

色素増感太陽電池の短絡電流 向上に関する研究

古矢賢志, 山下浩司, 田村俊晴, 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

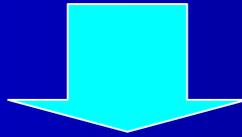
発表の流れ

- 背景
- 色素増感太陽電池の構造・動作原理
- 目的
- TiO_2 ペーストの作製
- 色素増感太陽電池の作製方法
- アセチルアセトンの変化による結果
- TiO_2 の膜厚の変化による結果
- 最適化による測定結果
- 結論

背景

現在、製造されているほとんどの太陽電池は、シリコンを用いた太陽電池です。しかし、シリコン系太陽電池は製造コストが高い。

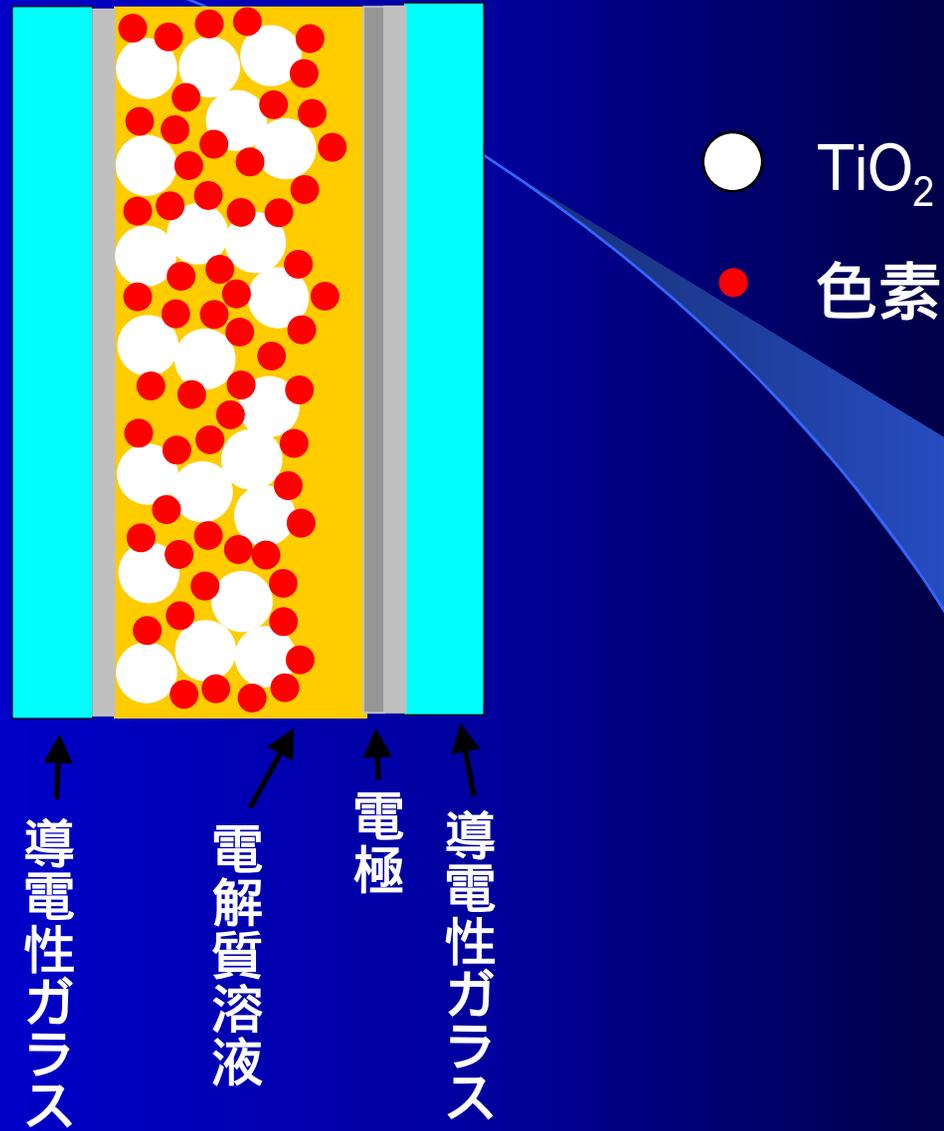
色素増感太陽電池は材料が安価なことや、製造工程が簡単なため製造コストを安く出来る。



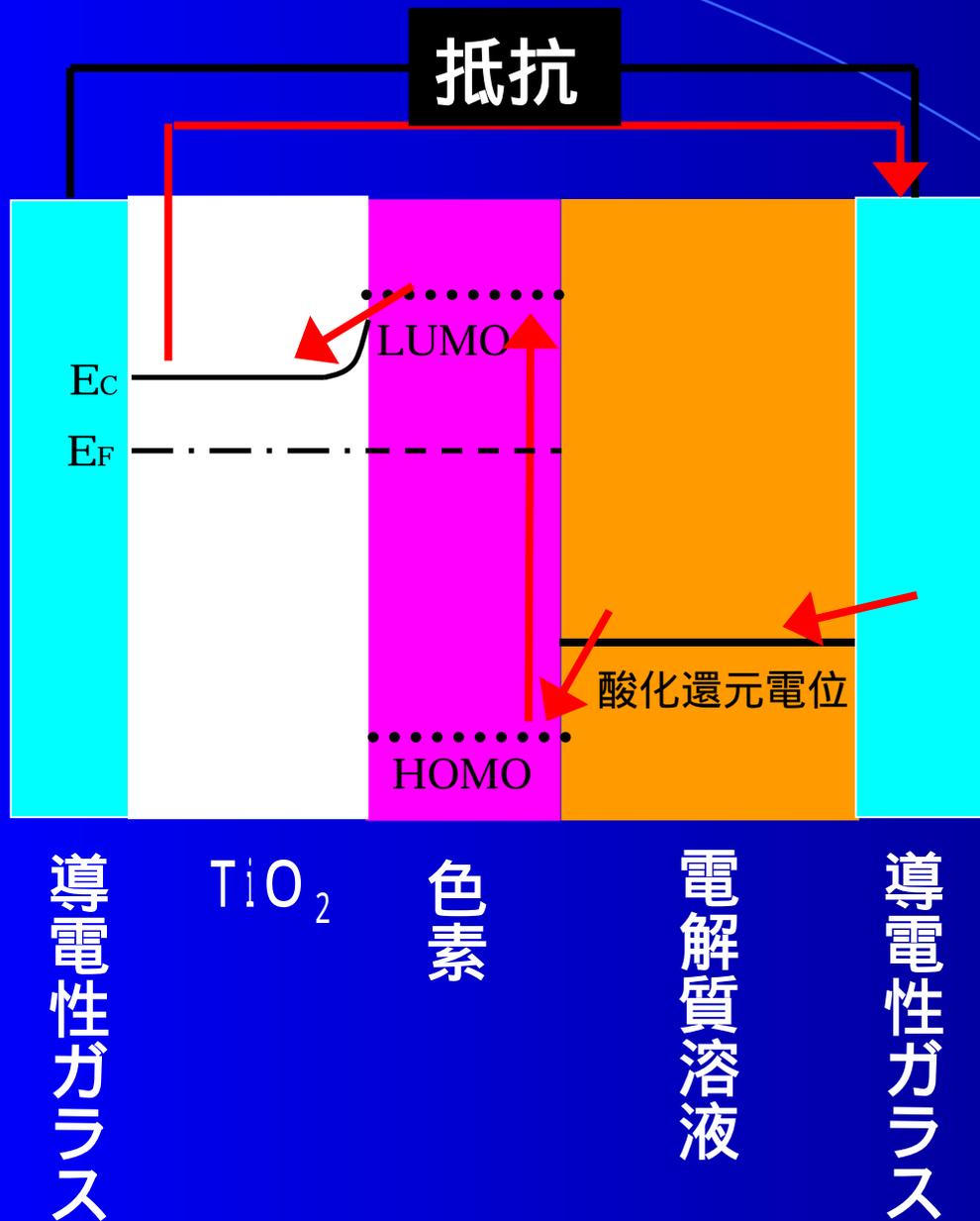
変換効率の向上が必要

- ・色素の吸着出来る受光面積を増やす。
- ・可視光全域を吸収出来る色素の開発。

色素増感太陽電池の構造図



動作原理



色素の電子が励起される。

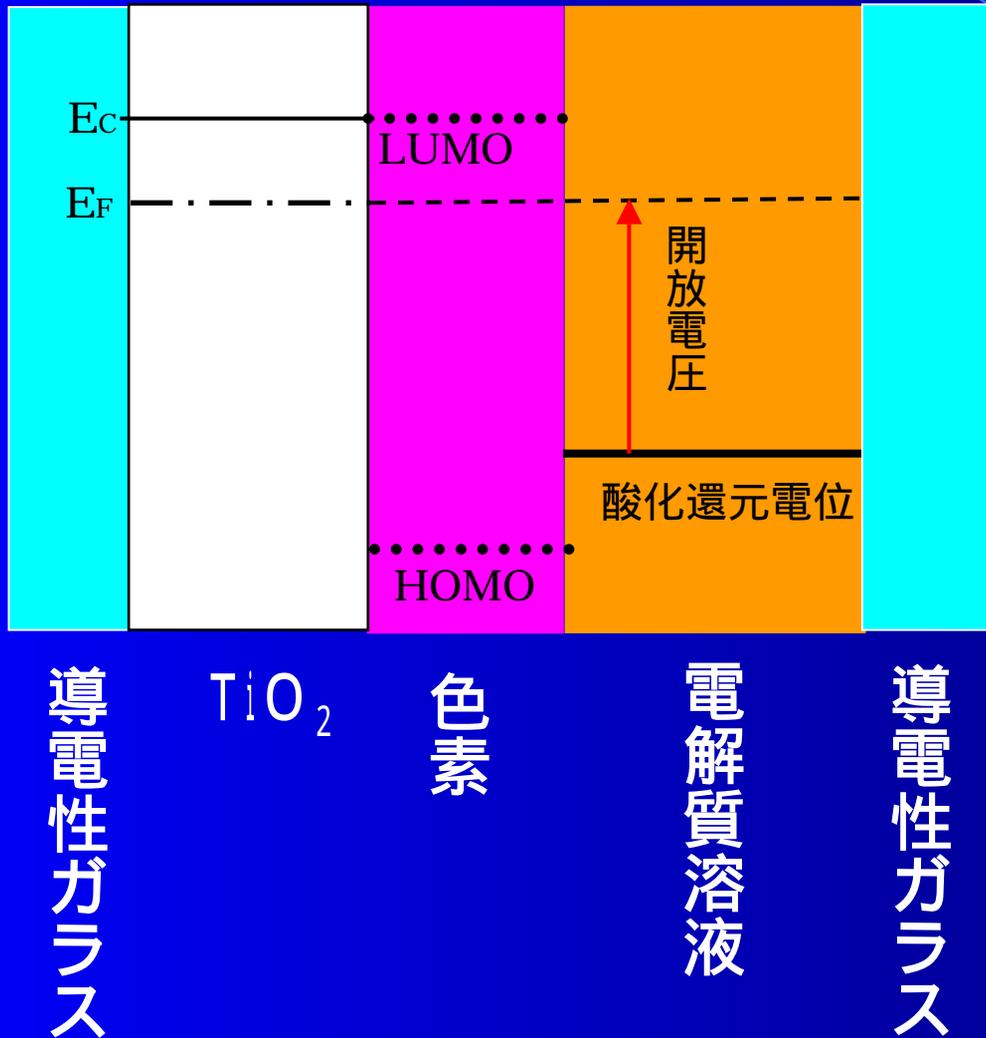
電子はTiO₂に注入され色素が酸化状態になる。

導電性膜、外部回路を通り対極移る。

色素は電解質溶液から電子を受け取り還元状態になる。そして電解質溶液は酸化状態になる。

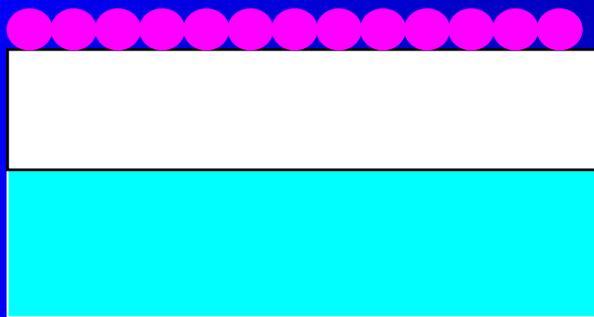
電解質溶液は対極から電子を受け取り還元状態になる。

開放電圧

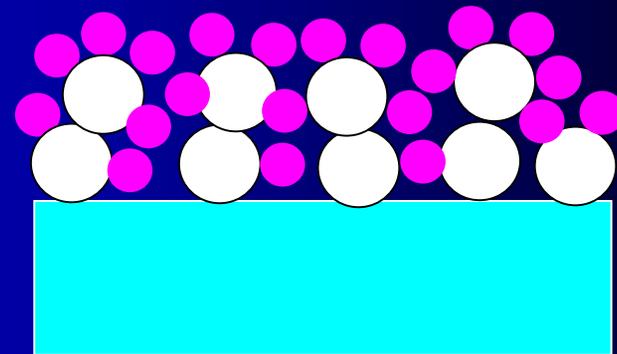


開放電圧はTiO₂のフェルミ準位と電解質溶液の酸化還元電位の差により決まる。

- ・色素増感太陽電池は、太陽光のエネルギーを色素が吸収することにより電気エネルギーに変換するものです。
- ・平面な電極だと、色素の吸着量が少なく光を多く吸収できない。
- ・多孔質な電極だと、色素の吸着量が増え光を多く吸収できる。

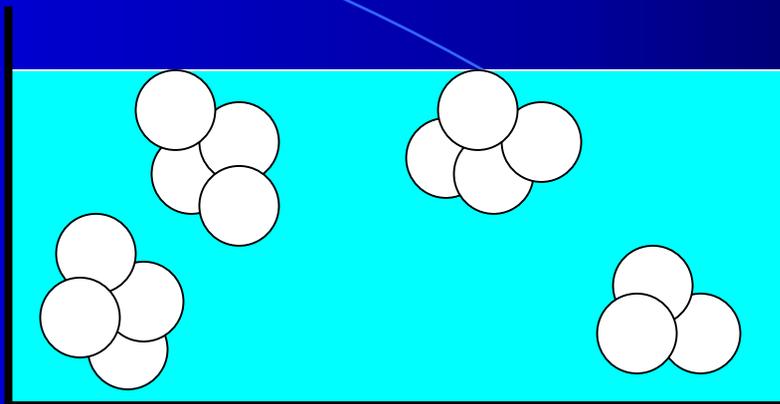


平面な TiO_2 電極

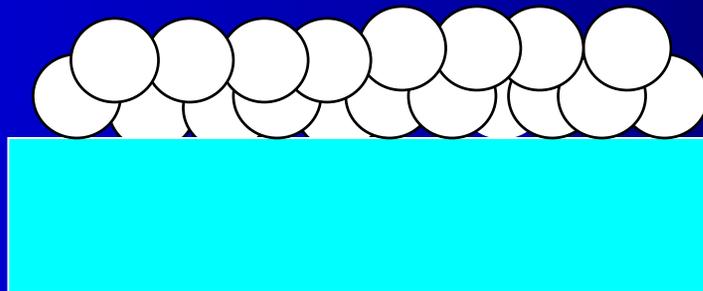


多孔質な TiO_2 電極

純水でTiO₂ペーストを作製した場合



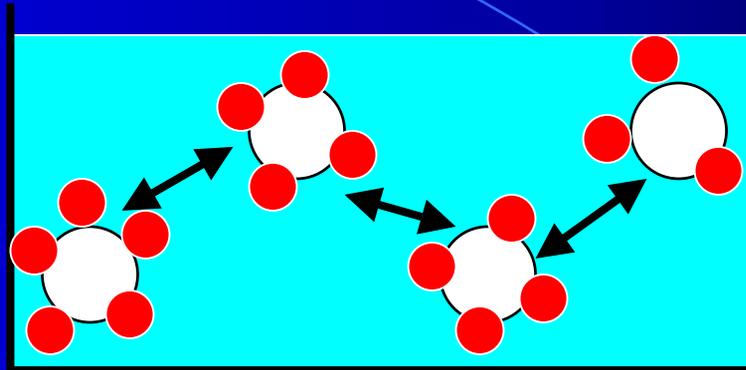
TiO₂粒子が分散されず凝集される



凝集されたTiO₂電極

目的 1

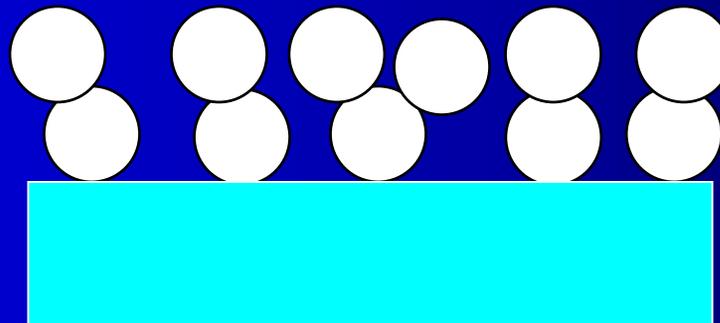
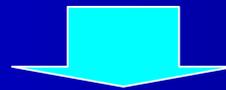
アセチルアセトンにより受光面積を増やす



● 陰イオン

● TiO_2

陰イオンが吸着し電荷を帯び反発し合う



多孔質な TiO_2 電極

TiO₂ペーストの作製(純水とアセチルアセトン)

純水

ジルコニアボール(3mm) 60g
TiO₂粉末(20 ~ 30nm) 3.7g
純水 8ml
トリトンX 100 (30%) 2ml

アセチルアセトン

ジルコニアボール(3mm) 60g
TiO₂粉末(20 ~ 30nm) 3.7g
純水 8ml
アセチルアセトン 0.2ml
トリトンX 100 (30%) 2ml

色素増感太陽電池の作製方法

TiO₂ペーストを
スキージ法により塗る。

450 で30分間マッフル炉で
焼結させる。

Ru色素溶液(N3 0.0178gを
エタノール50mlで希釈したもの)
に12時間浸け染み込ませる。

導電性ガラスにスパッタリングでPtを蒸着する。

TiO₂電極をPtを蒸着した面と向かい合うよう重ね合わせる。

ガラスとガラスの間隙から電解質溶液を入れる。

・電解質溶液の調合比

ヨウ化リチウム 0.0669g

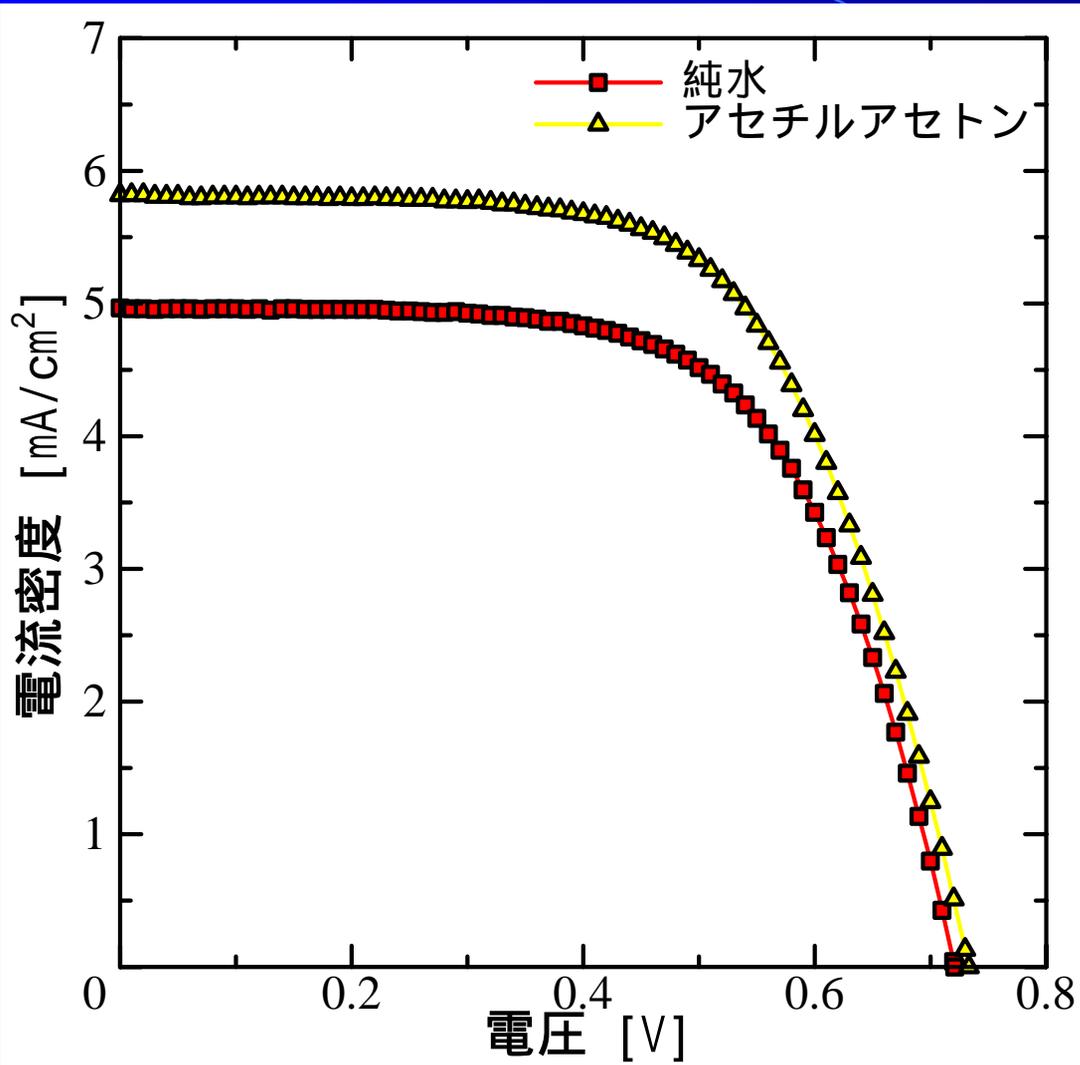
ヨウ素 0.0629g

ジメチルプロピルイミダゾリウムヨウ素 0.399g

T-ブチルピリジン 0.369g

3メトキシプロピオニトリル 5ml

純水とアセチルアセトンのI-V特性



アセチルアセトン
を入れることで
短絡電流密度
が上がった。



TiO₂ 粒子が分散し
多孔質になり受光面積
が増大したため色素の
吸着量が増えた。

TiO₂ペーストの作製(アセチルアセトン変化)

ジルコニアボール(3mm) 60g

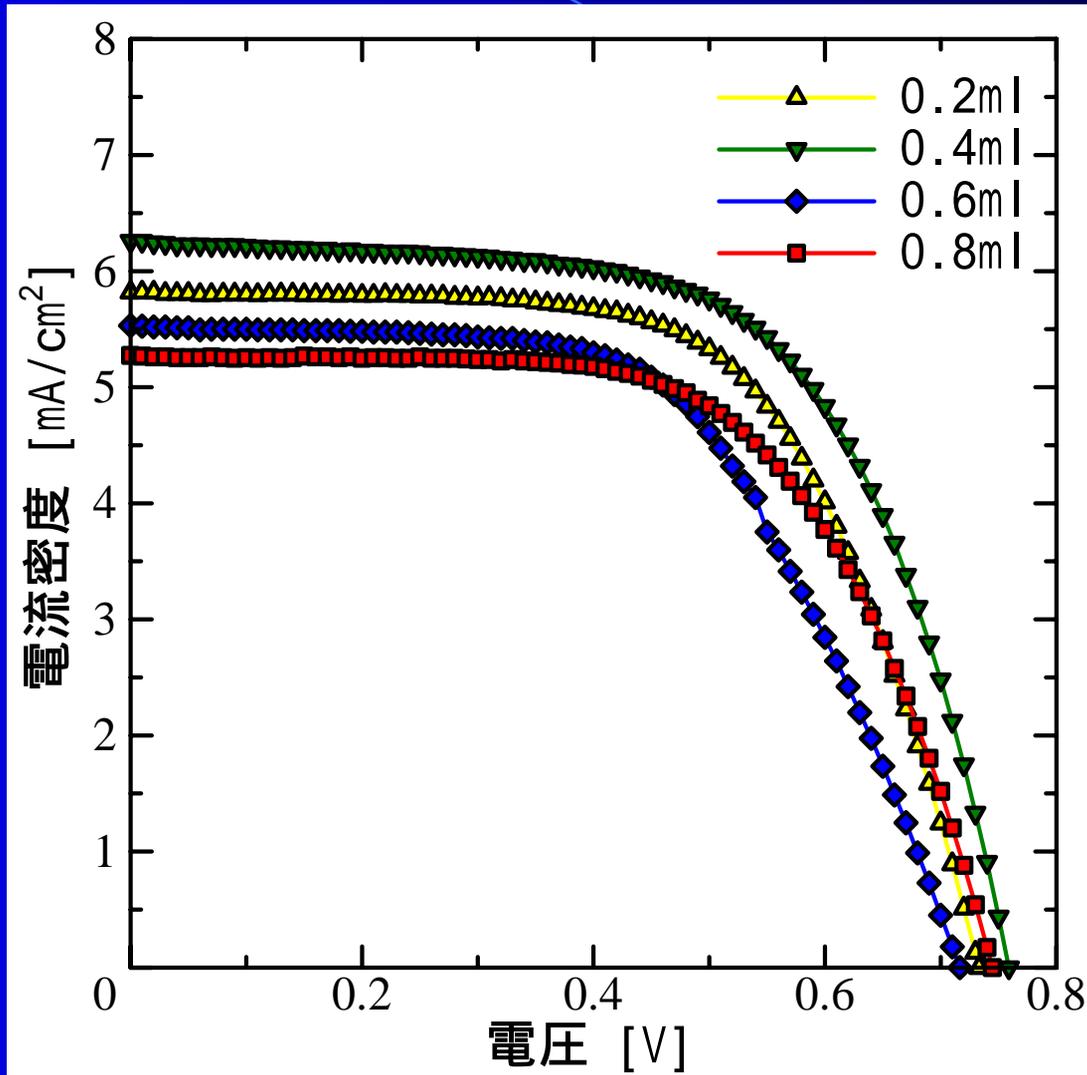
TiO₂粉末(20~30nm) 3.7g

純水 8ml

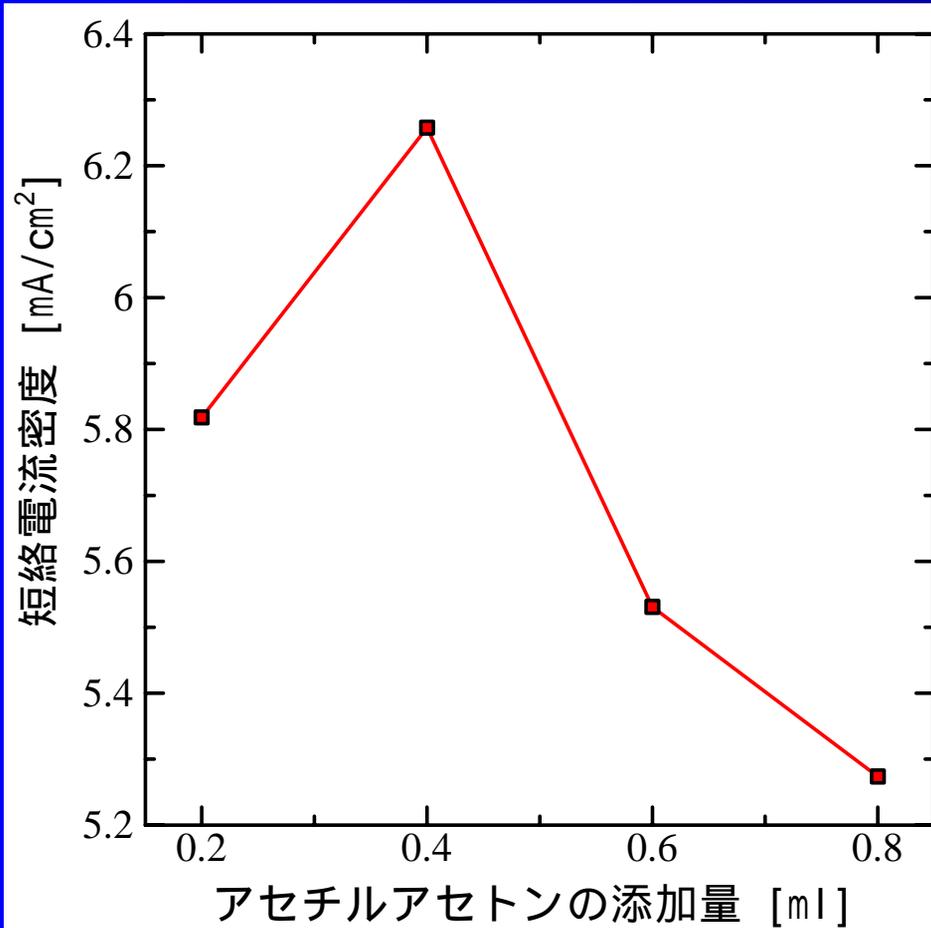
アセチルアセトン 0.2, 0.4, 0.6, 0.8ml

トリトンX 100 (30%) 2ml

アセチルアセトン変化のI-V特性



アセチルアセトンを変化させた時の短絡電流密度



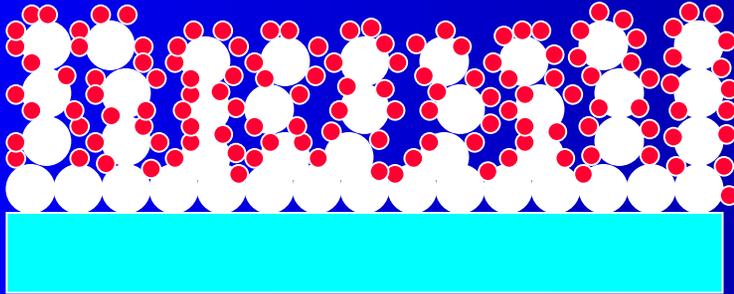
アセチルアセトンの濃度が濃くなったためTiO₂粒子がより分散され受光面積が増え、色素の吸着量が増えた。

アセチルアセトンの濃度が濃くなりすぎTiO₂粒子が分散されすぎて細かな孔しかできなく、電解質溶液が染み込みにくくなったため。

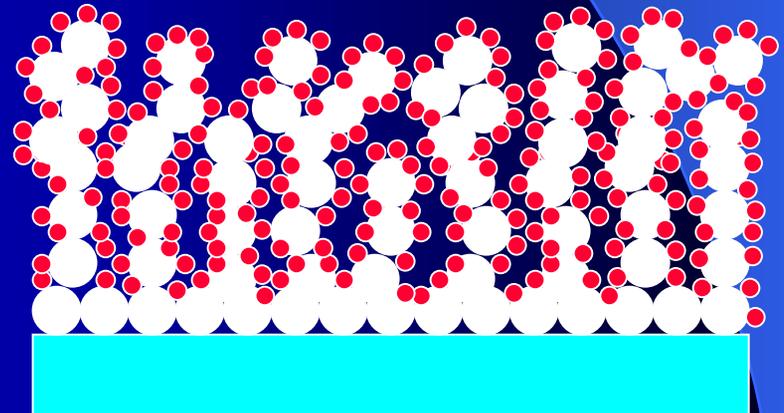
今後、TiO₂ペーストを作製する時に添加するアセチルアセトンの量は0.4mlとする。

目的2

TiO_2 の膜厚の薄い物より TiO_2 の膜厚の厚い物の方が受光面積が増え、色素の吸着量が増えて短絡電流密度が増加すると考え、膜厚の厚い TiO_2 電極を作製する。



TiO_2 の膜厚薄い



TiO_2 の膜厚厚い

TiO₂ペーストの作製(PEG)

ジルコニアボール(3mm) 60g

TiO₂粉末(20~30nm) 3.7g

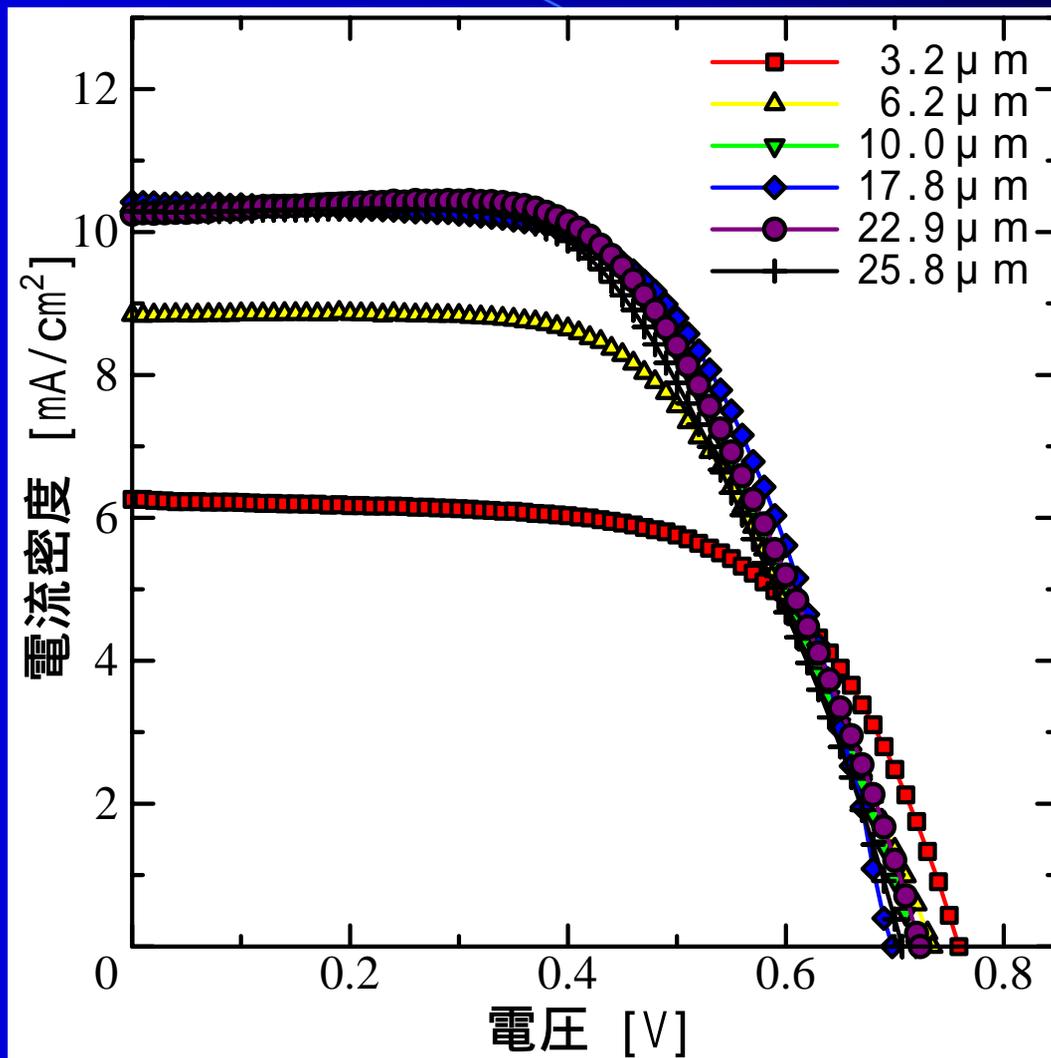
純水 8ml

アセチルアセトン 0.4ml

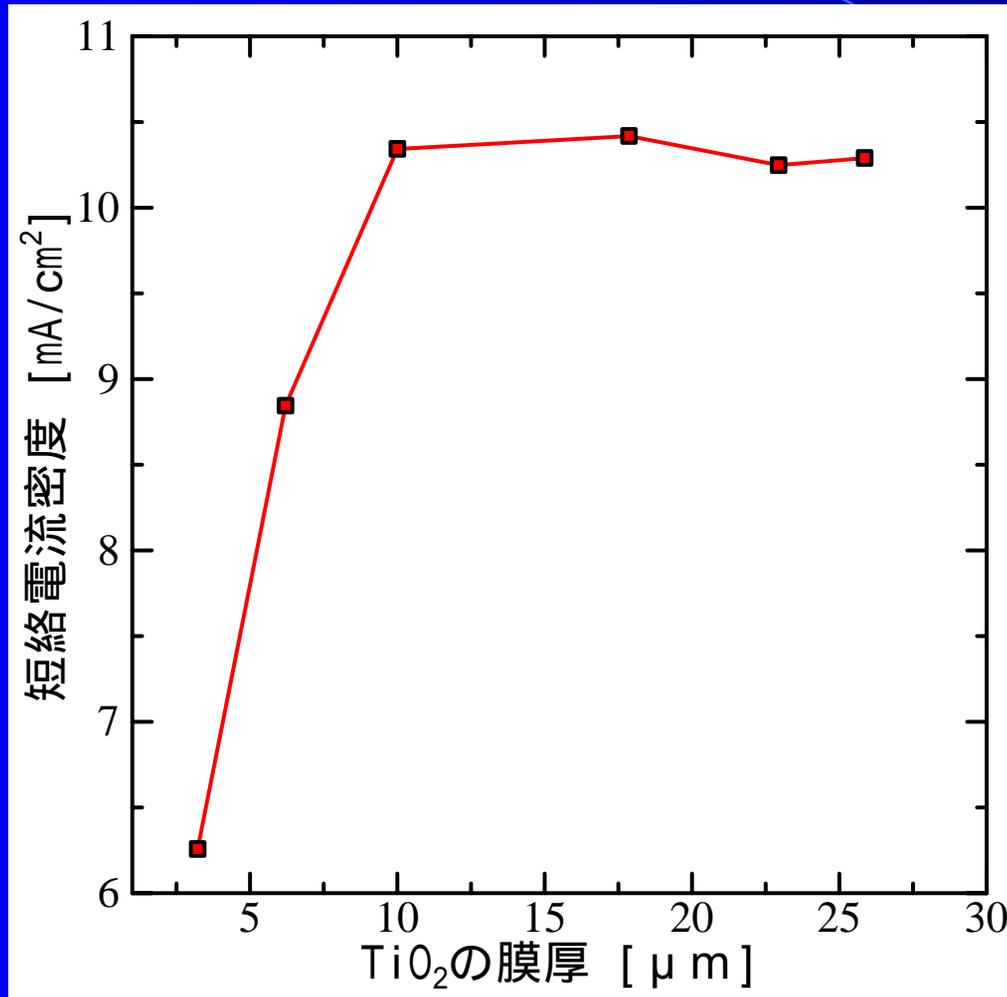
ポリエチレングリコール 20000 0.37g

トリトンX 100 (30%) 2ml

TiO₂の膜厚の変化によるI-V特性



TiO₂の膜厚の変化による短絡電流密度の関係



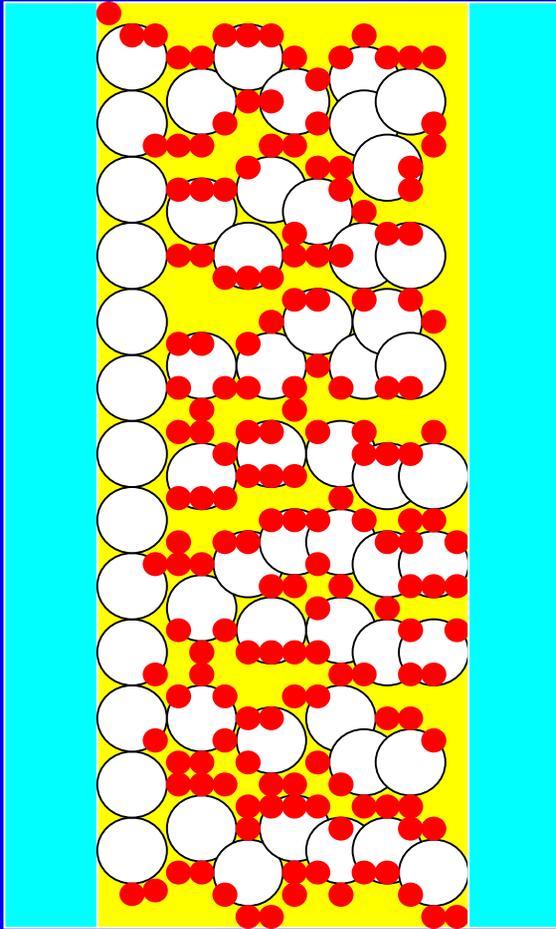
TiO₂の膜厚が厚くなるにつれて短絡電流密度が増加した。



TiO₂の膜厚が厚くなり色素の吸着量が増えたためだと考えられる。

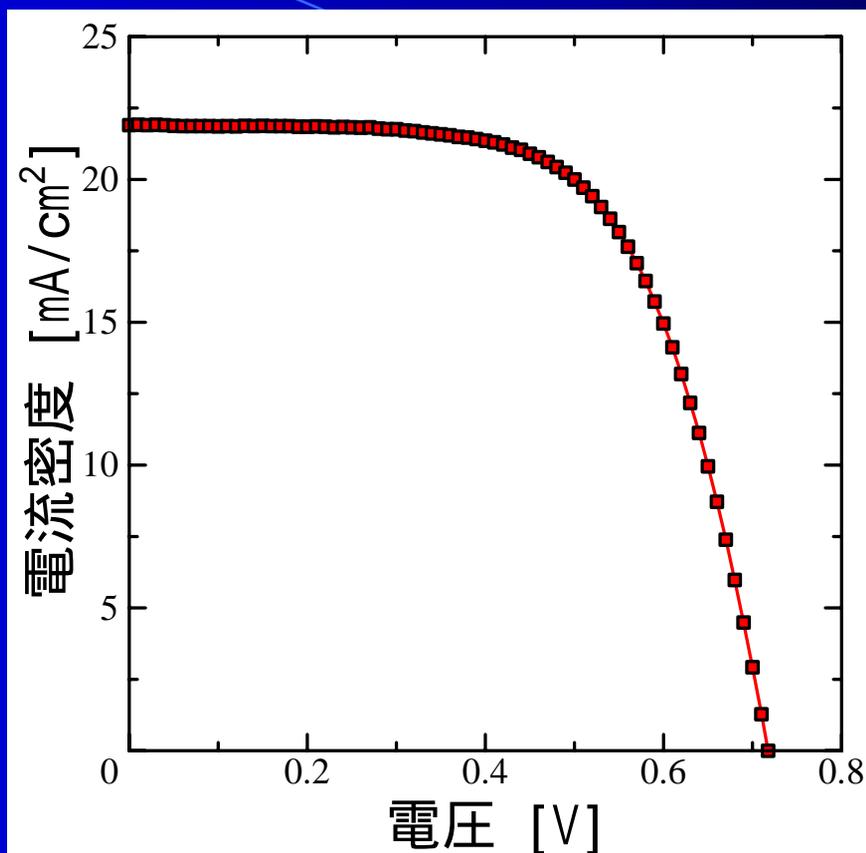
10 μm 辺りから短絡電流密度が飽和している。

10 μm 辺りで短絡電流密度が飽和した理由



- ・ ガラスを透過してきた光を表面に近い方の色素がほとんど吸収してしまったため、奥の方にある色素は光をほとんど吸収出来ていない。
- ・ 光が透過してきたガラスより遠くにある色素が励起させた電子がガラスの面に到達する間に色素や電解質溶液と再結合するため。

最適化による測定結果



膜の面積 (cm ²)	膜厚 (μm)	短絡電流密度 (mA/cm ²)	開放電圧 (V)	FF	変換効率 (%)
0.09	15.9	21.9	0.718	0.64	10.06

結論

- ・アセチルアセトンを添加することで、 TiO_2 粉末が分散され多孔質になり受光面積が増えることが分かった。
- ・アセチルアセトンの添加量は、0.4mlが最適である。
- ・ TiO_2 の膜厚を厚くすると受光面積が増え短絡電流密度が増えることが分かった。
- ・ TiO_2 の膜厚が $10 \mu\text{m}$ 辺りから短絡電流密度が飽和することが分かった。
- ・最適化することで10.06%という高い変換効率を出すことができた。