

1. 概略

太陽光発電システムを評価するにあたって、日射量の情報は欠かせません。しかしながら、日射量の地上観測地点は限られており、気象庁による観測は日本全国でわずか50箇所弱に限られています。

そのため、実際に太陽光発電システムを構築したい場所に日射観測データがない場合には、最寄りの観測地点のデータで代用するか、新たに日射計を用意して、測定を行うかする必要があります。

前者は気象条件の違う場所での日射データを使うことによって、その信頼性が保証されませんが、後者は日射測定のコストが問題となり、また評価に時間がかかってしまいます。

気象衛星ひまわりでは、地球表面や大気、雲で反射されたエネルギーを観測できるので、どの地点でも均一な精度で日射量を推定することができます。

Solar-Mesh では、気象衛星ひまわりから推定した日射量をデータベース化し、お客様にご提供致します。また推定された日射データを用いて、太陽光発電の発電量シミュレーション機能も備えております。

本技術資料では、Solar-Mesh で使われている、日射量推定アルゴリズムと、精度検証結果について記載しております。

日射量推定アルゴリズムには、国立大学法人東京農工大学 黒川浩助研究室および独立行政法人産業技術総合研究所 太陽光発電研究センターにて開発されたものを利用しております。

本アルゴリズムの精度検証は、本資料や参考文献の論文で行われています。また資料の一部は、NEDO 技術開発機構「平成 19 年度太陽光発電フィールドテスト事業に関する分析手法の開発及び分析評価」の一環として、独立行政法人産業技術総合研究所太陽光発電研究センターと共同で実施したものです。

http://www.nedo.go.jp/informations/koubo/191225_3/191225_3.html

ただし、Solar-Mesh の内容に関する全ての責任はアリオール株式会社にあります。ご不明点、お問い合わせは、

アリオール株式会社 OREL@OREL.co.jp

までご連絡ください。

2. 使用データ

・気象衛星ひまわり

2003年1月～2003年5月22日 GMS-5(ひまわり5号)

2003年5月22日～2005年6月27日 GOES-9(ひまわり5号代替機)

2005年6月28日～ MTSAT(ひまわり6号, 7号)

空間解像度 5km、時間間隔 1時間毎

・気象データベース地上観測(日射量)

・メソモデル MSM データ(気温)

空間解像度 5km、時間間隔 1時間毎

3. 日射量算出方法

Otani et al.(1994)により提言されたモデルを使って、日射量を推定します。

これによると、太陽光の可視域において、太陽から地球内への入射、雲による吸収、反射および散乱、地面への直達日射、地面からの反射をバランスさせ、次式のモデルが導出されています。

$$H = (\tau^m - \rho) I_0 \cos z / (1 - \rho)$$

H : 推定日射量

ρ : 気象衛星により観測されたアルベド

ρ : 地面のアルベド

I_0 : 太陽定数

z : 太陽高度

τ : 放射伝達係数

m : エアマス(太陽光が地表に届くまでに大気を通過する距離)

4. 地面アルベドの推定方法

日射量推定には、3節で記述されるように、地面のアルベドの情報が必要です。地面のアルベドとは、地面が太陽光をどれだけ反射しているかを表す指標です。地面の植生や状態(土壌か、草地か、アスファルトか、雪が積もっているか)に依存するパラメータであり、場所と季節によって変化します。

気象衛星ひまわりの1枚の画像では、雲がある場合にその直下の地面アルベド情報を得ることはできませんが、1年を通じた画像を解析することにより、すべての地点において季節毎に晴天時の地面アルベドを求めることができます。

5. 発電量推定方法

発電量推定には、JIS C8907「太陽光発電システムの発電電力推定法」に従って計算し

ています。3で推定した日射量から傾斜面日射量を求め、下記より算出します。

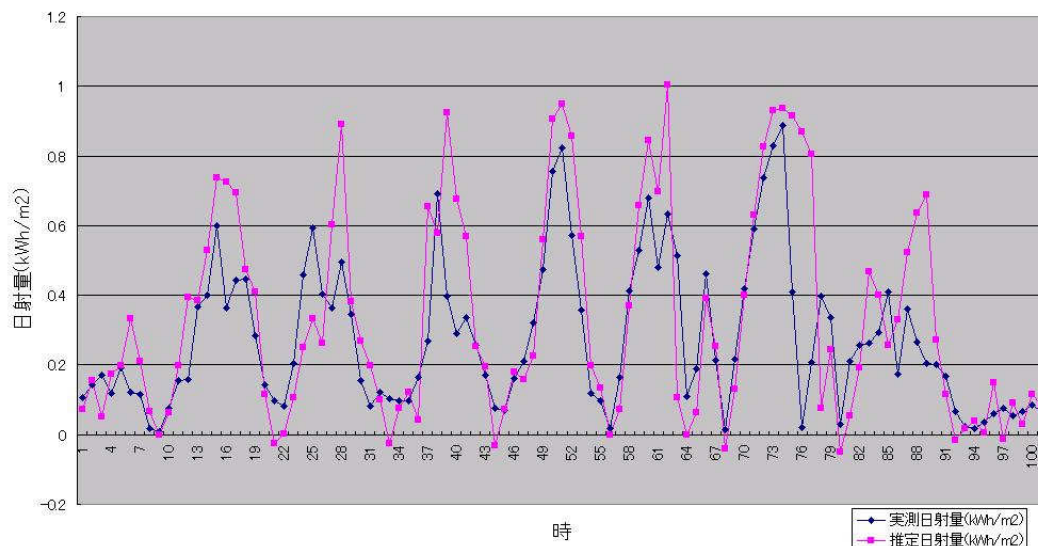
$$\begin{aligned} \text{発電量} &= \text{傾斜面日射量} \times \text{システム容量} \times \text{パワコン変換効率} \\ &\quad \times \text{温度上昇損失率} \times \text{その他の損失率} \end{aligned}$$

温度上昇損失率については、気温と日射強度からモジュール表面温度を推定し、モジュール温度 25°Cにおける最大出力を 100%として、モジュール温度が 1°C上昇したときの低下率を、結晶系:0.4、薄膜系:0.2、HIT:0.24 として計算しています。

6. 精度評価

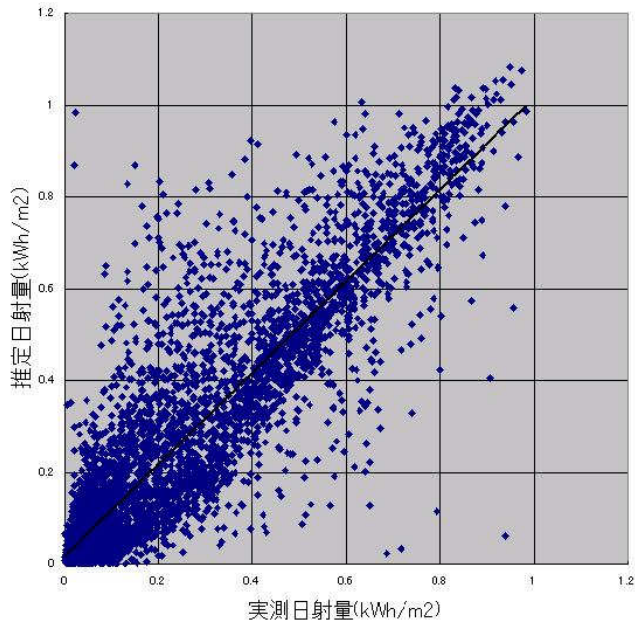
下図は、東京の気象観測地点において、実際に測定した日射量と、Solar-Mesh によるシミュレーション推定日射量を比較したものです。約9日間にわたり、毎時間毎のデータをグラフにしています。各日の正午頃に日射量がピークに達していますが、ピークの大きさはその日の天候によって変わることがわかります。このような天候の変化による日射量の傾向を上手くシミュレーションできています。

毎時の実測日射量と推定日射量



次の図は、同じく東京観測地点において、2006年の1年間の実測日射量と、シミュレーションによる推定日射量を比較したものです。両者の相関が高いことがわかります。

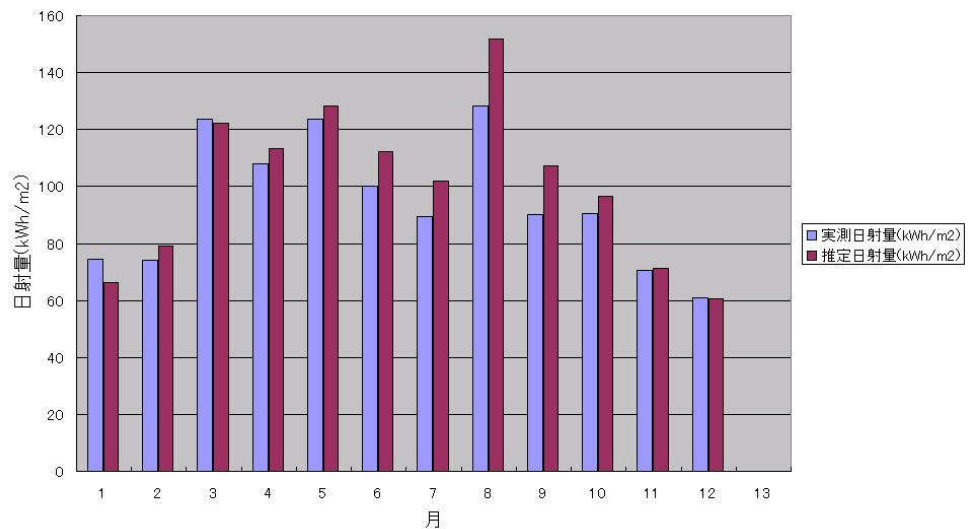
実測日射量と推定日射量の散布図(東京・2006年)



下図は、東京観測地点において、毎時の日射量を1ヶ月分積算し、各月において実測とシミュレーションを比較したものです。年間を通してシミュレーションが実際の日射量をよく推定できています。

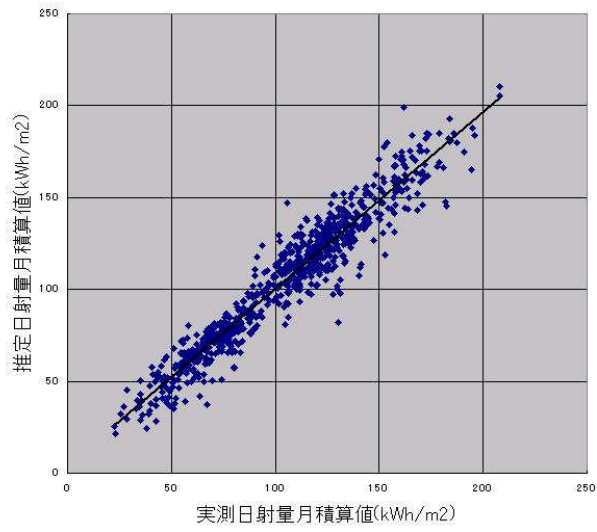
6～9月ではシミュレーションが実際よりも大きくなっていますが、これは気象衛星では雲の下が見えないため、雨と曇りの区別がつけられず、降雨時でも曇りと同じように日射量を推定してしまうためだと考えられます。7節の「今後の課題」に記述しているように、今後 Solar-Mesh では降雨情報も取り入れて精度向上に努めていきます。

日射量の月積算値(東京・2006年)



下の図は全国64地点の気象観測地点での、年間の月積算日射量について、実測とシミュレーションを比較したものです。相関が高いことがわかります。

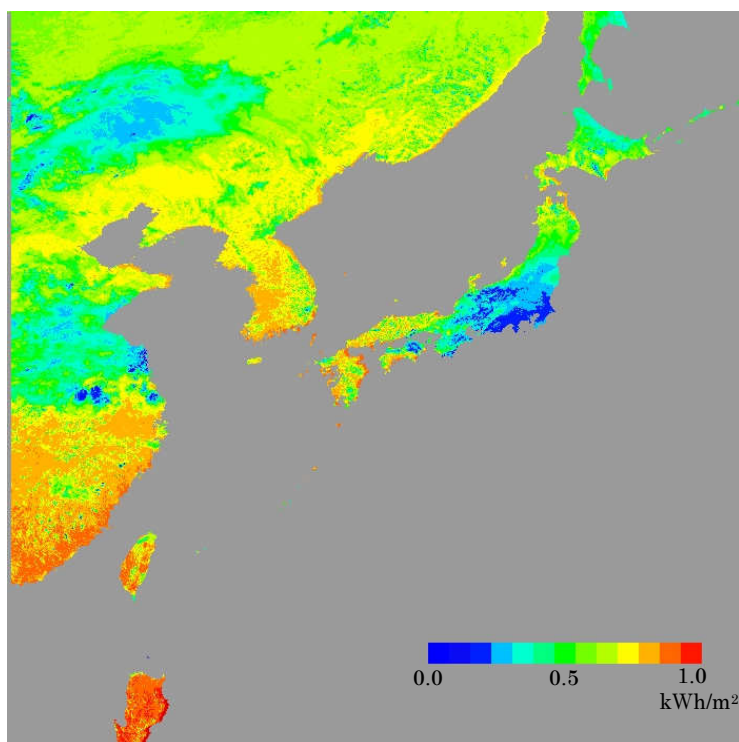
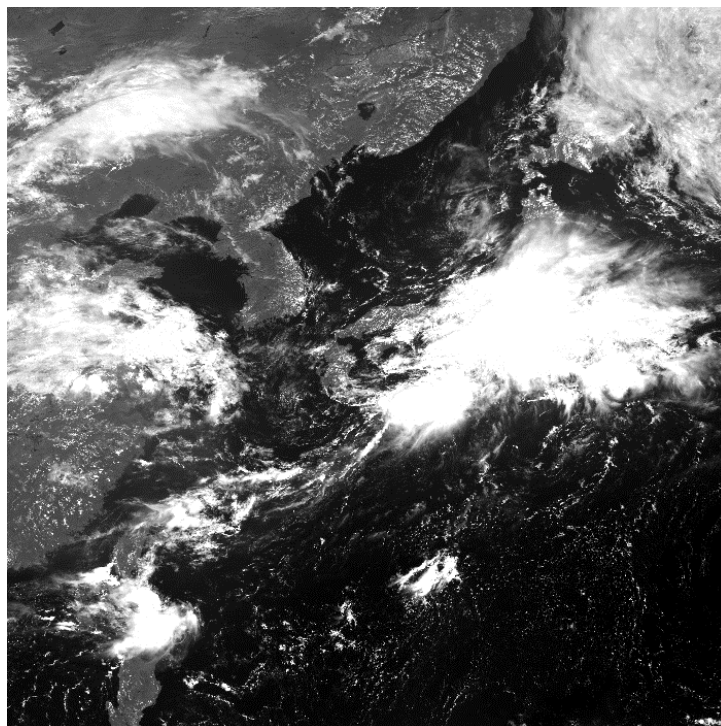
実測日射量と推定日射量の月積算値の散布図(全国64地点・2006年)



それぞれの地点での誤差を算出すると、最大 21%、最小 3%、平均誤差 8%となっています。

7. 気象衛星ひまわり画像と日射量マップの例

下図は気象衛星ひまわりの全格子上で日射量をシミュレーションし、分布を表示したものです。雲がかかっているエリアでは日射量が小さくなっていることがわかります。



8. 今後の課題

(1)気象レーダによる雨雲情報の併用

気象衛星ひまわりだけでは、天候が曇りか雨が判断ができません。そこで気象レーダによる雨雲観測データを用いることによって、雨が降っているかどうかの天候を判断し、日射量推定精度を向上させます。

(2)地形による影響を考慮したシミュレーションアルゴリズムの開発

山間部では、山など地形による直達日射遮蔽が原因で、推定日射と実際の日射が異なる場合があります。Solar-Mesh では、今後地形データを取り込むことによって、精度向上を予定しています。

9. 参考文献

(1)気象衛星センター:「気象衛星センター技術報告特別号」(1996)

(2)K. Otani et al. : “Solar Energy Mapping By Using Cloud Images Received From GMS”, WCEPEC-1, 505, Waikoloa, Hawaii, Dec, 5-9, 1994

(3)K. Kurokawa et. al ; “Statistical Formatin Of Solar Energy Map By Cloud Images Received From GMS”, Pacific Ocean Remote Sensing Conf., PORSEC '94 March 1-4, 1994

(4)K. Otani et. al : “Estimation of ground albedo by GMS images for solar irradiation monitoring”, Solar Energy Materials and Solar Cells 34-35(1994) SEM01142