

パネルディスカッション2: 先進技術② (洋上風力) と社会受容性

目的

・効率的・低コストな洋上風力発電所の設計

環境共創

Environmental
Co-Design

風車

The Turbine

未来：
風力発電エネルギー
が世界のエネルギー
需要の50%を供給

社会科学

Social Science

Task56

(洋上風車動的解析コードの検証)

数値モデルの高精度化

モデル化の相互確認

Task49

(浮体式洋上ウインドファームの
統合設計)

モデルの標準化

風車配置モデルの相互確認

大気

The Atmosphere

Task44

(ウインドファームの流れ場制御)

モデルの最適化

Task62

(風力発電の計画と
市民参加の社会科学)

社会受容性

風力発電と電力網

The Plant and Grid

共通キーワード

Task56 (OC7, 洋上風車動的解析コードの検証)

項目	内容
目的	・洋上風力発電システムの設計に使用される解析ツールの予測精度の向上
概要	解析ツールを用いた解析結果の比較を通じて予測精度を評価するとともに、精度向上のための効果的な戦略を提案する。
参加者 (敬称略) ○: 主担当者	○吉本治樹 (JMU), 山口敦 (足利大), 飯島一博 (大阪大), Rodolfo Goncalves (東大), 平林紳一郎 (東大), 菊池由佳 (東大)
スケジュール	2024年1月～2027年12月の4年間
ワークパッケージ (WP)	WP1: 粘性流体力, WP2: 浮体弾性応答, WP3: 浮体式WFの空力
活動状況	・2024年～2027年の4年間で、浮体式洋上風力発電設備を対象とした3つの現象に焦点を当てた活動を実施予定。 ・WP1において、複数のセミサブ型浮体の波浪中挙動や粘性流体力を対象に、複数解析ツールの解析結果の比較を実施中。
課題	・風車浮体の設計に広く適用可能な、粘性流体力のモデル化手法の開発 ・浮体構造の内部断面力の新しいモデル機能性の検証 ・浮体式ウインドファーム内の空力モデルの調査及び検証
主な成果	・水槽試験結果と複数の解析ツールの解析結果を比較し、粘性流体力に関する追加モデル化手法の有効性を確認。
日本の取り組みと展開	・WP1にて浮体挙動解析及びCFDによる流体力解析を実施し、解析結果をTaskに提供。 ・浮体の渦励振挙動に関する取り組みをWP1-5としてTaskに提案。2024年10月から活動開始予定。

Task49（浮体式洋上ウィンドファームの統合設計）

項目	内容
目的	浮体式洋上風力発電所の最適設計に資するため、標準的な浮体式洋上風力発電所を定義し、標準的な設計手法開発する
概要	浮体式ウィンドファームの設計課題に対処する研究を促進する
参加者（敬称略）○：主担当者	○山口敦（足利大），高東熙（清水建設）
スケジュール	2021年～2024年
ワークパッケージ（WP）	WP1：標準設計条件の定義 WP2：標準発電所(Array)の定義 WP3：発電所レベルでの損傷リスクと低減 WP4：問題点の明確化
活動状況	<ul style="list-style-type: none">• WP1の活動がほぼ終了。• WP2が進んでいる。
課題	<ul style="list-style-type: none">• 設計条件設定手法• 標準浮体式風車の定義• 係留設計• 電力ケーブル設計
主な成果	<ul style="list-style-type: none">• 全世界69サイトにおいて、ERA5再解析の生データから風速と波浪の極値を推定し、標準的な設計条件を整理した(WP1)• 標準浮体式風車を定義した(WP2)
日本の取り組みと展開	<ul style="list-style-type: none">• 標準設計条件設定に際して、福島データを提供

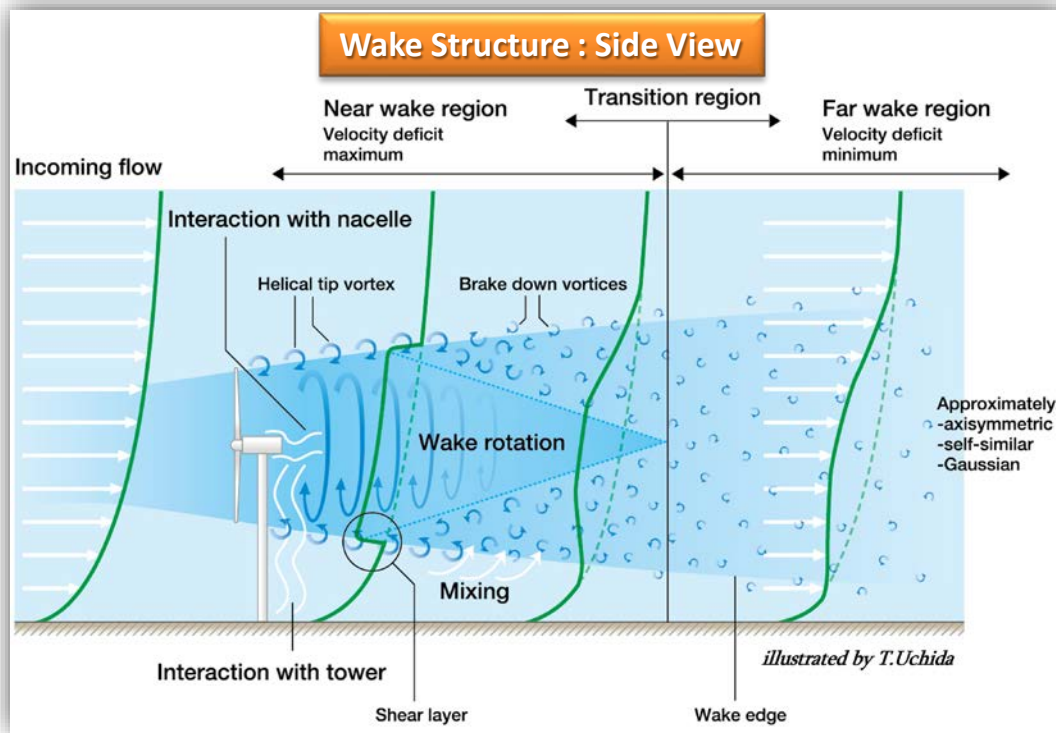
Task44 (ウィンドファームの流れ場制御)

項目	内容
目的	風力発電所におけるウェイク制御分野の国際共同研究の実施
概要	風力発電所内の個々の風車の制御動作を調整して、風車ウェイクの相互作用を最小限に抑える研究分野
参加者 (敬称略) ○: 主担当者	○内田孝紀 (九大), 銭国偉 (東大), 高桑晋 (JRE), 村上礼雄 (東京ガス), 馬詰佳亮 (日立造船), 深谷侑輝 (東芝ESS)
スケジュール	2021年1月~2024年12月
ワークパッケージ (WP)	WP1: 研究成果の収集 WP2: 不確実性の定量化 WP3: 技術・アルゴリズムの開発 WP4: 他のプロジェクトとの連携
活動状況	WP2に参画
課題	風力発電所を活用したウェイク制御に関する実証試験
主な成果	1. IEA Wind Task 44 Talks, IEA Wind Task 44 Wiki, LinkedInによる情報発信 2. IEA Wind Task 44: Review and Best Practices for Wind Farm Flow Control Field Assessmentの発行準備
日本の取り組みと展開	Mini Symposia : Wind Farm Flow Control research organized by IEA Wind Task 44 (WESC 2023(Glasgow, UK), 2023.5.25)での研究発表

Task62 (風力発電の計画と市民参加の社会科学)

項目	内容
目的	社会科学の知見を生かし、風力エネルギー導入における市民参加に焦点を当てた課題の提案
概要	陸上風力や洋上風力を含む複数の資源を利用によって二酸化炭素削減目標を達成し、気候変動による悪影響を減少させるために、効果的かつ実のある社会的関与が求めている。
参加者 (敬称略) ○: 主担当者	○丸山康司 (名古屋大), 本巢芽美 (名古屋大), 西城戸誠 (法政大), 古屋将太 (環エネ政策研), 竹内彩乃 (東邦大)
スケジュール	2024年7月~2028年の4年間
ワークパッケージ (WP)	WP1: 社会技術協力, WP2: 立地地域の承認と関与, WP3: 企業文化が計画や地域に与える影響, WP4: 財政的参加とビジネスモデル (コベネフィット, 共同所有), WP5: 風力事業の立地計画を改善させるツール
活動状況	・WP1-5全てに参加
課題	風力エネルギー事業に際して、有意義な対話を通じてステークホルダーの信頼を高め、初期段階から適切に設計されたプロジェクトを実施し、受入コミュニティの支援に資すること
主な成果	上記課題の達成
日本の取り組みと展開	日本は国際的にも風力の社会受容性の解決に向けた実践例や対応策が蓄積されている国の一つであり、課題共有という意味でも優良実践という意味でも他国に貢献してきたし、タスクから有用な情報を得てきた。とくに漁業関連の合意形成や貢献策については特色のある国であり、今後も貢献することが期待されている。

風車ウエイクとは？



IEA Wind TCP Task44



- 国際エネルギー機関(IEA)は, 風力技術協力プログラム(略称:IEA Wind TCP)を主催している.
- IEA Wind国内委員会(締約機関:NEDO)からの推薦・審議を経て, IEA Windの国際共同研究活動(Task 44)に参画している(2021年12月15日~).

Task 44 (Wind Farm Flow Control) のスコープ

- 風力発電所の制御分野における**国際共同研究**
- 風力発電所の制御アルゴリズムと性能向上への貢献が**焦点**

研究の目的

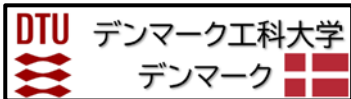
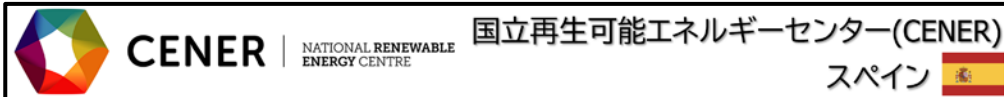
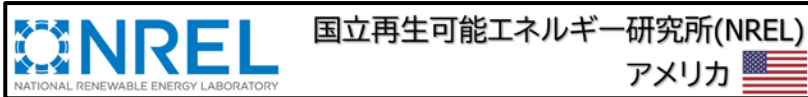
- ✓ 風力発電量の増産による電力システムや電力市場における風力発電の価値の最大化
- ✓ 風車のウェイク荷重の低減による、風力発電コストの低減化
- ✓ 風力発電所の制御モデルのベンチマークとベストプラクティスの開発、ベストプラクティス・データ交換の促進

IEA Wind TCP Task44



主な参加機関

洋上風力研究に関する海外トップ大学/研究所が参画




参加国

米国, オランダ, 英国, フィンランド, アイルランド,
デンマーク, スペイン, ドイツ, ノルウェー, 日本



日本の体制

- 九州大学/内田 孝紀 (代表者)
 - ジャパン・リニューアブル・エナジー, 4名
 - 東芝エネルギーシステムズ, 3名
 - 日立造船, 4名
 - 東京ガス, 2名
- 

IEA Wind TCP Task44



Task44 ワークパッケージ(WP)

Work Package 1

Track the evolving state of the art in wind farm control through collection of research results and expert elicitations

Develop set of recommendations and best practices

研究成果の収集

Work Package 2

Characterize and quantify sources of uncertainties

Develop methods for estimating AEP/loads with overall uncertainty

Develop set of recommendations and best practices



Work Package 3

Characterize the building blocks which define wind farm control

Build an overview of available options, specifications and assess TRL of each

Give a full landscape of the solution space

技術・アルゴリズムの開発

Work Package 4

Collaborate and coordinate with other IEA Tasks and other wind farm control R&D activities

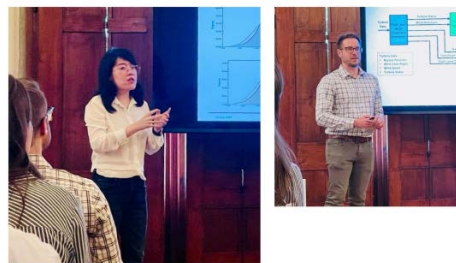
Based on tasks 1-3 and external projects, identify research gaps

Develop research roadmap

他のプロジェクトとの連携

メインにWP2へ参加

Uncertainty Quantification / 不確実性の定量化



風車ウエイク制御手法に関する大型プロジェクトの進捗

- 研究機関 (NREL)・大学 (NCEPU)・事業者 (ENGIE, RES)・メーカー (SGRE)・コンサル (ventodyne GmbH) より, AWAKENのようなファーム制御の実証実験について, 発表
- DNVより, Bankability評価に向けたJIP (Joint Industry Project) の紹介

NREL : National Renewable Energy Laboratory (アメリカ)
 NCEPU : North China Electric Power University (中国)
 ENGIE : フランス
 RES : Renewable Energy Systems (イギリス)
 SGRE : Siemens Gamesa Renewable Energy (スペイン)
 ventodyne GmbH : ドイツ



DNV launches joint industry project to confirm potential of wind farm control technology

<https://www.dnv.com/news/dnv-launches-joint-industry-project-to-confirm-potential-of-wind-farm-control-technology-241929/>

07) ウィンドファームの流れ場制御研究会 (2023/04~2025/03, 募集中)

項目	内容
主催	内田 孝紀 (九州大学)
副主催	高桑 晋 (ENEOSリニューアブル・エナジー株式会社)
メンバー	乾 真規 (日立造船), 大内 和良 (東電設計), 甲斐 郁寛 (東京電力リニューアブルパワー), 川島 泰史 (西日本技術開発), 佐々木 貴志 (コスモエコパワー), 榎塚 靖子 (日本風力開発), 田中 鉄平 (ユースエナジーホールディングス), 谷山 賢浩 (東芝エネルギーシステムズ) 村上 礼雄 (東京ガス), 長倉 のり子 (日本風力開発) (五十音順)
期間	2023年04月~2025年03月 (予定)
目的	IEA Wind Task 44のウィンドファームの流れ場制御 (Flow Farm Control) では, 風力発電所の制御アルゴリズムと性能向上への貢献を目的とし, 風車ウエイクステアリング手法等が議論されている。日本からも内田 孝紀 (九州大学応用力学研究所) が代表者となり, 数名の委員登録の下, Task 44に参加している。今後, 国内の洋上風力発電分野においてもTask 44で議論されている研究開発が重要になってくる。そのため, 本研究ではIEA Wind Task 44の国内チームと連携を図りつつ, 最新の風車ウエイク研究とウィンドファームの流れ場制御について調査を行い, 国内の関係者間にて情報交換を行う。
研究内容	(1) 風車ウエイクおよびウィンドファームの流れ場制御に関する論文等の調査 (2) 風車ウエイクとウィンドファームの流れ場制御の室内実験, 野外観測, 数値モデルなど (3) その他, 風車ウエイクおよびウィンドファームの流れ場制御に関する要素技術
活動内容	風車ウエイクおよびウィンドファームの流れ場制御の関連技術を調査, 分析し, 年4回程度開催する研究会にて議論する。研究会の成果は, 学会誌特集号として集約し報告する。

第5回ウィンドファームの流れ場制御研究会
 日時: 2024年3月15日 (金曜日), 午前9時~午後4時
 場所: 九州大学応用力学研究所6F W601



大型境界層風洞 (地球大気動態シミュレーション装置) の前での記念写真

Task 56 : 洋上風車動的解析コードの検証 (Offshore Code Comparison Collaboration 7 Project – OC7)

タスクの概要

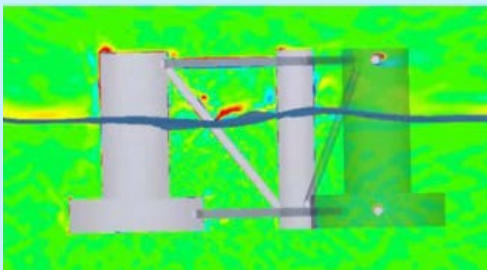
- 洋上風力発電システムの設計に使用される**解析ツールの予測精度の評価・向上**
- 2024年～2027年の4年間で、**浮体式洋上風力発電設備を対象**とした3つの現象に焦点を当てた活動を実施予定

	2024	2025	2026	2027
Phase1	→			
Phase2		→		
Phase3			→	

Phase 1 粘性流体力

さまざまな風車浮体構造の流体力学的粘性荷重モデルの検証

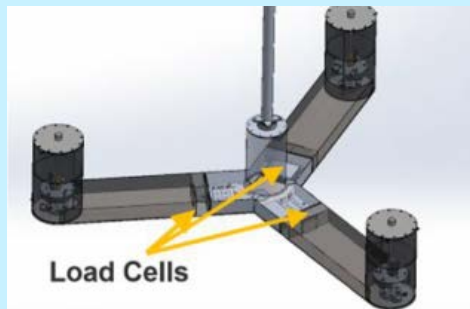
- CFDによるバリデーション
- モデル化方針の検討



Phase 2 浮体弾性応答

水槽実験から得られた計測値との比較を通じて、風車浮体構造内のメンバーレベルの荷重の検証

- 浮体弾性検証
- 全体構造解析



Phase 3 浮体式WFの空力

浮体特有の後流影響を考慮した、ウィンドファーム内の異なる場所の風車浮体荷重の検証

- ウィンドファームの空力検証
- CFD解析

