

2023年度成果報告会 プログラムNo.37

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 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

発表日：2024年02月02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 堀内 保

(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

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、稼働年数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=21%達成(7.5cm角)
- ・30cm角以上のフィルムモジュールの試作開始

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)

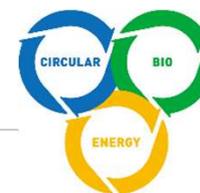
本社工場 : 京都府久世郡久御山町佐古外屋敷43番地 1

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 : 54名

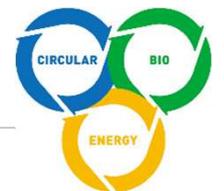
事業内容 : ペロブスカイト太陽電池(PSCs)およびその関連材料の開発・製造・販売等



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





会社名：エネコートテクノロジーズ

エネルギーをコート（塗工）する

拠点



MAC
榎島イノベーションセンター



京都大学宇治キャンパス

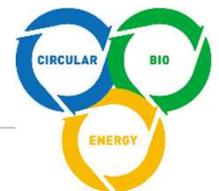


約12km

KPIC (本社工場)
京都PSCsイノベーションセンター



UDC
宇治開発センター



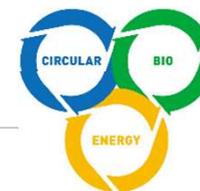
グリーンイノベーション基金活動



■ 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



※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



エネコートのミッション：京都大学発の技術を社会実装につなげる



<実用化技術開発>

生産技術開発

- ・大面積塗布技術
- ・高速製膜技術開発
- ・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>

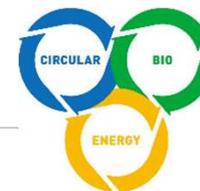
新材料開発

- ・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



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、稼働年数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、 $\eta = 18\%$ 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

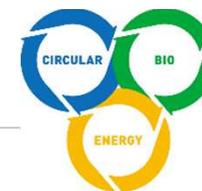
多数の顧客面談より、フェーズ2における実証実験時の想定される課題が抽出されていること。

KPI設定の考え方

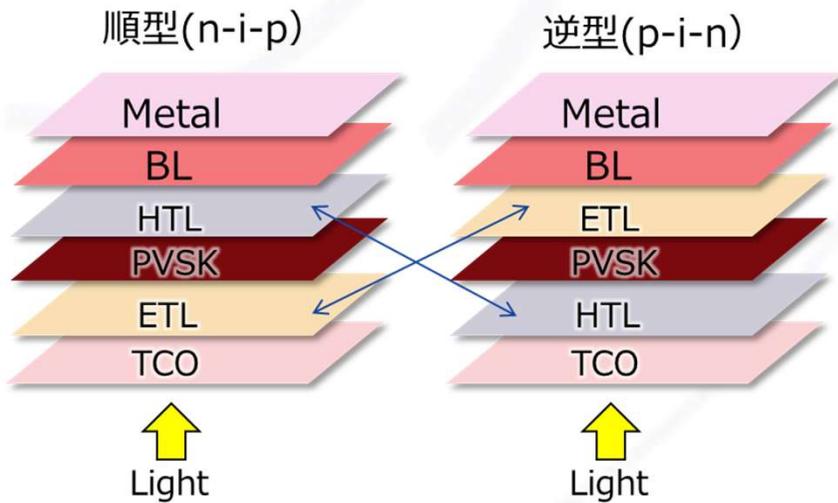
別添6：発電コスト試算表より試算された目標値：20円/kWhより、
900cm²：16.2W（ $\eta = 18\%$ 相当）
稼働年数15年、劣化率1.0%/年
稼働年数15年：1sun、85℃、1,500hの連続試験を想定

- ・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

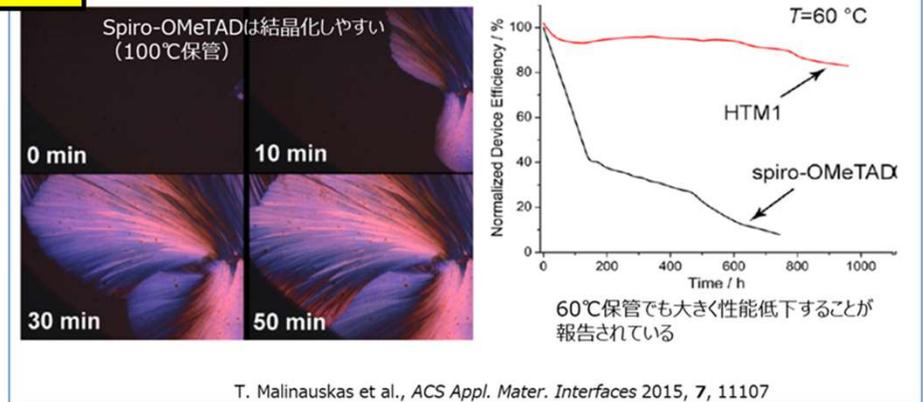


順型か、逆型か



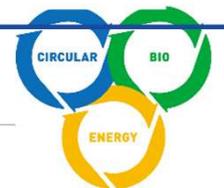
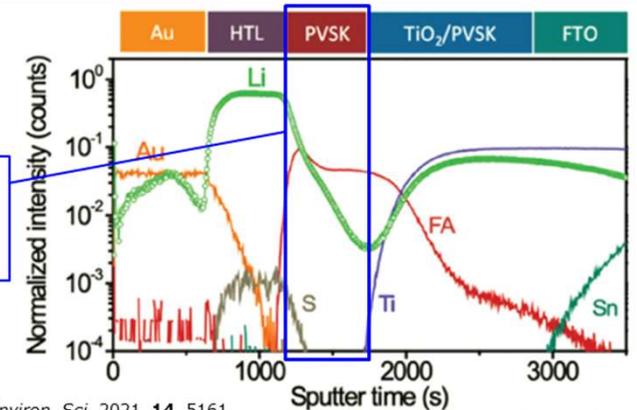
spiro-OMeTADの問題点

① spiroの結晶化



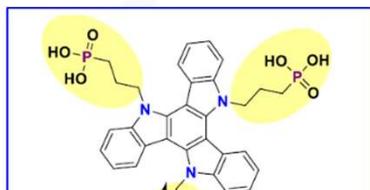
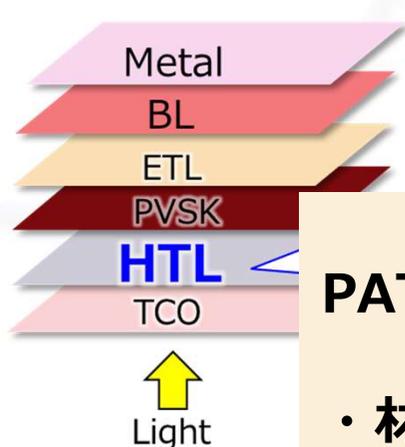
② ドーパントの拡散

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

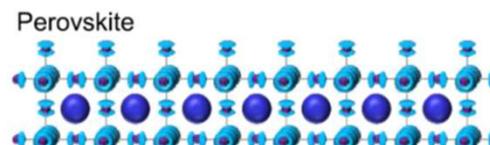


技術紹介 単分子正孔輸送材料

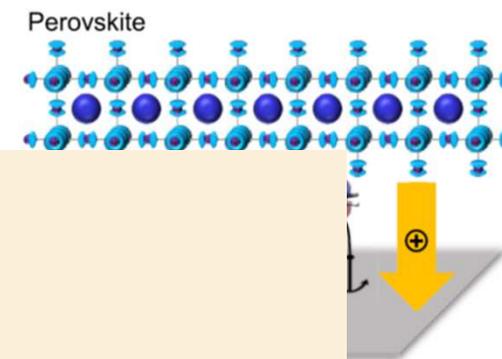
PATAT=Phosphonic acid functionalized Triazatruxene



a) Conventional Monopodal Strategy:

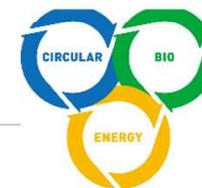
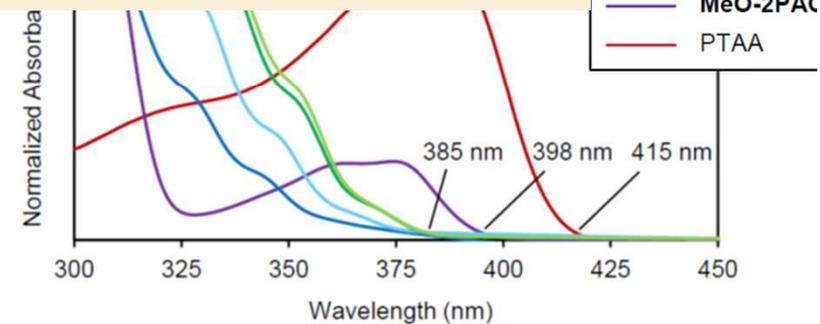
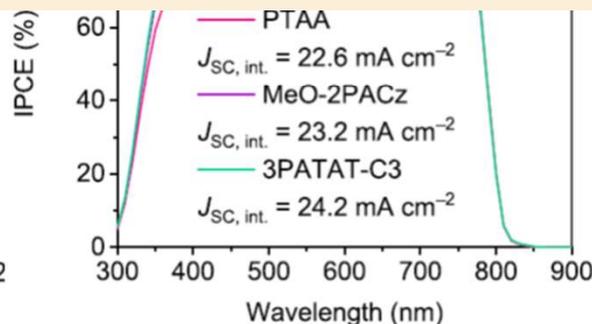
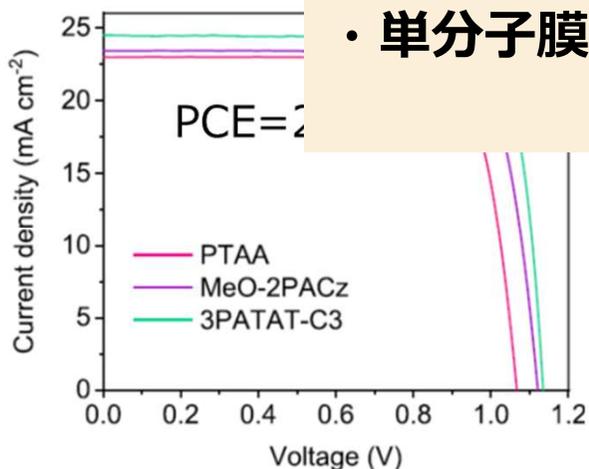


b) Multipodal Strategy:



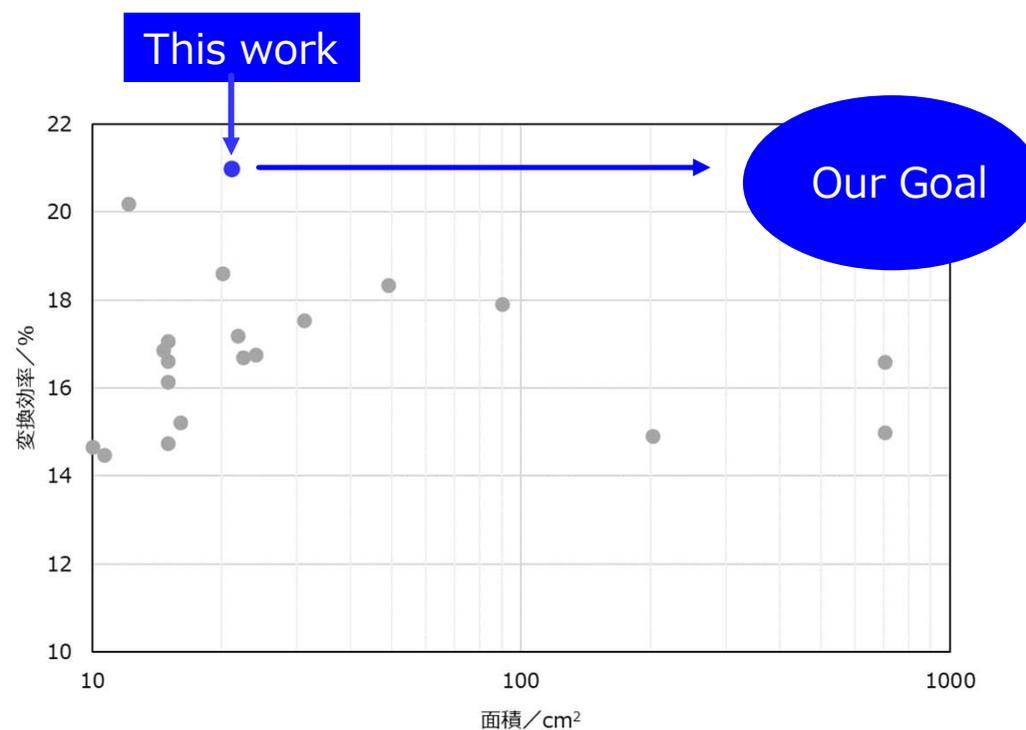
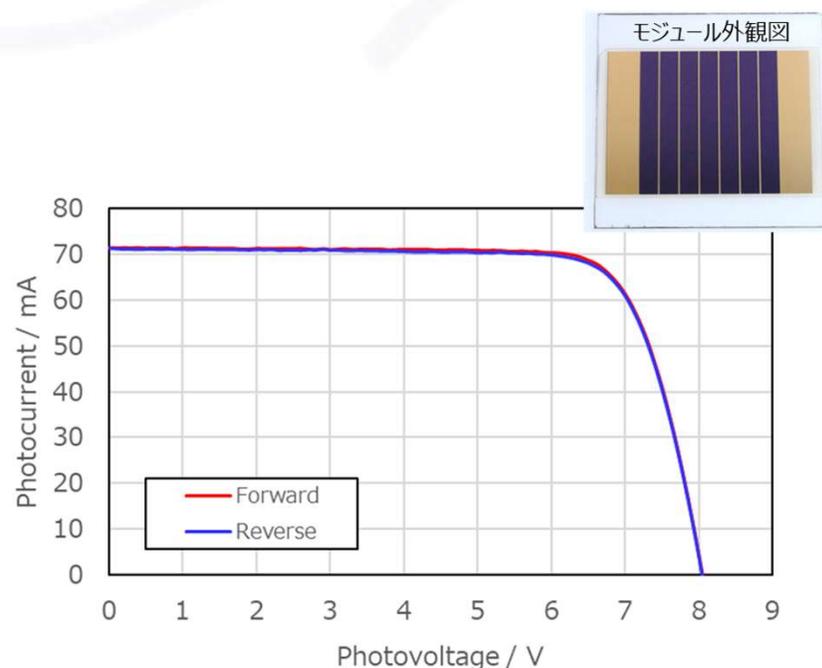
PATATの特徴

- 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

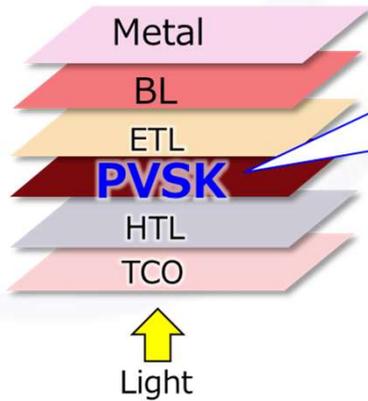


技術紹介 フィルムモジュール

PATATを用い、フィルムモジュールとして高効率を達成
今後はこの技術を用いて大面積化を検討する



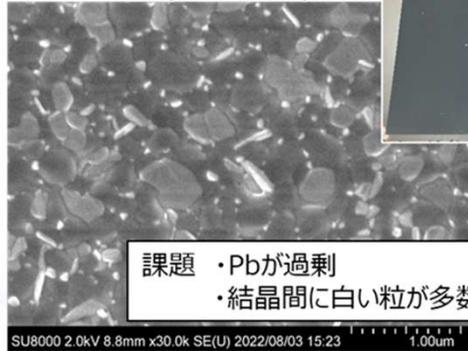
技術紹介 塗布技術



課題：大面積塗工プロセスではスピンの貧溶媒法を用いることができない

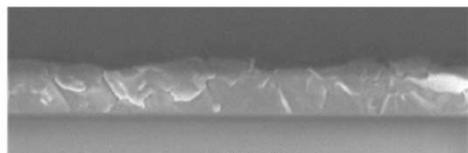
ペロブスカイト層をインク組成から見直し

$Cs_{0.17}FA_{0.83}PbI_3$ (PbCl₂ 10%)
(ベンチマーク)



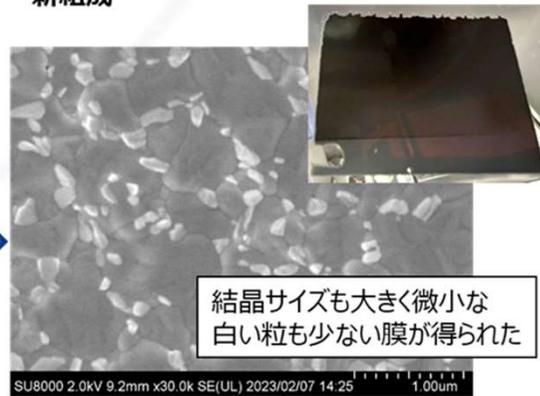
課題
・Pbが過剰
・結晶間に白い粒が多数

SEM画像(表面)



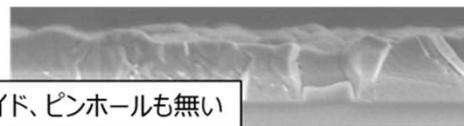
SEM画像(断面)

新組成



結晶サイズも大きく微小な白い粒も少ない膜が得られた

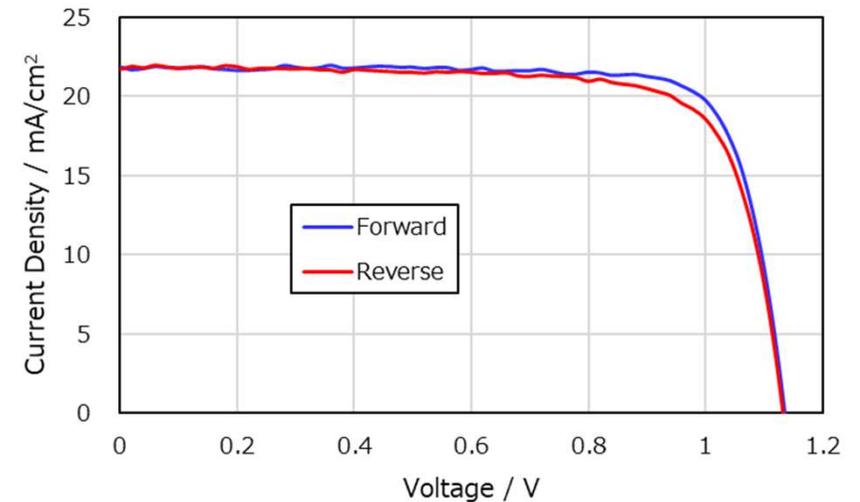
SEM画像(表面)



ポイド、ピンホールも無い

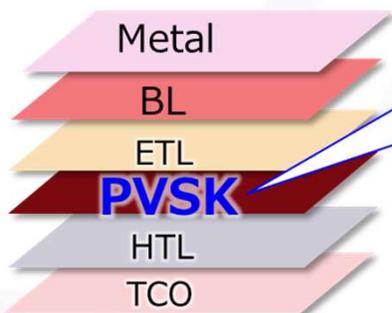
SEM画像(断面)

貧溶媒フリーでも高性能



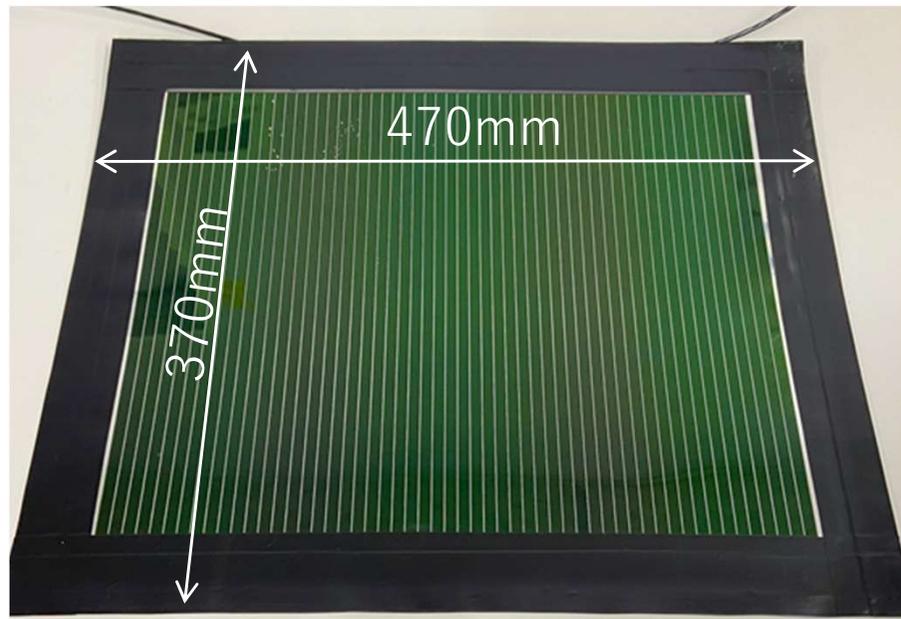
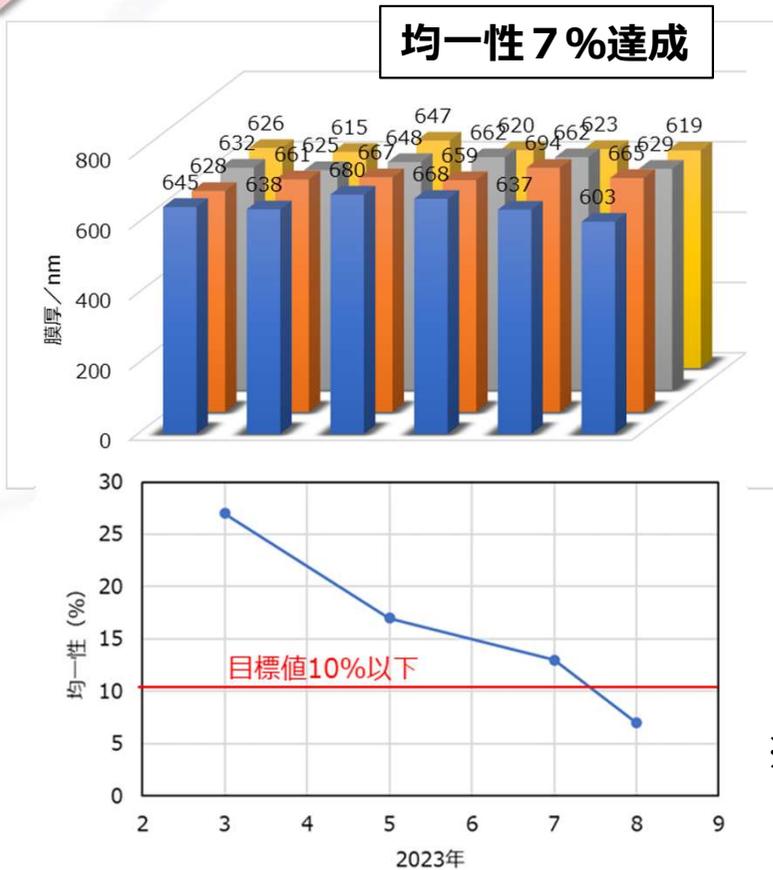
	Voc (V)	Jsc (mA/cm ²)	FF	PCE (%)
Forward	1.14	21.8	0.80	19.9
Reverse	1.13	21.7	0.77	18.9

技術紹介 塗布技術



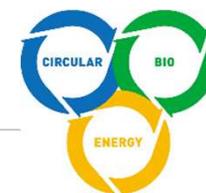
課題：大面積塗工における均一膜の作製
ペロブスカイト層の塗布条件最適化

フィルムモジュールの試作検討中

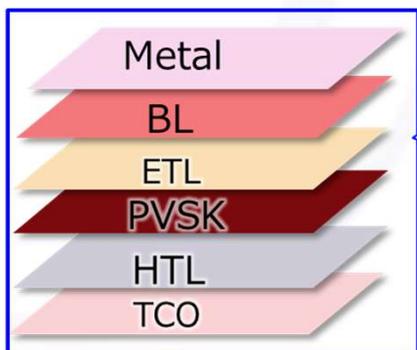


外形サイズ（370×470mm、液晶のG2サイズ）でフィルムモジュールの試作を開始。

※ 均一性の計算式：
(最大値 - 最小値) / 平均 / 2



技術紹介 耐久性試験



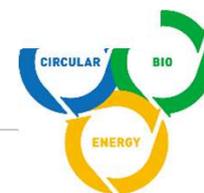
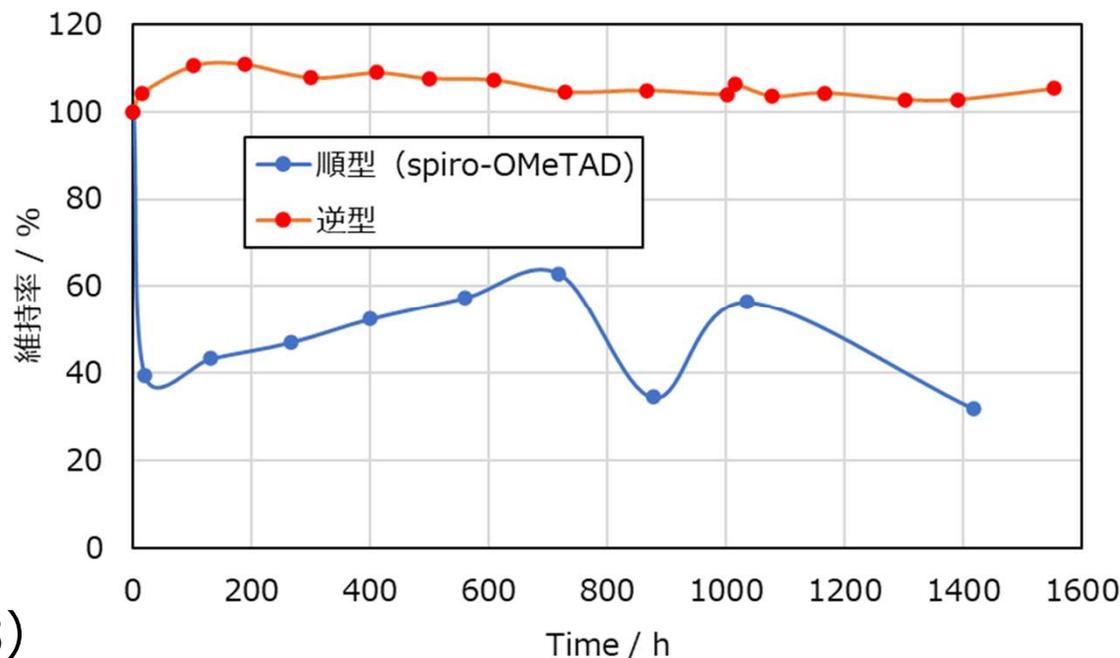
課題：逆型デバイスでの耐久性の実力把握
耐光性試験機にて連続照射試験を実施

連続照射試験1,500hで
ほぼ性能低下無し



耐光性試験機 (Q-SUN、Xe-3)

キセノンランプ (100mW/cm²)の連続照射試験



「どこでも電源®」とは

エネコートテクノロジーズが開発するペロブスカイト太陽電池は、

- ①晴天時だけでなく、曇り空や室内光下のような暗い光でも高い発電能力を発揮
- ②フィルムを基材にした柔軟性の高い軽量太陽電池が実現可能



このような特性を生かし、設置する場所を選ばず、どこでも発電し電力を供給するペロブスカイト太陽電池を、「どこでも電源®」と命名。

どこでも電源®：商標登録第6571381号



どこでも電源®

アプリケーション展開



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