

ペロブスカイト太陽電池の 加速劣化試験結果の報告

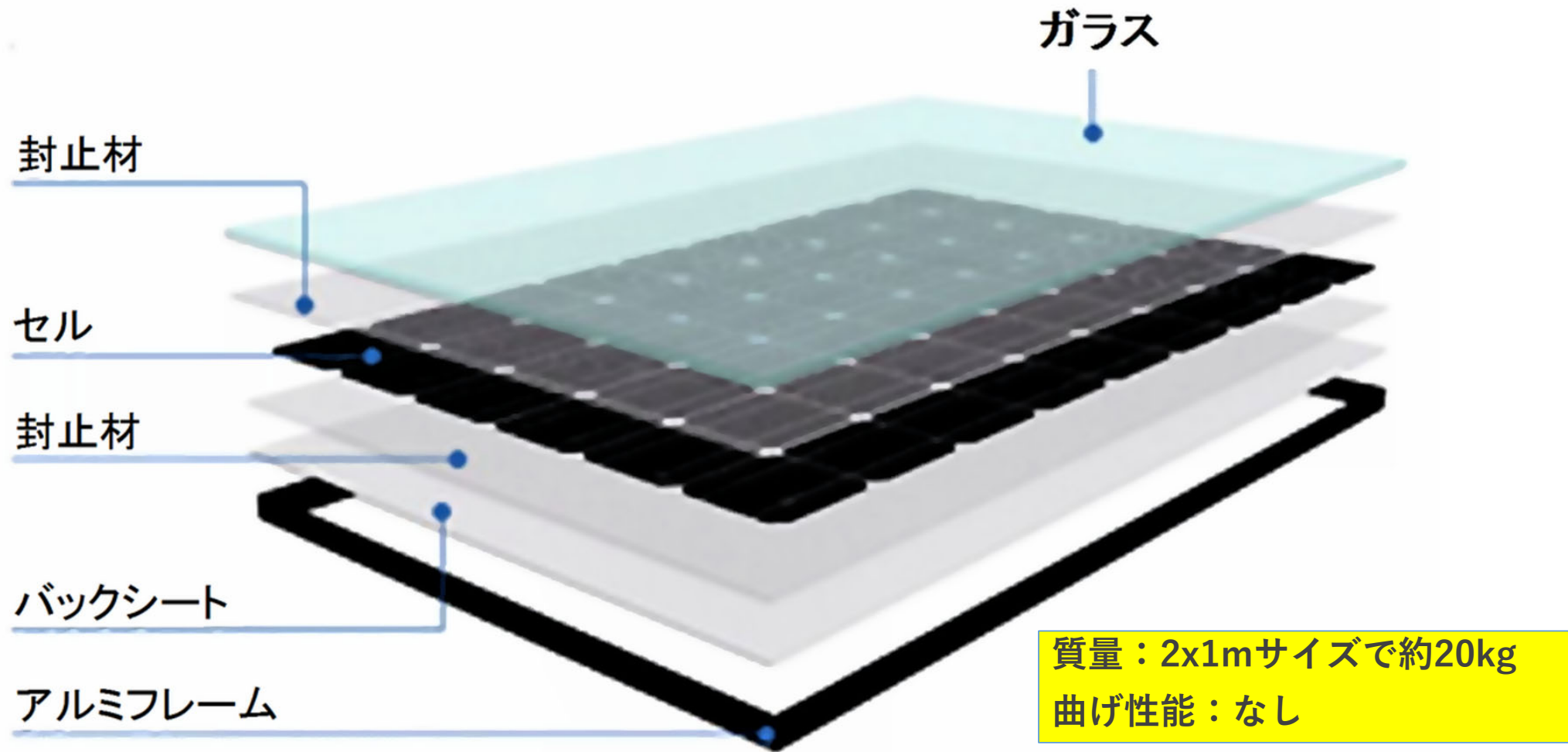
2025年9月17-19日
スマートエネルギーWeek秋

株式会社ケミトックス
栗本 晴彦

目次

1. ペロブスカイト太陽電池の特徴
2. 加速劣化試験結果の報告
(高温高湿試験、温度サイクル試験)

結晶シリコン太陽電池モジュールの構造の例



出典：フジプレアム株式会社

ペロブスカイト太陽電池とは

従来の太陽電池セルと比較して、

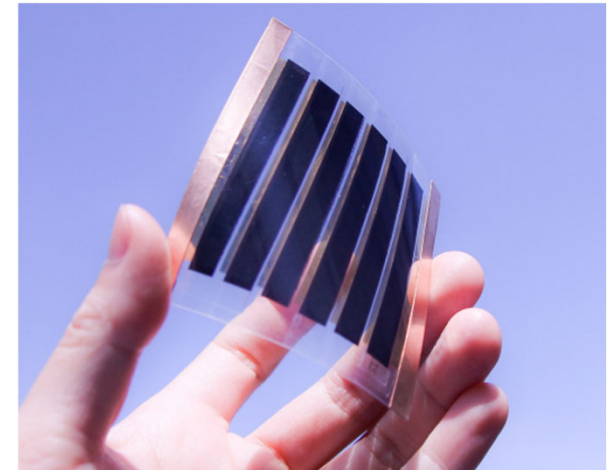
①発電効率

②軽量

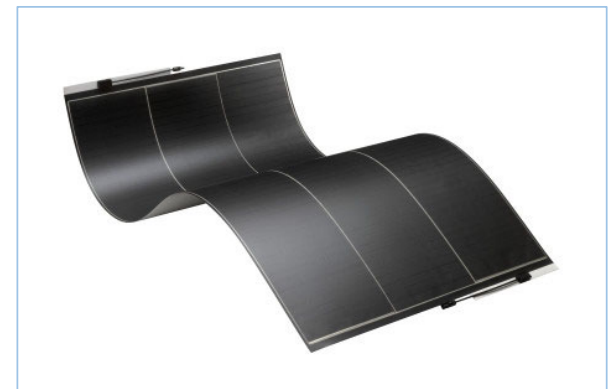
③低コスト

などを高い水準で満たせる可能性がある。

(※ただし耐久性や大面積化などはまだまだ発展途上)



	ペロブスカイト	有機薄膜	シリコン	CIGS
変換効率(セル)	～25%	～17%	～27%	～23%
コスト	○ → ◎	○	◎	○
耐久性	△ → ○	○	◎	○
軽量	◎	◎	△	○
フレキシブル	◎	◎	×	△
ローラブル	◎	◎	×	△
シースルー	◎	◎	△	△



※出典：国立研究開発法人産業技術総合研究所「ペロブスカイト太陽電池の研究開発動向」

ペロブスカイト太陽電池 実証試験例



東京国際クルーズターミナルでの
フィルム型ペロブスカイト実証実験（積水化学）

https://www.sekisui.co.jp/news/2024/1403365_41090.html

<https://toyokeizai.net/articles/-/849930?page=3>



屋根上設置における屋外実証実験
（アイシン・大林組）

<https://www.aisin.com/jp/news/2025/009053.html>

目次

1. ペロブスカイト太陽電池の特徴

2. 加速劣化試験結果の報告 (高温高湿試験、温度サイクル試験)

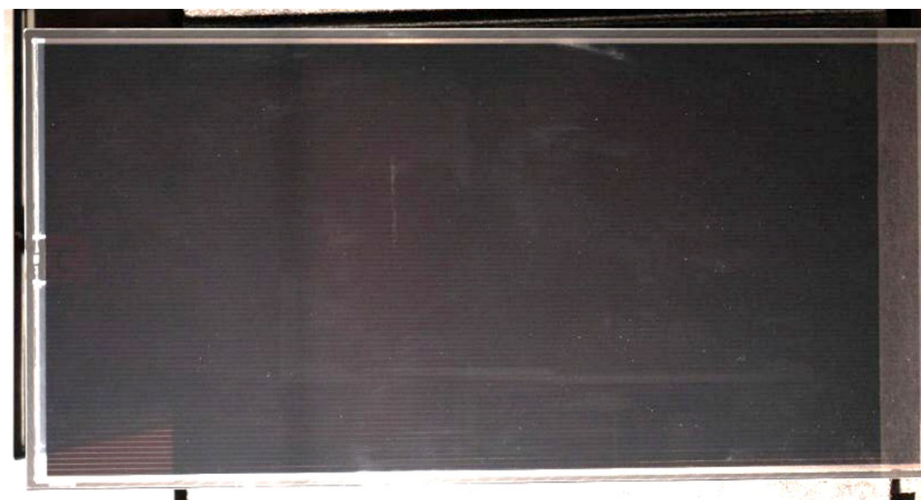
ペロブスカイト太陽電池の加速劣化試験実験の報告

IEC規格に基づく太陽電池の加速劣化試験

- ・ 高温高湿試験（温度85°C/**湿度85%RH**）
- ・ 温度サイクル試験（温度-40°C $\Leftrightarrow$ +85°Cサイクル_**低湿度環境**）



最大2200mmサイズ対応
環境試験チャンバー



試験ペロブスカイト太陽電池

構造：両面ガラスタイプ
サイズ：1200x600mm
最大出力：80W程度

高温高湿試験・温度サイクル実験結果

・高温高湿試験（85°C/85%RH）

（初期, 100, 250, 550 時間後で測定）

・温度サイクル試験（-40°C⇔+85°C）

（初期, 20, 50, 110 サイクル後で測定。1cyc = 5hr）



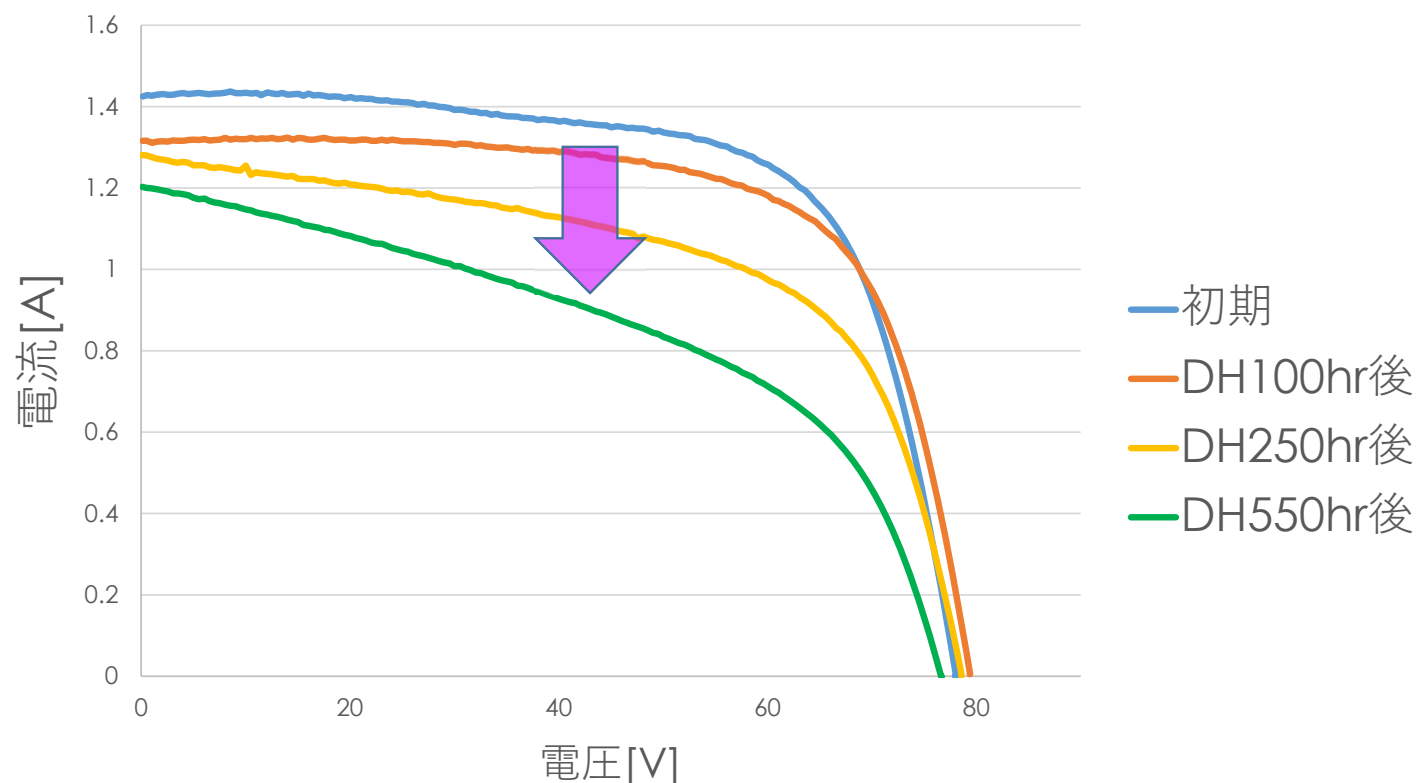
試験内容	状態	短絡電流 Isc[A]	開放電圧 Voc[V]	フィルファクタ FF[%]	最大出力 Pm[W]	Pm劣化率 [%]
高温高湿試験	初期	1.425	78.06	68.30	75.98	—
	DH100hr	1.331	79.52	68.83	72.84	-4.1
	DH250hr	1.282	78.74	58.36	58.92	-22.5
	DH550hr	1.203	76.66	46.72	43.08	-43.3
温度サイクル試験	初期	1.416	79.65	70.87	79.91	—
	TC20cyc	1.361	79.09	71.15	76.57	-4.2
	TC50cyc	1.385	79.75	70.00	77.33	-3.2
	TC110cyc	1.396	80.34	69.70	78.19	-2.1

高温高湿試験にて出力低下が進行。

温度サイクル試験では、顕著な出力低下は見られなかった。

高温高湿試験後の I-V特性の変化

ペロブスカイト太陽電池 高温高湿試験結果



状態	Pm [W]	Pm 劣化率 [%]
初期	75.98	—
DH100hr	72.84	-4.1
DH250hr	58.92	-22.5
DH550hr	43.08	-43.3

DH100h : 短絡電流が減少

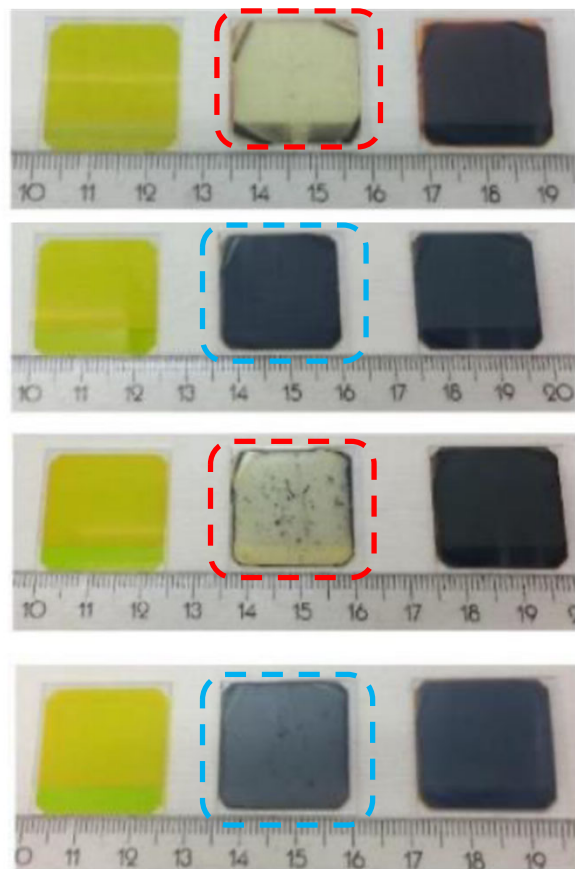
DH250h : FFが減少

DH550h : 開放電圧も低下

水分の影響による、ペロブスカイト太陽電池の劣化の例

A site の有機カチオン

PbI_2 FAPbI_3 FAPbI_3 MABr添加



5 hours in ambient air

大気中の水分で劣化(透明になった)

annealed at 170 °C
for 1 min in air

加熱回復

24 hours in ambient air

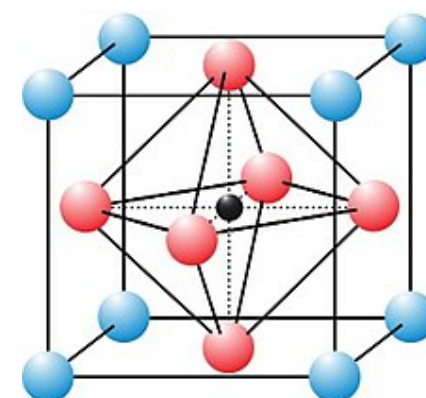
再び水分で劣化

annealed at 170 °C
for 1 min in air

加熱回復

【可逆的な反応を示した】

ペロブスカイト太陽電池の化学組成



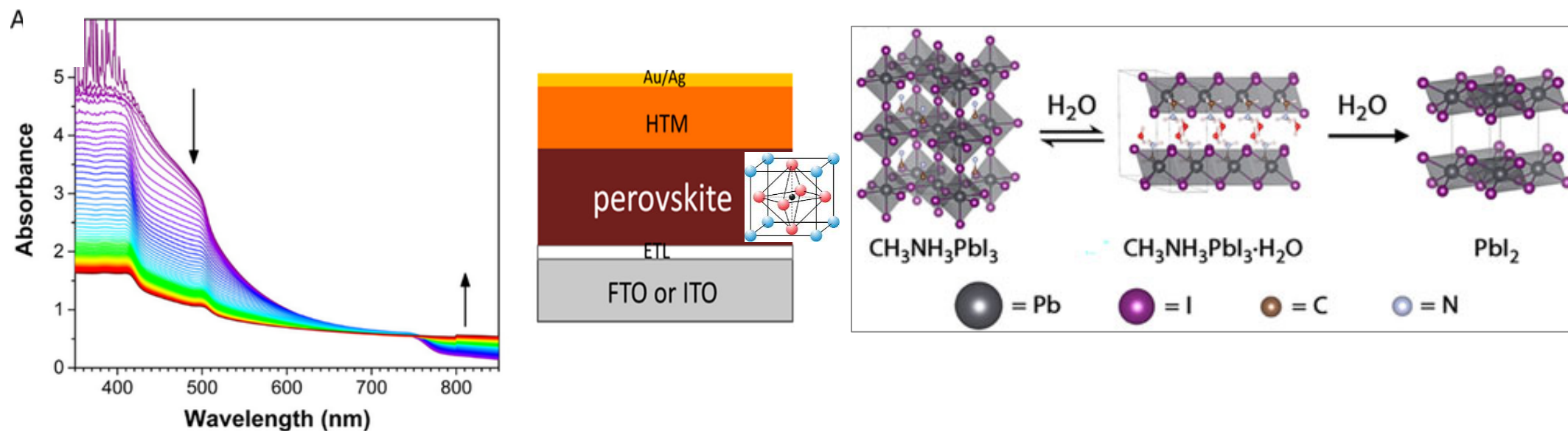
● A site: 有機カチオン

● B site: 金属カチオン

● X site: ハロゲンアニオン

Energy Environ. Sci., 2019, 12, 3074-3088

ペロブスカイト太陽電池における、高温高湿度による劣化の原因（一例）



水によるメチルアンモニウムの遊離

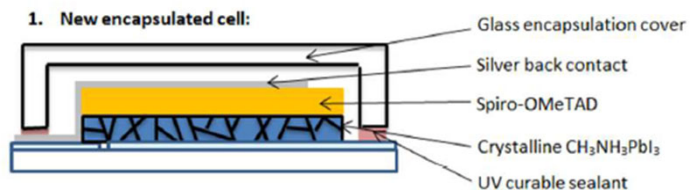


ヨウ素の遊離とヨウ化鉛の生成

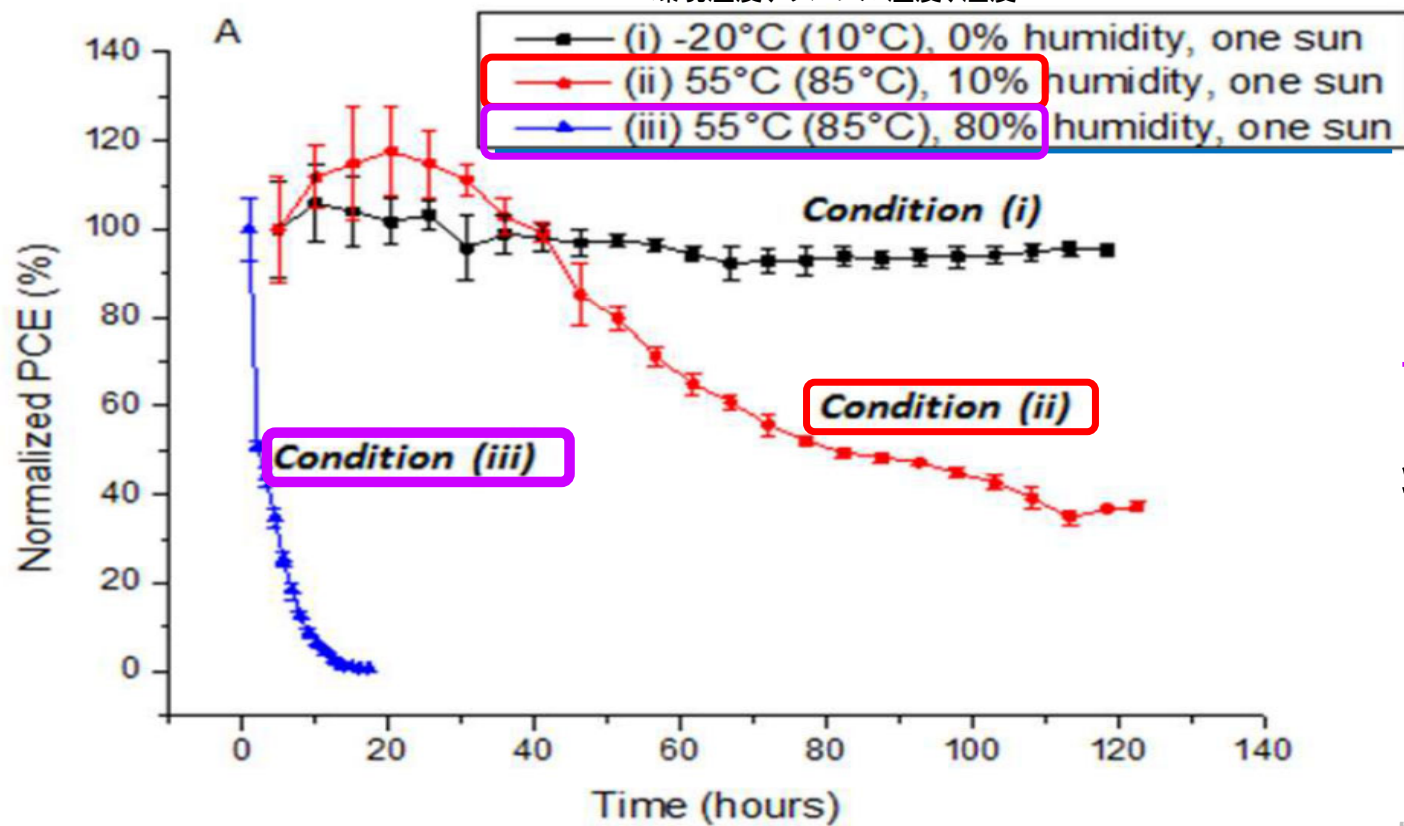
Nano Lett., 2014, **14**, 2584–2590.

ペロブスカイト太陽電池における、高温高湿度劣化の報告例①

ガラス封止された
サンプル



環境温度、サンプル温度、湿度

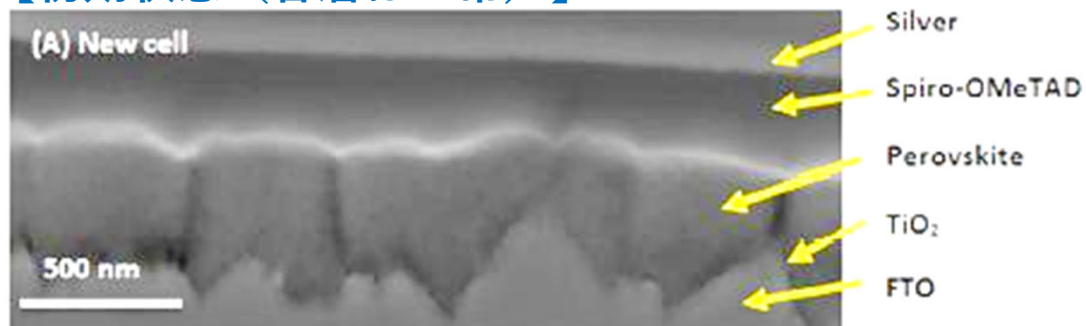


同じ温度条件でも、
高湿度環境(iii)で、
顕著に劣化が進行する。

J. Mater. Chem. A, 2015, **3**, 8139-8147

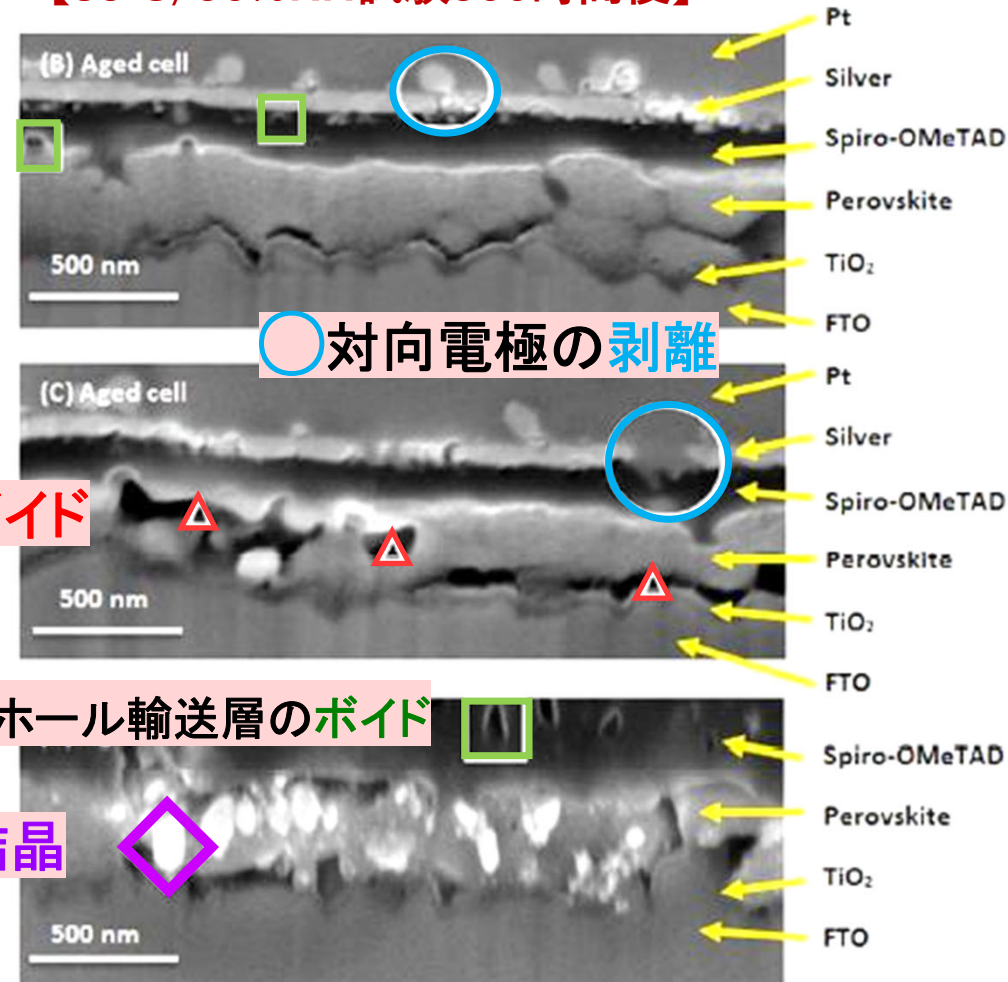
ペロブスカイト太陽電池における、高温高湿度劣化の報告例①

【初期状態（各層は正常）】



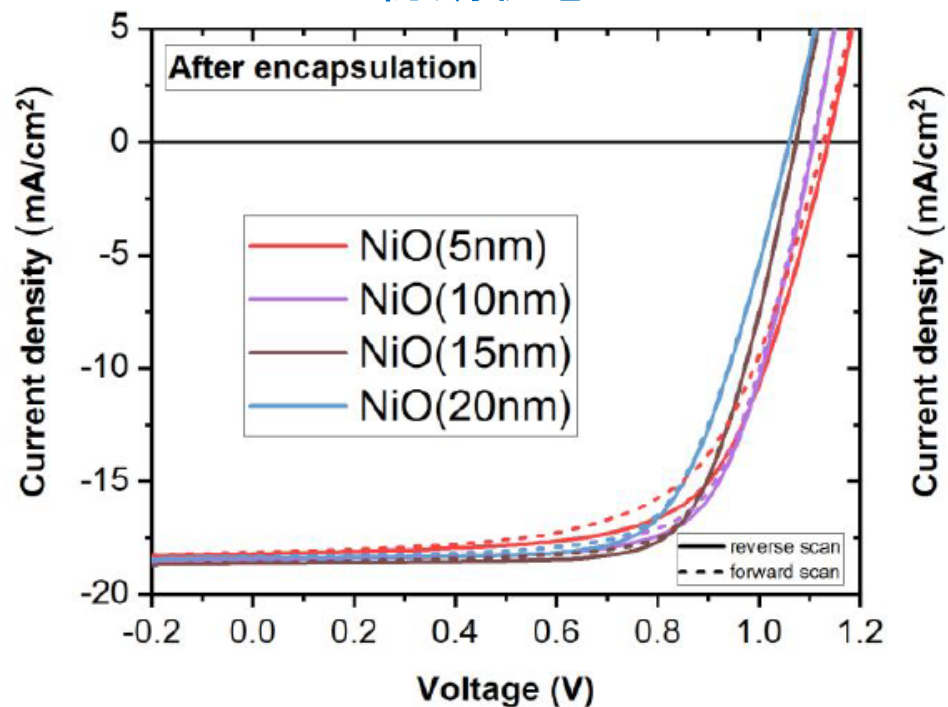
J. Mater. Chem. A, 2015,3, 8139-8147

【85°C/50%RH試験500時間後】

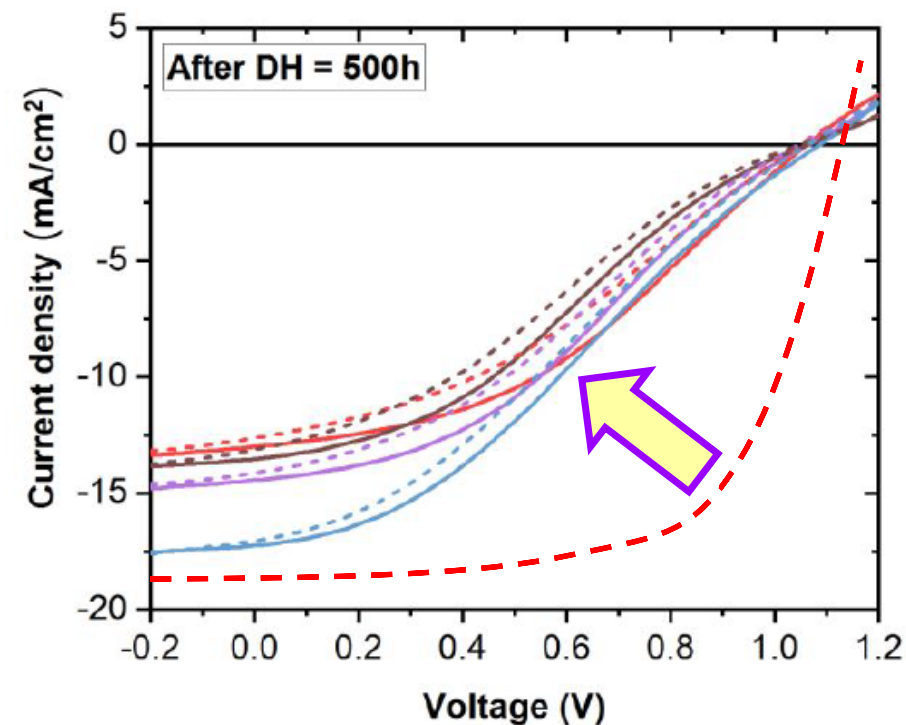


高温高湿度劣化の報告例② (I-V特性の変化)

初期状態



高温高湿試験後

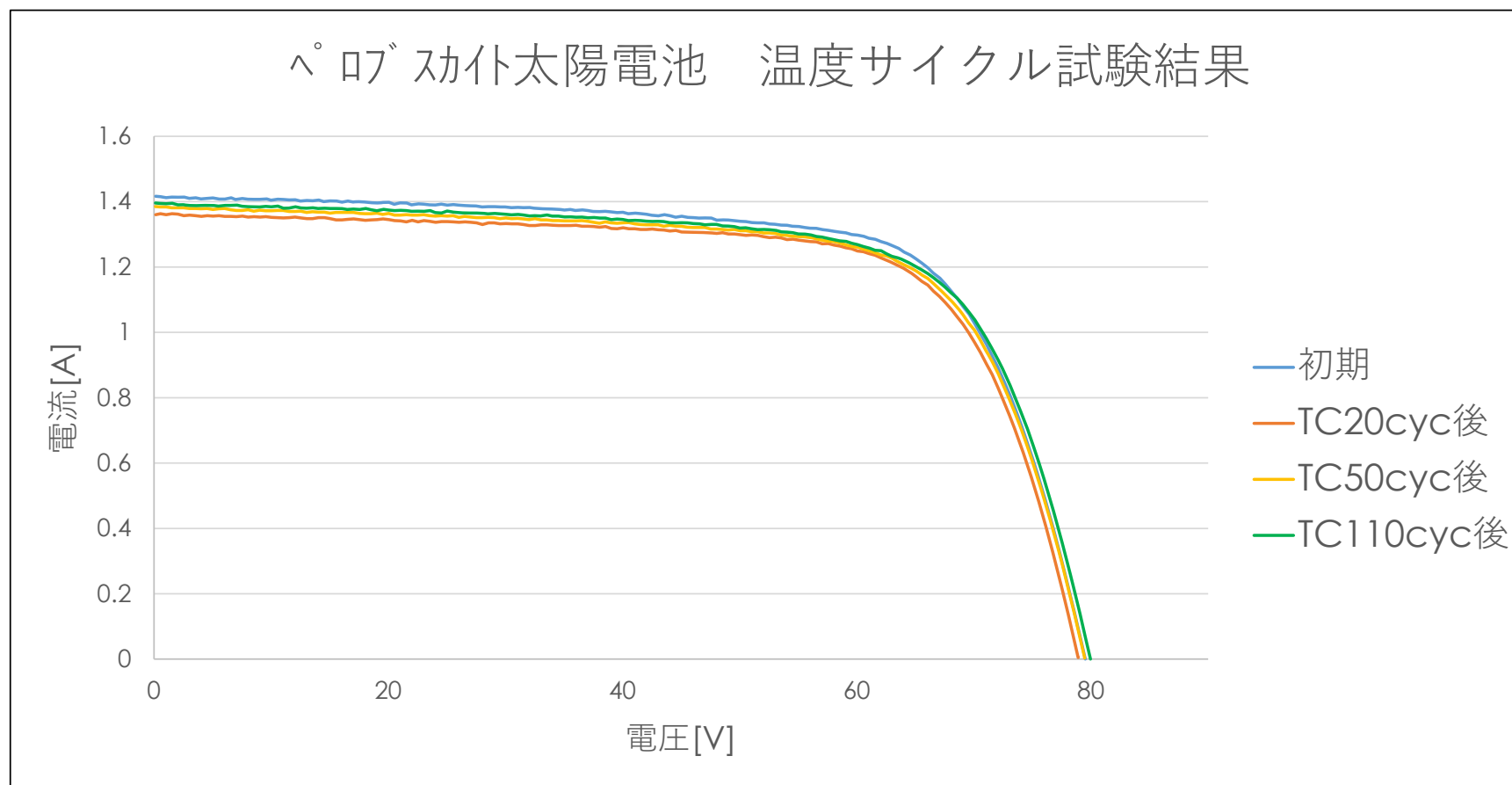


弊社実験と同様の電流値(I_{sc})の減少や、FFの低下が報告されている。

(※この文献では、正孔輸送層のNiOを厚く(20nm)することで劣化を多少抑制されることが報告)

“Understanding and Mitigating the Degradation of Perovskite Solar Cells Based on a Nickel Oxide Hole Transport Material during Damp Heat Testing”
M. Dussouillez, /ACS Appl. Mater. Interfaces 2023, 15, 23, 27941–27951

ペロブスカイト太陽電池 温度サイクル試験前後 I-V特性の変化



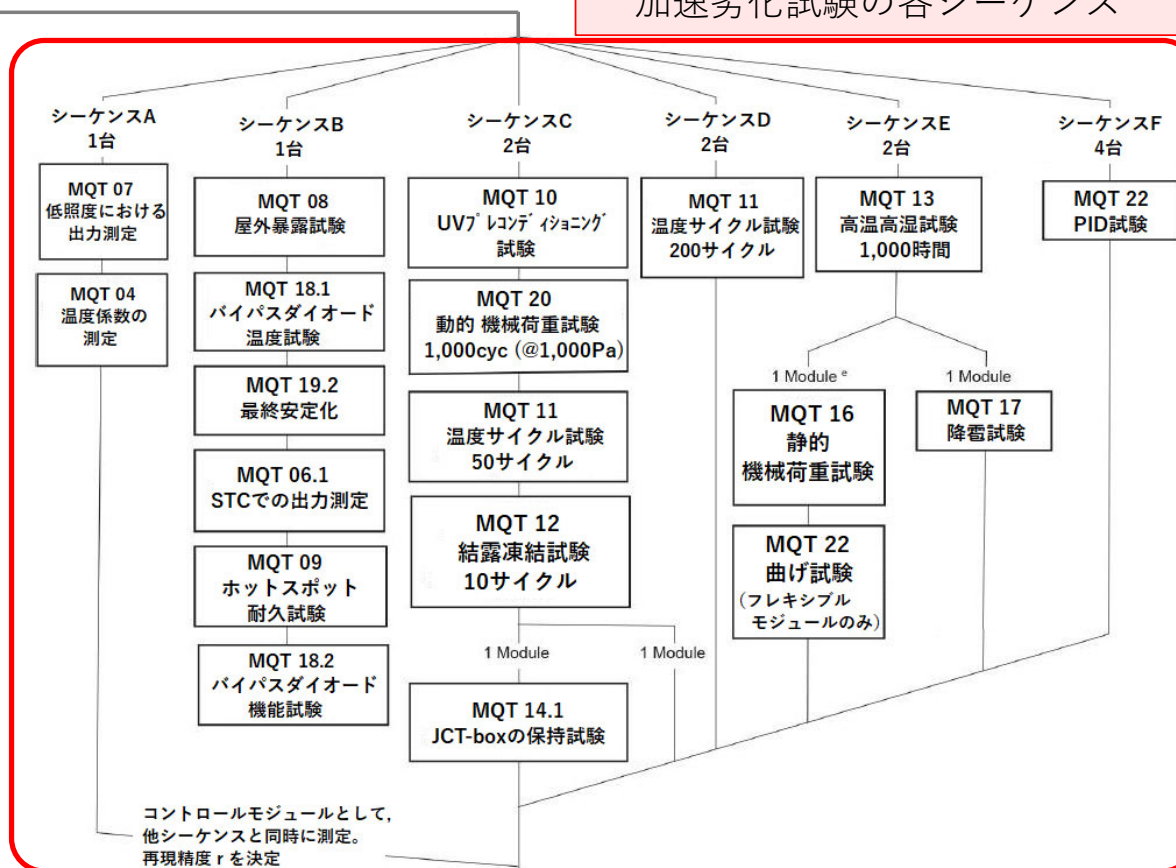
温度サイクル試験（ $-40^{\circ}\text{C} \rightleftharpoons 85^{\circ}\text{C}$ **低湿度環境**）では、**出力低下はほぼ無かった。**
湿度の存在が、劣化に大きく影響することを示している。

IEC 61215(2021) 試験シーケンスの全体図

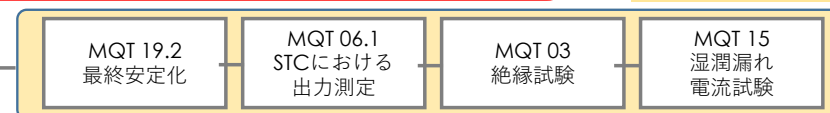
初期測定



加速劣化試験の各シーケンス



試験後測定



ケミトックスは、
これら試験の実施が可能
(ペロブスカイト太陽電池
にも対応)





ご清聴ありがとうございました

株式会社ケミトックス 山梨試験センターKAI
〒408-0103 山梨県北杜市須玉町江草18349

栗本 晴彦

Tel : 0551-42-5061

mail : ha-kurimoto@chemitox.co.jp

北杜市内から臨む南アルプス連峰（中央に甲斐駒ヶ岳）

Chemitox

無断でのコピー・転載はご遠慮ください。

2025/09

Page 17