

# 導電性高分子の合成と物性評価について

## Synthesis and physical properties of conductive polymers

○梶原都史<sup>1</sup>, 岡武良馬<sup>1</sup>, 白石憂羽<sup>1</sup>, 膽吹圭優<sup>1</sup>, 小林駿太<sup>1</sup>, 藤田悠貴<sup>1</sup>, 平井徳磨<sup>1</sup>, 高野良紀<sup>2</sup>,  
伊掛浩輝<sup>3</sup>, 渡邊陽介<sup>4</sup>  
\*Toshiya Kajiwara<sup>1</sup>, Ryoma Okatake<sup>1</sup>, Yu Shiraishi<sup>1</sup>, Yoshimasa Ibuki<sup>1</sup>, Shunta Kobayashi<sup>1</sup>, Yuki Hujita<sup>1</sup>,  
Tokuma Hirai<sup>1</sup>, Yoshiki Takano<sup>2</sup>, Hiroki Ikake<sup>3</sup>, Yosuke Watanabe<sup>4</sup>

Abstract: Polymer compounds were thought to be an insulators. However, polyacetylene has found to have a high electrical conductivity in 1977. We have synthesized conductive polymers, polythiophene and slime, polypyrrole. We have measured their physical properties.

### 1. はじめに

高分子化合物は絶縁体であることが一般的な考え方だった。代表的な導電性物質は金属であった。しかし、1977年に金属のように導電性を示す高分子の発見によって今までの常識が変わった。白川英樹らによるポリアセチレンの合成とそのドーピングによる導電性の発現によって、金属だけでなく、高分子化合物も導電性物質として扱われるようになった。現在では、バックアップ用電池、透明タッチパネル、リチウムイオン電池などに使用されている。例えば、コイン型ポリマー電池は長期保存が可能である。また、ポリピロールを正極に用いた積層型電池は、ニッケル/カドミウム電池と同等なエネルギー密度を得ている。

本研究では、導電性物質として知られているチオフェン、ポリビニルアルコール、ピロールの重合により生成した、ポリチオフェン、スライム、ポリピロールの物性評価を行う。

### 2. ポリチオフェンの合成と物性評価について

チオフェンを重合して、合成を行う。使用するチオフェンは3位にボロン酸、5位に臭素化してあるチオフェン(Fig.1)である。有機ボロン酸とハロゲン化物がカップリング反応により重合されると予想される(Fig.2)。重合時間を変えることにより導電性や形状、粘性がどう変化するか検証する。

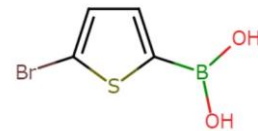


Figure 1 5-Bromo-2-thiopheneboronic acid.

100mlビーカーに炭酸ナトリウム 4g と水 40mlを加え攪拌し、アルカリ水溶液とした。色は無色であった。その後、チオフェンを 10mg 加え攪拌した。更に酢酸パラジウム、トルエンを加え、攪拌すると赤褐色から黒色に変化した。黒色の固体は粉末状のもので、粘性はなく、重合は進んでいないと思われる。導電性を検証したが、確認されなかった。今後はヨウ素をドーピングし、導電性を確認する。

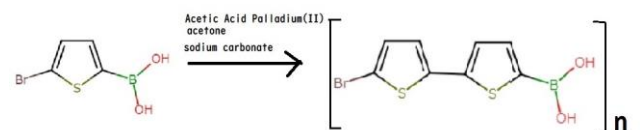


Figure 2 Scheme 1.

### 3. スライムの合成と物性評価について

ポリビニルアルコールにホウ砂を加えることで、網目構造が実現する(Fig.3)。通称スライムと呼ばれている。

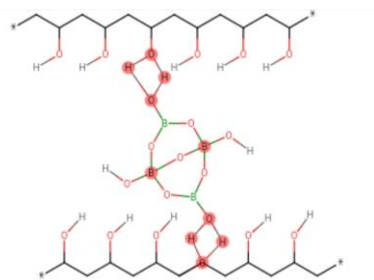


Figure 3 Network structure of slime.

このスライムの粘性と導電性について検証した。一定量のポリビニルアルコールに対して、ホウ砂の量を変え、合成を行った。スライムの大きさを一定にするため、縦1cm, 横1cm, 深さ0.5cmの容器を作成し(Fig.4),

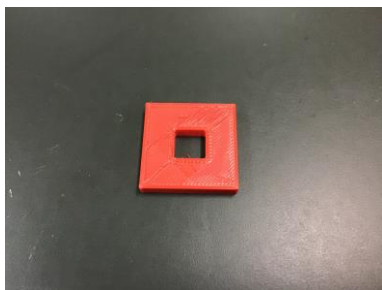


Figure 4 Length of container, depth: 1cm, width: 1cm, height: 1cm.

固まる前に容器の中に流し込んだ。ホウ砂の量を変えて、3つのサンプルを作成し、導電性があるか検証したが、確認できなかった。粘性についても今後測定をする。更に、ヨウ素をドーピングすることで導電性が発現するか検証する。

#### 4. ポリピロールの合成と物性評価

ピロールに触媒を加えて、重合させポリピロールを生成した。50mlのビーカーに塩化鉄III 2.0gとエタノール 5.0ml, 洗濯のりを 20ml を入れ攪拌した。色は、塩化鉄(III)の影響からか、黄色に近い透明なものであった。その後OHPシートにピロールと触媒を重合させると、重合したところが黒く変色した。その際にマーカーペンであるマッキーのような匂いがした。重合したものを電圧計を用いて導電性を確認すると、導電性が検出された(Fig.5).

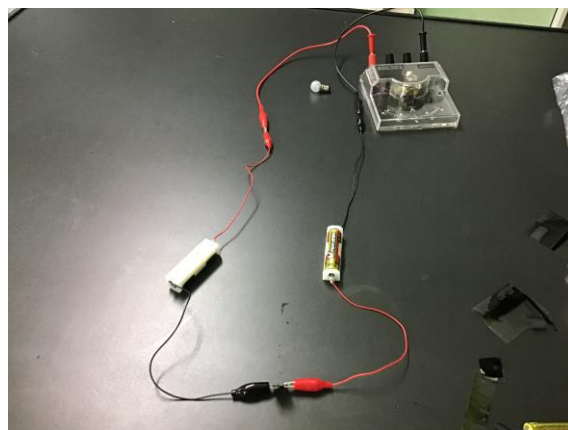


Figure 5 Experimental apparatus for electrical measurements.

今後は塩化鉄(III)の量により、導電性がどう変化するのか検証する。また、触媒を塩化鉄(III)から酢酸パラジウムに変えると、粘性を持つ固体が生成された。この固体は導電性が検出されなかった。

#### 参考文献

- [1] 「導電性高分子の発見と導電機構」, J-STAGE, 67巻, 2号, pp. 82-85, 2019
- [2] 「導電性高分子の応用」, J-STAGE, 37巻, 7月号, pp. 534-537, 1988
- [3] 東京農工大学 工学部. “高分子の性質を探る～スライムを作って、高分子の性質を知ろう！～”. 国立大学 56 工学系学部ホームページ. 2019, 11, 18. [https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/191108\\_02.php](https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/191108_02.php)
- [4] 山本靖典. “映像でわかる！鈴木-宮浦クロスカップリング”. Communication in Science & Technology Education & Research Program . 2011, 03, 23. <https://costep.open-ed.hokudai.ac.jp/costep/contents/article/438/>