

## 第 81 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、星野哲也

東京大学情報基盤センター

本稿は、2017年7月11日(火)・12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81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、今回が10回目の実施である。昨年度までは主にFX10スーパーコンピュータシステム(Oakleaf-FX)(Fujitsu PRIMEHPC FX10)を使用して講習会を実施してきたが、今回からは昨年度より運用を開始した「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)のGPUノード郡(Reedbush-H)を用いている。以前はマルチコアプロセッサを対象とし、OpenMPを主体とした講習会であったが、GPUなどのアクセラレータ環境への対応を促進するために、昨年度からはOpenACCに関する講義(座学・演習)も実施している。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おり、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。

今回は演習環境として、1日目はReedbush-Uシステム(ReedbushシステムのCPU部のみ)、2日目はReedbush-Hシステム(ReedbushシステムのGPU搭載ノード郡)を使用した。どちらのシステムもファイルシステムを共有しており、利用者はジョブを投げる際に指定することで、両者を使い分けることができる。本講習会の受講者はReedbush-Uの8ノード、Reedbush-Hの2ノードまで(実行時間上限10分)を利用できる。また今までの講習会では、受講者の復習のためにアカウントの有効期限を講習会終了後1週間としていたが、GPUプログラミングの習熟には時間がかかるため、今回より有効期限を1ヶ月とした。

<sup>1</sup> <http://www.cc.u-tokyo.ac.jp/support/kosyu/68/>

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そちらを参照いただきたい。

合計 10 名の事前登録者があり、8 名（大学・研究機関：4 名、企業：4 名）が受講した。講習会終了後にアンケートを実施した（6 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ると回答したが、並列プログラミングの経験者は一人のみであった。アンケートでは以下のコメントを頂戴した：

- OpenACC について実践しながらできてよかった。OpenMP もプログラミングの時間があるといい。
- 有限体積法について時間内に理解できなかった
- さらなる上級編として OpenACC と CUDA の組み合わせ方や CUDA プログラミングの講習会があれば受けてみたい
- #pragma simd によるベクトル化などの OpenMP 講習会があれば参加したい
- アプリケーションの説明をもう少し詳しくして欲しかったと思います。OpenMP と OpenACC についてはよく理解できたと思います。

表 1 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  
スケジュール

	時間帯	内容	講師
7 月 11 日 (火)	09:30~11:30	有限体積法	中島研吾
	11:30~12:00	Reedbush 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	
7 月 12 日 (水)	09:30~10:30	HA-PACS ログイン	星野哲也
	10:30~12:00	OpenACC 入門	
	13:00~15:00	OpenACC 実習	
	15:15~17:30	ICCG ソルバーの 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	1	2	2	
(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		1	3	1	1
(d) サンプルプログラム内容	簡単⇔難			5		1
(e) 満足度 (平均 4.5)	不満⇔満足			3	1	2

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