

部局等の令和2年度の自己点検報告書

海洋エネルギー研究センター

1. はじめに

本センターの目的は、海洋エネルギーに関する我が国の共同利用・共同研究拠点として、海洋エネルギーに関する研究・教育を総合的かつ学術的に行い、その研究基盤を確立するとともに、その利用促進に貢献することにより、国際的な先導的中核研究拠点として、地球規模でのエネルギー問題と環境問題の解決に寄与することである。また、全国の研究者や学協会等からの海洋エネルギーに関する要望に対応して、所有する海洋温度差発電関連を中心とした研究施設と設備を開放し、国内外の研究者とともに、我が国の海洋エネルギーの学術研究を推進することである。

本センターでは、平成28年度からスタートした第3期中期目標期間においては、海洋エネルギーに関するユニークな共同利用・共同研究拠点として、従来から戦略的・重点的に推進してきた海洋温度差発電、波力発電に、新たに、潮流発電、洋上風力発電を加えた4つの研究分野を重点研究開発テーマと位置づけ、活動するとともに、研究体制の整備、関連設備の充実を図ることとしている。このため、第3期中期目標期スタート時（平成28年度）に、海洋エネルギーに関する拠点としての活動に関するロードマップを策定している。令和2年度においては、平成29年度に改組した新研究体制の下に研究を行い、海洋温度差発電に関する大型研究（JSTの平成30年度国際科学技術共同研究推進事業 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム：SATREPS）が、実施されマレーシアに設置する世界初のハイブリッド OTEC（H-OTEC）が完成した。

2. 特徴

2.1 研究組織

昨今の海洋エネルギーに関する国内外の現状に対応して、平成29年度に、センターの研究体制を図1に示すように見直した。具体的には、拠点として従来から戦略的・重点的に推進してきた「海洋温度差発電」、「波力発電」に、新たに「潮流発電」、「洋上風力発電」を加えた4分野を重点研究開発分野と位置づけ、この分野の研究を主に専任教員が「海洋熱エネルギー部門」と「海洋流体エネルギー部門」で行う。また、海洋エネルギーに関する周辺領域の研究を、主に併任教員が「学際部門」で行う。研究分野の関係を図2に示す。これら3つの研究部門の下に、研究体制の整備、関連設備の充実を図り、世界トップレベルの総合研究拠点を形成する。

センターの教員は専任教員9名（教授4名、准教授4名、助教1名）、特任教授3名と併任教員12名（教授10名、准教授1名、講師1名）から構成される。

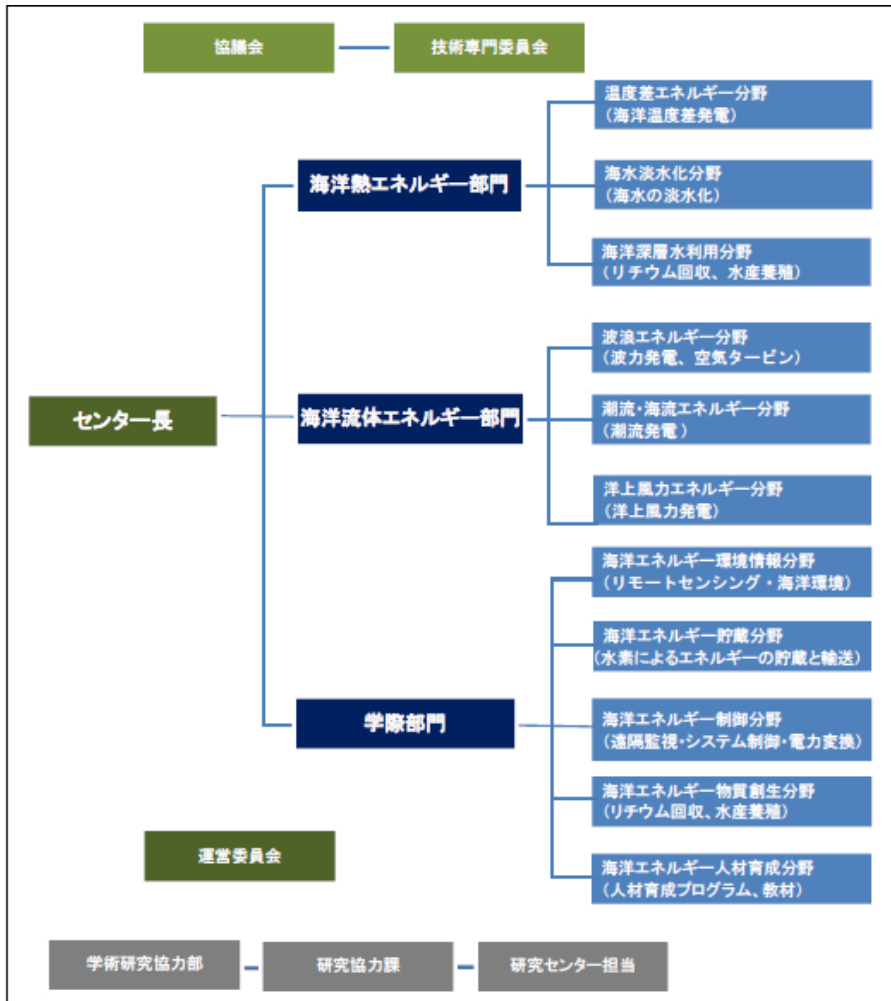


図1 組織図

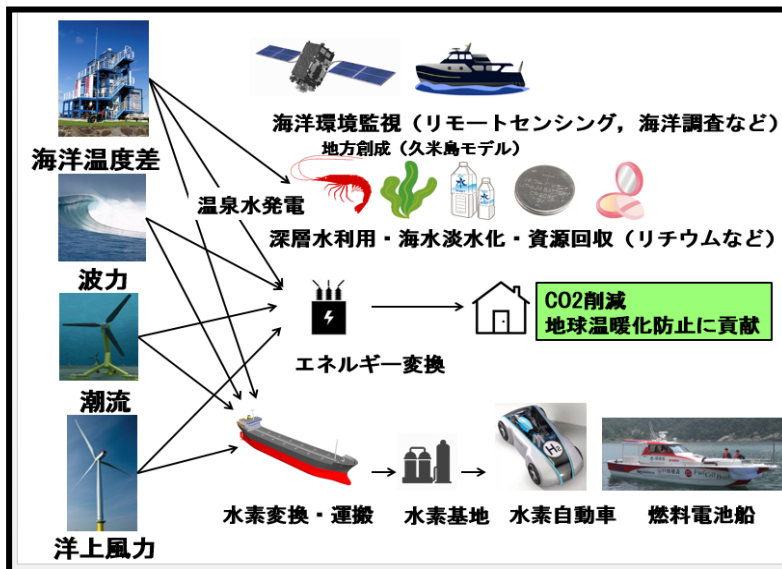


図 2 研究分野の関係

2.2 研究内容

各部門での研究の概略を以下に示す。

(1) 海洋熱エネルギー部門

この部門では、温度差エネルギー分野、海水淡水化分野、海洋深層水利用分野からなる。この部門では、本学において 49 年間、海洋温度差発電の基礎と応用に関する研究・教育を行い、我が国唯一の海洋温度差発電に関する中核的な研究施設として、これまで下記のような特徴を持って、実績を積んできた。

① 特色ある設備・施設

佐賀県伊万里市に、全国で唯一、海洋温度差発電実験関連の多数の大型研究設備「伊万里サテライト」を有し、海洋温度差発電や海水淡水化等に関する学術研究で多くの学術論文を発表している。平成 26 年には、沖縄県久米島に「久米島サテライト」を開所し、実海水を用いて、海洋温度差発電と組み合わせた海水淡水化実験も可能となった。NEDO の「再生可能エネルギー技術白書」では、世界最高水準の研究設備と評価されている。

② 国際交流

独立行政法人・水産大学校、韓国・釜慶大学校、韓国・海洋大学校、マレーシア工科大学、オランダ・デルフト工科大学、フランスのレユニオン大学 PIMENT 研究所、中国・大連理工大学海洋科学技術学院とは既に、海洋温度発電を中心とした学術交流協定を締結し、研究・教育で国際的な連携を推進している。また、本学が学術交流協定を締結しているインドネシアのダルマプルサダ大学とも研究・教育で連携している。

(2) 海洋流体エネルギー部門

この部門は、波浪エネルギー分野、潮流・海流エネルギー分野、洋上風力エネルギー分野から構成され、下記のような特徴を持っている。

① 波力発電装置の開発

本学で開発した振動水柱型の波力発電装置に用いる新型の空気タービンを開発し、このタービンを搭載した浮体型の波力発電装置“後ろ曲げダクトブイ（振動水柱型）”を開発している。特に、波力発電用の空気タービンについては、世界最高水準の効率（Max45%）を持つ新型の衝動型タービンを開発して、NEDO の沿岸固定式プロジェクトでも採用され、山形県酒田市の 15kW 発電装置において、所定の性能が確認された。これらの成果は、インド、中国、韓国、欧州等でのプロジェクトおよび社会実装に貢献している。電力変換の制御の開発も行っている。

② 潮流発電装置の開発

平成 26 年に、潮流発電の性能評価実験が可能な回流水槽を新設し、潮流発電に関する実験を開始した。双方向流対応のダクトを備えた案内羽根付衝動タービンを提案し、

性能把握のための水槽実験を行い、実機の試設計を行っている。また、平成 28 年度からは、相反転プロペラ式潮流発電の研究もスタートさせ、装置の最適設計や性能評価を行っている。令和 2 年度は、新しい 2 重反転プロペラの開発を行っている。

③ 洋上風力発電装置の開発

平成 29 年度から浮体式洋上風力発電装置の開発をスタートさせ、スパー型浮体の下部に減揺プレートを設置した低動揺・低コストの構造形式の装置開発を行っている。

令和 2 年度は、スパー型浮体式風車の新しいコンセプト（トラススパー型）を提案し、低コスト構造で動揺低減を可能にした。また、セミサブ型浮体式風車のヒーププレート の最適化を行っている。本センターが有する水槽実験等を行った。

(3) 学際部門

この部門は、海洋エネルギー環境情報分野、海洋エネルギー貯蔵分野、海洋エネルギー制御分野、海洋エネルギー物質創生分野、海洋エネルギー人材育成分野から構成され、海洋に賦存する有用資源の回収やエネルギー貯蔵，リモートセンシングによる海洋の環境情報の取得、エネルギーの水素貯蔵など幅広い研究・教育に、併任教員の協力を得て、取り組んでいる。学際部門での研究は、他の 2 部門と連携しながら基礎からその応用まで多岐に亘って行っている。学術論文も基礎から応用分野まで広範囲で、多くの研究発表を行っている。

上記 3 部門での主要なテーマは、表 1 に示すとおりである。

表 1 主要な研究テーマ

部門	研究テーマ
海洋熱エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> ○海洋温度差発電システムのトータル性能の高度化 ○海洋温度差発電システムの構成機器の性能向上，特に，蒸発器，凝縮器，タービンなど ○海水淡水化 ○海洋深層水利用
海洋流体エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> ○高効率波力発電装置の開発 ○高性能潮流発電装置の開発 ○浮体式洋上風力発電装置の開発
学際	<ul style="list-style-type: none"> ○海洋温度差発電の複合利用としての高度化（水素製造など） ○海洋エネルギーの水素を利用したエネルギー貯蔵 ○海洋環境の評価と保全 ○海洋資源の回収

3. 領域別の自己点検評価

3.1 教育の領域

9 名の専任教員の内、7 名が教養教育 1 科目を担当している。各教員は理工学部の授業科目を 1～4 科目担当している。大学院の授業科目は少なくとも 1 科目担当している。各教員が工夫をしながら、教育効果の改善に向けて取り組み、成果を上げている。また、

学部 4 年生の卒論指導（学生数 20 名）、博士前期課程大学院生（学生数 20 名）の主旨指導を行うとともに、博士後期課程大学院生（学生数 8 名）については、主・副指導教員（主旨指導 2 名、副指導 6 名）として研究指導を行っている。センター専任教員の主たる任務が研究にあることを考えると教育活動も熱心に行っていると評価することが出来る。

3.2 研究の領域

(1) 発表論文等

専任教員については、査読付き学術論文は、和文と英文を併せて 30 件で平均で、一人当たり 3.3 件/年の発表（連名も含む）がある。一般講演については、25 件と一人当たり 2.7 件/年の発表（連名も含む）があり、昨年より減少している。全体的には、各教員とも、主たる業務である研究に熱心に取り組み、研究成果の発表に努めていると評価できる。

(2) 外部資金の受け入れ

令和 2 年度の外部資金の受け入れ状況は、表 2 に示す通りで、合計 361,185 千円の外部資金を受け入れている。これは、平成 30 年度の 78,577 千円に比べると 282,608 千円と大幅な増加である。

科学研究費については、専任教員 9 名の中から、全員が提案し、7 件の研究テーマが採択された。採択率は 77.7%である。金額的には昨年度の金額 8,710 千円を大きく上回っている。今後は、基盤研究 B 以上の大型の科学研究費への挑戦も含め、新規採択率を上げることが課題である。

表 2 令和 2 年度度の外部資金受け入れ状況

分類	件数	金額(千円)
科学研究費	7	15,080
補助金	3	109,800
共同研究費	2	323
共同事業	2	900
受託研究費	4	230,864
受託事業	1	2,668
奨学寄付金	3	1,550

3.3 主な研究成果

令和元年度度におけるセンターでの主な研究成果は以下の通りである。

a) 海洋温度発電関係

- ・ 沖縄県と共に、沖縄県海洋深層水研究所にある 100kW 海洋温度差発電実証試験装置（沖縄県所有）を用いた研究を継続した。また、海洋温度差発電に用いる 2 段ランキンサイクルの性能向上のための実験及び性能評価法の開発も継続実施した。これ

らの成果を用いて、新しい海洋温度差発電の最適設計手法を完成させ、評価方法に着手した。

- JST の SATREPS に、本センターとマレーシア工科大学が中心となり、海洋温度差発電に関する研究を申請し採択さ、令和元年度より本格的な5年間の研究がスタートした。この研究では、従来の海洋温度差発電(OTEC)プラントの蒸発器に流入する温海水として、別途設置した淡水化プラントから得られる温海水を用いるハイブリッド OTEC の核心技術を確認する。本格的な令和元年度から、5年間で総額 4.7 億円。JST 負担分：1.7 億円（間接経費込）、JICA 負担分：3 億円（間接経費なし）本年度は、マレーシア工科大学と導入予定のハイブリッド海洋温度差発電の設計を行った。令和2年度に、マレーシアに設置する装置を完成させた。
- 海洋温度差発電に用いる蒸発器の高性能化を目指し、引き続き、新たなアルミニウムなどの伝熱材料や構造を有する基礎モデルを製作し、流れの可視化実験、伝熱実験を継続した。また、海洋温度差発電の複合利用の一つである海水淡水化装置用の凝縮器についても高性能化を目指した伝熱性能試験を実施した。

b) 波力発電関係

- 固定式振動水柱型波力発電装置のカーテンウォール形状、空気室形状等を変化させ、波パワーから空気パワーへの変換効率（一次変換効率）、タービン効率、総合効率等を水槽実験において計測して、発電効率の向上方策の基礎データを得た。また、タービン、発電機等の2次変換装置の模型実験を行い、装置の最適化制御に関する研究を実施した。さらに、空気タービンの性能向上のための風洞実験も実施した。
- 波力発電装置や浮体式洋上風力発電装置の発電性能解析のベースになる高精度の2次元渦法を用いた波浪中粘性流体解析法を新しく開発した。この計算法を用いて、センターで開発中の浮体式の振動水柱型波力発電装置”後ろ曲げダクトブイ”の浮体形状の最適化計算を行うとともに、実海域での装置の最適設計を目的に、この計算法を3次元解析法への拡張に向けた研究を実施した。
- 浮体型の振り子式波力発電装置の開発研究を実施した。センターで開発した2次元渦法を用いた波浪中粘性流体解析をベースにした性能解析法の開発研究を実施した。また、油圧システムを用いた2次変換装置に関する実験と数値解析を実施した。

c) 潮流発電

- センター教員が発明した相反転方式潮流発電装置に関して、更なる効率向上を目指すとともに、プロペラ出力に対する偏流の影響、海中騒音を把握した。新しいブレードについても設置した。
- 相反転方式潮流発電装置に関して、浮体式の潮流発電装置に関する水槽実験を、波浪による浮体運動が発電性能に及ぼす影響を調べた。

d) 洋上風力発電

- ・スパー型浮体式風車の新しいコンセプト（トラススパー型）を提案し、低コスト構造で動揺低減の可能性を示した。セミサブ型浮体式風車のヒーププレートの最適化新形式の低コスト構造を持つ洋上風力発電用浮体（トラス・スパー型）の更なる性能向上を目指し、水槽実験を継続的に実施した。新たに導入した送風装置を造波水槽の上部に設置して、風と波作用下での浮体の動揺実験、新形式スパーの下部を構成する減揺プレートの流体力に関する要素実験も実施した。

e) 水素エネルギーの貯蔵関係

- ・共同研究を通して、水素吸蔵合金カラム内の水素充填層内の水素の流動抵抗特性、水素吸蔵時の水素吸蔵合金の熱物質の計測を継続して実施した。

以上のように、十分な研究成果が得られている。

3.4 国際貢献・社会貢献の領域

(1) 国際貢献

- ・教育と研究に関する協力協定を締結している中国の大連理工大学と、3件の共同研究（①海洋温度差発用のプレート式熱交換器周りの流れ、②波力発電、③洋上風力発電）を実施した。
- ・IEC/TC114において、海洋エネルギーに関する基準策定プロジェクトに、本センターから3名が日本代表委員として参加し、波力発電、潮流発電、海洋温度差発電等の基準策定に努めた。平成27年度からは、日本国内委員会の委員長もセンター教員が継続して務めている。
- ・IEA-OES（国際エネルギー機関海洋エネルギー実施委員会）のもと7か国共同で、佐賀大学がリーダーとなり、海洋温度差発電の共同研究TASKを実施した。
- ・毎年実施している日韓若手研究者セミナーを韓国・釜慶大学校で実施。参加大学：韓国海洋大学、釜慶大学校、木浦海洋大学、水産大学校、佐賀大学。
- ・第7回若手研究者のための海洋エネルギーに関する国際プラットフォーム人材育成事業2020を伊万里サテライトで実施した。なお本事業は、一部、JSTの「日本・アジア青少年サイエンス交流計画」（「さくらサイエンスプラン」）の支援を得た。19か国から30名の若手研究者が参加。専門家による特別講義、若手研究者全員による研究プレゼンテーション、海洋エネルギー関連企業の見学を実施。

(2) 社会貢献

- ・我が国唯一の海洋エネルギーに関する学会機構である「海洋エネルギー資源利用推進機構（OEAJ）」の事務局や分科会の会長等の役割を担い、具体的な開発プロジェクト等の推進を通じた関連研究者コミュニティとの連携強化へ貢献した。
- ・平成26年7月に国から認定された「海洋温度差発電実証フィールド」（沖縄県久米島町）及び「潮流発電及び洋上風力発電の実証フィールド」（佐賀県唐津市加部島

沖)の推進に協力・貢献している。特に、平成27年12月に設立された佐賀県海洋エネルギー産業クラスター研究会(J☆SCRUM)の運営や、佐賀県唐津市加部島沖の実証フィールド運営のために設立された特定非営利活動法人MATSRAの運営に協力している。

- ・佐賀県や伊万里市との連携の強化を、長年、図っている。現在、本センターの伊万里サテライトが位置する佐賀県伊万里市は、国から構造改革特区「伊万里サステイナブル・フロンティア知的特区」の認定を受けており、当該地区の研究集積と産業集積に貢献している。
- ・佐賀大学、佐賀県伊万里市、沖縄県久米島町の3者間で、海洋温度差発電に関連した研究環境の強化(規制緩和など)、実証フィールドの連携運営及び人材交流等の地域活性化を目的とした連携協定を締結している(H28年7月14日)。令和元年度は、久米島町と伊万里市の小学生交流授業を実施した。

3.5 組織運営の領域

センターの施設は、佐賀市にあるセンター本部、伊万里市にある伊万里サテライト、沖縄県久米島町にある久米島サテライトにある。職員が常駐しているセンター本部と伊万里サテライトに関しては、テレビ会議などの導入によってより円滑な組織の運営を行っている。

施設

- センター本部(佐賀県佐賀市)
 - ➡ 研究室、会議室
- 伊万里サテライト(佐賀県伊万里市)
 - ➡ 研究室、大型コンピュータ室、宿泊施設等
- 久米島サテライト(沖縄県久米島町)
 - ➡ 実験室



伊万里サテライト
2003(平15)年設置



久米島サテライト
2014(平26)年設置

図3 センターの施設

3.6 施設の領域

以下のセンター所有の装置及びスーパーコンピュータを用いて、センターでの研究と共同利用研究を実施した。

(1) 海洋温度差発電関係

- ・30kW 海洋温度差発電基礎実験装置
- ・海水淡水化基礎実験装置。造水量10トン/日(最大)
- ・プレート式熱交換器基礎実験装置
- ・小型プレート流動可視化実験装置
- ・海洋温度差発電模擬実験装置(教育用)

- ・海洋深層水環境実験装置（6層式回流水槽）
- ・リチウム回収基礎実験装置（海水流量 10 m³ /日）

(2) 海洋流体エネルギー関係

- ・海洋流体エネルギー実証試験水槽（2次元造波水槽）
- ・強制動揺装置
- ・PIV 計測装置
- ・回流水槽（平成 26 年度に新規導入）

(3) 水素関係

- ・燃料電池基礎実験装置
- ・水素貯蔵基礎実験装置

(4) 化学分析機器

- ・シーケンシャル型高周波プラズマ発光装置
- ・イオンクロマトグラフ
- ・ガスクロマトグラフ質量分析計
- ・全有機炭素窒素分析計
- ・分光光度計
- ・色度／濁度計
- ・光学顕微鏡、走査電子顕微鏡、ほか



海洋温度差発電実験装置



海水淡水化実験装置



2次元造波水槽



回流水槽



海洋成層回流水槽



リチウム回収装置

図4 センター所有の大型実験装置

3.7 共同利用・共同研究拠点としての領域

(1) 共同利用・共同研究拠点としての活動

以下のような活動を実施した。

- ・海洋エネルギーに関する共同利用・共同研究拠点として、国内外の大学や公的研究機関から 70 件（前年度 令和元年度の 72 件に比べ 2 件の減少）の共同研究を受け入れ、支援した。コロナ禍であったら、2次募集等を行い、研究者の支援を行った。
- ・海洋エネルギーシンポジウム(基調講演 2 件、一般講演 5 件)を、オンラインで開催した（令和 2 年 9 月 16 日）。
- ・前年度に受け入れ実施した共同利用研究に関する成果発表会（9 件）をオンラインで実施した（令和 2 年 9 月 17 日）。
- ・海洋エネルギーに関する国際セミナーを、伊万里サテライトで開催した（令和 3 年 3 月 10 日）。海洋エネルギーに関する国内外の専門家（韓国、イギリス、日本）3 名を招聘した。
- ・佐賀大学、韓国海洋大学、韓国釜慶大学、木浦海洋大学校、水産大学の 5 大学で、海洋エネルギーに関する学術交流と若手研究者の教育を主な目的とした国際共同セミナーは、コロナ禍で中止とした。
- ・若手研究者のための海洋エネルギーに関する国際プラットフォーム人材育成事業 2020 を、センターの伊万里サテライトで実施した（11 月 11 日(月)～11 月 17 日(土)）。科学技術振興機構の「日本・アジア青少年サイエンス交流事業」と合同で実施した。国内外、19 か国から 24 名の若手研究者が参加した。専門家による特別講義：5 件、若手研究者全員による研究プレゼンテーション、グループ討論、海洋エネルギー関連企業の見学（三菱重工業、名村造船所、ハウステンボス環境設備など）、参加者全員による本事業参加の感想と今後の抱負に関するプレゼンテーション等を実施した。
- ・毎年実施している伊万里サテライトの実験施設を公開するオープンラボをオンラインで、令和 2 年 8 月 11 日に開催した。

(2) 共同利用研究で受入れた主な研究

共同利用研究として、70 件を受け入れ支援した。以下に、特色のある共同研究活動を示す。

a) 海洋温度差発電とその複合利用

海洋温度差発電とその複合利用（海水深層水の冷熱、食品、水産への利用、海水の淡水化）に関連する、世界にも例のない大型実験設備（●伊万里サテライトに所有：海洋温度差発電関連の 30kW 発電装置、プレート式熱交換器基礎実験装置、海水淡水化装置など各種実験装置、各種分析機器、●久米島サテライト：実海水を用いた海水淡水化実験装置）を、共同利用・共同研究のために公開して、広く研究者の利用に供している。

令和 2 年度においては、海洋温度差発電に関連して、熱交換器の性能向上、アンモニア測定、新しい 2 段ランキンサイクルの性能評価法、プラントの遠隔監視システム、海水淡水化等について、国内から 24 件の共同利用・共同研究を受け入れた。また、中国、イギ

リス、マレーシアから海洋温度差発電関連の共同利用・共同研究を3件受け入れた。

b)海洋温度差発電のポテンシャル調査

海洋温度差発電の適地選定には、設置予定海域の水温の深さ方向分布や複合利用としての水質分析が必要となるため、独立行政法人水産大学校と共同で、沖ノ鳥島、沖縄県久米島、対馬等の周辺海域を、水産大学校の練習船を用いて長期に亘り、継続して、水質計測を実施している。

令和2年度は、海洋温度差発電のポテンシャル調査に関して、1件の共同利用・共同研究を受け入れた。特に、政府から「海洋温度差発電実証フィールド」として認定され、現在、沖縄県の100kW海洋温度差発電プラントが稼働している沖縄県久米島近海について、平成30年度も引き続き、本拠点の久米島サテライトの東方海域の海域調査（調査項目：水深、海水の塩分、水温、栄養塩類等）を行い、考察を加えた。これらの結果は、稼働中の発電プラントの運転や今後予定されている大型の海洋温度差発電プラントの建設計画に生かされている。

c)波力発電装置（振動水柱型）の開発

台風等の来襲が多い我が国で、最も安全性が高いとされる振動水柱型装置（波のエネルギーで空気タービンを回して発電する方式）について、精力的に研究を行っている琉球大学、松江高専、日本大学、国立研究開発法人海洋研究開発機構（JAMSTEC）との共同利用・共同研究や各種研究プロジェクトを長期に亘り実施している。

令和2年度は、これらの4研究機関に、横浜国立大学、九州大学、長崎大学、大分大学、米子高専も加え、振動水柱型波力発電装置のエネルギー変換過程の高効率化、最適設計手法等、に関する13件の研究を受け入れて実施した。特に、佐賀大学で所有している空気タービン性能評価のための風洞設備や造波水槽端部に設置した振動水柱型波力発電の発電実験装置を用いて、新型の空気タービンの提案や波パワーから空気パワーへの変換効率向上策の提案、タービンから発生する空気音の低減方策等が提案された。他に、波力を活用した空気圧縮生成方法などの開発が行われた。

d)潮流発電

令和2年度は、潮流発電に関する11件の共同利用・共同研究を受け入れ支援した。特に、先に、佐賀大学、早稲田大学、複数の民間会社が共同で実施したNEDOの大型潮流発電プロジェクト（固定式の相反転プロペラ方式潮流発電装置の開発）に関連して、装置の設置コストを下げるために係留された浮体型装置に関する実験や、タービンの翼、ロータ系に関する流体励振力と疲労強度の評価に関する研究等を行った。長崎大学では、引き続き、浮沈式潮流タービンの開発が行われた。さらに、潮流発電に用いる鉛直軸型ダリウス水車に関しても、数値解析法を用いて性能評価を行うとともに、タービン効率向上のためにランナ内の流れを変化させる方法等の研究を行った。また、令和2年度より、東京大学との水中移動体に関する共同研究も始まった。

e)洋上風力発電

令和2年度は、洋上風力発電に関する6件の共同利用・共同研究を受け入れ支援した。浮体式風車の動揺を予測するために、粒子法の一つであるSPH法を用いて、数値計算を行う方法も実施された。さらに、浮体式洋上風力発電用マルチロータシステムの研究が実施された。

共同利用研究の受け入れに関しては、令和2年度は、70件の共同研究を受け入れた。これは、前年度 令和元年の72件に比べ2件の減少しているが コロナ禍での研究者コミュニティへの支援を強化するために2次募集を行い多くの共同研究を受け入れ、支援した。件数は第3期増加しているが、円滑に運営するためには、9名の専任教員体制では、十分とは言い難い状況で、専任教員の過剰な労働状況となっている。

以上、領域別の自己点検評価をまとめると、海洋エネルギー研究センターとしては、各分野に亘って十分な成果を上げていると考えられる。