

Web を利用した風況データベースの構築 と風速の時系列予測

小玉 成人[†]

Web Based Wind Condition Database and Time Series Prediction of Wind Speed

Naruhito KODAMA[†]

ABSTRACT

This paper presents a web-based data acquisition system of wind conditions via the Internet, and its application to power output variation analysis for wind turbine generation. Wind energy is promising renewable energy, and is globally increasing. However, with the increase of wind power integration to power grid, the wind power generation is having a great influence on power system operation due to such issues as frequency and voltage variations. It is important to reserve generation capacity to suppress these variations and to schedule its operation. For this purpose, the author has developed a web-based data acquisition system of wind conditions via the Internet. The web-based data acquisition system is automatically able to gather wind climate data measured at lighthouses operated by The Maritime Safety Agency of JAPAN. Using this system, the author could predict the wind power variations at each site, at simultaneous times and conclude that this work would be possible to forecast reservation power to suppress the wind power variations.

Key Words: time series prediction, web-based data acquisition system, wind condition

キーワード: 時系列予測、風況データ収集システム、風況

1. はじめに

エネルギーの資源量や環境破壊などの問題のため、近年自然エネルギーに対する関心が高まり、世界各国で開発や導入が進められている。特に風力エネルギーは、他の自然エネルギーと比較して発電コストが相対的に低いこと、建設期間が短期間ですむことなどのため最も実用化が進んでいる。GWECのGLOBAL WIND 2009 REPORT¹⁾によると2009年末の世界の風力発電

設備容量はアメリカが最も大きく3,506万kWにも達し、次いで中国の2,581万kW、ドイツ2,578万kW、スペイン1,915万kW、インド1,093万kWと続く。日本でも現在の風力発電設備容量は205万kWと世界第13位となり、1999年末の7万kWと比較しておよそ30倍と大きく成長してきている。特に、日本における風力発電所は、風況の良好な津軽海峡を中心とした北海道、北東北地方に集中しており、その風力発電設備容量は日本の設備容量の1/2以上になる。しかしながら、風力発電は不規則な自然風を入力としているため、その発電機出力は変動する。この出力を電力系統へ大量に接続することにより、周波数変動や電圧変動などの問題を引き起こして

平成 23 年 1 月 14 日受理

[†] 工学部システム情報工学科・講師

しまう恐れがある。このような理由により、系統を運営する電力会社は風力発電の電力系統への接続を嫌う傾向にあり、これらの変動を抑制することが重要である。そこで、本研究では風力発電機の出力変動抑制を行うため、自動的にWeb上から風況データを収集する風況データ収集システムを用いて風速の時系列予測を行う。

始めに、風況データ収集システムを用いて風況データを収集する。その後、これらのデータを利用して風況解析を行い、津軽海峡では夏季を除いて海峡の西に位置する龍飛崎と東に位置する大間崎間の相関が非常に高いことに注目し、2点間の相関関係から風下に位置する大間崎の風速を予測できることが分かったので報告する。

このシステムを用いて風速を予測することによって、同時にそれぞれの地点での風力発電の変動を予測することが可能になり、離島などでのディーゼル発電機の運転や大規模風力発電所の風力発電機の予測制御、電力系統の運営に役立つものと思われる。

2. 風況データ収集システム

風況データ収集システムの概要を図1に示す。このシステムは、データ伝送およびデータ処理にインターネットおよびパーソナルコンピュータを用い、各地に設置されている灯台で計測した風況データを自動的に収集する。従来、風速や風向といった風況データを測定するには、風速計を設置するなど多大な費用と時間を必要とするが、風力発電所は、前述したように津軽海峡を中心とした北海道、北東北地方の沿岸部に集中しているため、図2のように設置されている灯台の気象情報を利用する。また、灯台の風況データは津軽海峡周辺を対象としたため、函館、青森、八戸、秋田のそれぞれの海上保安部のHPから収集している。例として青森保安部の気象情報HP（青森沿岸域情報提供システム(MICS)）²⁾を図3に示す。収集された風況データには、風速(1m/s単位)、風向(16方位)、気圧などが含まれており、データのサンプリング周期はおよそ30分である。そのため、予測した風速データも30分ごとに更新される。風況データの収集および収集した風況データの表示には、PHPとPHPのグラフ作成ライブラリJpGraphを用

いている。

図4は図1の風況データ自動収集システムを用いてデータを収集した結果であり、30分ごとに自動的に風況データを収集し、そのデータをデータベースに追加している。また、収集したデータは視覚的に分かり易くするために図5に示すようにグラフ表示もできる機能を付加した。

なお、海上保安庁のHPには気圧のデータも記載されているが今回は利用しないため収集しなかった。

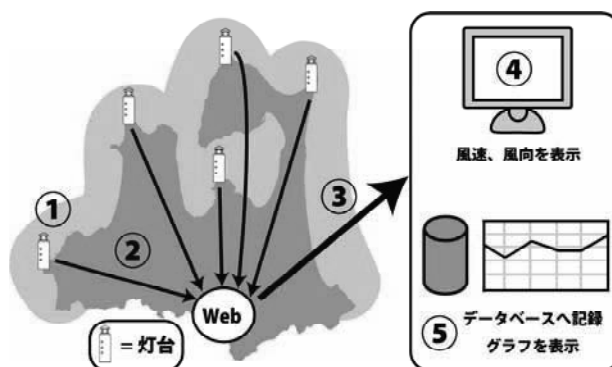


図1 風況データ収集システム

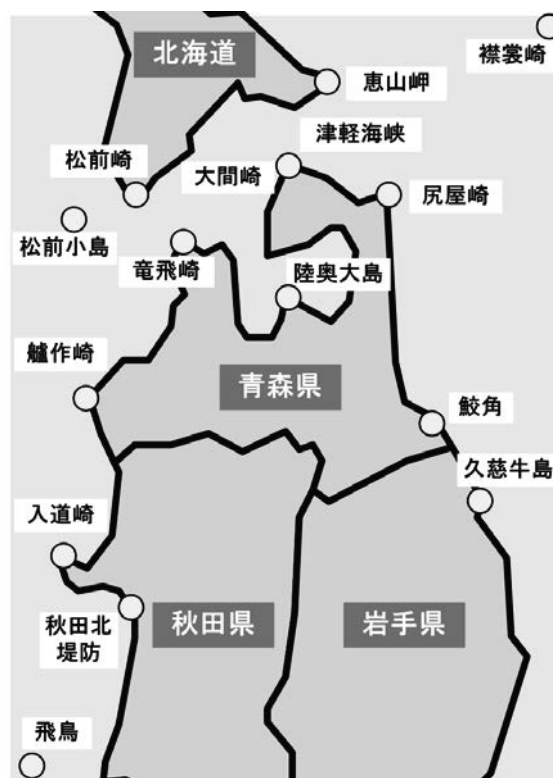


図2 津軽海峡周辺の灯台

3. 津軽海峡の風況解析



図3 青森沿岸域情報提供システム(MICS)

次に、収集した 2009 年の風況データを元に風況解析を行った。風力発電所は、風況の良好な津軽海峡を中心とした北海道、北東北地方に集中しているため解析対象として津軽海峡を選択した。風況解析の結果、図 6 および図 7 に示すように津軽海峡では西北西からの風が最も多く、夏季以外ではほとんどが西北西を中心とした風であることが分かる。そこで、この期間における津軽海峡の西に位置する龍飛崎と東に位置する大間崎間の相関を求めた結果を図 8 に示す。図から 2 点間の相関係数は高く、10 月から 3 月の間は 0.8 以上の相関があり、それ以外の期間も 0.6 以上の相関があることが分かる。このことから、津軽海峡では西の日本海側から東の太平洋側へ抜けるように風が吹いており、その入り口（龍飛崎）と出口（大間崎）の間は海面となるため摩擦が少なく風の乱れも少ないものと思われる。

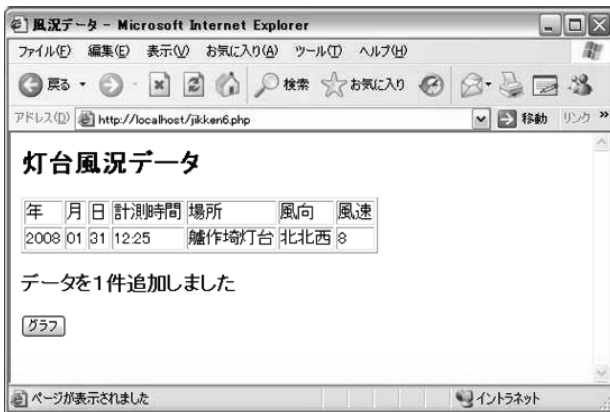


図4 風況データ収集結果

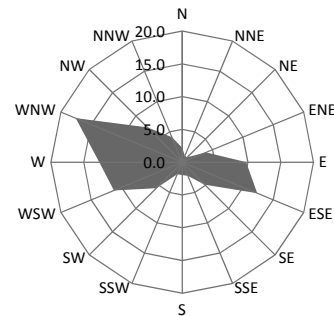


図6 風向の出現率（大間崎）

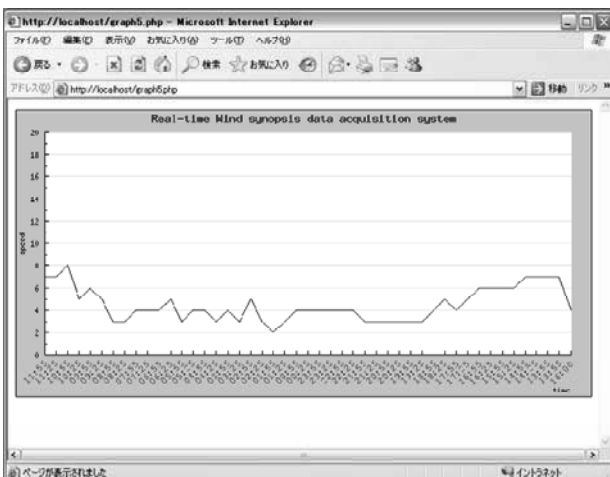


図5 風速のグラフ表示

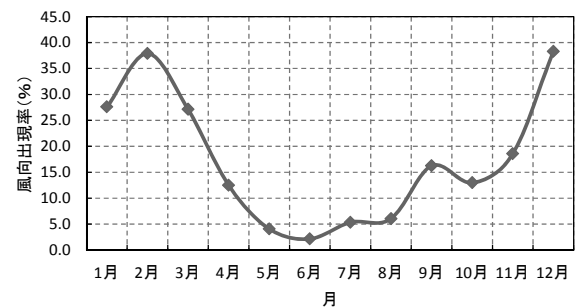


図7 西北西の風向出現率の変化

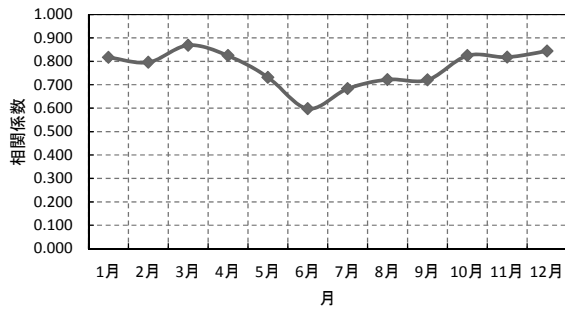


図8 相関係数の変化

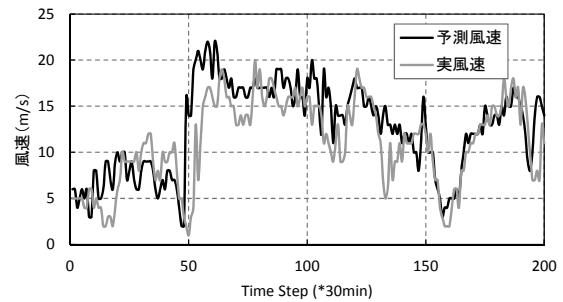


図10 相関関係による風速の予測結果

4. 相関関係による風速の予測結果

津軽海峡における風況を解析した結果、夏季以外の期間では、龍飛崎大間崎間の相関は非常に高くなるため、風上の龍飛崎から風下の大間崎を単純に予測できないかと考えた。図9に示す相互相関の結果からこれらの灯台間には1時間(2データ分)の時間差がみられた。このことから、龍飛崎の風速データを1時間ずらすことにより、大間崎の風速を予測することができると思われる。この考えに基づき、龍飛崎の1時間後の風速データを予測風速として大間崎の実風速と比較した結果を図10に示す。図10より、細かな部分では一致していない部分もあるが、おおまかな傾向はほぼ一致していることが確認できた。

しかし、この方法は相関係数が低い6月などには精度が落ちることや風上に灯台などの風速計があることが前提となっているため予測箇所や期間が限られることを考慮する必要がある。

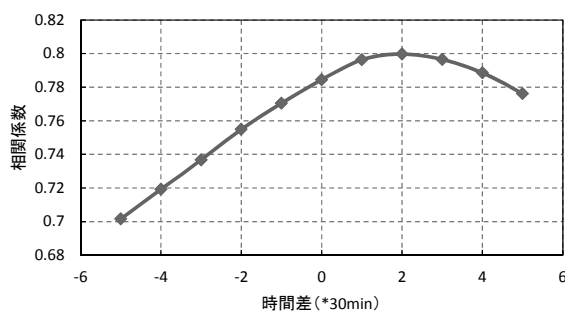


図9 時間差と相関係数の関係

5. おわりに

電力系統への風力発電機出力の増加は、系統の運用において多大な影響を与える恐れがある。そこで、本研究では、風力発電機の出力変動抑制を行うため、風況データ収集システムを用いて、風況データを収集した。また、このデータを用いて、相関関数による予測方法によって風速の予測を行った。この結果、このような簡易的な方法でもおおよその予測はできることが分かった。これにより、今後の離島などでのディーゼル発電機の運転や大規模風力発電所の風力発電機の予測制御、電力系統の運営などに役立つものと思われる。

参考文献

- 1) Global Wind Energy Council (GWEC)
<http://www.gwec.net/>
- 2) 青森沿岸域情報提供システム(MICS)
<http://www6.kaiho.mlit.go.jp/aomori/>
- 3) 小玉 成人, 松坂 知行: 風況データ自動収集システムを用いた風速の予測, 計測自動制御学会東北支部 第236回研究集会, 資料番号 236-2, 2007
- 4) 小玉 成人, 松坂 知行: 風況データ収集システムの開発と風力発電の出力変動解析への応用, 計測自動制御学会東北支部 第229回研究集会, 資料番号 229-5, 2006
- 5) 松坂 知行, 星 文伸: 風況の時系列予測に関する研究, 計測自動制御学会東北支部 第222回研究集会, 資料番号 222-11, 2005
- 6) 小玉 成人, 松坂 知行: 系統連系時の出力変動抑制のための風況解析, 平成17年度情報処理学会東北支部研究会, 2005
- 7) 谷川 亮一: LOCALSTMによる風況シミュレーションモデルの開発と風況評価, ながれ22, p405-415, 2003
- 8) 日本海洋データセンター (JODC)
<http://www.jodc.go.jp/>