

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： AI で拓く地球資源の分布と性状の解析

2. 個人研究者名

石塚 師也（京都大学大学院工学研究科 講師）

3. 事後評価結果

本研究では、地熱資源の分布を予測する問題、すなわち熱水系モデリングに対して、ニューラルネットワークをモデルとする AI を活用し、フィールドスケールでの温度分布の推定と、デジタルロックを用いた岩石物性推定に取り組んだ。後者は、前者と空間スケールのうまくつながらないのではないかとのアドバイザからの提案もあり、前者に集中的に取り組み、論文や口頭による発表成果も十分に得られたと評価できる。

本研究で研究開発した PINN (Physics-Informed NN) にもとづく逆解析手法をさらに拡張し、先見情報を活用したベイズ的高度化と転移学習を組み合わせる手法には将来性が見込める。ただし、コスト関数内のハイパーパラメータの決定が、推定結果に決定的な影響を与える逆解析の難しさを踏まえると、今後の技術の受け皿となる企業などとの共同研究を含め、いまだ PoC レベルにとどまっていると思われる。

PINN は、数値シミュレーションを重用した、境界条件が本質的な振る舞いを左右する逆解析分野において、一つの標準的手法になっていくと考えられる。今後の研究進展に期待したい。

(加速フェーズ)

上記の評価を受けて研究実施期間を 1 年間延長し、加速フェーズを実施した。

地球科学における逆問題解法には事前（先見）情報の活用が非常に有効であることを踏まえて、直接的に事前分布として活用するベイズモデリングでなく、多様なタスクでもってパラメータ学習させ間接的に事前情報を取り込む、継続学習の手法を本課題に適用した。解空間の膨大な広さからすると、複数の典型的で比較的狭い解空間の設定でパラメータ学習させながらも、汎化性能が維持されることを数値計算で示し、継続学習が地球科学の逆問題解法に有用であることを明確に示した。あわせて、逆推定の結果を点推定だけでなく誤差をも含めた表現形式にするため、ネットワーク構造に擾乱を与えて誤差を計算し、実用上有用な計算スキームを確立した。また PINN 周辺のごく最近の新しい技術の取り込みにも注力した。

このように、地球科学分野における逆問題解法において PINN の有用性を実証的に示した先駆的な第一人者といえ、現時点においても、PINN 周辺の新技術の導入と研究コミュニティへの啓発活動に積極的に取り組んでおり、本領域の ACT-X らしい一つのロールモデルといえる。今後のさらなる研究の発展と、研究者としての成長/成熟が大いに期待できる。