

第 88 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、2017 年 11 月 7 日（火）・8 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 88 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。2016 年 10 月(第 65 回)からは Reedbush-U (Intel Broadwell-EP クラスタ) を使用している。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一ヶ月間有効であり、

¹ <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/support/kosyu/88/>

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

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

復習に利用することができる。特に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。

合計9名の事前登録者があり、7名（大学教員：1，研究機関：1，企業：5）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：6）。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4.50）。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：

- 基本的な内容を演習することで理解が深まった
- 最後の次元有限要素法並列化は急に難易度が上がったので，少しヒントがほしかった
- とてもわかりやすく満足した
- 並列データ構造の理解がとても重要であることがわかった
- 有限要素法の説明をもっとしてほしかった。

ということで，教材も含めて全般的に好評であった。

講習会終了後，3名に対して企業利用者向けトライアルユース（パーソナルコース相当）応募資格を認定した。

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

11月7日（火）	09:30～10:30	有限要素法入門
	10:30～12:30	次元有限要素法（1/2）
	13:30～13:45	次元有限要素法（2/2）
	13:45～14:30	並列有限要素法への道
	14:45～15:30	Reedbush-U ログイン
	15:30～18:00	MPI 並列プログラミング（1/4）
11月8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			4	2	
(b) 講習会講義内容（プレゼン）	簡単⇔難			3	3	
(c) 配布資料内容	簡単⇔難			5	1	
(d) サンプルプログラム内容	簡単⇔難			6		
(e) 満足度（平均4.50）	不満⇔満足			1	1	5