

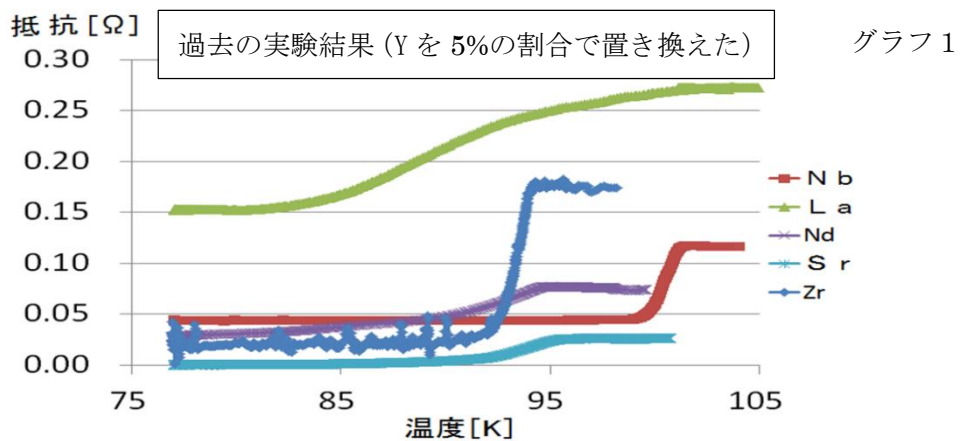
YBCO 超伝導体の不純物効果と抵抗測定方法の確立

物理班：鈴木 杏

1. はじめに

超伝導体を用いた実験を見て、その性質に興味を持った。YBCO 超伝導体に不純物を加えていくことで、超伝導転移温度がより高い物質を発見するための手がかりを見つけるために実験を行った。また、学校で超伝導体の抵抗を測定する方法を確立するために実験を行った。

今回の実験では Cu の一部を変えたが、その理由は、先輩方の過去の実験で Y の一部を変えており、グラフ 1 より色々な物質に置き換えても、同じような実験結果が得られていたので、違う部分を変えようと思ったからだ。



2. 実験方法

(実験 1)

YBCO 超伝導体の Cu の一部 5%, 10%, 25%, 50%, 100% を Mn で置き換えた。

- ① Y_2O_3 , $BaCO_3$, CuO , MnO_2 を電子天秤で量り、乳鉢で一時間混ぜ 900°C で 15 時間焼結した。
- ② 作製した試料を液体窒素で冷却し、磁石に近づけてマイスナー効果の有無を調べた。
- ③ 試料にはんだ付けをし、図 1 の実験器具 1 に接続した。
- ④ 液体窒素で冷却した試料の温度を徐々に上げながら、試料に電流を流し、電圧計に表示される数値から電気抵抗の温度変化を求めた。



図 1 : 実験器具 1

(実験 2)

- ① 学校で、図 2 のように白金温度計、超伝導体に導線をつけ、電圧計、定電流装置に接続した。
- ② 超伝導体と白金温度計を液体窒素で冷却した。
- ③ 10mA の電流を流して、それぞれの電圧を測定した。
- ④ オームの法則で超伝導体の抵抗値を求めた。



↑ 図 2 : 実験器具 2

3. 結果

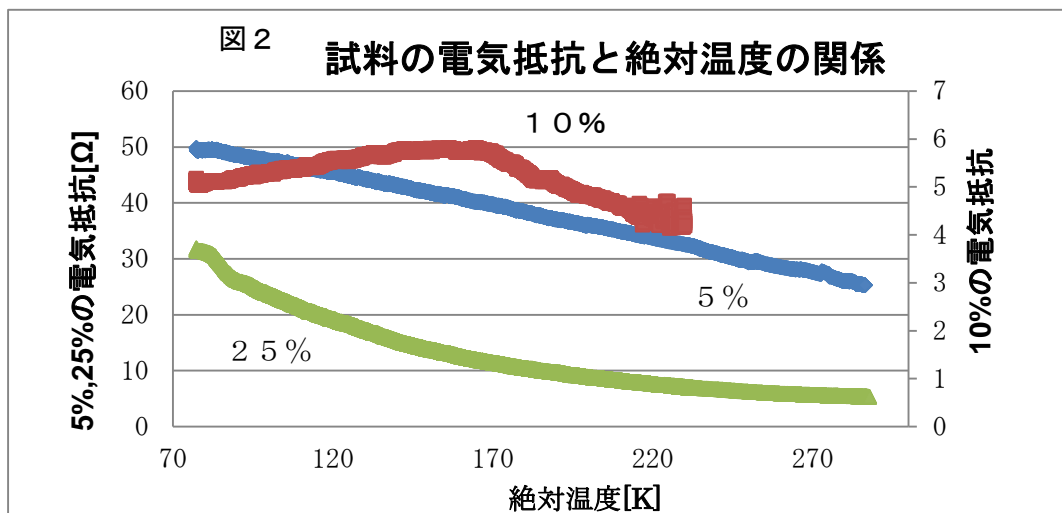
(実験 1)

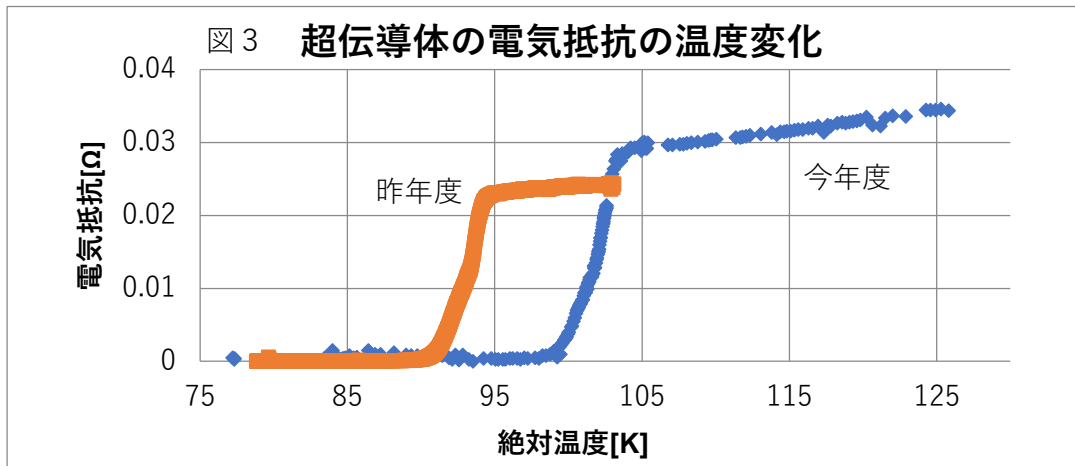
全ての試料からマイスナー効果を見ることはできなかった。5%, 10%, 25%の試料は、超伝導体にならず、50%, 100%の試料は、非常に脆くはんだ付けの際に割れて、実験を行うことができなかった。

グラフ 2 より、5%, 25%の試料は、絶対温度が大きくなるにつれて、電気抵抗は小さくなったが、10%の試料は、170K までは絶対温度が大きくなるにつれて、電気抵抗も大きくなったが、170K 以降は電気抵抗が小さくなった。

(実験 2)

超伝導体の電気抵抗を測定することができた。グラフ 3 より、過去の実験結果と比較すると、グラフの概形は同じであったが、電気抵抗が急上昇する温度は、過去は約 90K、今回は約 100K と違っていた。





4. 考察

(実験 1)

超伝導体にならなかった原因は、YBCO 超伝導体の結晶構造における Cu の位置に Mn が合わず、結晶構造が崩れてしまった可能性が考えられる。また、Mn が Cu の電流を流す性質に影響を与えたという可能性も考えられる。

10%の試料が 5%, 25%と同じようなグラフにならなかった原因は、物質を量る際や混ぜる際に、他の不純物が入った、混ぜたりなかったためという可能性が考えられる。

(実験 2)

温度が急上昇する温度が異なっていた原因は、実験装置の関係で超伝導体と白金温度計の位置が少しずれていたため、温度変化に差があったためと考えられる。

5. 結論

今回の実験では、Cu の置き換える割合が大きく超伝導体の性質に影響を与えてしまったので、今後は 1%より小さい割合で置き換えて実験を行いたい。また、学校で、超伝導体の電気抵抗を測定することが可能になったので、実験する回数を増やし正確なデータを取り、実験の精度を高めていこうと思う。

6. 参考文献

「マイスナー効果」 <https://shanti-phula.net/ja/social/blog/?p=132476>

「YBCO と BSCCO(2212) の特性」

<http://www.geocities.co.jp/MusicStar-Keyboard/9478/homepage/study2.html>

7. 謝辞

実験に協力していただいた、川崎慎司准教授をはじめとする岡山大学理学部低温物性物理学研究室の皆様感謝いたします。