

(問題4の続き)

問2 放射性核種 ^{87}Rb は β -壊変によって ^{87}Sr となる。この放射壊変を利用して岩石や隕石の年代測定がなされている。次の設問 (1) ~ (5) に答えよ。

- (1) ^{87}Rb の数を $[^{87}\text{Rb}]$ とすると、 $[^{87}\text{Rb}]$ の減少は時間 t を用いて、以下のよう
に記述できる。ただし、 λ は壊変定数である。

$$-\frac{d[^{87}\text{Rb}]}{dt} = \lambda [^{87}\text{Rb}]$$

この微分方程式を解け。なお、 $[^{87}\text{Rb}]$ の初期値を $[^{87}\text{Rb}]_0$ とする。

- (2) ^{87}Rb の壊変定数 λ は $1.42 \times 10^{-11} \text{ (yr}^{-1}\text{)}$ である。 ^{87}Rb の半減期を有効数字2桁で求めよ。必要なら、 $\ln 2 = 0.693$ を用いよ。
- (3) ある岩石が形成したときの $[^{87}\text{Rb}]_0$ がわかれば、設問 (1) で求めた式を用いてその岩石の形成年代を求められる。しかし、 $[^{87}\text{Rb}]_0$ は直接求めることはできない。そこで、 ^{87}Rb の放射壊変によって生成した ^{87}Sr の数 $[^{87}\text{Sr}^*]$ を利用する。 $[^{87}\text{Sr}^*]$ を $[^{87}\text{Rb}]$ を使って表せ。
- (4) 岩石が形成したときの ^{87}Sr の数を $[^{87}\text{Sr}]_0$ とすると、その岩石中の ^{87}Sr の数 $[^{87}\text{Sr}]$ は、 $[^{87}\text{Sr}] = [^{87}\text{Sr}]_0 + [^{87}\text{Sr}^*]$ で表される。ところで、Sr には放射壊変の影響を受けない安定同位体 ^{86}Sr がある。そこで、両辺を ^{86}Sr の数 $[^{86}\text{Sr}]$ で割ると、

$$\frac{[^{87}\text{Sr}]}{[^{86}\text{Sr}]} = \frac{[^{87}\text{Sr}]_0}{[^{86}\text{Sr}]} + \frac{[^{87}\text{Sr}^*]}{[^{86}\text{Sr}]}$$

となる。この式で表される関係を用いて年代測定ができる。ただし、 $[^{87}\text{Sr}^*]$ は設問 (3) で導いた答えで置き換える必要がある。この式で表される線を一般的に何とよぶか。

- (5) ある岩石中の黒雲母とカリ長石の $[^{87}\text{Rb}]/[^{86}\text{Sr}]$ と $[^{87}\text{Sr}]/[^{86}\text{Sr}]$ を測定したところ、それぞれ 148.0, 2.78 (黒雲母), 48.0, 2.08 (カリ長石) であった。設問 (4) で求めた式を用いて、この岩石の形成年代を計算し、以下の a)~e) の中から最も近いものを選び。計算過程も示すこと。必要なら、 $\ln(1+x) \approx x$ ($x \ll 1$ のとき) を用いよ。

a) 5 億年 b) 10 億年 c) 15 億年 d) 20 億年 e) 30 億年