

福岡市内における陸上と洋上の風況特性

内田 孝紀*

(2015年1月30日受理)

ONSHORE AND OFFSHORE WIND CHARACTERISTICS IN FUKUOKA-SHI

Takanori UCHIDA

E-mail of corresponding author: *takanori@riam.kyushu-u.ac.jp*

Abstract

In this report, we explain the outline of the weather GPV data such as MSM. Next, the onshore and offshore wind characteristics in Fukuoka-shi are reported through comparison between the actual measurement data (observed value) and the weather GPV data.

Key words : *Weather GPV data, MSM, Onshore and Offshore wind characteristics, Fukuoka-shi*

1. 緒言

東日本大震災後、風力発電に対する注目度は極めて高い。日本国内のみならず、世界規模で風力発電の適地を探査し、風力発電を適切に普及させていくことは容易なことではない。

そこで本研究では、各国の政府機関(日本の場合は気象庁)が提供する種々の気象GPV(Grid Point Value)データを、風力発電分野へ適用するための基礎研究を実施する。気象GPVデータは、そのデータフォーマットの複雑さ、データ転送の遅延問題などから、これまで一部の研究者しか利用できない状況にあった。

その一方で、気象GPVデータは地球全体を網羅するものから、局所的な地域を密にカバーするものまで多岐に存在する。よって、これらの気象GPVデータを有効活用できれば、国内のみならず世界規模で風力発電の普及に大いに貢献できると考えられる¹⁻³⁾。

本報では、気象GPVデータの概要などを説明するとともに、野外風況データ(実測値)との比較を通して福岡市内の陸上(臨海部)と洋上(博多湾)の風況特性について報告する。

2. 気象GPVデータの概要

数値予報とは、物理学の種々の支配方程式に基づき、風や気温などの時間変化をコンピュータで計算して将来の大気の状態を予測する方法である⁴⁾。

気象庁JMA(Japan Meteorological Agency)は、昭和34年(1959年)に我が国の官公庁として初めて科学計算用の大型コンピュータシステムを導入し、数値予報業務を開始した。その後、数値予報モデルの進歩とコンピュータの飛躍的な性能向上によって、数値予報は予報業務の根幹を形成してきた。

数値予報では、規則正しく並んだ格子点(Grid Point)で大気層を細かく覆い、その格子点上の風速、気圧、気温などの物理量を世界中から送られてくる観測データに基づいてコンピュータで数値シミュレーションする。これらの計算プログラムは数値予報モデルと呼ばれる。数値予報モデルでは、大気の流れ(風)や、降雨など種々の流動現象・波動現象・気象現象が考慮されている。

数値予報モデルの計算結果が、数値予報GPV(気象GPVデータ)と呼ばれる。これらの気象GPVデータは、民間の気象会社や報道機関に提供されているだけでなく、海外の気象機関でも幅広く利用されている。

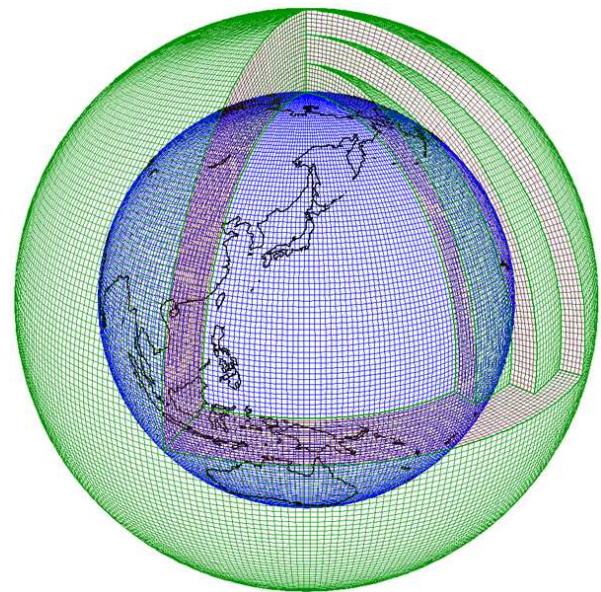


図1 数値予報に用いる全球の計算格子図

2.1 メソ数値予報モデルGPV(MSM)

メソ数値予報モデルMSM(Meso Scale Model)は、日本およびその近海を対象とした気象庁の数値予報モデルである。図2には、本モデルの地形解像度を示す。

1998年3月に試験運用が開始され、2001年3月に本運用が開始された。当時の水平解像度は10km、1日4回、18時間先までの予報が実施された。2002年3月には4次元変分法が導入され、2004年9月に非静力学モデルが導入された。2006年3月にはスーパーコンピュータシステムが更新され、これに伴いMSMも改善が施された。水平解像度が10kmから5kmに高解像度化した。同時に、予報時間が18時間から15時間と短くなる一方で、予報回数が1日4回から1日8回(00, 03, 09, 06, 12, 15, 18, 21UTC)に倍増した。2007年5月から1日8回の予報のうち、4回の予報期間が33時間に延長された。2013年5月から予報時間が33時間(最長)から39時間に延長された。現在の概要を下記に示す。

- 水平格子解像度 約5km
- 鉛直50層
- 1日8回(00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21時(UTC))の実行
- 39時間予報
- MSM-S(地上)の時間解像度は1時間
- MSM-P(気圧面)の時間解像度は3時間

博多湾浮体(洋上)新型風車(レンズ風車)



図2 MSMの地形解像度

3. 気象GPVデータ(MSM-S)の検証地点

本研究では、野外風況データ(実測値)との比較を通して福岡市内の陸上(臨海部)と洋上(博多湾)の風況特性について報告する⁵⁾。図3に示すように、陸上(臨海部)における評価地点としてみなと百年公園の風レンズ風車地点を、洋上の評価地点として博多湾の浮体式レンズ風車地点を用いた。気象GPVデータは最寄り位置の値(GPV1, 2)を用いた。

みなと百年公園(陸上)旧型風車(風レンズ風車)



みなと百年公園(陸上)旧型風車(風レンズ風車)

3~4mくらいの丘の上に設置されている。

出力3kW、ハブ高さ12m、つばを含めた最大直径3.4m

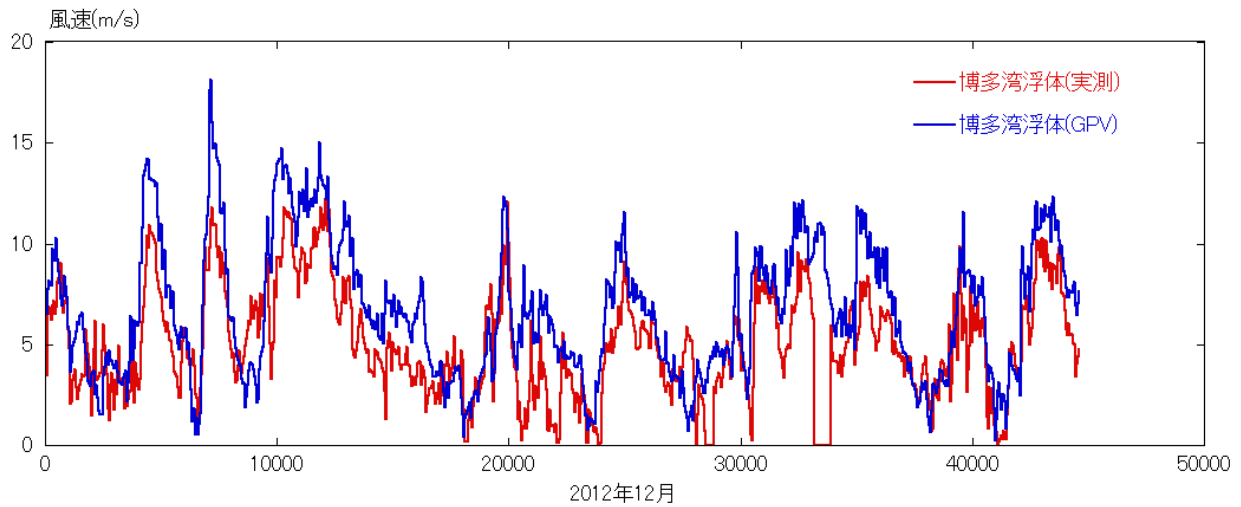


博多湾浮体(洋上)新型風車(レンズ風車)

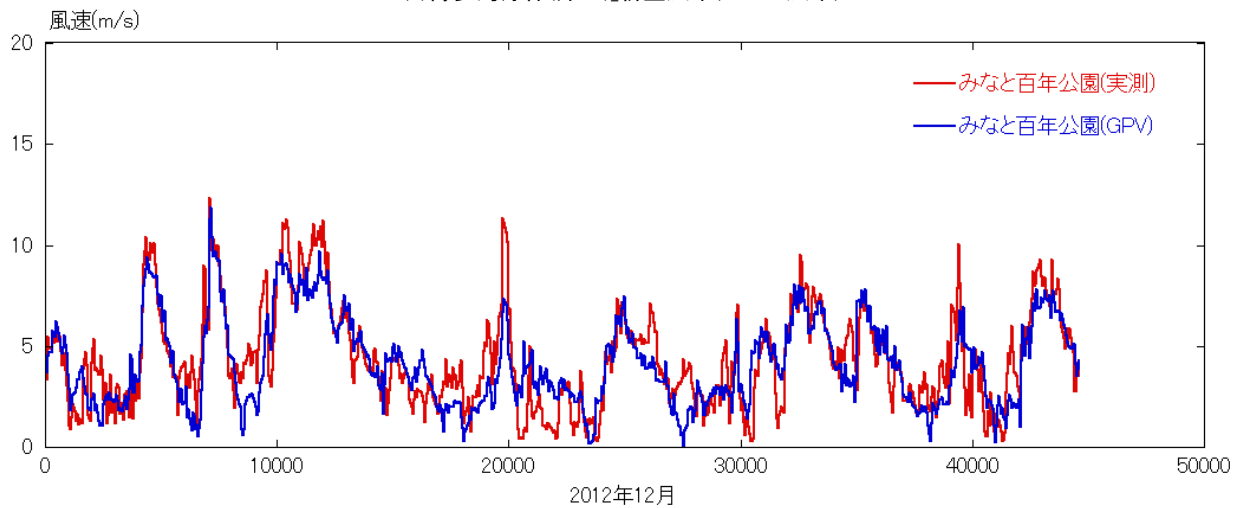
出力3kW、ハブ高さ7.79m、つばを含めた最大直径3.4m



図3 本研究で用いた実測データと気象GPVデータ(MSM-S、地上高10m)との位置関係、各地点における風車の写真

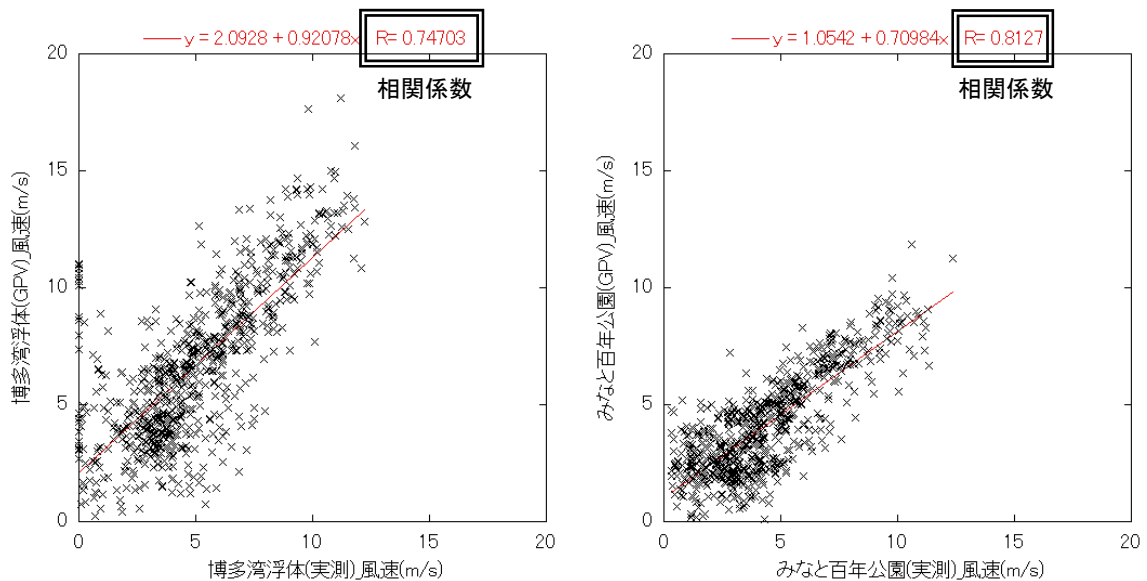


(a)博多湾浮体(洋上)新型風車(レンズ風車)



(b)みなと百年公園(陸上)旧型風車(風レンズ風車)

図4 実測値(赤線)と気象GPVデータ(青線)の比較, 時間解像度1時間, 2012年12月, 地上高10m



(a)博多湾浮体(洋上)新型風車(レンズ風車)

(b)みなと百年公園(陸上)旧型風車(風レンズ風車)

図5 図4に示す時系列データの散布図と相関係数, 時間解像度1時間, 2012年12月, 地上高10m

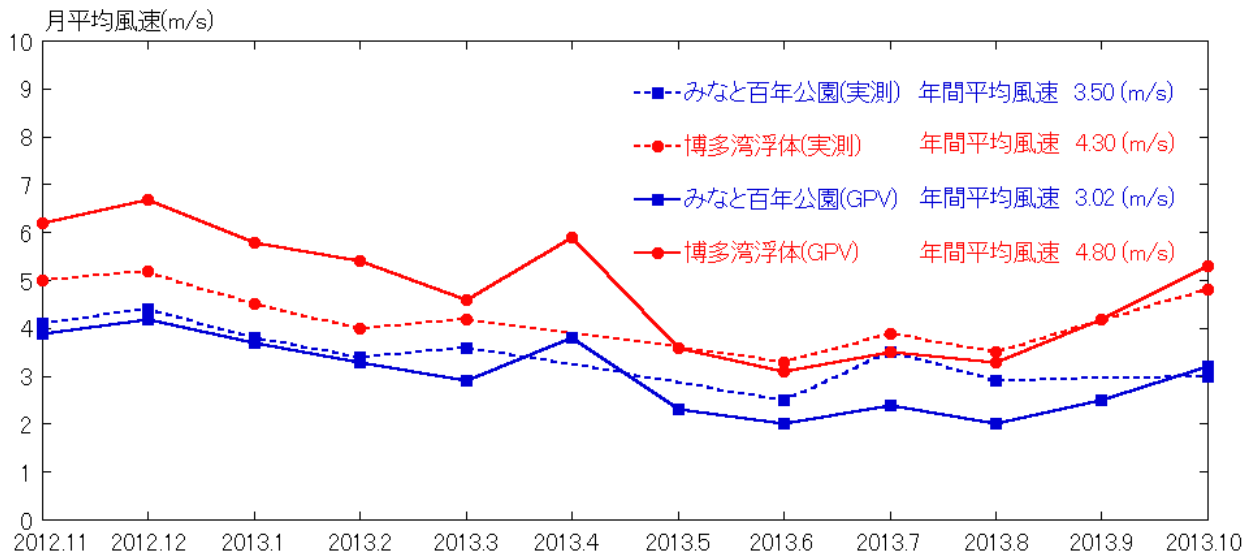
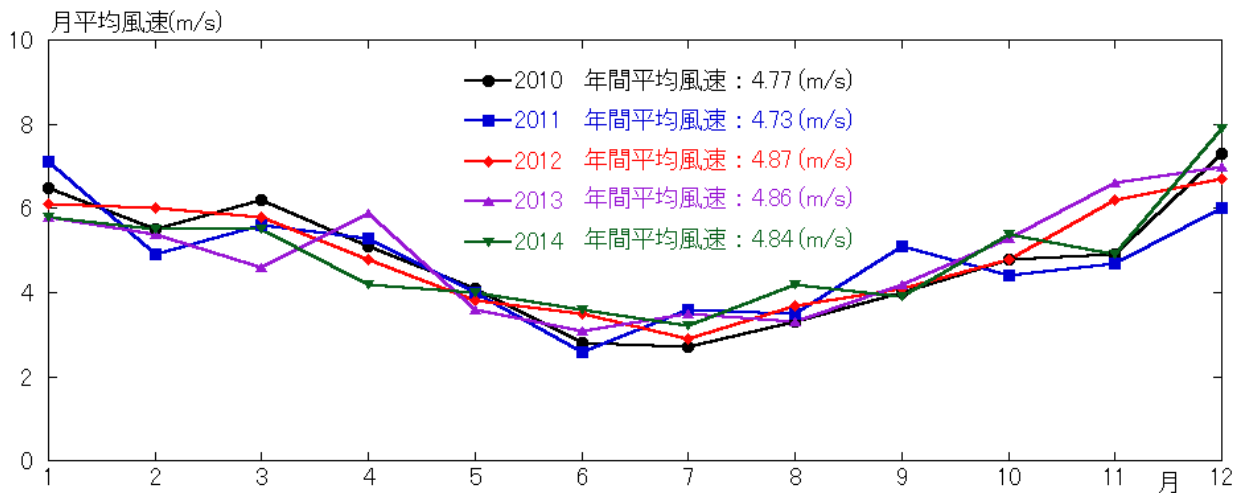
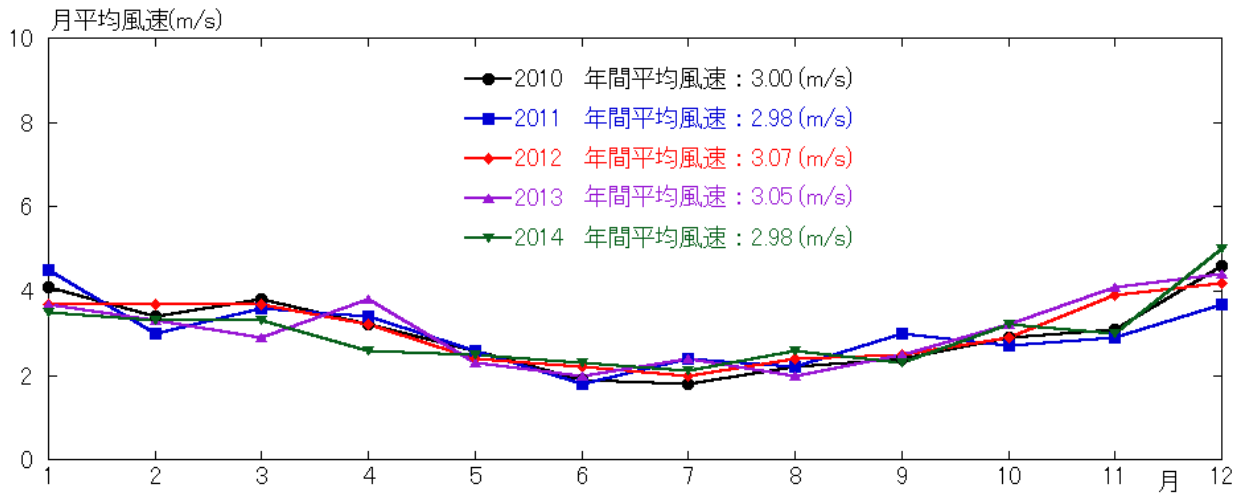


図6 2012年11月～2013年10月の1年間における月平均風速の比較、図中には年間平均風速の値も記載している。

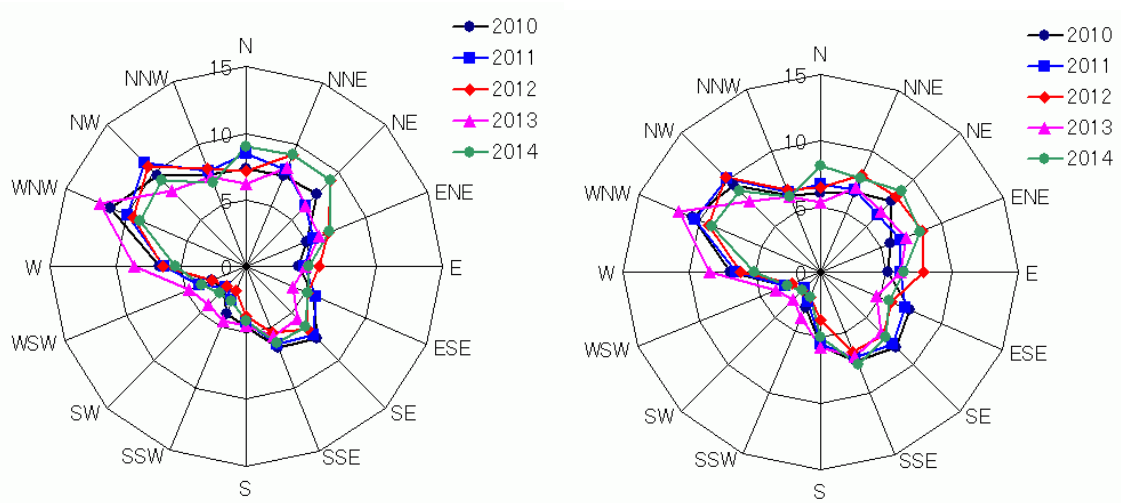


(a)博多湾浮体(洋上)新型風車(レンズ風車), 図3のGPV1



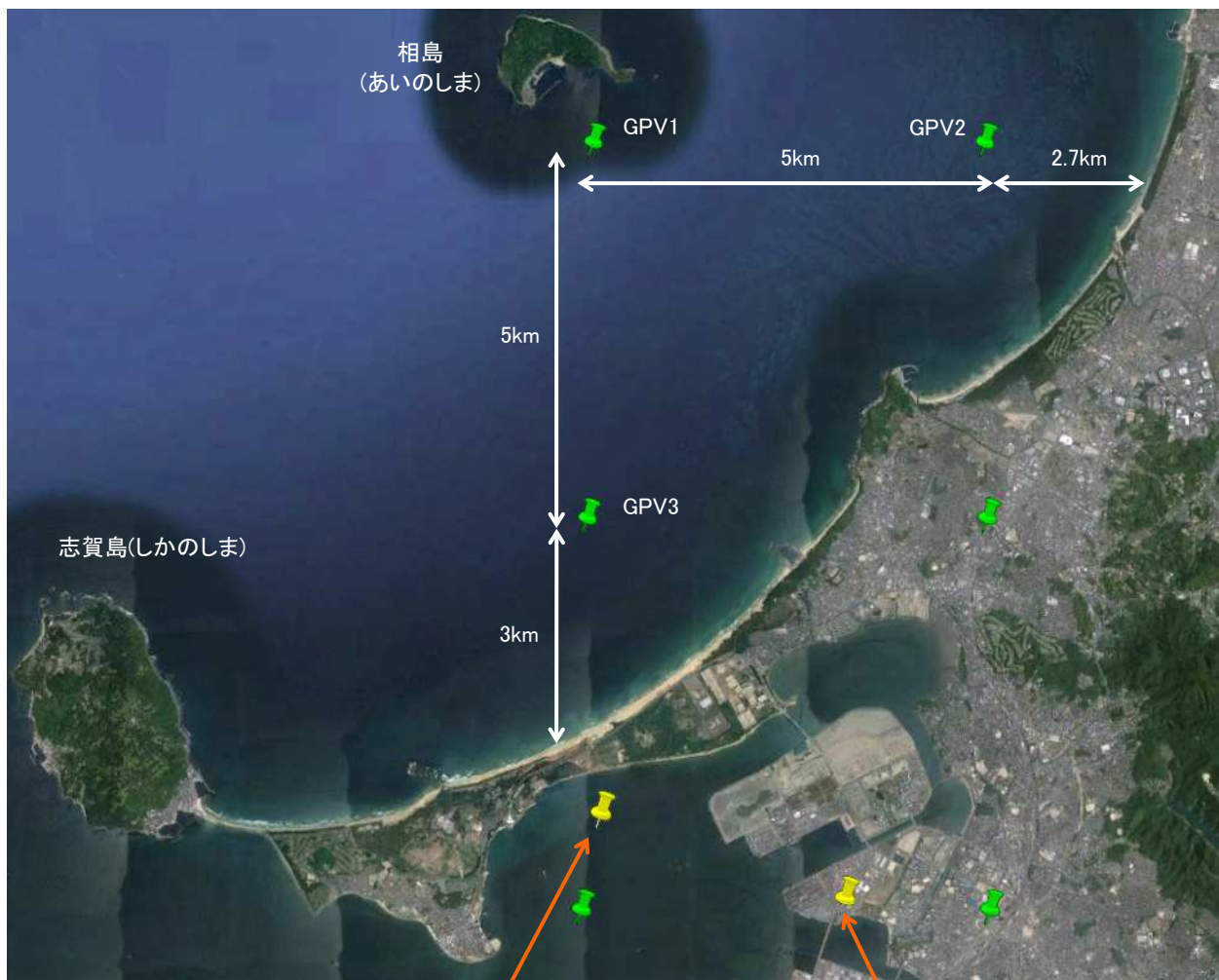
(b)みなと百年公園(陸上)旧型風車(風レンズ風車), 図3のGPV2

図7 2010年～2014年の5年間における月平均風速および年間平均風速の変化, 気象GPVデータ, 地上高10m



(a)博多湾浮体(洋上)新型風車(レンズ風車), 図3のGPV1 (b)みなと百年公園(陸上)旧型風車(風レンズ風車), 図3のGPV2

図8 2010年~2014年の5年間ににおける風配図の変化, 気象GPVデータ, 地上高10m



博多湾浮体(洋上)新型風車(レンズ風車)

みなと百年公園(陸上)旧型風車(風レンズ風車)

図9 相島周辺における気象GPVデータ取得位置(GPV1, GPV2, GPV3, 地上高10m)

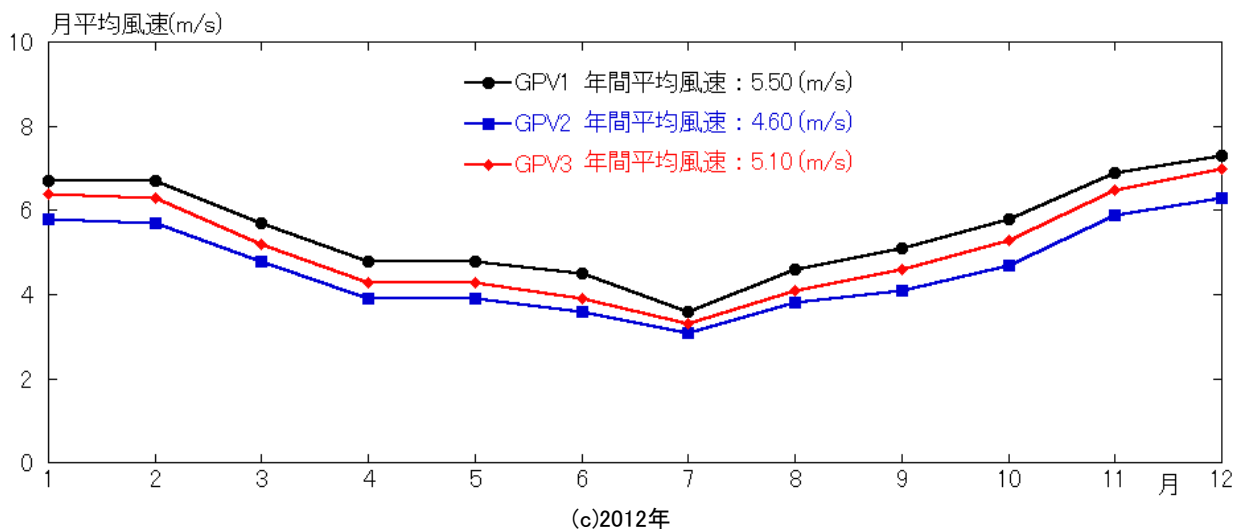
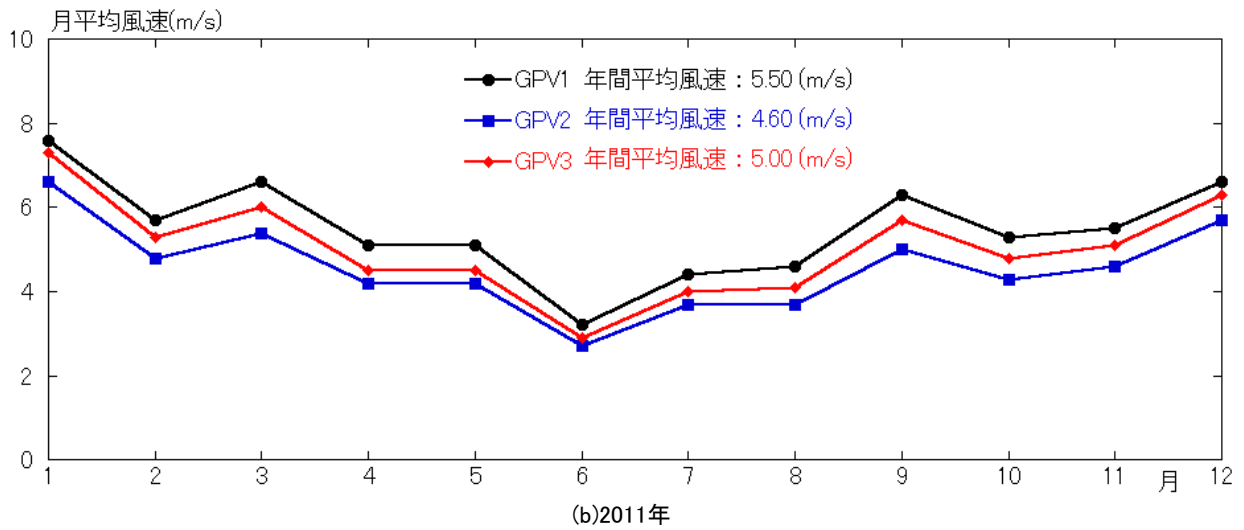
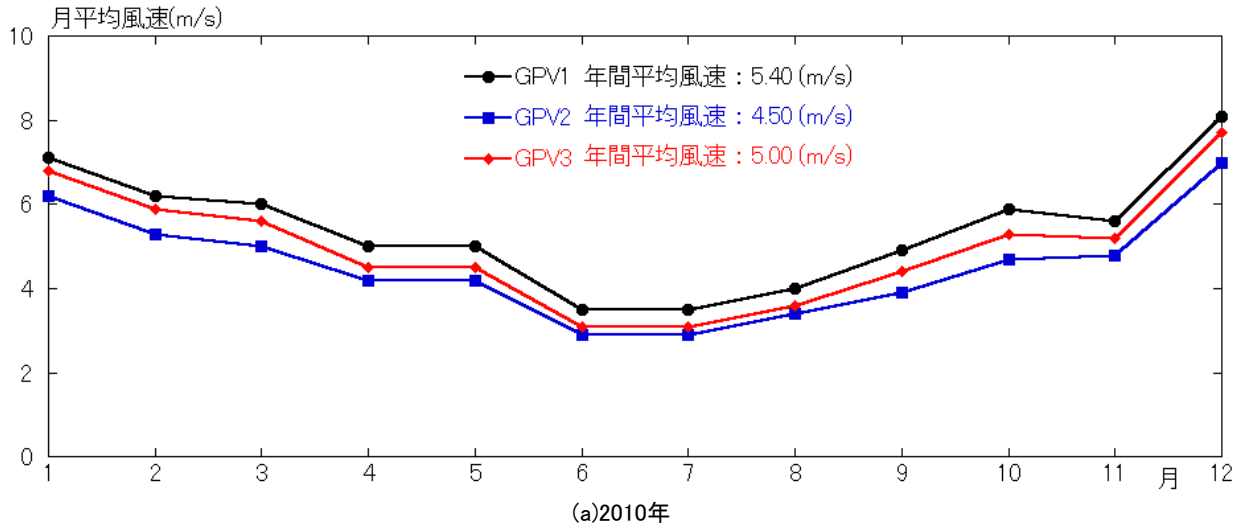


図10 相島周辺の気象GPVデータ取得位置(GPV1, GPV2, GPV3, 地上高10m)における月平均風速および年間平均風速の変化 (次頁へ続く)

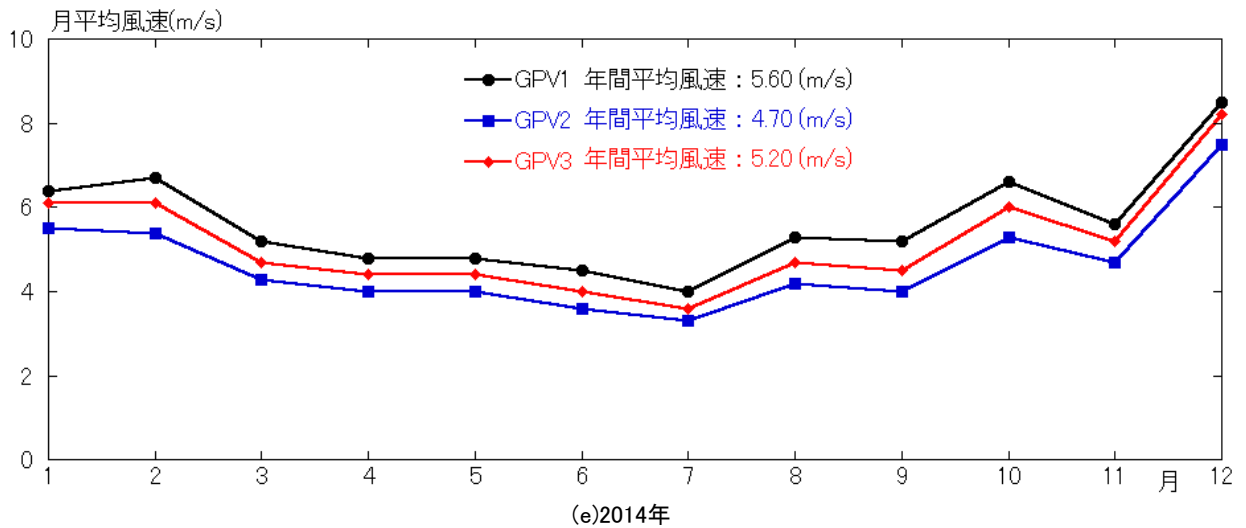
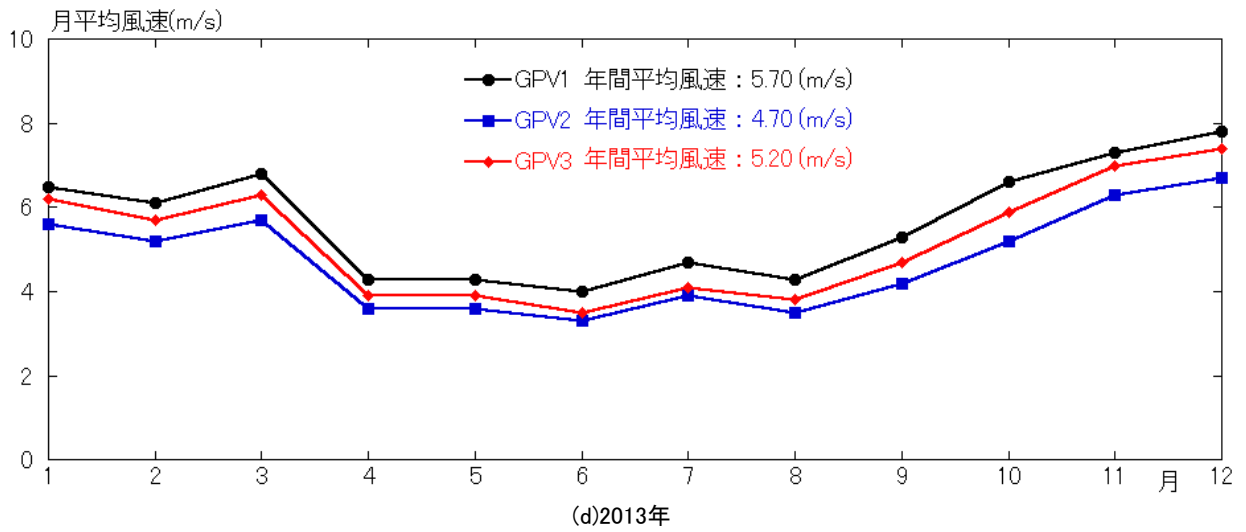


図10 相島周辺の気象GPVデータ取得位置(GPV1, GPV2, GPV3, 地上高10m)における月平均風速および年間平均風速の変化

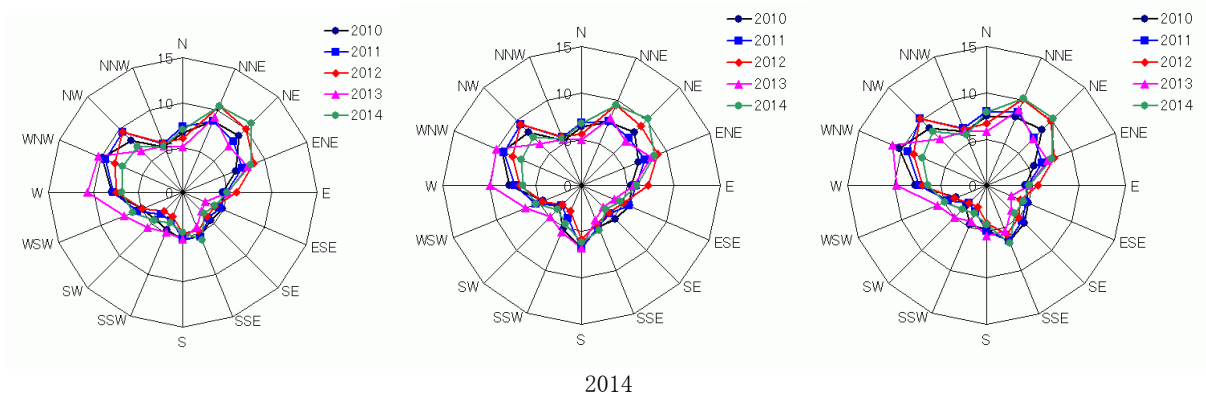


図11 相島周辺の気象GPVデータ取得位置(GPV1, GPV2, GPV3, 地上高10m)における風配図の変化, 2010年~2014年の5年間

4. 結果と考察

図4には、2012年12月の実測データと気象GPVデータ(地上高10m)の比較を示す。図5には、このデータによる散布図を示す。みなと百年公園の風レンズ風車地点、および博多湾の浮体式レンズ風車地点の両地点ともに、実測データと気象GPVデータは良好な一致を示している。図5に示す相関係数も高い数値を得た。図6には、2012年11月～2013年10月の1年間における月平均風速の比較を示す。なお、図中には年間平均風速の値も記載している。この図を観察すると、実測データおよび気象GPVデータともに、洋上(博多湾)の方が、陸上(臨海部)に比べて約1～2m/s平均風速が高いことが分かる。図7には、2010年～2014年の5年間における月平均風速および年間平均風速の変化を示す。図8には、2010年～2014年の5年間における風配図の変化を示す。図7および図8から、風況特性の経年的な変化はほとんどないことが示された。

本研究では、図9に示す相島周辺における気象GPVデータ(GPV1, GPV2, GPV3, 地上高10m)の調査も行った。その結果を図10および図11に示す。図10には、2010年～2014年の5年間における相島周辺の気象GPVデータ取得位置(GPV1, GPV2, GPV3, 地上高10m)での月平均風速および年間平均風速の変化を示す。この図を見ると、3地点ともに博多湾の値よりも高く、GPV2→GPV3→GPV1の順に年間平均風速が増加していることが分かる。図11には、2010年～2014年の5年間における相島周辺の気象GPVデータ取得位置(GPV1, GPV2, GPV3, 地上高10m)での風配図の変化を示す。図8と同様、風況特性の経年的な変化はほとんどないことが明らかになった。

5. 結言

本研究では、最初に気象庁が提供する数値予報モデル(MSM)の概要を説明した。次に、野外風況データ(実測値)との比較を通して福岡市内の陸上(臨海部)と洋上(博多湾)の風況特性について報告した。その後、博多湾地点よりもさらに沖合に位置する相島周辺における気象GPVデータ(GPV1, GPV2, GPV3, 地上高10m)の調査も行った。本研究では、気象GPVデータに対して空間補正や高度補正は一切行わず、野外観測データの最寄り位置の値(地上高10m)をそのまま用いた。その結果、気象GPVデータは実測値に

見られる日変化の挙動や、強風が発生する時間帯(ピーク位置)などを良好に再現していることが示された。実測データおよび気象GPVデータともに、洋上(博多湾)の方が陸上(臨海部)に比べて約1～2m/s平均風速が高いことが示された。2010年～2014年の5年間における気象GPVデータの比較を通じて、風況特性の経年的な変化はほとんどないことが示された。

博多湾地点よりもさらに沖合に位置する相島周辺においては、年間平均風速の明らかな増加が確認された。先と同様、2010年～2014年の5年間における気象GPVデータの比較を行い、風況特性の経年的な変化はほとんどないことを確認した。

今後は、空間補正や高度補正の手法を検討するとともに、さらなる精度向上を目指す予定である。

謝辞

本研究で掲載した野外観測データの処理に関して、応用力学研究所技術室の松島 啓二氏に協力頂いた。気象GPVデータの概要などは、気象庁のホームページなどから引用させて頂きました(下記URLを参照)。ここに記して関係者に感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 内田 孝紀, 川島 泰史, 荒屋 亮, 気象GPVデータの風力発電分野への活用に関する検討, 九州大学応用力学研究所所報, 第144号, pp.33-40, 2013
- [2] 内田 孝紀, 川島 泰史, 沿岸部における気象GPVデータを用いた簡易風況推定法の試み—鹿児島県内の風力発電所を例として—, 九州大学応用力学研究所所報, 第147号, pp.15-29, 2014
- [3] 内田 孝紀, 川島 泰史, 山間部における気象GPVデータを用いた簡易風況推定法の試み—阿蘇車帰風力発電所を例として—, 九州大学応用力学研究所所報, 第147号, pp.31-43, 2014
- [4] 気象庁ホームページ
<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yohou.html>
- [5] 光易 恒, 博多湾の風と波—冬季季節風による結果—, 第18回海岸工学講演会論文集, pp.1-5, 1971