

屋外高精度性能評価技術 ～新STC補正法の開発～

菱川 善博・武内 貴和・比嘉 道也・大島 博典・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 特性を基準条件STCのものへと補正する手法が重要である。IEC60891¹⁾等に規定されている補正方法では、事前に各種温度係数などの情報が必要である、もしくは測定条件の異なる I/V 特性が複数必要であるなど、実用上補正の実施が困難である場合が多かった。本研究では、そのような事前情報や複数データを必要としない新しいSTC補正技術を開発した。

結論

- ・結晶シリコンPVモジュールやストリングの屋外 I/V 測定値一本だけから、温度係数等の事前の情報不要でSTC補正を行う手順を開発。
- ・従来の手法よりも簡便かつ高精度(照度0.3~1.2 kW/m², デバイス温度10~70°Cの広範囲な I/V 特性で再現性<約±2%: 検証中)。
- ・屋外性能評価、O&Mに特に有効。
- ・薄膜太陽電池等への適用検討中。

結果

本研究

- ・一本の低照度 I/V 特性からSTC I/V を高精度に推定 (AM1.5G, 1 kW/m², 25°C)。
- ・温度係数等の事前の情報が必要不要。
- ・PVセル、モジュール、ストリング共に適用可能。
- ・約0.3 kW/m²の低照度 I/V 特性からも高精度STC補正が可能。

従来: JIS, IECのSTC補正

- ・温度係数等 (R_S , α , β , κ) を用いてSTC I/V を推定。
- ・係数の導出に多数の測定が必要。実用的には精度が不十分だった。
- ・高精度な線型補間法の使用には2~4個の I/V 測定値が必要。

従来のパラメータ抽出法

- ・ R_S , R_{SH} , n 等、 I/V 特性のパラメータ抽出に関する数多くの方式が報告されている。²⁾⁻⁶⁾
- ・従来はセル特性評価用の解析が主目的であり、照度温度補正を伴うモジュールでのSTC補正の手順、精度は明らかではなかった。

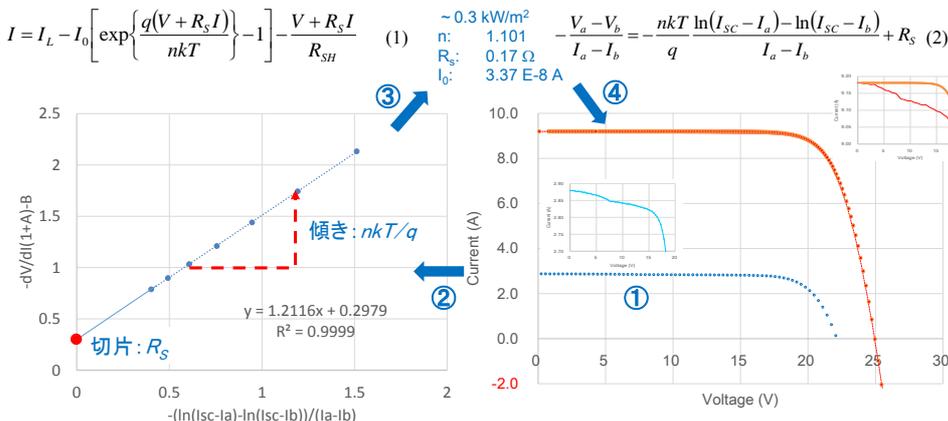


図1 STC補正手順の概略。屋外測定 I/V ①からダイオード理想係数 n と直列抵抗 R_S を導出。
【要点1】モジュール、ストリングでは I/V 特性の傾きが、シャント抵抗 R_{SH} よりもセル間の電流ばらつきによって大きく影響される。⇒②④の R_{SH} の取り扱いに要注意(図では割愛)。
【要点2】 I/V 特性測定値は離散的。⇒図2の n , R_S の導出式として微分形でなく差分形の(2)式を使用。式では R_{SH} の項は省略した。
【要点3】電圧の温度補正に用いる n , E_g ⁷⁾、パラメータ抽出したものと異なる場合があることを考慮する必要がある。

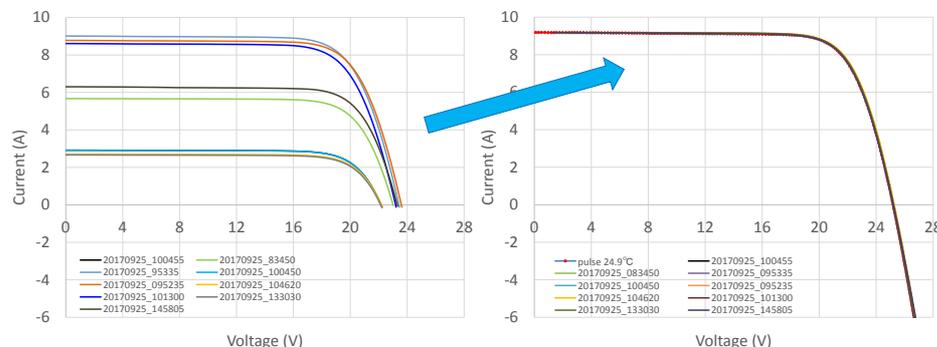


図2 屋外の様々な照度温度で測定した結晶シリコン太陽電池モジュールの I/V 特性(左図)から本研究の方法で推定した I/V 特性の一例(右図)。±1%以内の高い再現性が得られた。

参考文献

- 1) IEC 60891:2009 "Photovoltaic devices - Procedures for temperature and irradiance corrections to measured I-V characteristics".
- 2) J. D. Sandstrom (1967), "A method for predicting solar cell current-voltage curve characteristics as a function of incident solar intensity and cell temperature", JPL Publ. TR 32-1142, Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, CA.
- 3) D. L. King *et al.*, "Photovoltaic array performance model", Sandia Report SAND2004-3535 (2004).
- 4) K. Nishioka *et al.*, "Evaluation of InGaP/InGaAs/Ge triple-junction solar cell and optimization of solar cell's structure focusing on series resistance for high-efficiency concentrator photovoltaic systems", Solar Energy Materials and Solar Cells 90 (2006) 1308-1321.
- 5) K. Ishibashi *et al.*, "An extensively valid and stable method for derivation of all parameters of a solar cell from a single current-voltage characteristic", J. Appl. Phys. 103, 094507 (2008).
- 6) G. M. M. W. Bissels *et al.*, "Theoretical Review of series resistance determination methods of solar cells", Solar Energy Materials and Solar Cells 130 (2014) 605-614.
- 7) Y. Hishikawa *et al.*, "Voltage-dependent temperature coefficient of the $I-V$ curves of crystalline silicon photovoltaic modules" IEEE J. Photovolt. 8 (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。