

佐賀県鳥栖市における太陽電池モジュールの 推定発電量と実発電量の比較

千葉 恭男¹, 石井 徹之², 佐藤 梨都子¹, 崔 誠佑¹, 増田 淳¹

¹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, ²電力中央研究所

研究の目的

我々は、産総研九州センター(佐賀県鳥栖市)にて、系統連系された太陽電池アレイの実発電量の評価を実施してきた。また、ソーラーシミュレータを用いた屋内での標準試験条件(STC)における測定などによりモジュールの劣化率の評価を行ってきた[1-4]。各種太陽電池に対し発電量や劣化率のデータが整いつつあり、我々の最終目標である生涯発電量の推定についての解析が出来る段階に入ってきたと考えている。今回、結晶シリコン系太陽電池モジュールについて、推定発電量と実発電量の比較を行ったので報告する。

実験方法

実発電量の算出

10分おきに計測されているアレイでの最大出力 (P_{max}) から計算した

推定発電量と実発電量を比較

推定発電量の算出

使用した計算式: $P_{max} = P_{max(stc)} \times \frac{G}{G_{stc}} \times \{1 + \gamma(T - T_{stc})\}$

- $P_{max(stc)}$: STCで計測したモジュールの出力
- G : 10分おきに計測される日射計の日射強度
- G_{stc} : STCの光源の放射強度 (1000 W/m²)
- γ : 出力の温度係数 (Case 1: 設置後1年間の屋外曝露時の P_{max} から算出, Case 2: メーカー提示)
- T : 10分おきに計測される曝露時のモジュールのバックシート表面で計測した温度
- T_{stc} : STCの温度(25 °C)



Fig. 1. 産総研九州センターの太陽電池モジュール屋外曝露サイトの全景 (佐賀県鳥栖市 [33.2°N and 130.3°E, 気候区分: Cfa]).

Table I: 今回評価対象としたモジュールの種類.

Location	Kinds	Total P_{max} (kW)	Array Configuration	Installed Mon/Year
E-1B	p-type mono-Si	4.9	5S x 1P x 4A	12/2012
E-2B	p-type multi-Si	5.0	5S x 1P x 4A	12/2012
W-2A	SHJ	4.8	5S x 1P x 4A	12/2012

結果と考察

単結晶Si(E-1B) Table II: 単結晶Siの推定発電量と実発電量の比較 (E-1B).

Period of Outdoor Exposure (Mon/Year)	Case No.	$P_{max(stc)}$ (W) Measured Timing under STC (Mon/Year)	Temperature Coefficient (%/°C)	Estimated Power Generation (kWh)	Actual Power Generation (kWh)	Difference between Estimated and Actual Power Generations (%)
01/2013	1	5,067.3	-0.477 (based on actual P_{max})	6,762.2	6,563.5	3.03
12/2013	2	(10/2012)	-0.430 (presented by manufacturer)	6,813.4		3.81
01/2014	1	4,940.0	-0.477	5,006.7	5,135.4	-2.51
12/2014	2	(01/2014)	-0.430	5,036.4		-1.93
01/2015	1	4,964.0	-0.477	5,495.7	5,504.6	-0.16
12/2015	2	(12/2014)	-0.430	5,530.4		0.47
01/2016	1	4,987.0	-0.477	6,424.4	6,426.8	-0.04
12/2016	2	(12/2015)	-0.430	6,474.8		0.75

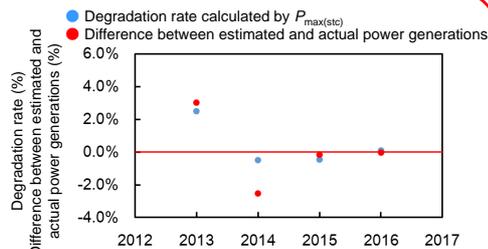


Fig. 2. 単結晶Siにおける屋内測定間で算出したモジュールの劣化率と、推定発電量と実発電量の差の相関.

曝露期間の経過に伴い、推定発電量と実発電量はほぼ一致する (モジュールの劣化率: ~0.0%/year)

多結晶Si (E-2B) Table III: 多結晶Siの推定発電量と実発電量の比較 (E-2B).

Period of Outdoor Exposure (Mon/Year)	Case No.	$P_{max(stc)}$ (W) Measured Timing under STC (Mon/Year)	Temperature Coefficient (%/°C)	Estimated Power Generation (kWh)	Actual Power Generation (kWh)	Difference between Estimated and Actual Power Generations (%)
01/2013	1	5,016.3	-0.447 (based on actual P_{max})	6,845.2	6,555.7	4.42
12/2013	2	(08/2012)	-0.410 (presented by manufacturer)	6,887.4		5.06
01/2014	1	4,908.0	-0.447	5,135.7	4,999.0	2.73
12/2014	2	(01/2014)	-0.410	5,160.9		3.24
01/2015	1	4,944.4	-0.447	5,596.9	5,417.1	3.32
12/2015	2	(12/2014)	-0.410	5,625.1		3.84
01/2016	1	4,910.0	-0.447	6,274.3	6,106.4	2.75
12/2016	2	(12/2015)	-0.410	6,314.3		3.40

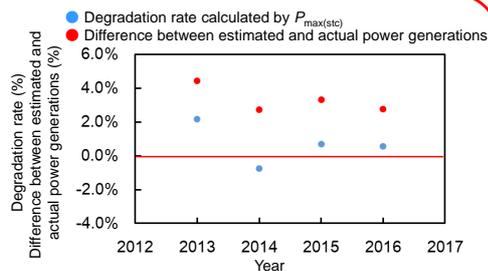


Fig. 3. 多結晶Siにおける屋内測定間で算出したモジュールの劣化率と、推定発電量と実発電量の差の相関.

曝露期間の経過に伴い、推定発電量と実発電量の差は、一旦減少し、その後は一定となる

Siヘテロ接合 (W-2A) Table IV: Siヘテロ接合の推定発電量と実発電量の比較 (W-2A).

Period of Outdoor Exposure (Mon/Year)	Case No.	$P_{max(stc)}$ (W) Measured Timing under STC (Mon/Year)	Temperature Coefficient (%/°C)	Estimated Power Generation (kWh)	Actual Power Generation (kWh)	Difference between Estimated and Actual Power Generations (%)
01/2013	1	4,623.3	-0.437 (based on actual P_{max})	6,615.9	6,621.1	-0.08
12/2013	2	(10/2012)	-0.30 (estimated by manufacturer catalog)	6,675.9		0.83
01/2014	1	4,648.2	-0.437	4,938.8	4,983.9	-0.90
12/2014	2	(01/2014)	-0.30	5,018.3		0.69
01/2015	1	4,613.5	-0.437	6,148.3	6,167.9	-0.32
12/2015	2	(12/2014)	-0.30	6,270.3		1.66
01/2016	1	4,583.3	-0.437	5,779.2	5,791.6	-0.21
12/2016	2	(12/2015)	-0.30	5,903.6		1.93

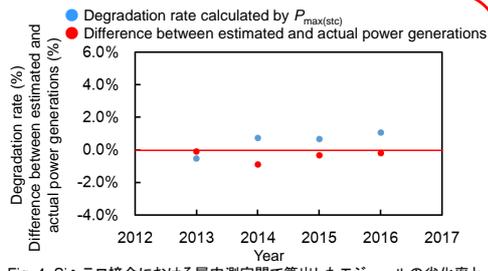


Fig. 4. Siヘテロ接合における屋内測定間で算出したモジュールの劣化率と、推定発電量と実発電量の差の相関.

曝露当初より、推定発電量と実発電量はほぼ一致する (モジュールの劣化率: ~0.8%/year)

結論

- 今回、我々は、推定発電量と実発電量の比較を行った。
- 推定発電量は、劣化率が安定している状態であれば、ほぼ実発電量に近い値が得られることが示唆された。

【謝辞】本研究は、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託により行った。

参考文献

- [1] T. Ishii et al., Japanese Journal of Applied Physics, vol. 56, p. 08MD05, (2017).
- [2] S. Choi et al., Japanese Journal of Applied Physics, vol. 56, p. 08MD06, (2017).
- [3] S. Choi et al., Thin Solid Films, vol. 661, pp. 116-121, (2018)
- [4] Y. Chiba et al., Japanese Journal of Applied Physics, vol. 57, p. 08RG04, (2018).