

## 「プラズマシミュレータ雷神」運用開始

石 黒 静 児

プラズマは極めて多数の電荷を帯びた粒子から構成されており、これらの粒子は電気力、磁気力により相互作用しながら非常に速く動くため、全体として極めて複雑な振る舞いをします。核融合研究においては、この複雑なプラズマの振る舞いを解析・予測するためにスーパーコンピュータによるシミュレーション研究が不可欠となっています。核融合科学研究所では、このようなシミュレーション研究を遂行するために、スーパーコンピュータシステム「プラズマシミュレータ」を運用しています。プラズマシミュレータは、日本のプラズマ・核融合分野のシミュレーション研究の中核装置として、全国の大学等の研究者にも広く利用されています。このプラズマシミュレータを、従来システム比で4倍となる10.5ペタフロップス(PFLOPS)の性能を持つ大規模並列型計算サーバを中心とするシステムへと更新し、2020年7月1日より運用を開始しました。ここで10.5ペタフロップスとは1秒間に1京500兆回の浮動小数点演算(浮動小数点形式の加減乗除の計算)を実行する能力を持つことを意味しています。

今回の運用開始にあたっては、一般の方にこの新しいプラズマシミュレータに愛着を持っていただくために、ホームページ等を通じて愛称の公募を行いました。全国から約200件の応募があり、その中から、所長を中心に構成された所内の愛称公募選考委員により、秋田県在住の男性からの案である「雷神」が採用されました。「雷神」は日本の民間信仰において雷を司る神です。プラズマの一形態である雷を操る雷神は、高温プラズマを自在に制御する研究のために雷光のごとく一瞬の間に膨大な計算をする新プラズマシミュレータにふさわしい愛称です。また、「雷神」は俵屋宗達筆の風神雷神屏風などの国宝にも表現されてきた古くからの東洋美術のモチーフであり海外の方々からの知名度も高いことから、日本のスーパーコンピュータの愛称に適しているとして選ばれました。表紙写真に示すように筐体(コンピュータラック)の側面に愛称にふさわしいデザインを施しました。

プラズマシミュレータ雷神の中心となるのが、大規模並列型計算サーバです。一度に膨大なデー

タを処理できるベクトルエンジン8基とOS処理を行うベクトルホストを搭載したNEC SX-Aurora TSUBASA A412-8(図1)が高速のインターコネクトで540台結合されています。これにより、全体として4,320基のベクトルエンジン全てを使った大規模シミュレーションが可能となっています(ここで、ベクトルエンジンは、大量のデータを一括して処理できるベクトル演算器を複数搭載した演算カードです。ベクトルホストは、これら演算機のホストとなり主としてOS処理を担います)。計算に使うことのできる記憶領域の総容量は202テピバイト(TiB)です。ここで、テピ(Ti)とは、2のべき乗を単位とする時に用いられる二進接頭辞の一つで、2の40乗(約1兆1,000億)を意味します。この記憶領域の総容量は、旧システム比で約2.5倍で、約2,000億個のプラズマ粒子を計算機上で扱うことができる量に相当します。

また、大規模並列型計算サーバでのシミュレーションにより生み出される膨大な数値データを保存するために32.1ペタバイト(PB、ペタは1,000兆)の並列分散ファイルシステムで構築された大容量かつ高速の「外部記憶装置」が接続されています。この容量は旧システム比で約3.2倍です。さらに、得られたシミュレーション結果の解析をするための「データ解析サーバ」、可視化を行うための「可視化処理サーバ」等が整備されています(図2)。このような「プラズマシミュレータ雷神」により、核融合プラズマの複雑な振る舞いの物理機構解明、実験結果の解析や予測等のシミュレーションをこれまで以上に高速、高精度かつ大規模に行うことができるようになります。

プラズマシミュレータを利用する全国の多くの共同研究者のための研究支援体制も整備されています。数値実験炉研究プロジェクトの研究者を中心に構成された計算機作業班は、利用者から寄せられた意見を基に、システムの特長を生かした運用計画の策定・改良を行い、計算機会社と協力しながら運用にあたっています。システムを利用するにあたって必要となる様々な情報を利用者に提供するために、7月に4日間にわたってプラズマシミュレータ利用者講習会を開催しました。今回は、新型コロナウイルス感染症拡大防止に配慮す

るとともに遠隔利用者の便宜を図るためにオンライン開催としました。この講習会では、システムの概要、利用方法、プログラムの最適化手法、並列化手法の解説、さらには可視化ソフトの実習を含む講義が行われました。この講習会の資料及び講義の様子を録画した動画を利用者専用のホームページで公開しています。また、日常的に利用者が直面する問題の解決や計算プログラムの開発支

援のために、今回導入したシステムの特長を熟知した計算機の専門家が常駐する「プログラム開発支援室」を設けています。

「プラズマシミュレータ雷神」を最大限に活用することにより、全国の共同研究者のプラズマ・核融合研究が大きく進展することを期待しています。

(基礎物理シミュレーション研究系 研究主幹・教授)

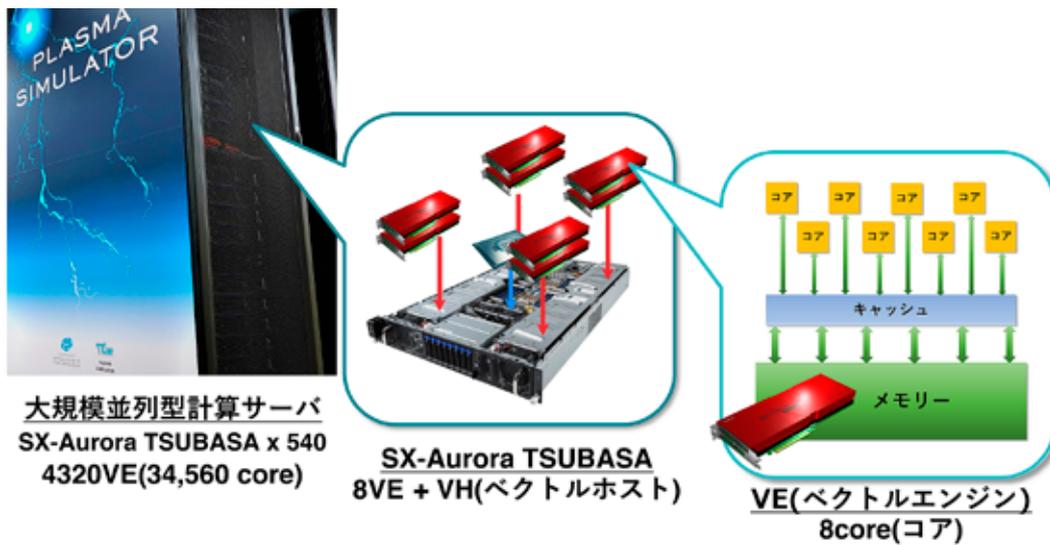


図1 大規模並列型計算サーバの構成

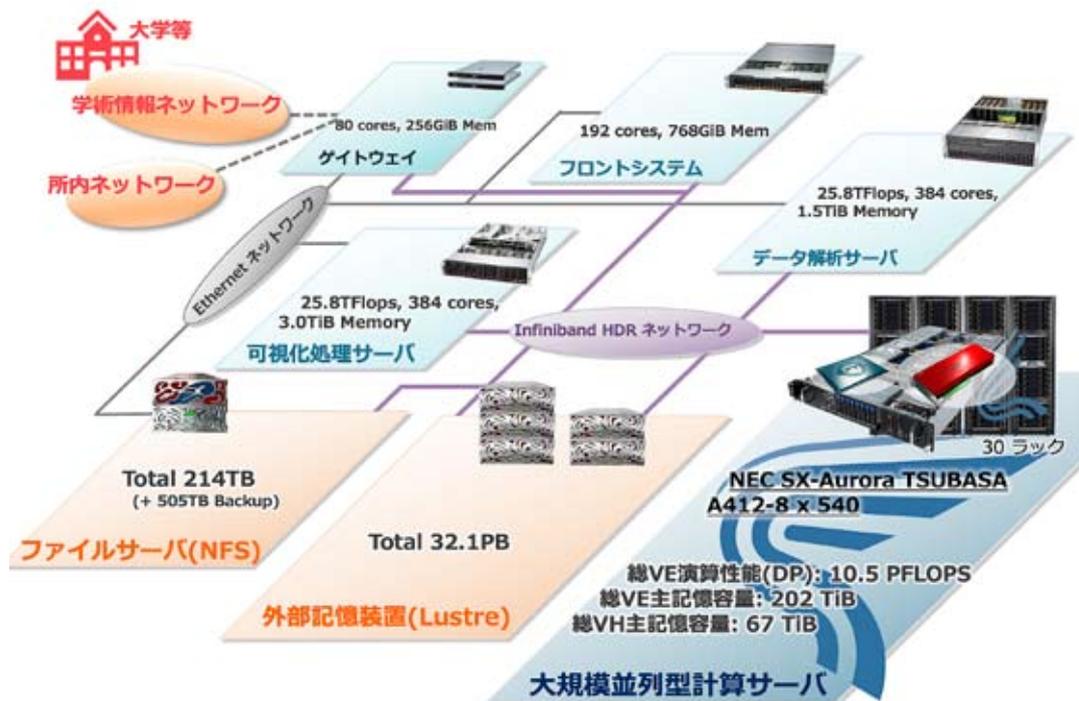


図2 システムの全体構成