

2023年度成果報告会

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

／風車ウェイクの観測および評価手法の検討に関する研究開発

発表日：2024年02月01日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名 東芝エネルギーシステムズ(株) 谷山 賀浩

団体名 東芝エネルギーシステムズ(株),(国)東京大学,(国研)産業技術総合研究所,
(一財)日本気象協会,(株)ウインドエナジーコンサルティング,(一財)日本海事協会

問い合わせ先 東芝エネルギーシステムズ(株) E-mail : yoshihiro.taniyama@toshiba.co.jp

1. 目的

風車ウェイクに関する観測手法の整理、およびウィンドファームの発電効率向上に資する技術開発ニーズ等の調査を行いつつ、洋上ウィンドファーム等を活用した風車ウェイクの観測、評価を実施し、日本特有の自然環境を考慮した風車ウェイク観測手法の指針等を提示する。

2. 期間

2023年9月 ～ 2026年3月(予定)

3. 目標(最終)

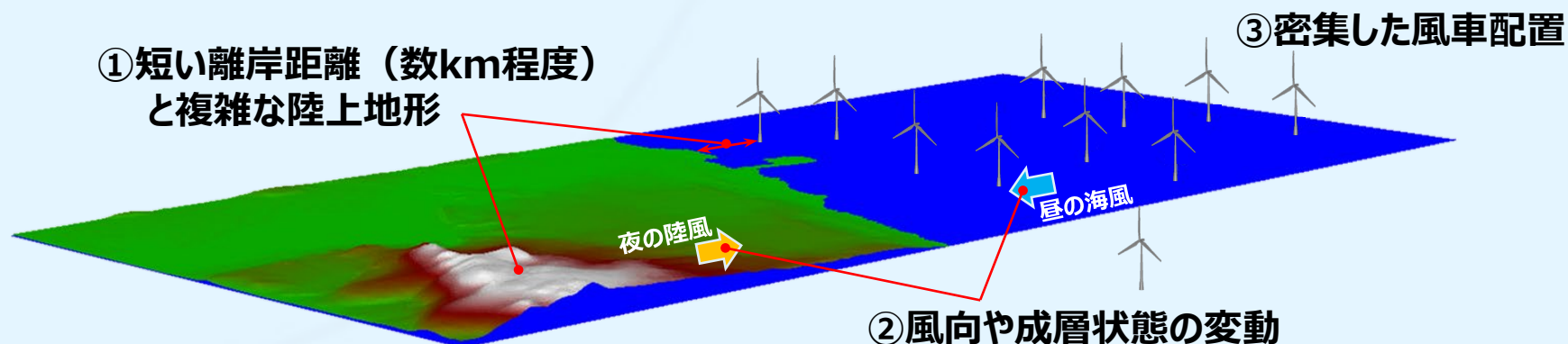
洋上ウィンドファームにおけるウェイク観測手法の指針をまとめ、風況観測ガイドブックとして取りまとめる。また、リモートセンシング機器を活用したウェイク観測手法としてまとめる。

4. 成果・進捗概要

秋田洋上風力発電(株)殿(以降、AOW)の秋田港洋上風力発電所を対象としたウェイク観測に向けた準備中。(土地契約、各種工事等)

国内の稼働済・計画中の洋上風力発電事業の多くは、欧州と異なる立地環境にある

- ① 離岸距離が短いため、複雑な陸上地形の影響を受けやすい
- ② 昼夜・季節により、風向変動が顕著で、成層状態も大きく変動する
- ③ 設置海域が比較的狭く、風車配置が密集しがち



風車ウェイクもこれらの影響を受けていると推定される

国内洋上風力発電所を対象とした風況観測にて、ウェイク現象理解と観測手法を確立

実施体制



代表機関

NEDO

東芝エネルギーシステムズ株式会社

協力機関：秋田洋上風力発電株式会社殿

国立大学法人東京大学

国立研究開発法人産業技術総合研究所

一般財団法人日本気象協会

株式会社ウインドエナジーコンサルティング

一般財団法人日本海事協会

ウェイク観測設計、および洋上サイトを対象とする本格観測
観測データを用いたウェイク空間分布
観測欠損データの補完手法の検討

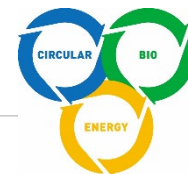
高層および低層大気の気象条件の
評価手法とウェイクに与える影響の
評価手法の確立

ウェイクの観測手法の確立

観測データの妥当性および本格観測
に向けた事前検証

ウェイク観測ガイドブックの取りまとめ

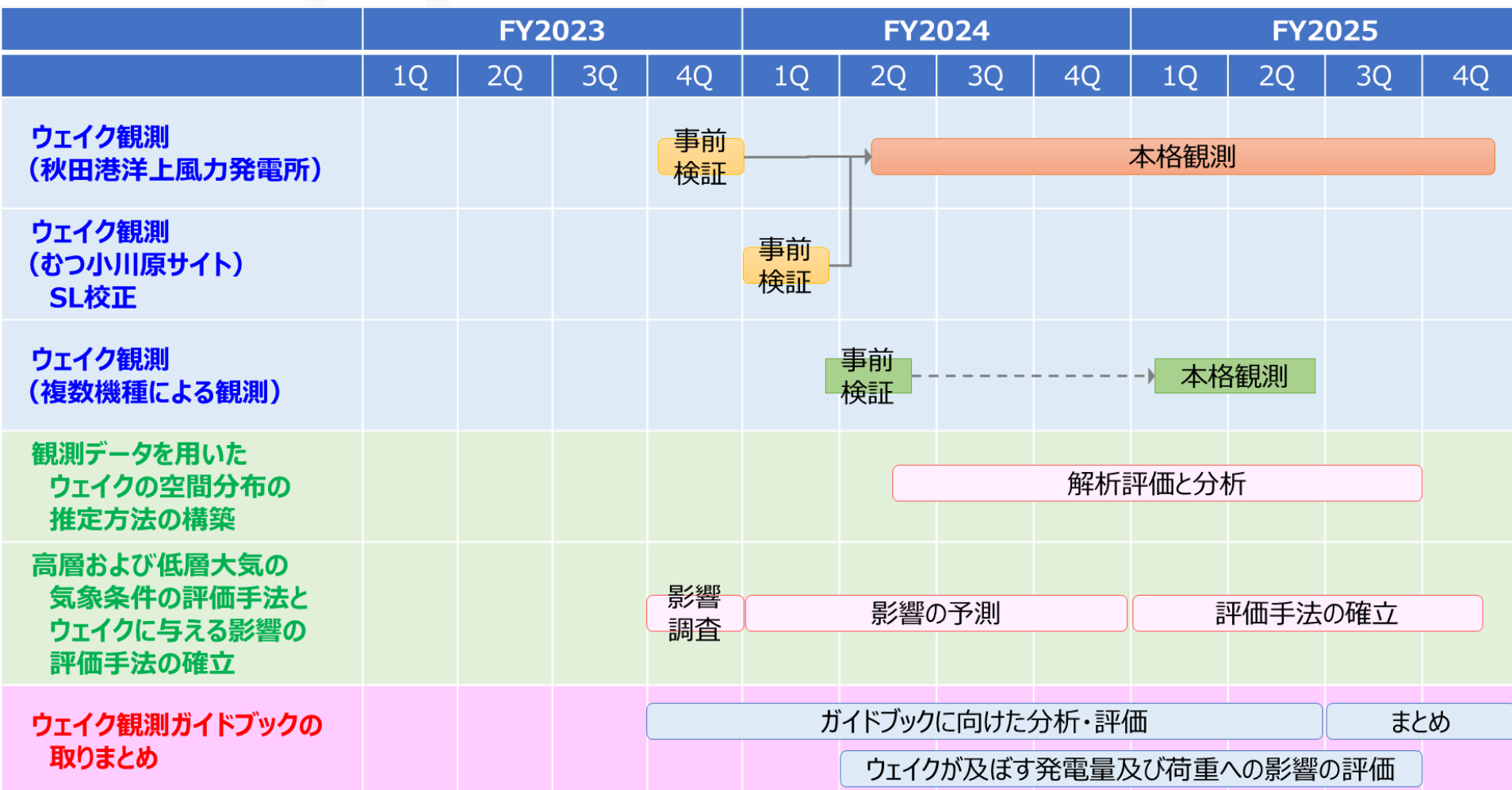
技術委員会の設置
および運営



研究スケジュール



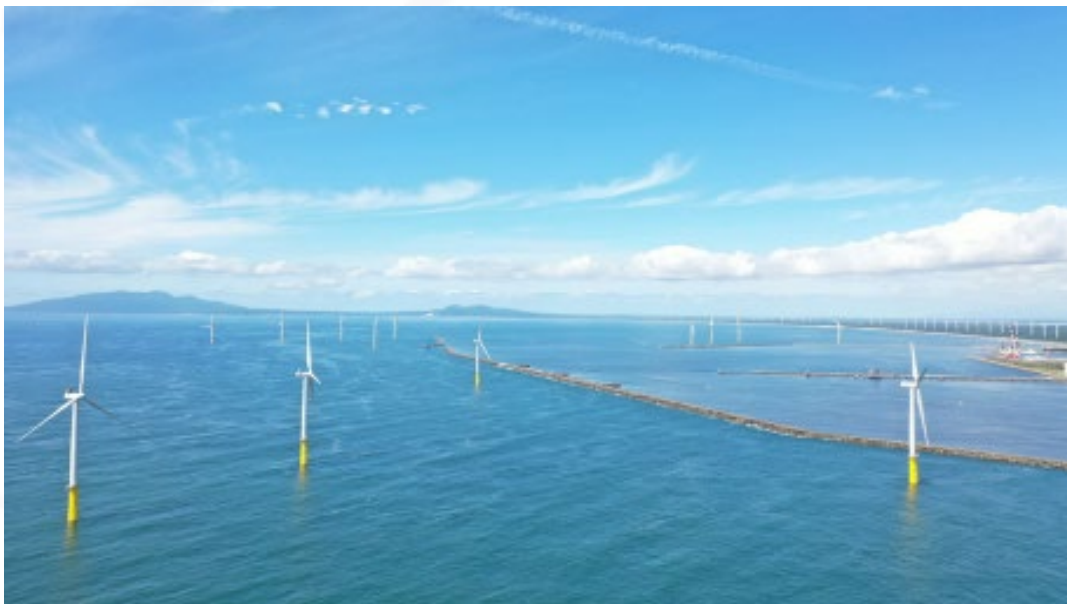
ウェイク観測を1年以上継続、季節変化や時間変化による特性も評価



研究概要 (1) 対象サイト

国内を代表する環境の秋田港洋上風力発電所においてウェイクを観測

13基の大型商用風車(定格出力：4.2MW、ロータ径：117m、ハブ高さ：約89.5m) が設置



出典：秋田洋上風力発電株式会社

研究概要 (1) ウェイク観測



DSL等の観測機器により、日本特有の環境下における風車ウェイクを観測

スキャングライダー (SL)



3セットのデュアル観測 (DSL)

鉛直ライダー (VL)

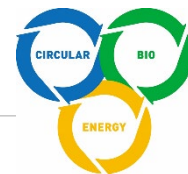


複数のVLにて面的な流入風を観測

観測マスト



高さ60m

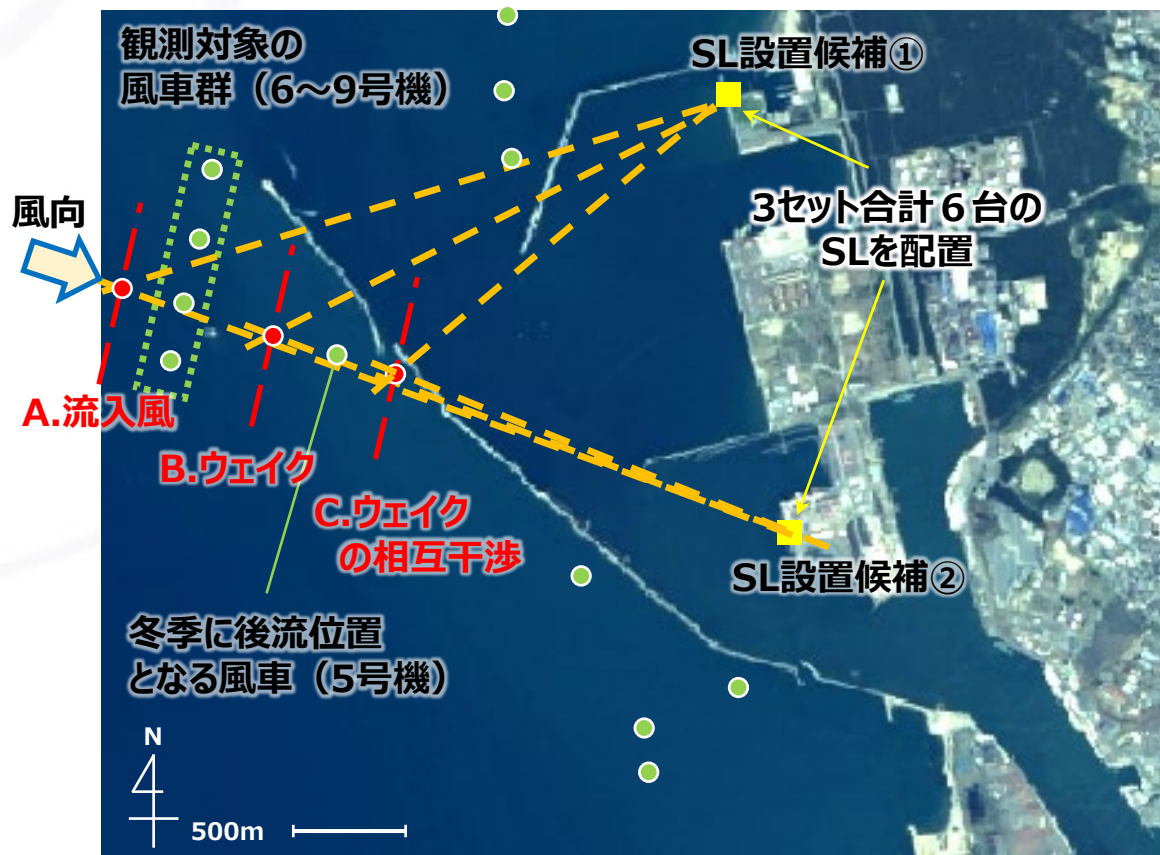


研究概要 (1) ウェイク観測



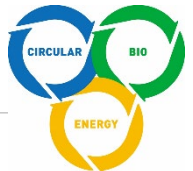
流入風とウェイク風速や乱流強度分布、ウェイクの相互干渉を同時観測

事前検証(むつ小川原)と本格観測(AOW)の2 STEPで実施、観測の妥当性・正確性を向上



出典：国土地理院ウェブサイト (<https://mapps.gsi.go.jp/>)

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

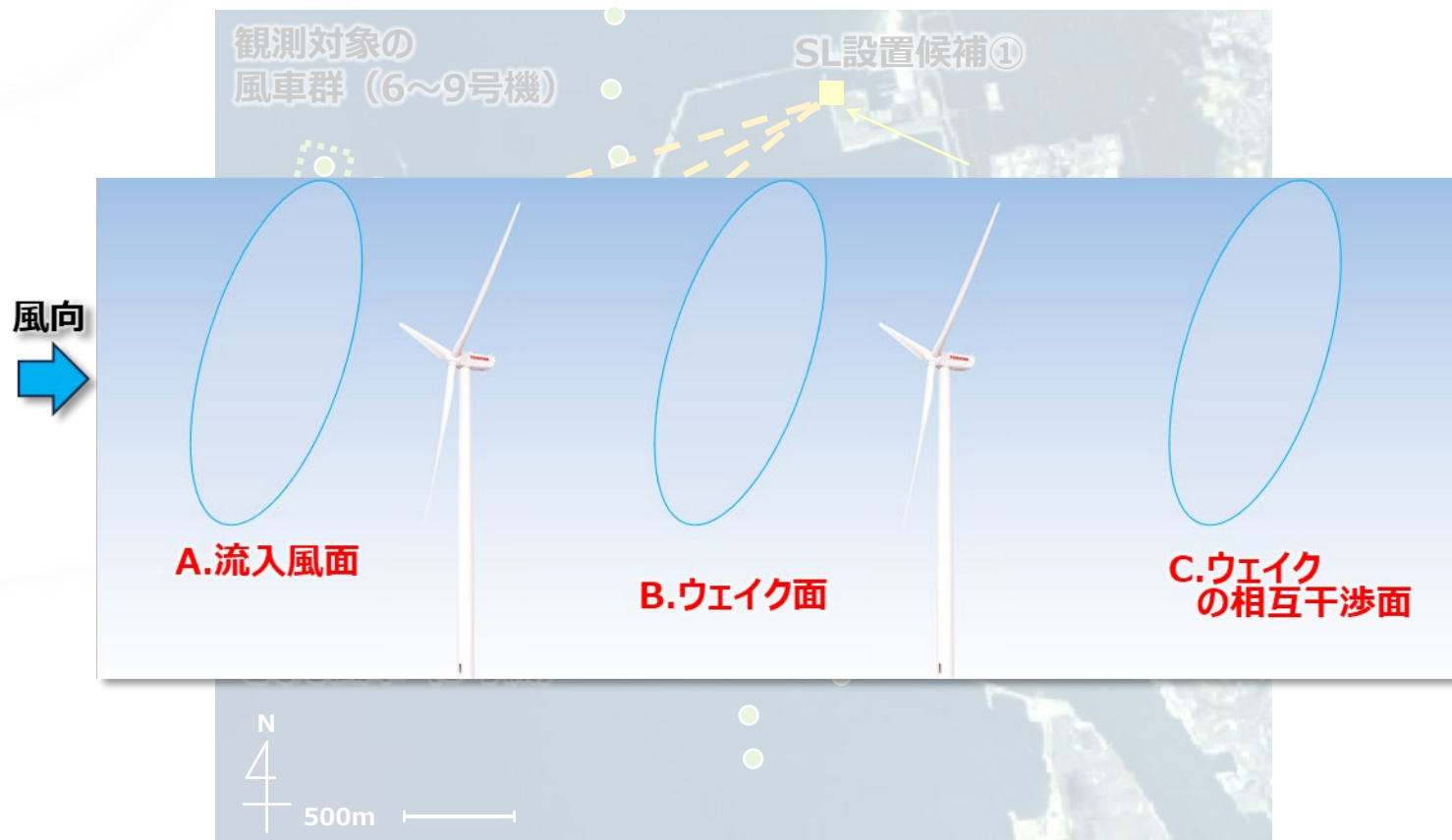


研究概要 (1) ウェイク観測



流入風とウェイク風速や乱流強度分布、ウェイクの相互干渉を同時観測

事前検証(むつ小川原)と本格観測(AOW)の2 STEPで実施、観測の妥当性・正確性を向上



出典：国土地理院ウェブサイト (<https://mapps.gsi.go.jp/>)

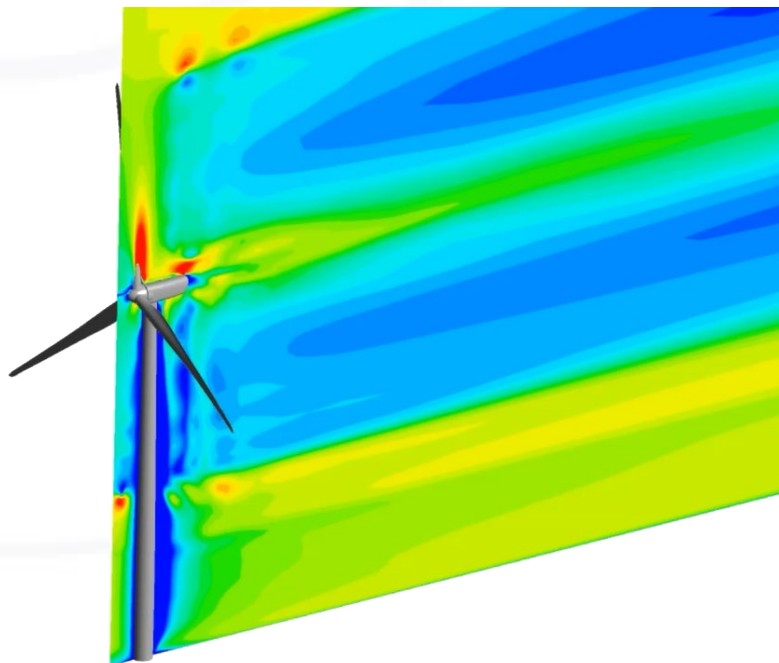
国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構



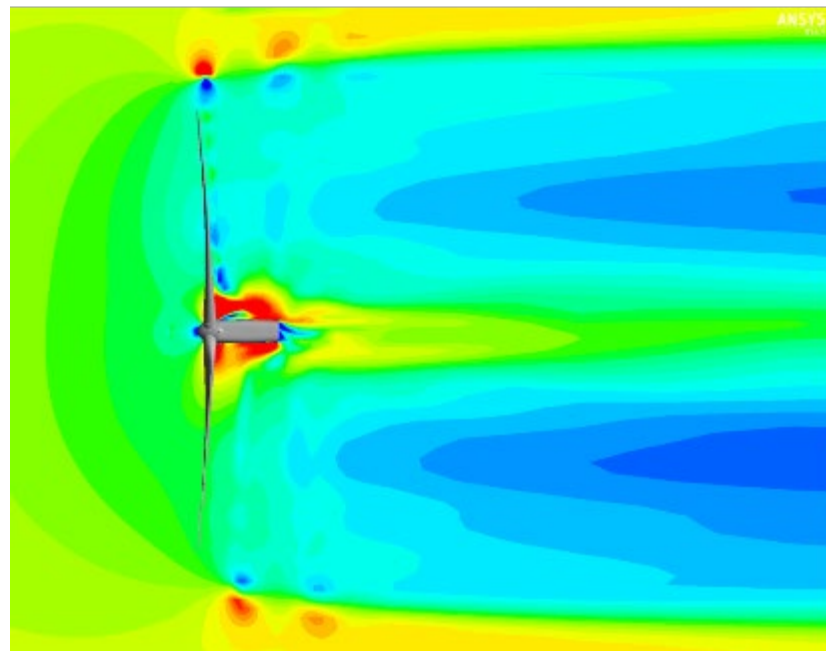
研究概要 (2) 現象解明

観測データ分析やCFDなどによる推定を通じてウェイク現象の解明を目指す

タワー中心でのウェイク風速分布



ハブ高断面でのウェイク風速分布

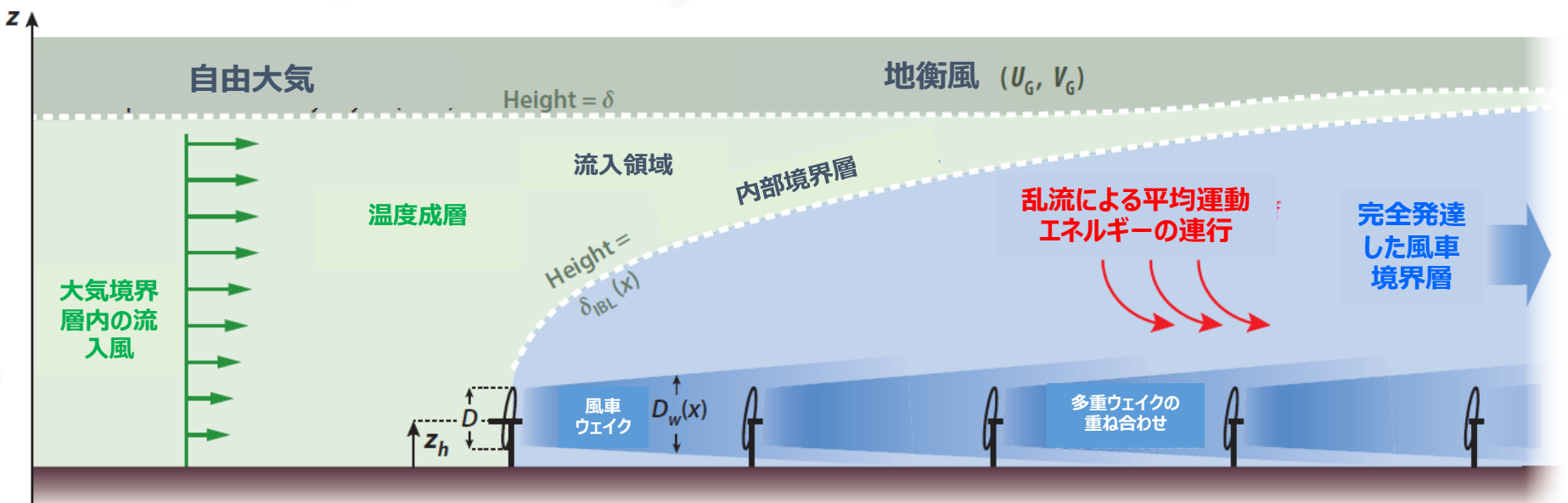


離散的な観測データとCFDを活用、ウェイク空間分布の推定方法を確立

研究概要 (2) 現象解明

自由大気および接地境界層の気象条件を高精度に予測、
風車ウェイクに与える影響の評価手法を確立

高層(自由大気)および低層(接地境界層)の気象観測データの同化を利用した
気象シミュレーション手法の構築および風車ウェイクに与える影響の評価



出典: Stevens and Meneveau (2017)に基づき作成

研究概要 (3) 指針まとめ



(1) (2) の成果をウェイク観測手法のガイドブックとして取りまとめ

指針項目 (案)

- a) ウェイク観測手法の種類
- b) ウェイク観測の精度検証方法
- c) 観測データ欠測時の補完方法
- d) ウェイク観測データの分析方法
- e) ウェイク観測で留意すべき事項

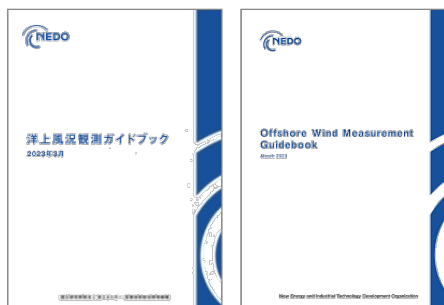
洋上風況観測ガイドブック

洋上風力発電所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です。一方で、洋上での風況観測コストを要するため、マストを設置して行う観測の代替として国内外でドップラーライダー等のリモートセンシング技術を活用した観測が行なわれている。成分の観測や沖合での風速の鉛直分布等を観測する手法は未だ確立されていません。

そこで、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）は、上述のようなリモートセンシング技術等を活用した、日本の漁業関係者や漁民の安全確保や、国内の最新の知見も参考としながら、洋上風力発電所の事業計画や風車設計に必要な風況観測を実施しました。

When considering business plans for offshore wind farms, it is important to obtain accurate wind data in order to assess their feasibility. On generally requires coordination with local authorities, licensing procedures and significant costs. For this reason, observations using remote sensing technology have been conducted in Japan and abroad as an alternative to mast installation. However, current remote sensing technology has not yet established a method for obtaining the vertical distribution of wind speed relatively far from the coast.

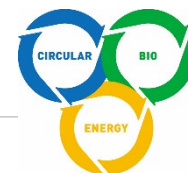
Therefore, New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO) has developed a technology to establish a rational observation method and other technologies, based on actual observations at the port of Mutsu Ogawara in Aomori Prefecture. Using the results of these reference, "Offshore Wind Observation Guidebook" has been compiled to provide a reference for practitioners who carry out wind observation for offshore wind farms.



[洋上風況観測ガイドブック](#)

[洋上風況観測ガイドブック（英語版）／Offshore Wind Measurement Guidebook](#)

出典：https://www.nedo.go.jp/library/fuukyou_kansoku_guidebook.html



まとめ

洋上風力発電事業における事業採算性評価や風車の安全性評価に貢献

本研究で提供する価値

(1) デュアルスキャニングライダーによるウェイク観測

- ・ウェイク観測手法の開発
(非一様な流れ場に対し、季節や一日の風向変化に応じた観測手法)

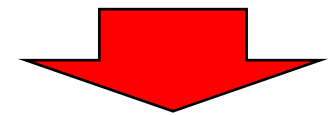
(2) ウェイク観測データの分析と現象の解明

- ・ウェイク観測データを用いたウェイクの空間分布の推定方法の検討
- ・高層・低層大気の気象条件がウェイクに与える影響の評価手法の確立

(3) ウェイク観測手法の指針まとめ

- ・ウェイク観測ブックの策定
- ・ウェイクが及ぼす発電量及び荷重への影響の評価

- ・事業採算性評価に貢献
- ・風車の安全性評価に貢献



洋上風力発電の導入促進

風力発電事業者やサプライチェーンにおける、各ステークホルダーによる
投資を促進し、洋上風力発電の導入に寄与する