

SC24 出展報告

伊達 進^{1,2,3} 高橋 慧智^{1,3} 速水 智教¹ Wassapon Watanakesuntorn¹ 谷口 昂平^{1,3} 曾我 隆²

田主 英之² 並木 悠太^{2,4} 向園 悠⁵ 山本 隼矢^{1,3} 野口 祥生^{1,3} 村田 忠彦⁶

¹先進高性能計算基盤システム研究部門 ²高性能計算・データ分析融合基盤協働研究所

³大学院情報科学研究科 ⁴日本電気株式会社 ⁵情報推進部情報基盤課 ⁶データ生成工学研究部門

2024 年 11 月に米国ジョージア州アトランタ市にて開催された国際会議／展示会 SC（通称 SC24）において、当センターの概要、研究内容および事業内容を紹介するための展示ブースの出展を行った。本稿ではその展示内容や当日の様子等について報告する。

1. はじめに

大阪大学 D3 センター（旧称：サイバーメディアセンター）では、例年、米国で開催される国際会議 SC において展示ブースを出展する活動を継続している。SC とは、*The International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage, and Analysis* という正式名称を持つ、IEEE Computer Society および ACM SIGARCH によって開催されている国際会議であり、ハイパフォーマンスコンピューティング（HPC）分野におけるトップレベル会議の一つである。それと同時に、SC は HPC に関する最新機器や最先端技術の国際見本市でもある。そのため、北米を中心とした研究者や技術者に限らず、欧州、アジアの研究者や技術者が集う最大級の

国際会議／展示会となっている。新型コロナウイルス感染症の拡大以前において登録者数は 1 万人を超える数字が記録されていたが、コロナ禍で減少した参加者数は近年回復し、今年は昨年より 4,000 人近く増加、過去最高の 18,104 人が参加したと発表されている。当センターによる展示ブースの出展は、新型コロナウイルス感染症の拡大のため 2020 年度、2021 年度の展示は叶わなかったが、2000 年の初出展から数え、今回で 23 回目となる。

2024 年の SC（通称 SC24）は、米国ジョージア州アトランタ市にあるジョージアワールドコンgresセンター（図 1）にて、11 月 17 日から 22 日までの期間で開催された。なお、アトランタでの SC の開催は初めてとなる。アトランタはジョージア州の州都であり、同州の北西部に位置する。昨年開催されたデンバーよりも南に位置し、北緯 33 度付近で気温も大阪に近かった。しかし、乾燥が激しく期間中に気温が低下したこともあって体調を崩すものもいた。また、昨年急速に進行した円安(1USD≒150JPY)の状況は今年も継続し、さらには現地での物価・人件費の高騰によりブース設営に関する費用はドル建てで 10%以上の値上がりとなった。その他物品の購入にあたっては、クレジットカードの決済手数料が引き上げられたこともあって、昨年以上の割高感があった。

そのような中でも、当センターの展示に携わった皆全てが責任感を持って展示を行い、結果として 600 名近い来訪者を獲得した。D3 センターの概要・ミッション・事業・研究活動およびそれらの成果について説明を行い、当センターの国際的なプレゼンス向上、研究開発成果の紹介、大規模計算機システム事業の広報という点でのよきアウトリーチ活動となったと考えている。



図 1: Georgia World Congress Center.

2. 展示内容



図 2: 参加スタッフ記念撮影.

SC24 では、14 名の教職員 (2 名の招へい教員含む)、1 名の高性能計算・データ分析融合基盤協働研究所所属の NEC 研究員、1 名の大学院生の合計 16 名 (表 1) が大阪大学 D3 センターの出展する展示ブースにおいて、下記 6 テーマでのポスター展示を中心に本センターの概要、事業概要および当センターを中心とした研究紹介、成果報告・発表を行なった (図 2)。

- (1) *Large-scale Computing Systems at the D3 Center*
- (2) *Towards On-Time Network and Container Management in Cloud-Edge Continuum*
- (3) *Provenance Recording System / Metadata Management for Experimental Data*
- (4) *MPI Overlapping using Threads Operation / Reinforcement Learning in Job Scheduler*
- (5) *Advanced High-Performance Computing Infrastructure Systems Research Division*
- (6) *Synthetic Population for Real-Scale Social Simulations*

ブース展示は、11 月 18 日から 21 日までの 4 日間行われた。以下、ID バッジの読み取りデータをもとにブース来訪者の統計情報の一部をまとめる。ブース展示期間中の当ブースへの来訪者数は 597 名であった。訪問者数は去年の 431 名から大幅に増加した。

表 1: 参加スタッフ一覧

先進高性能計算基盤システム研究部門	
スタッフ	伊達 進 高橋 慧智 速水 智教 Wassapon Watanakeesuntorn 谷口 昂平 吉田 薪史 山本 隼矢 渡場 康弘 阿部 洋丈 (招へい准教授)
大学院生	野口 祥生
高性能計算・データ分析融合基盤協働研究所	
スタッフ	曾我 隆 田主 英之 細見 岳生 (招へい准教授) 並木 悠太 (NEC 研究員)
データ生成工学研究部門	
スタッフ	村田 忠彦
情報推進部情報基盤課	
技術職員	向園 悠

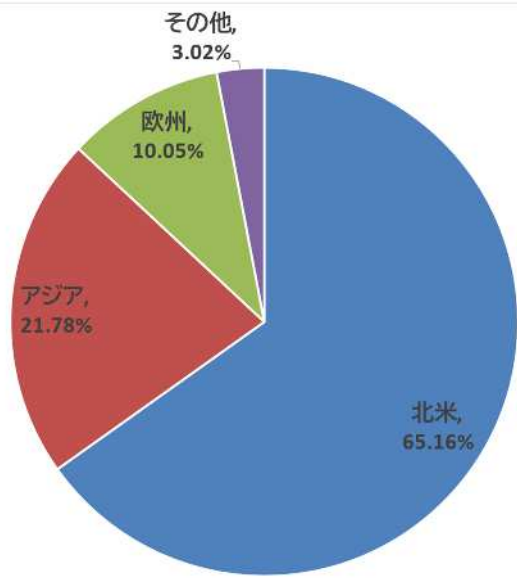


図 3: ブース来訪者 - 地域分類.

ブース来訪者の地域別分類 (図 3) を見ると、開催地の北米エリアからの来訪者が最大で全体の 65.16 %を占めている。続いて、日本を含むアジアからの来訪者が 21.78 %、欧州からの来訪者が 10.05 %であった。北米、アジア、欧州で全体の 97 %近くを占め、その他には中東、オセアニア、アフリカ、中南米の来訪者が含まれている。結果として、

多くの地域からの来訪者に対してアウトリーチ活動を行うことができた。

1日平均では、149.25人の来訪者があった。展示初日の11月18日はGrand Opening Gala Receptionで、午後7時から9時までの2時間の開催であったが、123人の来訪者があった。学生らが中心となって呼び込みを行った結果、最終日である4日目の11月21日に最多となる192人の来訪者があった。

また、昨年同様に、高度情報科学技術研究機構(RIST)が中心となって企画した連携企画で、来場者がHPCI構成機関のブースを周回してステッカーを集め、集めたステッカーに応じて景品がもらえる「HPCI Sticker Hunt」にも協力した。この連携企画も当センターのブースの集客に一役買ったといえる。

以下、SC24にて大阪大学D3センターで行ったポスター展示の概要について説明する（括弧内は担当者名）。

(1) “Large-scale Computing Systems at the D3 Center”（向園、吉田、速水）

本ポスターでは、D3センターで運用するシステムとして、スーパーコンピュータ「SQUID」、プライベートクラウド「mdx II」、ストレージシステム「ONION」について、それぞれのシステム構成や特徴について紹介した（図4、5）。

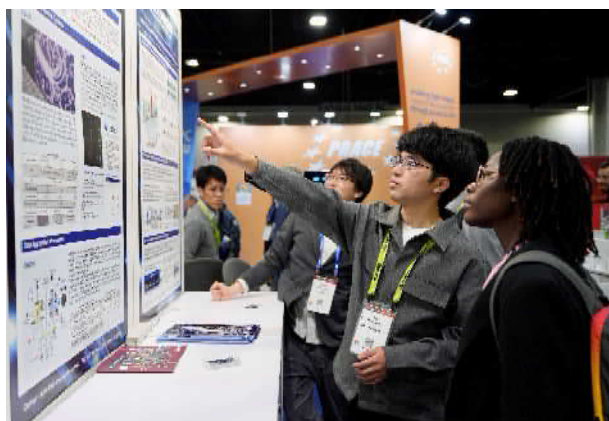


図 4：ポスター説明を行う向園。



図 5：ポスター説明を行う吉田。

ブースに来訪された方々からは、主に「各ノードの利用状況はどうなっているか?」「OS はなぜ Rocky Linux なのか?」「海外からでも利用可能なのか?」といった質問があった。特に GPU の利用率については国内外を問わず高いようで、GPU への需要の高さを改めて実感する機会となった。また「SQUID」や「ONION」といったユニークな名称が印象的だったようで、本学を知らない来訪者にも興味を持っていただき、そこからシステムの説明につなげることができた。前年度以前にも来訪されたと思われる方からは、「OCTOPUS はどうなったのか?」という質問もあり、サービスが終了したことや、次期システムの導入が予定されていることなどを説明した。

(2) “Towards On-Time Network and Container Management in Cloud-Edge Continuum”（谷口、Watanakesuntorn、山本）



図 6：ポスター説明を行う谷口。

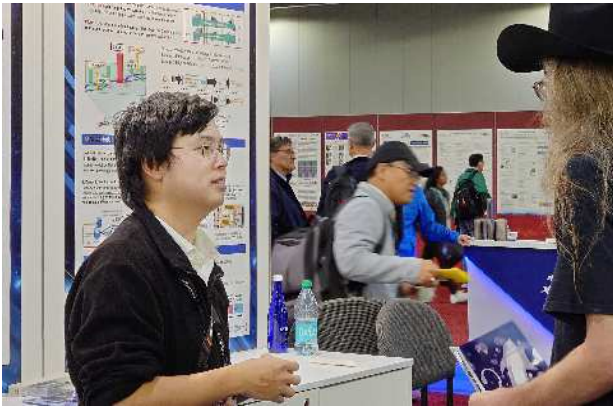


図 7：ポスター説明を行う Watanakeesuntorn.



図 8：ポスター説明を行う山本.

本ポスターでは、「ポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業」の一環として取り組んでいる、Cloud-Edge Continuum Computing (CECC) Platform に関する研究成果を報告した（図 6、7、8）。CECC Platform は、クラウド、エッジ、およびデバイスを統合的に活用可能な計算機システムである。本研究では、広域ネットワーク上でデータ転送の遅延を保証する通信プロトコルやネットワーク資源管理手法についての成果を紹介した。また、クラウドやエッジにおける計算資源の即時確保と、迅速なコンテナ起動を実現するためのコンテナチェックポイントシステムの構想についても発表した。

発表では、CECC Platform のアーキテクチャやシミュレーション手法、特に Kubernetes の活用方法や、チェックポイント機能のランタイム実装に関する質問が多く寄せられた。また、交通シミュレーションを行う研究者から共同研究の提案も得られ、本プロジェクトの研究の方向性に共感を得られた。

(3) “Provenance Recording System / Metadata Management for Experimental Data”（並木、田主）

本ポスターでは、高性能計算・データ分析融合基盤協働研究所が研究開発を進めている、計算機システムにおいて既存のプログラムなどの資産に変更を加えることなく、自動的に結果データを得るために実行すべきプログラムとそれに与える入力ファイルを記述した来歴を記録するための手法、および非ネットワーク環境の小規模分析室に設置されてある共用分析装置から生み出される計測結果データにデータ利活用に必要なメタデータ、固有識別子を付与し、メタデータサーバへ収集、管理するまでのメタデータ管理システムに関する展示を行なった（図 9、10）。

来訪者のうち、来歴に対しては、特に大学、国立研究所の研究者から関心を持たれ、来歴が今後重要なメタデータとなりうることを確認できた。また、Python やコンテナ、オンラインから動的にデータを取得するような比較的新しい使い方に対する対応状況について質問を受け、あるべき姿の議論を行うことができた。日本国内と比較して多くの方の具体的な議論を行うことができ、特に米国において研究現場における研究データ管理への関心が高まっていることが窺えた。メタデータ管理システムに対しては、実験系データに関する展示内容であったためか、情報系がメインの来訪者からの関心度は低かった。一方で、オープンリサーチデータのデータ利活用の観点からのメタデータ付与の重要性の説明に対しては、分野を問わずその必要性への理解、および関心が窺えた。

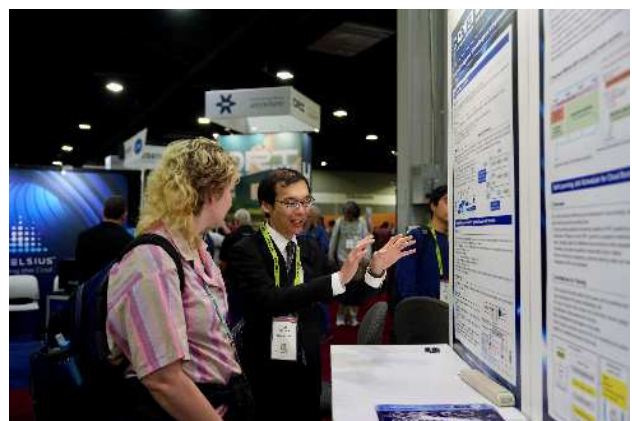


図 9：ポスター説明を行う並木.

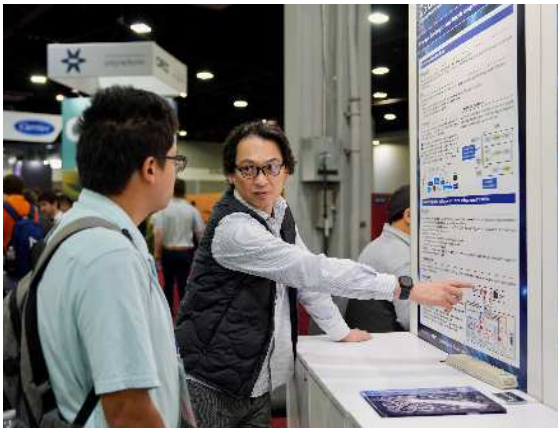


図 10: ポスター説明を行う田主.

(4) “MPI Overlapping using Threads Operation / Reinforcement Learning in Job Scheduler”
(曾我、野口)



図 11: ポスター説明を行う曾我.

高性能計算機を用いた大規模シミュレーションの実行時間を短縮する手法としてプロセス間の通信時間を隠蔽（オーバーラップ）するものがある。本研究が提案する演算処理と通信処理のオーバーラップ手法は、MPI ライブラリを用いる分散メモリ並列と OpenMP を用いる共有メモリ並列（スレッド並列）を共用する並列モデルを対象としており、スレッド操作により通信処理（スレッド 0 番が担当）と演算処理（0 番以外のスレッドが担当）を並列に実行することで通信時間の隠蔽を図る。提案手法では各スレッドに対する演算量を従来手法の動的割り当てから静的割り当てに変更することにより、OpenMP のオーバーヘッドを削減する。姫野ベンチマークプロ

グラムや数値流体力学（CFD）解析の実プログラムを用いて評価を行い、MPI の非同期通信を用いるオーバーラップ手法や動的割り当てスレッド操作を用いるオーバーラップ手法より、多くの通信時間を隠蔽することを示した（図 11）。

本ポスター後半では、深層強化学習を用いてオンプレミスとクラウドの計算資源を柔軟に活用するジョブスケジューリング手法について紹介した（図 12）。本研究は、学術機関で提供される HPC システムにおいて、クラウドバースティングによるユーザの待ち時間短縮を目指しつつ、クラウド計算資源の利用コストは最小化するという相反する目的を同時に達成するための機械学習モデルを提案した。提案手法では、Slurm プラグインを用いてジョブキュー情報とリソース状態をニューラルネットワークに入力し、その状況において適した資源割当を推論することを説明した。アルゴリズムの面では、選択されなかった行動との比較に基づく差分報酬を設計し、学習の安定性を高めている点を説明した。

質疑応答では、具体的なクラウド計算資源の事例としてどのようなプロバイダやインスタンスを想定しているのかについて質問があった。また、本手法がオンプレミスとクラウドの融合だけでなく、オンプレミス同士の複数 HPC システム間の連携にも適用可能ではないかという指摘があった。



図 12: ポスター説明を行う野口.

(5) “Advanced High-Performance Computing Infrastructure Systems Research Division” (速水、高橋)



図 13: ポスター説明を行う速水.



図 14: ポスター説明を行う高橋.

本ポスターでは、当センターの先進高性能計算基盤システム研究部門において実施している研究テーマの一部について紹介した（図 13、14）。「歯科パノラマ X 線画像解析のための AI モデル開発」では、歯科診断の補助のため、パノラマ X 線画像から様々な歯の情報（歯番号、歯髄の状態、修復の種類等）を自動的に抽出する AI モデルの研究開発について紹介した。最新の物体検出モデルである YOLOv8 を用い歯を検出した後、個々の歯の画像を分類器に入力するという全体構成を説明し、計算量削減や精度向上に向けた今後の展望についても述べた。来訪者からは、歯科に限らず医療関連データの収集や取扱いに関する質問があった。

「探索的データ解析のための広域科学データ流通基盤」では、広域ネットワークを介して遠隔データの探索的・対話的なデータ解析するためのデータ基盤について紹介した。既存のデータ基盤の多くは、

データの一部のみに興味がある場合や、精度の低下を許容して応答性を優先したい場合など、探索的データ解析の要件を十分に満たしていない。そこで、本研究では、広域拠点に分散した大容量配列データを細粒度・オンデマンド・適応品質で転送する、探索的データ解析のためのデータ流通基盤を目指している。来訪者からは、仮想メモリやファイルシステムのレイヤで実装しないのはなぜか、という質問があり、本基盤の設計について有益な議論ができた。

(6) “*Synthetic Population for Real-Scale Social Simulations*”（村田）

本ポスターでは、2019 年度から継続的に実施している JHPCN の合成人口プロジェクトと HPCI 共用ストレージ、2020 年度から 2027 年度まで実施する JST 未来社会創造事業における合成人口データを用いた社会シミュレーション事例に関する報告を行った（図 15）。合成人口プロジェクトでは、大阪大学 D3 センターのスーパーコンピュータを用いて、日本の全世帯の仮想個票を合成するとともに、北海道大学情報基盤センターのハイパフォーマンスインタークラウドを用いてデータベースを構築し、東京大学情報基盤センターと理化学研究所計算科学研究センターの HPCI 共用ストレージを用いてバックアップを確保している。今年度は、合成人口データの仮想実社会データへの拡張に関する報告を加えた。



図 15: ポスター説明を行う村田.

展示ブース訪問者からは、仮想個票の合成手法に関する質問が寄せられ、総務省統計局の e-Stat により、全ての自治体で同じフォーマットの統計データ

が利用可能であり、それに基づいて、統計データと仮想世帯集合の合成統計との差異を最小化する形で合成を行っていることを解説した。また、合成人口データを用いたシミュレーションとして震災や感染などの非常時のシミュレーションと共に、少子高齢化社会への対応など平常時のシミュレーションも展開されていることを紹介した。質疑を通して、仮想的な個票データの必要性やそれを用いたシミュレーションの意義についてディスカッションすることができた。

情報通信機構 NICT での展示

D3 センターのブース展示と並行して、先進高性能計算基盤システム研究部門と高性能計算・データ分析融合基盤協働研究所で研究開発中の RED-ONION (Research EnhanceD ONION) 技術について、高速データ転送技術の技術検証・性能評価を目的とした実演を、情報通信機構 NICT の研究展示ブースにて行った (図 16)。

展示は、日米間の回線を用いて巨大研究データを 100 Gbps の回線を用いてサーバ間で転送を行うもので、一方のサーバのストレージに蓄積された 1 ファイルの巨大研究データをもう一方のサーバに高速に転送する。1 TB のデータの転送が 94 秒(実効 85.1 Gbps)で完了することを確認した。

本展示については、SC24 に先立って 2024 年 11 月 11 日に「大阪大学 D3 センターと NEC、国際会議・展示会 SC24 にて 100Gbps のファイル転送実験デモを展示」というタイトルでプレスリリース (<https://www.d3c.osaka-u.ac.jp/2024/11/pre-d3c-nec-sc24/>)を行なっている。

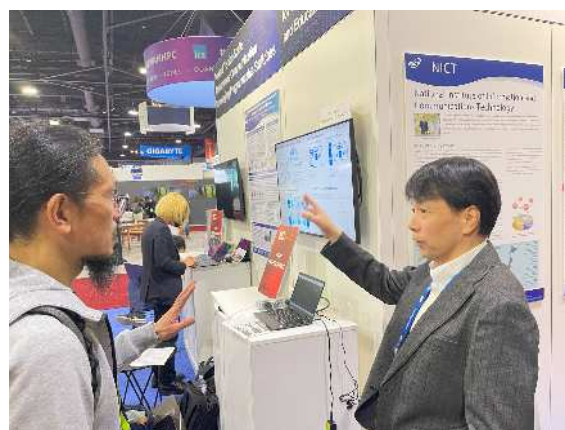


図 16: NICT ブースで展示内容を説明する細見.

3. おわりに

今年度の展示においても、大阪大学 D3 センターの大規模計算機事業をはじめとし、高性能計算・AI・ネットワーキングに関する研究成果について欧米を中心とした 597 名の来訪者にアウトリーチすることができた。来年度の SC は米国ミズーリ州セントルイス市で同時期に開催されるが、当センターのプレゼンス向上とともに、情報公開、アウトリーチ活動にも引き続き尽力していきたい。

関係各位には更なるご支援とご協力をお願いしたい。

当日展示したポスターの PDF や、その他の写真など、ここで紹介しきれなかった内容については下記ウェブページに掲載されています。こちらもぜひご覧ください。

<http://sc.cmc.osaka-u.ac.jp/>

