

NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026 プログラムNo. B1-2-19

地熱発電導入拡大研究開発/地熱発電高度利用化技術開発/

データ駆動型地熱開発有望地評価法の研究開発

発表：2026年7月22日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名：鈴木陽大

委託先：（国研）産業技術総合研究所、地熱エンジニアリング(株)

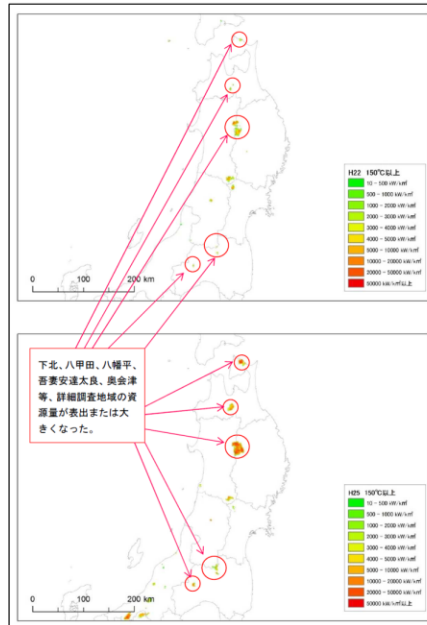
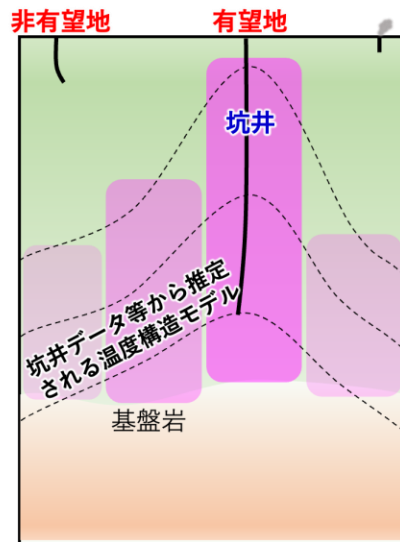
問合せ先：産総研・鈴木 E-mail:yt-suzuki@aist.go.jp TEL:050-3522-8614

背景：既往研究の課題

全国地熱ポテンシャルマップやREPOSは、全国の地熱資源量分布を推定する等の有益な知見をもたらしたが、ある程度の不確かさを前提とした概算。未調査地域における精度等に課題を有する。

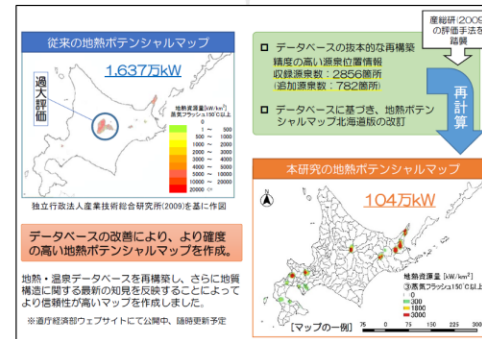
全国地熱ポテンシャルマップ・REPOSの課題

⇒少数の坑井データ等に基づく温度構造モデルに強く依存。
エリアによって低信頼性



環境省「平成25年度地熱発電に係る導入ポテンシャル精密調査・分析委託業務報告書」

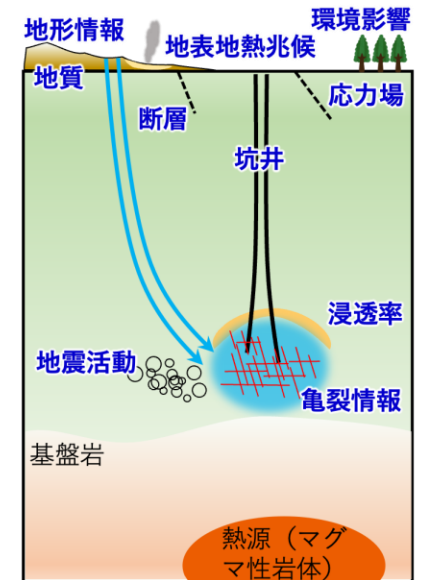
データの追加や見直し等によって、ポテンシャルの推定値が変化した例



道総研「地熱・温泉熱開発検討には、まずこれから！地熱ポテンシャルマップ北海道版の改定」

課題解決のための提案

⇒坑井以外に、多種類のデータに基づく高信頼性な評価



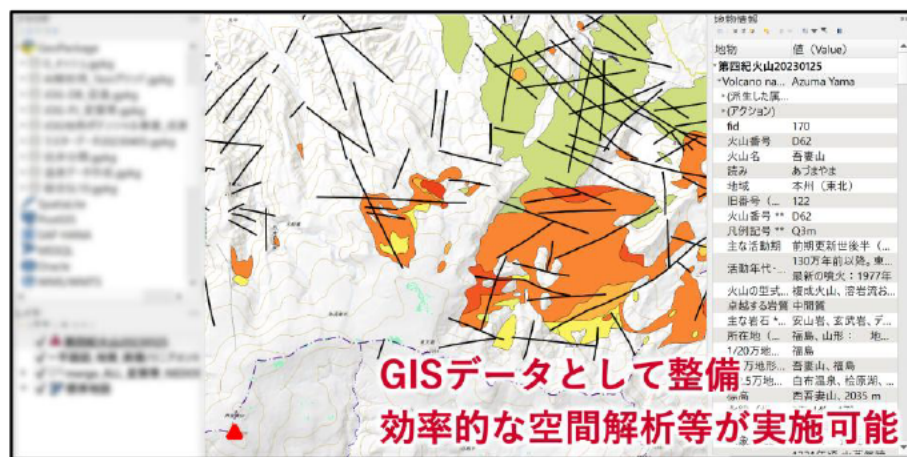
- 過去の地熱ポテンシャルマップは、直接的に地熱発電所建設に結びつく情報が示せていない
- 地熱発電量増大に寄与するには、より実用性の高い予測が可能な新しい手法が不可欠

背景：先行研究開発の概要

FY2022～2024「デジタル地熱データベースの整備とAIによる地熱システム評価プラットフォームの開発」（産総研自己資金による研究）を実施

デジタル地熱データベース

データ容量：830GB（PDF, Shape, GeoTiff, CSV等）
（NEDO・JOGMEC・GSJ等のデータや報告書類を活用）



AI用データ作成作業の効率化

試掘有望地推定AI

データ例

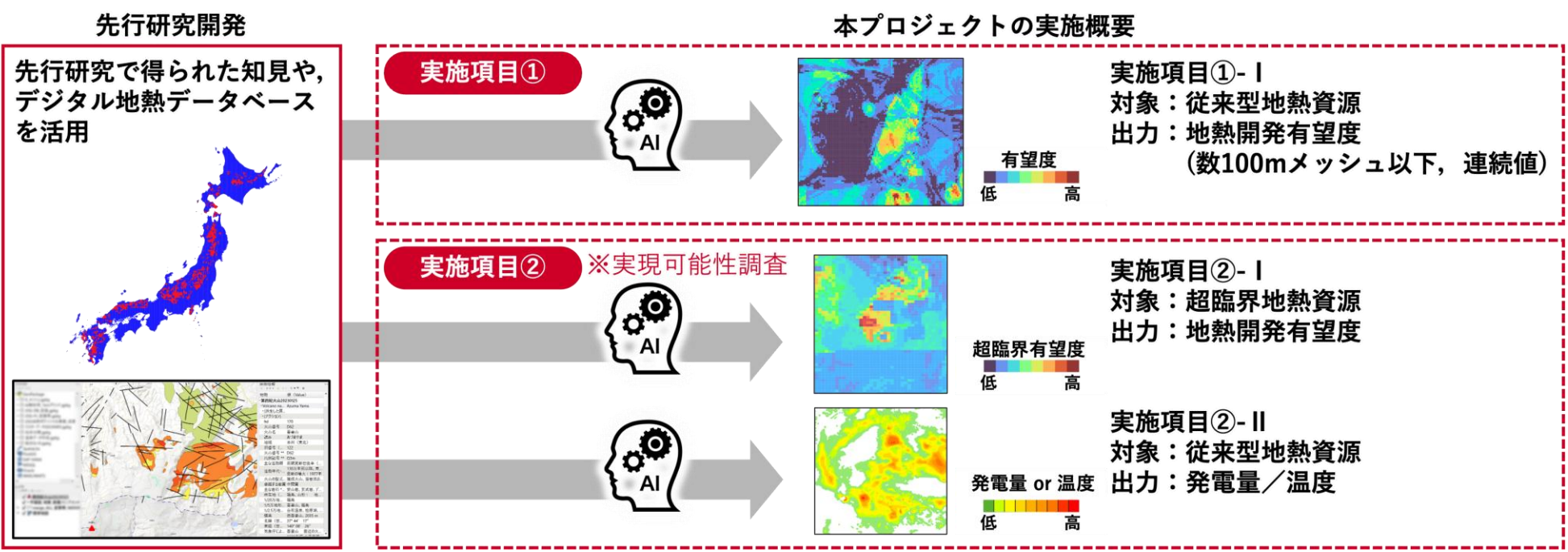


- デジタル地熱データベースを作成し、効率的なAI開発を可能にする環境を整備
- 複数の地球科学情報から試掘有望地を高精度に推定するAIを開発

プロジェクト概要

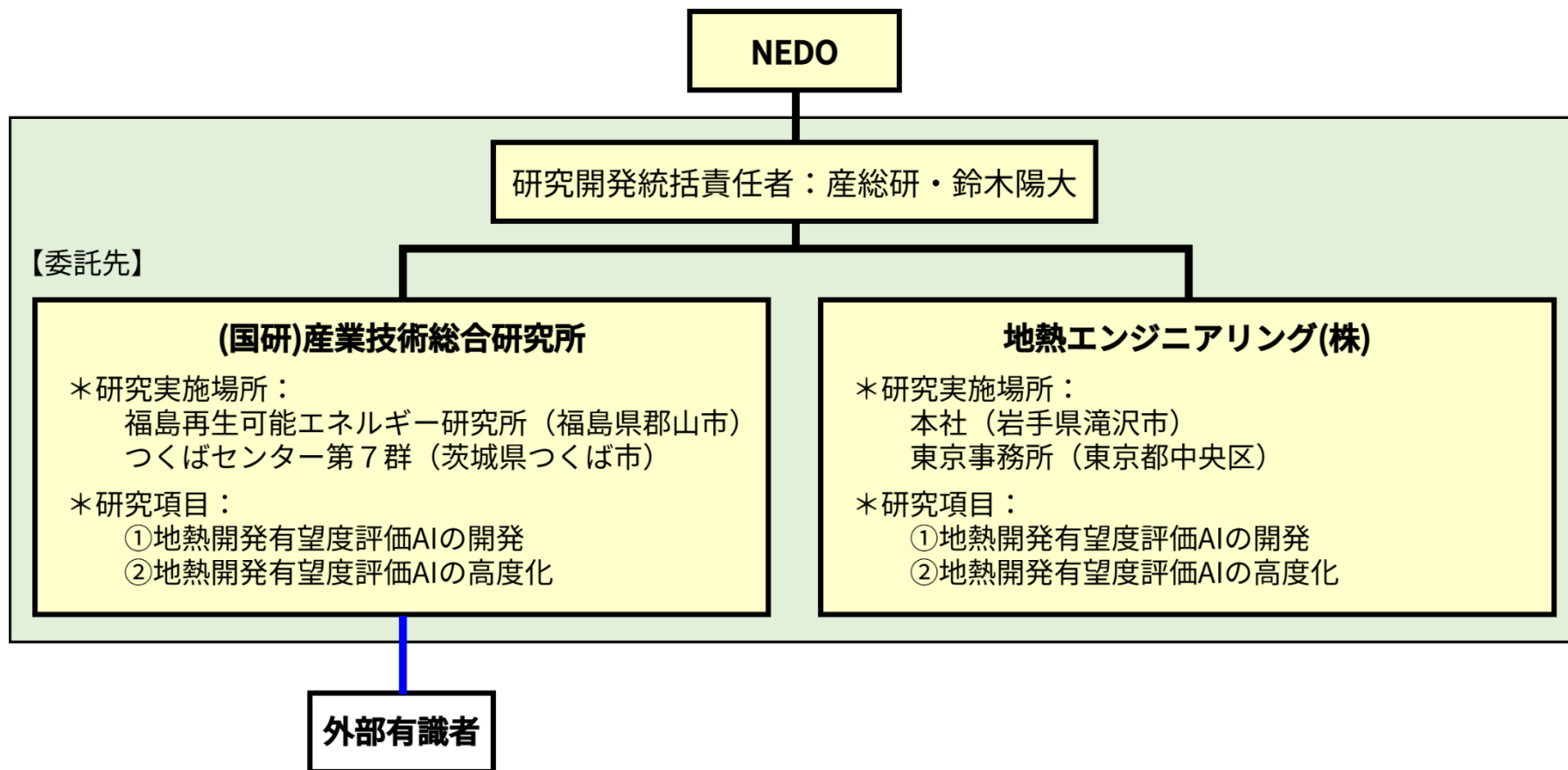
実施概要

先行研究の主な課題：空間分解能が粗い	⇒	メッシュサイズを数100m以下に設定（実施項目①-Ⅰ）
二値分類による予測	⇒	回帰モデルによる連続値での予測（実施項目①-Ⅰ）
超臨界地熱資源非対応	⇒	AIによる評価に関する実現可能性調査（実施項目②-Ⅰ）
発電ポテンシャル評価非対応	⇒	AIによる評価に関する実現可能性調査（実施項目②-Ⅱ）



目的に応じて異なる複数のAIモデルを作成

実施体制



主な役割分担

産総研：データ前処理，AIモデル構築，予測結果の検証 …等

Geo-E：従来の評価法等に基づいた適切な目的変数の設定，特徴量選択，予測結果の検証 …等

実施項目・目標の達成状況

実施項目	最終目標 (実施計画書記載内容)	主な成果	達成状況
①-Ⅰ．従来型地熱発電のための開発有望度評価用AIモデルの開発	● 地熱開発有望度を連続値で予測する回帰型機械学習モデルを1つ以上作成する。 ● 交差検証を実施し、決定係数0.5以上となるモデルを1つ以上作成する。	● 地熱開発有望度を連続値で予測する回帰型機械学習モデルを作成した。 ● 交差検証の結果、決定係数の平均が0.65となるモデルを作成した。	100%
①-Ⅱ．データ種類不足による影響度評価	● データ種類不足が予測結果に与える影響を定量的に評価する方法を1つ以上提示する。	● SHAPを活用した評価手法を提示した。	100%
②-Ⅰ．次世代型地熱発電への適用可能性検討	● 過去のNEDOプロジェクトで作成された超臨界地熱貯留層モデル等に基づいて開発有望度を決定し、それらを目的変数としたAIモデルを1つ以上作成する。	● 過去のNEDOプロジェクトで作成された超臨界地熱貯留層モデル等に基づいて開発有望度を決定し、それを目的変数としたAIモデルを作成した。	100%
②-Ⅱ．AIによる発電ポテンシャル評価法の検討	● 既設地熱発電所における設備容量等を目的変数としたAIモデルを1つ以上作成する。	● 既設地熱発電所における設備容量に基づいた値を目的変数としたAIモデルを作成した。	100%

実施計画書記載の目標は全て達成

プロジェクト概要

実施計画

実施期間：2025年5月15日～2026年3月31日

実施項目	2025年度			
	1Q	2Q	3Q	4Q
①地熱開発有望度評価AIの開発 ①-Ⅰ. AIモデル開発	AIモデル開発			
①-Ⅱ. データ種類不足による影響度評価		データ不足による影響度評価	妥当性検証	
②地熱開発有望度評価AIの高度化検討 ②-Ⅰ. 次世代地熱発電への適用可能性検討		データ作成	AI適用可能性検討	
②-Ⅱ. AIによる発電ポテンシャル評価法の検討	AIによる発電ポテンシャル評価法検討			

- 全実施項目において、当初予定通りの進捗
- 全実施目標を達成

① 地熱開発有望度評価AIの開発

①-Ⅰ．従来型地熱発電のための開発有望度評価用AIモデルの開発

目的・実施内容

従来型地熱貯留層を利用した発電所建設に適した開発有望地域を抽出するためには、地質・地球物理・地化学等、地熱システムに関する複数の地球科学情報を統合的に解釈するAIモデルの開発が必要

主な実施内容

- 従来型地熱発電所建設のための地熱開発有望度評価を実施するために最適な空間分解能等を検討し、開発するAIの要件定義を実施する。（○産総研，Geo-E）
- 地熱開発有望度を連続値で評価するうえで、適切な目的変数の設定方法を複数検討し、AIモデルの目的設定を実施する。（○産総研）
- 特徴量選択によって、AIモデルを構築する上で最適なデータ選定を実施する。（○産総研，Geo-E）
- アルゴリズム選択やハイパーパラメータチューニング等によって、最適なAIモデル構築を実施する。（○産総研）
- 交差検証等を用いて、AIモデルの性能評価を実施する。（○産総研）
- 新規データが取得できれば、適宜学習データとして利用し、AIモデル改善を実施する。（○産総研）

最終目標

- 地熱開発有望度を連続値で予測する回帰型機械学習モデルを1つ以上作成する。
- 交差検証を実施し、決定係数0.5以上となるモデルを1つ以上作成する。

①-Ⅰ. 従来型地熱発電のための開発有望度評価用AIモデルの開発

AIモデルの概要

交差検証

※交差検証：学習用データでモデルを作成し、検証用データで精度評価を実施。この操作をデータを入れ替えながら繰り返し行い、モデル性能を評価する手法。

k-Fold (n=5) (k分割交差検証)

評価結果：MAE=0.12, RMSE=0.20, $R^2=0.65$

データをk個（ここでは5個）に分割し、順番に検証用にして平均精度を求める手法。データの偏りを抑え、安定した精度評価が可能

地域毎のLOO (Leave One Out)

評価結果：MAE=0.16, RMSE=0.24, $R^2=0.51$

1地域のデータのみを検証用にし、それ以外の全データでモデルを作成する手法。計算コストが高いが、地域毎に厳密な精度評価が可能（結果の詳細はP13）

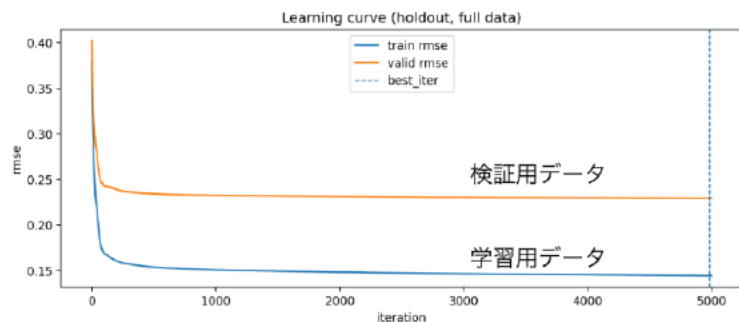
MAE（平均絶対誤差）：誤差の絶対値の平均

RMSE（二乗平均平方根誤差）：誤差の二乗の平均値の平方根（MAEより外れ値に敏感）

R^2 （決定係数）：説明変数が目的変数をどれほど説明できているかを示す指標（1に近いほど良い）

学習曲線

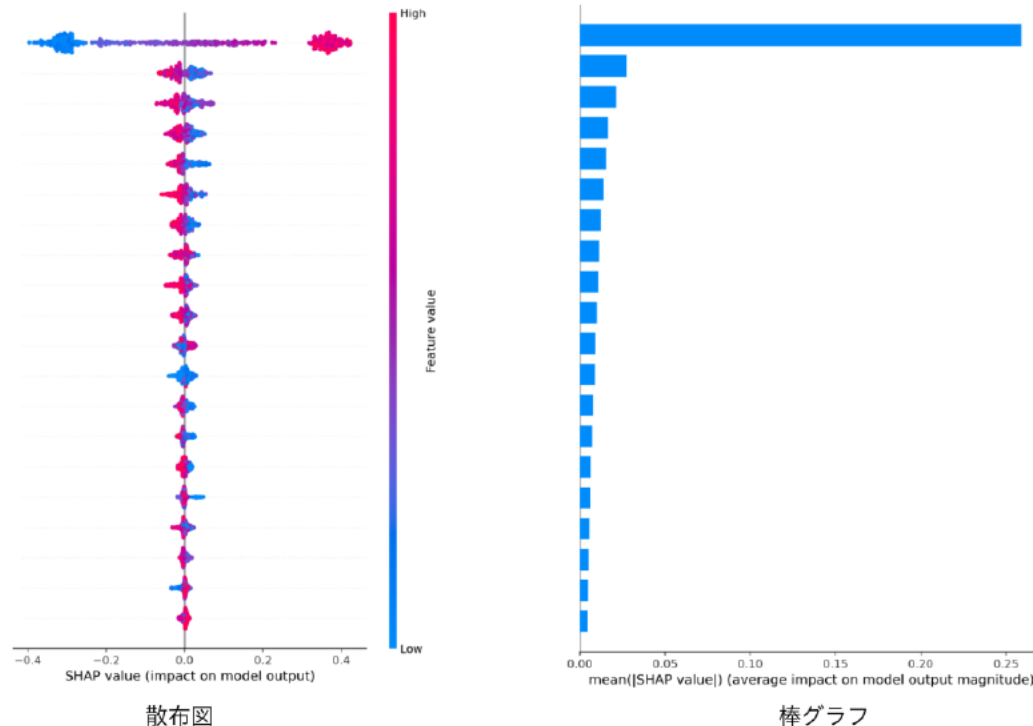
※学習曲線：情報量を増やした時の予測精度の変化を示したグラフ



- 学習は収束しており、過学習傾向は見られない
- 精度をより向上させるには、説明変数に含まれない情報の追加が必要

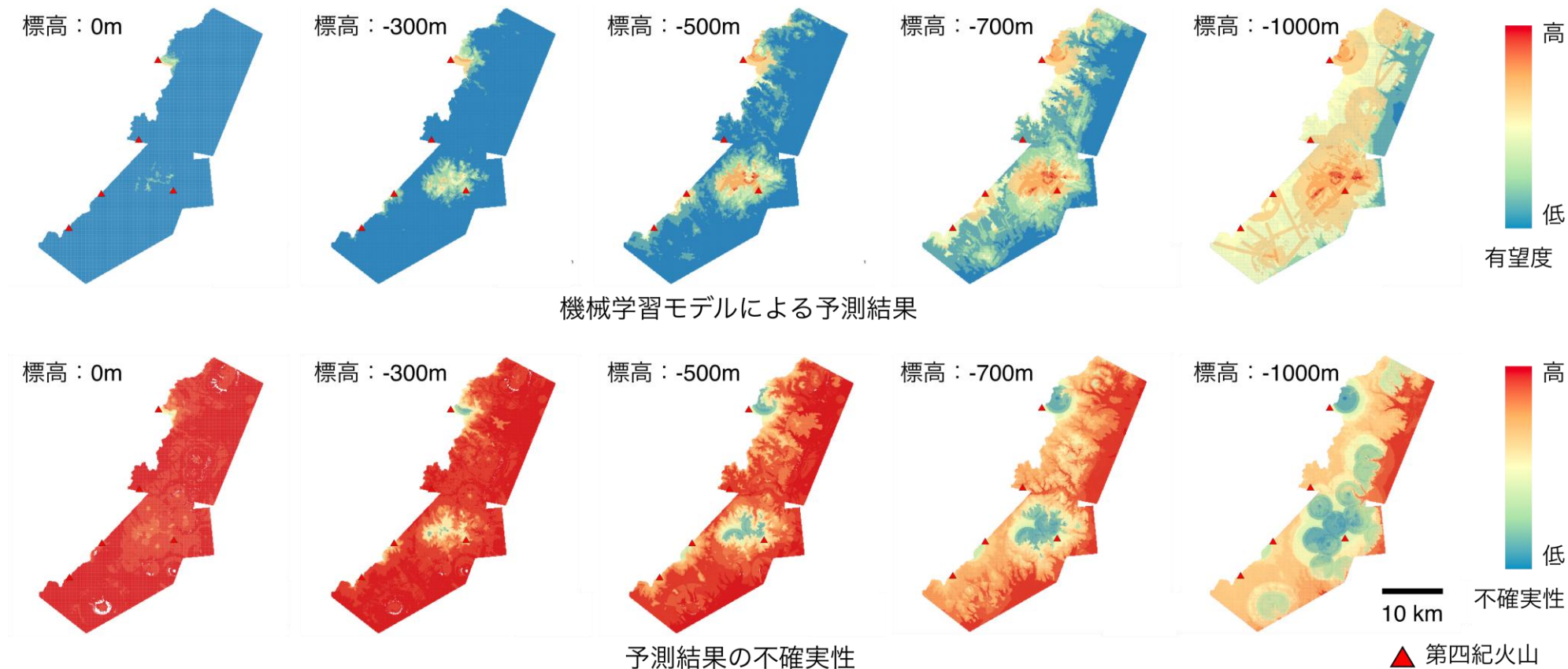
SHAP (SHapley Additive exPlanations)

※SHAP：各説明変数が予測結果に与える影響を定量的に評価するための手法



①-Ⅰ. 従来型地熱発電のための開発有望度評価用AIモデルの開発

予測結果



- 3次元の比抵抗・地質データが存在しないため、それらの説明変数をダミー値に置換して予測した結果
- 予測結果は中央値を示す。予測結果の不確実性とは、上位・下位分位点（10%と90%）の幅を示す

全国の地熱開発有望度（100mメッシュ，3次元）を不確実性とともにより予測可能なモデルを作成

① 地熱開発有望度評価AIの開発

①-Ⅰ．従来型地熱発電のための開発有望度評価用AIモデルの開発 (地質図デジタル化ツールの開発)

目的・実施内容

AIによる地熱システム評価をより高度化するには、将来的にも高品質なデジタルデータの増大が必要。紙資料からデジタルデータを作成する作業の多くは手作業で実施されているため、経済的・時間的コストを削減させるツールの開発は有益。

主な実施内容

- AIの特徴量として利用可能なデータを増大させるため、地質図面等の2次元平面図（ラスターデータ）から、GIS用のベクトルデータを高効率に作成するための作業補助ツールを作成する。（○産総研）

最終目標

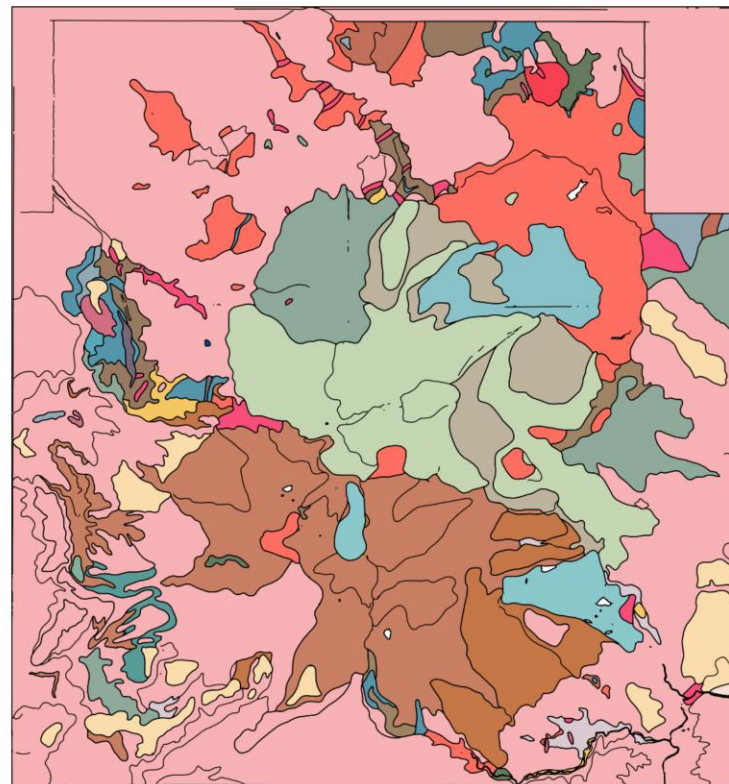
- 実施計画書記載の目標なし。

予測結果

正解ベクトルデータ



自動生成されたポリゴンデータ



- 地質図ラスターデータを読み込み、自動でベクトルデータを出力するツールを作成 (IoU=0.69)
- 手作業での修正は必要だが、本ツールによってデータ作成作業の効率化が実現可能（作業期間およそ1/10, 外注費・人件費の削減）
- 将来的には、地質図以外のラスターデータについても、ベクトル化の可能性を検討

② 地熱開発有望度評価AIの高度化

②- Ⅰ. 次世代型地熱発電への適用可能性検討

目的・実施内容

実施項目①では、既往データが豊富な従来型地熱資源を対象としているが、将来的には超臨界地熱発電等の次世代型地熱開発のための有望地予測も必要となることが見込まれる。

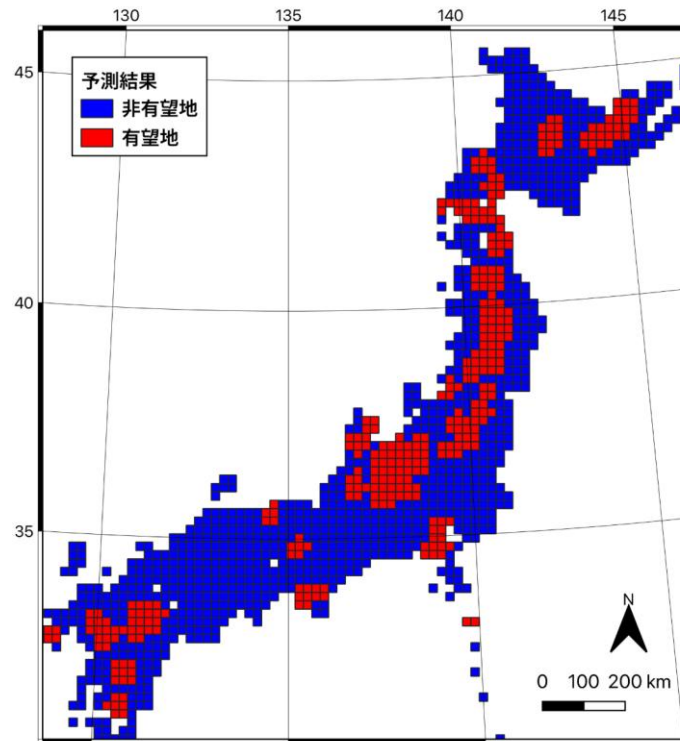
主な実施内容

- 過去のNEDOプロジェクトで作成された超臨界地熱貯留層モデルから、目的変数として利用可能なGISデータ（例えば超臨界地熱貯留層分布域など）を作成する。（○産総研）
- 作成したGISデータに基づいた目的設定を実施し、過去のNEDOプロジェクトで超臨界地熱貯留層モデル推定の根拠となった地球科学データ等を説明変数としたAIモデルを作成する。（○産総研）
- 作成したAIモデルの予測結果をもとに、超臨界地熱発電のための開発有望度評価について、NEDO「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）」で得られた知見等にも基づいて、AIの適用可能性を検討し課題抽出等を実施する。（○産総研，Geo-E）

最終目標

- 過去のNEDOプロジェクトで作成された超臨界貯留層モデル等に基づいて開発有望度を決定し、それらを目的変数としたAIモデルを1つ以上作成する。

予測結果



全国の予測結果

- 日本全国を有望／非有望に分類可能だが、学習可能なデータ数が少なく、有望／非有望の境界付近の地域の予測精度が低（データ数の限界）
- 将来的にデータが増加することで、より実用的なモデルを構築できる可能性
- 短期間でデータが大量に増大する可能性は低いため、将来的には、有望度を直接的に予測するのではなく、超臨界地熱資源を評価する上で重要な要素（地下温度構造等）を予測する方法を検討

② 地熱開発有望度評価AIの高度化

②- II. AIによる発電ポテンシャル評価法の検討 (発電ポテンシャル推定AI)

目的・実施内容

実施項目①で開発するAIは地熱開発有望地を抽出することを目的としているが、これだけでは抽出された有望地における発電可能量の推定は不可能。発電所建設に効果的に結び付けるためには、発電ポテンシャルの高精度推定技術も重要である。

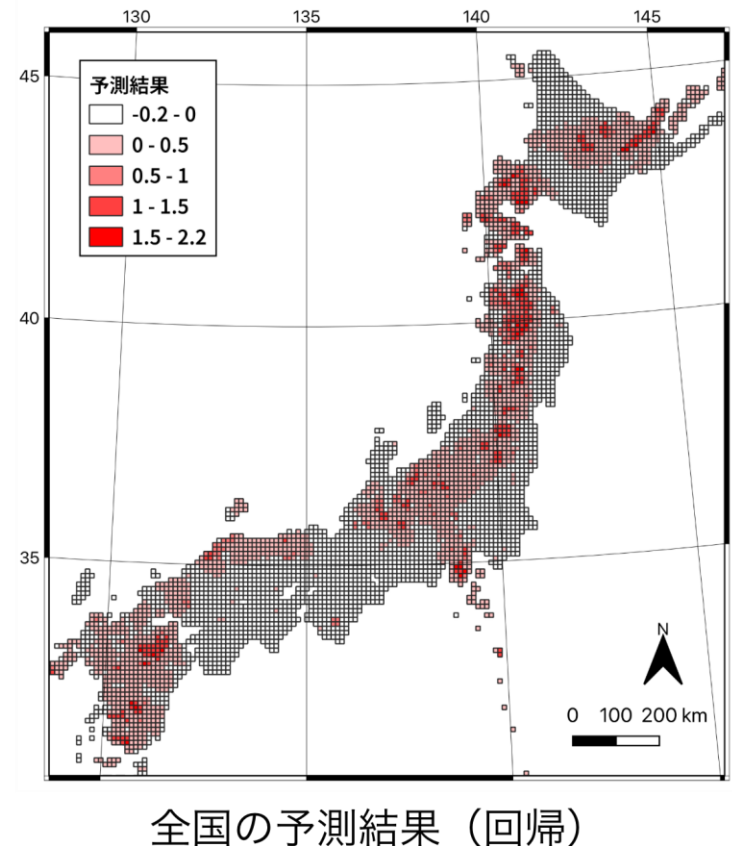
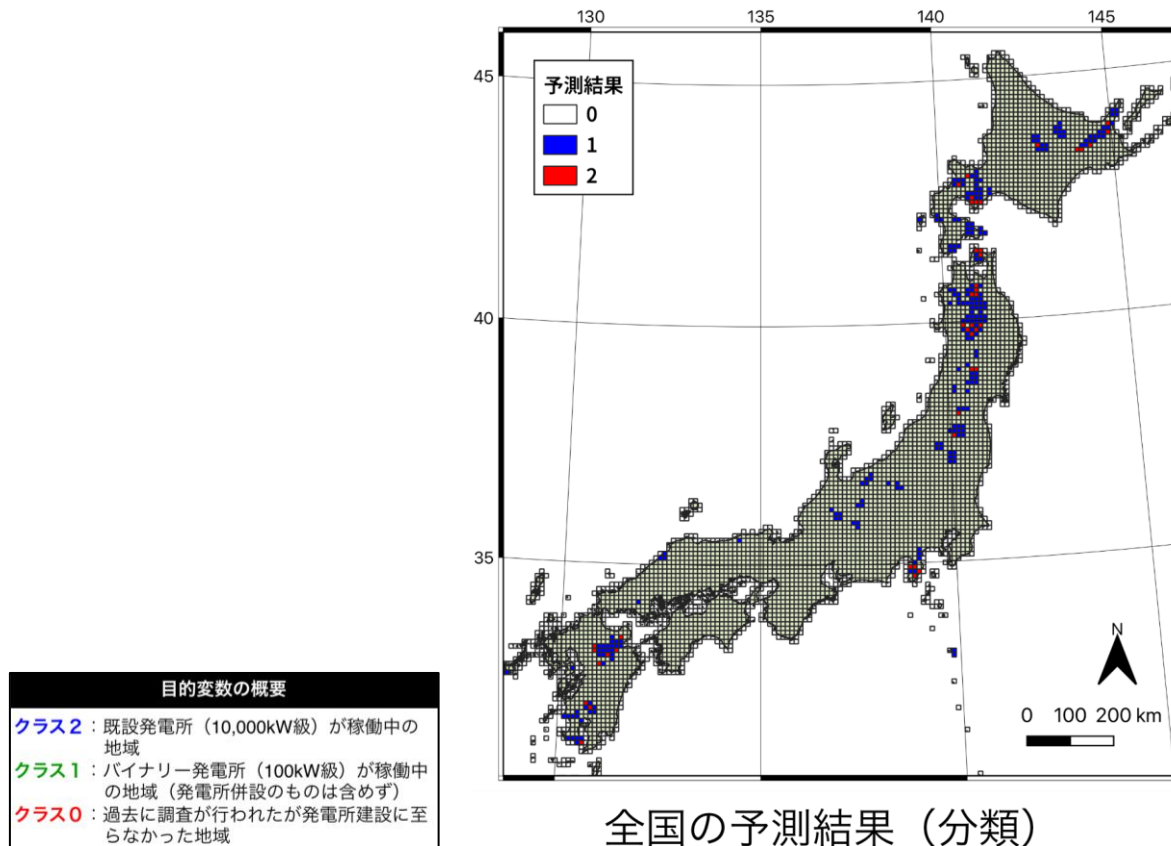
主な実施内容

- AIを利用した発電ポテンシャル評価法を検討し、既設地熱発電所のデータとの比較等をもとにした課題抽出を実施する。発電ポテンシャル評価法には、設備容量の直接的な推定や、地下温度構造推定を介した容積法による推定等の検討を予定している。（○産総研，Geo-E）
- 発電ポテンシャルを評価するうえで適切な目的設定について、過去の研究や調査結果等に基づいた検討を実施する。（○産総研，Geo-E）

最終目標

- 既設地熱発電所における設備容量等を目的変数としたAIモデルを1つ以上作成する。

予測結果



- 日本全国を予測可能だが、学習可能なデータ数が少なく、予測精度の低い地域有（データ数の限界）
- 将来的にデータが増加することで、より実用的なモデルを構築できる可能性
- 短期間でデータが大量に増大する可能性は低いため、将来的には、有望度を直接的に予測するのではなく、地熱ポテンシャルを評価する上で重要な要素（地下温度構造等）を予測する方法を検討

② 地熱開発有望度評価AIの高度化

②- II. AIによる発電ポテンシャル評価法の検討 (温度推定AI)

目的・実施内容

実施項目①で開発するAIは地熱開発有望地を抽出することを目的としているが、これだけでは抽出された有望地における発電可能量の推定は不可能。AIの予測を発電所建設に効果的に結び付けるためには、発電ポテンシャルの高精度推定技術も重要であるが、発電ポテンシャルを直接的に予測せずとも、温度構造の高精度推定が可能になれば、容積法で発電ポテンシャルの予測が可能となる。

主な実施内容

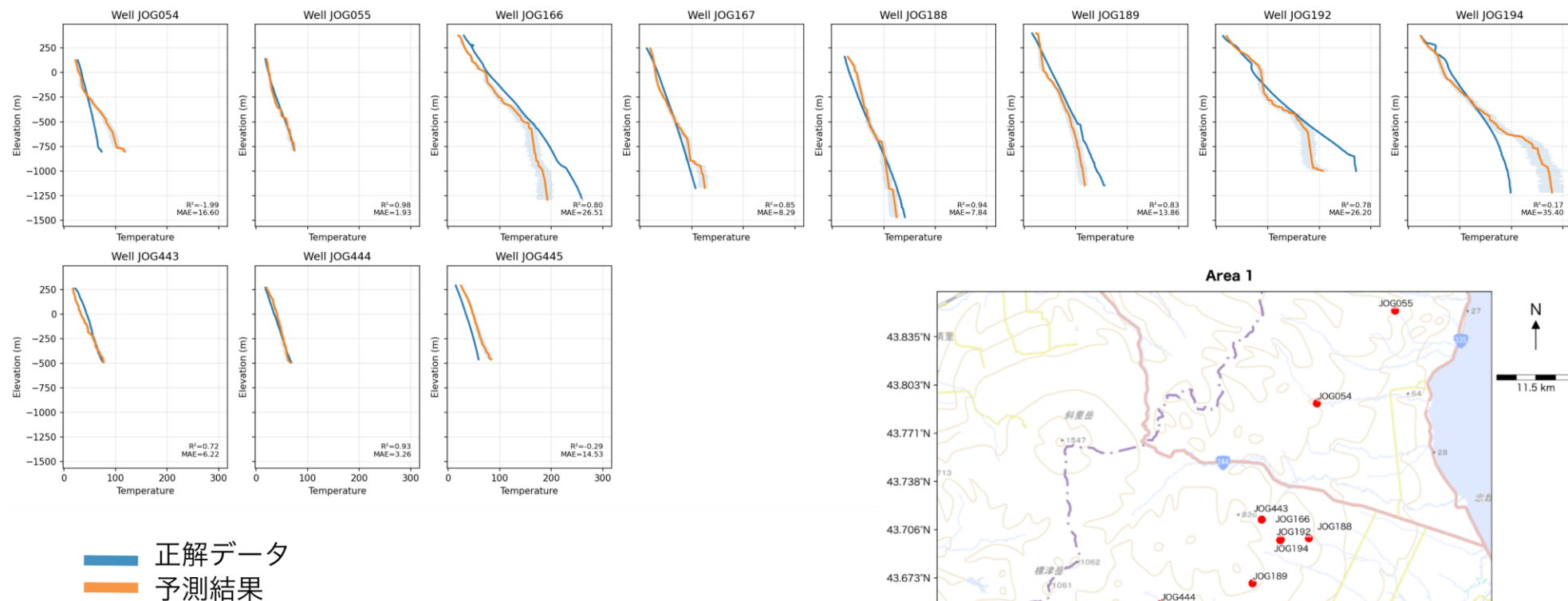
- AIを利用した発電ポテンシャル評価法を検討し、既設地熱発電所のデータとの比較等をもとにした課題抽出を実施する。発電ポテンシャル評価法には、設備容量の直接的な推定や、地下温度構造推定を介した容積法による推定等の検討を予定している。（○産総研，Geo-E）

最終目標

- 実施計画書記載の目標なし。

②- II. AIによる発電ポテンシャル評価法の検討（温度推定AI）

予測結果



- 平均誤差約25°C
- 予測精度は地域毎よりも、坑井が掘削された地点毎に大きく異なる傾向
- 将来的に予測精度を向上させるには、各坑井の特徴を詳細検討し、モデルに反映させる必要

まとめ

実用化・事業化に向けた計画

- 将来的に「①-Ⅱ. データ種類不足による影響度評価」の高度化による地表調査の最適化が見込まれ、地熱開発・地下探査コンサル事業者等を対象としたサービス（発電所建設に資する情報の提供や技術コンサル等）が可能
- 地表調査実施期間短縮，調査費用削減等につながる（事業全体目標である「これまで適用されていないAI技術を活用することによる，生産量増大およびコスト削減」等への寄与）
- 実現には未開発地域での新規調査や試掘による実証が必要となることから，国等の公的機関によるご支援が不可欠
- AIモデル高度化やポテンシャルマップ作成は，自己資金等で継続の予定

