

MSSGによる年間のマイクロスケール風況予測

○今村博, 植田祐子, 種本純, 佐々木亘
(株)風力エネルギー研究所

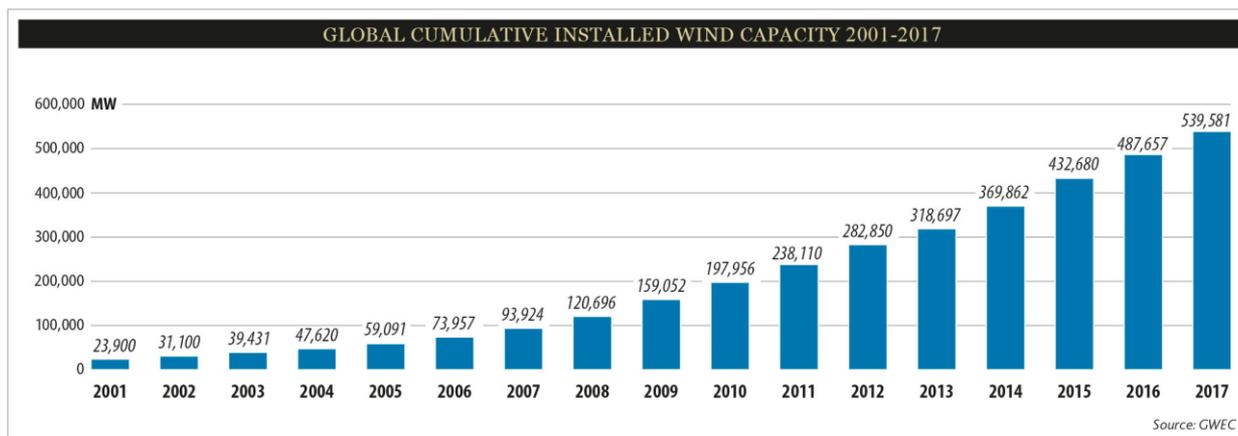
- 風力発電に係る社会的・技術的背景
- ES事前評価制度による風況予測
- ES特別推進課題(イノベーション推進)による風況予測
- まとめ

■ 風力エネルギーに対する社会からの期待

- ✓ 温室効果ガスの排出量削減に大きなポテンシャル
- ✓ 安全・安心なエネルギーの自給と利用
- ✓ 雇用・産業の創出

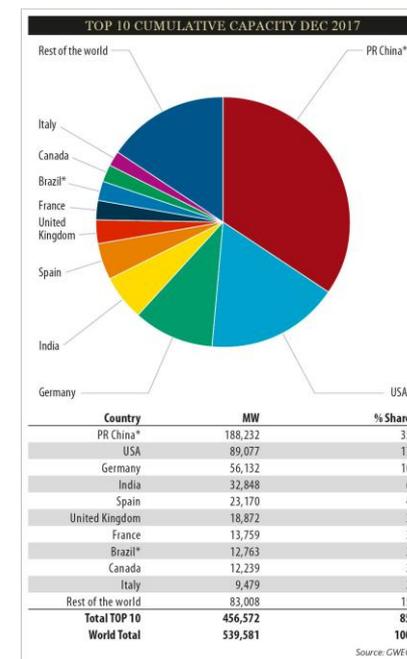
■ 風力開発の拡大

- ✓ 2017年に世界の風力の累積導入量は530[GW]に到達



Global cumulative installed wind capacity 2001-2017(↑)
Top ten cumulative installed capacity in 2017(→)

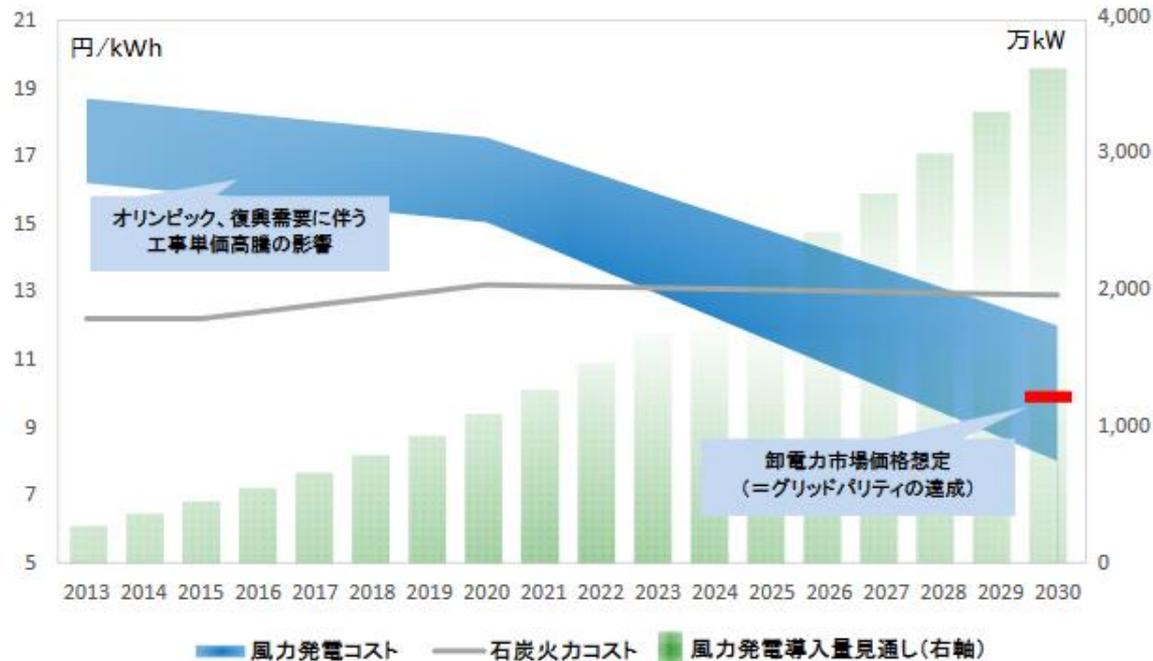
“Global Wind Report 2017”, GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL
http://gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC_PRstats2017_EN-003_FINAL.pdf



■ 日本における導入目標 (JWPA)

- ✓ 2030年までに累積導入量35[GW]の見通し。
- ✓ 欧州と同程度の風力発電コストを目標。

2030年までの風力発電コストの低減見通し



出典: 日本風力発電協会「風力発電の導入拡大に向けて」(2016/2/29)

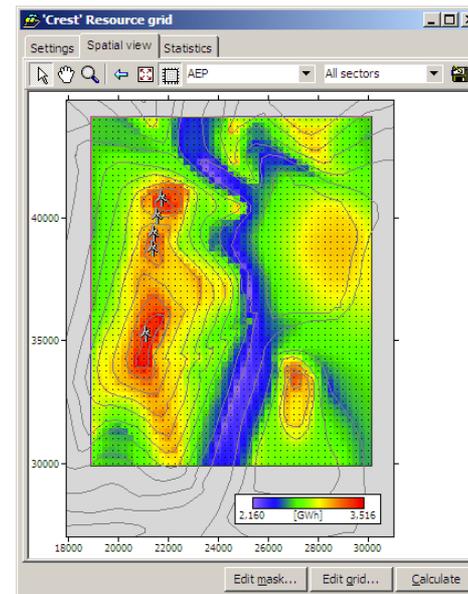
コスト低減のためには、更なる技術開発が必要

■ 風況観測のコスト大

- ✓ 風力開発を行う際には、**風況観測**を行い、観測値を基に気流解析による全風車位置の風況推定を行い、ウィンドファーム全体の発電量を評価する。



風況マストによる年間観測
出典: Wikimedia Commons



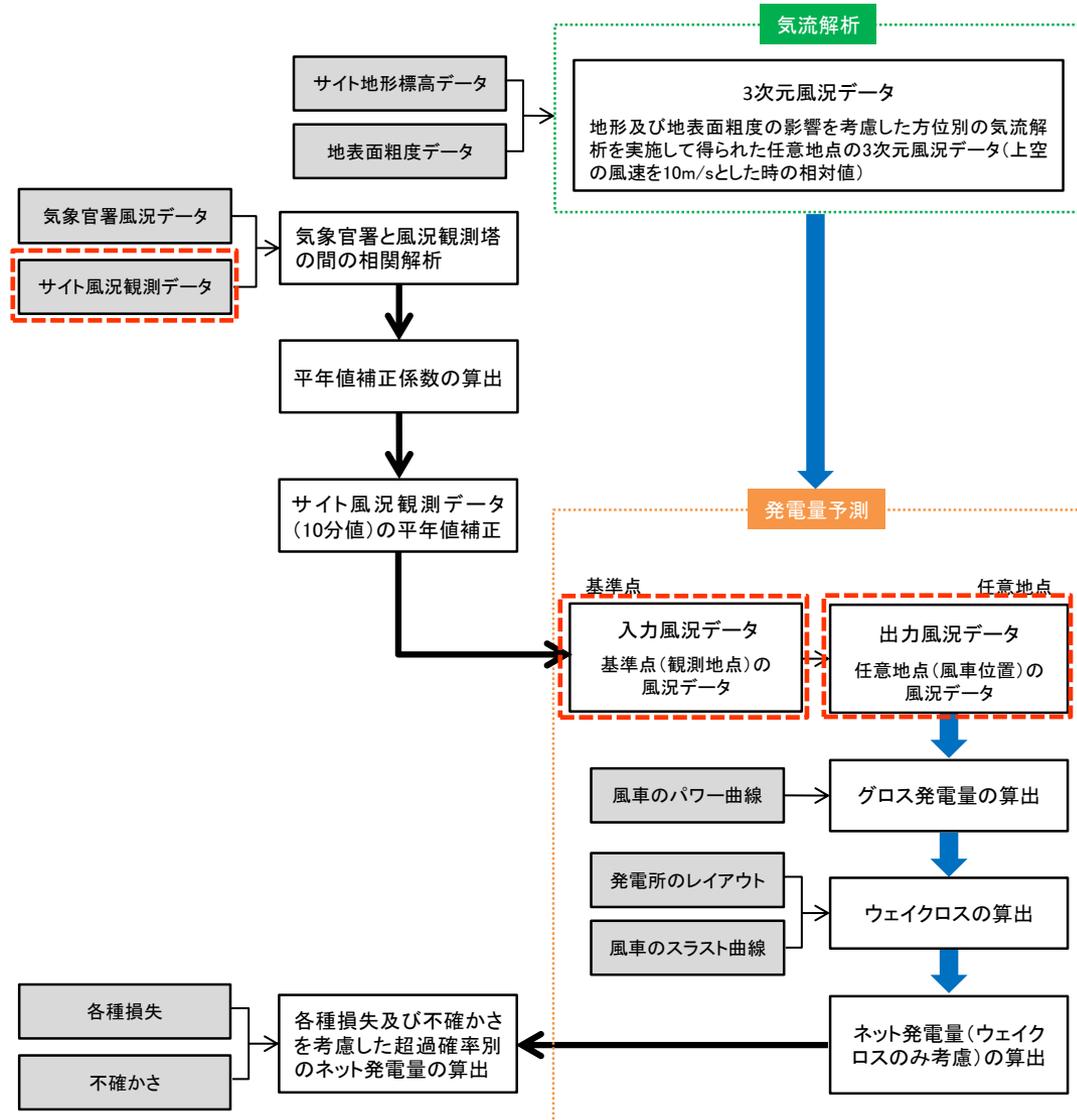
CFDによる気流解析
出典: WAsPウェブサイト (www.wasp.dk)

■ 発電量評価フロー

- 気流解析
- 風況データ
- 平年値補正
- 風車パワー曲線
- 発電所レイアウト
- ウェイクロス評価
- 各種損失
- 不確かさ

■ ウェイクモデル

- Jensenモデル
- DWM*モデル
- Actuator Line / Diskモデル



発電量評価フローの例

* Dynamic Wake Meandering

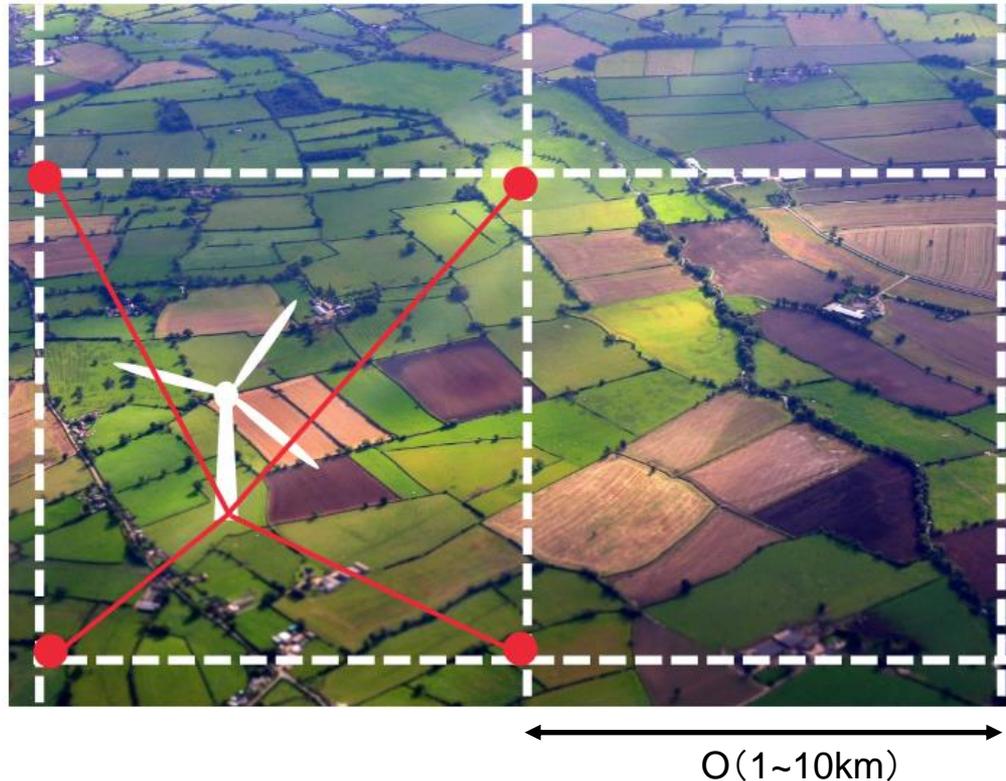
■ 風況マスト以外の推定手法

- ✓ 現場観測では, ウィンドファーム全体の風況を代表できるとは限らない
- ✓ 衛星観測は局所的な観測には不向き
- ✓ 現地観測のコストは他の手法に比べて高いと思われる

	現地観測	衛星観測	数値モデル
	 <p>出典: Wikimedia Commons</p>	 <p>出典: podaac.jpl.nasa.gov/QuikSCAT</p>	 <p>出典: JAMSTECウェブサイト</p>
長所	局所的な観測	広範囲を観測	狭領域～広範囲まで計算可能
短所	広範囲の観測が困難	局所的な観測には不向き	数値モデルの性能に依存
	故障, 欠測, 観測誤差がある 衛星データの場合はキャリブレーションが必要な場合もある		境界条件の精度に依存
	1年間(実時間)の観測が必要		

■ 気象予測の応用

- ✓ Virtual Met Mast (仮想風況観測; UK Met Office)
 - 数値気象モデルと統計的手法を用いた風況予測
 - 風況観測に係る時間とコストの軽減に有望



VMMの概念図 (出典: Emily Wallace “Historic Meteorological Datasets”)
格子化されたメソ気象データをダウンスケーリングすることで風車地点の風況を推定する

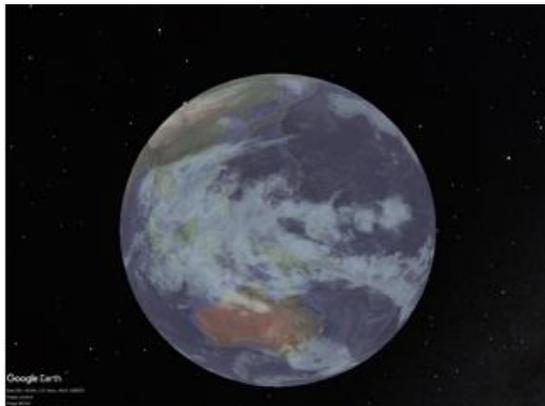
■ 高速・高精度な風況予測サービスは可能?

- ✓ 地球シミュレータの豊富な計算機資源
- ✓ 先端的数値モデルMSSG

(Multi-Scale Simulator for the Geoenvironment)

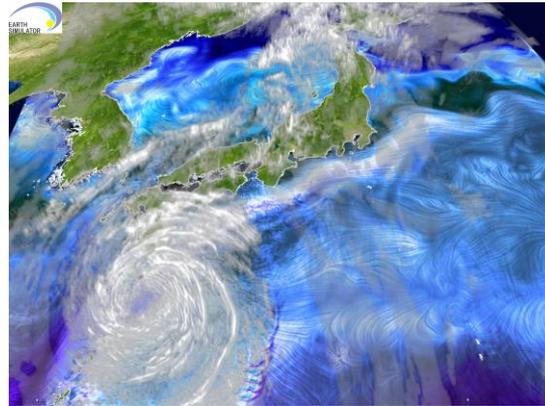
✓ 課題:

- 予測精度
- 計算コスト



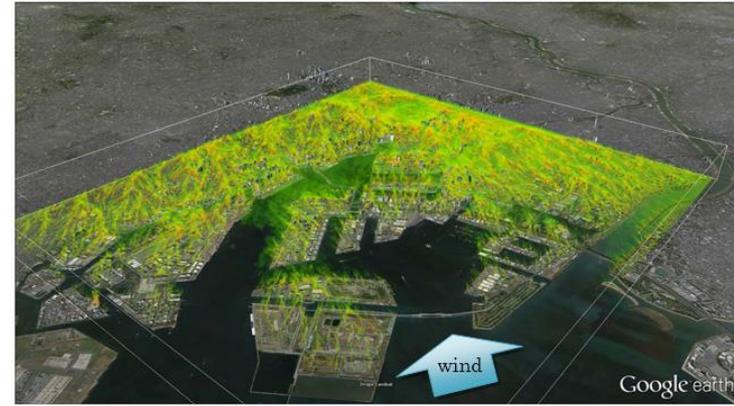
Global simulation
O(10km) mesh size

http://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20161011/



Regional simulation
O(1km) mesh size

<https://www.jamstec.go.jp/esc/research/Mssg/gallery.ja.html>



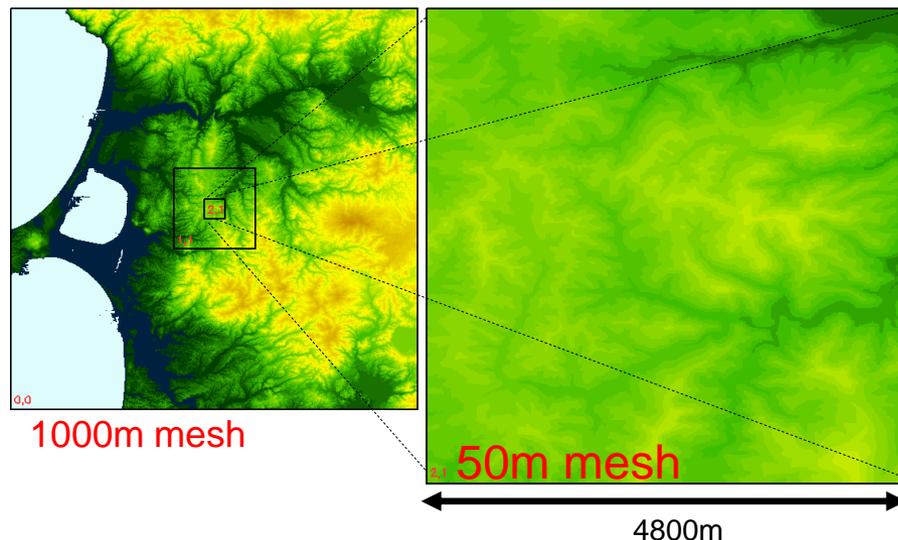
Urban simulation
O(1m) mesh size

http://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20160331_2/

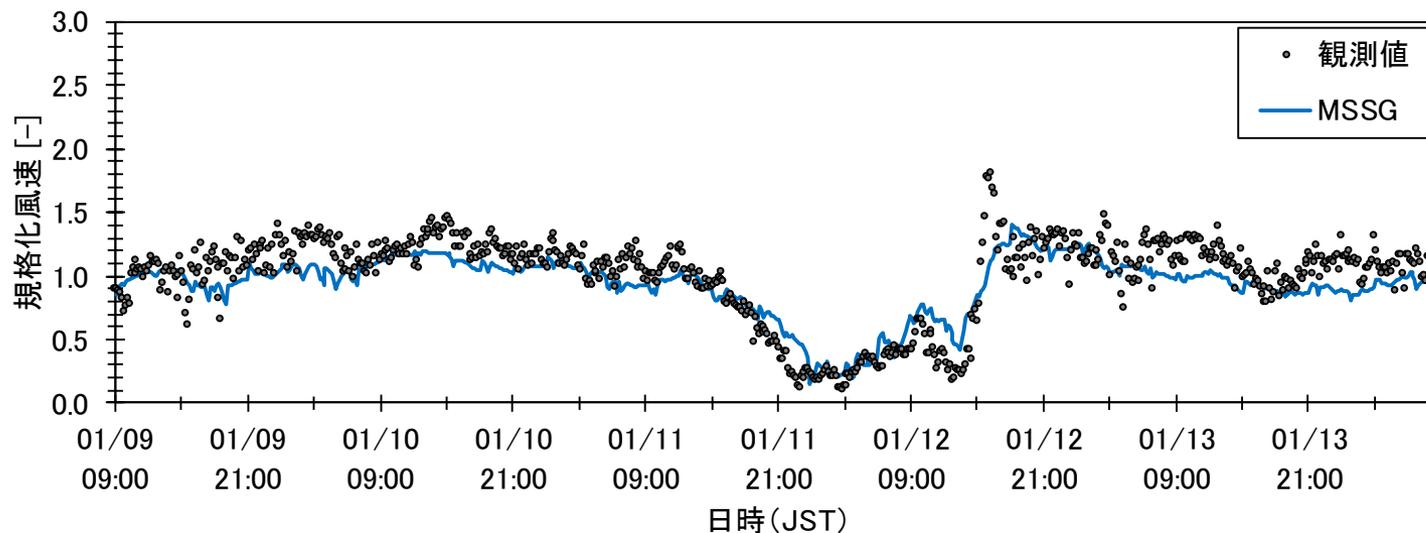
MSSGによるシミュレーション (JAMSTEC)

■ MSSGによる5日間風況予測

- ✓ 観測風況を再現
- ✓ 実用的な計算コスト水準
- ✓ ESとMSSGを用いた風況予測サービスの実用化へ前進
- ✓ Next Step
 - 1年間のシミュレーション



MSSGによる風況予測のイメージ(予測を行った地域ではありません)



MSSGによる予測風速と観測値の比較(地上50m)(地球シミュレータ事前評価制度利用時の結果)

■ 「MSSGによる年間のマイクロスケール風況予測」

- ✓ 事前評価では予測期間は5日間。
- ✓ 評価未実施の項目があり, 評価できた項目も精度は期間依存の可能性。
- ✓ 風況精査に必要な**1年間の予測性能評価**の実施。

風力発電事業における評価項目

項目	風力発電事業での利用方法	事前評価制度における評価方法
年平均風速	・ 発電量の評価	・ 5日間 の観測値とのBiasで評価
風速階級別出現頻度 (ワイブル分布)	・ 発電量の評価 ・ 運転時の疲労荷重評価	・ 未実施
風向別出現頻度	・ 風車のウェイク評価とレイアウト検討	・ 未実施
風速の鉛直プロファイル	・ 低高度からのハブ高及びロータ上端の風速の推定 ・ 荷重評価	・ 5日間 の観測値との比較で評価
風速階級別乱流強度	・ 運転時の疲労荷重の評価	・ 5日間 の観測値との 時系列比較 で評価 (本来, 風速階級別の90%分位値で評価)

年間計算を実施し, 風況精査に必要な項目を厳密に評価する。

■ 課題名

「MSSGによる年間のマイクロスケール風況予測」

■ 目的

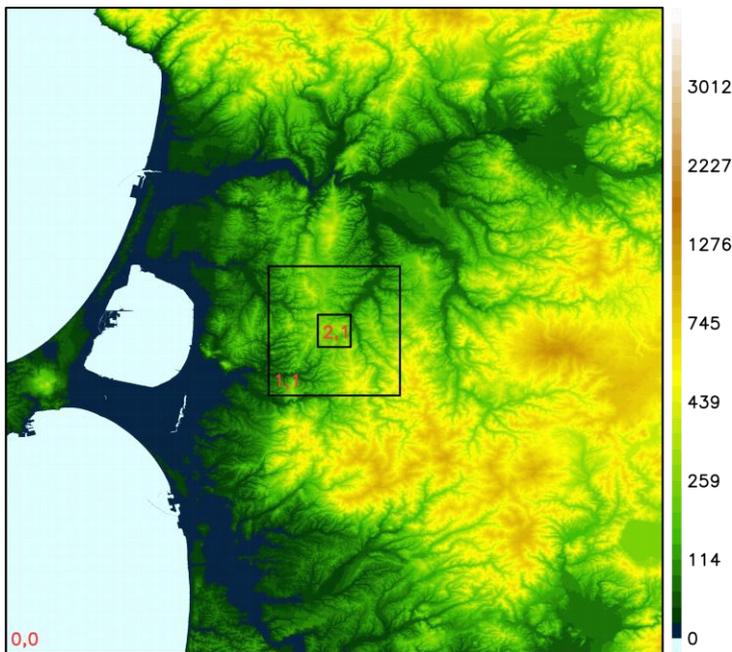
地球シミュレータの豊富な計算機資源を活用し、MSSGを用いた年間の風況予測実験と検証を通して、地球シミュレータとMSSGによる高速・高精度風況予測サービスの実現に向けた検討を行う



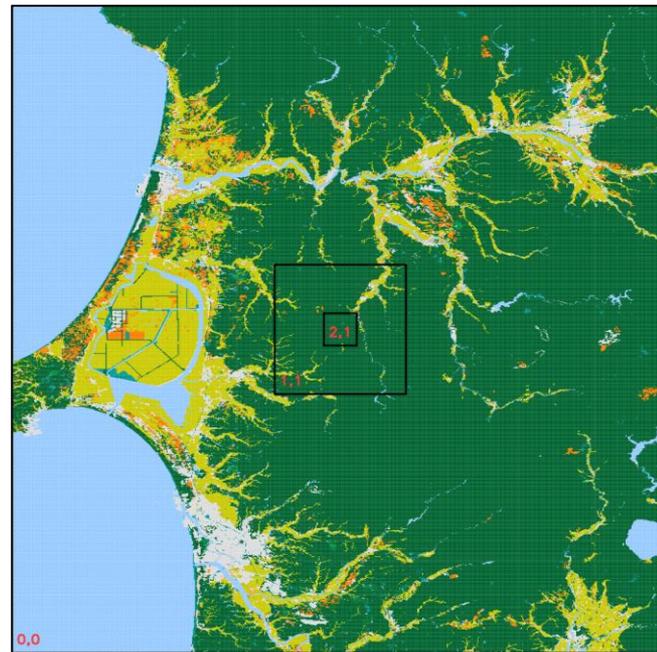
風力開発のプロセスにおける現状と将来の比較

■ MSSGの設定

- ✓ 1000m-200m-50mの三段階のネスティング
- ✓ 高解像度標高, 土地利用データを使用



標高(国土地理院基盤地図情報数値標高モデル)



土地利用(国土数値土地利用細分メッシュデータ)

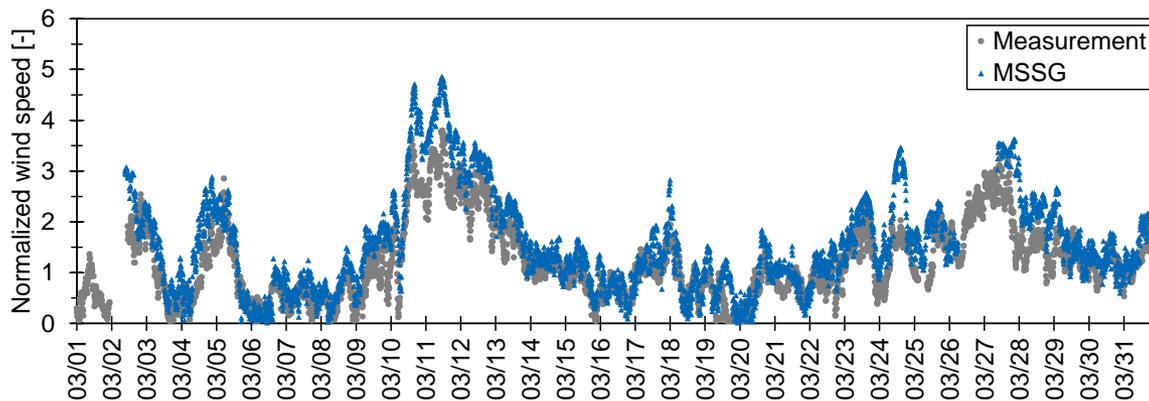
MSSGに用いた標高, 土地利用の例 (風況予測を行った地域ではありません)

MSSGに用いた初期値, 境界値

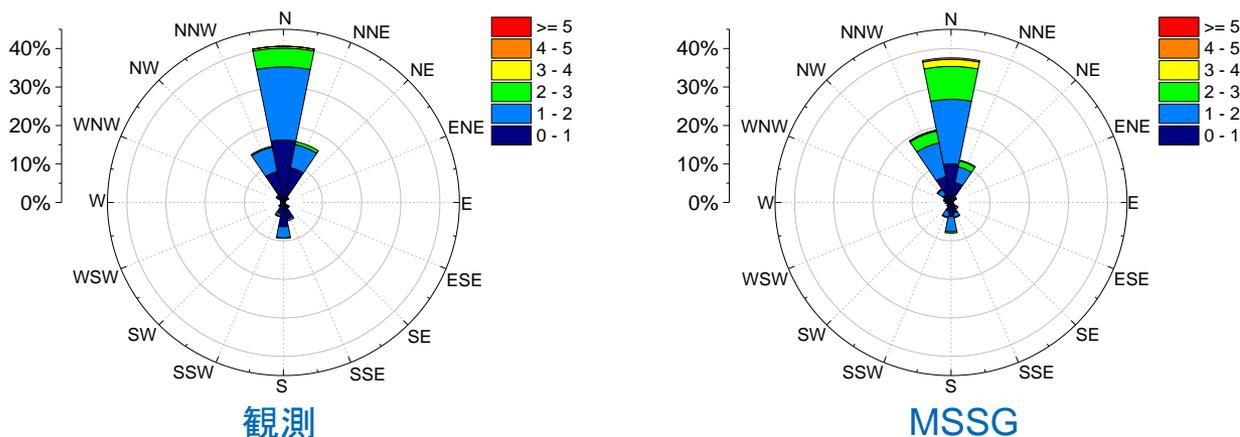
	Data source	Horizontal resolution	Temporal resolution
Initial / lateral boundary	JMA Meso-Scale Model (MSM)	0.125° × 0.1°	6 hourly

■ 風況マストデータとの比較・検証(陸上サイト58.5m高)

- ✓ 観測風況の時間変化を概ね再現
- ✓ 風向別出現頻度を概ね再現



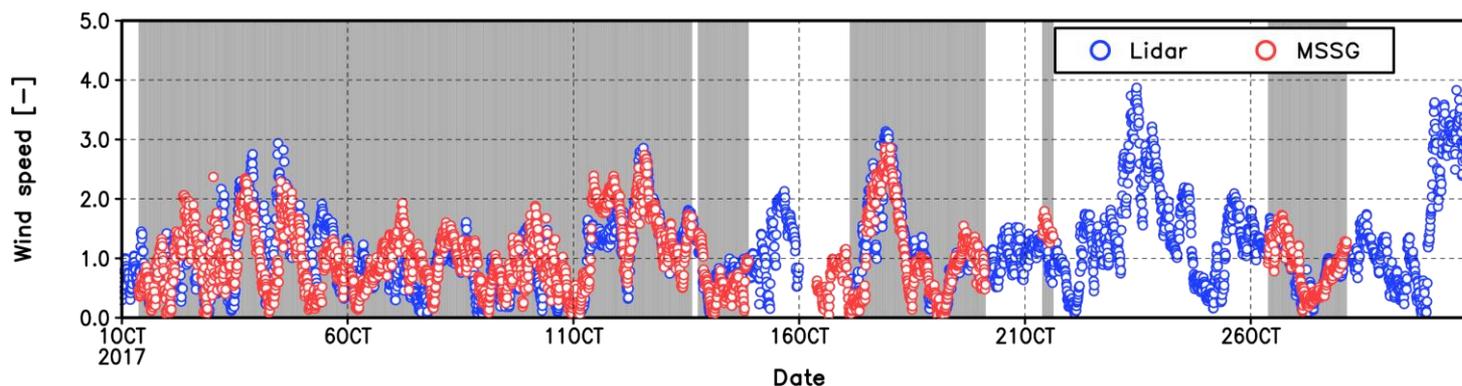
MSSGによる予測風速と風況マスト観測値の比較(地上58.5m) 3月のみを表示



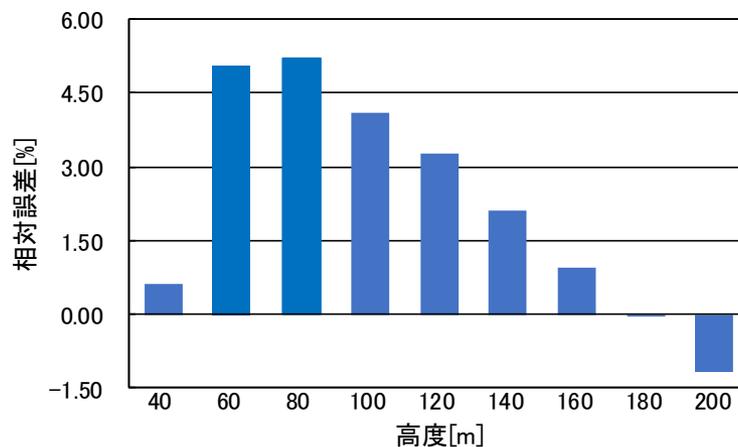
観測値とMSSGによる風配図の比較

■ ライダー観測データとの比較・検証(洋上サイト, 80m高)

✓ 観測高度によらず, 小さい誤差で風況を再現することに成功



MSSGによる予測風速と観測値の比較(地上80m)



高度別の風速の相対誤差[%]

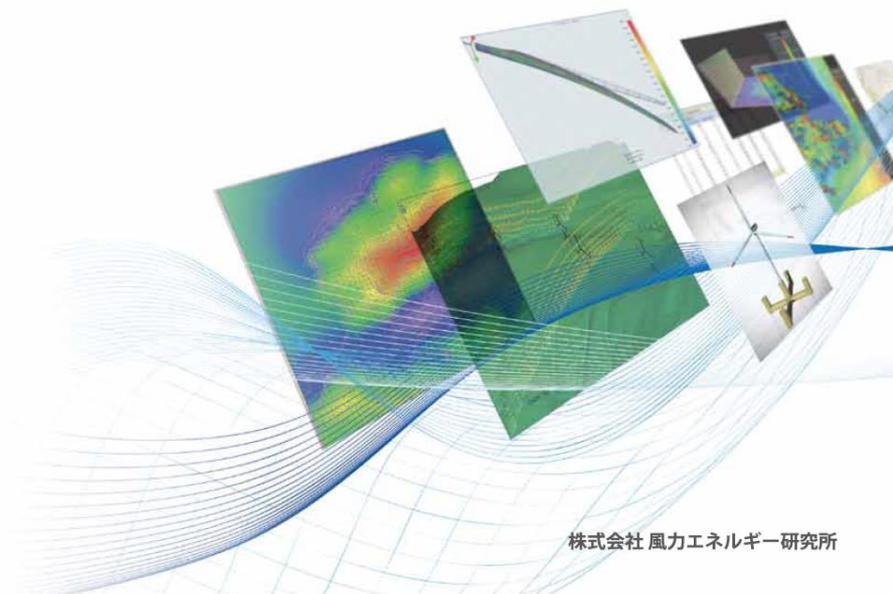
- ES+MSSGによる高速・高精度な風況予測サービスの可能
 - ✓ 有望
- 本手法の用途
 - ✓ 風況精査における風況観測の代替
 - 観測が困難な地点における風況予測
 - 地形の起伏が大きい地点
 - 洋上
 - ✓ ウィンドファーム全体の風況予測による適切な観測地点選定
- ポスター発表もご覧ください
 - ✓ 「MSSGによる年間のマイクロスケール風況予測」

謝辞

- 本課題の実施にあたり，計算資源の貸与及びMSSG使用の際のサポートをして頂いた海洋研究開発機構殿に感謝します。特に，地球情報基盤センター大西領氏には全面的にご協力頂きました。
- また，風況観測データをご提供頂いた風力事業者殿に感謝します。

今村 博

imamura@windenergy.co.jp



株式会社 風力エネルギー研究所