

SMP044-05

会場:301B

時間:5月25日 11:15-11:30

高圧下における NaCl の密度と弾性波速度の同時精密決定：絶対圧力スケール Simultaneous measurements of density and elastic wave velocities of NaCl at high pressures: absolute pressure scale

岡本 義広¹, 松井 正典^{1*}, 肥後 祐司³, 入船 徹男², 舟越 賢一³

Yoshihiro Okamoto¹, Masanori Matsui^{1*}, Yuji Higo³, Tetsuo Irifune², Ken-ichi Funakoshi³

¹ 兵庫県大院生命理学, ² 愛媛大地球深部研, ³ JASRI

¹ School of Sci., Univ. of Hyogo, ² Geodynamic Research Center, Ehime Univ., ³ Japan Synchrotron Radiation Res. Inst.

近年の高温高圧実験技術の著しい進歩により、地球深部の(超)高圧高温条件下における精度良いその場観察実験データが入手できるようになった。目下の大問題は、測定が行われている試料の温度圧力条件をいかに精度良く求めるかにある。温度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。Li et al.(2005, 2006)は、NaCl と BN を圧媒体として使用した試料について、試料の密度と p 及び s 波速度を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、得られた結果を用いて、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 0~12 GPa の範囲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 LiNbO₃ 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、高圧下における差応力を最少化すべく、各圧力下での測定は試料を 773~873K にアニールした後に室温下で行った。

p, s 波速度の両者とも、12 GPa までの高圧下のデータと常圧でのデータ (Spetzler, 1972; Yamamoto et al., 1989) は密度に関して、線形で精度良く近似できる (Birch's law におけるように) ことが明らかになった。続いて、 $V_p^2 - (4/3)V_s^2 = K_{sub}S_{sub}/(\rho)$; $K_{sub}T_{sub}/(\rho) d(\rho) = dP$ の両辺を ρ と圧力 P に関して積分することにより、室温での絶対圧力を (圧力スケールを用いることなしに) 求めた。ここで、 V_p 、 V_s 、 $K_{sub}S_{sub}$ 、 $K_{sub}T_{sub}$ 、 ρ はそれぞれ圧力 P における、p 波速度、s 波速度、断熱体積弾性率、等温体積弾性率、密度である。なお、上記式を適用する際に必要な、断熱体積弾性率から等温体積弾性率への補正は、常圧~高圧におけるグルナイゼン定数 (Spetzler et al., 1972; Brown et al., 1999 より) と熱膨張係数 (Enck and Dommel, 1965; Matsui, 2009) を用いて行った; この変換に際しては、Brown et al. (1999), Matsui(2009) による T-P-V 状態方程式を使用した。補正自体は小さいので、補正による誤差は無視できる。最後に、今回求められた NaCl の P-V 関係を既存の圧力スケール (Decker, 1971 など) と詳細に比較した。

キーワード: 圧力スケール, NaCl, 弾性波速度, 高圧

Keywords: pressure scale, NaCl, elastic wave velocity, high pressure