

「海洋エネルギー技術研究開発／
海洋エネルギー発電システム実証研究」

「海洋エネルギー技術研究開発／
次世代海洋エネルギー発電技術研究開発」

「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」

事業原簿【公開】

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

—目次—

概要	i
プロジェクト用語集	viii
I. 事業の位置づけ・必要性について	
1 NEDOの関与の必要性・制度への適合性	I-1
1.1 NEDOが関与すること意義	I-1
1.2 実施の効果（費用対効果）	I-1
2 事業の背景・目的・位置づけ	I-3
II. 研究開発マネジメントについて	
1 事業の目標	II-1
2 事業の計画内容	II-1
2.1 研究開発の内容	II-3
2.1.1 事業全体の計画内容	II-3
2.1.2 研究テーマ毎の計画内容	II-7
2.2 研究開発の実施体制	II-22
2.2.1 実施体制	II-22
2.2.2 主要な研究者	II-24
2.2.3 知的財産取扱いの考え方と運営	II-30
2.3 研究開発の運営管理	II-30
2.3.1 全体会議	II-31
2.3.2 ステージゲート評価委員会、技術研究開発評価委員会	II-31
2.3.3 事業者が組織する委員会	II-33
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-35
3 情勢変化への対応	II-35
4 評価に関する事項	II-35
III. 研究開発成果について	
1 事業全体の成果	III-1
IV. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて	
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	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	事前評価書
添付資料3	特許論文リスト

概 要

		最終更新日	2018年11月16日						
プログラム (又は施策)名	海洋エネルギー技術研究開発								
プロジェクト名	海洋エネルギー発電システム実証研究、次世代海洋エネルギー発電技術研究開発、海洋エネルギー発電技術共通基盤研究	プロジェクト番号	P07015						
担当推進部/担当者	新エネルギー部 担当者氏名 青山智佳、濱本政人 (2018年11月現在)								
0. 事業の概要	海洋エネルギー発電は、世界的には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が、潮流発電など一部の技術は商用化直前の段階である。四方を海に囲まれた我が国は、海洋エネルギーの賦存量が大きく、波力発電技術や潮力発電技術、その他海洋エネルギー発電技術について早期に実用化を図ることが重要である。本事業では、海洋エネルギー発電に係る要素技術の開発から実用化へ向けた技術開発を行い、中長期的に他の再生可能エネルギーと同程度の発電コストまで低減することで、新たな産業の育成や国際競争力の強化に資することを目的とする。								
I. 事業の位置付け・必要性について	海洋先進国では海洋エネルギー利用に向けた研究開発が活発である。このため我が国の現状では、世界に遅れを取る事が必定で、早急に総合的な技術開発事業を展開する必要がある。重要なことは、技術開発のための事業で終わらせないことである。すなわち、事業化、ビジネス化を念頭にした検討を行い、本事業の成果が着実に具体化され、実事業に結びつく事が期待される。								
II. 研究開発マネジメントについて									
事業の目標	<p>○研究開発項目① 海洋エネルギー発電システム実証研究</p> <p>中間目標 (2012年度)</p> <p>実海域における実証研究のためのフィージビリティ・スタディーを完了し、フィージビリティ・スタディーの結果に基づき実証研究の実現可能性を示す。(2011年度採択事業)</p> <p>中間目標 (2015年度)</p> <p>実海域における実証研究のためのフィージビリティ・スタディーを完了し、フィージビリティ・スタディーの結果に基づき実証研究の実現可能性を示す。</p> <p>最終目標 (2017年度)</p> <p>海洋エネルギー発電システムの実証試験を実海域で実施する。また、実証試験の結果に基づき事業化時の試算で、発電コスト40円/kWh以下を見通せるシステムを確立すること。</p> <p>○研究開発項目② 次世代海洋エネルギー発電技術研究開発</p> <p>中間目標 (2012年度)</p> <p>発電性能や信頼性の向上等に係る要素試験等を実施し、性能検証を完了する。検証結果に基づき海洋エネルギー発電装置に係るコンポーネントや部品等システムの概念設計を完了すること。(2011年度採択事業)</p> <p>中間目標 (2015年度)</p> <p>発電性能や信頼性の向上等に係る要素試験等を実施し、性能検証を完了する。検証結果に基づき海洋エネルギー発電装置に係るコンポーネントや部品等システムの概念設計を完了すること。</p> <p>最終目標 (2017年度)</p> <p>スケールモデルによる性能試験及び評価を完了する。また、2020年以降事業化時の試算で発電コスト20円/kWh以下を見通せる海洋エネルギー発電装置に係るコンポーネントや部品等の要素技術を確立すること。</p> <p>○研究開発項目③ 海洋エネルギー発電技術共通基盤研究</p> <p>中間目標 (2012年度)</p> <p>各々の海洋エネルギー発電技術及び海洋エネルギー発電システムの性能試験・評価方法や手順に関する検討を終了する。(2011年度採択事業)</p> <p>最終目標 (2017年度)</p> <p>海洋エネルギー発電技術に係る性能試験・評価方法や手順に関する検討を終了する。国内の海洋エネルギーのポテンシャル等、海洋エネルギーに係る情報基盤を整理する。また、海洋エネルギー発電技術の共通の技術課題を克服する。</p>								
事業の計画内容	主な実施事項	FY2011	FY2012	FY2013	FY2014	FY2015	FY2016	FY2017	
	海洋エネルギー発電システム実証研究								→
	次世代海洋エネルギー発電技術研究開発								→

	海洋エネルギー 発電技術共通基 盤研究								
開発予算 (会計・勘定別 に事業費の実 績額を記入 (単位：百万 円) 契約種類： ○をつける (委託(○) 助 成() 共 同研究(負担 率(2/3))	会計・勘定	FY2011	FY2012	FY2013	FY2014	FY2015	FY2016	FY2017	総額
	一般会計	—	—	—	—	—	—	—	—
	特別会計(需給)	409	1,748	1,304	1,529	1,414	1,574	1,488	9,466
	加速予算(成果普 及費を含む)	—	—	—	—	—	—	—	—
	総予算額	409	1,748	1,304	1,529	1,414	1,574	1,488	9,466
	(委託)	111	550	950	1,125	1,074	407	133	4,350
	(共同研究) : 負担率 2/3	298	1,198	354	404	340	1,167	1,355	5,116
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・新エネルギー一部 新エネルギー課							
	プロジェクト リーダー	(大)横浜国立大学 名誉教授 亀本喬司(2013年度よりPLを委嘱)							
	委託及び共同研 究先(*委託先 が管理法人の場 合は参加企業数 および参加企業 名も記載)	<p>(1) 海洋エネルギー発電システム実証研究 三井造船(株) (株)ジャイロダイナミクス、日立造船(株) エム・エムブリッジ(株)(旧:三菱重工鉄構エンジニアリング(株))、東 亜建設工業(株) 川崎重工業(株) 三井海洋開発(株) 市川土木(株)、協立電機(株)、いであ(株) ジャパンマリンユナイテッド(株)、(大)佐賀大学 (株)大島造船所、サイエンスリサーチ(株) (株)IHI、(株)東芝(2015年度まで)</p> <p>(2) 次世代海洋エネルギー技術研究開発 (大)東京大学、(株)IHI、(株)東芝、(株)三井物産戦略研究所 (大)佐賀大学、(株)神戸製鋼所 (大)東京大学、(大)九州大学、佐世保重工業(株) (学)鶴学園広島工業大学、ナカシマプロペラ(株)、五洋建設(株) 三菱重工業(株) (大)九州工業大学、(株)協和コンサルタンツ、アイム電機工業(株)、前田建 設工業(株)、(学)早稲田大学 川崎重工業(株)、(大)九州大学 中国電力(株)、(学)鶴学園広島工業大学 (公財)釜石・大槌地域産業育成センター、(大)東京大学、(大)東北大 学、(大)横浜国立大学、(国研)海上技術安全研究所</p> <p>(3) 海洋エネルギー発電技術共通基盤研究 (株)三菱総合研究所 みずほ情報総研(株) 国際航業(株)、(株)東洋設計 みずほ情報総研(株)、(大)九州大学、(大)鹿児島大学 (大)東京大学、(国研)海洋研究開発機構 (公財)海洋生物環境研究所、(一財)電力中央研究所 (一財)電力中央研究所、(株)三菱総合研究所</p>							
情勢変化への対 応	<p>2012年度に追加公募を実施。 2013年度に仕様書を変更し、事業者の組織する外部有識者による推進委員会を設置。 2013年度に4年間の実証を行うためプロジェクト期間を2年延長(2015年度末まで→2017年度末 まで)。</p>								

<p>中間評価結果への対応</p>	<p>【2013年度中間評価結果への対応】 研究開発項目②「次世代海洋エネルギー発電技術研究開発」に関しては、2015年度の中間評価分科会の意見を踏まえて、次世代要素技術を確立するために必要なスケールモデルの設計・製作、実海域での計測等を行い、発電性能、制御や係留の信頼性等の試験・評価を行う。</p> <p>【2016年度中間評価結果への対応】 中間評価結果を参考として、継続実施中の事業に対して技術評価委員会での審議等を実施したうえで、実施内容の見直しを行い、予算の選択と集中を実施した。 また、技術戦略の策定に対しては、2017年度にNEDO技術戦略研究センターにて海洋エネルギーの戦略を策定。戦略策定にあたっては、本事業の成果等の情報提供を行った。</p>	
<p>評価に関する事項</p>	<p>事前評価</p>	<p>2010年度実施 事務局：経済産業省資源エネルギー庁新エネルギー対策課</p>
	<p>中間評価</p>	<p>2013年度実施 2016年度実施</p>
	<p>事後評価</p>	<p>2018年度実施予定</p>

Ⅲ. 研究開発成果
について

- (1) 海洋エネルギー発電システム実証研究
中間目標：実海域における実証試験のためのフィージビリティ・スタディーを完了し、フィージビリティ・スタディーの結果に基づき実証研究の実現可能性を示す。
全体成果：ステージゲート評価委員会において、フィージビリティ・スタディーにおける技術的完成度は高く、実証研究の実現性は高いと評価。
個別テーマの成果：（発電コスト評価は全テーマ共通のため省略）
- ①機械式波力発電【終了】
- ・実証予定海域の自然及び社会条件を調査により把握
 - ・同調制御システムの確立による発電効率向上を確認
 - ・解析と実験により荒天時の最大係留力を確認
 - ・経済的な施工方法を開発するための施工コンセプトを確立
 - ・約5ヶ月間の実証試験を実施し台風通過時も含めた連続運転性能を確認
- ②ジャイロ式波力発電【終了】
- ・試験予定海域の自然条件を調査により把握し合意調整を実施
 - ・50kW ジャイロ装置を開発し駆動損失の目標値を達成
 - ・浮体及び係留システム開発に関しては全体構造強度の確認まで実施
 - ・実証システム運用に関しては施工手順の策定まで実施
- ③空気タービン式波力発電【終了】
- ・1次及び2次の発電出力の変換効率の目標値を達成
 - ・水槽実験結果を基にシミュレーション技術を開発
 - ・安全性を確保したユニットを設計・実証海域の自然及び社会条件を調査により把握
- ④着定式潮流発電【終了】
- ・実証海域の自然及び社会条件を調査により把握
 - ・発電コスト試算をもとに事業性を評価
 - ・発電装置の基本設計と開発を実施
 - ・メンテナンス方式の機能、潮流流水中翼の性能及び電力取出装置による総合効率の目標値を上回る性能を水槽や陸上の試験で確認
- ⑤浮体式潮流発電【終了】
- ・発電システム開発に関しては水車や制御システムの設計まで実施
 - ・揺動支持システム開発に関しては試験及び設計まで実施
 - ・実証海域を選定したうえで環境及び利害関係を調査により把握
- ⑥越波式波力発電【終了】
- ・一次変換効率 20%以上、二次変換効率 45%以上を達成。
 - ・一次及び二次の変換効率の目標値を達成
 - ・水槽実験結果との比較よりシステム設計手法を確立
 - ・躯体及び水槽の安全性を机上検討、水槽実験及びシミュレーションで確認
 - ・実証海域（場所変更あり）の自然及び社会条件を調査により把握
- ⑦海洋温度差発電【終了】
- ・次世代研究の成果を用いた実海域試験のためのフィージビリティ・スタディーを実施
 - ・2段階ランキンサイクル試験を行うための機器増設に着手
 - ・排水の拡散に関するシミュレーションで海洋環境の有意な変動がないことを確認
 - ・水槽試験により所要の浮体性能が得られることを確認
 - ・洋上でのアンモニア使用におけるリスク・コスト面の検討及び遠隔監視・制御の有用性の検討を行い所要の成果を確認
 - ・約3カ月間の実証試験を実施し従来システム（単段）に対する発電効率向上度を確認
- ⑧垂直軸直線翼型潮流発電【終了】
- ・海流水槽試験により翼車性能を検討しパワー係数の確認まで実施
 - ・躯体構造の強度確認に関しては強度計算まで実施
 - ・実証試験候補2海域の流況及び海底状況を調査により把握
 - ・電磁界解析を実施し発電機の変換効率の目標値を達成
 - ・コンバータ及び独立運転方式の調査を実施
- ⑨水中浮遊式海流発電【終了】
- ・実証試験海域を選定して実証試験機及び試験計画の基本設計を完了
 - ・実証試験機の基本設計及び詳細設計を完了し製造に着手
 - ・実証海域の地元協議を実施し詳細な地形及び海況を把握
 - ・想定する将来事業化時における目標発電コスト達成の見込みを確認
 - ・7日間の実証試験を行い発電性能及び姿勢・浮力調整機能を確認
- (2) 次世代海洋エネルギー発電技術研究開発
中間目標：次世代海洋エネルギー発電技術のデバイス特性の把握、基礎要素試験等を実施し検証完了する。検証結果に基づき次世代海洋エネルギー発電システムの概念設計を完了する。
全体成果：技術研究開発評価委員会において、概念設計は完了しており、実証研究に移るべく

研究加速したいと評価。

個別テーマの成果：（発電コスト評価は全テーマ共通のため省略）

①水中浮遊式海流発電【終了】

- ・目標とする発電効率及び構造強度を有するタービン翼の設計法を構築
- ・浮体係留システムの安定浮遊を海中試験で確認
- ・発電機及び送変電システムを開発するため発電機や軸受の特性を把握
- ・浮体運動シミュレーション法を構築し模型実験により精度を検証
- ・発電システムのコスト試算を実施し技術的及び事業的成立性の目途を確認

②海洋温度差発電【終了】

- ・従来よりも高強度な伝熱促進加工プレート性能向上を確認
- ・伝熱促進加工プレートを用いた熱サイクルの高効率化が可能であることを確認
- ・試験評価及び仕様検討により平成 24 年度末時点の開発結果を用いた発電プラントの性能、可能性、事業性及び今後の見通しを明確化

③油圧式潮流発電【終了】

- ・100kW 出力ローター開発に関しては設備利用率の確認まで実施
- ・適地選定のため潮流シミュレーションコードを開発しポテンシャルマップを作成
- ・20kW ベンチ試験に関しては油圧式の成立性及び安全性の確認まで実施

④橋脚利用式潮流発電【終了】

- ・発電システム開発に関しては水槽実験での対称翼タービンの性能確認及び設計の提案まで実施
- ・設置及び施工技術の開発に関しては廉価な NDR 工法の確実性及びコストの評価まで実施
- ・実現性検証に関しては適した海域の海底地形・潮流の調査及びコスト算出まで実施

⑤海中浮体式海流発電【終了】

- ・将来候補地の海流条件を調査し流速等のデータを取得
- ・曳航試験装置設計にあたり実機でのリスク影響度を考慮した設計を実施し地上試験で妥当性を確認
- ・発電装置の制御シーケンスの妥当性を地上試験で確認
- ・曳航試験を実施しほぼ設計通りの発電性能を確認

⑥相反転プロペラ式潮流発電【終了】

- ・離岸流や潮流特性の把握により実海域での検証試験の設計諸元を把握
- ・目標以上の効率のタービンを開発
- ・材料物性やコーティングの特性や妥当性を把握
- ・双方向回転に対応できるメカニカルシールを開発
- ・発電ユニットの振動に関して減衰機構を構築
- ・実海域での検証試験のための準備に着手
- ・実海域での曳航試験を実施し世界トップレベルの発電効率を確認

⑦着定式潮流発電【終了】

- ・ナセル軽量化、長大ブレード及びシール性能に係る技術を開発
- ・海底地形も考慮できる複数基タービン間の流体シミュレーション技術を開発
- ・発電装置を開発し生物付着やナセル内温度の評価により影響を確認
- ・吊ピースの概略設計を完了

⑧橋脚・港湾構造物利用式潮流発電【終了】

- ・発電システムの優位性や課題を整理して冷却構造及び支持構造方を提案
- ・CFD 解析と水槽実験で最適タービンの絞込みを実施
- ・非接触動力伝達機構の伝達効率をモデル実験で確認
- ・施工の課題を整理し概算施工費を試算
- ・瀬戸内海での候補地を選定
- ・発電性能最大化及びコスト低減のための構想設計を行い、コスト低減効果を確認

⑨リニア式波力発電【終了】

- ・次世代 Power take-off システム開発に関し同調制御の特性把握、発電システムの特性検証及び実海域における波浪のデータ解析や予備調査を実施し計測に着手
- ・アレイ制御技術に関して基本コンセプトを提案し基本配置を決定
- ・前提条件を整理したうえで日本型デバイスのコンセプトを確定
- ・次世代発電システムに関してコンセプトを検討
- ・規則波・不規則波の水槽実験を実施し各種制御方式を比較
- ・係留系を含む発電装置全体の水槽実験を実施し強度や設計に関する知見を取得

(3) 海洋エネルギー発電技術共通基盤研究

最終目標：各々の海洋エネルギー発電技術および海洋エネルギー発電システムの性能試験・評価方法や手順に関する検討を終了する。

個別テーマの成果：

①海洋エネルギー発電技術に関する情報収集・分析【終了】

	<ul style="list-style-type: none"> ・海洋エネルギー発電に関する各国の技術開発や市場動向を情報収集し費用対効果、事業性及び市場可能性に関する分析結果を整理 ②海洋エネルギー発電技術の性能試験方法等の検討【終了】 <ul style="list-style-type: none"> ・海洋エネルギーの発電効率、発電特性等の性能信頼性を評価する試験手法等について海外情報の収集及び分析 ・ステージゲート評価に係る評価手法を確立 ③地域協調型海洋再生可能エネルギー利用に関する検討【終了】 <ul style="list-style-type: none"> ・漁業生物や漁業・海域利用者の業態を把握 ・エネルギーや発電電力利用の整理に関しては洋上風力を主とした整理まで実施 ・地域協調の検討に関しては需要課題の具体的な対応案の整理まで実施 ④性能評価手法及びポテンシャル調査【終了】 <ul style="list-style-type: none"> ・性能評価手法に関する調査として国際標準の動向調査や評価方法を整理 ・ポテンシャルの地域詳細版作成として波力、潮流、海流及び海洋温度差ポテンシャルを算定しマップを作成 ・わが国で近年取り組まれた海洋エネルギー発電技術の有望性を評価し今後の研究開発の方向性を検討するための基礎資料を整備 ⑤ポテンシャル推定【終了】 <ul style="list-style-type: none"> ・波浪（21年間）および海流（13年間）の再解析によりデータベースを構築 ・波浪条件及び波力・海流・潮流発電機特性を標準化 ・WebGISによりポテンシャルマップ及び数値データを公開 ⑥海洋エネルギー等再生可能エネルギーを活用した産業創出の可能性に係る調査事業【終了】 <ul style="list-style-type: none"> ・文献調査やヒアリングにより海洋温度差、波力及び潮流発電の最新情報を整理 ・上記のうち海洋温度差に関して詳細調査を実施 ・久米島とハワイでワークショップを開催し実例情報を収集 ・実用化、商業化及び系統接続に関わる課題を抽出 ⑦海洋エネルギー発電技術に係る生物付着影響の調査および対策の検討【終了】 <ul style="list-style-type: none"> ・ヒアリングや研究会により国内及び海外の既設設備での生物付着の状況、影響の有無及び対策技術を整理 ・文献調査やメーカー等への聞き取り調査により発電方式毎の影響及び適用可能な対策技術を整理 ⑧国内外の海洋エネルギー利用事例における海域等への影響に関する調査【終了】 <ul style="list-style-type: none"> ・先行する国外事例の文献から各発電技術の環境配慮項目を抽出して調査・予測手法やガイドラインツール等の情報を整理 ・国内外の視察及びヒアリングにより環境面の詳細な情報を収集して整理 ・わが国特有の条件下での環境配慮項目を分析して解決すべき課題を抽出
投稿論文	「査読付き」29件、「その他」60件
特 許	「出願済」136件、「登録」40件、「実施」8件（うち国際出願39件）
その他の外部発表 （プレス発表等）	「研究発表・講演」209件、「新聞・雑誌等への掲載」253件、「受賞実績」7件、「展示会への出展」29件
IV. 実用化・事業化の見通しについて	<p>(1) 海洋エネルギー発電システム実証研究 海洋エネルギー発電の実用化・事業化における大きな課題となる、発電効率の高効率化と発電コストの低減に向けた研究開発に取り組んでいる。2015年度までの事業に関しては、2011～2015年度に実証候補地の詳細調査、現地工事計画、水槽試験の結果や発電システムの基本設計等を行い、2012～2014年度に5回開催されたステージゲート評価委員会において、性能、信頼性及び安全性の妥当性評価、コスト試算による事業性評価等を実施した。また2016年度の事業に関しては、2015年度に4回、2016年度に1回、開催されたステージゲート評価委員会の意見を踏まえて、実海域へデバイスを設置するための、実施設計、施工・設置方法の検討、地元関係者との合意形成や設置に必要な許認可等の取得を行い、2017年度には、実用化・事業化の見通しをより明らかにしていくために実海域試験を実施した。</p> <p>(2) 次世代海洋エネルギー発電技術研究開発（要素技術開発） 海洋エネルギー発電の将来市場である本土地域での事業化も含め、発電システムの大規模化・ファーム化を想定した研究開発を行っている。2013年度の技術研究開発評価委員会では、技術の完成度・目標達成の実現性について高い評価を得ており、通過した事業については、スケールモデルによる性能試験等を開始した。また2016年度の事業に関しては、2015年度の次世代海洋エネルギー中間評価委員会の意見を踏まえて、次世代要素技術を確立するために必要なスケールモデルの設計・製作、実海域での計測等を行い、発電性能、制御や係留の信頼性等の試験・評価を行う。曳航試験等で実用化を見据えた試験評価を実施、実用化を確実なものにした。</p>
V. 基本計画に関	作成時期 2008年3月 作成

<p>する事項</p>	<p>変更履歴</p>	<p>2011年6月 改訂「海洋エネルギー技術研究開発」を新規で追加 2014年3月 既存の基本計画「風力等自然エネルギー技術研究開発」から海洋エネルギー分野に関する項目を抜粋し「海洋エネルギー技術研究開発」の基本計画に変更、4年間の実証を行うためプロジェクト期間を2年延長 2015年3月 研究開発項目「海洋エネルギー発電技術共通基盤研究」の2年間の期間延長／海洋エネルギーの基盤技術を確立するための開発を追加</p>
-------------	-------------	--

プロジェクト用語集

CFD

数値流体力学（Computational Fluid Dynamics の略）。流体の運動に関する方程式をコンピュータで解くことによって流れを観察する数値解析・シミュレーション手法。計算流体力学とも言う。

EEZ

排他的経済水域（Exclusive Economic Zone の略）。国連海洋法条約に基づいて設定される経済的な主権がおよぶ水域のこと。

TLP

緊張係留式プラットフォーム（Tension Leg Platform の略）。強制的に半潜水させた浮体構造物と海底に打設した基礎杭を鋼管で接続し、強制浮力によって生じる緊張力（Tension）を利用して係留する洋上プラットフォーム。

海洋エネルギーポテンシャル

ここでは、海水のもつ物理的な位置エネルギー・運動エネルギー・熱エネルギーのこと。単位は、単位時間あたりのエネルギー量[J/s]、すなわち仕事率[W]で表現する。

海洋温度差発電

海洋温度差発電は、水深 500m 以上の深海水と地表近くの海水温との温度差を利用して発電する方式である。OTEC(Ocean Thermal Energy Conversion)

海流発電

海流とは、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。海流発電とは、この海流エネルギーを利用した発電システムである。

グリッドパリティ

再生可能エネルギーによる発電コストが既存の電力のコスト（電力料金、発電コスト等）と同等かそれより安価になる点（コスト）。

系統連系

系統連系とは、新エネルギーやローカルエネルギーなどの発電設備と配電線を接続して、電力のやりとりをすることである。連系方式には、常時電気のやりとりが可能な並列連携系システムと、通常は両者を切り離しておき、発電設備からの電気が不足した場合に配電線から電気を受け取る切り替えシステムがある。

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（温度差、潮力（潮位差、潮流）、波力、海流、塩分濃度差）等を指す。

設備容量

発電デバイスの最大出力（定格出力）の合計値。

設備利用率

発電システムの最大出力（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

潮流発電

潮流とは、潮汐（潮の干満）により生じる海水の水平方向の流れ。海流がほぼ一定方向に長時間流れるのに対し、潮流は時間の経過に伴って流れが変化し、短い周期性を持つ。潮流発電とは、この潮流エネルギーを利用した発電システムである。

波高

波高とは、発生した波の頂上から谷までの高さのこと。波高は、風が強いほど、長く吹き続けるほど、また、風の吹く距離が長いほど高くなる。

発電効率

発電効率とは、使用するエネルギー量に対する得られた電気エネルギー量の比率のことである。

波力発電

波力発電とは、主に海水などの波のエネルギーを利用して発電する発電システムである。

分散型電源

分散型電源とは、比較的発電規模が小さく、需要地内に分散して配置される電源である。発電は、集中型と分散型に分類され、需要に応じて小規模の発電システムを設置するのが分散型である。分散型電源としては、太陽光発電、風力発電、小水力発電、バイオマス発電及びマイクロガスタービンなどを指す。負荷の平準化や再生可能エネルギーの有効活用が可能で、また集中型の場合の長距離送配電網を必要とせず、需要地内でエネルギー需給ができる。

有義波・有義波高・有義波周期

ある地点で連続する波を観測した時、波高の高い方から順に全体の 1/3 の個数の波（例えば 20 分間で 100 個の波が観測されれば、大きい方の 33 個の波）を選び、これらの波高および周期を平均したものを有義波（有義波高、有義波周期）と言う。

参考文献等

- ・三井海洋開発(株)ホームページ
- ・フリー百科事典ウィキペディア
- ・(独)港湾技術研究所（現：(国研)海上・港湾・航空技術研究所）ホームページ

- ・金沢地方気象台ホームページ
- ・気象庁ホームページ
- ・資源エネルギー庁ホームページ
- ・NEDO ホームページ

I. 事業の位置付け・必要性について

1. NEDO の関与の必要性・制度への適合性について

1.1. NEDO が関与することの意義

NEDO では、これまで取り組まれてきた再生可能エネルギーと競合しない新たなエネルギー源として、未活用の再生可能エネルギーに着目し、2009 年度に「新エネルギー等の未利用技術・未利用エネルギー等の現状と課題に関する調査」を実施し、未活用エネルギーの現状について調査を行った。その中で、海洋エネルギーを利用した発電技術（以下、「海洋エネルギー発電技術」という。）について、欧米を中心に盛んな研究開発がおこなわれており、新たな産業が創出される可能性があることが確認された。ただし、これらの海洋エネルギー発電技術は未だ実海域での運転実績が少なく、発電原価も高コストであり、風力発電や既存の基幹電力レベルまでコストを低減し事業化していくためには、中長期的な研究開発および実証研究が必要であることも明らかとなった。

本事業では、海洋エネルギー発電技術の実用化を実現するとともに、海洋エネルギー産業の新規創出、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、実海域における実証研究と発電性能や信頼性の向上、発電コストの低減等に資する要素技術の研究開発を実施し、2020 年以降、海洋エネルギー発電技術の実用段階への迅速な移行をめざす。本事業を実施することにより、国内のエネルギーセキュリティの向上、海洋エネルギー発電技術に係る国内技術の確立および海外市場への進出が期待されることから、その意義は大きい。また、海洋エネルギー発電市場が未だ創出されていない中で中長期的な技術開発を行うことは、民間企業にとってリスクが高いため、NEDO はこれらの技術開発を主導して実施する。

もとよりエネルギー技術開発は、長期の開発期間を要するとともに大規模な開発投資を必要とする一方で将来の不確実性が大きく、民間企業が持続的な取り組みを行うことは必ずしも容易ではない。我が国では、政府が長期を見据えた将来の技術進展の方向性を示し、海洋基本法に基づく「海洋基本計画」（2013 年 4 月閣議決定）において、「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。

本事業は、上述の「海洋基本計画」や「エネルギー基本計画」（2014 年 4 月閣議決定）で政策的に位置づけられた海洋エネルギー利用技術等の導入促進・普及拡大に貢献することを背景として実施しており、NEDO では、民間企業だけではリスクが高く実用化が困難と思われる海洋エネルギー発電技術に関して、産官学の英知を結集し、政策当局との連携を図り方向性を共有しながら、技術開発を主導すべくプロジェクトマネジメントを行う。

1.2. 実施の効果（費用対効果）

我が国の海洋エネルギー発電技術は、1980 年前後から 2000 年前後まで断続的に波力発電の大規模な実証試験が行われた時期も過去にあるが、発電コストが高いこと及び技術の安全性や性能に関する評価手法が体系的に整えられていないことなどの課題があり、未だ小型スケールモデルによる実証試験段階にある。世界においても、潮流発電など一部実用化が間近な技術が

あるものの、海洋エネルギー発電技術の多くは小型もしくは原寸スケールのモデルによる実証試験段階にあると言える。しかし、近年は効率の向上や制御の向上等が見込まれることもあり、既存技術の組み合わせや新規技術の開発等によって、海洋エネルギー発電技術の性能の向上や経済性の向上が期待されている。

本事業では、海洋エネルギー発電技術に係る要素技術の開発から実用化へ向けた技術開発を行い、中長期的に他の再生可能エネルギーと同程度の発電コストの達成に貢献することで、新たな産業の創出や国際競争力の強化に資することを目的とする。

なお、本事業は、共同研究事業（NEDO 負担率 2/3）として「海洋エネルギー発電システム実証研究」、委託事業（NEDO 負担率 1/1）として「次世代海洋エネルギー発電技術研究開発」および「海洋エネルギー発電技術共通基盤研究」を実施する（「次世代海洋エネルギー発電技術研究開発」の一部は共同研究事業として実施）。事業期間は2011年度から2017年度までの7か年である。事業期間の開発予算額の推移を表 I.1.2-1 に示す。

表 I.1.2-1 開発予算

(単位：百万円)

会計	事業名	FY2011	FY2012	FY2013	FY2014	FY2015	FY2016	FY2017	総額
特別会計 (需給)	海洋エネルギー技術研究開発	1,000	2,100	2,520	2,750	1,500	1,000	600	11,470

海洋エネルギー発電の世界における初期市場は、研究開発および実証試験で先行する欧州諸国を中心に、海洋エネルギー発電技術が確立された後、近日中に立ち上がることが見込まれる。再生可能エネルギーの導入普及に積極的に取り組んでいる欧州を中心に実スケールの実証試験装置の導入が進んでおり、全世界で既に導入されている容量は 530MW、合意が得られている計画容量は 580MW である（表 I.1.2-2）（OES : Annual Report 2015）。

表 I.1.2-2 各国の海洋エネルギー導入状況

	既に導入されている容量 [kW]				合意が得られている計画容量 [kW]				備考
	波力	潮流	潮汐	その他	波力	潮流	潮汐	その他	
UK	960	2,100			40,000	96,000			
オランダ		1,300		50		1,600- 2,200		100,000	塩分濃度差
フランス		2,500	240,000			21,618			
イタリア					99				
ポルトガル	400				5,000				
スペイン	296								
スウェーデン	200	8			10,400- 10,600				
ノルウエー	200								
デンマーク					50				
ベルギー					20,000*				*上限値
USA					1,545		1,350	40	河川流
カナダ	9		20,000			20,450			
中国	450	170	4,100		2,760	4,800	200		
韓国	500	1,000	254,000	220	500	1,000	254,000	220	OTEC
シンガポール	16		5			50			

一方、現状の再生可能エネルギーのコスト比較は、表 I.1.2-3 のとおりになっている。世界全体の再生可能エネルギーへの投資額は、2014 年に 32 兆円に達しているが、海洋エネルギー発電はそのうちの約 0.15%（460 億円）である（環境エネルギー政策研究所：自然エネルギー白書 2015 サマリー版、2015 年 9 月）。その一方で、2030 年における世界全体の海洋エネルギー

発電の市場規模を 4.8 兆円と予測している試算例もある（富士経済：世界の海洋ビジネス市場の最前線を調査・分析、2014 年 1 月）。

表 I.1.2-3 再生可能エネルギーのコスト（均等化発電原価（LCOE））比較

(1) 太陽光発電（PV）、風力発電 (円)

家庭用 PV	商用 PV	大規模 PV	陸上風力	洋上風力
17.0~39.3	12.7~24.2	10.8~30.5	5.5~23.4	17.5~34.3

(2) 海洋エネルギー発電 (円)

第 2 世代アレイプロジェクト			第 1 次商用化プロジェクト		
波力	潮流	OTEC [*]	波力	潮流	OTEC
22.1~70.4	22.1~49.4	36.8~68.3	12.6~49.4	13.7~29.4	15.8~29.4

LCOE は(1)、(2)ともに割引率 10%で計算した結果であり、1USD=105 円で計算した。

出展：PV 風力：Projected Costs of Generating Electricity 2015 Edition, IEA, NEA and OECD (2015 年)

海洋：International Levelised Cost Of Energy for Ocean Energy Technologies, OES (2015 年)

欧州に比して厳しいといわれる日本の自然条件下でも成立する海洋エネルギー発電技術を確立すれば、海外市場においても競争力を有することが可能と考えられる。海外市場におけるシェア獲得 10%を目標とすれば、本事業における市場効果は、およそ 1,230 億円と見積もられる¹。また、2020 年における CO2 削減効果についても、81 万 t/年（CO2 換算²）の試算となる。

日本では、海洋エネルギーの導入目標値は設定されていないものの、OEA-J（海洋エネルギー資源利用推進機構）のロードマップにおいて、波力発電については 2020 年までに 51MW、潮流発電については 2020 年までに 130MW が想定あるいは期待される発電規模とされており、この時の国内市場は 543 億円の規模と試算される³。日本における海洋エネルギーの初期市場として有望と思われるのが、化石燃料依存率が高く発電コストの高い離島地域である。我が国は 6,852 の島嶼から構成されており、本土 5 島（北海道、本州、四国、九州、沖縄本島）を除いて住民登録のある離島は 314 島ある。このうち、本土と系統連系のない有人離島は 97 島である。この 97 の独立系統の有人離島の発電機設備容量だけでも 987MW⁴となり、この 10%を海洋エネルギー発電で代替するだけでも、離島の分散電源市場としてさらに 300 億円近い市場創出効果が期待される⁵。また、国内に 2,000 箇所以上ある港湾における施設用電源等の独立電源としての利用も期待され、多くの離島を有する我が国において、これら離島地域における分散電源としての導入が海洋エネルギー発電普及の第一ステップになるものと考えられる。

2. 事業の背景・目的・位置付け

近年、エネルギー問題や環境問題の深刻化さらにはエネルギーセキュリティ向上の必要性等から、再生可能エネルギーの利用が拡大する中で、太陽光発電や風力発電等の再生可能エネルギーの利用が注目されている。

¹ 2020 年における欧米市場 411GW のシェア 10%を獲得したと仮定し、30 万円/kW として算出

² 設備利用率 40%、CO2 削減原単位 390g-CO2/kWh を適用

³ 2020 年における国内市場 181MW のシェア 100%を獲得したと仮定し、30 万円/kW として算出

⁴ “離島における新エネルギー導入グランドデザイン”（2009, 経済産業省）

⁵ 独立系統の離島の発電設備容量 987MW の 10%を代替すると仮定し、30 万円/kW として算出

海洋エネルギーについては、地球の表面積の7割を海洋が占めていることから、その賦存量は膨大なものとなる。たとえば、英国産業貿易省（DTI）は、世界における潮流発電のポテンシャルを3,000GWと試算しており、流速や地理条件からそのうちの3%が発電に利用可能であるとしている。また、波力発電の世界全体のポテンシャルは1,000～10,000GWになるとの試算例がある。理論値ではあるが、これは、世界全体の発電容量（4,957GW）（海洋エネルギー発電技術に関する情報収集・分析報告書より）の0.2～2倍に相当し、これに、波力発電装置の発電効率を30%、稼働率を30%として計算すると、波力エネルギーから得られる発電量は788～7,884TWhとなり、これは世界の電力需要の約4～40%となる。

太陽光発電や風力発電が、その不規則な出力変動により発電量予測が困難であり系統への影響が大きいのに対し、地球・月・太陽の公転や自転、重力などから生じる波力・潮流・海流等をエネルギーソースとする海洋エネルギー発電は、高い精度での長期的発電量予測が可能であり安定的な電力を得ることが可能である。

このように、再生可能エネルギーの中でも発電量の予測可能性・安定性が高くベース電源としての期待が持て、かつ膨大なエネルギーポテンシャルを有する海洋エネルギーについて、それを発電技術に利用しようとする動きは世界各国で見られ、欧米を中心として政府による積極的な支援を原動力とした産官学一体となった活発な技術開発が行われている。一部の装置は陸上での設計検証、スケールモデルによる水槽試験等、実海域でのプロトタイプ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。

国内においては、海洋に関する施策を総合的かつ計画的に推進すること等を目的に、2007年7月に海洋基本法が施行され、同法に基づき、「海洋基本計画」が2008年3月に閣議決定された。その中で海洋エネルギー開発については、「管轄海域に賦存し、将来のエネルギー源となる可能性のある再生可能エネルギーに関し、地球温暖化の観点からも、必要な取組や検討を進める。また、波力、潮汐等による発電については、海外では実用化されている例もあるので、国際的な動向を把握しつつ、我が国の海域特性も踏まえ、その効率性、経済性向上のための基礎的な研究を進める。」と記載されている。さらに、その後の海洋をめぐる情勢の変化等も踏まえて改訂された「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、エネルギー政策基本法にもとづいて概ね3年ごとに改訂されている最新の第4次「エネルギー基本計画」（2014年4月11日公表）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。更に「新成長戦略」（2010年6月）においても、海洋資源・海洋再生可能エネルギー等の開発・普及の推進を2020年までに実現すべきであるとしている。

しかしながら、日本における海洋エネルギー研究は、1980年前後から2000年前後まで断続的に波力発電の実証研究が行われるなど過去に大型のプロジェクトがあったものの、現在でも技術開発の初期段階にとどまっており、2000年以降、海洋エネルギーの研究開発は大きく縮小してい

る。そのため、海洋エネルギーの積極利用を図る欧州が商用化に近い技術開発段階にあるのとは比べ、遅れをとっているとされている。

海洋エネルギー発電技術で先行する欧州の中でも、英国とアイルランドは、欧州全体の半分以上の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を有すると言われ、積極的に海洋エネルギーの研究開発に取り組んでいる。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（表 I.2-1）、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おり、発電事業者とメーカーによる海洋エネルギー商用プラントの建設に向けた共同研究や、波力・潮流発電機を複数機配列したアレイプロジェクトが複数計画・実施されている。

表 I.2-1 英国の実証試験サイト

実証試験サイト	対象	概要
【運用中：2002年開設】 Narec（北東イングランド）	波力・潮流 （洋上風力） 発電	造船のドックを改良して作った1/10スケールモデルの実証試験が可能な施設があり、1mの人工波を起こせる。潮流発電実験施設、洋上風力発電のタービン実験設備もある。
【運用中：2003年開設】 EMEC（スコットランドオークニー諸島）	波力・潮流発電	実機スケールの実証試験が可能。送電線も整備（系統連系）。陸上までの海底ケーブル、変電所、風速・波高等の計測所、オフィス・データ解析施設等を備える。近くに新たな実証サイトが整備される予定。
【運用中：2010年開設】 Wave Hub（南西イングランド）	波力発電	世界最大の波力発電実証試験サイト。実機スケールの実証試験が可能。送電線も整備（系統連系）。
【計画中：2018年後半開設予定】 PTEC（イングランド南部ワイト島沖）	潮流発電	2014年11月に計画申請を提出しており、地方計画機関および海洋管理庁の同意が得られれば2018年後半に発電開始予定。世界初の電力グリッドに接続された潮力アレイ（array）試験施設を提供することになる。海底の輸送ケーブルによって各発電装置からの電力が陸上の変電所に送られる予定である。

米国では、米国エネルギー省（DOE）のWater Power Programのもとで海洋エネルギー発電技術の開発が進められている。当初は中小水力を中心とした従来型の水力発電技術に重点を置いていたが、2005年のエネルギー政策法の成立以降、海洋エネルギーの技術開発に軸足を置き始め、2008年から2010年の間には、73もの海洋エネルギー関連技術開発に資金供給が行われている。また、米国の海洋再生エネルギー関連産業団体であるOcean Renewable Energy Coalition（OREC）が発表したロードマップでは、2030年までに15GWの海洋エネルギーの導入目標を設定し、海洋エネルギー技術の商業化を実現するためのアクション計画を示している。

その他に、インドや韓国においても海洋エネルギー利用が積極的に進められており、また、近年急速な勢いで中国も海洋エネルギー発電の技術開発に力を入れている。

我が国では、オイルショックを契機に、石油・天然ガスの代替エネルギーとして海洋エネルギー、特に波力発電への期待が高まり、1970年代に様々な波力発電装置の実証試験が行われた。表 I.2-2のような大規模な実証プロジェクトも実施されたが、石油価格の沈静化とともに研究開発投資は先細りとなり、2003年に終了した「マイティホエール」（最大発電能力110kW）以降、残念ながら日本では大規模な実証プロジェクトは行われていない状況にある。ただし、発電デバイスの周辺技術や制御等に独自の技術を適用する企業が増え、新規技術の開発と共に、海洋エネルギー発電の性能や経済性の向上が期待できる。

表 I.2-2 日本における主要な海洋エネルギー大規模実証プロジェクト

プラント・技術・開発主体等	概要	写真
<p>海明 -振動水柱型・空気流 -1978～1980、海洋科学技術センター</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 全長 80m、幅 12m、総重量 800t の船型浮体に 13 の空気室を設置。 ・ 空気室は入射波の進行方向に沿って配置。定格 125kW のタービン発電機を 8 室に搭載。 ・ 装置は山形県鶴岡市由良の沖合 3km に係留。 	 <p>出典) JAMSTEC ホームページ (http://www.jamstec.go.jp/j/)</p>
<p>海陽 -可動物体型・回転運動 -1984～1985、日本造船振興財団</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 波浪エネルギーを油圧に変換。油圧モータを経て交流発電機を駆動。 ・ 沖縄県八重山郡竹富町西表船浮湾サバ崎沖水深 10m に設置。 ・ 異常海象時には構造物全体がジャッキアップする。 	 <p>出典) (財) 日本造船振興財団海洋環境技術研究所資料</p>
<p>マイティホエール -振動水柱型・空気流 -1998～2002、海洋科学技術センター</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 複数の空気室は波の入射方向に直角に配置。後方に浮力室とスロープを配置。 ・ 幅 30m、長さ 50m のプロトタイプ装置。 ・ ウェルズタービンを 3 台設置。総合変換効率は最大 15%。 ・ 波エネルギー利用と装置背後の静穏海域を利用する多目的利用型。 ・ 発電コストについて、陸上へ送電する浮体式システムは 287 円/kWh、波力発電を浮体の多機能の一部とした場合は 181～123 円/kWh と試算。 	 <p>出典) JAMSTEC ホームページ (http://www.jamstec.go.jp/j/)</p>

海洋エネルギー発電技術の開発は、大きく陸上試験と実海域試験に分けられ、実用化に向けては次のような技術開発ステージを進むのがモデルケースとなっている (Guidelines for the Development & Testing of Wave Energy Systems, June 2010, OES IA Document No: T02-2.15)。陸域では、コンセプト研究や実験室レベルの確認試験 (Stage1、1/25～1/100 スケール)、デザイン検証や屋内の水槽試験 (Stage2、1/10～1/25 スケール) を行ない、実海域においては、小型プロトタイプ試験 (Stage3、1/4～1/10 スケール)、大規模プロトタイプ試験 (Stage4、1/1 スケール)、そしてフルスケール機を複数配列したアレイプロジェクト (Stage5) が実施される。

欧米各国の海洋エネルギー研究開発が、実証試験を含めた技術開発を着実かつ継続的に進め、波力・潮流を中心に一部実用段階にあり、実海域試験の Stage4～5 にあると言えるのに対し、日本の海洋エネルギー研究開発は全体的に遅れており、波力発電の一部で stage3 の実海域試験が行われ、海流発電・海洋温度差発電の一部が stage3 に進みつつあるものの、多くが初期の研究開発段階であり、陸域での Stage1～2 にあると言える。(図 I.2-1)。

◆ 国内外の研究開発動向

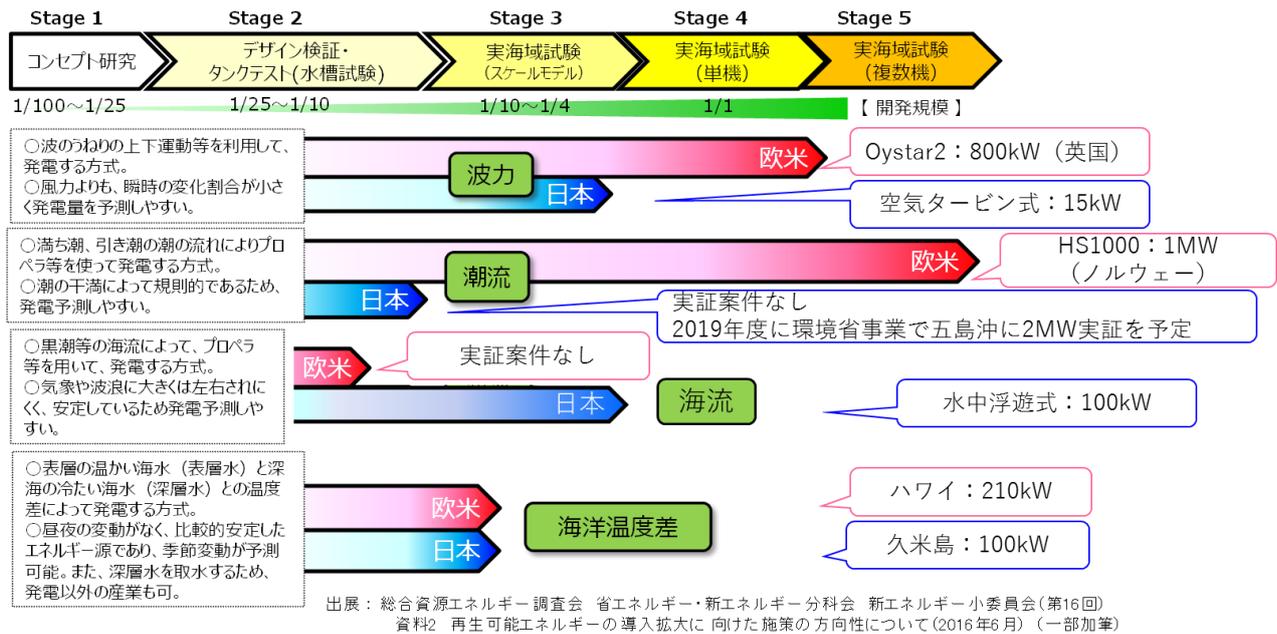


図 I. 2-1 国内外の海洋エネルギー研究開発の動向と比較

四方を海に囲まれた日本において、次世代のエネルギーセキュリティを確立する選択肢の一つとして海洋資源を有効に利用するために、海洋に存在する未利用の再生可能エネルギーに対する開発を行うことは重要である。我が国は、世界第6位の広大なEEZ(排他的経済水域)を有しており、その賦存する海洋エネルギーの利用を図ることは合理的なことであり、また、他に資源の乏しい我が国が将来にわたり持続的発展を達成するためには、革新的なエネルギー技術の開発、導入・普及が不可欠である。この意味において、海洋エネルギー発電に関する研究開発を推進することは極めて重要であり、先行する欧米諸国を早期にキャッチアップすることが期待される。

NEDOでは、2009年度に「新エネルギー等の未利用技術・未利用エネルギー等の現状と課題に関する調査」を行い、海洋エネルギーを利用した発電技術について、欧米を中心に盛んな研究開発が行われており、新たな産業が創出される可能性があることを確認した。ただし、海洋エネルギー発電技術は、未だ実海域での運転実績が少なく発電原価も高コストであり、風力発電や既存の基幹電力レベルまでコストを低減し事業化していくためには、中長期的な研究開発および実証研究が必要であることも明らかにし、本事業の必要性を確認した。さらに、2014年度に「海洋エネルギー等再生可能エネルギーを活用した産業創出の可能性に係る調査事業」を行い、各発電方式(特に海洋温度差発電)の実情に関するヒアリングや文献調査を実施し、実用化・商業化に係る課題や系統接続に係る課題の抽出を行っている。

また、海洋エネルギー発電技術は一部を除き、その多くは研究開発にとどまっており、世界的に未だ市場が形成されていない現状にあるが、その要因は、技術実証が未確立であることその他、技術の安全性や性能に関する評価手法が体系的に整えられていないことがある。一方では、大学等において海洋エネルギーの利活用の研究は継続されており、近年では既存のシステムの一部について効率を上げる技術が提示される等、既存技術の組み合わせあるいは新規技術の研究等により飛躍的な性能の向上や経済性の向上が期待できるものも存在する。

本事業は、こうした技術の実証研究や要素技術開発を実施し、経済性の高い海洋エネルギー発電システムの実用化および次世代海洋エネルギー発電技術を生み出す素地を作り、海洋エネルギー発電技術における新規産業の創出および国際競争力の強化に資することを目的とする。

なお、NEDO では、2009 年度の「新エネルギー等の未利用技術・未利用エネルギー等の現状と課題に関する調査」とともに、2009 年度～2010 年度には「海洋エネルギー先導研究」を、2010 年度には「海洋エネルギーポテンシャル調査」を実施し、本事業の「海洋エネルギー技術研究開発」が円滑に導入実施され、効率的に成果があげられるよう体系的な研究開発を行っている。

(図 I.2-2)。

◆ 技術戦略上の位置付け

指標	発電システムの開発に基づき、事業化時試算で40円/kWh以下が見通されているか		部品等の要素技術の開発に基づき、事業化時試算で20円/kWh以下が見通されているか
		実海域での実証状況	
海流	・平成29年度に実海域で性能試験を予定。	実海域で発電実証を予定	・200MW級ファームで20円/kWh以下見通し。
波力	・空気タービン式沿岸型の実海域試験に基づき40円/kWhの見通し。 ・沖合浮体式は平成29年度に実海域で実証試験を予定。	離島用電源としての有効性の実証にシフト ・3kW実証を予定しているが系統連系は無し	更なる低コスト化・海外展開に向けたシーズ発掘、要素技術開発
海洋温度差	・現在陸上設置型で性能試験を実施中。	実証中だがアンモニアで実証していない。取水量不十分。	海外展開・低コスト化に向けたFS/要素技術開発
潮流	・継続実施テーマ無し。		低コスト化・海外展開を目指したシーズ発掘、要素技術開発

本事業の開発進捗等から次に実施すべきプロジェクト案を提案

↓

2018年度新規事業
「海洋エネルギー発電実証等研究開発」

■ : 達成済み ■ : 未達成だが達成の可能性はあり □ : 未達成 or 継続実施テーマ無し

図 I.2-2 海洋エネルギー技術研究開発プロジェクトの位置付け

II. 研究開発マネジメントについて

1. 事業の目標

本事業は、2011年度～2017年度までの7か年を事業期間とし、その目的は、経済性の高い海洋エネルギー発電システムの実用化および次世代海洋エネルギー発電技術を生み出す素地を作り、海洋エネルギー発電技術における国際競争力の強化に資することである。

これは、事業のアウトプットとしての海洋エネルギー発電システムの実用化・事業化と、将来的なアウトカムとしての国際競争力を有する海洋エネルギー発電技術の開発の2つを意図している。また、この目的を達するためには、短期間で、海洋エネルギー技術開発で先行する欧州をはじめとした諸外国の技術動向や市場動向を分析する事ならびに実用化・事業化に向けた経済性・性能・信頼性に関する評価手法を確立することも重要となる。

こうした観点から、本事業では、研究開発項目を「(1) 海洋エネルギー発電システム実証研究」、「(2) 次世代海洋エネルギー発電技術研究開発」、「(3) 海洋エネルギー発電技術共通基盤研究」の3つに小分類し、中長期的戦略および短期的成果に対応するアウトプットを想定し、研究開発項目毎にそれぞれ目標を設定している。

(1) 海洋エネルギー発電システム実証研究 (2011年度～2017年度)

最終目標 (2017年度)

- 1) 実海域における実証試験及び性能検証
- 2) 海洋エネルギー発電システムの確立
- 3) 事業化時の試算で発電コスト 40 円/kWh 以下

中間目標 (2015年度)

- 1) 実海域における実証研究のためのフェージビリティ・スタディー
- 2) 実証研究の実現可能性評価
- 3) 事業化時の試算で発電コスト 40 円/kWh 以下

中間目標 (2012年度)

- 1) 実海域における実証研究のためのフェージビリティ・スタディー (2011年度採択事業)
- 2) 実証研究の実現可能性評価 (2011年度採択事業)

「I.1.2 実施の効果 (費用対効果)」でも述べたように、海洋エネルギー発電の初期市場として有望と思われるものに、離島地域における分散型電源としての利用があげられる。

離島における発電設備は、そのほとんどをディーゼル発電機に依存しており、燃料として液体燃料 (主に A 重油) が用いられる。液体燃料のみを用いた発電単価、つまり離島における発電単価は、一般に原子力・火力・水力等によるエネルギーミックスされた本土の発電単価を上回るものである。近年は原油価格が下落しているが、離島までの燃料の輸送費等を考慮すれば、離島における燃料費は依然高いものと考えられる。

具体的な離島における発電コストとして、2006年度の久米島の調査⁶では、大きな離島で 25 円/kWh 前後、小離島で 35 円～45 円/kWh 前後であるとしている。その後の燃料費の高騰を考慮すれば、離島における発電コストもさらに高騰しているものと思われる。さらに、液体燃料は船舶に

⁶ http://www.town.kumejima.okinawa.jp/industry/new_enevision.html 久米島町地域新エネルギービジョン

よる輸送が主のため、島の位置や港湾設備の充実度、港湾からのパイプラインの有無、燃料消費量の大小で各島での燃料費は大きく異なり、場合によっては 100 円/kWh 近い発電コストを要する島もあると言われる。

こうした中、NEDO では「離島等独立系統における新エネルギー活用型電力供給システム安定化対策実用化可能性調査」(2006 年)を行い、ディーゼル発電機の燃料費との比較において、新エネルギー等分散型電源導入の経済性評価を実施している。ここでは、離島等の独立系統において、特に小規模系統で問題となりやすい新エネルギー等分散型電源の出力変動に伴う常時周波数変動等に必要となる対策等も考慮しつつ、ディーゼル発電機の燃料費が 40 円/kWh 以上になれば、新エネルギーを導入する経済的メリットあるいは新エネルギー導入量を増加させる経済的メリットが生じるとしている。

本事業の目的とする経済性のある海洋エネルギー発電技術の実用化という意味において、発電コスト 40 円/kWh 以下を実現できれば、新エネルギー導入時に海洋エネルギー発電技術が経済優位性を有することになることから、事業化時の発電コスト 40 円/kWh 以下を本研究の目標として設定した。

(2) 次世代海洋エネルギー発電技術研究開発 (2011 年度～2017 年度)

最終目標 (2017 年度)

- 1) スケールモデルによる性能試験及び評価
- 2) 海洋エネルギー発電装置に係るコンポーネントや部品等の要素技術の確立
- 3) 事業化時に発電コスト 20 円/kWh 以下

中間目標 (2015 年度)

- 1) コンセプトの検証
- 2) 海洋エネルギー発電装置に係るコンポーネントや部品等の概念設計完了

中間目標 (2012 年度)

- 1) デバイス特性の検証 (2011 年度採択事業)
- 2) 海洋エネルギー発電システムの概念設計完了 (2011 年度採択事業)

再生可能エネルギーの普及には、その経済性においてグリッドパリティ (Grid Parity) を実現することが重要となる。NEDO では、「太陽光発電ロードマップ (PV2030+)」(2009 年)において、家庭用電力並み (日本において 23 円/kWh) になることを第一段階グリッドパリティ、業務用電力並 (同 14 円/kWh) になることを第二段階グリッドパリティ、汎用電源並 (同 7 円/kWh) になることを第三段階グリッドパリティと定義している。

海洋エネルギー発電においても、初期市場だけではなく将来市場を含めてその導入・普及を図るためには、離島地域における発電コストではなく、まずは本土 5 島 (北海道、本州、四国、九州、沖縄) のいわゆる一般家庭用電力料金を水準としたグリッドパリティの実現が必要である。我が国の一般家庭用電力料金は 20 円/kWh 前後であり、その料金水準は、2009 年時点における各国の購買力平価換算による電気料金比較⁷⁾において、米国・フランス・韓国よりやや高いものの、ドイツ・イタリア・英国よりも安く、世界的にはほぼ中位であると言える。

これらのことから、発電コスト 20 円/kWh 以下が達成できれば、海洋エネルギー発電が国内市場において経済優位性をもって導入・普及が期待されるばかりでなく、海外市場においても市場

⁷⁾ 資源エネルギー庁 電力・ガス事業部「電気料金の各国比較について」(2011 年)

のシェアの獲得が期待できる。

発電コスト 20 円/kWh というのは、海洋エネルギー発電の現状の技術レベルから見ると世界的にも非常に高い目標設定となるが、「NEDO 再生可能エネルギー白書」（2010 年 7 月策定）の技術ロードマップで示した、2020 年の海洋エネルギー発電コストの目標とも合致しており、本研究では、発電コスト 20 円/kWh 以下の実現に向けた技術の確立を目標として設定した。

(3) 海洋エネルギー発電技術共通基盤研究（2011 年度～2012 年度、2014 年度～2017 年度）

最終目標（2017 年度）

- 1) 海洋エネルギー発電技術に係る性能試験・評価方法や手順、及び海洋エネルギー発電技術共通の課題に関する検討
- 2) 国内の海洋エネルギーのポテンシャル調査

中間目標（2012 年度）

- 1) 各々の海洋エネルギー発電技術及び発電システムの性能試験・評価方法や手順に関する検討（2011 年度採択事業）

本項目の研究テーマは、欧州を中心とした海洋エネルギーの先進地域における産業政策、技術開発や市場動向等、国内技術開発戦略の策定に有用な先進情報の収集・分析、競合となる可能性のある各国の情報収集やアジア・南米・アフリカなど今後、市場となる可能性のある地域分析、海洋エネルギー発電技術開発を推進する情報基盤（発電技術に係る性能試験・評価方法や手順に関する指針、国内市場のポテンシャルや導入に必要な条件等）の整理、海洋エネルギー発電技術の共通の技術課題克服のための研究開発を行うものである。

具体的には、2011～2012 年度に 3 つ、2014 年度以降に 5 つの個別研究テーマがあり、前者 3 つでは各々の発電技術及び発電システムの性能試験・評価方法や手順、海域利用者との協調を検討し、後者 5 つでは発電技術に係る性能試験・評価方法・手順・共通課題に関する検討、およびエネルギーのポテンシャル調査を行う。海洋エネルギー技術研究開発の成果を評価するため、先行している海外の試験手順や評価方法を調査し参照することが、国内のみならず海外展開する上でも重要である。また、広範な海外情報を提供することは、国内における当該分野に参入する事業者に対しても有益な情報である。「海洋エネルギー発電システム実証研究」と「次世代海洋エネルギー発電技術研究開発」における技術的課題の解決に加え、この「海洋エネルギー発電技術共通基盤研究」の目標成果が加わることで、海洋エネルギー発電技術の実用化・事業化を強く推し進められるものと期待される。

2. 事業の計画内容

2.1. 研究開発の内容

2.1.1. 事業全体の計画内容

前項で説明したように、本事業は「海洋エネルギー発電システム実証研究」、「次世代海洋エネルギー発電技術研究開発」および「海洋エネルギー発電技術共通基盤研究」の 3 項目において実施している。各研究開発項目とそれぞれの個別研究テーマ、実施事業者および事業期間について整理する。(表 II.2.1.1-1)。

表Ⅱ.2.1.1-1 研究開発項目と研究テーマ・実施事業者・事業期間の整理

(1) 海洋エネルギー発電システム実証研究

研究開発項目 (小分類)	区分	研究テーマ	実施事業者	事業期間
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	終了	機械式波力発電	三井造船(株)	2011～2017 年度
	終了	ジャイロ式波力発電	(株)ジャイロダイナミクス、日立造 船(株)	2011～2013 年度
	終了	空気タービン式波力 発電	エム・エム ブリッジ(株) (旧：三 菱重工鉄構エンジニアリング (株)、東亜建設工業(株)	2011～2015 年度
	終了	着定式潮流発電	川崎重工業(株)	2011～2013 年度
	終了	浮体式潮流発電	三井海洋開発(株)	2012～2014 年度
	終了	越波式波力発電	市川土木(株) (2014 年度まで)、 協立電機(株)、いであ(株)	2012～2014 年度
海洋エネル ギー技術研 究開発/ 海洋エネル ギー発電シ ステム実証 研究	終了	海洋温度差発電	ジャパンマリンユナイテッド(株)、 (大)佐賀大学	2014～2017 年度
	終了	垂直軸直線翼型潮流 発電	(株)大島造船所、サイエンスリサー チ(株)	2014～2015 年度
	終了	水中浮遊式海流発電	(株)IHI、(株)東芝 (2015 年度まで)	2014～2017 年度

(2) 次世代海洋エネルギー発電技術研究開発

研究開発項目 (小分類)	区分	研究テーマ	実施事業者	事業期間
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	終了	水中浮遊式 海流発電	(大)東京大学、(株)IHI、(株)東芝、(株) 三井物産戦略研究所	2011～2014 年度
	終了	海洋温度差 発電	(大)佐賀大学、(株)神戸製鋼所	2011～2014 年度
	終了	油圧式潮流 発電	(大)東京大学、(大)九州大学、佐 世保重工業(株)	2012～2015 年度
	終了	橋脚利用式 潮流発電	(学)鶴学園広島工業大学、ナカシ マプロペラ(株)、五洋建設(株)	2012～2013 年度
	終了	海中浮体式 海流発電	三菱重工業(株)	2013～2016 年度
	終了	相反転プロ ペラ式潮流 発電	(大)九州工業大学、(株)協和コンサ ルタンツ、アイム電機工業(株)、前 田建設工業(株)、(学)早稲田大学	2013～2017 年度
海洋エネル ギー技術研 究開発/ 次世代海洋 エネルギー 発電技術研 究開発	終了	着定式潮流 発電	川崎重工業(株)、(大)九州大学	2014～2015 年度
	終了	橋脚・港湾 構造物利用 式潮流発電	中国電力(株)、(学)鶴学園広島工業 大学	2014～2017 年度
	終了	リニア式波 力発電	(公財)釜石・大槌地域産業育成セ ンター、(大)東京大学、(大)東北 大学、(大)横浜国立大学、(国研) 海上技術安全研究所	2014～2017 年度

(3) 海洋エネルギー発電技術共通基盤研究

研究開発項目 (小分類)	区分	研究テーマ	実施事業者	事業期間
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	終了	海洋エネルギー発電技術に関 する情報収集・分析	(株)三菱総合研究所	2011 年度
	終了	海洋エネルギー発電技術の性 能試験方法等の検討	みずほ情報総研(株)	2011～2012 年度
	終了	地域協調型海洋再生可能エネ ルギー利用に関する検討	国際航業(株)、(株)東洋設計	2012 年度

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	終了	性能評価手法及びポテンシャルの調査	みずほ情報総研(株)、(大)九州大学、(大)鹿児島大学	2014～2017 年度
	終了	ポテンシャル推定	(大)東京大学、(国研)海洋研究開発機構	2014～2015 年度
	終了	海洋エネルギー等再生可能エネルギーを活用した産業創出の可能性に係る調査事業	(公財)沖縄県産業振興公社	2014 年度
	終了	海洋エネルギー発電技術に係る生物付着影響の調査および対策の検討	(公財)海洋生物環境研究所、(一財)電力中央研究所	2014～2015 年度
	終了	国内外の海洋エネルギー利用事例における海域等への影響に関する調査	(一財)電力中央研究所、(株)三菱総合研究所	2014～2015 年度

以上のとおり、本事業は 3 つの研究開発項目と 26 の研究テーマからなる幅広い事業構成となっている。ここでは、3 つの開発項目のそれぞれの研究内容と実施方法を概説し、本事業全体の計画内容と各研究開発項目の相互関係を示す。

(1) 海洋エネルギー発電システム実証研究 (2011 年度～2017 年度)

海洋エネルギーを活用したデバイスを実海域に設置し、実証試験を実施する。本研究開発は、技術的には早期実用化が期待され、その成果は実施者に裨益するものであることから、実施者に対しても一部負担を求めることとし、共同研究事業 (NEDO 負担率：2/3) として実施する。

2011 年度採択案件 4 件、2012 年度採択案件 2 件、2014 年度採択案件 3 件の計 9 つの個別研究テーマがあり、いずれも最終目標 (2017 年度) は、事業化時の発電コスト 40 円/kWh 以下の実現であり、中間目標 (2011 年度採択事業については 2012 年度、2012 年度以降の採択事業については 2015 年度) は、実証試験に必要なフィージビリティ・スタディーを完了し、フィージビリティ・スタディーの結果に基づき実証研究の実現可能性を示すことである。なお、本実証研究では各案件の事業期間のうち、前半をフィージビリティ・スタディー期間、後半を実海域での実証試験期間とする 2 段階のステージで行う。

1) 実証研究フィージビリティ・スタディー (各案件の前半 2 年間程度)

波力発電、潮流発電、海流発電、海洋温度差発電に係る実証研究を実施するにあたり、フィージビリティ・スタディーを実施する。実証研究の候補海域を一つないしは複数想定し、想定海域における実証研究およびその後のファーム展開の実現可能性について調査する。フィージビリティ・スタディーでは想定海域の自然条件の調査の他、実証研究の詳細な全体計画の策定、事業性評価、環境影響調査等、実証研究の実施に向けて必要な要素試験を実施する。

また、フィージビリティ・スタディー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。

2) 発電システム実証研究 (各案件の後半 3 年間程度)

「1) 実証研究フィージビリティ・スタディー」において実施可能性および事業性が高いと判断された技術について、実際に実海域にデバイスを設置し、実証研究を実施する。実証研究では、デバイスの発電特性の把握、施工・設置方法の検討、塩害・生物付着対策技術の高度化、遠隔監視システムの高度化等を行い、発電システムを確立する。

また、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。

なお、本実証研究では、「ステージゲート評価」を設け、各事業者の開発する発電デバイスが実海域の実証試験に耐え得る十分な発電性能と安全性を有するか等の評価を行う。このステージゲート評価をクリアした研究テーマのみがフィージビリティ・スタディーから実海域での実証試験に進めるものとし、実証試験に向けて研究を継続するテーマとフィージビリティ・スタディーで研究終了とするテーマの見極めを行う。

(2) 次世代海洋エネルギー発電技術研究開発（2011年度～2017年度）

次世代の海洋エネルギー発電装置に係るコンポーネントや部品等の要素技術を確立する。本研究開発は、実用化まで長期間を要するハイリスクな「基盤的技術」に対して、産学官の複数事業者が互いのノウハウ等を持ちより協調して実施する事業であることから、委託事業として実施する。上記以外のも（民間企業単独、民間企業のみでの連携、大学等の単独等、産学官連携とならないもの）は、共同研究事業（NEDO 負担率：2/3）として実施する。

2011年度採択案件2件、2012年度採択案件2件、2013年度採択案件2件、2014年度採択案件3件の計9つの個別研究テーマがあり、いずれも最終目標（2017年度）は、事業化時に発電コスト20円/kWh以下の実現に向けた次世代海洋エネルギー発電技術の確立であり、中間目標（2011年度採択事業については2012年度、2012年度以降の採択事業については2015年度）は、デバイス特性の把握、基礎要素試験等を検証し、検証結果に基づき次世代海洋エネルギー発電システムの概念設計を完了することである。

本技術研究開発についても、事業期間前半の2年間終了時（例えば、2011年度採択テーマについては2012年度末）を目安に、外部有識者による「技術研究開発評価委員会」を設け、それまでの研究成果や今後の研究開発計画等についてその妥当性を評価するとともに、技術的指導や助言を行う。

(3) 海洋エネルギー発電技術共通基盤研究（2011年度～2012年度、2014～2017年度）

海洋エネルギー技術開発を推進するための情報基盤の整理と技術基盤を確立する。本研究開発は、試験・評価方法、基準・プラットフォームの提案等、国民経済的には大きな便益がありながらも、民間企業の研究開発投資に見合うものが見込めない「公共財の研究開発」事業であり、原則、委託事業として実施する。

欧州を中心とした海洋エネルギーの先進地域における産業政策、技術開発や市場動向等、国内技術開発戦略の策定に有用な先進情報の収集・分析、競合となる可能性のある各国の情報収集やアジア・南米・アフリカなど今後、市場となる可能性のある地域分析を行う。

また、海洋エネルギー発電技術開発を推進する情報基盤（発電技術に係る性能試験・評価方法や手順に関する指針、国内市場のポテンシャルや導入に必要な条件等）の整理、海洋エネルギー発電技術の共通の技術課題克服のための研究開発を行うとともに、海外の事例を情報収集する。これに基づき、当該分野における技術開発戦略、各々の海洋エネルギー発電技術および海洋エネルギー発電システムの性能試験・評価方法や手順に関する指針を検討し、海洋エネルギー技術開発の促進、国内市場創出および国際競争力の強化を図る。

この共通基盤研究には、2011年度採択案件2件、2012年度採択案件1件、2014年度採択案件5件の計8つの個別研究テーマがある。

以上を整理し、本事業全体のスケジュールと相互の関連および予算について図Ⅱ.2.1.1-1にまとめる。

◆ 研究開発スケジュール

	FY2011	FY2012	FY2013	FY2014	FY2015	FY2016	FY2017
1. 海洋エネルギー発電システム実証研究							
機械式波力発電							
ジャイロ式波力発電							
空気タービン式波力発電							
着定式潮流発電							
浮体式潮流発電							
越波式波力発電							
海洋温度差発電							
垂直軸直線翼型潮流発電							
水中浮遊式海流発電							
2. 次世代海洋エネルギー発電技術研究開発							
水中浮遊式海流発電							
海洋温度差発電							
油圧式潮流発電							
橋脚利用式潮流発電							
海中浮体式海流発電							
相反転プロペラ式潮流発電							
着定式潮流発電							
橋脚・港湾構造物利用式潮流発電							
リニア式波力発電							
3. 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							
海洋エネルギー発電技術の性能試験方法等の検討							
地域協調型海洋再生可能エネルギー利用に関する検討							
性能評価手法及びポテンシャル調査							
ポテンシャル推定							
海洋エネルギー等再生可能エネルギーを活用した産業創出の可能性に係る調査事業							
海洋エネルギー発電技術に係る生物付着影響の調査及び対策の検討							
国内外の海洋エネルギー利用事例における海域等への影響に関する調査							

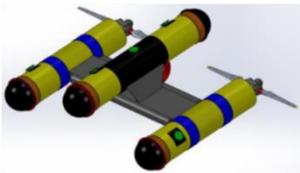
年度	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
事業予算 (百万円)	1,000	2,100	2,520	2,750	1,500	1,000	600

図Ⅱ.2.1.1-1 研究開発スケジュールと予算

2.1.2. 研究テーマ毎の計画内容

(1) 海洋エネルギー発電システム実証研究 (2011年度～2017年度)

実証研究には9つの個別テーマ（①機械式波力発電、②ジャイロ式波力発電、③空気タービン式波力発電、④着定式潮流発電、⑤浮体式潮流発電、⑥越波式波力発電、⑦海洋温度差発電、⑧垂直軸直線翼型潮流発電、⑨水中浮遊式海流発電）がある。図Ⅱ.2.1.2-1に上記の一部について、開発デバイスのイメージ、発電原理および開発項目等の実証研究の概要を図示する。

	機械式波力発電 (終了)	水中浮遊式海流発電 (終了)	海洋温度差発電 (終了)
イメージ			
体制	・三井造船(株)	・(株)IHI	・ジャパン マリンユナイテッド(株) ・佐賀大学
原理	・波で生じる空気室の動揺を空気タービンの回転運動に変換し発電機で発電	・海中に浮遊式のブレードや発電機等からなる装置を設置し、海流の流体エネルギーを回転運動に変換し発電機で発電	・海表面と深層の温度差を利用して作動流体を循環させ、タービンの回転運動に変換し発電機で発電
開発項目	・空気室とウォールによる共振現象を利用した高効率な防波堤設置式の波力発電の開発	・水中浮遊式海流発電システムの開発、浮体に設置する発電・変電システムの開発、1/3スケール(100kW)の実証試験	・2段ランキンサイクル及び高効率熱交換器の技術を基に、海洋温度差発電(OTEC)システムを開発
設備容量	実証機:3kW、商用機:40kW	・実証機:100kW(50kW×2機) ・商用機:2MW(1MW×2機)	・100kW級(50kW+50kW)
寸法等	・実証機:フロート直径2.7m、 全高12.8m(海面上3.5m) ・商用機:フロート直径7m程度 全高30m程度(海面上6m程度)	・実証機:ブレード長5m、全長20m、 幅(ブレード含む)33m ・商用機:ブレード長20m、全長30m、 幅(ブレード含む)100m・タービン直径:11m	・発電システム:8m×10m×9m ・水深:表層海水取水地点15m、深層海水取水地点612m ・熱サイクル:2段ランキンサイクル ・高効率熱交換器
実証海域	東京都神津島沖	鹿児島県口之島沖	沖縄県久米島

図Ⅱ.2.1.2-1 プロジェクトの概要 実証研究

以下、9つの個別テーマ毎の研究開発項目と目標について概説する。なお、各テーマの事業年度については、前出の表Ⅱ.2.1.1-1(1)を参照。

① 機械式波力発電(三井造船株)

波エネルギーを利用した機械式波力発電システムを確立する事を目的として、実海域における実証研究を実施する。事業化時に発電コスト40円/kWh以下を実現する発電システムの確立に向けて、2011年度から2012年度は想定海域におけるフィージビリティ・スタディーを実施する。フィージビリティ・スタディーでは、想定海域における自然条件を調査し、その結果を機械式波力発電システムへ反映すること、想定海域の社会条件を調査し、地域住民等の関係者の実証試験実施への理解を得ること、機械式波力発電システムの実証試験計画を作成し、その事業性を評価することにより、機械式波力発電システムの実現可能性を明らかにする。

表Ⅱ.2.1.2-1 機械式波力発電 研究開発項目と目標及び根拠

研究開発項目	目標	根拠
自然条件・社会条件調査	・地元関係者の合意形成 (中間目標:地元の理解) (最終目標:地元の合意)	実証試験のための必須条件
発電効率の向上	・同調制御システムの確立 (中間目標:1次変換効率40%以上) (最終目標:総合変換効率30%以上) ・実証海域の波況モデルの作成	目標発電コスト達成のための必要条件
荒天時対策係留方法の開発	・50年再現確率の最大波に耐える係留方法 (中間目標:コンセプトの確立) (最終目標:半年以上の実証試験で検証)	港湾構造物に適用される設計供用期間
高精度施工方法の開発	・高精度な施工方法 (中間目標:コンセプトの確立) (最終目標:鉛直精度1m以内)	システム設計から求められる必要精度

② ジャイロ式波力発電(株)ジャイロダイナミクス、日立造船(株)

本テーマでは、ジャイロ式波力発電装置を利用した発電システムを確立する事を目的として、

実海域における実証研究を実施する。2011年度から2012年度は想定海域におけるフィージビリティ・スタディーを実施する。フィージビリティ・スタディーでは、想定海域における自然条件や環境影響の調査、発電システムの技術的評価及び実証研究の全体計画の検討等を実施し、発電コスト40円/kWh以下の実現可能性を明らかにする。

表Ⅱ.2.1.2-2 ジャイロ式波力発電 研究開発項目と目標及び根拠

研究開発項目	目標	根拠
自然条件・社会条件調査	<ul style="list-style-type: none"> ・実証海域の気象・海象条件のデータ収集と分析 ・事前および実施時の環境影響調査 ・地元・関係機関との合意形成 	実証機の設計条件に必要な周辺環境へ与える影響が小さいことを確認する 実証試験の円滑な遂行
50kW ジャイロ装置の開発	<ul style="list-style-type: none"> ・ジャイロ単体出力：22.5kW（従来）→ 50kW（システム出力：50kW（従来）→ 100kW） ・フライホイール駆動損失：5.5kW以下 	出力増加による発電性能の向上 駆動損失低減による設備利用率の向上
浮体・係留システムの開発	<ul style="list-style-type: none"> ・浮体係留システムの改良による発電性能を向上 （設備利用率：25%） ・台風時の安全性確保 （最大波高 18.23m（50年確率波）に対する安全性確保） 	目標発電コスト達成のための必要条件 30年耐用の必要条件
実海域試験での発電システムの運用	<ul style="list-style-type: none"> ・発電システムの現地工事計画 ・実海域での発電性能確認 ・発電システムの安定した運用 	発電システム設置、撤去工事の実施 発電システムの信頼性確認

③ 空気タービン式波力発電（エム・エムブリッジ㈱（旧：三菱重工鉄構エンジニアリング㈱）、東亜建設工業㈱）

波力エネルギーを利用した空気タービン式波力発電システムである振動水柱型波力発電（Oscillating Water Column：以下、「OWC」）を確立する事を目的として、実海域における実証研究を実施する。事業化時に発電コスト40円/kWh以下を実現する発電システムの確立に向けて、2011年度～2012年度は想定海域におけるフィージビリティ・スタディーを実施する。フィージビリティ・スタディーでは、想定海域における自然条件や社会条件の調査、高効率OWCの技術評価、OWC発電システムの全体計画の検討を行い、本事業の目標（40円/kWh）の実現可能性を示す。

表Ⅱ.2.1.2-3 空気タービン式波力発電 研究開発項目と目標及び根拠

研究開発項目	目標	根拠
発電性能向上技術（変換効率の向上）	<ul style="list-style-type: none"> ・一次変換（波→空気振動）効率 従来OWC比1.5倍 ・二次変換（空気振動→発電）効率 効率0.4以上（従来比1.2倍以上） 	<ul style="list-style-type: none"> ・PW(Projecting Wall)の採用により、取得周期帯レンジを向上させる ・従来に比べて低回転、高トルク衝動タービンを採用する
シミュレーション技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ・後付けユニットの特性を反映したシミュレーションモデルの構築 	水槽試験（中型1/36、大型1/7）を基にシミュレーション検証する
安全設計技術の開発（後付可能なOWCユニット装置設置）	<ul style="list-style-type: none"> ・後付ユニット設置による既設防波堤の安定性検証。（安全性：50年再現最大波） ・既往の港湾基準適用性の検証 	水槽試験（中型1/36、大型1/7）を基に検証
自然条件・社会条件調査	<ul style="list-style-type: none"> ・実証実験海域装置設計条件の整理 ・実証地域との合意形成 	<ul style="list-style-type: none"> ・港湾基準に基づく防食設計の実施 ・地元との協議会／説明会実施

④ 着定式潮流発電（川崎重工業株）

潮流エネルギーを利用した着定式潮流発電システムを確立する事を目的として、実海域における実証研究を実施する。事業化時に発電コスト40円/kWh以下を実現する発電システムの確立に向けて、2011年度から2012年度は想定海域におけるフィージビリティ・スタディーを実施する。フィージビリティ・スタディーでは、想定海域における自然条件を調査し、その結果を着定式潮流発電システムへ反映すること、想定海域の社会条件を調査し、地域住民等の関係者の実証試験実施への理解を得ること、着定式潮流発電システムの実証試験計画を作成し、その事業性を評価することにより、着定式潮流発電システムの実現可能性を明らかにする。

表Ⅱ.2.1.2-4 着定式潮流発電 研究開発項目と目標及び根拠

研究開発項目	目標	根拠
○実証 FS ・ 想定海域の自然条件と社会条件調査	・ 実証海域を選定し、流速、地形、生物相等の実測調査を実施 ・ 地元調整（漁協等）を実施	設置場所が実証可能性評価を行う
・ 実現可能性と事業性評価	・ 発電装置の設計手法の確立 ・ 事業化時の発電コスト試算により発電コスト40円/kWhを示す	事業性の評価を行う
○技術評価 ・ 発電システム検討	・ 潮流発電装置の形式選定	事業化が可能な方式を確定させる
・ メンテナンス方式の開発	・ ナセルが潮止まりの短時間で確実に昇降できる技術を構築 ・ ナセルが曳航可能である事を示す	メンテナンス方法を確立し、メンテ費用を削減
・ 潮流用水中翼の開発	・ 水中翼性能示す （目標値：出力係数 0.43） ・ 耐荷重性能示す （目標値：安全係数 1.35）	性能と十分な耐久性を両立する水中翼であり、目標出力が達成可能であることを確認
・ 電力取出装置の開発	・ 電力取出装置の性能示す （目標値：総合効率 90%）	潮流発電装置に適用可能な電力取出装置であり、目標出力が達成可能であることを確認
○実証試験	・ 商用レベルの信頼性を示す ・ 運用、メンテナンスのノウハウを構築	実証機の製作、設置工事、実海域、試験により評価

⑤ 浮体式潮流発電（三井海洋開発株）

発電システムの水槽試験等による技術的評価、実証海域を選定するために自然条件や環境影響の調査及び実証研究の全体計画のフィージビリティ・スタディーを実施し、事業化時に発電コスト40円/kWhを目標とする発電システムの発電効率、耐久性や信頼性の実現可能性を明らかにする。

表Ⅱ.2.1.2-5 浮体式潮流発電 研究開発項目と目標及び根拠

研究開発項目	目標	根拠
発電システムの開発	<ul style="list-style-type: none"> ・潮流の方向によらず発電可能な水車の開発 ・制御システムの開発 	発電効率の良い水車を開発。荒天時や系統電力がダウンした場合においても機能が維持できる制御システムを開発
揺動軸支持システムの開発	<ul style="list-style-type: none"> ・浮体と発電機部分を相対的に揺動できるように支持する揺動軸支持システムの設計、耐久試験 	
実証実施海域の選定	<ul style="list-style-type: none"> ・1.5m/sec程度の潮流、25m以上の水深がある海域の選定 	実証実施海域を選定し、環境調査や利害関係を調整
発電コストの算出	<ul style="list-style-type: none"> ・年間発電予想量の算出と予想発電コストの算出 	予想発電量及び予想発電コスト試算、実用時に発電コスト40円/kWhの実現可能性の明確化

⑥ 越波式波力発電（市川土木㈱（2014年度まで）、協立電機㈱、いであ㈱）

波力エネルギーを利用した固定型越波式波力発電システムを確立する事を目的として、2012年度から2013年度は想定海域におけるフィージビリティ・スタディーや水槽試験による性能・耐久性試験を実施し、事業化時に発電コスト40円/kWhの実現可能性を明らかにする。

表Ⅱ.2.1.2-6 越波式波力発電 研究開発項目と目標及び根拠

研究開発項目	目標	根拠
一次変換効率最大化技術	<ul style="list-style-type: none"> ・一次変換効率20%以上 	既知の有義波の賦存エネルギー分布及び机上計算による
二次変換効率最大化技術	<ul style="list-style-type: none"> ・二次変換効率45%以上 	構成するモジュールごとのスペック及び机上計算による
システム設計手法の確立	<ul style="list-style-type: none"> ・海象条件から躯体、水槽設計、発電量推定のSim技術の構築 	海洋条件にマッチした躯体水槽は能力を最大限引き出すために必須である
安全設計技術	<ul style="list-style-type: none"> ・躯体水槽の安全性検証 	本装置は土木工事を有する大がかりなものであり、安全性の検証は必須であると考えられる
自然・社会条件調査	<ul style="list-style-type: none"> ・実証実験海域装置設計条件 ・地域との合意形成 ・適地の選定 	最終的に実海域での実証実験を必要としており、そのための準備として必須の項目である

⑦ 海洋温度差発電（ジャパンマリンユナイテッド㈱、(大)佐賀大学）

NEDO「次世代海洋エネルギー発電技術研究開発」において2014年までに2段ランキンサイクル及び高効率熱交換器の要素技術が確立された。当該技術を用いて沖縄県久米島で100kWの実証試験を行い、事業化時の規模として10MW級浮体式海洋温度差発電プラントに関する検討を行い、実証試験の結果等から試算し、事業化時発電コスト40円/kWh以下を見通せる海洋温度差発電（Ocean Thermal Energy Conversion、以下 OTEC）システムを確立する。

表Ⅱ.2.1.2-7 海洋温度差発電 研究開発項目と目標及び根拠

研究開発項目	目標	根拠
実海域実証研究のためのフィージビリティ・スタディー	<ul style="list-style-type: none"> ・NEDO「次世代海洋エネルギー発電技術研究開発」の成果を用いた出力100kW級発電システムの実海域実証試験を行うためのフィージビリティ・スタディーを実施 	
先導的なOTECシステム技術の実海域実証試験	<ul style="list-style-type: none"> ・2段ランキンサイクルによる実証試験及び大型浮体式OTECにおける浮体の動揺によるシステムへの影響についての評価・解析により、従来のシステムと比較して経済性（円/kWh）の10%以上の向上を目指す 	NEDO「次世代海洋エネルギー発電技術研究開発」による

海洋環境への影響調査	・排水の拡散に関するシミュレーションを実施、OTECにより海洋環境に有意な変動がないことを確認する	東大シミュレーションによる初期検討結果による
大型発電設備の概念設計	・性能評価と実証データを大型発電設備の概念設計にフィードバックし、水槽試験により所要の浮体性能を確認する	海洋肥沃化装置「拓海」の運動性能と同等とする
浮体式OTECプラントの安全性と運転保守の合理化の検討	・無人化された浮体式洋上OTECを想定し、安全運転の確保と、運用コストの低減を検討する。	電気事業法、船舶安全法等による
経済性の評価	・本実証試験設備において得られた実運転データを用いて、NEDO「次世代海洋エネルギー発電技術研究開発」における設計値が実海水でも達成可能であることを確認、この達成により既存技術と比較して発電コストが10%低減されることを示す	NEDO「次世代海洋エネルギー発電技術研究開発」による

⑧ 垂直軸直線翼型潮流発電（㈱大島造船所、サイエンスリサーチ㈱）

潮流エネルギーを利用した垂直軸直線翼型潮流発電システムを確立するために、実海域における実証研究を実施することを目標とする。2014年度から2015年度は想定海域におけるフィージビリティ・スタディーとして、50kW クラス垂直軸直線翼型潮流発電システムについて、垂直軸直線翼車の性能の検討、構造強度の検討、設置想定海域の流況および運搬方法の調査、多極発電機および制御システムの検討を行う。これらの結果を基に、事業化時の試算で発電コスト40円/kWh以下の実現可能性を明らかにする。

表Ⅱ.2.1.2-8 垂直軸直線翼型潮流発電 研究開発項目と目標及び根拠

研究開発項目	目標	根拠
高パワー係数垂直軸型直線翼車の研究開発	・翼長40cmモデルの回流水槽試験により特性試験を行い最適な形状でパワー係数0.3以上の垂直軸型翼車を開発する	パワー係数0.3以上は、プロペラ式に匹敵する
インナーフラップおよび潮流レンズ機構の研究開発	・回流水槽試験により潮流の流入角度変化に対応した形状の整流用ガイドを開発する	風車における風レンズ効果と同様の効果を得るため
着床式躯体構造の研究開発	・潮流の流速（最高流速2.0m/s）、波力（有義波高4m）および水深20mの水圧に耐えられる躯体構造	実証試験海域の潮流速度、波高、水深による
西海市実証試験海域における潮流流況調査	・長崎県西海市実証試験海域の潮流流況調査および海底の地形や地質調査	実証試験海域における設置位置を明確にするため
低回転・高効率IPM型多極発電機の研究開発	・低回転で高効率（変換効率0.8以上）なIPM型（永久磁石式）多極発電機を開発する	SPM型と比較して、IPM型は組立が容易であり、コギングがない
高効率電力制御回路の研究開発	・IPM多極発電機から出力される交流電力を安定した交流電力に効率よく変換するための電力変換システム	実証試験に適用するための系統連系システムまたは蓄電制御システムの調査

⑨ 水中浮遊式海流発電（㈱IHI、㈱東芝（2015年度まで））

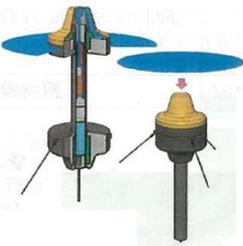
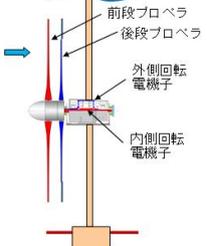
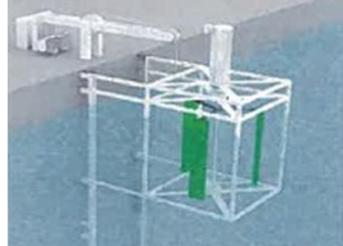
NEDO「次世代海洋エネルギー発電技術研究開発」で開発した水中浮遊式海流発電システムのタービン、浮体・係留システム等の要素技術を用いて、100kW級水中浮遊式海中発電システム実証機を設計・製造し、海流の流れる実海域に設置（係留）して発電性能等の確認を行う。また、「将来の事業化時に発電コスト40円/kWh（NEDO設定目標）」の達成可能性を評価するためのデータを取得する。

表Ⅱ.2.1.2-9 水中浮遊式海流発電 研究開発項目と目標及び根拠

研究開発項目	目標	根拠
実海域実証試験のための フィージビリティ・スタ ディ	・実海域の条件下での水中浮遊式浮体の浮遊安定性および設置性、運用性および発電特性実績を確認することを目的として、実証試験海域の調査、実証試験機および実海域設置法の基本設計を実施し、実証試験の実施可能性を判断する	実海域における水中浮遊式海流発電システムの技術的特性の実績値を取得することにより、将来事業化時の経済性試算の精度を向上させることが可能である
水中浮遊式海流発電システム の開発	・発電出力100kW級の水中浮遊式海流発電実証試験機および係留システムを開発する	本システムの将来実機と同様の機能・構造・材質を採用し、国内の作業船能力の範囲内に収まるサイズとして設定した
水中浮遊式海流発電システム の実証試験	・実海域の条件下での水中浮遊式浮体の浮遊安定性および設置性・運用性と、発電特性・機器特性の実績値を取得する。	実海域条件を考慮した本システムの将来実機設計に必要なデータである
海流発電の経済性試算	・実海域実証試験の実績や想定海域における海流条件に基づき、本システムの経済性試算を実施し、発電コストが40円/kWhを達成することを明らかにする。	将来事業化時の目標発電コスト設定である

(2) 次世代海洋エネルギー発電技術研究開発 (2011年度～2017年度)

要素技術開発には 9 つの個別テーマ (①水中浮遊式海流発電、②海洋温度差発電、③油圧式潮流発電、④橋脚利用式潮流発電、⑤海中浮体式海流発電、⑥相反転プロペラ式潮流発電、⑦着定式潮流発電、⑧橋脚・港湾構造物利用式潮流発電、⑨リニア式波力発電) がある。図Ⅱ.2.1.2-2に、上記の一部について、開発する海洋発電システムのイメージ、発電原理およびシステム実現に必要となる要素技術開発の概要を図示する。

	リニア式波力発電 (終了)	相反転プロペラ式 潮流発電(終了)	橋脚・港湾構造物利用式 潮流発電(終了)
イメージ			
体制	・(公財)釜石・大槌地域産業育成センター ・東京大学 ・東北大学 ・横浜国立大学 ・海上技術安全研究所	・(株)協和コンサルタンツ ・九州工業大学 ・前田建設工業(株) ・早稲田大学	・中国電力(株) ・広島工業大学
原理	・波の上下運動をリニア式発電機で発電	・相互に逆回転する二段のプロペラと内外二重の回転電機子から構成される相反転方式の発電ユニット	・潮流の流体エネルギーを垂直軸揚力式タービンにより回転運動に変換し発電機で発電
開発項目	要素技術開発 ・次世代同調制御 ・アレイ制御技術	要素技術開発 ・相反転プロペラ式ロータ	要素技術開発 ・垂直軸揚力式タービン ・非接触動力伝達機構 ・設置・メンテナンス施工方法
設備容量 (検討中)	・200kW	・～900kW級	・120kW
寸法等 (検討中)	・フロート直径: 7m ・重量: 200t	・ブレード直径: 7.0m	・ブレード長: 5m ・ロータ直径: 5m ・最大流速: 3.5m/s

図Ⅱ.2.1.2-2 プロジェクトの概要 次世代開発

以下、9 つの個別テーマ毎の研究開発項目と目標について概説する。なお、各テーマの事業年度については、前出の表Ⅱ.2.1.1-1 (2)を参照。

① 水中浮遊式海流発電（株）IHI、（株）東芝、（株）三井物産戦略研究所、（大）東京大学

海流エネルギーを利用した発電システムの要素技術を確立する事を目的として、発電性能や信頼性の向上、発電コストの低減等に資する要素技術の研究開発を実施する。

本テーマでは、黒潮の海流速に対応するため、定格流速1.5m/sにおいて安定的に発電する、水中浮遊式海流発電システムの「タービン」、「浮体・係留システム」、「発電機・送変電システム」、「シミュレーション技術」等の要素技術開発を実施し、水槽試験やシミュレーションによる評価結果を基に、水中浮遊式海流発電システムの発電性能や信頼性、発電コスト等を検討し、実現可能性を明らかにする。

表Ⅱ.2.1.2-10 水中浮遊式海流発電 研究開発項目と目標及び根拠

研究開発項目	目標	根拠
タービンの開発	・定格流速1.5m/sにて、発電出力1MW以上、タービン直径38m、効率0.4以上のタービンを開発する	目標発電コストを実現するために、黒潮の高流速海域1.5m/sにおいて必要
浮体・係留システムの開発	・水中で安定して浮遊可能な浮体・係留システムを開発する	安定した発電および安全性確保のために必要
発電機・送変電システムの開発	・海流タービンに対応した超低回転永久磁石発電機と長期メンテナンスフリー性を重視したパワートレイン、および黒潮域に対応可能な送変電システムを開発する	信頼性・メンテナンス性を高めて、維持コストを低減するために必要
シミュレーション技術の開発	・黒潮実海域の流況データベースを整備する ・係留システムと海流発電装置の相互影響を考慮できる浮体運動シミュレーション法を構築する	各構成要素の設計要件を求めるために、流況データが必要 非常時も含めた浮体運動の把握にシミュレーションによる検討が必要
海流発電システムの基本設計及び実現可能性の検討	・水中浮遊式海流発電システムの全体基本設計を行うとともに、本システムの発電コストを試算し事業性を評価する	本技術開発による要素技術をまとめ、実機のコストを把握し、事業性を判断するため

② 海洋温度差発電（株）神戸製鋼所、（大）佐賀大学

本テーマでは、海洋温度差を利用した発電システム（OTEC）の要素技術を確立することを目的として、発電性能や信頼性の向上、発電コストの低減等に資する要素技術の研究開発を実施する。

具体的には、OTECの主要課題である発電コストの低減と発電性能の向上に資する要素技術開発として、発電効率、経済性および海水腐食に曝される条件下の長期的信頼性向上に対する寄与が大きい「熱交換器」を中心とした要素技術開発を実施する。

表Ⅱ.2.1.2-11 海洋温度差発電 研究開発項目と目標及び根拠

研究開発項目	目標	根拠
伝熱促進表面加工技術に関する研究開発	・従来よりも30%高強度な伝熱促進加工プレート（従来の平滑板と比べ熱伝達係数10%向上）の製造要件を明確化する	実現可能な熱交換器の形式において、耐圧構造を維持するために必要な板厚と素材の成形限界から、従来材比で減肉率は15%程度、一般的な剛性を保つために必要な強度上昇率が30%と見積もられるため
プレス成形性評価技術に関する研究開発		
強度・成形性バランスの向上に関する研究開発		
高強度伝熱促進チタンプレートの試作及び熱交換器への組込みによる評価		
熱サイクルと熱交換器に関する試験評価	・開発した伝熱促進加工プレートを用いた熱サイクルの高効率化（熱効率10%向上）を実現する	性能向上を生かす熱サイクル設計（適切な熱サイクル・設計変数の設定）を行うことで高効率化が可能
熱サイクルと作動流体に関する試		

験評価		能である。伝熱性能の向上目標に対応する妥当な目標として、熱効率10%向上を掲げた
伝熱促進表面加工技術を使った高性能熱交換器の開発	・試験評価及び仕様検討により、今回開発する要素技術を用いた発電プラントの性能・可能性及び事業性などを明らかにする	本要素技術開発が、海洋温度差発電の実用化・事業化につながる事が重要である。このため、発電プラントを具体化して、実用化・事業化への道筋を明確化する
熱サイクル、熱交換器、作動流体の総合試験評価		
海洋温度差発電の仕様検討		

③ 油圧式潮流発電（(大) 東京大学、(大) 九州大学、佐世保重工業(株)）

実用機（250kW）の2/5出力の要素研究用モデル（100kW）を想定し、油圧式潮流発電の要素技術の研究開発を行う。その結果から、2020年コスト20円/kWhを目標として発電コスト（送電端）を試算する。

表Ⅱ.2.1.2-12 油圧式潮流発電 研究開発項目と目標及び根拠

研究開発項目	目標	根拠
全体システム考案とローターの開発	<ul style="list-style-type: none"> ・実用機の2/5の要素研究用モデル（100kW）をベースとして、要素技術の開発を進める ・流速の遅い条件、電気事業法の要求（定期検査等）に合致した全体システムの考案 ・低回転高トルク型のローター開発 ・発電量を最大化する制御方法の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・実用機と要素研究用モデルの機器構成はほぼ同じで、要素研究成果は実用機へ応用が容易である（実用機250kWと要素研究用モデル（100kW）は油圧発電システムの機器構成がほぼ同じで、実用機の発電機、パワコン、油圧部品（市販品）の調達は容易である）。 ・電気事業法を遵守した発電装置が重要 ・発電効率向上には低回転から発電できるローター開発が重要 ・潮流の乱れ（時間変動）を考慮した発電制御方法はまだ開発されていない
適地選定のための潮流・海底地形調査とシミュレーション	<ul style="list-style-type: none"> ・五島列島を例として、潮流、海底観測（設計外力の整理と検証データ取得） ・発電量、ブレード強度に影響する乱流の測定 ・シミュレーションモデル開発と潮流ポテンシャル評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・要素技術開発用の外力条件整備とシミュレーションモデルの検証データが重要。 ・潮流の乱流計測の事例はほとんどない ・適地選定のツールとして、シミュレーションモデルが有効。
潮流発電置の油圧発電システムのベンチ試験と詳細設計	<ul style="list-style-type: none"> ・20kWベンチ試験装置の開発（油圧式装の成立性の検討） ・100kWベンチ試験装置の開発（実用機に近い構成で変換効率、停電時試験等を実施） ・油圧式潮流発電装置の海洋構造物の設計、構造解析 ・要素技術成果を総合し、発電コストを評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・左右ローターの潮流エネルギーを合計し、1つの発電機を回す油圧方式の中で最適方法を検討 ・実用機に近い構成の油圧発電装置により変換効率（2次変換）を正確に推定することが可能になる ・実用機（250kW）に近い条件で、発電コスト評価を行うことが可能になる

④ 橋脚利用式潮流発電（(学) 鶴学園広島工業大学、ナカシマプロペラ(株)、五洋建設(株)）

瀬戸内海の海峡部に架かる橋に着目し、海峡・瀬戸域に架かる橋脚下海洋空間を活用した潮流発電の実現化発電性能や信頼性の向上、発電コストの低減に資する要素技術の開発を行い、発電コスト20円/kWhを実現する潮流発電システムの開発、潮流発電需要の確保・拡充に向けた新社会システムの構築を行う。

表Ⅱ.2.1.2-13 橋脚利用式潮流発電 研究開発項目と目標及び根拠

研究開発項目	目標	根拠
対象翼タービンと高効率発電システムの開発	<ul style="list-style-type: none"> 往復流である潮流に対して、流向変化に対応することで高い発電効率が期待できる対称翼タービンの開発を行う タービンと発電システムを分離し、機械式増速装置の無い単純かつ、メンテナンスに有利な低回転時に高効率な発電システムを開発する 	<ul style="list-style-type: none"> ヨー制御を行うことなく、流向の変化にも対応可能とすることで維持管理費を低減した高効率発電が期待できる タービンと発電機を分離することで、水中に発電機を設置するためのコストとリスクを低減できる
橋脚利用式発電施設の設置・施工技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ドライ状態で調査・補修・補強を行うことができるNDR (Neo-Dry Repair Method) 工法を基本形とした廉価な設置・施工法を検証する 	<ul style="list-style-type: none"> 設置工事時の品質確保および安全確保のため、海面下でも陸上条件と同じように施工できる
橋脚利用式潮流発電の実現性検証	<ul style="list-style-type: none"> 橋脚を有する潮流発電に適した海域を選定し、取得可能エネルギー量を算出する。また、施設設置費・維持管理費を用いて発電コストを算出し、実現性を検証する 	<ul style="list-style-type: none"> 瀬戸内海における潮流エネルギーを多く取得できる海域を選定し、発電コストの低減を実現する

⑤ 海中浮体式海流発電（三菱重工業株）

日本の海域における海流発電装置の発電システム（定格 2.4MW）を確立するために、将来の海流発電ファーム候補地の海流条件を調査し、海流発電装置の設計資料を得ると共に、スケールモデル機（1/10 スケール 25kW）を用いた曳航試験を行い、将来の発電単価推定のための基礎データを取得する。最終的には 2020 年以降、事業化時に発電単価 20 円/kWh 以下を実現する海流発電装置及びこれらの目標達成に資する要素技術を確立する。大規模発電用 2.4MW（出力の数値は海流の流速により変化、以下も同様）、及び小規模発電用 250kW の海流発電システムの実現に向け、本研究開発では、大規模発電用 2.4MW の約 1/10 スケールとなる 25kW 小型機を用いて曳航試験を実施し、基礎データの取得及び実海域条件に応じたカスタマイズプロセスを確立する。

表Ⅱ.2.1.2-14 海中浮体式海流発電 研究開発項目と目標及び根拠

研究開発項目	目標	根拠
リソース調査	<ul style="list-style-type: none"> 将来の海流発電ファーム候補地の海流条件を調査し、海流発電装置の設計資料を得る 	<ul style="list-style-type: none"> 実海域のエネルギー量調査のため
各種オペレーションにおけるリスク抽出及び最適設計	<ul style="list-style-type: none"> インストール、通常運転、異常発生時、メンテナンス時等の各種オペレーションに対して、FMEA を用いたリスク抽出と、その影響度評価を行う 	<ul style="list-style-type: none"> オペレーション時のリスク低減のため
発電装置の地上試験の準備・試運転	<ul style="list-style-type: none"> 油圧装置～発電機の正常回転の確認試験に加えて、曳航試験時の安全性を高めるため、2014 年度製作する曳航発電試験機の片側モジュールを利用し、海流作用時の発生トルクを機械的に与えた地上試験を実施する 	<ul style="list-style-type: none"> 内部機器のシステム検証のため 曳航試験時の安全性を確保するため
スケールモデル機による曳航発電試験及び発電性能確認	<ul style="list-style-type: none"> 海底からの係留状態を模擬した状態でスケールモデル機を船舶にて曳航し、油圧制御システムによる機体姿勢や発電制御の各種評価を行い、システムの妥当性を検証する 	<ul style="list-style-type: none"> 実海域環境下での発電システム検証のため
実海域に則した海流発電装置のカスタマイズ	<ul style="list-style-type: none"> スケール則の検討を行い、シミュレーション等で実海域に則した海流発電装置（2.4MW）のカスタマイズプロセスを確立し、商用機の発電特性を推定する 	<ul style="list-style-type: none"> 実機展開を行うため
事業性の検証及び発電コストの算出	<ul style="list-style-type: none"> 得られたデータを基に、海流発電装置による将来的な発電原価を推定し、海流発電装置（C-Plan=2.4MW）による事業性の検証を実施する 	<ul style="list-style-type: none"> 目標コスト 20 円/kWh を実現するため

⑥ 相反転プロペラ式潮流発電（(大)九州工業大学、(株)協和コンサルタンツ、アイム電機工業(株)、前田建設工業(株)、(学)早稲田大学）

発電ユニットを構成する各要素とその周辺技術の高度化、水槽実験によるそれぞれの要素の性能、機能の検証、実スケールの性能などを予測する技術の開発、実用化／事業化に向けた準備を実施する。数値目標は、プロペラ効率 45%、発電効率 42%とする。

表Ⅱ.2.1.2-15 相反転プロペラ式潮流発電 研究開発項目と目標及び根拠

研究開発項目	目標	根拠
設計諸元の検討 ・ 賦存量調査 ・ 離岸流発生メカニズム解析 ・ 離岸流集積技術 ・ 離岸流の検証	・ 沿岸から 1km 圏内における離岸流の賦存量を把握する ・ 離岸流特性について把握する	・ 沿岸から 1km 圏内の離岸流の賦存量は把握されていないため ・ 潮流発電を対象とした離岸流の集積方法が明確化されていないため
タービンの開発 ・ プロペラ材料開発 ・ 相反転プロペラの水力設計	・ 海水環境下での CFRP の疲労寿命特性を評価し、安全設計指針を示す ・ 潮流下での摩擦抵抗、剥がれ、壊食に関する定量評価 ・ プロペラの水力効率 45%以上 ・ 中空構造を有するプロペラ開発	・ 海水中における CFRP の疲労寿命特性が十分に評価されておらず、長期信頼性を確保するため ・ 海洋環境下での生物付着は発電効率やメンテナンスに影響するため ・ ミニチュア風車モデル実績 35 ・ 平成 26 年フルスケール強度試験クリア、平成 27 年水槽試験にて安全率評価
発電機の開発 ・ 冷却技術 ・ 発電機設計 ・ メカニカルシール設計	・ 冷却技術の開発 ・ 発電効率 93% ・ プロペラ径 1m に適用する完全密閉メカニカルシールの摩擦損失軽減を極限まで追求する	・ 密閉環境下での発電機冷却方法探索 ・ 潮流発電用の相反転発電機の開発 ・ 性能維持には完全密閉が不可欠。低流速でも回転開始できるようにするために、始動および低回転速度域における摩擦トルクの軽減を図るが好ましい
発電ユニットの振動シミュレーション開発 ・ キャビテーション ・ 翼列干渉 ・ 相反回転系の動的安定化	・ 高精度な流体励振力予測技術と軸系の安定性解析を通して、実機相当の相反転プロペラの安定性を評価する	・ 高精度な流体励振力予測技術と軸系の安定性解析を行うことで、実際の運転時の安全性を担保するため
発電ユニットの構築と総合評価 ・ 発電システムの構築 ・ 性能と機能の総合評価	・ 発電効率 43% ・ 前段直径 1m のモデル発電ユニット設計、製作、水槽試験の実施、性能、振動、応力データの計測	・ 平成 27 年度末の実績 42.3% (=45.1×93.9) ・ モデル発電ユニットの総合的な評価のため
事業性の評価 ・ 適地調査 ・ コスト試算	・ 事業化に際して適用できる候補地の検討 ・ 実用化に向けてのコスト試算 ・ 実海域での具体的な設置技術の検討	候補地が明確に示されていないため

⑦ 着定式潮流発電（川崎重工業(株)、(大)九州大学）

潮流エネルギーを利用した点検・メンテナンスが容易で信頼性の高い着定式潮流発電システムを開発し、事業化時の試算で発電コスト 20 円/kWh 以下を見通せる海洋エネルギー発電装置に係るコンポーネントや部品等の要素技術を確立することを目標とする。具体的には、潮流発電装置の発電性能や信頼性の向上、発電コスト低減に関する要素技術の開発を行う。

表Ⅱ.2.1.2-16 着定式潮流発電 研究開発項目と目標及び根拠

研究開発項目	目標	根拠
ナセル軽量化に係る技術開発	<ul style="list-style-type: none"> ・コンバータ陸置きシステムの実現性検討 ・ナセル設計変更検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・コンバータ陸置きシステムの実現性を確認 ・コンバータ陸置きに伴う、ナセルの設計変更を実施
長大ブレードに係る技術開発	<ul style="list-style-type: none"> ・10m、12.5m、15m翼の基本設計を実施 	<ul style="list-style-type: none"> ・10m、12.5m、15m翼の基本設計を完了し、設計及び製作の実現性を確認
シール性能に係る技術開発	<ul style="list-style-type: none"> ・シール性能及び耐久性の確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・要素試験により、所定のシール性能、及び5年以上の寿命を有する事を確認
複数基タービン間の流体シミュレーション開発	<ul style="list-style-type: none"> ・数値シミュレーション技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・海底地形も考慮できる計算コードを作成し、水槽試験結果と比較して高い計算精度を有することを確認
潮流用発電装置の開発	<ul style="list-style-type: none"> ・熱交換器の生物付着影響調査 ・ナセル内温度解析 ・吊りピースの概略設計 	<ul style="list-style-type: none"> ・生物付着による熱交換器の性能への影響を評価 ・装置稼働時のナセル内温度に問題のない事を確認 ・吊りピースの概略設計を完了

⑧ 橋脚・港湾構造物利用式潮流発電（中国電力㈱、(学)鶴学園広島工業大学）

瀬戸内海の海峡部に架かる橋に着目し、海峡・瀬戸域に架かる橋脚下海洋空間を活用した潮流発電の実現化、発電性能や信頼性の向上、発電コストの低減に資する要素技術の開発を行う。発電コスト20円/kWhを実現する潮流発電システムの開発、潮流発電需要の確保・拡充に向けた新社会システムの構築を行う。

表Ⅱ.2.1.2-17 橋脚・港湾構造物利用式潮流発電 研究開発項目と目標及び根拠

研究開発項目	目標	根拠
対象翼タービンと高効率発電システムの開発	<ul style="list-style-type: none"> ・往復流である潮流に対して、流向変化に順応することで高い発電効率が期待できる対称翼タービンの開発を行う ・タービンと発電システムを分離し、機械式増速装置の無い単純かつ、メンテナンスに有利な低回転時に高効率な発電システムを開発する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ヨ一制御を行うことなく、流向の変化にも対応可能とすることで維持管理費を低減した高効率発電が期待できる ・タービンと発電機を分離することで、水中に発電機を設置するためのコストとリスクを低減できる
橋脚利用式発電施設の設置・施工技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ・ドライ状態で調査・補修・補強を行うことができるNDR (Neo-Dry Repair Method) 工法を基本形とした廉価な設置・施工法を検証する 	<ul style="list-style-type: none"> ・設置工事時の品質確保および安全確保のため、海面下でも陸上条件と同じように施工できる
橋脚利用式潮流発電の実現性検証	<ul style="list-style-type: none"> ・橋脚を有する潮流発電に適した海域を選定し、取得可能エネルギー量を算出する。また、施設設置費・維持管理費を用いて発電コストを算出し、実現性を検証する 	<ul style="list-style-type: none"> ・瀬戸内海における潮流エネルギーを多く取得できる海域を選定し、発電コストの低減を実現する

⑨ リニア式波力発電（(公財)釜石・大槌地域産業育成センター、(大)東京大学、(大)東北大学、(大)横浜国立大学、(国研)海上技術安全研究所）

リニア発電機利用（次世代PT0システムの開発／リニア型発電システムの開発）、同調制御技術の高度化（次世代PT0システムの開発／次世代同調制御技術の開発）、波力発電アレイ技術（波力発電アレイ制御技術の開発）、技術実装の製品コンセプト（次世代波力発電システムのコンセプトに関する研究）の研究開発を行う。将来、商業化の段階での発電コストが20円/kWh以下になるような次世代技術を開発する。このため、発電能力3倍：年間発電量（AEP）で評価されるWave to Powerの能力、システム・コスト半減（O&Mコストも含む）を目標とする。

表Ⅱ.2.1.2-18 リニア式波力発電 研究開発項目と目標及び根拠

研究開発項目	目標	根拠
●次世代 PTO システムの開発		
次世代同調制御技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> 同調制御の汎用理論とアルゴリズムを整理し計算機シミュレーションを行う 実海域の不規則な波浪場において発電量最大化を目標とする予測 (MPC) 制御技術を開発する 発電機制御システムをデバイス模型に実装し水槽実験を行う 	波力発電の実用化には、同調技術により波エネルギーを電力に変換する効率を飛躍的に向上する必要があるが、未だ完成された技術はない
リニア型発電システムの開発	<ul style="list-style-type: none"> 小型リニア同期機的设计、試作、モータ／ジェネレーターセットによる同調制御の基礎試験を実施、リニア発電機の試験法、評価法について研究を行う 平均電力最大化とグリッドへの接続を考慮した電力変換器、エネルギーストレージシステムの仕様算定と制御法の検討を行う 	リニア発電機の試験法が確立していない 同調制御実現には発電機とモータを交差的に動作させる電力ストレージシステムが必要
実海域波浪計測及び解析	<ul style="list-style-type: none"> 表層ブイ型波浪観測装置及びレーダーによるリモートセンシング型波浪観測装置を釜石湾に設置し波浪データを取得する 	同調制御技術やアレイ制御技術の開発には、設置海域の波浪情報が不可欠
●波力発電アレイ制御技術の開発		
数値シミュレーションによる解析	<ul style="list-style-type: none"> 数値シミュレーションによって、発電出力を最大化するためのアレイの配置を決定する 	商業波力発電アレイでは、複数デバイス間での相互干渉効果を考慮する必要がある
水槽実験と釜石湾試験海域における模型実験	<ul style="list-style-type: none"> 発電出力を最大化するためのアレイの配置に関する数値シミュレーション結果を検証するため、小型模型複数基 (3 基程度) で構成したアレイについて、模型実験を実施する 水槽実験では、パラメータサーベイを行い、最適なアレイを探索する 実海洋波に対するアレイの配置および制御の影響特性を検証する 	複数デバイス間の相互干渉効果に関する数値シミュレーションモデルを検証するために、水槽模型実験が必要である
●次世代波力発電システムのコンセプトに関する研究		
リニア式発電デバイスのコンセプトの検討	<ul style="list-style-type: none"> 欧州におけるリニア式波力発電技術の調査を行うとともに、日本の自然環境と社会環境に適した次世代デバイスのコンセプト及び設備コストを検討する 	欧州では類似の波力発電技術が先行研究されているが、日本とは自然・社会環境が異なる
係留システムと設置工事のコンセプトの検討	<ul style="list-style-type: none"> TLP (テンション・レグ・プラットフォーム) 係留とサクシオン・アンカーを組み合わせ、アンカーと発電機を簡便かつ短時間に同時設置することを目標とした工法を検討する 	大型波力発電アレイを考慮したコスト低減が不可欠である
発電コストの評価	<ul style="list-style-type: none"> リニア発電デバイス、係留システム、設置工事のコスト試算を行うとともに、レファレンスサイトにおける年間発電量を評価し、50～500MW 発電所モデルのケースで 20 円/kWh を達成する道筋を確認する 	現状、波力発電コストは他のエネルギー源に比べて高価であり、普及のためには 20 円/kWh レベルに下げる必要がある

(3) 海洋エネルギー発電技術共通基盤研究 (2011 年度～2012 年度、2014～2017 年度)

共通基盤研究には 8 つの個別テーマ (①海洋エネルギー発電技術に関する情報収集・分析、②海洋エネルギー発電技術の性能試験方法等の検討、③地域協調型海洋再生可能エネルギー利用に関する検討、④性能評価手法及びポテンシャルの調査、⑤ポテンシャル推定、⑥海洋エネルギー等再生可能エネルギーを活用した産業創出の可能性に係る調査事業、⑦海洋エネルギー発電技術に係る生物付着影響の調査および対策の検討、⑧国内外の海洋エネルギー利用事例における海域等への影響に関する調査) がある。図Ⅱ.2.1.2-3 に、上記のうち①②の研究項目と

研究内容のイメージを示す。

性能評価手法及びポテンシャル調査	
イメージ	
体制	<ul style="list-style-type: none"> ・みずほ情報総研 ・九州大学 ・鹿児島大学
開発項目	<ul style="list-style-type: none"> ①性能評価手法等に関する調査 ②海洋エネルギーポテンシャルの地域詳細版に関する調査 ③海洋エネルギー発電の有望電源評価
備考	

図Ⅱ.2.1.2-3 プロジェクトの概要 共通基盤研究

以下、8つの個別テーマ毎の研究開発項目と目標について概説する。なお、各テーマの事業年度については、前出の表Ⅱ.2.1.1-1(3)を参照。

① 海洋エネルギー発電技術に関する情報収集・分析（㈱三菱総合研究所）

研究内容は、欧州を中心とした海洋エネルギーの先進地域における産業政策、技術開発や市場動向等、国内技術開発戦略の策定に有用な先進情報を収集・分析するとともに、競合となる可能性のある各国の情報収集やアジア・南米・アフリカなど今後、市場となる可能性のある地域分析を行うものである。

具体的には、海洋エネルギー開発で先行する海外の政府や企業、関係機関等から情報収集し、海洋エネルギー発電の費用対効果を分析し、海洋エネルギー発電の事業性を評価する。そして、海洋エネルギー発電の主要な課題であるコスト低減策に関する検討を行い、最終的に以下の各項目に関する分析・評価を取りまとめる。

- (a) 世界における海洋エネルギーのポテンシャル・導入目標
- (b) 再生可能エネルギーにおける海洋エネルギー発電の費用対効果
- (c) 海洋エネルギー発電の事業性
- (d) 海洋エネルギー発電のコスト低減方策
- (e) 海洋エネルギー発電の市場可能性

② 海洋エネルギー発電技術の性能試験方法等の検討（みずほ情報総研㈱）

本研究は、海洋エネルギー発電技術および海洋エネルギー発電システムの発電効率、発電特性等の性能・信頼性を評価する試験手法等について海外の事例を情報収集し、これに基づき、当該分野における技術開発戦略、各々の海洋エネルギー発電技術および海洋エネルギー発電システムの性能試験・評価方法や手順に関する指針をまとめるものである。

事業期間が2年間であることから、1年目を主として欧州を中心に情報収集・分析を行い、2年目に北米に関する情報収集・分析実施するとともに、最終的には、海洋エネルギー技術研究開発において、フィージビリティ・スタディーから実海域試験へ移行する際のステージゲート評価に関する評価記述書として取りまとめる。さらに2年目には、実海域試験の経験が乏しい我が国の現状を踏まえ、実績豊富な海外機関の知見を取り込み、実海域試験における発電性能、信頼性、発電コストの評価方法や評価手順を取りまとめ、ステージゲート後の、実海域の実証試験において実施すべき試験内容やその評価方法、評価手順についての指針を作成する。

- ③ 地域協調型海洋再生可能エネルギー利用に関する検討（国際航業㈱、㈱東洋設計）
国内で操業されている漁業の形態などの調査および海域利用者等と共存可能な海洋再生可能エネルギー事業の実現可能性を明らかにする。
- ④ 性能評価手法及びポテンシャルの調査（みずほ情報総研㈱、(大)九州大学、(大)鹿児島大学）
国際標準動向、ポテンシャル評価及び性能評価手法、海洋エネルギー発電装置のガイドライン等に関する情報を調査整理し、指針を策定する。また、対象海域での観測及びシミュレーションを併用し、海洋エネルギーポテンシャルを算定することによりポテンシャルマップを作成する。
- ⑤ ポテンシャル推定（(大)東京大学、(国研)海洋研究開発機構）
実海域における波浪・海潮流・水温の推算および国内の海洋エネルギーのポテンシャル評価、国際標準化が進む資源量の推定法及び我が国特有の自然変動の影響も考慮した資源量評価を行う。そのために「初期検討」「フィージビリティ・スタディー」段階における、エネルギーポテンシャル情報の必要要件の確定、新たなエネルギーポテンシャル情報の作成、簡便なユーザーインターフェースによる情報公開、「設計」段階で必要となるダウンスケーリング（詳細化モデリング）や観測計画支援など、海洋エネルギー基盤情報ロードマップの作成を行う。
- ⑥ 海洋エネルギー等再生可能エネルギーを活用した産業創出の可能性に係る調査事業（(公財)沖縄県産業振興公社）
海洋温度差発電・波力発電・潮流発電の実情についての文献調査及び研究機関などへのヒアリング、海洋温度差発電（OTEC）分野についての詳細調査を行う。このため、実例情報収集等のためのワークショップの開催、海洋エネルギー等再生可能エネルギーの実用化・商業化に係る課題及び系統接続に係る課題の抽出を行う。
- ⑦ 海洋エネルギー発電技術に係る生物付着影響の調査および対策の検討（(公財)海洋生物環境研究所、(一財)電力中央研究所）
今後の海洋エネルギー発電技術の現場適用に向けた課題を抽出するため、国内事例調査として、既設の海洋設備、実証設備での生物付着状況と影響の有無や対策技術について広く調査し、研究会を設置し、付着生物に起因する諸問題の解決を目指した情報・意見交換を行うこと、海外事例調査として、国外サイトでの生物付着状況と影響の有無や対策技術を調査すること、付着生物対策調査として文献調査とメーカー等への聞き取り調査により適用可能な対策技術を整理することを行う。

⑧ 国内外の海洋エネルギー利用事例における海域等への影響に関する調査（（一財）電力中央研究所、株三菱総合研究所）

国内外の先行事例を中心に情報を収集・分析し、我が国において海洋エネルギー利用が普及する上で重要となる配慮すべき環境項目の抽出と、環境への影響を調査・予測する上での技術的課題を整理する。

2.2. 研究開発の実施体制

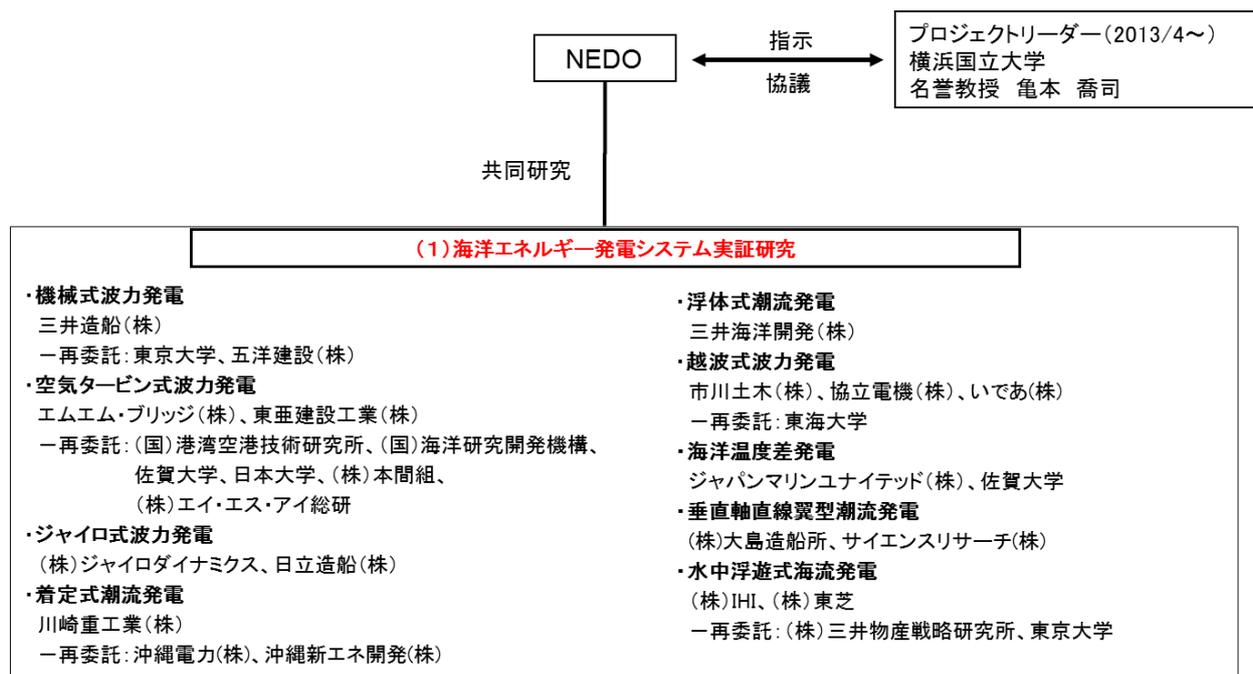
2.2.1. 実施体制

本事業は、2011年度に公募を行い「実証研究」で4件（波力3件、潮流1件）、「要素技術開発」で2件（海流1件、海洋温度差1件）、「共通基盤研究」で2件を採択し、計8テーマで研究開発をスタートした。このうち、共通基盤研究の「情報収集・分析」は2011年度で、「性能試験方法等」については2012年度で研究を完了している。

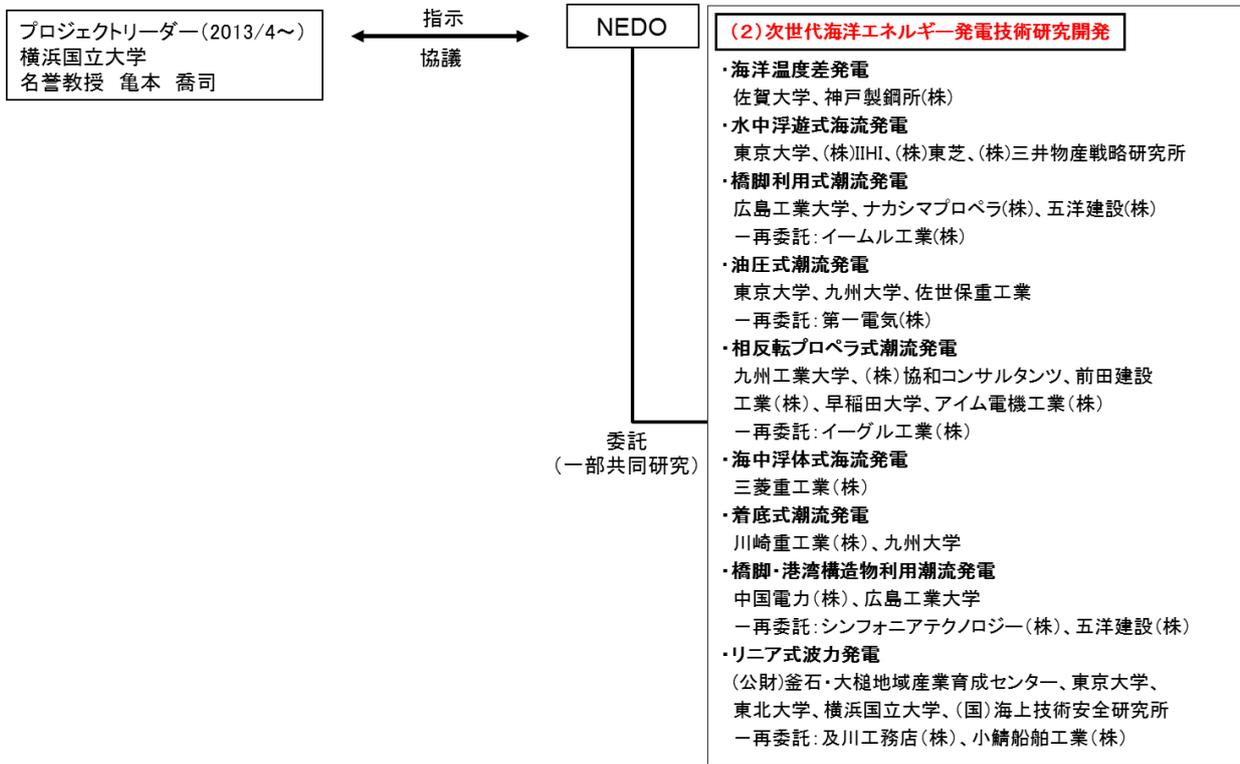
2012～2014年度には追加公募を実施し、2012年度には「実証研究」で2件（波力1件、潮流1件）、「要素技術開発」で2件（潮流2件）、「共通基盤研究」で1件の計5件を、2013年度には「要素技術開発」で2件（潮流1件、海流1件）を、2014年度には「実証研究」で3件（潮流1件、海流1件、海洋温度差1件）、「要素技術開発」で3件（波力1件、潮流2件）、「共通基盤研究」で5件の計11件を採択している。

本事業は、2017年度末時点において、「実証研究」9件（波力4件、潮流3件、海流1件、海洋温度差1件）、「要素技術開発」9件（波力1件、潮流5件、海流2件、海洋温度差1件）、「共通基盤技術」8件の計26件を擁するプロジェクトとなっている。その内容も波力発電、潮流発電、海流発電、海洋温度差発電と広範囲の技術領域を含むことから、各テーマを効率的に指導しながらプロジェクト全体を推し進め十分な成果を得るために、海洋エネルギー全般に精通し高度の専門知識を有するプロジェクトリーダー（PL）を設置する必要があると判断し、2013年4月よりPLを設置している。

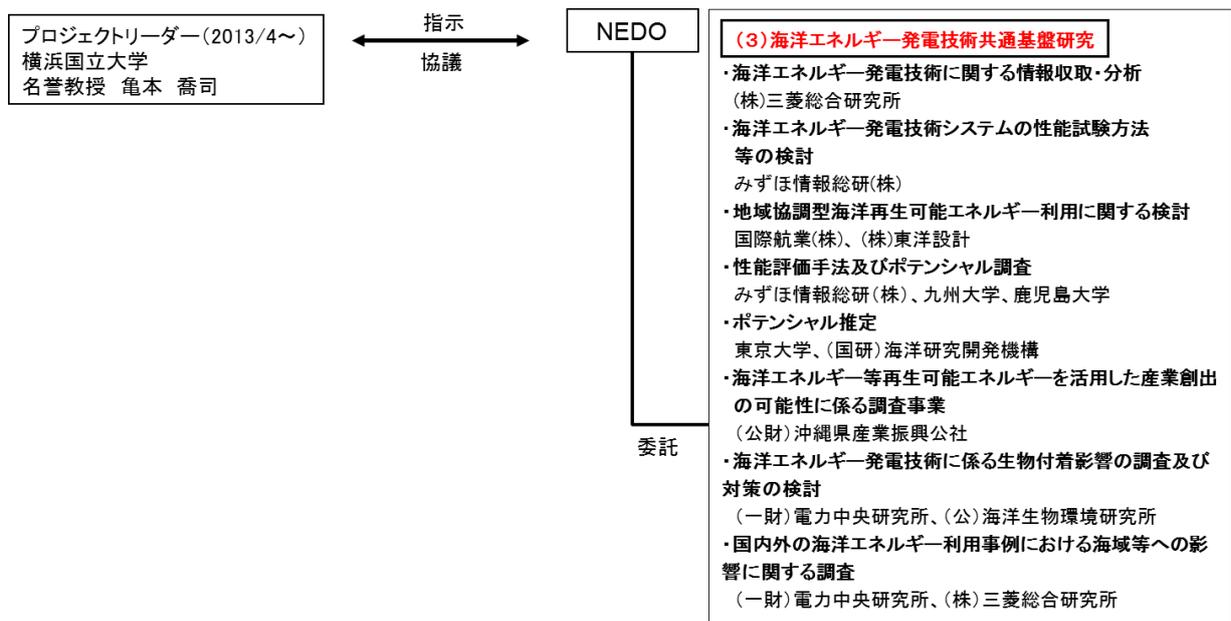
2011～2017年度までの実施体制を以下に示す。



図Ⅱ.2.2.1-1 2011～2017年度実施体制（海洋エネルギー発電システム実証研究）



図Ⅱ.2.2.1-2 2011～2017年度実施体制（次世代海洋エネルギー発電技術研究開発）



図Ⅱ.2.2.1-3 2011～2017年度実施体制（海洋エネルギー発電技術共通基盤研究）

本事業で、NEDO がプロジェクトリーダー（PL）として委嘱した（大）横浜国立大学名誉教授 亀本喬司氏は、流体力学、数値流体力学を専門とし、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するばかりでなく、その研究活動を通じて関係学会や協会主催の分科会等でも活動されており、海洋エネルギーに関して非常に幅広い学識を有している。また、本事業の採択審査委員やステージゲート評価委員も務められたことから、本事業の目標や目指す方向性あるいは技術的課題も的確に把握できる立場にあり、本事業の PL として最適任であると判断している。

2.2.2. 主要な研究者

プロジェクトリーダー

氏名	所属・役職	役割・研究項目
亀本 喬司	国立大学法人横浜国立大学・ 名誉教授	プロジェクト全体の最適化 研究計画・研究目標等に関する指導・助言

【実証・終了】機械式波力発電

<共同研究先>

事業者名	氏名	所属・役職
三井造船株式会社	鈴木 隆男	技術開発本部技術総括部再生可能エネルギープロジェクトグループ・主管

<再委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
国立大学法人東京大学	荒川 忠一	工学系研究科機械工学専攻・教授
五洋建設株式会社	松本 歩	技術研究所・専門部長

【実証・終了】ジャイロ式波力発電

<共同研究先>

事業者名	氏名	所属・役職
株式会社ジャイロダイナミクス	築山 勲	技術部・主任
日立造船株式会社	大窪 慈生	機械・インフラ本部鉄構ビジネスユニット海洋プロジェクト部・主任

<再委託先>

なし

【実証・終了】空気タービン式波力発電

<共同研究先>

事業者名	氏名	所属・役職
エム・エムブリッジ株式会社	木原 一禎	事業推進部・部長代理
東亜建設工業株式会社	本多 将人	土木事業本部設計・部長

<再委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
国立研究開発法人海洋研究開発機構	大澤 弘敬	海洋工学センター海洋技術開発部・次長
国立研究開発法人港湾空港技術研究所	鈴木 高二朗	海洋研究領域・耐波研究チームリーダー

学校法人日本大学	増田 光一	理工学部・教授
国立大学法人佐賀大学	永田 修一	海洋エネルギー研究センター・教授
株式会社エイ・エス・アイ 総研	太田 豊彦	三鷹事務所長 航空・宇宙エンジングループ長
株式会社本間組	五十嵐 秀樹	エンジニアリング本部企画設計部・部長代理

【実証・終了】着定式潮流発電

<共同研究先>

事業者名	氏名	所属・役職
川崎重工業株式会社	清瀬 弘晃	技術研究所流体エネルギー技術開発室・室長

<再委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
沖縄電力株式会社	宮里 尚利	研究開発部・係長
沖縄新エネ開発株式会社	平安 辰哉	事業開発・設備運用グループ・係長

【実証・終了】浮体式潮流発電

<共同研究先>

事業者名	氏名	所属・役職
三井海洋開発株式会社	水向 健太郎	海洋開発株式会社事業開発部・マネージャー

<再委託先>

なし

【実証・終了】越波式波力発電

<共同研究先>

事業者名	氏名	所属・役職
市川土木株式会社	長谷川 健司	建設事業本部長
協立電機株式会社	大村 真弘	技術本部技術開発部・課長
いであ株式会社	吉村 友利	名古屋支店環境技術・生態部・部長

<再委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
学校法人東海大学	風間 公彦	清水研究支援課・課長補佐

【実証・終了】海洋温度差発電

<共同研究先>

事業者名	氏名	所属・役職
ジャパンマリンユナイテッド株式会社	北小路 結花	海洋・エンジニアリング事業本部海洋エンジニアリングプロジェクト部新エネルギービジネスグループ長
国立大学法人佐賀大学	池上 康之	海洋エネルギー研究センター・教授

<再委託先>

なし

【実証・終了】垂直軸直線翼型潮流発電

<共同研究先>

事業者名	氏名	所属・役職
株式会社大島造船所	中尾 洋一	株式会社大島造船所船舶海洋技術研究開発部長 (兼)海洋技術研究開発室長
サイエンスリサーチ株式会社	副島 勝則	代表取締役

<再委託先>

なし

【実証・終了】水中浮遊式海流発電

<共同研究先>

事業者名	氏名	所属・役職
株式会社 IHI	長屋 茂樹	技術開発本部総合開発センター機械技術開発部・部長
株式会社東芝	加幡 安雄	電力・社会システム技術開発センター 回転機器開発部・主幹

<再委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
国立大学法人東京大学	高木 健	新領域創成科学研究科海洋技術環境学専攻・教授
株式会社三井物産戦略研究所	織田 洋一	技術・イノベーション情報部・シニア・プロジェクト・マネージャー

【次世代・終了（→実証）】水中浮遊式海流発電

<委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
国立大学法人東京大学	高木 健	大学院新領域創成科学研究科・教授
株式会社 IHI	長屋 茂樹	技術開発本部総合開発センター機械技術開発部・課長
株式会社東芝	加幡 安雄	回転機器開発部・主幹
株式会社三井物産戦略研究所	織田 洋一	新事業開発部・シニア・プロジェクト・マネージャー

<再委託先>

なし

【次世代・終了（→実証）】海洋温度差発電

<委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
国立大学法人佐賀大学	池上 康之	海洋エネルギー研究センター・准教授
株式会社神戸製鋼所	尾崎 勝彦 (業務管理者)	材料研究所・加工技術研究室・室長

<再委託先>

なし

【次世代・終了】油圧式潮流発電

<委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
国立大学法人東京大学	林 昌奎	生産技術研究所・教授
国立大学法人九州大学	経塚 雄策	総合理工学研究院・教授
佐世保重工業株式会社	星野 和信	経営管理本部企画部事業開発グループ

<再委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
第一電気株式会社	鈴木 秀行	開発室長

【次世代・終了】橋脚利用式潮流発電

<委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
ナカシマプロペラ株式会社	福田 賢一	エンジニアリング本部環境グループ・課長代理
五洋建設株式会社	森屋 陽一	技術研究所・技術企画グループ長
学校法人鶴学園広島工業大学	石垣 衛	工学部都市デザイン工学科・准教授

<再委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
イームル工業株式会社	小林 敬男	設計部・部長

【次世代・終了】海中浮体式海流発電

<共同研究先>

事業者名	氏名	所属・役職
三菱重工業株式会社	坂田 展康	総合研究所 流体研究部 流体第一研究室・主席研究員

<再委託先>

なし

【次世代・終了】相反転プロペラ式潮流発電

<委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
株式会社協和コンサルタンツ	左村 公	新規事業推進室
アイム電機工業株式会社	川嶋 竜之介	開発部・課長
前田建設工業株式会社	林 幹朗	土木事業本部土木設計・部長
国立大学法人九州工業大学	平木 講儒	大学院工学研究院・教授
学校法人早稲田大学	宮川 和芳	理工学術院基幹理工学研究科・教授

<再委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
イーグル工業株式会社	井上 秀行	技術本部技術研究部・部長

【次世代・終了】着定式潮流発電

<委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
川崎重工業株式会社	清瀬 弘晃	技術研究所機械システム研究部・主席研究員
国立大学法人九州大学	胡 長洪	応用力学研究所・教授

<再委託先>

なし

【次世代・終了】橋脚・港湾構造物利用式潮流発電

<委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
中国電力株式会社	和田 泰孝	エネルギー総合研究所総合エネルギー技術グループ・副長
学校法人鶴学園広島工業大学	石垣 衛	工学部都市デザイン工学科・准教授

<再委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
シンフォニアテクノロジー株式会社	塩崎 明	開発本部研究部基盤技術・グループ長
五洋建設株式会社	森屋 陽一	技術研究所・技術企画・グループ長

【次世代・終了】リニア式波力発電

<委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
公益財団法人釜石・大槌地域産業育成センター	小笠原 順一	事務局長兼プロジェクトリーダー
国立大学法人東京大学	北澤 大輔	生産技術研究所・准教授
国立大学法人宇都宮大学	田代 真一	工学部 事務長
国立大学法人横浜国立大学	村井 基彦	大学院環境情報研究院・准教授
国立研究開発法人海上技術安全研究所	瀧本 忠教	企画部産官学連携副主管

<再委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
株式会社小鯖船舶工業	小鯖 利弘	代表取締役
株式会社及川工務店	泉 修一	代表取締役

【共通基盤・終了】海洋エネルギー発電技術に関する情報収集・分析

<委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
株式会社三菱総合研究所	早稲田 聡	環境・エネルギー研究本部

<再委託先>

なし

【共通基盤・終了】海洋エネルギー発電技術の性能試験方法等の検討

<委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
みずほ情報総研株式会社	山田 博資	環境エネルギー第1部持続型社会チーム・チーフコンサルタント

<再委託先>

なし

【共通基盤・終了】地域協調型海洋再生可能エネルギー利用に関する検討

<委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
国際航業株式会社	中島 秀雄	東日本事業本部第一技術部地球温暖化対策G・グループ長
株式会社東洋設計	佐藤 忠史	新エネルギー部・グループリーダー

<再委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
一般社団法人海洋産業研究会	中原 裕幸	常務理事・研究部長

【共通基盤・終了】性能評価手法及びポテンシャルの調査

<委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
みずほ情報総研株式会社	山田 博資	環境エネルギー第2部エネルギーチーム・チーフコンサルタント
国立大学法人九州大学	山口 創一	大学院総合理工学研究院・助教
国立大学法人鹿児島大学	山城 徹	大学院理工学研究科・教授

<再委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
国立研究開発法人港湾空港技術研究所	川口 浩二	海洋情報・津波研究領域 海象情報研究チーム・チームリーダー
国立大学法人岐阜大学	小林 智尚	大学院工学研究科 環境エネルギーシステム専攻・教授

【共通基盤・終了】ポテンシャル推定

<委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
国立大学法人東京大学	早稻田 卓爾	新領域創成科学研究科・教授
国立研究開発法人海洋研究開発機構	宮澤 泰正	アプリケーションラボ海洋・大気環境変動予測応用グループ・グループリーダー

<再委託先>

なし

【共通基盤・終了】海洋エネルギー等再生可能エネルギーを活用した産業創出の可能性に係る調査事業

<委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
公益財団法人沖縄県産業振興公社	金城 次男	産業振興部産業振興課・主査

<再委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
株式会社沖縄エネテック	桃原 千尋	エネルギー開発部・主任

【共通基盤・終了】海洋エネルギー発電技術に係る生物付着影響の調査および対策の検討

<委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
一般財団法人電力中央研究所	岩田 仲弘	環境科学研究所生物環境領域・領域リーダー
公益財団法人海洋生物環境研究所	眞道 幸司	実証試験場応用生態グループ・主査研究員

<再委託先>

なし

【共通基盤・終了】国内外の海洋エネルギー利用事例における海域等への影響に関する調査

<委託先>

事業者名	氏名	所属・役職
一般財団法人電力中央研究所	仲敷 憲和	環境科学研究所水域環境領域・領域リーダー

<再委託先>

なし

2.2.3. 知的財産取扱の考え方と運用

本事業のうち、「海洋エネルギー発電システム実証研究」と「次世代海洋エネルギー発電技術研究開発」に係る知的財産については、産業技術力強化法第19条第1項に規定する4項目およびNEDOが実施する知的財産権の状況調査（パイ・ドール調査）に対する回答を条件として、知的財産権については全て本事業の参画企業・大学に帰属する。また、本事業に係る産業財産権の出願（PCT国内書面の提出を含む）又は申請を行った時は、60日以内にNEDOへ通知することを業務委託契約約款及び共同研究契約約款で定めており、NEDOにおいて本事業の知的財産の権利化動向を把握することとしている。複数の企業・大学が参画しているコンソーシアムにおいては知財運営会議を実施しており、同一の研究項目を複数の企業・大学が共同で研究開発を行う場合、共同成果としての知的財産について共同成果の持ち分および責務等の帰属の範囲を明確にし、成果の発表時期や方法および内容について協議を行うことにしている。

「海洋エネルギー発電技術共通基盤研究」については、調査委託契約書を締結して実施しており、本事業で得られた成果はすべてNEDOに帰属する。

なお、本事業における研究開発成果の取扱いについて、得られた研究成果は、NEDO、研究実施事業者とも普及に努めるものとし、知的基盤整備又は標準化等との連携を図るためデータベースへのデータ提供、標準化の提案等を積極的に行うものとする（図Ⅱ.2.2.3-1）。

◆知的財産管理

➤ 知的財産管理指針の策定

- ・特許を受ける権利の帰属
- ・大学等と企業の共有特許
- ・プロジェクト内での実施許諾

等について規定

➤ 知的財産取り扱いの要点（産学連携コンソーシアムの活動例）

運営会議の設置（1回/月程度で開催）

- ・成果の発表時期、方法及び内容
 - ・コンソーシアム全体での出願、自己名義の出願
 - ・共同成果の持分及び責務等
-

図Ⅱ.2.2.3-1 知的財産管理について

2.3. 研究開発の運営管理

2.3.1. 全体会議

研究開発全体の管理・執行に責任を有するNEDOは、経済産業省および各研究開発実施者と密接な関係を維持しつつ、本事業の目的および目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には、必要に応じて外部有識者による技術検討委員会を設置し、開発内容について審議し、

その意見を運営管理に反映させる他、半期に一回程度プロジェクトリーダー等を通じてプロジェクトの進捗について報告を受けること等を行う。

本事業は、多岐にわたる技術領域と多くの研究テーマを要していることから、事業者全体の方向性の確認・意識合わせが重要となる。本事業では、事業開始半年後の2012年度から、「海洋エネルギー技術研究開発全体会議」を開催しており、NEDOからはステージゲート評価方法など本事業の進め方について説明するなどして情報共有を図るとともに、各事業者からはそれまでの成果および今後の計画等について報告がなされ研究開発の進捗状況の確認を行っている。この会議には、本事業の全ての事業者が一堂に会するとともに、政策上の意向も反映するために経済産業省にもオブザーバーとしての参加をお願いしている。

また、2013年度からは、プロジェクトの効率的な運営を図り事業全体を推進し十分な成果を得るためにプロジェクトリーダー（PL）を設置し、（大）横浜国立大学名誉教授の亀本 喬司氏にPLを委嘱した。第3回の全体会議では、各事業者から研究開発の進捗状況の報告について、亀本 PL より技術的な指導を受けるとともに、事業全体の目標達成、効率的運営等に関する助言を受けている。

以下に、これまで開催した全体会議の開催実績とその内容、成果の反映を記す。

表Ⅱ.2.3.1.-1 海洋エネルギー技術研究開発全体会議の開催実績

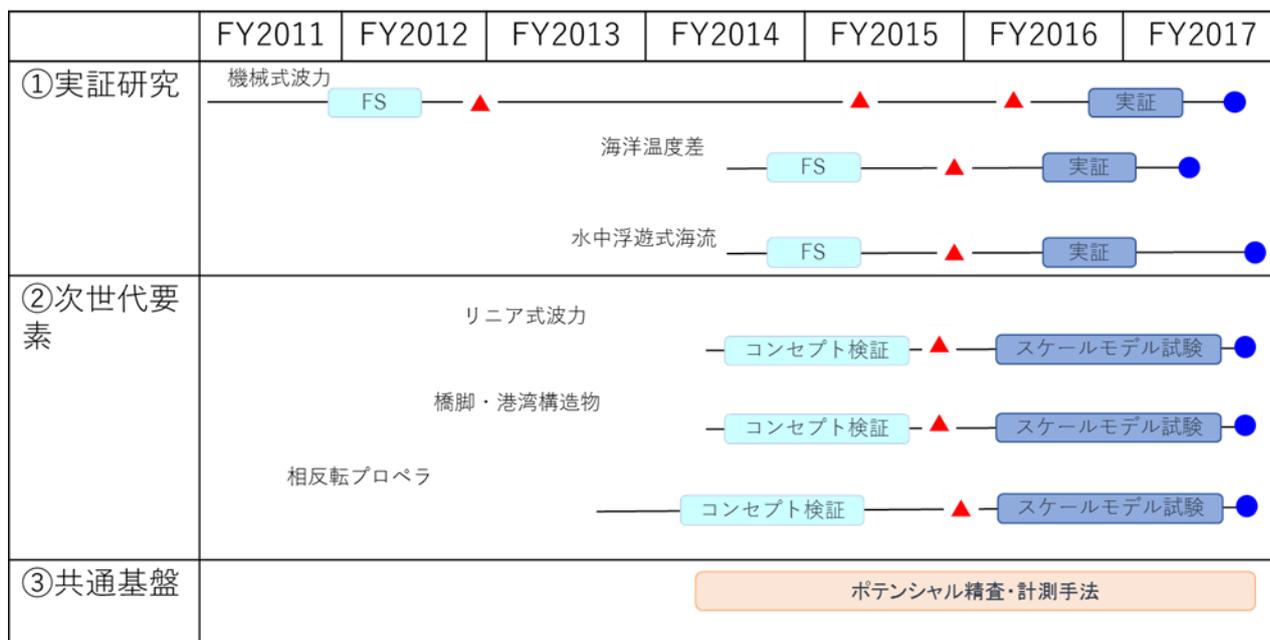
	開催日	場所	主な議題
第1回	2012年4月16日	NEDO 別館 (ラウンドクロス)	【実証試験、次世代技術】23年度成果と24年度事業計画、中間目標達成のための取り組み。 【共通基盤研究】成果報告（実証試験、要素技術開発事業者への情報説明・共有）。 【成果の反映】現段階における課題を抽出し問題共有した。
第2回	2012年6月20日	NEDO 分室 (霞ヶ関)	【水槽試験における各種リスクの認識共有】実証試験事業の進捗報告（リスク評価の実態）。 【ステージゲートにおける評価項目案の認識共有】共通基盤研究事業者（みずほ情報総研）による評価項目案の説明・報告。 【成果の反映】リスクアセスメントについてプロジェクト全体で意見交換し、その内容を評価項目案に盛り込んだ。
第3回	2013年5月27日	NEDO 別館 (ラウンドクロス)	【全体】PL 設置、実証試験に係る許認可について、プロジェクトの中間評価について。 【24年度採択事業者】24年度の成果と25年度の事業計画等について。 【成果の反映】PL からの助言を受け、その内容を研究計画に反映した。
第4回	2014年5月23日	NEDO 分室 (霞ヶ関)	【全体】継続中の9テーマの進捗報告。 【成果の反映】PL からの助言と全体への講評を研究計画に反映した。

2.3.2. ステージゲート評価委員会、技術研究開発評価委員会

本事業の「実証研究」に係る研究テーマについては、フィージビリティ・スタディー終了時点で、外部有識者による「ステージゲート評価委員会」を設けている。ステージゲート評価では、開発デバイスが実海域での試験に耐えうるだけの発電性能と安全性を有しているか（技術水準の達成度）、実海域試験の実施の目処が立っているか（社会的合意形成状況）、事業化時に40円/kWh以下の目標達成の実現可能性があるか（発電コストの達成度）について評価を行う。このステージゲート評価をクリアした研究テーマについてのみ実海域での実証試験に進めるものとし、実証試験に向けて研究を継続するテーマとフィージビリティ・スタディーで

研究終了とするテーマの見極めを行う。

また、「要素技術開発」については、事業期間前半の2年間終了時（例えば、2011年度採択テーマについては2012年度末、2012年度採択テーマについては2013年度末）を目安に、外部有識者による「技術研究開発評価委員会」を開催し、それまでの研究成果や今後の研究内容、個別の研究項目ごとの目標や目標達成のための具体的な取組み等について、その妥当性・実現性について評価を実施し、技術的な助言や研究の方向性等に関する指導を行い、今後の研究開発促進や成果の最大化を図る。図Ⅱ.2.3.2-1に2017年度実施事業のスケジュールと評価委員会の位置づけを示す。



▲：ステージゲート評価委員会・次世代海洋エネルギー評価委員会 ●：最終目標

図Ⅱ.2.3.2-1 研究開発のスケジュールと委員会

NEDOが組織する「ステージゲート評価委員会」および「技術研究開発評価委員会」の開催実績と委員名簿については、表Ⅱ.2.3.2-1と表Ⅱ.2.3.2-2のとおりである。

表Ⅱ.2.3.2-1 NEDOが組織する委員会の開催実績

委員会名	開催日	場所	評価対象（研究テーマ）
ステージゲート評価委員会	2013年2月13日	NEDO分室（霞ヶ関）	・ジャイロ式波力発電 ・機械式波力発電 ・空気タービン式波力発電 ・着定式潮流発電
技術研究開発評価委員会	2013年4月19日	NEDO分室（霞ヶ関）	・海洋温度差発電 ・水中浮遊式海流発電
実証研究評価委員会	2013年5月13日	NEDO分室（霞ヶ関）	・浮体式潮流発電
実証研究評価委員会	2013年6月28日	NEDO分室（霞ヶ関）	・ジャイロ式波力発電 ・空気タービン式波力発電 ・着定式潮流発電 ・浮体式潮流発電
ステージゲート評価委員会	2013年10月11日	NEDO分室（霞ヶ関）	・浮体式潮流発電
ステージゲート評価委員会	2014年2月7日	NEDO分室（霞ヶ関）	・越波式波力発電 ・空気タービン式波力発電

ステージゲート 評価委員会	2014年3月4日	NEDO 分室 (霞ヶ関)	・着定式潮流発電 ・ジャイロ式波力発電
ステージゲート 評価委員会	2014年10月9日	NEDO 分室 (霞ヶ関)	・浮体式潮流発電
ステージゲート 評価委員会	2015年6月17日	NEDO (川崎)	・機械式波力発電
技術委員会	2015年8月20日	NEDO (川崎)	・機械式波力発電
ステージゲート 評価委員会	2015年12月1日	NEDO (川崎)	・海洋温度差発電
ステージゲート 評価委員会	2016年1月28日	NEDO (川崎)	・垂直軸直線翼型潮流発電
ステージゲート 評価委員会	2016年2月23日	NEDO (川崎)	・水中浮遊式海流発電
ステージゲート 評価委員会	2016年7月5日	NEDO (川崎)	・機械式波力発電

表Ⅱ.2.3.2-2 外部有識者委員名簿

海洋エネルギー技術研究開発 ステージゲート評価委員会・技術研究開発評価委員会・事故調査委員会

区分	氏名	所属 役職
委員長	石原 孟	(大)東京大学 大学院工学系研究科社会基盤学専攻 教授
委員	加藤 千幸	(大)東京大学 生産技術研究所 革新的シミュレーション研究センター長 教授
委員	木下 健	(学)長崎総合科学大学 学長
委員	後藤 彰	(株)荏原製作所 理事
委員	坂口 順一	東芝三菱電機産業システム(株) 技術顧問
委員	高野 裕文	(一財)日本海事協会 新事業開発本部 本部長

所属・役職は、2018年3月31日時点のもの

2.3.3. 事業者が組織する委員会等

本事業のうち「共通基盤研究」においては、各事業者がそれぞれの研究開発をすすめ、その成果を取りまとめるうえで外部からの指導・協力を得るために委員会を設置している。また、2013年度に仕様書を変更し、事業者の組織する外部有識者による推進委員会を設置している。

以下に事業者が組織する委員会について記述する。

(1) 推進委員会の登録委員

本事業の全26テーマのうち以下の11テーマに関しては、登録委員を設置し、推進委員会を実施している。

【区分】 テーマ名	登録委員の所属と人数
【実証】 機械式波力発電	大学、電機メーカーより2名
【実証】 越波式波力発電	大学・国研・漁協・国・地方自治体より11名
【実証】 海洋温度差発電	大学・鉄鋼メーカーより3名
【実証】 垂直軸直線翼型潮流発電	地方自治体・大学より3名
【実証】 水中浮遊式海流発電	大学・一財より3名
【次世代】 海中浮体式海流発電	大学より3名

【次世代】相反転プロペラ式潮流発電	大学・電機メーカーより4名
【次世代】橋脚・港湾構造物利用式潮流発電	大学より4名
【次世代】リニア式波力発電	大学より2名
【共通基盤】地域協調型海洋再生可能エネルギー利用に関する検討	大学・独法・学会より6名
【共通基盤】性能評価手法及びポテンシャルの調査	本テーマでは2種類の推進委員会を設置 ○性能評価手法検討推進委員会：国研・大学・電力会社・重工メーカー等より11名 ○ポテンシャル評価推進委員会：大学・社団法人・財団法人・重工メーカー・銀行等より9名

また、推進委員会とは別に、以下の2テーマで外部有識者による委員会を設置している。

【共通基盤】海洋エネルギー発電技術に関する情報収集・分析

情報収集・分析した中間成果を報告し、海洋エネルギー発電の費用対効果、事業性およびコスト低減施策、市場可能性に関する討議を行うために「海洋エネルギー発電技術に関する情報収集・分析委員会」を設置している。委員は、大学、重工メーカー、一財、民間研究所より6名である。

【共通基盤】海洋エネルギー発電技術の性能試験方法等の検討

海外動向調査、ステージゲート評価に関する評価項目の洗い出し、実海域試験の実施項目・評価項目の洗い出しの各調査結果および成果報告を基に、実証研究、要素技術開発を行う上で必要な性能試験、信頼性評価等に関する方法や手順について外部有識者による「海洋エネルギー発電技術の性能試験方法に関する波力委員会」「海洋エネルギー発電技術の性能試験方法に関する潮流委員会」を開催しとりまとめる。委員は、前者（波力）が大学、建設会社より4名、後者（潮流）が大学、機械メーカー、建設会社より4名である。

2.4. 研究開発成果の実用化・事業化に向けたマネジメントの妥当性

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

事業全体の目標を達成し成果の実用化・事業化を図るため、本事業では NEDO 主催の各種委員会を設置している。「全体会議」では、NEDO と研究事業者全体との情報共有を図り、今後の方針を協議するとともに各事業者の研究内容の進捗状況の確認を行っている。実証研究においては「ステージゲート評価委員会」を設け、外部評価委員会による研究成果の妥当性評価、課題抽出を行い、実証試験に向けて研究を継続するテーマとフィージビリティ・スタディーで研究終了とするテーマの見極めを行う。要素技術開発では「技術研究開発評価委員会」を開催し、研究成果や今後の研究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。

なお、本事業における研究開発成果の取扱いについては、得られた研究成果は、①NEDO、研究実施事業者とも普及に努めるものとし、②知的基盤整備又は標準化等との連携を図るためデータベースへのデータ提供、標準化の提案等を積極的に行う。③知的財産権については、

「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第 25 条の規定等に基づき、原則として、すべて実施事業者等に帰属することとする。

3. 情勢変化への対応

本事業は、東日本大震災により再生可能エネルギーへの社会的注目・関心が大きくなる中、2011 年度に「実証研究」4 件、「要素技術開発」2 件、「共通基盤研究」2 件の計 8 件でスタートした。再生可能エネルギーの導入促進期待、あるいは本事業が研究開発を進める海洋エネルギー発電に対する社会的期待が高まる中、政策的意向も反映しつつ、2012 年度には追加公募を実施し、新たに「実証研究」2 件、「要素技術開発」2 件の計 4 件を追加採択している。

また、本事業の研究テーマ拡大により、事業全体の効率的な運営と研究促進が重要となったため、2013 年度からはプロジェクトリーダー（PL）を設置し、PL のリーダーシップのもと、各研究開発事業者の目標設定や研究内容等に対する技術的指導・助言を行い、実施計画書等の見直しや新たな課題への取り組みに反映させ、プロジェクト全体の最適化を図っている。

さらに、「実証研究」・「要素技術開発」の研究の進捗により、その成果と今後の研究計画等の妥当性を客観的に評価するために、2013 年度からは各事業者が組織する外部有識者による委員会の設置を求め、有識者からの助言を積極的に取り入れ、個別テーマのレベルアップや地域との協調を図っている。

表 II.3-1 動向・情勢変化の把握と対応

指摘		対応
1	海洋エネルギーは多種多様であり、海という過酷な環境下では実用化に至らない研究テーマも多い。一度に全ての研究テーマを推進すると人的資源や予算が分散するため、他のNEDOプロジェクト以上にメリハリをつけたマネジメントを行い、研究テーマの選択と集中を行い早い段階で行うことが求められる。	2016年度中間評価の評価結果を参考として、継続実施中の事業に対して技術評価委員会での審議等を実施したうえで、実施内容の見直しを行い、予算の集中と選択を実施した。
2	海洋エネルギーは、既に実用化された太陽光と風力に比べ技術的に難しく、現時点のコストも高いため、海洋エネルギーの特徴を生かした研究開発が重要で、開発された技術を活用していくための技術戦略が必要である。	2017年度にNEDO技術戦略研究センターにて海洋エネルギーの戦略を策定。戦略策定にあたっては、本事業の成果等を情報提供し、波力、潮流等電源毎のポテンシャル、導入ターゲット等を検討した。2018年度から開始した本事業の後継事業である「海洋エネルギー発電実証等研究開発事業」の事業内容検討において、策定した戦略を参考とした。

4. 評価に関する事項

「海洋エネルギー技術研究開発事業」については、経済産業省資源エネルギー庁新エネルギー対策課を事務局として、2010 年度に事前評価が行われた。評価に際しては、経済産業省外の有識者からなる事前評価検討会を開催し、「経済産業省技術評価指針」（2009 年 3 月 31 日改正）に基づいて研究開発の評価が実施され、当該検討会における検討結果が評価報告書の原案として産業構造審議会産業技術分科会小委員会に付議され、内容を審議し、了承されている。

また、2011 年 3 月 NEDO の事前評価において、海洋エネルギー発電技術研究開発を NEDO が主導

して実施する事の妥当性について評価され、本事業の位置づけは妥当であり、必要性も十分であると判断された。

さらに、2013年7月に行われた中間評価において、2年間の期間でほとんどのプロジェクトが予定どおりに成果を上げられていること、海外もこの分野に対して非常に力を入れているので、そのような海外の技術開発動向に遅れを取らぬよう、海洋エネルギー分野における、さらなる研究開発の推進を行っていくべきとの評価がなされた。

2016年9月に行われた中間評価では、前回中間評価からの3年間の技術研究開発を通じて、我が国の海洋エネルギー利用技術は欧米と肩を並べるレベルまで向上し、欧米を超える我が国独自の技術も開発されていること、その一方、多種多様なテーマに対して研究テーマの選択と集中を早い段階で行うことが求められると評価がなされた。

Ⅲ. 研究開発成果について

1. 事業全体の成果

本事業を円滑に導入し成果を最大のものにするために、NEDO では「海洋エネルギー先導研究」（2009～2010 年度）および「海洋エネルギーポテンシャル調査」（2010 年度）等の研究を先行実施し、その成果を基本計画に反映している。

本事業は、「海洋エネルギー発電システム実証研究」、「次世代海洋エネルギー発電技術研究開発」、および「海洋エネルギー発電技術共通基盤研究」の3つの研究開発項目で実施しているが、上記の基本計画に反映された先行研究の成果を基に、各研究開発項目についてそれぞれに目標設定を行っている。

現時点における事業全体の成果を測るには、それぞれの最終目標に対する達成度を評価することが妥当である。以下に、事業成果の判断基準となる研究開発項目ごとの目標と達成状況を示す。

表Ⅲ. 1-1 事業全体の中間目標と達成状況

研究開発項目	最終目標	成果	達成度	今後の課題と解決方式
①実証研究	海洋エネルギー発電システムの実証試験を実海域で実施する。また、実証試験の結果に基づき事業化時の試算で、発電コスト40円/kWh以下を見通せるシステムを確立すること。	機械式波力発電、海洋温度差発電、水中浮遊式海流発電で、実海域での実証試験を実施した。実証試験の結果に基づき、事業化時の規模等を検討し、発電コストの試算を行い、40円/kWh以下を見通せるシステムを確立した。	◎	・1年以上の長期実証による運転維持管理方法の確立 ・事業化に向けた低コスト化 等
②次世代要素	スケールモデルによる性能試験及び評価を完了する。また、2020年以降事業化時の試算で発電コスト20円/kWh以下を見通せる海洋エネルギー発電装置に係るコンポーネントや部品等の要素技術を確立すること。	リニア式波力発電、橋脚・港湾構造物利用式潮流発電、相反転プロペラ式潮流発電でコンセプト設計を完了、スケールモデルによる性能試験として水槽試験、一部曳航試験を実施し評価を行った。その結果を基に施工、発電機の製造等に係る費用を机上で検討し20円/kWhの可能性を見出した。	○	・実海域での実証に向けた開発の実施 ・スケールアップした実証機の設計、製造 等
③共通基盤	海洋エネルギー発電技術に係る性能試験・評価方法や手順に関する検討を終了する。国内の海洋エネルギーのポテンシャル等、海洋エネルギーに係る情報基盤を整理する。また、海洋エネルギー発電技術の共通の技術課題を克服する。	性能試験・評価方法や手順の検討は2012年度末に完了。国内の海洋エネルギーのポテンシャル等を調査し、その結果による調整を行った海洋エネルギーポテンシャル情報をWeb上のマップの形で整理した。	◎	

本事業の採択テーマ数は、2011年度8件、2012年度5件、2013年度2件、2014年度11件の全26件であり、ここではこれらの採択テーマについて目標達成度を評価し、事業全体の成果として示す。

採択テーマに関する評価としては、実証研究においては「ステージゲート評価委員会」（2012～2015年度）、次世代技術については「技術研究開発評価委員会」（2013年度）及び「次世代海洋エネルギー中間評価委員会」（2015年度）で評価を実施しており、その内容を基に事業全体の成果表を作成する。（表Ⅲ. 1-1）

実証研究においては、2012～2016年度に計10回の「ステージゲート評価委員会」が開催され

ている。これらのうち、最初に行われた2013年2月の委員会では、技術的完成度や事業の実現性については高い評価を得た。一部の個別研究テーマにおいて、実海域での実証試験を行うための荒天時における安全性の再検証の必要性、コスト算定と実証海域の確保に問題があるとの指摘を受けた。これらの指摘事項については、フィージビリティ・スタディーの実験データやシミュレーション結果の再検証および実証海域の再選定を行うなどの課題解決に取り組んでいる。

要素技術開発については、2013年4月に「技術研究開発評価委員会」が行われ、開発している要素技術についていずれも高い評価を受けた。詳細な発電コスト試算がされていることから概念設計は完了していると判断され、そのコスト試算も目標とする発電コストの実現可能性を示すものであった。また、2015年度に「次世代海洋エネルギー中間評価委員会」が開催され、そこでの意見を踏まえて次世代要素技術を確立するために必要な試験や評価が進められている。

共通基盤研究については、2011及び2012年度に、海洋エネルギー技術の研究開発を推進するための、水槽実験や実海域試験等の試験手順やステージゲート評価手法、関連する国内法などをとりまとめた。2014年度より、国際標準化が進んでいる、海洋エネルギーの性能評価手法や、国内の海洋エネルギーのポテンシャルについて詳細に調査・検討に着手し、2015年度には国内の海洋エネルギーのポテンシャルについて詳細に調査・検討すると共に、海洋エネルギー発電共通の技術課題克服のための研究開発を行っている。これらの研究開発で得られた成果は、今後の実証研究事業に大きな貢献をするものと期待される。(表Ⅲ.1-2)

表Ⅲ.1-2 プロジェクトとしての達成状況と成果の意義

研究開発項目	成果（詳細）	意義
①実証研究	機械式波力発電は東京都神津島沖、海洋温度差発電は沖縄県久米島、水中浮遊式海流発電は鹿児島県口之島沖で、実海域での実証試験を実施した。実証試験で得られた発電性能等に加え、施工方法の検証等、得られた結果に基づき、事業化時の規模等を検討、発電コストの試算を行い、40円/kWh以下を見通せるシステムを確立した。	開発した海洋エネルギー発電デバイスのスケールモデルではあるが実海域での短期実証試験に成功し、実用化に向けた次の開発フェーズの可能性が確認できると共に、水中浮遊式海流発電の世界初の成功など、海洋エネルギー発電という発電方式の周知が出来た。
②次世代要素	リニア式波力発電、橋脚・港湾構造物利用式潮流発電、相反転プロペラ式潮流発電でコンセプト設計を完了、スケールモデルによる性能試験として水槽試験等を実施した。特に相反転プロペラ式潮流発電では、実海域での曳航試験を実施、発電性能、効率等について評価を行った。その結果を基に、開発した要素技術を組み込んだ発電機による施工及び製造等に係る費用を机上で検討し20円/kWhの可能性を見出した。	コンセプト設計を終了し、水槽試験ではあるがスケールモデルによる性能試験を実施し、有効性を確認した。リニア式波力発電は他の波力発電でも使用可能な波の予測手法の開発、相反転プロペラ式潮流発電では前後二段のプロペラによる効率向上を確認しており、他のデバイスへの展開の可能性を確認した。
③共通基盤	性能試験・評価方法や手順の検討は2012年度末に完了。国内の海洋エネルギーを調査し、潮流、海流等のポテンシャルが高いエリアの詳細な情報を海洋エネルギーポテンシャル情報としてWeb上のマップの形で整理、公表した。	海洋エネルギーのポテンシャル情報について、実海域での計測結果と過去情報の組み合わせによるより精度の高い情報の提供をWeb上のマップの形で整理することにより、海洋エネルギー発電の導入に有効な資料として活用できる。

IV. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて

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システム実証研究」、「次世代海洋エネルギー発電技術研究開発」および「海洋エネルギー発電技術共通基盤研究」について研究開発を行っている

以下に研究開発項目ごとの実用化・事業化の定義を記す。

実用化・事業化の定義

(1) 海洋エネルギー発電システム実証研究

本研究で開発した発電デバイスを製品化し、販売が開始されることをいう。

(2) 次世代海洋エネルギー発電技術研究開発

本研究で開発されたデバイスを用いて、実海域での実証が開始されることをいう。

(3) 海洋エネルギー発電技術共通基盤研究

本研究開発成果が、海洋エネルギー発電の開発者に活用されることをいう。

共通基盤研究で明らかにしたように、海洋エネルギー発電技術の実用化・事業化において、その初期市場としては、周辺に海洋エネルギーポテンシャルを有し化石燃料への依存率が高い離島地域が考えられる。離島地域の中でも、発電コストが40円～100円/kWh程度とも言われる高コストな独立システムの離島地域が特に有望となる。

独立システムの離島地域の電力需要は小さく、その発電機設備容量は1M～10MW程度の規模が大半のため、系統安定化のために他電源との出力制御・調整等が必要になるという課題はあるものの、数百kW程度の波力発電や潮流発電であっても離島の分散電源としての役割を担う事が可能である。したがって、前節で述べた海洋エネルギーの技術開発ステージで言えば、ステージ4（実海域における原寸プロトタイプ機での実証試験）を達成すれば、離島地域における海洋エネルギー発電の事業化に目途がつくことになる。

これらの背景のもと、本事業の実証研究では、研究開発成果の実用化・事業化に向けて、2017年度の本プロジェクト終了までに上記のステージ4に相当する実海域での実証試験を終え、事業化時の発電コスト40円/kWh以下の実現を目標としている。特に、現在の海洋エネルギー発電の大きな課題である発電効率の高効率化と発電コストの低減に向けた研究開発に取り組んでいる。実証研究のこれまでの研究成果の一例として2015年度に1件、2017年度に3件の全4件の実海域での実証試験を実施している。「空気タービン式波力発電」では、山形県酒田港において15kWの試験機による実証試験を行い、設計通りの発電性能が得られることを確認している。「機械式波力発電」では、東京都神津島沖において3kWの試験機による実証試験を行い、台風通過時を含

めた安全性を確認している。「海洋温度差発電」では、沖縄県久米島でタービン定格出力100kW級の試験を行い、二段ランキンサイクル等による発電効率向上を確認している。「水中浮遊式海流発電」では、鹿児島県口之島沖において海流発電としては世界初となる100kW試験機による実証試験を行い、設計通りの発電性能が得られることに加えて、水中で試験機の姿勢安定、浮力調整を行うためのシステムの有効性を確認している。また、これらの実証試験結果を踏まえたコスト試算により、プロジェクトの目標（事業化時に40円/kWh以下）の実現可能性を評価し、9事業中6事業で目標を概ね達成できる見通しを得ている。

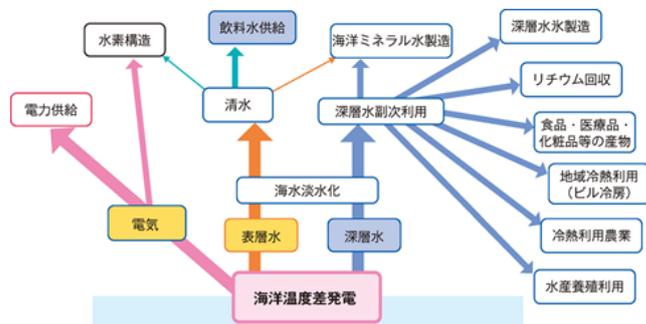
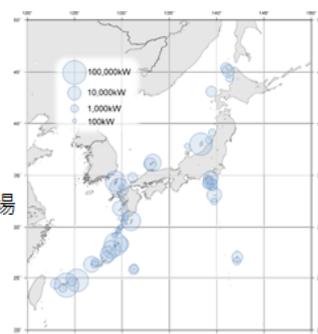
◆成果の実用化・事業化に向けた戦略

▶ 実用化に向けた導入ターゲットの検討

- ・ディーゼル発電機で発電を行う独立系統離島
 - 系統容量が小さい→ 変動する再エネの導入が難しい
 - ディーゼル発電による発電コストが高い→ 早期実用化が可能な市場

▶ 複合利用によるビジネスモデルの検討

- ・他の再エネにより発電コストが高い
 - 複合利用によるビジネスモデルの検討
 - 例)海洋温度差発電の水産業等との複合利用



種別	短期的視点からの市場	長期的視点からの市場	(参考) インドネシアの導入ポテンシャル	(参考) 世界のエネルギー一賦存量
海流	国内の離島への最大導入を目指す	国内の本土系統への導入を見据えた大規模化を検討	(潮流に含まれる)	800TWh/y
波力		2GW	8,000~80,000TWh/y	
海洋温度差		東南アジア等、海外有望市場への展開(国内市場は限定的)	41GW	10,000TWh/y
潮流	(国内独立離島は見込み低)		18GW(潮流含む)	300TWh/y

図IV.1-1 実用化・事業化に向けての見通し

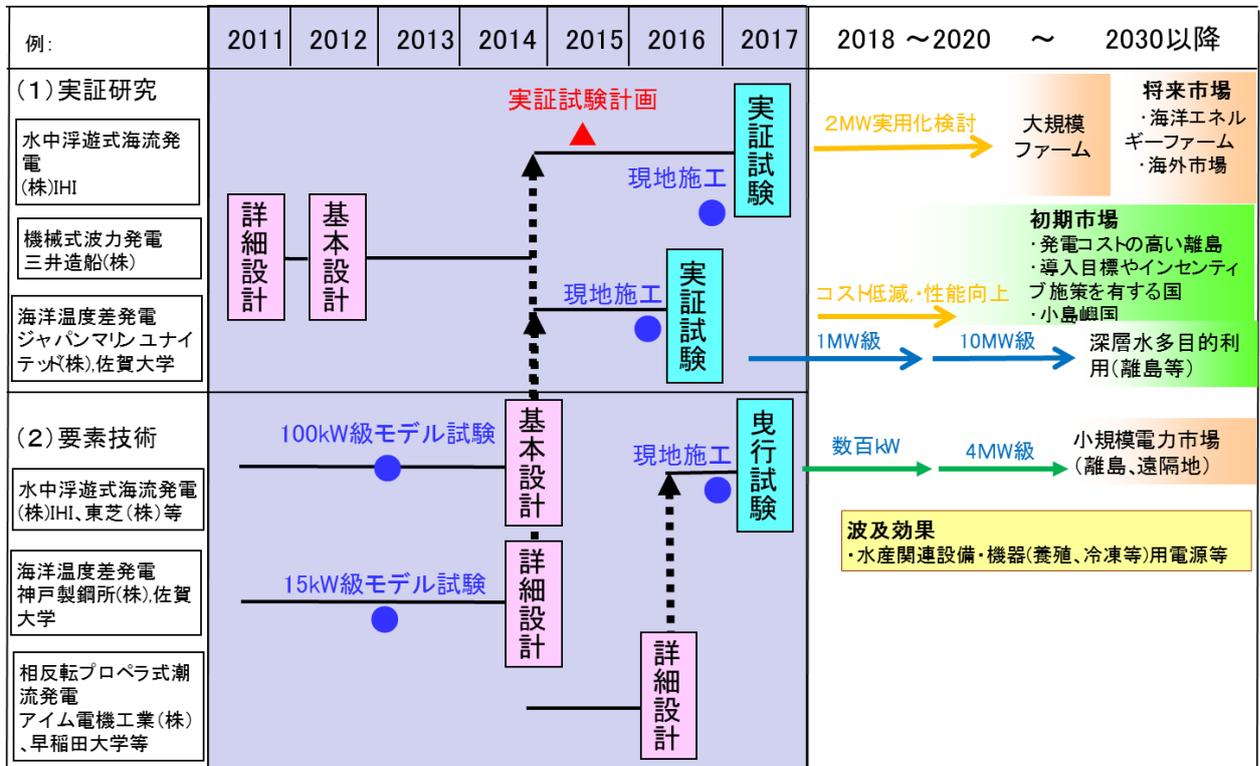
一方、要素技術開発では、海洋エネルギー発電の初期市場である離島地域のみならず、将来市場として本土5島（北海道、本州、四国、九州、沖縄）を含めた海洋エネルギーの導入・普及のため、本プロジェクトの終了後、2020年度以降、事業化時の発電コストとして、本土の一般家庭電力料金水準と言われる20円/kWhの実現を目指して研究開発を行っている。独立系統の離島地域とは異なり電力需要が大きい地域への導入には、一定規模以上の発電容量が求められ、コスト比較や事業採算性の評価が重要となる。

本プロジェクトにおいては、事業化時の発電コスト20円/kWh以下の実現を目指し、発電システムの大規模化・ファーム化を想定した研究開発を行っている。要素技術開発のこれまでの研究開発成果として、「水中浮遊式海流発電」及び「海洋温度差発電」では、2013年度の技術研究開発評価委員会により、その技術の完成度・目標達成の実現可能性について高い評価を得

ており、事業終了後に実証研究へと移行している。「相反転プロペラ式潮流発電」では、互いに逆方向に回転する2段のプロペラを用いて従来よりも高い効率で発電できる技術を開発し、長崎湾沖で実施した実海域曳航試験により設計した発電効率を上回る43.1%の発電効率を確認している。上記以外にも、全8事業のうち7事業で要素試験（曳航試験、水槽試験、室内ベンチ試験）を完了し、要素技術開発を踏まえたコスト試算により、プロジェクトの目標（2020年以降の事業化時に20円/kWh以下）の実現可能性を評価し、9事業中4事業で目標を概ね達成できる見通しを得ている。

本プロジェクト終了後、各研究実施事業者において実用化・事業化に向けたマイルストーンが計画・検討されており、それぞれのターゲット市場への導入に向けた取り組みを継続する。

◆実用化・事業化に向けた具体的取り組み



図IV.1-2 実用化・事業化に向けた取り組み