

2019/10/29 (Mon.)

## 1. YBCO の合成(3) ～本焼き後～

## 計量

- 水分を吸わないように、200℃で炉からるつぼを取り出して、「るつぼ+試料+ふた」「るつぼ+試料」の質量を量る。
- るつぼのみ・ふたのみの質量も量り、質量変化を記録しておく。(ただし、るつぼには物質がこびりついたりしているため、この値は参考程度)
- 宿題!  $\delta$  の値を算出してグループメンバー間で議論しておくこと。→ 中間発表会で説明してもらいます。  
※ 「仮焼きと本焼きの間の混合で失われた原料があること」「仮焼きの後はまだ反応が不完全な可能性があること」を考慮し、かつ「本焼き後の  $\delta$ 」を計算すること。

## ペレットの分離・保存

- ペレットの様子を観察し、ノートに記録しておく。必要に応じて写真なども取る。
- ペレット同士がくっついているので、カッター・ピンセットなどを用いて分離する。なるべく割らないように注意。紙の上やビニール袋の中で行い、なるべく試料をなくさないように。
- 試料用のプラスチックケースにペレットを入れる。ベッドは分けてケースに入れる。プラスチックケースには年度・前期/後期・グループ名・試料名などを書いたラベルを貼っておく。
- プラスチックケースはパッキンつきランチボックスに入れておく。YBCO は水分に弱いので、シリカゲル(除湿剤)を一緒に入れる。
- ラunchボックスにも年度と前期/後期を記入しておく。

## 片づけ

- るつぼとふたは TA が洗う(酸洗い→1300℃で空焼き)。

## 2. 液体窒素を使用する上での注意

### **液体窒素を使用する上での注意事項**

- (1) 低温 → 凍傷に注意： 皮手袋を着用する  
特に注意すべき点：  
目に直接液体窒素が入る → 目は遠く高く  
冷えた金属に触る  
液体窒素が衣服にしみこむ
- (2) 液体 → 気化すると急激に膨張  
液体窒素を密閉しない  
酸欠に注意（要換気・液に顔を近づけすぎない）

## 3. 超伝導性の確認

- (1) プラスチックのトレーの中に銅のブロックを置き、液体窒素を注ぐ。  
→ 銅の周りの液体窒素の沸騰の様子はどのように変化するか。  
A. 初めは激しく沸騰し、徐々におさまっていく。  
B. 初めは静かに沸騰し、一旦激しく沸騰してからおさまる。  
C. 初めから最後まで沸騰の様子は変化しない。
- (2) 銅のブロックが 77 K まで冷えたら、上に YBCO のペレットを乗せる。さらに上に強力磁石を乗せる。  
→ どのくらい浮上するか？ 浮上した距離を計測する。
- (3) 一旦 YBCO を取り出して超伝導を壊す。今度は上に磁石を置いてから銅のブロックの上に磁石ごと乗せる。  
→ どのくらい浮上するか？ 浮上した距離を計測する。
- (4) そのほか、磁石の N 極と S 極を交換してみる、回転させる、などいろいろやってみる。
- (5) 使用した磁石の質量を測っておく。

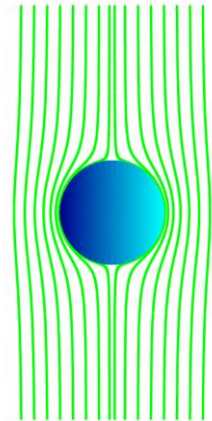
#### 4. 磁気浮上の原理

○マイスナー効果 = 超伝導体の内部の磁束密度がゼロになる性質

→ 磁石に対して常に\_\_\_\_\_する

○磁気浮上はマイスナー効果だけでは不十分

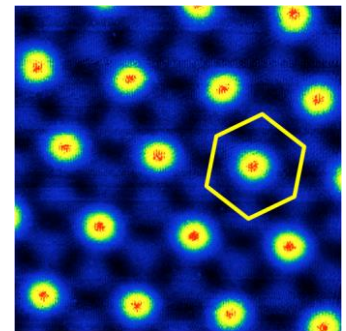
→ 浮上しても \_\_\_\_\_ に浮き続けるには別の力が必要



○第II種超伝導体を下部臨界磁場  $H_{c1}$  以上、上部臨界磁場  $H_{c2}$  以下の磁場中に置くと

磁束は\_\_\_\_\_化して侵入する (=混合状態)

→ その大きさ  $\phi_0 = \text{_____} = \text{_____} \text{Wb}$



#### 【原理】

超伝導: 試料全体にわたって全電子が一つの波動関数に従う状態

※波動関数 → \_\_\_\_\_ と \_\_\_\_\_ の自由度を持つ複素関数

波動関数の \_\_\_\_\_ 性

→ 任意の閉経路での位相変化  $\nabla\phi$  の積分値は \_\_\_\_\_ の \_\_\_\_\_ に限られる

波動関数の位相部分と電流およびベクトルポテンシャルの関係:

\_\_\_\_\_

上の式を  $J=0$  となる適当な閉経路で一周積分すると、

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

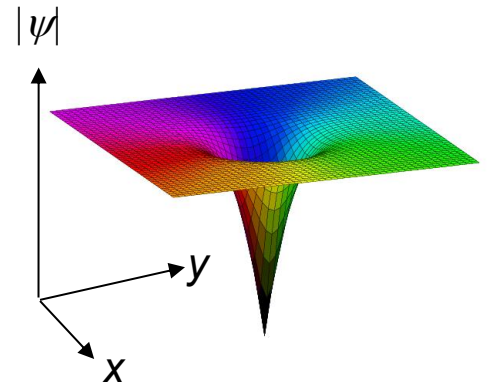
○第2種超伝導体に侵入した磁束量子の特徴

中心では\_\_\_\_\_は定義できず、\_\_\_\_\_はゼロ。

(数学的な特異点)

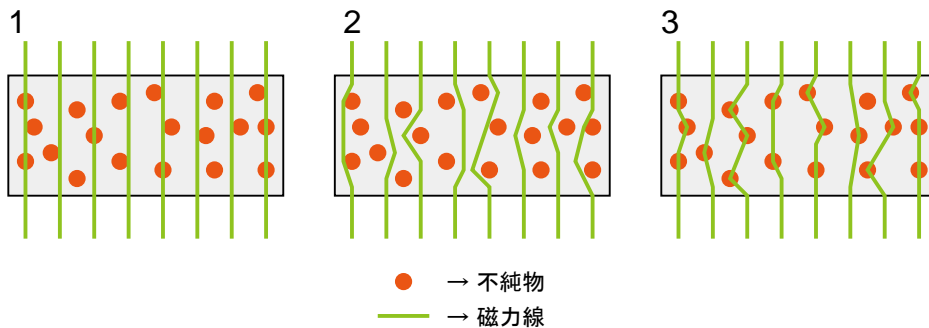
※右図は磁束断面周りの超伝導波動関数の

振幅 $|\psi|$ (縦軸)と位相(色)を表したもの。



○磁束の侵入パターンのクイズ

不純物など超伝導になりにくい部分がある場合、磁束はどのように侵入するか?



○磁気浮上の原理

量子化して超伝導体内に侵入した磁束が不純物などに\_\_\_\_\_される

→ 磁束が移動する際に\_\_\_\_\_が必要になるため、磁場分布変化を\_\_\_\_\_力が働く

**本日のまとめ：**

**磁気浮上は、マイスナー効果・磁束量子化・ピン止め効果など、超伝導の重要な性質が織りなす現象**

○おまけ

1. ピン止めの超強力な例を見てみましょう。
2. 超伝導体の上で磁石を回したりできたと思います。また、レールの上を超伝導体が走っていくデモ実験があります(「Magnetic levitation train」などで検索)。これらは上記の原理で説明できるでしょうか。
3. マイスナー効果だけで浮上させる例も見てみましょう。