

# 酢酸を用いたTiO<sub>2</sub>ペーストによる 色素増感太陽電池に関する研究

本田健二、古矢賢志、松浦秀治

大阪電気通信大学

工学研究科 総合電子工学専攻

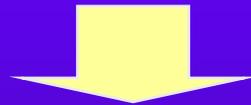
# 発表の流れ

- 背景
- 色素増感太陽電池の構造
- 動作原理
- 実験方法
- 色素増感太陽電池の作製方法
- 測定方法
- 結果
- 結論

# 背景

## Si系太陽電池

- ・現在、製造されている太陽電池
- ・高い変換効率のものは製造コストが高くなり  
製造コストの低いものだと変換効率も低くなる

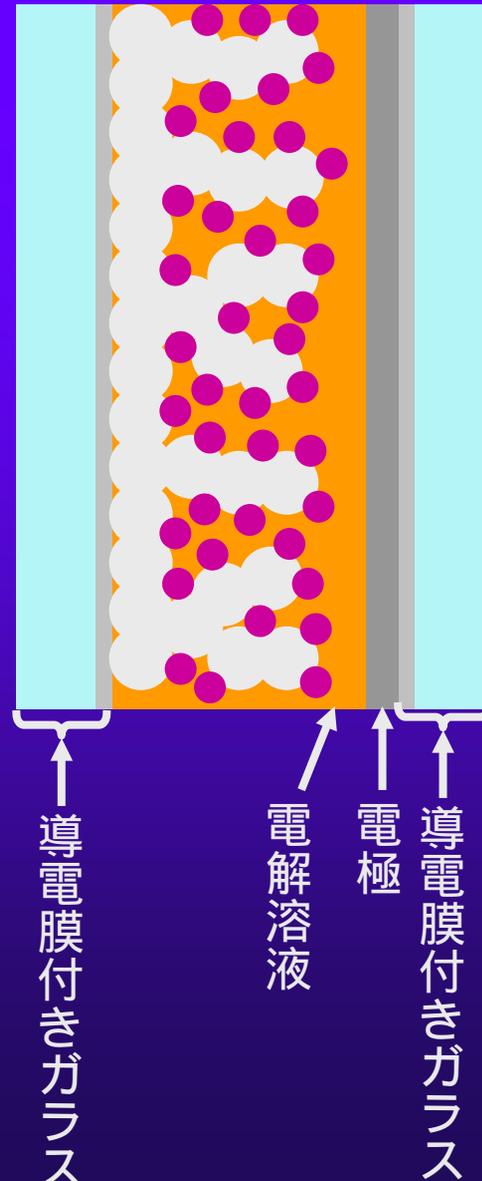


## 色素増感太陽電池

- ・製造コストが低く高い変換効率が期待される
- ・原材料の資源的制限が少ない

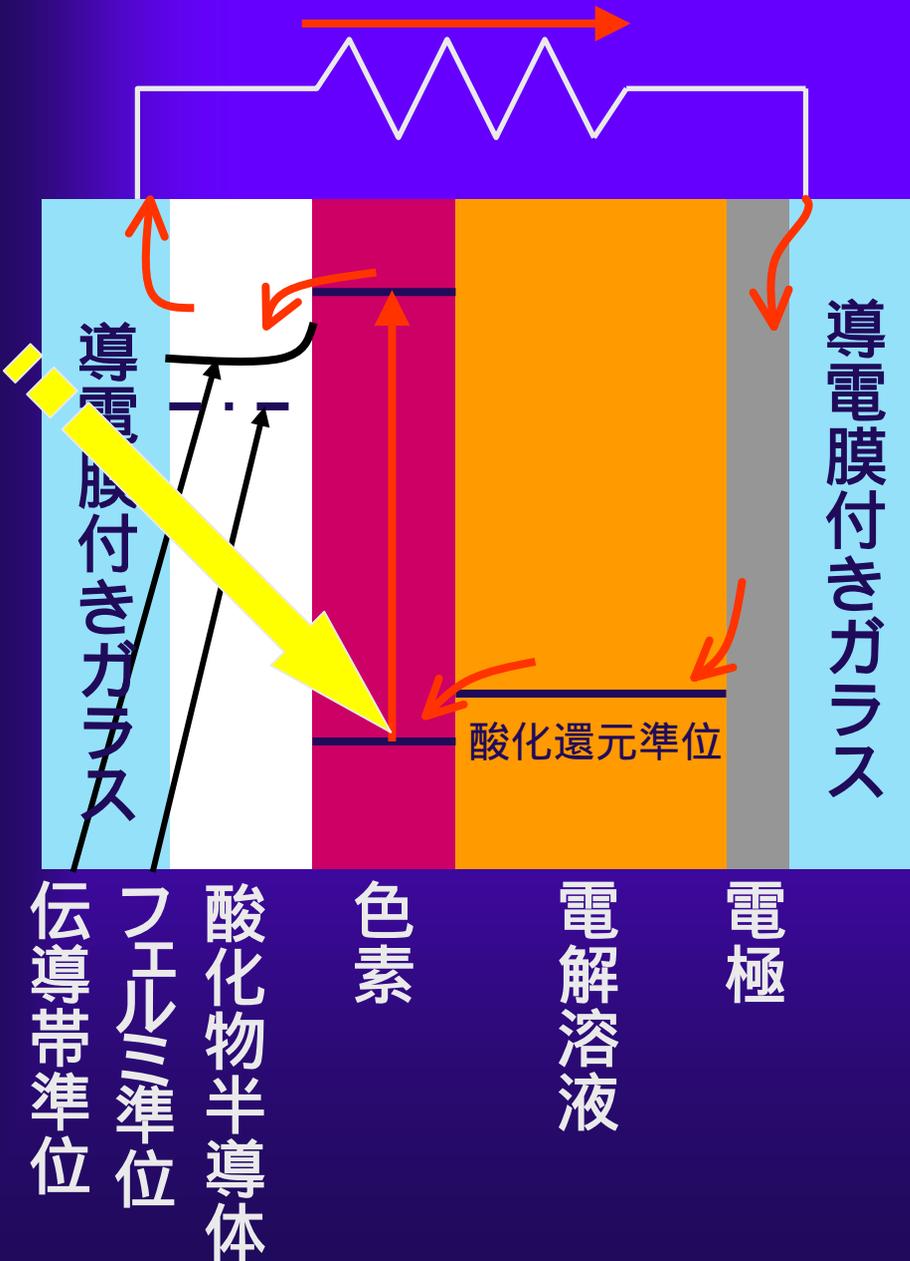
**変換効率の向上**

# 色素増感太陽電池の構造図



- : 酸化物半導体
- : 色素

# 動作原理



光によって色素中の電子が励起される

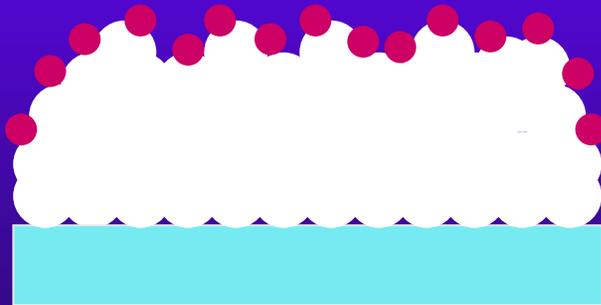
酸化物半導体へ電子が移動し、色素が酸化状態となる

電子は導電膜から外部抵抗を通り、対極へ移動する

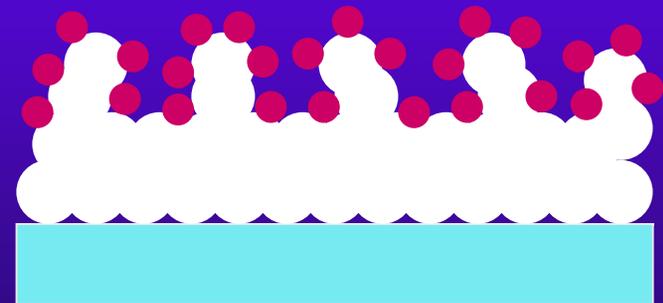
酸化状態となった色素は、電解溶液から電子を受け取り、元の状態へ戻り、代わりに電解溶液が酸化状態となる

対極から電解溶液に電子が渡され酸化状態から元の状態へ戻る

- ・色素が光エネルギーを吸収することにより  
電気エネルギーに変換
- ・酸化物半導体膜の粒子が凝集していると  
色素の吸着量が減少
- ・粒子が凝集せず、酸化物半導体膜が多孔質を  
形成していると色素の吸着量が増加

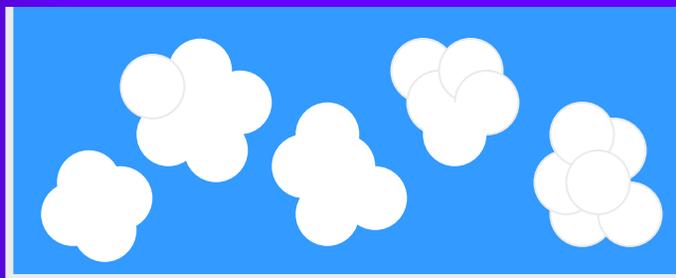


凝集している状態

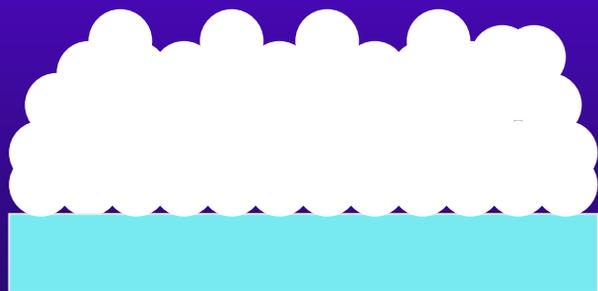
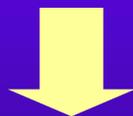


多孔質の状態

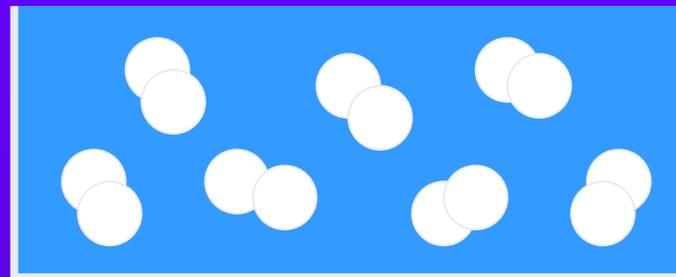
ペースト中の粒子の状態によって  
作製される膜の状態も変化する



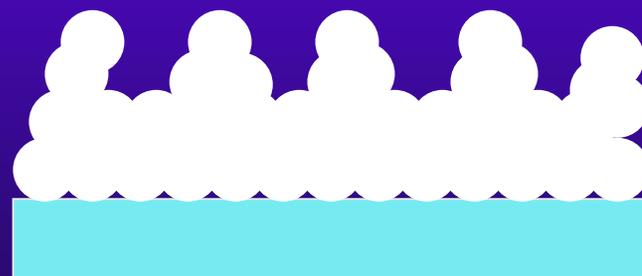
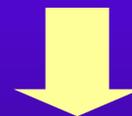
凝集状態



色素吸着量少ない

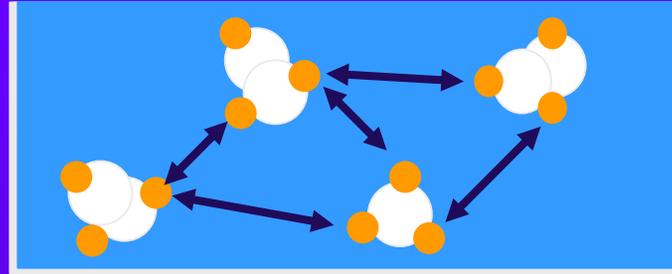


分散状態



色素吸着量多い

# 粒子の分散



● : 陰イオン

ペーストにアセチルアセトンを添加することによって粒子表面に陰イオンが発生する

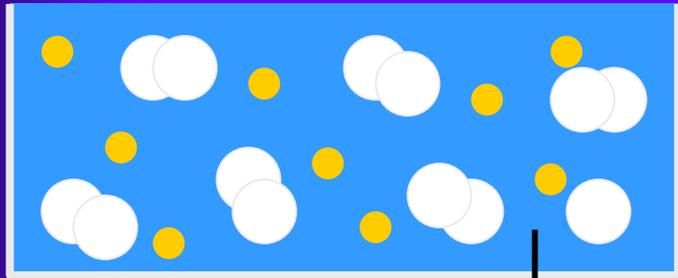


粒子の反発により分散する

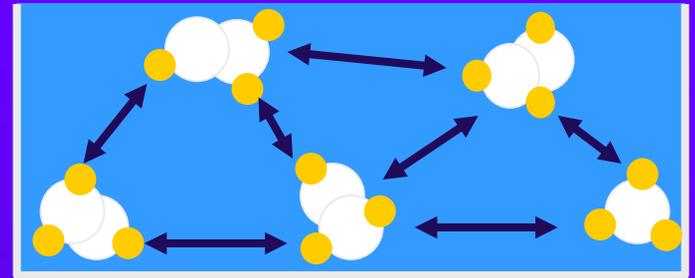
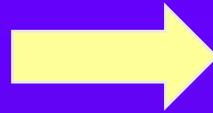
# 目的

ペースト中の粒子の分散をアセチルアセトンより  
安全性の高い酢酸を用いて行い、それにより  
作製された色素増感太陽電池の評価する

# 実験1 粒子を分散させるため 溶媒に酢酸を用いる



● : 水素イオン      酢酸



酢酸を用いることによって溶液中に水素イオンが発生し、  
その水素イオンが $\text{TiO}_2$ 粒子の周りにつくことにより  
 $\text{TiO}_2$ 粒子に反発が生まれる



分散された $\text{TiO}_2$ 粒子を用いることにより  
色素の吸着面積の多い膜を作製することが出来る

# TiO<sub>2</sub>ペーストの酢酸濃度変化の作製方法

TiO<sub>2</sub>粉末 5.2g  
+ ギルコニアボール 30g  
+ 酢酸濃度 (0,5,10,15,20%) 12ml



公転 900rpm 自転 360rpm  
2時間 攪拌

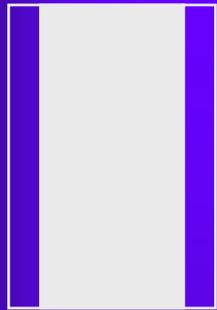


トリトンX-100(5%) 1.5ml



ペーストの完成

# 色素増感太陽電池の作製方法



作製したペーストをスキージ法で  
導電膜付きガラスに塗布する



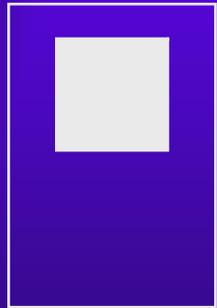
電気マッフル炉に入れ  
450 で30分間焼結させる



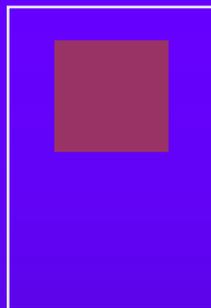
出来た膜の縁を削り、膜の面積を調整する



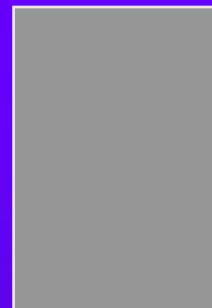
Ru色素溶液(エタノール50mlにRu色素0.0178gを  
溶かしたもの)に12時間浸けておく



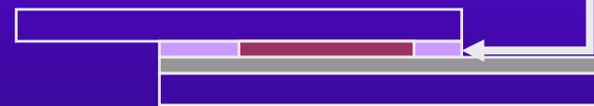
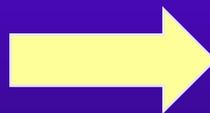
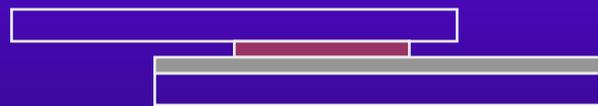
色素溶液から取り出す



導電膜付きガラスにPtをスパッタする



作製したTiO<sub>2</sub>電極とPt電極を膜を付けた側を内側にし、重ね合わせ、その間に電解溶液を染み込ませる

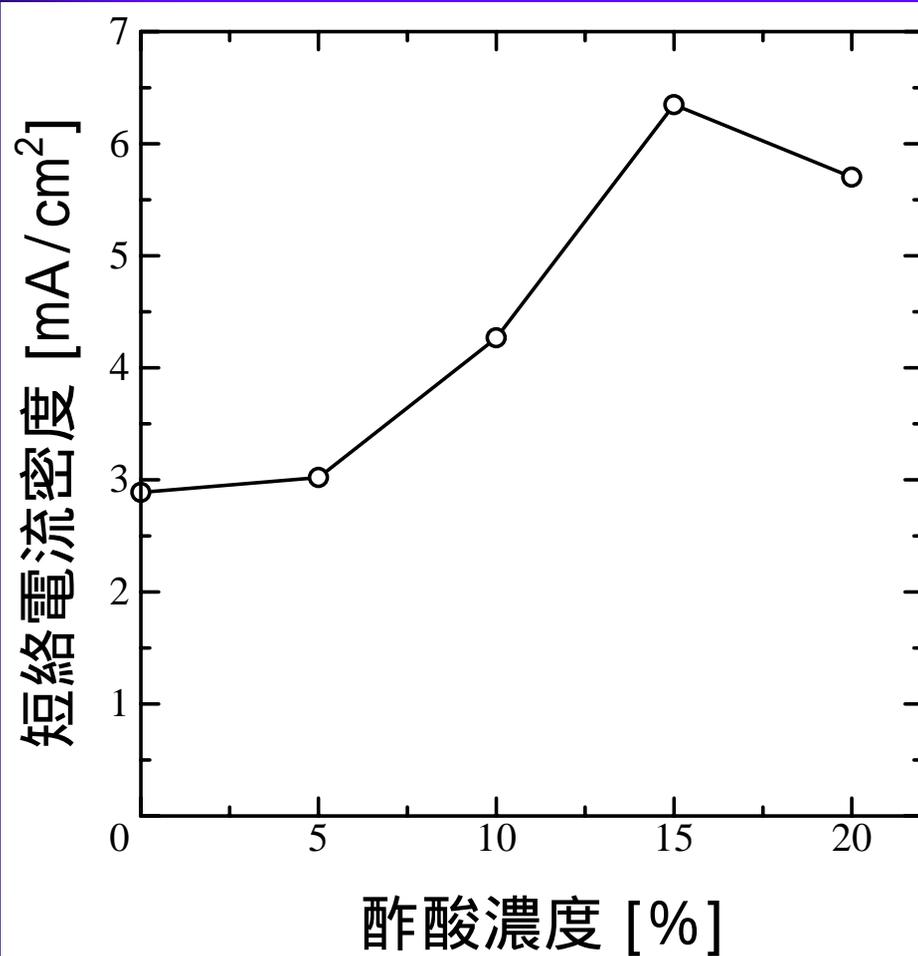


電解溶液

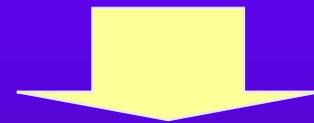
測定方法

照射光100mW/cm<sup>2</sup>でI-V測定

## 酢酸濃度変化による短絡電流密度

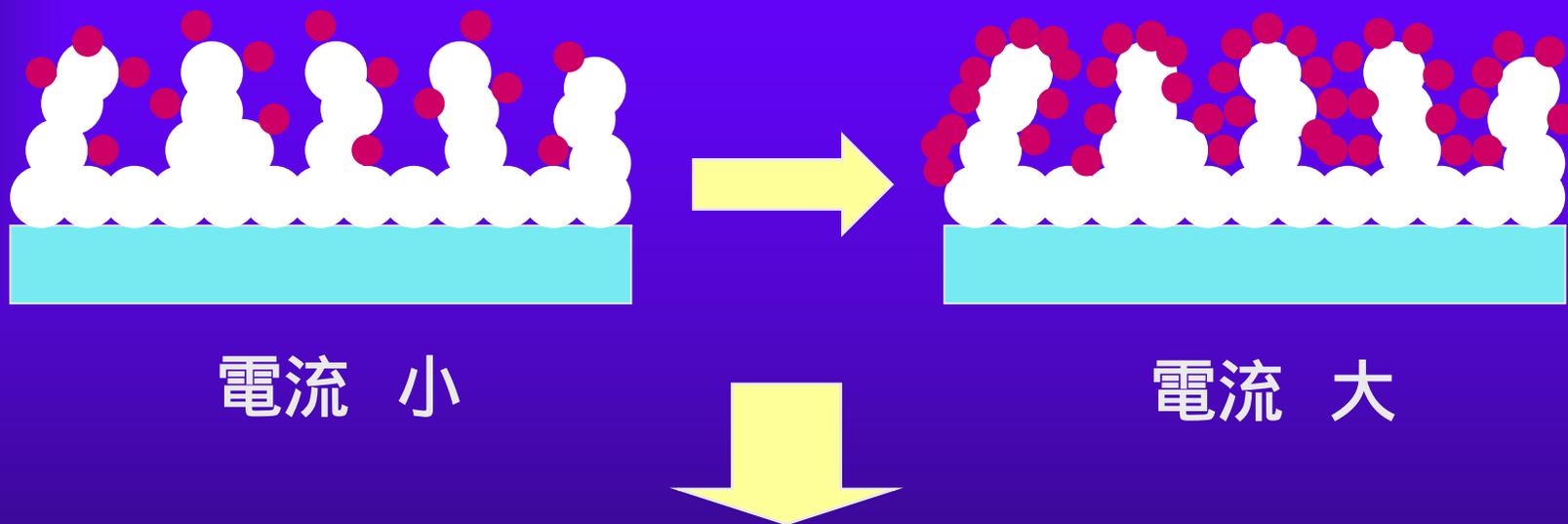


溶媒に酢酸を用いることにより  
短絡電流密度が増加した



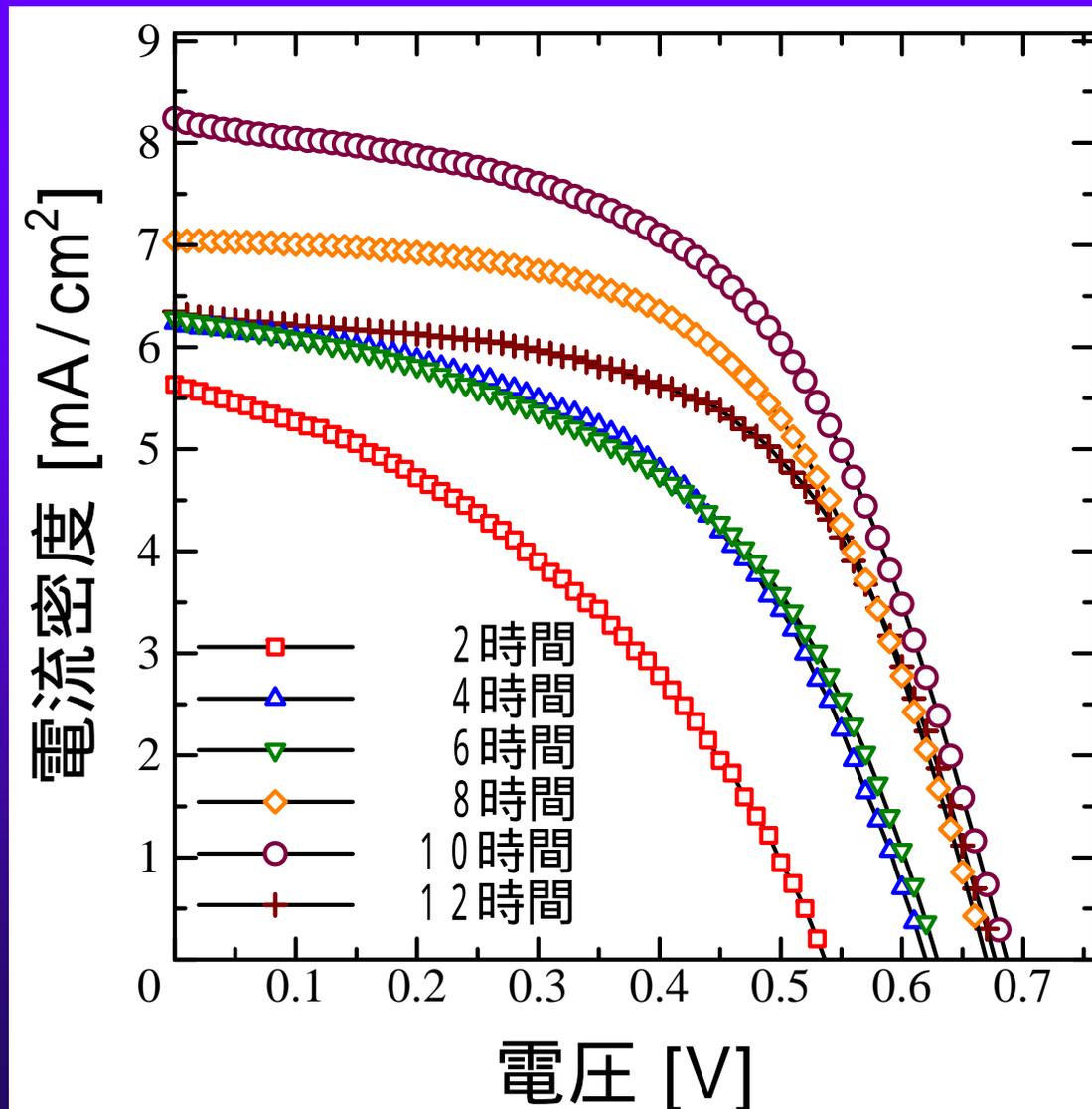
TiO<sub>2</sub>粒子の分散に  
アセチルアセトンより  
安全性の高い酢酸を  
用いることができる

## 実験2 色素の浸漬時間を変化させることによって色素の吸着量を変化させる

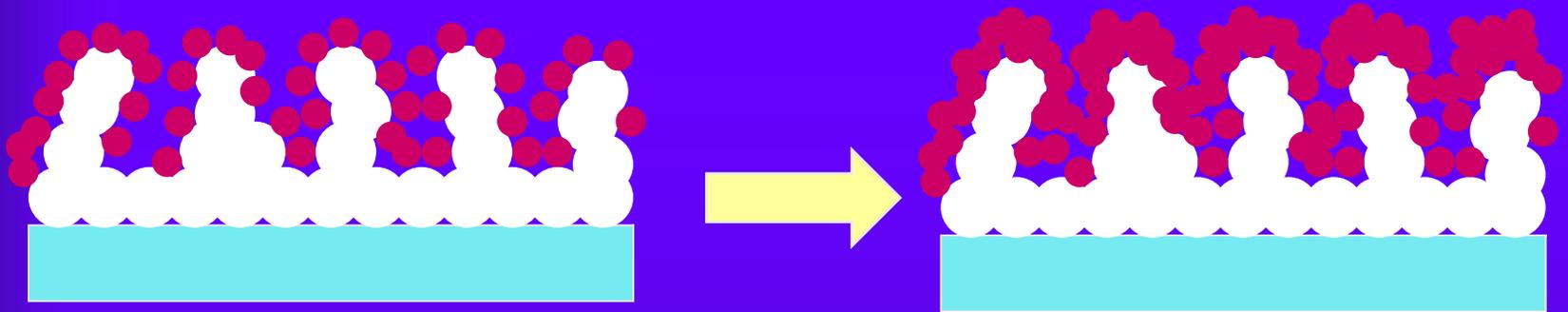


色素の吸着量の増加による電流の増加

# 色素の浸漬時間変化におけるI-V特性



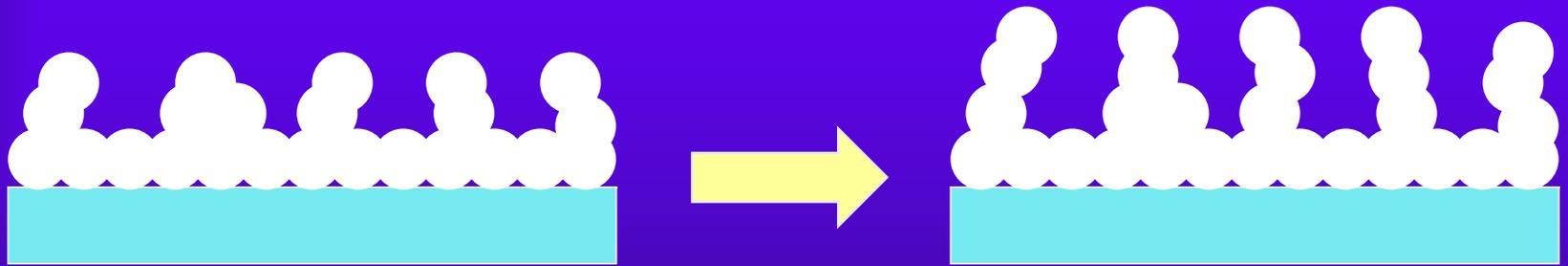
# 色素の浸漬時間超過による電流密度の減少



- ・浸漬時間が長過ぎると色素の上にさらに色素が吸着する量が増えてしまう
- ・TiO<sub>2</sub>膜に直接接触していない色素は電子を励起してもTiO<sub>2</sub>膜に電子を渡せない

電子移動に関係しない色素の  
光の吸収により電流の低下が起こる

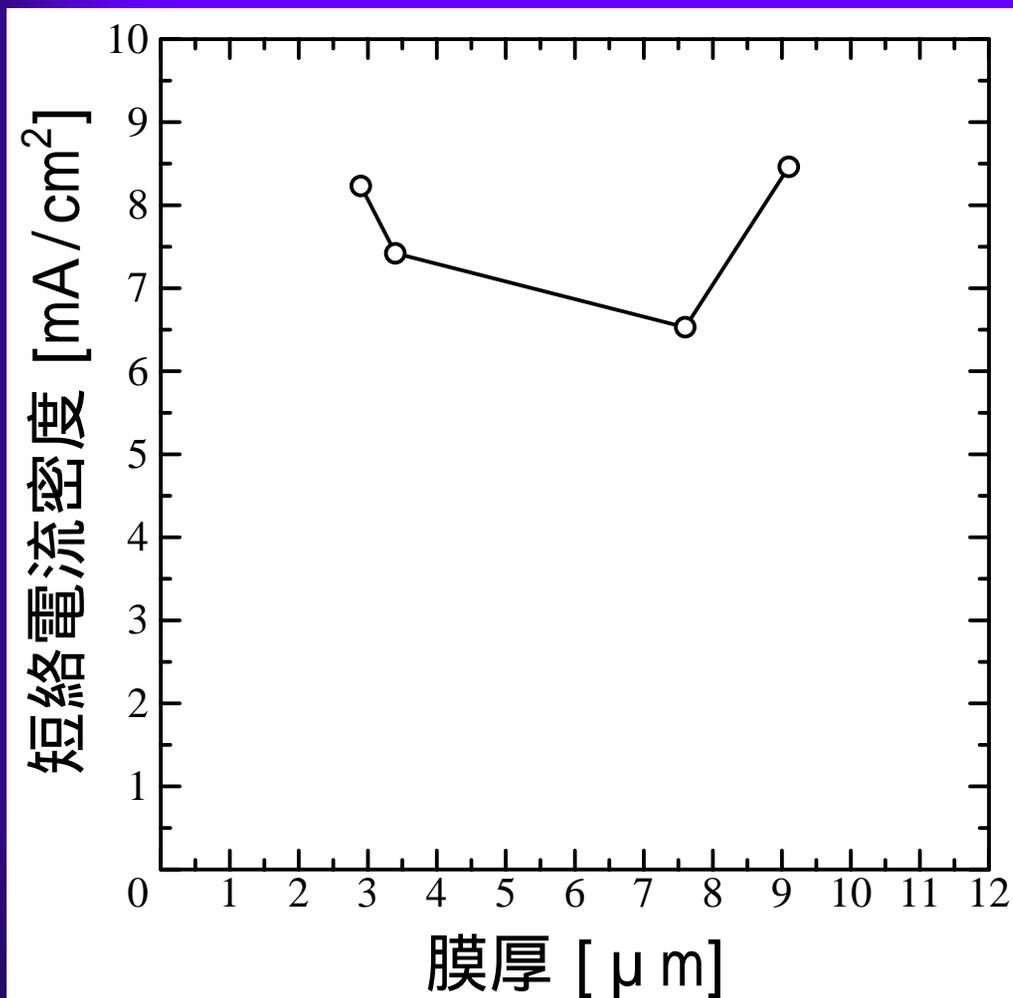
膜厚を厚くすることによって膜の表面積を増やし色素の吸着量を増やす



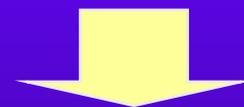
## 実験3 ペースト中の粒子の割合を増やす ことによって膜厚を厚くする

TiO<sub>2</sub>粉末を溶かしている溶媒の量を  
変化させることによってペーストの  
粘度を増加させ厚い膜の作製を行う

## 膜厚と短絡電流密度の関係



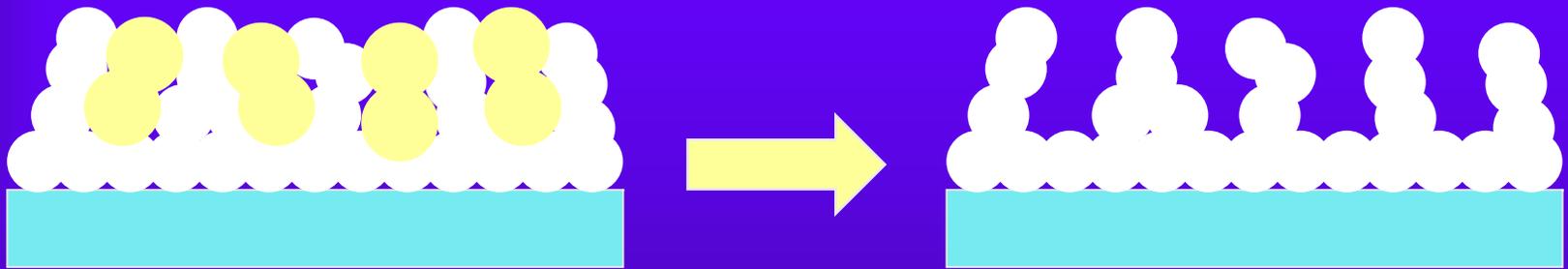
ペーストの粘度を上げる  
ことによって膜厚は増加



短絡電流密度の増加は  
みられなかった

# 実験4 ペーストに増粘剤のポリエチレングリコール(PEG)を添加することにより、厚く多孔質な膜にする

## PEGの効果



● :PEG

焼結前

焼結後

PEGは膜の焼結時に蒸散するので焼結前にPEGがあった場所には孔ができる。これによって色素の吸着できる表面積が増える。

## PEGを添加したときの膜厚と短絡電流密度の関係

PEG添加量 (g)	膜厚 ( $\mu\text{m}$ )	短絡電流密度 ( $\text{mA}/\text{cm}^2$ )	変換効率 (%)
0	2.90	8.23	3.04
0.26	3.30	8.88	3.81
0.52	10.1	11.81	5.05

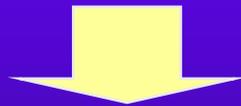
PEGを添加することにより膜厚と短絡電流密度が増加



多孔質な厚い膜が形成でき、  
色素の吸着面積が増加した

# 結論

- ・濃度15%の酢酸を溶媒に用いることが最適であった
- ・色素の浸漬時間は10時間で最適であった
- ・PEGを添加することで膜厚を厚くし、多孔質にすることによって、短絡電流密度の増加が得られた
- ・酢酸濃度15%の溶媒で作製したペーストを用いた色素増感太陽電池で、変換効率5,05%を出すことができた



アセチルアセトンの代わりに酢酸を用いても効果があることが分かった