

SC08 参加報告

松葉浩也 片桐孝洋 中島研吾
東京大学情報基盤センター

東京大学情報基盤センタースーパーコンピューティング部門の教員数名が、2008年11月15日～21日にテキサス州オースティン市(Austin)で開催されたSC08(International Conference on High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis)に参加した。本稿はその参加報告である。

はじめに：SC-XYについて

本会議は元来 Supercomputing-XY (XY：年号) という名称で、1988年フロリダ州オーランド市での第1回以降、毎年11月にアメリカ各地で開催されている。1997年にSC-XYという名称に変わり、そのとき「Networking」という言葉が入り、その後、変遷を得て、現在の名称に至っている。今回が21回目、20周年ということで、それに因んだ様々な催しや展示が行われており、第1回から21回連続の出席者が表彰された（日本からは三浦謙一教授（国立情報学研究所）が唯一人含まれていた）。



図1 SC-XYの歴史をたどる特別展示ブース

SCの見どころは招待講演や論文発表が行われる Technical Program と、企業や研究機関が最新の製品や技術を展示発表する Exhibition である。Technical Program で発表される論文の採択率は例年20%前後となっており、この分野の最高峰の会議のひとつと言われている。展示会もこの分野では最大の規模であり、SC08では約12,630m²の展示スペースに337団体（企業：220、研究機関：117）が出展した。この最高峰の論文発表と最大規模の展示に世界各国からの参加者が集まっており、近年では参加者が一万人を超えるようになっている。

Technical Program の概要

SC08 の Technical Program は DELL の創設者である Michael Dell 氏 (テキサス州出身) の基調講演で開幕し, DELL 社のスーパーコンピューティング分野への貢献が紹介された。ただ, 自社製品の宣伝の域を出ておらず, スーパーコンピュータ分野に対する大局的見地を欠いた物足りない内容であったことは否めず, 途中退出する参加者も非常に多い残念な基調講演となってしまった。

Technical Paper Session では採択率 20%強 (投稿数 : 277, 採択数 : 59) という難関を乗り越えた論文が発表された。今回は特に GPU (Graphics Processing Unit) の大規模計算への利用に関する発表の多さが目を引いた。GPU はメモリバンド幅が非常に大きく, 近年は計算エンジンとして注目されている。CUDA (Compute Unified Device Architecture) という GPU 向け C 言語統合開発環境の普及によってプログラミングが容易になったため, 大規模シミュレーションへの利用が盛んに研究されている。

マルチコアプロセッサの普及を反映して, ノード内スレッドとメッセージパッシングを組み合わせた Hybrid 並列プログラミングモデルに関する発表も目立った。また, 今回の SC08 では :

- Energy
- Biomedical Informatics

の 2 分野が「Technology Thrusts」として「注目分野」に指定されており, 招待講演も含めて様々な発表があった。

TOP500

「TOP500」リスト (<http://www.top500.org>) は, 世界のスーパーコンピュータの性能のランキングを, LINPACK という大規模な連立一次方程式を解くベンチマークの処理速度によって競うものである。1993 年から始まり, 年 2 回更新される。そのうちの一回は例年 SC での発表となっており, SC の注目イベントのひとつである。

最近では, 2002 年 6 月から 2 年間「地球シミュレータ」が TOP500 のトップを占めていた。今年 6 月には Los Alamos National Laboratory の Roadrunner が初めて PFLOPS (Peta FLOPS, 1 秒間に 10^{15} 回の浮動小数点演算) の壁を越えた (1.026 PFLOPS)。SC08 直前に Oak Ridge National Laboratory の Cray XT5 (Jaguar) が 1.059 PFLOPS を達成したことが発表されたが, Roadrunner は更にパワーアップして 1.105 PFLOPS となり, 首位を守った。

Roadrunner が稼動してから最初の SC-XY ということもあり, 関連の講演のあるセッションは立ち見の場所も無いくらいの混雑ぶりであった。Roadrunner は, デュアルコア Opteron を 2 個搭載する IBM の LS21 ブレードと CELL プロセッサを 2 個搭載する QS22 ブレード 2 枚を一組とし, 両者を Expansion ブレードで接続する TriBlade を計算ノードとする Hybrid 構造である。このような Hybrid アーキテクチャの計算機が TOP500 で首位となったのは初めてのことだそうである。Opteron の計算能力は全体の数%であり, 演算そ

のものは主に CELL が担当し、Opteron は制御、通信、ファイル処理などを担当するという役割分担がなされている。プログラムは当然複雑になり、高い計算効率を得るためのライブラリ、開発環境整備が重要な課題である。

本センターが「HA8000 クラスタシステム」として運用している「T2K Open Supercomputer (東大)」の 82.98 TFLOPS は前回に引き続き日本最高性能の座を守ることができた (全体では 27 位)。日本では東工大の TSUBAME が 77.48 TFLOPS (29 位)、T2K 筑波が 76.46 TFLOPS (32 位)、T2K 京大が 50.51 TFLOPS (51 位) と続く。また、新システムに移行するため、間もなく運用を停止する「地球シミュレータ (35.86 TFLOPS)」は 73 位であった。

計算機の巨大化とともに消費電力が大きな問題となっていることは周知であり、省電力のための様々な研究が盛んに行われている。前述のように「Technology Thrusts」として「Energy」が指定されているのにもそのような背景がある。更に、TOP500 の計算機を、性能を実測消費電力で割った効率 (MFLOPS/W) でランク付けした「Green500」というランキングもある。Roadrunner はここでも 7 位と健闘しているが、消費電力が 3 倍近い Jaguar は 80 位である。消費電力は自己申告制で、申告しないと推定ピーク電力を使って算出されるので、順位が下がってしまうそうである。

今回はランキング発表の他、4 年以内に来るであろう 5PFLOPS のマシンの行列次元が 300 万を上回り、実行時間は約 2.5 日程度になるのでは、という予想が発表された。演算精度の観点でも、これだけ大次元では 1 桁程度の精度しかなくなることが想定され、ベンチマークとしての意義を見直す必要が出てきている。次回の TOP500 発表時において、何らかのベンチマークの変更がなされるようである。Linpack の性能測定は運用開始前の限られた時間で高い性能を出さなくてはならず、本センターでもマシン導入時の大きなプレッシャーとなっている。実行時間短縮の動きは歓迎したい。

Gordon Bell Award

Gordon Bell Award は、TOP500 とは違って、大規模シミュレーションの実効性能を競うものであり、単なる性能だけでなく、科学としての新規性、複雑な問題に対するチャレンジと言った要素も考慮される。ただ、結局のところは、大きな計算機が無いと性能も出せないわけで、TOP500 の上位に並ぶ計算機を使用した研究が 6 つの Finalists に名を連ねた。Jaguar を使用した「New algorithm to enable 400+ Tflo/s sustained performance in simulations of disorder effects in high-Tc superconductors (Gonzalo Alvarez 他)」が Peak Performance Award (優勝)、IBM BlueGene/P (Argonne National Laboratory, 450.30TFLOPS, 5 位)、Cray XT4 (Lawrence Berkeley National Laboratory, 266.3TFLOPS, 7 位) を使用した「Linear Scaling Divide-and-conquer Electronic Structure Calculations for Thousand Atom Nanostructures (Lin-Wang Wang 他)」が Special Award (Algorithmic Innovation) を受賞した。

Exhibition

前述したように展示会場には 337 団体（企業：220，研究機関：117）のブースが並び、SC 史上最大の展示規模となった。展示会場では日立，富士通，NEC，IBM，Sun，Cray といったスーパーコンピュータ全体を構築する総合力のあるメーカー，あるいは Intel，AMD，Mellanox，Myricom（最後の 2 社はあまり知られていないがスパコンに欠かせない高速ネットワークを手掛けるメーカーである）のようなスパコンに欠かせない部品を大量に供給するメーカーの巨大なブースが目立つ。今後のスパコンに大きな影響を与えそうな製品を展示していたブースをいくつか紹介する。

Intel 社は Nehalem と呼ばれる新しいアーキテクチャのプロセッサについて紹介していた。Intel の x86 系 CPU としては初めてメモリコントローラを内蔵したプロセッサである。このアーキテクチャ上の変更と DDR3 と呼ばれる新世代のメモリを使用することにより，これまでの PC サーバの 3 倍程度のメモリバンド幅を確保している。メモリバンド幅が最大のボトルネックとなっている PC クラスタ型スーパーコンピュータにとって，この新しいプロセッサは非常に大きな意味をもつ。

Sun Microsystems 社は新しいストレージ製品である Sun Storage 7000 シリーズを展示していた。この中にはフラッシュメモリを用いた記憶装置である SSD をディスクキャッシュとして使用するような製品もあり，SSD 時代の到来を感じさせる。SSD は高速，高信頼，低消費電力の新しい記憶装置であり，スーパーコンピュータにおいても今後普及が進むものと考えられる注目のデバイスである。

Mellanox 社は 40Gbps の Infiniband QDR を展示していた。Infiniband に接続する PC 内部のバス(PCI-Express)の制限で実効性能は 25Gbps 程度だと思われるが，それでも本センターが運用している HA8000 クラスタシステムで使用しているノード間接続の 2 倍以上の性能が得られる（注：1 本当たりの性能の比較。本センターのスパコンは 4 本のネットワークを同時使用することで，すでに Infiniband QDR 1 本よりは高い性能を提供しています）。

東京大学情報基盤センターによる展示

東京大学情報基盤センターは T2K オープンスパコンを導入した筑波大学，京都大学と共同で“T2K Open Supercomputer Alliance”という名のブースを出展した（東大版の T2K オープンスパコンは「HA8000 クラスタシステム」のシステム名でサービス提供中です）。

この T2K ブースでは今後の T2K 連携の一環として始まった e-Science プロジェクトについて展示発表を行った。このプロジェクトは研究室所有の PC クラスタ，本センターに導入されているようなスパコン，さらに国家プロジェクトとして制作が進められている 10 ペタフロップスコンピュータに至るまでの様々な規模，種類のスーパーコンピュータで共通に使用できるソフトウェア基盤の確立を目指すプロジェクトである。

また東京大学，筑波大学，京都大学のそれぞれが，各大学の T2K オープンスパコンのノード模型を並べて展示した。それぞれ納入業者が異なるため，細かい点で各社の設計思想

の違いがみられ、また競合他社の製品が並んでいる珍しいブースとして多くの来場者に興味を持っていただいた（図2）。



図2 手前から筑波（Appro）、東大（日立）、京大（富士通）の各1ノード

※ なお、ノードサンプル展示にあたっては各納入業者の協力をいただきました。特に東京大学のノートサンプル展示においては納入業者である日立製作所をはじめ、日本 AMD および米国 Myricom 社の多大なる協力をいただきました。

おわりに

紹介したように、SC は世界中からスーパーコンピュータに関する企業や研究者が集まる最高峰の会議および展示会である。本センターでは 2006 年より筑波大学および京都大学と共同で出展してきており、T2K オープンスーパーコンピュータの話題を中心に、本センターを含めた三大学のスパコンセンターの先進的取り組みについて紹介を行ってきている。また本年は本稿の著者の一人である中島が Technical Paper Committee の一員としての貢献も行った。

今年の SC は 11 月にオレゴン州ポートランドで開催される。本センターはすでに三大学共同での展示スペースを確保している。今後もセンターのよりよいサービスと研究活動のため、この年に一度の機会を有効に利用する予定である。