

## 色素分子単層膜の光誘起電子移動と

### その膜状態の分光学的観察

梶屋 豪

所属：理学研究科 数物系専攻

生体・構造物性物理学研究室 前期博士課程2年

専門分野：物性物理学、電気化学

趣味：テニス、体づくり



#### I. はじめに

私の所属する研究室では、植物が行っている光合成について、その動作原理を物理的に解釈する研究を行っている。この光合成機能を実現させるには、太陽光を吸収し、そのエネルギーによって電子を放出する働きをする色素分子というものがある。また、この色素分子の電子を放出する働きに注目して太陽電池に応用するという研究も盛んである。現在実用化されている太陽光発電パネルはアモルファスシリコンなどを用いた半導体太陽電池であり、変換効率は12~16%であるが、化石燃料に代わるエネルギー資源として考えると製造コストなどで大きな問題を抱えている。この半導体太陽電池に代わるものとして近年注目されているのが色素分子を用いた色素増感型太陽電池である。<sup>1</sup>この太陽電池の特徴として非常に簡単に低コストで作成できる事が挙げられ、実用化に向けて変換効率の向上を目指し多方面から研究が行われている。私はこの色素分子を電気化学・分光学を用いて、その分子の物性を研究しており、色素増感型太陽電池の性能向上の手掛かりを得たいと考えている。

私は研究を行う上で、

- ・化学合成のガラス器具
- ・光学測定装置の装置作製

この2つの部分でガラス工作センターと機械工作センターの両方を活用させて頂いている。この実験器具が私の研究でどのように活用されているかを簡単に紹介していきたいと思う。

#### II. 色素分子単層膜形成用基板浸漬セル

私の研究では色素分子が金属基板上に配列した状態（図1）に注目しており、金属表面にこの色素分子を化学吸着させるためには、12時間以上金属基板を有機溶媒に浸しておかなければならない。また、その色素は合成が容易ではないため、少量の溶液でも金属基板を浸漬出来るような特殊な容器が必要であった。

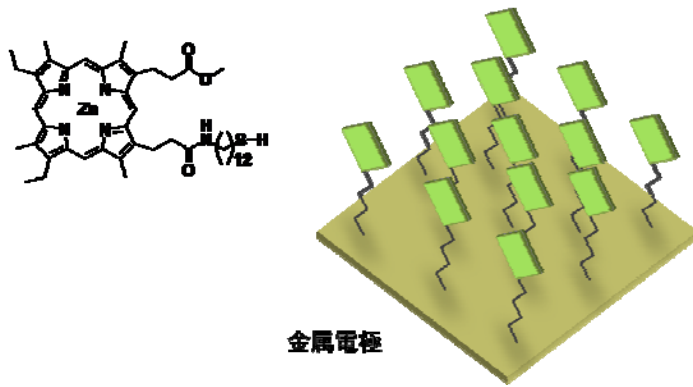


図1. 色素分子（亜鉛メソポルフィリン）と金属基板上に分子が配列した状態

そこで、ガラス工作センターのスタッフの方のアイデアで試験管の底を潰したガラス容器を作って頂いた（図2）。このガラス容器により、溶液の必要体積が約5分の1になり、たいへん重宝している。



図2. 色素分子単層膜形成用基板浸漬セル  
中に浸漬させてある金基板の大きさは 10mm×20mm

この浸漬によって得られた金属基板の光電流の時間応答測定（図3）と励起スペクトル（図4）を測定した。光電流の励起スペクトルとは単色光を金属基板に入射させ、その時流れる電流量を測定することによって得られるものである。

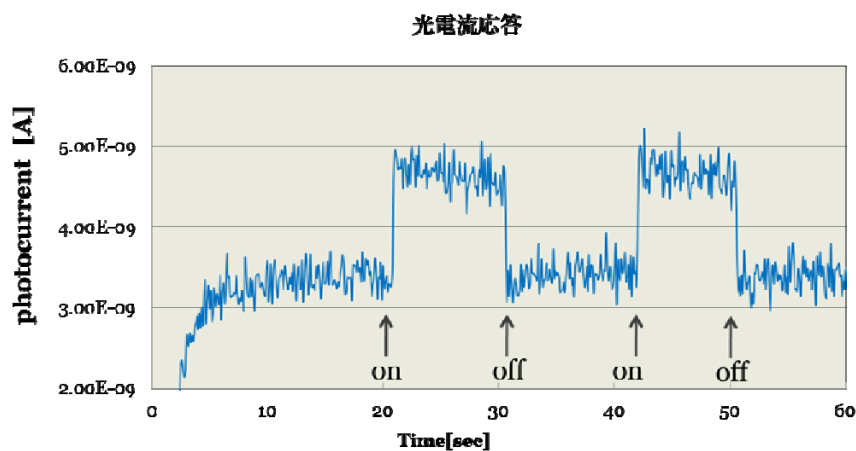


図3. 光電流時間応答測定  
(400nmの単色光で励起)

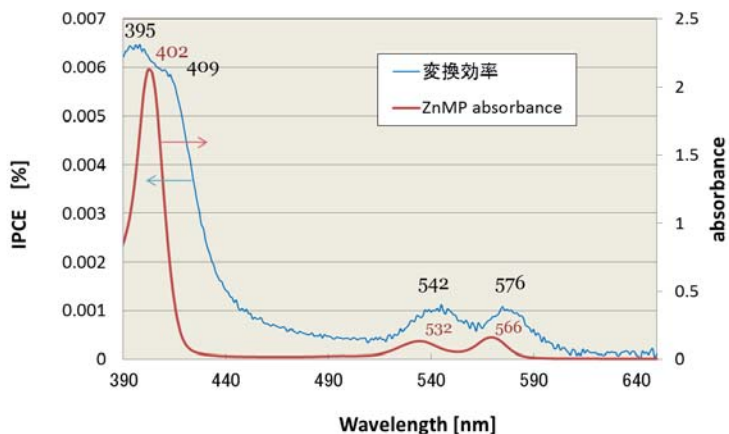


図4.  
光電流励起スペクトルと  
色素の溶液中での吸収スペクトル

色素分子の吸収スペクトルと比較すると、ピーク位置が重なっており、色素分子が光を吸収し電子移動が起こっていることが確認できる。

### III. 色素分子単層膜の反射スペクトル角度依存性測定システム

色素分子が光によって、電子移動を誘起することは上記の実験によって分かったが、その色素分子が金属基板上でどのように吸着固定されているかがわかっていない。今までの研究から単分子膜では分子は向きがそろった状態で固定されていることが他の分子では分かっている。<sup>2</sup>この色素分子の電子移動に関する電子状態が光の入射方向によってどのように変化するかを測定することによって、金属基板上の色素分子単層膜の配向状態の知見を得られることが期待できる。

私は色素分子が金属基板上にどのような形で吸着しているかを考察するために、図5のような測定システムを考案した。この測定システムは、金属基板表面の反射スペクトルが光の入射角度に依存してどのように変化するかを測定するものである。

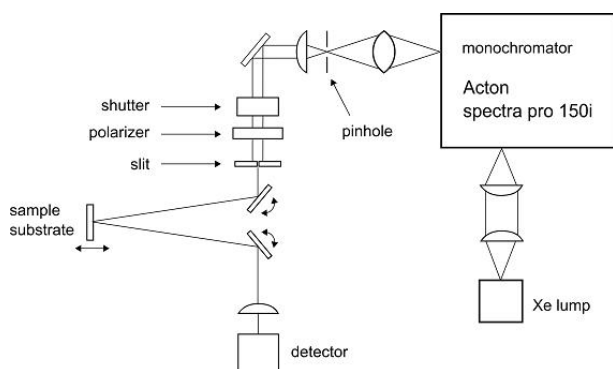


図5.  
反射スペクトル角度依存性測定システムの模  
式図

この測定システムを実現する上で困難だったのは、図5中の両矢印で示してある2つのミラーのコントロールである。ミラーの下にギヤを付けステッピングモーターで用いることによりコンピュータで制御できるようにしようと考えた。ミラーの角度制御の分解能は0.09度で設計しており、非常に高い精度が要求される。そこで、このミラー回転台座を工作センターに作製をお願いした。幾度か作り直しをして頂き、最終的に納品して頂いたものは非常に

精度が良く、ギヤのバックラッシュも適当で滑らかに作動させることが出来た（図6）。

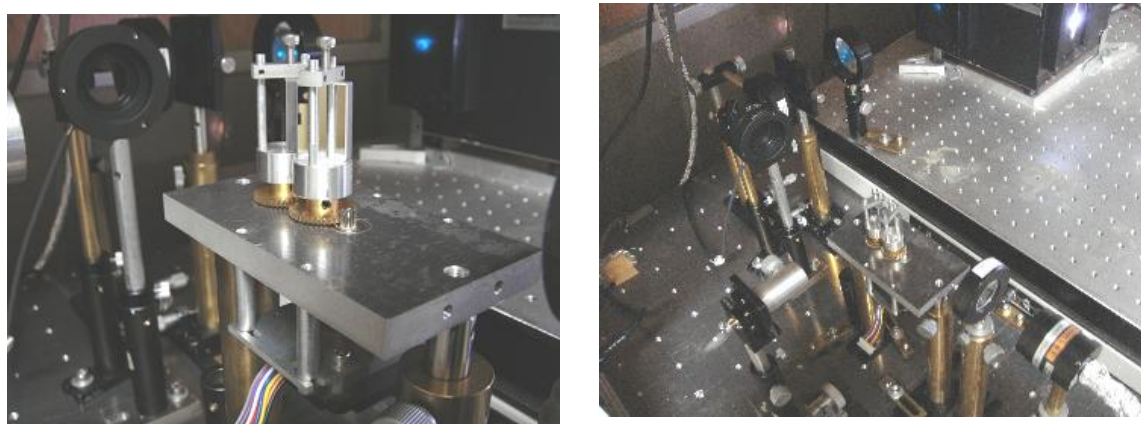


図6. ミラー回転台座（左）と測定システムの外観（右）

このシステムは現在も作製中である。

#### IV. おわりに

ガラス工作センターには私の研究室では割れたビーカーなどの角を丸めて再利用する時などにお世話になっています。私が今回ガラス器具の作成依頼をお願いした時はこちらからイメージだけを伝えただけで、すぐに具体的な形を考案されたので驚いており、もっと早くから利用していれば良かったと思っています。

私は大学4年の時に今の研究室に配属されてから工作センターを利用し続けており、特にレンズなどの光学素子の固定器具を作成する時に金属材料を調達したり、フライス盤で精度の良い治具を作るときに利用させて頂いております。私は工作センターはスタッフの方々が居てこそ成り立つものだと思います。それを特に感じるのはアルミやステンレスなどの切削するうえでの特徴や設計上でのポイントを教えて頂けるところです。私は金属加工を一からしっかりと身に付けていないので、金属加工を行う上では当たり前の知識所々が欠落しており思わぬミスを起こしてしまいます。この工作センターという気軽に質問できる環境があるということで、私は安心して工作できるのだと思います。

ガラス器具、装置製作や貴重なアドバイスを頂き、ありがとうございました。今後ともよろしくお願ひ申し上げます。

#### 参考文献

1. B. O'Regan, M. Gratzel, *Nature*, 353, 737 (1991)
2. H.U. Gremlich, R. Schwyzer *Biochemistry*, 1984, 23 (8), pp 1808–1810