

【小形風力発電】 風況シミュレーションサービスのご紹介

国際気象海洋株式会社

目次

1. 風況シミュレーションの必要性
2. 風況シミュレーションの手法
3. MASCOTを使用した
風況シミュレーションサービス
 - (1) 当社サービスの特徴
 - (2) 予測結果例
 - (3) 検証結果
4. 風況シミュレーションの実績
5. 提供可能なサービス(ソフトウェア種類)

1. 風況シミュレーションの必要性

◆ 小形風車の特徴

ハブ高さが低い⇒周辺の地形、植生、構造物の影響を大きく受ける

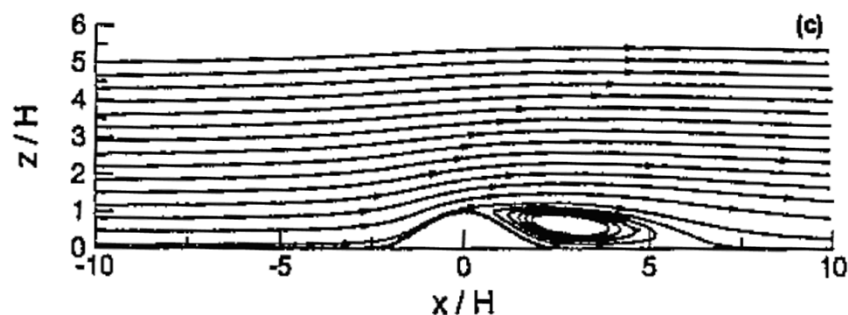
◆ 日本の地形

欧米のような大陸とは異なり、島国のため急峻で複雑な地形

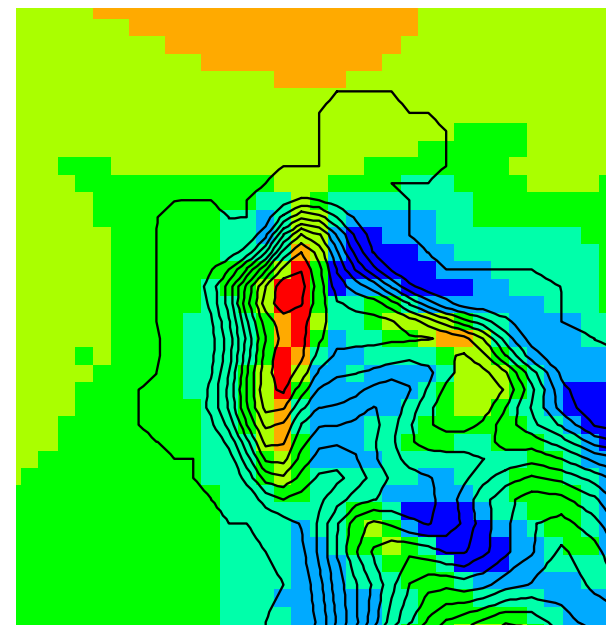
◆ 風の吹き方

斜面に沿って吹き上げられたり、吹き下りたり、流れが剥離(はくり)する場合もある。山頂・尾根で風速増加、背後で風速減少。

⇒風車の設置場所が少し異なるだけで、平均風速が大きく変化する場合があります！



数値流体解析例



年平均風速の分布図(例)

国際気象海洋株式会社

1. 風況シミュレーションの必要性

◆ 風況観測

大形風車の場合：通常予定地近傍で風況観測を行う（1年以上）。
観測結果を基にシミュレーションを行い、配置を検討する。

小形風車の場合：予算の都合などにより、観測できないケースが多い。

◆ 既存サービスの利用

・NEDO風況マップ

地上高：30m,50m,70m、解像度：500m（風配図5km）

・環境省風況マップ

地上高：80m、解像度：500m

⇒主に大形風車向けのサービス。

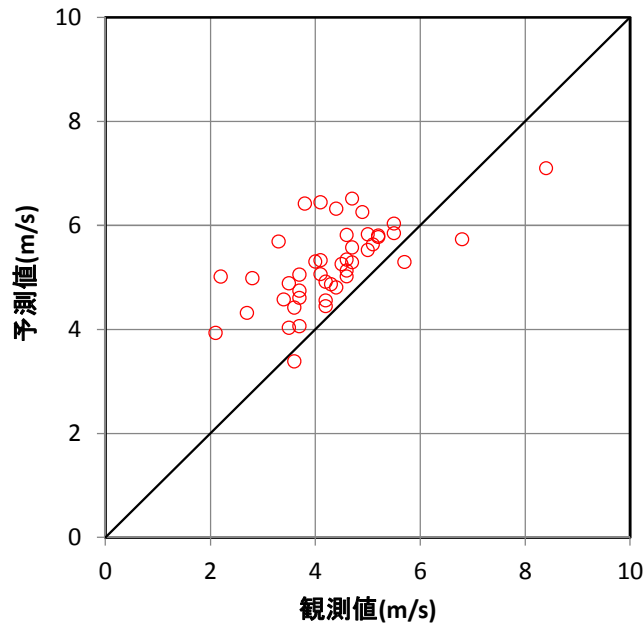
地上高により風速は大きく異なる。

解像度が粗ければ予測精度が落ちる。

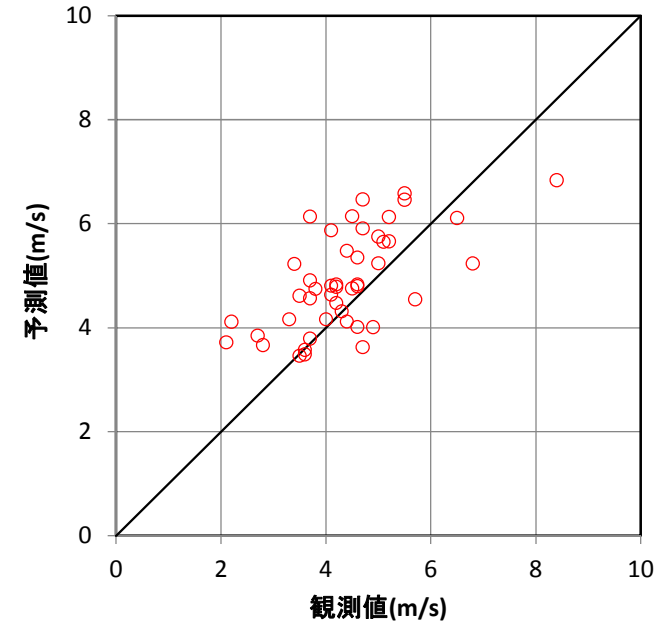
◆NEDO・環境省の風況マップの検証(年平均風速)

検証期間:2016年

地点:気象庁観測所(気象台、アメダス) 全国46地点(地上高10~30m前後)



NEDO風況マップ(緯度経度から検索)
(高度30mを観測高に高度補正)



環境省風況マップ
(高度80mを観測高に高度補正)

予測値は観測値より高めに出ることが多い。

観測値は地点により強弱の幅が大きい(2~8m/s)が、予測値は幅が小さい傾向。

⇒実際の詳細な地形が反映されていないため精度が悪くなっている。

より解像度が高く、ハブ高さでのシミュレーションが必要。

国際気象海洋株式会社

2. 風況シミュレーションの手法

◆ WAsP

従来多く用いられていたが、線形モデルのため、地形の影響が大きい日本では精度に課題がある。

◆ MASCOT

非線形モデルのため、複雑地形にも対応可能。定常モデル。

※線形・非線形：流体の基礎方程式であるNavier-Stokes方程式内の非線形項について、近似して解く線形モデルと、直接解く非線形モデル。

◆ RIAM-COMPACT

非線形モデル、非定常モデルのため、剥離や詳細な乱流の再現が可能であるが、計算量が多くなる。

MASCOTは比較的計算時間が短く、平均風速のような平均値を求める際には非常に有用。

大形風車のシミュレーションでも多くの実績があり、精度も確保。

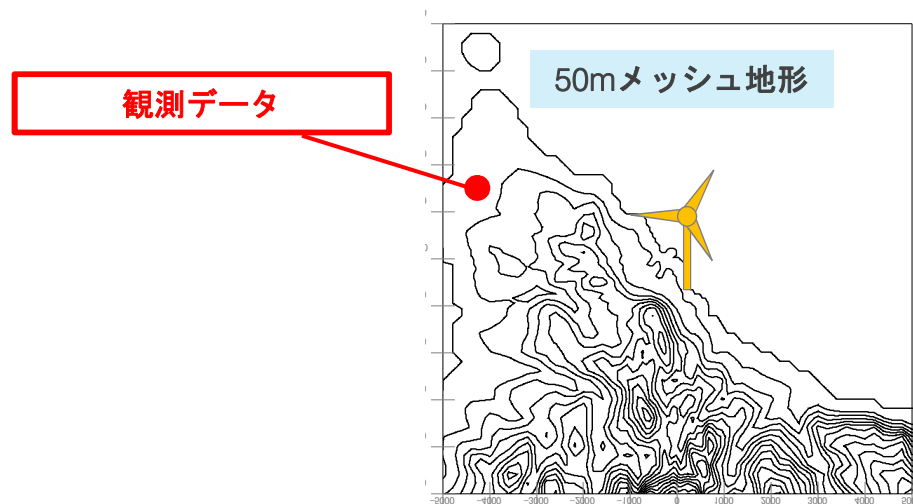
2. 風況シミュレーションの手法

◆ MASCOTについて

- ・市販されているシミュレーションソフト。

開発：東京大学橋梁研究室(石原孟教授)／水域ネットワーク社

- ・通常は近傍の観測データ(1年分)が必要。
- ・観測データの代わりに、NEDO風況データのような気象モデルのデータを使用することも可能。
- ・地形データ：50mメッシュ(国土地理院)を使用。
より詳細な地形データ(10mメッシュなど)を使用することも可能。
- ・土地利用区分：100mメッシュの国土数値情報を使用。



3. MASCOTを使用した風況シミュレーションサービス

(1) 当社サービスの特徴

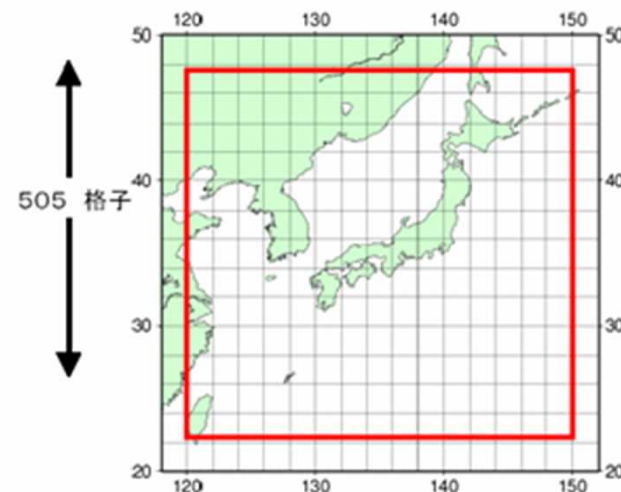
・観測値の代わりに、気象庁から配信されている気象モデル「メソ数値予報モデルGPV(MSM)」を使用。

- 気象庁の天気予報などに用いられている5kmメッシュのデータ
- 格子間隔：約5kmメッシュ
- 計算領域：日本とその近海
- 観測データが使用されており、格子上の代表的な風況が再現されている。

➤ 当社で過去約10年分をストックしてMASCOTに使用。

⇒ 観測データがなくても、全国どこでも均一に評価可能。

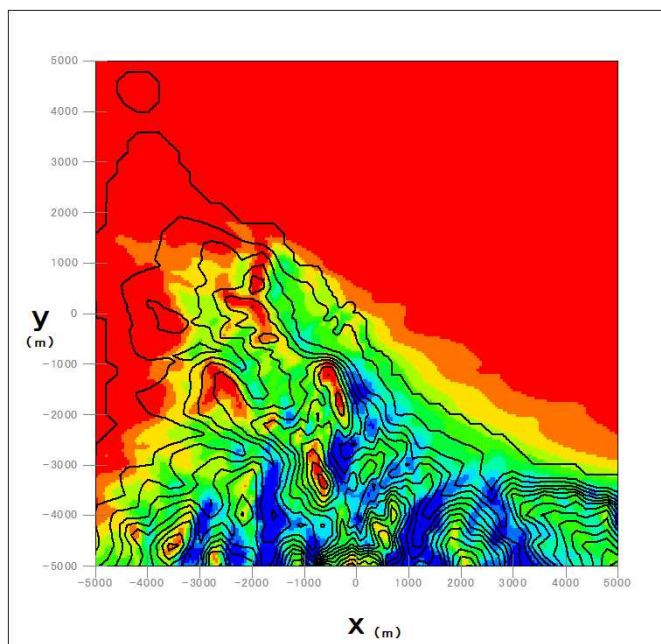
過去10年分の月別・年別風速などが算出可能。



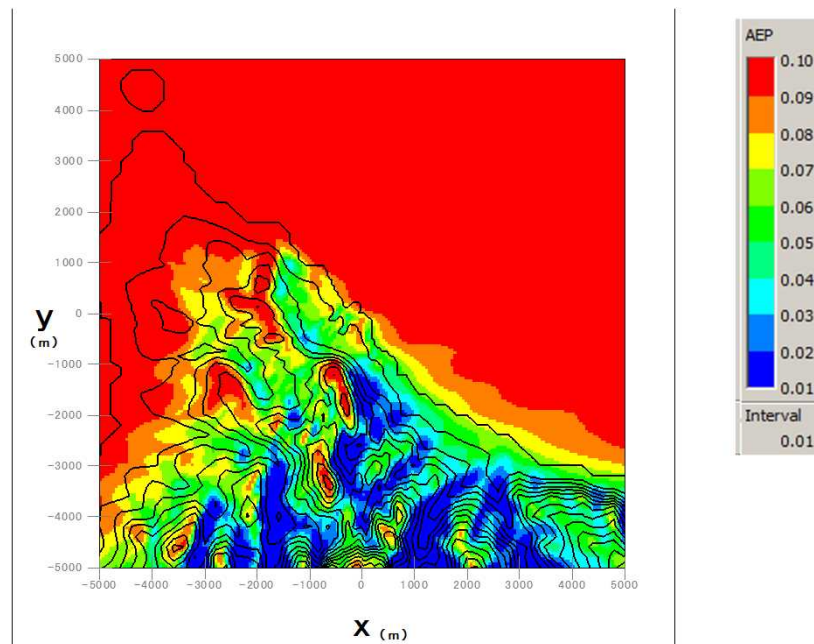
MSM計算領域

3. MASCOTを使用した風況シミュレーションサービス (2) 予測結果例

① 年平均風速・年間発電量の予測



年平均風速分布図



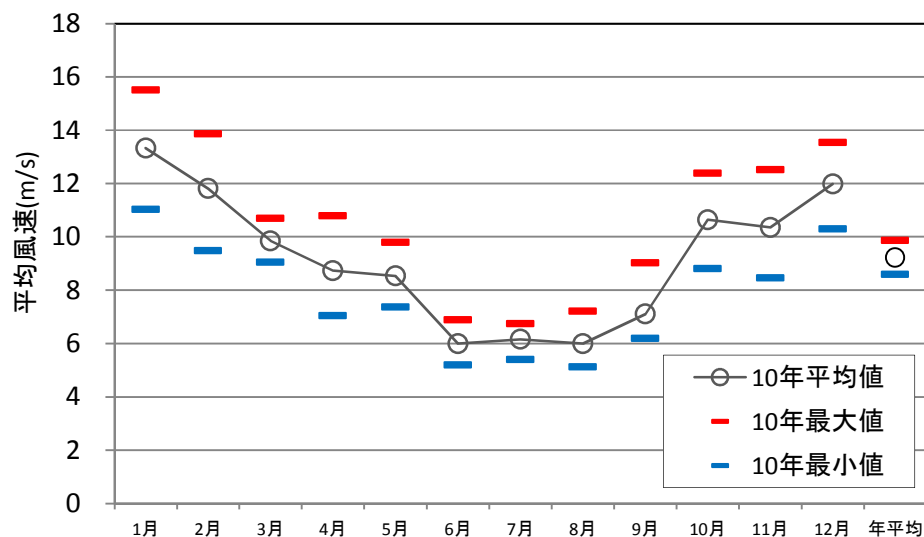
年間発電量分布図

- 50mメッシュ (10mメッシュも可能)
- ハブ高さ
- 使用データ：気象庁数値予報モデルGPV (MSM) 10年分を活用した予測

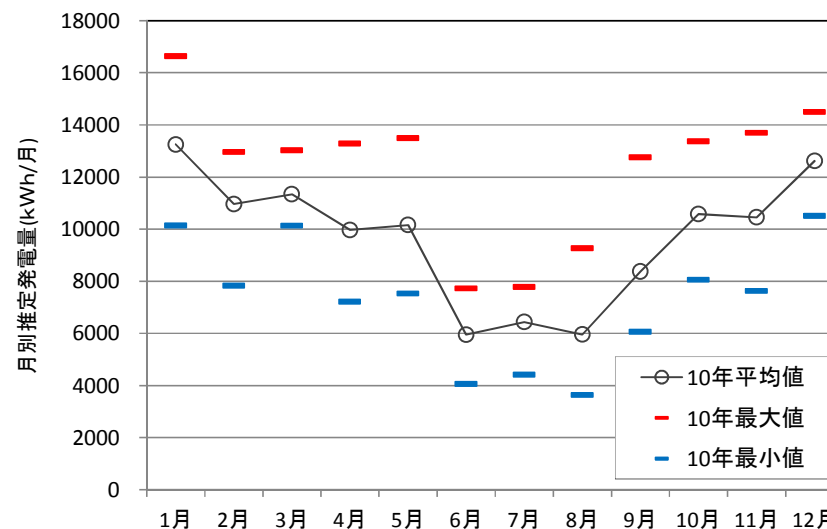
3. MASCOTを使用した風況シミュレーションサービス

(2) 予測結果例

② 月別平均風速・月別発電量の予測



月別平均風速



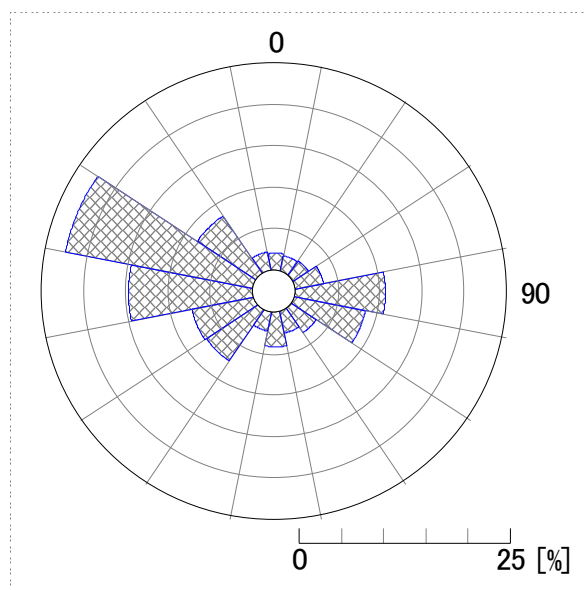
月別発電量

- 50mメッシュ (10mメッシュも可能)
- ハブ高さ
- 使用データ：気象庁数値予報モデルGPV (MSM) 10年分を活用した予測

3. MASCOTを使用した風況シミュレーションサービス

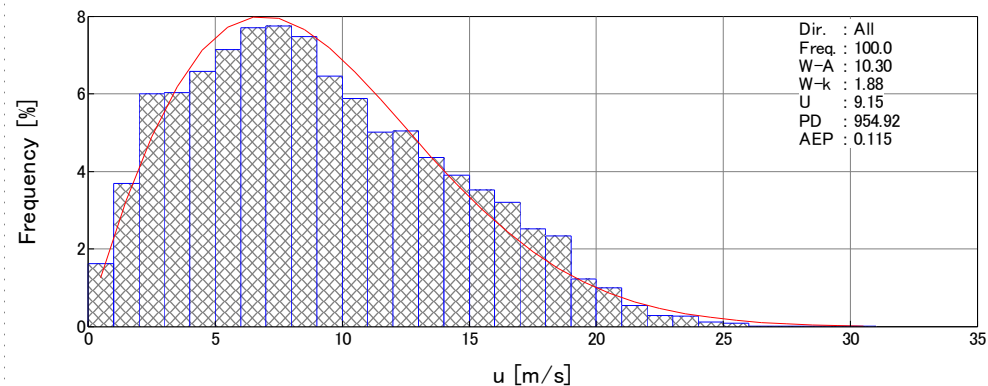
(2) 予測結果例

③ 風配図、風速階級出現頻度分布



風配図

⇒ **卓越風向**が分かる。
複数配置する場合の配置検討に活用。

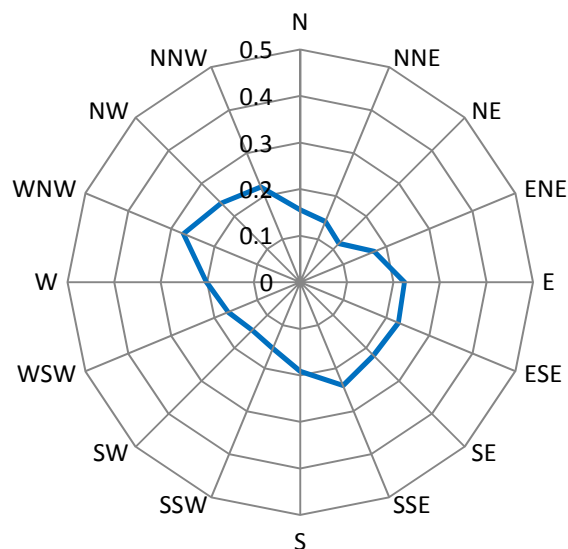


風速階級出現頻度分布

⇒ 風車のパワーカーブをかけ合わせ、
発電量予測を行っている。

3. MASCOTを使用した風況シミュレーションサービス (2) 予測結果例

④ 乱れ強度の予測



風向別の乱れ強度予測

風向	風速15m/s時の 乱れ強度 I_{15}^*	風向別頻度 分布(%)
N	0.155	12.3
NNE	0.141	9.5
NE	0.118	3.2
ENE	0.172	1.0
E	0.224	0.3
ESE	0.228	2.5
SE	0.223	0.7
SSE	0.240	8.0
S	0.192	14.8
SSW	0.154	11.7
SW	0.146	2.2
WSW	0.168	11.9
W	0.201	6.1
WNW	0.272	0.0
NW	0.240	3.3
NNW	0.221	12.5
加重平均	0.183	—

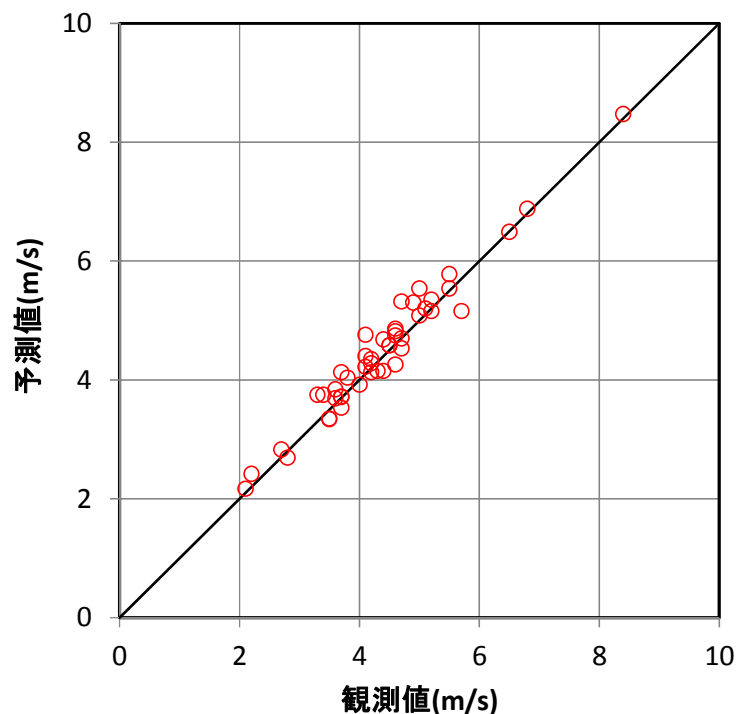
風の乱れが大きい場合、風車構成部材の疲労損傷が早くなる。
乱れの大きさを簡易的に評価。

3. MASCOTを使用した風況シミュレーションサービス

(3) 検証結果(年平均風速の比較)

検証期間:2016年

地点:気象庁観測所(气象台、アメダス) 全国46地点(地上高10~30m前後)



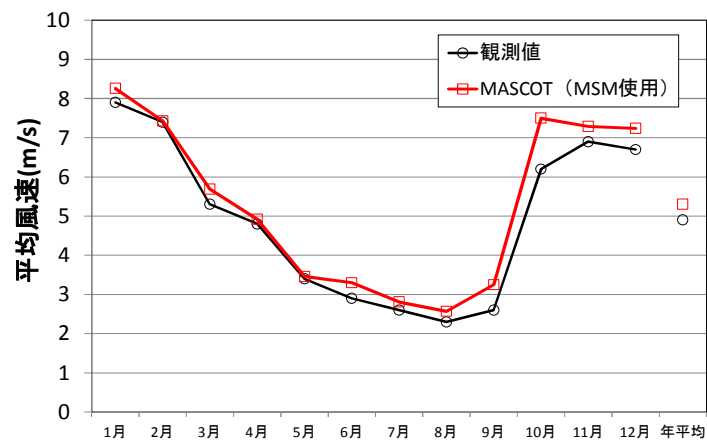
予測精度スコア一覧

	NEDO	環境省	MASCOT (MSM使用)
バイアス (予測値-観測値)	+0.91m/s	+0.52m/s	+0.10m/s
2乗平均平方根誤差	1.25m/s	1.04m/s	0.26m/s
相関係数	0.63	0.63	0.98
平均絶対誤差率 (MAPE)	28.2%	21.6%	4.9%

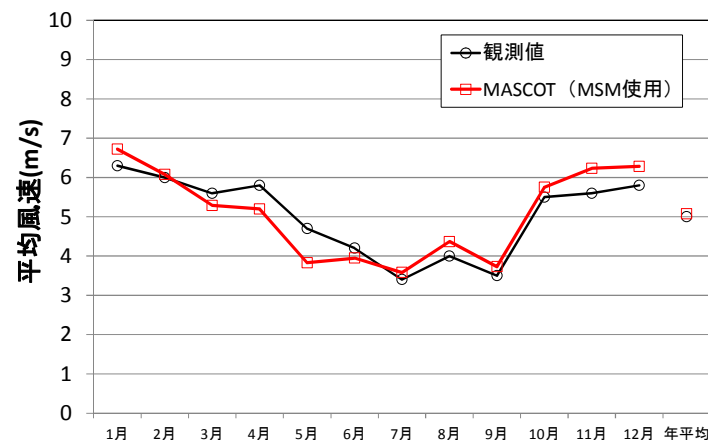
年平均風速の比較
MASCOT(気象庁MSM使用)

3. MASCOTを使用した風況シミュレーションサービス

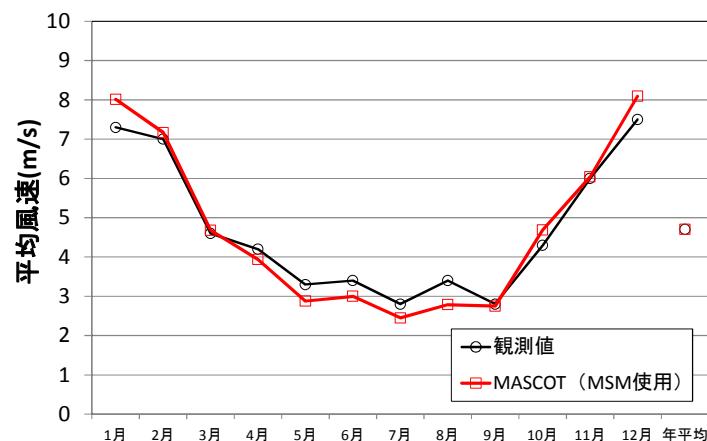
(3) 検証結果(月別風速の比較例)



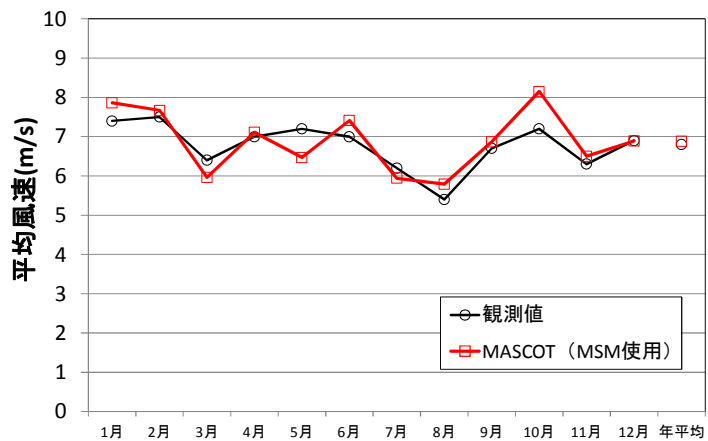
地点: 江差(高度: 19.6m)



地点: 八戸(高度: 27.5m)



地点: 相川(高度: 33.8m)



地点: 室戸岬(高度: 21.8m)

(参考) 風況シミュレーションの比較

種類	手法	最小格子間隔	計算領域	対象年	高度
NEDO局所風況マップ	気象モデル (LAWEPS) + マスコンモデル	500m	日本全国	2000年	30,50,70m
NEDO洋上風況マップ	気象モデル (WRF)	500m	日本近海	2009,2012, 2014年	60,80,100, 120,140m
環境省風況マップ	気象モデル (LOCALS™)	500m	日本全国	1991~2010 年(20年平均)	80m
MASCOT	工学モデル(非線形・定常モデル)	10~50m	5km~30km 四方	任意 (過去10年等)	任意 (数m~)
RIAM-COMPACT	工学モデル(非線形・非定常モデル)	数~50m	数~10km 四方	任意 (過去10年等)	任意 (数m~)

4. 風況シミュレーションの実績(2018年7月現在)

種別	発注社数	件数	提供内容
洋上風車	1社	2件	・調査前の風況シミュレーション (MASCOT風況マップ・候補地風況予測)
陸上風車(大型)	7社	32件	・風況調査(実測データ解析・MASCOT風況シミュレーション報告書) ・調査前の風況シミュレーション(MASCOT)
陸上風車(小形、20kW未満)	約40社	約200件	・風況シミュレーションレポート (MASCOT、実測なし)

5. 提供可能なサービス(ソフトウェア種類)

種類	特徴
MASCOT	定常モデル。平均風速・発電量の評価が可能。
RIAM-COMPACT	非定常モデル。剥離や詳細な乱流の再現が可能。
気象モデルWRF	天気予報・再現計算等に使用されている気象モデル。時系列で風況を出力可能。
気象庁GPVによる簡易予測	MSM(5kmメッシュ)によりハブ高さの風況を簡易予測。