

放射線と原子力

～ 原子核のエネルギー ～

物理基礎 監修
 野口 禎久

今回学ぶこと

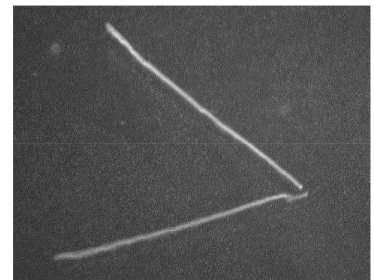
原子炉に関する報道記事などで、放射線、放射性物質、放射能、マイクロシーベルト、ベクレル、連鎖反応、半減期といった物理用語を目にすることがあります。今回は、それらの言葉の意味を考えながら、放射線の種類や性質の理解を深めていきます。さらに、原子炉内で起こっている原子核分裂反応の原理についても考えます。

今回のポイント

- ① 原子の構造を調べる
- ② 放射線の種類と特徴
- ③ 核分裂と原子力

放射線

放射線と呼ばれるものには、粒子の流れである α 線や β 線、電磁波である X 線や γ 線などがある。これらの放射線は物質を透過したり(透過性)、まわりの原子をイオン化する(電離作用)性質をもっている。例えば、 α 線が霧箱という装置の中を通過すると、 α 線の電離作用で生じた白い線(飛跡)が観察される。



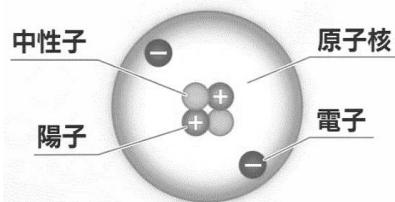
人体に与える影響を含めた放射線量の単位をシーベルト(Sv)という。1年間に、宇宙、大地、空気などから自然に及ぶ放射線(自然放射線)の平均は2.4mSv(ミリシーベルト)ほどである。これを1時間あたりに換算すると約0.3 μ Sv/h(マイクロシーベルト毎時)となる。番組で登場する架空の新聞記事にある1.2 μ Sv/hという放射線量を1年間あたりに換算すると

$$1.2 \times 10^{-6} \text{ Sv/h} \times 365 \times 24\text{h} \doteq 0.011\text{Sv} = 11\text{mSv}$$

1年間の自然放射線の量2.4mSvのおよそ4倍になる。

放射能

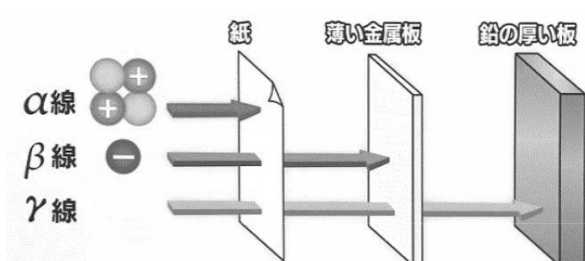
${}^4_2\text{He}$ の原子では陽子 2 個と中性子 2 個からなる原子核のまわりを 2 個の電子が運動している。自然界に存在するセシウムは ${}^{133}_{55}\text{Cs}$ で、その原子核は陽子 55 個と中性子 78 個からなる。一方、新聞記事のセシウムは ${}^{137}_{55}\text{Cs}$ で、中性子が ${}^{133}_{55}\text{Cs}$ より 4 個多い 82 個になっている。 ${}^{137}_{55}\text{Cs}$ のように陽子数と中性子数のバランスが悪くて不安定な原子核は、放射線を放出してより安定な原子核に変化する。この変化を放射性崩壊、放射性崩壊する原子核を放射性原子核、放射性原子核を含む物質を放射性物質という。



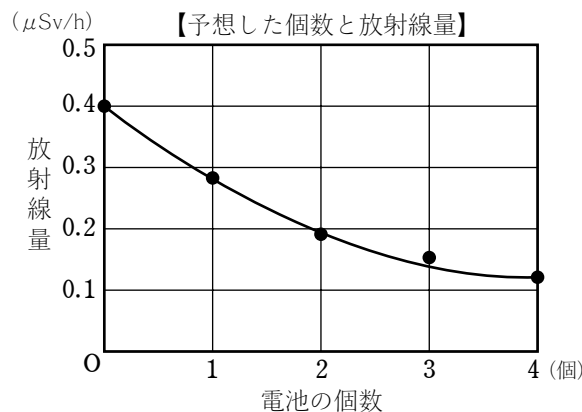
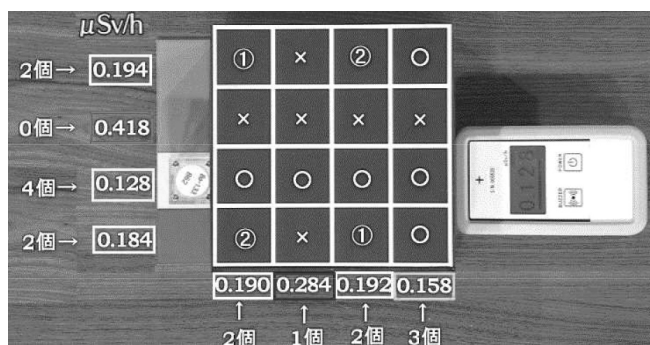
放射線を出す能力のことを放射能という。放射性物質の放射能の強さは、1s 間あたりにおこる放射性崩壊の回数で表し、その単位をベクレル (Bq) という。前出の新聞記事にあった「水 1 リットルあたり 2000 ベクレルの放射能」とは、水に含まれた ${}^{137}_{55}\text{Cs}$ が 1s 間あたりに 2000 個の割合で崩壊し、放射線を出しているということである。

放射線の透過性

放射線の透過性は放射線の種類で異なる。 ${}^4_2\text{He}$ の原子核の流れである α 線は紙 1 枚、電子の流れである β 線は薄い金属、電磁波である γ 線は厚い鉛の板でほぼ止まり、遮蔽することができる。レントゲン写真では、骨とその他の部分で X 線の透過する割合が異なることを利用している。



放射線源と放射線測定器の間に置かれた電池の数が多いほど放射線の透過率が小さくなり、放射線量が減少する。これを利用して、 4×4 に仕切られた箱の中に置かれた電池の位置を推測することができる。出題の条件として、必ず 0 個、1 個、4 個の列を 1 つずつ作る。図のように、測定結果から各列の電池が置かれた位置 (○) と置かれていない位置 (×) を推測できる。ただし、この実験からは残りの 2 本を①に置いたのか、②に置いたのかは判別できない。



核分裂と原子力

^{235}U の原子核に中性子があたると、エネルギーを放出して2つの原子核に分裂する。このような反応を核分裂反応という。このとき、2~3個の中性子が放出されるため、 ^{235}U がそばにあると核分裂反応が次々に起こる。これを連鎖反応という。

原子炉ではこのようにして得たエネルギーを電気エネルギーに変換することで発電を行うが、半減期(半数の放射性原子核が崩壊する時間)が長い放射性原子核が生成することが問題になる。

