SC09参加報告

鴨志田良和 中島研吾 堀敦史 片桐孝洋 大島聡史 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職員数名が、2009 年 11 月 14 日から 20 日まで、アメリカのオレゴン州ポートランドで開催された、高性能計算 (HPC) 分野で著名な国際会議である SC09(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

雨期の Portland は天候がめまぐるしく変化する。激しい雨が降ったかと思えば青空が見えたり、暖かい 風が吹いた翌日は寒風にコートの襟を立てて通りを歩く姿を見かける。落葉が通りを駆け抜けるせいなのか、Portland の街全体が近づいてくる冬を予感させる。

SC09 の会場であるオレゴンコンベンションセンターに足を踏み入れると状況は一変する。ホールは人で溢れ、会場のあちらこちらで熱心に話し込む人々を見かける。メイン会場の広大なスクリーンには、まるで映画のような派手な演出の映像が流されていた。衛星画像を合成した地球をバックに、CG 化された、気象、海流、宇宙、波などの様々なシミュレーションの最新結果が次々と映し出される。

SC は優れた研究成果の発表の場であるだけでなく、ビジネスの場であり、最新技術を広めるための教育の場でもある。世界中から集まる (今年は 1/4 以上が海外からの参加者である) 最新の技術情報が集まるこのユニークな大イベントが毎年開催されること自体に、米国がこの技術を主導するという強い意志を感じない訳にはいかない。

昨年に始まった世界的な不況は SC09 でも展示会場が縮小されるなどの影響を与えてはいるものの、参加者数では過去最高を記録し、会場に溢れる熱気は例年以上かも知れない。オバマ大統領がブッシュ政権の反動として IT を重点科学技術として取り上げていることも理由のひとつであろう。メイン会場の映像はまさに IT、特にスーパーコンピュータが今までもそしてこれからも科学技術の発展に大きな役割を果たすことを暗示させるに十分以上の内容だ。研究発表や展示会場からもスーパーコンピュータ技術の大きな発展が今後も続くことを予感させる。

SC-XY について

本会議は以前は Supercomputing-XY(XY: 年号) という名称で、1988 年フロリダ州オーランドで第 1 回が開催されてから、毎年 11 月にアメリカ各地で開催されている。SC-XY という名前に変わったのは 1997年で、Supercomputing-88 から数えると、今回が 22 回目の開催ということになる。

SC は、招待講演や研究発表が行われる Technical Program だけではなく、企業や大学等の研究機関が最新の製品や技術を展示発表する Exhibition も見どころのひとつである。今回は経済危機の影響もあってか前年と比べて企業展示が 1 割くらい減ったものの、企業 199 件、研究機関 119 件の合計 318 団体が出展した。Exhibition は 17 日から 19 日までの 3 日間、Technical Program も主なものは同じ 3 日間に行われた。その前後は例年通りチュートリアル、併設のワークショップ (今回の開催数は 13 件) などが開催されていた。また、今回は "持続可能性 (Sustainability)"、"バイオ・コンピューティング"、"3D インターネット"の 3 分野がスラスト・エリア (推進分野、主要分野) として掲げられ、これらの分野に対応する展示・研究発表や招待講演などのイベントが分かりやすく示されていた。



図 1: 来場者に展示の説明をする片桐特任准教授



図 2: T2K ブース集合写真

東京大学情報基盤センターによる展示

Exhibition は会場のオレゴンコンベンションセンター内の展示ホールで行われた。広い会場には、さまざまなメーカーや大学の展示プースがひしめいていた。

東京大学情報基盤センターは Exhibition 会場において、昨年に引き続き、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 Supercomputing Alliance" という名のブースを出展した (東京大学版の 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ある)。

T2K ブースでは、T2K 連携の一環として進めている 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小規模な PC クラスタから大規模なスーパーコンピュータまで様々な規模、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。今回の T2K ブースではポスターの掲示、紹介ビデオの上映、デモ、資料の配付と様々な形式での展示発表を行った。あらかじめ用意してあった配布資料が、Exhibition の前夜祭と 1 日目でほぼ無くなるなど、多くの来場者に興味を持って頂いた。

TOP500 & TOP Green 500

SC では複数の集会 (BoF 等) が開催されているが、最も注目される BoF は "TOP500 List" であろう。 Top 500 List (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、係数行列が密行列の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 1 回は例年 SC での発表となっており、SC に欠かせないイベントのひとつである。今回の 1 位は米国 Oak Ridge National Laboratory の Jaguar というスーパーコンピュータであった。 Cray の XT5-HE という、6 コア Opteron マシンで、総 CPU コア数は 224,162 個、計算性能は 1,759 TFLOPS であった。 1 PFLOPS を超えているスーパーコンピュータは、2 位の Roadrunner を含めると 2 台となった。

本年度の TOP500 で特筆すべきは、5 位に中国の Teanjin 国立スパコンセンター NUDT の Tianhe-1-NUDT TH-1 Cluster(天河一号) が、563.1TFLOPS を達成しランキングしたことである。コア数は 71,680 で、CPU と GPU のハイブリッドシステムである。安定化のため GPU とメモリアクセスの周波数を下げて 調整した独自システムと説明された。一方日本はというと、日本は 31 位にランクインした新しい地球シミュレータが国内 1 位であった。計算性能は 122.4TFLOPS と、1 位と比べるとひとケタ以上の差がある。東京大学の HA8000 クラスタシステムは JAXA(36 位、110.6TFLOPS) に続いて国内 3 位で、101.74TFLOPS、45 位であった。

前年、大規模システムで LINPACK の実行時間や求解精度の問題があり、何らかのベンチマークの変更がなされるような話があったが、本年はこの件について特に指摘が無かった。

このリストとは別に、"Top Green 500 List" が 2007 年から公表されており、こちらのランキングについての BoF も開催されていた。こちらは Top 500 のスーパーコンピュータをエネルギー効率の観点から並べ直したもので、具体的には、MFLOPS/W で順位づけを行っている。これまでの高性能至上主義は、消費電力が大きすぎて、性能を出すためには巨大な冷却施設を必要とするスーパーコンピュータを生み出してきたとして、より環境に優しい、Sustainable Supercomputing にも焦点を当てるべく考案されたランキングである。Sustainability というのは今回の SC09 で大きく叫ばれていたキーワードのひとつであり、こちらのリストの注目度も徐々に増してきている。

Top Green 500 の 1 位は、IBM PowerXCell 8i プロセッサをベースとした IBM QPACE というマシンである。元の Top 500 では 110 位から 112 位にランクインしていたものが、722.98 MFLOPS/W を達成し、3 台が 1 位となった。東京大学の HA8000 クラスタシステムは、このランキングでは 122.36 MFLOPS/W で 183 位であった。

Gordon Bell Award

Gordon Bell Award は、TOP500 とは違い、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。大きな計算機が無いと性能も出せないため、TOP500 の上位に並ぶ計算機を使用した研究が中心となる。本年はFinalist として 9 本の論文が選ばれたが、以下に示すように、9 つのうち 6 つが TOP500 上位システムによるものであった。Peak Performance Award(優勝) は Jaguar(Oak Ridge National Laboratory(ORNL)) を使用した "A Scalable Method for Ab Initio Computation of Free Energies in Nanoscale Systems(Markus Eisenbach(ORNL) 他)" が選ばれた (論文 (2))。論文 (6) は濱田 剛 氏 (長崎大) 等による GPU クラスタによる研究で、コストパフォーマンスの良い研究を対象とした Price Performance Award に選ばれた。論文の題名は"42TFLOPS"であるが、実際には 380 台の GPU を使って 158 TFLOPS を達成し、予算は38,000,000 円であった。この他論文 (8)、(9) が Special Award に選ばれた。このうち論文 (9) はアメリカの D.E.Shaw 社で開発している Anton システム (分子動力学 (Molecular Dynamics、MD) 専用計算機) によるものであった。論文 (7)(Indexing Genomic Sequences on the IBM Blue Gene(Amol Ghoting(IBM) 他))

は IBM BlueGene/L 1,024 コアを使用した研究であるが、純粋にアルゴリズムの新規性が評価されたものと考えられる。

Gordon Bell Award を受賞した各論文のほか、3 日間の論文発表セッションでは、2 並列または3 並列で、高性能計算に関するさまざまな分野についての論文が発表され、議論が行われていた。

| 論文 (1) | Beyond Homogeneous Decomposition: Scaling Long-Range Forces | |
|-------------------------|--|----------------|
| | on Massively Parallel Architectures | |
| 著者 | David F. Richards(Lawrence Livermore National Laboratory(LLNL)) 他 | |
| 使用システム・コア数等 | IBM BlueGene/P(Dawn)(LLNL)(TOP500(Nov09) 順位: 11) | 144,384 cores |
| 論文 (2) | A Scalable Method for Ab Initio Computation of Free Energies in | |
| Peak Performance Award | Nanoscale Systems | |
| 著者 | Markus Eisenbach(Oak Ridge National Laboratory(ORNL)) 他 | |
| 使用システム・コア数等 | Cray XT5(Jaguar)(ORNL)(TOP500(Nov09) 順位: 1) | 147,464 cores |
| 論文 (3) | Liquid Water: Obtaining the Right Answer for the Right Reasons | |
| 著者 | Edoardo Apra(Oak Ridge National Laboratory(ORNL)) 他 | |
| 使用システム・コア数等 | Cray XT5(Jaguar)(ORNL)(TOP500(Nov09) 順位: 1) | 96,000 cores |
| 論文 (4) | Enabling High-Fidelity Neutron Transport Simulations on Petascale | |
| | Architectures | |
| 著者 | Dinesh Kaushik (Argonne National Laboratory(ANL)) 他 | |
| 使用システム・コア数等① | Cray XT5(Jaguar)(ORNL)(TOP500(Nov09) 順位: 1) | 122,800 cores |
| 使用システム・コア数等② | IBM BlueGene/P(Intrepid)(ANL)(TOP500(Nov09) 順位: 8) | 163,840 cores |
| 論文 (5) | Scalable Implicit Finite Element Solver for Massively Parallel | |
| | Processing with Demonstration to 160K cores | |
| 著者 | Onkar Sahni(Renssalaer Polytechnic University) 他 | |
| 使用システム・コア数等 | IBM BlueGene/P(Intrepid)(ANL)(TOP500(Nov09) 順位: 8) | 163,840 cores |
| 論文 (6) | 42 TFlops Hierarchical N-body Simulations on GPUs with | |
| Price Performance Award | Applications in both Astrophysics and Turbulence | |
| 著者 | Tsuyoshi Hamada(Nagasaki University) 他 | |
| 使用システム・コア数等 | GPU Cluster | 256 GPUs |
| 論文 (7) | Indexing Genomic Sequences on the IBM Blue Gene | |
| 著者 | Amol Ghoting(IBM T.J. Watson Research Center) 他 | |
| 使用システム・コア数等 | IBM BlueGene/L | 1,024 cores |
| 論文 (8) Special Award | The Cat is Out of the Bag: Cortical Simulations with | |
| | 10^9 Neurons, 10^{13} Synapses | |
| 著者 | Rajagopal Ananthanarayanan(IBM Almaden Research Center) 他 | |
| 使用システム・コア数等 | IBM BlueGene/L(Shaheen) (King Abdullah University of | 32,768 cores |
| | Science and Technology(KAUST), Saudi Arabia)(TOP500(Nov09) 順位: 18) | |
| 論文 (9) Special Award | Millisecond-Scale Molecular Dynamics Simulations on Anton | |
| 著者 | David E. Shaw(D.E. Shaw Research) 他 | |
| 使用システム・コア数等 | Anton(分子動力学 (Molecular Dynamics, MD) 専用計算機) | 512 nodes |
| | | |



図 3: 講演を行う Car 氏 (右) と Parrinello 氏 (左)

招待講演

Technical Program において、オープニング講演・キーノート講演などの招待講演や各種受賞者による講演も行われた。招待講演は17日から19日の各午前中に行われ、IntelのCTOのJustin Rattner 氏、Institute for Systems Biology 代表のLeroy Hood 氏と、ノーベル平和賞受賞者で元米国副大統領のAl Gore 氏がそれぞれの日の話者であった。

Justin Rattner 氏の オープニング講演は、"The Rise of the 3D Internet - Advancements in Collaborative and Immersive Sciences" と題された。HPC 分野は従来からキラーアプリを常に切望しているが、3D インターネットが、今後のその大きな流れの一つとして台頭してくるという内容である。いくつか実例が挙がっていたが、そのひとつは 3D WEB で、マルチビューな 3D アニメーションを駆使した表示、アバター経由でのコミュニケーションなど、既存バーチャルリアリティ技術を統合した WEB システムという感じのものである。シミュレーションに HPC の威力が必要で、3D の布や液体のシミュレーションを駆使し臨場感や実世界感を高める。従来の 2D WEB との差はシステム構成上、複数のシミュレータやコンポーネントが必要である点である。性能例として、Nehalem-EP や Larrabee といった、インテル社の次世代アーキテクチャをあげ、その上で行列 行列計算など数値計算を実行して、実行効率 (GFLOPS) をメータ表示にして見せていた。密行列演算性能は良いが、疎行列演算性能は密行列のそれに比べ 1/100 程度になっており、何らかの改善が必要との感想を得た。

また、入場制限がかかり写真撮影も禁止という雰囲気の中で始まった元米国副大統領 Al Gore 氏のキーノート講演 "Building Solutions: Energy, Climate and Computing for a Changing World" は、常に聴衆を引き込む語りかけ方で、エネルギー問題や環境問題と対峙するうえで、スーパーコンピュータを使ったシミュレーションや可視化等の技術がいかに重要かについて述べられていた。そして、人類が直面している環境危機を打破するためにはコペルニクス的発想の転換が必要であり、聴衆に対し「そのためには君たちの力が必要だ」とし、スタンディングオベーションで講演を終えた。

一方、計算科学分野に対する顕著な貢献を行った研究者を表彰する Fernbach 賞は、分子動力学シミュレーションの分野で著名な Roberto Car 氏と Michele Parrinello 氏が受賞し、また、高性能コンピュータシステムに対する革新的な貢献を行った人を表彰する Cray 賞は、国立情報学研究所の三浦謙一氏が受賞し、長年の研究開発の成果を講演された。

SC09 が始まる直前に日本では「次世代スーパーコンピュータ」の研究開発予算凍結が発表され、SC に参加している日本人全員に大きな影を落としているだけでなく、他国の SC 参加者から同情される始末となった。名誉ある Cray 賞を日本人として二人目に受賞した三浦氏の講演も時間切れで、発表の目玉であったであろう次世代スパコンの部分が大きく割愛され、迫力に欠けた印象を受けた。

サイバーインフラストラクチャを提唱して Kennedy 賞を受賞した Francine Berman 氏は、20 年後の次のリーダーを育成するためには良い教育やキャリア積む場が必須であるとし、綿々と続くこと (pipeline) が重要である講演した。Al Gore 氏 も若い人の重要性を説いた。小人から大人まで一貫した良い教育環境が必要不可欠なのだ。はたして Cray 賞を受賞する 3 人目の日本人は出てくるのだろうか。

おわりに

次回の SC10 はルイジアナ州ニューオーリンズ市で、2010 年 11 月 13 日 (\pm) から 19 日 (金) の日程で開催される予定である。