

「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)

プロジェクト概要 (分科会資料抜粋)

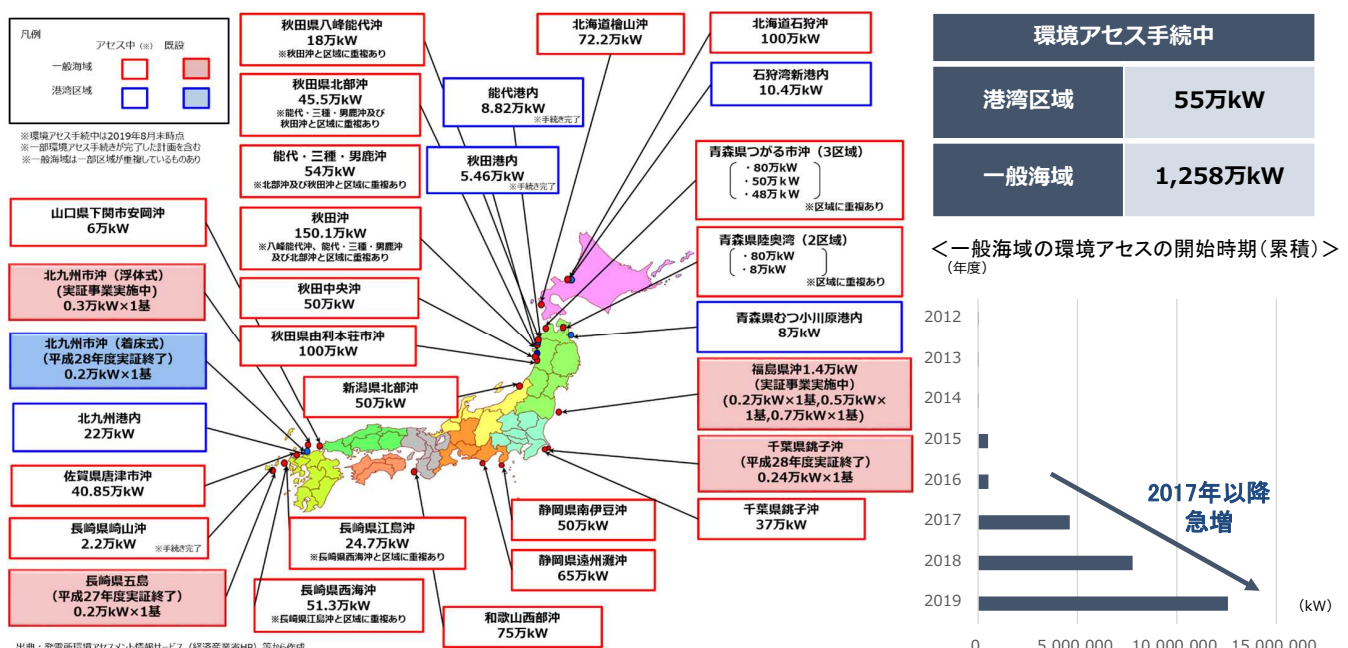
評価分科会開催: 2021年11月22日(月)

NEDO 新エネルギー一部

1. 事業の位置づけ・必要性 (1)事業の目的の妥当性

◆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)



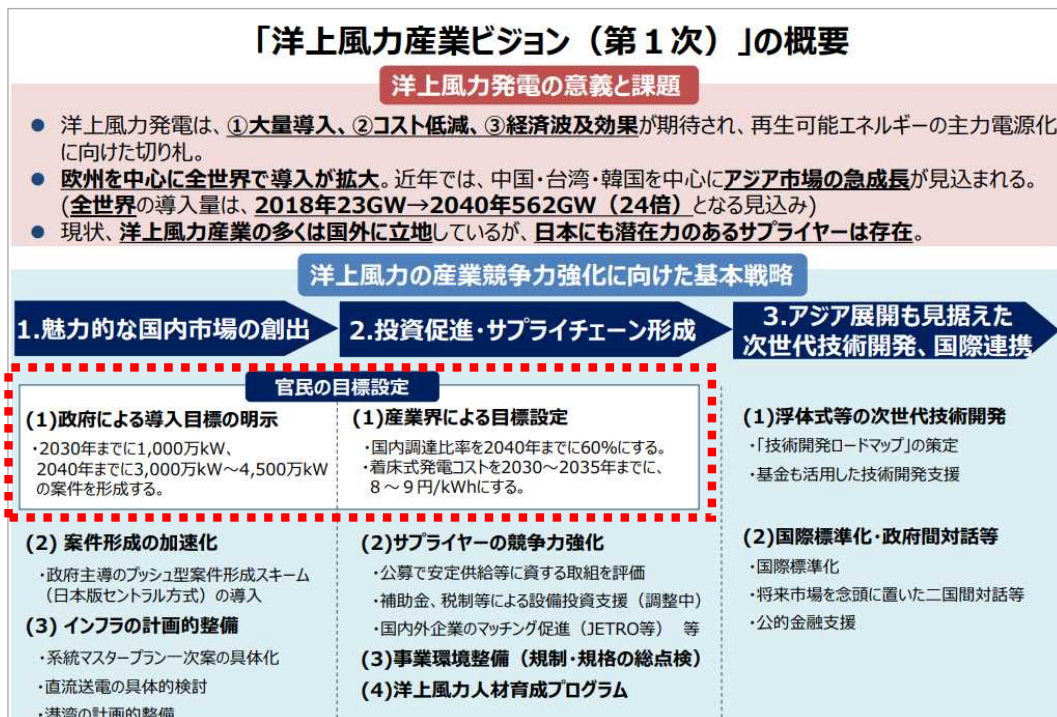
※出典: 第41回風力エネルギー利用シンポジウム、
基調講演1. 我が国の風力発電と促進政策について(2019), 資源エネルギー庁

◆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・保留索・アンカー等)	●一体設計 ●浮体基礎の最適化 ●保留索システムの最適化 ●浮体の風産化	●ハイブリッド保留システム ●メンテナンスフリー技術 ●浮体システムの計測技術
	⑥浮体式設置 (輸送・施工等)	●低コスト施工技術の開発 ●作業船と輸送システム	●大規模修繕技術 ●撤去・リサイクル
共通	⑦電気システム (海底ケーブル・洋上変電所等)	●高電圧ダイナミックケーブル ●浮体式洋上変電所 ●次世代洋上直流送電技術	●洋上送電ケーブル敷設の高効率化 ●発電需給の統合予測 ●系統安定化技術
	⑧運転保守 (O&M)	●運転保守及び修理技術の開発 ●デジタル技術による予防保全・メンテナンス高度化 ●監視及び点検技術の高度化	●落雷故障自動判別システムの開発 ●リモートセンシングと予報技術による発電量向上
官民協議会等における検討と連携して推進する項目		●人材育成 ●サプライチェーン ●ステークホルダーの合意（漁業協調、騒音低減等）	●ガイドライン・標準化 ●海底直流送電 ●水素変換とエネルギー貯蔵

◆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。

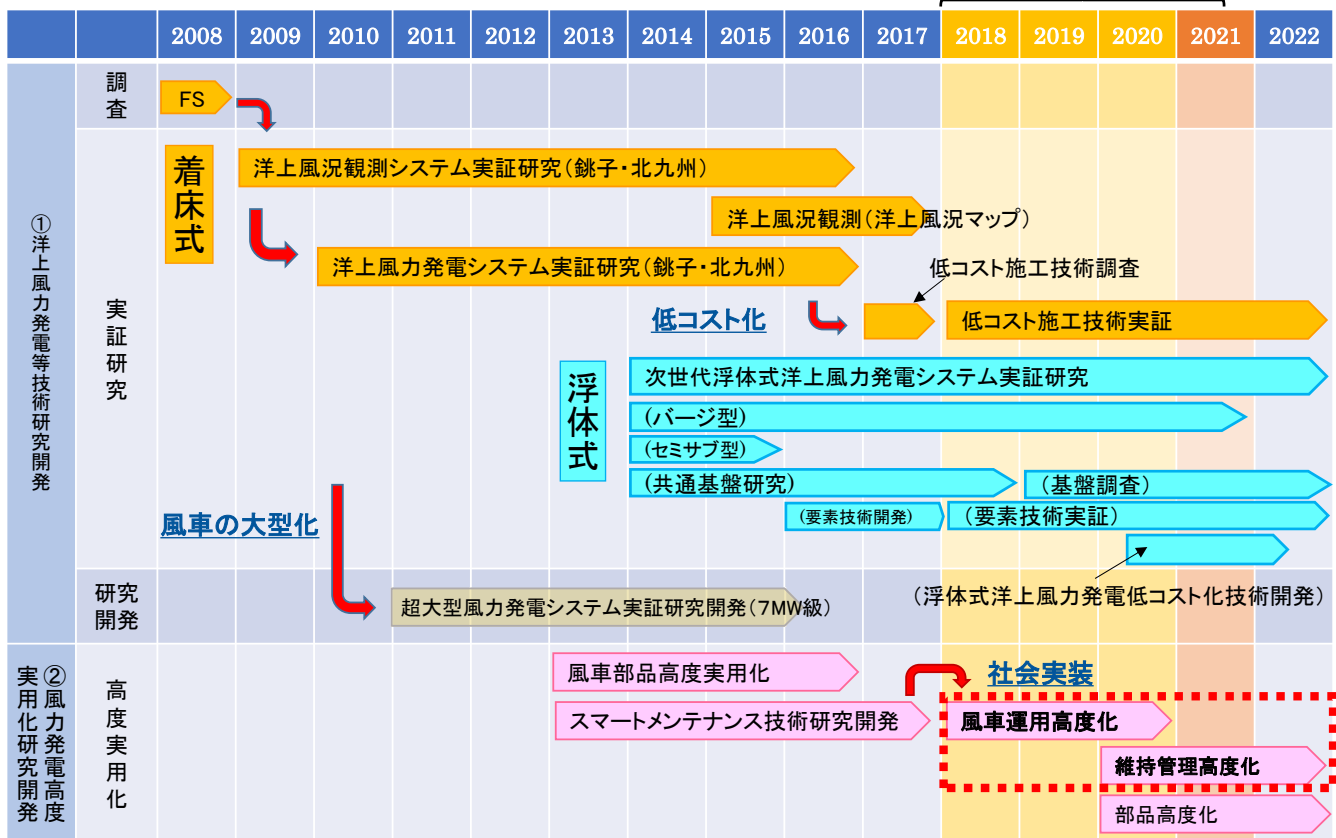
本事業の狙いとして、

- 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



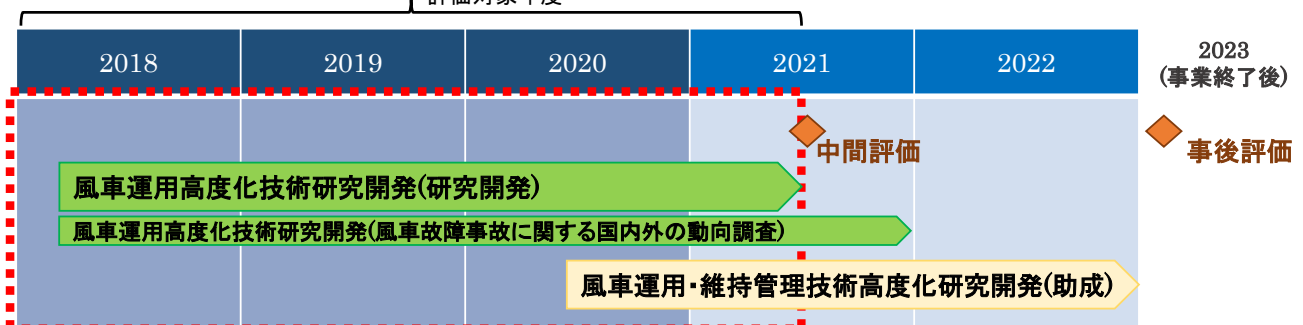
◆基本計画目標

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。

評価対象年度



◆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利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。

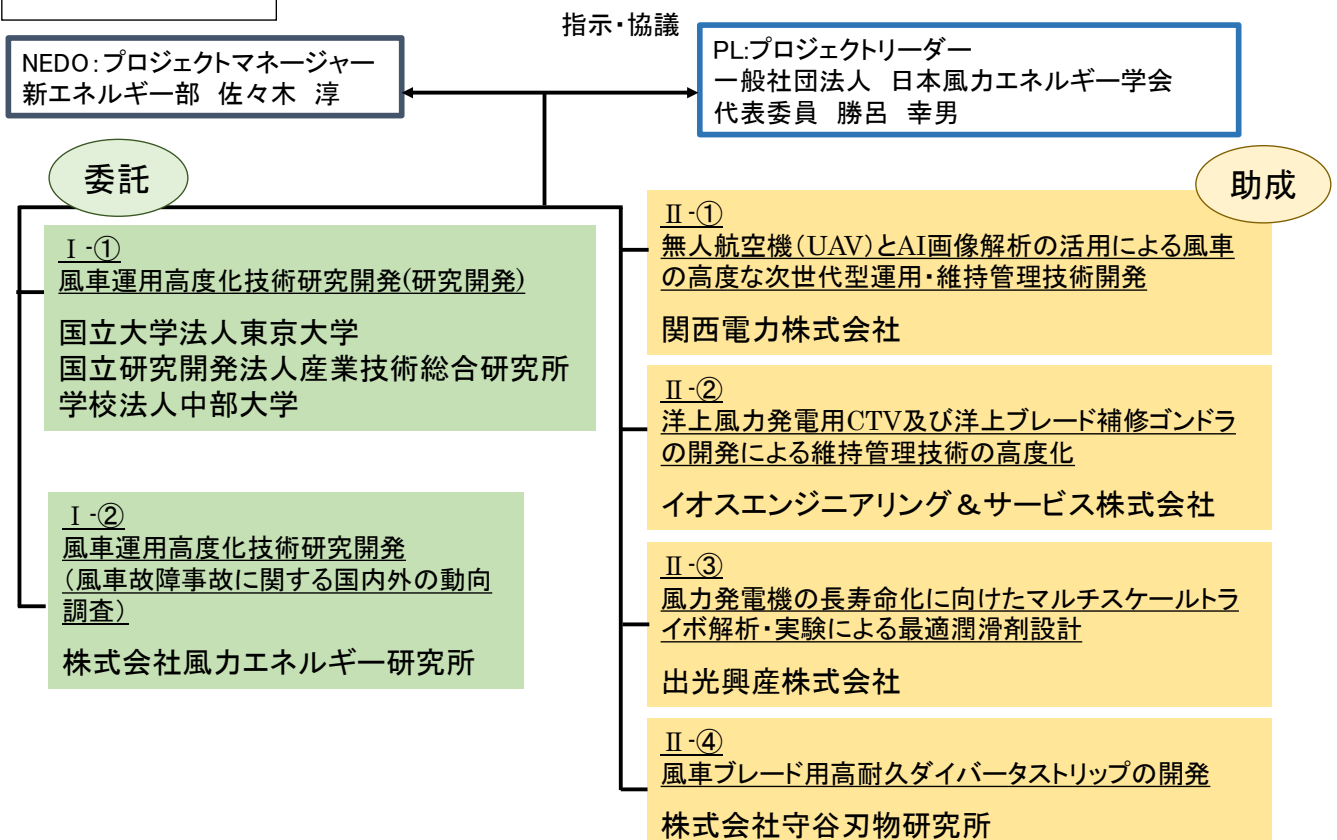
◆開発スケジュール(2)

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



◆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

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆ 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"> 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。 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。 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。 	○	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

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆ 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タストリップの開発	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タ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タ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。

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。

◆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

◆ 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	ゴンドラ、CTV ————— 最終目標			自社関連サイトで実証 ————— 実用化 —————>
	保守要員育成プログラム ————— 最終目標			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 —————>

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"> ・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 －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 ・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 －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） －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&サービス（株） －委託：東京汽船（株）、（株）ブレードパートナーズ
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"> ・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。 ・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。 	
	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直しについて	<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>
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------