

## 高温高压下における弾性波速度と密度の同時精密測定による NaCl の温度 - 圧力 - 体積状態方程式

### T-P-V equation of state of NaCl based on simultaneous measurements of elastic wave velocities and density of NaCl

松井 正典<sup>1\*</sup>, 岡本義広<sup>1</sup>, 肥後 祐司<sup>2</sup>, 入船 徹男<sup>3</sup>, 舟越賢一<sup>2</sup>

MATSUI, Masanori<sup>1\*</sup>, Yoshihiro Okamoto<sup>1</sup>, HIGO, Yuji<sup>2</sup>, IRIFUNE, Tetsuo<sup>3</sup>, Ken-ichi Funakoshi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 兵庫県大院生命理学, <sup>2</sup>JASRI, <sup>3</sup> 愛媛大地球深部研

<sup>1</sup>Univ. Hyogo, <sup>2</sup>JASRI, <sup>3</sup>Ehime Univ.

高温高压実験において、圧力を見積もる際の標準物質としては、NaCl(Decker, 1971 など)が従来良く用いられてきた。Brown(1999), Matsui(2009)は、彼らが再評価した NaCl の温度 - 圧力 - 体積状態方程式と Decker による状態方程式との差は、常温常圧から温度 1200 K, 圧力 30 GPa までの範囲において、最大 1 GPa であることを報告した。しかしながら、Li et al.(2005, 2006)は、NaCl と BN の混合物を高圧セル内に含んだ試料(試料はそれぞれ、Mg<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub> wadsleyite と MgO)について、試料の密度と P 及び S 波速度を室温において、種々の圧力下で同時測定することにより、圧力の絶対測定を行い、得られた結果に基づいて、従来の NaCl(Decker, 1971) 圧力スケールが、11 GPa で 5 - 8%、20GPa で 10%以上も圧力を低く見積もり過ぎているとの驚くべき結果を報告した。

我々は今回、SPring-8 に設置の川井型大容量マルチアンビル高圧発生装置を用いて、放射光 X 線その場観察技術と超音波測定技術を組み合わせることにより、NaCl 結晶の X 線パターンと、P 及び S 波速度を、室温下で圧力 12 GPa まで、473 及び 673 K の高温下で圧力 8 GPa まで同時精密測定することにより、圧力の絶対測定を行い、その結果を用いて従来報告されている NaCl 圧力スケールの検証を行ったのでその結果を報告する。

X 線回折は白色光と Ge-SSD を用いたエネルギー分散法で行い、種々の温度圧力条件下における試料の長さは CCD カメラによる直接測定により求めた。第 2 段アンビルに貼り付けた LiNbO<sub>3</sub> の超音波発振子を高周波の電気信号で駆動し、圧媒体内部からの反射エコーから試料のトラベルタイムを測定し、先に求めた CCD カメラによる試料長と組み合わせ、種々圧力条件下における P, S 波速度を求めた。なお、高压下における差応力を最少化するべく、各圧力下での測定は試料を 873K にアニールした後に室温下で行った。

NaCl の高温高压状態方程式を求め、300 K における 4 次の Birch - Murnaghan 有限歪み式と Mie - Gruneisen - Debye 型熱圧力関係式を組み合わせた。必要な状態方程式パラメータ(常温常圧下における体積弾性率の 1 次圧力微分、2 次圧力微分、グルナイゼン定数の圧力依存等)は、今回測定により求められた密度と P, S 波速度の同時測定データを用いて、圧力値に依存することなしに、最小 2 乗法等を用いて求めた。また、このようにして得られた状態方程式モデルが、今回測定された高温高压下における密度と P, S 波速度の関係のみならず、既存の、常圧下における NaCl の体積熱膨張(Enck and Dommel, 1965)と体積弾性率の温度依存(Spetzler et al., 1972; Yamamoto et al., 1987)を極めて高精度で再現できることを見出した。このことは、今回の NaCl(絶対)圧力スケールの信頼性を保証するものであろう。既存の圧力スケール(Decker, 1971; Birch, 1986 など)との詳細な比較も併せて報告する。

キーワード: 高温高压, 弾性波速度, 密度, NaCl, 状態方程式

Keywords: high temperature and high pressure, elastic wave velocity, density, NaCl, equation of state