



これでいいのか? 日本のスパコン

朴 泰祐 / 筑波大学 電子・情報工学系 / 計算物理学研究センター

スパコンの世界は市場原理で動こうとすると無理がある。米国のスパコンが upward-scalability を基本に作られているのに対し、日本のそれは downward-scalability を基本に作られている。これはベクトル機としてやむを得ない条件であり、最大規模のマシン構成はよいが、エントリーモデルが高価すぎる。何らかのプロジェクト指向でスパコン開発を続けること、少なくともそれを続けられる土台を継続的に持つことは、日本が世界に誇る HPC ハードウェア技術を存続させるために必要なことである。いったん、研究開発が中止されれば、そのキャッチアップは10年やそこらでは不可能である。このような状況に対し、日本のベンダと政府は昨今の不況にめげずに前向きに対処してほしい。大学や国立研究所は全力でそれをバックアップし、産官学共同で日本の優れたハードウェア技術を守っていかねばならない。

TOP500

「スパコン」という言葉は実はあまり好きではないが、誌面節約と習慣化された言葉ということで、あえて使おう。先日、今年上半期のいわゆる TOP500 リストが公開された (<http://www.top500.org>)。これは連立一次方程式の直接解法を基本とした LINPACK ベンチマークの公式結果から、世界の高性能コンピュータの上位500位をリストアップしたもので、年2回公開されている。LINPACKにはいくつかのカテゴリがあるが、TOP500が対象としているのは「問題サイズはいくらかでも大きくてよく、とにかく実効 MFLOPS 値 (Rmax) が大きいほどよい」というものだ。「そもそも LINPACK がマシン性能を表す正当なベンチマークか?」という長年の疑問はあるにせよ、ともかく世界のハイエンドマシンの傾向を見るためのパラメータにはなっている。

米国 ASCI 計画に後押しされたビッグ3マシン (Intel による ASCI Red, SGI/Cray による ASCI Blue Mountain, IBM による ASCI Blue Pacific) が勢ぞろいして以来、このところ上位3位は不動になっている。日本はといえば、1996年下半期に筑波大/日立の CP-PACS, 航空宇宙技術研究所/富士通の NWT, 東大の日立 SR2201 がトップ3を独占し

て以来、アメリカ勢に押され気味である。昨年あたりまで何とかトップ10に1台入る程度だったが、今回の結果では高エネルギー加速器研究機構と東大の日立 SR8000 がそれぞれ6位と9位に入っている。ここでは「TOP500 の上位に入るよう頑張ろう」なんていう話をするつもりはない。ただ、日本のスパコン市場が下降気味になっていることに対し、もっといろいろなソリューションを皆で考え、世界に名立たる日本のスパコンにもっと頑張ってもらいたいというエールを送るつもりだ。

日米スパコンの違い

TOP500 リストに対する各種分析の中に、「各メーカー製マシンの占める累積 FLOPS 値」というのがある。500台のシステムをメーカー別に分け、それぞれが全体の何割を占めているかという分析である。ここでは米国製スパコンが大きな割合を占めており、日本製は苦しい立場にいる。この原因は2つあるだろう。1つ目は「日本は米国製を買うが、米国は日本製を買わない」という、不条理だが厳然たる事実である。日本で稼働している大規模な IBM RS6000/SP システムが上位にランクされていたりするが、その逆はない。もう1つは以下に述べるアーキテクチャというか、スパコン

へのアプローチの違いによるものである。

この10年間の日米のスパコン情勢を考えると、アーキテクチャの面ではっきりとした差が出ているのが目に付く。クレイの衰退以来、米国ではいわゆるベクトル型計算機は姿を消しつつあり、一方日本ではハイエンドマシンの基本は相変わらずベクトル型である。ここに TOP500 の累積 FLOPS 値の差を生む鍵がある。つまり、SGI/Cray や IBM が作っているマシンは基本的にワークステーション技術の延長にあり、いわば「小さなワークステーションをどうたくさんつなげていくか」という『スケールビリティ』に基づく設計をしている。これに対し、日本のスパコン3社のマシンは基本的に「ハイエンドシステムが中心にあり、その小型版としてエントリーモデルもある」という考えでできている。その結果、いわゆるミッドレンジに位置するシステムの価格や導入のしやすさに大きな差が生じていると考えられる。TOP500 リストの中ごろから末尾のあたりを見ると、この辺の差、つまりミッドレンジシステムのどれくらいを占めているかがはっきり現れている。この辺が、IBM が圧倒的な「導入システム数 (ノード数ではない)」を誇っている1つの理由でもある。

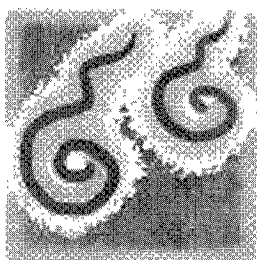
一言でいえば、日本のスパコンは基本的に過去のベクトル技術の延長にあり、良い面も悪い面も引きずっているが、結果としてハイエンドシステム中心になっているのに対し、米国性はローエンドからハイエンドまでのあらゆる階層に渡り、総数的に有利になっている。

ベクトルを脱却すべきか？

スパコンのハードウェアで最もお金がかかっているのは実はプロセッサではなくメモリである。プロセッサ内に高密度な演算装置を組み込むことは昨今の高集積化技術によって可能となっている。それに対し、いかにしてプロセッサに大量のデータを効率よく送り込むかという、いわゆるmemory wall problemはますます深刻化している。キャッシュに依存する米国型ソリューションは、これをキャッシュを有効利用するアルゴリズムやコンパイラの問題として捉え解決している。しかし、これはアプリケーション依存の部分が大きく、必ずしも万能ではない。日本のベクトル技術は、メモリのバンク化による高スループット化を礎に、大量のメモリトラフィックに耐えるようになっている。その意味で「問題への適応性」は日本側に軍配が上がる。

その意味で、キャッシュが有効に利用できるLINPACKは日本製スパコンにとって非常に不利なベンチマークになっている。この点に着目し、日本のメーカーはベクトル機の「強かさ・タフネス」をもっとプロモーションすべきではないか。今やベクトル技術は日本の「お家芸」であり、その有用性をもっとアピールしなければならないだろう。

経済的情勢その他に押され、ベクトル技術を衰退させることは避ける



べきである。大規模科学技術計算には、まだまだベクトルに頼らなければならぬ問題が多くある。いったんベクトル技術を捨ててしまえば、再びそれにキャッチアップするには長い時間がかかるだろう。今、世界に対して日本が計算機科学/工学の面で優位に立っている技術を、おいそれと捨ててはならない。そのためスパコンメーカーには歯を食いしばって頑張ってもらいたいという気持ちだ。

ただ、1つ注文したいのは小規模システムあるいはエントリーモデルへの配慮である。ある程度の大規模システムでちょうどペイするようなシステム構成(たとえば並列相互結合網)を想定すると、どうしてもローエンドシステムではそれがボトルネックになり、価格的に不利になってしまう。もう少し「間口の広い」エントリーが用意されていれば、ユーザも助かると思う。いうなれば、日本のシステムには、大規模システムからの“downward-scalability”を考えてほしい。米国と比べ、ここが商売の分かれ目になっているように思えてならない。たとえば、少数プロセッサシステムではバンド幅が少し狭くコンパクトなスイッチがオプションとして選べる、なんていうのがうれしい。

クラスタでいいんですか？

話は変わるが、TOP500リストの移り変わりを見ていると、昨今はミッドレンジを中心にクラスタシステム、特にPCクラスタの活躍が目立つ。極端な話、トップに君臨するIntelのASCI RedはPentium-III(III?)のデュアルプロセッサ構成をネットワークで結合したものである。

では、クラスタシステムはハイエンドのスパコンになり得るか？ 賛否両論あろうが、ここではあえて「NO」といっておこう。クラスタはミッドレンジとローエンドを支える非常に優れた技術である。が、やはりハイエンドをこれでまかなおうというのはかなり無理がある話だ。最大の問題はハイエンドシステムが要求する大規模問題を本当にクラスタ向けにコ

ーディングし、安定して動かすことができるだろうかという疑問である。さらに、システムサイズの問題、ネットワークケーブルリングや、筐体の規模の問題もある。

スパコンを実際に使うということは、設置面積から始まり、安定運用させるための管理、そして部品点数とともに急低下するMTBFの問題などをクリアしなければならない。クラスタにそれを求められるかという現状ではNOであろう。

最後はやはりお金の問題

現在のスパコン事情の苦しいところは、結局はやはりお金の問題である。世界規模で見てもハイエンドコンピューティング(いわゆるHPC)市場は数千億円といわれている。このただでさえ小さいパイを日米、さらに一部のヨーロッパ企業で争うわけだから大変だ。それに加え、昨今の不景気を考えると、スパコン部門を何とかしてしまおうとメーカーが考えるのも分からないではない。しかし、前述したように日本の貴重なベクトル、あるいはスパコン技術は殺してはならない。

経済効果だけに任せていては火は消えてしまう。このためには、国レベルでのバックアップが必要なことはいうまでもない。現在の米国のスパコンだって、消えそうになっていたHPC技術の尖に対し米国政府が本腰を入れた結果の産物である。スパコン販売で不利になっている日本のメーカーを産官学の協力で助ける努力は必要である。

現状での最も明るい話は科学技術庁が行っている地球シミュレータ計画である。NECの協力の下でピーク性能40TFLOPS、アプリケーション性能5TFLOPSの大型機(設置するのに体育館1つ分の建物が必要)が予定されている。このような超大型プロジェクトだけでなく、いろいろなレベルで産官学の協力を実現できるプロジェクトが立ち上がってほしい。日本の明るいスパコン未来のために。

(2000.6.16)

がんばるぞ、日本のスパコン

渡辺 貞 / 日本電気 NECソリューションズ

日本のスパコン（実は、私もこの言葉は好きではありません）頑張れとエールを送ってくださっていることに対し、スパコン開発に長い間携わってきた者として、勇気付けられる思いです。

さて、TOP500をベースに「この世界」のサーベイをしています。私はTOP500で「この世界」の傾向を見ることには大きな疑問を感じています。その理由をここでいろいろと述べる余裕はありませんが、次の例を挙げただけで十分でしょう。

TOP500のリストを見ますと、ドイツテレコムとかe-Bayなどがユーザとして載っています。TOP500に載るための性能指標であるLINPACKベンチマークは浮動小数点演算を多用しますが、ドイツテレコムのアプリケーションが浮動小数点演算を多用しているとは思われません。NTTやセブンイレブンの巨大なシステムがこのTOP500リストに登録されると、勢力分布は大きく変わってくるでしょう。日本のベクトルスパコンなどはかすんで見えなくなってしまうかもしれません。

次に、日米のスパコンの違いに言及されていますが、これについても一言付け加えたいと思います。旧クレイのベクトル機やT3Eなどが世の中から消えつつある現在、米国のほとんどのスパコンは並列スカラサーバと呼ばれるものです。これらは、トランザクション処理やデータベース処理、CAD用として製品化されたワークステーションやサーバを大規模化して科学技術計算用のスパコンとして用途を広げたものと解釈することもできます。最近では、いろいろな開発用ツールが揃ってきたとはいえ、並列スカラサーバで、効率のよいソフトウェアを作るのには大きな困難を伴います。極端なことをいえば、

ハードウェアの開発は簡単に済ませ、ソフトウェアの開発に大きな負担を強いるのが米国のマシンといえるでしょう。

これに対して、日本のスパコンは伝統的に数値計算を主体とした科学技術計算専用マシンということが出来ます。したがって、科学技術計算以外には利用できないがために（トランザクション処理などにも使えるが効率がきわめて悪い）、当然のことながら、狭い市場にしか適用できません。しかしながら、数多くの科学技術計算用アプリケーションはきわめて効率よく走り、また、効率のよいソフトウェアの開発も容易であるといえるでしょう。このような特徴を持つ大きな理由としては、朴氏が述べているように、構造上は、メモリ周りの性能の違いによるところが大きいかからといえます。

さて次に、ベクトルを脱却すべきか、ということについて考えてみます。これははっきり言って、NOです。脱却すべきではありません。ベクトル機の強みはなんといっても、多くの科学技術計算において、並列スカラサーバよりもはるかに処理効率が上回ることにあります。

この大きな理由の1つは、ベクトル機のメモリ周りの強さにありますが、もう1つ忘れてならないのは、ベクトル機はSIMDマシンだということにあります。一度、ベクトル命令を取り出すと、あとはひたすら演算を繰り返せばよいという構造上の単純さがあります。それに対し、スカラプロセッサでは高速化のためにさまざまなアーキテクチャ上の工夫やコンパイラの最適化を行っていますが、これにも限度があります。また、スカラプロセッサを多数並列に並べたとしても、すべてのプロセッサへの均

等な負荷分散、プロセッサ間の同期オーバーヘッドの削減、プロセッサ間通信量の低減など、効率よいプログラミングのためには多大の労力を必要とします。

2000年問題は終わりましたが、最近、米国においても「もう1つの2000年問題」と称して、ベクトル機が使えないために、大規模科学技術計算環境において、欧州や日本に遅れをとっているという記事を見かけます^{1), 2)}。私の知っている米国の研究者は「この計算センターはベクトル機から並列スカラサーバに代わってしまった。我々はいきなりすべてのベクトル機用コードからMPIによる並列コードに変えなければならなくなった。現場は大混乱だ」と嘆いておりました。

最後にお金の問題です。メーカーとして、最も言いたいことは、世の中の風潮に惑わされることなく「いいものはいい」とユーザが正しく評価し、適切な価格でシステムを導入してくれることです。特にスパコンの場合は、政治的な働きによってシステムの導入が決定されることがあり、適切なビジネスになっていないケースが多くあります。公正な評価によってシステムの導入がなされれば、健全なビジネスとして、Grand Challenge分野の超ハイエンドは別として、永続的にスパコンを開発していくことができるでしょう。もちろん、ユーザ側の限られた予算の中で要望を満たす適切なシステムとするためには、メーカー側では今以上にコスト削減の努力が必要でしょう。CPU周りの製造コストについていえば、近い将来、半導体技術の進歩により、ベクトル機といえども、CPUはワンチップとなり、マイクロプロセッサを多数並べた並列スカラサーバと大きな違いが

なくなることは確実です。ところで、かつてセイモア・クレイと一緒にCDC 6600を開発したニール・リンカーンはこんなことを言っています。

「回路設計やアーキテクチャはスーパーコンピュータと呼ぶ大きなパズルのほんの一部分に過ぎない。スーパーコンピュータプロジェクトの実現性の重要な制約条件は、機構部分、電力、実装、冷却条件である」³⁾。

話は脱線しましたが、真のスーパーコンピュータを開発しようとする、CPUだけでなくいろいろなところにお金がかかるということです。

メーカは市場拡大(ユーザを増や

すように)にもっと努力すべきでしょう。ハイエンドの開発がドライビングフォースとなって、それが下位の製品につながる、そんなスーパーコンピュータは、特殊なアーキテクチャではなく「汎用的」なものであり、かつコストも「安い」ものである必要があります。ここが我々の腕の見せどころでしょう。

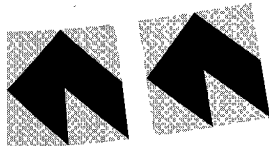
「日本には資源がない。日本の生きる道は科学技術立国だ」と戦後の教育で頭からたたき込まれた古い(?)人間にとって、スーパーコンピュータの技術は、コンピュータそれ自身の基本となる技術であるだけで

なく、それを利用した科学の発展、産業の振興にとっての基本となるものであることは疑う余地がありません。そのためには、産官学の協力で、日本の明るい未来を開きたいと私も願うものであります。

参考資料:

- 1) The Y2k Cliff in High-End Computing, HPC WEEK (March 29, 1999).
- 2) The Role of High Performance Computing in Industry, IDC Report (1999).
- 3) Lincoln, N.R.: It's Really Not as Much Fun Building a Supercomputer as It Is Simply Inventing One, High Speed Computer and Algorithm Organization, ACAD-EMIC PRESS (1977).

(2000.6.19)



これからはクラスタでいいじゃん —ソフト屋の独り言

松岡 聡 / 東京工業大学/JST

筆者は根っからのソフト屋である。したがって、これから述べる返答はソフト屋の偏見に満ちているかもしれない。最近、コモディティクラスタをスローガンに、ソフト屋ながら数百プロセッサ規模のクラスタを研究室に設計・構築している(手前味噌になるが、PCクラスタとしては日本の大学の一研究室としては最も大規模かもしれない)。少なくとも現状のアーキテクチャとその指数的速度向上を支持する計算機産業、およびその活用が続く限り、今後は最もハイエンドを含むHPCにおいて、コモディティのハードウェアを活用する以外feasibleな道はない、と断言する。それはいわば高額で専用開発される大規模専用ベクトル並列計算機時代の終焉を意味し、コモディティ技術に基づいた大規模クラスタの時代がいよいよおとなしにやってくる、ということである。そして、そのとき最も中心とされる技術は、もはやハードウェア技術ではなく、ソフトウェア基盤であり、あるいはクラスタコンピューティングに対応したアルゴリズム、それをベースとした新世代の

アプリケーション群である。今後は「ソフトウェア」に研究開発のほとんどの努力を向けるべきである。以下に、その理由をソフトウェア屋の立場、また経済性の立場、などから述べよう。それによって、なぜソフト屋である筆者が大規模コモディティクラスタを構築するのに腐心するのが明らかになれば幸いである。

まず、朴氏が述べたことに対しては、ほとんどの点については同意見である。しかし、朴氏はそれらの観測に基づき、今後もベクトル技術をHPCで捨てるべきではなく、クラスタはlow-end HPCのみに有効だとしている。それは本当にそうだろうか? 筆者には、ハイエンドベクトル偏重主義は戦艦大和を引きずった第二次世界大戦の旧日本海軍的巨艦(Big Iron)主義に映る。もはや時代は、機動性の高い超音速戦闘機(Fast Commodity CPU) + 空母(クラスタ) + 哨戒システム(Software)に遷移しているのだ。クラスタがハイエンドからローエンドまであまねくハイエンド(つまり、超高額)ベクトル機を今後駆逐していく技術的な妥当性を述べていき

たい。

今後のコモディティCPUの動向

筆者は別にベクトル技術が無用になると言っているのではない。そうではなく、スパコンにしか用いられないようなベクトルプロセッサを作っても、総合性能でクラスタに凌駕されると述べているのである。むしろ、Pentium-IIIのSSE/SSE2、AMDの3D-Now!を見れば分かるように、ベクトル技術はコモディティプロセッサにDSP的な処理の高速化の切り札として、すでに多く用いられている。

さて、PCに用いられているx86系のプロセッサの動向について見てみよう。今後1, 2年のうちに浮動小数点の命令アーキテクチャが改善され、倍精度浮動小数点演算性能がハイエンドのRISCプロセッサに匹敵するほど向上することになっている。また、チップメーカの猛烈な競争によって、ミクロンルールの急速な微細化、SOI(silicon-on-insulator)やCopper interconnectなどの新技術の導入が行われている。これによりGHzを超える急激なプロセッサクロックの上昇、およびロジ



ック面積の相対的減少による数値計算のピーク性能を維持するのに大変効果を発揮するオンチップL2キャッシュの大容量化、が可能となる。これらを総合すると、コモディティプロセッサの倍精度演算のピーク性能は、2002年には8GFOPS以上であり、AMDの次世代プロセッサSledgehammerのように浮動小数点ユニットが増える、あるいはベクトル演算が強化されれば10GFLOPSを軽く超えると予測される。よって、2002年の時点で100node程度(数千万円程度)のクラスタでもピーク性能は軽く1TFLOPSを超える可能性が高い。このような急速なコモディティCPUの性能向上にベクトルの開発は追いつくのであろうか？ コモディティプロセッサの市場規模は数兆円であり、開発にはIntel、AMDなど各社莫大な数の人間が携わっていて、さらに最新のプロセス技術が惜しみなく用いられ、毎月のように新しいアーキテクチャやクロックの高速化が発表されているのが現状である。これに対して、市場規模が1/1000以下の従来型のスパコンがタイムリーに太刀打ちできるとは思えない。

It's the Bandwidth, Dammit - コモディティメモリバンド幅の劇的な向上

プロセッサのピーク性能が上昇しても、メモリバンド幅が向上しなければ、限られたアルゴリズムしか性能向上しない。かのSeymore CrayはHPCアーキテクチャの肝は“*It's the Bandwidth*”と言った。現状のPCではメモリバンド幅は500Mバイト/秒程度であり、一方スパコンはバンクメモリを駆使して数Gバイト/秒以上である。

しかし、よく知られているように、この1、2年ではコモディティにおいてもメモリバンド幅の急激な向上がある。1つはCPU性能の向上であるが、もう1つはグラフィクス性能の向上に大きな需要がある。たとえば、最近話題になったPlayStation2はDual Channel DRDRAMを用い、メインメモリは3.2G

バイト/秒のバンド幅を持つ。最新のグラフィックカードで用いられているDDR-SDRAMでは、メモリバンド幅6.4Gバイト/秒を達成している。無論、これら高バンド幅のDRAMは従来のマルチバンクメモリと比較して、ランダムアクセス時のレーテンシが大きいなどの問題点があるが、連続アクセスを行ったり、超高速なプロセッサ内の大容量L2キャッシュを使うなどすれば、その莫大なバンド幅を生かせるであろう。

6Gバイト/秒のメモリバンド幅を持つノードによって構成される100ノード程度のクラスタの総メモリバンド幅は600Gバイト/秒である。これはかなりスパコンに近いといえよう。

本当に高速ネットワークは必要なの？

ネットワークにおいても急激なコモディティ化は進行している。バンド幅の向上がたとえばEthernetでは10倍ずつなので実感しにくい、2000年後半にはCopperの1000Base-TXが一般的になり、スイッチも急激に安くなっている。同時に、10Gbit Ethernetの実験も成功しており、さらに多少高くなるが、Myrinet、Giganetなどの高速かつスケラブルなインタコネクトも存在する。肝心のI/Oバンド幅も、PCI-X、さらにはInfinibandと、急激に向上している。

無論、ハイエンドのネットワークはカードや個々のノードのI/Oは比較的急激に低価格になるが、スイッチはなかなか下がらないなどの問題もある。しかし、今や2年前は下手をすと20~30万円した100Base-Tのスイッチが8,990円で売られている。コモディティのチップセットが開発されると、premiumを払わなくてはならないCPU以外の周辺機器は劇的に価格が下がる傾向がある。これぞコモディティの恐ろしい性能向上のカギである。

さらには、本当にそれだけのネットワーク性能が必要かという議論もある。これは先のバンド幅の議論と多少矛盾するが、基本的にクラスタ

で並列化される数値アルゴリズムは本質的に何らかの局所データに対する反復処理を行い、すべてのデータを通信しないものが多い。このような場合は、プロセッサの速度向上に対して、ネットワークの性能向上はそれほどでなくても大丈夫である。なぜなら、単位時間に処理されるデータ量の増加のオーダに対して、通信量の増加のオーダが低くなるからである。もちろん、このような都合のよいアプリケーションだけではないが、ワーストケースを考えてハイエンドネットワークに湯水のようにお金を注ぐのがスパコンの発想であり、それらをハードウェアではなくソフトウェアやアルゴリズムで解決しようというのがクラスタの発想である。しかも実際、筆者らの実験では、現状のプロセッサでは100Base-Tでも十分な性能を発揮するプログラムが少なくない。

じゃあ単にPCを並べればよいの？ - It's the Software, Dammit !

では、今後ハイエンドPCを単に並べればスパコンになるか？ 答えはまだまだNOである。朴氏も指摘しているが、現状のクラスタでは高度にチューニングされたそれ向きのアプリケーションは高性能が得られるものの、ベクトルスパコンほど汎用ではない。問題は、アルゴリズムやアプリケーションであり、超高速な大容量キャッシュ+ショートベクトル処理+粗粒度並列に対応した高性能数値アルゴリズムやアプリケーション、ならびにその記述を容易にし、さらに利用や管理を容易にかつロバストにするソフトウェア技術である。

とどのつまり、今後のHPCは本当の大規模のものからローエンドまで、クラスタを是とすればあとはソフトウェアの研究開発の問題となる。それゆえソフト屋の活躍する場が出てくる。上記の問題は本質的にソフトウェア技術に対する大きなチャレンジ

ジであり、それを解決することによって、本質的に圧倒的にコストパフォーマンスが高く、かつテクノロジーカーブに乗って性能が向上するクラスタがスパコンを一気に凌駕することは目に見えている。米国ではすでにそれが起こっており、この点において、我が国は圧倒的に立ち遅れている。無謀な主張に聞こえるかもしれないが、今後のHPCはハードウェアは「クラスタでいいじゃん」として、それ以外の本質的な開発はほとんどすべて（アプリやアルゴリズムを含む）ソフトウェアに勢力を注ぐのが肝要である。たとえば数値アルゴリズム屋さんも、キャッシュマネージメントをうまく行うようなアルゴリズム以外は今後実用的には無価値になる可能性を悟るべきであるし、アプリケーション屋さんもクラスタをターゲットとすることでユーザベースが圧倒的に広がるであろう。ソフトウ

ェアと実用性という観点からは、クラスタはようやく夜明けが始まった、といった感じである。

誤解していただきたいくないのは、決してハードウェアのハイエンドの新しい技術開発自身が無意味だと言っているのではない。そうではなく、それがコモディティに降りてくるようなビジョンや作戦がなければ、所詮はコモディティの急激な速度向上とコストパフォーマンスに負けてしまう、ということである。そこでは素晴らしいハードウェアだけではなく、それに付随したソフトウェアの開発コストも、コモディティに乗っていないゆえ、回収できない。

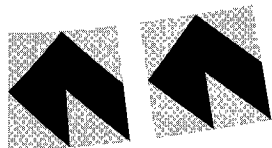
おわりに：地球シミュレータに勝てるの？

最後に、地球シミュレータに「勝つ」クラスタを考えると、2003年に仮に10ミクロン（07ミクロンという話も

ある）に移行できたとすると、その時点ではクロックは2.5GHz以上、また64bitアーキテクチャが主流になり、コモディティでもより強力な浮動小数点やベクトル処理とあいまって、単体性能は10～20GFLOPSを超えると考えられる。20GFLOPSとすると、ピーク性能比較では2000台で地球シミュレータに匹敵する。無論実行性能は別問題だが、単にピーク性能ならば現状のASCI Redの1/5のサイズでよいのである。それがコモディティの進歩の恐ろしさでもあり、それゆえそのソフトウェアが重要になる。これが、ソフト屋の筆者がクラスタを構築する所以である。

[編集者注：誌面の都合で、議論を裏付ける具体的なデータなどを大幅に削除せざる得なかったことをお断りしておく。興味のある方はWeb上の完全版を参考にされたい。]

(2000.6.20)



日本のスパコン、悪いのは君じゃない

関口 智嗣 / 通商産業省 工業技術院 先端情報計算センター

朴先生はクラスタごとき積み木細工の安易な（知恵のない！）成金趣味的性能至上主義を謙虚に批判し、スパコンアーキテクチャの行く末を憂いた。しかし、問題はアーキテクチャだけに存在するのであろうか。ユーザ、センター、プロジェクトという周囲の環境から考え直してみたい。

頑張れスパコンユーザ

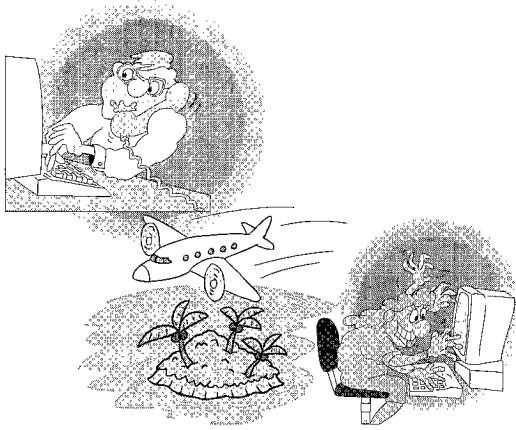
第1世代のスパコンユーザ（CRAY-1）や第2世代（CRAY-X/MP, S810, VP200, SX-2）からの筋金入りのユーザは、今でも実力・経歴とも尊敬に値するもので、数々のシステムにおける逸話の語り部であったりする。

しかし、今のユーザはどうだ。90年代に次々と導入されたスパコンが、ふるさと創生ではないが全国津々浦々に配備され、誰でもが気軽に触

れるようになってしまった。修行なんて必要なし。手元のワークステーションよりちょっと速いからというだけの理由でスパコンを使い回す。やっていることはスパコンのパソコン化、すなわち購入してきたソフトウェアをカパクションとセットして、時間のある限りそれと戯れている。これではまるでファミコンではないが、微妙に違う入力データを加えては、答えを待つ。確かに、スパコンを使っているが、そこには工夫もない。CPU時間じゃぶじゃぶな環境に甘えているだけ。このようなユーザには庶民的なクラスタでも与えておけば十分である。スパコンユーザは困難なアーキテクチャ、気むずかしいソフトウェアを克服し、ピークを目指して踏破することに生き甲斐を感じてほしい。

ん、まてよ、クラスタやASCIなシステムとはある国の得意とする分野。そして、スパコン用のファミコンソフトはほとんど輸入に頼っているもの。これは、日本における産業基盤ソフトウェア、半導体・代替エネルギー・環境・新材料・薬物等の産業における設計・製造・実験などに計算科学的手法を取り入れたソフトウェアも輸入超過にして、技術の空洞化を誘発し、同時に日本が得意としていたスパコンアーキテクチャを壊滅的に葬り去る戦略かもしれない。

先進的ユーザ諸君、日本の産業技術の空洞化を救うのは君たちだ。早く目を覚ましてくれ。工夫もしないで、スパコンとパソコンを比較して、性能の良否を議論しないでくれ。せっかく、潤沢な計算資源をもらったのだから、スパコンのよいところ、全



世界に誇れる素晴らしいモンスターが導入されることになるだろう。

頑張れスパコンプロジェクト

ここ数年、IT技術の重要性の高まりとともに、未曾有のHPC技術への追い風が国内外で吹いている。

これまで、スパコン大プロなどでは独自のハードウェアを中心とし、その回りのソフトウェア群を開発し、応用問題を載っけて完了というシステム開発型のプロジェクトスタイルが典型的であった。しかし、ハードウェアやアーキテクチャの詳細は非公開、世の中のトレンドを見ないソフトウェアは特殊仕様で融通が利かない、人材がどこで育てているのかわからない、ということで、プロジェクト終了後の波及効果がいまいち見えないのが常であった。今ではとてもはやらない。

スパコンプロジェクトに限らないが、米国の(とばかり言うのは気が引けるが)をモデルとしつつ、以下の提言をしたい。

1. 公開型のプラットフォームでプロトタイプは誰でも安価で利用可能
2. 独断でなく世の中のトレンドを意識したソフトウェアの開発技術と汎用化
3. 特定のサイトに関せず大学、研究所における人材育成と交流
4. 類似あるいは関連プロジェクト間のコーディネーション
5. Equal Partnershipによる応用分野との技術の橋渡し
6. 国内外への積極的な情報公開
7. 公平なプロジェクト評価システム

この追い風に乗っていくつかのプロジェクトが立ち上がってくるかもしれないが、「HPCって、スパコンって、なっーんだ、無駄使いじゃないか」と指さされないように、産学官で力を合わせて頑張っていきましょう。我々の未来のために。

(2000.6.20)

部を使い切ってみてくれ。悩み多きベンダの歩みは遅くとも、計算機屋と工夫をしていくことがこれからの日本のスパコン技術を育てるのだ。

頑張れスパコンセンター

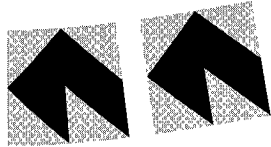
日本のスパコンセンターって、実は難しい。確かにスパコン(今の定義によれば100GFLOPS以上)を保有する計算センターは国立のものだけでも旧大型計算機センターをはじめとして、科学技術庁研究所関連、通商産業省工業技術院関連など20を超える。これらの計算センターのうちほとんどは特定ユーザのためのサービスであり、それぞれの企画・運営はよい意味で孤高を誇っている。

しかし、米国のスパコンセンターのリストラを見よ。米国ではNPACI(National Partnership for Advanced Computational Infrastructure)という全米仮想計算基盤センターとしてサンディエゴスーパーコンピュータセンター(SDSC)を中心に再構成を行った。実際の計算機は全米に分散配置されているが、これらを統一的に見せる仕掛けを作って、ユーザからはあたかも単一システムのように見えている。大学や国立研究所等で開発された萌芽的ソフトウェアやツールの中で実戦配備に役に立ちそうなものをThrust Areaとして数千億円規模の開発費を渡し、成果物をNPACIに導入するという手法を用いている。これによりNPACIが主導的に「世の中にすぐに役立つ技術」を選定している。これにより、メタコンピューティング、グリッドといったセンター間やサイト間に跨った計算機利用技術も非常に現実的なもの

のとして議論がされている。

翻って日本ではどうか。たとえば、筆者のいるつくば地域で高速ネットワークを引いて、お互いのスパコンをちょこっとずつ時間貸し借りするような実証の実験をしませんか、とある会議で提案した見たことがある。その反応といえは、他のサイトに貸すCPU時間があることが会計検査院に指摘されると困る、セキュリティが問題、あちこちのスパコン使っても面倒なだけ、と散々であった。スパコンの有効利用して「何をやるのか」が重要なのであり、それを促進するセキュリティ技術、ミドルウェアの研究と実証こそが重要な研究課題なのに、である。

しかし、これでは積極的に新しいネットワーク・IT技術の導入を図っている諸外国との格差は広がるばかり。少なくとも筆者の所属する先端情報計算センターは独立法人化に向けて積極的なビジネスを展開していくつもりだ。そうしないと運営費が未来永劫保証されるものじゃない。通商産業省的には、今までの限られたユーザばかりでなく、新規産業創出を企てる中小企業にもスパコン利用機会の提供を与えることで産業基盤の強化を図り、スパコン利用の実需を掘り起こす必要があるのではないかと。これで、高々数百億円といわれるスパコン市場を拡大していくことができるのではないかと。スパコン技術の独立採算では赤字だそうだが、こうした市場拡大の努力をスパコンセンターも協力するべきではないだろうか。このことが、スパコンベンダの体力強化となり、センターにも



It's still the Bandwidth!

朴 泰祐 / 筑波大学 電子・情報工学系 / 計算物理学研究センター

スパコン話に予想以上の反応があり嬉しい悲鳴をあげている。渡辺氏・松岡氏・関口氏の各視点からの意見を面白く読ませていただいた。そろそろこの話をまとめなければならないが、実は誌面の都合上、各自の元原稿は大幅に短縮されて本誌に掲載されている。WWW上の完全版 (<http://www.ipsj.or.jp/magazine/interessay.html>) の方に、より具体的なデータや過激な(?) 議論があるのでぜひお読みいただきたい。

結局「スパコンはやっぱりバンド幅」という結論は変わらないようだ。渡辺氏の意見はもちろんのこと、松岡氏の意見も裏を返せばクラスタが適用できるのはメモリバンド幅を食わない、あるいはそれを隠せるアプリ、ということになる(「コモディテ

ィのバンド幅は増えてるぞ」と主張しているが、まだまだ不足)。スパコンに金がかかっているのはまさにこの点であり、SSEやらEmotion EngineのSIMD命令があっても「釈迦の掌」でしか動けない。掌を大きくするか、少なくとも大きく見せる工夫が必要だ(本誌1999年9月号のインタラクティブ・エッセイの中村氏の意見にも関係する)。結局は適材適所ということになってしまうかもしれないが、まだまだ当分はスパコンとクラスタの棲み分けは続きそうだ。また、スパコン技術のバックアップのためには単にメーカを後押ししてマシンを作らせるだけでは駄目、という関口氏の意見もよく分かる。単純な「護送船団方式」ではない将来を見据えたプロジェクトは重要だろう。

日本が何らかの形でスパコン技術的に世界をリードしてほしいという思いは皆さん共通のようだ。限られた誌面ではこの程度のまとめしか書けないが、このテーマはまだまだWWW上で続いてほしいと思う。頑張れ、日本のスパコン!

(2000.6.22)



議論の続きは、次のURLをご覧ください。 <http://www.ipsj.or.jp/magazine/interessay.html>

◆ 平成13年度会誌表紙デザイン大募集 ◆

会誌編集委員会

会誌「情報処理」(IPSJ Magazine)は内容、表紙とも一新しましてご好評をいただいております。本会誌は会員のみならず、社会の幅広い層の読者のため最新の情報科学技術を分かりやすく解説しています。つきましては、本年度に引き続き平成13年度版(42巻1号~12号)の表紙デザインを広く募集いたします。奮ってご応募ください。採用された方には賞金を贈呈いたします。

- 応募条件
- ・表紙のデザイン(裏表紙、背表紙は含まず)。
 - ・A4判(天地297mm×左右210mm)4色フルカラー。
 - ・デザイン画はアート紙またはコート紙に描画してください。
 - ・描画手法は問いません。
 - ・「情報処理」の題字、巻号、法定文字、記事タイトル等必要項目は現会誌をご覧ください。
 - ・応募資格は問いません。

- 注意事項
- ・応募作品は返却しません。
 - ・採用作品の掲載にあたって、学会側で多少の変更をさせていただく場合があります。
 - ・採用作品の著作権は(社)情報処理学会に帰属します。
 - ・応募作品は未発表のものに限ります。
 - (応募作品の知的財産権について、第三者との間に紛争が生じた場合は、作者がその責を負う)
 - ・応募される場合は、上記注意事項に同意されたものとみなします。

応募締切 平成12年9月30日(消印有効)

結果通知 平成12年10月中旬

賞金 採用者1名に20万円

たくさんのご応募お待ちしております!!
作品の説明や意気込みなど添えていただくことも歓迎いたします。
来年1月号目次に採用作品の紹介と作品説明、作者紹介を掲載する予定です。

お問合せ・送付先はこちらへ・・・

〒108-0023 東京都港区芝浦3-16-20 芝浦前川ビル7F
(社)情報処理学会 会誌部門 E-mail:editj@ipsj.or.jp
Tel.03-5484-3535 Fax.03-5484-3534