

MgSiO₃ ポストペロブスカイト相の状態方程式 Equation of state of MgSiO₃ post-perovskite phase

境 毅^{1*}, 平尾 直久²
Takeshi Sakai^{1*}, Naohisa Hirao²

¹ 地球深部ダイナミクス研究センター、愛媛大学, ²JASRI

¹Geodynamics Research Center, Ehime University, ²Japan Synchrotron Radiation Research Institute

1995年、太陽系外に木星質量程度の惑星が発見されて以来観測技術はめまぐるしく進歩し、近年では地球の数倍の質量をもつスーパーアースも多数発見されるようになってきた(例えば Queloz et al., 2009)。このような天体では、その内部圧力は地球をはるかに凌ぐものとなる。スーパーアースの様な天体の内部構造を議論するためには、数百万気圧領域(マルチメガバール領域)での物質科学、特に主要構成物である珪酸塩や酸化物の状態方程式が必要となる。岩石を主体とするマントルと金属鉄を主体とする核からなる地球型惑星の構造は、当然のことながらこれまで地球を中心に考えられてきた。地球マントルの主要構成鉱物である MgSiO₃ ペロブスカイトはマントル最下部の条件で CaIrO₃ 型のポストペロブスカイト相へと相転移することが発見(Murakami et al., 2004)されて以来、ポストペロブスカイト相に関する数多くの実験的・理論的研究がなされてきた。しかし上述のスーパーアースの様な天体を想定したマルチメガバール領域での実験は全くなされておらず、内部構造を議論するための基礎物性データが欠乏している。ここでは、地球型惑星マントルの主要構成物質である MgSiO₃ ポストペロブスカイト相について、スーパーアースの様な系外惑星への適用が可能なマルチメガバール領域の状態方程式の確立を目的とする。

出発試料には Mg₂SiO₄ フォルステライトを用い、金 5wt.% を粉末混合した後ディスク状に圧着し、さらにプラズマスパッタリングによって表面に均質な金コーティングを施した。この試料をダイヤモンドアンビルセル(以下 DAC)に封入し高圧力を発生した。また DAC 内の試料に Fiber レーザー(λ=1092nm)を照射し高温を発生した。ここでレーザーの吸収体は金である。SPring-8 BL10XU において高温高圧下の試料の X 線回折パターンを取得し、相同定を行った。このとき用いた X 線の波長は 0.41418 Å, 0.41318 Å であり、回折パターンの取得には IP を用いた。圧力は金の格子体積から決定した(Tsuchiya, 2003)。

約 120 GPa, 2500 K での加熱後に CaIrO₃ 型のポストペロブスカイト相の生成を確認した。この後、加圧と加熱を繰り返し、290 GPa までの圧力範囲と 300 K 及び 1500-2000 K までの温度条件での体積データの取得に成功した。289.9 GPa, 300 K での格子定数は a=2.341(3) Å, b=7.570(11) Å, c=5.823(3) Å で、体積は 103.19(46) Å³ であった。この実測された体積は先行研究である Oganov and Ono (2004)、Tsuchiya et al. (2005)、Ono et al. (2006)、Guinot et al. (2007) からの予測値に対して、それぞれ-0.3%、0.7%、1.7%、2.7%の違いがあった。

キーワード: post-perovskite, Super Earth

Keywords: post-perovskite, Super Earth