

Z204a 機械学習手法による天体内部熱対流モデルの検討

政田洋平（福岡大学）、本武陽一（一橋大学）、仲田資季（核融合科学研究所）

対流は天体内部のエネルギー輸送を決定づける極めて重要な物理現象である。例えば、太陽の熱対流は外層部分のエネルギー輸送を担い、その by-product である多彩な太陽活動現象の原因になる。また、超新星の爆発理論においても熱・組成対流によるエネルギー輸送は爆発の成否を握る決定的な要素である。しかし、対流を記述する理論モデルは未だ確立されているとは言い難い。恒星の進化理論は、勾配拡散型の乱流エネルギー輸送と古典的な混合距離理論にもとづき構築されているが、その正当性について多くの疑問が投げかけられている。太陽物理分野の大問題 “Convection conundrum” はその良例と言える (e.g., Rast 2020)。混合距離理論は、太陽対流層において階層的なマルチスケール熱対流が発達することを予言するが、特に低波数モード（巨視的スケール）において、理論と観測の間に大きな乖離が見られる（観測される対流のパワーが理論予測に比べて極めて弱い）。天体内部の熱対流および対流エネルギー輸送を正しく理解すること、それが我々の研究の一貫した目的である。

太陽の場合、実は熱対流には二種類の possible な駆動モデルが存在する。局所的なエントロピー勾配によって駆動される熱対流モデルと、輻射によって駆動される非局所・非平衡型の熱対流モデルである (Yokoi et al. 2022)。恒星進化論の礎になっているのは前者であるが、convection conundrum など、混合距離理論と現実の矛盾を受け、近年、後者の見直しが進みつつある。天体内部の対流エネルギー輸送を正しく理解するために、現在我々は複数の機械学習手法を使って熱対流の駆動モデルの検証を進めている。例えば、位相的データ解析手法 (topological data analysis) によると、太陽熱対流の観測データはパーシステント図上で冷却駆動型の熱対流モデルと整合的な振る舞いを示す。本講演では、特異値分解を使った熱対流モデルの検証結果などについても議論する予定である。