

巻頭言

「京」から「富岳」へ：「継続」と「革新」の両立

理化学研究所 計算科学研究センター センター長
松岡 聡



2019年8月に、スーパーコンピュータ「京」はその波乱と輝きに満ちた運用を終える。2006年に正式に次世代スパコンのプロジェクトとしてその設計・構築が開始されたが、2009年にはNEC・日立の撤退、さらに2009年11月に当時の政権の「行政仕分け」によるキャンセルの危機と科学会の反駁による復活は記憶に新しい。その後、Top500に留まらずHPCG・Graph500などのベンチマークにてそのバランスされた設計による実質性能を世界に示し、ACM Gordon Bell賞の2011・2012年の受賞、さらにはその後もたびたび同賞のファイナリストなど、実アプリケーションにおけるトップ性能の多くのデモンストレーションが行われ、かつ、何よりも大切なのは、我が国のHPCIの全国スパコンインフラ網において、所謂Tier-1マシンとして他のHPCIセンターのTier-2スパコンと共にそれらの中心的存在として多くの利用需要と利用者を獲得し、多くの科学的成果を挙げる事に成功し、かつそれを運用の最後まで維持し続けた事である。また、国民への関心事に関しても、その成果に関して多くの報道がなされ、高い知名度を得たが、2018年度からは頻繁にマシンフロアの見学を推し進め、特に公開日は数千人の家族連れ、友人同士のグループ、カップルなどが訪れ、フロントパネルの前で記念写真を撮り、多くが「映える」形でSNSにポストされていたようである。本項の執筆はほ

ぼ「京」の運用の最後の日々と同時に行われているが、運用の最後まで非常に高い利用率を維持し続けたと言えよう。その功績は8月30日に行われる「ありがとう・さようなら『京』」のイベントで称えられ、最後のシャットダウンが行われる予定である。

「京」の後継として、その数か月後に、理研R-CCSと富士通を中心に開発が進んできたスーパーコンピュータ「富岳」の導入がR-CCSの「京」の跡地に開始され、2021年頃の運用を目指し設置・調整・ベンチマーク・運用試験が行われる予定である。「富岳」の開発目標の中心的なメトリックは、Top500のような人工的かつ現代のアプリケーションと相関性が低いベンチマークにおける「世界一」ではなく、2014年のプロジェクトの創成からの9つの重点課題の分野からそれぞれ分野を代表するとして選別された「ターゲットアプリケーション」における京に対する加速率であり、平均で数十倍・最大で百倍程度の達成が目標とされた。これらの目標は、現開発の最終段階では十分達成される事が強く予見されており、「富岳」はプロジェクトの目標達成だけでなく、「京」の後継機として引き続き多くの科学的成果を生み出していくと強く期待されている。

しかしながら、このような状況によって、「富岳」が「京」の単なる正常進化であるという、断片的である意味で非常に「富岳」にア

ンフェアな印象が世間的に一部持たれている、という状況が生じているとも感じている。「京」の稼働とほぼ同時期、2011年頃から富岳へ至る様々な研究開発に携わった我々は、否、「富岳」における技術的イノベーションは「京」のそれを上回ると認識・自負しており、それゆえ、特に世界的な普及や、スパコンに限らずIT分野へのインパクトに関し、「京」を遥かに凌駕するものと強く期待している。

「富岳」は富士山の別名であるが、その形状はある意味でスパコンの理想像を表しているといえよう。富士山は無論我が国で一番標高が高い山であり、それは例えればトップレベルの高い頂 (High Peak) を表している。しかしながら、独立峰である富士山は広い裾野も併せ持っており、それらはビッグデータやAIを含む広い新世代の活用法、並びに企業やクラウドユーザを含めた広いユーザのベース・ITインフラとしての広範さ・汎用性を象徴していると言える。これら「高さ・広さ」という、場合によっては相反する性質を調和的に同時に備えているのが富士山であり、TSUBAMEシリーズなど、今まで自身で構築してきたスパコン全てに当てはまり、その点で「富岳」は「京」と比較して「広さ」の部分で遥かに凌駕していると言えよう。

実際、「富岳」は4つの点で新たなハイエンドのITインフラとして多くのイノベーションを実現している。以下にそれを列挙すると：

1. その心臓部分である新たに開発されたA64fx CPUは、広い意味での高性能HPCワークロードに最適化した設計であり、それ故に世界で初めてSVE (Scalable Vector Extension) 標準をサポートすることによるTeraFlops級の高い演算性能だけでなく、汎用CPUとしては世界初のHBM2 (High Bandwidth Memory) やTOFU-D ネットワークにより、世界トップのデータ移動性能を誇る。結果としてCFDアプ

リケーションでは、現時点で最新の従来型のCPUの数倍の性能を示しており、GPUや特殊なベクトルプロセッサをも凌駕する。

2. その一方、非常に高度な省電力設計により、サーバ級の汎用CPUとしては世界一の電力性能を達成する可能性が高く、これも従来型のCPUを遥かに凌駕し、GPUや専用プロセッサのそれに匹敵する。結果として、「京」と異なり、富岳は同時代のマシンの中でもトップレベルの電力性能を示すであろう。
3. これら高性能・高電力効率なCPUでも、広い範囲でソフトウェアのエコシステムが貧しければ意味がない。「富岳」は汎用スパコンであり、またその技術はスパコンに留まらず広いIT分野への適用が期待される。A64fx CPUは、今回Sparcに代わり世界中で毎年数十億個生産されるArmプロセッサのエコシステム頂点となるものであり、原則的にArm 64bitの命令体系を含む全ての標準をサポートする。これにより、スパコンのみならず、クラウドなどへの普及も強く期待できる。
4. 「京」の設計時と比べ、現代のITではビッグデータやAIなどの新たなアプリケーション分野の隆盛が著しく、それらのハードウェアによるサポートが不可欠である。A64fxは、SVEの半精度演算や整数のベクトル演算など、ビッグデータやAIの加速に役立つ多くの機能を兼ね備えており、我が国のSociety5.0の礎としてクラウドなどにも広く普及する事が期待される。

これらに加え、様々な技術革新により、「富岳」は世界初の「エクサスケール」のスパコンに期待されてきたアプリケーション性能を発揮し、また、高性能計算のクラウド等への

幅広いインフラ普及に貢献するであろう。このプロジェクトの真の成功は、「富岳」という一台のマシンがスパコンとしてベンチマークで性能を示すことではなく、その波及効果が

投資額の何倍にもなって具体的に表れ、かつ、「富岳」の次世代の高性能IT基盤の研究開発に繋がる事であって、その実現はもうすぐである。