

NEDO再生可能エネルギー分野成果報告会2025 プログラムNo.1-3

グリーンイノベーション基金事業 次世代太陽電池の開発

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

発表：2025年07月16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 島 正樹

(株)エネコートテクノロジーズ

問い合わせ先 (株)エネコートテクノロジーズ E-mail: info@enecoat.com TEL: 0774-46-8081

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

- ・フィルムモジュールでPCE=20.9%達成(75mm角、JET認証値)
- ・30cm角以上のフィルムモジュールの試作開始
(PCE=13.7%(da)、1,078cm² = G2サイズ)
- ・屋外暴露157日で出力低下のないG2モジュールを実現、検証継続中
- ・

会社概要

商号 : 株式会社エネコートテクノロジーズ (EneCoat Technologies Co.,Ltd.)

設立 : 2018年1月11日 (事業開始 : 2019年1月1日)

本社工場 : 京都府久世郡久御山町佐古外屋敷43番地 1

他拠点 : 宇治開発センター、榎島イノベーションセンター、および
京都大学宇治キャンパス内拠点

資本金 : 9千万円 (累計調達額約24億円)

役職員 : 97名

事業内容 : ペロブスカイト太陽電池(PSCs)およびその関連材料の開発・製造・販売等

沿革

- 2016・京都大学インキュベーションプログラム（IGP）が創設。第一号案件として採択
- 2017・法人設立
- 2019・シードラウンド、UDC(宇治開発センター)で事業スタート
 - ・ **NEDO事業**：新エネルギー等のシーズ発掘・事業化に向けた技術研究開発事業（フェーズB） 採択
- 2020・シリーズAラウンド
 - ・ **NEDO事業**：新エネルギー等のシーズ発掘・事業化に向けた技術研究開発事業（フェーズC） 採択
 - ・ **NEDO事業**：太陽光発電主力電源化推進技術開発／太陽光発電の新市場創造技術開発 採択
- 2021・ **NEDO事業**：グリーンイノベーション基金事業／次世代型太陽電池の開発採択
- 2022・シリーズBラウンド、本社をKPIC(京都PSCsイノベーションセンター)に移転
- 2023・MAC(榎島イノベーションセンター) 設立
- 2024・シリーズCラウンド

拠点

MAC
槇島イノベーションセンター



KPIC (本社工場)
京都PSCsイノベーションセンター



京都大学宇治キャンパス



UDC
宇治開発センター



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

※グリーンイノベーション基金事業に関して、NEDOは、法律により専ら原子力を対象とする研究開発を実施・補助することはできない。

GI基金活動（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社会実装	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

エネコートのコソソーシヱム

エネコートのミツシヨソ : 京都大学発の技術を社会実装につなげる



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**

GI基金活動 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

アウトプット目標

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）

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

KPI

※1
16.2W（900cm²、 η = 18%相当）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
- ・2024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、フェーズ2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、
900cm²：16.2W（ η = 18%相当）
稼動年数15年、劣化率1.0%/年
稼動年数15年：1sun、85℃、1,500hの連続試験を想定

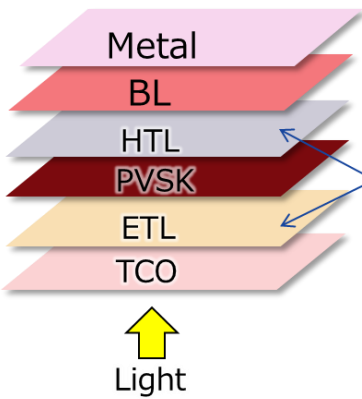
- ・材料利用効率の高い大面積塗布法を用いることで、低コスト化を実現する
- ・現在の高価な貴金属を、安価な材料で使いこなす
- ・パイロットラインによる大量生産に向けた検証実験により、大量生産時におけるシステム単価の目標値をシミュレーションする

フェーズ2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

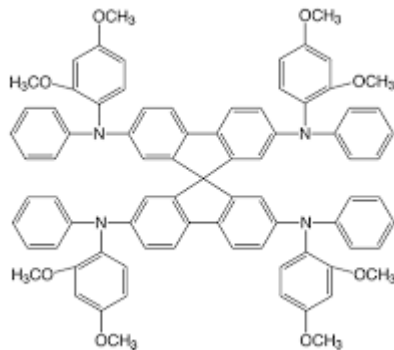
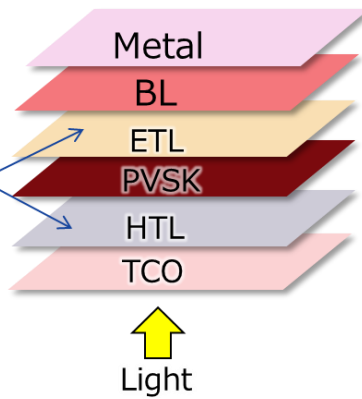
技術進捗

順型か、逆型か

順型(n-i-p)



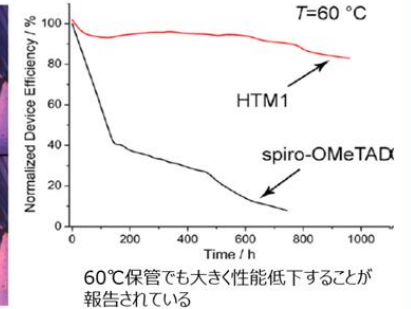
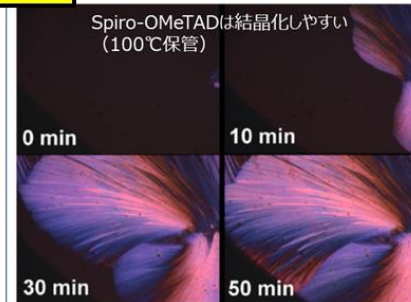
逆型(p-i-n)



Spiro-OMeTADの化学構造

spiro-OMeTADの問題点

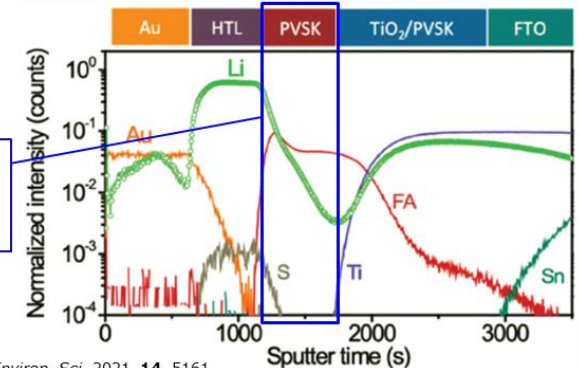
①spiroの結晶化



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



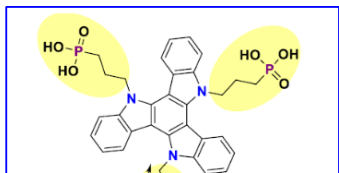
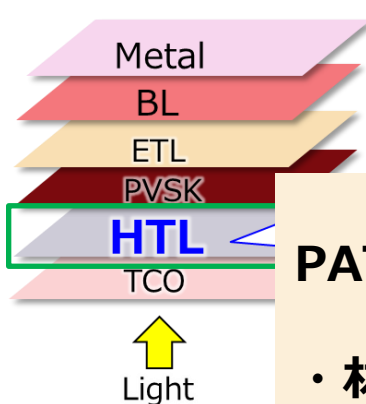
F. M. Rombach et al., Energy Environ. Sci., 2021, 14, 5161

➡ spiro-OMeTADの耐久性が問題

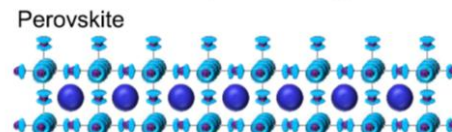
技術進捗 単分子正孔輸送材料

エネコートは逆型を選択

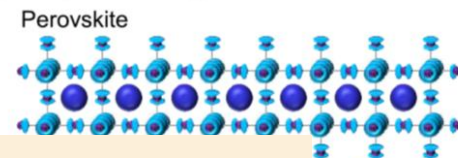
PATAT=Phosphonic acid functionalized Triazatruxene



a) Conventional Monopodal Strategy:

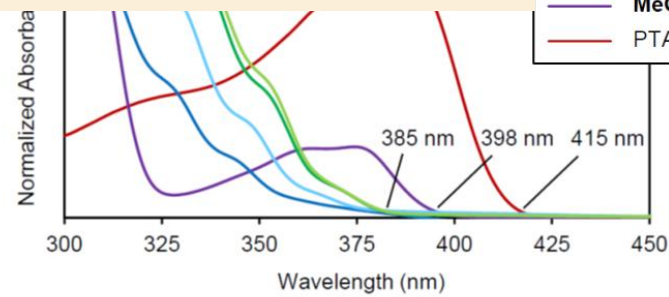
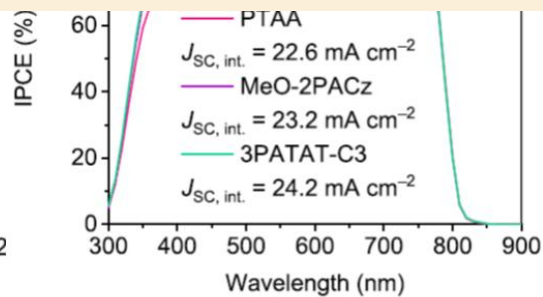
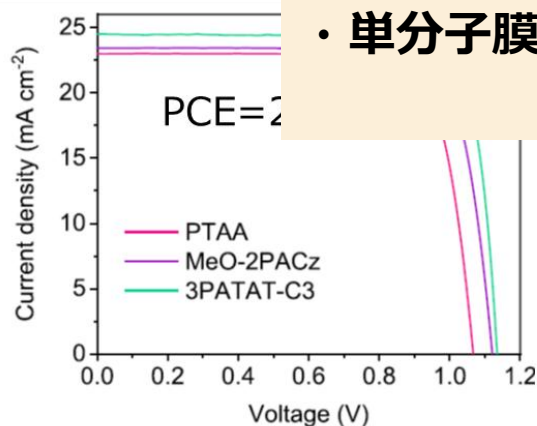


b) Multipodal Strategy:



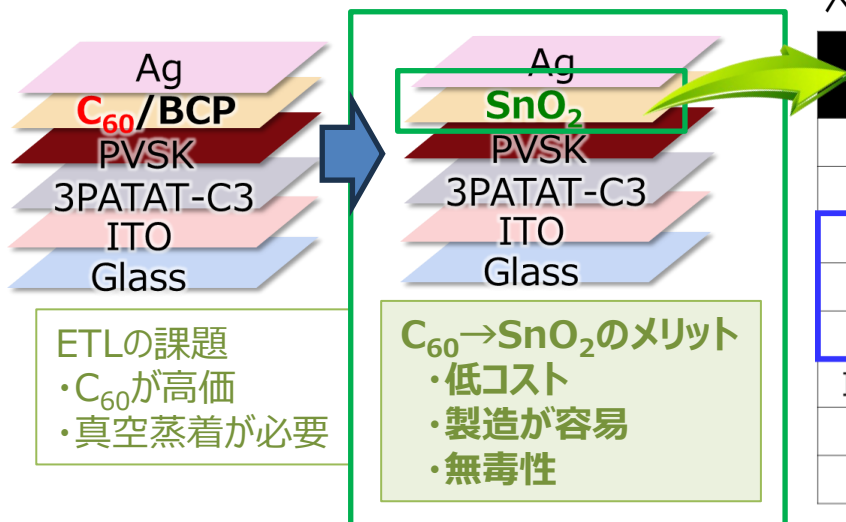
PATATの特徴

- 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、界面の干渉を防げる
- 単分子膜のため、膜の抵抗が少ない



技術進捗 電子輸送材料 (三菱マテリアルとの共同研究)

逆型における電子輸送層の改良



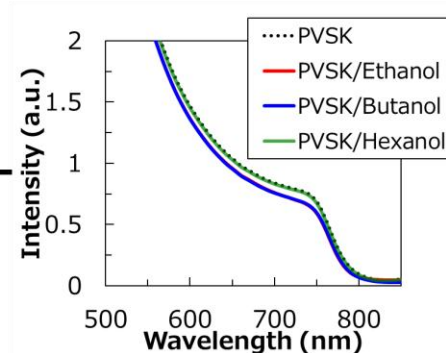
ペロブスカイト層上にwet成膜する際のダメージレス溶媒

	Dispersibility	Solubility of PVSK film*
Water	○	×
Acetic acid	○	×
Ethanol	○	○
1-Butanol	○	○
1-Hexanol	○	○
Isopropanol	△	○
PhCl	×	○
Toluene	×	○

	Ethanol	1-Butanol	1-Hexanol
Picture			
NP size(DLS)	< 10nm	< 10nm	< 10nm
Resistivity* $10^3 \Omega \cdot cm$	3.8	1.2	2.2
PVSK damage	△	△	○

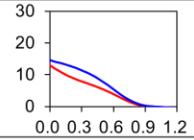
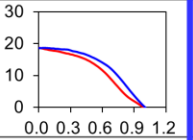
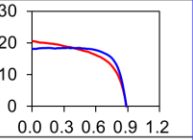
*Spin-coated SnO_2 films(20 nm-thick) on glass substrates.

UV-Vis spectra of PVSK/ SnO_2

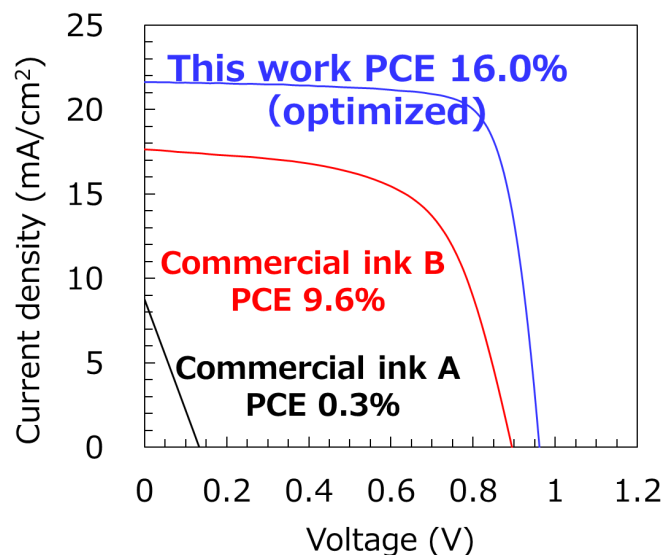


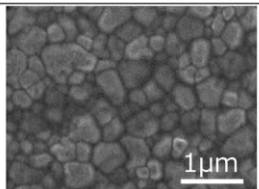
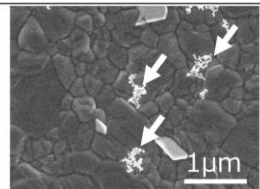
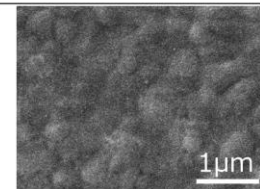
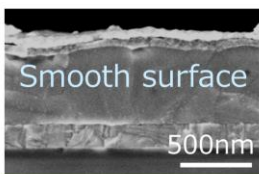
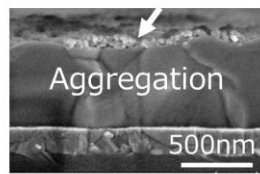
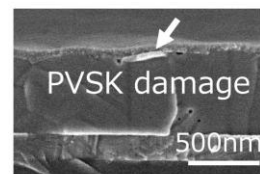
SnO_2 ナノ粒子を分散する溶媒として、1-ヘキサノールが最適

技術進捗 電子輸送材料

	Ethanol	1-Butanol	1-Hexanol
J-V curve			
$J_{SC}(\text{mA}/\text{cm}^2)$	14.6	18.7	18.1
$V_{OC}(\text{V})$	1.01	1.00	0.89
FF	0.27	0.45	0.72
PCE(%)	4.0	8.5	11.6

最適化を行い、市販品の
SnO₂分散液と特性比較した



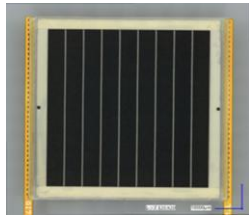
	This work	Commercial ink A	Commercial ink B
Top			
Cross			

	J_{SC} (mA/cm ²)	V_{OC} (V)	FF	PCE (%)	R_S (Ωcm ²)	R_{SH} (Ωcm ²)
This work	21.6	0.96	0.77	16.0	3.8	2930
A	8.6	0.12	0.25	0.3	14.0	13.9
B	17.6	0.89	0.61	9.6	10.0	477.1

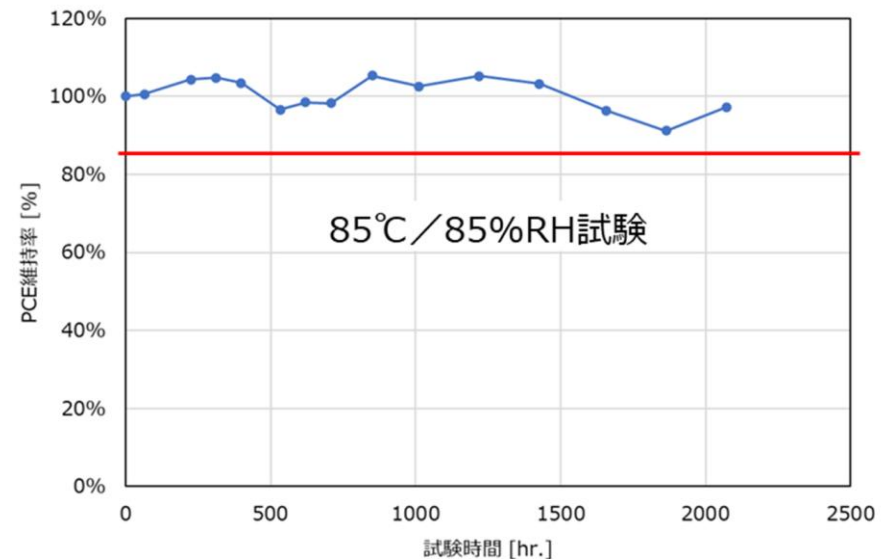
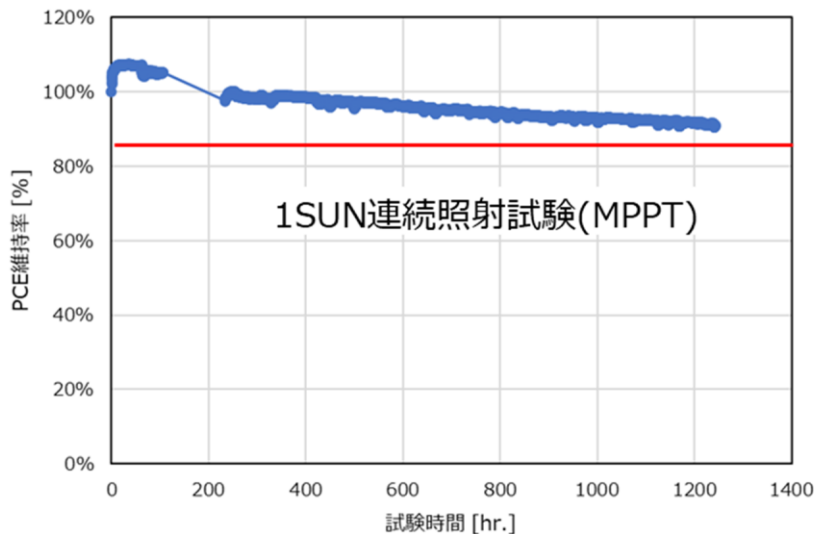
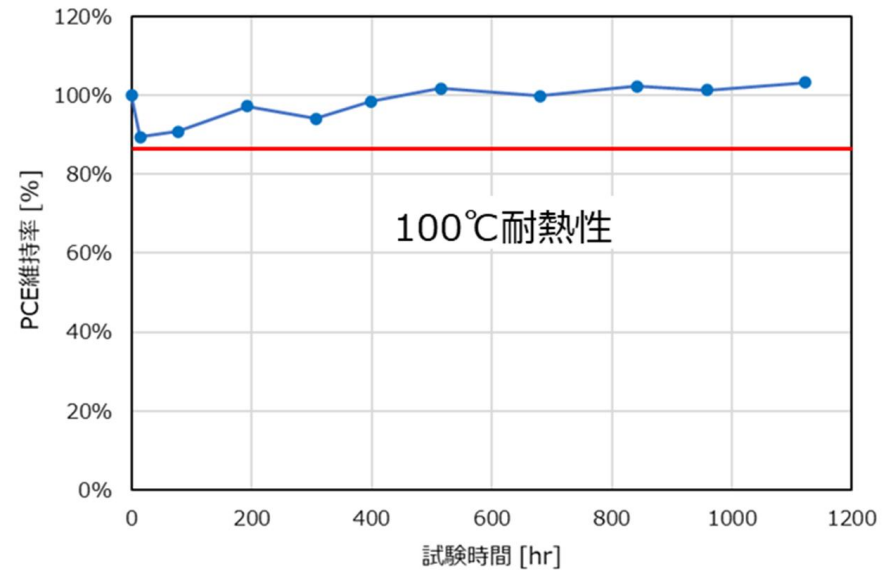
市販品に比較して非常に高性能な
ペロブスカイト太陽電池を得た

技術進捗 耐久性

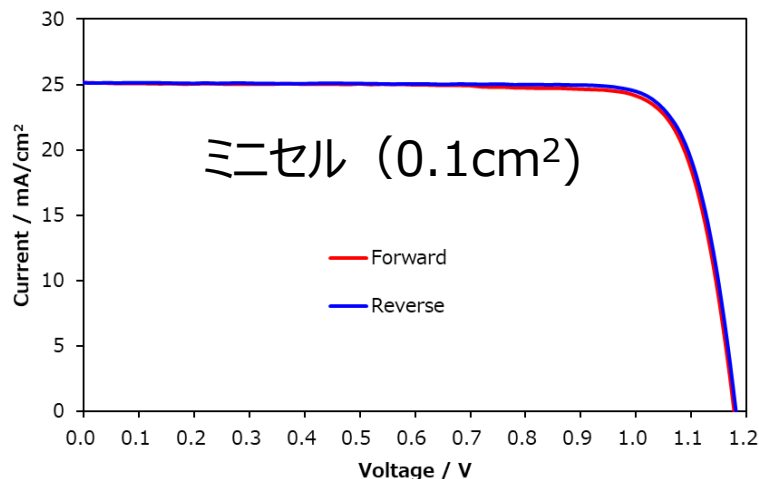
フィルムモジュールの耐久性試験の結果、
耐光性：1,200h
耐熱性：1,000h
耐湿熱性：2,000h において目標維持率
85%以上を達成した。



75mm角サイズ
フィルムモジュールの外観

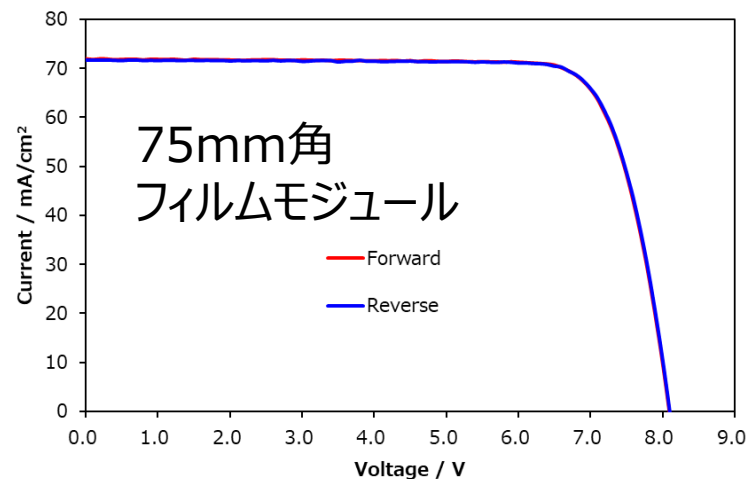


技術進捗 大面積化



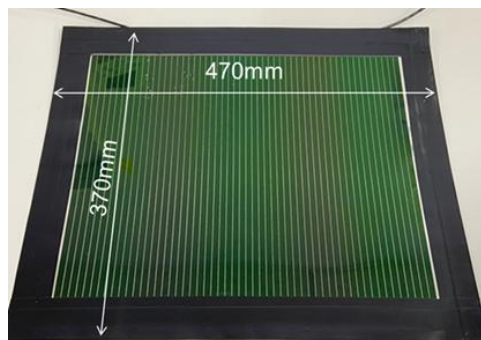
	Jsc (mA/cm ²)	Voc (V)	FF	PCE (%)
Forward	25.2	1.18	0.82	24.3
Reverse	25.1	1.18	0.83	24.6

※JET認証23.5%



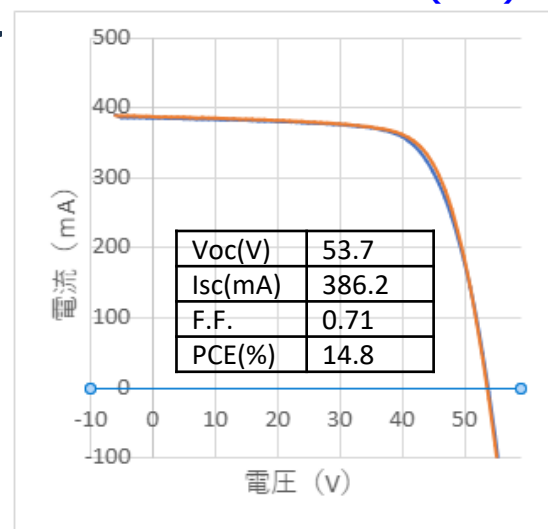
	Isc (mA)	Voc (V)	FF	PCE (%)
Forward	71.92	8.10	0.801	21.6
Reverse	71.78	8.10	0.804	21.7

※JET認証20.9%(da)



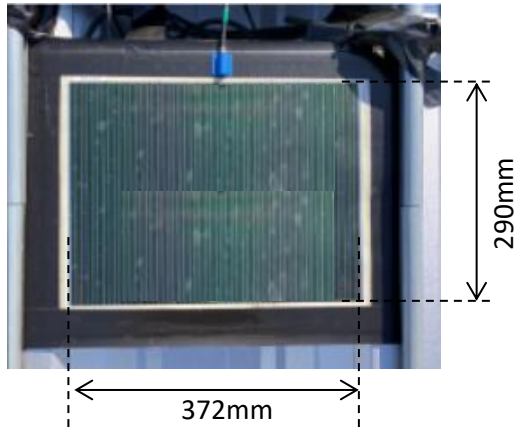
G2サイズ (37×47cm)
フィルムモジュール
PCE = 15.2% (aa)
13.7% (da)

G2サイズフィルムモジュールでの高出力化が急務



屋外暴露試験

G2サイズ($a_p \sim 1,078\text{cm}^2$)モジュールの屋外暴露試験で、出力低下がほとんどみられないことを確認した。



- ・水平設置
- ・MPPT制御での連続発電動作

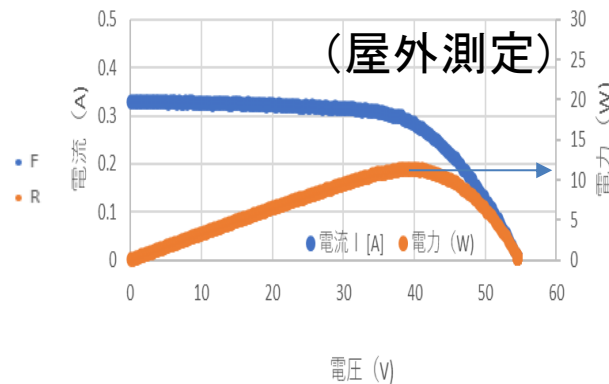
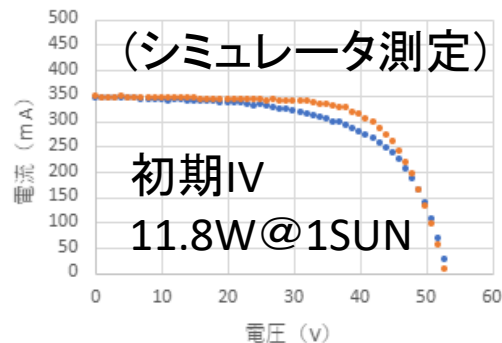
2024年10月8日
(設置前)



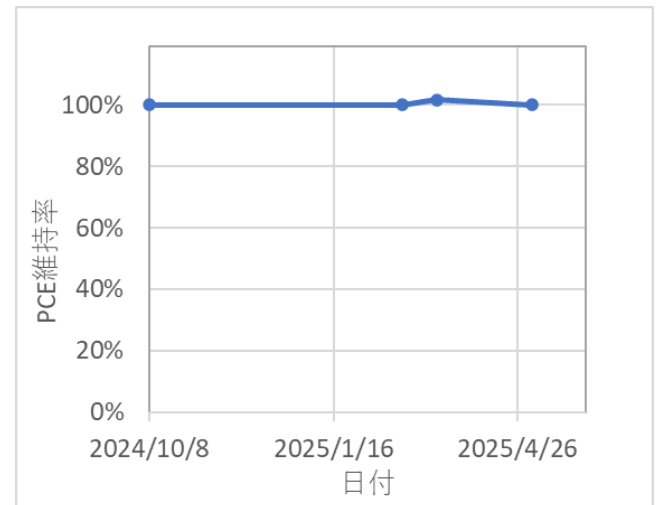
2025年5月4日
(209日後)



継続中



PCE推移



GI基金活動 開発進捗まとめ

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

アウトプット目標

900cm²サイズパネル：変換効率18%、劣化率1.0%/年、稼働年数15年、
パネル単価2,500円（154円/W相当）

研究開発内容

KPI

進捗状況

25年度末目標達成に向けて

1 高出力化
30cm角軽量モジュールにて、
 $\eta = 18\%$ 相当（total area）を達成



・G2サイズでの高出力化が未達成
13.7%（da、1,078cm²）
・23.5%（JET, 0.1cm²）、
20.6%（JET, 22cm²モジュール）
を達成

- 光マネジメント技術（ナノ粒子）による
光閉じ込め改善
- 各種材料、デバイス構造の最適化
- 大型モジュールへのGFF(giometric fill factor)向上技術の導入(小型では95%
達成)

2 高耐久化
“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
(8585試験2,000h相当)



・フィルムモジュールの耐久性試験
耐光性：1,200h（1sun×MPPT）
耐熱性：1,000h（100℃）
耐湿熱性：2,000h（85℃85%RH）
において、目標出力維持率85%以上を
達成

- 新接着剤による垂直方向の水分侵入抑制
- 両面封止による水分侵入抑制
- 新規HTMによる耐熱性向上
- 金属酸化物の電極への応用と低ダメージ
製膜技術開発

3 生産技術確立
・材料利用効率95%以上の
塗布方法を開発
・裏面電極コストを30%以下
に低減
・2024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



・パネル原価2,274円/W
（面積1,078cm²、効率13.7%のモジュール
での試算）

- 生産量拡大に向けたR2R生産技術の開発
- インク×塗布技術×成膜プロセスの3つの
ノウハウに加えて、ペロブスカイト層形成加熱
乾燥装置の独自技術開発

4 市場開拓
多数の顧客面談より、フェーズ
2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



・横浜の実証サイトで実施中の屋外暴露
試験で7ヶ月劣化無し
・寒冷地屋外実証、円筒形設置屋外実
証において課題抽出済

- 顧客からのペイン(困りごと)の抽出
- 簡易施工の実証実験検証継続
- 早期に解決策を見出し知財権利化

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