

RIAM スーパーコンピュータシステムの概要

○松島啓二、石井大輔

九州大学応用力学研究所 技術室

1. はじめに

九州大学応用力学研究所(RIAM: Research Institute for Appplied Mechanics)では、広く応用力学に関する学理およびこれに立脚する理工学的開発に関する実験・研究を推進するため、昭和46年12月に FACOM270-20 電子計算機システムを導入して以来、実験・研究の著しい進展と電子計算機の発展に合わせた数回の電子計算機システムの変更を行って現在に至っている。

平成9年度に全国共同利用研究所として改組し、現在、3大部門、2センターの計25分野および技術室から成っており、対象となる研究領域は原子レベルの微細な現象から、地球規模の巨大なものまで多岐に及んでいる。さまざまなスケール間の相互作用を従来の要素還元論に基づく手法ではなく、第一原理に基づく全体論的手法によりシミュレートできる高性能並列計算機システムの要求が各分野から挙がってきている。しかし、従来の計算機システムでは、こうした要求に対し十分な性能を提供できなくなっていた。

そこで今回、システムの性能向上を図るために、所内における研究用電子計算機システムの機種更新を実施し、スーパーコンピュータシステムを導入したので、以下にその概要を報告する。なお、新システムの運用は平成21年3月より開始され、同時に所内ネットワークインフラおよびメール等各種サーバも大幅な更新を行ったが、その内容は別の機会に譲る。図1は、新規 RIAM 計算機システムの構成図を示す。

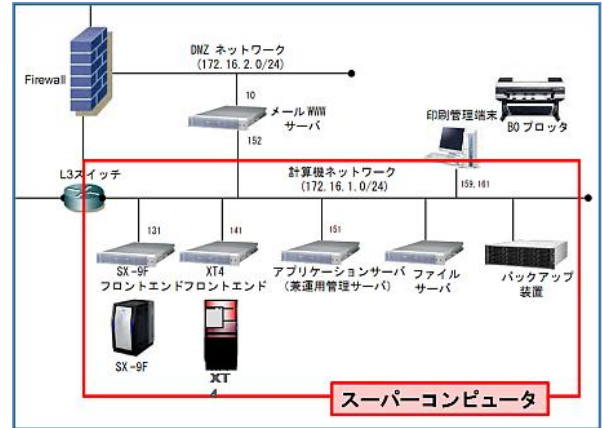


図1. RIAM 計算機システム構成図

2. 高速演算サーバ SX-9F および並列演算サーバ XT4

旧システムでは、高速演算サーバとして NEC 社製 SX-8 が、並列演算サーバとして NEC 社製 TX7 が導入されていた。今回の機種更新によって、高速演算サーバとして NEC 社製 SX-9F が、並列演算サーバとして Cray 社製 XT4 が導入された。図2は SX-9F の外観を、図3は XT4 の外観を示す。表1は、新規導入した SX-9F、XT4 と従来機 (SX8、TX7) との仕様比較を示す。



図2. SX-9F の外観



図3. XT4 の外観

SX-9F はベクトル型計算機であり、一度に多数のデータをメモリからロード可能である。そのため、気象・海象モデル計算においては、ベクトル型計算機の実効性能が後述するスーパースカラー型に比べて高い。また、命令の並列処理も可能である。

XT4 はスーパースカラー型計算機である。スーパースカラー型計算機の CPU は1度に1,2個のデータしかメモリからロードできないため、

表1. 新規導入した SX-9F、XT4 と従来機 (SX8、TX7) との仕様比較

	高速演算サーバ		並列演算サーバ	
	SX-9F	SX-8	XT4	TX7
単 CPU 理論性能 (GFLOPS)	92.16	16	2.3GHz ×4 コア	1.6GHz
台数 (ノード数)	6CPU × 1 台	6CPU × 1 台	1CPU × 48 台	16CPU × 1 台
総合理論性能 (GFLOPS)	552.96	96	1,760	102
主記憶 (GB)	256	64	384	128
ディスクアレイ (GB)	4,000 (RAID5)	292	6,000 (RAID5)	36

ベクトル型に比べてメモリロード部分がボトルネックとなる。一般にスーパー scaler 型計算機は上記のボトルネックを克服するため、命令の並列化による処理性能の向上を行っている。一方、CPU には汎用的な量産型が使用されるため、価格性能比（基準価格に対する性能比）が比較的高い傾向にある。今回導入した SX-9F と XT4 の価格性能比は、SX-9F:XT4 \approx 1:5 である。

3. ジョブ管理システム NQS II

演算サーバにおけるジョブ（計算処理の要求）は、NQS II (Network Queuing System II) によって管理される。NQS とは、複数のユーザによる処理要求が計算リソースを奪い合う、リソースが空いて自分のジョブを投入できるようになるまでユーザは端末の前でずっと監視していなければならない、などといった非効率を防ぐために、投入されたジョブに対して時間・使用メモリ量・使用 CPU 数などをルールに応じて割り当てるバッチ処理システムのことである。図 4 は、NQS の管理下におけるジョブの投入手順を示す。NQS によるジョブ管理のため、ユーザは各演算サーバへ直接ログインできず、それぞれのフロントエンドサーバへログインし、そこでコンパイルやジョブの投入を行う。

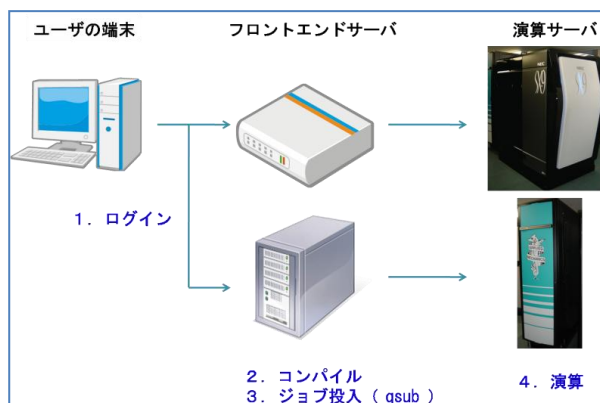


図 4. NQS 管理下におけるジョブ投入手順

4. アプリケーションサーバおよびファイルサーバ

RIAM 計算機システムでは、前述した演算サーバの他にアプリケーションサーバおよびファイルサーバを運用している。アプリケーションサーバでは、Mathematica、Matlab、IDL が利用できる。ユーザはこれらのアプリケーションによって、数値計算・数値解析およびそれらのグラフィック化といった処理が行える。また、各サーバにおけるアカウント情報を一元管理するために、アプリケーションサーバ上に LDAP

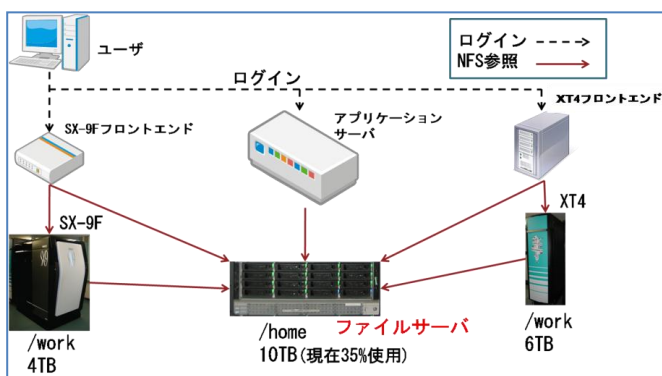


図 5. NFS 構成図

(Lightweight Directory Access Protocol) サーバを構築

している。これにより、ユーザやグループの登録・変更・削除といった処理は 1 つのディレクトリデータベースに対する手続きで済み、同じ手続きをそれぞれのサーバに対して繰り返し実行するという管理コストを削減でき、かつサーバ間でユーザ情報が食い違うといったエラーも防ぐことができる。

ファイルサーバは、実効容量 10TB (RAID5) のストレージを有し、NFS (Network File System) によって高速演算サーバ・並列演算サーバ・アプリケーションサーバに共通の home 領域を提供している。図 5 は NFS の構成図を示し、SX-9F、当該フロントエンドサーバ、アプリケーションサーバ、XT4 および当該フロントエンドサーバが、ファイルサーバを NFS 参照している様子を表す。なお、SX-9F、XT4 はそれぞれ 4TB、6TB のストレージを work 領域としてローカルにマウントしている。すなわち、SX-9F のフロントエンドサーバが SX-9F の work 領域を、XT4 のフロントエンドサーバが XT4 の work 領域を NFS 参照している (図 5)。ユーザは、どのサーバにログインしているかに関わらず、同一の home ディレクトリを参照できる。

5. まとめ

平成 20 年度末に計算機室サーバ類のリプレースが完了し、演算サーバとしてスーパーコンピュータシステムが導入された。本システムは、性能面で従来のシステムを大きく上回っており、各研究に対する更なる貢献が期待される。