

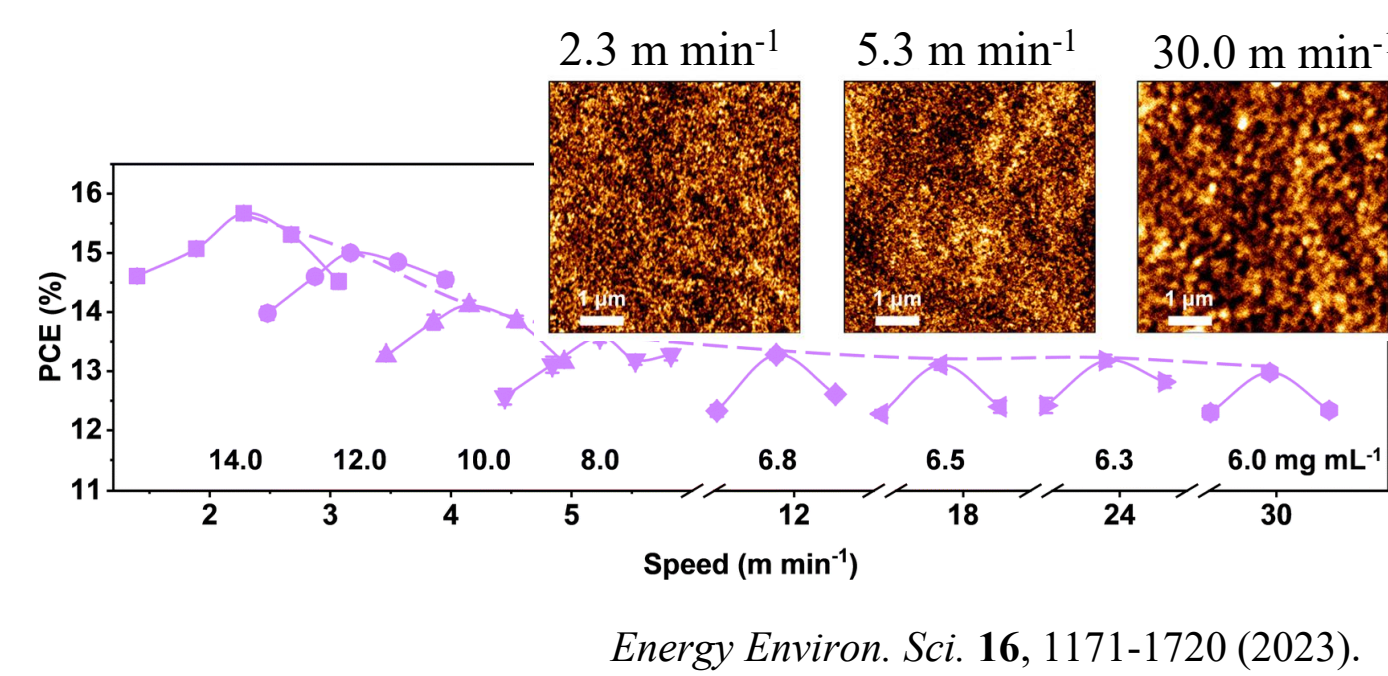
# 液晶性を用いた高速ブレードコートによる バルクヘテロ接合膜の形成と有機光検出器特性評価

鈴木 一世, 飯野 裕明  
東京科学大学

## バルクヘテロ接合膜高速製膜の課題

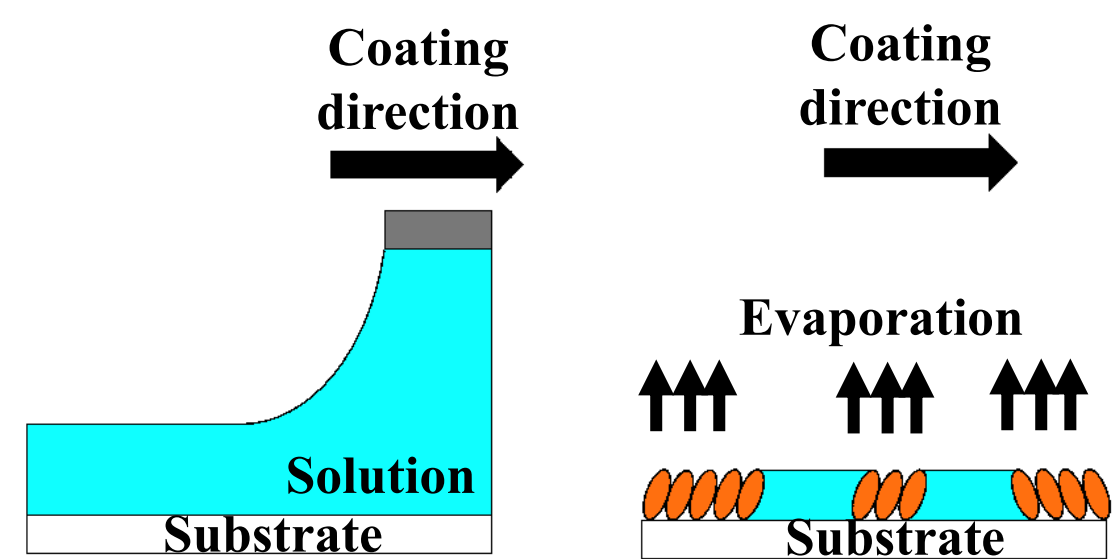
PM6:Y6太陽電池

活性層高速製膜でグレインサイズ増大に  
起因し光電変換効率低下



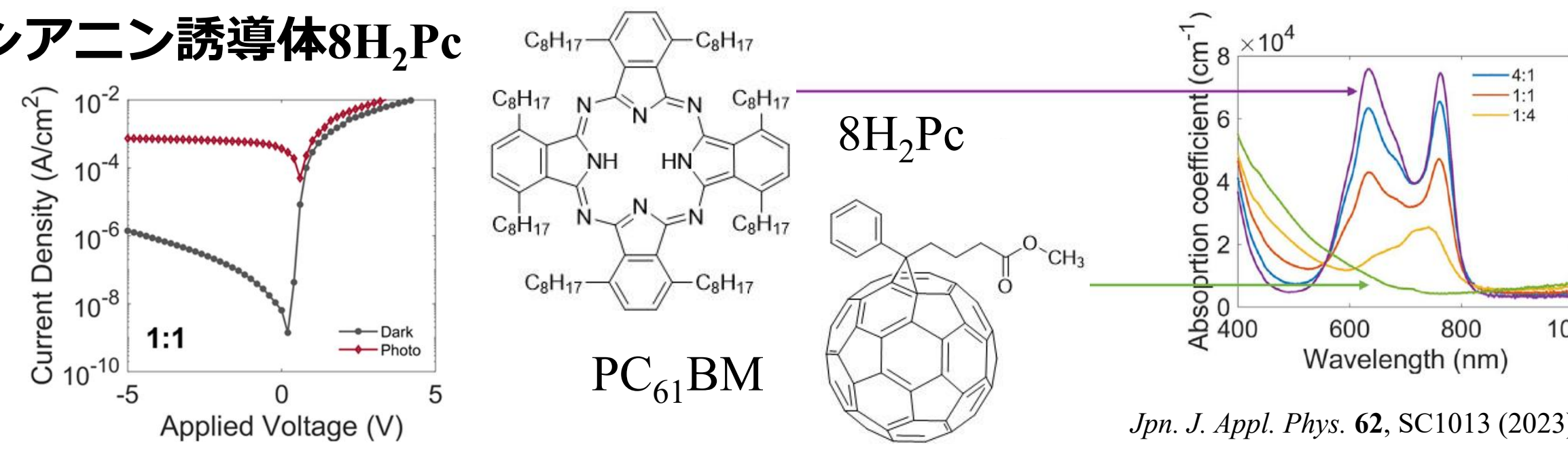
高速製膜(数mm/s以上)では液膜形成後  
溶媒が揮発して結晶膜を形成

核生成がランダムに生じるため  
高結晶性の低分子材料は不均一に凝集

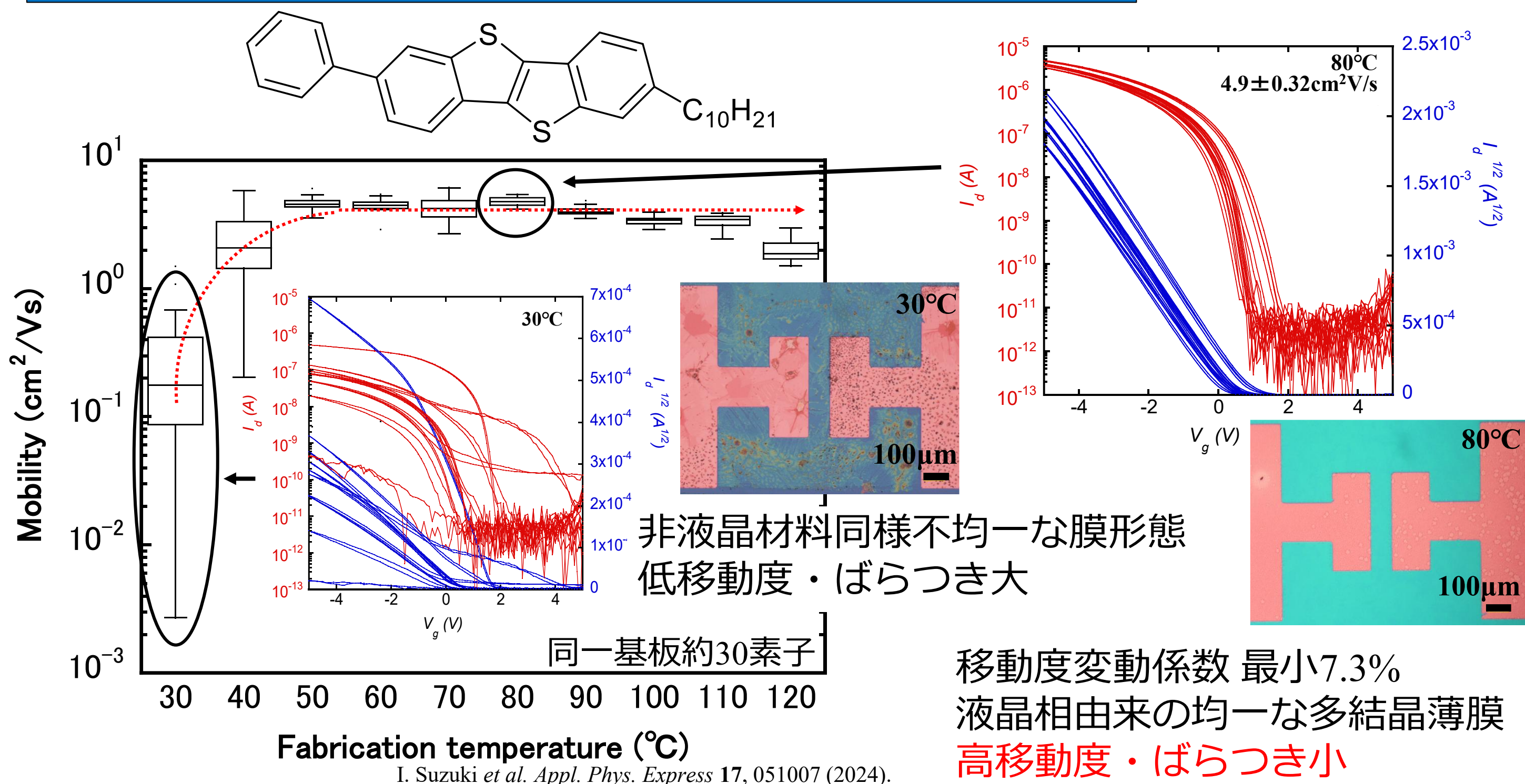


液晶性フタロシアニン誘導体8H<sub>2</sub>Pc

液晶の適度な  
凝集力により  
受光感度  
0.2A/W達成



## 液晶性を活用したPh-BTBT-10の 高速ブレードコート製膜とOTFT応用



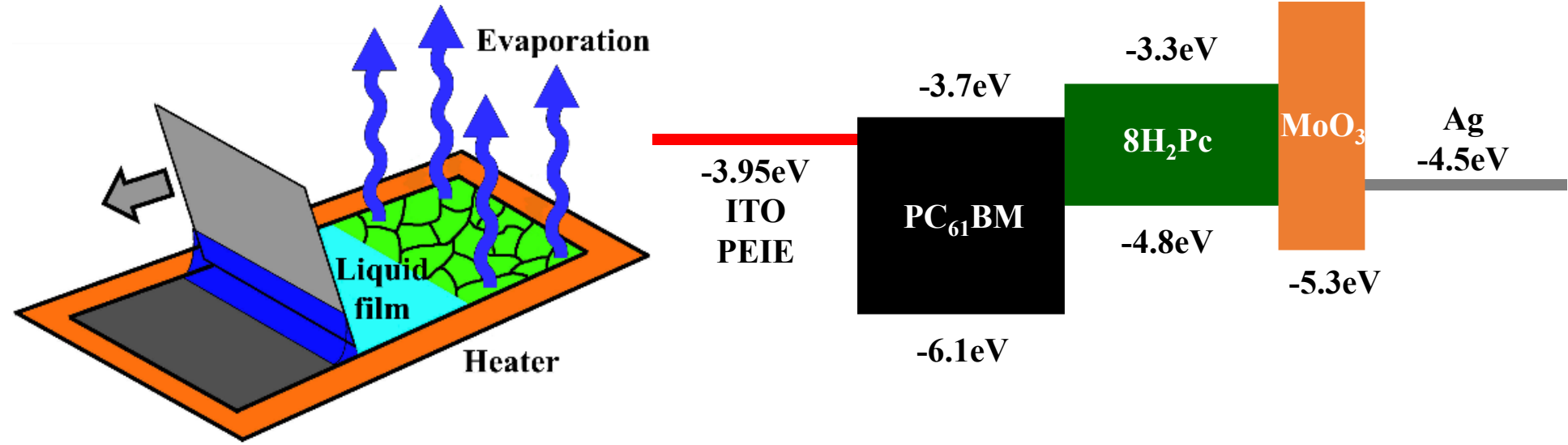
## 研究目的

8H<sub>2</sub>Pc:PC<sub>61</sub>BMを140mm/s 高速ブレードコート製膜  
スピコート膜と同等の受光感度を示すOPDを作製

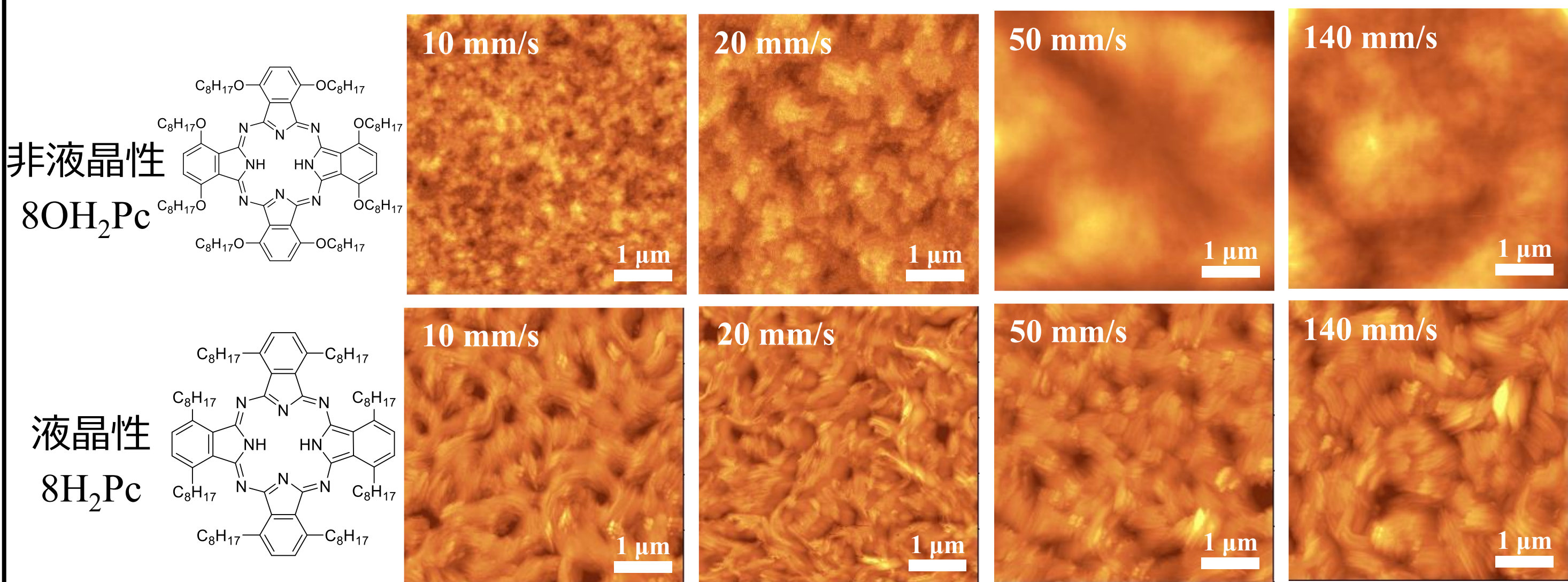
塗工速度10mm/s~140mm/sで製膜し形成されるグレインサイズと電流-電圧特性を評価

## サンプル作製方法

8H<sub>2</sub>Pc:PC<sub>61</sub>BM = 1:1 chloroform溶液  
滴下溶液量: 15  $\mu$ L  
塗工速度: 140mm/s  
ブレードギャップ: 10 $\mu$ m  
製膜温度: 室温



## 液晶性を活用したOPD活性層 高速ブレードコート製膜



結晶性の高い非液晶材料8OH<sub>2</sub>Pcは高速製膜でグレインサイズ増大

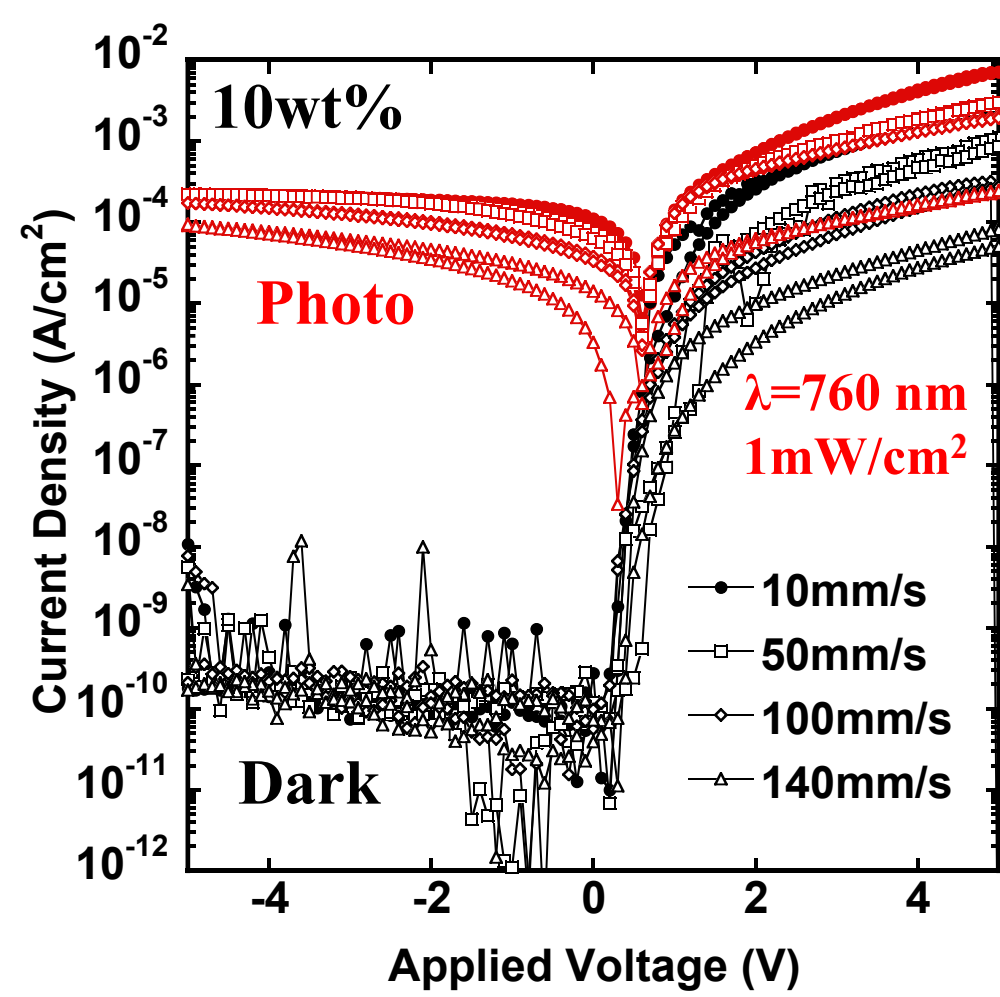
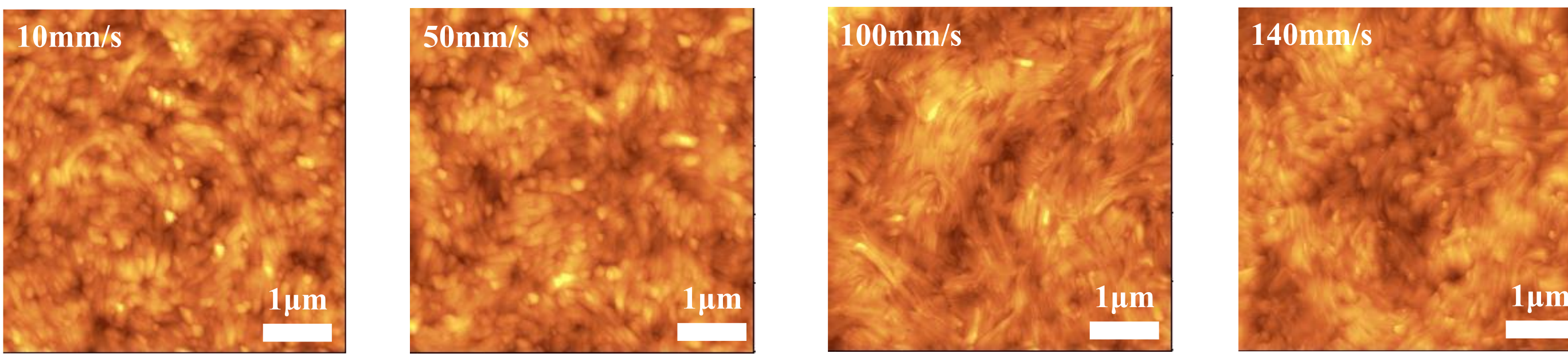
適度な凝集力の液晶性材料8H<sub>2</sub>Pcは高速製膜においてもナノスケールの  
フィラメント構造を維持

高速製膜でもバルクヘテロ接合 (BHJ) 膜のキャリア生成効率向上に寄与  
OPD高受光感度が期待

## 8H<sub>2</sub>Pc:PC<sub>61</sub>BMブレードコート製膜とOPD作製

膜形態は塗工速度によらず同等

高速製膜でもBHJ膜において理想的なnmスケールの結晶粒形状



塗工速度(mm/s)	10	50	100	140	Spin-coat
受光感度(A/W)	0.22	0.22	0.17	0.092	0.20
膜厚(nm)	180	500	720	1000	250

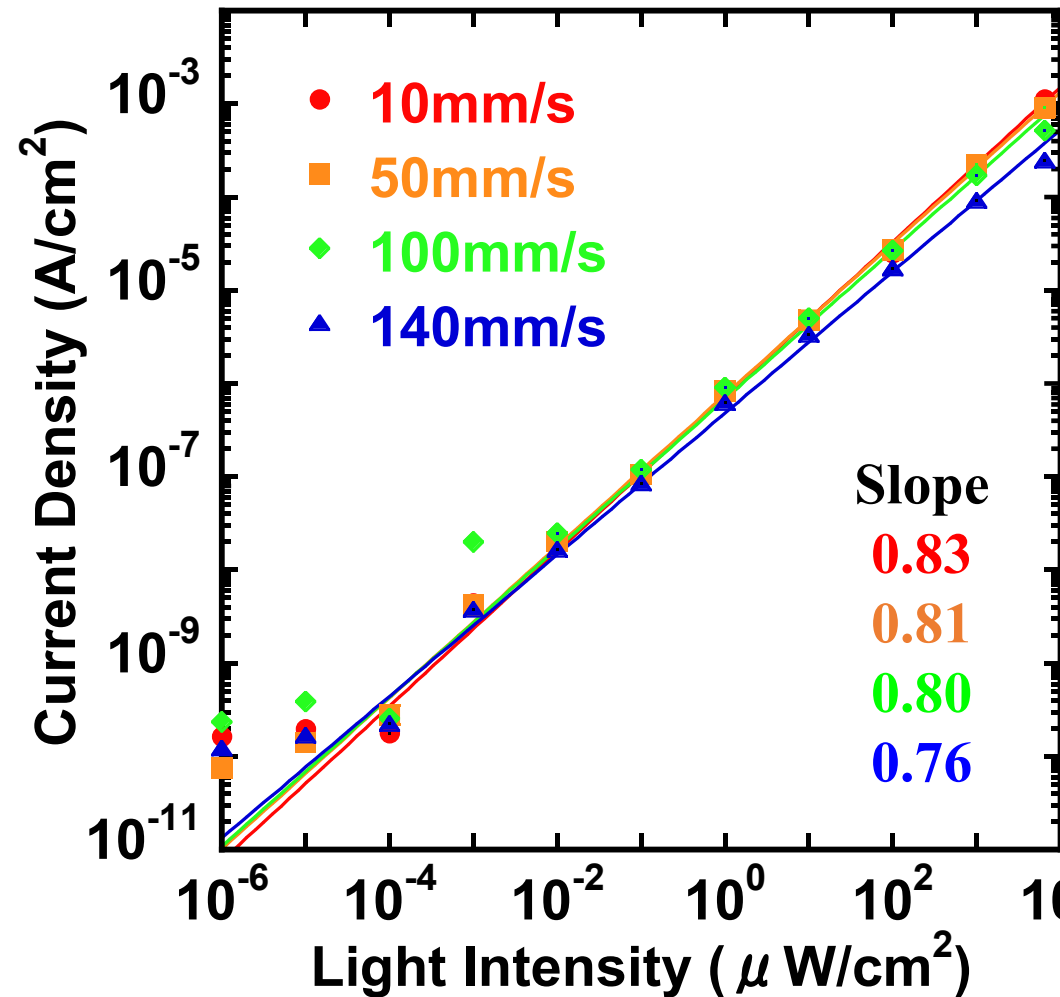
10wt%溶液を用いた場合

塗工速度の増加に伴い受光感度低下

...膜形態に変化が無いことから励起子解離効率は  
同等と推察

高速製膜は活性層の膜厚増加

→厚膜が解離した電荷の2分子間再結合促進の可能性



光強度に対する光電流の傾き:

分子内再結合が支配的 → 1

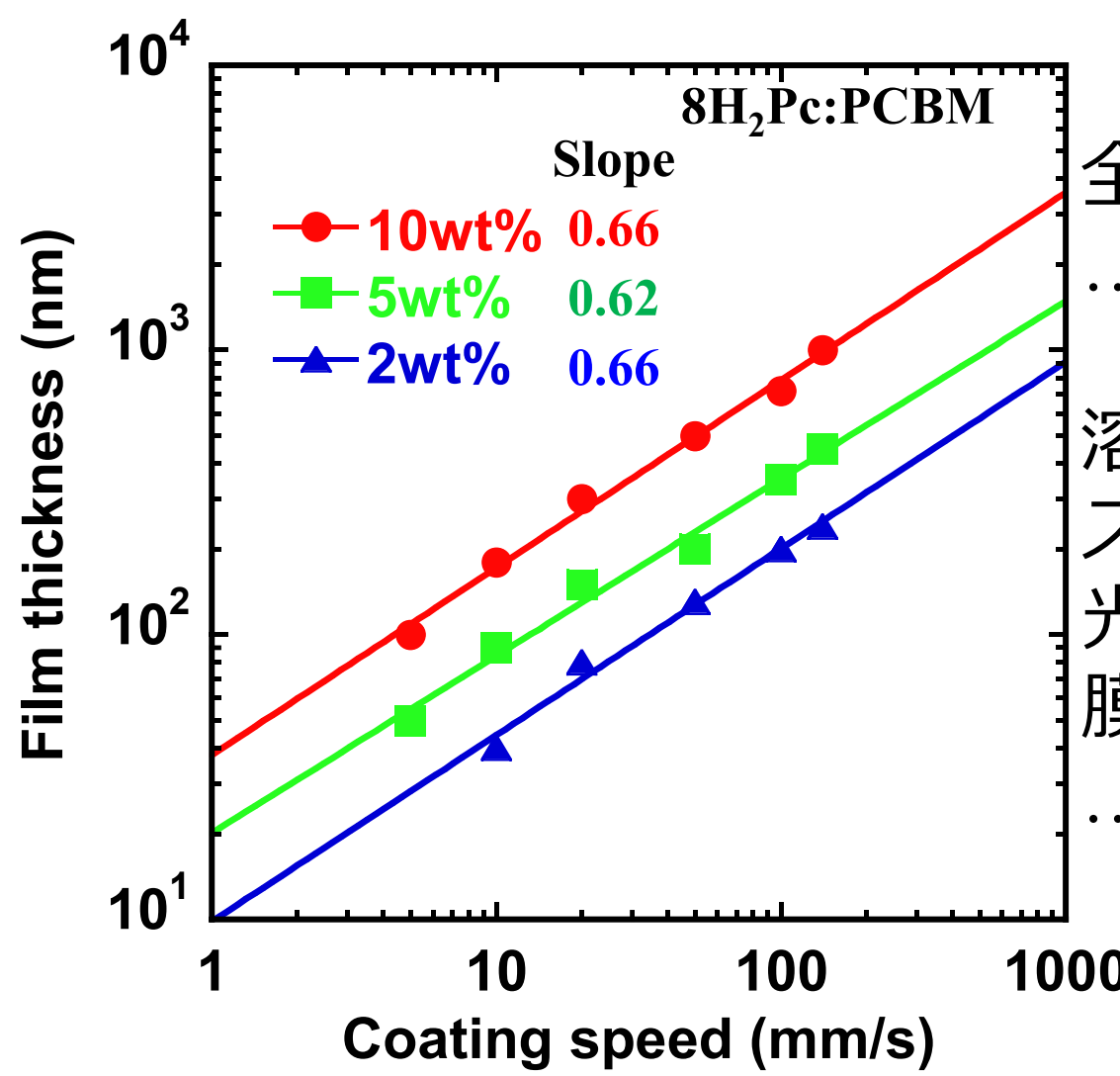
2分子間再結合が支配的 → 0.5

140mm/s製膜(厚膜)では10mm/s製膜(薄膜)と比べて  
傾き0.83 → 0.76に低下

...2分子間再結合成分の増加を示唆

膜厚を減らすことで高速製膜においても  
高受光感度が期待

## 膜厚の調整によるOPD特性の向上



全ての濃度条件で膜厚は塗工速度の0.6~0.7乗に比例  
...Landau-Levich領域において典型的な挙動※

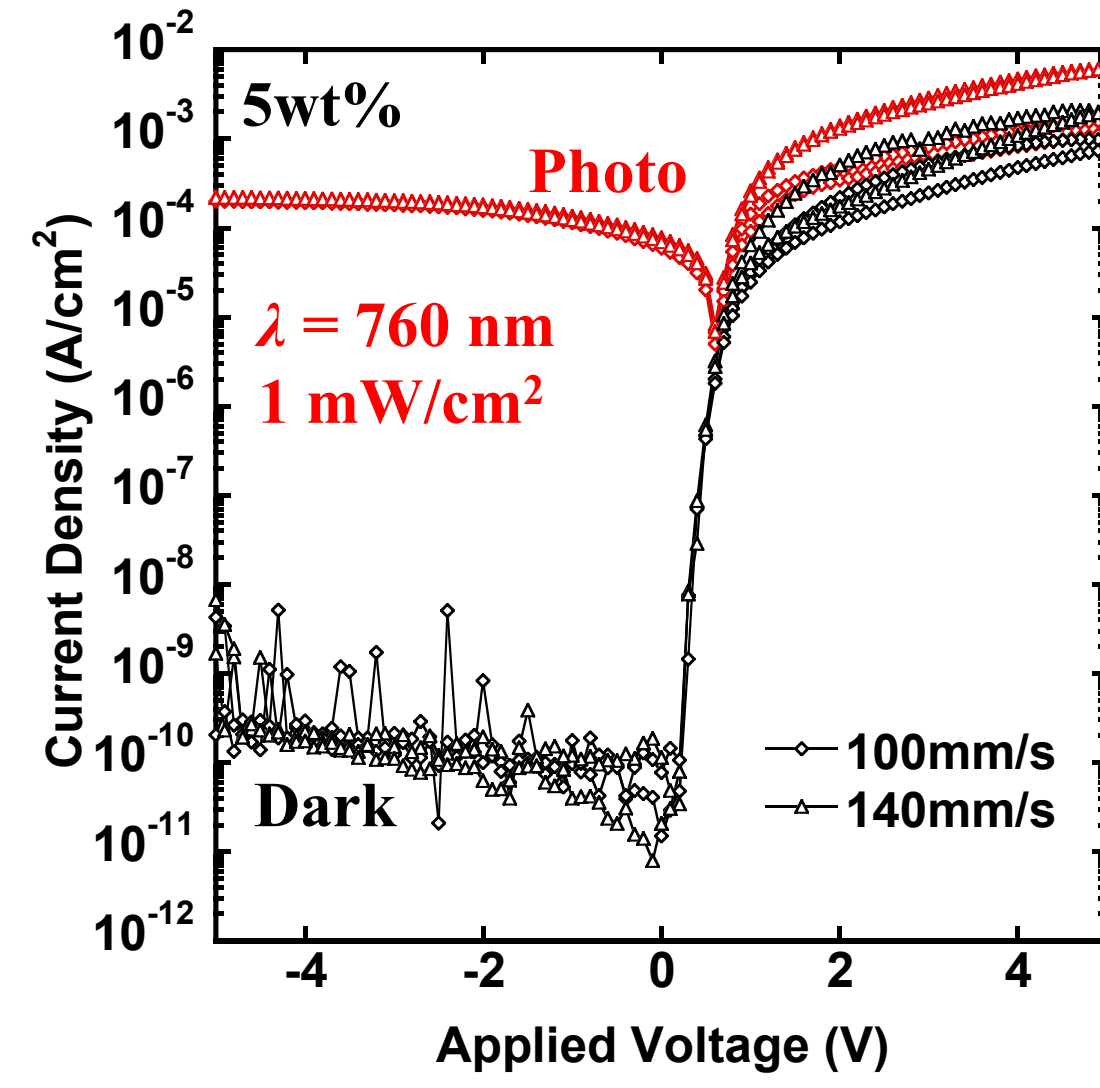
※Langmuir 25, 2554-2557 (2009).

溶液濃度で膜厚を調整

スピコート膜では膜厚約300 nmの条件でOPD作製  
光吸収効率は膜厚200nmで約90%

膜厚200nm以下ではショート多発

...スピコート膜と同等の膜厚約300nmを目標



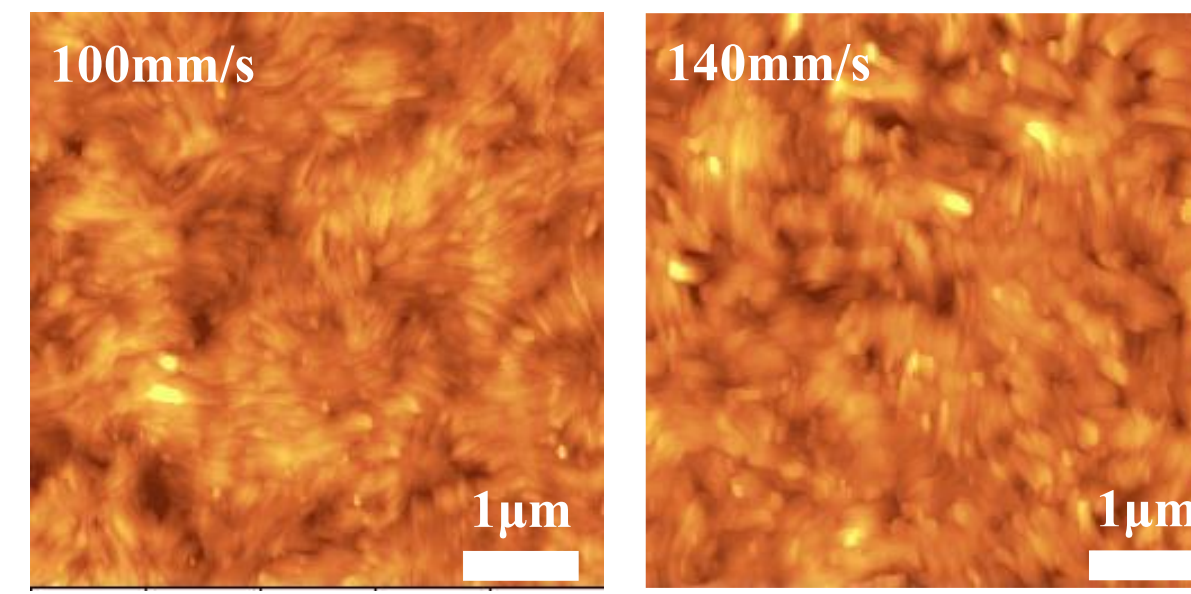
5wt%溶液を用いた場合の受光感度

140mm/s (膜厚約400nm) : 0.22A/W

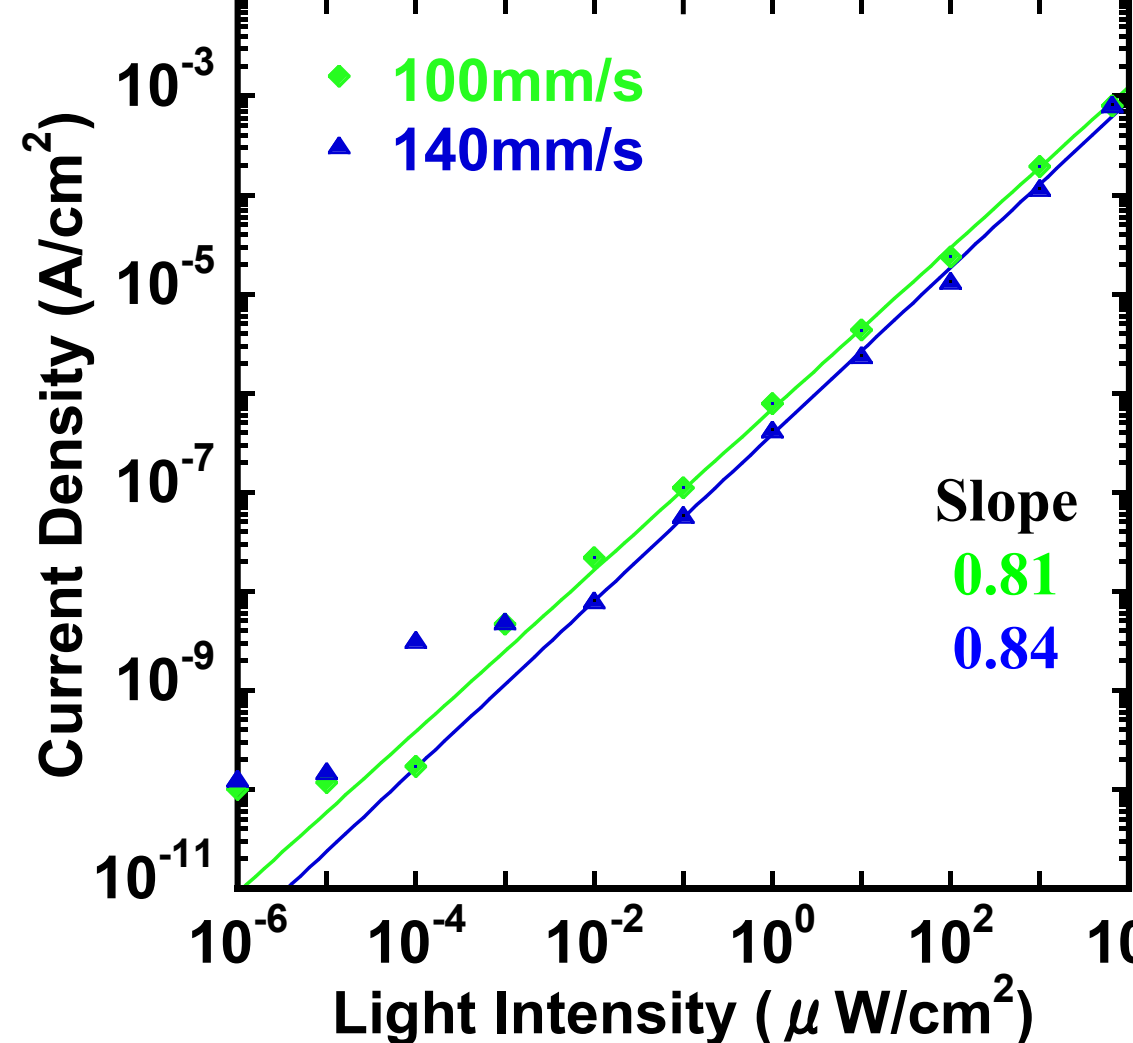
100mm/s (膜厚約350nm) : 0.20A/W

スピコート膜OPDと同等の受光感度

50mm/s・10mm/sでは活性層薄くショート



膜形態は  
10wt%溶液  
と同等



5wt%溶液使用時は100mm/s・140mm/s共に  
光強度に対する光電流の傾き0.8以上

...膜厚を減らすことで2分子間再結合を抑制し  
高速製膜において高受光感度を達成

## まとめ

- 8H<sub>2</sub>Pcは液晶の適度な凝集力により高速製膜においてもグレインサイズ増大を抑制
- バルクヘテロ接合膜において理想的なnmスケールの結晶粒形状
- 適切な膜厚では0.22A/Wのスピコート膜と同等の受光感度を達成