

中部地域全域を覆う 333m メッシュ超解像度風況マップの構築

*吉野 純 (岐阜大院工)・竹内 紘基 (出光エンジニアリング (株))
嶋田 進 ((株) ニュージェック)・安田 孝志 (岐阜大院工)

1. はじめに

風力発電によるエネルギー量は風速の3乗に比例することから、風車設置の適地選定に際しては、精度の高い風況調査が必要となってくる。これまで著者らは、メソ気象モデル PSU/NCAR MM5 による高精度・高解像度な風況精査手法について検討を行ってきた (嶋田ら, 2005; 竹内ら, 2005; 橋本ら, 2005)。メソ気象モデルは、複雑な地形起伏や土地利用状態、総観規模スケールからメソスケールまでの気象擾乱を考慮した風況場を再現できるため、精度面において非常に有効な手法であることが分かっている。しかしながら、多くの物理過程と時間発展型の基礎方程式からなるために、水平解像度を上げると、計算コストが指数関数的に増大してしまうという問題点が残されたままである。

風力発電適地選定を目的とした風況シミュレーションのためには、一般的に、メソ気象モデルの適用限界と考えられる 10~1km 格子よりも小スケールの微地形の効果を考慮した長期間計算を行う必要がある。しかし、メソ気象モデルだけによりネストダウンし、~100m 格子で計算を行う場合、膨大な計算時間を要することになり現実的であるとは言えない。試算によると、MM5 により中部地域全体 (9800×9800×23 格子) を 333m の水平格子間隔で CFL 条件を満たしながら 1 日間計算を行うと 1CPU (Xeon 2.8GHz を使用) で約 5500 時間の計算時間を要することになってしまう。この計算コスト面の問題が実用化の大きな障害となっていた。

そこで本研究では、この問題の解決を図るべく、計算精度を落とさず、且つ、計算コストを落とすことで、水平解像度を飛躍的に上げることを可能にする手法 — 時間発展型のメソ気象モデル (MM5) と診断型の風系推定モデル (MASCON) との組み合わせ — によって、中部地域全域を覆う広領域・超解像度な 1 年間風況シミュレーションを行い、その精度検証を行った。

2. 計算手法と結果

中部地域全域という広領域を計算対象とし、気象庁 MSM-GPV (10km 格子) を初期値・境界値・同化値として、メソ気象モデル MM5 により、3km 格子領域と 1km 格子領域に対して、2001 年 4 月 1 日~2002 年 3 月 31 日までの

1 年間計算を行った。更に、1km 格子領域による風況場と、更に高解像度な標高データ (国土数値情報) に基づいて、風系診断モデル MASCON による 333m 格子領域の計算を行った (計算設定については表 1 を参照)。12CPU 程度の小型並列計算機の使用により、約 40 日程度で全計算を終了するという高い計算効率化に成功した。

この計算に先立ち、狭領域のテスト計算により、計算精度と計算コストの両面から最適な計算設定について検討を行った。水平解像度の高い 333m 格子に対しては質量保存則のみを束縛条件とする変分モデル MASCON を適用し、それより粗い格子領域 (3km 格子・1km 格子) に対してはメソ気象モデル MM5 により雲微物理過程を考慮した計算を行うことが、精度とコストの両面から最適であることが示された。また、1km 格子での MM5 の計算の際には、タイムステップ・鉛直層数・物理過程などに対して計算の簡略化が可能であること (計算精度に殆ど影響しない) が確認された。

本手法によって計算された年間平均風速の分布を図 1 に示す。3km 格子により計算された風況マップ (図省略) と比較すると、本研究の風況マップでは、微細な尾根筋や谷筋が考慮されることで微地形に対応した風速コントラストが再現できている。この長期間にわたる 1 時間毎の 3D 格子点値を記録した風況データベース (約 1TB) を用いることで、単なる平均風速のみならず、発電量・設備利用率・稼働率なども評価でき、風力発電施設の適地の絞り込みを容易にするものと期待される。また、その他の分野 (風災害など) にも応用可能であろう。

また、気象官署などの観測データにより 333m 格子の年間平均風速の誤差 (バイアス誤差) を評価したところ (図 2 参照)、-1.42~1.82m/s (平均 0.71m/s) の範囲に収まり、3km 格子のバイアス誤差 (-4.94~4.31m/s (平均 1.65m/s)) と比べて、精度面での飛躍的な向上が確認された。また、平均風速の高い地点であれば、NEDO (2003) の示す風況シミュレータに求める計算精度の評価基準を十分に満たすことが分かり、MM5 と MASCON を併用する本手法の高い有用性が示された。

謝辞

本研究は、(株) シーテックとの共同研究により実施された成果の一部であることをここに付記する。

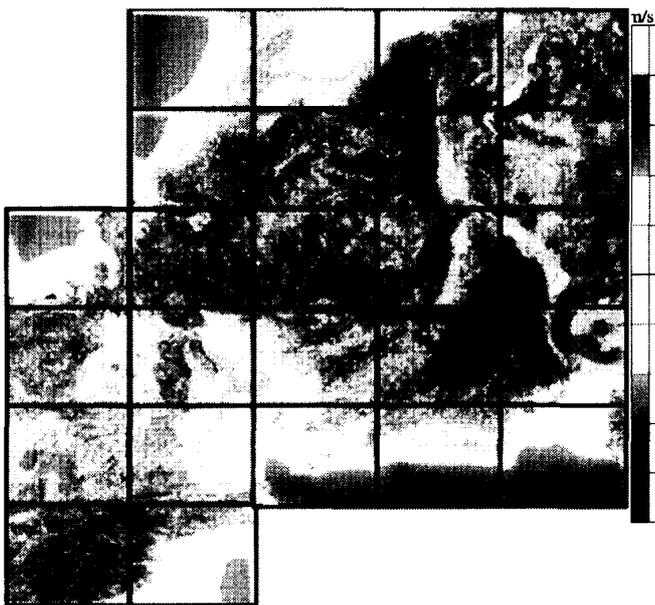


図 1: 中部地域全域を覆う 333m 格子年間平均風速マップ (2001 年度)。

表 1: 各格子領域の計算設定

計算領域	2001年4月1日~2002年3月31日	計算領域	2001年4月1日~2002年3月31日
計算領域	解像度 1km	第一設定値	MM5 (1km 格子領域計算結果)
計算領域・境界値	MM5 (3km 格子領域計算結果)	鉛直格子	120層 (地表~4000m)
海面温度	NOAA Reynolds SST	水平格子	80×80格子×25領域
鉛直格子	10層 (地表~100hPa)	SQB法の係数	1.8
水平格子	67×67格子×25領域	縮尺し回数	100
雲微物理過程	Simple ice scheme	標高	国土数値情報
大気放射過程	4L (3km 格子領域の地表温度未適用)		333m 格子領域
大気境界層過程	Eta PBL scheme		
地表層過程	5-layer soil scheme		
標高・土地利用	国土数値情報		

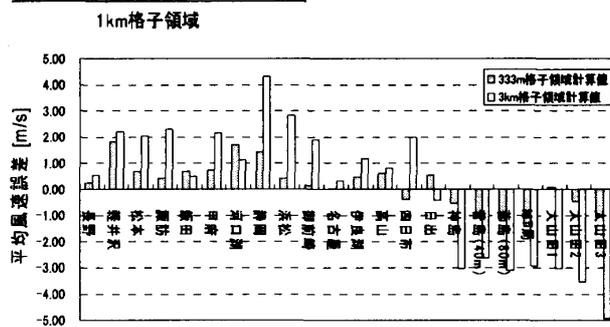


図 2: 各風況観測点における 333m 格子と 3km 格子の年間平均風速のバイアス誤差。