

産総研九州センター(鳥栖市)における太陽電池の研究開発 —モジュールの発電量評価技術開発—

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(AIST), ²電力中央研究所(CRIEPI)



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

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

2010年10月から、産総研九州センター(鳥栖市)において、市販されている太陽電池モジュールの屋外曝露試験を実施しています。結晶シリコン(Si)太陽電池(ヘテロ接合(SHJ)、バックコンタクトを含む)、薄膜Si太陽電池のほか、化合物薄膜太陽電池(CIGS系他)、有機系太陽電池等、さまざまな太陽電池の屋外発電特性と屋外曝露に伴う発電性能の変化を、同一条件で評価可能な世界的に見ても稀有な設備です。

太陽電池は屋外曝露により性能が劣化していくことが知られています。この劣化の要因を調べることに並行して、発電量がどのように推移していくのかを調べるのが生涯発電量を知る上で重要となっております。このため、屋外曝露試験のほか、これらのモジュールを定期的に取り外して、標準測定条件(STC)(25℃、1SUN)でソーラーシミュレータを用いて屋内測定を実施しています。

これまで、これらの太陽電池アレイの実発電量の評価と、屋内測定で得られた出力から劣化率の評価を行ってきました。今回、SHJ太陽電池について、屋内測定値から算出した劣化関数 $f(t)$ を適用して推定発電量を算出したところ、実発電量と相違ない結果が得られることがわかりました。

SHJ太陽電池モジュールの実発電量と推定発電量の比較

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})から求めた。

推定発電量と実発電量を比較

推定発電量の算出

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

- $P_{max(stc)}$: 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
- T : 曝露時のモジュールのバックシート表面で計測したモジュール温度(10分おきに計測)
- T_{stc} : STCの温度(25℃)

- 2014年1月の屋内測定の出力を基準に、2014年1月~2015年12月の屋内測定から導出した劣化関数 $f(t)$ 、日射量データ、モジュール温度データを用いて推定発電量を算出し、実発電量と比較した。今回の場合、 $f(t) = (100 - 0.73 \times t) / 100$, ($t=0-4$)とした。
- 毎年実施している屋内測定で得られる値を用いた推定発電量も算出した。

Table 1. 設置している太陽電池モジュールの種類

Location	Kinds	Total	Array	Installed
		P_{max} (kW)	Configuration	Mon/Year
E-1A	p-type mono-Si	5.04	7S x 1P x 4A	09/2010
E-1B	p-type mono-Si	4.9	5S x 1P x 4A	12/2012
E-2A	p-type multi-Si	5	6S x 1P x 4A	09/2010
E-2B	p-type multi-Si	5	5S x 1P x 4A	12/2012
E-3A	CdTe	1.35	4S x 3P x 1A	11/2016
M-1A	a-Si:H/ μ c-Si:H	5.12	5S x 2P x 4A	09/2010
M-1B	a-Si:H/ μ c-Si:H	1.76	4S x 4P x 1A	07/2011
M-1C	CIGS	1.65	3S x 2P x 1A	08/2014
M-1D	SHJ	1.3	5S x 1P x 1A	01/2019
M-2A	CIGS	5	4S x 2P x 5A	09/2010
M-2B	CIGS	4.95	2S x 5P x 3A	03/2014
M-3A	a-Si:H	5	2S x 5P x 5A	09/2010
M-3B	a-Si:H	1.35	3S x 6P x 1A	07/2011
M-3C	SHJ	1.55	5S x 1P x 1A	06/2016
M-3D	n-type mono-Si	1.89	7S x 1P x 1A	06/2016
W-1A	SHJ	1.25	5S x 1P x 1A	06/2016
W-1B	IBC mono-Si	1.05	5S x 1P x 1A	06/2016
W-1C	PERC mono-Si	1.48	5S x 1P x 1A	06/2016
W-1D	PERC mono-Si	1.45	5S x 1P x 1A	06/2016
W-2A	SHJ	4.8	5S x 1P x 4A	12/2012
W-2B	IBC mono-Si	4.68	6S x 1P x 4A	12/2012
W-3A	CdTe	5.2	5S x 4P x 4A	12/2012
W-3B	a-Si:H/a-SiGe:H	2.5	3S x 6P x 2A	08/2014

(すべてのアレイにおいて、モジュールの直流回路は非接地で、高周波絶縁トランス方式を採用しているパワーコンディショナーに接続)



Fig. 2. SHJ太陽電池モジュールの推定発電量と実発電量の差(ただし、実発電量が欠測した日の推定発電量は加算していない。)

●2014年1月から2015年12月までの屋内測定値から得た劣化関数 $f(t)$ を用いて算出した推定発電量は、実発電量に近い値が得られる。

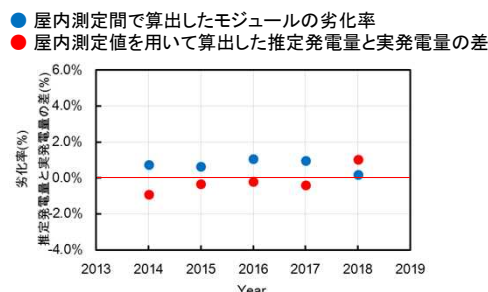


Fig. 3. 屋内測定間で算出したSHJ太陽電池モジュールの劣化率と、推定発電量と実発電量の差の相関(ただし、実発電量が欠測した日の推定発電量は加算していない。)

●屋内測定値を用いて算出した推定発電量と実発電量の差は、2014年1月から2015年12月までの屋内測定から得た劣化関数 $f(t)$ を用いて算出した値と概ね一致している。