



はかせ～。テレビで放射性物質の半減期がどうのこうのって言ってたけど、「半減期」ってなに？

はてなちゃん

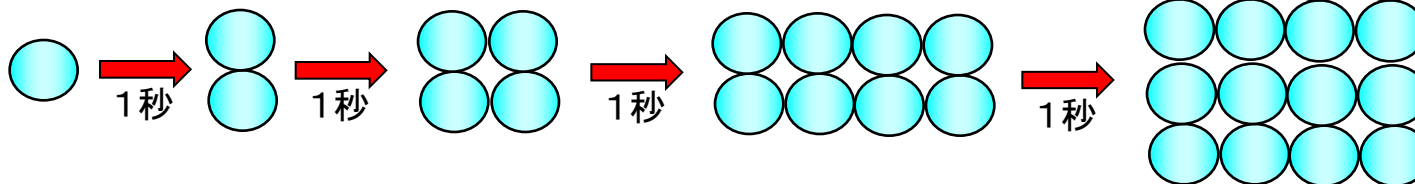
まず、放射性物質というのは放射線を出す物質のことだけど、放射線については別の機会に説明するね。で「半減期」だけど、これは放射性物質に限った話じゃなくて、「ものの数が半分に減るまでの時間」のことなんだよ。ちょっとまわりくどいけど、時間を逆回しにして「ものの数を増やしていく」ことから考え始めてみよう。



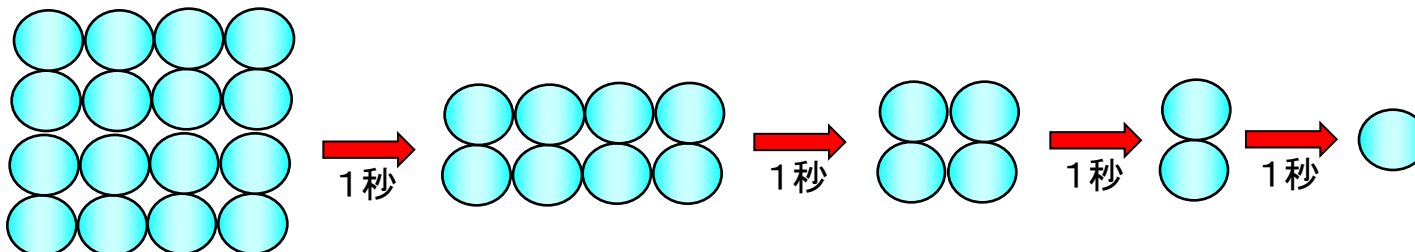
ラダはかせ

**STEP1** もの1個を  であらわすことにします。

**STEP2** 最初1個あったものを、1秒間で2倍の2個に、次の1秒間でさらに2倍の4個に、そのまた次の1秒間でさらに2倍の8個に、というぐあいに次々と倍々に増やしていくことを考えてみます。



**STEP3** 次に上の逆を考えてみましょう。最初16個あったものが、1秒間で半分の8個に、次の1秒間でさらに半分の4個に、そのまた次の1秒間でさらに半分の2個に、というぐあいに次々とものの数が減っていきますね。



このように、ものの数がある一定の時間間隔で半分、そのまた半分、というぐあいに規則正しく減っていく場合、その**一定の時間間隔**のことを**半減期**と呼んでいます。上の例の場合は半減期は1秒です。実際の場合は、もっと短い半減期もあれば長い半減期もあります。放射性物質だけではなく、血液の中の薬の成分の減り方とか、体内に取り込まれたあと吸収されずに排出される物質の減り方などにも使われる考え方です。



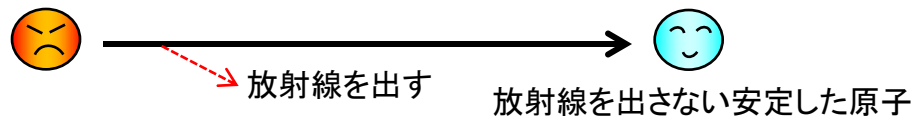
続くよ

**STEP4**

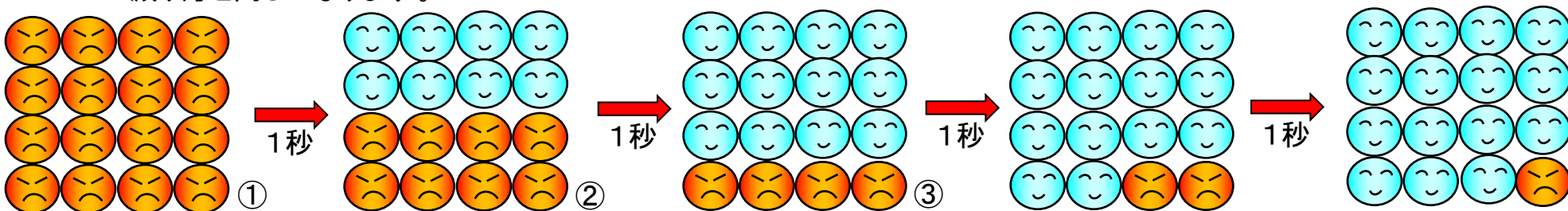
さていよいよ放射性物質について考えてみましょう。🟡 に替わって、放射線を出す不安定な原子1個を 😞 であらわすことにします。

**STEP5**

放射性物質については、薬の成分が血液中からなくなっていく場合とはちょっと違って、原子そのものが完全に消え去るわけではありません。そのかわりに、放射線を出す不安定な原子が、放射線を出すことによって、放射線を出さない安定な原子へと変化して行きます。<※1、※2>

**STEP6**

STEP3の図で説明したのと同じように絵にしてみると、つぎのようになります。😞 の数だけに注目すればSTEP3の数の減り方と同じになります。

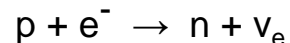


- 上の図のように、放射線を出す不安定な原子 😞 を含む物質のことを『放射性物質』といいます。
- 上の図の放射性物質の『半減期』は1秒です。実際にはもっと短い半減期の放射性物質もあれば、長い半減期の放射性物質もあります。たとえば、福島原発事故以来問題となったセシウム(Cs)137という放射性物質の半減期は約30年、原発の燃料に使われるウラン(U)235の半減期は約7億年です。
- 放射性物質が放射線を出す能力のことを『放射能』といい、『放射能の強さ』(これを単に放射能ということもあります)をあらわす単位として『ベクレル(Bq)』を使います。
- ベクレルは、1秒間に何個の 😞 が 😊 に変化するかという量です。上の図の例で言えば、最初8ベクレル(①1秒間に8個の原子が変化)あった放射能が、1秒後に4ベクレル(②)、2秒後に2ベクレル(③)と減っているわけですね。
- 以上、説明を簡単にするために、原子の数が16個とかいった絵を使いましたが、実際の物質では、グラムオーダーの物質で1のあとにゼロが20個以上もつく目のくらむような数の原子が含まれていますので、1ベクレルというのは、そのうちたった1個の 😞 が1秒間で 😊 に変化したという、とてつもなく細かな現象をあらわす単位だということが言えるでしょう<※3>。

『放射線豆知識』では、説明を簡潔にするために、詳細な物理的・数学的説明を省いており、科学的厳密性をある程度犠牲にしています。さらに理解を深めたい方々や科学的厳密性を求めたい方々は以下の注釈をお読みください。

### <※1>放射性崩壊(放射線を出すことによって変化する)を起こす主体について(原子核なのか原子なのか)

放射性崩壊は、不安定な「原子核」が、アルファ線、ベータ線、ガンマ線などの放射線を出すことにより別の安定な「原子核」に変化する現象、として説明される場合が多いようです。ただ、同様な変化を起こす電子捕獲という現象は、電子軌道の電子が原子核に取り込まれることによって起こります。この結果、取り込まれた電子(e<sup>-</sup>)と、もともと原子核内にあった陽子(p)が結合し、次のような反応によって中性子(n)に変化するとともに電子ニュートリノ(v<sub>e</sub>)が放出されます。



この結果、質量数は変化しませんが原子番号が1つ減るため、もともとの原子核も別の原子核へと変化します。たしかに、上記の反応は原子核の中で起こっていますし、原子核が別の原子核に変わるのも、この原子核内での反応の結果です。

しかしながら、そもそものきっかけとなる電子捕獲自体は裸の原子核では起こりえません。「原子核とその周りの軌道電子」すなわち「原子」という形があってはじめて起こる現象です。さらに、原子核に取り込まれた電子の軌道を埋めるために、外側の軌道にあった電子が遷移し、両軌道のエネルギー差に相当する波長のX線(特性X線)が放出されます。また、もっと外側の軌道電子がこのエネルギー差に相当するエネルギーをもらって原子の外に飛び出す場合もあります(これをオージェ電子と言います)。これら特性X線やオージェ電子は、「原子核」からではなく「原子」から出ると言うのが適切でしょう。また、原子核は原子の一部ですから、アルファ線、ベータ線、ガンマ線などについて「原子から出る」と表現しても間違いとは言えません。

以上のことから、本「放射線豆知識」では、原子核や軌道電子といった概念を用いなくても説明できるように、『放射線を出す不安定な原子が、放射線を出すことによって、放射線を出さない安定な原子へと変化』という表現を用いることにしています。

### <※2>複雑な放射性崩壊について

放射性核種(放射線を出す不安定な原子核)が放射線を出して別の原子核(これを娘核種といいます)に変わる場合、娘核種も不安定でさらに放射線を出す場合があります。このとき、もともとの核種(これを親核種といいます)と娘核種との量の釣り合い(これを放射平衡といいます)の関係から一時的に全体の放射能の強さが増える場合がありますが、やがて一定の割合で減衰していきます。本「放射線豆知識」の図は、このような詳細に立ち入ることなく、娘核種が安定な場合を描いたものですが、『放射線を出さない安定な原子へと変化して行きます』という表現を用いることによって、今後のより深い理解への糸口を残すことにしました。

### <※3>放射性崩壊現象に対する数量的記述について

放射性崩壊はアボガドロ数(6x10<sup>23</sup>)に準ずるきわめて多数の構成要素からなる体系で起こる確率的現象です。したがって、原子数とか半減期といった数値も、厳密には統計的な平均値として記述されます。体系の構成要素の数が少なくなるに従って確率の揺らぎが増大し、平均値の偏差も大きくなります。本「放射線豆知識」では、なるべく簡単に視覚的に説明することに重点を置き、『実際の物質では・・・』という文章でアボガドロ数を暗示するにとどめ、あえて確率的現象論には立ち入らないことにしました。