

大阪大学における新スーパーコンピュータサービス

伊達 進¹ 木戸善之¹ 寺前勇希² 木越信一郎²

大阪大学サイバーメディアセンター 大阪大学情報推進部情報基盤課

{date, kido, teramae-y, kigoshi}@cmc.osaka-u.ac.jp

概要：大阪大学サイバーメディアセンターでは、2014 年 12 月より新スーパーコンピュータ SX-ACE による計算サービスを開始する。また、本センターでは、新スーパーコンピュータの導入と並行して、新スーパーコンピュータを高効率に運転可能とするデータセンター機能を有した IT コア棟を新設した。本稿では、大阪大学に導入される新スーパーコンピュータシステム SX-ACE および IT コア棟の概要と特徴をまとめる。

1 まえがき

大阪大学サイバーメディアセンターでは、新スーパーコンピュータとして NEC 製ベクトル型スーパーコンピュータ SX-ACE を導入し、2014 年 12 月よりサービスを開始する。また、新スーパーコンピュータ SX-ACE の導入を視野に、本センターでは新スーパーコンピュータ SX-ACE を高効率に運転可能とする冷却・空調機能を備えた IT コア棟を 9 月 15 日に竣工した。

本稿の構成は以下の通りである。2 節では、本センターに導入されるスーパーコンピュータ SX-ACE の概要と特徴について説明する。その後、本センターの IT コア棟の特徴について 3 節に記す。4 節では、本稿執筆時点で調整を進めている新スーパーコンピュータサービスについて紹介し、5 節で本稿をまとめる。

2 大阪大学に導入される新スーパーコンピュータの概要と特徴

2.1 構成概要

サイバーメディアセンターで導入される新スーパーコンピュータシステムは、調達の結果、総計 1536 基の SX-ACE ノードがクラスタ化されたベクトル型スーパーコンピュータとなる。新スーパーコンピュータシステムを構成する各ノードは 64GFlops のベクトル演算性能を有するコアを 4 個保有するマルチコア型ベクトル CPU、64GB の主記憶容量を搭載している。本センターで導入する

SX-ACE では、512 ノードを専用ノード間スイッチ IXS(Internode Crossbar Switch)で接続し、1 クラスタを形成する。すなわち、本センター導入のスーパーコンピュータは 3 クラスタ構成となる。

2.2 性能概要

表 1: SX-ACE の性能概要。

	SX-ACE		
	ノード単体	1 クラスタ	3 クラスタ
CPU 数	1	512	1536
コア数	4	2048	6144
演算性能	276 GFlops	141 TFlops	423 TFlops
ベクトル演算性能	256 GFlops	131 TFlops	393 TFlops
主記憶容量	64 GB	32 TB	96 TB

2.1 節で上述した通り、ノード単体は、64GFlops のベクトル演算性能を有するマルチコア型ベクトル CPU を有し、256GFlops の理論ベクトル演算性能値を有する。このことと簡単な計算から、1 クラスタ(512 ノード)あたりのベクトル演算性能、本センターで導入するスーパーコンピュータ(3 クラスタ;1536 ノード)のベクトル演算性能は、それぞれ 131TFlops、393TFlops であることが導ける。同様に、1 クラスタおよび 3 クラスタあたりの総主記憶容量は、それぞれ 32TB、96TB である。表 1 にこれらの性能データをまとめる。なお、表中の演算性能は、SX-ACE 1 ノードはマルチコア型ベク

トル CPU に加え、スカラ型 CPU を搭載していることから、スカラ型 CPU の演算性能とベクトル型 CPU の合計演算性能値である。

2.3 ノード間データ転送性能

上述したように、512 ノードは IXS に接続され、1 クラスタを構成する。本センターで導入する SX-ACE では、この IXS は 512 ノードを 2 段ファットツリー構成 1 レーンで接続する構成であり、ノード間最大転送性能は入出力双方向それぞれ 4GB/s である。

2.4 ノード内データ転送性能

図 1 に SX-ACE ノードの構成概要を示す。図に示すように、CPU と主記憶間は、256 GB/s の最大転送能力を保有する。このことから、SX-ACE ノードが 1Byte/Flops の高い CPU 性能にバランスした高メモリバンド幅を実現していることがわかる。さらにいえば、1 ノードあたり 1 個の CPU コアを用いて計算を行うといったことを行えば、4Byte/Flops の高メモリバンド幅にも対応できることになる。この高メモリバンド幅特性は、本センターで導入するスーパーコンピュータの特徴の一つである。

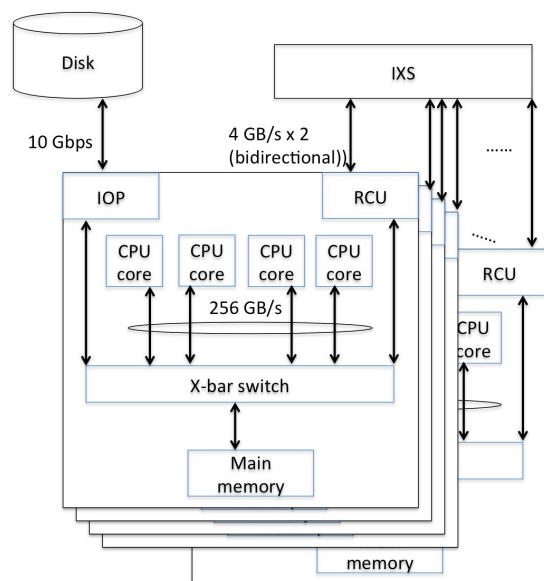


図 1: SX-ACE ノードの構成。

3 大阪大学サイバーメディアセンター IT コア棟と間接気化冷却式空調機

3.1 IT コア棟の概要

大阪大学サイバーメディアセンターは、大規模計算、情報通信、および、ICT 技術を活用した教育に関する最先端の研究開発を推進するとともに、大阪大学の研究・教育を支える情報基盤の整備・運用を担っている。そのような視点から、本センターは、新しいスーパーコンピュータを中核として学内の研究系および事務系サーバを集約設置・高効率に運転することで学内全体としての省電力効果をはかることを目的とし、IT コア棟を 9 月 15 日に竣工した（図 2）。



図 2: IT コア棟の外観。

今日のスーパーコンピュータの運用は、いかに省電力で運転できるかどうか重要な鍵となる。実際、今回本センターが導入する新スーパーコンピュータ SX-ACE の消費電力値から運転に必要な電力量（料金）の試算を注意深く行っているが、限られた運転資金で最大限の計算資源を提供するにはスーパーコンピュータの節電・省エネ運転だけでなく、その冷却を行う冷却装置の効率も最大化する努力が必須となる。この IT コア棟においてもエアフローの流れを十分に検討した設計を行っているが、特に、本センターのスーパーコンピュータ調達では、わが国の昨今のエネルギー事情に十分配慮した“エコロジー”なスーパーコンピュータ運転を

実現すべく、間接気化冷却式空調機の導入を行っている。この点もまた本センターで導入するスーパーコンピュータの特徴の一つである。なお、図 2 の IT コア棟の屋上に見える突起物は次節で説明する間接気化冷却式空調機設置のための構造物である。

3.2 間接気化冷却式空調機

本センターで導入した間接気化冷却式空調機は、アースクリーン東北製のメガクールである[1]。この間接気化冷却式空調機は、多数に積層された、ドライ流路とウェット流路が隔壁で仕切られた構造(図 3)によって、熱交換を行う仕組みとなっている。具体的には、ウェット流路の隔壁側は水を浸した湿潤壁となっており、ドライ流路に高温空気、ウェット側に常温空気が流れた時、ドライ流路の出口では冷却された低温空気が得られる。すなわち、スーパーコンピュータで暖められたエアフローをドライ流路に、外気をウェット流路に流すことで、この仕組みを利用した空気冷却が可能となる。本センターの IT コア棟では、このメガクールを 2 基屋上に設置することで、IT コア棟に設置された空調設備の消費電力を抑え、スーパーコンピュータの省エネ運転を実現することを計画している(図 4)。

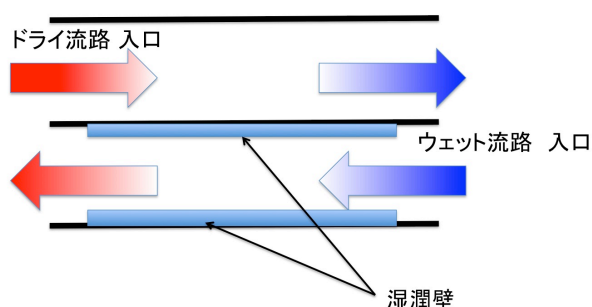


図 3: 間接気化冷却式空調機の原理。



図 4: 屋上に設置されたメガクール。

4 新スーパーコンピュータサービスにむけて

本節では、本稿執筆時点では最終調整中であり最終確定ではないが、本センターのスーパーコンピュータサービスについて記す。

4.1 基本方針

SX-ACE の導入に際して、本センターの既存利用者がスムーズに SX-ACE の利用を開始できるよう、本センターの大規模計算機環境の変更が最小限になるように設計を進めている。また、サイバーメディアセンターの掲げるベクトル・スカラ融合計算、大規模可視化という視点からも設計を進めている。

4.2 大規模計算環境

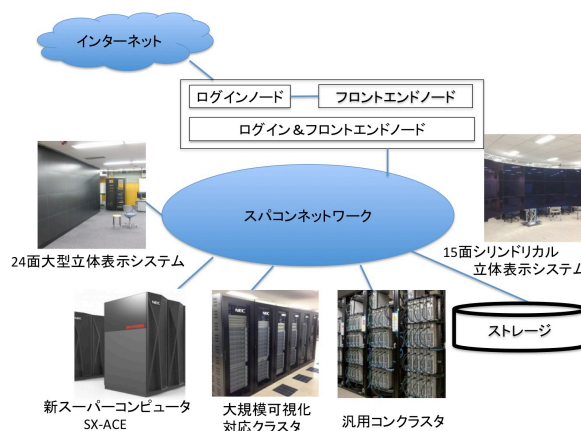


図 5: 大規模計算機環境。

2014 年 12 月からの本センターの大規模計算環境（図 5）は、大規模計算資源と大規模可視化資源が構成される。大規模計算資源は、ベクトル型およびスカラ型の大規模計算資源に分類される、3 システムとなる(表 2)。また、大規模可視化資源は、サイバーメディアセンター豊中データステーション、およびうめきた拠点に設置された、2 基の可視化システムとなる(表 3)。本センターの大規模計算環境では、スーパーコンピュータサービス専用の高速ネットワークで、これらの大規模計算システムと大規模可視化システムを接続し、計算結果や可視化結果を相互にやりとりできるよう設計を行っている。

表 2: 大規模計算資源.

プロセッサ	システム名
ベクトル型	SX-ACE
スカラ型	大規模可視化対応 PC クラスタ
	汎用コンクラスタ

表 3: 大規模可視化資源.

システム名	設置場所
24 面大型立体表示システム	大阪大学サイバーメディアセンター豊中データステーション
15 面シリンドリカル立体表示システム	大阪大学サイバーメディアセンターうめきた拠点

2014 年 12 月からの大規模計算環境では、これらの大規模計算資源に対して、ログインノードにログインし、フロントエンドノード上でプログラム開発、コンパイル、ジョブ投入を行う。この構成はこれまでの大規模計算環境と同じ構成であるが、これまで計算機システムの調達毎に分かれていたフロントエンドノードを統合・集約することで、ユーザがどのフロントエンドノードも利用可能できるよう改善を行っている。これにより、これまでたびたび発生していたユーザの混乱を排除することをねらうとともに、

低負荷のフロントエンドノードにユーザを誘導することでロードバランシングを行う。

また、上述したとおり、サイバーメディアセンターでは、ベクトル・スカラ融合計算に関する研究開発の推進・促進を目指している。そのため、新しいスーパーコンピュータサービスでは、ベクトル型スーパーコンピュータ SX-ACE とスカラ型大規模可視化対応 PC クラスタを並行に使うことができるようジョブスケジューラのキュー設計の検討を鋭意進めている。これにより、スカラ型計算機の特徴と、ベクトル型計算機の特徴を有効に利用できる計算を探索していく。このようなベクトル・スカラ融合計算に関心・興味のある研究者の方々には、JHPCN などの枠組みを利用し、サイバーメディアセンターとの共同研究を是非検討いただければ幸いである。

5 まとめ

本稿では、大阪大学サイバーメディアセンターが導入を進める新スーパーコンピュータ SX-ACE および竣工した IT コア棟の概要と特徴についてまとめた。また、現在設計・調整をすすめる新スーパーコンピュータサービスについて記した。

今後のセンターのスーパーコンピュータシステムの運転・運用には、3 節で記したように、節電・省エネ運転が課題となる。また、大規模なメモリ上で複数のベクトルプロセッサが計算をおこなっていた SX-9 から、比較的小規模なメモリ、プロセッサ資源を搭載したノードがクラスタ化された SX-ACE へのアーキテクチャの変化に伴うユーザ支援の充実も課題となることが想定される。本センターでは、このような様々な課題を乗り越え、利用者によりよいスーパーコンピュータサービスを提供できるよう一丸となり努めていく。

参考文献

[1] 株式会社アースクリーン東北,
<http://www.earthclean.co.jp/products/megacool/feature2.html>.