

SC 2004会議報告

(財) 高度情報科学技術研究機構

常務理事 狐崎 晶雄

SC (Super Computing) 2004会議が11月8日から5日間米国ピッツバーグ市で開かれた。この会議は計算科学のハードウェア、ソフトウェア両面に関して毎年1回米国の各都市を巡回して開催されているもので、参加者は今年も7000人をえた。RISTは1998年以来、展示ブースを設けて成果を発表すると共に世界の最新の情報の収集と最先端の研究者との交流に努めている。今年も企業関係が167、研究機関が110と合計267のブースが設置された。この中には日本からの原研や東大、茨城大など19の研究機関、NEC、富士通、日立な

ど4つの企業のブースもあった。ヨーロッパはもちろん、韓国、中国のブースもあった。

今回の会議の数日前にIBMのBlueGene/Lの試作機が地球シミュレーターを大きく凌ぐ70テラフロップス（1秒間に70兆回の演算）という記録を出したとの報道があったが、意外なことに全然騒ぎにはなっていなかった。試作機での短時間の値ということで冷静に判断していると理解したが、一方で、この報告の中で触れるように、計算科学の将来について米国の進展に大きな自信を持っているから



多数の人が訪れたRISTのブース

東京RISTからのナノチューブ、テラヘルツ発振、気象シミュレーションなどのほか東海RISTからの中性子散乱シミュレーションの成果などを展示

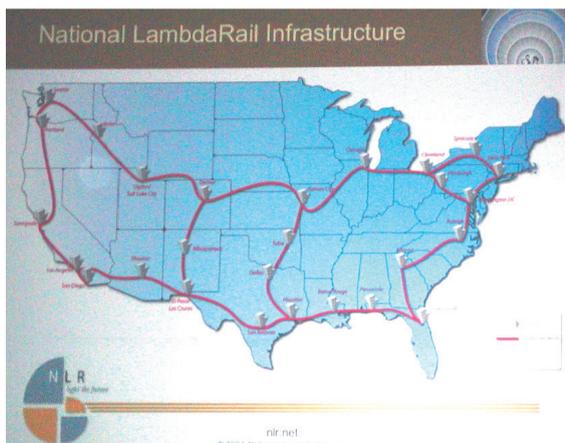


IBMのブースでは「世界1」のステッカーがあったが、BlueGene/Lの試作機が地球シミュレーターを凌ぐ計算速度を出したことは話題になっていなかった

ではないか、とも思われた。

この会議の主要な点については、参加者によって判断がことなるであろうが、筆者の目からは、ネットワークの重要性、一般的なスパコンと地球シミュレーターのような超スパコンとの間をうめる Blue Collar Computing、そしてスパコンの利用についての教育の重要性などが議論されたことと思われる。また、これからの計画について幅広いひとびとの議論が行われていることも印象に強く残った。これらについて、すこしづつ報告してみたい。会議でのファクトと筆者の感想などを区別するため、筆者の感想などは [] の中に書くこととする。

高度、高性能な計算のためのネットワークについての招待講演やワークショップがあり、ネットワークを活用して遠方にある高性能計算機を利用することの重要性やそのための計画の議論が行われた。グリッド方式として従来からも言われているものであるが、ようやく実用になってきている。グリッドで不可欠な安全性 (Security) の問題も殆どの発表に含まれていた。広い地域レベルではEU



米国ラムダレール計画

720Gbpsという巨大な伝送能力をもつ光ファイバーのネットワークを敷設している (中北部の州が抜けている)

やオーストラリア、カナダのほうが進んでいて米国は遅れた、と外交辞令的に (?) 言った発表者もいたが、米国には科学基金 (NSF) のテラグリッドやESnet、インターネット2などのグリッドが稼働している。それらを統合して (言葉の上では、それらの支援を得て、だが) 米国ラムダレール (National Lambda Rail, NLR) という計画が2003年から進んでいる。これは米国全土にわたる27の計算センターを光ファイバーで結んだもので、1つの波長で10Gbpsの伝送能力を持つ光を32波長伝送できるファイバーと40波長のファイバーとを対にして合計720Gbpsという巨大な伝送能力をもつ光ファイバー網を敷設中である。[産業化が進んでいないのであろうか、ネブラスカ州より北の中部8州が含まれていないのが目に付く。]この伝送網を活用するためのソフトも開発が進んでいる。ラムダレールは、研究者や産業界など幅広い利用者に使いやすいグリッドを目指している。このほか、一般市民のためのネットワークとしてBOINC (Berkeley Open Infrastructure for Network Computing) 計画や、ヨーロッパの核物理研究のためのDIRAC (Distributed Infrastructure with Remote Agent Control [さすがヨーロッパは頭文字の並べ方がうまいと感心])、そしてウィーンで医学、医療の分野で使われているVGE (Vienna Grid Environment) の報告もあった。いろいろな場所に散在しているクラスタなどの計算機をグリッドで結合して使うのだが、実績として一番良く使われるのはグリッドに結合した多数の計算機の合計の計算能力 (1秒当りの演算回数、フロップス) の1~2%であり、最高でも各計算機の合計能力の10%には達しない。[多数のCPUを結合したものという点では地球シミュレーターのような超スパコンもグリッド方式も同じであるが、CPU間の距離すなわち伝送時間などの点からグリッド方式で地球シミュレーターのような意味での高い

計算能力(フロップス)を得ることは難しい。が、後記するように高いフロップスだけが判断基準ではなく、グリッド方式が適切な分野も多い。]また、多数のCPUをもつグリッド方式では、どのようなタスクをどこのCPUに割り当てるか、が高速計算のポイントであるが、その時々計算状況によって割り当てを変更する「ダイナミック環境」、「ダイナミック割り当て」、そして、そのための運転状況の「計測」の重要性が強調された。[ダイナミック割り当てはすでに行われているところもある。高度化することが重要という意味か。]ある発表では、大小いろいろな発電所が接続された電力網に例えてグリッドの回線制御を高度化しよう、という説明もあった。[電力の場合は電力がどの発電所から出たかの区別がないが、計算のデータや情報の場合は流れる情報の内容が基本的に重要な要素であり、電力網へのたとえば適切ではないだろう。]また、ワークショップでは、まだ初歩的と思われるが中国からネットワークの計画についての発表もあった。一方、わが国からの発表がないのは何か事情があるのか、気になった。

基調講演の発表でブルーカラー計算という言葉が出た。現在の計算の内容を縦軸に利用回数あるいはソフトの個数、横軸に計算機の価格あるいは計算機的能力をとった図でスペクトル分析すると、横軸の低い値(相対値で0~2)の領域に非常に高いピークと非常に高い値(相対値で9~10)の領域にもうひとつのピークがある、というのが現在の状況である。2つのピークの間2から9までのひろい領域が利用者も計算機もない空白領域である。これは直感的に不自然な状況であり、本来は横軸の中間的な価格、性能の領域が埋まって、そこが一番高い山になるべきである。この中間領域を埋めるものを「ブルーカラー計算(機)」と呼び、今後はここを目標に計画を進めるべきである、との提案が招待講演で行われた。この提案はすでに米国内で広く知

られている模様で、ほかのいくつかの講演でもブルーカラー計算という言葉が使われていた。なお、地球シミュレーターやブルージーンのような、この図の高性能領域の計算や計算機は、ほかの計算技術の発展のために、そして世界との競争のために不可欠であるが、民間がこれを進めることは不可能であって国が進めなければならぬとの説明もあった。さらに別の観点から、計算機の性能を1秒当りの演算回数(フロップス)で表すことが全てではない、との議論も行われた。大事なものは答えを得るまでの時間であり、ソフト作成などに長時間をかけてフロップ数の高い超高性能計算機で短時間に計算するよりも、準備期間や待ち時間の短い中間的なスパコンで、あるいはグリッド方式を活用して計算するほうが適切な場合がある、計算時間そのものは長くても答えを得るのは早い、という主張である。[これは程度の問題で、いま地球シミュレーターで行っている最大規模の計算を他の方法で計算するには桁違いの長時間を要する。また、自動車の世界でのF1カーとの類似性もあるが、超スパコンには計算機の性能を上げる効果以外に、実際に他の方法では不可能な研究を可能にして幅広い分野の科学の進歩に役立っている点で、F1カー以上の意味をもつと考えられる。]

筆者が聞きたいいくつかの講演で、スパコンを使うことの難しさを問題点として議論していた。地球シミュレーターのような超スパコンはごく少数の専門家しか使えないし、より一般的なスパコンでも、そのような計算にとりかかると90%の労力を計算技術のために使うことになってしまい、本来の研究には時間、注意が払えなくなってしまう、ということである。[これは実際にわれわれの周囲でも感じていることである。]その対策として議論されたのは、まずは今中堅以上の研究者にスパコンの使い方を上手に教育すること、そして若いこれからの研究者にひろくスパコン教育

をほどこす、ということであった。現在は要望に応じて計算センターなどのメンバーがボランティアで使い方を教えているが、ちゃんとした制度にするべきである、との議論がされていた。[20年前の米国では研究者と計算機による計算とが役割分担されていて、研究者とオペレータの間には3、4人以上がかかわっていた。それに比べるとプログラムを研究者が自分で作ってランまでしている日本流のほうが効率が高いと当時は思っていた。ところが、今の米国で研究者がスパコンのランまで一人でやることを前提として、それが出来るようにガイダンス、教育を、という議論が行われていたのは筆者には意外だった。いつの間にか計算科学の分野では研究者が自分で計算機のランまでを自分で行うという日本流が取り入れられていたらしい。しかし、計算機が今のように高度になったら、むしろ役割分担をすべきだと筆者は思う。それぞれの分野の高度な専門的な知識と経験を積み上げてきて、それを最大限に活かすべき人材の能力、時間を計算の技術のために費やすことは、それも90%も費やすことは、社会としての損失でもあろう。ここは業務分担をして、計算に関しては計算の専門家にゆだねることが望ましいと思う。このような分担をすれば、常に最先端の計算技術をもった計算支援の組織が当該の研究の計算に利用できる最適なソフトを広い範囲から探し出し、かつ必要なソフトの改修、作成を行って最適な計算を行うことが出来る。こうすることによってソフトウェア作成の重複を避けることもできる。最先端のバイオや医療、物理、宇宙などの研究者、開発者がこのような計算の分野まで自分で行うことは得策ではない。こう見てくると、RISTのような組織は、研究の内容を理解しつつ計算に関する支援ができる組織として、今後重要性が増すと思われる。]

会議では展示と並行して多くの成果講演やワークショップ、専門家会合（このSC会議

ではBOF、Birds of a featherと呼んでいる。「類は友をよぶ」の英語からの命名。）などが開かれた。その中に、米国の科学基金(NSF)やエネルギー省の委員会主催の討論会がいくつかあった。計算科学の将来計画に関する会合に出席してみたが、200人以上の会場いっぱいの人が集まり、有名なひと無名のひと同等に意見を発言していた。委員会がまとめつつある報告書の内容を説明して、それに対する意見を求める、というものであったが、中には数人のグループで準備して、仲間が示すパソコンの画面を見ながら理路整然と要領よく発言する人もいた。どの発言者も後日文書で意見を主催者に送るとしていた。こういう場にわれわれのような外国人がいてもいいのかとやや心配したが、そういうことはまったく気にしてないだけでなく、むしろ歓迎している。実際EUやオーストラリアの人が手を上げて発言していた。計算科学という国際的競争の激しい分野なのに、このように国際的にもオープンに議論をして計画を進めていることに感心した。そこで議論された将来の計画は、第1に、ひとつに絞れる状況ではないのでマルチ路線の計画とすること、第2に



RIST主催の専門家会合（BOF）

会場一杯の参加者が熱心に発表を聞き、議論した

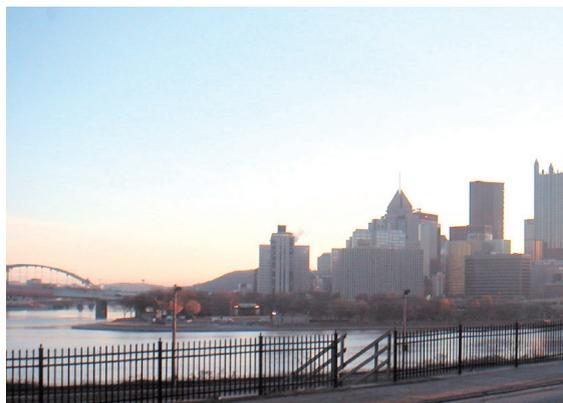
外国に頼らないドメスティック計画とすること、国内に複数のサプライヤーを確保すること、を基本的な考え方としていた。第3には、政府のひとつの部局が中心となることは避けてマルチ部局で進めるとしている。これには議論もあったが、NSFの委員会が統合的にアドバイスして齟齬のないようにするとのことであった。

RISTが提案した専門家会合(BOF)は、殆どの参加者も帰ってしまう最終日の午後という最悪の時間に設定され、どうなることかと心配したが、100人ほどの会場が満席となる盛況であった。「ハイエンドコンピューティング(HEC)によるナノ科学技術シミュレーション」と題するBOFで、アジア科学技術交流協会のカハナー氏とRISTの中村部長の共同議長のもとにRIST飯塚氏のテラヘルツ発振に関する発表を含む6件の発表があり、それぞれ熱心な質疑が5時過ぎまで行われた。昨年もそうであったが、ブースも発表も計算のハードウェア、ソフトウェアに関するものばかりで、具体的な計算による研究の内容についての発表はRISTのブースとこのBOFだけといえるくらいであった。なお、昨年RISTのブースを訪れた米国エネルギー省の幹部は、ことしは会議そのものに参加しなかった。

会議全体についての感想として、参加者も講演者、司会者なども男女平等が実現していることは昨年も報告したが、今年は招待講演などで中国本土からのひとや中国系アメリカ人の活躍が目立った。招待講演でバイオを中心に計算科学の現状を報告したLi氏は非常な早口で、しかし分かりやすく幅広い内容の報告を行った。遺伝子解析の現状報告と、いくら解析しても不確実性が残ること、またこれからは自然淘汰が従来とはことなる形で進むこと、などの内容だった。RISTのブースには計算科学を利用して研究を進めている人々が興味をもって訪れたが、Li氏もその一人だった。また、発表の方法として、大勢の

聴衆のいる招待講演のなかで他人の発言ビデオを紹介することが何回か行われていた。その間、講演者自身は休んでいられるが、プログラムには載っていない人に短時間だが講演時間を与えると同等のことであり、意外な感じがした。また、韓国やインドなどの発表も多かった。

SC2004会議が行われたピッツバーグは、われわれの世代にとっては鉄鋼の町として習ったところである。実際、南北戦争で北が勝ったのはピッツバーグの鉄製の武器や軍艦のおかげらしい。昔は「ピッツバーグの子供は空が青いことを知らない」といわれていたくらいスモッグで灰色の町だったが、環境改善に大きな努力をして川も空もきれいになった、と開会式で市長が挨拶していた。製鉄所などは10年ほど前に解体され、いまはITやバイオ、プレハブ建材などの新産業の町になっている。人口は33万人。東と南からの二つの川が合流してオハイオ川になる横Y字型の地域にひらけた三角形の町で、古い鉄橋がいくつ



ピッツバーグは東からの二つの川(写真の左上と右から)が合流してオハイオ川(写真の左方向へ)になる合流点にある三角形の町である。

オハイオ川の30kmほど下流に米国初の商用原子炉である Shippingport 炉があった。1982年に運転停止。

(ホテルから会場へのバスから)



おそらく100年以上昔の鉄橋がいまだ現役で、長い貨物列車が1日数回通過していた。奥には新しい鉄橋がふたつ見える。(会場より)

かまだ現役で残っており、日に数回、長さ数百mの長い貨物列車が会場のすぐ脇を通過していた。[1957年に運転開始した米国初の民生用原子力発電所の SHIPPING PORT 原発はピッツバーグにあった。1982年に運転停止し、その後解体されて更地にもどった世界最初の原発としてのほうが有名かもしれない。ちょっと気になってインターネットで調べたところ、ソ連の最初の民生用原発は1952年と SHIPPING PORT より数年早い。スプートニク



朝7時の空。航空路の混雑が良く分かる。

もソ連のほうが先だし、1950年代の米国のあせりが今更ながら想像できた。この歴史の不思議を実感をもって感じることができる年代に生まれたことは幸いであった。]

世界の計算科学の最新の研究発表が行われ、第一線の研究者たちが集まって交流するこのSC会合にRISTが世界から注目される成果を出し続けられるように、今後も研究、業務にまい進したいものである。