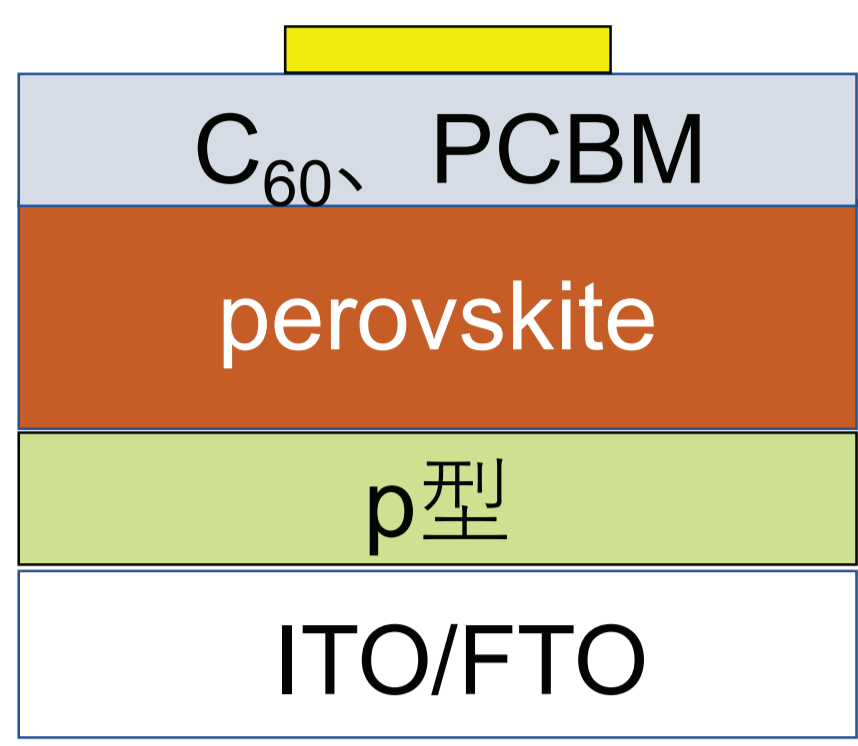


# TiO<sub>2</sub>の常温製膜技術と 逆構造ペロブスカイト太陽電池への応用

## 研究背景

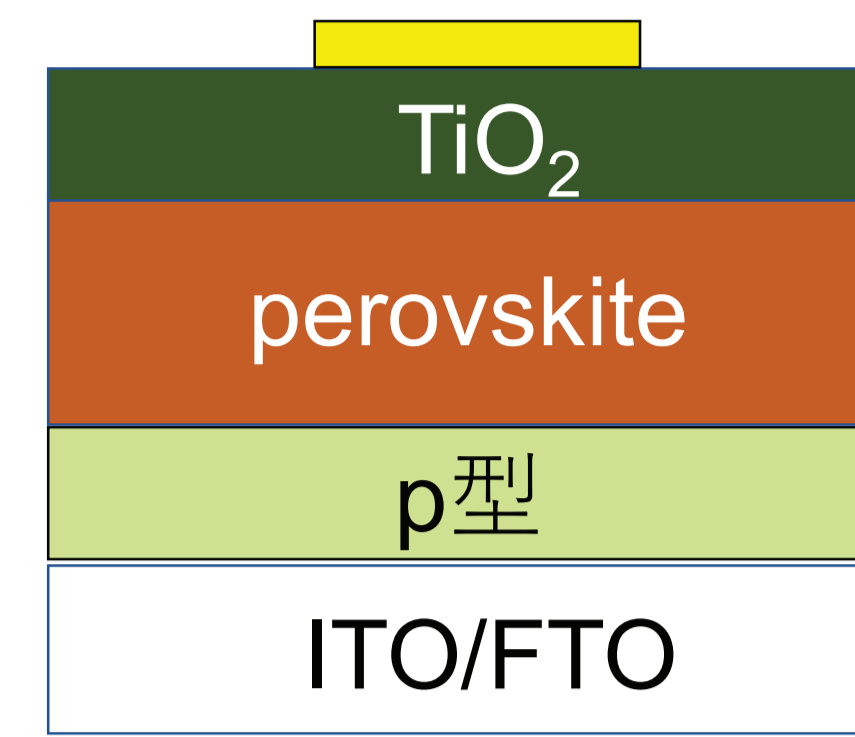
逆構造ペロブスカイト太陽電池



○ <150 °C低温作製プロセス  
× C<sub>60</sub>系材料が高価

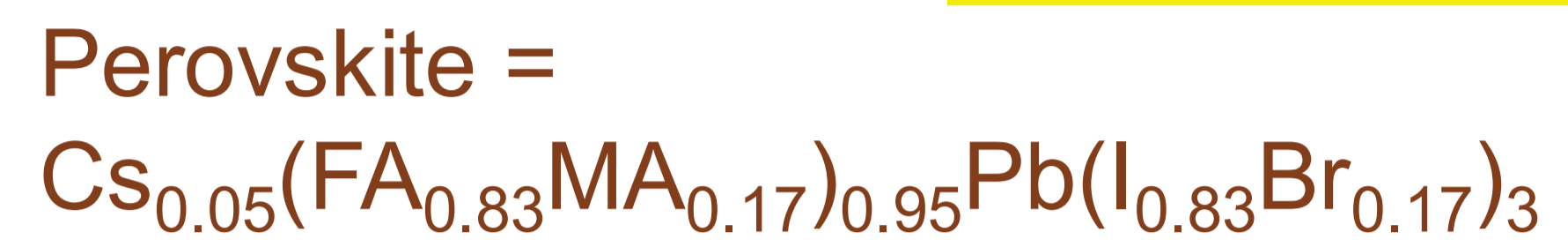
ペロブスカイト結晶の耐久性が低いため、  
常温製膜できるC<sub>60</sub>系材料が用いられる

## 本研究の目的

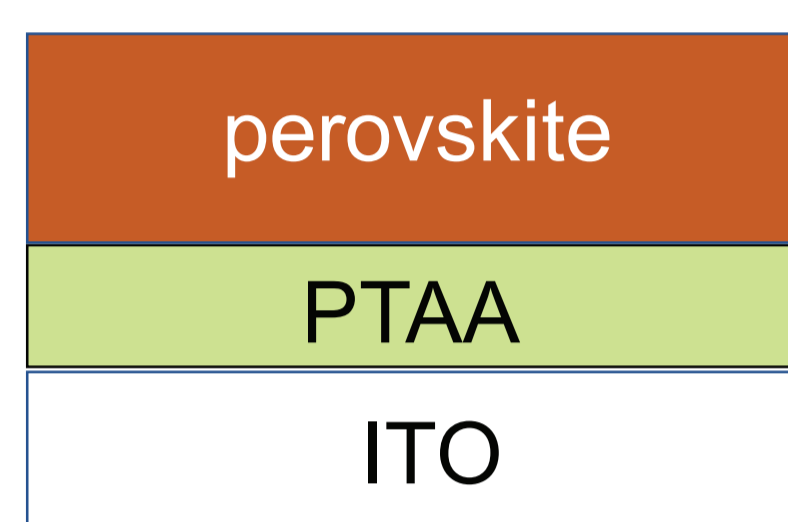
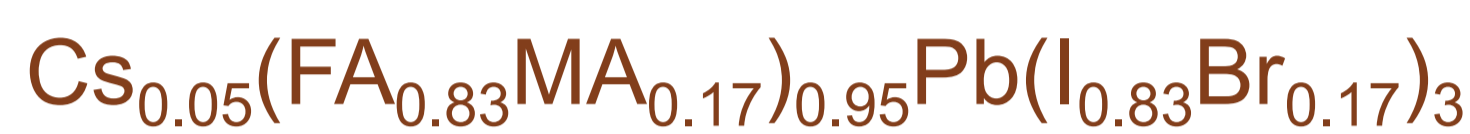


TiO<sub>2</sub>を常温で製膜  
する技術を開発  
電子輸送層に応用

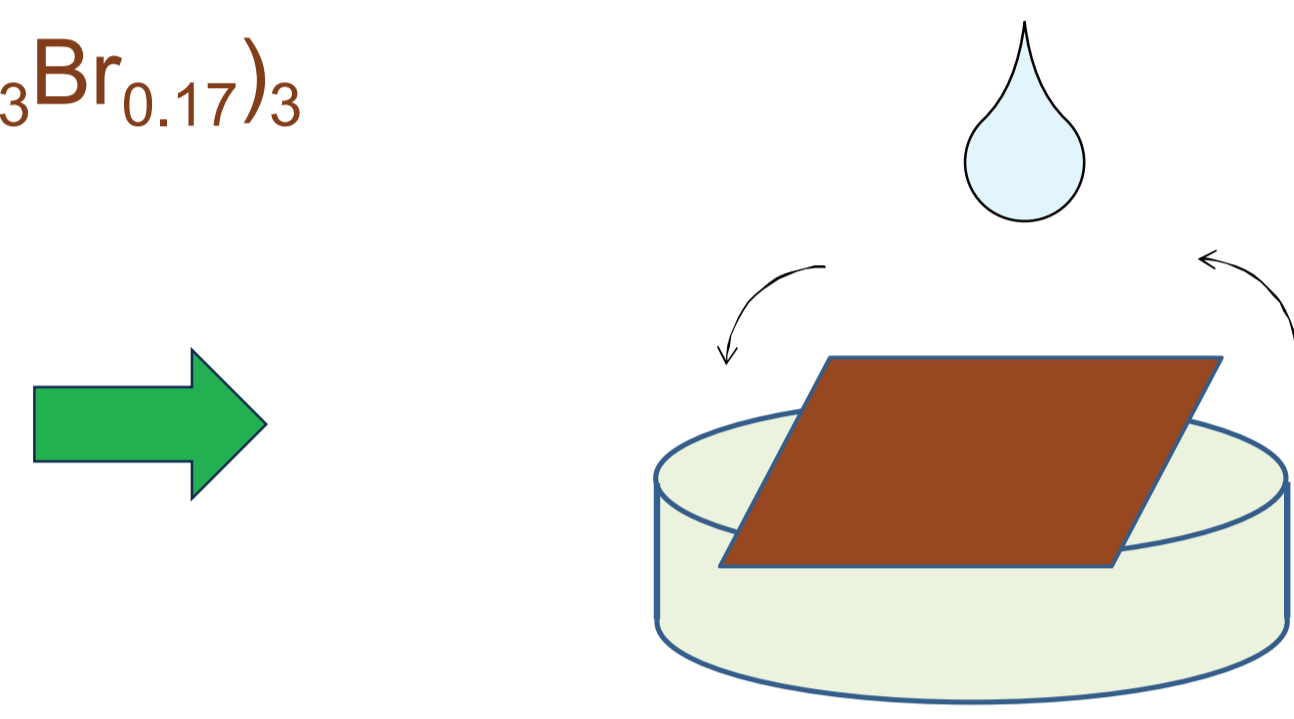
C<sub>60</sub>系材料の代替材料  
として用いる。



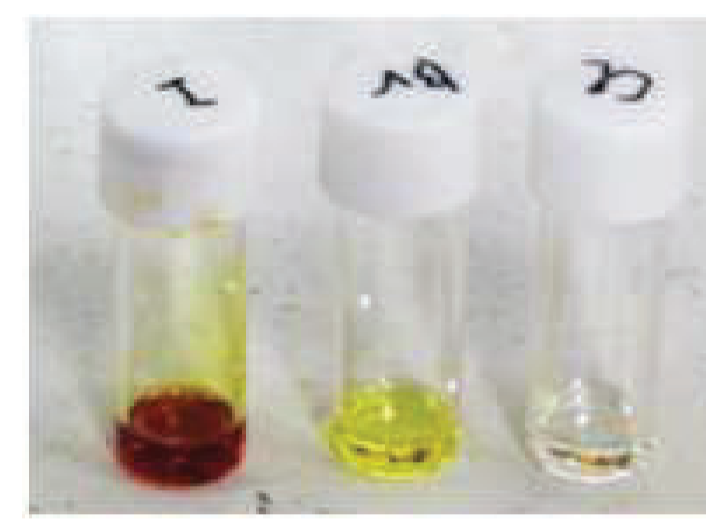
## 実験



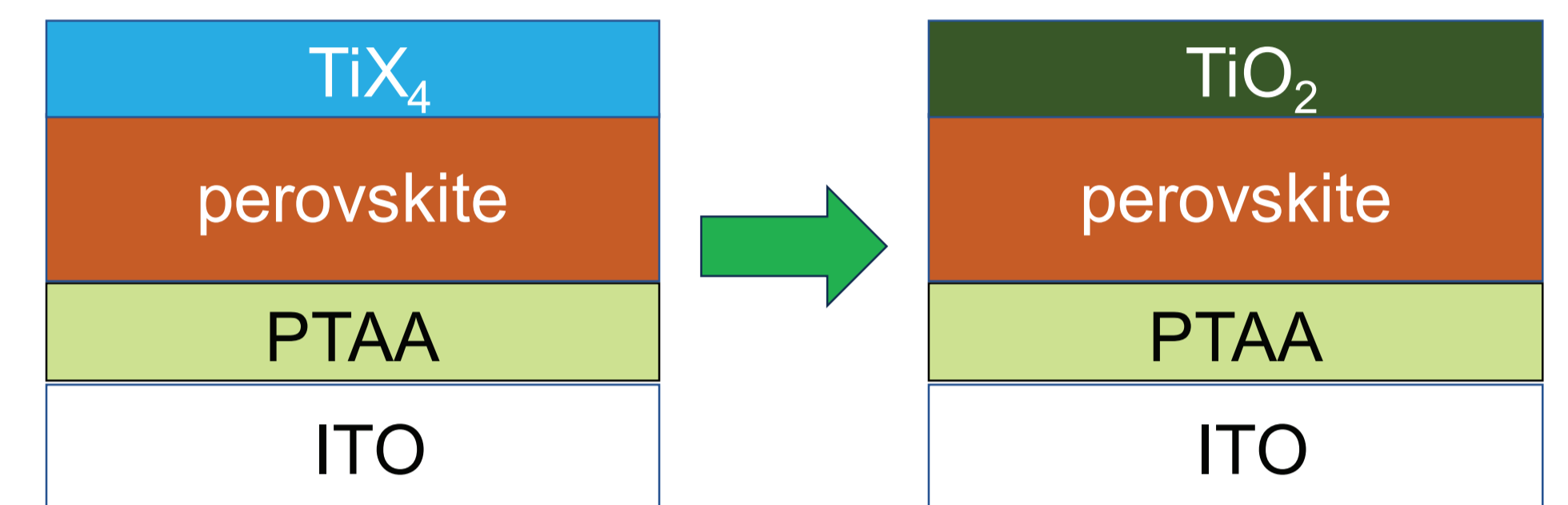
ITO/PTAA/Perovskite  
基板



Perovskiteに塗布  
N<sub>2</sub>雰囲気



ハロゲン化チタン

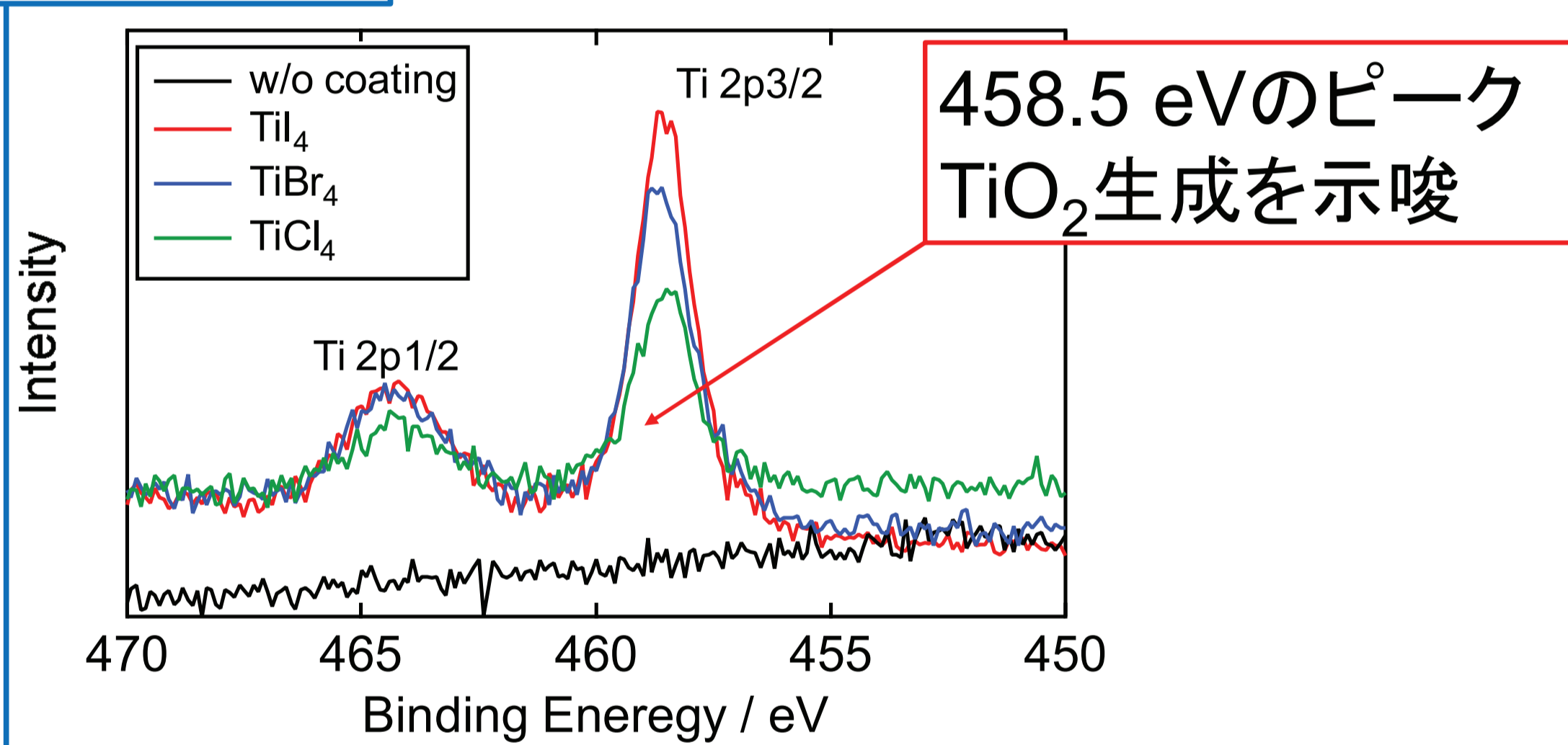


空気酸化  
~25 °C, RH ~30%



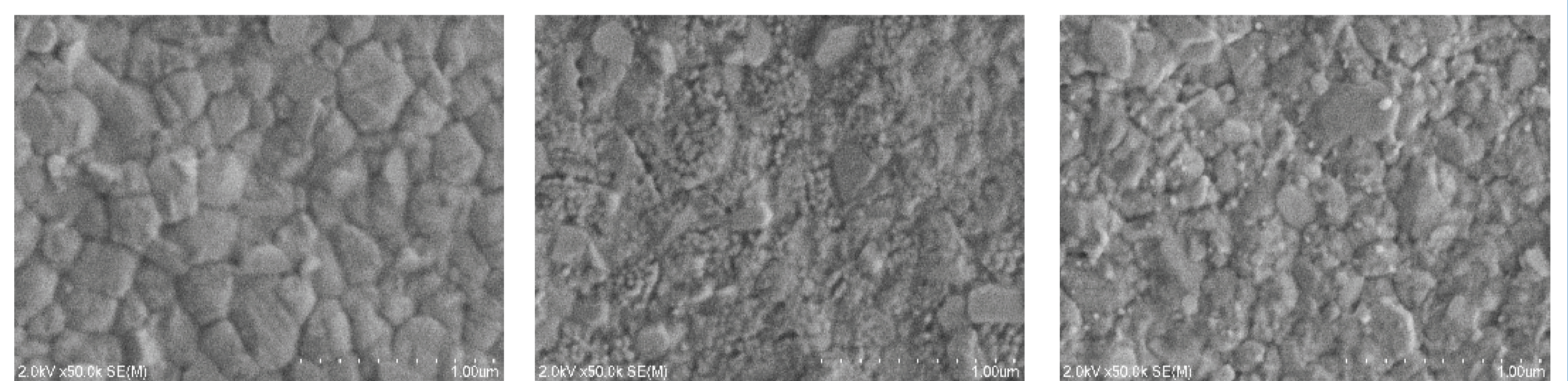
## 結果と考察

### XPS解析



TiI<sub>4</sub>、TiBr<sub>4</sub>、TiCl<sub>4</sub>いずれを用いてもTiO<sub>2</sub>生成  
常温製膜に成功

### 電子顕微鏡(SEM)観察



前駆体: TiI<sub>4</sub>

平坦な膜

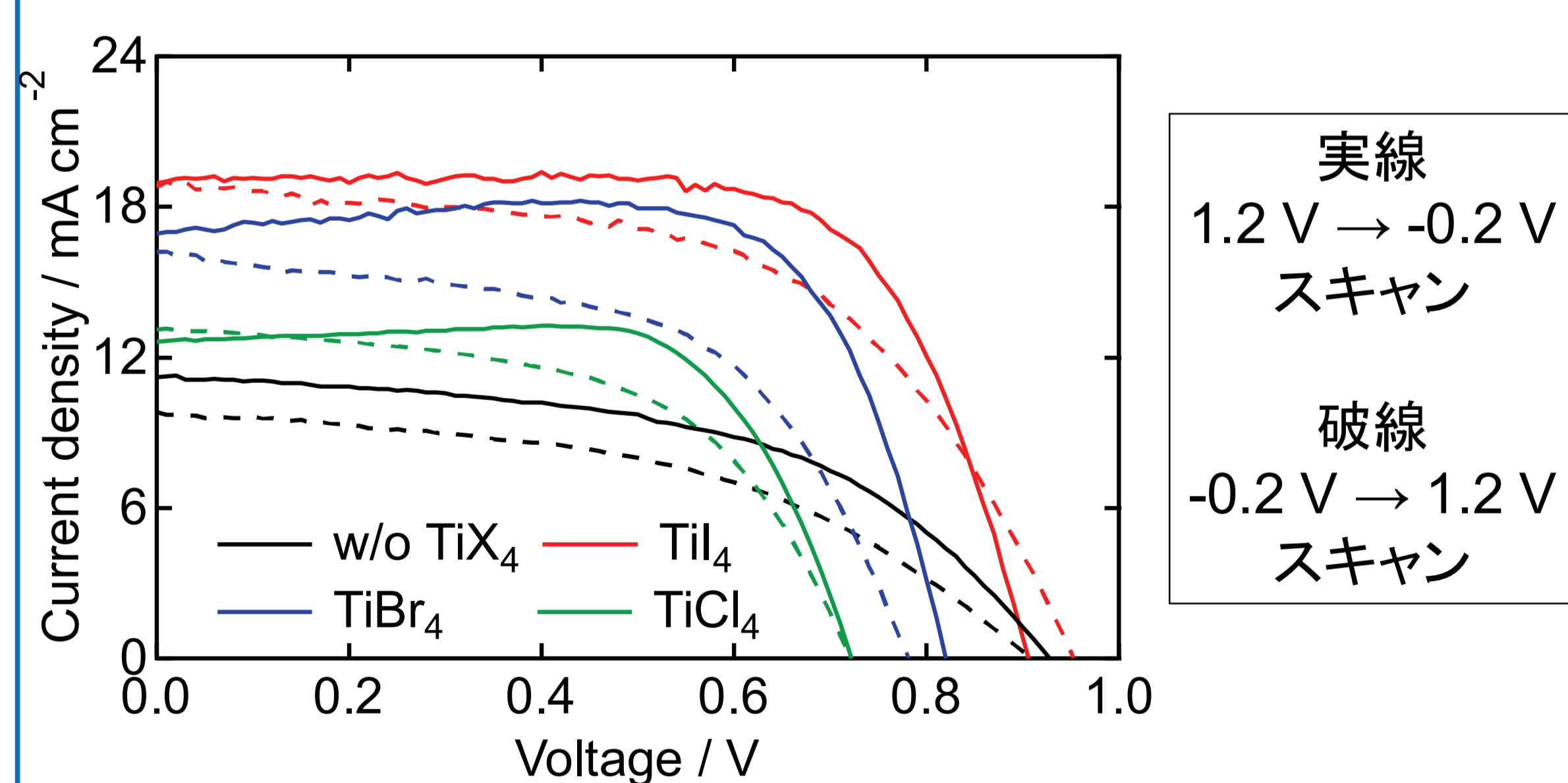
TiBr<sub>4</sub>

TiO<sub>2</sub>の凝集あり

TiCl<sub>4</sub>

TiO<sub>2</sub>の凝集あり

### 光電流密度-電圧(JV)測定



### 光電変換特性 (1.2 V → -0.2 Vスキャン)

前駆体	J <sub>SC</sub> / mA cm <sup>-2</sup>	V <sub>OC</sub> / V	FF	PCE / %
w/o TiX <sub>4</sub>	11.23	0.927	0.516	5.38
TiI <sub>4</sub>	18.94	0.906	0.704	12.08
TiBr <sub>4</sub>	16.92	0.820	0.754	10.47
TiCl <sub>4</sub>	12.62	0.722	0.723	6.58

- TiX<sub>4</sub>塗布により、J<sub>SC</sub>とFFが増加→生成したTiO<sub>2</sub>が電子収集
- TiBr<sub>4</sub>、TiCl<sub>4</sub>はbumpyなJVカーブ→界面でのチャージングがある
- TiI<sub>4</sub>塗布により、12.08%のエネルギー変換効率

## 結論

TiI<sub>4</sub>、TiBr<sub>4</sub>、TiCl<sub>4</sub>前駆体を空気酸化することで、TiO<sub>2</sub>を常温製膜できることを見出した。

TiI<sub>4</sub>を用いた場合、平坦で均一なTiO<sub>2</sub>膜を生成し、電子輸送層に用いると12.1%のエネルギー変換効率を得られた。

A. Kogo and T. N. Murakami, in preparation.

## 謝辞

NEDO: グリーンイノベーション基金事業/次世代型太陽電池の開発 (JPNP21016)