

ISC High Performance 2016 (ISC 2016) 参加報告

伊田明弘, 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、2016年6月19日から23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 2016(ISC 2016)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、2016年は第31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、前回の第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、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2016年6月版が発表された。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、400人以上が登壇した。会議全体の参加人数は、過去最高を更新する3,092人を数えた。また、展示会では全世界から集まった160余りの企業や研究機関が展示を行った。開催場所は、前年と同じく、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。ドイツには明確な雨季や梅雨はないそうだが、開催期間を通して、曇りがちで雨が降ることも多く、肌寒く感じるような気候であった。



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

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てきた。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。

ここ数年のTOP500 Listは、特にTOP10の変化が乏しく停滞気味であったが、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)が1位を獲得し、大きく変動した。今回新たに1位に認定された「Sunway TaihuLight」は、LINPACK性能で93.014PFlopsという驚異のスコアを叩き出した。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33.862PFlopsを3倍近く上回り、国内最速のスーパーコンピュータ「京」(同リスト5位)の10.510PFlopsの9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3.0624TFlops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125.4359PFlopsに及ぶ。従って、理論演算性能に対するLINPACKの効率率は74%となる。システム全体の消費電力は15.371MWであり、電力あたりの性能も6.05GFlops/Wと非常に高く、電力性能を競うランキングであるGreen500 List (<http://www.green500.org/>)においても、理研AICSにより設置されているExaScalerおよびPEZY Computingの「菖蒲」(6.67GFlops/W)、「臯月」(6.18GFlops/W)に次ぐ3位にランキングされる見込みである。

1位を獲得した「Sunway TaihuLight」についてさらに詳しく解説する。プロセッサはSunway26010というもので、1.45GHz、8Flops/cycleの計算コア×256と1.45GHz、16Flops/cycleの制御コア×4からなり、64計算コアと1制御コアでひとつのグループを形成している(図2参照)。この1グループがそれぞれ、メモリ帯域幅136.51GB/sec、8GBの容量を持つDDR3 DRAMに接続されており、従って1ノードあたりのメモリ容量は8GB×4=32GBとなるが、4つのメモリはそれぞれ独立しており、32GBのひとつのメモリとしては利用できない。各グループ間の通信はネットワークオンチップ(NoC)を介して行われる。各グループにひとつの制御コアは普通のCPUと同様にL1・L2キャッシュを持つが、演算性能の大部分を担う計算コアは、それぞれ16KBのインストラクションキャッシュこそ有するものの、データキャッシュを持っておらず、代わりに64KBのスクラッチパッドメモリ(プログラム中での明示的なメモリ管理が必要)のみを持つ。「Tianhe-2」に搭載されているIntel Xeon Phi 31S1Pは、コア数は57コアと同程度であるが、各コアにL1・L2キャッシュを持ち、キャッシュ間のデータの一貫性の保持はハードウェアに任せることができる。一方Sunway26010の計算コアはハードウェアとしてこのような機能を持っておらず、ユーザーが明示的にデータのロード・ストア、一貫性も管理をする必要がある。

このように、データ管理などの機能をユーザーに任せてプロセッサの構成を単純化することで、単一プロセッサに多くの演算器を集積し、チップあたりの性能や電力効率を高めているものと考えられる。このような構成のシステムは、普通に書いたプログラムでは性能が出にくく、

性能を出すためのユーザー負担が大きくなると考えられ、今日では避けられる傾向にある。しかし中国はこのシステムの導入を戦略的に行っているように見受けられる。その証拠に、毎年11月に行われるSupercomputing Conferenceにて授与されるゴードン・ベル賞の最終選考(進出者は全体で5チーム程度)に、「Sunway TaihuLight」を利用した3つのチームが残っている。ゴードン・ベル賞は、HPC分野におけるアプリケーションのスパコン上での実性能や計算科学的な成果を総合的に評価し、特に優れたものに与えられる賞である。「Sunway TaihuLight」上で性能の見込めるアプリケーションを適切に選出することからアプリケーションの最適化まで、システム的设计段階から戦略的に準備していなければ、なかなか達成できることではないはずである。SW26010向けの並列プログラミングモデルとして、アクセラレータ向けの指示文ベース並列プログラミングモデルであるOpenACCの拡張を用いているのも興味深い点である。OpenACCのコンパイラはROSEと呼ばれる米国ローレンス・リバモア国立研究所の開発のソース-to-ソースコンパイラをベースに作成しているようだ。アプリケーションのプログラムはOpenACC+拡張指示文を利用して簡便に並列プログラムを記述でき、コンパイラにより一旦SW26010用のライブラリなどを含むプログラムに変換し、変換されたソースコードを元に、最適化のプロが人手で最適化を行う、というアプローチをとったのだと思われる。

多くのプロセッサが利便性を求めて複雑化する中、敢えて単純化することで大きな成果を残したという点で、今回のTOP500 Listは「Sunway TaihuLight」が大きな注目を集めた。TOP500 List全体でも中国の躍進が目覚ましく、リストに占める中国に設置されたシステム数は、前回の109から167へと著しく増加した。昨年のISCでは半数近く(233システム)を占めていた米国が165システムであったため、リストに占めるシステム数でも中国が米国を上回った。日本からのランクインは29システム(前回37システム)に留まった。また、本学情報基盤センターに設置されているOakleaf-FXは前回の74位から85位へと順位を下げた。

グラフ探索速度を競うランキングであるGraph500 (<http://www.graph500.org/>)では、「京」が前回に引き続き1位を獲得したが、「Sunway TaihuLight」が前回2位の「Sequoia」を上回り、初めて2位となった。ここでもやはり「Sunway TaihuLight」が存在感を見せつけ、今後もしかしたら注目を集めそうだ。

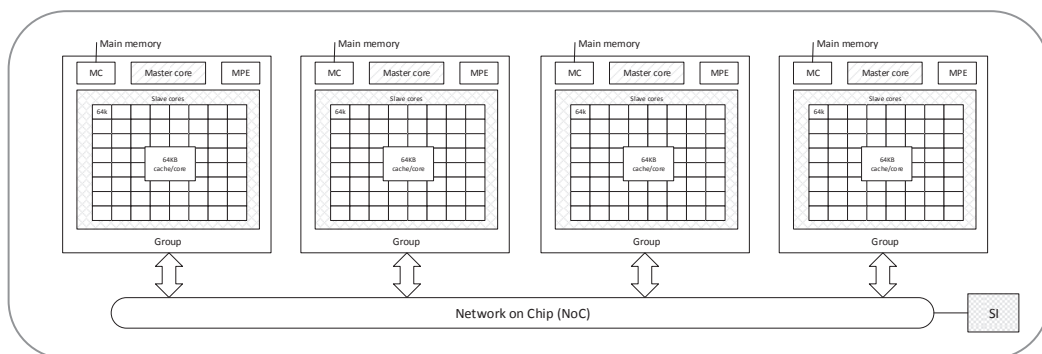


図2 SW26010の1ノードのレイアウト図

(Jack Dongarra Report: <http://www.netlib.org/utk/people/JackDongarra/PAPERS/sunway-report-2016.pdf> より引用)

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キーノート講演は、毎日1件ずつ講演が行われた。初日のキーノート講演では、百度(Baidu)のAndrew Ng博士により、機械学習の現状と将来性についての講演が行われた。2日目は米国Sandia国立研究所のJacqueline H. Chen博士が登場し、エクサスケールで乱流燃焼シミュレーションを行うためにクリアすべき課題についての講演が行われた。最後のキーノート講演では、毎年恒例となっているインディアナ大のThomas Sterling教授による講演が行われた。多少の毒を含んだユーモアを交えた語りは聴衆を飽きさせず、この講演を聞くだけで最新のHPC技術の動向が分かる内容となっていた。

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。その中であって、機械学習および深層学習を含む人工知能に関連したセッションや発表が目をつけた。昨年までは、Big Dataと銘打たれた発表が多くみられたが、一段階実用化へのステージを上げて、これらの発表へと移行した印象を受けた。自動車の自動運転を行ったり、クイズ番組に回答者として出演するなど、人工知能の実用性を謳う研究内容が報告されていた。HPCについての発表の中でも、取り組んでいる課題や将来計画に、人工知能に関する項目が多く挙げられており、注目度の高さが窺えた。しかし、現状では、人工知能分野とHPC分野の間には、まだまだ隔たりが大きいようである。初日のキーノート、Andrew Ng博士の講演ではこう語られていた。これら2つの分野は、互いが互いを大きく発展させる可能性を持つ、2つのSuper Powerであり、融合にむけた取り組みは必須であるが始まったばかりであると。

情報基盤センターからは、中島教授と伊田特任准教授が招待講演を行い、埴准教授が併設ワークショップにてキーノート講演を行った。中島教授は、自動チューニング機構を有するアプリケーション開発環境 ppOpen-HPCについての講演を行い、伊田特任准教授は、大規模分散メモリ環境向け階層型行列法に関する講演を行った。埴准教授の講演は、エクサスケールに向けたハードウェアプロトタイプ開発関連プロジェクトの紹介と、ポストムーアに向けたアーキテクチャ開発に関する内容であった。



図3 講演を行う中島教授(左)、埴准教授(中)、伊田特任准教授(右)

4 JCAHPCによる展示

本年度は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。今年は展示の目玉として、本年12月より運用を開始する時期システム、「Oakforest-PACS」の実物のノード展示(図4参照)を行った。「Oakforest-PACS」は、今回のISCでIntelより正式に発表された次世代の Xeon Phi シリーズ、Knights Landing を8,208枚導入し、理論演算性能は25PFlopsに及ぶ。導入時点で国内最速のシステムとなる見込みである。「Oakforest-PACS」は、本学情報基盤センターの柏キャンパスに設置が進められている。

また両センターで運用しているスーパーコンピューター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を実施し、特に本年7月より運用を開始したスーパーコンピュータReedbushについての紹介も行った。また22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学情報基盤センターからも昨年に引き続き3件のポスターを展示した。



図4 JCAHPCのブース展示の様子(左)、Oakforest-PACSのノード(右)

5 終わりに

次回のISC High Performance 2017は、前回および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18日から5日間と予定されている。