

# 宇宙磁気流体・プラズマシミュレーションサマースクール

## FX10 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科

### 1. はじめに

2016年8月22日(月)～8月26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スクールを千葉大学総合校舎情報演習室に於いて開催した。本サマースクールは、千葉大学大学院理学研究科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」)の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FX10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年、2014年の初心者向けスクール、2013年、2015年のアドバンスドスクールに続くシリーズ第5回目の開催である。本年度は再度初心者向けに参加募集したところ、31名の多く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25名、博士大学院生5名、その他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9名で講義、演習課題の指導を務めた。当日は台風が千葉県を直撃予定で、初日の開催が危ぶまれたが、今年は午前開始としたことが功を奏し、ほとんどの参加者が影響なく初日を迎えることができた。



図1：集合写真

### 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、結果を表示できる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、千葉大学で開発した公開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：授業風景

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。

本スクールは今年で5回目を迎え、受講者が本スクールをきっかけにシミュレーション技術を身につけ、研究に活かしている例が出てきている。そこで、昨年から若手の方に自身で開発した数値コードのプレゼンテーションの機会を設けている。今年は大学院生 (D3, M1 時に参加) による新しい MHD シミュレーションコードについてプレゼンしていただいた。

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) を用いて結果を可視化するところまでで、一日を終えた。

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 による図示を行い、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. FX10 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。演習課題のうち、CANS+を用いた3次元 MHD ジェット伝搬、pCANS を用いた2次元運動論的磁気リコネクション、ケルビン・ヘルムホルツ不安定、無衝突衝撃波の課題はとりわけ計算資源を必要とするため、演習実施では FX10 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最大資源の192プロセスを利用していた。また同時ジョブ実行数について柔軟に対応していただき、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がわずか数日間で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かと思います。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

終了後アンケートをとったところ、幸い、受講者の大半には満足していただいた。一方、可視化のための手間が多く時間がとられた、FX10 で計算した大きなデータを端末室の PC で解析するのが大変、などのポスト処理に関する意見が多かった。これらは例年出ている不満点であるが、既存のシステムでなかなか改善できていないのが現状である。尚、本スクールでの講

義資料, 発表資料は <http://www.icehap.chiba-u.jp/activity/SS2016/index.html> で公開している。

パラメタ設定→ジョブの投入→スパコンでの並列計算→結果の解析, 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 FX10 の教育利用制度を続けていただきたい。