

太陽電池モジュールの劣化に及ぼす光照射の影響

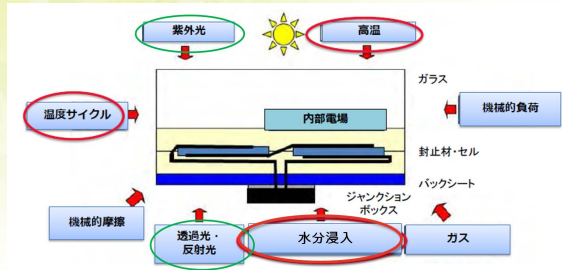
青木倫子¹, 辺田祐志¹, 原由希子², 増田淳²,

William J. Gambogi³, Thomas Felder³, T. John Trout³

1) デュポン・スペシャルティ・プロダクツ株式会社 2) 産業技術総合研究所 3) E.I. DuPont

研究の目的

実曝露モジュールが受けるストレス ○ IEC61215で定められている試験 ○ 紫外線ストレス



UV照射量の比較

| | 砂漠 | 熱帯 | 温帯 |
|--------------------------------|----|----|----|
| 年間UV照射量(kWh/m ²) | 92 | 79 | 57 |
| IEC61215 (kWh/m ²) | | 15 | |

現行IEC試験では紫外線照射によるモジュール劣化を十分に評価することができない。紫外線がモジュール性能(出力)やモジュール安全性(材料劣化)に及ぼす影響を確認する。

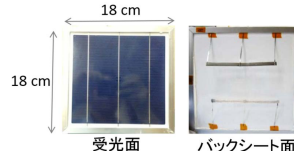
実験・調査方法

加速試験用モジュールサンプル

サンプル: 単セルモジュール [白板半強化ガラス, Fast cure EVA, 多結晶シリコンセル, バックシート (PVF/PET/PVF), かなるラミネート品を Al/フレイムおよびシリコンシーラントにて端面封止をしたもの]

試験条件:

紫外線照射: キセノンランプ 90 W/m² @ 300~400 nm
槽内温度65°C(モジュール温度80~90°C)、湿度制御なし
端子接続なし(開放)
DH試験: 85°C, 85%RH
Hot試験: 90°C



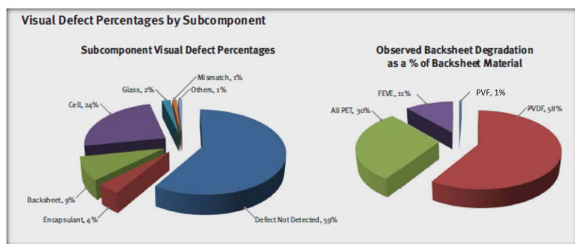
屋外曝露モジュールの劣化調査と分析

調査対象: 日本を含む70箇所以上の北米・欧州・アジア太平洋地域の設置場所
45以上の製造元、700,000以上のモジュールを調査
稼働期間: 0 ~ 30年以上
材料分析: 測色: 分光測色計、樹脂材の分子量分布: GPC
バックシート材料測定: ポータブルFT-IR赤外分光計
酢酸量分析: イオンクロマトグラフィ、UV透過率: 紫外可視分光器

結果と考察

屋外曝露モジュールの劣化調査と分析

グローバルの太陽電池モジュール外観調査(デュポン、2015年)



| バックシート別: | PVF | PVDF | PET | FEVE |
|-------------------|---|--|--|---|
| 調査総体の概要 | 30 Installations 20 MW 122K Modules | 24 Installations 104 MW 403K Modules | 15 Installations 23 MW 112K Modules | 4 Installations 21 MW 102K Modules |
| 平均稼働年数 | 10.5 years | 3.2 years | 6.5 years | 3.75 years |
| 稼働レンジ | 2 - 27 years | 2 - 5 years | 2 - 15 years | 3 - 5 years |
| 不具合が見つかったモジュールの割合 | 3/30 (10%) | 12/24 (50%) | 11/15 (73%) | 2/4 (50%) |
| MWベースでの不具合割合 | 0.1% (15kW / 20MW) | 42% (44/104 MW) | 39% (9/23 MW) | 29% (6/21 MW) |
| 不具合の特徴 | Delamination Cracking | Frontside Yellowing Cracking | Frontside or Backside Yellowing Delamination / Cracking | Backside Yellowing Delamination / Cracking |

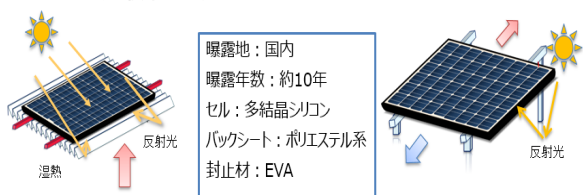


- 41%のモジュールに外観上何らかの劣化・不良が観測された
- 不良の原因は紫外線ストレスによると思われるものが少なくなかった

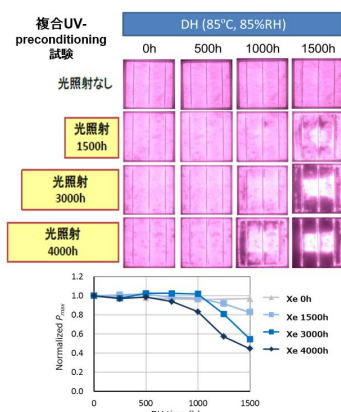
屋外曝露モジュールの化学分析例(バックシートの劣化)

モジュールA (屋根乗せ型)

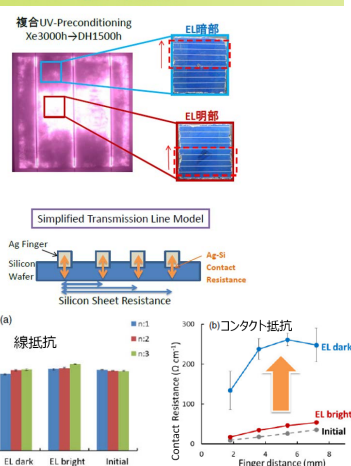
モジュールB (地上設置型)



屋外曝露モジュールの劣化調査と分析

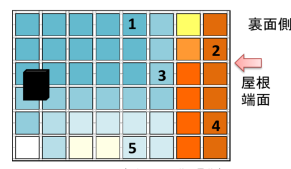


フィンガー電極の抵抗変化

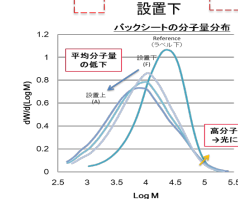
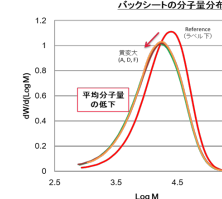
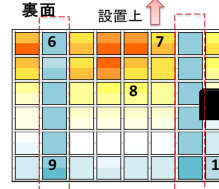


- 事前の光照射時間が長いほど、DH試験での出力低下速度が速くなる
- 出力低下度合いの比較などよりUVとDHを組み合わせると、それぞれの単一試験よりも屋外曝露モジュール調査でなどで見られた20-25年稼働品の状態に近い結果が得られた
- Ag フィンガー電極/Si 웨어のコンタクト抵抗の増加がモジュールの出力低下の直接原因

モジュールA (屋根乗せ型) 裏面の黄変度合い(b*)



モジュールB (地上設置型) 裏面



紫外線照射(反射)により、変色/平均分子量の低下/強度低下→脆弱になっていた

結論

- UVストレスによる実曝露太陽電池モジュールの劣化現象を調査した。
-> バックシート受光面及び裏面の黄変、機械強度の低下、割れなど
- UV + 湿熱 (DH: ダンプヒート) の複合加速試験は、それぞれの単一試験に比べて屋外で起こるモジュールの経年変化に近い現象を生じさせることがわかった。
- 屋根乗せ型と地上設置型の実曝露モジュール解析を実施し、UVストレスによるバックシートの黄変、材料の分子量分布の低下を確認した。
- 長期信頼性加速試験にはUV光照射を含んだ複合加速試験が重要である。

参考文献

W. Gambogi et al., Proc. 42nd IEEE PVSC (New Orleans, 2015).
T. Ngo et al., Jpn. J. Appl. Phys. 55, 052301 (2016).

謝辞

本研究の成果の一部は、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) の委託研究で得られたものである。