

産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター
平成22年度第6回 研究成果発表会

平成22年8月9日

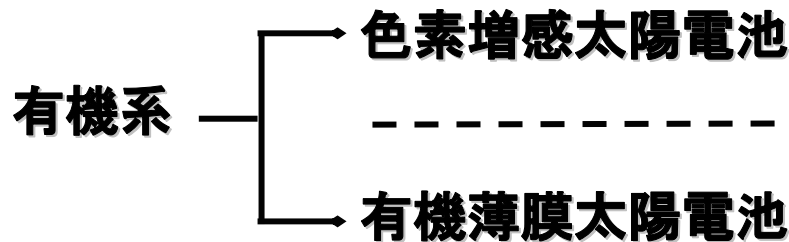
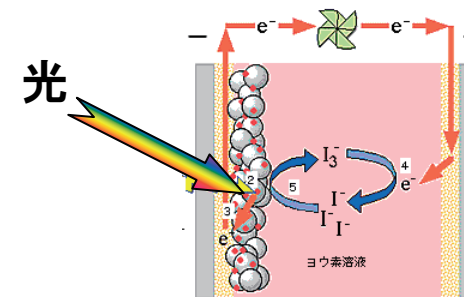
有機新材料チームの概要

有機新材料チーム
吉田 郵司

有機系太陽電池の概要

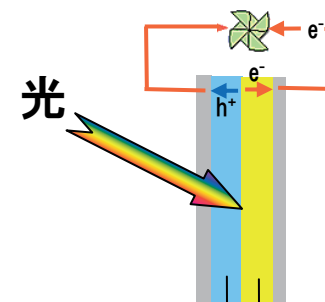
- 光化学反応により発電
- 溶液中のイオンがエネルギーを輸送
- バッテリー同様に液漏れ対策必要
- 厚さ $> 10 \mu m$

TiO₂を色素で増感した湿式太陽電池



有機分子の半導体性に基づく太陽電池

- シリコンと同様に半導体p-n接合が発電
- 固体中の電子がエネルギーを輸送
- 有機EL素子と類似した有機半導体デバイスの一種
- 厚さ $\approx 100nm$ の固体薄膜太陽電池



p型有機半導体薄膜 n型有機半導体薄膜

各種太陽電池の比較

	変換効率	省資源性	フレキシブル化	価格低下余地
単結晶シリコン	◎	△	×	△
多結晶シリコン	○	△~○	×	○
薄膜シリコン	△	◎	◎	◎
HIT	◎	○	×	○
CIGS	○	◎	◎	◎
CdTe	△	◎	○	◎
色素増感	△	◎	△	◎
有機半導体	△	◎	◎	◎
III-V族多接合	◎◎	△	△	△

有機系太陽電池の特徴はカラフルさ



(アイシン精機)

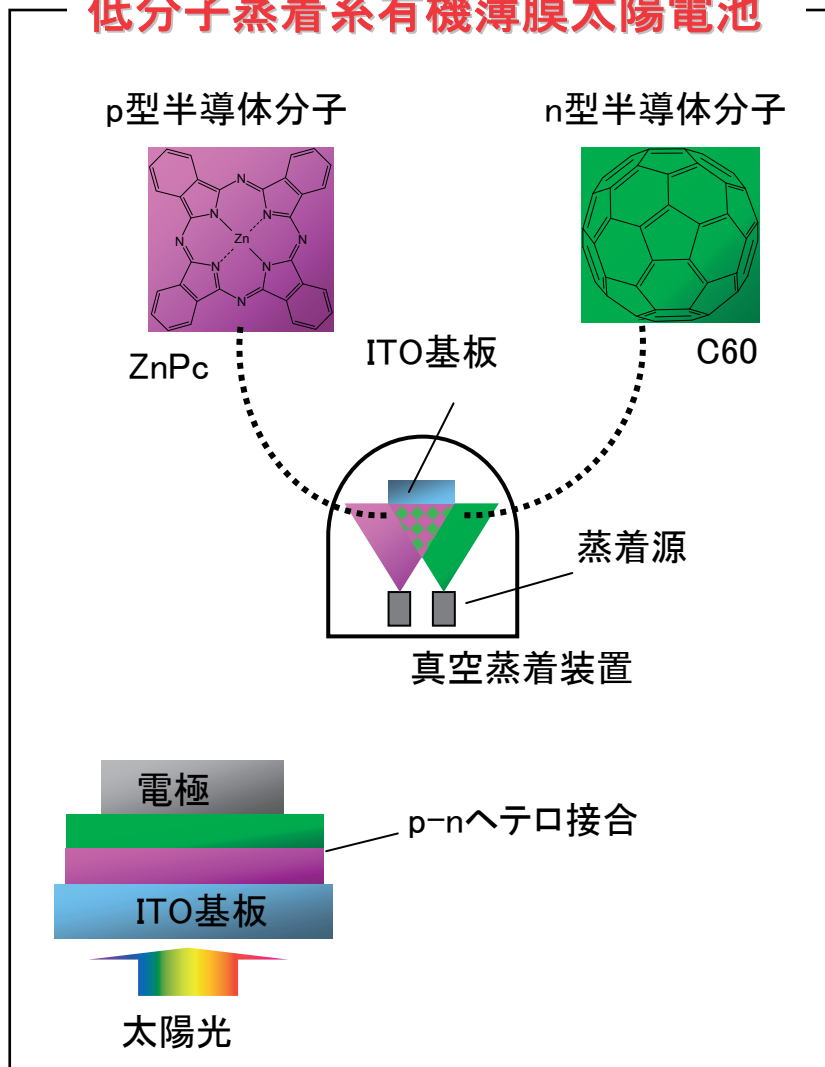


(SONY)

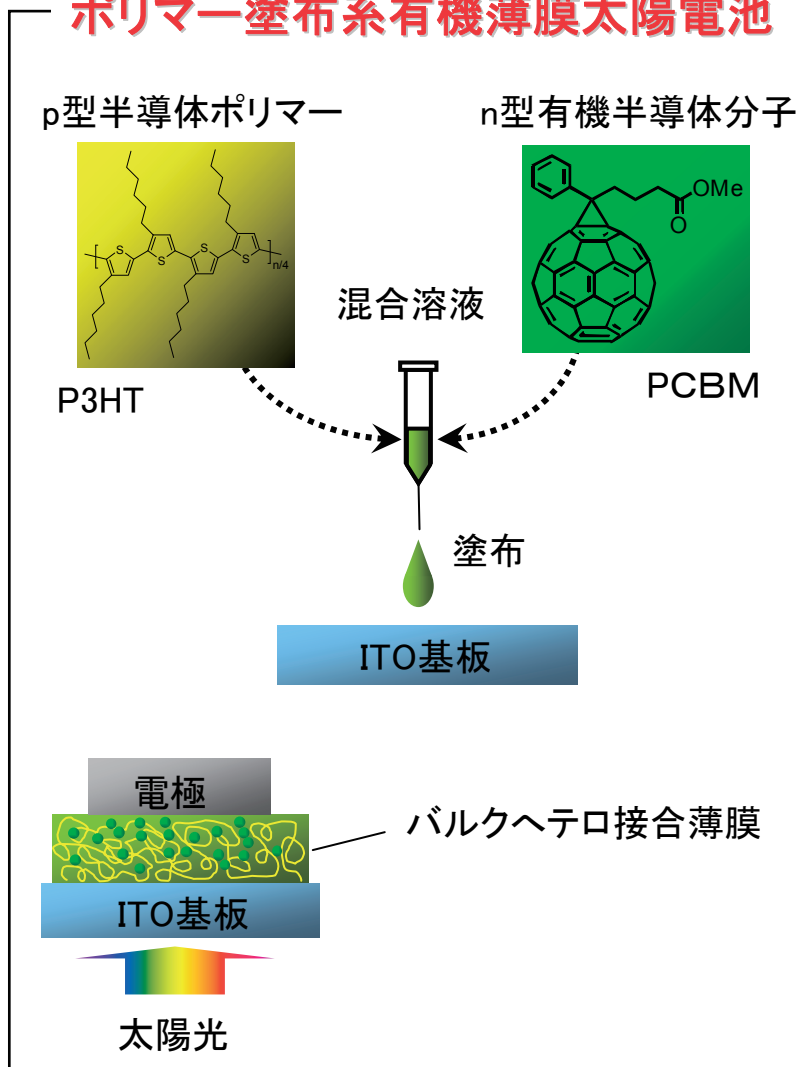


(三菱商事、トッキ、AIST)

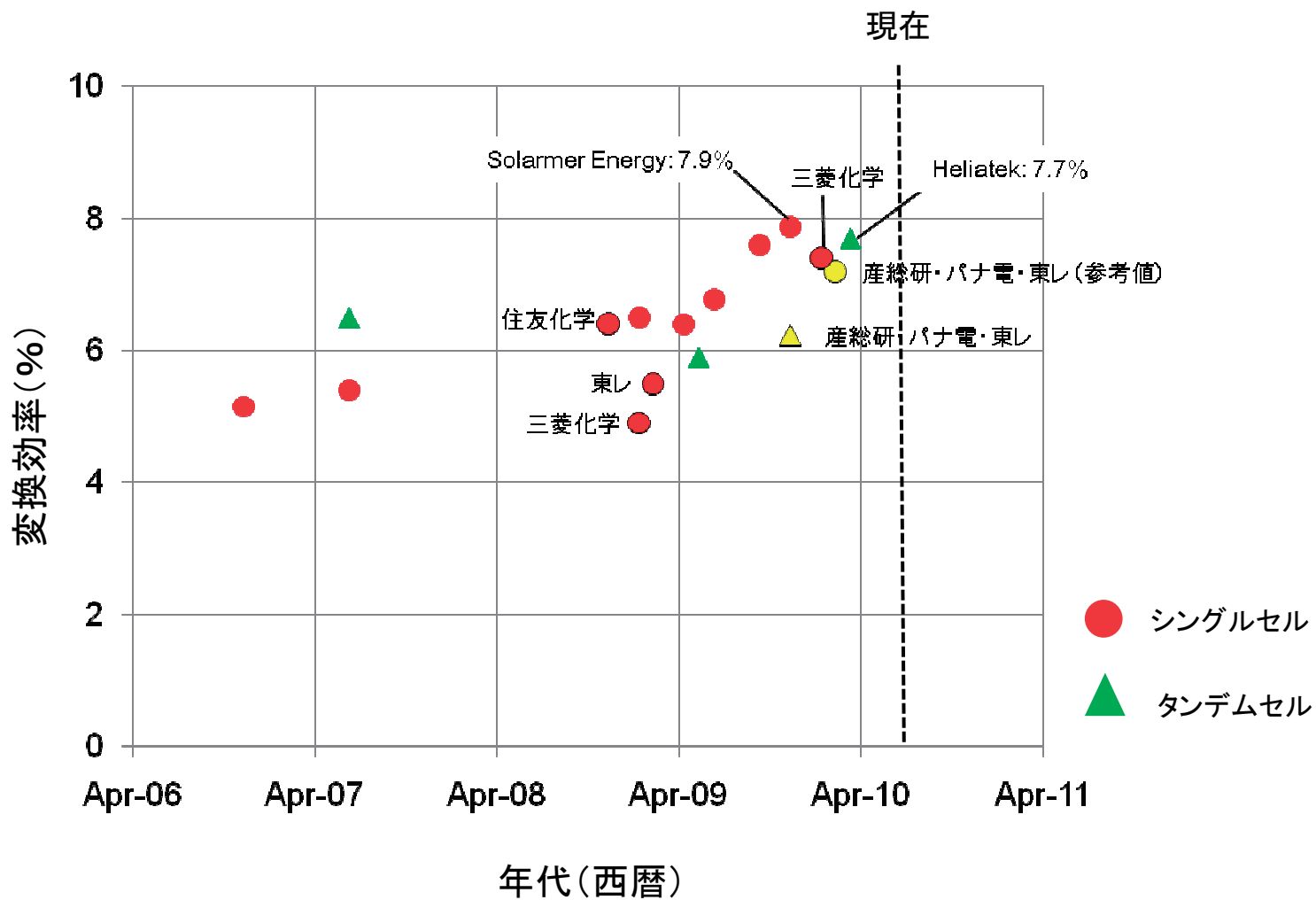
低分子蒸着系有機薄膜太陽電池



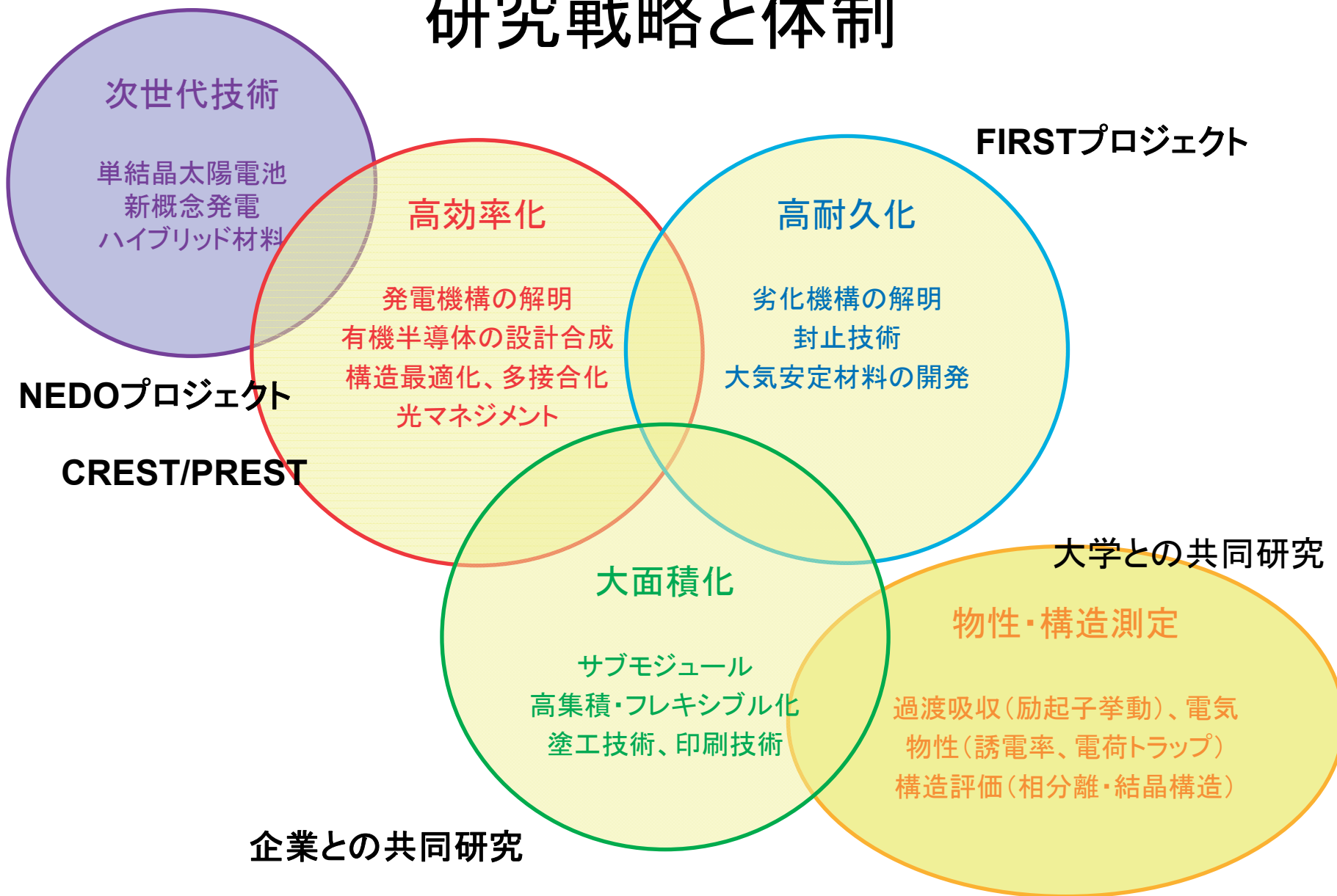
ポリマー塗布系有機薄膜太陽電池



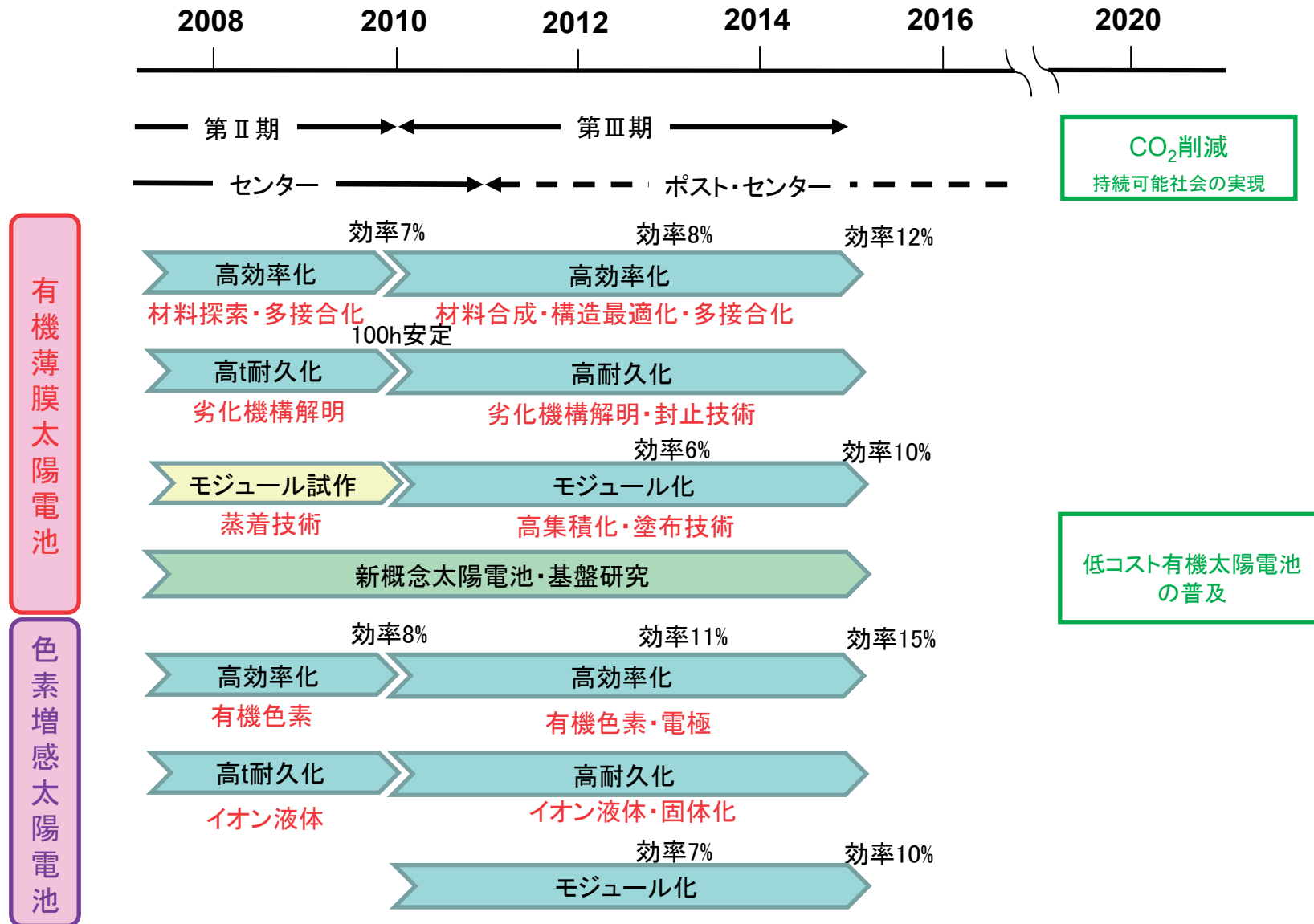
有機薄膜太陽電池の変換効率の向上



研究戦略と体制



研究開発のロードマップ



有機新材料チームの現状

職員:6名(2名)
ポスドク:4名(2名)
テクニカルスタッフ:5名(2名)
研修学生:8名(2名)

企業共同研究:6件(4件)
技術研修は多数

全人数(色素増感担当人数)



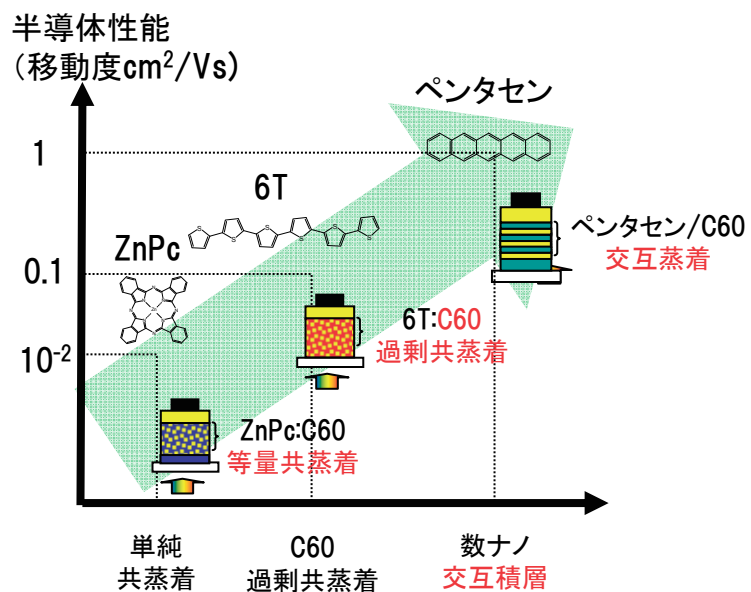
昨年度（H21年度）の成果より

- ・ 有機薄膜太陽電池の高効率化技術：
交互積層によるナノ構造の制御
- ・ 同 高耐久化技術：劣化機構の解明（劣化の可視化）
- ・ 同 大面積化技術：
レーザースクライブによる高集積サブモジュール
- ・ 色素増感太陽電池の高効率化技術：
有機色素の設計と合成
- ・ 同 高耐久化技術：イオン液体
- ・ 新概念有機太陽電池：単結晶有機半導体

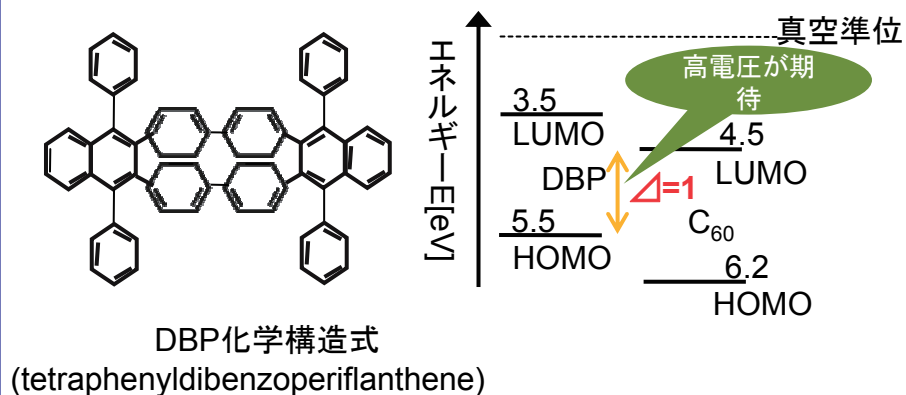
高効率化技術： 交互積層型有機薄膜太陽電池の研究開発

當摩 哲也 (PRESTO)、他

交互積層技術の重要性



高性能新型半導体材料



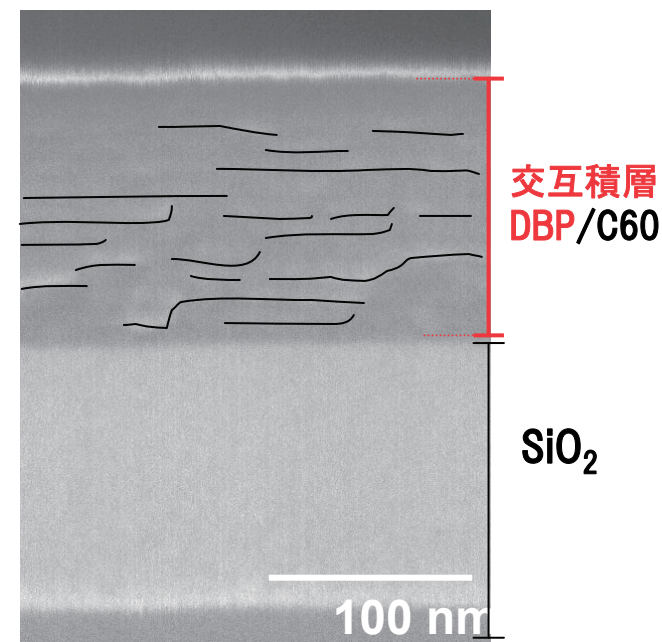
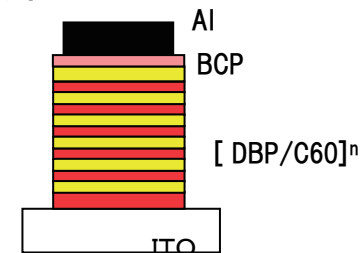
・D. Fujishima, H. Kanno, T. Kinoshita, E. Maruyama, M. Tanaka, M. Shirakawa, K. Shibata, "Organic thin-film solar cell employing a novel electron-donor material" *Sol. Energy Mater. Sol. Cells.* **93** pp. 1029-1032 (2009).

・Technical Digest of the International PVSEC-17, Fukuoka, Japan (2007) Hiroshi Kanno et al

Table. Solar cell parameters of this work.

	Area (cm ²)	Voc (V)	Jsc (mA/cm ²)	FF	PCE (%)
Ref 1 ³⁾	0.033	0.92	6.30	0.62	3.6
(a) Simple p-n heterojunction OPV cell	0.04	0.89	4.18	0.66	2.5
(b) 1:1 BHJ OPV cell	0.04	0.67	2.77	0.27	0.5
(c) OPV cell by alternative deposition method	0.04	0.87	4.39	0.36	1.4

交互積層セル



DBPは共蒸着によるバルクヘテロ構造を導入しても、電流値向上は見られない。交互積層のセルで最も大きな電流を得た。

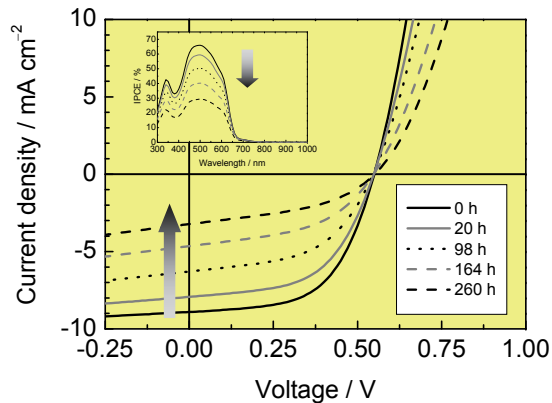
- a) ITO/40nm DBP/50nm C60/6nm BCP/Al
- b) ITO/100nm 1:1 DBP:C60/6nm BCP/Al
- c) ITO/10nm DBP/[4nm DBP/5nm C60]¹⁰/10nm C60/6nm BCP/Al

交互積層構造が形成され、p-n接合界面面積の増大とキャリアネットワークの形成が観察される。

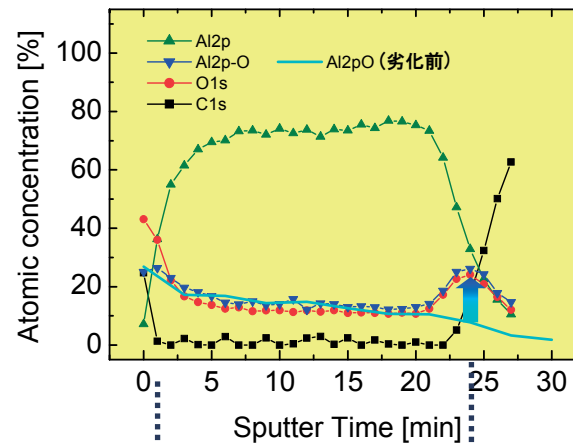
高耐久化技術： 有機薄膜太陽電池の劣化機構の解明(大気中劣化)

山成 敏広、他

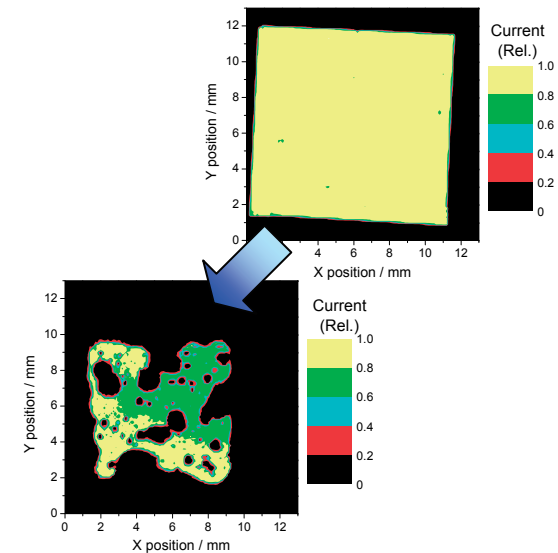
J-V特性・分光感度特性



元素組成の深さ方向のXPSプロファイル
(Al・酸化Al・酸素・炭素)



光起電流分布(LBIC像)

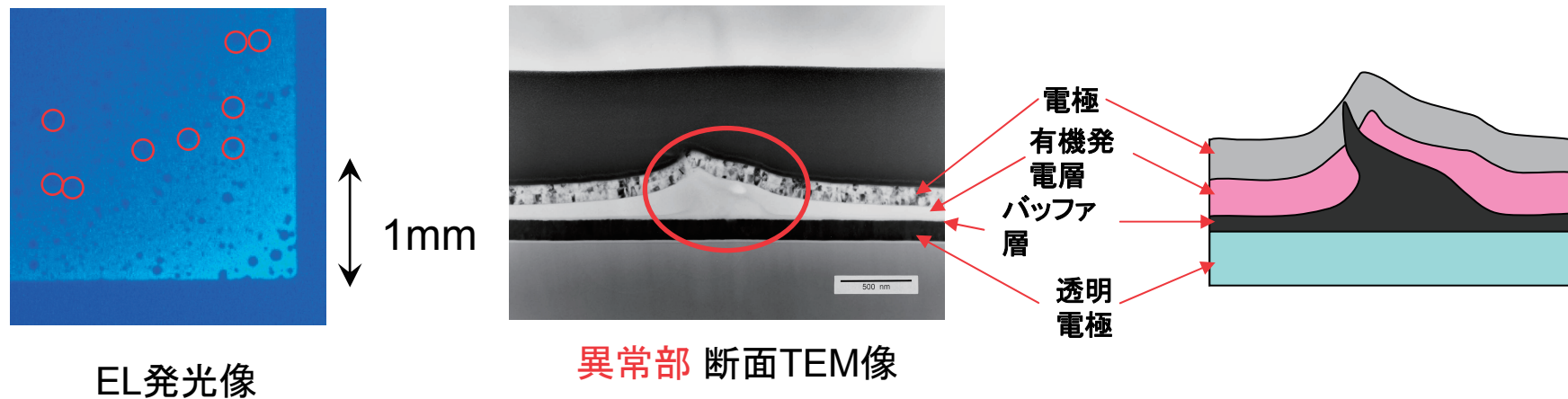


- J_{SC} のみが低下。
- 分光感度スペクトルの形状は変わらない。→有機材料の劣化はない。
- Al電極/発電層の界面で酸化Al信号が増加。
- 非発電領域がスポット状に現れる。

➤ Al電極が酸化されることによる実効発電面積の減少が支配的。

作製直後のセルの評価

- EL発光ダークスポットの断面TEM像 -



- ダークスポットの中心に、PEDOT:PSSの塊が存在していた。
- 発電層が薄くなっており、一部は上部Al電極まで到達している。
- PEDOT:PSSがAl電極の酸化を促進していた原因と考えられる。

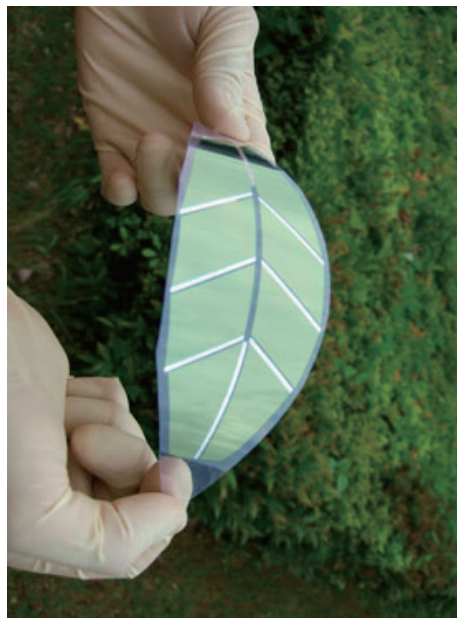
実用化技術：有機薄膜太陽電池サブモジュールの開発

小江 宏幸、他

- ・『有機薄膜太陽電池の製造技術に関する研究』の一環として、大面積化技術を検証するため、サブモジュールの試作を行った。
- ・有機ELディスプレイの量産技術として確立されている、ドライプロセスに基づく作製法を用いた。



クラスター型有機デバイス製造装置
(トッキ)



- ・観葉植物型のフレキシブル・サブモジュールを試作し動作を確認した。
- ・意匠性に優れた太陽電池として各種展示会などで注目。新たなニーズ開拓へ。

※本研究開発における成果は、三菱商事(株)、トッキ(株)との共同研究によるものです。

高集積化有機薄膜太陽電池モジュールを試作

【目的・背景】

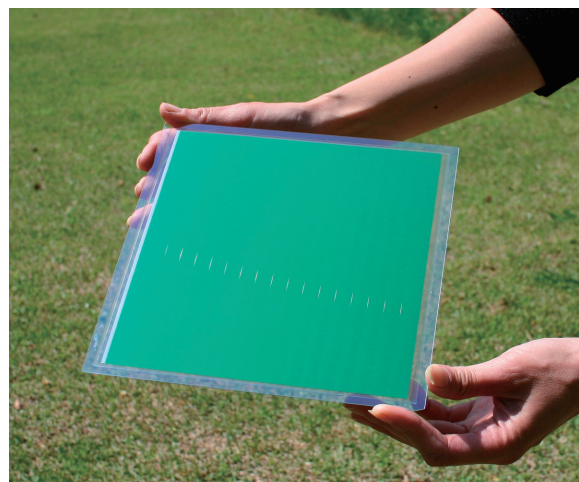
・太陽電池製造技術で用いられているレーザースクライブを、有機薄膜太陽電池モジュールへ導入した。これは発電効率を増やす為の集積化技術であり、有機薄膜太陽電池では世界に先駆けて試作した。

【研究内容】

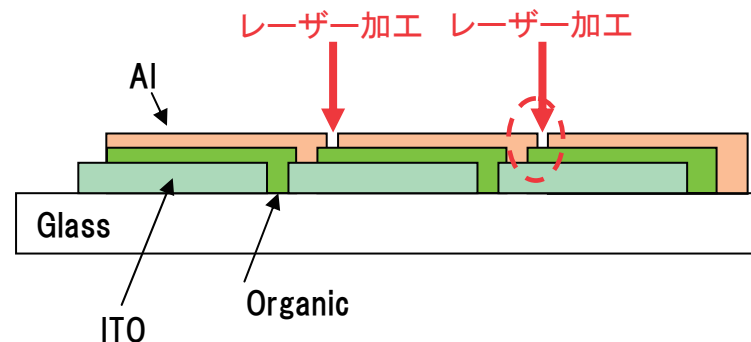
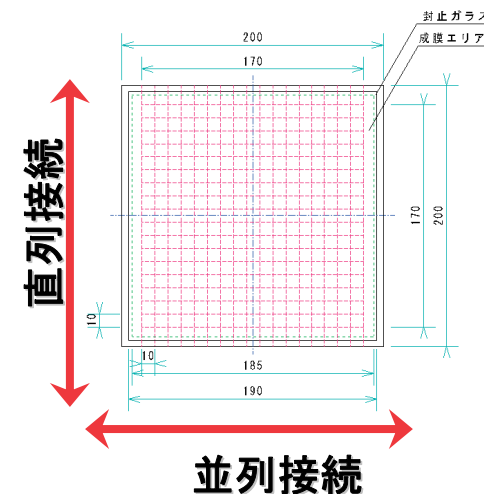
・有機層へのダメージが少ないレーザースクライブ技術を開発。
 ・本技術により、有機薄膜太陽電池の高集積化が可能となった。

【開発技術の用途】

・有機薄膜太陽電池モジュールの高出力化。
 ・有機薄膜太陽電池モジュールの量産化。



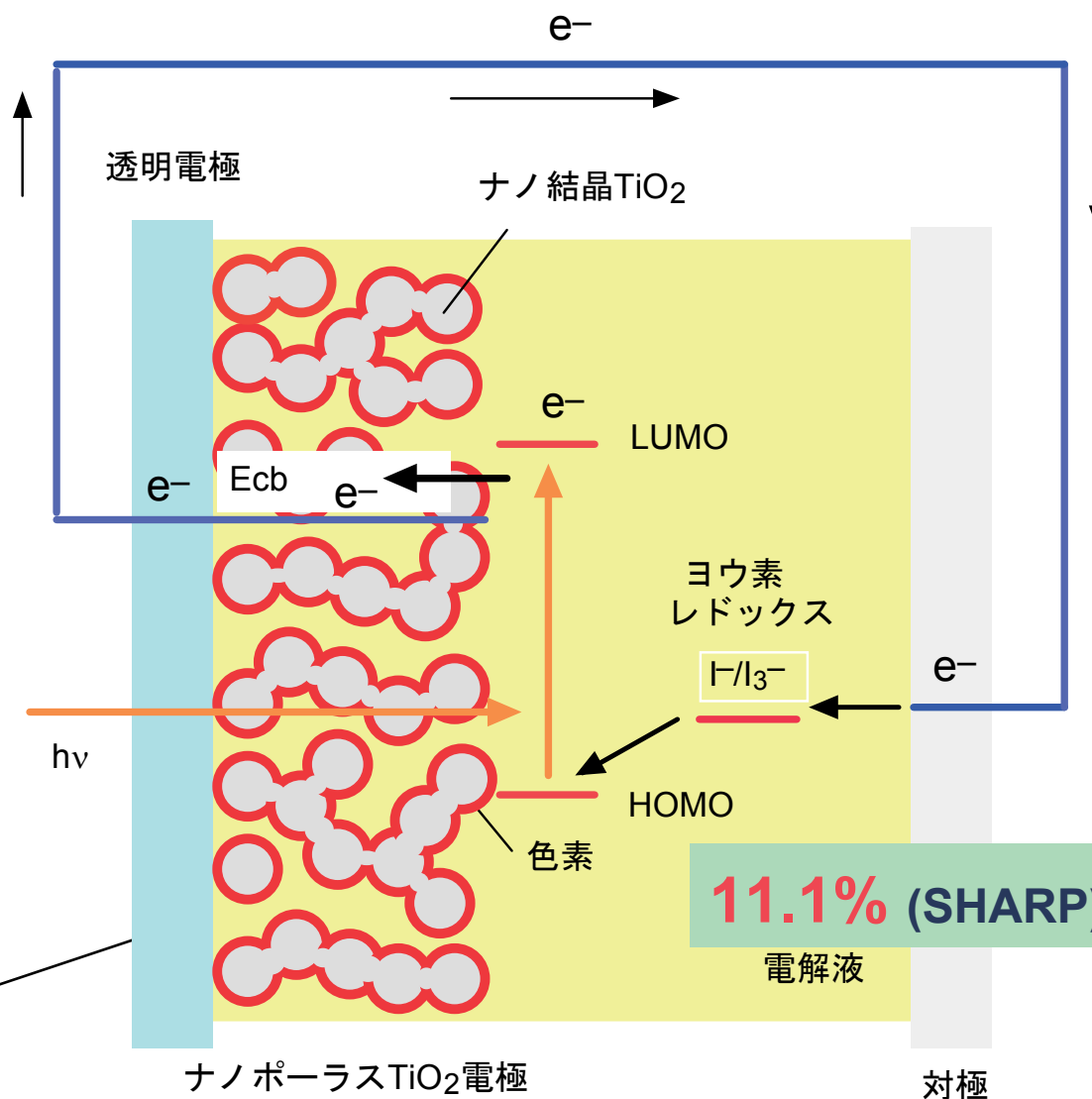
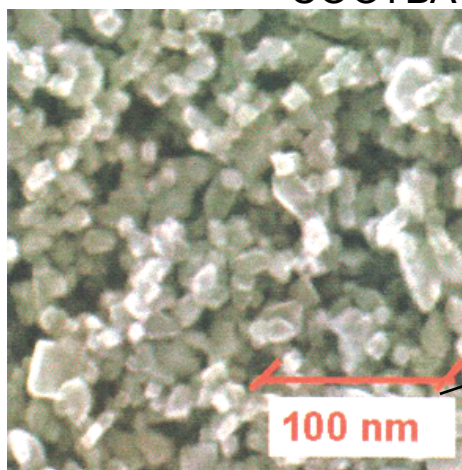
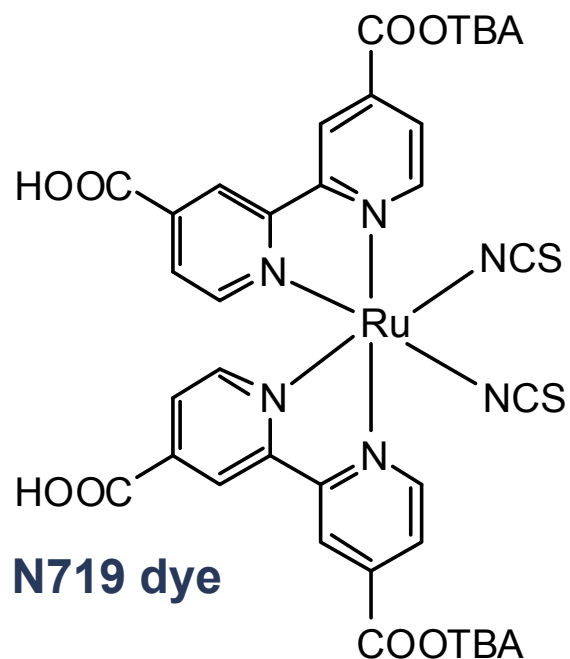
高集積化モジュール



レーザースクライブによるモジュール加工(3直列の例)

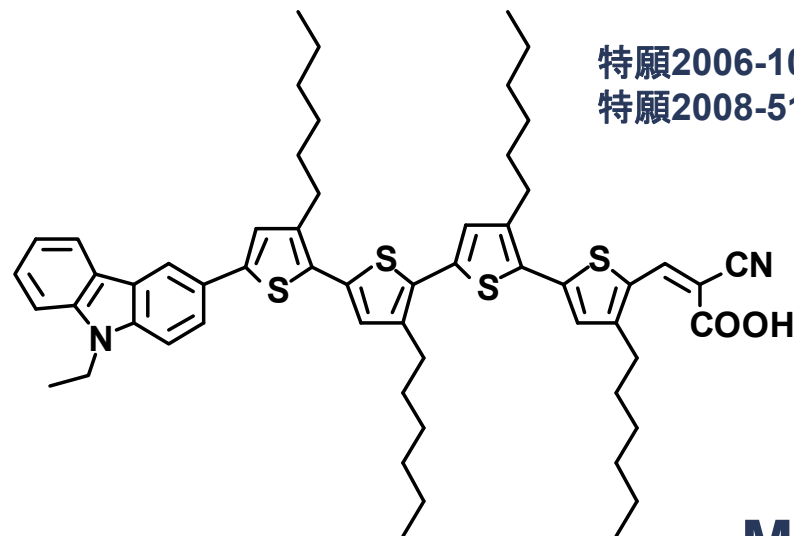
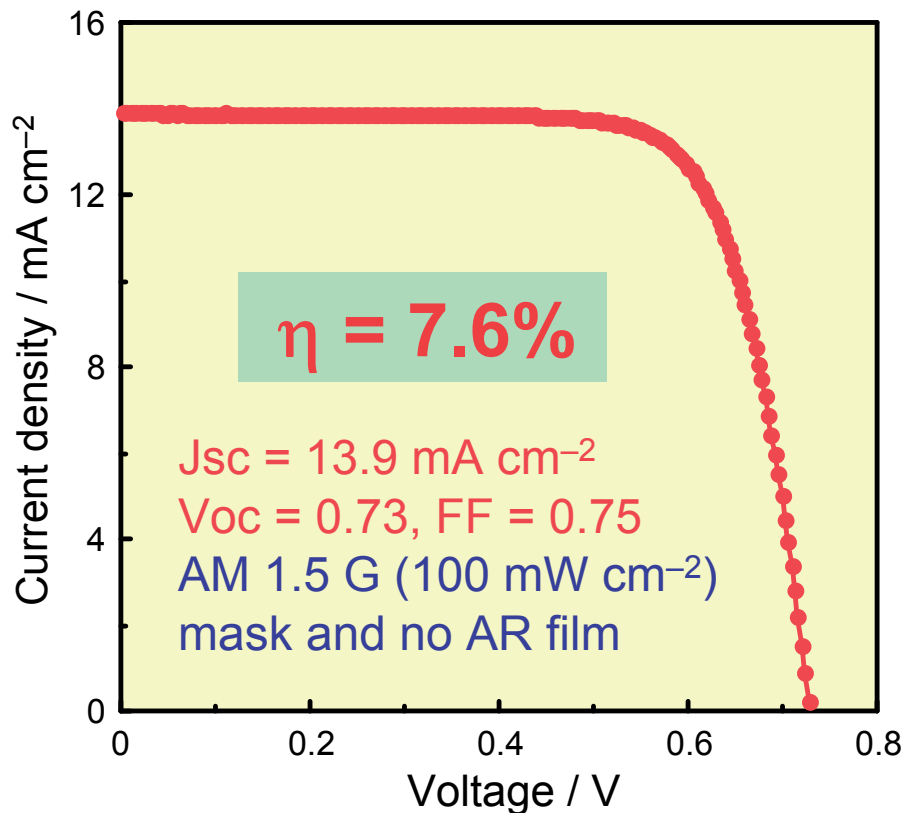
色素増感太陽電池の開発

原 浩二郎、甲村長利、他



有機色素MK-2とイオン液体電解液

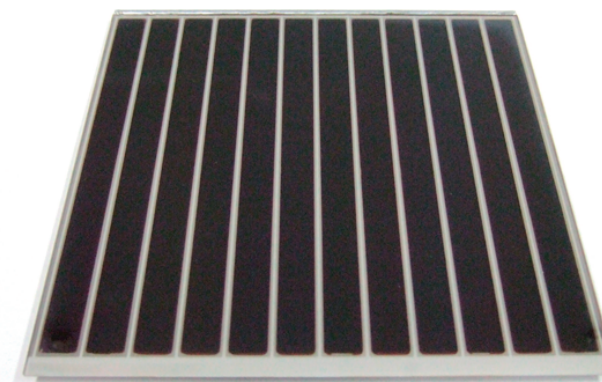
高耐久性を実現



特願2006-100920
特願2008-510859

MK-2

ガラス型サブモジュール
(MK-2とイオン液体電解液)

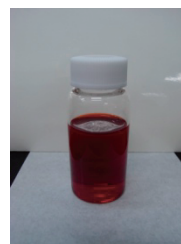


(株)SPD研究所が試作

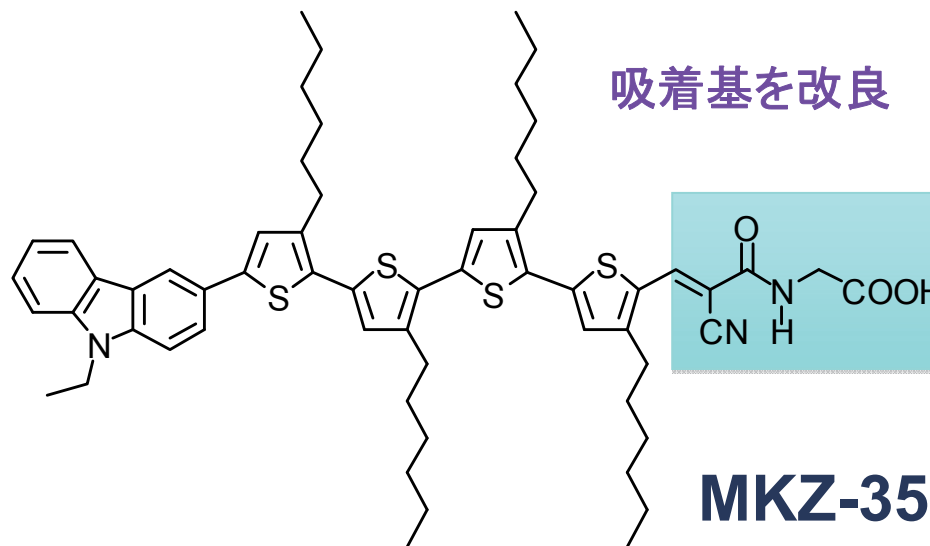
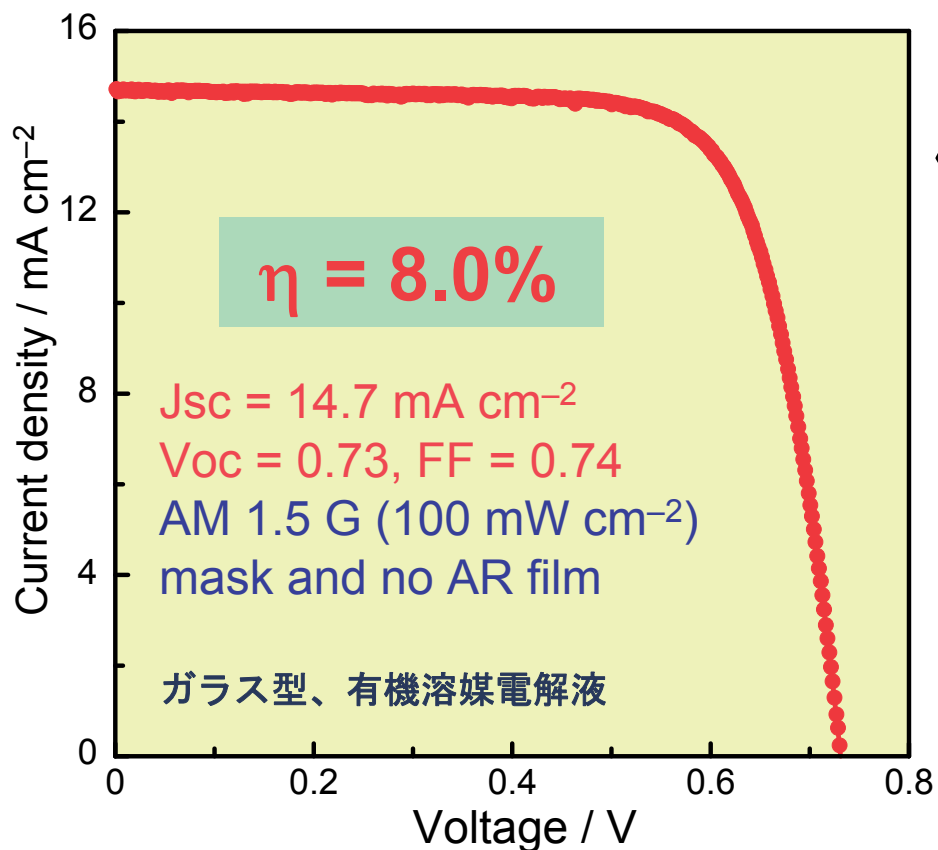
MK-2は、綜研化学株式会社が大量合成、販売

有機色素MK-2は産総研により開発され、
当社にて工業化しました

MK-2 was developed by AIST, and industrialized by Sokei.



改良型有機色素 (MKZ-35)



プラスチック型サブモジュール
 (MKZ-35と無色透明電解液)

PV EXPOにて出展



ペクセル・テクノロジーズ
 藤森工業との共同研究

プラスチック型で効率と耐久性が向上

次世代有機太陽電池の研究： 単結晶有機半導体を用いた太陽電池の検討

宮寺 哲彦、大橋 昇、他

従来のバルクヘテロ接合とは異なる、新概念の発電機構を検討。

→ 単結晶有機半導体を用いた励起子拡散長、電荷輸送能の向上

有機半導体単結晶の太陽電池化：

トレインサブレーション法

