

# 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

2014年8月4日(月)～8月8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統合情報センターに於いて開催した。本サマースクールは、HPCI 戦略分野5「物質と宇宙の構造と起源」及び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年の初心者向けスクール、2013年のアドバンスドスクールに続くシリーズ第3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、41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30名、博士大学院生8名、その他3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10名で講義、演習課題の指導を務めた。



第1図：講義中の様子

### 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。2012年開催のサマースクールでは、演習の時間を増やしてほしいとの要望が多かったため、今回は、講義は基礎的な内容に留め、なるべく手を動かす時間を増やしたプログラム構成となった。

初日は午後から、「差分法の基礎」、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」の講義が行われた。その後、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った。

二日目の午前中は、「MHDシミュレーションの多次元化・高次精度化」、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」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) を用いて結果を可視化するところまで、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。

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、講師陣もレベルの高さに驚かされた発表会であった。



第 2 図：演習中の様子

### 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の両課題はとりわけ計算資源を必要とするため、両課題を始めとする演習実施では 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おり、また、受講者が多かったことから、常にキューにジョブが溜まっているような状態であった。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。特に、FX10 スーパーコンピュータシステム利用に関しては、「教育用にスパコンを割りとたくさん使えるのがすごい」、「東大の FX10 が使用できてよかった」などの意見を頂いている。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く、これらは反省材料として次回の開催までに改善していきたい。尚、本スクールでの講義資料、発表資料は <http://www.astro.phys.s.chiba-u.ac.jp/hpci/ss2014/> 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、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。今後もぜひ FX10 の教育利用制度を続けていただきたい。