

## 「基礎科学分野における計算科学の戦略」

### パネル・ディスカッション

#### < オーガナイザ >

梅村 雅之 (筑波大学)

#### < パネリスト >

橋本省二 (高エネルギー加速器研究機構)

初田哲男 (東京大学)

青木慎也 (筑波大学)

須佐 元 (立教大学)

和田桂一 (国立天文台)

牧野淳一郎 (東京大学)

村上和彰 (九州大学)

大塚孝治 (東京大学)

このパネルディスカッションでは、次の3つのテーマを掲げて、意見交換を行った。

(1) 次の10年を考えた発展性

(2) 基礎分野と応用分野の関係をどのように考えていくか

(3) 世界情勢と日本の位置

このディスカッションで交わされた意見の概要を以下にまとめる。

( <パ> はパネリストからの意見、 <会> は会場からの意見である。)

#### (1) 次の10年を考えた発展性

(質問) 発展のキーとなる要素は何であると考えるか

- ・アルゴリズム
- ・計算機 (CPU, Vector, Network, Grid)
- ・その他

<パ> QCD の計算にはメモリーバンド幅が重要。Linpack 性能と実用アプリの性能は同程度であって欲しい (たとえば、Linpack で 60%、実用アプリで 30% ぐらい)。

<パ> ベクトル性能と言ったときに、現在はパケット長の短いものであり、古典的なパケット長の長いベクター性能を要求するということはないと考える。また、アプリケーションと計算性能とを比較して議論できるものではない。

<パ> 自分たちのアプリケーションでは、ベクターでは性能がほとんど出ず、結果的にスカラーの計算機を作った。とにかく、CPU が速いのが一番である。

<パ> ベクトル性能の定義は問題。とにかく、プロセッサ性能としてどこまで必要かということが大事な点。そのとき、メモリーバンド幅が問題。単に、キャッシュに依存するだけではだめ。CRAY の時代は、Memory Wall 問題はなかった。現在は、アプリ側が要求する計算性能を具体的にしてもらうことが大事。

<パ> 我々の扱っている問題では、特殊なアルゴリズムを使っているわけではないので、計算機アーキテクチャに合わせることは可能。しかし、京速計算機を考えるときには、

アルゴリズムのどの部分をハードに落とせるのかというところで、オリジナリティが決まってくると思う。

<パ> 宇宙分野では、重力計算が重いということで、GRAPE が開発されたが、直接計算では、現在 100 万体が限界である。しかし、Tree 法を用いれば、その 1 万倍の粒子を扱うことができる。計算機の性能を十分引き出すためにも、そういったアルゴリズムの工夫も必要と考えられる。

<パ> QCD 計算では、ベクトル型から Blue Gene 型の計算機まで、適応してきた。現状より格段に速い計算機ができるかどうか重要で、100 倍以上にならないと真に新しいことはできない。

<パ> 我々の計算では、輻射の部分が一番重いですが、計算機アーキテクチャに合わせてアルゴリズムを考えることが可能。GRAPE-DR でもそれに合わせたコード作りができる。その意味では、とにかく速い計算機があればよい。

<パ> PACS-CS では、アプリのアルゴリズムから、それを効率よく実現できる通信を減らすような計算機アーキテクチャを考えている。元々は、外国のアイデアであるが、良いものはどんどん取り入れていくのがよい。

<会> コンピュータの歴史を振り返ると、Memory-Wall 問題（Von Neumann ボトルネックと呼ばれていた）は、最初から指摘されており、これまではユーザに見えない形で工夫されてきた。現在では、半導体の規模の拡大と共に開発費の回収のため、価格が非常に高くなってしまった。HPC は、ビジネスアプリケーションに比べて、問題がわかれば演算のパターンが決まる。計算機としては、それに合わせて多様なものを作ることは可能であり、多様性を受け入れることのできるような計算機を作る必要があると考える。

<会> アプリの様々な要求には矛盾するような要求もありうる。矛盾する要求の折り合いのつけ方として、ハイブリッド的なものがある。その場合、ロードバランスを考えてスケジューリングする必要がある。インフラストラクチャとなっていくことを考えても、ハイブリッド的なものが都合がよいのではないか。

<会> Memory-Wall 問題は、極めて大事な問題。チップの中で持てるデータ量がどれだけあるかということがまずあって、その上でアーキテクチャを考えるのが重要。

## （２）基礎分野と応用分野の関係をどのように考えていくか

（質問）応用分野と密に関係させながら発展するか（関係させる場合、どのような応用分野か）、応用分野とは独立に進めるか

<パ> 過去を振り返ってみて、大きな成功を収めたのは QCD 用の計算機であると思う。90 年代、コマーシャルベースの計算機も QCD 計算機のアーキテクチャになった。QCD 分野では、そういったことを意識してきたわけではなく、最初から応用を意識する必要はないのではないか。

<パ> QCD と物性分野のように、応用分野とも連携しながら進めるということが重要な場合もある。また、応用数学分野との連携も今後考えていく必要があると思う。

<会> Microwave や Game など元々は、加速器分野から出てきたものであり、これらも基礎を追求した結果として応用で発展的に普及した例である。

### (3) 世界情勢と日本の位置

(質問) 今後10年、諸外国はどのように進むと考えられるか。その中で、日本の位置はどうか(世界をリードできるか)。

<パ> 10ペタをどうやって使うかが問題。京速コンピュータが出来ても、それを細かく分割して利用したのでは世界一は望めないのではないか。

<会> 本来サイエンスでリードすべきである。コンピュータを作ることだけでなく、サイエンスでリードするための組織作りが必要と考える。それは、既存の組織をCOE化するというものではなく、更地に一から作るのがよい。

<パ> QCDは、単独で世界をリードするというのは難しい。協力する部分と、競争する部分が必要。現状では、人材不足が問題であり、アジアとの連携も視野に入れるなど、様々な可能性を考えていくことが大事。

文責 梅村雅之