

(問題5の続き)

マントルとコア中の W 濃度 ( $C_{w,m}$  および  $C_{w,c}$ ) が一様で、その比がある一定の値になるように分配すると考えると、式 (i) が成り立つ。

$$D_w = \frac{C_{w,m}}{C_{w,c}} \quad (i)$$

同様に、マントルとコア中の Hf 濃度 ( $C_{Hf,m}$  および  $C_{Hf,c}$ ) について、式 (ii) が成り立つ。

$$D_{Hf} = \frac{C_{Hf,m}}{C_{Hf,c}} \quad (ii)$$

$D_w$ ,  $D_{Hf}$  はそれぞれ W, Hf についてのコア-マントル間の分配定数である。また、両元素は地球から除かれることがなく、また地球の他の部分の量を見捨てるので、マスバランスから式 (iii), (iv) が成り立つ。

$$(M_c + M_m)C_w^0 = M_c C_{w,c} + M_m C_{w,m} \quad (iii)$$

$$(M_c + M_m)C_{Hf}^0 = M_c C_{Hf,c} + M_m C_{Hf,m} \quad (iv)$$

$M_c$ ,  $M_m$  はコアおよびマントルの質量,  $C_w^0$ ,  $C_{Hf}^0$  は分化前の W, Hf 濃度である。

- (1) 次の元素を、コア-マントル間の分配定数  $D$  が 1 より大きいグループと  $D$  が 1 より小さいグループに分けよ。

Mg, Al, Si, K, Fe, Ni, Co

- (2) 図中の時間  $c$  は  $^{182}\text{Hf}$  の半減期の何倍かを答えよ。
- (3)  $^{182}\text{W}/^{184}\text{W}$  比は炭素質コンドライト、コア、マントルでどのような大小関係があるかを答えよ。
- (4)  $^{182}\text{Hf}$  は消滅核種であり、時間  $2c$  が経過するとその全てが  $^{182}\text{W}$  に変わっているとしてよい。時間  $2c$  における炭素質コンドライトの  $^{182}\text{W}/^{184}\text{W}$  比 (図中の  $b$  の値) はいくらか。ただし、地球誕生時において、炭素質コンドライトの  $^{182}\text{W}/^{184}\text{W}$  比は  $0.80$  (図中の  $a$  の値), Hf および W の濃度はどちらも  $0.10 \text{ mg/kg}$  とし、 $^{182}\text{Hf}$  は原子数にして Hf 全体の  $10\%$ ,  $^{184}\text{W}$  は W 全体の  $30\%$  を占めていたとする。計算にあたっては、Hf と W の原子量は等しいとせよ。また、分化に際しての同位体効果や  $^{182}\text{Hf}$  以外の放射壊変の影響は無視せよ。
- (5) 式 (i) ~ (iv) を用いて、分化後のコアおよびマントル中の W と Hf の濃度 ( $C_{w,m}$ ,  $C_{w,c}$ ,  $C_{Hf,m}$ ,  $C_{Hf,c}$ ) を求めよ。 $M_c = 2 \times 10^{24} \text{ kg}$ ,  $M_m = 4 \times 10^{24} \text{ kg}$ ,  $D_w = 0.1$ ,  $D_{Hf} = 10$  とし、また  $C_w^0$ ,  $C_{Hf}^0$  については、設問 (4) の炭素質コンドライトの値を用いよ。
- (6) 時間  $0.4c$  が経過した時に、コア-マントルの分化が起こったとする。図中の破線のうち、マントル中の  $^{182}\text{W}/^{184}\text{W}$  比の時間変化を最もよく表すものを選び、破線 (ア) ~ (オ) の記号で答えよ。
- (7) コア-マントルの分化が起こったのが時間  $c$  だったとする。その場合、マントル中の  $^{182}\text{W}/^{184}\text{W}$  比の時間変化の大きさは設問 (6) の時間変化の大きさに比べて、大きいか、小さいか。理由とともに答えよ。