

発表日：2026年7月21日

- (1) デュアルスキャニングライダー(DSL)によるウェイク観測手法の開発
- (2) ウェイク観測データの分析と現象の解明
- (3) ウェイク観測手法の指針まとめ



基数[－]	13
定格出力[MW]	4.2
ロータ径[m]	117
ハブ高さ[m]	89.5

表 1 設置風車の概要

Figure 1: Comparison of wind direction and turbulence intensity (TI) distribution between single and multi-peak cases. The diagram shows a cross-section of a building with wind entering from the left (ウエイク風向). It identifies five cross-sections: DSL-A (flow), DSL-B (single peak), DSL-C (multi-peak), and WTG-A through E. Distances from the inlet are marked as 4.5D, 2.5D, 3.5D, and 3D. A circular inset shows the 9 observation points for each section. The top and bottom labels are '北側SL' (North Side SL) and '南側SL' (South Side SL).

図2 3セットのDSLによる3断面の測定位置と風況同時観測

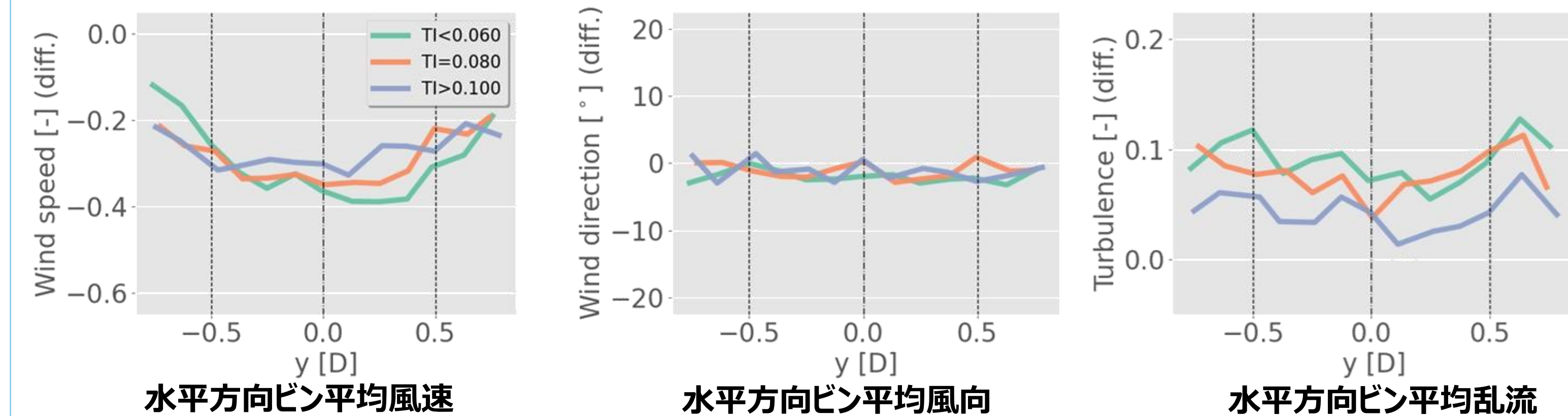


図3 TI別のマルチウェイクの特徴@ハブ高（DSL-C断面とDSL-A断面の差）

[illegible]

図4 安定度とシアの関係

図5 LLJs事例(DSL・VL)

図6 構造物影響を受けるSL観測値のスナップショット

乱流流入風を模擬し、3D-格子ボルツマン法を用いたCFD解析によりウエイクに伴う速度欠損を評価。複数の流入条件における結果をベースに固有直交分解(POD)による低次元モデルを構築し、さらに観測データを元に低次元モデル係数を決定し、ウエイクの空間分布を推定する手法を構築(図7)。本手法によるウエイクの風速空間分布は良い一致を示す(図8)。本手法は時間方向への適用も可能。

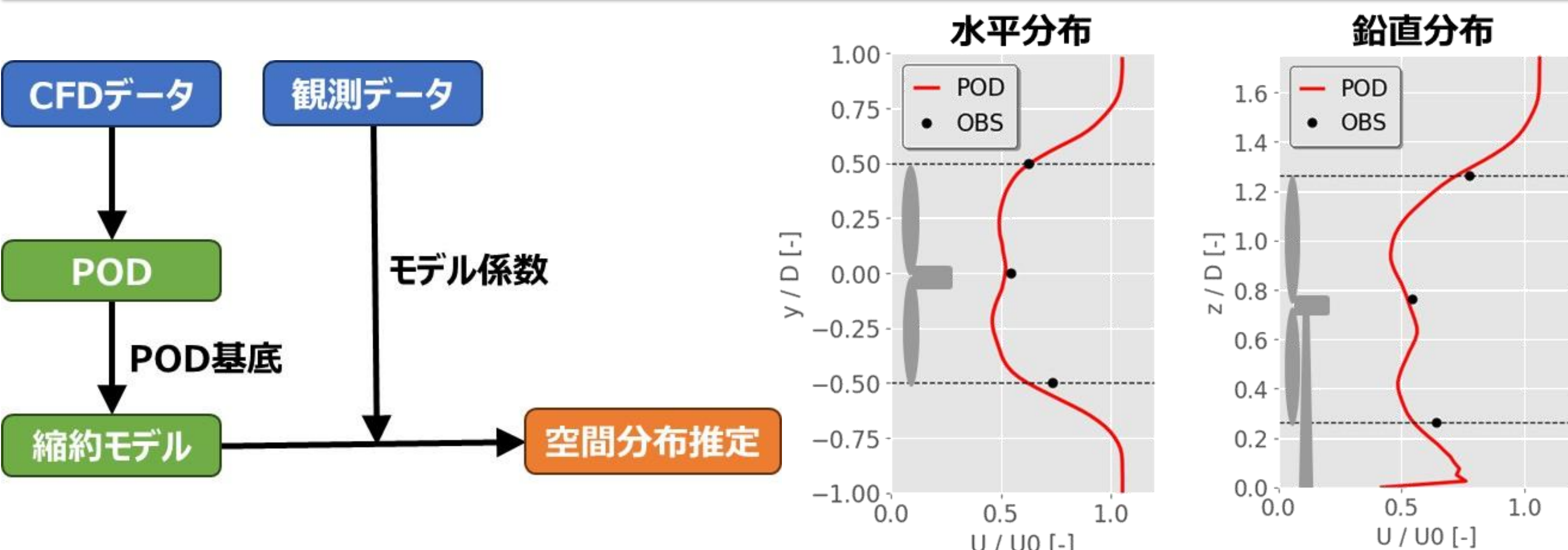


図7 PODによる空間分布推定のアルゴリズム

図8 観測結果とPOD推定手法のウェイク風速比較

Figure 10 displays the comparison of POD (red line) and OBS (black dots) results for three cases. The x-axis represents the normalized velocity $U/U_0 [-]$ and the y-axis represents the normalized velocity $y/D [-]$. The legend indicates that yellow dots represent observed data (観測を仮定) and grey dots represent estimated data (欠損を仮定).

- ケース 1: 受風面中央に一点** (Case 1: One point at the center of the windward surface). The velocity profile shows a single peak at $U/U_0 = 0.5$.
- ケース 2: 受風面端に一点** (Case 2: One point at the edge of the windward surface). The velocity profile shows a single peak at $U/U_0 = 0.5$.
- ケース 3: 受風面外** (Case 3: Outside the windward surface). The velocity profile shows multiple peaks at $U/U_0 = 0.5, 0.7, 0.9$.

図9 DSL-B断面の測定位置におけるハブ高さ風速水平分布のPOD推定と観測結果比較

LESモデルを用いた数値流体解析を実施し、ブレードのスラスト力の分布および大気安定度の違いがウェイク域内の乱流場に与える影響を明らかにし、ウェイクの拡がり幅とピーク位置を決めるパラメータを固定することにより、様々な流入風速、乱流強度、大気安定度において風車ウェイク域内における風速の空間分布を正確に予測することを可能にした。

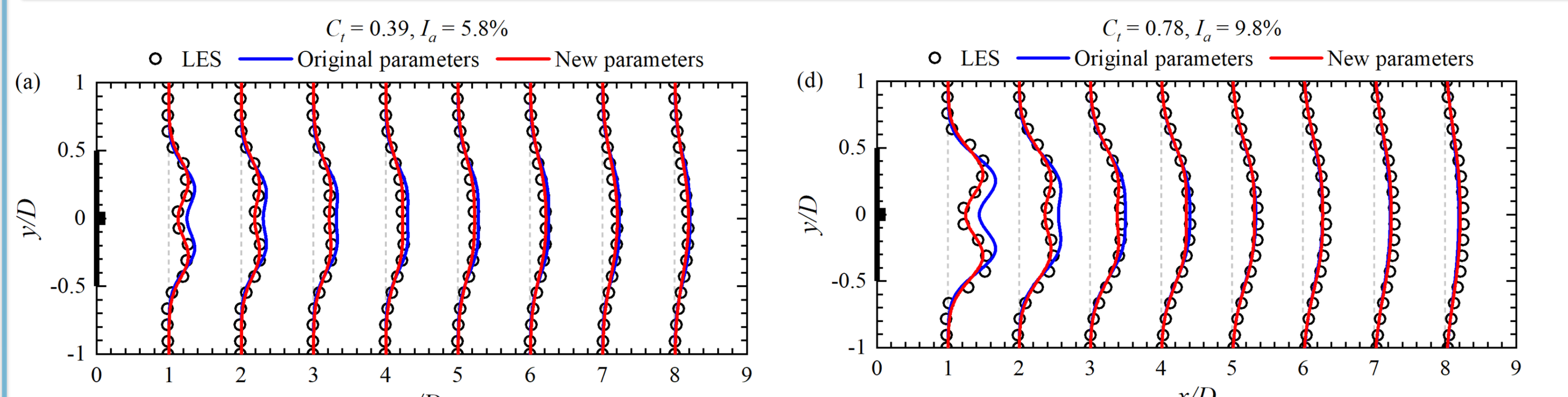


図10 異なるスラスト係数と乱流強度における風車ウェイク域内の風速欠損分布の予測精度の向上

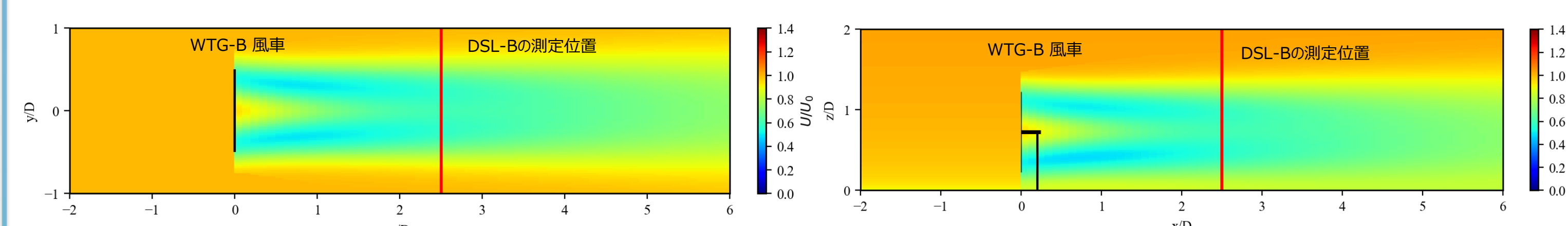


図11 WTG-B風車ウェイク域内における水平面内（左）と鉛直面内（右）無次元風速の分布

DSL-AからDSL-Bに向かい、 ± 11.25 度の範囲を対象とし、様々な風速と乱流強度における風車ウェイク域内の無次元風速の水平と鉛直方向の分布を予測し、観測値との良い一致を示した。また上流側風車4基によるウェイクについて、風向180度から360度の範囲において、DSL-B地点におけるハブ高さの無次元風速の予測値と観測値を比較し、従来モデルに比べ、予測精度の向上を示した。

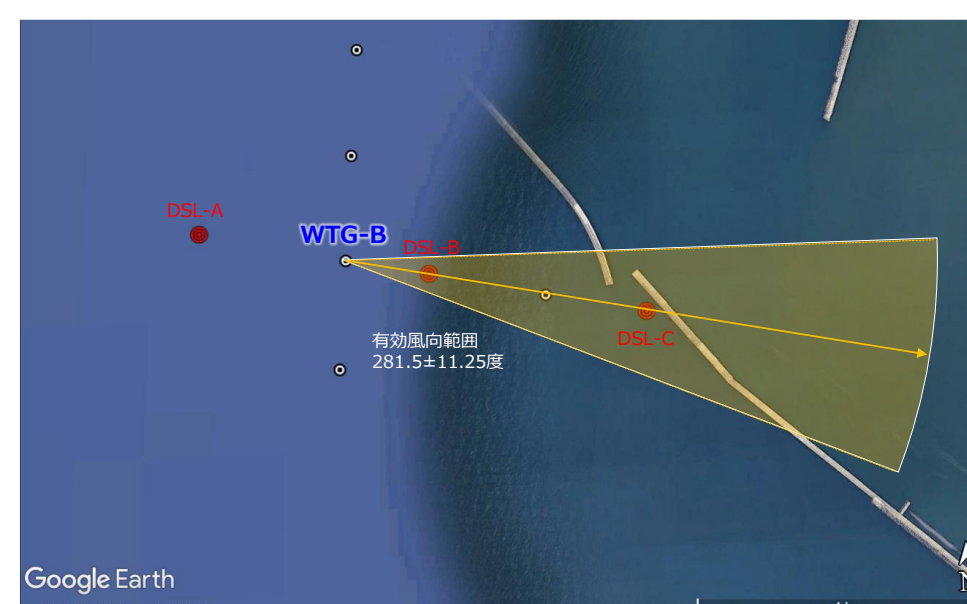


図12 DSL-Bの測定地点における風速の
水平と鉛直分布の精度検証の風向範囲

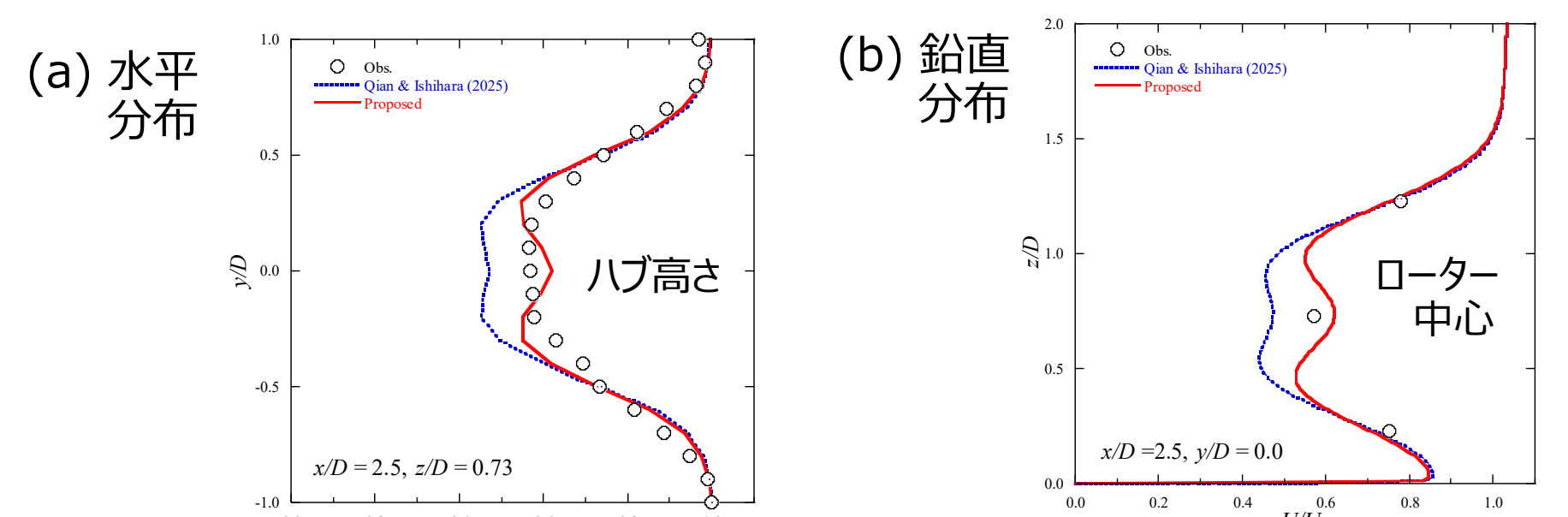


図12 DSL-Bの測定地点における風速の水平と鉛直分布の精度検証の風向範囲

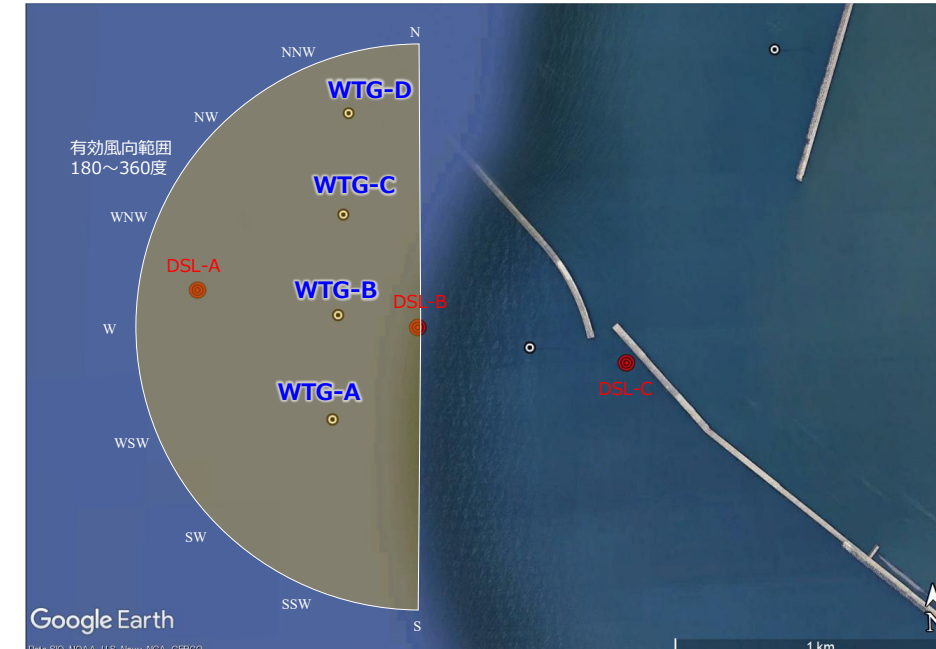


図14 DSL-Bの測定地点における
風速の方位別の精度検証の風向範囲

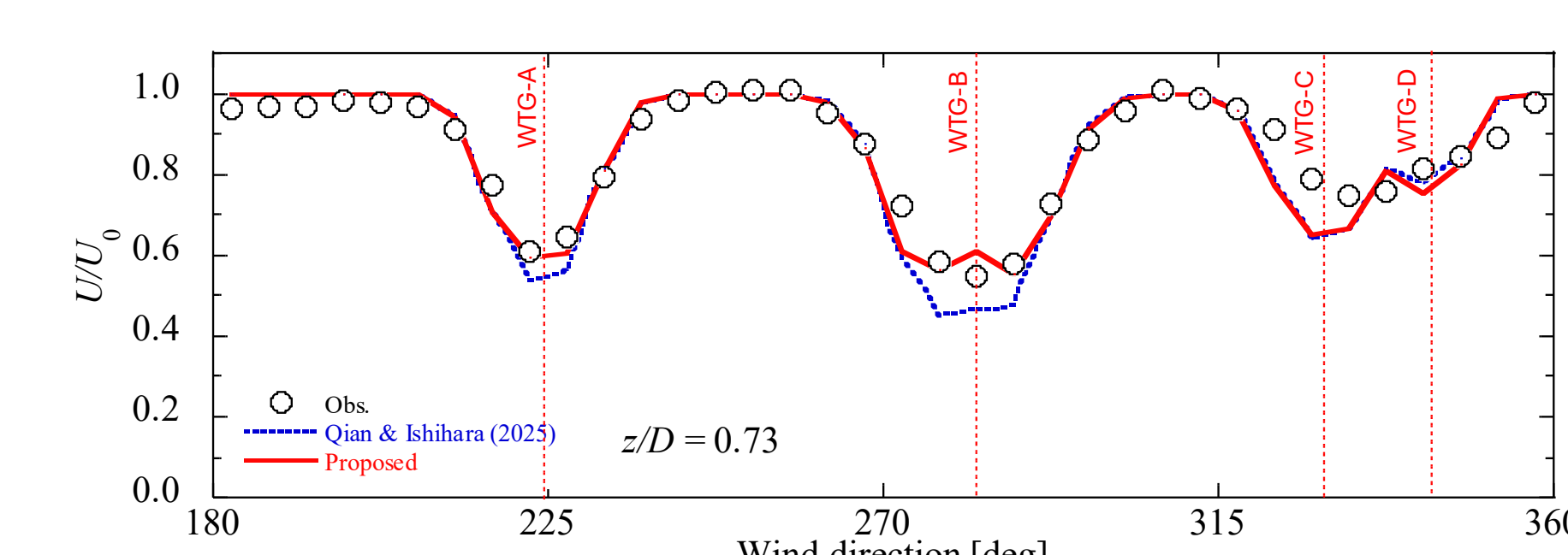


図15 異なる風向におけるDSL-Bの測定地点でのハブ高さの無次元風速の予測値と観測値の比較

ガイドブック(案)を策定。さらに、公知情報およびウェイク観測結果を用い、ウェイクが及ぼす発電量及び風車主要部位における疲労荷重への影響を定量的に評価。

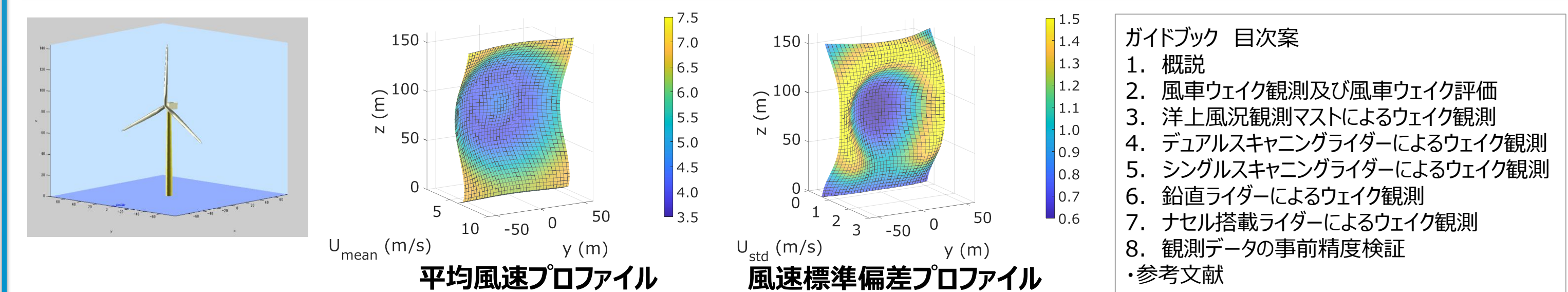


図16 BLADEDモデル

図17 ウェイクモデルの荷重解析への実装

図18 ウェイク観測ガイドブック目次(案)

各研究開発項目において、下記を計画する。

・季節性や年次による風況・ウェイクの相違分析と風向追従観測による幅広いウェイク現象の理解

- ・追加観測データを用い、観測データ欠損時のウェイク空間分布推定手法の一般性検証

3) ウェイク観測手法選定のフローを確立するガイドブック作成

(3) ウェイク観測手法選定のフローを確立するガイドブック作成

- ・ガイドブックの完成、大気安定度をパラメータにウェイクが及ぼす発電量・荷重への影響を評価

■ 実用化・事業化の見通し

本事業における研究開発成果は、各事業者が保有する強みを活かして実施中の製品・サービス等をさらに強化することに活用、一部については、2027年度より実用化を計画する。

また、これらを通じて、国内洋上風力発電の普及拡大、および主力電源化に向けて貢献する。