

國家理論科學研究中心數學組 Taiwan Mathematics School 2020 : Parallel Finite Element Method using Supercomputer

中島 研吾

東京大学情報基盤センター

2020年2月21日(金)～25日(火)に國立臺灣大學(National Taiwan University, NTU)¹で開催された「國家理論科學研究中心數學組 Taiwan Mathematics School 2020 : Parallel Finite Element Method using Supercomputer」²(共催: 國家理論科學研究中心(National Center for Theoretical Sciences)³, 東京大学情報基盤センター他)について紹介する。

國立臺灣大學での集中講義は2015年2月から毎年この時期に開催しているが, 受講者は東京大学情報基盤センターと研究交流協定覚書(Memorandum of Understanding, MOU)を取り交わしている國立臺灣大學と國立中央大學の学生, 教職員に限定されていた。これは, 両大学関係者しか東大センターのスパコンを利用できないためである。本集中講義は2017年から國家理論科學研究中心(National Center for Theoretical Sciences, NCTS)の主催となり, 國立臺灣大學, 國立中央大學以外の受講者も受け入れたいとの意向があったため, 東大情報基盤センターとNCTSは2018年1月にMOUを締結した。

本講義の内容は2019年度冬学期に実施した, 科学技術計算II(大学院情報理工学系研究科数理情報学専攻) / コンピュータ科学アライアンス特別講義II(同 コンピュータ科学専攻) / ハイブリッド分散並列コンピューティング(大学院工学系研究科電気系工学専攻)「並列有限要素法入門」⁴と同様の内容であり, 2017年度から英語で実施しているため, 特別な準備は無しに実施することができた。通常105分×14コマ(=24.5時間)で実施している一学期分の講義を, 表1に示すように5日間(50分×7コマ×5日=約29.2時間)で実施した。できるだけ演習の時間を十分にとるようにしたが, 実際には25日(火)の14:00で予定の内容を終了した。

偏微分方程式の数値解法として, 様々な科学技術分野のシミュレーションに使用されている有限要素法(Finite-Element Method, FEM)について, 一次元・三次元定常熱伝導問題を対象として, 背景となる基礎的な理論から, 実用的なプログラムの作成法まで, 連立一次方程式解法などの周辺技術も含めて講義を実施し, プログラミングの実習を実施した。プログラミング実習には, 当センターの「大規模超並列スーパーコンピュータシステム(Oakbridge-CX, OBCX)⁵」を使用した。OBCXは2019年7月に運用を開始し, 各々2基のIntel Xeon Platinum 8280から構成される計算ノードを1,368ノード搭載している。実施した講義内容と資料は東大側で準備したHP⁶で見ることができる。

今回は, 旧正月休み明けに新学期が2月17日(月)に開始されるのに合わせて, 2月21日(金)～25日(火)に開催した。これは:

¹ <http://www.ntu.edu.tw/>

² <https://sites.google.com/site/school4scicomp/2020-a-nk>

³ <http://www.ncts.ntu.edu.tw/>

⁴ <http://nkl.cc.u-tokyo.ac.jp/19w>

⁵ <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/obcx/service/>

⁶ <http://nkl.cc.u-tokyo.ac.jp/NTU2020/>

- ① 学期中に開催すると、公式な集中講義となり、各大学の単位を取得できるため、出席者のモチベーションが上がる
- ② 土日を含むため、一般の講義への影響は最小限に抑えられる

という意図があった。最終的に 18 名の応募者があったが、受講者は 12 名に留まり、単位を取得したのは残念ながら 2 名だった。本文を執筆中の現在（2020 年 5 月 7 日）も続いている新型コロナウイルス感染症の影響で、台湾全土で新学期の開始が 2 月 17 日から 3 月 2 日に延長となり、「学期外」の開催となったが幸い正式な講義としては認められたようである。

表 1：講義日程・内容

Data	Hour	Content	Date	Hour	Content
Feb.21 (F)	09:10-10:00	Introduction (1/2)	Feb.24 (M)	09:10-10:00	MPI (6/6)
	10:10-11:00	Introduction (2/2)		10:10-11:00	Exercise
	11:10-12:00	FEM (1/6)		11:10-12:00	Exercise
	13:10-14:00	FEM (2/6)		13:10-14:00	MPI Practice (2/3)
	14:10-15:00	FEM (3/6)		14:10-15:00	MPI Practice (3/3)
	15:10-16:00	FEM (4/6)		15:10-16:00	Exercise
	16:10-17:00	Exercise (Optional)		16:10-17:00	Parallel FEM (1/4)
Feb.22 (Sa)	09:10-10:00	FEM (5/6)	Feb.25 (T)	09:10-10:00	Parallel FEM (2/4)
	10:10-11:00	FEM (6/6)		10:10-11:00	Parallel FEM (3/4)
	11:10-12:00	Exercise		11:10-12:00	Parallel FEM (4/4)
	13:10-14:00	Parallel FEM		13:10-14:00	Exercise
	14:10-15:00	Login to OBCX		14:10-15:00	OpenMP/MPI Hybrid (1/2)
	15:10-16:00	MPI (1/6)		15:10-16:00	OpenMP/MPI Hybrid (2/2)
	16:10-17:00	Exercise (Optional)		16:10-17:00	Exercise (Optional)
Feb.23 (Su)	09:10-10:00	MPI (2/6)			
	10:10-11:00	MPI (3/6)			
	11:10-12:00	Exercise			
	13:10-14:00	MPI Practice (1/3)			
	14:10-15:00	MPI (4/6)			
	15:10-16:00	MPI (5/6)			
	16:10-17:00	Exercise (Optional)			

台湾大学からは、事前に何回かわたくし自身にも「このような状況で本当に開催するか？」という確認があった。参加者には図 1 に示すような台湾中央流行疫情指揮センターの示す隔離・検疫・健康管理基準の通達を添付した e-mail が送られ、徹底した感染防止態勢の中で実施された：

- ① 受講者・教員全員マスク（Surgical Mask）を着用する
- ② 広い教室で、受講者間を十分に離して着席する
- ③ 教室の窓を開けて換気に留意する
- ④ 朝、午後の入室前には検温、手指のアルコール消毒を必ず実施する

というようなことが実際に行われていた。宿泊していた施設でも朝食時に入室の際に必ず検温された。筆者が台湾滞在中に、日本では感染が急速に広まり、2 月 24 日（月）には、台湾政府から、日本からの旅行者（台湾在住者も含む）に対して「14 日間の外出自粛、マスク着用、朝

夕2回の検温」が義務づけられた。もう少し入国が遅れていたら最低14日間台湾に留まることになったかも知れない。今回の新型コロナウイルス感染症対策において、台湾は世界で最も成功した国、として世界中から賞賛されている。短い滞在だったが、万事徹底して先手先手に対策を講じていくという強い意志のようなものを、色々なところで感じる事ができた。

本集中講義から3ヶ月弱が経過したが、年度末にあった多くの国内外の学会がキャンセルとなった。新学期を迎えて大学の講義やセンター主催の講習会もオンラインで実施されており、学会もオンライン化が進められている。思えば、10人以上の聴衆を相手にオフラインで講演をしたのは、本集中講義が最後であった。例年7月に台湾で開催していたマルチコア・メニコア向け並列プログラミングの集中講義⁷も本年は中止となってしまった。これらの活動が再開される日が来ることを祈って、Staying Homeの毎日を送っている。

本集中講義の実施に当たっては王偉仲教授（国立台湾大学）を始め、関係者の皆様には大変お世話になった。この場を借りて深く御礼申し上げる次第である。

具感染風險民眾追蹤管理機制

資料更新日期 2020/2/5

介入措施	居家隔離	居家檢疫	自主健康管理
對象	確定病例之接觸者	員中港澳旅遊史者	對象1:申請赴港澳獲准者 對象2:通報個案但已檢驗陰性且符合解除隔離條件者
負責單位	地方衛生主管機關	地方政府民政局/ 里長或里幹事	衛生主管機關
方式	居家隔離14天 主動監測1天2次	居家檢疫14天 主動監測1天1~2次	自主健康管理14天
配合事項	<ul style="list-style-type: none"> 衛生主管機關開立「居家隔離通知書」。 衛生主管機關每日追蹤2次健康狀況。 隔離期間留在家中(或指定地點)不外出，亦不得出境或出國，不得搭乘大眾運輸工具。 有症狀者由衛生主管機關安排就醫。 如未配合中央流行疫情指揮中心防治措施，將依傳染病防治法裁罰，必要時進行強制安置。 	<ul style="list-style-type: none"> 主管機關開立「旅客入境健康聲明暨居家檢疫通知書」，配戴口罩返家檢疫。 里長或里幹事進行健康關懷14天，每日撥打電話詢問健康狀況並記錄「健康關懷紀錄表」。 檢疫期間留在家中(或指定地點)不外出，亦不得出境或出國，不得搭乘大眾運輸工具。 有症狀者將送指定醫療機構採送驗，衛生主管機關加入主動監測。 如未配合中央流行疫情指揮中心防治措施，將依傳染病防治法裁罰，必要時進行強制安置。 	<ul style="list-style-type: none"> 自主健康管理期間應盡量避免外出，如需外出應全程配戴外科口罩；落實呼吸道衛生及咳嗽禮節每日早/晚各量體溫一次；期間如出現不適症狀，請立即撥打防疫專線1922依指示就醫。
法令依據	傳染病防治法第48條	傳染病防治法第58條	傳染病防治法第36條

中央流行疫情指揮中心 關心您



www.cdc.gov.tw

疫情通報及諮詢專線：1922

図1：台湾中央流行疫情指揮中心の示す隔離・検疫・健康管理基準



図2：受講者・教員全員マスク着用

⁷ <http://nkl.cc.u-tokyo.ac.jp/NTU2019S>