

# 29th International Supercomputing Conference (ISC'14) 参加報告

大島聡史, 埴敏博, 中島研吾

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では、2014年6月22日から26日までの間、ドイツのライプツィヒで開催された、29th International Supercomputing Conference (ISC' 14)に参加し、研究展示を行った。

## 1 ISCについて

International Supercomputing Conference (ISC) は、高性能計算、ネットワーク、ストレージに関する国際会議ならびに展示会であり、1986年に初回が開催されて以来、毎年初夏に開催され、2014年で第29回を数える。20xy年に開催されたISCはISC'xyと省略して呼ばれることが多い。本会議では、スーパーコンピュータのランキングとして知られているTOP500 List の2014年6月版が発表され、また招待講演を含む研究発表、チュートリアル、併設ワークショップ等が開催され、さらに展示会では150以上の企業や研究機関が展示を行った。開催地は昨年を引き続きドイツ、ライプツィヒの Congress Center Leipzig (CCL) であり参加者数は約2500名に及ぶ。

今回のISC'14は長年に渡りISCの運営を支えてきたHans Meuer氏が亡くなられて初めての開催となった。氏はISCの運営に尽力するとともに、例年ISCの開会や閉会の挨拶、TOP500の発表なども担当しており、まさにISCの顔となっていた。ISC'14では開会の挨拶やTOP500の展示ブースなどで氏を追悼するコメントや展示も行われていた。



図1 会場周囲の状況 (左奥の建物がメイン会場) と雨上がりの市庁舎前

## 2 TOP500、Graph500

TOP500 List (<http://www.top500.org/>)の発表はISCの中でも特に注目の大きなイベントの一つである。TOP500 Listは世界中のスーパーコンピュータの性能をランク付けするもので、性能の指標としてはLINPACKという連立一次方程式を解くベンチマークのスコア(演算性能)が使われている。TOP500 Listは1993年から始まり、年に2回、6月と11月に更新されており、6月のランキングは例年ISC初日に発表され、オープニング中に表彰式も行われる。

今回のTOP500は、前回・前々回に引き続き中国の国防科学技術大学(NUDT)に設置された「Tianhe-2」(天河2号、Milky Way-2とも呼ばれる)が1位を獲得した。ベンチマークスコアは前回から変わらず33.862PFLOPSである。TOP10の顔ぶれに注目すると、前回との違いは10位に新しくCrayによるシステム(米国政府機関に設置)がランクインしたのみであった。実は前々回と前回を比較してもTOP10の変化は1システムのみであり、1年かけて2システムしか入れ替わらなかったことになる。そのため、前回にも増してTOP500は盛り上がらない会となってしまったように感じた。

TOP500全体の内訳、特に国・地域別のランクイン数を見ると、アメリカが半数近い233システムを占めて大きな影響力を示している。ただし、前回(2013年11月)の264システムと比べると大きく数を減らしている。2番目に多いのは中国で、前回の63システムから今回の76システムへと大きく数を増やしている。前回28システムがランクインし3位につけていた日本は30システムへと微増、ランクイン数は変わらず3位であるが、イギリスも同数につけている。ちなみに、今回は全部で29カ国がランクインしているが、そのうち上位10カ国で9割、6カ国で8割を占めているのが現状である。

日本からランクインした30システムのうち最上位は、引き続き4位にランクインした「京」であった。また本学情報基盤センターに設置されているシステムについては、Oakleaf-FXが36位にランクインしている。1PFLOPS以上の性能となったシステムはOakleaf-FXの次につけた九州大学のQUARTETTOシステムまでの合計37システムとなり、前回の31システムから5システム増加した。

TOP500以外にもいくつかのベンチマークランキングがSCとISCに合わせて更新されている。

Graph500 (<http://www.graph500.org/>)はグラフの探索速度を競うランキングであり、ビッグデータなどの分野において重要な意味を持つため近年注目が高まっている。今回のGraph500では、「京」が初めて1位を獲得した。最近のGraph500ではIBMのBlueGene/Qを搭載したシステムが非常に強く、今回もTOP10のうち1位の「京」および6位のTianhe-2以外は全てBlueGene/Qが占めている。そのような状況において、「京」が1位を獲得、それも2位のSequoiaと同じ規模の問題を解いて高い順位となったことは、「京」の計算能力に加えて、アルゴリズム開発を行った研究グループ(東工大/理研AICSの上野氏ら)の大きな成果であると言える。

Green500 (<http://www.green500.org/>)およびGreen Graph500 (<http://green.graph500.org/>)という電力当たりの性能を比べるランキングも実施されている。Green500はTOP500にランクインしたシステムのうち、TOP500と同じLINPACKベンチマークを消費電力当たり性能の尺度で評価し直したもので、Green Graph500はGraph500で用いられているグラフ問題のベンチマーク性能を消費電力当たりのスコアで評価したものである。将来のスパコン開発においては消費電力による制限が大きな制約となると考えられているため、電力当たり性能の高いシステムの開発は重要であり、Green500/Green Graph500ランキングへの注目も高まっている。Green500では東京工業大学のTSUBAME-KFCが前回に引き続き1位、筑波大学のHA-PACS/TCAも同じく3位を獲得した。Green Graph500でも昨年に引き続き日本勢が多くランクインし、規模の大きな問題を対象としたBig Dataカテゴリでは九州大学のチーム(藤澤先生が率いる研究グループ、前回は中央大学所属としてランキングを席卷)が1位を獲得し、Small Dataカテゴリではジョージワシントン大学が九州大学をおさえて1位となった。



図2 表彰を受ける Tianhe-2 チームと NUDT の展示ブース

### 3 HPCG ベンチマーク

最終日(6月26日)の午前中に「New Benchmarks for Ranking HPC Systems」と題してHPCシステムのベンチマークに関する3件の講演が実施された。1993年からLINPACKを使用したTOP500がスーパーコンピュータシステムの性能指標として使用されてきたが、実際のアプリケーション性能と大きな隔たりがあることや実行に長時間を要すること、システム巨大化とともにさらにその傾向が強まっている(システムの信頼性を示すということではそれなりの意味はあるにせよ)ことから、2013年のISCでHPCG(<https://software.sandia.gov/hpcg/default.php>)という新しいベンチマークが提案された。3件の講演のうち、1件目はこのHPCGに関するものであり、提案者のうちの1人であるMike Heroux(Sandia National Laboratories, USA)によって現状が紹介された。HPCGは三次元ポアソン方程式を差分格子のような規則的の形状において有限要素法によって離散化して得られる疎行列を係数とする連立一次方程式を幾何学的多重格子法前処理による共役勾配法(Conjugate Gradient Method preconditioned by Geometric Multigrid)を使用して解くベンチマークであり、密行列を係数行列としていたLINPACKとは異なる。MultigridのsmootherとしてはGauss-Seidel法が使用されており、スレッド並列化にはマルチカラー法によるリオーダーリングが適用されている。昨年来、SC13でのBOF、ワークショップによる意見交換などを通じて、計測方法のルール、実施者がチューニングできる箇所や選択できるオプションなども固まりつつあるようだ。プログラムはC++で記述されており、上記HPからダウンロード可能である。今回は15システムによる結果が紹介されたが、1位がTianhe-2(580PF、LIPACKの1.7%)、2位が京(427PF、同4.1%)となっており、リスト(<https://software.sandia.gov/hpcg/2014-06-hpcg-list.pdf>)を見渡してみても京で実行したプログラムは群を抜いて良くチューニングされたものであることがわかる。Intel MKL、Nvidia GPU等に最適化されたバージョンも開発中とのことであり、SC14では参加システムを50程度にしたいとMike Herouxからもコメントがあった。

他の2件の講演はBig Dataに関するベンチマーク(Tilman Rabl(University of Toronto))、HPGMG(<https://hpgmg.org>)を中心とした新しい性能評価指標(Mark Adams(Lawrence Berkeley National Laboratory))に関するものであった。HPGMGはHigh-Performance Geometric Multigridの略であり、HPCGと非常によく似たベンチマークである。Mark Adamsの講演の趣旨はHPGMG

の提案だけでなく、LINPACKも含めて複数のベンチマークのスコアを重み付けして算出される総合ポイントによって評価するべきということだったようである。

#### 4 情報基盤センターによる展示

情報基盤センターは昨年引き続き4度目のブース出展を行い、本センターで運用している計算機システムや研究プロジェクトに関するポスター展示、パンフレット等の配布、映像展示を行った。また筑波大学と共同で設立し次期システムの調達に向けて活動を行っている「最先端共同HPC基盤施設(JCAHPC)」についてのポスターも展示した。来年のISCでは次期システムの紹介を前面に出して展示を行うことも計画されている。



図3 情報基盤センターブースと欧州のエクサスケールプロジェクトのブース

#### 5 研究発表とワークショップ

ISCでは招待講演や査読を経た論文の発表以外にも、特定のテーマについて発表や議論を行うBoF、展示に参加している企業による発表、ポスター発表と、様々な形式での発表が実施された。特に多くの聴講者が集まるキーノートは1日1件、合計4件が行われ、23日はイリノイ大学のKlaus Schulten教授によるバイオ分野の取り組みについて、24日は東京工業大学の松岡聡教授によるBigDataを中心とした講演、25日はインディアナ大学のThomas Sterling教授による最新のHPCに関する様々な話題について、最終日26日はハイデルベルグ大学のKarlheinz Meier教授による脳の働きについての講演が行われた。全く異なる分野の招待講演が並ぶのもISCの特徴の一つと言える。

25日には、NEC百瀬氏による新型ベクトル機SX-ACEに関する講演、富士通安島氏によるFX10後継システム向けのインタコネクトTofu-2に関する講演が行われ、聴衆は興味津々に聞き入っていた。両社はブース展示にて新システムの展示も行っており、盛況であった。また、同日には、D-Wave社の量子コンピュータ(と謳っている)D-Wave Twoシステムを巡って、NASA、Google、南カリフォルニア大学の3名による講演があり、熱心な討論が行われていた。しかし現状で解ける問題には極めて制限があり、今後に向けてはまだ様々なブレイクスルーが必要だと感じた。

さらに、初日の22日には10件のチュートリアルと2件のワークショップが開催された。特にWorkshop on International Cooperation for Extreme-Scale Computingでは日米(文部科学省と

DoE(米国エネルギー省))のシステムソフトウェア開発についての取り決めが交わされ、競争の激しいエクサスケールに向けた取り組みの中でも協力するべきところでは協力するという体制が築かれた。

また最終日の26日には昨年に引き続きアジアにおけるHPCの動向について紹介・情報交換を行うHPC in Asiaセッションが開催された。セッション内のポスター発表では本センターからも4件のポスターが出展され、塙特任准教授らのポスターがベストポスター賞を獲得した。



図4 左：調印し握手を交わす川口悦生氏(文部科学省研究振興局計算科学技術推進室室長)とWilliam Harrod氏(米国エネルギー省 Advanced Scientific Computing Research ディレクター) 右：ポスター賞の記念撮影を行う塙先生(写真中央)ら

一方、23から25日に渡って行われた展示においては、各研究機関のポスターを中心とした展示、各ベンダのシステム展示はもちろんのこと、目を惹いたのは、冷却システムを手がける企業の展示や、FPGAを使ったアクセラレータボード、欧州のエクサスケールに向けたプロジェクト(日本におけるシステムFSに近い)によるプロトタイプボードなどであった。中でもドイツのExtoll社が開発したインタコネクタ(欧州Deepプロジェクトで採用)は、120Gbpsのノード間転送を実現するチップを開発し実機デモを行っていた。また、Intel社は新Xeon Phi(開発コード: Knights Landing)を、Mellanox社も次世代インタコネクタとして100GbpsのInfiniBand EDR製品を発表するなど、ISC期間中にタイミングを合わせて新製品発表を行っている。その関係で世界各国のプレス関係者も多数来場していた。

## 6 終わりに

次回のISC'15は、ドイツの空の玄関口、フランクフルトで開催される。開催日程は例年より少し遅く、7月12日から16日の日程での開催が予定されている。