

講義紹介：並列計算プログラミング，先端計算機演習（東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻）

中島 研 吾

東京大学情報基盤センター

本稿では、2018年度夏季集中講義（東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻）として実施した、「並列計算プログラミング」、「先端計算機演習」について紹介する。詳細については本講義のホームページ¹を参照されたい。講義資料等を入手することができる。本講義・演習は、21世紀COEプログラム「多圏地球システムの進化と変動の予測可能性（観測地球科学と計算地球科学の融合拠点の形成）」（2003年度～2007年度）において2004年度より開講されたもので[1]、2008年度からは「理学系研究科大学院教育高度化プログラム」に認定され、夏季集中講義として開講している。講義・演習は1日90分×4コマ実施するが、できるだけ自由参加の演習時間を増やして、予習・復習、課題の質問などを受けられるような時間を設けた。担当教員が必ず演習室に待機し、質問への対応を実施した。本講義・演習は有限体積法等を題材として、2008年度からはHitachi HA8000 クラスタシステム（T2K 東大）による並列プログラミング実習を行って来たが、2012年度からはFujitsu PRIMEHPC FX10 システム（Oakleaf-FX）を使用し、講義内容も一新した。様々な分野で広く利用されている有限要素法を題材とし、一次元・三次元定常熱伝導方程式を扱っている。2017年度からは、Reedbush-U システムを使用し、一次元・三次元有限要素法、MPI（Message Passing Interface）による並列プログラミング、並列要素法の順番で講義・演習を実施した。また、ハイブリッド並列プログラミングモデルの重要性を考慮して、2014年度からMPI+OpenMP ハイブリッド並列プログラミングに関する講義・演習を実施している。MPIによる並列有限要素法のプログラムの各プロセスにOpenMPを適用して並列化を実施した。更にループスケジューリングの導入による高速化など、最新の研究事例についても紹介した。2012年度までは日本語、英語の教材を併用していたが、2013年度からは留学生の受講、国際化に配慮して英語版教材のみを提供しており、本年度もその方針を引き継いだ。受講者の多様なバックグラウンドを考慮して、ほぼ全講義内容についてFortran、C両方による教材を準備した。登録者は36名（うち地球惑星科学専攻が23名）であったが、実際に出席していたのは15名程度、単位を取得したのは8名であった。

諸般の事情により、本講義は本年度を最後として閉講することになった。開始から丁度15年、地球惑星科学専攻の教職員、大学院生の他、全ての関係者、受講生に深く感謝したい。筆者にとっては大学教員となって初めて担当した講義であり、感慨深いものがある。15年間で自分自身も多くのことを学ぶことができた。

参 考 文 献

- [1] 中島研吾，東京大学における「学際計算科学・工学人材育成プログラム」，ハイパフォーマンスコンピューティング技術の進展と計算科学への展開，応用物理第80巻7号，585-589，2011.

¹ <http://nkl.cc.u-tokyo.ac.jp/18e/>