

新型太陽電池の性能評価技術

吉田正裕、山越憲吾
産業技術総合研究所 再生可能エネルギー研究センター

研究概要と目的

太陽光発電の主力電源化に向けた取り組みとして、高効率な発電性能を有する新材料・新デバイス構造による新型太陽電池デバイスの研究開発、また、新市場分野(壁面設置・屋根軽量・移動体等)への導入を目指した新用途向け新型太陽電池の研究・開発が国内外研究機関にて精力的に実施されている[1,2]。

本研究では、各種新型太陽電池の研究開発に資する、発電特性を高精度に評価する性能評価技術の開発、また、新用途・設置環境に応じた性能評価の基盤となる基礎評価技術の研究開発を実施している。

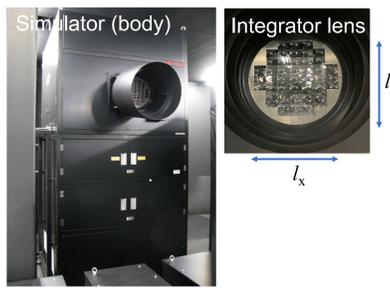
研究内容

本発表では、高精度性能評価の基盤技術開発の一つとして、曲面太陽電池の発電性能評価技術について報告する。

- ソーラシミュレータ光の照度分布(角度、空間分布)評価
→ 曲面太陽電池モジュールの屋内計測に使用するソーラシミュレータの照度分布(角度、空間分布)を評価[3,4]。
- 曲面太陽電池モジュールの発電性能評価
→ 曲面太陽電池モジュールの屋内計測を実施。I-V特性の曲率依存性を測定し、1.のシミュレータ照度分布を考慮したシミュレーションにより解析[4]。

結果&考察-1. モジュール用ソーラシミュレータ光の光分布(角度、空間分布)評価[3,4]

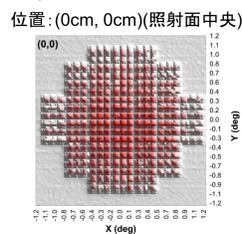
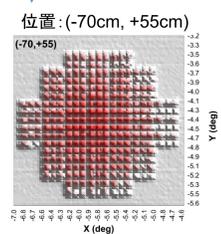
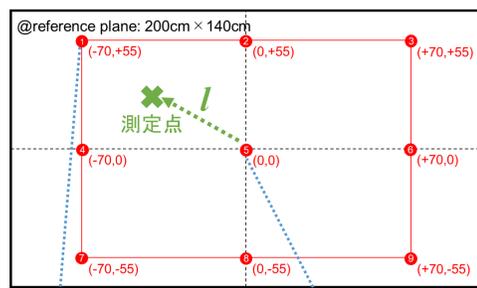
モジュール用ソーラシミュレータ



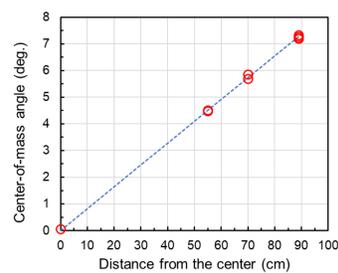
- ロングパルスソーラシミュレータ
- ・キセノンランプ 6灯
 - ・パルス幅 100 ~ 1000 ms
 - ・Class A 以上(IEC 60904-9)[5]

照射光の角度分布

照度参照面上各位置での角度分布



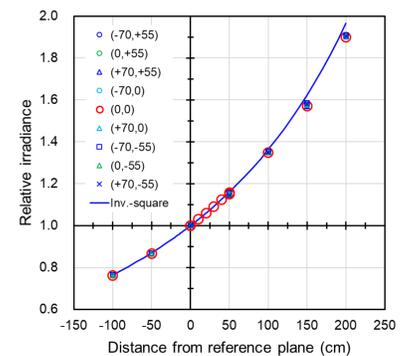
角度分布の重心位置vs 面内位置



モジュール測定基準面内位置での照射光角度特性

- ・角度分布広がりが $\pm 1.2^\circ$ 以内
- ・参照面内位置に依らない
- ・角度分布の重心位置は、中心からの距離(l)のアーктンジェント (arctan) 特性

照度空間分布(光軸前後方向)



- ・基準面前後方向の照度空間分布は、ほぼ距離の逆2乗則に従うことを確認

結果&考察-2. 曲面太陽電池モジュールの発電特性評価[4]



曲面モジュール設置の様子

テストモジュール:

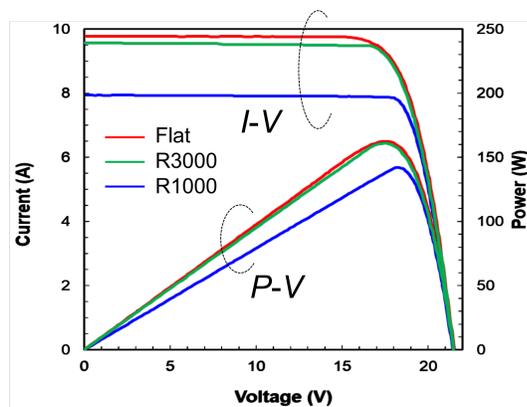
- ◆ 曲面結晶Siモジュール
 - ・曲率半径(R) : 1000, 2000, 3000 (mm)
 - ・4x8 セル, 2 バイパスダイオード
- ◆ フラット結晶Siモジュール(比較参照用)

曲面モジュール設置:

- ◆ シミュレータ光軸に対して垂直に設置
- ◆ 照度基準面は、モジュール短辺のガラス端面位置

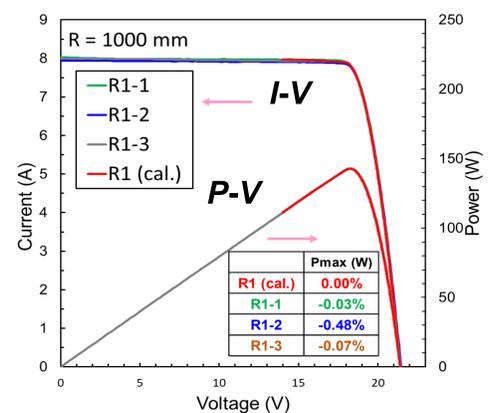
曲面モジュール: AGG Energy製、測定はJEMA・JETの協力による。

測定結果: I-V 特性, P-V 特性



- ・ I-V (P-V) 特性は曲率半径に依存。
- ・ 曲率半径に応じて短絡電流(I_{sc})が減少。
- ・ 傾斜の最も大きな最外側セルでの電流制限。

解析結果: 測定結果との比較



- ・ シミュレータ光の照度空間分布(面内、光軸方向)を考慮し、曲面モジュールI-V特性を計算。
- ・ P_{max} のずれ1%以内で、測定結果をよく再現。

まとめと今後の展開

新用途向け新型太陽電池の性能評価要素技術開発として、曲面太陽電池モジュールの性能評価技術開発について報告した。

- モジュール用ソーラシミュレータ光の照度分布評価
 - ・ 曲面モジュールの測定結果を解析する上で、シミュレータ光の照度分布の情報が重要。
 - ⇒ シミュレータ光の角度、空間分布(面内、光軸方向)を精緻に評価。
- 曲面太陽電池モジュールの発電特性評価
 - ・ 曲率半径の異なる曲面太陽電池モジュールのI-V特性を測定。
 - ・ シミュレータ光の照度空間分布を考慮した計算により、曲面モジュールのI-V測定結果をよく再現(P_{max} ずれ < 1%)。

➡ 今後、性能評価で要求される測定精度許容量の算定と精度検証。

参考文献

- [1] K. Araki *et al.*, *Coatings*, **8**, 251 (2018).
- [2] T. Tayagaki *et al.*, *IEEE J. Photovolt.*, **11**, 708-714 (2021).
- [3] 吉田、他、「新型太陽電池セル・モジュールの高精度性能評価技術開発」(AIST太陽光発電研究 成果報告2021)
- [4] M. Yoshita *et al.*, "Towards performance characterization of curved photovoltaic modules with solar simulators" (WeP-22-09, Nov.16, 2022), PVSEC-33 (Nagoya, Japan).
- [5] IEC 60904-9:2020, Photovoltaic devices - Part 9: Classification of solar simulator characteristics.

<謝辞>本研究は新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の受託研究として実施したものであり、関係各位に感謝する。また、曲面モジュール測定では、JEMA、JETの協力に感謝する。