

気象庁の静止衛星画像データを用いた日射量推定・予測モデルの開発

*橋本篤、宇佐美章(電力中央研究所)

1. はじめに

太陽光発電が大量に導入された場合、出力変動に伴う電力系統の需給運用への影響が懸念されている。この出力変動対策の一つとして、観測データや気象モデルなどに基づく太陽光発電出力推定・予測手法が検討されている。太陽光発電出力予測は、面的な実況の発電量を対象とした発電出力把握(以後、発電量推定)、数時間先の近い将来を対象とした当日予測、および、翌日以降を対象とした翌日予測に分類される。本研究では、気象庁の静止衛星画像を用い、面的な実況の把握と数時間先の近い将来の変動の予測を目的とした日射量推定・予測モデルを開発した。そして、気象官署と電中研我孫子地区に設置した全天日射計による観測値を用い、開発したモデルの適用性を評価した。比較には、ひまわり7号の推定・予測結果を用いたが、当日はひまわり8号を用いた結果も紹介する予定である。

2. 日射量推定式の概要

衛星画像データを用いた地上での全天日射量 S (W/m^2) の推定式は、Dedieu(1987)が提案した推定式を参考に設定した(式(2.1))。

$$S = \alpha \times \beta \times S_0 \times \left(\frac{1-A}{1-A_s} \right) \quad (2.1)$$

ここで、 α は快晴時の大気の補正係数、 β は雲の種類を考慮するための補正係数である。 S_0 は大気上端の水平な単位面積に入射する水平面日射量であり、 A は雲アルベド、 A_s は地表面アルベドである。快晴時の大気の補正係数 α だけでも日射量推定は可能である。但し、可視画像データの反射率が同じであっても雲の種類によって地上での日射量が異なるため、IR1 と IR2 の2種類の赤外画像データを組み合わせることで、雲の種類を考慮した補正係数 β を推定式に追加した。補正係数 α と β は観測データをもとに日々更新される。

快晴時の大気の補正係数 α は、快晴・曇天判別手法で評価期間中に快晴と判断された観測点近傍での日射量推定結果と、これに対応する同時刻の日射量観測値を用いて統計的に求めた。そして、雲の種類を考慮した補正係数 β は雲種判別で判断された雲種と対応する同時刻の日射観測値を用いて統計的に求めた。上記の処理を、日射量観測値と過去20日間の衛星画像データだけを用いて算出可能な点が本推定手法の特徴の一つと言える。快晴と曇天時の判別は、Uesawa et al. (2009) の "Clear Sky Radiance production" の項に基づく。Uesawa の手法との違いとして、現実的な運用を考慮して、衛星画像データだけを用いて評価するために、海面温度分布を用いずに衛星画像データだけを用いて評価するなど、判別手法を簡略化している点に特徴がある。

3. 日射量推定・予測結果

3.1 実況を対象とした日射量推定

図1に、我孫子における観測値と快晴時の大気に基づく補正係数 α と雲の種類を考慮した補正係数 β として補間テーブルを用いた推定値の比較を示す。 α のみの場合(補正係数作成に我孫子の観測値を利用)の RMSE は $117W/m^2$ 、補間テーブルを加えた場合(補正係数作成に東京管区気象台と高層気象台(館野)の観測値を利用)の RMSE は $70W/m^2$ となった。また、年間を通した評価でも、同程度の精度を有することを確認している。

3.2 数時間先を対象とした日射量予測

雲域の移動速度ベクトルを過去と現在の2時刻の水蒸気画像データから相互相関法を用いて算出した。図2に、観測値と各予測モデルによる時系列の比較を示す。図より、衛星モデルは観測値の時系列に見られる変動のピークを良好に予測していることがわかる。ここで、衛星予測は9時40分を計算開始時刻として10時00分を配信開始時刻と想定した予測結果、気象モデルは前日の21時を計算開始時刻とした予測結果、快晴モデルは常に快晴が持続すると仮定とした予測結果である。

参考文献:

- [1]橋本ほか、太陽光発電出力予測のための衛星画像データを用いた日射量推定・予測モデルの開発(N13003)
- [2]宇佐美ほか、太陽光発電の出力把握に向けた日射量現況値推定への気象衛星の適用性評価、電中研報告(Q14012)

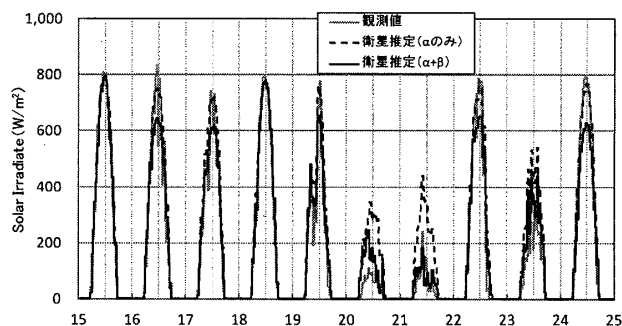


図1 観測値と推定値の日射量の比較
(地点: 我孫子、期間: 2011年9月15日~24日)

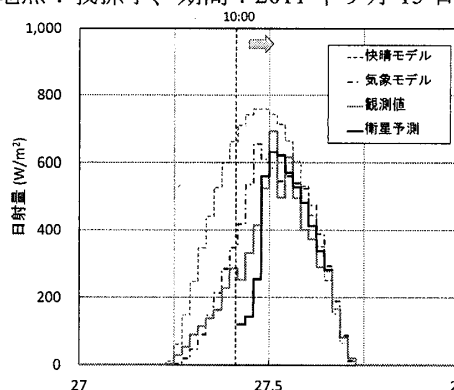


図2 観測値と予測値の日射量の比較
(地点: 我孫子、対象日: 2011年9月27日)