

結晶シリコン太陽電池I-V特性の新温度補正式

大島 博典・菱川 善博・山越 憲吾・吉田 正裕
産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター 評価・標準チーム

研究の目的

異なる条件下で測定された太陽電池性能を高精度に評価するためには、実測したI-V曲線を基準条件のものへと補正する手法が重要である。IEC60891等に規定されている補正方法では、各種温度係数もしくは測定条件の異なる複数のI-V曲線が必要であるなど、実用上補正が困難である場合が多く、ダイオード方程式に則さない点もまた問題であった。本研究では、温度係数や複数データを必要としない、ダイオード方程式に則した新しい電圧温度補正式を開発した^[1]。

実験

屋内高精度測定により得られたI-V曲線データを用い、実測値と補正値の比較を行った。

照度：1 kW/m²
温度：25°C - 65°C

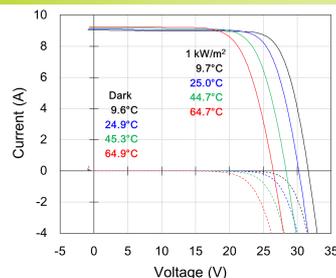


図1 I-V 温度特性測定例

結果

1セルあたりの電圧の温度係数:

$$TC_{cell} = \frac{\Delta V}{\Delta T} = \frac{1}{T} \left(V - \frac{nE_g}{q} \right)$$

…ダイオード方程式から導出

V: 1セル電圧[V]
T: 絶対温度[K]
n: ダイオード因子
E_g: バンドギャップ
q: 電気素量

本研究においては、
n = 1.1
E_g/q = 1.12 [V]
∴ nE_g/q = 1.232 (固定値)

I-V曲線の新温度補正式:

$$I_2 = I_1 + \alpha \times I_{SC1}(T_2 - T_1)$$

$$V_2 = V_1 + (T_2 - T_1) \times \left[\frac{1}{T_1} (V_1 - 1.232N_c) \right]$$

(V₁, I₁): 補正元の I-V 曲線上の点
(V₂, I₂): 補正後の I-V 曲線
α: I_{SC} の温度係数 0.05[%/K]
T₁: 補正元の絶対温度[K]
T₂: 補正後の絶対温度[K]
N_c: モジュール直列セル数

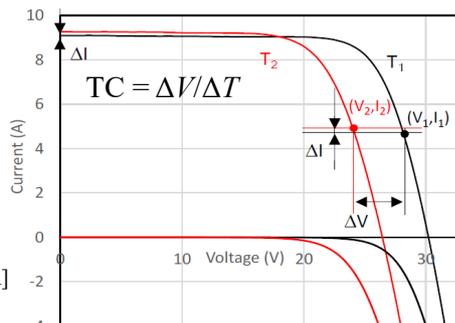


図2 I-V曲線から温度係数の算出^[1]

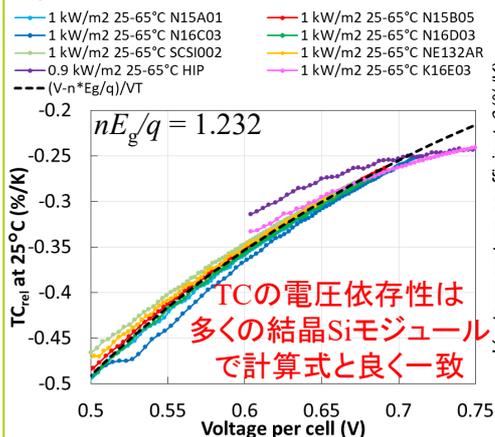


図3 温度係数の電圧依存性^[1]

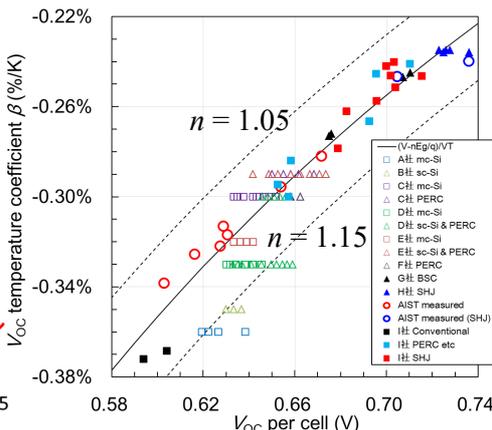


図4 市販モジュールのV_{OC}温度係数

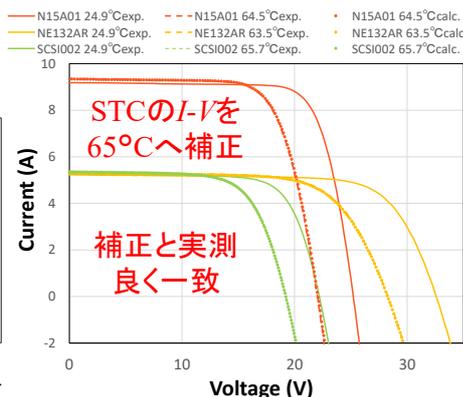


図5 新温度補正式によるI-V曲線補正^[1]

結論

I-V曲線一つから任意の温度へ補正可能な実用的な新しい電圧温度補正式を開発した。多くの結晶Si太陽電池モジュールにおいて補正I-Vと実測I-Vが良く一致することを確認した。IEC60891改定の際に本方式による補正を盛り込むことが現在審議中である。

参考文献

[1] Y. Hishikawa *et al.*, “Voltage-Dependent Temperature Coefficient of the I-V Curves of Crystalline Silicon Photovoltaic Modules”, IEEE J. Photovolt. 8-1 (2018) 48-53.

謝辞

本研究は新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)からの受託研究の一環として実施されたものであり、関係各位に感謝する。