

第 56 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（新企画）」

中島 研 吾

東京大学情報基盤センター

本稿は、2016 年 5 月 24 日（火）・25 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 56 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（新企画）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。

本講習会では、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、実習を実施した。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。FX10 スーパーコンピュータシステム (Oakleaf-FX) (Fujitsu PRIMEHPC FX10) による実習も実施した。受講者は Oakleaf-FX の 12 ノードまで(実行時間上限 15 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 14 名の事前登録者があり、11 名 (学部学生：1 名、大学・研究機関：4 名、企業：5 名、その他：1 名) が受講した。並列プログラミング経験者は 4 名であったが、1 年以下の初心者

¹ <http://www.cc.u-tokyo.ac.jp/support/kosyu/56/>

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

が2名で、5年、10年が各1名であった。また、プログラミング経験「ほぼ0年」という参加者もあった（1名）。

講習会終了後にアンケートを実施した（回収本数：11）。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4.36）。

講義内容だけでも90分講義で10コマ分の内容であったので、多少消化不良な点もあったようで以下のようなコメントがあった：

- 実習時間をもっととってほしかった
- 話としてはわかったが、実装できる自信はない

一方で「有限要素法からその並列化まで、理論から実践まで短期間で通して学べて良かった」という趣旨の意見も複数あり、全体としては好評であった。有限要素法を初めて勉強する受講者も数人いたようである。また、

- 「並列有限要素法への道」の資料に書いてあるMPI関連用語の説明があった方が良い
- 実装の説明の前にアルゴリズムのまとめの説明をしてほしい
- 実習のデータ名が今一つ整理されていない

などの建設的な意見もいただいた。時間が限られた中で効率的に講義、実習を実現するための教材作成には、アンケートによるフィードバックは非常に重要である。

講習会終了後、5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

5月24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	FX10 ログイン
	16:30～18:00	MPI 並列プログラミング（1/4）
5月25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	1	4	6		
(b) 講習会講義内容（プレゼン）	簡単⇔難			7	3	1
(c) 配布資料内容	簡単⇔難			8	3	
(d) サンプルプログラム内容	簡単⇔難			8	2	1
(e) 満足度（平均4.29）	不満⇔満足			1	5	5