

福岡市内における冬季の風況特性

内田 孝紀*

(2015年1月30日受理)

FLOW CHARACTERISTICS OF WINTER 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 flow characteristics of winter 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, Flow characteristics, Winter, 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冬季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。

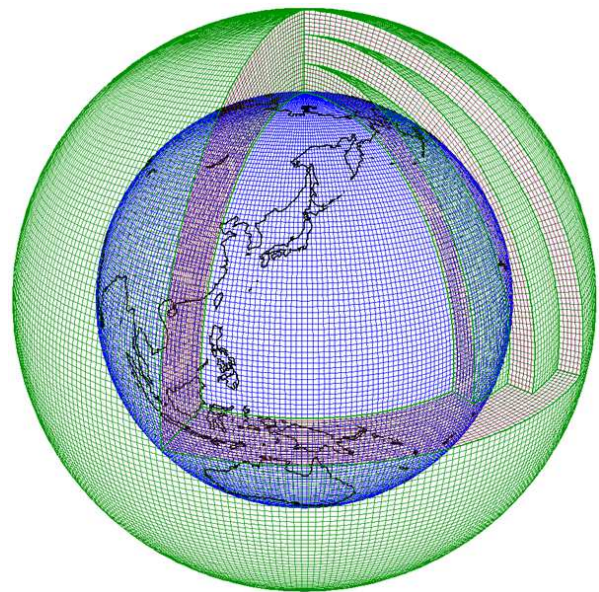


図1 数値予報に用いる全球の計算格子図

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



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、福岡県内に位置する4地点の野外観測データ(便宜上、雁ノ巣地点、アイランドシティ地点、能古島地点、油山地点と称する)を対象に、気象GPVデータ(MSM-S、地上10mデータ)との比較を通じて、福岡県内の冬季(2010年12月)の風況特性を報告する。

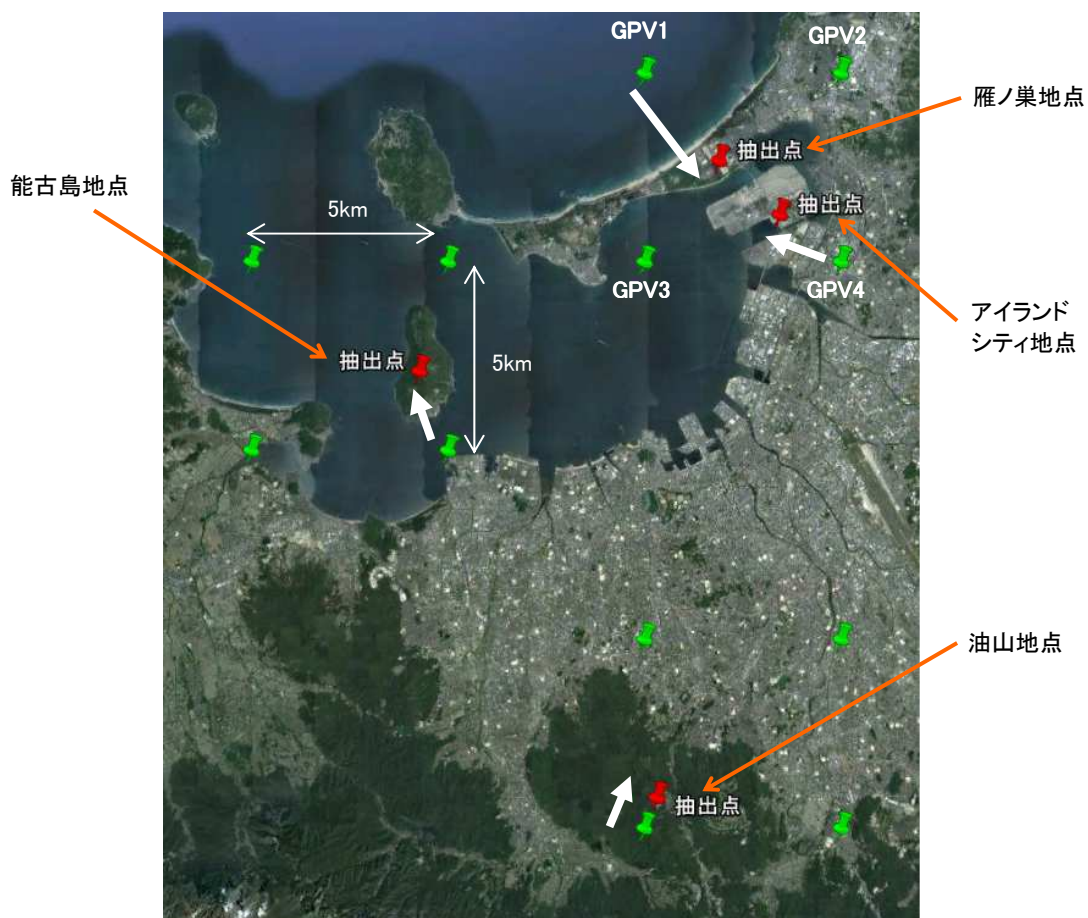


図3 本研究において気象GPVデータ(MSM-S、地上高10m)の検証に用いた4地点

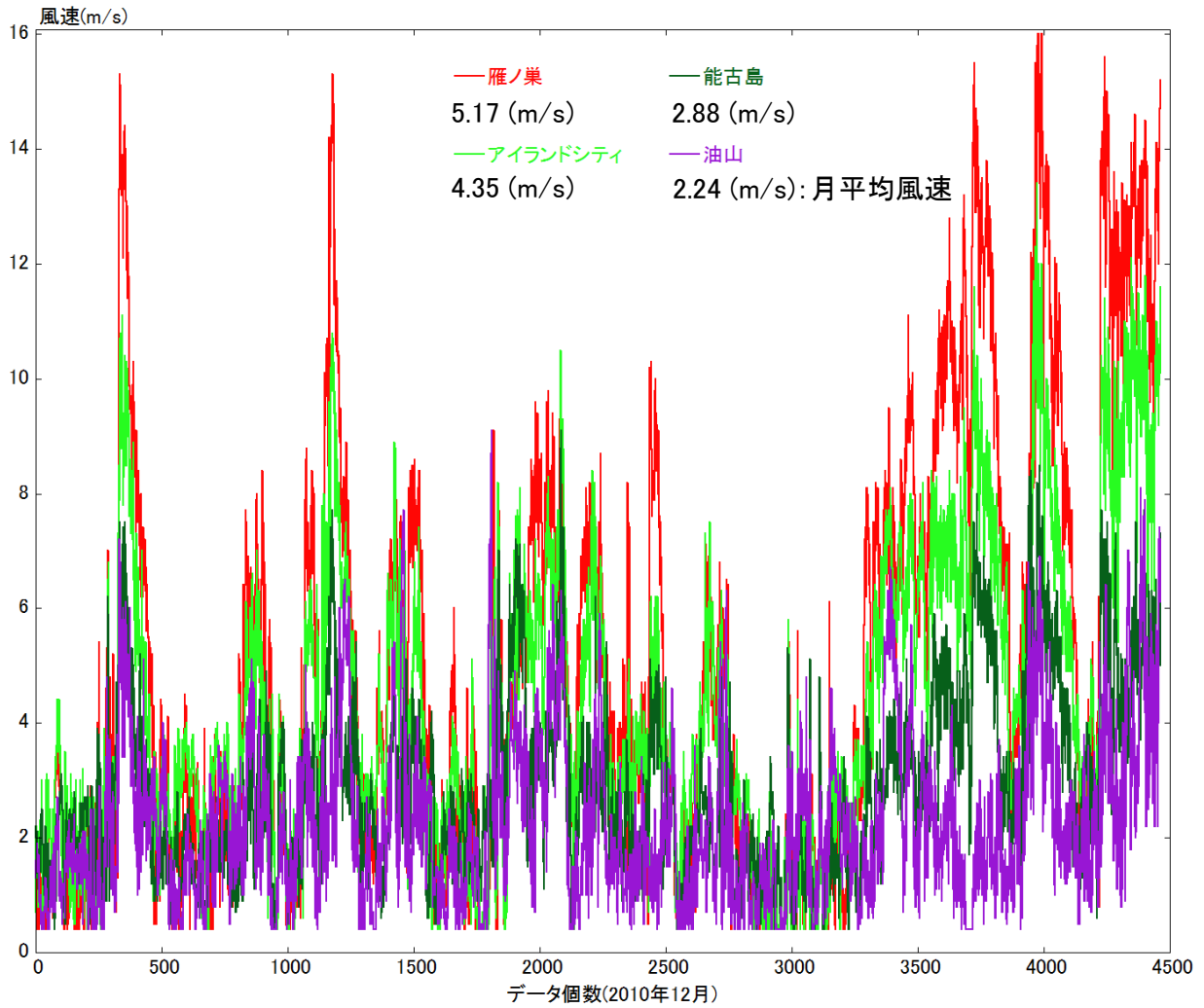


図4 4地点の風速の時系列データ(実測値)の比較, 時間解像度10分, 地上高10m

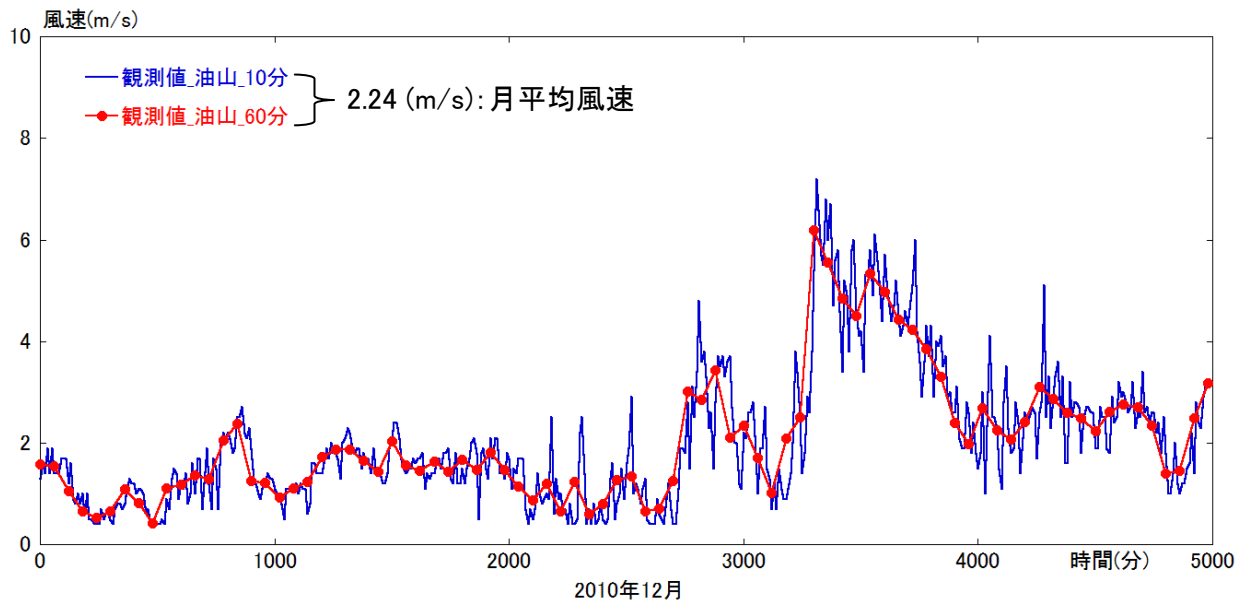


図5 時間解像度(10分および60分)の比較, 油山地点, 地上高10m

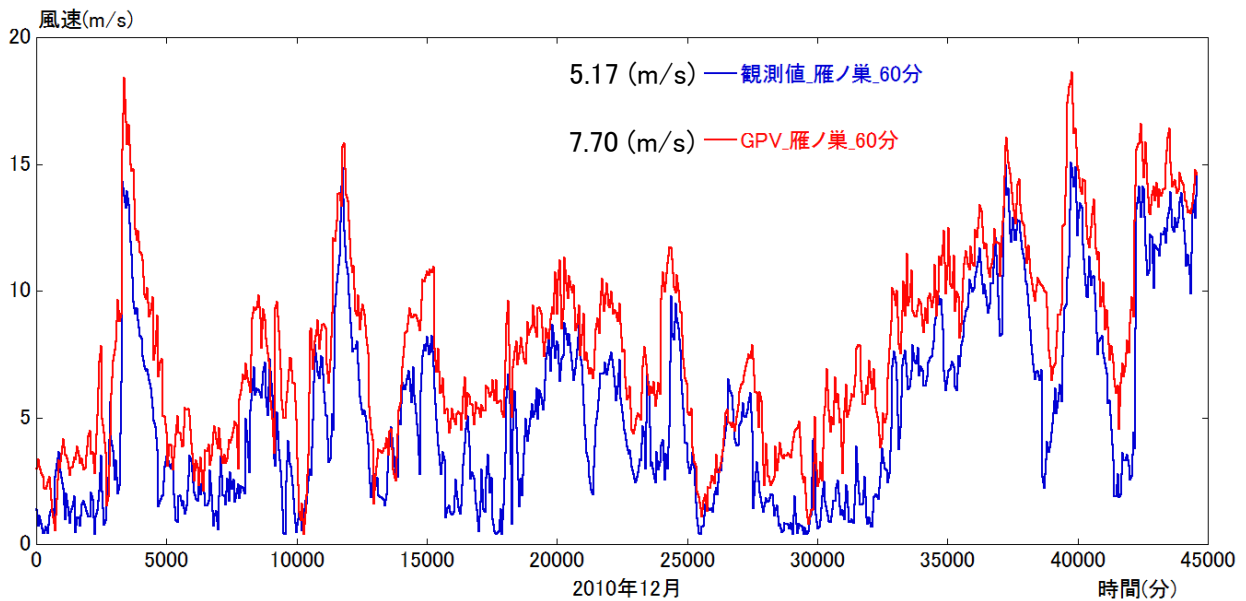


図6 野外観測データと気象GPVデータ(MSM-S)の比較, 雁ノ巣地点, 地上高10m

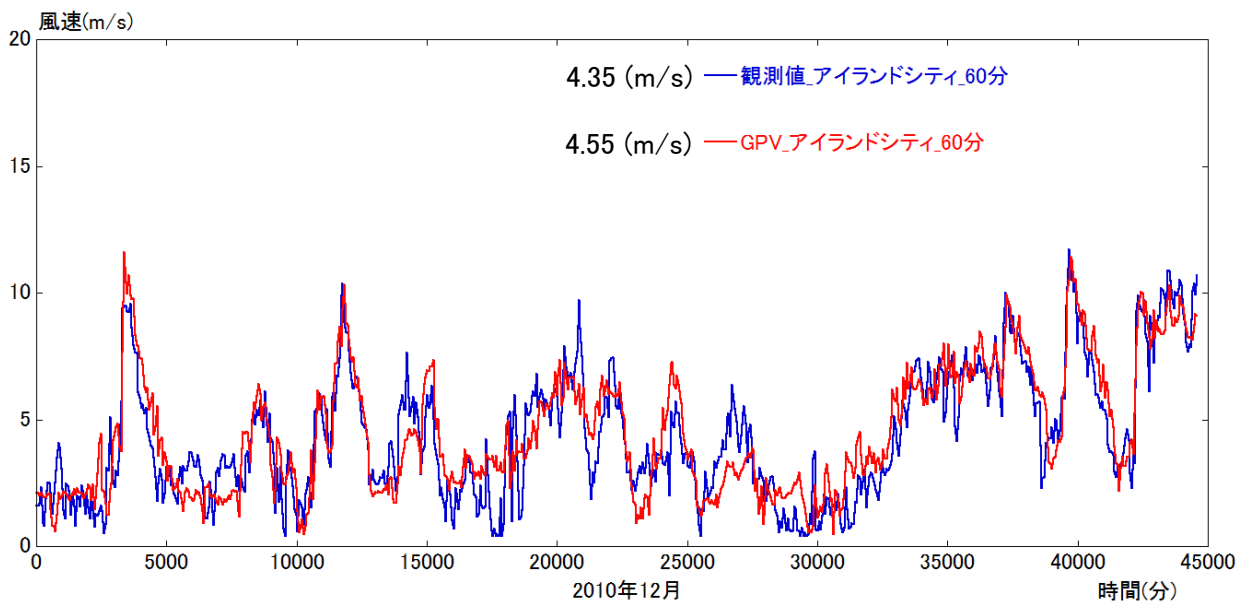


図7 野外観測データと気象GPVデータ(MSM-S)の比較, アイランドシティ地点, 地上高10m

4. 結果と考察

図4には、福岡県内に位置する4地点の野外観測データ(雁ノ巣地点, アイランドシティ地点, 能古島地点, 油山地点)に関して、2010年12月における10分間隔時系列データの比較を示す。なお、データの取得高度は、すべての地点において地上高10mである。図中には2010年12月の1ヶ月間における月平均風速値も示す。図4を観察すると、月平均風速値に場所による違いがあるものの、風速の定性的な挙動がすべての地点において類似していることは非常に興味深い。予想されるように、雁ノ巣地点およびアイランドシティ地点の月平均風速値は他の地点よりも高い。能古島地点の月平均

風速値が低いのは、観測マスト周囲の木々(地表面粗度)の影響と考えられる。最も内陸に位置する油山地点では、月平均風速値は2.24m/s程度であった。

時間解像度10分の野外観測データを、時間解像度60分の気象GPVデータ(MSM-S)と比較するため、野外観測データに対して平均操作を施し、時間解像度が60分となる時系列データを作成した。図5には、油山地点を例とし、時間解像度10分と60分の野外観測データの比較を示す。時間解像度を60分とすることで、図5に示す程度に平滑化される。

図6～図9には、雁ノ巣地点, アイランドシティ地点, 能古島地点, 油山地点において、時間解像度60分の野外観測データと、時間解像度60分の気象GPVデータ(MSM-S)の比

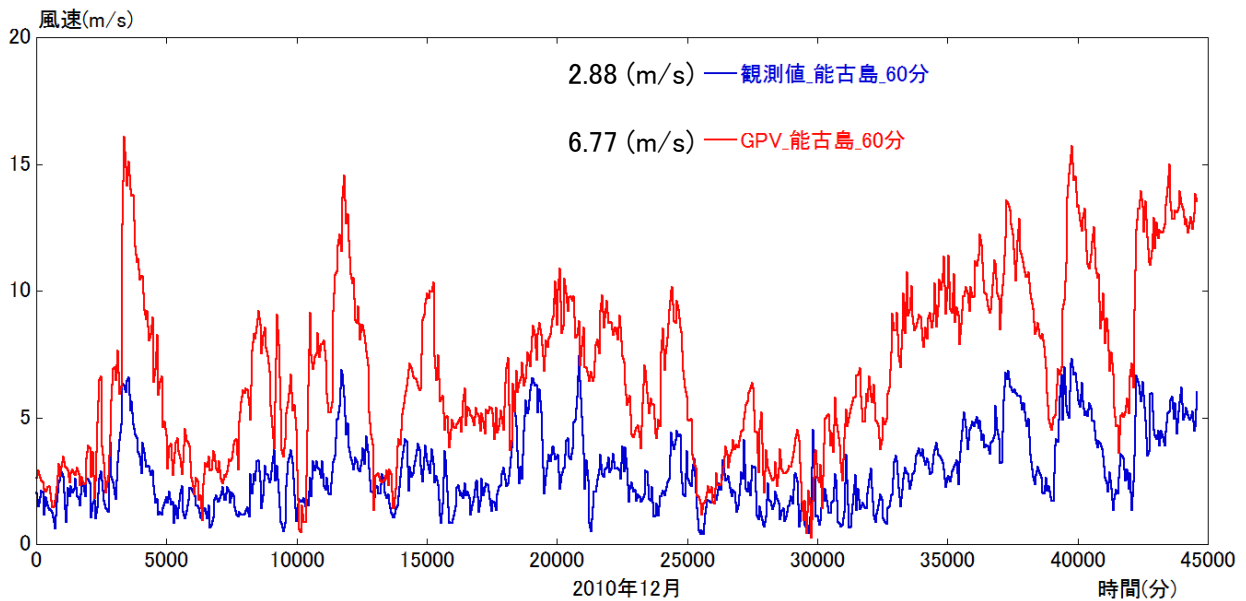


図8 野外観測データと気象GPVデータ(MSM-S)の比較, 能古島地点, 地上高10m

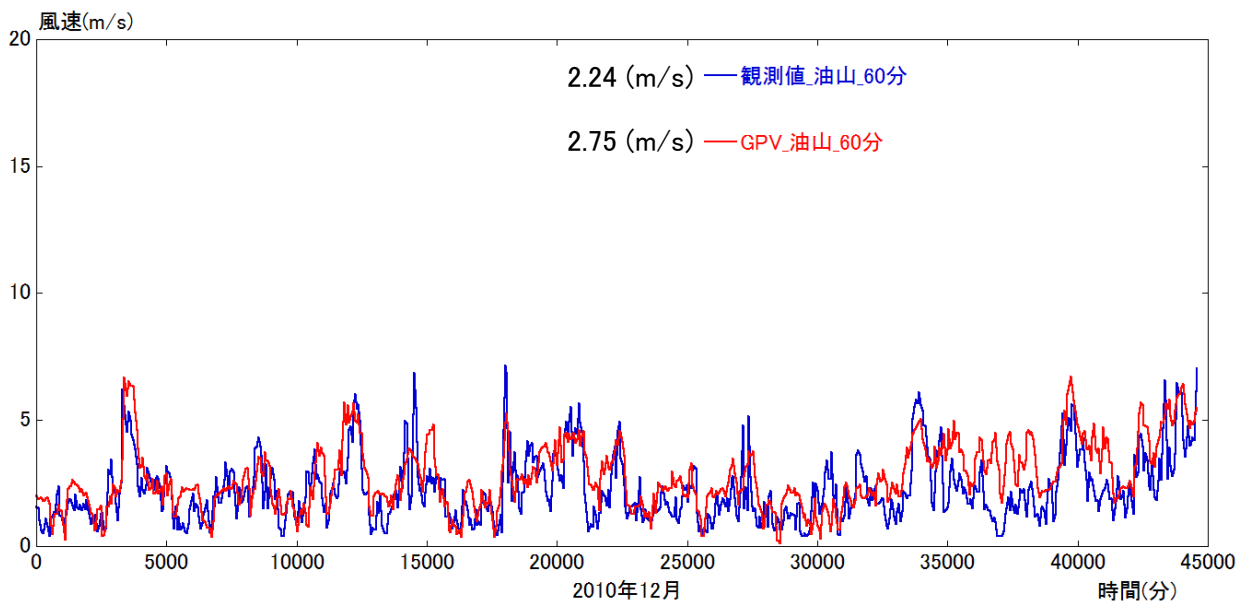


図9 野外観測データと気象GPVデータ(MSM-S)の比較, 油山地点, 地上高10m

較を示す。図3に白色の矢印で示すように、本研究では野外観測データの最寄り位置の気象GPVデータ(MSM-S)を用いた。既に述べたように、気象GPVデータ(MSM-S)の取得高度は、野外観測データと同様に地上高10mである。図6～図9を観察すると、すべての地点において風速の定性的な挙動は良く一致していることが分かる。特に、アイランドシティ地点と油山地点では非常に良い一致を得た。図10には、野外観測データと気象GPVデータ(MSM-S)の散布図と相関係数を示す。表1には、統計学で経験的に用いられている相関係数と相関強さの関係を示す。本研究で得られた4地点の相関係数は、0.7以上の数値を示していることから、野外観測データと最寄り位置の気象GPVデータは比較的強い

相関係数	相関の強さ
-1 ~ -0.7	強い負の相関
-0.7 ~ -0.5	負の相関
-0.5 ~ 0.5	相関なし
0.5 ~ 0.7	正の相関
0.7 ~ 1	強い正の相関

表1 相関係数と相関の強さ

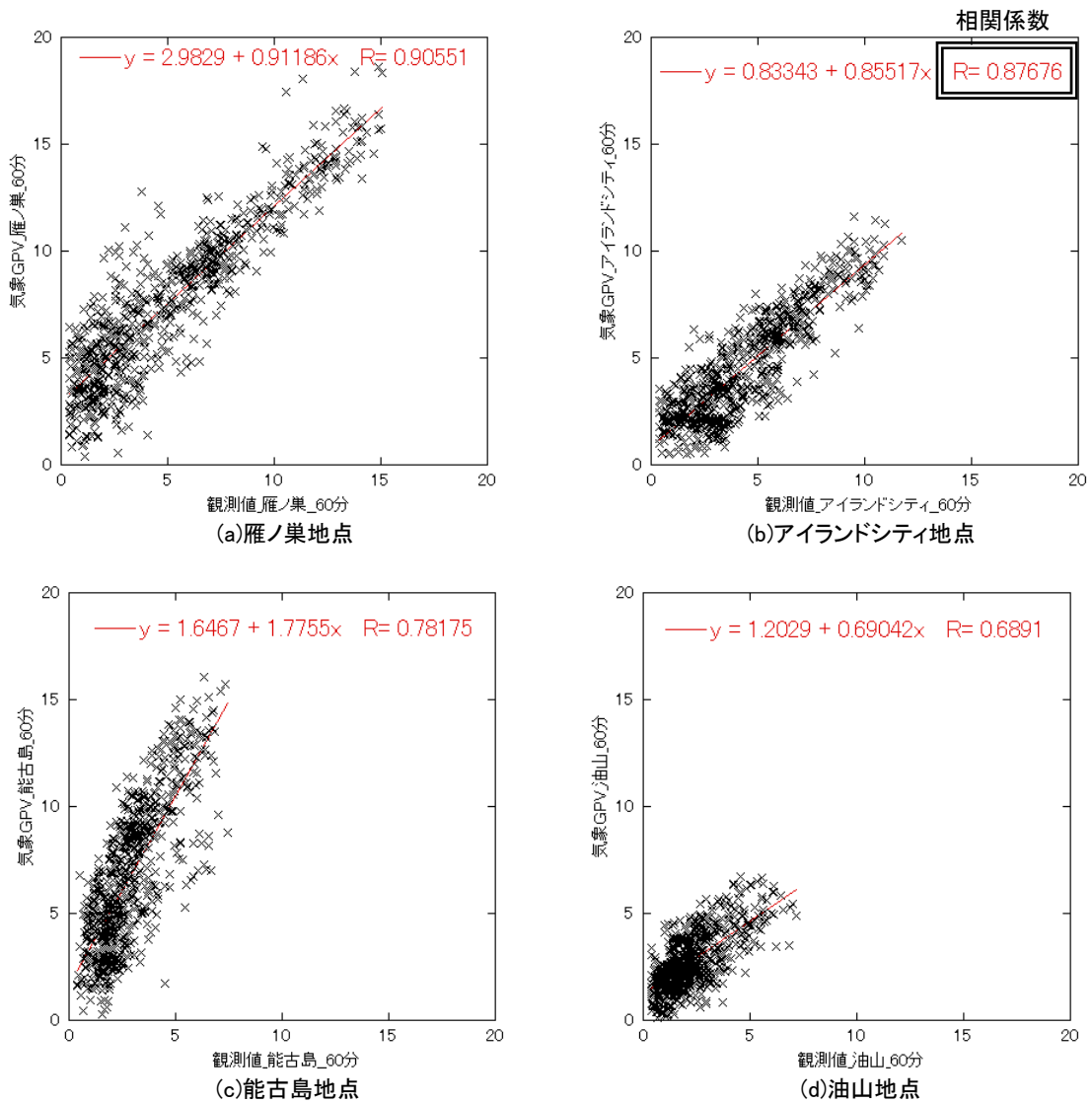


図10 野外观測データと気象GPVデータ(MSM-S)の散布図と相関係数, 地上高10m

正の相関があることが分かる.

表2から表5には, 本研究で得られた統計的指標(下記を参照)を示す. なお, 時間解像度60分のデータである.

$$ME = \frac{\sum_{i=1}^N (F_i - A_i)}{N}$$

(Fiは予報値, Aiは実況値, Niはデータ個数)

■ 平均誤差(ME : Mean Error)

- 個々の予報値(計算値)の誤差をそのまま期間内で平均したものを平均誤差(ME)と呼ぶ. またバイアス(偏り)とも呼ばれる.
- 平均誤差は予報の系統的な偏りを示す指数である. 平均誤差がゼロのとき, 平均的に見て予報は正にも負にも偏っていないことを示している. また, 平均誤差が正(負)になるときは, 期間平均では予報値が実況値(実測値)よりも高かった(低かった)ことを意味する.

■ 相対ME

$$\begin{aligned} \text{相対ME} &= \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F_i - A_i) \right] \bigg/ \frac{A}{N} \times 100 (\%) \\ &= \left[\sum_{i=1}^N \left(\frac{F_i}{N} - \frac{A_i}{N} \right) \right] \bigg/ \frac{A}{N} \times 100 (\%) \end{aligned}$$

$$= \frac{|\overline{F} - \overline{A}|}{\overline{A}} \times 100 (\%)$$

注意

相対MEの絶対値 = 相対誤差(Relative Error)

月平均風速 (実測値)	5.17 (m/s)
月平均風速 (GPV, MSM-S)	7.70 (m/s)
相対誤差	48.87 (%)
相関係数	0.91

表2 雁ノ巣地点の結果

月平均風速 (実測値)	4.35 (m/s)
月平均風速 (GPV, MSM-S)	4.55 (m/s)
相対誤差	4.67 (%)
相関係数	0.88

表3 アイランドシティ地点の結果

月平均風速 (実測値)	2.88 (m/s)
月平均風速 (GPV, MSM-S)	6.77 (m/s)
相対誤差	134.64 (%)
相関係数	0.78

表4 能古島地点の結果

月平均風速 (実測値)	2.24 (m/s)
月平均風速 (GPV, MSM-S)	2.75 (m/s)
相対誤差	22.82 (%)
相関係数	0.69

表5 油山地点の結果

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、福岡県内に位置する4地点の野外観測データ(便宜上、雁ノ巣地点、アイランドシティ地点、能古島地点、油山地点と称する)を対象に、気象GPVデータ(MSM-S, 地上10mデータ)との比較を通じて、福岡県内の冬季(2010年12月)の風況特性を報告した。本研究で用いた気象GPVデータに関しては、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を用いた。

その結果、観測データからは月平均風速値に場所による違いがあるものの、4地点において風速の定性的な挙動は非常に類似していることが示された。

野外観測データと気象GPVデータ(MSM-S, 地上10mデータ)の時系列データの比較を行ったところ、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。

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一部は、平成22年度「緑の分権改革」推進事業(福岡市)から引用させて頂きました。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ー鹿児島県内の風力発電所を例としてー, 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ー阿蘇車帰風力発電所を例としてー, 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>