

## 富士通の取り組み

次世代スーパーコンピュータを支える  
現場SEの声

富士通は、30年以上にわたってスーパーコンピュータ開発に携わってきた経験と技術力を活かし、独立行政法人理化学研究所（以下、理研）と共同で、次世代スーパーコンピュータ「京」の開発・製造を行っている。「京」は8万個以上の超高性能CPUにより10PFLOPS（ペタフロップス、1秒間に1京回の浮動小数点演算を実行）という計算能力を有する。「京」の開発が進められてきた経緯、本格運用に向けての取り組みを紹介する。

## 曲折を経て完成

## スカラ型・ベクトル型複合構成からスカラ型単独構成に

2006年文部科学省による「最先端・高性能汎用スーパーコンピュータの開発利用」プロジェクトがスタートした。開発主体となる理研の募集に応じ、富士通と他2社がプロジェクトに参加し、2007年には、次世代スーパーコンピュータは演算部をスカラ型とベクトル型で構成する複合システムとすることが決定し、詳細設計が進められていた。

しかし、2009年にベクトル部を担当していた2社がプロジェクトから離脱。世界的不況の波はこのプロジェクトにも押し寄せたのだ。そのため、概念設計以降、順調に詳細設計が進められていたシステムを、同年7月にはスカラ型の単独構成に変更し、理研と富士通が共同で開発・製造を進めることになった。

2010年9月、富士通は次世代スーパーコンピュータの出荷、理研の計算科学研究機構への搬入を開始。この次世代スーパーコンピュータは、「計算科学の新たな門」という期待をこめて性能目標となる単位でもある「京」と名付けられた。その計算能力の高さにより、システム規模も今までのスーパーコンピュータとの比ではない。800以上の筐体から構成されるシステムは、搬入開始から完成まで1年半以上を要する。



計算機室に設置されている次世代スーパーコンピュータ「京」※

## 本格運用に向けて

## 「京」をチューンナップするSEたち

この巨大な次世代スーパーコンピュータは、2012年秋に本格運用が始まる。現在、兵庫県神戸市にある計算科学研究機構では、搬入・設置作業と平行して、SEたちが本格運用に向けてさまざまな課題に取り組んでいる。

計算科学研究機構には「京」のハードウェアが順次搬入、設置されている。設置されたハードウェアにOSやミドルウェアを載せてシステムとして運用可能にするのが彼らの役割である。また、「京」をシステムとして稼働させるためには、サーバ、ストレージ、ネットワーク機器などが必要となる。こうしたインフラの整備、効率的に運用するための構成の検討や、ネットワークの設計なども行っている。

「京」は、ユーザーが自身の目的に沿って開発したプログラムを実行する。操作するのもユーザーだ。SEは、ユーザーがシステムを利用しやすいように運用環境を整備する仕事も担当する。どのように運用を進めていけば効率が良いか、ユーザーからの意見を聞きながら考えて決めていく。こうした準備に多忙な毎日を過ごす二人のSE、松井秀司氏と片桐哲哉氏に「京」の運用と用途についてお話を伺った。

——「京」の計算能力は非常に高く、計算に要する期間の大幅な短縮が期待されています。また、従来のスーパーコンピュータは、数カ月、数年といった一定期間、特定の目的専用で計算を行うことが一般的でしたが、「京」は複数のお客様が異なる目的で同時に利用できるとのこと。これはどのような運用方法によって実現されるのでしょうか。

**松井** 「京」は8万個以上のCPUにより、非常に高い計算能力を提供します。ただ、お客様によってはその半分、あるいは10分の1のCPUパワーで十分な場合もあります。お客様が実行したい処理の内容に応じてCPUパワーをうまく割り振ります。

「京」は、8万個以上のCPUを独自の革新的な新技術により

相互にネットワーク接続しています。利用者からみると、ルービックキューブのような立方体を構成するイメージです。お客様が行う処理も複数のジョブに分割して、縦 X 個、横 Y 個、高さ Z 個の立方体のように構成してもらい、実行します。

お客様によってこの立方体の大きさはまちまちですから、それを CPU が構成する立方体に隙間ができないように割り当てていきます。例えるなら、倉庫にサイズの違うダンボールをびっしり詰めていくような作業です。これをスケジューリング機能といいますが、この機能を活用して CPU を効率的に使う方法を現在検討しています。実際にはかなり複雑な機能なのですが、その複雑さを見せずにお客様に簡単に利用してもらうにはどうすればよいかといったことも考えなければなりません。

—— 計算能力が桁違いであるだけでなく運用の自由度も高いということですね。それだけに設備の規模も半端なものではないようですが、大規模であるがゆえに大変なこともあるのではないのでしょうか。

**片桐** 障害発生時の対応や保守でしょうか。これだけ大規模だと、障害発生の場所や原因の特定が難しくなります。ある場所を調べているうちに、障害の場所や症状が変わっていく可能性も十分考えられます。情報の収集や解析も大変です。各 CPU に 1 行ずつログを出力させても 8 万行を超えるのですから。ログの種類や収集、解析などを効率的に行う方法や手順を考えなければなりません。

**松井** 「京」は基本的には 24 時間 365 日稼働です。現実的にはシステムの一部が障害や保守で停止することは想定していますが、稼働開始後はシステム全体を止めたり再起動したりすることは難しいでしょう。また、保守のために CPU パワーをとられ、計算能力が低下するようなことがあってはなりません。運用手順もそうですが、いかに保守を効率的に行うかについても頭を悩ませているところです。

—— スーパーコンピュータが活躍する領域は、私たちの日常生活の向上に直結する分野にどんどん広がっていますが、「京」をはじめとする次世代スーパーコンピュータの用途は将来どのような分野にまで拡大されていくのでしょうか。

**松井** 私たちがまったく想定していない分野に広く使われていくでしょう。もしかしたら 10 年後には個人で利用する日がくるかもしれません。

現在では、バイオや医療、銀行、証券などの分野でもスーパーコンピュータを利用することが当たり前になっていますが、ひと昔前にはこれらの分野での利用はまったくの想定範囲外でした。

スーパーコンピュータは、データをなるべく大きな塊にまとめて、一度に読み込んで、処理して、書き出して、という利用方法が一番効率的です。物理や宇宙などの分



独立行政法人理化学研究所 計算科学研究機構※

野では昔からこのように利用してきましたが、バイオや医療分野では逆に小さなデータを大量に処理したいというニーズが多い。そうすると、小さなデータを大量に効率を落とさずに処理するための工夫が必要になります。今後お客様のニーズはどんどん多様化していくと思いますが、どのようなニーズにも対応できるようにしていかなければなりません。



### 「京」に期待すること

20 年近くスーパーコンピュータ開発に携わり、その進化の過程を目の当たりにしてきた松井氏は、今でこそ膨大な観測データを処理し、きれいな宇宙の画像をスーパーコンピュータで作成したりしますが、かつてはこういう処理も難しかった。性能が桁違いの「京」によって、また 1 つ技術的な壁を越えられる。その進化が生み出すものをぜひこの目で見たいと期待に胸を膨らませる。一方、片桐氏は、「京」によって計算科学研究機構が担う使命を果たせるようにサポートしていきたいと語る。

このように富士通はスーパーコンピュータシステムの運用準備を整えるだけでなく、理研や欧米の研究機関と協力して「京」の利用に欠かせない基盤ソフトウェアの開発を行っている。共用開始予定は 2012 年秋。それまでに「京」の力をフルに発揮させるために、さまざまな課題に取り組んでいる。

富士通は、これからも「京」をはじめとするスーパーコンピュータの技術開発になお一層努め、科学技術や社会の発展に貢献していく。



富士通株式会社  
テクニカルコンピューティングソリューション事業本部  
計算科学ソリューション統括部  
(左) 片桐 哲哉 氏 (右) 松井 秀司 氏

※ 写真提供：独立行政法人理化学研究所 計算科学研究機構