

MPPT稼働中のPV性能診断技術

菱川 善博¹、吉田 正裕¹、千葉 恭男¹、Manit Seapan²、岡島 敬一²

1 産業技術総合研究所 再生可能エネルギー研究センター、
2 筑波大学

研究の目的

従来の経緯

- ・屋外で稼働する太陽電池モジュールやシステムの性能を正確に把握する必要性が益々高まっている。
- ・太陽電池のMPPT稼働中に、ほぼリアルタイムで太陽電池の性能評価・動作診断を高精度に行う技術を開発している[1]-[4]。

本研究の目的

- 以下の技術を開発した[5,6]。
- ・PVモジュールやistring性能の変化(不具合)を、 I_{mp} ・ V_{mp} の計測値から高感度に検出する技術。
- ・更に、部分影等によるPV動作の一時的な変化を検出する技術。

実験

実験システム外観



照度センサ: PVMS [1]
(PV module irradiance sensor)
温度センサ: Pt100



電流・電圧
センサ



I_{mp} , V_{mp} 温度補正式 [4]

$$V_{mp2} = \left\{ V_{mp1} + \frac{T_2 - T_1}{T_1} \left(V_{mp1} - \frac{N_c n E_g}{q} \right) \right\} \times \{ 1 + \alpha(T_2 - T_1) \} \quad (1)$$

$$I_{mp2} = I_{mp1} \quad (2)$$

結果: MPPT稼働中に測定した I_{mp} , V_{mp} を、(1),(2)式を用いて25°Cに補正

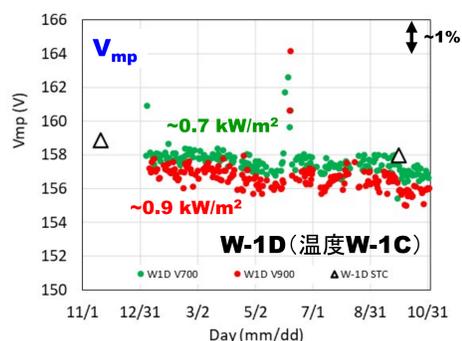


図1 最大電力動作電圧 V_{mp}

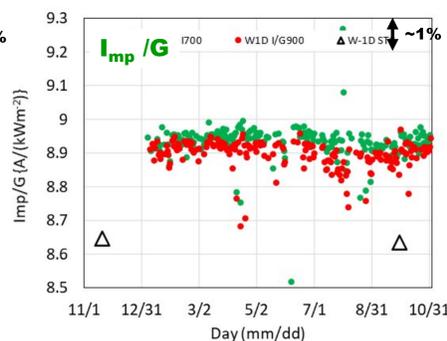


図2 最大電力動作電流/照度 I_{mp}/G

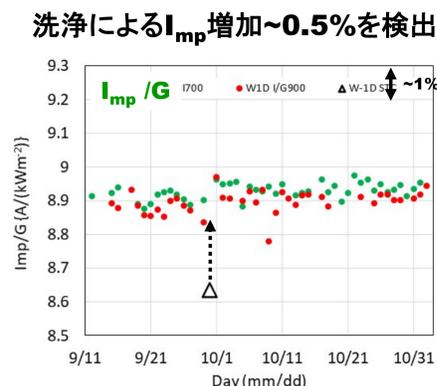


図3 I_{mp}/G モジュール洗浄前後

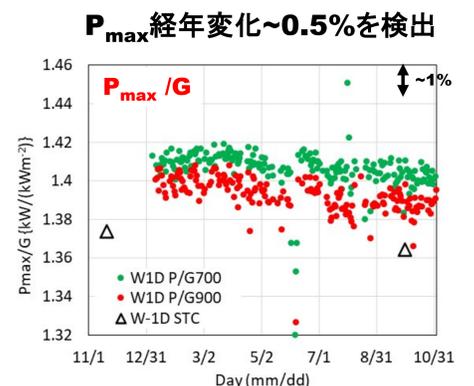


図4 最大電力/照度 P_{max}/G

考察: 部分影の検出 ~ I_{mp} , V_{mp} の一時的な変動の解析と検出

- istring (60x5セル直列) 中の1セル部分影の一例
- ・影面積<5% : I_{mp} , V_{mp} 変化なし
 - ・5%<影面積<15% : V_{mp} 増, I_{mp} , P_{max} 減
 - ・15%<影面積 : V_{mp} 減, I_{mp} , P_{max} 増 → 一定

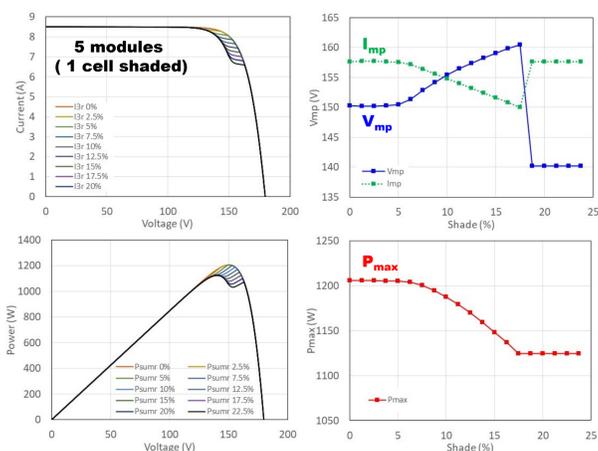
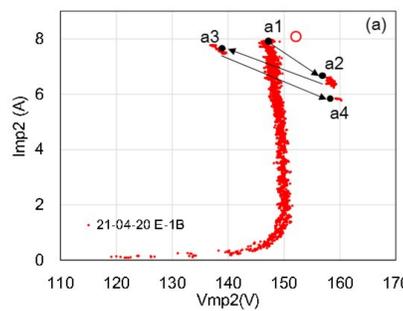


図5 1セル上の部分影がistringの I_{mp} , V_{mp} に及ぼす影響(シミュレーション)

1セルに部分影



数セルに部分影

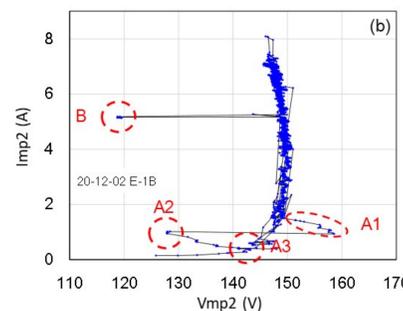
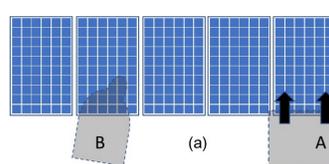


図6 1セル~数セル上の部分影がistringの I_{mp} , V_{mp} に及ぼす影響(実験結果)

下草により複数モジュールに部分影



2021/6/7 W-1C,D

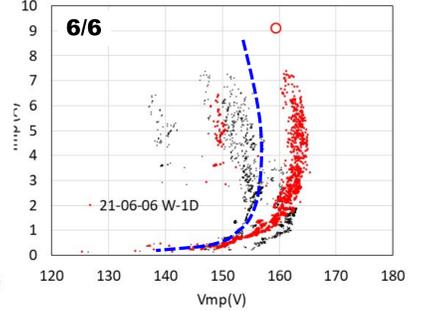


図7 下草による部分影がistringの I_{mp} , V_{mp} に及ぼす影響(実験結果)

結論

- MPPT稼働中の V_{mp} , I_{mp} (, T, G) から、DC側の P_{max} 等の性能をリアルタイムで再現性良く定量評価できる技術を開発した。
- 性能の常時監視
 - ・0.5%~1%程度の $P_{max,STC}$ 等性能変化(短期、長期)を検出できた。
 - ・精度1%~2%(検証中)
- 短時間での診断
 - ・部分影(セル面積の5%~)を検出できた。
 - ・BD動作、開放、短絡、等各種不具合(要検証)
- 今後
 - ・多くの実例で検証、ケーブル抵抗を考慮する。
 - ・PCSデータの利用(V, I計測器不要), T,G測定省略可能性を検討する。

参考文献

- [1] Y. Hishikawa, M. Higa, T. Takenouchi et al., "Improved precision of the outdoor performance measurements of photovoltaic modules by using the photovoltaic irradiance sensor", Solar Energy 211 (2020) 82-89.
- [2] K. Nishioka, K. Miyayama, Y. Ota et al., "Accurate measurement and estimation of solar cell temperature in photovoltaic module operating in real environmental conditions" Jpn. J. Appl. Phys. 57 (2018) 08RG08.
- [3] J. Chantana, H. Mano, Y. Horio et al., "Spectral mismatch correction factor indicated by average photon energy for precise outdoor performance measurements of different type photovoltaic modules" Renew. Energy 114 (2017) 567-573.
- [4] M. Seapan, Y. Hishikawa, M. Yoshita, K. Okajima, "Temperature and irradiance dependences of the current and voltage at maximum power of crystalline silicon PV devices", Solar Energy 204 (2020) 459-465.
- [5] 菱川、吉田、千葉、Seapan, 岡島「MPPT動作中のPV性能リアルタイム診断技術」日本太陽エネルギー学会研究発表会講演論文集(2020)61.
- [6] Y. Hishikawa, M. Yoshita, Y. Chiba, M. Seapan, K. Okajima, "Precise performance diagnosis of photovoltaic string by operation voltage and current: Experimental verification" Solar Energy 230 (2021) 704-713.