

高圧力下における $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ ($x=0.4, 0.6$) の構造変化

大村彩子, 山村彩子^A, 田辺祐実子^B, 榮永茉莉^B, 中山敦子,
石川文洋^B, 山田裕^A, 中野智志^C

新潟大学超域, 新潟大理^A, 新潟大院自然^B, 物質・材料研究機構^C

$\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ 合金は Bi と Sb の全率固溶により形成され、三方晶系 $R\bar{3}m$ の対称性をもつ(以下、A7 構造とする)。 $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ は組成によって電子状態が変化することが知られており、特に Bi-rich 領域 ($x=0.07 - 0.22$) は 3 次元のトポロジ絶縁体として俄かに注目を集めている[1]。最近、我々は $x=0.2, 0.4, 0.6, 0.8$ の試料を作製して、すべての組成で圧力誘起超伝導を観測した。そこで、超伝導が発現する圧力領域での結晶構造を調べるために、まず $x=0.4, 0.6$ の試料について KEK-PF の BL-18C ($\lambda=0.61587 \text{ \AA}$) で室温高圧下 X 線回折実験を行った。高圧発生にはダイヤモンドアンビルセルを用い、圧力媒体には静圧性のよい He を用いた。

図 1 は $\text{Bi}_{0.6}\text{Sb}_{0.4}$ の加圧過程における X 線回折パターンである。高圧相への転移は 3.5 GPa 付近から始まり、5.9 GPa で A7 構造がほぼ消失して完了する。 $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ の高圧相は Häussermann らが $x=0.25, 0.5, 0.75$ で調べており[2]、Bi や Sb と同様にホスト-ゲスト構造から成る不整合相(空間群 $I4/mcm(00\gamma)00ss$, Bi-III 構造)と報告した。さらに $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{0.5}$ では“A7 → Sb-rich A7 / Bi-rich Bi-III → Bi-III”と複雑に変化することを報告している。 $\text{Bi}_{0.6}\text{Sb}_{0.4}$ の 5.9 GPa の回折パターンは主に Bi-III 構造で説明できるが、格子定数の異なる 2 つの相が存在することがわかった。この結果は、 $\text{Bi}_{0.6}\text{Sb}_{0.4}$ が $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{0.5}$ と同様の構造変化を辿っている可能性を示唆している。一方で、超伝導転移と比較すると $\text{Bi}_{0.6}\text{Sb}_{0.4}$ では 3 GPa 以上で超伝導相が現れる。結晶構造は室温での結果ではあるが、高圧相が現れる圧力から推測すると $\text{Bi}_{0.6}\text{Sb}_{0.4}$ の超伝導は Bi-III 構造に起因すると考えられる。

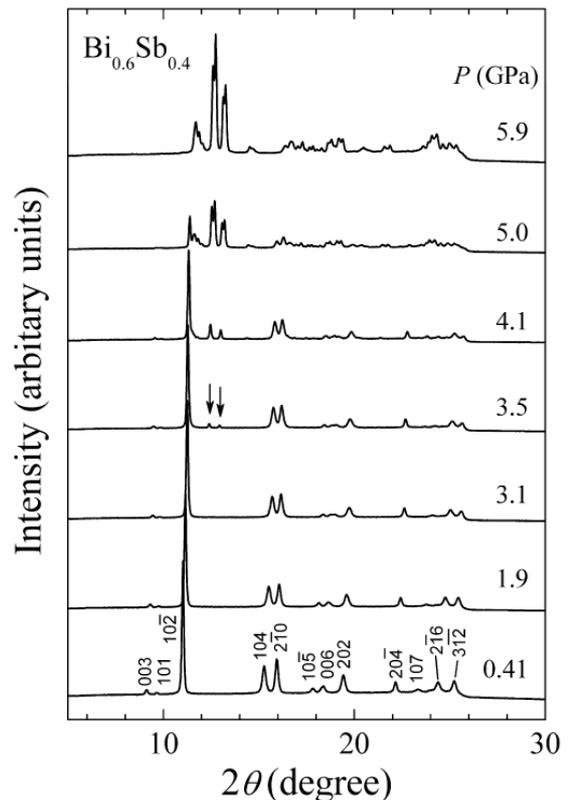


図 1 $\text{Bi}_{0.6}\text{Sb}_{0.4}$ の室温高圧力下における X 線回折パターン。図中の 3.5 GPa での矢印は高圧結晶相からの反射を示す。

[1] Hsieh, *et al.*, Nature **452** 970 (2008).

[2] Häussermann *et al.*, PRB **69**, 134203 (2004).