

次世代気象衛星データを活用した 日射強度推定技術の検討

○渡邊詩織^{※1,2}・橋本潤^{※1}・大谷謙仁^{※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 エネルギーネットワークチーム

※2 会津大学 コンピュータ・情報システム学専攻

研究の目的

太陽光発電のような自然変動電源が大規模に導入が進むにつれ、出力変動による系統への影響が懸念されている。このような自然変動電源の変動把握や出力制御の議論が進められつつある。そこで新しい次世代気象衛星ひまわり8号データから**高い時空間的解像度の日射強度を推定**し、エネルギーネットワークへの活用を検討している。

新しい気象衛星ひまわり8号は旧来の気象衛星(ひまわり6号)より空間分解能、観測頻度、観測バンド数が飛躍的に向上し、特に観測バンド数の増加による日射推定精度の高精度化や観測頻度の向上による**自然変動電源出力のリアルタイム制御への応用**が期待できる。ここでは従来の日射推定手法に加えて近年注目が高まっている**機械学習(AI)技術の活用とその評価・検討**を行った。

ひまわり8号の3つの性能向上ポイント

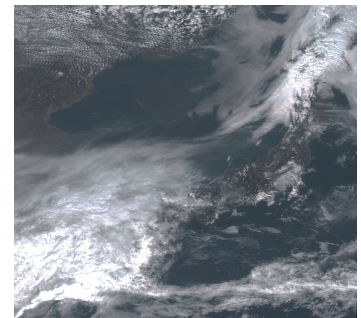
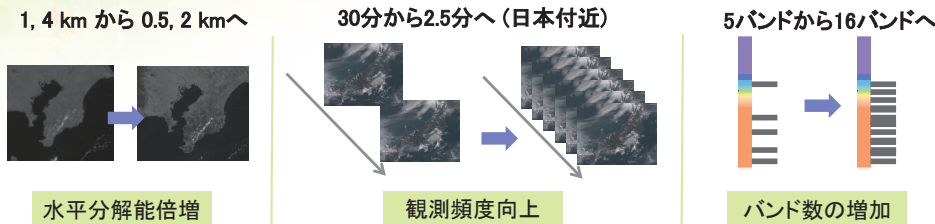


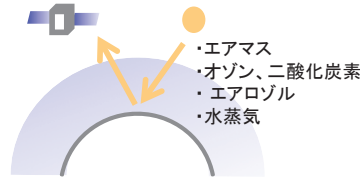
図1 ひまわり8号衛星画像

手法

衛星データからの日射強度推定手法

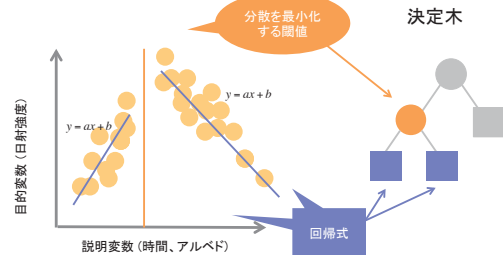
衛星データから地上に到達する日射強度を推定する手法は、これまでもいくつか報告されている。大きく2つに大別すると1. 厳密な放射伝達を解く手法(厳密手法)、2. 放射伝達を簡略化した手法(簡略手法)がある。太陽光が地上に届くまでに、光は様々な因子で減衰(吸収と散乱)をするこれを放射伝達過程と呼び、日射強度に影響を与える因子は主にエアマス、ガス(オゾン、二酸化炭素)、水蒸気、エアロゾルである。

日射強度を推定するためにはこれらの因子を推定する必要がある。厳密手法は、波長別の日射強度(日射スペクトル)が出力として得られるなど利点もあるが様々な入力パラメータを必要とし、計算コストも高い。計算時間を考慮し、ここでは簡略手法を基本とし、新たに機械学習(ランダムフォレスト法)による検討を行った。



ランダムフォレスト機械学習法

ランダムフォレストは、機械学習(AI)手法の一つでノンパラメトリック(分布によらない)アンサンブル学習[2]である。



この手法は、ランダムなデータ集合から、パターンの分散を基準に分類し、決定木を作成する機械学習手法であり、入力する訓練データには、2015/4/1からの28日間を用い、データ種類は、地上観測の日射強度と衛星の観測アルベド値を採用した。今回は、採用する教師データの依存性を検証するため試験的に推定期間は、2015/4/28からの3日間とした。

主なパラメータである決定木数と決定木を作成するための特徴量の数はそれぞれ20の入力データ数を採用。教師データの種類には、採用する波長バンドの影響を検討するため、1. 全14バンド、2. 可視光域のみ、3. 赤外域のみの3つを検討した。ただし、欠測の多い(0.46 nmと0.86 nm)は除いた。

従来からの簡易手法

太陽光の収支バランスに基づいた日射強度推定であり、次の基本式によって求められる[1]。衛星が計測するアルベド値と地表面アルベド値の関係から推定する手法である。

$$H = \frac{\tau^m - \rho_p}{1 - \rho_s} I_0 \cos \zeta \quad [1]$$

結果・考察

衛星データからの日射推定に機械学習法が可能か検討を行い、入力データとなる教師データの選定と日射強度の推定精度について検証を行った。日射強度の推定精度への教師データの影響を確認し、全14バンドのアルベド値を用いた場合と可視光域2バンドを用いた場合の顕著な差は見受けられなかった。次に地上観測値と推定値を1分値で比較した結果を図2に示す。推定精度は、最小二乗誤差で従来手法が175 W/m²、機械学習法が87 W/m²であり、従来手法と同等かそれ以上の精度で推定が可能であることを明らかにした。

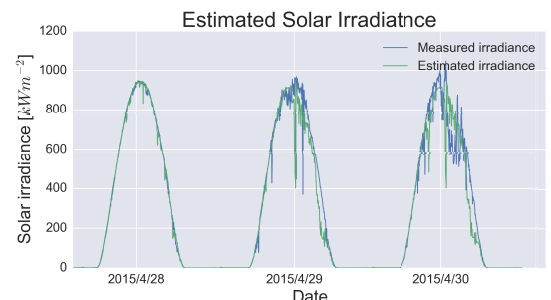


図2 衛星データからの推定日射強度と観測値の比較

結論

- 衛星ひまわり8号データから日射強度を推定する2つの手法を比較・検討し、**ランダムフォレストによる機械学習手法でも十分な精度が得られ**かつ高速化が可能であることを明らかにした。
- ランダムフォレスト機械学習手法に必要な教師データには、**可視光域のみの情報で十分な結果**が得られた。
- 今後は、推定値の高精度化やエリアを拡大した際の精度について検討を進める。

参考文献

- [1] Otani, K., et al. "Estimation of ground albedo by GMS images for solar irradiation monitoring." *Solar energy materials and solar cells* 35, 1994, pp. 395-400.
 [2] Breiman, Leo. "Random forests." *Machine learning* 45.1, 2001, pp. 5-32.