

超高圧固体 He の粉末 X 線回折(II)

Powder x-ray diffraction of solid He under ultrahigh pressure (II)

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 150 GPa まで行い、hcp-He の 100 反射を観測することができた。

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 20 年度前期施設共用利用課題「超高圧固体 He の粉末 X 線回折」で固体 He の粉末 X 線回折実験を 110 GPa まで行った。今回は X 線光学系の改良を行って測定条件を向上させ、さらに高圧領域での固体 He の粉末 X 線回折実験を行う。

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 10 月 24 日～10 月 26 日の期間、BL22XU において実験を行った。前回の実験で固体 He は高圧下において比較的大きな単結晶の集まりとなることがわかっている。原子散乱因子が極端に小さい He からの回折 X 線を測定するためには、入射 X 線の強度を可能な限り上げ、試料を揺動させて回折条件を満たす結晶の数をふやすことが必要である。強度を上げるための方法として、今回は始めてポリマー屈折レンズを採用した。これにより入射光の強度は約 1 桁向上した。検出器にイメージングプレートを用いた光学系で、10 ミクロンの X 線ビームを用い、DAC を揺動させて回折 X 線を測定した。

4. 結論・考察

150 GPa まで hcp He の 100 反射を測定した。一方 101 反射は残念ながら今回の試料では測定できなかった。これは、現在使用している DAC の X 線入射側の開口角が小さくて揺動範囲が限られており、少ない結晶粒の試料では回折条件を満たすことがむずかしいためである。次回は DAC を改良して入射側の開口角を広げ、さらに高圧領域をねらった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".