

惑星大気におけるさまざまな非線形現象の深層学習に基づく数理の探究: 大規模孤立渦の形成/散逸とその支配方程式の構築について

報告書番号: R24JACA64

利用分野: JSS 大学共同利用

URL: <https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2024/27440/>

● 責任者

澤渡信之, 東京理科大学

● 問い合わせ先

澤渡信之(sawadoph@rs.tus.ac.jp)

● メンバ

澤渡 信之, 鈴木 悠太, 島崎 康平

● 事業概要

惑星大気の様々な現象に対する数理モデルは、数理物理学における非線形波動方程式と親和性が高い。深層学習の一種である、物理に基づくニューラルネットワーク (Physics Informed Neural Networks: PINNs) を用いて、惑星大気における観測事象と流体現象の支配方程式、そして非線形偏微分方程式の数理の間の新たな関連性を見出し、非線形波動に基づいて包括的に理解するための手法の確立を目指す。

● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

現在共同研究をしている研究グループが JAXA スーパーコンピューティングシステムにアカウントを有していたため、共同研究をする場合のデータの共有を考えると当システムの利用が望ましいと考えた。

● 今年度の成果

今年度は、主に PINNs を実行するための環境整備に注力した。前年度に導入した `nvcr.io_nvidia_Tensorflow` をもちいて、数通りのテストケースに対して、構築したコードの定量的な評価を行った。それが終了したのちに、中間地衡風力学の Williams-Yamagata-Flierl 方程式の順問題解析を行い、得られた解を他の数値解法、例えば Runge-Kutta 法、および Leap-frog 法の結果と比較し、十分な精度が得られていることを確認した。より長時間にわたる解を求めるためには相当な最適化が必要であると考えられ、いくつかの方法について現在検討中である。PINNs の逆問題解析については、正規長波方程式に関する方程式同定の解析が進行中である。こちらに関しては、十分な成果が得られ次第報告したい。

● 成果の公表

-招待講演

島崎康平, 澤渡信之

"(2+1)次元擬可積分系の衝突事象に対する物理的情報に基づくニューラルネットワークを用いた逆問題解析", 埼玉大学・大久保研究室セミナー, 2024 年 11 月 19 日

-口頭発表

**島崎康平, 中村厚, 小布施祈織, 澤渡信之, 鈴木悠太, 戸田晃一

"(2+1) 次元非線形方程式系の渦解の非弾性衝突事象に関する PINNs 解析", 日本物理学会第 79 回年次大会, 2024 年 9 月 17 日

**鈴木悠太, 中村厚, 小布施祈織, 澤渡信之, 島崎康平, 戸田晃一

"擬可積分系ソリトン方程式群のカオスの挙動に関する深層学習解析", 日本物理学会第 79 回年次大会, 2024 年 9 月 18 日

**澤渡信之, 中村厚, 小布施祈織, 島崎康平, 鈴木悠太, 戸田晃一

"Mock-integrable system - the twisting, the conserved quantities, and the emergent chaos", 日本物理学会第 79 回年次大会, 2024 年 9 月 18 日

● JSS 利用状況

● 計算情報

プロセス並列手法	非該当
スレッド並列手法	非該当
プロセス並列数	1
1 ケースあたりの経過時間	24 時間

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.04

内訳

計算資源		
計算システム名	CPU 利用量(コア・時)	資源の利用割合※2 (%)
TOKI-SORA	0.09	0.00
TOKI-ST	326,019.14	0.33
TOKI-GP	3.85	0.00
TOKI-XM	0.00	0.00
TOKI-LM	4,383.70	0.32
TOKI-TST	0.00	0.00
TOKI-TGP	0.00	0.00
TOKI-TLM	0.00	0.00

ファイルシステム資源		
ファイルシステム名	ストレージ割当量(GiB)	資源の利用割合※2 (%)
/home	1,024.00	0.69
/data 及び/data2	102,400.00	0.49
/ssd	30,720.00	1.65

アーカイバ資源		
アーカイバシステム名	利用量(TiB)	資源の利用割合※2 (%)
J-SPACE	0.00	0.00

※1 総資源に占める利用割合：3つの資源(計算,ファイルシステム,アーカイバ)の利用割合の加重平均

※2 資源の利用割合：対象資源一年間の総利用量に対する利用割合

● ISV 利用量

ISV ソフトウェア資源		
	利用量(時)	資源の利用割合※2 (%)
ISV ソフトウェア(合計)	0.00	0.00

※2 資源の利用割合：対象資源一年間の総利用量に対する利用割合