

第 241 回お試しアカウント付き並列プログラミング講習会

「OpenMP で並列化された C++プログラムの GPU 移植手法」

実施報告

三木 洋平

東京大学情報基盤センター

2025 年 1 月に運用を開始した新システム Miyabi¹は、NVIDIA 社の GH200 Grace-Hopper Superchip を搭載した計算ノード 1120 ノードからなる Miyabi-G を主としたシステムです。東京大学情報基盤センターが運用してきたシステムはこれまで汎用 CPU を中心としたものであり、演算加速装置である GPU を中心としたシステムは、この Miyabi が初となります。そこで課題となるユーザーアプリケーションの GPU 移植を支援するため、GPU 移植に関する講習会を多数開催しています。2025 年 2 月 18 日（火）に開催された第 241 回お試しアカウント付き並列プログラミング講習会「OpenMP で並列化された C++プログラムの GPU 移植手法」はこうした GPU 移植支援活動の一環であり、本講習会ではマルチコア CPU 向けに OpenMP で並列化された C++プログラムの GPU 環境への移植手法を学びました。本講習会は Zoom および Slack を用いたオンライン講習会として実施され、Miyabi-G を用いた実習も行いました。

GPU 向けのプログラミング手法としては、NVIDIA 製 GPU 向け専用言語の CUDA C++を用いた実装、OpenACC や OpenMP などの指示文ベースの手法、C++17 で導入された標準言語規格を利用した GPU 化などと複数の選択肢があり、それぞれに長所・短所があります。本講習会は、こうした各手法の特徴や使い方を学ぶことで、ユーザーアプリケーションを GPU 移植する際にどの手法を用いるのが自分に適しているかを判断するための材料を提供することを目的としています。また、今回は過去に Wisteria/BDEC-01 (Aquarius)を用いて開催されてきた講習会を、Miyabi の運用開始を機に刷新しました。具体的には、Miyabi-G に搭載されている NVIDIA GH200 Grace-Hopper Superchip や GPU の分割機能 Multi-Instance GPU (MIG)などの Miyabi ユーザ向けの情報や、GPU 向け指示文統合マクロ Solomon (Simple Off-Loading Macros Orchestrating multiple Notations) ²の紹介を追加しました。講習会の内容については、講習会のアンケートに記載いただいたコメント、GPU 移行相談会やミニキャンプにおける相談内容などを参考に継続的にアップデートしていく予定です。

本講習会は、東京大学内および学外における当センターのスーパーコンピュータの利用

¹ <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/miyabi/service/>

² <https://github.com/ymiki-repo/solomon>

を考えているユーザに加え、社会貢献の一環として、高性能計算や並列処理の技術習得を目的にした企業に所属する研究者、技術者の方が参加可能になっております。受講者の内訳は、大学院学生：3名、大学・研究機関教職員：7名、企業：4名で、合計14名でした。

1ヶ月間有効となるお試しアカウントが与えられ、Miyabi スーパーコンピュータシステムの利用方法、GPU プログラミングに関する基礎演習が、半日間の日程で行われました。当日のプログラムを、以下に載せます。

- 2月18日（火）
 - 13：00 - 13：30 GPU 向けプログラミング手法の紹介（座学）
 - 13：40 - 14：20 OpenACC を用いた GPU 化（座学＋演習）
 - 14：30 - 15：10 OpenMP を用いた GPU 化（座学＋演習）
 - 15：20 - 15：50 C++17 を用いた GPU 化（座学＋演習）
 - 16：00 - 17：00 CUDA C++を用いた GPU 化（座学＋演習）

また、Zoom 講習会を録画したものを東京大学情報基盤センタースーパーコンピューティング部門の YouTube チャンネル (<https://www.youtube.com/channel/UC2CHaGp1A0-vqRlV7wmU0-w/videos>) にアップロードしてあるのでいつでも視聴できます。

12名の参加者について、講習会に関するアンケートをご提出いただきました。主要な項目の集計結果は表1に示したとおりです。普段使用しているプログラミング言語については、C/C++は10名、Fortranは3名、Pythonが6名とMatlabが1名でした。また、講習会に参加した満足度は平均4.17であり、おおむね満足度が高かったようです。

表 1 アンケート集計結果

項目	評価	1	2	3	4	5
講習会時間	短い ⇔ 長い		4	5	2	1
講義内容（プレゼン）	易 ⇔ 難			8	4	
配布資料内容	易 ⇔ 難		1	8	3	
サンプルプログラム	易 ⇔ 難		1	8	2	1
満足度	不満 ⇔ 満足			3	4	5

自由記述欄においては

- GPU プログラミングについて殆ど何も知らなかったもので、大変参考になりました。今回の内容を知っていることを前提として、もっと詳細に触れた会があると大変助かります。
- Fortran+GPU の講習会があれば受講したいのですが、そういったものは今後開催予定ありますでしょうか？

という感想・質問をいただきました。Fortran を対象とした同様の講習会も開催予定です。

同様の講習会があれば、「また受けたい」という回答が 8 名、「どちらともいえない」が 3 名であり、自由記述欄に記入いただいたコメントからもその他の講習会にも期待されていることが伺えます。

以上