

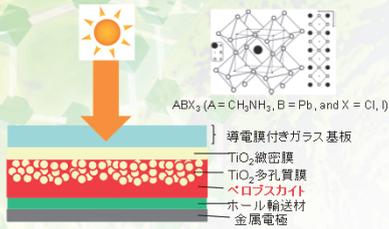
# ペロブスカイト太陽電池の材料最適化

小野澤伸子<sup>a</sup>、KAZAOUI Said<sup>b</sup>、船木敬<sup>a</sup>、佐山和弘<sup>a</sup>

産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター <sup>a</sup>機能性材料チーム、<sup>b</sup>有機系薄膜チーム

## 研究の目的

ペロブスカイト型太陽電池



変換効率はこの2~3年で急激に伸びている。  
塗布プロセスで作製可能。低コストかつ高効率な新しい  
太陽電池として大きな期待

材料最適化

### 1. 光吸収材料の高純度化

ペロブスカイトの原料(ヨウ化鉛、メチルアミン等)の精製

### 2. 再結合の抑制

電子の漏れの少ない酸化チタン緻密膜の作製

## 材料の精製

•  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$   
EtOH (PrOH) / ジエチルエーテルから再結晶  
細かい結晶 → 板状の大きな結晶



• ヨウ化鉛  
DMFから再結晶  
粉末 → 針状の結晶

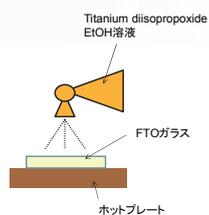


ろ過・乾燥後の結晶

## 実験

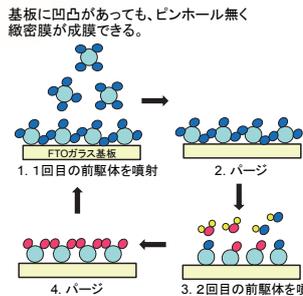
### 酸化チタン緻密膜の作製

#### 1. Spray pyrolysis

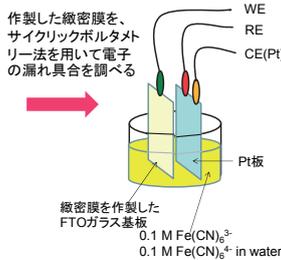


溶液の濃度、スプレー距離、ガラス  
基板の温度等を変化させて緻密膜  
の作製条件を最適化

#### 2. Atomic Layer Deposition (ALD)



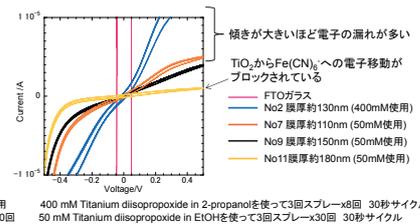
### 電気化学測定



Ref.: Y. tachibana, *J.Phys.D: Appl. Phys.* 41 (2008) 102002.

## 結果

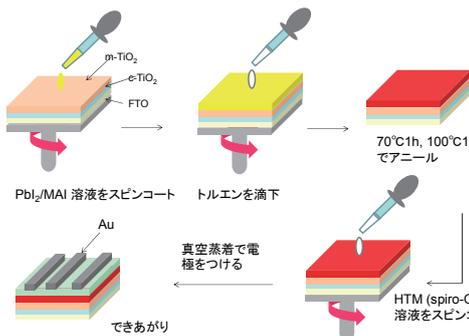
### 1. Spray pyrolysisによるTitanium diisopropoxide溶液の濃度と噴霧回数の影響



傾きが大きいほど電子の漏れが多い  
TiO<sub>2</sub>からFe(CN)<sub>6</sub><sup>3-</sup>への電子移動が  
ブロックされている

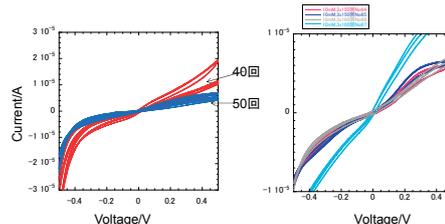
薄い濃度の溶液を回数多く吹き付けた  
方が緻密な膜ができる

## セルの作製



Ref.: Sang Il Seok et al. *Nature Mater.*, 2014, 13 897-903.

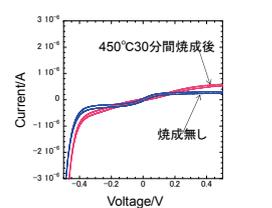
### 2. Spray pyrolysisにおける噴霧回数とデータのばらつき具合



吹きつけ回数が多い方がばらつきが  
少ない。(50 mM使用)

更にチタン溶液の濃度を薄くした場  
合

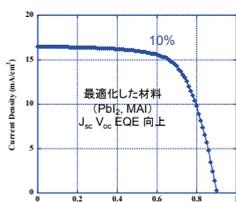
### 3. Atomic Layer Depositionによって作製した酸化チタン緻密膜 (膜厚35 nm)



焼成後の方が電子の漏れがやや少ない

## 電池特性

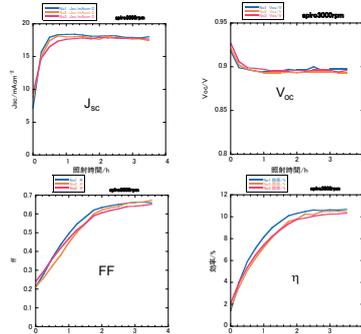
### ペロブスカイト太陽電池の特性



面積 0.06 cm<sup>2</sup>  
HTMはspiro-OMeTAD、添加剤  
としてTBP, LiTFSIを使用  
当初、未精製の  
PbI<sub>2</sub>/MAI使用時は効率  
が3%以下  
毎回10%以上の効率を  
安定して出せるように  
なった。

添加剤等の改良により現在では更に向上。

### セル作製後安定するまでの経時変化



1枚の基板上に作製した3個  
のセルについては、性能のば  
らつきは比較的少ない。

効率が最高値に到達するまで  
に1-2時間かかる。  
温度と光の両方が影響してい  
る。

## まとめ

- スプレー法では電子の漏れ具合、膜厚など膜質のばらつきが大きい。現状ではALDを使った緻密膜が、最も緻密で薄く漏れの少ない良質な膜である。ALDで作製した膜は性能も均一で、研究用には最適である。しかし、作製に時間とコストがかかることを考えると、スプレー法による作製も検討する価値はあり。
- PbI<sub>2</sub>, MAIの精製は重要であり、効率に大きな影響を与えることがわかった。
- 効率10%以上のセルを安定して作る事が可能。ホール輸送層の改良などを行い、耐久性、耐水性の向上に向けて検討予定。