

YbFe_{2-x}Cu_xO₄の電気測定システム作製および電気特性 Building up of electric measurement system and electric property of YbFe_{2-x}Cu_xO₄

○徳永聖¹, 高山虎之介¹, 永田知子²

*Takara Tokunaga¹, Toranosuke Takayama¹, Tomoko Nagata²

We build up the electric measurement system with the cryostat and succeeded in controlling the sample stage temperature from 14 to 288 K. We measured the temperature dependence of the electric resistivity of YbFe₂O₄ poly-crystal samples. Activation type conduction was observed in the temperature range of 288 ~ 100 K. The activation energy was 0.05 eV. On the other hand, the resistivity showed an almost constant value of 30 kΩcm below 50 K, indicating some electric leak.

ある温度以下で、物質の電気抵抗がゼロになる現象を超伝導という。我々は電子型強誘電体における超伝導現象を探索している。電子型強誘電体 YbFe₂O₄は、通常の強誘電体と異なり、価数の異なる鉄イオンが秩序配列することにより強誘電性を生じる^{[1][2]}。本研究ではクライオスタットを用いた電気測定システムを立ち上げ、電子型強誘電体 YbFe₂O₄の Fe サイトを Cu で置換することによる電気特性の変化を調べる。

我々はクライオスタットシステムを立ち上げ、試料ステージの温度を 14 K~288 K まで制御することに成功した。本来クライオスタットは 4 K まで冷却可能であるが、コンプレッサに入れたヘリウムの純度や、クライオスタットの消耗により 14 K が最低温度であった。このとき試料ステージから試料に温度が伝わるまで遅延が生じる。また、クライオスタット内部を真空にし、外部の温度の影響を受けないようにしている。

図 1 に我々が立ち上げた電気測定システムを用いて測定した YbFe₂O₄ バルク多結晶試料の電気抵抗の温度依存性(降温時)を示す。横軸は温度の逆数、縦軸は抵抗率である。ジュール効果による発熱を抑えるため、電流値を固定し電圧を測定した。YbFe₂O₄ は半導体であり、温度が下がるにつれ、キャリア数が減少し抵抗率は上昇する。288 K~100 K 付近では活性化型の伝導を示し、活性化エネルギーは 0.05 eV であった。これに対し 50 K 以下では 30 kΩcm のほぼ一定値を示した。つまり抵抗率が温度によって変化しなくなってしまう

た。これは装置内部の試料の配線に問題があり、電流が分散してしまったことが原因だと考えられる。その電気抵抗の大きさは 48 kΩ 程度である。

このため、装置内部の配線を見直し、余計なところに電流が流れていないかを確認して測定をする必要がある。当日は、改良した測定システムで測定した YbFe_{2-x}Cu_xO₄ の電気特性を合わせて報告する。

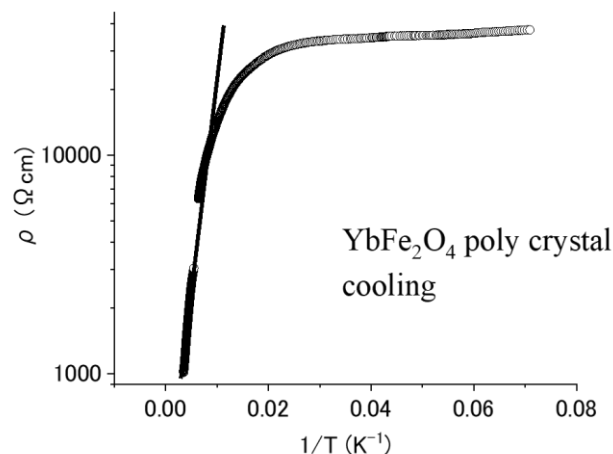


Figure 1. Temperature dependence of electric resistivity of YbFe₂O₄ polycrystal.

参考文献

- [1] N. Ikeda, H. Ohsumi, K. Ohwada, K. Ishii, T. Inami, K. Kakurai, Y. Murakami, K. Yoshii, S. Mori, Y. Horibe, and H. Kito, "Ferroelectricity from iron valence ordering in the charge-frustrated system LuFe₂O₄" *Nature* 436, 1136 2005.
[2] T. Nagata, P.-E. Janolin, M. Fukunaga, B. Roman, K. Fujiwara, H. Kimura, J.-M. Kiat, and N. Ikeda, "Electric Spontaneous Polarization in YbFe₂O₄", *Applied Physics Letters*. 110 052901 2017