

1kg のセシウムがあったとしたら (1)

菜梨 言平衛

2012年4月15日

セシウム 137 (原子記号で書くと、 $^{137}_{55}\text{Cs}$ 、以下同様) が 1kg 存在したら、それは何ベクレルに相当するの
であろうかと思ひ、計算してみることにした。

まず、ベクレル (becquerel、記号: Bq) とは、放射能の量を表す単位 (単位記号は [Bq]) で、1 秒間に 1 つ
の原子核が崩壊して放射線を放つ放射能の量が 1Bq である。

以下の計算に使用する数値をはじめに書いてみる。

$$\begin{aligned} ^{137}_{55}\text{Cs} : & \text{原子量 } 136.907 \quad \text{半減期 } 30.07 \text{ 年} \\ \text{アボガドロ (定) 数} : & 6.022 \times 10^{23} \text{ (注)} \\ \text{1 年} : & 365.24 \text{ 日 (100 年間に閏年が 24 回から)} \\ \text{1 日} : & 86,400 \text{ 秒 (60} \times 60 \times 24 \text{ から)} \\ \text{プランク定数} : & 6.626 \times 10^{-34} \text{ Js} \\ \text{光速} : & 2.998 \times 10^8 \text{ m/s} \\ \text{1eV} : & 1.602 \times 10^{-19} \text{ J} \end{aligned}$$

$^{137}_{55}\text{Cs}$ が仮に 1kg 存在した時、その中の原子数は、 $1,000 \div 136.907 \times 6.022 \times 10^{23} = 4.399 \times 10^{24}$ となる。
放射性の原子が 1 秒間に崩壊する割合は、 $1 - 2^{-\frac{1}{T}}$ と書くことができる。ただし、 T は半減期 (秒) である。
いま、 $1 \ll T$ ならば、以下のように変形できる。

$$1 - 2^{-\frac{1}{T}} = 1 - \exp\left(-\frac{1}{T} \ln 2\right) \simeq 1 - \left(1 - \frac{1}{T} \ln 2\right) = \frac{1}{T} \ln 2$$

いま、 T として上記の半減期を用いると、上式の値は、

$$\frac{1}{T} \ln 2 = \frac{1}{30.07 \times 365.24 \times 86,400} \ln 2 = 7.305 \times 10^{-10}$$

となる。

したがって、 4.399×10^{24} 個の原子は、1 秒間にそのうちの
 $4.399 \times 10^{24} \times 7.305 \times 10^{-10} = 3.213 \times 10^{15}$ 個が崩壊する。つまり、1kg のセシウム 137 は 3.213×10^{15}
ベクレル (Bq) に相当するということになる (Wikipedia の数字と少し違うがほぼ一致している)。1g (1 円玉
の重さ) なら、3.213 兆ベクレル (Bq) に相当する。

(注) 高校生の頃、アボガドロ数と習ったと記憶しているが、今ではアボガドロ定数というらしい。
(続きは後日)