

高効率結晶シリコン太陽電池の実使用条件下の発電性能の経時変化

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

【謝辞】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の委託により行なわれました。

研究の目的

近年、p型PERC型結晶シリコン太陽電池の高効率化が目覚しく、今後の太陽電池市場において主流になると予想されている。また、n型基板を用いるSHJ型太陽電池やIBC型太陽電池は、極めて高い変換効率を有する。しかし、これらの高効率な結晶シリコン太陽電池の年劣化率は、従来型のp型Al-BSF型太陽電池と比較して高いことが指摘されている^[1,2]。産総研九州センターでは、様々な種類の太陽電池の実使用条件下の長期信頼性の調査を行っている^[3-8]。本研究では、2016年6月よりおよそ3年間実運用されている高効率結晶シリコン太陽電池の発電性能の経時変化について調査した。

実験

Table 1 Configuration of PV arrays.

Section	Kinds	Nominal P_{MAX} (kW)	Array Configuration	Installation Month/Year
E-1A	p-type sc-Si	5.04	7S × 1P × 4A	09/2010
E-1B	p-type sc-Si	4.90	5S × 1P × 4A	12/2012
E-2A	p-type mc-Si	5.00	6S × 1P × 4A	09/2010
E-2B	p-type mc-Si	5.00	5S × 1P × 4A	12/2012
W-2A	n-type SHJ	4.80	5S × 1P × 4A	12/2012
W-2B	n-type IBC	4.68	6S × 1P × 4A	12/2012
M-3C	n-type SHJ	1.55	5S × 1P × 1A	06/2016
M-3D	n-type sc-Si	1.89	7S × 1P × 1A	06/2016
W-1A	n-type SHJ	1.25	5S × 1P × 1A	06/2016
W-1B	n-type IBC	1.05	5S × 1P × 1A	06/2016
W-1C	p-type PERC	1.48	5S × 1P × 1A	06/2016
W-1D	p-type PERC	1.45	5S × 1P × 1A	06/2016

- 高周波絶縁トランス方式を採用しているマルチストリング式パワーコンディショナーを使用。
- 太陽光発電システムの直流電路側は非接地。
- 屋内測定出力/初期屋内測定出力の推移、及び、標準試験条件に換算した屋外出力 ($PR_{T=25}$) の推移を調査。

結果と考察

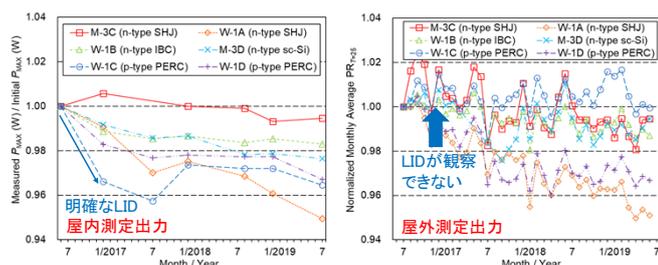


Fig. 1 Change in normalized power outputs measured by a solar simulator.

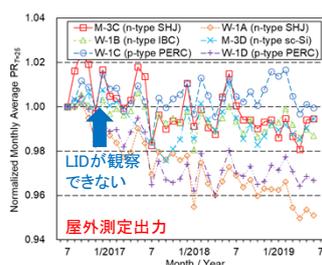


Fig. 2 Change in $PR_{T=25}$, where $PR_{T=25}$ is corrected PR from various module temperature to 25°C.

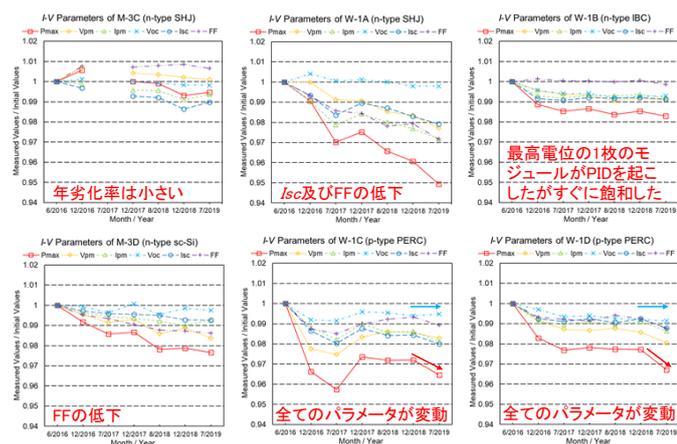


Fig. 3 Change in parameters of $I-V$ curves of the six types of the PV modules.

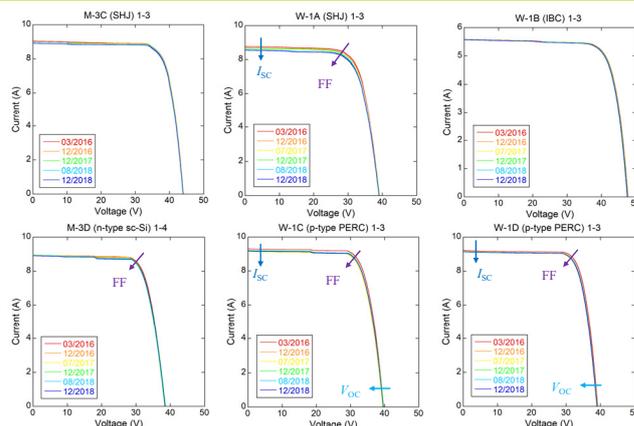


Fig. 4 Change in $I-V$ curves of the six types of the PV modules.

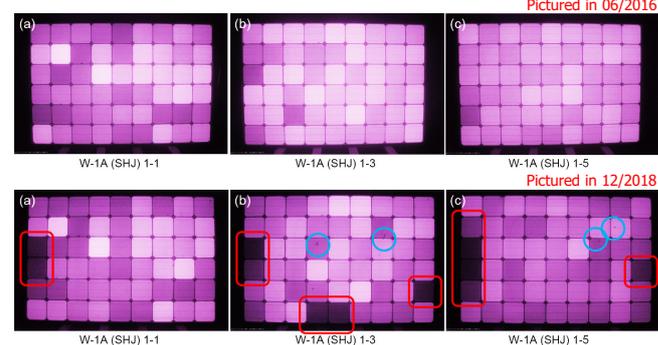


Fig. 5 Change in EL images of the n-type SHJ (W-1A) modules.

結論

Table II Annual degradation rates calculated for three years.

Index (%/year)	M-3C (n-type SHJ)	W-1A (n-type SHJ)	W-1B (n-type IBC)	M-3D (n-type sc-Si)	W-1C (p-type PERC)	W-1D (p-type PERC)
P_{MAX} Under STC	0.2	1.6	0.6	0.8	1.2	1.1
Outdoor $PR_{T=25}$	0.9	1.5	0.4	0.6	0.0	1.2

- 2型式の太陽電池を除いて、ソーラシミュレータによる屋内測定出力と屋外測定出力から算出される年劣化率はほぼ一致した。
- W-1CのPERC型太陽電池の屋内測定出力は明確なLIDを示したが、屋外測定出力は設置時にLIDが起こり既に低下していたと推察される。
- W-1AのSHJ型太陽電池は最大の年劣化率を示し、 I_{SC} とFFの低下が顕著であった。EL画像は外周部のセルの発電性能の低下を示唆する。

参考文献

- [1] T. Ishii and A. Masuda, *Prog. Photovolt.: Res. Appl.* **25**, 953 (2017).
- [2] D. C. Jordan *et al.*, *IEEE J. Photovolt.* **8**, 177 (2018).
- [3] T. Ishii *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **56**, 08MD05 (2017).
- [4] S. Choi *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **56**, 08MD06 (2017).
- [5] Y. Chiba *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **57**, 08RG04 (2018).
- [6] S. Choi *et al.*, *Thin Solid Films* **661**, 116 (2018).
- [7] R. Sato *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **58**, 052001 (2019).
- [8] R. Sato *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **58**, 106510 (2019).