

第 173 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 (Wisteria/BDEC-01 (Odyssey, A64FX 搭載)) (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、2022 年 3 月 9 日 (水) にオンライン開催した第 173 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 (Wisteria/BDEC-01 (Odyssey, A64FX 搭載))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。「OpenMP によるマルチコア・メニコア並列プログラミング入門」は、オンラインとなってから、第 131 回 (2020 年 4 月 27 日)、第 143 回 (2020 年 11 月 2 日)、第 151 回 (2021 年 4 月 21 日) と 3 回、Oakbridge-CX (OBCX)²⁾ を使用して実施してきた。2019 年度までは 2 日にわけて実施していたものを、2020 年度からは 1 日にまとめて実施している。

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。第 151 回以前の講習会では、「有限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、スパコンを使用した実習を実施した。内容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」、「科学技術計算 I」、「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³⁾。本来であれば 105 分×10 回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ているため、アンケートでも「1 日に詰め込む内容としては項目が多すぎる」が散見され、第 151 回のアンケートでは満足度が 3.73 (満点 5.00) と比較的低い値となった。

2021 年度からは、2021 年 5 月 14 日に運用を開始した Wisteria/BDEC-01 (Odyssey)⁴⁾ 導入に合わせて内容を一新し、データ依存性に関連した内容を完全に削除したカリキュラムを策定した。大体 105 分の講義にして 4 回程度の内容であり、1 日、450 分程度で実施するには手頃な量

¹⁾ <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/173/>

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

³⁾ <http://nkl.cc.u-tokyo.ac.jp/20s/>

⁴⁾ <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/wisteria/service/>

であった。また、Wisteria/BDEC-01 (Odyssey) に搭載されている A64FX についても詳細な解説を実施した。内容もやや簡単になったため、満足度も高めとなったことから、今回もこの路線を踏襲した。

運用開始から 1 年近くが経過し、5 月の時点では性能にやや問題があった C コンパイラの性能等も改善された。また性能評価のための詳細プロファイラの使用法など新たな項目を追加するなど、内容としては前回と比較して充実したものとなった。

合計 14 名の参加申込みがあり、受講者は 10 名（大学・研究機関教職員：2，大学院生：2，学部生：4，企業：1）であった。アンケート結果（回収 9 名）について表 2 に示す。平均満足度は 4.44 と高めであった。

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

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		2	4	3	
(b) 講習会講義内容 (プレゼン)	簡単⇔難			7	2	
(c) 配布資料内容	簡単⇔難			8	1	
(d) サンプルプログラム内容	簡単⇔難			7	2	
(e) 満足度 (平均 4.44)	不満⇔満足				5	4

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/173/>)。また、従来実施していたデータ依存性を含むケースについては、3 日にわけてプログラムを再編成し、10 月以降に実施する予定である。