

マイクロ/ナノレベルの世界

開催日時： 2017/06/21 (水) 16:30~17:00

場所：理工図書館1Fラーニング・コモンズ（吹田キャンパス）

担当LS名：徐 振梓（機械工学 平原研究室）

予約：不要（お気楽にお越しください！）

持ち物：特になし

問い合わせ先：理工学図書館カウンター

sl-desk@library.osaka-u.ac.jp

今日の流れ

1. 背景（顕微鏡の歴史）
2. 顕微鏡を評価する三つの標準
3. 光学顕微鏡と電子顕微鏡の違い
4. 走査電子顕微鏡（SEM）
5. 透過電子顕微鏡（TEM）
6. 他の顕微鏡

今日の流れ

1. 背景（顕微鏡の歴史）
2. 顕微鏡を評価する三つの標準
3. 光学顕微鏡と電子顕微鏡の違い
4. 走査電子顕微鏡（SEM）
5. 透過電子顕微鏡（TEM）
6. 他の顕微鏡



人間の目

見える  わかる

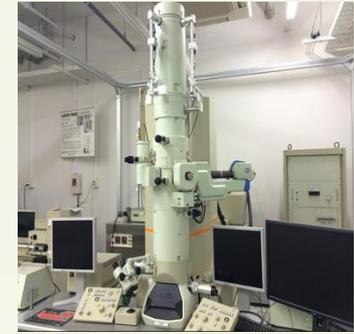
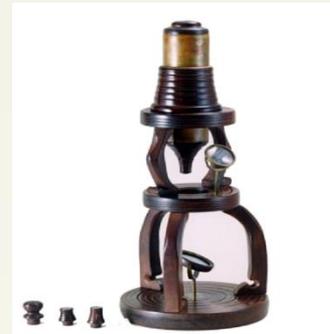


最小値100 μ m



など...

顕微鏡の歴史



紀年前



11世紀以降



13世紀



16世紀末



19世紀～

水晶を研磨したレンズ

拡大鏡

メガネ

光学顕微鏡

電子顕微鏡

今日の流れ

1. 背景（顕微鏡の歴史）
2. 顕微鏡を評価する三つの標準
3. 光学顕微鏡と電子顕微鏡の違い
4. 走査電子顕微鏡（SEM）
5. 透過電子顕微鏡（TEM）
6. 他の顕微鏡

顕微鏡を評価する三つの標準

- ・ 分解能

二つあるものをしっかりと二つ見分けられているか

- ・ 倍率

その見分けられたものが見やすい大きさに見えているか

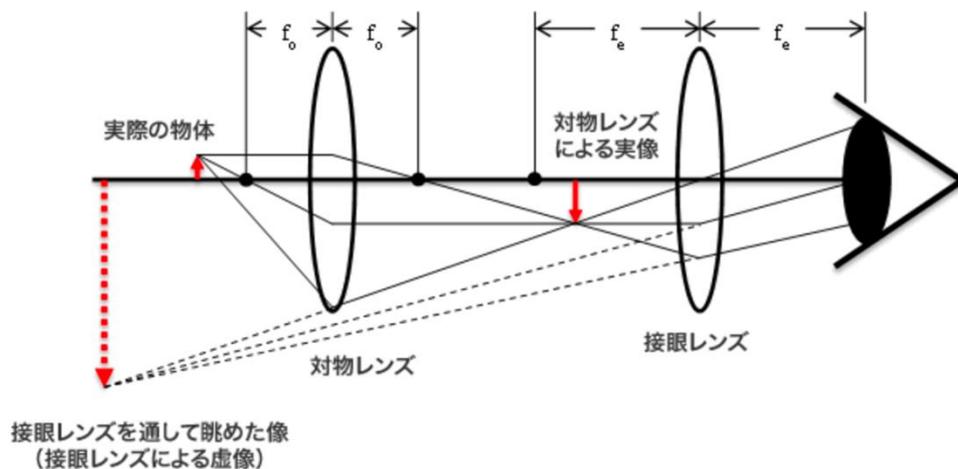
- ・ コントラスト

見えているものがはっきり見えているか

今日の流れ

1. 背景（顕微鏡の歴史）
2. 顕微鏡を評価する三つの標準
3. 光学顕微鏡と電子顕微鏡の違い
4. 走査電子顕微鏡（SEM）
5. 透過電子顕微鏡（TEM）
6. 他の顕微鏡

光学顕微鏡と電子顕微鏡の違い



光学顕微鏡

原理：

試料に可視光線を照射して、透過光や反射光など、試料が発する光を、顕微鏡のレンズに結させることにより、観察が可能になります。



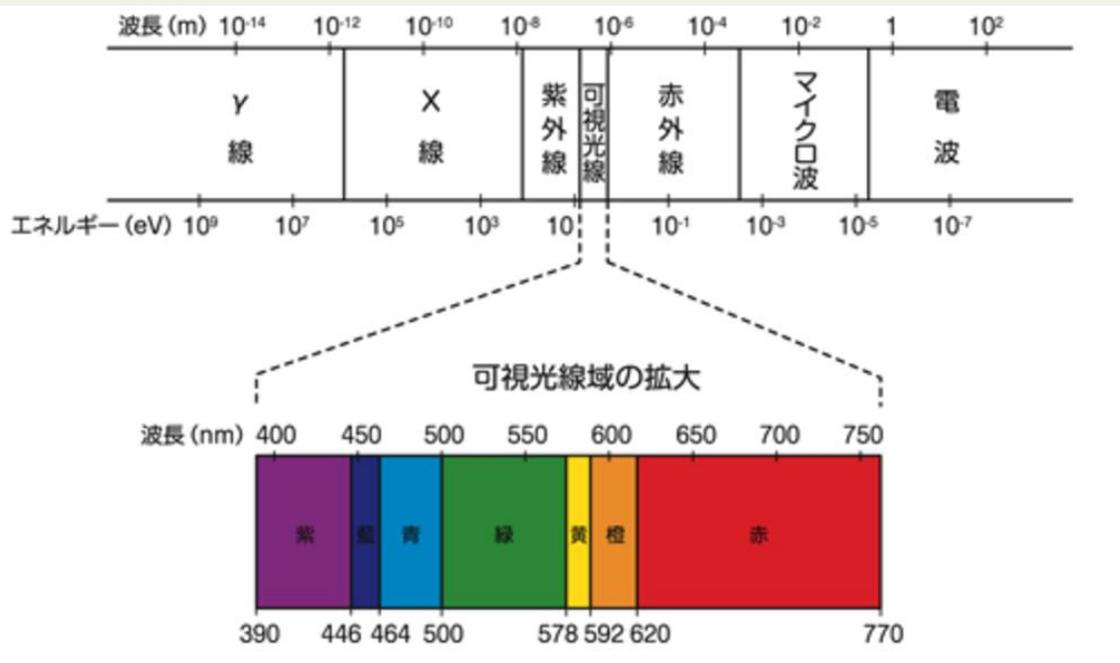
メリット：

- ・対象物の色を直接観察できる
- ・観察条件の制限が少ない

デメリット：

- ・拡大倍率が比較的到低い（2000倍）
- ・分解能が可視光に制限される

分解能が波長に制御される
波長が短いほど、分解能が高くなる



より小さな対象物を観察する



波長がもっと短いもの



電子

電子の波長：数pm
(1pm=0.001nm)



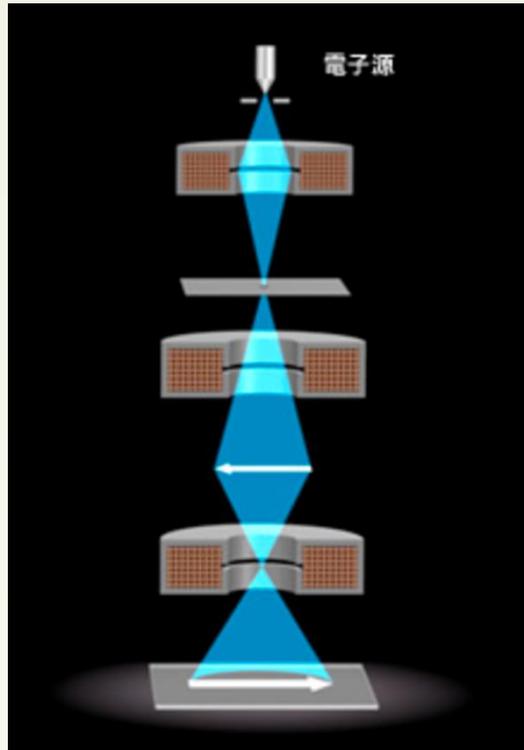
可視光を利用する光学顕微鏡

可視光線の波長：400nm~700nm
分解能：200nm

電子線を利用する電子顕微鏡

理論的な分解能：数pm

光学顕微鏡と電子顕微鏡の違い



メリット：

- ・ 分解能が**高い**（可視光に制限されない）

デメリット：

- ・ 値段が高い
- ・ 試料に**ダメージ**を与える
- ・ 観察条件の**制限**が多い（真空度、試料の導電性など）

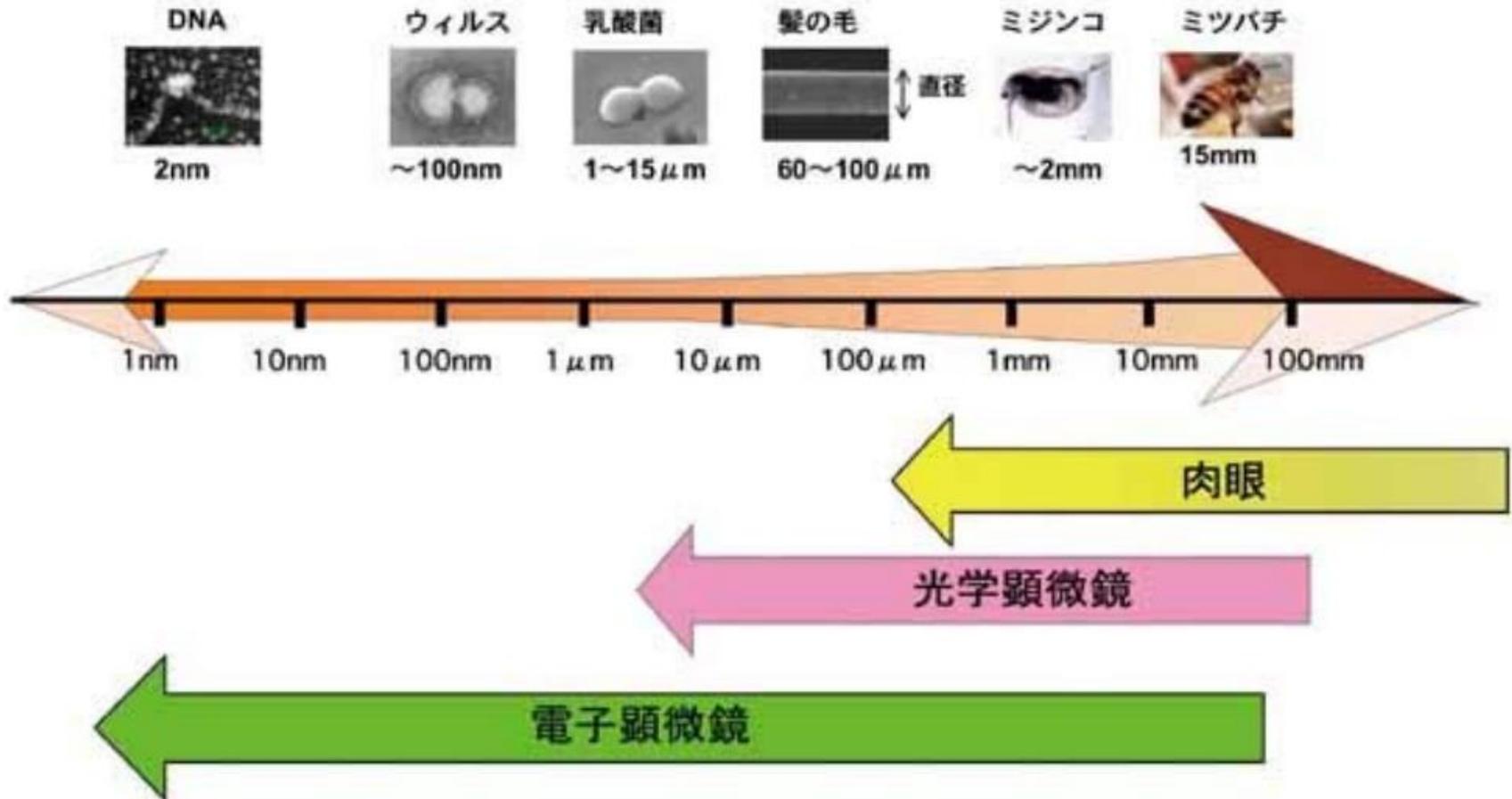
分類：

走査電子顕微鏡（**S**canning **E**lectron **M**icroscope）

透過電子顕微鏡（**T**ransmission **E**lectron **M**icroscope）

原理：光の代わりに電子（電子線）を観察対象にあてて拡大する

光学顕微鏡と電子顕微鏡の違い



今日の流れ

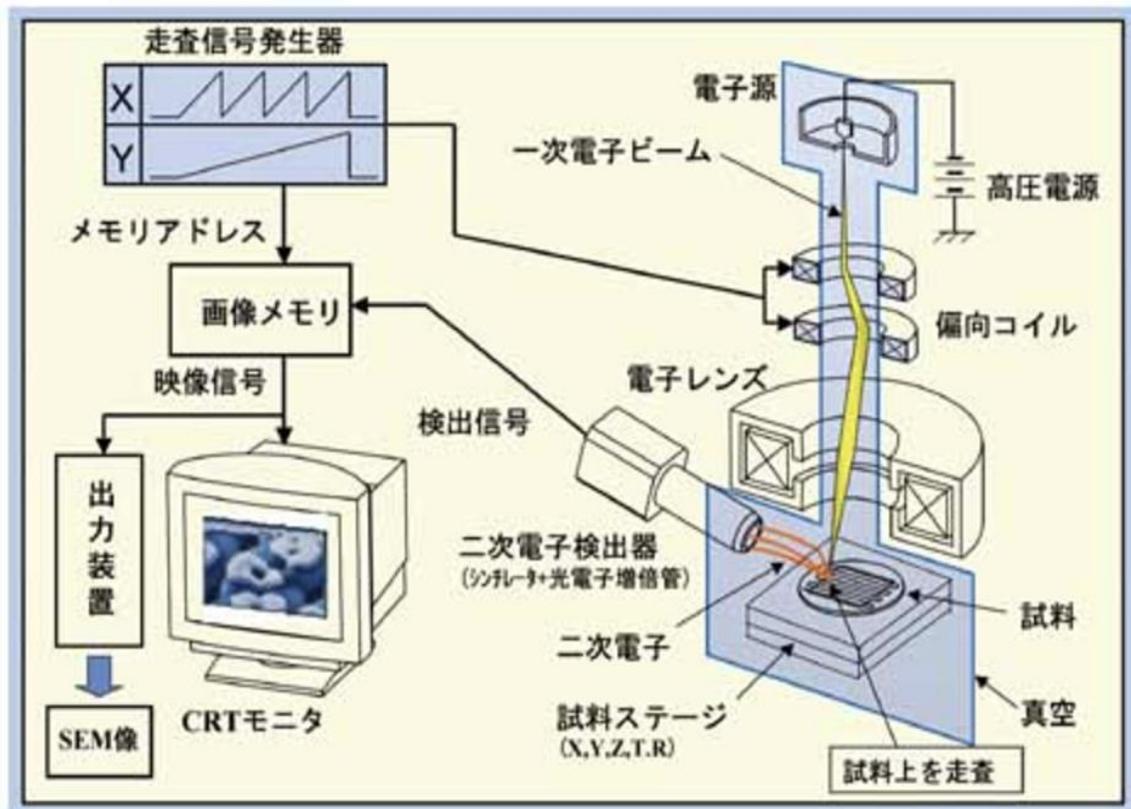
1. 背景（顕微鏡の歴史）
2. 顕微鏡を評価する三つの標準
3. 光学顕微鏡と電子顕微鏡の違い
4. 走査電子顕微鏡（SEM）
5. 透過電子顕微鏡（TEM）
6. 他の顕微鏡

走査電子顕微鏡

(Scanning Electron Microscope)

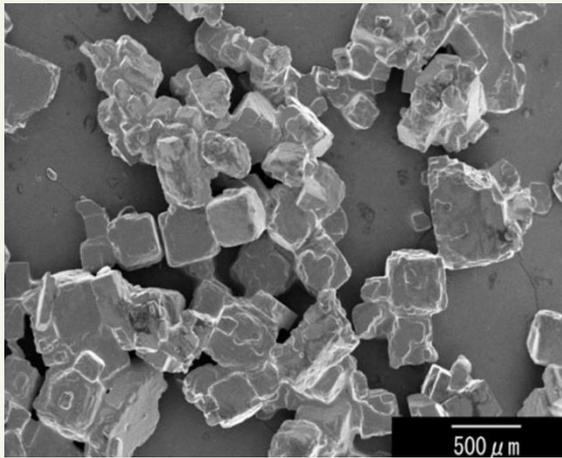


原理：試料に電子線を走査させて結像する
 観察対象：有機物、金属、半導体、セラミックスなど
 試料の条件：導電性を有する、水分を除去する
 観察条件：真空、加速電圧 (100V~30KV)

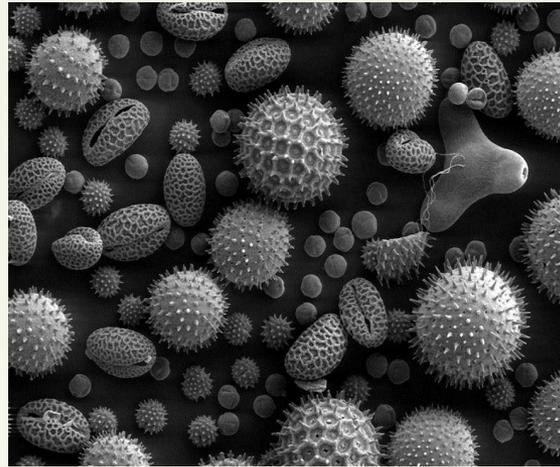


SEMの構造図

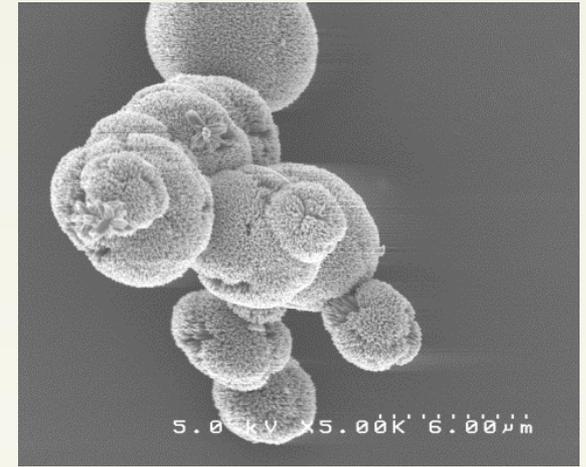
走査電子顕微鏡 (Scanning Electron Microscope)



塩 (NaCl) 粒子



花粉



炭素粒子

今日の流れ

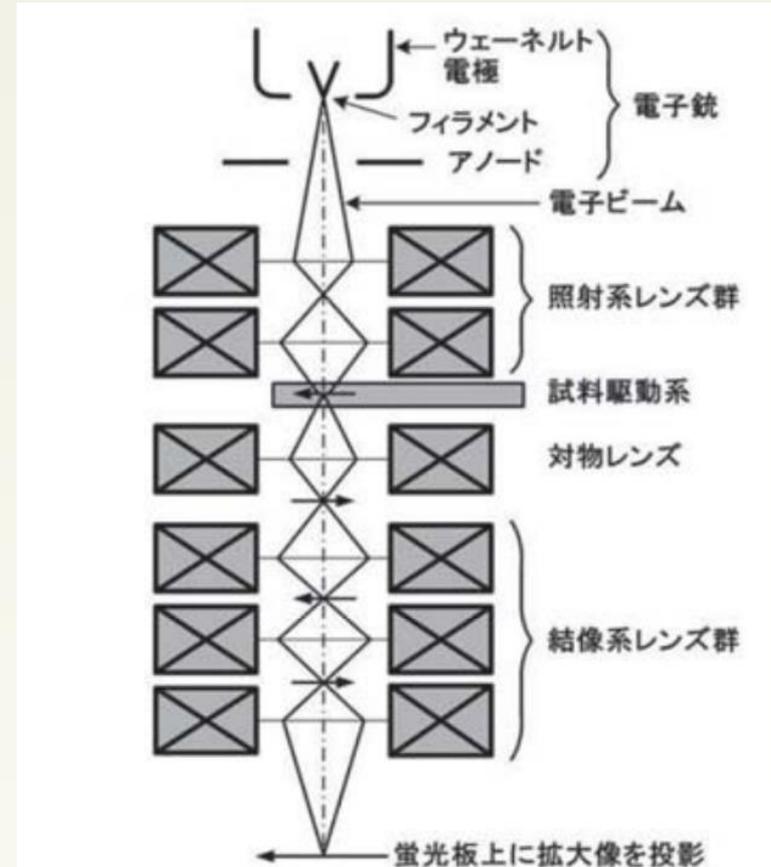
1. 背景（顕微鏡の歴史）
2. 顕微鏡を評価する三つの標準
3. 光学顕微鏡と電子顕微鏡の違い
4. 走査電子顕微鏡（SEM）
5. 透過電子顕微鏡（TEM）
6. 他の顕微鏡

透過電子顕微鏡

(Transmission Electron Microscope)

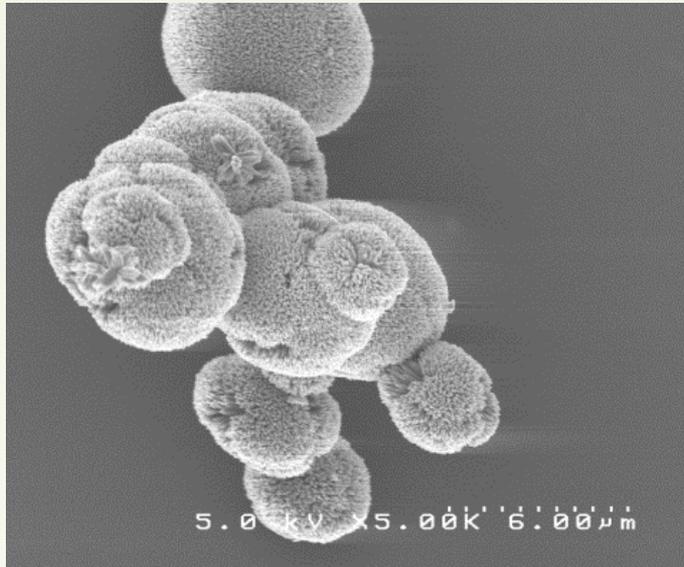


原理：試料に電子線を透過させて結像する
 観察対象：薄膜、粉末試料など
 試料の条件：導電性を有する、薄い
 観察条件：真空、加速電圧（200KV～300KV）

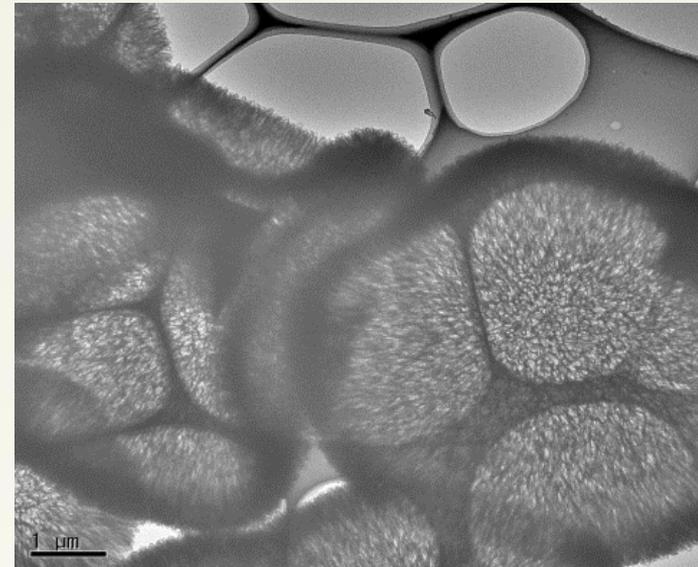


TEMの構造図

透過電子顕微鏡 (Transmission Electron Microscope)



中空な炭素粒子のSEM像



中空な炭素粒子のTEM像

今日の流れ

1. 背景（顕微鏡の歴史）
2. 顕微鏡を評価する三つの標準
3. 光学顕微鏡と電子顕微鏡の違い
4. 走査電子顕微鏡（SEM）
5. 透過電子顕微鏡（TEM）
6. 他の顕微鏡

他の顕微鏡

他の電子顕微鏡：

- ・ 走査型透過電子顕微鏡（Scanning Transmission, Electron Microscope, STEM）

原理：集束レンズによって細く絞った電子線プローブを試料上で走査し、各々の点での透過電子を検出することで像を得る

走査プローブ顕微鏡：

- ・ 分子間力顕微鏡（Atomic Force Microscope, AFM）

原理：試料と探針の原子間にはたらく力を検出して画像を得る

- ・ 走査トンネル顕微鏡（Scanning Tunneling Microscope, STM）

原理：探針を導電性の物質の表面または表面上の吸着分子に近づけ、流れるトンネル電流から表面の原子レベルの電子状態、構造などを観測する

ご静聴ありがとうございました！

開催日時： 2017/06/21 (水) 16:30~17:00

場所：理工図書館1Fラーニング・コモンズ（吹田キャンパス）

担当LS名：徐 振梓（機械工学 平原研究室）

予約：不要（お気楽にお越しください！）

持ち物：特になし

問い合わせ先：理工学図書館カウンター

sl-desk@library.osaka-u.ac.jp