

「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) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発」

中間評価報告書

2022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

2022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 石塚 博昭 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) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発」

中間評価報告書

2022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
評価概要	4
研究評価委員会委員名簿	6
研究評価委員会コメント	7
第1章 評価	
1. 総合評価	1-1
2. 各論	1-4
2. 1 事業の位置付け・必要性について	
2. 2 研究開発マネジメントについて	
2. 3 研究開発成果について	
2. 4 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて	
3. 評点結果	1-13
第2章 評価対象事業に係る資料	
1. 事業原簿及び参考資料	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
参考資料3 評価結果の反映について	参考資料 3-1

## 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）風車運用・維持管理技術高度化研究開発」の中間評価報告書であり、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）風車運用・維持管理技術高度化研究開発」（中間評価）分科会において評価報告書案を策定し、第68回研究評価委員会（2022年3月7日）に諮り、確定されたものである。

2022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（2021年11月22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、その他、
10. 閉会

### ● 第68回研究評価委員会（2022年3月7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) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発」

中間評価分科会委員名簿

(2021年11月現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	ほんだ あきひろ 本田 明弘	弘前大学 地域戦略研究所 所長・教授
分科会長 代理	やすだ よう 安田 陽	京都大学 大学院経済学研究科 再生可能エネルギー経済学講座 特任教授
委員	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
	ほらだ ふみよ 原田 文代	株式会社日本政策投資銀行 執行役員 (GRIT 担当) 兼経営企画部サステナビリティ経営室長
	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 代表取締役会長

敬称略、五十音順

## 評価概要

### 1. 総合評価

風力発電の技術的実現可能性はほぼ解決されており、経済的観点によるコストダウンや高信頼性実現のフェーズへと移っていることから、本事業が目的とする O&M を重視した稼働率や信頼性の向上は、再生可能エネルギー大量導入に向け、国内産業の技術力だけでなく国際競争力の強化や地球規模の気候変動緩和策に資するものと高く評価できる。

事業すべてが順調な進捗であると確認でき、また、開発された技術が実運用環境に近い適切な手段で検証されていることから、それぞれが事業の最終的な数値目標を達成できるものと思われる。

研究開発成果は、浮体式洋上風力のみならず着床式や陸上風力にも応用可能であり、また、機器や材料製造も含めたバリューチェーン全体へ波及することから、早期の実用拡大と実運用からのフィードバックによる技術の向上を期待する。

さらに、この分野の新規参入者への啓発を図るとともに、グローバルでの浮体式洋上風力の高度化への貢献と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、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たい。

### 2. 各論

#### 2. 1 事業の位置付け・必要性について

環境への配慮が求められサステナビリティが重要視される昨今、洋上風力発電市場が拡大することは明らかであり、メンテナンスを重視した稼働率や信頼性向上に着目した本事業は、日本の再生可能エネルギー大量導入に向けて、国内産業の技術力だけでなく国際競争力の強化や気候変動緩和策に資するものと評価できる。

着床式風車と比較して、浮体式の商業ベースによる稼働は世界的にみても限られており、運用技術やノウハウも未成熟であるため、O&M 分野において高度実用化技術の確立とコスト競争力を高めることは、グローバル、特に台風等による影響を受けるアジア地域への貢献が期待される。

また日本において、洋上風力発電に関する技術開発を民間のみで推進することはリスクが大きいため、NEDO が関与する必要性が高い事業といえる。

※O&M : Operation & Maintenance

#### 2. 2 研究開発マネジメントについて

コロナ禍における事業実施でありながら、若干の遅延があるものの全体的に初期計画に従って成果が積み上がっており、進捗管理の柔軟性は高く評価できる。

風車故障事故に関する海外動向の調査等を委託及び国内産業の調達率を向上させる技術の芽を育てる事業を助成と区分して対応するしくみは民間の活用を促し、また、産学官の連携と支援も含め適切な実施体制かつマネジメントであり、予算を効率的に運用していること



も評価できる。

さらに、風車稼働率の最終目標から個別の委託及び助成事業の目標を数値化しており、達成度の判定が容易にできるようになっている。

一方で、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と考える。

今後は、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。

## 2. 3 研究開発成果について

ほぼ全ての事業で中間目標を達成しており、さらに一部においては設定された目標以上の研究成果が得られていることは評価できる。

現状、取得する各種のデータや技術等が事業者には開示されないメーカー主導の業界において、本研究の成果は、発電事業者が主体的に稼働率の向上に取り組むことを可能にする画期的なツールといえる。

また、委託事業において、転移学習により少ないデータから高精度な異常検出を実現しているが、深層学習での先端技術を風車管理という新しい応用領域に適用した開発は、人工知能研究の観点においてユニークな取り組みである。

今後は、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。

## 2. 4 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

成果の実用化・事業化の戦略は明確で、日本における風力発電の大量導入を下支えすることが期待できる。

委託事業に関しては、事業終了後にコンソーシアムが作られ、民間企業も研究成果を利用可能なプラットフォームが構築されること、助成事業では、欧州の技術に対する国内での優位性や利益化するビジネスモデルが示されていること、が評価できる。

また、海外で明確に競合する製品やサービス等が無いものも多いため、コストの優位性によってはアジアを含めた海外マーケットへ展開できる可能性がある。

一方で、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する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。

今後、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。

## 研究評価委員会委員名簿

(2022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	一般財団法人電力中央研究所 エネルギーイノベーション創発センター 研究アドバイザー 東海国立大学機構 岐阜大学 特任教授
	あたか たつあき 安宅 龍明	先端素材高速開発技術研究組合 (ADMAT) 専務理事
	かわた たかお 河田 孝雄	技術ジャーナリスト
	ごないかわ ひろし 五内川 拓史	株式会社ユニファイ・リサーチ 代表取締役社長
	さくま いちろう 佐久間 一郎	東京大学大学院 工学系研究科 教授
	しみず ただあき 清水 忠明	新潟大学 工学部工学科 化学システム工学プログラム 教授
	ところ ちはる 所 千晴	早稲田大学 理工学術院 教授 東京大学大学院 工学系研究科 教授
	ひらお まさひこ 平尾 雅彦	東京大学大学院 工学系研究科 化学システム工学専攻 教授
	まつい としひろ 松井 俊浩	情報セキュリティ大学院大学 情報セキュリティ研究科 教授 国立研究開発法人産業技術総合研究所 名誉リサーチャー
	やまぐち しゅう 山口 周	独立行政法人大学改革支援・学位授与機構 研究開発部 特任教授
	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

## 研究評価委員会コメント

第68回研究評価委員会(2022年3月7日開催)に諮り、本評価報告書は確定された。  
研究評価委員会からのコメントは特になし。

## 第1章 評価

この章では、分科会の総意である評価結果を枠内に掲載している。なお、枠の下の箇条書きは、評価委員の主な指摘事項を、参考として掲載したものである。

## 1. 総合評価

風力発電の技術的実現可能性はほぼ解決されており、経済的観点によるコストダウンや高信頼性実現のフェーズへと移っていることから、本事業が目的とする O&M を重視した稼働率や信頼性の向上は、再生可能エネルギー大量導入に向け、国内産業の技術力だけでなく国際競争力の強化や地球規模の気候変動緩和策に資するものと高く評価できる。

事業すべてが順調な進捗であると確認でき、また、開発された技術が実運用環境に近い適切な手段で検証されていることから、それぞれが事業の最終的な数値目標を達成できるものと思われる。

研究開発成果は、浮体式洋上風力のみならず着床式や陸上風力にも応用可能であり、また、機器や材料製造も含めたバリューチェーン全体へ波及することから、早期の実用拡大と実運用からのフィードバックによる技術の向上を期待する。

さらに、この分野の新規参入者への啓発を図るとともに、グローバルでの浮体式洋上風力の高度化への貢献と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、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たい。

### <肯定的意見>

- ・ 個社のみでは対応できない分野について、公的な支援が継続的になされることは重要であり、関係者に敬意を表します。
- ・ 風力発電の諸技術、技術的実現可能性はほぼ解決されており、あとは経済的実現可能性の観点からいかにコストダウンや高信頼性が実現できるかのフェーズに移っている。その点で、風車製造ではなくメンテナンスを重視した稼働率向上や信頼性向上の目的は、日本の再生可能エネルギー大量導入に向け国内産業界の技術力強化に資するだけでなく、国際競争力の強化や地球規模の気候変動緩和策に資するものと高く評価できる。
- ・ まず、本事業自体はクリーンエネルギーの発展に寄与する時代の要請とマッチしたプロジェクトである。委託 2 事業、助成 4 事業すべてが順調に進んでいることを確認できた。人工雷での耐性評価、強風下での UAV 飛行試験、陸上風車でのゴンドラを用いた補修など開発された技術が、実運用環境に近い適切な手段で評価されており、個別事業の最終的な数値目標が達成されるであろうという印象を持てた。
- ・ 浮体式の O&M 分野において高度実用化技術の確立、コスト競争力を高めることは、わが国のカーボンニュートラルのみならず、地域経済に対して産業育成、地域の人材育成への貢献が期待できる。また、コスト面の優位性が確立できればグローバル市場、特に東アジアを含む低緯度地域への展開も期待される。さらに今回の研究開発内容は浮体式洋上風力のみならず、着床式、陸上風力にも応用可能である成果も多く、また、機器、材料製造も含めたバリューチェーン全体に波及するものである。
- ・ ほぼ全ての事業において目標達成となっており、一部の事業においては設定された目標以上の研究成果が得られているものもみられたことから、産学官の連携・支援も含め、適切な実施体制、マネジメントであったと評価する。

- ・ 成果はわが国経済への波及効果、中でも地域経済に対して産業育成、地域の人材育成への貢献が期待できる。現在グローバルでも明確に競合する製品・サービス等がないものが多く、アジアを含めた海外マーケットも追求できる可能性がある。
- ・ 風車の高稼働を目指すには厳しい導入環境だからこそ獲得できた我が国独自の技術であり、洋上のみならず陸上風力においても発電コストの低減、ひいては導入量拡大を加速する優れた技術と思います。早期の実用拡大と実運用からのフィードバックにより、更なる技術向上を期待します。

#### <改善すべき点>

- ・ 事業実施中の社会状況の変化に対して、当所の計画変更や修正など機敏に反応をする必要がある。
- ・ 事業期間を終了した後についてもフォローを継続する必要がある。
- ・ 大学、研究機関との連携に関しては、国内に拘らずに海外との連携を強化する必要がある。
- ・ 単なる要素技術の開発にとどまらず、この分野の新規参入者が使いやすく、国民や周辺住民が安心できるような「プラットフォーム」や「枠組み」といった大きな枠組みを意識して、その中で本事業の成果がどのように役立つかをより意識して情報発信することが望ましい。
- ・ 委託・助成事業とも成果発表が日本国内のメディアや学会に留まっている。論文や特許を英文化して国際的に成果をアピールした方がよい。
- ・ 一部の事業については、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当概研究成果の優位性についてさらに分析が必要である。
- ・ また、実用化・事業化の担い手又はユーザーの関与の観点では、一部の事業では自社内での検討に留まっている事例もみられた。
- ・ 論文等の対外的な発表、一般に向けての情報発信、知的財産権等の取扱いの検討については現状では十分とはいえない。
- ・ 一部の事業においては、現状ユーザーや関係者とのコミュニケーションが不十分である等から、成果の実用化・事業化の戦略の実現性が見通しにくい。量産化した場合の市場規模、コスト面競争力等、今後十分な検討が必要である。
- ・ 成果に伴う経済的メリットの評価と発信を、より積極的に行うべきと思います。

#### <今後に対する提言>

- ・ 2030年、2050年といった中長期的な視点に立つと、若手エンジニアの人材育成が必須であり、エネルギー基本計画に沿った人材のロードマップを描き、持続的な産業教育もあわせて検討頂きたい。
- ・ 得られた知見を国内規制や国際規格にどのように反映するのか、長期的戦略を関係省庁・諸機関と連携を図ることが望ましい。また、成果報告の機会を可能な限り増やし、この分野の新規参入者への啓発を図るとともに、成果を英語で発信し、海外に日本の

技術を積極的にアピールすることが望ましい。

- 天候条件の悪い日本で実用化できる技術は、東南アジアなど日本と同様に台風が多い地域で欧州の技術に負けない可能性を感じた。ぜひ、国内にとどまらずアジア市場を席捲することを目指してほしい。
- 助成事業に関しては、各実施者が自社製品の発展を重要視するため、要素技術の数値的な性能向上が目標になりがちである。NEDO と実施者が共同で、要素技術の性能向上が風車管理の効率化にどの程度インパクトをもたらすかを示せるのが望ましい。
- グローバルでの浮体式洋上風力の高度化への貢献、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、国際認証の取得による規格化を可能な限り進めて頂きたい。
- また、技術実装、量産化にいたるシナリオやその波及効果について更なる検討現状の風力事業関係者のみならず、技術コンサルタント、保険会社、金融投資家等、幅広い関係者の関与、更には他産業からの参入、地域での理解も重要であることを鑑み、積極的な対話と分かりやすい情報発信に努めて頂きたい。
- 研究成果の早期の実用拡大について、関連団体・企業によるコンソーシアム形成や多方面への情報発信、実証試験の実施等、引き続き NEDO により支援頂くことはできませんか。

## 2. 各論

### 2. 1 事業の位置付け・必要性について

環境への配慮が求められサステナビリティが重要視される昨今、洋上風力発電市場が拡大することは明らかであり、メンテナンスを重視した稼働率や信頼性向上に着目した本事業は、日本の再生可能エネルギー大量導入に向けて、国内産業の技術力だけでなく国際競争力の強化や気候変動緩和策に資するものと評価できる。

着床式風車と比較して、浮体式の商業ベースによる稼働は世界的にみても限られており、運用技術やノウハウも未成熟であるため、O&M分野において高度実用化技術の確立とコスト競争力を高めることは、グローバル、特に台風等による影響を受けるアジア地域への貢献が期待される。

また日本において、洋上風力発電に関する技術開発を民間のみで推進することはリスクが大きいため、NEDO が関与する必要性が高い事業といえる。

※O&M : Operation & Maintenance

#### <肯定的意見>

- ・ I-②（風車故障事故に関する国内外の動向調査）において、市場の拡大とともに海外動向の調査を公共的に支援する事は重要と考えます。
- ・ II（助成事業4テーマ）は、国内産業の調達率を向上できる可能性のある芽を育てる意味で、公共的な支援は必要と考えます。
- ・ メンテナンスを重視した稼働率向上や信頼性向上に着目した本事業の目的は、日本の再生可能エネルギー大量導入に向け国内産業界の技術力強化に資するだけでなく、国際競争力の強化や地球規模の気候変動緩和策に資するものと評価できる。
- ・ 環境への配慮が求められサステナビリティが重要視される昨今、洋上風力発電市場が今後拡大するのは明らかである。従って、洋上風力のダウンタイム・維持管理コストの削減を目的とする本事業は政策動向、市場動向の観点から妥当である。
- ・ 欧州に比べて台風による悪天候の影響を受ける日本で洋上風力発電に関する技術開発を民間事業のみで推進するのはリスクが大きい。よって、NEDO が関与する必要性がある事業とも言える。
- ・ わが国では遠浅の海岸に恵まれず着床式の有望地域が限定的であるなか、浮体式への期待は極めて大きい一方、先進地域である欧州においても着床式と比較して世界的にも浮体式案件での商業ベース稼働は限られており、その運営技術・ノウハウも未成熟である。浮体式の O&M 分野において高度実用化技術の確立、コスト競争力を高めることは、わが国のカーボンニュートラルのみならず、グローバル、特に東アジアを含む低緯度地域への貢献も期待される。さらに今回の研究開発内容は浮体式洋上風力のみならず、着床式、陸上風力にも応用可能である成果も多く、また、機器、材料製造も含めたバリューチェーン全体に波及するものである。
- ・ 風車稼働率の向上による発電量の向上、発電コストの低減は、風力発電導入拡大のためには基本的かつ必須の要件であり、目標値の設定を含め事業目的として妥当と考え



ます。

- また本研究開発の成果は、必ずしも安定的な風環境に恵まれているとは言い難い我が国や東アジア圏において、洋上のみならず未だ多くの導入可能性を有する陸上風力の導入拡大にも大きく資する「日本発の」技術であり、NEDO 事業としても妥当と思料します。

#### <改善すべき点>

- I-①（風車運用高度化技術研究開発（研究開発））に関しては、事業の実施期間に国内風車メーカーの撤退という大きな変化があったタイミングでの事業内容の見直しや加速が必要であったようにも思える。今後の実用化状況を見たうえで、海外メーカーへの適用促進なども視野に入れるべきと思慮します。
- 上記の<肯定的意見>に記載した案件（I-②（風車故障事故に関する国内外の動向調査）、II（助成事業4テーマ））についても、海外を含めた状況の変化に対応した機動力のより一層の向上が望まれます。
- 風力発電は、内外の新規参入者が多い分野であるため、この分野や日本独自の気象環境に必ずしも明るくない新規参入者のためにもわかりやすい情報発信をより一層工夫することが望ましい。
- 委託事業・助成事業の事業費が示されているのに対し、期待される効果については97%以上の稼働率という数値が示されている。経済効果など金額的な試算が充実しているとなお良い。
- 上記の観点での効果については十分な検証が行われていないこと、情報の公表に当たっての特許戦略、国際規格の導入等の方針が定まっていないものもあり、適切なタイミングでの対応が望ましい。
- 本研究開発の成果は、投下した研究開発費用に比して十分以上に大きいものと思いますが、今後、この成果を広く展開するには、各ステークホルダー（事業者、メーカー、O&M 業者、金融機関、保険会社等）にとっての経済的メリットを示す必要があると思えます。

## 2. 2 研究開発マネジメントについて

コロナ禍における事業実施でありながら、若干の遅延があるものの全体的に初期計画に従って成果が積み上がっており、進捗管理の柔軟性は高く評価できる。

風車故障事故に関する海外動向の調査等を委託及び国内産業の調達率を向上させる技術の芽を育てる事業を助成と区分して対応するしくみは民間の活用を促し、また、産学官の連携と支援も含め適切な実施体制かつマネジメントであり、予算を効率的に運用していることも評価できる。

さらに、風車稼働率の最終目標から個別の委託及び助成事業の目標を数値化しており、達成度の判定が容易にできるようになっている。

一方で、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と考える。

今後は、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。

### <肯定的意見>

- ・ 目標設定時は技術動向、市場動向を確認してスタートしている。
- ・ 委託及び助成の区分での対応があるしくみは、民間の活用を促し評価できる。
- ・ 新型コロナウイルス蔓延の時期にありながら、若干の事業実施の遅延があるものの全体的に初期計画に従って成果が積み上がっており、進捗管理の柔軟性は高く評価できる。
- ・ 雷・台風などの悪天候にも耐えられる要素技術（ダイバーストリップの耐雷性、洋上での UAV を使った風車監視）の実現を目的としており、日本での洋上風車推進に貢献する目標設定がなされている。また、風車の稼働率を 97%以上にすることを目標とし、そこから個別の委託・助成事業の目標が数値化されており、達成度の判定は容易にできるようになっている。
- ・ 研究開発の実施体制については、委託事業・助成事業のいずれも技術力のある実施者が選定されており問題ない。実施者が外部からの意見を取り入れるための技術委員会を設置する体制になっており、進捗管理も工夫されている。
- ・ ほぼ全ての事業において目標達成となっており、一部未達の事業についても適切な進捗管理を経て、目標達成に一定の目処が立っていると評価できる。産学官の連携・支援も含め、適切な実施体制、マネジメントであったと評価する。
- ・ 風車異常検知システムや雷アプリの開発・運用に至るまで、SCADA・日誌データ、CMS データに基づく稼働率分析から、アプリケーションの研究開発、AI 転移学習に基づく異常検知システムの開発・改善・運用、雷アプリの開発と、各ステップを着実に進めていると思います。
- ・ また並行して実施した風車故障事故に関する国内外の動向調査の結果を、本研究開発に活用することで研究費用を効率的に運用していると思います。

#### <改善すべき点>

- ・ 国内外の急激な状況変化に応じて、研究成果の適用の加速を図る必要がある場合がある。各事業の計画時のフォローのみならず、市場動向とのマッチングのチェックが改善点として考えられる。
- ・ I-①（風車運用高度化技術研究開発（研究開発））の目標設定および達成度は、書きすぎて誤解を生じないように説明を十分に加えて欲しい。
- ・ 国内の研究機関に集中しており、海外との連携が見えにくい。
- ・ 一部の事業については、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当概研究成果の優位性についてさらに分析が必要である。また、実用化・事業化の担い手又はユーザーの関与の観点では、一部の事業では自社内での検討に留まっている事例もみられた。
- ・ 発電コストの低減について、質問への回答には例示されていますが、更に多くのケーススタディと結果の前面への打ち出しが重要と思います。

#### <今後に対する提言>

- ・ 固有技術の開発に主眼を置いていると思われるが、風力／太陽光と揚水の組合せやソフト面などの複合技術に目を向けた開発も必要と考えられる。テーマの洗い出しには、広範囲の分野での議論が必要と考えます。
- ・ 委託事業の研究成果を国際標準化できるのが望ましい。今後は標準化機関への働きかけも進めていただきたいです。
- ・ 研究成果の実装可能性の見極めのため、事業者、技術コンサルタント、保険会社、金融投資家等、幅広い関係者との対話を実施していただきたい。
- ・ 風車異常検知システムの実機での運用試験を、より多くの条件（風車、立地場所、事業体制等）で実施し、汎用性の高いシステムを目指して頂きたい。

## 2. 3 研究開発成果について

ほぼ全ての事業で中間目標を達成しており、さらに一部においては設定された目標以上の研究成果が得られていることは評価できる。

現状、取得する各種のデータや技術等が事業者には開示されないメーカー主導の業界において、本研究の成果は、発電事業者が主体的に稼働率の向上に取り組むことを可能にする画期的なツールといえる。

また、委託事業において、転移学習により少ないデータから高精度な異常検出を実現しているが、深層学習での先端技術を風車管理という新しい応用領域に適用した開発は、人工知能研究の観点においてユニークな取り組みである。

今後は、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。

### <肯定的意見>

- ・ I-② (風車故障事故に関する国内外の動向調査) : 客観的な成果の評価は難しいが、国内メーカーの協力が得にくくなっている中で、情報の共有化に取り組んでいる。
- ・ 新型コロナウイルス蔓延のため若干の事業実施の遅延がありながらも、全体的に中間目標に達成している。
- ・ 委託事業については転移学習によって少ない学習データで高精度な異常検出を達成している。これは深層学習での先端技術を、風車管理という新応用領域に適用した事例になっており、人工知能研究者の目線から見ても面白かった。
- ・ 助成事業については、4 事業すべてについて中間目標を達成できていることを確認した。II-① (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) については故障事例画像の収集が進みつつあるということで、高精度な故障検出ができるポテンシャルはあると判断した。
- ・ 一部、コロナ禍による開発の遅れが見られる項目もあるが、やむを得ないと思われる。
- ・ ほぼ全ての事業で成果は、中間目標を達成していると評価する。一部の事業においては設定された目標以上の研究成果が得られているものもみられた。
- ・ 従前の風車メーカーによる稼働率保証は、メーカーに相当額のフィーを支払い、一定の稼働率を長期間 (最長 20 年間) 維持するもので、保証値以上の稼働率を期待することはできない。またメーカーの取得するデータや稼働率維持の技術等は、事業者には一切開示されないことから、事業者が主体的に稼働率の向上に取り組むことが難しい現状であり、メーカー主導の事業環境において、本研究の成果は、事業者に画期的なツールを与えるものと思います。
- ・ 風車異常検知システムと雷アプリの実用化は、風車運用高度化技術の中核的先進技術の獲得であり、我が国独自の優位な技術と思います。
- ・ 既に大学、研究機関、風力発電事業者団体による O&M 支援分析技術の開発と統合プ

ラットフォーム化が達成されており、目標達成ならびに成果の普及への準備が進められていると思います。

#### <改善すべき点>

- ・ I-①（風車運用高度化技術研究開発（研究開発））において、現在の成果の記載では誤解を招く可能性があるため、補足説明が必要と考えます。
- ・ I-②（風車故障事故に関する国内外の動向調査）は、対応メンバーが固定化しつつあり、若手エンジニアを含めて啓蒙の場としてはどうであろうか。
- ・ II-①（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）については、ドローンを飛ばす上で航空法など法的な問題はないかをチェックした方がよい。
- ・ II-③（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）については、寿命を 5 年から 10 年に延ばしたことはわかったが、そこからさらに 5 年延ばすための戦略がもっと説明されていると良かった。
- ・ 論文等の対外的な発表、一般に向けての情報発信については、現状では全般的に十分とはいえない。また、知的財産権等については、国際的な競争戦略の観点から慎重に対応することを前提に、さらに検討する余地がある。
- ・ 実際には難しい面も多いと思いますが、本研究成果の活用に関して、風車メーカーとの何らかの協力関係作りにも取り組んでみては。事業者とメーカーで利害相反する側面もありますが、究極的には、稼働率向上は双方 **Win-Win** となる要件であり、特に他国とは異なる風環境における安定的な風車稼働の実現に向けては、両者の協力は必須と思われます。

#### <今後に対する提言>

- ・ 積極的に国際的な場にアピールする機会を作れると良いと思います。
- ・ 得られた成果は既に学会や展示会での発表もいくつか見られるが、多くの関係者の目に触れられるよう、より一層発表機会や手段を増やすことが望ましい。また、海外に日本の技術をアピールするために、英語での発表・公表機会を増やすことが望ましい。
- ・ 委託事業については、まだ成果を英文ジャーナルで発表されていないようなので、そちらへの投稿を進めてほしい。
- ・ グローバルでの浮体式洋上風力の高度化への貢献、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、国際認証の取得による規格化を可能な限り進めて頂きたい。また、成果の活用・実用化にあたって、現状の風力事業関係者のみならず、他産業からの参入、地域での理解も重要であり、一般に向けて分かりやすい情報発信に努めて頂きたい。
- ・ NEDO はもとより、風力業界団体や関連団体、あるいはメディア等を通じて、本研究の成果を積極的に発信し、事業者ばかりでなく風力事業への投融資を担う金融機関や保険会社等に積極的にアピールすべきと思います。

## 2. 4 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

成果の実用化・事業化の戦略は明確で、日本における風力発電の大量導入を下支えすることが期待できる。

委託事業に関しては、事業終了後にコンソーシアムが作られ、民間企業も研究成果を利用可能なプラットフォームが構築されること、助成事業では、欧州の技術に対する国内での優位性や利益化するビジネスモデルが示されていること、が評価できる。

また、海外で明確に競合する製品やサービス等が無いものも多いため、コストの優位性によってはアジアを含めた海外マーケットへ展開できる可能性がある。

一方で、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する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。

今後、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。

### <肯定的意見>

- ・ 個社で実施中のプロジェクトを、業界全体、複数地域の利益に繋げてゆくモデルケースになるものと考えられ、NEDO による公的助成の意義を示すことができると期待します。
- ・ 成果の実用化・事業化の戦略は明確で、日本における風力発電の大量導入を下支えすることが期待できる。
- ・ 委託事業に関しては、事業終了後にコンソーシアムが作られ、民間企業も研究成果物を利用できるプラットフォームが構築される点は評価できる。
- ・ 助成事業に関しては、II-①（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）、II-③（風力発電機の長寿命化に向けたマルチスケルトライボ解析・実験による最適潤滑剤設計）、II-④（風車ブレード用高耐久ダイバータストリップの開発）の 3 件で欧州の技術に対する国内での優位性が示されており、少なくとも日本国内での実用化・事業化はできると思われる。II-②（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）についても CTV を活用して利益化するビジネスモデルが示されている。
- ・ O&M 技術にかかる市場の規模・成長性を鑑み、わが国経済への波及効果、中でも地域経済に対して産業育成、地域の人材育成への貢献が期待できる。現在グローバルでも明確に競合する製品・サービス等がないものが多く、コストの優位性によってはアジアを含めた海外マーケットも追求できる可能性がある。
- ・ アカデミーと風力事業者団体との連携による実用化、社会実装の方向性は妥当と思われます。

#### <改善すべき点>

- I-①（風車運用高度化技術研究開発（研究開発））は「今回で NEDO プロが卒業して次ステップへ進む」との事であるが、現在のメーカーを含めた激しい動向変化がある中、当面はフォローしてゆく必要があると考えます。
- II-①（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）は助成事業の制約があらうと考えられるが、NEDO 内におけるブレード点検、補修のプロジェクトとの連携ができると効率が上がると考えられる。
- 事故や故障といったメーカーや事業者が秘匿したがる情報を扱う点で、成果の実用化・事業化に際して、契約面での障壁や困難性が生じる可能性がある。多くの新規参入者に本プロジェクトの成果を利用してもらうためには、政策や規制、規格との密な連携が必要である。
- 上記の委託事業の研究成果物を利用できるプラットフォームが金銭的な観点で長期運用可能であることを示してほしい。
- 一部の事業においては、現状ユーザーや関係者とのコミュニケーションが不十分である等から、成果の実用化・事業化の戦略の実現性が見通しにくい。量産化した場合の市場規模、コスト面競争力等、十分な検討が必要である。
- 実用化に向けての具体的な資金計画、収支計画等について早急に検討開始すべきと思います。

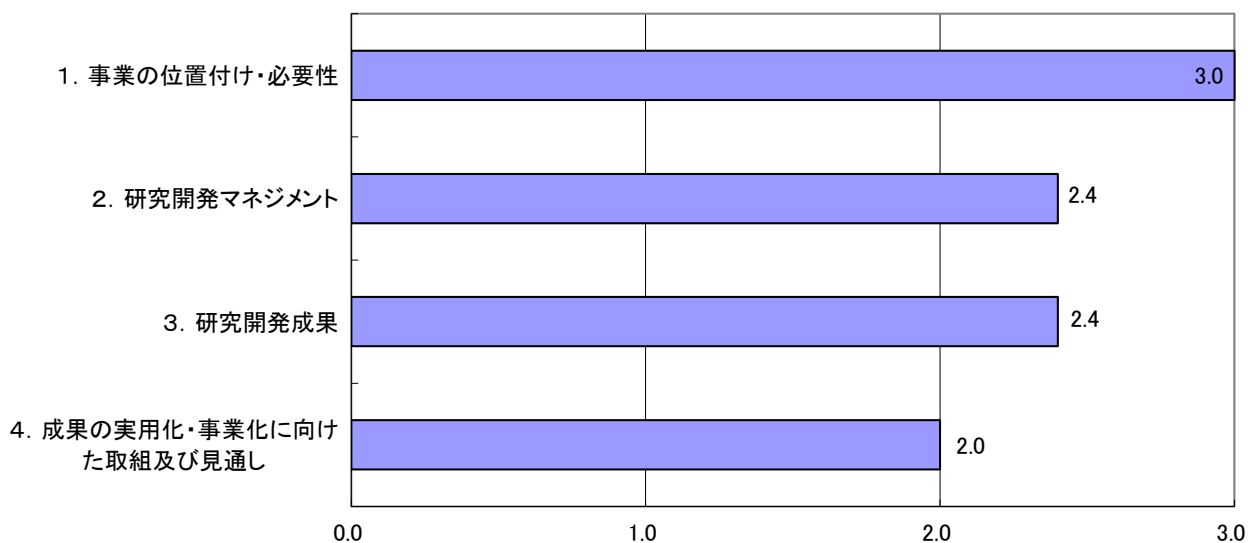
#### <今後に対する提言>

- 単独技術のみでの実用化は至難の業なので、NEDO の事業範囲の広さを活かした実用化推進を期待します。
- 海外では風力発電の事業者には特定の研究機関（例えば米国であれば NREL など）へのデータ開示義務が課せられているが、日本ではその仕組みがなく事業者も決して積極的には開示しません。一方で現在の風車メーカーの状況は、海外のビッグ 3 が熾烈な競争にあり、今後とも不安定な状態が続くものと考えられ、風車のモニタリングに関してはアフターサービスでの利益確保のために積極的には開示しない傾向が高まりつつある。今回の委託研究でのモニタリングでの稼働率向上に関して、国内メーカーが対応できる場合には国内市場での利用が見込まれるが、上述の急激なメーカーの状況変化の中で研究成果が利用されるには、事業完了時に稼働率の実績と海外メーカーへの戦略を含めてのスピード感が必要ではないかと思慮します。継続的なフォローを行い、状況に応じて二の手、三の手が必要かもしれません。
- 得られた知見を国内規制や国際規格にどのように反映するのか、長期的戦略を関係省庁・諸機関と連携を図ることが望ましい。
- CTV 開発に関しては、用途が洋上風力発電に限定されない技術と思う。量産化は検討されないのでしょうか？
- 上記の改善点を受け、実施者、事務局において技術実装、量産化にいたるシナリオやその波及効果について更なる検討、及びその結果の公表を期待する。

- 国内の風車メーカーがほぼ撤退した状況において、風車稼働率の向上、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、今後拡大を目指す我が国風力事業の喫緊の課題であり、同時に風車の集中的導入が進む地域での地域産業との連携による地域経済の活性化と、今後 O&M 事業を担う人材の育成についての視点が重要と思います。今後の実用化戦略において是非とも考慮頂きたいと思います。



### 3. 評点結果



評価項目	平均値	素点 (注)				
		A	A	A	A	A
1. 事業の位置付け・必要性について	3.0	A	A	A	A	A
2. 研究開発マネジメントについて	2.4	B	A	A	B	B
3. 研究開発成果について	2.4	B	B	B	A	A
4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて	2.0	C	A	B	B	B

(注) 素点：各委員の評価。平均値は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算し算出。

#### 〈判定基準〉

- |                    |                              |
|--------------------|------------------------------|
| 1. 事業の位置付け・必要性について | 3. 研究開発成果について                |
| ・非常に重要 →A          | ・非常によい →A                    |
| ・重要 →B             | ・よい →B                       |
| ・概ね妥当 →C           | ・概ね妥当 →C                     |
| ・妥当性がない、又は失われた →D  | ・妥当とはいえない →D                 |
| 2. 研究開発マネジメントについて  | 4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて |
| ・非常によい →A          | ・明確 →A                       |
| ・よい →B             | ・妥当 →B                       |
| ・概ね適切 →C           | ・概ね妥当 →C                     |
| ・適切とはいえない →D       | ・見通しが不明 →D                   |

## 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」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.....	i
プロジェクト用語集.....	iv
<b>1. 事業の位置付け・必要性について.....</b>	<b>1-1</b>
1. 事業の背景・目的・位置づけ.....	1-1
2. NEDO の関与の必要性・制度への適合性.....	1-1
2.1 NEDO が関与することの意義.....	1-1
2.2 実施の効果（費用対効果）.....	1-1
<b>2. 研究開発マネジメントについて.....</b>	<b>2-1</b>
1. 事業の目標.....	2-1
2. 事業の計画内容.....	2-1
2.1 研究開発の内容.....	2-1
2.2 研究開発の実施体制.....	2-3
2.3 研究開発の運営管理.....	2-6
2.4 研究開発成果の実用化・事業化に向けたマネジメントの妥当性.....	2-7
3. 情勢変化への対応.....	2-8
4. 評価に関する事項.....	2-8
<b>3. 研究開発成果について.....</b>	<b>3-1</b>
1. 事業全体の成果.....	3-1
2. 開発テーマ毎の成果.....	3-2
<b>4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて.....</b>	<b>4-1</b>
1. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて.....	4-1

（添付資料）

- ・プロジェクト基本計画
- ・事前評価書
- ・論文発表等リスト

## 概 要

最終更新日	2021年10月20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/ PMまたは担当者	新エネルギー部 PM 佐々木 淳 担当者 渡部 良朋、相川 慎一郎 (2021年10月現在)						
0. 事業の概要	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コストを低減する各コア技術の開発を実施する。						
1. 事業の位置 付け・必要性 について	<p>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。</p> <p>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。</p>						
2. 研究開発マネジメントについて							
事業の目標	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。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。						
事業の計画内容	主な実施事項	Fy2018	Fy2019	Fy2020	Fy2021	FY2022	
	風車運用高度化・研究開発						→
事業費推移 (会計・勘定別に NEDO が負担した実績額 (評価実施年度については予算額) を記載) (単位:百万円)	会計・勘定	Fy2018	Fy2019	Fy2020	Fy2021		総額
	一般会計						
	特別会計 (電源・需給の別)	128	250	239	430		1,049
	開発成果促進財源						
	総 NEDO 負担額	128	250	239	430		1,049
	(委託) (助成) : 助成率 1/2 以下	128	250	191	117		687
開発体制	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(当時) 田窪 祐子 主任研究員(～2019年6月まで) 新エネルギー部 佐々木 淳 統括研究員(2019年7月～)					

	委託先及び助成先	<ul style="list-style-type: none"> <li>・風車運用高度化技術研究開発（委託） （国）東京大学、（国研）産業技術総合研究所、（学）中部大学</li> <li>－再委託：（一社）日本風力発電協会、（株）東洋設計、（学）早稲田大学 （株）風力エネルギー研究所</li> <li>・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 （株）守谷刃物研究所</li> <li>－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 出光興産（株）</li> <li>－共同研究：（公）兵庫県立大学、（国）岡山大学 イオスエンジニアリング&amp;サービス（株）</li> <li>－委託：東京汽船（株）、（株）ブレードパートナーズ</li> </ul>
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 2020 年度に追加公募を実施。	
評価に関する事項	事前評価	2013 年度実施
	事後評価	2023 年度実施予定
3. 研究開発成果について	<ul style="list-style-type: none"> <li>・風車運用高度化技術研究開発（委託） 風車部品の故障による停止時間の縮小を図るため、国内風車の定期点検記録や故障等の事象及び、主軸受、増速機、発電機等の振動センサー出力を収集し、風車事業者およびメーカー、メンテナンス事業者が活用可能なデータベースの実証試験及びその効果の検証を実施した。</li> <li>・風車運用・維持管理技術高度化研究開発（助成） 洋上風車の運転維持コストを低減する各コア技術の開発を実施した。保守と修繕の実施形態は洋上風力発電コストに影響を及ぼす要素であり、それらを低減させる各種技術開発が必要であり、日本における洋上風力発電の運転維持コストを低減する技術を開発する。</li> </ul>	
	投稿論文	18 件
	特許	2 件
	その他の外部発表 （プレス発表等）	フォーラム発表等 59 件
4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて	<p>風車運用技術高度化(委託)事業で開発したデータベースについては、運用組織の組織化などを経て、2024 年度以降に事業化予定。</p> <p>風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)事業における成果については、各テーマ 2022 年度まで事業を行ない、その後 2023 年度～2025 年度の間の実証などを経て実用化予定。</p>	
5. 基本計画に関する事項	作成時期	2010 年 3 月 作成
	変更履歴	<p>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。</p> <p>2014年10月 改訂 「4. 評価に関する事項」を一部改正</p> <p>2015年3月 改訂 誤記及び表現を訂正</p> <p>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</p> <p>2016年7月 雷検出装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</p> <p>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</p>

		<p>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</p> <p>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</p> <p>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の一部追記</p> <p>2019年7月 プロジェクトマネージャーの変更</p> <p>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、事業期間を修正。</p>
--	--	--



## 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。
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。
ウインドファーム	集合型風力発電所のことで、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 <sup>2</sup> 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。
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. 事業の位置付け・必要性について

### 1. 事業の背景・目的・位置づけ

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。

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。

風力発電に係るこれらの課題を克服すべく革新的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ことを目的とする。

## 2. NEDO の関与の必要性・制度への適合性

### 2.1 NEDO が関与することの意義

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。また、その効果的な研究開発のためには大学、研究機関、民間企業の多くの研究者が結集しなければならず、全体の推進役を担う機関が必要とされる。NEDO はその性質上この推進役として適任である。さらに、NEDO が過去に実施してきた風力発電関連事業により得てきた知見、ノウハウを活用し得ることは、NEDO が関与することにとって大きな意義となる。

### 2.2 実施の効果（費用対効果）

研究開発の期間は、「風車運用高度化技術研究開発」（委託）で 3 年間（2018 年度～2021 年度）、「風車運用・維持管理技術高度化研究開発」（助成）で 3 年間（2020 年度～2022 年度）である。事業全体の実績額は 10.5 億円（2018 年度～2021 年度）である。

## 2. 研究開発マネジメントについて

### 1. 事業の目標

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ー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。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。

委託事業では、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、助成事業では、洋上風車の運転維持コストを低減する各コア技術を開発する。

### 2. 事業の計画内容

#### 2.1 研究開発の内容

##### 2.1.1 事業全体の計画内容

本事業は「風車運用高度化技術研究開発」（委託事業）、「風車運用・維持管理技術高度化研究開発」（助成事業）の2項目において実施している。各研究開発項目とそれぞれの個別開発テーマ、実施事業者および事業期間について整理する。（表Ⅱ.2.1.1-1）

表Ⅱ.2.1.1-1 研究開発項目と研究テーマ・実施事業者・事業期間の整理

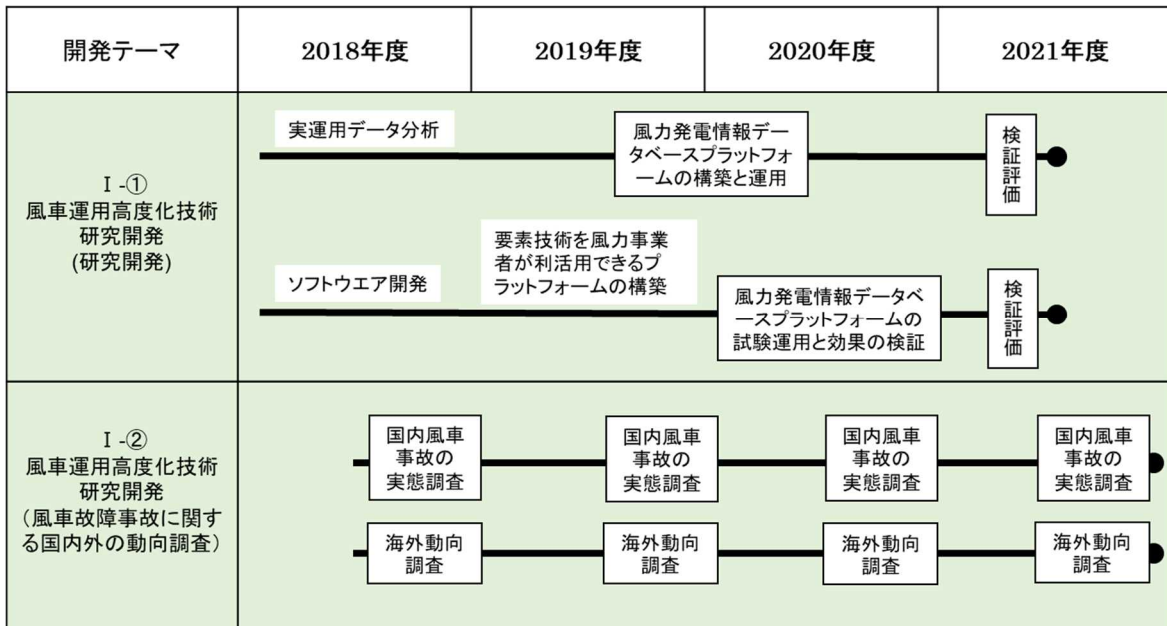
研究開発項目	区分	開発テーマ	実施事業者	事業期間
風車運用高度化技術研究開発（委託事業）	終了	研究開発	(国)東京大学、(国研)産業技術総合研究所、(学)中部大学	2018～2021年度
	実施中	風車故障事故に関する国内外の動向調査	(株)風力エネルギー研究所	2018～2021年度
風車運用・維持管理技術高度化研究開発（助成事業）	実施中	無人航空機（UAV）とAI画像解析の活用による風車の高度な次世代型運用・維持管理技術開発	関西電力(株)	2020～2022年度
	実施中	洋上風力発電用CTV及び洋上ブレード補修ゴンドラの開発による維持管理技術の高度化	イオスエンジニアリング&サービス(株)	2020～2022年度
	実施中	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)	2020～2022年度
	実施中	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	2020～2022年度

以上のとおり、本事業は委託事業と助成事業とで2つに分かれ、さらに委託事業では研究開発と調査、助成事業では4つの研究テーマに分かれている。

## 2.1.2 開発テーマ毎の計画内容

### I 風車運用高度化技術研究開発（2018年度～2021年度）

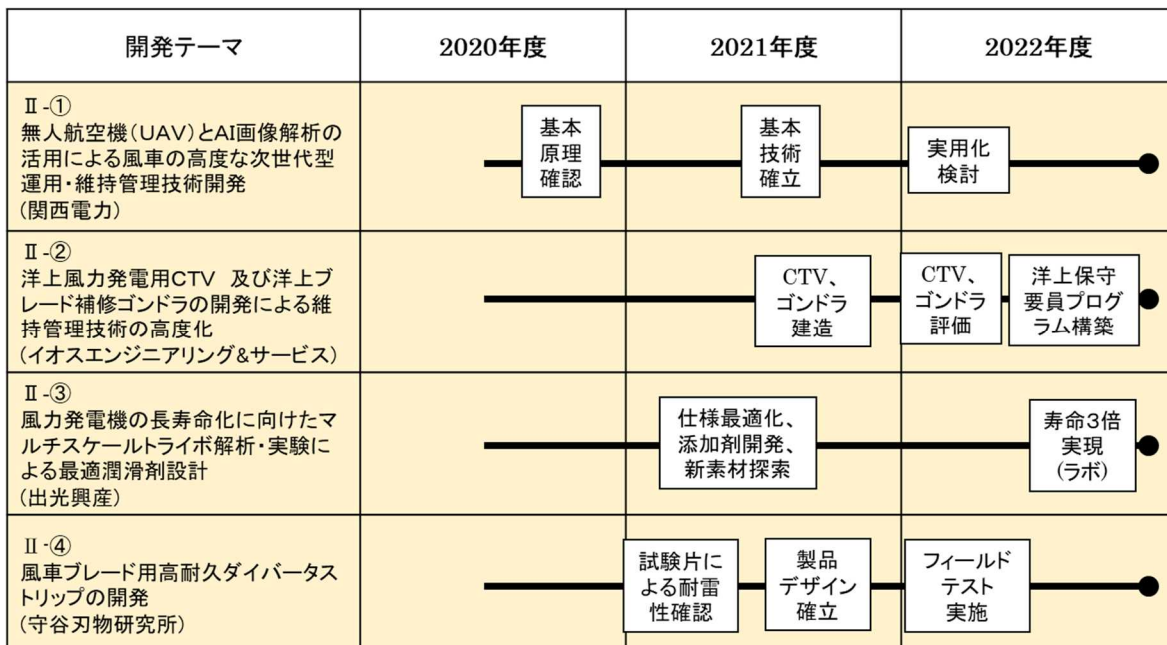
研究開発スケジュールを図Ⅱ.2.1.2-1に示す。



図Ⅱ.2.1.2-1 「風車運用高度化技術研究開発」(委託事業)研究開発スケジュール

### II 風車運用・維持管理技術高度化研究開発（2020年度～2022年度）

研究開発スケジュールを表Ⅱ.2.1.2-2に示す。



図Ⅱ.2.1.2-2 「風車運用・維持管理技術高度化研究開発」(助成事業)研究開発スケジュール

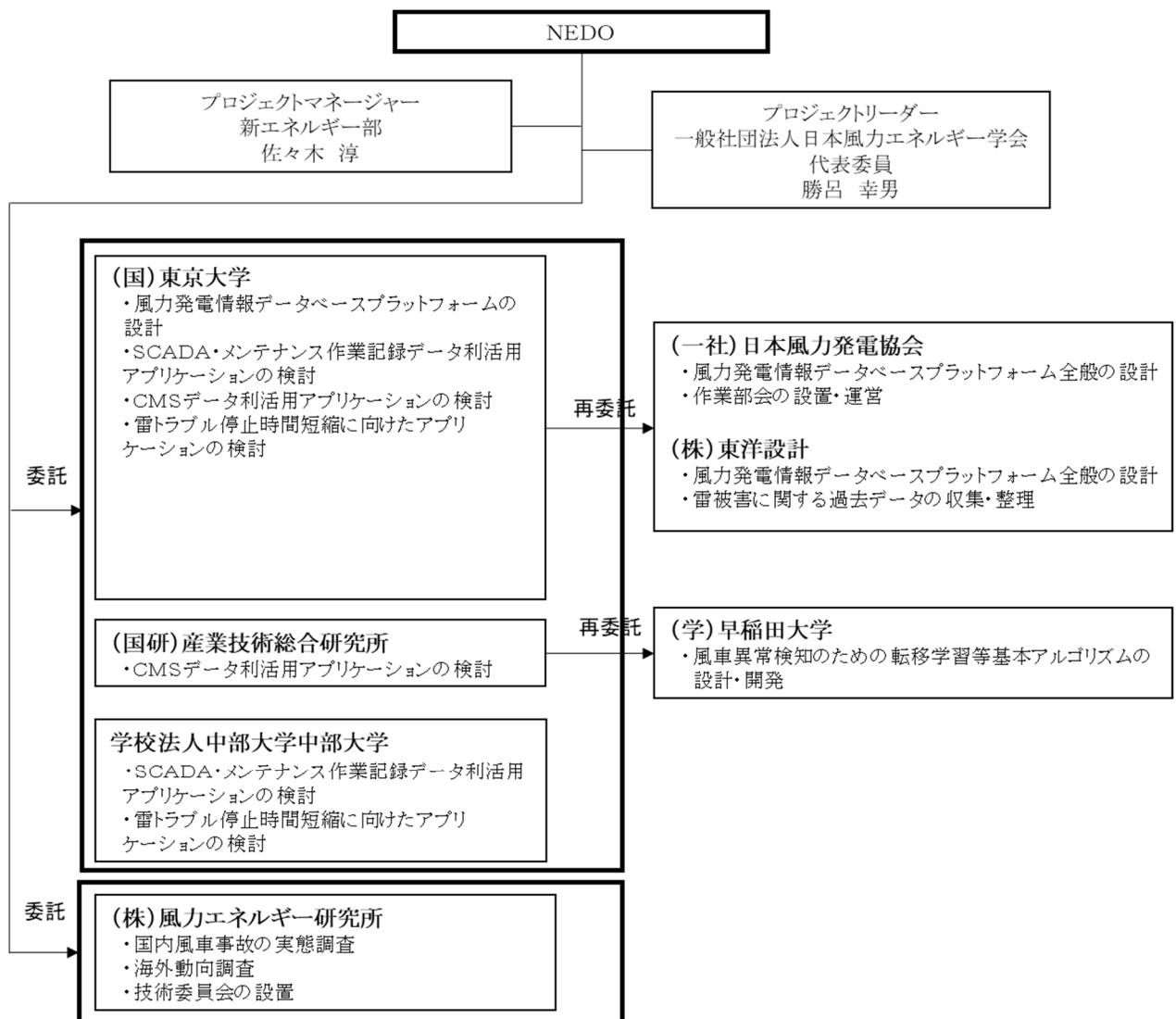
## 2.2 研究開発の実施体制

### 2.2.1 実施体制

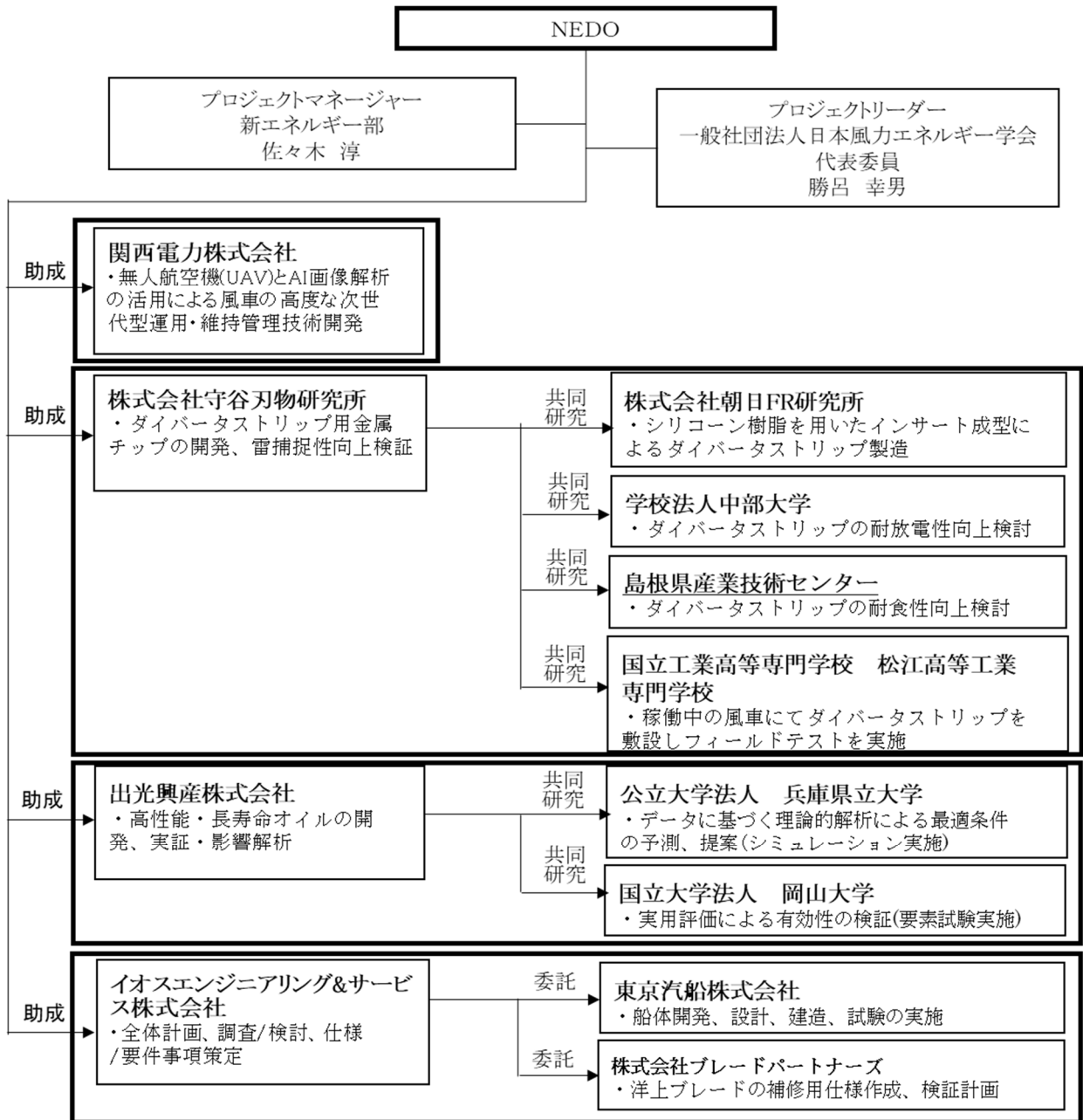
本事業は、2018 年度に公募を行い「風車運用高度化技術研究開発」において、研究開発（委託）1 件および調査委託 1 件で研究開発をスタートした。このうち、「風車運用高度化技術研究開発（研究開発）」については 2021 年度 9 月で事業を終了している。

2020 年度には追加公募を実施し、「風車運用・維持管理技術高度化研究開発」において研究開発（助成）4 件を採択している。

本事業は、2021 年度 10 月時点において、「風車運用高度化技術研究開発」1 件と「風車運用・維持管理技術高度化研究開発」4 件を擁するプロジェクトとなっている。本事業は風車、風車部品、メンテナンスと広範囲の技術領域を含むことから、各テーマを効率的に指導しながらプロジェクト全体を推し進め十分な成果を得るため、風車全般に精通し高度の専門知識を有するプロジェクトリーダー（PL）を設置する必要があると判断し、PL を設置している。実施体制を以下に示す。



図Ⅱ. 2. 2. 1-1 「風車運用高度化技術研究開発」実施体制



図Ⅱ.2.2.1-2 「風車運用・維持管理技術高度化研究開発」実施体制

本事業で、NEDO がプロジェクトリーダー（PL）として委嘱した（一社）日本風力エネルギー学会 代表委員 勝呂幸男氏は、風車メーカーにおける勤続経験を有し、長年にわたり風車機械工学の研究に従事され高度な専門知識と経験を有するばかりでなく、その研究活動を通じて関係学会や協会主催の分科会等でも活動されており、風車に関して非常に幅広い学識を有している。本事業の目標や目指す方向性あるいは技術的課題も的確に把握できる立場にあり、本事業のPLとして最適任であると判断している。

## 2.2.2 主要な研究者

### プロジェクトリーダー (PL)

氏名	所属・役職	役割・研究項目
勝呂 幸男	日本風力エネルギー学会 代表委員	プロジェクト全体の最適化 研究計画・研究目標等に関する指導・助言

### I 風車運用高度化技術研究開発

- ・ 風車運用高度化技術研究開発 (研究開発)

#### <委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
国立大学法人東京大学	飯田 誠	先端科学技術研究センター 特任准教授
国立研究開発法人産業技術総合研究所	辻井 潤一	人工知能研究センター 研究センター長
学校法人中部大学	山本 和男	工学部電気電子システム工学科 教授

- ・ 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)

#### <委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
株式会社風力エネルギー研究所	鈴木 章弘	代表取締役

### II 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

#### <助成先>

事業者名	氏名	所属・役職
関西電力株式会社	樋口 良典	研究開発室技術研究所

- ・ 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

#### <助成先>

事業者名	氏名	所属・役職
イオスエンジニアリング & サービス株式会社	野中 佑樹	技術部

- ・ 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

#### <助成先>

事業者名	氏名	所属・役職
出光興産株式会社	甲嶋 宏明	営業研究所

- ・ 風車ブレード用高耐久ダイバーストリップの開発

#### <助成先>

事業者名	氏名	所属・役職
株式会社守谷刃物研究所	守谷 吉弘	常務取締役 加工品事業部



### 2.2.3 知的財産取扱の考え方と運用

本事業に係る知的財産については、産業技術力強化法第 19 条第 1 項に規定する 4 項目および NEDO が実施する知的財産権の状況調査（バイ・ドール調査）に対する回答を条件として、知的財産権については全て本事業の参画企業・大学に帰属する。また、本事業に係る産業財産権の出願（PCT 国内書面の提出を含む）又は申請を行った時は、60 日以内に NEDO へ通知することを業務委託契約約款及び共同研究契約約款で定めており、NEDO において本事業の知的財産の権利化動向を把握することとしている。なお、本事業における研究開発成果の取扱いについて、得られた研究成果は、NEDO、研究実施事業者とも普及に努めるものとし、知的基盤整備又は標準化等との連携を図るためデータベースへのデータ提供、標準化の提案等を積極的に行うものとする。

## 2.3 研究開発の運営管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有する NEDO は、経済産業省および各研究開発実施者と密接な関係を維持しつつ、本事業の目的およ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、毎月予算執行調査を行ない研究開発の進捗確認や執行状況を精査し、また、必要に応じて外部有識者による技術委員会を設置し、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等を行う。

また、プロジェクトの効率的な運営を図り事業全体を推進し十分な成果を得るためにプロジェクトリーダー（PL）を設置し、一般社団法人日本風力エネルギー学会代表委員の勝呂幸男氏に PL を委嘱した。必要に応じて、各事業者から研究開発の進捗状況の報告について、勝呂 PL より技術的な指導を受けるとともに、事業全体の目標達成、効率的運営等に関する助言を受けている。

### 2.3.1 技術委員会

本事業のうち、委託事業である「風車運用高度化技術研究開発」においては、研究開発事業と調査事業を連携して進めるため、合同で技術委員会を設置している。

「風車運用高度化技術研究開発」における委員会の登録委員を表Ⅱ.2.3.1に示す。

表Ⅱ.2.3.1 「風車運用高度化技術研究開発」（委託事業）  
技術委員会登録委員(2021年度)

委員氏名	所 属
根本 泰行	学校法人足利大学 【委員長】
犬童 健太郎	株式会社ユーラステクニカルサービス
小松崎 崇熙	株式会社ウィンド・パワー・エンジニアリング
赤羽 博夫	イオスエンジニアリング&サービス株式会社
水谷 義弘	国立大学法人東京工業大学
安庭 英夫	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

## 2.4 研究開発成果の実用化・事業化に向けたマネジメントの妥当性

本事業では、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。

事業全体の目標を達成し成果の実用化・事業化を図るため、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ている。

本事業において得られた研究成果は、①NEDO、研究実施事業者とも普及に努めるものとし、②知的基盤整備又は標準化等との連携を図るためデータベースへのデータ提供、標準化の提案等を積極的に行う。③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、すべて実施事業者等に帰属することとする。

### 3. 情勢変化への対応

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、「平成29年度以降の調達価格等に関する意見」において、「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」とであるとされた。

本事業は、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ことを目的とし、2018年度に公募を行ない、「風車運用高度化技術研究開発」で1件の研究開発と1件の調査事業をスタートした。

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こととなった。洋上風力発電の導入拡大には、その低コスト化が不可欠であるが、洋上風力の運転維持費は陸上風力に比べて高く、洋上風力先進地域のヨーロッパにおいてもその削減策検討が進められているところである。日本においては、運転維持費の実績と検討事例が限られているため、洋上風力に導入されるべき技術の開発/実適用策と、その効果ならびにコストの評価を行うことが求められている。

このような社会時情勢の変化を踏まえ、2020年度から研究開発名を「風車運用高度化技術研究」から「風車運用・維持管理技術高度化研究開発」に変更し、2020年度に公募を実施し、「風車運用・維持管理技術高度化研究開発」助成事業4件を採択した。

昨今、「2050年カーボンニュートラル」の目標達成に向けて洋上風力発電への注目も高まっており、今後も、こうした政策動向を注視し関係省庁との連携を維持しながら情勢変化に対し柔軟に対応する。

### 4. 評価に関する事項

「風力発電高度実用化研究開発」については、2013年2月のNEDOの事前評価において、NEDOが主導して実施する事の妥当性について評価された。

本事業「風車運用・維持管理技術高度化研究開発」についてNEDOは、技術評価実施規定に基づき、技術的及び政策的観点から、研究開発意義、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、外部有識者によるプロジェクト評価を実施する。2021年度に中間評価を、2023年度に事後評価を実施する。

### 3. 研究開発成果について

#### 1. 事業全体の成果

本事業は、「風車運用高度化技術研究開発」および「風車運用・維持管理技術高度化研究開発」の2つの研究開発項目で実施しているが、各研究開発項目についてそれぞれに目標設定を行っている。プロジェクトとしての達成状況と成果の意義(表Ⅲ.1-1)、および研究開発項目に関する目標と達成状況(表Ⅲ.1-2-1、表Ⅲ.1-2-2)について、下表に記す。

表Ⅲ.1-1 プロジェクトとしての達成状況と成果の意義

プロジェクト	達成状況と成果の意義
風車運用高度化技術研究開発(委託事業)	風車運用技術の高度化研究開発の取り組みにより、異常・故障検知技術開発などの要素技術を大学研究機関が開発できた。開発したデータプラットフォームの利活用によって、国内の風力発電事業者・メンテナンス会社等が風車運用を直接分析・評価することにより、高度な風車運用(風車稼働率97%以上)を図ることができるようになる。これらは、発電コストの低減につながり、国内風力事業者の競争力強化に貢献する。
風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成事業)	運用・維持管理技術の高度化研究開発の取り組みにより、新たな運用・維持管理手段が増え、競合相手が増えることにより競争原理が働くようになり、風車運転維持管理費の低コスト化が見込める。また、ユーザーである国内の発電事業者、メンテナンス会社、等がより最適な運用・維持管理手段を選択できるようになる。

表Ⅲ.1-2-1 「風車運用高度化技術研究開発」(委託事業)

#### 個別研究開発項目の目標と達成状況

開発テーマ	目標	成果	達成度	今後の課題、解決方針、取り組み
I-① 風車運用高度化技術研究開発(研究開発)	風車稼働率97%以上を実現するための要素技術を開発し、データプラットフォームによるデータ利活用と風車運用の高度化を目標とする。	<ul style="list-style-type: none"> <li>機械学習を用いた異常検知、故障検知は、検知率80%超の世界最先端(世界では75%弱)で競争力を有する。</li> <li>雷データの国内データ分析として、唯一稼働率の影響、対策方針を実データと共に評価。</li> <li>データ収集をもとに、データの複合利用による風車状態判断の考え方を事業者に提示し、風力発電事業者・メンテナンス会社が困難な分析・開発技術を大学研究機関から提供することを可能にした。 ⇒国内事業者の競争力支援。</li> </ul>	○	研究開発チームによる継続したデータプラットフォーム研究と、風力発電事業者を主体としたプラットフォーム利活用への展開を図る。
I-② 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。	2017~2019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日以上故障・事故を防ぐことが重要であることが分かった。	○	継続的な調査を実施し、風車故障事故のデータの蓄積を図る。

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み(中間)、×未達

表Ⅲ.1-2-2 「風車運用・維持管理技術高度化研究開発」(助成事業)

個別研究開発項目の目標と達成状況

開発テーマ	目標	これまでの成果	達成度	今後の課題、解決方針、取り組み
Ⅱ-① 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	実際の風車設備を対象に飛行試験を実施し、自律飛行、AI開発のソフトウェア開発に必要なデータを取得した。	○	自立飛行プログラム、AI解析ソフトウェアの改良、実サイト検証
Ⅱ-② 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。	CTVは主要目の仕様を決定 ゴンドラは実用化に向けた試験を開始した。	○	O&Mツール開発/実用化、洋上保守要員トレーニングプログラム構築
Ⅱ-③ 風力発電機の長寿命化に向けたマルチスケールライボ解析・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、オイル交換頻度延長(中間目標寿命2倍)を実現する	基材と仕様の最適化で、ギヤ油が各種疲労試験で現行性能を大幅に上回ることを確認した。	○	オイル仕様の最適化、高性能極圧剤開発、新規マテリアル探索
Ⅱ-④ 風車ブレード用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。	人工雷による高エネルギー冬季雷への耐久性を評価するとともに、耐食性、施工作業性を考慮した試作を実施した。	○	耐雷性、耐食性をより高め、現場作業性に優れたダイバーストリップへの改良

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み(中間)、×未達

2. 開発テーマ毎の成果

**◆個別テーマの事業概要**

**I-① 風車運用高度化技術研究開発(研究開発)**  
 国立大学法人東京大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、学校法人中部大学

**<事業概要>**  
 風車稼働率を97%以上に向上させる技術を確認させ、国内風車のダウンタイム及び運転維持コストの低減を図る。発電量向上に寄与するを当該技術開発により、発電コスト低減を図る。

**<成果>**

- データプラットフォームを構築した。これは、データ収集とデータ解析利用による風車状態判断を風力発電事業者に提示する。事業者・O&M会社が困難な分析・開発技術を大学研究機関から提供できる。⇒国内事業者の競争力を支援
- 転移学習を適用しこれまでの学習期間を1/4以下にできることを検証した。機械学習を用いた異常・故障検知は、検知率80%超の世界最先端(世界では75%弱)で競争力を有する
- 雷データの国内データ分析として、唯一稼働率の影響、対策方針を実データと共に評価

**<意義>**  
 風車のO&Mは事業コストの35%以上を占めるとされ、産業経済効果が高く風力発電低コスト化のために重要分野である。一方、国内風車メーカー不在の中、海外風車メーカーによる風車産業マーケットの抱え込みが起きている。また、O&Mの範囲は風力発電事業全般に渡るため、国内O&M企業の人員と知見、情報・技術力不足は拡大の方向である。本事業により、O&M支援分析技術の開発と統合プラットフォーム化が達成された。これにより、国内企業の不足した部分を適切に補うことが可能となった。さらにこれら支援システムは、国内O&Mサプライチェーンの追加的な開発要素、拡張・投入の可能性も示した。

O&M支援分析技術と統合プラットフォームの体系

図Ⅲ.2-1 各個別テーマの成果と意義(1)

## ◆個別テーマの事業概要

### I-② 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>

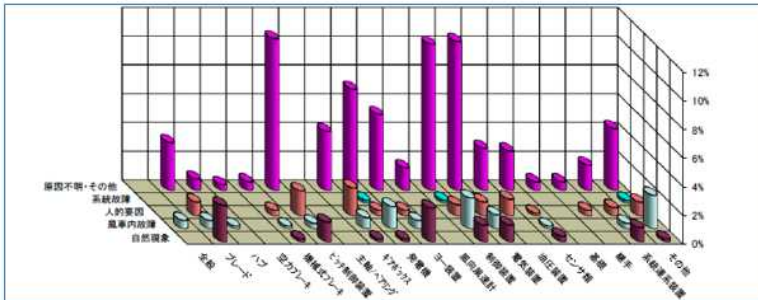
国内外の風車故障事故の実態把握及び関連する最新の研究開発等の調査を行い、広く公表すると共に「I-① 風車運用高度化技術研究開発(研究開発)」へ情報の提供を行う。

#### <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>

- 国内全体の風車故障・事故に係わる調査としては、他に類を見ない。
- 故障・事故事例の把握、故障・事故が発生する頻度(発生率)、部位や要因の把握、故障・事故の発生によって生じる停止期間(ダウンタイム)およびその内訳の把握、ダウンタイムの実績に基づいた事業者の対策検討等を把握した。また、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、「I-① 風車運用高度化技術研究開発(研究開発)」にデータや情報を提供し、研究開発へ寄与した。



調査結果の一例:  
故障・事故発生要因別の故障部位別発生状況(2019年度実績)

図Ⅲ.2-2 各個別テーマの成果と意義(2)

## ◆個別テーマの事業概要

### II-① 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。

#### <これまでの成果>

##### ①風車設備点検技術の構築

- 実際の風車設備を対象に飛行試験を実施し、自律飛行、AI開発のソフトウェア開発に必要なデータを取得。

##### ②過酷環境下でのUAV飛行技術構築

- 風速16.5m/sまでの耐風速性を確認。
- 水平距離25.5kmでの通信性能を確認。

##### ③UAVを用いた風車制御用風況(風向・風速)観測技術確立

- CFD解析により最適なフェアリング形状を算出し、風洞試験により観測精度を確認。

##### 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

- 陸上～洋上風車の長距離に対応した実用化事例はなく、本研究は停止時間短縮、保守・保全費用削減、発電効率向上への貢献が期待され、市場ニーズに則していることを確認。

#### <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



実海域で実施したドローンのテスト飛行

図Ⅲ.2-3 各個別テーマの成果と意義(3)

### ◆個別テーマの事業概要

#### Ⅱ-② 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 & サービス株式会社

##### (1) 洋上風力発電用多目的CTV開発・実用化

###### <事業概要>

- 国内小型船舶仕様に合致し運用コストを押さえつつ、洋上発電設備のBOPを含む点検(巡視、点検、定期安全管理審査)が可能なCTVを開発する。操船をアシストする推進機の自動制御機能を搭載しO&M効率化への有効性を検証する

###### <これまでの成果>

- 船体の主機関、推進機の選定および基本仕様の決定が完了。

###### <意義>

- 運用コストが小さいという小型CTVの優位性を生かし、O&Mコスト低減に寄与。  
→日本の港湾、沿岸の洋上風力発電設備の立地環境に適した国内技術開発
- 国内設計、建造した船舶のO&M重用による国内調達率向上。

##### (2) ブレード補修ゴンドラ開発・実用化

###### <事業概要>

- 国内規格に合致し、かつ安全に効率的な作業が可能な仕様のブレード補修ゴンドラを開発し、実用化する。

###### <これまでの成果>

- ゴンドラ利用時の補修作業時間をロープワークと比較し、補修時間が短縮可能であることを確認した。

###### <意義>

- ブレード補修時間を短縮することで、風車停止時間を削減することが可能となり、稼働率および設備利用率の向上につながる。



ブレード補修ゴンドラ

##### (3) 洋上風力発電向け要員育成プログラム

###### <事業概要>

- 洋上風力発電保守要員の育成プログラムを構築する。

###### <目標>

- GWOTレーニンゴプロバイダーとして以下の認証を取得する。BST(Sea Survival含む),EFA, ART, BTT
- 高度ブレード補修トレーニング施設を整備。

###### <これまでの成果>

- トレーニングプログラムの図書類の作成。・トレーニング用ツールの導入。

###### <意義>

- 国内で実施可能な風力発電向け要員育成プログラムを構築することで、人手が不足している国内の風力発電保守要員を増やし、自社のみならず国内風力発電業界の発展に寄与する。



トレーニングの様子

図Ⅲ. 2-4 各個別テーマの成果と意義(4)

### ◆個別テーマの事業概要

#### Ⅱ-③ 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 出光興産株式会社

##### <事業概要>

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

- ・極圧添加剤の設計・合成と評価、現象解析、
- ・添加剤挙動の分子シミュレーションと最適化 など

##### <これまでの成果>

- ・ 現行陸上用風車に用いられている現行添加剤をベースに、構造を改良したリン系添加剤を試作・評価し、構造と性能の相関を把握するとともに、摩擦摩耗試験で現行品性能を上回る可能性のある添加剤を抽出した
- ・ リン系添加剤の油中での会合体の拡散、物理吸着および化学吸着機構を分子動力学法を用いて明らかとし、高性能化の構造指針を与えた
- ・ 改良添加剤を適用したギヤ油が、摩耗試験で現行性能を上回ることを確認した

##### <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Ⅲ. 2-5 各個別テーマの成果と意義(5)

### ◆個別テーマの事業概要

#### Ⅱ-④ 風車ブレード用高耐久ダイバーストリップの開発

株式会社守谷刃物研究所

##### <事業概要>

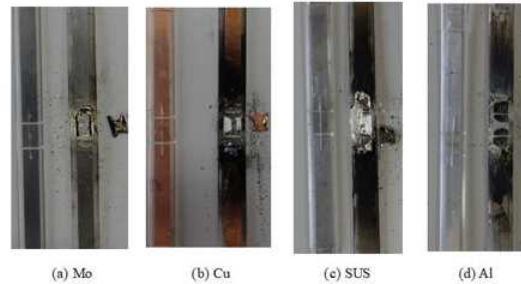
- 冬季雷への耐久性を付与し、耐食性、施工性に優れたダイバーストリップを開発する。

##### <これまでの成果>

- 冬季雷を模擬の人工雷により選定したモリブデンとシリコーンを素材としたダイバーストリップに高い耐雷性が確認された。
- 耐エロージョン、耐塩性を評価した。
- コストメリットが高く、施工現場の作業性に優れた設計と製法の開発を進めた。

##### <意義>

- 耐雷性、耐エロージョン性、耐塩性を高めることで、長期耐久性が付与され、長期の風車の雷保護が可能となる。
- 低コストかつ現場作業性に優れたものとすることで、普及性に優れた製品となる。



落雷試験時のダイバーストリップ  
(左側:試験前、右側:試験後)



各素材毎の溶損状況

図Ⅲ. 2-6 各個別テーマの成果と意義(6)



## 4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

### 1. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

本事業は、「風車運用高度化技術研究開発」のうち委託事業1件、「風車運用・維持管理技術高度化研究開発」の4件について研究開発を行っている。

以下に本プロジェクトにおける実用化・事業化の定義、および各研究開発項目における実用化・事業化の考え方を記す。

#### 【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。

#### I 風車運用高度化技術研究開発(委託事業)

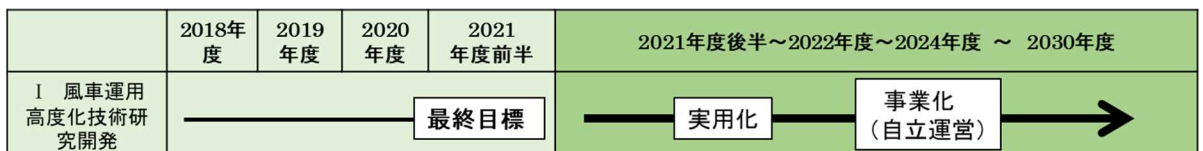
当該研究開発に係る要素技術、サービス等の風力発電事業者および風車 O&M 企業の利用が開始されることであり、さらに、当該研究開発に係るソフトウェア、要素技術、サービス等の販売や利用により、企業等活動・風車運用に貢献することをいう。

#### II 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成事業)

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。

各テーマにおける事業化・実用化に向けた具体的な取組を表IV. 1-1、IV. 1-2 に示す。

表IV. 1-1 「風車運用高度化技術研究開発」実用化・事業化に向けた具体的取組



表IV.1-2 「風車運用・維持管理技術高度化研究開発」  
 実用化・事業化に向けた具体的取組

	2020 年度	2021 年度	2022 年度	2023年度 ~ 2025年度 ~ 2030年度
II-① 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	————— 最終目標			自社関連サイトで実証 ————— 実用化 —————→
II-② 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	ゴンドラ、CTV ————— 最終目標	保守要員 育成プログラム ————— 最終目標		自社関連サイトで実証 ————— 実用化 —————→ 洋上要員育成 プログラム認証取得 ————— 実用化 —————→
II-③ 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	————— 最終目標			既設陸上風車で実証 ————— 実用化 —————→
II-④ 風車ブレード用高耐久ダイバース トリップの開発	————— 最終目標			既設陸上風車へ適用 ————— 実用化 —————→

P07015

P13010

P14022

## 「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SEPCO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。

## 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。2016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ー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(2023年以降)、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。(2022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立する。(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立する。(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。(2022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イ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～2022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～2022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限り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2022年度までの15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2023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2023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、知的基盤整備事業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①vi及び研究開発項目②iv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②iv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。

## (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にNEDO 新エネルギー部 伊藤 正治統括調査員又は佐々木 淳主任研究員を任命して、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～2022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、事業性評価等のフェジビリティ・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。

F S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ェ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。

F S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～2022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F S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F S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（2022年度）

事業終了後（2023年以降）、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（2022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にNEDO 新エネルギー部 佐々木 淳主任研究員を任命して、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  
詳細な事後評価を実施

	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
<b>研究開発項目①洋上風力発電等技術研究開発</b>										
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										
<b>研究開発項目②風力発電高度実用化研究開発</b>										
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  
中間評価を実施予定

②のivについて  
中間評価を実施予定

①のii、vi、②のiv、v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
<b>研究開発項目①洋上風力発電等技術研究開発</b>						
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		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						
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		風車・工事費等を低減する低コスト施工技術の確立				
<b>研究開発項目②風力発電高度実用化研究開発</b>						
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)		風車稼働率97%以上の達成		洋上風車維持コスト低減技術の確立		
v) 風車部品高度化技術研究開発		洋上風車への採用促進				

## 事前評価書

	作成日	平成25年2月5日
1. プロジェクト名	風力等自然エネルギー技術研究開発／風力発電高度実用化研究開発	
2. 推進部署名	新エネルギー部	
3. プロジェクト概要（予定）		
<p>(1) 概要</p> <p>1) 背景</p> <p>一般的に風車は、1万点以上の部品から構成されており、広い産業の裾野を有しているとともに、2011年末時点で全世界累積導入量237GWと再生可能エネルギーのうち最も導入が進んでおり、従来の陸上風力発電のみならず、風況が恵まれている洋上風力発電においても導入普及が進められている。特に洋上風力発電は、風車の大型化による発電量の向上等、発電コスト低減に資する研究開発や実証研究が活発に行われている。</p> <p>2) 目的</p> <p>東日本大震災以降、我が国における再生可能エネルギー導入の気運が高まる中、陸上風力発電の更なる発電コストの低減、洋上風力発電による電源の多様化は不可欠である。</p> <p>一方、我が国特有の課題である、乱流や突風、落雷等の自然現象に対して、風車ナセル内の変圧器・発電機等の電装品や増速機等の信頼性向上とともに、ブレードやその他周辺電気機器における落雷対策等を実施し、自然起因による事故を削減することが必要である。</p> <p>また、風車の設計や長期間の発電に起因する風車の事故・故障という課題に対し、事故・故障個所の診断のみならず、故障の予知や各種部品等の寿命を予測し、事故・故障に係る費用の削減とともに、メンテナンス費用を削減することも必要である。</p> <p>本事業では、風車の部品高度化に関する実用化開発を総合的に実施することで、陸上風力発電及び洋上風力発電に関する設備利用率を向上し、ライフサイクル発電コストを低減することを目的とする。</p> <p>3) 実施内容</p> <p>本事業では、風車高度化を総合的に推進することで、風力発電に係るライフサイクル発電コストを低減するとともに、主要部品やコンポーネント、モニタリン</p>		

グやメンテナンス技術等に関する我が国企業の国際競争力強化を目指すことを目標に、以下の2つのテーマを実施する。

- ・風車部品高度化実用化開発
- ・スマートメンテナンス技術研究開発

風車部品やコンポーネントの信頼性向上、モニタリングやメンテナンス技術確立を平成27年度までに実用化することにより、風力発電に関するライフサイクル発電コスト低減に貢献する。

(2)規模 総事業費（需給）36億円（委託、共同研究 2/3、助成 1/2）

(3)期間 平成25年度～平成27年度（3年間）

#### 4. 評価内容

##### (1) プロジェクトの位置付け・必要性について

###### 1) NEDOプロジェクトとしての妥当性

風車部品及びメンテナンスについては、風車の稼働率及び設備利用率に直結し、欧米では先行的にナショナルプロジェクトが推進されている。我が国においても、風力発電の発電コストや固定買取価格低減に向けて極めて重要な項目であり、風力発電に係る国民負担低減において妥当な研究開発である。

風車部品高度化実用化開発については、我が国の風力部品産業の国際シェアは高いことから、国が後押しをすることは、国際的にさらに優位な地位を築く機会である。

スマートメンテナンス技術研究開発については、メンテナンスデータ集約に基づく、保険金融の評価向上やO&M（運転・保守）に係る新たなビジネスモデルが期待される。

中期計画や中期目標で掲げる、洋上風力発電の導入普及、更には、陸上風力発電の大量導入に資するテーマである。また、風車に係る川上から川下まで一連の企業を巻き込んだ研究開発であり、NEDOの関与は妥当である。

###### 2) 目的の妥当性

我が国では、東日本大震災以降、大きなエネルギー政策の転換を求められており、風力発電はその一翼を担っている。さらに、海外においては、既に洋上風車における風車の大型化に伴う部品の高信頼化や遠隔モニタリング等のメンテナンス手法の高度化に関する技術開発が始まっている。また、国内においては自然現象に起因して諸外国に比べると風車の設備利用率が低い傾向にあるため、部品・コンポーネントの信頼性向上、モニタリング技術やメ

<p>メンテナンス技術の実用化が急務となっており、部品及びメンテナンス技術を高度化することは妥当である。</p>
<p><b>(1) プロジェクトの位置付け・必要性についての総合的評価</b></p>
<p>風車部品及びメンテナンスについては、風車の稼働率及び設備利用率に直結し、風力発電の発電コストや固定買取価格低減に向けて極めて重要な項目であり、風力発電に係る国民負担低減において妥当な研究開発である。</p>
<p><b>(2) プロジェクトの運営マネジメントについて</b></p>
<p><b>1) 成果目標の妥当性</b></p>
<p>我が国の風力発電の設備利用率は全国平均で 20%弱であり、諸外国に比べ低い。そのため、それら諸外国同様、23%程度の設備利用率にまで向上する部品開発やメンテナンス技術の確立は極めて重要である。また、我が国同様、台風（ハリケーン）や地震のリスクを有する東南アジアやアメリカの一部の地域、我が国の複雑地形同様、陸上の適地減少に伴う欧州の山岳地域での風車建設等、諸外国への普及展開も期待され妥当である。</p> <p>更に我が国を始め、世界的に研究開発が進められている 5MW 以上の大型洋上風車については、今後、市場が大幅に拡大することが予想されており、我が国企業の強みが発揮される部材や部品、コンポーネントの開発を支援することは国際競争力の強化に資するため妥当である。</p>
<p><b>2) 実施計画の想定と妥当性</b></p>
<p>提案時に目標達成までのマイルストーンを設定させ、外部有識者で構成する採択審査委員会での妥当性を評価し、採択結果に反映することとする。</p> <p>マイルストーン：中間年度（H26年度）：試験用のコンポーネント・システムの完成</p>
<p><b>3) 評価実施の想定と妥当性</b></p>
<p>研究開発の意義、目的達成度、成果の技術的意義、将来の産業への波及効果等について随時確認を行い、必要に応じて研究開発内容の見直し等を行う。</p> <p>また、中間年度に中間評価を実施し、国内外の動向を踏まえた、マイルストーンの見直しを行う。さらに、事業終了後に外部有識者による事後評価を行う。</p>
<p><b>4) 実施体制の想定と妥当性</b></p>
<p>成果目標を効果的・効率的に達成するうえで、電力、機械、制御等、川上から川下企業を巻き込んだ実施体制を検討しており、妥当である。</p>
<p><b>5) 実用化・事業化戦略の想定と妥当性</b></p>
<p>コア技術の開発を担う、部材・部品・コンポーネントメーカー、それらを一括してアセンブリする風車メーカー、更にユーザーとなる発電事業者や運転・保守専門メーカー等、開発成果を利用するユーザーや周辺企業の参画を前提とし</p>

ており、成果の実用化・事業化が期待され妥当である。
6) 知財戦略の想定と妥当性
—
7) 標準化戦略の想定と妥当性
—
<b>(2) プロジェクトの運営マネジメントについての総合的評価</b>
我が国の風力部品産業の国際シェアが高い部品もあり NEDO のプロジェクトを通じ、川上から川下企業がより一層、連携を深め新たな部品やメンテナンス技術確立することにより、国際的にさらに優位な地位を築く可能性が高い。また、NEDO プロジェクトによる産学官連携を活用し、部品やメンテナンス技術のみならず、保険金融の評価向上、メンテナンスデータ集約など、新たなビジネスモデルが期待される。 他方、取得データの公開、成果を踏まえたガイドラインやガイドブックの策定等、効果的な情報発信が不可欠である。
<b>(3) 成果の実用化・事業化の見通しについて</b>
1) プロジェクト終了後における成果の実用化・事業化可能性
a. アウトプットの想定 ・既に国内外の市場で一定のシェアや実績を有している企業による実用化や事業化に資する研究開発を想定しており妥当である。 b. 技術開発課題の明確化 ・設備利用率の向上という明確かつ定量的な検証が可能な目標を設定しており、妥当である。 c. マイルストーンの想定 ・提案時に目標達成までのマイルストーンを設定させ、外部有識者で構成する採択審査委員会での妥当性を評価し、採択結果に反映することとする。
2) 成果の波及効果
一般的に風車は、1 万点以上の部品から構成されており、広い産業の裾野を有しているため、風車関連機器の製造・メンテナンスは関連産業への経済的な波及効果が大きい。
<b>(3) 成果の実用化・事業化の見通しについての総合的評価</b>
陸上風力発電事業については、RPS から FIT の導入以降、稼働率及び設備利用率等による事業採算性評価が顕著となっており、事故・故障低減や信頼性の向上に係る部材・部品・コンポーネント及び高度なメンテナンス技術の実用化・

事業化は極めて重要な項目である。それは企業においては事業採算性の向上、国においては発電コスト及び買取価格の低減による国民負担の削減等、緊急性の高い事業であり、実用化・事業化の前倒しが期待される事業である。

当該事業は既に国内外の市場で一定のシェアや実績を有している企業による実用化や事業化に資する研究開発を想定している。更に、提案時に目標達成までのマイルストーンを設定させ、外部有識者で構成する採択審査委員会での妥当性を評価し、採択結果に反映すると共に、中間年度において中間評価を前提としているため、成果の実用化・事業化の見通しは妥当である。



## 論文発表等リスト

## 【論文・研究講演・発表等】

番号	発表者	所属	タイトル	発表媒体	発表年月
1	村川正宏	国立研究開発法人産業技術総合研究所	データ駆動型異常検知技術による公共インフラの診断支援	日本機械学会 2018 年度年次大会先端技術フォーラム	2018/9/10
2	緒方淳	国立研究開発法人産業技術総合研究所	人工知能技術を活用した風力発電スマートメンテナンスの取り組み～ AI で風車の異常を見つける～	第 13 回臨海地区産学官連携フォーラム	2018/10/2
3	長谷川隆徳、緒方淳、村川正宏、小川哲司	国立研究開発法人産業技術総合研究所、学校法人早稲田大学	正常稼働状態の表現学習に基づく風車異常検知	風力エネルギー利用シンポジウム	2018/12/5
4	佐伯真於、緒方淳、村川正宏、小川哲司	国立研究開発法人産業技術総合研究所、学校法人早稲田大学	畳み込みニューラルネットワークを用いた風車異常検知システムにおける判断根拠の可視化に関する検討	風力エネルギー利用シンポジウム	2018/12/5
5	緒方淳	国立研究開発法人産業技術総合研究所	人工知能技術を活用した風力発電スマートメンテナンスの取り組み～AI で風車の異常を見つける～	サステナブル技術連携促進シンポジウム	2018/12/17
6	村川正宏	国立研究開発法人産業技術総合研究所	データ駆動型異常検知技術によるインフラの診断支援	日本学会会議第 8 回計算力学シンポジウム	2018/12/12
7	緒方淳	国立研究開発法人産業技術総合研究所	風車メンテナンスに係る先進的な研究開発（スマートメンテナンス）～AI で風車の異常を見つける～	福島県再生可能エネルギー関連産業推進研究会 第 6 回風力分科会	2019/1/29
8	緒方淳	国立研究開発法人産業技術総合研究所	人工知能技術を活用した風力発電スマートメンテナンスの取り組み～AI で風車の異常を見つける～	電子情報通信学会総合大会 特別企画～IoT/AI を活用したスマートメンテナンス～	2019/3/20
9	長谷川隆徳、緒方淳、村川正宏、小川哲司	国立研究開発法人産業技術総合研究所、学校法人早稲田大学	回転機器状態監視のための振動異常検知システムにおける特徴表現学習	人工知能学会全国大会	2019/6/7
10	佐伯真於、緒方淳、村川正宏、小川哲司	国立研究開発法人産業技術総合研究所、学校法人早稲田大学	Visual explanation of neural network based rotation machinery anomaly detection system	IEEE International Conference on Prognostics and Health Management (ICPHM2019)	2019/6/17
11	杜博見、安田晃久、古澤陽子、成末義哲、西原望、犬童健太郎、森川博之、飯田誠	国立大学法人 東京大学	Evaluation of Anomaly Detection Method of Wind Turbines Using Large-scale SCADA Data	Second Asia-Pacific Conference of the Prognostics and Health Management Society 2019 (PHMAP19)	2019/7/23
12	村川正宏	国立研究開発法人産業技術総合研究所	風力発電設備のデータ駆動型異常検知での転移学習の活用	日本機械学会 2019 年度年次大会「先端技術フォーラム」	2019/9/10
13	緒方淳	国立研究開発法人産業技術総合研究所	機械学習に基づくデータ駆動型異常検知～風力発電スマートメンテナンスの取り組み～	日本地震学会 2019 年度秋季大会	2019/9/18

14	飯田誠	国立大学法人 東京大学	風力発電による人と産業の育成と研究開発	秋田県秋田風力発電コンソーシアム風作戦 講演会	2019/11/20
15	長谷川隆徳、緒方淳、村川正宏、飯田誠、小川哲司	国立大学法人 東京大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、学校法人早稲田大学	あらゆる風車に適用可能な状態監視技術を目指して：風車主要機器におけるデータ駆動型異常検知とその評価	風力エネルギーシンポジウム	2019/12/5
16	井土翔太、山本和男、角紳一、橋口純平	学校法人中部大学	雷観測データとブレード点検データを用いたブレード雷被害調査	電気学会全国大会	2020/3/11
17	松井拓斗、山本和男、角紳一	学校法人中部大学	SCADA システムと落雷のデータを用いたブレード損傷検出に関する研究	電気学会全国大会	2020/3/11
18	杜博見、古澤陽子、成末義哲、西原望、犬童健太郎、森川博之、飯田誠	国立大学法人 東京大学	False Alarm Reduction of SCADA Data-Based Wind Turbine Anomaly Detection Using Filtered Moving Standard Deviation	電子情報通信学会総合大会	2020/3/20
19	T. Matsui, K. Yamamoto, S. Sumi and N. Triruttanapiruk	学校法人中部大学	Detection of Lightning Damage on Wind Turbine Blades using the SCADA System	IEEE Transactionson Power Delivery	2020/5/6
20	杜博見、古澤陽子、成末義哲、西原望、犬童健太郎、森川博之、飯田誠	国立大学法人 東京大学、株式会社ユーラステクニカルサービス	Clustering Based Wind Turbine Anomaly Detection Using SCADA Data	電子情報通信学会ソサイエティ大会	2020/9/18
21	緒方淳	国立研究開発法人産業技術総合研究所	あらゆる風車に適用可能な状態監視技術を目指して ～転移学習を活用したデータ駆動型異常検知の実用性向上について～	日本機械学会 RC283 分科会	2020/10/23
22	松井拓斗、山本和男	学校法人中部大学	SCADA システムデータを用いた落雷による風車ブレード損傷の検出に関する検討	電気学会研究会	2020/11/5
23	山本和男、川上博貴、猪木知和、藤岡博文	学校法人中部大学、NTN 株式会社、ホトニクス株式会社、株式会社東光高岳	風車状態監視のための落雷検出装置連動型 CMS の開発	電気学会研究会	2020/11/5
24	伊達知大、山本和男	学校法人中部大学	冬季雷地域に建設された風車における落雷特性～2014 年から 2019 年までのデータに基づいた検証～	電気学会研究会	2020/11/5
25	長谷川隆徳、緒方淳、飯田誠、小川哲司	学校法人早稲田大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人東京大学	分布類似度に基づく健全性指標と風車異常検知システムの早期運用における効果	風力エネルギーシンポジウム	2020/11/27
26	杜博見、古澤陽子、成末義哲、西原望、犬童健太郎、森川博之、飯田誠	国立大学法人 東京大学、株式会社ユーラステクニカルサービス	Multivariate Clustering for Wind Turbine Anomaly Detection Using SCADA Data	電子情報通信学会総合大会	2021/3/9
27	丹羽晃規、松井拓斗、山本和男	学校法人中部大学	Autoencoder と LSTM による風車 SCADA データ分析を基本としたブレード異常検知に関する研究	電気学会全国大会	2021/3/9

28	小川哲司	学校法人早稲田大学	風車異常検知システムの早期運用に関する研究事例紹介	日本トライボロジー学会 トライボロジー技術へのAIの活用を考える研究会	2021/3/16
----	------	-----------	---------------------------	--	-----------

【特許】非公開とする。

【受賞実績】

- ・ 2018年度第40回風力エネルギー利用シンポジウム優秀発表賞：佐伯真於（学校法人早稲田大学）
- ・ 風力エネルギー学会ベストポスター賞：長谷川隆徳、緒方淳、村川正宏、飯田誠、小川哲司（学校法人早稲田大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人東京大学）
- ・ 2018年風力エネルギー学会論文賞：安田晃久、緒方淳、古澤陽子、成末義哲、村川正宏、森川博之、飯田誠（国立大学法人東京大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所）

【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	国立研究開発法人産業技術総合研究所	A I 異常検知	日刊工業新聞	2021/1/21

## 2. 分科会公開資料

次ページより、プロジェクト推進部署・実施者が、分科会においてプロジェクト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)風車運用・維持管理技術高度化研究開発」

(2021年度中間評価)

(2018年度～2022年度 5年間)

プロジェクトの概要 (公開)

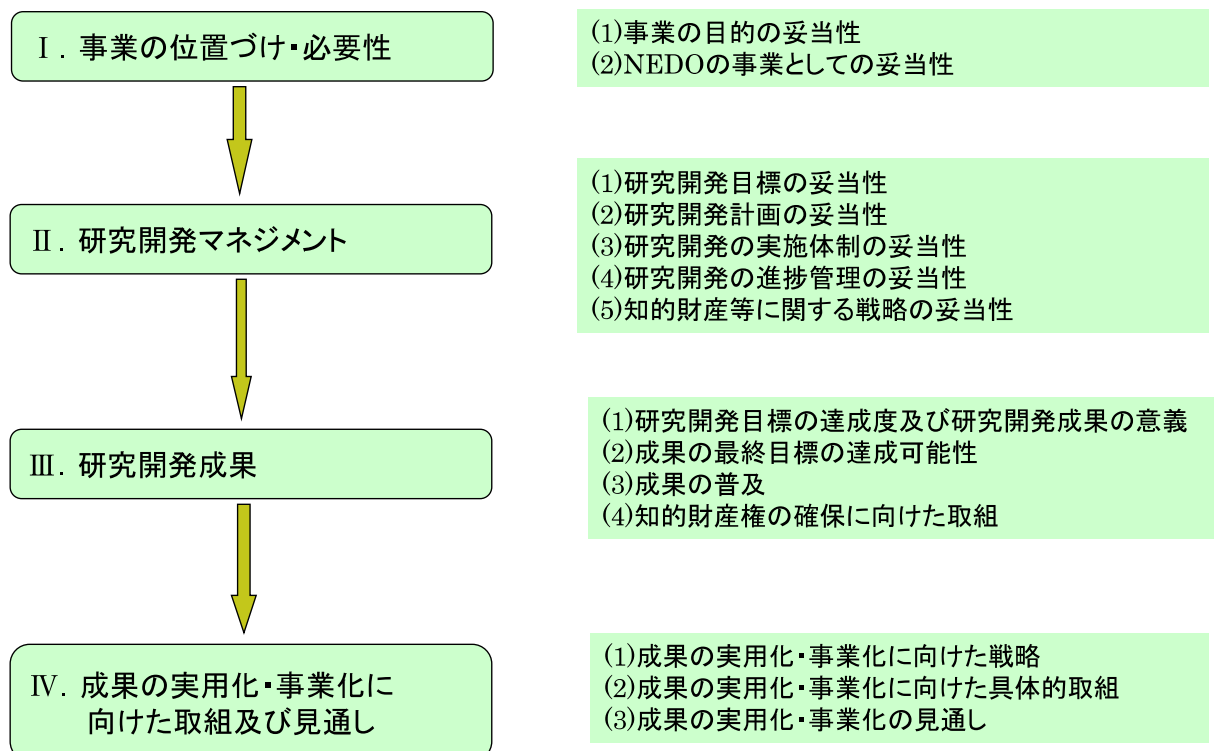
NEDO

新エネルギー部

2021年11月22日 中間評価分科会

0

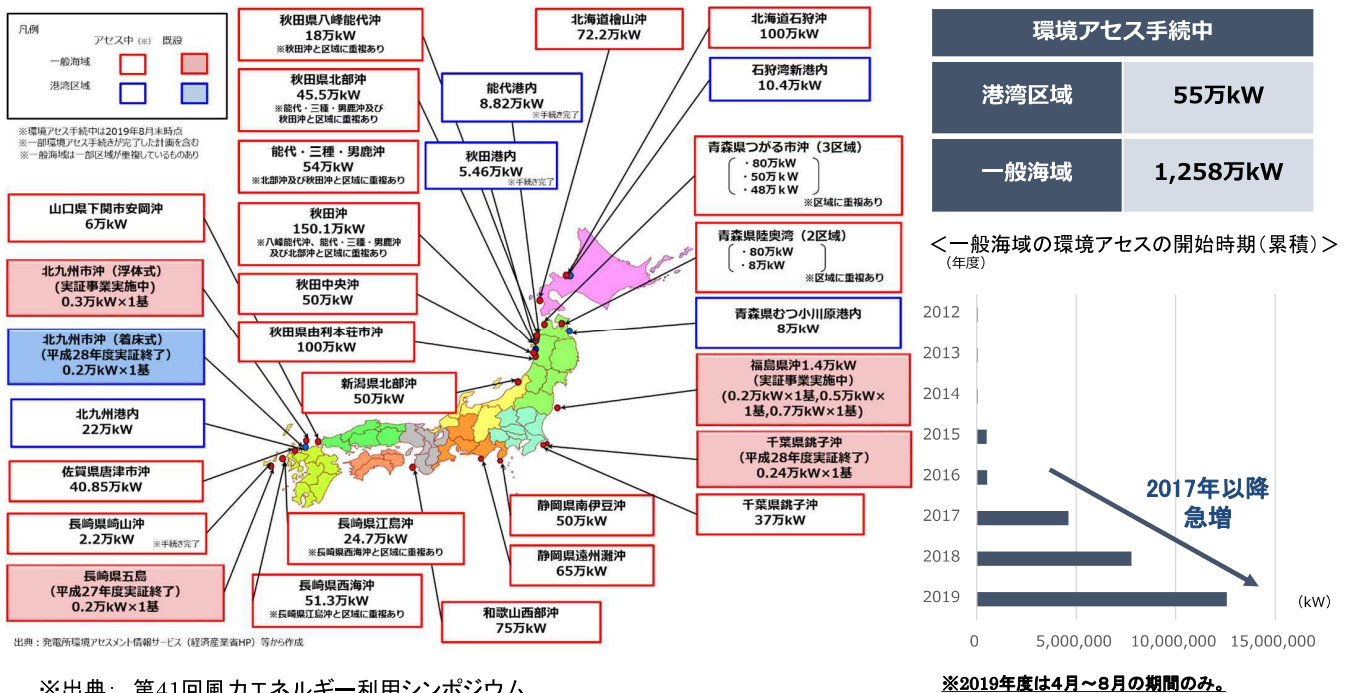
発表内容



1

## ◆背景 日本の洋上風力発電の導入状況

➢ 2019年8月末時点で、約1,258万kWの洋上風力発電案件が環境アセスメント手続きを実施しており、特に2017年度以降、再エネ海域利用法の施行と相まって、急速に案件形成が進捗している。(下記右図表)



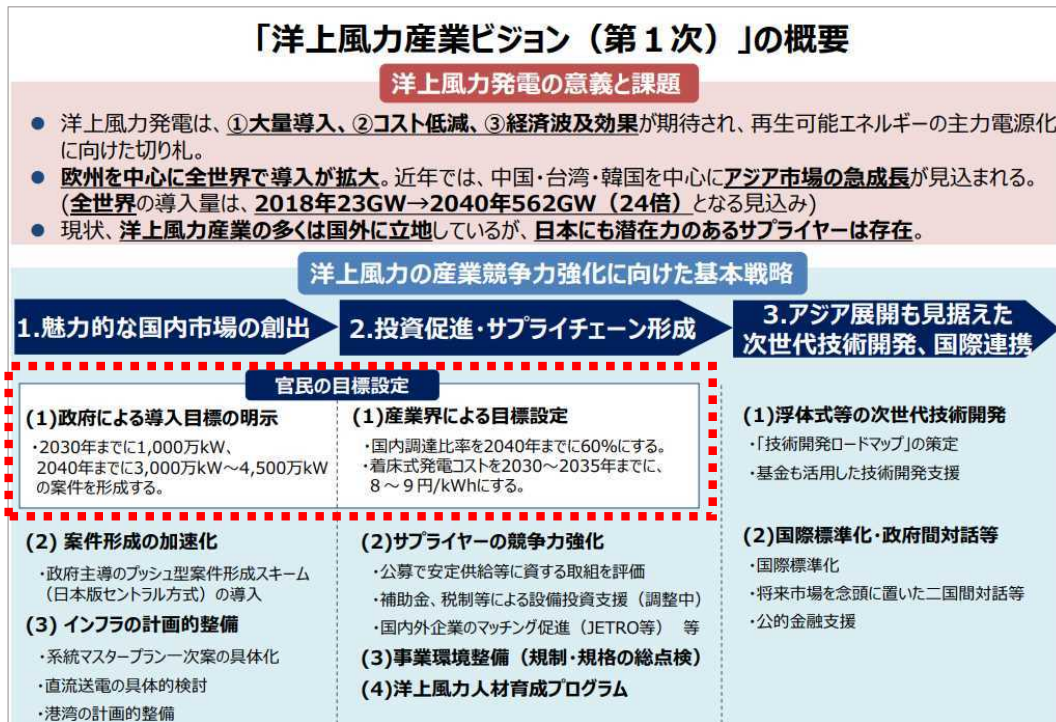
※出典： 第41回風力エネルギー利用シンポジウム、  
基調講演1. 我が国の風力発電と促進政策について(2019), 資源エネルギー庁

## ◆背景 政策的位置付け(1)

- 「新成長戦略」(2010年7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。  
- I. 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5次エネルギー基本計画」(2018年7月閣議決定)  
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。

◆背景 政策的位置付け(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。



◆背景 政策的位置付け(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(漁業協同、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

### ◆NEDOが関与することの意義

「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。

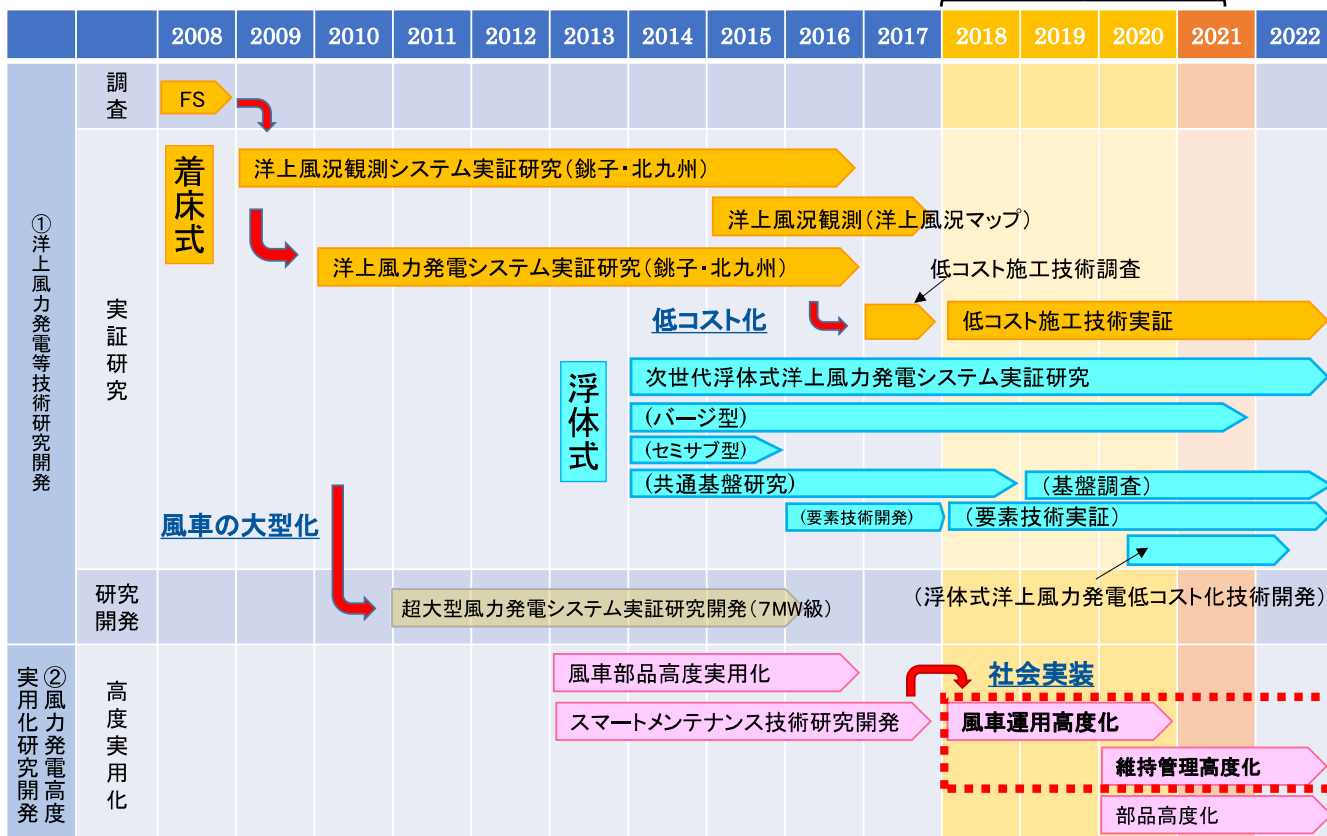
本事業の狙いとして、

- 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

### ◆「風力発電等技術研究開発」の全体スケジュール

評価対象年度



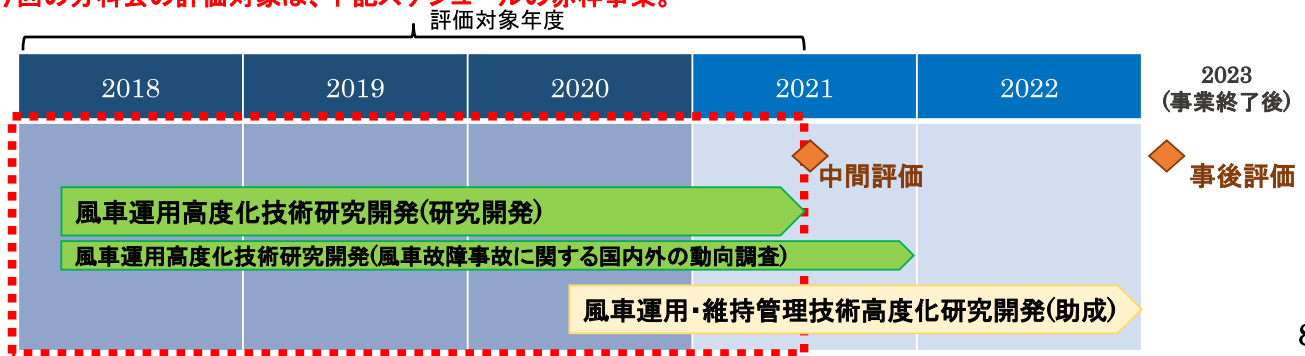


◆基本計画目標

研究開発項目	最終目標(2021年度)	最終目標(2022年度)
	風車運用高度化技術研究開発(委託) 研究開発 および 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(助成)
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およ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。	洋上風車の運転維持コストを低減する各コア技術を開発する。

◆風車運用・維持管理技術高度化研究開発の全体スケジュール

今回の分科会の評価対象は、下記スケジュールの赤枠事業。



◆プロジェクトの全体像

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6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
風車運用・維持管理技術高度化研究開発	I-① 風車運用高度化技術研究開発(研究開発)	国立大学法人東京大学 国立研究開発法人産業技術総合研究所 学校法人中部大学	委託	2018年度 ～ 2021年度
	I-② 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)	株式会社風力エネルギー研究所		
	II-① 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	関西電力株式会社	助成	2020年度 ～ 2022年度
	II-② 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&サービス株式会社		
	II-③ 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	出光興産株式会社		
	II-④ 風車ブレード用高耐久ダイバーストリップの開発	株式会社守谷刃物研究所		

◆開発スケジュール(1)

I 風車運用高度化技術研究開発(委託)

開発テーマ	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度
I-① 風車運用高度化技術 研究開発 (研究開発)	実運用データ分析	風力発電情報データベースプラットフォームの構築と運用		検証評価
	ソフトウェア開発	要素技術を風力事業者が活用できるプラットフォームの構築	風力発電情報データベースプラットフォームの試験運用と効果の検証	検証評価
I-② 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	国内風車事故の実態調査	国内風車事故の実態調査	国内風車事故の実態調査
	海外動向調査	海外動向調査	海外動向調査	海外動向調査

➤ 「I-② 調査事業」の成果を積極的に「I-① 研究開発」でも活用し、連携しながら事業を推進。

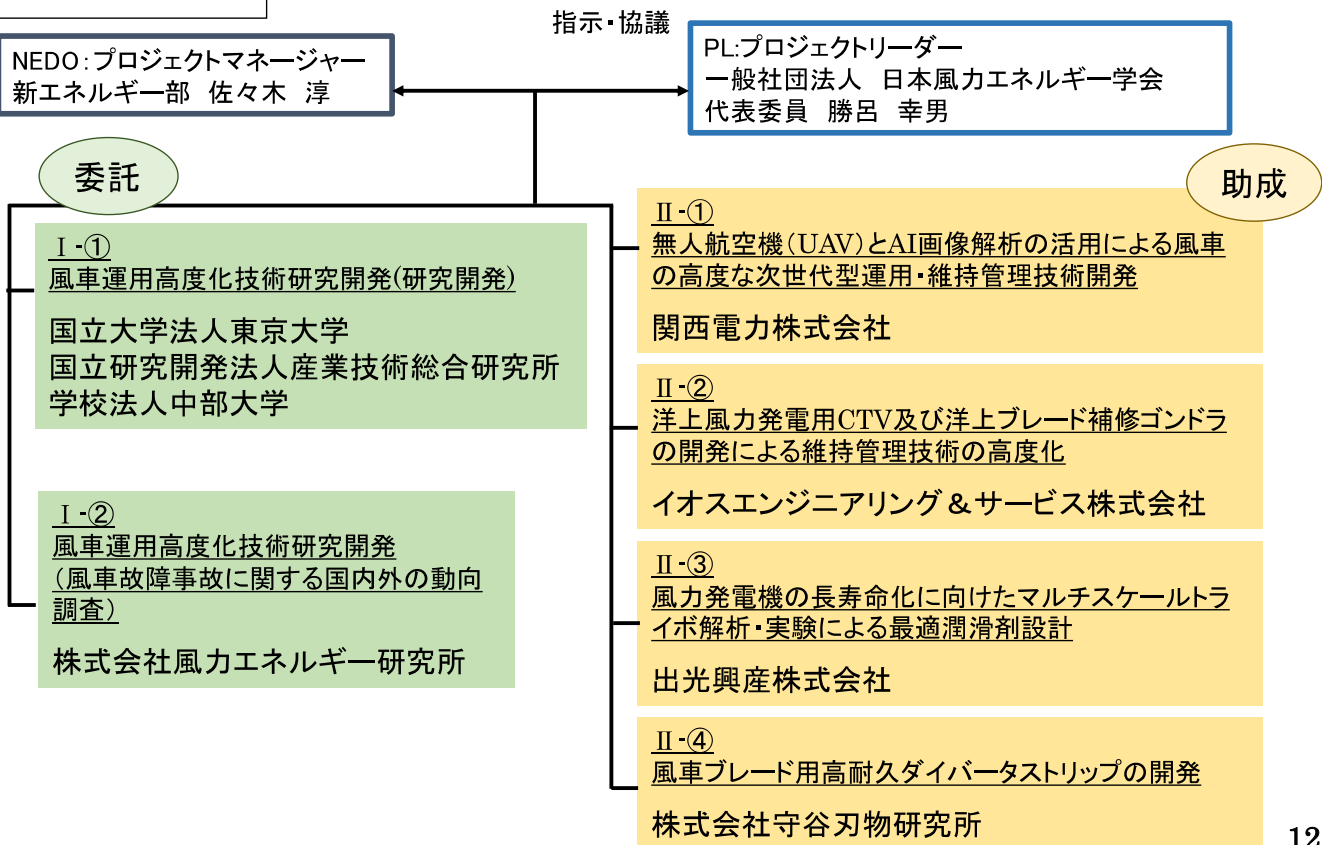
◆開発スケジュール(2)

II 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)

開発テーマ	2020年度	2021年度	2022年度
II-① 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)	基本原理確認	基本技術確立	実用化検討
II-② 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、ゴンドラ建造	CTV、ゴンドラ評価 洋上保守要員プログラム構築
II-③ 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)		仕様最適化、添加剤開発、新素材探索	寿命3倍実現(ラボ)
II-④ 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)		試験片による耐雷性確認 製品デザイン確立	フィールドテスト実施

➤ II-①～④の助成事業については個社の事業計画も踏まえ、テーマごとに事業を推進。

◆実施体制



◆進捗管理

- ・ 毎月末に予算執行状況調査を行ない、研究開発の進捗状況及び予算執行状況を精査。
- ・ 委託事業である「I 風車運用高度化技術研究開発」においては、「I-①風車運用高度化技術研究開発」と「I-②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)」を連携して進めるため、合同で技術委員会を設置。

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。

【技術委員会の開催実績】

開催回数	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	合計(回)
I 風車運用高度化技術研究開発(委託)	3	3	2	2	10

※2021年9月時点

## ◆事業費用

プロジェクト全体の事業費は以下の通り

- ・事業費(総額):約1,395百万円(2018～2021年度)

(単位:百万円)

	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	計
対象事業 合計	128	250	281	734	1,395

## ◆知的財産等の戦略

## I 風車運用高度化技術研究開発(委託)

## II 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)

→非公開セッションで紹介

## ◆知的財産等の管理

## I 風車運用高度化技術研究開発(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。

## II 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)

→各社の事業計画を踏まえて管理

◆個別テーマの事業概要

I-① 風車運用高度化技術研究開発(研究開発)

国立大学法人東京大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、学校法人中部大学

＜事業概要＞

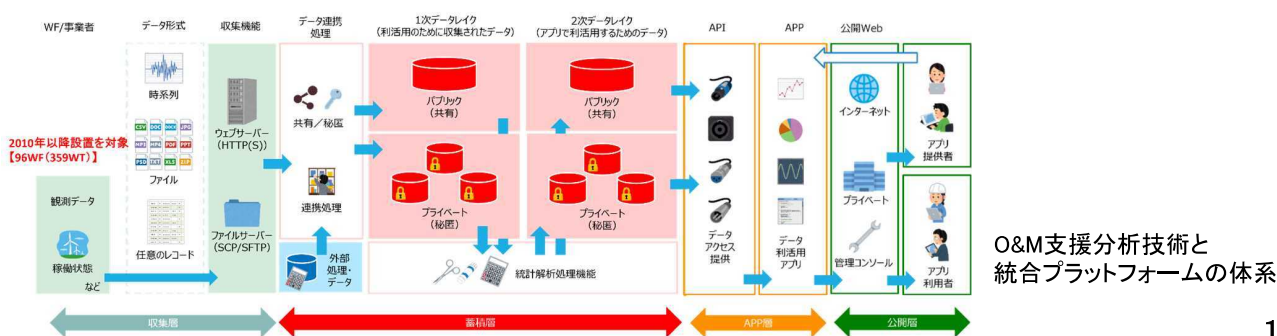
風車稼働率を97%以上に向上させる技術を確認させ、国内風車のダウンタイム及び運転維持コストの低減を図る。発電量向上に寄与するを当該技術開発により、発電コスト低減を図る。

＜成果＞

- ・データプラットフォームを構築した。これは、データ収集とデータ解析利用による風車状態判断を風力発電事業者に提示する。事業者・O&M会社が困難な分析・開発技術を大学研究機関から提供できる。⇒国内事業者の競争力を支援
- ・転移学習を適用しこれまでの学習期間を1/4以下にできることを検証した。機械学習を用いた異常・故障検知は、検知率80%超の世界最先端(世界では75%弱)で競争力を有する
- ・雷データの国内データ分析として、唯一稼働率の影響、対策方針を実データと共に評価

＜意義＞

風車のO&Mは事業コストの35%以上を占めるとされ、産業経済効果が高く風力発電低コスト化のために重要分野である。一方、国内風車メカ不在の中、海外風車メカによる風車産業マーケットの抱え込みが起きている。また、O&Mの範囲は風力発電事業全般に渡るため、国内O&M企業の人員と知見、情報・技術力不足は拡大の方向である。本事業により、O&M支援分析技術の開発と統合プラットフォーム化が達成された。これにより、国内企業の不足した部分を適切に補うことが可能となった。さらにこれら支援システムは、国内O&Mサプライチェーンの追加的な開発要素、拡張・投入の可能性も示した。



◆個別テーマの事業概要

I-② 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＞

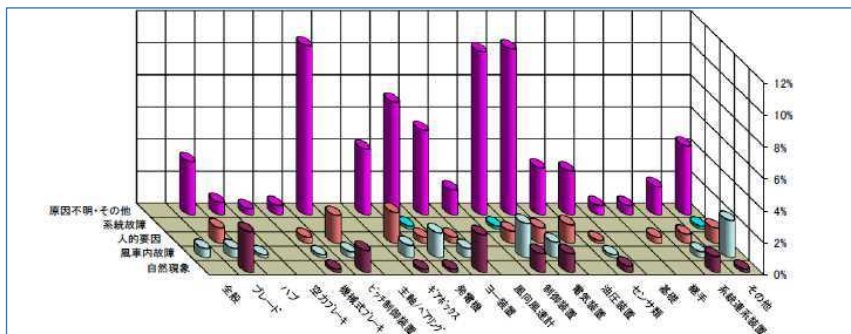
国内外の風車故障事故の実態把握及び関連する最新の研究開発等の調査を行い、広く公表すると共に「I-① 風車運用高度化技術研究開発(研究開発)」へ情報の提供を行う。

＜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＞

- ・国内全体の風車故障・事故に係わる調査としては、他に類を見ない。
- ・故障・事故事例の把握、故障・事故が発生する頻度(発生率)、部位や要因の把握、故障・事故の発生によって生じる停止期間(ダウンタイム)およびその内訳の把握、ダウンタイムの実績に基づいた事業者の対策検討等を把握した。また、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、「I-① 風車運用高度化技術研究開発(研究開発)」にデータや情報を提供し、研究開発へ寄与した。



調査結果の一例：  
故障・事故発生要因別の故障部位別発生状況(2019年度実績)

◆個別テーマの事業概要

II-① 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。

＜これまでの成果＞

- ①風車設備点検技術の構築
  - 実際の風車設備を対象に飛行試験を実施し、自律飛行、AI開発のソフトウェア開発に必要なデータを取得。
- ②過酷環境下でのUAV飛行技術構築
  - 風速16.5m/sまでの耐風速性を確認。
  - 水平距離25.5kmでの通信性能を確認。
- ③UAVを用いた風車制御用風況(風向・風速)観測技術確立
  - CFD解析により最適なフェアリング形状を算出し、風洞試験により観測精度を確認。
- 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
  - 陸上～洋上風車の長距離に対応した実用化事例はなく、本研究は停止時間短縮、保守・保全費用削減、発電効率向上への貢献が期待され、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

◆個別テーマの事業概要

II-② 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&サービス株式会社

(1)洋上風力発電用多目的CTV開発・実用化

＜事業概要＞

- 国内小型船舶仕様に合致し運用コストを押しさえつつ、洋上発電設備のBOPを含む点検(巡視 点検、定期安全管理審査)が可能なCTVを開発する。操船をアシストする推進機の自動制御機能を搭載しO&M効率化への有効性を検証する

＜これまでの成果＞

- 船体の主機関、推進機の選定および基本仕様の決定が完了。

＜意義＞

- 運用コストが小さいという小型CTVの優位性を生かし、O&Mコスト低減に寄与。  
→日本の港湾、沿岸の洋上風力発電設備の立地環境に適した国内技術開発
- 国内設計、建造した船舶のO&M運用による国内調達率向上。

(2)ブレード補修ゴンドラ開発・実用化

＜事業概要＞

- 国内規格に合致し、かつ安全に効率的な作業が可能な仕様のブレード補修ゴンドラを開発し、実用化する。

＜これまでの成果＞

- ゴンドラ利用時の補修作業時間をロープワークと比較し、補修時間が短縮可能であることを確認した。

＜意義＞

- ブレード補修時間を短縮することで、風車停止時間を削減することが可能となり、稼働率および設備利用率の向上につながる。

(3)洋上風力発電向け要員育成プログラム

＜事業概要＞

- 洋上風力発電保守要員の育成プログラムを構築する。

＜目標＞

- GWOTトレーニングプロバイダーとして以下の認証を取得する。BST(Sea Survival含む),EFA, ART, BTT
- 高度ブレード補修トレーニング施設を整備。

＜これまでの成果＞

- トレーニングプログラムの図書類の作成。・トレーニング用ツールの導入。

＜意義＞

- 国内で実施可能な風力発電向け要員育成プログラムを構築することで、人手が不足している国内の風力発電保守要員を増やし、自社のみならず国内風力発電業界の発展に寄与する。



ブレード補修ゴンドラ



トレーニングの様子

◆個別テーマの事業概要

II-③ 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  
出光興産株式会社

＜事業概要＞

- 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
- ・ 極圧添加剤の設計・合成と評価、現象解析、
  - ・ 添加剤挙動の分子シミュレーションと最適化 など

＜これまでの成果＞

- ・ 現行陸上用風車に用いられている現行添加剤をベースに、構造を改良したリン系添加剤を試作・評価し、構造と性能の相関を把握するとともに、摩擦摩耗試験で現行品性能を上回る可能性のある添加剤を抽出した
- ・ リン系添加剤の油中での会合体の拡散、物理吸着および化学吸着機構を分子動力学法を用いて明らかにし、高性能化の構造指針を与えた
- ・ 改良添加剤を適用したギヤ油が、摩耗試験で現行性能を上回ることを確認した

＜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



◆個別テーマの事業概要

II-④ 風車ブレード用高耐久ダイバーストリップの開発  
株式会社守谷刃物研究所

＜事業概要＞

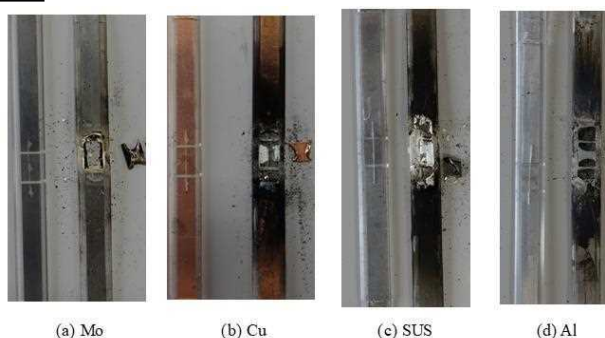
- ・ 冬季雷への耐久性を付与し、耐食性、施工性に優れたダイバーストリップを開発する。

＜これまでの成果＞

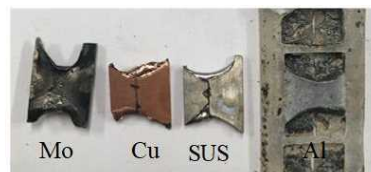
- ・ 冬季雷を模擬の人工雷により選定したモリブデンとシリコンを素材としたダイバーストリップに高い耐雷性が確認された。
- ・ 耐エロージョン、耐塩性を評価した。
- ・ コストメリットが高く、施工現場の作業性に優れた設計と製法の開発を進めた。

＜意義＞

- ・ 耐雷性、耐エロージョン性、耐塩性を高めることで、長期耐久性が付与され、長期の風車の雷保護が可能となる。
- ・ 低コストかつ現場作業性に優れたものとすることで、普及性に優れた製品となる。



落雷試験時のダイバーストリップ (左側:試験前、右側:試験後)



各素材毎の溶損状況

◆研究開発項目毎の目標と達成状況(1)

I 風車運用高度化技術研究開発(委託)

開発テーマ	目標(2021年度)	成果	達成度	今後の課題、解決方針、取り組み
I-① 風車運用高度化技術研究開発(研究開発)	風車稼働率97%以上を実現するための要素技術を開発し、データプラットフォームによるデータ利活用と風車運用の高度化を目標とする。	<ul style="list-style-type: none"> <li>機械学習を用いた異常検知、故障検知は、検知率80%超の世界最先端(世界では75%弱)で競争力を有する。</li> <li>雷データの国内データ分析として、唯一稼働率の影響、対策方針を実データと共に評価。</li> <li>データ収集をもとに、データの複合利用による風車状態判断の考え方を事業者へ提示し、風力発電事業者・メンテナンス会社が困難な分析・開発技術を大学研究機関から提供することを可能にした。 ⇒国内事業者の競争力支援。</li> </ul>	○	研究開発チームによる継続したデータプラットフォーム研究と、風力発電事業者を主体としたプラットフォーム利活用への展開を図る。
I-② 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。	2017～2019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日以上故障・事故を防ぐことが重要であることが分かった。	○	継続的な調査を実施し、風車故障事故のデータの蓄積を図る。

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み(中間)、×未達

◆研究開発項目毎の目標と達成状況(2)

II 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(2021年度)	これまでの成果	達成度	今後の課題、解決方針、取り組み
II-① 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	実際の風車設備を対象に飛行試験を実施し、自律飛行、AI開発のソフトウェア開発に必要なデータを取得した。	○	自立飛行プログラム、AI解析ソフトウェアの改良、実サイト検証
II-② 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。	CTVは主要目の仕様を決定 ゴンドラは実用化に向けた試験を開始した。	○	O&Mツール開発/実用化、洋上保守要員トレーニングプログラム構築
II-③ 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、オイル交換頻度延長(中間目標寿命2倍)を実現する	基材と仕様の最適化で、ギヤ油が各種疲労試験で現行性能を大幅に上回ることを確認した。	○	オイル仕様の最適化、高性能極圧剤開発、新規マテリアル探索
II-④ 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。	人工雷による高エネルギー冬季雷への耐久性を評価するとともに、耐食性、施工作业性を考慮した試作を実施した。	○	耐雷性、耐食性をより高め、現場作業性に優れたダイバーストリップへの改良

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み(中間)、×未達



◆プロジェクトとしての達成状況と成果の意義

I 風車運用高度化技術研究開発(委託)

風車運用技術の高度化研究開発の取り組みにより、異常・故障検知技術開発などの要素技術を大学研究機関が開発できた。開発したデータプラットフォームの活用によって、国内の風力発電事業者・メンテナンス会社等が風車運用を直接分析・評価することにより、高度な風車運用(風車稼働率97%以上)を図ることができるようになる。これらは、発電コストの低減につながり、国内風力事業者の競争力強化に貢献する。

II 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)

運用・維持管理技術の高度化研究開発の取り組みにより、新たな運用・維持管理手段が増え、競合相手が増えることにより競争原理が働くようになり、風車運転維持管理費の低コスト化が見込める。また、ユーザーである国内の発電事業者、メンテナンス会社、等がより最適な運用・維持管理手段を選択できるようになる。

◆成果の最終目標の達成可能性(1)

I 風車運用高度化技術研究開発(委託)

開発テーマ	現状	最終目標 (2021年度上期末)	達成見通し
I-① 風車運用高度化技術 研究開発(研究開発)	<ul style="list-style-type: none"> <li>風車運転情報を活用した機械学習(AI)異常検知高度化技術・アプリケーションを開発。</li> <li>雷トラブル停止時間短縮高度化技術・アプリケーションを開発。</li> <li>風力発電情報データプラットフォームの開発と実証を実施。</li> </ul>	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。	達成。
I-② 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)	<ul style="list-style-type: none"> <li>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、「風車運用高度化技術研究開発」へ情報を提供。</li> </ul>	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。	達成見込み。

◆ 成果の最終目標の達成可能性(2)

II 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)

開発テーマ	現状	最終目標 (2022年度末)	達成見通し
II-① 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	陸上、洋上地点における実証試験を実施し、UAV自律飛行の成功。	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。	最終目標である技術開発を行い、実用化が達成される見込み。
II-② 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、ゴンドラのO&Mツール仕様決定。洋上保守要員育成トレーニング用の図書作成、ツール導入。	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、社内外への提供。	達成見込み。
II-③ 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	現行品は、およそ5年毎にオイル交換。これまでの検討から、基材と仕様の最適化で10年は高い確度で可能な見込み。	オイルの平均交換頻度を15年に向上する。	計算科学を活用した理想的な潤滑環境(添加剤、仕様、材料)を実現することで、さらに+5年を見込む。
II-④ 風車ブレード用高耐久ダイバーストリップの開発	各種実験により耐雷性、耐食性、製造性について課題を確認し、フィールドテストの準備を進めている。	1年以上の長期耐久性を有し、風車の雷保護性能を維持できる、普及性に優れたダイバーストリップの開発。	現在各種の実証を行っており達成可能。

◆ 成果の普及

I 風車運用高度化技術研究開発(委託)

開発テーマ	成果
I-① 風車運用高度化技術研究開発(委託)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2019年10月18日 2019年度NEDO新エネルギー成果報告会【風力・海洋分野】</li> <li>● 2020年2月 2020年度NEDO新エネルギー成果報告会(Online)</li> <li>● 2021年1月21日 日刊工業新聞 掲載</li> <li>● 2018年度 風力エネルギー利用シンポジウム 優秀発表賞 受賞</li> <li>● 2019年度 風力エネルギー学会ベストポスター賞 受賞</li> <li>● 2019年度 風力エネルギー学会論文賞 受賞</li> <li>● 2020年度 電気学会高電圧技術委員会奨励賞 受賞</li> </ul>
I-② 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)(委託)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2019年10月18日 2019年度NEDO新エネルギー成果報告会【風力・海洋分野】</li> <li>● 2020年2月 2020年度NEDO新エネルギー成果報告会(Online)</li> <li>● 2019年3月6日 第7回IEA Windセミナー</li> <li>● 2020年2月18日 第8回IEA Windセミナー</li> <li>● 2021年2月16日 第9回IEA Windセミナー</li> </ul>

## ◆ 成果の普及

## II 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)

開発テーマ	成果
II-① 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	● 2021年1月19日:第1回洋上メンテナンス研究会(秋田県主催)
II-② 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	● 2020年度10月28・29日 REIFふくしま2020出展
II-③ 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	● bmtベアリング&モーション・テック 2021年1月号 ● 2020年10月31日 神戸医療産業都市一般公開 2020 ● 2020年12月9日 2020 石油製品討論会 ● 2021年3月18日 トライボロジー研究会 第31回
II-④ 風車ブレード用高耐久ダイバーストリップの開発	● 2021年3月3日～5日 スマートエネルギーWeek2021 国際風力発電展 出典

28

## ◆ 知的財産権の確保に向けた取組

プロジェクト全体の知的財産等に関する実績は以下の通り。

	2018 年度	2019 年度	2020 年度	2021 年度	計
特許出願件数(件)	0	0	1	1	2
論文発表数(報)	2	7	8	1	18
フォーラム発表等(件)	17	17	16	9	59

※フォーラム発表等にIEAの国内委員会・Excoを含む

※2021年9月時点

29

## ◆本プロジェクトにおける「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

#### I 風車運用高度化技術研究開発(委託)

当該研究開発に係る要素技術、サービス等の風力発電事業者および風車O&M企業の利用が開始されることであり、さらに、当該研究開発に係るソフトウェア、要素技術、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。

#### II 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(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。

## 4. 成果の実用化・事業化に向けての取組及び見通し (1) 成果の実用化・事業化に向けた戦略

### ◆実用化・事業化に向けた戦略

#### I 風車運用高度化技術研究開発(委託)

開発テーマ	戦略
I 風車運用高度化技術研究開発	● 委託期間終了後、委託事業で開発した技術を適用した風車運用データプラットフォーム活用サービスを実用化する。研究開発チームと風力発電事業団体によりサービス実用化主体を組織化する。それら組織により、サービス実運用を開始予定。2カ年程度の運用を図り、その実績積み上げと改善により、2024年度以降の自立運営につなげる。

#### II 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)

開発テーマ	戦略
II-① 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	● 助成期間終了以降、助成事業で開発した技術を適用した維持管理サービスを自社関連ウィンドファームで実運用開始予定。実績を蓄積し、発電事業者、メンテナンス会社、等の自社以外にもサービスを提供する予定。
II-② 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	● 助成期間終了以降、開発品のブレード補修ゴンドラおよび多目的CTVを自社関連ウィンドファームで実運用し、実績を蓄積する。その後、自社以外の発電事業者、メンテナンス会社などを対象に、レンタル事業を展開する予定。洋上保守要員育成プログラム事業に関しては、助成期間終了後、自社がプログラムを提供できる組織となるために、プログラム認証を取得する。その後、自社内の保守要員に教育を実施し、洋上保守可能な人員を増員する。同時に他事業者の作業員にも育成教育を提供する予定。
II-③ 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	● 助成期間終了後、既設陸上風車へ既存の販売ルートを軸に展開し、実績を蓄積する。その後、発電事業者、増速機メーカー、ベアリングメーカー、メンテナンス会社、石油販売元を対象に、メンテナンスフリーに特化した風車用潤滑剤の油剤・オイルを販売する予定。
II-④ 風車ブレード用高耐久ダイバータストリップの開発	● 助成期間終了後、国内既設陸上風車の発電事業者を対象に高耐久ダイバータストリップを販売する予定。陸上風車で実績を蓄積後、洋上大型風車を対象に、発電事業者、風車メーカー、メンテナンス会社へ販売する予定。

### ◆ 実用化・事業化に向けた具体的取組

詳細は非公開セッションで説明

#### I 風車運用高度化技術研究開発(委託)

開発テーマ	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度前半	2021年度後半～2022年度～2024年度～2030年度
I 風車運用高度化技術研究開発	最終目標				実用化 → 事業化 (自立運営) →

#### II 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成) 全ての開発テーマにおいて2025年度までに実用化の見込み。

開発テーマ	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度～2025年度～2030年度
II-① 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	最終目標			自社関連サイトで実証 実用化 →
II-② 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	最終目標			自社関連サイトで実証 実用化 →
	ゴンドラ、CTV 保守要員育成プログラム	最終目標		
II-③ 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	最終目標			既設陸上風車で実証 実用化 →
II-④ 風車ブレード用高耐久ダイバーストリップの開発	最終目標			既設陸上風車へ適用 実用化 →

32

### ◆ 成果の実用化・事業化の見通し

#### I 風車運用高度化技術研究開発(委託)

- 研究開発チームと風力事業団体により、実用化を担う組織を創設する予定。
- 組織は、データベースシステムをPrivateCloudに移行する。
- 風車運用データプラットフォーム利活用サービスは、風力事業団体の会員を中心に利用参加の見込みを得ている。
- 風車運用データプラットフォーム利活用は、2年程度の運用期間にその実績を積み上げる。
- 2024年度以降に、実用化組織を発展させ、自立的な運営が可能な事業化組織を形成する見通し。

→詳細は非公開セッションで説明

#### II 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)

→詳細は非公開セッションで説明

## 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) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発」(中間評価) 分科会 議事録及び書面による質疑応答

日 時 : 2021年11月22日(月) 12:30~17:15

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>\*リモート参加

分科会長 本田 明弘\* 弘前大学 地域戦略研究所 所長・教授  
分科会長代理 安田 陽\* 京都大学 大学院経済学研究科 再生可能エネルギー経済学講座 特任教授  
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 原田 文代 株式会社日本政策投資銀行 執行役員 (GRIT 担当)  
兼経営企画部 サステナビリティ経営室長  
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

<推進部署>

小浦 克之 NEDO 新エネルギー部 部長  
佐々木 淳(PM) NEDO 新エネルギー部 統括研究員  
渡部 良朋 NEDO 新エネルギー部 専門調査員  
相川 慎一郎 NEDO 新エネルギー部 主査  
三枝 俊介 NEDO 新エネルギー部 主査  
高原 亮策 NEDO 新エネルギー部 主任  
山家 美歩 NEDO 新エネルギー部 主任  
酒井 なつ美 NEDO 新エネルギー部 職員

<実施者>\*リモート参加

勝呂 幸男(PL)\* 一般社団法人風力エネルギー学会 代表委員 (オブザーバーとして参加)  
飯田 誠 東京大学 先端科学技術研究センター 特任准教授  
上野 敏之 島根県産業技術センター 専門研究員  
守谷 吉弘 株式会社守谷刃物研究所 常務取締役 加工品事業部長  
山本 和男 中部大学 工学部電気電子システム工学科 教授

<評価事務局>

森嶋 誠治 NEDO 評価部 部長  
伊藤 正昭 NEDO 評価部 主査  
佐倉 浩平 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) 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント
  - b) 研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し
- 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 風車運用高度化技術研究開発 (委託事業)
  - 6.2 風車運用・維持管理技術高度化研究開発 (助成事業)
    - 6.2.1 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
    - 6.2.2 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
    - 6.2.3 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
    - 6.2.4 風車ブレード用高耐久ダイバーストリップの開発
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 (評価事務局、推進部署)
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について

議題3及び議題4に関しては、評価事務局より、既に資料を用いて各委員に事前説明を実施し委員からの質問にも回答済みであること、推進部署、実施者にも事前に説明済みであること、また、Youtube で視



聴の一般傍聴者にも、配信 URL を連絡した際に議題 3 及び議題 4 についての資料を格納した URL を示し、事前に閲覧できるよう案内済であること、の説明があった。さらに、評価における評点について、スライドを用いて「中間点を設けない 4 段階の評価であるため、A・B はポジティブ、C・D はネガティブとする」旨の補足説明がなされた。以上、議題 3 及び 4 については、事前の説明と質疑応答をもって実施済とした。

## 5. プロジェクトの概要説明

### 5.1 a) 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント

b) 研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見直し  
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。

### 5.2 質疑応答

【本田分科会長】技術の詳細については議題 6 で扱うので、ここでは主に事業の位置付け・必要性、マネジメントについて議論をします。それでは、事前にやり取りをした質疑応答も踏まえて、ご意見、ご質問をお願いします。

先ず、私からの質問です。先ほどの説明で、イントロダクションの部分はほとんど洋上風力がポイントだったと思います。今回、委託と助成がありますが、将来的には洋上風力につながる中で、陸上からの技術シフトも必要という観点で、特に洋上だけのプロジェクトではないという理解でよろしいですか。

【佐々木 PM】ご指摘の通りです。もちろん、洋上に特化した部分という開発項目もありますが、こちらは十分陸上風力にも適用できるものと考えています。そういう意味では、まずは洋上風力を見据えながら、陸上風力にもしっかりフィードバックできる技術です。むしろ、陸上で培ったノウハウを洋上に移転するといった位置付けと考えています。

【原田委員】概要説明 5 ページに記載の洋上風力の官民協議会には私も参加しています。作業部会でこの分野が合意されたということは理解しています。NEDO として、その他の分野と比べてこちらを取り上げた決定的な共通要素はありますか。

【佐々木 PM】5 ページの資料は、技術開発という観点で示しています。この事業で強く位置付けるのは、低コスト化です。先ほどの分科会長からのご指摘のように、一義的な洋上風力ですが、陸上も含めて、コストが欧米に比べて高止まりになっています。例えば、今回対象とする技術は、着床風力を見ても O&M は 35% と非常に高い割合を全体のコストの中で占めています。いかにコストを低減させるかの点が、NEDO が 2008 年から実施していた風力発電全体の大きなテーマです。コストに占める O&M の割合が非常に多い点に着目して、ここ数年、O&M の技術開発が非常に重要と考えています。本日報告する運用高度化は 2018 年から実施していますが、実はその前からスマートメンテナンスという事業で実施をしています。O&M のコスト低減の位置付けは重要です。コスト低減というキーワードの中で、O&M は非常に重要という位置付けが既に動議付けとしてあり、この事業を実施する大きな理由になっています。

【原田委員】O&M の中でも、いろいろな要素技術があると思います。今回のものは、その中で低コスト化の効果が大きいので選んだ、という説明だと理解しました。それでよろしいですか。

【佐々木 PM】そのようにご理解ください。特に委託事業に関しては、インパクトが大きいと考えています。

【古賀委員】資料 5 の 30 ページです。実用化・事業化の考え方です。プロジェクト終了後、実用化・事業化されているかについて、NEDO はどのようにチェックしますか。

【佐々木 PM】NEDO 全般としては、今回、評価部主催で中間評価、あるいは今後、事後評価を実施します。その中でも追跡評価の項目があります。プロジェクト終了後、どのように社会実装あるいは実用化を

行っているかをしっかり追跡、分析するスキームがあります。一方、助成事業は、補助金適正化法という別の法律によりますが、事業終了後5年間は、企業化状況報告という事業化に向けた取り組みあるいはその状況報告を、事業者をお願いしています。NEDOの事業として、そういうフォローを行っています。先ほど社会実装と言いましたが、その点を見極めていきたいと考えています。

【古賀委員】こちらに書かれている2030年度までフォローアップが続くというということですか。

【佐々木PM】事業によって終了期間が異なりますが、5年程度はしっかり見ていきます。

【本田分科会長】安田先生、もしくは三保谷様はいかがですか。

【安田分科会長代理】特に現時点ではありません。

【三保谷委員】先ほどから社会実装という言葉が随分出ています。実際に実用化・事業化がなければ意味がないということだと思います。33ページの「成果の実用化・事業化の見通し」の詳細は非公開セッションでの説明ということですが、風力の事業団体あるいは私どもには風力エネルギー学会もあります。こういった所とも連携しつつ、具体的なアクションをとっていくことをお考えですか。

【佐々木PM】ご質問のように、この技術を使ってもらうときには、事業者の考えを反映すること、あるいは使ってもらう環境の整備が非常に重要だと思っています。そういう意味では、業界団体ともしっかりと連携して、社会実装を進めていく体制を組んでいます。詳細は後ほど説明します。

【古賀委員】予算が適正に執行されているかというチェックはどのように行われていますか。

【佐々木PM】成果については、しっかり技術担当を付けて確認しています。費用についても、検査担当者が付いて、原則年2回から3回の検査を実施しています。実際に購入したもの、研究開発の成果の整合性を確認しながら、予算執行をしています。

【三保谷委員】特に洋上風力のメンテナンスに関しては、北九州や秋田、福島あるいはそれ以外の地域も含めて、地域がO&Mの産業化に非常に大きな期待を寄せています。地域との関連の中での展開もお考えですか。後ほど、この説明も出てくるのでしょうか。

【佐々木PM】メンテナンス事業については、後ほど、事業者から補足をしてもらいます。メンテナンス事業は、地域の協力がなくては成り立たないと考えています。どちらの地域でも、しっかり活用できる情報のプラットフォーム化が必要です。今回、プラットフォーム化についての検討は十分に行っています。実際にどのように各地域に落とししていくかに関しては、それぞれの議論になると思います。まずはどの地域でも、使ってもらえるプラットフォーム構築を行う状況までは、説明できると考えています。地域との協力は非常に重要です。

【本田分科会長】私から追加で質問します。先ほど、メンテナンスに関する計画はかなり前から行っているという説明がありました。例えば、風力関係の国内の産業が撤退してしまったという、ドラスティックな状況変化があると思います。これから進んでいく中で、頻りに状況の変化があったときに、現在計画している5年、10年という線表を、必要であればタイムリーに見直していくことは、NEDOのスキームには入っていますか。

【佐々木PM】この事業というより、NEDO全体の話かもしれません。NEDOは5年間という期間の中期計画の中で、最新の国の動向等を反映した形での全体計画を実施しています。プロジェクトのレベルになると、しっかりと専門家の意見を聞きながら、あるいは国の方針に従って、方向性を変えていきます。プロジェクトを実施するにあたっては、基本計画を制定しますが、その柔軟な変更もこれまでと同様にしっかりと対応していきたいと考えております。最初の各プロジェクト単位でも、特に委託事業等は、技術委員会を開催するなどして、できるだけ最新の情報や最新の動向に従った形で、柔軟に計画を変更する体制を常に持って実施しています。

【本田分科会長】ぜひ、よろしく申し上げます。それでは、次に進みます。

(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

【本田分科会長】 それでは、議題8のまとめ・講評です。三保谷委員から始めて、最後に私という順番で講評します。

【三保谷委員】 今回、多種にわたって研究項目がありました。先ほどから指摘があったように、洋上のみならず陸上もまだこれからという状況だと思います。例えば、山間部での風力開発はますます進む状況にあり、雷に関する研究テーマは、今後、陸上風力にとっても非常に有効ではないかと思っています。今後のメンテナンス事業は、非常に大きな分野です。皆さんご承知のように、国内に大きな風車メーカーがないという状況の中で、今後、わが国の風力産業はO&Mに着目していくべきだと思います。ここから世界レベル、あるいはそれ以上のものを生み出して、それによる産業の活性化をぜひ果たしていただきたい。

本日は6件の紹介がありました。特に最初の研究テーマは、これまで風力事業者が非常に苦労していたところで、情報を集約する形で今後のメンテナンス、事故の予知、事故の未然の防止も視野に入れたシステム開発であり、非常に先見性がある有用なものと思います。今回、これで終了と伺いましたが、この研究成果を地域や人材と結びつける形で、より良い発展をしていただけたらと思います。

UAVも、まだこれからです。いろいろな条件下での稼働が、これからの課題になると思います。大きな分野として成長が期待されるので、こちらもぜひお願いしたい。CTV、ブレード補修ゴンドラの開発あるいは人材育成についても、まさにこれから拡大していく洋上風力において、喫緊の課題として期待されています。これもぜひ取り組んで、成果を出していただきたい。

潤滑油についてですが、日本の場合は海洋汚濁防止法という非常に厳しい法律があります。油脂類が海洋環境にどのような影響を与えるかという課題があり、自然素材のものから作ることも研究テーマに加えていただきました。風力が環境汚染の元になってしまうのは、非常に問題です。こういったこともテーマに入れて、今後も取り組んでいくことは、大変ありがたい。

それから、ダイバーストリップについてです。山の上に風車を作っていく陸上風車においては、非常に重要なテーマです。経済的な効果は、ぜひ明示する形で仕上げてもらえればありがたいです。

【原田委員】 本日は、私どもが融資や投資をしている国内外の案件で、悩みどころも含め、いろいろな個別の要素技術の研究を説明してもらい、自分のこととして聞いていました。洋上風力は官民協議会で、ライフタイムコストで2040年までに国内調達比率60%にするというターゲットがあります。コストについては着床式で1kW/h当たり8~9円という、いずれも非常に野心的な目標を掲げています。この達成のためにも、敢行後のコストの大層を占めるO&Mをいかに国内の企業や事業者が担っていくか、その競争力を上げるということと同時に、コストを下げることが極めて重要と認識しています。

今回の各事業はこのO&Mのコスト低下に大きく寄与する、幾つかの重要な要素技術の研究開発です。ひとつひとつは見かけからは小さく見えるかもしれませんが、実装段階になれば、日本の洋上風

力全体にコストのみならず、安全性などで、新しい企業を呼び込んでいくことも考えられます。全体としては、大きなインパクトを与えるものではないかと思っています。

今回、残念ながら、一部の皆様には共有できない非公開の部分もありますが、詳細をお聞きして、どのテーマも研究としては一定の成果を上げていることが分かり、非常に嬉しく思っています。実装していく段階では考えなければならない課題も見えてきたので、ぜひ NEDO、事業者がその辺りも深掘りしていただきたい。

また、本研究でも地域のかたがた、次世代の若い工業高校の生徒さんなども入ってもらえるような、うまく地域や次世代のリソースを使っていくような例もあります。ぜひ NEDO には、当事業のみならず、他の事業を検討される際にも、このような観点を持っていただきたい。

中身については、欧米にはない雷や台風への対策や東アジアの展開も具体的な十分できるような技術も多かったです。そういうことも含めて、今後、この研究成果を公開していく際には、先ほど述べたような、どういったインパクトがあるのかを関係する業界のいろいろな関係者、例えば私どものような投資家、保険会社、技術のコンサルティングを行っている会社等ともよく対話をして、一般の方にも分かりやすい形で発信していただければと思います。

**【古賀委員】** 私はコンピュータサイエンスの専門家ですので、基本的には各要素技術の中で、人工知能的なアプローチが適切に使われているかといった観点で見えています。私の専門と関わる分野としては、委託研究と助成の中にある UAV です。

1 点目の委託研究は、深層学習を使って異常検知を行うという研究です。風車という、データとしては必ずしも多くない分野を転移学習という最新の技術を使って、少ない学習データで高い異常検知率を達成しているということで、世界的にもコンペティティブな要素技術になっていると思いました。

もう 1 点の UAV についてです。洋上はドローンからの写真で異常検知を行うというチャレンジングな内容ですが、既に多くの画像も収集されていて、これから成功する可能性は高いと思います。

それ以外の個別の材料系の話なども聞きましたが、それぞれ着実に研究しているという印象があります。本日、話を聞いた限りでは、事業期間の最後までには目標は達成するという感触を持っていません。

今後、数値的な目標は達成できると思うので、あとは成果の発表をいかに公表していくかということになります。国内だけではなく、海外で特許を取ったり、論文化したりという部分も含めて、世界に対して日本の技術を示していただきたい。

**【安田分科会長代理】** 先ほど、非公開セッションでお伝えしたことを公開セッション用に少し短く言葉を変えて、2 点、指摘します。さらに、関連して 2 点の計 4 点、お伝えしたいと思います。

まず、陸上でも洋上でも先行する欧州は、メンテナンス技術も試行錯誤しながら確立しています。その中、日本が発信できる技術あるいはノウハウとして何ができるかという後発者であるからこそその利点、日本の特殊環境における課題を発信していただければと思います。これが最終的な報告書に、どのようにまとめるかという点に絡んでくると考えています。それに関連して、規格との整合性が重要になります。例えば IEC 等を見ても、従来は風力メーカーのための規格で、こういう要件で作ってください、こういう性能を満たしてくださいということが多いものでした。次第に風力事業者のための規格、こういう風に運転してください、こういうことを推奨しますというものに変わりつつあると感じています。

そういう点で、今回の高度化の研究、維持管理の研究は、非常に重要な役目になります。日本で培った技術を国際規格に盛り込むといった視点を持ちながら、どのように国際的な風力技術に日本が貢献できるかも、ぜひ最終的な報告書のどこかに書いてもらえればありがたい。

最後に、規格とも関連しますが、今回のお話はほとんどがメンテナンスに関することでし

た。陸上でも洋上でも新規参入者が多い産業で、メンテナンスに対して、残念ながらあまり重要性を感じていない、あるいは軽視しがちです。新規参入者に対して、あるいは政策決定者や周辺住民のかたがたに対して、メンテナンスがいかに重要であるかを示していただきたい。精神論ではなくて数値で示して、こういうコストをかけて投資をしてメンテナンスをすれば、こういう効果がある、こういうベネフィットがあるという方向で示していただきたい。リスクマネジメントは、例えば、日本産業規格でも JISQ31000 のシリーズがあります。今回のプロジェクトが、それらの規格にも適合する整合性があるという書きぶりにも思えます。現時点で、コンフリクトがあるというわけではないが、ISO や JIS で決められたリスクマネジメントの考え方が、このような形で今回の技術やノウハウに生きているというように、うまくまとめれば、今後の国際規格への対応につながるものと考えています。

【本田分科会長】委員の先生がたからいろいろコメントがありましたので、私からは重複するコメントは不要だと思います。幾つか、申し上げたい点があります。

先ほど、原田委員からもありましたが、本日発表のあったひとつひとつの内容と国としてのポリシーとを、どう関連付けていくかという点は、まだ議論を含めて検討が必要ではないでしょうか。それを NEDO のリーダーシップの下で進めていただきたい。必ずしも技術だけで全て解決するわけではありません。いろいろな仕組みを含めて、総合的にトライしていくべきだと思っています。

本日は、幾つか非常に優れた日本の技術の発表がありました。それを聞いて、非常に嬉しく思いました。まだ眠っている技術があるのではないかとも思います。これから 10 年、20 年、30 年後の風車のマーケットは大きくなっていくと思いますので、眠っている技術を表に出して、そこに突入する仕組みづくりができればと考えています。ぜひ、積極的な取り組みをお願いします。

【伊藤主査】委員の皆様、本当にありがとうございました。ご講評を受けまして、推進部署より、新エネルギー部の小浦部長よりコメントをいただきます。

【小浦部長】本田分科会長をはじめ、委員の皆様には、本日だけでなく、事前のいろいろな資料の読み込みも含めて、本当に長い時間をかけて、中間評価に協力をいただき、ありがとうございました。新エネルギー部なので、他に太陽光やバイオマス、地熱などもあります。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て、特に洋上も含めた風力に対する注目、期待が高まっていることを日々感じています。その中で、特に O&M に注目をし、われわれは研究開発をサポートしています。今回、中間評価という形で皆様からいろいろ指摘をいただきました。あと 2 年間、事業は続きますので、今回の指摘を踏まえて、しっかり今後の事業運営に反映していきます。特に成果の見せ方に関して、いろいろと有意義な指摘をいただきました。NEDO として、また経済産業省とも協力をしながら、この成果をしっかり世の中に発信していく、分かりやすく見せていくという形で、洋上風力あるいは広い意味での風力発電への国内外からの大きな期待に応えていきたいと思っています。本日は長い時間、ありがとうございました。

【佐々木 PM】本事業のプロジェクトリーダーをお願いしている勝呂先生から、一言、全体を通してコメントをいただきたいと思えます。

【勝呂 PL】皆さんのコメントと重複するかもしれませんが。全部の研究を地道によく取り組んでもらったと感じています。1 点だけ気になったことを話します。日本の風車はヨーロッパやアメリカと比べると、設計条件として少し特殊ということをもっと理解して、それを基に、潤滑油や洋上風車、落雷といった問題を考えていかなければいけないと感じました。今後の開発においても、その点を十分に考えておかないといけない。誤解を生むかもしれませんが、極端な言い方をすると、海外への輸出には日本のような厳しい自然環境がないので、もっと安くつくってほしいということがひとつあります。それから、日本は海外の風車メーカーが数多く入ってきていますが、日本の風や雷をきちんと理解しても

らわないといけないとずっと発言しています。現在、風車は風が非常に強く吹く、山の上、尾根に建つようになりました。IECの基準を超えるような風が吹いるところもあります。そういう点をきちんとフォローしていくことが必要になります。本日発表のあった研究の例えばダイバーストリップや潤滑油の問題にしても、ヨーロッパで運転するよりは日本で運転したほうが厳しいということを理解して、サイトアセスメントで適切な風車を選択することも含め、検討をしていただきたい。

皆さん、長い間、ご苦労さまでした。あと2年間程度、実装してフォローがあると思います。よろしく願いいたします。

【本田分科会長】ありがとうございました。それでは以上で議題8を終了します。

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における研究評価について
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説明資料（公開）
資料 6	プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
資料 7	事業原簿および参考資料（公開）
資料 8	評価スケジュール
番号無し	ご質問への回答（公開分）

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) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発」(中間評価) 分科会

質問票

資料番号 ・ご質問箇所	ご質問の内容	回答		委員氏名
		公開可/ 非公開	説明	
全般				
資料 5 p.29	「知的財産権の確保に向けた取り組みについて」 論文発表数に対して、特許出願件数の少なさが気になりました。論文発表したということは、公知の技術になって特許出願ができませんが、現状の特許出願件数は本プロジェクトが想定していた目標を満たしているのでしょうか？	公開	委託事業においてはバイ・ドール既定に基づいて知的財産等は各事業者に帰属することとしております。委託事業および助成事業においても、知財をオープン化（特許、ソフトウェア登録など）する、もしくはクローズ化（ノウハウなど）する戦略は、各事業者により独自であるため、具体的な特許出願件数の目標は設定していません。	古賀委員
開発テーマ I -① 風車運用高度化技術研究開発（研究開発）				
資料 6-1 p.12 (非公開資料における公開可能な内容)	②機械学習につき世界の検知率のデータに着き、根拠をお示し下さい（論文等）。検知率につき、機種や設備容量毎に有意な差違は見られましたか？	公開	機械学習の世界の検知率のデータについては、いくつかの論文・データを分析し参考文献としております。その中から、比較的年代が近く直接的にご覧いただける論文・データとして以下論文を例示させていただきます。また補足資料として添付致します。	原田委員



		<p>● Bach-Andersen, M, Rømer-Odgaard, B, Winther, O. Deep learning for automated drive train fault detection. Wind Energy. 2018; 21: 29- 41.</p> <p><a href="https://doi.org/10.1002/we.2142">https://doi.org/10.1002/we.2142</a></p> <p>この論文の中で、Fig.5は「検知精度」を表しております。こちらの<math>\Delta t = -30 \text{ days}</math>、<math>-60 \text{ days}</math>が本研究の予測検知目標と同じタイミングに相当しますが、いずれも7割程度の検知精度となっています。</p> <p>また、本研究では低回転の主軸に対しても検知性能が落ちていない点において、他の研究との差異として優れていると考えております。</p> <p>なお、機種や設備容量に差を発生させないことが転移学習を採用するポイントの一つになります。転移学習は、他の風車の他の部位で学習させた特徴量を転移させているため、真に重要な特徴だけを転移させないと検知率が落ちてしまいますが、本研究では適切に転移ができていますので、機種や設備容量に差異を感じさせない検知を実現できています。</p>	
--	--	--	--

開発テーマ I-② 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）				
資料 5 p.17	国内外の動向調査において、社会制度や取り組みで大きく異なり、我が国が注力すべきと考えられる点が判りましたら説明頂けますか。	公開	<p>風力発電で先行している欧米では、風車の経年劣化に伴う故障・事故に係る情報の蓄積や、それらに対応する研究開発（例えば、ブレードのリサイクル、リーディングエッジの浸食など）が進みつつあります。我が国においても、これらの事項への取り組みが必要ではないかと考えております。</p>	本田分科 会長

開発テーマⅡ-① 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				
資料 5 p.18	<これまでの成果>における②の1行目にある「耐風速性」という意味は、位置保持が困難になる限界という事でしょうか？それを越えた場合に生じるリスクが判れば解説頂けますか。	公開	<p>ここでいう「耐風速性」は、資料 5 (p.18) に記載されている定常風速下において、使用しております機体が位置保持可能であることを示しており、機体の限界性能ではありません。この値は、この事業において必要と想定した要求性能であって、使用しております機体の限界性能以下で設定しております。</p> <p>限界性能を超えた場合に発生するリスクに関しましては、使用しております機体が風に流される、あるいは、機体姿勢が不安定になるなどの現象が発生することで、操縦・制御不能になる、あるいは、墜落するなどのリスクが考えられます。今後は、突風などに対する性能も評価・検討することも予定しております。</p>	本田分科 会長
資料 6-2-1 p.2 (非公開資料における公開可能な内容)	海外の類似製品・サービスとの比較や、本研究開発の優位性・独自性は？	公開	<p>UAV を用いた点検に関しては、個別の技術要素について国内外で検討や開発が進められているものの、本研究のような陸上基地から洋上風車間の長距離に対応した実用化事例は確認されませんでした。本研究は、この点で優位性、独自性があると考えており、風車の停止時間の短縮、保守・保全費用削減などに貢献できると考えております。</p>	安田分科 会長代理

<p>資料 6-2-1 p.6～8 (非公開資料における公開可能な内容)</p>	<p>曇天・雨天時や夕方・夜間などの視認性が悪い時の試験や実績は？</p>	<p>公開</p>	<p>曇天時や夕方などの視認性が悪い時の試験実績はございません。 今後、点検時に想定される条件を考慮した上で、曇天時や夕方などの視認性が悪い状態での検討・試験を実施する予定としております。</p>	<p>安田分科 会長代理</p>
<p>資料 6-2-1 p.16 (非公開資料における公開可能な内容)</p>	<p>UAV 点検の活用方法として、毎日定時に同じ三次元コース、画角で飛行・画像撮影し、画像の差異から異常発見する方法は可能でしょうか？外観点検に徹した活用方法です。</p>	<p>公開</p>	<p>同じ三次元コース、画角で飛行・画像撮影を行い、画像の差異から異常発見することは可能であると考えております。 本研究で行なう UAV 点検の活用方法としましては、点検コース（撮影ルート、画角など）、撮影のタイミング等をプログラミング・制御することが出来ますことから、技術的には実現可能と考えています。</p>	<p>三保谷 委員</p>
<p>資料 5 p.18</p>	<p>AI を用いた画像解析による自動判定を行うとのことですが、近年の AI では高い検出精度を達成するために事例画像を多く揃えることが求められます。洋上風車を UAV で撮影可能であることは理解したのですが、AI ソフトウェアの開発に十分な画像を用意できる目途は立っているのでしょうか？不具合の事例画像を準備するのが大変そうに思いました（大抵の風車は正常稼働しているのに）。</p>	<p>公開</p>	<p>現在、風車の点検画像を 1000 枚程度入手し、そのうち 500 枚程度が風車の不具合を含む画像となっております。 今後、どのような条件の画像を、どの程度入手する必要があるか等の検討を行ない、引き続き必要な画像データの収集を行なう予定としております。</p>	<p>古賀委員</p>

開発テーマⅡ-② 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				
資料5 p.19	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本事業期間内の2022年度いっぱいではCTVの建造およびゴンドラの製作まで行うのでしょうか？</li> <li>・洋上風力発電の保守要員育成プログラム作成や国際認証の取得は多岐にわたり、時間も要すると思いますが、何年程度のスケジュール感で考えられているでしょうか。</li> </ul>	公開	<p>CTVについては、2022年6月に竣工を予定しております。また、ゴンドラについては、既にベースの機体の制作は完了しております。現在、日本の法規制に即した改良を加えた上で、実証試験を実施しております。</p> <p>GWOのBasicトレーニングの認証は、本研究開始前の2019年に取得しております。本研究においては、現在、洋上風力発電向けのトレーニングプログラムを構築しております。基本的なSS, BTT, ART, EFAについては、2022年度内を目標に認証を取得する予定としております。</p>	本田分科 会長

<p>資料 6-2-2 p.10 (非公開資料における公開可能な内容)</p>	<p>認証取得までの各工程の必要最短時間は？ 認証取得者は年間何名を想定（もしくは目標）としているか？</p>	<p>公開</p>	<p>認証取得のための設備準備および図書類準備は最短 6 ヶ月程度を見込んでおります（それぞれを同時進行で実施）。しかしながら、コロナによる渡航制限等の影響により、各工程の遅延のリスクがあることから、工程管理には十分に留意して計画を実施する必要があると考えております。</p> <p>一方、認証取得者の想定に関しては、本研究では、100～150 名を想定しております。なお、国内の BST4 受講者については、2021 年 4 月までで 50 社、160 名を超えております。</p>	<p>安田分科 会長代理</p>
<p>資料 6-2-2 p.17 (非公開資料における公開可能な内容)</p>	<p>実用化・事業化の見通しは、どのような洋上風力発電シナリオに基づいているか？ シナリオが低位・高位の場合の見通しは？</p>	<p>公開</p>	<p>実用化・事業化の見通しについては、2020 年 12 月に国から示されました「洋上風力産業ビジョン（第一次）」において明記された導入目標（2030 年までに 1,000 万 kW 等）を基に算出しております。</p> <p>シナリオの低位・高位については、現状、詳細には検討しておりません。本研究終了後時点での洋上風力発電導入シナリオの修正・変更等を考慮して、適宜事業計画を修正することを予定しております。</p>	<p>安田分科 会長代理</p>

開発テーマⅡ-③ 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				
資料5 p.20	洋上風車ではギアレスのタイプが増えてきている様に見受けられますが、増速機と軸受に対する本技術の有効性は異なるのでしょうか。	公開	増速機（歯車）と軸受に対する本技術の有効性に関しては、求める性能の方向は同じであると考えております。したがって、得られる技術の有効性については、いずれの機構に対しても適用は可能であると考えております。	本田分科 会長
資料6-2-3 p.9、12、15 (非公開資料における公開可能な内容)	新材料の開発要件として、風車周辺の環境に飛散あるいは漏洩した時の安全性や回収の容易さが求められるのでは？特に洋上風力の場合、海防法による規制や中和剤等は使用できない等の制約があります。	公開	<p>潤滑油の飛散や漏洩の際の安全性や回収の容易さが求められることに関しましては、十分に認識はしておりますが、現時点では具体的な検討には至っておりません。今後、潤滑剤の仕様がある程度確定した段階で、風力発電事業会社、アフターメンテナンス会社等とも協力して対応を検討する予定にしております。</p> <p>なお、現在開発・検討中の潤滑油については、環境規制物質を使用せずに設計を進めております。また、潤滑剤に用います新規の材料については、天然物由来や生分解性の基材も視野に入れて検討を進めております。</p>	三保谷 委員

開発テーマⅡ-④ 風車ブレード用高耐久ダイバータストリップの開発				
資料5 p.21	ブレード制作後の施工で表面に凹凸が生じると思いますが、それによる騒音発生は心配ないでしょうか？接着方法はどのように想定されているでしょう。	公開	<p>騒音に関しましては、エロージョン防止シート等と同様に、ブレード面と滑らかに成型・固定することで、音の発生源となる可能性のある突出部分を可能な限り少なくするように施工しております。現在、同様の方法により施工したブレードを用いて、フィールドテストを実施しておりますが、現時点では音量の増大や音質の変化などの発生は確認されていません。引き続き、フィールドテストに協力いただいている発電事業者様とも連携を密に、注意深く観測を実施することを予定しております。</p> <p>接着方法に関しまして、本研究では、ブレードとダイバータストリップの間に、種々のブレード表面へのデバイス固定に実績のある変成シリコンを充填して接着しています。</p>	本田分科 会長
資料6-2-4 p.10～11 (非公開資料における公開可能な内容)	ダイバータストリップによる風切り音発生（増加）の有無は？	公開	<p>ダイバータストリップを設置したことによる風切り音の発生（増加）に関しましては、エロージョン防止シート等と同様に、ブレード面と滑らかに成型・固定することで、音の発生源となる可能性のある突出部分を可能な限り少なくするように施工しております。現在、同様の方法により施工したブレードを用いて、フィ</p>	安田分科 会長代理



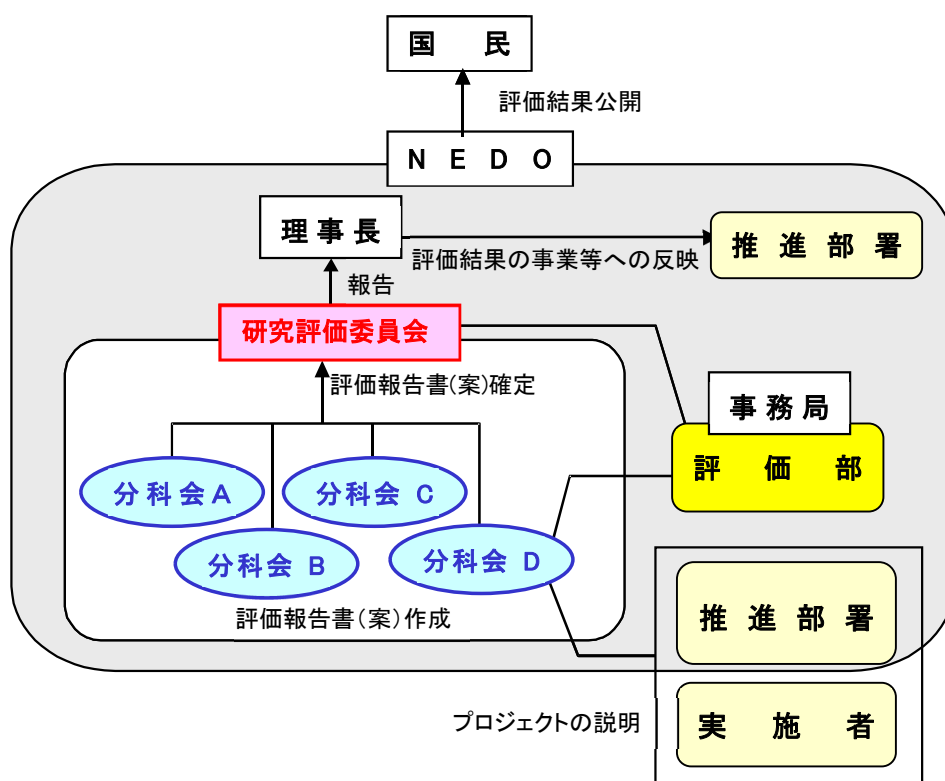
			<p>ールドテストを実施しておりますが、現時点では音量の増大や音質の変化などの発生は確認されていません。引き続き、フィールドテストに協力いただいている発電事業者様とも連携を密に、注意深く観測を実施することを予定しております。</p>	
<p>資料 6-2-4 p.10～11 (非公開資料における公開可能な内容)</p>	<p>ダイバータストリップの可塑性は？（風車運転中のブレードのたわみによる経年影響は？）</p>	公開	<p>本研究では、シリコンにより成型されているダイバータストリップを使用しております。</p> <p>シリコンなどのゴム系製品の疲労については、繰り返し応力（力）が大きく影響する金属とは異なり、繰り返しひずみ量（変形、たわみ）に大きく影響されます。</p> <p>ゴム系製品の疲労が顕著になる繰り返しひずみ量は、数 10%以上とされています。一方、運転中の風車ブレードに生じるひずみ量は、大きい部分でも数%であることから、疲労が顕著となるひずみ量に達しておらず、経年劣化の影響は少ないと考えております。</p>	安田分科 会長代理

## 参考資料 2 評価の実施方法

本評価は、「技術評価実施規程」（平成 15 年 10 月制定）に基づいて実施する。

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)における研究評価では、以下のように被評価プロジェクトごとに分科会を設置し、同分科会にて研究評価を行い、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。

- 「NEDO 技術委員・技術委員会等規程」に基づき研究評価委員会を設置
- 研究評価委員会はその下に分科会を設置



## 1. 評価の目的

評価の目的は「技術評価実施規程」において

- 業務の高度化等の自己改革を促進する
  - 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
  - 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
- としている。

本評価においては、この趣旨を踏まえ、本事業の意義、研究開発目標・計画の妥当性、計画を比較した達成度、成果の意義、成果の実用化の可能性等について検討・評価した。

## 2. 評価者

技術評価実施規程に基づき、事業の目的や態様に即した外部の専門家、有識者からなる委員会方式により評価を行う。分科会委員は、以下のような観点から選定する。

- 科学技術全般に知見のある専門家、有識者
- 当該研究開発の分野の知見を有する専門家
- 研究開発マネジメントの専門家、経済学、環境問題、国際標準、その他社会的ニーズ関連の専門家、有識者
- 産業界の専門家、有識者

また、評価に対する中立性確保の観点から事業の推進側関係者を選任対象から除外する。これらに基づき、委員を分科会委員名簿の通り選任した。

なお、本分科会の事務局については、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構評価部が担当した。

## 3. 評価対象

「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) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発」を評価対象とした。

なお、分科会においては、当該事業の推進部署から提出された事業原簿、プロジェクトの内容、成果に関する資料をもって評価した。

#### 4. 評価方法

分科会においては、当該事業の推進部署及び実施者からのヒアリング及び実施者側等との議論を行った。それを踏まえた分科会委員による評価コメント作成、評点法による評価により評価作業を進めた。

なお、評価の透明性確保の観点から、知的財産保護の上で支障が生じると認められる場合等を除き、原則として分科会は公開とし、実施者と意見を交換する形で審議を行うこととした。

#### 5. 評価項目・評価基準

分科会においては、次に掲げる「評価項目・評価基準」で評価を行った。これは、NEDOが定める「標準的評価項目・評価基準」をもとに、当該事業の特性を踏まえ、評価事務局がカスタマイズしたものである。

評価対象プロジェクトについて、主に事業の目的、計画、運営、達成度、成果の意義、実用化に向けての取組や見通し等を評価した。

「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) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発」に係る評価項目・評価基準

## 1. 事業の位置付け・必要性について

### (1) 事業目的の妥当性

- ・ 内外の技術動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献可能性等の観点から、事業の目的は妥当か。
- ・ 上位の施策・制度の目標達成のために寄与しているか。

### (2) NEDOの事業としての妥当性

- ・ 民間活動のみでは改善できないものであること又は公共性が高いことにより、NEDOの関与が必要とされる事業か。
- ・ 当該事業を実施することによりもたらされると期待される効果は、投じた研究開発費との比較において十分であるか。

## 2. 研究開発マネジメントについて

### (1) 研究開発目標の妥当性

- ・ 内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標を設定しているか。
- ・ 達成度を判定できる明確な目標を設定しているか。

### (2) 研究開発計画の妥当性

- ・ 目標達成のために妥当なスケジュール及び研究開発費（研究開発項目の配分を含む）となっているか。
- ・ 目標達成に必要な要素技術の開発は網羅されているか。
- ・ 計画における要素技術間の関係、順序は適切か。
- ・ 継続または長期の「プロジェクト」の場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んで活用を図っているか。

### (3) 研究開発の実施体制の妥当性

- ・ 技術力及び事業化能力を有する実施者を選定しているか。
- ・ 指揮命令系統及び責任体制は明確であり、かつ機能しているか。
- ・ 成果の実用化・事業化の戦略に基づき、実用化・事業化の担い手又はユーザーが関与する体制を構築しているか。
- ・ 目標達成及び効率的実施のために実施者間の連携が必要な場合、実施者間の連携関係は明確であり、かつ機能しているか。
- ・ 大学または公的研究機関が企業の開発を支援する体制となっている場合、その体制は企業の取組に貢献しているか。

#### (4) 研究開発の進捗管理の妥当性

- ・ 技術の取捨選択や技術の融合、必要な実施体制の見直し等を柔軟に図っているか。
- ・ 研究開発の進捗状況を常に把握し、遅れが生じた場合に適切に対応しているか。
- ・ 社会・経済の情勢変化、政策・技術の動向等を常に把握し、それらの影響を検討し、必要に応じて適切に対応しているか。

#### (5) 知的財産等に関する戦略の妥当性

- ・ 知的財産に関する戦略は、明確かつ妥当か。
- ・ 知的財産や研究開発データに関する取扱についてのルールを整備し、かつ適切に運用しているか。

### 3. 研究開発成果について

#### (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

- ・ 成果は、中間目標を達成しているか。
- ・ 中間目標未達成の場合、達成できなかった原因を明らかにして、解決の方針を明確にしているか。
- ・ 成果は、競合技術と比較して優位性があるか。
- ・ 世界初、世界最高水準、新たな技術領域の開拓、汎用性等の顕著な成果がある場合、積極的に評価する。
- ・ 設定された目標以外の技術成果がある場合、積極的に評価する。

#### (2) 成果の最終目標の達成可能性

- ・ 最終目標を達成できる見通しはあるか。
- ・ 最終目標に向けて、課題とその解決の道筋は明確かつ妥当か。

#### (3) 成果の普及

- ・ 論文等の対外的な発表を、実用化・事業化の戦略に沿って適切に行っているか。
- ・ 成果の活用・実用化の担い手・ユーザーに向けて、成果を普及させる取組を実用化・事業化の戦略に沿って適切に行っているか。
- ・ 一般に向けて、情報を発信しているか。

#### (4) 知的財産権等の確保に向けた取組

- ・ 知的財産権の出願・審査請求・登録等を、実用化・事業化の戦略に沿って国内外で適切に行っているか。

「実用化・事業化」の定義を「プロジェクト」毎に定める。

「実用化・事業化」の考え方

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。

#### 4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

(1) 成果の実用化・事業化に向けた戦略

- ・ 成果の実用化・事業化の戦略は、明確かつ妥当か。
- ・ 想定する市場の規模・成長性等から、経済効果等を期待できるか。

(2) 成果の実用化・事業化に向けた具体的取組

- ・ 実用化・事業化に取り組む者について検討は進んでいるか。
- ・ 実用化・事業化の計画及びマイルストーンの検討は進んでいるか。

(3) 成果の実用化・事業化の見通し

- ・ 実用化・事業化に向けての課題とその解決方針は明確か。
- ・ 想定する製品・サービス等は、市場ニーズ・ユーザーニーズに合致する見通しがあるか。
- ・ 競合する製品・サービス等と比較して性能面・コスト面等で優位を確保する見通しはあるか。
- ・ 顕著な波及効果(技術的・経済的・社会的効果、人材育成等)を期待できる場合、積極的に評価する。



## 「プロジェクト」の中間評価に係る標準的評価項目・基準

※「プロジェクト」の特徴に応じて、評価基準を見直すことができる。

「実用化・事業化」の定義を「プロジェクト」毎に定める。以下に例示する。

### 「実用化・事業化」の考え方

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、企業活動(売り上げ等)に貢献することをいう。

なお、「プロジェクト」が基礎的・基盤的研究開発に該当する場合は、以下のとおりとする。

- ・「実用化・事業化」を「実用化」に変更する。
- ・「4. 成果の実用化に向けた取組及び見通しについて」は該当するものを選択する。
- ・「実用化」の定義を「プロジェクト」毎に定める。以下に例示する。

### 「実用化」の考え方

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)が開始されることをいう。

## 1. 事業の位置付け・必要性について

### (1) 事業の目的の妥当性

- ・内外の技術動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献可能性等の観点から、事業の目的は妥当か。
- ・上位の施策・制度の目標達成のために寄与しているか。

### (2) NEDO の事業としての妥当性

- ・民間活動のみでは改善できないものであること又は公共性が高いことにより、NEDO の関与が必要とされる事業か。
- ・当該事業を実施することによりもたらされると期待される効果は、投じた研究開発費との比較において十分であるか。

## 2. 研究開発マネジメントについて

### (1) 研究開発目標の妥当性

- ・内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標を設定しているか。
- ・達成度を判定できる明確な目標を設定しているか。

### (2) 研究開発計画の妥当性

- ・目標達成のために妥当なスケジュール及び研究開発費(研究開発項目の配分を含む)となっているか。
- ・目標達成に必要な要素技術の開発は網羅されているか。
- ・計画における要素技術間の関係、順序は適切か。

- ・ 継続または長期の「プロジェクト」の場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んで活用を図っているか。【該当しない場合、この条項を削除】

### (3) 研究開発の実施体制の妥当性

- ・ 技術力及び事業化能力を有する実施者を選定しているか。
- ・ 指揮命令系統及び責任体制は明確であり、かつ機能しているか。
- ・ 成果の実用化・事業化の戦略に基づき、実用化・事業化の担い手又はユーザーが関与する体制を構築しているか。
- ・ 目標達成及び効率的実施のために実施者間の連携が必要な場合、実施者間の連携関係は明確であり、かつ機能しているか。【該当しない場合、この条項を削除】
- ・ 目標達成及び効率的実施のために実施者間の競争が必要な場合、競争の仕組みがあり、かつ機能しているか。【該当しない場合、この条項を削除】
- ・ 大学または公的研究機関が企業の開発を支援する体制となっている場合、その体制は企業の取組に貢献しているか。【該当しない場合、この条項を削除】

### (4) 研究開発の進捗管理の妥当性

- ・ 研究開発の進捗状況を常に把握し、遅れが生じた場合に適切に対応しているか。
- ・ 社会・経済の情勢変化、政策・技術の動向等を常に把握し、それらの影響を検討し、必要に応じて適切に対応しているか。

### (5) 知的財産等に関する戦略の妥当性

- ・ 知的財産に関する戦略は、明確かつ妥当か。
- ・ 知的財産に関する取扱(実施者間の情報管理、秘密保持及び出願・活用ルールを含む)を整備し、かつ適切に運用しているか。
- ・ 国際標準化に関する事項を計画している場合、その戦略及び計画は妥当か。【該当しない場合、この条項を削除】

## 3. 研究開発成果について

### (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

- ・ 成果は、中間目標を達成しているか。
- ・ 中間目標未達成の場合、達成できなかった原因を明らかにして、解決の方針を明確にしているか。
- ・ 成果は、競合技術と比較して優位性があるか。
- ・ 世界初、世界最高水準、新たな技術領域の開拓、汎用性等の顕著な成果がある場合、積極的に評価する。
- ・ 設定された目標以外の技術成果がある場合、積極的に評価する。

### (2) 成果の最終目標の達成可能性

- ・ 最終目標を達成できる見通しはあるか。
- ・ 最終目標に向けて、課題とその解決の道筋は明確かつ妥当か。

### (3) 成果の普及

- ・ 論文等の対外的な発表を、実用化・事業化の戦略に沿って適切に行っているか。
- ・ 成果の活用・実用化の担い手・ユーザーに向けて、成果を普及させる取組を実用化・事業化の戦略に

沿って適切に行っているか。

- ・ 一般に向けて、情報を発信しているか。

(4) 知的財産権等の確保に向けた取組

- ・ 知的財産権の出願・審査請求・登録等を、実用化・事業化の戦略に沿って国内外に適切に行っているか。
- ・ 国際標準化に関する事項を計画している場合、その計画は順調に進捗しているか。

【該当しない場合、この条項を削除】

4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて 【基礎的・基盤的研究開発の場合を除く】

(1) 成果の実用化・事業化に向けた戦略

- ・ 成果の実用化・事業化の戦略は、明確かつ妥当か。
- ・ 想定する市場の規模・成長性等から、経済効果等を期待できるか。

(2) 成果の実用化・事業化に向けた具体的取組

- ・ 実用化・事業化に取り組む者について検討は進んでいるか。
- ・ 実用化・事業化の計画及びマイルストーンの検討は進んでいるか。

(3) 成果の実用化・事業化の見通し

- ・ 実用化・事業化に向けての課題とその解決方針は明確か。
- ・ 想定する製品・サービス等は、市場ニーズ・ユーザーニーズに合致する見通しがあるか。
- ・ 競合する製品・サービス等と比較して性能面・コスト面等で優位を確保する見通しはあるか。
- ・ 顕著な波及効果(技術的・経済的・社会的効果、人材育成等)を期待できる場合、積極的に評価する。

4. 成果の実用化に向けた取組及び見通しについて 【基礎的・基盤的研究開発の場合】

(1) 成果の実用化に向けた戦略

- ・ 成果の実用化の戦略は、明確かつ妥当か。

(2) 成果の実用化に向けた具体的取組

- ・ 実用化に向けて、課題及びマイルストーンの検討は進んでいるか。

(3) 成果の実用化の見通し

- ・ 想定する製品・サービス等に基づき、市場・技術動向等の把握は進んでいるか。
- ・ 顕著な波及効果(技術的・経済的・社会的効果、人材育成等)を期待できる場合、積極的に評価する。

【基礎的・基盤的研究開発の場合のうち、知的基盤・標準整備等を目標としている場合】

(1) 成果の実用化に向けた戦略

- ・ 知的基盤・標準の整備及び活用の計画は、明確かつ妥当か。

(2) 成果の実用化に向けた具体的取組

- ・ 知的基盤・標準を供給・維持するための体制の検討は進んでいるか。

(3) 成果の実用化の見通し

- ・ 整備する知的基盤・標準について、利用の見通しはあるか。
- ・ 顕著な波及効果(技術的・経済的・社会的効果、人材育成等)を期待できる場合、積極的に評価する。

### 参考資料 3 評価結果の反映について

「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) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発」(中間評価)  
 の評価結果の反映について

評価のポイント	反映(対処方針)のポイント
<p>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と考える。</p> <p>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ほしい。</p> <p>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。</p>	<p>①事業終了後も定期的に進捗を確認して、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やアドバイスをを行う。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分析や助言を行う。</p> <p>②他の関連事業において、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。</p> <p>③対外的な情報発信と国際認証の取得による規格化については、実運用を進めながら検討を進め、必要に応じて規格化に繋げていけるよう、引き続き NEDO でもフォローを行う。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、成果発表の機会を積極的に活用していく。</p>

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、本研究結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。

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。

④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・フォローを行う。

⑤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・フォローを進める。

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 森嶋 誠治  
担当 伊藤 正昭

\* 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](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