

FeAlO₃ の高温高压下での構造変化

Structural studies of FeAlO₃ at high pressure and temperature

永井 隆哉[1]; 谷本 岳彦[2]; 宮島 延吉[3]; 八木 健彦[4]; 山中 高光[5]

Takaya Nagai[1]; Takehiko Tanimoto[2]; Nobuyoshi Miyajima[3]; Takehiko Yagi[4]; Takamitsu Yamanaka[5]

[1] 北大院・理・地球惑星; [2] 阪大院・理・宇宙地球; [3] 東大・物性研; [4] 東大・物性研; [5] 阪大・理・宇宙地球

[1] Earth and Planetary Sciences, Hokkaido Univ.; [2] Earth and Space Sci., Osaka Univ.; [3] ISSP, Univ. of Tokyo; [4] Inst. Solid State Phys, Univ. Tokyo; [5] Dept. Earth and Space Osaka Univ.

上部マントルでは、Al の大部分はガーネット中に存在すると考えられ、下部マントルでは、おそらく MgSiO₃ ペロフスカイト中に取り込まれると考えられる。近年、ペロフスカイトへの Al のわずかな固溶の結果、体積弾性率がかなり小さくなるという報告がされており、下部マントルの弾性的な性質に大きく影響を与える可能性がある (Zhang & Weidner, 1999 など)。Gramsch & Prewitt (2002) は、高温高压下で FeAlO₃ 組成のガーネットとペロフスカイトを合成し、圧力下での格子定数を報告しているが、詳細については不明である。

我々は、Fe₂O₃-Al₂O₃ 系の相図上に非常に狭い安定領域を持っている欠陥スピネル型の FeAlO₃ を合成し、それを出発試料として、PF の BL13A にて、ダイヤモンドアンビルセルで加圧、Nd-YAG レーザーで加熱する実験を行った。試料は、加熱、急冷した後、高压下で放射光 X 線を用いた回折実験を行った。圧力は 50GPa 程度まで、温度は 2000 程度までの範囲で、高温高压実験を何点かで行った。

1200 程度より低い温度では全圧力領域で、Al を含む Fe₂O₃ と Fe を含む Al₂O₃ に分解する結果であったが、約 25GPa より高压側、温度が 1500 以上では、Gramsch & Prewitt (2002) に報告されているような斜方晶系のペロフスカイトが生成した。このペロフスカイト構造は、大気圧まで準安定に保持され、常温常圧における格子定数は $a=4.930(38)$ 、 $b=5.026(24)$ 、 $c=7.156(29)$ 、 $V=177.3(29)$ Å³ であった。また、体積弾性率は $K' = 4$ 固定で $K_0=214(7)$ GPa と求められた。結晶学的な考察から、おそらく AB₃ ペロフスカイト構造中の A サイトを Fe³⁺、B サイトを Al³⁺ が占めていると考えられる。

Gramsch & Prewitt (2002) が報告しているガーネット相に関しては、18GPa、1300 程度の条件で行った実験 1 回のみで観察されたが (正方晶、 $a=11.52(17)$ 、 $c=11.29(14)$ at 18GPa) その後、同様の条件で何度か実験を試みたにもかかわらず再現性をチェックできていない。また、25GPa よりも低い圧力領域の、1500 程度より高温領域では、Al を含んだ Fe₃O₄ (高压領域では CaMn₂O₄ 構造) と Fe を含んだ Al₂O₃ に分解していることから、ガーネット相の安定領域は極めて狭いか、準安定相の可能性もある。

FeAlO₃ 組成のペロフスカイト相の存在は、下部マントルでのペロフスカイトへの Al の取り込みメカニズムとして MgSiO₃-FeAlO₃ 系のペロフスカイト固溶系列を考えることの重要性を示唆しており、現在、実験継続中である。