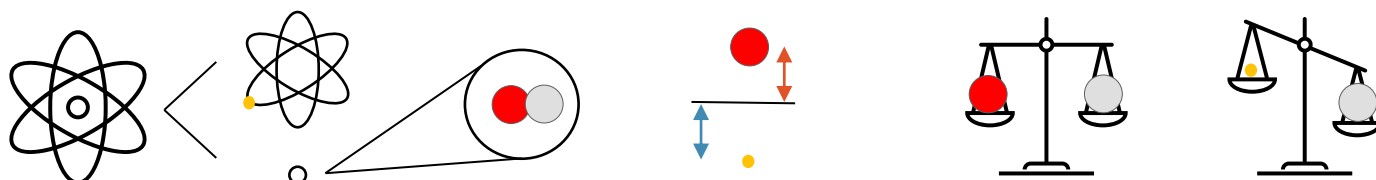


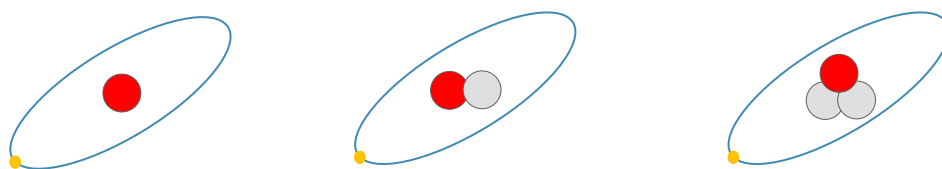
原子の構成と同位体

原子の構成

原子は原子核と電子によって構成され、原子核は陽子と中性子によって構成される。電子と陽子は同じ大きさで正負が逆の電荷をもっており、中性子は電荷をもたない。陽子と中性子はほとんど同じ質量を持っており、電子はそれらより約2000分の1の質量しか持っていない。



水素の同位体



同位体名	軽水素	重水素	三重水素
存在比 ^[1]	99.98 %	0.02 %	1×10^{-17} %
構成	陽子×1 中性子×0	陽子×1 中性子×1	陽子×1 中性子×2
原子核の電荷	1	1	1
放射性	なし	なし	あり

同位体同士の違いはどこにあるのでしょうか？

どうすればその差によって同位体を弁別できるのでしょうか？

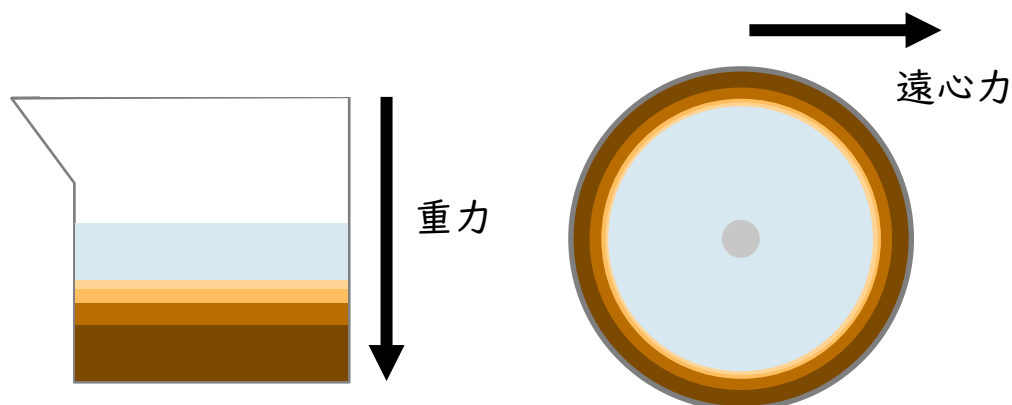
[1] 京都大学 重水素学学問創出プロジェクト, 用語集-重水素, <https://deut-switch.pharm.kyoto-u.ac.jp/glossary/358.html>

同位体分離・同位体濃縮の方法

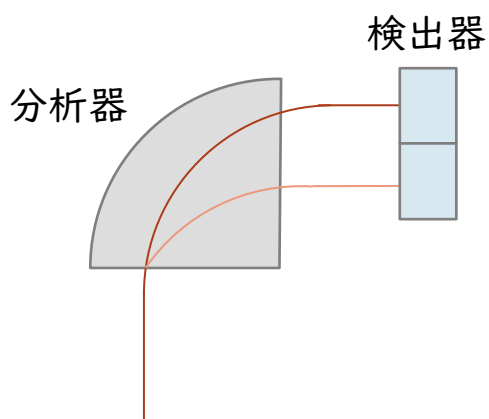
同位体を分離するには

同位体同士は原子核の持つ電荷や電子数が同じことから化学的にはほとんどの同じ性質を持つが、原子核を構成する中性子数が異なるため、質量が異なる。質量とは言わば力へのセンシティブさを示しているため、同位体に対して同じ大きさの力を与えるとその質量に応じて運動を行う。これをうまく利用することで同位体を選び分けるが可能である。

遠心分離

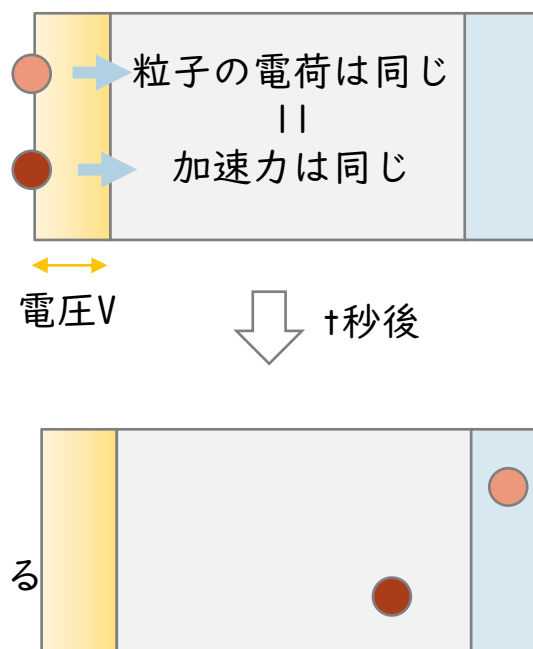


磁場による分離



質量が異なる
||
磁場による曲げが異なる

飛行時間による分離

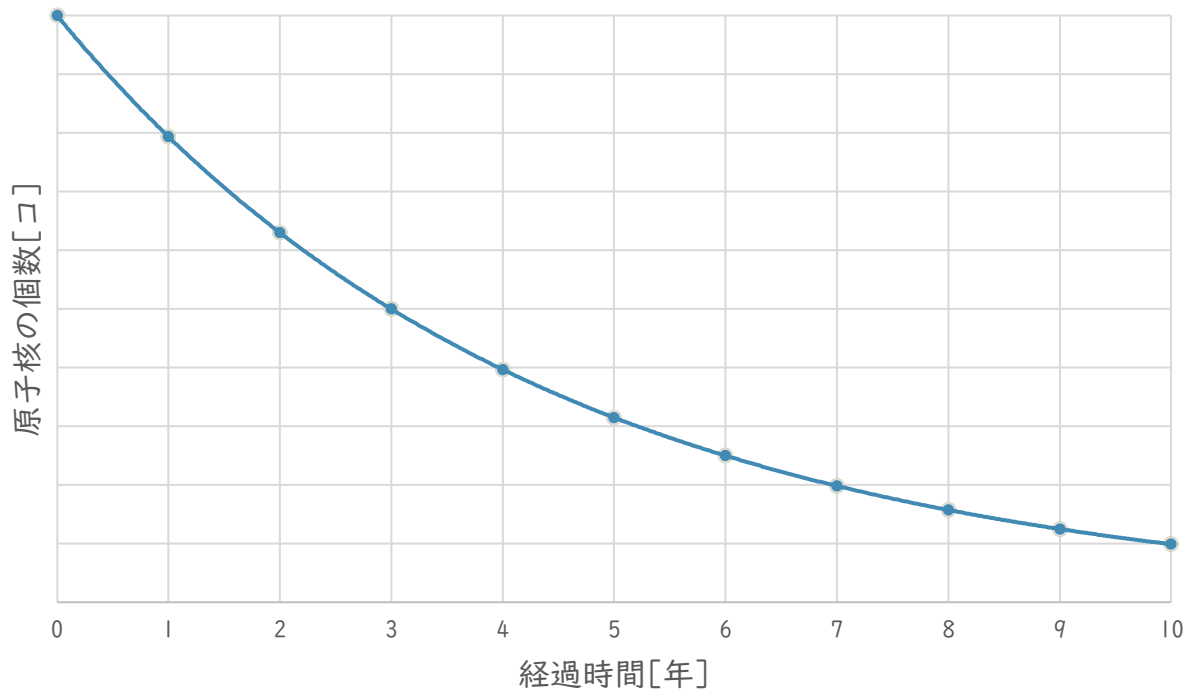


質量が異なる
||
速度が異なる
||
移動距離が異なる

半減期について

半減期

放射性同位体には半減期があり、崩壊しつつ徐々に減少していきます。半減期とはある核種の原子核の個数が崩壊（別の核種へ変化すること）により減少し、元の数の半分となるまでの時間を言います。



- (1) 上の図は放射性同位元素の半減期は何年でしょうか？
- (2) 1/10減期(原子核の個数が1/10)になるのは何年でしょうか？
- (3) 100年後にはどれだけ減少するでしょうか？

自然に存在する放射性同位体

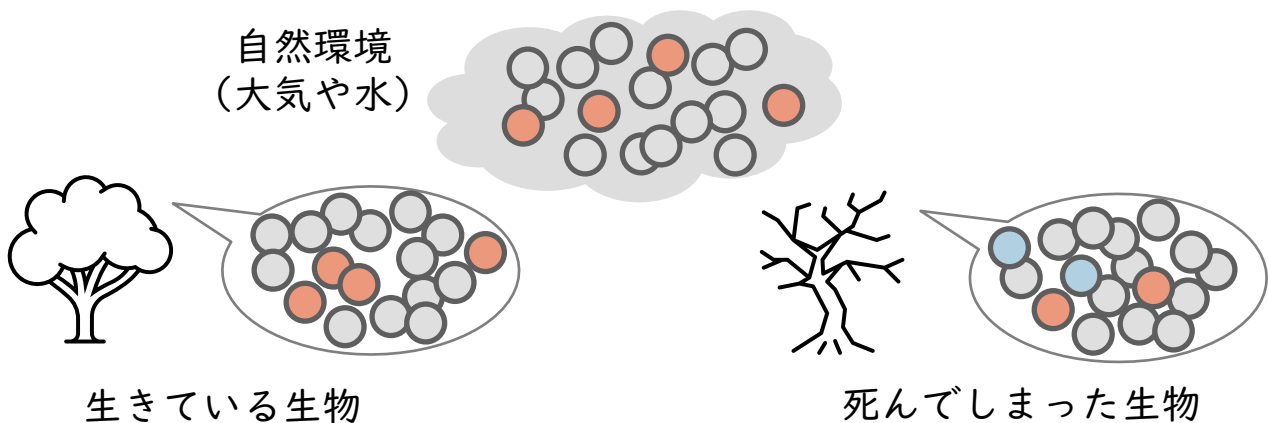
天然にも放射性同位体は存在します。半減期に応じて徐々に減少していく放射性同位体がなぜ、自然界にあるのでしょうか？理由を考えてみましょう。

年代測定の方法

年代測定の原理

天然に存在する放射性同位体の一部には、常に一定量生成され続けているものがあります。その代表が炭素14です(数字は質量数を示す)。天然に存在する炭素のほとんどは炭素12という安定同位体ですが、大気中の窒素と宇宙から飛来する放射線の反応によって炭素14が生成されます。この炭素14は約5,700年の半減期を持ち、常に一定数減少しながら一定数生成され続けています。

ところで、炭素は生物にとって必要不可欠の元素のひとつであり、植物においては光合成、動物は食物によって体内に取り込み、体を作り上げる材料になります。その際、同位体同士の化学的性質はほとんど同じであるため、環境中の同位体存在比と生物内の同位体存在比は同じになります。しかし、生物が死ぬと新たな炭素は体内に取り入れられず、炭素14は5,700年の半減期で減少していきます。つまり、生物が活着している間は一定のである炭素12と炭素14の比が、死亡を境に徐々に、一定のペースで変化していきます。この比を測定することによって、生物がいつ死んだのかを推測することができるのです。



年代測定についての考察

炭素14が年代測定に用いられる原理は上記の通りです。では、他にはどんな原子核あるいは放射性同位体が年代測定に用いられるのでしょうか？

年代測定を行うのに必要な性質を挙げ、考えてみましょう。

年代測定体験

体験手順

- (1) 同位体分離器模型の型紙を印刷し厚紙に貼る
- (2) 型紙の指示通りに模型を組み立てて台紙にセットする
- (3) 試料A, B, Cをそれぞれ同位体分離器模型に掛けて小球を弁別する
- (4) 小球の存在比から各試料の年代を推定する

体験記録

本体験では元素Xの同位体分離を行う。試料A, B, Cは生物から必須元素であるXのみを科学的に抽出したものであり、元素Xは天然に2種類の同位体が存在する。その天然存在比は $X-y:X-z = 1:1$ であり、 $X-y$ は安定同位体、 $X-z$ の半減期は700年である。なお、質量は $X-y < X-z$ である。

試料名	X-yの個数	X-zの個数	年代 (a年前)
試料A			
試料B			
試料C			

年代の推定

- (1) ポケットAとポケットBに分かれた小球のうち、どちらが $X-y$ であるか？
- (2) 放射性同位体は生物が生存していた時からどれだけ減少したか？
- (3) 各試料は何年前に死んだ生物のものであると推測できるか？