

設置自由度の高いペロブスカイト太陽電池の 実用化開発

グリーンイノベーション基金事業/
次世代型太陽電池実用化事業/
設置自由度の高いペロブスカイト太陽電池の実用化技術開発

発表：2026年07月22日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名 山本 修平

(株)エネコートテクノロジーズ

問い合わせ先 株式会社エネコートテクノロジーズ E-mail: info@enecoat.com

事業概要

1. 目的

コスト競争力が高く、軽量・フレキシブルなペロブスカイト太陽電池を開発し、既存技術では設置できなかった耐荷重の小さな場所への設置を目指す

2. 期間

2021.2 ～ 2026.3

3. 目標（最終）

900cm²サイズパネル：変換効率18%、劣化率1.0%/年、稼動年数15年、パネル単価2,500円（154円/W相当）→ 発電コスト20円/kWh相当

4. 成果・進捗概要

- ・30cm角以上のフィルムモジュールでPCE=16%達成
- ・30cm角以上のフィルムモジュールで耐湿熱性試験（85℃、85%RH、2,000h）維持率90%以上達成

会社概要

創業 Founded	起源 Origin	人員 People	株主 Shareholders	調達総額 Equity
2018	京大発	110+	40+	87億円

会社のスローガン

ペロブスカイト太陽電池で未来を創ります。

Build The Future With Perovskite Solar Cells.



拠点紹介

MAC

槇島イノベーションセンター



京都駅

PMDC

ペロブスカイト
槇島開発
センター



約12km

京都大学宇治キャンパス



UDC

宇治開発センター



KPIC (本社工場)

京都PSCsイノベーションセンター



グリーンイノベーション基金活動

■ グリーン成長戦略において実行計画を策定している重点14分野

エネルギー関連産業



① 洋上風力
太陽光・地熱産業
(次世代再生可能エネルギー)



② 水素・燃料
アンモニア産業



③ 次世代
熱エネルギー産業



④ 原子力産業

輸送・製造関連産業



⑤ 自動車・
蓄電池産業



⑥ 半導体・
情報通信産業



⑦ 船舶産業



⑧ 物流・人流・
土木インフラ産業



⑨ 食料・
農林水産業



⑩ 航空機産業



⑪ カーボンリサイクル
・マテリアル産業

家庭・オフィス関連産業



⑫ 住宅・建築物
産業・次世代電力
マネジメント産業



⑬ 資源循環
関連産業



⑭ ライフスタイル
関連産業

次世代型太陽電池の開発

テーマ	事業者
超軽量太陽電池 R2R 製造技術開発	幹事 積水化学工業株式会社 国立大学法人東京大学 学校法人立命館立命館大学
フィルム型ペロブスカイト太陽電池 実用化技術	幹事 株式会社東芝 国立大学法人東京大学 学校法人立命館立命館大学
設置自由度の高いペロブスカイト太陽 電池の実用化技術開発	幹事 株式会社エネコートテクノロジーズ 国立大学法人京都大学
高効率・高耐久モジュールの実用化 技術開発	幹事 株式会社アイシン 国立大学法人東京大学
高性能ペロブスカイト太陽電池技術 開発	株式会社カネカ
次世代型ペロブスカイト太陽電池の 実用化に資する共通基盤技術開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所

エネコートのコンソーシアム

エネコートのミッション：京都大学発の技術を社会実装につなげる



京都大学
KYOTO UNIVERSITY

<実用化技術開発>

生産技術開発

- ・大面積塗布技術
- ・高速成膜技術開発
- ・試作ラインでの低コスト化の実証
- ・特性・耐久性評価

市場開拓

- ・アプリケーションに適したデザイン開発
- ・新規顧客の獲得へ向けた活動

技術移転

フィードバック

<基盤研究開発>

新材料開発

- ・ペロブスカイト半導体材料
- ・電荷回収層材料、基板材料
- ・成膜方法
- ・界面制御技術
- ・パターン化技術
- ・特性・耐久性評価

塗工技術開発

- ・大面積塗布に適した材料
- ・塗布方法の開発

創業時より強力な産学連携体制を推進
➡ 独自材料、独自プロセスの開発に成功

開発目標

エネコートの研究開発目標

研究開発項目

発電コスト20円/kWhを達成する
軽量ペロブスカイト太陽電池の開発

研究開発内容

1 高出力化

2 高耐久化

3 生産技術確立

4 市場開拓

900cm²サイズパネル：

変換効率18%、劣化率1.0%/年、稼動年数15年、パネル単価2,500円（154円/W相当）

KPI

変換効率18%を達成

“屋外15年に相当する加速試験”にて初期
特性の85%維持を達成

- ・材料利用効率95%以上の塗布方法を
開発
- ・裏面電極材料コストを30%以下に低減
- ・2025年までにパネル単価2,500円
(900cm²)が達成できるエビデンスを獲得

多数の顧客面談より、実用化事業における
実証実験時の想定される課題が抽出され
ていること。

KPI設定の考え方

別添6：発電コスト試算表より試算された目標値：
20円/kWhより、
900cm²：PCE = 18%相当
稼動年数15年、劣化率1.0%/年
稼動年数15年：85℃/85%RH、2,000hの連続
試験を想定

- ・材料利用効率の高い大面積塗布法を用いること
で、低コスト化を実現する
- ・現在の高価な貴金属を、安価な材料で使いこなす
- ・パイロットラインによる大量生産に向けた検証実験に
より、大量生産時におけるシステム単価の目標値をシ
ミュレーションする

実用化事業において速やかにスタートし、かつ有効な
実証実験を行うための活動

開発目標

提案時より、デバイス構造、材料などの条件が異なってきたため、発電コストを再試算した

想定5kW建設

当初目標値

変換効率	18%
劣化率	1.00%/年
稼働年数	15年
システム単価 (パネル単価)	225,000円/kW (153,000円/kW)
O&M	3,000円

本PJ終了時

変換効率	16%
劣化率	1.00%/年
稼働年数	15年
システム単価 (パネル単価)	218,356円/kW (144,356円/kW)
O&M	3,000円

発電コスト

システム価格	16.79円/kWh
排気処理費	0.54円/kWh
O&M費	2.67円/kWh
合計	20.0円/kWh

システム価格	16.29円/kWh
排気処理費	0.52円/kWh
O&M費	2.67円/kWh
合計	19.49円/kWh

順型から逆型へのシフトに伴い、
以下の項目でコストダウンに目途

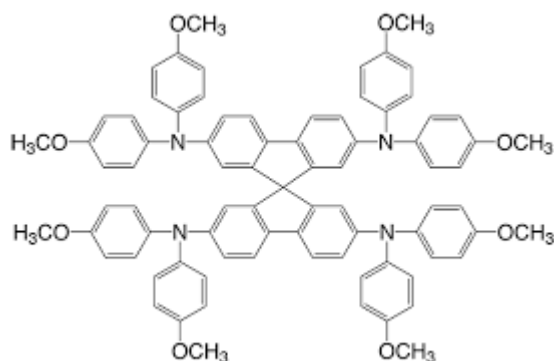
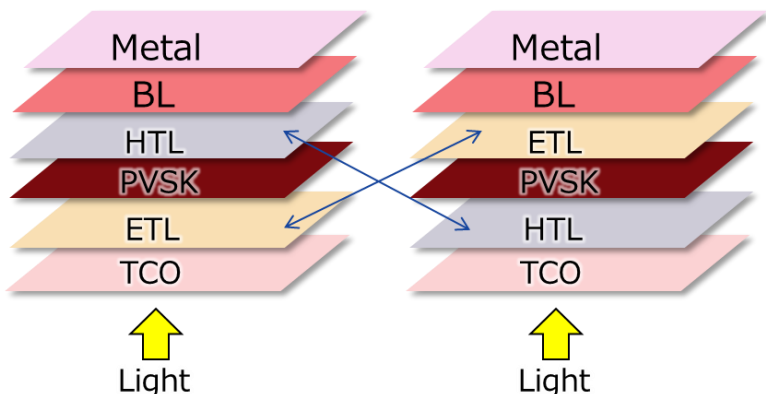
- ・材料の低価格化
 - ・材料使用料の減少
 - ・プロセス省力化
 - ・設備装置価格の精緻化
 - ・システム価格の精緻化
- 等により価格減少に目途

結果として、PCE=16%でも発電コスト20円/kWhの達成に目途
➡ 目標PCEを16%に再設定

技術進捗 (既報)

順型(n-i-p)

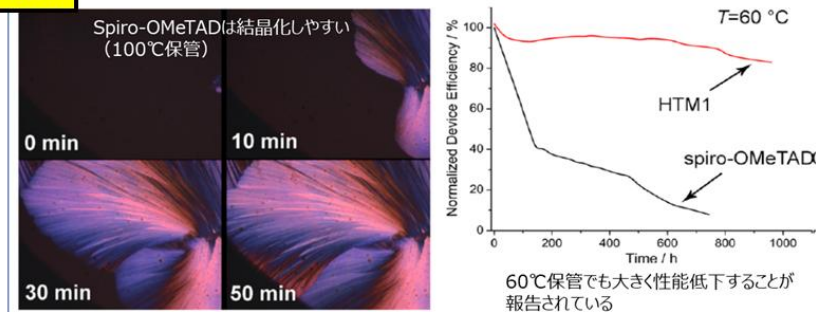
逆型(p-i-n)



Spiro-OMeTADの化学構造

spiro-OMeTADの問題点

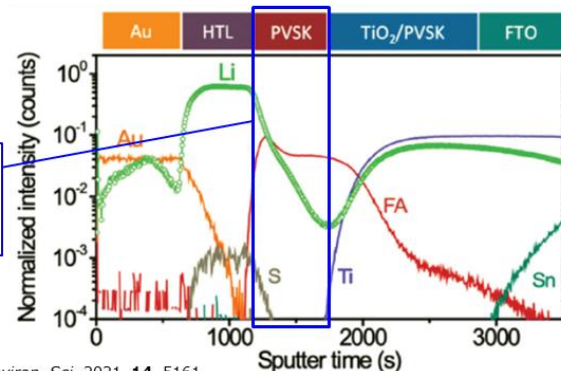
① spiroの結晶化



T. Malinauskas et al., ACS Appl. Mater. Interfaces 2015, 7, 11107

② ドーパントの拡散

ToF-SIMSにて、Liイオンがペロブスカイト層に拡散していることが報告されている

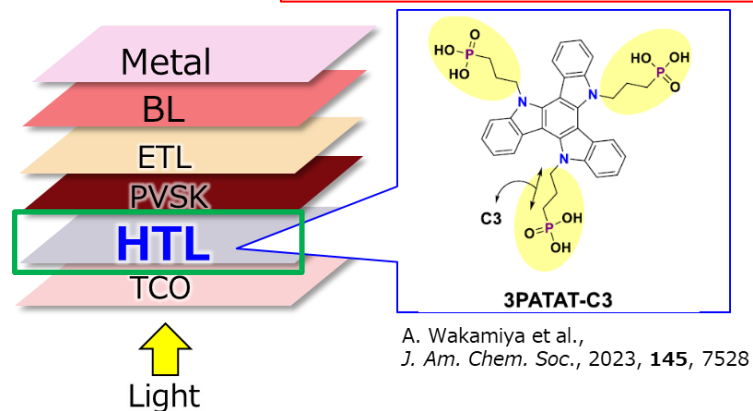


F. M. Rombach et al., Energy Environ. Sci., 2021, 14, 5161

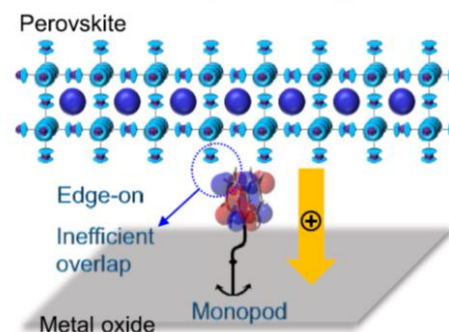
spiro-OMeTADは使い勝手の良い材料ではあるが、耐久性の懸念が報告されている

技術進捗 (既報)

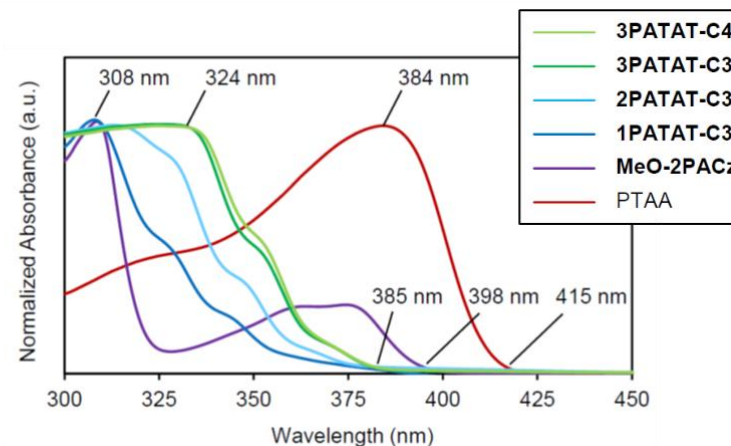
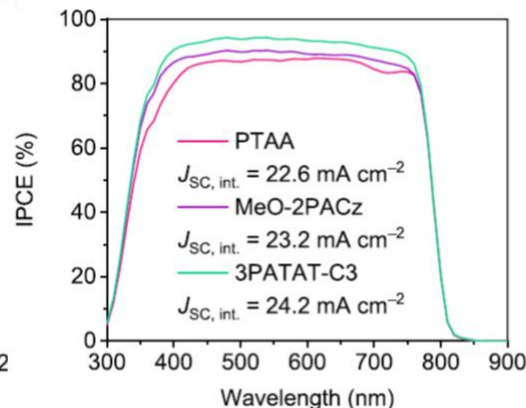
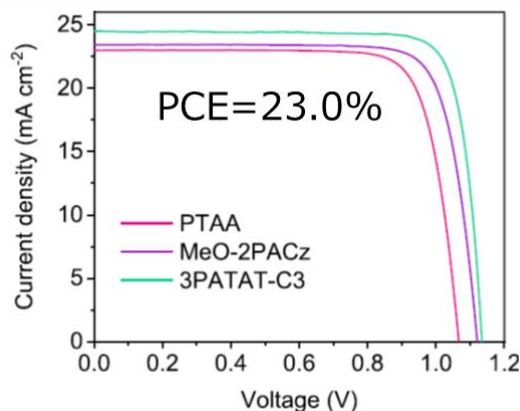
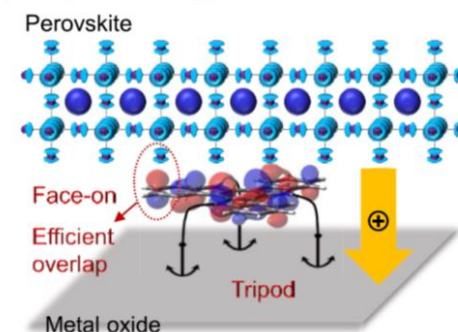
PATAT=Phosphonic acid functionalized Triazatruxene



a) Conventional Monopodal Strategy:



b) Multipodal Strategy:



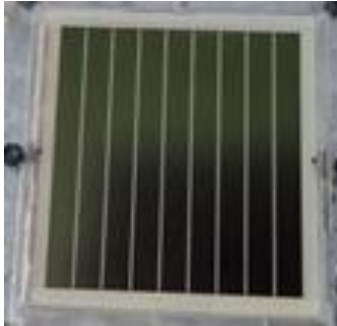
PATATの特徴

- ・ 材料自身の可視光吸収量が少ない
- ・ 単分子膜のため、吸収量が少なく、界面の干渉が防げる
- ・ 単分子膜のため、膜の抵抗が少ない

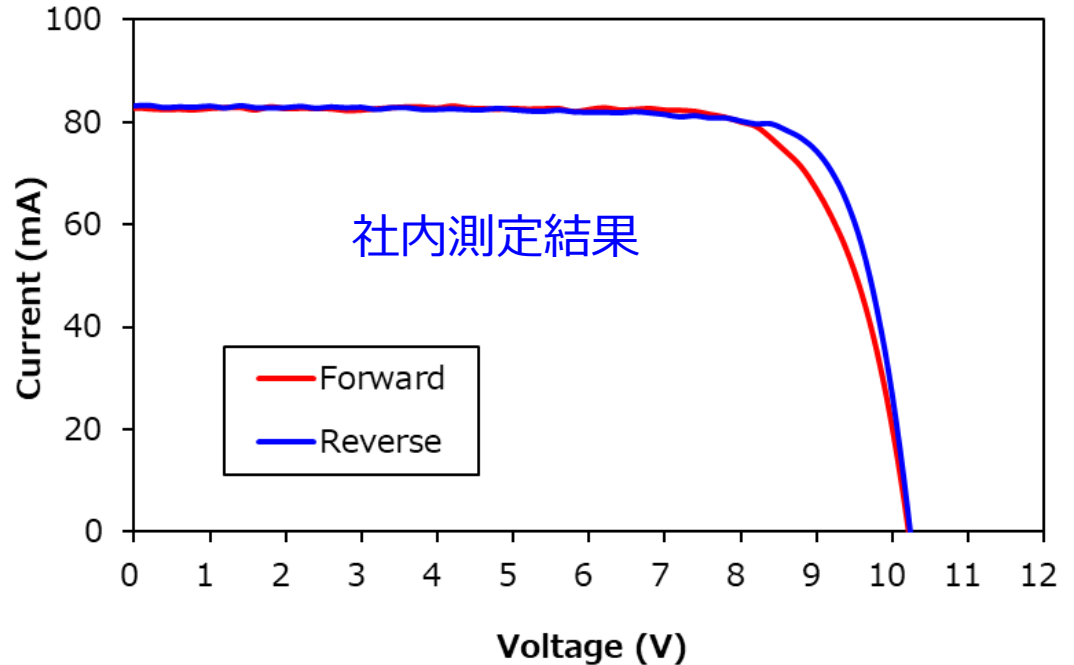
技術進捗 ～初期特性①

G2サイズから切り出して作製した小型モジュールにて、PCE=17%を得た

75mm² モジュール



外観図



	Voc(V)	Isc(mA)	FF	PCE(%,d.a.)
Forward	10.21	79.2	0.77	16.5
Reverse	10.24	76.9	0.79	17.1

技術進捗 ～初期特性②

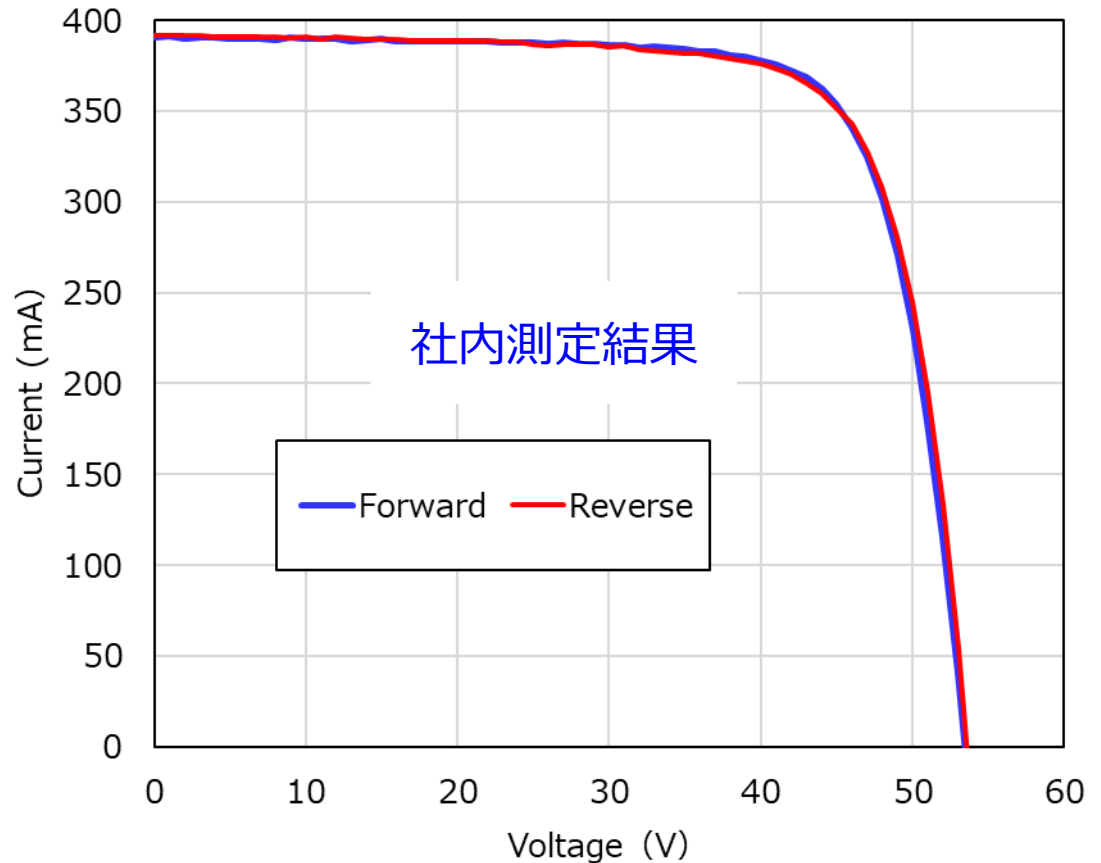
G2サイズフィルムモジュールにて、PCE=17.2%(d.a.)を得た

G2サイズフィルムモジュール



外観図

開口部面積： 926.5 cm²

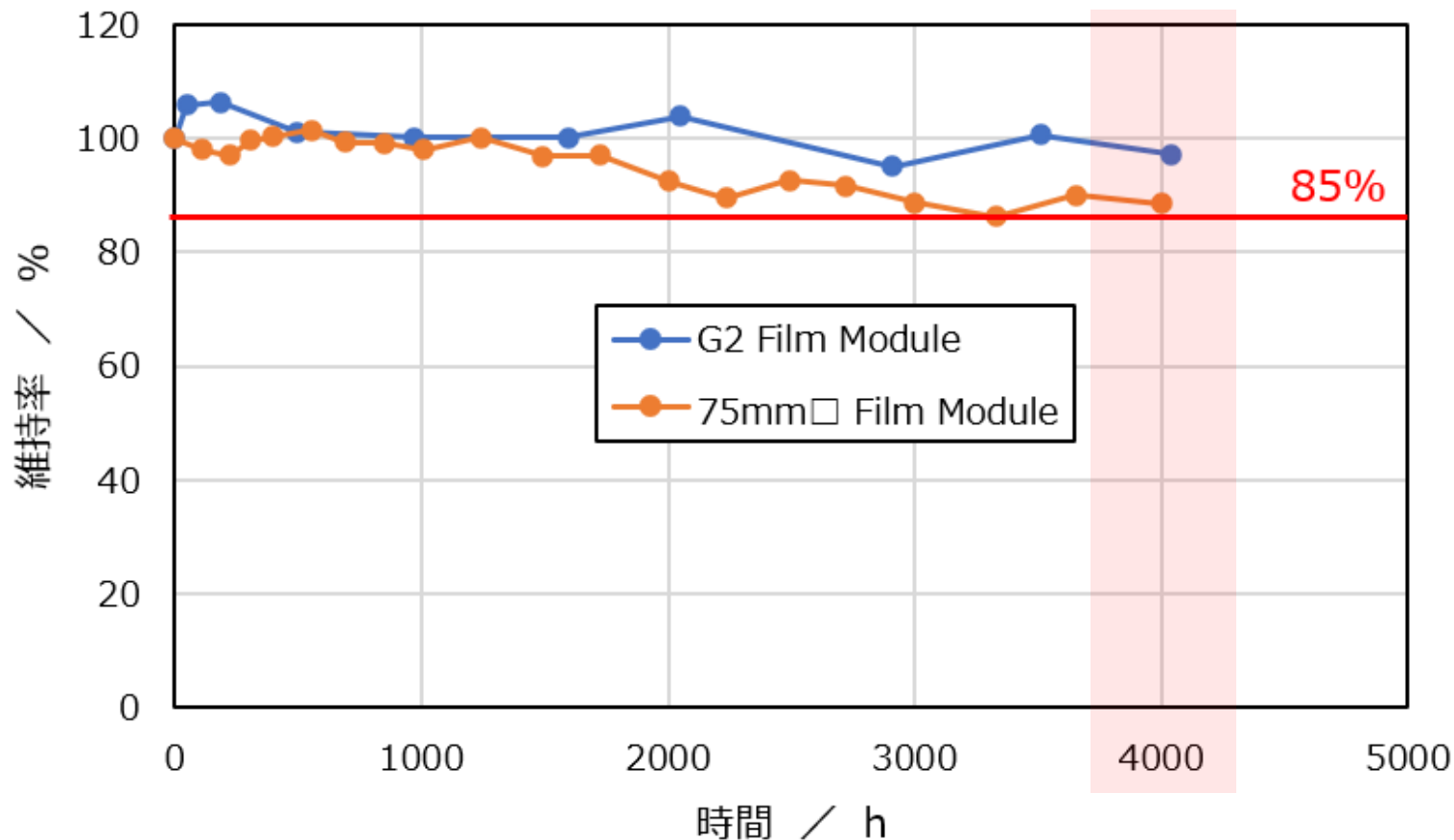


	V_{OC} (V)	I_{SC} (mA)	FF	PCE (%d.a.)
Forward	53.45	390.2	0.765	17.21
Reverse	53.58	391.4	0.755	17.1

技術進捗 ～耐久性試験

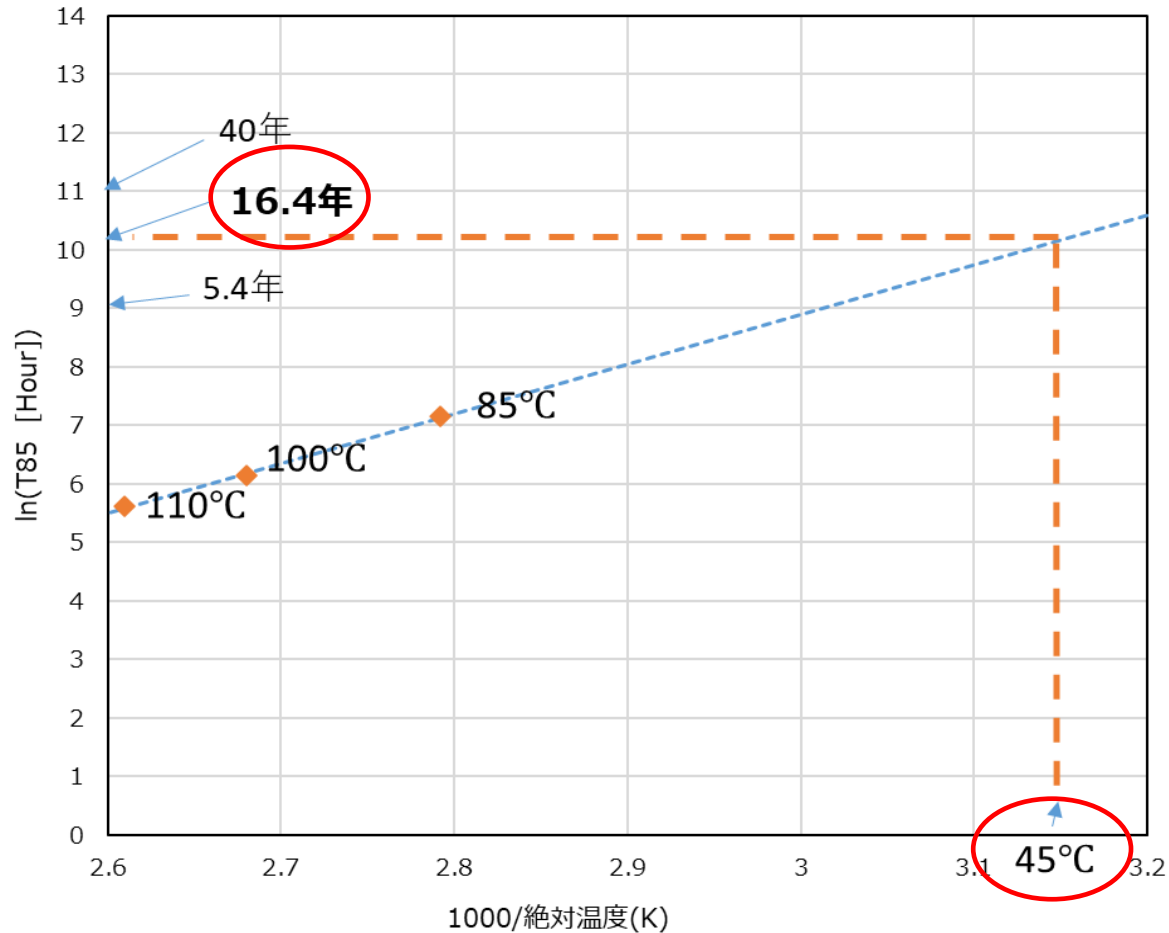
G2サイズフィルムモジュールにて高温高湿試験／4,000h後の維持率85%以上をクリア

高温高湿試験 目標値（85℃、85%RH、2,000h）で初期特性維持率85%



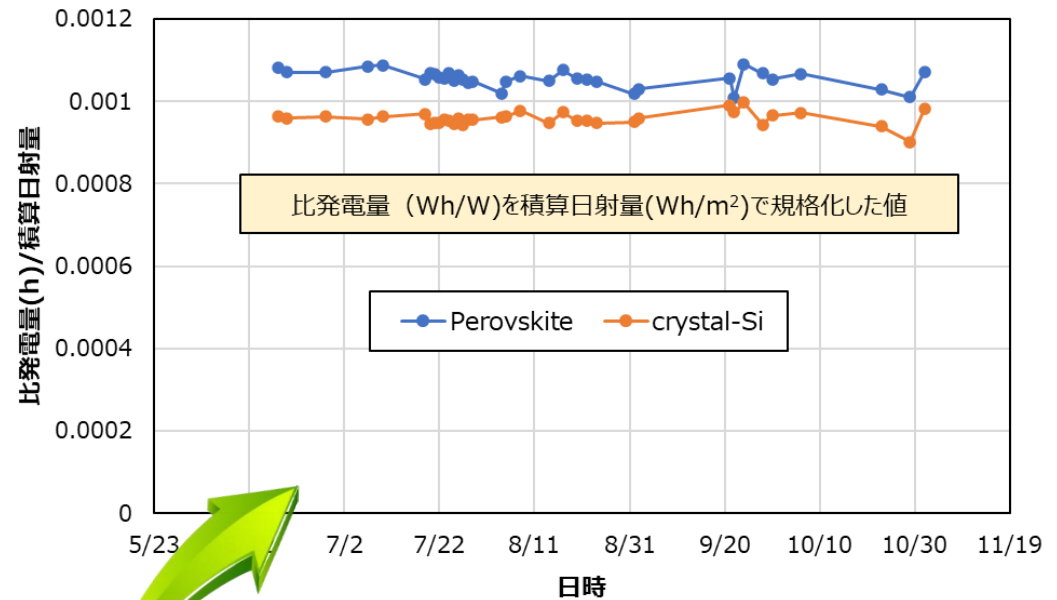
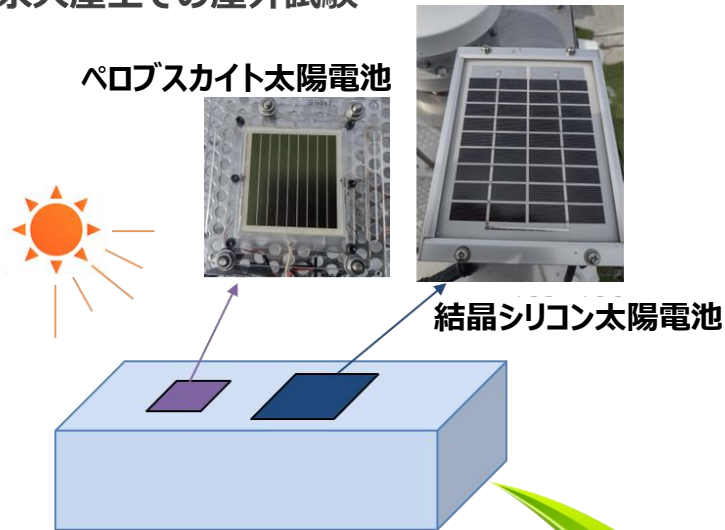
技術進捗 ～耐久性試験

1SUN + 加熱における寿命予測にて、1SUN + 45℃で16.2年の試算を得た

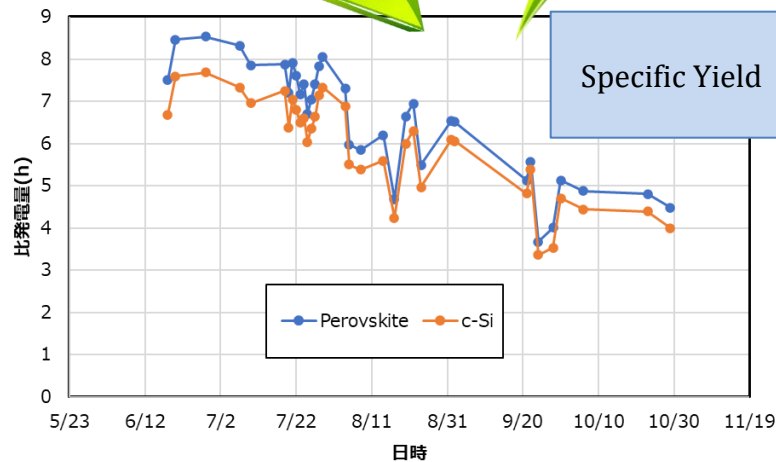


技術進捗 ～屋外実証試験

京大屋上での屋外試験



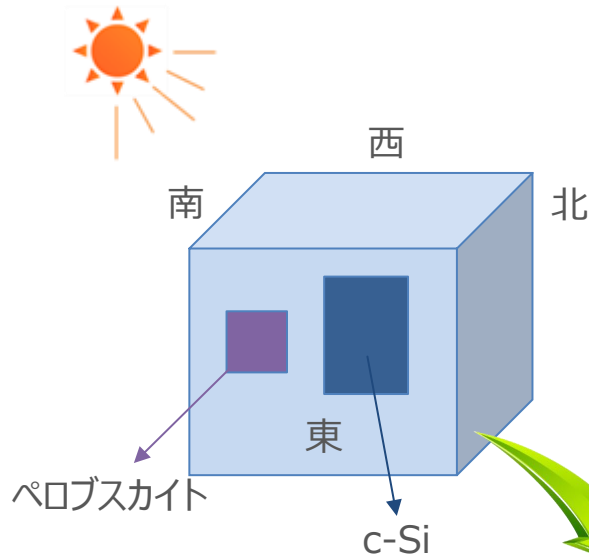
Global（水平設置）における結晶シリコンとPSCの
定格出力当たりの発電量を計測した



$$\text{Specific Yield (比発電量)} [h] = \frac{\text{1日の積算発電電力[Wh/(day)]}}{\text{定格出力[W]}}$$

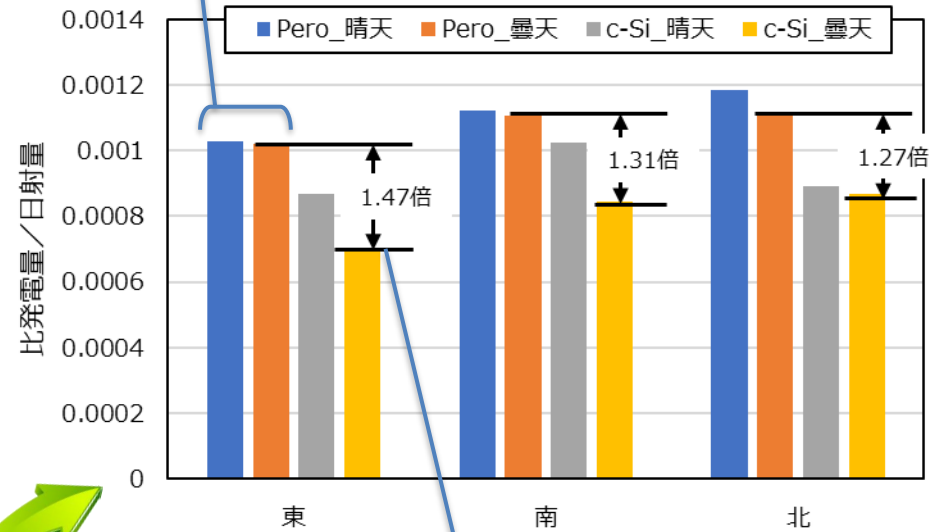
技術進捗 ～屋外実証試験

京大屋上での屋外試験

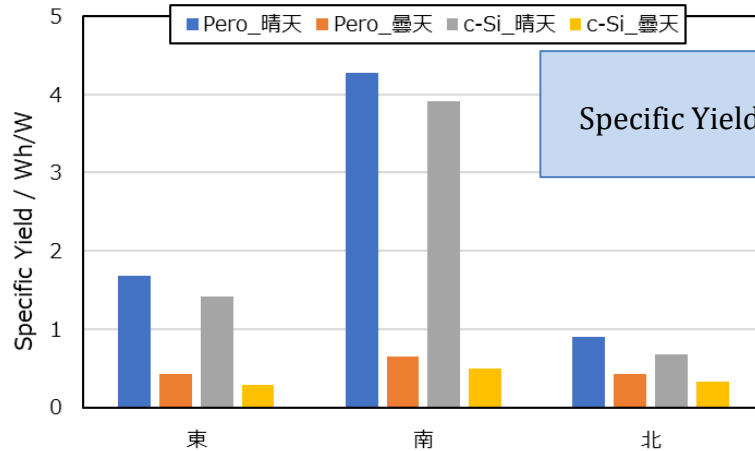


比発電量 (Wh/W)を積算日射量 (Wh/m²) で規格化した値

PSCは晴天／曇天の差が小さい



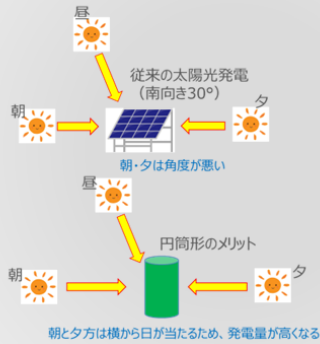
曇天時、PSC/c-Siで1.3～1.5倍の差



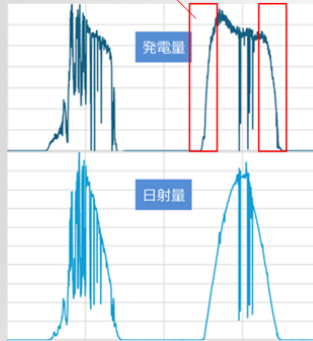
$$\text{Specific Yield (比発電量)} [h] = \frac{\text{1日の積算発電電力 [Wh/(day)]}}{\text{定格出力 [W]}}$$

技術進捗 ～屋外実証試験

<KDDIとの実証>



朝/夕の発電量が増加



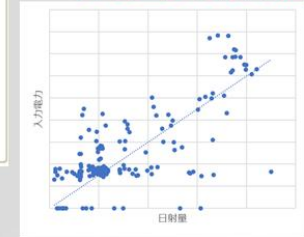
実証結果に基づく知見

- ・円筒形の設置により、朝/夕の発電量が増加
- ・設置する下地の材質により太陽電池の温度が大きく影響する

<豊田合成との実証>



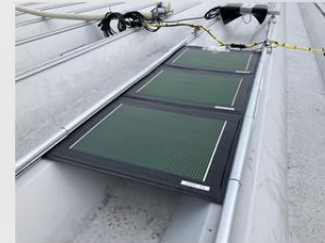
日射量との相関性



実証結果に基づく知見

- ・始終変化する光強度に対しても、おおよその相関性が得られた
- ・パワコン（新規開発品）の不具合は見つかっていない

<日揮との実証>



折板屋根への設置



結晶シリコンより10倍速い施工時間

実証結果に基づく知見

- ・設置施工の速度が結晶シリコンに比較して10倍速い
- ・現時点で影響は出ていないが、風洞実験などを実施する必要あり

まとめ

➤ 高効率化

30cm²角サイズ以上のフィルムモジュールでPCE=16%以上を達成

➤ 高耐久化

30cm²角サイズ以上のフィルムモジュールで高温高湿試験
(85°C、85%RH、2,000h)、維持率85%以上を達成

➤ 屋外実証

PSCの比発電量がc-Siより高いことを実証

謝辞

**この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業
技術総合開発機構（NEDO）の助成事業
（JPNP21016）の結果得られたものです。**

ご清聴ありがとうございました