

第 60 回お試しアカウント付き並列プログラミング講習

「MPI 応用編：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、2016 年 6 月 28 日（火）・29 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 60 回お試しアカウント付き並列プログラミング講習会 MPI 応用編：並列有限要素法とハイブリッド並列プログラミング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。

本講習会はもともと、「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。Fujitsu PRIMEHPC FX10（Oakleaf-FX）によるプログラミング実習も実施した。受講者からの意見も取り入れて、2 日間の日程で、1 日目：有限要素法、2 日目：並列有限要素法として、有限要素法に関する予備知識のあるものは 2 日目だけ出席すればよいということにして、時間を確保することの困難な企業からの参加者へも対応してきた³⁾。

昨年 5 月に開催された第 46 回からは、プロセッサのマルチコア化と 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の普及と受講者からの要求に応え、以下の変更を実施した：

- 従来 1 日間実施していた有限要素法に関する講義・実習を半日に減らした
- OpenMP、ハイブリッド並列プログラミングモデルに関する講義・実習を半日追加した

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⁴⁾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。

従来の講義では、一次元・三次元有限要素法による熱伝導解析プログラムについては、並列化が容易な点ヤコビ前処理付き共役勾配法を適用していた。そこで、今回は共役勾配法の部分を OpenMP によってノード内並列化することによってハイブリッド並列化を実現するための最低限の内容を追加するとどめたため、受講者は効率的にハイブリッド並列プログラミングモ

¹⁾ <http://www.cc.u-tokyo.ac.jp/support/kosyu/60/>

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

³⁾ <http://www.cc.u-tokyo.ac.jp/support/kosyu/36/>

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

デルについて実感することができた。MPIについては「応用編」ということである程度予備知識があることを前提としており、自習用教材を提供しているが、並列有限要素法に必要な機能については講義の中で適宜解説を加えている。

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。

今回の受講者は1名（研究機関所属）であった。自ら開発している差分法、粒子法等による計算プログラムを使用した計算を実施しているが、並列化を検討しているため、丁度良い内容であり、是非実務に役立てたいということであった。

表1 MPI 応用編：並列有限要素法入門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）

6月28日（火）	09:30～12:30	有限要素法プログラムの概要
	13:30～14:30	FX10 スーパーコンピュータシステム（Oakleaf-FX）
	14:30～16:00	並列有限要素法への道
	16:15～18:00	一次元並列有限要素法・質疑・実習
6月29日（水）	09:30～11:00	三次元並列有限要素法（1/3）
	11:15～12:40	三次元並列有限要素法（2/3）
	13:45～15:00	三次元並列有限要素法（3/3），ppOpen-HPC 概要
	15:15～17:00	OpenMP 入門，ハイブリッド並列プログラミング
	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			
(b) 講習会講義内容（プレゼン）	簡単⇔難			1		
(c) 配布資料内容	簡単⇔難			1		
(d) サンプルプログラム内容	簡単⇔難				1	
(e) 満足度（平均4.29）	不満⇔満足					1