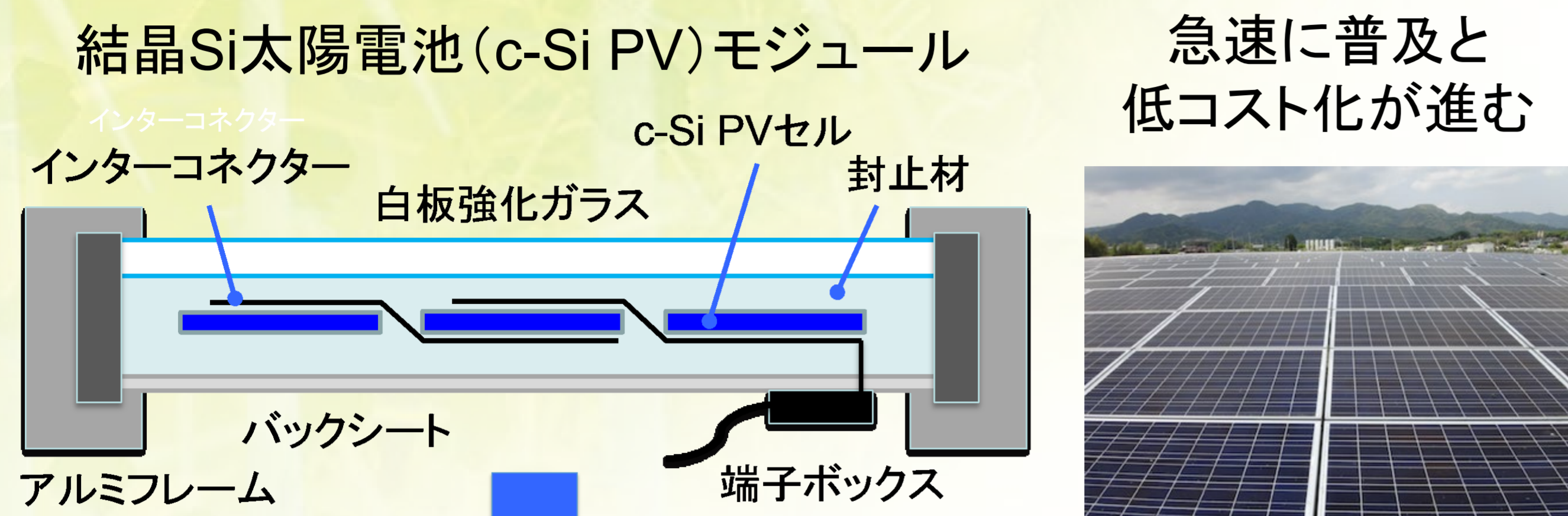


結晶Si太陽電池モジュールの化学劣化：Siセルによる違い

原 浩二郎

産業技術総合研究所 センシングシステム研究センター

研究の目的



急速に普及と
低コスト化が進む

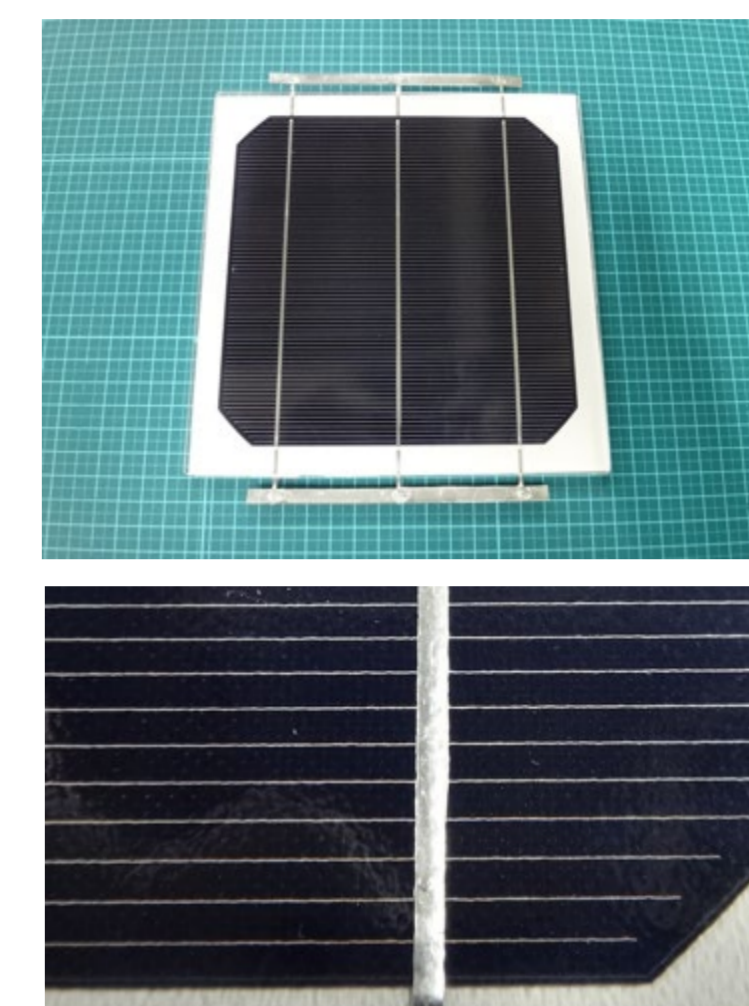


- ・ 最近のc-Si PVモジュールの長期信頼性を明らかにする
- ・ さらなる高信頼性モジュール(寿命40年以上)の実現

実験

高温高湿試験によるc-Si PVモジュールの
化学劣化をSiセルを変えて比較・評価

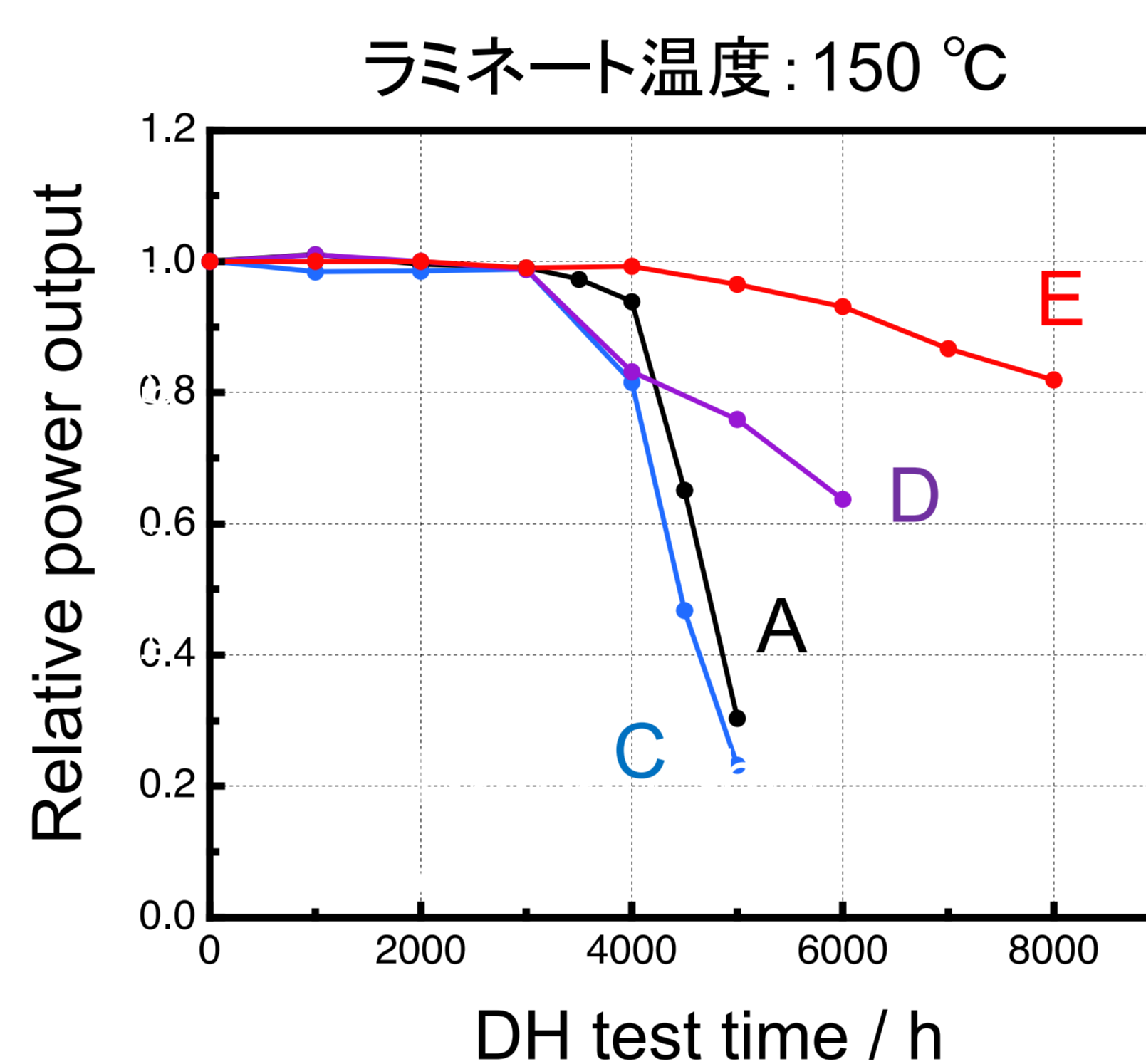
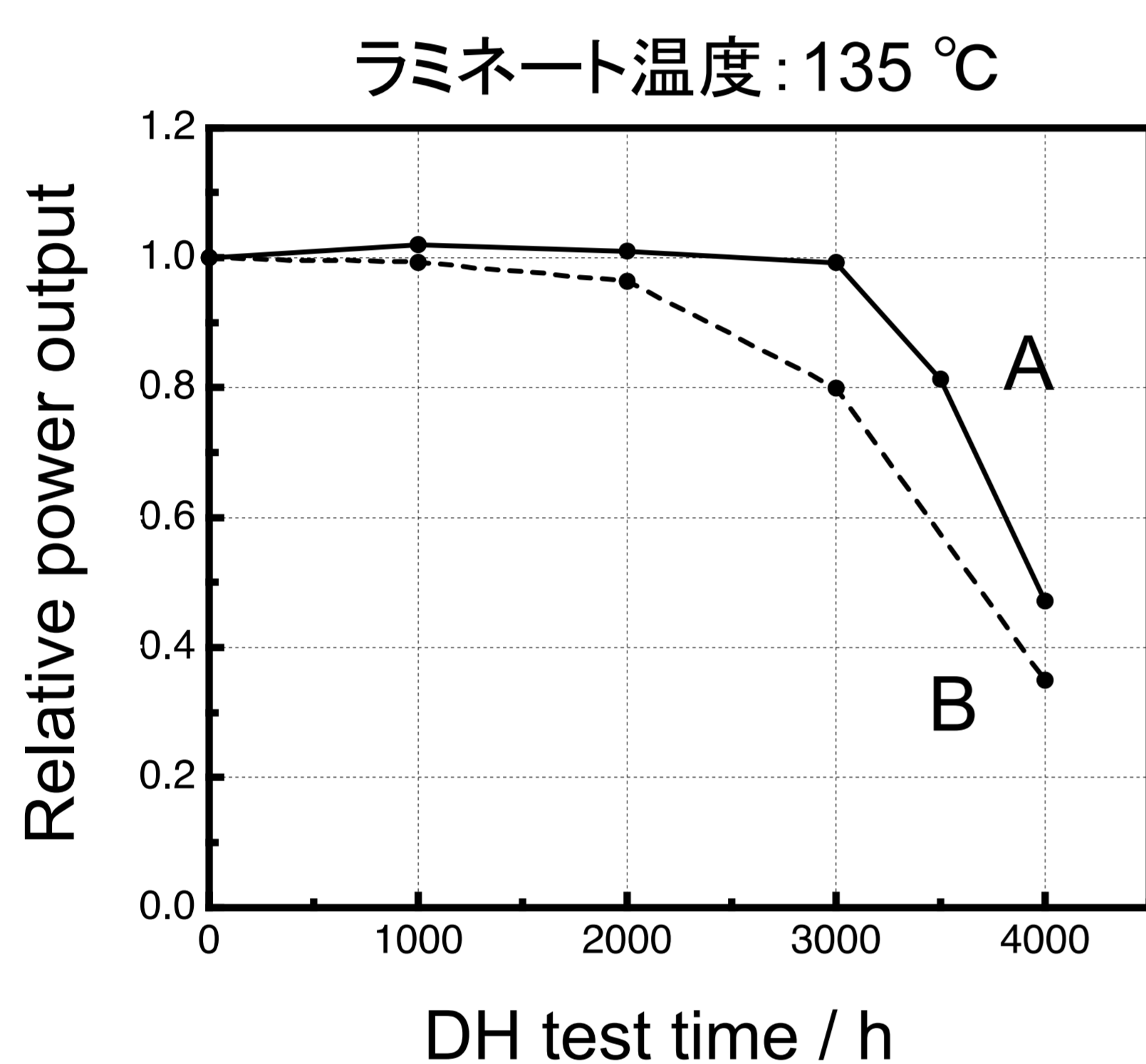
- ・ 試験モジュール(単セルモジュール)
 - ・ 5種類のSiセル(EVA封止材、他部材は同じ)
 - ・ ラミネート温度: 135 °C、あるいは150 °C
- ・ 高温高湿(Damp-heat、DH)試験
 - 温度85 °C+湿度85%、~8000時間
- ・ 評価・分析方法
 - ・ PV特性(I-V特性、EL特性)
 - ・ Ag電極の断面SEM図、電子プローブマイクロ分析(EPMA)



Siセル上のAgフィンガー電極

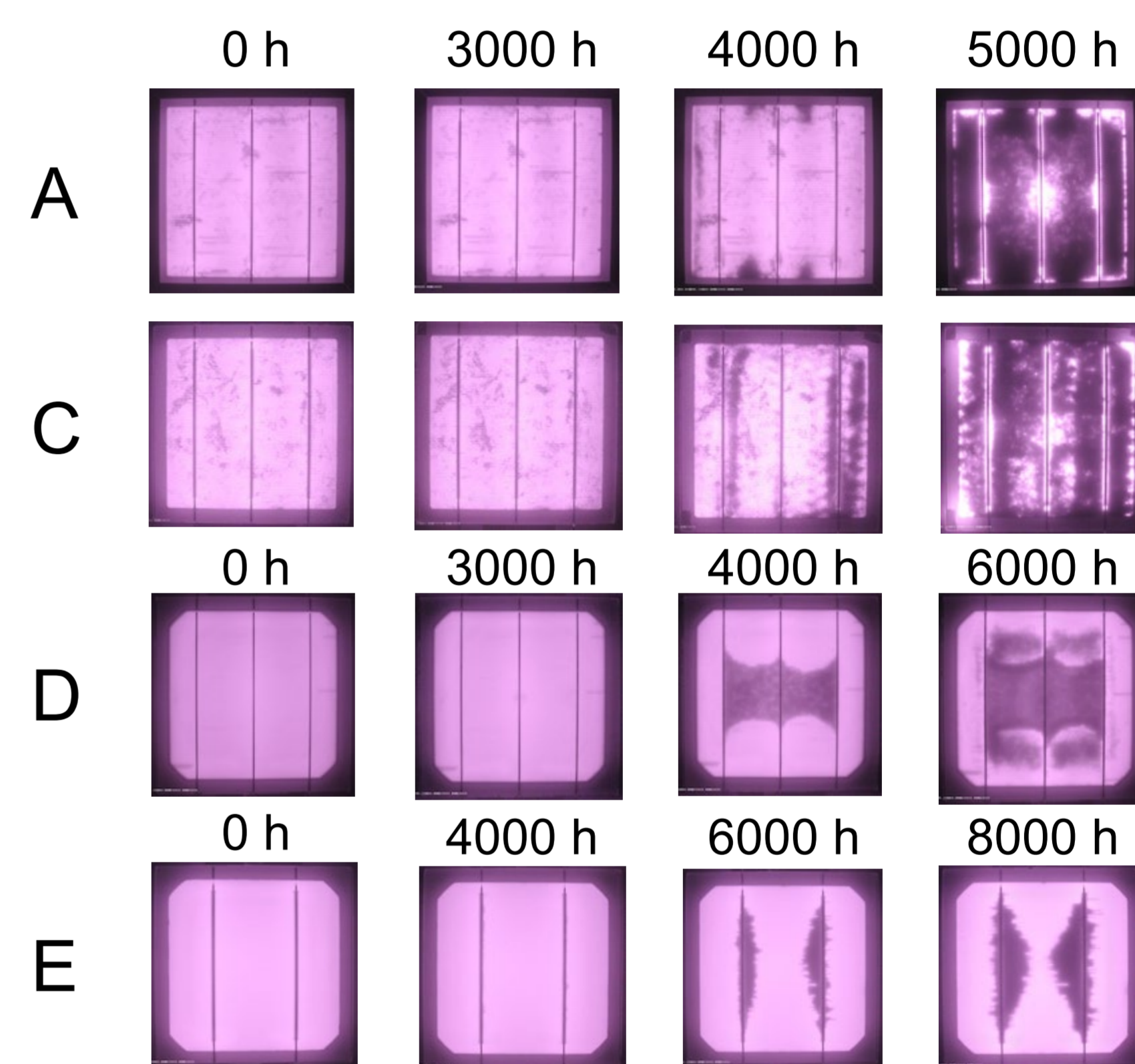
結果と考察

DH試験によるモジュールの出力変化(Siセルの比較)

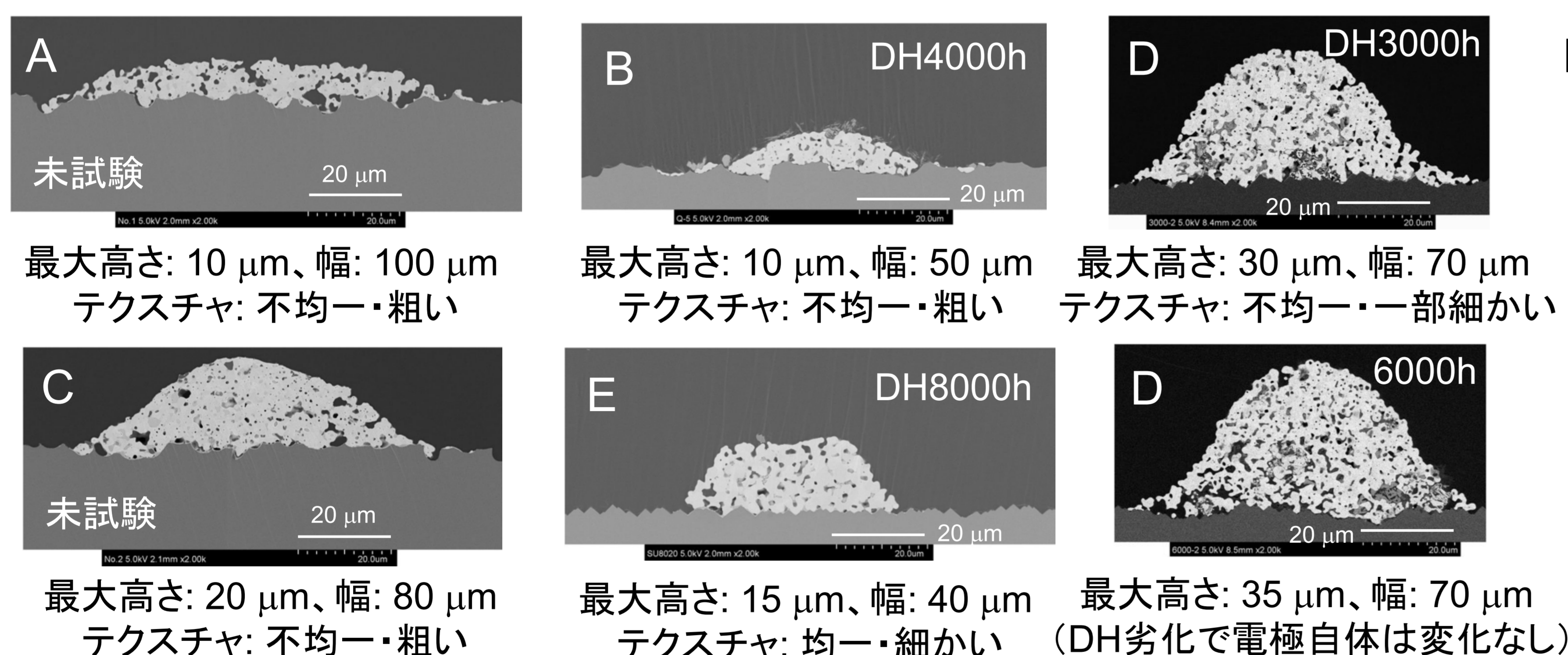


DH劣化の傾向はSiセルによって異なる (ラミネート温度でも)

DH試験によるEL特性の変化

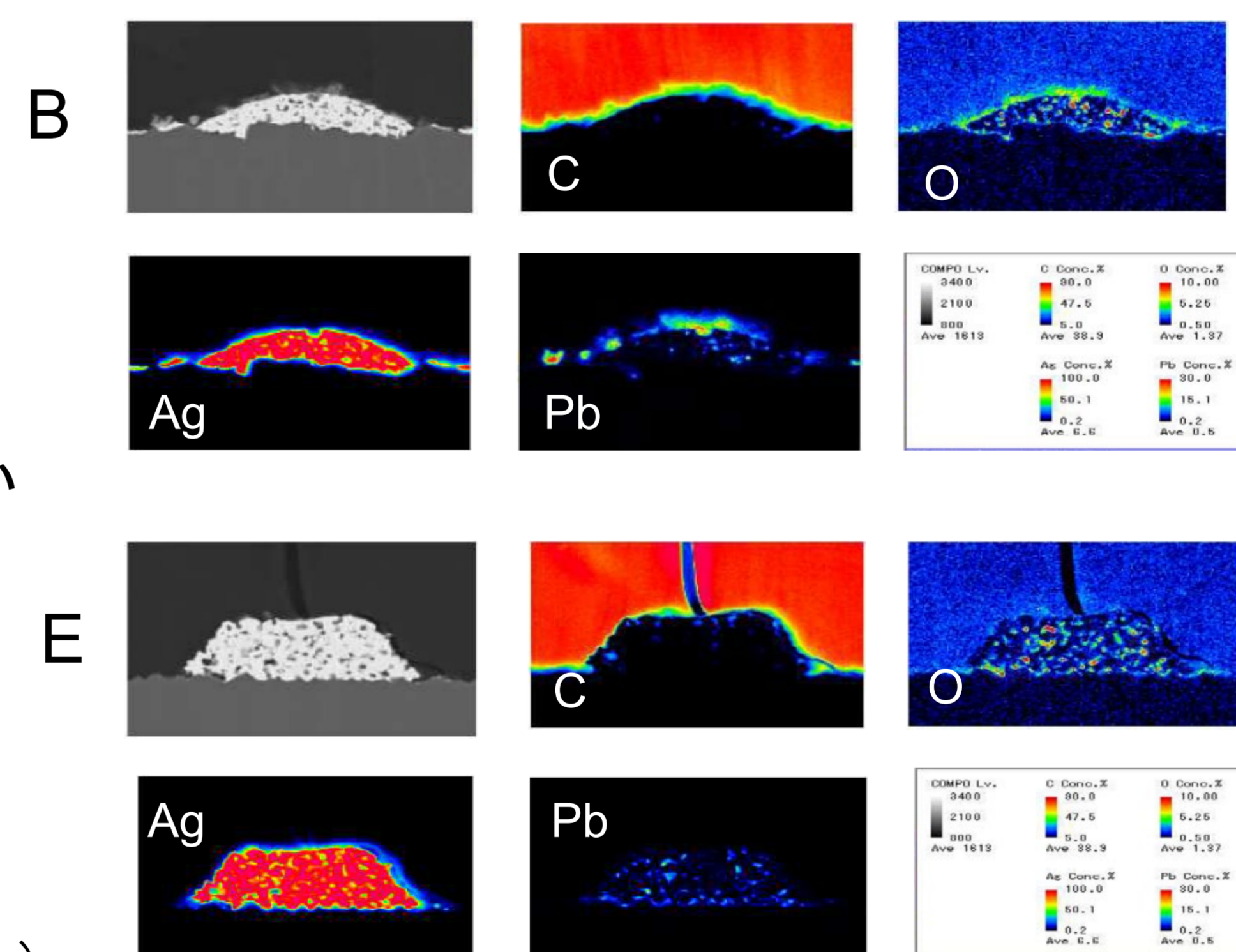


Siセル上のAgフィンガー電極の断面SEM図(未試験とDH試験後)



劣化支配要因 → Ag電極の断面構造(高さ&幅)、Si表面テクスチャ

EPMAによる元素分析(SiセルBとE)



セルB → Pb化合物が電極表面に析出

結論・まとめ

- ・ DH試験によるc-Si PVモジュールの化学劣化メカニズム
 - ・ 酢酸(EVA封止材の加水分解により生成)によりAgフィンガー電極が腐食(ただし、電極自体は大きな変化なし)
 - ・ Ag電極とSiセル界面のガラス成分(PbOなど)が酢酸と反応か
 - ・ DH劣化を支配する要因
 - ・ Ag電極の断面構造(高さ&幅) → 腐食の影響の受けやすさ
 - ・ Si表面テクスチャの構造 → 酢酸の浸透や反応のしやすさ?
 - ・ ラミネート温度 → 残留する架橋剤が酢酸生成を促進か?
- Siセルの低コスト化などは長期信頼性を損なう可能性あり

今後の予定

屋外曝露モジュールにおいても同様の劣化の違いを確認。DH試験との相関を含めて、長期屋外曝露条件での劣化を評価する

参考文献

1. K. Hara and Y. Chiba, Durable crystalline silicon photovoltaic modules based on breathable structure, Jpn. J. Appl. Phys., **60**, 027001 (2021).
2. K. Hara, Chemical degradation of crystalline silicon photovoltaic modules by Damp-heat tests, Bull. Chem. Soc. Jpn., In preparation.