

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

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／
次世代型太陽電池基盤技術開発事業

発表：2026年7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

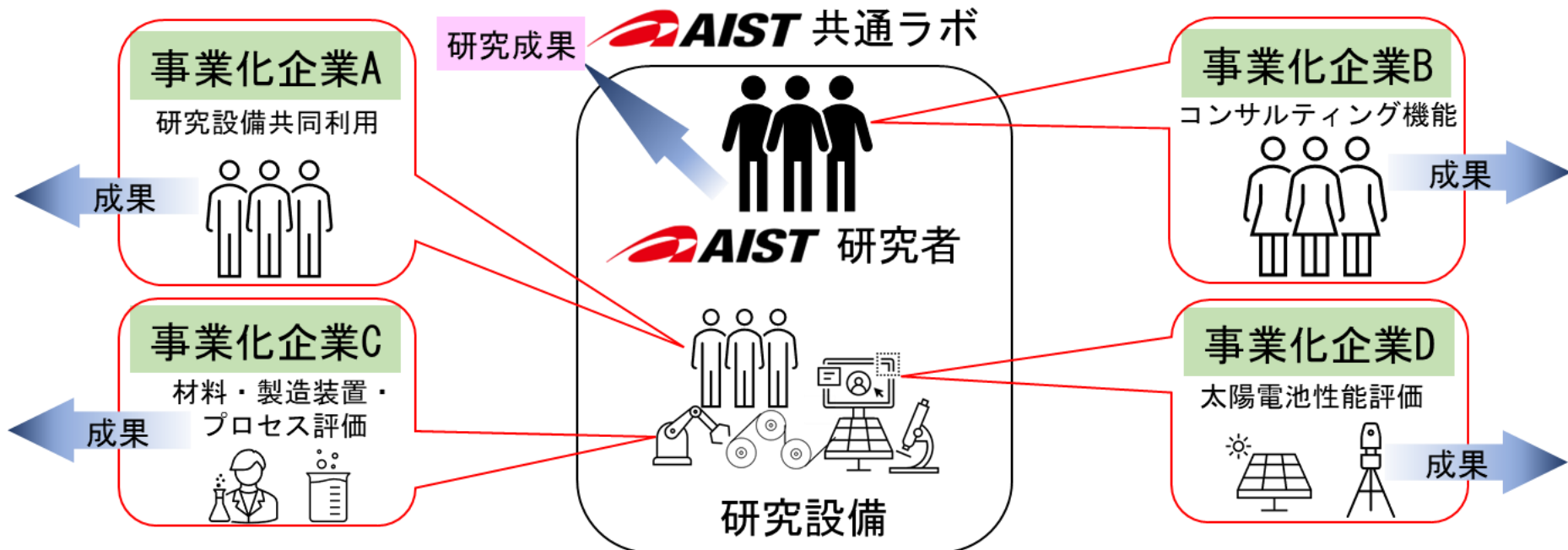
村上 拓郎

国立研究開発法人産業技術総合研究所

問い合わせ先 <https://www.aist.go.jp>

本事業における目標と産総研の役割

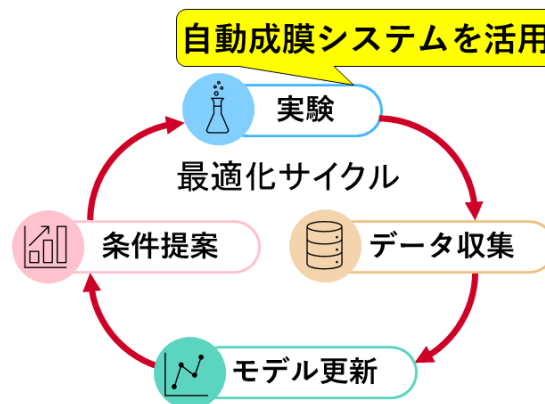
- ペロブスカイト単接合太陽電池およびペロブスカイト/c-Siタンデム太陽電池の実用化に向けた技術課題を解決するため、企業が実施困難な製造から分析評価までの **共通基盤技術開発**を一貫して取組む
- 発電コストはシングル14円/kWh、タンデム12円/kWh（FY2030）というアウトプット目標を達成する
- 実用化に取り組む企業の基礎的な技術課題解決に活用できる**場所、設備、知見**を提供する



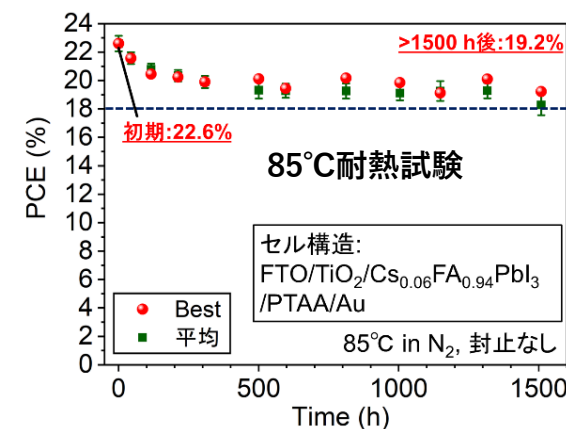
目的	主な成果
高耐久・高効率化	- 耐熱試験85°C 1500h (0.12 cm², 劣化後PCE 19.2%) - 耐湿試験40°C / 90% 2000h (0.16 cm², 劣化後PCE 17%) - 光劣化1sun (30°C) 2000h (0.16 cm², 劣化後PCE 14%) - セル屋外曝露試験で1年間性能低下無し
量産時の低コスト化	- ペロブスカイト層1stepブレードコート技術 Allブレードコート : 1.6 cm², PCE 19.2% / 1 cm², PCE 22.1% - レーザースクライブ技術 (1.5 cm², PCE 20.5%)
製品評価・管理	高精度性能測定技術 (2m×1.4m)



稼働中のセル自動作製システム



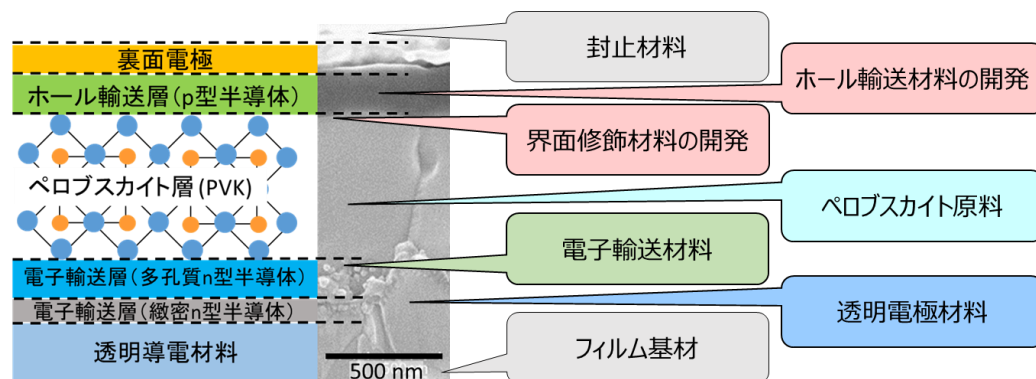
ベイズ最適化による性能向上



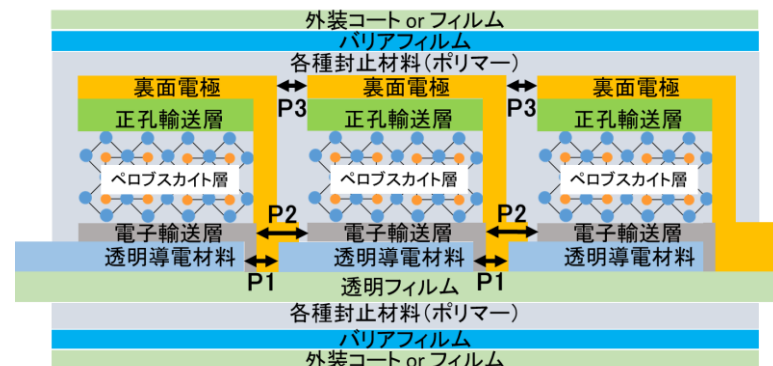
PTAAと新規添加剤による耐熱性向上

実用化に向けて必要な技術開発（単接合）

目的	14円/kWhへの課題	必要な技術開発
高耐久・高効率化	耐久性・効率が不十分 寿命15年以上、実用サイズモジュール効率17%（初期性能）以上	- 材料開発 - 材料劣化解析 - 最適化技術
量産時の低コスト化	W単価（円/W）低減に向けた製造プロセス・材料探索 - 大面積・高歩留まり連続成膜技術 - 低接触抵抗・低抵抗電極技術 - セル分離加工技術	- ダイコートR2R - インクジェット塗工 - 透明電極の低抵抗化 - スクライブの基盤技術



ペロブスカイト単接合太陽電池断面と構成材料



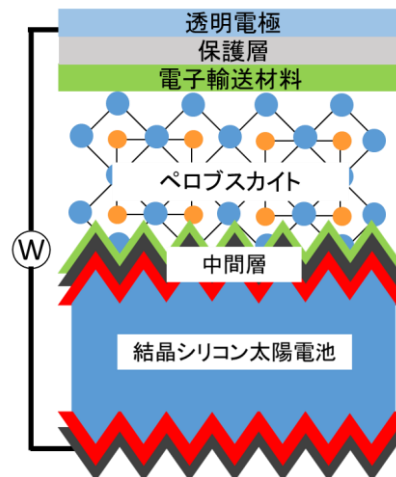
ペロブスカイト単接合太陽電池モジュール断面模式図

実用化に向けて必要な技術開発（タンデム）

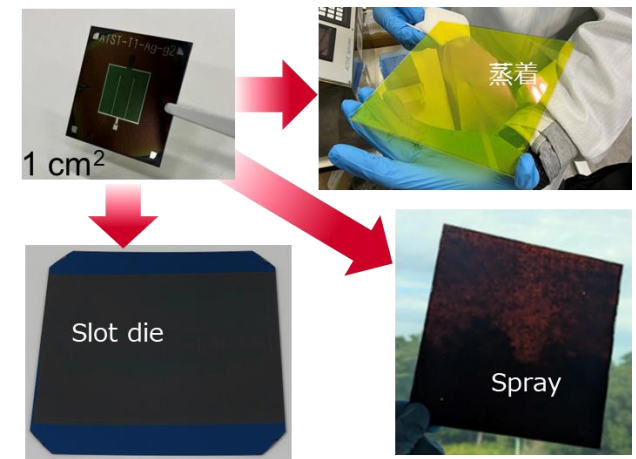
目的	12円/kWhへの課題	必要な技術開発
高耐久・高効率化	既存c-Si太陽電池より高い変換効率と同等の耐久性が必要	• トップセル材料開発 • トップ/ボトム接合 • 持続可能な材料
量産時の低コスト化	コストメリットがあり量産可能なタンデム太陽電池の製造技術が必要	• 実用サイズセル開発 • 低温インコネ・シングリング • モジュール製造技術



結晶シリコン太陽電池の置換え市場



タンデム太陽電池断面模式図



実用サイズセルの開発

目的

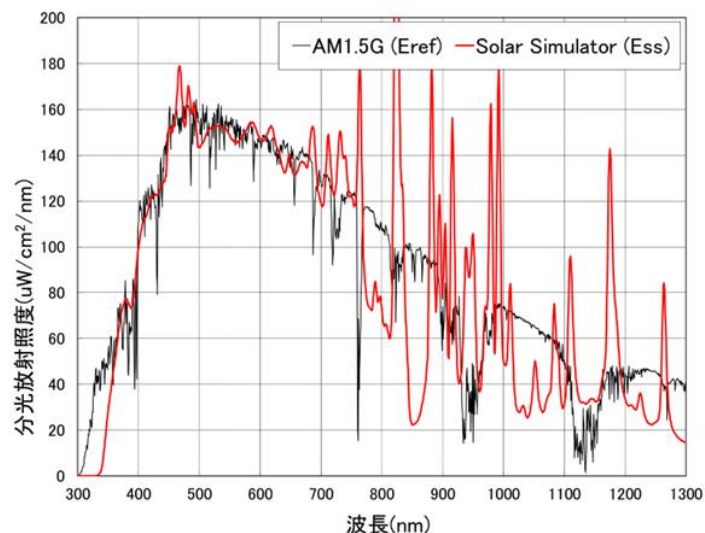
性能・信頼性評価の課題

必要な技術開発

製品評価・管理

事業収益向上に向けた
品質管理と製品規格が必要

- ・ 大面積性能測定技術開発
- ・ 耐久性・信頼性評価手法の開発
- ・ モジュール劣化寿命予測
- ・ 導入効果評価



AM1.5Gとソーラシミュレータの放射スペクトル



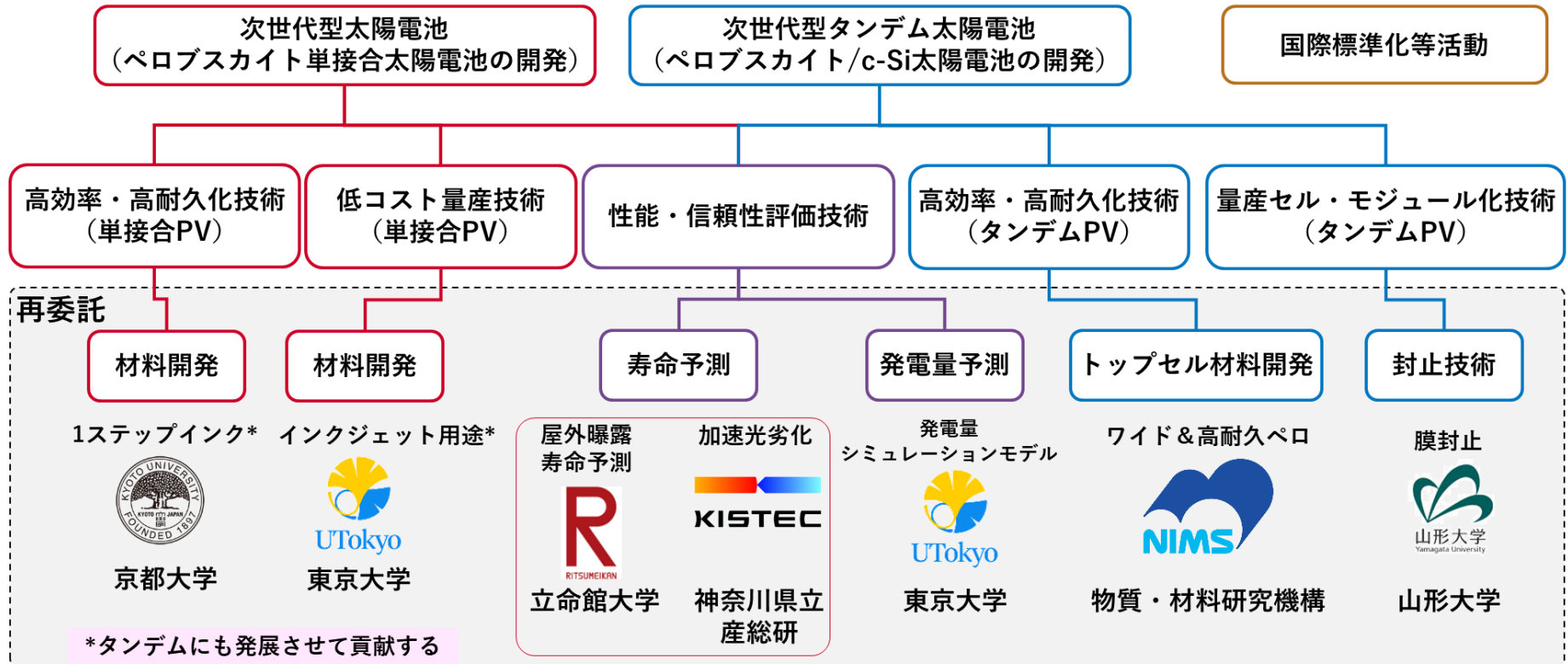
大型 Xeソーラシミュレータ



実用サイズモジュールの測定

社会実装を推し進める強固な連携体制

AIST 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



太陽電池性能目標：

- ペロブスカイト単接合太陽電池：**1cm²**の小面積セル・モジュールで加速劣化試験* **1500時間後**の変換効率**20%**、**100cm²**のセル・モジュールで加速劣化試験***1500時間後**の変換効率**15%**
- ペロブスカイト/c-Si太陽電池：受光面積**1cm²**において初期変換効率 **32%**、加速劣化試験* **1500時間後**の性能**維持率 90%**、**100cm²**以上のセルで初期変換効率 **31.5%**、Cell-to-Module (CTM) 比**0.95** (* IEC TS 62876-2-1準拠)

シングル・タンデム・評価の連携による相乗効果



セル・モジュール性能評価・加速劣化試験・屋外曝露試験

ドライルーム内成膜試験設備・分析設備活用



セル自動作製システム

GI企業連携

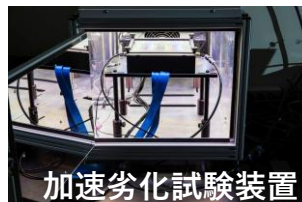
SEKISUI AISIN

ENECORAT Kaneka

Panasonic RICOH

CIC 長州産業株式会社

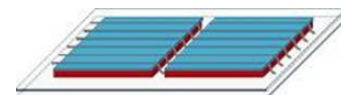
- ・ 開発した材料による連続成膜試験
- ・ 材料劣化解析
- ・ 自動セル作製装置およびAIによる最適化



加速劣化試験装置

- ・ 加速劣化試験（熱湿光）
- ・ 光サイクル試験
- ・ 温度サイクル試験
- ・ UV照射試験

タンデムセルの
モジュール化



- ・ タンデムセル化
- ・ セルのモジュール化
- ・ c-Si同等信頼性試験

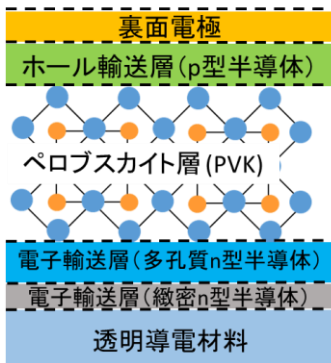


寿命予測技術
(立命館大学)
(KISTEC)

発電量
シミュレーション
(東京大学)



単接合とタンデムの
技術共有



ペロブスカイト単接合太陽電池

ホール輸送材料

界面修飾材料

ペロブスカイト原料

電子輸送材料

透明電極材料

フィルム基材

インクジェット用
高性能
ペロブスカイト
(東京大学)

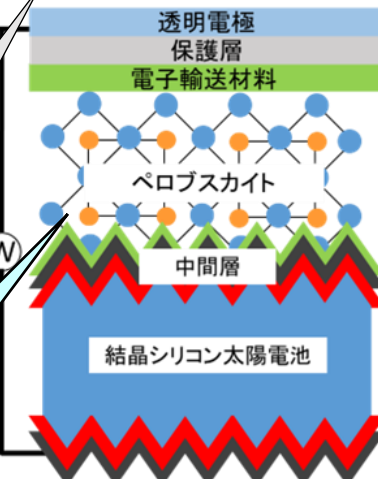


封止材料
(山形大学)

n型、p型含む
ペロブスカイトインク
(京都大学)



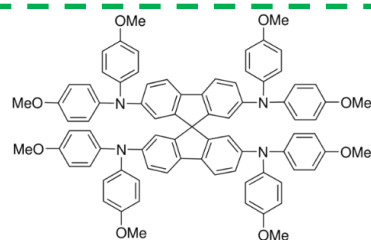
タンデム用
トップセル
小面積
要素技術
(NIMS)



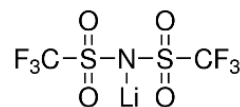
ペロブスカイト/
c-Siタンデム 太陽電池

最も普及しているホール輸送材の熱劣化

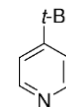
- 最も普及しているホール輸送材Spiro-OMeTADにはドーパントとしてLi TFSIと4-tert-butylpyridine (TBP)が用いられる
- TBPは揮発性があり、ペロブスカイトとも反応するため、熱劣化試験によりホール輸送層にボイドが発生し性能低下
- 揮発性が低く、ペロブスカイトとも反応しない添加剤の探索を進めた



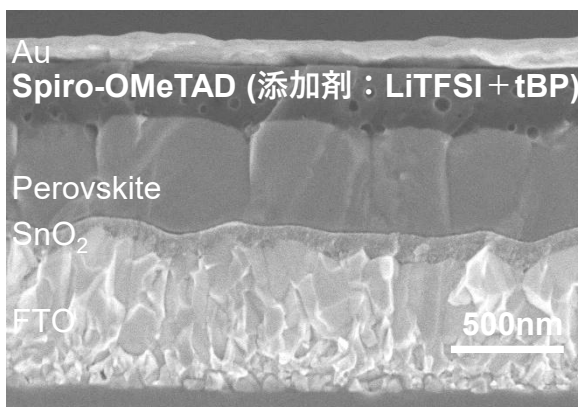
Spiro-OMeTAD



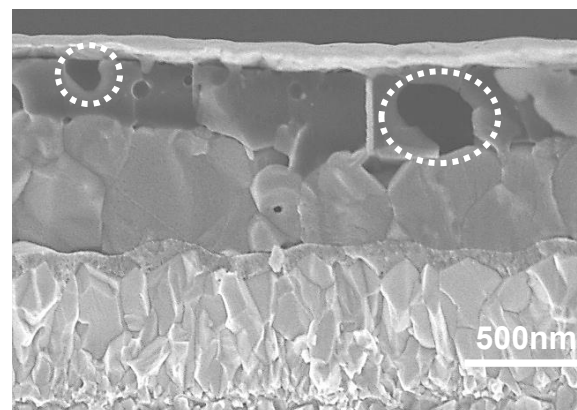
Li TFSI



4-tert-butylpyridine



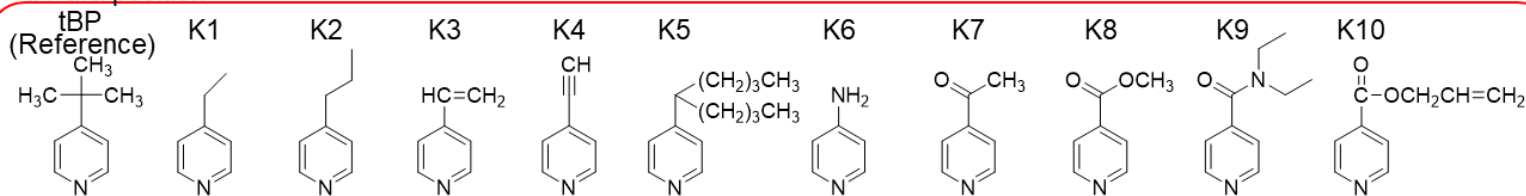
作製直後



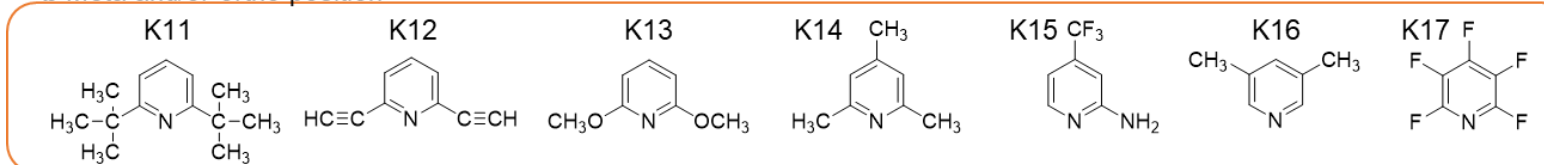
85°C試験、400時間後

不揮発性ドーパントの探索：tBPの代替材料

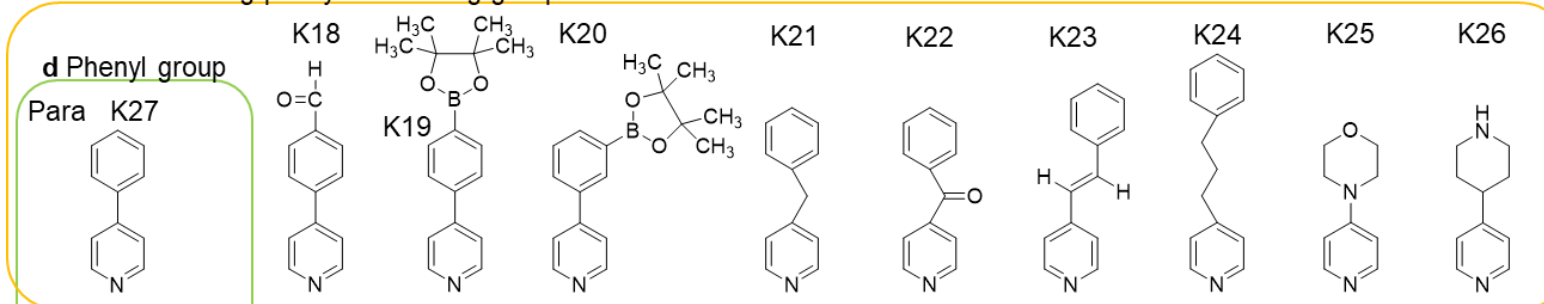
a Para position



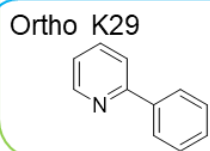
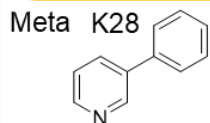
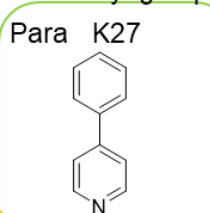
b Meta and/or ortho position



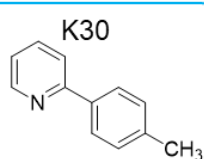
c Para-containing phenyl/hetero ring group



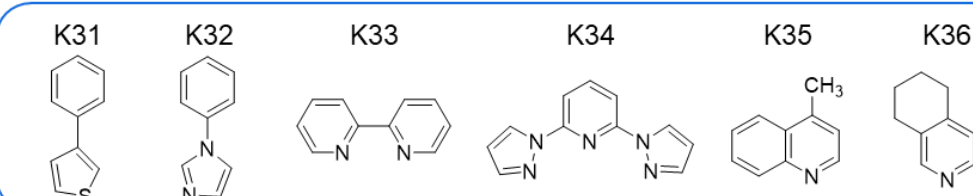
d Phenyl group



e substitution



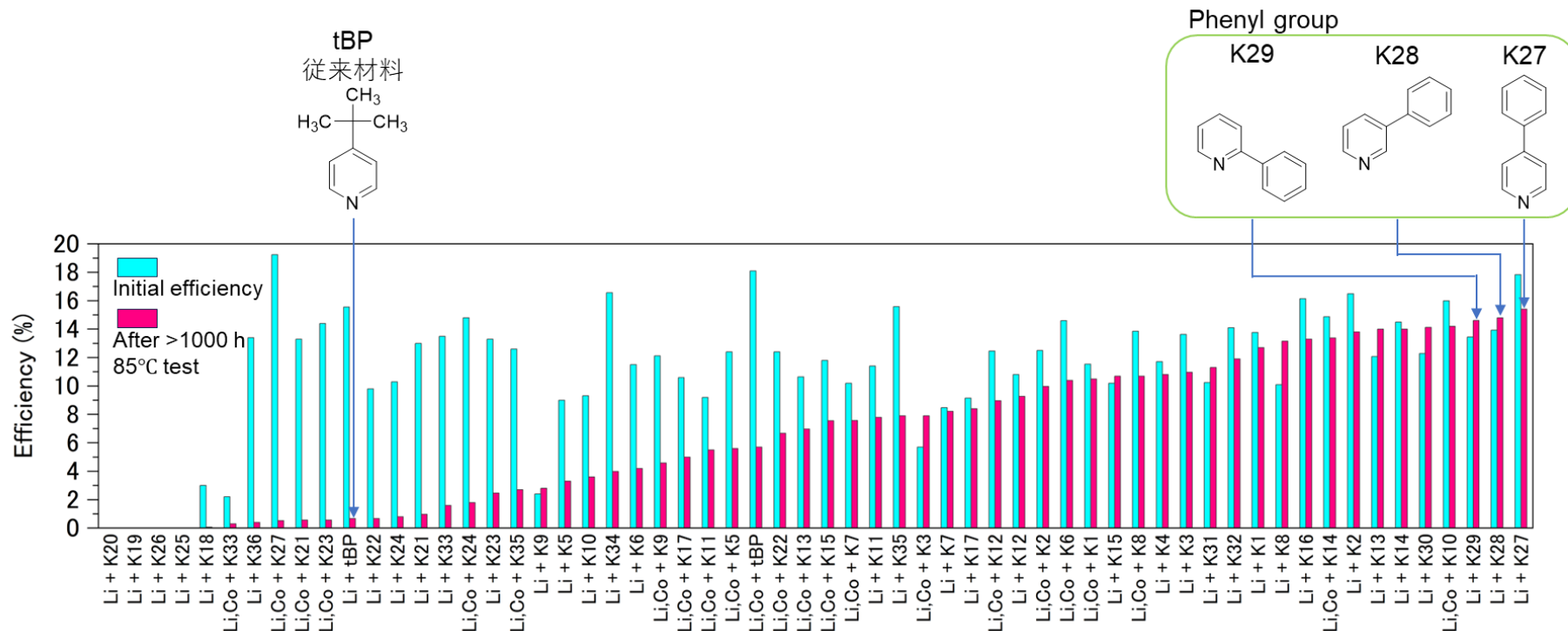
f other



H. Kanda, et.al, *Nature Communications* 17, 1664 (2026)

85°C熱劣化試験による添加剤の評価

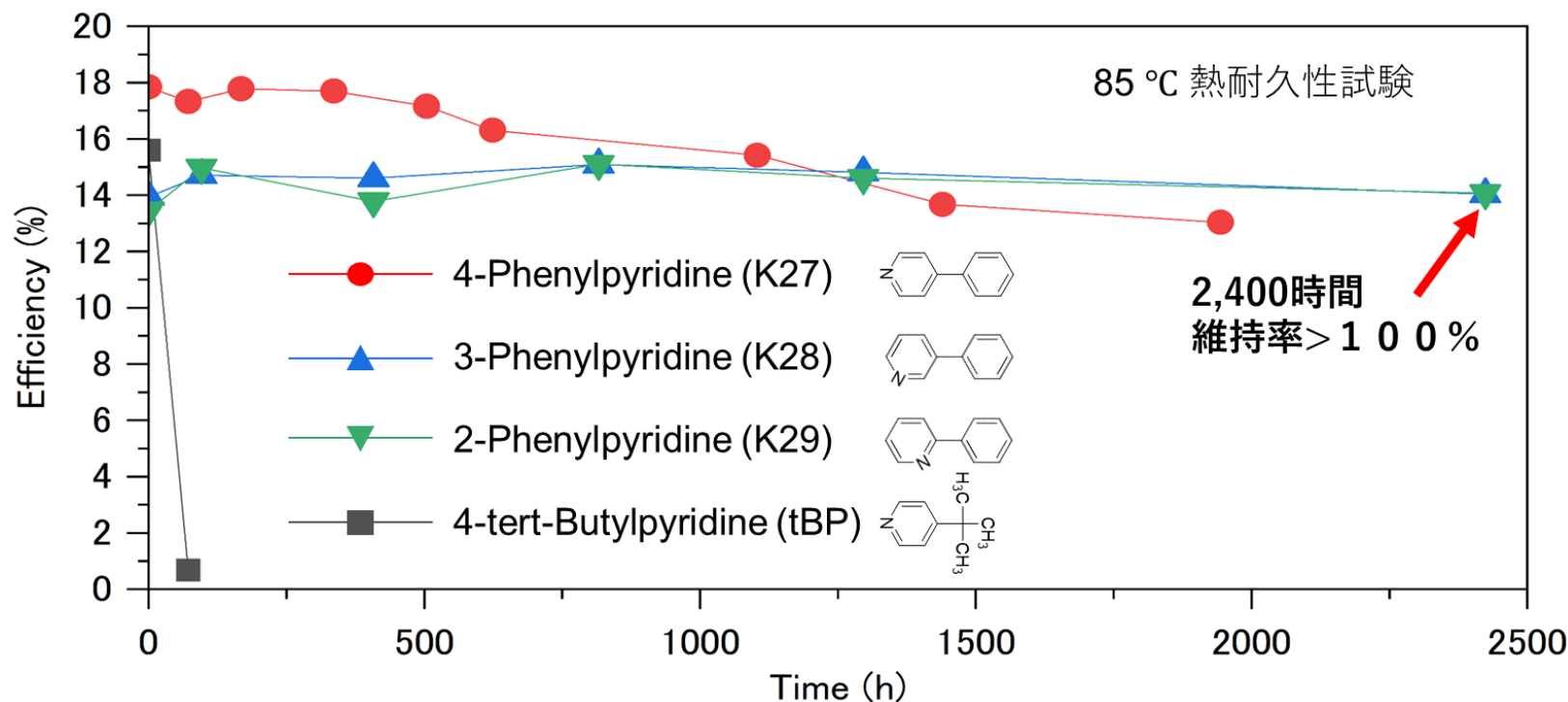
- ピリジン系材料を36種類、Spiro-OMeTADのドーパントとして添加しPSCを作製して初期性能と熱耐久性を評価
- フェニル基を有するピリジン誘導体が、熱耐久性向上に有用であることを見出した



H. Kanda, et.al, *Nature Communications* 17, 1664 (2026)

ペロブスカイト単接合太陽電池の85℃ 熱劣化試験

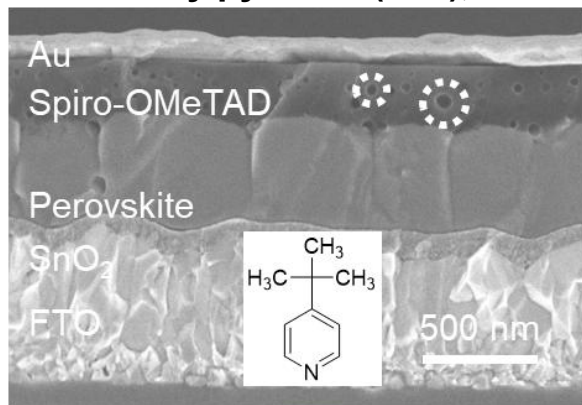
- フェニルピリジンの中でも特に2-Phenylpyridine, 3-Phenylpyridineが熱耐久性向上に有用
- 前述の添加剤にて85℃ 2400時間後に初期性能を100%維持



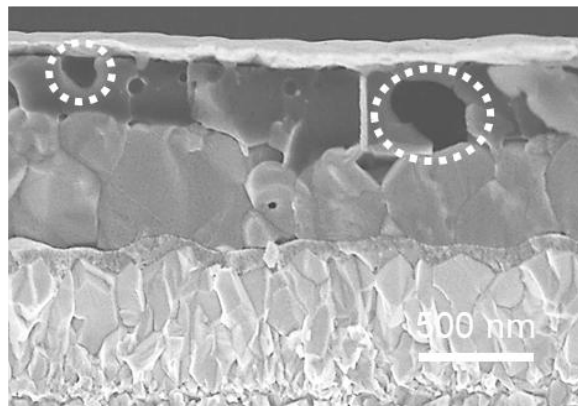
H. Kanda, et.al, *Nature Communications* 17, 1664 (2026)

- 高耐熱性を有する**ポイドフリー**正孔輸送材の開発に成功（膜厚>250 nm）

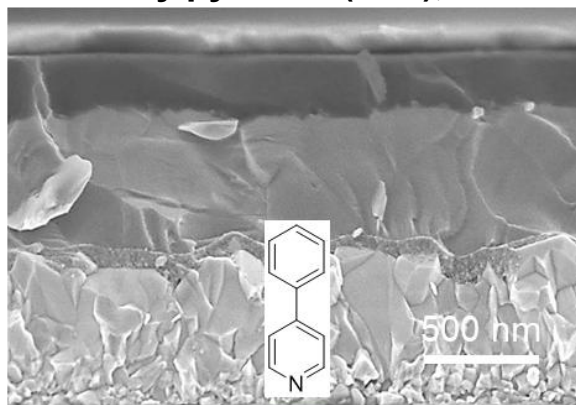
4-tert-Butylpyridine (tBP), 作製後



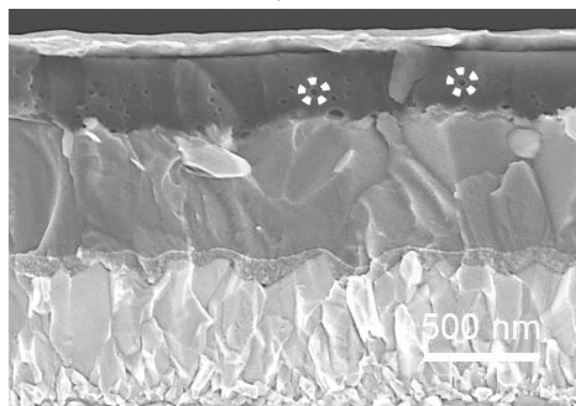
85℃試験、400時間後



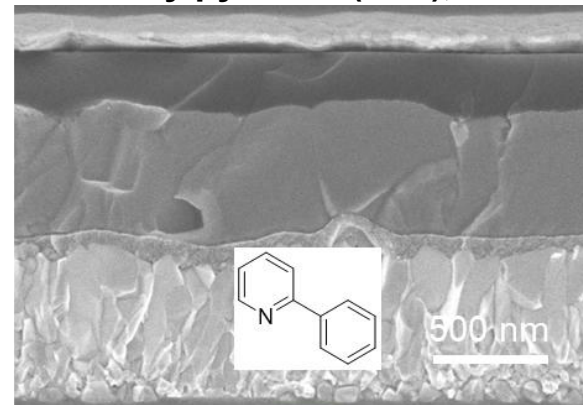
4-Phenylpyridine (K27), 作製後



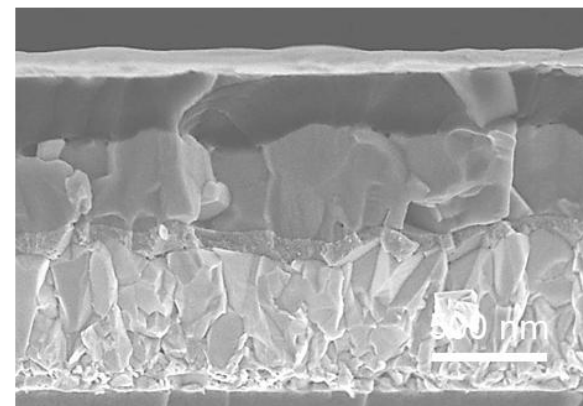
85℃試験、400時間後



2-Phenylpyridine (K29), 作製後



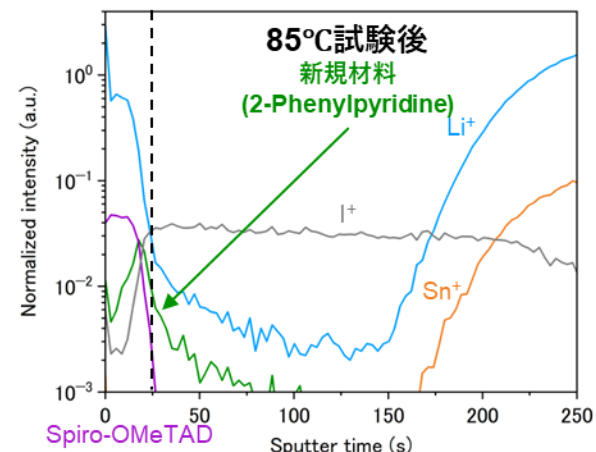
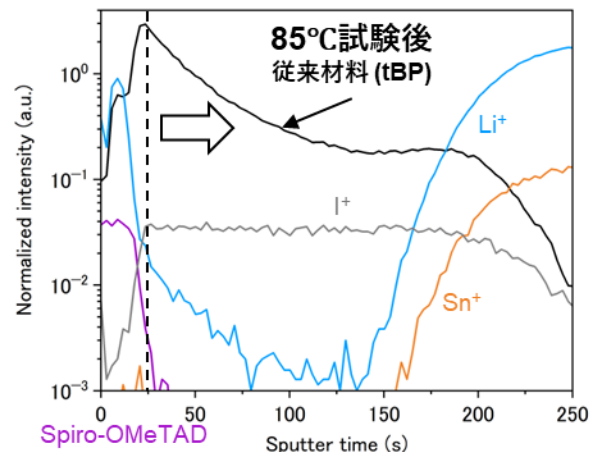
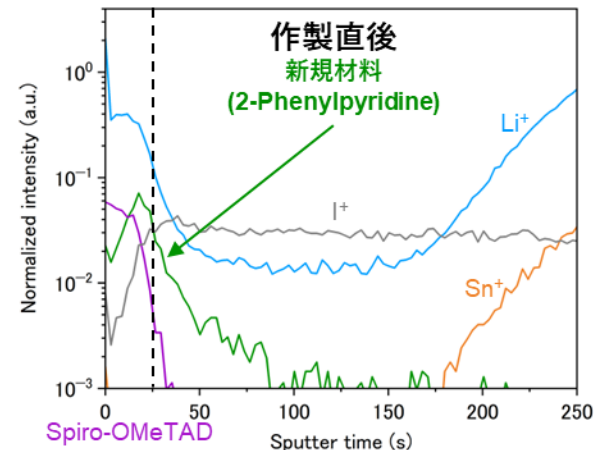
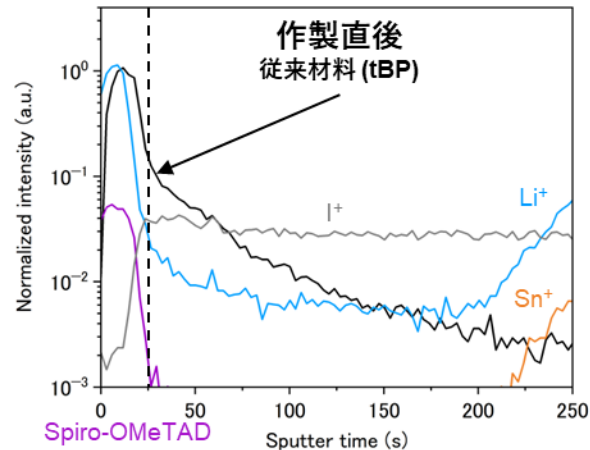
85℃試験、400時間後



H. Kanda, et.al, *Nature Communications* 17, 1664 (2026)

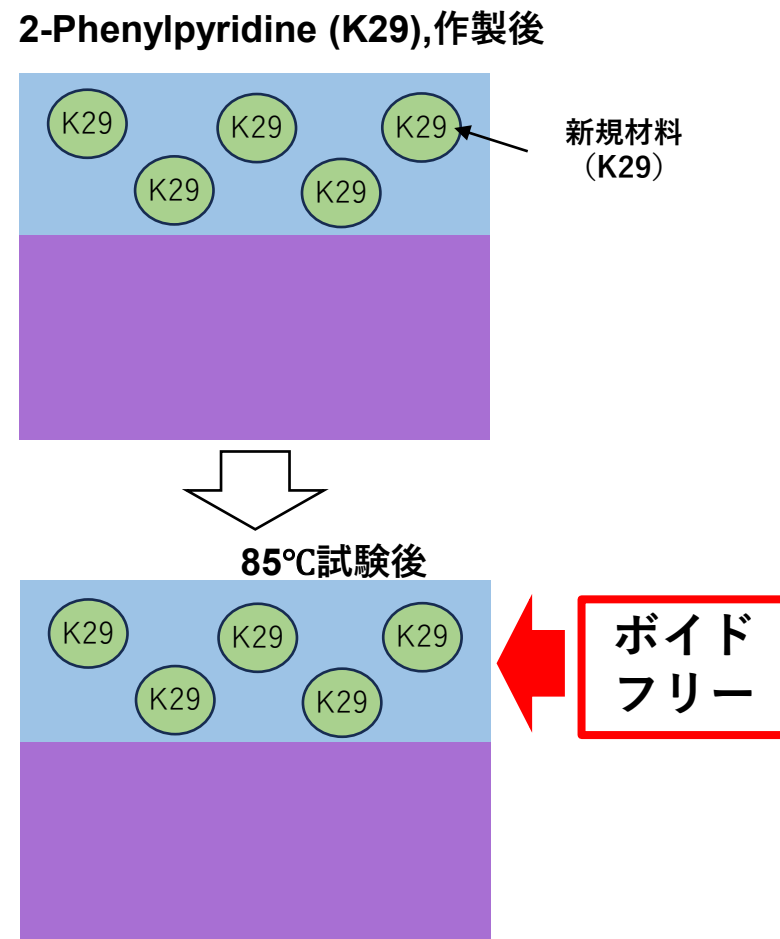
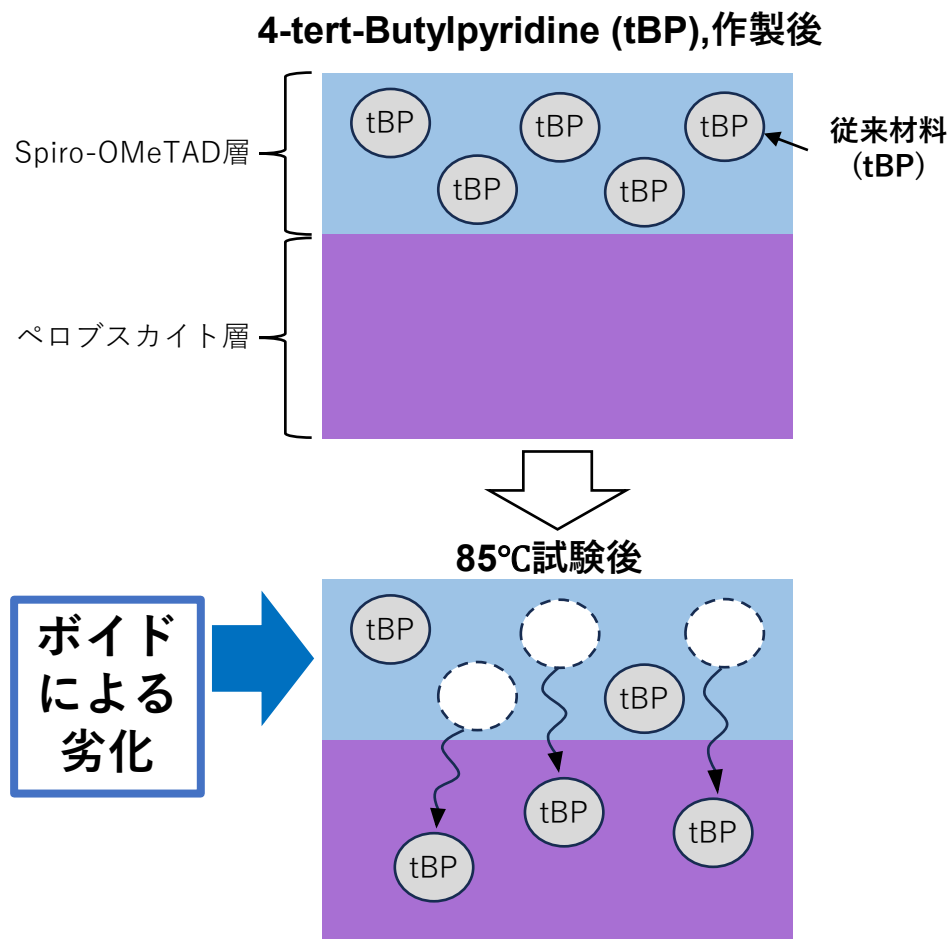
85°C熱劣化試験によるボイド発生メカニズム GCIB-ToF-SIMS測定

- 2-Phenylpyridineは、ペロブスカイト結晶へ熱拡散しないことがわかった



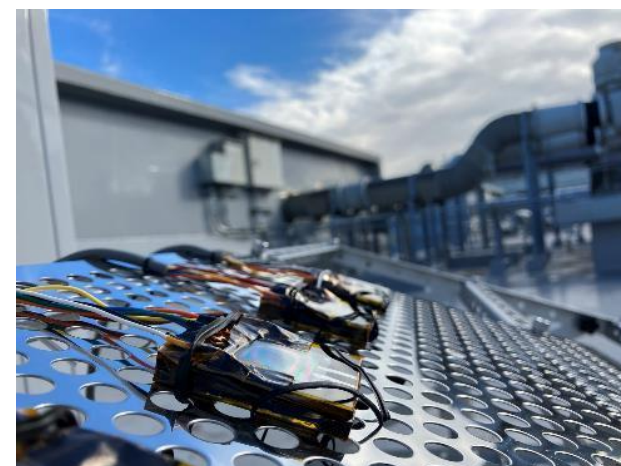
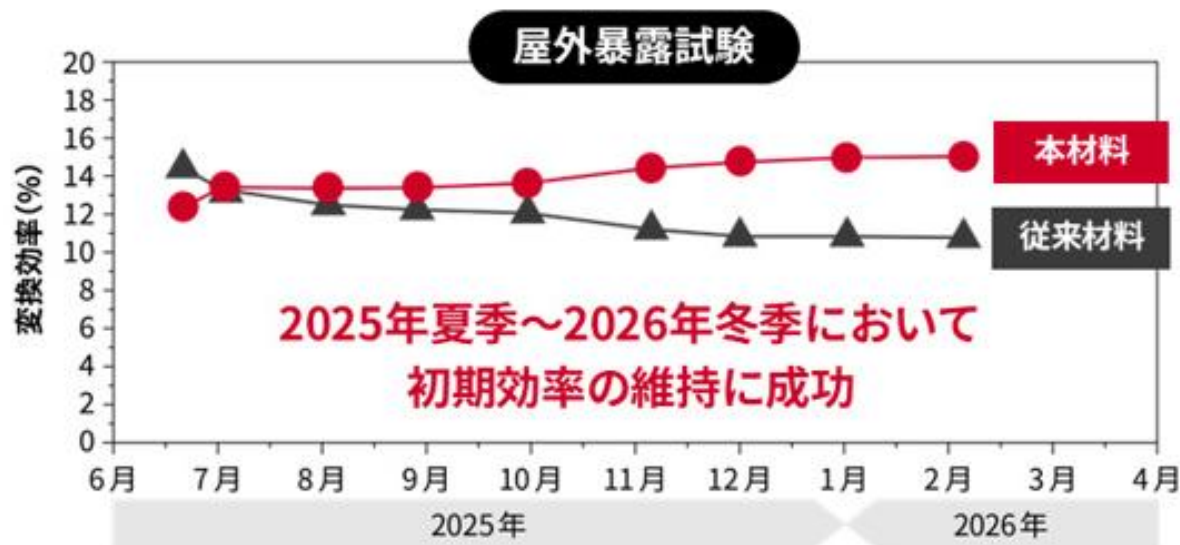
H. Kanda, et.al, *Nature Communications* 17, 1664 (2026)

85°C熱劣化試験によるボイド発生メカニズム GCIB-ToF-SIMS測定



ペロブスカイト単接合太陽電池の屋外暴露試験

- 屋外環境における劣化を調べるために屋外暴露試験を実施している
- 封止したペロブスカイト単接合太陽電池セルを最大出力追尾（MPPT）にて稼働させ出力を測定
- 2025年6月～2026年2月までの夏季屋外暴露試験にて出力低下が無いことを確認



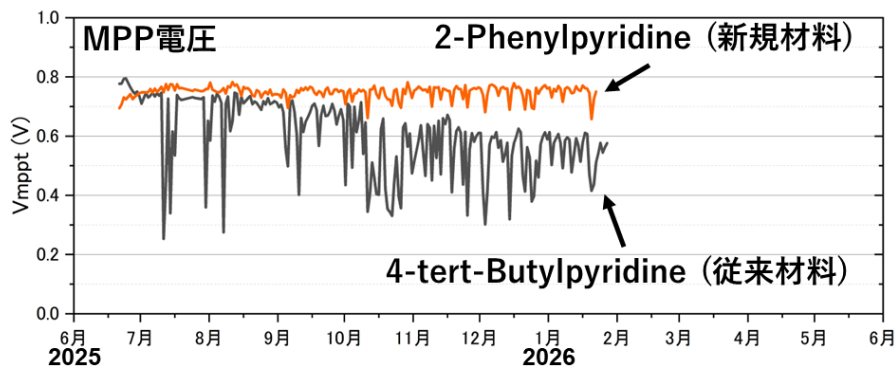
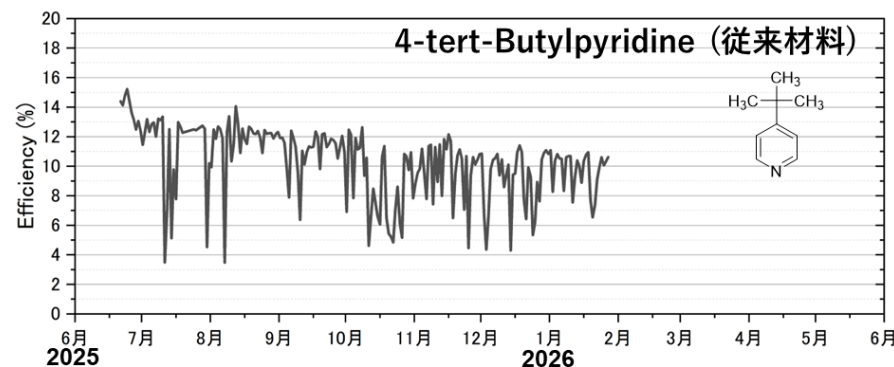
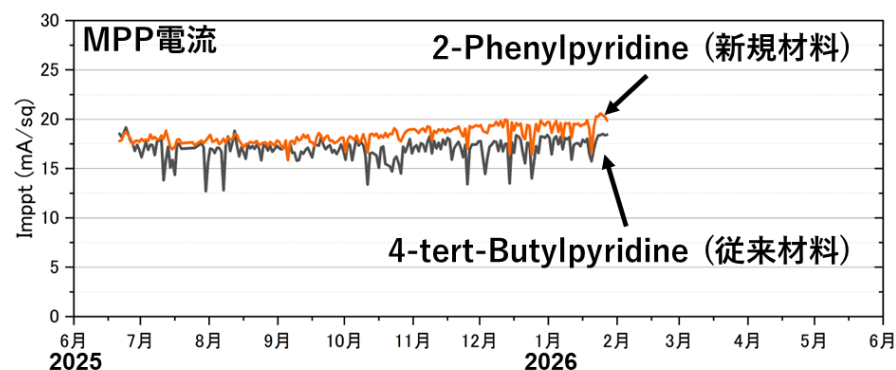
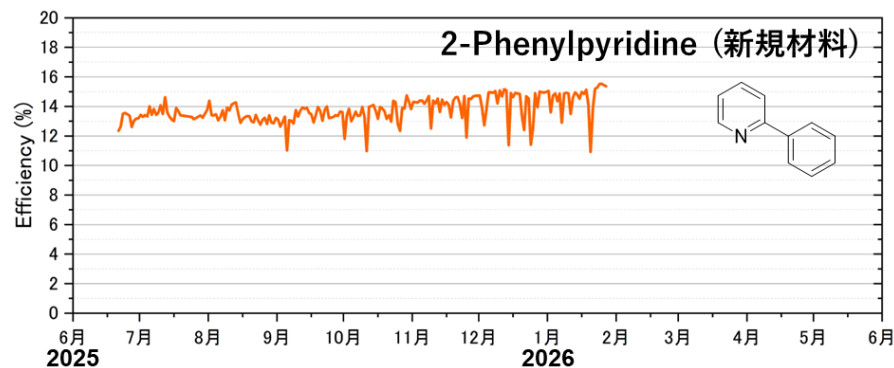
ペロブスカイト単接合太陽電池セルの屋外出力

セル屋外暴露試験の様子

2026年3月13日 神田広之 産総研プレスリリース ペロブスカイト太陽電池、ついに日本の夏を耐え過ぐす！

ペロブスカイト単接合太陽電池の屋外暴露試験

- 夏季のセル温度は最高値で70.7℃を記録、冬季の最低値は-6.9℃を記録
- 2025年夏季において劣化が無いことを確認（2025年6月21日～現在）

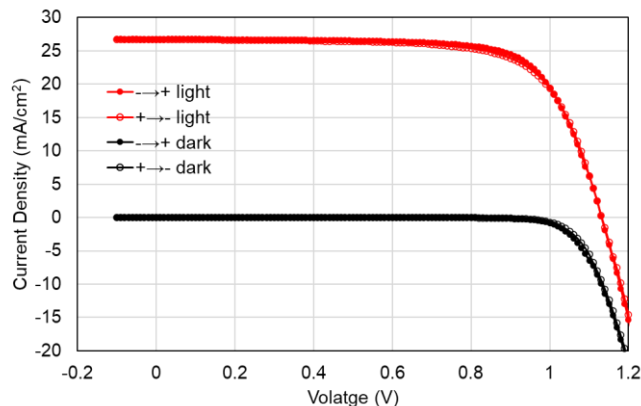
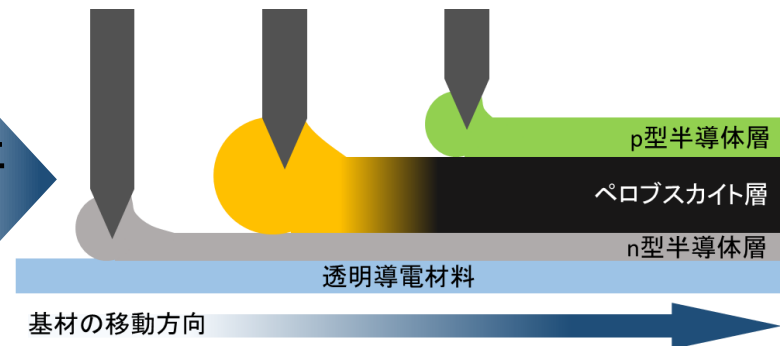


2026年3月13日 神田広之 産総研プレスリリース ペロブスカイト太陽電池、ついに日本の夏を耐え過ぐす！

- エアナイフ技術を採用し、スピンコーティング法で作製した場合と同等の、緻密で平滑なペロブスカイト層の成膜に成功
- 自動セル製造システムを用いて、成膜条件を最適化
- すべての層（ETL、ペロブスカイト、HTL）をブレードコーティング法で成膜し、22%を超える効率を達成



ブレードコートに
適用



	J_{sc} (mA/cm ²)	V_{oc} (V)	FF	PCE (%)
BW	26.7	1.13	0.73	22.1
FW	26.7	1.13	0.71	21.5

FTO / SnO₂ / CsFAPbI₃ / Spiro-OMeTAD (0.16 cm²)

n層, ペロブスカイト, p層すべてブレードコートで成膜したセルのIV特性と太陽電池性能

- 実用化に取り組む企業と適宜契約を締結し、企業の早期事業化に貢献する。
- 産総研で開発した材料、連続成膜技術、プロセスインフォマティックス（PI）、セル・モジュール劣化解析、モジュール性能評価について、GI参画企業へ順次展開中。量産に向けた技術開発をサポート。
- 企業が開発中のペロブスカイト太陽電池モジュールについて加速劣化試験および屋外暴露試験の分析結果をフィードバック。

