

■ 事業の目的・目標

浮体式洋上ウインドファームの事業計画の検討においては、事業性を評価するため、精度の高い風況データを取得することが重要となる。しかし、浮体式洋上ウインドファームの事業海域における風況観測手法は、洋上での風況観測タワー設置には多大なコストを要すること、波により観測機器に動揺が発生するなど課題も多く残っている。

そこで、フローティングライダーシステム（FLS）等のリモートセンシング技術の活用や洋上での風況観測タワー設置の低コスト化や合理化などが期待されている。本事業では、洋上風力発電設備の大量導入やEEZへの展開を見据え、FLSに限らず、沖合での風況観測の実務上で課題となり得る5課題（①陸地による風の乱れの定量化、②既存の風況観測手法のより沖合への適応に向けた検討、③大水深における風況（気象海象）の観測手法及び施工の最適化、④風況観測データの適用範囲の最適化、⑤沖合風況観測データの様々な利用方法の検討）を対象とした研究開発を実施する。なお、⑤については、①～④の研究結果を用いた研究内容となり、次年度以降に実施となるため、2025年度に進捗のあった①～④の内容を掲載している。

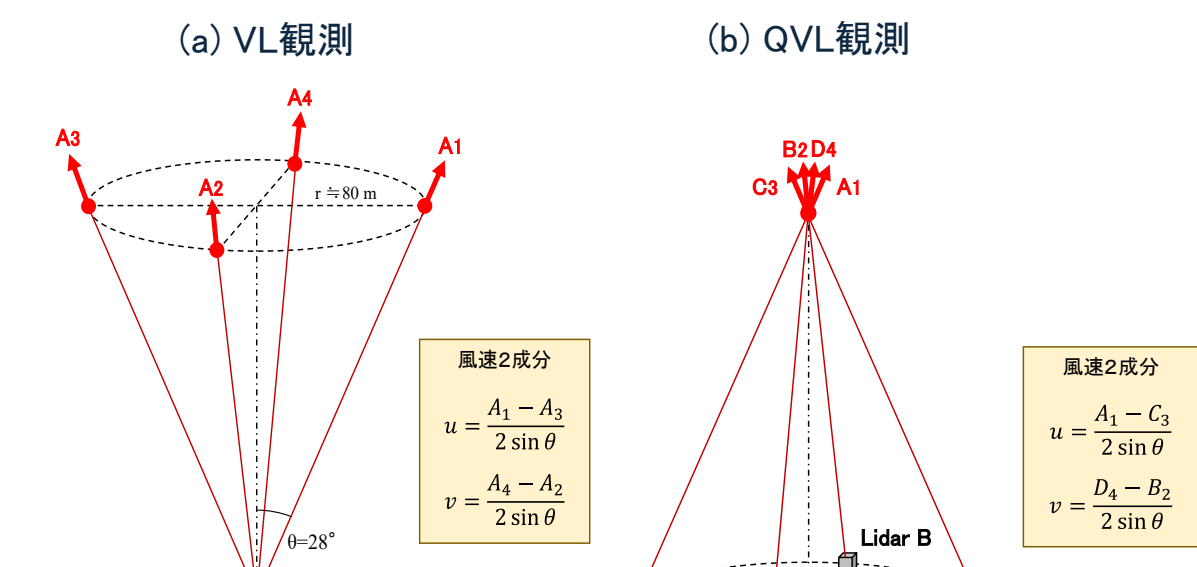
① 陸地による風の乱れの定量化（神戸大学）

■ 2025年度の成果

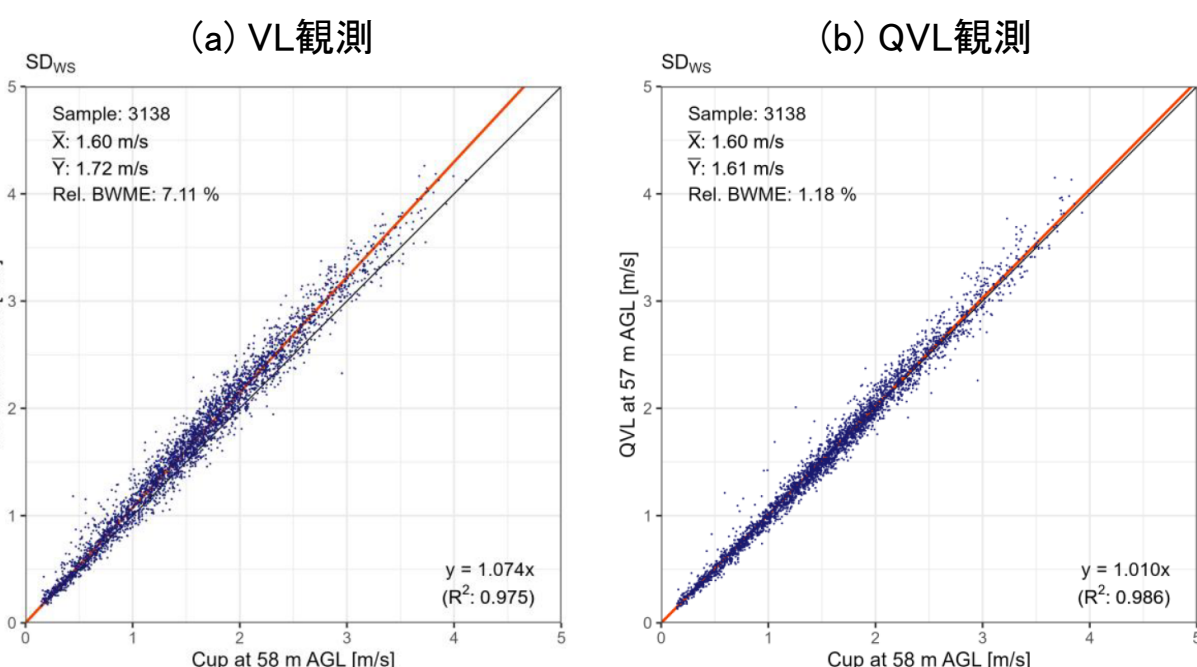
- 鉛直ライダー（VL）による乱流強度観測値をカップ式風速計相当値へ変換する手法の確立を目的として、パルス波式VLであるWindCubeを用い、凍結乱流仮説に基づく補正手法（FTH法）および、4台のVLの視線を一点で交差させるクアド鉛直ライダー（QVL）観測（図①.1）の研究開発を実施した。
- 両手法の精度検証は、2025年11月から2026年1月までの期間、むつ小川原洋上風況観測試験サイトの陸上マスト（60m）を用いて実施した。マストを中心として東西南北および中央に架台を設置し、そこに計6台のVLを設置して、カップ式風速計との比較検証を行った。
- QVLの風速標準偏差計測値については、単一のVLによる計測値を大幅に上回る精度を示した（図①.2）。またこのVLとQVLの精度差の主要因が、WindCubeにおける視線計測点の空間的なずれにあることを明らかにした。
- FTH法もVLを上回る精度を示したが、以前の観測時に見られた精度の風向依存性が今回も確認された。45度ずらした2台のVLを用いたDual-FTH法の精度を検証したところ、風向依存性が解消され、高い精度で風速標準偏差を計測できることが明らかになった（図①.3）。

■ 課題と今後の取り組み

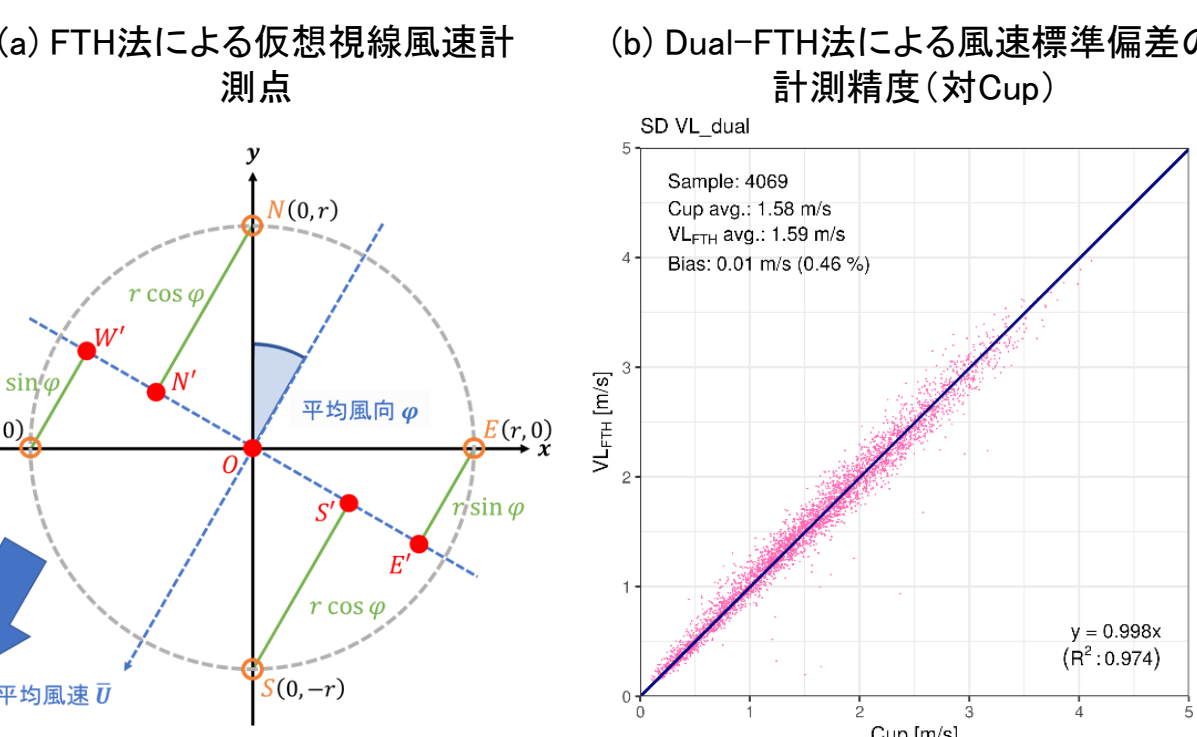
- 2025年度は、上記のむつ小川原サイト以外にも、韓国のDNV試験サイトおよびデンマークのDTU試験サイトに設置された高高度マスト（DNV:144m、DTU:250m）を用いて精度検証を実施した。
- 2026年度は、これらの観測データを用いて詳細な解析を行い、日本国内では検証が困難であった60m以上の高高度におけるFTH法の有用性を評価するとともに、更なる精度の改善を目指す。



図①.1 VLとQVLの視線風速計測点の比較



図①.2 風速標準偏差の計測精度



図①.3 FTH法の概念と風速標準偏差の計測精度

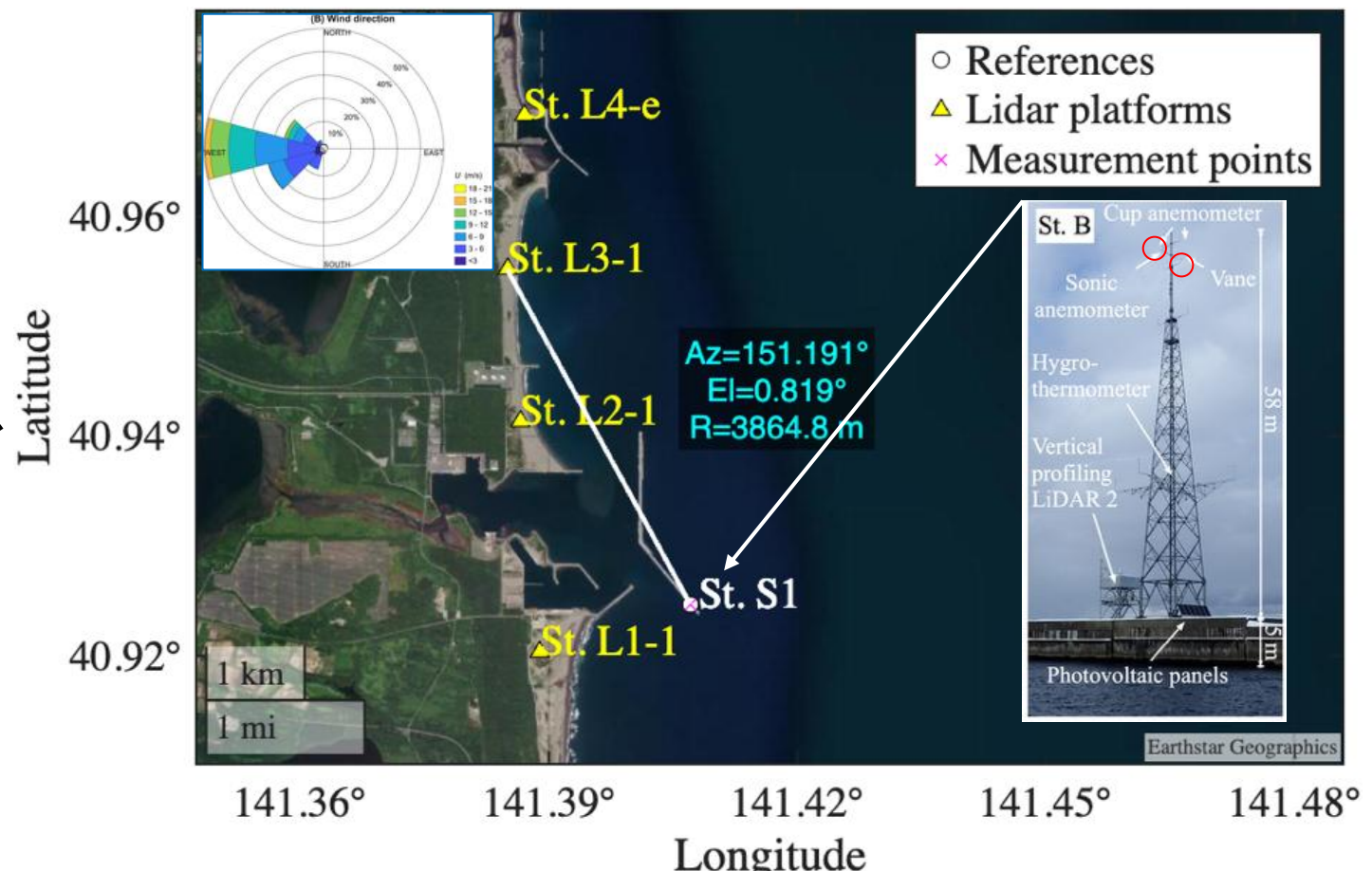
② 既存の風況観測手法のより沖合への適応に向けた検討（産業技術総合研究所）

■ 2025年度の成果

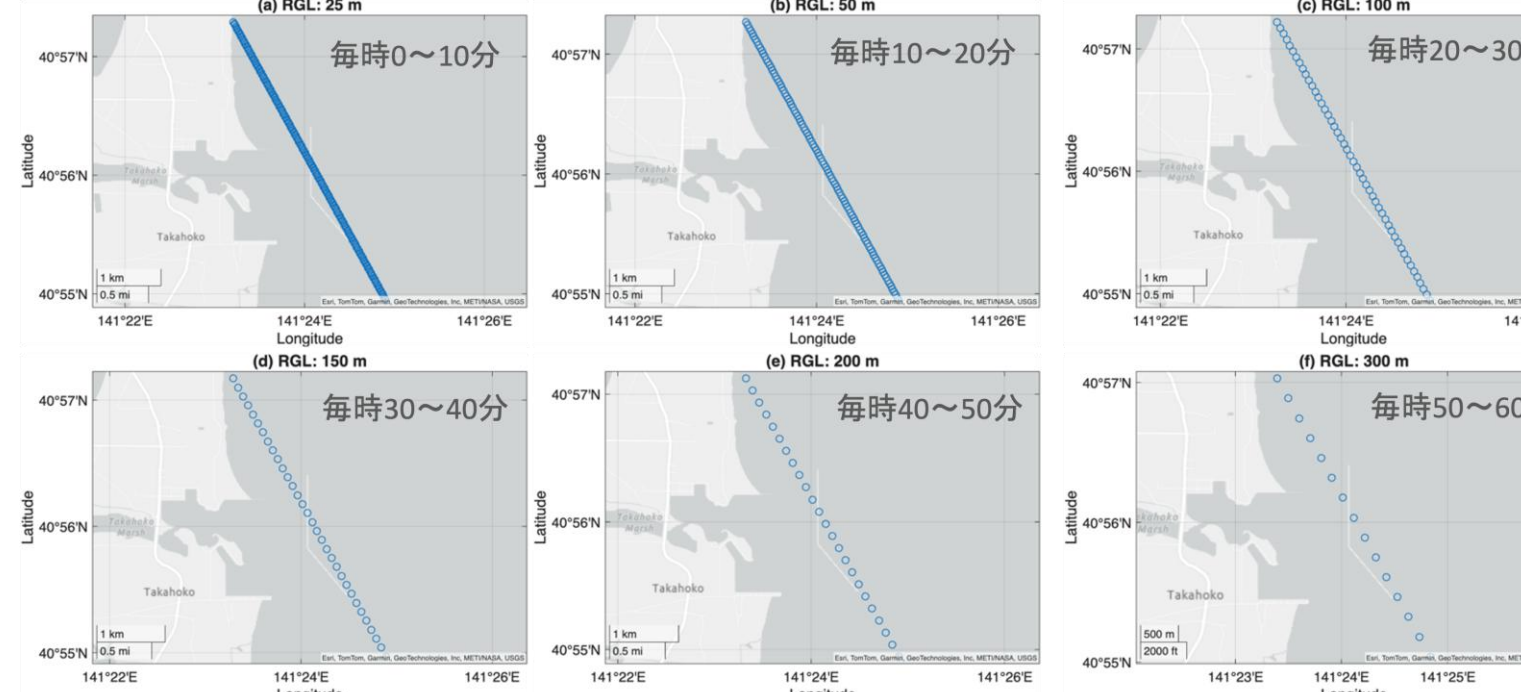
- 2026年1月14日～16日、むつ小川原サイトの St. L3 に WindCube SCAN 400S-β（実験的なテスト機能を搭載したプロトタイプ）を設置した。検証データとして、ライダーから約3.9 km 先に設置された洋上マストの実測データを使用した（図②.1）。
- WCS400S-βのレンジゲート長を 25～300 m の範囲で10分ごとに切り替え、比較実験を実施した（～6月末頃までの予定）（図②.2）。
- 視線風速の精度検証の結果、10分平均値の精度についてはレンジゲート長に依存せず、どのゲート長の設定の場合においてもR<sup>2</sup>値は0.98を超えることがわかった（図②.3）。

■ 課題と今後の取り組み

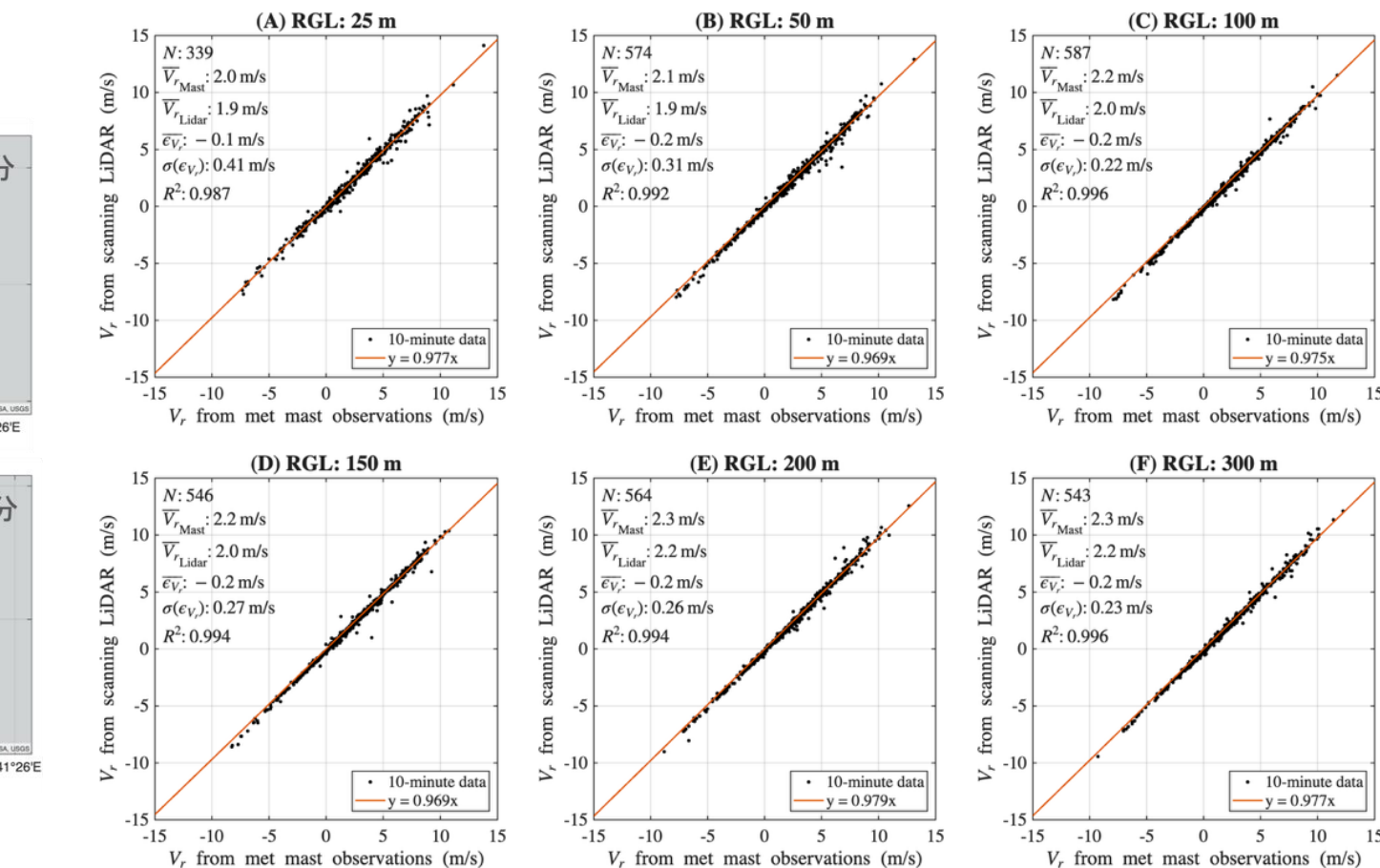
- レンジゲート長のデータ取得率と精度に対する感度を解析するため、視線風速の精度検証を2026年7月頃まで継続する。
- 視線方向の標準偏差は1秒値が必要なため、2026年度以降に洋上マストデータを取得し、追加解析を実施予定。
- 2026年7月以降、2台目のスキャニングライダーを追加し、デュアルでのセットアップでの精度検証を行う。
- また、むつ小川原港沖に設置されるFLS（MIA）をターゲットとして長距離での精度を検証。



図②.1 むつ小川原港における長距離SLの精度検証



図②.2 各時間帯におけるレンジゲート長の設定



図②.3 視線風速（10分平均値）の精度検証結果

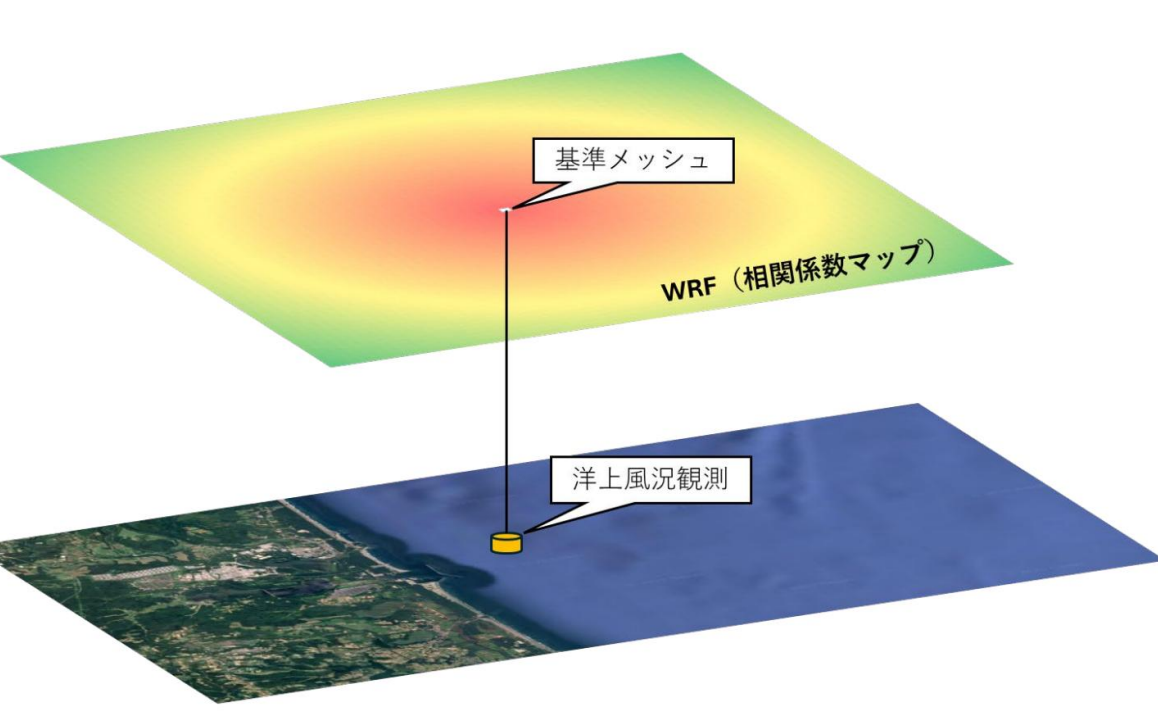
④ 風況観測データの適用範囲の最適化（日本気象協会）

■ 2025年度の成果

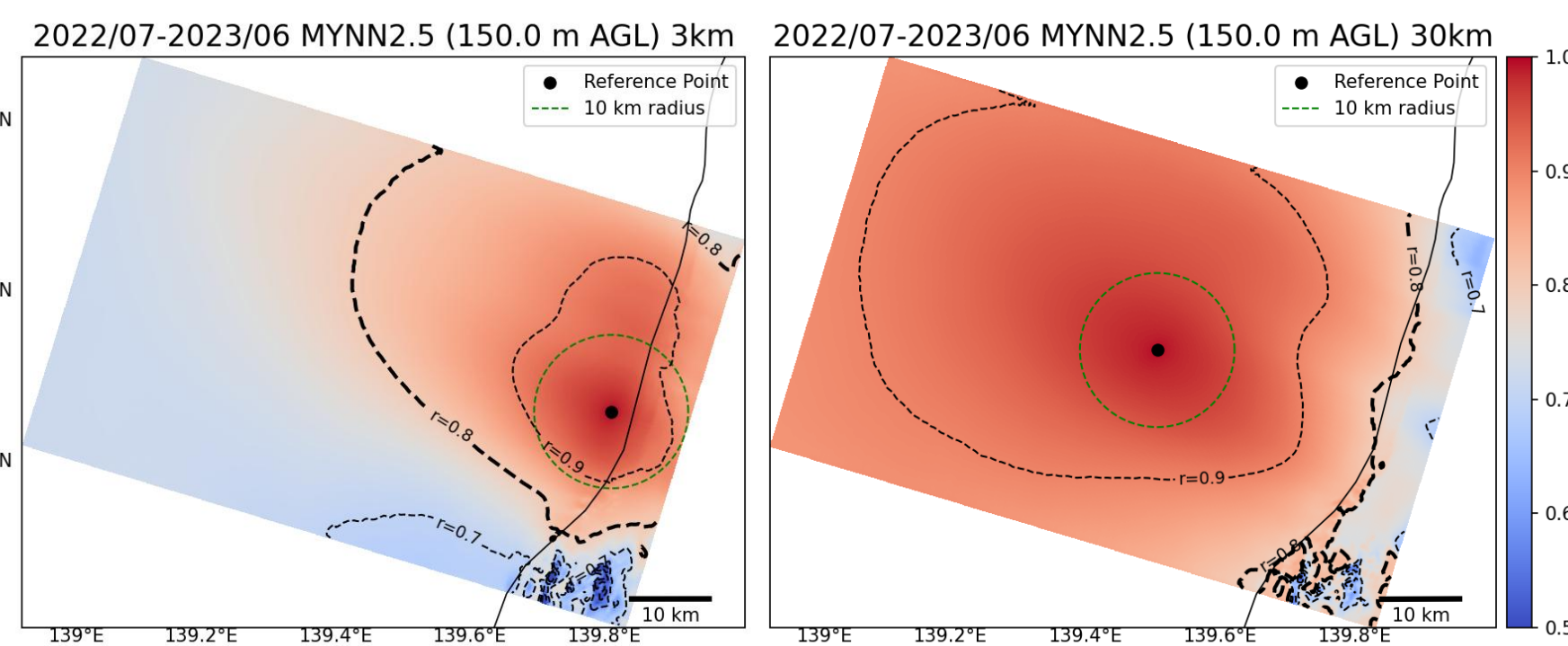
- 気象モデルWRFを用いた数値シミュレーションについて、計算設定を検討し、実測値による精度検証結果から風況場を再現できることを確認した。
- 山形県遊佐沖を対象に年間計算を行い、沿岸から沖合における風況の分析を行った。
- 計算ドメインの1点を洋上観測点に見立てた基準メッシュとして他グリッドとの風速の相関解析を行い、相関係数の面的な分布を可視化した風速相関係数マップを作製した（図④-1）。この手法により1点の洋上風況観測の空間代表性を定量化できる可能性がある。
- 基準メッシュを沿岸から沖合にシフトさせて、離岸距離に応じた洋上風況の空間代表性の変遷を確認し、沖合ではより広い範囲に風況代表性があることを明らかにした。
- 同一の基準メッシュで海風時・陸風時の場合分けによる相関係数マップを作成し比較することで、風上の地形影響を評価した。

■ 課題と今後の取り組み

- 他の海域でも年間計算を実施し、精度検証と風速相関マップを用いた空間代表性の確認を行う。
- 洋上風況の空間代表性について定量的な分析と評価を検討する。



図④.2 WRFによる相関係数マップのイメージ図



図④.3 遊佐沖高度150mにおける風速相関マップ  
基準メッシュは、左：沖合3km、右：沖合30km

③ 大水深における風況（気象海象）の観測手法及び施工の最適化（日本気象協会、MIA）

■ 2025年度の成果

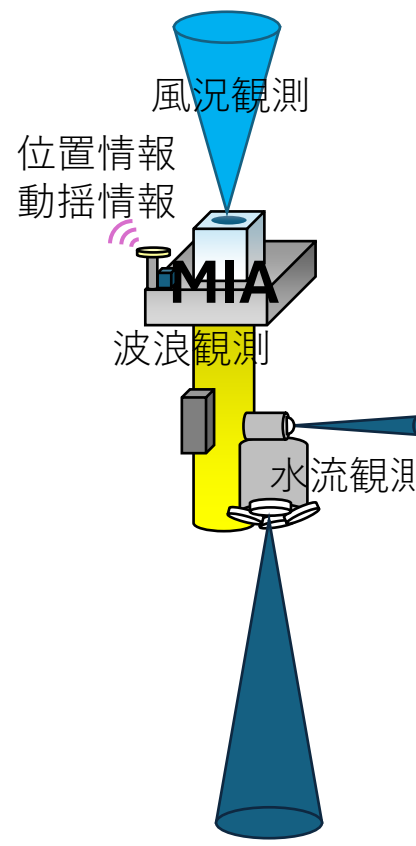
- 大水深海域での風況（気象海象）観測手法及び施工の最適化を目的として、株式会社MIA製のフローティングライダーシステム（FLS）「MIA」を用いた研究開発を行った。
- 大水深海域での実証観測に先立ち、長崎県伊王島沿岸の伊王島実験フィールドにおいて、風況（気象海象）観測の事前の性能確認のための事前実証観測を2026年3月より開始した。
- 青森県むつ小川原港沖における大水深海域実証観測に向け、関係各所との調整を実施し、調整の結果、むつ小川原港港湾区域内（水深約180m、沖合約5km）を観測候補地点として選定した。

■ 課題と今後の取り組み

- 2026年度夏に観測開始予定の青森県むつ小川原港沖における大水深海域の実証観測に向けて関係各所との調整を引き続き行う。
- FLSによる風況観測の観測精度向上のため、むつ小川原港沖での実証観測及び同地点で行われるDSL観測の結果を用いて、動揺補正方法等の観測精度向上に資する手法を検討する。
- 波浪観測、水流観測等の海象観測の精度検証及び動揺補正方法の検討を伊王島観測の結果を用いて行う。
- FLSを大水深海域に導入するにあたっての施工方法及び要解決課題である、係留索の素材、起重機船の位置保持方法、係留張力調整の効率化の検討を行う。



図③.1 MIAによる伊王島観測



図③.2 MIAによる風況・海象観測概要

| 風況観測機器（MIA・陸上） |                                                                          |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------|
| ドップラーライダー      | 機器名称 WINDCUBE v2.1<br>測定精度 風速±0.1m/s、風向±2°<br>サンプリング 1s                  |
| 波浪観測機器（MIA）    |                                                                          |
| みちびき衛星受信機      | 機器名称 Cohac Ten++<br>測定精度 数cm<br>サンプリング 0.1s                              |
| 圧力式波高計         | 機器名称 有線式波高センサー AWH-CAD<br>測定精度 ±0.2%<br>サンプリング 0.25s                     |
| 水流観測機器（MIA）    |                                                                          |
| 表面層 ADCP       | 機器名称 Aquadopp 2D Profiler 1MHz<br>測定精度 ±1%±0.5 cm/s<br>サンプリング 1s（出力1分平均） |
| 中層～底層 ADCP     | 機器名称 Signature 100<br>測定精度 ±1%±0.5 cm/s<br>サンプリング 1s（出力1分平均）             |

■ 実用化・事業化の見通し

本事業で得られる研究開発成果は、NEDO洋上風況観測ガイドブックの改定に利用されるものである。沖合を含む、標準的な気象・海象観測を示すガイドブックの利用を通じて、研究成果は社会実装される見込みである。