

蓄電池等併設型風力発電システムでの出力一定制御方法における 風力発電出力予測方法の検討

A Study on Wind Power Prediction Method for Wind Power System with Battery System

谷川 亮一(伊藤忠テクノソリューションズ)
Ryoichi TANIKAWA, ITOCHU Techno-Solutions Corp.

The government published a target assuming the amount of the introduction of wind power generations until 2010 to be 3GW in Japan. However, influence into the utility grid caused by fluctuation has become actualized, because wind power generations are centralizing in limited areas. Such a situation was considered, therefore the government began to subsidize for fluctuations. On the other side, an electric power company had published technical-requirements for such system. One of the requirements is concerned with only stabilizing, and the other is concerned with generation scheduling. In the latter case, a wind power forecast system and a storage battery system are needed to control wind power output in accordance with generation scheduling.

In this paper, we have studied some wind power forecasting method and estimated stay rate of the wind power generation system with Battery System.

Key Words: Wind Power Generation, Wind Power Forecast, Storage Battery System, Generation Scheduling

1. はじめに

風力発電が地球温暖化対策の有力な手段として着目されている一方、系統連係上は出力変動による周波数や連系点潮流におよぼす影響から、風力発電の導入可能量が限界に近づきつつある。これに対して蓄電池を用いた合成出力の平滑化システムが提案されている。

その一つの方法として、現在、風力発電出力と蓄電池出力の合成出力を事前に電力会社等に通告し、出力一定制御を行う方法が検討されている⁽¹⁾。

出力一定制御を実施するためには、ある程度、事前に数時間前から、2～3日以降の風力発電出力の予測情報を元に、運転計画を立て、電力会社に通告する必要がある。通告運転をする際、予測された風力発電出力には、誤差を含んでいるため、実際の運転時においては、この誤差を考慮しながら、蓄電池の制御を行うこととなる。当然、蓄電池のインバータ出力、kWh 容量が大きければ大きいほど、事前の通告通りに合成出力を制御することが容易になり、かつ逸脱率も縮小される。

しかしながら、大規模風力発電施設を念頭に置いた場合、要求される蓄電池も巨大になるため、事業性を考慮した場合、出来るだけ少ない容量の蓄電池が望ましく、かつ風力発電の出力予測においても精度のよい手法が要求される。

本稿では、蓄電池を併設した風力発電施設において、まず、風力発電出力予測手法について各種のパターンにおける予測精度の評価を行い、最適な予測フローについて検討結果について報告を行う。さらに、蓄電池の一定制御運転を実施したときの通告時間別の制御可能な滞在率についての評価結果も合わせて報告する。

2. 予測対象 WF 及び風力発電出力予測方法

2.1 予測対象 WF

本検討で、予測対象とした WF は株式会社エムウインズの八竜風力発電所とした。

八竜風力発電所の概要は表 1 の通りである。八竜風力発電所は、秋田県の日本海側の海岸線に位置し、ほぼ海岸線と平行に約 200m 間隔で設置されている(図 1)。

表 1 八竜風力発電所概要

設置場所	秋田県山本郡三種町
総定格出力	25,500kW
風車	REpower MD77
定格出力	1,500kW
ハブ高さ	63.6m
ローター径	77m
基数	17 基
運用時期	2006 年 10 月 1 日



図 1 八竜風力発電所の全景写真

2.2 風力発電出力予測方法

風力発電出力予測方法の概略のフローは、図 2 に示す^{(2), (3)}の方法をベースとした。

図 2 に示す通り、気象庁から毎日 2 回配信される RSM-GPV を入力値とし、気象予測シミュレーションモデル LOCALS^{TM(4)}による当該 WF を含む領域の予測シミュレーションを実施する。

次に、LOCALSTMにより出力された当該 WF の各 WT のハブ高さにおける風向・風速データを入力データとして、発電出力予測部において、WF 出力の予測値を出力する。この時、発電出力予

測部において、灰色部に示されている予測発表時点より過去の LOCALS™ による WT 毎の風向風速データ、WT 毎の発電出力予測データ、及び SCADA システム等から取得される実測データ(ナセル風速、風向、出力、稼働情報等)を入力値として、過去の予測誤差傾向を学習して予測誤差を低減させる統計処理計算を実施する。

今回、この発電出力予測部を図3に示すような、4 パターンの詳細なフローにわけて検討した。各パターンにおける灰色部が統計処理を実施したステップとなり、過去の予測値と実測値を学習させるステップを変えることで、最適な統計処理ステップを比較検討した。

統計処理の方法は線形手法、非線形手法等、さまざまな手法が提案されているが、今回、簡単のため、手法としては、各パターンの比較を主とするため、線形手法の一つである Kalman Filter による補正方法で統一した。

風速の統計補正については、過去の予測風速と実測風速の予測誤差を説明変数、出力の統計補正については、過去の予測出力と実測出力の予測誤差を説明変数とした。

2.3 評価方法及び評価結果

前項で説明した4つのパターンの比較検討を行うために、表2に示す条件で検討を行った。

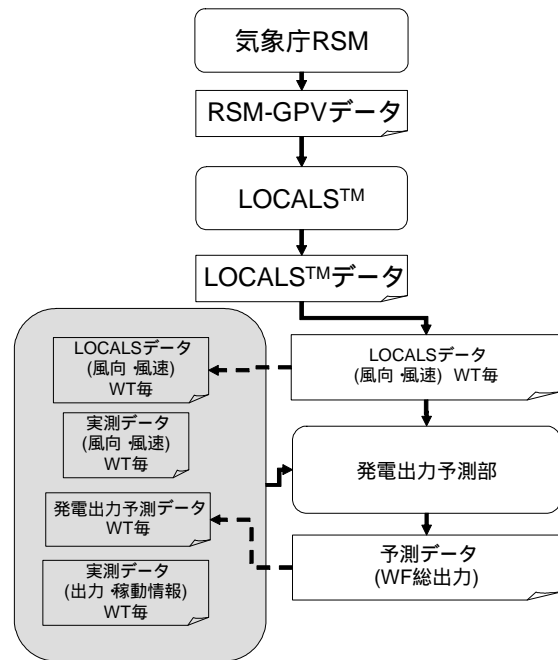


図2 風力発電出力予測方法の概略フロー

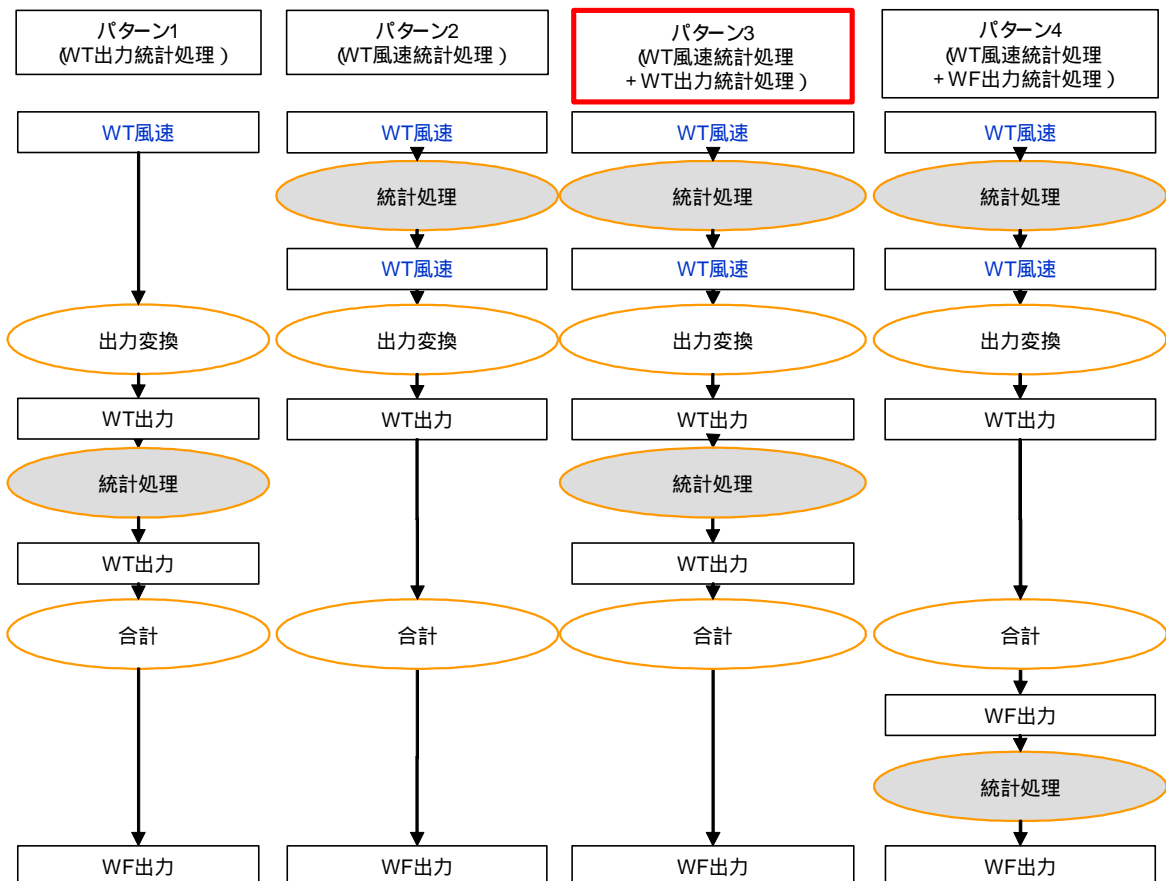


図3 発電出力予測部における各パターン別の詳細フロー

表2 予測評価条件

予測期間	2007/1/1～2007/8/31
学習期間	2006/11/1～2006/12/31
予測回数	1回/日、全244回の予測
予測対象期間	当日6時発表とし、予測発表時刻から24時間先までを予測。
予測時間解像度	10分平均出力(kW)
比較対象実測データ	SCADAシステムより出力される各WTのナセル風速、ヨー方向、発電出力
評価指標	WF出力の予測値と実測値の平均二乗誤差(RMSE)
欠測値の扱い	WTの出力値が欠測の場合、評価対象から除外

表3に各パターンの当日24時間予測におけるWF出力実績値とWF出力予測値の相関係数、平均誤差(BIAS)、平均二乗誤差(RMSE)(BIASとRMSEはWF定格出力比)を示す。また、図4に予測時間帯別の各パターンにおけるRMSE(WF定格出力比)をしめす。

また、表3、図4中のRAWは、パターン1において、WT出力の統計処理を除いたものであり、過去の予測誤差の傾向をまったく学習しないパターンを比較として示している。表から、相関係数、RMSEともにパターン3、4が最も高いスコアを示していることがわかる。

このことは、より精度の高い予測を得ようとする場合、過去の予測誤差の傾向を学習することは必要不可欠であることを意味する。また、パターン1、2よりパターン3、4が良い

スコアを示していることは、風速予測誤差、出力予測誤差双方において、誤差の学習を行う統計処理を行うことが有効であることを示している。

表3 当日24時間予測におけるWF出力実績値とWF出力予測値の相関係数、平均誤差(BIAS)、平均二乗誤差(RMSE)

当日予測	相関係数	BIAS	RMSE
RAW	0.63	-10.7%	26.4%
パターン1	0.72	-5.7%	22.3%
パターン2	0.75	-1.1%	21.1%
パターン3	0.75	-1.0%	20.5%
パターン4	0.75	-0.8%	20.5%

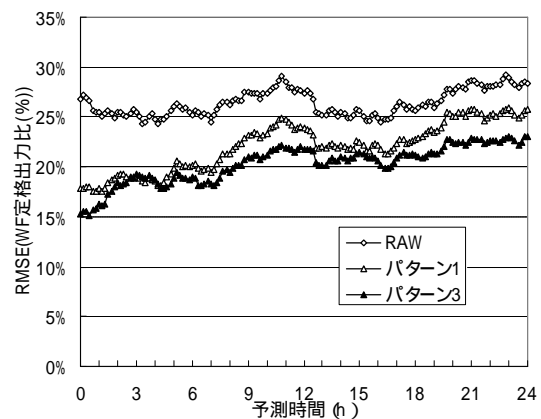


図4 予測時間帯別の各パターンにおけるRMSE(WF定格出力比)

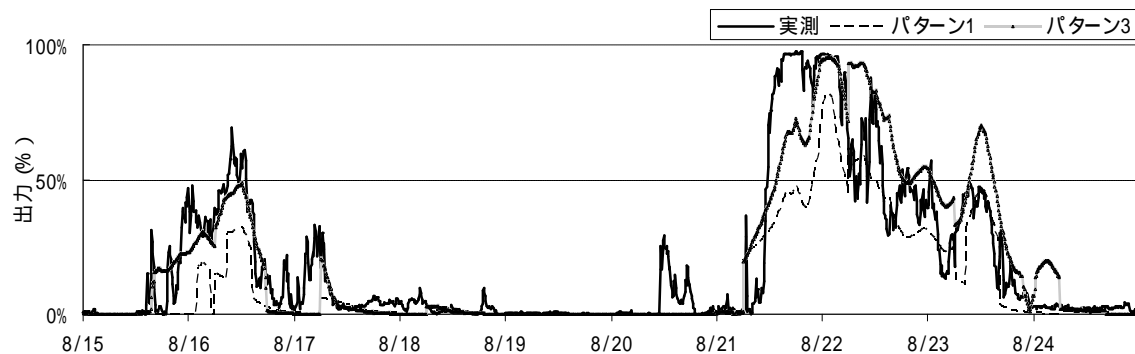


図5 予測時系列図(パターン1、パターン3の予測値は毎日6時発表24時間予測を一日毎表示)

3. 出力一定制御におけるシミュレーション

3.1 シミュレーション方法

出力一定制御のシミュレーションを実施するため、八竜風力発電所を対象とし、風力発電出力予測結果を用い、蓄電池を併設した場合における滞在率の試算を実施した。

通告を実施する際の風力発電出力予測は前章で説明した方法のうち、パターン1をベースに、さらに短期補正手法を加え、予測発表から直近の予測精度を向上させた。また、予測回数は一日に48回(30分間隔で更新)実施し、直前の実測データを取込んだ。予測時間は予測発表開始から最大42時間先ま

でとし、この情報を元に出力一定制御を実施した。

シミュレーションに用いた期間は2007年1月1日から2007年4月24日までの114日間とした。発電計画は、当日6時に発表された風力発電出力予測値を元に翌日1日の発電計画を作成する。発電計画パターンは、30分間の出力一定とした。次に30分毎に更新される風力発電出力予測値をもとに通告変更を行う。この際の通告時間は2時間とし、通告更新周期は変数として扱った。この際の通告更新周期は30分、1時間、2時間、4時間とし、更新周期別における送電電力(kW)の滞在率を算出した。

検討に用いた蓄電池はNAS電池を想定し、その条件を表4に、出力一定制御の条件を表5に示す。

表4 想定したNAS電池特性

電池容量	10MW(WF 定格の約40%)
充放電効率	総合90%と仮定
定格Wh容量	7.2h 放電
PCS 定格W容量	120%

表5 出力一定制御の制約条件

発電出力(kW)変動は $\pm 2\%$ 以下
30分同量制御
発電出力変化率(kW/min)は $\pm 20\%/10$ 分
上ぶれ時はパークコントロールによる制御を仮定

3.2 評価結果

図6、図7に更新周期別の送電電力(kW)、送電電力量(kWh)の滞在率を示す。

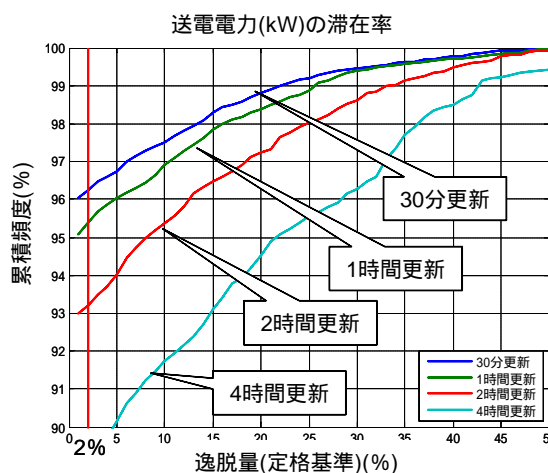


図6 更新周期別の送電電力(kW)の滞在率
(2時間前確定運転時)

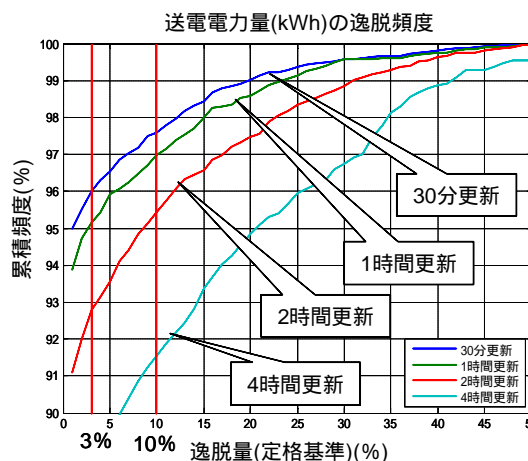


図7 更新周期別の送電電力量(kWh)の滞在率
(2時間前確定運転時)

送電電力(kW)の滞在率、送電電力量(kWh)の滞在率とも、更新周期が短いほど大きくなる。特に送電電力(kW)の逸脱量は定格出力比の $\pm 2\%$ 以内(制御条件)としたとき2時間更新で約93%、1時間更新で約95%となった。

本検討における予測は前章で述べたパターン1を元に検討を実施しているため、パターン3、4等精度のよい予測モデルを使用することで、滞在率は更に向上する可能性がある。

4. まとめと今後の課題

本稿にて、蓄電池併設風力発電施設において、事前通告を実施するための風力発電出力予測方法の検討、および、蓄電池制御における滞在率の試算を実施した。

風力発電事業において、蓄電池等を併設し、発電計画の事前通告を実施する事業は、我が国における系統状況等を考慮すると有効な手段の一手法であると思われる。風力発電の予測精度の向上、蓄電池制御方法、事業性等更に検討を要する事項は多いが、本稿にて検討した風力発電出力の予測精度の向上、蓄電池制御方法において、更なる技術開発をしていく所存である。

参考文献

- (1) 小島他、「蓄電池併設型風力発電事業の一検討」、H18年電気学会、電力・エネルギー部門大会(2006年)
- (2) 榎本他、「局地気象解析を用いた風力発電量の予測」、H12年電気学会、電力・エネルギー部門大会(2000年)
- (3) 谷川他、「気象モデルによる風力発電出力予測(その1)? 竜飛岬パークを対象としたオンライン予測システムの開発-」、H18年電気学会、電力・エネルギー部門大会(2006年)
- (4) 谷川、「LOCALS™による風況シミュレーションの開発と風況評価」、ながれ、22巻、第5号、405-415(2000年)