

# 講義紹介：並列計算プログラミング，先端計算機演習（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、2013 年度夏季集中講義として実施した、「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<sup>1</sup>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された。また、本講義・演習は情報基盤センターが関連部局との協力のもと 2009 年度から始動している「学際計算科学・工学人材育成プログラム<sup>2</sup>」の一環として実施されたものである。

表 1 に講義日程と内容を示す。講義・演習は 1 日 4 コマ実施し、4 コマ目は可能な限り自由参加の演習として、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。まず、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た。最初の 2 日間で一次元・三次元有限要素法とそのプログラミングを集中的に講義した。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、当センターの講習会として実施している「科学技術計算のためのマルチコアプログラミング入門：Hybrid 並列プログラミングモデルへの道<sup>3</sup>」の内容を最後の 2 日間で集中的に講義した。全体として内容は 2011 年度以前よりかなり密度が濃くなっているが、講義コマ数は 23 から 27 への増加とわずかである。前年度までは日本語、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た。最終日（9 月 9 日）には Oakleaf-FX 見学を実施した。

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 47 名（うち地球惑星科学専攻が 30 名、物理学専攻 7 名、その他 10 名）であったが、実際に出席していたのは 20 名程度、単位を取得したのは 15 名であった。

## 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.

<sup>1</sup> <http://nkl.cc.u-tokyo.ac.jp/13e/>

<sup>2</sup> <http://nkl.cc.u-tokyo.ac.jp/CSEedu/>

<sup>3</sup> <http://www.cc.u-tokyo.ac.jp/support/kosyu/18/>

表 1 : 講義日程, 内容

日付	時間	番号	内容
8月26日(月)	0900-1030	CE01	イントロダクション
	1045-1215	CE02	有限要素法入門, 一次元有限要素法 (1/3)
	1330-1500	CE03	一次元有限要素法 (2/3)
	1515-1645	CE04	一次元有限要素法 (3/3)
8月27日(火)	0900-1030	CE05	三次元有限要素法 (1/3)
	1045-1215	CE06	三次元有限要素法 (2/3)
	1330-1500	CE07	三次元有限要素法 (3/3)
	1515-1645	演習	演習 (自由参加)
8月28日(水)	0900-1030	CE08	並列有限要素法への道・FX10 へのログイン
	1045-1215	CE09	FX10 へのログイン
	1330-1500	CE10	MPIによるプログラミング概要 (I) (1/2)
	1515-1645	CE11	MPIによるプログラミング概要 (I) (2/2)
8月29日(木)	0900-1030	CE12	MPIによるプログラミング概要 (II) (1/2)
	1045-1215	CE13	MPIによるプログラミング概要 (II) (2/2)
	1330-1645	演習	演習 (自由参加)
9月02日(月)	0900-1030	CE14	課題 S1 解説
	1045-1215	CE15	チューニング入門
	1330-1500	CE16	課題 S2 解説
	1515-1645	演習	演習 (自由参加)
9月03日(火)	0900-1030	CE17	並列有限要素法 (1/3)
	1045-1215	CE18	並列有限要素法 (2/3)
	1330-1500	CE19	並列有限要素法 (3/3)
	1515-1645	演習	演習 (自由参加)
9月04日(水)	0900-1030	CE20	マルチコアプログラミング (I) (1/2)
	1045-1215	CE21	マルチコアプログラミング (I) (2/2)
	1330-1500	CE22	マルチコアプログラミング (II) (1/2)
	1515-1645	演習	演習 (自由参加)
9月05日(木)	0900-1215	演習	演習 (自由参加)
	1330-1500	CE23	マルチコアプログラミング (II) (2/2)
	1515-1645	CE24	マルチコアプログラミング (III) (1/2)
9月06日(金)	0900-1030	CE25	マルチコアプログラミング (III) (1/2)
	1045-1215	CE26	最近の話題 (1/2)
	1330-1645	演習	演習 (自由参加)
9月09日(月)	0900-1030	CE27	最近の話題 (2/2)
	1045-1215	見学	Oakleaf-FX 見学 (柏)