

下部マントル条件下での KAlSi₃O₈ の高温高圧相転移の X 線その場観察

In situ X-ray observations of phase transitions in KAlSi₃O₈ under lower mantle conditions

末田 有一郎[1]; 入船 徹男[2]; 西山 宣正[3]; Robert P. Rapp[1]; Ferroir Tristan[4]; 小野澤 毅[5]; 宮島 延吉[4]; Merkel Sebastien[6]; 八木 健彦[7]; 舟越 賢一[8]

Yuichiro Sueda[1]; Tetsuo Irifune[2]; Norimasa Nishiyama[3]; Robert P. Rapp[1]; Tristan Ferroir[4]; Tuyoshi Onosawa[5]; Nobuyoshi Miyajima[4]; Sebastien Merkel[6]; Takehiko Yagi[7]; Kenichi Funakoshi[8]

[1] 愛媛大・地球深部研; [2] 愛媛大・地球深部研; [3] 東大・物性研; [4] 東大・物性研; [5] 東大・物性研; [6] 東大・物性研; [7] 東大・物性研; [8] 高輝度光セ

[1] GRC, Ehime Univ; [2] GRC, Ehime Univ.; [3] ISSP, Univ of Tokyo; [4] ISSP, Univ. of Tokyo; [5] ISSP, Tokyo Univ; [6] ISSP; [7] Inst. Solid State Phys, Univ. Tokyo; [8] JASRI

1. はじめに

K の同位体元素である ⁴⁰K は地球内部における熱源の一つであると考えられている。そのため、マントル中における K のホスト相を明らかにすることは地球の熱史の解明において重要である。マントル上部における K の有力なホストは正長石 (KAlSi₃O₈) と考えられており、本研究では、この鉱物の下部マントル領域における相関係をマルチアンビル装置を用いた X 線その場観察により調べた。

2. 実験方法

SPRING-8 の BL04B1 ビームラインに設置されているマルチアンビル装置 (SPEED-MKII) を用いて X 線その場観察実験を行った。出発物質には 1) K₂CO₃+Al₂O₃+SiO₂ から常圧下、1000 °C で得られたガラス (+ 若干の酸化物) 2) このガラスから 15 GPa、1200 °C の温度圧力条件下で約 90 分保持して合成したホーランダイトの異なる二種類の出発物質からの相転移のその場観察を行った。温度測定には W/3%Re-W/25%Re 熱電対により測温を行った。圧力はサンプル中に 10:1wt% の割合で金の粉末を混合し、この回折線を基に Anderson et al. (1989) の状態方程式から見積もった。

3. 実験結果

1) のガラスを出発物質として用いた実験では室温で 35.7 GPa まで加圧後、荷重を保持したまま温度を上げた。800 °C の条件下でガラスから結晶化が始まり、さらに 1200 °C まで温度を上げて約 1 時間保持することでホーランダイトとは全く異なる別の高圧相が観察された。その後、1200 °C から室温まで温度を下げながらホーランダイト相へ相転移が見られるかその場観察を行ったが、30 GPa 領域ではこの新たな高圧相 (ホーランダイト II) 以外は観察されなかった。また、2) においてホーランダイトを出発物質として用いた実験では、室温での加圧の過程において 21.7 GPa まではホーランダイトであったが、25.4 GPa でホーランダイト II への相転移が観察された。この結果は準静水圧媒体を用いた物性研の DAC 実験 (Ferroir 他, 2003) と調和的である。その後さらに 31.4 GPa まで加圧後、1200 °C まで加熱を行ったところホーランダイト II が観察された。一方、室温下での減圧過程において 29.4 GPa ではホーランダイト II であったが常圧下で観察された相はホーランダイトであった。このことからホーランダイト II は常温常圧下へは回収することができない性質の高圧相であることが明らかにされた。

西山他 (2003) においてホーランダイトの P-V-T データについて研究がなされており、26 GPa、1523 °C の温度圧力の条件下までホーランダイト相が観察されている。本研究により室温下で 21.7 ~ 25.4 GPa の範囲で相転移が観察されており、両者を組み合わせることにより、ホーランダイト - ホーランダイト II の相転移境界は正の勾配 ($P(\text{GPa}) = 21.8 + 0.0044T(\text{ }^\circ\text{C})$) であると予想される