

超高圧固体 He の粉末 X 線回折

Powder x-ray diffraction of solid He under ultrahigh pressure

竹村 謙一¹⁾ 綿貫 徹²⁾ 町田 晃彦²⁾ 川名 大地²⁾
TAKEMURA Kenichi WATANUKI Tetsu MACHIDA Akihiko KAWANA Daichi

¹⁾物質・材料研究機構 ²⁾原子力機構

固体 He の高圧粉末 X 線回折実験を室温 110 GPa まで行い、超高圧固体 He の回折パターンを得るための X 線光学系の最適化を行った。

キーワード : 超高圧 X 線回折、希ガス固体

1. 目的

He は室温で圧縮すると約 12 GPa で固化して hcp 構造の結晶となる。固体 He は典型的なファンデアワールス結晶であり、その状態方程式を超高圧力領域まで決定することは基礎科学的にたいへん重要である。われわれは、平成 19 年度前期施設共用利用課題「固体 Ne および固体 He の超高圧粉末 X 線回折」で固体 Ne の状態方程式を 250 GPa まで決定し、同様に固体 He の予備的な粉末 X 線回折実験を行った。その経験を元にして固体 He の粉末 X 線回折実験を行い、状態方程式を調べる。

2. 方法

物材機構所有の高圧ガス充填装置を用いて He をダイヤモンドアンビルセル (DAC) に封入する。準備した DAC をビームライン BL22XU に持ち込み、固体 He の回折パターンを得るための光学系の最適化を行う。その後圧力を変化させながら粉末 X 線回折実験を行う。圧力はルビー蛍光法および Au を用いた X 線標準試料法により求める。回折パターンを解析して格子定数を求め、得られた圧縮曲線を状態方程式に当てはめて体積弾性率とその圧力微分を決定する。

3. 研究成果

平成 20 年 4 月 9 日～4 月 12 日の期間、BL22XU において実験を行った。固体 He は高圧下において比較的大きな単結晶の集まりとなり、高圧下で粉末化する固体 Ne とは異なるふるまいをすることが明らかになった。このため、受光スリットを用いた光学系ではなくエリア型検出器 (イメージングプレート) を用いた光学系を採用した。10 ミクロンの X 線ビームを用い、DAC を揺動させて 110 GPa まで回折 X 線を測定した。

4. 結論・考察

110 GPa まで hcp He からの回折線を確認した。実験結果を解析して求めた He の状態方程式は、58 GPa までの結果 (文献参照) と良い一致を示している。一方で状態方程式を議論するためにはさらに高い圧力領域でのデータが必要であり、次回の課題で実験を行う予定である。

5. 引用(参照)文献等

P. Loubeyre *et al.*, Phys. Rev. Lett. **71**, 2272 (1993).

"Equation of state and phase diagram of solid ⁴He from single-crystal X-ray diffraction over a large *P-T* domain".