



計算力学シミュレーションハンドブック —超ペタスケールコンピューティングの描像—

日本計算工学会・(財)計算科学振興財団(編), 小柳義夫・土居範久・松田卓也・矢川元基(監修) 丸善(株), 294p. +巻頭カラー 8p., 7,500 円+税, ISBN978-4-621-08215-7

本書はスーパーコンピュータ(以下, HPC)で取り扱われている最先端の大型問題とその結果を集めたものである。

HPCシステムの理論最大性能値については毎年6月と11月に発表されるTop500のランキングでいろいろとドラマが見られるが、「HPC上で何が解かれているのか」と聞かれると、長年のHPC関係者にも明快に答えられる人は少ないようだ。日本国内では事業仕分けによる次世代HPC予算が話題になったが、まさにその時期(2009年12月)に本書が出版された。上位HPCで何を解いているのかという、以前から知りたかったことが多方面にわたり網羅・解説され、文章のほか色付きのコンピュータ出力図も多く、ハンドブックの名前のおり拾い読みしても面白い本になっている。

この本は2007年の「ペタフロップスコンピューティング—地球シミュレータを原点に“和”のスパコンを求めて(培風館)」の第2章を出発点として拡大・充実したHPC上でのアプリケーションについて論じたものである。そこでは、ペタフロップスクラスのHPCを必要とするアプリケーションが調べられ、「国民の生命・財産の保全」「健康で快適な社会生活の実現」「科学技術立国基盤の確立」の3大カテゴリーを掲げてその必要性和解析実現性が検討されていた。それからわずか2年余で本書が出版されたことは驚嘆すべきことである。

本書は、次の5大分野のシミュレーションを取り上げている。すなわち、地球・環境分野(7課題)、ものづくり分野(7課題)、バイオテクノロジー分野(7課題)、ナノテクノロジー分野(5課題)、宇宙・核融合プラズマ分野(5課題)で、それぞれ章が与えられている。その傾向を分類してみると、流体モデル18課題、流体・粒子連成モデル2課題、粒子モデル7課題、その他のモデル4課題となっている。一例として、「地震-津波連成シミュレーション」(36ページ)を覗いてみよう。巨大地震による断層運動の結果起こる海底地殻変動は海水を大量にもち上げ津波となって沿岸を襲う。これまでは地震と津波は別々に解析されていた。HPCの演算の高性能化とメモリの大容量化により、弾性体運動方程式であらわされる地震モデルと、非圧縮性流体のナビエ-ストーク方程式で記述される津波モデルとを、適切な境界条件で連成して、地震発生から津波の沿岸への到達までを同時に評価できるようになった。この地震-津波連成シミュレーション・プログラムに「1896年の明治三陸沖地震津波」のデータを入れて、当時の30mを越える大津波について考察してい

る。さらに、津波警報のために必要なリアルタイム・シミュレーションの可能性についても考察している。

HPCの重要事項であるコンピュータのアーキテクチャに関して、ベクトル型かスカラ型かについては解く問題により向き不向きがあるが、最近のTop500ではほとんどスカラ型が上位を占めている。しかし、上に引用した「地震-津波連成シミュレーション」に見られるように(41ページの表や、57, 58ページの表)実効性能比がベクトル型のほうが大きいものもあり、一概にベクトル型の時代は終わりだとはいえない。特に流体モデルについてはまだベクトル型に一日の長があるようだ。本書の31課題のうち、流体モデルあるいはそれを含むシミュレーションが20課題もある。一方、スカラ型でなくては使い物にならないというシミュレーション問題があるという記述も見られる(たとえば、第5章の「3. 銀河形成シミュレーション」の248, 249ページ付近)。

また、「地震-津波連成シミュレーション」の例のようにHPCの演算の高性能化とメモリの大容量化が進んでいることでより複雑なモデルを扱えるようになってはいるが、本書で取り上げられているかなりの課題で、依然としてモデル化に際して、メッシュの細かさへの我慢、モデルの簡略化あるいは一部分の省略、計算ケース数の切り詰めなどの苦労がうかがえ、次期HPCへの期待が高いことをうかがわせている。

本書の高く評価したいところは、上位HPC上で解かれているアプリケーションについてまとめた世界最初の本であるということである。現在、世界でHPCを製造できるのは米国と日本だけである。よって、日本として早急にこの本を英訳し世界に発信してほしいと思う。コンピュータ全般にわたるアルゴリズムの本やデータ構造の本は、すでに充実したものが米国で発刊されているが、HPCでのシミュレーションに関して本書で集められている内容の本はまだ世界に見当たらないからである。あえて本書の欠点を挙げるならば、まだ取り上げてない問題が多く残っている点である。ぜひ「続編」を出版してほしい。本書には、たとえば「カオス」「暗号」「ネットワーク」等の言葉が見当たらないが、続編にはこれらを応用の大規模問題も入れてほしい。また、一般企業でも大計算の必要な問題は多数存在し実行されているだろうから可能な限りそれらも含めてほしい。

「読む価値のある本は買う価値がある」の言葉に従えばこの本は買うべきである。

こぼやし すずむ
(小林 達)