

Z214b Physics-informed Neural Networksによる天体軌道予測と銀河系中心への応用

江山晋世（福岡大学）、政田洋平（福岡大学）

Physics-informed Neural Networks(PINN)とは、物理法則（すなわち微分方程式）の情報を損失関数の形で組み込んだ機械学習モデルであり、NNが物理法則を模擬する形に最適化されるため、高い解釈性を持つ（e.g., Raissi 2017a,b）。初期条件・境界条件以外は学習データを必要としない点も従来のNNモデルとの大きな違いであり、逆に学習データがある場合には、PINNの学習フレームワークを、未定係数を含む方程式に制約を加える形（inverse-PINN : iPINN）で、heuristicに活用できる。近年、PINNの天体物理への応用が進みつつある。Galikyan et al. (2023)では、PINNを用いた天体の軌道運動予測やiPINNを用いた軌道パラメータの推測、さらに観測データの回帰分析と物理モデルとの比較に基づく宇宙定数 Λ の推定を行っている。

本研究の目的は、銀河系中心付近の恒星の軌道運動の観測データにiPINNを応用し、一般相対論効果を含む中心重力源の物理特性（例えばメトリックやスピンパラメータ）を解明することである。その目的の実現へ向けて、我々はまず天体のケプラー運動のPINNモデルによる予測を試みた。その結果、学習用データとしてPINNに与える初期条件の多様性、および損失関数の与え方がPINNの予測精度に大きな影響を及ぼすことがわかった。本講演では、天体の軌道運動をPINNモデルで正確に予測するために必要な学習用データについてまとめるとともに、天体の軌道運動の観測データにiPINNを応用した結果についても議論する予定である。