

第 146 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（オンライン）

中島 研吾

東京大学情報基盤センター

本稿は、2020 年 12 月 1 日（火）にオンライン開催した「第 146 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」（共催：東京大学情報基盤センター、PC クラスタコンソーシアム（実用アプリケーション部会・HPC オープンソースソフトウェア普及部会））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。新型コロナウイルス感染症対策のため、2020 年 4 月からは全ての講習会を Zoom 使用による「オンライン」講習会として実施している。

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ものであった。今回は、オンライン化にあたって従来 2 日間にわたって実施していた内容を 1 日間に圧縮して実施した。受講者は Oakbridge-CX の最大 8 ノード（最大 448 コア、実行時間上限 15 分）を利用できる（実際に使用したのは 1 ノード）。アカウントは講習会終了後 1 ヶ月間有効であり、復習に利用することができる。講義資料等はホームページ⁴を参照されたい。

事前登録者 18 名、出席者 12 名（学生：3 名、大学教員 3 名、研究機関：2 名、企業：4 名）であった。講習会終了後にアンケートを実施した（回収本数：9）。表 2 は質問項目と回答（5 段階評価）の人数分布である。全体的な満足度の平均値は 5 点満点で 4.33 と高かった。講義や

¹ <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/146/>

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

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

⁴ <http://nkl.cc.u-tokyo.ac.jp/FEMintro/>

教材の難易度については「3：普通」が多く適切なレベルであったようだ。

アンケートの自由記述欄については、「現地に行かなくて良い分、気軽にまた感染も気にせずに受講できる」、「他の参加者も含めた周囲の人とコミュニケーションをとりづらいのが難点」、「休憩時間が少ない」というコメントは他のオンライン講習会と同様であった。また、今回は回線トラブルのためか、初期のうちに音声途絶えてしまったことがあり、受講者にご不便をおかけした事、この場を借りてお詫びしたい。教材については詳細でわかりやすいという評価が多かったものの、やはり2日間の内容を1日に押し込めたために、演習時間も少なくなり、「従来通り2日間実施の方が良い」という意見が複数寄せられた。

本稿を執筆している2021年1月初頭の段階で、東京を中心にCOVID-19感染者数が急激に増加している。今後も「オンライン講習会」を中心に考えていく必要があり、本センターとしても講習会、プログラミング教育の今後のあり方を継続して検討していく予定である。また、オンライン化により、必ずしも2日間連続で設定する必要もなくなったため、今後は2日にわたって実施することも検討したい。

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

09：00-09：30	重み付き残差法
09：30-11：30	一次元有限要素法
11：30-12：00	並列有限要素法への道
13：30-16：30	MPI 並列プログラミング
16：30-18：00	一次元並列有限要素法

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	1	4	1	2
(b) 講習会講義内容 (プレゼン)	簡単⇔難	1		3	4	1
(c) 配布資料内容	簡単⇔難	1		5	2	1
(d) サンプルプログラム内容	簡単⇔難	1		5	2	1
(e) 満足度 (平均 4.33)	不満⇔満足			2	2	5