

# 第 89 回お試しアカウント付き並列プログラミング講習

## 一日速習：三次元並列有限要素法とハイブリッド並列プログラミング

中島研吾

東京大学情報基盤センター

本稿は、2017年11月20日(火)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89回お試しアカウント付き並列プログラミング講習会 一日速習：三次元並列有限要素法とハイブリッド並列プログラミング<sup>1)</sup>」の開催報告である。

本講習会は、有限要素法による熱伝導解析プログラムを MPI 及び OpenMP 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もので、手元のプログラムを、「並列化」したいと考えている受講者を対象としている。有限要素法についてはプログラムの簡単な解説を実施するが、予備知識の無い方は事前に公開する資料での予習を推奨している。

本講習会はもともと、「MPI 応用編：並列有限要素法入門<sup>2)</sup>」として、2013年3月以降実施してきたもので、最近ではプロセッサのマルチコア化を考慮して、MPI (ノード間) + OpenMP (ノード内) のハイブリッド並列プログラミングに関する講義・実習も実施している。本来は2日間の講習会として実施していたものを、別途実施している「有限要素法で学ぶ並列プログラミングの基礎<sup>3)</sup>」の受講を前提として、今回、1日の短縮版として復活した。今回からはプログラミング実習に 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。

スケジュールを表 1 に示す。講義内容の詳細については、ウェブページ<sup>4)</sup>から資料をダウンロードできるのでそちらを参照いただきたい。Fortran と C の両者の教材が準備されている。今回は Fortran を普段使用している受講者が多かったため、Fortran 向け教材による説明を実施した。今回は、期間が1日と短いこともあり演習時間をあまりとれなかった。

今回の受講者は8名(大学教員1名, 大学院生1名, 企業6名)であった。アンケート結果を表 2 に示す。満足度は 4.125 (5 点満点) と比較的高かったが、「有限要素法で学ぶ並列プログラミングの基礎 (11月7・8日実施)」を受講済の場合とそうでない場合で、受講者の反応が多少異なっていた。下記は個別のコメントである：

- 「有限要素法で学ぶ並列プログラミングの基礎」と合わせて非常に勉強になった
- 三次元有限要素法の手法を事前に知っておかないと説明の細部が理解できない
- 演習時間が少ない (複数)

<sup>1)</sup> <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/support/kosyu/89/>

<sup>2)</sup> <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/support/kosyu/60/>

<sup>3)</sup> <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/support/kosyu/88/>

<sup>4)</sup> <http://nkl.cc.u-tokyo.ac.jp/pFEM/>

- 午後（表 1）の内容を詳しくやったほうが良い（「有限要素法で学ぶ並列プログラミングの基礎」受講者からのコメント）
- ハードウェア（CPU, GPU）の動向に関する
- 後で復習すれば良いので座学中心なのは良かった
- 並列アルゴリズムだけでなく、領域分割、並列可視化も経験できてよかった。特に領域分割はまとめて学ぶ機会がなく、貴重な体験であった
- METIS の説明聞きたかった

表 1 一日速習：三次元並列有限要素法とハイブリッド並列プログラミング スケジュール  
講師：中島研吾（東京大学情報基盤センター）

11月21日（火）	09:30～11:00	三次元有限要素法の概要
	11:00～12:00	並列有限要素法への道
	13:00～14:30	三次元並列有限要素法（1/2）
	14:45～16:00	三次元並列有限要素法（2/2）
	16:15～17:30	OpenMP 入門，ハイブリッド並列プログラミング
	17:30～18:00	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	4		
(b) 講習会講義内容（プレゼン）	簡単⇔難		1	4	3	
(c) 配布資料内容	簡単⇔難			7	1	
(d) サンプルプログラム内容	簡単⇔難			7	1	
(e) 満足度（平均 4.125）	不満⇔満足			2	3	3