

Bi-Sb 二元合金における圧力誘起構造相転移 Pressure-induced structural phase transition in Bi-Sb binary alloy

大村彩子^{1,*}, 藤川泰彦², 榮永茉莉², 中山敦子¹, 石川文洋³, 山田裕³, 中野智志⁴

¹新潟大学研究推進機構超域学術院, ²新潟大学大学院自然科学研究科, ³新潟大学理学部,
〒950-2181 新潟市西区五十嵐2の町 8050 番地

⁴物質材料研究機構物質研究所, 〒305-0044 つくば市並木 1-1

Ayako Ohmura^{1,*}, Yasuhiko Fujikawa², Mari Einaga², Atusko Nakayama¹, Fumihiko Ishikawa³,
Yuh Yamada³, and Satoshi Nakano⁴

¹Center for Transdisciplinary Research, ²Graduate school of Science and Technology,

³Faculty of Science, Niigata Univ., 8050 Ikarashi, 2-no-cho, Nishi-ku, Niigata, 950-2181, Japan

⁴National Institute for Materials Science, 1-1 Namiki, Tsukuba, 305-0044, Japan

1 はじめに

Bi と Sb は全率固溶体 $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ を形成し、組成によって電子状態が変化する [1]。Bi と Sb はそれぞれ圧力誘起超伝導を示すことが知られており、これらの全率固溶体においても超伝導の発現が期待される。我々は超伝導を探索し、その特性が組成に対してどのように変化するかを明らかにするために、各組成で物性と結晶構造の圧力効果を調べている。最近、Sb 組成 $x = 0.08$ について低温高圧力下で電気抵抗測定を行い、圧力 2.7 GPa 以上で超伝導転移に相当する電気抵抗の急落を観測した。ゼロ抵抗は 3.6 GPa から確認され、超伝導転移は圧力に伴い抑制される。しかし、9.7 GPa では高温側にもうひとつの超伝導相の存在を示唆するように、抵抗率は 2 度の急落がみられる。我々は圧力誘起超伝導に寄与する結晶構造を明らかにするために、室温高圧力下での放射光 X 線回折を行った。

2 実験

室温高圧下放射光 X 線回折では、圧力発生にダイヤモンドアンビルセルを使用した。金属ガスケットにはステンレス SUS301 を用い、試料室となる穴の大きさは直径 220 μm 、厚み 77 μm である。試料室には凍結粉碎した $\text{Bi}_{0.92}\text{Sb}_{0.08}$ の粉末試料と圧力媒体、圧力マーカーのルビーを封入した。圧力媒体には高圧下でも高い静水圧性をもつ He ガスを用いた。X 線回折実験は、PF AR-NE1Aで行った。入射光は $\lambda = 0.4128 \text{ \AA}$ ($E = 30.03 \text{ keV}$) に単色化し、ビームサイズは直径 100 μm 、露出時間は 1 分とした。検出器にはイメージングプレートを用いた。

3 結果および考察

$\text{Bi}_{0.92}\text{Sb}_{0.08}$ は常温常圧で、母物質と同様に、菱面体構造 (空間群 $R\bar{3}m$ 、以下 A7 構造) を持つ。室温で加圧すると、3.70 GPa で A7 構造から高圧 II 相へ相転移する。Bi や Sb の高圧結晶相は非整合の複合結晶 (超空間群 $P4mcm(00\gamma)$ 、以下 BiIII 型構造) で説明されるが、本研究で得られた II 相もまた BiIII 型構造で指数付けすることができる。10.2 GPa では BiIII 型構造の

2110 および 3100 反射の相対強度が変化して構造相転移が始まり、11.5 GPa でほぼ体心立方格子 (bcc) へと転移することが明らかとなった。

超伝導転移との対応では、圧力 3.70 GPa では II 相への転移は完了しており、ゼロ抵抗が観測される 3.6 GPa とほぼ一致することから $\text{Bi}_{0.92}\text{Sb}_{0.08}$ でまず発現する超伝導転移は BiIII 型構造に起因すると考えられる。また、BiIII 型構造から bcc へ相転移が始まる圧力領域から、電気抵抗測定の 9.7 GPa にて高温側に現れる超伝導は bcc に起因すると考えられる。

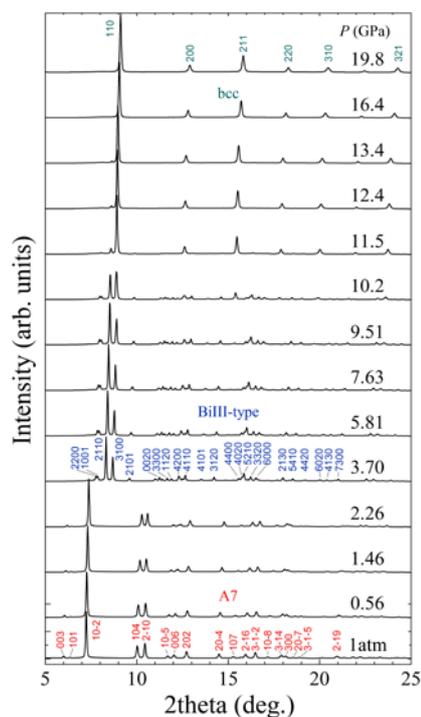


図 1: 室温高圧下 $\text{Bi}_{0.92}\text{Sb}_{0.08}$ の X 線回折パターン

参考文献

[1] N. B. Brandt *et al.*, Sov. Phys. JETP **34** (1972) 36.

*ohmura@phys.sc.niigata-u.ac.jp