

(問題5の続き)

- (1) 一般に、ある時間  $t$  が経過した時点での親核種の原子数  $P$  は、壊変定数  $\lambda$  を用いて

$$P = P_0 \exp(-\lambda t) \quad \dots \quad \textcircled{1}$$

とあらわすことができる。ここで  $P_0$  は、 $t=0$  における  $P$  の値である。

親核種からただ一つの娘核種が放射壊変により生成する場合を考えて、ある時間  $t$  が経過した時点での娘核種の原子数  $D$  を、 $t=0$  における  $P$  の値  $P_0$  と  $t=0$  における  $D$  の値  $D_0$  を用いてあらわせ。

- (2) 原始大気が形成された時点をも  $t=0$  とする。 $t=0$  において地殻やマントルに存在していた  $^{40}\text{K}$  の質量 ( $m_{\text{K}(0)}$  とする) を  $1.0 \times 10^{21} \text{ g}$  と仮定し、37.5 億年 ( $^{40}\text{K}$  の半減期の3倍) が経過した時点での大気中の  $^{40}\text{Ar}$  の質量  $m_{\text{Ar}}$  を推定せよ。ただし、 $t=0$  における  $^{40}\text{Ar}$  の質量 ( $m_{\text{Ar}(0)}$  とする) については前ページの表1の値を用いること。また、推定値は有効数字1桁で示せばよいが、計算過程がわかるように解答すること。

問3 次の文章を読んで、以下の設問(1)、(2)に答えよ。

現在の大気中の二酸化炭素 ( $\text{CO}_2$ ) 存在量が原始大気中の存在量に比べてはるかに少ないのは、原始海洋が形成された後に炭酸塩鉱物と有機物に形を変えて海底堆積物として固定されたためであると考えられている。次の文章は、海底堆積物中の炭酸塩鉱物と有機物の炭素同位体比に相違が見られることを述べたものである。

35 億年前から 10 億年前の間に形成された堆積物の炭素同位体比を調べると、  
(あ) の炭素同位体比は  $\delta^{13}\text{C} = 0 \pm 3 \text{ ‰ (PDB)}$  の範囲に入るのに対して  
(い) の炭素同位体比は  $\delta^{13}\text{C} = -25 \pm 10 \text{ ‰ (PDB)}$  の範囲に入る。このように(い)がより(う)炭素同位体比を示すのは、(え)として説明される同位体分別作用の効果である。一方、この範囲を外れる炭素同位体比が 23 億年前から 20 億年前の堆積物に特異的に見いだされることを報告する研究もある。(ア)例えば、この年代に形成された炭酸塩鉱物には、他の年代のものに比べて、より(お)炭素同位体比を示すものがある。

- (1) 空欄(あ)～(お)に入る適当な語を、以下の解答群から重複がないように選び記号で答えよ。

(a) 炭酸塩鉱物, (b) 有機物, (c)  $^{13}\text{C}$  に富んだ, (d)  $^{13}\text{C}$  に乏しい,

(e) 同位体交換平衡反応, (f) 動的同位体効果

- (2) 上の下線(A)で述べた炭酸塩鉱物の異常な炭素同位体比の要因として、問1(2)で述べたある生化学反応がこの年代に急激にさかんになったために地球の炭素収支のバランスが崩れた、と主張する仮説が提唱されている。この仮説に従って、炭酸塩鉱物に炭素同位体比異常が見られる理由を説明せよ。