

近年に製造された結晶シリコン太陽電池モジュールの年劣化率の算出

石井 徹之¹、崔 誠佑²、佐藤 梨都子²、千葉 恭男²、増田 淳²

¹電力中央研究所 材料科学研究所 電気材料領域

²産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター モジュール信頼性チーム

研究の目的

2016年11月末までに、太陽光発電システムが電力系統に約37 GW導入されており、需給運用をする際に太陽光発電システムの発電電力を高精度に把握・予測する必要がある。太陽光発電システムの発電性能が経時変化すると発電電力の把握・予測精度が下がるために、その発電性能の経時変化を明らかにする必要がある。

太陽電池の市場でのシェアは結晶シリコン太陽電池が90%以上を占めるが、近年、その中でも普及率の高いp型結晶シリコン太陽電池や、高効率なヘテロ接合型太陽電池やバックコンタクト型太陽電池などのn型結晶シリコン太陽電池の技術開発が著しい。しかし、これらの最近の結晶シリコン太陽電池の実運用状態での発電性能の経時変化は明らかになっていない。

本研究では、2010年以降に製造された最近の結晶シリコン太陽電池モジュールの発電性能の経時変化を屋外評価と屋内評価により明らかにする。

実験方法

本研究では、佐賀県鳥栖市産総研九州センターにおいて2013年～2016年の4年間に計測・測定された6型式の結晶シリコン太陽電池の発電性能の経時変化を3手法：(a) 発電量、(b) パフォーマンス・レシオ、(c) 標準試験条件による室内測定出力により算出する。

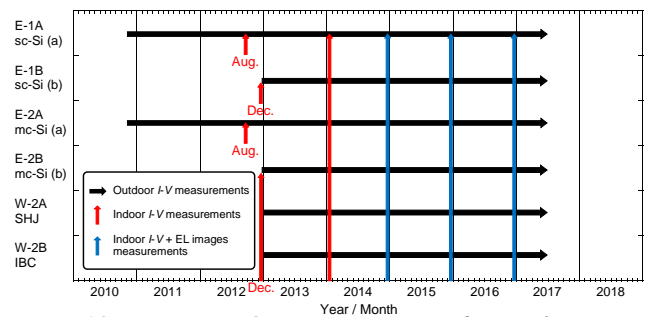


図1 結晶シリコン太陽電池の屋外・室内測定履歴

結果と考察

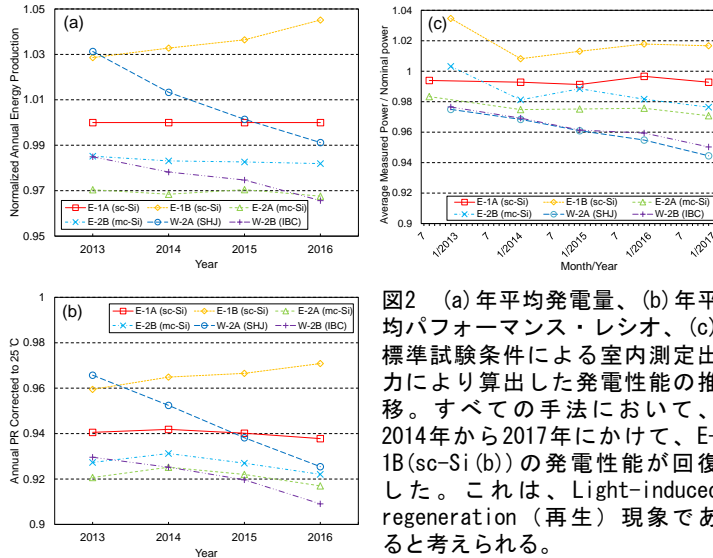


図2 (a) 年平均発電量、(b) 年平均パフォーマンス・レシオ、(c) 標準試験条件による室内測定出力により算出した発電性能の推移。すべての手法において、2014年から2017年にかけて、E-1B(sc-Si(b))の発電性能が回復した。これは、Light-induced regeneration (再生) 現象であると考えられる。

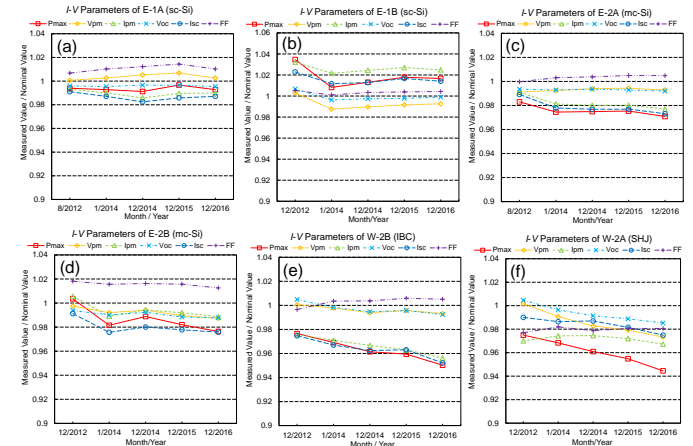


図3 標準試験条件における室内測定I-Vパラメータの年推移。アレイを構成するモジュールすべての平均値。W-2B(IBC)の発電性能の主要な低下要因は I_{SC} と V_{OC} であり(図3(e))、W-2A(SHJ)の発電性能の主要な低下要因は I_{SC} である(図3(f))。

まとめ

表1 6型式の結晶シリコン太陽電池モジュールの年劣化率 (%/年)

1/2013~12/2016	E-1A sc-Si (a)	E-1B sc-Si (b)	E-2A mc-Si (a)	E-2B mc-Si (b)	W-2A (SHJ)	W-2B (IBC)
(A) Energy Yield	0.0	-0.6	0.1	0.1	1.3	0.6
(B) Outdoor PR	0.1	-0.4	0.1	0.2	1.3	0.7
(C) Indoor P_{MAX}	0.0	-0.3	0.3	0.2	0.8	0.7

注1 E-1B (sc-Si (b))とE-2B (mc-Si (b))は初期に短時間で起こる光劣化の影響を除くために、2014年1月の室内測定値から年劣化率を算出している。

- 光劣化の影響を考慮しなければ、p型基板結晶シリコン太陽電池の年劣化率は極めて小さい。
- 2型式のn型基板結晶シリコン太陽電池は、比較的大きな年劣化率を示した。
- W-2A (SHJ) の主な劣化要因は V_{OC} であり、a-Si:H層やTCO層、もしくはそれらの界面における欠陥等の増加が劣化要因であると推察される。
- W-2B (IBC) は、高電位のモジュールが劣化し、低電位のモジュールは劣化していない。n型基板結晶シリコン太陽電池のPIDが原因である。

本研究は、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「太陽光発電システムの高精度発電量評価技術の開発」により実施されました。関係各位に深く感謝申し上げます。