

マントル最下部における(Mg,Fe)OとSiO₂の構造Structure of (Mg,Fe)O and SiO₂ at the lowermost mantle condition.

近藤 忠[1], 山田 直人[2], 大谷 栄治[3], 八木 健彦[4]

Tadashi Kondo[1], Naoto Yamada[2], Eiji Ohtani[3], Takehiko Yagi[4]

[1] 東北大・理, [2] 東北大・理・地球物質, [3] 東北大・理、地球物質科学, [4] 東大・物性研

[1] Sci., Tohoku Univ., [2] Depa.Min.Petro.Econ.Geol., Tohoku Univ., [3] Institute of Mineralogy, Petrology, and Economic Geology, Tohoku University, [4] Inst. Solid State Phys, Univ. Tokyo

<http://rance.ganko.tohoku.ac.jp/>

(Mg,Fe)OとSiO₂の高温高压相に関して、ダイヤモンドアンビルと放射光を用いたその場観察実験を行った。外熱法による(Mg,Fe)Oの実験に関しては、FeO同様、稜面相への歪みが見られるが、転移圧には組成依存性がある。約100GPa、500 までの条件では、新しい相の出現は見られなかった。SiO₂に関しては約55GPaでスティショバイト相からCaCl₂構造相への転移が見られ、レーザー加熱による80GPa-約2000 の条件下でも安定に存在していることが分かった。CaCl₂相は下部マントルのSiO₂の安定相であると考えられる。

1. はじめに

沈み込むスラブで輸送されるSiO₂や、かんらん石の分解によって生じる(Mg,Fe)O、また、珪酸塩ペロブスカイトの分解 (Saxena et al., 1996) など、下部マントル最下部には(Mg,Fe)OやSiO₂などの酸化物が単体で存在している可能性がある。(Mg,Fe)Oに関しては、Mg端成分側とFe端成分側で高压下で結晶構造や電子状態に異なる事が知られており (Duffy et al., 1995; Fei and Mao, 1994; Knittle and Jeanloz, 1986; Pasternuk et al., 1997, Cohen et al., 1998) 中間組成をもった(Mg,Fe)Oの挙動を調べることは興味深い。また、post-stishovite相であるCaCl₂構造相は大きな弾性的異方性を持つことから、地球内部で重要と考えられるが、安定領域はよくわかっていない。本研究ではこれらの単純酸化物に対して、マントル最下部条件でのX線その場観察実験を行ったのでその結果を報告する。

2. 実験

出発試料として、(Mg_xFe_{1-x})O: (x=0.1, 0.2, 0.4, 0.6)は雰囲気炉で合成し2%程の金粉末を混ぜた物、SiO₂粉末(quartz)に5wt%の白金黒を混ぜた物を用いた。高温高压実験は、ダイヤモンドアンビルセルを用い、レニウムガスケットに空けた試料室に粉末状の試料を入れて常温下で目的の圧力付近まで加圧後、加熱を行った。SiO₂に関してはレーザー加熱法で、(Mg_xFe_{1-x})は主に白金線をコイル状にしたヒーターをダイヤモンド隣に設置する外熱法で加熱を行った。常温での圧力測定にはルビー蛍光法、高温での圧力決定には、金及び白金の状態方程式を用いた。相の同定には高エネルギー加速器研究機構の放射光実験施設内BL-13B2、またその後移設しBL-13Aに設置されたレーザー加熱高压装置を用い、角度分散法(イメージングプレート)によるX線回折その場観察実験を行った。使用した単色光の波長は0.4422Å、コリメーターサイズは30ミクロンである。

3. 結果

(Mg_xFe_{1-x})Oでは、室温下の圧縮過程中、すべての組成において、FeOと同様のrhombohedral相への転移が見られた。#Mg=0.1,0.2においてはFeO端成分と同様に16GPa付近からパターンに変化が見られるが、#Mg=0.4,0.6では転移圧が上昇していく傾向が見られた。更に高温高压側では100GPa-500 付近までの条件で外熱法によるその場観察を行ったが、近年報告されている分解相 (Dubrovinsky et al., 2000) やNiAs相 (Fei and Mao, 1994) 等の新たな相の出現は見られなかった。Mgがわずかに加わったことにより、FeO端成分とは相転移の様式が大きく異なっている可能性がある。現在、より高温側での挙動を調べるためにレーザー加熱を用いた観察を開始している。回収試料のSEM観察も同様の結果を示している。一方、SiO₂に関しては、CaCl₂構造相への転移が約55GPaで観察されこれまでの報告と調和的であった。高温下での軸比(c/a, c/b)は常温下での値に関してわずかに近づく傾向にあるが、同相は80GPa-約2000 の高温高压下でも観察されており、かなり高温側でも安定して存在している可能性が高い。これらのことよりCaCl₂構造相は沈み込んだスラブのような低温領域のみならず、周囲のマントル中にも存在している可能性がある。