

気象モデルと地理情報システムを利用した洋上風力賦存量の評価 その1 気象シミュレーションによる風況精査

An Assessment of Offshore Wind Energy Potential Using Atmospheric Model and GIS Part 1 Wind Climate Assessment by Meteorological Simulation

○山口 敦¹⁾
Atsushi YAMAGUCHI¹⁾

佐々木 庸平²⁾
Yohei SASAKI²⁾

石原 孟³⁾
Takeshi ISHIHARA³⁾

藤野 陽三⁴⁾
Yozo FUJINO⁴⁾

1. はじめに

2003年から施行されたRPS法により電力会社の自然エネルギー導入義務量が制定され、自然エネルギーの中で最も期待されている風力エネルギーの導入が日本でも進んでいる。しかしながら風力開発が進むにつれ、陸上での適地が少なくなりつつある。特に大電力消費地を持つ東京電力管内などで、適地不足が深刻である。一方、風力エネルギー先進国である欧州ではやはり陸上の適地不足から大規模な洋上ウィンドファームの開発が進んでおり、日本でも洋上ウィンドファームの開発が期待されている。

大規模なウィンドファームを計画するためには、風況や風力発電量推定量の推定が不可欠であるが、洋上では観測に多大な費用がかかることから観測はほとんど行われておらず、日本近海の洋上での風力発電可能量が定量的に調査された例はない。一方、近年、気象モデルと計算機性能の向上により観測を行わずに数値計算により、風力発電推定量を推定することが可能になりつつある。

そこで本研究では電力需要の大きい関東地方沿岸を対象として、メソスケール気象モデルを用いた解析を行い、関東沿岸の洋上における風況特性を明らかにする(その1)とともに、地理情報システムを用いて社会的制約条件を考慮した風力発電可能量を求め、洋上ウィンドファームの実現可能性評価(その2)を行う。

2. メソスケール気象モデルによる解析

本研究で用いたメソスケール気象モデルRAMS¹⁾はナビエ・ストークス方程式を基本とし、雲・放射過程、陸面過程がモデル化されている。地表面の境界条件として、USGSの標高データ、国土数値情報の土地利用データ、海水面温度の月別気候値を与える。上面、側面の境界条件および初期条件として、ヨーロッパ中期気象予報センター(ECMWF)の全球客観解析データを与え、解析を行う。

本研究では地形のない洋上を対象とするため、最

小水平分解能は2kmとした。計算領域は図1に示すように関東平野と周辺の山岳地域を含む領域を水平分解能が8kmのグリッド1とし、その内側に水平分解能が2kmの対象領域近傍を含む領域をネスティングさせた。鉛直方向の計算領域の高さは25kmとした。計算対象期間は2000年1月1日～12月31日までの1年間とし、連続的に通年シミュレーションを行い、毎正時10分平均の値を1時間間隔で出力した。なお計算時間の短縮のため、微物理過程の再現において、水蒸気の雲への凝結は再現したが降水過程は再現しなかった。

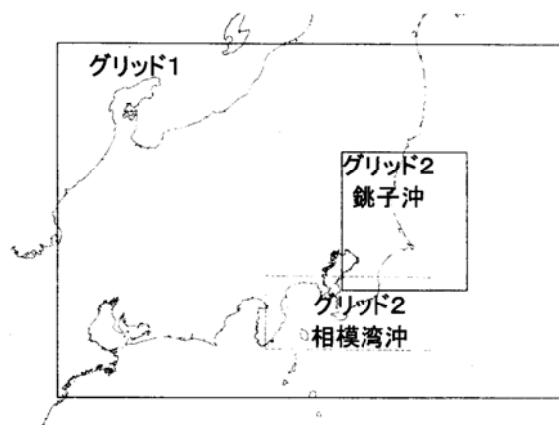


図1 本研究で用いた計算領域

3. 銚子沖の風況特性

解析結果の信頼性を確認するために、対象とした領域内の気象官署の中で最も海に近い銚子気象台での予測された風況を観測値と比較した結果を図2に示す。左が風配図で、実線がモデルによる解析結果、影付きの鎖線が観測値を示す。北東、南西の卓越風向がよく再現されていることがわかる。右は風向別の年平均風速で、実線がモデルによる解析結果、鎖線が観測値である。風向別の平均風速も観測結果とよく一致し、主風向で平均風速が高い様子が見て取れる。銚子気象台での年平均風速の予測誤差は4.8%であり、非常に高い精度で気象モデルによる風況の予測が可能であることを示した。

1) 東京大学大学院工学系研究科総合研究機構 助手
Research Associate, Institute of Eng. Innov. Univ. Tokyo
2) 東京大学大学院工学系研究科社会基盤工学専攻 大学院生
Graduate Student, Dept. Civil Eng. Univ. Tokyo

3) 東京大学大学院工学系研究科総合研究機構 助教授
Associate Professor, Institute of Eng. Innov. Univ. Tokyo
4) 東京大学大学院工学系研究科社会基盤工学専攻 教授
Professor, Dept. Civil Eng. Univ. Tokyo

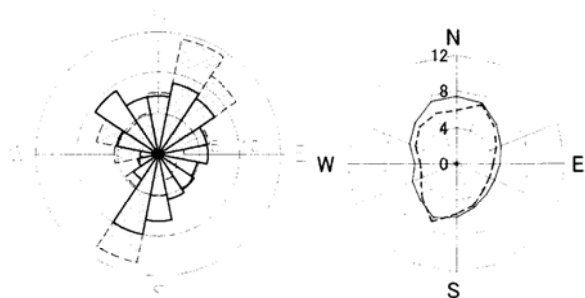


図2 年間の風配図と風向別平均風速の比較

図3は銚子沖の年平均風速分布を示したものである。沿岸に近い場所ほど平均風速が弱く、陸から遠ざかるにつれて風速が増大していることがわかる。また、沿岸からの距離が同じでも場所によって、風速に大きな違いがある。図4には図3中に実線で示す沿岸からの距離10kmの線に沿った場所の年平均風速を示す。銚子沖10kmを基準に北側を正の距離としている。銚子沖で最も年平均風速が高く、北側に行くにしたがって、海岸から10kmの地点の風速は急激に低くなるのに対し、南側では平均風速の大幅な減少は見られない。最も風速が高い銚子沖に対し、最も風速の低い銚子北70kmの海域では年平均風速は25%程度低くなっている。このことは、洋上でも風況は場所によって大きく異なり、ウィンドファームの計画には綿密な風況精査が必要であることを示唆している。

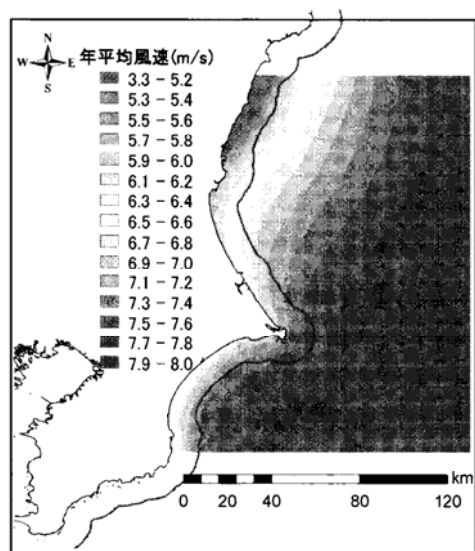


図3 銚子沖の年平均風速図

4. 関東地方沿岸の風力発電可能量

本節では、気象モデルの計算結果から求められた風況データを用い、関東沿岸の海域で発電可能な電力量を求めた。関東地方1都6県の沿岸50kmまでの海域を対象とし、風車はハブ高さ70m、ロータ直径80mの2MW風車を想定し、風車の配置間隔はロータ直径の8倍(8D)とした。図5には求められた

1km²あたりの年間発電量を示す。概ね平均風速と似た分布を示し、対象とした海域全体では1年間に277TWhという高い発電量が得られることがわかった。これは東京電力の年間供給電力量295TWhの94%に相当する。ただし、この発電可能量については社会的、経済的制約条件は含まれておらず、それらの条件を含めた発電可能量の推定はその2で行う。

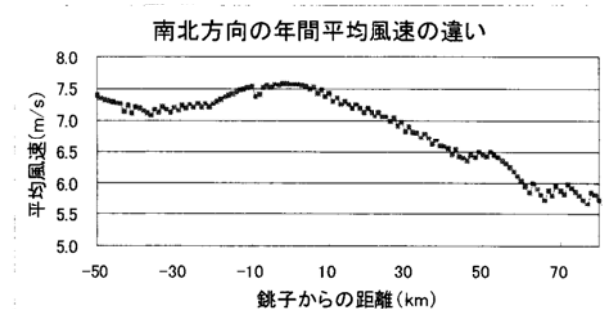


図4 沿岸距離10kmでの南北方向の風速変化

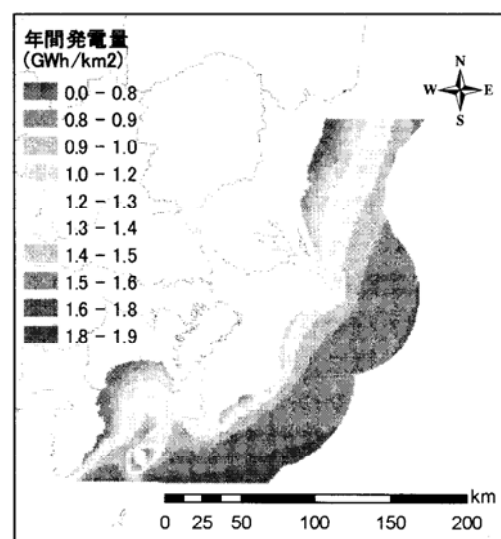


図5 関東地方沿岸海域の年間発電可能量

4. まとめ

本研究では関東地方沿岸海域を対象とし、メソスケール気象モデルを用いた水平解像度2kmのシミュレーションを行い、以下の結論を得た。

1. 洋上では基本的に沿岸から離れるにつれて風速が増大するが、沿岸からの距離が一定でも場所によって年平均風速は大きく異なり、洋上においても風車立地サイトの選定が重要である。
2. 関東地方沿岸海域には東京電力の供給電力量の94%という高い風力発電可能量が存在する。

参考文献

- 1) R. A. Pielke et al., A Comprehensive Meteorological Modeling System – RAMS, Meteorol. Atmos. Phys. 49, 69-91, 1992.