

NaF を用いた $\text{Bi}_2(\text{O},\text{F})\text{S}_2$ 超伝導体の作製

Synthesis of $\text{Bi}_2(\text{O},\text{F})\text{S}_2$ superconductors using NaF

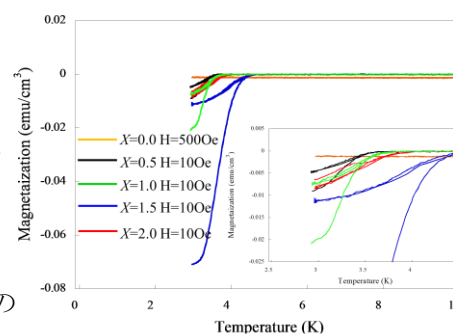
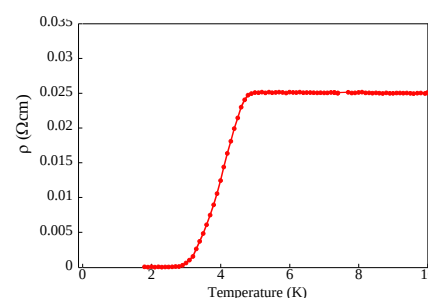
山梨大院クリスタル研¹°高橋 夏海¹、長尾 雅則¹、綿打 敏司¹、田中 功¹Univ. Yamanashi¹°Natsuumi Takahashi¹, Masanori Nagao¹, Satoshi Watauthi¹, Isao Tanaka¹

E-mail:t12am020@yamanshi.ac.jp

はじめに：層状超伝導体の一つである BiS_2 系超伝導体は Fe 系超伝導体と結晶構造が類似していることから注目されている。 BiS_2 系超伝導体の代表的な物質として $\text{Bi}_4\text{O}_4\text{S}_3$, $\text{Bi}_2(\text{O},\text{F})\text{S}_2$, $\text{RE}(\text{O},\text{F})\text{BiS}_2$ ($\text{RE} = \text{La}, \text{Ce}, \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Yb}$)などが報告されている。この中で $\text{Bi}_2(\text{O},\text{F})\text{S}_2$ は Bi_2OS_2 の酸素サイトを一部フッ素で置換することによって超伝導体になることが報告されている。 Bi_2OS_2 は、出発原料に BiF_3 などのフッ化物を用いて合成しても酸素サイトに F が置換せず、超伝導性を示さない。一方、 Bi_2OS_2 相を合成し、これを XeF_2 と反応させることにより F が置換し、超伝導性が発現することが報告されている。[1] この反応でフッ素源として用いる XeF_2 は、不安定でかつ高価である。そこで、本研究では化学的に安定で安価な NaF をフッ素源として用いることを考えた。

実験手順： Bi_2O_3 と Bi_2S_3 を原料とし、石英管に真空封入したものを 400°C で 24h 二回焼成することで、 Bi_2OS_2 を合成した。その後、合成した Bi_2OS_2 1 mol に対して、NaF を $x=0.5-2.0$ mol 加え再度石英管に真空封入し、 400°C で 72h 焼成した。作製した試料は粉末 X 線回折(XRD)により、生成している相の同定を行った。磁化の温度依存性($M-T$)を試料振動型磁力計(VSM)、電気抵抗率の温度依存性($\rho-T$)を直流 4 端子法によって測定した。

結果：作製した試料の XRD パターンから目的の相である Bi_2OS_2 の生成を確認した。また、不純物として Bi_2S_3 や Bi などが確認された。NaF を添加すると不純物の一つである Bi_2S_3 が観測されなくなった。Fig.1 に NaF 添加量を変化させた試料の $M-T$ 特性を示す。NaF 無添加のものでは、超伝導転移が観測されなかったのに対し、NaF を添加した試料では、超伝導転移が観測された。これは、 Bi_2OS_2 の酸素サイトの一部をフッ

Fig.1: $M-T$ characteristics of $\text{Bi}_2\text{OS}_2+x(\text{NaF})$ Fig.2: $\rho-T$ characteristics of $\text{Bi}_2\text{OS}_2+1.5(\text{NaF})$

素が置換したことによるものと考えられる。また、超伝導転移温度(T_c)および超伝導体積分率が最大となる NaF の添加量は Bi_2OS_2 1mol% に対して NaF 1.5mol% であることが明らかとなった。この試料について $\rho-T$ 特性を Fig.2 に示す。 $T_{c\text{onset}}$ は 4.8 K, $T_{c\text{zero}}$ が 2.9 K と ΔT_c が XeF_2 を用いる手法に比べて大きくなった。これは F 置換量の不均一性に起因しているが、置換プロセスの最適化により改善が見込めることから、 Bi_2OS_2 のフッ化法として NaF は有用であることがわかった。

参考文献：[1] Tomoyuki Okada *et al.*, Appl. Phys. Express **8** (2015) 023102.