

(Ca_{0.5}Mg_{0.5})SiO₃ と MgAl₂O₄ の 40GPa までの相転移と高圧相の非圧縮率Phase transitions in (Ca_{0.5}Mg_{0.5})SiO₃ and MgAl₂O₄ to 40 GPa and bulk moduli of the high pressure phases

入船 徹男[1], 末田 有一郎[2], 中 久宣[3], 実平 武[1], 福山 亜希[2], 越智 公嗣[4], 栗尾 文子[4], 井上 徹[5], 舟越 賢一[6]

Tetsuo Irifune[1], Yuichiro Sueda[2], Hisanobu Naka[3], Takeshi Sanehira[4], Aki Fukuyama[5], Kimitsugu Ochi[6], Ayako Kurio[3], Toru Inoue[7], Kenichi Funakoshi[8]

[1] 愛媛大・理・地球, [2] 愛大・理・生地, [3] 愛大・理工・生物地球圏, [4] 愛大・理工・生地, [5] 愛媛大・地球深部研, [6] 高輝度光セ

[1] Dept. Earth Sci., Ehime Univ., [2] Biology and Earth Sci, Ehime Univ, [3] Earth Sci., Ehime Univ, [4] Earth Sci., Ehime Univ., [5] Department of Earth Sci., Ehime Univ, [6] Earth Sci, Ehime Univ, [7] GRC, Ehime Univ., [8] JASRI

<http://www.ehime-u.ac.jp/~grc/>

1. はじめに

(Ca_{0.5}Mg_{0.5})SiO₃ 透輝石と MgAl₂O₄ スピネルは最上部マントルを構成する重要な造岩鉱物である。これらの鉱物の高温高圧下における相転移実験は、従来急冷回収法あるいは高圧常温下における X 線回折実験において研究がなされてきた。しかしながら、これらの下部マントルに対応する圧力下での相転移や、高圧相の弾性的性質については必ずしも一致した研究結果が得られていない。また、このような条件下での高温高圧 X 線その場観察実験も、従来ほとんどおこなわれていない。本研究では焼結ダイヤモンドアンビルを用いたマルチアンビルと放射光 X 線を組み合わせ、40 GPa 程度までの圧力と 1600°C 程度までの温度におけるこれらの相転移を観察するとともに、得られた高圧相の格子体積変化からその非圧縮率を決定した。

2. 実験方法

高温高圧下における X 線回折実験は、SPRING-8 に設置された大型 DIA 型プレス (SPEED-1500) を用いておこなった。第 2 段アンビルとしては、1 辺 14mm、TEL=1.5mm の住友電工製の立方体を用いた。出発物質には合成 (透輝石とスピネルの粉末を用い、多くの実験では金の粉末を混合し、後者を圧力マーカーとした。SPEED-1500 により最高 800 トン程度まで加圧をおこない、加熱過程で回折データを収集し相の同定をおこなった。加熱終了後急冷あるいは徐々に温度を下げながら、P-V-T データを収集した。

3. 結果

透輝石は圧力 22-35GPa の範囲において、1200°C 程度の温度ではすべて CaSiO₃ 立方晶と MgSiO₃ 斜方晶ペロフスカイトに分解した。スピネルは 25-38GPa の圧力と 1200 - 1500°C 程度の温度領域において CaFe₂O₄ 型に相転移した。Liu (1978) の報告した e-MgAl₂O₄ 相は確認されなかったが、約 36.3GPa、1600°C の条件で得られた試料において、Funamori et al. (1998) が 34.3GPa で報告している CaTi₂O₄ 構造に対応する可能性のある回折線がわずかに認められた。

たいくつかの X 線その場観察実験で得られた、高圧下で加熱後常温に冷却され試料の格子体積から、本研究において得られた高圧相の非圧縮率を Birch-Murnaghan 式により計算した ($K' = 4$ と仮定)。この結果それぞれの高圧相に対して以下のような値が得られた: CaSiO₃ 立方晶ペロフスカイト ($K_0 = 228(2)$ GPa), MgSiO₃ 斜方晶ペロフスカイト ($K_0 = 256(2)$ GPa), CaFe₂O₄ 型 MgAl₂O₄ ($K_0 = 212(3)$ GPa), MgSiO₃ ペロフスカイトの K_0 は従来に報告されている値に一致するが、CaSiO₃ ペロフスカイトに対する値は以前に報告されていた値よりかなり低く、最近の Wang et al. (1996) や Shim et al. (2000) の値とほぼ一致する。CaFe₂O₄ 型 MgAl₂O₄ に対する値は以前の Yutani et al. (1997) の値よりかなり低いが、Funamori et al. (1998) の結果とは調和的である。