

MEPSを用いたJIT Modelingによる 翌日日射量推定に関する基礎的検討

森友輔¹ 若尾真治¹ 大竹秀明^{2,3} 大関崇² 高松尚宏² 仲江川敏之³ 計盛正博⁴ 本田有機⁴

1 早稲田大学、2 産業技術総合研究所 再生可能エネルギー研究センター、
3 気象研究所、4 気象庁

研究背景・目的

- 太陽光発電には天候による発電電力量変動が存在するため、電力系統への悪影響が出る。
- 電力のエネルギーマネジメントのために予測情報(発電電力量・負荷量)が不可欠である。
- 太陽光発電電力量に影響する日射量の予測に関して、**気象庁の数値予報システムMEPS(Meso-scale Ensemble Prediction System)を利用した実測値が100%入る信頼区間推定**を行う。

数値予報システム:MEPS(Meso-scale Ensemble Prediction System)¹⁾

- 気象庁の数値予報システムの1つであり、2019年6月より運用開始
- 気象庁の数値予報システムである気象庁メソモデル(MSM、従来より運用されている単一の予測)と、MSMの計算時に摂動を与えて計算した20のアンサンブル予測の計21メンバーの気象予報値を計算する予報システム
- 21メンバーのばらつきにより、MSMの信頼度を把握可能
- 5km間隔で初期時刻(日本時間3時、9時、15時、21時)から39時間先までの気象予報値を1時間毎に計算

【MEPS単独による信頼区間推定】

- 前橋地方気象台(群馬県前橋市)の日射量観測点に最も近い地点のMEPSを使用²⁾
- 毎時間MEPSの予測値の最大値を信頼区間上限値、最小値を信頼区間下限値とする
- 2018年6月6日～10月6日の5～19時で実測値が信頼区間に入る割合は56.9%
- MEPS単独での信頼区間推定では活用が難しいため、他モデルの後処理が必要
→**Just-In-Time Modeling(JIT Modeling)で実測値が信頼区間に入る割合を上げる³⁾⁴⁾**

予測手法³⁾⁴⁾

【Just-In-Time Modeling】

- 入出力関係を示すデータベースを用いた予測モデル
- 予測対象の入力ベクトルに似た入力を持つ近傍をデータベースからK個探索。近傍を中心としたカーネル関数を重畳し確率密度関数を作成。確率密度関数の累積確率がX%(目標信頼度)となる端から同量だけ切れる値を信頼区間上限・下限とする。
- 近傍数K=30、目標信頼度X=95%で実施
- 複数メンバーを使用する場合、各メンバー個別に確率密度関数を作成、全て重畳した確率密度関数を使用し信頼区間を算出

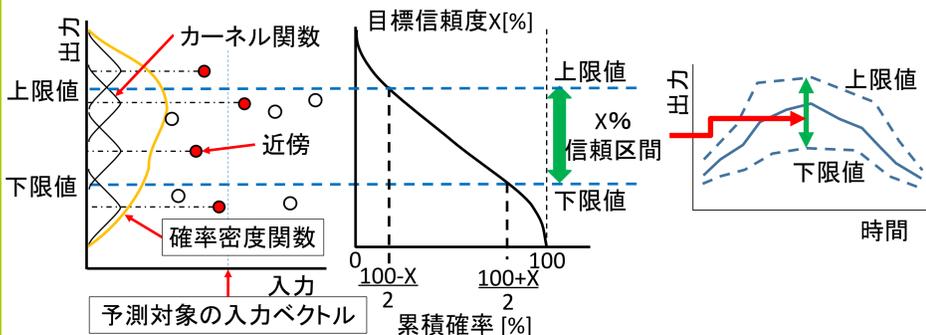


Fig.3. 1入力1出力(近傍数K=4)の概念図

Table.1. JIT Modelingのデータベースの入力と出力

入力(14要素)	出力
太陽高度, 昼時間, MEPSデータ(12要素)	日射量実測値 ²⁾
JIT Modelingに使用したMEPSデータの要素名 日射量, 海面更正気圧, 気温, 気温と露点温度の差, 積算降水量, 風の東西成分(地表, 1000hPa, 950hPa), 風の南北成分(900hPa), 雲量(中層, 下層, 全雲量)	

結論

- MEPSを使用したJIT Modelingの日射量信頼区間推定の実施により、実測値がほぼ100%入る信頼区間が作成可能である。
- 今後、PICPを維持しMILが減少可能な信頼区間推定の開発を行う。

参考文献

- 気象庁, 数値予報課報告・別冊第66号「メソスケール気象予測の現状と展望」第3章:メソアンサンブル予報システム, <https://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/nwpreport/66/chapter3.pdf>
 - 気象庁「過去の気象データ・ダウンロード」, <https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>
 - 鈴木孝宣・後藤悠主・寺園隆宏・若尾真治・大関崇:「Just-In-Time Modelingに基づく日射量予測手法の開発」, 電気学会論文誌B, Vol.131, No.11, pp.912-919 (2011)
 - 山崎朋秀・本間隼人・若尾真治・藤本悠・林泰弘:「太陽光発電出力予測のためのJust-In-Time Modelingを用いた日射量予測信頼区間の推定方法」, 電気学会論文誌B, Vol.135, No.3, pp.160-167 (2014)
 - Voyant, C., Motte, F., Notton, G., Fouilloy, A., Nivet, M., & Duchaud, J. - "Prediction intervals for global solar irradiation forecasting using regression trees methods," Renewable Energy, 126, 332-340. doi:10.1016/j.renene.2018.03.055, Oct, 2018.
- ※本研究は産業技術総合研究所、気象庁、気象研究所、早稲田大学との共同研究課題「メソアンサンブル予報を用いた再生可能エネルギー出力予測に関する研究」の一部である。

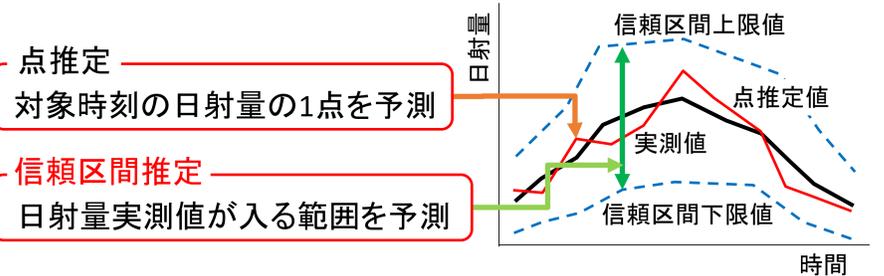
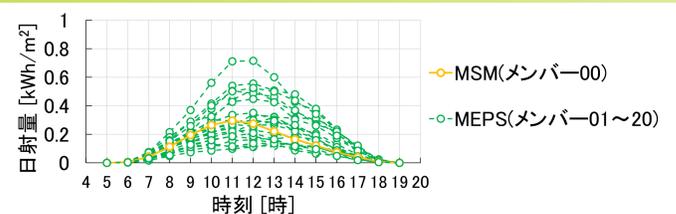


Fig.1. 日射量予測(点推定・信頼区間推定)の概念図



最大値:信頼区間上限 最小値:信頼区間下限

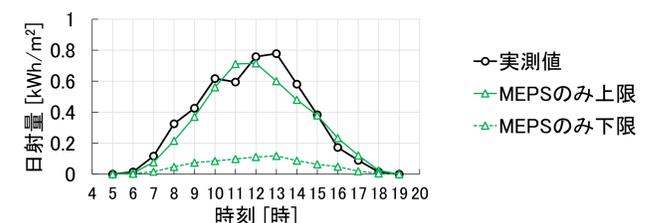


Fig.2. 2018年9月13日(群馬県前橋市)の日射量の時系列

結果

- 2018年6月5日～10月5日の初期時刻15時のMEPSを使用し、前橋地方気象台の5～19時の翌日日射量(2018年6月6日～10月6日)を4分割クロスバリデーションにて予測(計1845時間)

【評価指標】

- 高いPICPかつ小さいMILを持つことが目標である。

PICP(Prediction Intervals Coverage Probability)
:実測値が信頼区間に入る割合⁵⁾

$$PICP [\%] = \frac{n}{N} \times 100 \quad n: \text{信頼区間に実測値が入る時間数} \\ N: \text{全時間数}$$

MIL(Mean Interval Length): 信頼区間の幅の平均値⁵⁾

$$MIL [kWh/m^2] = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \delta_i \quad \delta_i: \text{信頼区間の上下限値の差} \\ N: \text{全時間数}$$

【信頼区間推定の結果】

- MEPSを使用したJIT Modelingの信頼区間は99%の割合で実測値が入る。
- MILは2.5倍となるため、幅の低減が課題となる。

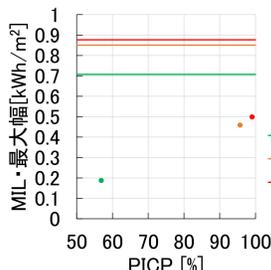


Fig.4. PICPとMIL・信頼区間の最大幅

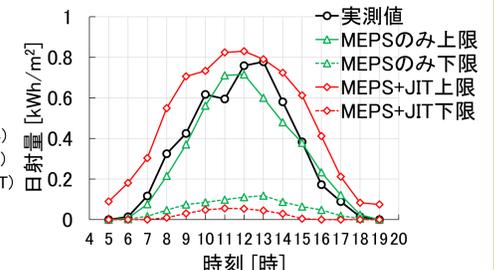


Fig.5. 2018年9月13日(群馬県前橋市)の日射量の時系列