

國家理論中心數學組『高性能計算』短期課程

(2023 NCTS Winter Course)

Advanced Course on Multi-Threaded Parallel Programming using OpenMP for Multicore/Manycore Systems

中島研吾

東京大学情報基盤センター

本稿は、「國家理論中心數學組『高性能計算』短期課程 (2020 NCTS Summer Course)」の一環として、2023年2月14日(火)～16日(木)に国立台湾大学で開催された、集中講義「Advanced Course on Multi-Threaded Parallel Programming using OpenMP for Multicore/Manycore Systems¹」(共催: 國家理論科學研究中心 (National Center for Theoretical Sciences, NCTS)², 東京大学情報基盤センター他) について紹介したものである。

國家理論科學研究中心 (NCTS) は1997年に台湾の National Science Council (NSC, 行政院國家科學委員會) によって設立された横断的研究組織で、物理・数学の2部門がある。数学部門(數學組)の本部は2015年から國立臺灣大學(台北)に置かれている。8つの重点分野があり、国際交流も盛んに行っているほか、会議、チュートリアル等様々なイベントを主催、サポートしている。中核となっている研究者は、国立台湾大学、国立清華大学、国立中央大学、中央研究院 (Academia Sinica) 等の台湾におけるトップクラスの大学・研究機関を本務としており、参加している学生もこれらの大学の学部生、大学院生である。当センターと NCTS は2018年1月に研究交流協定覚書 (Memorandum of Understanding, MOU) を締結している。本集中講義は例年7月に4日間で國立臺灣大學 (National Taiwan University, NTU)³で開催してきた。2019年7月に開催のち、2020年は新型コロナウイルス感染症対策のため、内容をやや短縮して3週間に分けて、オンラインで実施した⁴。

今回は、約3年半ぶりに On-Site で集中講義を実施した。60名以上の申込があったが、プログラミング経験などに基づき最終的に41名を選定した。実施した講義内容と資料は東大側で準備したホームページ⁵で見ることができる。本講義の内容は、2022年夏学期に情報理工学系研究科、工学系研究科の講義として実施した「科学技術計算I, コンピュータ科学特別講義I, スレッド並列コンピューティング」⁶の教材を使用している。受講者全員に Wisteria/BDEC-01 (Odyssey) のアカウントを発行し、実習を行った。

本稿執筆時点(2023年4月30日)では筆者は本学の大学院の講義をオンラインで実施している。一足先に台湾で対面の講義・演習を実施することになった。台湾の大学は既にほぼ対面で講義が実施されているようである。受講者は全般的に非常に熱心で、様々な質問があり、休み時間も質問に来る受講者が後を絶たないほどであり、筆者も久々に対面講義の良さを味わうことができた。

¹ <https://sites.google.com/site/school4scicomp/>

² <https://ncts.ntu.edu.tw/>

³ <http://www.ntu.edu.tw/>

⁴ <http://nkl.cc.u-tokyo.ac.jp/NTU2020SummerOnline/>

⁵ <http://nkl.cc.u-tokyo.ac.jp/NTU2023W/>

⁶ <http://nkl.cc.u-tokyo.ac.jp/22s/>

本集中講義実施に当たって、多大なご協力を頂いた、王伟仲教授（国立臺灣大學）と NCTS のスタッフに対してこの場を借りて深甚なる謝意を表したい。

表 1 講義スケジュール

Date	Hour	Content
February 14 (Tue), 2023	09:10-10:00	Introduction
	10:10-11:00	Finite Volume Method (FVM) (1/4)
	11:10-12:00	Finite Volume Method (FVM) (2/4)
	13:10-14:00	Finite Volume Method (FVM) (3/4)
	14:10-15:00	Finite Volume Method (FVM) (4/4)
	15:10-16:00	Introduction to OpenMP (1/4)
	16:10-17:00	Login to Odyssey
February 15 (Wed), 2023	09:10-10:00	Introduction to OpenMP (2/4)
	10:10-11:00	Introduction to OpenMP (3/4)
	11:10-12:00	Introduction to OpenMP (4/4)
	13:10-14:00	ICCG Method (1/3)
	14:10-15:00	ICCG Method (2/3)
	15:10-16:00	ICCG Method (3/3)
	16:10-17:00	Reordering (1/4)
February 16 (Thu), 2023	09:10-10:00	Reordering (2/4)
	10:10-11:00	Reordering (3/4)
	11:10-12:00	Reordering (4/4)
	13:10-14:00	Parallel FVM using OpenMP (1/4)
	14:10-15:00	Parallel FVM using OpenMP (2/4)
	15:10-16:00	Parallel FVM using OpenMP (3/4)
	16:10-17:00	Parallel FVM using OpenMP (4/4)

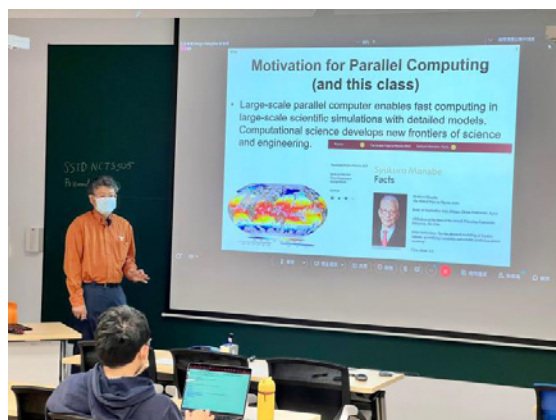


写真 1 講義風景 (マスクをしておの講義となつた)



写真 2 教室の様子



2023.2.14~16
9:00-17:00

台大天文數學館440室

Advanced Course on Multi-Threaded Parallel Programming using OpenMP for Multicore/Manycore Systems

Instructor
Kengo Nakajima 中島研吾
Information Technology Center, The University of Tokyo, Japan

Organizers	Pochung Chen Tsung-Ming Huang Feng-Nan Hwang Ying-Jer Kao Weichung Wang	National Tsing Hua University National Taiwan Normal University National Central University National Taiwan University National Taiwan University
-------------------	---	---

Course Outline
In order to make full use of modern supercomputer systems with multicore/manycore architectures, hybrid parallel programming with message-passing and multithreading is essential. While MPI is widely used for message-passing, OpenMP for CPU and OpenACC for GPU are the most popular ways for multithreading on multicore/manycore clusters. In this 3-day course, we focus on optimization of single node performance using OpenMP for CPU. We parallelize a finite-volume method (FVM) code with Krylov iterative solvers for Poisson's equation on Wisteria/BDEC-01 (Odyssey) System (<http://nki.cc.utkyo.ac.jp/22x/WisteriaBDEC01.pdf>) with Fujitsu/Arm A64FX at the University of Tokyo, which is ranked 23rd in the Top 500 list published in November 2022 (<https://www.top500.org/>).

Contact: Murphy Yu murphyu@ncts.nyu.edu.tw



写真 3 集中講義のポスター