

# 次世代スーパーコンピュータに 高まる期待

昨年3月、神戸への立地が決まった10ペタフロップス(FLOPS)級の次世代スーパーコンピュータ。  
完成時点で世界最先端・最高性能と予想されるこのスーパーコンピュータは、2012年の本格稼働をめざし準備が進められている。  
完成後は開かれた共用施設として産業界の利用も想定される。  
スーパーコンピュータとは何か、何ができるのか、期待できる成果などを紹介する。



提供：理化学研究所

## スーパーコンピュータとは何か？

スーパーコンピュータ(以下、スパコン)とは、膨大な計算を素早く実行できる高性能なコンピュータのことで、その世代で最も速く、構成上も最大のコンピュータシステムである。同時に、最も高価なコンピュータシステムとも言われている。

スパコンを使った数値シミュレーション(計算科学)は、理論や実験と並ぶ第3の科学とされ、現代の科学技術の手法として確固たる地位を築きつつある。

宇宙や気候、環境といった超長時間の現象、そして核融合、衝突、燃焼などの超短時間の現象、また、結晶や分子の構造分析、安全解析、気象な

ど実験不可能なものについては計算機を用いた数値シミュレーションを使って研究するしかない。その計算量は膨大であり、より多くの情報をより早く処理できるほどシミュレーションの精度があがることから、常にその時代の技術で達成できる最高性能がスパコンに求められてきた。

## スパコンをめぐる世界、日本の情勢

世界のスパコン開発競争は、およそ米国と日本が中心となって主導してきたといえる。

米国は軍事利用を中心に、複数の大規模プロジェクトを並行して推進しているのが特徴である。

右表は、主に中央処理装置(CPU)の計算性能

〈表 スーパーコンピュータサイトTOP500〉

順位	システム名称	サイト	ベンダ	国名	Linpack 演算性能 (テラFLOPS)
1	BlueGene/L	ローレンスリバモア研	IBM	米	478.2
2	BlueGene/P	ユーリヒ総合研究機構	IBM	独	167.3
3	Altix ICE8200	ニューメキシコ計算応用センター	SGI	米	126.9
4	BL460c	タタ計算研究所	HP	インド	117.9
5	BL460c	政府機関	HP	スウェーデン	102.8
6	Red Storm	サンディア研	Cray	米	102.2
7	Jaguar	オークリッジ研	Cray	米	101.7
8	BlueGene/W	IBM	IBM	米	91.2
9	XT4	ローレンスバークレー研	Cray	米	85.3
10	New York Blue	ストニーブルック大学計算機センター	IBM	米	82.1
⋮					
16	TSUBAME	東工大学術国際情報センター	NEC/SUN	日	56.4
30	地球シミュレータ	地球シミュレータセンター	NEC	日	35.8

(http://www.top500.org/より 2007年11月発表)

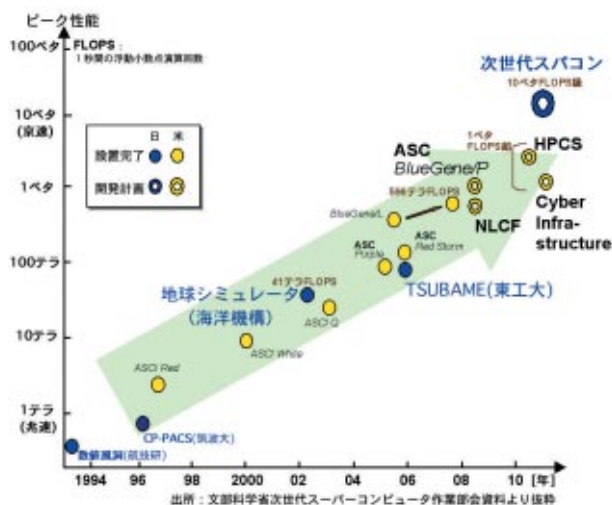
を比較する目的で作られたベンチマークテストのうち、最も広く用いられる「Linpack (リンパック)」による、毎年2回(6月・11月)発表されるランキングである。

日本は2002年3月に完成、稼動した地球シミュレータ(横浜市・海洋研究開発機構)が5回連続で1位を獲得したが、04年11月以降は残念ながら米国の後塵を拝している。

昨年11月に発表された最新ランキングでは、日本のスパコンは16位と30位に後退している。一方、米国はトップ10のうち7つを占め、インドなどが新たにトップ10入りを果たしている。

TOP500の推移から、世界的には年率1.9倍でスパコンの性能が向上していることが読み取れるが、日本国内のスパコンは年率1.6倍にすぎない。地球シミュレータ以降の国内スパコンは長期低落傾向にあるといえる。

〈図 日米のスパコン開発競争〉



## 日本の次世代スパコン開発計画

資源が少なく、科学技術立国をめざすわが国にとって、スパコン開発で世界のトップを争い続けることは非常に重要である。

そこで、第3期科学技術基本計画では「次世代スパコン」を長期的な国家戦略を持って取り組むべき重要技術(国家基幹技術)の一つとし、巻き返しをはかっている。

今後ともわが国が科学技術・学術研究、産業、医・薬など広汎な分野で世界をリードし続けるために、次世代スパコンプロジェクトでは、

(1)世界最先端・最高性能の「次世代スーパーコンピュータ<sup>(注)</sup>」の開発・整備

(注)10ペタフロップス級(1ペタフロップス：1秒間に1千兆回の計算)

(2)次世代スパコンを最大限活用するためのソフトウェアの開発・普及

(3)上記(1)を中核とする世界最高水準のスーパーコンピューティング研究教育拠点(COE)の形成

を文部科学省のイニシアティブにより、開発主体の理化学研究所を中心に産学官の密接な連携の下、一体的に推進。総事業費1,000億円超をかけ、2010年度の稼動、2012年の本格稼動をめざした次世代スパコンを神戸に設置する予定である。

次世代スパコンは06年7月に整備された「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」により、播磨にある大型放射光施設 SPring-8 と同様、産学官の研究者等に幅広く開かれた共用施設として位置づけられ、産業界での利用も期待されている。

産業界をはじめとする幅広い利用にはスパコン本体の開発・整備だけでなく、上記(2)や(3)にあげられている通り、使いこなすためのソフトウェアやスパコンを中心とした研究者間のネットワークなどCOE形成が重要となる。

ソフトウェア開発については、多様な分野の中からナノテクノロジーとライフサイエンスについて、国が2010年度の一部稼動に向けた開発・製作・評価を行っている。COE形成に向けては地元自治体や経済界が中心となって取り組みを進めていく。

**巨費を投じて神戸に設置される次世代スーパーコンピュータ。**  
**この巨大な計算機はこれからの日本や関西に何をもたらすのか——。**  
**次世代スパコンプロジェクトを推進してきた柘植氏、地元関西の研究機関のトップである田島氏に**  
**次世代スパコンへの期待や課題などを聞いた。**

**企業トップの覚悟が引き出す、  
次世代スパコンの真価**

——なぜ日本に次世代スパコンが必要なのでしょう。

**柘植：**21世紀の科学技術革新による社会的・経済的価値創出の鍵はイノベーション創出にあります。それは知の創造を社会的な価値創造に結び付けることで実現します。次世代スパコンはこれを可能にする“スーパーそろばん”であり、それがなければ国際的なイノベーション競争に負けてしまう、Enabler技術。日本が生き残るために必要不可欠なのです。

次世代スパコンの大きな特徴は「世界初のハイブリッド型」と「低消費電力」。幅広い分野で活用するには、従来のベクトル型とスカラー型の性能をあわせ持つ、より汎用性が高いハイブリッド型のスパコンでなくてはなりません。また、「従来のスパコンと同じデバイスを使うと消費電力は原子力発電所1つ分になる」と言われている次世代スパコンには低消費電力デバイスの開発・導入が必須です。デバイスを使用した製品や装置が世界中で使われている昨今、このデバイスの開発に成功すれば、省エネひいては地球温暖化の防止にも役立つことになり、その波及効果は計り知れないほど大きなものとなります。

——次世代スパコンが特に役立つ分野とは。

**柘植：**科学の分野で特に期待できるのはライフサイエンスの進展です。従来のスパコンより精巧なシミュレーションが可能ですから、テーラーメイド医療の進歩や創薬の期間短縮が望めます。ナノテクノロジー

分野にも期待が持てます。もう一つ役立つと考えられるのは社会システムの分野。現代の日本は原子力発電所や情報通信システムなど巨大複雑化しつつも超高信頼性の社会システムを求め、産業界にはそれを構築する能力が要求されています。次世代スパコンでは、原子力発電所をシミュレーション上で作ったり壊したりして安全性を研究することも可能になりますから、このような分野にも活用できます。

——次世代スパコンに何を期待されますか。

**柘植：**次世代スパコンを設置するだけでは宝の持ち腐れになる恐れがあります。スパコンを使いこなせる大量の人材、そしてその育成を担う大学の強化が必要です。産業界からも声をあげるべきでしょう。

また、スパコンは科学者だけの道具ではなく、産業応用があって初めてその力が発揮されます。産と学が連携して次世代スパコンを使用することでそういった動きが出てくることを期待しています。幸い、神戸のポートアイランド周辺にはクラスターのようなものができ始めていて、地元の産学官が連携してスパコンを利用する体制が整えられつつあります。関経連や地元自治体が産学官の連携を意識した取り組みを展開してくださっているのも心強い。あと必要なのは、次世代スパコンと全国拠点を結ぶ情報伝達ネットワークを整備し、遠隔地からの利用に対応することでしょう。これは国の役割かもしれませんが、10年先を見すえた整備の検討を求めたいですね。

そして、何より大切なのは企業トップの覚悟です。過去の経験から「シミュレーションは当てにならない」と思う方もいらっしゃるかもしれませんが、しかし、いまや実世界では計測も解析もできないものをスパコンで詳細にシミュレーションすることができる時代になりました。各社の将来を支える研究開発に次世代スパコンを使わなければ21世紀の活路はないと経営者が認識し、自ら号令をかけて次世代スパコンを使うこと、そして使いこなせる人材の育成に取り組むことをぜひお願いしたいですね。その取り組みが実を結び、新しい製品や事業、サービスが生まれてくるようになれば日本の産業は磐石です。日本の新しい宝、次世代スパコンが真価を発揮する日を私も楽しみにしています。



**柘植 綾夫 氏**

Ayao Tsuge

芝浦工業大学学長・三菱重工業  
特別顧問  
(前総合科学技術会議議員)

## 2種類のコミュニティ作りを成功させ、 関西にスパコンの地力を

——研究機関が次世代スパコンに寄せる期待とは。

**田島：**次世代スパコンはレーザー研究にとって非常にありがたい装置です。関西光科学研究所ではレーザーを使って発生させた粒子線を利用する小型がん診断・治療器の開発に取り組んでいます。その成功にはレーザーをターゲットのスイートスポットに当てる“最適化”が不可欠ですが、研究所内のスパコンではレーザー1発のシミュレーションに数週間もかかる上、実験と同条件での計算は不可能です。従来の数倍計算速度が速い次世代スパコンなら、より速く、より現実に近いシミュレーションが可能となりますから、スイートスポットの発見が早まります。そうなればがん治療器が人類に役立つ日も早まります。同様に、さまざまな分野でこれまで偶然の結果によってもたらされていた「発見」が次世代スパコンによりもっと戦略的に作り出せるようになります。ナノテクノロジーなど、大量のシミュレーションや計算作業が必要な分野では強い味方となるでしょう。

——次世代スパコンの課題は。

**田島：**1970年代、ローレンス・リバモア国立研究所に初めてスパコンを設置した際、米国は①スパコンが利用できるネットワークを全米に張り巡らせる、②各地にサブ拠点を作る、③全米のユーザーを親身になってサポートする職員を数十～百人規模で雇用するという3つの利用促進策を実行しました。当時、私も彼らのサポートを得て、スパコンを利用していました。多くの人がスパコンの恩恵を享受するにはこのような仕組みが必要ですが、日本にはこれまでしっかりした仕組みがありませんでした。次世代スパコンを有効活用するためには遠隔利用やサポート体制の充実など、これまでよりオープンな利用方法の導入が必要です。

日本で特に問題なのはサポートできる技術者の不足です。スパコンを使いこなすには目的に応じたソフトウェアを作る技術者が大量に必要ですから人材育成のシステムを早急に整備しなければなりません。

能力のある技術者がスパコンの拠点に集まれば別

の効果も期待できます。一カ所に能力や技術のある人材が集まると臨界現象が起き、相互作用で新しい技術や知見が生まれ、新しい考え方に基づく産業が興ったりするのです。米国ではGoogleなどが生まれました。サポートを担う技術者が業務を通じて新しいビジネスチャンスを見出し、それが新しい産業へとつながることはスパコンを使いこなすことと同じくらい重要です。次世代スパコンではこのような動きが出てくることを期待しています。

——次世代スパコンが関西にもたらすものとは。

**田島：**次世代スパコンに関連した研究機関や大学・企業の連携は当然出てくるでしょう。日本人は協調しながら競争するのが苦手ですが、巨額の投資を有効にするには、常に最新の研究結果を取り入れ、自らの力の陳腐化を防がなければなりません。スパコンも同じで、その活用には2種類のコミュニティ作りが必須です。一つはスパコン周辺にソフトウェアやハードウェアの研究所・企業が集積する地域的なコミュニティ。もう一つは全国ネットワークによるコミュニティ。全国的な仕組みを整えた上でスパコンのある関西地域に優秀な人材が集まれば、日本全体がレベルアップします。2つのコミュニティは車の両輪ですからどちらが欠けてもうまく行きません。関西のことだけを考えると孤立してしまいます。しかし、双方のコミュニティ作りが成功すれば神戸に強い地盤ができ、関西地域にスパコンの地力がつきます。そうなれば次々世代のスパコンの時代になっても関西の強みは生き続けます。関西・神戸にはぜひそのようなスパコンのセンターをめざしてほしいですね。

### 田島 俊樹 氏

Toshiki Tajima

日本原子力研究開発機構  
関西光科学研究所長



# 次世代スパコンが拓く 科学技術のフロンティア

2007年11月27日、関経連では「次世代スパコンとは何か？何ができるか」と題して、日本でスパコンによりどのような成果が得られてきたか、次世代スパコンで何ができるか、との観点から産業利用促進セミナーを開催、企業や自治体等関係者を中心に約90名が参加した。

藤木完治・文部科学省大臣官房審議官(研究振興局担当)から国家プロジェクトとしての狙いや概要を、渡辺貞・理化学研究所次世代スーパーコンピュータ開発実施本部プロジェクトリーダーからは実際の利用例やシステム開発の方向性などを紹介いただいた。その後、実際のスパコンによるシミュレーション活用事例などを4名の利用者から発表していただいた。

## 事例紹介

- ①「企業におけるシミュレーションの現場から」  
善甫康成・住友化学筑波研究所上席研究員
- ②「スーパーコンピューティング技術産業応用協議会としてのアプローチ」高田章・同協議会運営小委員会委員長・旭硝子中央研究所特任研究員
- ③「地球シミュレータが成し遂げてきたこと－産業活用の面から－」平野哲・海洋研究開発機構計算システム計画・運用部長
- ④「産業利用に向けた敷居を低くするために」  
小池秀耀・アドバンスソフト社長

これまでのスパコン活用事例などを中心に、その成果やスパコン開発の効果について紹介する。

## 次世代スパコン開発のメリットとは？

05年度のわが国の研究開発投資額は17.8兆円にのぼる。次世代スパコンによるシミュレーションの活用には、巨額な研究開発投資額の低減、製品開発の迅速化・効率化による市場拡大への効果が期待されている。

また、次世代スパコンには省電力、省スペースをはじめとする最先端技術が盛り込まれる。それらの

要素技術はいずれわれわれの身近な製品にも広く応用されることになる。

総事業費1,000億円超の大型プロジェクトも、産業界を含めた積極的な利活用により、投資に見合う効果を十分発揮できるのである。

## これまでのスパコン活用事例 —セミナーから

地球シミュレータ用に最適化されたプログラムは、従来機であれば約20年かかる100年分のシミュレーションを4週間で実施し、地球温暖化による気温上昇・雨量増加予測で気候変動に関する政府間パネル(IPCC)への日本の貢献に大きな役割を果たした。

そのほかにも、飛行機の全機シミュレーションによる、安全性・環境適応性の向上をめざした設計技術の開発や、自動車丸ごと1台を高精度にリアルタイムシミュレーションするなど産業界との共同研究が進んでいる。

すでに自動車業界では開発段階からシミュレーションを活用することで試作車の台数を大幅に減らし、開発期間の短縮とコスト削減を実現している。また、年々要求が厳しくなる安全面においても実車実験から衝突シミュレーションに置き換わりつつある。地球シミュレータを用いた海洋研究開発機構と日本自動車工業会との共同研究では、研究開始6ヵ月後には500万要素での衝突シミュレーションに世界で初めて成功。最終1,400万要素のシミュレーションに成功し、実車実験に非常に近い解析結果を得ることができたと発表されている。

このようにスパコンはこれまでなかった未知の世界を切り拓くツールである。計算能力向上への期待は際限がなく、より高性能なスパコンができることまた新たな用途が広がっていく。次世代スパコンは、国際的なイノベーション競争に打ち勝つには必要不可欠なツールであり、積極的な産業利用が期待され

ている。

ソフトウェア開発を手がけるアドバンスソフトは地球シミュレータによる解析サービスの実績をもとに、実用ソフトウェアや利用サポート体制の整備を紹介。産業利用促進のヒントとなる、スパコンの敷居を低くする取り組みが語られた。

セミナー参加者へのアンケートでも、次世代スパコンを利用したい・条件があれば利用したいとの回答が29.3%、関心ありとの回答が46.3%に上るなど、産業利用への高い期待がうかがえる結果となっている。利用促進方策の検討は必須である。

## スパコンをめぐる国、地元の動き

スパコンによるシミュレーションは、ライフサイエンス、ものづくり、ナノテクノロジー、航空・宇宙、原子力、経済・金融、行政・政策科学、医療など実に幅広い分野での産業応用が期待されている。神戸への次世代スパコンの整備にあたり、地元関西はもとより広くオールジャパンの産学官が一体となって新たな科学研究や新産業の創出をめざそうと、(財)計算科学振興財団(理事長：秋山喜久・関西広域機構会長)が今年1月に設立された。

財団の第一弾の活動は、3月12日に東京で開催する、企業のトップマネジメントを対象とした「次世代スーパーコンピュータ活用トップセミナー」。また、財団が整備する高度計算科学研究支援センター(仮称)(2011年4月開設予定)を中心に、①研究支援事業(研究室の提供、研究者・技術者のネットワーク形

成等)、②産業利用支援事業(企業の研究者等向けの研修会の開催、技術相談・利用相談の実施等)、③普及啓発事業(セミナーの開催、機関紙等による情報発信等)を実施する予定である。

さらに、財団を事務局とする「次世代スーパーコンピュータ利用推進協議会(仮称)」も近く設立し、特に産業利用の促進方策に関する検討が進められることとなっている。

一方、文部科学省では、スパコン本体の開発・整備が着実に進展するなか、プロジェクトの円滑な推進に向け、ソフトウェアの開発や産業界との連携、人材育成、共用施設としてのあり方などについて検討する「次世代スーパーコンピュータ作業部会」(主査：土居範久・中央大学理工学部教授)を科学技術・学術審議会の下に昨年末設置した。

同部会は、当面、①次世代スパコンを活用した研究開発の推進や共用の基本的考え方および利用促進、②大学等有する既存のスパコンと次世代スパコンとの連携や全国ネットワークの中核として集積すべき機能、③次世代スパコンを活用した教育や人材育成の展開方策、④大規模投資に対する国民理解に向けた方策を議論し、本年6月ごろをめどに基本的な考え方を取りまとめる予定である。

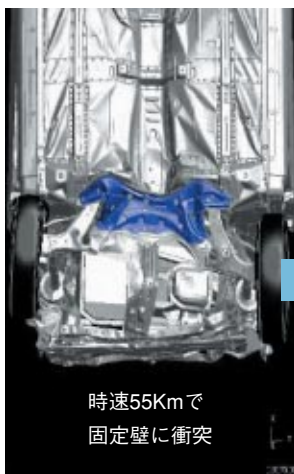
関経連では、昨年11月の産業利用促進セミナーにとどまらず、財団とも密に連携・協力しながら、次世代スパコンを最大限に活用し、新産業の創出・研究開発投資の効率化など、産業の強化につながる取り組みを推進していく。

### 〈自動車丸ごと、高精度、リアルタイムシミュレーションの検討〉

衝突前



衝突後



100万メッシュ  
モデル計算結果

500万メッシュ  
モデル以上の  
計算結果