

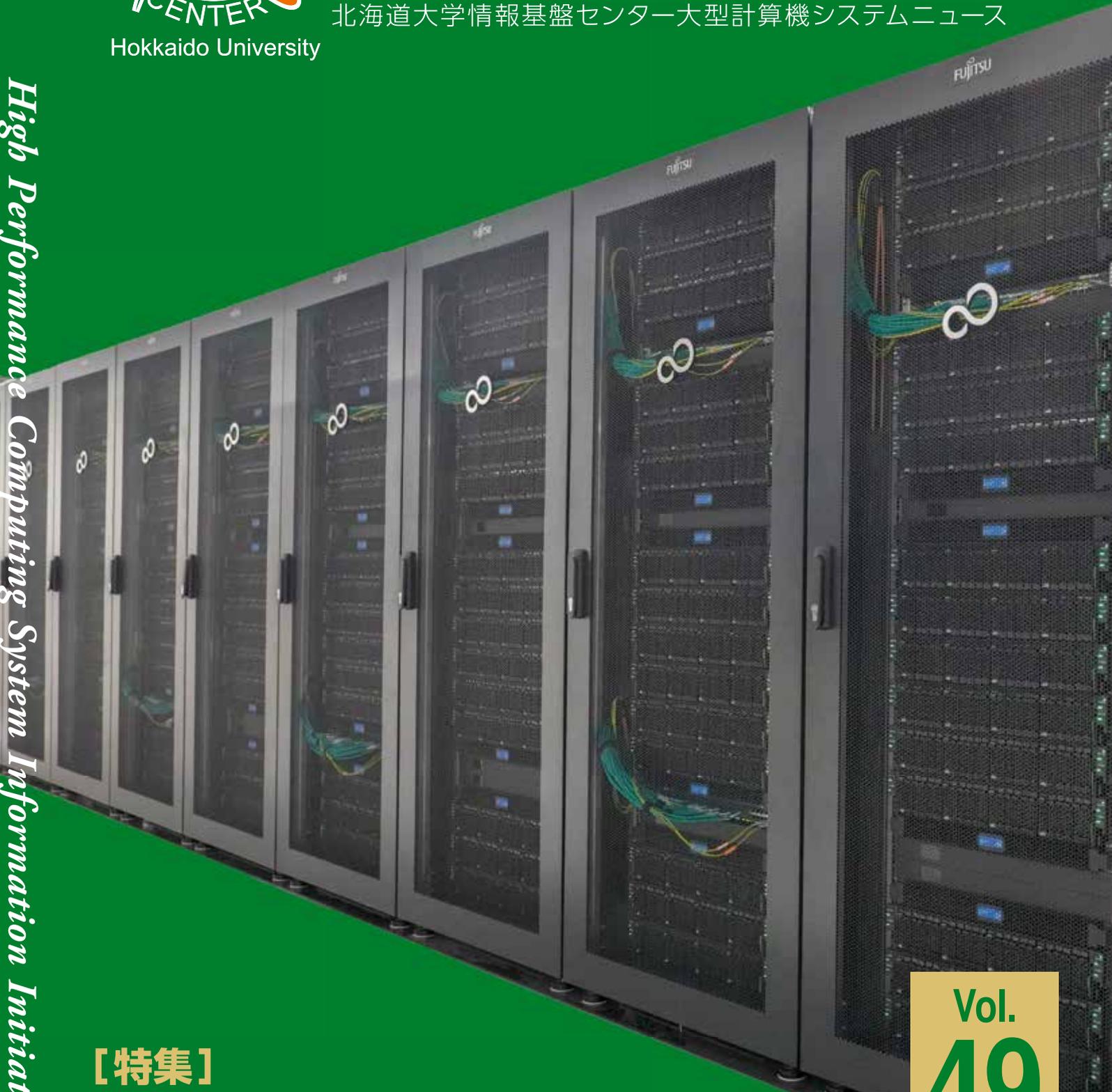


Hokkaido University

iiC-HPC

北海道大学情報基盤センター大型計算機システムニュース

High Performance Computing System Information Initiative Center



【特集】

北大新スパコン登場!

— そのねらいと展望 —

Vol.

49

Jan.

2019



図1: Grand Chariot (サブシステムA) ラック内部 (背面側) の様子



図2: Grand Chariot (サブシステムA) 計算ノードのボード



図3: Grand Chariot (サブシステムA) ラック背面の冷却ファン



図4: Grand Chariot (サブシステムA) ラック背面の冷却ファン裏側

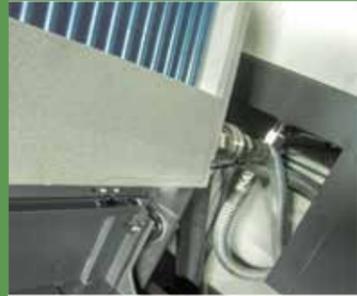


図5: Grand Chariot (サブシステムA) ラック背面ドア下部の水冷却用の管



図6: 屋内に設置されている水冷却用の設備



図7: 水冷却用の管



図8: 屋外に設置されている水冷却用の設備 (冷却塔)



図8: 屋外に設置されている水冷却用の設備 (冷却チャラー)

表紙の写真は、2018年12月にサービスを開始した、新しい学際大規模計算機システム（北海道大学ハイパフォーマンスインタークラウド）の主要部である、スーパーコンピュータシステムGrandChariot(サブシステムA)の計算ノードのラックです。1台のラックに15枚のボードとネットワークスイッチが格納されており、各ボードに4ノード（2基のCPUとメモリ等で1ノードを構成）が搭載されています。図1はラックの内部（背面側）を撮影した写真で、ケーブル類が整理されて収納されている様子が分かります。緑色のケーブルはネットワーク（Intel Omni-Path Architecture）のケーブルで、各ノードに2本接続しています。一方、黒色のホースのようなものは、CPU等を冷却する水冷却装置の液体の管です。図2の写真が1つのノードになりますが、黒色の管により、メモリとCPUが水冷される仕組みとなっています。また、図1のホースが図2の各ノードのホースに接続する構造となります。加えて、ラック自体の背面は、図3の写真のように、ファンが付いた構造となっており、水冷と空冷の両方で効率的に冷却を行う仕組みとなります。図3のファン自体も、裏側は図4のような構造をしており、冷たい水で空気を冷やすことで、空冷の効率を向上させています（図5はファンの付いた扉の下部にある水冷却の水の管の写真です）。これらの水冷却装置で使われる冷たい水は、図6の写真にある装置で冷却されます。ここでは、図7～9のような屋外に設置された装置を含む機材で冷却された水と熱交換を行う仕組みになります（CPU等を冷却する専用の液体とそれを冷却するための水は別系統で混ざらない構造です）。このように、CPU本体だけでなく、様々な最先端の技術を導入することにより、設置場所や電源設備等の限られた条件のなかで、旧システムに対して、新システムでは約20倍の演算性能の向上を実現しました。ぜひ、皆様の研究などにご活用ください。



われわれは、スパコンの現在を考えます。

Contents

表紙の解説

2



3

情報基盤センター大型計算機システムニュース
目次



特集 《インタビュー》

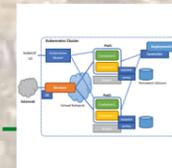
北大新スパコン登場!— そのねらいと展望 —

●北海道大学情報基盤センター

教授 岩下武史先生

助教 深谷 猛先生

4-9



10-13

スパコン・アカデミー
第45回
コンテナオーケストレーションとしての
Kubernetesの活用

●情報基盤センター システムデザイン研究部門 杉木章義

連載

スパコン可視化道場

●番外編 38

PhasedArrayライブラリを利用した可視化(1)

14-15



16-17

スパコンInfo.

- 学際大規模情報基盤共同利用共同研究拠点（JHPCN）の平成31年度公募型共同研究課題募集
- Sapporo Summer HPC Seminar2018を開催
- CloudWeek2018@Hokkaido Universityを開催
- 新システムの学内向け利用者説明会
- 第5回「京」を中核とするHPCIシステム利用研究課題 成果報告会
- Supercomputing Conference 2018(SC18) 参加報告

学際大規模計算機システム
新システム利用のための申請について

18-19



——北海道大学情報基盤センターの、新学際大規模計算機システムのうち、スーパーコンピュータシステムの設計をご担当されている岩下先生、深谷先生にお話をお伺いします。よろしくお願ひいたします。

岩下・深谷 よろしくお願ひいたします。

——まず、岩下先生、今回の新しいシステムの概要についてお教えいただけますか？

岩下 はい。新しいシステムは2つの演算システムと1つのストレージシステムにより構成されているシステムで、ストレージシステムと演算システムの間を、Omni-Pathといわれる規格のネットワークで結んでいます。2つの演算システムのうちの1つのシステムは、汎用のIntel x86のXeonプロセッサを使ったシステムになってまして、我々センターとしては、そちらが主力機であるという風に捉えています。もう1つのシステムはIntel Xeon Phiというメニーコアプロセッサを使ったシステムで、低消費電力性に優れたシステムです。全体の演算性能としては、約4ペタFLOPS、ストレージシステムの方は、全体で16ペタバイトの物理容量を持っています。

——現行システムと比較すると、どのぐらいの性能アップになるのでしょうか？

岩下 現行システムと比べると、20倍以上の演算性能の向上になります。

——今回、既存のユーザにとって一番関心があるのはプロセッサがPowerからx86ベースに変わる部分だと思われそうですが、どのようなメリットが見込まれるのでしょうか？

岩下 x86アーキテクチャに基づくマシンというのは、やっぱり世の中に多いですから、慣れ親しんだプロセッサアーキテクチャのシステムになる人は潜在的には多いと思います。従来SRを使っている人は、PowerアーキテクチャのCPUでもうまく使うことができていたわけですが、なかなかそこは敷居が高いというユーザさんも潜在的にはかなりいるはずで、そういう人たちにとってはより使いやすいマシンに見えるという風に思っています。

——あと、ライブラリやアプリケーションなどのソフトウェア環境面についてはどうでしょうか？

岩下 科学技術計算ライブラリやMPIライブラリは入っています。その他に、フリーのアプリケーションソフトウェアが、かなり研究の第一線で使われるようになってきていますので、ユーザのヒアリングを踏まえて、主要なところはこちらでインストールして提供する、

北海道大学情報基盤センターの新しい「学際大規模計算機システム」（通称：北海道大学ハイパフォーマンスインタークラウド）がいよいよ2018年12月に稼働を開始しました。

本特集記事では、上記のシステムのうち、新しいスーパーコンピュータの設計を担当されたスーパーコンピューティング研究部門の岩下先生と深谷先生に新システムの特徴を中心に語っていただきます。

Interview
with

T. IWASHITA & T. FUKAYA

北海道大学情報基盤センター スーパーコンピューティング研究部門
教授 助教

岩下武史先生・深谷 猛先生 インタビュー

北大新スパコン登場！

—— そのねらいと展望 ——

そういった形にしようと考えています。

——あと、機械学習系のアプリケーションも入るとお聞きしました。

岩下 機械学習を研究室マシンでやっておられる場合は、GPUを使うのが今のところ主流かなというところはあるんですけども、前後のプリ処理、ポスト処理等もありますし、そういった兼ね合いで、我々のスパコンを使うことにメリットがあるような人たち向けに、機械学習のフレームワークも一通り揃えています。

——先ほど、二つの演算システムがあるということでしたが、どういう使い分けになりますか？

岩下 そうですね。あんまりユーザに対して、使い方を枠にはめたくはないんですが、従来のSRのユーザは主力機であるグランシャリオ（サブシステムA）を一応、おすすめします。ポレール（サブシステムB）の方はCPUに高速メモリがついていますので、それをうまく使えるようなアプリケーション向きですね。例えば、ステンシル計算であるとか、そういった計算を主体にやられている方は、トライして頂けるとよいかと思います。

——では、サービス面へとお話を移らせていただきたいと思います。今回、サービスが少し変わるとお聞きしましたが、大きな変更点は占有ノード制の導入でしょうか？

岩下 従来はチケット制の、いわゆる従量課金に近い形で運用はされていたわけですが、やはり前職である京都大学学術情報メディアセンターの経験を踏まえても、年間を通じて資源を確保して使いたいという要望は強いんです。ですから、それに対応した仕組みを今回、新たに入れていきます。

——私もその辺り関心があります。クラウドの研究をしておりますが、研究者としては予算を気にせず使いたいという思いもありますので、その観点でパブリッククラウドは怖くて使えないと感じる場合もあります。ですから、定額制があると嬉しく感じます。

岩下 提供者側としては占有定額制の一つの問題は、申請した資源を使わないまま放置されたとしても、ある一定の資源をこちらが確保しておかないといけないということです。そこで、北大の新しいシステムでは、ジョブスケジューラに工夫を入れてまして、使っていない資源をユーザ間で、融通し合う仕組みをつくりました。お互いに融通し合って、より安価にたくさんのリソースを使えると、全体としてメリットが出ると考えてます。

——深谷先生は主に宣伝を担当されているとお聞きしましたが、これまでのお話で付け加える点はありますか？

深谷 そうですね。これまでのユーザの方には、アーキテクチャの変更になるわけですが、x86系のプロセッサを普段使っている人にとっては使いやすくなる

というのが一番のポイントだと思います。また、ノード数がサブシステムAだけで従来の5倍以上となりますので、より多くの方が同時に利用できるようになるという点でポジティブな点であると思います。また、使えるフリーソフトウェアも増えると思いますので、その意味でも使いやすくなると思っています。

——ユーザから見た場合、国内の数あるスパコンの中で、北海道大学のスパコンを選ぶというのは、どういった利点があるのでしょうか？

岩下 ハードウェア的には似たようなシステムがありますが、ひとつの特徴はクラウドシステムとネットワーク的に近いところであって、緊密に連携した研究ができるということですね。あとはどうでしょう、運用の仕方や負担金、自分のクライアントマシンからのネットワーク的な距離などを総合的に勘案して選んでもらえるようにするということですかね。ただ、人工知能や機械学習の進展など、大きな計算資源を必要とする応用分野がどんどん出てきていますし、ユーザの需要は国内全体のスパコンの演算性能を上回っていると思います。

深谷 正直なところ岩下先生が言われたように、ハードウェアだけ見たら大差ないとも思います。だから、サービスの部分が重要だと思います。あと、国内全体として、スパコンのリソースがきちんと増えているというのは重要な話だと思います。他センターとの競争ではなく、合わせてどれだけあるかというのは重要な点ではないかと思います。

——あとは公募利用との関係ですが、HPCI（革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ）やJHPCN（学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点）、あと本センター独自の萌芽型共同研究にもスパコンは提供されるのでしょうか？

岩下 もちろんです。

——新スパコンになることで、HPCIやJHPCNでの役割は変化していくのでしょうか？

岩下 HPCIという日本全国のHPCのインフラストラクチャーの意味では、今後、京のサービスが終了するというのは、総演算性能的には大きなインパクトがあります。ですから、そこは各大学のセンターが分担して支えなきゃいけないと思います。我々だけが、ユーザがたくさんいるので、HPCIには提供しません、みたいなことはちょっとやれないですし、それは我々の方向性とは違うのかなとは思っています。

——分かりました。ちょっと話題を転換して、岩下先生ご自身の研究の内容と、あと研究と新しいスパコンとの関係についてお話しいただけますでしょうか？

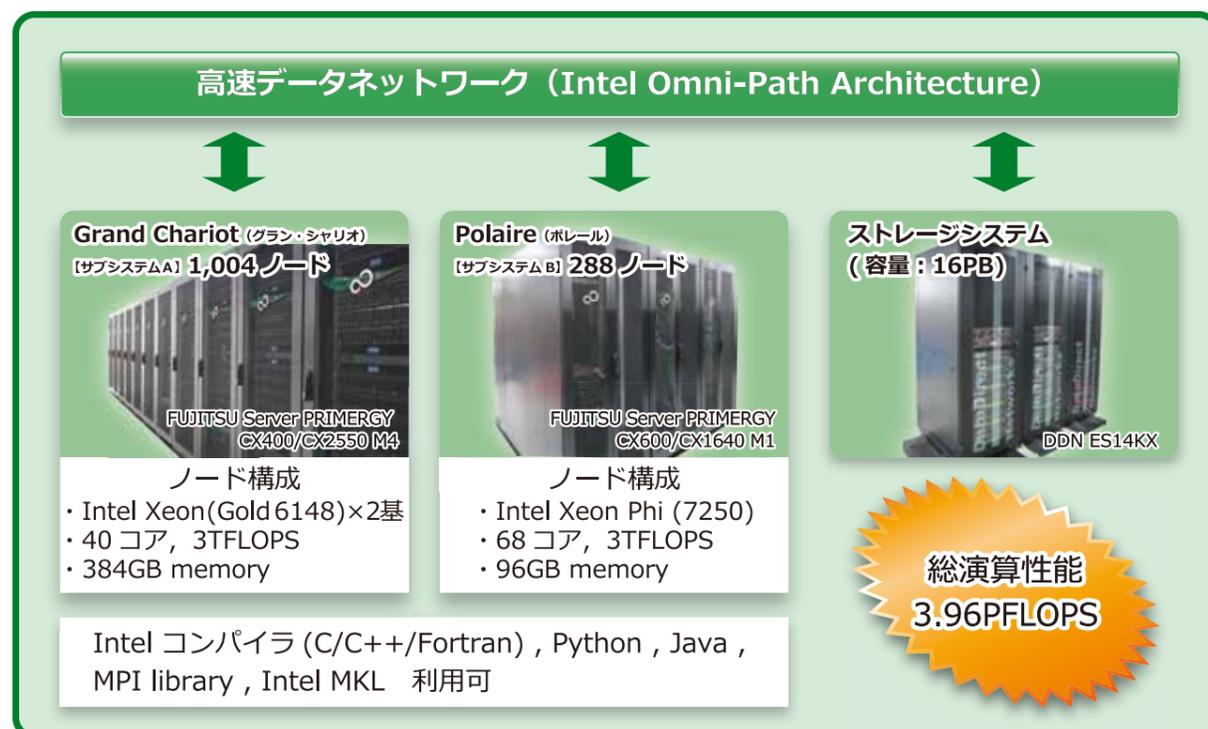
岩下 北海道大学に着任したときにも、iiC-HPCのインタビューを受けたことがありまして、その時と大きな方向性というのは変わっていません。数値線形代数であるとか、電磁場解析であるとか、あるいは近似行列であるとか、高性能計算に関する研究を引き続きやっています。新システムとの関係では、自分の研究とそんなにリンクはしていません。やっぱりユーザ目線での設計が第一義にありますので、設計の段階で我々がやっている応用が高速に動くからとか、そういう観点では見てないですね。ただ、新しいシステムが入った後に、ユーザに対してきちんとしたサービスをやるためには、我々が実際に使ってみて、どういう挙動をするかとか、どういう問題や、あるいはどういう長所があるのかということも掴む必要があります。そうした中で研究の方向性のベクトルを少しそっちに合わせ、新しいシステムで性能を出すアルゴリズムはどういうものなんだろうとか、あるいはどういう実装をすれば早くなるのかとか、そういう研究は必要になってくると思っています。

一例を挙げるとすると、我々の新しいシステムのCPUに限った話ではないのですが、プロセッサの中のSIMDと言われる、複数のデータに対して一括して処理を行う並列計算機構において、その並列数が増えてきていて、ところがプログラマから見ると、それをうまく使うのは簡単ではないといった話があります。そういったところはやっぱり我々の研究のテーマの一つで、我々としてどういうふうにプログラムをすれば、それをうまく使えるのかとか、それをうまく使ったときと使わないときで、どれぐらい性能の差があるのかとかということも、やっぱり見ていきたいなとは思っていますね。

——深谷先生のご研究についても、お願いいたします。

深谷 行列計算を中心に、最新のCPU・並列計算機で、高い性能を出すことを目指して、アルゴリズムや実装方法を中心に研究しています。特定のアーキテクチャやシステムに特化した研究というのはあまりやっていなくて、ある程度抽象化されたアーキテクチャを想定して研究を進めています。ですので、北大の新しいスパコンは、それが特別な研究対象というのではなく、研究内容を実証する一例という位置付けになります。行列計算はいろいろな場面で必要となる基盤技術の一つですので、自分自身の研究を通して得られる情報については、他のスパコンの利用者にも役立つことがあると思いますので、例えば、より効率的なライブラリの情報などを積極的に利用者の方に発信できればと思っています。

——もう少しお聞きすると、汎用性のあるアルゴリズムは有り難いのですが、ただハードウェアの性能が近年、頭打ちになってきております。最近だと、ある問題



PROFILE

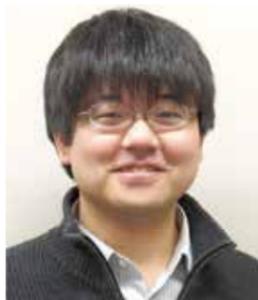


岩下 武史

Takeshi IWASHITA

北海道大学情報基盤センター教授・副センター長

1998年京都大学大学院工学研究科電気工学専攻博士課程修了。京都大学リサーチアシリエイト（日本学術振興会未来開拓学術研究推進事業PD）、同大学助手を経て、2003年より同大学学術情報メディアセンター助教授（2007年職名変更により同准教授）。2014年より北海道大学情報基盤センター教授、2017年同副センター長、現在に至る。高性能計算、線形反復法、電磁界解析、並列処理に関する研究に従事。京都大学博士（工学）。1996年電気学会 電力・エネルギー部門大会優秀論文賞、2007年情報処理学会山下記念研究賞、2012年HPCS2012最優秀論文賞、2018年xSIG2018 Best Research Award受賞。



深谷 猛

Takeshi FUKAYA

北海道大学情報基盤センター
スーパーコンピューティング研究部門 助教

2012年名古屋大学大学院工学研究科計算理工学専攻博士課程（後期課程）修了。神戸大学大学院システム情報学研究所 特命助教、理化学研究所 計算科学研究機構（現 計算科学研究センター）大規模並列数値計算技術研究チーム 特別研究員を経て、2015年より現職、現在に至る。高性能計算、線形計算アルゴリズムに関する研究に従事。博士（工学）。2009年EASIAM Student Paper Competition 2nd Prize、2009年HPCS2009最優秀論文賞、2010年名古屋大学学術奨励賞、2018年xSIG2018 Best Research Award受賞。

領域に特化して、ハードウェアから作り込んでいくようなアプローチもありますが、そういう方向には行かないのでしょうか？

深谷 今のところ、そのようなアプローチで研究を進める予定はないですね。与えられたハードウェア上で、いかに効率的なアルゴリズムを実現するか、ということ念頭において研究を行っています。私自身が応用数学分野の研究室の出身で、これまでも、ある程度ハードウェアの特徴を抽象化した上で、それに適するアルゴリズムを議論する、というスタンスでこれまで研究をしてきたので、今後も当面は同じスタイルを進めようと思っています。

岩下 深谷先生の研究のスタンスということだと思います。

——私も汎用性がある方が、使う側としても非常に楽ではあります。

岩下 そうですね。その辺の議論はなかなか難しいところですが、自動チューニングという概念があり、コンパイラであるとか、ミドルウェアであるとか、そういうところがアーキテクチャの違いを吸収してくれる、ユーザとしては非常に楽だとは思いますが、現実の問題としてはやっぱりそんなに簡単ではないですし、アーキテクチャの変化は激しいので、深谷先生のように応用数学の立場に身を置くと、たくさんの計算ノードがあって、ネットワークでつながっているとか、スパコンやクラウドを抽象化した概念を意識して研究されているという感じになるのかなと思います。ただ、ありもしない計算機を想定して、100GHzのクロックで動く、単体でめちゃくちゃ速いCPUとか、そういうものを想定してるわけではなくて、今の世の中に普通にある計算機を抽象化してということかなと思いますね。

岩下 一つご紹介しておくとなると、他のセンターでは事業としてはやってるんですけども、マシン調達の中に含めてやっているところはないんじゃないかなと思うんですが、今回、公募制の移植支援事業とプログラムのチューニング支援っていうのを、スパコンの調達の予算の中でやるという形を取らせていただいています。そういったところでは、ユーザが持っているプログラムを対象に、先ほどの深谷先生のお立場とは違って、我々の新システムで動作させるとか、あるいはそこで高い性能を出すためのチューニングっていうのを、ユーザとセンターと納入ベンダの三者でやっとうとしてます。公募制なので、公募で選ばれた人やプログラムが対象ということには現時点でありませんけれど、そういった試みもやっとうとしてしています。

——そろそろインタビューをまとめたいと思います。

繰り返しにはなりますが、改めて新しいシステムの売り、セールスポイントはありますか？

岩下 そうですね。x86のプロセッサをベースにOSもLinuxを採用して、世の中で主流の計算機に近い形になっています。フリーソフトウェアのアプリケーションのサポートであるとか、あるいはスクリプト言語の処理系であるとか、そういった幅広いソフトウェアスタックが、より簡単に使える環境にはなると思っています。そこをうまく使って頂くとメリットが出やすいということと、また、研究室で持てるサーバと比べると、スケラビリティの点で優れているはずで、1000ノード、例えばそういった大きなノード数での実験ができる環境がありますので、一度に1000ノードを全部使ってもらえるかどうかは、サービスの体系次第なんですけれども、やっぱりそういう大規模な計算で、計算科学であるとかそれぞれの応用分野で、他の人たちができないようなことをやってもらうっていうところ、それが比較的簡単にできるっていうのが、やっぱり売りなのかなと思います。

——深谷先生はいかがでしょう？

深谷 先ほどの話題の中で述べたように、新システムの広報や利用案内を主に私が担当しているので、利用者の方にとって使いやすいシステムであるということが売りとなるようにしたいと思っています。例えば、重要なポイントとして、利用者マニュアルというのがありますので、その整備をしっかりと進めたいと思っています。今回、旧システムから大きな変化があるので、旧システムの利用者が新システムにスムーズに移行できるようにサポートするというのが一つの重要なタスクになります。次に、新システムのアーキテクチャが日常的な環境に近いものになったということで、これまで大学のスパコンというものを使ったことがなかった方に利用者となっていただくことを期待しています。その方たちのサポートというのが二つ目の重要なタスクになると考えています。新システムが稼動してしばらく経ったときに、「新システムの売りは使いやすいです。」と胸を張って言えるように、努力したいと思っています。そのためには、利用者の方の率直な意見が大変参考になるので、ぜひ、新システムをご利用いただき、ご意見をいただければ幸いです。

——もう一つお聞きしてもよいでしょうか？ 随分気の早い話のような気がしますが、さらに次のスパコンや将来のスパコンはどのような姿になるのでしょうか？

岩下 5年後ですから24年1月に近いですね。一つの方向性としては、日本ではポスト京が動き出しているはずで、それは大きな流れになると思うんですが。プロセッサに関しては、やっぱり低消費電力性能が非常に問われる状況になってきているはずなので、我々

のセンター、特にこの建物の中に入れてくると、演算性能を伸ばすためには、恐らくアクセラレータを使わざるを得ないのかなとは思いますが、だからGPUなのかFPGAなのか、もっと違う新しいものか、従来の汎用的なプロセッサにくっついた形でノード化されているという形にシフトしていかざるを得ないかもしれないという予測はありますね。

また、今回の調達ではそこまでPUEとかにこだわった設計はしていないんですけども、やっぱり電力性能は今よりもさらに重要にはなってくると思います。そういったところ、なかなか評価するのも難しいんですが、我々、冷涼な地域にいますので、そういったところで、その特徴が出せるような設計っていうのもあるのかなと思います。そうなってくると、例えば建物も含めてどうのとかいう話になってきて、単に物、スパコンとかクラウドのハードを入れるだけじゃない話にもなってくるので、ちょっと大きな、大学としての大きな調整が必要になってくると思いますね。

——改めて、深谷先生のご意見もお伺いしたいと思います。

深谷 私も岩下先生が言われた内容に基本的に同感です。一点、我々が考えなければならない課題として、大規模化するデータの扱いがあると思っています。昨今、IoT技術の発展により大量のデータの取得が容易になり、データサイエンスなどでそれらを扱う場面が多くなっていると思っています。また、スパコンの能力とともに、シミュレーションの結果のデータも膨大なものになっています。スパコンを更新する際に、データをまるごとコピーするというのは、必要な時間等の点で、今後は非現実的になることも十分有り得ると思います。データは貴重なものであるため、判断が難しい問題だと思います。最も、他大学のセンターでも、この点に対する明確な対応が示されていないので、北大だけでなく、分野全体に共通する今後の課題だと現状では認識しています。

——これにて終わりたいと思います。岩下先生、深谷先生、お忙しい中、ありがとうございました。

岩下 いえいえ、ありがとうございました。

深谷 ありがとうございました。

本インタビューは
新システムの稼働前に行われました。

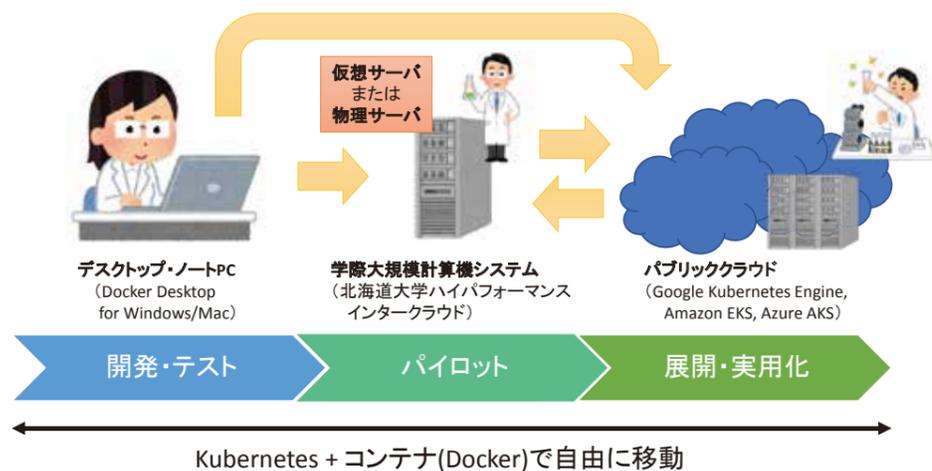


図3: コンテナを活用した研究のライフサイクル

さらには本記事では、DockerとKubernetesを活用した汎用的なコンテナ技術について解説していますが、特定の研究領域に特化したコンテナのソリューションが提供されている可能性があります。少なくとも、ゲノム解析などの生命情報科学領域では、コンテナの活用が進んでいるようです。

デスクトップでのKubernetesの利用

近年、WindowsやmacOSのPC上で、非常に簡単にDockerやKubernetesが利用できます。Docker Community Edition for Windowsまたはfor MacをDocker社のサイトからダウンロードし、インストールすることで利用できます。DockerコンテナはHyper-VまたはHypervisor.frameworkの仮想マシンとして実行されるため、オーバーヘッドはありますが、気軽に試すことができます。また、KubernetesはインストールされたDockerの「Preference > Kubernetes > Enabled」をチェックすることで利用開始できます(図4)。また、個人的に便利だと感じているのは、同じ設定メニューにリセット機能があり、仮にDockerやKubernetesの環境がおかしくなったとしても、容易に元に戻すことができます。



図4: Docker DesktopにおけるKubernetesの有効化

パブリッククラウドでのKubernetesの利用

Amazon Web Services、Google Cloud Platform、Microsoft Azureなどの主要なパブリッククラウドでは、既にKubernetesがサービスとして提供されており、ボタンクリックで直ちに利用を開始することができます。それぞれ、Amazon EKS、Google Kubernetes Engine、Azure Kubernetes Serviceなどの名称で提供されています。これらのサービス



図5: Google CloudにおけるKubernetesの利用

に関してKubernetesは複数の仮想マシンによるクラスタ環境で提供されるため、利用料金は各仮想マシンの利用料金のもととなっていることが多いようです。

図5にGoogle Cloud Platformにおける利用画面について示します。この画面はKubernetes Dashboardの画面に近い構成となっており、直感的に利用することができます。

クラスタ計算機でのKubernetesの利用

学際大規模計算機システムのようなオンプレミスのクラウド環境でKubernetesを活用する利点は、豊富な資源量を長期間にわたり持続的に使える点にあります。電気料金相当額の極めて低廉な料金で利用でき、ネットワーク転送量による従量課金もありません。SINET5の低遅延かつ高速な回線が利用できる点もメリットだと考えられます。また、パブリッククラウドのような従量制での利用と異なり、月額または年額での定額利用となるため、電源オン・オフを細かく制御する煩わしさがありません。そのため、試行錯誤を伴うような研究開発の初期段階に、特に向いていると考えられます。

しかしながら、CentOS7などのLinux環境でKubernetesを利用するためには、少し煩雑なインストール作業が必要になります。この作業は、永続化ストレージや仮想ネットワークなどのKubernetesの環境を細かくカスタマイズできる反面、煩わしさが伴います。

単一ノードの場合は、**minikube**で容易にKubernetesの利用を始めることができます。ただし残念ながら、複数ノードのクラスタ環境には対応していません。

複数ノードの場合は、**kubeadm**または**kubeadm**でインストールするのが現時点ではよいようです。これらのインストールに関するインターネット

上で多数の解説記事が出ておりますので、ご参照ください。Kubernetesの環境構築後、利便性の観点から、KubernetesをGUIで管理する**Kubernetes Dashboard**を直ちに導入することをお勧めいたします(図6)。

Kubernetes周辺のエコシステム

Kubernetesはまだまだ発展途上にありますが、Kubernetesを中心としてエコシステムが徐々に形成されつつあります。例えば、Kubernetes上のTensorflowによる機械学習環境として、**kubeflow**が熱心に開発されています。kubeflowのインストールに関して、Kubernetesの設定ファイルであるマニフェストを管理する**ksonnet**が活用されています。また、Google社ではKubernetesをサーバレスコンピューティングに対応させる**Knative**、コンテナの実行環境をよりセキュアにする**gAdvisor**、さらには複数の企業と連携し、Kubernetesをマイクロサービスに対応させる**Istio**の開発を進めているようです。

また、ビッグデータ処理基盤のKubernetes対応も進んでおり、例えば**Apache Spark**では処理タスクをKubernetesのコンテナとしてネイティブに実行する機能の実装が既に完了しています。以上から、Kubernetesは開発期を終え、普及期に到達していると考えるのが自然でしょう。

まとめ

本記事では、Dockerなどのコンテナ技術およびコンテナオーケストレーション基盤であるKubernetesについて解説しました。学際大規模計算機システムのクラウドを活用した研究活動において、これらの技術が活用され、様々な研究分野において研究が飛躍的に発展することを期待いたします。

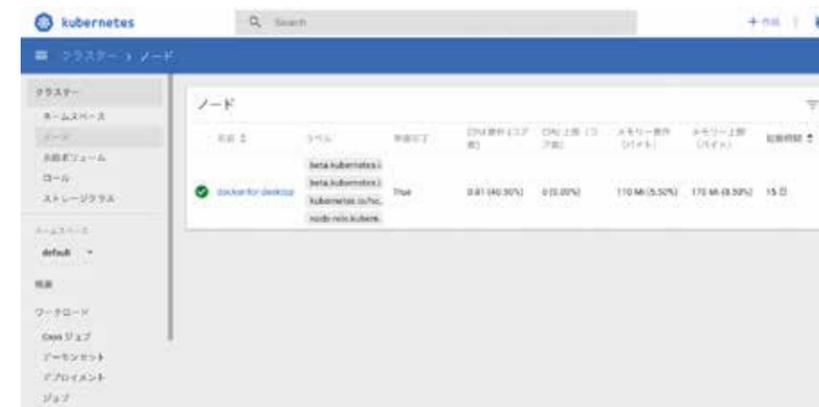


図6: Kubernetes Dashboardの画面

スパコン可視化道場

本センター学際大規模計算機システムでは、AVS/Expressの最新バージョン8.4の学内ユーザ向けダウンロードサービスを行っています。新バージョンでは、新機能の追加や既存の可視化モジュールの改良などが行われています。そのような新機能のひとつとして、気象可視化ライブラリ (PhasedArrayライブラリ) が利用できるようになりました。このライブラリに含まれる可視化モジュールは、フェーズドアレー気象レーダにより得られた観測データを可視化するために、既存の可視化モジュールを組み合わせることで新たな可視化モジュールを構築し、さらに可視化に便利な機能を追加しています。気象レーダは複数の周波数帯の電波を雲などに向かって照射することで、そこからの電波の反射強度や反射波の到達時間を観測します。それら観測データから、ターゲットまでの距離、空中の水分量や降雨の強さなどを分析します。観測データは3次元フィールドデータで、周囲に比較して中心部で大きな値を有しているのが特徴です。したがって、PhasedArrayライブラリは気象観測データに限定されることなく、波動や流体などの物理現象を対象としたシミュレーション結果にも適用できます。

今回から複数回にわたって、PhasedArrayライブラリに含まれる可視化モジュールを利用した一般的なフィールドデータの可視化方法を解説します。

番外編 38

PhasedArrayライブラリを利用した可視化(1)

PhasedArrayライブラリ

ライブラリページ**PhasedArray**を表示するためには、AVS/Expressを起動後、ライブラリページを切り替えるためのプルダウン・メニューから**PhasedArray**を選択します。図1はそのプルダウン・メニューを表示しており、赤色矢印で示す箇所に**PhasedArray**があります。**PhasedArray**を選択すると、利用可能なモジュールやアプリケーションが表示されます。可視化モジュールのいくつかはライブラリページ**Main**に含まれているものと同じ名称ですが、入力ポートや出力ポートに違いがありますので注意してください。また、アプリケーション(名称が**App**で始まるモジュール)は観測データの可視化を前提に作り込みが行われているので、それ以外のユーザデータに適応するためには指定された書式のデータを準備する必要があります。したがって、今回はライブラリ**DataIO**、**Filters**、**Mappers**および

Geometriesに含まれている可視化モジュールを利用することにします。

今回の可視化で使用するフィールドファイルは3次元の直交等間隔格子で、3つの座標軸方向の格子数が(521,792,86)で、スカラ値です。このデータは、屋内に設置された周波数5.2GHzの波源から放射された電磁波の定常状態における電界強度分布です。一般的に、電界強度は波源付近で大きく、波源から遠ざかるに従って小さくなります。このことは、気象レーダの観測データと同じであると考えられます。

ユーザデータの可視化

可視化モジュールの構成を図2に示します。同図において、青色で示した可視化モジュール**isosurface_nest**および**AlphaPlane**はライブラリページ**PhasedArray**に含まれ、それ以外のモジュールはライブラリページ**Main**に含まれています。可視化モジュール**ReadField**を利用してデータを読み込みます。ただし、格子数が多く、可視化処理に時間がかかるので、可視化モジュール**downsize**を利用してすべての軸方向で格子数を4分の1にしています。その出力は可視化モジュール**set_minmax**に入力され、可視化するデータ値の範囲を-50から-40に制限します。ただし、可視化モジュール**downsize**の出力を可視化モジュール**AlphaPlane**の入力と

することも可能です。その場合、可視化モジュール**AlphaPlane**のコントロールパネルで値の範囲(最小値および最大値)を設定します。

可視化結果を図3に示します。同図の黒色直線で示す可視化境界の描写には可視化モジュール**bounds**を使用しています。このモジュールは、図2に示される可視化モジュール**downsize**の出力を入力とし、可視化画面上に可視化領域を表示させます。さらに、可視化モジュール**set_minmax**の出力は、ライブラリページ**PhasedArray**で提供されている可視化モジュール**isosurface_nest**および3つの可視化モジュール**AlphaPlane**の入力として使用します。図3において、可視化モジュール**isosurface_nest**の表示結果は可視化領域の中央に表示され、可視化モジュール**AlphaPlane**による表示結果が3つの境界面に表示されています。

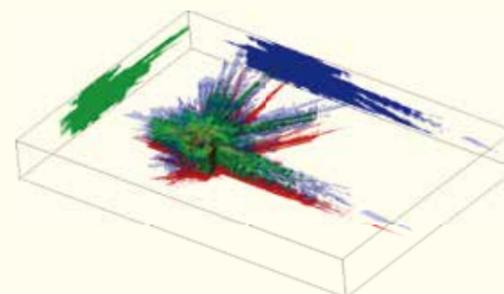


図3.ユーザデータ(直交等間隔データ)の可視化結果

ライブラリページ**PhasedArray**で提供されている可視化モジュール**isosurface_nest**および**AlphaPlane**について順に説明します。可視化モジュール**isosurface_nest**は本誌30号**スパコン可視化道場・番外編19**においてすでに取り上げています。その機能は指定された範囲内で複数の値に対する等値面を可視化することです。図4にコントロールパネルを示します。設定パラメータは、上から順に等値面の数、値の最小値と最大値、表示の透明度設定です。等値面の数は0から8まで設定できます。図3の可視化結果では、等値面の数を3としています。このことはユーザデータに依存しますので、直感的に分かりやすい可視化結果を得るためには、等値面の数の設定に加えて、最小値や最大値の設定および透明度の設定を変えながら試してみることが必要です。

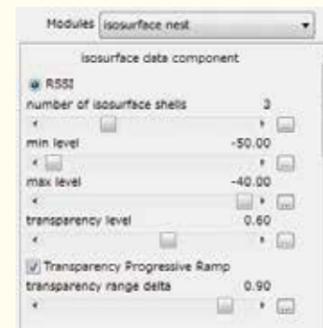


図4.可視化モジュール**isosurface_nest**のコントロールパネル

次に、可視化モジュール**AlphaPlane**について説明します。この可視化モジュールは指定した座標軸方向に垂直な2次元平面におけるユーザデータの写像すなわち影を描画します。図3の可視化結果において、描画領域下面および2つの側面に示された図面は、描画領域内部の可視化結果の形状を表しています。例えば、高さに依存して分布が変化する場合、分布の範囲を高さ方向で足し合わせて表示させるのに有効です。可視化モジュール**AlphaPlane**のコントロールパネルを図5に示します。設定パラメータは、座標軸方向、描画する平面位置、値の最小値および最大値、透明度(Alpha value)、色(RGB値)です。図3においては、いずれの平面とも位置を0とし、平面ごとに異なる色を指定しています。

まとめ

本連載記事においては、AVS/Express8.4の新機能「PhasedArrayライブラリ」について、ライブラリページに含まれる可視化モジュールを利用したユーザデータ(フィールドデータ)の可視化方法について解説しました。これら可視化モジュールは新たな機能が追加されており、新規の可視化モジュールとして利用することができます。それにより、可視化の手順が簡略化され、短時間に高品位な可視化結果を得るために役に立ちます。

なお、PhasedArrayライブラリの詳細については、メーカ提供のマニュアル「**PhasedArrayライブラリ**について第1部」および「**PhasedArrayライブラリ**について第2部バッチ処理の方法とWebGL機能」をご参照ください。

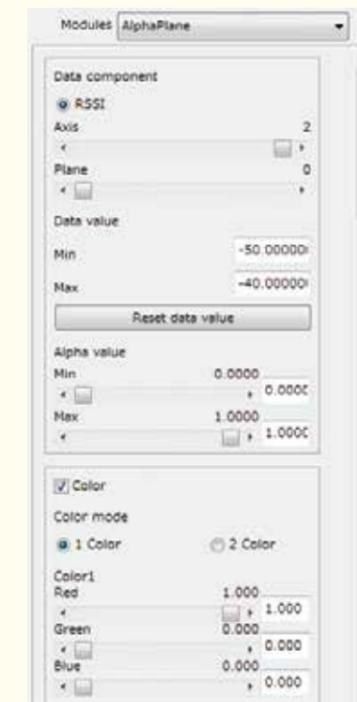


図5.可視化モジュール**AlphaPlane**のコントロールパネル

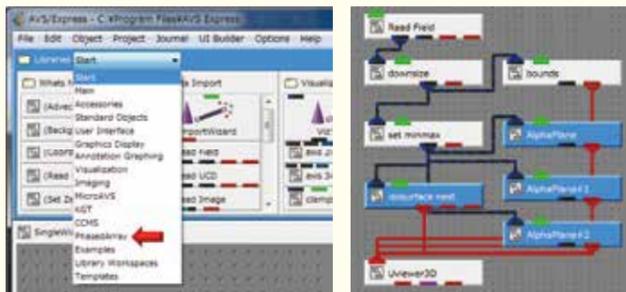


図1.ライブラリページの切替

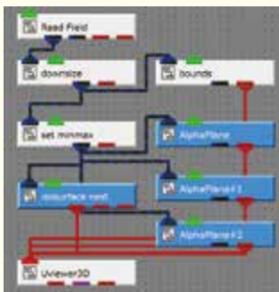


図2.可視化モジュールの構成

学際大規模情報基盤共同利用共同研究拠点 (JHPCN) の平成31年度公募型共同研究課題募集

「学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点 (JHPCN)」は、北海道大学、東北大学、東京大学、東京工業大学、名古屋大学、京都大学、大阪大学、九州大学にそれぞれ附属するスーパーコンピュータを持つ8つの情報基盤系共同利用センターから構成され、東京大学情報基盤センターがその中核機関として機能する「ネットワーク型」の共同利用・共同研究拠点です。

JHPCNでは下記のとおり共同研究課題を広く募集しています。

課題応募受付締切 (Web提出) : 2019年1月 7日(月)

紙媒体の課題申込書提出期 : 2019年1月15日(火)

共同研究開始 : 2019年4月 1日(月)

ホームページ : <https://jhpcn-kyoten.itc.u-tokyo.ac.jp/ja/>

Sapporo Summer HPC Seminar2018を開催



本センター主催Sapporo Summer HPC Seminar 2018を下記のとおり開催しました。今年度で通算4回目の開催となり、カーネギーメロン大学 (米国) のFranz Franchetti教授によるプログラムコード自動生成に関する招待講演と、本センターのスーパーコンピューティング部門の教員を含む3名による講演が行われました。高性能計算分野における最新の研究内容について活発な議論を行い、参加者間の交流を深めることができました。

本センターでは、引き続きスパコンやHPC関連分野の研究者を招いたセミナーを定期的に開催し、ユーザ間の情報交換や交流の場を提供したいと考えています。

日時 : 2018年8月8日(水)14:00~16:50

場所 : 北海道大学情報基盤センター北館 (4階) 会議室

CloudWeek2018@Hokkaido Universityを開催

2018年9月3日(月)から5日(水)の期間、本センター主催のクラウドコンピューティングに関するイベント、CloudWeek2018@Hokkaido Universityを開催しました。本イベントはアカデミックインタークラウドシンポジウム2018、オープンクラウドカンファレンス2018、第14回地域間インタークラウドワークショップの三つから構成され、大学等の研究機関およびクラウド関連企業から27件の講演と1件の基調講演が集まりました。



のべ約300名以上の参加があり、クラウド技術に関する情報交換を行うことができました。

新システムの学内向け利用者説明会

2018年12月の稼働開始にあたり、新しい学際大規模計算機システム (通称: 北海道大学ハイパフォーマンスインタークラウド) の学内利用者向け説明会を下記の通り実施いたしました。当日はのべ81名の参加があり、説明会後には個別の利用相談にも応じました。

第1回 : 2018年10月29日(月) 理学研究院5号館206号室

第2回 : 2018年10月30日(火) 工学研究院B-11室

第3回 : 2018年11月 6日(火) 創成科学研究棟セミナー室B、C室
函館キャンパス大会議室 (テレビ会議による遠隔開催)



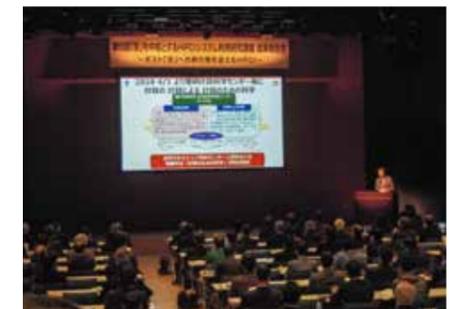
第5回「京」を中核とするHPCIシステム利用研究課題 成果報告会

本センターが計算リソース提供機関を担当している「京」を中核とするHPCIシステムについて、第5回成果報告会が下記のとおり開催されました。この報告会では、優秀成果受賞課題による8件の成果発表およびポスターセッションに加えて、ポスト「京」に関する松岡 聡 理化学研究所 計算科学研究センター長の特別講演とパネルディスカッションが行われました。本成果報告会では、HPCIシステムを利用した研究成果とポスト「京」に向けた様々な話題について、活発な議論がなされました。

日時 : 2018年11月2日(金) 10:00~18:00

場所 : THE GRAND HALL (品川)

ホームページ : <http://www.hpci-office.jp/>



Supercomputing Conference 2018(SC18) 参加報告

2018年11月11日(日)から16日(金)の期間、米国ダラスで開催された国際会議SC18に本センター教員3名が参加し、ブース展示、関連技術・研究の動向調査等を行いました。新学際大規模計算機システムのGrand Chairotは第52回 (2018年11月版) のTop500で95位、HPCGで53位にランクインしたことが発表されました。ブース展示では、のべ154名以上 (海外機関の所属者127名) の訪問者があり、総務企画部広報課 (国際広報) から提供された広報用ノベルティを配布するとともに、ポスター展示等を通じて、新システムや公募型共同研究課題の紹介を行い、本センターの活動を幅広く伝えました。

ホームページ : <https://sc18.supercomputing.org/>



学際大規模計算機システム

〈新システム利用のための申請について〉

本コーナーでは、2018年12月にサービスを開始した新学際大規模計算機システムを利用するために必要な申請手続きの概要を説明します。新システムの利用をご検討する際のご参考になれば幸いです。

必要な申請の概要

新システムを利用するために必要な申請として、「利用者登録申請」と「付加サービス申請」の2種類の申請があります。

ステップ1. 利用者登録申請（利用者番号の取得）

スパコンシステム・クラウドシステムを含めた学際大規模計算機システムを利用するためには、まず、利用者登録申請を行い、利用者番号を取得していただく必要があります。利用者登録申請は利用者ごとに行っていただく必要があり、1件ごとに基本負担金（一般：¥12,960/年、学生：¥2,160/年）が必要となります。クラウドシステムの場合には、利用者にroot権限（管理者権限）が付与され、利用者の責任でシステムのユーザを追加することが可能ですが、スパコンシステムの場合には、利用者全員が利用者登録申請を行う必要があります。なお、旧システムで平成30年度の利用者登録を済ませている方は、引き続き新システムも利用可能となります。

【注】利用者番号（アカウント）の使いまわしは厳禁です。

利用者登録申請を行うと以下の各種サービスが利用可能となります。

スパコン関連基本サービス

- 試用・デバッグ用の共用ノードの利用（4ノード程度、経過時間1時間程度まで、全ユーザが利用）
- スパコンストレージの利用（home領域100GB）
- アプリケーションサーバの利用（民間ユーザは不可）

クラウド関連基本サービス

- クラウドストレージの利用（一般：100GB、学生：10GB）



ステップ2. 付加サービス申請

スパコンシステムを利用した大規模な計算、大容量データを保管するためのストレージ、あるいは各種クラウドサーバ等を利用するためには、上記の利用者登録申請を済ませた後、別途、付加サービスを申請していただくことになります。付加サービスの申請には、それぞれのサービスに応じた負担金が別途必要になります。

スパコン関連付加サービス

- 共用ノード利用
- 占有ノード利用
- スパコンストレージ

※スパコンの付加サービスはグループ利用が可能です。（付加サービスの申請者がグループ利用を認める利用者を追加する仕組みです。）

クラウド関連付加サービス

- 仮想サーバ ●物理サーバ ●GPUサーバ
- クラウドサーバ追加ストレージ
- インタークラウドパッケージ
- クラウドストレージ

※GPUサーバは数に限りがあるため、空きがあり、適当な場合に利用を認めます。また、インタークラウドパッケージは原則、HPCIやJHPCNの共同研究課題採択者に限って提供します（センター長が認めた場合にはその限りではありません）。

スパコン・クラウドの付加サービスの詳細はシステムのWebページ等でご確認ください。

具体的な手続きの紹介

これまでに説明した各種申請の多くは学際大規模計算機システムのポータルページからオンラインで行うことができます。以下では、その一例を紹介します。なお、以下で示す画面は本稿執筆段階のものであり、実際の画面と異なる点がある場合がありますのでご了承ください。

ステップ1. 利用者登録申請（利用者番号の取得）

北海道大学の教職員の方はSSO（シングルサインオン）によりポータルページにログインして、オンラインで利用者登録申請を行うことができます。それ以外の方は、利用者登録申請書により申請を行っていただきます。利用者登録申請がなされた後、情報基盤センターで承認を行い、利用者番号が発行されます。

※支払責任者の登録

利用者登録申請時に、基本負担金や付加サービスの負担金の支払責任者（研究費等の財源とその管理者）の登録が必要になります。



ステップ2. 付加サービス申請

付加サービスの申請は、原則、ポータルページからオンラインで行います。（一部の付加サービスは申請書による申請も可能です。）利用者の方が付加サービスを申請後、情報基盤センターで承認を行い、申請した付加サービスの利用が可能となります。



スパコン付加サービス申請ページ



クラウド付加サービス（仮想サーバ）申請ページ

最新の情報及び申請書等は、情報基盤センターホームページの新システム案内Webページ（<https://www.hucc.hokudai.ac.jp>）またはメルマガ等で随時ご案内いたします。



●メールマガジン講読のご案内

本センター学際大規模計算機システムに関するさまざまなお知らせ（運用予定、利用講習会、講演会案内、トピックス）、また、利用法に関するヒントをメールマガジンでお届けしています。メールマガジンを講読されるためには登録が必要です。下記ホームページで登録を受け付けています。本センターの利用登録の有無に関わらず、メールマガジンの講読が可能（無料）ですので、この機会に是非登録されてはいかがでしょうか。

●メールマガジンの登録または削除

<https://mmag.hucc.hokudai.ac.jp/mailman/listinfo/mmag>

●スパコンのための情報サービス一覧

情報サービス	内 容
利用者受付	学際大規模計算機システム利用のための登録・総合情報 TEL 011-706-2951
利用講習会	使い方・プログラム講習 https://www.hucc.hokudai.ac.jp/news/event/
メールマガ情報	さまざまな学際大規模計算機システム情報の速報 https://mmag.hucc.hokudai.ac.jp/mailman/listinfo/mmag
iiC-HPC	大型計算機システムニュース、その他ダウンロード https://www.hucc.hokudai.ac.jp/publications/iic-hpc/

●編集後記

本号の特集記事では新学際大規模計算機システムのスーパーコンピュータ部分の設計をご担当されたスーパーコンピューティング研究部門 岩下武史教授、深谷 猛助教にお話を伺いました。インタビューの中で、以前のシステムと比較して20倍以上の演算性能となること、占有ノードが追加導入されること、ご自身の研究と新システムとの関連性についてお話しいただきました。次号発行は新システムの稼働後となる予定です。是非、新システムを活用していただき、沢山の事例をiiC-HPCの特集記事でご紹介できればと考えております。

●次号の特集予告

次号は、新しい学際大規模計算機システムの稼働を機に、紙面の若干のリニューアルを予定しています。特集記事については、好評により継続する予定ですが、現在の利用者であるかどうかにとらわれず、新しいスパコンやクラウドの方向性に関して、さまざまな方々に広くお話を伺いたいと考えております。

●本誌へのご意見をお聞かせください。

連絡先 : kyodo@oicte.hokudai.ac.jp
北海道大学 総務企画部 情報企画課 共同利用・共同研究担当
TEL 011-706-2956 FAX 011-706-2936
iiC-HPCニュースは本センターホームページからダウンロード可能です。
<https://www.hucc.hokudai.ac.jp/publications/iic-hpc/>

iiC-HPC 第49号

編集・発行：北海道大学情報基盤センター共同利用・共同研究委員会システム利用専門委員会

● 情報基盤センター	杉 木 章 義	● 理学研究院	石 渡 正 樹
● 情報基盤センター	岩 下 武 史	● 農学研究院	谷 宏
● 情報基盤センター	大 宮 学	● 工学研究院	萩 原 亨
● 情報基盤センター	深 谷 猛	● 総務企画部 情報企画課	更 科 高 広
● 文学研究科	橋 本 雄 一		

平成31年1月発行 印刷：株式会社 正文舎 TEL011-811-7151

