

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、8年目となった。2021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。

まず今年度もコロナ禍により多くの授業日程が非常事態宣言中になり、対面では行えなかった。前半を座学とし、後半を演習としているが、前半の授業は、オンライン双方向授業を行い、質問対応はチャットなどで対応した。後半の演習の授業では、緊急事態宣言が解除されている期間もあり、一部希望者は対面でも対応し、簡単なプログラムの実行や作成をさせた。また今年度は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するようにさせた。

授業内容は例年通り1CPU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、4Oakbridge-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77人であり、実際に単位を取得したのは65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させて頂いた。

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13日	15:35-17:20 対面	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20日	15:35-17:20 対面	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27日	15:35-17:20 オンライン	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11日	15:35-17:20 オンライン	3-1 分散メモリ型の並列処理 MPI 基礎
5月18日	15:35-17:20 オンライン	集団通信関数 プログラム例: 数値積分, 内積コード
5月25日	15:35-17:20 オンライン	3-2 Google Colaboratory を利用した MPI のプログラム 演習
6月1日	15:35-17:20 オンライン	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8日	15:35-17:20 オンライン	3-4 OpenMP の書き方と例題 False sharing 実行例等
6月15日	15:35-17:20 オンライン	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22日	15:35-17:20 対面, オンライン同時	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
6月29日	15:35-17:20 対面, オンライン同時	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6日	15:35-17:20 対面, オンライン同時	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13日	15:35-17:20 対面	授業内 期末テスト