

2024年4月9日

報道機関 各位

国立大学法人東北大学

地熱エネルギーの資源量を 機械学習で効率的に評価し将来予測する技術を開発

— エネルギーの安定供給や地球温暖化対策に期待 —

【発表のポイント】

- 地熱エネルギーの資源量評価と開発に伴うエネルギー生産予測のための地熱貯留層^(注1)モデリングに機械学習を適用しました。
- 計測データに基づいて、自動的、高速、かつ客観的に地下の状態を推定できるようになりました。
- 実際のフィールドを模擬したデータに対しても高い性能を実証しました。
- 地熱エネルギー開発の高速化、客観性向上、信頼性の確保に期待できます。

【概要】

地熱エネルギーの利用には、地下の状態を精度よく推定し、将来のエネルギー生産量を予測することが不可欠です。しかし、地熱資源のある地熱貯留層は複雑で不確実性が高く、従来の手法では地下の状態を推定するのに限界がありました。

東北大学流体科学研究所の鈴木杏奈准教授は、同大学大学院工学研究科の橋田俊之教授（現未来科学技術共同研究センター特任教授）ら、大阪大学産業科学研究所の福井健一准教授、東北電力株式会社の石崎潤一氏（現東北自然エネルギー株式会社）、小野寺真也氏と共同で、地下の状態を把握・予測・設計するための地熱貯留層^(注1)モデリングに機械学習^(注2)を用いる手法を提案しました。この手法は、計測データに基づき、自動的かつ迅速に数値モデルの推定を行うことが可能です。実際の地熱フィールドを模擬したデータに対しても、高い精度でパラメータ推定ができることを実証しました。この研究により、地熱エネルギーの生産予測が可能となり、地熱開発の加速化、信頼性向上に貢献できます。

この研究成果は、2024年3月1日付で再生可能エネルギー分野の国際学術誌 Renewable Energy に掲載されました。

【詳細な説明】

研究の背景

地熱エネルギーは、地下に蓄えられたマグマ由来の熱エネルギーであり、純国産エネルギーで CO₂ を排出しないため、このエネルギーを活用することによってエネルギーの安定供給や気候変動への対策に貢献することが期待されています。地熱エネルギーを使うためには、地下の地熱貯留層と呼ばれる場所の状態を推定し、将来を予測し、効率的に利用する方法を考える必要があります。地熱貯留層を推定し、将来を予測するためには、地下の状態を数値モデルで再現することが求められます。しかし、このモデルの精度を上げるには、計測できる計測データとモデルの予測結果を比較しながら、何度も入力パラメータを調整する必要がありました。しかも数万のパラメータが関わっているため、最適化するには時間がかかり、経験豊富な解析者が必要とされてきました。

今回の取り組み

東北大学流体科学研究所の鈴木杏奈准教授は、同学大学院工学研究科の橋田俊之教授（現未来科学技術共同研究センター特任教授）ら、大阪大学産業科学研究所の福井健一准教授、東北電力株式会社の石崎潤一氏（現東北自然エネルギー株式会社）、小野寺真也氏と共同で、機械学習を用いた地熱貯留層モデリングの新たな手法を提案しました。数値計算を使って、圧力や温度など実際の地熱フィールドで計測できるデータを大量に計算し、複数の機械学習アルゴリズムを訓練することで、計測データに基づいて数値モデルを自動で推定できるシステムを開発しました（図 1）。開発した機械学習アルゴリズムを、学習データとは異なる特徴を持つ実際の地熱フィールドを模擬したデータに適用したところ、高い精度で模擬フィールドデータを再現できることを確認しました。このことから、学習データの特徴に依存せずに、実フィールドにも適用できることを実証しました（図 2）。

今後の展開

本研究のアプローチでは、計測データから直接数値モデルを自動で推定できるため、貯留層モデリングにおける入力パラメータ選定の試行錯誤を排除することができます。そのため、従来手法のように何度も数値計算を繰り返す必要がなくなり、時間が大幅に節約されます。また、解析者の経験や勘に依存せずにデータに基づく客観性の高い貯留層モデリングを提供することができます。さらには、経験の浅い開発者も貯留層モデリングに取り組むことができ、地熱開発の拡大に役立ちます。貯留層モデリングは、地熱開発の計画と戦略を立案する際に最も重要なタスクの一つであり、信頼性の高い地熱開発の普及促進に貢献できます。

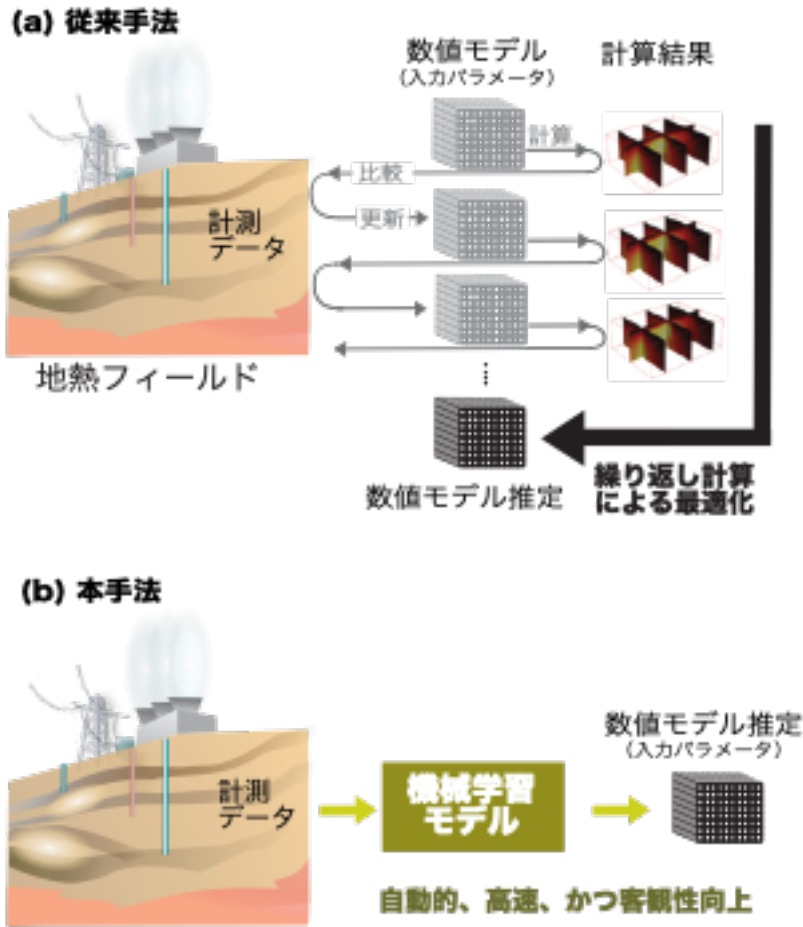


図 1. 提案手法のイメージ。(a) 従来手法では、計測結果に近づくように何度も入力パラメータを調整しながら、数値モデルを最適化する必要があります。(b) 本手法は、事前に機械学習モデルを構築することで、計測データを機械学習モデルに入力することで、数値モデルを自動で推定できます。

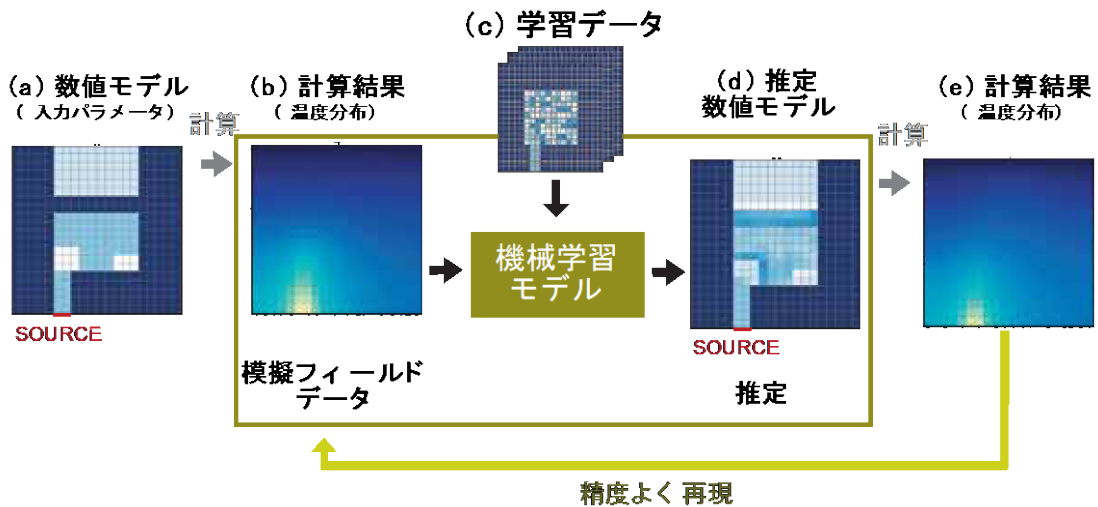


図 2. 模擬フィールドデータを用いた機械学習モデルの検証。(a) 実際のフィールド構造は不明ですが、実際のフィールドの推定値に近い推定モデルを用意し、(b) 数値計算をすることで模擬フィールドデータを取得しました。(c) 機械学習モデルは多数のランダムな構造で訓練しました。(d) 模擬フィールドデータを機械学習モデルに入力し、数値モデルを推定しました。(e) 推定された数値モデルを用いて数値計算した結果（温度分布）は、高い精度（6.4%の誤差）で模擬フィールドデータを再現できることを確認しました。

【謝辞】

本研究の一部は JSPS 科研費 JP20H02676、JP22H05108、JST ACT-X JPMJAX190H の支援を受けて実施されました。

【用語説明】

注1. 地熱貯留層：雨水等が地下深部に浸透し地球深部由来の熱源で温められた熱水や蒸気が地下の岩の割れ目の間に存在する層。高温の地熱エネルギーを貯蔵し、熱水や蒸気を取り出すことで地熱発電等に利用される。

注2. 機械学習：機械学習は人工知能（AI）の一分野。AI は広い概念で、機械が人間のような知能を持つことを指す。機械学習はシステムにデータを与え、そのデータからパターンや規則性を学習して予測や意思決定を行う手法のことを指す。

【論文情報】

タイトル：Automated Parameter Estimation for Geothermal Reservoir Modeling Using Machine Learning

著者：Anna Suzuki*, Shuokun Shi, Taro Sakai, Ken-ichi Fukui, Shinya Onodera, Junichi Ishizaki, Toshiyuki Hashida

*責任著者：東北大学流体科学研究所 准教授 鈴木杏奈

掲載誌：Renewable Energy

DOI：

10.1016/j.renene.2024.120243

URL：

<https://doi.org/10.1016/j.renene.2024.120243>

【問い合わせ先】

（研究に関すること）

東北大学流体科学研究所

准教授 鈴木杏奈

TEL:022-217-5284

Email: anna.suzuki@tohoku.ac.jp

（報道に関すること）

東北大学流体科学研究所

広報戦略室

TEL: 022-217-5873

Email: ifs-koho@grp.tohoku.ac.jp