

NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026

プログラムNo. A1-1-09

風力発電等技術研究開発/洋上風力発電等技術研究開発/
次世代浮体式洋上風力発電システム実証研究(浮体式洋上風力
発電の導入促進に資する次世代技術の開発)/

コストミニマムを実現する風車一括搭載技術の 開発

発表：2026年7月21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 田中 康二

*団体名（企業・大学名など） 戸田建設（株）

問い合わせ先 戸田建設株式会社 <https://www.toda.co.jp/>

事業概要

1. 目的

再生可能エネルギーの主力電源化に向け、スパー型浮体式洋上風力発電設備の製造と施工を合わせたトータルコストミニマムを実現させる。

2. 期間

2024年9月 ～ 2026年3月

3. 目標

- 洋上作業日数短縮施工手法の開発
- 洋上作業日数短縮施工手法の実証

4. 成果

15MW級風車の1/100スケールモデルを用いた水槽実験結果との比較により検証したシミュレーションを用いて、施工手法を開発した。実海域で15MW級風車の約1/3スケールである2MW風車を用いた実証試験を実施し、15MW級風車における適用可能性の見通しをつけた。

研究開発の背景と目的

背景

浮体式洋上風力発電の導入拡大には、**製造コストと施工コストの両方を合わせたトータルコストの低減が必要不可欠**となる。国内では、五島洋上ウィンドファーム（2.1MW × 8基、スパー型浮体）が、地元企業を中心として浮体構造物の量産製造を実現しており、風車の大型化にも対応可能であることが見通せている。一方、風車の組立・設置には**起重機船を用いた複数日に渡る作業**を要しており、**施工コストの低減に改善の余地**がある。

目的

港湾における作業より割高となる**起重機船を用いた海上作業の日数を短縮し、風車の組立・設置コストを低減させる洋上施工手法を開発**する。さらに、実証試験により施工可能性を検証する。また、**スパー型浮体以外の浮体形式に対する適用可能性**についても検証する。

研究開発の概要

研究開発の概要

風車一括搭載技術のイメージ

港湾岸壁で風車組立

風車を曳航



研究開発の目標

- ① **施工コストを低減**させ、**スパー型浮体のトータルコストミニマムを実現**する。**作業日数は実質1日**に短縮させる。
- ② **様々な浮体形式**の設置・撤去ならびに維持管理における**施工コストを低減**させる。

研究開発項目と実施内容

1. 洋上作業日数短縮施工手法の開発

- ① シミュレーションの検証
- ② 施工手法の検討
- ③ 施工部材の概略設計
- ④ 浮体形式の調査・整理
- ⑤ 他浮体形式の動揺特性の確認
- ⑥ 補助工法の検討・まとめ

検討対象風車
15MW風車

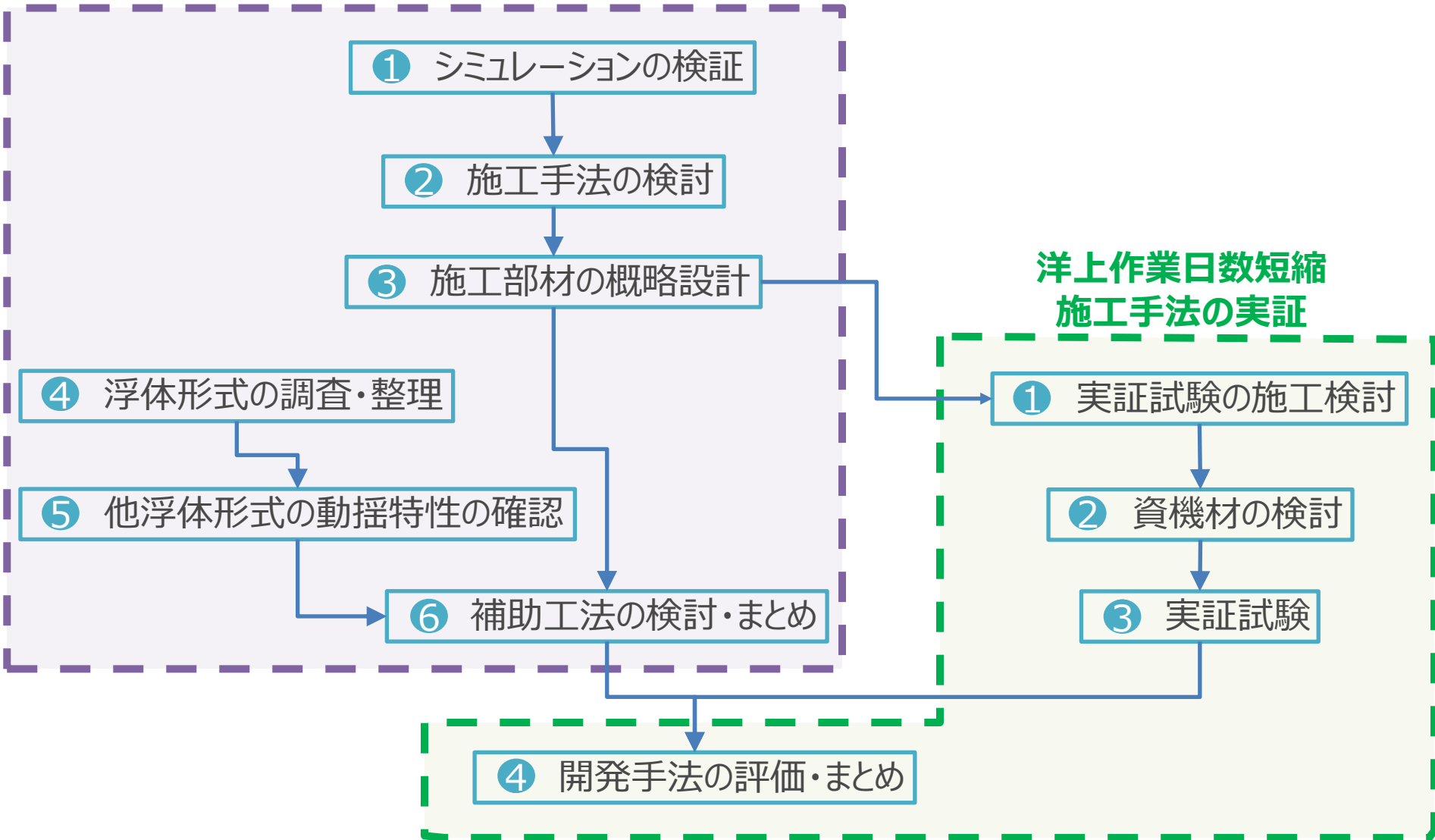
2. 洋上作業日数短縮施工手法の実証

- ① 実証試験の施工検討
- ② 資機材の検討
- ③ 実証試験
- ④ 開発手法の評価・まとめ

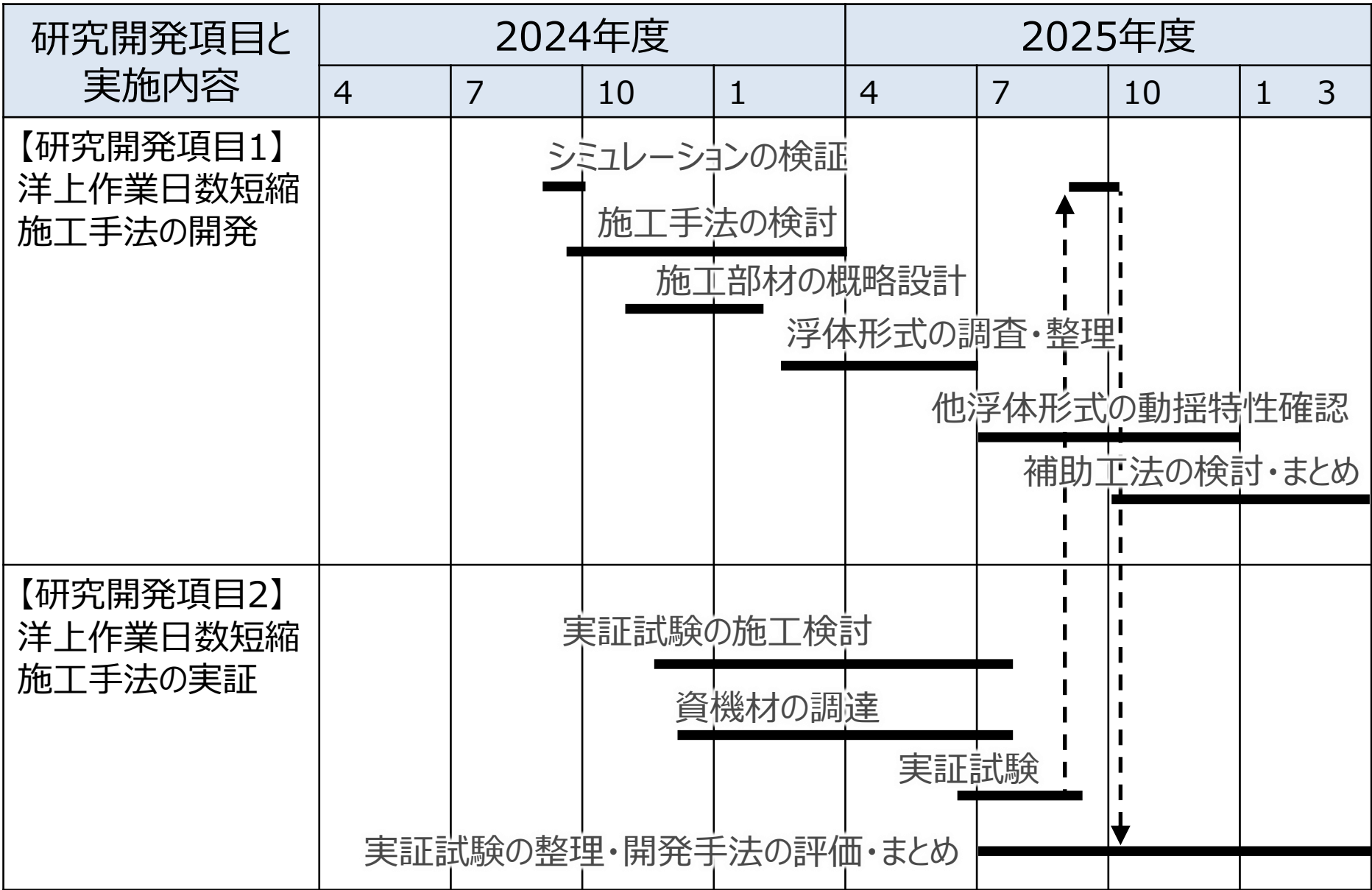
実証対象風車
15MW風車の
1/3スケールモデル風車
= 2MW風車

研究開発の概要

洋上作業日数短縮施工手法の開発



研究スケジュール



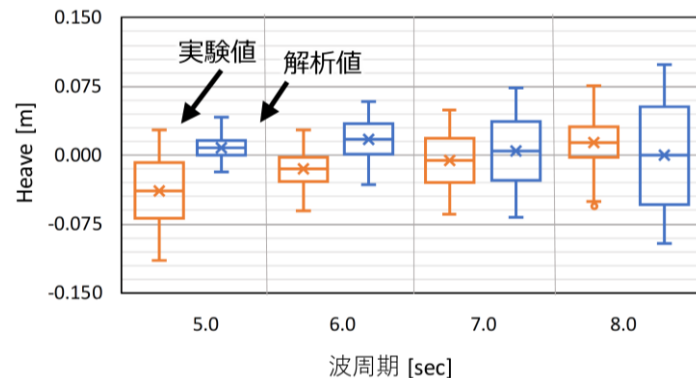
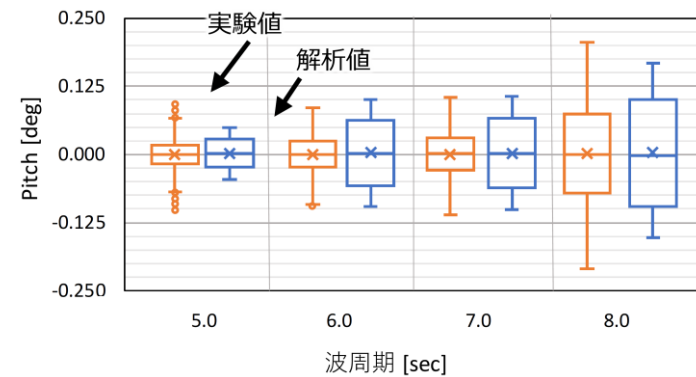
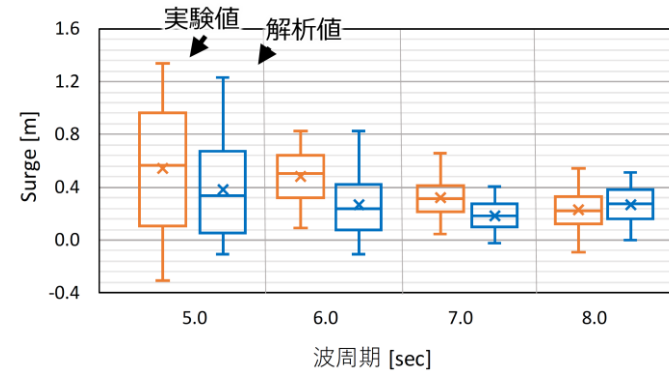
洋上作業日数短縮施工手法の開発

① シミュレーションの検証（15MW級風車）

自社研究として実施した水槽実験により、15MW級風車に対する施工成立性を確認した。そこで得られた起重機船の波浪応答と、結果を比較することで、シミュレーションの妥当性を検証した。



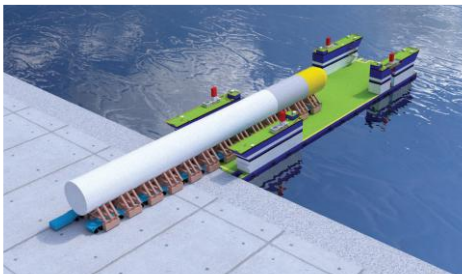
船尾から波を作用



洋上作業日数短縮施工手法の開発

② 施工手法の検討（15MW級風車）

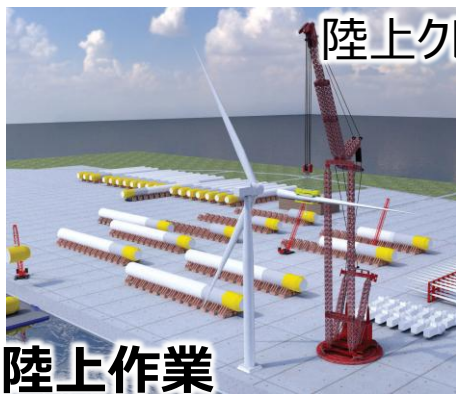
使用する部材のサイズや取り付け位置並びに吊りワイヤの配置等を検討し、概略施工計画を立案した。検証したシミュレーションツールを用いて、様々な環境条件における起重機船と浮体の動揺を算定した。



① 浜出し、運搬、立て起こし



④ 一括搭載



陸上作業

① 風車組立



陸上作業

② 吊り上げ



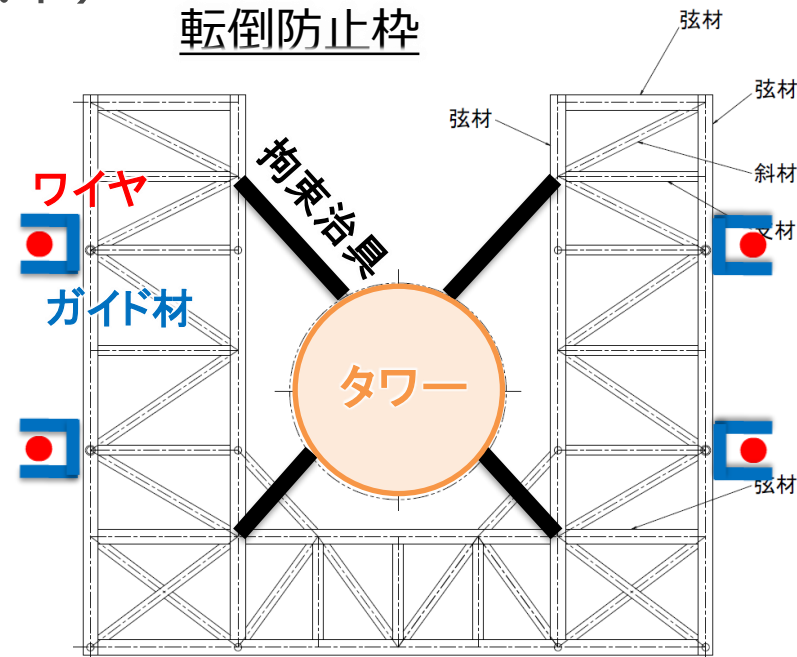
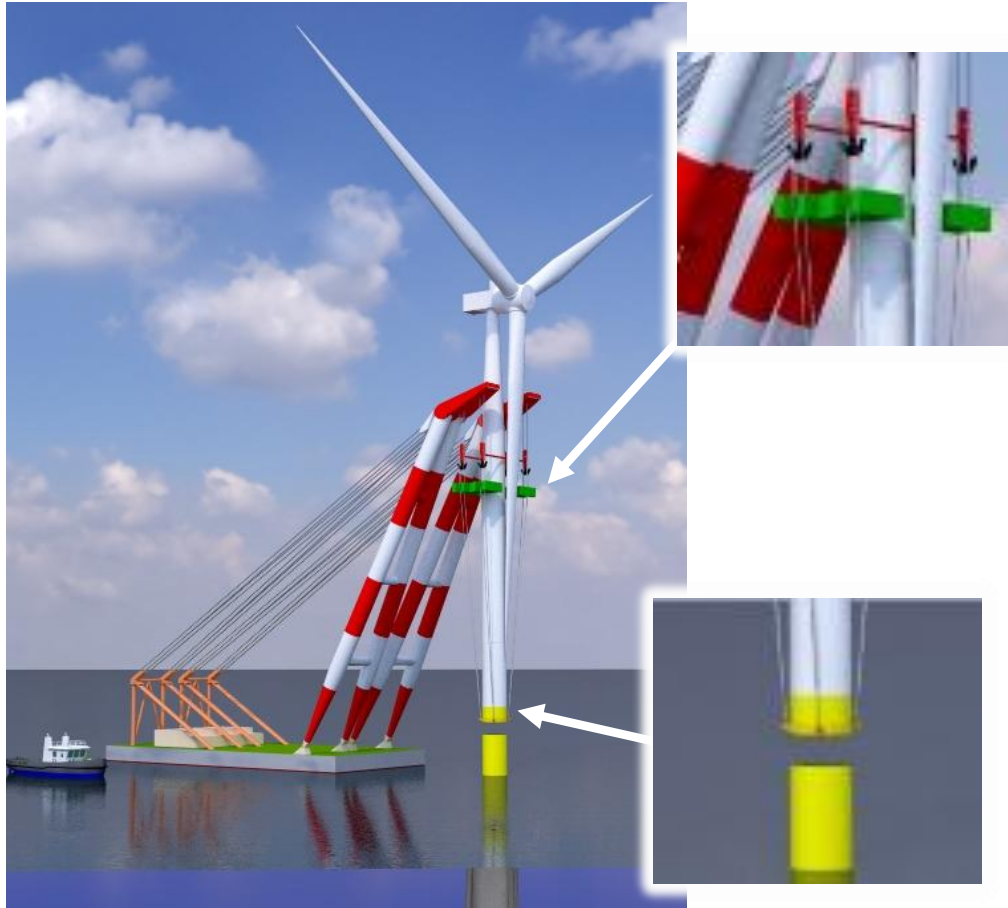
進行方向

③ 吊り曳航

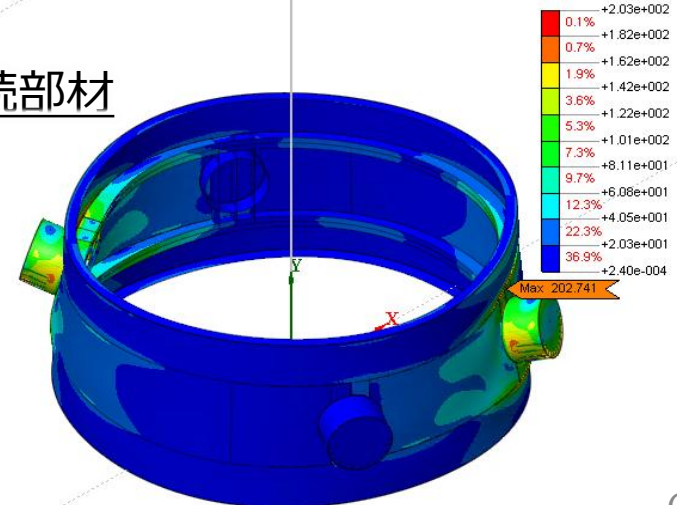
洋上作業日数短縮施工手法の開発

③ 施工部材の概略設計（15MW級風車）

風車とタワーを吊り上げる接続部材と、風車タワーが起重機船の動揺により転倒することを防止する転倒防止枠の概略設計を実施した。



接続部材



洋上作業日数短縮施工手法の開発

4 浮体形式の調査・整理

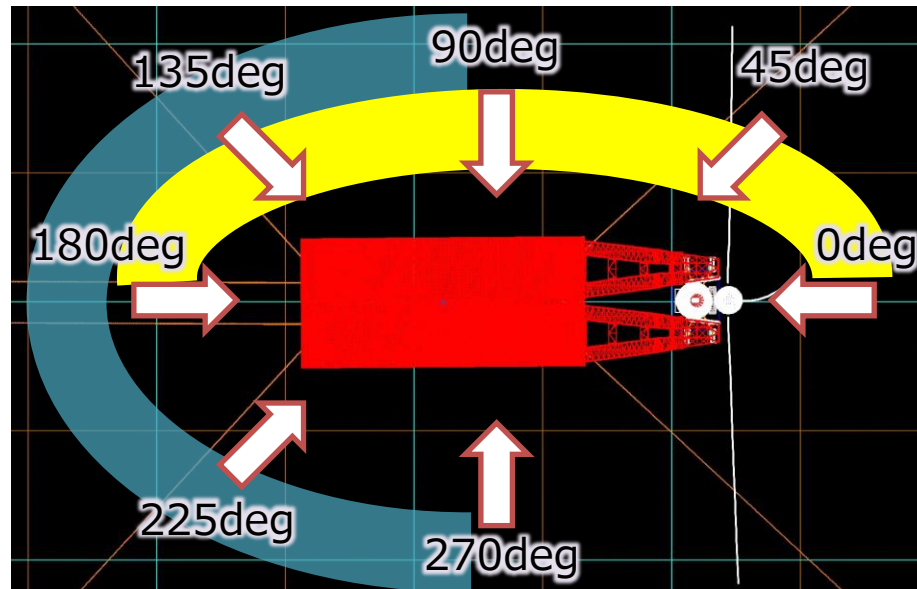
国内港湾施設の検討^[1]では15～20MW級風車の導入に対し、浮体形式をセミサブ型、バージ型、スパー型を対象としていることを確認した。

[1]洋上風力発電の導入促進に向けた港湾のあり方に関する検討会（第1回）

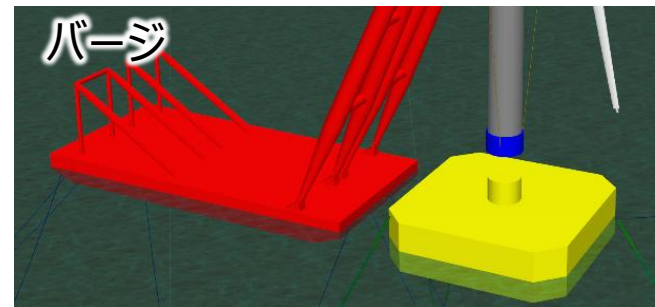
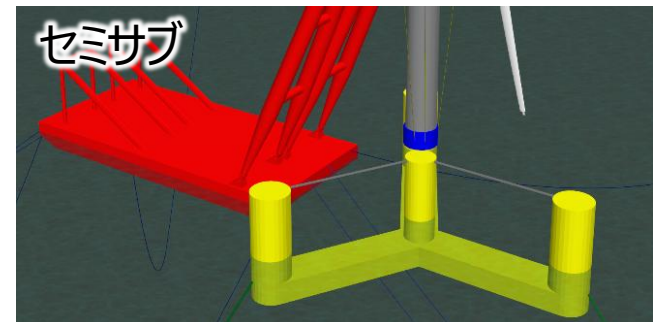
5 他浮体形式の動揺特性の確認

風速@ハブ高さ	有義波高	有義波周期	流れ
10 m/s	1 m	6 秒	0.1 m/s

風と波・流れのミスマライメントを考慮



 風向の範囲
  波向・流向の範囲



洋上作業日数短縮施工手法の開発

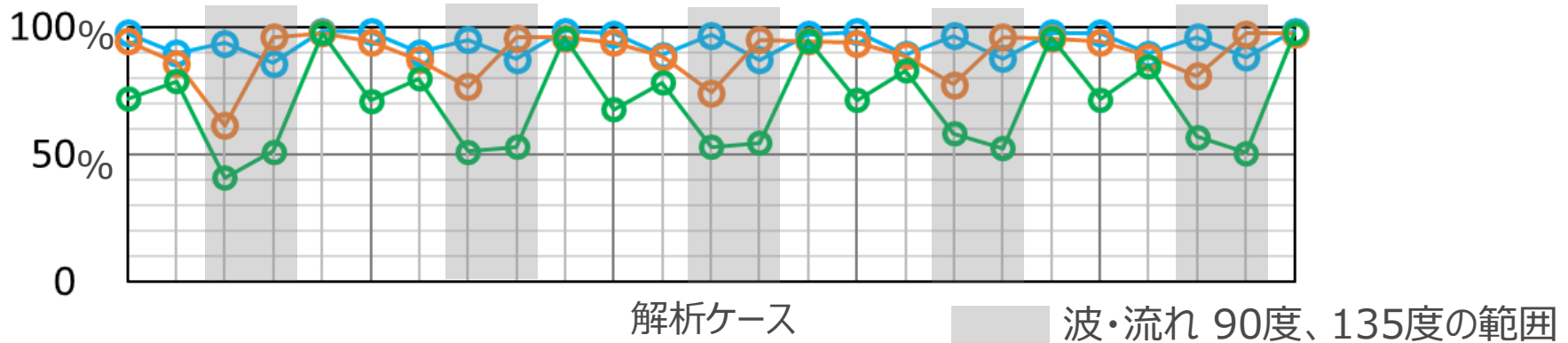
5 他浮体形式の動揺特性の確認

基準点が直径2mの内側に存在する割合

○ スパー型

○ セミサブ型

○ バージ型



波向きによって各浮体の移動量に違いがあることを確認した。ただし、浮体モデルや係留構成に大きく影響されるため、詳細検討時に改めて確認する必要がある。

6 補助工法の検討

➤ DPSによる船体位置保持

アンカーによる係留作業を排除することに加え、水深に関わらず船体位置保持を可能にし、作業時間の短縮を図る

➤ アクティブ ヒープ コンペンセーションによる船体縦揺れの抑制

起重機船のヒープ動揺を抑制し、作業効率を向上させる

洋上作業日数短縮施工手法の実証

1 実証試験の施工検討（1/3スケール）

15MW級風車の概略施工計画を基に、実証試験の施工計画と計測計画を立案し、以下の2つの作業について、施工成立性を確認した。

- 起重機船がタワーと風車を一括して吊り上げて、曳航する作業
- 起重機船がタワーと風車を一括して吊り上げ、それらを浮体に接続する作業



外洋の波浪の影響を受ける海域を選定

実証試験ではハブがジブの下側の状態で吊り上げるため、アジマス角を0度（ロータが逆Y字形状）として計画



○ 浮体に接続する海域
 ← 曳航ルート 15 km

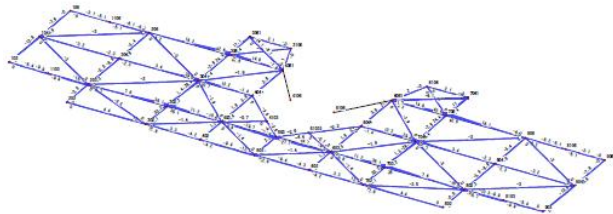
洋上作業日数短縮施工手法の実証

② 資機材の検討

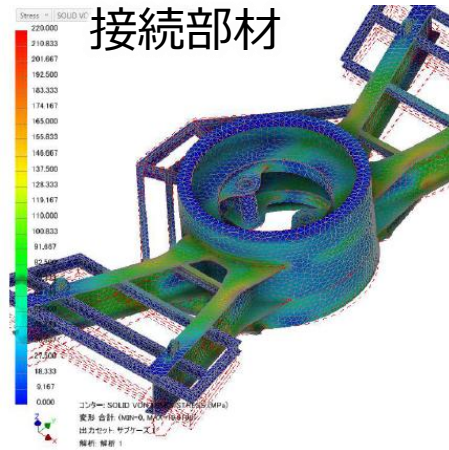
シミュレーション結果に基づき、1/3スケールモデル実証試験に使用する部材を詳細設計し、調達した。計測計画を立案し、計測機器の仕様決定・調達した。

施工部材の詳細設計

転倒防止柵

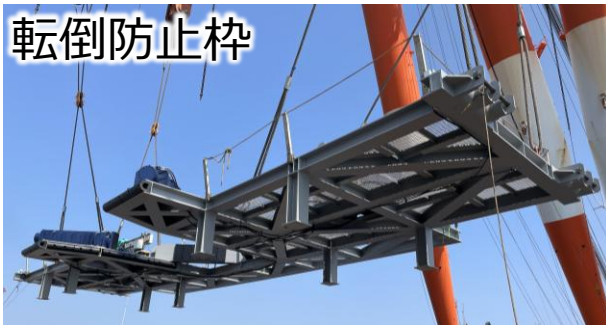


接続部材



施工部材の調達

転倒防止柵



接続部材



計測計画

ナセル、転倒防止柵、接続部材、浮体、起重機船にそれぞれ計測機器を設置

風速風向計	1個
波浪ブイ	1個
GNSS受信機	10個
ジャイロセンサ	4個
高精度マーカ	5個
高精度マーカ用カメラ	2個
水位計	2個
カメラ	13個

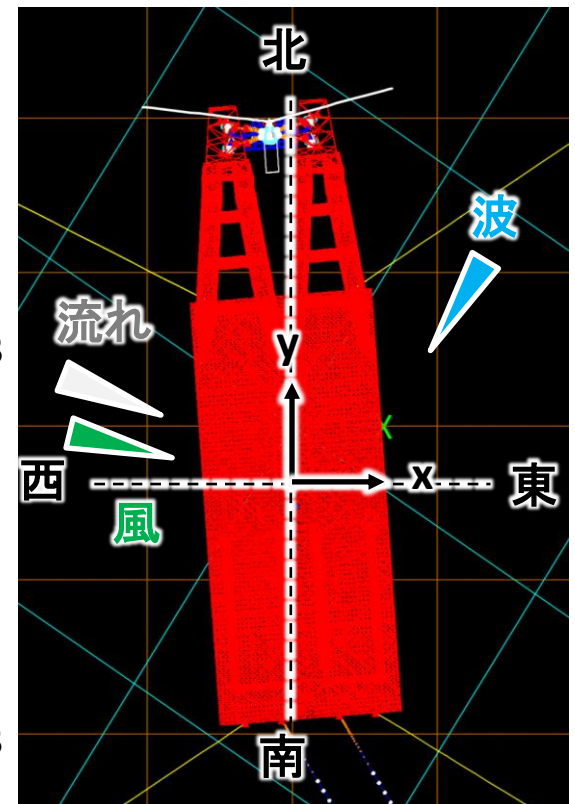
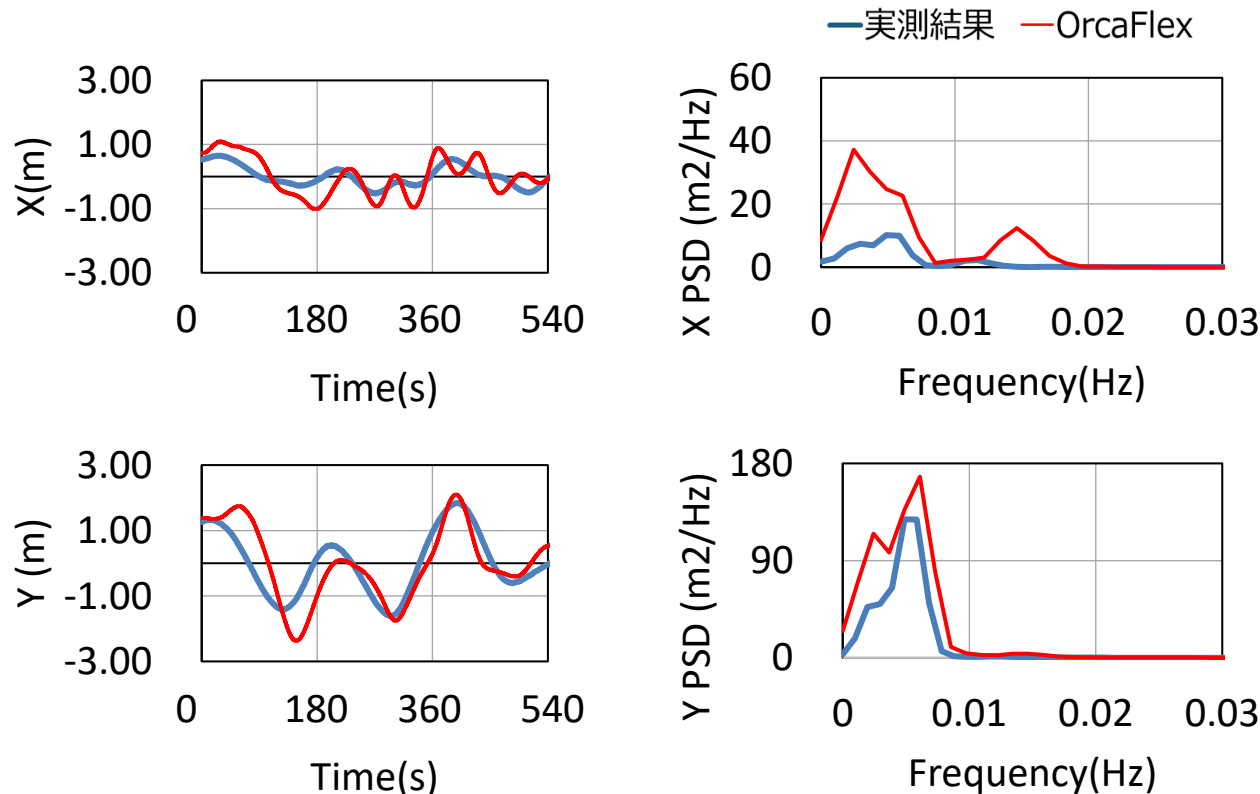
③ 実証試験

洋上作業日数短縮施工手法の実証

4 開発手法の評価

実証試験完了後のタワーや風車には、風力発電設備としての機能を損なうような損傷や変形を確認できず、開発した施工手法の適用可能性が高いことを確認できた。また、実証試験で得た計測結果を基に、実測値とシミュレーションを比較し、概ね良好な一致を確認した。

平均風速	7.8 m/s
最大瞬間風速	11.0 m/s
有義波高	0.3 m
有義波周期	4.0秒
流速	0.1 m/s



まとめ、今後の技術課題

まとめ

- 15MW級風車を対象として、洋上作業を極小化する施工手法を開発した。
- 対象風車の約1/3スケールの風車（2MW）を利用して、実海域で実証試験（曳航作業、浮体に接続する作業）を実施し、本施工手法の適用可能性が高いことを確認した。

技術課題

- 実証試験により得られた改善点について解決策を検討し、安全性の向上と作業の効率化を目指す。