

地球惑星物質科学 試験問題 2009 年度

注意事項

- ・ノート・資料等は一切見てはならない。カンニング等の不正行為は直ちに不合格とする。
- ・採点の都合上、問題Ⅰと問題Ⅱの解答は別々の答案用紙に記入すること。

問題Ⅰ

1. 結晶はその対称性によって7つの晶系に分けられる。また各晶系ではその格子定数に一定の制約がある。その7晶系とは、三斜、単斜、斜方、正方、三方、六方、立方（等軸）の7つである。次のような特徴をもつ晶系を書け（答えはひとつとは限らない）。

- (1) この晶系ではひとつの方向だけに4回回転軸（あるいは回反軸）が存在する。
- (2) この晶系ではその格子定数が必ず、 $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ となる。
- (3) X線回折で格子定数を求めたら、 $a = 0.524 \text{ nm}$, $b = 0.524 \text{ nm}$, $c = 0.95 \text{ nm}$, $\alpha = 93.2^\circ$, $\beta = 115.9^\circ$, $\gamma = 91.2^\circ$ となった。
- (4) JCPDS カードにこの晶系の格子定数を記載するときはふたつの数値だけで十分である。

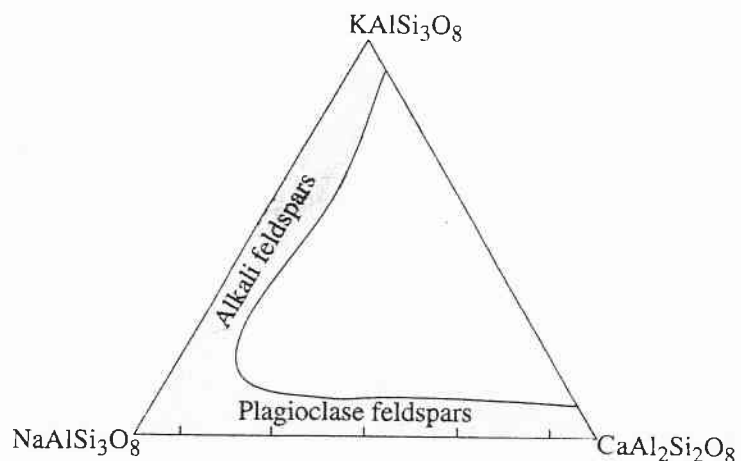
2. 珪酸塩鉱物の種類は膨大であり、それらはまず SiO_4 四面体の酸素のうち、いくつが他の四面体と共有されているかで分類される。以下の分類あるいは鉱物内では SiO_4 四面体の酸素のうち、いくつが他の四面体と共有されているか、その数字を書け。

- | | |
|---------------------|-----------|
| (1) inosilicates | (2) 雲母 |
| (3) 石英 | (4) かんらん石 |
| (5) phyllosilicates | |

3. (1) 結晶構造における配位数とは何か？ 1－2行で説明せよ。
- (2) 酸素に6配位されやすい代表的な陽イオンを3つ記しなさい。

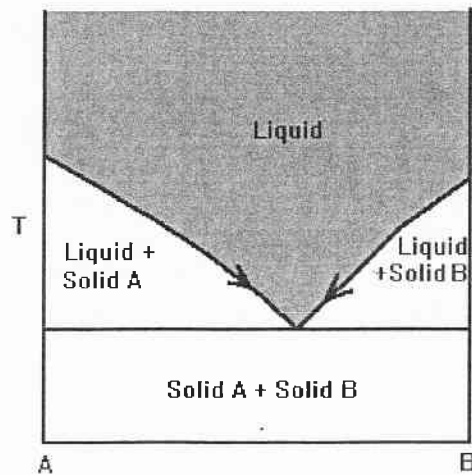
4. 右下の図は何を意味しているのか。その説明を200字程度で述べなさい。但しその中には以下の語句を用いること。

イオン半径、固溶体、端成分、温度、置換、2相分離

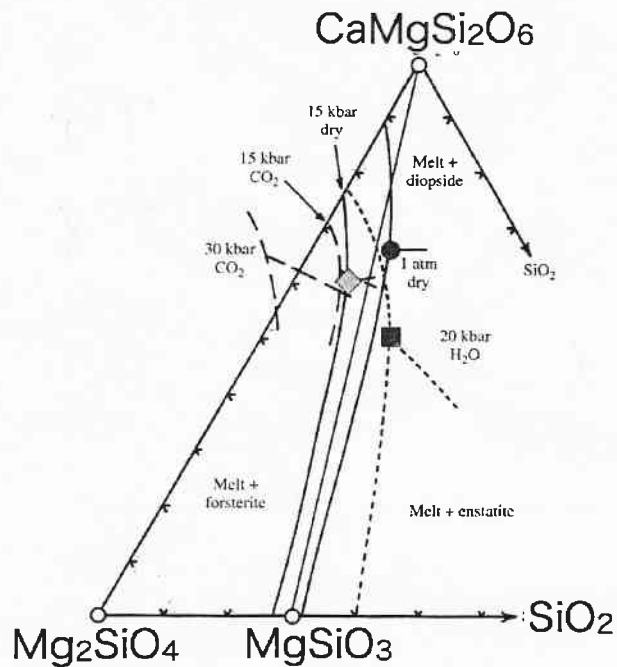


問題 II

1. 地球内部の温度・圧力条件に応じて物質がどのような状態をとるかを知るためには、Gibbs 自由エネルギー変化を調べることが有効である。
 - (1) Gibbs 自由エネルギーの定義を書け
 - (2) 熱力学第一法則と第二法則をもとに、1 成分系における Gibbs 自由エネルギー変化を上述の文章に合致する式として導出せよ
 - (3) 多成分系の場合には、条件変化に応じた化学組成変化も考慮にいれる必要がある。そのためには(2)で導いた式をどのように修正すればよいか
 - (4) 地球物質のような多成分系では、ある温度・圧力条件で平衡に存在する相の数と成分数は、Gibbs の相律により関係づけられている。Gibbs の相律を式であらわせ
 - (5) 下の図は、2成分共融系の相図である。この図における相の関係を Gibbs の相律にもとづいて説明せよ



2. 地球の構造は地震波速度にもとづき、核・マントル・地殻の大構造に分けられ、さらに中構造として、核は内核と外核に、マントルは下部マントルと上部マントルに分けられる。地震波から地球内部の物質を推定するため、地震波を物質の物性値と関係づけることが必要になる
 - (1) 地球の大構造と中構造を、“物質”および“相転移”という2つのキーワードを用いて説明せよ
 - (2) 地球の上部マントルを構成する岩石はかんらん岩とよばれる。かんらん岩は、かんらん石 (Mg_2SiO_4) 約 60%、斜方輝石 (MgSiO_3) 約 20% 単斜輝石 ($\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$) 約 20%、そのほか微量の Al を含む鉱物から構成される。Al を除く成分の単純化した相関係は下図のとおりである。



上部マントルのかんらん岩は部分融解すると、形成されるマグマの密度はかんらん岩の密度より小さいため、分離・上昇する。形成されるマグマの組成は条件によって異なり、無水 15kb (=1.5GPa) ではダイヤモンドで示した組成、水に飽和した 20kb では四角で示した組成となる。なお参考のため1気圧でのマグマの組成を丸で示してある。

- 上部マントルかんらん岩と部分融解してできるマグマは化学組成でどのような違いがあるか？
- マントルが無水の場合と水を含む場合で、形成されるマグマの化学組成はどのような違いがあるか。また、それが上昇して形成する地殻はどのような違いができると考えられるか。

以上