

# 産総研における 太陽光発電研究の概要

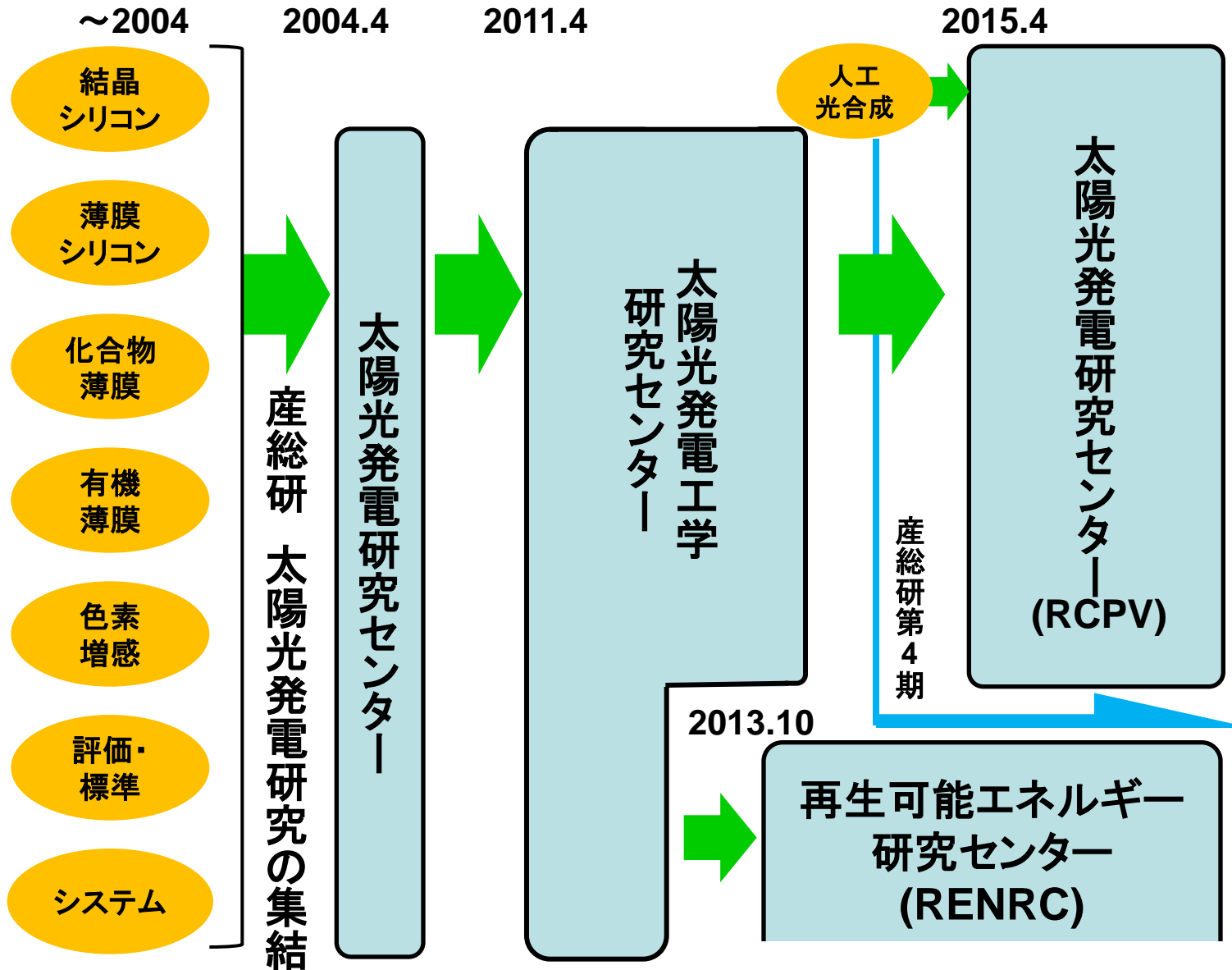
エネルギー・環境領域  
太陽光発電研究センター  
研究センター長 松原 浩司

**AIST太陽光発電研究成果報告会2018**  
**2018年11月13～14日**

# 産総研における 太陽光発電研究

## — 体制 —

# 産総研の太陽光発電研究体制



# 太陽光研究のポートフォリオ

共通基盤 技術	屋外性能評価技術 システム安全性 発電量予測 生涯発電量推定	高精度性能評価技術の高効率・低コスト化 国際整合性検証・改善	
太陽電池 高性能化	新規化合物系 モジュール長期信頼性技術 有機系薄膜太陽電池	CIGS太陽電池	結晶Si太陽電池
革新的 太陽電池	スマートスタック 量子ドット、 ナノシリコン	III-V族 高速製膜	
太陽エネル ギー利用	人工光合成・光電極 有用化学品製造	環境浄化光触媒	

目的基礎



橋渡し後期

# 産総研の太陽光発電研究体制

太陽光発電研究センターと再生可能エネルギー研究センターが一体となって日本の中核研究機関の役割を担う。

## 九州センター

- 屋外曝露サイト
- 実環境性能評価
- モジュール信頼性

## 福島再生可能 エネルギー研究所 (FREA)

- 結晶シリコン
- PVを含むエネルギーネットワーク

## つくばセンター

- 各種太陽電池
- モジュール信頼性
- 評価・標準
- 安全、保安

青字: 太陽光発電研究センター(RCPV)

緑字: 再生可能エネルギー研究センター(RENRC)

# 太陽光発電研究 センター

## 研究センター長

松原 浩司

## 副研究センター長

増田 淳

吉田 郵司

## 首席研究員

佐山 和弘

- ・ユニット支援スタッフ(3名)
- ・企画調整班

H30.4.1現在

常勤研究員43名

評価・標準チーム  
(吉田 正裕)

システムチーム  
(大関 崇)

モジュール信頼性チーム  
(千葉 恭男)

化合物薄膜チーム  
(石塚 尚吾)

先進プロセスチーム  
(松井 卓矢)

先進多接合デバイスチーム  
(菅谷 武芳)

有機系薄膜チーム  
(近松 真之)

機能性材料チーム  
(佐山 和弘)

# 再生可能エネルギー研究センター

## 研究センター長

古谷 博秀

## 副研究センター長

安川 香澄

吉田 郵司 (兼務)

栗山 信宏 (兼務)

・ユニット支援スタッフ(2名)

エネルギーネットワークチーム

(大谷 謙仁)

水素キャリアチーム

(辻村 拓)

水素・熱システムチーム

(前田 哲彦)

風力エネルギーチーム

(小垣 哲也)

太陽光チーム

(高遠 秀尚)

地熱チーム

(浅沼 宏)

地中熱チーム

(内田 洋平)

# 産総研における 太陽光発電研究

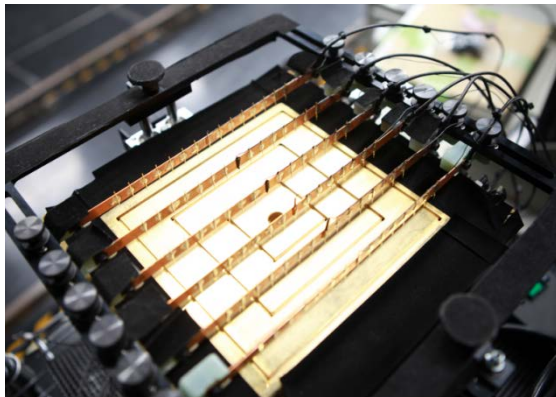
## — 研究内容 —



# 性能評価技術 (RCPV評価・標準チーム)

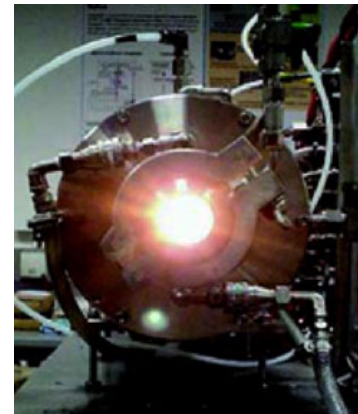
- 太陽電池発電性能評価技術の開発
  - 新型太陽電池高精度評価技術
  - 屋外高精度性能評価技術
- 基準太陽電池校正技術の開発

新型太陽電池に対応した評価手法

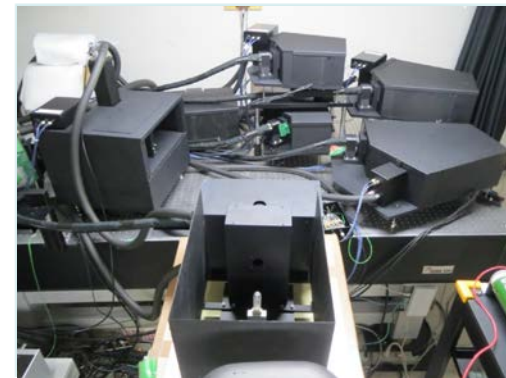


多数バスバー対応プローバー

校正能力向上に向けた開発



超高温定点黒体炉



6分岐ファイバ型  
分光放射計

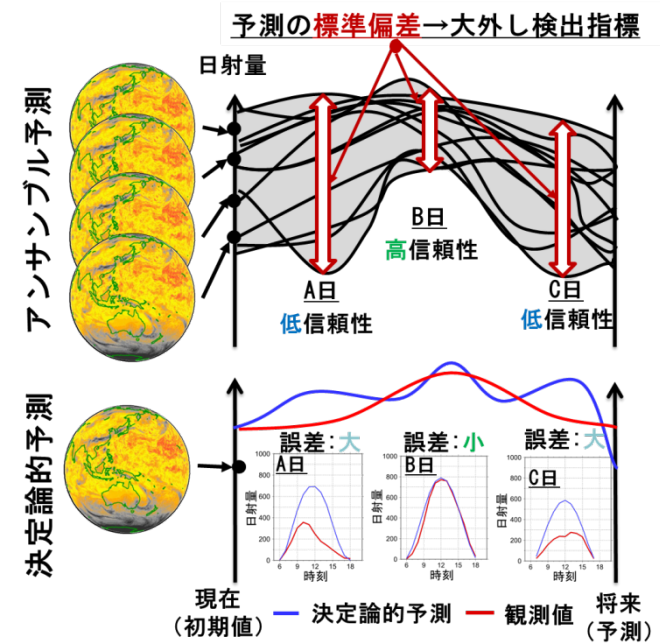
# システム関連技術

(RCPVシステムチーム,  
RENRCエネルギーネットワークチーム)

- システム安全化に関する研究
- システム発電特性最大化技術
- システムの発電特性総合評価技術
- 分散電源の系統協調と高度化技術
- 電力需給制御における発電予測技術開発



スマートシステム研究棟 (@FREA)



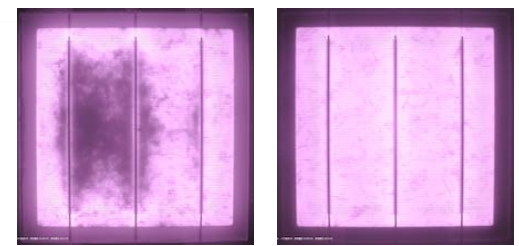
日射量予測の大外れ検出指標

# モジュール技術

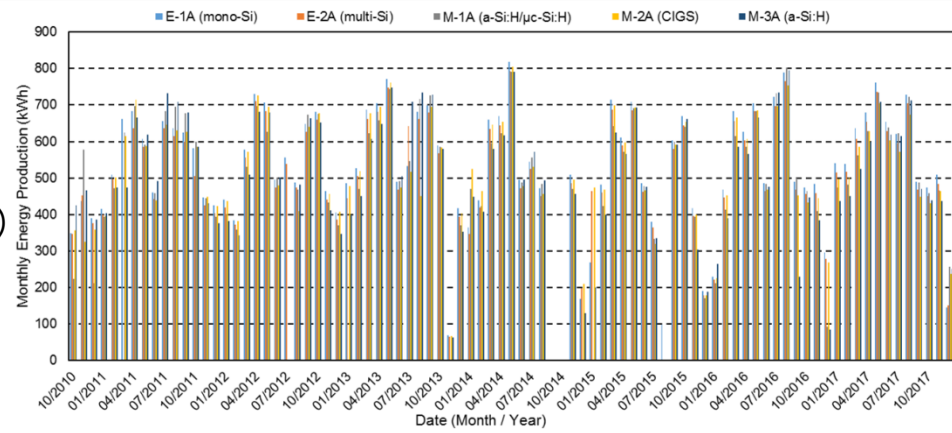
(RCPVモジュール信頼性チーム,  
RENRC太陽光チーム)

- 信頼性評価技術
- 長寿命化技術
- 実環境性能評価

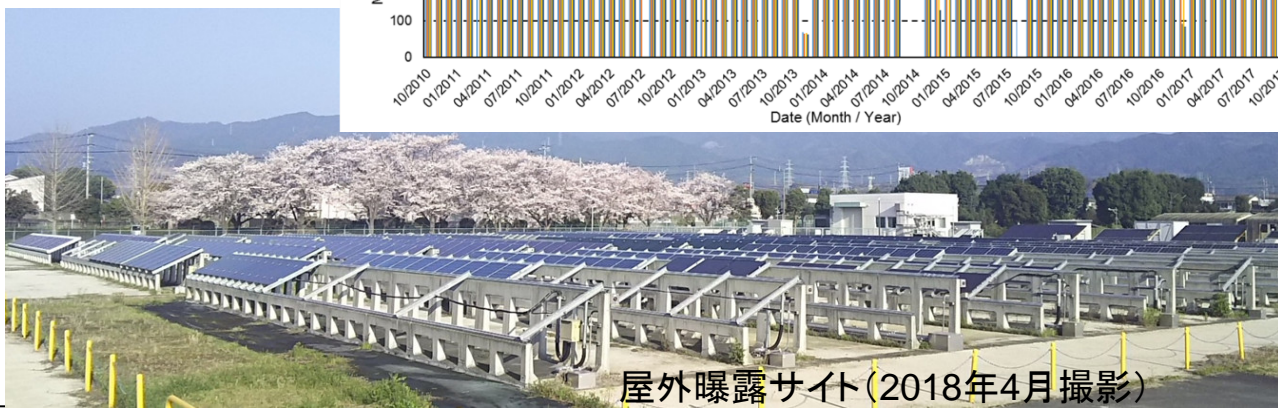
DH試験(8000h)後のEL像



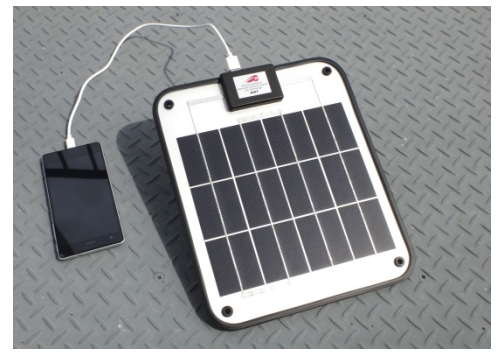
標準型    サブストレート型



5種のモジュールの月間発電量(7年間)



屋外曝露サイト(2018年4月撮影)



サブストレート型の実用化

# 結晶シリコン太陽電池

(RENRC太陽光チーム,  
RCPV先進プロセスチーム)

- 高効率結晶シリコン太陽電池セル

- PERC型
- ヘテロ接合型
- バックコンタクト型
- 両面受光型

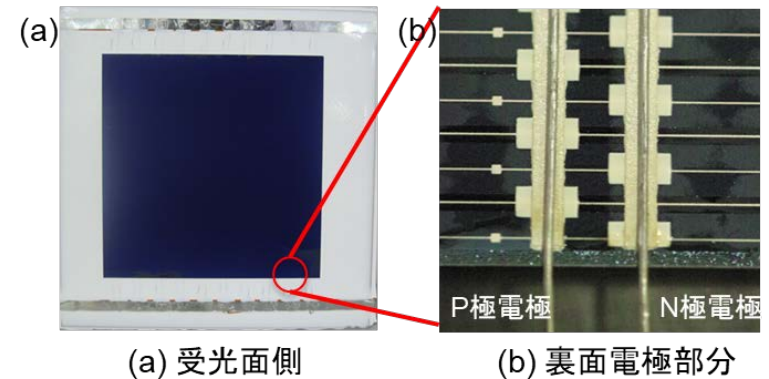
- プロセス技術

- イオン注入
- 薄型ウエハスライス

- インゴット結晶成長技術

- 評価技術

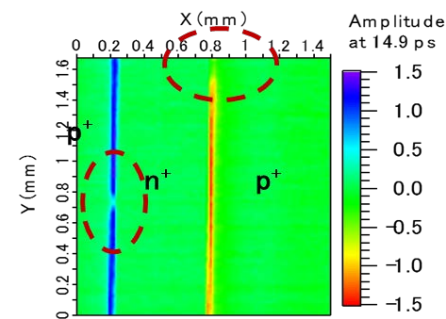
- レーザTHz顕微鏡
- 内部量子効率マッピング



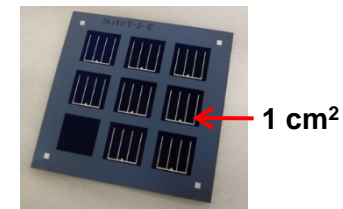
(a) 受光面側

(b) 裏面電極部分

両面受光-裏面電極型セル



レーザTHz顕微鏡による  
接合リークの評価

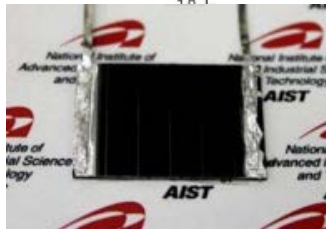
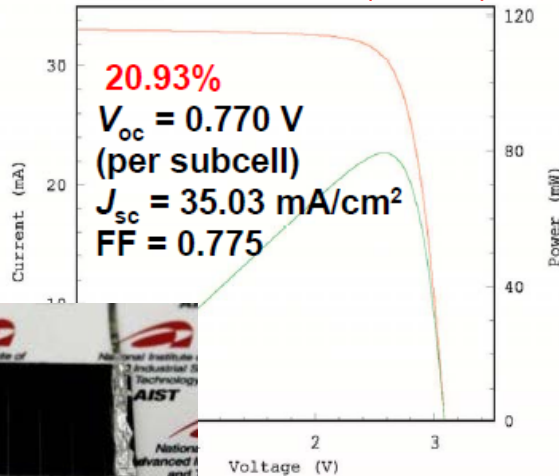


ヘテロ接合型セル

# 化合物薄膜太陽電池 (RCPV化合物薄膜チーム)

- CIGS ( $\text{CuIn}_{1-x}\text{Ga}_x\text{Se}_2$ )太陽電池の高効率化
- CZTS ( $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S},\text{Se})_4$ ) 等の代替材料

I-V CURVE  
IEC60904-3Ed.3 3.792 cm<sup>2</sup>(designated area)  
LACS **3.792 cm<sup>2</sup> (4 cells)**



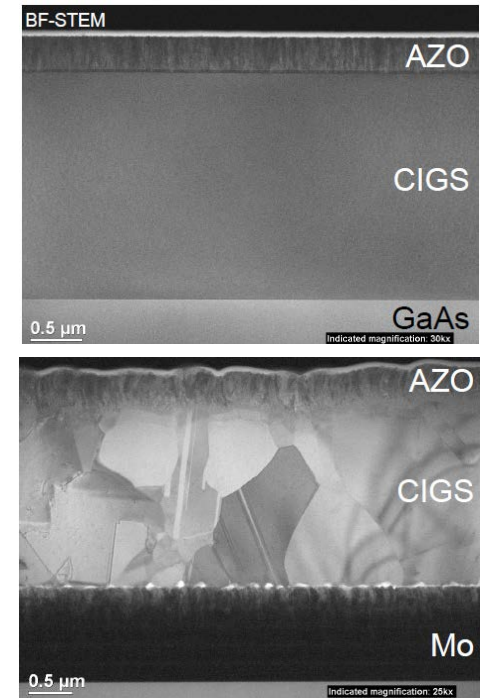
変換効率20.9%を達成したCIGSミニモジュールのI-V特性

Date : 31 May 2018  
Data No : SQ3469-8-1  
Sample No : SQ3469-8  
Repeat Times : 5

$I_{sc}$	33.21 mA
$V_{oc}$	3.081 V
$P_{max}$	79.4 mW
$I_{pmax}$	30.92 mA
$V_{pmax}$	2.567 V
F.F.	77.5 %
Eff (da)	20.93 %
DTemp.	25.0 °C
MTemp.	25.1 °C
DIRr.	100.0 mW/cm <sup>2</sup>
MIRR.	99.9 mW/cm <sup>2</sup>

Ref. Device No  
CSI17  
Cal. Val. of Ref.  
124.67[mA at 100mW/cm<sup>2</sup>]

Scan Mode  
Voc to Isc



単結晶薄膜CIGS太陽電池

# スマートスタック太陽電池

(RCPV先進多接合デバイスチーム,  
RENRC太陽光チーム)

- 金属ナノ粒子を利用したスマートスタック技術
- 低コストIII-V族化合物太陽電池作製技術(H-VPE法)

## ・スマートスタック太陽電池

III-V 4接合セル    CIGS上 3接合セル    Si上 3接合セル



$\eta = 33.1\%$

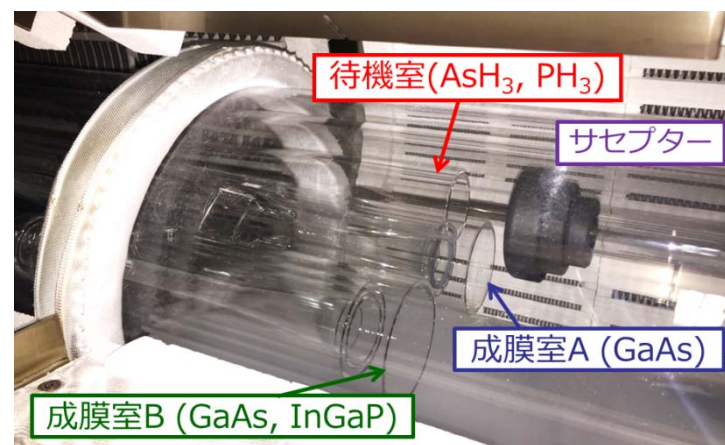


$\eta = 24.2\%$



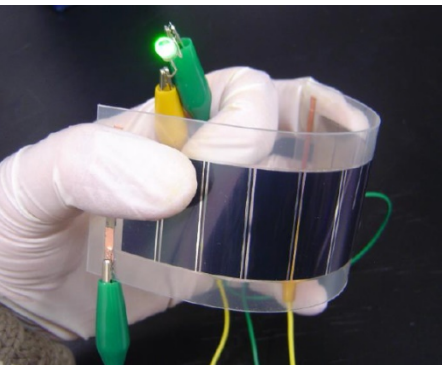
$\eta = 27.7\%$

## ・H-VPE 装置の反応管

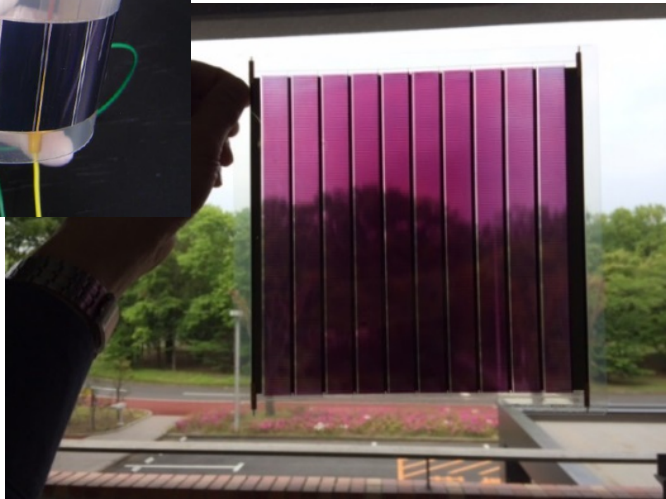


# 有機薄膜太陽電池 (RCPV有機系薄膜チーム)

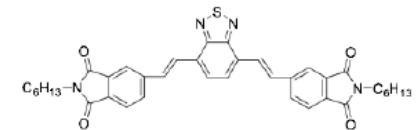
- 有機材料の特徴を活かした用途開拓
- 特性改善に向けた材料探索、解析
- 屋内向け基準セルに向けた標準化活動



フレキシブル  
モジュール

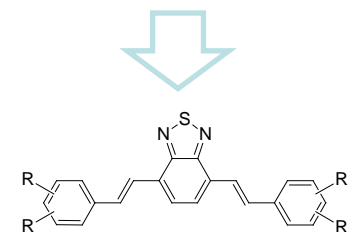
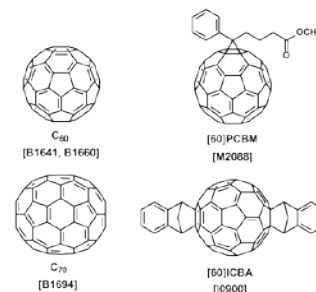


シースルーモジュール



既知物質

J. T. Bloking *et al.*, Chem. Mater.  
23, 5484 (2011).



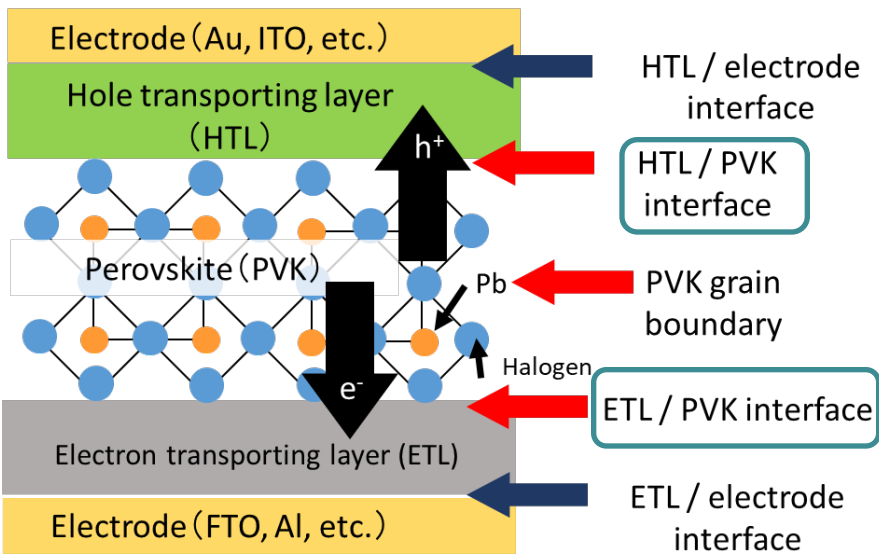
耐熱性の向上

非フラレン系新規 n型半導体

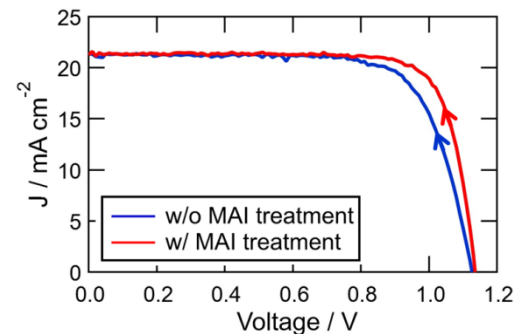
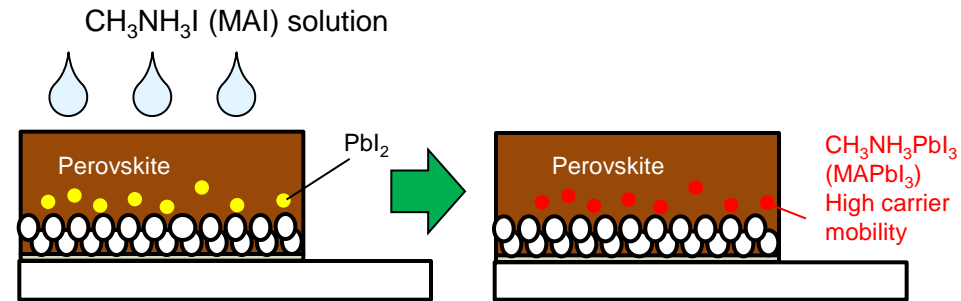
# ペロブスカイト太陽電池 (RCPV有機系薄膜チーム)

- 色素増感太陽電池、有機薄膜太陽電池、無機化合物太陽電池、材料計算科学等の知見を総合して、ペロブスカイト太陽電池の高性能化に取り組む。

- 界面制御による高性能化



- 未反応材料の反応完了による特性改善

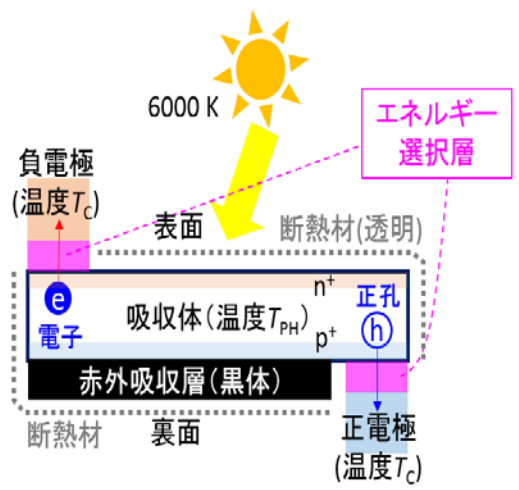




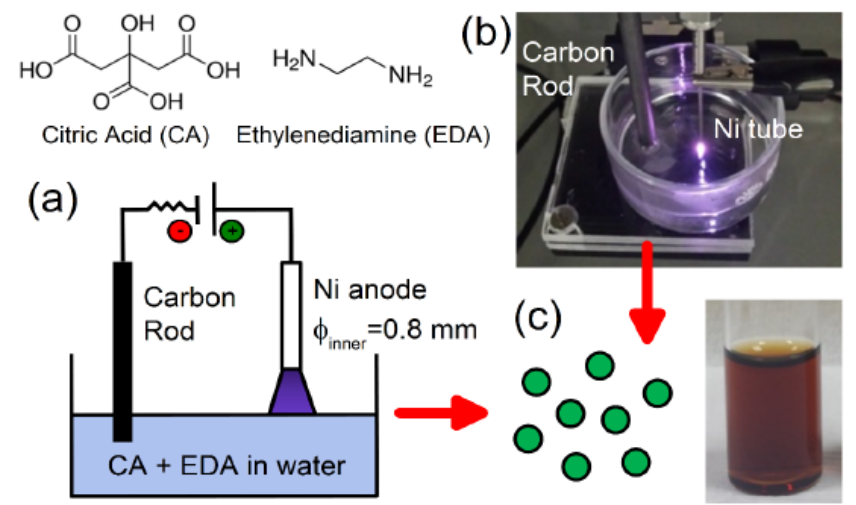
# 革新的太陽電池技術

(RCPV先進多接合デバイスチーム, 先進プロセスチーム, RENRC太陽光チーム)

- 中間バンド型量子ドット太陽電池
- MEG型量子ドット太陽電池
- 熱回収型太陽電池 等



熱回収型太陽電池の概念図



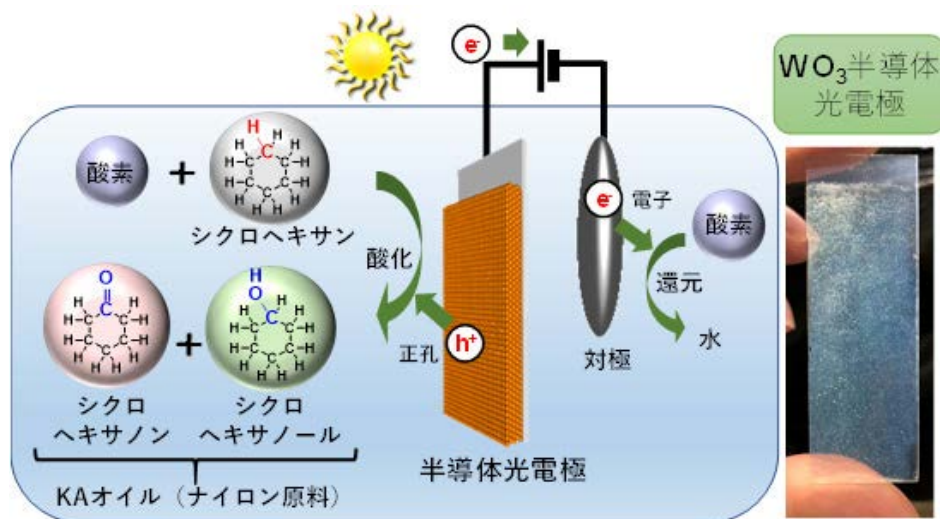
大気圧マイクロプラズマによる炭素ナノ結晶合成

# 太陽光の革新利用技術

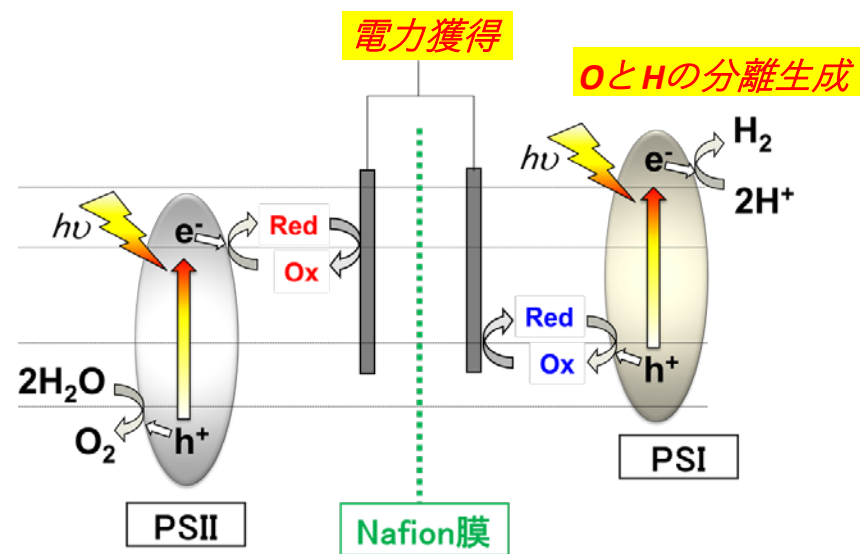
## —光触媒・人工光合成—

### (RCPV機能性材料チーム)

- 色素増感太陽電池の革新材料・近赤外用増感色素開発による高効率化
- 半導体光触媒や光電極を用いた人工光合成技術の開発
- 太陽エネルギーを効率良く利用するための様々な要素技術開発



シクロヘキサンから常温・常圧でKAオイルを製造




電力貯蔵を伴う水分解反応系

# Global Alliance for Solar Energy Research Institutes (GA-SERI)

- 産総研は独フラウンホーファー研究機構太陽エネルギーシステム研究所、米国国立再生可能エネルギー研究所との間で国際的な連携協定覚書を締結。
- 2018.4.26~27に米国デンバーで第2回のテラワットワークショップを開催。
- このワークショップでの成果を論文として準備中。





経済産業省、環境省、内閣府等 政府関係各位、  
NEDO、JST、JSPS、大学、研究機関各位、  
企業各位のご支援に厚く御礼申し上げます。