

X線その場観察による40GPaまでのCaSiO₃-perovskiteの状態方程式Equation of State of CaSiO₃-perovskite determined by in situ X-ray observations up to 40GPa

末田 有一郎[1], 入船 徹男[2], 実平 武[3], 渡邊 大樹[3], 西山 宣正[4], 山崎 大輔[3], 井上 徹[3], 内田 雄幸[5], Yanbin WANG[6], 小栗 克也[7], 八木 健彦[4], 舟越 賢一[8]

Yuichiro Sueda[1], Tetsuo Irifune[2], Takeshi Sanehira[3], daiju Watanabe[4], Norimasa Nishiyama[5], Daisuke Yamazaki[3], Toru Inoue[6], Takeyuki Uchida[7], Yanbin WANG[8], Katsuya Oguri[9], Takehiko Yagi[10], Kenichi Funakoshi[11]

[1] 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター, [2] 愛媛大・理・地球, [3] 愛媛大・地球深部研, [4] 東大・物性研, [5] 東大物性研, [6] Univ. of Chicago, [7] NTT, [8] 高輝度光セ

[1] GRC, [2] Dept. Earth Sci., Ehime Univ., [3] GRC, Ehime Univ., [4] GRC, Ehime Univ, [5] ISSP, Univ of Tokyo, [6] GRC, Ehime Univ., [7] ISSP, Univ. of Tokyo, [8] Univ. of Chicago, [9] NTT, [10] Inst. Solid State Phys, Univ. Tokyo, [11] JASRI

CaSiO₃-perovskite (CaPv)は地球内部を構成する主要な構成鉱物の一つである。それゆえ、CaPvの熱弾性的パラメーターを明らかにすることは地球内部における下部マンツルの物性的性質を明らかにする上で重要である。しかし、CaPvは常圧下でアモルファス化してしまうため回収することはできない。そのため、これまでこの高圧相に関して行われた研究報告は少ない。本研究ではマルチアンビル装置を用いて放射光X線その場観察実験を行い、また第二段アンビルに焼結ダイヤモンドを用いて実験を行うことでCaPvの広範な安定領域内でP-V-Tデータの収集を行い、そのデータを基に体積弾性率、その温度依存性、熱膨張率等の物性データの精密決定を試みた。

高温高圧下におけるX線その場観察実験はSPRING-8のマルチアンビル実験装置(SPEED-1500およびSPEED-MK)を用いて行った。第二段アンビルには大型の焼結ダイヤモンドアンビル(L=14mm)を用いた。実験はCaPvの安定領域内である10-40GPa、27-1200の温度圧力条件で行った。

出発物質には合成Wollastonite (CaSiO₃)を用い、これに圧力マーカーの金粉を混合したもの(20:1 wt%)を用いた。圧力はAnderson et al. (1989)による金の状態方程式から見積もった。実験は室温下で目的の荷重まで加圧した後、1200で約1時間保持することでCaPvの合成を行った。合成後、サンプル中の歪みの影響を最小限に抑えるため、温度を下げながら200おきにデータの収集を行った。

室温下で得られたP-V-Tデータを基にパーチ・マーナハンの状態方程式によるフィッティングを行い、CaPvの体積弾性率、その圧力依存性および常温常圧下における単位格子体積を求めた。その結果、 $K_{300,0}=223(6)$ GPa、 $dK_0/dP=5.3(6)$ 、 $V_0=45.57(3)$ Å³という結果が得られた。また、高温下におけるP-V-Tデータの解析から常圧下における熱膨張係数($\alpha(T,0)=a_0+b_0 \times T$)および体積弾性率の温度依存性を求め、 $a_0=2.52(7) \times 10^{-5}$ K⁻¹、 $b_0=1.02(8) \times 10^{-5}$ K⁻²と $(dK_0/dT)_P=-0.034(1)$ GPa/Kという結果が得られた。これらのパラメーターを用いて下部マンツル領域におけるCaPvの密度変化を計算した。地球内部の地温勾配にBrown & Shankrand (1981)で報告されている温度を用いた。その結果、CaPvは下部マンツル最上部に相当する660km不連続面において4.4 g/cm³であり、それ以深ではPREMによる密度変化より0.1 g/cm³程度大きくなった。