

NEDO再生可能エネルギー分野成果報告会2025 プログラムNo.5-6

洋上風力発電の低コスト化/洋上風力運転保守高度化事業/ 浮体式風車ブレードの革新的点検技術の開発

発表：2025年7月17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：	麻 文彬、下町 宗一
団体名：	関西電力(株)、関電プラント(株)
問合せ先：	関西電力(株) https://www.kepco.co.jp/ 関電プラント(株) https://www.kanden-plant.co.jp/

全体概要

- 事業概要
- 背景・目的
- 開発目標
- 開発項目
- 研究スケジュール

主な研究成果（ダウンコンダクター導通試験用U A Vについて）

- 導通試験器の選定
- U A V改良および制御機構構築
- 陸上・洋上風車における実証試験

まとめ

- 研究成果
- 課題と今後の取組

全体概要

- 事業概要
- 背景・目的
- 開発目標
- 開発項目
- 研究スケジュール

主な研究成果（ダウンコンダクター導通試験用 U A V について）

- 導通試験器の選定
- U A V 改良および制御機構構築
- 陸上・洋上風車における実証試験

まとめ

- 研究成果
- 課題と今後の取組

◆プロジェクト名 浮体式風車ブレードの革新的点検技術の開発
（G I 基金事業）

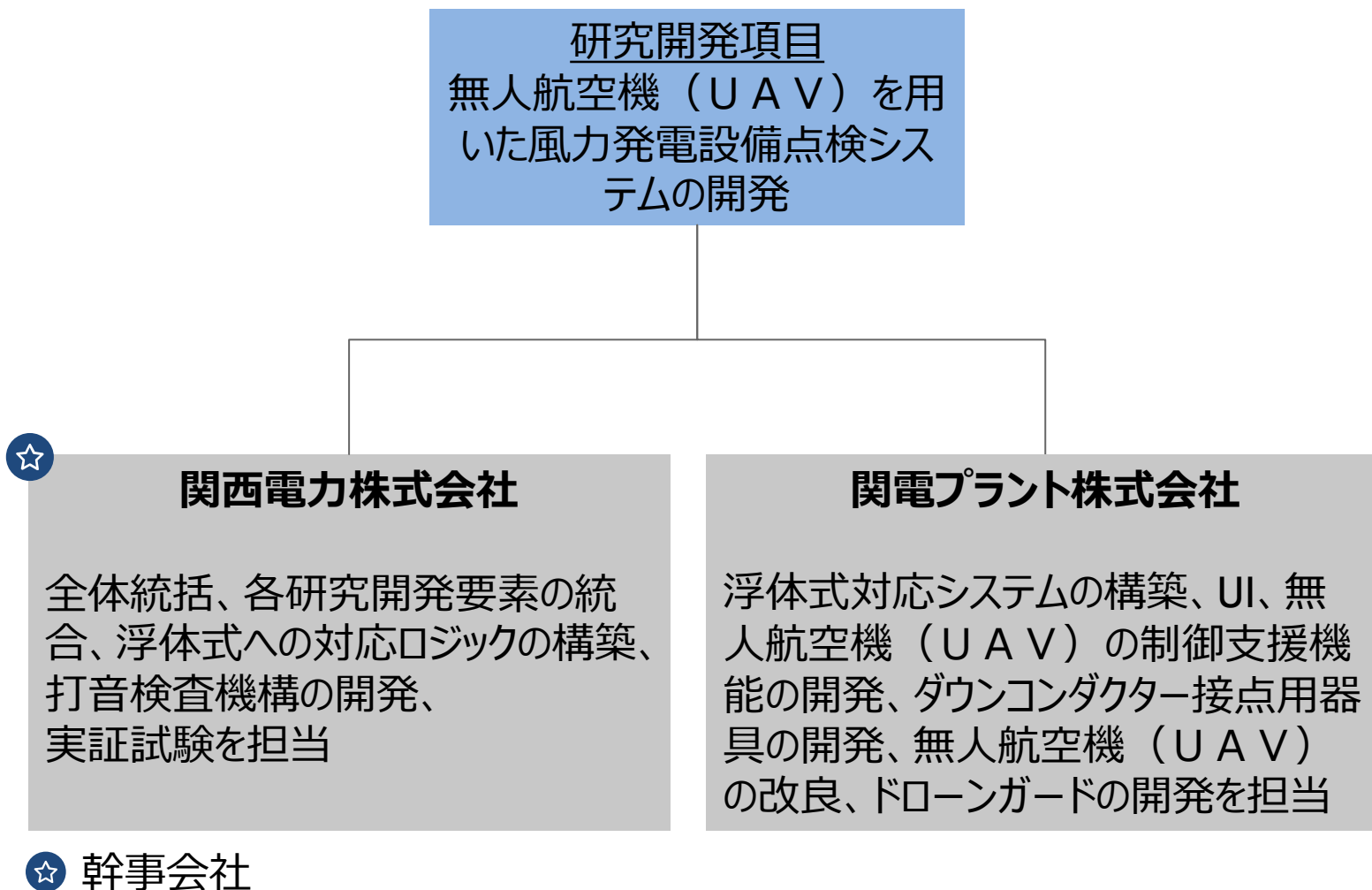
◆実施者 関西電力(株)、関電プラント(株)

◆事業期間 2022年4月～2025年3月

◆最終目標

洋上風力発電設備を対象とした点検用無人航空機（U A V）技術を確立することで、点検作業の効率化・高度化に伴う発電停止時間（ダウンタイム）の削減を図り、洋上風力のO & Mコストの低減、ひいては洋上風力発電の低コスト化に寄与する。

◆研究開発体制



◆背景

- 洋上風力はゼロカーボン化の主力電源の1つと目され、政府は、2030年には1,000万kW、2040年には3,000万～4,500万kWと意欲的な導入目標を発表。
- LCCの3割以上を保守・運転費が占めるとされているが、洋上風力先進地の欧州と異なり、落雷・台風への対応など日本特有の気候に適合するメンテナンス技術は十分に開発されていない。
- ゼロカーボンの確実な実現には、発電所建設技術のみならず、点検作業の効率化・高度化によるダウンタイムの削減（発生電力量の最大化）や、メンテナンスコストの最小化の観点から、日本に適合するメンテナンス技術の確立が必須。
- また、今後導入拡大が見込まれる浮体式においては、着床式以上に点検作業の効率化や合理化へのニーズはより高いと考えられる。

◆目的

本研究開発では、浮体式を含む洋上風車ブレードに対する革新的な点検技術の確立及び実証を目的として、「外観点検」「ダウンコンダクター導通試験」及び「打音検査」に適用可能な無人航空機（UAV）の開発に取り組んだもの。



落雷による緊急停止のイメージ

(左:風車への落雷状況※1、右:船舶で点検等に向かう様子※2)

※1 : 電力中央研究所 <https://criepi.denken.or.jp/koko/light/index.html>

※2 : German Wind Energy Association (BWE) ,2010

UAVによる臨時点検のイメージ

※3 : DRONENEWS https://drone-school-navi.com/dronenews_column/news/wa2018102421/

研究開発項目

無人航空機（UAV）を用いた
風力発電設備点検システムの開発

アウトプット目標

2025年度末までに浮体式洋上風力発電における無人航空機（UAV）を用いた点検技術の確立し、発電事業者、O&M事業者などが実施している点検に活用していく。

開発テーマ

目 標

1

浮体式風力発電設備
外観点検用無人航空機
（UAV）等の開発

【開発段階】

各検証目標（UAV安定飛行/連続飛行性能，浮体挙動に対する追従性能，点検画像品質等）の達成

【実証段階】

- 風車の挙動に対して、UAVが安定して自動追従し、設備画像を取得可能。
- UAV飛行異常時には、UIまたは制御機能により風車設備に接触することなく手動操作に切り替えが可能。

2

ダウンコンダクター導通
試験用無人航空機
（UAV）の開発

【開発段階】

各検証目標（UAVに搭載する試験機構・機器の有効性/適用性）の達成

【実証段階】

- UAVが自律飛行によりレセプターを認識し、ブレードを損傷させずに導通試験が可能。

3

打音検査用無人航空機
（UAV）の開発

【開発段階】

各検証目標（UAV安定飛行性能，UAVに搭載する検査機器の適用性，打音分析による判定精度）の達成

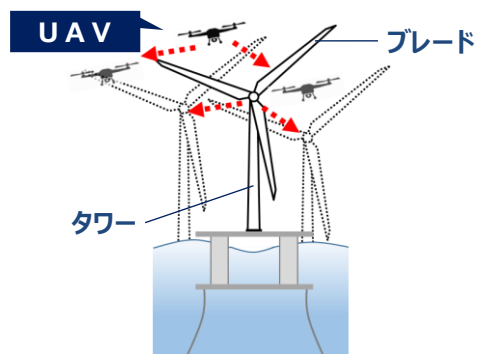
【実証段階】

- 打音検査中に飛行安定性を確保可能。
- ロープワーカーが実施する打音検査と同等の品質が確保可能。

本研究開発では、3つの点検に適用可能な無人航空機の開発を実施

a) 浮体式風力発電設備 外観点検用UAV等の開発

時々刻々と変動する浮体式風車のリアルタイムな位置をUAV自身が把握し、一定の離隔距離を保ちながら外観点検を実施



UAV開発

- ハイブリッド型UAV選定 ★
- 連続飛行性能試験 ★
- 通信制御システム構築 ★

制御システム開発

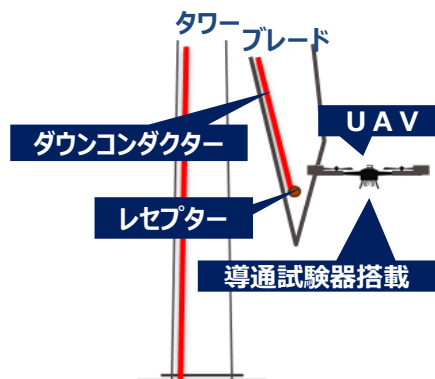
- 浮体挙動データ入手・分析 ★
- 点検時の離隔距離の設定 ★
- 浮体動揺追従システム構築 ★

統合・実証

- UAV & システムの統合 ★
- 実風車実証

b) ダウンコンダクター 導通試験用UAVの開発

避雷設備であるダウンコンダクターの健全性確認を目的として、導通試験をUAVで実施



UAV開発

- UAV改良（ドローンガード） ★
- レセプター認識・制御機構の構築 ★

導通試験機構の開発

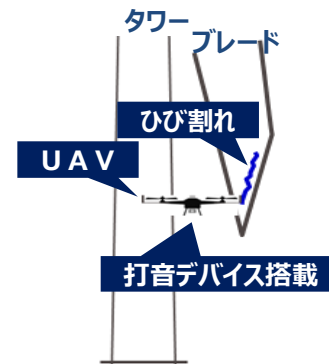
- 試験機器選定・適用性検証 ★
- レセプター接点器具の開発 ★

統合・実証

- 実風車実証 ★

c) 打音検査用UAVの開発

ひび割れが見つかったブレードの損傷度等の確認を目的として、打音検査をUAVで実施



UAV開発

- UAV改良（ドローンガード） ★
- 打音デバイス選定、改良 ★
- 適用性検証 ★

打音データ分析手法の構築

- 打音サンプルデータ取得 ★
- データ解析・損傷判定評価 ★

統合・実証

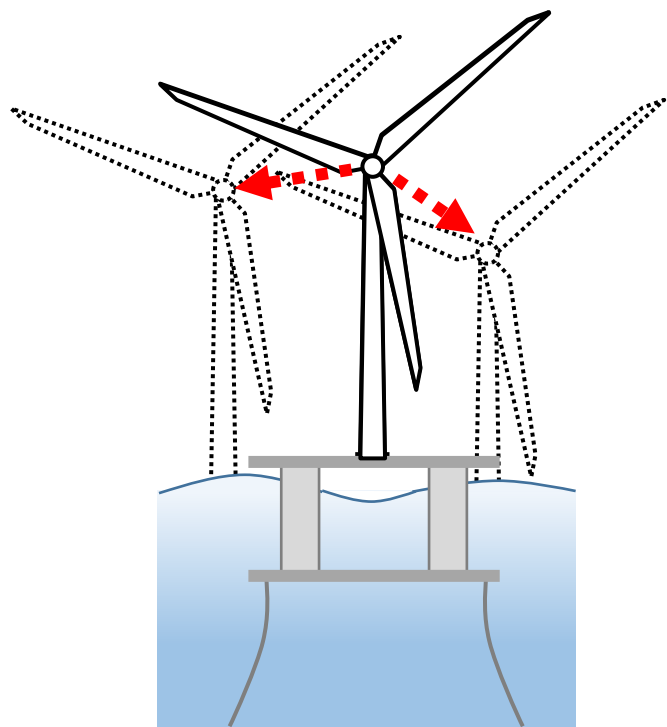
- 実風車実証

a) 外観点検用UAV 追従のイメージ

9

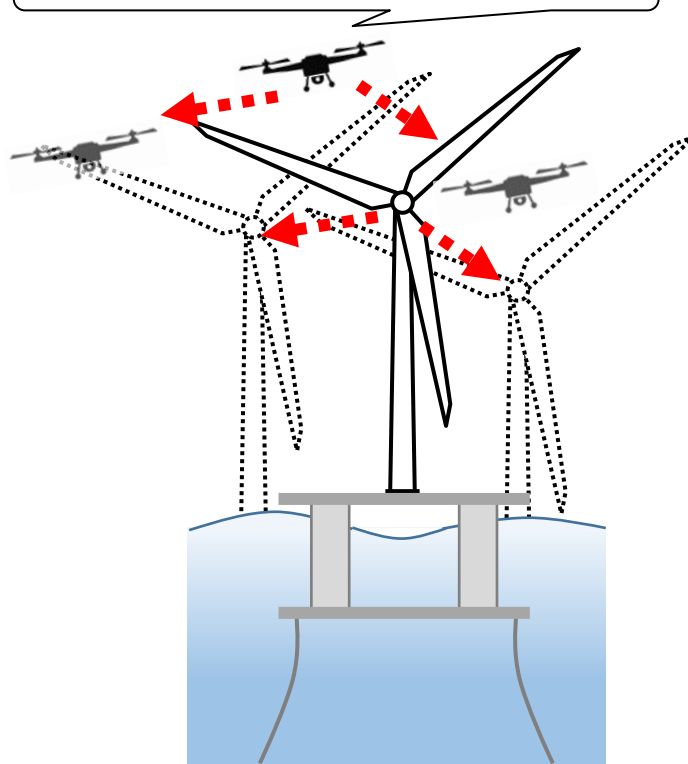
風や波などにより時々刻々挙動する浮体式風車に対して、それら挙動を把握し対応するための「挙動対応システム（以下、追従システム）」を開発し、UAVによる浮体式風車ブレードの外観点検を実現するもの。

時々刻々と挙動する浮体式風車



浮体式風車の挙動に対応した
UAVによる風車ブレード外観点検

「挙動対応システム（追従システム）」と連携したUAV

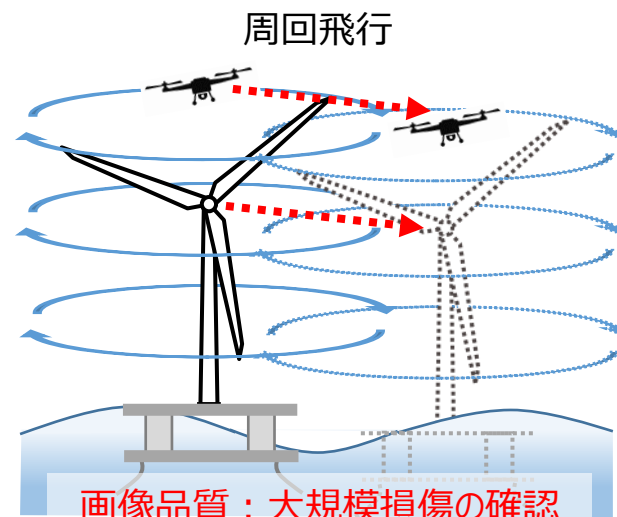


陸から風車への長距離飛行および周回飛行をベースとした月次点検・臨時点検、および風車近傍の船から風車への飛行およびブレードフォロー飛行をベースとした年次点検への社会実装化を目指す。

月次点検・臨時点検



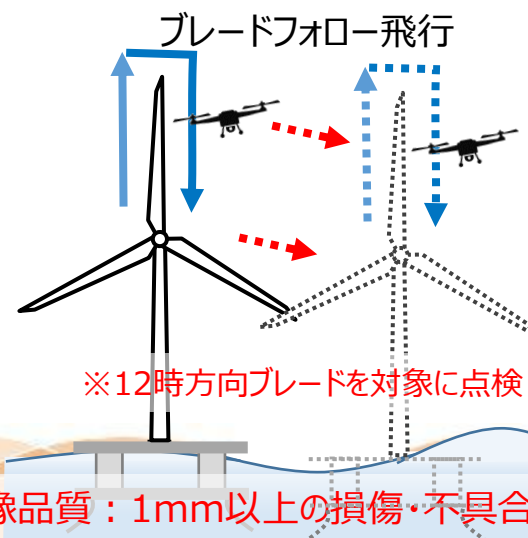
UAVによる長距離飛行



年次点検

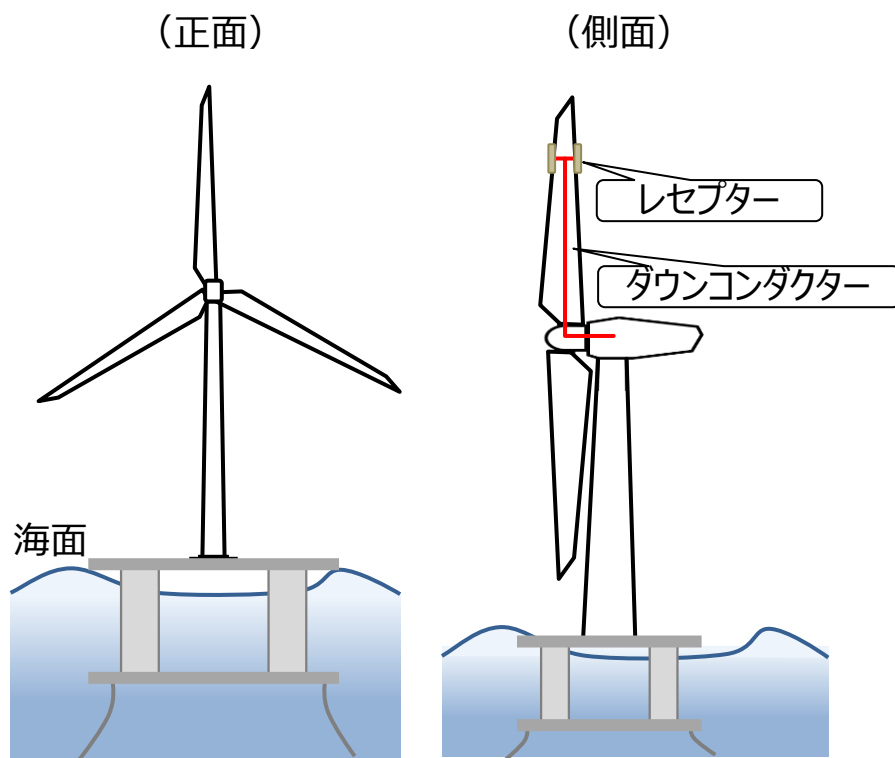


船による接近（UAV輸送）

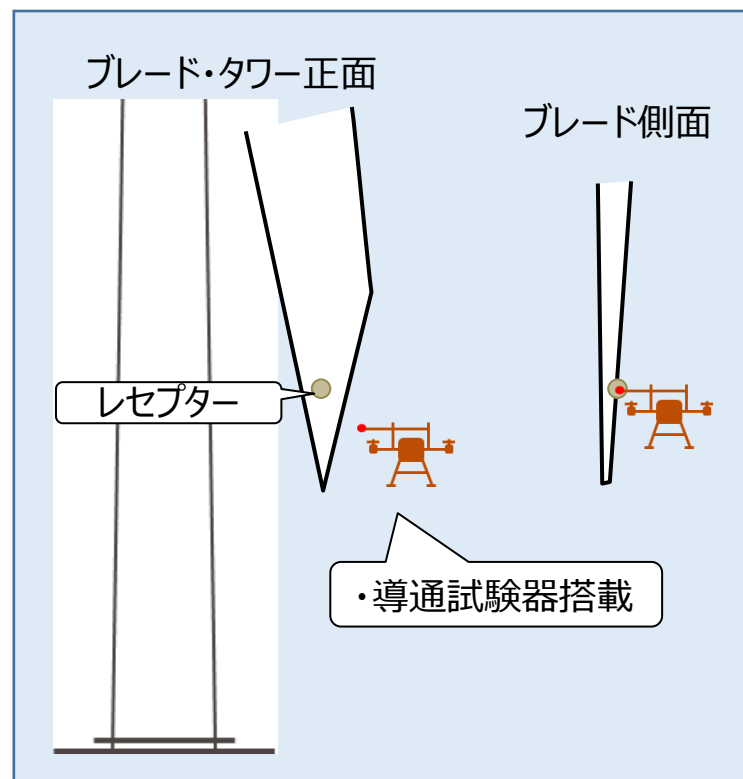


ロープワークで行われる現行の導通試験に代わり、導通試験器を搭載したU A Vを用いることで、作業時間の短縮によるダウンタイムの削減、および墜落災害リスクの解消を目指す。

洋上風車全景

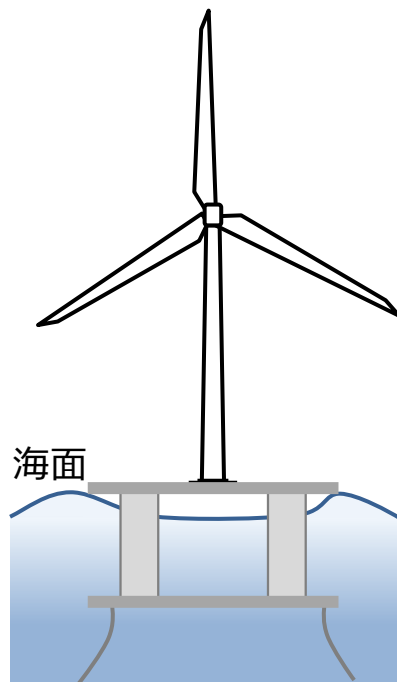


U A Vによる導通試験イメージ

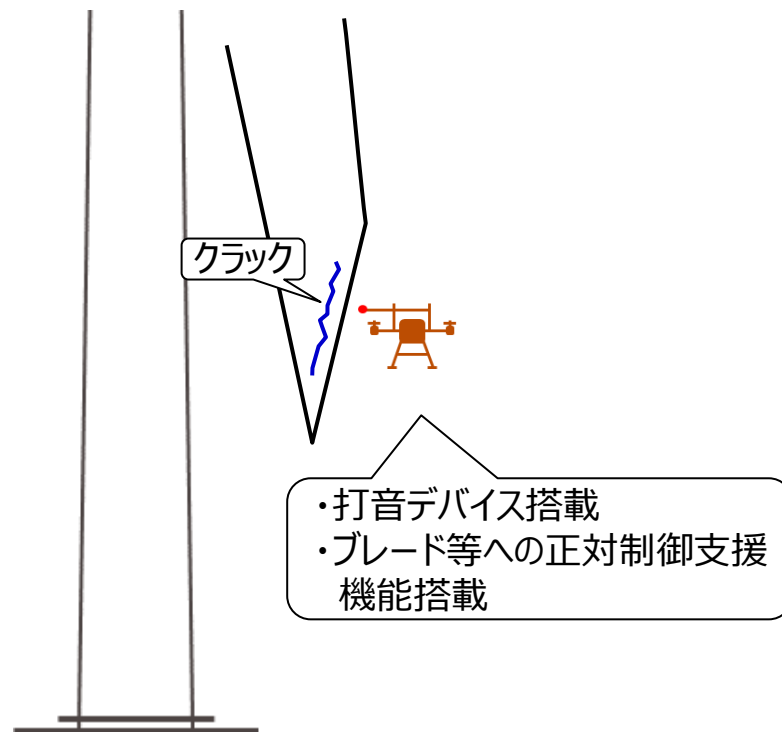


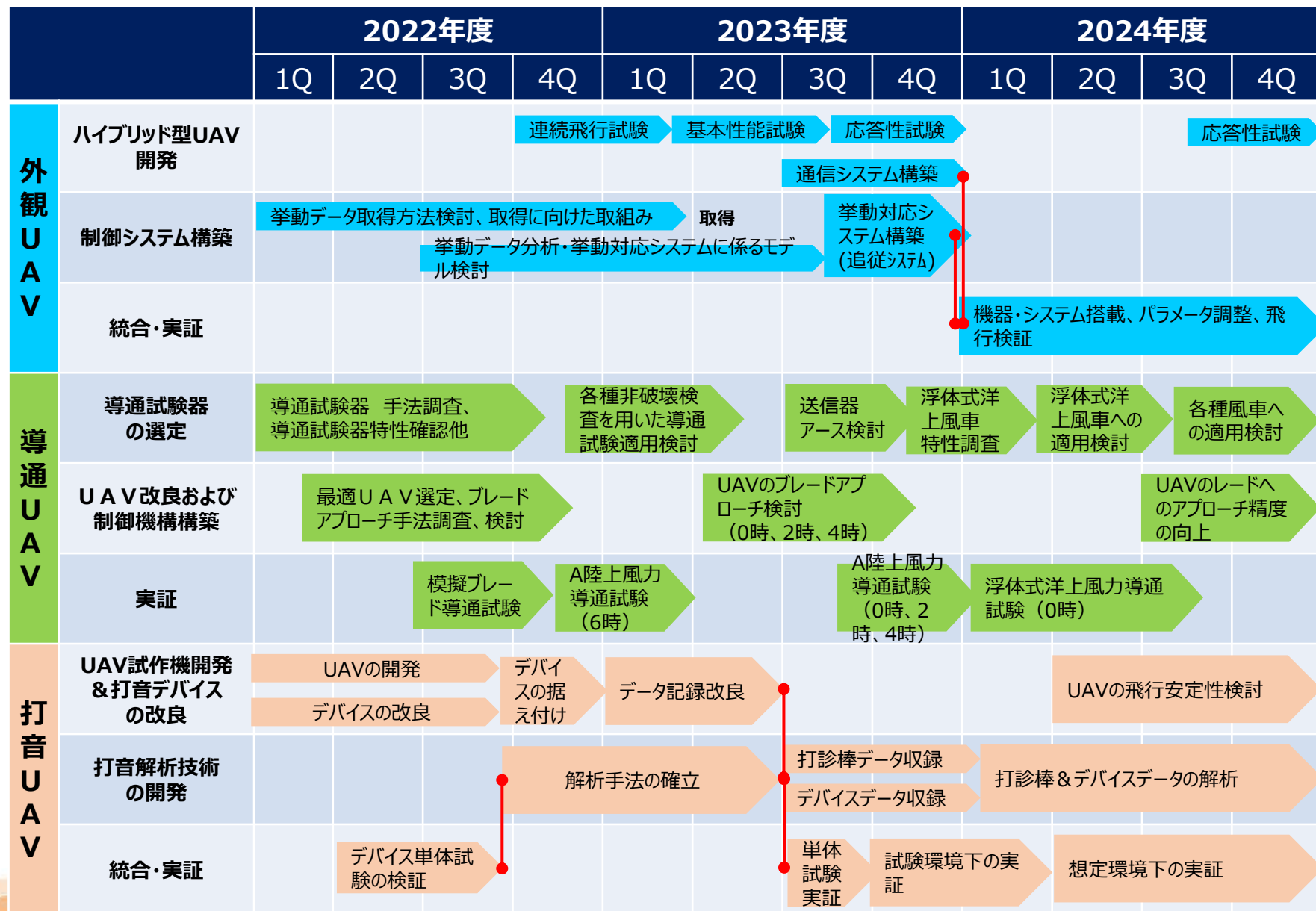
ロープワークで行われる現行の打音検査に代わり、打音デバイス等を搭載した U A V を用いることで、迅速かつ確実に検査を実施し、作業時間の短縮によるダウンタイムの削減、および墜落災害リスクの解消を目指す。

洋上風車全景（正面）



ブレード・タワー正面





全体概要

- 事業概要
- 背景・目的
- 開発目標
- 開発項目
- 研究スケジュール

主な研究成果（ダウンコンダクター導通試験用U A Vについて）

- 導通試験器の選定
- U A V改良および制御機構構築
- 陸上・洋上風車における実証試験

まとめ

- 研究成果
- 課題と今後の取組

U A Vに搭載する導通試験器として、ペイロード・飛行安定性・操作性・試験への適用性等を勘案し、無線タイプのを最終的に選定した。

導通試験器の試験イメージ



＜導通なしの場合＞



＜導通ありの場合＞

- ✓ 当初の計画では、測定用ケーブルを用いた有線での閉ループを構築した抵抗測定器をUAVに搭載することを考えたが、数十mもある測定用ケーブルをUAVに牽引させることは、ケーブル重量、風の影響等によりUAVの操作性を阻害すること、またブレードとケーブルが接触する恐れがあることが各種試験により判明した。
- ✓ さまざまな手法（超音波、レントゲン、等）を検討したが、最終的には無線タイプの導通試験器の採用に至った。

- 導通試験器を搭載可能な国産バッテリー型U A Vを採用の上、ブレード損傷防止のためのガード、および接点用器具を取り付けるかたちで改良を実施した。
- 機体操作にあたっては、当初はマニュアル操作を想定していたが、品質や精度の安定性を確保するために、AI画像認識を用いた自律飛行制御を採用することとした。

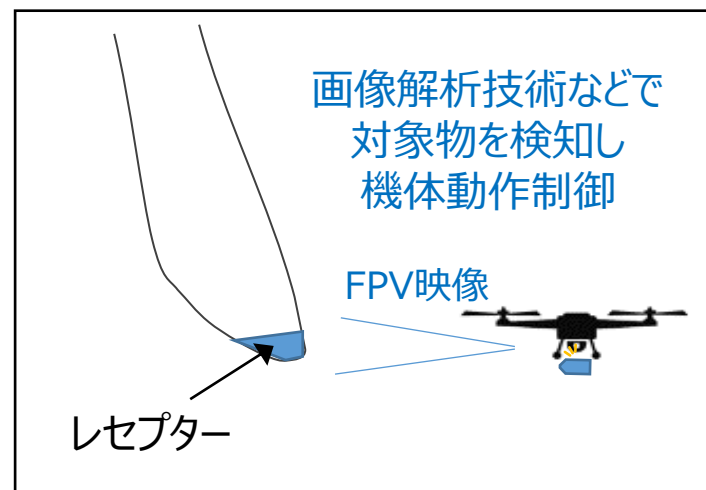
UAV全景



ドローンガード



AI画像認識によるブレード先端レセプターへのアプローチ



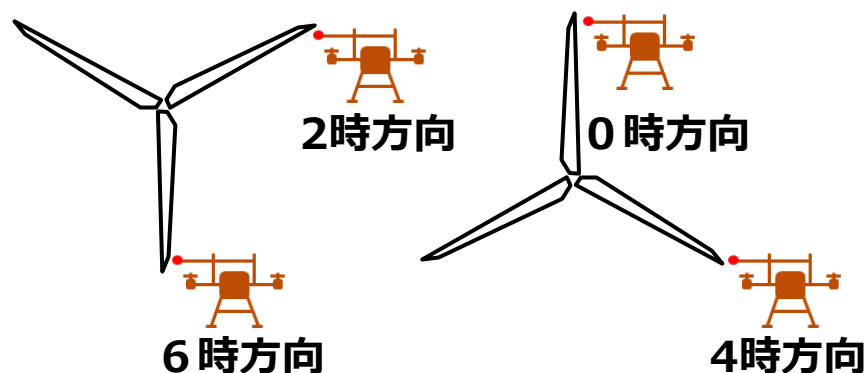
【陸上風車実証】

陸上風車において、任意方向（0時、2時、4時、6時）のブレードレセプターに対し、導通試験を問題無く行えることを確認した。

【洋上風車実証】

陸上風車での実証確認後、今度は浮体式洋上風車において0時方向ブレードに対して導通試験を実施。試験対象のブレード先端は海上から約120mの高さであり、相応の風況環境下（ナセル位置での平均風速が約8.0m/s）ではあったものの、実証に成功した。

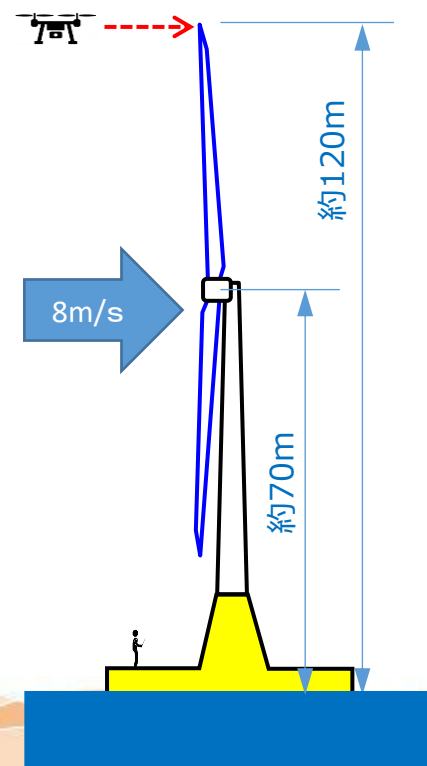
任意方向ブレードに対する導通試験イメージ



陸上実機ブレード導通試験



浮体式洋上風車での導通試験イメージ



全体概要

- 事業概要
- 背景・目的
- 開発目標
- 開発項目
- 研究スケジュール

主な研究成果（ダウンコンダクター導通試験用U A Vについて）

- 導通試験器の選定
- U A V 改良および制御機構構築
- 陸上・洋上風車における実証試験

まとめ

- 研究成果
- 課題と今後の取組

1. 研究成果

- 2022～2024年度の3カ年にわたり、外観点検・ダウンコンダクター導通試験・打音検査に適用可能な無人航空機（U A V）の開発に取り組んだ。
- a)外観点検用U A V開発、c)打音検査用U A V開発については、実風車での実証は未達となったが、これまでに得られた技術的な知見や新たな示唆等を得れた。
- b)導通試験用U A Vでは浮体式洋上風車での実証に成功し、ロープワーカーに代わってダウンコンダクターの導通試験ができることを確認され、非常に大きな成果を得られた。

2. 課題と今後の取組

- 本事業は2024年度で終了を迎えたが、今後のサービス展開に向けて、事業者への訴求力を高めるために、開発技術の精度及び品質の継続的な向上が課題と認識。
- 今年度は、積極的に実証機会を確保することにより、商用化に向けた改善点を把握し、技術の実効性を高めつつ、必要に応じて方向性見直しや変更等を図っていく。
- 今後は、本格的なサービスインに向けた体制構築と事業者とのコミュニケーションにも取り組んでいく。