

「海洋エネルギー発電実証等研究開発事業」
事後評価報告書

2022年10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10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。

「海洋エネルギー発電実証等研究開発事業」
事後評価報告書

2022年10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	7
研究評価委員会コメント	8
第1章 評価	
1. 総合評価	1-1
2. 各論	1-5
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	1-18
第2章 評価対象事業に係る資料	
1. 事業原簿	2-1
2. 分科会公開資料	2-2
参考資料1 分科会議事録及び書面による質疑応答	参考資料 1-1
参考資料2 評価の実施方法	参考資料 2-1

はじめに

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

本書は、「海洋エネルギー発電実証等研究開発事業」の事後評価報告書であり、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「海洋エネルギー発電実証等研究開発事業」（事後評価）分科会において評価報告書案を策定し、第 70 回研究評価委員会（2022 年 10 月 31 日）に諮り、確定されたものである。

2022 年 10 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（2022年7月14日）

公開セッション

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

非公開セッション

6. プロジェクトの詳細説明
7. 全体を通しての質疑

公開セッション

8. まとめ・講評
9. 今後の予定
10. 閉会

● 第70回研究評価委員会（2022年10月31日）

「海洋エネルギー発電実証等研究開発事業」

事後評価分科会委員名簿

(2022年7月現在)

	氏名	所属、役職
分科 会長	みずたに のりみ 水谷 法美	名古屋大学大学院 工学研究科 教授
分科 会長 代理	ごとう あきら 後藤 彰	株式会社荏原製作所 技術・研究開発・知的財産統括部 技監
委員	あかほし さだお 赤星 貞夫	一般財団法人日本海事協会 事業開発本部 環境・再生可能エネルギー部 部長
	すぎおか しんいち 杉岡 伸一	海洋エンジニアリング株式会社 技術部
	ほらだ ふみよ 原田 文代	株式会社日本政策投資銀行 常務執行役員
	むつだ ひでみ 陸田 秀実	広島大学大学院 先進理工系科学研究科 教授

敬称略、五十音順

評価概要

1. 総合評価

海洋国家としての我が国にとって、海洋エネルギーの利用は、エネルギー・セキュリティの面で極めて重要かつ成果が期待できる課題設定であった。海流は安定的でポテンシャルの高い自然の外力であり、世界有数の黒潮のエネルギーを利用する海流発電に取り組んだことは正しい選択であった。プロトタイプ機の開発・設置にあたっては初めての経験となる事項が多く、今回の事業は将来の可能性に向けた前向きな、挑戦的取り組みであったと評価する。想定外の問題に際しても、事業実施者と NEDO が連携し、工程や予算を迅速に修正して取り組み、結果として実海域の長期海況データおよび実証実験機のパワーカーブが取得できたこと、経済的に有効な工法とコストの把握、設計通りの耐久性を確認できたことは評価に値する。

一方で、当初予定されていた実証試験がすべて行われたわけではなく、特に経済性ターゲットの実現に向けては越えるべき課題が残されてはいるが、今後に向けての開発の方向性が整理されたことでもあり、実用化・事業化に向けてのステップアップにつなげていくことが望まれる。

今後は、海洋エネルギーの実用化・事業化に際し、当該海域のみならず、海洋エネルギー利用の有望海域での実海域フィールド試験を継続的に行い、海況の実データの取得と蓄積を含め、新たな知見と技術力を高めることを期待する。

2. 各論

2. 1 事業の位置付け・必要性について

本事業は海洋国家である日本において海洋エネルギーの活用をめざす事業である。海洋エネルギーの中でも海流発電は、定常的な外力が期待でき、安定性の面でも波力などの他の外力に比べて優位性があるとされ、特に、周辺海域に黒潮が存在するという日本の地理的優越性もあり、事業としては非常に意義が大きい。

また、海流エネルギー発電は、世界的にも技術が未確立であり、我が国発の新規産業を目指すとともに、エネルギー・セキュリティの向上にもつながるため、アジア太平洋地域における我が国の貢献として期待されるものである。駆動部分が長期間、海中に設置され、水密対策、熱対策、各デバイスの信頼性向上など、技術的なハードルは高く、開発リスクの高い研究領域であり、民間資金による開発は負担が大きいため、NEDO が率先して取り組むことは、公的機関の役割として非常に重要である。

2. 2 研究開発マネジメントについて

発電システムの市場導入ターゲットとして離島地域を選択し、そこにおける経済性と施行性・メンテナンス性・耐久性の目標を定めたことは適切であり、また、黒潮の流況の評価について産学連携が機能し、費用対効果、技術開発の向上という点で、実施体制においても妥

当であったと考えられる。また、プロジェクト実施中に予期せぬ気象要因や外的要因で研究進捗に支障が生じ、係留試験を作業台船による発電安定性確認試験及び黒潮ホバリング試験に計画変更するなど、プロジェクトの実施内容や期間および予算のタイムリーな見直し等を行ったことは、適切なプロジェクト管理がなされたことと判断する。

今後の研究開発マネジメントにおいては、不確実性を深く事前検討し、それに対する対応策を含めたプロジェクトの柔軟なマネジメントを、これまで以上に強く意識する必要がある。

また、事業実施者が海洋エネルギー発電実証事業を推進するにあたっては、開発・投資リスクの低減と発電システムの主要構成要素に関するコストダウン施策をうてる様に、海流エネルギー発電設備の設計から、電力ケーブルシステム、離島における系統連系を一手に実施する単独の研究実施体制ではなく、複数社が参画できる実施体制を検討されることが望まれる。

2. 3 研究開発成果について

黒潮を利用した海洋発電技術の開発・実用化は世界的にも例がなく、その挑戦的な取り組みは大いに評価できる。当初の予定を大きく変更せざるを得ない中で、関係者間で実施可能な対応を行い、実海域の長期海況データおよび実証実験機のパワーカーブが取得できたこと、経済的に有効な工法とコストの把握、設計通りの耐久性を確認できたことは評価に値する。また、積極的に論文や学会発表を通して公表されており、さらに特許等の出願件数も多く、評価できる。

一方で、シンカー方式の係留や送電ケーブルの処理等、本形式の発電システムの実用化に向けた課題が明らかになった点は有意義であったが、当初計画していた水中における発電と、発電待機中の投入エネルギーの削減のための浮上を繰り返すことでの長期実証は重要なため、事業実施者においては実証実験の目標達成が望まれる。

また、数値シミュレーション等に関しては、先行研究と実海域フィールドでの試験との定量的な比較検証が行われていなかったことから、実海域試験と室内試験との整合性の検証を進め、発電性能、運動性能および安定性等について、定量的な検証が行われることを期待する。

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

離島用電源という明確な方向性が示され、数値目標を掲げるとともに、そのマイルストーンも提示されており、パワーカーブや海流の予測などキーとなる成果は得られていることから、本事業の実用化・事業化に向けた取り組みは妥当であったといえる。また、将来の大規模ファームを目指す上で、離島への電力供給を事業化の第一ステップと位置付けた点も、極めて現実的で適切であった。

一方で、離島用電源としての経済性ターゲットに届かなかった点や、発電デバイスと送電・受電システムにおいて、機器製造・設置コスト、O&Mコストの低減への取り組みが限定的であった点においては課題が残る。

今後は、経済性ターゲットへ向け、計画に適宜変更・修正を加えながら、当初の目標を達

成していくステップが必要と思われる。事業化に向けては、技術面だけではなく、航路との共存など法的な整備も必要であり、実用レベルの装置の規模、大型化する船舶の吃水（きつすい）の予測なども踏まえて検討することも望まれる。

本事業の知見・技術が途切れることなく継承されるよう、継続的なサポート体制を期待したい。

注) O&M (Operation & Maintenance)

研究評価委員会委員名簿

(2022年10月現在)

	氏名	所属、役職
委員長	きの 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	東海国立大学機構 岐阜大学 特任教授 一般財団法人電力中央研究所 研究アドバイザー
	あたか たつあき 安宅 龍明	元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 拡史	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 先端科学技術研究センター ライフサイクル工学分野 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
	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70回研究評価委員会(2022年10月31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

海洋国家としての我が国にとって、海洋エネルギーの利用は、エネルギー・セキュリティの面で極めて重要かつ成果が期待できる課題設定であった。海流は安定的でポテンシャルの高い自然の外力であり、世界有数の黒潮のエネルギーを利用する海流発電に取り組んだことは正しい選択であった。プロトタイプ機の開発・設置にあたっては初めての経験となる事項が多く、今回の事業は将来の可能性に向けた前向きな、挑戦的取り組みであったと評価する。想定外の問題に際しても、事業実施者と NEDO が連携し、工程や予算を迅速に修正して取り組み、結果として実海域の長期海況データおよび実証実験機のパワーカーブが取得できたこと、経済的に有効な工法とコストの把握、設計通りの耐久性を確認できたことは評価に値する。

一方で、当初予定されていた実証試験がすべて行われたわけではなく、特に経済性ターゲットの実現に向けては越えるべき課題が残されているが、今後に向けての開発の方向性が整理されたことでもあり、実用化・事業化に向けてのステップアップにつなげていくことが望まれる。

今後は、海洋エネルギーの実用化・事業化に際し、当該海域のみならず、海洋エネルギー利用の有望海域での実海域フィールド試験を継続的に行い、海況の実データの取得と蓄積を含め、新たな知見と技術力を高めることを期待する。

<肯定的意見>

- ・ 海流発電の一つの形として貴重なデータの入手ができており、今後の実用化にむけて有意義な前進が行われたと考えます。海流は日本にとっては安定的でポテンシャルの高い自然の外力であり、これの有効活用に繋がる研究として価値の高い成果と考えます。
- ・ カーボンニュートラルの実現に向け、多彩な再生可能エネルギーの選択肢を持つことが重要である。海洋国家としての我が国にとり、海洋エネルギーの利用は、エネルギー・セキュリティの面で極めて重要かつ成果が期待できる課題設定であった。我が国の競争力を発揮する上で、世界有数の黒潮のエネルギーを利用する海流発電に取り組んだことは正しい選択であった。
- ・ また、その事業化戦略において、離島用電源を最初のターゲットとし、そこで競争力を有する 40 円/kWh を開発目標とした点も、正しい戦略であったと評価する。
- ・ 台風やコロナウイルス感染症の拡大という想定外の問題に際しても、事業実施者と NEDO が良く連携し、工程や予算を迅速に修正して取り組み、結果として主要な技術開発ターゲットについて相応の成果を得た点は特筆に値する。
- ・ 特に、発電デバイスの性能、信頼性、耐久性、すなわち設計技術については事業化に向けて一定の水準に到達したと思われ、関係者各位の努力に敬意を表す。
- ・ 2011 年度から 2017 年度にかけて行われた海洋エネルギー技術研究開発の後続事業として行われた実証等研究開発事業であるが、プロトタイプ機の開発・設置にあたっては初めての経験となる事項が多く、今回の事業は、将来の可能性に向けた前

向きな、挑戦的取り組みであったと評価する。

- 本実証事業では、離島用発電という明確な方針のもと、発電コスト 40 円/kWh という高い目標に向けて取り組みがなされ、実用化、事業化に資する発電特性のデータの取得、施工・設置方法の検証ができたことは重要な成果だと考えられる。一方で通信トラブルなどの技術的な課題やコスト低減に向けての課題も明確になり、今後に向けての開発の方向性が整理されたことは、実用化・事業化に向けてのステップアップにつながると考えられる。
- 海洋エネルギー発電はクリーンかつ安定的に稼働しうる電源であることから、再生可能エネルギー導入加速、エネルギー・セキュリティの向上においても意義が高い。
- 本件は海洋エネルギーのうち、世界的にも技術が確立していない海流発電であり、我が国発の新規産業育成のみならず、将来的には外交的にも重要なアジア太平洋地域に対して、我が国として貢献することも期待されることから、NEDO の関与は妥当である。
- 日本の離島における発電の現状を鑑みるに、十分な経済性（40 円/kWh）を確保しつつ長期利用に耐えることを目標に置いたことは適切である。
- 新型コロナによる行動制限等、やむを得ない事由による遅延があったものの、2020 年度に必要な事業延長、計画見直、試験方法の変更を行った結果、事業継続、かつ一定の成果を上げたこと、結果として実海域の長期海況データおよび実証実験機のパワーカーブが取得できたこと、経済的に有効な工法とコストの把握、設計通りの耐久性を確認できたことは評価に値する。
- 実施期間中の様々なトラブル下に遭遇しても中止することなく、改善案を検討し、本事業を最後まで完遂した点は大いに評価できる。
- 特に実証フィールド試験において得られた貴重なデータおよび知見・課題は、今後の我が国の海洋エネルギー関連事業を含む様々な海洋開発研究・開発において、大いに役立つものである。

<改善すべき点>

- 重要な成果が得られた一方で、当初予定されていた実証試験がすべて行われたわけではなく、さらなる検討が望まれます。特に、40 円/kWh の実現に向けては超えるべき課題も残されており、継続的な技術開発が望まれます。
- 海洋エネルギーの不確実性を勘案すると、海流を予測し、そこに適切な発電デバイスを設置するというプロジェクトターゲットに加え、海流予測の不確実性に積極的に対応する目標設定がなされるべきであったと感じる。この点は、事業実施者の事業化リスク低減に対する取り組みとして実際は行われており、その努力は高く評価するが、事業を開始するにあたっての目標設定に含まれるべきであったと感じる。
- また、電力コストターゲット 40 円/kWh は未達となったが、主要なシステム要素に対するコストダウン施策を自分事として深掘りできる実施体制となっていなかった点は、実施体制構築における反省点であったと感じる。

- ・ 事業実施者は一社のみであり、かつ実証試験機については現状では製造に向けた具体的な計画がないことから、当該実証実験の成果が確実に市場化まで結びつくかについては、今後注視していく必要がある。
- ・ 最初から大型ファーム化をゴールとすることなく、まずは海外も含めた離島でのディーゼル発電軽減のレベルで事業性を追求すべきと考える。大型ファーム化については浮体式洋上風力等、その他の技術との比較において当該技術に優位性があるという前提が必要となる。
- ・ 本事業で得られた海流発電関連の工学技術・学術的な知見は、国内のみならず世界に発信すべきものである。技術的な観点から欧米・中国の特許取得と、学術的な観点から英文ジャーナル論文への投稿をもう少し増やすべきである。事業終了後の情報発信を期待したい。

<今後に対する提言>

- ・ ある程度の段階で最終的な装置の規模を定め、大型化が進みつつある船舶の吃水との関係で利用海域の共存に向けたルール作りへの着手も必要かと思われます。
- ・ 海洋エネルギーの不確実さを勘案すれば、海洋発電システムとしての多様な選択肢を持つことは重要であろう。例えば、環境省プロジェクトとの連携も緊密に行う事が理想であったが、結果として同プロジェクトの分散型発電デバイスでは外国製製品を評価する結果となった点は残念である。NEDO におかれては、環境省プロジェクトとは今後も情報交換を行っていただくと同時に、本事業の事業化支援に止まらず、民間の海洋エネルギーの開発の一層の活性化を図るために、政府方針や法制度の整備などを通じて、様々な角度から継続的なフォローアップをお願いしたいと希望する。
- ・ 日本における再エネ開発の重要性に鑑みれば、海洋エネルギー発電は、国費を投じて、長期的に視点で取り組むに相応しいテーマの一つであると考えます。今後も、このような企業によるグッドトライを誘発するという視点も重視して、NEDO 研究開発事業の公募条件（例えば、一つのシステム開発を複数の企業が技術領域ごとに分担して、連携して応募する仕組み等）を検討して頂きたい。
- ・ 黒潮海流発電は日本がリードできる分野であり、本事業で実用化・事業化の見通しもある程度得られたことから、NEDO には引き続き支援を期待したい。
- ・ 本事業の実施によって得られた知的財産等の研究成果は助成先に帰属するということであるが、事業の公益性、国内外との共同技術開発の可能性、さらには実用段階までの新規プレーヤーの参入等の観点から、海況データ、将来のコスト削減余地を含む経済性の検討等については、守秘情報に配慮しつつ、論文等にて公開することが望ましい。
- ・ 当該海域のみならず、海洋エネルギー利用の有望海域については今後海況の実データの取得と蓄積を進めることを検討いただきたい。
- ・ 実用化に向けては今回実証のスコープを超えた様々な検討が必要である。機器製

造・設置コスト、O&M コストの低減については、更に踏み込んだ分析が必要であり、例えば蓄電池等の関連技術、計測手法、シミュレーション手法等については何らかの形で継続的に研究することが望ましい。

注) O&M (Operation & Maintenance)

- その上で、海外におけるマーケットの開発、競合相手の動向も含めて実際のコスベネフィットをしっかりと見定めた上で本当に実用化できるか、冷静な判断が必要であろう。
- 海洋エネルギーと風力エネルギーでは、設置フィールドの流体密度が大きく異なる。そのため、発電施設の運動性能、それに作用する流体力、環境影響、耐久性、安全性など、モノづくりの観点から、その工学技術は自ずと、一段も二段も高いレベルが要求される。また、海象条件の不規則性、突発性（日本特有の台風・津波等）なども考慮した上で、基本設計および詳細設計を行う必要がある。そのため、海洋エネルギーの実用化・普及に際しては、実海域フィールド試験を継続的に行い、様々な経験値を増やし蓄積することで、新たな知見と技術力を高めることが重要となる。今後も NEDO 主導で国策として本事業を推進する必要がある。

2. 各論

2. 1 事業の位置付け・必要性について

本事業は海洋国家である日本において海洋エネルギーの活用をめざす事業である。海洋エネルギーの中でも海流発電は、定常的な外力が期待でき、安定性の面でも波力などの他の外力に比べて優位性があるとされ、特に、周辺海域に黒潮が存在するという日本の地理的優越性もあり、事業としては非常に意義が大きい。

また、海流エネルギー発電は、世界的にも技術が未確立であり、我が国発の新規産業を目指すとともに、エネルギー・セキュリティの向上にもつながるため、アジア太平洋地域における我が国の貢献として期待されるものである。駆動部分が長期間、海中に設置され、水密対策、熱対策、各デバイスの信頼性向上など、技術的なハードルは高く、開発リスクの高い研究領域であり、民間資金による開発は負担が大きいため、NEDOが率先して取り組むことは、公的機関の役割として非常に重要である。

<肯定的意見>

- ・ 海洋エネルギーの中でも海流発電は定常的な外力が期待でき、安定性の面でも波力などの他の外力に比べて優位性があり、さらに周辺海域に黒潮を有する日本の優越性もあり、事業としては非常に意義が大きいと考えます。
- ・ 一方、初期の段階ではすべて民間資金による開発は負担が大きく、技術革新のための投資面で躊躇する企業があるとするとそれは国としてもデメリットであり、国としても支援は不可欠であると考えます。したがって、本事業は NEDO が支援する事業としてふさわしいものであると考えます。
- ・ カーボンニュートラルの実現に向け、多彩な再生可能エネルギーの選択肢を持つことが重要である。さらに、昨今の地政学的状況を鑑みても、我が国のエネルギー・セキュリティを確保する上で、自国においてクリーンな大規模発電システムを保有することは重要である。本プロジェクトは海洋国家である日本において海洋エネルギーの活用をめざす事業であり、事業目的は極めて妥当なものである。また、事業を通じて多様な海洋エネルギーシステムの実現性を検討した結果、当時の判断として、国際的にも競争力が期待できる「黒潮」を活用した海流発電に的を絞り、事業化に向けたプロジェクトを推進したことも、適切であり、我が国のエネルギー戦略に大きく寄与するものと判断できる。
- ・ 海洋エネルギー、特に海流エネルギーを利用するという取り組みは、大きな可能性を秘めている反面、初期の事業投資が一民間企業にゆだねるには過大なものであり、民間による投資だけで市場形成が可能であるとは思われない。したがって、NEDO の関与の下で、主要な大学を巻き込みながら、一部成果を公開し社会に広く還元しながら事業化を目指すという方針は、理にかなったものであり、期待される効果も妥当なものであると考える。
- ・ 結果として得られた成果も、将来の事業化を推進する上での鍵となる実海域での海況データとそれをシミュレーションで予測・評価する技術、そして具体的にエネル

ギーを回収するための発電デバイスを中心としたシステム設計の基本的な技術知見の獲得と実証、そして将来の事業化を進めるうえで重要な経済的工法やコスト構造の把握など、投じた研究開発費との比較において十分なものであったと判断する。

- 太陽光、風力等他の再エネ発電だけではどうしても発電能力が不足すると見込まれる中で、海流という賦存量の大きなエネルギー開発に取り組むことは、日本のエネルギー確保の観点から重要である。
- 特に、海洋エネルギー発電は、長期間、駆動部分が海中に設置され、水密対策、熱対策、各デバイスの信頼性向上など、技術的なハードルは洋上風力と比べても高いと考えられる。こうした開発リスクの高い研究を NEDO が率先して取り組むことは、公的機関の役割として非常に重要であり、まさに独立行政法人が行うにふさわしい事業と考える。
- 地球温暖化対策が迫られる中で、海洋エネルギーに恵まれた日本において、今後の海洋再生エネルギーを利用した産業の創出、エネルギー・セキュリティの向上に資する研究を行うのは自然な流れであり、本事業の目的は妥当と考えられる。
- リスクの高い海洋開発事業では、民間活動のみでは厳しいので、NEDO がリードしながら進めるのは妥当と考えられる。
- 多くの離島において、電力は主としてディーゼル発電で賄われており、供給の安定性、コスト、GHG 排出の観点からも望ましい状況にはあるとはいえない。海洋エネルギー発電はクリーンかつ安定的に稼働しうる電源であることから、再生可能エネルギー導入加速、エネルギー・セキュリティの向上においても意義が高い。

注) GHG (Greenhouse Gas)

- 本件は海洋エネルギーのうち、世界的にも技術が確立していない海流発電であり、我が国発の新規産業育成のみならず、将来的には外交的にも重要なアジア太平洋地域に対して我が国として貢献することも期待されることから、NEDO の関与は妥当である。
- 国内外のエネルギー需要と地球環境影響を考慮して、自然エネルギーを利用した技術開発は国策事業として取り組むべき問題である。とりわけ、未だ普及期にない海洋エネルギーは、我が国が推進すべき極めて重要な事業である。
- 欧州の海洋エネルギーへの研究開発、技術動向を踏まえると、我が国は資金面および開発面でかなり遅れを取っている。我が国の研究・技術ポテンシャルを踏まえれば、緊急の国策の一つと考えられ、NEDO 主導で実施すべきプロジェクトである。

<改善すべき点>

- 脱炭素が世界的に重要視されている中、エネルギー資源に乏しい日本にとって、海洋エネルギーの活用は極めて意義が大きいと考えます。その中での本事業は非常に意義があると考えますが、一方、支援期間が比較的短いことは技術開発面で必ずしも望ましいものではないように思います。特に、台風などの気象要因や設置に伴う作業船や機材確保など外的要因の影響を受けやすい事業であることから支援期間

についても柔軟に対応いただく仕組みがあるとよいように思います。

- 再生可能エネルギーへの取組において、昨今の地政学的な問題や新たに認識されたパンデミック問題などのリスクを鑑み、新規エネルギーシステムの事業化の判断では、「スピード」と「柔軟性」を一層重視すべきと感じる。より具体的には、大規模なエネルギーシステムの構築を目指すと同様に、小規模で柔軟性の高い分散型のエネルギーシステムの研究開発投資・開発支援もますます重要性を増すのではないかと考える。
- 上記の意味において、海洋エネルギー事業の選択肢絞り込みの段階で、小規模の分散型システムである潮流発電などの選択肢に対し、より手厚いフォローを行い、例えば、環境省が進める「潮流発電技術実用化推進事業」とのより積極的で緊密な連携を行うなど、大規模海流発電と並行して、小規模分散型海洋発電に取り組むという選択肢は本当に実現し得なかったのかは、今後の検証課題であると感じている。
- 事業実施者は一社のみであり、かつ実証試験機については現状では製造に向けた具体的な計画がないことから、当該実証実験の成果が確実に市場化まで結びつくかについては、今後注視していく必要があるだろう。
- 海洋国家である我が国が、海洋エネルギー発電事業は大いに推進すべきであるが、それに相応しい研究開発費と実施規模であるかという点では、欧州諸国・中国に比べて、やや不十分である。

2. 2 研究開発マネジメントについて

発電システムの市場導入ターゲットとして離島地域を選択し、そこにおける経済性と施行性・メンテナンス性・耐久性の目標を定めたことは適切であり、また、黒潮の流況の評価について産学連携が機能し、費用対効果、技術開発の向上という点で、実施体制においても妥当であったと考えられる。また、プロジェクト実施中に予期せぬ気象要因や外的要因で研究進捗に支障が生じ、係留試験を作業台船による発電安定性確認試験及び黒潮ホバリング試験に計画変更するなど、プロジェクトの実施内容や期間および予算のタイムリーな見直し等を行ったことは、適切なプロジェクト管理がなされたことと判断する。

今後の研究開発マネジメントにおいては、不確実性を深く事前検討し、それに対する対応策を含めたプロジェクトの柔軟なマネジメントを、これまで以上に強く意識する必要がある。

また、事業実施者が海洋エネルギー発電実証事業を推進するにあたっては、開発・投資リスクの低減と発電システムの主要構成要素に関するコストダウン施策をうてる様に、海流エネルギー発電設備の設計から、電力ケーブルシステム、離島における系統連系を一手に実施する単独の研究実施体制ではなく、複数社が参画できる実施体制を検討されることが望まれる。

<肯定的意見>

- ・ 研究開発目標は明確であると判断します。
- ・ 予期せぬ気象要因や外的要因で研究進捗に重大な支障が出た際にも適切に議論が行われ、方針を変更するなど有機的に対応できる体制であったと判断します。
- ・ 知的財産についても質・量ともに対応されていると考えます。
- ・ 大規模ファームが最終ゴールであるが、発電システムの市場導入ターゲットとして離島地域を選択し、そこにおける経済性（40 円/kWh）と施行・メンテナンス性・耐久性（20 年以上）の目標を定めたことは適切であったと判断する。
- ・ 海洋エネルギーという不確実性のあるエネルギー資源を対象とする上で、エネルギーポテンシャルを評価・予測する技術を保有する大学との連携を含めた体制とした点も極めて適切であり有効に機能したと思われる。台風や新型コロナ蔓延による緊急事態宣言下で、大幅な計画の変更を余儀なくされたが、プロジェクトの実施内容、期間および予算のタイムリーな見直しを行うなど、研究開発の適切な進捗管理がなされたと判断する。
- ・ 知的財産については、非競争領域と競争領域に対する戦略を明確に整理し、将来の海洋エネルギー発電に資する可能性のある実海域での海況特性は論文発表などで公表するなど、明確な戦略が定められ、運用されたと判断する。
- ・ 研究開発目標については、国の海洋基本計画等に基づいて設定されたものである。また、技術的に見ても、シンカー方式の海流発電設備は、離島の近くの比較的水深の浅い海域に設置されるシステムとして、その開発の方向性や戦略は妥当であった

と考える。

- 研究開発予算の規模については、これだけの規模のプロトタイプ機を開発・設計するための工数、現地海域まで曳航・設置する海洋工事の費用（海象条件待ちの待機日数まで含めた作業船の傭船料、人件費等）等を勘案すれば、極めて効率的なプロジェクトの進捗（全てが順調に進む）を大前提としたものであったと考える。この種の、初めて行う海洋工事の場合には、予め、どこまでスケジュールや予算に弾力性を持たせた事業計画とするか判断が難しい面があり、今後の後続の事業に、引き続き企業の積極的な応募を促進する観点から、しっかり検討して頂きたい。
- 研究開発の進捗管理については、事業の実施状況を勘案して一年間の事業延長を行った点は、フレキシブルな対応として評価する。また、係留試験を、作業台船を用いた発電安定性確認試験及び黒潮ホバリング試験に計画変更した点については、本件システムの実証の根幹を為す内容の変更であり、難しい判断を要する事項であったと考えられるが、技術評価委員会における総合的な検討の結果であり、プロジェクト管理の手法そのものは妥当であったと考える。
- 黒潮が離島周辺を流れているという海域特性を踏まえ、研究開発目標を離島用電源のベースとし、その中で高い目標（経済的に成立する発電コスト 40 円/kWh）を掲げたのは妥当と考えられる。
- 黒潮の流況の評価について、東京大学、鹿児島大学の複数の大学により実施され、産学連携が機能し、費用対効果、技術開発の向上という点で、実施体制は妥当だと考えられる。
- 例年以上の台風の来襲やコロナの行動制限により、想定外の要因により計画変更せざるを得なかったことは、致し方ないと考える。厳しい制約の中で、1年計画を延長し、実施可能な項目を的確に選択し、目標を変更しないで成果をあげられたことは、研究開発のマネジメント力が発揮されたものだと考えられる。
- 日本の離島における発電の現状を鑑みるに、十分な経済性（40 円/kWh）を確保しつつ長期利用に耐えることを目標に設定したことは適切である。
- 新型コロナによる行動制限等、やむを得ない事由による遅延があったものの、2020年度に必要な事業延長、計画見直、試験方法の変更を行った結果、事業継続、かつ一定の成果を上げたことは評価に値する。
- 実施体制は、技術力の高い企業と、実証フィールド海域に精通した近隣大学の協力体制が構築されており、妥当であったと考えられる。

<改善すべき点>

- 現状では離島を主な対象にされていますが、事業として成立させるためには本土での活用を対象とした規模を目指すことが望まれます。
- 自然を対象とした事業に対しては研究期間や開発費について多少フレキシブルに対応できる仕組みがあるとより技術開発に資するものになるように思います。
- 事業実施者は高い技術力と事業化能力を保有していることは疑う余地が無いが、発

電システムの主要構成要素に関し、事業実施者が直接コストダウン施策を打てないものがあり、資本費の低減施策の深堀が限定的となったことは否めない。この点は、実施体制を決定する時点で精査すべき点であったと思われる。

- 今回の実証等研究開発については、2011年度から2017年度にかけて行われた海洋エネルギー技術研究開発の後続事業として行われたものであり、技術成熟度に応じて、委託研究から助成に切り替える進め方そのものは妥当であると思われる。しかしながら、プロトタイプの実証試験機を開発・製作し、実海域に設置して試験を行う事については、相当レベルの開発・投資リスクがあるととともに、開発・試験作業には予測困難な工数増加等が十二分にありうる。こうしたチャレンジングな開発事業に、より多くの企業を引き付けする観点から、例えば、助成事業を基本としつつ、研究開発の成果に応じて、NEDOの助成比率をさらに高めるなどのインセンティブ策の導入を行うことも、今後の海洋エネルギー発電実証事業にあたってはご検討をお願いしたい。
- 今回は、一社が海流エネルギー発電設備の設計から、電力ケーブルシステム、離島における系統連系を一手に実施する研究実施体制であったが、一社でこれらの技術領域をすべてカバーすることは、許認可取得等の時間的な制約も勘案すると、大企業であっても負担が重たかったのではないかと推察する。
- 当該海域において設置期間中複数の台風に見舞われることは事前にある程度予測ができたのではないか。
- 機器のコスト低減、内部消費電力の削減等 O&M 費用の低減について、本実証においても一定の分析を実施することが望ましい。

注) O&M (Operation Maintenance)

- 実証フィールド試験は、少なくとも1年間を通して様々な気象海象条件下において、本技術の発電性能、運動性能、安全性、耐久性を評価すべきものである。そのため、実施期間をもう少し延長するか、フィールド試験の回数を増やすか等、臨機応変な進捗管理があっても良いと考える。
- 海況シミュレーション技術の高度化・高精度化の実施にあたっては、別途、さらに委託先を追加しても良かったと考えられる。

<今後に対する提言>

- 台風や COVID-19 の影響で当初予定されていたことのすべてが確認されてはいないので引き続き検討を継続されることを期待します。
- 今回のプロジェクトでは、台風や新型コロナ蔓延による緊急事態宣言下で、大幅な実施計画及びスケジュール変更が必要となったことは、特殊な事情であったという考え方もある。しかし、昨今の地政学的な問題や地球温暖化による大きな環境変化などを勘案すれば、VUCA という不確実性の増した時代におけるプロジェクト運営で事前に考慮すべきであった、典型的な事象と受け止めることが適切ではないか。

注) VUCA (Volatility Uncertainty Complexity Ambiguity)

- 今回のケースについて考えれば、黒潮の挙動を予測し、大蛇行などの変動の影響を受けにくい場所を特定し、その典型的な海況に適した発電デバイスを開発し、最終的に大規模な発電ファーム設置につなげるといった確定論的なアプローチには、大きなリスクが内在しているとも思われる。
- 上記のような視点も含め、今後の研究開発マネジメントにおいては、不確実性を深く事前検討し、それに対する対応策を含めたプロジェクトの目標設定と実施、柔軟なマネジメントを、これまで以上に強く意識する必要があると思われる。
- 海流発電設備のように様々な技術分野（タービン本体、海中フレキシブル電力ケーブル、係留システム、独立系統離島における系統連系等）を統合したシステムの開発にあたっては、企業間の連携や責任関係の明確化を図りつつ、技術分野ごとに分けて参加企業の募集を行う方式も検討をお願いしたい。
- 海流発電という分野に対する企業の関心を、より一層高める観点から、様々な実海域の海洋特性データの蓄積のみを、単独のテーマとして実施し、その成果を公表することも検討して頂きたい。
- いまだコロナも終息しておらず、今後の不透明な社会情勢を考えると、研究開発の推進においては **NEDO** の関与が重要になると考えられる。**NEDO** には、今後の海洋エネルギーの導入において長期的な視点にたち、本事業が継続できるよう支援を期待したい。
- 本事業の実施によって得られた知的財産等の研究成果は助成先に帰属するということであるが、事業の公益性、国内外との共同技術開発の可能性、さらには実用段階までの新規プレーヤーの参入等の観点から、海況データ、将来のコスト削減余地を含む経済性の検討等については、守秘情報に配慮しつつ、論文等にて公開することが望ましい。
- 実海域のエネルギー発電施設は、陸上のそれとは比べ物にならない技術課題がある。そのため、想定外の不測の事態が発生することはやむを得ない。研究開発マネジメントを行う上では、研究開発計画の変更や実施期間の延長を想定し、予算確保や事業計画を建てるのが望ましい。

2. 3 研究開発成果について

黒潮を利用した海洋発電技術の開発・実用化は世界的にも例がなく、その挑戦的な取り組みは大いに評価できる。当初の予定を大きく変更せざるを得ない中で、関係者間で実施可能な対応を行い、実海域の長期海況データおよび実証実験機のパワーカーブが取得できたこと、経済的に有効な工法とコストの把握、設計通りの耐久性を確認できたことは評価に値する。また、積極的に論文や学会発表を通して公表されており、さらに特許等の出願件数も多く、評価できる。

一方で、シンカー方式の係留や送電ケーブルの処理等、本形式の発電システムの実用化に向けた課題が明らかになった点は有意義であったが、当初計画していた水中における発電と、発電待機中の投入エネルギーの削減のための浮上を繰り返すことでの長期実証は重要なため、事業実施者においては実証実験の目標達成が望まれる。

また、数値シミュレーション等に関しては、先行研究と実海域フィールドでの試験との定量的な比較検証が行われていなかったことから、実海域試験と室内試験との整合性の検証を進め、発電性能、運動性能および安定性等について、定量的な検証が行われることを期待する。

<肯定的意見>

- ・ 台風や COVID-19 の影響など予期せぬことで当初の予定を大きく変更せざるを得ない中で、関係者間の適切な協議で実施可能な対応をされ、その中で有意な成果を上げられたことは評価に値すると考えます。
- ・ 研究成果は積極的に論文や学会発表を通して公表されており、この点も評価できると考えます。さらに特許等の出願件数も多く、適切に対応されていると判断します。
- ・ 当初思い描いた目標が達成できなかった主要因は新型コロナウイルス感染症の蔓延という想定外の事象によるものであったが、技術的な最終目標を変更せず、臨機応変に実施計画の見直しが実施された点を高く評価したい。
- ・ 計画変更では、当初の係留試験をホバリング試験に変更し、本システムの構造と機能部品の信頼性の検証、実証機のパワーカーブとその適切な運転・制御方法の獲得、ADCPによる長期海況計測とシミュレーションによる設備利用率の算出、施工・メンテナンスを含めたコスト構造と課題の明確を行うなどの主要な成果を獲得した点について、事業実施者の取組に敬意を表したい。

注) ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler)

- ・ 本プロジェクトにより、特に発電デバイスの性能特性、信頼性、耐久性については一定の成果が得られ、設計技術としては実用化に向けた目標が概ね達成されていると考える。
- ・ 海流エネルギーをターゲットとした大規模ファームの最終ゴールは、海洋エネルギーの不確実性を勘案した場合、大きなリスクを内在していたと思われる。この点は、本来は目標設定の中でより重視すべきポイントであった。ここについては、事業実施者がその事業リスク低減のための様々な深掘り検討を自主的に行っており、改め

て敬意を表したい。

- ・ 最終年度における特許出願がゼロ件となっているのは、出願時期と報告時期とのずれによるものであるとの事であり、適切に取り組みれていたと判断する。
- ・ シンカー方式の係留や送電ケーブルの処理等の難しさが、今回の実証事業でクリアになったと考える。これらは、実際にやってみないと、わからない事項であり、本形式の発電システムの実用化に向けた課題が明らかになった点は有意義であった。
- ・ 発電システムの実証で主要データとなるパワーカーブ、耐久性の確認、長期黒潮観測データが取得できたのは、今後の実用化、事業化に資する重要な成果だと考える。
- ・ 成果の普及については、これまでに多数の論文発表、講演等がなされおり、今後も成果の公表が見込まれることから評価できるものと考えられる。
- ・ 知的財産権等の確保に向けては、オープンクローズ戦略により、長期海況データは一般公開とし、発電、制御、メンテナンス及び施工に関する技術は権利化するという方針で明確に整理されたことは妥当と考えられる。
- ・ 実海域の長期海況データおよび実証実験機のパワーカーブが取得できたこと、経済的に有効な工法とコストの把握、設計通りの耐久性を確認できたことは評価に値する。
- ・ 黒潮を利用した海洋発電技術の開発・実用化は、世界的にも例がなく、その挑戦的な取り組みは大いに評価できる。
- ・ 想定される機器の故障やコロナ等の影響を受けたにもかかわらず、実海域フィールド試験を実施し、一定の有用データを取得できた点は評価できる。
- ・ 本事業で得られた知見は、海流発電の実用化・事業化のみならず、全ての海洋エネルギー発電方式の普及に対しても大いに役立つものである。

<改善すべき点>

- ・ 成果が論文として公表されていますが、国際会議であったり国内学術誌が主であり、できれば国際的に評価されているジャーナル論文として公表していただきたいと思えます。
- ・ 係留試験を発電安定性確認試験及び黒潮ホバリング試験に切り替えたことについては、諸般の事情を考慮してやむを得なかった判断であると理解するが、水中における発電と発電待機中の投入エネルギーの削減のための浮上を繰り返しての長期実証ができなかったことは残念であった。
- ・ 海況の予測精度については現時点での最適な観測方法、欠測値を補完するシミュレーション手法等を選択した際の、比較検討内容が示されるとなるとよい。
- ・ 海洋流況シミュレーション技術のさらなる向上とその予測精度の改善が望ましい。
- ・ 事業実施者による先行研究（室内実験・数値シミュレーション等）と比べて、実海域フィールド試験による発電性能、運動性能および安定性等について、定量的な比較検証があっても良いと考える。実海域試験と室内試験との整合性の検証は、今後、同技術の研究開発に大いに役立つものであると考える。

<今後に対する提言>

- ・ 期間内の実施は困難であったものの当初計画していた実証実験は極めて重要なものであり、今後も継続した検討が望まれます。
- ・ 特許出願については、出願タイミングの問題で報告書に記載されないケースがあるとの事であった。今後の NEDO プロジェクトにおいては、実際に出願に至っていない場合でも、出願に向けて作業を進めている見込み件数をカッコ書きで提示するなどの対応をされ、実態をより正確に反映した成果報告となるようにされてはどうか。
- ・ 今後、長期海況データと同様に生物付着・環境影響等の検証成果についても、海洋エネルギー発電の事業化に資する重要な成果と考えられるので、可能ならば論文発表等を通じて公表することを検討していただきたい。
- ・ 当該海域のみならず、海洋エネルギー利用の有望海域については今後海況の実データの取得と蓄積を進めることが望ましい。
- ・ 機器製造・設置コスト、O&M コストの低減については、更に踏み混んだ分析が必要ではないか。

注) O&M (Operation Maintenance)

- ・ 本技術の優位性を、国内のみならず国外に対しても、査読付き英文ジャーナル（インパクトファクターの高い学術誌）及び特許（欧米、中国）などを通じて、大いに情報発信してもらいたい。

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

離島用電源という明確な方向性が示され、数値目標を掲げるとともに、そのマイルストーンも提示されており、パワーケーブルや海流の予測などキーとなる成果は得られていることから、本事業の実用化・事業化に向けた取り組みは妥当であったといえる。また、将来の大規模ファームを目指す上で、離島への電力供給を事業化の第一ステップと位置付けた点も、極めて現実的で適切であった。

一方で、離島用電源としての経済性ターゲットに届かなかった点や、発電デバイスと送電・受電システムにおいて、機器製造・設置コスト、O&Mコストの低減への取り組みが限定的であった点においては課題が残る。

今後は、経済性ターゲットへ向け、計画に適宜変更・修正を加えながら、当初の目標を達成していくステップが必要と思われる。事業化に向けては、技術面だけではなく、航路との共存など法的な整備も必要であり、実用レベルの装置の規模、大型化する船舶の吃水（きっすい）の予測なども踏まえて検討することも望まれる。

本事業の知見・技術が途切れることなく継承されるよう、継続的なサポート体制を期待したい。

注) O&M (Operation & Maintenance)

<肯定的意見>

- ・ 実用化・事業化に対する目標は明確に定められており、それに対応する研究計画はしっかり立てられていたと考えます。予期せぬ事態で実施できなかった実証試験もある中で、パワーケーブルや海流の予測などキーとなる成果は得られており、実用化に向けた取り組みはある程度評価できると考えます。
- ・ 将来の大規模ファームを目指す上で、離島への電力供給を事業化の第一ステップと位置付けた点は、極めて現実的で適切であったと考える。
- ・ 新市場の形成においては、単独のシナリオに依存するのではなく、多方面への波及効果や他市場との連携効果なども考察することは重要である。事業化のシナリオとして、離島における様々な産業創出のイメージを描かれている点は、大変適切であったと感じる。
- ・ 独立系統離島の近傍で使用する、水深があまり深くないエリアに適したシステムとして、シンカーを活用した海流発電システムのコスト低減の可能性を明確に示した点を評価する。
- ・ 実用化、事業化に向けては、離島用電源という明確な方向性が明確に示されていることは妥当であると考えられる。
- ・ 本研究成果から実用化・事業化に向けて、今後の課題と必要な開発項目が示されたことは妥当と考えられる。
- ・ 当該実証の結果を受け、実用化に向けては一定の可能性があると評価できる。また、実用化すれば今回対象海域の離島を含め、国内外に適用可能な地域は多数存在すると考えられる。

- 本実証にあたって、宿泊、点検作業の発注を通じ、対象地域に対して一定の経済波及効果が見られた。
- 実用化および事業化の考え方に基づき、明確な数値目標を掲げるとともに、そのマイルストーンも提示されており、本事業の取り組みは妥当であったと考えられる。

<改善すべき点>

- 実用化に向けてはさらなる検討が残されているように思います。現状では規模の小さい離島での電力供給として検討されていますが、国としての期待はさらに一般的な電源としての海流発電であり、この面ではさらなる取り組みが望まれます。
- 離島用電源としての経済性ターゲット（40円/kWh）に届かなかった点は残念であった。コスト構造が明確になった反面、資本費の低減の深堀が限定的となったのは、実施体制において、発電デバイスや送電・受電システムにおいて、事業実施者が主体的にコストダウンに取り組める部分が限定的であったことが大きいと思われ、事業化を検討する上での実施体制に課題があったと感じる。
- 最初から大型ファーム化をゴールとすることなく、まずは海外も含めた離島でのディーゼル発電軽減のレベルで事業性を追求すべきと考える。大型ファーム化については浮体式洋上風力等、その他の技術との比較において当該技術に優位性があるという前提が必要となる。
- 本事業のような実用化、事業化を見据えた応用研究・開発のみならず、実証フィールド試験結果に基づいて、本事業の下支えとなる要素技術についても、実用化・事業化の見通しを各年度で再評価・再修正できる仕組みが導入されても良いと考える。
- 特に、室内試験のようなコントロールされた条件下にない自然相手の実海域フィールド試験の場合、マイルストーンと進捗状況を常に把握しつつ、計画・経費に適宜変更・修正を加えながら、当初の目標を達成していくステップが必要である。

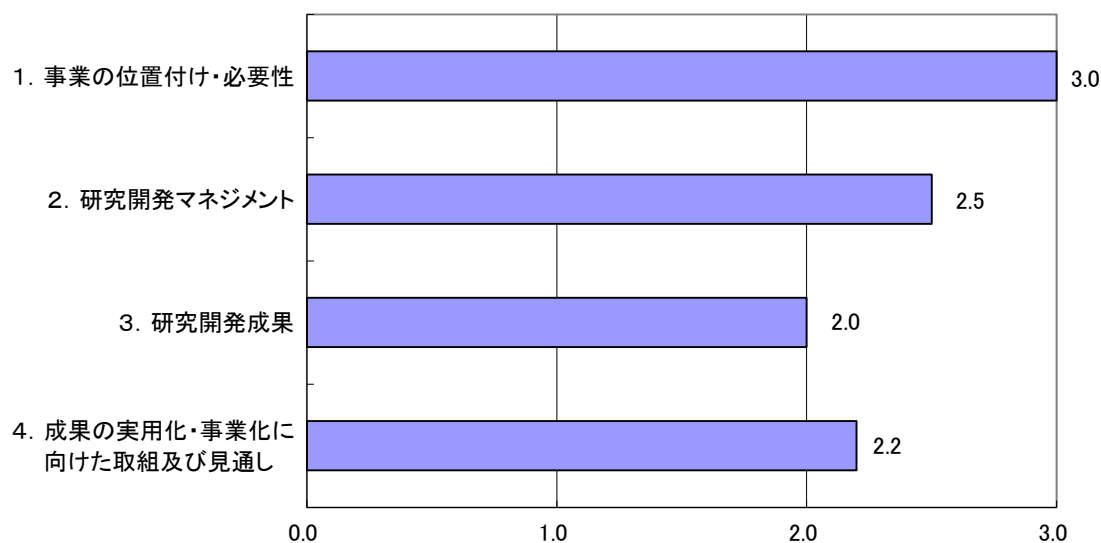
<今後に対する提言>

- 事業化に向けては技術面だけではなく、航路との共存など法的な整備も必要であり、実用レベルの装置の規模、大型化する船舶の吃水の予測なども踏まえて検討することも必要のように思われます。
- エネルギー・セキュリティの視点を加え、国内で様々なエネルギーのサプライチェーンを構築することは、今後ますます重要度を増すとも考えられる。より精緻な検討は必要であるが、離島への電力供給を単なる通過点と考えるだけでなく、例えば水素サプライチェーンの一翼を担う新たな産業を興すといった、大きな事業目標についても今後検討を継続して頂きたい。
- 今回の実証等研究開発を通じて、シンカー方式の海流発電設備の信頼性向上やコストダウンのために取り組むべき方策は明らかになったと考える。今回得られた知見を活かして、CAPEX、OPEXを実用化・商業化レベルまで低減するための改良型のシステム開発を是非、継続していただきたい。

注) CAPEX (Capital Expenditure)、OPEX (Operating Expenditure)

- 独立系統離島での実用化を想定した比較的水深の浅いエリアに向いている海流発電システムと、大水深のエリアに適した海流発電システムとは、形式も異なってくるものと思われる。後者については、技術的に難易度がより高くなるが、長期的視点に立って大水深に適したコンセプトの可能性検討も併行して行って頂きたい。
- 水中浮遊型発電装置は、環境に対する影響は比較的小さいと考えられるが、水中音や大型の海棲哺乳類との衝突などの知見が少ないので、事業化に向けて可能であればそういった調査も検討していただきたい。
- 事業化においては、事業エリアは、ある程度の海域面積を占有することになるので、海域によっては漁業への影響も配慮する必要も出てくるとと思われる。そういう場合は漁業者等と必要に応じて協議し合意形成をした上で事業を進めていただくことを期待する。
- 実用化に向けては今回実証のスコープを超えた様々な検討が必要である。特に例えば蓄電池等の関連技術、計測手法、シミュレーション手法等については何らかの形で継続的に研究することが望ましい。
- 海外におけるマーケットの開発、競合相手の動向も含めて実際のコストベネフィットをしっかりと見定めた上で本当に実用化できるか、冷静な判断が必要であろう。
- 海洋エネルギー発電が実用化から事業化、さらには普及期に入るには、まだ多くの課題が残されている。本事業のような実証フィールド試験を数多く推進できる経費と体制をオールジャパン（産官学）で整備していくことが、今後もますます重要となる。少なくとも本事業の知見・技術が、途切れることなく、しっかりと継承されるよう我国として継続的なサポート体制が必要である。

3. 評点結果



評価項目	平均値	素点 (注)					
1. 事業の位置付け・必要性について	3.0	A	A	A	A	A	A
2. 研究開発マネジメントについて	2.5	A	B	B	A	B	A
3. 研究開発成果について	2.0	B	B	C	B	A	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	2.2	B	B	B	A	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。

「海洋エネルギー発電実証等研究開発」

事業原簿【公開】

(2022年)

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	概要-1
プロジェクト用語集	用語集-1
I. 事業の位置づけ・必要性について.....	I -1
1. 事業の背景・目的・位置づけ	I -1
2. NEDO の関与の必要性・制度への適合性.....	I -4
2.1 NEDO が関与することの意義.....	I -4
2.2 実施の効果(費用対効果).....	I -5
II. 研究開発マネジメントについて.....	II -1
1. 事業の目標.....	II -1
2. 事業の計画内容.....	II -2
2.1 研究開発の内容.....	II -2
2.2 研究開発の実施体制.....	II -5
2.3 研究開発の運営管理.....	II -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.....	II -8
3. 情勢変化への対応.....	II -9
III. 研究開発成果について.....	III -1
1.事業全体の成果.....	III -1
IV. 成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通しについて.....	IV -1
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.....	IV -1

(添付資料)

添付資料 1 プロジェクト基本計画

添付資料 2 特許論文等リスト

概 要

		最終更新日	2022年6月9日			
プロジェクト名	海洋エネルギー発電実証等研究開発			プロジェクト番号	P18007	
担当推進部/ PMまたは担当者	<p>新エネルギー部 PM 佐々木 淳 (2021年10月から2022年2月まで) 伊藤 正治 (2019年7月から2021年10月まで) 田窪 祐子 (2018年6月から2019年6月まで)</p> <p>新エネルギー部 担当者 高原 亮策 (2021年5月から2022年2月まで) 高橋 郁充 (2020年5月から2022年2月まで) 山戸 栄樹 (2019年5月から2022年3月まで) 青山 智佳 (2018年6月から2021年6月まで) 遠藤 航介 (2018年6月から2019年6月まで) 濱本 政人 (2018年6月から2019年3月まで)</p>					
0. 事業の概要	<p>海洋エネルギー発電は、世界的に実証研究のフェーズにあり、市場はまだ確立されていないものの、波力や潮流のエネルギー密度が高い英国を中心に欧州では、実海域でのプロトタイプ機試験、フルスケール機試験と段階的に技術開発が進行している。四方を海に囲まれた日本は、海洋エネルギーの賦存量が大きく、「第3期海洋基本計画」(2018年5月閣議決定)においては、実用化の見通しが高い技術を見極めながら、引き続き経済性の改善、信頼性の向上等の技術開発、実証試験、環境整備に取り組むこと等とされている。</p> <p>本事業では、実用化の見通しが高い技術とされる海流発電について、海洋エネルギー産業の新規創出及びエネルギーセキュリティの向上に資することを目的に、海洋エネルギー発電技術の実用化実現を目指し、実海域における長期実証研究を実施する。</p>					
1. 事業の位置 付け・必要性 について	<p>四方を海に囲まれた日本において、海洋エネルギー利用に向けた研究開発は再生可能エネルギーの導入加速のみならず、エネルギーセキュリティの向上においても期待されている。しかしながら、海洋エネルギー発電技術は日本のみならず諸外国においても未だ実証段階である。早期の実用化実現のためには、実海域における長期実証検証を通じて、耐久性、性能維持、環境影響、発電コスト等を明確にしていく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	<p>長期実証試験を実海域で実施し、その結果に基づき、離島用電源として十分な経済性(発電コスト 40 円/kWh)、施行・メンテナンス性・耐久性(20 年以上の見通し)を備え、実用レベルに達していることを示す。</p>					
事業の計画内容	主な実施事項	2018fy	2019fy	2020fy	2021fy	
	(1) 実証研究 フィージビリティ・ スタディ	→				

	(2)発電システム 実証研究					
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) ※2021 年度実績額は契約額を記載 ※※総額は実績額+2021 年度契約額を記載	会計・勘定	2018fy	2019fy	2020fy	2021fy	総額
	一般会計					
	特別会計 (電源・需給の別)	329	1,232	59	714※	2,334※※
	開発成果促進財源					
	総 NEDO 負担額	329	1,232	59	714※	2,334※※
	(助成) : 助成率 2/3	329	1,232	59	714※	2,334※※
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 マネージャー	新エネルギー部 田窪 祐子 主任研究員(～2019 年 6 月まで) 新エネルギー部 伊藤 正治 統括調査員(～2021 年 10 月まで) 新エネルギー部 佐々木 淳 統括研究員(～2022 年 2 月まで)				
	助成先	株式会社 IHI				
情勢変化への 対応	<p>2019 年度、実証試験開始にあたり複数の台風が来襲したことにより、海上敷設工事が 3 ヶ月遅延したものの、2019 年 11 月までにすべての関連機器の設置を完了した。実証試験機を実海域に設置後、通信トラブルが発生したことから、実証試験機を一旦陸揚げし、原因の探索を行うとともに改修を実施した。</p> <p>2020 年度、実海域への再設置を試みたが、世界的に感染が拡大したコロナウイルスの影響による行動制限により計画の見直しが必要となったことから、関係省庁、外部有識者から構成された技術評価委員会において、研究開発内容等について議論を行い、地元地域を含む実海域の状況を踏まえた上で、当初計画に対して 1 年間の事業延長(2020 年度から 2021 年度)、実海域における実証試験項目の絞り込み・変更及びこれらに伴う予算の見直し等を行った。</p>					
評価に関する 事項	事後評価	2022 年度 事後評価実施				

3. 研究開発成果 について	<p>【最終目標】</p> <p>長期実証試験を実海域で実施し、その結果に基づき、離島用電源として十分な経済性(発電コスト 40 円/kWh)、施行・メンテナンス性・耐久性(20 年以上の見通し)を備え、実用レベルに達していることを示す。</p>
-------------------	---

	【目標に対する成果】 <ul style="list-style-type: none"> ・実証試験を実海域で実施し、長期海況データ及び実証試験機のパワーカーブを取得した。 ・実証試験機の施工・メンテナンス性・耐久性の検証から経済的に有効な工法とコスト構造を把握した。また、設計通りの耐久性を有することを確認した。 ・実証試験にて得られた結果を基に発電コストを試算し、40 円/kWh を達成するために必要な課題及び課題解決の方針を明らかにした。 	
	投稿論文	「査読付き」2 件、「その他」12 件
	特 許	「出願済」17 件
	その他の外部 発表 (プレス発表等)	フォーラム発表等 19 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	本事業で得られた知見を活かし、高設備利用率及び電力の安定供給源として、他の再生可能エネルギーとの差別化を図り、国内独立離島向けの電力供給をできるだけ早い時期に目指している。また、更なる発電コストの低減など、今後の課題については、昨今の再生可能エネルギーの導入を取り巻く環境変化を踏まえながら必要な調査・検討ならびに追加検証を進めていく予定。	
5. 基本計画に 関する事項	作成時期	2018 年 2 月 作成
	変更履歴	2019 年 1 月 (研究開発の目的、政策的な重要性の一部内容を修正) 2019 年 7 月 (プロジェクトマネージャーの変更) 2020 年 2 月 (プロジェクトマネージャーの変更) 2020 年 7 月 (プロジェクトの実施期間の変更、文言の修正)

プロジェクト用語集

用語	説明
ADCP	超音波ドップラー多層流向流速計(Acoustic Doppler Current Profiler の略)のこと。 河川・海洋等において、水中に音波を発信し、水中の散乱体に反射して戻ってくる周波数変化から流速等を観測する機器。
DP 船	自動船位保持(Dynamic Positioning)機能を搭載する船。推進装置を自動的に制御することにより、アンカーなしで洋上の一定位置に船などを保持する。
O&M	Operation and Maintenance の略。運用及び保守点検のこと。
ROV	遠隔操作型の無人潜水機(Remotely Operated Vehicle の略)のこと。
海流	地球規模でおきる海水の水平方向の流れの総称。潮流とは異なり、ほぼ一定方向に長時間流れる。日本付近の海流としては、黒潮や親潮(千島海流)などが知られている。
系統連携	発電した電気を一般送配電事業者又は配電事業者の送電線、配電線に流すために、電力系統に接続すること。
系統容量	電力供給地域における需要負荷の総量のこと。
再生可能エネルギー	エネルギーとして利用した後、再び利用可能なエネルギーのこと。太陽、バイオマス、水力、風力、地熱、海洋エネルギー等を指す。
設備利用率	発電システムの定格出力に対する利用率を表すもので下式により求められる。 年間設備利用率[%] = 正味年間発電量[kWh] ÷ (定格出力[kW] × 24[h] × 365[日]) × 100
定格出力	機器や装置等について、指定された条件下で安定して出力できる電力量。
定格流速	機器や装置等において、仕様、性能の限度となる流速のこと。
電力系統	電力を需要家の受電設備に要求するための、発電・変電・送電・配電を統合したシステムのこと。
発電デバイス	発電を行うために特定の機能・用途を持った機器のこと。
パワーカーブ	海流発電において、横軸に流速、縦軸に発電出力をとり、流速毎の発電出力を表す出力曲線(性能曲線)のこと。
流況	海水等の流向や流速といった流れの状況のこと。
流向	海水等の流れの向きのこと。
流速	単位時間に海水等が移動する距離のこと。単位は m/s。

I. 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

四方を海に囲まれた日本は海洋エネルギーの賦存量が高く、海洋エネルギー発電技術等の導入促進・普及拡大が期待されている。一方、海洋エネルギーを利用した発電技術については、先進的な取り組みが行われている欧米においても未だ実証段階であるものが多く、早期の実用化実現に向けては、これまでの研究開発の成果を踏まえて、実用化の見通しが高い技術を見極めつつ、経済性の改善、信頼性向上等の技術開発を促進することが必要とされている。

海洋エネルギー発電技術の大半は、世界的に研究開発段階にとどまっているものの、欧州を中心に一部商用化段階のプロジェクトが形成されつつある。特に潮流エネルギーポテンシャルと波力エネルギーポテンシャルが高いと言われている英国¹⁾では、積極的に海洋エネルギーの研究開発に取り組み、研究開発段階に応じて体系的な実証試験サイトを整備し、実用化に向けた実証試験を推進することで海洋エネルギー開発の先導的役割を果たしている。

日本においても、内閣府による「海洋再生可能エネルギー利用促進に関する今後の取組方針」に基づき、海洋再生可能エネルギー利用のための実海域である「実証フィールド」の選定(表 1.1.1)が行われ、実用化に向けた技術開発の加速のための施策がなされているところである。

表 1.1.1 海洋再生可能エネルギー実証フィールドに選定された海域

都道府県	海域	エネルギーの種類
鹿児島県	十島村 口之島・中之島周辺	海流
岩手県	釜石市沖	波力、浮体式洋上風力
新潟県	栗島浦村沖	海流(潮流)、波力、浮体式 洋上風力
佐賀県	唐津市 加部島沖	潮流、浮体式洋上風力
長崎県	五島市 久賀島沖	潮流
長崎県	五島市 椛島沖	浮体式洋上風力
長崎県	西海市 江島・平島沖	潮流
沖縄県	久米島町	海洋温度差

出典：海洋再生可能エネルギー利用促進に関する取組(<https://www8.cao.go.jp/ocean/policies/energy/energy.html>)
から NEDO 作成

海洋エネルギー発電技術には大きく①波力、②潮流、③海流、④海洋温度差を利用した発電様式が存在するが、それぞれ以下の特徴を有するため適地が存在する。

①波力

波高の高い発達した波浪が比較的安定して得られる海域において、そのポテンシャルは高く、世界的には、大洋に面しており、かつ偏西風等の一様の風を受ける大陸西海岸で波力エネルギーが大きくなる。

②潮流

潮流は地球・月・太陽の公転及び時点によって生じる規則的・周期的な流れであり、内湾や海峡においては、海水が一方向に流れ出してから、流速が次第に大きくなって極大に達した後、次第に小さくなって停止する。次いで反対の方向に流れ始め、極大に達した後、再び停止する。主に海峡・水道・瀬戸といった2つの海面を結ぶ狭い水路で強くなる。

③海流

海流は、潮汐・波浪・太陽からの日射・海上風・海水の密度差など、様々な要因によって海水が駆動された結果、長い時間スケールで平均して表れる流れであり、連続的で特定の方向性を持った海水の流れである。表層の海流の流速は様々であるが、特に流速が速いものとして黒潮、メキシコ湾流等がある。

④海洋温度差

海洋温度差とは表層海水と深層海水の温度差のことを指し、海洋の表層 100m 程度までの海水には、太陽エネルギーの一部が熱として蓄えられており、低緯度地方では年間を通じてほぼ 26～30℃程度に保たれることから表層海水と深層海水との温度差が大きくなる。

海洋エネルギー発電技術で先行する欧州、特に英国は地理的要因から波力・潮流のポテンシャルが高く、このメリットを活かした技術開発が進んでおり、英国で進行中の MeyGen プロジェクトでは、Phase 1A として 2016 年に 1.5MW 級 4 基の合計 6MW の潮流発電システムが設置され、長期的には 398MW に拡大する計画となっている。またスコットランドオークニー諸島の実証サイト EMEC(European Marine Energy Center)や北東イングランドの実験施設 Narec(National Renewable Energy Center)、南西イングランドの波力発電実証サイト Wave Hub 等の、試験サイトが整備され、技術開発・実証研究を支援している。

米国においては、エネルギー省(Department of Energy : DOE)が国内の海洋エネルギーのポテンシャルを評価しており、海洋エネルギーの中では、比較的波力発電、特に太平洋側のポテンシャルが大きい。また、海洋温度差については、ハワイ州においてポテンシャルが大きいことから、主にハワイ州による開発支援等の施策が講じられている。試験サイトについても DOE の Water Power Program の支援のもと、Northwest National Marine Renewable Energy Center (主に波力、河川流)、Hawaii National Marine Renewable Energy Center(主に海洋温度差、波力)等の試験サイトが複数整備されている。

日本は、欧米と比較すると波力・潮流のポテンシャルが低いこともあり、技術開発では先行されている状況であるが、海流については、世界有数の海流の1つである黒潮が比較的陸地に近い所に存在しており、このメリットを活かした海流発電技術の開発では先行している(図 1.1.1)。

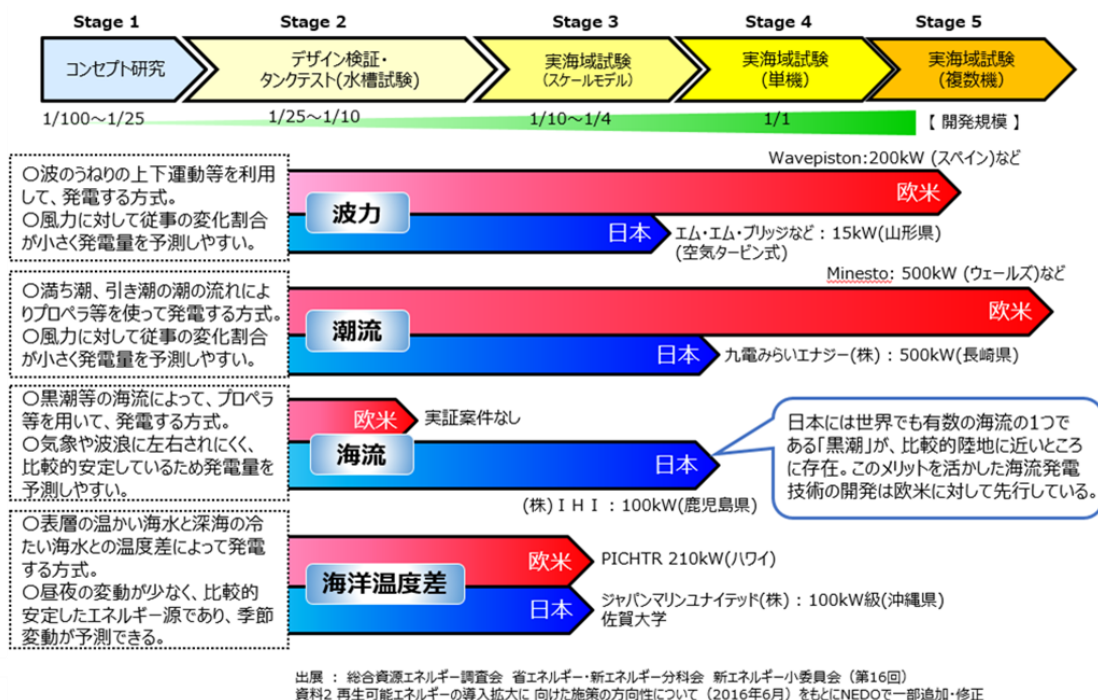


図 1.1.1 国内外の海洋エネルギー研究開発の動向と比較

日本における海洋エネルギーに関わる政策としては、海洋基本法に基づく「第2期海洋基本計画」（2013年4月閣議決定）の「海洋に関する施策に関し、政府が総合的かつ計画的に講ずべき施策」の中で、海洋再生可能エネルギーの利用促進として具体的に、海洋エネルギー（波力、潮流、海流、海洋温度差等）を活用した発電技術として、40円/kWh の達成を目標とする実機を開発するとともに、更なる発電コストの低減を目指すため、革新的な技術シーズの育成、発電システムの開発、実証研究等、多角的に技術研究開発を実施するとされている。また、「第3期海洋基本計画」（2018年5月閣議決定）では、波力・潮流・海流等の海洋エネルギーを対象として「これまでの研究開発の成果を踏まえて、実用化の見通しが高い技術を見極めながら、引き続き、経済性の改善、信頼性の向上等の技術開発、実証試験及び環境整備に取り組む」、「電力供給コストが高い離島において、長期連続運転に係る性能や信頼性、コストデータ等の検証等を行うための実証研究に取り組みつつ、離島振興策との連携を図る」とされている。

さらに、「第5次エネルギー基本計画」（2018年7月閣議決定）では、「第3節技術開発の推進」「2. 取り組むべき技術課題」の中で、「太陽光発電、風力発電、地熱発電、バイオマスエネルギー、波力・潮力等の海洋エネルギー等の低コスト化・高効率化や多様な用途の開拓に資する研究開発等を重点的に推進する」とされている。

NEDO ではこれまで、2009 年度から「海洋エネルギー先導研究」を開始し、将来性をもつ基礎研究レベルの技術シーズの育成を目的に、海洋エネルギー発電技術の研究開発に取り組み、2011 年度からは「海洋エネルギー技術研究開発」において、海洋エネルギー発電技術の要素研究、実証研究等を多角的に実施することにより、実用段階への迅速な移行を目指してきた。また、これらの事業で得られた成

果や 2019 年度の「戦略策定調査事業／海洋エネルギー発電に関する情報収集」を通じ、海洋エネルギー発電(波力発電、潮流発電、海流発電、海洋温度差発電)の国内外の最新の状況を踏まえて、市場規模や社会制約等を加味したうえで、日本に適した電源を評価し、早期実用化、低コスト化等を図るための技術課題や技術開発項目の抽出を行ってきた。

本事業は、政策的位置づけならびにこれまでの事業の成果を踏まえ、実用化の見通しが高い技術を見極めたうえで、海洋エネルギー産業の新規創出及びエネルギーセキュリティの向上に資することを目的に、海洋エネルギー発電技術の実用化実現を目指し、実海域における長期実証研究を実施する。実海域の長期実証研究においては、各海洋エネルギー電源の特徴を踏まえ、導入用途等を明確にしたうえで、様々な季節・気象条件下での発電性能や信頼性の向上及び生物付着・環境影響ならびに運用に関する課題等の検証を行い、2030年以降、海洋エネルギー発電技術の実用化への迅速な移行を目指すこととする。

本事業において、これまでの成果を踏まえ、実用化の見通しが高い技術を見極めたうえで、海洋エネルギー発電技術の実用化実現を目指し、実海域における長期実証研究を実施することは、日本の海洋エネルギー技術の技術的優位性を確保することに繋がるものと位置づけられる。

1) 平成 23 年度成果報告書 風力等自然エネルギー技術研究開発 海洋エネルギー技術研究開発/海洋エネルギー発電技術共通基盤研究 海洋エネルギー発電技術に関する情報収集・分析 p.11,16

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

海洋エネルギー技術開発では、日本特有の様々な季節・気象条件下において、発電性能や信頼性等の検証を継続して行う必要があり、長期の開発期間を要するとともに大規模な開発投資が不可欠となる。これは、上述の「第3期海洋基本計画」(2018年5月閣議決定)にある、「これまでの研究開発の成果を踏まえて、実用化の見通しが高い技術を見極めながら、引き続き、経済性の改善、信頼性の向上等の技術開発、実証試験及び環境整備に取り組む」、「電力供給コストが高い離島において、長期連続運転に係る性能や信頼性、コストデータ等の検証等を行うための実証研究に取り組みつつ、離島振興策との連携を図る」ことを実現するためにも必要となる。

一方、事業としての不確実性が大きく、民間企業が持続的な開発を行うことはリスクが大きく、必ずしも容易では無い。さらに技術開発レベルが高い海洋エネルギー技術においては、産官学の英知を結集し、政策当局との連携を計り、方向性を共有しながら技術開発を主導するプロジェクトマネジメントが強く求められる。

NEDO はその性質上、上述のマネジメント役として適任であり、過去に実施した「海洋エネルギー技術研究開発」(2011 年度～2017 年度)により得た知見、ノウハウ等を活用し得ることは、NEDO が関与することによって大きな意義となる。

2.2 実施の効果(費用対効果)

海洋エネルギー(波力、潮流、海洋温度差、海流)は太陽光や風力に対して、発電量が小さいものの、比較的変動が小さく、発電量の予測がし易い特徴がある。このような特徴を活かし、日本における海洋エネルギー発電の導入については、系統容量が小さく、変動電源の導入に制約が大きい離島が適していると考えられる。特に内燃力発電(ディーゼル発電)により電力供給が行われている離島においては、燃料の輸送コストが大きくなることから、発電コストは本土における一般的な発電コストと比較して大きいと考えられ、離島における燃料費よりも低い発電コストが実現できれば、海洋エネルギー発電の経済的なインセンティブが生じる¹⁾。

国内の独立離島において、各島の内燃力機の設置時期から、寿命 40 年と想定した場合、2030 年のリプレース分の発電量を計算し、その一部(30%)²⁾を海洋エネルギー発電が代替すると仮定すると、焚き減らしによって燃料使用量を 2030 年時点で約 6.5 万 kL 削減できると試算され、金額にすると年間約 46.3 億円に相当するとされている³⁾。このように、離島地域においては、リプレース時期に、従来は内燃力機が供給していた電力の一部を海洋エネルギーで代替することで、相応の効果が得られると考えられる。

さらに、海外市場を想定した場合、2040 年までの各地域の海洋エネルギーの導入量予測が公開されている「IEA World Energy Outlook 2016」を基に将来の市場規模を試算すると、年間約 700 億円から 3,000 億円程度の売上げが期待できる⁴⁾とされており、本事業において、海洋エネルギー技術の実用化実現を目指すことは、十分な費用対効果が見込めるものと考えられる。

1) 平成 29 年度調査報告書 情報収集事業/離島地域等における海洋エネルギー発電技術利用に関する検討 p.50

2) 完全な代替(100%)を行うのは現実的ではないと考え、10%から 50%程度ずつ代替していくことを想定し、平均的に 30%程度とした

3) 平成 29 年度調査報告書 情報収集事業/離島地域等における海洋エネルギー発電技術利用に関する検討 p.30

4) IEA -OES「World Energy Outlook 2016」の各シナリオ導入量予測から、国内シェア 80%、アジア・オセアニアシェア 30%、欧米その他シェア 5~10%として試算

II. 研究開発マネジメントについて

1. 事業の目標

日本の離島は電力系統が本土と連携していない場合が多く、概して小規模・低効率な火力発電設備等により電力を共有していることや、使用する燃料の輸送コストがかかることから発電コストが高く、日本の離島の発電コストは約 40 円/kWh 程度、場所によっては 100 円/kWh に達する地域も存在すると言われている¹⁾。

このように化石燃料依存性が高く、発電コストの高い離島地域は、既存電源に対するコスト競争力という観点では海洋エネルギー発電の導入に向けた経済的障壁は低くなると考えられ、海洋エネルギーが有力な代替電源の一つとなり得る。さらに、離島地域は、電力需要が小さく、日本の離島の発電機設備容量は 1～10MW 程度の規模が大半を占めており、数百 kW の発電であっても離島の設備容量の数割近くを担うことが可能であるため、離島地域における技術開発ステージは Stage 4(図 1 2.1)を達成すれば、実用化に向けた技術開発の目処がつくものと想定される。



出典：平成 23 年度成果報告書 風力等自然エネルギー技術研究開発海洋エネルギー技術研究開発 海洋エネルギー技術共通基盤研究 海洋エネルギー発電技術に関する情報収集・分析報告書

図 1 2.1 離島地域の達成すべき技術開発ステージ

本事業では、海洋エネルギーの実用化実現に向け、離島地域を初期市場のターゲットに見据え、海洋エネルギー産業の新規創出及びエネルギーセキュリティの向上に資することを目的に、長期実証試験を実海域で実施し、その結果に基づき、離島用電源として十分な経済性(発電コスト 40 円/kWh)、施工・メンテナンス性・耐久性(20 年以上の見通し)を備え、実用レベルに達していること示すことを目標として設定した。なお、経済性については、離島における発電コストに対して競争力を有する発電コストとして設定した。

1) 平成 23 年度成果報告書 風力等自然エネルギー技術研究開発海洋エネルギー技術研究開発 海洋エネルギー技術共通基盤研究 海洋エネルギー発電技術に関する情報収集・分析報告書 p.36

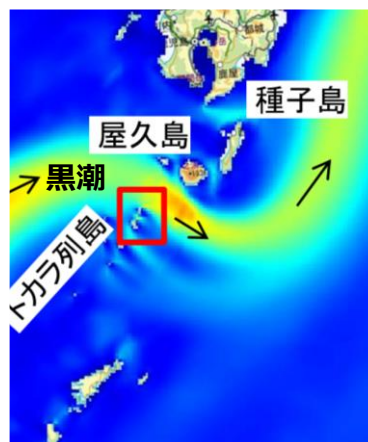
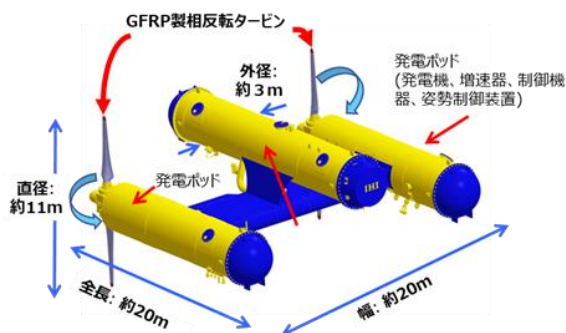
2. 事業の計画内容

2.1 研究開発の内容

本事業の研究内容について、主な実施内容及び実証試験機の概要を表 1. 2.2.1 に記す。

表 1. 2.2.1 実施内容及び実証試験機の概要

項目	内容
事業名	海洋エネルギー発電実証等研究開発
実施期間	2018 年度から 2021 年度
区分	終了
事業者	株式会社 IHI
実施内容	<p>実施内容 100kW 級の実証試験機(かいりゅう)を用いた長期実証試験にあたり、環境変化の調査及び系統接続を行うための調査等をフィージビリティスタディとして実施する。長期実証試験は、実証試験機を実海域に設置し、発電特性、施工、設置方法、塩害・生物付着対策技術や環境影響等を検証するとともに、発電コスト算出に資するデータ等を収集し、該当技術を用いた発電システムを確立する。</p> <p>実証試験機の概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・定格出力：100kW (50kW×2基) ・タービン直径：約 11m ・浮体長さ：約 20m ・浮体幅：約 20m ・定格流速：1.5m/s ・浮遊深度：約 30～50m <p>実証試験想定海域</p> <ul style="list-style-type: none"> ・鹿児島県 十島村 口之島・中之島周辺 (右図赤枠の箇所周辺)



海洋エネルギー発電実証等研究開発（2018年度～2021年度）

本事業は、これまで実施してきた「海洋エネルギー技術研究開発(2011年度～2017年度)」にて、その実用性等が検証された技術を応用して実施するものであり、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であるため、助成事業(NEDO 負担率: 2/3)として実施する。

これまでの研究開発により、技術的には実海域で実証試験を行う段階に達しているが、長期間の運転実績は少ない。海洋エネルギー発電のコストを削減し、実用化していくためには、実海域における長期間の実証試験を通じて、耐久性、性能維持、環境影響等の観点から必要な技術を明確化し、技術開発に繋げる必要がある。なお、長期実証研究を実施するにあたり2018年度はフィージビリティ・スタディを行い、実現可能性及び事業性が高いと判断された技術について、実海域にデバイスを設置し、長期実証研究を実施する。

研究開発内容

1)実証研究フィージビリティ・スタディ(FS)

フィージビリティ・スタディでは想定海域における長期試験に伴う環境変化の調査、系統接続を行うための調査、長期実証試験の実施に必要な実証試験機の整備及び性能試験を実施する。また、フィージビリティ・スタディに伴う性能評価や環境影響評価等は、事業内で設置する委員会等を必要に応じ活用し検証を行う。

2)発電システム実証研究

長期実証試験では、実証試験機の発電特性、施工、設置方法、塩害・生物付着対策技術や環境影響等を検証するとともに、発電コスト算出に資するデータ等を収集し、該当技術を用いた発電システムを確立する。また、長期実証研究に伴う性能評価試験や環境影響評価の検討等については、事業内で設置する委員会等を必要に応じ活用することとする。

本事業は当初2018年度から2020年度の3年間で実施する予定であったが、2019年度に複数の台風の来襲により実海域への実証試験機の設置が遅延した。実証試験機の設置完了後、通信トラブル等の発生により、実証試験機を一度撤去し、原因解析・実証試験機の改修を実施した。

2020年度、新型コロナウイルス感染症拡大防止に伴う行動制限により、実海域への再設置が遅れが発生した。これらの情勢変化を踏まえ、2020年度に1年間の事業延長、計画見直し、試験方法の変更等を行い、4年間の実施とした。なお、試験方法については、当初の係留試験から①発電安定性試験、②黒潮ホバリング試験への変更を行い、実海域での試験を実施した。下図に実海域試験方法(図1 2.2.1)と研究開発スケジュール及び予算の推移(図2 2.2.1)を記す。

①発電安定性試験

実証試験機を、シンカーを介して作業台船と繋ぎ、所定の流速となるよう台船の速度を制御し、流速毎の発電特性・効率変動特性等を把握する試験。

②黒潮ホバリング試験

発電安定性試験と同様の手法を用いて、実証試験機を実際の黒潮海域に浮遊させ、黒潮の流れを用いて実証試験機の発電特性等を把握する試験。

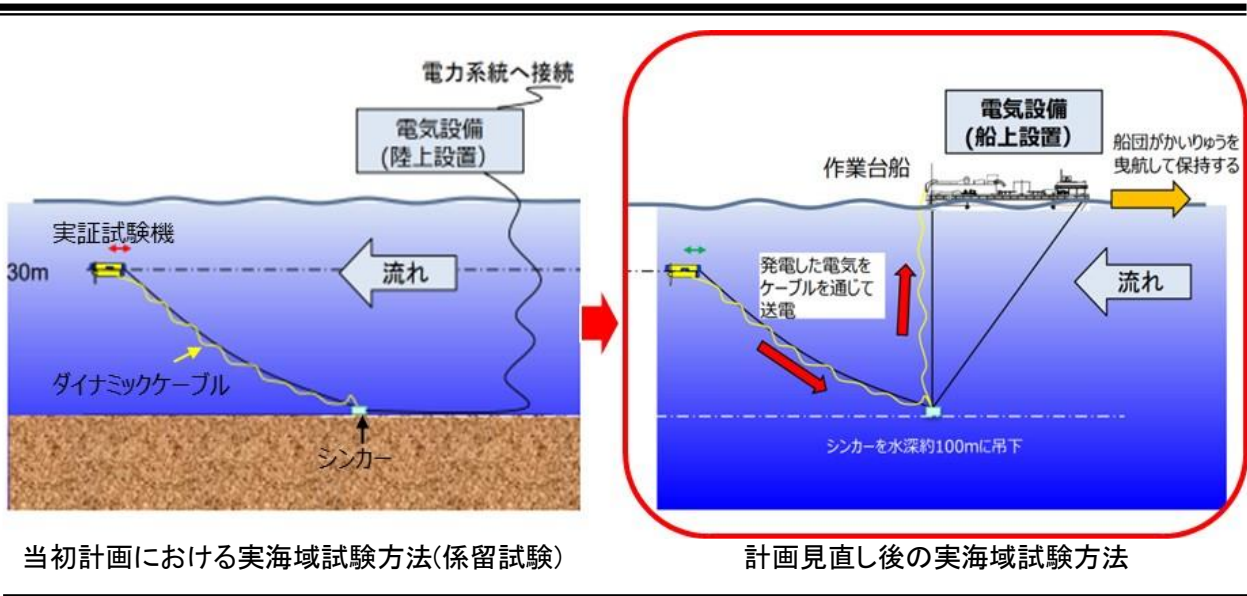


図 1 2.2.1 計画見直し前後の実海域試験方法

	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度
海洋エネルギー 発電実証等研 究開発	FS	ステージ ゲート	実証研究(当初) (係留試験、長期海況計測)	
			実証研究(変更後) (発電安定性確認試験、黒潮ホバリング試験、 ADCPによる長期海況計測)	
				最終目標
				FS : フィージビリティ・スタディ
	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度
予算推移(百万円)	329	1,232	59	714※

※2021年度は契約額を記載

図 2 2.2.1 研究開発スケジュール及び予算の推移

2.2 研究開発の実施体制

1. 実施体制

本事業は 2018 年度に公募を行い、1 件の採択を行った。2018 年度から 2021 年度までの実施体制を図 3 2.2.1 に示す。

事業内で設置する技術評価委員会の委員長として委嘱した亀本喬司氏は、「海洋エネルギー技術研究開発」にて 2013 年度よりプロジェクトリーダー(PL)を務められ、長年にわたり海洋エネルギー関係の研究に従事され、高度な専門知識と経験を有している。また、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、海洋エネルギーに関して非常に幅広い学識を持たれていることから、本事業内で設置する技術評価委員会の委員長として適任であると判断している。

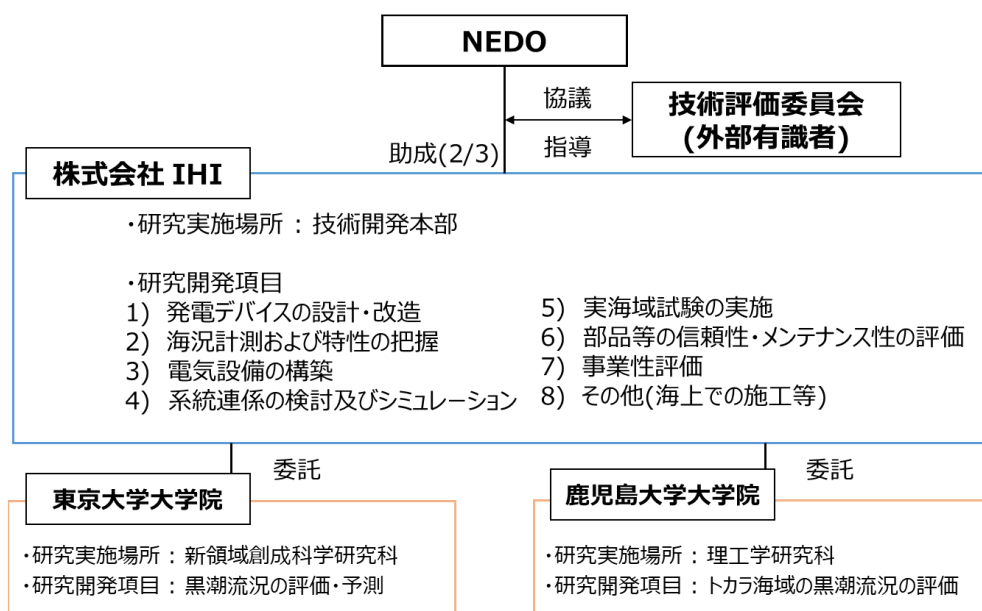


図 1 2.2.2.1 実施体制図

2. 主要な研究者

<助成先>

事業者名	氏名	役割
株式会社 IHI	長屋 茂樹	プロジェクト全体のとりまとめ
株式会社 IHI	越智 文俊	プロジェクトの管理

<委託先>

事業者名	氏名	位置づけと役割
国立大学法人 東京大学	高木 健	黒潮流況の評価・予測
国立大学法人 鹿児島大学	山城 徹	トカラ海域の黒潮流況の評価

2.3 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、外部環境変化等を適時に把握し、必要な対策を講じる者とする。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

プロジェクトマネージャー(以下、PM という)は、研究開発実施者と緊密に連携し、研究開発の進捗状況を把握する。また、外部有識者及び業界関係者等で構成する技術検討委員会を組織し、定期的に技術的評価を受け、目標達成の見通しを常に把握することに努める。

② 技術分野における動向の把握・分析

PM は、プロジェクトで取り組む技術分野について、内外の後術開発動向、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。

③ 研究開発テーマの評価

研究開発を効率的に推進するため、技術検討委員会等による評価を行い、PM は当該評価を活用して、適宜開発課題の見直し等の検討を行うものとする。

本事業は、2018 年度にフィージビリティ・スタディを実施し、外部有識者による「海洋エネルギー発電実証等研究開発事業 審査委員会」にてステージゲート審査を行っている。本委員会では、フィージビリティ・スタディの結果が実証試験に整合性をもって繋がる計画になっているか、実証試験に向けた検証項目に抜け漏れがないか等の審査を行うものである。この審査をクリアした後に、実海域での実証試験を行うものとした。以下に、「海洋エネルギー発電実証等研究開発事業 審査委員会」の開催実績と外部有識者の委員を記す。

海洋エネルギー発電実証等研究開発事業 審査委員会の開催実績

	開催日	場所	主な議題
第 1 回	2018 年 10 月 9 日	NEDO 分室 第一会議室	フィージビリティ・スタディの結果報告

外部有識者委員名簿

海洋エネルギー発電実証等研究開発事業 審査委員会

区分	氏名	所属
委員長	亀本 喬司	国立大学法人 横浜国立大学 名誉教授
委員	経塚 雄策	国立大学法人 長崎大学 教授
委員	坂口 順一	東芝三菱電機産業システム株式会社 技術顧問
委員	高野 裕文	一般財団法人 日本海事協会 常務執行役員
委員	谷口 信雄	国立大学法人 東京大学 先端科学技術研究センター 特任研究員

また、「海洋エネルギー発電実証等研究開発事業 技術評価委員会」を設置し、事業の進捗を把握するとともに有識者から技術的な指導を仰ぐ機会を設け、研究開発の運営管理を実施した。以下に、「海洋エネルギー発電実証等研究開発事業 技術評価委員会」の開催実績と外部有識者の委員を記す。

海洋エネルギー発電実証等研究開発事業 技術評価委員会の開催実績

	開催日	場所	主な議題
第1回	2018年7月24日	NEDO 本部 2304 会議室	フィージビリティ・スタディの方向性について議論
第2回	2018年9月7日	NEDO 本部 2301 会議室	フィージビリティ・スタディの全体計画と詳細内容について議論
第3回	2019年2月6日	(株) IHI 横浜事業所	実海域での初期運転に向けた検討の方向性について議論
第4回	2019年6月12日	(株) IHI 横浜事業所	実海域での初期運転開始に対する技術的指導を実施
第5回	2019年12月12日	(株) IHI 横浜事業所	実海域での初期運転の結果について議論を実施
第6回	2020年4月21日	Web ミーティング(WebEx)	電気系統に関する技術的指導を実施
第7回	2021年1月8日	Web ミーティング(Teams)	実証試験の計画について議論を実施
第8回	2021年6月14日	Web ミーティング(Teams)	実証試験の検証内容及び詳細計画に議論を実施
第9回	2022年2月15日	Web ミーティング(Teams)	実証試験の成果報告(1)のとりまとめを実施
	2022年2月16日	NEDO 本部 2303 会議室 Web ミーティング(Teams)	実証試験の成果報告(2)のとりまとめを実施

外部有識者委員名簿 海洋エネルギー発電実証等研究開発事業 技術評価委員会

区分	氏名	所属
委員長	亀本 喬司	国立大学法人 横浜国立大学 名誉教授
委員	加藤 政一	学校法人 東京電機大学 教授
委員	経塚 雄策	国立大学法人 長崎大学 教授
委員	坂口 順一	東芝三菱電機産業システム株式会社 技術顧問
委員	高野 裕文	一般財団法人 日本海事協会 常務執行役員
委員	谷口 信雄	国立大学法人 東京大学 先端科学技術研究センター 特任研究員

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、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、目標達成、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。

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、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義なら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。評価の時期は事後評価を 2022 年度とし、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。

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、本事業では各種委員会を設置している。「海洋エネルギー発電実証等研究開発事業 技術評価委員会」では、検証結果や今後の実施内容等について妥当性・実現性の評価を行い、委員会の技術的な助言のもと今後の研究開発促進や成果の最大化を図っている。実海域での実証試験に向けては「海洋エネルギー発電実証等研究開発事業 審査委員会」を設け、外部有識者によるフィージビリティ・スタディの結果及び計画の妥当性を審査する。

なお、本事業の実施によって得られた知的財産権等の研究成果は助成先に帰属し、実証により得られた成果、課題を整理し、広く将来の海流発電事業の事業化に伴う課題解決の方向性を提言としてまとめる。また、将来の日本の海流発電事業化に資するために、長期海況データ等の計測データや経済性の検討結果、解決すべき課題の提起等については論文等にて一般に公表する。

3. 情勢変化への対応

本事業は、今後5年間程度の取り組みを定めた「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」(2017年4月閣議決定)に基づいた海洋エネルギー利用技術の導入促進・普及拡大が求められる中、2018年度に公募を行い、「海洋エネルギー発電実証等研究開発」で1件の研究開発をスタートした。

実証試験は「海洋再生可能エネルギー利用促進に関する今後の取組方針」(平成24年5月総合海洋政策本部決定)に基づく、海洋再生可能エネルギー実証フィールドに選定された鹿児島県十島村 口之島・中之島周辺にて実施した。

「第3期海洋基本計画」(2018年5月閣議決定)においては、実用化の見通しが高い技術を見極めながら、引き続き経済性の改善、信頼性の向上等の技術開発、実証試験、環境整備に取り組むこと等とされ、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応した。

2018年10月のステージゲート審査を通過後、実海域での実証試験準備を行い、2019年8月に実証試験機を実海域に設置する計画が複数の台風の来襲により遅延した。その後、実証試験機を設置したものの、通信トラブルが発生し、原因解明及び実証試験機の改修のため一度撤去を行った。

2020年度に再度実海域への設置を検討するも、新型コロナウイルス感染症拡大に伴う行動制限により、設置が困難になったことを受け、1年間の事業延長、計画変更、実証試験方法の見直し等を行った(表1.3)。

表 1.3 動向・情勢変化の把握と対応

情勢	対応
<ul style="list-style-type: none"> ・FS(フーズビリティ・スタディ)実施後、ステージゲート審査を実施。その後、2019年5月から、実海域への実証試験機の設置準備を開始。2019年は例年以上に台風が来襲したことより設置工事が3ヵ月程度遅延したものの、2019年11月までに全ての関連機器の設置を完了。 ・設置後、実証試験機の通信デバイスにトラブルが生じたため、一旦陸揚げし、原因の探索を行うとともに、改修作業を実施。 ・改修作業後、速やかに再設置を試みたが、同時期から発令された新型コロナウイルス感染症拡大防止に伴う行動制限により、再設置の見通しが立たなくなってしまうことから、実施計画の見直しが必要となった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・想定外の情勢の変化に早急に、かつ、効果的に対応するため、「当初予定していた実施計画の最終目標は変更しない」ことを念頭に、実施計画の詳細な再検討を実施。 ・関係省庁と「政策的位置づけ」や「技術戦略上の位置づけ」等との関連について協議するとともに、本事業体制内に設置した有識者によって構成された技術評価委員会において研究開発内容等について議論を行った結果を総合的に判断し、地元地域を含む実海域の状況を踏まえた上で、『1年間の事業期間の延長』、『実海域における実証試験項目の絞り込み・変更』及び『これらに伴う予算の見直し』等を行うこととした。

Ⅲ. 研究開発成果について.

1. 事業全体の成果

本事業を円滑に推進し、成果を最大のものにするために、NEDO では「海洋エネルギー技術研究開発」(2011～2017 年度)等の研究開発を先行実施し、その成果を基本計画に反映している。また、本事業では、ステージゲートを設け、「海洋エネルギー発電実証等研究開発事業 審査委員会」にて外部有識者による評価を実施し、平均点、総合点ともに基準を超えたうえで、実海域での実証試験を開始することとしている。さらに技術評価委員会を適宜開催し、有識者から技術的な指導を仰ぐ機会を設け、最終目標の達成に向けた研究開発の運営管理を行っている。

本事業で実施した実証試験で得られた成果と最終目標に対する達成度を下記(表 1. 3.1)に記す。

表 1. 3.1 研究開発の目標と達成状況

最終目標	成果	達成度	今後の課題と解決に向けた方針
長期実証試験を実海域で実施し、その結果に基づき、離島用電源として十分な経済性(発電コスト40円/kWh)、施工・メンテナンス性・耐久性(20年以上の見通し)を備え、実用レベルに達していることを示す。	<ul style="list-style-type: none"> ・実証試験を実海域で実施し、長期海況データ及び実証試験機のパワーカーブを取得した。 ・実証試験機の施工・メンテナンス性・耐久性の検証を行い、経済的に有効な工法とコストの把握、設計通りの耐久性を有することを確認した。 ・これらの結果を基に、発電コストを試算し、40円/kWhを達成するために必要な課題及び課題解決の方針を取りまとめた。 	△	<p>【今後の課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基本設計に必要となる海況の予測精度向上と実データの充実 ・更なる発電コストの低減 <p>【解決方針】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高精度海流数値予測手法の妥当性検討及びその構築に向けた海況の実データの取得と蓄積 ・高機能係留システムなどの開発・導入による資本費の低減 ・DP 船や ROV など、高機能な作業船や機器の開発・導入による O&M 費の低減

◎大幅達成、○達成、△一部達成、×未達

実証試験の検証項目及び得られた成果の詳細ならびに、今後の課題と解決に向けた方針についてはそれぞれ下記(表 2 3.1、表 3 3.1)に記す。

表 2 3.1 実証試験の検証項目と成果(詳細)

実証試験の検証項目		成果(詳細)
①	本システムを構成する構造・機能部品の長期信頼性	<ul style="list-style-type: none"> ・浮体の浮遊特性、内蔵機器の動作特性、試験後各部の状態確認などの結果から、実証試験機が設計時に想定した強度を有していることを確認した。 ・量産機の建造に対する設計手法を確立した。
②	事業性評価で重要なファクターとなる設備利用率	<ul style="list-style-type: none"> ・1年間の黒潮流況データ及び実証試験機のパワーカーブを取得した。 ・内部消費電力を大幅に低減する運転方法や発電変動量を低減する制御方法の知見を新たに得たうえで、年間の設備利用率をシミュレーションにて算出した。
③	設置及び運用・メンテナンス(O&M)の経済性	<ul style="list-style-type: none"> ・実証試験機の設置、切り離し、撤去工事を通じて、工法の比較評価及びコスト評価を行い、経済的に有効となる工法とコスト構造を把握した。 ・実証中に発生した台風などの経験を踏まえた陸上設備の運用等について整理した。
④	離島の島内電力系統へ接続した際の特性	<ul style="list-style-type: none"> ・本システムによる発電電力品質と、これを島内系統に接続する際の電力供給特性を確認し、シミュレーションの結果から設計目標を満たせる目処を得た。
⑤	事業性評価	<ul style="list-style-type: none"> ・①～④の結果に基づき、設備利用率、施工、メンテナンス性、社会受容等を評価し、離島における発電コストの試算と今後の課題を取りまとめた。

表 3. 3.1 実証試験の検証項目と成果(詳細)

課題	解決に向けた方針
基本設計に必要となる海況の予測精度向上と実データの充実	<ul style="list-style-type: none"> ・事業成立性見通しの確度をさらに高めるためには、必要な分解能(0.1～0.2km メッシュ)で、短期・中期・長期の海況を高精度で予測し、デバイスの基本仕様に反映することが求められる。 その実現に向けては、様々な実海域の海流特性データの蓄積と高精度な海流数値予測手法の構築が必要である。
更なる発電コストの低減	<ul style="list-style-type: none"> ・海流発電の総費用のうち、資本費が占める割合が高いことから「一括施工が可能な高機能係留システムなどの開発・導入」による設置工事等の簡略化が必要である。 ・O&M 費についても低減が求められ、DP 船や ROV など、「高機能な作業船や機器の開発・導入・運用」による作業効率・安全性の向上が必要である。

IV. 成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通しについて

1. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて

本事業は「海洋エネルギー発電実証等研究開発」について研究開発を行っており、以下に実用化・事業化の定義と本事業における実用化・事業化の考え方を記す。

●実用化・事業化の定義

「実用化」とは、本事業で開発された発電デバイス等の社会的利用(顧客への提供等)が開始されること。また、量産化技術が確立されることを言う。
「事業化」とは、本事業で開発された発電デバイス等の製品販売や利用により、企業活動(売り上げ等)に貢献することを言う。

●本事業における実用化・事業化の考え方

「実用化」とは、該当研究開発で得られた知見等を活用し、独立系統離島への電力供給を開始することであり、「事業化」とは数十機の発電デバイスを実海域に設置し、発電事業として売り上げに貢献することをいう。

本事業において実施した海流発電を含む海洋エネルギー発電は沿岸、沖合で発電するという特性上、本土の電源として利用する場合と、離島の電源として利用する場合において、異なる価値を持つと考えられる。特に独立離島においては、系統容量が小さく、本土系統と比較し需給の調整が厳しく、変動電源の導入は制約が大きい。また、国内独立離島の多くは、独特の自然環境を有することから、国立公園、国定公園などに指定されており、太陽光パネルや風車の設置が難しい場所も多く、本土と比較して再生可能エネルギーの導入が難しい一因となっている(表 1 4.1)。

このような独立離島においては、陸上ではなく沿岸部や海中に設置され、太陽光や風力に対して比較的変動が少ない海洋エネルギーが、独自性、優位性を持つ可能性があり、短期的視点からの市場としては、国内独立離島が有望であると考えられる。

表 1 4.1 本土の大規模電力系統と独立離島系統の比較

場所	電力系統の特徴	他の再エネ電源との比較
本土の大規模電力系統	・太陽光や風力発電の低コスト化が進展	・発電コストの低い他の再エネ電源との価格競争となる
独立系統の離島	・系統容量が小さいため、需給変動の調整がより厳しい ・起伏の多い地形や環境保護観点から、土地の制約が厳しい ・内燃力発電が主な電源であり、船舶による燃料運搬コスト等により、発電コストが高い	・海流等は太陽光や風力に対して、比較的変動が少ない ・海上・海中への設置のため、陸上の土地制約を受けにくい

このような背景のもと、本事業では離島用電源として十分な経済性(発電コスト 40 円/kWh)、施工、メンテナンス性、耐久性(20 年以上の見通し)を備え、実用レベルに達していることを示すことを最終目標とし、海洋エネルギー技術の実用化実現を目指している。

長期的視点からの市場としては、国内大規模系統への導入や海外有望市場への展開が考えられ、国内大規模系統への導入に向けては、大型ファーム化に向けた MW クラス×数十機規模の基本設計等を通じた成立性評価や発電実証が必要となる。海外有望市場への展開に向けては、海流発電の場合、日本のように海流に恵まれている国は決して多くないものの、潮流発電や波力発電と異なり、海外の競合がなく、技術的にも先行していることから、台湾や東南アジア諸国への展開の可能性が期待できる。

本事業終了後の取り組みについては、実用化・事業化に向けた戦略(図 1 4.1)に基づき、実用化については、前述の通り、国内独立離島への最大限の導入を目指すこととし、事業化については、MW クラス×数十機規模の大規模ファームの実現を目指している。

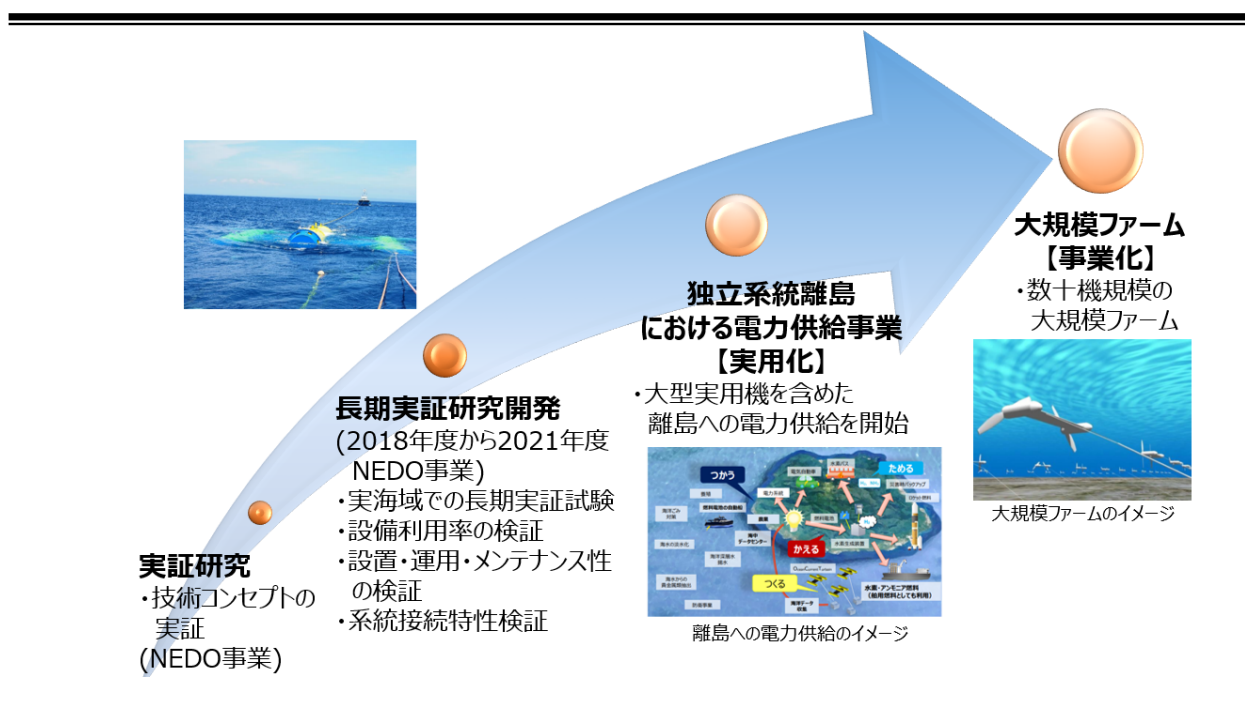
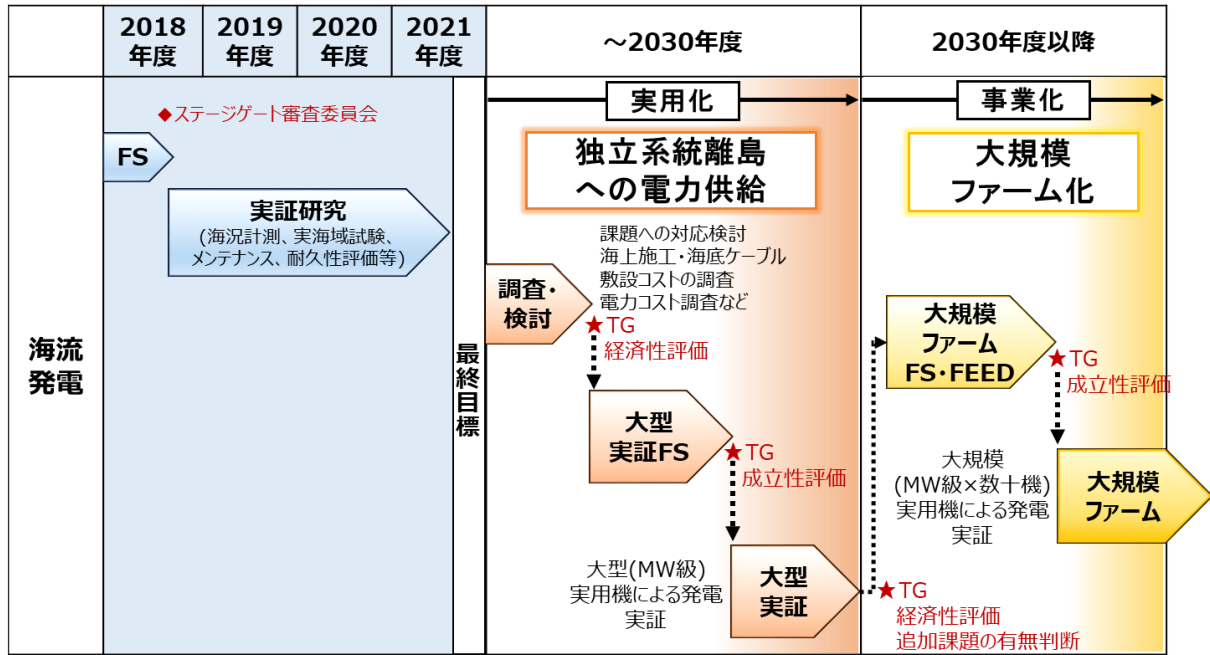


図 1 4.1 実用化・事業化に向けた戦略

その具体的な取り組み(図 2 4.1)について、実用化に向けては自治体、学術機関等を巻き込んだ形で、離島での再生可能エネルギー活用プランを模索しつつ、本事業で得られた成果や知見を活かし、課題解決に向けた調査・検討を実施していく。事業化に向けては、大規模ファームの FS・基本設計等を通じ、情勢を見極めつつ段階的に進めていく計画である。



TG : Tollgate

図 2.4.1 事業化・実用化に向けた具体的な取り組み

添付資料 1
プロジェクト基本計画

「海洋エネルギー発電実証等研究開発事業」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

海洋基本法に基づく「第2次海洋基本計画」(2013年4月閣議決定)では、「海洋に関する施策に関し、政府が総合的かつ計画的に講ずべき施策」の中で、海洋再生可能エネルギーの利用促進として具体的に、海洋エネルギー(波力、潮流、海流、海洋温度差等)を活用した発電技術として、40円/kWhの達成を目標とする実機を開発するとともに、更なる発電コストの低減を目指すため、革新的な技術シーズの育成、発電システムの開発、実証研究等、多角的に技術研究開発を実施するとされている。

また、2014年4月11日に公表された「第4次エネルギー基本計画」では、「取り組むべき技術課題」の中で、海洋エネルギー等の再生可能エネルギーについては低コスト化・高効率化や多様な用途の開拓に資する研究開発等を重点的に推進するとともに、再生可能エネルギー発電の既存系統への接続量増加のための系統運用技術の高度化や送配電機器の技術実証を行うとされている。

加えて、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」の「11. 低コスト化技術、先端技術の研究開発」の中で、海洋エネルギーの実用化に向けて、発電コスト低減や周辺環境への影響低減等に係る技術開発について、関係府省庁や諸外国において進められている技術開発の現状・実現可能性等の調査を行い、関係府省庁と連携して、今後重点的に取り組むべき海洋エネルギー発電技術の有望分野の特定と課題整理のとりまとめを行った旨及び、2017年度以降、特定した有望分野における課題解決に向けて、技術開発の推進を図るとされている。

2018年5月に公表された「第3次海洋基本計画」では、波力・潮流・海流等の海洋エネルギーを対象として「これまでの研究開発の成果を踏まえて、実用化の見通しが高い技術を見極めながら、引き続き、経済性の改善、信頼性の向上等の技術開発、実証試験及び環境整備に取り組む」、「電力供給コストが高い離島において、長期連続運転に係る性能や信頼性、コストデータ等の検証等を行うための実証研究に取り組みつつ、離島振興策との連携を図る。」とされている。

さらに、2018年7月に公表された「第5次エネルギー基本計画」では、「第3節技術開発の推進」「2. 取り組むべき技術課題」の中で、「太陽光発電、風力発電、地熱発電、バイオマスエネルギー、波力・潮力等の海洋エネルギー等の低コスト化・高効率化や多様な用途の開拓に資する研究開発等を重点的に推進する」とされている。

② 我が国の状況

我が国においては、1980年前後から海洋エネルギーの開発・実証が行われていたが、2000年以降研究開発は縮小していた。近年、内閣府総合海洋政策推進事務局によって実証試験のための海域を提供する「実証フィールド」の公募が行われ、6県8海域(2017年11月時点)が選定されたことに加え、経産省・NEDO、エネルギー起源CO₂の削減を更に進めるための事業の一環

として環境省、東北地域の復興事業の一環として文科省等により複数の実証試験が行われるなど、海洋エネルギーの実用化に期待が高まっている。

③ 世界の取組状況

海洋エネルギー発電のなかでも、ポテンシャルの高い波力、潮流を中心に欧米で開発が進められている。特に周辺海域の波力や潮流のエネルギー密度が高いイギリスでは1990年半ばから活発化し、多くの波力・潮流発電装置の開発が進められてきた。

現在では、欧米を中心に大手発電機メーカーや発電事業者が技術開発に参入しており、一部の装置は水槽試験による設計検証から実海域でのプロトタイプ機試験、フルスケール機試験へと段階的に技術開発を行っており、実用化に近い実海域大規模プロトタイプ機試験からフルスケール機を複数配列したアレイプロジェクトの段階へと進行しつつある。

④ 本事業のねらい

本事業では、海洋エネルギー産業の新規創出及びエネルギーセキュリティの向上に資することを目的に、海洋エネルギー発電技術の実用化実現を目指し、実海域における長期実証研究を実施する。実海域の長期実証研究においては、各海洋エネルギー電源の特徴を踏まえ、導入用途等を明確にした上で、様々な季節・気象条件下での発電性能や信頼性の向上及び生物付着・環境影響並びに運用に関する課題等の検証を行い、2030年以降、海洋エネルギー発電技術の実用化への迅速な移行を目指す。

(2) 研究開発の目標

① アウトプット目標

【最終目標】(2021年度)

長期実証試験を実海域で実施し、その結果に基づき、離島用電源として十分な経済性(発電コスト40円/kWh)、施工・メンテナンス性・耐久性(20年以上の見通し)を備え、実用レベルに達していることを示す。なお、研究開発項目の目標は、別紙の研究開発計画に示すとおりとする。

② アウトカム目標

本事業の成果として、海洋エネルギー発電技術の実用化を実現するとともに、2030年以降に、国内独立系統離島で海流発電等のポテンシャルが有る離島の電源構成に海流発電等を組み込んだ場合、設備導入として約1,300億円の市場創出が見込める。

③ アウトカム目標達成に向けての取組

2011年から2017年までに実施した海洋エネルギー技術研究開発事業では、海洋エネルギー(波力、海流、潮流、海洋温度差)を活用したスケールモデルの実証機を製作、実海域での実証試験を実施し、発電コスト40円/kWhに資するデータを得ると共に、2020年以降事業化時に発電コスト20円/kWhに資するコンポーネント等の要素技術開発に取り組み、実海域での曳行試験を実施する等、2020年以降事業化時の発電コスト20円/kWhに資するデータを取得する等、優れた成果が得られた。本事業では上記の実証試験等で得られた成果を踏まえ、2030年度以降の海洋エネルギー発電の実用化に向けて、国内にお

ける独立系統離島へ最大限導入することを目指し、離島の電力供給を担っている送配電事業者等を実施体制に組み込み、海流発電等について実海域長期実証を実施し、発電性能や信頼性の向上及び生物付着や環境影響等を検証することで、離島電源としての実用性等を見極めるものである。また、海洋エネルギー発電の実用化に向けては、地方自治体や地元漁協との協調も重要であり、本実証を通じて地域協調型のモデルケースを構築する。加えて、2040年以降、本土系統による大規模ファームの実現により更なる市場が見込める。

なお、当該長期実証試験において、安定かつ安全な長期連続試験を実現するための技術開発を行い、その結果を国際規格にフィードバックすることで、国際規格に適合する海洋エネルギー発電デバイスの確立をめざし、商用規模の発電デバイスの基本設計に利用できるデータを取得することで、2030年度以降の海洋エネルギー発電の実用化をより確かなものにする。

(3) 研究開発の内容

本事業では2030年度以降の海洋エネルギー発電の実用化に向けて、海流発電等を対象とし、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。

[助成事業(NEDO負担率:2/3)]

・研究開発項目①「海洋エネルギー発電長期実証研究」(2018年度～2021年度)

本研究開発は、これまで実施してきた「海洋エネルギー技術研究開発」にてその実用性等が検証された技術を応用して実施するものであり、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であるため、助成事業(NEDO負担率:2/3)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

プロジェクトマネージャー(以下「PM」という。)にNEDO 新エネルギー部 伊藤 正治 統括調査員を任命して、プロジェクトの進行全体を企画・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。

本研究開発は、NEDOが、単独ないし複数の原則本邦の企業、大学等の研究機関(原則、国内に研究開発拠点を有していること。ただし、国外企業の特別な研究開発能力、研究施設等の活用あるいは国際標準獲得の観点からの国外企業との連携が必要な場合はこの限りではない)から公募によって研究開発実施者を選定し実施する。

(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

PMは、研究開発実施者と緊密に連携し、研究開発の進捗状況を把握する。また、外部有識者及び業界関係者等で構成する技術検討委員会を組織し、定期的に技術的評価を受け、目標達成の見通しを常に把握することに努める。

② 技術分野における動向の把握・分析

PMI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。

③ 研究開発テーマの評価

研究開発を効率的に推進するため、技術検討委員会等による評価を行い、PMIは当該評価を活用して、適宜開発課題の見直し等の検討を行うものとする。

3. 研究開発の実施期間

本研究開発の期間は2018年度から2021年度までの4年間とする。

4. 評価に関する事項

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。評価の時期は事後評価を2022年度とし、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) 「プロジェクト基本計画」の見直し

PMIは、当該研究開発の進捗状況及びその評価結果、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、研究開発費の確保状況等、プロジェクト内外の情勢変化を総合的に勘案し、必要に応じて目標達成に向けた改善策を検討し、達成目標、実施期間、実施体制等、プロジェクト基本計画を見直す等の対応を行う。

(2) 根拠法

本プロジェクトは、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第3号に基づき実施する。

6. 改訂履歴

(1) 2018年2月、制定

(2) 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政策的な重要性の一部内容修正、④本事業のねらい、(別紙1)研究開発計画 1. 研究開発の必要性の一部用語の修正

(3) 2019年7月、プロジェクトマネージャーの変更、和暦を西暦へ修正。

(4) 2020年2月、プロジェクトマネージャーの変更。

(5) 2020年7月、プロジェクトの実施期間の変更、文言の修正。(別紙1)研究開発計画

研究開発項目① 海洋エネルギー発電長期実証研究

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。

1. 研究開発の必要性

海洋エネルギー発電は、世界的に需要が見込める分野である。これまでの研究開発により、技術的には実海域で実証試験を行う段階に達しているが、長期間の運転実績は少ない。海洋エネルギー発電を、風力発電や既存の基幹電力レベルまでコストを削減し、実用化して行くためには、実海域における長期間の実証試験を通じて、耐久性、性能維持、環境影響等の観点から必要な技術を明確化し、技術開発につなげることが必要である。

2. 研究開発の具体的内容

(1) 実証研究フィージビリティ・スタディ

海流発電等の海洋エネルギー発電に係る長期実証研究を実施するに当たり、フィージビリティ・スタディ(FS)を行う。FSでは想定海域における長期試験に伴う環境変化の調査、系統接続を行うための調査、長期実証試験の実施に必要な実証機の整備及び性能試験を実施する。

また、FSに伴う性能評価や環境影響評価等は、事業内で設置する委員会等を必要に応じ活用し検証を行うこととする。

(2) 発電システム実証研究

「(1)実証研究フィージビリティ・スタディ」において実現可能性及び事業性が高いと判断された技術について、実海域にデバイスを設置し、長期実証研究を実施する。長期実証研究では、デバイスの発電特性、施工・設置方法、塩害・生物付着対策技術、遠隔監視システム等の性能や環境影響等を検証すると共に、発電コスト算出に資するデータ等を収集し、当該技術を用いた発電システムを確立する。

また、長期実証研究に伴う性能評価試験や環境影響評価の検討等については、事業内で設置する委員会等を必要に応じ活用し検証を行うこととする。

3. 達成目標

【最終目標】(2021年)

長期実証試験を実海域で実施し、その結果に基づき、離島用電源として十分な経済性(発電コスト40円/kWh)、施工・メンテナンス性・耐久性(20年以上の見通し)を備え、実用レベルに達していることを示す。

(別紙2)研究開発スケジュール

事後評価



	2018 年度	2019 年度	2020 年度	2021 年度	2022 年度
海洋エネルギー発電長期 実証研究	FS				
		実証			

添付資料 2
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	名称
1	(株)IHI	2018-220428	国内	2018/11/26	出願	水流発電装置及び水流発電装置の補修方法
2	(株)IHI	2018-214488	国内	2018/11/15	出願	海中浮遊式海流発電装置及び海中浮遊式海流発電システム
3	(株)IHI	2019-012844	国内	2019/1/29	出願	浮遊システム
4	(株)IHI	2019-025549	国内	2019/2/15	出願	水流発電装置
5	(株)IHI	2019-025555	国内	2019/2/15	出願	報知システム及び報知方法
6	(株)IHI	2019-002917	国内	2019/1/10	出願	浮遊式水流発電装置の姿勢調整機構
7	(株)IHI	2019-045746	国内	2019/3/13	出願	水中浮遊式発電装置
8	(株)IHI	2019-043513	国内	2019/3/11	出願	係留機構及び水流発電システム
9	(株)IHI	2019-027329	国内	2019/2/19	出願	浮遊式水流発電装置
10	(株)IHI	2019-212421	国内	2019/11/25	出願	海底ケーブル敷設工法
11	(株)IHI	2020-001426	国内	2020/1/8	出願	水中浮遊式浮体に関する急浮上防止技術
12	(株)IHI	2019-225647	国内	2019/12/13	出願	大変形吸収用回転シール機構
13	(株)IHI	2020-215301	国内	2020/12/24	出願	パワーカーブ性能取得機能
14	(株)IHI	2020-103941	国内	2020/6/16	出願	流速センサの干渉を避けるためセンサ取得タイミングをずらして取得する方法
15	(株)IHI	2020-156328	国内	2020/9/17	出願	双発プロペラの片プロペラ動作不良時における機体姿勢制御および位置保持方法
16	(株)IHI	2020-084452	国内	2020/5/13	出願	吊り調整治具
17	(株)IHI	2021-004275	国内	2021/1/14	出願	水中機器バラスタンク内への空気供給システムおよびその手法

(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	長屋茂樹	株式会社 IHI 技術開発本部	Development of Floating Type Ocean Current Power Generation from Kuroshio	Marine Renewables Asia Summit2018 (ジャカルタ)	無	2018/8/20
2	長屋茂樹	株式会社 IHI 技術開発本部	水中浮遊式海流発電システムの開発 ～黒潮を利用した新しい再生可能エネルギー技術	月刊ビジネスアイ エネコ	無	2018/9/10
3	百々 泰	株式会社 IHI 技術開発本部	Development and design of a floating type ocean current turbine system	PRADS2019 Abstract	無	2018/10/3
4	長屋茂樹	株式会社 IHI 技術開発本部	海流発電システムの開発	溶接学会誌	無	2018/10/4
5	長屋茂樹	株式会社 IHI 技術開発本部	水中浮遊式海流発電システムの開発と実海域実証試験	オーム社	無	2018/10/30
6	長屋茂樹	株式会社 IHI 技術開発本部	水中浮遊式海流発電システムの開発と実海域実証試験	日本船舶海洋工学会誌	無	2018/11/9
7	長屋茂樹	株式会社 IHI 技術開発本部	水中浮遊式海流発電システムの開発と実海域実証試験 ～黒潮を利用した新しい再生可能エネルギー技術	日本マリンエンジニアリング学会誌	無	2018/12/17

8	長屋茂樹	株式会社 IHI 技術開発本部	IHI demonstrated the world's largest ocean current turbine for the first time in the world.	IHI Engineering Review	無	2019/5/16
9	百々泰	株式会社 IHI 技術開発本部	Development and Design of a Floating Type Ocean Current Turbine System	PRADS2019	有	2019/7/24
10	長屋茂樹	株式会社 IHI 技術開発本部	水中浮遊式海流発電システムの開発と実海域実証試験	ターボ機械協会誌	無	2019/9/5
11	長屋茂樹	株式会社 IHI 技術開発本部	水中浮遊式海流発電システムの実海域実証試験	メカトップ関東	無	2019/10/23
12	清水真之	株式会社 IHI 技術開発本部	Comparison of Ocean Current Flow Simulations to ADCP Measurements near Kuchinoshima	JMST 東大	有	2020/3/5
13	長屋茂樹	株式会社 IHI 技術開発本部	世界初の水中浮遊式海流発電システムの開発	自動車技術会中部支部	無	2020/7/22
14	長屋茂樹	株式会社 IHI 技術開発本部	水中浮遊式海流発電システムの実海域実証試験	マリンエンジニアリング学会誌	無	2020/12/21

【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	長屋茂樹	株式会社 IHI 技術 開発本部 機械技術 開発部	世界初の水中浮遊式海流発電 の実用化に向けた取り組み	NEDO TSCForesight セミナー	2018/7
2	伊東 章 雄	株式会社 IHI 社会 基盤海洋 事業領域	海流発電プロジェクト等の取り 組みと今後について	海洋産業研究会 講演	2018/7
3	山本 正 人	株式会社 IHI 社会 基盤海洋 事業領域	AUV 関連技術	SUBSEA TECH JAPAN2018	2018/9
4	長屋茂樹	株式会社 IHI 技術 開発本部 機械技術 開発部	水中浮遊式海流発電「かいりゅ う」の開発と実証試験 ～NEDO 海洋エネルギー技術研究開発 での IHI の取り組み	エンジ協会エネルギー部会(非公開)	2018/9
5	長屋茂樹	株式会社 IHI 技術 開発本部 機械技術 開発部	IHI における海洋産業に関する 取り組みについて	SUBSEA TECH JAPAN2018	2018/9
6	百々泰	株式会社 IHI 技術 開発本部 機械技術 開発部	NEDO 海流発電システムの開発 と実証試験について	日本船舶海洋工学会東部支部 WS	2018/1
7	長屋茂樹	株式会社 IHI 技術 開発本部 機械技術 開発部	水中浮遊式海流発電システム の開発と実海域実証試験	うみこん2019	2019/2

8	長屋茂樹	株式会社 IHI 技術 開発本部 機械技術 開発部	水中浮遊式海流発電システム の実海域実証試験について	日本船舶海洋工学会 2019 年度春季講 演会	2019/6
9	石川 温 士	株式会社 IHI 技術 開発本部 熱流体技 術部	第 56 回伝熱シンポジウム 産 学合同交流会資料 熱流体・エ ネルギー技術に関する IHI の取 り組みのご紹介	日本電熱学会 第 56 回伝熱シンポ	2019/5
10	長屋茂樹	株式会社 IHI 技術 開発本部 機械技術 開発部	海流発電実証試験の取組みに ついて	第 14 回再生可能エネルギー世界展示 会 JCRE フォーラム「海洋エネルギー」	2019/7
11	河合理文	株式会社 IHI 技術 開発本部 基盤技術 センター	Development of Floating Type Ocean Current Turbine for Kuroshio Current	ASME-JSME Conference	2019/7
12	長屋茂樹	株式会社 IHI 技術 開発本部	水中浮遊式海流発電システム 発電事業に係る実証試験	2018 年度 NEDO 成果報告会	2019/10
13	村田 祥	株式会社 IHI 技術 開発本部	海流発電用 FRP タービンの開 発および実証試験	強化プラスチック協会 CON-EX2019	2019/10
14	村田 祥	株式会社 IHI 技術 開発本部	海流発電用 FRP タービンの開 発	溶接学会 溶接構造シンポ	2019/12
15	長屋茂樹	株式会社 IHI 技術 開発本部	100kw Class Ocean Current Power Generation, Development of Floating Type Ocean Current Power Generation from Kuroshio	NAOE2019	2019/12
16	足利泰宜	株式会社 IHI 技術 開発本部	IHI の会社紹介とマリンエンジニ アリング関係の取組	群馬大学講義(技企推足利 SM)	2020/7

17	長屋茂樹	株式会社 IHI 技術 開発本部	水中浮遊式海流発電システム 発電事業に係る実証試験	2019 年度 NEDO 成果報告会	2021/3
18	長屋茂樹	株式会社 IHI 技術 開発本部	水中浮遊式海流発電システム 発電事業に係る実証試験	2020 年度 NEDO 成果報告会	2021/10
19	長屋茂樹	株式会社 IHI 技術 開発本部	水中浮遊式海流発電システム 発電事業に係る実証試験	海洋政策本部参与会議(非公開)	2021/12

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。

「海洋エネルギー発電実証等研究開発」(事後評価) (2018年度～2021年度 4年間)

プロジェクトの概要 (公開)

2022年7月14日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

新エネルギー部 風力・海洋グループ
(所属は事業終了時)

佐々木 淳

発表内容

公開

1. 事業の位置づけ・必要性

- (1) 事業の目的の妥当性
- (2) NEDOの事業としての妥当性

2. 研究開発マネジメント

- (1) 研究開発目標の妥当性
- (2) 研究開発計画の妥当性
- (3) 研究開発の実施体制の妥当性
- (4) 研究開発の進捗管理の妥当性
- (5) 知的財産等に関する戦略の妥当性

詳細は非公開資料にて説明

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
- (2) 成果の普及
- (3) 知的財産権の確保に向けた取り組み

4. 成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通し

- (1) 成果の実用化・事業化に向けた戦略
- (2) 成果の実用化・事業化に向けた具体的取り組み
- (3) 成果の実用化・事業化の見通し

◆事業実施の背景と事業の目的

●社会的背景

四方を海に囲まれた日本は海洋エネルギーポテンシャルが高く、海洋エネルギー利用技術等の導入促進・普及拡大が期待されている。一方、海洋エネルギーを利用した発電技術については、先進的な取り組みが行われている欧米においても未だ実証段階であり、早期の実用化実現に向けては、これまでの研究開発の成果を踏まえて、実用化の見通しが高い技術を見極めつつ、経済性の改善、信頼性向上等の技術開発を促進することが求められている。

離島が多く存在する日本において、海洋エネルギーを使用した発電技術を実用化することは、エネルギー自給率の向上・海洋エネルギー産業の新規創出に繋がり、地域経済の活性化に貢献できる。

●事業の目的

本事業では、海洋エネルギー産業の新規創出及びエネルギーセキュリティの向上に資することを目的として、実海域での長期実証研究において、様々な季節・気象条件下での発電性能や信頼性の向上及び生物付着・環境影響並びに運用に関する課題等の検証を行い、2030年以降、海洋エネルギー発電技術の実用化への迅速な移行を目指す。

◆政策的位置づけ

●第2期 海洋基本計画(2013年4月閣議決定)

「海洋に関する施策に関し、政府が総合的かつ計画的に講ずべき施策」の中で、海洋再生可能エネルギーの利用促進として具体的に、海洋エネルギー（波力、潮流、海流、海洋温度差等）を活用した発電技術として、40円/kWhの達成を目標とする実機を開発するとともに、更なる発電コストの低減を目指すため、革新的な技術シーズの育成、発電システムの開発、実証研究等、多角的に技術研究開発を実施する、とされている。

●第3期 海洋基本計画(2018年5月閣議決定)

波力・潮流・海流等の海洋エネルギーを対象として「これまでの研究開発の成果を踏まえて、実用化の見通しが高い技術を見極めながら、引き続き、経済性の改善、信頼性の向上等の技術開発、実証試験及び環境整備に取り組む、」「電力供給コストが高い離島において、長期連続運転に係る性能や信頼性、コストデータ等の検証等を行うための実証研究に取り組みつつ、離島振興策との連携を図る」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)

「第3節技術開発の推進 2.取り組むべき課題」の中で、「太陽光発電、風力発電、地熱発電、バイオマスエネルギー、波力・潮流等の海洋エネルギー等の低コスト・高効率化や多様な用途の開発に資する研究開発等を重点的に推進する」とされている。

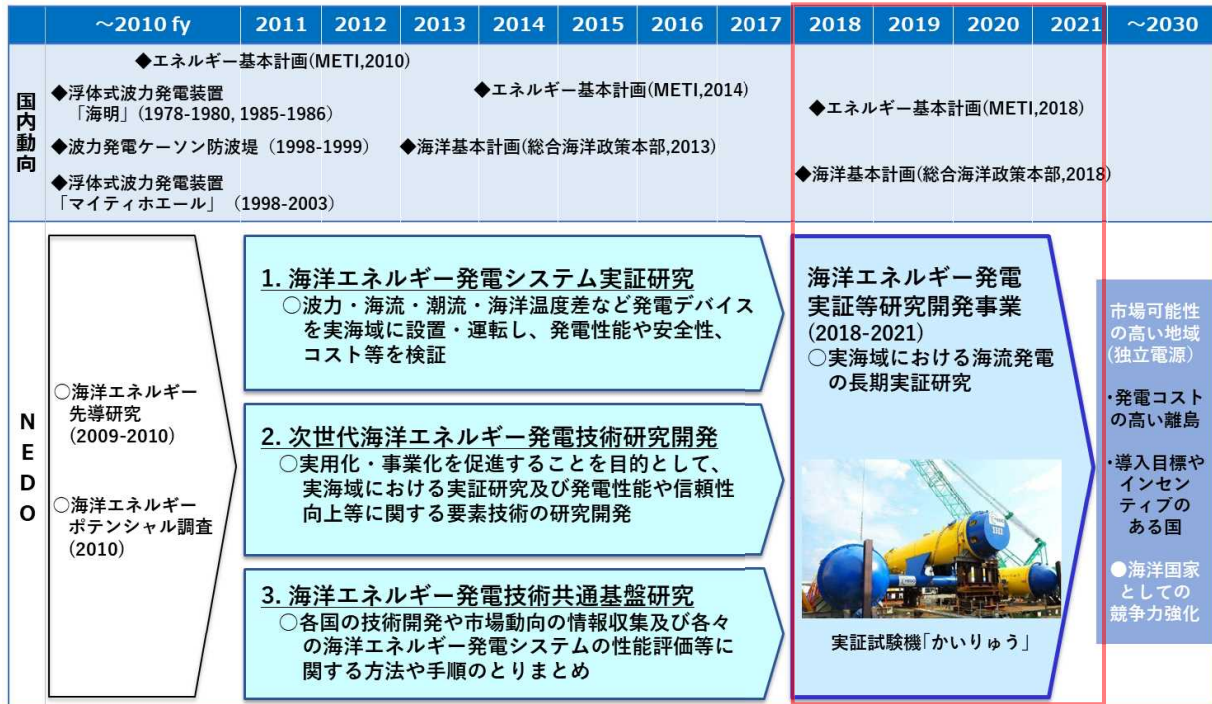
●再生可能エネルギー導入拡大に向けた関係府省庁連携アクションプラン
(2017年4月決定)

「低コスト化技術、先端技術の研究開発」のうち、海洋エネルギー利用の実用化については、2017年度以降、特定した有望分野における課題解決に向けて、技術開発の促進を図る、とされている。

◆ 技術戦略上の位置づけ

「海洋エネルギー技術研究開発」事業(2011年度～2017年度)での成果を踏まえ、実用化の見通しが高い技術として、**海流発電**の技術開発を促進。

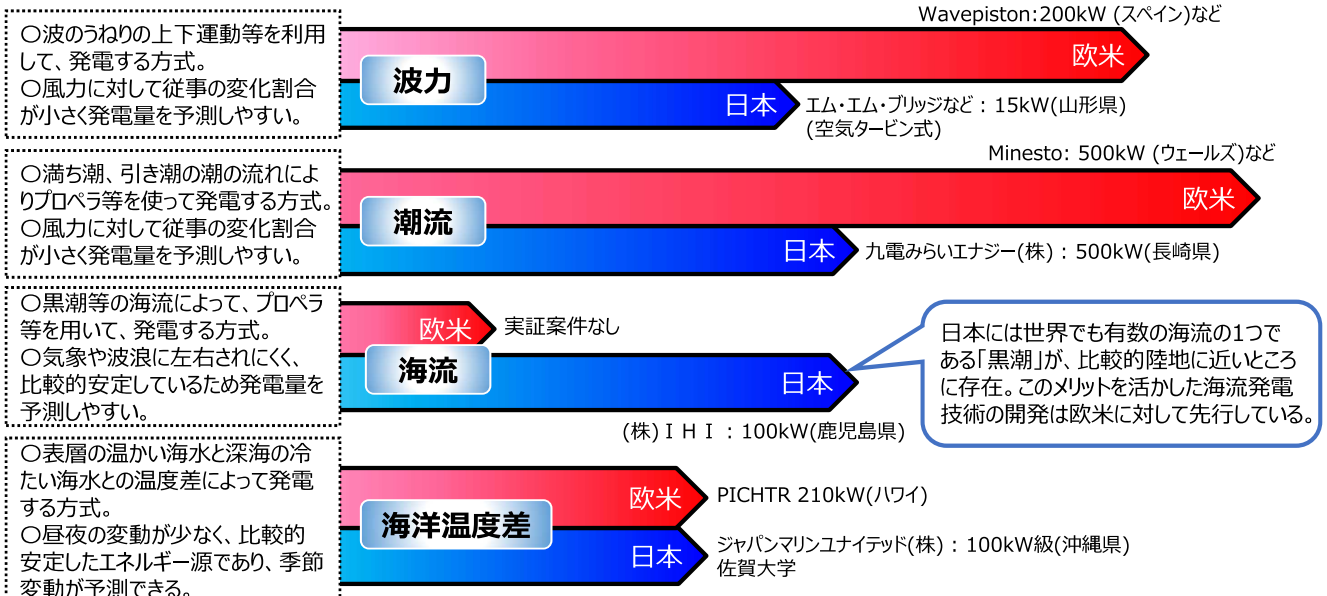
← 評価対象事業 →



国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

◆ 技術戦略上の位置づけ

国内外の研究開発動向



国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

出展： 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 新エネルギー小委員会（第16回）
資料2 再生可能エネルギーの導入拡大に向けた施策の方向性について（2016年6月）をもとにNEDOで一部追加・修正

◆技術戦略上の位置づけ

海洋エネルギー発電の実用化実現に向けて、小規模設備が多く、燃料の輸送コストが高い国内独立離島への導入可能性を検討する。

種別	短期的視点からの市場	長期的視点からの市場
海流	国内独立離島への最大導入を目指す	国内大規系統への導入
波力		海外有望市場への展開
海洋温度差		
潮流	他事業にて実施	



海流発電については、実海域での長期実証試験を通じて発電特性・耐久性・施工・メンテナンス性の検証を行い、技術性能・コストを明らかにし、離島用電源としての導入を目指していく。

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

出典： NEDO技術戦略研究センター作成(2017)及び
離島地域等における海洋エネルギー発電技術利用に関する検討(平成29年度調査報告書)をもとにNEDO作成

◆他事業との関係

大規模潜在エネルギー源を活用した低炭素技術実用化推進事業のうち「潮流発電技術実用化推進事業」(経済産業省連携事業)

実施省庁：環境省

事業期間：2014年度～2019年度

事業概要：漁業や海洋環境への影響を抑えた、日本の海域での導入が期待できる国内初の商用スケール(500kW以上)の潮流発電システムの開発及び実証を行う。当該実証により、国内の導入に向け、難易度の高い施工方法等を含む潮流発電技術及び発電システムを確立する。

NEDO事業「着定式潮流発電」(2011～2013年度)を移管。環境省事業として新規公募を実施。

→ 潮流発電の実証事業は環境省で実施。



実施省庁：環境省

事業期間：2022年度～2025年度

事業概要：潮流発電機の高効率化による発電コストの削減、他の再生可能エネルギーとの組み合わせによる離島事業モデルの構築、潮流発電機を複数台設置したファーム化の経済性検討を行い、潮流発電システムの商用化に向けたビジネスモデルの構築を目指す。



出典：九電みらいエナジーHP

潮流発電 発電機イメージ

◆NEDOが関与する意義

海洋エネルギーは、第3期海洋基本計画(2018年5月閣議決定)において、「これまでの研究開発の成果を踏まえて、実用化の見通しが高い技術を見極めながら、引き続き、経済性の改善、信頼性の向上等の技術開発、実証試験及び環境整備に取り組む」とされている。海洋エネルギーポテンシャルが高い日本において、海洋エネルギー技術の開発を行うことは、海洋エネルギー産業の国際競争力強化及び新規産業の創出に貢献できるものである。

しかしながら、海洋エネルギー技術の開発においては、**実証試験の実績が少なく、大規模な開発投資が不可欠であることから、民間企業が持続的な開発を行うことはリスクが大きい。**また、**開発の難易度が高いことから、民間企業だけでなく、大学、研究機関を含めた英知を結集して開発を推進することが求められる。**



NEDOのプロジェクトマネジメント力とこれまでの知見を活かして推進すべき事業

◆実施の効果

➤助成総額：23.3億円(2018年度～2021年度)

➤市場の効果

短期的(2030年ごろ)

適用先：国内離島

独立系統離島電源の30%※1に海洋エネルギーを導入した場合、

燃料使用量を年間6.5万kL(年間約46.3億円に相当)削減と試算※2。

CO2排出量は年間約17.6万t削減と試算※2。

長期的(2040年以降)

適用先：国内及び海外地域

年間700～3,000億円程度の電力市場が期待※3

※1 完全な代替(100%)ではなく、10%から50%程度ずつ代替していくことを想定し、平均的に30%程度と見込んだ。

※2 離島地域等における海洋エネルギー発電技術利用に関する検討(平成29年度調査報告書)

※3 IEA-OES「World Energy Outlook 2016」の各シナリオ導入量予測から、国内シェア80%、アジア・オセアニアシェア30%、欧米その他シェア5～10%として試算。

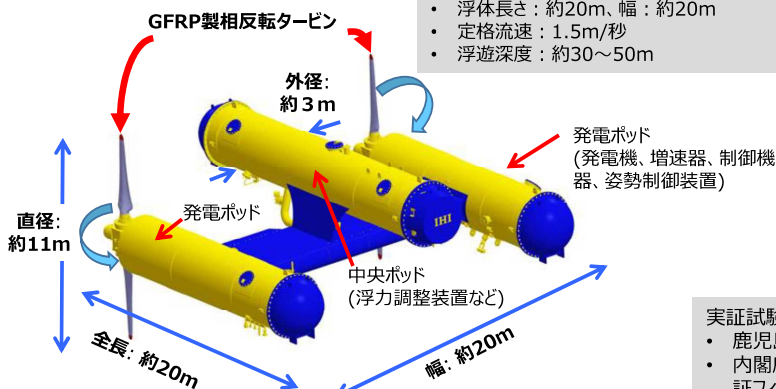
◆事業の目標及び根拠

研究開発テーマ	最終目標	根拠
海洋エネルギー発電 実証等研究開発	長期実証試験を実海域で実施し、その結果に基づき、離島用電源として十分な経済性(発電コスト40円/kWh)、施工・メンテナンス性・耐久性(20年以上の見通し)を備え、実用レベルに達していることを示す。	電力系統が本土と連携していない離島における発電コスト(40円～100円/kWh)に対して、競争力を有する発電コストを目指し、さらに長期にわたる運用等に関する課題の検証を行うことにより、2030年以降、海洋エネルギー発電技術の実用化への迅速な移行を目指して設定したもの。

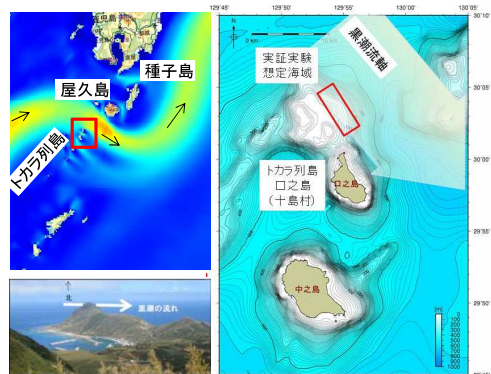
◆事業概要(1)

海洋エネルギー発電に関する長期実証研究を実施するにあたり、FS(フェージビリティ・スタディ)を行い、想定海域における過去の海況条件の調査、系統接続を行うための調査等を実施する。実証研究では、実海域にデバイスを設置し、長期実証研究を実施する。長期実証研究では、デバイスの発電特性、施工・設置方法、塩害・生物付着対策技術、環境影響等を検証するとともに、発電コスト算出に資するデータ等を収集し、当該技術を用いた発電システムを確立する。

●実証機 (かいりゅう)



●実証試験海域



◆事業概要(2)

情勢に対する対応、見直しについて

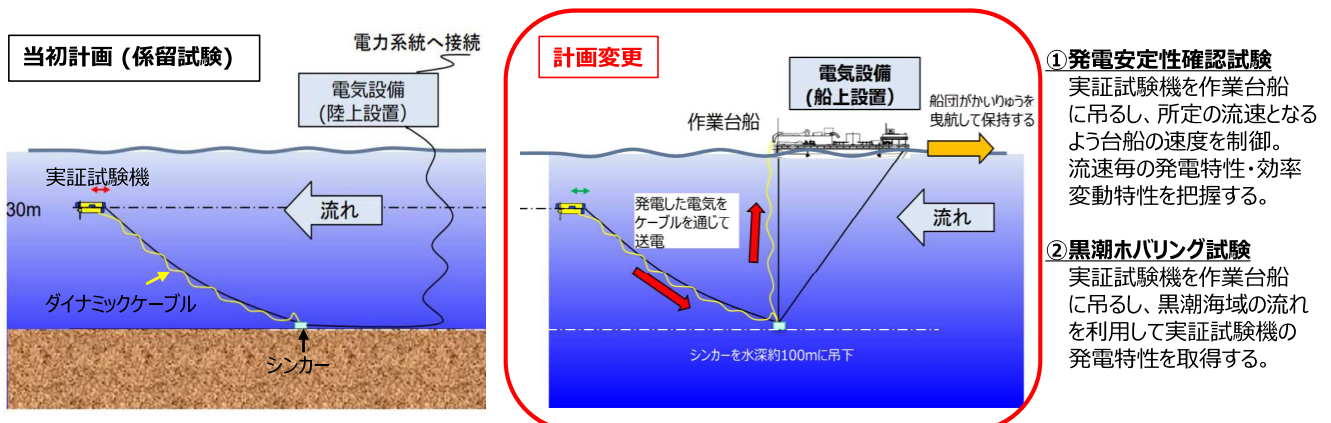
情勢	対応、見直し
<ul style="list-style-type: none"> ● FS(フィージビリティ・スタディ)実施後、ステージゲート審査を実施。その後、2019年5月から、実海域への実証試験機の設置準備を開始。2019年は例年以上に台風が来襲したことより設置工事が3か月程度遅延したものの、2019年11月までに全ての関連機器の設置を完了。 ● 設置後、実証試験機の通信デバイスにトラブルが生じたため、一旦陸揚げし、原因の探索を行うとともに、改修作業を実施。 ● 改修作業後、速やかに再設置を試みたが、同時期から発令された新型コロナウイルス感染症拡大防止に伴う行動制限により、再設置の見通しが立たなくなってしまったことから、実施計画の見直しが必要となった。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 想定外の情勢の変化に早急に、かつ、効果的に対応するため、「当初予定していた実施計画の最終目標は変更しない」ことを念頭に、実施計画の詳細な再検討を実施。 ● 国と「政策的位置づけ」や「技術戦略上の位置づけ」等との関連について協議するとともに、本事業体制内に設置した有識者によって構成された技術評価委員会において研究開発内容等について議論を行った結果を総合的に判断し、地元地域を含む実海域の状況を踏まえた上で、『1年間の事業期間の延長』、『実海域における実証試験項目の絞り込み・変更』および『これらに伴う予算の見直し』等を行うこととした。

◆事業概要(3)

実海域における実証試験については、情勢変化への対応を踏まえ、実証試験項目を「**100kW級実証試験機の発電効率および変動特性**」、「**黒潮環境下での発電特性**」、「**海流エネルギー推定**」に絞り込み、これらの検証を以下の試験方法で実施した。

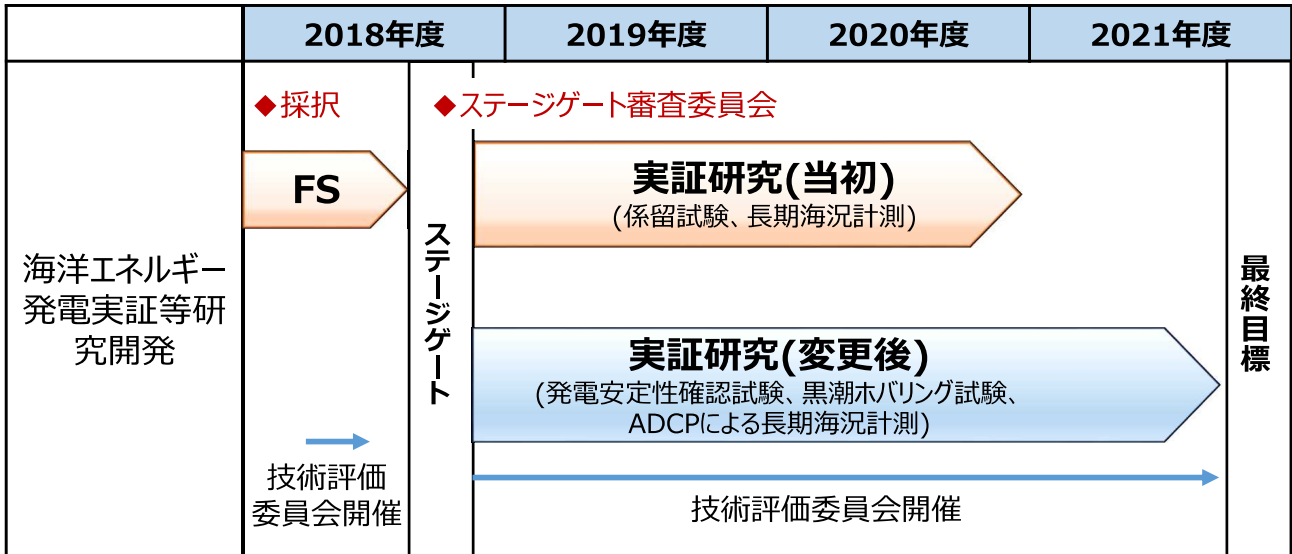
<実海域試験の方法>

- ① **発電安定性確認試験** ② **黒潮ホバリング試験** ③ **ADCPによる黒潮海域の長期海況計測**



◆研究開発のスケジュール

本研究開発については、情勢変化の対応を踏まえ、2020年度に1年間の事業延長を行い、下表のようなスケジュールにて実施



事業実施期間：2018年度～2021年度
評価対象期間：2018年度～2021年度

FS：フィージビリティ・スタディ

◆プロジェクト費用

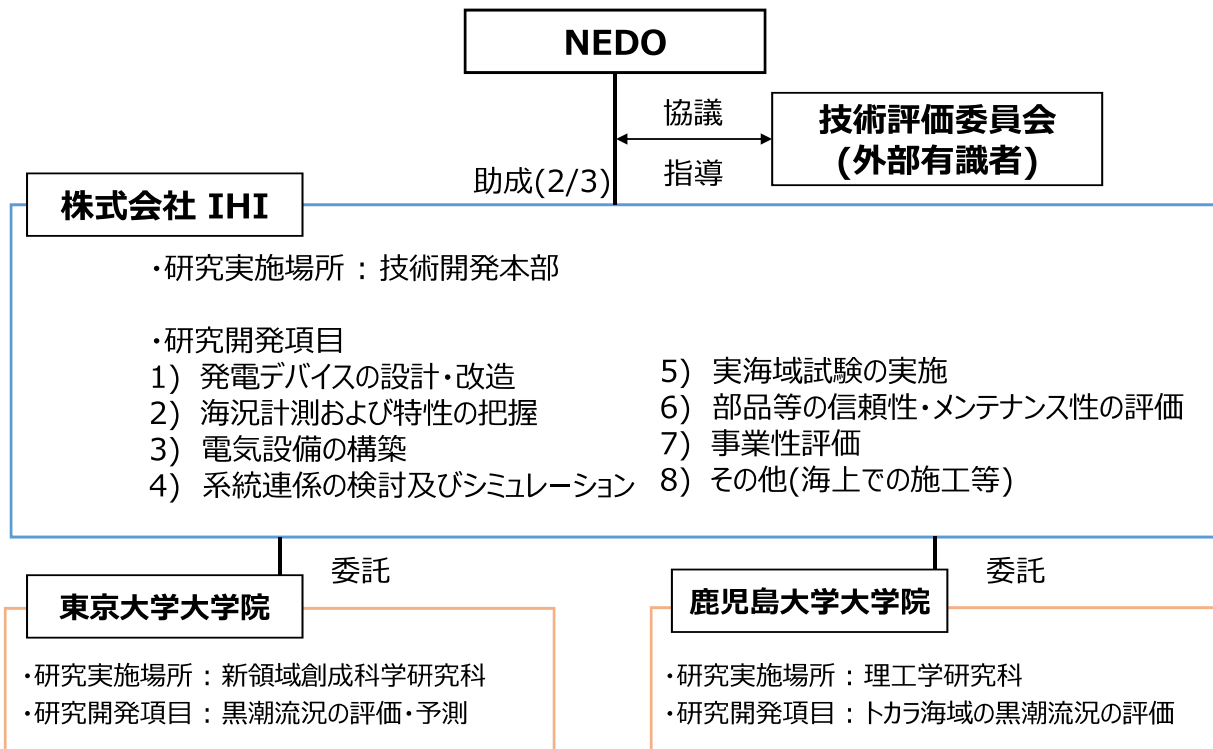
◆助成費用

(単位：百万円)

	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	合計
当初予算	900	476	550	-	1,926
実績	329	1,232	59	714※	2,334※※

※2021年度実績額は契約額を記載
※※合計額は実績額+2021年度契約額を記載

◆研究開発の実施体制



◆研究開発の進捗管理

「技術委員会での議論」の詳細は非公開セッションにて説明

●技術評価委員会の開催及び予算の実績管理

技術開発の着実な実施に向け、技術評価委員会を設置・開催するとともに、必要に応じて検討内容に特化したWGを設置・開催し、有識者から技術的な指導を実施者へ行い、**目標達成に向けた課題の明確化・対応方針・開発スケジュールの調整等を実施**。

また、開発スケジュールに対する予算執行状況調査を定期的に行い、開発スケジュールの変更等に対しては、関係省庁と協議のもと対処した。

海洋エネルギー発電実証等研究開発事業 技術評価委員会の開催例

開催日	場所	内容	
第1回	2018年7月24日	NEDO本部	フィージビリティ・スタディの方向性について議論。
第2回	2018年9月7日	NEDO本部	フィージビリティ・スタディの詳細内容について議論。
第3回	2019年2月6日	(株) IHI 横浜事業所	実海域での初期運転に向けた方向性について議論。
第4回	2019年6月12日	(株) IHI 横浜事業所	実海域での初期運転に向けて技術的指導を実施。
第5回	2019年12月12日	(株) IHI 横浜事業所	実海域での初期運転の結果について議論を実施。
第6回	2020年4月21日	Webミーティング(WebEx)	電気システムに関する技術的指導を実施。
第7回	2021年1月8日	Webミーティング(Teams)	実証試験の計画について議論を実施。
第8回	2021年6月14日	Webミーティング(Teams)	実証試験の検証内容及び詳細計画に議論を実施。
第9回	2022年2月15日	Webミーティング(Teams)	実証試験の成果報告(1)のとりまとめを実施。
	2022年2月16日	NEDO本部 Webミーティング(Teams)	実証試験の成果報告(2)のとりまとめを実施。

◆ 知的財産権等に関する戦略

◆ 知的財産権等に関する戦略

オープン/クローズ戦略の考え方

	非競争領域	競争領域	
公開	実海域の海況特性	発電技術 制御技術 メンテナンス技術 施工技術	積極的に権利化
非公開		設計・製造手法 実海域での運用技術	

海流エネルギー、設備利用率の算出などに活用

- 将来の海洋エネルギー発電の事業化に資するよう、実海域で得られた海況特性は論文発表等を通じて公表する

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

◆ 実証試験の検証項目と内容

「実証試験の検証項目」の詳細は非公開セッションにて説明

- 最終目標の達成に向けて実証試験の検証項目を5つに大別

実証試験の検証項目		内容
①	本システムを構成する構造・機能部品の長期信頼性	本システムの水中浮遊安定性、ブーム後流の影響、アクチュエーター動作特性などを把握し、実証試験後の点検と合わせて機器の長期信頼性を確認する。
②	事業性評価で重要なファクターとなる設備利用率	適正なパワーカブの取得と内部消費電力を把握し、一年間の海況実測値と掛け合わせて設備利用率を算出する。
③	設置及び運用・メンテナンス(O&M)の経済性	設置、切り離し、再接続、撤去工事等を通じて工法の検証とコスト算出、離島環境における陸上設備の運用などを検証する。
④	離島の島内電力系統へ接続した際の特性	離島環境での系統連系を前提とした送電端電力品質の検証と電力の推定、また必要な陸上設備の検証を実施する。
⑤	事業性評価	検証項目①～④の結果に基づいて、離島においてシステムを事業化した際の事業性を評価する。

◆ 成果と課題（1）

< 成果 >

① 本システムを構成する構造・機能部品の長期信頼性

浮体の浮遊特性、内蔵機器の動作特性、試験後各部の状態確認などの結果から、実証機は設計時に想定した強度を有していることが確認でき、**量産機の建造に対する設計手法が確立**できた。

② 事業性評価で重要なファクターとなる設備利用率

1年間の長期海況データ及び実証機のパワーカーブを取得した。また、内部消費電力を大幅に低減する運転方法や発電変動量を低減する制御方法の知見を新たに得た上で、**年間の設備利用率をシミュレーションにて算出した**。

③ 設置及び運用・メンテナンス(O&M)の経済性

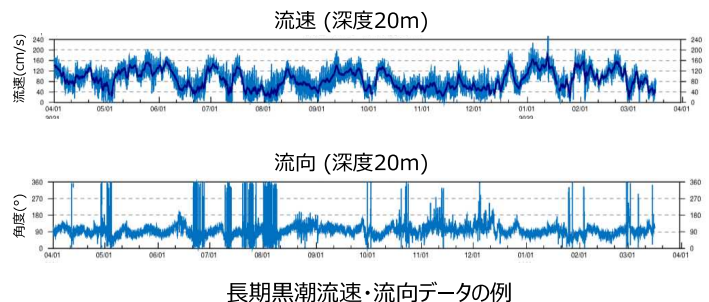
実証機の設置、切り離し、撤去工事等を通じて、工法の比較評価及びコスト評価を行い、**経済的に有効となる工法とコスト構造を把握した**。また、実証中に発生した台風などの経験を踏まえた陸上設備の運用方法等を整理した。

④ 離島の島内電力系統へ接続した際の特性

本システムによる発電電力品質と、これを島内系統に接続する際の電力供給特性を確認し、**シミュレーションの結果から設計目標を満たせる目処を得た**。

⑤ 事業性評価

①～④の結果に基づき、設備利用率、施工、メンテナンス性、社会受容等を評価し、**離島における発電コストの試算と今後の課題を取りまとめた**。



◆ 成果と課題（2）

< 課題 >

1. 基本設計に必要なとなる海況の予測精度向上と実データの充実

- 当該研究開発の成果から、事業成立性見通しの確度をさらに高めるためには、必要な分解能(0.1～0.2kmメッシュ)で、短期・中期・長期の海況を高精度で予測し、デバイスの基本仕様に反映することが必要であることが明確となり、その実現には、**様々な実海域の海況特性データを蓄積し、高精度な海流数値予測手法の構築**が必要となる。

2. 更なる発電コストの低減

- 実海域における施工・メンテナンス性の検討及び評価から、コスト構造が明確となり、特に**資本費の更なる低減**が求められる。具体的な対策として、一括施工が可能な高機能係留システムなどの開発・導入が必要となる。
また、O&M費についても低減が求められ、DP船やROVなど、高機能な作業船や機器の開発、導入・運用による作業効率・安全性の向上が必要となる。

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

公開

詳細は非公開セッションにて説明

◆最終目標と達成状況・成果の意義(1)

最終目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
長期実証試験を実海域で実施し、その結果に基づき、離島用電源として十分な経済性(発電コスト40円/kWh)、施工・メンテナンス性・耐久性(20年以上の見通し)を備え、実用レベルに達していることを示す。	<ul style="list-style-type: none"> ●実証試験を実海域で実施し、長期流況データ及び実証機のパワーカーブを取得した。 ●実証機の施工・メンテナンス性・耐久性の検証を行い、経済的に有効な工法とコストの把握、設計通りの耐久性を有することを確認した。 ●これらの結果を基に、発電コストを試算し、40円/kWhを達成するために必要な課題及び課題解決の方針を取りまとめた。 	△	<p>【今後の課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●基本設計に必要な海況の予測精度向上と実データの充実。 ●更なる発電コストの低減。 <p>【解決方針】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●高精度海流数値予測手法の妥当性検討及びその構築に向けた海況の実データの取得と蓄積。 ●高機能係留システムなどの開発・導入による資本費の低減。 ●DP船やROVなど、高機能な作業船や機器の開発・導入によるO&M費の低減。

◎ 大きく上回って達成 ○ 達成 △ 一部達成 × 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

公開

詳細は非公開セッションにて説明

◆最終目標と達成状況・成果の意義(2)

最終目標	成果	成果の意義
長期実証試験を実海域で実施し、その結果に基づき、離島用電源として十分な経済性(発電コスト40円/kWh)、施工・メンテナンス性・耐久性(20年以上の見通し)を備え、実用レベルに達していることを示す。	<ul style="list-style-type: none"> ●実証試験を実海域で実施し、長期流況データ及び実証機のパワーカーブを取得した。 ●実証機の施工・メンテナンス性・耐久性の検証を行い、経済的に有効な工法とコストの把握、設計通りの耐久性を有することを確認した。 ●これらの結果を基に、発電コストを試算し、40円/kWhを達成するために必要な課題及び課題解決の方針を取りまとめた。 	<ul style="list-style-type: none"> ●実海域における実証試験にて、発電デバイスの発電特性、施工・設置方法等の検証を行い、発電コスト算出に必要なデータ等を取得することができた。 これらのデータは世界的にも貴重であり、これにより、海洋エネルギー発電技術の早期の実用化実現に繋がると考えている。 ●諸外国では実証例の乏しい海流発電において、実証試験の実績を積み上げたことは、日本の海流発電の技術的優位性を確保することに繋がると考えている。

3. 研究開発成果 (2) 成果の普及

公開

◆ 成果の普及

		2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	計
論文	査読付き	0	2	0	0	2
	査読なし	7	3	2	0	17
研究発表・講演		7	8	2	2	19
展示会への出展		1	1	0	1	3

【2022年6月現在】

3. 研究開発成果 (2) 成果の普及

公開

◆ 成果の普及

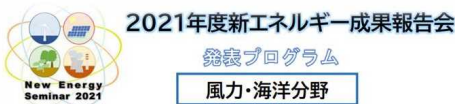
オンライン開催を含め、継続して成果を発信。

【成果報告会】

- ・2018年度成果報告会 (10月3,4日 パシフィコ横浜)
- ・2019年度成果報告会 (10月17,18日 パシフィコ横浜)
- ・2020年度成果報告会 (HP公開のみ)
- ・2021年度成果報告会 (10月15日 オンライン開催)

【講演等】

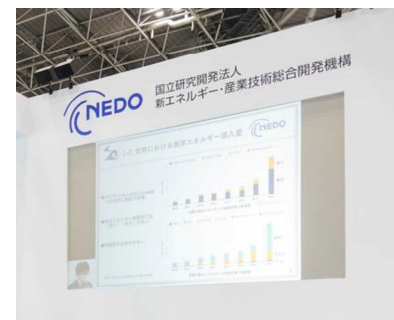
- ・海水資源・環境シンポジウム2018 (5月11日)
- ・第16回再生可能エネルギー世界展示会&フォーラム 分科会8 基調講演 (2022年1月21日 オンライン)
- ・第16回再生可能エネルギー世界展示会&フォーラム (2022年1月27日 東京ビッグサイト) など



時間	プログラム
9:50-10:00	開会挨拶 NEDO新エネルギー部 小浦部長
10:00-10:20	風力・海洋事業の概要 NEDO佐々木統括研究員

海洋エネルギー発電実証等研究開発事業

10:25-10:45	水中浮遊式海流発電システム発電事業に係る実証試験 (株)IHI
-------------	---------------------------------



【新聞報道等】

- ・日本経済新聞、朝日新聞デジタル、毎日新聞、西日本新聞など。

◆知的財産権の確保に向けた取り組み

戦略に沿った具体的取り組み

- 本事業で得られた実海域の長期海況データについては、学术论文等にて一般に公開予定。
- 発電、制御、メンテナンス、施工に関する技術については、積極的に権利化を進め、17件の特許を出願。
- IEC TC-114 への参加、海流エネルギー発電の性能評価手法についての情報提供を実施。

	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	計
特許出願（うち外国出願）	9 (0)	3 (0)	5 (0)	0	17 件

【2022年6月現在】

4. 成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通し

◆「実用化・事業化」の考え方

● **実用化・事業化の定義**

「実用化」とは、本事業で開発された発電デバイス等の社会的利用(顧客への提供等)が開始されること。また、量産化技術が確立されることをいう。

「事業化」とは、本事業で開発された発電デバイス等の製品販売や利用により、企業活動(売り上げ等)に貢献することをいう。

● **本プロジェクトにおける実用化・事業化の考え方**

「実用化」とは、該当研究開発で得られた知見等を活用し、独立系統離島への電力供給を開始することであり、**「事業化」**とは数十機の発電デバイスを実海域に設置し、発電事業として売り上げ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り組み及び見通し (1) 成果の実用化・事業化に向けた戦略

公開

◆ 実用化・事業化に向けた戦略

「実用化・事業化に向けた戦略」の詳細は非公開セッションにて説明



長期実証研究開発
(2018年度から2021年度 NEDO事業)

- ・実海域での長期実証試験
- ・設備利用率の検証
- ・設置・運用・メンテナンス性の検証
- ・系統接続特性検証

実証研究
・技術コンセプトの実証 (NEDO事業)

独立系統離島における電力供給事業【実用化】

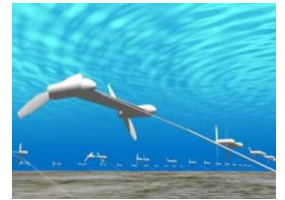
・大型実用機を含めた離島への電力供給を開始



離島への電力供給のイメージ

大規模ファーム【事業化】

・数十機規模の大規模ファーム



大規模ファームのイメージ

4. 成果の実用化・事業化に向けての取り組み及び見通し (2,3) 成果の実用化・事業化に向けた具体的取り組みと見通し

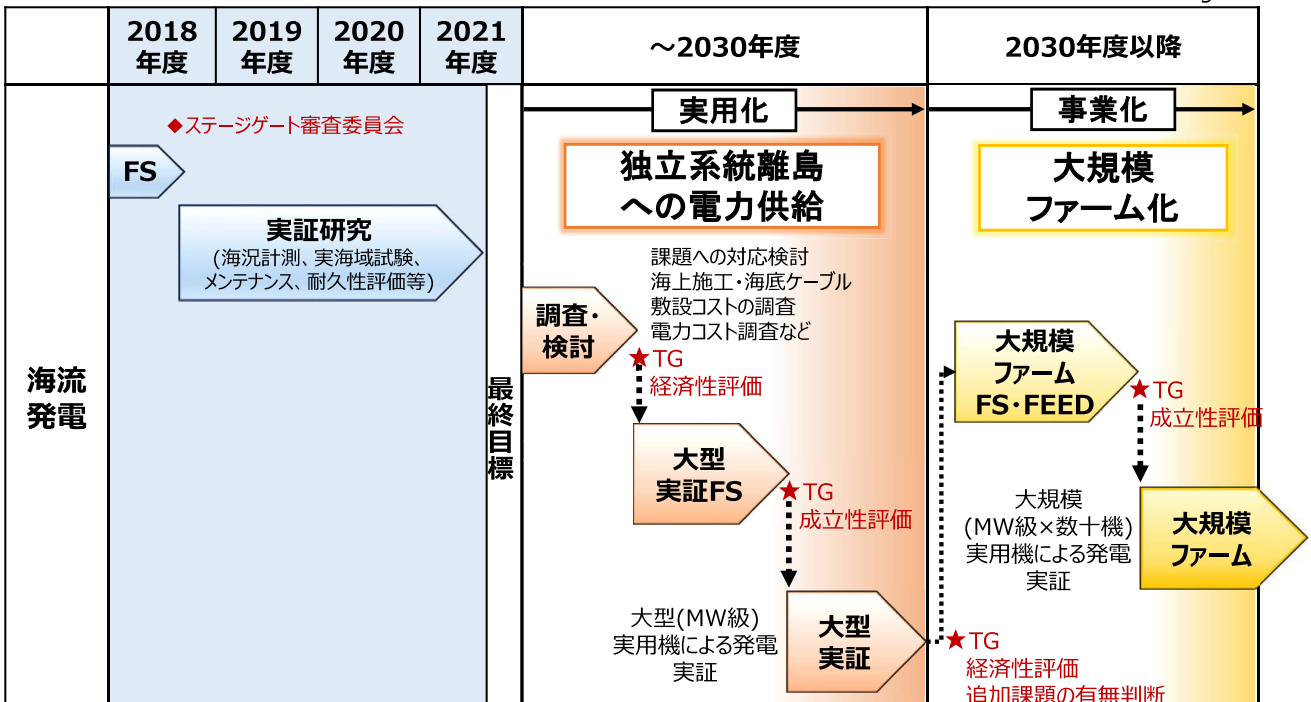
公開

◆ 実用化・事業化に向けた具体的取り組み

「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にて説明

成果の実用化・事業化の見通し

TG : Tollgate



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
「海洋エネルギー発電実証等研究開発事業」(事後評価) 分科会
議事録及び書面による質疑応答

日 時 : 2022 年 7 月 14 日 (木) 13 : 00 ~ 16 : 25

場 所 : NEDO 川崎本部 2301 ~ 2303 会議室 (オンラインあり)

出席者 (敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長	水谷 法美	名古屋大学大学院 工学研究科 教授
分科会長代理	後藤 彰	株式会社荏原製作所 技術・研究開発・知的財産統括部 技監
委員	赤星 貞夫	一般財団法人日本海事協会 事業開発本部 環境・再生可能エネルギー部 部長
委員	杉岡 伸一	海洋エンジニアリング株式会社 技術部
委員	原田 文代	株式会社日本政策投資銀行 常務執行役員
委員	陸田 秀実	広島大学大学院 先進理工系科学研究科 教授

<推進部署>

小浦 克之	NEDO	新エネルギー部 部長
佐々木 淳(PM)	NEDO	広報部 部長
大和田 千鶴	NEDO	新エネルギー部 主任研究員
高原 亮策	NEDO	新エネルギー部 主任
三枝 俊介	NEDO	新エネルギー部 主査
高橋 郁充	NEDO	新エネルギー部 主査
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>

久保田 伸彦	株式会社 IHI	技術開発本部 本部長
越智 文俊	株式会社 IHI	技術開発本部 技術企画部 計画管理グループ 主幹
秋山 弘之	株式会社 IHI	技術開発本部 技術企画部 企画推進グループ 主幹

<オブザーバー>

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

<評価事務局>

森嶋 誠治	NEDO	評価部 部長
佐倉 浩平	NEDO	評価部 専門調査員
塚越 郁夫	NEDO	評価部 専門調査員

議事次第

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. プロジェクトの概要説明
 - 5.1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント
 - 5.2 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
 - 5.3 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 海洋エネルギー発電実証等研究開発研究
7. 質疑応答

(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

評価事務局より行われた事前説明及び質問票のとおりとし、議事録に関する公開・非公開部分について説明を行った。
4. 評価の実施方法について

評価の手順を評価事務局より行われた事前説明のとおりとした。
5. プロジェクトの概要説明
 - 5.1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント

推進部署より資料5に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。
 - 5.2 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

引き続き推進部署より資料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。

5.3 質疑応答

【水谷分科会長】 どうもありがとうございました。技術の詳細につきましては議題 6 で扱うため、ここでは、主に事業の必要性、効率性、有効性等に関するマネジメントについての質疑応答となります。それでは、事前にやり取りを行った質問票の内容も踏まえまして、ご意見、ご質問がありましたらお願いいたします。では、原田委員どうぞ。

【原田委員】 政策投資銀行の原田です。10 ページと 28 ページのところでご質問いたします。冒頭の説明では、欧米との競争といったコメントもございました。まずは各国について、例えばアメリカなどでも開発を試みており、なかなか実用化がうまくいっていない状況もございます。その一方で、カナダなどでは既に日本の企業も参加されながら共同の開発案件が、もう少し大きな規模ですけれども出始めてもいる状況です。つきましては、2014 年に事業を始めたときの競争環境の認識、それから 10 ページにあるように発電コスト(40~100)円/kWh という目標値について、その後のいろいろな技術の進展、また、特にコストにつきましては通常ディーゼルとの競争になり、ディーゼルの場合、燃料価格によって相当いろいろと下がったり上がったりということがありますが、当初の目標に対して今年の時点で維持することの妥当性のご判断について見解を伺います。また、各国の開発状況との兼ね合いの中で、この事業が実用化に向け、実際に日本としての競争力を維持できるのかどうかといった観点における現状のお考えも一緒に教えてください。

【NEDO 広報部_佐々木 PM】 ありがとうございます。詳しいコスト等のお話しにつきましては、非公開セッションの中において事業者様からも補足いただけるものと思うところですが、まさに原田委員から今ご指摘いただいたとおり、目標値というものは時間の経過や社会情勢の変化に伴い大きく変化するものだと認識してございます。先ほどの課題の部分において、ご説明いたしました、やはり事業化、実用化といったところ、小まめな経済性評価、あるいはそれが成立するかどうかといったところをしっかりと確認していかなくてはなりません。決してこの目標値がこれから先も続くものではないと考えている次第です。また、昨今のエネルギー情勢におきましても、ここ半年ぐらいで大きく変わっている状況です。そういった非常にセンシティブなものであるという認識ですから、資料の最後にお示しした「事業化・実用化に向けた取組」のところでも適宜そのような課題に向けた整理、それに向けた追加の調査を実施する必要性がございます。また、今回こちらの事業ではこのようにコスト目標を設定はしておるものの、これが全て正しいとは限りません。より一層の低コスト化に向けて、まずは情報収集をするとともに、やはり技術開発という面ではしっかりと事業者様も取り組んでいただき、常に精査していくべきであると思っております。私どもの事業はここで一区切りとなりますが、事業者様のご努力で、またこれからそういったところの精査を進めていかれるものと思われま

【水谷分科会長】 それでは、後藤分科会長代理どうぞ。

【後藤分科会長代理】 荏原製作所の後藤です。もしかすると、やや答えにくいところになってしまうかもしれませんが、環境省のプロジェクトとの関係について少しお伺いします。今回の事業は、日本の海洋環境、いわゆる黒潮という非常に大きなエネルギーを持っているところを、大規模ファームという形のところを狙っていくことでこのプロジェクトを選択され、実証事業に進んできたものと理解しております。また、なかなかその難しさというのも結構出てきているように思うところ。特に、20 年間という長期間にわたります、例えば 40 円/kWh を事前に予測しようとする、黒潮がどういった挙動をするか等々といったことを 20 年にわたるものを予測できる技術が出来たのかと言えば、なかなかそれは結構ハードルが高いと感じております。一方、環境省さんが行われたようなものは、分散型のものということで小規模なものを積み上げる、そういう選択肢だったという理解です。また過去に NEDO のこの事業がスタートした頃にはいろいろなそういうデバイスのご支援もされていたように記

憶しています。そこでちょっと立ち返ってみますと、結果的に環境省さんのプロジェクトでは海外のデバイスを使うという話になっておるので、そこには何かちょっと残念さを感じます。この大規模ファームを狙ったプロジェクトが一段落した段階で、環境省さんとのコラボレーションの議論といったことや、そこでもう少し分散的なところを見直すといったような議論はされたのでしょうか。可能な範囲で教えていただけるとありがたいです。

【NEDO 広報部_佐々木 PM】 ご質問いただきありがとうございます。以前、後藤先生には委員としてご評価もいただきましたし、今のお話のとおり、この事業の前身として 2011 年から 2017 年まで行っていた「海洋エネルギー発電システム実証研究」では、私ども様々なデバイス開発を行ってまいりました。まさにこの海流につきましても、ここで 100kW のデバイスの基本的なところを開発いただいたところです。この際には、国内のメーカー様も多く参加されておりましたが、先ほど少し触れたように、潮流発電に関しましては、残念ながら今国内メーカーがいらっしゃらないという状況でございます。時代背景としても今もまさに再生可能エネルギーということですから、非常に残念だったと感じておるところです。環境省様との協議については、私どもは直接いたしておりませんが、やはり可能であるのなら国内のものを調達していくことが本来は理想だったと思います。ですが、なかなか現実的にはそれが難しかったのだと捉えます。一方、これはあくまで私の推測となるものですが、世界的にも再生可能エネルギーをどんどん導入していこうという動きの中、長崎県様の地の利を生かした潮流発電を推進していくということで、県や環境省様の思いの下、プロジェクトが実施されたという理解をしておる次第です。そのような背景で、2018 年以降は、私どもできるだけ国内デバイスを何とか使えないものかという中、前身の事業の成果の中で実用化に近いものを公募という形で選ばせていただきました。

【NEDO 新エネ部_小浦部長】 今の点について少し補足をいたします。NEDO という組織の一つの大きなミッションとしては、「関連する国内産業をしっかり育成する」こと、それが我々の中で欠いてはいけないものだと考えております。ですので、極端な話ですが、我々が関わっていく際には、「国外のものでもいいから何でもかんでも導入していこう」というものとはまた少し違った目線でのアプローチを行うことが条件になってまいります。その中で、環境省さんなどがやられていることにおいても、いろいろな知見、経験を必要に応じて、様々情報交換をすることを視野に入れながら今後のことを共に考えていけたらと思っておる次第です。

【水谷分科会長】 小浦部長ありがとうございました。では、赤星委員どうぞ。

【赤星委員】 海事協会の赤星です。この事業に位置づけに関連して 1 つお尋ねいたします。今日のご説明を伺い、この事業は離島での活用において念頭に置かれ、それを強く意識していることが分かりました。閣議決定された海洋基本計画の中でも、「離島において」という言葉があるので、恐らく NEDO 様としてはこれを踏まえ、離島を念頭に置いてなされたものと思っておるところです。一方で、最近のエネルギー問題を考えますと、先ほど後藤分科会長代理のコメントにもあったように、どうしても潮流タービンは設置海域がある程度限定されてしまいますが、それと比べれば、海流タービンは大規模化として、息の長いプロジェクトになると思うものの、大容量の非常に有望なものとして期待できるエネルギーだと思えました。そういう意味で、どうして離島にされたのかを差し支えない範囲で教えていただけたらと思います。また、私自身が風力をやっているところもあって伺いたいのですが、系統の規模が小さいと、その分連系するのが難しくなるというイメージを先入観で抱いてしまい、かえって何か難しくなるような気がするのです。距離の送電技術は別途必要になると思いますが、必ずしも離島にこだわらなくてもいいのではないかという気も正直いたしまして、その点についても何かコメントをいただければ幸いです。

【NEDO 広報部_佐々木 PM】 ご質問ありがとうございます。ご指摘の点は非常にごもつともかと思えます。まず離島の設定については、1 つは短期的な観点の下、離島を設定しているものをご理解いただけ

ればと思います。その上で、長期的な視点、まさに大規模ウインドファーム化といったところになると、赤星委員からご指摘のあったように大規模ですから、離島に限らずしっかり本土に結んでいく、そういう送電も含めての技術開発というものが重要です。これに関しては今系統についてもいろいろと技術開発が行われておりますので、そういうところを応用していけたらと思っています。決して離島だけではございません。黒潮というのは日本近海を流れておりますので、大規模の中でいきますと、しっかり本土の系統につなげていくことはおのずと視野に入ってくるものだと考えている次第です。本日、事業様にもこれを聞いていただいておりますので、このようなところも踏まえた上で、今後の事業化計画についての参考とさせていただきます。どうもありがとうございました。

【水谷分科会長】 それでは、私から質問させていただきます。後藤分科会長代理のご質問と重複するところも多々あるかもしれませんが、基本的には20年の耐用年数というのは、一度設置したらその位置からもう動かさないという前提で考えられているものなのでしょうか。

【NEDO 広報部_佐々木 PM】 詳しくはまた後ほどの非公開セッションにて説明させていただきますが、基本的なメンテナンスや点検等で海面に上げることや、あとは条件によっては海面近くにするとしたこともございます。基本的には設置した状態で20年間海の中にも耐えられるものとして解釈頂ければと思います。ただ、その間のメンテナンス等々をどのように行っていくかについては、今回の実験でもいろいろな課題が見えてまいりました。そのようなことも含めて20年間設置し続けるという位置づけをしておる次第です。

【水谷分科会長】 分かりました。その前提に立ったときに、いわゆる海象データが貴重な成果として位置づけられているのですが、当然シミュレーションも組み合わせることになるかと思うところで、20年間の海流ルートといったところの予測に本当に耐えられるものになっているのか。もう一つは、非常にスケールの大きい話となるため、計算メッシュの100mや200mという規模がそれに適しているものなのか。そのあたりがちょっとどうなのだろうかと思っております、もし補足で説明いただけることがありましたらお願いできるとありがたいです。

【NEDO 広報部_佐々木 PM】 ありがとうございます。今画面に映させていただきましたが、安定しているとはいえ、ご指摘のとおり多少蛇行をするといった現象は確認されているところです。今回、東京大学様、鹿児島大学様にもご協力をいただき、シミュレーションをどのようにしたらよいだろうかといった検討をしているところでして、そういう意味で言えばまだ研究開発フェーズとも言えるかもしれません。詳しくは非公開セッション内において、この点の検討について説明をさせていただけたらと思います。まさに水谷先生が今ご指摘くださいましたように、やはりどういったシミュレーション方法なり予測方法がいいのかという点は課題として残っているという認識です。

【水谷分科会長】 どうもありがとうございました。もう1点伺いますが、こういうものを大規模に設置した場合、船の運航といたしますか、航路上の問題というのはあまり気にしなくてもよろしいのでしょうか。

【NEDO 広報部_佐々木 PM】 ありがとうございます。今後ファームとして設置する際に深さをどのように設定するかといったところ、これは設置海域にもよるものですが、1つは航路上影響のない範囲で水中浮遊させるという方法もあろうかと思っております。ファーム化するに向けては、その点をどう最適化していくのかにつきまして非常に重要な課題になると思うため、今後そのような検討がなされるものと認識しております。

【水谷分科会長】 どうもありがとうございました。では、陸田委員どうぞ。

【陸田委員】 広島大学の陸田です。ご説明ありがとうございました。資料13ページ、21ページに関わるところで質問いたします。まず13ページですが、様々な問題が生じてこのような事業の変更になったというご説明でした。この資料を見ますと、①、②、③が変更になったということで、①、②は特に発

電性能を実海域で確認をすることに主眼が置かれ、③は流況特性を1年間調べられるという意味合いだと理解しております。この変更に基づきまして、20ページの成果における①から⑤の部分では、先ほどの①から③が反映されているのは②という理解で合っておりますか。シミュレーションのところもありますから④もそれに当たるのかもしれませんが、ほかの部分においても実海域フィールド試験の結果が反映されているのでしょうか。

【NEDO 広報部_佐々木 PM】 ご質問ありがとうございます。資料の整理について少し明確さに欠けており、申し訳ありません。ただ、この部分はしっかり整理をさせていただいております。詳しくは非公開セッションのところで準備をしているため、そちらで回答するという形でもよろしいでしょうか。

【陸田委員】 ありがとうございます。承知いたしました。

【NEDO 広報部_佐々木 PM】 この場でご回答できず、申し訳ございません。

【水谷分科会長】 それでは、杉岡委員どうぞ。

【杉岡委員】 海洋エンジニアリングの杉岡です。スライド10ページの最終目標について、離島用電源として、十分な経済性、発電コスト40円/kWhであること、加えて耐久性20年以上ということで明確に目標が示されており非常に分かりやすいのですが、そのほかの施工メンテナンス性については、特に数値目標というのはなかなか難しいと思うのですが、そういった中で、何か実用レベルに達しているかどうかという判断をする際に基準といったものはあったのでしょうか。

【NEDO 広報部_佐々木 PM】 ご質問いただきありがとうございます。経済性、耐久性については定量的にこのように示させていただいております。一方で施工メンテナンス性につきましては、今回補修のために撤去を行ったこと、あるいはその点検ということで、実はトラブルの中でもいろいろとデータを蓄積することができた次第です。そこから、結果的にはこちらの発電コストのところにも実際の結果がオンされてまいります。つまり最終的には、CAPEX、OPEXの関係でいくと、それらが総合された発電コストとなりますので、総合的に発電コストに反映されるものと捉えて頂ければと思います。

【杉岡委員】 承知いたしました。ありがとうございます。

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

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明

省略

7. 質疑応答

省略

(公開セッション)

8. まとめ・講評

【水谷分科会長】 それでは、議題8に入ります。講評いただく発言順序につきましては、委員名簿の逆順となりますので、最初に陸田委員から始まりまして、最後に私、水谷ということでよろしく願いいたします。それでは、まずは陸田委員、お願いします。

【陸田委員】 広島大学の陸田です。まず初めに、事業者様、それからNEDO様におきましては、このような海洋エネルギーの推進という大きな国家プロジェクトを推進され、そして様々なトラブルがあった中でも最後まで事業完遂に至りましたことに大変敬意を表します。特に事業者様におかれましては、

様々技術的な困難がある中、コロナのトラブル等々といった不測の事態もあった中でこのように最後までプロジェクト遂行されたことは本当にすばらしいことです。私は流体力学を専門としておりますが、特に空気を相手にすることと水を相手にすることでは密度が 800 倍も異なりますから、流体力も 800 倍ということです。その分、技術的な困難も恐らく 800 倍、もしくはそれ以上であると十分に理解しております。そういった中で、海洋エネルギーの装置の実用化というのは、風力発電などと比べても相当ハードルが高いものだと思っております。今回の特に実証フィールド試験のデータ、あるいはお手持ちのシミュレーションの開発ツール、そういったものは今後の利用において相当大きな価値があると思いますし、活用されるべきものだとは私は認識しております。ぜひ今後もこのプロジェクトを推進していただけたらと思います。また、これは事業者様に対してのお願いとなりますが、今プロジェクトは本当に日本固有のものでありますから、様々な海外への発信、そういったところをぜひ念頭に置いていただいて、日本の技術にとどまらず、それこそガラパゴスではいけないので、こういった技術が日本にあるということを広く伝えていただきたいです。そういう意味では、ジャーナル論文に英語で発信していただく。最近レビューの件数においてひっかかる量が日本は少なくなっているところもございますので、ぜひ海洋エネルギーでのヒット件数を増やしていただけたらと強くお願いいたします。NEDO 様におかれましては、今回は実海域試験のスケールモデルということでステージ 3 に当たると思いますが、ステージ 4 としてはぜひ 1 分の 1 スケールで行っていただけたらと思います。そのためには、やはり国を挙げてこういった事業を進めていくことが重要です。一企業、一団体ではできないことですから、国として推進していただけたらと思います。やはり技術の継承、蓄積された様々な知見をそのままなくしてしまうのは非常にもったいないことです。継続的にこういったプロジェクトをステージ 4、ステージ 5 と続けていただくことで、技術のたすきリレーとなって蓄積もどんどん増えていく。そして、様々な企業もどんどん参入してくるようになります。ぜひ NEDO 様にはこういったプロジェクトを今後とも推進していただきたく思います。本当にお疲れ様でした。どうもありがとうございました。

【水谷分科会長】 それでは、原田委員、お願いします。

【原田委員】 政策投資銀行の原田です。私も陸田委員と同じく、まずはこのプロジェクトを完遂されたことについて敬意を表します。また、このような形で発言の機会をいただきましたことに対しましても、NEDO 様をはじめ、皆様に感謝申し上げます。この海洋エネルギーの発電は、日本のように多くの離島を抱えており、かつ必ずしもそういう離島ではリーズナブルな発電コストが実現していない、そしてディーゼル発電が多いということで、グリーンでもないというものをゲームチェンジというか全く違う発想で新たなマーケットをつくっていくものだと思っております。また、このように我が国特有であり、我が国が豊富に持っている資源を非常に有効に活用するということですから、ぜひ実現を目にしたいと思っております。かつ、将来的にこの技術が確立した際には、これは外交的にも我が国にとって重要であるアジア地区、そして太平洋諸島というところに対しても貢献ができるのではないのでしょうか。私は事業性やコストについて主に見させていただきましたが、全体として今回の事業目的が、そういう事業性やコストという面でも一定達成されたものという理解です。もちろん技術のみならず、今後どうやっていったらコスト削減ができるのかという項目についても、一定の知見が得られたものという印象を持ちました。ただ、今後本当の実用化に向けては、今回の実証のスコープを超えたような様々な検討が必要であるところも事実です。これについては、今後の関連技術を含めて、例えば蓄電池ですとかシミュレーション手法等のノウハウも含め、そういうものがどう進展していくのか。また、海外を見渡したときにどれくらいのマーケットがあるのか。または、競合相手の動向なども含めまして、実際にこれが動くとなったときのコストベネフィットを冷静に見極めながら、本当に進めていけるものかどうかを研究していただきたいと思っております。来年度には全体的に海洋基本計画の

改定もございますが、そういう中では、特に NEDO の皆様、そして本日オブザーバーと参加されている経済産業省様におきましては、海洋空間利用の観点から、ぜひこの分野について今回の成果を含めていただきまして、計画改定の審議の場では議論を深めていただきたいです。以上となります。

【水谷分科会長】 それでは、杉岡委員、お願いします。

【杉岡委員】 海洋エンジニアリングの杉岡です。本日は、海洋エネルギーの研究開発の取組についてご説明いただきまして誠にありがとうございました。長期の実証試験においては、コロナの行動制約や台風の影響等で非常に想定外といった中でも研究を進められており、大変なご苦勞をされたものと理解いたすところであり、敬意を表します。そして、そういった中で離島用発電 40 円/kWh というのは高い目標だと思います。その取組の中では、主要データとなるパワーカーブの取得や 1 年にわたる黒潮の観測をされたこと、また、20 年間の耐用年数を確認できたということでした。それらは非常に重要な成果だと考えますし、今後の実用化と事業化に向けても非常に近いところまで来ているのだと思うことができ、大変期待しております。一方で、通信トラブルというのもありましたが、そういったものは今回に限らず、今後の実用化の中においても様々なトラブルというのはいずれも生じるかもしれません。そういった課題に向けた解決方法を、今回のように今後とも明確にしていっていただけたらと思います。そうすることで、今後の日本の海洋エネルギー開発の大きなステップアップ、レベルアップにつながるものと考えるところです。加えまして、私は環境影響評価を専門としており、今回の事業の今後の事業化に向けては、水中浮遊型の装置といったものは非常に環境に優しい装置であると考えております。ほかの洋上風力等ではもっと多くの環境項目についていろいろ調査しなくてはなりません、この水中浮遊型の装置においては、主に海洋生物が対象になるのでしょうか。ですので、実用化、事業化の中ではそのあたりを調査していただけたらと思います。また、大規模に事業展開される際には、その海面利用者、具体的には漁業者さんになるかと思いますが、利用場所の問題等々においては、そういった方々と丁寧な協議をされながら合意形成をしていただき進めていただくようお願いいたします。以上です。大変お疲れ様でした。

【水谷分科会長】 それでは、赤星委員、お願いします。

【赤星委員】 日本海事協会の赤星です。事業者におかれましては、このようなチャレンジングな事業に対し、助成事業という形で自社のお金も投資されながらやってこられました。また、相当な工数と時間も社内的に発生しているものとお察しします。そういったご努力に対し敬意を表します。ここから先は NEDO に対する私からの希望、お願いになりますが、やはりこういったグリーンデバイスといったものというのは、うまくいきそうで意外に商業的にうまくいかないことが一般的に多いことが風車の世界でも分かってきております。これだけ風車が実用化する中であっても、世界一の風車メーカー、それから洋上風力の市場を支配している海外のメーカーは今大赤字で苦しんでいるという状況です。そういった現実の厳しさ、本来はグリーンビジネスがうまく循環して回っていけばよいのですが、なかなか民間の市場原理でないと、そこがうまくいかないというの最近実感しております。ある意味、日本の風車メーカーが撤退されたのも、海外メーカーの状況からやむを得ないと感じており、これが現実でしょう。こうした中で、海洋エネルギー発電は、風力と比べてもまだまだ難しい課題がございます。そういった市場原理で賄えない領域が、NEDO のお役割として非常に大きいと思います。この事業そのものは前段の事業から勘案すると 10 年ぐらいやっておられたので助成の形になったのかもしれませんが、まだまだ今後開発すべき要素もあるでしょうし、また NEDO が主体となりながら、事業を引き続き展開していただけることを心から希望する次第です。

【水谷分科会長】 それでは、後藤分科会長代理、お願いします。

【後藤分科会長代理】 荏原製作所の後藤です。今日は、事後評価ということで非常に丁寧にご説明いただきました。本当にありがとうございます。そして、いろいろなご苦勞があったことも大変理解しており、

非常に敬意を表する限りです。日本は、やはり海洋国家ということで海に囲まれておりますから、海のエネルギーを取ればいいではないかということで非常に期待は膨らんだものの、なかなかエネルギーポテンシャルという意味ではばら色ばかりではございません。そのような中で、黒潮という日本の特徴を捉え、そこで勝負をかけようという非常に浪漫のあるプロジェクトだと感じますし、一定の成果を得られたということも大変よかったと感じております。特にデバイスという意味での耐久性、信頼性、性能、いわゆる設計技術面では、かなりもう仕上がってきているような印象を受けました。その一方で、当然海洋環境というのは台風なども含めまして非常に難しい面もございます。今回の事業期間内ではコロナという異常事態が起こったわけです。何となく私が最近思いますのは、こういうことというのは、特殊なことではなく、いつでも起こり得るものだと。特に、それが海洋エネルギーのような場所に来ると拡大されてインパクトを与えるということで、やはりかなり柔軟に対応されていかなければ難しい面があるような懸念も持っておりました。ですが、今日のお話を伺いますと、非常にいろいろフレキシブルなアイデアを持っておられましたので、そのあたりの懸念も払拭できるような気がしております。あとは、NEDO様のほうでは政府の方針や法制度といったところを鑑みたくて、ぜひこの事業のバックアップをしていただきながら、日本固有の特徴あるエネルギーシステムということで世の中に送り出していただけたらと思います。大変ご苦労様でした。

【水谷分科会長】 それでは、私からも一言申し上げたいと思います。委員の皆様がおっしゃいましたように、本当に素晴らしい成果を出していただきましたことに対しまして、事業者様、NEDOの皆様にも心より敬意を表します。日本は、かつては酒田の波力発電型の防波堤やマイティーホールや海明等々いろいろな形で、ある意味世界を先行していたところがございます。ですが、いつの間にか後進国になってしまい、ここに来て、きっとまた世界をリードできる技術が出てくるのではないかということで大変期待しているところです。ぜひこの先もこういった取組を続けていただき、エネルギーに乏しい日本がエネルギー大国となれるようになっていけたのなら、非常にありがたいと思います。ですので、マネーチャージもそうですが、国のほうからもぜひご支援いただきまして、よい方向に進んでいってほしいと思う限りです。どうぞよろしく願いいたします。以上です。

【塚越専門調査員】 委員の皆様、ご講評並びに貴重なご意見を賜りまして誠にありがとうございました。これを受けまして、NEDO推進部署、新エネルギー部の小浦部長よりコメントをいただきたいと思えます。小浦部長よろしく願いいたします。

【NEDO 新エネ部_小浦部長】 水谷分科会長をはじめ、委員の皆様、本日の長時間における議論の場へのご参加、そして事前に資料をお読みいただきましたこと等々も加えまして、本当にご尽力をいただきましたことに心より感謝申し上げます。今日も含め、いろいろ見ていただきましたとおり、中にはいろいろな機材トラブル等々もございました。この事業の当初表面的に掲げた目標に対して達成できた成果はどこまでだろうかといった面で申し上げますと、これは我々決して「○」や「◎」だとは思っておりません。「△」という形で自らの評価をしてございます。一方、そういったトラブルに対して、これはもちろん事業者様のご努力、そして技術評価委員会での皆様から賜った知見を合わせながら乗り越え、何とかここまでの成果を出すに至りました。これら表面的なものではなく、いろいろなノウハウも含めて得られた経験というものに対してどのように評価すべきかという面では悩ましいところですが、これはこれで非常に得難い経験をすることができましたし、そういう取り回しをNEDOとして行うことができたこと、そしていろいろな知見等々を蓄えられたこと、技術レベルを高められたことに対しましてはポジティブな要素として受け止めさせていただいている次第です。また、これは様々な諸事情によるものですが、この海洋エネルギーの研究開発に対するNEDOからの直接的な支援は2021年度で一区切りという形になっております。本日皆様から多々ご意見をいただきましたが、さらに今回の事後評価の結果によっても、「まだまだこういうものが必要だ」というものにつながったのなら、今

後さらなる海洋エネルギーにおける研究開発をどう政策的に進めていくべきかという議論の後押しにもつながってくるものだと思っております。そういう面において大いに参考なるのが皆様からの評価となりますから、ぜひ率直な評価やご意見等々をお願いいたしたく思いますし、その上で、今後 NEDO や経済産業省においての政策の検討に対して参考にしてまいりたく思う所存です。今日は 1 日にわたりました、本当にどうもありがとうございました。

【塚越専門調査員】 小浦部長ありがとうございました。

【水谷分科会長】 小浦部長、ご意見をいただきまして誠にありがとうございました。それでは、以上で議題 8 を終了といたします。

9. 今後の予定

10. 閉会

配布資料

- 資料 1 研究評価委員会分科会の設置について
- 資料 2 研究評価委員会分科会の公開について
- 資料 3 研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘と非公開資料の取り扱いについて
- 資料 4-1 NEDO における研究評価について
- 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（公開）
- 資料 8 評価スケジュール

以上

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

「海洋エネルギー発電実証等研究開発事業」（事後評価）分科会

ご質問への回答（公開分）

資料番号 ・ご質問箇所	ご質問の内容	回答		委員 氏名
		公開可/ 非公開	説明	
資料7 II-1 事業の 目標	耐用年数として20年以上の見通しとされていますが、20年の根拠があれば教えていただければと思います。特に、Iのパートで他の海洋エネルギーとの比較をされていますが、それらの施設との関係についてもお示しいただければと思います。	公開可	海流発電システムの設置コストを回収できる事業期間を想定した場合に、現段階では20年程度必要と見通しておりますため、耐用年数を20年に設定しております。 他の海洋エネルギーの施設に関しては、海流発電同様、海洋構造物になりますため、陸上の設備に比べて設置コストが高くなる傾向があると認識しております。また離岸距離が長くなると、メンテナンスのための備船コストも高くなることから、これらのコスト削減が海洋エネルギー発電の共通した課題になると考えております。	水谷 分科 会長
資料7 II-3 発電シ ステム実証 研究	2019年度に複数の台風の影響により実海域への実証試験機の設置が遅延したとありますが、台風は設置への影響が大きく、設置後であれば台風による高波は深刻にはならないと理解してよろしいでしょうか？ また、設置海域は津波の影	公開可	ご指摘の通り、台風により波高が大きくなることで、作業船の運用が制限されたことが遅延の主な原因になります。また、実証試験機の設置が完了し、運用が開始されると、海中に潜つての運用になりますため、波高の影響は深刻にはならない	水谷 分科 会長

	響を受けうる海域と思われるが、設置水深から考えるとある程度の流体力が考えられますが、その検討はされていますでしょうか？		と考えております。 一方、津波による流体力に関しましては、実証試験機が極地海況として波高さ約15mの海況において、海面で遭遇した場合を想定して、破損に至らないよう設計しております。	
資料5 スライド p.12	台風による海洋環境の変化、コロナ感染症などの想定外の情勢変化により、実施計画の大幅な変更を余儀なくされた。コロナ感染症は別としても、海洋環境の変化による影響は、実用化しようとする海洋エネルギーシステムのロバスト性や事業リスクを示唆しているようにも思える。どのように評価されているか。	公開可	海洋環境の変化が海洋エネルギーシステムのロバスト性に与える影響として、最もクリティカルになるものは、海流そのものの流路の変化や流速の低下であると考えております。そのため、事業海域の黒潮海況を精度良く予測し、海域選定の後、海洋環境の変化に柔軟に対応出来るよう、海流発電機の移設を可能にする設計が求められると考えております。 また、設置工事やメンテナンス工事など、海上に作業船を出す場合においては、気象海象条件による工事遅延のリスクが懸念されますことから、設置海域における作業可能日を気象海象から可能な限り精度高く予測し、工事遅延のリスクヘッジを行うことを加味したコスト試算を行うことで発電事業のロバスト性を確保するよう考えております。	後藤 分科 会長 代理

<p>資料 5 P19/29,28/29</p>	<p>今後の実用化・事業化に向けた取り組みとしてまずは独立系統離島での活用が想定されておりますが、小さな島での変動電源の活用促進のためには、今後低価格化が期待されるバッテリー等の活用検討も重要になるのではないかと思います。</p> <p>今回の海洋エネルギー発電実証では、IHI 殿が海洋エネルギー変換器の開発と、系統連系対応の両方を担当される予定だったと理解しましたが、両方を一社で行うことはやや負担が重すぎた様な気がします。</p> <p>発電機の発電特性等、社外に出せない技術情報もあつての事でこうなったのかもかもしれませんが、海洋エネルギー発電機の開発を促進するためには、発電機本体、海中電力ケーブル、系統連系対応（バッテリー活用等）と、担当を分けて公募することも有効ではないかと存じます。</p> <p>今後の海洋エネルギー発電設備の開発に関し、当方からは、この様な趣旨の提案を行うことを考えておりますが、NEDO 殿として、実施上の問題点などありましたら、予めご教示頂ければ幸いです。</p>	<p>公開可</p>	<p>ご指摘の通り、発電機本体、海中電力ケーブル、系統連系等の開発を一社で担うことの負担については認識しております。そのような状況も踏まえまして本事業では、実証試験を実施するに際し、事前にフィージビリティ・スタディーを実施いたしました。その中で(株)IHI が開発に必要な実施内容や実施体制等を検討し、その内容について外部有識者によるステージゲート審査において、実証試験の実現可能性があるかと評価いただいた上で、実証試験を実施することといたしました。</p> <p>一方、提案頂きました「技術分野毎に分けて募集を行う」ことに関しましては、ご指摘の通り、有効な面もあると認識しておりますと共に、そのような形で公募を実施する事は可能と考えております。ただし、そのような場合、発電システムとしましては、それぞれの技術を密に連携、統合する必要がありますことから、それぞれの技術開発を行う事業者様に対しては、技術連携、統合を密に行うこと等の付帯条件を付すことなどを検討する必要があるかと考えております。</p>	<p>赤星 委員</p>
------------------------------	--	------------	--	------------------

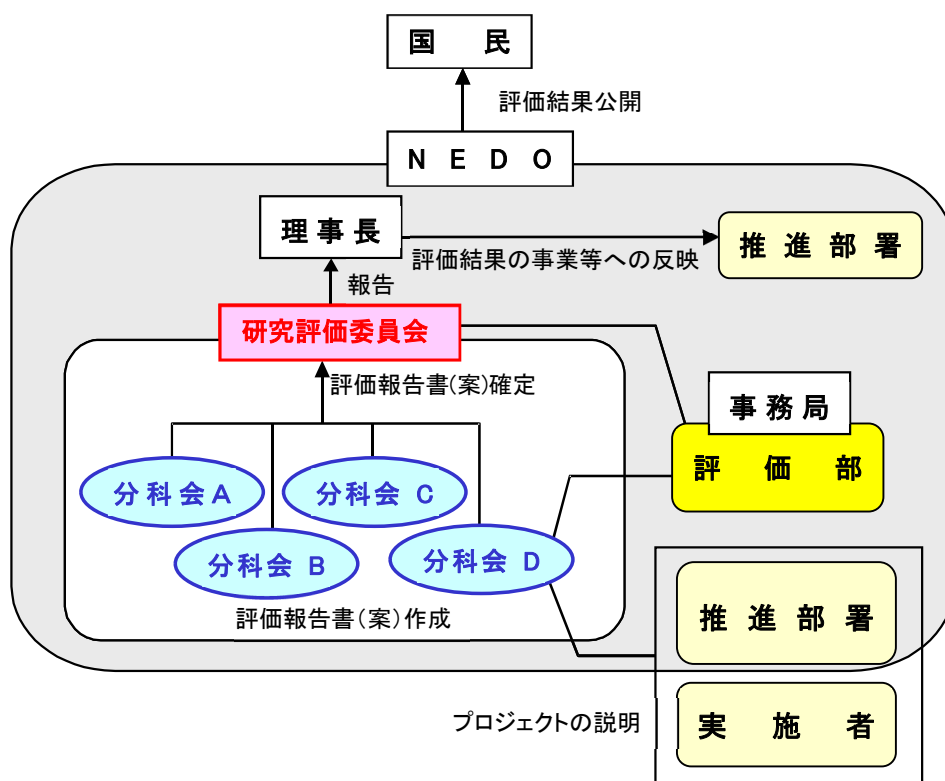
<p>資料 5 13/29</p>	<p>事業概要 (3) 台風やコロナの行動制限により、計画変更の中で試験項目を絞り込み、制約のもと試験を実施せざるを得ない背景は理解しております。一方で計画変更した場合と当初計画の試験環境は変わるかと思うのですが、当初予定していた試験項目で何ができて何ができなくなってきたかを、主な項目でいいのでご教示いただくことは可能でしょうか。あるいは、今回実施された試験項目は、予定していた試験項目の主要部分を網羅しているのか、成果には影響しないという理解でよろしいでしょうか。</p>	<p>公開可</p>	<p>本事業では、離島における電源供給事業を行う際の発電コストを試算することを主目的として掲げておりました。 当初予定していた試験項目は次の通りでした。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海上工事工法の検証 ・実海域水中浮遊運転 <ul style="list-style-type: none"> －長期運転試験 －発電性能評価 －設備利用率の検証 －環境影響評価 ・島内系統接続 <ul style="list-style-type: none"> －電力品質データ取得 －系統連系評価試験 <p>このうち、「実海域水中浮遊運転／長期運転試験」及び「島内系統接続／系統連系評価試験」につきましては、事業実施期間等の制約によりまして、試験の実施が難しい状況となってしまいました。このような状況への対応としまして、1年間の海況計測とシミュレーションによる系統連系評価を追加したことによりまして、「設置コスト」「発電性能」「運用コスト」「年間を通じた海況データ」等の実証データを得ることが出来、確度の高いコスト試算を行うことが出来たことから、主要部分は網羅されていると考えております。</p>	<p>杉岡 委員</p>
-----------------------	--	------------	---	------------------

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

「海洋エネルギー発電実証等研究開発事業」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。

「海洋エネルギー発電実証等研究開発事業」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た事業か。
- ・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、適切な目標であったか。

(2) 研究開発計画の妥当性

- ・開発スケジュール（実績）及び研究開発費（研究開発項目の配分を含む）は妥当であったか。
- ・目標達成に必要な要素技術の開発は網羅されていたか。

(3) 研究開発の実施体制の妥当性

- ・実施者は技術力及び事業化能力を発揮したか。
- ・指揮命令系統及び責任体制は、有効に機能したか。
- ・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たか。

(4) 研究開発の進捗管理の妥当性

- ・研究開発の進捗に応じ、技術を評価し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たか。
- ・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たか。
- ・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たか。

(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、かつ適切に運用したか。

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、最終目標を達成したか。
- ・ 最終目標未達成の場合、達成できなかった原因を明らかにして、最終目標達成までの課題及び課題解決の方針を明確にしている等、研究開発成果として肯定的に評価できるか。
- ・ 投入された研究開発費に見合った成果を得たか。
- ・ 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。
- ・ 成果が将来における市場の大幅な拡大又は市場の創造につながると期待できる場合、積極的に評価する。

(2) 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たか。
- ・ 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たか。
- ・ 一般に向けて、情報を発信したか。

(3) 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たか。

「実用化・事業化」の定義を以下に示す。

「実用化・事業化」の考え方

実用化とは、当該研究開発で開発された発電デバイス等の社会的利用(顧客への提供等)が開始されること、また量産化技術が確立されることであり、

事業化とは、当該研究開発で開発された発電デバイス等の製品販売や利用により、企業活動(売り上げ等)に貢献することをいう。

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が明確か。
- ・ 実用化・事業化の計画及びマイルストーンは明確か。

(3) 成果の実用化・事業化の見通し

- ・ 産業技術としての適用可能性は明確か。

- ・ 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しているか。
- ・ 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。
- ・ 量産化技術を確立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」の事後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、適切な目標であったか。

(2) 研究開発計画の妥当性

- ・開発スケジュール(実績)及び研究開発費(研究開発項目の配分を含む)は妥当であったか。
- ・目標達成に必要な要素技術の開発は網羅されていたか。

(3) 研究開発の実施体制の妥当性

- ・実施者は技術力及び事業化能力を発揮したか。
- ・指揮命令系統及び責任体制は、有効に機能したか。

- ・ 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、実施者間の連携は有効に機能したか。【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、競争の仕組みは有効に機能したか。【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たか。【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たか。
- ・ 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たか。

(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、かつ適切に運用したか。
- ・ 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、最終目標を達成したか。
- ・ 最終目標未達成の場合、達成できなかった原因を明らかにして、最終目標達成までの課題及び課題解決の方針を明確にしている等、研究開発成果として肯定的に評価できるか。
- ・ 投入された研究開発費に見合った成果を得たか。
- ・ 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。
- ・ 成果が将来における市場の大幅な拡大又は市場の創造につながると期待できる場合、積極的に評価する。

(2) 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たか。
- ・ 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たか。
- ・ 一般に向けて、情報を発信したか。

(3) 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たか。

- ・ 国際標準化に関する事項を計画している場合、国際標準化に向けた見通しはあるか。
【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が明確か。
- ・ 実用化・事業化の計画及びマイルストーンは明確か。

(3) 成果の実用化・事業化の見通し

- ・ 産業技術として適用可能性は明確か。
- ・ 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しているか。
- ・ 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。
- ・ 量産化技術を確立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、引き続き、誰がどのように研究開発に取り組むのか明確にしているか。
- ・ 想定する製品・サービス等に基づき、課題及びマイルストーンを明確にしているか。

(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・技術動向等を把握しているか。
- ・ 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

- ・ 整備した知的基盤・標準の維持管理・活用推進等の計画は、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を整備しているか、又は、整備の見通しはあるか。
- ・ 実用化に向けて、引き続き研究開発が必要な場合、誰がどのように取り組むのか明確にしているか。【該当しない場合、この条項を削除】

(3) 成果の実用化の見通し

- ・ 整備した知的基盤について、利用されているか。
- ・ 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。

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 塚越 郁夫

* 研究評価委員会に関する情報は NEDO のホームページに掲載しています。

(https://www.nedo.go.jp/introducing/iinkai/kenkyuu_index.html)

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地

ミュージア川崎セントラルタワー20F

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