

完了報告書

日本財団 会長 笹川 陽平 殿

報告日付:2023年6月15日

事業ID:2022014775

事業名:浮体式洋上風力発電、波力発電及び海底バッテリーの
統合システムの開発

団体名:日揮株式会社

代表者名:代表取締役 山田 昇司

TEL:045-682-1111

事業完了日:2023年5月31日



■契約時

事業費総額	:	24,530,000 円
自己負担額	:	4,910,000 円
助成金額	:	19,620,000 円

■箇所は【フォーム】収支計算書より自動転記

■事業完了時

事業費総額	:	29,176,317 円	収支計算書の黄のセルの値
自己負担額	:	9,556,317 円	収支計算書の緑のセルの値
助成金額	:	19,620,000 円	収支計算書の赤のセルの値。千円未満は切捨
助成金返還見込額	:	0 円	(収支計算書の青のセルの値)

1.事業内容

助成契約書記載の事業内容(予定)と、事業完了時の事業内容(実績)を対照可能とするため、助成契約書と一緒に綴じている「事業計画」の事業内容欄を転記した上、体裁を変えずに結果を記入してください。
なお、事業内容を複数設定している場合は、各事業内容ごとの完了時の実績を個別に記入してください。事業内容が4つ以上ある場合は、一つの事業内容ボックスに複数ご記載頂いて構いません。

■事業内容1

(1)助成契約書記載の事業内容(予定)

1. 既存技術、各種技術の調査
 (1)時 期:2022年6月~2022年7月
 (2)場 所:神奈川
 (3)内 容:
 a. 浮体式洋上風力発電、波力発電及び海底バッテリーに係る既存技術の調査
 b. 風力発電及び波力発電によって生じた電力周波数に係る調査



(2)事業完了時の事業内容(実績)

1. 既存技術、各種技術の調査
 (1)時 期:2022年6月~2022年11月
 (2)場 所:神奈川
 (3)内 容:
 a. 浮体式洋上風力発電、波力発電及び海底バッテリーに係る既存技術の調査
 b. 風力発電及び波力発電によって生じた電力周波数に係る調査

(3)成功したこととその要因

調査項目 a, b ともに、Webサイトやデータベースを利用した調査に加え、特に波力発電については、有望な波力発電装置を開発しているメーカー7社にコンタクトを試み、そのうちBombora, Holvi Oy社から有益かつ詳細な波力発電に関する情報を得ることができた。電力周波数に係る調査においては、風力・波力のためのシステム、さらにそこに蓄電池を追加するケースについて回路図を用いて構成を詳細に検討することができた。

(4)失敗したこととその要因

特になし

(5)事業内容詳細

別途報告書参照

■事業内容2

(1)契約時の事業内容

2. 風力発電の浮体式構造物の概念設計、波力発電設備及び海底バッテリーの選定

(1)時 期: 2022年7月～2023年5月

(2)場 所: 神奈川

(3)内 容: 概念設計及び海底バッテリーの選定

(2)事業内容の実施(完了)状況

2. 風力発電の浮体式構造物の概念設計、波力発電設備及び海底バッテリーの選定

(1)時 期: 2022年7月～2023年5月

(2)場 所: 神奈川

(3)内 容:

- ・浮体、波力発電装置、蓄電池を組み合わせた統合システムの概念設計
- ・実際の風況・海象条件に基づいた本システムの動的解析、及び発電量の評価
- ・統合システムの発電量を元にしたリチウムイオン電池のサイジング及び電池を封入する筐体の基本設計



(3)成功したこととその要因

解析を依頼したOWC (Offshore Wind Consultants)、株式会社ヒラ・テックとは定期的に打ち合わせを行い、状況を確認し、緊密な連携を維持することができた。また、DeepStarとの定期ミーティングにてProject Championと議論し、Combined systemの解析条件や将来的に検討すべき事項に関してアドバイスをもらいながら研究を進めることができた。

浮体に波力発電装置を搭載することにより、波風による浮体の揺動(Roll及びPitch運動)を抑えられることが確認できた。

(4)失敗したこととその要因

浮体、波力の統合システムでは、波力発電装置により浮体の揺動が抑えられ、風車の発電量の改善に寄与するという仮説を立てていたが、波力発電装置の有無によらず発電量に差異が見られなかった。この点は、今後解析対象とする環境条件を増やして更なる検討が必要である。また、蓄電池のサイジング、及び封入する筐体の基本設計を行ったが、実際に海底にバッテリーを沈めた場合の設計までには至らず、浮体のカラム上(もしくはポンツーン上)に置く方針での検討となった。Phase-1の事業期間では検討すべき事項が多く、予算や時間も限られていたため、次回の検討項目となる。今後の展望として、海底に蓄電池を沈めることによって得られる効果、及び損失を整理する必要がある。

(5)事業内容詳細

別途報告書参照

■事業内容3

(1)契約時の事業内容

3. 統合システムの経済性・事業性の分析及び評価

(1)時 期: 2023年1月～4月

(2)場 所: 神奈川

(3)内 容: 各種システムの経済性と事業性の評価

(2)事業内容の実施(完了)状況

3. 統合システムの経済性・事業性の分析及び評価

(1)時 期: 2023年1月～5月

(2)場 所: 神奈川

(3)内 容: 各種システムの経済性と事業性の評価

- ・統合システムのCAPEX、OPEXの比較
- ・統合システムの発電量の比較



(3)成功したこととその要因

波力発電メーカーでR&Dも行っているBombora, Holvi Oy社への聞き込み、また社内蓄積データを活用し、本研究で検討した各種統合システムにおけるコストを比較することができた。今後の詳細設計へとつながる初期検討となったと考える。

(4)失敗したこととその要因

本研究において想定した海域条件では、波力からの発電量が風力に比べて小さく、発電量の増強という点では十分な結果が得られなかった。今回の発電量の検討に使用した風況・海象の環境条件が公的に入手できる限られたデータ量であったことが要因であると考えられる。より条件の厳しい50年再現期間のデータを用いた解析や、異なる海域での再解析が今後必要である。

(5)事業内容詳細

別途報告書参照

■事業内容4

(1)契約時の事業内容

(2)事業内容の実施(完了)状況



(3)成功したこととその要因

(4)失敗したこととその要因

(5)事業内容詳細

2.契約時事業目標の達成状況:

(1)助成契約書記載の目標

(1) 既存の浮体式洋上風力発電に用いられる浮体式構造物、波力発電に係る設備、海底バッテリーの技術を調査し、各技術的要素への改良を考慮しつつ最適な組み合わせを見つける。最適な組み合わせの判断目安は、1) 統合システム1基あたりの発電量ができる限り最大であること、2) 発電された電力が無駄なく海底バッテリーに貯蔵できること、3) 明らかにCAPEXが大きすぎないこと、とする。

(2) (1)で最適と判断された組み合わせの経済性評価が、既に調査が為されている浮体式洋上風力発電や波力発電の経済性と比較して遜色のない結果であること。

(2)目標の達成状況[700文字以内]

入力文字数	661	文字数チェック	OK
<p>(1)浮体式構造物、波力発電に係る設備、海底バッテリーの技術調査については、現在確立されている技術を詳細に調査することができたと考える。</p> <p>1)この技術調査を基に本事業で研究対象とした統合システムでは、波力発電装置を浮体式構造物の外側に設置することにより、この浮体の揺動(Roll運動及びPitch運動)を抑えられることが示された一方、本研究で想定した海域において波力からの発電量が風力に比べて小さく、統合システム1基あたりの発電量が最大となるようにする目標は達成できていないと考える。今後、波力からの出力も十分に得られるようなシステムの再検討、また、より適した海域の調査も必要となる。</p> <p>2)風力+波力の合計発電量とその時間変動から、適切な蓄電池サイズとなるよう容量の検討を行ったため、発電された電力が無駄なく海底バッテリーに貯蔵できるようなコンセプトの検討ができたと考ええる。</p> <p>3)CAPEXについては、民間コンサルティング会社が発表している既設の浮体式洋上風力発電所におけるMWあたりのCAPEXと比較して遜色ない数値が得られたため、明らかにCAPEXが大きすぎないことという目標を達成したと考える。</p> <p>(2)今回得られた統合システムが最適であると判断するには解析データが足りておらず、多くの想定条件に基づいて概念設計を行い検討を実施した結果である。既存の浮体式洋上風力発電や波力発電の経済性と比較して優位なシステムであることを証明するために、より詳細な気象・海象データを用いた設計を通してケーススタディを行う必要がある。</p>			

3. 事業実施によって得られた成果

浮体式洋上風力発電及び波力発電の開発は日進月歩で、しかし未だ実証段階であり、商業化実現までに要する具体的な期間の見通しは立っていない。一方、海底蓄電池は本研究で検討した発電所の形態に依らず、既存の着床式洋上風力発電所や実証化が進んでいる浮体式PV発電への適用が可能である。設置場所についても、沼や湖など内陸部の水場に適用することができる。海底(水中)蓄電池の商業化は2025年頃と予想しており、それまでに水中における蓄電池のパフォーマンス、水中における冷却効果検証、メンテナンス性検証、蓄電池外部筐体の強度検証などを実施しておく必要がある。

4. 活動を通じて明らかになった新たな課題と対応案

・本研究で想定した海域では、波力発電装置からの発電量が風力に比べて小さいという検討結果となった。波力発電装置の最適な配置計画の更なる検討、波力からも十分な発電量が得られる統合システムに最適な海域、即ち風況が良く波ポテンシャルの高い海域の調査が必要であると考えます。

・波力による発電量は風力に比べて小さいため、波力による発電量の最大化に重点を置かず、波力発電装置の揺動を利用して浮体式構造物の安定化を図り、合わせて風車の発電量を安定させる検討も近年行われている。波力発電装置の配置計画のケーススタディを実施し、浮体式構造物の揺動への効果、構造物が安定するかという視点で検討を深める価値があると考えます。

・蓄電池を海底に沈めた場合、送電用海底ケーブルとは別に新たな海底ケーブルも必要となるため、浮体式洋上風力の導入が想定される水深50m以深の海域では経済的ではないことが分かった。一方、蓄電池は浮体式構造物の喫水部(運転時に水面下に入る部分)に置くことも可能であり、海底に設置した場合と同様の冷却効果が期待できる。この場合において浮体の揺動に及ぼす影響、海面下に設置された蓄電池の機能(海水による冷却効果、海中におけるパフォーマンスの実証、メンテナンスの煩雑さ等)を確認することが今後の検討項目である。

5. 事業成果物

(1) 助成契約書記載の成果物名称

事業完了報告書

(2) 事業完了時の成果物名称

事業完了報告書_事業ID2022014775
成果報告書_事業ID2022014775



(3) 未作成となった要因

契約時の事業成果物で作成していないものがある場合は理由を記載してください。

(4) 成果物を登録したウェブサイトのURL

成果物の登録方法については、こちらをご確認ください→ https://www.nippon-foundation.or.jp/app/uploads/2019/03/gra_gui_01-1.pdf (なお、事情により、公開が困難な成果物に関しては、表紙のアップロードをお願いいたします。)

上記で登録したURLをご記載ください。