

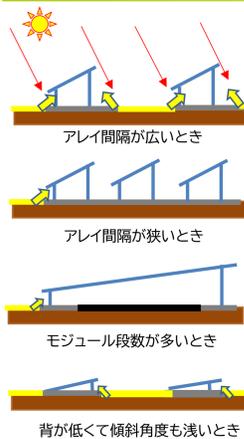
両面受光型太陽電池における裏面受光による 発電電力変動要因の分析 および簡易的な発電電力量増加率計算モデルの開発

津野裕紀¹ 土田脩斗² 山田昇² 大関崇¹
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長岡技術科学大学

研究の目的

両面受光型の片面受光型に対する出力増加率(Bifacial energy gain: BGe)は、アレイの高さやアレイ間の幅等の幾何的な要素に強く依存する。このため年間発電量を推測するためには光線追跡法や形態係数モデルがよく利用される。これらの計算には専用のソフトウェアが必要となり、設定には専門的な知識が必要である。その一方で、小規模の発電所向けにはできるだけ低コストで簡易にBGeを求めたいという需要もあることから、簡易的な計算モデルを開発した。

両面受光型の出力増加率を決める要素



- およその増加:
- 6.8%
 - 5.6%
 - 3.4%
 - 1%
- Bifaciality
 - 地面の反射率(アルベド)
 - アレイの高さ
 - アレイの幅(モジュール段数)
 - アレイ間の幅
 - 設置傾斜角度, 方位
 - 設置地域

これらの依存性を調べ、モデル化を試みた

発電電力量増加率の定義

$$PR_{Bifi} = PR_{front} \cdot K_{Bifi}$$

$$= PR_{front} \cdot (1 + BG_E)$$

- PR_{Bifi} : 両面受光型太陽電池の出力係数
- PR_{front} : 両面受光型太陽電池の表面のみの出力係数
- K_{Bifi} : 片面に対する両面受光型太陽電池の発電電力量増加係数
- BG_E : 片面に対する両面受光型太陽電池の発電電力量増加率

$$K_{Bifi} = K_{r_irr} \cdot K_{r_shade} \cdot K_{r_mismatch} \cdot K_{r_edge}$$

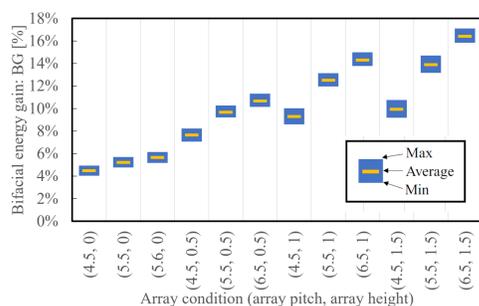
- 表面に対する裏面入射日射増加量による利得係数
- ジュールフレームや架台梁による遮光による損失係数
- アレイ内の照度むらによる動作点ミスマッチに起因する損失係数
- エッジ効果による利得係数

本報告での開発対象

K_{r_shade} , $K_{r_mismatch}$, K_{r_edge} を1としたときの K_{Bifi}

年間BGeの地域性(気象・緯度)の検証

各地の両面と片面の発電電力量をPVsystを用いて算出し、BGeの地域性を検証



- 地域や気象条件の依存性: 2σで1%以下と小さい
- アレイの設置条件による変化が大きい

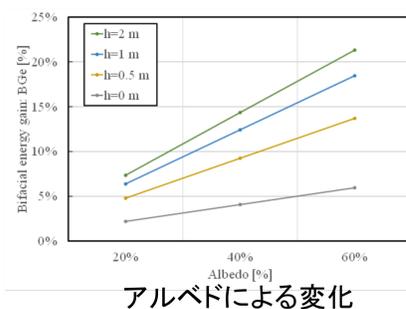
結論

両面受光型太陽電池の年間発電電力量を複雑なモデルやソフトウェアを使うことなく簡易に求めたい

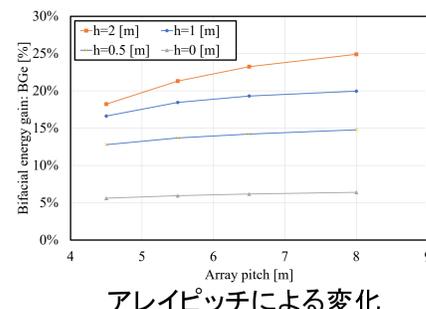
- 既存のソフトウェアの分析結果から、
- 地域依存性は±1%程度と小さい
 - アレイ設置条件の依存性が大きい

開発したモデル式によって傾斜角ごとにパラメータをフィッティングさせたところ、よく一致した

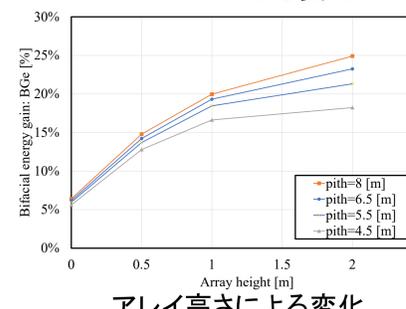
アレイの設置条件による依存性の検証



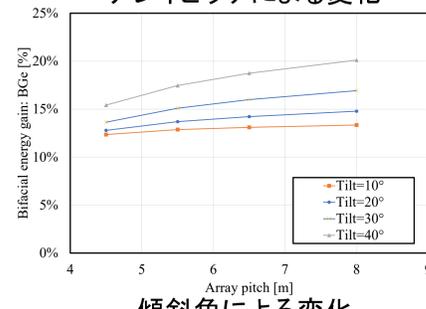
アルベドによる変化



アレイピッチによる変化



アレイ高さによる変化



傾斜角による変化

簡易モデルの開発と検証

簡易モデル式

$$BG_E = Albedo \cdot \varphi_{Bifi} \cdot a [b \cdot (1 - \sqrt{gcr}) \cdot (1 - e^{-c \cdot h \cdot gcr}) + d \cdot (1 - e \cdot gcr^{1.5})]$$

PVsystと簡易モデルの差の平均値と標準偏差

Model		10°	20°	30°	40°
Modified	Mean	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
SW model	S.D.	0.8%	0.7%	0.8%	1.1%

シミュレーションソフトとほぼ同じ値を近似式で表すことが可能となった

謝辞

本成果は、令和4年度「被災地企業等再生可能エネルギー技術シーズ開発・事業化支援事業」の結果得られたものである。関係各位に感謝申し上げます。

参考文献

- [1] IEA PVPS, "Bifacial Photovoltaic Modules and Systems: Experience and Results from International Research and Pilot Applications", Report IEA-PVPS T13-14, (2021).
- [2] C. Deline, et. al., "Bifacial PV Performance Models: Comparison and Field Results", BiFiPV 2017 Workshop, (2017).
- [3] 土田, 佐藤, 山田, 津野, 大関 "両面受光型太陽電池モジュール裏面側の部分影が発電出力に及ぼす影響の解析" 日本太陽エネルギー学会研究発表会, (2022)