

カリウム 40 による自然被曝 ーベクレルとシーベルトの関係についてー

菜梨 言平衛

2012 年 4 月 20 日

カリウム 40 による自然被曝は、ベクレルとシーベルトとの関係を模索している過程で初めて知った。カリウム 40 についての諸データは以下の通り。

半減期 1.248×10^9 (年)

天然存在比 0.0117%

同位体質量 39.964

崩壊モード

- (89.28%)
 ${}_{19}^{40}K \rightarrow {}_{20}^{40}Ca + e^- + \bar{\nu}_e (1.31MeV)$
- (10.72%)
 ${}_{19}^{40}K \rightarrow {}_{18}^{40}Ar^* + \nu^* + \nu_e \rightarrow {}_{18}^{40}Ar + \gamma + \nu_e (1.50MeV)$
- (0.001%)
 ${}_{19}^{40}K \rightarrow {}_{18}^{40}Ar + e^+ + \nu_e$ (エネルギー記載なし)

体重 70kg の人の体内には、140 g のカリウムが存在するそうである。このうちのカリウム 40 が毎秒何個崩壊するか計算してみる。計算方法の詳細は、「(1)」を参照のこと。

(体内に存在する ${}_{19}^{40}K$ の原子数)

$$140 \div 39 \times 6.022 \times 10^{23} \times \frac{0.0117}{100} = 2.53 \times 10^{20}$$

(放射性の原子が 1 秒間に崩壊する割合)

半減期 T が 1 秒より十分長い場合は、 $\frac{1}{T} \ln 2$ より、

$$\frac{\ln 2}{1.248 \times 10^9 \times 365.24 \times 86,400} = 1.77 \times 10^{-17}$$

(体重 70kg の人の体内で 1 秒間に崩壊する ${}_{19}^{40}K$ の数)

$$2.53 \times 10^{20} \times 1.77 \times 10^{-17} \simeq 4,500$$

崩壊の大半を占める ${}_{20}^{40}Ca$ への崩壊の場合、1.31MeV のエネルギーを持つ e^- のエネルギーがすべて体内で

吸収されたとすれば、1年間に吸収されるエネルギーは、体重 1kg あたり、

$$1.31 \times 10^6 \times 1.602 \times 10^{-19} \times 4,500 \div 70 \times 86,400 \times 365.24 = 0.43(mJ/kg)$$

となる。これは 0.43mSv ということになる。ただし、資料ではこの数字の半分以下の値が記載されている。

これまでの計算はカリウムのように全身に分布している場合である。しかし、甲状腺のようにヨードが集中するような場合は、ちと話が違ってくる。甲状腺に 100 ベクレルの放射性ヨードが蓄積し、1MeV の放射線を出しているとすれば、1年間に甲状腺に与えるエネルギーは、

$$1 \times 10^6 \times 1.602 \times 10^{-19} \times 100 \div 0.015 \times 86,400 \times 365.24 = 33.7(mJ/kg)$$

である。これは大きな数字ではないか。

計算方法は、「(1)」を参照。