

新潟県北部海域における洋上風力発電のための海上風の特性の把握

長岡技術科学大学 学生会員 ○ 篠田旺志
長岡技術科学大学 正会員 犬飼直之

1. はじめに

洋上風力発電は大量導入、コスト低減、経済波及効果が期待され、再生エネルギーの主力電源化における切り札とされている。すでに世界では欧州を中心に導入が拡大しており、周囲を海で囲われた日本でも導入が期待されている。国内では2020年に発表された洋上風力発電産業ビジョン¹⁾への取り組みが行われているほか、海洋再生エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用に関する法律¹⁾（以下、「再エネ海域利用法」）や、港湾法の改正、施工が行われ、洋上風力発電による海域利用に向けた法整備が行われている¹⁾。これによると、まず風力発電を行う「有望な区域」を選定し、次に調査や協議の実施後に「促進区域」として指定した後、国の公募で選定された事業者は最大30年間の専有許可を得て事業を実施することができる²⁾。2022年9月現在、促進区域に7区域、有望な区域に11区域が指定されており、洋上風力発電事業開始に向けた取り組みが進められている²⁾。

その中で、新潟県胎内市と村上市南部の沿岸域が、2021年9月に有望な区域に選定された（図-1 黒枠内）。ここでも協議会が設立され、風力発電の設置位置や地域、漁業関係者との調整、環境への配慮等について協議が進められており、更に2022年9月には促進区域に指定され、事業者の選定など具体的な手続きが進められる予定である³⁾。

2. 研究目的

新潟県沖での洋上風力は、NEDO⁴⁾によると区域内の年平均風速は6.0 m/s から7.5 m/s と洋上風力発電において安定した発電が見込まれるとされている⁵⁾。しかし、新潟県付近では夏季における海上風は、秋季の台風や冬季の季節風と比較して平穏であることから、季節変化による発電能力の変化などを把握する必要があると考えられる。また、海域付近の北部は笹川流れなどの丘陵地帯となっており、その影響で海域北部では風況が変化する可能性があ

る。よって、岸沖方向の風況の変化とあわせて海域内での発電能力の違いを把握する必要もあると考えられる。そこで本研究では、海域を含む新潟県北部海域における海上風の特性を把握することとした。

3. 対象地点および解析に用いた海上風データ

本研究では、風況を把握するため気象庁の5 km 格子メソ数値予報モデル（Meso Spectral Model: MSM⁶⁾を用いた。図-1 に示す促進区域付近の沖側3地点、陸側3地点、中間2地点の計8地点において2021年の1時間ごとの地表の風データを抽出し、1年間の風況の変化を把握した。

3. 新潟県北部海域における海上風特性

3.1 風速

(1) 位置の違いによる風速特性の変化の把握

図-2 に、各地点の月平均および年平均を示す。年平均では、沖側の地点1, 2, 3では、風速7.4~7.6 m/s、中間地点4, 5では6.9 m/s、陸側3地点では5.7~5.8 m/s と、沖ほど風速が増大する傾向が見られた。また、陸側では安定した発電が見込まれる年平均風速6 m/s 以下となっており、沖側ほど好条件となることが分かる。また、海域北部の丘陵部付近の地点6では、各月の風速でも他地点よりも低い値となった。

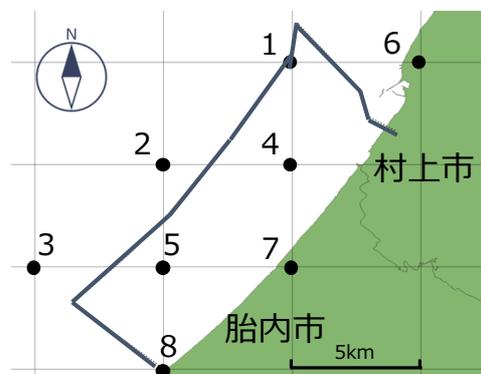


図-1 胎内・村上促進区域と風況把握地点

(2) 季節による風速特性の変化の把握

冬季となる12月～2月の期間では、陸側以外で平均風速は10 m/sを超えており、特に2月では全地点の平均風速は16.0 m/sであり、この時期には安定した発電が見込まれる。一方で、夏季は低風速となり、特に6月においては沖側以外の地点で平均風速が一般的な風車が発電可能となるカットイン風速3 m/s⁷⁾を下回る結果となった。図-3に示す地点1における風速の時間変化図からも4月～8月の間はカットイン風速を下回ることが多く、冬季と比較して発電効率は低下すると考えられる。また、冬季の季節風や秋季の台風時などでは風速が極端に増大することが懸念される。例えば2021年1月にはカットアウト風速の25 m/s⁷⁾以上となっており、大風速による発電不能状態が発生する事も把握できた。以上より、新潟県北部海域付近では年平均風速では安定した発電が見込まれる風速ではあるものの、夏季と冬季において風

速に大きな差が発生しており、季節によって発電量に大きな差が生じる可能性があると考えられる。

3.2 風向

(1) 位置の違いによる風向特性の変化の把握

表-1に、各地点の1年間の風向別出現頻度を示す。海域全体では、沖側および中間点、陸側での大きな差異は見られなかった。

地点ごとの比較では、表-1より海域南部2点以外の6地点では、ESEからの風向は全体の12.9%～19.7%、WNWからの風向は9.0%～10.5%であった。地点1の風向別風速出現頻度(図-4)でも同様にESE-WNW方向の風向が卓越していることが分かる。また海域南部の地点3の風向別風速出現頻度(図-5)では、ESE-WNWの風向だけでなく、多方向からも吹送する。これは北部の丘陵部の影響が低下するためと考えられる

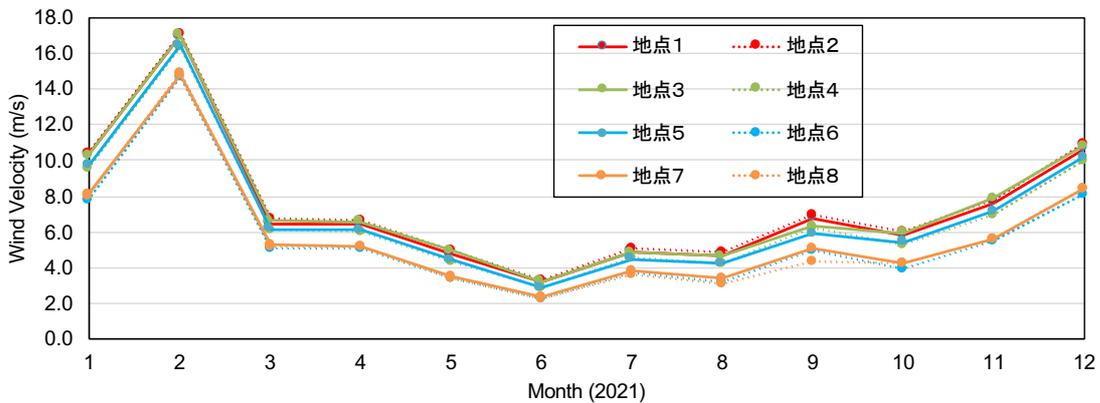


図-2 各地点の月平均風速

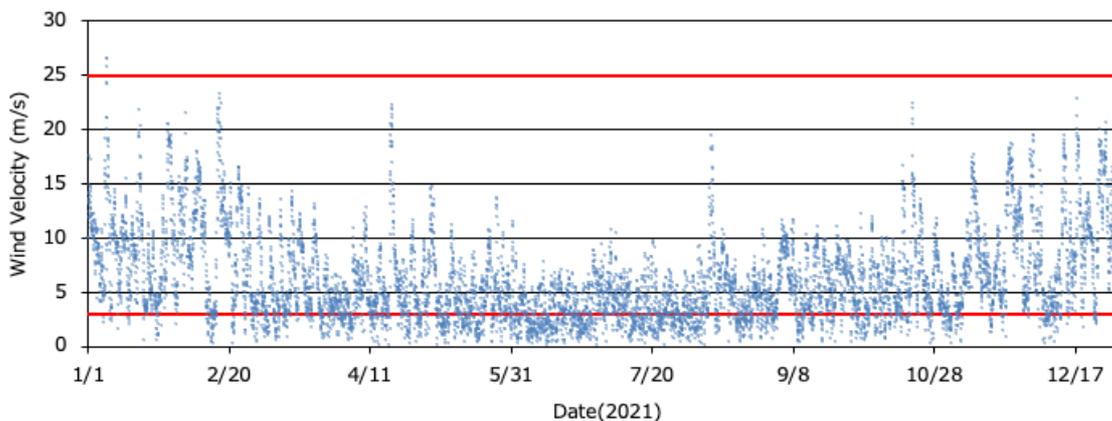


図-3 風速時間変化 (地点1, 赤線下:カットイン風速(3 m/s), 赤線上:カットアウト風速(25 m/s))

(2) 季節による風向特性の変化の把握

図-6 に北部の地点 1, 図-7 に南部の地点 3 の月別の風向出現頻度を示す. 図および表-1 より, 11 月～2 月の冬季では WNW からの風向が多く, 特に 12 月には全地点で WNW からの風向は 30.0%程度となった. これより, 多くの発電が見込まれる冬季では WNW からの風向が増大する傾向があると考えられる. また 3 月～6 月の春季では, 南部海域の地点 3, 8 では SSE や NNW からの風向が 15%程度であり, 他地点では ESE や NNW などからの風向がそれぞれ 15%程度であった. 7 月～10 月の夏季では, ESE からの風向の頻度が増大し, 特に 9 月は最大で約 40% が ESE からの風向であった.

(3) 風速ごとの海上風特性の把握

地点 3, 8 以外で東西方向の風向が卓越する 6 地点では, 図-8 に示すように 5 m/s 以下および 10 m/s 以下の風速が多く, 風向は ESE からの風向が卓越している. また, 10～15 m/s や 15～20 m/s の発電に適した海上風は WNW などからの風向が多い.

多方向からの風向となる海域南部の地点 3, 8 では, 図-9 に示すように 5 m/s 以下の風は WNW からだけでなく多方向からの風向となっている. しかし, 風速が増大すると, 他地点と同様に WNW などからの風向が増大することが分かる.

4. まとめ

新潟県北部海域では, 年平均風速は 8 地点平均で 6.7 m/s で安定した発電が見込まれるとされる条件を満たしている. 冬季には風速が増大し高い発電効率が予想される一方, 4 月から 8 月の期間では風速が低下し, 季節により風速に差が生じる. 場所的な違いでは, 陸から遠ざかるほど風速は増大し, 陸側と沖側地点では 1.5 m/s 以上の差が見られた. 海域南部では, 低速時には多方向からの風向となるが, 風速が増大すると, 全地点で WNW からの風向が卓越する. 海上風が増大する冬季では, WNW からの風向が卓越している.

表-1 各地点の風向別出現頻度 (%)

	地点1	地点2	地点3	地点4	地点5	地点6	地点7	地点8	8地点平均
N	2.0	2.0	2.6	1.9	2.8	3.2	2.3	4.8	2.7
NNE	2.6	3.1	3.9	2.5	3.4	3.1	2.5	3.8	3.1
NE	2.1	2.8	3.4	2.1	2.9	2.3	2.3	3.3	2.7
ENE	3.3	4.7	6.5	2.7	4.9	2.1	2.5	4.4	3.9
E	6.5	7.4	8.6	6.6	9.1	6.8	7.3	9.2	7.7
ESE	17.6	15.7	9.0	20.0	12.9	20.2	18.5	7.6	15.2
SE	11.8	7.2	5.5	8.3	5.0	8.7	5.7	5.2	7.2
SSE	4.3	4.6	6.6	4.2	5.6	3.1	5.2	8.1	5.2
S	4.5	5.7	6.5	4.8	6.3	4.3	5.5	7.6	5.7
SSW	5.1	5.6	6.2	5.4	5.9	5.2	5.8	5.5	5.6
SW	4.7	5.5	5.4	5.1	5.2	4.5	4.8	5.0	5.0
WSW	5.8	6.9	7.3	6.4	6.8	4.6	6.7	6.3	6.3
W	5.0	5.6	6.1	5.6	6.8	4.4	6.7	6.8	5.9
WNW	9.5	9.5	9.2	9.5	9.0	10.5	9.8	8.8	9.5
NW	8.1	7.5	7.4	7.7	7.3	9.1	7.5	7.5	7.8
NNW	6.9	6.2	5.8	7.1	6.1	8.1	6.8	6.2	6.6

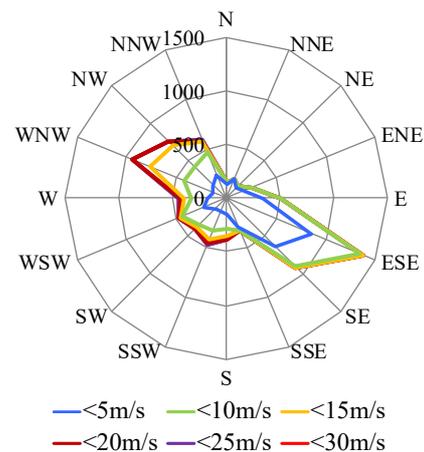


図-4 風向別風速出現頻度 (地点 1)

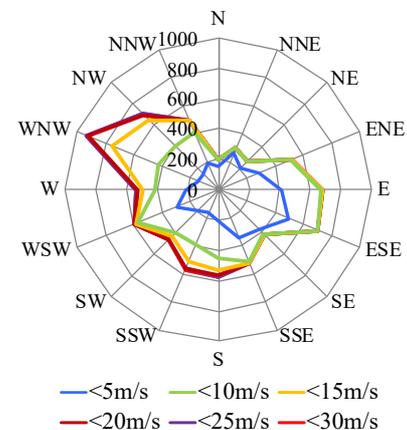


図-5 風向別風速出現頻度 (地点 3)

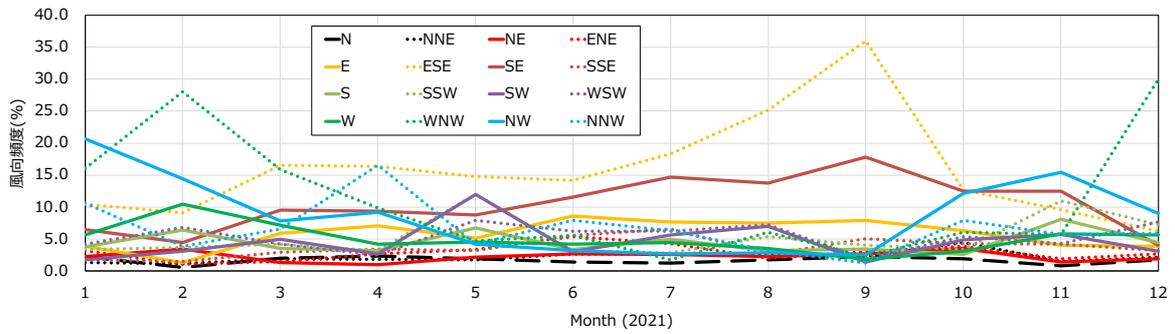


図-6 月別の風向出現頻度 (地点 1)

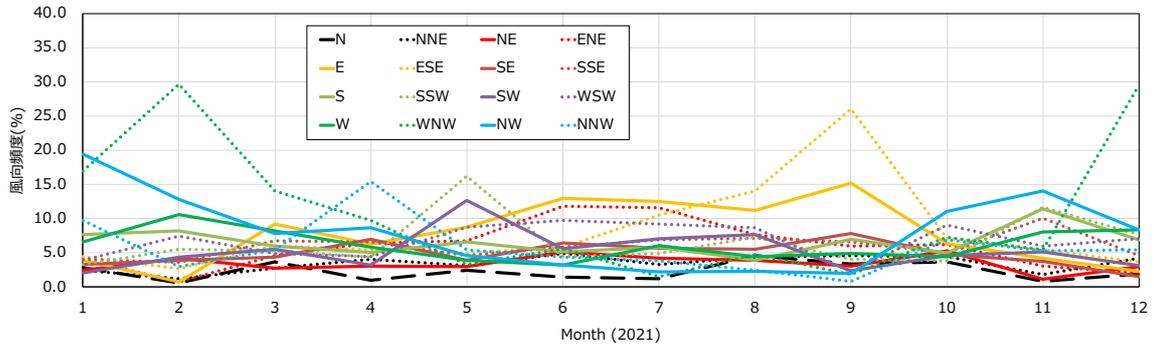


図-7 月別の風向頻度 (地点 3)

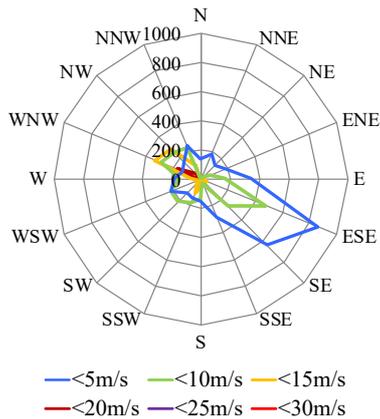


図-8 風速ごと風向別出現頻度(地点 1)

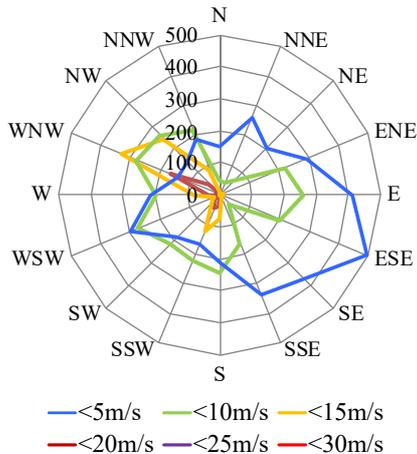


図-9 風速ごと風向別出現頻度(地点 3)

参考文献

- 1) 国土交通省 洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会,洋上風力産業ビジョン(第1次)概要, https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/yojo_furyoku/pdf/002_02_01_01.pdf
- 2) 海洋再生エネルギー発電設備整備促進区域指定ガイドライン, <https://www.mlit.go.jp/kowan/content/001417221.pdf>, 2022.
- 3) 国土交通省,新潟県村上市及び胎内市沖における協議会, https://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_tk6_000083.html, 2022.
- 4) NEDO, 局所風況マップ, <https://appraw1.infoc.nedo.go.jp/nedo/index.html>.
- 5) 埼玉大学,エネルギー変換工学 風力発電, <http://www.env.gse.saitama-u.ac.jp/hasegawa/lecture/windpower.pdf>, 2013.
- 6) NetCDF : MSM メソ数値予報モデル GPV (オンライン), <http://database.rish.kyoto-u.ac.jp/arch/jmadata/gpv-netcdf.html>.
- 7) 日本風力エネルギー学会,中大型風力発電システム仕様一覧表 日本市場に焦点を当てて, https://www.jstage.jst.go.jp/article/jwea/40/3/40_367/_pdf, 2016.