

北日本沿岸の洋上風況への地形性強風の影響

Impact of orographically-induced winds to the offshore wind resource around northern Japan

*島田 照久¹

*Teruhisa Shimada¹

1. 弘前大学大学院理工学研究科

1. Graduate School of Science and Technology, Hirosaki University

北日本の陸上および沿岸海域は、日本の中では、風力エネルギー資源が豊富であることが示されている。そして、風力エネルギーの賦存量が大きい地域では、一般風が強いことに加えて、地形性強風が頻繁に発生していることが示唆されている。しかしながら、局地的に発生する地形性強風の観測はまだ十分でなく、発生メカニズムを扱った研究も少ない。風力エネルギーの利用が進むにつれて、風力エネルギー賦存量の詳細な把握、風力エネルギーの変動要因の理解、風力発電の出力予測の改善が求められるようになっており、地形性強風の気象学的な理解が必要である。

本研究では、津軽海峡や宗谷海峡を中心として、北日本沿岸海域で発生する地形性強風の事例を示し、その分布、発生要因、また経年変動等をまとめ、洋上風況の理解につなげることを目指す。

例えば、夏季にオホーツク海高気圧が発達し、日本海を低気圧が進んでくる気圧配置の時は、東寄りの地形性強風が各地で発生する。特に、津軽海峡や宗谷海峡では、風速は12m/s以上に達することがあり、夏季の高風速発生の主要因は地形性強風である。地形性強風は、北太平洋の亜寒帯海域から下層（せいぜい高度1000m程度）の冷気が押し寄せる時に発生する。そして、海峡・地峡に沿った東西気圧差が、太平洋/オホーツク海側の下層の冷気量および地形性強風の風速の良い指標となる。また、地形性強風の発生頻度の経年変動が大きく、オホーツク海高気圧が発達する年に平均風速が大きくなる。

キーワード：洋上風況、風力エネルギー、北日本、衛星観測

Keywords: offshore wind, wind energy, northern Japan, satellite observation

衛星推定日射量と太陽光発電システム導入量を加味した発電量推定 Estimation of photovoltaics power generation in consideration of both its installed capacity and satellite-estimated solar irradiance

*大竹 秀明¹、宇野 史睦¹

*Hideaki Ohtake¹, Fumichika Uno¹

1. 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター

1. National Institute of advanced industrial and technology

Recently, in Japan, large photovoltaics (PV) power systems have been penetrated after feed-in-tariff (FIT) in 2012. PV power generations have large variability in both temporal and spatial scales because PV power depended on solar irradiance (or downward shortwave radiation). Solar irradiance has also impact from both clouds and aerosols distributions.

PV power generation from roof-top PV power system on residences, industrial manufactures and small-, medium- and large-scale solar plants have not directly been monitored even by electrical power companies in Japan because monitoring instruments have not been installed even in distributing substations and residences. This is a problematic situation for safety control of electric power grid, because accurate PV power generation from PV power system under various weather conditions were not grasped. Accurate monitoring of PV power generation could be important data for a safety electric power control of power grid in energy management system.

Thus, PV power generation estimation using satellite-estimated solar irradiance data in consideration of PV system capacity for city-wide scale are conducted in Japan in this study for the first time. Furthermore, installed PV power system capacity for each area and future status of PV power will be also discussed.

キーワード：太陽光発電、気象衛星、発電量推定

Keywords: photovoltaics power generation, Meteorological satellite, PV power estimation

太陽光発電量予測のためのステレオ計測に基づく雲3次元位置決定

Evaluation of Cloud locations with Stereo Observations for predicting solar PV temporal variation

*神山 徹¹、高瀬 竜一¹、吉見 隆¹、大竹 秀明¹、宇野 史睦¹、中村 良介¹

*Toru Kouyama¹, Ryuichi Takase¹, Takashi Yoshimi¹, Hideaki Ohtake¹, Fumichika Uno¹, Ryosuke Nakamura¹

1. 産業技術総合研究所

1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

太陽光発電は再生可能エネルギーとして広く普及が進み、メガソーラーだけでなく多くの小・中規模発電施設の建設・稼働が行われてきている。太陽光発電は雲など天気の影響により発電量が変化する不安定な発電であり、単純な太陽高度などに基づく予想とは大きく異なることがしばしば起きる。特に予想が困難な事例として、細かな雲(1 kmスケール)が次々に通過するような天気あげられ、実際雲の通過のたびに発電量が大きく変化し、気象予報による予測と大きく異なってしまった事例が報告されている(板垣ら, 2011, 2012)。日本における現業の気象予報では2, 5kmの空間解像度が用いられ、1km程度の大きさの雲位置把握は困難となっている。またひまわり8号ではこれまでに比べ空間・時間分解能が大きく向上したものの、ひまわり8号の持つ500m分解能は一つ一つの太陽光発電施設のスケール(メガソーラーでも1 x 1 km)と比較するとやはり十分細かいとは言えない。このようにシミュレーション、気象観測データの空間解像度に比べ、太陽光発電に影響を与える雲のスケールがより小さいことが一つ一つの発電施設における発電予測を困難にする要因の一つとなっている。

このような困難に対し、本研究では100mを切るような細かな空間分解能で雲位置を同定し、細かな雲の通過と発電量変化を広域で結びつけることを目標に、複数の位置に全天カメラを数百mの間隔で地上に設置し、地上ステレオ観測網を構築することを計画している。拠点を増やしたとしても雲計測には選んだ2地点での全天カメラによるステレオ計測がデータの基本となる。そこで本研究ではまず産業技術総合研究所・つくばセンター敷地内に約400m離して設置した2つの全天カメラ画像を用い、ステレオ計測に必要なシステムの構築を行った。

まずカメラの姿勢データに基づき、得られた2地点の全天画像をそれぞれ天頂が中心、画像上下方向が南北となるよう変換を行った。この際観測のコストを抑えることを念頭に、設置時のカメラの姿勢を星の位置により決定することにより、特別な姿勢計測を必要とせずとも誤差0.1°程度の精度を達成している。ステレオ計測の結果、1300 m ~ 3000 mの高度に位置する雲の3次元位置が得られた。また時間的に連続した画像組に対して同様の測定を行うことで3次元位置を推定した雲の動きもとらえることができている。

本発表では全天カメラによるステレオ視に関する取り組みについて紹介を行うとともに、陸域探査衛星Landsat-8号などによる観測と同期して行うステレオ計測により、実際に解像できた空間スケールとその位置に対する精度検証について紹介を行う。また観測期間の実際発電量との比較による発電量予測可能性についても議論を行う。

キーワード：太陽光発電、ステレオ計測、雲

Keywords: Solar photovoltaic power generation, Stereo measurement, Clouds

複数の予報機関のアンサンブルスプレッドを利用した日射量予測の大外しの予見可能性

Detection of forecast busts of regional surface solar radiation using ensemble spread with multi numerical weather prediction centers

*宇野 史睦^{1,4}、大竹 秀明^{1,4}、松枝 未遠^{2,3}、山田 芳則⁴

*Fumichika Uno^{1,4}, Hideaki Ohtake^{1,4}, Mio Matuseda^{2,3}, Yoshinori Yamada⁴

1. 産業技術総合研究所、2. 筑波大学計算科学研究センター、3. オックスフォード大学、4. 気象庁/気象研究所

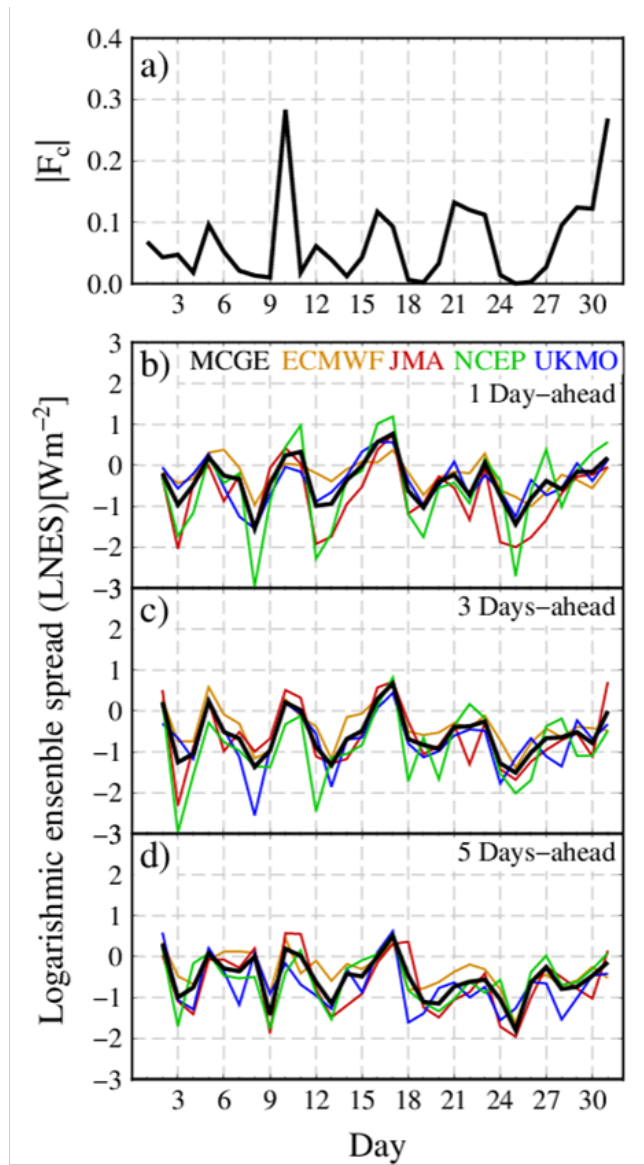
1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2. Center for Computational Sciences, University of Tsukuba, Japan, 3. Department of Physics, University of Oxford, UK., 4. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency, Tsukuba, Japan.

Energy management using weather forecast of numerical weather prediction (NWP) center is exposed to blackout risks and production of excessive surplus power owing to the large forecast errors (forecast busts) of NWP models. The detection of forecast busts is important for stable electricity provisions. Dispersion of ensemble forecast (ensemble spread: ES) relate to forecast skill. Multi-center grand ensemble (MCGE) has higher forecast skill than single-NWP center ensemble forecast. It is considered that the ES and ES of MCGE (ES_g) can be used as the predictor of the forecast busts. We investigate the detectability of forecast busts on operational regional forecast predicted by Japan Meteorological Agency (JMA-MSM) using lognormal ES (LNES) and ES of MCGE ($LNES_g$) in Kanto Plain, Japan. One- to six-day ahead global forecast at four leading NWP centers (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts: ECMWF, Japan Meteorological Agency: JMA, National Centers for Environmental Prediction: NCEP, and Met Office, UKMO) were used to detect of daily surface solar radiation of regional forecast in 2015.

Root mean square error for the ensemble mean of MCGE (EM_g) and 5km regional forecast of JMA-MSM are 27.6 and 28.6 Wm^{-2} for the one-day ahead forecast, respectively. The forecast skill of the EM_g was found to be comparable with that of the JMA-MSM. In October 2015, the correlation between the absolute value of forecast error coefficient ($|F_c|$) on the operational regional forecast and $LNES_g$ for the one-, three-, and five-day ahead forecasts are 0.68, 0.63, and 0.45, respectively (see Figure). The correlation for one- and six-day ahead forecast was found to have statistical significance at ten and seven months, respectively. The $LNES_g$ can be, therefore, a valuable predictor for detection of forecast busts in the regional forecast.

キーワード：アンサンブル予測、予測の大外し、TIGGE、地表面日射量

Keywords: Ensemble forecast, Forecast busts, TIGGE, Surface solar radiation



Figure, Time series of F_c in JMA-MSM and ensemble spread in October 2015. (a) $|F_c|$ in JMA-MSM one day-ahead forecast, and (b, c, d) LNES and LNES_g in one (b), three (c), and five (d) day-ahead forecast. Colored thin lines indicate the LNES each NWP centers as shown in the legend. Thick line indicates LNES_g in MCGE.

再生可能エネルギー大量導入下における需給運用のための確率的気象予測手法

Probabilistic Weather Prediction for Power Demand/Supply Operation Management under the High Penetration of Renewable Energy Power

*野原 大輔¹、大庭 雅道¹、橋本 篤¹、門倉 真二¹

*Daisuke Nohara¹, Masamichi Ohba¹, Atsushi Hashimoto¹, Shinji Kadokura¹

1. 電力中央研究所

1. Central Research Institute of Electric Power Industry

太陽光や風力などの再生可能エネルギーは、天候の変化により発電出力が不安定となる性質を持つ。電力は、常に発電と需要をバランスさせる必要があるため、再生可能エネルギーによる発電出力量に直接関係する日射量や風速などを高い精度で予測することが求められている。一方、予測が外れた場合にも需要を満たせるよう、常に火力発電などの制御可能な電源に余裕を持たせた予備力が必要となる。この予備力は、火力発電の不経済運転を生じさせることになるが、確率的な気象予測を活用することで、必要最小限に抑えることが期待できる。

このような背景の元、領域気象モデルWRF(Weather Research and Forecasting)を用いたメソアンサンプル予測手法を開発した。初期値・境界値に気象庁週間アンサンプル予報を利用する。メソアンサンプル予測は、水平解像度15km、予測値の出力間隔30分、コントロールを含む11個のアンサンプルメンバーで75時間先まで予測する。太陽光発電出力予測に利用する日射量予測は、雲の生成や移動といった大気的非線形応答による予測誤差が増大しやすい性質を持つ。メソアンサンプル予測を用いることで、予測した総観場の違いによる日射量予測の不確実性を推定することが可能となった。風力発電では、低気圧や前線の通過の際などに発生する発電出力量の急変化（ランプ現象）が問題となっている。ランプ現象への対応のため、風速の変化の振幅、変化時刻、変化速度などの予測の高精度化が必要とされるが、メソアンサンプル予測を活用することで、ランプ現象の見逃しリスクの低減や、それらの予測の不確実性の評価が可能となった。

キーワード：再生可能エネルギー、確率予測、アンサンプル

Keywords: Renewable energy, probabilistic prediction, ensemble