THE GEODYNAMICS SEMINAR №661



Mr. Soto Mizutani

Master student (M2)

Geodynamics Research Center

2026.10.16 (Fri.) 16:30 ~

Venue: Meeting Room #486

Science Research Bldg. 1, 4th floor.

Ehime Univ.

Keywords

1. 反復解法
2. 動的モード分解(DMD)
3. マントル対流シミュレーション



Attempt from data-driven approach to accelerate the convergence of iterative solvers: Toward improved convergence in 3-D simulations of mantle convection

反復解法とは、非線形な方程式あるいは（線形でも）連立方程式を解くのに使われる数値計算法の1つである。マントル対流の3次元シミュレーションでは高粘性かつ非圧縮(あるいは非弾性) 流体の各時刻での流れ場を記述する (大規模) 連立一次方程式の解法として用いられているのだが、この部分が全計算時間の9割以上を消費しているのが実状である。そこで我々は、マントル対流シミュレーションの実行速度の向上を目的に、データ科学的手法を用いて反復解法の高速化を試みる。

本研究では、データ科学の分野でよく知られる「動的モード分解 (DMD)」という手法に注目した。DMD とは、時空間データの中から特徴的なパターン（モード）を取り出す「データ駆動型」の方法であり、対象とする現象の支配方程式の種類によらず、得られたデータのみからモードの抽出を試みる。このことから、反復解法により更新される近似解の組に DMD を適用することで、近似解の時空間構造の特徴的なモードの抽出、さらには反復解法の最終的な収束解の推定が可能になると期待される。1次元非定常熱伝導問題を例にとり検証実験を行ったところ、時間積分の途中経過のみを用いたDMDであっても、最終的な定常状態を抽出できた。

次に、本来の目標であるマントル対流の流れ場を解く問題への有用性を調べるため、3 次元箱形のモデルに本研究の手法を導入した。粘性率一定という簡単な設定のもとで検証実験を行ったところ、収束に要する反復計算の回数の大幅な減少が見られた。今後はより現実的かつ複雑なマントル対流問題に対する有用性を検証するとともに、DMDに要する計算時間の短縮を試み、マントル対流シミュレーションの高度化につなげたい。

Contact: Steeve Gréaux, PhD. (e-mail: greaux.steeve_georgi.me@ehime-u.ac.jp)