

観測された全天日射量に基づく雲の光学的厚さと散乱比率の推定法

西澤慶一^{*}、田村英寿、門倉真二（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ると、発電出力の時間変動が電力系統に大きな影響を及ぼすことが予想される。電力系統を安定運用するためには、電力会社のエリア内で太陽光発電の総出力を正確に把握することが重要であるが、小規模な発電設備の出力を個別に測定して積算することは、実際、非常に困難である。そこで、ひとつの方法として、測定が容易な全天日射量から、エリア内での総出力を推定することが考えられる。太陽光発電出力を推定するためには、傾斜した太陽電池パネルの照度を精度よく見積もる必要があり、観測された全天日射量を直達成分と散乱成分に分離すること（いわゆる直散分離）が求められている。

直散分離の方法として、晴天指数（全天日射の大气透過率）に基づく経験式が広く用いられてきたが、晴天指数が雲の状態のみならず太陽天頂角や可降水量にも依存することから、散乱比率（全天日射量に対する散乱成分の比率）の推定値のばらつきが大きかった。本研究では、物理モデル（太陽放射伝達モデル）を利用して雲の光学的厚さを見積もることで、散乱比率を推定する方法を提案する。

2. 推定スキームの概要

本研究の推定スキームの概要（情報の流れ）を、図1に示す。本推定スキームでは、全天日射量の観測値から太陽放射の大气透過率を求めて、雲の光学的厚さを評価する。地上観測された全天日射量を太陽放射伝達モデルで再現できるように、雲の光学的厚さを推定（逆解析）すると、同時に散乱比率が決まる。

本スキームの放射計算では、平行平面大気を仮定し、デルタ2ストリーム近似に基づいて、太陽放射透過率に関して等価な、層状雲の光学的厚さが求められる。今回のデータ解析では、10分間で移動平均された全天日射量の観測値を用いているため、水平方向に非一様な雲の放射効果が、ある程度、平均化されている。なお、可降水量は、地上観測された露点温度から、経験的に与えられる。また、地表面アルベドは、一定値（0.15）に設定されている。

3. 散乱比率の推定値と観測値の比較

冬季の特定の日に対して、散乱比率の観測値と推定値を比較した事例を、図2に示す。図2の時系列で、散乱比率の観測値と推定値の間には、かなり高い相関が見られる。これは、当日の雲の状態が、水平一様に近い層状で、放射計算で仮定した大気条件（平行平面大気）に概ね適合していたことを示唆している。したがって、特に層状雲に対しては、雲の光学的厚さや散乱比率の推定で、本スキームが有効に機能することが期待できる。

一方、夏季に関しては、散乱比率の観測値と推定値の相関が、冬季の事例（図2）より低い日が多くなる。これは、水平方向に非一様な積雲系（対流性）の雲は、放射計算で仮定した大気条件と異なるためであって、結果的に、散乱比率の推定値の誤差が大きくなる。

4. まとめ

太陽放射伝達モデルを利用して、地上観測された全天日射量から、雲の光学的厚さと散乱比率を推定するスキーム

を考案した。本推定スキームの放射計算では、水平一様な雲が仮定されており、水平非一様な雲に対する散乱比率の推定で、観測値からのずれが大きい。この問題を解決する方法（合理的な補正法）を、今後、検討していきたい。

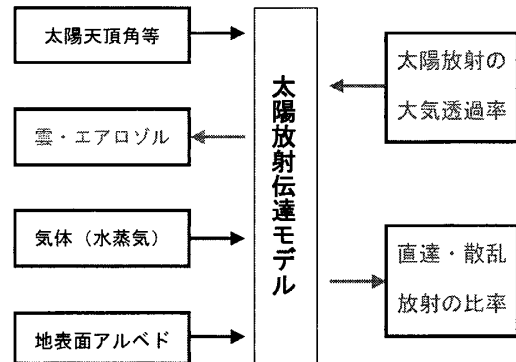


図1 本推定スキームにおける情報の流れ。

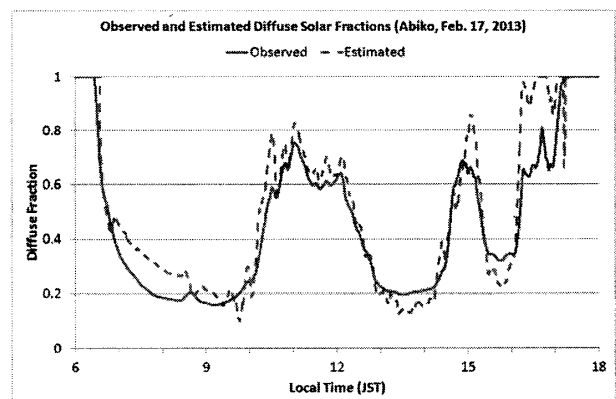
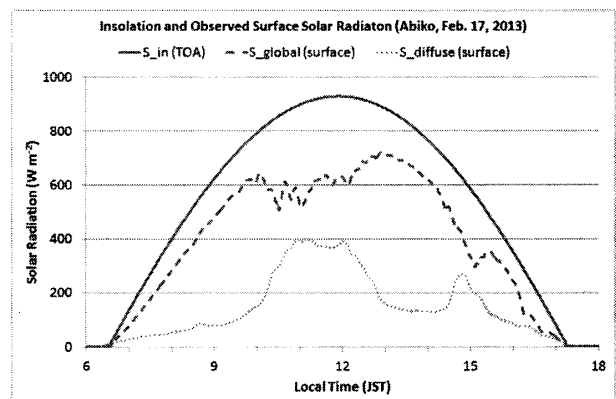


図2 冬季（2013年2月17日）の我孫子で観測された日射量（上）および散乱比率の観測値と推定値の比較（下）。