

# 洋上風力発電向け気象・海象予測システム

## 「MetOcean Navi」

日本気象株式会社 名川 広志、高祖 研一、西嶋 裕

### はじめに:洋上風力発電事業の背景

洋上風力発電は、2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、主力電源として導入拡大が期待されている。2016年に施行された改正港湾法、ならびに2019年に施行された再エネ海域利用法で海域の長期間占有が認められるなど事業環境が整ったことで、長崎県五島市沖や千葉県銚子市沖、秋田県沖などで計画が進んでいる。2020年に政府がまとめた「洋上風力産業ビジョン」では、2030年までに10GW、2040年までに30～45GWの導入目標が示された。

当社の洋上風力発電への取り組みは、2016年に改正港湾法が施行される前から始まっている。当社はすでに欧州で導入が進んでいた洋上風力発電に注目し、日本における洋上風力発電の発展を予想していた。そこで、風況調査を強みとしている当社は、洋上風況観測塔が存在しなくとも洋上の風況を観測可能なスキャニングライダー技術に着目した。

スキャニングライダーとは、水平方向にレーザーを照射し、風向風速を測定するリモートセンシング機器である。従来から扱ってきた鉛直ライダーも含めて、多様なリモートセンシング機器による風況観測やデータ解析の技術を積み上げてきたことにより、複数のNEDO(国立研究開発法人新エネルギー産業技術総合開発機構)プロジェクトにおいて、洋上の風況観測やデータ解析に携わっている。

直近のプロジェクトでは鉛直ライダーをブイに搭載したフローティングライダーも採用しており、リモートセンシング機器はさらに多様化してきている。その設置やメンテナンスに関わる作業では、風況だけでなく波浪などの海象情報の重要性を実感し

た当社は、気象会社としての強みである気象・海象予測技術を活かし、洋上風力発電に特化した気象・海象情報サービスMetOcean Naviを開発した。

本稿では、MetOcean Naviの開発と導入にあたり、まず背景などの基本的な部分について述べ、次に検討する課題を示す。

### MetOcean Navi 開発の背景

当社は、洋上風力のコンサルティングを提供するなかで、クライアントから様々な相談を受け、その課題解決に取り組んでいる。その中で、特に多かった要望が、国内の洋上風力事業の運用に役立つ高精度な気象・海象予測を提供して欲しいという声であった。

洋上風力の分野に携わる多くの事業者には有用な気象・海象システムを開発するにあたり、洋上風力発電施設の現場作業部門ならびに管理部門において、多くのご意見をいただきながら検討を重ね、まずは重要度の高い項目をはじめに開発を手がけた。

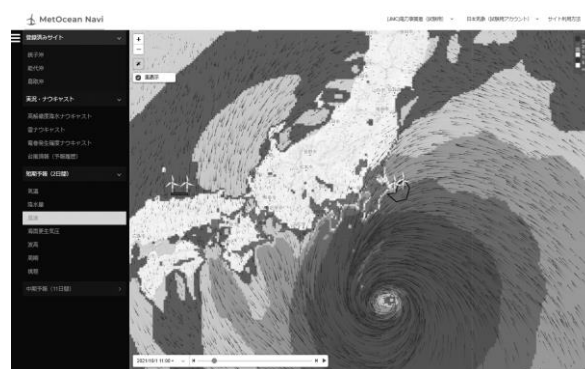


図1 MetOcean Navi 風向・風速

## 概要

MetOcean Navilは、洋上風力事業に係わる調査から、建設、運用、メンテナンス、撤去まで、長期に渡る壮大なプロジェクトのリスクマネジメントを、効率的にサポートするWebシステムである。日本国内の厳しい海象条件下の作業には欠かせない機能を有している。

洋上風力事業では台風や、高波、落雷などの自然現象が大きく影響する。日々の気象・海象判断を適切に行うことで、航行や現地作業の安全性を確保するだけでなく、作業スケジュールの最適化など経済的にも大きなインパクトを与える。

洋上で作業は大小問わず傭船を伴うため、海象による作業船(SEP船、ジャッキアップ船、クレーン船等)の回航及び待機等は、大きなコストがかかる。より高い精度でスケジュールリングを行うことが重要である。

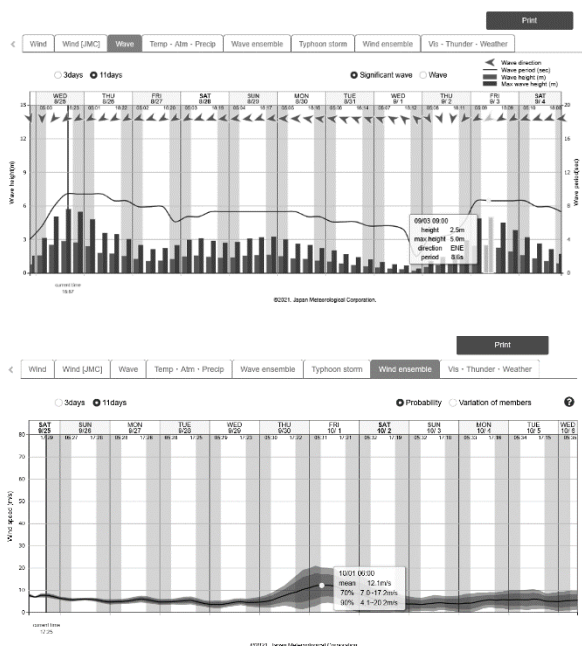


図2 波高・波向・波周期予測及びアンサンブル予報

洋上風力事業が世界で最も進んでいるのは欧州である。風車本体・調査手法・施工手法等の多くの技術が欧州から輸入されているが、国内の気象・海象の特徴は諸外国に比べて大きく異なり、特

に台風・波浪・落雷などは世界有数の厳しい環境である。また、地震や津波の発生もある。そのため、海外の技術をそのまま活かせるものではない。そこで、当社では国内の気象・海象条件をより精細に考慮した独自モデルを用いて、国内環境に最適化した気象・海象予測の開発を行った。

## 特長

### 1. Marine Warranty Surveyの施工基準に準拠

Marine Warranty Survey : マリンワランティサーベイ(以下、MWS)とは、洋上施工に関する基準(NKガイドライン)への適合性を確認する機関である。確認項目としては、①施工方法自体に問題がないか(作業計画、段取りなど)、②承認がとられた機器、または証明書のついた装置が現場で使われているか③資格保有者が従事しているか、④実際の工事を行う際の気象・海象条件を現場で確認する。項目をクリアした時点で工事承認証明書が発行され、その工事については保険の適用が認められる。そのため証明書が発行されていない状態での工事については保険が適用できない。③については自然災害リスク(不適切な気象条件下での作業)が含まれ、MWSの現場検査では、気象・海象予報を日々適切に確認しているか、信頼できる気象会社から情報を入手しているか、などがチェック項目となる。

また、作業によって要求される気象予報レベルが異なるというルールがある。表1に示すような気象予報レベルA、Bの作業では、パブリックドメイン(気象庁等の無料サイト)からの情報だけではなく、気象会社と契約をして気象・海象情報を入手する必要がある。

表1 気象レベルと作業例

作業例	気象予報レベル
<ul style="list-style-type: none"> <li>・フローティングレーンを使用したモノパイル設置作業</li> <li>・SEP船のジャッキアップ作業</li> </ul>	A
<ul style="list-style-type: none"> <li>・沖合での吊上げ</li> <li>・船台からの曳引作業</li> <li>・海上輸送</li> <li>・SEP船の作業(ジャッキアップ作業を除く)</li> </ul>	B

(各レベルに求められる気象予報)

**A** : 2社以上の気象会社から気象海象情報の入手が必要  
※パブリックドメイン(気象庁等の無料サイト)の気象情報は不可  
 詳細予報の提供を受ける連絡体制を構築

**B** : 1社以上の気象会社から気象海象情報の入手が必要  
※情報源は2つ以上必要。1つはパブリックドメインでも可

さらに、気象によって制限される作業には、作業ごとに環境条件(風、波、視程など)の作業中止基準が設定されている。そのため日々の気象予報、風速、波高、視程データなどの取得は必須となる。

MetOcean Naviは、MWSのガイドラインで求められる気象・海象予測に必要な情報を全て網羅している。そして、自然災害リスクを管理・低減するために必要な施工海域における風速、波高、視程を含む気象・海象予測を高精度・高頻度で提供する。

また、MWSが求める条件をクリアするだけでなく、他にも洋上施工、発電所運用後のメンテナンス作業等に有用な様々な気象・海象情報や防災情報を実装しているため、安全な施工や運用に貢献する。

表2 MetOcean Navi情報一覧

内容	MetOcean Navi
予報要素	波高/波向/波周期 ※アンサンブル予報
	風向風速(海面～上空) ※アンサンブル予報
	視程
	気圧/気温/降水量
	天気/発雷確率
	台風の暴風域に入る確率予報
予報場所	作業海域、風車位置など ピンポイント位置
予報発行(更新)間隔	3時間以内
最小予報期間	最大10日先まで
予報時間の細かさ	1時間毎
その他提供内容	ナウキャスト(降水、雷、竜巻)
	リアルタイム落雷発生情報
	台風進路予報(履歴付き)
	津波情報

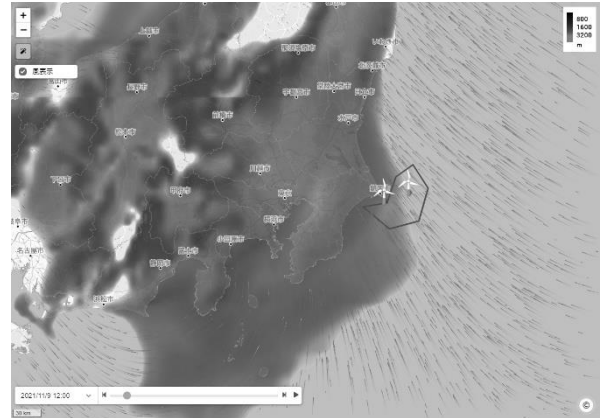


図3 視程予測

MetOcean Naviの特徴として、視程予測がある。見通しの悪いエリア分布が確認でき、そのエリアの時間単位での動きも確認できる。

## 2. 事業の全工程で有効な気象・海象予測

MetOcean Naviはウインドファームを設置するサイト(海域)を登録して利用する。

地図上にサイト周辺の風速や波高、視程などの予測情報が表示される他、指定海域におけるピンポイント(緯度経度)の気象・海象予測をグラフで確認することが可能である。風向・風速予測には、海面から高さ50～150mといった上空の風速予測も含まれるため、風車の建設、メンテナンスなどの高所作業にも活用できる。



図4 サイト(海域)登録

風予測としては、複数通りの予報計算を行い、風速の発生確率を予測したアンサンブル予報を提供している。複数の予測のバラつきを見ることで、風の予測の確からしさを知ることができるのがアンサンブル予報の特徴である。

波予測としては、有義波高と最大波高の予測を双方提供している。各時間帯における波の向き、波の周期(うねり具合)を総合的に予測する。

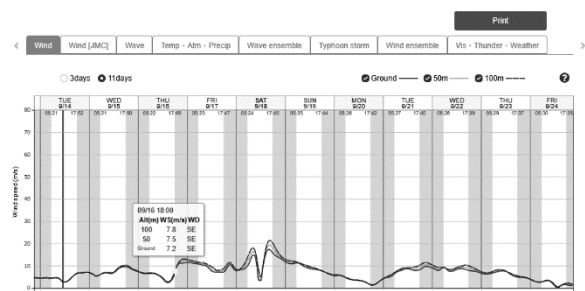


図5 風向・風速予測

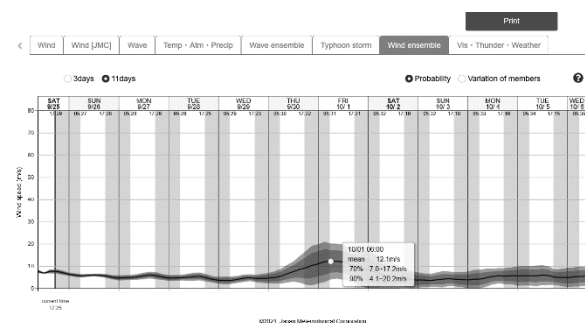


図6 風アンサンブル予報

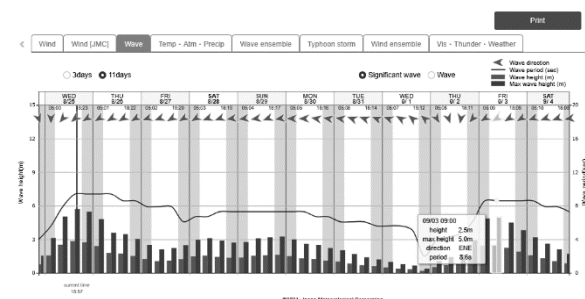


図7 波予測

その他にもリアルタイムの防災情報を提供している。図8では、落雷発生情報や60分先のまでの雷、

竜巻の発生予測、降水予測を示す。雨雲の分布、1分毎の落雷発生情報も確認することが可能である。運用、メンテナンスを行う際に、風車の位置での落雷発生状況の確認が容易になる。

図9では台風の進路予測など様々な自然災害への対策が可能である。現在の台風進路だけではなく、過去の予報の変化も順次見ることが可能なため、実際予報がどのように変化しているか判断材料とすることができる。

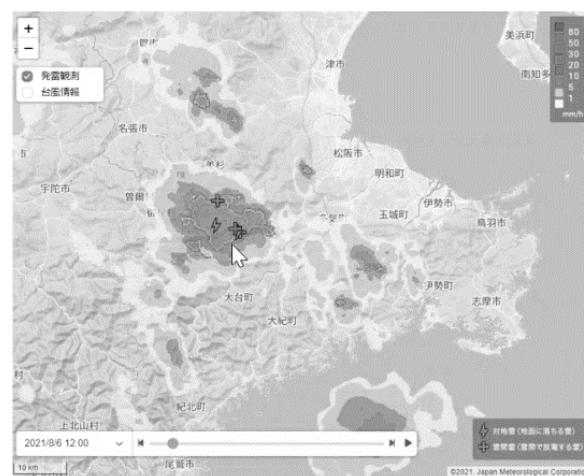


図8 高解像度降水ナウキャスト/発雷観測

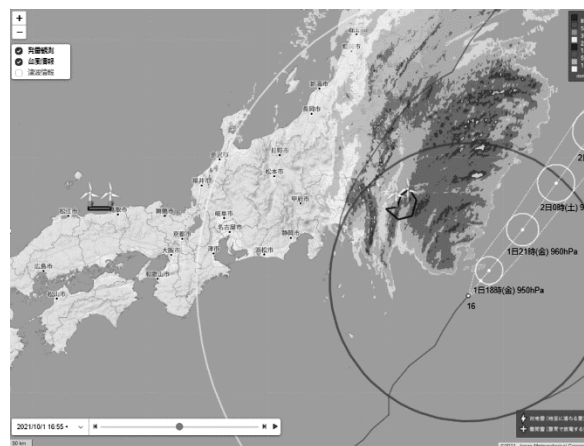


図9 台風進路予測

このように、Metocean Naviは洋上ウインドファームの現場に最適化した様々な気象・海象の実況・予測情報を有している。

### 3. ステークホルダー間で気象・海象情報をシェア

MetOcean Naviはウインドファームの建設・運用に関わる電力事業者、建設会社、海事会社などの多くのステークホルダーと情報をシェアできるアカウント環境を提供している。



図 10 複数の関係者と気象・海象予報をシェア

気象・海象情報の入手経路が関係者内で異なると当日の作業実施判断に差異が出る恐れがあるが、全ての関係者が当日の気象・海象予測を一元化し共有することで、気象条件による作業判断の相違をなくし、より安全な施工、メンテナンス環境の構築に貢献する。

サイト海域内での細かい風車位置、予測地点の登録をクライアント側で自由に設定が可能である。また、事業者連系し複数の関係者と気象・海象予報のシェアが必要な場合、事業者ごとのアカウントの発行もクライアント側にて設定することができ、事業者ごとに閲覧権限を制限することも可能である。

### おわりに:今後の課題と展望

当社では、洋上風力発電に最も影響を与える重要な環境要素“風”を扱う気象会社として、洋上風況調査、気象・海象予測への取り組みを進めてきた。

洋上風況調査としては、リモートセンシング技術を活用した調査手法の開発を行い、全国各地で現地調査を実施してきた。気象・海象予測としては、欧州の予測システムから日本の自然条件、社会条

件に適用したモデル開発に取り組み、今回 MetOcean Navi をリリースした。

MetOcean Navi については更なる開発を進めており、今後リリースのバージョンによっては、取込可能(取扱可能)なデータの種類を増やし、さまざまな他のサービスとの連携、拡張ができるカタチにしていく。

洋上風力発電は計画から建設、発電事業、撤去までの 30 年以上に及ぶプロジェクトである。当社は風力発電の技術コンサルタントとして①気象観測(洋上の風況観測、風況データの処理、解析評価)、②気象調査(風況シミュレーションによる海上風推定)、③基本設計(風車機種選定、基本レイアウト、環境影響評価、経済性検討)、④実施設計(設備設計、工事設計、工事計画、許認可)、⑤建設工事から事業開始、撤去・解体の全工程において、洋上風力発電に係る気象・海象分野のコンサルタントとして、貢献していく次第である。

今後、建設や商業運転を迎える洋上風力発電に対して、弊社はこれからもお客様に役立つ技術やサービスを開発していく。