

屋外曝露した各種太陽電池モジュールの劣化率の検討

Investigation on degradation rate in various photovoltaic modules due to outdoor exposure

産総研¹, 電中研², °崔 誠佑¹, 千葉 恭男¹, 佐藤 梨都子¹, 石井 徹之², 増田 淳¹

AIST¹, CRIEPI², °Sungwoo Choi¹, Yasuo Chiba¹, Ritsuko Sato¹, Tetsuyuki Ishii², Atsushi Masuda¹

E-mail: choi-sungwoo@aist.go.jp

【はじめに】近年、各種太陽電池モジュールの長期屋外曝露による出力の劣化に関する研究が活発である。太陽電池は年数が経過するごとに発電効率が低下する。その低下率は太陽電池の種類によって異なる。そこで産総研太陽光発電研究センターでは、2010 年から各種太陽電池モジュールの屋外曝露試験を佐賀県鳥栖市の九州センターで実施している[1]。本研究では、屋外に設置した各種太陽電池モジュールを定期的に取り外し、ソーラーシミュレータを用いた標準試験条件での室内測定により劣化率を検討したので報告する。

【実験及び結果】表 1 は、実験に用いた 8 種類の各種太陽電池モジュールの公称出力と屋外曝露開始時期を示す。室内測定により経年劣化の振る舞いを検証するために架台からモジュールを取り外し、測定前に全てのモジュールに対して洗浄を行った。室内のソーラーシミュレータを用いて電流-電圧 (I - V) 特性を測定し、経時変化を観測した。図 1 には、室内測定を実施した各種太陽電池モジュールにおける、測定出力値を初期値(initial values)で規格化した値の平均値の屋外曝露年数依存性を纏めた結果を示す。単結晶 Si では一般的に報告されている値[2]と同様の年劣化率 0.47%/年、多結晶 Si では 0.75%/年の値が得られた。単結晶 Si では屋外曝露 1 年以内に V_{oc} と I_{sc} の双方に 1%程度の低下がみられるものの、その後は安定し、FF は曝露初期からほとんど変化していない。また、多結晶 Si では I_{sc} の低下が V_{oc} と FF の低下よりもやや大きい。ヘテロ接合単結晶 Si では、年劣化率は 0.53%/年であるが、出力低下の原因は V_{oc} の低下であった。バックコンタクト単結晶 Si では、年劣化率は 0.75%/年であるが、 V_{oc} と I_{sc} の双方に低下がみられた。それとともに、アレイ内において高電位に接続されたモジュールの発電性能が大きく低下していた。この原因は、n 型結晶シリコン太陽電池固有の Potential Induced Degradation (PID) で発電性能が低下したためと考えられる。アモルファス Si と多接合薄膜 Si 太陽電池モジュールは長くとも 3 年半程度以内に屋外曝露による性能低下が飽和している。これはアモルファス Si に固有の光劣化も概ね飽和したためと考えられる。夏の時期にも標準条件での室内測定を実施し、光劣化の熱アニール効果に伴う特性の回復を観測した。CIGS 太陽電池モジュールは屋外曝露開始から 1 年間で出力が初期値よりも 1 割程度向上し、その後、特性は安定している。3 年間曝露した CdTe 太陽電池モジュールでは出力が初期値よりも 1 割以上低下していることが明らかになった。

Table 1. Types and maximum power of installed various PV arrays.

種類	枚数	構成	総出力 (kW)	公称出力 (W)	曝露開始 (月/年)
単結晶Si	20	5Sx1Px4A	4.9	245	12/2012
多結晶Si	20	5Sx1Px4A	5.0	250	12/2012
ヘテロ接合単結晶Si	20	5Sx1Px4A	4.8	240	12/2012
バックコンタクト単結晶Si	24	6Sx1Px4A	4.68	195	12/2012
アモルファスSi	18	3Sx6Px1A	1.35	75	07/2011
多接合薄膜Si	16	4Sx4Px1A	1.76	110	07/2011
CIGS	30	2Sx5Px3A	4.95	165	03/2014
CdTe	80	5Sx4Px4A	5.2	65	12/2012

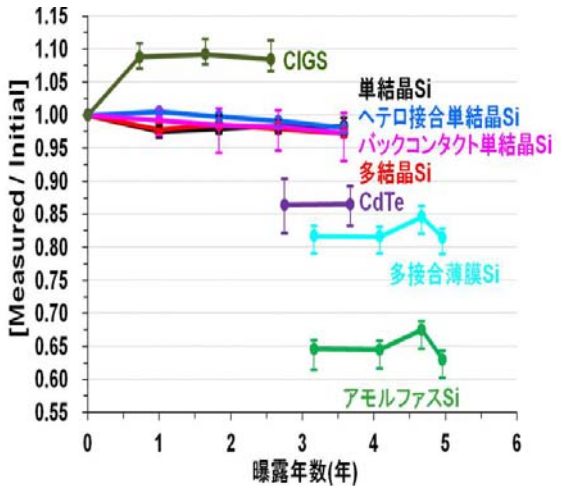


Fig. 1. Relation between years of outdoor exposure and normalized P_{MAX} values for various PV modules.

【謝辞】本研究は、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の「高性能・高信頼性太陽光発電の発電コスト低減技術開発」の委託により実施された。

【参考文献】[1] T. Ishii *et al.*, Proc. 29th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, 2014, p. 2911.
[2] M. A. Quintana *et al.*, Proc. 28th IEEE Photovoltaic Specialists Conference, 2000, p.1420.