

「風力発電高度実用化研究開発」

事業原簿

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

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

—目次—

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

概要

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

	<ul style="list-style-type: none"> ・風車低コスト化の要素技術を開発 ・風車の長寿命化 ・定期点検効率化 ・保守コスト低減 ・故障リスク低減 ※現在、稼働率 95%						
3. マネジメント							
3.1 実施体制	経産省担当原課	資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギー課					
	プロジェクトリーダー	一般社団法人風力エネルギー学会 代表委員 勝呂 幸男					
	プロジェクトマネージャー	新エネルギー部長(代理) (2022年4月～現在) 新エネルギー部(当時) 佐々木 淳 統括研究員 (2019年7月～2022年3月) 新エネルギー部(当時) 田窪 祐子 主任研究員 (2018年4月～2019年6月)					
	委託先・助成先	<ul style="list-style-type: none"> ・風車運用高度化技術研究開発(委託) (株)風力エネルギー研究所 ・風車運用・維持管理高度化技術研究開発(委託) (株)風力エネルギー研究所 ・風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成) (株)関西電力株式会社 イオスエンジニアリング&サービス(株) -委託:東京汽船(株)、(株)ブレードパートナーズ 出光興産(株) -共同研究:(公)兵庫県立大学、(国)岡山大学 (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 イオスエンジニアリング&サービス(株) -委託:(国研)海上・港湾・航空技術研究所海上技術安全研究所 (株)キグチテクニクス 太平電業(株) (株)駒井ハルテック -委託:(国研)産業技術総合研究所、(国)佐賀大学 ・風車部品高度化研究開発(助成) (株)駒井ハルテック -委託:(国)佐賀大学 (株)駒井ハルテック -委託:(国)三重大学、(国研)産業技術総合研究所 					
3.2 受益者負担の考え方 (単位:百万円)	会計・勘定	2018fy	2019fy	2020fy	2021fy	2022fy	総額
	一般会計						
	特別会計 (電源・需給の別)	21	32	70	347	653	1123
	開発成果促進財源						
	総NEDO負担額	21	32	70	347	653	1123
	(委託)	21	32	18	39	40	150
	(助成) :助成率1/2			52	308	613	973
3.3 研究開発計画							
情勢変化への対応	2019年度に研究開発項目名を「風車運用高度化技術研究開発」から「風車運用・維持管理技術高度化研究開発」に名称変更、事業終了時期を2020年度から2022年度に変更。また、v)「風車部品高度化技術研究開発」を立ち上げ、風車素材・大型部品の国産化を支援。2020年度に追加公募を実施し、陸上風力にかかる技術開発を促進。						

	中間評価結果への対応	5つの指摘について、対応を図った。例：（指摘）拡大を目指すわが国の風力発電において、風車稼働率の向上や発電コストの低減に資する風車運用高度化技術の獲得によるO&M事業の国産化は、喫緊の課題であり、集中的導入が進む地域での地場産業との連携による経済の活性化や、O&Mを担う人材の育成の視点をもって事業を進めていただきたい。→（対応）O&Mを担う人材育成、保守の低コスト化、保守用の船舶の開発事業を推進し目標を達成した。今後の関連事業において、実施計画時点や開始後の委員会などで、技術開発の内容への言及のみならず、委託先・助成先が風力産業界や地元・地場産業と協調した取り組みを積極的に行うよう指導・フォローを行っていく。	
	評価に関する事項	事前評価	2017年度実施
		中間評価	2021年度実施
		終了時評価	2023年度実施
別添			
	投稿論文	9件	
	特許	「出願済」4件、「登録」2件	
	その他の外部発表（プレス発表等）	学会発表・講演等 37件、新聞・雑誌等への掲載 27件	
基本計画に関する事項	作成時期	2010年3月 作成	
	変更履歴	<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、v) 「風車部品高度化技術研究開発」を追加。また、事業期間を修正。</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。
CTV	Crew Transfer Vessel の略、洋上風力発電アクセス船。CTV は、洋上風力発電の O&M (運用および維持管理) 作業員を洋上風力発電に安全に輸送するための目的特化型の交通船。
SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)	遠隔制御監視システム。産業制御システムの一つであり、SCADAシステムはサーバ、モニタ、UPS、クライアントPC、等で構成される。サーバには、ロータ速度、アジマス角、ナセル角、他100点ほどのアナログデータや、風速や発電量などの帳票データを収集する。
UAV	Unmanned Aerial Vehicle の略、人が搭乗しない航空機。通称ドローンと呼ばれる。
ウィンドファーム	集合型風力発電所のこと、大型風車を複数基設置して電気を生産する農場という意味からつけられた呼称。
大型風車	定格容量が1000kW以上の風車。
小形風車	JISにおいて、風車直径が16m以下(受風面積200m ² 以下)、また電気事業法において出力規模が20kW未満の風車
主軸	ロータからの動力を発電機に伝達する回転軸。増速機付きの風車においては、低速軸及び高速軸の総称。
設備利用率	ある期間中における風車総発電量の、同期間中に定格出力で運転したと仮定して風車が発生可能な発電量に対する比率。
増速機	入力軸の回転速度を、増速して出力軸に動力伝達する装置。
ダイバーストリップ	金属小片を並べた雷電流の経路をレセプタまで設け、レセプタ外の落雷の貫通を防ぐというデバイス。航空機の先端などに用いられており、その箇所へ着雷した場合に金属部へと逃がす働きをする。
ダウンウインド風車	ロータがタワーやナセルより後ろにあり、風を受けるタイプの風車。
ダウンタイム	故障や定期メンテナンス実施などのために、ある装置が使用できない時間。国内で稼働中の風力発電用風車は、約7割が海外メーカー製であり、故障が生じた場合に代替部品を取り寄せるのに時間がかかるため、欧米諸国と比較して故障発生時のダウンタイムが長くなる傾向がある。
ドライブトレイン	ロータの回転力を電力に変換するための一連の動力伝達装置の総称。
トライボロジー	トライボロジー (Tribology) とは潤滑、摩擦、摩耗、焼付き、軸受設計を含めた「相対運動しながら互いに影響を及ぼしあう二つの表面の間におこるすべての現象を対象とする科学と技術」を指す。
ナセル	水平軸風車において、タワーの上部に配置され、動力伝達装置、発電機、制御装置等を格納するもの。
年間発電量	風力発電装置の1年間の発電量。推定値は、実測したパワー曲線とハブ高さにおける風速出現頻度分布をもとに、100%の利用可能率を仮定して計算する。
発電機	機械動力(風車ロータの回転力)を受けて電力を発生する回転機。
ハブ	ブレード、またはブレード組立部品をロータシャフトに取り付けている部分。

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

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

1.1 事業の位置づけ・意義

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

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

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

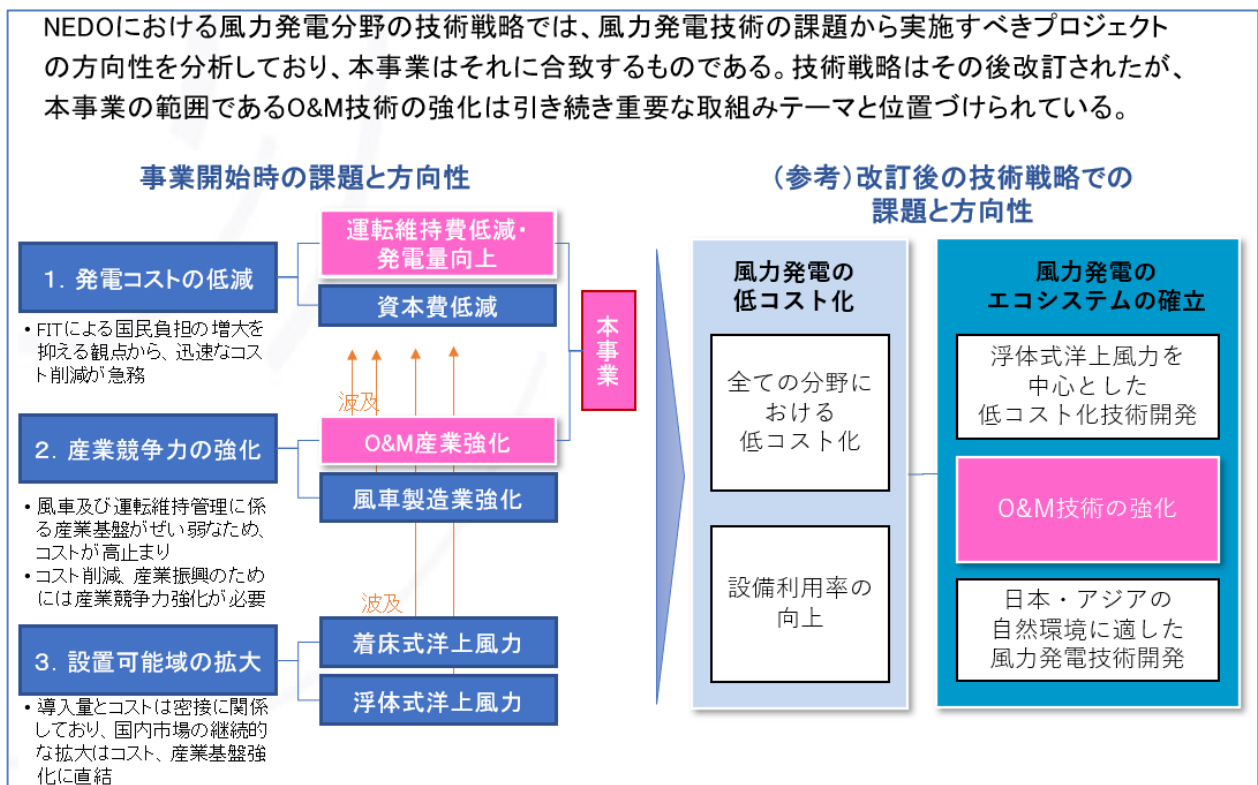


図 1.1.1 技術戦略上の位置づけ

1.2 アウトカム達成までの道筋

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

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

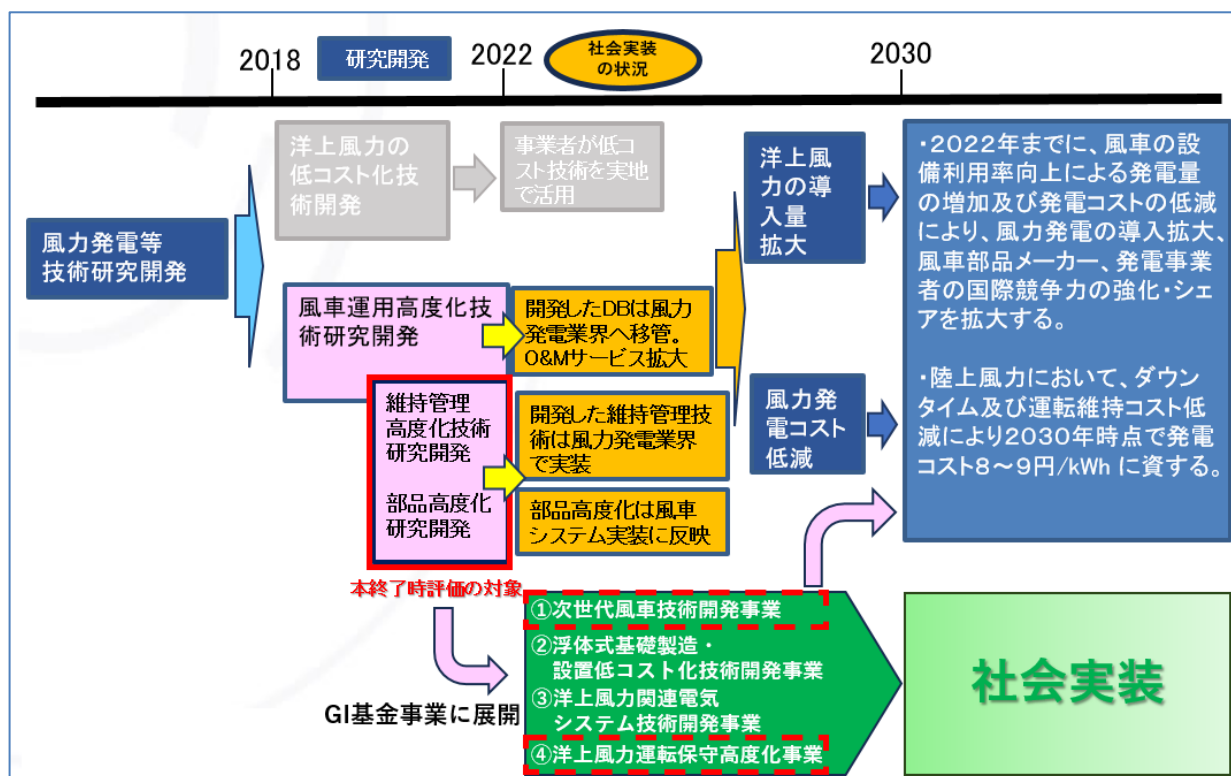


図 1.2.1 アウトカムまでの道筋

1.3. 知的財産・標準化戦略

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

◆知的財産等の戦略

iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(委託)

iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)

v) 風車部品高度化研究開発

→新規性の高い技術や部品については、特許化を図る。

開発した技術や部品は、風力産業での実装や風車への実装など、実用化を進める。

◆知的財産等の管理

iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(委託)

【標準化施策との連携】

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

【知財マネジメントに係る運用】

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

【データマネジメントにかかる運用】

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

iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)

v) 風車部品高度化研究開発

→企業化状況報告書および追跡調査により事業終了後の状況を確認

図 1.3.1 アウトプット（研究開発成果）のイメージ

2. 目標及び達成状況

2.1. アウトカム目標及び達成見込み

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

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

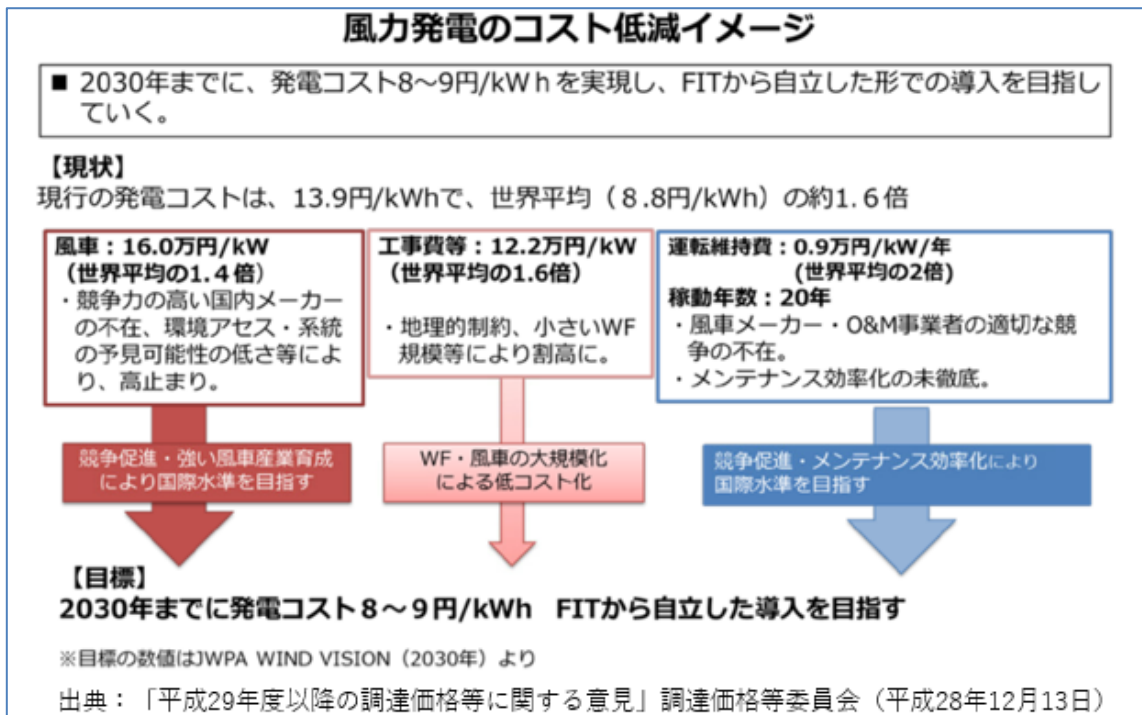


図 2.1.1 アウトカム目標の設定及び根拠

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

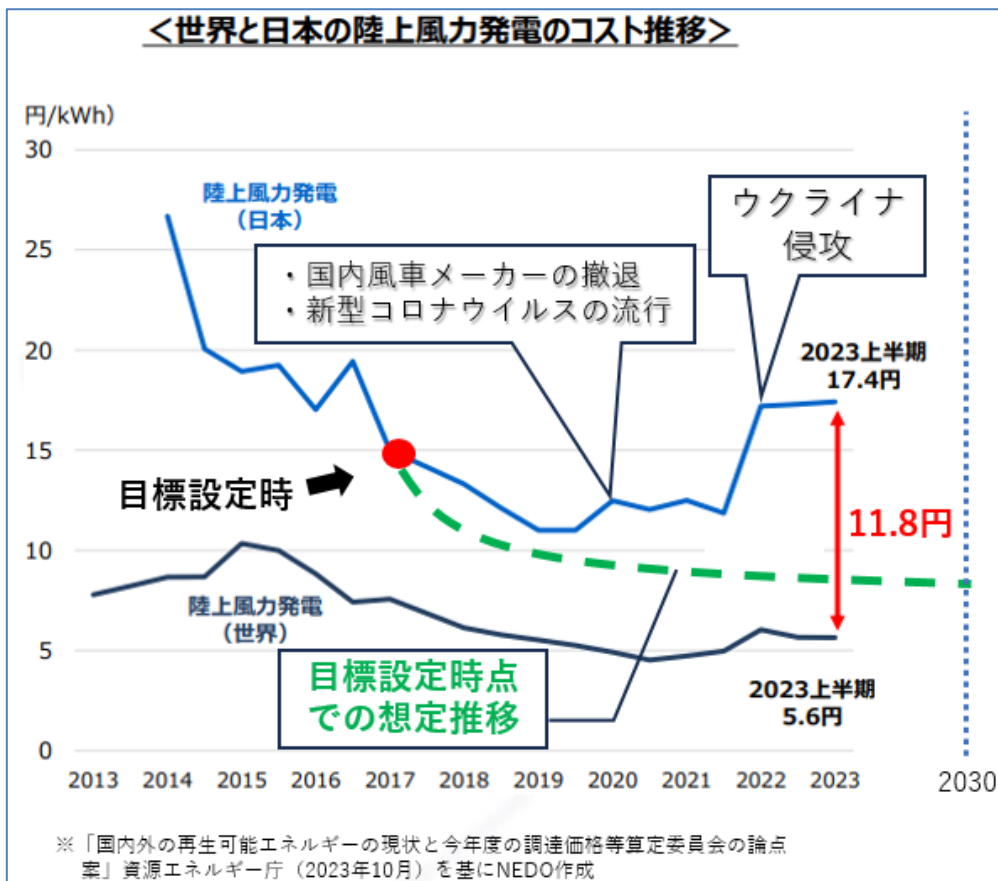


図 2.1.2 アウトカム目標の達成見込み

2.2. 本事業における「実用化・事業化」の考え方

本事業における実用化・事業化については以下に定義する。

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

2.3. アウトプット目標及び達成状況

アウトプット（終了時）目標の設定及び根拠は以下の通りである。

iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発

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

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

v) 風車部品高度化技術研究開発

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

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

アウトプット（研究開発成果）のイメージは図 2.3.1 の通り。



図 2.3.1 アウトプット（研究開発成果）のイメージ

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

表 2.3.1 アウトプット目標の達成状況

研究開発項目	アウトプット目標	達成度	達成状況
iv 風車運用・維持管理技術高度化研究開発	<p>風車のダウンタイム及び運転維持コスト低減に向け、維持管理を的確に行い、風車稼働率(利用可能率)を97%以上に向上させる技術を確立する。また、洋上風車の運転維持管理を含む、風車のライフサイクルコストを低減する各コア技術を開発する。</p> <p>国内で生産される風車部品に関して、風車の大型化・大出力化に対応し、かつコスト競争力と信頼性を高めることにより、<u>洋上風車への採用促進につなげる。</u></p>	○	<ul style="list-style-type: none"> ・風車性能を向上する要素技術を開発 ・洋上風力向け補修員育成環境を構築 ・洋上風力保守用の船舶開発 ・風車低コスト化の要素技術を開発 ・風車の長寿命化 ・定期点検効率化 ・保守コスト低減 ・故障リスク低減 <p>※現状、稼働率95%</p>
v 風車部品高度化技術研究開発			

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み(中間)、X未達

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

表 2.3.2) 研究開発テーマ(終了時評価対象テーマ)

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

表 2.3.3.1) アウトプットの達成状況（個別テーマ）その1

iv 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(委託)				
開発テーマ	目標	成果	達成度	達成の根拠
iv-① 風車運用高度化技術研究開発 (風車故障事故に関する国内外の動向調査)	国内外の風車故障事故の実態把握及び関連する最新の研究開発等の調査を行い、「技術研究開発」へ情報の提供を行う。	2017～2021年度分の日本国内の風車の実態を把握し概ねの稼働率を把握した。風車の部位別の故障率の傾向を明らかにし、また、稼働率を高める上で3日以上以上の故障・事故を防ぐことが重要であることが分かった。	○	計画通り国内風車の運転状況を把握することができたため、目標通り達成と評価
iv-② 風車運用・維持管理技術高度化研究開発 (陸上風力発電の持続的な導入拡大に向けた調査)	陸上風力発電を持続的に導入促進し、発電電力量の増加を図るための課題解決に向けて今後取り組むべき方向性について調査、検討する。	<ul style="list-style-type: none"> 風力発電事業に係る事業者を対象に陸上風力発電の現状と将来についてアンケート調査を行い、有意義な回答を得た。 陸上風力導入拡大に向けての課題（技術的課題、政策的課題）、対策案（海外技術の活用、技術開発中）を整理、分類を行った。 上記内容を提言としてまとめた。 	○	計画通り国内陸上風力の導入拡大を図るための課題、対応策を把握、整理することができたため、目標通り達成と評価

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み（中間）、X未達

表 2.3.3.2) アウトプットの達成状況（個別テーマ）その2

iv 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)				
開発テーマ	目標	成果	達成度	達成の根拠
iv-③ 無人航空機（UAV）とAI画像解析の活用による風車の高度な次世代型運用・維持管理技術開発	UAVによるブレード他、外観全体確認対応自律飛行および損傷箇所AIを用いた画像解析による自動判定等の技術を開発	<ul style="list-style-type: none"> 洋上風力発電設備の外観点検を速やかかつ効率的に行う技術を開発した。 過酷環境下におけるUAVの飛行性能（長時間飛行、耐風性、耐雪性）を確認した。 撮影画像からAIモデルにより損傷箇所を自動判定する技術を開発した。 	○	本技術が機能することを実証試験にて確認できたため目標通り達成と評価
iv-④ 洋上風力発電用CTV及び洋上ブレード補修ゴンドラの開発による維持管理技術の高度化	CTVやゴンドラのO&Mツールの課題を抽出し、要求を満たす仕様決定。洋上保守要員トレーニングプログラムの図書、ツール整備。	O&Mツールの実用化、低コスト化の有効性確認。 トレーニングプログラムの認証取得し、社内外へトレーニングを開始した。	○	各テーマ、操船支援のKPI達成、補修効率化効果確認、新規モジュール認証取得のため目標通り達成と評価
iv-⑤ 風力発電機の長寿命化に向けたマルチスケールトライボ解析・実験による最適潤滑剤設計	添加剤の設計とそれを用いたギヤ油仕様の最適化により、オイルの長寿命化（従来5年→15年）を実現する	15年間（従来5年）オイル無交換で風車を運用・維持できる高性能潤滑油の開発に目途が立った	◎	基材と仕様の最適化により、試作したギヤ油が各種試験において現行油対比で大幅に性能を向上し、高い確度で オイルの寿命15年 を達成できると見込まれ、将来的なインパクトが大きいと評価
iv-⑥ 風車ブレード用高耐久ダイバーストリップの開発	日本国内の高エネルギーの冬季雪への耐久性を有するダイバーストリップを開発する。	実風車で1年実証し長期耐久性、風車の雪保護性能を達成した。	○	当初目標の製品開発は終える事が出来たため達成と評価

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み（中間）、X未達

表 2.3.3.3) アウトプットの達成状況（個別テーマ）その3

iv 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)				
開発テーマ	目標	成果	達成度	達成の根拠
iv-㉚ 高年次陸上風車の寿命延長運転技術の開発	高年次陸上風車の寿命延長運転技術の開発 新しいブレード補修技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ・風車残存寿命の推定 ・CMSによる異常検知手法の立案 ・損傷リスクを抑えた運転手法の立案 ・試験片レベルでの要素試験の実施 ・新樹脂化合物による実ブレードの補修 ・実用化に向けた施工方法の検討 	○	延長運転実施継続中および延長運転中の補修健全性経過観察に異常が観られないため目標通り達成と評価
iv-㉛ 陸上風力発電設備・ジャッキダウン解体工法	<ul style="list-style-type: none"> ・コストダウン ・省スペース ・工期短縮 ・国内生産・雇用拡大への貢献 ・災害リスク低減 ・CO2削減 	<ul style="list-style-type: none"> ・使用重機の容量減/工期短縮 ・施工エリア縮小 ・風の影響を抑え、工程遅延リスク低減 ・100%国内調達で国内経済に貢献 ・高所作業減で災害リスク低減 ・重機容量/稼働時間減、電動ジャッキ採用 	△	クレーンの小型化や従来工法に比べ、省スペース化を達成でき、太平洋ジャッキ採用により燃料消費量を抑えることが確認できたが、工期短縮が課題として残った。
iv-㉜ スマートロータシステムを有する陸上風車技術の研究開発	スマートロータシステムを有する陸上風車技術の研究開発	定格出力1MW、極値風速Ve50=91.26m/s、Iref=0.18の仕様で、日本の厳しい気象条件に適応した日本型風力発電機を設計	○	各制御技術の効果をふまえて台風仕様風車の設計が完了したため目標通り達成と評価

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み（中間）、X未達

表 2.3.3.4) アウトプットの達成状況（個別テーマ）その4

v 風車部品高度化技術研究開発(助成)				
開発テーマ	目標	成果	達成度	達成の根拠
v-㉑ 大型洋上風車用一体成型ブレード技術の研究開発	大型洋上風車用一体成型ブレード技術の開発	台風地域にも適用可能な一体成型ブレードの設計と認証取得、プロトタイプ機での妥当性評価	◎	一体成型ブレード技術の確立および ブレードコスト28%削減 のため将来的なインパクトが大きいと評価
v-㉒ 風車および蓄電池の一体制御による出力安定化システム技術の研究開発	風車および蓄電池の一体制御による出力安定化システムの開発	風車と蓄電池の一体制御による出力安定化、蓄電池の長寿命化、および設備コストの削減	○	システム稼働と導入候補地の検討を行ったため目標通り達成と評価

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み（中間）、X未達

3. マネジメント

3.1 実施体制

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

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

以下に、実施体制を図示した。(図 3.1.1)

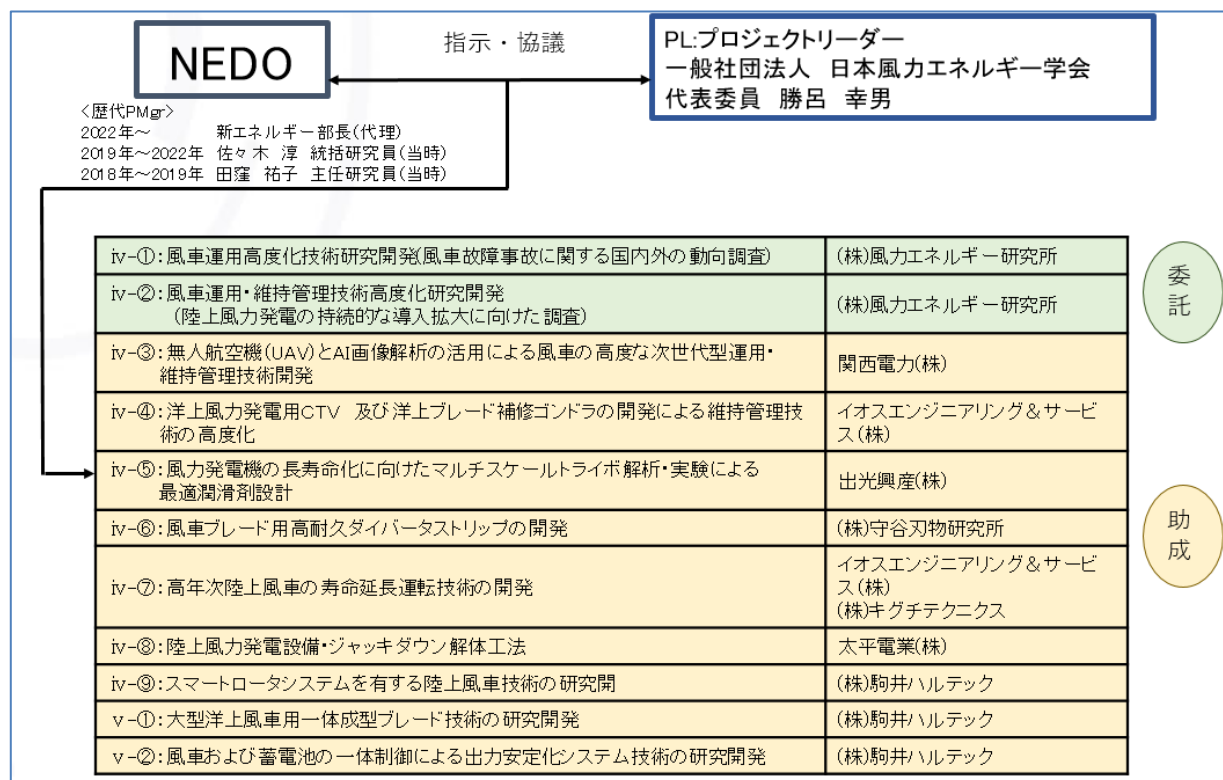


図 3.1.1 実施体制

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

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

表 3.1.1.1) 個別事業の採択プロセス その1

iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発
 公募予告: 2020年2月26日 ⇒ 公募期間: 2020年5月1日~6月30日
 採択審査委員会: 2020年7月15日 ⇒ 採択決定通知の施行日: 2020年8月11日
 <採択審査委員>

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

<採択テーマ>

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

表 3.1.1.2) 個別事業の採択プロセス その2

iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発 追加公募 (陸上風力発電に係るコスト低減技術開発)
 公募予告: 2022年2月4日 ⇒ 公募: 2022年3月31日～5月9日
 採択審査委員会: 2022年6月6日 ⇒ 採択決定通知の施行日: 2022年6月21日
 <採択審査委員>

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

<採択テーマ>

iv-㉗: 高年次陸上風車の寿命延長運転技術の開発	イオスエンジニアリング&サービス(株) (株)キグチテクニクス
iv-㉘: 陸上風力発電設備・ジャッキダウン解体工法	太平電業(株)
iv-㉙: スマートロータシステムを有する陸上風車技術の研究開発	(株)駒井ハルテック

表 3.1.1.3) 個別事業の採択プロセス その3

v) 風車部品高度化技術研究開発

予告: 2020年2月26日 ⇒ 公募: 2020年10月5日～11月4日

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

<採択審査委員>

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

<採択テーマ>

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

3.2 受益者負担の考え方

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

表 3.2 予算及び受益者負担

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

3.3 研究開発計画

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

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

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

iv 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(委託)

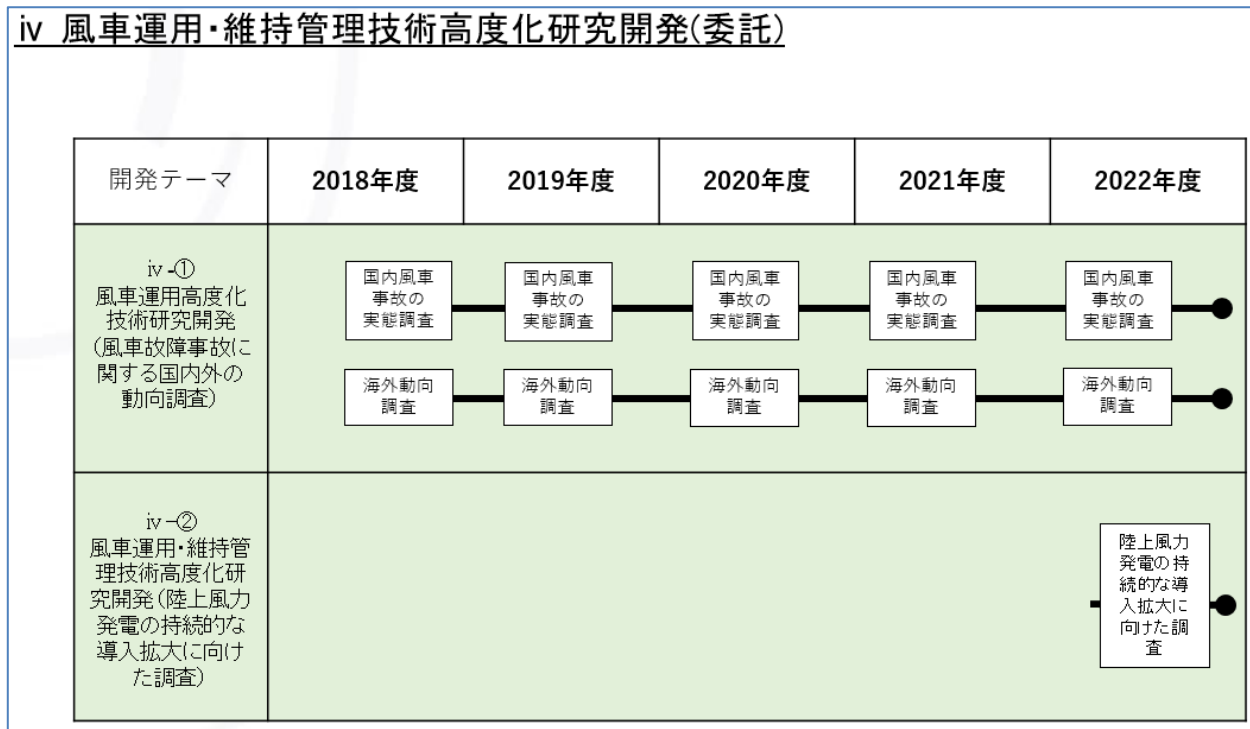


図 3.3.1 研究開発のスケジュール その1

iv 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)

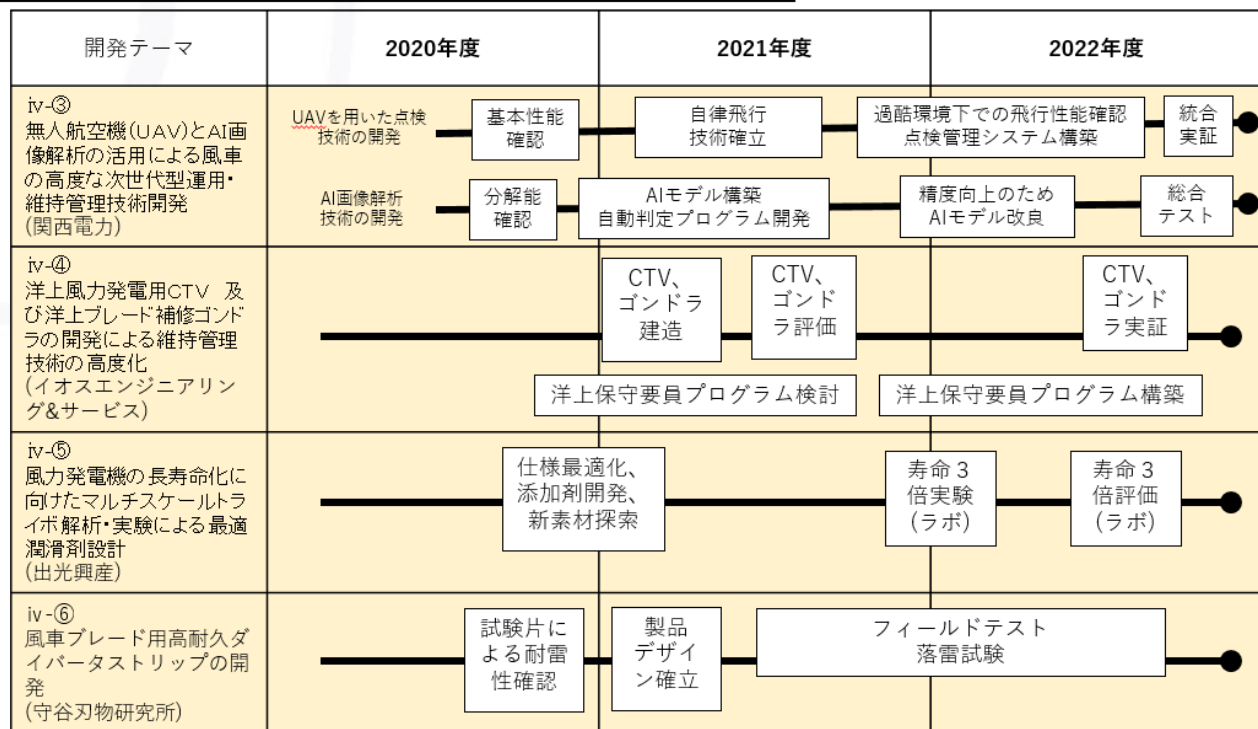


図 3.3.2 研究開発のスケジュール その2

iv 風車運用・維持管理技術高度化研究開発(助成)

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

v 風車部品高度化技術研究開発(助成)

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

図 3.3.3 研究開発のスケジュール その3

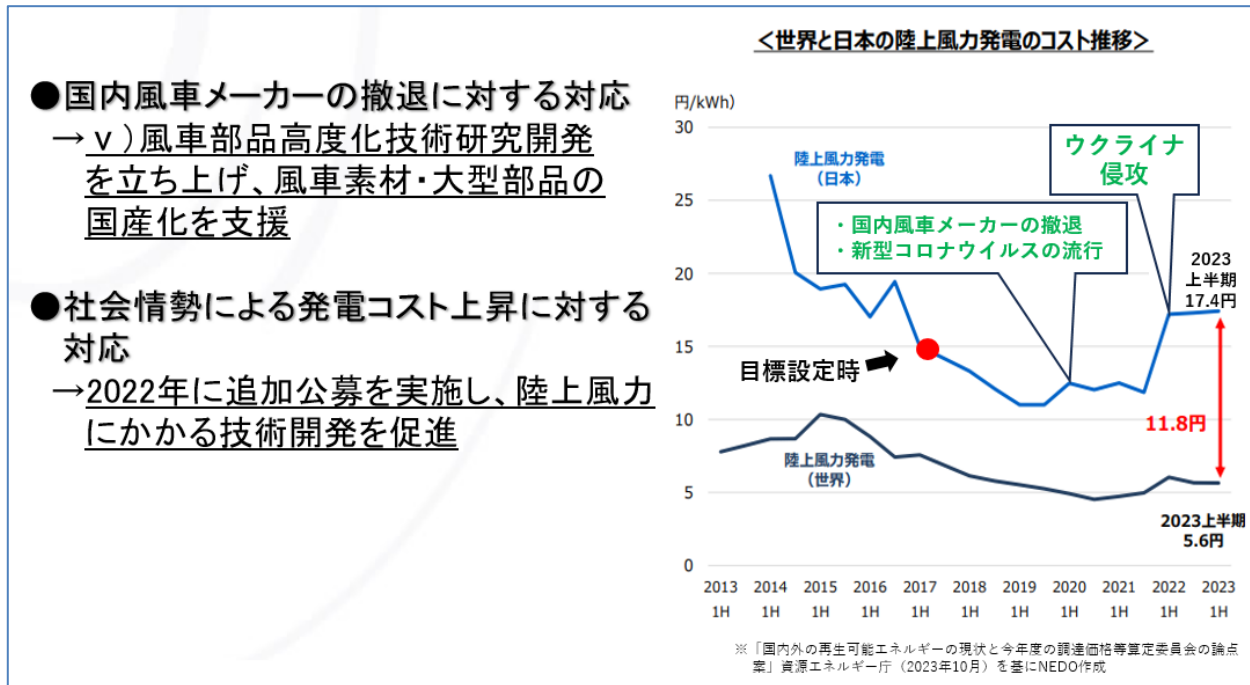


図 3.4 動向・情勢への対応

4. 目標及び達成状況の詳細

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

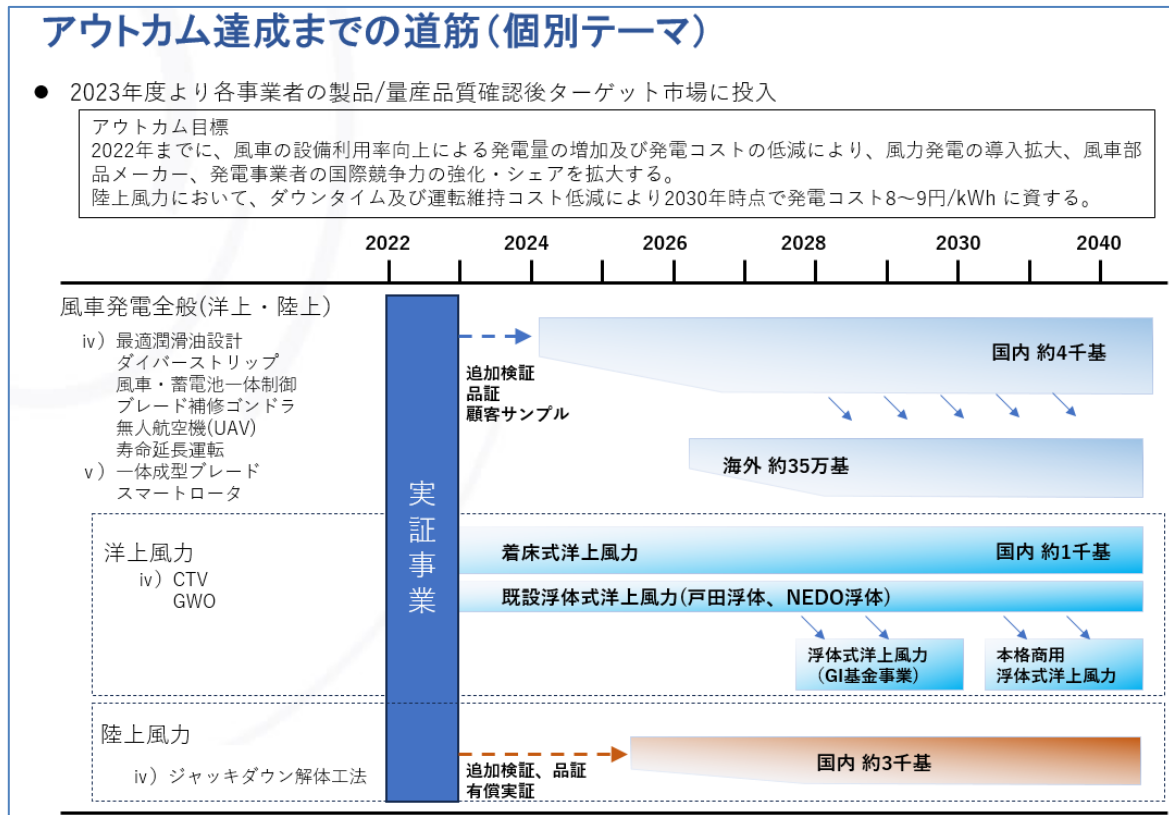


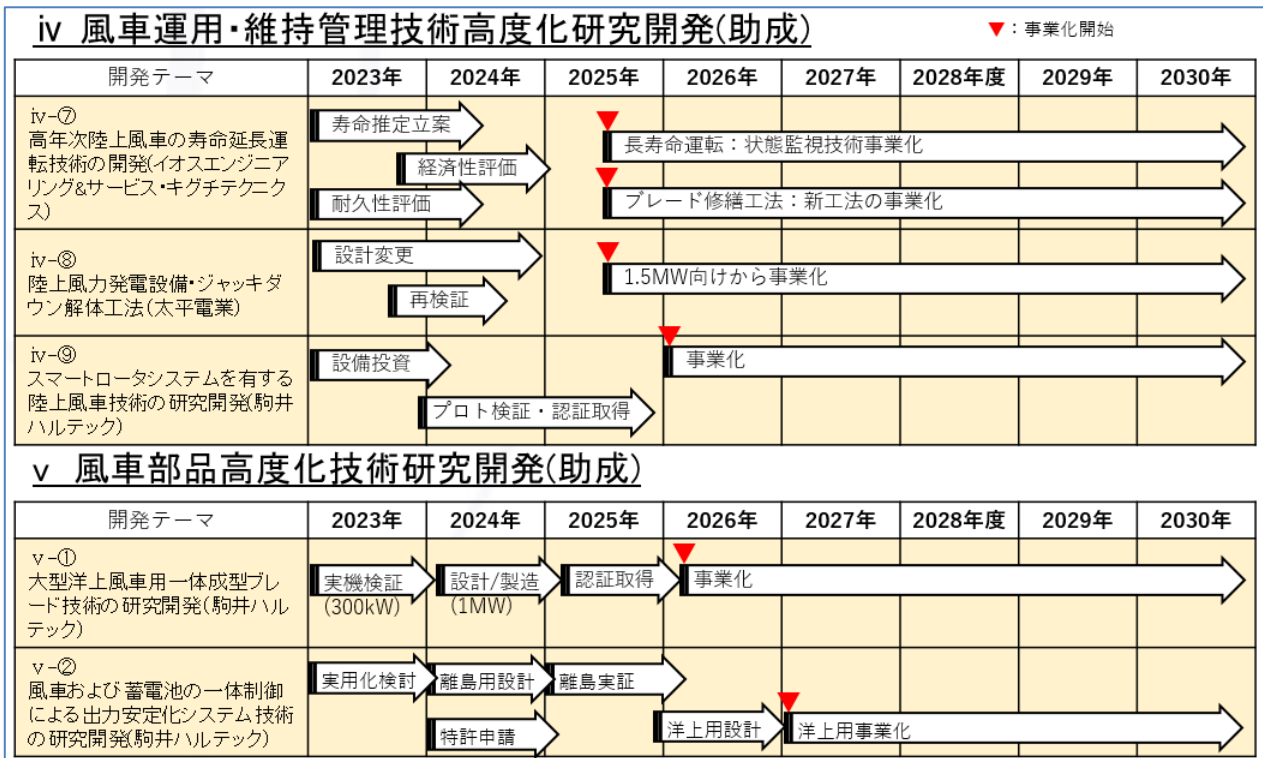
図 4.1 アウトカム達成までの道筋

各テーマの実用化・事業化に向けた具体的な取組は以下の表 4.1 に示す。

表 4.1.1 実用化・事業化に向けた具体的な取組 その1

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

表 4.1.2 実用化・事業化に向けた具体的な取組 その2



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

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

実施者:株式会社風力エネルギー研究所

<事業概要>

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

<成果>

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

<意義>

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

・海外動向の最新情報も合わせて取りまとめ、

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

調査協力風車基数と故障・事故発生回数(調査票報告件数)及び発生率

項目	前回までの調査								調査対象風車数の推移 過去事業分と今回。
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
調査協力風車基数	898	926	1025	802	821	1029	706	687	今回の事業期間
故障・事故調査件数	115	97	144	128	174	185	195	366	
調査依頼風車基数*2	1050	1050	1268	1368	1478	1637	1497	1605	
故障・事故発生率*3	0.128	0.105	0.14	0.16	0.212	0.18	0.276	0.534	
項目	前回までの調査								
調査協力風車基数	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	5年計
調査協力風車基数	1058	592	696	727	1160	1118	1248	946	1645
故障・事故調査件数	415	354	257	374	405	499	465	486	510
調査依頼風車基数*2	1718	1749	1845	1936	1998	2135	2268	2358	2172
故障・事故発生率*3	0.392	0.598	0.369	0.514	0.349	0.446	0.373	0.514	0.310

5年計 6,117基
2,365件

17年計 16,084基
5,169件

図 4.2.1 各事業（個別テーマ）の概要と意義 その1

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

実施者:株式会社風力エネルギー研究所

<事業概要>

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

<成果>

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

<意義>

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

図 4.2.2 各事業(個別テーマ)の概要と意義 その2

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

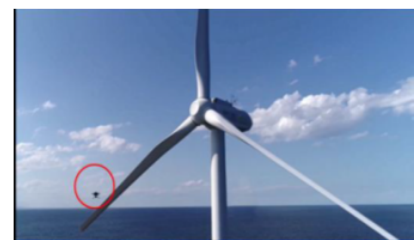
実施者:関西電力株式会社

<事業概要>

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

<成果>

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



実海域で実施したドローンのテスト飛行

<意義>

基礎データ収集, 実証試験により技術開発に向けた課題の抽出を実施

図 4.2.3 各事業(個別テーマ)の概要と意義 その3

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

実施者:イオスエンジニアリング&サービス株式会社

<事業概要>

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

<成果>

①CTV

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

②ゴンドラ

全周型ゴンドラタイプを導入、国内向けに仕様アレンジ

国内での使用許可を取得。陸上風車実機にて実証試験を実施、結果評価

③要員育成

洋上向けトレーニングモジュールのインストラクター資格取得、

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



ブレード補修ゴンドラ



トレーニングの様子

<意義>

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

図 4.2.4 各事業 (個別テーマ) の概要と意義 その4

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

実施者:出光興産株式会社

<事業概要>

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

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

<成果>

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

<意義>

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

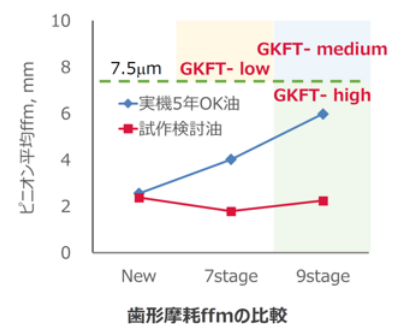


図 4.2.5 各事業 (個別テーマ) の概要と意義 その5

iv-⑥ 風車ブレード用高耐久ダイバーストリップの開発

実施者:株式会社守谷刃物研究所

<事業概要>

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



図1 航空機のダイバーストリップ

<成果>

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

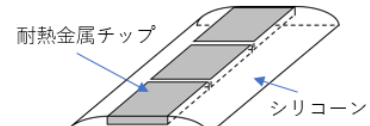


図2 本事業で到達した風車用ダイバーストリップの構造図

<意義>

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

図 4. 2. 6) 各事業 (個別テーマ) の概要と意義 その6

iv-⑦ 高年次陸上風車の寿命延長運転技術の開発

実施者:イオスエンジニアリング&サービス株式会社、株式会社キグチテクニクス

<事業概要>

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

<成果>

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

『イオスエンジニアリング&サービス株式会社』

①残存寿命の推定

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

②実運転検証(延長運転技術・状態監視技術)

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

『株式会社キグチテクニクス』

③新工法によるブレード補修

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

<意義>

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

図 4. 2. 7 各事業 (個別テーマ) の概要と意義 その7

iv-⑧ 陸上風力発電設備・ジャッキダウン解体工法

実施者: 太平電業株式会社

<事業概要>

①タワージャッキダウン解体工法の開発

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

②ブレード取外し工法の開発

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

<成果>

①タワージャッキダウン解体工法の開発

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

②ブレード取外し工法の開発

- ・工法の基本設計と課題の抽出を行った。

<意義>

①タワージャッキダウン解体工法の開発

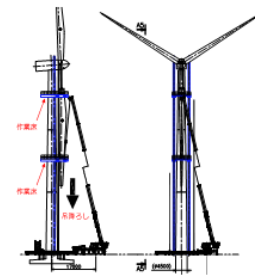
今後多くの既設風車が解体・リプレースを迎える中で、安全かつ作業効率が高く、大型クレーンを使用せず、コスト低減、省スペース、工期短縮、風の影響を受けにくい工法を開発することで風力発電の発展に寄与する。本事業により、工法の開発に必要なデータ、知見の入手と課題の抽出を行う。

②ブレード取外し工法の開発

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



タワージャッキダウン
解体工法



ブレード取外し工法

図 4. 2. 8 各事業 (個別テーマ) の概要と意義 その 8

iv-⑨ スマートロータシステムを有する陸上風車技術の研究開発

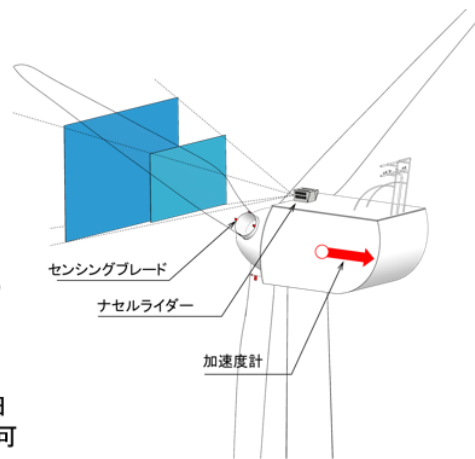
実施者: 駒井ハルテック株式会社

<事業概要>

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

<成果>

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



ライダー支援制御の概要図

<意義>

- ・ 風車の長寿命化、ダウンタイムの低減、メンテナンス費用の削減。

図 4. 2. 9 各事業 (個別テーマ) の概要と意義 その 9

v-① 大型洋上風車用一体成型ブレード技術の研究開発

実施者: 駒井ハルテック株式会社

<事業概要>

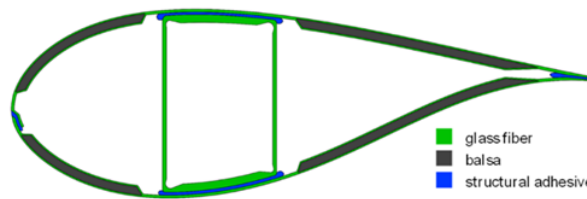
- 従来ブレードに比して、コスト削減20%以上、性能同等以上、質量同等以下の二次接着部のないブレードの製造技術を開発する。また、大型洋上風力における有効性を検証する。

<成果>

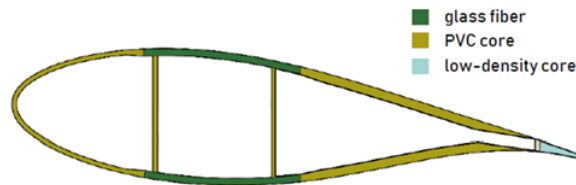
- 一体成型ブレードの基本設計および詳細設計実施。UL部品認証取得。
- 一体成型ブレードを試作し、静的・疲労試験実施し性能を確認し、運転試験用ブレードを製造。
- KH富津工場300kW風車で実施。開発の妥当性が確認できた。
- 一体成型ブレードの技術的な得失や経済性を評価した。

<意義>

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



従来型ブレードの例



一体成型ブレードの例
Cartflow OneShotBlade

図 4. 2. 10 各事業（個別テーマ）の概要と意義 その 1 0

v-② 風車および蓄電池の一体制御による出力安定化システム技術の研究開発

実施者: 駒井ハルテック株式会社

<事業概要>

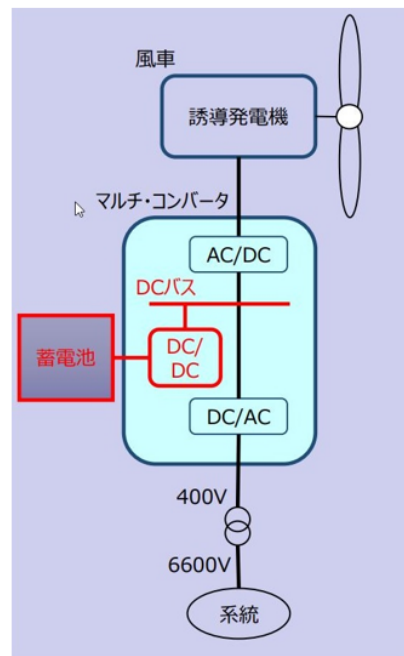
- 風力発電設備と蓄電池設備の一体制御による効率的な出力安定化システム技術を実証する。また、本システムを大型洋上風車と組み合わせた合理的なシステムを開発する。

<成果>

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

<意義>

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



蓄電池による出力安定化風車の概要図

図 4. 2. 11 各事業（個別テーマ）の概要と意義 その 1 1

P 0 7 0 1 5

P 1 3 0 1 0

P 1 4 0 2 2

「風力発電等技術研究開発」基本計画

新エネルギー部

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

① 政策的な重要性

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

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

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

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

2017年4月11日に公表された「再生可能エネルギー導入拡大に向けた関係府省庁連携アクションプラン」では、一般海域における洋上風力発電の導入促進、港湾における洋上風力発電の導入促進、洋上風力の建設に必要なSEPCO船の利用における課題の検討について、関係府省庁が一丸となり計画的に推進するプロジェクトと位置付けており、洋上風力発電の導入推進を図るとされている。

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

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

大限の導入拡大を図るとされている。

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

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

②我が国の状況

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

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

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

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

③世界の取組状況

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

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

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

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

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

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

④本事業のねらい

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

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

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

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

(2) 研究開発の目標

①アウトプット目標

- ・研究開発項目①「洋上風力発電等技術研究開発」

【最終目標】

- i)、iii)洋上風況観測・洋上風力発電システムの実証研究

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

- ii)次世代浮体式洋上風力発電システム実証研究

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

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

低減に資する施工技術等の実現可能性を示す。(2022年度)

iv) 洋上風況観測技術開発

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

v) 超大型風力発電システム技術研究開発

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

vi) 洋上風力発電低コスト施工技術開発

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

【中間目標】

i)、iii) 洋上風況観測・洋上風力発電システムの実証研究

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

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

ii) 次世代浮体式洋上風力発電システム実証研究

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

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

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

iv) 洋上風況観測技術開発

洋上風況観測システムの設計と試験機製作を終了する。(2014年度)

v) 超大型風力発電システム技術研究開発

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

vi) 洋上風力発電低コスト施工技術開発

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

なお、個々の研究開発項目の目標は別紙1「研究開発計画」に定める。

・研究開発項目②「風力発電高度実用化研究開発」

【最終目標】

i) 10MW超級風車の調査研究

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

ii) スマートメンテナンス技術研究開発

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

iii) 風車部品高度実用化開発

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

iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発

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

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

v) 風車部品高度化技術研究開発

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

なお、個々の研究開発項目の目標は別紙1「研究開発計画」に定める。

②アウトカム目標

・研究開発項目①「洋上風力発電等技術研究開発」

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

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

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

・研究開発項目②「風力発電高度実用化研究開発」

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

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

③アウトカム目標達成に向けての取組

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

(3) 研究開発の内容

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

・研究開発項目①「洋上風力発電等技術研究開発」

【委託事業】

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

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

【委託事業または共同研究事業（NEDO負担率：2/3）】

- iii) 洋上風力発電システム実証研究（2010年度～2017年度）

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

【助成事業（NEDO負担率：1/2）】

- v) 超大型風力発電システム技術研究開発（2011年度～2014年度）

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

- vi) 洋上風力発電低コスト施工技術開発（2018年度～2024年度）

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

・研究開発項目②「風力発電高度実用化研究開発」

【委託事業】

- i) 10MW超級風車の調査研究（2013年度～2014年度）

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

【委託事業又は助成事業（NEDO負担率：1/2）】

ii) スマートメンテナンス技術研究開発（2013年度～2017年度）

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

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

iii) 風車部品高度実用化開発（2013年度～2016年度）

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

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

【委託事業又は助成事業（NEDO負担率：1/2）】

iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発（2018年度～2022年度）

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

【助成事業（NEDO負担率：1/2）】

v) 風車部品高度化技術研究開発（2020年度～2022年度）

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

2. 研究開発の実施方式

(1) 研究開発の実施体制

NEDOが公募によって研究開発実施者を選定する。

研究開発実施者は、企業や大学等の研究機関等（以下「団体」という。）のうち、原則として日本国内に研究開発拠点を有するものを対象とし、単独又は複数で研究開発に参加するものとする。ただし、国外の団体の特別の研究開発能力や研究施設等の活用又は国際標準獲得の観点から必要な場合には、当該の研究開発等に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2024年度までの17年間とする。

- ・研究開発項目②「風力発電高度実用化研究開発」

2013年度から2022年度までの10年間とする。

4. 評価に関する事項

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

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

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

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

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

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

研究開発項目②の v) については、事後評価を 2023 年度に実施する。

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

5. その他重要事項

(1) 研究開発成果の取扱い

① 共通基盤技術の形成に資する成果の普及

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

② 標準化施策等との連携

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

③ 知的財産権の帰属

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

④ 知財マネジメントに係る運用

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

⑤ データマネジメントに係る運用

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

(2) 基本計画の変更

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

(3) 根拠法

・ 研究開発項目① 洋上風力発電等技術研究開発

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

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

6. 改訂履歴

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

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

4. 評価に関する事項を一部改正

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

(9) 2019年7月

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

(10) 2020年2月

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

(11) 2022年1月

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

(12) 2022年3月

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

(13) 2023年3月

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

(別紙1) 研究開発計画

研究開発項目①「洋上風力発電等技術研究開発」

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

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

1. 研究開発の必要性

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

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

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

2. 研究開発の具体的内容

[委託事業]

i) 洋上風況観測システム実証研究 (2009年度～2017年度)

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

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

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

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

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

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

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

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

[委託事業又は共同研究事業（NEDO負担率：2／3）]

iii) 洋上風力発電システム実証研究（2010年度～2017年度）

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

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～2024年度）

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

3. 達成目標

i) 洋上風況観測システム実証研究、iii) 洋上風力発電システム実証研究

中間目標（2012年度）

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

ム及び洋上風力発電システムの設置を終了する。

中間目標（2014年度）

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

最終目標（2017年度）

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

ii) 次世代浮体式洋上風力発電システム実証研究

中間目標

（2015年度）

水深50m～100mの実海域における低コストの浮体式洋上風力発電システムの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（2024年度）

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

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

iv) 洋上風況観測技術開発

中間目標（2014年度）

洋上風況観測システムの設計と試験機製作を終了する。

最終目標（2015年度）

実海域で風況実測を行い、洋上風況観測システムの技術を確立する。

v) 超大型風力発電システム技術研究開発

中間目標（2012年度）

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

要な要素技術の基本的な機能評価を終了する。

最終目標（2014年度）

市場ニーズに対応した、革新的な超大型風力発電システムの技術を確立する。

vi) 洋上風力発電低コスト施工技術開発

中間目標（2020年度）

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

最終目標（2024年度）

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

研究開発項目②「風力発電高度実用化研究開発」

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

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

1. 研究開発の必要性

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

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

2. 研究開発の具体的内容

[委託事業]

i) 10MW超級風車の調査研究（2013年度～2014年度）

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

[委託事業又は助成事業（NEDO負担率：1/2）]

ii) スマートメンテナンス技術研究開発（2013年度～2017年度）

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

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

iii) 風車部品高度実用化開発（2013年度～2016年度）

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

[委託事業又は助成事業（NEDO負担率：1/2）]

iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発（2018年度～2022年度）

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

風車のライフサイクルコストを低減する各コア技術の開発を実施する。

[助成事業（NEDO負担率：1／2）]

v) 風車部品高度化研究開発（2020年度～2022年度）

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

3. 達成目標

i) 10MW超級風車の調査研究

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

ii) スマートメンテナンス技術研究開発

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

iii) 風車部品高度実用化開発

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

iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発

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

v) 風車部品高度化研究開発

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

(別紙2) 研究開発スケジュール

①のi、ii、iiiについて
事後評価を実施

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

②のi、ii、iii
について
事後評価を実施

②のii、vi
について
中間評価を実施 中間評価を実施

②のiv
について

②のiv、v
について
事後評価を
実施予定

②のii、vi
について
事後評価を
実施予定

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

●特許論文等リスト

【特許】

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

(Patent Cooperation Treaty: 特許協力条約)

【論文】

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

【外部発表】

(a) 学会発表・講演

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

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

(b)新聞・雑誌等への掲載

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

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

(c)その他 (同様の形式で表を作成する)

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