

(様式1)

研究事業評価調書(令和元年度)

令和2年1月10日 作成

事業区分	戦略プロジェクト研究	研究期間	平成28年度～平成30年度	評価区分	事後評価
研究テーマ名 (副題)	海洋産業に用いるデジタルデータと電力の非接触式伝送システムの開発 (海洋再生可能エネルギーの利用促進に貢献する、むき出しの金属接点を有しないデジタルデータと電力の伝送システムの開発)				
主管の機関・科(研究室)名	研究代表者名	工業技術センター・グリーンニューディール技術開発支援室 兵頭竜二			

<県総合計画等での位置づけ>

長崎県総合計画	2. 産業が輝く長崎県 政策5 次代を担う産業と働く場を生み育てる (4) 産学官協働による研究開発・技術支援の展開 政策横断プロジェクト: ナガサキ・グリーンニューディール
長崎県科学技術振興ビジョン	第3章. 長崎県の科学技術振興の基本的な考え方と推進方策 2-1. 産業の基盤を支える施策 (3) 成長分野への展開
長崎県産業振興ビジョン	(方針3) 時代をリードする新産業の創出・育成 3. 新産業(成長分野産業) 振興プロジェクト 1. 環境・新エネルギー分野の振興

1 研究の概要

研究内容(100文字) 給電部と受電部の相対的位置関係を近接して固定することに特徴を持つ非接触給電技術と、海水の影響を受けない光通信技術を用いて、海面・海中での利用を可能にする、デジタルデータと電力の伝送システムを開発する。	
研究項目	① プロトコル(仕様)の検討 ② 信号方式の開発 ③ 電力送受機能(電気的部分)の開発 ④ デジタルデータ伝送機能の開発 ⑤ 機構部(コネクタ、コネクタ嵌合部、ケーブル接合部など)の実現 ⑥ システムの評価とプロトコルへのフィードバック

2 研究の必要性

1) 社会的・経済的背景及びニーズ 長崎県は産業振興と低炭素社会の実現を目指すべく、ナガサキ・グリーンニューディールの推進を行っている。また現在、県内の複数の海域が海洋再生可能エネルギー実証フィールドの指定を受け、その活用を待っている状況にある。一方で、低炭素社会の実現など、社会的に大きな意義と目的を持つ産業は、とすれば、県外の大手企業が事業を先導し、県内産業の振興に大きく寄与しないことも想定される。 従って、海洋再生可能エネルギー実証フィールドの有効活用や、ナガサキ・グリーンニューディールの推進などを通じた実利のある具体的な海洋産業の振興が、本県の積極的な取り組みとして望まれている。
2) 国、他県、市町、民間での実施の状況または実施の可能性 この提案は、一つの要素技術の実現に関するものであるが、(a) ここで扱う電力伝送技術が再生可能エネルギーの活用には必須の技術であること、(b) この技術の実現を県内企業の特異技術を融合させて実施すること、そして、(c) ここで開発する技術・製品は他県に設置された実証フィールドでも活用でき、本県から業界標準的技術と製品を輩出できること、(d) 開発される技術を転用すれば、より多くの応用製品の開発に展開できることなど、県内産業の振興に大きく寄与できる要素を備えている。

3 効率性(研究項目と内容・方法)

研究項目	研究内容・方法	活動指標		H	H	H	単位
				28	29	30	
①	全体構成に係る方式の検討とその決定	方式の検討	目標	1			件
			実績	1			
②	電力伝送制御方式とデータ伝送制御方式の開発	伝送制御方式	目標	2			件
			実績	2			
③	非接触給電コネクタの開発と、非接触給電システムの試作開発	コネクタ部の試作、システムの試作	目標		2	2	件
			実績	1	1	2	
④	デジタルデータの伝送方式の開発とコネクタ部の試作開発	コネクタ部の試作	目標	2	2		件
			実績	2	1		
⑤	コネクタの嵌合方法の検討とコネクタ(構造)の試作開発	コネクタ(構造)の試作、伝送機能を含む試作	目標	3		2	件
			実績	2	1	1	
⑥	システムの総合評価(性能評価、安全性評価)と仕様へのフィードバック	総合評価(フィールド実験)	目標			1	件
			実績			1	

1) 参加研究機関等の役割分担

工業技術センター：全体の統括、ならびに SiC パワー素子などを用いた電力の制御に関する部分を担う。

県内企業：以下の事項を担う複数の企業が参画する。

- ・直流の電力から伝送用の高周波の電力に変換する技術
- ・高周波域で電力伝送する誘導コイル
- ・電力伝送管理やデータ伝送管理に関する信号方式
- ・水中ロボットなどを含むシステム化

長崎大学工学部(電気系)：電磁結合の数値解析(シミュレーション)による研究の効率的推進

長崎大学工学部(機械系)：水中ロボットの研究開発段階における要素技術の検討支援

産業技術総合研究所：業界標準として成立させるためのアドバイス

その外、海洋産業全般におけるアドバイスを、NPO法人 長崎海洋産業クラスター形成推進協議会から得る。

2) 予算

研究予算 (千円)	計 (千円)	人件費 (千円)	研究費 (千円)	財			
				国	県債	その他	一財
全体予算	82,330	48,120	34,210				34,210
28年度	27,663	16,084	11,579				11,579
29年度	27,733	16,092	11,641				11,641
30年度	26,934	15,944	10,990				10,990

※ 過去の年度は実績、当該年度は現計予算、次年度以降は案

※ 人件費は県職員人件費の単価とする

(研究開発の途中で見直した事項)

4 有効性

研究項目	成果指標	目標	実績	H28	H29	H30	得られる成果の補足説明等
①	全体構成に係る方式	1件	H28: 1件(初期品用)	○			海洋産業に用いるデジタルデータと電力の非接触式伝送システムの方式であり、業界標準として位置付けるもの。
②	電力とデータの伝送制御方式	1件	H28: 1件(初期品用)	○			上述を実現する制御方式。
③	電力伝送部、ならびに同システム	容量: 1.5kVA 効率 ≥ 90%	H28: 500VA、92% H30: 1.5kVA、90%			○	受電側出力 1533 W まで確認した(伝送効率は 90%)。
④	データ伝送部	速度 ≥ 45Mbps	H28: 100Mbps	○	⊖		
⑤	コネクタ(構造)の試作と、システムの試作	試作: 1件 結合: 1件	H28: 初期品を試作 H30: 実証用を試作	○		○	試作したコネクタ(構造)に、②③④の成果を実装してシステム試作を行う。
⑥	総合評価と仕様へのフィードバック	1件	H30: 初期品の評価結果を実証機に反映			○	総合評価の結果を仕様へフィードバックして、業界標準として位置付けるものを完成する。
—	知的財産	1件	H28: 特許出願1件 H30: 特許出願2件			○	関係する特許出願。

1) 従来技術・先行技術と比較した新規性、優位性

従来技術として、水濡れのないところで接続をした後に水中で利用する防水コネクタ(200万円程度)、水中での着脱までを可能にした水中コネクタ(2000万円程度)などがあるが、防水のための機構が複雑であるため高価な上、大きな電力を扱えない、などの課題がある。

また、現在の非接触給電システムの考えは、送電側と受電側との距離が離れても、あるいは位置関係がズレても、安全かつ確実に給電できることを主目的としており、その送電効率は大きくない。

本提案は、ケーブル末端を機械的に接続(固定)することで、そのコネクタに内包する給電部と受電部との相対的位置関係を近接して固定することを大きな特徴とする非接触給電技術と、海水の影響を受けない光通信技術とを用いて、海面あるいは海中での利用を可能にする、伝送システムである。このため、電力の伝送効率が従来技術に比べて大きいことや、デジタルデータの伝送も可能にするなどの優位性を持つ。

2) 成果の普及

■研究成果の社会・経済・県民等への還元シナリオ

本研究はナガサキ・グリーンニューディールの推進に寄与するものである。

また、海洋再生可能エネルギー実証フィールドで活動する県内企業(長崎海洋産業クラスター形成推進協議会のメンバ企業など)への技術移転によって、それらの企業の新規事業への参入も推進できる。

■研究成果による社会・経済・県民等への波及効果(経済効果、県民の生活・環境の質の向上、行政施策への貢献等)の見込み

大手シンクタンクの報告によれば、非接触給電に関する市場は、673億円(2025年)と目されている。本提案の分野である、非接触給電でありながら、これをケーブル接続することに特徴を持つ産業分野は、これまで報告の例がないが、海洋再生可能エネルギー実証フィールドで活動する県内企業のニーズを分析すれば、十分な市場性を持つと推察される。

なお、この新たな産業分野を想定すれば、数10億円規模の市場があると推察する。

(研究開発の途中で見直した事項)

(様式2)

研究評価の概要

種類	自己評価	研究評価委員会
事前	<p>(27年度) 評価結果 (総合評価段階: S)</p> <p>・必要性 S 県は、ナガサキ・グリーンニューディール戦略プロジェクトを推進している。また、平成26年度、県内の複数の海域が、海洋再生可能エネルギー実証フィールドとして認定を受けている。</p> <p>これらのことに加え、県内には、企業が自発的に組織した長崎海洋産業クラスター形成推進協議会があり、産業界としても海洋産業の振興に資する技術の開発ニーズが強い。また同時に、洋上で活動する場合の電力伝送、データ伝送を容易に実現できることの技術的ニーズがある。本提案はこれらのニーズに応えるものであり、十分な必要性が認められる。</p> <p>・効率性 S 県内には、電力制御を伴う電源回路や電源装置、捲線製造、水中ロボット、データ通信、組込み技術などに長けている企業がある。これらの県内企業が持つ特異技術を相互に融合させて、本提案に係る技術が完成する。</p> <p>また、本提案に係る開発においては、県内大学が持つ技術シーズなどを活用して、事前のシミュレーションなどを行うことも計画されている。</p> <p>これらのことにより、地域との連携体制が十分に整っていること、さらには、国立研究開発法人 産業技術総合研究所、国立研究開発法人 海洋研究開発機構(JAMSTEC)との連携もできており、効率的な開発の実施を見込むことができる。</p> <p>・有効性 S 長崎海洋産業クラスター形成推進協議会が積極的に海洋関連産業の開発に取り組んでいる。また、本提案はこのような産業界のニーズに応える提案である。このことから、研究事業終了後、県内企業による事業化の可能性は非常に高い。</p> <p>・総合評価 S</p>	<p>(27年度) 評価結果 (総合評価段階: A)</p> <p>・必要性 A 非接触式伝送システムは、海洋再生可能エネルギーの基本技術として重要であり、新規なビジネスを開拓可能な有望技術であることから必要性を認める。特に、世界的な標準を先駆けて取得できれば、大きなビジネスにつながるものと期待される。ただし、外部の有効な技術の導入について検討すること。</p> <p>・効率性 A 大学、国等との連携がとられ、研究体制は整っている。技術課題は何かを整理し、長崎で実施することの利点や差異について検討しながら進めてほしい。また海洋生物や環境への影響などの安全性対応やリスク管理に関する検討も十分に行う必要がある。</p> <p>・有効性 A 現段階では、単純なトランスを使った予備実験によるデータしか示されていないため、電力伝送効率90%以上のシステムの実現に向けて早急に実システムでの実証が望まれる。また、県内企業に対してどの程度のフィードバックが可能であるか、利用可能な海洋産業分野がどの程度あるのかが未知数である。本技術が活用される製品のニーズの広がりについては検討が必要である。</p> <p>・総合評価 A</p>

<p>県内企業のニーズに応える開発を、県内企業の保有技術を上手く活用して実現する提案になっており、その実現と事業化可能性が極めて高い。県内企業の産業競争力の強化にも繋がるため、積極的に推進すべきである。</p>	<p>既成技術との差異と優位性が明確でないが、実現可能性が高く、概ね妥当であり、当県の経済的効果にも大きく貢献すると判断され、成果の波及効果は大きい。例えば、地上での濡れ環境への適用など、もう少し具体的な社会的効果(本技術による商品イメージ)を示すことも必要である。海洋環境にも配慮しながら、開発を進めてほしい。</p>
<p>対応</p>	<p>対応</p> <p>外部の有効な技術の導入については、適宜、必要な技術動向を把握して当該研究開発を進める考えである。その取組みの中で、知的財産権なども考慮した上で、既存の有効な技術は積極的に導入してゆく。</p> <p>安全性対応やリスク管理については、IEC(国際電気標準会議)などが規定する電磁界の人体への曝露制限や、電氣的負荷量の急激な変動に対する非接触給電機能部の安全な停止方法などについて、十分に検討を加えながら研究開発を進める予定である。合わせて、海洋生物や環境への影響についても、使用する材料や表面処理技術に関する安全性を確実に検証してゆく。</p> <p>目標達成に向けた実システムでの実証については、当該研究事業の開始前である平成27年度、FS事業を実施して、その実現の見通しを得つつある。</p> <p>また、本技術が活用されるであろう製品領域については、検討と洗い出しを進めており、多くのアイデアが集積されている。しかし、当該研究事業の遂行においては、まずは目標とする非接触式伝送システムの開発に注力する。</p>
<p>途 中</p> <p>(29年度) 評価結果 (総合評価段階: A) ・必要性 S</p> <p>海洋再生可能エネルギー分野で新たな産業を興すとともに、その産業拠点を長崎に形成することの重要性から、新たに策定された「長崎県総合計画チャレンジ 2020」や「ながさき産業振興プラン」においても、“ナガサキ・グリーンイノベーション戦略”や“長崎県海洋エネルギー産業拠点形成プロジェクト”が重要な施策として掲げられている。</p> <p>また、県内企業が中心となってNPO法人 長崎海洋産業クラスター形成推進協議会が組織されており、海洋産業の振興に資する技術の開発ニーズが強い。特に共通的に活用できる技術として、洋上で活動する場合の電力伝送、データ伝送を容易に実</p>	<p>(29年度) 評価結果 (総合評価段階: A) ・必要性 A</p> <p>海中におけるデータと電力の非接触伝送システムの開発は、海洋再生可能エネルギー発電システムのメンテナンス分野でニーズが高だけでなく、海洋再生可能エネルギーを利用した養殖システムなどの海洋産業においてもニーズが高い。長崎県が推進する海洋産業の集積とも関連して、長崎県で先行して推進すべき研究開発課題として必要性は高い。</p>

現できることの技術的ニーズがある。

加えて、新世代の半導体素子であるSiCパワー半導体を中小容量の DC/DC コンバータ等の電源装置に適用することで、その小型化・軽量化や適用アプリケーションの拡大などのニーズがある。

本研究事業は、これらのニーズに応えるものであり、十分な必要性が認められる。

・効率性 A

県内企業や県内大学などの外部機関と連携をすることで、それぞれの専門性を活かして効率よく研究を遂行している。また、全参画機関が集まる全体会議を要所ごとに実施して、着実な研究推進を図っている。

特に初年度は、500VA の電力伝送を実現する装置を試作して 90%を超える効率で電力伝送ができることを確認するとともに、1.5kVA の電力伝送に向けた課題の整理などを行い、その実現の見通しを付けていた。また、データ伝送については、目標を超える 100Mbps を前倒して達成した。

・有効性 A

電気自動車への非接触給電(充電)についての電波法の整備等が進みつつある。これと同期して、大手自動車メーカーや搬送台車メーカーなどからは、相次いで非接触給電のアプリケーション提案などが行われている。

本研究事業では、この電波法などの標準化動向に則した技術内容を取り込んだ開発を進めており、大手メーカーに対する遅れはなく、さらに、他者が取り組んでいない海洋産業での利用を想定した技術の開発を進めている。

十分な競争力のある技術の開発が県内企業とともに進んでいること。また、当該技術は海洋産業だけでなく、水濡れ箇所での電力伝送などにも応用展開が見込まれることなどから、県内企業へのスムーズな技術移転と大きな波及効果が期待できる。

・総合評価 A

本研究事業の取組みは、県内産業のニーズに応える開発内容であり、かつ、県外他者が取り組んでいない分野であること。また、県内企業等との絶妙な連携によって、その企業の保有技術を上手く活用して開発が進められていることなどから、研究事業終了後に、その実現と事業化可能性が極めて高く、県内企業の産業競争力の強化にも繋がることを期待できる。

・効率性 A

研究体制は整っており、500VA のプロトタイプの開発も完了されており、目標に向かって順調に進んでいる。ただし、海底での長期の設置を想定した水密性、耐久性などの検討は十分ではないことから、今後の研究に期待する。

・有効性 A

海洋関連産業の発展を考えたときに、本プロジェクトの有効性は高いと考える。なお、波浪の影響など長期にわたる運用を想定したフィールド実験等による有効性の確認が必要と考える。また、電力を供給される側の機器(特にAUV等)の開発も重要であり、今後の研究開発が望まれる。

・総合評価 A

本プロジェクトは、海洋関連産業の集積を目標とする長崎県にとって大きなニーズがある。情報伝送や電力伝送を行う具体的なターゲットを想定して、実用態様を念頭において研究開発を進めれば更に優れたものとなる。関連技術を含めてさらに研究開発を進めていただきたい。

	<p>対応</p>	<p>対応</p> <p>最終年度には、有索式水中ロボットへの適用を想定したフィールド実験や、気密試験装置を用いた防水性の定量的な評価、市場展開を想定した課題検討などを計画している。長期にわたる運用を想定した水密性・耐久性の検討や、フィールド実験等を含め想定される具体的なターゲットにおける実用態様を念頭においた有効性の確認などについては、最終年度を含めた残りの研究期間における取組みの中で、十分な評価検証を行ってゆく。</p> <p>また、当該研究事業の目標は、まずは3箇年で海洋産業の振興などに供することができる非接触式伝送システムの技術を開発することにある。電力を供給される側の機器(特にAUV等)の開発については、次のステップと考えられるが、県内企業や県内研究機関とも連携しながら、適宜、進めてゆく。</p>
<p>事後</p>	<p>(元年度) 評価結果 (総合評価段階: S)</p> <p>・必要性 S</p> <p>「長崎県総合計画 チャレンジ 2020」や「ながさき産業振興プラン」では、海洋産業などの新たな産業拠点の形成が重要視されている。</p> <p>金属接点を持たない非接触伝送に係る技術は、水濡れを嫌う海洋産業などでのニーズが強い。また、要となる非接触給電技術は、電源回路技術を高度に応用して実現されるため、電源回路の新たな市場創出に繋ぐことができる。</p> <p>本研究事業は、これらのニーズに応えるものであり、十分な必要性が認められる。</p> <p>・効率性 A</p> <p>専門性の異なる複数の県内企業や県内大学と連携をして一つにまとめることで、効率よく研究を遂行している。また、全参画機関が集まる全体会議を要所ごとに実施して、着実な研究推進を図っている。</p> <p>特に第2年度目(平成 29 年度)と最終年度(平成 30 年度)には、最終目標である 1.5kVA の電力伝送を実現する装置を試作して評価を行い、90%を超える効率で電力伝送ができることを確認した。加えて、約 1.5kW の電力を消費する水中ロボットに適用した実験を行うことで、開発した伝送システムの有効性を実証した。</p> <p>・有効性 S</p> <p>本研究事業で開発した技術は、電気自動車への非接触給電に使用される周波数帯と同様の帯域の</p>	<p>(元年度) 評価結果 (総合評価段階: A)</p> <p>・必要性 S</p> <p>海洋産業が重要産業である長崎県にとって県の総合計画や産業振興ビジョンに合致するとともに、本県が推進する海洋産業の拠点化と関連して、電力とデータの非接触伝送システムをさがけて開発することは、海洋産業の拠点化における本県の立場を優位にするものであり、必要性の高い研究であった。</p> <p>・効率性 A</p> <p>工業技術センターを中心に県内の大学・高専、関連する専門性の異なる企業などを束ね、海水中での実証も進められ、より実物に近い構造での検証まで完了し、産業化への道が開けた。実際の海域での非接触伝送が、波等の過酷な影響下でも行われるかが気になる点である。また、海では汚損生物が付着するが、これらの問題はどうか解決するのが実用化への課題である。</p> <p>・有効性 A</p> <p>長崎県における海洋産業の発展に向け、水中ロボットへの電力供給が可能なが実証され、当該</p>

<p>高周波電力を使用すること、送電部と受電部とを完全に嵌合することで電磁波の漏洩を極力抑えること、などの特徴を持つ。また、これまで他者の実用的な取り組みが遅れていた海洋産業での利用を想定した技術開発を行った。</p> <p>これらのことから、十分に競争力のある技術の開発が県内企業とともに実施された。今後は、県内企業へのスムーズな技術移転が期待できる。</p> <p>・総合評価 S</p> <p>県内企業とも連携し、技術の開発から実証実験まで総合的に実施した。</p> <p>本研究事業の取組みは、県内産業のニーズに応える開発内容であり、かつ、当該技術は海洋産業だけでなく水濡れ箇所での電力伝送などにも応用展開が見込まれることなど、優位性を持つ。</p> <p>また現在、事業化に向けた取り組みがなされている。</p> <p>さらに本プロジェクトで将来の開発要素も明確となった。一つは半導体をSiCやGaNをベースにしたものに変更することで、電力伝送のロスをさらに2ポイント程度削減できる見込みがあること。もう一つは実験用に開け閉めがしやすい箱型とした筐体について、電子回路等の確定後、耐水圧性などに優れた円筒形の樹脂製筐体にする事で、小型・軽量化の見込みがあることである。</p> <p>いずれも、今後の事業化ニーズに合わせて取り組む予定である。</p>	<p>非接触型伝送システムの有効性が明らかにされた。今後は、用途ごとの製品化および県内企業への技術移転が課題である。</p> <p>・総合評価 A</p> <p>コネクタの小型化、軽量化といった課題は残るものの、水中ロボットを用いた実証実験により当該非接触型伝送システムの基盤が構築できたことは高く評価できる。海洋産業の新たな拠点形成を進める長崎県の方針に沿う研究開発内容であった。今後、豊富で多彩な実証フィールドを持つ長崎県の特徴を活かし、実用環境での現場の声を反映して、業界標準に仕上げていただきたい。</p>
<p>対応</p>	<p>対応</p> <p>非接触伝送システムの波等の機械的振動への耐性については、振動試験を実施することで検証を進める。海棲生物等の付着対策については、表面改質剤の準備をすませており、必要に応じて対応可能である。</p> <p>今後は、個別の事業化ニーズに則して改良等を加えることで、適切に技術移転を進めて行く考えである。</p>