

高分子系有機薄膜太陽電池の 光安定性に関する研究

先端産業プロセス・低コスト化チーム
山成敏広

塗布型有機薄膜太陽電池

☆ 塗るだけで作製できる → 低コスト可能性

☆ 研究開発動向

- エネルギー変換効率

- 10% (*Prog. Photovolt.* 2012, 20, 12-20)

- 安定性(耐久性)

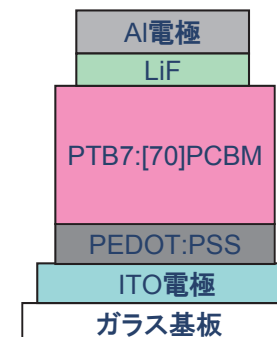
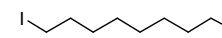
- 劣化要因も含めて未解明

目的: 有機薄膜太陽電池の劣化要因解明を通し、高耐久化への指針を提示する。

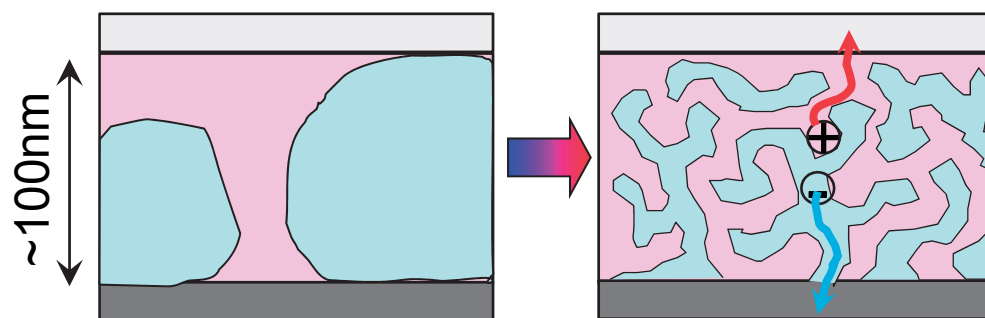
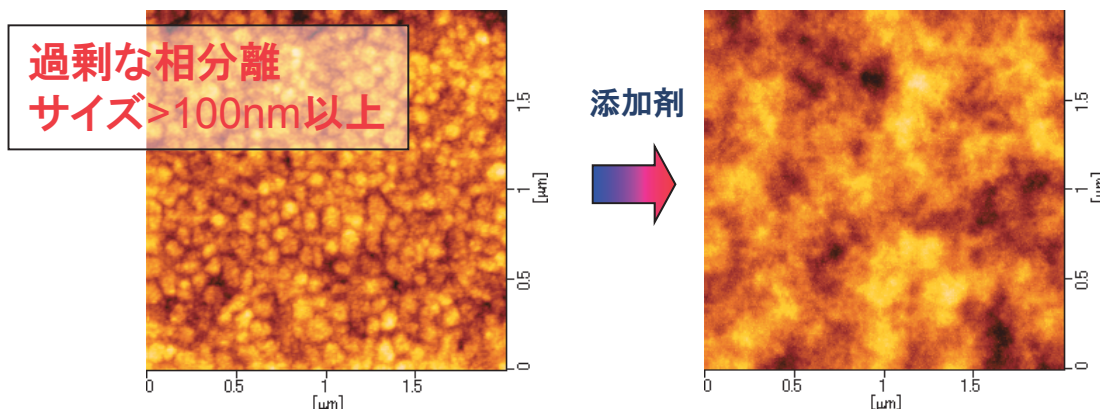
高効率PTB7:[70]PCBMセル

特性向上のポイント:
 添加剤1,8-diiodooctane (DIO)で相分離を抑制
 → バルクヘテロ構造が改善し、 J_{SC} が40%向上

添加剤DIO

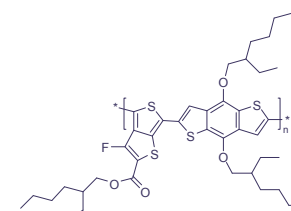


AFM表面形状

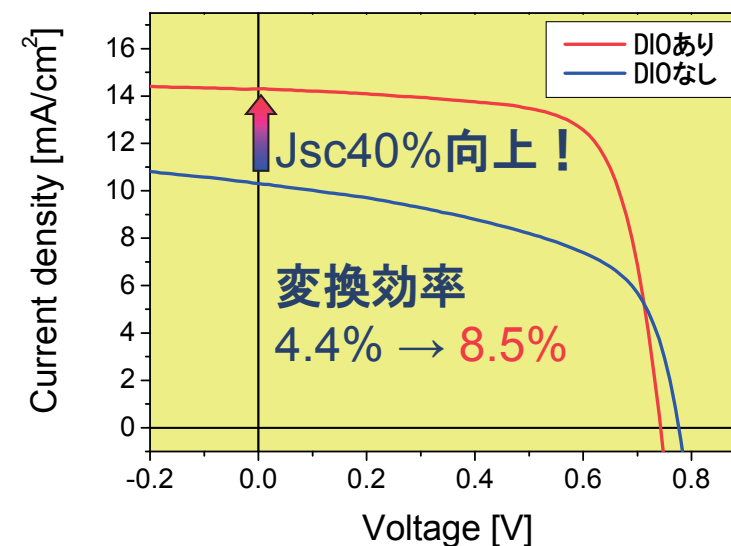
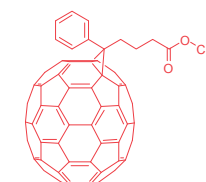


p/n界面面積増加 → J_{SC} 向上

PTB7



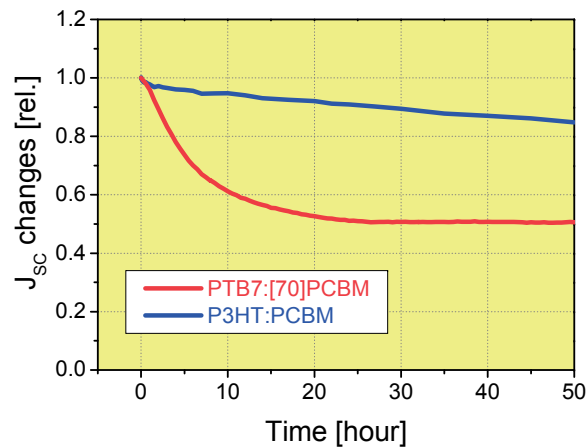
[70]PCBM



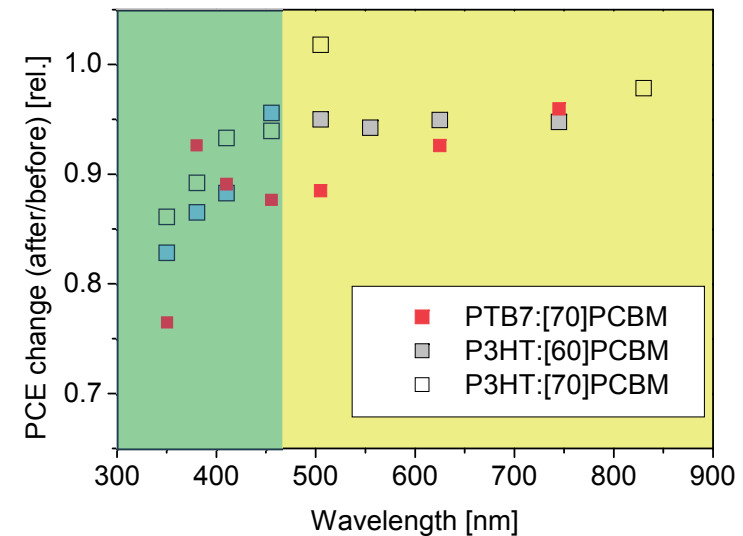
光照射による発電特性の低下

高効率PTB7:[70]PCBMセルと従来P3HT:PCBMセルの比較

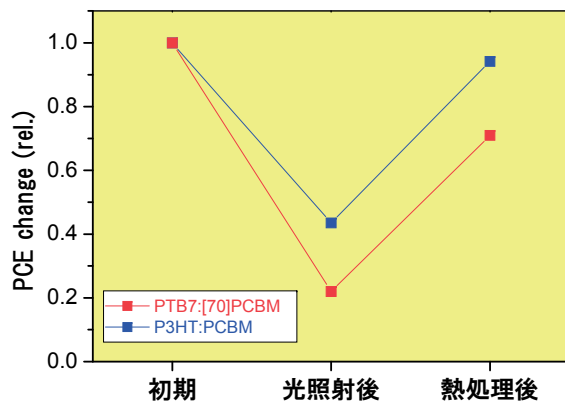
疑似太陽光照射時の J_{SC} 特性の変化



照射光波長依存性



光照射後の加熱処理による特性回復

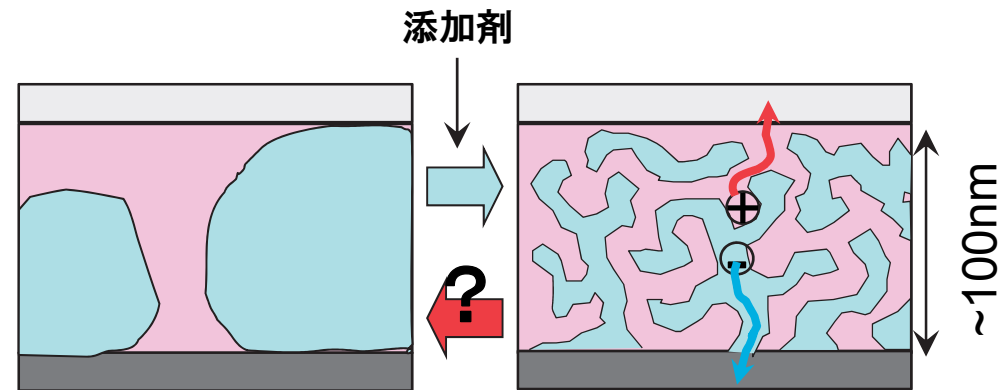
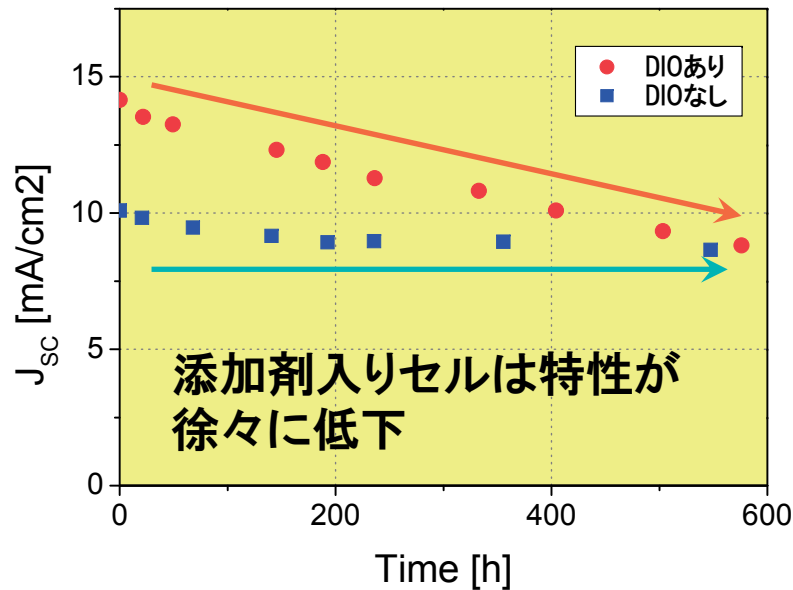


- 短波長域の光で、劣化が進行した。
- 材料依存性は見られない。
- 特に、高分子材料が吸収する長波長域の光は影響がない。

- 従来セルでは熱処理で回復したが、高効率セルでは回復が部分的。

高効率PTB7:[70]PCBMセルは暗所下でも劣化

経時劣化(暗所・不活性ガス雰囲気)



- 添加剤によって作り出された相分離構造は安定なのか？
 ✓ 構造観察による確認が必要

高効率と高耐久性の両立に向けて

- PTB7:[70]PCBMセルの相分離構造の制御と安定性の確保
 - 添加剤が相分離構造に与える影響の評価
 - 材料分子の構造改変による相分離制御

本研究は、経済産業省のもと、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)から委託され実施したもので、関係各位に感謝いたします。

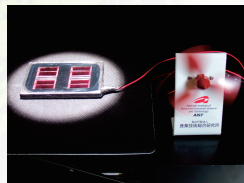
高分子系有機薄膜太陽電池の光安定性に関する研究

先端産業プロセス・低コスト化チーム
山成敏広

導入



フレキシブル植物型セルモジュール
(三菱商事(株)・トッキ(株)との共同研究)



ガラスセルモジュール

高分子系有機薄膜太陽電池は、最近、エネルギー変換率が10%を超えるセルが報告され、実用化の期待が高まってきている。とはいえ、長期安定性に関しては不十分であり、大幅な改善が望まれている。我々は高耐久化の指針を提示するために、劣化要因の解明に取り組んでいる。

本研究では、発電材料導入による高効率セルの作製し、従来材料を用いた典型的なセルとの安定性(特に、光環境)の比較を行った。

まとめ

1. 光照射による特性低下

- PTB7:[70]PCBMセルでは、疑似太陽光照射により J_{SC} が大きく低下した。
- 照射光波長依存性は、高効率セルと従来セルと同様の傾向であった。
- 光照射後に熱処理を行うと発電特性の回復現象が見られたが、PTB7:[70]PCBMセルでは J_{SC} 特性の回復が部分的であった。

2. 暗所での特性低下

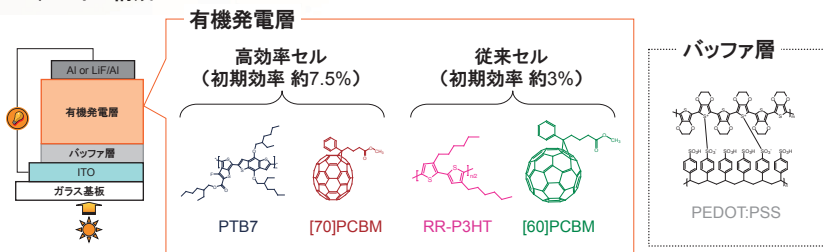
- PTB7:[70]PCBMセルは、暗所でも J_{SC} 特性の低下が見られた。
- 添加剤DIOが無い場合は低下がほとんど見られず、相分離構造の経時変化などが予想される。→相分離構造の不安定性

今後の展開:高効率と高耐久の両立に向けて

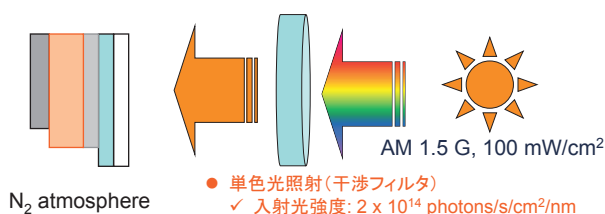
- PTB7:[70]PCBMセルの相分離構造の制御と安定性の確保
 - 添加剤が相分離構造に与える影響の評価(劣化要因の詳細検討)
 - 材料分子の構造改変による相分離制御(添加剤に頼らず高効率化)

実験

◆デバイス構成



◆照射光波長依存性の評価 (照射時間20 hours)

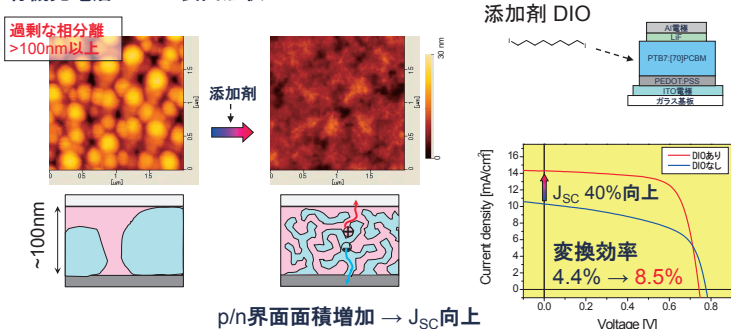


結果と考察

高効率PTB7:[70]PCBMセルの特性向上のポイント

ポイント:
添加剤1,8-diiodooctane (DIO)で相分離を抑制
→バルクヘテロ構造(p/n相分離構造)が改善され、 J_{SC} が40%向上

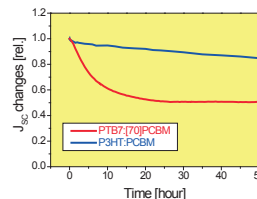
有機発電層のAFM表面形状



光照射による発電特性の低下

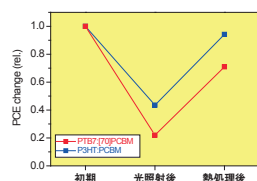
高効率PTB7:[70]PCBMセルと従来P3HT:PCBMセルの比較

◆疑似太陽光照射時の J_{SC} 特性の変化



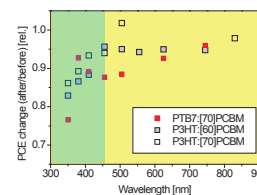
- 高効率セルでは、光照射初期(10数時間)に大幅な J_{SC} の低下が起こった。

◆光照射後の加熱処理による特性回復



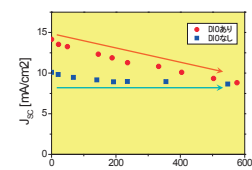
- 従来セルでは熱処理で回復したが、高効率セルでは回復が部分的であった。
- V_{OC} 特性は両者ともに回復した。
- J_{SC} とFF特性の回復が部分的。

◆照射光波長依存性

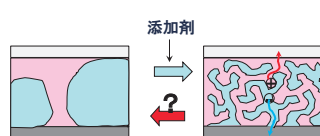


- 短波長域の光で劣化が進行した。
- 材料依存性は見られなかった。
- 特に、高分子材料が吸収する長波長域の光は影響がなかった。

暗所・不活性ガス雰囲気中での経時劣化



- 添加剤入りセルは特性が徐々に低下した。



- 添加剤によって作り出された相分離構造は安定なのか?
✓相分離構造の経時変化

謝辞

本研究は経済産業省のもと、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)から委託され実施したもので、関係者各位に感謝いたします。