

# 第4回 サイエンス・コ・ラボ 実験レポート

M・7 1年2組    番 氏名    

期日	令和5年10月28日	テーマ	「ナノマテリアルの化学合成と機器分析Ⅱ」
場所	東北大学大学院 環境科学研究棟	指導教官	東北大学大学院環境科学研究科 准教授 横山 俊先生 助教 横山幸司先生

## 1 実験記録 (機材、手順、実験内容など)

〈物質中のCuの状態を探ろう〉

それぞれ  $Cu$ ,  $Cu^+$ ,  $Cu^{2+}$  となる3種類の粉末状物質がある。X線光電子分光法・オージェ電子分光法を用いて3種類の物質を分析し、どのおよめか特定する。

物質① ... 光電子: 電子のエネルギーが950と930eV電子が多(飛び出た) ⇒  $Cu$   
 オージェ電子: 電子のエネルギーが566~568eV電子が多(飛び出た)

物質② ... 光電子: 電子のエネルギーが950と930eV電子が多(飛び出た) ⇒  $Cu^+$   
 オージェ電子: 電子のエネルギーが568~572eV電子が多(飛び出た)

物質③ ... 光電子: 電子のエネルギーが935, 955eV電子が多(飛び出た) ⇒  $Cu^{2+}$   
 オージェ電子: 電子のエネルギーが572~574eV電子が多(飛び出た)

〈銅ナノワイヤ透明導電膜の作製と評価〉 (銅ナノワイヤ... Cu NW)

・作り方

1. Cu NWインクを調製
2. Cu NWインクを7μmゲル膜に塗布
3. Cu NWを7μmゲル膜で処理
4. ゲル膜上のCu NWネットワークをガラス基板に転写

・性能評価

・シート抵抗と光透過率を評価!

インク	シート抵抗	光透過率
13mL	480Ω	93%
10mL	1900Ω	94%
21mL	49Ω	80.1%

## 2

### ① 実験から解ったことや疑問点

銅ナノワイヤ透明導電膜の作製の実験で、インクの量を変えると光透過率よりシート抵抗の値の变化のほうが大きいのを解った。またX線光電子分光法やオージェ電子分光法でX線を測定した物質に当てると、周囲の酸素などの他の物質(2種類)からのエネルギーが結果に影響を及ぼしているのかもしれないと思っただ。

### ② 興味深かった点

X線光電子分光法を用いた実験で  $Cu^+$  と  $Cu^{2+}$  はイオン化によって飛び出ている電子のエネルギーの値が近いと思っただけ、実際には  $Cu$  と  $Cu^+$  の電子のエネルギーの値のほうが近かった。

### 3 講義メモ < X線光電子分光法・オーブ電子分光法 >

化学分析, 状態分析... どのような元素でできているか, どのように結合しているか, 物質中にどのように存在しているかを調べる。

↳ X線を測定して物質に当てると

物質から飛び出してくる電子のエネルギーは, 元素+元素の価数によって変わる。  
⇒ エネルギーを測定すると元素の種類, 物質中で構成元素の価数が分かる。

#### < 銅ナノワイヤ透明導電膜 >

- 透明導電膜... 高い電気伝導性と可視光透過性を併せ持つ電極薄膜  
材料... 酸化インジウムスズ (ITO) スパッタ膜
- 銅ナノワイヤ (Cu NW)... 導電性が高く, 低コストな電極材料  
→ 透明導電膜として利用可能

#### < 走査型電子顕微鏡 (SEM) >

光学顕微鏡

1.5k倍

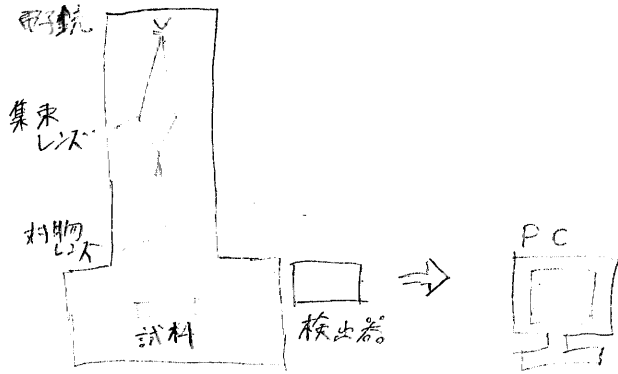
0.5 $\mu$ m



SEM  
800k倍  
数nm

ナノレベル  
観察可能

SEMの装置の構成



- 内部には電子銃, レンズ, 試料台がある。
- SEM内は真空

しくみ

- 電子銃 (凸レンズのようなもの) を使って電子線を細くし, 測定試料の上に照射
- 照射する電子を試料上下動かし, 試料から放出される (照射した電子ではない) 電子 (二次電子) を信号に変換し 像を作る。だから白黒で見える。

### 4 感想

走査型電子顕微鏡など普段の生活ではなかなか目にする事の出来ない実験器具と利用できた良い機会だった。走査型電子顕微鏡は電子を信号に変換しているため像は白黒でしか見られなかったのは特におもしろかった。X線光電子分光法の説明と聞いたときには大学の授業で学んだ知識も出てきたので, 楽しい実験でも基礎知識が大切になってきているのだと感じた。