

## 2022年度実施方針

新エネルギー部

## 1. 件名：地熱発電導入拡大研究開発

## 2. 根拠法

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1号イ及び第3号

## 3. 背景及び目的・目標

## (1) 研究開発の背景及び目的

## ①政策的な重要性

2018年7月に「第5次エネルギー基本計画」が閣議決定され、同計画において地熱発電は、発電コストも低く、安定的に発電を行うことが可能なベースロード電源を担うエネルギー源と位置付けられている。エネルギーミックスの議論においては、地熱発電の2030年度における導入見込量として最大で約1.55GW（2017年度実績510MW）、発電電力量1.13TWh（2017年度実績2.4TWh）の導入拡大が掲げられている。一方、同基本計画では、2050年に向けた取組みについても言及されており、再生可能エネルギーなど、あらゆる選択肢を追求する「エネルギー転換・脱炭素化を目指した全方位での野心的な複線シナリオ」を採用することが掲げられている。

さらに、2050年を見据えた方針として2020年1月に策定された「革新的環境イノベーション戦略（内閣府）」においては、温室効果ガス排出量を削減するポテンシャル・インパクトが大きい有望な革新的技術として、エネルギー供給を含む5分野からなる16の技術課題と39テーマが選定され、その中に一つのテーマとして超臨界地熱発電の技術開発が特定され、その課題解決に向けた取り組みが期待されている。

## ②我が国の状況

2011年の東日本大震災以降、再生可能エネルギー導入拡大が望まれる中、世界第3位となる地熱資源ポテンシャルを有する我が国において、地熱発電に大きな期待がかかっている。また、地熱は、太陽光や風力と異なり、安定した出力が得られるため、ベースロード電源として位置づけられるとともに、大規模開発は競争電源となるとの評価も得ている。

近年の地熱開発では、山葵沢・秋ノ宮地域（秋田県）において、2019年5月に10MW以上の大規模地熱発電として23年ぶりに運転（出力46MW）を開始するとともに、バイナリー発電では、既存発電所の未利用熱水を利用した滝上バイナリー発電所や山川バイナリー発電所が運転を開始している。さらに、安比地域（岩手県）や小安地域（秋田県）等で大規模の新規地熱開発が進捗している。

しかしながら、日本地熱協会（第47回調達価格等算定委員会資料）によると、多くの大規模案件は未だ調査・開発途上にあり、これらの公表出力は合計114MWと報告されており、2030年度の導入目標を達成するためには、更なる案件が必要である。従って、従来型地熱発電の更なる導入促進に向けその支援策として、新規発電所の立地促進に資する技術開発を実施することが重要である。また、既存の地熱発電所の発電量低下も大きな課題となっており、既存発電所の発電能力の回復・維持・向上に資する技術開発にも取り組むことが必要である。

こうした状況の中、エネルギーミックスにおける導入目標達成に向け、NEDOでは、2013年度から2020年度にかけて「新規地熱発電所の立地促進」及び「既存地熱発電所の発電能力の回復・維持・向上」に資する技術開発に取り組み、主要なテーマ「環境保全対策技術」、「酸性熱水対策技術」、「IoT-AI適用技術」等を実施し、成果を挙げてきた（例えば、環境アセスメント手続きの迅速化に係る硫化水素拡散予測数値モデルの開発に成功するなど）。

一方、NEDOにおける超臨界地熱発電に係る研究開発においても、エネルギー・環境新技術先

導プログラムである「島弧日本のテラワットエネルギー創成先導研究（2014～2015年度）、並びに、「超臨界地熱開発実現のための革新的掘削・仕上げ技術の創出（2015～2017年度）と合わせて、2050年頃の普及を目指すロードマップ（エネルギー・環境イノベーション戦略）の第Ⅰ及び第Ⅱフェーズにあたる「超臨界地熱発電の実現可能性調査、並びに試掘に向けた詳細検討」（2017～2020年度）」が実施され、超臨界地熱資源量の評価、超高温下で使用可能な資機材（特に、ケーシングやセメント）の検討、発電コストの試算等で有意義な知見が得られている。

### ③世界の取組状況

再生可能エネルギーの拡大が推進されている中、米国や欧州においても国家レベルで技術開発や導入拡大に向けた取組が実施されている。地熱発電についても、地熱資源国である米国、イタリア、ニュージーランドの先進国の他、フィリピン、インドネシア、メキシコ、アイスランド、トルコ、ケニア等の開発途上国での開発も目覚ましい勢いで進んでいる。2020年現在では、世界の地熱総発電容量は、16.0GWであり、近年、年間約270MWずつ増大している。

こうした中、米国では、DOEプログラムの一環として、米国版2050年地熱開発ビジョンが2019年に取りまとめられ、現在の発電設備容量3.8GWを2050年には、シナリオ別に6GW（基本シナリオ）、13GW（規制緩和シナリオ）並びに60GW（技術開発シナリオ）へ引き上げる構想が提示されている。

地熱技術開発の分野においては、これまで同様にEGS（Enhanced Geothermal System）を中心として、掘削、AI適用技術、地域共生プログラム、CO<sub>2</sub>対策とのコラボレーション等のプロジェクトが進行している。EGS技術では、米国では高温岩体事業（例えばFORGE）が開発地域周辺の高温資源を対象に実証試験を含めて進められている。また、高温岩体フィールドでの水圧破碎作業で特に課題となる誘発地震発生に対してもその抑制技術の取り組みも着手されている（例えば、DESTRESS）。ここでは、数値シミュレーションを適用し、誘発地震数減少やマグニチュードの低減が実証された。

統合的なEGSとしては、アイスランドにおいて、より深部の超臨界地熱資源領域への還元・涵養を通して、浅部の既開発領域からの蒸気生産量を増大するプロジェクト（DEEPEGS）があり、これは、3つのEGSタイプ（高温岩体、涵養、透水性改善）の組み合わせの手法という点で大変注目される。

さらに、従来の開発深度よりも深部の高温領域をターゲットとすることで、生産量を増大しようとする試みがいくつかの国で着手されつつある。この発端には、我が国で、1990年代後半に、岩手県葛根田地域で実施された「NEDO地熱探査技術等検証調査/深部地熱資源調査」があり、同調査において深度4,000m級の調査井が計画・実施されたのを受け、2000年代以降いくつかの国で開始された。

特に成果を挙げているのは、アイスランドの大深度高温域への掘削プロジェクト（IDDP: Iceland Deep Drilling Project）である。ここでは、2008～2012年にかけて、IDDP-1号井（Krafla地域）を掘削し、噴出試験にも成功し、坑口状態で、温度450℃、圧力14MPa、出力30MW相当の過熱蒸気の噴出が確認された。その後、2016～2017年にかけて、IDDP-2号井（Reykjanes地域）を掘削し（深度4,650m）、坑底温度427℃及び圧力34MPaにより、地熱流体が超臨界状態で存在しているであろうとの知見を得た。2020年以降に噴出試験を計画している他、次の掘削計画（IDDP-3）もある。

現在は、国際エネルギー機関（IEA）においても、地熱プログラムの一つのテーマ（Deep Roots of Volcanic Geothermal Systems）として取り上げられ、アイスランド以外でも、イタリア、米国、メキシコ及びニュージーランドといった地熱開発先進国で同様のプロジェクトが始まっている。

一方、次世代型のプロジェクトとして、CO<sub>2</sub>適用技術では、地熱蒸気中のCO<sub>2</sub>ガス回収や地熱エネルギーを利用した大気中のCO<sub>2</sub>回収（DAC）の技術開発プログラム（GECO）や、地熱フィールドにおいて、熱効率が低いCO<sub>2</sub>を媒体とした発電システム（クローズドやオープンシステム）の構築（米国）等が検討されており、それぞれ期待される。

### ④本事業のねらい

2019年度に地熱技術戦略策定のために、国内外の地熱開発・地熱技術開発動向を調査し、技術開発シナリオ策定の検討がなされた。ここで、地熱発電の導入拡大として2030年及び2050年目標達成のために必要な技術開発ロードマップが議論された。その知見を下記に示す。

現状の課題を考慮し、地熱発電の導入拡大を図る上で重要となる技術開発目標としては、資源量増大、発電原価低減化、そして、環境・地域共生の3つに集約される。さらに、長期的には、次世代へ向けた取り組み（CO2対策、水素製造等）や我が国で培った技術の海外展開も課題となる。

資源量増大は、固定価格買取制度開始以降増加した地熱発電設備容量は約80MWに留まり2030年導入目標の半分にも至っていないという喫緊の課題がある。これに対して、地熱資源量が多く賦存する国立・国定公園特別地域の開発のより早期実現（約5GW）や、より深部に存在すると想定される超臨界地熱資源開発（約11GW）が重要課題と位置づけられる。

発電原価低減化は、第5次エネルギー基本計画に提示されている「再エネの主力電源化」とこれを実現するための「発電原価低減化」に同調するものであり、具体的には、生産量増大、コスト削減、並びに利用率向上が鍵となる。特に、利用率向上は発電原価に大きく影響を与えるため、その引き上げは最重要課題と位置づけられるとともに、利用率低下の原因は地下に起因することが過半数を占めると判明している。発電原価低減により、対象事業の採算性が向上し、開発可能資源は約3割増大すると試算された。

環境・地域共生に関し、地熱調査やその開発にあたり、ステークホルダーとの合意形成を獲得することに時間を要する（或いは、撤退を余儀なくされる）ケースが多く、重要課題の一つとなっている。地域共生に資するツール（ハードやソフト等）の開発の他、すでに、科学・技術以外の専門性（経済学や法律等）を含めた議論が進められつつある中、こうしたアプローチを積極的に取り入れる必要がある。合わせて、環境保全対策として、これまで実施してきた環境アセスメントに資する手法開発についてもさらに取り組んでいく必要がある。

以上の検討結果を受け、本事業では、国立・国定公園特別地域での地熱開発を含め、地熱発電の導入拡大を促進することを目的とし、2030年のエネルギーミックス実現に向けて、我が国の地熱発電設備容量最大1.55GWの達成を図るとともに、前述のとおり、次世代のイノベーション技術として注目される超臨界地熱資源を対象とした地熱資源評価に係る研究開発を実施し、より一層の地熱発電の導入拡大を促進する。

次世代型では、在来型よりも深部に存在するといわれている超臨界状態（またはそれに準ずる状態）の水を利用することで、地熱発電容量のさらなる増大を目指すとともに、在来型地熱資源開発促進のための技術開発としても、探査、掘削や貯留層評価等において波及効果も期待される。

併せて、超臨界地熱発電では、生産井1本あたりの生産能力が従来の数倍以上と高い。これゆえ、従来と比べ単位kWあたりの敷地改変面積を低減することが可能となるため、環境への負荷が低いというメリットもある。地熱開発は自然度の高い地域（自然公園特別地域含む）で行われることが多く、当該技術は環境面での価値も高く期待できる。

## （2）研究開発の目標

上述の検討を踏まえ、本プロジェクトにおいては、以下の研究開発を実施する。

### 〔委託事業〕

#### 研究開発項目① 「超臨界地熱資源技術開発」

##### 最終目標（2024年度）

我が国における超臨界地熱資源量評価として、1地域あたり100MW以上（合計で500MW以上）を提示し、調査井掘削に向けた実施可能な有望域を4か所選定する。

##### 中間目標（2023年度）

資源量評価に必要な概念モデルを構築するとともに、数値モデルに必要な前提条件を提示する。

#### 研究開発項目② 「環境保全対策技術開発」

##### 最終目標（2025年度）

環境アセスメントの手法開発として、調査・予測・評価において、新たな手法を提案し、環境アセスメントの仕様書（発電所に係る環境影響評価の手引）の改定を支援する。併せて、調査解析に係る時間とコストの削減化に向けた提案を行う。

##### 中間目標（2023年度）

最終目標達成の準備として、概念設計を完了し、実証試験の詳細計画を提示する。

[委託・助成事業（助成率：2／3以内）]

研究開発項目③ 「地熱発電高度利用化技術開発」

最終目標（2025年度）

これまで適用されていないIoTやAI技術等を利活用することにより、生産量増大、コスト削減、利用率向上等を目指す（それぞれ10～20%）。

中間目標（2023年度）

最終目標達成の準備として、概念設計を完了し、実証試験の詳細計画を提示する。

#### 4. 実施内容及び進捗（達成）状況

プロジェクトマネージャーにNEDO 新エネルギー部 加藤久遠 主任研究員を任命して、プロジェクトの進行全体を企画・管理し、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させた。また、基本計画に基づき、公募により委託先を決定し、以下の研究開発を実施した。

##### 4. 1 2021年度事業内容

研究開発項目① 「超臨界地熱資源技術開発」＜委託事業＞

テーマ名「超臨界地熱資源量評価（湯沢南部地域）」

微小地震は3ヶ月の観測により良好な震源データが取得され継続観測した。追加のMT法電磁探査及び比抵抗構造再解析により低比抵抗領域抽出の精度向上が図られた。比抵抗構造再解析結果から熱源領域を見直した超臨界地熱系概念モデルを再構築し、自然状態シミュレーションを実施した。試錐仕様検討は、掘削時坑内環境予測に向け掘削シミュレーションソフトを構築するとともに、坑井材料に関する既往情報収集を行い、次年度以降の課題を抽出した。

テーマ名「資源量評価（葛根田地域）」

葛根田地域において自然電磁探査、地震観測、各種物性データの収集を開始するとともに、同地域における広域地熱システムモデルに関するモデル化手法及び不確定性の低減等について検討を開始した。さらに、深部構造試錐井、超臨界地熱調査井で実施する一連の計測・試験計画の具体的な内容を立案し、深部構造試錐井、超臨界地熱調査井の掘削仕様の検討も開始した。

テーマ名「超臨界地熱資源量評価（八幡平地域）」

補完地表調査のうち、微小地震観測を9月に開始し（6測点）、現在も観測を継続中。資源量評価では、推定熱源構造内の熔融状態にある岩石からの熱伝導で熱が供給される状態をモデル化し（熔融モデル）、自然状態シミュレーションにより安比地域地熱貯留層を再現しうることを確認した。深部構造調査試錐の概略仕様の検討を行い、掘削仕様案を作成した。

テーマ名「超臨界地熱資源量評価（九重地域）」

補完地表調査と概念モデル構築では、高密度MT法探査、反射法地震探査、微小地震モニタリングおよび地球科学データの収集・解析を行った。資源量評価では、自然状態シミュレーションについて実施方針を策定し、先行研究での超臨界地熱系を熱源とする数値モデルの作成を行ったほか、生産シミュレータの基本設計を行った。また、深部構造調査試錐及び超臨界地熱調査井で実施する調査・試験項目の検討・計画と掘削に係る法規制等の関係当局への情報収集・現地確認を実施し、掘削基地候補地点を選定した。深部構造調査試錐および超臨界地熱調査井の掘削ターゲット候補案、掘削計画方針を検討した。

テーマ名「光ファイバーDASによる超臨界地熱資源探査技術開発」

北海道・濁川地熱地域及び秋田県澄川地域でそれぞれ光ファイバーDAS地震波モニタリングを実施し、それぞれ既存の生産・還元ゾーンで反射面が確認された。さらに、来年度候補となる大分県・滝上地域では、観測井の坑内調査を実施し、光ファイバーが深部へ挿入できることを確認した。一方、耐熱性光ファイバー開発については、超臨界条件下に光ファイバーを浸漬した状態で、光透過損失をその場観察（In-situ評価）できる評価装置を設計・製作し、次年度以降実施する研究の準備を行った。また、その場観察するための光計測システムを設計・導入しその動作を検証した。

## 研究開発項目② 「環境保全対策技術開発」＜委託事業＞

### テーマ名「気象調査代替手法および新たな大気拡散予測手法の研究開発」

山間部における数値気象モデルの再現精度を確認するため、既往の環境アセスメントを対象に同年の再現計算を実施し、現地観測データとの比較を開始した。また、発電所周囲の局所的な風況場を精緻に捉えるため、気象モデルと高解像度気流予測モデルとの結合手法を開発するとともに、機械学習による風速予測手法について検討を進めた。さらに、着氷予測モデルの高度化・妥当性確認のため、発電所における現地観測を開始した。

### テーマ名「IoT硫化水素モニタリングシステムの開発」

環境アセスメントの調査解析に係る時間とコストの50%削減を実現するためのシステムの構成、性能、機能等や様々な分野における硫化水素測定ニーズを調査し、システムの最適な仕様を検討した。小型連続測定器は現地測定により課題検討を行うとともに先行研究で得られた課題の解決を図り、低濃度領域測定器は反応系、検出器、捕集デバイスの検討を実施した。IoTシステムの構築では、採用する通信方式を検討した。

## 研究開発項目③ 「地熱発電高度利用化技術開発」＜委託事業＞

### テーマ名「蒸気生産データのAI処理による坑内および貯留層での早期異常検知技術の開発」

開発するAIの仕様を決定するとともに、生産データ等AIシステムに不可欠な基礎データの取得、プリプロセッシング等を行うとともに、蒸気生産データを対象とした一変数AIの開発を開始した。

### テーマ名「坑内異常自動検出AI方式、耐熱坑内可視カメラ（BHS）開発」

本体・カメラセンサー部の耐熱向上を図った坑内可視カメラの試作測定器の製作、カメラ検層専用ウィッチの調達を行った。画像鮮明化処理について、既存データを用いて、複数のノイズフィルターの効果の確認により、それぞれのノイズフィルターの特性と効果的な利用方法の検討を行った。AIによる異常検出については、既存データを学習させ、正常時及びスケール付着時を高精度で判別できるシステムについて検討した。

### テーマ名「光ファイバマルチセンシング・AIによる長期貯留層モニタリング技術の開発」

高温用光ケーブルの調査を実施し、2種類を短尺で調達した。2種類の圧力計測技術では基本設計と検討を行った。2種類の流量計測技術では信号処理技術と数値シミュレーションによる検討を行った。振動計測技術を調査・導入し、フィールド試験を実施した。光ケーブル設置に関する既存の技術と坑口装置を調査し、課題等を整理した。振動計測データ解析を参考に有効なAI技術の検討および遠隔モニタリングシステムの概念設計を実施した。

### テーマ名「AIを利用した在来型地熱貯留層の構造・状態推定」

①地熱地域で利用可能な地球科学的データの種類・特徴を調査し、データ仕様を検討するとともにデータ収集を開始した。また、地熱貯留層の物理量推定に適したAI的手法、および高透水性の指標として最適なパラメータ等を検討し、開発AI機能の基本仕様を策定した。

②スパースモデリングを導入したMT法データの逆解析手法を検討し、プログラム作成に着手した。また、比抵抗構造の時間変化モデリング技術について実現可能性調査を実施し、開発計画および課題を整理した。

### テーマ名「地熱貯留層設計・管理のための耐高温・大深度地殻応力測定法の実用化」

先に製作したHQ坑井用の二重ビットコアリングツールを泥水対応にする改良を行い、地表設備で動作検証を行った。コア定方位化のため、ワイヤーラインで降ろす方位測定器とツールとの着脱機構を検討した。コア形状から応力を算出するために必要なヤング率を現場測定する方法を検討した。また、各成分の大きさが異なる3次元地殻応力場で二重ビットコアリングを行ったときのコア変形挙動を数値シミュレーションで評価した。

テーマ名「発電設備利用率向上に向けたスケールモニタリングとAI利活用に関する技術開発」

短期間で精度よく将来のスケール生成を予測する技術「スケールモニタリング法」の確立に向け、九州電力八丁原発電所にて、主に熱水を対象としたテストピース浸漬試験を実施した。テストピースの材質、浸漬、保管、分析方法の検討を行い、スケールモニタリングのための標準法の確立をめざした。現時点で標準法の候補となる方法を提案した。

テーマ名「地熱発電持続可能性維持のためのIoT-AI技術開発」

①全体システム設計としては、概念設計・相互技術間の調整を行い、既設地熱発電所を実証地点として、データの提供・個別現地試験実施の調整を行った。②IoTセンサ技術の開発では、管厚計測と二相流計測の設計、管厚計測装置の製作・試験、 $\gamma$ 線透過装置の二相流量測定への改良・現地試験等により精度確認・課題の抽出を行った。③蒸気生産部門のO&M最適化では、生産井・還元井の干渉問題を解く手法を導入し、腐食シミュレーション高度化の検討を行ったほか、坑井シミュレータ高速化と、坑井シミュレータの拡張および検証を行った。また、ドローンによる計測試験やIoTセンサ計測に関する課題抽出とデータ処理アルゴリズムの改良、機械学習手法に基づくモデル構築、相関・因果構造探索手法の構築・検証を行った。④地熱発電プラント全体のO&M最適化では、発電所、クラウド、クライアントアプリ間を接続する操業管理システム構成についての基本的な設計を実施したほか、プラント性能変化の解析・評価と保守計画策定プロセスに係る課題、問題点等を整理した。

#### 4. 2 実績推移

年度	2021
	委託
需給勘定 (百万円)	1220
特許出願件数 (件)	0
論文発表件数 (件)	4
フォーラム等 (件)	30

※2021年度は見込値。

#### 5. 事業内容

プロジェクトマネージャーにNEDO 新エネルギー部 大竹正巳 主査を任命して、プロジェクトの進行全体を企画・管理し、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させる。また、必要に応じて調査、追加公募を行い事業の補強・加速を図る。実施体制については、別紙を参照のこと。

##### 5. 1 2022年度事業内容

研究開発項目① 「超臨界地熱資源技術開発」＜委託事業＞

テーマ名「超臨界地熱資源量評価（湯沢南部地域）」

微小地震観測データ蓄積の他、速度層構造解析により震源位置精度向上を図る。資源量評価は、自然状態シミュレーションを継続するとともに、坑井モデルと自然状態モデルの接続方法検討から超臨界領域における坑井周辺挙動予測の精度向上を図る。試錐仕様検討は、掘削時坑内環境予測、坑井材料の局部腐食検討、試錐座候補地現地調査、深部構造調査試錐仕様検討を行う。

テーマ名「資源量評価（葛根田地域）」

自然電磁探査、微小地震モニタリングを継続するとともに、反射法地震探査を実施することに加え、超臨界地熱システム内外での物性に関する理解を深化させる。これらの成果をもとに超臨界地熱システムモデルの精緻化を図り、広域地熱系の自然状態シミュレーションを行う。また、深部構造試錐井、超臨界地熱調査井の仕様策定、技術的検討を行う。

テーマ名「超臨界地熱資源量評価（八幡平地域）」

補完地表調査として、補足 MT 法電磁探査、および重力探査を実施する。また、資源量評価として、溶融モデルによる生産予測、および最適生産システム検討を実施する。また、深部構造試錐・超臨界地熱調査井の検討として仕様・費用を検討し、経済性評価として情報収集および概略検討を実施する。

テーマ名「超臨界地熱資源量評価（九重地域）」

補完地表調査と概念モデル構築のうち、高密度 MT 法探査、反射法地震探査データ解析、微小地震モニタリングを継続して実施する。また、有望地点周辺の地質学、地球化学データの収集・解析と深部構造調査試錐および超臨界地熱調査井掘削の検討として坑井仕様・作業工程策定・技術的検討を実施するほか、調査井仕様策定の計画立案を検討する。資源量評価では、浅部地熱系の既往データと先行研究で作成した数値モデルを用いて自然状態シミュレーションを実施する。超臨界-亜臨界遷移領域での計算安定性ならびに超臨界地熱流体の性状を表現可能な生産シミュレータの一部開発を実施する。

テーマ名「光ファイバーDASによる超臨界地熱資源探査技術開発」

2022年5月ごろ出光興産所有の滝上発電所 TP-2 地熱井と周辺の 11 か所に震源、地表地震計を用いた DAS 地震探査を実施予定である。他に、九州地区、北海道地区、八幡平地区などで DAS 地震探査を実施することを計画する。2021 年度導入した超臨界水環境下処理装置および光計測システムを用いて、種々の被覆が施されている市販光ファイバーの劣化挙動を評価する。対象ファイバーとして、Au、C/Au、C/Cu、C/ポリイミドを取り上げる。上記基礎データをもとに、光ファイバーの損傷度評価法を検討する。

研究開発項目② 「環境保全対策技術開発」＜委託事業＞

テーマ名「気象調査代替手法および新たな大気拡散予測手法の研究開発」

数値気象モデルと現地観測データとの比較を進め、気象調査代替手法の課題を抽出する。また、気象モデルと高解像度気流予測モデルとの結合モデル及び機械学習による試計算を実施し、風速・風向の再現精度を確認する。加えて、大気拡散予測手法の高度化に必要な気流乱れの情報を取得するため、UAV 等を用いた乱流強度測定手法の開発に着手し、試験測定によりその適用性を確認する。

テーマ名「IoT 硫化水素モニタリングシステムの開発」

小型連続測定器の実証機及び低濃度領域測定器の試作機を製作し動作確認を行う。性能評価試験については装置を組み上げるとともに、試験計画を作成する。IoT システムは通信システムの設計及び現地試験を行う。また、見える化手法は 2023 年度の実装方針の検討にむけシミュレーション手法の開発を実施する。さらに、測定器の現地実証試験について候補地を選定する。

研究開発項目③ 「地熱発電高度利用化技術開発」＜委託事業＞

テーマ名「蒸気生産データの AI 処理による坑内および貯留層での早期異常検知技術の開発」

2021 年度に引き続き、微小地震データ、検層データ等、AI に必要な基礎データの収集や特徴パラメータの抽出を行う。また、複数の変数を対象とした AI の開発を開始し、生産変動への影響因子の抽出を目指す。さらに、過去の生産記録をもとに、異常発生時にその原因と重大度を提示可能な手法の開発を行う。

テーマ名「坑内異常自動検出 AI 方式、耐熱坑内可視カメラ（BHS）開発」

試作したカメラ検層器の耐熱性能について、現地試験により検証するとともに、改良点の洗い出しを行う。画像鮮明化処理については、現地試験データを用い、効果的なノイズフィルターの利用方法の検討を行い、ハードウェア化に向けたソフトウェア作成に着手する。AIによる異常検出については、損傷事例についての学習を行い、正常・スケール付着・損傷についての判別ができるシステムを構築する。

テーマ名「光ファイバマルチセンシング・AIによる長期貯留層モニタリング技術の開発」

短尺の高温用光ケーブルを試作し、性能試験を実施する。2種類の圧力計測技術ではセンサを開発・試作し、各種試験・改良を行い、その性能を評価する。2種類の流量計測技術ではセンサ試作や数値シミュレーションを実施する。振動計測技術では引き続きフィールド試験を実施する。光ファイバ設置器具と坑口装置を試作し、性能を評価する。長期貯留層モニタリング技術に有効なAI技術および遠隔モニタリングシステムの構築を行う。

テーマ名「AIを利用した在来型地熱貯留層の構造・状態推定」

①2021年度に策定したデータ仕様にに基づきデータ収集を継続するとともに、AI機能の本仕様に基づいて地下状態・構造を推定する基本機能の開発を完了する。さらに、人工データ等を使用した性能評価を行う。②スパースモデリングによるMT法データの逆解析プログラムの基本機能を開発し、性能評価および改良を行う。また、比抵抗構造時間変化モデリングのプログラムの基本機能開発を行う。

テーマ名「地熱貯留層設計・管理のための耐高温・大深度地殻応力測定法の実用化」

他プロジェクトで掘削された実坑井を用いた泥水対応ツールの動作試験、マルチコア採取型ツールの製作、市販の方位センサーを組み込んだ坑内装置を製作、それらを地表設備、神岡鉱山および地表から掘削した試験坑井で動作試験して必要な改良を行う。また、地熱開発における地殻応力の有効性評価を目的として国内の地熱地帯を構成する熱源および貯留層と断裂構造を調査する。

テーマ名「発電設備利用率向上に向けたスケールモニタリングとAI利活用に関する技術開発」

標準的な「スケールモニタリング法」の確立のために、更なる改良研究を行う。それと並行して九州管内の地熱発電所等にて熱水、蒸気、二相流を対象としたテストピース浸漬試験を実施し、AIへの入力用データベースの構築をめざす。スケール生成予測を実現するAIへデータ入力の試行を行い、ワークフローの概念を固めるとともに、実証試験の仕様検討、装置製作を行う。

テーマ名「地熱発電持続可能性維持のためのIoT-AI技術開発」

①全体システム設計では、要素技術の検証試験の計画の立案・調整を行う。②IoTセンサ技術開発では、2021年度に整理した課題を解決するIoTセンサの設計・計測試験を行うほか、管厚計測の製作、二相流計測装置の改良・検証試験を行う。③蒸気生産部門のO&M最適化では、機械学習手法に基づきDCS・IoT計測データならびにシミュレーションデータを統合する技術開発を行うほか、腐食シミュレーション高度化のための技術検討を行う。④地熱発電プラント全体のO&M最適化では、2021年度に基本設計を行った操業管理システムのプロトタイプ実装と試験的な接続検証・課題抽出を実施するほか、システム用のクラウド環境を整備し、複数のサービスをOS環境に依存せずにネットワークを介して利用するためのマイクロサービスアーキテクチャを構築する。

## 5.2 2022年度事業規模

需給勘定 1270百万円（NEDO負担分）（継続）

※事業規模については、変動がありうる。



## 6. その他重要事項

### (1) 評価の方法

NEDOは、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、技術評価実施規程に基づき、プロジェクト評価を実施する。中間評価を2023年度に実施する。

### (2) 運営・管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有するNEDOは、経済産業省と密接な関係を維持しつつ、事業の目的及び目標に照らして本研究開発の適切な運営管理を実施する。また、外部有識者や産業界の意見等を踏まえ、NEDOは研究進捗把握、予算配分、情報共有、技術連携等のマネジメントを行う。また、プロジェクトの進捗状況や当該分野における技術動向、政策動向等を踏まえ、経済産業省、JOGMEC、研究開発実施者、外部有識者等と連携し、当該分野における技術開発ロードマップを策定する。

本事業への参加者は、これらのNEDOのマネジメントに従い、地熱発電の開発普及のために必要な取組に協力するものとする。

### (3) 複数年度契約の実施

2022～2024年度の複数年度契約を行う。

### (4) 知財マネジメントにかかる運用

「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」に従ってプロジェクトを実施する。(委託事業のみを対象とする。ただし調査事業を除く。)

### (5) データマネジメントにかかる運用

「NEDOプロジェクトにおけるデータマネジメントに係る基本方針(委託者指定データを指定しない場合)」に従ってプロジェクトを実施する。(委託事業のみを対象とする。ただし調査事業を除く。)

### (6) 標準化施策等との連携

地熱発電技術分野に関わりのある、国際標準化機関やフォーラムの活動概要、これらの機関における規格、ガイドライン等の検討・策定状況及びその概要、主なプレーヤーの参加状況及び日本のポジション等について調査等を行う。

## 7. 実施方針の改定履歴

(1) 2022年2月28日、制定。

(2) 2022年4月25日、改訂。プロジェクトマネージャー変更のため。

(3) 2022年9月15日、改訂。実施者の体制変更のため。

(別紙) 事業実施体制の全体図





