

平成28年度 離島における地熱資源の活用可能性調査補助事業

1. 研究期間

平成28年4月～平成29年3月

2. 委員長・副委員長

委員長：海江田 秀志（一般財団法人電力中央研究所地球工学研究所 地圏科学領域 研究参事）

副委員長：阪口 圭一（国立研究開発法人産業技術総合研究所

福島再生可能エネルギー研究所 イノベーションコーディネータ）

3. 参加機関

電力中央研究所，産業技術総合研究所，(株)エディット，前田建設工業(株)，

環境省，経済産業省，(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構

4. 補助事業の概要

(1) 事業の目的

本土（北海道、本州、四国、九州、沖縄本島）を除くと、わが国には有人離島が400超あり、相当数の有人離島で、図-1のディーゼル発電が採用されている。離島のディーゼル発電は、重油などを本土から輸送して発電するもので、発電コストが本土に比べて相当高い場合が多く、温暖化ガスの排出という今後改善が望ましい課題もある。

我が国には地熱資源が賦存する有人離島が多いと推察されること、本土の電力系統から独立した離島ではベース電源と位置付けられる地熱発電が適すること、等から地熱発電導入は、発電コストの削減と温暖化ガスの削減に有効で離島の活性化にも貢献できると考えた。

そこで、本調査研究では平成27年度、28年度の2年間に、有人離島への地熱発電導入の可能性を明確化・具体化することを最終目標としている。平成27度には、本年度は全国の離島の中からディーゼル発電を行っている離島の抽出と地熱情報等の調査・整理を行い、地熱発電導入画期待できる離島を絞り込んで、それら離島に対して、2つの地熱開発基本構想案を提案している。このため、本年度は、2つの基本構想案のモデル離島を対象に、基本構想案を具体化することを目的としており、それぞれの構想に対する詳細な調査目的と示す。

<基本構想案1：離島スマートグリッド構想>

地熱発電については、既存の調査結果から基本設計レベルの設計検討を行い、他の電源では風力発電や水力発電を候補として、発電施設の概略設計レベルの設計検討を行う。さらに、これら電力施設の設計検討結果を組み合わせた全体設計を行って、離島スマートグリッド構想の具体化を図ることを目的とする。

<基本構想案2：周辺離島への余剰エネルギー供給構想>

人口が少ない火山島のように、賦存する地熱エネルギーが当該離島の電力需要量を大きく超える離島については、周辺離島に余剰エネルギーを供給する方法として、平成27年度に“海底ケーブル接続

による方法”、“水素輸送・水素発電の方法”の2通りのエネルギー供給方法を提案した。本年度は地熱発電所については基本設計レベルの設計検討を行うと共に、2通りのエネルギー供給方法に対する概略設計検討を行って、基本構想案の成立の可能性を示すことを目的とする。

(2) 実施内容

基本構想1,2のそれぞれについて、実施内容を整理する。

(2-1) 地熱開発基本構想1（離島スマートグリッド構想）の設計検討内容

(2-1-1) 奥尻島の事前現地調査

具体的な設計検討条件を設定するため、平成28年4月19日～21日に、奥尻島の現地状況の把握、地熱開発に関する奥尻町役場や有力者等との意見交換やヒアリングを行い、関係者の地熱開発に関する要望等を確認した。また、それらの事前調査結果も参考にして、奥尻島をモデル離島とした離島スマートグリッド構想の設計検討条件案を作成した。

(2-1-2) 各種発電施設の設計検討

<地熱発電所の設計検討>

離島スマートグリッド構想の地熱発電所については、地熱井等の地下施設、発電ユニット・冷却設備等の地上設備を基本設計レベルで設計検討を行った。現在事業化が進められている発電端250kWの地熱発電所計画も考慮して、発電端500kW、送電端400kWの空冷式バイナリー発電機による新規地熱発電所である。

<風力発電所・電気需給量調整設備の設計検討>

奥尻島のアメダス観測所（奥尻、米岡）2地点を対象に、NEDOの風況データとアメダス観測データを用いて、750kWと2MW風車による発電量を算出した（表-1）。その結果、両地点とも設備利用率は風力発電の平均的な値の2倍程度であり、特に奥尻観測所地点は風力発電所の候補地点として最適と推測された。

次に、電力供給量と電力需要量を調整する電力需給量調整設備が必要なため、海水揚水発電、CAES（圧縮空気貯蔵発電）および蓄電池の3設備の適用性検討を行った。その結果、スクリー圧縮機、スクリータービン発電機およびライニング式地下貯槽で構成された断熱圧縮空気蓄電システム（A-CAES）を選定し、図-1のとおり概略設計を行った。

表-1 奥尻島での風力発電の概略検討

風車	項目	奥尻観測所	米岡観測所
東芝 750kW	年発電量(MWh)	3,242.9	2,702.7
	設備利用率(%)	49.4	41.1
東芝 2MW	年発電量(MWh)	8,059.0	6,623.0
	設備利用率(%)	46.0	37.8
日立 2MW	年発電量(MWh)	7,602.8	6,248.8
	設備利用率(%)	43.4	35.7



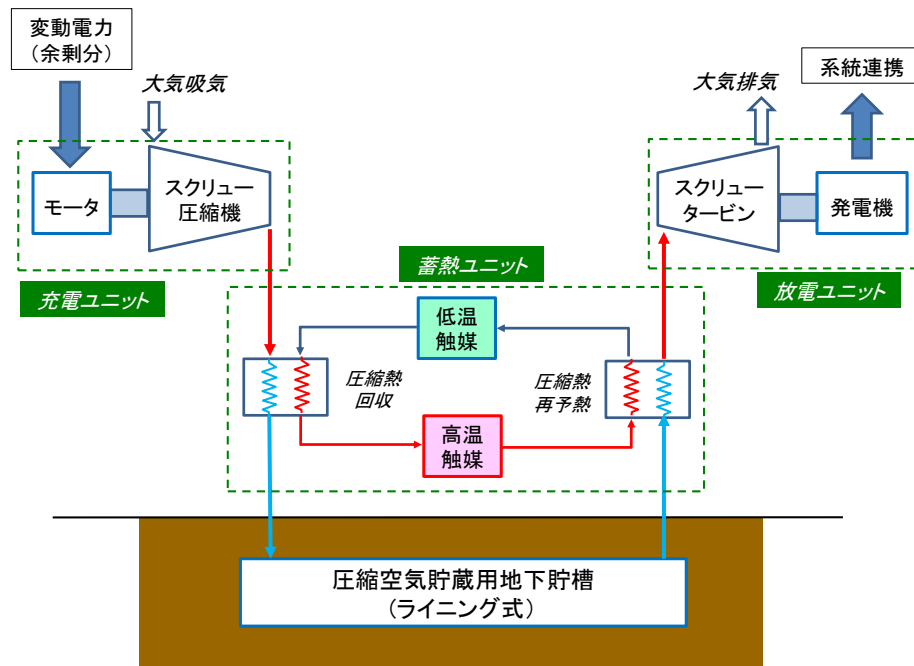


図-1 電力需給量調整設備 A-CAES の概略設計結果

(2-1-3) 発電施設の全体設計

発電設備の開発シナリオとして、第1段階はディーゼル発電の一部廃止に伴う再エネ導入、第2段階はディーゼル発電機の廃止に伴う再エネ追加導入（エコアイランド化推進）とし、既存電源設備の一部利用等も考慮して、両段階における既存電源設備、地熱発電設備、風力発電設備および電力需給量調整設備の設備容量等を設定した（図-2 参照）。そして、平成20年の電力最大、最小需要日の電力需要推移に対して電力の安定供給が可能か検討した。その結果、第1段階は安定供給が可能、第2段階は安定供給については難しいが、最悪でもバックアップ電源の内燃力を使うことで対応可能と判断された。

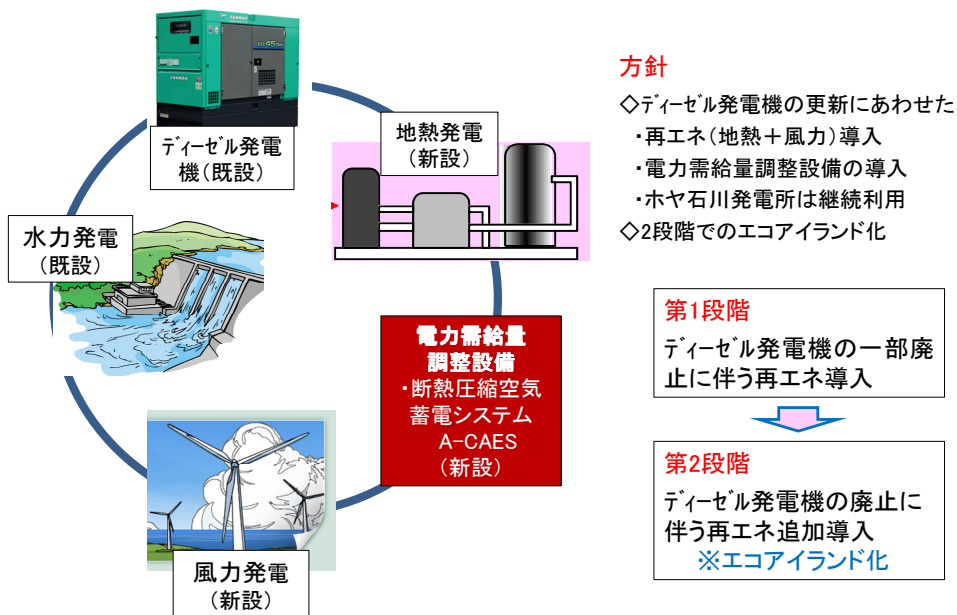


図-2 奥尻島の電源施設の開発シナリオと第1段階の電源構成の概要

(2-2) 地熱開発基本構想 2 (周辺離島への余剰エネルギー供給構想) の設計検討内容

(2-2-1) 奥尻島の事前現地調査

具体的な設計検討条件を設定するため、平成 28 年 5 月 23 日～26 日に、中之島の現地状況の把握、地熱開発に関する中之島役場との意見交換やヒアリングを行った。また、それらの事前調査結果も参考にして、中之島をモデル離島とした本構想の設計検討条件案を作成した。

(2-2-2) 海底ケーブル接続による電気供給構想の設計検討

<地熱発電所の設計検討>

既存地熱調査資料の再検討に基づいて、主要断層・変質帯分布状況・地熱構造モデル等を再検討するとともに、地熱発電所の建設候補地の選定を目的とした現地調査を行い、地熱開発対象となる断層、用地および進入道路の 3 点を考慮して、地熱発電所の建設地を設定した。

地熱発電の設計条件は、Fn1 断層の蒸気・熱水条件より設定し、発電端 1,100kW、送電端出力は 900kW の空冷方式のバイナリー発電の基本設計を行った。

<海底ケーブル接続案の設計検討>

周辺離島との海底ケーブル接続による電力供給については、図-3 のように、長距離送電を踏まえ、送電ロスが少ない直流とし、地熱発電所から周辺離島までの系統構成を選定した。また、敷設ルートは海上保安庁の「海洋台帳」に記載されている既存の海底ケーブルとしたが、敷設価格は極めて高く現実性はないと判断された。

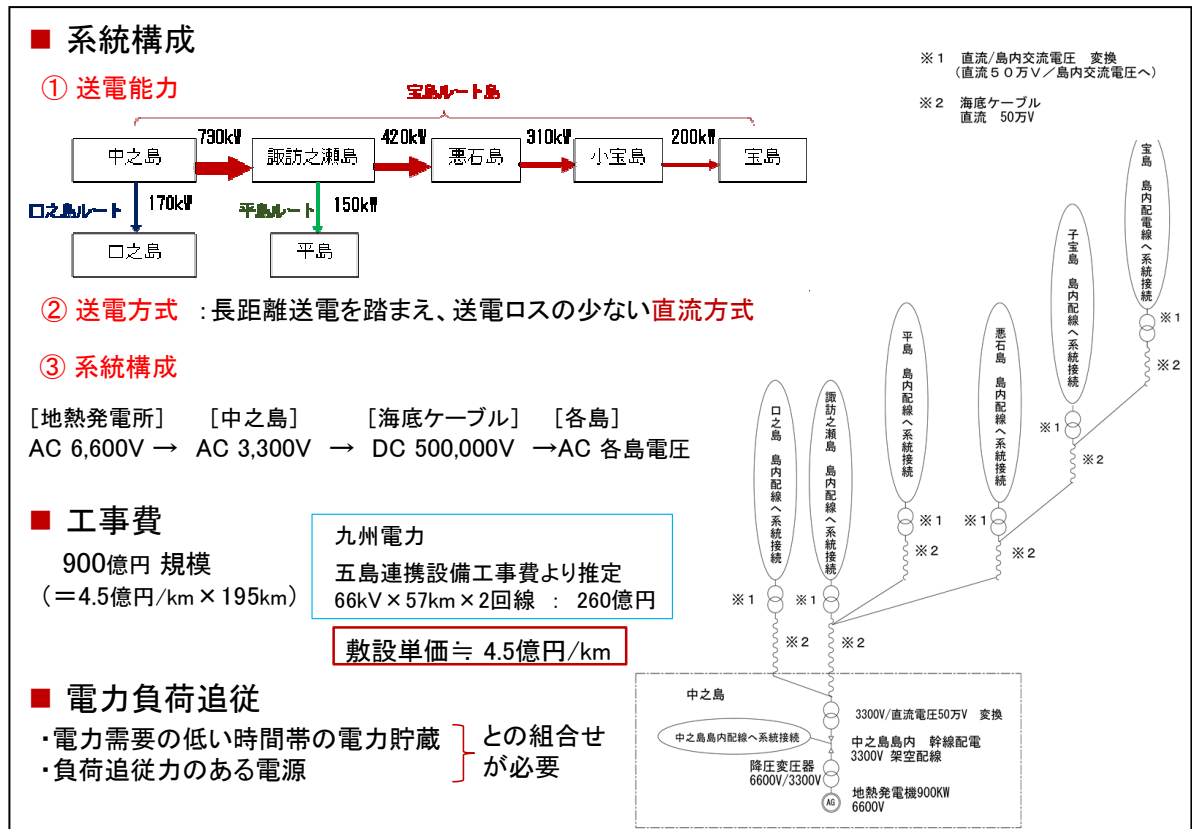


図-3 中之島における海底ケーブル接続案の設計検討の概要

(2-2-3) 他離島への水素輸送・水素発電による電気供給構想の設計検討

<地熱発電所の設計検討>

海底ケーブル接続案における地熱発電所の設計検討結果と共通である。

<水素輸送・水素発電案の設計検討>

地熱発電の余剰エネルギーを用いた周辺離島への水素輸送・水素発電については、昨年度は輸送・貯蔵に関しては水素の高圧化または低温化を想定していたが、高圧下では70MPa、低温下では-253℃になり、少量の輸送船などの開発は現実的ではないと判断した。このため、水素を常温常圧のMCH(メチルシクロヘキサン)に変換して輸送・貯蔵する方式に変更した。

次に、地熱発電所の余剰電力を用いて、水電解装置で水素を生成し、生成した水素にトルエンを反応させてMCHを製造・貯蔵し、村営「フェリーとしま」でMCHを輸送し、周辺離島で水素分離装置(脱水素)にて水素を抽出し、燃料電池で発電する全体システムを設計検討し、図-4に示した。また、図-4を構成する装置・製品については、現状技術を調査した結果、既存の製品・現状技術の組合せで全体システムの構築が可能となることを確認したが、現時点では経済性に難点があるものと考えられた。

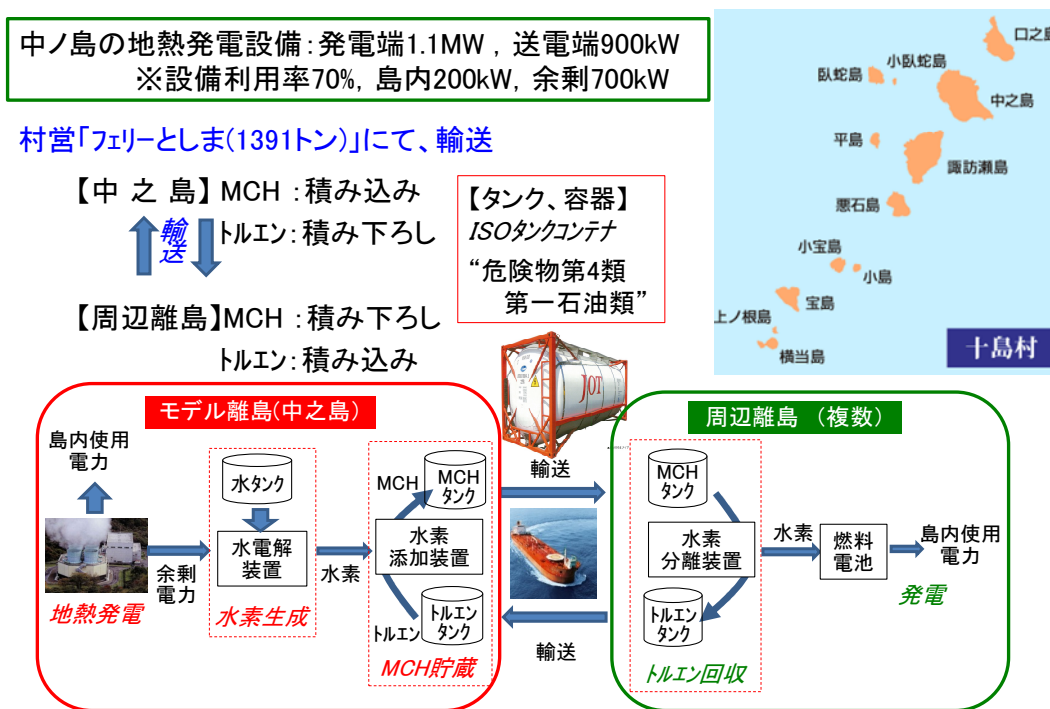


図-4 中之島における水素輸送・水素発電案の全体システムの概略設計結果

5. 予想される実施効果

(5-1) 地熱開発基本構想1の設計検討

基本構想1の開発シナリオは、第1段階はディーゼル発電の一部廃止・更新に伴う再エネ導入、第2段階はディーゼル発電機の廃止等に伴うエコアイランド化推進であり、既存電源設備(ディーゼル発電機や水力発電所)の一部利用等も考慮して、電源構成を設定している。今後、北海道電力(株)は奥尻発電所の古いディーゼル発電機の更新時期やIPP発電所の契約期間満了時に、将来的な

電源構成を検討すると予想され、その際に参考資料になることが期待できる。奥尻島のエコアイランド構想は北海道庁の構想でもあり、本件等結果のような再エネ導入の動きが出てくる可能性は十分あると考えられる。

(2) 地熱開発基本構想 2 の設計検討

基本構想 2 については、海底ケーブル接続案は、経済性の面から実現困難と判断した。一方、水素キャリアを MCH とした水素輸送・水素発電案は現時点では経済性に難点はあるものの、個々の装置・設備は既存の製品等で全体システムを構成できることを示した。水素は、近い将来にはエネルギー利用の主役になるものと予想されるので、水電解装置の低コスト化や固体酸化物形燃料電池 (SOFC) の実用化等による低コスト化等を待って、全体システム案の見直しと機能性の実証実験を行う事業化推進策が現実的と考えられた。