

(体内の K40 の放射能の強さ) filename=K40decay-qa141030.tex

人体には体重の約 0.35% のカリウム (K) が含まれている。カリウム元素中の放射性同位元素 ^{40}K の存在比は約 0.012% である。ここで次の問いに答えよ。ただし、 ^{40}K の半減期 $T = 1.28 \times 10^9 \text{year}$, アボガドロ数 $N_A \approx 6 \times 10^{23} / \text{mol}$, $\log_e 2 = 0.693$ とする。

1. 崩壊定数 λ を計算せよ。
2. 体重 60Kg の人の身体中の ^{40}K 原子 (核) の個数 N_0 を計算せよ。
3. 体重 60Kg の人の身体中の ^{40}K の放射能の強さを (Bq 単位で) 計算せよ。

(解答例)

1. 崩壊定数 λ は半減期 T と次の関係があるので、関係する値を代入して計算する。

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{\log_e 2}{T} \\ &= \frac{0.693}{1.28 \times 10^9 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ s}} \\ &= 1.716 \times 10^{-17} \text{s}^{-1}.\end{aligned}\tag{1}$$

2. 体重 60Kg の人の身体中の ^{40}K 原子 (核) の質量の計算に注意すると、次のように計算される。

$$\begin{aligned}N_0 &= \frac{60 \times 10^3 \text{g} \times \left(\frac{0.35}{100}\right) \times \left(\frac{0.012}{100}\right)}{40 \text{ g}} \times (6 \times 10^{23}) \\ &= 3.78 \times 10^{20}.\end{aligned}\tag{2}$$

3. ある時刻 t における放射能の強さ $A(t)$ は、その時刻の原子核数 $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ を用いて次のように定義される。

$$A(t) \equiv -\frac{dN}{dt} = \lambda N_0 e^{-\lambda t}.\tag{3}$$

ここでは、時刻として $t = 0$ を選んで、関係する値を代入すると

$$\begin{aligned}A(t=0) &= \lambda N_0 \\ &= (1.716 \times 10^{-17} \text{s}^{-1}) \times (3.78 \times 10^{20}) \\ &= 6.486 \times 10^3 \text{1/s} \\ &= 6486 \text{Bq(ベクレル)} (= \text{dps}).\end{aligned}\tag{4}$$

備考：日本における放射能汚染についての規制値 (2012 年 4 月 1 日現在)：

穀類、野菜、肉・魚類など主要食品では、1 キログラム当たり、100 ベクレルである。このほか、摂取量が多く代替品のない飲料水は 1 キログラム当たり 10 ベクレル、乳児用食品と牛乳は 50 ベクレルが基準値とされている。