

地熱発電導入拡大研究開発

超臨界地熱資源技術開発

資源量評価（葛根田地域）

研究開発責任者 浅沼 宏

（国研）産業技術総合研究所

2023年2月2日

【委託先】

（国研）産業技術総合研究所

（国）東北大学

（国）秋田大学

地熱エンジニアリング（株）

【再委託先】

地熱技術開発（株）

（国）東京工業大学

（国）京都大学

日本オイルエンジニアリング（株）

エスケイエンジニアリング（株）

（株）INPEXドリリング

問い合わせ先

（国研）産業技術総合研究所

浅沼 宏

E-mail: h.asanuma@aist.go.jp

TEL: 029-861-6204

事業概要

1. 背景・目的

これまでの研究開発等を通じて、浅部マグマ上部に超臨界状態（400～500℃、数十MPa以上）の流体を含有した天然の地熱システム（超臨界地熱システム）が形成されている可能性が高いことが示されてきた。

本事業は先行研究開発において地下3km付近に超臨界地熱貯留層が存在する可能性が高いとされた仙岩地域の中心地点である岩手県葛根田地域を対象とし、超臨界地熱システムモデルの精緻化、資源量評価、調査井仕様の策定等を行うことを目的とする。

2. 実施期間

開始： 2021年6月

終了（予定）： 2024年3月

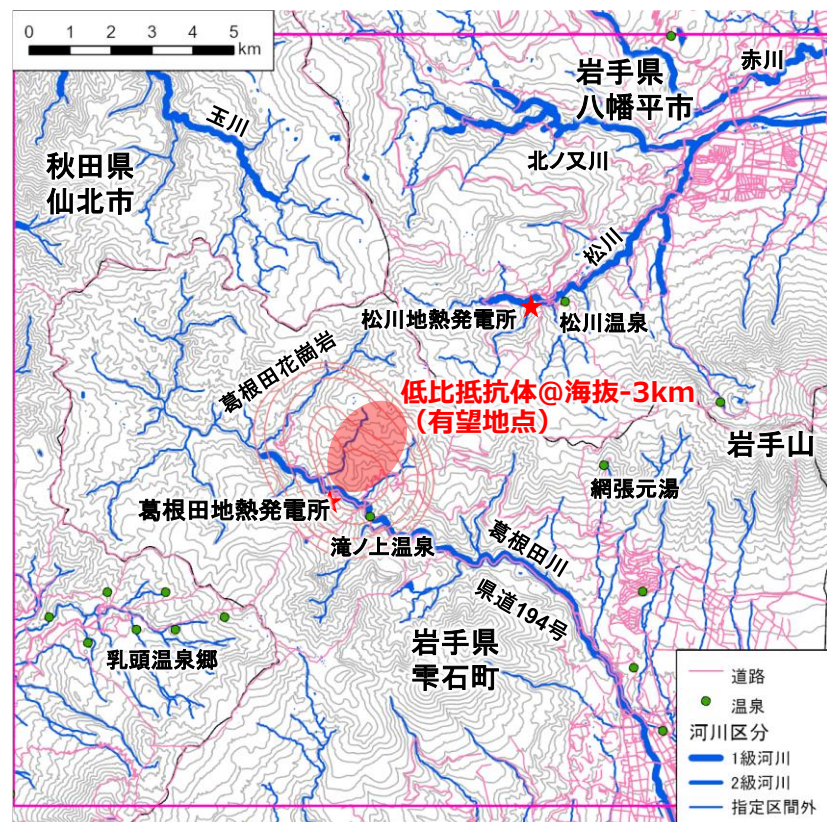
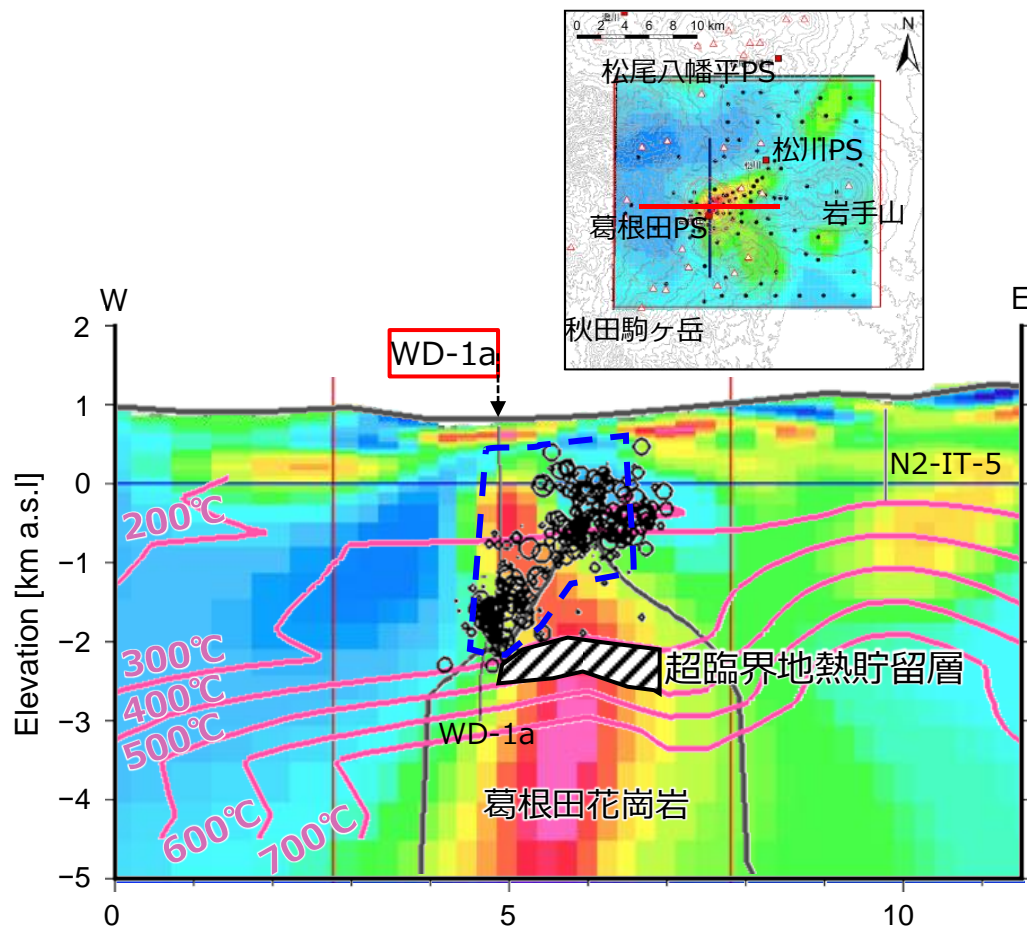
3. 実施内容・最終目標

本研究開発では、①補完地表調査と概念モデル構築、②資源量評価、③深部構造調査試錐の検討、④超臨界地熱調査井仕様の検討、⑤経済性評価、⑥総合評価を実施し、主として以下を達成する。

- (a) 葛根田地域の超臨界地熱システム精緻モデルの同定、抽熱方式、発電可能量の提示
- (b) 深部構造調査試錐井の仕様、工程概要、本坑井を使用した調査・試験プラン等の提示
- (c) 調査井の仕様、工程概要、本坑井を使用した調査・試験プラン等の提示
- (d) 葛根田地域での超臨界地熱発電の経済性
- (e) 葛根田地域での調査井掘削、試験の優位性提示。調査井掘削・試験等へ向けた課題、体制等の整理

研究開発概要

先行研究開発（NEDO，2018～2020）を通じて，仙岩地域（葛根田地点）で地下5km以浅に超臨界地熱システムが存在する地点を特定し，100MWの発電が40年以上可能な開発パターンがあることを示した。

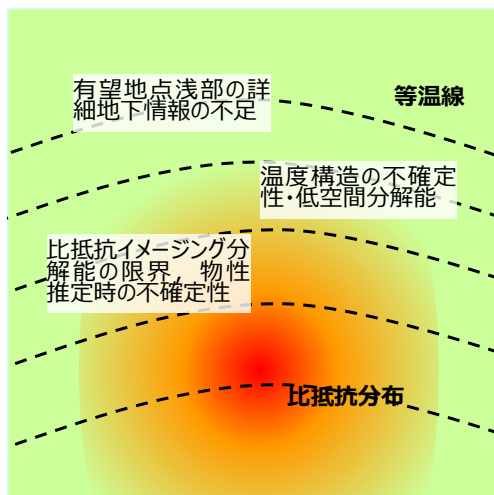


国土地理院の地理院タイル，および地質調査総合センター(2009)全国地熱ポテンシャルマップ CD-ROM 版.数値地質図 GT-4を使用

研究開発概要

岩手県葛根田地域を対象とし、(a)超臨界地熱システムモデルの精緻化による資源量の詳細評価と開発方法の提示、(b)深部構造試錐井および調査井の仕様・試験内容等の策定、(c)本地点での超臨界地熱発電の経済性評価等を行う。

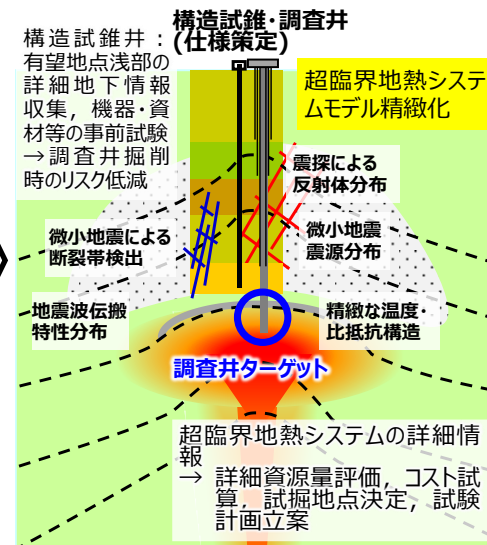
本研究開発までの成果



本研究開発での主な実施内容

- * 有望地点近傍での高密度MT・震探・微小地震モニタリング
- * 既存サンプル・坑井データ等の再解析
- * データのAI・地球統計学的処理による精緻概念モデルの構築
- * 超臨界対応3Dシミュレータによる自然状態評価・資源量詳細評価
- * 超臨界地熱システム性状・資源量評価のための試験シナリオ（決定木）策定
- * 構造試錐井・調査井を用いた資機材試験等の検討
- * 調査井仕様、工程、コストの検討
- * 葛根田地点での超臨界地熱発電経済性精査
- * HSEマネジメント計画立案

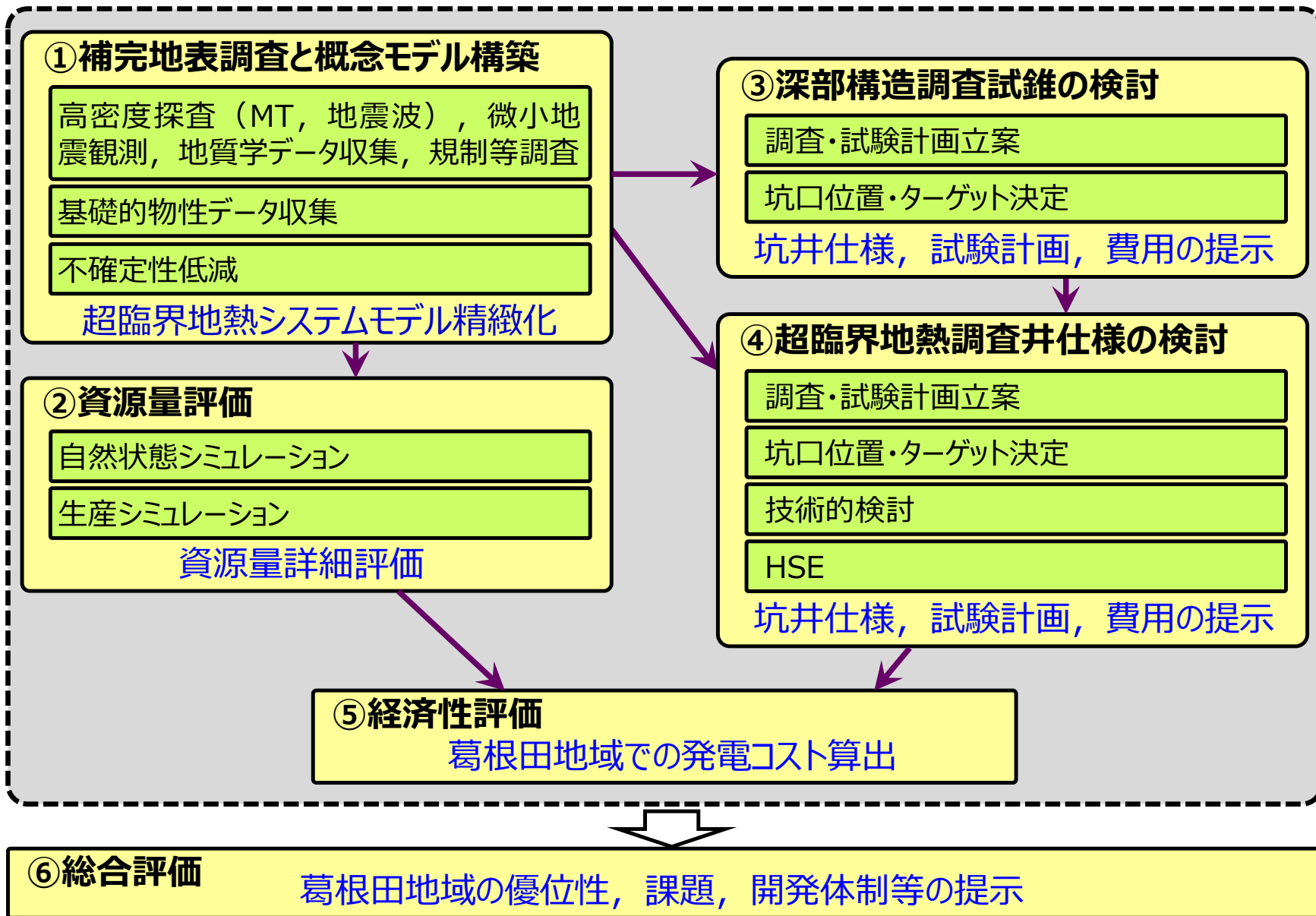
本研究開発の成果



地質学・弾性学・電磁気学等の視点から超臨界地熱システムの性状をより詳細に把握し、信頼性の高い熱構造・透水性分布・資源量を明らかにする。さらに、超臨界地熱システム浅部地下構造の取得のための深部構造試錐井、および超臨界地熱システム内部へ掘り込む調査井の仕様を決定する。

試掘候補地点での調査井詳細仕様、掘削工程、一連の試験計画を立案するとともに、HSEを通じて調査井掘削についてより現実的なプランニングを行う。さらに、試掘・試験を通じた資源存在実証シナリオを策定し、試掘の機会を最大限有効に利用可能にする。

研究開発概要



研究開発概要

研究開発項目	FY2021	FY2022	FY2023
①補完地表調査と概念モデル構築	高密度MT法探査		
	反射法地震探査		
	地質学的データ収集		
	概念モデル精緻化		
②資源量評価	自然状態シミュレーション		
			生産シミュレーション
③深部構造調査試錐の検討	試験計画策定		
	仕様策定・技術的検討		
④超臨界地熱調査井仕様検討	試験計画策定	仕様策定・技術的検討	
		HSE	
⑤経済性評価			経済性評価
⑥総合評価			総合評価

研究成果

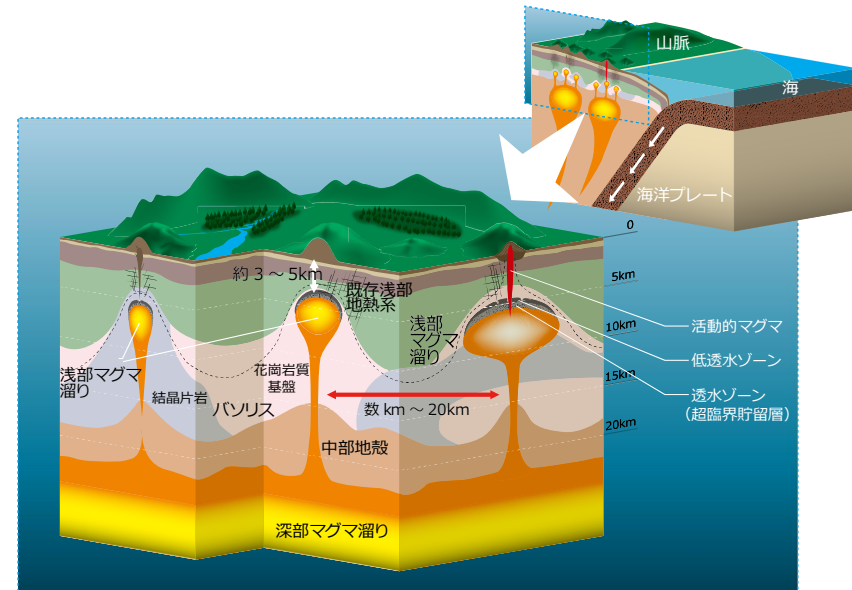
テーマ①補完地表調査と概念モデル構築

葛根田地域における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および抽熱シミュレーションを実現可能にするために以下の調査・研究を実施した（～2023.1）。

- * MT法探査（比抵抗構造）
- * 反射法地震探査（反射構造，地震波速度構造）
- * 微小地震モニタリング（地震波速度構造，反射構造，熱構造モデル検証）
- * 地質学的データ収集・解析
- * 物性データ収集・解析（探査データの解釈）
- * モデルの不確定性低減手法の検討

これらにより，先行研究開発（FY2018～2020）において得られた当地域の超臨界地熱システムモデル，および広域地熱システムモデルを更新した。

今後も新情報により逐次モデルの更新を図る（～FY2023）。



東北地方での超臨界地熱システム概念図

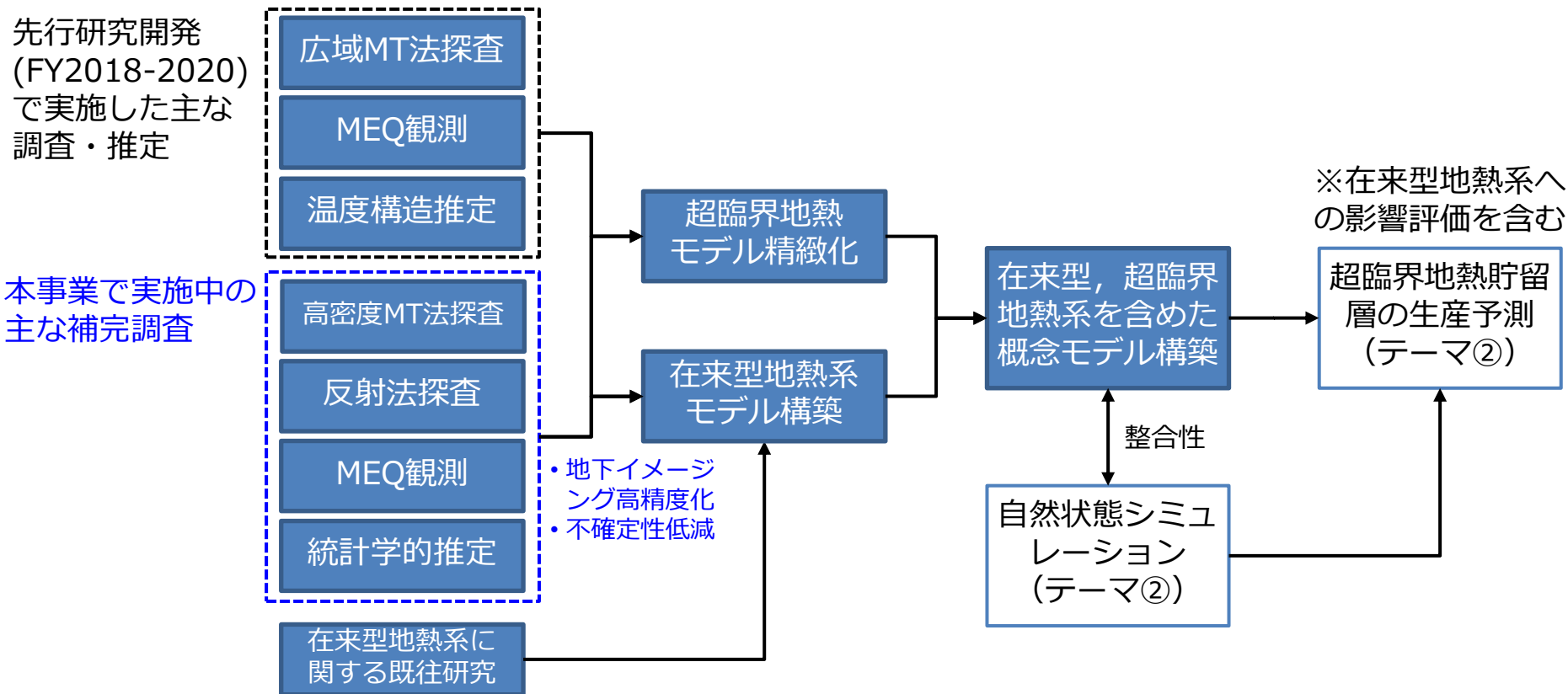


MT法探査

研究成果

テーマ②資源量評価

テーマ①で同定した在来型地熱系及び超臨界地熱システムを対象に、石戸経士(2002)「地熱貯留層工学」(日本地熱調査会)に記載される「自然状態シミュレーション」を参考に純水系での自然状態シミュレーションを実施中。これにより、葛根田地域の地熱系全体を表現できることを示し、モデルの妥当性・信頼性を提示する。



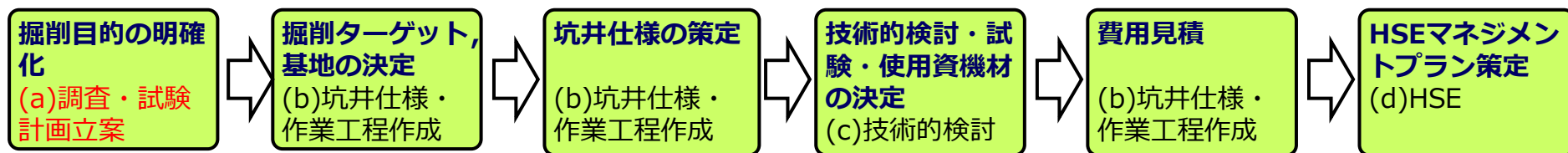
研究成果

テーマ③深部構造調査試錐の検討，④超臨界地熱調査井仕様の検討

葛根田地域を対象に深部構造調査試錐井および超臨界地熱調査井の仕様，工程概要，ならびに本坑井を使用した調査・試験プランを提示。また，掘削・試験費用を算出

2023.1末までの主な成果

- * 超臨界地熱発電技術開発に関係する科学者・技術者からの提案をベースに深部構造調査試錐井および超臨界地熱調査井を利用した検層，サンプル採取，モニタリング，試験等の詳細を決定した
- * 深部構造調査試錐井，超臨界地熱調査井の掘削ターゲット，基地候補を決定し，深部構造調査試錐井の仕様，作業工程，コスト等を決定した
- * 深部構造調査試錐井，超臨界地熱調査井掘削，試験時におけるHSEマネジメントプランの概念設計を終えた



テーマ③，④における検討の流れ

本事業における今後の主な科学的・技術的課題

テーマ①

- * MT法による比抵抗構造推定の検討
- * 探査データからの物性値推定手法の高度化
- * AI / 統計学的手法によるモデルの不確定性低減
- * MT法探査データ, 地震探査データ, 微小地震データ等を利用した概念モデルの一層の精緻化
- * 亜臨界 / 超臨界領域での岩石物性情報取得

テーマ②

- * 生産シミュレーションによる資源量評価, 開発方法評価, 在来型地熱系への影響評価

テーマ③, ④

- * 掘削・試験用資機材の事前評価
- * 超臨界地熱調査井の仕様策定, 技術的検討
- * HSEマネジメントプラン構築

テーマ⑤

- * 幾つかの開発プランにおける経済性評価

まとめと今後の展開

岩手県葛根田地域を対象とした超臨界地熱資源量評価に関して、2023.1末までに以下を達成した（一部は2023.3末までに終了予定）。

- (a) 補完調査，データ収集等を通じて当地域の超臨界地熱システム精緻モデル（初版）を同定した
- (b) 超臨界地熱システム精緻モデル（初版）を用いて自然状態シミュレーションを開始した
- (c) 深部構造試錐井，調査井で実施する一連の試験・モニタリングの詳細を決定した
- (d) 深部構造試錐井の仕様，工程，費用等を策定した

今後の研究開発プラン（参画研究者サイドの案）

— ステージゲート

フェーズ	試掘詳細検討フェーズ			試掘フェーズ							実用化・実証フェーズ	
研究開発項目（主な実施者）	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	実用化結果の検証に向けた方向性の検討	2032～
葛根田地域での超臨界地熱資源量評価	本事業											<ul style="list-style-type: none"> * パイロットプラント・商用発電へ向けた研究開発 * 全国規模のポテンシャル評価
全国超臨界地熱ポテンシャルマップ（産総研，道総研，大学等）				国内有望地点の資源量詳細評価								
試掘と各種試験（参画全社，先行研究開発参画各社）				準備・地元説明								
				掘削工事								
				各種試験・噴気試験								
				解析・評価								
基礎研究（産総研，大学等）				基礎研究								