

# 第 108 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、2018 年 11 月 20 日（火）・21 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 108 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<sup>1</sup>」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<sup>2</sup>、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。

本講習会は、有限要素法、MPI の基礎についてじっくり学びたいという要望に応えるべく、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<sup>3</sup>。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、復習に利用することができる。できるだけ実習時間を多めにとるように配慮してある。

当日申込みの 1 名を含み 7 名 (大学教員 : 3 大学院生 : 1, 学部生 : 2, 企業 : 1) 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 4.67)。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：

---

<sup>1</sup> <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/108/>

<sup>2</sup> <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/>

<sup>3</sup> <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/56/>

- ・ ソースの中までしっかりと教えていただき、非常にわかりやすかった。
- ・ 資料が豊富で難しくても頑張ることができた。
- ・ 非常に勉強になり、研究に目処がついてとても良かった。
- ・ 理解を深めるための演習内容が良かった。演習時間も十分設定されていた。

ということで、教材も含めて全般的に好評であった。昨年 11 月に実施した第 88 回では「有限要素法の説明をもっとしてほしかった。」というコメントがあったが今回はそのようなものは無かった。なお、6 名のうち 5 名は Fortran ユーザー、ほぼ全員が並列プログラミング経験 1 年以下であった(1 名, 20 年前に 3 年の経験あり)。今回は前回と比較して座学の時間を少なめにし、演習を多めにしている。座学のみであれば 1 日で十分終わる内容であったが、受講者からの意見を総合すると、演習時間を十分に確保して 2 日間実施する現在のスタイルの方が良いとのことである。

講習会終了後、1 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 20 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)
	13:30~13:45	一次元有限要素法 (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 21 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			5	1	
(b) 講習会講義内容 (プレゼン)	簡単⇔難			4	2	
(c) 配布資料内容	簡単⇔難			4	2	
(d) サンプルプログラム内容	簡単⇔難			4	2	
(e) 満足度 (平均 4.50)	不満⇔満足				2	4