

# 宇宙磁気流体・プラズマシミュレーションサマーセミナー Oakforest-PACS スーパーコンピュータシステム教育利用報告

松本洋介・松元亮治

千葉大学大学院理学研究院

## 1. はじめに

2018年8月20日(月)～8月24日(金)の5日間、宇宙磁気流体・プラズマシミュレーションサマーセミナーを千葉大学総合校舎情報演習室に於いて開催した。本サマーセミナーは、千葉大学大学院理学研究院附属ハドロン宇宙国際研究センター主催(共催:ポスト「京」重点課題⑨「宇宙の基本法則と進化の解明」)によるシミュレーション初心者を対象としたスクールである。期間中



図1：集合写真

の演習課題を実施するにあたって、東京大学情報基盤センターのOakforest-PACSスーパーコンピュータシステムを利用させていただいた。今回は、2012、2014、2016年の初心者向けスクール、2013、2015、2017年のアドバンスドスクールに続くシリーズ第7回目の開催である。本年度は初心者向けに参加募集したところ、15名の方々から申し込みを頂いた。受講者の内訳は、修士大学院生12名、博士大学院生2名、研究員1名であり、これからシミュレーション研究を始める学生が大半を占めた。これらの受講者に対して、シミュレーション経験豊かな講師7名で講義、演習課題の指導を務めた。

## 2. サマースクールの内容

本スクールでは宇宙・天体物理現象を対象とした、荷電粒子の運動を流体的に取り扱う磁気流体(MHD)シミュレーション、粒子の運動までを記述できる第一原理計算法であるプラズマ粒子シミュレーションの基礎について理解し、実際に手を動かして結果を表示できるところまで到達することを目標としている。基礎的な講義を踏まえた上で、千葉大学が開発した公開MHDコードCANS+、公開粒子コードpCANSを用いて実習を行い、最終日に発表会を行うものである。

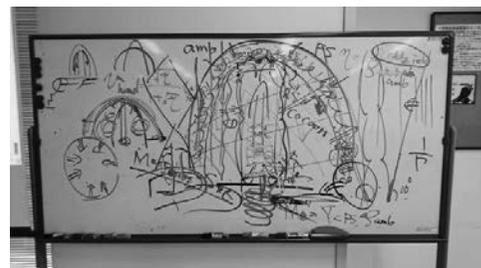


図2：受講生との激しい議論(?)の後

初日午前から「差分法の基礎」についての講義が行われた。昼食休憩後、HLLD法開発者自らによる「近似リーマン解法による磁気流体方程式の差分解法」、続いて「MHDシミュレーション

の「高次精度化・多次元化」についての講義が行われた。最後に、利用する計算機環境の説明が行われ、計算機環境に慣れたところで初日が終わり、懇親会会場へと向かった。

二日目の午前中は、粒子計算法のアルゴリズムである「Particle-in-Cell (PIC) シミュレーションの基礎」とスクールで使用するシミュレーションパッケージ CANS+, pCANS それぞれについての講義が行われた。

午後からは、受講者は MHD シミュレーション、PIC シミュレーションのコースに別れ、早速実際に手を動かす演習時間へと進んだ。この日は簡単な 1 次元課題を行い、IDL (Interactive Data Language) と python (matplotlib) を用いて結果を可視化するところまでを jupyter notebook を用いて行った。本年度からは人気のある python 言語をベースとした解析・可視化環境のハンズオン取り入れたが、python の希望者を募ったところあまり手が上がらず、拍子抜けした。受講者にとって IDL と python の違いはまだよくわからなかったのかもしれない。今後も引き続き python 解析環境も併せて実習を行いたい。

三日目以降はそれぞれのコースで設定された演習課題ごとのグループに分かれ、演習担当者の指導の下、公開コードを用いた計算の実施、IDL/python による可視化を行い、パラメータを変えた計算結果の比較などを行った。グループメンバーで相談しながら、最終日午後の発表会に向けて発表資料の準備を行った。



図 3 : 発表会の様子

最終日の午後には、それぞれの演習課題ごとにグループ発表会を行った。受講生同士で質疑応答が続くなど活発に議論が行われた。

### 3. Oakforest-PACS スーパーコンピュータシステムの利用

演習で用いた公開コード CANS+, pCANS は共に MPI による並列化が行われている。演習課題の実施では Oakforest-PACS スーパーコンピュータシステムの計算資源を大いに活用させていただいた。ほとんどのジョブは数百並列の計算を行っていた。また同時ジョブ実行数についても、期間中ストレスなく並列計算による実習を進めることができた。シミュレーション初心者問わず数日間で国内最大のスーパーコンピュータシステム上での計算実施まで行うことができ、受講者にとって貴重な体験となったのではないと思う。これをきっかけに大規模計算への道を進む学生が現れれば、世話人として冥利に尽きる。

### 4. おわりに

今年度から試験的に python による解析環境を整備して、近年のトレンドにも対応できるようにしたが、思いのほか希望者が少なかったのは意外であった。尚、本スクールでの講義資料、発表資料は <http://www.icehap.chiba-u.jp/activity/SS2018/index.html> で公開している。

パラメータ設定→ジョブの投入→スパコンでの並列計算→結果の解析→結果のまとめ→プレゼンテーション、といったシミュレーション研究者が日頃行う一連の作業を、シミュレーション初心者がわずか数日でたどり着くことができることが、本シミュレーションサマースクールの特徴の一つであるといえる。このスタイルを維持するためにも、今後もぜひ東大スーパーコ

ンピュータシステムの教育利用制度を続けていただきたい。