

# ISC High Performance 2017 (ISC 2017) 参加報告

下川辺隆史, 星野哲也  
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は、2017年6月18日から22日までの間、ドイツのフランクフルトで開催されたISC High Performance 2017 (ISC 2017)に参加し、研究展示を行った。

## 1 ISC High Performanceについて

ISC High Performance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る。1986年に初回が開催されて以来、毎年初夏に開催されており、2017年は第32回目を数える。従来はInternational Supercomputing ConferenceをISCと省略したうえで、開催年が付記されており、20xy年に開催されたISCはISCxyと省略して呼ばれていた。他の会議との混同をさけるためか、第30回から、ISC High Performance 20xxという名称が使われている。以下、本稿ではISCと略す。

本会議では、例年、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が更新される。今回は2017年6月版となる。本会議では、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、450人ほどが登壇した。会議全体の参加人数は、過去最高を更新する3,253人を数えた。参加人数は増加の一途をたどり2年連続で3,000人を超えた。また、展示会では全世界から集まった150余りの企業や研究機関が展示を行った。開催場所は、2015年、2016年と同じく、ドイツの空の玄関口であるフランクフルトであった。メイン会場はMesse Frankfurtであり、併設ワークショップはメイン会場から600mほど離れたところにあるFrankfurt Marriot Hotelで行われた。日本を含む各国からの交通(航空)の便が良く、また空港および中央駅から会場までの距離も近い、アクセスのしやすい会場である。今年は、開催期間を通して、天候が良く、暑い日が続いた。



図1 Messe Frankfurt 外観(左)と Frankfurt Marriot Hotel 近辺の様子(右)

## 2 TOP500、Green500

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は1993年から始まり、年に2回、6月のISCと11月のSCにあわせて更新される。ISCにおけるTOP500の発表は初日のオープニングイベントに続いて行われるのが慣例となっている。

TOP500の1位は、2016年6月から3期連続で、中国National Supercomputing Center (Wuxi) に設置された Sunway TaihuLight (神威 太湖之光とも呼ばれる)であった。Sunway TaihuLight は、LINPACK性能で93.014 PFlopsという驚異のスコアを叩き出しており、これは同2位のTianhe-2 (中国の国防科学技術大学に設置、2013年6月のISCより同リスト6期連続1位を堅持)の33.862 PFlopsを3倍近く上回り、本センターと筑波大学計算科学研究センターと共同で設立した最先端共同HPC基盤施設(JCAHPC)が運営する国内最速のスーパーコンピュータ Oakforest-PACS (同リスト7位)の13.555 PFlopsの7倍にあたる。Sunway TaihuLightのプロセッサは、米国Intel社製のプロセッサを用いている2位のTianhe-2と異なり、中国の自国産である。1プロセッサあたりの理論演算性能は3.062 TFlopsであり、このプロセッサをそれぞれ1枚ずつ搭載した計算ノード40,960台により構成されるため、システム全体の理論演算性能は125.436 PFlopsに及ぶ。従って、理論演算性能に対するLINPACKの効率は74%となる。システム全体の消費電力は15.371 MWであり、電力あたりの性能も6.05 GFlops/Wと高い。

TOP500の上位10位の顔ぶれは、前回の2016年11月のリストから変化がない。しかしながら、これらの中では若干順位に変動があった。3位には、スイスNational Supercomputing Centre (CSCS) に設置されたアップグレードされた Piz Daint がランクインした。Piz Daint は、前回の2016年11月のリストで9.779 PFlops を達成していたが、新たにNVIDIA Tesla P100 GPUを大規模に追加することで、その性能を大きく向上させ、今回は前回の倍近くの19.590 PFlopsを達成した。日本からは、上位10位には、7位にJCAHPCが運営する Oakforest-PACS が、続く8位に理化学研究所 計算科学研究機構に設置された「京」がランクインした。これらは2016年11月から性能結果の更新はなく、Piz Daintが3位に入ったことで前回の2016年11月のリストから、それぞれ1位ずつランクを下げた。

電力あたりの性能を競うランキングであるGreen500 List (<http://www.green500.org/>)はTOP500 List と合わせて毎年6月と11月に更新される。Green500の上位10位は、2017年6月の前回から大きく変化した。1位は、今回が初めての登場となる東京工業大学のTSUBAME3.0であり、14.110 GFlops/Wという極めて高い電力効率を達成している。2位は非常に僅差で、14.046 GFlop/Wでヤフーに設置されたkukaiである。前回の1位のスコアが9.462 GFlop/Wであったことを考えると、大変に電力効率が向上している。1位、2位に続き、第4位までが全て日本のシステムとなっており、省電力化に対する日本勢の努力を垣間見ることができる。注目すべきは、上位10位のうち9システムでNVIDIA Tesla P100を搭載しており、Tesla P100の高い電力効率が大きく貢献していることがわかる。TOP500 第3位の Piz Daint はGreen500では6位にランクインした。本センターが運営するTesla P100を搭載する Reedbush-Hは、今回初めての登場で8.575 GFlop/Wを達成し、11位であった。

### 3 講演

ISCのプログラムは、招待講演と査読論文の発表講演を中心に構成される。その他にも、ポスター発表、展示会場でのBoFや企業ブース内での発表など、様々な形式の発表が行われている。

参加者の多くが聴講する初日のキーノート講演は、Microsoft ResearchのJennifer Tour Chayes博士により、ネットワーク構造に関する研究とその応用として特定のガンに有効な可能性のある薬を推定するアルゴリズムなどについての講演が行われた。招待講演や発表講演の内容としては、勿論、いわゆるHPC分野に関するものが大半を占めていた。昨今何かと話題となっている機械学習や深層学習などのいわゆる人工知能に関連したセッションや発表も多く行われた。

本センターからは、埴准教授と星野助教がポスター発表を行い、埴准教授がGreen500 BoFで講演し、中島教授がセッション「Algorithms for Extreme Scale in Practice」の座長を務めた。

埴准教授は、密結合演算加速機構アーキテクチャ(TCA)に基づくPEACH3ボードをGraph500の通信に適用した場合の性能評価に関するポスターを、星野助教はTesla P100とIntel Xeon Phiシリーズ Knights LandingのICCGソルバーによる性能評価に関するポスターを発表した。

Green500 BoFでの埴准教授の講演はOakforest-PACSにおけるGreen500 Level 2測定、Reedbush-HにおけるGreen500 Level 3測定の詳細についてであった。Green500における電力測定方法は、EEHPC (Energy Efficient HPC) WG Power Measurement Methodologyで定められている。測定に用いる電力計の精度に至るまで細かく指定されており、測定方法によって3つのレベルが規定されている。SC16以降では、Version 2.0に準拠して測定することが求められており、各レベルで時刻測定精度の許容範囲の違いはあるが、いずれもLINPACKベンチマークのcore phaseについて求めることになっている。各レベルの違いをごく大まかに述べると、Level 1はシステムの1/10以上の計算ノードの電力実測値からの外挿とインタコネクットの推

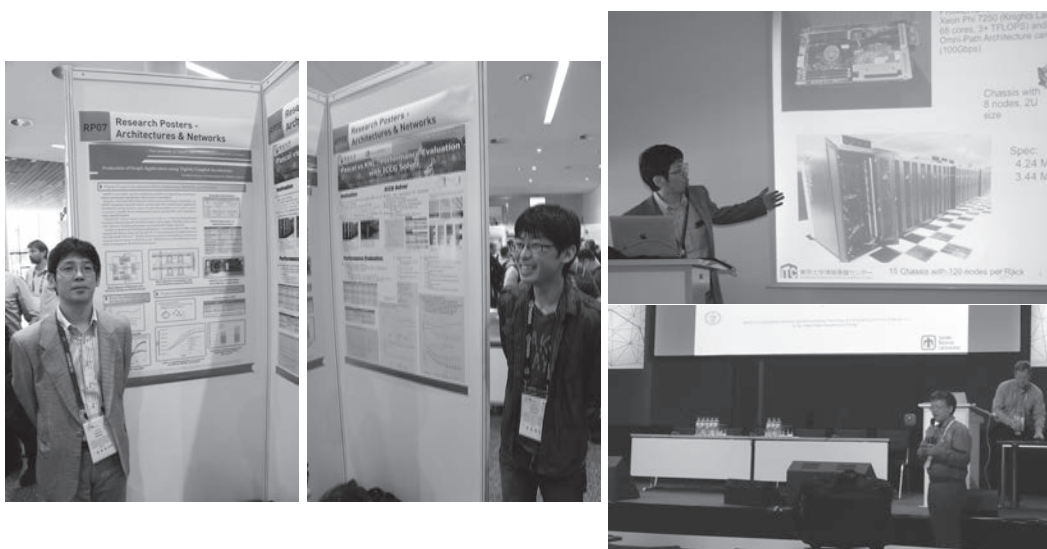


図2 ポスター発表を行う埴准教授(左)と星野助教(中)、Green500 BoFで講演を行う埴准教授(右上)、座長を務める中島教授(右下)

測値を、Level 2はシステムの1/8以上の計算ノードを含むサブシステムの電力実測値からの外挿を、Level 3は実際に測定したエネルギー値(電力の積分)を報告することとなっている。大半のシステムはLevel 1で登録されており、Level 2以上で登録されているシステムは、Green500中でわずかに15システムである。

中島教授が座長を務めたセッションでは、来る Extreme Scale システムを考慮したライブラリおよび計算手法に関する発表や議論が行われた。講演は順にSandia National LaboratoriesのMichael Heroux氏、東京工業大学の横田 理央氏、Università della Svizzera ItalianaのOlaf Schenk氏によって行われた。発表は Extreme Scale におけるライブラリの立ち位置、行列の低ランク近似を用いた密行列問題の扱い、疎行列問題を対象としたLU分解と、重要な問題を網羅したような内容であり、活発な議論が行われていた。

#### 4 JCAHPCによる展示

本年度は昨年度に続き、本学情報基盤センターとしてではなく、筑波大学と共同で設立した「最先端共同HPC基盤施設(JCAHPC)」としてのブース出展を行った。昨年12月より運用を開始した Oakforest-PACS のシステムやそれを用いたアプリケーションに関するポスター展示やパンフレット等の配布を実施した。Oakforest-PACS は本学柏キャンパスに設置され、Xeon Phi シリーズ、Knights Landing を8,208枚導入し、理論演算性能は25 PFlopsに及ぶ。前述した通り今回のTOP500では7位で、国内最速のシステムとなっている。



図3 JCAHPCのブース展示の様子

#### 5 終わりに

今回のISC High Performance 2018は、今回と同じくフランクフルトのMesse Frankfurtにて開催される予定である。開催日程は、6月24日から5日間と予定されている。