

[巻頭言]

『普通の人のためのスーパーコンピュータセンターを目指して』

から 10 年を経て

情報科学研究科 教授 小林 広明

10 年前、私はセンター長として、この巻頭言に「普通の人のためのスーパーコンピュータセンターを目指して」という題を掲げ、サイバーサイエンスセンターが進むべき方向性、すなわち三つの柱とその準備状況について述べました。その後、センター長を退任すると同時にセンターを離れ、外からその活動に加わる立場となりました。そして本年 3 月、定年を迎えることとなります。こうした節目にあたり、あらためてこれまでの歩みを振り返ってみたいと思います。

まず一つ目の柱は、『京』および『ポスト京（すなわち富岳）』を補完する世界最先端の高性能計算基盤の整備・運用」です。東北大学と NEC との共同研究の成果を数多く取り入れて開発・製品化された SX-Aurora TSUBASA を 2020 年に導入し、さらに 2023 年には第 3 世代への更新によってシステムを強化しました。その結果、計算性能 21 PFlop/s、メモリ容量 504 TB、メモリ帯域幅 10 PB/s という、世界最大規模のベクトル型スーパーコンピュータの整備・運用を実現するに至っています。

私たちは長年、「アプリケーションの実効性能は、ベクトル計算能力に見合ったメモリ性能から引き出される」という考えのもと、コアあたりの高いベクトル性能と、それに釣り合ったメモリ性能を重視したシステム設計に取り組んできました。近年、各所でメモリ重視のシステム設計が声高に語られるようになり、振り返ってみると、この考え方は間違っていなかったのだと、少し安堵する思いがあります。

もちろん、優れた性能のスーパーコンピュータを用意すれば良いというものではありません。HPC の利用の裾野を広げるためには、特殊なアーキテクチャに特化した特別なチューニング技術に常に頼ることなく、普通のユーザでも標準的なプログラミングでシステムの性能をある程度引き出せることはもちろんのこと、利用者プログラムのさらなる大規模化・高速化に対しては、センターの技術系職員が中心となりベンダの技術者と協力して丁寧な利用者支援も必要不可欠です。実際、そこで得られた知見は、例えば、長年に渡って定期的に高速化支援報告書としてとりまとめて関係コミュニティへ還元するとともに、次のシステムの基本設計へと生かしてまいりました。

二つ目の柱は、「高性能計算に関する研究機能の強化と、実践的かつ学際的な人材の育成」です。2014年には、HPC分野における産学連携研究拠点として、サイバーサイエンスセンター内に「高性能計算技術開発（NEC）共同研究部門」を設置しました。センター内外の教員や技術系職員、NECの技術者・研究者が日常的に議論を交わしながら、学内外の研究者と計算機科学・計算科学に関する共同研究を進めてきました。

その成果は、リアルタイム津波被害推計システムの社会実装をはじめ、ソフトマテリアル研究センターの設立への貢献、グリーンクロステック研究センターとの連携によって実現したソフトマテリアル設計・開発デジタルツインの構築など、さまざまな形で結実しています。また、次世代高性能計算基盤のあり方を模索する中で、従来のHPCに量子技術を融合し、シミュレーションとデータ科学・AIを統合して量子技術で加速する「量子ソリューション拠点」の形成にも関わってきました。各プロジェクトに学生や若手研究者を参画させることで、幅広い分野を横断できる人材育成にも、ささやかながら貢献できたのではないかと考えています。

三つ目の柱は、「HPCを通じた産業および社会への貢献」です。長年支援に携わってきた国産近距離航空機MRJ（後のスペースジェット）は、残念ながら米国での形式認証を得ることができず、商用機として空を飛ぶことはありませんでした。個人的には、せめて国内路線、例えば仙台ー成田間だけでも飛ぶ姿を見てみたかった、という思いが今も残っています。

一方で、リアルタイム津波浸水推計システムは、国の支援のもと、現在では日本沿岸全域を対象に24時間365日稼働し、我が国の安全・安心を支える基盤の一つとなっています。2024年1月の能登半島地震や、2025年末から続く青森県東方沖地震においても、地震発生直後にサイバーサイエンスセンターのスーパーコンピュータが稼働し、津波推計情報を政府に提供することで、防災対応に役立てられました。

さらに、こうした取り組みを一段と高度化するため、SIP第3期事業として「津波災害デジタルツイン」の研究開発にも参画しています。そこでは、より高精度な情報をより迅速に届けることを目指すと同時に、「量子ソリューション拠点」の活動の一環として、量子技術を活用した最適避難経路の導出や、救援物資の最適分配といった新たな技術にも挑戦しています。

ここまで振り返ってみると、「普通の人のためのスーパーコンピュータセンターを目指して」という当初の問いに対し、「HPCに関わる人のためのスーパーコンピュータセンター」という意味では、一定の成果を上げてきたのではないかと感じます。しかし一方で、「HPCに必

ずしも馴染みのない普通の人」にまで利用の裾野を広げるという点では、まだ道半ばであることも事実です。

近年の AI 技術の急速な進展と応用分野の広がり、HPC と直接関係のなかった多くの研究者や技術者にも、高性能計算基盤へのアクセスを求めています。生成 AI がプログラムを書く時代を迎えつつある今、プログラムのチューニングはユーザ側ではなく、システム側が担うべきものになっていくのかもしれませんが、また、誰もが使える AI 環境を実現するには、AI コミュニティに認められたデファクトスタンダードな OSS (Open Source Software) を基盤とした統一的な利用環境、ハードウェアを意識せずに利用できる仮想環境が重要になるでしょう。

そうした世界では、ユーザは統一的なインタフェースを通じてサービスを受け、個々のセンターがそれぞれ独自にハードウェアを保有する必然性は薄れていく可能性があります。電力事業における発電とサービスの分離になぞらえれば、スーパーコンピュータの整備・運用と、その上で提供されるサービスも分離され、例えば、将来的には東西に配置されたナショナルフラグシップ級センターが高性能計算基盤の整備・運用を担い、地域の情報基盤センターは HPC・AI の利用支援や応用支援に特化していく、そんな将来像も思い描かれます。

そのような変化に備えるためには、サービスに特化した専門人材の育成が欠かせません。もちろん、人間が取得可能な技術や知識には限界がありますので、常にアップデートされた AI を活用して個々の能力を無限に広げることも可能になるかもしれません。教員が片手間でシステム整備や利用支援を行う旧石器時代から、HPC に限らずあらゆるレベルの幅広い分野のユーザに対して利用支援・応用支援を AI-Accelerated/Enhanced なスペシャリスト集団として対応する新世代センターを再設計することがそろそろ必要ではないか——そんなことを、正月の少しほろ酔い気分の中で、初夢のように考えているところです。