

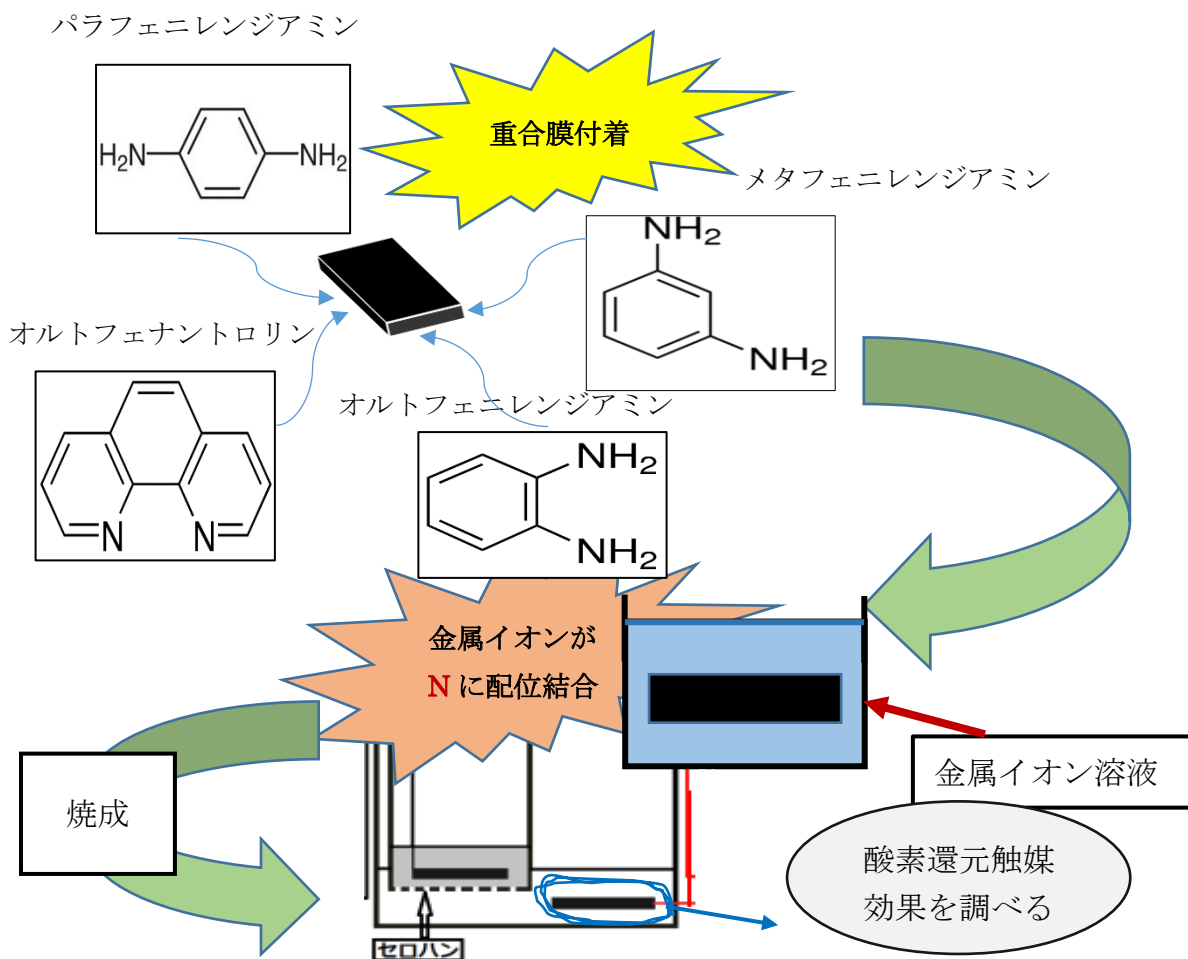
【42】窒素を含む炭素電極の酸素還元触媒作用  
 徳島県立富岡東高等学校 化学研究部  
 2年 西野亮太 秦野悠翔 指導教員：渡邊敏夫

### 研究概要

私たちは、糖燃料電池の正極側の酸素還元触媒作用の向上について調べた。文献から、窒素を含む炭素電極に触媒作用があることを知ったので、はじめに電解重合により、カーボンフェルト（正極）にパラフェニレンジアミン、メタフェニレンジアミン膜を付着させた。次に、電解重合膜のついた電極に金属イオンを付着させ、さらにその電極を焼成させ、燃料電池の正極として用いたときの触媒効果を調べた。そして昨年実験したオルトフェニレンジアミン、オルトフェナントロリンと比較し、電極として高い性能を示すものを調べた。結果として、オルトフェナントロリンに酢酸銅(II)を付着させたとき最も高い電流密度が得られた。

その値は、一般的な燃料電池で用いられるパラジウムをメッキした電極と比較しても大きいものであった。

### 概要図



## 1. 背景

窒素を含む炭素電極に酸素還元触媒作用があることが報告されている。私たちは、これまでポリピロール膜を電解重合膜として調べた。そして昨年は構造の似たオルトフェニレンジアミン、オルトフェナントロリンで実験した。今回の実験では、同様に構造の似たパラフェニレンジアミン、メタフェニレンジアミンではその効果はどうか調べようと考えた。

## 2. 実験と方法

- ◆**実験 1** パラフェニレンジアミン、メタフェニレンジアミンを電解重合により、正極側の電極に付着させて電流密度を調べ、一般的な燃料電池で用いられるパラジウムをメッキした電極と比較する。また、重合膜の生成は、導電性ガラスを使用し、目視で不溶性の膜の存在により確認した。

電極作成方法

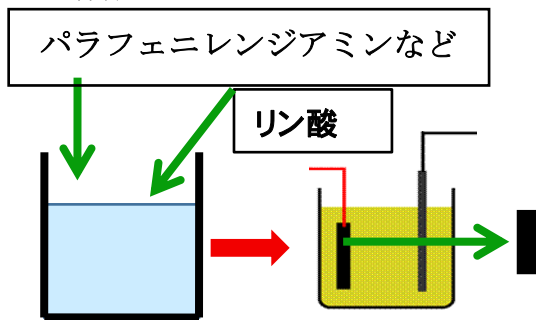


図 1 電極作成方法

実験装置

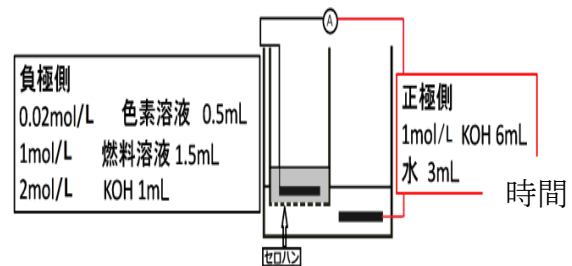


図 2 実験装置

- ◆**実験 2** パラフェニレンジアミン、メタフェニレンジアミン膜を付けた電極に各種金属イオンに付着させ、さらに電極を焼成させ、燃料電池の正極として用いたときの電流密度を調べた。そして、昨年実験したオルトフェナントロリン、フェニレンジアミンと比較する。

金属イオン：酢酸銅(II)・酢酸ニッケル・酢酸コバルト・硫酸鉄(II)・塩化鉄(III)

- ◆**実験 3** 電極を焼成させることの効果を調べる。方法としてメタフェニレンジアミン膜を付けた電極を酸素の不足した状態で1時間焼成させたものと、焼成してないものを比較する。
- ◆**実験 4** 実験 2 にて電流密度の最も高かった電極について酸素還元触媒反応を調べる。測定方法としてリニアスイープボルタンメトリーを使用。

### 3. 結果

#### ◆実験 1

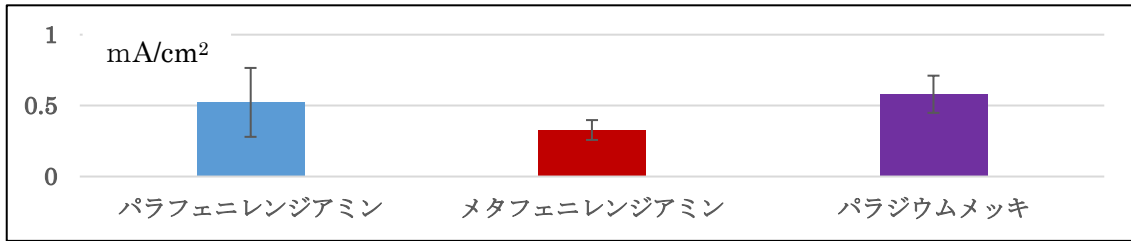
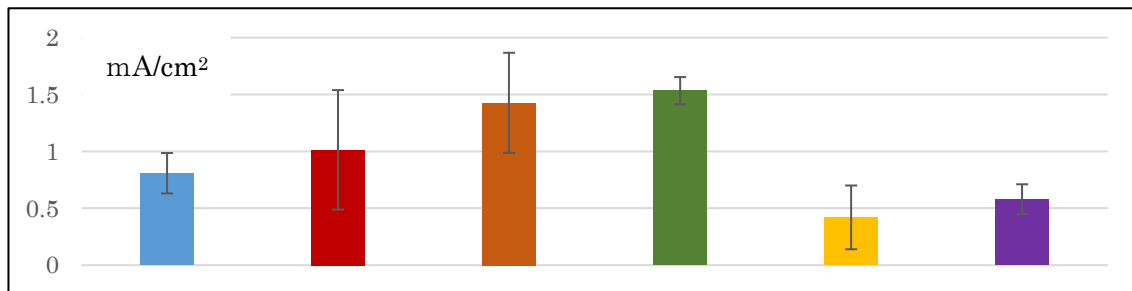


図 3 膜を付けたときの電流密度

パラフェニレンジアミン、メタフェニレンジアミン膜をつけた電極は、一般的な燃料電池に用いられるパラジウムをメッキした電極と比較すると得られた電流密度は小さかった。

#### ◆実験 2

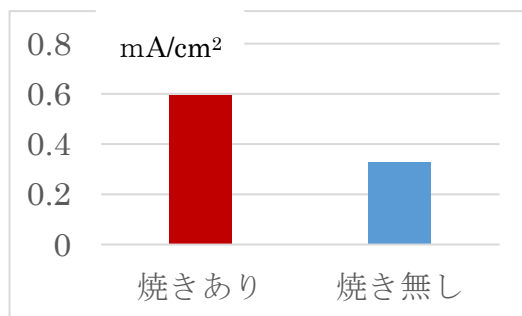


パラフェニレンジアミン 酢酸ニッケル    メタフェニレンジアミン 酢酸ニッケル    オルトフェニレンジアミン 酢酸コバルト    オルトフェナントロリン 酢酸銅    膜、金属無し    パラジウムメッキ

図 4 各種重合膜と各種金属イオンの高い電流密度が得られた組み合わせ

最も電流密度の高かった重合膜と金属イオンの組み合わせは、オルトフェナントロリンと酢酸銅であった。また、フェニレンジアミンだけで比較するとオルトフェニレンジアミンが最も電流密度が高かった。

#### ◆実験 3



酸素の不足した状態で焼成した電極の方が高い電流密度を得られた。これは、電極全体が炭化され電流が流れやすくなったからである。

図 5 電極を焼成させることの効果 (メタフェニレンジアミン-金属無し)

#### ◆実験 4

\* 青色が窒素、赤色が酸素を吹き込んだときの様子。

\* 窒素と酸素の差が大きいほど酸素還元触媒作用が大きい。

開始電位 800mV 終了電位 800mV  
掃引速度 50.0mV/s  
参照電極 Ag/AgCl 電極

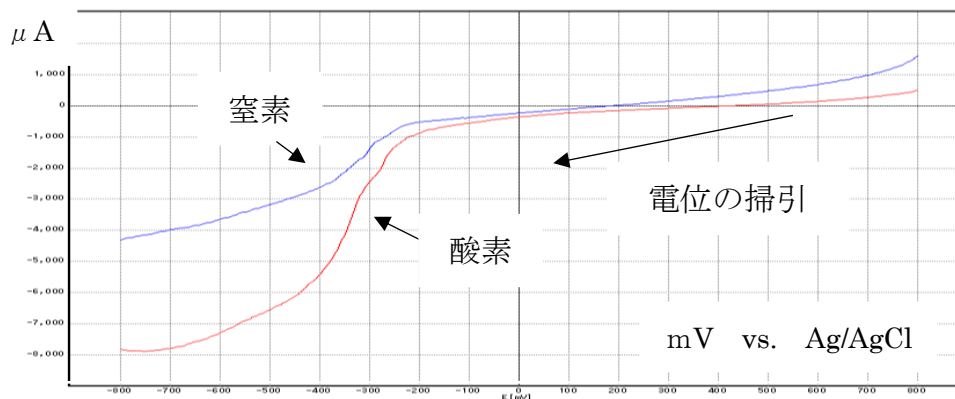


図 7 酸素還元触媒作用の確認（電極：オルトフェナントロリン-酢酸銅(II)）

図 7 より触媒作用を確認することができた。

#### 4. まとめと考察

昨年からの研究より、重合膜にオルトフェナントロリン、金属イオンに酢酸銅(II)を用いたときに、燃料電池として最も高い性能を示した。また、フェニレンジアミンで比べたときオルトフェニレンジアミンの電流密度が高かったのは、錯イオンと配位結合しやすい構造を取るからだと考えた。

#### 5. 今後の課題

- ・ 金属イオンの種類を増やす。
- ・ 電解重合膜として、同じく窒素を含む構造をもつチオフェンを用いて実験する。

#### 6. 謝辞

本実験を進めるにあたり、多大なご指導を頂いた奈良工業高等専門学校物質化学工学科の山田裕久先生に厚く御礼申し上げます。

#### 7. 参考文献

- 1)大阪工大,金籐,導電性高分子が触媒するバイオ燃料電池の作成と発電特性
- 2)筑波大学,反町洋祐,酸化還元色素を介した糖類の酸化による発電(2010)