NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026（分野名：風力発電）
発表No.：I-19

風力発電等導入支援事業／洋上ウィンドファーム開発支援事業／沖合における風況観測手法の確立に向けた研究開発

フローティングライダーシステム（FLS）を用いた沖合の風況観測手法の確立

団体名：浮体式洋上風力技術研究組合、株式会社ウインドエナジーコンサルティング、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人東京大学、学校法人足利大学
発表日：2026年7月21日

事業の目的・目標

- 浮体式洋上風力をターゲットとするような遠洋で水深が大きい海域では、実用的に乱流強度の観測を含めて確立された風況観測手法は存在していないという課題がある。
- 本研究開発では、**FLSの乱流強度測定誤差補正手法の確立**を目的とし、研究課題の解決に取り組む。
- FLSの主要機種は２種類存在し、それぞれ“**パルス波式のVL**”と“**連続波式のVL**”が搭載されている。補正手法について、前者は、陸上動揺試験および実海域での計測データを用いた実証研究を実施し、**物理モデル**による手法を確立する。一方、後者は、**機械学習モデル**による手法を確立する。
- **①洋上観測、精度検証、及び動揺試験結果の取り纏め、②物理モデルによる補正手法の確立、③機械学習モデルによる補正手法の確立**、を本研究開発の成果とする。
- なお、本研究開発の成果を効果的にPRするために、国内外の学会にて成果を発表するとともに論文投稿を行うことを検討する。

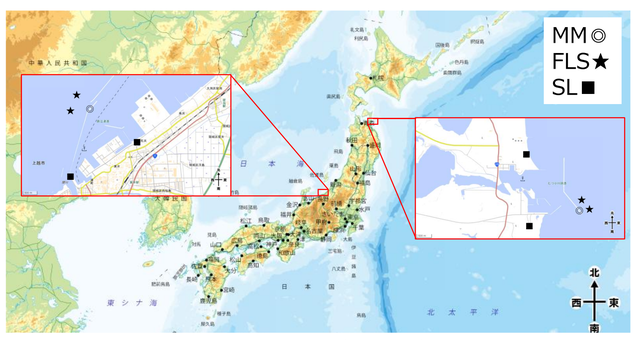
事業の概要

1 FLSによる洋上観測、精度検証、及び VLによる陸上動揺試験
［②・③へ インプット］　【FLOWRA】

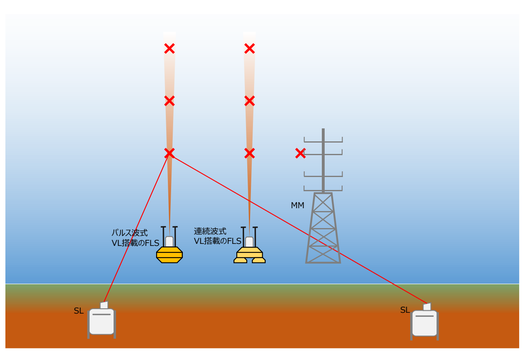
2 **物理モデル**による
FLSの測定誤差補正方法の確立と検証
【足利大学・東京大学】
パルス波VL(Wind Cube) データ

3 **機械学習モデル**による
FLSの測定誤差補正方法の確立と検証
【産総研・WINC】
連続波VL(ZX) データ

FLSを用いた沖合の風況観測手法の確立
【FLOWRA・足利大学・東京大学・産総研・WINC】



出典：国土地理院「地理院地図」を加工して作成



① FLSによる洋上観測、精度検証、及びVLによる陸上動揺試験（浮体式洋上風力技術研究組合）

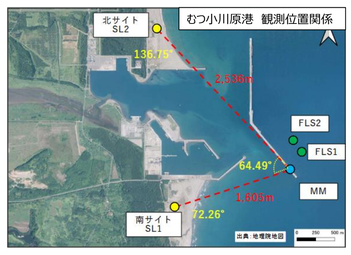
■ 2025年の主な成果

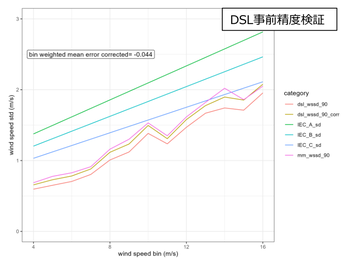
(1) 観測計画の策定
・観測実海域として、
①むつ小川原港（太平洋側）
②直江津港（日本海側）を選定
・陸上動揺試験として銚子サイトを選定
・むつ小川原港における洋上観測開始
・銚子における陸上動揺試験開始

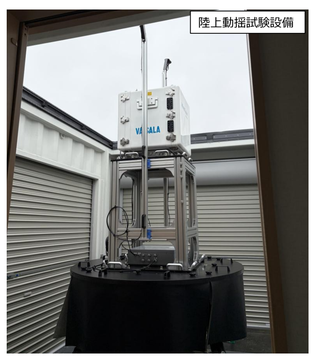
(2) VLによる陸上動揺試験
・2026年2月に試験設備を設置完了
・2026年3月より試験開始

(3) 太平洋側サイトにおける洋上観測
・DSL及び2台のFLSの設置完了
・DSLは2か月間の事前精度検証を実施
→全項目においてKPIを達成
・2025年11月より本観測開始

(4) 日本海側サイトにおける洋上観測
・観測に必要な各種観測装置の契約及び各種許認可申請手続きを開始



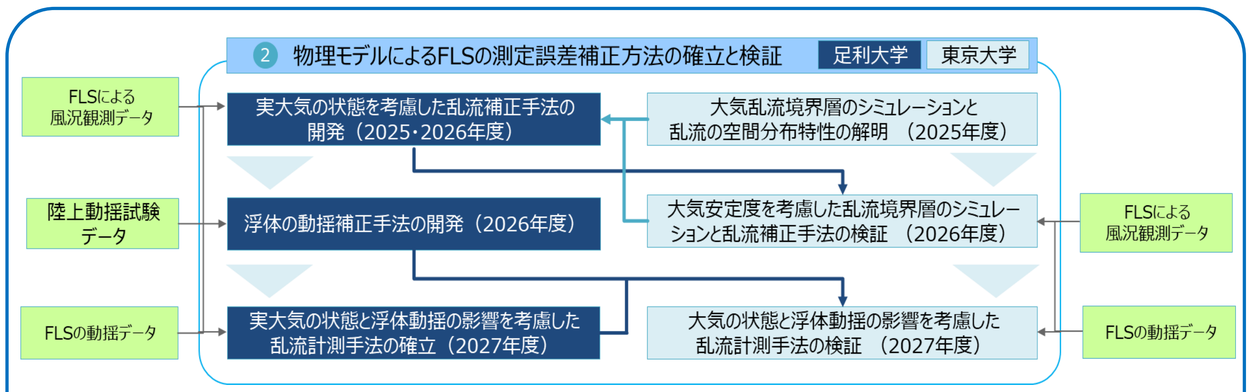




■ 課題と今後の取組

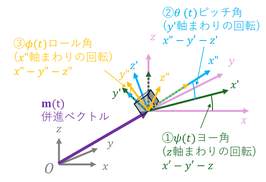
・太平洋側サイトにおける1年データの取得と取り纏め
・陸上動揺試験の完了
・日本海側サイトにおける設置手続き及び設置完了

② 物理モデルによるFLSの測定誤差補正方法の確立と検証（足利大学、東京大学）



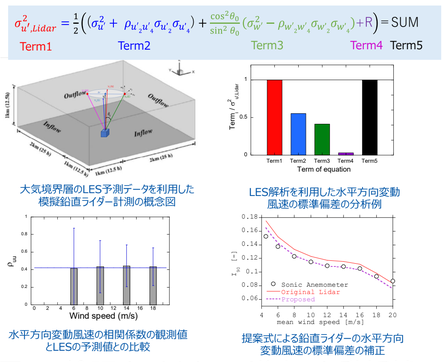
■ 2025年の主な成果

(1) **実大気の状態を考慮した乱流補正手法の開発**
- 模擬風速場を用いて水平風速の標準偏差の誤差原因を分析した。浮体ライダーにより計測された平均風速は浮体動揺に関わらず三杯風速計による計測値と一致するが、標準偏差は浮体動揺が大きいほど大幅に過大評価することがわかった。
- 物理モデルによるパルスライダーの動揺補正を定式化し、水平風速の算定を行った。
- 動揺時の水平風速再構築において３ビームを用いた場合には、固定式ライダーと異なる結果となったが、4ビームを用いた最小二乗法は、固定式ライダーの水平風速再構築手法と完全に一致することを示した。



パルスライダーの動揺補正の定式化

(2) **大気乱流境界層のシミュレーションと乱流の空間分布特性の解明**
- 洋上の中立大気を想定したLESシミュレーションを実施し、 得られた3次元乱流風速場を用いて、鉛直ライダーによる水平風速の標準偏差の測定誤差の原因を明らかにした。
- 鉛直ライダーにより水平風速の標準偏差を求める新しい評価式を提案した。鉛直ライダーの水平風速の標準偏差を提案式により補正し、銚子沖の超音波風速計の観測値と比較することにより、提案式の妥当性を検証した。

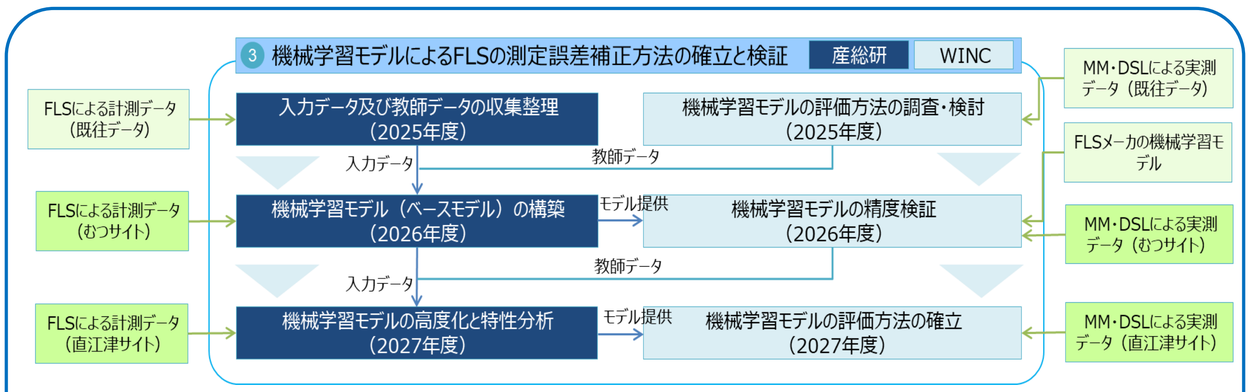


大気境界層のLES予測データを利用した模擬鉛直ライダー計測の概念図
LES解析を利用した水平方向変動風速の標準偏差の分析例
水平方向変動風速の相関係数の観測値とLESの予測値との比較
提案式による鉛直ライダーの水平方向変動風速の標準偏差の補正

■ 課題と今後の取組

- 水平風速の標準偏差を算定する方法を模擬風速場や実観測データを用いて検証するとともに、導出した動揺補正式に基づき、統計的に発生させた乱流風速場を用いてシミュレーションすることにより、定式化した動揺補正手法の検証を行う。（足利大学）
- 大気安定度を考慮した大気乱流境界層のLESシミュレーションを行い、大気安定度が大気境界層内の乱流構造に与える影響を明らかにすると共に、洋上風速観測結果を用いて鉛直ライダーによる乱流計測手法の精度検証を行う。（東京大学）

③ 機械学習モデルによるFLSの測定誤差補正方法の確立と検証（産総研、WINC）



■ 2025年の主な成果

(1) 入力データ及び教師データの収集整理
- 機械学習モデル構築のため、本事業および過去のNEDO事業（計３事業）のデータを収集・整理。

(2) 機械学習モデル（ベースモデル）の構築
- むつ小川原港における気象マスト・ZXライダーのデータを用いて、ライダーTIをマスト相当に補正するための機械学習モデルを構築。(図1・2)
- 同一サイト内および異なる観測期間におけるTI補正効果を確認。(図3)

(3) 機械学習モデルの評価方法の調査・検討
- (1)で収集した気象マスト・ライダーの生データから異常値を除去し、学習用及び検証用データセットを作成。

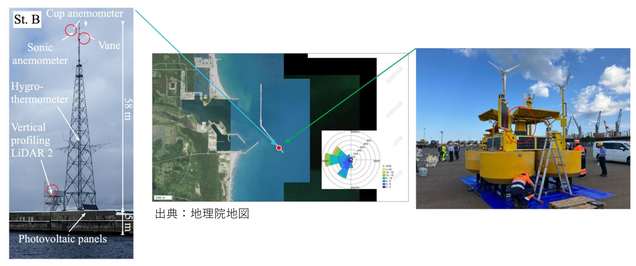


図１　むつ小川原港における洋上気象マストと連続波式ライダーの配置

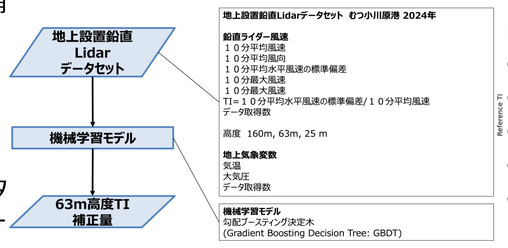


図２　機械学習モデルの概要

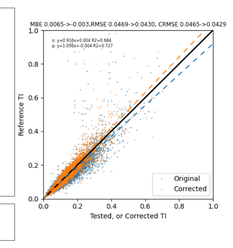


図３　機械学習モデルによる補正前後の相関図

■ 課題と今後の取組

- むつ小川原港で構築した機械学習モデルの他サイトへの適用性（地域間補正効果）の検討。(表１)
- FLSから固定ライダー相当へ誤差補正を行う手法の検討。
- TI精度評価手法の検討。

表１　地域間補正効果の検討に利用する検証サイト

地点	設置機器	期間	平均風速 [m/s]
秋田県能代市・三種町・男鹿市沖	風況観測マスト・鉛直ライダー(ZX)	2020年2月 ～ 2021年1月	6.90
秋田県八峰町及び能代市沖	風況観測マスト・鉛直ライダー(ZX)	2021年3月 ～ 2022年2月	5.14
秋田県由利本荘市沖（南側）	風況観測マスト・鉛直ライダー(ZX)	2020年2月 ～ 2021年1月	7.37
秋田県由利本荘市沖（北側）	風況観測マスト・鉛直ライダー(ZX)	2020年2月 ～ 2021年1月	6.89
長崎県西海市江島沖江島南端	風況観測マスト・鉛直ライダー(ZX)	2021年4月 ～ 2022年3月	6.58
長崎県西海市江島沖遠見岳山頂	風況観測マスト・鉛直ライダー(ZX)	2021年4月 ～ 2022年3月	7.12

※日本気象株式会社提供データ

実用化・事業化の見通し

- FLSによる乱流強度補正方法を確立する本研究開発の成果は、FLOWRAの主な組合員である発電事業者各社が取り組む浮体式洋上風力発電開発に用いられる。
- 適用される案件は、一般海域での公募によるもののみならず、EEZでの開発や、日本と似た気象海象条件の東アジア諸国での開発などを幅広く想定する。
- また、着床式洋上風力発電においても、DSLの範囲外となる離岸距離かつ十分な水深が確保できていることを条件に、本研究成果が活用できると想定。
- 本研究開発成果は、浮体式洋上風力発電所のレイアウト設計、サイト条件評価、ウィンドファーム認証等での活用が期待され、特にサイト風条件評価においては重要な位置付けとなる。

【略語】
FLS：フローティングライダーシステム
VL　：鉛直ライダー
DSL：デュアルスキャニングライダー
MM　：風況観測マスト
TI　：乱流強度
LES：ラージエディ(大渦)シミュレーション
FLOWRA：浮体式洋上風力技術研究組合
WINC：ウインドエナジーコンサルティング

浮体式洋上風力技術研究組合　（株式会社ユーラスエナジーホールディングス　市川　弘人）
連絡先：hiroto.ichikawa@eurus-energy.com