

# 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、7 年目となった。2020 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。

まず今年度はコロナ禍により授業の行い方に制約があり、対面では行えないことになった。前半を座学とし、後半を演習としているが、前半の授業は、音声付き資料を配付し、質問を受けられる時間を設定しチャットなどで対応した。後半の演習の授業では、画面キャプチャを多く入れた資料を作成し、学生が迷うことがないように心がけ、簡単なプログラムの実行や作成をさせた。対面授業であれば、よくできる学生が授業内容を理解していない学生をフォローしてくれるのだが、オンラインではそのようなことができず、質問の時間を作っても学生が声を出さない限りこちらからは気づけないので、演習としての適切な運営は難しい状態であった。

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の OpenMP, MPI を用いた並列化レポートとした。OMP 化では相互の星の作用を計算するループにプラグマをいれるだけであり、MPI 化では、各プロセスに計算を担当する星集合を分割し、担当の星集合のデータを更新したのち全プロセスで allgather をするものである。

今年度は期末試験を設定できなかったため、毎回のオンライン授業に含まれる簡単な課題と、期末のプログラミングを伴うレポート課題を提出させ評価した。オンラインの制約もあり、単位を取得出来なかった学生の割合が例年より増え、20%程度になっていた。今年度の履修人数は 66 人であり、実際に単位を取得したのは 52 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あり、授業時間外にも各自に自習させ、今年度の前期末である、8 月末までアカウントを利用させて頂いた。表 1 でプログラム演習のところのみオンデマンドにしている理由は、本学の演習室の仮想環境に一度ログインしてからスパコンへアクセスするように説明しており、受講生が一斉に本学の演習室の仮想環境にアクセスしないようにするためである。学生対応のコストも抑えるため、説明上でのスパコン接続の環境は本学の仮想環境のみとした。

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研究会発表を行う学生もいた。学部 3 年生のうちから本制度の支援を受け、この環境の認証に関する手続きやジョブ投入の方法、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れまでと同様に非常に有意義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
5月12日	15:35-17:20	1-1 CPUの仕組み プロセス, キャッシュ
5月19日	15:35-17:20	1-2 並列性の分類 {命令, スレッド, プロセス}レベル並列性
5月26日	15:35-17:20	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, キャッシュの一貫性, $\alpha$ $\beta$ モデル, 計算と通信のコスト
6月2日	15:35-17:20	2-2 共有メモリ型と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
6月9日	15:35-17:20	3-1 分散メモリ型の並列処理 MPI 基礎, 集団通信
6月16日	15:35-17:20	3-2 MPI のプログラム MPI の簡単なプログラム 内積など
6月30日	15:35-17:20	3-3 マルチスレッドと排他制御 mutex_lock, semaphore, デッドロックとその検知
7月7日	15:35-17:20	3-4 OpenMP の書き方と例題 文法と簡単なプログラム例. False sharing
7月14日	オンデマンド	4-1 並列プログラムの実践 1 計算環境説明, 数値積分による円周率の計算 (OMP 化)
7月21日	オンデマンド	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28日	オンデマンド	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)
8月4日	オンデマンド	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)
8月11日	オンデマンド	レポート課題 ヒント

※オンデマンドの部分は, 時間を限定せずに, この日程のどこかの時間で演習を行うように指示した.