が当たるそうです。
- 1個のCs137が体内に入ると半減期(はんげんき)100日として、入れたCs137が半分になる間に、100億個の細胞に β 線が当たる計算です。
- この放射線が、直接(ちよくせつ)、核にある遺伝子を傷つけたり、細胞膜(さいぼうまく)を破壊(はかい)したりします。
- また、放射線が細胞の中にたくさんある水分子にエネルギーを与えて、活性酸素(かっせいさんそ)という反応性(はんのうせい)の高い物質を作り、細胞内の生体分子を傷つけます。実際には、これの作用の方が大きいと考えられています。

まとめ

- 放射能は、放射線を出す能力、或いは放射線を出す物質です。
- 原爆や原発で出来た人工放射能は、少量でたくさん放射線を出します。
- 人工放射能が、体の中に入ると大きなエネルギーを持ったベータ線やアルファ線が、周りの細胞の構造を破壊します。
- 細胞は分裂する前に、遺伝子の二重らせんがほどけ、もっとも弱い状態になります。
- 放射能が蓄積すれば、必(かならず)細胞の弱い時期にも放射線を出します。
- 蓄積する放射能・セシウム137などは、それだから怖いのです。

放射能のことをわかって頂けましたか？

放射能について、一人一人が正しい知識を持ってもらいたくて、これを作成しました。

これを読んで、放射能についての基礎を学んで下さい。

この内容に納得出来たら、講演会の話聞いた時、あなたは疑問がわき、質問したくなるかも知れません。質問をする事で、あなたはきっともっとよく理解出来るでしょう。

ご自分がよくわかったら、他の人に説明してみてください。

その人にわかってもらえたら、あなたは本当にわかったことになります。

この内容だけでは、わからなかったら、下記に連絡してください。

喜んで説明させて頂きます。

お待ちしております。

—この内容はすべて、エビデンス(証拠)/引用に基づいて記載しています。—

三原 翠 mdmihara@hotmail.co.jp

<http://m-epoch.com/index.html>