

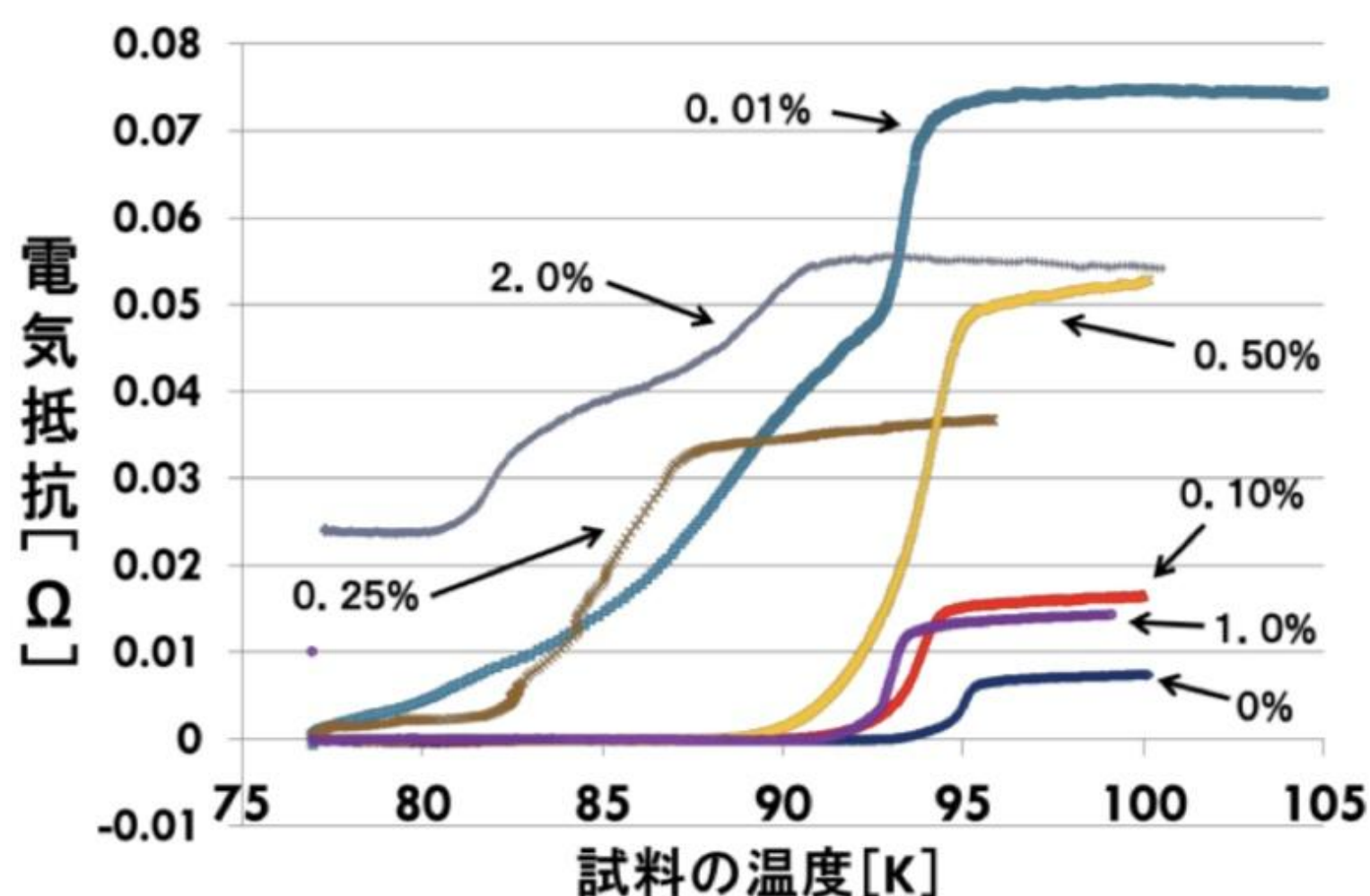
YBCO超伝導体のSr置換による不純物効果

大阪府立高津高等学校 物理班

1. 実験動機

特定の物質を極低温まで冷やした際に、電気抵抗が完全に0および完全反磁性になる現象を超伝導という。
 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ (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探るために実験を行った。

図1 マイスナー効果



先行研究で作成した試料の電気抵抗の温度変化

2. 実験内容

YBCO超伝導体のBaの一部をSrに置き換えて、マイスナー効果があるかを調べる。今回は、置き換えるSrの割合を25%、50%、75%、100%で行った。

3. 実験手順

- 1) $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ のBaの下付き文字の2を100%とし、生成後の物質の化学式内のSrの添字をX(エックス)と置き、Sr置換に必要な薬品の量を計算する。
- 2) Y_2O_3 (酸化イットリウム)、 BaCO_3 (炭酸バリウム)、 CuO (酸化銅)、 SrO (酸化ストロンチウム) を電子天秤で量りとり、乳鉢で90分混ぜ、圧縮し、900度で15時間かけて焼結させる。
- 3) 作成した資料を液体窒素で冷却し、磁石を近づけてマイスナー効果(磁場の中に超伝導体をおいた時に、磁場を超伝導体の中から外に押し出してしまう現象。このため超伝導体に磁石を近づけると、反発して離れようとする。)の有無を調べる。

4. 実験結果

実験の結果25%、50%、75%、100%に置換した全てでマイスナー効果が見られず、超伝導体にならなかったことがわかった。

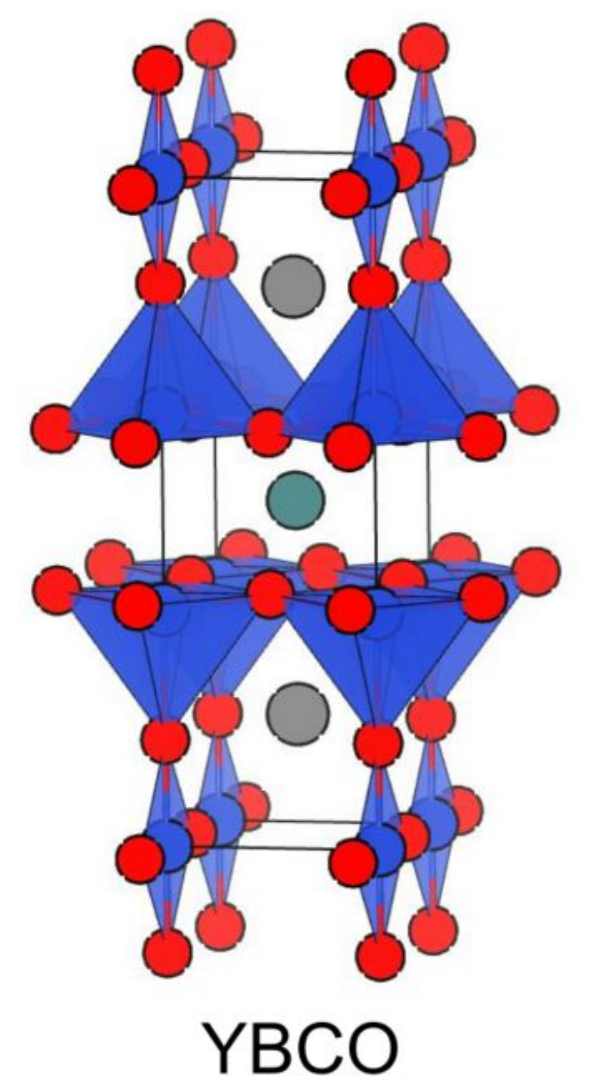
割合	0%	25%	50%	75%	100%
見た目	灰色	灰色	黒	黒	黒
マイスナー効果の有無	○	×	×	×	×

5. 考察

25%以上では、マイスナー効果が見られなかった。これは、結晶内のBaがSrに置換されることによってYBCOのペロブスカイト構造が形成されなかったものによると考えられる。

図2 YBCO超伝導体の結晶構造

赤...O
青...Cu
灰...Ba
緑...Y



6. 今後の展望

Srに置換する割合を0~25%の間で調整し、超伝導状態の発現の境界を調べる。マイスナー効果だけでなく、電気抵抗を測定することによって超伝導転移温度も調べる予定である。

7. 参考文献

「はじめよう固体の科学」.<https://solid-mater.com/entry/htsc>. 参照 2025.10.2.

田村有翔ほか.(2020).「YBCO超伝導体の超伝導転移温度の測定 ～Mn置換による変化～」