

第 65 回お試しアカウント付き並列プログラミング講習

「有限要素法で学ぶ並列プログラミングの基礎」

中島 研吾

東京大学情報基盤センター

本稿は、2016年10月11日(火)・12日(水)に東京大学情報基盤センター遠隔会議室(本郷)において開催された「第65回お試しアカウント付き並列プログラミング講習会 有限要素法で学ぶ並列プログラミングの基礎¹⁾」の開催報告である。

本センターでは様々な並列プログラミング講習会を実施しており²⁾、本センターの利用者に限定せず、また大学教職員、学部・大学院学生、研究機関研究者のみならず、企業の技術者・研究者にも門戸を開き、本センターのスパコンを使用した実習も実施して、並列プログラミング技術の普及に貢献して来た。

本センターでは、元々「MPI 応用編：並列有限要素法入門」として、2013年3月に実施した第28回から、第30回、36回、40回、46回(2015年5月)まで、有限要素法による熱伝導解析プログラムを、MPIを使用して並列化するための手順、特に並列分散データ構造に関する考え方を中心に説明することを中心として実施してきた。また、「MPI 基礎編」も2007年以降毎年2~3回開講され、継続して実施されている。

「MPI 応用編」は有限要素法、MPI については合計で3~4時間程度を割くのみであり、有限要素法、MPI の基礎についても学びたい、という要望は多かった。

本講習会は、そのような要望に応えるべく、有限要素法による「一次元」熱伝導解析プログラムを、MPI を使用して並列化するための手順について解説、実習を実施するものであり、2016年5月に「有限要素法で学ぶ並列プログラミングの基礎」として新たに開講した³⁾。MPI(Message Passing Interface)はSPMD(Single Program Multiple Data)型と呼ばれるパラダイムを実現するのに適している。有限要素法は要素単位のローカルな処理に基づいているため、SPMD型パラダイムの適用が容易であり、MPIを使用した並列化とは非常に相性が良いことが知られている。本講習会では：

- 有限要素法のプログラミング
- MPIによる並列プログラミングの基礎
- 前処理付き反復法による連立一次方程式解法のアルゴリズム

など、大規模シミュレーションに必須の数値アルゴリズムから、並列プログラミングまで幅広い知識を2日間で効率的に身につけることができる。実習には5月の講習会ではFX10スーパーコンピュータシステム(Oakleaf-FX)(Fujitsu PRIMEHPC FX10)を使用したのが、今回初めて

¹⁾ <http://www.cc.u-tokyo.ac.jp/support/kosyu/65/>

²⁾ <http://www.cc.u-tokyo.ac.jp/support/kosyu/>

³⁾ <http://www.cc.u-tokyo.ac.jp/support/kosyu/56/>

本年7月1日より運用を開始した Reedbush-U (Intel Broadwell-EP クラスタ) を使用した。受講者は Reedbush-U の 8 ノード (最大 288 コア, 実行時間上限 10 分) を利用できる。アカウントは講習会終了後 1 週間有効であり, 復習に利用することができる。

合計 5 名の事前登録者があり, 4 名 (大学院生 (博士) : 1 名, 大学教員 : 1 名, 企業 : 2 名) が受講した。

講習会終了後にアンケートを実施した (回収本数 : 4)。表 2 は質問項目と回答 (5 段階評価) の人数分布である。全体的な満足度は高かった (平均値は 4.75)。5 月の講習会で「実習時間が少ない」という指摘があったので, 今回はできるだけ実習時間を多めにとるように配慮した。アンケートの自由記述欄, 参加者からの意見を総合すると :

- 盛りだくさんな内容であったが, 有限要素法の基礎的な理論, プログラムへの実装, 並列化までを短時間で学べて良かった。
- 業務で有限要素法のプログラムを扱っているので, 非常に役に立った。
- 演習が豊富でかつ MPI 初心者でも取り組むことができた。段階的にレベルが上がった内容となり, 効率的に学ぶことができた。
- 研究室の並列シミュレーションプログラムを理解するのに有益な知識と経験が得られた。

ということで, 教材も含めて全般的に好評であった。

表 1 有限要素法で学ぶ並列プログラミングの基礎 スケジュール

10 月 11 日 (火)	09:30~10:30	有限要素法入門
	10:30~12:30	一次元有限要素法 (1/2)
	13:30~14:00	一次元有限要素法 (2/2)
	14:00~15:30	並列有限要素法への道
	15:45~16:30	Reedbush-U ログイン
	16:30~18:00	MPI 並列プログラミング (1/4)
10 月 12 日 (水)	09:30~11:00	MPI 並列プログラミング (2/4)
	11:15~12:30	MPI 並列プログラミング (3/4)
	13:30~15:00	MPI 並列プログラミング (4/4)
	15:15~17:00	MPI による一次元有限要素法プログラムの並列化
	17:00~18:00	質疑・実習

表 2 アンケート集計結果

	評点	1	2	3	4	5
(a) 講習会時間	短い⇔長い			3	1	
(b) 講習会講義内容 (プレゼン)	簡単⇔難			3	1	
(c) 配布資料内容	簡単⇔難			3	1	
(d) サンプルプログラム内容	簡単⇔難			2	2	
(e) 満足度 (平均 4.75)	不満⇔満足				1	3