

スーパーコンピュータ

～スパコンはどんな明日を切り拓くのか?～



巻頭言

「京」が拓く 科学的予測の時代

独立行政法人理化学研究所
計算科学研究機構 機構長

平尾 公彦 氏

Kimihiko Hirao

2012年、世界トップレベルの性能を持つスーパーコンピュータが誕生する。その名は、京速(けいそく)コンピュータ「京(けい)」^{※1}。1秒間に10の16乗回(1京回)計算を行う10ペタフロップスの実現を目指し、現在、理化学研究所が富士通などの協力を得て開発中だ。一方、スーパーコンピュータの開発競争は激化している。なぜ世界はそこまで力を注ぐのか。スーパーコンピュータは社会や産業に何をもたらしてくれるのか。「スーパーコンピュータは時空間を超えることができるツール。それを使うことで未来を科学的に予測できる」と話す、理化学研究所 計算科学研究機構 機構長 平尾公彦氏に、スーパーコンピュータの本質や「京」が目指していること、今後の展望などを伺った。

スーパーコンピュータは 何をもたらすのか

スーパーコンピュータは現代の科学技術の発展に欠かせない基盤技術です。地震や集中豪雨の予測、ヒトゲノムやタンパク質の解析、ナノ材料設計、自動車の衝突シミュレーションなど、スーパーコンピュータによって社会や産業のあらゆる分野でブレークスルーの扉が開かれています。

スーパーコンピュータの性能は、国力や産業の競争力を大きく左右する重要な要素であるため、世界中の国々でスーパーコンピュータの開発競争が激しさを増しています。競争の中心は日米欧に中国が加わり、インド、ロシアの追い上げも急です。2010年11月に発表された世界のスーパーコンピュータの能力を比較調査している「トップ500プロジェクト」では中国製(2.57ペタフロップス)が1位、日本は東京工業大学の「TSUBAME2.0」(1.19ペタフロップス)が4位となりました。

もちろんスーパーコンピュータの評価はスピードがすべてではありません。しかし、スピードはわかりやすい指標であり、世界一のスピードを実現している技術を有し、さまざまな分野で世界一のコンピュータを活用できるということが大切なのです。

現在、理化学研究所で開発している京速コンピュータ「京」は、1秒間に10の16乗回(1京回)計算を行う10ペタフロップ

スの実現を目指しています。2012年に完成を予定していますが、その時点で世界トップクラスに踊り出るとは間違いありません。

「京」は全体で800筐体以上となりますが、その1%、8筐体で2002年に日本が開発し世界最速を誇った地球シミュレータ^{※2}の性能の2倍以上、完成時には地球シミュレータの200倍を超える性能を持つことになります。

21世紀は予測の科学の時代といわれており、実験、理論に次ぐ、第三の科学と位置付けられているコンピュータ・シミュレーションの果たす役割は非常に重要です。「京」の登場によりコンピュータ・シミュレーションは新たな次元に入ります。

科学的に未来を予測する 時代の到来

私は、人間に最も欠けている能力は未来を予測することだと思っています。スーパーコンピュータは時空間を超えることができるツールです。このツールを使いこなすことで、人間は、実験することのできない巨大なものやマイクロのものを、シミュレーションによってコンピュータの中で再現し科学的に未来を予測することが可能となるのです。

コンピュータ・シミュレーションにおいて1つのブレークスルーとなったのは、地球シミュレータの登場であると私は考えています。当時、世界の人々が驚いたのは、スピードだけ

※1 京(けい)：2010年7月に理化学研究所が発表した「次世代スーパーコンピュータ」の愛称

※2 地球シミュレータ：2002年から2009年まで稼働し、現在は新システムにリブレース済みである

ではなく、地球全体をまるごとシミュレートするという予測の質の変化だったのではないかと。まるごとシミュレーションは、個々の複雑な現象を定量的に解明し、相互作用を理解しつつ全体を再現できるため、それを時間発展させることで事象全体の予測が行えます。地球シミュレータは地球規模のシミュレーションに利用され、地球温暖化の警告などに大きく貢献しました。

「京」は、まるごとシミュレーションや科学的な予測の能力を飛躍的に拡大し、コンピュータの中で真実にさらに近づくことを可能にします。「京」によるコンピュータ・シミュレーションは、科学技術や産業のあらゆる分野でブレークスルーやイノベーションを加速するポテンシャルを秘めています。

5つの戦略分野で 「京」活用の取り組み

「京」は幅広い分野での活用を目的とする汎用機です。現在、国において選定された

- ①「予測する生命科学・医療および創薬基盤」
- ②「新物質・エネルギー創成」
- ③「防災・減災に資する地球変動予測」
- ④「次世代ものづくり」
- ⑤「物質と宇宙の起源と構造」

の5つの戦略分野において、「京」を使って実際のアプリケーションでペタフロップス級の性能を実現するための取り組みが進められています。

アプリケーション実行性能の向上を目的に、8個のプロセッサコアによるマルチコア構成とし、各コアにSIMDと呼ばれる演算アクセラレータ技術を取り入れるなどさまざまな工夫がなされています。また半導体プロセスに最先端の45ナノプロセスを採用するなど低消費電力化にも力を入れています。CPUチップが8万個以上、システム全体で100万個以上の部品によって構成されることから、まず壊れない、壊れてもすべてが止まらない、壊れてもすぐ直せるといった高信頼性の徹底追求も行われています。

「京」が持つ能力を最大限に活かすべく、2010年に理化学研究所は計算科学研究機構を設立しました。同機構のミッションは大きく2つあります。1つは、戦略分野で最先端の成果をあげるために、利用者の視点に立った共用施設としての「京」の運用です。そしてもう1つが、計算機を開発している計算科学分野と、それを使ってシミュレーションを行う計算科学分野の連携、融合により、アルゴリズムやモデルなど共通基盤的な研究開発を展開するとともに国際的な研究拠点を形成していくということです。

人類全体の課題解決へ、 開発に国際協調を

地球温暖化や少子高齢化による社会システムの変動など人類全体で取り組むべき課題の解決に、スーパーコンピュータのシミュレーションは威力を発揮します。望むべき未来でないことが予測できたとき、警告を発し、議論を巻き起こすことも現在を生きる私たちの未来に対する責任の1つです。

人類全体の課題の解決をテーマに、これからはスーパーコンピュータの開発においても、もっと国際協調を進めるべきであると考えています。エクサフロップス(1秒間に100京回の計算)のスーパーコンピュータの開発に関して日米欧を中心にワークショップも開催されていますが、こうした活動を広げていくことが大切です。スーパーコンピュータの平和利用を行っている日本は、こうした活動の主導的な役割を担うポジションにあります。また、発言力を高める上でも世界トップレベルの性能の実現と技術力の維持は必要です。

産業界全体で見ると、スーパーコンピュータの活用はまだまだこれからです。「京」を契機にスーパーコンピュータ活用の裾野が拡大することで、日本の産業が未来を切り拓いていく新たな活力を得ることができると確信しています。

富士通には「京」開発プロジェクトの目的を深く理解し、その推進に力を尽くしていただいております。今後も一丸となってプロジェクトの成功に向け邁進していきたいと思っております。

※3 本誌4ページ「スーパーコンピュータ理解のための基礎知識」参照

特集 スーパーコンピュータ ～スパコンはどんな明日を切り拓くのか?～ contents

巻頭言	2
技術解説	4
導入事例	8
富士通の取り組み	12

講演録	14
豊かに生きる誌上セミナー HUMAN HUMAN	16
Family's Information ほか	17