

省エネ効果に優れた超高速スーパーコンピュータシステムの導入

石井, 大輔
九州大学応用力学研究所技術室

<https://hdl.handle.net/2324/1786456>

出版情報：九州大学応用力学研究所技術職員技術レポート. 17, pp.29-32, 2016-10. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University

バージョン：

権利関係：

省エネ効果に優れた超高速スーパーコンピュータシステムの導入

石井 大輔

要旨

応用力学研究所（応力研）では、40年以上前から定期的に大型計算機システムの更新を行っている。通称スパコンと呼ばれる、超高性能スーパーコンピュータは、21世紀に入って飛躍的に計算性能の向上を遂げている一方、昨今は特に省電力化など環境性能を重視した技術開発も並行して行われている。電力をいくら消費しても計算処理速度が最速であることが一番、という時代は変わりつつある。

2015年、前システムより更なる計算処理性能の高速化に加えて、優れた環境性能を兼ね備えたスパコンならびに関連システムを調達した。現在稼働中の本システムは、超高速で省エネ効果に優れたSX-ACEを主体に、大容量ディスクアレイや高速ネットワーク網のほか、様々な機能やサービスを1台の物理筐体に集約した仮想化サーバ等で構成されている。本稿では、純国産ベクトル型スパコンSX-ACEの特長や、近年における導入スパコン機の仕様変遷等について紹介する。

キーワード

スーパーコンピュータ・SX-ACE・超高速・低消費電力

1. スーパーコンピュータとは

「2位じゃダメなんですか」、ある国会議員によるこの端的かつ大胆な発言は、当時の国民の注目を集め大きな論争と物議を巻き起こしたことで、今でも記憶に残っている。それは、国家予算の見直しを図るにあたり当時の政府（旧民主党政権）が導入した事業仕分けにおいて、対象として取り上げられた「スーパーコンピュータ」のことである。日本製では、世界でもトップクラスの性能を誇る「京」などが有名である。

スーパーコンピュータ（スパコン）とは、明確な定義や基準があるわけではなく時代によって変化するが、簡単に言えば、一般的なコンピュータ（汎用のPCやサーバ等）に比べて演算処理が桁違いに高速実行できる、文字通り「スーパー」な「コンピュータ」のことである。スパコンは一般に高額である上、自宅のパソコンやタブレットのように誰もが簡単に利用できるものではないため、経済性や汎用性が多少犠牲になる側面は否めない。しかしながら、その存在意義と利用価値は非常に高く、スパコンの技術革新が科学技術の飛躍的な進歩と人類の発展に貢献してきた成果は極めて大きい。一方で、スパコンの開発は国の威信と技術力を堅持するための一要素になっている側面もある。日米欧に加え、近年は中国の台頭もあり、各国によるスパコン世界一をめぐる競争が激化している（図1）。



図1 各国が開発した様々なスパコンを含めたイメージ図
(一部の画像はインターネット上から抜粋)

スパコンの性能は、単純に大規模データの処理性能（計算速度）の優劣で評価されてきた（TOP500）が、21世紀に入り異常気象や地球温暖化といった環境問題の深刻さが増すにつれ、次世代のスパコンには演算能力の高性能化と同時に省電力化（低消費電力）の実現が求められている（環境へ配慮した技術要素の両立）。従来は、連立方程式をひたすら解き続ける単純計算の速度を競うベンチマーク（Linpack、姫野ベンチなど）による性能評価が主流であったが、近年では消費電力あたりの演算処理性能を指標とした性能評価（Green500等）による順位も重視されている。これは、馬力や加速性能を向上させるだけでなく、燃費改善や排ガス抑制、水素／電気エネルギー利用への転換など、環境に優しい開発が世界的に進んでいる、昨今の自動車業界の動向によく似ている。

2. スパコンシステムの導入にあたって

応力研では、広く応用力学に関する学理と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、1971年に富士通製 FACOM270 シリーズの小型電子計算機システムを導入して以来、計算機性能の飛躍的な進歩と科学技術計算に対する高度で膨大な計算量の要求増加に伴い、定期的な高性能電子計算機システムの更新を継続している。科学技術における「理論」「実験・観測」に続く「計算」を支える高性能スパコンの保有と利用は、新エネルギー・地球環境・核融合をキーワードとした応力研における研究開発の進展に大きな成果をもたらし、世の中への貢献としてその恩恵は着実に還元されてきた。

2015年に導入した日本電気（NEC）社製ベクトル型スパコン「SX-ACE*」は、超高速な並列処理を要する科学技術計算や大規模なデータ解析を伴う高度な数値シミュレーションに対し優れた実効性能を発揮する。また、従来機種に比べて消費電力（約 1/10）と設置面積（約 1/5）を大幅に低減し省エネ化を実現している。

現在は所内の計算機室で稼働中であり、黄砂や PM2.5 といった微粒子の飛来影響を予測する大気環境シミュレーションや、陸上・洋上における風車群導入のための大気乱流シミュレーション、海洋環境の監視や海洋汚染の解明等を目的とした海況予測シミュレーション、熱力学モデルによる水素同位体効果解析、プラズマ乱流シミュレーション、第一原理電子状態計算等、応力研内の様々な研究分野で活用されている。

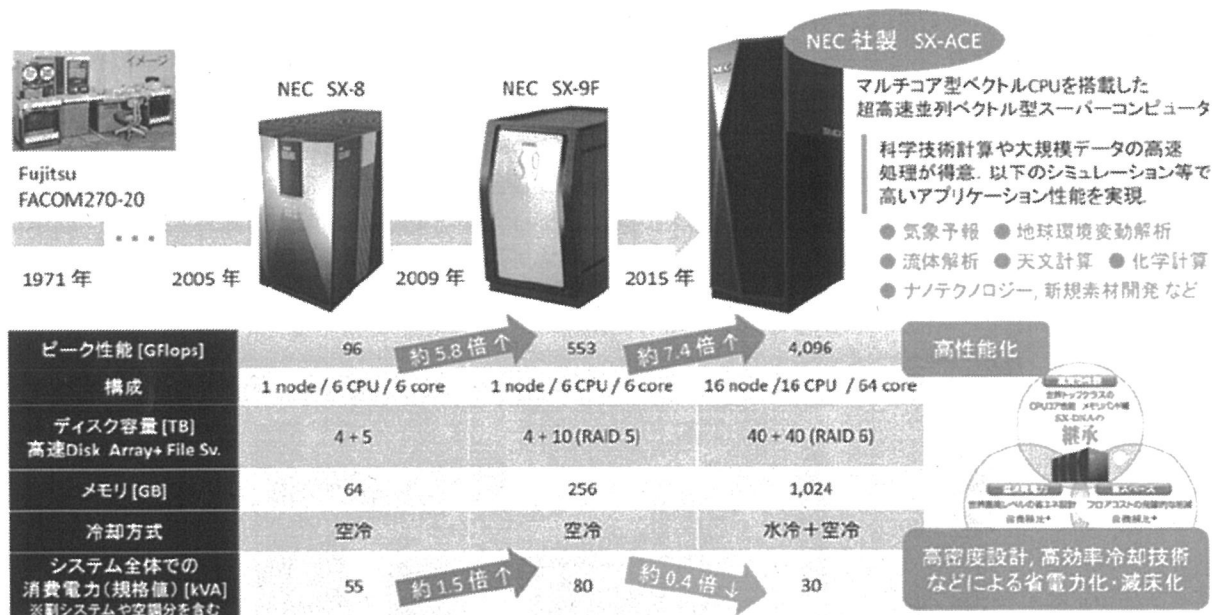


図2 近年における応力研スーパーコンピュータシステムの導入推移
(一部の画像や説明はインターネット上から抜粋)

図2に、応力研において近年導入してきたスパコンの主な性能や特長、システム全体に係る消費電力の推移をまとめた。ここ10年でみると、計算処理能力を表すピーク性能は40倍以上(5.8×7.4倍)、関係するCPUコア数やメモリも大幅な向上を遂げている。システム全体での消費電力に視点を移すと、SX-8からSX-9Fへのリプレイス時はピーク性能の向上(5.8倍)に伴い消費電力も増大した(1.5倍)。一方、2015年に導入した低消費電力のSX-ACEを主体とする新システムでは、前システム時(2009年導入システム)のスペック値に比べて、ピーク性能が7倍を越えて高速化されているにもかかわらず、消費電力は4割ほどに抑えられている(実際の電気使用量はほぼ同程度の傾向で推移)。

また、SX-ACEは単一ノード(4core/1node)内での高速性はもとより、MPI(Message Passing Interface)やOpenMP等を用いたマルチノード間における並列計算も高速に実行できる(図3)。

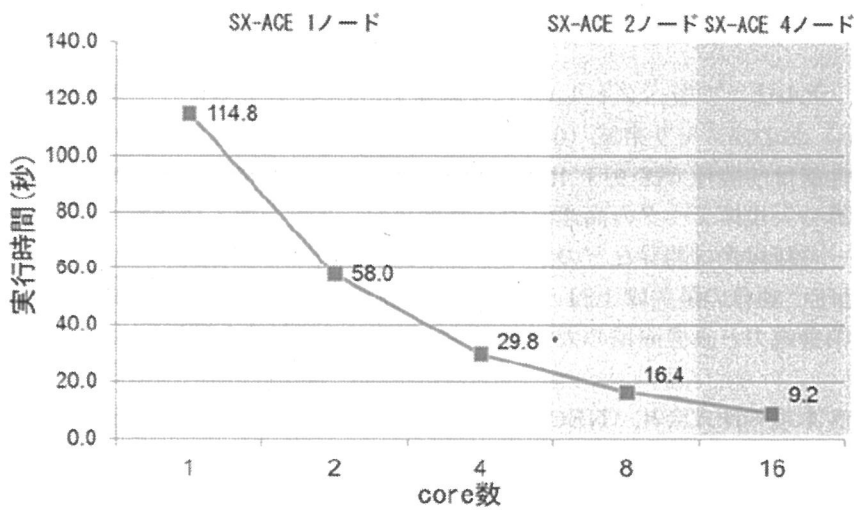


図3 複数のSX-ACEノードを用いたMPIコードの実行結果の一例

さらに、性能(速度向上)の面ではMPI等に若干劣るものの、記述が平易で、少ない行数挿入によって実用的な速度向上が期待されるHPF(High performance Fortran)が利用できる点も、特長の一つである(コード開発・保守に掛ける手間の効率化、図4)。

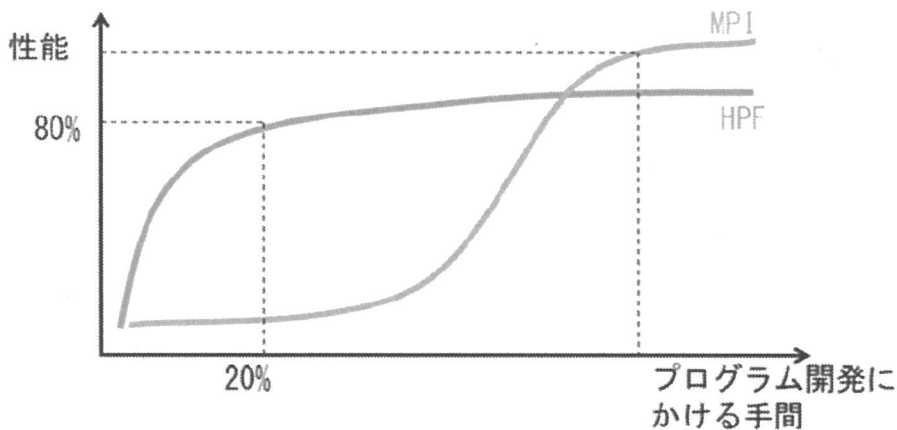


図4 HPFの特長に関するイメージ図(MPIの20%の手間で80%の性能)

3. おわりに

本稿では、超高速で省エネ効果に優れた SX-ACE を主体とするスパコンシステムの一部について紹介した。「高性能」と「省電力」を両立した本スパコンシステムは、現在も数多くのユーザに活用され、各分野における研究進展の一翼を担っている。

なお、本システムの導入に至るまでの経緯や実際に担当した業務内容（要求要件の調査検討、技術仕様書の作成、各社提案仕様の把握・情報整理、技術審査等）をはじめ、スパコンシステムの全体構成や各機器の諸元に関する詳細、現在までの運用状況などについては、機会があれば別稿にて紹介したい。

Appendix

SX-ACE :

「SX-ACE」は、マルチコア型ベクトル CPU を搭載し、CPU コア当たりで世界トップクラスの演算性能 (64 GFlops) およびメモリ帯域 (64GB/s) を実現したベクトル型スーパーコンピュータ。単一ラック当たりの性能は前機種 (SX-9) に比べ 10 倍のラック演算性能 16 TFLOPS, メモリ帯域 16TB/s で、科学技術計算や大規模データの高速度処理を得意とし、気象予報・地球環境変動解析・流体解析・ナノテクノロジーや新規素材開発などのシミュレーションにおいて、高いアプリケーション性能を実現する。また、NEC 独自の最先端 LSI テクノロジ・高密度設計・高効率冷却技術などにより、従来機種と比較し、消費電力と設置面積の大幅な削減を実現したベクトル型マシンの新世代機。

参照・引用： 日本電気株式会社 (NEC) 関連 web サイト (<http://jpn.nec.com/hpc/sxace/>) 等