

巻頭言

二人の先生とスーパーコンピュータ

理化学研究所 計算科学研究機構
渡辺 貞



小学生の頃は北海道の片田舎で育った。夏は蝶やトンボなどの昆虫採集や魚釣り、冬はスキーに夢中になっていた。鉱石ラジオを組み立て、かすかに聞こえる音楽やアナウンサーの声に興奮したこともあった。小学校の担任の先生、T先生は、冬など教室の石炭ストーブの周りに生徒を集め、「日本の生きる道は、技術だ、輸出だ」と仰っていた。今思うと、あの田舎町の小学校の先生が涙垂れ小僧によくもこのようなことを言っていたものである。昭和も20年代終わりのころであった。

大学では電子工学を専攻した。その後NECに入社。コンピュータの開発部門に配属を希望し、新しくできた大型コンピュータの開発部門でコンピュータの開発に携わることとなった。以来今日に至るまで、何らかの形で汎用コンピュータやスーパーコンピュータの開発に関係してきた。このような道を選び、継続して携わっている心の底には、T先生のお話があったことは確かである。

私が関係したスーパーコンピュータは、その後、我が国をはじめ欧州やその他海外の国々の研究機関・大学などのセンターに広く採用され、科学技術の研究開発基盤として利用され、また天気予報などの気象分野や航空宇宙の分野でも大いに活躍していった。これらのことを振り返ってみると、T先生の言われたことに少しは応えられたかと思っている。

我が国は科学技術立国ということで、国も

科学技術政策や科学技術を基盤とする産業分野の振興に大いに力を入れて来た。その中でも、特に半導体を始めとするエレクトロニクス製品は「電子立国」の中核として、海外に大変な勢いで進出し、我が国を支える産業基盤となった。しかしながら、ご承知の通り、最近では中国や韓国などのアジアを中心とする国々の進出が目ざましく、我が国のエレクトロニクス製品は競争力を失い、海外市場の多くをアジアの他の国の製品に占められてしまっている。永年、コンピュータの開発に携わってきた者としては、「電子立国」復活を切に願うものである。

NECでは、スーパーコンピュータSXの開発当初から携わっていた。NECにとって最初の本格的なスーパーコンピュータである当時としては世界最速の1GFLOPSを超えるSXが動き出した。1985年のことである。運用や開発のためのシステムソフトウェアは十分に備わっていなかったが、標準のベンチマークプログラムであったLIVERMOREループと呼ぶ簡単なカーネルの性能測定結果が出たので、早速、その結果を某研究所のK教授のところに持っていった。LIVERMOREループのSXによる計算速度は、当時としては、びっくりするほど速かったはずである。自慢できる値として、K教授に勇んでそれをお見せしたところ、教授からは、いきなり「バッカモン」

と怒られてしまった。K教授が言うには「スパコンを使う計算科学の研究というのは、アプリを開発することが目的ではなく、そのアプリを使って科学的成果を出すことにあるのだ。アプリを開発するためのソフトも十分では無いようなスパコンでは、ハードがいくら速くてもアプリ開発に4、5年もかかってしまう。それでは大学院生の5年の研究生活が終わってしまい、何の成果も出せないではないか。導入してすぐ使えるスパコンでなければ、使い物にならんのだ！」ということであった。これ以来、「導入してすぐ使えるスパコン」が私の頭の中に刻み込まれた。

翻ってコンピュータのアーキテクチャ上の変遷を見てみると、常に、互換性の維持と性能向上とのトレードオフであることが分かる。互換性を維持したコンピュータと、互換性は犠牲にしても性能向上を優先させたコンピュータとのせめぎ合いということである。互換性を維持したコンピュータは、既にあるプログラムがそのまま動作するので、多くは「導入してすぐ使えるコンピュータ」であるが、互換性を犠牲にしたコンピュータはプログラムの変更が必要であるから、必ずしも「導入してすぐ使えるコンピュータ」というわけではない。

コンピュータの構成でみると、シングルプロセッサから共有メモリの並列プロセッサシステム、分散メモリの並列プロセッサシステムと変遷し、今や「京」では、従来のプロセッサであるコア数にして60万個を超える超並列プロセッサシステムとなっている。このような並列処理により、スーパーコンピュータの最高性能は10年でおおよそ1000倍に向上している。コンピュータの構成の変遷に伴い、プログラミングスタイルも逐次処理から共有分散並列プログラミングというハイブリッドの並列処理へと変遷している。私のようなコンピュータ屋から見ると、これは大変な技術の進歩である。しかし、ユーザから見るとこれ

は本当に技術の進歩なのであろうか。ユーザにとって、コンピュータはあくまでもツールである。ツールというのは、一般的には、K教授が暗に言ったように、技術の進歩に伴って性能が向上するとともに使い勝手も良くなるものである。ハードウェアの「技術の進歩」に合わせてユーザはプログラミングの変更や新規開発を強いられてきた、犠牲になってきた、ということではないだろうか。ユーザから見ると、プログラムに何の変更を加えなくてもハードウェアの性能向上を享受出来るシステム。これがユーザから見た理想のシステムであらう。

2006年から理化学研究所に移り、「京」のプロジェクトを担当してきた。「京」の開発にあたっての目標は、10PFLOPSの達成ということは当然だが、国の科学技術研究開発基盤となる共用施設として広く全国の研究者・技術者に使われるシステムとするために、様々なアプリケーションが効率よく走るシステム、アプリケーションの移行性や互換性に配慮したシステムを目指して開発してきた。このためにアプリケーションの互換性や移行性を損なう可能性のある特別なアクセラレータによることなく、汎用のCPUを使用してシステムの性能目標を達成することを最優先に開発を進めてきた。結果として、すでにご承知の通り、9万個近い汎用のCPUチップを使い、LINPACKで10PFLOPSの目標性能と、93%を超える高い実行効率を達成することができた。また、実際のアプリケーションである実空間密度汎関数法(RSDFT)によるシリコンナノワイヤの4万個を超える原子数の電子状態計算によって、3PFLOPSを超える性能を記録した。実際に、「京」の試験運用期間中の限定されたユーザではあるが、それらのユーザは、実アプリケーションの実行上、大きなトラブルもなく「京」を使っているようである。「京」は9万個近いCPUから成る超並列

システムであり、CPUやそれらを接続するネットワークなどに性能を高めるための数々の機能を盛り込んでいる。それらの機能を十分に発揮させ、計算資源を有効に利用して最大限の性能を引き出すためには、アプリケーションの最適化に少なからぬ技術と工数を必要とする。しかしながら、試験運用や性能評価などの状況から、「京」は「導入してすぐ使え

るコンピュータ」ではないにしても、「導入して容易に使えるシステム」であり、様々なアプリケーションで高い性能を発揮できるシステムであると自負している。

「京」は共用施設として、まもなく本格的な運用が開始される。「京」によって画期的な成果がでることを期待したい。