

## ステショバイトの状態方程式

### Thermal equation of state of stishovite to 23 GPa

# 中山 慶介[1], 高橋 栄一[2], 西原 遊[2], 井口 智裕[1], 舟越 賢一[3]

# Keisuke Nakayama[1], Eiichi Takahashi[2], Yu Nishihara[3], Tomohiro Iguchi[4], Kenichi Funakoshi[5]

[1] 東工大・理・地惑, [2] 東工大・理・地球惑星, [3] 高輝度光セ

[1] Earth and Planetary Sci., T.I.Tech., [2] Earth and Planetary Sci., Tokyo Inst. of Tech., [3] Earth and Planetary Sci., Tokyo Inst. Tech., [4] Earth and Planetary Sci, Tokyo Inst. Tech., [5] JASRI

#### 1、導入

ステショバイトは、シリカが 10GPa 以上で安定な鉱物であり、ルチル型構造を有している。また、マントル鉱物の中では非常に体積弾性率が高く、密度も高い。ステショバイトはマントル遷移層、下部マントルにおける主要な鉱物のひとつであり、その物性は地球深部の構造、および振る舞いを議論する上で重要である。また、沈み込んだ海洋地殻がどこまで沈み込むことができるのか(マントル遷移層までか、上部マントルと下部マントルの境界か、それとも核 - マントル境界か)を知るためには、ステショバイトの高温高圧下における密度を正確に見積もる必要がある。

ステショバイトの物性パラメータを見積もる研究は数多くなされているが、高温状態方程式を決定する実験は、Liu et al. (1999)が代表的である。彼らは一段式マルチアンビルプレスを使用して約 10GPa、1273K まで実験を行っている。我々は Spring8 に設置されている SPEED-1500 の性能を生かして、より高圧まで実験を拡張した。

#### 2、実験方法

大型放射光施設 Spring8 のビームライン BL04B1 と、そこに設置されているマルチアンビルプレス SPEED-1500 を用いて、X線その場観察によって高温高圧下におけるステショバイトの密度精密決定を試みた。実験の温度・圧力範囲はそれぞれ 300-1073K、0-23GPa であった。サンプルアセンブリーは、圧力媒体に断熱性の高い LaCrO<sub>3</sub>、ヒーターには TiC を用いた。温度の測定のために、W94Re6/W74Re6 の熱電対を使用した。熱電対の接点はサンプルアセンブリーの中央部に来るように設計されており、カプセル内の最高温度部分の温度を測定していることが期待される。カプセルは NaCl を使用した。サンプルは東工大のマルチアンビルプレスで合成したステショバイトを用いた。またサンプルには、静水圧性を高めるために 20wt%程度 NaCl を混合した。ステショバイトは非常に縮みにくく、また縮み方が結晶方位によって大きく異なる。そのため、精度の高い実験を行うためにはカプセル内に発生する差応力をできるだけ取り除く必要がある。圧力マーカーには Au(Anderson et al., 1989)を用いた。以上のサンプルアセンブリーを 26mm のタングステンカーバイト(トランケーションは 3mm)で加圧した。

圧力マーカー、およびサンプルの回折パターンは、一定の負荷をかけた状態で最初に 1073K の温度でとった。降温中に 200K おきに回折パターンをとり、最後に常温でとった。加圧した状態ではカプセル内の差応力が大きい。これを緩和する目的で、最初に高温まで加熱した。加熱することによってカプセル内の差応力は緩和される。このやり方で、全部で 50 点ほどの温度圧力条件で回折パターンを得た。これらの回折パターンから、格子定数と格子体積を計算した。ステショバイトは正方晶系なので、格子定数は a 軸と c 軸の長さである。また、得られた格子体積をパーチ・マーガナンの状態方程式でフィッティングし、体積弾性率(K)やその圧力微分(K')などのパラメータを求めた。

#### 3、実験結果と議論

測定した回折パターンを基に、常温における体積弾性率(K)とその圧力微分(K')を決定した。その結果はそれぞれ  $K=297(4)$  GPa、 $K'=4.3(11)$  であった。この結果は Liu et al. (1999)および Li et al. (1996)で見積もられた  $K=294$  GPa、 $K'=5.3$  とよく一致し、データの精度が良いことが期待される。また、高温のパーチ・マーガナンの状態方程式を内挿することによって、常圧における高温状態のステショバイトの格子体積を見積もった。その結果は、Ito et al. (1979)が高温 X線回折によって測定した高温状態におけるステショバイトの格子体積とよく一致する。このことから、本実験で測定した温度と実際のカプセル中の温度とは大きく違わないことが期待される。また、本実験におけるステショバイトの a 軸と c 軸の圧縮率は、圧力の増加に伴い系統的に変化しており、また a 軸と c 軸の圧縮率の違いは、過去の研究とよく一致し、サンプルの差応力は十分に緩和されていたことが期待される。

以上の比較から、本実験で得られた結果は信頼のおけるものであり、本実験で得られたステショバイトの状態方程式は、マントル遷移層中のステショバイトの密度をよく再現することができる。また、下部マントル上部においても精度よく予想できるであろう。