

CaSiO<sub>3</sub>-FeSiO<sub>3</sub> 系の高圧相関係と下部マントルへの応用High pressure phase relation in CaSiO<sub>3</sub>-FeSiO<sub>3</sub> and its application to the lower mantle

# 藤野 清志 [1]; 泉 宏之 [2]; 浜根 大輔 [2]; 瀬戸 雄介 [3]; 永井 隆哉 [4]; 佐多 永吉 [5]

# Kiyoshi Fujino[1]; Hiroyuki Izumi[2]; Daisuke Hamane[2]; Yusuke SETO[3]; Takaya Nagai[4]; Nagayoshi SATA[5]

[1] 北大・理・地球惑星; [2] 北大・理・地球惑星; [3] 北大・理・地惑; [4] 北大院・理・地球惑星; [5] I F R E E

[1] Divi. of Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ.; [2] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ.; [3] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ.; [4] Earth and Planetary Sciences, Hokkaido Univ.; [5] IFREE, JAMSTEC

### 1. はじめに

下部マントルで最も多量に存在すると考えられている MgSiO<sub>3</sub> ペロブスカイトに比べ、CaSiO<sub>3</sub> ペロブスカイトの高圧相関係や陽イオンの固溶の問題は、まだあまり明らかにされていない。我々は先に Fe<sup>2+</sup>が CaSiO<sub>3</sub> ペロブスカイトの Ca をかなり置換することを見出したが、Fe<sup>3+</sup>が CaSiO<sub>3</sub> ペロブスカイトの Si を相当量置換して酸素欠損型のペロブスカイトになることも報告されており、どのような条件でどちらがより支配的になるかについては、まだ良く分かっていない。

そこで、これまで我々が研究してきた下部マントル条件における CaSiO<sub>3</sub>-FeSiO<sub>3</sub> 系の高圧相関係について述べるとともに、下部マントルにおける CaSiO<sub>3</sub> ペロブスカイトへの鉄の固溶について、MgSiO<sub>3</sub> ペロブスカイトやポストペロブスカイトとの鉄の分配も踏まえて考察する。

### 2. CaSiO<sub>3</sub>-FeSiO<sub>3</sub> 系の高圧相関係

我々がこれまで行った CaSiO<sub>3</sub>-FeSiO<sub>3</sub> 系についてのレーザー加熱ダイヤモンドアンビルセルによる高温高圧実験によると、CaSiO<sub>3</sub> は 2000 K では 30 から 137 GPa に至る圧力まで、ペロブスカイト構造のままであり、ポストペロブスカイト相には転移しなかった。それに対し、FeSiO<sub>3</sub> は同じ圧力範囲で FeO と SiO<sub>2</sub> の高圧相の 2 相に分離したままであり、その中間の広い組成領域では、CaSiO<sub>3</sub> ペロブスカイトと FeO および SiO<sub>2</sub> の高圧相の 3 相が共存した。

出発物質の Ca/Fe 比を変えた超高压高温 X 線回折実験および回収物の分析電顕による組成分析から、CaSiO<sub>3</sub> ペロブスカイトには 60 GPa 前後で約 0.15 (化学式当たり) 近くの Fe が固溶し、固溶量は圧力とともに増大する傾向を示した。また、透過電顕による電子エネルギー損失分光 (EELS) 分析によると、40 GPa 前後での (Ca,Fe)SiO<sub>3</sub> ペロブスカイト中の鉄はほとんど 2 価であった。今回合成した (Ca,Fe)SiO<sub>3</sub> ペロブスカイトは、常温高圧下ですべて正方晶系で指数付けができ、精密化した格子定数の  $c/a$  ( $< 1$ ) は鉄を含まない場合に比べてより小さく、また圧力とともに減少していた。

### 3. CaSiO<sub>3</sub> ペロブスカイトへの鉄の固溶

CaSiO<sub>3</sub>-FeSiO<sub>3</sub> 系の高圧相関係実験から、CaSiO<sub>3</sub> ペロブスカイトには相当量の鉄が固溶し、固溶量は圧力とともに増大する傾向が見られた。しかし、最近我々が行った 30-100 GPa, 1600-2500 K での CaSiO<sub>3</sub> ペロブスカイトと MgSiO<sub>3</sub> ペロブスカイトへの Fe<sup>3+</sup>と Al の分配実験では、Fe<sup>3+</sup> と Al はほとんど MgSiO<sub>3</sub> ペロブスカイトに固溶し、CaSiO<sub>3</sub> ペロブスカイトへの鉄の固溶量はわずかであった。しかしながら、共存する Al の量や酸化還元環境が様々に異なる場合に、Fe<sup>3+</sup>が CaSiO<sub>3</sub> ペロブスカイトの Si を置換して酸素欠損型のペロブスカイトになるかどうかや、CaSiO<sub>3</sub> ペロブスカイトと MgSiO<sub>3</sub> ポストペロブスカイトとの間で鉄がどう分配されるかなどについては、まだ良く分からない。