

第 151 回お試しアカウント付き並列プログラミング講習会

OpenMP によるマルチコア・メニコア並列プログラミング入門（オンライン）

中島 研吾

東京大学情報基盤センター

本稿では、2021 年 4 月 20 日（火）にオンライン開催した第 151 回お試しアカウント付き並列プログラミング講習会「OpenMP によるマルチコア・メニコア並列プログラミング入門」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））について紹介する。

東京大学情報基盤センター（以下、本センター）では 2007 年からスーパーコンピュータを使用した「お試しアカウント付き並列プログラミング講習会」を開催しているが、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。本講習会は第 131 回（2020 年 4 月 27 日）、第 143 回（2020 年 11 月 2 日）と同じ内容である。

近年マイクロプロセッサのマルチコア化が進み、様々なプログラミングモデルが提案されている。中でも 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無い。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義、スパコン (Oakbridge-CX (OBCX)²) を使用した実習を実施した。本講習会は筆者が本学大学院工学系研究科・情報理工学系研究科の講義として実施している「計算科学アライアンス特別講義 I」³、「科学技術計算 I」⁴、「スレッド並列コンピューティング」の内容に準拠している⁵。

今回も前回に引き続き、スパコンログインのための手順 (PC へのソフトウェアのインストール、SSH 鍵認証の原理) についての詳細な資料⁴を準備し、前以て受講者には利用者 ID、初期パスワード等を送付することによって、可能な限り予めログインまでを済ませて講習会に臨んでもらうこととした。特にトラブルもなく、無事にログインまで済ませた状況で参加された模様である。本来であれば 105 分×10 程度の講義の内容を 1 日（正味 7.5 時間（450 分）程度）に圧縮しての内容となった（表 1）。題材とする有限体積法コードの説明に従来は 3 コマ、4.5 時間程度をかけるのであるが、教材⁵を予め提供することにより予習してもらい、90 分程度で済ませることができた。また、表 1 にある「Oakbridge-CX へのログイン」時間も、上述の事前

¹ <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/151/>

² <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/obcx/service/>

³ <http://nkl.cc.u-tokyo.ac.jp/20s/>

⁴ <http://nkl.cc.u-tokyo.ac.jp/seminars/multicore/OnlineClass.pdf>

⁵ <http://nkl.cc.u-tokyo.ac.jp/seminars/multicore/>

準備により大幅に短縮することができた。

表 1 本講習会の概要

09 : 00-11 : 00	有限体積法
11 : 00-12 : 30	OpenMP 入門
13 : 30-16 : 00	オーダリング
16 : 00-17 : 30	OpenMP 並列化
17 : 30-18 : 00	質疑

講義内容の詳細については、ウェブページから資料及び録画ビデオをダウンロードできるのでそちらを参照いただきたい (https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/151/)。本講義

では、受講者の多様なバックグラウンドを考慮して、全講義内容について Fortran, C 両方による教材を準備している。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。

事前登録者 19 名, 出席者 13 名 (学生 : 7 名, 大学教職員 : 1 名, 企業 : 5 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 : 11)。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 3.73 と第 131 回 (4.00), 第 143 回 (4.57) と比較して低くなっている。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」, 「1 日に詰め込む内容としては項目が多すぎる」というコメントはこれまでと変わらない。満足度で「やや不満足 (2)」とした受講者は、「休憩時間が少ない」, 「今後もオンライン講習会を継続してほしい」というコメントであった。今回は、学部生が 4 名と通常に比べて多く, また質問事項 (b) について、講義内容をやや難しいと感じた受講者が多かったことも, 満足度が低くなっていることと関連していると思われる。全体的には「内容としては充実していた」というコメントが多かった。

本稿を執筆している 2021 年 4 月末の段階で、東京都等では 3 回目の緊急事態宣言が発出されている。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。

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	5	3	2
(b) 講習会講義内容 (プレゼン)	簡単⇔難			1	6	4
(c) 配布資料内容	簡単⇔難			6	4	1
(d) サンプルプログラム内容	簡単⇔難			9	2	
(e) 満足度 (平均 3.73)	不満⇔満足		1	5	1	4