

超高精度な数値表層モデルと気象情報を加味した 太陽光発電システム日射量解析手法

九州工業大学 工学府

日射量解析システムで太陽光発電パネルの出力に 影響を与える「部分影」を解析



電気電子工学 三谷研究室
教授 三谷 康範 氏 (左)
修士 横澤 功吉 氏 (右)

国立大学法人

九州工業大学

PROFILE

組織名：九州工業大学 工学府 電気電子工学
三谷研究室

住所：〒804-0015
福岡県北九州市戸畑区仙水町1-1
教育研究10号棟401号室

Email：mitani@ele.kyutech.ac.jp

使用製品

ArcGIS Desktop
ArcGIS Spatial Analyst
ArcGIS 3D Analyst
Drone2Map for ArcGIS

課題

- ・太陽光発電パネルにかかる部分影が起こす出力低下
- ・天候変動による太陽光発電システム出力低下

導入効果

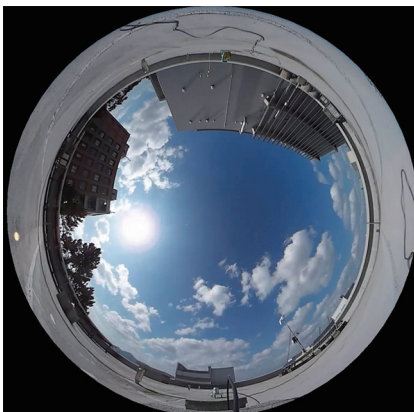
- ・数値表層モデル (DSM) があれば任意の日時、場所の建物や樹木の影の影響を考慮した日射量解析が可能に
- ・電力や農業等への応用など幅広く柔軟な展開が可能に

■概要

太陽光発電は、地球上で最も豊富に存在する地域偏在性の少ない資源である太陽エネルギーを用いており、日射量が十分な土地であればその分の発電量が期待できる。

太陽光発電の発電量が変動する大きな要因は、天候の変動と周辺の建物や樹木による部分影が挙げられる。太陽光発電パネルの一部を覆う部分影は、パネルの接続の仕方によって、影の面積以上に発電量の低下に影響を与えることが分かっている。太陽光パネルは、電気回路の電池と同じように直列つなぎと並列つなぎを組み合わせで接続されている。極端な場合、全てが直列つなぎだと、1枚のパネルに影がかかれば出力が0になってしまう。そこで、影のつき方によってはパネルの接続方法を変えることで出力低下を緩和する必要がある。

三谷研究室ではGIS上で建物、樹木を含む高さ情報を持った数値表層モデル (DSM) を用いることで太陽光発電パネルにかかる部分影を解析した。その結果、



全天画像

パネルにかかる部分影の解析が可能になった。今後はパネルの接続を切り替え、出力低下の緩和を目指す。

■課題

これまでの研究では、北九州市が保有するDSM (50cmメッシュ) を利用した日射量解析を行ってきた。しかし、広いエリアから日射量を得やすい土地や屋根の抽出は可能であるが、太陽光発電パネルの一部にかかる部分影の影響を抑えるには、DSMの解像度が不足していた。そこで、費用を抑えながら、部分影の影響を評価するための手法の構築が必要であった。一方、天候の予測に関しては、衛星情報を利用した予測データ (1kmメッシュ) があるが、地上までの間の大気の状態を反映することができない。そのため、地上から大気を観測したデータを利用する必要があった。

■ArcGIS活用の経緯

地図を利用して土地や屋根の日射量を表現することで、ユーザーは視覚的に十分な日射量を得る土地や屋根を知ることができる。また、日射量を数値として扱うことで、系統電力への影響の解析など、各種数値解析評価も行うことができる。

さらに、多種の解析処理を行うことに加え、クラウドコンピューティングを利用して構築した仕組みを汎用的にサービス展開することを想定し、デスクトップ型GISからクラウド型GISまでプラットフォーム化されているArcGISを採用した。

■課題解決手法

DSMを用いて建物、樹木の部分影を考慮した日射量解析には、ArcGIS Spatial Analystの日射量解析を用いた。

・超高精度DSMについて

部分影を考慮した日射量解析精度向上のため、ドローンで撮影した画像からDrone2Map for ArcGISを利用して高解像度のDSMを作成した。このDSM解像度は約1.6cmメッシュである。以下に述べる部分影解析手法では超高精度DSMを用いた。

・部分影解析手法

次に、部分影を考慮した日射量解析について多くの方に知ってもらうため、「エリアの日射量解析」を行った結果のラスターデータを利用して、日射量マップを作成した。これにより、どの土地が太陽光発電システムの設置に適しているか、すでに設置されている太陽光パネルにどの時間帯にどのような形の部分影ができるかということを視覚的に確認できる。しかしながらこの手法では、精度が向上した超高精度DSMを利用した解析処理に時間を要してしまう。そこで、「ポイントの日射量」を利用したベクトルデータによる日射量マップを作成した。まず初めに必要範囲にポイントを作成する。このポイントに対して日射量解析を行った。この解析結果は、クラウドコンピューティングを想定して高速処理可能なデータベース管理システム(DBMS)に搭載できるようにCSVファイルでデータを出力できるようにしている。

・天候情報の加味

三谷研究室では上記の影情報に過去の気象情報の実績や全天日射量計の値を重ね合わせることで、そのエリアが十分な日射量を得ているかを示す手法を構築してきた。追加機能として、数分後など近い未来を予測する手法を開発した。

そのために、全方位カメラを利用した全天画像解析による雲の影響を考慮した日射量解析を構築した。GIS日射量解析値と実測値には図1のように差がある。これは、現実では雲など空の様子が常に変化するためである。そこで全天画像のRGB値を解析し、空の状態を把握することで天候情報を加味している。

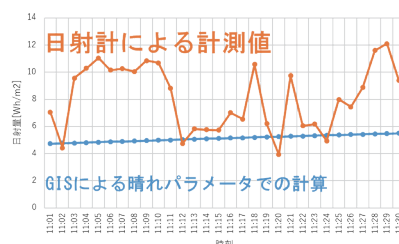


図1 GIS日射量解析値と実測値の比較

■効果

・部分影の解析結果の評価

北九州市が保有しているDSM(50cmメッシュ)と超高精度DSMを用いた解析結果および、実際の影の状況をそれぞれ図2、図3、図4に示す。図3で用いたポイントの日射量解析は、各ポイントの日射量値をテーブルで見ることができ数値の取り扱いが簡単である。また、今回計算に使用したパソコンでは、日射量解析に約5日間かかるが、ポイントの日射量で建物の一部の日射量計算を行う場合は3分程度で解析が可能である。

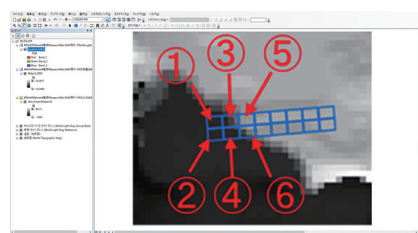


図2 50cmメッシュDSM

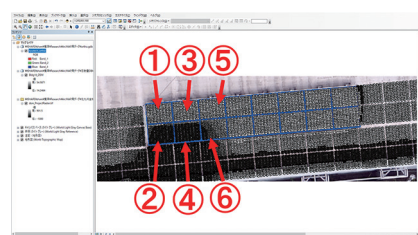


図3 超高精度DSM

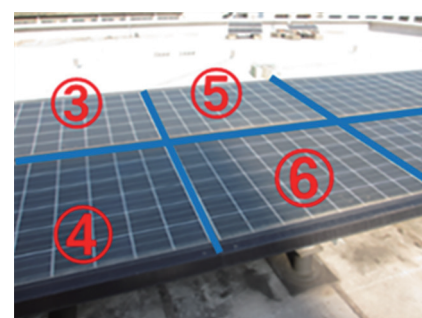


図4 実際の部分影

・天候情報を加味した解析の評価

全天画像解析とGISによる日射量解析を組み合わせた日射量推定結果を図5に示す。太陽の周りに雲が存在する際に、反射により快晴時を超える日射量を観測することがある。この手法では、図5のようにその状況を表現できていることが分かる。

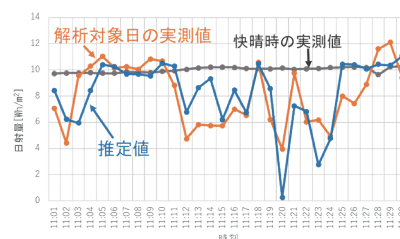


図5 全天画像解析を用いた日射量推定

■今後の展望

・部分影の影響

太陽光発電パネルにかかる部分影が指定された日時において解析できるようになった。今後は、日照部分のパネルの電気回路接続を切り替え、電力を最大限取り出せる運用法を検証していく。

・天候条件の考慮

全方位カメラによる全天画像から得た雲の移動ベクトルを地図上に描き、現在、あるいは雲の動きの予想を鑑み数分後の日射予測量を求める。具体的には、数分後の建物や樹木の影、天候を考慮した日射量予測手法の確立を目指していく。