

## 2023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 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 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）」

最終的な比抵抗構造から概念モデルを修正し、自然状態シミュレーションにより熱源、シリカデポジション不透水層、浸透率等について検討し、高い精度で実測値とのマッチングが得られた。生産量予測は坑井モデルとシミュレーションモデル接続方法について検討を開始した。自然状態シミュレーション結果から、深部構造調査試錐の掘削ターゲットとして秋ノ宮地域を抽出し、深部構造調査試錐井の掘削計画を立案した。

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した。加えて、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た。これらの成果をもとに超臨界地熱システムモデルを精緻化し、広域地熱系の自然状態シミュレーションを開始した。また、深部構造調査試錐井の仕様策定、技術的検討を行うとともに超臨界地熱調査井の詳細検討を開始した。

テーマ名「超臨界地熱資源量評価（八幡平地域）」

補完地表調査では、微小地震観測を継続するとともに、重力探査を実施した。MT法電磁探査については、許認可の都合で2023年度に実施時期を変更した。資源量評価では、推定熱源岩体内部の構造について、中心が部分熔融状態にあり、その外側に超臨界流体が貯留されている状況を想定した「中間モデル」を作成した。また深部構造調査試錐の仕様を作成し、掘削費用の試算を行った。

テーマ名「超臨界地熱資源量評価（九重地域）」

昨年度および今年度実施した各種地表探査等の結果を基に九重地域の初版地熱系概念モデルを作成し、初版地熱系概念モデルに基づいた貯留層シミュレーション（2D：概念モデル検証，3D：自然状態シミュレーション）まで実施をした。また、構造調査試錐井掘削仕様の検討（掘削計画、調査・試験項目、費用積算等）、掘削に伴う敷地・搬入路等の基本計画並びに地権者情報調査を実施した。

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」

大分県滝上および秋田県木地山地熱フィールドにおいて光ファイバーDAS地震波モニタリングを実施した。滝上においては南北走行の垂直に近い断層の存在を求めた。南北方向にほぼ一様な地震波速度構造を求めた。また深さ1km、2－3kmに存在する反射面を明らかにした。木地山では南北断面に沿っての地震波速度構造と反射面を明らかにした。S波震源の有用性を確かめた。各種の高温型光ファイバーに対して、高温高压水中において光透過スペクトル変化を連続的に計測することにより、光ファイバーの損傷挙動を把握した。また、センサの耐久性を確保するためには、センサデバイスの環境遮蔽性の向上が極めて重要であることがわかった。また、将来のDASセンサに入射する地震波の三次元成分分解のための基礎研究を開始した。

## 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」

数値気象モデルと現地観測データとの比較を進めた。また、気象モデルの設定に関して感度解析を実施し、地上風速の過大評価傾向について、改善の効果が得られた。力学的ダウンスケーリング手法および機械学習による複雑地形上の風速予測手法については、既往の環境アセスメントを対象に妥当性確認を進めた。また、2023 年度に実施する拡散実験の候補地選定のため予備調査を実施し、候補地を決定した。

### 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および低濃度領域測定器の試作機を製作し動作テストを行った。性能評価試験の試験装置を組み上げテストを行い、試験計画を作成した。IoT システムはテスト通信に成功し、WEB アプリケーションの製作に着手した。見える化手法は最適なシミュレーション手法の選定方針を決定した。実証試験は予備調査を実施し候補地を決定した。また、硫化水素の影響有無の判断基準選定に向けた検討を行った。

## 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」

2021 年度に引き続き、蒸気生産データ、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を行った。生産異常の目視検出・判定に加え特徴パラメータの抽出を行った。また、生産変動への影響因子の抽出を目的として、複数の変数を対象とした AI の開発を開始するとともに、生産データの将来予測手法および異常の早期検出手法実現の目途を得た。

### 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」

試作したカメラ検層器を地熱井に降下させ、耐熱性能・画像取得に係わる実証試験を行った。その結果に基づき改良点を抽出し、改良を行っている。画像鮮明化処理では、かすみ除去・2次元及び3次元ノイズフィルターを組み合わせたシステムを製作し、実動画に適用させ、その効果を把握した。AI による異常検出では、正常・スケール付着・視界不良に区分したシステムを構築した。

### 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」

高温用光ケーブルを短尺で製作し、その特性を確認した。2種類の圧力計測技術では、センサを試作し、その性能を評価して課題を抽出した。2種類の流量計測技術では、室内実験および流体-構造連成解析による評価を行った。また、センサを試作し、その性能を評価した。振動計測技術では、地熱フィールドで約 50 日間の連続観測を実施した。DAS の大容量データ整理の機械化フローを確立し、手作業によるコストを 90%以上削減したほか、衛星通信サービスを用いた VPN 環境を構築し、遠隔モニタリング環境を実現した。

### 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」

①2021 年度に引き続き温度推定 AI の開発を進め、畳み込みニューラルネットワークによる推定手法のアプリ化、Physics-Informed ニューラルネットワークによる推定手法の実装を行った。さらに、有望領域推定 AI の開発に着手し、画像認識による有望度推定機能の実装を完了した。②スパースモデリングを導入した MT 法データの 1次元および 2次元逆解析プログラムを作成した。さらに、3次元化のための順解析プログラムの作成を完了した。

### 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」

前年度および地表設備による掘削試験の結果を踏まえて応力記録コアを得るための掘削条件の検討とコアビットの改良を行った。また、マルチ二重コアリングツールの 1つとなる改良ロッド型を製作した。岩手県北上山地の花崗岩塊に深度 100m程度の鉛直坑井を設けた。これを用いた掘削試験を行い、製作したツールとコアビットが良好に動作することを検証した。さらにコア方位を測定する方法を決定し、その装置を製作した。

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」

標準的な「スケールモニタリング法」の確立に向けて、山下池地域および滝上バイナリー発電所にて、熱水、二相流を対象としたテストピース浸漬試験を実施した。現地試験からAIによるスケール生成予測までのワークフローの標準化をめざし、分析結果をもとにしたスケール生成予測を試行するとともに実証試験装置の仕様検討、製作を行った。

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」

システム全体像の設計および各要素間インターフェースの検討のほか、個別の要素技術（②センサ技術の研究開発、③蒸気生産部門のO&M最適化の研究開発（③-1：在来型・非在来型センサデータを統合した予知保全システムの設計・③-2：独自非定常坑井シミュレータを活用した安定条件の定式化と他シミュレーションモデルとの連携・③-3：AI技術を用いた坑井-貯留層モデルの最適化・③-4：腐食・スケール成長シミュレータの開発）・④地熱発電プラント全体のO&M最適化の研究開発）の開発を実施した。

#### 4. 2 実績推移

年度	2021	2022
	委託	委託
需給勘定 (百万円)	1220	1270
特許出願件数 (件)	0	1
論文発表件数 (件)	4	13
フォーラム等 (件)	31	52

※2022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 2023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の蓄積と速度層構造解析の最適化により熱源位置の精度向上を図る。資源量評価は引き続き空隙率・シリカシーリング通路・貯留層浸透率等の数値モデル改良を行い、MINCモデルを含めたモデルによる生産領域での超臨界地熱流体の挙動検討に努めて生産量予測精度向上を図る。超臨界地熱調査井の仕様検討は、坑内環境予測・局部腐食・HSE等を引き続き行う。

テーマ名「資源量評価（葛根田地域）」

超臨界地熱システムモデルを精緻化し、これをベースに自然状態シミュレーション、ならびに抽熱シミュレーションを行い、葛根田地域での超臨界地熱資源の詳細評価を行う。また、超臨界地熱調査井の詳細仕様およびHSEマネジメントプランの策定を行う。さらに経済性評価を行い、総合的視点から葛根田地域の優位性を示す。

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 法電磁探査を実施し、加えて前年度から継続して微小地震観測を実施する。また、資源量評価として中間モデルによる生産予測、および資源量評価結果のとりまとめを実施する。加えて、深部構造試錐・超臨界地熱調査井の検討として仕様・費用を提示する。また、資源量評価・掘削費用検討結果に基づく経済性評価を実施する。

テーマ名「超臨界地熱資源量評価（九重地域）」

実施中の微小地震モニタリング、地化学などの調査結果および反射法探査、MT 法探査結果を追加し、初版概念モデルのアップデートを実施する。アップデートされたモデルをシミュレーションに反映することにより、モデルの最適化と自然状態モデルによる生産予測シミュレーションを実施する。また、超臨界調査井掘削仕様の検討（掘削計画、調査・試験項目、HSE、費用積算等）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」

九州電力の保有する八丁原地熱発電所の地熱坑井を借用し光ファイバーDAS による地震探査を行う。これにより八丁原の地下地熱構造を明らかにする。横波の特性も検討する。各種の高温型光ファイバーに対して、光ファイバーの損傷度評価手法を確立する。また、センサデバイス要素モデルを用いて、デバイスの環境遮蔽性評価手法を確立する。入射地震波の三次元成分分解のための基礎研究を開始した。DAS センサで得られた信号の地震波の三次元成分への分解についての基礎研究も継続する。

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」

気象モデルの設定に関する感度解析を実施し、最終的な設定を決定する。また、24 時間値の予測が可能な大気拡散予測モデルの整備を進め、実地形を対象とした試算を実施する。加えて、拡散予測モデル検証用のため、地熱発電所における拡散実験を実施する。また、2022 年度までに実施した着氷観測の結果に基づき、着氷予測モデルの改良・高度化を進める。

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について性能評価試験を行い、低濃度領域測定器は反応系等のこれまでの要素開発を踏まえ装置化を実施する。IoT システムは WEB アプリケーションの開発を進め衛星通信や気象データ確認を含めた現地試験を行う。また、見える化手法はシミュレーション手法の開発を進め実装方針を決定する。さらに現地実証試験の詳細計画を策定するとともに測定ガイドの作成に着手する。

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」

2022 年度に引き続き、複数の変数を対象とした AI の開発を継続し、坑井・貯留層に関連したデータから、生産データへの影響因子と影響の程度を抽出可能な手法を実現させる。また、本事業を通じて開発した AI ソフトウェアを蒸気生産設備で稼働中の坑井データ監視・記録システムで運用可能にするためのコーディングおよび必要なハードウェアの設計・開発を行うとともに、これらを坑井データ監視・記録システムへ組み込み、2024 年度からの実証試験を実現可能にする。

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」

改良機による実証試験を行い、さらなる改良を経て、200℃の環境で 4 時間以上動作できる坑内可視カメラを完成させる。画像鮮明化処理については、ハードウェア・ソフトウェアを実証試験で動作させ、改良点の抽出と再改良を行う。AI 学習については、側方視による損傷事例も含めた判別ができるシステムと再学習機能開発を行い、実証試験での検証を経てシステムとして完成させる。

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」

長尺の高温用光ケーブルを製作し、フィールド試験に備える。2 種類の圧力計測技術では、試作

センサを改良し、その性能を評価してシステムを構築する。2種類の流量計測技術では、室内実験の実施や数値シミュレーションによる速度分布の相関予測法の構築、センサの試作を行い、システムを構築する。DAS観測で得られる大容量データのオンサイト、オンライン処理を実現するほか、AI活用によるデータ整理の更なる効率化を図る。

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温度推定AI、有望領域推定AIについて、人工データおよび実フィールドデータを使用した性能評価を実施し、必要に応じて改良を行う。また、開発したプログラムのユーザーインターフェースを整備する。②スパースモデリングを導入したMT法データの3次元逆解析プログラムを完成させる。プログラムの性能評価を行うとともに、ユーザーインターフェースを整備する。

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」

ワイヤーライン型のマルチ二重コアリングツールを製作して北上山地および神岡鉱山に設けた坑井で動作試験を行う。前年度に製作したコア方位測定装置をワイヤーライン型および改良ロッド型のマルチ二重コアリングツールと組み合わせた掘削試験を行ってコア方位測定装置の検証を行う。また、断裂貯留層モデルによるシミュレーションを実施して、断裂系の透水性が地殻応力によって変化する挙動を調べる。

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」

「スケールモニタリング法」の確立に向けて、引き続きテストピース浸漬試験の実施とAIによるスケール生成予測を試行し、試験内容やAIへの入力データベース等の検討・改良を行う。作製した試験装置を用いて実証試験を行い、実証試験によって得られた結果とAIによるスケール生成予測との比較・評価を行うとともに、評価結果を試験内容等に反映させる。

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」

引き続き個々の要素技術(②センサ技術の研究開発、③蒸気生産部門のO&M最適化の研究開発(③-1:在来型・非在来型センサデータを統合した予知保全システム的设计・③-2:独自非正常坑井シミュレータを活用した安定条件の定式化と他シミュレーションモデルとの連携・③-3:AI技術を用いた坑井一貯留層モデルの最適化・③-4:腐食・スケール成長シミュレータの開発)・④地熱発電プラント全体のO&M最適化の研究開発)の開発とモデルフィールドでの検証試験を行うとともに、対象地熱発電所の過去データでの検証による持続的な利用率向上の見込みを示す。

## 5. 2 2023年度事業規模

需給勘定 1203百万円(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) 2023年3月3日、制定。

(別紙) 事業実施体制の全体図





