

日本太陽エネルギー学会 太陽光発電部会第5回セミナー

気象会社における太陽光発電の出力把握・ 予測の取組

平成25年8月5日

一般財団法人 日本気象協会 滝谷克幸

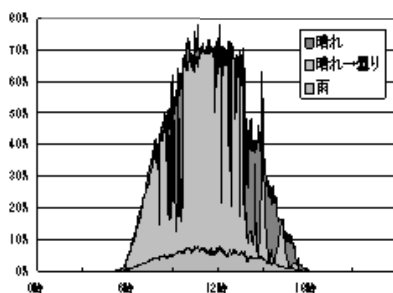
本日の話題

JWA 日本気象協会
JAPANESE WEATHER ASSOCIATION

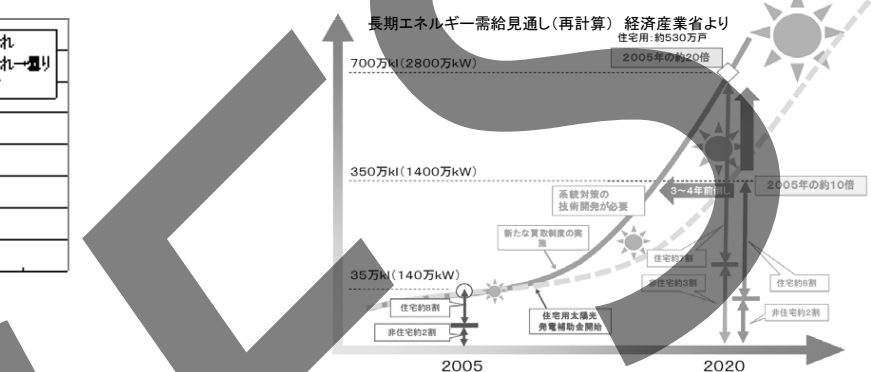
- 太陽光発電の出力把握・予測の必要性和日射量変動の実態
- 日射量推定と把握精度向上
- 日射量予測手法開発

- ◆ 太陽光発電の導入目標:2020年に2800万kW(28GW)
- ◆ 電力の安定供給には、火力機などにより出力調整し、需要と供給をバランスさせ周波数を維持する必要有り
- ◆ 太陽光発電が大量導入されると需給運用が複雑化し、電力の安定供給が損なわれる可能性
- ◆ 住宅用PV導入が8割を占める想定もあり、配電系統における把握や課題の抽出が必要

太陽光発電の現在出力の把握と太陽光発電出力を事前に予測する技術開発が必要



天気別日射量変動例

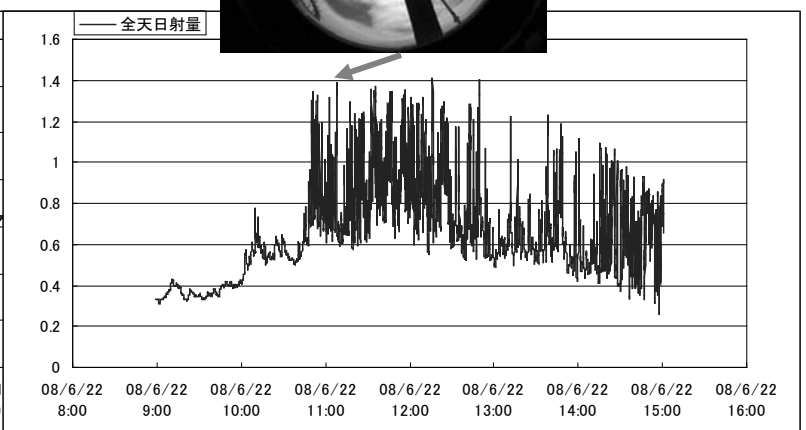
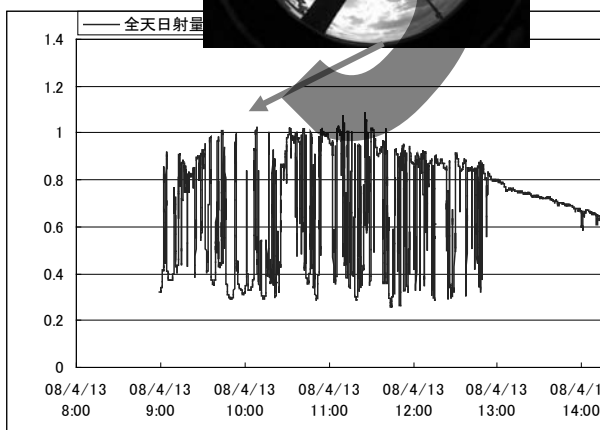


日本太陽エネルギー学会 太陽光発電部会 第5回セミナー

3

日射量の変動

- 雲が散在する場合など、非常に激しい変動が見られる



稚内市声間(NEDO大規模太陽光発電出力系統安定化等実証研究報告2011)より

- 太陽光発電出力(直流側電流)も日射量の変動と同様な変動傾向を示す。

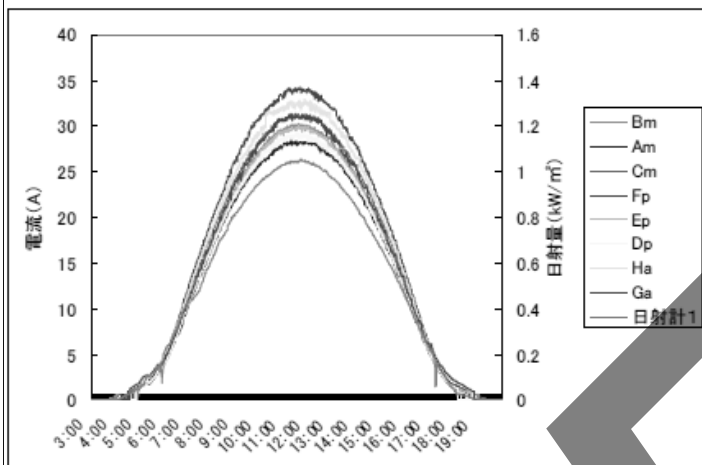


図 1.9.2-7 時間-電流、日射量 7月2日(晴れ)

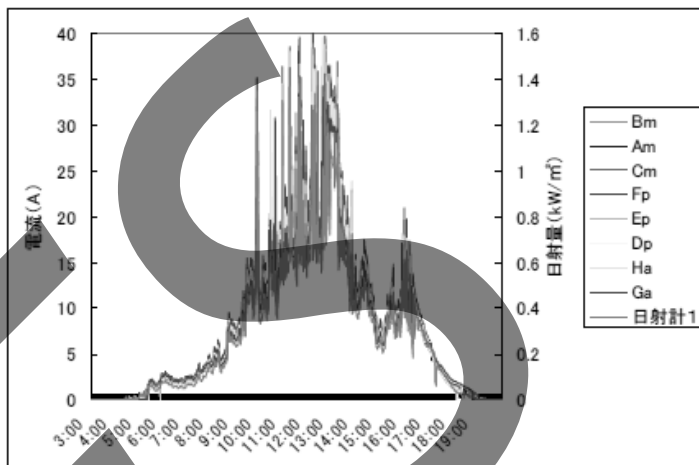


図 1.9.2-8 時間-電流、日射量 7月8日(くもり)

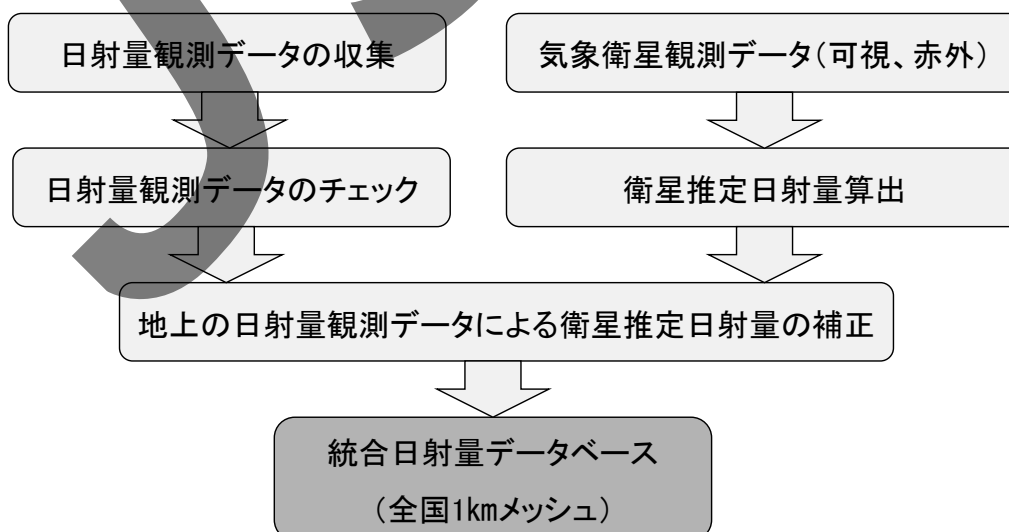
稚内市声問(NEDO大規模太陽光発電出力系統安定化等実証研究報告2011)より

日本太陽エネルギー学会 太陽光発電部会 第5回セミナー

5

日射量推定と把握精度向上

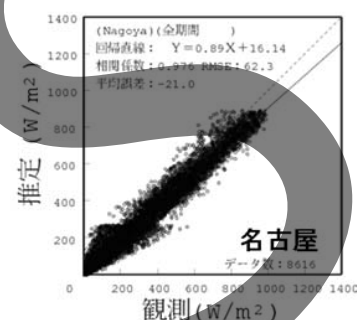
日射量の地上観測データの整備と気象衛星を用いた推定日射量を活用し、全国1kmメッシュの高精度な日射量推定を実施



データ名称	要素	時間間隔	メッシュ/ポイント	備考
気象官署	日射量 (MJ/m ²)	10分	49地点	使用の際はW/m ² に変換
PV300※1	日射量 (W/m ²)	10秒 (地点により1秒)	321地点	
アメダス	降水量(mm) 日照時間(秒) 積雪深(cm)	10分	839地点	アメダス推定日射量※2 の算出に使用

※1 PV300:「分散型新エネルギー大量導入促進システム安定対策事業」で設置された日射量観測点におけるデータ

※2 アメダス推定日射量:アメダス日照時間、降水量、積雪深から推定モデルにより時間積算日射量を算出



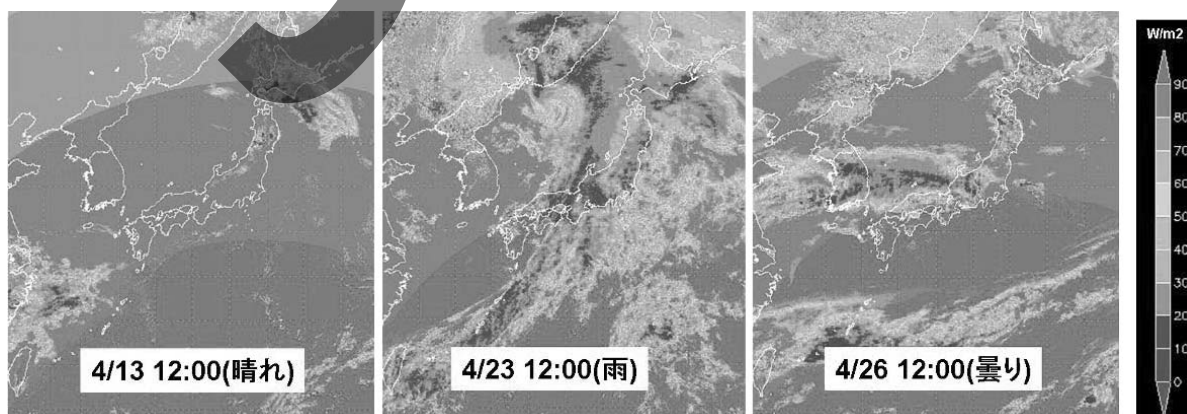
日射量観測値と推定値の比較

日本太陽エネルギー学会 太陽光発電部会 第5回セミナー

7

衛星推定日射量の算出

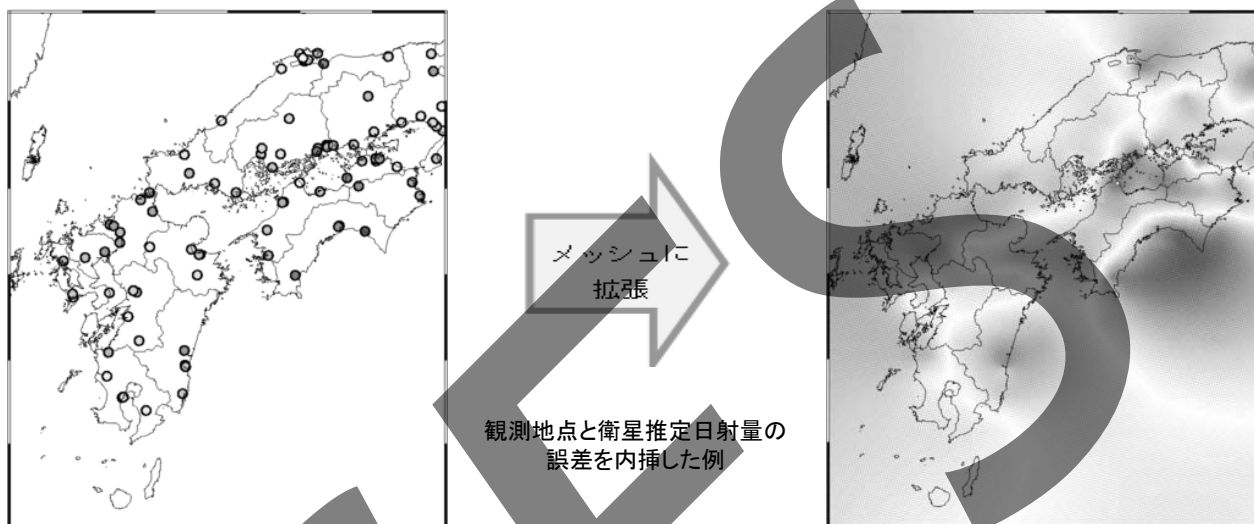
- 可視画像、赤外画像から日射量を推定
- 気象衛星画像が入手可能な30分ごとに全国1kmメッシュで推定可能



曲率最小化アルゴリズムによる衛星推定日射量の面的な補正

$$(1-\delta)(1-t)\left[\frac{\partial^4 z}{\partial x^4} + 2\frac{\partial^4 z}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 z}{\partial y^4}\right] - (1-\delta)t\left[\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 z}{\partial y^2}\right] + \delta(z-z_0) = 0$$

曲率最小化アルゴリズム：地点データを活かしつつ滑らかな分布になるような内挿法
(実用新案登録第3131559号)



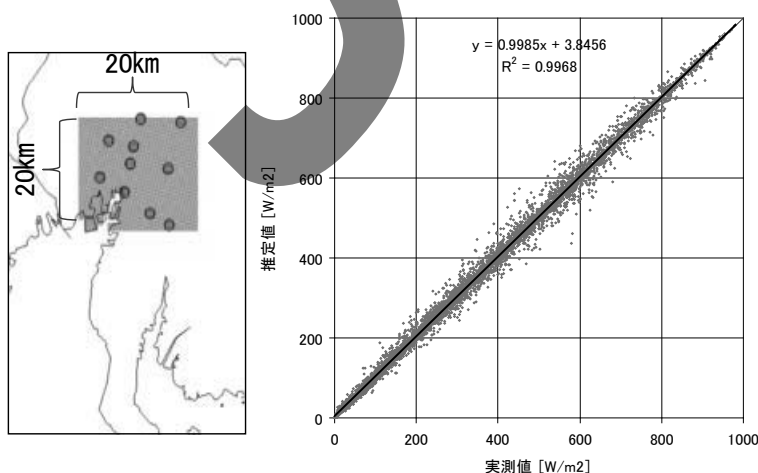
観測地点と衛星推定日射量の誤差を内挿した例

日本太陽エネルギー学会 太陽光発電部会 第5回セミナー

9

統合日射量データベースの作成

- 地上観測値で補正した衛星推定日射量により、全国1kmメッシュの高精度な日射量把握が可能



中部管内20kmエリアにおけるエリア平均
推定結果

内挿手法の改良により、評価エリアの
広さに係らず安定した推定精度を実現
(2010年11月～2011年10月)

	局率最小化アルゴリズム	
	RMSE [W/m ²]	ME [W/m ²]
名古屋市中心(10km四方)	16.4	4.4
名古屋市内(20km四方)	15.2	4.0
愛知県西部(40km四方)	19.7	2.6

日本太陽エネルギー学会 太陽光発電部会 第5回セミナー

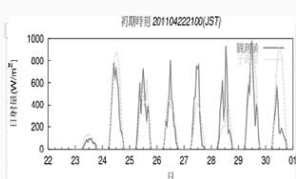
10

太陽光発電出力を予測するために必要な、日射量を予測する技術を開発した。
予測対象期間別に最適な予測手法を検討し、観測データにより精度を評価。

予測対象期間別の予測手法開発

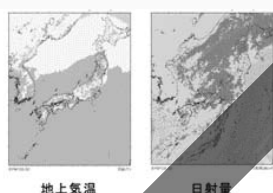
週間を対象とした 日射量予測手法開発

数値予報データを用いた予測手法を開発する。



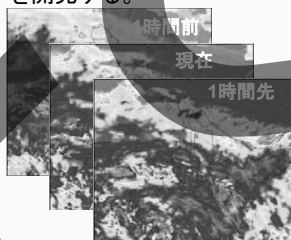
翌日を対象とした 日射量予測手法開発

数値予報モデルを用いた予測手法を開発する。



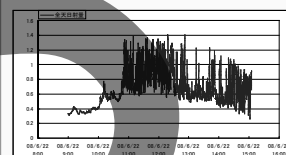
数時間先を対象とした 日射量予測手法開発

衛星画像を用いた予測手法を開発する。



数十分先を対象とした 日射量予測手法開発

観測値の短周期変動の解析をもとに予測手法を開発する。



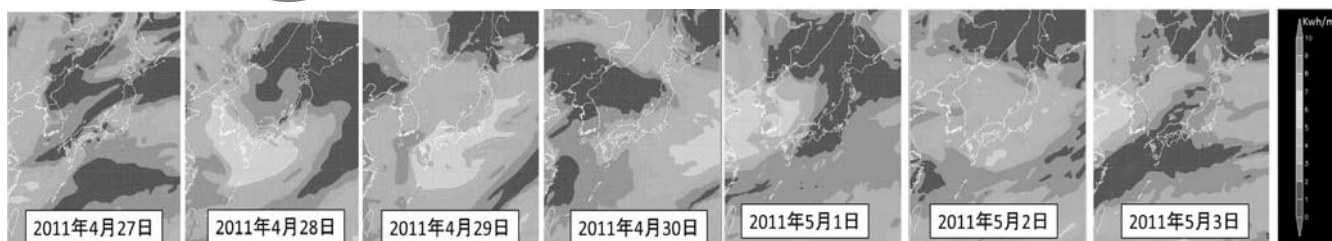
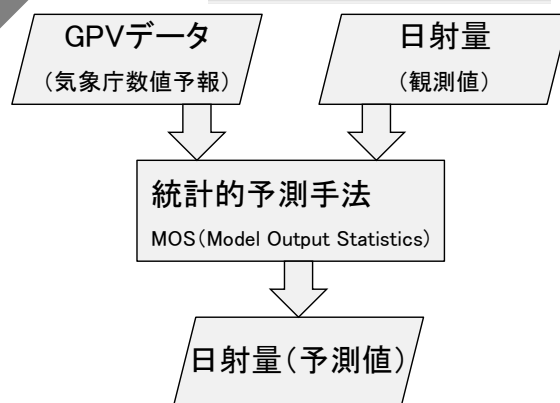
日本太陽エネルギー学会 太陽光発電部会 第5回セミナー

11

週間予測手法の開発

気象庁の数値モデルであるGSM予測値を使用した。
気象庁から配信されるGSM予測値には日射量が含まれていないため、数値雲量などの気象要素からMOS(Model Output Statistics)手法により日射量を予測した。

また、空間内挿により5kmメッシュの日射量分布を算出している。

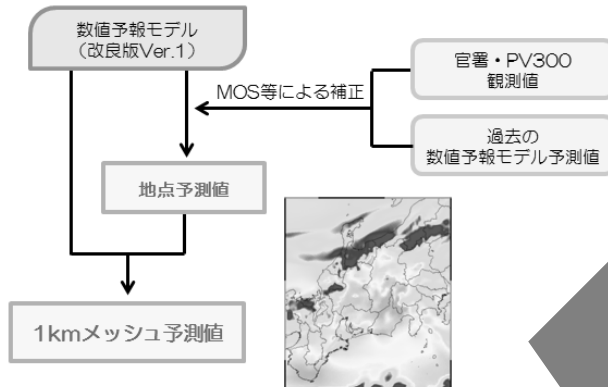
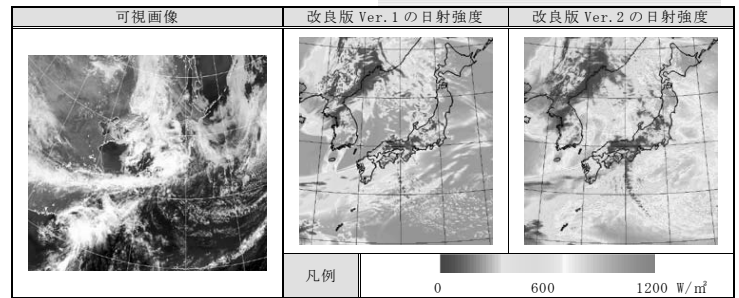


日本太陽エネルギー学会 太陽光発電部会 第5回セミナー

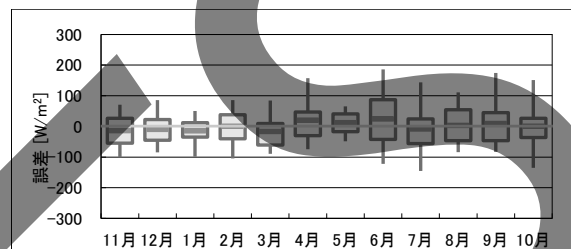
12

翌日を対象とした日射量予測手法開発

- 日射量予測に特化した数値気象予測モデルの活用
- 日射量観測値による統計的予測手法
- エリアによる評価を実施



統計的予測手法のフロー図



名古屋市中心

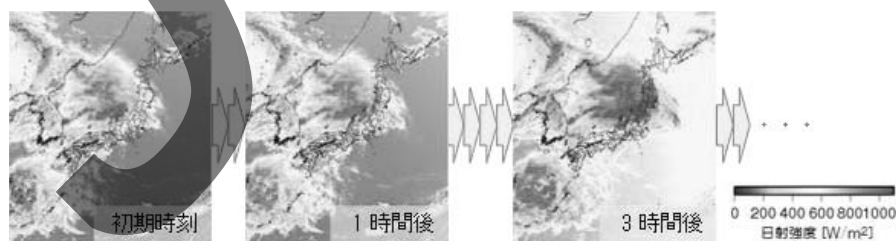
パーセンタイルによる予測評価

2010年11月～2011年10月

数時間先を対象とした日射量予測手法開発

降雨予測で用いられる移動予測の手法を適用。

過去数時間の統合日射量データベースにより、雲の位置の変化から移動ベクトルを求め、その移動が6時間先まで持続すると仮定し、30分ごとの日射強度(1kmメッシュ)の日射量を予測。

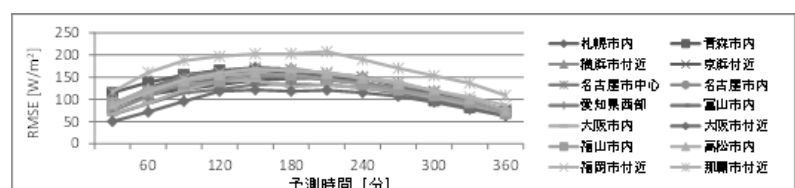


数時間先予測イメージ

RMSE [W/m²]		予測時間 [分]					
		60	120	180	240	300	360
名古屋	H23	144.9	171.6	197.2	216.6	194.6	179.1
	H24	147.1	175.6	179.9	206.2	185.7	171.9
	差	2.2	4.0	-17.4	-10.4	-9.0	-7.2
10地点平均	H23	154.8	181.0	197.9	199.6	176.4	153.9
	H24	153.1	182.3	185.4	187.1	155.2	125.4
	差	-1.8	1.3	-12.5	-12.5	-21.2	-28.6

地点予測予測精度

2010年11月～2011年10月11時発表分



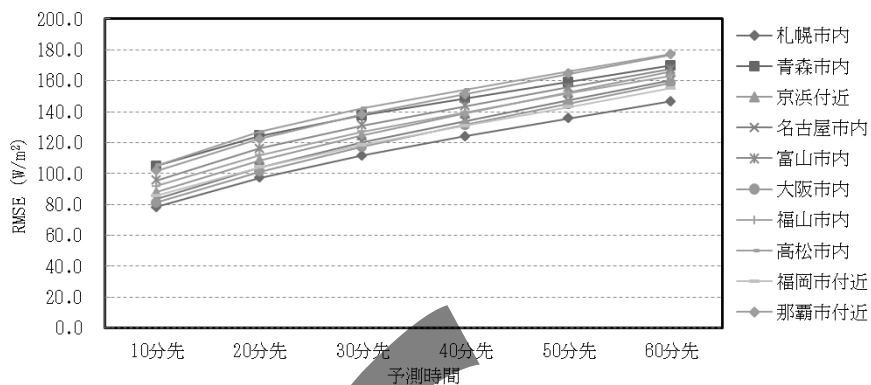
エリア別予測精度の推移

2010年11月～2011年10月11時発表分

数十分先を対象とした日射量予測手法開発

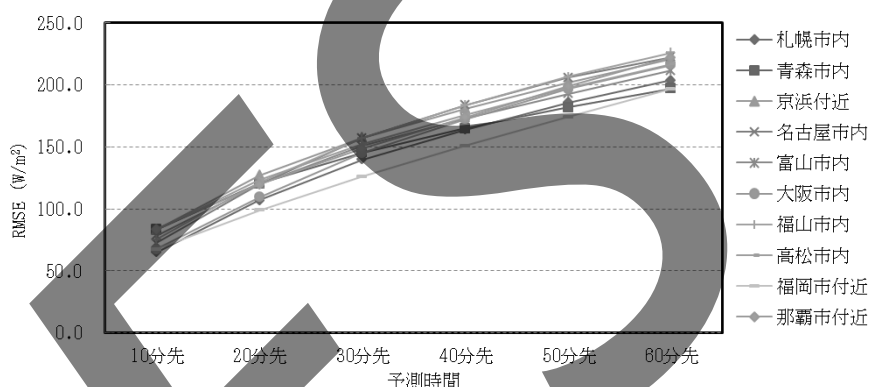
自己回帰モデル(ARモデル)を用いたエリア日射量予測

※エリア内のPV300データ平均値の変動傾向から数十分先を予測しエリア平均したモデル



多変量自己回帰モデル(VAR)を用いたエリア日射量予測

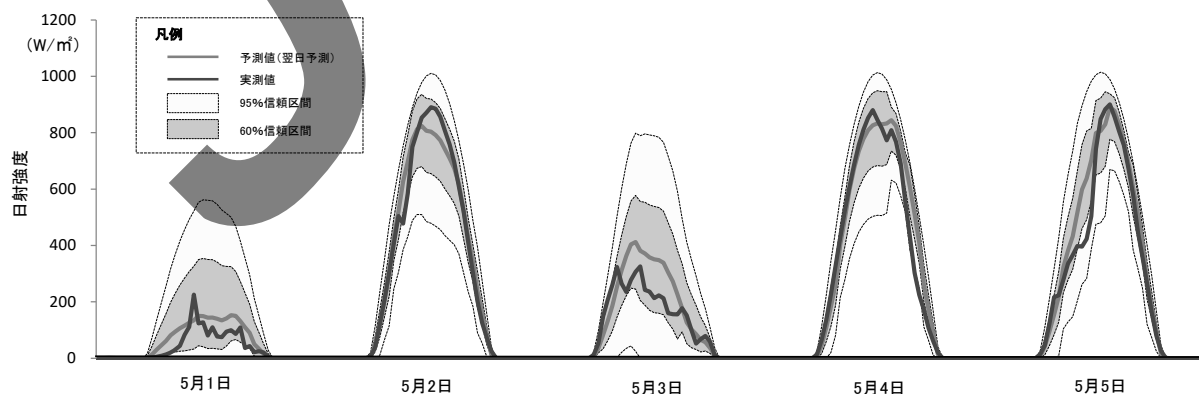
※エリア内のPV300データ変動傾向の相互関係から数十分先を予測しエリア平均したモデル



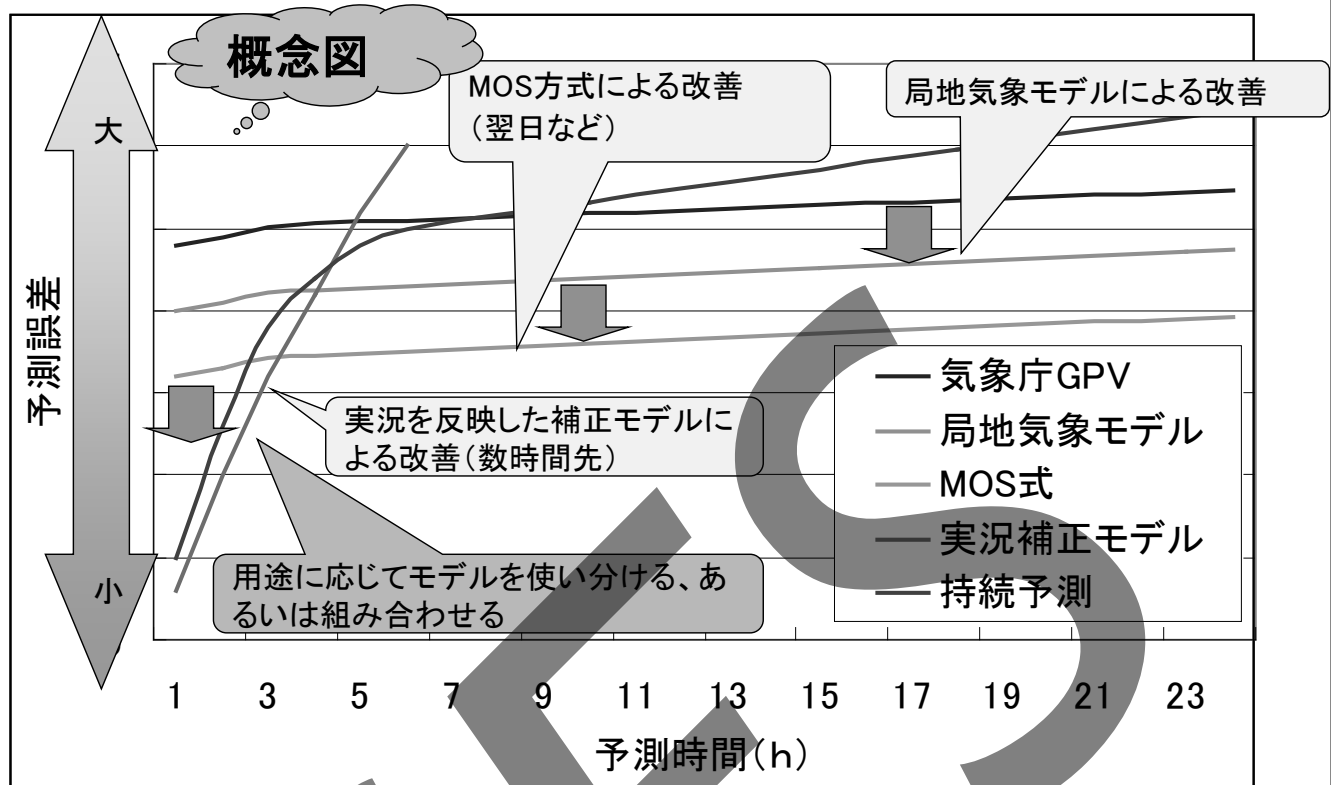
付帯予測情報の検討

予測の信頼度(信頼区間)予測に関する検討

予測値と実測値との誤差を, 予測値の晴天指数階級別に整理し, 信頼区間に関する情報を提供する方法について検討



信頼区間予測例



まとめ

- 太陽光発電量の把握、予測のためには日射量の把握、予測技術の確立が必要
- 衛星推定日射量と観測日射量を用い、推定精度の高い全国1kmメッシュの日射量推定が可能
- 週間、翌日、数時間、数十分先までの予測手法をそれぞれ開発
- 付帯情報(信頼区間)予測により、より使いやすい情報提供へ

<謝辞>

本研究は、資源エネルギー庁補助事業「太陽光発電出力予測技術開発実証事業」の一環として行いました。

また、分散型新エネルギー大量導入促進系統安定化対策事業のデータを用いて手法開発及び検証を行っています。

関係機関に深く感謝いたします。