

# 教育利用報告：工学院大学 3 年次講義「並列計算システム」

藤井 昭宏

工学院大学情報学部

教育利用制度を利用し、FX10 スーパーコンピュータシステム (Oakleaf-FX) 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。本稿ではその講義について報告する。

学部の講義ということで、基礎から理解を深めさせるため、講義を 1 から 4 の 4 段階に分けて進めた。1 では、並列計算一般の基礎知識を説明した。アムダールの法則や、速度向上率、プログラムの代表的な書き方である SPMD, SIMD 命令やルーファインモデルなど並列化や性能評価に関する基礎知識を扱った。2 では共有メモリ型のスレッド並列について説明した。スレッド並列特有の排他制御に関する扱いや、共有メモリシステムの形態である UMA や NUMA, さらに NUMA 特有の最適化や、簡単なマルチスレッドプログラムの書き方として pthread プログラムと OPENMP の利用法などを扱った。3 ではプロセス並列について説明した。通信のメッセージサイズとスループットとレイテンシの関係や通信の全体時間をモデル化する  $\alpha \beta$  モデル、さらに簡単な MPI プログラムの書き方を紹介した。4 で FX10 を利用し、演習を実施した。レポート課題としては簡単な台形則で積分するプログラムに対して、マルチスレッドとマルチプロセスで並列化を行い、FX10 上で速度向上率を調べ、並列化効率についての考察をまとめさせた。講義の簡単な内容のリストを表 1 に示す。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紹介し、最後の 3 回の講義時間のみ FX10 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 FX10 上で自習させた。履修人数は 119 人であり、実際に単位を取得したのは 98 人だった。

FX10 のはじめの設定で、公開鍵を作成登録し、秘密鍵を管理する必要があるが、その手続きも含めて最後の 3 回の講義の時間 (表 1 の 4-1 ~ 4-3) の中で行っている。今年度初めて教育利用をさせていただいたが、秘密鍵を紛失する学生が複数でてきて東京大学情報基盤センターにアカウントの再設定をお願いすることが度々あったことや、UNIX 上でのエディタの利用、さらにジョブスクリプト、その投入方法などに学生がなれるためには、想定以上に時間がとられたことなどもわかり、改善した方がよい点がいくつか見つけられた。再度同じような機会が得られるならば、もう少し演習の時間を増やして対応したい。

工学院大学では、卒業研究などを含め研究用に FX10 を利用できるようにトークンを購入している。同じ環境で学部 3 年生のうちから認証に関する手続きやジョブ投入の方法、さらに並列プログラ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非常に有意義なものになったと考えている。今後 学生達が様々な研究室に配属されたあとも、それぞれの研究テーマで自主的に FX10 を利用し研究を進めてくれることを期待している。

表 1 : 講義日程, 内容

日付 (火曜日)	時間 (4 限)	内容
4 月 8 日	1440-1610	1-1 並列処理の必要性、評価指標 アムダールの法則, 速度向上率, ルーフラインモデル
4 月 15 日	1440-1610	1-2 並列処理の基礎的なパターン SIMD, SPMD
4 月 22 日	1440-1610	2-1 共有メモリ型の並列処理 UMA, NUMA, NUMA 最適化
5 月 13 日	1440-1610	2-2 マルチスレッドプログラミング pthread プログラミング
5 月 20 日	1440-1610	2-3 排他制御 mutex_lock, semaphore
5 月 27 日	1440-1610	2-4 マルチスレッドプログラム例題 生産者消費者問題
6 月 3 日	1440-1610	2-5 OpenMP の書き方
6 月 10 日	1440-1610	2-6 OpenMP プログラム例題
6 月 17 日	1440-1610	3-1 分散メモリ型の並列処理 通信のレイテンシとスループット, $\alpha\beta$ モデル
6 月 24 日	1440-1610	3-2 MPI の利用法
7 月 1 日	1440-1610	3-3 MPI に関する例題
7 月 8 日	1440-1610	4-1 並列プログラムの実践 1 認証に関連する設定, ジョブスクリプトと投入
7 月 15 日	1440-1610	4-2 並列プログラムの実践 2 マルチスレッドプログラム演習
7 月 22 日	1440-1610	4-3 並列プログラムの実践 3 MPI プログラム演習
7 月 29 日	1500-1630	期末試験

### 参 考 文 献

工学院大学情報学部コンピュータ科学科 3 年次科目シラバス : 並列計算システム :  
<http://syllabus.sc.kogakuin.ac.jp/syllabus/daigaku/2014/1J13/2D12.html>