

2021年度成果報告会

超臨界地熱発電技術研究開発/ 超臨界地熱資源の評価と調査井仕様の詳細設計/ 湯沢南部地域における超臨界地熱資源の評価と 発電可能量の推定に関する研究開発

日鉄鉱コンサルタント(株)

問い合わせ先
日鉄鉱コンサルタント(株)
E-mail:Tomita@nmconsults.co.jp
TEL:03-6414-2764

事業概要

1. 期間

開始: 2020年7月

終了: 2021年2月

2. 最終目標

地表調査(地質, 地化学, 物理探査等)を行うことで, 地下5km 以浅に比較的若い年代のマグマが定置した箇所を特定し, 超臨界地熱資源量を具体的に評価する(1地域あたり100MW 規模)。

3. 成果・進捗概要

超臨界地熱資源の分布, 性状, 規模等を把握することを目的として, 超臨界地熱資源システムが形成される可能性が高い「湯沢南部地域」をモデルフィールドとして研究開発を行った。具体的には, 地下深部の構造を把握するための地表調査(MT法電磁探査)を実施するとともに, 既存の地質・地震・重力・地化学データを統合して, 本地域の超臨界地熱資源領域を含めた地熱構造モデルを提示し, 自然状態シミュレーションにより既存坑井の実測温度などをおおむね再現し, 当初の目的を達成した。

背景・目的

内閣府が示した「エネルギー・環境イノベーション戦略」(2016)を受け、NEDOでは2017年度に「超臨界地熱発電の実現可能性調査」、2018年度から「超臨界地熱発電技術研究開発」事業を実施し、我が国で超臨界地熱資源存在の可能性が高いと想定される、複数地域における資源量の評価や複数モデルの提示等を行っている他、調査井に必要な技術課題の整理と具体的な調査井に必要な仕様(安全・環境対応等を含む)の検討等を実施している。

「超臨界地熱発電の実現可能性調査」の結果を受け、超臨界地熱資源の分布、性状、規模等を把握することを目的に、超臨界地熱資源システムが形成される可能性が高い地域の1つとして、下記の理由から秋田県湯沢市の「湯沢南部地域」(上の岱、山葵沢、小安の開発地域を含む)をモデルフィールドとして研究開発を実施した。

- ・本地域は、国による地熱調査や企業による地熱開発事業における坑井調査によって、実測で300℃を超える高温領域が確認されており、超臨界地熱資源が賦存する可能性が高い。
- ・「超臨界地熱資源先導調査」によって、熱源に関連すると考えられる低比抵抗帯が捕捉されており、資源量評価対象の目途がついている。

研究開発目標

最終目標(2021年2月末)

地表調査(地質, 地化学, 物理探査等)を行うことで, 地下5km 以浅に比較的若い年代のマグマが定置した箇所を特定し, 超臨界地熱資源量を具体的に評価する(1 地域あたり100MW 規模)。

研究開発項目毎の目標と達成状況，課題

地表調査・地熱構造モデルの構築

目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
<u>①地表調査</u>			
MT法電磁探査及び比抵抗3次元解析により地熱構造モデルを精緻化。	超臨界地熱資源の熱源と考えられる深部低比抵抗構造を明らかにした。	○	深部低比抵抗域南部にMT法電磁探査測点を追加するとともに，微小地震観測により超臨界地熱資源の熱源分布の精緻化を図る。
<u>②地熱構造モデルの構築</u>			
既存の地熱調査データを用いた解析結果を組み入れ，超臨界地熱資源を含めた地熱構造モデルを構築。	超臨界地熱資源領域を含めた地熱構造モデルを提示した。	○	精緻化した熱源分布に基づき，より妥当性の高い超臨界地熱資源に関する地熱構造モデルを構築する。

研究開発項目毎の目標と達成状況，課題

資源量評価

目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
<u>③資源量評価</u>			
3次元ブロックモデルにより超臨界地熱資源が賦存する可能性のある地下深部までの自然状態シミュレーションを実施し、推定された超臨界地熱資源に対して生産井を仮定した生産予測シミュレーションを行う。	坑井温度などを十分再現した自然状態モデルを構築して超臨界地熱資源の存在を推定し、超臨界地熱資源域に生産井を掘削すると仮定した場合の生産予測を試みた。	△	自然状態シミュレーションにおいて超臨界領域を含む深部のパラメーターを再検討するほか、生産・還元井配置、発電方式（EGS等）を検討し、安定した蒸気生産量を維持する生産予測シミュレーションを行う。

研究開発項目毎の目標と達成状況，課題

社会環境情報の収集・整理，総合評価

目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
④社会環境情報の収集・整理			
社会環境や環境規制の情報を収集。	開発可能性の検討に十分な情報を収集した。	○	
⑤総合評価			
地熱構造モデル・資源量評価結果の妥当性と問題点の把握。 100MW規模の超臨界地熱発電が可能であることを示す。	地熱構造モデル・資源量評価結果の妥当性と問題点を整理した。	△	最適条件のシミュレーションによる試錐ターゲットの選定と評価を踏まえ，100MW規模の超臨界地熱発電が可能であることを示す。

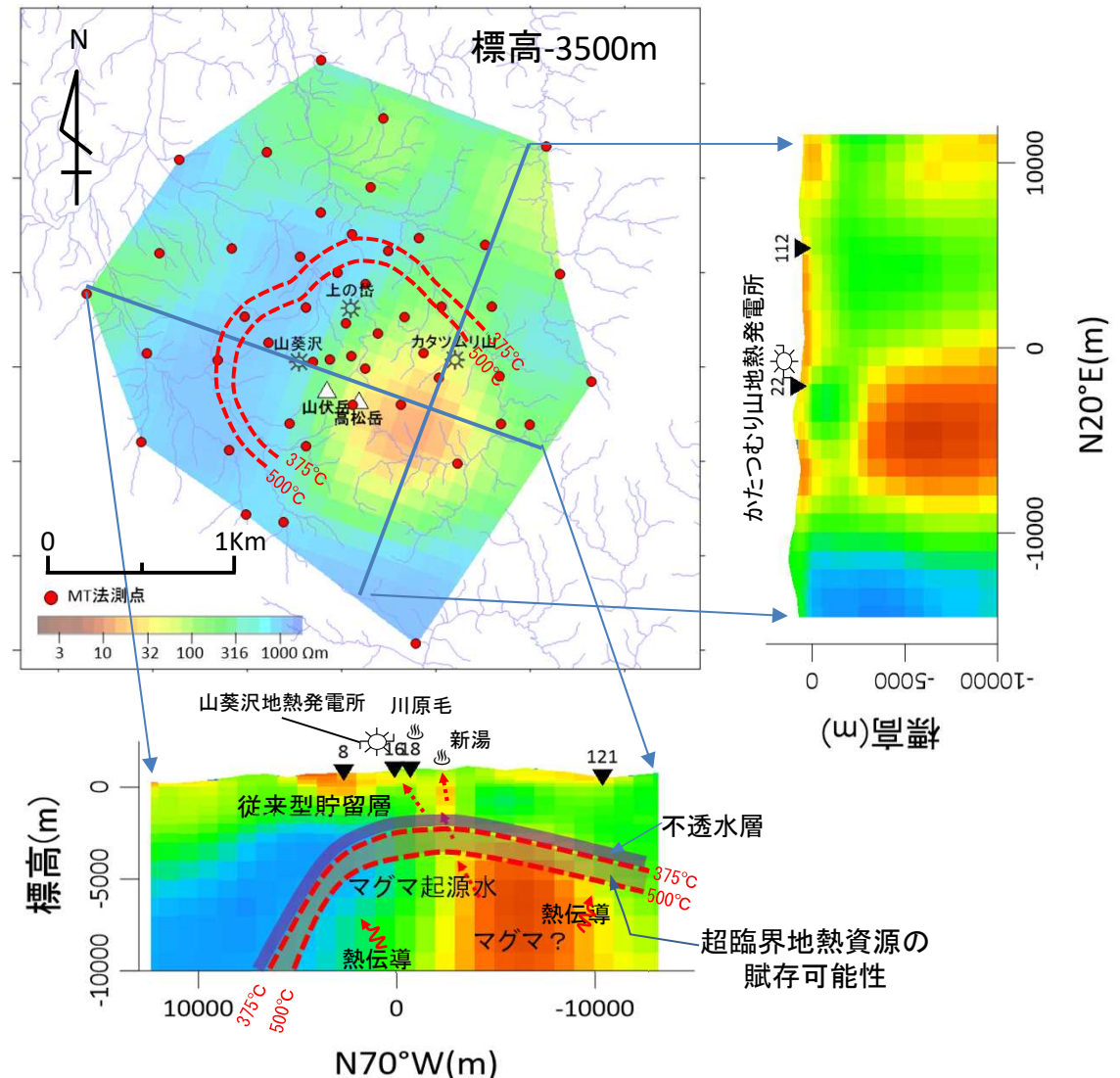
研究成果

①地表調査

MT法電磁探査及び比抵抗3次元解析により，超臨界地熱資源の熱源と考えられる深部低比抵抗構造を明らかにした。

②地熱構造モデルの構築

地表調査による比抵抗構造及び豊富な既存調査データを総合的に解析し，超臨界地熱資源領域を含めた地熱構造モデルを提示した。

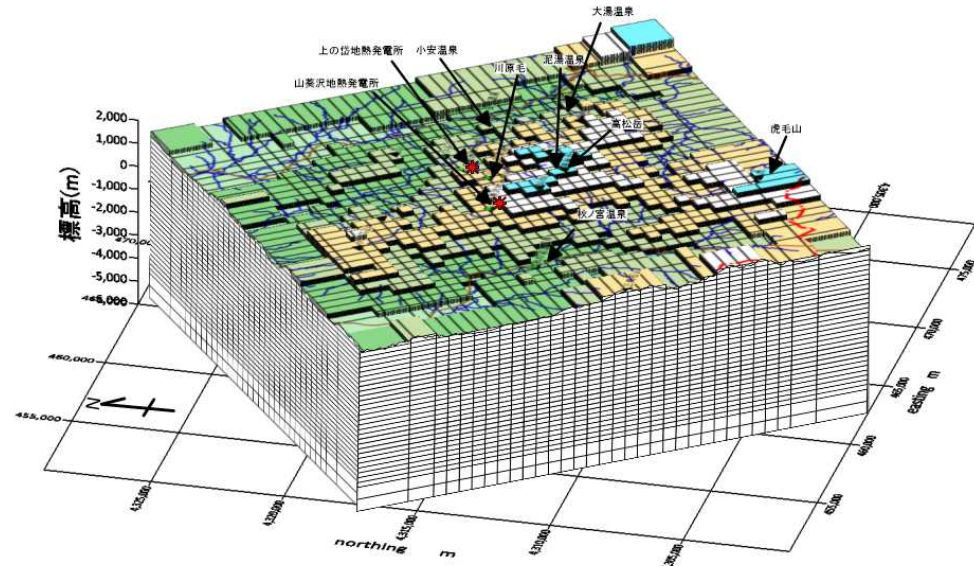


研究成果

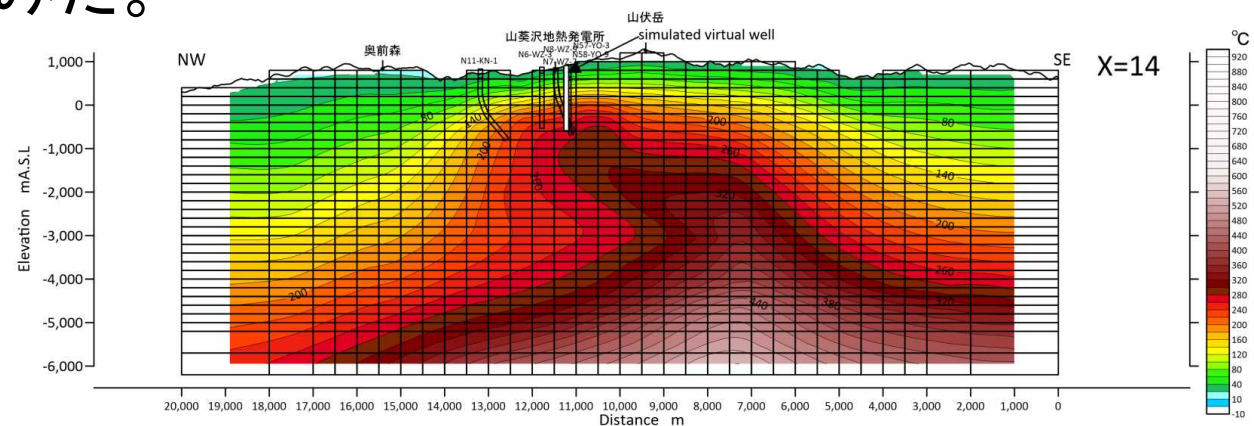
③資源量評価

坑井実測温度などを再現し，超臨界地熱資源が分布することが推定された。

超臨界地熱資源域に生産井を掘削すると仮定した場合の生産予測を試みた。



解析領域及びブロック分割(数値モデル)

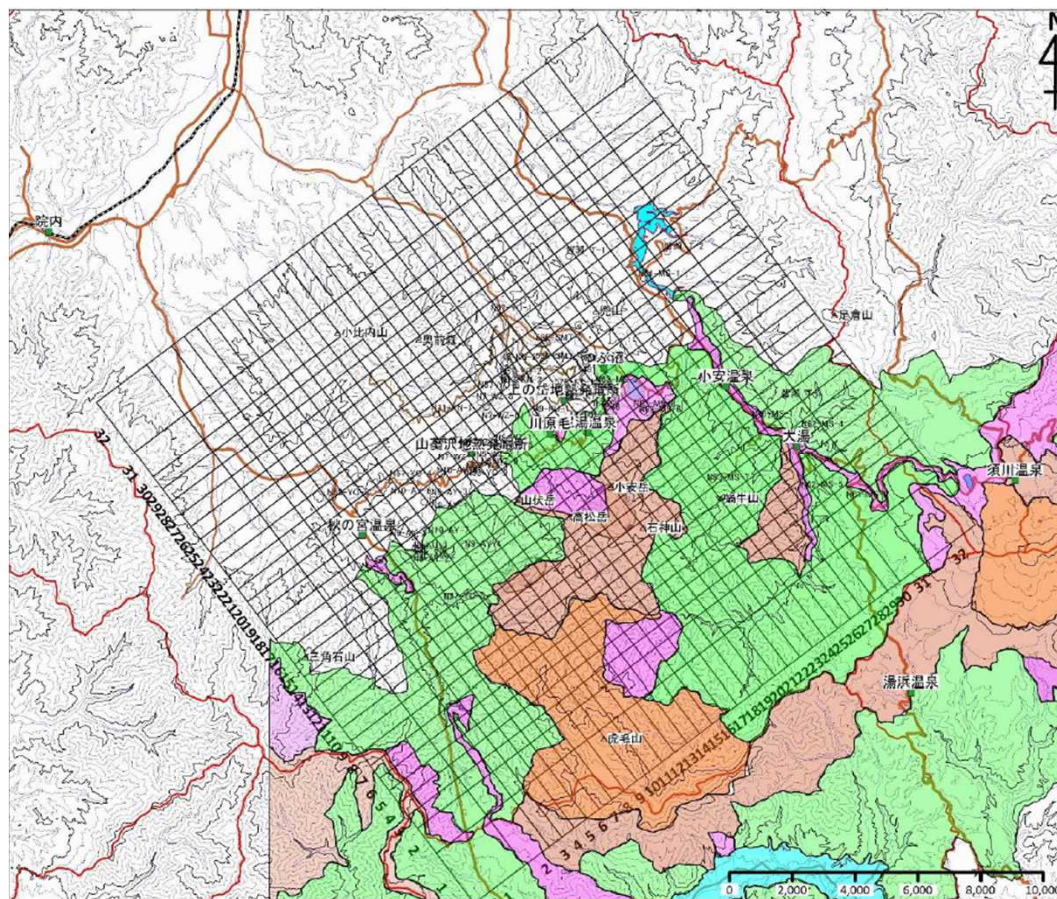


自然状態シミュレーションによる推定温度構造
(山葵沢地熱発電所を通る断面)

研究成果

④社会環境情報の収集・整理

本地域の社会環境・環境規制区域等の情報を収集し、今後の研究や開発可能性の検討に反映させた。



環境規制区域例：自然公園区分(栗駒国定公園範囲図)

今後の技術課題

- **地熱構造モデル**：湯沢南部地域における地熱資源の熱源と考えられる基盤岩中の**深部低比抵抗構造**を明らかにし、**既存調査データ**と合わせ総合的に解析し、**超臨界に関する地熱構造モデル**を作成した。一方、**低比抵抗域の南側の測点が地形的制約のため疎であった**。
- **資源量評価**：**自然状態シミュレーション**を実施して**山葵沢地区の坑井実測温度**などを再現し、**超臨界地熱資源が分布することが推定された**。また、**超臨界地熱資源域に生産井を掘削すると仮定した場合の生産予測を試みた**。その結果、**深部低比抵抗域（2020年MT）の再現、生産井・還元井配置、超臨界領域における浸透率等の設定に対する課題が抽出された**。
- **今後の課題**：**当地域の超臨界地熱資源の評価をより信頼できるものにするためには、数値モデルの改良が求められる**。例えば、**温度・圧力の改良や質量流束源の位置の修正が必要である**。また、**安定した目標出力（100MW）のためには、最適な生産・還元井の配置や生産の仕方を検討するとともに、浸透率等の未知パラメータに対する感度解析や資源の利用方法（例えば、EGS）について検討を行う必要がある**。

今後の研究スケジュール

2020年度までの研究において、超臨界地熱資源量の詳細評価と試掘ターゲットを明確にするという狙いには、精度的にいくつかの課題が残った。

従って、超臨界地熱資源の概念モデルに対する課題を解決し(さらに精緻化し)、超臨界地熱資源調査井掘削フェーズにつなげるため、以下の研究開発を実施する。

<資源量評価>

① 補間地表調査

- ・追加データ取得及び再解析(**MT法電磁探査**)
- ・深部低比抵抗領域周辺における震源分布(**微小地震観測**)
- **超臨界地熱資源賦存域(試錐ターゲット)の推定精度向上を図る**

② 概念モデル構築(**超臨界地熱構造モデルの改良**)

③ 資源量評価(**貯留層シミュレーションの詳細化**)

<調査井計画等>

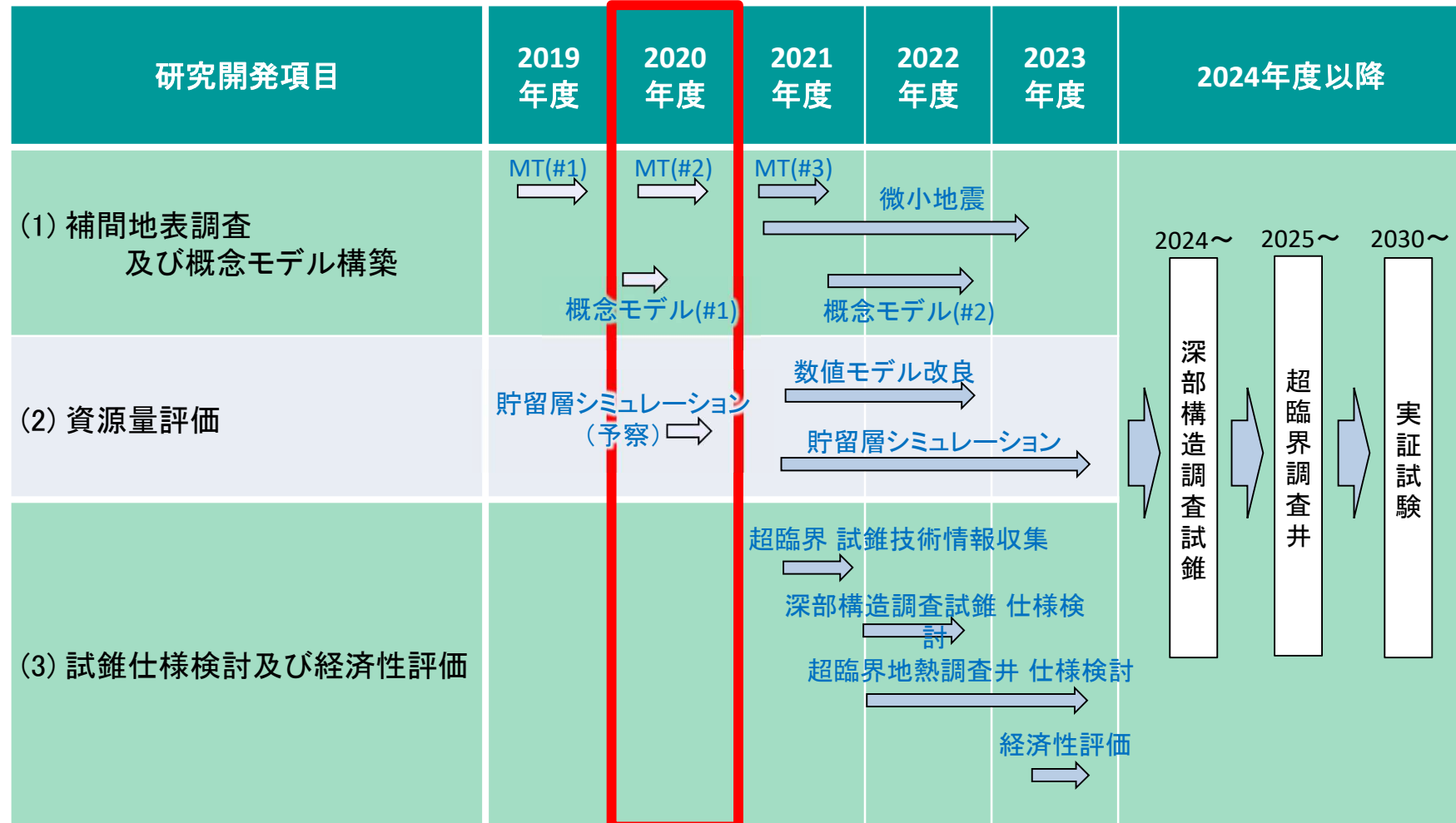
① 深部構造調査試錐に関する仕様及び費用検討

② 調査井**掘削ターゲット候補の選定**(掘削仕様・費用・HSE検討)

③ 総合評価(経済性評価含む)

研究スケジュール(全体)

本研究



まとめ

- 超臨界地熱資源の分布、性状、規模等を把握することを目的に、「超臨界地熱発電の実現可能性調査」により超臨界地熱資源システムが形成される可能性が高い地域の1つとして挙げられた「湯沢南部地域」をモデルフィールドとして研究開発を実施した。
- MT法電磁探査及び比抵抗3次元解析により、高松岳南東地下に超臨界地熱資源の熱源と考えられる深部低比抵抗構造の存在を明らかにするとともに、既存の地熱調査データを用いた解析結果を組み入れ、超臨界地熱資源を含めた地熱構造モデルを提示した。
- 超臨界地熱資源が賦存する可能性のある、地下深部までの自然状態シミュレーションにより、超臨界地熱資源の存在を推定した。また、超臨界地熱資源域に生産井を掘削すると仮定した場合の生産量予測を試みた。
- 開発可能性の検討に十分な社会環境や環境規制の情報を収集した。
- 今後の課題として、地表調査による深部低比抵抗域分布の精緻化、シミュレーションにおける再現、及び浸透率等の検討による生産量予測の妥当性向上等が挙げられる。
- 2021年度以降、補間地表調査及び資源量評価により課題改善を図るとともに、試錐ターゲットの選定、超臨界地熱資源調査井の仕様検討を行う予定である。