

太陽光発電 (PV) 出力の当日予測精度の向上

PV大量導入時代の最適な需給運用計画を目指して

Improvement of the intraday forecast accuracy of photovoltaic (PV) output

Aiming for optimal supply and demand operation plan in a massive PV introduction era

(電力技術研究所 電気G)

(Electrical Engineering Group, Electric Power Research and Development Center)

太陽光発電 (PV) が電力系統に大量に連系されている今日、天候の変化によるPV出力の変動を予測し、そのリスクを考慮した火力発電機の運転台数を確保して、翌日の需給運用計画を策定している。これに対して、数時間先のPV出力の予測精度を向上する方法を考案し、当日の火力発電機の運転台数を適切に見直すことで、より効率的な需給運用を可能とした。

Today, when a large amount of photovoltaic (PV) is connected to the electric power system, we predict fluctuations of PV output due to changes in the weather, secure the operating number of thermal power generators for its risk, and formulate the day-ahead supply and demand operation plan. Therefore, we devised a method to improve the forecast accuracy of PV output several hours ahead, and enabled more efficient supply and demand operation by appropriately re-plan of the operating number of thermal power generators on the same day.

1 背景と目的

再生可能エネルギーは、我が国のエネルギー基本計画において主力電源として位置付けてられており、今日その中心となる太陽光発電 (PV) については、当社管内でも900万kWを超える大量の設備が連系されている。このPVは、天候や雲のかかり具合によって出力が大きく変化してしまうので、発電量と負荷消費量のバランスを保つことができず、そのままでは電力系統を維持することができない。このようなPV出力の変化は、火力発電をはじめとする他の発電出力の調整によって吸収する必要があり、それらの調整によって、今日の大量に導入されたPVの連系が維持されている。

調整に用いる火力発電機は、立上げに準備時間を要するため、中央給電指令所では、天候の変化を踏まえた日射量の予測値から翌日のPV出力を計算し、事前にPV出力に応じた火力発電機の運転台数を確保して、需給運用計画を策定している。この時、天候の変化を完全に予測することはできないために、火力発電機の運転台数にその分のリスクを加味して、裕度を持たせて計画しているが、当日朝の最新の日射量予測値によって、対応可能な火力発電機のDSS (Daily Stop and Start : 日間起動停止) を再調整することで、より効率的な運転台数に見直すことができる。

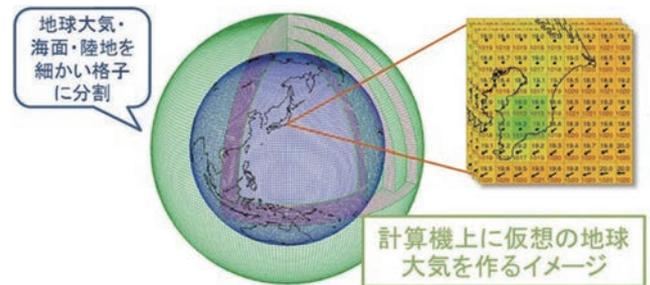
そこで、当日の火力発電機の対応を容易にして、安定的で柔軟な需給運用を行うために、PV出力の当日数時間先の予測精度を向上させる方法について研究した結果を紹介する。

2 数値予報による日射量予測

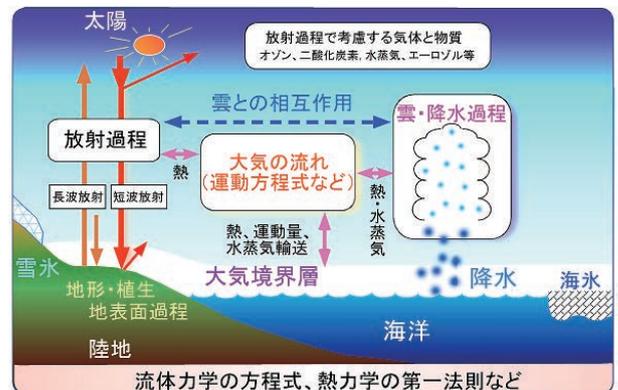
中部電力パワーグリッドのPV出力予測に用いる日射量の予測には、気象に係る種々の観測値から地表面の空気の流れや温度などの変化を物理的に計算する「数値予

報技術」を用いている。

第1図に、数値予報技術のイメージを示す。



(a) 格子状空間のイメージ



(b) 数値予報技術における計算のイメージ
(出典：気象庁HP <http://www.jma.go.jp>)
第1図 数値予報技術のイメージ

この数値予報技術では、地表面の大気を格子状の多数の空間に分けて、その空間毎に物理現象の時間変化を計算することで、任意の地点・時刻の雲の状態が予測できる。

この雲による吸収・反射を考慮して、太陽の光が地表面に到達する際の日射強度を計算すれば、その時刻における日射量を予測することができる。空間を分ける格子 (= 予測の解像度) の大きさは、予測値の主な用途によって数 km ~ 数十 km とさまざまである。

多くの気象情報を配信している気象庁も、昨今の世間的ニーズの高まりに対して、近年数値予報による日射量予測を配信するようになった（2017年12月～）。第1表に、中部電力パワーグリッドがPV出力予測に用いている日本気象協会の日射量予測とともに、気象庁配信の日射量予測の概要を示す。

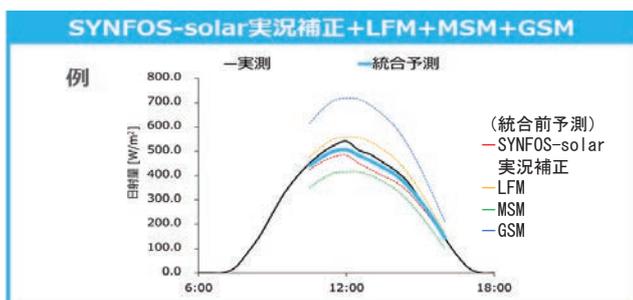
第1表 各日射量予測の概要

	現状使用予測 (SYNFOS-solar)	局所モデル (LFM)	メソモデル (MSM)	全球モデル (GSM)
配信者	日本気象協会	気象庁		
解像度	5km	2km	5km	20km
予測間隔	30分	30分	1時間	1時間
予測時間	78時間	10時間	39時間	84時間
更新頻度	30分	1時間	3時間	6時間
イメージ				

3 複数予測の統合による精度向上

ここでは、気象庁から配信されるようになった日射量予測を活用して、PV出力予測の精度を向上する手法について紹介する。前節のような種々の予測データは、同じ時刻・地点であっても少しずつ異なる値を示し、時刻・季節（月）・地域・天候（日射量の大きさ）によってそれぞれ異なる特徴が見られる。

そこでまず、それぞれの予測データと日射量実績値との差の傾向を2年間調査し、時刻別・月別・地域別・天候別に細かく分けて、各予測データの特徴を把握した。そのうえで、得られた特徴に応じて予測誤差が小さくなるように設定した比率で各予測データを統合することにより、それぞれの予測の特徴を活かして、当日数時間先における日射量の予測精度を向上することができた。第2図に、複数予測の統合による予測精度向上のイメージを示す。

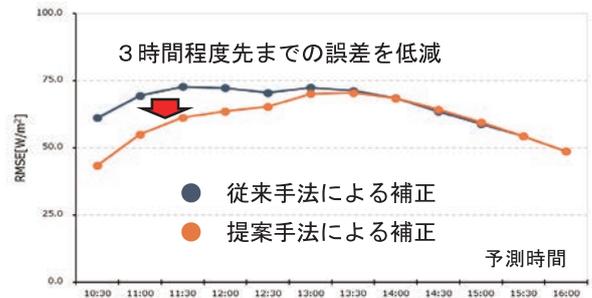


第2図 統合による予測精度向上のイメージ

4 実況値による補正の高度化

中部電力パワーグリッドがPV出力の予測に用いている日射量の予測値は、30分毎に最新の観測値に基づく日射量の実況値を用いて補正している。日射量の実況値としては、地表面で実績として得られる気象官署の日射量計測値と地域気象観測システム（アメダス）の日照時間計測値から換算した日射量推定値を用いているが、アメダスによる日射量推定値自体が、アメダス設置地点と予測地点の距離の差や日射量に換算する計算の過程によって誤差を生じてしまう。

そこで、アメダスによる推定日射量に替えて、予測地点に一致した地点の情報が得られる気象衛星（ひまわり8号）の観測情報による推定日射量を実況値に用いて補正した結果、3時間程度先までの予測精度（二乗平均平方根誤差：RMSE）を向上することができた（第3図）。

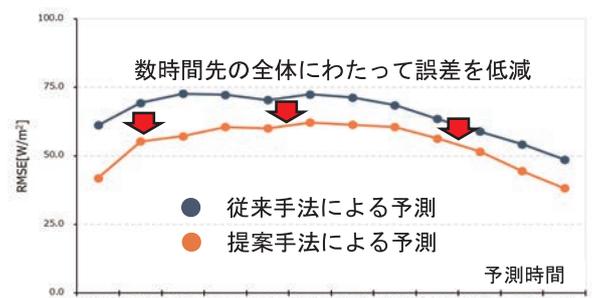


第3図 実況値補正による予測精度の向上効果

5 成果と今後の展開

当日の効率的な需給運用計画見直しに向けて、数時間先のPV出力予測精度の向上について取り組み、気象庁配信の日射量予測を活用した統合による精度向上策と、予測値の補正に用いる実況値の見直しによる精度向上策を考案した。これら両方の向上策を合わせ、2018年を教師期間、2019年を検証期間として試行した結果、数時間先の予測精度を向上させることができた（第4図）。

今回考案した手法は、現在PV出力予測システムへの導入に向けて細かな仕様を調整中である。今後も効率的な需給運用の実現に向けて研究を進めていきたい。



第4図 提案手法による予測精度の向上効果



執筆／上田勝久