

## 第 59 回お試しアカウント付き並列プログラミング講習

# 「OpenMP/OpenACC によるマルチコア・メニコア並列プログラミング入門」

中島 研 吾、大島聡史、星野哲也

東京大学情報基盤センター

本稿は、2016 年 6 月 14 日 (火)・15 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 59 回お試しアカウント付き並列プログラミング講習会 : OpenMP/OpenACC によるマルチコア・メニコア並列プログラミング入門』の開催報告である。

近年マイクロプロセッサのマルチコア・メニコア化が進み、様々なプログラミングモデルが提案されている。OpenMP は指示行 (ディレクティブ) を挿入するだけで手軽に「並列化」ができるため、広く使用されており、様々な解説書も出版されている。メモリへの書き込みと参照が同時に起こるような「データ依存性 (data dependency)」が生じる場合に並列化を実施するには、適切なデータの並べ替えを施す必要があるが、このような対策は OpenMP 向けの解説書でも詳しく取り上げられることは余りない。本講習会では、「有限体積法から導かれる疎行列を対象とした ICCG 法」を題材として、科学技術計算のためのマルチコアプログラミングにおいて重要なデータ配置, reordering などのアルゴリズムについての講習を実施し、理解を深めるため、スーパーコンピュータシステムを利用した実習を行う。

本講習会は 2008 年 12 月に開始し、既に 8 回実施されている。2012 年度からは、FX10 スーパーコンピュータシステム (Oakleaf-FX) (Fujitsu PRIMEHPC FX10) を使用して実施している。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。さらに情報基盤センターでは本年度中に GPU を搭載した「データ解析・シミュレーション融合スーパーコンピュータシステム」(Reedbush, SGI Rackable system) を導入、運用を開始することから、今回は初めて OpenACC に関する講義 (座学) を実施し、講習会名も「OpenMP/OpenACC によるマルチコア・メニコア並列プログラミング入門」とした。OpenACC は GPU などのアクセラレータのためのプログラミング環境として広く利用されている。OpenACC では OpenMP と同様に指示行挿入によって容易にプログラミングが可能である。今回は筑波大学計算科学研究センターに設置されている HA-PACS ベークラスタシステムを用いて OpenACC に関する演習も実施した。こちらは 1 ノード 30 分までのジョブが実行可能であり、アカウントは 1 週間有効である。

本講習会のスケジュールを表 1 に示す。初日には有限体積法と ICCG 法に関する講習と OpenMP による CPU 向けの並列化演習を行い、2 日目には OpenACC についての講習と並列化演習を行った。講義内容の詳細については、ウェブページ<sup>2</sup>から資料をダウンロードできるので

<sup>1</sup> <http://www.cc.u-tokyo.ac.jp/support/kosyu/59/>

<sup>2</sup> <http://nkl.cc.u-tokyo.ac.jp/seminars/multicore/>

そちらを参照いただきたい。

合計6名の事前登録者があり、5名（大学・研究機関：1名、企業：4名）が受講した。最近の傾向として企業の技術者・研究者の受講者が増加している。講習会終了後にアンケートを実施した（5名より回収）。表2は質問項目と回答（5段階評価）の人数分布である。今回は全員が4年以上のプログラミング経験があり、4人が3年以上の並列プログラミング経験者という構成であった。難易度については適切という回答が大半を占めた。全体的な満足度は非常に高かった（5人中4人が5、平均値は4.8）。以下のようなコメントがあった：

- Reedbush 導入後に開催されたらまた受講したい
- OpenMP は同じ内容の講習会を以前に受講したので大変良い復習になった。OpenACC はテキスト・実習教材は大変素晴らしいものだった。
- サンプルプログラムの訂正が多いので確認済のものを用意して欲しい
- 1 日目はペースが速かったが説明・資料ともに充実しており理解しやすかった、演習がもう少しあると理解がより深まると思う。2 日目は演習中心で実際に手を動かしたのでよりわかりやすかった、最適化について詳しく聞くことができ非常に良かった。

表1 OpenMP/OpenACC によるマルチコア・メニョコア並列プログラミング入門  
スケジュール

	時間帯	内容	講師
6月14日（火）	09:30～11:30	有限体積法	中島研吾
	11:30～12:00	Oakleaf-FX ログイン	
	13:00～14:15	OpenMP 入門	
	14:30～16:00	オーダリング	
	16:15～18:00	OpenMP 並列化	
6月15日（水）	09:30～10:30	HA-PACS ログイン	星野哲也
	10:30～12:00	OpenACC 入門（1/1）	大島聡史
	13:00～15:00	OpenACC 入門（2/2）	
	15:15～17:30	OpenACC による並列化	

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		3	1	
(b) 講習会講義内容（プレゼン）	簡単⇔難			4	1	
(c) 配布資料内容	簡単⇔難			4	1	
(d) サンプルプログラム内容	簡単⇔難			4	1	
(e) 満足度（平均4.8）	不満⇔満足				1	4