



「並列プログラミング入門」

サンプルプログラムで学ぶ

OpenMP と OpenACC

片桐孝洋 著

東京大学出版会, 2015年 5月

224頁, 3,400円 (本体価格)

ISBN 978-4-13-062456-5

気象・気候のシミュレーションにおいては、必要とされる計算規模およびその計算規模を実現できる計算機のアーキテクチャから分散メモリ型の並列計算が第一選択肢であり、メモリを共有するノード内の並列化については、分散メモリと同様か、あるいはコンパイラによる自動並列化に任せることが従来多かった。しかし近年、Intel Xeon Phi や NVIDIA の GPU に代表されるようにノード内での高並列計算やアクセラレータの使用によって高速に演算を実行することを目指したアーキテクチャが開発され一般化しつつある。気象分野でも東工大の下川辺らによる TSUBAME 2.0 を用いた ASUCA の GPU 化といった実例があり、このようなハードウェアおよびソフトウェアの動向は決して無視できない情勢となっている。

本書は、「並列プログラミング入門」というタイトル通り並列プログラムの解説書であるが、中心となるテーマは、サブタイトルで明示されているようにノード内並列化言語 OpenMP と GPU 向け言語 OpenACC の仕様および使用方法である。

本書は 4 章で構成されている。第一章は導入として共有メモリモデルの概念、排他制御、並列実行数と性能の関係など、ノード内並列計算の概要が述べられる。第二章では「OpenMP 入門」として指示文の書き方、高性能化の手法などが豊富な実例とともに詳説される。第三章は「OpenACC 入門」というタイトルで第二章と同様 OpenACC プログラムの記述方法や高速化事例が述べられる。第四章は「ハイブリッド MPI/OpenMP プログラミングへの進展」と題され、ノード内並列と MPI を併用した、より高度な並列プログラムが紹介される。各章のページ数はそれぞれ 12, 92, 18, 22 であり OpenMP に費やされる量が圧倒的に大きい。これは OpenMP と OpenACC のプログラミングモデルで重複する概念が多く、その説明を第二章で行っているためであり OpenACC の解説そ

のものが希薄なわけではない。

著者は東大情報基盤センター准教授であり、HPC (High Performance Computing) 分野の研究者・教育者であると同時に様々な HPC 関連ソフトウェア開発者として日常的にプログラミングを行っている。このような著者の経歴を反映したのか、本書の特徴として、きわめて実践的・実用的記述が多いことが挙げられる。例えば第一章の最初の節(1.1)では共有メモリモデルの概念が簡単に説明されるが、次の節(1.2)では「してはいけないプログラミングとは」と題して、共有メモリモデルにおいて不具合が生じるプログラミングが図を用いて丁寧に説明される。実際 OpenMP では例示されている不具合をソフトウェアがチェックできず、バグを防ぐのはひとえにプログラミングする側に任されるため、最初に注意を喚起することは特に初学者にとっては陥りがちな陥穽を避けるためのきわめて有用なアドバイスであろう。

実践的な書という側面で評者の印象に特に強く残ったのは、第四章中の「並列プログラム制作の方針」という節である。ここでは並列プログラムを制作する上での方針として、5 段階のステップが示されているが、特に強調されているのが、並列化の前に正しく動作する逐次プログラムを作成すること、および、正しさを検証するための手続き(プログラム単位や入力データ等)を用意すること、である。これらをきちんと実行するかどうかで、並列化時のデバッグの容易さや完成までの時間が決まると著者は述べているが、評者もこの見解には大いに賛同せざるを得ない。実際、適切なテストを経ないままプログラムを変更した結果バグを混入させ、フィックスに多大な労力を費やさざるを得なかった事例を、自身も含め評者も数多く経験しており、このような無駄な労力および時間の消費を避けるための具体的な方針を言語化し明示した意義は大きいと考える。

なお、本書中には豊富なサンプルコードで並列化や高速化の実例が示されているが、用いられる言語は C および Fortran である。ただし、いずれの例もきわめて平易なコードで書かれているため、C 言語や Fortran になじみのない読者でも不自由を感じることはないであろう。これらのサンプルコードや演習用プログラムは Web から入手できるようになっており、これらを実際にコンパイル・実行することで、初学者が効率よく学習を進められるように工夫されている。

本書は実用的な入門書というスタンスをとっている

ため、OpenMP や OpenACC についての記述は網羅的ではなく、必要最小限の機能に限定して説明されている。従って、実際のプログラミングに際しては別途資料を参照する必要があるだろう。他方、これらの機能を導入する目的、すなわち計算性能向上のためのテクニックについては、密行列の行列-行列積や疎行列の行列-ベクトル積といった典型的な問題から、離散要素法における衝突判定計算といったかなり高度な内

容まで、ヴァリエーションに富んだ多くの事例が盛り込まれている。

このように HPC 分野に特化した内容であるため「天気」読者すべてに勧められる訳ではないが、ノード内並列化あるいは GPU 化によってプログラムの性能を向上させるための入門書・参考書としては恰好の一冊といえよう。

(高度情報科学技術研究機構 荒川 隆)