

MPPT動作中のPV性能リアルタイム診断技術

菱川 善博*1、吉田 正裕*1、千葉 恭男*1、Manit Seapan*2、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。
- ・IV特性についてはこれまでに、±0.5%程度以内の良好な再現性での屋外性能評価が可能な技術を開発した[1]-[4]。しかし評価のためにMPPT動作を止める必要がある。
- ・従来の常時監視は主に最大出力 P_{max} データに基づき、長期のデータや相対比較が必要な場合が多かった。

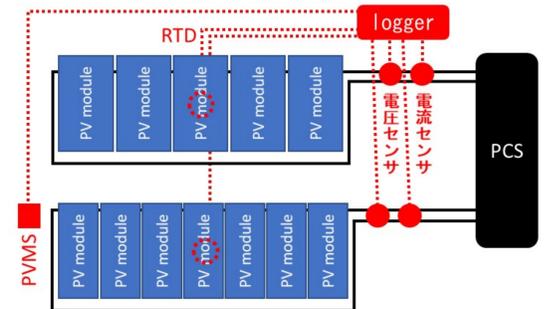
本研究の目的

- ・太陽電池の稼働中に、MPPT動作を止めることなく、リアルタイムで太陽電池の性能評価・故障診断を高精度に行う技術を開発する。

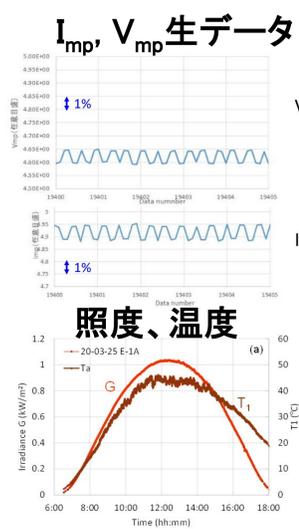
実験

産総研九州センター(佐賀県鳥栖市)太陽電池屋外曝露サイトでMPPT稼働中のE-1A、E-1Bシステムにおいて、 I_{mp} と V_{mp} の常時計測を実施(I_{mp} : 最大出力動作電流、 V_{mp} : 最大出力動作電圧)

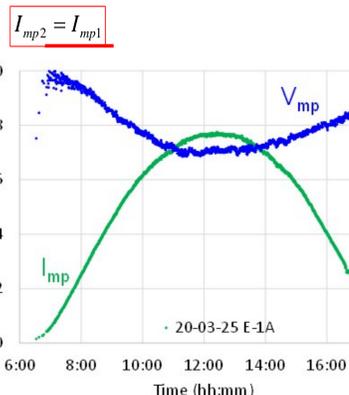
- ・PVセンサー(PVMS)で照度測定[2]
- ・ V_{mp} , I_{mp} の温度補正[5]



結果

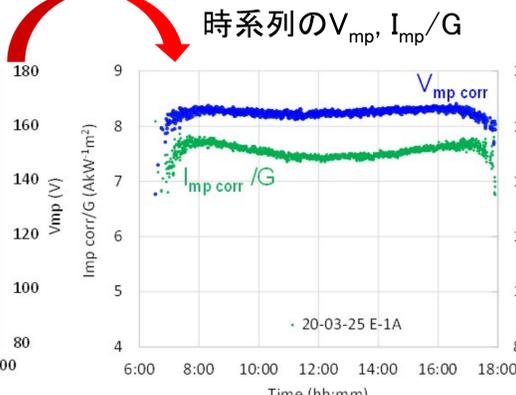


$$V_{mp2} = \left\{ V_{mp1} + \frac{T_2 - T_1}{T_1} \left(V_{mp1} - \frac{N_c n E_g}{q} \right) \right\} \times \{ 1 + \alpha(T_2 - T_1) \}$$

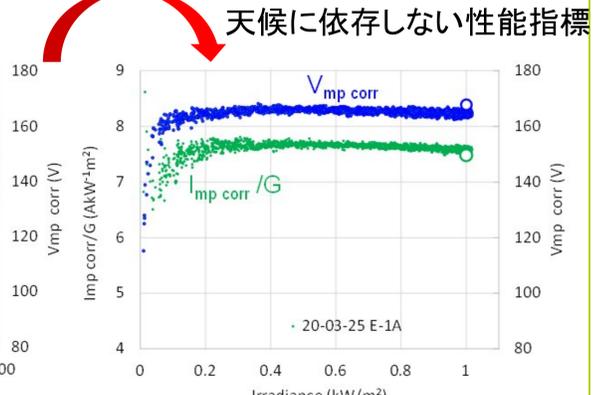


STCにおける V_{mp} , I_{mp} , P_{max} を正確に評価できる新手法を開発した[5][6]

V_{mp} 25°Cに温度補正[5]



照度Gに対する V_{mp} , I_{mp}/G



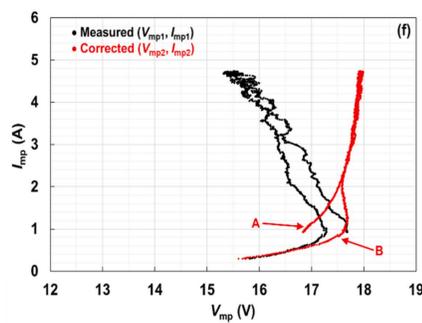
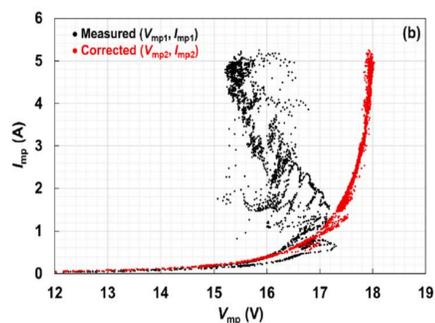
考察

V_{mp} の温度補正 ⇒ 僅かな V_{mp} の変化を敏感に検出

小さな部分影による I_{mp} 低下⇒ V_{mp} 増加[5]

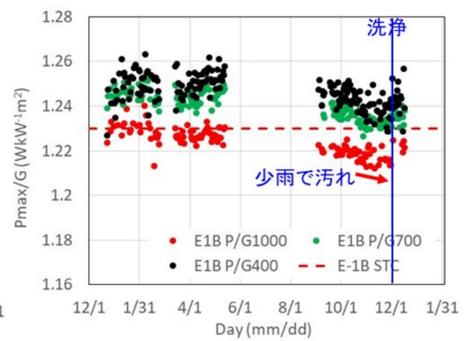
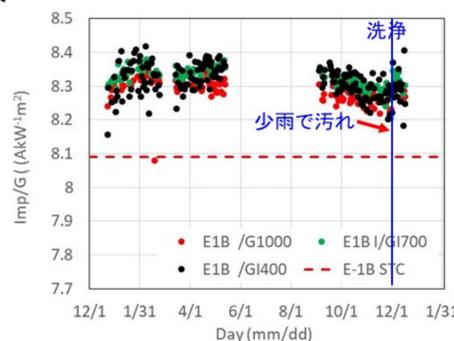
曇天: 散乱光大⇒部分影の影響小

晴天: 直達光大⇒部分影の影響大



PVMSによる照度計測 ⇒ I_{mp} , P_{max} の変化も正確に検出

汚れによる I_{mp} の僅かな低下と洗浄による一時回復を検出
低照度時(●●)にも、高照度時(●●)と同様の診断が可能



結論

- ・MPPT動作中の V_{mp} , I_{mp} (T , G)から、太陽電池のSTCおよび低照度における P_{max} 等のDC性能をリアルタイムで再現性良く定量評価できる基礎技術を開発した。
- ・ P_{max} , V_{mp} 等の絶対値再現性±0.5~±1%(暫定値)。
- ・経年変化診断や故障診断(部分影、電流不整合、抵抗増、等)のリアルタイム化、低コスト化、高精度化。
- ・今後
 - ・多くの事例での検証(istring、アレイ)
 - ・PCSデータの利用
 - ・照度温度のどちらか又は両方を割愛した場合の解析手法

参考文献

- [1] 菱川, 武内, 比嘉, 吉田, 「太陽電池屋外IV特性の新しいSTC補正法」太陽/風力エネルギー講演論文集(2018)31-34
- [2] 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
- [3] K. Nishioka, K. Miyanuma, 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
- [4] 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
- [5] 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
- [6] 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.