

「風力発電等技術研究開発〔2〕風力発電高度実用化
研究開発 iv)、v)」
終了時評価報告書

2024年3月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

2024 年 3 月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
理事長 斎藤 保 殿

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会 委員長 木野 邦器

NEDO技術委員・技術委員会等規程第34条の規定に基づき、別添のとおり評価結果について報告します。

「風力発電等技術研究開発〔2〕風力発電高度実用化
研究開発 iv)、v)」
終了時評価報告書

2024年3月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

目 次

はじめに	1
審議経過	2
分科会委員名簿	3
研究評価委員会委員名簿	4
第1章 評価	
1. 評価コメント	1-1
1. 1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋	
1. 2 目標及び達成状況	
1. 3 マネジメント	
（参考）分科会委員の評価コメント	1-3
2. 評点結果	1-8
第2章 評価対象事業に係る資料	
1. 事業原簿	2-1
2. 分科会公開資料	2-2
参考資料1 分科会議事録及び書面による質疑応答	参考資料 1-1
参考資料2 評価の実施方法	参考資料 2-1

はじめに

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構においては、被評価プロジェクトごとに当該技術の外部専門家、有識者等によって構成される分科会を研究評価委員会によって設置し、同分科会にて被評価対象プロジェクトの研究評価を行い、評価報告書案を策定の上、研究評価委員会において確定している。

本書は、「風力発電等技術研究開発〔2〕風力発電高度実用化研究開発 iv)、v)」の終了時評価報告書であり、NEDO 技術委員・技術委員会等規程第 32 条に基づき、研究評価委員会において設置された「風力発電等技術研究開発〔2〕風力発電高度実用化研究開発 iv)、v)」(終了時評価)分科会において評価報告書案を策定し、第 76 回研究評価委員会(2024 年 3 月 18 日)に諮り、確定されたものである。

2024 年 3 月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

審議経過

● 分科会（2023 年 12 月 7 日）

公開セッション

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. プロジェクトの概要説明

非公開セッション

6. プロジェクトの詳細説明
7. 全体を通しての質疑

公開セッション

8. まとめ・講評
9. 今後の予定
10. 閉会

● 第 76 回研究評価委員会（2024 年 3 月 18 日）

「風力発電等技術研究開発〔2〕風力発電高度実用化研究開発 iv)、v)」

(終了時評価)

分科会委員名簿

(2023 年 12 月現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	いしはら たけし 石原 孟	東京大学大学院 工学系研究科 社会基盤学専攻 教授
分科会長 代理	み ほ や あきら 三保谷 明	株式会社ジャパンウィンドエンジニアリング 相談役
委員	あかほし さだお 赤星 貞夫	一般財団法人日本海事協会 事業開発本部 環境・再生可能エネルギー部 部長
	こ が ひさし 古賀 久志	電気通信大学 大学院情報理工学研究科 情報・ネットワーク工学専攻 准教授
	てらさわ ちひろ 寺澤 千尋	株式会社三菱総合研究所 エネルギー・サステナビリティ事業本部 GX グループ 主任研究員 特命リーダー

敬称略、五十音順

研究評価委員会委員名簿

(2024 年 3 月現在)

	氏 名	所属、役職
委員長	きのの くにき 木野 邦器	早稲田大学 理工学術院 教授
委員	あさの ひろし 浅野 浩志	岐阜大学 特任教授 一般財団法人電力中央研究所 研究アドバイザー
	いなば みのる 稲葉 稔	同志社大学 理工学部 教授
	ごないかわ ひろし 五内川 拡史	株式会社ユニファイ・リサーチ 代表取締役社長
	すずき じゅん 鈴木 潤	政策研究大学院大学 政策研究科 教授
	はらだ ふみよ 原田 文代	株式会社日本政策投資銀行 常務執行役員
	まつい としひろ 松井 俊浩	東京情報デザイン専門職大学 情報デザイン学部 学部長・教授
	まつもと ま ゆ み 松本 真由美	東京大学 教育学部附属教養教育高度化機構 環境エネルギー科学特別部門 客員准教授
	よしもと ようこ 吉本 陽子	三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社 政策研究事業本部 経済政策部 主席研究員

敬称略、五十音順

第 1 章 評価

1. 評価コメント

1. 1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

本事業は、我が国における風力発電の着実かつ飛躍的な導入拡大、並びに風力発電に係るダウンタイム及び運転維持コスト低減を目指すものである。洋上風力発電の導入状況や見通しにおいて、関連する政策・施策に沿って、外部環境の変化や社会的影響を考慮しつつアウトカム達成への道筋の見直しが適切になされたといえる。また、2030 年のアウトカム目標の達成に向けて、維持管理及び部品の高度化を図った成果をグリーンイノベーション基金事業に展開していく道筋は合理的であったと考える。さらに、風車の発電コストが高い理由は高いメンテナンスコストが原因であり、とくに長期間のダウンタイムを防ぐことが重要であるという分析を調査事業から適切に導き出し、現実の課題解決に向けた個別事業に取り組んできたことは適切であったと評価する。

知的財産の取扱いならびに標準化戦略において、委託事業については、知的財産マネジメントに関するガイドラインに基づいて、管理、運用されていたことを評価する。

一方、助成事業について、オープン領域・クローズ領域という観点での明確な戦略が設定される必要があると考える。今後、実効性をもって推進していくためには、より明確に NEDO のオープン・クローズ戦略を周知し、助成事業についても NEDO の積極的なリードが可能となるスキームの構築が期待される。

今後も引き続き、コスト低減を確実に進めていくための技術開発支援を積極的に推進するとともに、昨今の洋上風力市場で激化している技術競争の現実を踏まえると、真の意味での「国際競争力」を勝ち取るために必要な道筋についての深い議論と戦略の立案を期待する。

1. 2 目標及び達成状況

アウトカム目標として設定した、設備利用率の向上及び発電コストの低減による、風力発電の導入拡大、部品メーカー等の国際競争力強化・シェア拡大は、日本における再生エネルギー普及のための喫緊の課題であり、妥当である。個別事業毎に達成状況と開発成果による波及効果・費用対効果が定量的に明示され、目標に対する達成状況管理が行われており、設備利用率は 2018 年の 26.9%から直近 3 年平均 30.1%まで高くなり（※）、入札における発電コストが 2018 年から 2022 年の間に毎年 1%ずつ低下しているデータに照らして目標達成の見込みはありと評価する。

アウトプット目標として設定した、風車稼働率 97%以上、ライフサイクルコスト低減に資するコア技術の開発、部品のコスト競争力と信頼性向上、洋上風車への採用促進は、合理性があった。技術力・コスト競争力の両面で国際競争力を有する製品開発に結びつけている個別事業が存在しており、有意義な成果が得られたと考える。特に、風力発電機の長寿命化に向けたマルチスケールトライボ解析・実験による最適潤滑剤設計では、オイルの平均交換頻度を従来の 5 年から 15 年に伸ばすことに成功し、また、大型洋上風車用一体成型ブレード技術の研究開発では、新しいブレードの製造方法を開発することによりコストを 20%以上削減する見込みを得られており、評価できる。

今後は、本プロジェクト開始時には想定されていなかった昨今の物価上昇を考え、アウトカム目標の見直しに柔軟に対応する必要があるだろう。また、発電コストの低減のみならず、発電事業の安定的な事業運営、サプライヤー育成という面にも配慮した目標設定、並びに、国際競争力の観点が明確に読み取れる目標設定も期待したい。

本研究開発から得られた成果は、グリーンイノベーション基金事業において活用し、国内外に広く展開するとともに、ガイドブックの形でまとめられることを期待する。また、標準化に向けた取り組みとして、IEA Wind 国内委員会や JWEA チャンネルを通じて、より積極的な論文発表や技術紹介も望まれる。

注) ※：令和 5 年 2 月 8 日の調達価格等算定委員会資料 p.42

【参考 45】陸上風力発電の設置年別の設備利用率

IEA Wind：IEA（International Energy Agency：国際エネルギー機関）下の
風力発電に関わる技術開発プログラム

JWEA：一般社団法人日本風力エネルギー学会

1. 3 マネジメント

個別事業の採択プロセス等を通じて、実施者の技術能力や実用化・事業化能力等を外部有識者による審査結果を踏まえて評価し、適切な採択先を選定していることを確認した。また、2022 年度からの追加公募では、それまでのプロジェクト進捗での不足点を把握して陸上風車向けのシステム開発を加えるなど、適切に開発テーマを選定した。

実施に当たっては、技術委員会を設置し、外部有識者から技術的助言を受けるとともに、NEDO 自らが委員会に参加して助言を行ったことにより事業の円滑な運営を図ったことは評価できる。また、調査研究の成果を公開し、国内の風車事業者から参照可能としたことを評価する。スケジュール管理も適切である。

今後は、個別事業の内容や方向性に応じて研究開発体制の拡充あるいは外部組織との連携や共同研究・開発体制の構築も期待される。また引き続き、国内外市場の動向と当該技術の優位性、アウトカム目標達成の蓋然性をより明確にしておく観点から、研究開発テーマを選定することが望まれる。加えて、海外発の技術を改良するというアプローチもあり得る。海外連携をしっかりと進めながら、日本の強みを世界の市場で発揮していく形をつくっていくことが重要だと考える。

最後に、本研究開発から得られた成果がグリーンイノベーション基金事業において活用され、実機での運用を進められることが望まれる。

(参考) 分科会委員の評価コメント

1. 1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

＜肯定的意見＞

- ・ 本研究で開発した維持管理技術を風力発電分野に実装されることにより、設備利用率は 2018 年当時の 26.9%から直近 3 年平均の 30.1%までに高くなり、本研究開発の成果として評価できる。
- ・ 風車運用・維持管理技術高度化研究開発では 6 件の特許、風車部品高度化技術研究開発では 1 件の特許が出願されている。論文 9 編、研究発表 33 回、新聞雑誌などへの掲載 27 回があり、評価できる。
- ・ 「アウトカム達成までの道筋」は、洋上風力発電の導入状況・見通しや関連する政策・施策を網羅して策定されており、NEDO の目標設定として妥当と思料します。
- ・ 知的財産の取扱いならびに標準化については、各事業間を積極的に連携させて実施するため、NEDO が主導的に関わる方針は妥当と思います。
- ・ 2030 年のアウトカム目標の達成に向けて、維持管理及び部品の高度化を図り、その成果を GI 基金事業に展開していくという道筋は合理的である。また、現実の課題解決に向けて、様々な角度から幅広く研究テーマに取り組んでいく手法は適切であると評価する。
- ・ 委託事業について、知的財産マネジメントに関するガイドラインに基づいて、管理、運用されていることを確認した。
- ・ 多くの開発テーマで研究成果を事業化できる見込みが立っている。
- ・ 中間時評価でのコメントを受けて、海外での成果発表を増やしている点は評価できる。
- ・ GI 基金事業への展開を含めて、外部環境の変化や社会的影響を考慮して見直しが必要と理解しています。

＜問題点・改善点・今後への提言＞

- ・ 本研究開発から得られた成果は 2025 年または 2026 年にかけて実用化されることが期待される。
- ・ 本研究開発から得られた成果を今後国内外に広く展開するとともに、ガイドブックの形でまとめられることが期待される。
- ・ 資材費高騰や為替の影響により、風力発電所の建設コストが高騰し、アセス終了案件でも開発中断あるいは断念を余儀なくされている現状を、目標設定においても考慮すべきではないでしょうか。目標はあくまで風力発電の大量導入によるエネルギー確保、環境負荷低減と国民生活を豊かにすること即ち産業・経済の活性化、雇用の拡大であり、コストダウンはその手法の一つと考えます。風力発電の大量導入実現に向けて不可避の課題である規制緩和への取組についても検討すべきでは。
- ・ 知的財産においては新規性が重要な価値である一方、それが普遍化、陳腐化することが低コスト化には必須であり、NEDO の知的財産・標準化戦略のマネジメントが

非常に重要と思います。早期の標準化による低コスト化の加速も重要ですが、特に個別技術の融合による新たな技術への展開等についての視点も持ちながら運用願いたいと思います。

- ・大規模開発が進む洋上着床式風力については開発権獲得のための入札における発電コストが急速に低下しているが、その要因の一つとして、再エネ電源の囲い込み的な企業戦略も影響していると推察する。NEDO においては、着床式洋上風力についても、引き続き、コスト低減を確実に進めていくための技術開発支援を積極的に推進していただきたい。
- ・今回の評価対象の多くを占める助成事業については、現状では知財・標準化戦略については事業者主体の体制となっている。今後、オープン・クローズ戦略を、実効性をもって推進していくためには、より明確に NEDO のオープン・クローズ戦略を周知し、助成スキームについても NEDO の積極的なリードが可能となるシステムが必要ではないか。
- ・アウトカム目標達成までの道筋の評価基準がまだ確立していないので、評価がそもそも難しい。アウトカム目標達成を重視するのであれば、2030 年度に達成したかを評価するのが適切なのではないか。
- ・終了時評価では、特許の出願件数や論文の発表回数の説明があり、対外的に研究成果をアピールしたことが示されている。しかし、オープン領域・クローズ領域という観点では説明されていない。
- ・一方、特に昨今の洋上風力市場で激化している技術競争の現実を踏まえると、社会実装の蓋然性が高いとは言い切れない部分も大きいと理解しております。真の意味での「国際競争力」を勝ち取るために必要な道筋について深い議論と戦略が必要と考えます。

1. 2 目標及び達成状況

<肯定的意見>

- ・2018 年から 2022 年の間に風力発電コストは毎年 1%ずつ低下し、2030 年時点で発電コスト 8-9 円/kWh の目標の実現に貢献しており、評価できる。
- ・風力発電機の長寿命化に向けたマルチスケールトライボ解析・実験による最適潤滑剤設計では、オイルの平均交換頻度を従来の 5 年から 15 年に伸ばすことに成功し、また、大型洋上風車用一体成型ブレード技術の研究開発では、新しいブレードの製造方法を開発することによりコストを 28%削減する見込みを得られており、評価できる。
- ・各テーマ毎に達成状況と開発成果による波及効果・費用対効果が定量的に明示され、アウトカム目標に対する達成状況管理が行われており、目標達成の見込みがあるものと評価される。
- ・各テーマとも具体的目標に対して具体的かつ定量的に成果の達成度評価をしており、最終目標は達成されていると認められる。

- ・アウトカム目標として設定した、設備利用率の向上、発電コスト低減、風力発電の導入拡大、部品メーカー等の国際競争力強化・シェア拡大は、日本における再エネ普及のための喫緊の課題であり、妥当である。また、近年の設備利用率等のデータに照らして、これらの目標達成の見込みはあると評価する。
- ・アウトプット目標として、風車稼働率 97%以上、ライフサイクルコスト低減に資するコア技術の開発、部品のコスト競争力と信頼性向上、洋上風車への採用促進を設定したことには合理性がある。稼働率以外の目標の達成判定は、個々の研究テーマごとに判断せざるを得ないが、今回の評価事業を通じて達成の見込みはあると評価する。特に、ギアボックスの最適潤滑設計や一体型成型ブレード技術に、今後の大きな発展性を感じた。
- ・「風車の発電コストが高い理由は高いメンテナンスコストが原因であり、とくに長期間のダウンタイムを防ぐことが重要である」という分析を調査研究から適切に導き出している。そして、メンテナンスコストを下げることを目的とした開発テーマを採択しており、研究成果により発電コストの削減が確かに見込める。
- ・11 個の開発テーマのうち、10 個の開発テーマについては、アウトプット目標とされる数値や方式が実現されている。とくに風車の潤滑油は、その寿命を 5 年から 3 倍に延長できており、有用性が高い。1 個の開発テーマは、風車の解体コストの削減に失敗しているが、研究期間が 1 年のみなので致し方ない部分もある。また、原因が工期の見積りが甘かったことにありと分析できている。
- ・技術力・コスト競争力の両面で国際競争力を有する製品開発に結びつけている研究開発テーマも存在しており、有意義な成果が得られたと考えます。

＜問題点・改善点・今後への提言＞

- ・風車のダウンタイム及び運転維持コスト低減に向けて、風車の利用可能率を97%以上に向上させる目標の実現が望まれる。
- ・風車運用・維持管理技術高度化研究開発のテーマの中で達成見込みの項目があり、今後引き続き課題を解決し、当初の目標を実現されることが望まれる。
- ・国際競争力に関しての視点も重要だが、国内での事業化・産業化と雇用効果（風力立地地域を含む）についての検討もして頂けると有難いです。
- ・標準化に向けた取り組みとして、IEA Wind 国内委員会や JWEA チャンネルを通じて、より積極的な論文発表や技術紹介をご検討頂ければと思います。
- ・今後は、洋上風力の普及に関するアウトカム目標も設定が必要になると思うが、その際には、発電コスト低減のみならず、発電事業の安定的な事業運営、サプライヤー育成という面にも配慮しつつ、検討して頂きたい。
- ・今後、アウトプット目標をさらなる高みに引き上げ、アウトカム目標の確実な達成に向けて、引き続き、幅広いテーマで研究開発を推進して頂きたい。
- ・本プロジェクト開始時には想定されていなかった昨今の物価上昇を考えると、2030 年に発電コスト 8～9 円/kWh の達成は困難と思われる。実現困難な目標を掲げ続けるよりは早目に目標を見直した方が良い。

- ・ 「国際競争力の強化・シェア拡大」という観点は重要であり、それが含まれていることは評価されますが、国際競争力は、当然に海外の技術やサービスと比較して優勢性を持って初めて得られるものであり、その観点が明確に読み取れるアウトカム目標であったかという点、そうは言いきれないのではないかと考えます。
- ・ 研究開発テーマ選定の入り口段階において、国内外市場の動向と当該技術の優位性、アウトカム目標達成の蓋然性をより明確にしておく観点で、改善点があるかと考えます。

1. 3 マネジメント

<肯定的意見>

- ・ 外部有識者による審査結果を踏まえ、採択先を選定するとともに、採択条件等を満足するように実施計画書の作成をサポートし、スケジュールを適切に管理したことを評価できる。
- ・ 各実施者が開催する技術委員会にオブザーバーとして 27 回参加するとともに、外部有識者から技術的助言を受けることにより、事業の円滑な運営を図ったことを評価できる。
- ・ 各事業者とも、確実な実施体制、メンバーで取り組んで頂いたものと思います。
- ・ 各テーマの途中経過に関して判断する十分な情報を持ち合わせていませんが、本成果をみる限り、各事業者とも適切な研究管理が行われていたものと思料しております。
- ・ 個別事業の採択プロセス等を通じて、実施者の技術能力や実用化・事業化能力等が評価されていることを確認した。
- ・ 実施に当たって、進捗管理を行う技術委員会を設置し、各分野の有識者から技術的助言を得るとともに、NEDO 自らが委員会に参加、助言を行っていることを評価する。
- ・ 調査研究の成果は公開されており、国内の風車事業者が参照可能である。2022 年度からの追加公募では、それまでのプロジェクト進捗での不足点を把握し適応的に開発テーマを選定している。
- ・ 全開発テーマでアウトプット目標を達成するための道筋を検討して、必要な要素技術を複数選んでいる。これに対応し、複数の開発プロジェクトが 1 開発テーマの中に設けられている。スケジュール管理も適切である。
- ・ 全体に大きな問題無く進められたと考えます。

<問題点・改善点・今後への提言>

- ・ 本研究開発から得られた成果をグリーンイノベーション基金事業において活用され、実機での運用を進められることが望まれる。
- ・ 各テーマの内容、方向性に応じて研究開発体制の拡充あるいは外部組織との連携や共同研究・開発体制を模索しては如何でしょうか。NEDO 主体あるいは JWEA での研究会立上げ等も考えられます。

- ・ プロジェクトの企画立案の初期段階から、開発対象のコア技術を有する者や設計・製造にかかわる企業を取り込まれることが、実用化の点で有効であると考ええる。
- ・ 国内の風車メーカー、風車部品メーカーの国際競争力を高めたいという目標は理解できるが、すべてを国内で開発した技術で賄おうとし過ぎている印象を受けた。海外発の技術を改良するというアプローチもあり得るが検討されていない。
- ・ **【再掲】** 研究開発テーマ選定の入り口段階において、国内外市場の動向と当該技術の優位性、アウトカム目標達成の蓋然性をより明確にしておく観点で、改善点があるかと考えます。

2. 評点結果

評価項目・評価結果		各委員の評価					評点
1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋							
(1)アウトカム達成までの道筋		A	B	A	B	B	2.4
(2)知的財産・標準化戦略		B	B	B	C	A	2.0
2. 目標及び達成状況							
(1)アウトカム目標及び達成見込み		A	B	B	B	B	2.2
(2)アウトプット目標及び達成状況		B	A	A	A	B	2.6
3. マネジメント							
(1)実施体制		A	A	B	B	B	2.4
(2)研究開発計画		B	A	A	A	A	2.8

《判定基準》
A：評価基準に適合し、非常に優れている。
B：評価基準に適合しているが、より望ましくするための改善点もある。
C：評価基準に一部適合しておらず、改善が必要である。
D：評価基準に適合しておらず、抜本的な改善が必要である。

（注）評点は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算・平均して算出。

第2章 評価対象事業に係る資料

1. 事業原簿

次ページより、当該事業の事業原簿を示す。

「風力発電高度実用化研究開発」

事業原簿

※評価対象である「iv)風車運用・維持管理技術高度化研究開発、
v)風車部品高度化研究開発」のみ抜粋

担当部	国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー部
-----	--

—目次—

概 要	3
プロジェクト用語集	6
1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋.....	8
1.1 事業の位置づけ・意義	8
1.2. アウトカム達成までの道筋.....	8
1.3. 知的財産・標準化戦略	9
2. 目標及び達成状況.....	11
2.1. アウトカム目標及び達成見込み	11
2.2. 本事業における「実用化・事業化」の考え方	12
2.3. アウトプット目標及び達成状況	12
3. マネジメント	16
3.1 実施体制	16
3.2 受益者負担の考え方	19
3.3 研究開発計画.....	19
4. 目標及び達成状況の詳細.....	22
(添付資料)	
・ プロジェクト基本計画	
・ 特許論文等リスト	

概 要

		最終更新日	2023 年 11 月 8 日	
プロジェクト名		風力発電高度実用化研究開発		プロジェクト番号 P13010
担当推進部/ PMgr または担当者 及び METI 担当課		＜歴代 PMgr＞ 新エネルギー部長（代理）（2022 年 4 月～現在） 新エネルギー部 佐々木 淳 統括研究員（当時）（2019 年 7 月～2022 年 3 月） 新エネルギー部 田窪 祐子 主任研究員（当時）（2018 年 4 月～2019 年 6 月） 担当者 大和田 千鶴 渡部 良朋、川島 秀之、三辻 祐樹、村田 博一、石井 孝 相川慎一郎		
0. 事業の概要		「風力発電等技術研究開発」事業では、我が国における洋上風力発電の着実かつ飛躍的な導入拡大を目指し、着床式・浮体式洋上風力発電の発電コスト削減に資する技術開発及び実証を実施する。また、風力発電に係るダウンタイム及び運転維持コスト低減を目指したメンテナンスに係る技術開発に取り組む。後者は以下の 2 項目である。 研究開発項目②iv 風車運用・維持管理技術高度化研究開発（2018 年度～2022 年度） 風車運転や故障等のデータを取り込んだシステム開発と AI 等を活用した風車稼働率向上支援システムの設計・構築・効果検証と、加えて洋上風車の運転維持管理を含む、風車のライフサイクルコストを低減する各コア技術の開発を実施する。 研究開発項目②v 風車部品高度化研究開発（2020 年度～2022 年度） 国内で生産されている風車部品の内、比較的成本競争力の高いパーツや国内生産によって洋上風力のコストを低減可能なコンポーネントを対象に、風車の大型化・大出力化に対応した、コスト競争力と信頼性を高める風車部品や評価技術手法の開発を実施する。		
1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋				
1.1 本事業の位置付け・意義		2010 年代中頭の我が国の風力発電の実態として、設備利用率は 20%弱にとどまり、諸外国に比べ低い水準にあった。また欧州風車メーカーが稼働率保証をして参入する状況にもなった。我が国の稼働率が低い原因の 1 つが故障・事故による、利用可能率の低下である。我が国は台風や落雷など欧米に比べ厳しい気象条件下にあるが、風車の信頼性と高性能化を実現する部品の開発や故障の予知や部品の寿命を予測する運用高度化、ならびに維持管理技術の高度化でダウンタイムを短縮し利用可能率を上げ、発電コストを低減することが求められた。		
1.2 アウトカム達成までの道筋		風車運用高度化技術の実施により、故障の予知や部品の寿命を予測するデータベースプラットフォームを開発し、それを風力発電業界へ移管し維持管理（O&M）技術サービスを拡大する。維持管理高度化により開発された各コア技術は、風力発電業界で実装する。部品高度化により開発された部品は、風車システム実装に反映させる。		
1.3 知的財産・標準化戦略		新規性の高い技術や部品については、特許化を図る。開発した技術や部品は、風力産業での実装や風車への実装など、実用化を進める。企業化状況報告書および追跡調査により、事業終了後の状況を確認する。なお、先端分野での国際標準化活動を重要視する観点から、NEDO として、研究開発成果の国際標準化を戦略的に推進する仕組みを構築する。		
2. 目標及び達成状況				
2.1 アウトカム目標及び達成見込み		＜アウトカム目標＞2022 年までに、風車の設備利用率向上による発電量の増加及び発電コストの低減により、風力発電の導入拡大、風車部品メーカー、発電事業者の国際競争力の強化・シェアを拡大する。陸上風力において、ダウンタイム及び運転維持コスト低減により 2030 年時点で発電コスト 8～9 円/kWh に資する。 ＜達成見込み＞社会情勢等の要因により、陸上風力の発電コストは想定よりも上昇した。一方、アウトプット目標は概ね達成できており、グリーンイノベーション基金事業等、他の関連事業とも併せて、2030 年までにアウトカム目標の達成を目指す。		
2.2 アウトプット目標及び達成状況		＜アウトプット目標＞ iv）風車運用・維持管理技術高度化研究開発 風車のダウンタイム及び運転維持コスト低減に向け、維持管理を的確に行い、風車稼働率（利用可能率）を 97%以上に向上させる技術を確認する。また、洋上風車の運転維持管理を含む、風車のライフサイクルコストを低減する各コア技術を開発する。 v）風車部品高度化技術研究開発 国内で生産される風車部品に関して、風車の大型化・大出力化に対応し、かつコスト競争力と信頼性を高めることにより、洋上風車への採用促進につなげる。 ＜達成状況＞ ・風車性能を向上する要素技術を開発 ・洋上風力向け補修員育成環境を構築 ・洋上風力保守用の船舶開発		

		・風車低コスト化の要素技術を開発 ・風車の長寿命化 ・定期点検効率化 ・保守コスト低減 ・故障リスク低減 ※現在、稼働率 95%					
3. マネジメント							
3.1 実施体制	経産省担当原課	資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギー課					
	プロジェクトリーダー	一般社団法人風力エネルギー学会 代表委員 勝呂 幸男					
	プロジェクトマネージャー	新エネルギー部長(代理) (2022 年 4 月～現在) 新エネルギー部(当時) 佐々木 淳 統括研究員 (2019 年 7 月～2022 年 3 月) 新エネルギー部(当時) 田窪 祐子 主任研究員 (2018 年 4 月～2019 年 6 月)					
	委託先・助成先	・風車運用高度化技術研究開発(委託) (株)風力エネルギー研究所 ・風車運用・維持管理高度化技術研究開発(委託) (株)風力エネルギー研究所 ・風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成) (株)関西電力株式会社 イオスエンジニアリング&サービス(株) ー委託:東京汽船(株)、(株)ブレードパートナーズ 出光興産(株) ー共同研究:(公)兵庫県立大学、(国)岡山大学 (株)守谷刃物研究所 ー共同研究:(株)朝日 FR 研究所、(学)中部大学、島根県産業技術センター、国立工業高等専門学校松江高等工業専門学校 イオスエンジニアリング&サービス(株) ー委託:(国研)海上・港湾・航空技術研究所海上技術安全研究所 (株)キグチテクニクス 太平電業(株) (株)駒井ハルテック ー委託:(国研)産業技術総合研究所、(国)佐賀大学 ・風車部品高度化研究開発(助成) (株)駒井ハルテック ー委託:(国)佐賀大学 (株)駒井ハルテック ー委託:(国)三重大学、(国研)産業技術総合研究所					
3.2 受益者負担の考え方 (単位:百万円)	会計・勘定	2018fy	2019fy	2020fy	2021fy	2022fy	総額
	一般会計						
	特別会計 (電源・需給の別)	21	32	70	347	653	1123
	開発成果促進財源						
	総 NEDO 負担額	21	32	70	347	653	1123
	(委託)	21	32	18	39	40	150
	(助成) : 助成率 1/2			52	308	613	973
3.3 研究開発計画							
情勢変化への対応	2019 年度に研究開発項目名を「風車運用高度化技術研究開発」から「風車運用・維持管理技術高度化研究開発」に名称変更、事業終了時期を 2020 年度から 2022 年度に変更。また、v)「風車部品高度化技術研究開発」を立ち上げ、風車素材・大型部品の国産化を支援。 2020 年度に追加公募を実施し、陸上風力にかかる技術開発を促進。						

	中間評価結果への対応	5つの指摘について、対応を図った。例：（指摘）拡大を目指すわが国の風力発電において、風車稼働率の向上や発電コストの低減に資する風車運用高度化技術の獲得による O&M 事業の国産化は、喫緊の課題であり、集中的導入が進む地域での地場産業との連携による経済の活性化や、O&M を担う人材の育成の視点をもって事業を進めていただきたい。→（対応）O&M を担う人材育成、保守の低コスト化、保守用の船舶の開発事業を推進し目標を達成した。今後の関連事業において、実施計画時点や開始後の委員会などで、技術開発の内容への言及のみならず、委託先・助成先が風力産業界や地元・地場産業と協調した取り組みを積極的に行うよう指導・フォローを行っていく。	
	評価に関する事項	事前評価	2017 年度実施
		中間評価	2021 年度実施
		終了時評価	2023 年度実施
別添			
投稿論文		9 件	
特 許		「出願済」4 件、「登録」2 件	
その他の外部発表（プレス発表等）		学会発表・講演等 37 件、新聞・雑誌等への掲載 27 件	
基本計画に関する事項	作成時期	2010 年 3 月 作成	
	変更履歴	2014 年 5 月 改訂 「風力等自然エネルギー技術研究開発」の研究開発項目に③風力発電高度実用化研究開発を統合し新たに制定。 2014年10月 改訂 「4. 評価に関する事項」を一部改正 2015年3月 改訂 誤記及び表現を訂正 2016年3月 研究開発項目②「風力発電高度実用化研究開発」の ii）スマートメンテナンス技術研究開発の事業期間を改正 2016年7月 雷検出装置等における所要性能の性討及び評価健全性確認技術の開発を追記 2017年2月 スマートメンテナンス技術研究開発に、データベースの構築及び人材育成プログラムの作成を追記、「4. 評価に関する事項」を一部改正 2018年1月 「風力発電高度実用化研究開発」の iv）風車運用高度化技術開発を追記 2019年1月 「2. 研究開発の具体的内容 iv）風車運用高度化技術研究開発の内容に一部追記 2019年7月 プロジェクトマネージャーの変更 2020年2月 研究開発項目②iv）「風力発電高度実用化研究開発」を iv）「風車運用・維持管理技術高度化研究開発」とし、v）「風車部品高度化技術研究開発」を追加。また、事業期間を修正。	

プロジェクト用語集

用語	説明
CMS (Condition Monitoring System)	振動センサ、変位センサ、温度センサなどの各種測定センサを対象物に取り付け、連続または断続的にデータ収集を遠隔で行い、その取得データを基に部品の異常を早期検出する状態監視システム。
CTV	Crew Transfer Vessel の略、洋上風力発電アクセス船。CTV は、洋上風力発電の O&M（運用および維持管理）作業員を洋上風力発電に安全に輸送するための目的特化型の交通船。
SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)	遠隔制御監視システム。産業制御システムの一つであり、SCADAシステムはサーバ、モニタ、UPS、クライアントPC、等で構成される。サーバには、ロータ速度、アジマス角、ナセル角、他100点ほどのアナログデータや、風速や発電量などの帳票データを収集する。
UAV	Unmanned Aerial Vehicle の略、人が搭乗しない航空機。通称ドローンと呼ばれる。
ウィンドファーム	集合型風力発電所のこと、大型風車を複数基設置して電気を生産する農場という意味からつけられた呼称。
大型風車	定格容量が1000kW以上の風車。
小形風車	JISにおいて、風車直径が16m以下（受風面積200m ² 以下）、また電気事業法において出力規模が20kW未満の風車
主軸	ロータからの動力を発電機に伝達する回転軸。増速機付きの風車においては、低速軸及び高速軸の総称。
設備利用率	ある期間中における風車総発電量の、同期間中に定格出力で運転したと仮定して風車が発生可能な発電量に対する比率。
増速機	入力軸の回転速度を、増速して出力軸に動力伝達する装置。
ダイバーストリップ	金属小片を並べた雷電流の経路をレセプタまで設け、レセプタ外の落雷の貫通を防ぐというデバイス。航空機の先端などに用いられており、その箇所へ着雷した場合に金属部へと逃がす働きをする。
ダウンウインド風車	ロータがタワーやナセルより後ろにあり、風を受けるタイプの風車。
ダウンタイム	故障や定期メンテナンス実施などのために、ある装置が使用できない時間。国内で稼働中の風力発電用風車は、約7割が海外メーカー製であり、故障が生じた場合に代替部品を取り寄せるのに時間がかかるため、欧米諸国と比較して故障発生時のダウンタイムが長くなる傾向がある。
ドライブトレイン	ロータの回転力を電力に変換するための一連の動力伝達装置の総称。
トライボロジー	トライボロジー (Tribology) とは潤滑、摩擦、摩耗、焼付き、軸受設計を含めた「相対運動しながら互いに影響を及ぼしあう二つの表面の間におこるすべての現象を対象とする科学と技術」を指す。
ナセル	水平軸風車において、タワーの上部に配置され、動力伝達装置、発電機、制御装置等を格納するもの。
年間発電量	風力発電装置の1年間の発電量。推定値は、実測したパワー曲線とハブ高さにおける風速出現頻度分布をもとに、100%の利用可能率を仮定して計算する。
発電機	機械動力(風車ロータの回転力)を受けて電力を発生する回転機。
ハブ	ブレード、またはブレード組立部品をロータシャフトに取り付けている部分。

PCS（パワーコンディショナ）	直流電力を、交流電力に変換する装置。
風向	観測者から見て、風が向かってくる方向。例えば、“北風とは北から吹く風”、“山風とは山から谷に向かって吹く風”の意味である。
風車	単一又は複数の風力エネルギーを主軸の動力に変換するロータをもつ装置（風車の最小単位。異種類のロータをもつ風車を含む）。
風車稼働率	年間のダウンタイムを1年の時間で割り、その値を1から差し引いた比率。
風速	空気が移動した距離とそれに要した時間の比（単位は通常m/s）。
風速階級別出力頻度	ある地点のある期間における風速階級に対応する各方位別の風向出現度数を示すもの。
風力発電システム	風が持つ運動エネルギーを電気エネルギーに変換するシステム。
風力発電所	一グループ又は複数グループの風力発電装置。
ブレード	風車の回転羽根。（抗力形風車の羽根はパドルと呼ばれる。）
平均風速	風速の瞬間値を、規定期間内で統計的に平均したもの。規定期間は、数秒から数年の場合がある。備考 “平均風速”として、月平均風速及び年平均風速が通常使われる。
落雷	雲と大地間の大気が発生する放電で、1回以上の雷撃を含む。
雷撃	落雷における1回の放電。
乱流強度	風速の標準偏差の平均風速に対する比。この比は、指定の時間内に採取した同一の風速測定データセットから決定する。
利用可能率	ある期間中において、全歴時間から保守または故障による停止期間を差し引いた値の、同期間中の全歴時間に対する比。
レセプタ	風車ブレードの対雷対策として、雷撃電流を安全に大地に流すために取り付けられる受電部。
（風車）ロータ	風車において、風からエネルギーを吸収するために回転する部分。ブレード、ハブ、シャフト等から構成される。
ロータ直径	風車ロータの直径。

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

1.1 事業の位置づけ・意義

風力発電は、他の再生可能エネルギーと比較して発電コストが低く、中長期的に大規模な導入が期待されている。しかしながら我が国の厳しい気象条件の中で長時間、安定的に発電事業を行うためには、風車の信頼性のみならず、発電効率の向上やメンテナンスの高度化などの技術開発による、一層の発電コストの低減が求められている。また、洋上風力発電の国内外の市場の拡大をにらんで、産業競争力の強化が重要な課題となっている。

2010年代中頭の我が国の風力発電の実態として、設備利用率は20%弱にとどまり、諸外国に比べ低い水準にあった。また欧州風車メーカーが稼働率保証をして参入する状況にもなった。我が国の稼働率が低い原因の1つが故障・事故による、利用可能率の低下である。我が国は台風や落雷など欧米に比べ厳しい気象条件下にあるが、風車の信頼性と高性能化を実現する部品の開発や故障の予知や部品の寿命を予測する運用高度化、ならびに維持管理技術の高度化でダウンタイムを短縮し利用可能率を上げ、発電コストを低減することが求められた。

このため、風力発電に係るこれらの課題を克服すべく必要な技術開発を行うとともに、風力発電の導入拡大及び産業競争力の強化に資する意義は大きい。（図1.1.1）

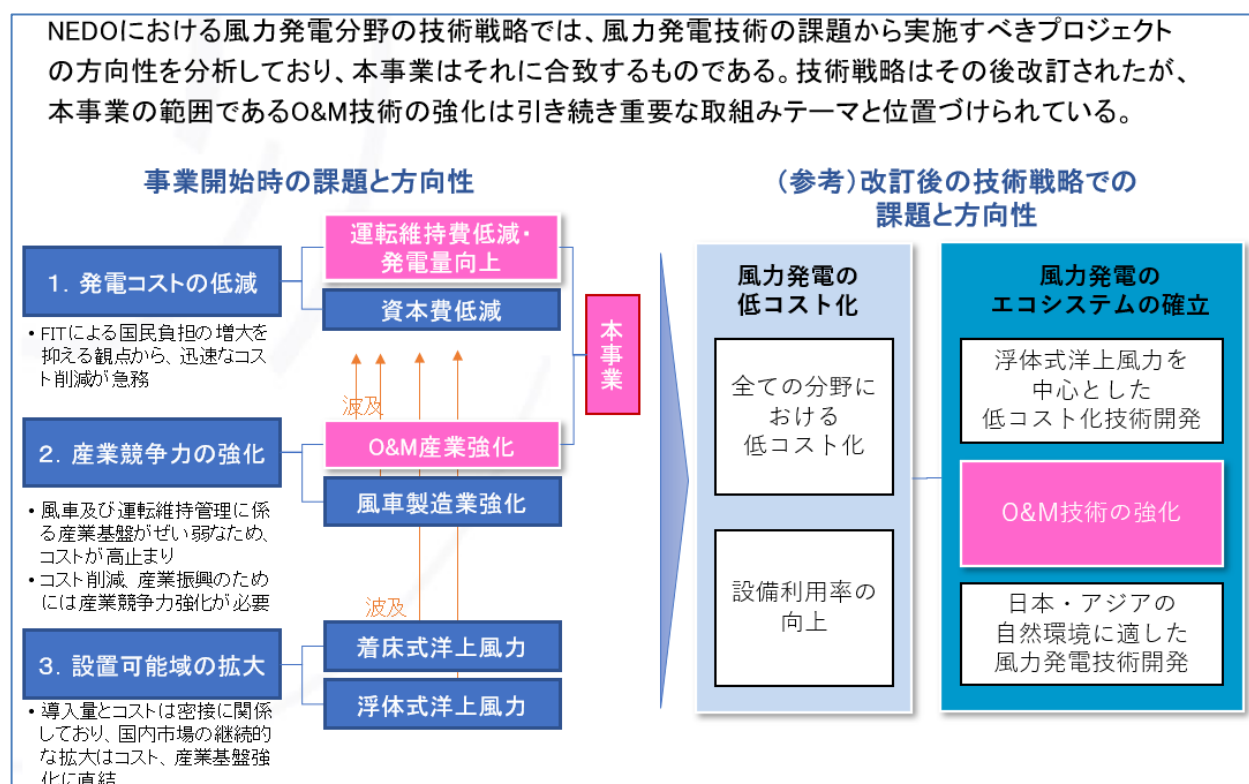


図 1.1.1 技術戦略上の位置づけ

1.2 アウトカム達成までの道筋

風車運用高度化技術研究開発の実施により、故障の予知や部品の寿命を予測するデータベースプラットフォームを開発し、それを風力発電業界へ移管し維持管理（O&M）技術サービスを拡大する。維持管理高度化技術研究開発により開発された各コア技術は、風力発電業界（風力発電事業

者、風車メーカー、O&M 企業など）で実装する。部品高度化研究開発により開発された部品は、風車システムの実装に反映させる。（図 1.2.1）

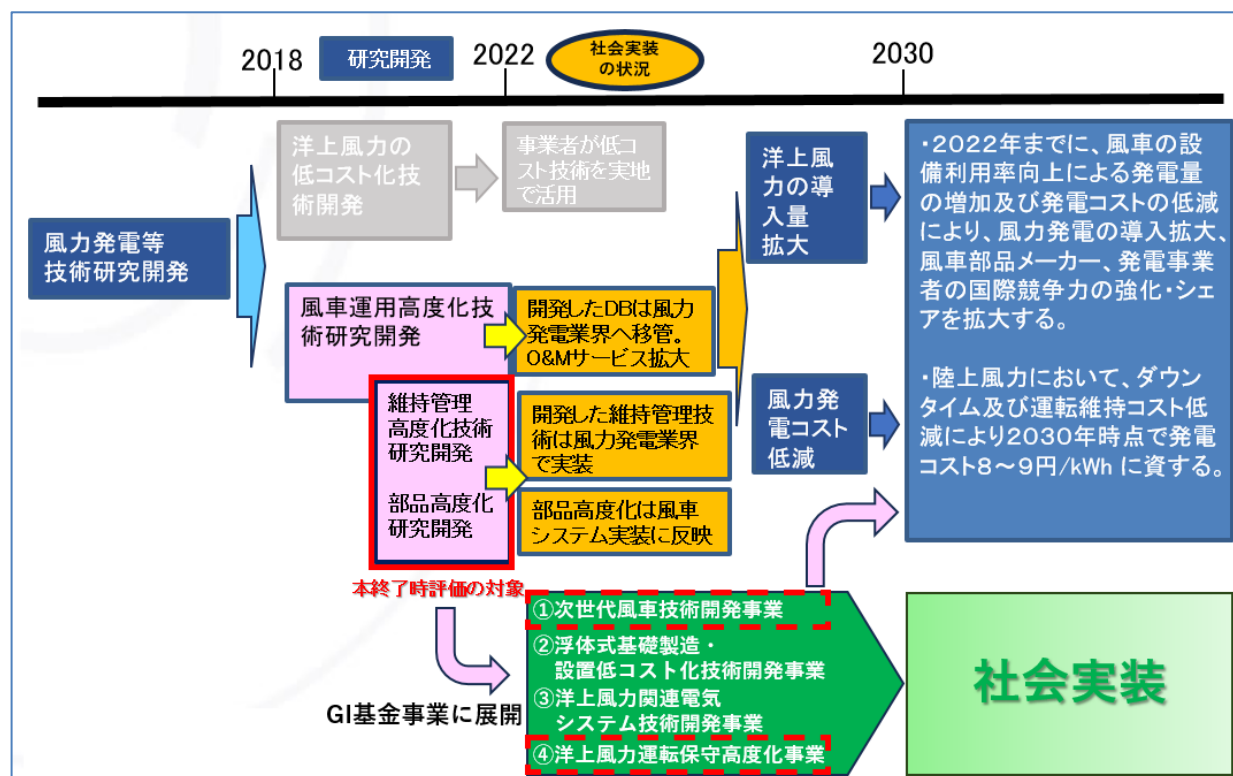


図 1.2.1 アウトカムまでの道筋

1.3. 知的財産・標準化戦略

知的財産等の戦略及び管理については、図 1.3.1 の通り。新規性の高い技術や部品については、特許化を図る。各コア技術や部品は、事業者の知的財産・標準化戦略によって、実用化・事業化が進められる。このため、企業化状況報告書および追跡調査により、事業終了後の状況を確認する。

◆知的財産等の戦略

iv)風車運用・維持管理技術高度化研究開発(委託)

iv)風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)

v)風車部品高度化研究開発

→新規性の高い技術や部品については、特許化を図る。

開発した技術や部品は、風力産業での実装や風車への実装など、実用化を進める。

◆知的財産等の管理

iv)風車運用・維持管理技術高度化研究開発(委託)

【標準化施策との連携】

得られた研究開発成果については、標準化等との連携を図ることとし、標準化に向けて開発する評価手法の提案、データ提供等を積極的に行う。なお、先端分野での国際標準化活動を重要視する観点から、NEDOは、研究開発成果の国際標準化を戦略的に推進する仕組みを構築する。

【知財マネジメントに係る運用】

「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」に従ってプロジェクトを実施する。

【データマネジメントにかかる運用】

「NEDOプロジェクトにおけるデータマネジメント基本方針」に従ってプロジェクトを実施する。

iv)風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)

v)風車部品高度化研究開発

→企業化状況報告書および追跡調査により事業終了後の状況を確認

図 1.3.1 アウトプット（研究開発成果）のイメージ

2. 目標及び達成状況

2.1. アウトカム目標及び達成見込み

アウトカム目標は、2022年までに、風車の設備利用率向上による発電量の増加及び発電コストの低減により、風力発電の導入拡大、風車部品メーカー、発電事業者の国際競争力の強化・シェアを拡大する。また、陸上風力において、ダウンタイム及び運転維持コスト低減により2030年時点で発電コスト8～9円/kWhに資する、ことである。

これらは、修理・メンテナンスの効率化、労力削減の効果および運転停止時間短縮により、2030年時点での発電コスト8～9円/kWhとの試算が根拠となっている。（図2.1.1）

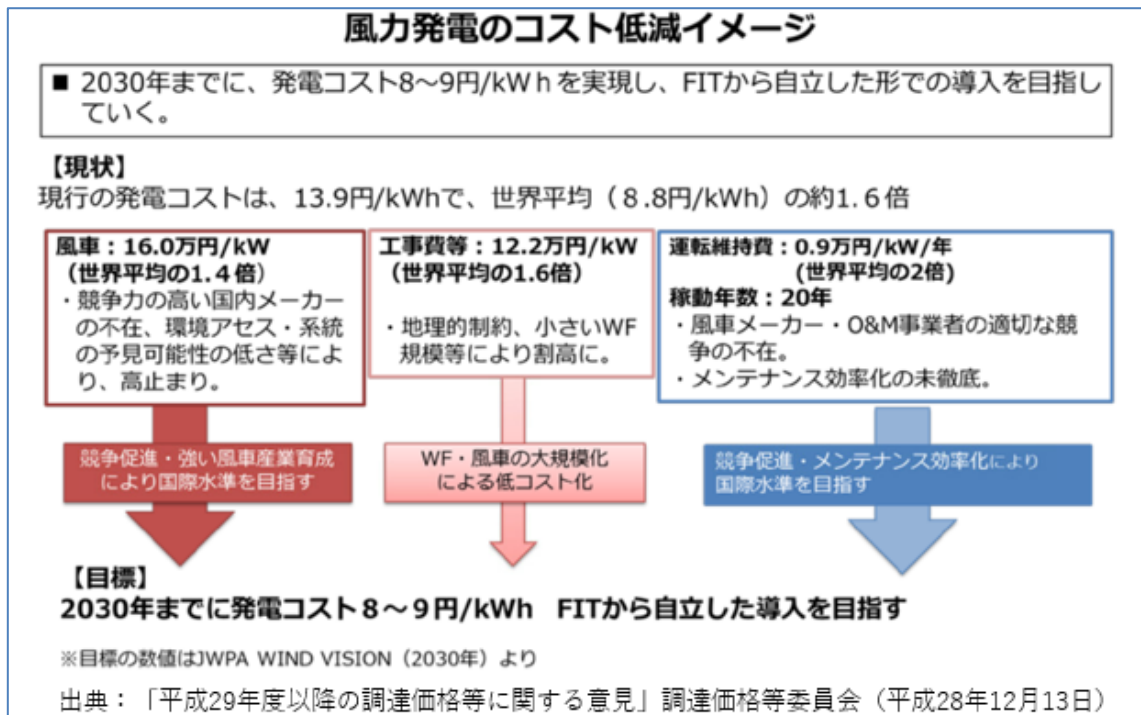


図 2.1.1 アウトカム目標の設定及び根拠

社会情勢等の要因により、陸上風力の発電コストは想定よりも上昇した。一方、アウトプット目標は概ね達成できており、グリーンイノベーション基金事業等、他の関連事業とも併せて、2030年までにアウトカム目標の達成を目指す。（図2.1.2）

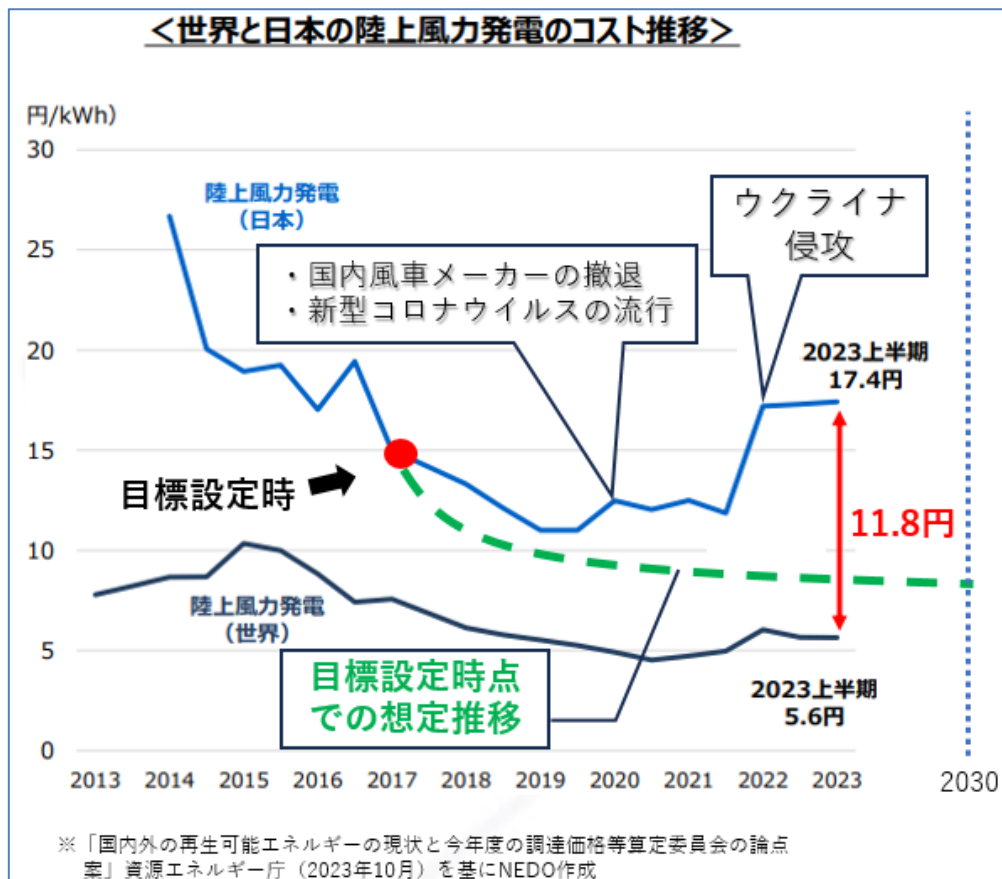


図 2. 1. 2 アウトカム目標の達成見込み

2. 2. 本事業における「実用化・事業化」の考え方

本事業における実用化・事業化については以下に定義する。

- 本プロジェクトにおける実用化・事業化の定義：当該研究開発に係る試作品、サービス等の社会的利用（顧客への提供等）が開始されることであり、さらに、当該研究開発に係る商品、製品、サービス等の販売や利用により、企業等活動・風車運用に貢献することをいう。
- 各研究開発項目における実用化・事業化の考え方：
 - iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発（助成）
 - v) 風車部品高度化技術研究開発（助成）
 当該研究開発に係る要素技術、デバイス（装置）、などが事業会社の事業責任部門に移管され、量産化に向けた開発が開始されることであり、さらに、当該研究開発に係る要素技術、製品等の販売（ライセンス含む）や利用することにより、企業等活動・風車運用に貢献することをいう。

2. 3. アウトプット目標及び達成状況

アウトプット（終了時）目標の設定及び根拠は以下の通りである。

iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発

〈アウトプット目標〉風車のダウンタイム及び運転維持コスト低減に向け、維持管理を的確に行い、風車稼働率（利用可能率）を97%以上に向上させる技術を確立する。また、洋上風車の運転維持管理を含む、風車のライフサイクルコストを低減する各コア技術を開発する。

〈アウトプットの根拠〉国内の我が国の運転維持費は、世界平均と比較すると、大規模修繕が発生していない場合でも、倍に近い水準にある。特に修繕費の割合が大きく、その引き下げが課題。また、稼働率で比較しても、欧州では 97%の稼働率保証が多くなされているのに対し、我が国では平均の稼働率が 87%で、直近の 2011 年以降に設置された風力発電でも 92%に留まっていることから、欧州レベルの稼働率を目標に設定。

v) 風車部品高度化技術研究開発

〈アウトプット目標〉国内で生産される風車部品に関して、風車の大型化・大出力化に対応し、かつコスト競争力と信頼性を高めることにより、洋上風車への採用促進につなげる。

〈アウトプットの根拠〉風力発電産業においては、風車の大型化にともない部品にも高度な製造技術・製造設備が求められており、国内の風車部品メーカーは世界のマーケットにおいてより過酷な競争にさらされる事態となっている。また、国際的競争力を高めるべく大型化対応、高信頼化、低コスト化、付加価値技術を国内で検討する場合、大型風車実機試験設備もなく、最適な評価が難しいため国内メーカーにとっては評価環境的にも厳しい状況であり、高コスト化の要因にもなっていることから上記目標を設定。

アウトプット（研究開発成果）のイメージは図 2.3.1 の通り。



図 2.3.1 アウトプット（研究開発成果）のイメージ

アウトプット目標の達成状況を表 2.3.1 に示した。稼働率の達成状況が 95%となっていること、風車性能を向上する要素技術を開発、洋上風力向け補修員育成環境を構築、洋上風力保守用の船舶開発、風車低コスト化の要素技術を開発したこと、風車の長寿命化、定期点検効率化、保守コスト低減、故障リスク低減が見込まれることから目標を達成したと評価した。

表 2.3.1 アウトプット目標の達成状況

研究開発項目	アウトプット目標	達成度	達成状況
iv 風車運用・維持管理技術高度化研究開発	風車のダウンタイム及び運転維持コスト低減に向け、維持管理を的確に行い、風車稼働率(利用可能率)を97%以上に向上させる技術を確立する。また、洋上風車の運転維持管理を含む、風車のライフサイクルコストを低減する各コア技術を開発する。	○	・風車性能を向上する要素技術を開発 ・洋上風力向け補修員育成環境を構築 ・洋上風力保守用の船舶開発 ・風車低コスト化の要素技術を開発 ・風車の長寿命化 ・定期点検効率化 ・保守コスト低減 ・故障リスク低減 ※現状、稼働率95%
v 風車部品高度化技術研究開発	国内で生産される風車部品に関して、風車の大型化・大出力化に対応し、かつコスト競争力と信頼性を高めることにより、 <u>洋上風車への採用促進につなげる。</u>		

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み(中間)、×未達

終了時評価対象の研究開発テーマは表 2.3.2 の通り。また、各研究開発テーマにおけるアウトプット目標の達成状況は以下表 2.3.3.1～表 2.3.3.4 に示した。

表 2.3.2) 研究開発テーマ(終了時評価対象テーマ)

研究開発項目	開発テーマ	事業者名	委託/助成	事業期間
iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発	iv-①: 風車運用高度化技術研究開発(風車故障事故に関する国内外の動向調査)	(株)風力エネルギー研究所	委託	18年度～22年度
	iv-②: 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(陸上風力発電の持続的な導入拡大に向けた調査)	(株)風力エネルギー研究所		22年度
	iv-③: 無人航空機(UAV)とAI画像解析の活用による風車の高度な次世代型運用・維持管理技術開発	関西電力(株)	助成	20年度～22年度
	iv-④: 洋上風力発電用CTV及び洋上ブレード補修ゴンドラの開発による維持管理技術の高度化	イオスエンジニアリング&サービス(株)		
	iv-⑤: 風力発電機の長寿命化に向けたマルチスケールトライボ解析・実験による最適潤滑剤設計	出光興産(株)		
	iv-⑥: 風車ブレード用高耐久ダイバーストリップの開発	(株)守谷刃物研究所		
	iv-⑦: 高年次陸上風車の寿命延長運転技術の開発	イオスエンジニアリング&サービス(株) (株)キグチテクニクス		
	iv-⑧: 陸上風力発電設備・ジャッキダウン解体工法	太平電業(株)		22年度
	iv-⑨: スマートロータシステムを有する陸上風車技術の研究開発	(株)駒井ハルテック		
v) 風車部品高度化研究開発	v-①: 大型洋上風車用一体成型ブレード技術の研究開発	(株)駒井ハルテック	助成	20年度～22年度
	v-②: 風車および蓄電池の一体制御による出力安定化システム技術の研究開発	(株)駒井ハルテック		

表 2.3.3.1) アウトプットの達成状況（個別テーマ）その 1

iv 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(委託)

開発テーマ	目標	成果	達成度	達成の根拠
iv-① 風車運用高度化技術研究開発 (風車故障事故に関する国内外の動向調査)	国内外の風車故障事故の実態把握及び関連する最新の研究開発等の調査を行い、「技術研究開発」へ情報の提供を行う。	2017～2021年度分の日本国内の風車の実態を把握し概ねの稼働率を把握した。風車の部位別の故障率の傾向を明らかにし、また、稼働率を高める上で3日以上以上の故障・事故を防ぐことが重要であることが分かった。	○	計画通り国内風車の運転状況を把握することができたため、目標通り達成と評価
iv-② 風車運用・維持管理技術高度化研究開発 (陸上風力発電の持続的な導入拡大に向けた調査)	陸上風力発電を持続的に導入促進し、発電電力量の増加を図るための課題解決に向けて今後取り組むべき方向性について調査、検討する。	・ 風力発電事業に係る事業者を対象に陸上風力発電の現状と将来についてアンケート調査を行い、有意義な回答を得た。 ・ 陸上風力導入拡大に向けての課題（技術的課題、政策的課題）、対策案（海外技術の活用、技術開発中）を整理、分類を行った。 ・ 上記内容を提言としてまとめた。	○	計画通り国内陸上風力の導入拡大を図るための課題、対応策を把握、整理することができたため、目標通り達成と評価

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み（中間）、×未達

表 2.3.3.2) アウトプットの達成状況（個別テーマ）その 2

iv 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)

開発テーマ	目標	成果	達成度	達成の根拠
iv-③ 無人航空機（UAV）とAI画像解析の活用による風車の高度な次世代型運用・維持管理技術開発	UAVによるブレード他、外観全体確認対応自律飛行および損傷箇所のAIを用いた画像解析による自動判定等の技術を開発	・ 洋上風力発電設備の外観点検を速やかかつ効率的に行う技術を開発した。 ・ 過酷環境下におけるUAVの飛行性能（長時間飛行、耐風性、耐雪性）を確認した。 ・ 撮影画像からAIモデルにより損傷箇所を自動判定する技術を開発した。	○	本技術が機能することを実証試験にて確認できたため目標通り達成と評価
iv-④ 洋上風力発電用CTV及び洋上ブレード補修ゴンドラの開発による維持管理技術の高度化	CTVやゴンドラのO&Mツールの課題を抽出し、要求を満たす仕様の決定。洋上保守要員トレーニングプログラムの図書、ツール整備。	O&Mツールの実用化、低コスト化の有効性確認。 トレーニングプログラムの認証取得し、社内外へトレーニングを開始した。	○	各テーマ、操船支援のKPI達成、補修効率化効果確認、新規モジュール認証取得のため目標通り達成と評価
iv-⑤ 風力発電機の長寿命化に向けたマルチスケールトライボ解析・実験による最適潤滑剤設計	添加剤の設計とそれを用いたギヤ油仕様の最適化により、オイルの長寿命化（従来5年→15年）を実現する	15年間（従来5年）オイル無交換で風車を運用・維持できる高性能潤滑油の開発に目途が立った	◎	基材と仕様の最適化により、試作したギヤ油が各種試験において現行油対比で大幅に性能を向上し、高い確度で オイルの寿命15年 を達成できると見込まれ、将来的なインパクトが大きいと評価
iv-⑥ 風車ブレード用高耐久ダイバーストリップの開発	日本国内の高エネルギーの冬季雪への耐久性を有するダイバーストリップを開発する。	実風車で1年実証し長期耐久性、風車の雪保護性能を達成した。	○	当初目標の製品開発は終える事が出来たため達成と評価

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み（中間）、×未達

表 2.3.3.3) アウトプットの達成状況(個別テーマ) その3

iv 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)

開発テーマ	目標	成果	達成度	達成の根拠
iv-⑦ 高年次陸上風車の寿命延長運転技術の開発	高年次陸上風車の寿命延長運転技術の開発 新しいブレード補修技術の開発	・風車残存寿命の推定 ・CMSによる異常検知手法の立案 ・損傷リスクを抑えた運転手法の立案 ・試験片レベルでの要素試験の実施 ・新樹脂化合物による実ブレードの補修 ・実用化に向けた施工方法の検討	○	延長運転実施継続中および延長運転中の補修健全性経過観察に異常が観られないため目標通り達成と評価
iv-⑧ 陸上風力発電設備・ジャッキダウン解体工法	・コストダウン ・省スペース ・工期短縮 ・国内生産・雇用拡大への貢献 ・災害リスク低減 ・CO2削減	・使用重機の容量減/工期短縮 ・施工エリア縮小 ・風の影響を抑え、工程遅延リスク低減 ・100%国内調達で国内経済に貢献 ・高所作業減で災害リスク低減 ・重機容量/稼働時間減、電動ジャッキ採用	△	クレーンの小型化や従来工法に比べ、省スペース化を達成でき、太平ジャッキ採用により燃料消費量を抑えることが確認できたが、工期短縮が課題として残った。
iv-⑨ スマートロータシステムを有する陸上風車技術の研究開発	スマートロータシステムを有する陸上風車技術の研究開発	定格出力1MW、極値風速Ve50=91.26m/s、Iref=0.18の仕様で、日本の厳しい気象条件に適応した日本型風力発電機を設計	○	各制御技術の効果をふまえ台風仕様風車の設計が完了したため目標通り達成と評価

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み(中間)、X未達

表 2.3.3.4) アウトプットの達成状況(個別テーマ) その4

v 風車部品高度化技術研究開発(助成)

開発テーマ	目標	成果	達成度	達成の根拠
v-① 大型洋上風車用一体成型ブレード技術の研究開発	大型洋上風車用一体成型ブレード技術の開発	台風地域にも適用可能な一体成型ブレードの設計と認証取得、 <u>プロタイプ機での妥当性評価</u>	◎	一体成型ブレード技術の確立および ブレードコスト28%削減 のため将来的なインパクトが大きいと評価
v-② 風車および蓄電池の一体制御による出力安定化システム技術の研究開発	風車および蓄電池の一体制御による出力安定化システムの開発	風車と蓄電池の一体制御による出力安定化、蓄電池の長寿命化、および設備コストの削減	○	システム稼働と導入候補地の検討を行ったため目標通り達成と評価

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み(中間)、X未達

3. マネジメント

3.1 実施体制

本事業の狙いとして、国民経済的には大きな便益がありながらも、民間企業の研究開発投資に見合うものが見込めない事業であり、かつ、産学官の複数事業者が互いのノウハウ等を持ちより協調して実施する研究開発・調査であるため、委託事業として実施した。また、風車の維持管理を業務とする企業の積極的な関与により推進されるべき研究開発に関しては、助成事業として実施した。

これらの技術開発を NEDO のマネジメントの元、主導的、かつ各事業間を積極的に連携させて実施することが有用である。

以下に、実施体制を図示した。（図 3.1.1）

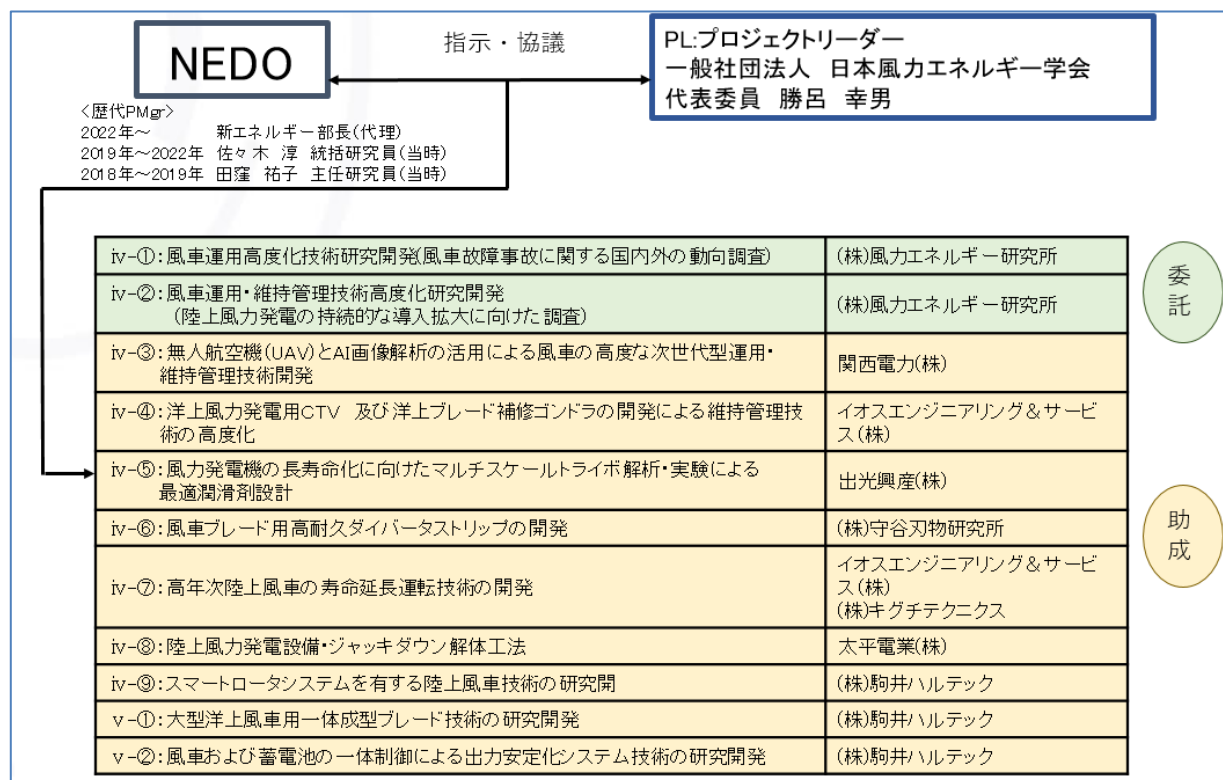


図 3.1.1 実施体制

個別事業の採択プロセスを以下に示した。外部有識者による審査結果を踏まえ、採択先を選定した。

NEDO として、採択条件等を満足するように実施計画書の作成をサポートした。（表 3.1.1）

表 3.1.1.1) 個別事業の採択プロセス その1

iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発			
公募予告：2020年2月26日⇒公募期間：2020年5月1日～6月30日			
採択審査委員会：2020年7月15日⇒採択決定通知の施行日：2020年8月11日			
＜採択審査委員＞			
区分	氏名	所属（当時）	役職（当時）
委員長	永尾 徹	学校法人足利大学大学院	特任教授
委員	荒川 忠一	国立大学法人京都大学	特任教授
委員	中村 成人	一般社団法人日本風力発電協会	専務理事
委員	永田 哲郎	エネルギー戦略研究所株式会社	シニア・フェロー
委員	三保谷 明	株式会社ジャパンウィンドエンジニアリング	代表取締役会長
＜採択テーマ＞			
iv-③: 無人航空機(UAV)とAI画像解析の活用による風車の高度な次世代型運用・維持管理技術開発		関西電力(株)	
iv-④: 洋上風力発電用CTV 及び洋上ブレード補修ゴンドラの開発による維持管理技術の高度化		イオスエンジニアリング&サービス(株)	
iv-⑤: 風力発電機の長寿命化に向けたマルチスケールトライボ解析・実験による最適潤滑剤設計		出光興産(株)	
iv-⑥: 風車ブレード用高耐久ダイバーストリップの開発		(株)守谷刃物研究所	

表 3.1.1.2) 個別事業の採択プロセス その2

iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発 追加公募（陸上風力発電に係るコスト低減技術開発）

公募予告：2022年2月4日⇒公募：2022年3月31日～5月9日

採択審査委員会：2022年6月6日⇒採択決定通知の施行日：2022年6月21日

<採択審査委員>

区分	氏名	所属（当時）	役職（当時）
委員長	永尾 徹	学校法人足利大学大学院	特任教授
委員	荒川 忠一	国立大学法人京都大学	特任教授
委員	中村 成人	一般社団法人日本風力発電協会	専務理事
委員	永田 哲郎	エネルギー戦略研究所株式会社	シニア・フェロー
委員	三保谷 明	株式会社ジャパンウィンドエンジニアリング	代表取締役会長

<採択テーマ>

iv-⑦: 高年次陸上風車の寿命延長運転技術の開発	イオスエンジニアリング&サービス(株) (株)キグチテクニクス
iv-⑧: 陸上風力発電設備・ジャッキダウン解体工法	太平電業(株)
iv-⑨: スマートロータシステムを有する陸上風車技術の研究開発	(株)駒井ハルテック

表 3.1.1.3) 個別事業の採択プロセス その3

v) 風車部品高度化技術研究開発

予告：2020年2月26日⇒公募：2020年10月5日～11月4日

採択審査委員会：2020年12月2日⇒採択決定通知の施行日：2020年12月17日

<採択審査委員>

区分	氏名	所属（当時）	役職（当時）
委員長	永尾 徹	学校法人足利大学大学院	特任教授
委員	荒川 忠一	国立大学法人京都大学	特任教授
委員	上田 悦紀	一般社団法人日本風力発電協会	国際部長
委員	永田 哲郎	エネルギー戦略研究所株式会社	シニア・フェロー
委員	三保谷 明	株式会社ジャパンウィンドエンジニアリング	代表取締役会長

<採択テーマ>

v-①: 大型洋上風車用一体成型ブレード技術の研究開発	(株)駒井ハルテック
v-②: 風車および蓄電池の一体制御による出力安定化システム技術の研究開発	(株)駒井ハルテック

3.2 受益者負担の考え方

予算及び受益者負担を以下の表 3.2 に示した。委託事業は、国民経済的には大きな便益がありながらも、民間企業の研究開発投資に見合うものが見込めない事業であることから受益率は 1 / 1 とした。また、助成事業は、風車の維持管理を業務とする企業の積極的な関与により推進されるべき研究開発であることから、受益率は 1 / 2 とした。

表 3.2 予算及び受益者負担

事業総額 11億円 (iv、v 合計)							
(単位:百万円)							
研究開発項目		2018 年度	2019 年度	2020 年度	2021 年度	2022 年度	合計
iv) 風車運用・維持 管理技術高度化 研究開発	委託	21	32	18	39	40	150
	補助率 1/2	－	－	49	244	567	860
v) 風車部品高度化 研究開発	補助率 1/2	－	－	3	64	46	113
合 計		21	32	70	347	653	1,123

3.3 研究開発計画

研究開発のスケジュールを図 3.3 に示した。スケジュール中には、主要な研究項目を記載している。

これら研究の実施にあたり、技術委員会を各実施者が開催し、外部有識者から技術的助言を受けることで、事業の円滑な運営を図り、また NEDO もオブザーバーとして参加し助言を行った。

さらに、中間評価で受けた指摘については、その指摘内容に応じた対応を図り、研究開発およびアウトット・アウトカム達成に役立てた。また特に、社会の動向・情勢への対応のため、追加公募などを行った。(図 3.4)

iv 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(委託)

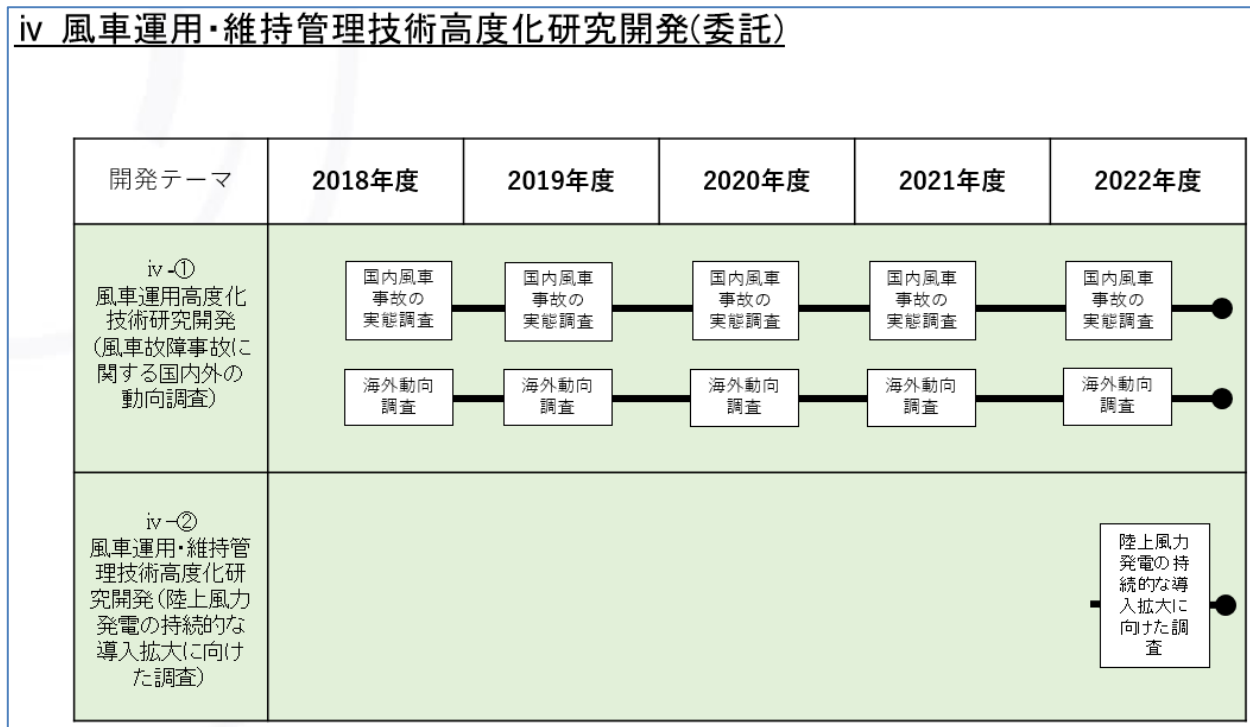


図 3.3.1 研究開発のスケジュール その1

iv 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)

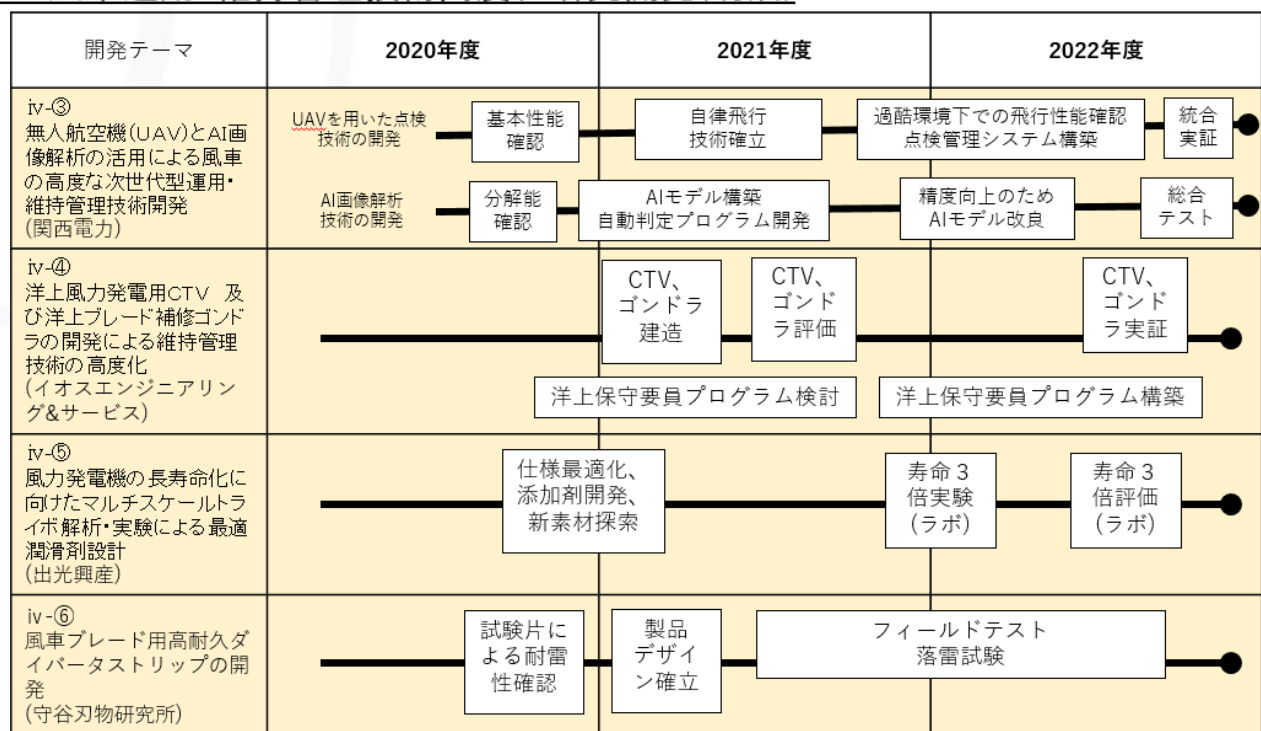


図 3.3.2 研究開発のスケジュール その2

iv 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)

開発テーマ	2022年7～9月	2022年10～12月	2023年1～3月
iv-⑦ 高年次陸上風車の寿命延長運転技術の開発(イオスエンジニアリング&サービス・キグチテクニクス)	風車寿命延長のための検証 新樹脂によるブレード補修	CMS追設 要素試験	運転データ取得開始 経過観察
iv-⑧ 陸上風力発電設備・ジャッキダウン解体工法(太平電業)	試験要領書他設計、ジャッキ架台、模擬タワー	組立、実証実験、解体、検証 ブレード取り外し工法設計	試験結果まとめ、評価 設計内容まとめ、評価
iv-⑨ スマートロータシステムを有する陸上風車技術の研究開発(駒井ハルテック)		スマートロータ技術開発 風車設計	全体技術評価

v 風車部品高度化技術研究開発(助成)

開発テーマ	2020年度	2021年度	2022年度
v-① 大型洋上風車用一体成型ブレード技術の研究開発(駒井ハルテック)		ブレード設計 ブレード製造	運転試験・事業化検討
v-② 風車および蓄電池の一体制御による出力安定化システム技術の研究開発(駒井ハルテック)		出力安定化システム開発	蓄電池舎建設 運転試験

図 3.3.3 研究開発のスケジュール その3

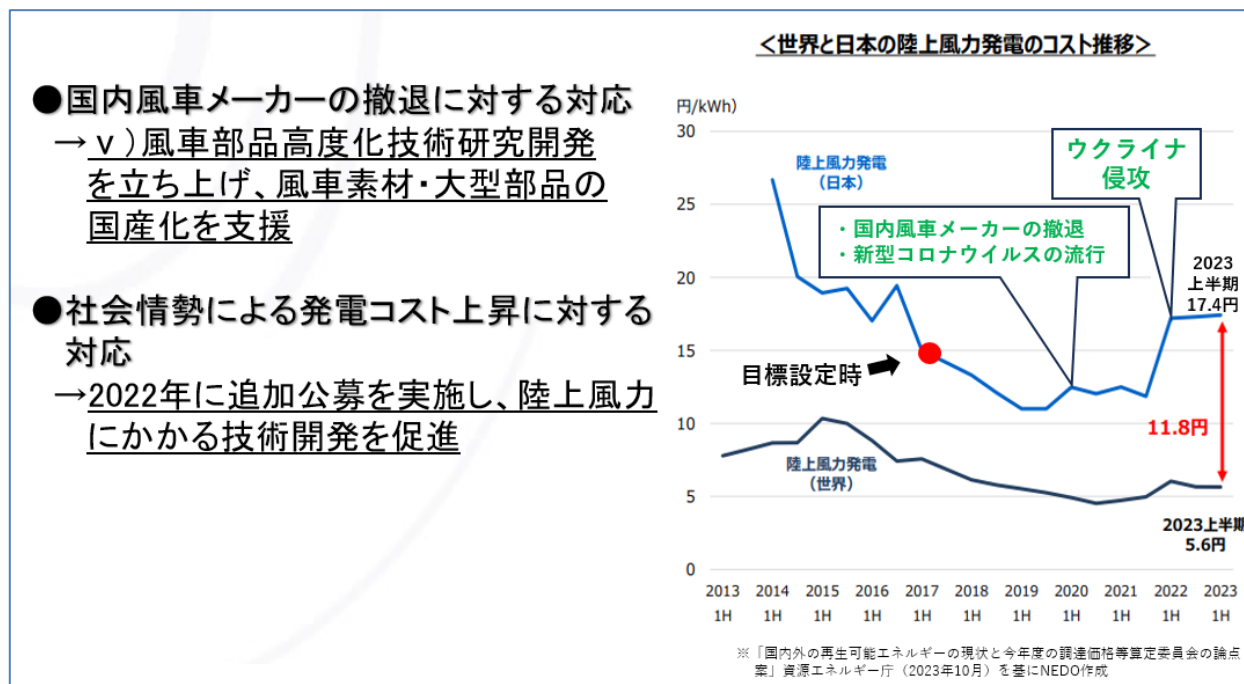


図 3.4 動向・情勢への対応

4. 目標及び達成状況の詳細

目標を具体化する、アウトカム達成までの道筋を図 4.1 に示した。2023 年度より各事業者の製品/量産品質確認後ターゲット市場に投入し、アウトカム目標の達成に資する。用途や適用ケースを具体化し、実証事業へ展開する。

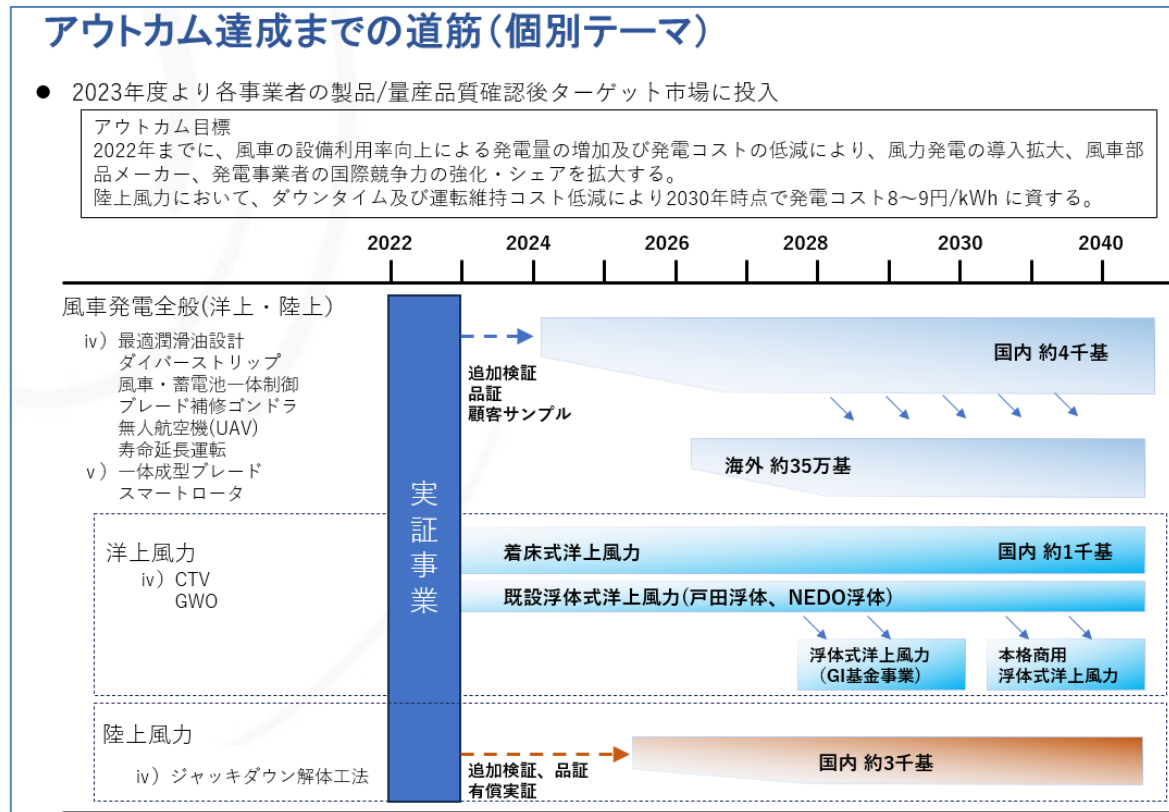


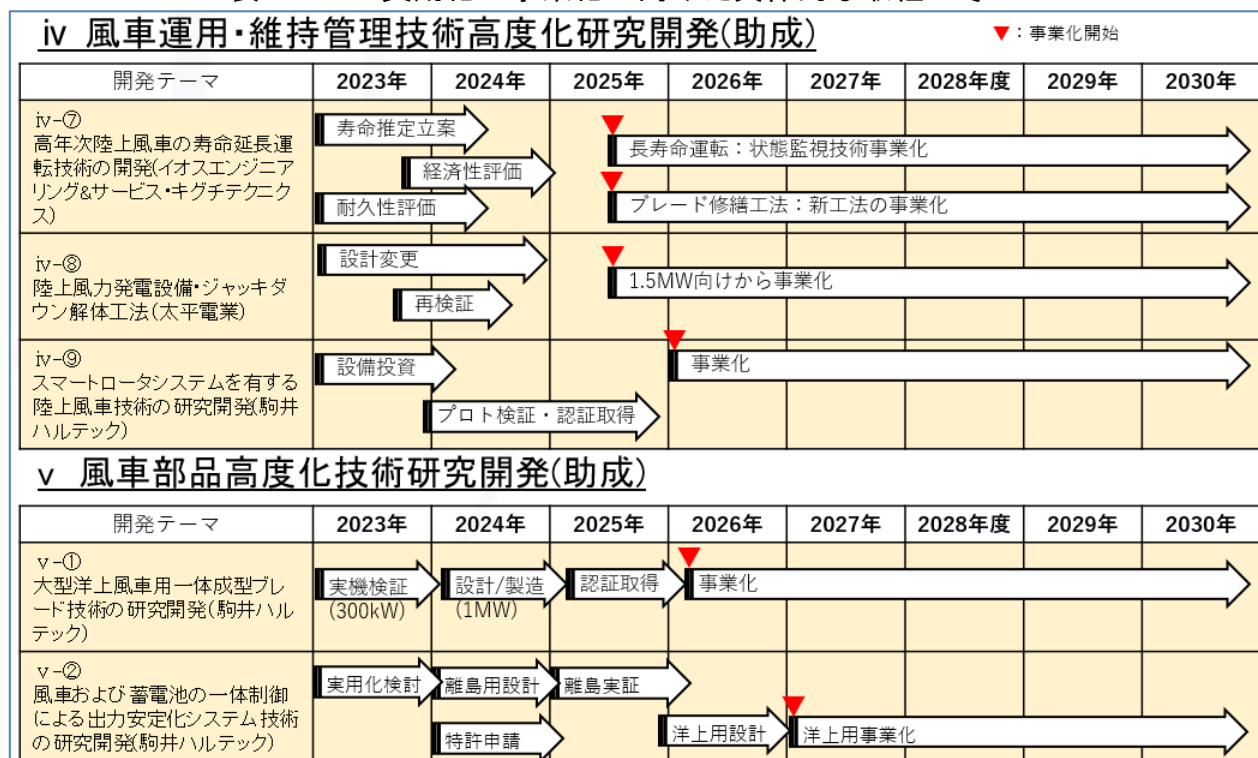
図 4.1 アウトカム達成までの道筋

各テーマの実用化・事業化に向けた具体的な取組は以下の表 4.1 に示す。

表 4.1.1 実用化・事業化に向けた具体的な取組 その1

iv 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成) ▼：事業化開始								
開発テーマ	2023年	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年度	2029年	2030年
iv-③ 無人航空機(UAV)とAI画像解析の活用による風車の高度な次世代型運用・維持管理技術開発(関西電力)								
iv-④ 洋上風力発電用CTV及び洋上ブレード補修ゴンドラの開発による維持管理技術の高度化(イオスエンジニアリング&サービス)								
iv-⑤ 風力発電機の長寿命化に向けたマルチスケールトライボ解析・実験による最適潤滑剤設計(出光興産)								
iv-⑥ 風車ブレード用高耐久ダイバーストリップの開発(守谷刃物研究所)								

表 4.1.2 実用化・事業化に向けた具体的な取組 その2



各事業（個別テーマ）の概要と意義については、以下に順に記載した。（図 4.2）

iv-① 風車運用高度化技術研究開発(風車故障事故に関する国内外の動向調査)

実施者：株式会社風力エネルギー研究所

<事業概要>

国内外の風車故障事故の実態把握及び関連する最新の研究開発等の調査を行い、広く公表すると共に「I-① 風車運用高度化技術研究開発(研究開発)」へ情報の提供を行う。

<成果>

- 国内風車事故の実態調査では、国内風力発電事業者アンケートを依頼し、故障事故調査ならびに稼働率調査を実施し、年度毎の実態と稼働率を把握・評価した。
- 海外動向調査では、IEA Wind TCP（国際エネルギー機関風力技術協力プログラム）を通じた情報収集、IEA Wind国内委員会運営、IEA Wind Task(研究タスク)の管理等を行い、最新の研究開発状況等を調査・把握すると共に、IEA Windの各会合を通じて国内の研究開発成果を発信した。

<意義>

・2005年から毎年の故障・事故毎の部位・要因・故障・風況・運転年・修繕費用・ダウンタイムをDB化。データ数、調査期間とともに他に類を見ない。風車メーカー保守部門、発電事業者保守部門で予備品計画・修繕計画立案・事業性評価への基礎データとして活用され、風車運用コストの低減に大きく貢献している。

・海外動向の最新情報も合わせて取りまとめ、

風力発電事業者などを対象に広く公表すると共に、「風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)」 「グリーンイノベーション基金事業」 にデータや情報を提供し、研究開発へも寄与している。

調査協力風車基数と故障・事故発生回数（調査票報告件数）及び発生率

項目	前回の調査										今回の調査	
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
調査協力風車基数	898	926	1025	802	821	1029	706	687	1058	592	696	727
故障・事故調査案件数	115	97	144	128	174	185	195	366	415	354	257	374
調査依頼風車基数 ^{*2}	1050	1050	1268	1368	1478	1637	1497	1605	1718	1749	1845	1936
故障・事故発生率 ^{*3}	0.128	0.105	0.14	0.16	0.212	0.18	0.276	0.534	0.392	0.598	0.369	0.514

調査対象風車数の推移
過去事業分と今回。

項目	前回の調査	今回の調査
	2016	2017
調査協力風車基数	1058	592
故障・事故調査案件数	415	354
調査依頼風車基数 ^{*2}	1718	1749
故障・事故発生率 ^{*3}	0.392	0.598

5年計 17年計
6,117基 18,084基
2,365件 5,169件

図 4.2.1 各事業（個別テーマ）の概要と意義 その1

iv-② 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(陸上風力発電の持続的な導入拡大に向けた調査)

実施者:株式会社風力エネルギー研究所

<事業概要>

陸上風力発電の持続的な稼働・発電電力量の増加、精度の高い発電出力予測、及びライフサイクル評価に資する技術開発テーマを整理するとともに、課題解決に向けた今後取り組むべき方向性について、①既設陸上風力発電の耐久性・発電効率向上に資する開発技術の検討、②陸上風力発電の出力、および健全性予測に資する開発技術の検討、③陸上風力発電のライフサイクルに資する生産技術の検討、の視点から調査した。

<成果>

- ①国内導入風車の約7割は海外風車メーカとなり、部品調達とストックの課題を抽出した。風車の大型化、発電所の大規模化に伴うメンテナンス技術の課題、リプレースの課題を抽出した。
- ②FIP制度導入に伴い正確な市場電力価格の予測が必要となるがほとんど対応できていないことが分かった。故障・事故の予測では、ベアリングメーカが独自に開発したCMSを導入するケースが見受けられた。最近の風車は、風車メーカから長期保守契約(LTSA)を締結するケースが多いことが分かった。
- ③リプレースを断念する理由は、設備費等の高騰により事業の採算性が見込めないこと、既存の系統連系容量では風車の大型化に対応できないことであった。風車ブレードの廃棄は、産業廃棄物として処理され焼却、埋立てされるケースがほとんどである。

<意義>

- ・陸上風車の更なる導入促進を進めていく上での課題を把握することができた。
- ・発電事業そのものの継続性に係る課題、FIP制度参画への課題を整理し、要因を分類することができた。
- ・発電所の大規模化への弊害としてリプレース、系統連系枠の課題が一つの要因として関連する。
- ・風車の大型化、発電所の大規模化に伴う課題、課題に対応した技術開発を整理した。
- ・海外風車メーカが占める中での部品調達・ストックの課題と対応案を整理した。

図 4.2.2 各事業（個別テーマ）の概要と意義 その2

iv-③ 無人航空機(UAV)とAI画像解析の活用による風車の高度な次世代型運用・維持管理技術開発

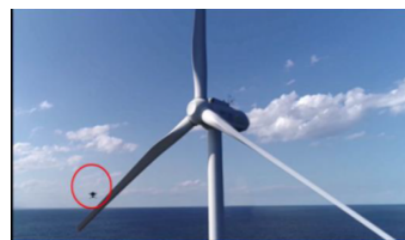
実施者:関西電力株式会社

<事業概要>

洋上風力発電設備を対象に、UAVによる緊急停止したブレード他、外観全体確認対応自律飛行および損傷箇所のAIを用いた画像解析による自動判定等の技術を開発し、高度な迅速化・効率化・安定化を実現する風車の次世代型運用・維持管理技術を確立する。加えて、開発する管理手法と既存技術とのマッチングにて適用領域等の拡大を図るなど、更なる高度利用に関する方向性を示す。

<成果>

- ①風車設備点検技術の構築
 - 1) 飛行ルートを簡易的に作成するシステムを搭載した外観全体確認に対応する自律飛行UAVの構築
 - 2) 風車画像内の損傷有無を判定するAI等による損傷箇所自動判定モデルを構築
 - 3) 実証試験を実施し、UAVの性能を確認
- ②過酷環境下でのUAV飛行技術構築
 - 1) 連続飛行時間、耐風性、耐雪性に関する性能を確認
 - 2) 実証試験を実施し、UAVの性能を確認
- ③UAVを用いた風車制御用風況(風向・風速)観測技術確立
 - 1) CFD解析と室内試験の結果を踏まえ、UAVの風車制御用風況観測への適用は困難と評価
- ④次世代型運用・維持管理技術の更なる高度利用への適用
 - 1) 国内外におけるUAVおよび画像解析等に関する最新情報を収集
 - 2) 本開発が市場ニーズに則していることを確認



実海域で実施したドローンのテスト飛行

<意義>

基礎データ収集、実証試験により技術開発に向けた課題の抽出を実施

図 4.2.3 各事業（個別テーマ）の概要と意義 その3

iv-④ 洋上風力発電用CTV 及び洋上ブレード補修ゴンドラの開発による維持管理技術の高度化

実施者:イオスエンジニアリング&サービス株式会社

<事業概要>

- ① CTV:小型船舶サイズかつ耐有義波高性能1.5mの船体設計、洋上風力向け操船支援システム搭載CTV開発
- ②ゴンドラ:全周型ゴンドラタイプを利用したブレード補修施工技術を開発、陸上風車実機で実証試験を実施
- ③要員育成:風力業界の国際規格であるGWOに準拠した洋上向けトレーニングプログラムを構築、認証取得

<成果>

①CTV

CTV竣工、速力他、基本性能はクリア、洋上風力候補地実海域での試験を実施
操船支援システムの達成度評価、課題整理

②ゴンドラ

全周型ゴンドラタイプを導入、国内向けに仕様アレンジ

国内での使用許可を取得。陸上風車実機にて実証試験を実施、結果評価

③要員育成

洋上向けトレーニングモジュールのインストラクター資格取得、

Sea Survival, Advanced Rescue Training など4モジュールの新規認証取得を完了(国内初も含む)



ブレード補修ゴンドラ



トレーニングの様子

<意義>

- ①国内洋上風力維持管理高度化につながるO&Mツールを開発、現場導入、洋上建設・O&M促進
- ②実践フィールドでの実証試験を通じたデータ、知見の取得
- ③洋上向け人材の育成と確保、国内人材育成の拠点作り、訓練ノウハウ蓄積

図 4.2.4 各事業（個別テーマ）の概要と意義 その4

iv-⑤ 風力発電機の長寿命化に向けたマルチスケールトライボ解析・実験による最適潤滑剤設計

実施者:出光興産株式会社

<事業概要>

各種トライボロジー実験とマルチスケールトライボシミュレーション解析を統合させ、洋上風力発電機のメンテナンスフリー化に資する最適な潤滑技術を提案する

- ・極圧添加剤の設計・合成と評価
- ・分子シミュレーションによる現象解析と添加剤の最適化
- ・耐荷重性潤滑油の仕様設計と評価 など

<成果>

- ・リン系耐摩耗剤とイオウ系極圧剤の構造や評価基板の表面分析と基本性能の相関を把握し、それらデータを計算化学に反映させるなど、実験と計算化学を活用して耐摩耗剤、極圧剤の最適化を行った
- ・潤滑油の仕様(添加剤配合)の最適化を行い、15年間(現行5年)オイル無交換で風車を運用・維持できる高性能潤滑油の開発に目途がたった

<意義>

洋上風車の軸受や歯車のメンテナンスフリー化に資するため、計算科学のツールや技術を活用した潤滑状態の可視化と理想的な潤滑基材を提案し、実験と解析により、オイルの最適化手法(性能と寿命の向上)を実現する。
風車の設計寿命:20年、初充填オイルの交換:5年、風車が20年稼働すると仮定して、従来油(寿命5年)は3度の交換が必要になるが、新しく開発するオイル(目標寿命15年)であれば1度の交換で設計寿命を全うでき、交換費用は約3分の1に削減できる

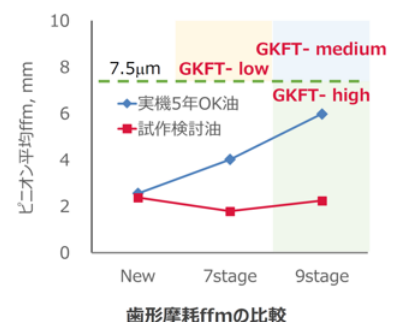


図 4.2.5 各事業（個別テーマ）の概要と意義 その5

iv-⑥ 風車ブレード用高耐久ダイバーストリップの開発

実施者:株式会社守谷刃物研究所

<事業概要>

風力発電機の大きな事業リスクとなっている落雷について、直撃雷の被害低減に航空機での実績のある「ダイバーストリップ」(以下DS)を風車向けに開発した。開発にあたっては、航空機ほどの頻度でメンテナンスのできない風車に対し、DSへ高い雷電流への耐久性、耐エロージョン性、耐候性を付与することを目標とした。



図1 航空機のダイバーストリップ

<成果>

DSを構成する素材について、大電流への耐性の高い高融点金属を用い、耐候性に優れたシリコンによりベルト状に成型する方法により目標を達成した。形状についても耐電流性を高めるプラズマチャンネルの利用や、耐エロージョン性と施工性を高める断面形状の工夫により実用性の高い試作を行い、実風車でのフィールドテストでは高い効果が発揮された。

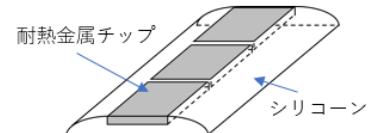


図2 本事業で到達した風車用ダイバーストリップの構造図

<意義>

風力発電へのFITが終了する中、落雷時にも稼働率維持を可能とする本デバイスは、風力発電の事業性に大きく寄与するものと考えられる。さらには風車急停止による系統への負担の軽減や、連続稼働による社会全体への供給エネルギー増量など、本デバイスによる波及効果は大きい。

図 4. 2. 6) 各事業（個別テーマ）の概要と意義 その6

iv-⑦ 高年次陸上風車の寿命延長運転技術の開発

実施者:イオスエンジニアリング&サービス株式会社、株式会社キグチテクニクス

<事業概要>

陸上風車の発電量向上を目的とし、設計寿命である20年を迎えた既設風車を対象として、5～10年の継続運転を可能とする運転技術の検討を行った。またブレードに関して、ブレード補修の簡素化を目的とし、新樹脂化合物を用いて新しい補修技術開発のための基礎試験を実施した。

<成果>

各種検討の為、運転開始から20年経過した実風車の延長運転を開始(2022年12月)

『イオスエンジニアリング&サービス株式会社』

①残存寿命の推定

- ・20年使用した部品の採取を行い、部品検査による残存寿命推定を実施中(アンカーボルトやタワーボルト)。
- ・空力弾性解析による残存寿命推定を実施(タワー基部や翼根本など)。

②実運転検証(延長運転技術・状態監視技術)

- ・損傷リスクの高い部品に追設CMSを設置し、風車の延長運転を継続しつつ、部品の状態確認や振動測定を実施中。

『株式会社キグチテクニクス』

③新工法によるブレード補修

- ・試験片レベルでの要素試験により、新樹脂の強度評価を実施中。
- ・実ブレードへの施工試験完了、経過観察を実施中。

<意義>

延長運転技術を開発できれば、安価なコストで発電可能となり、発電コストの低減に相当する効果があると予想している。また、これらの技術検討により、寿命延長運転のための新たな課題の発見も考えられ、本助成事業は寿命延長運転技術の開発という目標に対して、重要な契機となると考えている。

図 4. 2. 7 各事業（個別テーマ）の概要と意義 その7

iv-⑧ 陸上風力発電設備・ジャッキダウン解体工法

実施者: 太平電業株式会社

<事業概要>

①タワージャッキダウン解体工法の開発

国内外で主流となっているクレーン工法に対して、当社独自のコンパクトなストランドジャッキと高精度な制御システムを組み合わせた解体工法の開発と実証を行った。

②ブレード取外し工法の開発

大型クレーンを使用せず、タワーの風下でブレードを下方方向に取外すことで風の影響を受けにくい工法の開発を行った。

<成果>

①タワージャッキダウン解体工法の開発

- ・今後の設計に必要なデータ、知見（風速、地盤沈下）を取得した。
- ・工法の実現に向け、解決すべき課題が明確になった。

②ブレード取外し工法の開発

- ・工法の基本設計と課題の抽出を行った。

<意義>

①タワージャッキダウン解体工法の開発

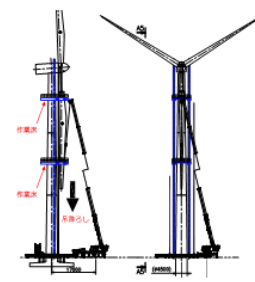
今後多くの既設風車が解体・リブレースを迎える中で、安全かつ作業効率が高く、大型クレーンを使用せず、コスト低減、省スペース、工期短縮、風の影響を受けにくい工法を開発することで風力発電の発展に寄与する。本事業により、工法の開発に必要なデータ、知見の入手と課題の抽出を行う。

②ブレード取外し工法の開発

タワージャッキダウン解体が円滑に行われるように、先行してブレードを安全に取外す工法を開発する。



タワージャッキダウン
解体工法



ブレード取外し工法

図 4. 2. 8 各事業（個別テーマ）の概要と意義 その 8

iv-⑨ スマートロータシステムを有する陸上風車技術の研究開発

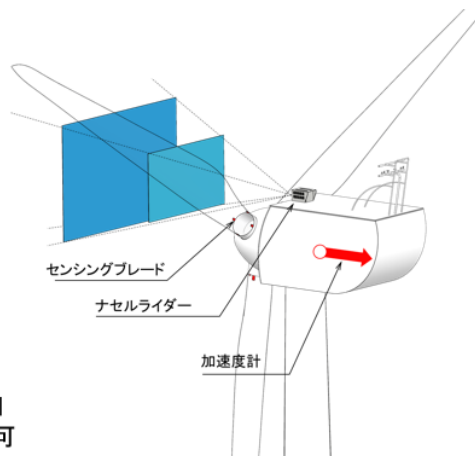
実施者: 駒井ハルテック株式会社

<事業概要>

- ・ 陸上風車にセンシングブレードとライダー支援を用いた風車制御（スマートロータシステム）の設計、シミュレーションを行い、発電効率の改善、長寿命化、メンテナンスコストの削減を図り、20%長寿命化の実現可能性を検討する。

<成果>

- ・ IPC制御を採用することで、最大荷重と疲労荷重の低減効果のあることが示された。
- ・ ヨー制御では発電量向上、ピッチ制御では制御の遅れを改善し、疲労荷重低減、ダウンタイム低減の可能性が示された。
- ・ 定格出力1MW、極値風速 $V_{e50}=91.26\text{m/s}$ 、 $I_{ref}=0.18$ の仕様で、日本特有の低風速域でも発電効率が良く、台風襲来地域にも導入可能な日本型風力発電機を設計。



ライダー支援制御の概要図

<意義>

- ・ 風車の長寿命化、ダウンタイムの低減、メンテナンス費用の削減。

図 4. 2. 9 各事業（個別テーマ）の概要と意義 その 9

v-① 大型洋上風車用一体成型ブレード技術の研究開発

実施者: 駒井ハルテック株式会社

<事業概要>

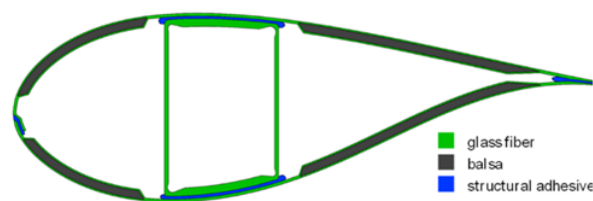
- 従来ブレードに比して、コスト削減20%以上、性能同等以上、質量同等以下の二次接着部のないブレードの製造技術を開発する。また、大型洋上風力における有効性を検証する。

<成果>

- 一体成型ブレードの基本設計および詳細設計実施。UL部品認証取得。
- 一体成型ブレードを試作し、静的・疲労試験実施し性能を確認し、運転試験用ブレードを製造。
- KH富津工場300kW風車で実施。開発の妥当性が確認できた。
- 一体成型ブレードの技術的な得失や経済性を評価した。

<意義>

- 一体化ブレードの開発によるブレード起因の故障率の低減、製造コストおよびメンテナンスコストの削減に寄与する。



従来型ブレードの例



一体成型ブレードの例
Cartflow OneShotBlade

図 4. 2. 10 各事業（個別テーマ）の概要と意義 その 1 0

v-② 風車および蓄電池の一体制御による出力安定化システム技術の研究開発

実施者: 駒井ハルテック株式会社

<事業概要>

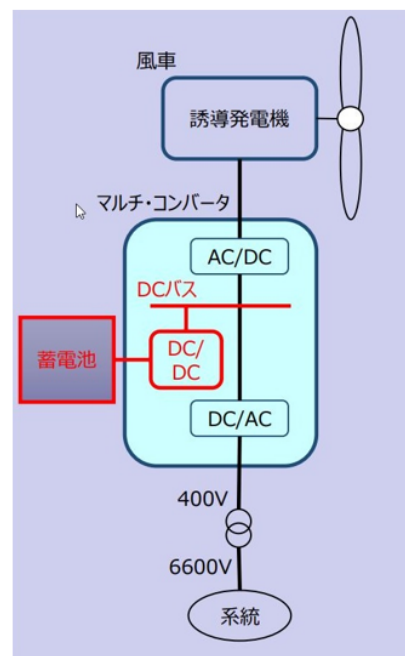
- 風力発電設備と蓄電池設備の一体制御による効率的な出力安定化システム技術を実証する。また、本システムを大型洋上風車と組み合わせた合理的なシステムを開発する。

<成果>

- 出力安定化システム全体の開発と安定化制御アルゴリズムの開発を行い、運転試験によりデータを収集。
- 全体評価として、制御アルゴリズムを大型風車に適用し検証、シミュレーション結果と運転データを比較し、制御アルゴリズムを改良。
- 電力会社の要件調査、導入事例調査、導入可能地域を調査し、事業化を検討。

<意義>

- 蓄電池による出力安定を風車と一体化することにより、風車の変動に対して効果的で安定した出力が可能になり、ソフト面・ハード面のコストが低減可能となる。
- 系統側の接続条件が厳しい規模の小さい独立電源地域等でも風力発電が導入しやすくなる。



蓄電池による出力安定化風車の概要図

図 4. 2. 11 各事業（個別テーマ）の概要と意義 その 1 1

P 0 7 0 1 5

P 1 3 0 1 0

P 1 4 0 2 2

「風力発電等技術研究開発」基本計画

新エネルギー部

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

① 政策的な重要性

2010年6月に閣議決定された「新成長戦略」において、強みを活かす成長分野として、第一に環境・エネルギー分野があげられている。

2011年3月11日に発生した東日本大震災を受けて、エネルギー政策が見直されており、今後の日本のエネルギー供給を支えるエネルギー源として、新エネルギーへの期待がさらに高まっている。

2014年4月11日に閣議決定された「エネルギー基本計画」には、再生可能エネルギーの導入を最大限加速させるとともに、系統強化、規制の合理化、低コスト化等の研究開発を着実に進めることについて言及され、洋上風力発電の実証研究の推進及び固定価格買取制度の検討、技術開発や安全性・信頼性・経済性の評価、環境アセスメント手法の確立を行うことが盛り込まれている。

2016年12月13日に、調達価格等算定委員会により取りまとめられた「2017年度以降の調達価格等に関する意見」では、「風力発電については、資本費、運転維持費の高さや、設備利用率の低さにより、他国と比較しても発電コストが高いことから、導入拡大とともにコスト低減を進めていく必要がある。導入環境整備や、低コスト化・設備利用率向上に向けた取組の支援（スマートメンテナンス等）を進めることにより、固定価格買取制度から自立した形での導入を目指していくべき」とされている。

2017年4月11日に公表された「再生可能エネルギー導入拡大に向けた関係府省庁連携アクションプラン」では、一般海域における洋上風力発電の導入促進、港湾における洋上風力発電の導入促進、洋上風力の建設に必要なSEP船の利用における課題の検討について、関係府省庁が丸となり計画的に推進するプロジェクトと位置付けており、洋上風力発電の導入推進を図るとされている。

2018年7月3日に閣議決定された「第5次エネルギー基本計画」において、再生可能エネルギーについては、2030年のエネルギーミックスにおける電源構成比率の実現とともに、確実な主力電源化への布石としての取組を早期に進めると言及され、洋上風力発電の導入促進及び着床式洋上風力の低コスト化、浮体式洋上風力の技術開発や実証を通じた安全性・信頼性・経済性の評価を行うことが盛り込まれている。

2019年4月1日に施行された「海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律案」では、長期にわたり海域を占有する海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用を促進するため、基本方針の策定、促進区域の指定、当該区域内の海域の占有等に係る計画の認定制度を創設することが盛り込まれ、利用ルールを整備し、海洋再生可能エネルギーを円滑に導入できる環境を整備することで、再生可能エネルギーの最

大限の導入拡大を図るとされている。

2020年12月15日に「洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会」において示された「洋上風力産業ビジョン（第1次）」では政府による導入目標の明示や、案件形成の加速化などの基本戦略が示され、市場拡大が見込まれるアジアへの展開も見据えて、今後の拡大が特に見込まれる浮体式をはじめとした技術開発を加速するとされている。加えて、NEDOが策定し、2021年4月1日に「洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会作業部会」に提示された「洋上風力の産業競争力強化に向けた技術開発ロードマップ」では、2030年頃までの洋上風力発電に係る技術開発の重点項目が整理された。

2021年10月22日に閣議決定された「第6次エネルギー基本計画」では、風車の大型化、洋上風力発電の拡大等により、国際的に価格低下が進んでいることから、経済性も確保できる可能性のあるエネルギー源であり、我が国においても今後の導入拡大が期待されており、今後、適地の確保や地域との調整、コスト低減に加え、適地から大消費地まで効率的に送電するための系統の確保、出力変動に対応するための調整力の確保、系統側蓄電池等の活用などを着実に進めるとされている。特に、洋上風力は、大量導入やコスト低減が可能であるとともに、経済波及効果が大きいことから、再生可能エネルギー主力電源化の切り札として推進していくことが必要であるとされている。

②我が国の状況

風力発電は、他の再生可能エネルギーと比較して発電コストが低く、中長期的に大規模な導入が期待されているが、我が国の厳しい気象条件の中で長期間、安定的に発電事業を行うためには、風車の信頼性のみならず、発電効率の向上やメンテナンスの高度化などの技術開発による一層の発電コストの低減が求められている。また、洋上風力発電の国内外の市場の拡大をにらんで、産業競争力の強化が重要な課題となっている。

風力発電コストについては、設備利用率の違いによる部分もあるものの、資本費及び運転維持費は他国と比較して高い水準にある。

特に洋上風力発電においては、先行する欧州と気象・海象条件や船舶等のインフラが異なることから、技術的な課題や設置に係わる費用が高コストになり、導入が停滞している。

また、風力発電設備産業に関して、風車の大型化にともない部品にも高度な製造技術が求められており、国内の風車部品メーカーは世界のマーケットにおいてより過酷な競争にさらされる事態となっている。

③世界の取組状況

世界の風力発電を牽引してきた欧米では、風力発電の研究開発に係わる様々な取組が行われている。

欧州では、加盟各国共同で研究活動を行うための支援計画として、欧州フレームワーク計画（FP）を定め、科学分野の各種テーマについて、国家横断的な技術開発が行われており、1980年代後半より、FP2、FP6及びFP7を経て、後継フレームワークプログラムのHorizon2020の中で、洋上風力のコスト低減、性能及び信頼性の向上、浮体式洋上風力の開発支援を実施している。

また、米国では、エネルギー省（DOE）のWind Programにおいて、各種技術開発が進められており、超大型風車及び洋上風力に係る技術開発や洋上展開を見据えた10MW規模の超大型風車を実現する次世代ドライブトレインの開発などを推進している。20

16年12月にはロードアイランド州ブロック島沖に米国初となる洋上風力発電所が運転開始し、その後もニューヨーク州クイーンズ及びブルックリン地区沖のロングアイランド先端から約50kmの洋上での建設が発表されるなど洋上風力開発が進んでおり、また、プロジェクト実現に向けた政府支援も徐々に進みつつある。

さらに、主要な風車メーカーが、モニタリング・データ分析等を通じて、効率的なメンテナンスや事前トラブル防止に積極的に取り組み、高い稼働率保証等の発電量保証を巡る競争を進めているとともに、発電事業者からO&M（運転・保守）を受託して効率的にサービス提供する大規模事業者（サードパーティー）も確立しており、高い設備利用率と運転維持費の低減が実現されている。洋上風力発電においても風車メーカーにおいて量産体制を構築すると共に風車の大型化の検討が進められ、1基あたりの発電コストの低減が進んでいる。

風力発電設備産業の保護・育成政策の事例としては、2019年3月7日にイギリス政府が公表した「洋上風力セクター・ディール」がある。国際的に主導的な立ち位置を構築するという洋上風力産業の成長戦略を示すものであるが、2030年までに洋上風力産業のコストに占める英国内の調達率を60%まで引き上げること、洋上風力成長パートナーシップ（OWGP）を設立して関連企業の技術の底上げと連携を促進すること等が提示されている。その他、台湾では洋上風力発電設備の国内調達を義務付けるローカルコンテンツ政策を打ち出している。

④本事業のねらい

風力発電に係る我が国の課題を克服し、一層の低コスト化に資するイノベティブな技術開発を行うことで、風力発電の導入拡大及び産業競争力の強化に資することを目的とする。

洋上風力発電の拡大に向け、洋上風力の設置、運転、保守に係る洋上風力発電導入ガイドライン等を整備する。さらに、着床式洋上風力発電における発電コスト削減に資する施工技術開発等に取り組み、我が国における洋上風力発電の着実かつ飛躍的な導入拡大を目指す。

また、国内風車のダウンタイム及び運転維持コストの低減、さらに発電量向上を目指した技術開発を行うことで発電コスト低減を図る。

さらに、国内の風車部品産業界の国際的競争力向上に資する風車部品特性の改善や生産コストの低減を目指す。

（2）研究開発の目標

①アウトプット目標

・研究開発項目①「洋上風力発電等技術研究開発」

【最終目標】

i)、iii)洋上風況観測・洋上風力発電システムの実証研究

我が国の海象・気象条件に適した、洋上風況観測システム、洋上風力発電システムの技術を確立する。（2017年度）

ii)次世代浮体式洋上風力発電システム実証研究

事業終了後、水深50～100mを対象に、発電コスト23円/kWhで実用化可能な浮体式洋上風力発電システム技術（バージ型）、及び2030年に発電コスト20円/kWh以下を達成できる浮体式洋上風力発電システムの技術（要素実証）を確立する。（2024年度）

また、2030年発電コスト目標の前倒しに向けて、浮体式洋上風力の更なるコスト

低減に資する施工技術等の実現可能性を示す。(2022年度)

iv) 洋上風況観測技術開発

実海域で風況実測を行い、洋上風況観測システムの技術を確認する。(2015年度)

v) 超大型風力発電システム技術研究開発

市場ニーズに対応した、革新的な超大型風力発電システムの技術を確認する。(2014年度)

vi) 洋上風力発電低コスト施工技術開発

洋上風力発電システムの低コスト化を目指した技術シーズを抽出し、資本費(CAPEX)を20%低減する技術を確認する。なお、具体的な削減目標値は、想定される海域の特性等を踏まえ、実証開始時に適切な目標を設定することとする。(2024年度)

【中間目標】

i)、iii) 洋上風況観測・洋上風力発電システムの実証研究

詳細な海域調査、環境影響評価調査及び技術課題の検討を完了し、洋上風況観測システム及び洋上風力発電システムの設置を終了する。(2012年度)

1年以上運転・保守を実施し技術課題の検討を行い、洋上風力発電導入に関するガイドブックのための研究成果をとりまとめる。(2014年度)

ii) 次世代浮体式洋上風力発電システム実証研究

水深50m～100mの実海域における低コストの浮体式洋上風力発電システムのFSを完了し、実証研究の実現可能性を示すと共に、事業化時の建設コストを検証する。(2015年度)

発電コスト20円/kWhを実現可能な浮体式洋上風力発電の要素技術の性能評価及び実海域でのFSを行い、実証研究の実現可能性を示す(要素開発)。(2017年度)

実証事業(バージ型及び要素実証)に着手し、性能評価及びコスト評価等に必要なデータの取得を開始する。(2020年度)

iv) 洋上風況観測技術開発

洋上風況観測システムの設計と試験機製作を終了する。(2014年度)

v) 超大型風力発電システム技術研究開発

超大型風力発電システムの技術的課題の検討を終了し、5MWクラス以上の風車に必要な要素技術の基本的な機能評価を終了する。(2012年度)

vi) 洋上風力発電低コスト施工技術開発

洋上風力発電システムの低コスト化を目指した、基礎構造、海底地盤調査、国内インフラに適した施工等の先進的な技術について実海域での実証に着手する。(2020年度)

なお、個々の研究開発項目の目標は別紙1「研究開発計画」に定める。

・研究開発項目②「風力発電高度実用化研究開発」

【最終目標】

i) 10MW超級風車の調査研究

10MW以上の超大型風車のシステム等に係る課題を抽出し、実現可能性を評価する。(2014年度)

ii) スマートメンテナンス技術研究開発

既設風車による実証試験を完了し、メンテナンスシステムを確立するとともに、設備利用率23%以上を達成する。また、雷被害による風車のダウンタイムを短縮するため、雷検出装置等における所要性能の検討及び評価等に係る健全性確認技術の開発を行う。さらに、風車メンテナンスに関する人材育成プログラムを作成する。(2017年度)

iii) 風車部品高度実用化開発

プロトタイプ機におけるフィールド試験を完了し、風車の総合効率を20%以上向上する。また、小形風車の標準化においては要素部品の仕様を決定し、コストを30%以上削減する。(2016年度)

iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発

風車のダウンタイム及び運転維持コスト低減に向け、維持管理を的確に行い、風車稼働率(利用可能率)を97%以上に向上させる技術を確立する。(2020年度)

また、洋上風車の運転維持管理を含む、風車のライフサイクルコストを低減する各コア技術を開発する。(2022年度)

v) 風車部品高度化技術研究開発

国内で生産される風車部品に関して、風車の大型化・大出力化に対応し、かつコスト競争力と信頼性を高めることにより、洋上風車への採用促進につなげる。(2022年度)

なお、個々の研究開発項目の目標は別紙1「研究開発計画」に定める。

②アウトカム目標

・研究開発項目①「洋上風力発電等技術研究開発」

本事業の成果によって、低コスト及び高効率、信頼性、耐久性の高い風車の開発を実現し、我が国における国内風車産業強化につなげ、国内のみならず海外も視野にいたした市場の拡大を通し、低炭素社会の実現に資する。

浮体式洋上風力発電において、着床式洋上風力発電並みの発電コストまで低減させることで、2030年以降に浮体式洋上風力発電の飛躍的な導入拡大が見込まれる。

低コスト施工技術が国内における開発計画中の着床式洋上ウィンドファームに適用されることにより、約9,000億円の市場規模が創出される。

・研究開発項目②「風力発電高度実用化研究開発」

2022年までに、風車の設備利用率向上による発電量の増加及び発電コストの低減により、風力発電の導入拡大、風車部品メーカー、発電事業者の国際競争力の強化・シェアを拡大する。

陸上風力において、ダウンタイム及び運転維持コスト低減により2030年時点で発電コスト8～9円/kWhに資する。

③アウトカム目標達成に向けての取組

NEDOは、プロジェクトの推進や成果の普及促進を目的として、外部有識者による推進委員会を設置し、有識者からの助言を積極的に取り入れ、個別テーマのレベルアップや地域との協調を図っていく。

(3) 研究開発の内容

上記目標を達成するために、以下の研究開発項目について、別紙1の研究開発計画及び別紙2の研究開発スケジュールに基づき研究開発を実施する。

・研究開発項目①「洋上風力発電等技術研究開発」

【委託事業】

- i) 洋上風況観測システム実証研究（2009年度～2017年度）
- ii) 次世代浮体式洋上風力発電システム実証研究（2014年度～2024年度）

本研究開発は、国民経済的には大きな便益がありながらも、民間企業の研究開発投資に見合うものが見込めない、かつリスクの高い「公共財の研究開発」に係る実証事業であり、原則、委託事業として実施する。

【委託事業または共同研究事業（NEDO負担率：2／3）】

- iii) 洋上風力発電システム実証研究（2010年度～2017年度）

技術的には早期実用化が期待され、その成果は実施者に裨益するものであることから、実施者に対しても一部負担を求めることとし、共同研究事業（NEDO負担率：2／3）として実施する。また、洋上風力発電システムの低コスト施工技術の調査研究については、産学官の複数事業者が互いのノウハウ等を持ちより協調して実施する事業であることから、委託事業として実施する。

【共同研究事業（NEDO負担率：2／3）】

- iv) 洋上風況観測技術開発（2013年度～2015年度）

技術的には早期実用化が期待され、その成果は実施者に裨益するものであることから、実施者に対しても一部負担を求めることとし、共同研究事業（NEDO負担率：2／3）として実施する。

【助成事業（NEDO負担率：1／2）】

- v) 超大型風力発電システム技術研究開発（2011年度～2014年度）

市場ニーズに対応する革新的な超大型風力発電システムに係る技術開発を行う事業者に対し、その開発に必要な事業費の一部を助成する。

- vi) 洋上風力発電低コスト施工技術開発（2018年度～2024年度）

本研究開発は、洋上風力発電の事業化に向けて企業の積極的な関与により推進されるべき研究開発であり、助成事業（NEDO負担率：1／2）として実施する。

・研究開発項目②「風力発電高度実用化研究開発」

【委託事業】

- i) 10MW超級風車の調査研究（2013年度～2014年度）

本研究開発は、国民経済的には大きな便益がありながらも、民間企業の研究開発投資に見合うものが見込めない「公共財の研究開発」事業であり、原則、委託事業として実施する。

【委託事業又は助成事業（NEDO負担率：1／2）】

ii) スマートメンテナンス技術研究開発（２０１３年度～２０１７年度）

本研究開発の基礎となる、故障事故及びメンテナンス技術の調査分析、データベースの構築については産学官の複数事業者が互いのノウハウ等を持ちより協調して実施する事業であることから、委託事業として実施する。また、メンテナンスシステムの設計及び技術開発を行う事業者に対しては、企業の積極的な関与による推進されるべき研究開発であり、その開発に必要な事業費の一部を助成する。さらに、雷検出装置等における所要性能の検討及び評価等に係る健全性確認技術の開発については、産学官の複数事業者が互いのノウハウ等を持ちより協調して実施する事業であることから、委託事業として実施する。また、風車メンテナンス人材の確保に向けた人材育成プログラムの作成については、民間企業の研究開発投資に見合うものが見込めない「公共財の研究開発」事業であり、原則、委託事業として実施する。

【委託事業、共同研究事業（NEDO負担率：２／３）又は助成事業（NEDO負担率：１／２）】

iii) 風車部品高度実用化開発（２０１３年度～２０１６年度）

本研究開発は、原則、共同研究事業として実施する。ただし、実用化に向けて企業の積極的な関与により推進されるべき研究開発に関しては、助成事業として実施する。

小形風車の標準化については、民間企業の研究開発投資に見合うものが見込めない「公共財の研究開発」事業であり、原則、委託事業として実施する。

【委託事業又は助成事業（NEDO負担率：１／２）】

iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発（２０１８年度～２０２２年度）

本研究開発のうち風車運用支援のシステム開発に関しては、国民経済的には大きな便益がありながらも、民間企業の研究開発投資に見合うものが見込めない事業であり、かつ産学官の複数事業者が互いのノウハウ等を持ちより協調して実施する研究開発であるため、原則、委託事業として実施する。その他、風車の維持管理を業務とする企業の積極的な関与により推進されるべき研究開発に関しては、助成事業（NEDO負担率：１／２）として実施する。

【助成事業（NEDO負担率：１／２）】

v) 風車部品高度化技術研究開発（２０２０年度～２０２２年度）

本研究開発は、国内の風車部品産業界の競争力強化に向けて主体となる企業の積極的な関与により推進されるべき研究開発であり、助成事業（NEDO負担率：１／２）として実施する。

2. 研究開発の実施方式

（１）研究開発の実施体制

NEDOが公募によって研究開発実施者を選定する。

研究開発実施者は、企業や大学等の研究機関等（以下「団体」という。）のうち、原則として日本国内に研究開発拠点を有するものを対象とし、単独又は複数で研究開発に参加するものとする。ただし、国外の団体の特別の研究開発能力や研究施設等の活用又は国際標準獲得の観点から必要な場合には、当該の研究開発等に関し国外の団体と連携して実施することができるものとする。

なお、各実施者の研究開発資源を最大限に活用し、効率的かつ効果的に研究開発を推進する観点から、NEDOが選定した研究開発責任者（プロジェクトリーダー）として、①洋上風力発電等技術研究開発については、東京大学大学院工学系研究科教授 石原 孟氏、②風力発電高度実用化研究開発については、一般社団法人日本風力エネルギー学会 代表委員 勝呂幸男氏の下で、各実施者が、それぞれの研究テーマについて研究開発を実施する。

（２）研究開発の運営管理

NEDOは、研究開発全体の管理・執行に責任を負い、研究開発の進捗のほか、外部環境の変化等を適時に把握し、必要な対策を講じるものとする。運営管理にあたっては、効率的かつ効果的な方法を取り入れることとし、次に掲げる事項を実施する。

①研究開発の進捗把握・管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有するNEDOは、経済産業省及び研究開発実施者と密接な関係を維持しつつ、プログラムの目的及び目標、並びに本研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には、必要に応じて外部有識者による技術検討委員会を設置し、開発内容について審議し、その意見を運営管理に反映させる他、四半期に一回程度プロジェクトリーダー等を通じてプロジェクトの進捗について報告を受けること等を行う。

②技術分野における動向の把握・分析

NEDOは、プロジェクトで取り組む技術分野について、内外の技術開発動向、政策動向、市場動向等について調査し、技術の普及方策を分析、検討する。なお、調査等を効率的に実施する観点から委託事業として実施する。

３．研究開発の実施期間

本研究開発の実施期間は研究開発項目ごとに以下のとおりとする。

・研究開発項目①「洋上風力発電等技術研究開発」

２００８年度から２０２４年度までの１７年間とする。

・研究開発項目②「風力発電高度実用化研究開発」

２０１３年度から２０２２年度までの１０年間とする。

４．評価に関する事項

研究開発項目①についてNEDOは、事業評価実施規程に基づき、政策的観点、事業の意義、成果、普及効果等の観点から、事業評価を実施する。

なお、評価の時期は、研究開発項目①の i)、 iii)、 iv)、 v) については前倒し事後評価を２０１７年度に実施し、研究開発項目①の ii) については、中間評価を２０１８年度、２０２０年度、事後評価を２０２５年度に実施する。

研究開発項目①の vi) については中間評価を２０２０年度、事後評価を２０２５年度に実施する。

研究開発項目②についてNEDOは、技術評価実施規程に基づき、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等につい

て、プロジェクト評価を実施する。研究開発項目②の i)、ii)、iii) については、事後評価を 2018 年度に実施する。

研究開発項目②の iv) については、中間評価を 2021 年度に、事後評価を 2023 年度に実施する。

研究開発項目②の v) については、事後評価を 2023 年度に実施する。

なお、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等適宜見直すものとする。

5. その他重要事項

(1) 研究開発成果の取扱い

① 共通基盤技術の形成に資する成果の普及

研究開発成果のうち共通基盤技術に係るものについては、プロジェクト内で速やかに共有した後、NEDO 及び実施者が協力して普及に努めるものとする。

② 標準化施策等との連携

得られた研究開発成果については、標準化等との連携を図ることとし、データベースへのデータの提供等を積極的に行う。

③ 知的財産権の帰属

研究開発成果に関わる知的財産権については、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第 25 条の規定等に基づき、原則として、全て委託先に帰属させることとする。

④ 知財マネジメントに係る運用

本プロジェクトのうち研究開発項目① ii 及び研究開発項目② iv の中で委託で実施する事業については、「NEDO プロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」を適用する。

⑤ データマネジメントに係る運用

本プロジェクトのうち研究開発項目② iv の中で委託で実施する事業については、「NEDO プロジェクトにおけるデータマネジメントに係る基本方針」に従ってプロジェクトを実施する。

(2) 基本計画の変更

NEDO は、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、内外の研究開発動向、政策動向、プログラム基本計画の変更、評価結果、研究開発費の確保状況、当該研究開発の進捗状況等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、研究開発体制等、基本計画の見直しを弾力的に行うものとする。

(3) 根拠法

・ 研究開発項目① 洋上風力発電等技術研究開発

「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第 15 条第 1 号イ及び第 3 号」

- ・研究開発項目②風力発電高度実用化研究開発
「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1号イ及び第3号」

6. 改訂履歴

- (1) 2014年5月、「風力等自然エネルギー技術研究開発」の研究開発項目①洋上風力発電等技術研究開発（地域共存型洋上ウィンドファーム基礎調査及び着床式洋上ウィンドファーム開発支援事業を除く）に新規テーマ「次世代浮体式洋上風力発電システム実証研究」を追加及び研究開発項目③風力発電高度実用化研究開発を統合し新たに制定。
- (2) 2014年10月
 - 4. 評価に関する事項を一部改正
 - ii) 次世代浮体式洋上風力発電システム実証研究の事業期間を改正
- (3) 2015年3月
 - 誤記及び表現の見直し
- (4) 2016年3月、研究開発項目②「風力発電高度実用化研究開発」のii) スマートメンテナンス技術研究開発の事業期間を改正
- (5) 2016年7月
 - 研究開発項目②「風力発電高度実用化研究開発」のii) スマートメンテナンス技術研究開発に、雷検出装置等における所要性能の検討及び評価等に係る健全性確認技術の開発を追記。
- (6) 2017年2月
 - 研究開発項目①「洋上風力発電等技術研究開発」のi) 洋上風況観測システム実証研究の事業期間を改正
 - 研究開発項目①「洋上風力発電等技術研究開発」のiii) 洋上風力発電システム実証研究に、洋上風力発電システムの低コスト施工技術の調査研究を追記、事業期間を改正
 - 研究開発項目②「風力発電高度実用化研究開発」のii) スマートメンテナンス技術研究開発に、風車の運用とメンテナンスに関するデータベースの構築及び風車メンテナンス人材の確保に向けた人材育成プログラムの作成を追記
 - 4. 評価に関する事項を一部改正
- (7) 2018年1月
 - 1. 研究開発の目的・目標・内容の一部を追記・修正
 - (2) 研究開発の目標の①アウトプット目標、②アウトカム目標を一部修正・追記
 - (3) 研究開発の内容の研究開発項目①「洋上風力発電等技術研究開発」のii) 次世代浮体式洋上風力発電システム実証研究の事業期間を延長、研究開発項目①「洋上風力発電等技術研究開発」のvi) 洋上風力発電低コスト施工技術開発を追加、研究開発項目②「風力発電高度実用化研究開発」のiv) 風車運用高度化技術開発を追加
 - 3. 研究開発の実施期間を一部延長
 - 4. 評価に関する事項を一部改正
- (8) 2019年1月
 - 1. 研究開発の目的・目標・内容 (1) 研究開発の目的 ①政策的な重要性、③世界の取組状況、(2) 研究開発の目標 ①アウトプット目標、研究開発項目①「洋上風力発電等技術研究開発」のii) 次世代浮体式洋上風力発電システム実証研究、vi) 洋上風力発電低コスト

施工技術開発、研究開発項目②「風力発電高度実用化研究開発」のii) スマートメンテナンス技術開発の内容を一部修正・追記

4. 評価に関する事項を一部改正

(別紙) 研究開発計画 研究開発項目①「洋上風力発電等技術研究開発」 3. 達成目標 ii) 次世代浮体式洋上風力発電システム実証研究、研究開発項目②「風力発電高度実用化研究開発」 2. 研究開発の具体的内容 iv) 風車運用高度化技術研究開発の内容に一部追記、(別紙2) 研究開発スケジュールの評価時期を修正

(9) 2019年7月

別紙1) 研究開発計画 研究開発項目①「洋上風力発電等技術研究開発」、研究開発項目②「風力発電高度実用化研究開発」のプロジェクトマネージャーの変更。和暦を西暦へ修正。

(10) 2020年2月

研究開発項目①ii) 「次世代浮体式洋上風力発電システム実証研究」の内容を一部追記
研究開発項目②iv) 「風力発電高度実用化研究開発」をiv) 「風車運用・維持管理技術高度化研究開発」とし、事業期間を修正。研究開発項目②v) 「風車部品高度化技術研究開発」を追加。5. その他重要事項⑤データマネジメントに係る運用について追記。

(11) 2022年1月

研究開発項目②iv) 「風車運用・維持管理技術高度化研究開発」の内容を一部追記
5. その他重要事項④知財マネジメントに係る運用、⑤データマネジメントに係る運用についての適用事業に関する記載を一部修正。研究開発項目①「洋上風力発電等技術研究開発」のプロジェクトマネージャーの変更。

(12) 2022年3月

研究開発項目①ii) 「次世代浮体式洋上風力発電システム実証研究」、vi) 「洋上風力発電低コスト施工技術開発」の事業期間、評価時期を修正。

(13) 2023年3月

1. 研究開発の目的・目標・内容 (1) 研究開発の目的①政策的な重要性を追記。研究開発項目①vi) 「洋上風力発電低コスト施工技術開発」の事業期間を修正。

(別紙 1) 研究開発計画

研究開発項目①「洋上風力発電等技術研究開発」

プロジェクトマネージャー (PMgr) を任命して、プロジェクトの進行全体の企画・管理や、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させる。

また、国立大学法人東京大学大学院 工学系研究科 教授 石原 孟氏をプロジェクトリーダーとし、その下で連携を取りつつ、以下の研究開発を実施する。

1. 研究開発の必要性

我が国は、平野部における陸上風力発電の適地が減少傾向にあり、山岳部ではアクセス道路整備などのコスト負担が増加していることから、今後の風力発電導入には長い海岸線の特徴を活かした、着床式や浮体式などの洋上風力発電の導入が不可欠である。

一般的に洋上では風況が良く、風の乱れが小さいため発電量が増加すること、騒音、景観への影響が小さいこと、さらに大型風車の設備運搬が容易となることなどから、陸上に比べて多くの可能性を有している。

しかし、洋上での風車設置、メンテナンスにコストがかかることや環境影響など様々な課題があるのも事実である。また、先行している欧州と我が国では気象・海象条件が異なっており、欧州の事例をそのまま適用することはリスクが大きい。そのため、我が国特有の海上風特性や気象・海象条件を把握し、これらの自然条件に適合した洋上における風況観測や風力発電システムに関する技術開発及び環境影響評価手法を確立する必要がある。また、事業採算性を確保するために、洋上風車のさらなる大型化が必要である。

2. 研究開発の具体的内容

[委託事業]

i) 洋上風況観測システム実証研究 (2009年度～2017年度)

2009年度以降は、FS (2008年度) の結果を踏まえ、実証研究の詳細仕様を決定し、実際に洋上に風況観測装置を設置して海上風・波浪・海潮流等のデータ収集・解析し、我が国特有の気象・海象特性や年変動を把握する。さらに、洋上風等のシミュレーションの高度化や波浪等のデータから我が国に適した、技術の検証を行う。

環境影響評価については、生態系への影響を詳細に評価するための長期的なモニタリングを実施し、洋上環境影響評価手法の事例として取りまとめる。

実証研究により得られた成果をもとに、洋上風力発電導入に関するガイドブックを作成する。

ii) 次世代浮体式洋上風力発電システム実証研究 (2014年度～2024年度)

浮体式洋上風力発電としては比較的浅水域となる、水深50m～100mを対象とした、低コストの浮体式洋上風力発電システムの実証研究及び要素技術開発を実施する。実施にあたり、想定海域の自然条件の調査や環境影響調査の他、各種形式 (浮体+係留+洋上風車) の検討、実証研究事業の詳細な全体計画の策定、事業性評価等のフィージビリティ・スタディ (FS) を行うとともに、実証研究の実施に向けて必要な要素試験を実施する。

FSの結果を踏まえ、実証研究の詳細仕様を決定し、実際に浅水域に浮体式洋上用風力発電システムを設置し、性能評価等を行う。また、更なる低コスト浮体式洋上風力発電システ

ムを実現する要素技術開発を実施するとともに、実海域に低コスト浮体式洋上風力発電システムを設置し、性能評価等を行う要素技術実証を実施する。また、生態系への影響を評価するためのモニタリングを実施し、我が国における洋上風力発電環境影響評価手法の事例のとりまとめに資する。

これらの実証研究を踏まえ、浮体式洋上風力発電の事業化を見据えた浮体式洋上風力発電システムの更なるコスト低減に向けて、技術課題の選定やコスト評価等のフィージビリティスタディを実施した上で、必要な実証試験等を実施する。

〔委託事業又は共同研究事業（NEDO負担率：2／3）〕

iii) 洋上風力発電システム実証研究（2010年度～2017年度）

本事業は、国内で初めて、洋上沖合において風車実機を設置し、洋上風力発電システムの経済性・信頼性評価等を行い、その成果について早急に国内展開を図るものである。具体的な研究内容としては以下の通り。

FSの結果を踏まえ、実証研究の詳細仕様を決定し、実際に洋上に風力発電機を設置して設計・施工の妥当性、洋上風車の性能を評価するとともに、洋上遠隔監視技術及びO&M技術を確立する。また、洋上風況観測システム実証研究と協調しながら、生態系への影響を詳細に評価するための長期的なモニタリングを実施して、洋上環境影響評価手法の事例のとりまとめに資する。さらに洋上風力発電システムの施工技術に関する調査研究を行い、低コスト化に資する施工技術を評価する。

〔共同研究事業（NEDO負担率：2／3）〕

iv) 洋上風況観測技術開発（2013年度～2015年度）

本事業は、洋上風況を安価でかつ精度よく観測可能な風況観測システムを開発するものである。具体的には簡易に設置可能なブイや浮体等と動揺補正機能を持つリモートセンシング技術等を組み合わせることにより、着床式の洋上風況観測タワーと同程度の観測精度を有する洋上風況観測技術を確立する。

〔助成事業（NEDO負担率：1／2）〕

v) 超大型風力発電システム技術研究開発（2011年度～2014年度）

本事業は、洋上風力市場のニーズが高い、海外メーカーが未だ実現していない5MWクラス以上の風車を実現するために、コスト競争力の高い、革新的なドライブトレイン、長翼ブレード、及びメンテナンス性を向上させる先進的な遠隔監視技術を有した風車の開発を推進するものである。

vi) 洋上風力発電低コスト施工技術開発（2018年度～2024年度）

本事業は、洋上風力発電システムの低コスト化に資する、先進的な基礎構造や建設技術などに係わる技術開発及び実証事業を実施する。

3. 達成目標

i) 洋上風況観測システム実証研究、iii) 洋上風力発電システム実証研究

中間目標（2012年度）

詳細な海域調査、環境影響評価調査及び技術課題の検討を完了し、洋上風況観測システ

ム及び洋上風力発電システムの設置を終了する。

中間目標（２０１４年度）

１年以上運転・保守を実施し技術課題の検討を行い、洋上風力発電導入に関するガイドブックのための研究成果をとりまとめる。

最終目標（２０１７年度）

実証研究により、我が国の海象・気象条件に適した、洋上風況観測システム、洋上風力発電システムの技術を確立する。

ii) 次世代浮体式洋上風力発電システム実証研究

中間目標

（２０１５年度）

水深５０ｍ～１００ｍの実海域における低コストの浮体式洋上風力発電システムのＦＳを完了し、実証研究の実現可能性を示すとともに、事業化時の建設コストを検証する。

中間目標（２０１７年度）

発電コスト２０円/kWh を実現可能な浮体式洋上風力発電の要素技術の性能評価及び実海域でのＦＳを行い実証研究の実現可能性を示す。（要素開発）

中間目標（２０２０年度）

実証事業（バージ型及び要素実証）に着手し、性能評価及びコスト評価等に必要なデータの取得を開始する。

最終目標（２０２４年度）

事業終了後、水深５０ｍ～１００ｍの海域を対象に、発電コスト２３円／kWh で実用化可能な浮体式洋上風力発電システム技術（バージ型）、及び２０３０年に発電コスト２０円／kWh 以下を達成できる浮体式洋上風力発電システムの技術（要素実証）を確立する。

また、２０３０年発電コスト目標の前倒しに向けて、浮体式洋上風力の更なるコスト低減に資する施工技術等の実現可能性を示す。

iv) 洋上風況観測技術開発

中間目標（２０１４年度）

洋上風況観測システムの設計と試験機製作を終了する。

最終目標（２０１５年度）

実海域で風況実測を行い、洋上風況観測システムの技術を確立する。

v) 超大型風力発電システム技術研究開発

中間目標（２０１２年度）

超大型風力発電システムの技術的課題の検討を終了し、５MWクラス以上の風車に必

要な要素技術の基本的な機能評価を終了する。

最終目標（２０１４年度）

市場ニーズに対応した、革新的な超大型風力発電システムの技術を確立する。

vi) 洋上風力発電低コスト施工技術開発

中間目標（２０２０年度）

洋上風力発電システムの低コスト化を目指した、基礎構造、海底地盤調査、国内インフラに適した施工等の先進的な技術について対象海域における実証に着手する。

最終目標（２０２４年度）

洋上風力発電システムの低コスト化を目指した技術シーズを抽出し、資本費（CAPEX）を２０％低減する技術を確立する。なお、具体的な削減目標値は、想定される海域の特性等を踏まえ、実証開始時に適切な目標を設定することとする。

研究開発項目②「風力発電高度実用化研究開発」

プロジェクトマネージャー（PMgr）を任命して、プロジェクトの進行全体の企画・管理や、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させる。

また、一般社団法人日本風力エネルギー学会 代表委員 勝呂 幸男氏をプロジェクトリーダーとし、その下で連携を取りつつ、以下の研究開発を実施する。

1. 研究開発の必要性

我が国の風力発電の設備利用率は20%弱にとどまり、諸外国に比べ低い水準にある。その原因の1つが故障・事故による、利用可能率の低下である。

我が国は台風や落雷など欧米に比べ厳しい気象条件下にあるが、風車の信頼性と高性能化を実現する部品の開発や故障の予知や部品の寿命を予測することでダウンタイムを短縮し利用可能率を上げ、発電コストを低減することが求められている。

2. 研究開発の具体的内容

〔委託事業〕

i) 10MW超級風車の調査研究（2013年度～2014年度）

10MW以上の超大型風車の新技術に関するフィージビリティスタディ及び国内外の開発動向に関する調査研究を行い、発電機等を含むシステム全体の実現可能性を評価する。

〔委託事業又は助成事業（NEDO負担率：1/2）〕

ii) スマートメンテナンス技術研究開発（2013年度～2017年度）

メンテナンス技術を高度化及びメンテナンス情報を集約したデータベースを構築することにより、故障率の低減を図り、設備利用率を向上する。また、各種部品等の寿命を予測する先進的なメンテナンス技術を開発することで発電事業者のオペレーション&メンテナンス技術の向上を図る。さらに、雷被害による風車のダウンタイム短縮のため雷検出装置等における所要性能の検討及び評価等に係る健全性確認技術を開発する。さらに、風車メンテナンス人材の確保に向けた人材育成プログラムを作成する。

〔委託事業、共同研究事業（NEDO負担率：2/3）又は助成事業（NEDO負担率：1/2）〕

iii) 風車部品高度実用化開発（2013年度～2016年度）

先進的な次世代風車に適用可能な発電機や主要コンポーネントなどの性能向上に係わる実用化開発を素材レベルから一体的に実施する。具体的にはブレード、発電機、動力伝達装置、軸受け等の開発を行う。また、小形風車の主要コンポーネントの標準化においては技術開発に不可欠な評価体制等も確立する。なお、風車の実用化開発を推進するもので、技術開発を行う事業者に対しては、その開発に必要な事業費の一部を助成する。

〔委託事業又は助成事業（NEDO負担率：1/2）〕

iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発（2018年度～2022年度）

風車の運転データ、メンテナンスや故障等のデータ及びCMS等によるデータを取り込んだ風車運用支援のシステム開発とAI等を活用した風車の故障予知により、国内風車の稼働率（利用可能率）を向上するシステム開発を実施する。また、洋上風車の運転維持管理を含む、

風車のライフサイクルコストを低減する各コア技術の開発を実施する。

[助成事業（NEDO負担率：1／2）]

v) 風車部品高度化研究開発（2020年度～2022年度）

国内で生産されている風車部品の内、比較的成本競争力の高いパーツや国内生産によって洋上風力のコストを低減可能なコンポーネントを対象に、風車の大型化・大出力化に対応した、コスト競争力と信頼性を高める風車部品や評価技術手法の開発を実施する。

3. 達成目標

i) 10MW超級風車の調査研究

10MW以上の超大型風車のシステム等に係る課題を抽出し、実現可能性を評価する。
（2014年度）

ii) スマートメンテナンス技術研究開発

既設風車による実証試験を完了し、メンテナンスシステムを確立するとともに、設備利用率23%以上を達成する。また、雷被害による風車のダウンタイムを短縮するため、雷検出装置等における所要性能の検討及び評価等に係る健全性確認技術の開発を行う。さらに、風車メンテナンスに関する人材育成プログラムを作成する。（2017年度）

iii) 風車部品高度実用化開発

プロトタイプ機におけるフィールド試験を完了し、風車の総合効率を20%以上向上する。また、小形風車の標準化においては要素部品の仕様を決定し、コストを30%以上削減する。
（2016年度）

iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発

風車のダウンタイム及び運転維持コスト低減に向け、維持管理を的確に行い、風車稼働率（利用可能率）を97%以上に向上させる技術を確立する。（2020年度）また、洋上風車の運転維持管理を含む、風車のライフサイクルコストを低減する各コア技術を開発する。（2022年度）

v) 風車部品高度化研究開発

国内で生産される風車部品に関して、風車の大型化・大出力化に対応し、かつコスト競争力と信頼性を高めることにより、洋上風車への採用促進につなげる。（2022年度）

(別紙2) 研究開発スケジュール

①のi、ii、iiiについて
評価し事後評価を実施

	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
研究開発項目①洋上風力発電等技術研究開発										
i) 洋上風況観測システム実証研究		海域調査、環境影響評価調査及び技術課題の検討 洋上風況観測システムの設置				運転・保守の実施及び 技術課題の検討		洋上風況観測システム技術の確立		
ii) 次世代浮体式洋上風力発電システム実証研究						低コスト浮体式洋上風 力発電システムのFS		低コストを実現する浮体式洋上 風力発電システム技術の確立		
iii) 洋上風力発電システム実証研究			海域調査、環境影響評価調査及び技術課 題の検討、洋上風況観測システムの設置			運転・保守の実施及び 技術課題の検討		洋上風力発電システム技術の確立		
iv) 洋上風況観測技術開発						洋上風況観測システム の設計・試験機製作		洋上風況観 測システム 技術の確立		
v) 超大型風力発電システム技術研究開発				要素技術の基本的な 機能評価		超大型風力発電シス テム技術の確立				
vi) 洋上風力発電低コスト施工技術開発										
研究開発項目②風力発電高度実用化研究開発										
i) 10MW超級風車の調査研究						実現可能性の評価				
ii) スマートメンテナンス技術研究開発						メンテナンスシステムの確立及び設備利用率23%以上の達成等				
iii) 風車部品高度実用化開発						風車の総合効率を20%以上向上等				
iv) 風車運用高度化技術開発										

②のi、ii、iii
について
事後評価を実施

①のii、vi
について
中間評価を実施 中間評価を実施

②のiv
について
事後評価を実施

②のiv、v
について
事後評価を
実施予定

①のii、vi
について
事後評価を
実施予定

		2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年
研究開発項目①洋上風力発電等技術研究開発									
i) 洋上風況観測システム実証研究 ii) 次世代浮体式洋上風力発電システム実証研究 iii) 洋上風力発電システム実証研究 iv) 洋上風況観測技術開発 v) 超大型風力発電システム技術研究開発 vi) 洋上風力発電低コスト施工技術開発									
	低コストを実現する浮体式洋上風力発電システム技術の確立								
	風車・工事費等を低減する低コスト施工技術の確立								
研究開発項目②風力発電高度実用化研究開発									
i) 10MW超級風車の調査研究 ii) スマートメンテナンス技術研究開発 iii) 風車部品高度実用化開発 iv) 風車運用高度化技術開発 → 風車運用・維持管理技術高度化研究開発 (2020年度以降) v) 風車部品高度化技術研究開発									
	風車稼働率97%以上の達成								
					風車のライフサイクルコスト低減技術の確立				
					洋上風車への採用促進				

●特許論文等リスト

【特許】

番号	出願者	出願番号	国内 外国 PCT	出願日	状態 (公開 出願 取下)	名 称	発明者
1	関西電力株式会社	特願 2021-003396	国内	21/1/13	公開	風力発電設備の点検方法	角田 恵、嶋田 隆一、村上 岳彦 他
2	関西電力株式会社	特願 2022-142894	国内	22/9/8	出願	風力発電設備の点検方法および無人航空機	水田 潤一、森井 祐介、角田 恵 他
1	ライトウェイ株式会社、株式会社キグチテクニクス	特願 2022-179224	国内	令和 4/11/9	出願	風力発電設備のブレードのリーディングエッジの補修方法	辻 正和、辻 勝功、宮本伸樹
2	ライトウェイ株式会社、株式会社キグチテクニクス	特願 2022-187857	国内	令和 4/11/25	出願	風力発電設備のブレードの補修方法	辻 正和、辻 勝功、宮本伸樹
1	太平電業株式会社	特願 2021-82646 (P2021-82646)	国内	令和 3 年 5 月 14 日 (2021. 5. 14)	公開	風車の解体方法、風車の組立方法及び風車施工用架台	水上 魁 落合 孝之
2	太平電業株式会社	特願 2020-178730 (P2020-178730)	国内	令和 2 年 10 月 26 日 (2020. 10. 26)	公開	風車の施工方法及び風車 施工用架台	水上 魁 落合 孝之

(Patent Cooperation Treaty: 特許協力条約)

【論文】

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	久末ほか	関西電力株式会社	洋上風力発電における風況観測ドローンの機体近傍流れ場の3次元数値流体解析	電気評論 2021年12月号	無	21/12/10
2	稲田ほか	関西電力株式会社	特集 2021年・電力技術革新のあゆみ(6) ～関西電力における技術革新のあゆみ～	電気評論 2022年1月号	無	22/1/20
3	森井ほか	関西電力株式会社	自律飛行型ドローンによる洋上風力発電設備の外観点検システムの開発	月刊「電気現場」2022年1月号	無	22/1/14
4	高木ほか	関西電力株式会社	長距離自律飛行型無人航空機(UAV)による洋上風力発電設備を対象とした点検技術の開発	電力土木令和5年7月号	無	23/7/5
5	甲嶋宏明 他	出光興産株式会社	洋上風力発電機の長寿命化に向けた潤滑×シミュレーション技術の NEDO プロジェクト開始	月刊ソフトウェア, 2020.10 (No. 031), 20-22	無	20/10/5
6	小別所匡寛 他	出光興産株式会社	風力発電設備の寿命延長を目指した潤滑油剤の開発動向	bmt ベアリング&モーション・テック, 2021.05, 26-28	無	21/5/25
7	横山翔 他	出光興産株式会社	風力発電機の長寿命化に向けた潤滑油剤の開発動向	潤滑経済	無	投稿中
8	甲嶋宏明 他	出光興産株式会社	Experimental and Theoretical Study on the Tribological Characteristics of Organophosphates on Metal Surfaces	Tribology Online	有	投稿中
9	黒岩隆夫	国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所	風況履歴に基づく残存寿命の評価	日本風力エネルギー学会誌(令和5年8月 第47巻 第2号)214-219頁	有	2023/8

【外部発表】

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	高橋邦彦	風力エネルギー研究所	IEA Wind TCP Task 活動について	風力エネルギー学会, 第 40 回 風力エネルギー利用シンポジウム	2018 年 12 月 5 日
2	各 Task 主担当	各機関	第 7 回 IEA Wind セミナー	第 7 回 IEA Wind セミナー	2019 年 3 月 6 日
3	各 Task 主担当者	各機関	第 8 回 IEA Wind セミナー	第 8 回 IEA Wind セミナー	2020 年 2 月 18 日
4	高橋邦彦	風力エネルギー研究所	風力発電等技術研究開発/風力発電高度実用化研究開発/風車運用高度化技術研究開発 (風車故障事故に関する国内外の動向調査)	2019 年度 NEDO 新エネルギー 成果報告会	2019 年 10 月 18 日
5	各 Task 主担当	各機関	第 9 回 IEA Wind セミナー	第 9 回 IEA Wind セミナー	2021 年 2 月 16 日
6	高橋邦彦	風力エネルギー研究所	風力発電等技術研究開発/風力発電高度実用化研究開発/風車運用高度化技術研究開発 (風車故障事故に関する国内外の動向調査)	2020 年度 NEDO 新エネルギー 成果報告会	2021 年 3 月 8 日
7	高橋邦彦	風力エネルギー研究所	風力発電等技術研究開発/風力発電高度実用化研究開発/風車運用高度化技術研究開発 (風車故障事故に関する国内外の動向調査)	2021 年度 NEDO 新エネルギー 成果報告会	2021 年 10 月 15 日
8	各 Task 主担当者	各機関	第 10 回 IEA Wind セミナー	第 10 回 IEA Wind セミナー	2022 年 3 月 1 日
9	各 Task 主担当者	各機関	第 11 回 IEA Wind セミナー	第 11 回 IEA Wind セミナー	2023 年 2 月 28 日
10	高橋邦彦	風力エネルギー研究所	風力発電に係る国内外の動向	低温工学・超電導学会, 2023 年度 第 3 回冷凍部会部会例会	2023 年 7 月 20 日
11	角田 恵	関西電力株式会社	無人航空機(UAV)と AI 画像解析の活用による風車の高度な次世代型運用・維持管理技術開発	第 1 回洋上風力発電メンテナンス研究会	21/1/19
12	久末 ほか	関西電力株式会社	3 次元数値流体解析を用いた風況観測ドローンの機体近傍流れの風向風速計への影響	第 43 回風力エネルギー利用シンポジウム	21/11/19
13	嶋田 隆一	関西電力株式会社	風車運用・維持管理技術高度化研究開発 (無人航空機 (UAV) と AI 画像解析の活用による風車の高度な次世代型運用・維持管理技術開発)	2022 年度 NEDO 新エネルギー部成果報告会	23/2/3
14	本間 睦己 他	兵庫県立大学	リン酸エステルの酸化鉄表面への化学吸着過程の分子動力学シミュレーション	トライボロジー会議 2020 秋	20/11/12
15	河北 恭佑 他	兵庫県立大学	分子動力学法による分子集団としてのリン酸エステルの安定性の解析	トライボロジー会議 2020 秋	20/11/13
16	河北 恭佑 他	兵庫県立大学	分子動力学シミュレーションによるリン酸エステル会合体形成に関する基礎検討	トライボロジー会議 2021 春	21/5/26
17	河北 恭佑 他	兵庫県立大学	分子動力学法による油中リン酸エステル会合体の分子挙動の解析	トライボロジー会議 2021 秋	21/10/27
18	荒木 陸 他	兵庫県立大学	金属表面における硫黄系添加剤の挙動解析	トライボロジー会議 2021 秋	21/10/27
19	鷺津 仁志 他	兵庫県立大学	反応力場と古典力場による極圧剤の分子動力学解析	日本化学会第 102 春季年会	22/3/24
20	荒木 陸 他	兵庫県立大学	分子動力学法を用いた硫黄系極圧添加剤の表面吸着解析	トライボロジー会議 2022 春	22/5/25

21	石井良樹 他	兵庫県立大学	On the aggregation and thermodynamic properties of organophosphate- based additives in a base oil observed by molecular dynamics simulation	2022 JSME-IIP/ASME-ISPS Joint International Conference on Micromechatronics for Information and Precision Equipment	22/8/31
22	小別所匡寛 他	出光興産株式会社	日本の風土に適した風力発電用潤滑剤開発への取り組み	日本機械学会 2022 年度年次大会先端技術フォーラム	22/9/12
23	荒木陸 他	兵庫県立大学	分子動力学法による硫黄系極圧添加剤と金属表面の化学吸着解析	トライボロジー会議 2022 秋	22/11/10
24	甲嶋宏明	出光興産株式会社	風力発電機の長寿命化に向けたマルチスケールトライボ解析・実験による最適潤滑剤設計	2022 年度 NEDO 新エネルギー部成果報告会	23/2/3
25	濱野藍 他	出光興産株式会社	Theoretical Study on Adsorption and Reaction Behavior of Phosphorous Anti-Wear and Sulfur Extreme-Pressure Additives	9th International Tribology Conference, 2023	23/9/29
26	守谷吉弘、上野敏之	守谷刃物研究所、島根県産業技術センター	風車ブレード用高耐久ダイバータストリップの開発	第 17 回再生可能エネルギー世界展示会 & フォーラム内 2022 年度 NEDO 新エネルギー部成果報告会	23/2/3
27	上野敏之	島根県産業技術センター	耐雷材料の開発とそれを用いた風力発電機の耐雷システムの開発	中国地域公設試験研究機関功績者表彰	22/12/1
28	土橋知幸 / 宮本伸樹	イオスエンジニアリング & サービス株式会社 / 株式会社キグチテクノクス	高年次陸上風車の寿命延長運転技術の開発	2022 年度 NEDO 新エネルギー部成果報告会	2023/2/3
29	平野晴彦	イオスエンジニアリング & サービス株式会社	高年次陸上風車の寿命延長運転に関する取り組み	Wind Expo 2023 風力発電展	2023/3/16
30	落合孝之	太平電業株式会社	風力発電等技術研究開発／風力発電高度実用化研究開発／風車運用・維持管理技術高度化研究開発（陸上風力発電設備・ジャッキダウン解体工法）	2022 年度 NEDO 新エネルギー部成果報告会	2023 年 2 月 3 日
31	小川路加	(株)駒井ハルテック	スマートロータシステムを有する陸上風車技術の研究開発	2022 年度 NEDO 新エネルギー部成果報告会	2023/02/03
32	小川路加	(株)駒井ハルテック	大型洋上風車用一体成型ブレード技術の研究開発	2022 年度 NEDO 新エネルギー部成果報告会	2023/02/03
33	小川路加	(株)駒井ハルテック	風車および蓄電池の一体制御による出力安定化システム技術の研究開発	2022 年度 NEDO 新エネルギー部成果報告会	2023/02/03

(b)新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	風力エネルギー研究所	海外トピックス・メルマガニュース	風力エネルギー学会誌, 2018, Vol. 42 No. 3, pp. 386-390	2018 年 11 月
2	風力エネルギー研究所	海外トピックス・メルマガニュース	風力エネルギー学会, 風力エネルギー学会誌, 2018, Vol. 42 No. 4, pp. 526-534	2019 年 2 月
3	風力エネルギー研究所	第 7 回 IEA Wind セミナー報告	風力エネルギー学会誌, 2019, Vol. 43 No. 1, pp. 84-97	2019 年 5 月
4	風力エネルギー研究所	海外トピックス・メルマガニュース No. 4	風力エネルギー学会誌, 2019, Vol. 43 No. 1, pp. 120-136	2019 年 5 月
5	風力エネルギー研究所	海外トピックス・メルマガニュース No. 5	風力エネルギー学会誌, 2019, Vol. 43 No. 2, pp. 277-289	2019 年 8 月
6	風力エネルギー研究所	海外トピックス・メルマガニュース No. 6	風力エネルギー学会誌, 2019, Vol. 43 No. 3, pp. 461-471	2019 年 11 月
7	風力エネルギー研究所	海外トピックス・メルマガニュース No. 7	風力エネルギー学会誌, 2019, Vol. 43 No. 4, pp. 616-627	2020 年 2 月
8	風力エネルギー研究所	第 8 回 IEA Wind セミナー報告	風力エネルギー学会誌, 2020, Vol. 44 No. 1, pp. 46-61	2020 年 5 月
9	風力エネルギー研究所	海外トピックス・メルマガニュース No. 9	風力エネルギー学会誌, 2020, Vol. 44 No. 2, pp. 267-281	2020 年 8 月
10	風力エネルギー研究所	国内外の国際会議やイベント等のご案内	風力エネルギー学会誌, 2020, Vol. 44 No. 3, pp. 418-433	2020 年 11 月
11	風力エネルギー研究所	海外トピックス・メルマガニュース No. 11	風力エネルギー学会誌, 2020, Vol. 44 No. 4, pp. 680-695	2021 年 2 月
12	風力エネルギー研究所	第 9 回 IEA Wind セミナー報告	風力エネルギー学会誌, 2021, Vol. 45 No. 1, pp. 74-88	2021 年 5 月
13	風力エネルギー研究所	海外トピックス・メルマガニュース No. 13	風力エネルギー学会誌, 2021, Vol. 45 No. 2, pp. 270-283	2021 年 8 月
14	風力エネルギー研究所	海外トピックス・メルマガニュース No. 15 -世界の洋上風力最新情報 その 1-	風力エネルギー学会誌, 2021, Vol. 45 No. 4, pp. 717-727	2022 年 2 月
15	風力エネルギー研究所	第 10 回 IEA Wind セミナー報告	風力エネルギー学会誌, 2022, Vol. 46 No. 1, pp. 65-79	2022 年 5 月

16	風力エネルギー研究所	海外トピックス・メルマガニュース No. 16 -世界の洋上風力最新情報 その2-	風力エネルギー学会誌, 2022, Vol. 46 No. 1, pp. 106-120	2022 年 5 月
17	風力エネルギー研究所	海外トピックス・メルマガニュース No. 19	風力エネルギー学会誌, 2022, Vol. 46 No. 4, pp. 687-695	2023 年 2 月
18	風力エネルギー研究所	第 11 回 IEA Wind セミナー報告	風力エネルギー学会誌, 2023, Vol. 47 No. 1, pp. 72-85	2023 年 5 月
19	風力エネルギー研究所	海外トピックス・メルマガニュース No. 21	風力エネルギー学会誌, 2023, Vol. 47 No. 2, pp. 280-297	2023 年 8 月
20	風力エネルギー研究所	海外トピックス・メルマガニュース No. 19	風力エネルギー学会誌, 2022, Vol. 46 No. 4, pp. 687-695	2023 年 2 月
21	出光興産株式会社	Idemitsu Team Develops Wind Turbine Lubes	LUBES ' n ' GREASES	20/9/4
22	出光興産株式会社	洋上風力用潤滑油 NEDO 事業採択	化学工業日報	20/9/4
23	出光興産株式会社	風力発電の潤滑剤設計 NEDO 助成事業に採択	燃料油脂新聞	20/9/7
24	出光興産株式会社	出光の「風力長寿命化の潤滑剤」NEDO 助成事業に	日刊工業新聞	20/9/17
25	松江高等工業専門学校、島根県産業技術センター	風力発電の雷対策—落雷時電流対策用の超熱伝導部材の開発—	電気学会誌 21 年 9 月号	21/9/10
26	島根県産業技術センター	風力発電機用の雷保護システムの開発	島根県産業技術センター研究報告 第 58 号 (2022 年 3 月発行)	22/3/31
27	島根県産業技術センター	レセプタ改善とダイバーストリップの敷設による耐雷性能の改善	日本風力エネルギー学会誌 第 46 巻第 3 号 (2022 年 11 月発行)	22/11/30

(c)その他 (同様の形式で表を作成する)

番号				
1	イオスエンジニアリング&サービス株式会社	洋上風力発電用 CTV、GW0 トレーニングの紹介	WIND EXPO 風力発電展	22/3/16~18
2	イオスエンジニアリング&サービス株式会社	洋上風力発電用 CTV、GW0 トレーニングの紹介	WIND EXPO 風力発電展	23/3/15~17
3	イオスエンジニアリング&サービス株式会社	GW0 トレーニングの紹介	第 12 回ふくしま再生可能エネルギー産業フェア	23/10/12~13
4	株式会社守谷刃物研究所	風車ブレード用高耐久ダイバーストリップの開発	第 17 回再生可能エネルギー世界展示会 & フォーラム NEDO ブース出展	23/2/3

2. 分科会公開資料

次ページより、推進部署・実施者が、分科会において事業を説明する際に使用した資料を示す。

「風力発電等技術研究開発〔2〕 風力発電高度実用化研究開発iv）、v）」（終了時評価） 2021年度～2022年度 2年間

プロジェクトの概要（公開版）

2023年12月7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

新エネルギー部

風力発電等技術研究開発／風力発電高度実用化研究開発／ iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発、v) 風車部品高度化研究開発



プロジェクトの概要

「風力発電等技術研究開発」事業では、我が国における洋上風力発電の着実かつ飛躍的な導入拡大を目指し、着床式・浮体式洋上風力発電の発電コスト削減に資する技術開発及び実証を実施する。また、風力発電に係るダウンタイム及び運転維持コスト低減を目指したメンテナンスに係る技術開発に取り組む。

研究開発項目② iv 風車運用・維持管理技術高度化研究開発（2018年度～2022年度）

風車運転や故障等のデータを取り込んだシステム開発とAI等を活用した風車稼働率向上支援システムの設計・構築・効果検証と、加えて洋上風車の運転維持管理を含む、風車のライフサイクルコストを低減する各コア技術の開発を実施する。

研究開発項目② v 風車部品高度化研究開発（2020年度～2022年度）

国内で生産されている風車部品の内、比較的成本競争力の高いパーツや国内生産によって洋上風力のコストを低減可能なコンポーネントを対象に、風車の大型化・大出力化に対応した、コスト競争力と信頼性を高める風車部品や評価技術手法の開発を実施する。

新エネルギー部 大和田 千鶴（主任研究員）
関連する技術戦略：風力発電分野の技術戦略
プロジェクト類型：標準的研究開発

既存プロジェクトとの関係

研究開発項目② ii：スマートメンテナンス事業では、故障予測可能なメンテナンス技術を開発したが、本事業では社会実装に向けたシステム開発を行う。

また、グリーンイノベーション基金事業「洋上風力発電の低コスト化」にて、洋上風力運転保守高度化事業を継続して実施中。

想定する出口イメージ等

アウトプット 目標	iv) 風車のダウンタイム及び運転維持コスト低減に向け、維持管理を的確に行い、風車稼働率(利用可能率)を97%以上に向上させる技術確立するとともに、洋上風車の運転維持管理を含む、風車のライフサイクルコストを低減する各コア技術を開発する。
アウトカム 目標	v) 国内で生産される風車部品に関して、風車の大型化・大出力化に対応し、かつコスト競争力と信頼性を高めることにより、洋上風車への採用促進につなげる。 2022年までに、風車の設備利用率向上による発電量の増加及び発電コストの低減により、風力発電の導入拡大、風車部品メーカー、発電事業者の国際競争力の強化・シェアを拡大する。 陸上風力において、ダウンタイム及び運転維持コスト低減により2030年時点で発電コスト8～9円/kWhに資する。

事業計画

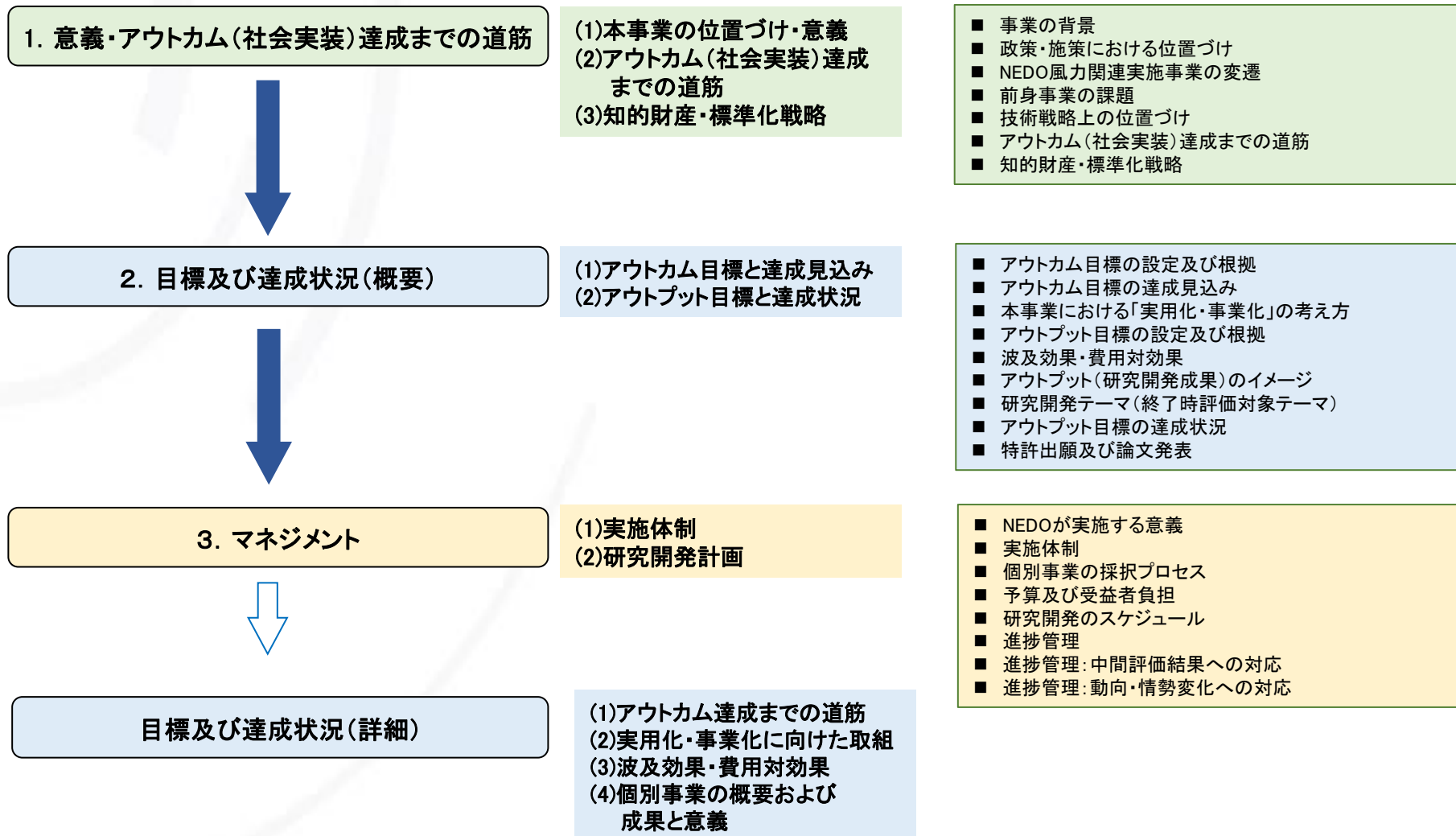
期間：2018～2022年度（5年間）

事業費（iv、vのみ）：17.4億円（委託、1/2助成）

< 研究開発スケジュール・評価時期・想定予算規模 >

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
研究開発項目② iv	委託研究					
	調査委託					
研究開発項目② v			助成事業			
評価時期				助成事業		
				② iv 中間評価		② iv v 事後評価
予算(億円)	1.28	2.50	2.81	4.30	6.53	

ページ構成



＜評価項目1＞意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋

(※)本事業の位置づけ・意義 * 終了時評価においては対象外

(1)アウトカム(社会実装)達成までの道筋

(2)知的財産・標準化戦略

ページ構成

1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋

- (1) 本事業の位置づけ・意義
- (2) アウトカム(社会実装)達成までの道筋
- (3) 知的財産・標準化戦略

- 事業の背景
- 政策・施策における位置づけ
- NEDO風力関連実施事業の変遷
- 前身事業の課題
- 技術戦略上の位置づけ
- アウトカム(社会実装)達成までの道筋
- 知的財産・標準化戦略

2. 目標及び達成状況(概要)

- (1) アウトカム目標と達成見込み
- (2) アウトプット目標と達成状況

3. マネジメント

- (1) 実施体制
- (2) 研究開発計画

目標及び達成状況(詳細)

- (1) アウトカム達成までの道筋
- (2) 実用化・事業化に向けた取組
- (3) 波及効果・費用対効果
- (4) 個別事業の概要および成果と意義

事業の背景 日本の洋上風力発電の導入状況

- 港湾の大型洋上ウィンドファームの運開・建設が進んでいる。また、再エネ海域利用法の施行以降、急速に案件形成が進捗している。2021年末で1.7GWの事業者を選定。

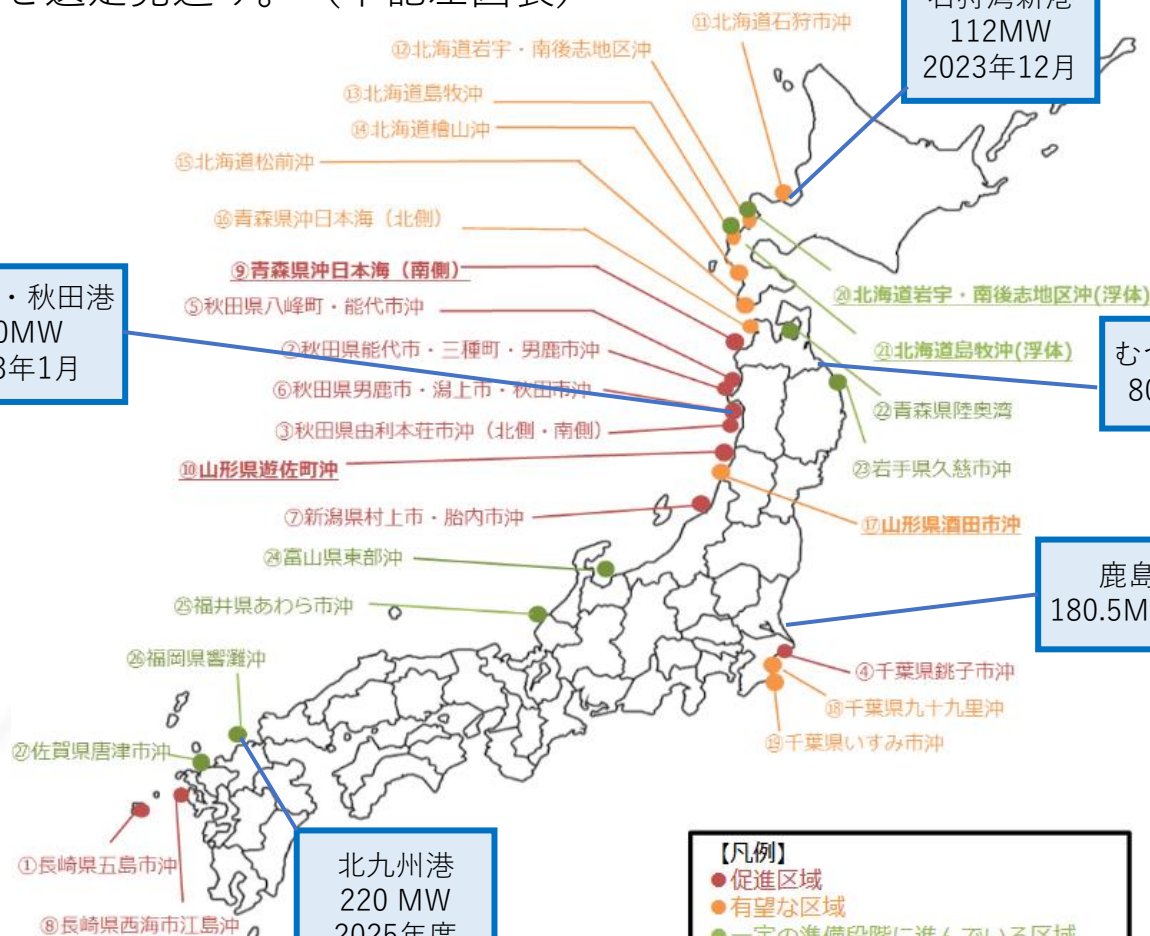
23年度中に1.8GWの事業者を選定見込み。（下記左図表）

能代港・秋田港
‘22年12月・’23年1月
商用運転開始
日本初の洋上ウインドファーム



秋田港洋上風力発電所
秋田洋上風力発電(株)WEBサイトより

能代港・秋田港
140MW
2023年1月



事業者選定済	①長崎県五島市沖（浮体）	
	②秋田県能代市・三種町・男鹿市沖	
	③秋田県由利本荘市沖	
	④千葉県銚子市沖	約1.7GW
選定評価中	⑤秋田県八峰町能代市沖	
	⑥秋田県男鹿市・湯上市・秋田市沖	
	⑦新潟県村上市・胎内市沖	
	⑧長崎県西海市江島沖	約1.8GW

【凡例】
●促進区域
●有望な区域
●一定の準備段階に進んでいる区域
太字下線は新たに指定・整理した区域

政策・施策における位置づけ（１）

- 「新成長戦略」（2010年6月閣議決定）
強みを生かす成長分野として、第一に環境・エネルギー分野があげられている。
- 1. グリーン・イノベーションにおける国家戦略プロジェクト
「公有水面の利用促進、漁業組合との連携等による洋上風力開発の推進等への道を開く」
- 「2017年度以降の調達価格等に関する意見」（2016年12月調達価格等算定委員会）では、
「風力発電については、資本費、運転維持費の高さや、設備利用率の低さにより、他国と比較しても発電コストが高いことから、導入拡大とともにコスト低減を進めていく必要がある。導入環境整備や、低コスト化・設備利用率向上に向けた取組の支援(スマートメンテナンス等)を進めることにより、固定価格買取制度から自立した形での導入を目指していくべき」とされている。
- 「第6次エネルギー基本計画」（2021年10月22日閣議決定）
風車の大型化、洋上風力発電の拡大等により、国際的に価格低下が進んでいることから、経済性も確保できる可能性のあるエネルギー源であり、我が国においても今後の導入拡大が期待されており、今後、適地の確保や地域との調整、コスト低減に加え、適地から大消費地まで効率的に送電するための系統の確保、出力変動に対応するための調整力の確保、系統側蓄電池等の活用などを着実に進めるとされている。特に、洋上風力は、大量導入やコスト低減が可能であるとともに、経済波及効果が大きいことから、再生可能エネルギー主力電源化の切り札として推進していくことが必要であるとされている。

政策・施策における位置づけ（２）

2020年12月15日に、「洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会」で「洋上風力産業ビジョン（第1次）」が示され、官民での目標が設定された。

「洋上風力産業ビジョン（第1次）」の概要

洋上風力発電の意義と課題

- 洋上風力発電は、①**大量導入**、②**コスト低減**、③**経済波及効果**が期待され、再生可能エネルギーの主力電源化に向けた切り札。
- **欧州を中心に全世界で導入が拡大**。近年では、中国・台湾・韓国を中心に**アジア市場の急成長**が見込まれる。
（**全世界の導入量は、2018年23GW→2040年562GW（24倍）**となる見込み）
- 現状、**洋上風力産業の多くは国外に立地しているが、日本にも潜在力のあるサプライヤーは存在**。

洋上風力の産業競争力強化に向けた基本戦略

1. 魅力的な国内市場の創出

2. 投資促進・サプライチェーン形成

3. アジア展開も見据えた次世代技術開発、国際連携

官民の目標設定

(1) 政府による導入目標の明示

- ・2030年までに1,000万kW、2040年までに3,000万kW～4,500万kWの案件を形成する。

(2) 案件形成の加速化

- ・政府主導のプッシュ型案件形成スキーム（日本版セントラル方式）の導入

(3) インフラの計画的整備

- ・系統マスタープラン一次案の具体化
- ・直流送電の具体的検討
- ・港湾の計画的整備

(1) 産業界による目標設定

- ・国内調達比率を2040年までに60%にする。
- ・着床式発電コストを2030～2035年までに、8～9円/kWhにする。

(2) サプライヤーの競争力強化

- ・公募で安定供給等に資する取組を評価
- ・補助金、税制等による設備投資支援（調整中）
- ・国内外企業のマッチング促進（JETRO等）等

(3) 事業環境整備（規制・規格の総点検）

(4) 洋上風力人材育成プログラム

(1) 浮体式等の次世代技術開発

- ・「技術開発ロードマップ」の策定
- ・基金も活用した技術開発支援

(2) 国際標準化・政府間対話等

- ・国際標準化
- ・将来市場を念頭に置いた二国間対話等
- ・公的金融支援

政策・施策における位置づけ（３）

2021年4月1日の「洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会作業部会」で示された「洋上風力の産業競争力強化に向けた技術研究開発ロードマップ」において、具体的な研究開発項目が示された。

区分	分野	技術開発項目案	
共通	①調査開発 (風況観測・配置最適化等)	●風況観測（各種ライダーや低コスト風況観測タワー等） ●ウェイク及び発電量予測モデルの高度化	●洋上風力用の気象海象計測データ整備 ●地盤条件データベースの開発
	②風車 (風車設計・ブレード・ナセル部品・タワー等)	●風車仕様の最適化 ●風車の高品質大量生産技術 ●浮体搭載風車の最適設計 ●次世代風車要素技術開発 ●低風速域向けブレード	●洋上風車の長寿命化技術 ●大型風車の開発 ●ブレード侵食防止技術 ●ブレードリサイクル技術 ●タワーの高高度化と低コスト化
着床	③着床式基礎製造 (モノパイル・ジャケット等)	●複雑な地質・厳しい気象海象条件に対応した基礎構造 ●タワー・基礎接合技術の高度化	●基礎構造用鋼材の高強度化 ●基礎溶接技術の高度化
	④着床式設置 (輸送・施工等)	●低コスト施工技術の開発 ●洗掘防止工の高度化	●ロジスティクスの高度化 ●撤去
浮体	⑤浮体式基礎製造 (浮体・係留索・アンカー等)	●一体設計 ●浮体基礎の最適化 ●係留システムの最適化 ●浮体の量産化	●ハイブリッド係留システム ●メンテナンスフリー技術 ●浮体システムの計測技術
	⑥浮体式設置 (輸送・施工等)	●低コスト施工技術の開発 ●作業船と輸送システム	●大規模修繕技術 ●撤去・リサイクル
共通	⑦電気システム (海底ケーブル・洋上変電所等)	●高電圧ダイナミックケーブル ●浮体式洋上変電所 ●次世代洋上直流送電技術	●洋上送電ケーブル敷設の高効率化 ●発電需給の統合予測 ●系統安定化技術
	⑧運転保守 (O&M)	●運転保守及び修理技術の開発 ●デジタル技術による予防保全・メンテナンス高度化 ●監視及び点検技術の高度化	●落雷故障自動判別システムの開発 ●リモートセンシングと予報技術による発電量向上
官民協議会等における検討と連携して推進する項目		●人材育成 ●サプライチェーン ●ステークホルダーの合意（漁業協調、騒音低減等）	●ガイドライン・標準化 ●海底直流送電 ●水素変換とエネルギー貯蔵

政策・施策における位置づけ（4）

2020年10月、日本は「2050年カーボンニュートラル」を宣言し、2050年までに温室効果ガスの排出を実質ゼロにする目標を掲げた。この宣言を踏まえ、経済と環境の好循環につなげるための日本の新たな成長戦略として、「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」が策定され、企業の野心的な挑戦を後押しすべく、過去に例のない2兆円の「グリーンイノベーション基金」がNEDOに創設された。風力に関するグリーンイノベーション基金事業は、その第1期の具体的な事業が2022年4月までに採択・開始され、本格的に進展中となっている。

グリーンイノベーション基金事業の基本方針（概要）

経済産業省は、基金事業における支援対象、成果を最大化するための仕組み及び実施体制等、各研究開発分野に共通して適用する事業実施に係る方針を基本方針として定める。事業の進捗を踏まえ、基本方針の内容は柔軟に見直す。

1 目的・概要

2050年カーボンニュートラルの実現に向け、NEDOに2兆円の基金を造成し、野心的な目標にコミットする企業等に対して、10年間、研究開発・実証から社会実装までを継続して支援

2 目標

（プロジェクト単位）
野心的な2030年目標
（性能、コスト等）

基金事業全体で横断的に
・国際競争力
・実用化段階（TRL等）
・民間投資誘致効果
等の指標をモニタリング

- CO₂削減効果
- 経済波及効果

3 支援対象

グリーン成長戦略において実行計画を策定している重点分野であり、政策効果が大きく、社会実装までを見据えて長期間の継続支援が必要な領域に重点化して支援

- ✓ 従来の研究開発プロジェクトの平均規模（200億円）以上を目安
- ✓ 国による支援が短期間で十分なプロジェクトは対象外
- ✓ 社会実装までを担える、企業等の収益事業を行う者を主な実施主体（中小・ベンチャー企業の参画を促進、大学・研究機関の参画も想定）
- ✓ 国が委託するに足る革新的・基盤的な研究開発要素を含むことが必要

4 成果最大化に向けた仕組み

研究開発の成果を着実に社会実装へ繋げるため、企業等の経営者に対して、長期的な経営課題として粘り強く取り組むことへのコミットメントを求める

（企業等の経営者に求める取組）

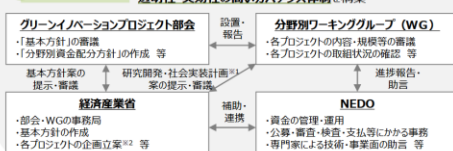
- ・応募時の長期事業戦略ビジョンの提出
- ・経営者によるWGへの出席・説明
- ・取組状況を示すマネジメントシート

（コミットメントを高める仕組みの導入）

- ①取組状況が不十分な場合の事業中止・委託費の一部返還等
- ②目標の達成度に応じて国が多く負担できる制度（インセンティブ措置）の導入

5 実施体制

外部専門家の知見も取り入れ、関係機関が緊密に連携した、透明性・実効性の高いガバナンス体制を構築



6 事業の流れ



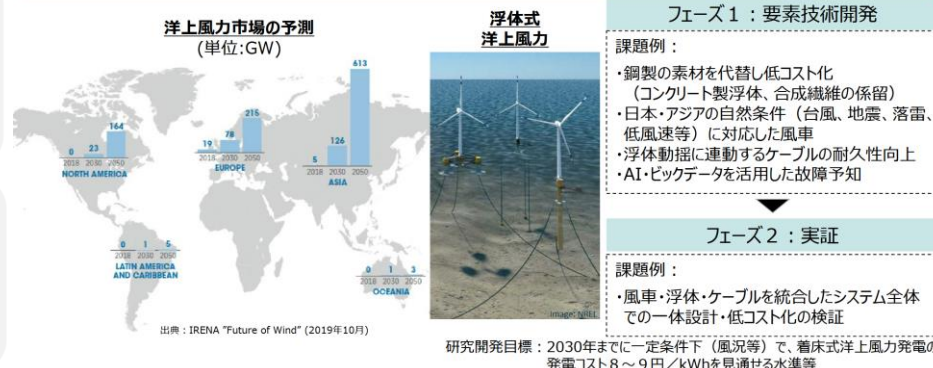
洋上風力発電の低コスト化（国費負担額：上限1,195億円）

- 洋上風力は欧州を中心に拡大してきたが、アジア市場の急成長が見込まれる。足下では、浅い海域で着床式の導入が進むが、浮体式の技術開発は世界横一線。

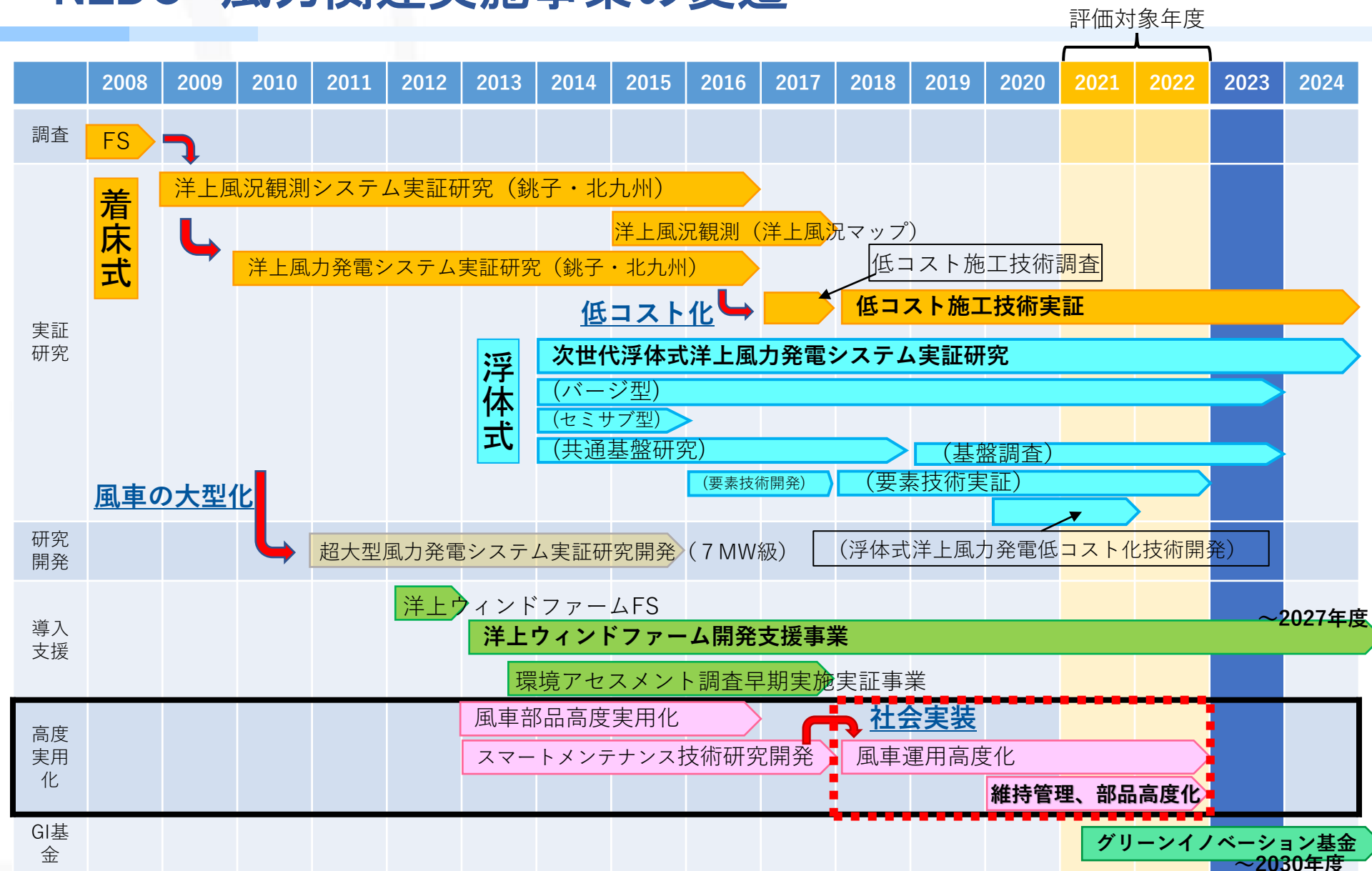
- この競争に勝ち抜くため、基金では、中・長期的に拡大の見込まれる浮体式等について

① アジアの気象や海象にあわせた風車や浮体等の技術開発を行い、

② ユーザー（発電事業者）も巻き込み、世界で戦えるコスト水準を念頭に、風車・浮体・ケーブル等を一体設計して実証することにより、社会実装に繋げていく。



NEDO 風力関連実施事業の変遷



前身事業の課題

スマートメンテナンス技術研究開発

●事業概要

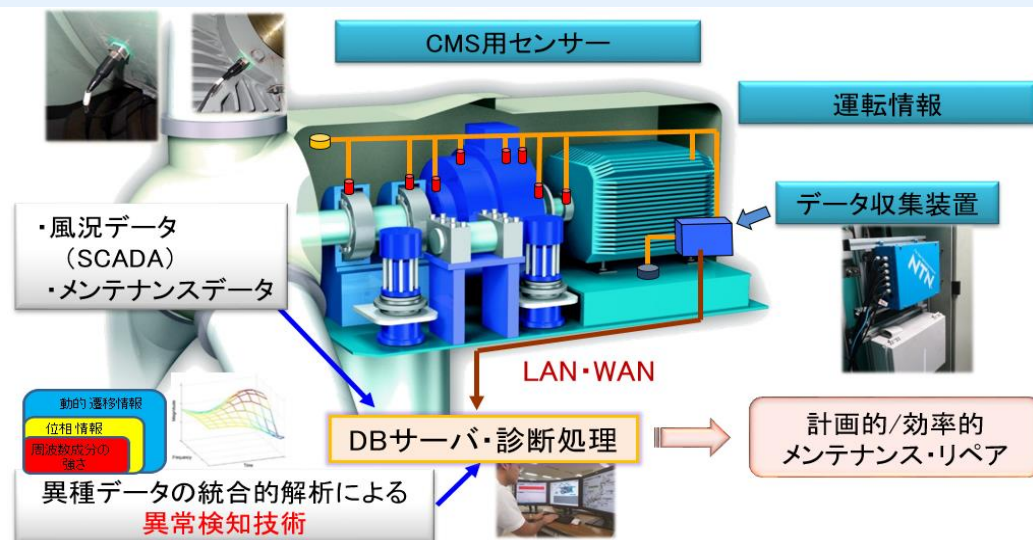
国内風力発電の設備利用率向上に資する高効率メンテナンス技術開発を実施。稼働率**95%**を達成可能なメンテナンス技術を開発し、風力発電事業で適切に活用されるための実効的なスキームを検討。

●事業期間

平成**25**年度～平成**29**年度

●事業規模

11.3億円



前身事業で挙げられた課題

運転保守

- ・メンテナンス船の数が限られているための遅延
- ・設置や運転保守の段階の各種リスクに応じて、財物保険、利益保険、賠償責任保険等が存在し、付保条件や保険会社によって金額が大きく増減

建替えや撤去段階

- ・撤去の際に、完全に基礎構造から撤去するのか、基礎部分は残すのかにより、撤去費の金額が増減する

iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発

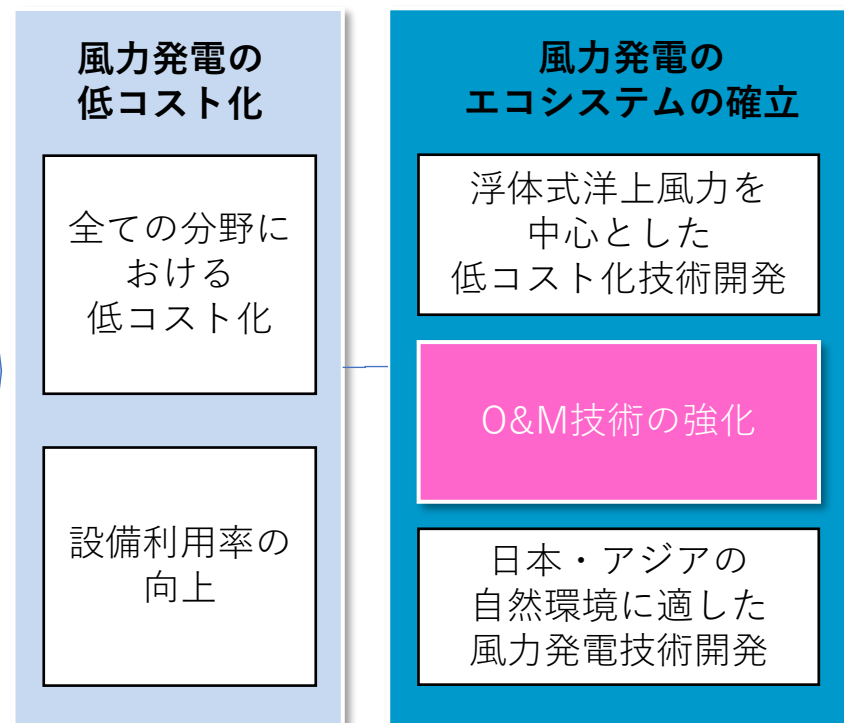
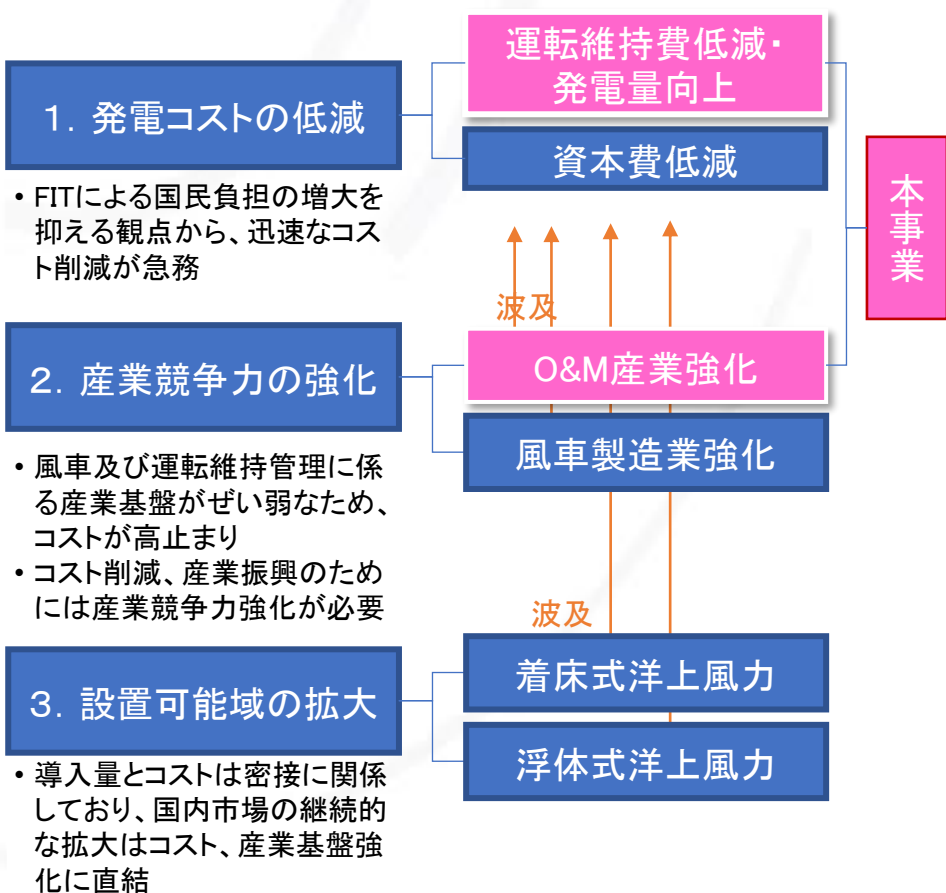
v) 風車部品高度化研究開発

技術戦略上の位置づけ

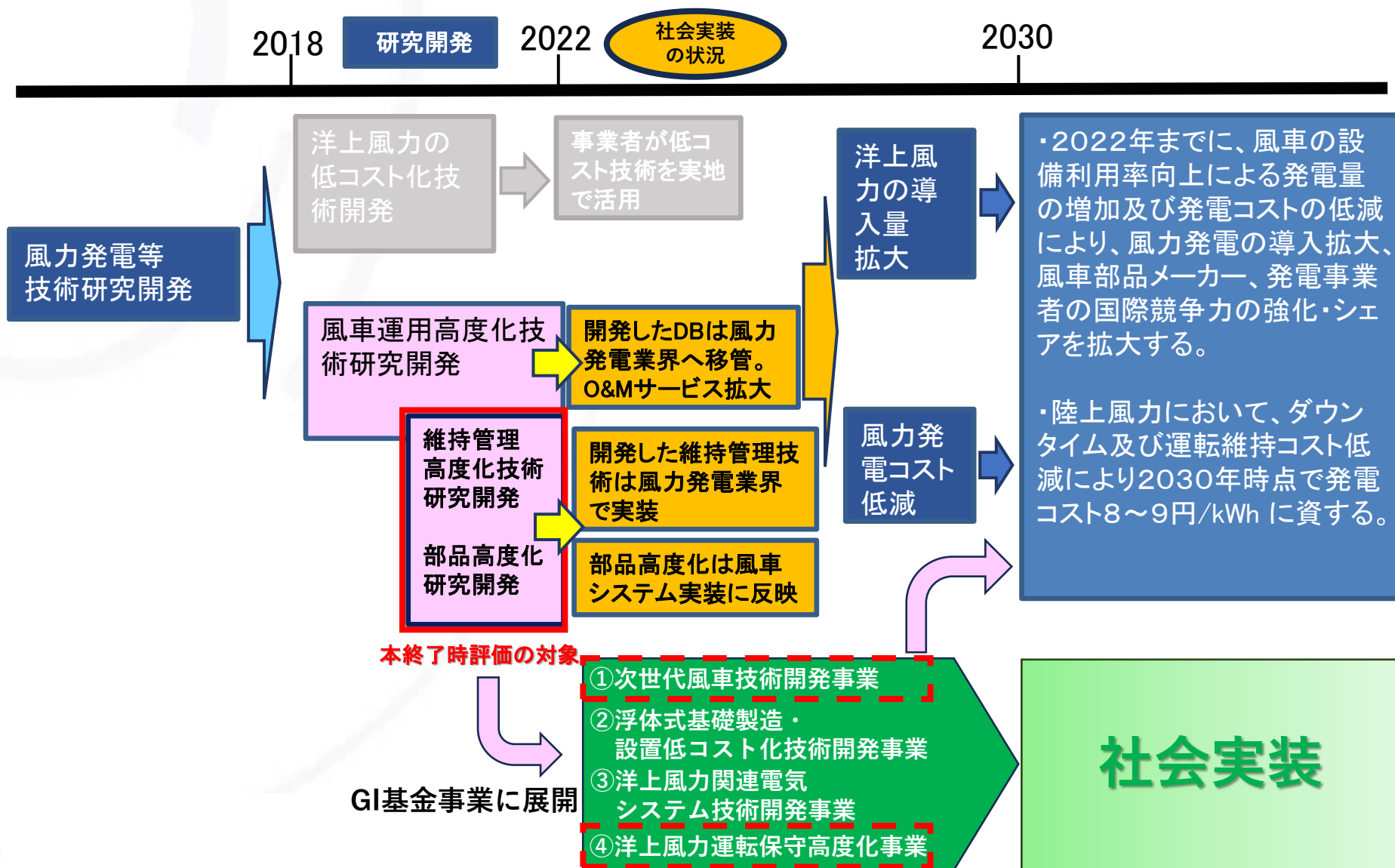
NEDOにおける風力発電分野の技術戦略では、風力発電技術の課題から実施すべきプロジェクトの方向性を分析しており、本事業はそれに合致するものである。技術戦略はその後改訂されたが、本事業の範囲であるO&M技術の強化は引き続き重要な取組みテーマと位置づけられている。

事業開始時の課題と方向性

(参考)改訂後の技術戦略での課題と方向性



アウトカム達成までの道筋



知的財産・標準化戦略

◆知的財産等の戦略

iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(委託)

iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)

v) 風車部品高度化研究開発

→新規性の高い技術や部品については、特許化を図る。

開発した技術や部品は、風力産業での実装や風車への実装など、実用化を進める。

◆知的財産等の管理

iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(委託)

【標準化施策との連携】

得られた研究開発成果については、標準化等との連携を図ることとし、標準化に向けて開発する評価手法の提案、データ提供等を積極的に行う。なお、先端分野での国際標準化活動を重要視する観点から、NEDOは、研究開発成果の国際標準化を戦略的に推進する仕組みを構築する。

【知財マネジメントに係る運用】

「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」に従ってプロジェクトを実施する。

【データマネジメントにかかる運用】

「NEDOプロジェクトにおけるデータマネジメント基本方針」に従ってプロジェクトを実施する。

iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)

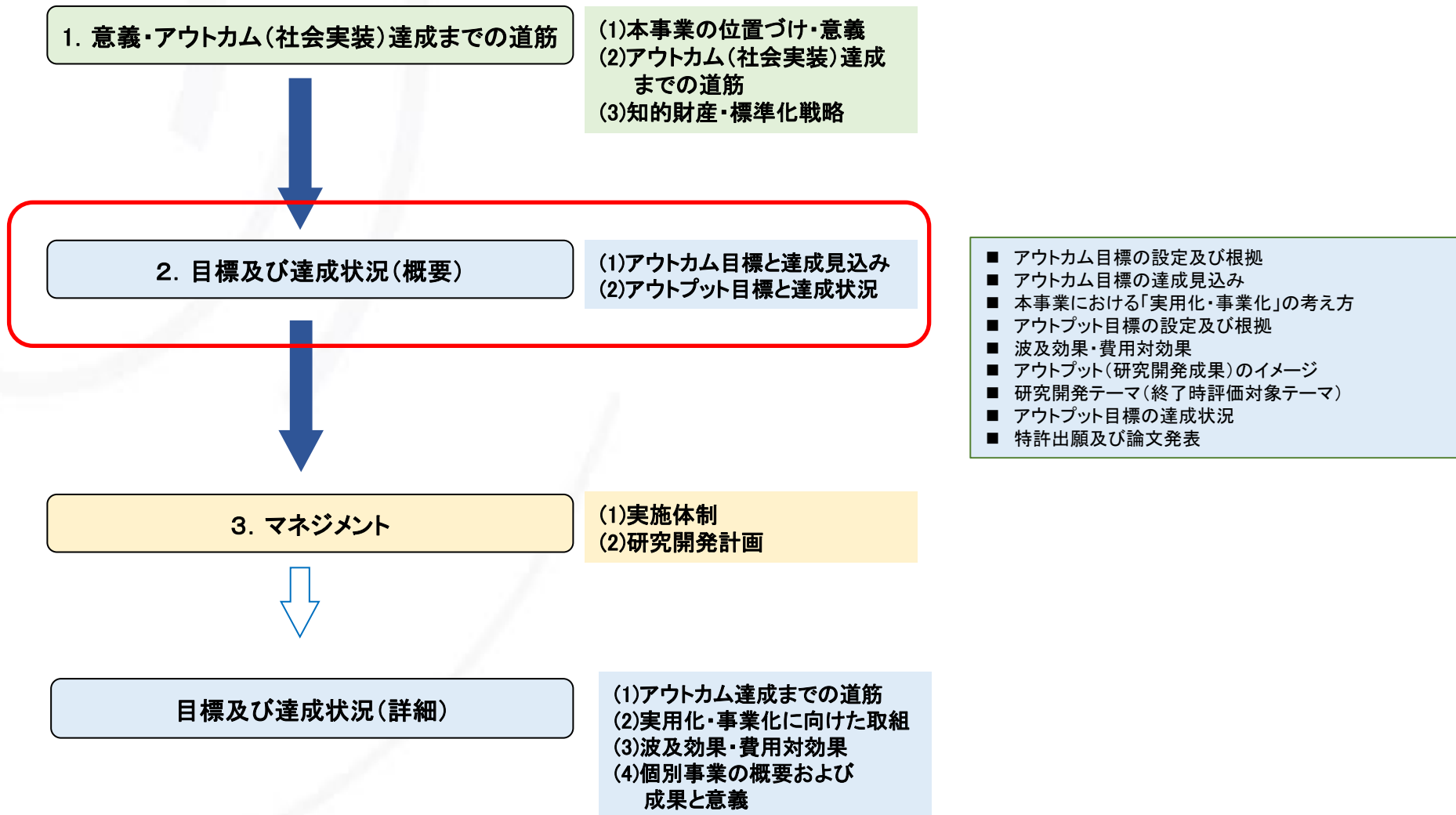
v) 風車部品高度化研究開発

→企業化状況報告書および追跡調査により事業終了後の状況を確認

＜評価項目2＞目標及び達成状況

- (1)アウトカム目標及び達成見込み
- (2)アウトプット目標及び達成状況

ページ構成



アウトカム目標の設定及び根拠

■アウトカム目標

2022年までに、風車の設備利用率向上による発電量の増加及び発電コストの低減により、風力発電の導入拡大、風車部品メーカー、発電事業者の国際競争力の強化・シェアを拡大する。

陸上風力において、ダウンタイム及び運転維持コスト低減により2030年時点で発電コスト8～9円/kWhに資する。

■アウトカムの根拠

修理・メンテナンスの効率化、労力削減の効果および運転停止時間短縮により、2030年時点での発電コスト8～9円/kWhと試算。

風力発電のコスト低減イメージ

■ 2030年までに、発電コスト8～9円/kWhを実現し、FITから自立した形での導入を目指していく。

【現状】

現行の発電コストは、13.9円/kWhで、世界平均（8.8円/kWh）の約1.6倍

風車：16.0万円/kW
（世界平均の1.4倍）

・競争力の高い国内メーカーの不在、環境アセス・系統の予見可能性の低さ等により、高止まり。

工事費等：12.2万円/kW
（世界平均の1.6倍）

・地理的制約、小さいWF規模等により割高に。

運転維持費：0.9万円/kW/年
（世界平均の2倍）

稼働年数：20年

・風車メーカー・O&M事業者の適切な競争の不在。
・メンテナンス効率化の未徹底。

競争促進・強い風車産業育成により国際水準を目指す

WF・風車の大規模化による低コスト化

競争促進・メンテナンス効率化により国際水準を目指す

【目標】

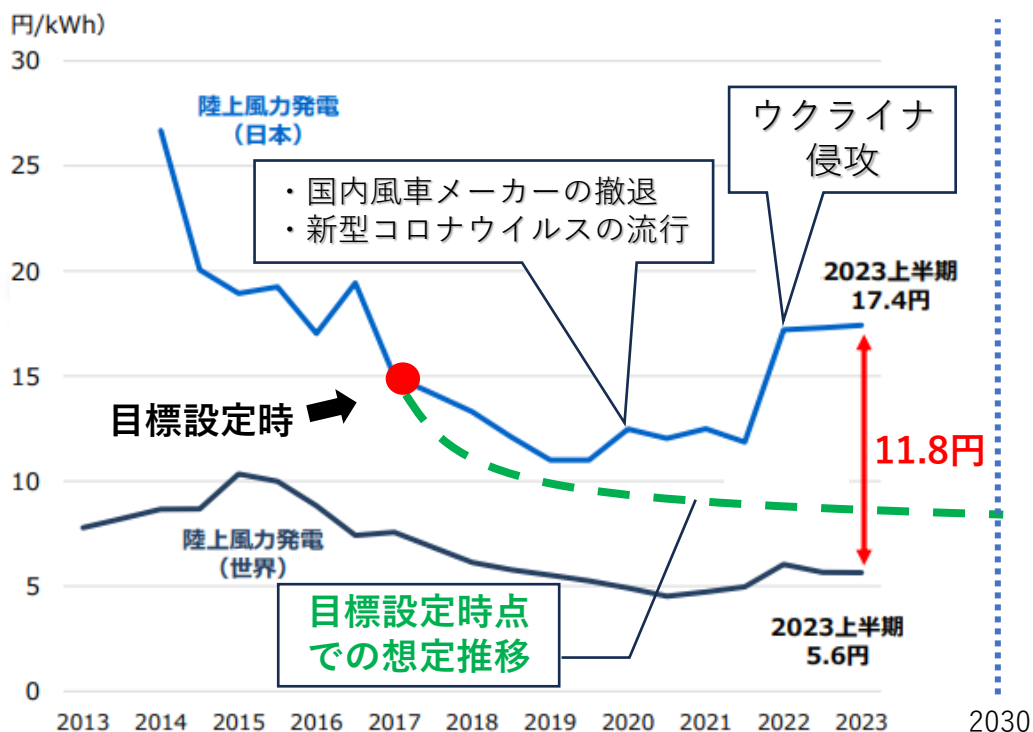
2030年までに発電コスト8～9円/kWh FITから自立した導入を目指す

※目標の数値はJWPA WIND VISION（2030年）より

出典：「平成29年度以降の調達価格等に関する意見」調達価格等委員会（平成28年12月13日）

アウトカム目標の達成見込み

＜世界と日本の陸上風力発電のコスト推移＞



※「国内外の再生可能エネルギーの現状と今年度の調達価格等算定委員会の論点案」資源エネルギー庁（2023年10月）を基にNEDO作成

アウトカム目標

2022年までに、風車の設備利用率向上による発電量の増加及び発電コストの低減により、風力発電の導入拡大、風車部品メーカー、発電事業者の国際競争力の強化・シェアを拡大する。

陸上風力において、ダウンタイム及び運転維持コスト低減により2030年時点で発電コスト8～9円/kWhに資する。

社会情勢等の要因により、陸上風力の発電コストは想定よりも上昇した。一方、アウトプット目標は概ね達成できており、グリーンイノベーション基金事業等、他の関連事業とも併せて、2030年までにアウトカム目標の達成を目指す。

本事業における「実用化・事業化」の考え方

➤ 本プロジェクトにおける実用化・事業化の定義

当該研究開発に係る試作品、サービス等の社会的利用(顧客への提供等)が開始されることであり、さらに、当該研究開発に係る商品、製品、サービス等の販売や利用により、企業等活動・風車運用に貢献することをいう。

➤ 各研究開発項目における実用化・事業化の考え方

iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)

v) 風車部品高度化技術研究開発(助成)

当該研究開発に係る要素技術、デバイス(装置)、などが事業会社の事業責任部門に移管され、量産化に向けた開発が開始されることであり、さらに、当該研究開発に係る要素技術、製品等の販売(ライセンス含む)や利用することにより、企業等活動・風車運用に貢献することをいう。

アウトプット（終了時）目標の設定及び根拠

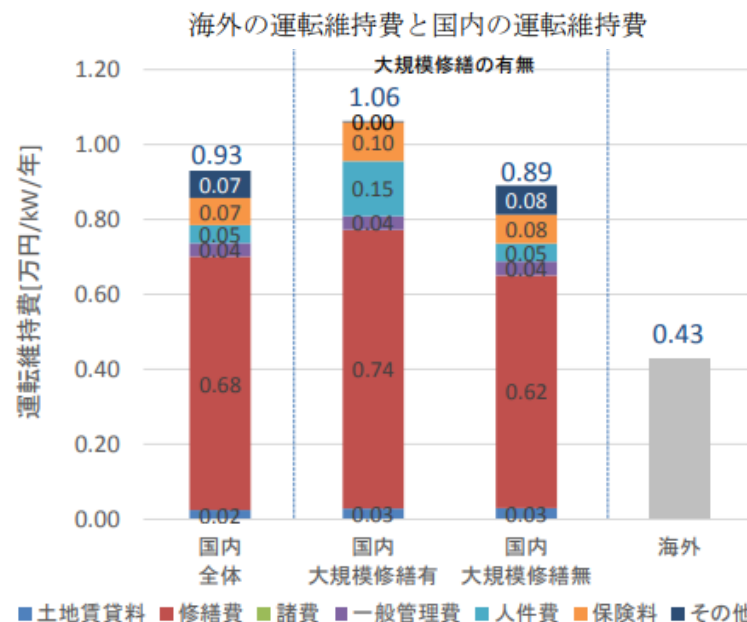
iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発

■ アウトプット目標

風車のダウンタイム及び運転維持コスト低減に向け、維持管理を的確に行い、風車稼働率(利用可能率)を97%以上に向上させる技術を確立する。また、洋上風車の運転維持管理を含む、風車のライフサイクルコストを低減する各コア技術を開発する。

■ アウトプットの根拠

国内の我が国の運転維持費は、世界平均と比較すると、大規模修繕が発生していない場合でも、倍に近い水準にある。特に修繕費の割合が大きく、その引き下げが課題。また、稼働率で比較しても、欧州では97%の稼働率保証が多くなされているのに対し、我が国では平均の稼働率が87%で、直近の2011年以降に設置された風力発電でも92%に留まっていることから、欧州レベルの稼働率を目標に設定。



出典：H1 WIND LCOE OUTLOOK(Bloomberg New Energy Finance 2016)及び

FIT 年報データを基に NEDO 技術戦略研究センター作成(2016)

アウトプット(終了時)目標の設定及び根拠

v) 風車部品高度化技術研究開発

■ アウトプット目標

国内で生産される風車部品に関して、風車の大型化・大出力化に対応し、かつコスト競争力と信頼性を高めることにより、洋上風車への採用促進につなげる。

■ アウトプットの根拠

風力発電産業においては、風車の大型化にともない部品にも高度な製造技術・製造設備が求められており、国内の風車部品メーカーは世界のマーケットにおいてより過酷な競争にさらされる事態となっている。

また、国際的競争力を高めるべく大型化対応、高信頼化、低コスト化、付加価値技術を国内で検討する場合、大型風車実機試験設備もなく、最適な評価が難しいため国内メーカーにとっては評価環境的にも厳しい状況であり、高コスト化の要因にもなっていることから上記目標を設定。

波及効果・費用対効果

事業総額 11億円 (iv、v 合計)

●波及効果

- 構成機器・部品点数が多く(数万点)、また、事業規模は数千億円にいたる場合もあり、関連産業への波及効果が大きい
- 建設・運転・保守等の地域との結びつきの強い産業も多いため、地域活性化に寄与 → 地場産業の活性化

●費用対効果

＜アウトプット目標＞

2030年時点で陸上風力発電コスト8円/kWhを実現

→ 約1,000億円/年※のコスト低減効果

※発電コスト14円/kWh→8円/kWh、2030年陸上風力導入量:9.18GWから試算(目標設定当時)

アウトプット(研究開発成果)のイメージ

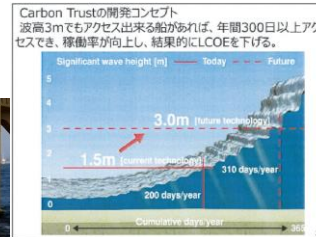
iv 風車運用・維持管理技術高度化研究開発で実施



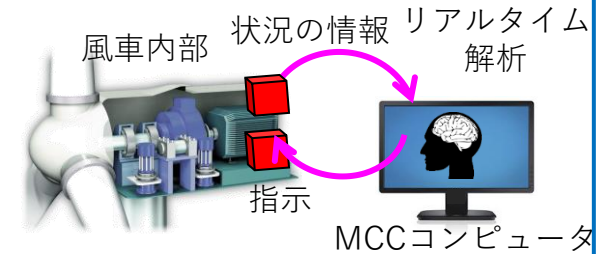
〈国際規格に準拠した洋上向け人材育成プログラムの構築〉



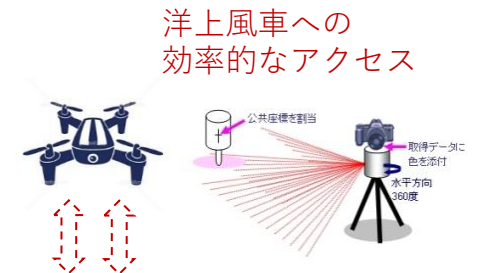
〈日本の海洋状況に適した Crew Transfer Vehicle〉



〈洋上でのメンテナンス効率化〉

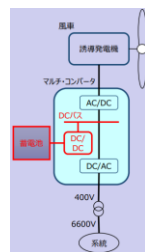
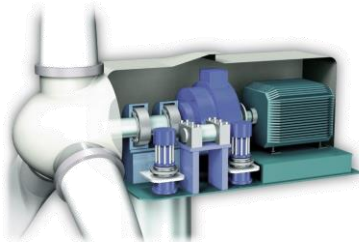


〈リアルタイム解析システム等の構築による洋上風力運転保守の高度化〉

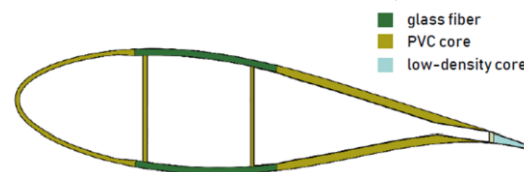


〈先端技術を活用した洋上風車観察・検査システム〉

v 風車部品高度化技術研究開発で実施



〈国産の風車用素材・大型部品〉



〈解体工期の短縮〉

研究開発テーマ(終了時評価対象テーマ)

第5次エネルギー基本計画などでの示唆を踏まえ、公募により11件のテーマを採択した。

研究開発項目	開発テーマ	事業者名	委託/助成	事業期間
iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発	iv-①: 風車運用高度化技術研究開発 (風車故障事故に関する国内外の動向調査)	(株)風力エネルギー研究所	委託	18年度～22年度
	iv-②: 風車運用・維持管理技術高度化研究開発 (陸上風力発電の持続的な導入拡大に向けた調査)	(株)風力エネルギー研究所		22年度
	iv-③: 無人航空機(UAV)とAI画像解析の活用による 風車の高度な次世代型運用・維持管理技術開発	関西電力(株)	助成	20年度～22年度
	iv-④: 洋上風力発電用CTV 及び洋上ブレード補修 ゴンドラの開発による維持管理技術の高度化	イオスエンジニアリング&サービス(株)		
	iv-⑤: 風力発電機の長寿命化に向けたマルチスケール トライボ解析・実験による最適潤滑剤設計	出光興産(株)		
	iv-⑥: 風車ブレード用高耐久ダイバーストリップの開発	(株)守谷刃物研究所		
	iv-⑦: 高年次陸上風車の寿命延長運転技術の開発	イオスエンジニアリング&サービス(株) (株)キグチテクニクス		22年度
	iv-⑧: 陸上風力発電設備・ジャッキダウン解体工法	太平電業(株)		
	iv-⑨: スマートロータシステムを有する陸上風車技術 の研究開発	(株)駒井ハルテック		
v) 風車部品高度化研究開発	v-①: 大型洋上風車用一体成型ブレード技術の研究開発	(株)駒井ハルテック	助成	20年度～22年度
	v-②: 風車および蓄電池の一体制御による出力安定化 システム技術の研究開発	(株)駒井ハルテック		

アウトプット目標の達成状況

研究開発項目	アウトプット目標	達成度	達成状況
iv 風車運用・維持管理技術高度化研究開発	風車のダウンタイム及び運転維持コスト低減に向け、維持管理を的確に行い、風車稼働率(利用可能率)を <u>97%以上</u> に向上させる技術を確立する。また、洋上風車の運転維持管理を含む、風車のライフサイクルコストを低減する <u>各コア技術を開発</u> する。	○	・風車性能を向上する要素技術を開発 ・洋上風力向け補修員育成環境を構築 ・洋上風力保守用の船舶開発 ・風車低コスト化の要素技術を開発 ・風車の長寿命化 ・定期点検効率化 ・保守コスト低減 ・故障リスク低減 ※現状、稼働率95%
v 風車部品高度化技術研究開発	国内で生産される風車部品に関して、風車の大型化・大出力化に対応し、かつコスト競争力と信頼性を高めることにより、 <u>洋上風車への採用促進につなげる</u> 。		

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み(中間)、X未達

アウトプット目標の達成状況(個別テーマ)

※各事業の詳細は非公開セッションで説明

iv 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(委託)

開発テーマ	目標	成果	達成度	達成の根拠
iv-① 風車運用高度化 技術研究開発 (風車故障事故 に関する国内外 の動向調査)	国内外の風車故障事故の実態把握及び関連する最新の研究開発等の調査を行い、「技術研究開発」へ情報の提供を行う。	2017～2021年度分の日本国内の風車の実態を把握し概ねの稼働率を把握した。風車の部位別の故障率の傾向を明らかにし、また、稼働率を高める上で3日以上以上の故障・事故を防ぐことが重要であることが分かった。	○	計画通り国内風車の運転状況を把握することができたため、目標通り達成と評価
iv-② 風車運用・維持 管理技術高度化 研究開発 (陸上風力発電 の持続的な導入 拡大に向けた調 査)	陸上風力発電を持続的に導入促進し、発電電力量の増加を図るための課題解決に向けて今後取り組むべき方向性について調査、検討する。	・風力発電事業に係る事業者を対象に陸上風力発電の現状と将来についてアンケート調査を行い、有意義な回答を得た。 ・陸上風力導入拡大に向けての課題（技術的課題、政策的課題）、対策案（海外技術の活用、技術開発中）を整理、分類を行った。 ・上記内容を提言としてまとめた。	○	計画通り国内陸上風力の導入拡大を図るための課題、対応策を把握、整理することができたため、目標通り達成と評価

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み（中間）、×未達

アウトプット目標の達成状況(個別テーマ)

※各事業の詳細は非公開セッションで説明

iv 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)

開発テーマ	目標	成果	達成度	達成の根拠
iv-③ 無人航空機（UAV）とAI画像解析の活用による風車の高度な次世代型運用・維持管理技術開発	UAVによるブレード他、外観全体確認対応自律飛行および損傷箇所のAIを用いた画像解析による自動判定等の技術を開発	- 洋上風力発電設備の外観点検を速やかかつ効率的に行う技術を開発した。 - 過酷環境下におけるUAVの飛行性能（長時間飛行、耐風性、耐雪性）を確認した。 - 撮影画像からAIモデルにより損傷箇所を自動判定する技術を開発した。	○	本技術が機能することを実証試験にて確認できたため目標通り達成と評価
iv-④ 洋上風力発電用CTV及び洋上ブレード補修ゴンドラの開発による維持管理技術の高度化	CTVやゴンドラのO&Mツールの課題を抽出し、要求を満たす仕様の決定。洋上保守要員トレーニングプログラムの図書、ツール整備。	O&Mツールの実用化、低コスト化の有効性確認。 トレーニングプログラムの認証取得し、社内外へトレーニングを開始した。	○	各テーマ、操船支援のKPI達成、補修効率化効果確認、新規モジュール認証取得のため目標通り達成と評価
iv-⑤ 風力発電機の長寿命化に向けたマルチスケールトライボ解析・実験による最適潤滑剤設計	添加剤の設計とそれを用いたギヤ油仕様の最適化により、オイルの長寿命化（従来5年→15年）を実現する	15年間（従来5年）オイル無交換で風車を運用・維持できる高性能潤滑油の開発に目途が立った	◎	基材と仕様の最適化により、試作したギヤ油が各種試験において現行油対比で大幅に性能を向上し、高い確度で オイルの寿命15年 を達成できると見込まれ、将来的なインパクトが大きいと評価
iv-⑥ 風車ブレード用高耐久ダイバーストリップの開発	日本国内の高エネルギーの冬季雷への耐久性を有するダイバーストリップを開発する。	実風車で1年実証し長期耐久性、風車の雷保護性能を達成した。	○	当初目標の製品開発は終える事が出来たため達成と評価

アウトプット目標の達成状況(個別テーマ)

※各事業の詳細は非公開セッションで説明

iv 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)

開発テーマ	目標	成果	達成度	達成の根拠
iv-⑦ 高年次陸上風車の寿命延長運転技術の開発	高年次陸上風車の寿命延長運転技術の開発 新しいブレード補修技術の開発	・風車残存寿命の推定 ・CMSによる異常検知手法の立案 ・損傷リスクを抑えた運転手法の立案 ・試験片レベルでの要素試験の実施 ・新樹脂化合物による実ブレードの補修 ・実用化に向けた施工方法の検討	○	延長運転実施継続中および延長運転中の補修健全性経過観察に異常が観られないため目標通り達成と評価
iv-⑧ 陸上風力発電設備・ジャッキダウン解体工法	・コストダウン ・省スペース ・工期短縮 ・国内生産・雇用拡大への貢献 ・災害リスク低減 ・CO2削減	・使用重機の容量減／工期短縮 ・施工エリア縮小 ・風の影響を抑え、工程遅延リスク低減 ・100%国内調達で国内経済に貢献 ・高所作業減で災害リスク低減 ・重機容量/稼働時間減、電動ジャッキ採用	△	クレーンの小型化や従来工法に比べ、省スペース化を達成でき、太平ジャッキ採用により燃料消費量を抑えることが確認できたが、工期短縮が課題として残った。
iv-⑨ スマートロータシステムを有する陸上風車技術の研究開発	スマートロータシステムを有する陸上風車技術の研究開発	定格出力1MW、極値風速 $V_{e50}=91.26\text{m/s}$ 、 $I_{ref}=0.18$ の仕様で、日本の厳しい気象条件に適応した日本型風力発電機を設計	○	各制御技術の効果をふまえ台風仕様風車の設計が完了したため目標通り達成と評価

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み(中間)、X未達

アウトプット目標の達成状況(個別テーマ)

※各事業の詳細は非公開セッションで説明

v 風車部品高度化技術研究開発(助成)

開発テーマ	目標	成果	達成度	達成の根拠
v-① 大型洋上風車用一体成型ブレード技術の研究開発	大型洋上風車用一体成型ブレード技術の開発	台風地域にも適用可能な一体成型ブレードの設計と認証取得、 <u>プロトタイプ機での妥当性評価</u>	◎	一体成型ブレード技術の確立および ブレードコスト28%削減 のため将来的なインパクトが大きいと評価
v-② 風車および蓄電池の一体制御による出力安定化システム技術の研究開発	風車および蓄電池の一体制御による出力安定化システムの開発	風車と蓄電池の一体制御による出力安定化、蓄電池の長寿命化、および設備コストの削減	○	システム稼働と導入候補地の検討を行ったため目標通り達成と評価

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み(中間)、×未達

特許出願及び論文発表

iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発

	～2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	計
特許出願(うち外国出願)	2	1	3				6
論文	1	4	1	3(2)			9(2)
研究発表・講演	9	7	9	5			30
受賞実績		1					1
新聞・雑誌等への掲載	15	6	3	3			27
展示会への出展		1	2	1	2	2	8

※ () は現在投稿中の外数

v) 風車部品高度化技術研究開発

	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	計
特許出願(うち外国出願)					1		1
論文							0
研究発表・講演			3				3
受賞実績							0
新聞・雑誌等への掲載							0
展示会への出展					2	2	4

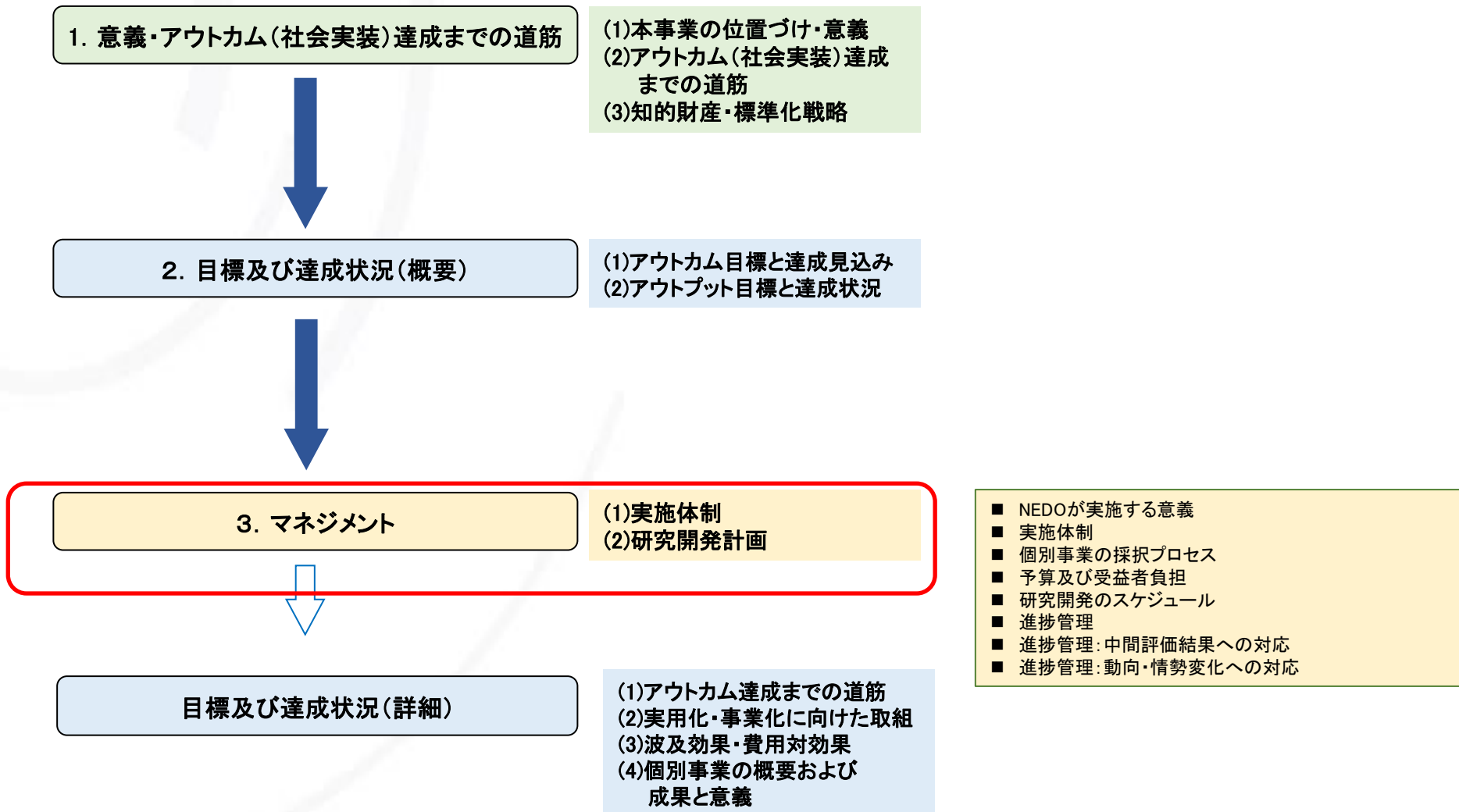
＜評価項目3＞マネジメント

(1) 実施体制

(※) 受益者負担の考え方 * 終了時評価においては対象外

(2) 研究開発計画

ページ構成



NEDOが実施する意義

「第5次エネルギー基本計画（2018年7月閣議決定）」において、洋上風力発電については、その導入促進及び着床式洋上風力の低コスト化、浮体式洋上風力の技術開発や実証を通じた安全性・信頼性・経済性の評価を行うことが盛り込まれている。

しかしながら、風力発電コストについては、設備利用率の違いによる部分もあるものの、資本費及び運転維持費は他国と比較して高い水準にある。特に洋上風力発電においては、先行する欧州と気象・海象条件や船舶等のインフラが異なることから、欧州の事例をそのまま適用することはリスクが大きい。

これらの課題を克服するためには、我が国特有の自然条件を把握した上で、これらに適合した、風車のダウンタイム及び運転維持コストの低減、さらに発電量向上を目指した技術開発を行う必要があるが、民間企業だけで実施するにはハードルが高く、リスクが大きい。

本事業の狙いとして、

- 国民経済的には大きな便益がありながらも、民間企業の研究開発投資に見合うものが見込めない事業であり、かつ、産学官の複数事業者が互いのノウハウ等を持ちより協調して実施する研究開発であるため、委託事業として実施。
- 風車の維持管理を業務とする企業の積極的な関与により推進されるべき研究開発に関しては、助成事業として実施。



これらの技術開発をNEDOのマネジメントの元、
主導的、かつ各事業間を積極的に連携させて実施することが有用

実施体制

指示・協議

NEDO

<歴代PMgr>

2022年～ 新エネルギー部長(代理)
 2019年～2022年 佐々木 淳 統括研究員(当時)
 2018年～2019年 田窪 祐子 主任研究員(当時)

PL:プロジェクトリーダー
 一般社団法人 日本風力エネルギー学会
 代表委員 勝呂 幸男

iv-①: 風車運用高度化技術研究開発(風車故障事故に関する国内外の動向調査)	(株)風力エネルギー研究所
iv-②: 風車運用・維持管理技術高度化研究開発 (陸上風力発電の持続的な導入拡大に向けた調査)	(株)風力エネルギー研究所
iv-③: 無人航空機(UAV)とAI画像解析の活用による風車の高度な次世代型運用・維持管理技術開発	関西電力(株)
iv-④: 洋上風力発電用CTV 及び洋上ブレード補修ゴンドラの開発による維持管理技術の高度化	イオスエンジニアリング&サービス(株)
iv-⑤: 風力発電機の長寿命化に向けたマルチスケールトライボ解析・実験による最適潤滑剤設計	出光興産(株)
iv-⑥: 風車ブレード用高耐久ダイバーストリップの開発	(株)守谷刃物研究所
iv-⑦: 高年次陸上風車の寿命延長運転技術の開発	イオスエンジニアリング&サービス(株) (株)キグチテクニクス
iv-⑧: 陸上風力発電設備・ジャッキダウン解体工法	太平電業(株)
iv-⑨: スマートロータシステムを有する陸上風車技術の研究開発	(株)駒井ハルテック
v-①: 大型洋上風車用一体成型ブレード技術の研究開発	(株)駒井ハルテック
v-②: 風車および蓄電池の一体制御による出力安定化システム技術の研究開発	(株)駒井ハルテック

委託

助成

個別事業の採択プロセス

外部有識者による審査結果を踏まえ、採択先を選定。
NEDOとして、採択条件等を満足するように実施計画書の作成をサポート。

iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発

公募予告：2020年2月26日⇒公募期間：2020年5月1日～6月30日

採択審査委員会：2020年7月15日⇒採択決定通知の施行日：2020年8月11日

< 採択審査委員 >

区分	氏名	所属（当時）	役職（当時）
委員長	永尾 徹	学校法人足利大学大学院	特任教授
委員	荒川 忠一	国立大学法人京都大学	特任教授
委員	中村 成人	一般社団法人日本風力発電協会	専務理事
委員	永田 哲郎	エネルギー戦略研究所株式会社	シニア・フェロー
委員	三保谷 明	株式会社ジャパンウィンドエンジニアリング	代表取締役会長

< 採択テーマ >

iv-③: 無人航空機(UAV)とAI画像解析の活用による風車の高度な次世代型運用・維持管理技術開発	関西電力(株)
iv-④: 洋上風力発電用CTV 及び洋上ブレード補修ゴンドラの開発による維持管理技術の高度化	イオスエンジニアリング & サービス(株)
iv-⑤: 風力発電機の長寿命化に向けたマルチスケールトライボ解析・実験による最適潤滑剤設計	出光興産(株)
iv-⑥: 風車ブレード用高耐久ダイバータストリップの開発	(株)守谷刃物研究所

個別事業の採択プロセス

外部有識者による審査結果を踏まえ、採択先を選定。
NEDOとして、採択条件等を満足するように実施計画書の作成をサポート。

iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発 追加公募（陸上風力発電に係るコスト低減技術開発）

公募予告：2022年2月4日⇒公募：2022年3月31日～5月9日

採択審査委員会：2022年6月6日⇒採択決定通知の施行日：2022年6月21日

＜採択審査委員＞

区分	氏名	所属（当時）	役職（当時）
委員長	永尾 徹	学校法人足利大学大学院	特任教授
委員	荒川 忠一	国立大学法人京都大学	特任教授
委員	中村 成人	一般社団法人日本風力発電協会	専務理事
委員	永田 哲郎	エネルギー戦略研究所株式会社	シニア・フェロー
委員	三保谷 明	株式会社ジャパンウィンドエンジニアリング	代表取締役会長

＜採択テーマ＞

iv-⑦：高年次陸上風車の寿命延長運転技術の開発	イオスエンジニアリング & サービス(株) (株)キグチテクニクス
iv-⑧：陸上風力発電設備・ジャッキダウン解体工法	太平電業(株)
iv-⑨：スマートロータシステムを有する陸上風車技術の研究開発	(株)駒井ハルテック

個別事業の採択プロセス

外部有識者による審査結果を踏まえ、採択先を選定。
NEDOとして、採択条件等を満足するように実施計画書の作成をサポート。

v) 風車部品高度化技術研究開発

予告：2020年2月26日⇒公募：2020年10月5日～11月4日

採択審査委員会：2020年12月2日⇒採択決定通知の施行日：2020年12月17日

< 採択審査委員 >

区分	氏名	所属（当時）	役職（当時）
委員長	永尾 徹	学校法人足利大学大学院	特任教授
委員	荒川 忠一	国立大学法人京都大学	特任教授
委員	上田 悦紀	一般社団法人日本風力発電協会	国際部長
委員	永田 哲郎	エネルギー戦略研究所株式会社	シニア・フェロー
委員	三保谷 明	株式会社ジャパンウィンドエンジニアリング	代表取締役会長

< 採択テーマ >

v-①: 大型洋上風車用一体成型ブレード技術の研究開発	(株)駒井ハルテック
v-②: 風車および蓄電池の一体制御による出力安定化システム技術の研究開発	(株)駒井ハルテック

予算及び受益者負担

事業総額 11億円 (iv、v 合計)

(単位: 百万円)

研究開発項目		2018 年度	2019 年度	2020 年度	2021 年度	2022 年度	合計
iv) 風車運用・維持 管理技術高度化 研究開発	委託	21	32	18	39	40	150
	補助率 1/2	—	—	49	244	567	860
v) 風車部品高度化 研究開発	補助率 1/2	—	—	3	64	46	113
合 計		21	32	70	347	653	1,123

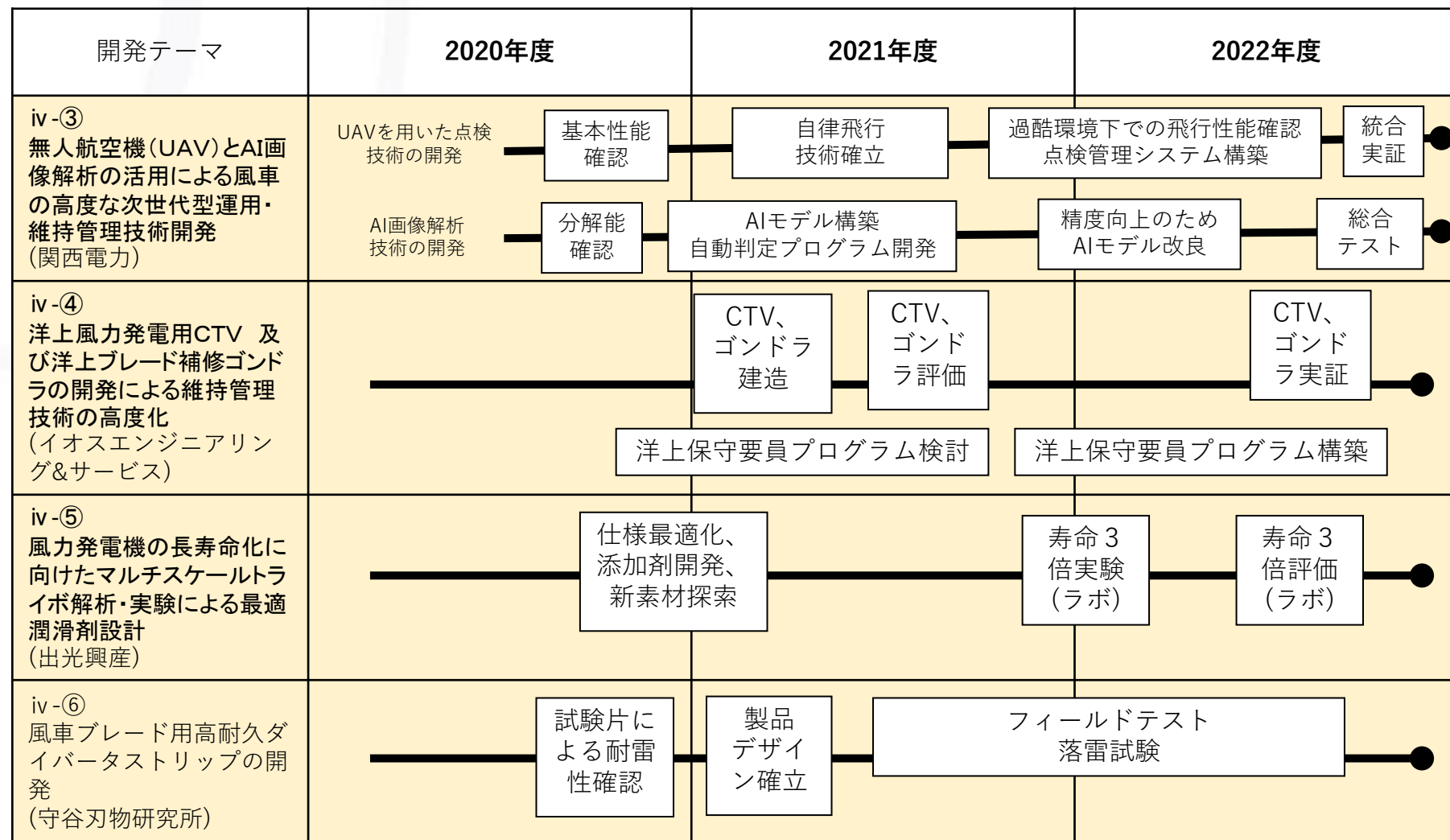
研究開発のスケジュール

iv 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(委託)

開発テーマ	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
iv-① 風車運用高度化 技術研究開発 (風車故障事故に 関する国内外の 動向調査)	国内風車 事故の 実態調査 海外動向 調査	国内風車 事故の 実態調査 海外動向 調査	国内風車 事故の 実態調査 海外動向 調査	国内風車 事故の 実態調査 海外動向 調査	国内風車 事故の 実態調査 海外動向 調査
iv-② 風車運用・維持管 理技術高度化研 究開発(陸上風力 発電の持続的な 導入拡大に向け た調査)					陸上風力 発電の持 続的な導 入拡大に 向けた調 査

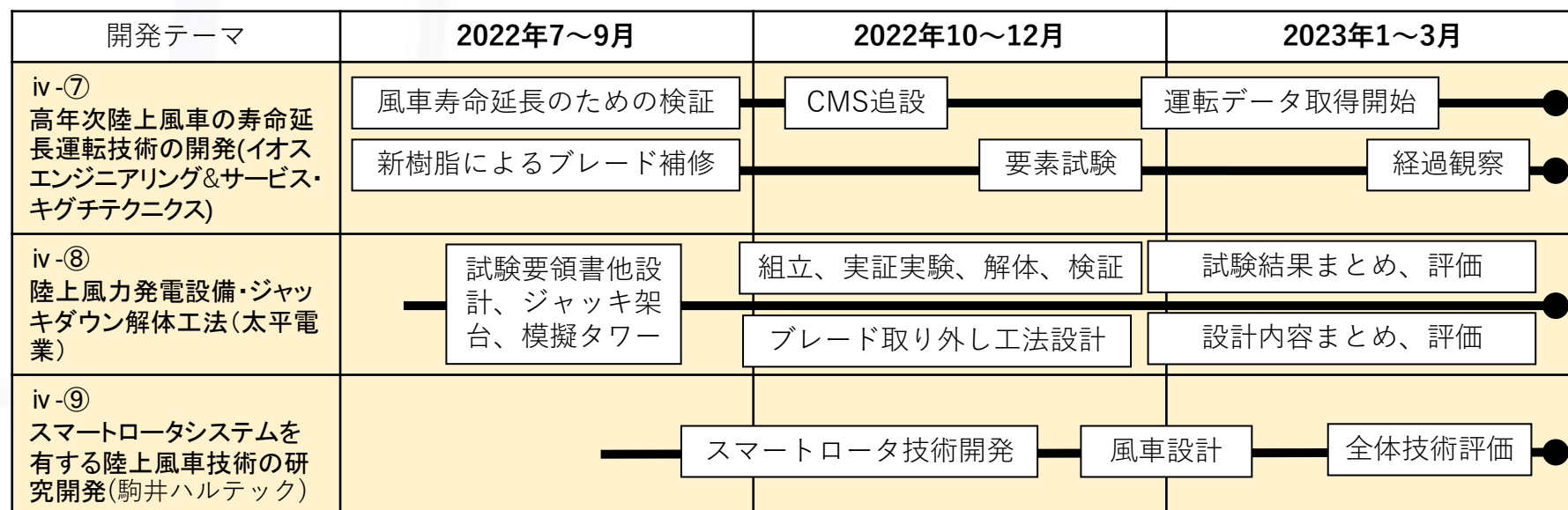
研究開発のスケジュール

iv 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)

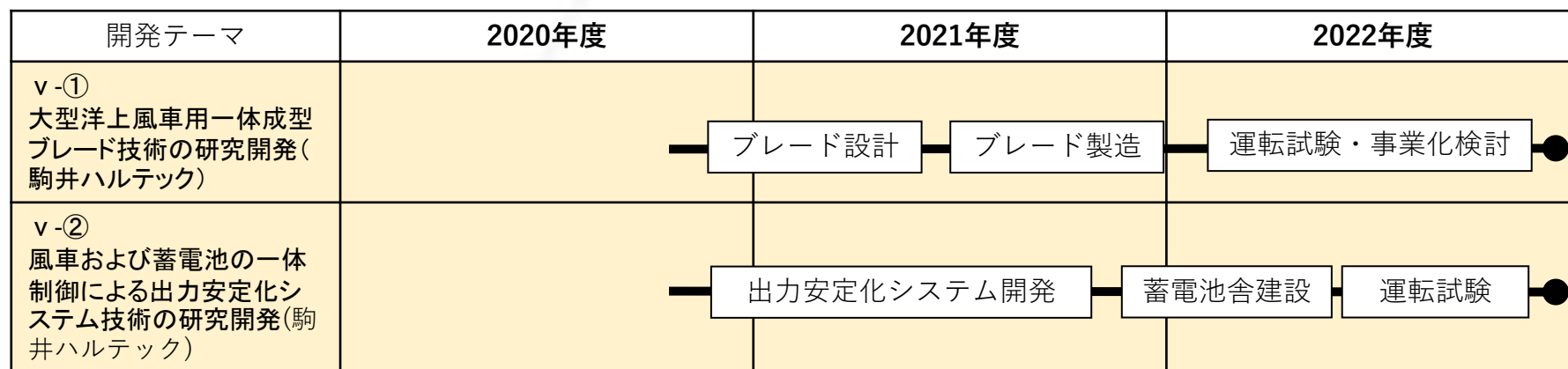


研究開発のスケジュール

iv 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)



v 風車部品高度化技術研究開発(助成)



進捗管理

技術委員会の設置

- 各実施者が開催し、外部有識者から技術的助言を受けることで、事業の円滑な運営を図り、またNEDOもオブザーバーとして参加し助言を行った。

【技術委員会等の開催実績】

開催回数	2018 年度	2019 年度	2020 年度	2021 年度	2022 年度	合計 (回)
iv 風車運用・維持管理技術高度化研究 開発(助成)	—	—	6	6	8	20
v 風車部品高度化技術研究開発	—	—	—	2	1	3
合計	0	0	6	8	9	27

進捗管理: 中間評価結果への対応

指摘		対応
1	先進性の検証、将来の市場規模の観点から、世界の類似研究開発の有無と本研究成果の優位性についてさらに分析が必要	事業終了後に向けて定期的に進捗の確認を行ない、先進性の検証、将来の市場規模、世界の類似研究開発などの観点から助言を行なった。また、実用化に当たって 新規事業への適用 を図れるような助言を行なった。
2	より多くの条件で風車異常検知システムの実機による運用試験を進め、汎用性の高いシステムを目指していただきたい	他の関連事業（グリーンイノベーション基金事業）において、本事業の成果を活用し、 実機での運用試験を進める ことができる見込み。引き続きNEDOとしてフォローを続ける。
3	グローバルでの浮体式洋上風力の高度化への貢献や海外からの投資も含めたわが国産業の発展の観点から、対外的な情報発信と国際認証の取得による規格化を可能な限り進めていただき、さらに、海外へ日本の技術をアピールするためにも、成果の発表及び公表の機会を増やすことが望まれる	対外的な情報発信 と 国際認証 の取得については、検討を進め、必要に応じて規格化や実用化に繋げていけるよう、引き続きNEDOでもフォローを行なっている。 また、事業者・NEDOの双方において、海外への発表を含め、展示会や論文など、コロナ禍でも 成果発表の機会を積極的に推進 した。
4	海外風車メーカーの熾烈な競争によって、モニタリングしたデータが積極的に開示されない傾向がこれまで以上に高まることから、本研究成果が利用されるためには、メーカーが戦略的に主導する急激な事業環境の変化に対し、的確に対応できるようスピード感を持った継続的なフォローが必要と思われる	事業者・NEDO双方において、国内外の動向調査等を通じて、常に 風力産業界の動向をチェック し、急激な変化を見逃さないよう留意しながら、スピード感のある対応・フォローを行なっている。
5	拡大を目指すわが国の風力発電において、風車稼働率の向上や発電コストの低減に資する風車運用高度化技術の獲得によるO&M事業の国産化は、喫緊の課題であり、集中的導入が進む地域での地場産業との連携による経済の活性化や、O&Mを担う人材の育成の視点をもって事業を進めていただきたい	O&Mを担う人材育成 、 保守の低コスト化 、 保守用の船舶 の開発事業を推進し目標を達成した。 今後の関連事業において、実施計画時点や開始後の委員会などで、技術開発の内容への言及のみならず、委託先・助成先が 風力産業界や地元・地場産業と協調 した取り組みを積極的に行うよう指導・フォローを行っていく。

進捗管理: 動向・情勢変化への対応

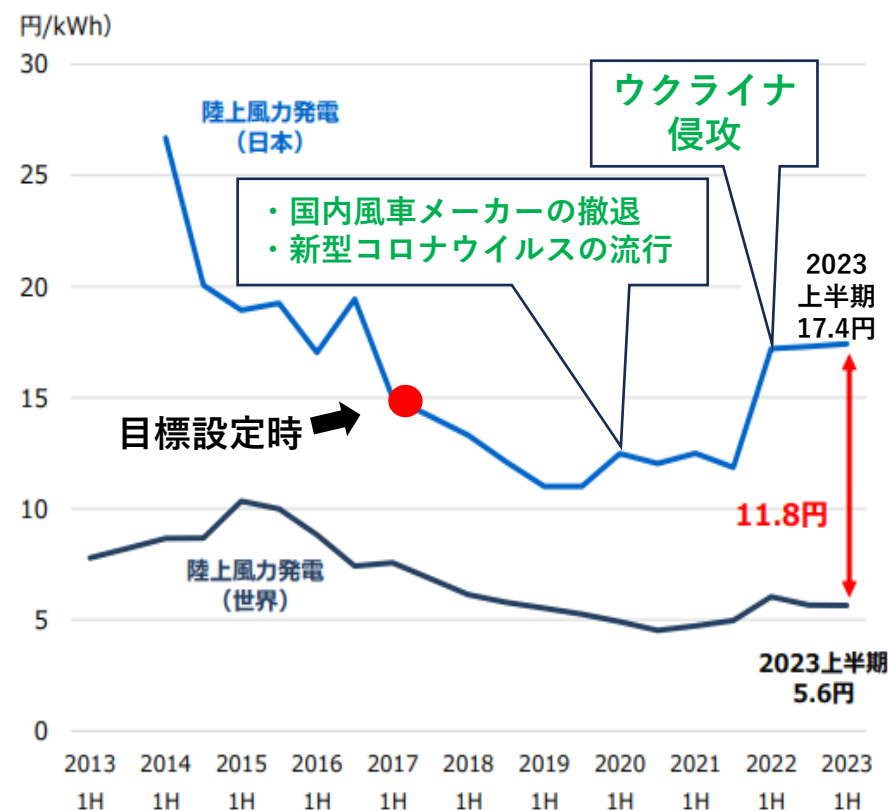
●国内風車メーカーの撤退に対する対応

→ v) 風車部品高度化技術研究開発を立ち上げ、風車素材・大型部品の国産化を支援

●社会情勢による発電コスト上昇に対する対応

→ 2022年に追加公募を実施し、陸上風力にかかる技術開発を促進

＜世界と日本の陸上風力発電のコスト推移＞



※「国内外の再生可能エネルギーの現状と今年度の調達価格等算定委員会の論点案」資源エネルギー庁（2023年10月）を基にNEDO作成

目標及び達成状況(詳細)

- (1) アウトカム達成までの道筋
- (2) 各事業の概要及び成果・意義

1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋

- (1)本事業の位置づけ・意義
- (2)アウトカム(社会実装)達成までの道筋
- (3)知的財産・標準化戦略

2. 目標及び達成状況(概要)

- (1)アウトカム目標と達成見込み
- (2)アウトプット目標と達成状況

3. マネジメント

- (1)実施体制
- (2)研究開発計画

目標及び達成状況(詳細)

- (1)アウトカム達成までの道筋
- (2)実用化・事業化に向けた取組
- (3)波及効果・費用対効果
- (4)個別事業の概要および成果と意義

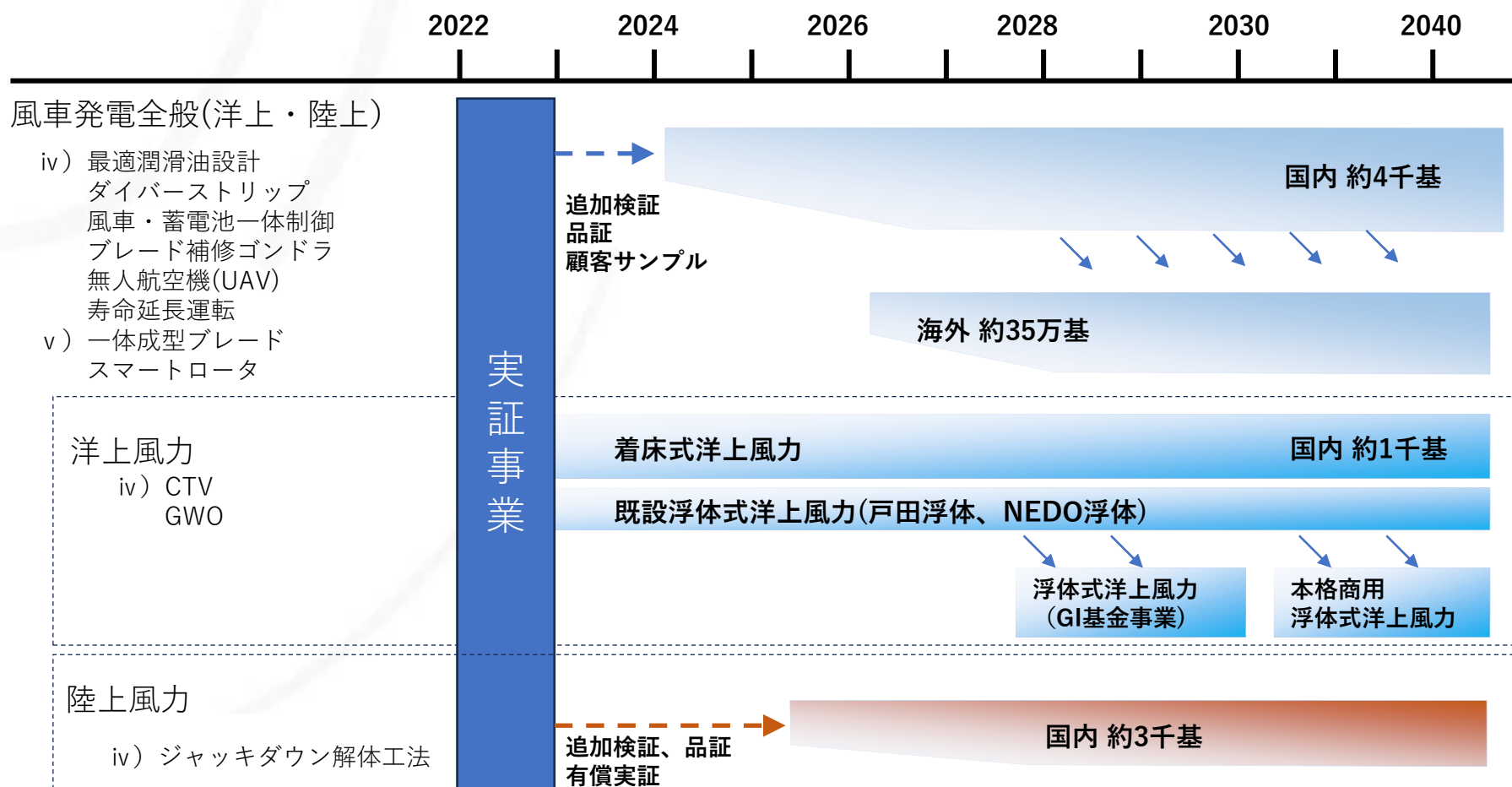
アウトカム達成までの道筋(個別テーマ)

- 2023年度より各事業者の製品/量産品質確認後ターゲット市場に投入

アウトカム目標

2022年までに、風車の設備利用率向上による発電量の増加及び発電コストの低減により、風力発電の導入拡大、風車部品メーカー、発電事業者の国際競争力の強化・シェアを拡大する。

陸上風力において、ダウンタイム及び運転維持コスト低減により2030年時点で発電コスト8～9円/kWh に資する。



実用化・事業化に向けた具体的取組

iv 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)

▼：事業化開始

開発テーマ	2023年	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年度	2029年	2030年
iv-③ 無人航空機(UAV)とAI画像解析の活用による風車の高度な次世代型運用・維持管理技術開発(関西電力)		▼						
		浮体式用技術開発						
iv-④ 洋上風力発電用CTV 及び洋上ブレード補修ゴンドラの開発による維持管理技術の高度化(イオスエンジニアリング&サービス)	▼							
		CTV:洋上風車建設・O&Mで事業化						
		ブレード補修ゴンドラ：陸上風車O&Mで事業化						
iv-⑤ 風力発電機の長寿命化に向けたマルチスケールトライボ解析・実験による最適潤滑剤設計(出光興産)								
		サンプル提供	▼					
			本格販売					
iv-⑥ 風車ブレード用高耐久ダイバーストリップの開発(守谷刃物研究所)								
		サンプル提供	▼					
		追加検証						

実用化・事業化に向けた具体的取組

iv 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)

▼：事業化開始

開発テーマ	2023年	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年度	2029年	2030年
iv-⑦ 高年次陸上風車の寿命延長運転技術の開発(イオスエンジニアリング&サービス・キグチテクニクス)	寿命推定立案	経済性評価 耐久性評価	▼ 長寿命運転：状態監視技術事業化 ▼ ブレード修繕工法：新工法の事業化					
iv-⑧ 陸上風力発電設備・ジャッキダウン解体工法(太平電業)	設計変更	再検証	▼ 1.5MW向けから事業化					
iv-⑨ スマートロータシステムを有する陸上風車技術の研究開発(駒井ハルテック)	設備投資	プロト検証・認証取得	▼ 事業化					

v 風車部品高度化技術研究開発(助成)

開発テーマ	2023年	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年度	2029年	2030年
v-① 大型洋上風車用一体成型ブレード技術の研究開発(駒井ハルテック)	実機検証(300kW)	設計/製造(1MW)	認証取得	▼ 事業化				
v-② 風車および蓄電池の一体制御による出力安定化システム技術の研究開発(駒井ハルテック)	実用化検討	離島用設計 特許申請	離島実証	洋上用設計	▼ 洋上用事業化			

波及効果・費用対効果

事業総額 11億円（iv、v 合計）

iv 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)

開発テーマ	波及効果・費用対効果
iv-③ 無人航空機（UAV）とAI画像解析の活用による風車の高度な次世代型運用・維持管理技術開発	- 従来の船によるアクセスとロープワークによる点検方法と比べ、落雷などにより長期化するダウンタイムの大幅な短縮と運用・維持管理費を削減できる。ダウンタイム108時間/年削減、維持管理費約50万円/年/基削減（事業者ヒアリング等による試算） - これにより我が国の洋上風力発電の更なる導入拡大、低コストかつ安定的な再生可能エネルギーの供給、風力関連産業の競争力強化等に寄与する。2027年度売上6.92億円（想定市場規模に対する当社目標シェアに基づき試算）
iv-④ 洋上風力発電用CTV及び洋上ブレード補修ゴンドラの開発による維持管理技術の高度化	- CTV備船売上予測 2023年 20百万円/年 - 風車補修（停止）時間削減 約60% *ロープアクセスと比較 - トレーニング売上予測 2023年 70百万円/年
iv-⑤ 風力発電機の長寿命化に向けたマルチスケールトライボ解析・実験による最適潤滑剤設計	- 売上予測（2030年）8億円/年、累積15億円 - 主軸ベアリングと増速機のダウンタイムによるロス・部品のコスト削減効果（2030年）105億円/年
iv-⑥ 風車ブレード用高耐久ダイバーストリップの開発	- 売上予測（2025年） 1億円/年、累積2億円 - メンテナンス費用削減効果10億円/年

波及効果・費用対効果

事業総額 11億円（iv、v 合計）

iv 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)

開発テーマ	波及効果・費用対効果
iv-⑦ 高年次陸上風車の寿命延長運転技術の開発	・発電コスト低減効果（試算）5年延長運転の場合0.6円/kWh、10年延長運転の場合1.5円/kWh （2023年度以降の新設風車による出力増加は考慮しない） （設備利用率・発電コストは、既設風車は30%・22円/kWh、延長運転風車は20%・10円/kWhと仮定） ・補修コスト低減効果 ダメージレベル3程度を想定した場合、補修費用は既存補修方法の1/4以下
iv-⑧ 陸上風力発電設備・ジャッキダウン解体工法	・2025年度より年間平均10基の解体を予定。 ・売上目標 40百万円/基×10基 = 4億円/年 2025年～2030年累積額 24億円
iv-⑨ スマートロータシステムを有する陸上風車技術の研究開発	・売上予測（2030年） 4.3億円/年、累積12.9億円

v 風車部品高度化技術研究開発(助成)

開発テーマ	波及効果・費用対効果
v-① 大型洋上風車用一体成型ブレード技術の研究開発	・売上予測（2031年） 60億円/年、累積162億円
v-② 風車および蓄電池の一体制御による出力安定化システム技術の研究開発	・売上予測（2029年） 13億円/年、累積33.8億円 ・省エネルギー効果（2029年） 1,031kL/年（原油換算） ・CO2削減効果（2029年） 6,116ton/年

各事業の概要および成果と意義

※各事業の詳細は非公開セッションで説明

iv-① 風車運用高度化技術研究開発(風車故障事故に関する国内外の動向調査)

実施者:株式会社風力エネルギー研究所

<事業概要>

国内外の風車故障事故の実態把握及び関連する最新の研究開発等の調査を行い、広く公表すると共に「I-① 風車運用高度化技術研究開発(研究開発)」へ情報の提供を行う。

<成果>

- 国内風車事故の実態調査では、国内風力発電事業者にアンケートを依頼し、故障事故調査ならびに稼働率調査を実施し、年度毎の実態と稼働率を把握・評価した。
- 海外動向調査では、IEA Wind TCP (国際エネルギー機関風力技術協力プログラム)を通じた情報収集、IEA Wind国内委員会運営、IEA Wind Task(研究タスク)の管理等を行い、最新の研究開発状況等を調査・把握すると共に、IEA Windの各会合を通じて国内の研究成果を発信した。

<意義>

・2005年から毎年、故障・事故毎の部位・要因・故障・風況・運転年・修繕費用・ダウンタイムをDB化。データ数、調査期間ともに他に類を見ない。風車メーカー保守部門、発電事業者保守部門で予備品計画・修繕計画立案・事業性評価への基礎データとして活用され、風車運用コストの低減に大きく貢献している。

・海外動向の最新情報も合わせて取りまとめ、

風力発電事業者などを対象に広く公表すると共に、「風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)」 「グリーンイノベーション基金事業」 にデータや情報を提供し、研究開発へも寄与している。

調査協力風車基数と故障・事故発生回数(調査票報告件数)及び発生率

項 目	前回までの調査						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
調査協力風車基数	898	926	1025	802	821	1029	706
故障・事故調査票件数	115	97	144	128	174	185	195
調査依頼風車基数*2	1050	1050	1268	1368	1478	1637	1497
故障・事故発生率*3	0.128	0.105	0.14	0.16	0.212	0.18	0.276
項 目	前回までの調査						
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
調査協力風車基数	1058	592	696	727	1160	1118	1248
故障・事故調査票件数	415	354	257	374	405	499	465
調査依頼風車基数*2	1718	1749	1845	1936	1998	2135	2268
故障・事故発生率*3	0.392	0.598	0.369	0.514	0.349	0.446	0.373
							0.514
							0.310

調査対象風車数の推移
過去事業分と今回。

今回の事業期間

5年計
6,117基
2,365件

17年計
16,084基
5,169件

各事業の概要および成果と意義

※各事業の詳細は非公開セッションで説明

iv-② 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(陸上風力発電の持続的な導入拡大に向けた調査)

実施者：株式会社風力エネルギー研究所

<事業概要>

陸上風力発電の持続的な稼働・発電電力量の増加、精度の高い発電出力予測、及びライフサイクル評価に資する技術開発テーマを整理するとともに、課題解決に向けた今後取り組むべき方向性について、①既設陸上風力発電の耐久性・発電効率向上に資する開発技術の検討、②陸上風力発電の出力、および健全性予測に資する開発技術の検討、③陸上風力発電のライフサイクルに資する生産技術の検討、の視点から調査した。

<成果>

- ①国内導入風車の約7割は海外風車メーカとなり、部品調達とストックの課題を抽出した。風車の大形化、発電所の大規模化に伴うメンテナンス技術の課題、リプレースの課題を抽出した。
- ②FIP制度導入に伴い正確な市場電力価格の予測が必要となるがほとんど対応できていないことが分かった。故障・事故の予測では、ベアリングメーカが独自に開発したCMSを導入するケースが見受けられた。最近の風車は、風車メーカから長期保守契約(LTSA)を締結するケースが多いことが分かった。
- ③リプレースを断念する理由は、設備費等の高騰により事業の採算性が見込めないこと、既存の系統連系容量では風車の大形化に対応できないことであった。風車ブレードの廃棄は、産業廃棄物として処理され焼却、埋立てされるケースがほとんどである。

<意義>

- ・陸上風車の更なる導入促進を進めていく上での課題を把握することができた。
- ・発電事業そのものの継続性に係る課題、FIP制度参画への課題を整理し、要因を分類することができた。
- ・発電所の大規模化への弊害としてリプレース、系統連系枠の課題が一つの要因として関連する。
- ・風車の大形化、発電所の大規模化に伴う課題、課題に対応した技術開発を整理した。
- ・海外風車メーカが占める中での部品調達・ストックの課題と対応案を整理した。

各事業の概要および成果と意義

※各事業の詳細は非公開セッションで説明

iv-③ 無人航空機(UAV)とAI画像解析の活用による風車の高度な次世代型運用・維持管理技術開発

実施者：関西電力株式会社

<事業概要>

洋上風力発電設備を対象に、UAVによる緊急停止したブレード他、外観全体確認対応自律飛行および損傷箇所のAIを用いた画像解析による自動判定等の技術を開発し、高度な迅速化・効率化・安定化を実現する風車の次世代型運用・維持管理技術を確立する。加えて、開発する管理手法と既存技術とのマッチングにて適用領域等の拡大を図るなど、更なる高度利用に関する方向性を示す。

<成果>

①風車設備点検技術の構築

- 1) 飛行ルートを簡易的に作成するシステムを搭載した外観全体確認に対応する自律飛行UAVの構築
- 2) 風車画像内の損傷有無を判定するAI等による損傷箇所自動判定モデルを構築
- 3) 実証試験を実施し、UAVの性能を確認

②過酷環境下でのUAV飛行技術構築

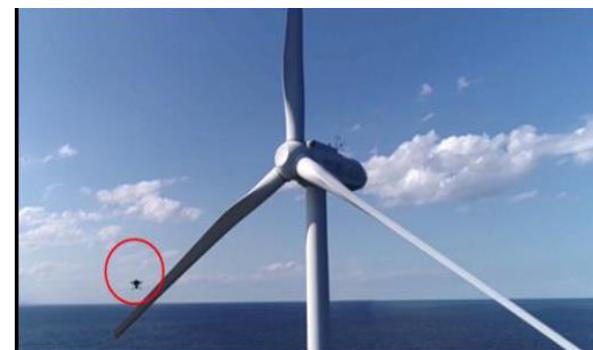
- 1) 連続飛行時間、耐風性、耐雪性に関する性能を確認
- 2) 実証試験を実施し、UAVの性能を確認

③UAVを用いた風車制御用風況(風向・風速)観測技術確立

- 1) CFD解析と室内試験の結果を踏まえ、UAVの風車制御用風況観測への適用は困難と評価

④次世代型運用・維持管理技術の更なる高度利用への適用

- 1) 国内外におけるUAVおよび画像解析等に関する最新情報を収集
- 2) 本開発が市場ニーズに則していることを確認



実海域で実施したドローンのテスト飛行

<意義>

基礎データ収集、実証試験により技術開発に向けた課題の抽出を実施

各事業の概要および成果と意義

※各事業の詳細は非公開セッションで説明

iv-④ 洋上風力発電用CTV 及び洋上ブレード補修ゴンドラの開発による維持管理技術の高度化

実施者：イオスエンジニアリング & サービス株式会社

<事業概要>

- ① CTV:小型船舶サイズかつ耐有義波高性能1.5mの船体設計、洋上風力向け操船支援システム搭載CTV開発
- ② ゴンドラ:全周型ゴンドラタイプを利用したブレード補修施工技術を開発、陸上風車実機で実証試験を実施
- ③ 要員育成:風力業界の国際規格であるGWOに準拠した洋上向けトレーニングプログラムを構築、認証取得

<成果>

- ① CTV
CTV竣工、速力他、基本性能はクリア、洋上風力候補地実海域での試験を実施
操船支援システムの達成度評価、課題整理
- ② ゴンドラ
全周型ゴンドラタイプを導入、国内向けに仕様アレンジ
国内での使用許可を取得。陸上風車実機にて実証試験を実施、結果評価
- ③ 要員育成
洋上向けトレーニングモジュールのインストラクター資格取得、
Sea Survival, Advanced Rescue Training など4モジュールの新規認証取得を完了(国内初も含む)



ブレード補修ゴンドラ



トレーニングの様子

<意義>

- ① 国内洋上風力維持管理高度化につながるO&Mツールを開発、現場導入、洋上建設・O&M促進
- ② 実践フィールドでの実証試験を通じたデータ、知見の取得
- ③ 洋上向け人材の育成と確保、国内人材育成の拠点作り、訓練ノウハウ蓄積

各事業の概要および成果と意義

※各事業の詳細は非公開セッションで説明

iv-⑤ 風力発電機の長寿命化に向けたマルチスケールトライボ解析・実験による最適潤滑剤設計

実施者：出光興産株式会社

＜事業概要＞

各種トライボロジー実験とマルチスケールトライボシミュレーション解析を統合させ、洋上風力発電機のメンテナンスフリー化に資する最適な潤滑技術を提案する

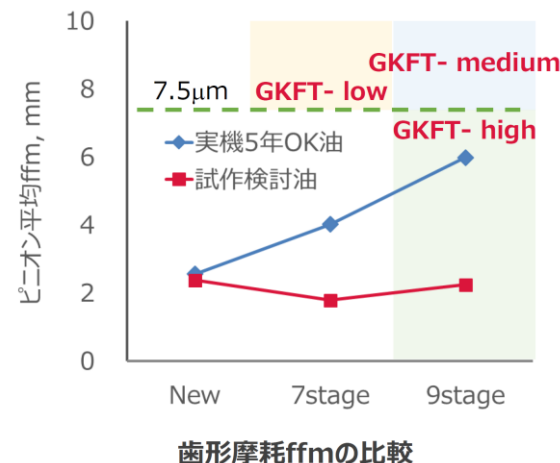
- ・ 極圧添加剤の設計・合成と評価
- ・ 分子シミュレーションによる現象解析と添加剤の最適化
- ・ 耐荷重性潤滑油の仕様設計と評価 など

＜成果＞

- ・ リン系耐摩耗剤とイオウ系極圧剤の構造や評価基板の表面分析と基本性能の相関を把握し、それらデータを計算化学に反映させるなど、実験と計算化学を活用して耐摩耗剤、極圧剤の最適化を行った
- ・ 潤滑油の仕様（添加剤配合）の最適化を行い、15年間（現行5年）オイル無交換で風車を運用・維持できる高性能潤滑油の開発に目途がたった

＜意義＞

洋上風車の軸受や歯車のメンテナンスフリー化に資するため、計算科学のツールや技術を活用した潤滑状態の可視化と理想的な潤滑基材を提案し、実験と解析により、オイルの最適化手法（性能と寿命の向上）を実現する。風車の設計寿命：20年、初充填オイルの交換：5年、風車が20年稼働すると仮定して、従来油（寿命5年）は3度の交換が必要になるが、新しく開発するオイル（目標寿命15年）であれば1度の交換で設計寿命を全うでき、交換費用は約3分の1に削減できる



各事業の概要および成果と意義

※各事業の詳細は非公開セッションで説明

iv-⑥ 風車ブレード用高耐久ダイバーストリップの開発

実施者：株式会社守谷刃物研究所

<事業概要>

風力発電機の大きな事業リスクとなっている落雷について、直撃雷の被害低減に航空機での実績のある「ダイバーストリップ」(以下DS)を風車向けに開発した。開発にあたっては、航空機ほどの頻度でメンテナンスのできない風車に対し、DSへ高い雷電流への耐久性、耐エロージョン性、耐候性を付与することを目標とした。

<成果>

DSを構成する素材について、大電流への耐性の高い高融点金属を用い、耐候性に優れたシリコンによりベルト状に成型する方法により目標を達成した。形状についても耐電流性を高めるプラズマチャンネルの利用や、耐エロージョン性と施工性を高める断面形状の工夫により実用性の高い試作を行い、実風車でのフィールドテストでは高い効果が発揮された。

<意義>

風力発電へのFITが終了する中、落雷時にも稼働率維持を可能とする本デバイスは、風力発電の事業性に大きく寄与するものと考えられる。さらには風車急停止による系統への負担の軽減や、連続稼働による社会全体への供給エネルギー増量など、本デバイスによる波及効果は大きい。



図1 航空機のダイバーストリップ

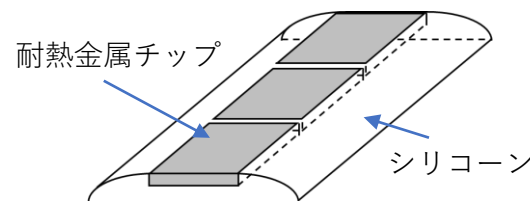


図2 本事業で到達した風車用ダイバーストリップの構造図

各事業の概要および成果と意義

※各事業の詳細は非公開セッションで説明

iv-⑦ 高年次陸上風車の寿命延長運転技術の開発

実施者：イオスエンジニアリング & サービス株式会社、株式会社キグチテクニクス

＜事業概要＞

陸上風車の発電量向上を目的とし、設計寿命である20年を迎えた既設風車を対象として、5～10年の継続運転を可能とする運転技術の検討を行った。またブレードに関して、ブレード補修の簡素化を目的とし、新樹脂化合物を用いて新しい補修技術開発のための基礎試験を実施した。

＜成果＞

各種検討の為、運転開始から20年経過した実風車の延長運転を開始(2022年12月)

『イオスエンジニアリング & サービス株式会社』

①残存寿命の推定

- ・20年使用した部品の採取を行い、部品検査による残存寿命推定を実施中(アンカーボルトやタワーボルト)。
- ・空力弾性解析による残存寿命推定を実施(タワー基部や翼根本など)。

②実運転検証(延長運転技術・状態監視技術)

- ・損傷リスクの高い部品に追設CMSを設置し、風車の延長運転を継続しつつ、部品の状態確認や振動測定を実施中。

『株式会社キグチテクニクス』

③新工法によるブレード補修

- ・試験片レベルでの要素試験により、新樹脂の強度評価を実施中。
- ・実ブレードへの施工試験完了、経過観察を実施中。

＜意義＞

延長運転技術を開発できれば、安価なコストで発電可能となり、発電コストの低減に相当する効果があると予想している。また、これらの技術検討により、寿命延長運転のための新たな課題の発見も考えられ、本助成事業は寿命延長運転技術の開発という目標に対して、重要な契機となると考えている。

各事業の概要および成果と意義

※各事業の詳細は非公開セッションで説明

iv-⑧ 陸上風力発電設備・ジャッキダウン解体工法

実施者：太平電業株式会社

<事業概要>

①タワージャッキダウン解体工法の開発

国内外で主流となっているクレーン工法に対して、当社独自のコンパクトなストランドジャッキと高精度な制御システムを組み合わせた解体工法の開発と実証を行った。

②ブレード取外し工法の開発

大型クレーンを使用せず、タワーの風下でブレードを下方方向に取外すことで風の影響を受けにくい工法の開発を行った。



タワージャッキダウン
解体工法

<成果>

①タワージャッキダウン解体工法の開発

- ・今後の設計に必要なデータ、知見（風速、地盤沈下）を取得した。
- ・工法の実現に向け、解決すべき課題が明確になった。

②ブレード取外し工法の開発

- ・工法の基本設計と課題の抽出を行った。

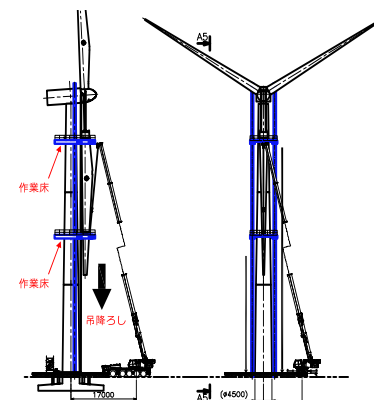
<意義>

①タワージャッキダウン解体工法の開発

今後多くの既設風車が解体・リプレースを迎える中で、安全かつ作業効率が高く、大型クレーンを使用せず、コスト低減、省スペース、工期短縮、風の影響を受けにくい工法を開発することで風力発電の発展に寄与する。本事業により、工法の開発に必要なデータ、知見の入手と課題の抽出を行う。

②ブレード取外し工法の開発

タワージャッキダウン解体が円滑に行われるように、先行してブレードを安全に取外す工法を開発する。



ブレード取外し工法

各事業の概要および成果と意義

※各事業の詳細は非公開セッションで説明

iv-⑨ スマートロータシステムを有する陸上風車技術の研究開発

実施者：駒井ハルテック株式会社

<事業概要>

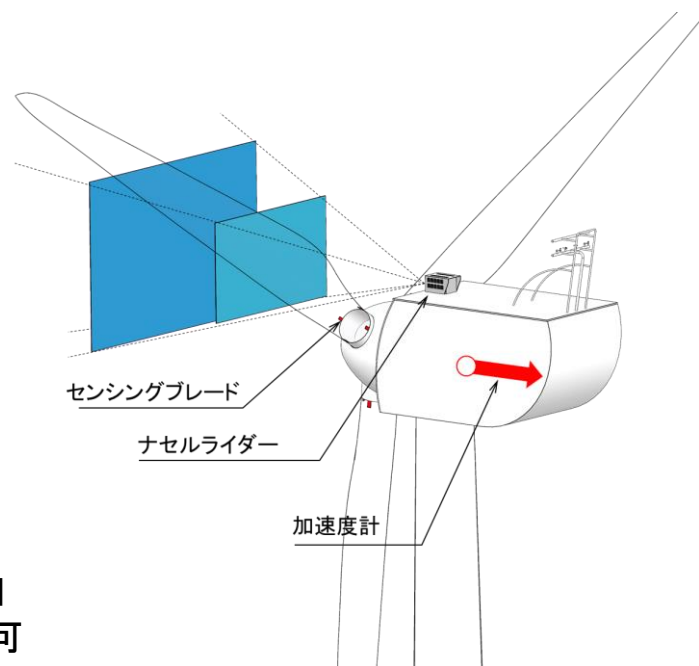
- 陸上風車にセンシングブレードとライダー支援を用いた風車制御（スマートロータシステム）の設計、シミュレーションを行い、発電効率の改善、長寿命化、メンテナンスコストの削減を図り、20%長寿命化の実現可能性を検討する。

<成果>

- IPC制御を採用することで、最大荷重と疲労荷重の低減効果のあることが示された。
- ヨー制御では発電量向上、ピッチ制御では制御の遅れを改善し、疲労荷重低減、ダウンタイム低減の可能性が示された。
- 定格出力1MW、極値風速 $V_{e50}=91.26\text{m/s}$ 、 $I_{ref}=0.18$ の仕様で、日本特有の低風速域でも発電効率が良く、台風襲来地域にも導入可能な日本型風力発電機を設計。

<意義>

- 風車の長寿命化、ダウンタイムの低減、メンテナンス費用の削減。



ライダー支援制御の概要図

各事業の概要および成果と意義

※各事業の詳細は非公開セッションで説明

v-① 大型洋上風車用一体成型ブレード技術の研究開発

実施者：駒井ハルテック株式会社

<事業概要>

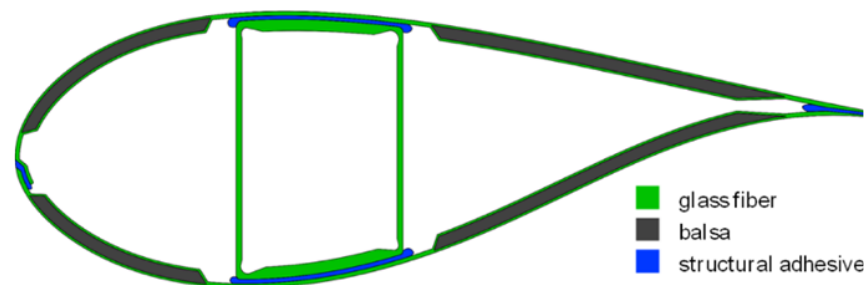
- 従来ブレードに比して、コスト削減20%以上、性能同等以上、質量同等以下の二次接着部のないブレードの製造技術を開発する。また、大型洋上風力における有効性を検証する。

<成果>

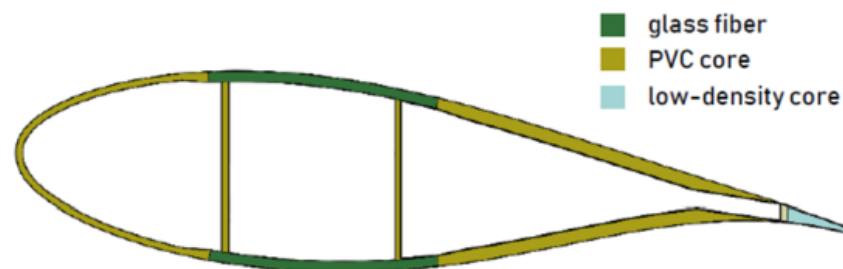
- 一体成型ブレードの基本設計および詳細設計実施。UL部品認証取得。
- 一体成型ブレードを試作し、静的・疲労試験実施し性能を確認し、運転試験用ブレードを製造。
- KH富津工場300kW風車で実施。開発の妥当性が確認できた。
- 一体成型ブレードの技術的な得失や経済性を評価した。

<意義>

- 一体化ブレードの開発によるブレード起因の故障率の低減、製造コストおよびメンテナンスコストの削減に寄与する。



従来型ブレードの例



一体成型ブレードの例
Cartflow OneShotBlade

各事業の概要および成果と意義

※各事業の詳細は非公開セッションで説明

v-② 風車および蓄電池の一体制御による出力安定化システム技術の研究開発

実施者：駒井ハルテック株式会社

<事業概要>

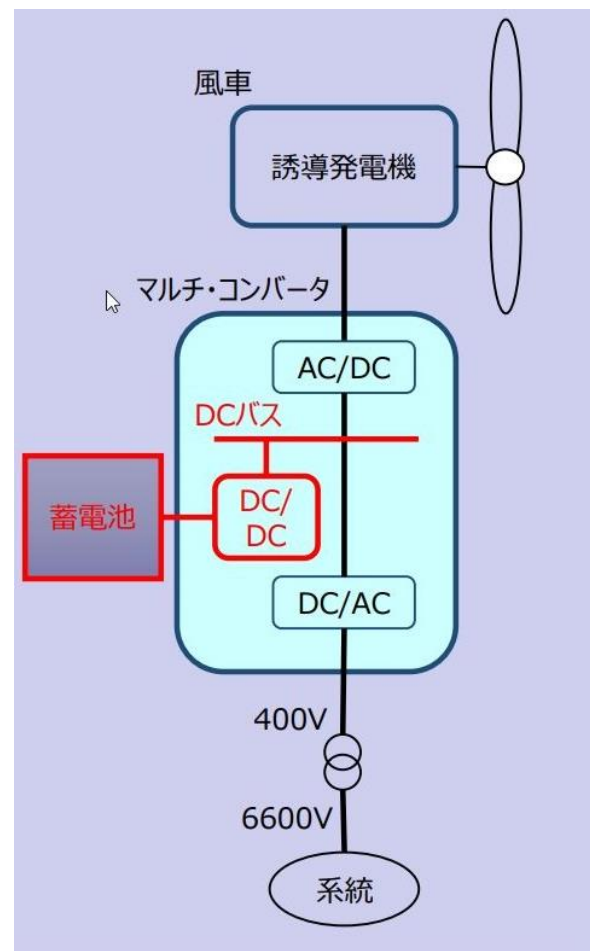
- 風力発電設備と蓄電池設備の一体制御による効率的な出力安定化システム技術を実証する。また、本システムを大型洋上風車と組み合わせた合理的なシステムを開発する。

<成果>

- 出力安定化システム全体の開発と安定化制御アルゴリズムの開発を行い、運転試験によりデータを収集。
- 全体評価として、制御アルゴリズムを大型風車に適用し検証、シミュレーション結果と運転データを比較し、制御アルゴリズムを改良。
- 電力会社の要件調査、導入事例調査、導入可能地域を調査し、事業化を検討。

<意義>

- 蓄電池による出力安定を風車と一体化することにより、風車の変動に対して効果的で安定した出力が可能になり、ソフト面・ハード面のコストが低減可能となる。
- 系統側の接続条件が厳しい規模の小さい独立電源地域等でも風力発電が導入しやすくなる。



蓄電池による出力安定化風車の概要図

参考資料 1 分科会議事録及び書面による質疑応答

研究評価委員会
「風力発電等技術研究開発〔2〕 / 風力発電高度実用化研究開発 iv)、v)」
(終了時評価) 分科会
議事録及び書面による質疑応答

日 時：2023 年 12 月 7 日（木）10：30～17：00

場 所：NEDO 川崎本部 2301/2302/2303 会議室（オンライン接続あり）

出席者（敬称略、順不同）

＜分科会委員＞

分科会長	石原 孟	東京大学大学院 工学系研究科 社会基盤学専攻 教授
委員	赤星 貞夫	一般財団法人日本海事協会 事業開発本部 環境・再生可能エネルギー部 部長
委員	古賀 久志	電気通信大学 大学院情報理工学研究科 情報・ネットワーク工学専攻 准教授
委員	寺澤 千尋	株式会社三菱総合研究所 エネルギー・サステナビリティ事業本部 GX グループ 主任研究員 特命リーダー

＜推進部署＞

山田 宏之	NEDO 新エネルギー部 部長
大和田 千鶴	NEDO 新エネルギー部 主任研究員
山家 美歩	NEDO 新エネルギー部 主任
椎根 大輔	NEDO 新エネルギー部 職員
渡部 良朋	NEDO 新エネルギー部 専門調査員
三枝 俊介	NEDO 新エネルギー部 主査
川島 秀之	NEDO 新エネルギー部 主査
村田 博一	NEDO 新エネルギー部 主査
三辻 祐樹	NEDO 新エネルギー部 主査
石井 孝	NEDO 新エネルギー部 主査

＜実施者※メインテーブル着席者のみ＞

勝呂 幸男(PL)	一般社団法人日本風力エネルギー学会 代表委員
高橋 邦彦	株式会社風力エネルギー研究所 調査グループ リーダー 上席研究員
横山 翔	出光興産株式会社 主任
甲嶋 宏明	出光興産株式会社 研究員
駒井 えみ	株式会社駒井ハルテック 常務取締役 兼 常務執行役員 環境インフラ本部長
小川 路加	株式会社駒井ハルテック 環境インフラ本部 環境インフラ本部長
岩井 憲一	株式会社駒井ハルテック 環境インフラ本部 環境インフラ本部 部長

<オブザーバー>

大金 修一 経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部
新エネルギー課 課長補佐

長谷川 亘 経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部
新エネルギー課 係長

<評価事務局>

三代川 洋一郎 NEDO 評価部 部長

山本 佳子 NEDO 評価部 主幹

佐倉 浩平 NEDO 評価部 専門調査員

指田 丈夫 NEDO 評価部 専門調査員

議事次第

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. プロジェクトの概要説明
 - 5.1 a) 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋
 - b) 目標及び達成状況
 - c) マネジメント
 - 5.2 質疑応答

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明
 - 6.1 各テーマ詳細説明
 - 6.2 風車運用・維持管理技術高度化研究開発
 - 6.2.1 風車運用高度化技術研究開発（風車故障事故に関する国内外の動向調査）
風車運用・維持管理技術高度化研究開発（陸上風力発電の持続的な導入拡大に向けた調査）
 - 6.2.2 風力発電機の長寿命化に向けたマルチスケールトライボ解析・実験による最適潤滑剤設計
 - 6.3 風車部品高度化技術研究開発
 - 6.3.1 大型洋上風車用一体成型ブレード技術の研究開発
風車および蓄電池の一体制御による出力安定化システム技術の研究開発
7. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

8. まとめ・講評
9. 今後の予定
10. 閉会

議事内容

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認

- ・開会宣言（評価事務局）
- ・配布資料確認（評価事務局）

2. 分科会の設置について

- ・研究評価委員会分科会の設置について、資料1に基づき事務局より説明。
- ・出席者の紹介（評価委員、評価事務局、推進部署）

【石原分科会長】 東京大学の石原でございます。私の専門は、風工学という研究分野であり、現在、東京大学社会基盤工学専攻の橋梁・風工学研究室におります。風力に関しましては、2000年より風力の研究を開始し、それからもう二十数年たちます。この間には、NEDOの様々なプロジェクトに参加させていただき、銚子沖の洋上風力発電プロジェクトであるとか、今回の評価会にも非常に関連深いスマートメンテナンスの研究開発にも参加させていただきました。現在、NEDOの洋上風力発電等技術研究開発のPLも務めさせていただいております。本日はよろしくお願いいたします。

【赤星委員】 日本海事協会の赤星と申します。学生時代は機械工学を専攻しておりました。その後、様々な研究開発を含め、いろいろな業務に従事してまいりまして、ここ十四年ほど風力関係の認証業務に従事しております。現在は、風力発電所の認証、洋上風力発電所の建設工事の検査といったことを私どもの協会の業務として提供しており、現在はその担当をさせていただいております。本日はよろしくお願いいたします。

【古賀委員】 電気通信大学の古賀と申します。専門は、学生時代から情報工学に携わり、コンピューターサイエンスを取り扱ってきております。今回の評価に関しましては、本プロジェクトのICT活用、人工知能活用といった観点から評価をさせていただく立場になると思っております。よろしくお願いいたします。

【寺澤委員】 三菱総合研究所の寺澤と申します。私は、再生可能エネルギーの分野でずっと業務に携わらせていただいております。風力発電を含め、最近では洋上風力が盛ん上がっていることから、洋上風力に関する各種調査分析コンサルティングも行わせていただいております。本日はどうぞよろしくお願いいたします。

3. 分科会の公開について

評価事務局より資料2及び3に基づき説明し、議題6.「プロジェクトの詳細説明」及び議題7.「全体を通しての質疑」を非公開とした。

4. 評価の実施方法について

評価の手順を評価事務局より資料4-1～4-5に基づき説明した。

5. プロジェクトの概要説明

(1) 意義・社会実装までの道筋、目標及び達成度、マネジメント

推進部署より資料5に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

【石原分科会長】 ご説明ありがとうございました。

ただいまの内容について、ご意見、ご質問等ございましたら、お受けいたします。では、赤星委員、お願いします。

【赤星委員】 詳しいご説明をありがとうございました。2点ほど確認させてください。まず、NEDO のシステムとして、将来のアウトカム目標を目指し、具体的に研究実施終了までの間にアウトプット目標を達成するというのが全体システムだと理解しております。ここでアウトカムをどのように設定するかが極めて全体の道筋を決める上で重要と考えます。その上で1点目の質問ですが、今回のアウトカム目標として、陸上風力に限定して8円から9円という発電コスト目標を立てておられるわけですが、一方で、今日ご紹介ございました洋上風力産業ビジョン、官民協議会策定におきましては2030年から2035年までに洋上風力で8円から9円という目標を設定されておられます。この辺は官民協議会目標が後からできたからかもしれませんが、こういった目標が出て、現時点でNEDOとしてどのようにお考えになっているかを教えてください。

それから2点目もアウトカム目標に関わります。よく欧州の発電コストをベースに、それに日本も追いつけということと議論展開をされることが多いのですが、海外での発電状況、環境条件の違いなどを考えると、個人的には、一足飛びに欧州がこうやっているからそれと同じものを最終的なアウトカムに位置づけるというのは、やや無理があり、発電事業者側にコスト低減のプレッシャーが大き過ぎる。全体がうまく回っていくためには、産業界にとっても魅力ある事業でなければいけないという観点から、やや厳し過ぎるではないかと感じます。私としては、着床式も含め、仮に欧州と同じやり方でやったとしても、発電コストは必ずしも同じにはならず、それを日本として克服していくために、欧州でやっているレベルをさらに超え、日本型の低コスト型のものを開発していくことが重要ではないかと考えております。そういった点について何かお考えがあればご意見いただければ幸いです。以上2点です。

【大和田主研】 ありがとうございます。1点目の質問につきましては、おっしゃるとおりでございます。この事業の立ち上げ時は、まだ陸上のコスト目標といったところで洋上については出ていなかったところからスタートをしてございます。その後、官民協議会のほうで着床式の発電コストの目標というのでも定められておりますが、こちらも8円から9円と出されているのが、やはり欧州並みといったところで出されたところでございます。陸上が8円から9円、また洋上の着床であっても8円から9円を目指すべきだというのが当時の考え方だったかと思います。おっしゃるとおり、欧州並みの風況があるわけでもない日本の中で、欧州と同じ水準まで持っていくというのは非常にハードルが高いということも我々も理解をしてございますが、やはり日本の強みといたしましては、風力発電はどうしてもO&Mのところ非常にコストがかかりまして、大体35%程度と言われておりますが、日本の技術では、非常に細かい運転保守の技術ノウハウがございます。このあたりで欧州に比べると丁寧なO&Mができるのではないかと考えてございます。また、風車そのものの発電という意味で風況は少し劣るものの、建設コストであるとか、そういったところはまだまだ改善の余地があると考えております。入札のときにはラウンド1では12円といった数字も出てきているところで、必ずしも欧州のレベルに全く手が届かないというような状況ではないと我々も考えてございますけれども、為替の影響などで、どうしても今、風車を海外から調達しなければいけない状況下です。そういう意味合いでは、現状として非常に厳しいという意味で、目標を適切に見直すということは少なからず行わなければいけないと考えてございます。やはりこの再生可能エネルギーをしっかりと導入していくためには、コストが高いままではなかなか入っていかない。世界的にも再生可能エネルギーにシフトしていかなければいけないという中で、できる限りの低コスト化を狙っていくというのは急務な課題だと認識しており、そういう意味で、掲げた8円から9円を目指し、まだまだ頑張っていかなければいけないと認識してございます。

【赤星委員】 お考えを詳しくお聞かせいただきまして、ありがとうございました。今、大和田様にご説明いただきましたように、「低コスト化が、イの一番の課題である」というのは私もそうだと思います。一

方で、産業がうまく回っていくことも重要ですし、そこを NEDO 独自に種々お考えになっておられることはよく分かりましたので、現実的に産業発展も含め、全体を捉えて進めていただければ幸いです。以上、私からのコメントです。

【大和田主研】 ありがとうございます。

【石原分科会長】 ほかにいかがでしょうか。それでは、古賀委員よろしく申し上げます。

【古賀委員】 私からも 2 点質問をいたします。1 点目は、事前の質問でも伺った内容になりますが、現在の稼働率が 95%に対し、97%が達成目標となっています。そこにはまだ 2%の乖離があって、事前の質問の回答では「97%に達成できる見込みです」と言われているのですが、もう少し詳細な説明があればお聞かせください。

2 点目は、プロジェクトの進め方に関するところですが、22 年度から 1 年間の陸上風車に関するプロジェクトを開始されているのですが、1 年間だけというのは研究期間としては非常に短い印象です。これは、何か事前に決まっていたのですか。また、この 1 年間だけ行われるようになった経緯であるとか、それ以降のフォローアップのような体制についても併せて伺いできればと思います。よろしくお願いいたします。

【大和田主研】 ありがとうございます。まず 1 つ目の質問に対しまして、現時点で 95%まで達成しておりますが、そこから 97%までの達成見込みに資するには今回開発してまいりました成果がしっかり社会実装につながっていく、特に今、まだどの事業も現状としては試作段階であるとか、物によっては少し実装しているものもございますが、特に今回開発しました潤滑油に関しまして、これが搭載されてまいりますと、風車の故障といったところを非常に低減することができるかと思っております。また、調査事業のほうで長期間にわたるダウンタイムに資するような故障事故の実態というの把握してまいりましたので、その予兆みたいなものを少しでも早く捉えられればダウンタイムの時間といったものはかなり低減できるものと考えてございます。このあたりを今 NEDO としても成果報告書やデータベース化したものを展開しておりますが、これがしっかり発電事業者様のほうに展開されていくことにより、少し早く準備をしていくことによってダウンタイムを低減できれば、稼働率をさらに上げることが実現可能と考えているところです。この調査につきましては、先ほど少しお伝えさせていただきましたとおり、今年度から早期復旧に向けた分析も加え、さらなる強化をし、調査を進めていく所存でございまして、そういったものも活用しつつ、また、これから増えてまいります洋上への展開といったところもしっかり踏まえて進めていくことを考えております。

それから 2 つ目の質問について、陸上を 22 年度から採ったというところですが、まさに世界情勢、それから風車メーカーの撤退などもこの事業の推進の中で起こってまいりまして、非常に今後、国内でいかに風力発電を支えていくかというのが急務になってきたところです。洋上のほうに大きく舵を切っておりますが、「やはり陸上といったところもしっかりと進めるべきだ」というご意見も多数いただいている中、陸上のほうも進める必要性を捉え、陸上の部分を追加で公募させていただいた次第です。事業期間が短い期間ではありましたが、今後につなげるために陸上の調査も行い、喫緊で上がっている課題については事業展開もしていただきながら進めてまいりました。今後も、陸上についてもしっかりサポートできるような制度をつくっていきたいと考えているところです。

【古賀委員】 ご回答ありがとうございます。では、22 年度から追加公募をするというのは、プロジェクトの最初の段階からあらかじめ決まっていたのですか。

【大和田主研】 プロジェクトの最初の段階では、このプロジェクトは 2020 年度までの事業でございましたが、世界情勢などを踏まえ、延長をさせていただきました。そのタイミングで、陸上についても加えられないかということで検討し、加えた次第でございます。

【古賀委員】 実際の状況に応じてアダプティブにテーマを変えられているということですね。

【大和田主研】 そうなります。

【古賀委員】 分かりました。どうもありがとうございました。

【石原分科会長】 それでは、寺澤委員、よろしくお願いいたします。

【寺澤委員】 ご説明どうもありがとうございました。国際競争力の観点から 2 点コメント及びご質問をさせていただきます。このアウトカム目標の中にも、「国際競争力の強化、シェアの拡大」と明確に書いていただいておりますが、当然、日本市場だけではなく、海外の市場を含めたコストと技術の競争力という点と、ビジネスとしての持続可能性を含めて日本以外の市場に展開していくというこの 2 点が非常に重要だと考えております。事前の質問にもそういった視点を含めたご質問をさせていただいたのですが、この取り組まれている各テーマが、例えば今、海外で行われている技術開発の状況であるとか、あるいは既にサービスインされている技術も踏まえて、技術とコストの競争優位性を持つかといった観点で、採択の段階、あるいはプロジェクトを進めていく段階でどのようにウォッチされ、一つの評価の内容として見ておられたのでしょうか。

それから 2 点目が市場の話になりますが、国際競争力を持ってしっかりと日本市場で生き残っていくこともそうですし、海外の市場に展開していくことも重要だと考える中において、このアウトカム目標の中にも、国際展開といいますか、日本に限らない市場を獲得していくという視点を含めることも非常に重要ではないかと考えております。その意味で、各社様の戦略の中に、例えばアジアの市場を見ていくといった記載も既にあるかと思うのですが、具体的に、例えばどういった点でコスト及び技術優位性があり、どの市場を狙っていけるのか、その規模はどれくらい見込まれるのかといったようなことも、この技術開発プロジェクトの大きなポイントとして強調される、あるいは、しっかりと整理をされていることが意義を説明する重要なポイントになると考えます。この点に関しても、お考え等お聞かせいただければと思います。よろしくお願いいたします。

【大和田主研】 ありがとうございます。国際競争力を狙う上では、現状、日本の風車メーカーがない状況もありまして、すぐの搭載が難しいという事情は確かにございます。ただ、日本の中でもナセルの部分に関しましてはそうですし、タワーであるとか、いろいろなパーツ、部品といったところは、まだまだシェアを持っている部分がございます。特に増速機の部分であるとか主軸受けといったところも日本の部品が大型の風車メーカーにも搭載されることとして期待できるものが多々ございますので、今回の成果が高度化に資するような部品の開発といったところを、しっかりと海外の大手風車メーカーにも採用していただけるようなものを狙ってきているといったところで進めてまいりました。特に、駒井ハルテック様が進めておられるブレード等に関しましては、海外の承認などもしっかりと進めておりまして、今、実証しているものは小型の風車でございますが、大型の風車への展開といったものもできるような状況になってきております。駒井ハルテック様におきましては、ちょうどグリーンノベション基金事業のほうでもタワーの開発を行っております。海外の風車メーカーへの販路など営業のルートもございますので、そういったものをうまく活用し、海外メーカーへの売り込みもできるような状況があるといったところまで伺っているところです。詳しい技術につきましては、非公開セッションのほうで、もう少し詳しく事業者のほうから述べさせていただければと思います。

また、今挙げさせていただいたのはブレードの点でございますが、運転保守につきましても数々日本の強みといいますか、細かい部分、風車メーカーに頼らないといけない運転保守の部分がございますけれども、それだけに頼っておりますと、どうしても細かい運用ができない部分というのが多々ございます。今回搭載しておりますような運転保守の技術といったものを、しっかりとまずは国内での認知度を上げていくところ、実績を積み上げていくところからではございますけれども、今後、保険会社などのタイアップなども踏まえて搭載していけるようになれば、風車メーカーへの承認といったものも出てくると思ってございます。そういった意味で、大型風車メーカーへの働きかけもできますし、今後アジア

で洋上風力が立ち上がりつつある状況ですが、そういったところに運転保守、特に人材も含めてですが、そういった人材の育成のプログラムも適用していけるのではないかと考えているところです。今回行ってまいりました成果というのは、十二分に海外でのシェアも取っていけるものと考えてございます。

【寺澤委員】 ご回答ありがとうございました。いろいろと成果が上がっていることはよく分かりました。午後のセッションでもお話を伺えるものと思っております。その上で、それぞれの成果が厳しい国際競争にさらされたときに生き残っていく実力があるのかというところは、ある意味シビアに見ていく必要がある部分でもあると思いますので、その観点もしっかりと持ちながら進めていくことが非常に重要かと思っており、改めてコメントをさせていただきました。どうもありがとうございます。

【大和田主研】 ありがとうございます。

【石原分科会長】 それでは、最後に石原から3点質問をさせていただきます。1点目は、15ページの知的財産などの管理、標準化に関するところです。IECあるいはIEAの中でも国際基準の一手手前の技術レポート等にまとめるなど、そういった活動が実際に実施されており、ここでもこういうことを書かれているわけですが、具体的にどのような取組をプロジェクトの中で実施されたかというのを教えてください。

2点目は、アウトカムの達成の目標について、19ページの図が2回ほど出てきておりますが、陸上風力のコストの図が少し私の理解とは違っています。ここに出てくるお金、私の認識を具体的に言えば、洋上風力は少し置いておきまして、陸上風力の現状では入札をしており、2021年に0.93ギガが入札され、そのときの平均落札価格は16.16円だったのでしょうか。もし私の記憶が間違っておりましたら、修正していただきたく思います。そして、昨年は1.3ギガが入札され、そのときの平均落札価格は15.6円でした。つい先日、11月2日の入札においては、1ギガに対して平均落札価格、キロワットアワーが14.08円というように、確実に1円ずつ下がっています。このペースでいくと、2030年まで8円か9円を実現できるのではないかと思います。アウトカム目標の達成を目指すところで19ページの図は妥当ではないかと感じました。また、ここに書かれたコストが上がっているというのは、こういったデータを基に計算し、なぜこういった数字になったのかを併せて教えていただければと思います。

3点目は、26ページになりますが、まず21ページに国の調査で実際に出てきた数字として、調査当時、全国的に全部の風車を見ると利用可能率は87%、最近の風車だと92%という数値が前のプロジェクトのときの状態でございます。その後、利用可能率が上がっていて、現状95%と書かれているのですが、この数値はどういったデータにより整理され、結果的に現在95%となっているのでしょうか。私の理解では、設備利用率はコスト算定委員会で固定価格買取の案件についてのデータを国のほうで持っていますから、そういったデータに基づいて評価をされれば、実際に日本における風車の稼働率がどのように変化しているか多分調査できると思います。その辺、私自身がこの数字がよく分からなかったといえますが、確たる根拠を持っていなかったもので、少し教えていただければと思います。以上です。

【大和田主研】 承知いたしました。1つ目のご質問の知財につきまして、15ページに示しておりますのは、NEDOとしてこういったものに従って事業を実施してまいりますということで、委託事業についてはこういう指針に沿って進めますという記載をさせていただいてございます。本事業の中で、標準化につながるところまでの取組ができていくかといいますと、実施したテーマについては、残念ながら標準化につながるところまでというのは個別には出てきてございません。ですが、我々IEAの取組は支援をさせていただいており、こちらについては石原先生もご存じのとおり、事業の枠とは少し違いますが、ライダーなどのIEC規格のほうへ向けた働きかけを進めていると思っております。そういったところで、海外の動向調査も含めた中で支援をしているという意味合いで、一つこの事業も少し貢献させていただいていると思っているところでございます。個別の事業につきましては、どちら

かという、今回、助成事業ということもありまして、それぞれの事業者様の特許であるとか、ノウハウであるといったところもございますので、一足飛びに標準化といったところまでいかないところもございますが、先ほども少し述べさせていただきました運転保守につきましてしっかりと承認などが進めば、そういった保証機関などとのタイアップも含め、メーカーから推奨されるような技術になっていく、その先には、推奨だけではなく、保険の特約などそういったところもあるのではないかと考えております。少し標準化とずれるかと思いますが、そういった一般的に使っていただけるようなものをしっかりと目指していくという取組もございます。

【大和田主研】 それから2点目の入札の部分ですが、こちらは、調達価格算定委員会が2023年10月に実施された資料から拝借してきたものでございます。実際の入札価格というよりは、実態に合わせた発電コストかと思ってございます。そういう意味で、古い風車なども含め、おしなべて発電コストがこのぐらいと思ってございます。新しく新設するような風車に関しましては、先生がおっしゃられるように、しっかりと発電コストの低減が進んできているところかと思っておりますので、そういう意味で、アウトカム目標の8円から9円といったところの見通しとして決して手の届かない範囲ではないと認識してございます。

それから、3点目の可動率95%につきましては、こちらは風車の故障事故調査の中で実態調査をしてございます。国内の全ての風車に対してアンケート調査ができているわけではなくて、回答いただいているものの平均とはなってしまいますけれども、そういった中でも、しっかりと95%といったところが見通せるようになってきているといったところで記載させていただいております。

【石原分科会長】 ご回答ありがとうございます。よく分かりました。今、維持管理に関する国際基準は存在をしていないので、非常に難しいと思っておりますが、一方、長寿命化に関して維持管理をしっかりとやられ、そしてさらに風力コストを下げるといった取組が国際的にもやられております。日本も風車を建てて20年を経たから撤去をするか、それとも運転し続けるかというのは非常に大きな課題と考えますので、NEDOのプロジェクトの成果もそういったところに反映できればと思っています。非常によい成果が出ていますので、しっかりと2030年の目標につなげていけるような取組を、引き続きNEDOのほうも事業者様と共に進めていただければと思います。よろしくお願いいたします。

【大和田主研】 ありがとうございます。

【石原分科会長】 ありがとうございます。それでは時間が参りましたので、以上で議題5を終了いたします。

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明

省略

7. 全体を通しての質疑

省略

(公開セッション)

8. まとめ・講評

【寺澤委員】 三菱総合研究所の寺澤でございます。本日は、各種ご説明いただきましてありがとうございます。お話を伺いまして、海外市場にも展開可能性を持つ有望な技術の発掘、開発に至っているといった具体的な成果も含め、各事業者様においてしっかりと取り組まれ、一定の成果を上げておられること

が確認できました。非常に有意義なプロジェクトであったと考えております。世界の流れを見ますと、脱炭素化の流れがどんどん押し寄せており、非常にスピード感を持って、ビジネスの世界にも「脱炭素化」というキーワードが入ってきております。日本においても、カーボンニュートラルの実現というのは待ったなしという中、その実現にあたって、日本の産業がしっかりと存在感を発揮し、生き残っていくためには、やはりこの技術開発を行っていくにあたりまして、海外市場も含めた競争力、国際競争力ということも含めた事業化のビジョンをしっかりと持ちながら各技術開発に取り組んでいくことが非常に重要だろうと思っております。その意味では、アウトプット、アウトカムに着目をされてデザインをしていくということは適切かつ必要だと考えておりますし、それからグリーンイノベーション基金事業のフェーズ1の各採択事業者様を選定していくにあたっての公募の提案書におきまして、そこを強く意識されてフォーマットも用意されていると理解をしております。これは非常に重要ですので、引き続き継続していく必要があると思っております。その意味では、各技術開発を推進していく事業者様に対して、もちろん事業ビジョン、戦略というのはお持ちだと思うのですが、個々の技術開発だけではなく、そこも含めたサポートをしっかり行い、先ほど議論に上がりました海外連携といったようなことをしっかりと進めながら、日本の強みを世界の市場で発揮していく形をつくっていくことが重要ではないでしょうか。もう既にいろいろと連携されているかもしれませんが、ジェトロ様のJ-BRIDGEの取組であるとか、海外連携という意味ではいろいろな機関が動いていると理解をしておりますから、そういった動きとの連携ももちろん考えられるかと思います。ぜひこの部分も含め、今後取り組んでいただき、日本の産業競争力の強化につながっていくような技術開発プロジェクトの推進に取り組んでいただければと思います。本日はどうもありがとうございました。

【石原分科会長】 ありがとうございます。それでは、古賀委員、よろしくお願いいたします。

【古賀委員】 電気通信大学の古賀でございます。各事業者様の説明を聞かせていただいて、個々のプロジェクトは着実に成果を上げられていることを確認できました。また、中間発表のときにコメントをしたのですが、海外での研究成果の発表も促進してほしいといったところも、それなりに進んでいることが確認でき、そういう意味でもよかったと思っております。私は、情報工学の立場から意見を言わせていただきますが、これまでのプロジェクトで人工知能的なアプローチが使われているところは主に2つありまして、どちらも異常検知でございました。O&Mをやっていく上では残存期間の予測等においては、人工知能の世界でも将来の予測が充分発達してきている部分ですから、その技術を活用してもよいのではないかと思います。ですので、プロジェクトを募集するときに、そういったキーワードを入れるというのも一つであり、そういった部分をもっと強くしてもよいと感じた次第です。あとは、寺澤委員の意見とも重なりますが、今日の発表を聞いていて、確かにあまり国際的な連携のイメージはなかったでしょうか。ですが、情報の分野だと国際連携が当たり前になりますから、事業化という意味では難しいのかもしれませんが、海外事業者と国内事業者の連携のようなこともプロジェクトの一部にあるとすばらしいのではないかと思います。今後も、グリーンイノベーションプロジェクトも含め、先の発展を期待しております。本日はどうもありがとうございました。

【石原分科会長】 ありがとうございます。それでは、赤星委員、よろしくお願いいたします。

【赤星委員】 海事協会の赤星から感想を述べさせていただきます。今回、事前に資料をいただいてNEDOの風力関連実施事業の変遷の線表を見ました。当初、着床式から浮体式への切替えがかなり進んでいて、着床式のほうは少し手薄になるのではないかと思います。心配をしていたのですが、今回いろいろと質問票のやり取り等も見まして、その部分も引き続きやっていただけると理解いたしました。また今回参加して、お話を伺い、力強く感じた次第です。やはり海外と日本とでは風況も違いますし、洋上風車について、海外の発電コストをそのままアウトプット目標とされることはないと思いますけれども、NEDOの目標というのは非常にインパクトが大きく、それに皆が着いて行くことになるものですから、

アウトプット、アウトカムの設定にあたってはその辺をぜひ慎重に検討・対処していただきたいと思っております。

やや繰り返してみたいになってしまいますが、発電コスト優先はあるとしても、これからカーボンニュートラルに向け、発電料金が上がるのは仕方ないことだと個人的には覚悟しております。たまたま自分がこういう再エネ開発に関わっている立場ゆえかもしれませんが、そういうことを考えると、あまり拙速に厳しい目標を挙げられても困りますので、そこはいろいろバランスを見ながら、日本の産業メーカーの育成といった視点であるとか、日本の発電事業者のビジネス永続性、そういったことも頭に置きながら、ぜひ今後のアウトプット目標を設定していただきたいと感じております。私からは以上2点となります。

【石原分科会長】 ありがとうございます。最後に、石原より少しお話しさせていただきたいと思います。

まず、本日、推進部及び事業者の皆様におかれましては、長時間にわたるご説明をいただきまして本当にありがとうございました。本研究開発の11テーマはそれぞれしっかりと研究成果を得られており、私自身としては非常にうれしく思っております。中でも、非常に印象を受けたのはオイルの寿命延長に関する研究です。従来5年のオイルの寿命だったところを15年に伸ばすことに今回成功しております。また、新しいブレードの製造方法を開発されることによりコストを28%削減することの実現見込みを得られております。そのほかにも様々な成果が得られておりますから、これらの研究成果を国内外に展開され、2025年または2026年にかけて実用化されることに期待いたします。研究開発として実施されている2018年から2022年の間に風力発電コストが確実に低下されており、直近3年間の落札価格は毎年1%ずつ下がっています。そして、設備利用率も2018年当時の26.9%から、直近の3年平均では31.1%までに高くなってきています。こういった変化は、もちろん風車の大型化の貢献もありますが、本研究開発による設備利用率の向上とコストの低減からも大きく貢献していると思っています。この研究開発は、もう10年以上行われてきて、たくさんの成果を得られたと理解しています。今後、得られた研究成果を広く国内外に展開するとともに、可能であればガイドブックという形でまとめられ、風車のメンテナンスに貢献するとともに、風車の疲労予測、あるいは修繕による性能回復、さらに費用対効果の評価を含めた形でまとめられると、今後重要になる風車の寿命延長などにも適応でき、風力発電のさらなる発展に貢献していけると期待しております。本日は本当にどうもありがとうございました。

【指田専門調査員】 委員の皆様、ありがとうございます。続きまして、山田部長より一言お願いいたします。

【山田部長】 分科会長をはじめ、委員の皆様におかれましては長時間にわたりましてご評価をありがとうございました。また、事前の資料のご確認も含めまして、数々のご協力に感謝を申し上げます。風力発電が、エネルギー基本計画で再生可能エネルギーに対して求められております主力電源として真に認められるためには、安定運用に寄与し、発電コスト低減にも不可欠なO&Mの技術というのは非常に重要であるという認識の下、私どもこの事業を取り組んでまいりました。今回ご評価いただきました事業は既に終了しておりますが、グリーンノベーション基金事業をはじめとした開発は進めてまいりますので、今回いただくご評価、ご講評につきまして、しっかりと今後の事業運営に反映してまいります所存です。また、本日その一端として紹介いたしました成果につきましても、しっかりと産業界をはじめ、関係者に共有し、風力発電の主力電源化の実現に貢献してまいります所存です。2030年のエネルギーミックス、あるいは2050年のカーボンニュートラルに向け、風力発電に対する注目、期待が高まっていること、これは改めて申し上げるまでもございませんけれども、COP28での再エネ拡大の各国合意など、世界中で再エネ拡大の機運が高まっております。先ほどご指摘がございましたように、海外市場への展開などにつきましても、しっかりと目指してまいりたいと考えております。この事業で見いだ

しつつあるような部材であるとか、要素技術の中には、ご指摘、ご評価いただきましたように海外市場で評価されるものが必ずあると期待しておりますので、IEA Windをはじめ、NEDOの国際的ネットワークであるとか、NEDOの国際事業なども活用しながら、国際展開の後押しをしてみたいと思います。以上、風力発電、再エネの開発に取り組んでまいるといこと、カーボンニュートラルの実現に貢献していくということを宣言といいますか、決意表明を持って関係者の皆様への御礼に代えさせていただきますと思います。本日はどうもありがとうございました。

【指田専門調査員】 山田部長ありがとうございました。続きまして、勝呂PLから一言いただきたいと思います。勝呂様、よろしくお願いいたします。

【勝呂PL】 勝呂です。長らくこの研究に携わった人たちの努力が見えてよかったと思っています。その上で、幾つか気になるところもございました。まず、今、日本で風車産業が少なくなってしまったのは、低コスト化がやや遅かったこと、それから大型の風車に出られなかったことだと考えます。それから、NEDOで私が一番感じていることとして、日本型風車の風況計測と落雷の計測等を25年ぐらい前にやっており、それが現在書物になっていますが、実はあれが非常に役立っているのです。今の日本の風車のベースはあれが基になっております。そうしたことを考えると、やはり今後もNEDOの研究開発が日本の風力発電、再生可能エネルギーの基礎になるのではないかと思います。非常に期待をしています。ただ、今日の発表は全部非常によくやってくれているのですが、やはり基礎的な数値であるとか、そういうものを十分に踏まえて目標をきちんと決めて、こういうこととこういうことに現状なっている、例えば、世界的にはこういうことだ、日本ではこういうことだ、私たちが目標及び開発すべきことはどういうことだということをきちんと見直し、そこから入っていく必要があるでしょうか。今日の質問にもございましたが、最初の実組と最終的な答えに距離があるような気がしたところもありましたので、そのあたりを、今後NEDOのほうでも気をつけていただいて研究を進めていただくことに期待をしています。今後ともよろしくお願いいたします。

【指田専門調査員】 勝呂様、ありがとうございました。最後に、オブザーバーとしてオンライン参加をされております経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギー課の大金様より一言いただきたいと思います。大金様、よろしくお願いいたします。

【大金課長補佐】 資源エネルギー庁の大金でございます。石原分科会長をはじめ、委員の皆様方、事業者の皆様方、また事務局におかれましては、長時間のご審議をありがとうございました。本日は、これまで取り組んできた維持管理技術高度化、風車の部品高度化開発についての事業評価ということでご審議いただきましたけれども、これまでの多数の成果やその活用、今後の課題などを含めて整理されたのではないかと思います。維持管理部品高度化事業については今回で終了ということになりますけれども、やはり今後の洋上風力の導入促進、さらに低コスト化に向けては引き続き取り組むべき重要なテーマでございますので、引き続きグリーンイノベーション基金のほうで支援をしてみたいと考えてございますし、本日いただいたご意見などは適切に反映していければと思っています。また、グリーンイノベーション基金のほうでは、現在取り組んでおります浮体やO&Mなどの要素技術開発に加え、今後フェーズ2としまして、浮体式実証、さらには今後の導入拡大が見込まれる浮体式の大水深などの課題に対応するための国内企業を中心とした協調体制による研究開発の支援というものも今後実施してまいります。引き続き洋上風力の拡大に向け、国としましても、研究開発実証と併せてセントラル方式による案件形成の加速であるとか、浮体式の導入目標の検討やEEZ展開に向けた検討、国内のサプライチェーンの構築、人材育成、海外との連携といったことも含め、進めてまいりたいと考えてございますので、どうぞよろしくお願いいたします。本日はどうもありがとうございました。

【指田専門調査員】 大金様、ありがとうございました。

【石原分科会長】 それでは、以上で議題8を終了といたします。

9. 今後の予定

10. 閉会

配布資料

資料 1	研究評価委員会分科会の設置について
資料 2	研究評価委員会分科会の公開について
資料 3	研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘と非公開資料の取り扱いについて
資料 4-1	NEDO における技術評価について
資料 4-2	評価項目・評価基準
資料 4-3	評点法の実施について
資料 4-4	評価コメント及び評点票
資料 4-5	評価報告書の構成について
資料 5	プロジェクトの概要（公開版）
資料 6	プロジェクトの詳細（非公開版）
資料 7	事業原簿（公開版）
資料 8	評価スケジュール
番号なし	質問票（公開 及び 非公開）

以上

以下、分科会前に実施した書面による公開情報に関する質疑応答について記載する。

「風力発電等技術研究開発〔2〕 風力発電高度実用化研究開発iv)、v)」(終了時評価) 分科会

ご質問への回答(公開分)

資料番号・ ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
資料5 P.15	＜知的財産・標準化戦略＞ 低コスト化のためには、技術の普遍化あるいは陳腐化が必要と思いますが、新規性の高い技術や部品の特許化は低コスト化と逆行しないでしょうか。	三保谷 分科会長 代理	ご指摘の通り、逆行するケースもあるかと存じますが、一方で、技術がオープンになることによる効果も期待しています。委託事業については、オープンにする領域とクローズにする領域を適切に見極めるようマネジメントを実施し、助成事業については、基本的に各社の戦略を尊重しております。
資料5 P.18-19	＜アウトカム目標及び達成見込み＞ 2030年時点での発電コスト 8～9 円/kWh との試算の条件(WF 規模、建設費、設備利用率、運転経費等)は。	三保谷 分科会長 代理	試算条件は国内風車価格 16 万円/kW、工事費等 12.2 万円/kW、運転維持費(20 年) 18 万円/kW が欧州と比較して約 1.6 倍でした。この当時の LCOE は 13.9 円/kWh でした。これを世界平均の 8.8 円/kWh となることを目指しました。(資料 P18)
資料5 P.18-19	＜アウトカム目標及び達成見込み＞ コスト推移のグラフの乖離状況から見て、2030 年アウトカム目標は実現可能な設定とお考えでしょうか。	三保谷 分科会長 代理	上述の通り、目標設定は欧米基準としております。現在の為替の影響を考慮すると、目標達成の可能性はあると考えます。
資料5 P.55	＜各事業の概要および成果と意義＞ 損傷の判定に加え、AI により損傷の補修方法(AI 自身による作業も含む)の判断等も可能とお考えでしょうか。	三保谷 分科会長 代理	(関西電力様からの回答) AI を用いて損傷箇所に対する補修方法を判断するような技術については、本研究の対象外であるため、その実現性を判断できる情報を現時点では持ち合わせておりません。

資料番号・ ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
資料 5 P.58	＜各事業の概要および成果と意義＞ 風車に係る損害賠償保険の 3/4 が、被雷を原因として求償（実際には被雷原因は 1/4）されており、本技術は保険と組み合わせた普及拡大も可能性があるのでは。	三保谷 分科会長 代理	（守谷刃物様からの回答） 多くの実績が得られた後に保険会社とのタイアップを考えます。
資料 5 P.55	UAV と AI 画像解析によるブレード点検技術・サービスは、海外で実サービス提供含めた展開が進んでいる分野と認識しておりますが、海外の既存技術・サービスと比較した特徴や優位性はどのような点にありますでしょうか。技術・コストのグローバル競争力といった観点で、どのような課題が考えられますでしょうか。	寺澤 委員	（関西電力様からの回答） ・欧米ではドローンの目視外飛行の許可取得が困難である一方、日本では海上での目視外飛行許可は比較的容易に取得可能であり、また多くのアジア諸国も日本と同様に目視外飛行の許可取得が比較的容易です。 ・今回開発したドローンによる洋上風車点検技術は、陸上からのドローンの自律飛行を特徴としていることから、必然的に目視外飛行が前提となります。 ・上記の状況から、欧米では本技術と同様なものは開発が行われていない（また今後も考えにくい）ため、本技術は日本をはじめとするアジア地域では優位性があり、競争力があるものと考えています。
資料 5 P.56	ゴンドラを用いたブレード補修は海外でも取り組まれていると聞いておりますが、本技術開発内容における既存技術・サービスと比較した特徴や優位性はどのような点にありますでしょうか。同様に、CTV について、海外製品と比較した特徴や優位性はどのような点にありますでしょうか。	寺澤 委員	（イオスエンジニアリング&サービス様からの回答） ・ゴンドラ本体の開発には質の高い作業員育成と作業要領書の整備が不可欠であるため、弊社のブレード補修経験をゴンドラ設計に反映しております。国内と海外で比較したときに風況事情、立地環境、法規など相違点は複数存在します。それら国内特有の事情を加味し、実作業で判明した改善要望を弊社から直接各種装置メーカーに反映できることが優位性と考えます。

資料番号・ ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
	技術・コストのグローバル競争力といった観点で、どのような課題が考えられますでしょうか。		今回 CTV のテーマも同時に進行し、その知見との組み合わせが今後の洋上風車のブレード保守に有利と考えます。 ・船舶は日本では総トン数 20 トン未満の小型船舶(JCI 登録)とそれ以上の大きさの船 (JG 登録) の 2 種類に分かれます。JCI 登録の船では運用人数、メンテナンス費用が小さく、ランニングコストが抑えられるメリットがあります。その日本特有ルールを考慮して、20 年以上という長期にわたり運転する洋上風車において、小型船舶 CTV はメリットが大きく優位性につながると考えております。大型船舶と比較して船舶の特性として波の動揺に対する安定性は低くなりますが、国内で稼働し始めている港湾洋上、沿岸洋上の拠点港から距離が近いサイトにおいては、必要十分の機能を有し、費用対効果が高いものと考えます。小型 CTV 自体が少なく、海外の風車 OEM や事業者に対して認知してもらい、実績を増やしコストメリットを示していくことを進める予定です。課題として海象状況により風車へのアクセス率が操船者の技量に依存する部分があるので、より安全に安定に操船を可能にする自動制御システムについて、造船会社、装置メーカーと連携しての技術開発を目指してまいります。
資料 5 P.58	本技術の採用に向けて、大手洋上風車メーカー（ベスタス、GE、シーメンス等）との対話や協議は行われているでしょうか。	寺澤 委員	(守谷刃物様からの回答) 最初は風車メーカーの保証期間終了後の追加部材として拡販して参ります。国内での多くの実績を得られた後に風車メーカーへアプローチいたします。

資料番号・ ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
資料 5 P.11	＜NEDO 風力関連実施事業の変遷＞ この表に載っていないだけかもしれませんが、「低コスト施工技術実証」以外の着床式洋上風車に係る研究開発は、今回の評価対象事業の中でカバーされることになっているのでしょうか。 浮体式に軸足を移していくことには異論ありませんが、着床式についても、研究開発課題は、まだ尚、存在するのではと考えるところ、着床式研究開発に係る NEDO のサポートが、この表からだけでは、一見、弱いような気がしました。	赤星 委員	ご指摘のとおり、着床式でもまだまだ課題があると認識しております。今回の評価対象事業でも、着床式の課題をカバーする研究開発を行ってございました（iv）-⑧等）。また、浮体式の技術開発であっても、着床式にも適用できる技術については着床式にも展開を考えております。着床式の課題解決に不足がないように今後とも努めて参ります。
資料 5 P.22	＜風車部品高度化技術研究開発のアウトプット目標＞ 実際の研究内容を拝見しますと、先ずは、陸上で普及しているクラスの風車への採用を図り、将来的に（超大型）洋上風車への採用促進につなげるとする方が現実的な気もしますが、あえて、「洋上風車への採用促進」とされたのは、何か理由があるのでしょうか。	赤星 委員	今後陸上風車より大型化が進むのが洋上風車であり、技術課題も多いため、洋上風力をターゲットとしました。 実際には、ご指摘の通り陸上風力も重要であるため、本事業の中には陸上風力からスタートし洋上風力への応用展開を図っており、陸上でも活用できる技術開発となっているものもあります。

資料番号・ ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
資料 5 P.23 P.39	＜波及効果・費用対効果、予算及び受益者負担＞ 事業総額 11 億円で実施された今回の研究開発テーマの成果により、アウトプット目標である「稼働率97%、コスト競争力と信頼性を高める」を、達成できると判断された根拠があればご教示ください。 また、当該アウトプット目標の実現に向けて、2021 年度、2022 年度において、他にも予算配分が行われたのであれば、ご教示ください。アウトプット目標の大きさに鑑みれば、様々な研究課題を設定し、NEDO が主体となって推進（委託）していく必要があるような気がいたしました。	赤星 委員	「風力発電高度実用化研究開発」の中の「風車運用高度化技術研究開発（風車故障事故に関する国内外の動向調査）」で解決すべき課題が明らかになり、実績の推移および本事業の技術が確立することにより目標が達成できると試算しました。 NEDO の他事業としてバージ型浮体風車の実証事業においても委託事業として稼働率向上にむけた開発を行っています。
資料 5 P.48-P.50	＜アウトカム達成までの道筋等＞ 様々な分野の研究開発テーマが、有識者による審議を経て採択されており、その何れもが風力発電コストの低減に資するものであることは紛れもないと思います。一方で、テーマの一覧表を見ますと、申請者から出てきたテーマの中から選定したという印象を受けました。日本の風力発電コストの低減を実現するため、これらの研究開発だけ	赤星 委員	低コスト化に資する助成事業の公募を実施し、応募してきた提案者から採択基準を満たしたテーマを採択しました。応募された事業のみで十分ではないと理解しておりますが、その後の情勢も踏まえて追加公募（陸上風力）も実施し、推進して参りました。

資料番号・ ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
	で十分か否かという観点からの検討はなされたのでしょうか。 アウトカム目標の実現に向けて、 NEDO 自らが研究開発の方向性と、積極的な予算配分の姿勢を打ち出し、強力に推進する（委託）ことの可能性について質問します。		
資料 5 P.15	＜知的財産・標準化戦略＞ NEDO において、どの様なオープン・クローズ戦略や標準化戦略を念頭において、研究開発成果の取り扱い方針を定めておられるのでしょうか。各企業毎の様々な知財戦略との関係も考慮したうえで、具体的なオープン・クローズ戦略や標準化戦略のイメージがあればご教示願います。	赤星 委員	委託事業については、経済産業省の「委託研究開発における知的財産マネジメントに関する運用ガイドライン」に基づき、知財のマネジメントを実施しています。研究開発の成果の事業化は、成果の内容や価値を理解している者が行うことが望ましいと考え、事業化することに意欲的な事業者に対しては成果を最大限事業化に結び付ける観点を踏まえた上で、基本的に日本版バイ・ドール規定を適用し、研究開発の成果に係る知的財産権を保有させる方針であります。 助成事業については基本的にオープン・クローズ戦略等については事業者主体で実施しております。事業者から相談があった場合には適宜対応しております。
資料 5 P.19	発電コストのアウトカム目標が 8～9 円 /kWh を目指していますが、昨今の物価高により実現できるハードルがあがっています。アウトカム目標の見直しはしなくても大丈夫でしょうか？	古賀 委員	ご指摘の通り、為替が 1.5 倍や物価高騰、賃金の値上げ等のため、今後の事業につきましては見直しは必要であると考えております。また、政府でも検討委員会等で議論がなされています。

資料番号・ ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
資料 5 P.19	ウクライナ侵攻以降、世界の陸上風力発電コストはあがっていないのに、日本の陸上風力発電コストは大幅にあがっています。原因は分析できていますでしょうか？	古賀 委員	為替の影響が大きいと認識しております。また、ヨーロッパはヨーロッパ内のサプライチェーン内で完結できますが、日本は海外から取り寄せが必要なためサプライチェーンの値上げが大きく響いています。
資料 5 P.44	3 番目の項目で「海外での発表を含め」とありますが、海外での発表の実績を具体的に教えてください。	古賀 委員	海外での発表実績は、出光興産様が以下3件、論文投稿と講演を実施しております。NEDO としては、毎年 IEA Wind Annual Report で日本の風力の研究開発・導入実績状況について英文で報告しています。 (事業原簿内の論文リスト参照) ・「甲嶋他：Experimental and Theoretical Study on the Tribological Characteristics of Organophosphates on Metal Surfaces, Tribology Online」 ・「石井他：On the aggregation and thermodynamic properties of organophosphate- based additives in a base oil observed by molecular dynamics simulation , 2022 JSME-IIP/ASME ISPS Joint International Conference on Micromechatronics for Information and Precision Equipment」 ・「濱野他：Theoretical Study on Adsorption and Reaction Behavior of Phosphorous Anti-Wear and Sulfur Extreme-Pressure Additives , 9th International Tribology Conference 2023」

資料番号・ ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
資料 5 P.55	悪天候下で UAV 飛行性能を確認していますが、撮影条件の悪化による画像診断システムの性能劣化は大丈夫でしょうか？	古賀 委員	（関西電力様からの回答） 悪天候下（風雪時等）での撮影は、点検用カメラレンズへの水滴付着による撮影画像品質低下を考慮し、基本的に想定しておりません。耐雪性能確認を実施している目的としては、陸上拠点・風車間飛行中に、途中不慮の降雪に見舞われても飛行能力を失わずに目的地（陸上拠点 or 風車）まで到達可能であることを確認したものです。
資料 5 P.55	開発した技術の事業化は順調に進みそうですね？	古賀 委員	（関西電力様からの回答） 社会インフラ点検事業内にドローン点検のメニューを追加して受注活動を実施しています。 現在までにお客様との面談（数十件）、客先での試験飛行（数件）を実施しています。また顧客が一般海域での公募に採択された場合を条件として内示を 10 件、受注数件 を得ています。 本格受注となるよう進めています。

参考資料 2 評価の実施方法

NEDO における技術評価について

1. NEDO における技術評価の位置付けについて

NEDO の研究開発の評価は、事業の実施時期毎に事前評価、中間評価、終了時評価及び追跡評価が行われ、研究開発のマネジメントにおける PDCA サイクル（図 1）の一角と位置づけられています。さらに情勢変化の激しい今日においては、OODA ループを構築し、評価結果を計画や資源配分へ適時反映させることが必要です。

評価結果は、被評価事業等の資源配分、事業計画等に適切に反映させることにより、事業の加速化、縮小、中止、見直し等を的確に実施し、技術開発内容やマネジメント等の改善、見直しを的確に行っていきます。

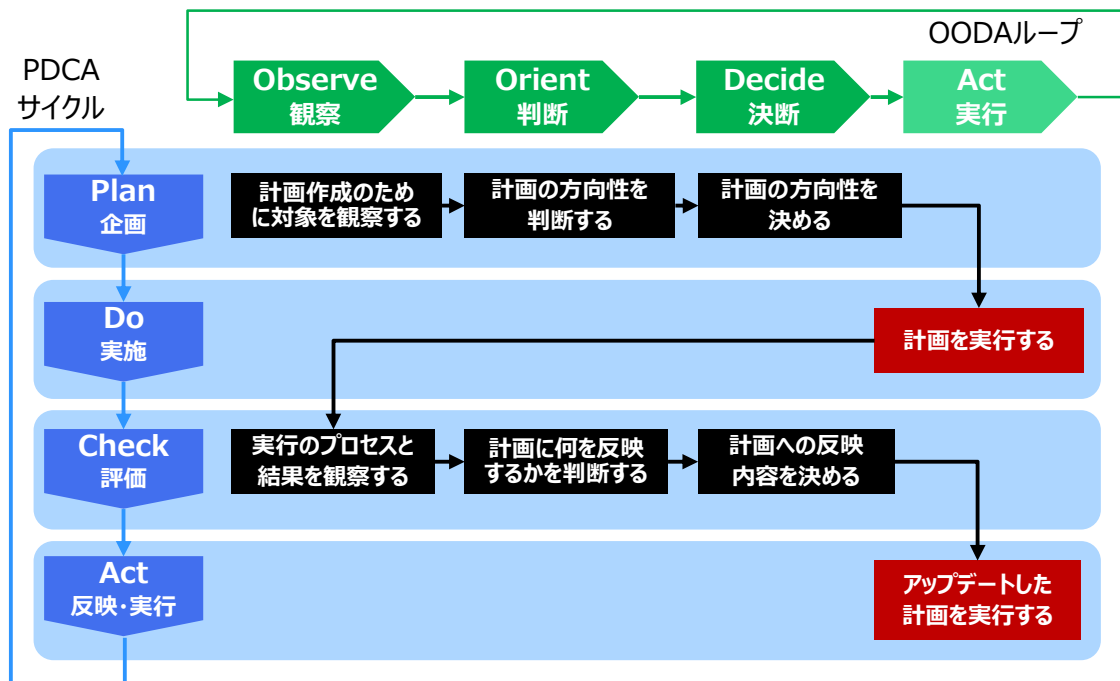


図 1 研究開発マネジメント PDCA サイクルと OODA ループ組み合わせ例

2. 技術評価の目的

NEDO では、次の 3 つの目的のために技術評価を実施しています。

- (1) 業務の高度化等の自己改革を促進する。
- (2) 社会に対する説明責任を履行するとともに、経済・社会ニーズを取り込む。
- (3) 評価結果を資源配分に反映させ、資源の重点化及び業務の効率化を促進する。

3. 技術評価の共通原則

技術評価の実施に当たっては、次の5つの共通原則に従って行います。

- (1) 評価の透明性を確保するため、評価結果のみならず評価方法及び評価結果の反映状況を可能な限り被評価者及び社会に公表する。なお、評価結果については可能な限り計量的な指標で示すものとする。
- (2) 評価の明示性を確保するため、可能な限り被評価者と評価者の討議を奨励する。
- (3) 評価の実効性を確保するため、資源配分及び自己改革に反映しやすい評価方法を採用する。
- (4) 評価の中立性を確保するため、可能な限り外部評価又は第三者評価のいずれかによって行う。
- (5) 評価の効率性を確保するため、研究開発等の必要な書類の整備及び不必要な評価作業の重複の排除等に務める。

4. プロジェクト評価の実施体制

プロジェクト評価については、図2に示す実施体制で評価を実施しています。

- (1) 研究開発プロジェクトの技術評価を統括する研究評価委員会をNEDO内に設置。
- (2) 評価対象プロジェクト毎に当該技術の外部の専門家、有識者等を委員とした分科会を研究評価委員会の下に設置。
- (3) 同分科会にて評価対象プロジェクトの技術評価を行い、評価報告書（案）を取りまとめた上、研究評価委員会に諮る。
- (4) 研究評価委員会の審議を経て評価報告書が確定され、理事長に報告。

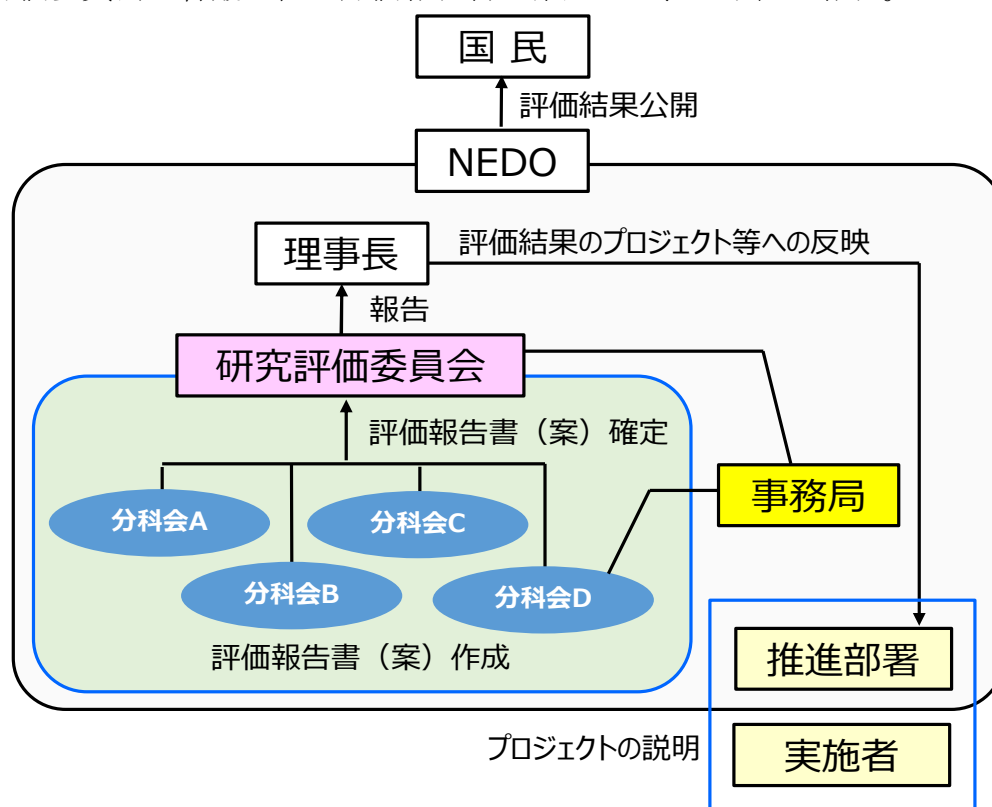


図2 評価の実施体制

5. 分科会委員

分科会は、研究開発成果の技術的、経済的、社会的意義について評価できる NEDO 外部の専門家、有識者で構成する。

6. 評価手順

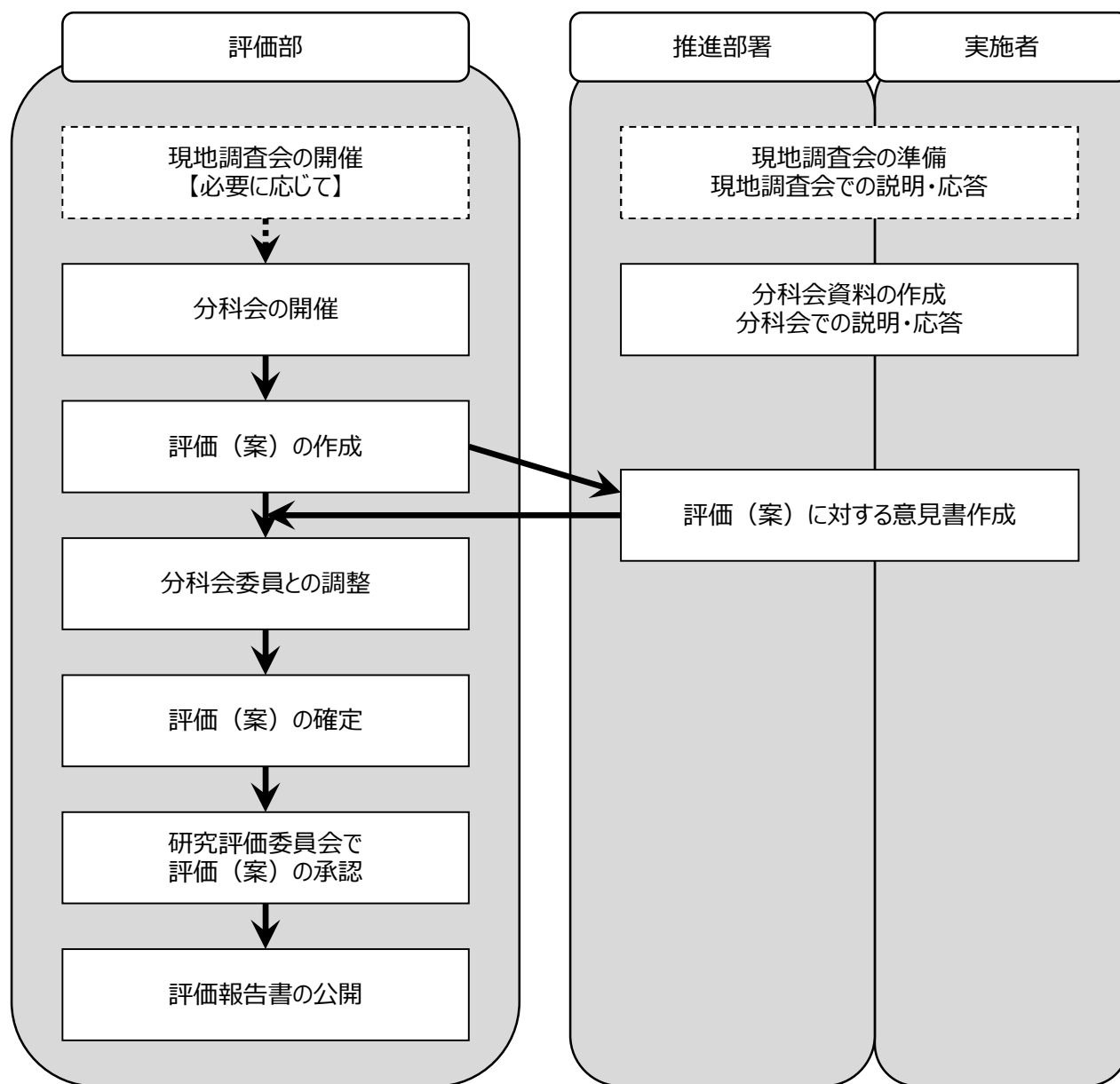


図3 評価作業フロー

「風力発電等技術研究開発〔2〕風力発電高度実用化研究開発 iv)、v)」
(終了時評価) 分科会に係る
評価項目・評価基準

1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋

(1) アウトカム達成までの道筋

- ・「アウトカム達成までの道筋」*の見直しの工程において、外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を考慮したか。

※ 「アウトカム達成までの道筋」を示す上で考慮すべき事項

- ・将来像(ビジョン・目標)の実現に向けて、安全性基準の作成、規制緩和、実証、標準化、規制の認証・承認、国際連携、広報など、必要な取組が網羅されていること。
- ・官民の役割分担を含め、誰が何をどのように実施するのか、時間軸も含めて明確であること。
- ・本事業終了後の自立化を見据えていること。
- ・幅広いステークホルダーに情報発信するための具体的な取組が行われていること。

(2) 知的財産・標準化戦略

- ・オープン・クローズ戦略は、実用化・事業化を見据えた上で、研究データも含めた上で、クローズ領域とオープン領域が適切に設定されており、外部環境の変化等を踏まえてもなお、妥当であったか。
- ・本事業の参加者間での知的財産の取扱い(知的財産の帰属及び実施許諾、体制変更への対応、事業終了後の権利・義務等)や市場展開が見込まれる国での権利化の考え方は、オープン・クローズ戦略及び標準化戦略に整合し、研究開発成果の事業化に資する適切なものであったか。
- ・標準化戦略は、事業化段階や外部環境の変化に応じて、最適な手法・視点(デジュール、フォーラム、デファクト)で取り組んでいたか。

2. 目標及び達成状況

(1) アウトカム目標及び達成見込み

- ・外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を踏まえてアウトカム指標・目標値を適切に*見直していたか。
- ・アウトカム目標の達成の見込みはあったか(見込めない場合は原因と今後の見通しは妥当であったか)。

※ アウトカム目標を設定する上で考慮すべき事項

- ・本事業が目指す将来像（ビジョン・目標）と関係のあるアウトカム指標・目標値（市場規模・シェア、エネルギー・CO₂削減量など）及びその達成時期が適切に設定されていること。
- ・アウトカムが実現した場合の日本経済や国際競争力、問題解決に与える効果が優れていること。
- ・アウトカム目標の設定根拠は明確かつ妥当であること。
- ・達成状況の計測が可能な指標が設定されていること。

(2) アウトプット目標及び達成状況

- ・外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を踏まえてアウトプット指標・目標値を適切に[※]見直していたか。
- ・最終目標は達成しているか。未達成の場合の根本原因分析や今後の見通しの説明は適切だったか。
- ・副次的成果や波及効果等の成果で評価できるものがあつたか。
- ・オープン・クローズ戦略や実用化・事業化の計画を踏まえて、必要な論文発表、特許出願等が行われていたか。

※ アウトプット目標を設定する上で考慮すべき事項

- ・アウトカム達成のために必要なアウトプット指標・目標値及びその達成時期が設定されていること。
- ・技術的優位性、経済的優位性を確保できるアウトプット指標・目標値が設定されていること。
- ・アウトプット指標・目標値の設定根拠が明確かつ妥当であること。
- ・達成状況の計測が可能な指標（技術スペックとTRL[※]の併用）により設定されていること。

※ TRL：技術成熟度レベル（Technology Readiness Levels）の略。

3. マネジメント

(1) 実施体制

- ・実施者は技術力及び実用化・事業化能力を発揮したか。
- ・指揮命令系統及び責任体制は明確であり、かつ機能していたか。
- ・実施者間での連携、成果のユーザーによる関与など、実用化・事業化を目指した体制となっていたか。
- ・個別事業の採択プロセス（公募の周知方法、交付条件・対象者、採択審査の体制等）は適切であったか。

- ・本事業として、研究開発データの利活用・提供方針等は、オープン・クローズ戦略等に沿った適切なものであったか。また、研究者による適切な情報開示やその所属機関における管理体制整備といった研究の健全性・公平性（研究インテグリティ）の確保に係る取組をしたか。

(2) 研究開発計画

- ・アウトプット目標達成に必要な要素技術の開発は網羅され、要素技術間で連携が取れており、スケジュールは適切に計画されていたか。
- ・研究開発の進捗を管理する手法は適切であったか（WBS※1 等）。進捗状況を常に関係者が把握し、遅れが生じた場合、適切に対応していたか。

※1 WBS：作業分解構造(Work Breakdown Structure)の略。

本研究評価委員会報告は、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）評価部が委員会の事務局として編集しています。

NEDO 評価部

部長 三代川 洋一郎

担当 指田 丈夫

* 研究評価委員会に関する情報は NEDO のホームページに掲載しています。
(https://www.nedo.go.jp/introducing/iinkai/kenkyuu_index.html)

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地

ミューザ川崎セントラルタワー20F

TEL 044-520-5160 FAX 044-520-5162