

教育利用報告：工学院大学 3 年次講義「並列・分散システム」

藤 井 昭 宏

工学院大学情報学部

教育利用制度により、Oakbridge-CX システムを工学院大学の情報学部 3 年生の講義で利用させていただいた。今年度で本制度を利用させていただいて、9 年目となった。2022 年度の講義と Oakbridge-CX システムを利用した効果について報告する。

昨年度はコロナ禍の影響により遠隔の講義となったが、今年度は対面で講義演習を行なえた。昨年度同様に OpenMP や MPI のプログラムの作成、デバッグは Google Colaboratory 上にて C 言語で行わせるようにした。この環境では実行結果がブラウザ上で確認でき、こちらが作成したコードも参照可能となるため、スムーズに学習させることができた。そのためスパコンの利用は、デバッグが終わったあとに、ジョブを投入して計測をするようにさせた。

授業内容は 例年通り 1. CPU と並列性, 2. 並列システム, 3. 分散メモリと共有メモリでのプログラム, 4. Oakbridge-CX での演習とした。1, 2 が主に並列システムの知識に関するもので, 3, 4 が並列システム上でのプログラムに関する講義と演習としている。最終課題は昨年度と同様に、オイラー法による重力についての多体問題の逐次コードを渡し、その OpenMP, MPI を用いた並列化とした。

成績については、期末のプログラミングを伴うレポート課題と、対面で設定した期末試験により評価した。今年度の履修人数は 42 人であり、実際に単位を取得したのは 41 人だった。また講義の日程と簡単な内容のリストは表 1 のようになっている。本講義は並列計算の導入として位置づけており、はじめに基礎知識を講義し、最後の 4 回の講義時間(表 1 の 4-1~4-4)のみ Oakbridge-CX を利用してプログラム演習を行った。上に述べたようなレポート課題もだしており、授業時間外にも各自に自習させ、今年度の前期末である、7 月末まで授業用アカウントを利用して頂いた。

工学院大学では、卒業研究を含め、研究用に Oakbridge-CX を含む東京大学のスーパーコンピュータを利用できるようにトークンを購入している。今年度も過去のこの授業を受け、スパコンを使い卒論を進めている学生や学会発表を行う学生もいる。学部 3 年生のうちから本制度の支援を受け、スパコンの利用に関して認証手続きからジョブ投入の方法、さらに並列システムの基礎知識と合わせて簡単な並列プログラムの実装まで経験させておけたことは、この後で学生が卒業研究を進める上でも有用なものになったと考えている。

表 1 : 講義日程, 内容

日付	時間	内容
4月8日	15:50-17:20	1-1 CPUの仕組み, OSの機能 プロセス, キャッシュ, 仮想メモリ空間
4月15日	15:50-17:20	1-2 並列性の分類 {命令, スレッド, プロセス}レベル並列性 2-1 並列システム 共有メモリや分散メモリでの相互結合網
4月22日	15:50-17:20	キャッシュの一貫性, 計算と通信のコスト, α β モデル 2-2 共有・分散メモリ型の並列処理 SPMD, 共有・分散メモリ, 性能計測, アムダールの法則
5月6日	15:50-17:20	3-1 分散メモリ型の並列処理 MPI基礎
5月13日	15:50-17:20	集団通信関数 プログラム例: 数値積分, 内積コード
5月20日	15:50-17:20	3-2 Google Colaboratory を利用した MPI のプログラム演習
5月27日	15:50-17:20	3-3 マルチスレッドと排他制御 mutex_lock, デッドロックとその検知
6月10日	15:50-17:20	3-4 OpenMP の書き方と例題 False sharing 実行例等
6月17日	15:50-17:20	4-1 並列プログラムの実践1 計算環境, 認証, 実行手順, 数値積分による円周率の計算のOMP化
6月24日	15:50-17:20	4-2 並列プログラムの実践2 数値積分による円周率の計算のMPI化
7月1日	15:50-17:20	4-3 並列プログラムの実践3 逐次の多体問題のプログラムのOMP化にむけて (依存関係のないfor文の説明)
7月8日	15:50-17:20	4-4 並列プログラムの実践4 逐次の多体問題のプログラムのMPI化にむけて (データを全プロセスでコピーして持ち, 自分の担当データのみ更新し, allgather で共有するモデル)
7月15日	15:50-17:20	総復習
7月22日	15:50-17:20	授業内 期末テスト