

国立天文台 新天文シミュレーションシステム紹介

固 武 慶

〈国立天文台 天文シミュレーションプロジェクト・理論研究部 〒181-8588 東京都三鷹市大沢 2-21-1〉

email: kkotake@th.nao.ac.jp

国立天文台 天文シミュレーションプロジェクト（以下 CfCA）は、共同利用のためのスーパーコンピュータの運用と、そのために必要な研究開発に責任をもつ組織として、2006年4月に発足しました（詳細 <http://www.cfca.nao.ac.jp/>）。CfCA が運用する天文シミュレーションシステムはこれまで、天文学および関連分野の大規模数値計算による研究推進のための高速計算機システムとして、高い稼働率で共同利用に供され、このシステムを用いた利用者による学術的成果も、世界第一級水準のものとなっています。この4月からは、2001年1月より運用されてきたスーパーコンピュータシステム一式が、総合演算能力では50倍のピーク性能をもつ、新システムにリプレースされました。本稿ではこの新天文シミュレーションシステムについてご紹介します。

新システムの主力計算機は、スカラー型超並列計算機 Cray 社製 XT4、ベクトル型並列計算機 NEC 社製 SX-9、および重力多体問題専用計算機 GRAPE-5/6/7 クラスタで構成されています。

スカラー型超並列計算機 Cray XT4 システム



写真1 Cray XT-4 システムの外観：キャビネットの背景は、斎藤貴之氏 (CfCA) による銀河シミュレーションの結果を武田隆顕氏 (CfCA, 4D2U) が可視化した特製のものです。

は、理論ピーク性能が約27テラフロップス (Tflops) で2008年4月から運用が開始されたばかりの最新鋭のシステムであり、国内でも最大規模の汎用スーパーコンピュータの一つです。計算ノードは、オプテロンクアッドコア（クロック数：2.2ギガヘルツ）が740ノード（ $4 \times 740 =$ 計2960コア）で主記憶総容量は約5.8テラバイト (TB) あります。この XT4 システムは一般共同利用機器として運用されており、国立天文台以外の研究機関に所属する研究者にも広く公開されています。また、計算ノード以外にもユーザーのためのファイルシステムやプログラミング環境が用意されており、ユーザーは主に MPI (Message Passing Interface) により並列化されたプログラムを使用することで、非常に大規模な並列計算を実行することができます。

ベクトル型計算機 NEC SX-9 システムは、理論ピーク性能が約1.6 Tflops（単一コアあたり102.4 Gflops）、主記憶総量1TBでCray XT4 システムと同様、2008年4月から一般共同利用機器として運用が開始されたばかりの最新鋭のシステムです。この SX-9 では、昨年度まで運用が行われていた富士通 VPP5000 で開発されてきたプログラム資源を容易に利用することが可能です。こ



写真2 NEC SX-9 システムの外観。

のように国立天文台ではスカラー型、ベクトル型の異なる二つの計算機を運用することで、ユーザの幅広いニーズに応えています。

上記のスーパーコンピュータの運用に加え、CfCAではシミュレーションに専用化することで飛躍的に性能を向上させた重力多体専用計算機(GRAPE)の開発研究も行っています。現在進行中のGRAPE-DRプロジェクトは、東大情報理工研究科の平木教授らと共同で進められており、2008年度の終わりに世界トップクラスの性能となる1ペタフロップスの計算速度を、同等の性能を実現する他のプロジェクトの1/10以下のコストで実現することを目指す野心的なものです。2008年度中には、このGRAPE-DRが導入される予定です(<http://www.cfca.nao.ac.jp/hpc/muv/>)。

先述のようにCray XT4とNEC SX-9はともに、この4月に運用が始まったばかりの最新鋭のシステムであり、国内でも最大規模のスーパーコンピュータの一つです。これらは中性子星の合体の一般相対論的シミュレーション、宇宙ジェット、星形成、銀河形成等のシミュレーションに使われていくこととなります。GRAPEは惑星形成、星団進化、銀河形成等の重力多体系、あるいは重力多体系と流体がカップルした系のシミュレーションに利用されています。我田引水ですが、筆者の携わっている重力崩壊型超新星のシミュレーションにおいても、爆発メカニズムの解明に向けた研究に大きな弾みがつくことが期待されます。

一方で、最先端の数値シミュレーションの中にはXT4やSX-9のような大型の並列スーパーコンピュータにもGRAPEのような専用計算機にも馴染まない、小規模・非並列型ではありつつも長時間を要するものもいくつか存在します。こうした事情を受け、CfCAでは、「汎用PCシステム」と呼ばれる数十コアのPC群も共同利用に供しており、利用申請などの詳細については

(<http://www.cfca.nao.ac.jp/hpc/mseries/>)をご参照ください。

新計算機システムCray XT4およびNEC SX-9の利用申請を可能な方は、

- (1) 国内の研究機関・大学院に所属の常勤、非常勤研究者、大学院修士課程および博士課程の学生
- (2) CfCAフェロー：国内の大学院で博士を取得し、現在、または利用開始時に海外の研究機関に所属する研究者

のどちらかである必要があります。

両システムの利用申請は、以下のウェブサイトを通して行うことができます(<http://www.cfca.nao.ac.jp/hpc/>)。このサイトからは、計算機の詳細、使い方などのページへのリンクも張られていますので、ご参照ください。

各計算機システムには、計算の規模により利用カテゴリーが設けられています。XT4の場合、運用上可能な、最大の資源(2960コア)を利用可能なジョブクラスXT4Sから、8ノード/32コア程度の資源まで利用可能なXT4Cまで、4クラスに分かれています。加えて、大規模シミュレーションの経験の少ない大学院生のために、学生枠(XT4MD, SX9MD)が設けられています。ジョブクラスの割り当ては、申請書に記載された過去の実績や準備状況、着想、研究の意義、(学生枠には特に将来性に観点をおいた)審査で決定します。申請受理もしくは非受理の通知は、申請受付後、2週間以内に申請者にメールで行います。奮って申請され、新システムを積極的に活用されることを、CfCAメンバー一同、お待ちしております。

最後になりましたが、牧野淳一郎氏、和田桂一氏、伊藤孝士氏、斎藤貴之氏をはじめこの原稿を執筆するにあたりアドバイスいただいた国立天文台CfCAのメンバー皆様全員に、厚く御礼申し上げます。