

車載太陽光発電の発電量における非平面パネル効果

太野垣健¹、荒木建二²、山口真史²、菅谷武芳¹

¹産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター 先進多接合デバイスチーム、
²豊田工業大学

研究の目的

- 輸送部門における低炭素化技術の一つとして高効率太陽電池の車載利用が検討されている。車載においては、定置型への利用と異なる状況のため、発電量評価の技術確立が課題となっている。
- 自動車に搭載するには、平面部分のみならず側面や、ボンネット部など、曲面パネルの搭載も検討されている。太陽光発電パネルを車載利用する際に、曲面パネルを搭載することによる発電量の評価モデルを構築すること、またそれを実験的に評価するための指針を得ることが必要である [1]。
- 本研究の目的は、曲面パネルにおける発電量を評価する際に導入する“Curve correction factor”の特性を理解することである。

Curve correction factorについて

- 曲面太陽電池パネルの発電量の評価に向けて、平面パネルと比較する“Curve correction factor”が提案された[2]。
- モンテカルロシミュレーションにより、曲面/平面の面積比との間に線形関係が見いだされたが、その妥当性の検証が必要だった[2]。

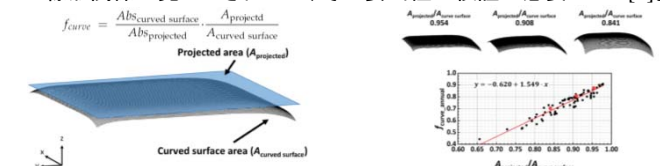


図1 Curve correction factorの概念図 [2]

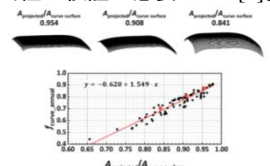


図2 シミュレーション結果 [2]

計算モデルと計算結果

- 傾斜した太陽光パネルが車載された場合について、入射光の角度分布(日本全国の平均値)と幾何学的光学モデルを用いて、発電量を計算した。 $Abs(\theta, \phi) = \frac{1}{2\pi} \int d\theta' \int d\phi' I_{AD}(\theta') \cos \theta$ 。
- 自動車の真横に設置したパネルにおいても屋根に取り付けたパネルの1/4以上の出力が得られることがわかった。

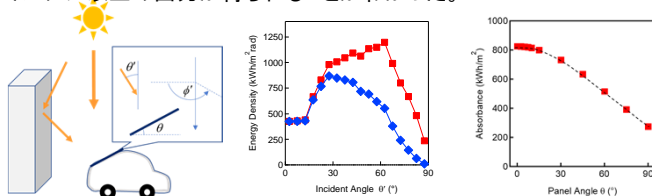


図3 車載太陽電池における発電量の計算モデル(左)、照射光強度(中央)、傾斜した太陽光パネルにおける発電量の計算結果(右) [3]

- パネルの設置角度に依るものの、Curve correction factorは面積比に線形の関係があることを幾何学的計算により確認した。

$$f = \frac{\left(\frac{Abs_1}{A_1}\right)}{\left(\frac{Abs_0}{A_0}\right)} = \left(\frac{Abs_1}{Abs_0}\right) \left(\frac{A_0}{A_1}\right)$$

$$f = \frac{Abs(\theta)_{\theta=0} - Abs(\theta)_{\theta=0} \cdot \frac{A_0}{A_1}}{(1 - \cos \theta) Abs(\theta)_{\theta=0} \cdot \frac{A_0}{A_1}} + \frac{Abs(\theta) - \cos \theta Abs(\theta)_{\theta=0}}{(1 - \cos \theta) Abs(\theta)_{\theta=0}}$$

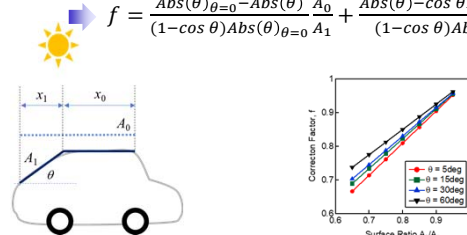


図4 Curve correction factorの計算モデル(左)、計算結果(右) [3]

考察

- 曲面が40°以下である場合については、発電量 $Abs(\theta) \cdot \frac{1}{\cos \theta}$ はパネルの傾斜角度に依らない(±5%以内)。
- Curve correction factorがパネル形状に依存しない。

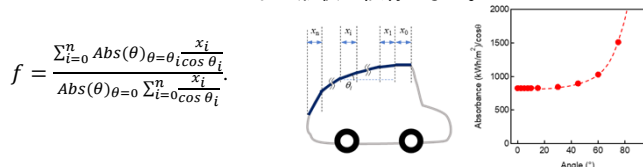


図5 曲面パネル車載太陽電池における発電量の計算モデル(左)と計算結果(右) [3]

今後の課題: 3次元モデルの導入

- 地面に垂直な軸を中心とした極座標の導入により、非曲面パネルの傾斜角度分布を計算することができる。
- 任意の太陽電池パネル形状と発電量の計算モデルを構築することが今後の課題である。

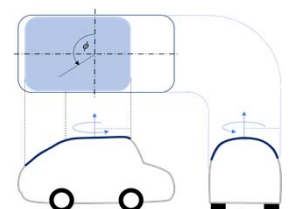


図6 一般化にむけた極座標モデル [3]

結論

- 本研究では、自動車に搭載した太陽電池パネルにおける発電量の計算を行った。
- Curve correction factorの基礎特性を計算により見出した。
- 傾斜が40°未満の曲面パネルにおいては、Curve correction factorを用いた発電量評価が妥当であることを見出した。
- 任意の曲面パネルにおける発電量予測の3次元モデルを提案した。

本研究は、国立研究開発法人NEDO「超高効率・低コストIII-V化合物太陽電池モジュールの研究開発」の委託の下で行われた。

参考文献

- K. Araki, L. Ji, G. Kelly, and M. Yamaguchi, "To Do List for Research and Development and International Standardization to Achieve the Goal of Running a Majority of Electric Vehicles on Solar Energy," *Coatings*, vol. 8, no. 7, p. 251, 2018.
- Y. Ota, T. Masuda, K. Araki, and M. Yamaguchi, "Curve-Correction Factor for Characterization of the Output of a Three-Dimensional Curved Photovoltaic Module on a Car Roof," *Coatings*, vol. 8, no. 12, p. 432, 2018.
- T. Tayagaki, K. Araki, M. Yamaguchi, and T. Sugaya, "Impact of Nonplanar Panels on Photovoltaic Power Generation in the Case of Vehicles", *IEEE J. Photovoltaics*, vol. 9, no. 6, p. 1721, 2019.