

先進高性能計算基盤システム研究部門

Advance High-Performance Computing Infrastructure Systems Research Division

1 部門スタッフ

教授 伊達 進

略歴 :1997 年 3 月 大阪大学基礎工学部情報工学科卒業。2000 年 3 月 大阪大学基礎工学研究科物理系専攻博士前期課程修了。2002 年 3 月 大阪大学工学研究科情報システム工学専攻博士後期課程修了。2002 年 4 月より 2005 年 10 月まで大阪大学大学院情報科学研究科バイオ情報工学専攻助手。2005 年 11 月より 2008 年 3 月まで大阪大学大学院情報科学研究科直属特任准教授（常勤）。2008 年 4 月より大阪大学サイバーメディアセンター情報メディア教育研究部門准教授。2013 年 4 月より大阪大学サイバーメディアセンター応用情報システム研究部門准教授。2005 年 2 月から 2005 年 9 月まで米国カリフォルニア大学サンディエゴ客員研究員。神戸大学大学院システム情報学研究科客員准教授（2011～ 2018 年度）。2023 年 4 月より大阪大学サイバーメディアセンター応用情報システム研究部門教授。2024 年 10 月より大阪大学 D3 センター先進高性能計算基盤システム研究部門教授。IEEE、情報処理学会各会員。博士（工学）。

准教授 高橋 慧智

略歴 : 2014 年 3 月 大阪大学工学部電子情報工学科卒業。2016 年 3 月 大阪大学大学院情報科学研究科マルチメディア工学専攻博士前期課程修了。2019 年 3 月 大阪大学大学院情報科学研究科マルチメディア工学専攻博士後期課程修了。2018 年 7 月から 12 月まで米国オークリッジ国立研究所計算機科学・数学部門客員研究員。2019 年 4 月から 2021 年 11 月まで奈良先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科助教。2021 年 12 月から 2024 年 9 月まで東北大学サイバーサイエンスセンター助

教。2024 年 10 月より大阪大学 D3 センター准教授。IEEE、ACM、情報処理学会各会員。博士（情報科学）。

講師 小島 一秀

略歴:2003 年 10 月大阪外国語大学情報処理センター講師。統合により 2007 年 10 月から、大阪大学サイバーメディアセンター講師、2024 年 10 月より大阪大学 D3 センター講師。情報処理学会員。博士（工学）。

特任助教（常勤） 速水 智教

特任助教（常勤） Thonglek Kundjanasith （～2024 年 9 月）

特任助教（常勤） Wassapon Watanakeesuntorn

特任研究員

谷口 昂平
山本 隼矢
吉田 薪史

兼任教員

春本 要 教授： データビリティフロンティア機構（～2024 年 9 月）、D3 センターデータビリティプラットフォーム研究部門（2024 年 10 月～）
大平 健司 准教授：大阪大学情報推進本部
渡場康弘 特任准教授(常勤)：大阪大学ヒューマンメタバース疾患研究拠点
曾我 隆 特任准教授(常勤)： D3 センター高性能計算・データ分析融合基盤協働研究所

招へい教員

李 天鎬 招へい教授（岡山理科大学）

山下 晃弘 招へい教授（株式会社サイバースケッチ）

吉川 隆士（ノートルダム清心女子大学）

木戸 善之 招へい教授（岡山理科大学）

阿部 洋丈 招へい准教授（筑波大学）

坂根 栄作 招へい准教授（国立情報学研究所）

寺西 裕一 招へい准教授（情報通信研究機構）

細見 岳生 招へい准教授（日本電気株式会社）

遠藤 新 招へい教員（奈良先端科学技術大学院大学）

事務補佐員

片岡 小百合

畠中 英里

2 教育・研究概要

2.1 教育の概要

本部門は、大学院情報科学研究科マルチメディア工学専攻、および工学部電子情報工学科情報通信工学科目情報システム工学クラスにて先進高性能計算基盤システム講座を協力講座として兼任しており、2024年度は大学院学生12名、学部学生6名の研究指導を行うとともに、下記の講義を担当した。

- マルチメディアシステムアーキテクチャ（伊達、小島）
- システムプログラム（伊達、小島）
- 電子情報工学序論（伊達）
- 情報システムネットワーク（伊達）
- 情報技術と倫理（小島）
- マルチメディア工学演習Ⅰ・Ⅱ（全教員）
- マルチメディア工学研究（全教員）
- マルチメディア工学アドバンスセミナー（全教員）
- インタラクティブ創成工学演習A（伊達）
- インタラクティブ創成工学基礎演習A（伊達）

また、箕面キャンパスでは、箕面の人文学研究科に向けて外国語などにまつわるデータを取り扱う授業を提供している。

- 言語文化資源の活用と情報処理研究（小島）

2.2 研究の概要

2.2.1 HPC 利用環境の調査研究

理化学研究所が代表機関として研究を推進する、文部科学省次世代計算基盤に係る調査研究事業「システム調査研究」に大阪大学 D3 センター（旧：大阪大学サイバーメディアセンター）として参画している。本調査研究は、ポスト「富岳」時代の次世代計算基盤について、広範な SDGs・Society 5.0 の実現に向けた課題解決のためのプラットフォームを実現すべく、高度なデジタルツインによる研究 DX 基盤となり得る次世代システムについて、サイエンス・産業・社会のニーズも考慮しながら、それを実現可能なシステム等の選択肢を提案することを目的としており、特に、本センターの研究チームは、システムソフトウェア・ライブラリ調査研究グループ内の HPC 利用環境調査サブグループを形成しており、本研究部門の伊達 進教授がサブリーダーとして調査研究に参画している。

本調査研究は、2022 年 8 月より開始されており、2024 年度は本センターからは山下 晃弘 招へい教授、遠藤 新 招へい教員、曾我 隆 特任准教授（常勤）、速水 智 教特任助教（常勤）が参画している。本年度は、国内大学の計算基盤センターの管理者への利用環境調査ヒアリング、国外計算基盤センターの書面調査を行ったのち、報告書を取りまとめることを計画した。

2.2.2 津波浸水被害推計システム保守・運用ならびに機能拡張

2015 年度に総務省「G 空間防災システムと L アラートの連携推進事業」の枠組みで、東北大学を中核とし、東京大学、国際航業株式会社、日本電気株式会社、日立造船株式会社、株式会社エイツーとの連携し、「リアルタイム津波予測システムと L アラートとの連携による「津波 L アラート」の構築と災害対応の高度化実証事業」を推進した。当該事業において、東北大学サイバーサイエンスセンターおよび日本電気株式会社との協働により、東北大学サイバ

サイエンスセンターのスーパーコンピュータシステム SX-ACE と本センターの SX-ACE を高速ネットワークで接続し、津波浸水シミュレーションの実施環境を実現した。2016 年度に、当該シミュレーション環境の本格運用にむけた運用体制の整備を検討し、試験的な運用を開始した。2017 年度は、これらの成果をさらに発展させ、実際の地震発生時に対応できる実用的なシステムの実現に向け、設計、構築、整備、運用を推進した。2018 年度は、これらの成果に基づき、東北大学災害科学国際研究所、東北大学サイバーサイエンスセンター、東北大学大学院理学研究科、大阪大学サイバーメディアセンター、日本電気株式会社、国際航業株式会社、株式会社エイトは内閣府との間に、「津波浸水被害推計システム保守・運用業務」を請け負い、保守・運用業務を行ってきた。2019 年度は、その有用性・必要性を認められ、津波浸水被害推計システムのカバーする領域を拡張すべく、内閣府より「津波浸水被害推計システム機能拡張等業務」を新たに請け負い、すでにカバー領域となっている静岡県伊豆半島から鹿児島県大隅半島までの沿岸に加え、静岡県伊豆半島から茨城県の沿岸まで拡張した。2020 年度もまた引き続き内閣府より「津波浸水被害推計システム機能拡張等業務(福島県から北海道太平洋沿岸)」を請け負い、当該システムの拡張業務を行った。さらに、2021 年度は、「津波浸水被害推計システム機能拡張等業務(秋田県から新潟県)」を請け負い、当該システムの拡張業務を行った。2022 年度は、「津波浸水被害推計システム機能拡張等業務(日本海、北海道から青森)」を請け負い、当該システムのさらなる拡張業務を行い、2023 年度は、「津波浸水被害推計システム機能拡張業務(南西諸島および伊豆・小笠原諸島)」および「津波浸水被害推計システム改修業務」を請け負い、当該システムのさらなる拡張・改修を行った。2024 年度は 2024 年 4 月より運用が開始された新総合防災情報システム SOBO への対応を行うべく、津波浸水被害推計システムの改修業務を受託し、推進している。

2.2.3 S2DH (Social Smart Dental Hospital: S2DH)

今日、あらゆる科学分野で高性能計算(High-Performance Computing)、高性能データ分析(High Performance Data Analysis)が必要とされつつある。プロセッサ性能の向上、ネットワーク技術の発展により、科学分野で扱われるデータ量はますます膨大になりつつあることがその一因となっている。その一方、今日の D3 センターを始め多くの計算機センターにおいて、高いデータセキュリティ要求・要件の充足が求められる医歯薬系科学での高性能計算の利用は十分に行われていない現状がある。

本研究では、そのような背景から、2017 年度より大阪大学歯学部附属病院、サイバーメディアセンター(本研究部門の前進である応用情報システム研究部門および先進高性能計算機アーキテクチャ共同研究部門)、日本電気株式会社の枠組みを形成し、歯学研究、医療応用を視野にいた共同研究を開始した。本年度も、昨年度同様に、歯学部附属病院に存在するデータセキュリティ要件の高いデータを安全に D3 センターの高性能計算機に配備し、データ解析・計算を行うことを可能にした技術開発を行なった。また、並行して AI 技術の歯学研究への応用研究を推進している。

2.2.4 自動チューニング技術に対する説明可能 AI の応用

多大な労力を要する性能最適化作業を効率化するため、性能が高いプログラムを自動的に探索する自動チューニング技術が研究されている。しかし、現在の自動チューニング技術は利用者にとってブラックボックスであり、高性能なプログラムを出力するが、なぜそのプログラムが高性能であるのか利用者に対して説明できない。

本研究では、説明可能 AI 技術を応用することにより、プログラムの実行性能に影響を与える性能パラメータを自動的に特定し、なぜそれらのパラメータが性能に影響するのか自動的に解明する自動チューニング技術の確立を目指している。

2.2.5 津波浸水被害シミュレーションの可搬性向上

内閣府戦略的イノベーション創造プログラム「津波災害デジタルツインの構築とスマート・レジリエンスの実現」の一環として、当センターと東北大学サイバーサイエンスセンターで稼働している津波浸水被害推計システムの中核を成す津波浸水被害シミュレーションの可搬性向上に取り組んでいる。

当該シミュレーションコードは NEC 社製ベクトル型スーパーコンピュータ SX-ACE および SX-Aurora TSUBASA を対象に開発・チューニングされており、実用的な計算速度を達成するためにはベクトル型スーパーコンピュータの利用が必須であった。しかし、ベクトル型スーパーコンピュータを保有する組織は少ないため、実行環境の制約は当該コードの国内外への普及において大きな障壁となっていた。

本研究では津波浸水被害シミュレーションコードを CPU や GPU 等の多様なプロセッサに移植し、国内外の計算機センターやクラウドプロバイダの計算資源上でリアルタイム津波浸水被害予測計算を実行可能することにより、津波災害の防災・減災に寄与することを目的としている。

2.2.6 多様な e ラーニング教材のためのシステム

e ラーニングは、教科書や、映像、問題集だけでなく様々な形態の教材を実現可能である。外国語による対話や交渉を疑似体験するためのシステムや、文法情報を見やすく音声付きで表示するシステム、問題集にゲームの要素を加えたシステムなど様々な形態の e ラーニングに取り組んでいる。

また、e ラーニング教材の内容に関しても、効率的に生成するシステムなどについて取り組んでいる。

2.2.7 欠損歯を含むパノラマ X 線画像における深層学習ベースの歯番認識モデルの性能評価

パノラマ歯科 X 線画像に対する自動歯番号付けの研究が進展しているが、実際の臨床で頻繁に見られる欠損歯を含む画像が少ないという問題がある。本研究は、欠損歯の本数が異なる X 線画像で AI モデルの性能がどのように変化するかを検証した。

YOLOv8、YOLOv11、RT-DETR の 3 モデルを用いて、歯の本数ごとに性能を比較評価した結果、歯の数が少ない画像ほど歯番号付け精度が大幅に低下し、データセットの偏りが性能評価に強く影響することが明らかになった。

2.2.8 強化学習を用いた通信ジッター最小化を目的とした分散型ルーティング・スケジューリング手法

リアルタイム性が求められるポスト 5G 通信環境において、通信ジッターの最小化を目的とした分散型ルーティング・スケジューリング手法を提案した。各ネットワークスイッチに深層強化学習（DRL）モデルを配置し、隣接スイッチとの接続状況やフロー情報から最適な経路と送信タイミングを決定する。NSF ネットワークを用いたビデオストリーミングを想定したシミュレーション評価では、従来の分散型手法に比べジッターを約 27%削減し、送信可能フロー数も最大約 20%向上した。全体のネットワーク情報を必要とせず、大規模ネットワークへの適用性も高い。

2.2.9 広域計算資源の動的配備に向けたコンテキストスイッチ機構の研究開発

「超分散コンピューティング基盤の研究開発」の研究プロジェクトにおいて、広域計算資源の動的配備に向けたコンテキストスイッチ機構の研究開発を実施した。超分散コンピューティング基盤はエッジやクラウド等の地理的に分散した計算資源をシームレスに利用可能にするアプリケーションプラットフォームである。

本プロジェクトは国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が主導する「ポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業／ポスト 5G 情報通信システムの開発／（f1）超分散コンピューティング技術の開発」の一環である。当部門は 2022 年度より本プロジェクトに参画し、「超分散コンピューティングのための広域資源仮想化技術」に関する研究開発を実施している。

2.2.10 高精度時刻同期のカバレッジ範囲拡大と精度維持の両立を目指す研究

超分散コンピューティング基盤が実現すれば、ユーザーに近い場所で計算を行い、超低遅延や多数同時接続など、サービスの要求レベルに応じた処理能力と速度を提供できる。超分散コンピューティング基盤では、時分割された計算資源を利用者へ適切に割り当てる必要がある。そのため、広域分散環境において、所定の時間内での処理完了や、計算資源の割り当てタイミングに合わせたデータ到着が求められる。これを実現するためには、End-to-End の遅延とジッタの保証が不可欠である。

End-to-End の遅延やジッタを保証するための技術として、End-to-End のネットワーク通信（フロー）に対し、遅延とジッタを制御・保証する DetNet (Deterministic Networking)が注目されている。

DetNet では時刻同期手法として gPTP (generalized Precision Time Protocol)の利用が検討されている。ただし、gPTP を利用する場合の問題として、gPTP は時刻同期の基準となる時刻源である GMC (Grandmaster Clock)と時刻同期対象間のホップ数が多いほど時刻同期精度が低下することが確認されている。そのため、この問題に対応するための時刻同期手法の研究開発に取り組んでいる。

2.2.11 ONION-mdx II による 4 次元画像解析基盤の構築

オープンサイエンスを支援する研究データ管理基盤に関する研究の一環として、コアファシリティ機構と連携して計測機器から生成される多数の測定データをネットワーク経由で安全に集約・配信する小規模分析室向け測定データ集約・配信システムを、D3 センターが試験運用するデータ集約管理基盤 ONION を活用して構築を進めている。本システムにより測定データの集約・流通が可能となったが、集約された研究データの利活用という観点からは研究推進支援の機能が不十分である。そこで本研究では、データ集約・流通の流れの中に「研究データを解析する機能」を組込むことを目指し、本システムと連携・連動した 4 次元画像解析ソフトウェア「VCAT5」

環境を mdx II を用いてクラウドサービス基盤として構築することを目指す。今年度はコアファシリティ機構および VCAT5 を開発した理化学研究所とシステム構成について検討を行った。また、令和 7 年度 OUMasterプラン実現加速事業に申請を行い採択された。

2.2.12 メタバースオブジェクトの分散管理方式

近年、ネットワークを介して複数人がアクセス可能な仮想空間（メタバース）の研究開発が盛んとなっている。メタバースは、従来のエンターティメント・ゲーム等の用途のみならず、さまざまな分野で多様な人々が社会活動を行える安心・安全と包摂性を備えた社会基盤としての役割が期待されている。

社会基盤としてのメタバースにおいては、オブジェクト数・データ量・ユーザー数が膨大となり得る。また、メタバース内で扱うオブジェクトは、サービス提供者が作成した固定的なもののみならず、ユーザーが独自に作成し、動的に更新されるユーザー生成コンテンツ (User Generated Contents: UGC) を扱える必要がある。ゲーム等のエンターティメント分野では、メタバース内の UGC をユーザーが所有するコンテンツとしてオンラインのマーケット等で取引するといったことも行われつつある。

社会基盤としてメタバース内のオブジェクトを全て一つのメタバースサービスプロバイダが保存・提供する形態では、社会基盤が同プロバイダの経営方針に依存してしまうことになる。これを避け、持続的な運用を可能とするには、複数のプロバイダやユーザーが共同でオブジェクトの分散管理を行う形態を取ることが望ましい。膨大量のメタバースオブジェクトのデータを複数のサーバーに分散させて保持し、各ユーザーがメタバース内で必要となったときにネットワーク経由で効率的に取得するメタバースオブジェクト分散管理方式が必要となる。

本研究では、メタバースデータを含む地理的データを、インターネット等のオープンなネットワーク上で改ざん等なく安全かつ効率的に複数ユーザーが利用できるようにするデータ管理方式を検討している。とくに、オブジェクトデータを保持するサーバ

ーからユーザーが必要とするオブジェクトをユーザー端末やエッジサーバー上に短時間で取得する方法の検討を進めている。

2.2.13 SQUID GPU ノード上での MLPerf HPC を用いた分散深層学習の性能評価

D3 センターでは、High-Performance Computing (HPC) システムである SQUID を運用している。SQUID は、汎用 CPU ノード群、GPU ノード群、ベクトルノード群の3種類のノード群から構成されており、ノード群ごとにユーザーの利用傾向が見られる。様々なユーザーの利用傾向に基づいて、システムに導入するソフトウェア構成を整備することは、SQUID の運用における重要事項の一つである。

その一環として、実行したいとの要望が現在拡大している分散深層学習を想定したソフトウェア構成の整備が SQUID にて求められている。分散深層学習は、深層学習の処理を複数ノードにまたがって分散並列化する技術であり、より大規模な深層学習を高速に処理することを可能とする。しかし、現在の SQUID では、単一ノード上での深層学習の実行を想定したソフトウェア構成としており、その構成が分散深層学習にも適しているかが不明である。そのため、現在のソフトウェア構成に対する分散深層学習アプリケーションの実行性能を調査し、より適したソフトウェア構成について模索する必要がある。

本研究では、SQUID GPU ノード群上における、MLPerf HPC で提供される CosmoFlow の実行性能を分析することを通して、現在のソフトウェア構成で得られる最大性能及び、今後のソフトウェア構成の整備に向けた課題を抽出する。

3 教育・研究等に係る全学支援

3.1 教育に係る全学支援

全学の教育支援を目的とした、下記の学内委員を担当した。

- FrontierLab@OsakaU 運営 Sub-WG 委員 (伊達)
- 数式処理システム ソフトウェアライセンス 仕様策定委員 (小島)

また、本研究部門は、大阪大学理工情報系オナー大学院プログラムの電子情報ユニットでもあり、研究室ローテーションの枠組みを通じて、希望する大学院生の人材育成にも貢献している。

3.1.1 箕面教育システムの運用支援

全学教育用電子計算機システム (全教コン) は、本学の教育を支援するためのシステムである。箕面教育システム (箕面システム) は、全教コンの箕面キャンパス部分であり、コンピュータ学習室やコンピュータ演習室、それらを支えるサーバなどからなる。全教コンは 2022 年度更新が行われ、箕面システムはクリエイティブワークショップ (以下「CW」という。) 1 (図 1) と CW2 (図 2) として稼働している。



図 1: クリエイティブワークショップ 1



図 2: クリエイティブワークショップ 2

今年度は、アップデートなどにより教室端末の必要ストレージ容量が増加したためストレージ容量の設定変更を行った。さらに、教室端末の安定的な動作が確認されたため、外国語学部の専攻語に含まれるアラビア語、ウルドゥー語、スウェーデン語、タイ語、ヒンディー語、ベトナム語、ペルシア語、ロ

シア語、韓国語の9言語の入力機能を追加した。

CW 端末の壁紙は、オリジナルのものを季節やイベントなどに合わせて設定しているが、今年度10月のD3センターへの改組に合わせて、デザインを変更している(図3)。

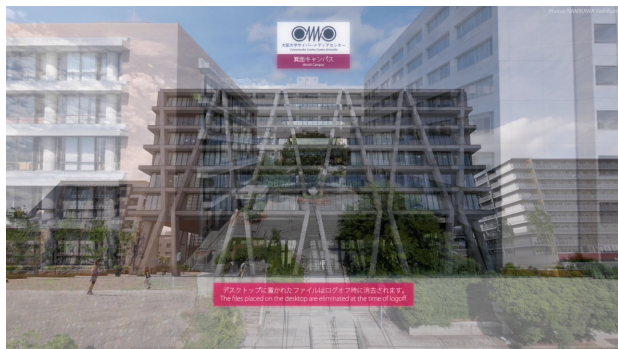


図3: D3センターに合わせたCW端末の壁紙
(上: サイバー用一種、下: D3センター用)

3.1.2 箕面キャンパスのスタジオ運用支援

今年度も引き続き、箕面キャンパスのスタジオ(図4)の運用支援を行った。今年度は、撮影台を組み立てての特殊な写真撮影などに活用された。



図4: 映像スタジオ

教材録音室(図5)に関しても管理をおこなって

いる。今年度は、イロカノ語やハカス語の教材などの録音を行った。



図5: 教材録音室

3.1.3 これまでeラーニングプロジェクトで開発されたeラーニング教材の公開

「高度外国語教育全国配信システムの構築」(高度外国語)と「社会人を対象とした学士レベルの外国語教育プログラム」(社会人プログラム)は完了したが、それらで開発されたeラーニング教材は公開を継続している。これらのeラーニング教材は、教員により十分な品質を維持して開発されながら、十分なボリュームもあり、学内の授業で使用されているだけでなく、学習機会の少ない外国語を無償で学習する重要な社会インフラとなっている。また、日本語教材においては、海外からのアクセスも多い。

今年度の利用状況は、学内外合わせて約290万ページビュー(PV)と調査可能な範囲においては過去最高であり、昨年度の150万PVの倍となった。これまでの最大PVは、新型コロナの影響により教科書を学生が購入できずネット上の教材が必用とされた2020年度の230万PVであるが、これも大きく上回った。また、近年の減少傾向が一転した結果となった。

閲覧ページのヒット数を上位50位に絞って集計した結果は、表1の通りである。今年度の1位は、久しぶりにアラビア語となった。アラビア語は、放送大学で紹介されたこともあり例年上位である。昨年と一昨年に1位のスウェーデン語が2位となった。全体的に、学内の授業で使用されているヒンディー

語やデンマーク語などが上位にきている。社会人プログラムで開発した教材では、中国語がよく活用されているようである。

表 1: e ラーニング教材のヒット数上位 50 ページ

言語	ヒット数
アラビア語	181,147
スウェーデン語	101,538
ヒンディー語	70,076
タイ語	58,590
スペイン語	53,437
デンマーク語	47,011
インドネシア語	39,297
ビルマ語	31,040
ベトナム語	24,332
ロシア語	21,477
中国語（社会人プログラム）	21,028
日本語	20,611
モンゴル語	20,406
スワヒリ語	17,944
ヨルバ語	14,625
ウイグル語	13,629
ハンガリー語	12,655
ベトナム語（社会人プログラム）	11,811
ペルシア語	6,627
中国語（過去の科研費）	4,726
ウルドゥー語	4,667

3.1.4 これまでの e ラーニングプロジェクトで開発された教材の改修

高度外国語や社会人プログラムで開発された e ラーニング教材は膨大であり、修正すべき誤りや、改善すべき部分があり、継続的に修正や改善を行う必要がある。また、e ラーニング教材の音声や動画の再生に使用されている Adobe Flash の期限である 2020 年 12 月を迎え、早急な対応が必要となっている。

この改修では、Flash で作られた部分を HTML5 で再開発することにより音声や動画を復旧し、独自開発したシンプルな CMS(Contents Management System)である oq-composer を導入することにより、スマートフォンと PC の両方で快適に学習が行えるようにした。また、現在のネットワーク帯域の向上に合わせて、開発時のデータがそろっている動画デ

ータに関しては、より高品質なものに置き換えている。今年度は、日本語、ロシア語、ウルドゥー語

ロシア語については、長年の使用により判明している誤りなど、多数の箇所を修正した。

日本語は、専用に作り込んだメディア教材の復旧が問題となっていたが、開発やメンテナンスを効率化するためにメディア教材システム oq-stage によって再開発を進めてきた。今年度は、残されている画面構成や動作が複雑なメディア教材（図 6）の全ての再開発を行った。



図 6: 高度配信日本語のメディア教材

ウルドゥー語は、文字に関するメディア教材の再開発を行った。ウルドゥー語の文字教材は、内容が大量で技術的にも複雑である上に、開発時のデータが残されておらず、昨年度に特殊な方法で再開発に必要なデータを生成した。今年度は、これらを用いて教材の復旧を行った。概ね再開発を行えたが、構成が複雑なため、実用的な外観と操作性に関する微調整が残されている。

3.1.5 撮影と録音の支援

言語文化研究科と協力しながら運営されている箕面キャンパスの e ラーニング開発拠点では、様々な e ラーニング、メディア教材の撮影や録音の支援を行っている。

今年度は、外国語学部の依田純和先生による「世界の言語シリーズ 20 イロカノ語」の録音支援を行った。さらに、今年度も学外利用があり、昨年度支

援を行った東京外国語大学アジア・アフリカ言語文化研究所 2023 年度言語研修のハカス語について、追加の録音を行った。

東京外国語大学アジア・アフリカ言語文化研究所年度言語研修：

<http://www.aa.tufs.ac.jp/ja/training/ilc/ilc2023/>

3.1.6 これまでの e ラーニングプロジェクトの機材やデータの管理



図 7: 収納された e ラーニングプロジェクトの機材の一部

これまでの e ラーニングプロジェクトなどで導入された非常に多くの機材や、そこで作成されたデータや文書の管理を行っている (図 7)。機材の種類は、業務用ビデオカメラ、PC、プリンタ、カメラ、レンズ類、三脚など非常に多様である。今年度も、例年通りの機材のメンテナンス、機材の貸し出し、機材のチェックや調整を行った。

3.1.7 教育用計算機システム運用の支援

教育用計算機システムの運用の支援を行っている。キャンパス内に設置されている設備の運用支援だけでなく、OUMail (図 8) と呼ばれる全学のためのメールシステムの運用支援や情報提供も行った。今年度は特に、メールとストレージサービスの容量削減に対応するための対策や広報などに注力することとなった。

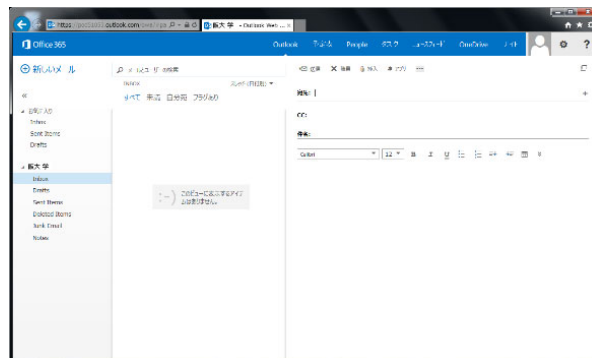


図 8: メールシステム OUMail

3.1.8 箕面キャンパスにおける情報環境に関する支援



図 9: 咲耶会の事務室

箕面キャンパスの部局から寄せられる様々な情報システムやネットワークに関する相談に対応している。今年度は、箕面人文学研究科のネットワーク設定の支援や日本語日本文化教育センターのネットワークトラブルへの対応支援、外国語学部の同窓会である咲耶会事務室 (図 9) の迷惑メール対策支援や印刷トラブル対策支援などを行った。

3.2 研究に係る全学支援

本部門は、学内だけでなく全国の研究者らの研究に係る全学支援として、大阪大学情報推進部と連携し、スーパーコンピュータやクラスタシステム等のサイバーメディアセンター保有の大規模計算機システムを維持・運用・更新する責務を担っている。

3.2.1 スーパーコンピューティングシステムの導入・運用

D3 センターは、旧組織であるサイバーメディアセンター時代より、全国共同利用施設として情報処理技術基盤の整備、提供および研究開発、情報基盤に支えられた高度な教育の実践ならびに知的資源の電子的管理および提供を行うことを目的としている。本部門は、そのような目的を達成すべく、サイバーメディアセンター応用情報システム研究部門の流れを汲み、高度かつ大規模な計算機システム環境を本学および全国の大学や研究機関の研究者に提供する任務を担い、本部門の教員は日々この任務に従事している。

本センターの大規模計算機システムは、現在、2021年5月に更新を行った高性能計算・データ分析システム SQUID のみとなっている。なお、2024年度は、2017年12月に更新を行った全国共同利用大規模並列計算システム OCTOPUS のサービスを2024年3月末に終了したため、SQUID のみのサービスとなっている。また、データ集約基盤 ONION(Osaka university Next-generation Infrastructure for Open research and open innovation) は、上記 SQUID 大規模計算機システムの正常な稼働、および、これらの大規模計算機システムを利用者にとってより使いやすいシステムとなるよう、情報推進部、実際のシステム管理を担当する NEC らと月1回の定例会を行いながら、運用管理業務に従事している。また、センター内部的には、週1回2時間をめどに、本研究部門教員（伊達、高橋、速水）、および、情報推進部情報基盤課職員（木越、寺前、向園、村尾）で内部定例会を実施し、本センターの大規模計算機システム運用保守、ユーザー支援、各種技術課題等の確認・

点検を行いながら、大規模計算機システムの利活用が最大限効率的に推進されるよう努めている。

本年度の運用管理業務では、通常の大規模計算機システム管理業務に加え、下記の運用管理業務について報告する。なお、mdx II については昨年度の報告書ではこのスーパーコンピューティングシステムの導入・運用欄で説明を記載したが、その運用体制や性質が異なるため、別項目で活動を報告する。

- (1) 新規利用者獲得に向けた広報
- (2) High-Performance Scientific Computing (HPSC) News によるアウトリーチ活動
- (3) 各種利用者向けセミナー・講習会の拡充
- (4) 対面利用相談（試行サービス）の実施
- (5) 公募型利用制度の推進
- (6) HPCI/JHPCN 採択課題の支援
- (7) 2023 年度利用者アンケートの実施
- (8) 燃料係数および季節係数の運用
- (9) 産業利用活性化に向けた展開
- (10) 2024 年度性能チューニングプログラム
- (11) OCTOPUS 後継機調達
- (12) RED (research enhanced) ONION 構想
- (13) 海外見学者の見学対応

以下、活動内容について概説する。

(1) 新規利用者獲得に向けた広報

2024 年度本センターの大規模計算機システムの高い利用率を今後も継続的に維持し、本センターへの利用者様からの求心力を向上すべく、本センターの大規模計算機システムおよびサービスについての広報を積極的に推進した。図 10、図 11 に本年度作成した、本研究部門が推進する大規模計算機事業における新規利用者募集広報資料（ポスターおよびパンフレット）を示す。本年度は、デザインテーマを平安時代、紫式部などを想定して作成した。パンフレットについては、A4 サイズに図 10、図 11 を両面に印刷したものを作成した。ポスターについては、A2 サイズに図 10 に示すデザインを印刷したものを作成し、A4 版パンフレット 4,000 部を学内全教員に

配布、A2 版ポスターについては 700 部作成し、国内研究機関・計算機センター等へ配布した。



図 10: 2024 年度新規利用者募集広報資料 (パンフレット 表)

2024 年度は 2021 年度 5 月に導入した SQUID の 4 年目となる。SX-ACE の後継機である SQUID は OCTOPUS の規模をはるかに上回る規模のスーパーコンピュータとなったことから、より多くの利用者からの大規模な計算要求を収容することが可能となっている。一方、2023 年度末まで運用していた OCTOPUS のサービスが終了となったことにより、多くの利用者が本センターあるいは他大学の計算機センターの計算機システムを利用しようとするのが想定される。そのような背景からも、本センターの大規模計算機システムが他センタに対しても魅力的であるよう、また知名度においても求心力・競争力を保てるよう、今後も広報活動は利用率の如何によらず尽力していく。

なお、これらの広報資料は、電子版でも公開しており、本センター大規模計算機事業 Web ページからダウンロード可能である。本報告書の読者の方で、本センターの大規模計算機システムのご利用に興味・関心のある方、また興味・関心のありそうな方がお近くにおられそうな方は、是非本センター大規

模計算機事業 Web ページをご紹介いただければ幸いである。



図 11: 2024 年度新規利用者募集広報資料 (パンフレット 裏)

2024年度大規模計算機システム広報パンフレット：
https://www.hpc.cmc.osaka-u.ac.jp/public_data/pamphlet_2024/

(2) High-Performance Scientific Computing (HPSC) News によるアウトリーチ活動

2017 年度より、サイバーメディアセンター（現：D3 センター）のプレゼンス向上およびスーパーコンピューティングシステムの利用促進を目的として、本センターの計算機を利用して研究を推進する研究者にスポットをあてた映像を制作している。映像の制作に際しては、研究者のインタビューを基軸とし、研究者の生の声が届きやすい構成としている。この映像による広報は HPSC News シリーズとして今後も継続していくことを予定している。

8 年目となる 2024 年度は、表 2 に示す 2 映像を公開した。まず 1 本目の映像として、5 月 13 日に vol.16 として大阪大学 大学院生命機能研究科 生殖生物学研究室 河口真一助教にフォーカスを当てた映像

(図 12) を公開した。本映像ニュースでは、D3 センターの大規模計算機システムを活用した研究事例として、AlphaFold2 を利用して新規なタンパク質間相互作用ペアを発見しようとする研究事例を紹介した。

表 2: 2024 年度リリース HPSC News

タイトル	対象研究者 (敬称略)
AlphaFold2 を利用して、新規なタンパク質間相互作用ペアを発見する～機能解析の新展開	河口 真一 (大阪大学 大学院生命機能研究科 生殖生物学研究室 助教)
歯科診療室内の汚染空気の滞留シミュレーション	南部 恵理子 (大阪大学 歯学部附属病院 医療情報室 (口腔医療情報部))



図 12: HPSC vol. 16 河口真一助教



図 13: HPSC vol. 17 南部 恵理子 氏

また、6 月 26 日には、vol. 17 として大阪大学歯学部附属病院医療情報室 (口腔医療情報部) 南部 恵理子氏にフォーカスを当てた映像 (図 13) を公開した。本映像ニュースでは、歯科診療室の個室を対象にして、ドアと窓を開放した自然換気のみの場合と、エアコンや HEPA フィルター搭載空気清浄機を併用した場合の室内空気の滞留を、空気齢という空気の評価指標を用いて数値流体力学シミュレーションに

て可視化する研究事例を紹介した。

HPSC News については、好評につき、来年度以降も継続的にリリースしていく。本報告書執筆時点において、すでに 2025 年度公開予定の映像も作成済みであり、2025 年度中に公開予定である。これらの HPSC News は、下記 web サイトより閲覧できるので、是非閲覧いただければ幸いである。

HPSC News:

<https://www.hpc.cmc.osaka-u.ac.jp/hpsc-news/>

(3) 各種利用者向けセミナー・講習会の拡充

本センターの大型計算機事業では、毎年行う Cyber HPC Symposium に加え、利用者向けに講習会、セミナー、ワークショップ、説明会・相談会を行っている。講習会については、本センターの計算機システムに導入されているシステム・ソフトウェアの利用方法に関するものを取り扱うが、セミナー、ワークショップについては、現システムでも利用可能であるが今後積極的に利用者に関心・興味を持っていただきたいもの、また今後の本センターでの利用・応用をにらんでいるものを話題として選定して実施する。なかには最新の研究動向を紹介するものも、このカテゴリに含まれる。

ここでは、大規模計算機システム事業に携わる本研究部門の教員および情報推進部情報基盤課技術職員が中心となり企画・調整・実施に携わった、以下の利用者向けセミナーおよび講演会について報告したい。

[1] 利用者交流会

Python チュートリアル(初級編)

Python チュートリアル(中級編)

[2] スーパーコンピュータ利用者説明会 (初心者向け)

以下、それぞれについて報告する。

[1] 利用者交流会

利用者交流会は 2021 年度より開始した試みで 4 年目となる。2024 年度も共創の場形成支援として、また産業利用活性化に向けて、当センターを利用す

る利用者間での交流（産学交流、産産交流）を促進するためのコミュニティ形態でのワークショップ

（利用相談、リテラシ支援）のスタートとしてリテラシ支援プログラムとしてプログラミング初心者に向けたチュートリアルを開催した。

また 2024 年度は、以下の 2 イベント(合計 5 日間)を開催している。1～3 年目の開催を経て様々なコメントを頂き、プログラムの改善をその都度実施し講師へのフィードバックを行いながら今年度も継続して開催している。いずれのチュートリアルでも、講師には大学院情報科学研究科の大学院生に担当いただく形をとっている。これは、セミナー受講者が気軽に聞けるように、という狙いがあり、受講者から好評を得ている。本年度の講師は、本研究部門所属の野口祥生さん(図 14)に担当頂いた。参加人数は 5 日間でのべ 117 名の実績であった。

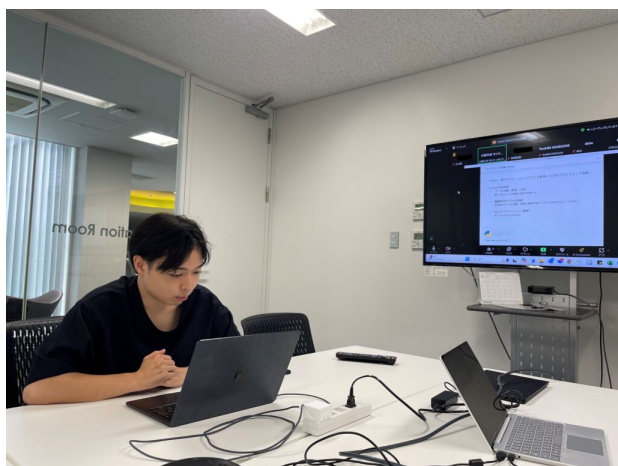


図 14: Python チュートリアルの講師を努めていただいた大学院生の野口祥生さん

Python チュートリアル（初級編）

日程： 9 月 2 日、9 月 9 日

講師：大阪大学 大学院情報科学研究科
博士前期課程 1 年 野口 祥生

Day 1

9 月 2 日（月） 13:15 - 15:00	
13:15 - 13:20	ご挨拶と趣旨説明 大阪大学 サイバーメディアセンター 応用情報システム研究部門 伊達 進
13:20 - 14:45	チュートリアル 環境構築と Python の実行方法、プログラミング

	ングの初歩を学習します。 変数、式、条件分岐などを用いて、基本的なデータの扱い方と処理の書き方を学習します。 (講師：大阪大学 サイバーメディアセンター 応用情報システム研究部門 / 大阪大学 大学院情報科学研究科 野口 祥生)
14:45 - 15:00	ラップアップと質問コーナー

Day 2

9 月 9 日（月） 13:15 - 15:00	
13:15 - 14:45	チュートリアル 関数を用いた処理の書き方とライブラリ関数の利用方法について学習します。 ファイルの操作方法を学習することで、データの保存と読み出しを習得することを目標とします。 (講師：大阪大学 サイバーメディアセンター 応用情報システム研究部門 / 大阪大学 大学院情報科学研究科 野口 祥生)
14:45 - 15:00	ラップアップと質問コーナー

Python チュートリアル(中級編)

日程：10 月 16 日、10 月 23 日、10 月 30 日

講師：大阪大学 大学院情報科学研究科
博士前期課程 1 年 野口 祥生

Day1: Python ライブラリ

10 月 16 日（水） 10:00 - 12:00	
10:00 - 10:15	ご挨拶と趣旨説明 大阪大学 D3 センター 先進高性能計算基盤システム研究部門 教授 伊達 進
10:15 - 11:45	チュートリアル：Python ライブラリ 数値計算、データの可視化、Web スクレイピング等を通じて、Python ライブラリの使い方を学びます。 (講師：大阪大学 D3 センター 先進高性能計算基盤システム研究部門 / 大阪大学 大学院情報科学研究科 野口 祥生)
11:45 - 12:00	ラップアップと質問コーナー

Day2: Pandas によるデータ操作

10 月 23 日（水） 10:00 - 12:00	
10:00 - 11:45	チュートリアル：Pandas によるデータ操作 Pandas（データ分析のための Python ライブ

	ラリ)を用いたデータ分析処理で行うプログラミングを学習します。効率的にデータ分析を行うために必要である、基礎的なプログラミング知識の習得を目標とします。 (講師:大阪大学 D3 センター 先進高性能計算基盤システム研究部門 / 大阪大学 大学院情報科学研究科 野口 祥生)
11:45 - 12:00	ラップアップと質問コーナー

Day3: AI プログラミング初歩

10月30日(水) 10:00 - 12:00	
10:00 - 11:45	チュートリアル: AI プログラミング初歩 簡単な分類問題を題材として、scikit-learn を使用した AI プログラミングを学習します。AI を始めていくために必要である、基礎的なプログラミング知識の習得を目標とします。 (講師:大阪大学 D3 センター 先進高性能計算基盤システム研究部門 / 大阪大学 大学院情報科学研究科 野口 祥生)
11:45 - 12:00	ラップアップと質問コーナー

2024 年度は中級編までの開催となったが、Python チュートリアル AI (Deep Learning)編 (2 日間) のコース開発まで行っている。AI (Deep Learning)の技術進歩は早く 2023 年度開発コースの見直しが必要となり、李 天鎬 岡山理科大学 情報理工学部 教授にプログラムの監修をして頂いた。

Python チュートリアル(AI 編)

深層学習の概念と深層学習を使うために必要である、基礎的なプログラミング技術の習得を目標とする。分類問題を題材として、深層学習(Deep Learning)を学習する。TensorFlow/Keras を深層学習のライブラリとして用いる予定である。

2024 年度のセミナー参加者における産業利用者の割合は 10%を超えることが多くなっている。更なる参加者を迎えるため、利用者の関心が高い初級編、中級編に加えて AI(Deep Learning)編までの開催を予定している。また、Python 以外のプログラム拡充を検討予定である。

Python チュートリアル初級編:

https://www.hpc.cmc.osaka-u.ac.jp/lec_ws/20240902/

Python チュートリアル中級編:

https://www.hpc.cmc.osaka-u.ac.jp/lec_ws/20241016/

[2] スーパーコンピュータ利用説明会 (初心者向け)

2024 年 5 月 27 日 (月)、6 月 4 日 (水) にスーパーコンピュータ利用説明会 (初心者向け) を開催した (表 3、表 4)。本年度は 2 回開催した。いずれも説明部と個別相談会の部から構成されている。

この説明会については、年度はじめの教職員の多忙な時期に重なるため、年度によっては 1 回、最悪の場合開催できない場合もあるのが現状であるが、できる限り定常的に行っていきたいと考えているので、気軽に参加いただけると幸いである。

スーパーコンピュータ (初級編)

日程: 5 月 27 日 13:30-15:30

講師:伊達 進 教授、山下晃弘 招へい教授、情報推進部情報基盤課 寺前勇希 専門職員

表 3: スーパーコンピュータ利用説明会
(初心者向け) プログラム

13:30-13:50	主旨説明とシステムの概要 (サイバーメディアセンター 伊達 進)
13:50-14:10	利用申請と利用者支援 (サイバーメディアセンター 山下 晃弘)
14:10-15:10	スパコンの使い方 (情報推進部 情報基盤課 技術職員)
15:10-15:30	個別相談会 (注 1)

スーパーコンピュータ (初級編)

日程: 6 月 4 日 13:30-15:30

講師:伊達 進 教授、速水智教 特任助教(常勤)、情報推進部情報基盤課 寺前勇希 専門職員

表 4: スーパーコンピュータ利用説明会
(初心者向け) プログラム

13:30-13:50	主旨説明とシステムの概要 (サイバーメディアセンター 伊達 進)
13:50-14:10	利用申請と利用者支援 (サイバーメディアセンター 速水 智教)
14:10-15:10	スパコンの使い方 (情報推進部 情報基盤課 技術職員)
15:10-15:30	個別相談会 (注 1)

スーパーコンピュータ利用説明会（初心者向け）：

https://www.hpc.cmc.osaka-u.ac.jp/lec_ws/20240527/

https://www.hpc.cmc.osaka-u.ac.jp/lec_ws/20240604/

(4) 対面利用相談(試行サービス)の実施

本センターでは、2014 年度にスーパーコンピュータ SX-ACE が導入された。当該スーパーコンピュータはクラスタ化されたベクトル型スーパーコンピュータへとアーキテクチャが変更になったことから、利用者からその使い方、性能チューニングに関する質問が数多く寄せられつつある。そういった背景から、2015 年度後半より D3 センターの教職員および日本電気株式会社のシステムエンジニアによる対面利用相談を週一度程度試行的に開設している。

表 5: 2024 年度対面利用相談窓口 開設実績.

月	開設時間
4 月	4 日
5 月	4 日
6 月	4 日
7 月	4 日
8 月	4 日
9 月	4 日
10 月	4 日
11 月	3 日
12 月	4 日
1 月	3 日
2 月	4 日
3 月	3 日
年	45 日

2024 年度は、本制度を試行的に実施し始めてから 10 年目となるが、昨年度に引き続き試行的に対面利用相談を継続している。本年度の開設実績は表 5 の通り、年 45 日となった。対面利用相談は、利用者の希望に基づき、オンラインおよび対面にて実施している。

対面相談の内容は多岐に渡り、例年だと、単にジョブ実行時のエラーの解決方法であったり、性能チューニングに関するもの、大規模計算機システムの利用方法に関するもの等、多様に異なる。2024 年度実際に寄せられた相談件数は 8 件であった。

相談者の意向もあるので具体的に示すことは難しいが、本報告書では実際に相談のあった 1 件の事例概要を紹介したい。

今回紹介するのはある大学教員から寄せられた自作のシミュレーションプログラムに関する相談である。SQUID ベクトルノード上での性能チューニングを主な目的として、対面利用相談が行われた。対面利用相談には SQUID の保守ベンダである日本電気株式会社のエンジニアが同席し、疎行列ベクトル積や通信処理に関する性能上の課題について議論を行い、プログラム内の間接参照の見直しや ftrace 情報の取得に関する対応を提案した。また、ベクトルノード環境での GSL ライブラリ利用に関する要望もあり、ビルド方法についてのアドバイスをを行った。相談を通じて、ユーザー側での最適化検討の足がかりとなり、大変ご満足いただけたようであった。

冒頭に記載した通り、対面利用相談は今年度で 10 年目の実施となった。対面利用相談を通じてこれまで不可能であった計算が可能になった実績、新規利用者の開拓、本学の産学共同研究実績にもつながった実績など、継続的に本センターひいては本学の重要な成果へとつながったケースもみられる。また、利用者からも試行的なものではなく、継続的に実施してほしいという声も多く聞かれる。そうしたことから、本センターでは今後も継続的に対面利用相談を実施していきたいと考えているので、利用者の皆様には是非対面利用相談を積極的に利用していただきたいと考えている。

なお、対面相談に際しては、内容の事前把握、対応者の確定の観点から、相談希望日の 3 営業日前までに下記に示すウェブページより、予約が必要となっている。引き続き、本センターの計算機利用、性能チューニングだけでなく、公募利用、JHPCN や HPCI 等の申請方法等々に関する疑問がある場合には、積極的または気軽に利用いただき、本センターの大規模計算機資源を研究に活用いただければ幸いである。

対面利用相談について（試行サービス）：

<http://www.hpc.cmc.osaka-u.ac.jp/ftf-consult/>

(5) 公募型利用制度の推進

本センターの大規模計算機システムを活用する研究開発の育成・高度化支援の観点から、本センターの大規模計算機システムの公募型利用制度を推進中である。本センターの大規模計算機システムの利用には、使用した計算資源量に相当する電気代分の金銭的負担が必要となる。同程度の性能を有する計算資源を提供するクラウド事業者と比べて、かなり低価格な利用負担金ではあるものの、大規模かつ長時間の計算を行う研究者にとっては研究費の負担は依然として大きい。そういった研究者の負担軽減という視点もある、本センターの公募型利用制度は、2015年度中頃より議論を開始し、2016年度に若手・女性研究者支援萌芽枠および大規模 HPC 支援枠を設定し、スタートした。その後、2018年度には、その後の機械学習、深層学習といったキーワードに代表される AI（人工知能）および、それを利活用する研究開発への期待と関心の隆起を予測し、人口知能研究特設支援枠の設置を決め、2019年度より正式に運用を開始した。その後、2022年度には、利用者アンケートを通じていただいた利用者からの声を参考とし、世界と伍する学生育成特設枠を新設し、2023年度より運用を開始した。なお、2023年度より人工知能研究特設支援枠は通常枠として人工知能研究支援枠へと変更した。

表 6: 2024 年度公募型利用制度スケジュール

2023 年 11 月 13 日	募集開始
2023 年 12 月 15 日	募集締切
2024 年 2 月中旬	採否通知

9 年目となる 2024 年度の公募型利用制度は、2023 年度に募集を開始する、表 6 に示すスケジュールで実施した。2024 年度の公募型利用制度は、(1)若手・女性研究者支援萌芽枠として 1-5 課題、(2)大規模 HPC 支援枠として 1-4 課題の募集に加え、(3)人工知能研究支援枠 1-3 課題、(4)世界と伍する学生育成特設枠 1-5 課題の募集を行った。本年度は対象となるシステムは SQUID（高性能計算・データ分析基盤システム）であった。なお、OCTOPUS については、2024 年 3 月末をもってサービス終了としたため、

2024 年度の対象システムから外れた。研究実施期間は 2024 年 4 月 1 日～2025 年 3 月 31 日とした。

本公募型利用制度を広く周知し、より多くの研究者の方に応募していただくために、本年度も、利用者メーリングリストほか各種メーリングリストに加え、図 15 に示す広報資料（パンフレット 4,000 部、ポスター: 600 部）を作成し、学内の教員全てに配布するとともに、国内の大学、研究所等にも配布した。なお、2024 年度は、原始時代風のデザインを採用したが、多くの方から非常に好評をいただいた。

このような積極的な広報活動を展開した結果、2024 年度大規模計算機システム公募型利用制度への応募は 37 課題（大規模 9 件；若手女性 8 件；人工知能 4 件；世界伍 16 件）となった。前年 2023 年度大規模計算機システム公募型利用制度への本制度への応募は 38 件であり、概ね同程度の応募件数となった。

本制度での応募課題の審査は、本センターで設置する、学内・学外の研究者から構成される高性能計算機システム委員会で実施される。公募型利用制度の審査は、通常、各審査委員の書面審査後、審査委員が一堂に集い合議により行う。2024 年度公募型利用制度の審査もオンラインに集い、同様の方法で審査が行われた。

その結果、表 7、表 8、表 9、表 10 に示すように (1)若手・女性研究者支援萌芽枠 3 課題、(2)大規模 HPC 支援枠に 4 課題、(3)人工知能研究支援枠に 1 課題、(4)世界と伍する学生育成特設枠 8 課題を採択した。ここでお気づきになられた方もおられると思うが、募集課題数に対し、採択課題数が上回る場合がありうる。これは本センターでの大規模計算機システム公募型利用制度では、提供予定の計算資源量が許す限り、利用者である研究者からの良い研究課題を支援したいと考えていることによる。ぜひ積極的に応募いただければと考えている。



図 15: 2024 年度大規模計算機システム公募型利用
制度募集 広報用ポスター/パンフレット(表面を
ポスターとして利用している)

表 7: 2024 年度 若手・女性研究者支援萌芽枠

代表者名 (敬称略)	研究課題名
Anas Santria (Department of chemistry, Graduate School of Science, Osaka University)	Investigating Magnetic Interaction in the Photo-excited State of a Series of Triple-Decker Phthalocyaninato Lanthanide(III) Complexes
緒方 奨 (大阪大学 工学研究科附属フューチャーイノベーションセンター)	超臨界地熱発電を志向した超臨界地熱環境下での人工地熱貯留層造成シミュレーション
鶴沢 浩太朗 (京都大学 大学院理学研究科)	生成座標法に基づく核分裂の微視的記述

表 8: 2024 年度 大規模 HPC 支援枠 採択課題

代表者名 (敬称略)	研究課題名
佐野 孝好 (大阪大学 レーザー科学研究所)	ホイッスラー波を利用した新奇なレーザー核融合デザインの探索
村上 匡且 (大阪大学 レーザー科学研究所)	マイクロトROIDルによるプロトン・ボロン磁場核融合の3次元シミュレーション
岩下 航 (大阪大学 大学院基礎工学研究科)	In silico スクリーニングを用いて、毒性ウィルスタンパク質と宿主タンパク質との相互作用を予測する
河口 真一 (大阪大学 大学院生命機能研究科)	AI を用いたタンパク質間複合体予測から、機能未知遺伝子の機能を推察する
大西 正人 様 (統計数理研究所 先端データサイエンス研究系)	第一原理計算を用いた非調和フォノン特性データベースの構築

表 9: 2024 年度人工知能研究支援枠 採択課題.

代表者名 (敬称略)	研究課題名
小野 寛太 (大阪大学 大学院 工学研究科)	大規模シミュレーションと機械学 習を活用したデータ駆動型磁性材 料開発

さらに、次年度以降の公募型利用制度を、本制度の背景にある JHPCN や HPCI と本制度の連携関係をより効果的なものにすべく、平成 29 年度より公募型利用制度(追加募集)制度の設計を行い、実施を行っている。この公募型利用制度(追加募集)は、HPCI や JHPCN への申請課題を行うも不採択となった研究

提案を本センターの公募型利用制度で救済し、次年度以降のHPCIあるいはJHPCNへの再応募を支援することをねらうものである。2023年度も上記支援を目的として2024年公募型利用制度追加募集を推進した。

表 10: 2024 年度世界と伍する学生育成特設枠

代表者名 (敬称略)	研究課題名
荒金 究 (大阪大学 蛋白質研究所)	大規模言語モデルを用いた文献からの知識抽出と細胞内ネットワークの数理モデルのデータ駆動的な構築
寺田 雄亮 (東京大学 大学院理学系研究科)	太平洋赤道上の深い循環を駆動するエネルギー供給プロセスの解明
Rizka Nur Fadilla (Department of Precision Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka University)	Machine Learning Metadynamics for Modelling Phosphoramidate-based Antibody-drug Conjugates in Cancer Treatment
水谷 耕介 (大阪大学 大学院理学研究科)	連星系における共通外層期の軌道進化を対象とする 3 次元磁気流体計算
李 響 (大阪大学 大学院工学研究科)	塑性変形におけるエネルギー散逸に関する分子動力学的研究
片瀬 大祐 (東京大学 大学院工学系研究科)	電荷注入現象の解明を目的とした金属/ポリマー界面モデリング
浅野 弘斗 様 (大阪大学 大学院薬学研究科)	医薬品有害事象プラットフォームへの言語生成 AI の搭載による安全性情報の収集・分析の効率化
三宅 冬馬 (北海道大学 大学院工学院機械宇宙工学専攻)	高忠実流体構造連成モデルによる 3 次元超臨界翼の遷音速フラッター解析：特異なフラッター境界形成メカニズムの解明

2024 年度の公募型利用制度（追加募集）は、2023 年度末から 2024 年度にかけて、以下のスケジュールで実施した（表 11）。図 16 に追加募集用に作成した広報資料を示す。この広報資料は、先行して実施している公募型利用制度で行ったように紙資料として配布するのではなく、電子版のみ作成している。



図 16: 2023 年度大規模計算機システム公募型利用制度追加募集の広報用パンフレット

表 11: 2024 年度公募型利用制度（追加募集）スケジュール

2024 年 3 月 11 日	募集開始
2024 年 4 月 12 日	募集締切
2024 年 6 月上旬	採否通知

その結果、表 12、表 13、表 14、表 15 に示すように(1)若手・女性研究者支援萌芽枠に 3 課題、(2)大規

模 HPC 支援枠に 4 課題、(3) 人工知能研究特設支援枠に 1 課題、(4)世界と伍する学生育成特設枠 4 課題を採択・支援することができた。なお、2024 年度大規模計算機システム公募型利用制度追加募集への応募は 27 件(昨年度は 17 件)であった。

表 12: 2024 年度 若手・女性研究者支援萌芽枠

代表者名 (敬称略)	研究課題名
顧 彦瑠 (大阪大学 産業科学研究所)	レーザープラズマ駆動電子加速における放射減衰効果
高木 悠司 (大阪大学 大学院理学研究科)	運動論的レーザープラズマ相互作用で発生する非熱的高速電子特性の解析
芳賀 智宏 (大阪大学 大学院工学研究科)	自然の多面的価値の理解に向けたランドスケープの埋め込み表現の開発

表 13: 2024 年度 大規模 HPC 支援枠 (追加募集) 採択課題

代表者名 (敬称略)	研究課題名
畑 昌育 (量子科学技術研究開発機構 関西光量子科学研究所)	超高強度レーザーイオン加速におけるイオン化の物理とその制御
中澤 嵩 (金沢大学)	Logarithm conformation representation による圧縮性流体方程式の導出と数値計算
岩下 航 (大阪大学 大学院基礎工学研究科)	溝付き粘弾性体の滑り摩擦の連続体解析
杉村 奈都子 (鹿児島工業高等専門学校)	機械摩擦の摩耗焼付き機構解明に資するマルチスケールモデルの開発

表 14: 2024 年度 人工知能研究支援枠 (追加募集) 採択課題

代表者名 (敬称略)	研究課題名
浜口 智志 (大阪大学 大学院工学研究科)	反応性プラズマと物質の相互作用を解析するための機械学習原子間力場の構築

以上に記載したように、本センターの大規模計算機システムの公募型利用制度は、年 2 回実施し、その結果、大規模 HPC 支援枠 9 課題、若手・女性研

究者支援枠 6 課題、人工知能研究支援枠 2 課題、世界と伍する学生育成特設枠 12 課題を採択・支援した。若手・女性研究者支援枠に採択された 6 課題は、国内のスーパーコンピュータを有する計算機センターが連携して推進する「ネットワーク型」共同利用・共同研究拠点 JHPCN (学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点) の萌芽研究としての認定を得ている。

表 15: 2024 年度 世界と伍する学生育成特設枠 (追加募集) 採択課題

代表者名 (敬称略)	研究課題名
Bahrul Jalaali (Department of Mechanical Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka University)	Data-driven subgrid-scale model for large-eddy simulation
山口 栄治 (琉球大学 大学院理工学研究科)	固体群と流体の三次元連成数値シミュレーションを用いた混合粒径土砂流の力学機構の解明
YIJIA WU (School of Engineering, The University of Tokyo)	Investigating dynamically super-disordered Graphite Intercalation systems for Metaphonics modeling through advanced Material Informatics and molecular dynamics simulations
Minh Nhat Ly (Department of Physics, Graduate School of Science, Osaka University)	Particle acceleration in collisionless shocks with pre-existing turbulences by particle-in-cell simulations

2024 年度は世界と伍する学生育成特設枠を実施した 2 年目の年である。わが国の学術研究を担う次世代の研究者育成の視点から、本センター大規模計算機システムの利用資格を有する、一人または比較的少数の学生が学位取得 (修士、博士) を目標として行う研究課題を対象とする本課題枠への応募が堅調に進んでいることは喜ばしい。また、センターとして若手研究者の育成に貢献できていることを示す成果の一つともなった。一方、世界と伍する学生育成特設枠を 2 年実施することによって制度設計上の課題も見えてきている。この部分については今後修正・改善をしていきたいと考えている。

本センターでは、利用者の計算ニーズや要求にいち早く呼応し、柔軟に本制度を再設計することで、利用者の研究開発を支援している。引き続き本センターの公募型利用制度のご利用をご検討いただければ幸いである。より詳細な情報は下記ウェブページから取得可能であるので、是非参照されたい。

公募型利用制度 web :

https://www.hpc.cmc.osaka-u.ac.jp/service/intro/research_proposal_based_use/ (日本語)

https://www.hpc.cmc.osaka-u.ac.jp/en/service/intro/research_proposal_based_use/ (英語)

続いて、2024 年度公募型利用採択者の成果報告会について報告する。本センターの公募型利用制度では、課題採択者の皆様方にもれなく研究成果の報告発表をしていただくことを義務としている。このことは、本センターの大規模計算機システムの利用は、本来、利用した計算機資源量に対応する消費電力の電気代金相当の利用負担金を研究者に負担いただくことで成立しているのに対し、公募型利用制度の採択課題者の利用する計算機資源量に対応する利用負担金は D3 センター（旧：サイバーメディアセンター）が負担する仕組みとなっていることに由来する。すなわち、本センターが利用負担金を負担することで、採択課題者が本センターの大規模計算機システムを使いどのような研究を推進し、そして、本制度の目的の一つである HPCI や JHPCN への課題発展性を点検・確認することにある。

本年度の公募型利用制度報告会は、2025 年 3 月 4 日、5 日にオンライン開催した。また、公募型利用制度成果報告会についての報告は、別途、本年報「2024 年度大型計算機システム公募型利用制度 成果報告会開催報告」に記載しているので参照されたい。

2024 年度 公募型利用制度成果報告会 :

https://www.hpc.cmc.osaka-u.ac.jp/lec_ws/20250304/

(6) HPCI/JHPCN 採択課題の支援

JHPCN (Joint Usage/Research Center for Interdisciplinary Large-scale Information Infrastructure)、

および、HPCI (High Performance Computing Infrastructure) は、いずれも本センターは構成拠点として重要な役割を担っている。HPCI は、「京」と全国の大学や研究機関に設置されたスーパーコンピュータやストレージを高速ネットワーク(SINET5)で結び、多様なユーザニーズに応える革新的な共用計算環境基盤であり、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置するスーパーコンピュータを持つ 8 つの施設を構成拠点とし、東京大学情報基盤センターがその中核拠点として機能する「ネットワーク型」共同利用・共同研究拠点である。

HPCI および JHPCN はいずれも全国の研究者より研究課題の公募を行ない、課題審査を経て、採択課題に計算資源を割り当てる。構成拠点は、HPCI/JHPCN に繋がる研究課題を支援・育成していくことが求められている。そのような視点から、本センターでも、若手・女性研究者支援萌芽枠、大規模 HPC 支援枠から構成する独自の公募型利用制度を 2016 年度より実施している。2019 年度からは、大規模な計算能力を必要とする人工知能分野の研究支援の観点から、人工知能研究特設支援枠を設置し、2023 年度より常設枠と変更し、HPCI/JHPCN 課題への発展を支援している。また、2022 年度には、利用者アンケートを通じていただいた利用者からの声を参考とし、世界と伍する学生育成特設枠を新設している。

2024 年度は、本センターの計算資源を利用する HPCI および JHPCN の課題合計 24 件(JHPCN 13 件、HPCI 21 件)を受け入れ、大規模計算機利用支援・研究支援を行なった。HPCI および JHPCN での受け入れ課題を以下の表 16 および表 17 に記す。

表 16: 本センター利用の HPCI 課題

枠	代表者名(敬称略)	研究課題名
HPCI システム一般課題	高橋 裕介 (北海道大学・大学院工学研究院 機械・宇宙航空工学部門)	柔軟構造大気突入機の 流体構造連成解析 と動的モード分解
	町田 正博 (九州大学・大学院理学研究院・地球惑星科学部門)	星形成と惑星形成分野を横断する大規模 数値シミュレーション
	秋山 進一郎 (筑波大学)	内部自由度に富んだ 格子理論に対するテンソルネットワーク 法の開発と応用
	新城 一矢 (理化学研究所)	量子スキルミオンの 非平衡ダイナミクス
	萩田 克美 (防衛大学校)	水中高分子ゲルネットワークのナノ力学 分子論の機械学習援用解析
	大島 伸行 (北海道大学・工学研究院 機械宇宙工学部門)	一般化数値モデルに基づく乱流燃焼 LES による実機ガスタービン燃焼器シミュレーションの実証解析
	八木 清 (理化学研究所)	超高速 QM/MM 計算 の開発と生体化学反応の自由エネルギー 計算への応用
	齋藤 裕 (国立研究開発法人産業技術総合研究所 人工知能研究センター)	機能性タンパク質デザインの「省データ」 化にむけたタンパク質言語モデルと分子 シミュレーションの融合
	高田 滋 (京都大学 大学院工学研究科)	大規模並列計算による微小系気体中の非 平衡輸送の分子気体力学的研究
	河口 真一 (大阪大学 大学院生命機能研究科)	疾患関連タンパク質のインタラクトーム を予測し、発症のメカニズムを探る
	鷲津 仁志 (兵庫県立大学大)	潤滑油中の添加剤および増稠剤の自己組

	学院シミュレーション学研究科)	織化解析
	福澤 薫 (大阪大学 大学院薬学研究科)	フラグメント分子軌道法による構造生物学と量子化学の連携 基盤の構築
	岡本 隆一 (兵庫県立大学大学院情報科学研究科)	アモルファスカーボンの表面構造とトライボロジー特性の相関に関する研究
	坪井 伸幸 (九州工業大学大学院工学研究院機械知能工学研究系)	クリーン燃料の燃焼に対する詳細化学反応モデルを使用した爆轟特性の詳細数値解析
	長峯 健太郎 (大阪大学 大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)	宇宙論的流体シミュレーションデータベースの構築と観測的宇宙論
	梅本 貴弘 (東京大学)	カーボンニュートラル実現に向けた革新的ナノコンポジット材料の創成技術
	塩見 淳一郎 (東京大学 大学院工学系研究科)	第一原理計算を用いた非調和フォノン特性データベースの構築
HPCI システム 若手人材育成課題	Marco Edoardo Rosti (Okinawa Institute of Science and Technology School Corporation / Complex fluids and flows Unit / Rosti Unit)	Turbulent mixing enhancement in flexible canopy flows
	神保 岳大 (株式会社日本学術サポート)	複数精神疾患の診断・治療に向けた 4D 脳機能画像 Deep Learning 解析
HPCI システム 産業利用課題	前川 拓滋 (ローム株式会社 研究開発センター)	次世代パワーデバイス用エピタキシャル成長の解明
	中島 裕人 (株式会社日立製作所 研究開発グループ)	GPGPU による帯電解析プログラムの大規模化の検討

表 17: 本センター利用の JHPCN 課題

代表者名 (敬称略)	研究課題名
山口 雅也 (大阪大学 大学院歯学研究科 バイオインフォマティクス研究ユニット)	大規模比較ゲノム解析による病原細菌の進化と病態発症機構の解明
高田 滋 (京都大学大学院工学研究科)	分子気体力学解析コードの GPU 実装と相分離現象シミュレーション
村上 匡且 (大阪大学・レーザー科学研究所)	マイクロトroidalによるプロトン・ボロン磁場核融合の3次元シミュレーション
松崎 義孝 (国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所 海洋環境制御システム研究領域 海洋汚染防除研究グループ)	流動生態系シミュレーションシステムによる水環境評価のための標準化プラットフォーム構築
森田 直樹 (筑波大学 システム情報系)	グラフ構造で一般化された静的負荷分散フレームワークに基づくマルチスケールシミュレータの開発
関口 宗男 (国士舘大学理工学部)	2(+1)フレーバー格子QCDによる複合粒子の質量生成機構の研究
高埴 真介 (大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)	現実的な原始惑星系円盤のガス散逸シナリオ構築に向けた多角的アプローチ
森川 良忠 (大阪大学 大学院工学研究科)	The Elucidation of Non-equilibrium States of Catalysis by Machine Learning Aided Atomic Simulations
南里 豪志 (Research Institute for Information Technology, Kyushu University)	Study on the real effect of non-blocking collective communications
佐藤 正寛 (東京大学大学院工学系研究科)	環境循環型社会の実現に向けたポリマーインフォマティクスのデータ基盤構築
村田 忠彦 (大阪大学 D3 センター)	合成人口プロジェクト:合成人口データへの従業地属性の追加
芝 隼人 (兵庫県立大学 大学院情報科学研究科)	グラフニューラルネットワークと生成モデルを用いた非品質系動力学予測システム開発
塙 敏博 (Information)	Energy Efficient Operation for Supercomputer Systems

Technology Center, The University of Tokyo)	
---	--

本年度もまた昨年度実績と比較して同等以上数の課題を採択できたと考える。引き続き本センターの大規模計算機システムをご利用いただけるよう積極的な広報、利用者支援をおこなっていきたいと考えている。

(7) 2023 年度利用者アンケートの実施

本年度も例年同様に、本センターの利用者を対象に、本センターの大規模計算機システム事業における、今後のユーザサポートのあり方、OCTOPUSをはじめとした今後の計算機運用のあり方、次期スーパーコンピュータシステムの導入について検討する際の参考とすることを目的とし、2023 年度利用者アンケートを 2024 年 5 月 9 日から 6 月 30 日の期間に実施した。

アンケートの内容は、

- * 利用者情報
- * 大規模計算機システムのご利用方法について
- * 大規模計算機システムの満足度について
- * データ集約基盤(データストレージサービス)の満足度について
- * 事務手続きについて
- * 利用負担金支援制度について
- * ユーザー支援について
- * 今後の大規模計算機システムへの要望

に関する質問で構成した。データ集約基盤については、2023 年度利用者アンケートからの新しい調査項目である。基本的には、前年度に引き続き、本アンケートでは、どのような分野の研究者が、どのような用途で、どのようなツールやライブラリを利用したか？そして、それらの研究者の方々が、本センターの大規模計算機システムに対して、どのような要望を持ち、どのように満足いただいているのか？、どのように不満をお持ちなのかを把握することを目的としている。頂いた回答については、大規模計算

機システム事業を担当する教職員で共有・分析し、システムおよびサービスの改善・改良に役立てている。

以下では、いくつかの項目についての回答をまとめる。

利用者情報：

本センターの利用者についての情報を取りまとめたところ、回答を得た 66.67%が大学（大阪大学だけでなく全国の大学）に所属する研究者であった。企業の方、学術研究機関からの回答は 13.34%、6.67%程度で多く得られなかった。年齢層としては、25-34 歳 20%、35-44 歳 33%、45-54 歳 26.7%、55-64 歳 13.3%、65 歳以上 0%、24 歳以下 6.7%という内訳であった。研究分野は工学分野を専門分野という方は 40.00%、数物系科学を専門分野という方が全体の 33.3%、医歯薬学分野と回答された方は 6.7%であった(図 17)。

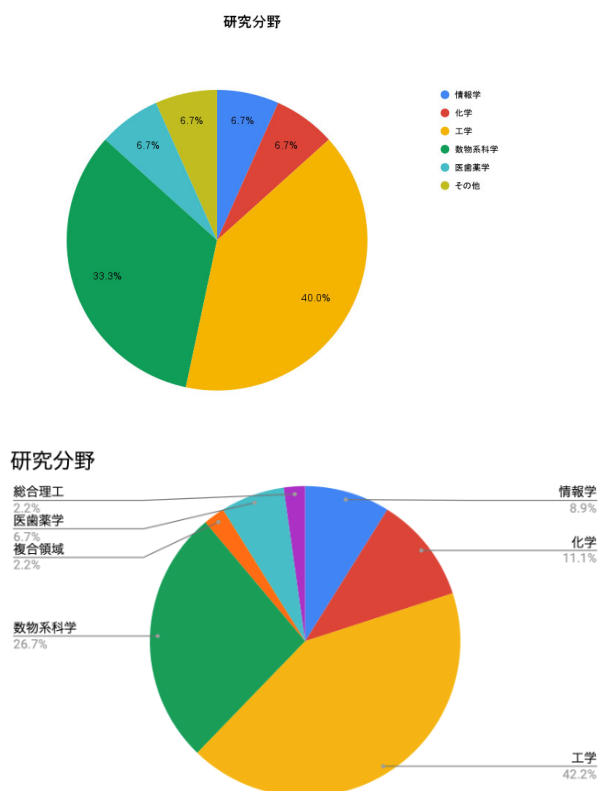


図 17: 回答者の専門研究分野

大規模計算機システムの満足度について：

本センターの大規模計算機システム事業を評価する上で最も重要となる大規模計算機システムの満足

度に関する質問に対する回答をまとめたものが、図 18、図 19 である。満足度に関する質問は、大規模計算機システムごと、すなわち、現有（2023 年度時点）の SQUID、OCTOPUS、および、試験運用中のデータ集約基盤 ONION のそれぞれについて、利用満足度、満足点、不満点、提供ソフトウェアに対する要望を質問した。

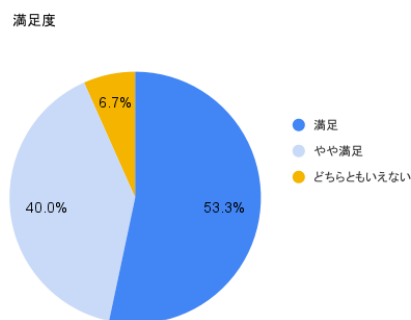


図 18: SQUID 利用満足度

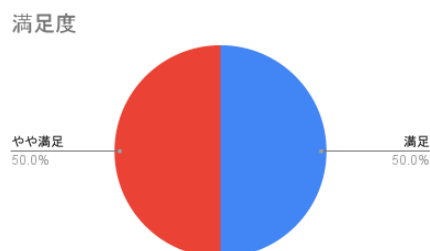


図 19: OCTOPUS 利用満足度

なお、利用満足度については、満足、やや満足、どちらともいえない、やや不満、不満、利用していないを選択してもらったが、「利用してない」と回答した利用者は図 18、図 19 では除外している。

また続く設問の満足点、不満点については、例年同様、当該システムを利用した方のみからの回答を受け付けた。満足点、不満点の回答には、

- ジョブ実行(待ち時間、キュー構成等)
- 計算資源の性能(計算速度、メモリ容量、ノード数)
- 開発環境(コンパイラ、エディタ等フロントエンドでの作業に関すること)
- ソフトウェアの種類

- ストレージ(容量、I/O 速度)
- ユーザサポート
- その他
- なし

の任意数の項目を選択してもらう方式とした。提供ソフトウェアについては要望を自由記述で受け付けた。

図 18、図 19 の結果から、SQUID および OCTOPUS に対して、満足あるいはやや満足の回答は当該システムを利用している回答者の 93.3%、100.0%となっており高い利用者満足度を得ていることがわかる。しかし、OCTOPUS については、2024 年度がシステム導入から 7 年目であったこともあり、満足度の高い利用者だけが利用していたとも考えられる。一方、SQUID については、一昨年、昨年、今年度と 90% を超える割合で満足あるいはやや満足の回答は 96.5%であり、安定的に利用者からの支持を得ているといえる。

満足な理由(複数回答)

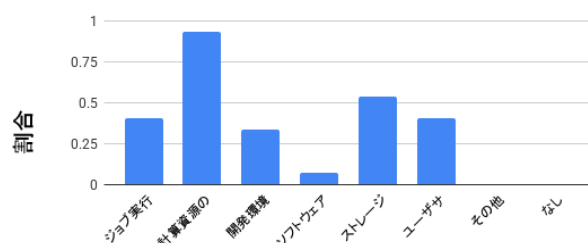


図 20: SQUID 満足点

不満な理由(複数回答)

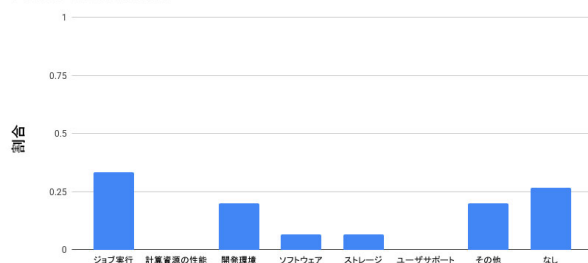


図 21: SQUID 不満点

次に、図 20、図 21 に SQUID システムの満足点、不満点に対する回答結果を記す。これらの結果から、SQUID については計算資源の性能については、

回答者の 90%強から満足いただいていることがわかる。SQUID は 2023 年度においても、Intel 製 Ice Lake 世代プロセッサ、NVIDIA 製 GPU A100、NEC 製ベクトルプロセッサ NEC SX Aurora-TSUBASA type20A といった最新プロセッサを備えた大規模クラスタであり、この点は利用者に高く評価されていると考えられる。また、ジョブ実行に対しても回答者の約 40%程度から満足いただけている。一方、不満点を見ると、回答者の 30%強がジョブ実行を上げている。この点については、以下に記す不満点に対する自由記述がヒントになる。

不満点に対する自由記述回答を見ると、

- * 「*module が毎年更新されるのですが、変更点をまとめてWeb ページに掲載していただけると助かります。変更点を把握するのに時間がかかっています。*」
- * 「*年度ごとに module が変更されるたびに、コンパイル時のベクトル化できる・できない場所の挙動が変わってきてしまう点*」

という、ジョブ実行に関係する module に対する回答がある。module については SQUID から導入したものであるが、これらの意見に対して、本センターとして改善を図りたいと考えている。

また、昨年度にも寄せられていた意見であるが、

- * 「*アクセス。ログイン、scp 時の 2 段階認証が圧倒的に不便。*」

といった意見、特に 2 段階認証の不便さに関する意見が寄せられている。昨年度の年報でも記載したが、フロントエンド (ログイン) ノードに対するログインが 2 段階認証となっている点が不便である点に利用者から不満の声があることを本センターとしても十分に把握している。本報告書を記載している立場、管理者の立場をおいておけば、全く同感の意見である。それゆえ、当センターでも、利便性とシステムセキュリティのトレードオフ問題を意識しつつ、常によりよいスパコンへのアクセス方法を提供したいとは考えている。しかしながら、セキュリティレベ

ルを下げてしまうと、万一システムセキュリティをブレイクされてしまった際にサービス提供できない時間が長くなる。一方でセキュリティレベルを上げてしまうと、利用者の利便性はさらに低下してしまう。この点については、このような議論を継続的に行っているが、やはり引き続き検討事項となっている。

また、不満点の理由として、

* 「利用料金」

という昨年同様に回答があった。その度に、毎回説明を記載しているのであるが、本センターの大規模計算機システムの利用負担金の設定は、その計算機を利用するに際して発生する消費電力相当をベースにしている。それゆえ、いわゆる民間クラウドベンダの提供する、同等程度の性能を有する計算資源と比較すれば、数分の一程度以上安い価格設定となっている。さらに、これ以上の低コストな価格設定は、本センターでのスーパーコンピュータシステムそのものを阻害してしまう原因となる。よって利用者の皆様方にはご理解いただければ幸いである。

本センターとしては、本センターの大規模計算機システムを安定かつ定常的に運転していくためには、この利用に伴う際の消費電力相当分の費用に関しては受益者負担とせざるを得ないのが実情であり、最低限の利用負担金を設定している。ご理解いただき、利用者である研究者の皆様には、よりよい学術的成果へと繋げていただければ幸いである。そして、本センターにその学術的成果をもれなく報告いただければ幸いである。

少し話は変わるが、スーパーコンピューティングシステムの導入・運用には膨大な資金が必要である。そうしたなか、計算に必要となる消費電力相当の受益者負担でスーパーコンピューティングシステムを利用することを可能にするには、利用者である研究者の皆様の学術的成果が必要不可欠である。ぜひ年度末に求められる成果報告には、皆様方の研究に必要不可欠なツールであるスーパーコンピューティン

グシステムを維持・発展させるためにも、真摯に回答いただければ幸いである。

なお、2022 年度のアンケートでは、本センターのサポートに対する不満の声があげられていた。この不満の声は、利用者の要望に対し技術的な検証が必要であると同時に、本センターに導入されているソフトウェアのバグに起因するなどの複合要因により、ご迷惑をおかけしたことに對するものであった。2023 年度のアンケートでは本センターのサポートに対する不満の声は見られなかったが、本センターでは、SQUID の運用保守支援をともに行う日本電気株式会社とも共有のうえ、よりよき利用者支援につなげていくよう努力している。

次に、図 22、図 23 に OCTOPUS システムの満足点、不満足点に対する回答結果を記す。OCTOPUS については、2017 年 12 月に稼働したスーパーコンピュータであるため徐々に EoL(End of Life)が近づきつつあるという状態での運用であり、OCTOPUS 稼働の最終年度であった。2022 年度より、OCTOPUS の利用者を SQUID への移行を積極的に進めてきたこともあり、OCTOPUS 自身の利用者数は減少傾向にあったが、それでも高い利用率を維持していた。OCTOPUS をご利用の皆様からも、最終年度まで計算資源の性能点で満足いただけたことは、システム導入に携わったものとして嬉しく思う。また、ユーザーサポートにおいては満足いただけた方と同じ割合程度不満であった方がおられた点については、われわれとしても改善の余地があると認識している。

満足な理由(複数回答)

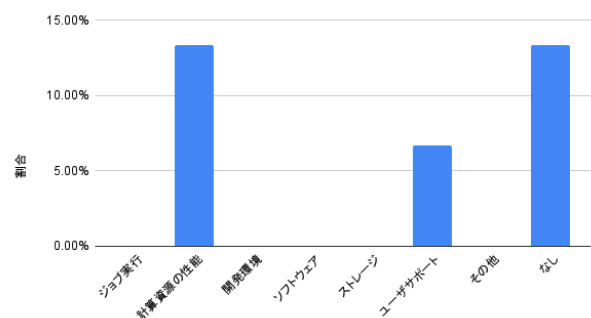


図 22: OCTOPUS 満足点

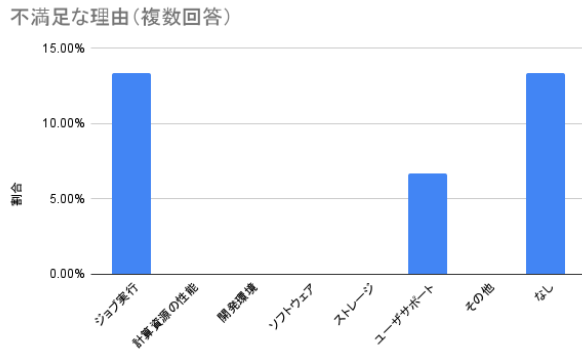


図 23: OCTOPUS 不満足点

なお、今年度については、OCTOPUS を利用された方の自由記述の回答は満足点も不満足点も得られなかった。

ONION 満足度について：

続いてデータ集約基盤 ONION についてのアンケート結果についてであるが、アンケートに回答いただいた利用者の多くが ONION について「利用していない」という回答であった。そのため、十分に有効な回答が得られなかった。ただし、データ集約基盤（データストレージサービス）の必要性についての質問「ONION-file または ONION-object をご利用されている方に質問です。大学内では、ストレージに関してクラウドのオンラインストレージを持てば、大阪大学でデータ集約基盤（ONION）を持つ必要はないのではないかという意見もあります。そこで、あなたの意見に近いものを教えてください。（複数回答可）」については回答が得られたので報告をする。本項目への回答項目として、

- パフォーマンスの観点で必要
- セキュリティの観点で必要
- コストの観点で必要
- サポートの観点で必要
- その他（自由記述）
- 大学のストレージは不要

を準備していた。その結果、図 24 に示す結果が得られたので付して報告とする。なお、自由記述での回答は得ることができなかった。ONION についての評価については次年度以降に継続して行なっていく。



図 24: ONION の必要性

事務手続きについて：

本項目では、利用負担金、利用者管理システム、および、2018 年度より本格的に運用を開始した利用負担金の季節係数についてのアンケートを行った。

以下では、いくつかの回答を紹介したい。

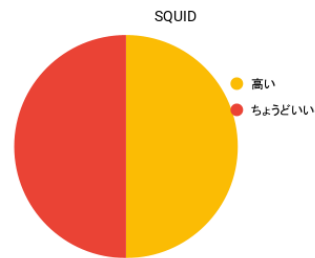


図 25: SQUID 利用負担金について

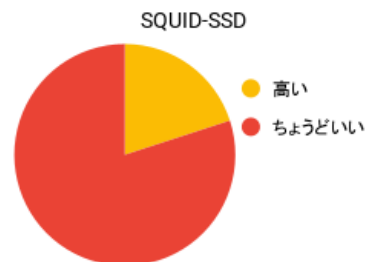


図 26: SQUID SSD 利用負担金について

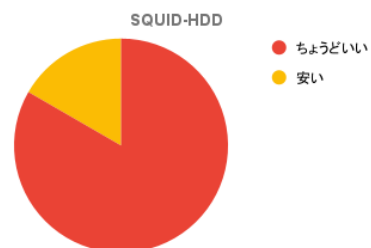


図 27: SQUID HDD 利用負担金について



図 28: OCTOPUS 利用負担金について



図 29: OCTOPUS HDD 利用負担金について

利用負担金については、各計算機システム（図 25）および SQUID-SSD（図 26）、SQUID-HDD（図 27）、OCTOPUS ストレージ（図 28、図 29）ごとに、高い、ちょうどいい、安い、から回答を求めた。その結果すべての質問項目に対して、概ね「ちょうどいい」という回答が最も多い結果となった。

本項目については、自由回答の結果を求めている。その結果、

- * 「最低額が 10 万円なのは、高い。」
- * 「少額利用のための枠が欲しいです。現状の 10 万円スタートは初期投資として払えない金額ではないですが、自腹で払うには辛いです。」

といった意見が寄せられた。この点については、システム更新時に毎回検討事項となるが、実現ができていない。その理由の一つとして、利用者システム管理等の周辺システムの改修が必要となり、そのための資金が必要となることがある。周辺システムの改修費用は小さくなく、そのため調達時に計算資源に回せる予算が少なくなってしまうという問題が生じてしまう。この点については、次システム以降でも引き続き検討をすすめていきたいと考えている。

一方、魅力ある研究課題を提案いただくことで、利用負担金を負担せずに本センターのスーパーコンピューティングシステムをお使いいただける公募型利用制度という仕組みがあるので、そちらにもぜひチャレンジいただければ幸いである。

また、利用負担金については、本センターで導入している季節係数についての意見を自由記述で求めた。その結果、

- * 「計画的な利用のために周知すべき」
- * 「季節係数は出来れば導入しないほしい。」

といった賛否に分かれる意見が寄せられた。今後、利用者の声を聞きながら、慎重な運用を行っていきたいと考えている。

利用負担金支援制度について：

本センターの大規模計算機システムの利用は、利用負担金をお支払いいただきご利用いただく一般利用（学術利用）および産業利用、大規模計算機のご利用を検討中の方々に試験的にご利用いただく試用利用、本センターが推進する公募型利用、HPCI での利用、JHPCN での利用の種別がある。これら種別のうち、公募型利用、HPCI での利用、JHPCN での利用は、研究者に提案いただいた研究課題がそれぞれ各実施母体で採択されることで利用負担金が支援される制度となっている。本項目では、この利用負担金支援制度についての認知度について調査した。

その結果、本センターの推進する公募型利用制度については、昨年同様回答者のうち 93.33%からは知っているとの回答を得た。そのうち大多数は本センターの利用者メーリングリスト等のメーリングリスト、ウェブから情報を得たと回答をしており、本センターからの情報発信が機能していると思われる。

公募型利用に応募した理由/応募しなかった理由について自由記述で求めたところ、応募の理由としては、

- * 「有償利用する予算がないため。」

*「無償で使える、研究者としてCVに記載事項が増える。」

などがあった。

一方、応募しなかった理由としては、自由記述での回答が十分に得られなかったが、

*「委員であるため」

との理由があげられた。おそらくこの回答は本センターの高性能計算機委員に就任して頂いている研究者の方であるが、委員の方の応募は妨げていないので応募資格を有している。また、委員の方が応募された場合は、利害相反チェックなどを行っての審査となるので、安心して応募していただければと思う。

また、2023年度のアンケートでは、2023年度に新設した「世界と伍する学生育成特設枠」について、どのような手段で知るに至ったかについて質問した。選択肢としては、

- Web ページ
- メーリングリスト
- チラシ・ポスター
- 講習会・シンポジウムなどでの紹介
- 知人からの紹介
- 知らなかった

であったが、結果は図 30 に示す通りとなった。

また、HPCI および JHPCN での利用についてのアンケート結果では、回答者のうち HPCI では 6.7%、JHPCN でも 6.7%弱がそれぞれの支援枠を「知らない」との回答であった。今年度のアンケートでは、HPCI、JHPCN をご存知の方が回答してくれたとも考えられるが、徐々に HPCI と JHPCN についての理解が進んでいることはありがたく思う。HPCI、JHPCN の構成拠点である本センターとして、HPCI および JHPCN について引き続き積極的な活動を行っていきたい。

情報源

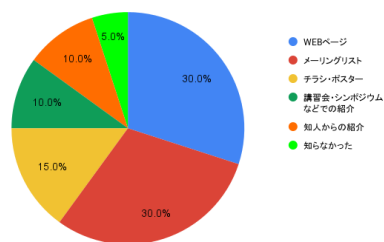


図 30: 新設「世界と伍する学生育成特設枠」を知り得た理由

ユーザー支援について：

本項目では、技術相談、WEB ページ、講習会、セミナーについての満足度調査を行った。本報告書では、紙面の関係から、技術相談の自由記述によせられた回答を報告したい。満足、やや満足、どちらともいえない、やや不満、不満、相談しなかった、知らなかった、の選択肢を提示し、回答をしてもらったところ、回答者のうちおよそ 80%の方から満足あるいはやや満足の回答が得られた。その理由として回答者からは、

*「早急に丁寧に対応いただけなので、いつも助かっています。」

*「迅速な回答をいただきました。」

*「コードのエラーの対処や高速化で相談に乗ってもらい大変助かりました。」

といった本センターのユーザー支援の対応に対する満足度の高い声をいただくことができた。

今後の大規模計算機システムへの要望：

本設問では、「今後の計算機運用やユーザーサポートに関する要望をご自由にお書きください」として、ハードウェア、ソフトウェア、ユーザーサポート面についての自由記述により要望をアンケートした。その結果の一部を記す。

*「ベクトル型のスパコンを残して欲しい。量子コンピュータを利用できるようにして欲しい。」

*「使用しているコードがベクトル計算機用にチュ

ーニングされているので、可能であればベクトル計算機を延長し続けて欲しい。」

* 「量子コンピュータを気軽に使えるようなシステムを整備いただけると嬉しいです。サブスクリプションとか、比較的低価（短期間）で使えるような環境があると助かります。また、今後について、ベクトル計算機の運用の可否が議論されている場面もありますが、ユーザーとしては、ベクトル計算機が今後も使える環境があると助かります。」

* 「クラウド上でも良いので、ベクトル型計算機が利用できる環境を今後も残しておいてほしいです。また、こちらもクラウド上でも良いので、量子コンピュータをお試しで気軽に利用できるような環境があると、研究の幅が広がるので有り難いです。」

* 「いつも丁寧に対応いただきありがとうございます。」

* 「ユーザーサポートはとても良くてスタッフの皆様に感謝しております。」

* 「ジョブ待ちに困っているので、何とかならないかな、と期待しています。」

これらの意見だけにとどまらず、いただいたご意見は全て本センターの大規模計算機システム運用に携わる教職員は目を通して。これらの貴重な意見をもとに次世代スーパーコンピュータにつなげていく。今後もこのようなアンケートを通じて貴重なご意見をいただければ幸いである。

成果報告について：

本設問では、成果報告のあり方について利用者にアンケートを行っている。設問は以下の通り設定し、自由記述での回答を求めた。

「近年、大学の予算状況が厳しくなり、その波は当センターのスーパーコンピュータの運用にも及んでいます。予算の割り当てにおいて、どれだけの研究成果を上げているか、どれだけの論文にスパコンに関する謝辞が記載されているか、といった情報が重要な基準となってきました。2022年度はこちらのように利用成果を提出していただいております、2023年

度においても同様に情報を提出いただいているところです。

研究成果報告についてご自身の見解や感じていることがあれば、ぜひお聞かせください。記述内容が十分でない、あるいは多すぎて提出が面倒である、といった意見でも構いません。また、当センターとしてスーパーコンピュータの成果をアピールするためには、このようにすればよいという提言がございましたら、是非よろしく願いいたします。」

このような設問に対して、

* 「分量は適量だと思います。」

* 「利用者が多くなれば、謝辞の記載も増えると期待される。無料枠とサポート（セットアップなど）の充実をアピールする。無料枠の負担が少ないように、アカウントの開設を簡便にし、報告書は少なくする。他の人が、どれぐらい謝辞を報告しているのか、謝辞が載った論文をリスト化して、毎月公開と利用者に知らせることによって、謝辞を書くことを意識してもらおう。よく使われるソフトをブレインストームする。」

* 「研究成果報告については、必要十分な記述量であり、かつスパコン予算獲得のための情報収集も重要であることからこのまま続けていくべきだと感じています。」

* 「研究成果報告は重要であり、現在の形式を指示します。論文への謝辞記載は利用規定の必須としてもよいくらいだと思います（サイバーとしてのoutputになりますので）。」

* 「スパコンを活用した研究成果が特に評価された場合（学会論文賞など）などは、CMCのHPなどで取り上げてはどうでしょうか。」

* 「阪大サイバーメディアセンターの報告は簡潔で助かります。例えばxx研は報告書が4ページもあり大変（&ほとんど誰も読まないと思われる）。」

（注）xxの部分は実際の組織名が記載されていたが削除した。

等の意見をいただいた。これらの貴重な意見をもとに、成果報告のあり方をよりよい形に検討していきたいと考えている。

パブリッククラウドについて：

本設問では、パブリッククラウドについて利用者にアンケートを行っている。設問は以下の通り設定し、自由記述での回答を求めた。

「近年、パブリッククラウドの進化により、研究における計算資源の選択肢が広がっています。大学内では、パブリッククラウドが提供する柔軟な機能により、従来のスーパーコンピュータの必要性を問う声もあります。特に、パブリッククラウドがスーパーコンピュータに代わるものとなり得るか、あるいはこれらが補完関係にあると考えるか、ご意見をお聞かせください。パブリッククラウドでは代替が難しいと思われる点があれば、その理由も合わせてご説明いただけると幸いです。」

このような設問に対し、

* 「ユーザーとしては、これまでの開発環境と同等のものがパブリッククラウドで可能であれば、従来のスーパーコンピュータに固執しないです。」

* 「パブリッククラウドは海外製が多いので、センシティブな情報を扱う際は、国内で運用されているスーパーコンピュータの方が安心できます。また、パブリッククラウドは演算量の多いタスクにおいて、総じて料金が高いので利用が難しいです。研究分野において、パブリッククラウドはあまり向いていないと思っています。」

* 「AWS の ParallelCluster を使っていた経験がありますが、スパコンは低いコストでより多くの計算リソースを利用できるため、ユーザー目線から見れば優位性があると考えます。ただし、スパコンはある程度の利用量がある前提で最低利用量が大きめなので、少額利用ではパブリッククラウドに軍配が上ります。」

* 「科学技術の根幹に関わる基礎研究、最先端の研究

究では大規模計算機が必要であり、単なるパブリッククラウドでは代替できないため、スーパーコンピュータを維持することは国家として欠かせない高意義な事業である。」

* 「大学のスパコンに比べて、パブリッククラウドは利用料金が非常に高額であると理解しています。

それなりの計算資源を必要とする場合は、パブリッククラウドによる代替は現実的でないと思います。」

* 「SQUID を利用して特に困ることはジョブ待ちが多いことである。私の研究では1つの計算はすぐに終わるが、その結果を自動的にチェックしながら大量の計算を逐次投入する仕組みであるため、一旦投入してからの待ち時間が長く、効率的に利用できない。そのような場合に、パブリッククラウドに自動的にジョブが回るような仕組みがあると、ジョブ待ちが減るため大変ありがたい。大学のスパコンはどうしても年度末に混雑しがちであると考えられ、そのような事態もパブリッククラウドと大学スパコンを併用することで回避がかのうなのではないでしょうか。」

といった回答が得られた。本センターでは、OCTOPUS の高負荷時に、民間クラウド Microsoft Azure および Oracle Cloud Infrastructure の提供するクラウド資源をオンデマンドに統合し、ジョブを実行可能とするクラウドバースティング機能をいち早く実装し、試験運用している。利用者からの回答にあるように、民間クラウドとオンプレミスの利用負担金の差はかなり大きいのが実情である。一方で、民間クラウドの提供するサービスには魅力的なものも多く生まれている。そういった視点から、本センターでは、クラウドの良いところは積極的に取り込むことで、利用者にとってよりよい計算環境を提供していきたいと考えている。今回いただいた貴重な意見は次期システム検討や本センターでのユーザー支援の参考とさせていただく。

OCTOPUS について：

2023 年度は OCTOPUS の最終年度となった。そのことから、

「スーパーコンピュータ OCTOPUS は 2023 年度末をもってサービスを終了しました。長年のご利用ありがとうございました。OCTOPUS が皆様の研究に貢献できた点、便利だと感じた機能、そのほか印象に残った思い出がありましたら、メッセージをお寄せくださいませ。」

と設問を設定し、利用者からのメッセージを募ったところ、下記のようなメッセージが寄せられた。

- * 「初めて GPU に触れたのが OCTOPUS だったので、感慨深い計算機でした。」
- * 「OCTOPUS は速いだけでなく、とても使いやすかったです。長い間ほんとうにありがとうございました。」
- * 「OCTOPUS の導入初期は、計算能力にも優れていた上に job 実行時間上限も長く、サポートも充実していた画期的なスパコンだったと思います。知名度が低かったこともあり事実上使いたい放題で、多くの成果を出すことができ、大変お世話になりました。次第に知名度が上がり(良いことだとは思いますが)混雑し、使用頻度が減ってしまったのは少し残念です。」

OCTOPUS はわれわれ管理者からみても、障害も少なく安定的な運用ができたスーパーコンピュータであった。ただ、そのおかげで、導入開発当初より利用率が高止まりする傾向があり、利用者の待ち時間が急速に長くなってしまう場合もあり、最盛期にはかなり利用者にご迷惑をおかけしてしまった。管理者としては、スケジューラのキューの構成などを何度も見直した思い出もある。CPU ノードが定期的に極めて高い利用率となってしまう、GPU ノードの CPU にジョブを流すということをしたこともある。また、メニーコアノードの CPU をお勧めしたこともある。CPU、GPU、メニーコア、大容量メモリの異なる 4 種のアーキテクチャから構成したヘテロジーニースクラスタであり、当初は運用、ユーザー支援が大変なものではないかとも考えていた。しかし、ユーザーの

計算要求や需要の多様化を予測しており、このヘテロなアーキテクチャが多様なニーズを充足するのに大きく貢献できたようにも思う。OCTOPUS は 2024 年 4 月に残念ながらサービス終了となってしまったが、利用者の皆様の記憶の片隅に少しでも残るスーパーコンピュータであれば嬉しく思う。また、今後のシステム導入・調達においても、より良いシステムを提供できればと切に思う。

その他：

本項目が最後の質問項目であった。ここでは自由に記述いただいた。その結果の一部を記す。

- * 「電力や混み具合など大変な調整の中、ジョブの管理も適切だったと思います。」

昨年度も記載しているが、本センターの大規模計算機システム事業への感謝や励ましの言葉をいただくと素直に嬉しく思う。計算基盤やネットワークといったインフラに関わる部分は使われて当たり前と評価されることも多く、停止すると怒られる。そういった中で、評価していただける利用者がおられることは本当に励みになる。

サイバーメディアセンターは D3 センターと改組となったが、本アンケート結果での利用者の声を参考にし、今後もよりよい大規模計算機システム事業としていきたいと考えている。翌年度もアンケートは実施する計画であるので、是非アンケートにご協力いただければありがたいと思う。

(8) 燃料係数、季節係数の運用

本センターでは、スーパーコンピュータシステム OCTOPUS を 2017 年度に導入した際に制度化した利用負担金制度において、当該システムの計算負荷を年度内で分散させることを目的として季節係数を導入した。季節係数は、利用負担金に対して 3 ヶ月ごとに、ある一定の係数をかけることにより、利用負担金をコントロールすることで、利用者のジョブ投入のピークシフトを狙いとする。

また、読者の多くも記憶されているかもしれないが、2022 年頃燃料費の高騰が世間を騒がした。スーパーコンピューティングシステムの運用に際しても例外ではなく、2022 年度の運用では、新型コロナウイルス感染症、歴史的な円安等々の理由による燃料費高騰が問題となった。固定的な利用負担金の設定の場合、年度内中に大幅な電気代金の価格変動があると、年度当初の消費電力相当に設定した利用負担金との誤差が大きくなる。価格が大きく上がった場合には、最悪、SQUID および OCTOPUS の運転を停止せざるをえない状況に陥ってしまう。また、コロナ以前に比べてコロナ収束後の電気料金は大きく値上がりした。

そのような視点から、2022 年度中に審議を行い、2023 年度より変動する電気料金に合わせた値を設定する燃料係数の新設、および、利用する計算ノードの消費電力に相当するポイントを表現する消費係数の見直しを行なった。その結果、大規模計算機システムの利用負担金制度は、下記の通り、使用ノード時間、消費係数、季節係数、燃料係数で SQUID および OCTOPUS ポイントを管理することとなった。

消費ポイント

$$= \text{使用ノード時間} \times \text{消費係数} \\ \times \text{季節係数} \times \text{燃料係数}$$

高性能計算機委員会では、季節係数、燃料係数を見直すことで、それぞれスーパーコンピューティングシステムに対する負荷のシフト、電気代金に基づいた適切な利用負担金について毎年検討を行っている。2024 年度は、表 18、表 19 に示す季節係数および燃料係数で SQUID を運用した。なお、OCTOPUS については 2024 年 3 月にサービスを終了している。この係数の設定は、2024 年度に消費係数を見直したことにより、1.0 とセットしている。SQUID の運用は 2024 年度で 4 年目となり、利用者ジョブの数、並列度ともに増加傾向にある。また、2024 年度は OCTOPUS のサービスができないため、SQUID への負荷増大が年度はじめより予想されることから、年度を通じて 1.0 となっている。なお、燃料係数につ

いては、年度内に変動する電気料金を注視し、適宜修正する。2024 年度は大きな変動がみられなかったため、当初予定通りの運用となった。

表 18: 2024 年度の SQUID 季節係数について

	4-6 月	7-9 月	10 月	11-12 月	1-3 月
汎用 CPU ノード群	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
GPU ノード群	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
ベクトル ノード群	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

表 19: 2024 年度の燃料係数について

	4-6 月	7-9 月	10 月	11-12 月	1-3 月
汎用 CPU ノード群	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
GPU ノード群	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
ベクトル ノード群	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85

2024 年度の季節係数について：

<https://www.hpc.cmc.osaka-u.ac.jp/news/20240229/>

(9) 産業利用活性化に向けた展開

センター教職員、運用ベンダーによるシステム安定運用と高品質なサポート活動により産業利用は大きく伸びている状況である。

本年度の活動は、昨年度に続き展開パス（図 31）のアプローチを具体化し、引き続き以下の 2 点に注力した。

① 認知度向上作の展開

- ・セミナーや講習会などの開発・共同開催など。学術関係者だけでなく産業利用者にも関心の高いセミナーの開発、開催。
- ・開発したセミナーの商工会議所・工業会などの公益経済団体と連携した民間企業へのリーチ。

② 学術機関・大学などの多様な研究者利用の拡大

・関西・中国・四国地方の広い地域の学術機関に向けた利用相談、利用説明会の実施など。

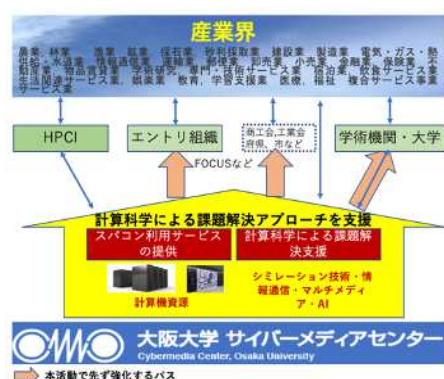


図 31: 産学利用活性化のイメージ

以上のような行動を計画した。

①は当センターの利用説明会を従来の HPC 上級者向けだけでなく、初級者・産業向けに企画し、「初めて大阪大学 D3 センター等の計算センターのスーパーコンピュータの利用を検討されている方向けに一般利用制度（学術機関向け）、産業利用制度、基本的な利用方法をご紹介」と題した利用説明会を 2023 年度も引き続き開催した。また、当センター開催の利用者交流会向けに開発したセミナー（Python チュートリアル）も引き続き、初級編、中級編の開催を行い多くの参加者を得た（参照、利用者交流会）。ただし、外部団体（商工会議所・工業会などの公益経済団体）と連携した開催には至らなかった。

②については、今後の利用者拡大の方向性として、これまで組織（D3 センター）対研究者個人との関係性を組織対組織の関係へと発展させ、岡山理科大学をパイロットケースとして大学関連協を強化する取り組みを協議中である。

これらにより、他の学術機関や産業利用の企業との間でもセンター利用者を増やし、データサイエンス、AI 等の技術に取り組み始めた HPC 初中級者をターゲットに、これら利用者が更に研究推進、研究成果の POC (Proof Of Concept) への発展に結び付く環境の提供を進める。

しかし、共創の場としてはまだ不十分であり、共創の場形成支援として制度やサービス面（セミナーの拡充など）の見直しを含めて引き続き取り組みたい。

今後もセンター利用者間の人脈交流、POC 相談などのプロモーション活動、アウトリーチ活動の活発化も並行して進めたいと考えており、スパコン利用に興味・関心を持つ学術機関、企業からコンタクトいただけると幸いである。

(10) 2024 年度性能チューニングプログラム

本プログラムでは、利用者のお手持ちのプログラム（非商用）を本センターで預かり、大規模計算機に対する最適化および並列化を行う。本年度は、2024 年 11 月 1 日～12 月 3 日の期間に募集を行い、3 件の申請を採択した（表 20）。

東京大学の渡村講師の依頼は、SQUID 汎用 CPU ノードを対象にした OpenMP 並列プログラムの高速化検討ならびに MPI による分散並列化の検討であった。対象のプログラムはメモリ帯域幅律速であることから、KMP_AFFINITY 環境変数によってスレッドアフィニティを適切に設定することによりソケットを跨ぐリモートメモリアクセスを削減し、実効メモリ帯域幅を向上させた。また、2 重ループを 1 重化するための OpenMP collapse 節を一部のループにおいて削除し、イテレーションあたりの演算量を増加させることによりスレッド並列化のオーバーヘッドを削減した。以上のチューニングより、実行時間を 32 時間から 18 時間に短縮することに成功した。また、MPI による分散並列化について検討し、

Successive Over-Relaxation (SOR 法) を実装している 2 重ループのうち、1 つのループを MPI 並列化、もう 1 つのループを OpenMP 並列化する方法を提案した。

京都大学の宮内様の依頼は、SQUID GPU ノードを対象に開発されている、MPI と OpenACC によって並列化されているプログラムの高速化検討であった。チューニング作業を実施する前に潜在的なバグを調査したところ、配列の未定義参照および配列外参照が明らかになったため、これらのバグを修正した。続いて、GPU 間における MPI 通信の遅延を削減するため、SQUID GPU ノードの内部構成を考慮し、8 基 GPU に対して、それぞれに最も近い Host Channel Adapter (HCA) を割り当てるように

UDA_VISIBLE_DEVICES 環境変数および UCX_NET_DEVICES 環境変数を設定した。これにより、実行時間が 725 秒から 539 秒に高速化された。また、リダクション計算を含む 4 重ループのうち、外側の 2 重ループしか OpenACC によって並列化されていないことに着目し、一時変数の導入によって 4 重ループ全体を並列化させた。他にも冗長な通信の削減などのチューニングを施し、実行時間を 539 秒から 413 秒に短縮することができた。

北海道大学の三宅様の依頼は、ベクトルノード群を対象に MPI と OpenMP によって並列化されているプログラムの強スケーリング性能の改善であった。まず、潜在的なバグを調査したところ、配列の未定義参照・範囲外参照およびゼロ除算が明らかになったため、これらのバグを修正した。続いて、演算量が多いループにおいてベクトルレジスタの枯渇によるスピルが発生していることに着目し、ループ分割によってループ内の演算量を削減し、スピルを軽減した。また、多重ループの最外ループが MPI と OpenMP の両方によって並列化されているため、強スケールした際にスレッド並列の効果が得られなくなることを特定した。そこで、最外ループを OpenMP 並列化、その内側のループを MPI 並列化することにより、強スケーリング性能を改善した。以上のチューニングにより、実行時間が 95 秒から 90 秒に短縮されることを確認した。

2024 年度性能チューニングプログラム：

https://www.hpc.cmc.osaka-u.ac.jp/lec_ws/20241101/

**表 20: 2024 年度性能チューニングプログラム
対象者**

	所属・氏名
1	東京大学 講師 渡村友昭
2	京都大学 大学院生 (博士課程) 宮内拓夢
3	北海道大学 大学院生 (博士課程) 三宅冬馬

(11) OCTOPUS 後継機調達

調達名「全国共同利用大規模並列計算システム (Large-scale Parallel Computing System for Nation-wide Shared Use)」と称して 2017 年 12 月に導入した、ペタフロップス級ハイブリッド型スーパーコンピュー

タ OCTOPUS(Osaka university Cybermedia cenTer Over-Petascale Universal Supercomputer)の運用を 2024 年 3 月に終了した。当該システムは、導入当初より高い利用率が継続し、多くの利用者から好評を得たシステムであった。このような高い利用率と評判を背景に、新型コロナウイルス感染症拡大の影響、2021 年 5 月の SQUID システムの稼働開始を考慮し、本センターでは、当初予定では 5 年間の運用を行い 2022 年 12 月にサービスを終了予定であったが、最終的に 7 年 4 ヶ月の長期の運用となった。

この OCTOPUS システムの後継機の調達にむけ、本研究部門の教員らは、2020 年後半期より技術調査を開始している。その後、本センターで仕様策定委員会が立ち上げられ、第 1 回目の仕様策定委員会が 2021 年 4 月 15 日に開催されている。なお、本研究部門からは速水智教特任助教（常勤）、情報推進部情報基盤課スパコン班からは木越信一郎専門職員が参画した。その後、2021 年 8 月 31 日、2022 年 2 月 24 日、2023 年 12 月 11 日の 3 回の導入説明会を経て、2024 年 5 月 9 日に仕様書案説明会の開催、2024 年 10 月 15 日に入札説明会を経て、2025 年 1 月 31 日に開札というおよそ 4 年をかけたスケジュールで、OCTOPUS 後継機が確定した。契約上、次年度 2025 年 8 月末日までに OCTOPUS 後継機の設置・納入が完了する予定となっている。

2021 年 8 月 31 日	導入説明会(1 回目)
2022 年 2 月 24 日	導入説明会(2 回目)
2023 年 12 月 11 日	導入説明会(3 回目)
2024 年 5 月 9 日	仕様書案説明会
2024 年 10 月 15 日	入札説明会
2024 年 12 月 3 日	入札期限
2025 年 1 月 31 日	開札
2025 年 8 月 31 日	納入期限

OCTOPUS 後継機の正式名称、性能値は 2025 年度中に公開される予定であり、2024 年度の年報の対象外ではある。しかし、おそらくこの年報も 2025 年度夏以降に発行されるものと思うので、以下に OCTOPUS 後継機のシステム概要を掲載する。表 21

に示すように OCTOPUS 後継機は、Intel 製の最新プロセッサ (Granite Rapids 世代) を搭載した汎用 CPU ノード 140 ノードが InfiniBand NDR200 (200Gbps) の相互結合網で接続された大規模計算機システムとなる。読者の中には、なぜ GPU ノードがないのだと思われる方もいるかもしれない。このような構成とした主な理由としては、現在、9 大学 2 研究機関で共同調達・運用する mdx II が大阪大学に設置されており、2024 年度中に NVIDIA 製最新 GPU である H200 を搭載した GPU ノードが導入される予定であったこと、半導体価格の高騰および歴史的円安要因により OCTOPUS 後継機の予算規模では GPU を導入したとしても利用者のニーズを十分に満たすことができるノード数を導入できない (スケールメリットが働かない) こと、CPU 利用率が OCTOPUS および SQUID とともに高く、今後も CPU に対する需要が GPU 同様高いということが予想されることがあげられる。本調達では、OCTOPUS 後継機は CPU ノードのみの大規模計算機システムとなるが、それでも総演算性能は 2.293PFlops となり、OCTOPUS の 1.463PFlops から 1.5 倍の向上となる。1 ノードあたりのコア数は 256 となり、OCTOPUS の 24 コアからの 10 倍強となる。ご理解いただければ幸いである。

表 21: OCTOPUS 後継機の概要

総演算性能	2.293 PFLOPS	
ノード構成	汎用 CPU ノード群 140 ノード	CPU : Intel Xeon Platinum 6980P プロセッサ (2.0 GHz 128 コア) 2 基 理論演算性能 (1 ノードあたり) : 16.384 TFLOPS 主記憶容量 : 768GB
ストレージ	Lustre ファイルストレージ	DDN ExaScaler 有効利用容量 : HDD 3.58 PB
ノード間接続	InfiniBand NDR200 (200 Gbps)	

なお、本報告書執筆時点においての予定であるが、2025 年 9 月より、前回の OCTOPUS においても実施した無料お試し利用を数ヶ月行った後に正式サービ

スを開始する予定である。興味・関心のある読者の皆様方には、ぜひ本センターからのアナウンスにアンテナをはっていただければと思う。

(12) RED (research enhanced) ONION 構想

本センターでは、2021 年度にスーパーコンピューティングシステム SQUID(Supercomputer for Quest to Unsolved Interdisciplinary Datascience)に導入と同時に、データ集約基盤 ONION(Osaka university Next-generation Infrastructure for Open research and open innovation)を開始した。その結果、多くの利用者の皆様から好評を得ている。一方、利用促進と並行して、大規模・大容量データをお使いの利用者からは、学内ネットワーク ODINS 経由での ONION へのデータ収容時に性能に対する不満や相談の声も多くいただいている。そのような背景から、本センターでは、そのような利用者様の声に対応すべく、光ファイバを活用して 100Gbps 級の専用ネットワークを接続し、高速データ転送技術と組み合わせ、大規模・大容量データを効率的にデータ集約基盤 ONION に収容可能とする高速データ転送サービス RED ONION (図 32) の実現に向け準備を開始した。この高速データ転送サービスが実現できれば、大規模・大容量データが ONION に収容されると即座に、スーパーコンピューティングシステム SQUID を活用した大規模計算・処理が可能になる。計算基盤とデータ基盤の融合により、利用者の大規模データ利活用に対する利便性を向上できると考えている。

本センターでは、試験運用中の ONION 拡充、セキュアデータセンター機能とともに、大阪大学大学債での予算を通じて、上述の高速データ転送サービス RED ONION の実現に尽力している。そうした中、大阪大学では令和 5 年度補正予算「オープンアクセス加速化事業」が採択され、オープンサイエンス、オープンアクセスに資する基盤整備の一環として、高速データ転送サービス RED ONION の一部の機器類 (サイバーメディア設置分) の導入を 2024 年度中に実施した。補正予算としての整備のため調達日程はかなり厳しい状況となったが、「データ送受信サーバ」、「中央ストレージシステム」と題した政府調達

2 件を以下のスケジュールで行った。本研究部門からは速水智教特任助教（常勤）および情報推進部情報基盤課からは縄稚美穂子課長補佐が、上記 2 件の調達に仕様策定委員として尽力している。特に速水智教特任助教（常勤）は仕様策定委員長として尽力している。また、前者には情報推進部情報基盤課から寺前勇希専門職員、後者には村尾靖子専門職員が参画した。

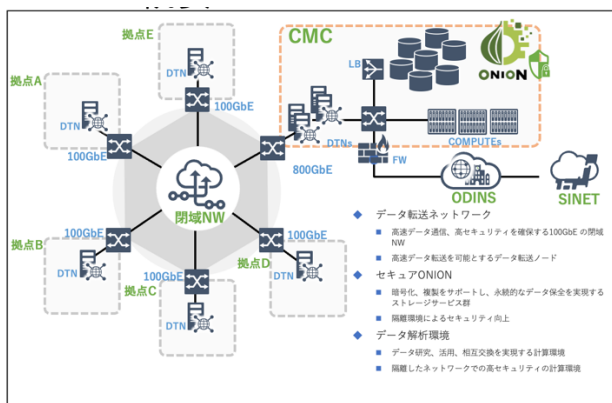


図 32: 高速データ転送サービス
RED ONION 構想

2024 年 9 月 2 日	入札官報公告
2024 年 10 月 23 日	入札期限
2024 年 11 月 28 日	開札
2025 年 3 月 28 日	納入期限

本調達を通じて、本センター側には RED ONION を構成するネットワーク機器、管理サーバ、ストレージ等の整備を完了している。RED ONION については、次年度以降も整備を計画している。

関連発表論文

- (1) 伊達 進, “高速データ転送サービス RED ONION 構想”, Cyber HPC Symposium 2025, 大阪, 2024 年 3 月
- (2) Susumu Date, "Infrastructural Challenge towards Convergence of HPC and AI - A Case at Osaka University - ", HPC/AI WG, APAN 59, Yokohama, Japan, March 2025. [keynote: invited]
- (3) Susumu Date, "ONION and RED-ONION for Assisting HPC and AI", The 38th Workshop on

Sustained Simulation Performance (WSSP), Sendai, Japan, Dec. 2024.(invited)

- (4) Susumu Date, "Challenges towards Research Data Infrastructure for Accelerating Open Science", PRAGMA 40, Penang, Malaysia Oct. 2024.[Keynote speech: Invited]
- (5) Susumu Date, "Aggregation of Computing and Data Infrastructure for Highly Productive Data Scientific Research", The 1st International workshop on Near Real-time Data Processing for Interconnected Scientific Instruments, Osaka, Japan, Sep. 2024.[Keynote speech: Invited]
- (6) 伊達 進, “RED-ONION: 大容量データ利活用を駆動するデータ基盤にむけて “, IT インフラ Summit 2024 Summer, July. 2024.(オンライン配信:invited)

(13) 海外研究者の見学対応

本センターでは、海外連携および国際共同研究促進の観点から、海外から来訪された研究者に対してスーパーコンピュータの紹介を実施している。



図 33: IT コア棟における見学対応の様子

今年度は、2025 年 3 月 5 日に、本学理学研究科の教員と共同研究を実施しているタイ国のマヒドン大学 (Mahidol University) およびチェンマイ大学 (Chiang Main University) から化学を専門とされている 4 名の教員が来訪された。本センターからは高橋准教授が見学対応を行い、IT コア棟において SQUID を構成する設備を紹介した後（図 33）、本館におい

てスーパーコンピュータの利用方法や利用制度について座学形式で説明した。

訪問者からは SQUID にインストールされている計算化学ソフトウェア、海外から外国籍の研究者が利用する際の手続き、単一ユーザーが複数のグループに所属して利用する場合の予算の扱いなど、様々な具体的な質問があり、興味を持っていただけたようである。

3.2.2 mdxⅡの導入・運用

本センターは、北海道大学情報基盤センター、東北大学サイバーサイエンスセンター、筑波大学人工知能科学センター、東京大学情報基盤センター、国立情報学研究所、東京工業大学学術国際情報センター（現：東京科学大学情報基盤センター）、名古屋大学情報基盤センター、京都大学学術情報メディアセンター、産業技術総合研究所情報・人間工学領域と連携し、データ活用社会創成プラットフォーム事業体に参画している。本事業体では、高性能な計算機と大容量のストレージを備え、国立情報学研究所が運用する SINET と連携することで、広域からのデータ収集機能と、データ集積・処理機能を企業や自治体との共同研究も含めた全国の大学・公的研究機関が関与する様々なデータ活用の取り組みに提供し、さらにはデータ活用のコミュニティを形成して分野・セクタを横断した連携を触媒するハブとなることを目的としている。

当該目的のために、2021 年度に東京大学情報基盤センターに導入されたデータ活用社会創成プラットフォーム mdxⅠ を共同調達・運用している。当該システムは、ハードウェア的には本学の SQUID と同様の CPU、および GPU 資源から構成される。しかし、当該システムは、仮想基盤 vmware で運用されており、利用者は利用者の需要・ニーズに合わせて好みの OS、ソフトウェアを利用可能な IaaS (Infrastructure as a service) 型クラウド計算基盤として運用されている。

しかし、データ集積・処理機能を企業や自治体との共同研究も含めた全国の大学・公的研究機関が関与する様々なデータ活用の取り組みに対し、データ

活用社会創成プラットフォームを継続的に提供していくためには、現行 mdxⅠ システムの老朽化、災害への耐性を考慮した継続的なシステム整備・構築が必要である。

そのような理由から、2022 年度に第 2 次補正予算（令和 4 年度補正予算）として、現行 mdxⅠ（東京大学設置システム）の拡張を目的として、東京大学情報基盤センターに予算措置された。これをうけて、現行 mdxⅠ の耐災害性を考慮して、大阪大学サイバーメディアセンター（現：D3 センター）に現行 mdxⅠ の機能を発展・高度化させた mdxⅡ をデータ活用社会創成プラットフォーム事業体として共同調達し設置することとなった。これが mdxⅡ を大阪大学に設置するようになった経緯である。なお、mdxⅡ のシステムの調達・設置・運用は、前述のデータ活用社会創成プラットフォーム事業体として共同で行う。さらに、当該システムの運用に係る経費は JHPCN を構成する 8 大学（北海道大学、東北大学、東京大学、東京工業大学（現：東京科学大学）、名古屋大学、京都大学、大阪大学、九州大学）の拠点規模に基づいた案分負担をすることとなっており、まさに共同運用体制をとっている。このような体制での運用は、新たな運用の形を模索するという意味で、意義深いチャレンジであり、より基盤センター間の密な連携が求められる。

以下、mdxⅡ の導入・運用に関する活動内容について報告する。

(1) mdxⅡ 運用室の整備

本センターでは、大阪大学に設置する mdxⅡ を、国内 9 大学 2 研究所で構成するデータ活用社会創成プラットフォーム事業体での共同調達・運用、特に JHPCN 構成 8 拠点については運用経費を按分するという共同運用による一蓮托生体制で推進するため、mdxⅡ の整備・運用に携わる技術職員 2 名および特任准教授（常勤）1 名を増員する体制を予定している。mdxⅡ は、本センターで長らくの知識や経験があるスーパーコンピューティングシステムの運用とは異なる、クラウド基盤システムとしての知識や技術などが求められる。それゆえに、mdxⅡ の本格運

用に向け、サイバーメディアセンター（現：D3 センター）1 階のオペレーション室を衣替えし mdx II 運用室として整備完了した。なお、オペレーション室は、センター1 階にスーパーコンピュータを設置していたこともあり、本館および IT コア棟を整備した際に、センター1 階にスーパーコンピューティング運用室として再整備されていたものである。2025 年 4 月に mdx II の運用、ユーザー支援に従事いただく特任准教授に常駐して頂くとともに、利用者からの日常の相談、管理者による定例会、ベンダとの調整打ち合わせ等に利用される予定であり、mdx II の発展・高度化に貢献していく。

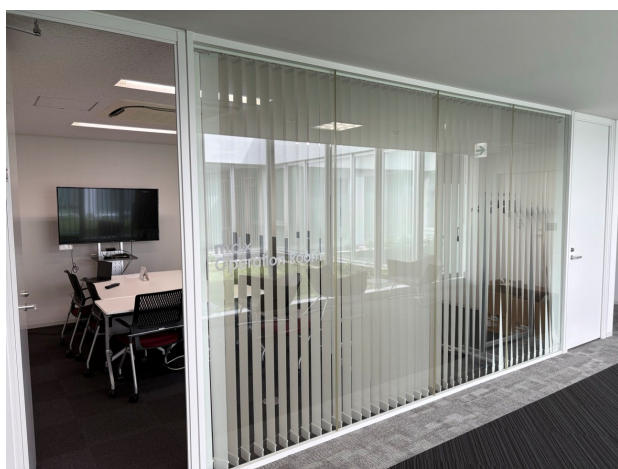


図 34: 本館 1 階に再整備された mdx II 運用室

(2) システム調達・拡張

本報告書執筆時点において、mdx II の調達は複数年度で行われている。2024 年度以前の内容も含まれるが、備忘録も兼ねて以下に経緯をまとめる。

第 1 期整備

2022 年度に第 2 次補正予算(令和 4 年度補正予算)として、現行 mdxI (東京大学設置システ)の拡張を目的として、東京大学情報基盤センターに予算措置された。これをうけて、現行 mdxI の耐災害性を考慮して、大阪大学サイバーメディアセンター(現:D3 センター)に現行 mdx の機能を発展・高度化させた mdx II をデータ活用社会創成プラットフォーム事業体として共同調達し設置することとなった。

mdx II の調達に際しては、同予算の性質上、東京大学情報基盤センターが事務を担当し、本研究部門の教員(伊達教授が仕様策定委員長、速水特任助教

(常勤)は仕様策定委員)が中心となり、協働体の教職員らを牽引する形で仕様策定を進めた。調達に際しては、「データ活用社会創成プラットフォーム基盤高度化システム一式(英語名: Advanced Infrastructure System for Data Exploitation Platform: 1set)」を調達名として、以下の日程で調達を進めた。

2023 年 2 月 22 日	導入説明会
2023 年 5 月 29 日	仕様書案説明会
2023 年 8 月 8 日	入札説明会
2023 年 10 月 10 日	入札期限
2023 年 10 月 30 日	開札
2024 年 3 月 28 日	検収

補正予算の性質上、そもそもが極めて厳しい調達日程の設定であることに加え、2023 年もまた世界的な半導体競争激化が激化していること、歴史的な円安状況(本報告書執筆時点では 1USD=160 円というさらに歴史的な円安状況となっているが。)から、最悪の場合不調となってしまう恐れもある極めて厳しい調達を行わなければならない状態であったが、提案ベンダの提供できる計算資源の自由度を高めるとともに、技術加点の戦略設計により、2024 年 3 月末までの納入期限までに mdx II (表 22)を無事導入することができた。

表 22 に 2023 年度大阪大学に設置された mdx II システムの仕様を示す。ハードウェア的な構成は、後述するが当初要求予算にまで至っていないが、それでも、Intel 製最新プロセッサ(コードネーム: Sphair Rapids)を 2 基、CPU メモリとして 512GB を搭載した計算ノード 60 ノード、553.24TB の NVMe (SSD)ストレージ、0.432TB のオブジェクトストレージが 200GbE Ethernet の相互結合網で収容される構成となっている。本システムでは、このハードウェア上に、仮想基盤 VMWare をベースとし、東京大学設置 mdx システムとの相互運用性を有する相互運用ノード群、および、仮想計算基盤 OpenStack をベースとする通常計算ノード群を構成し、IaaS 型クラウド計算基盤サービスを提供する。

表 22: mdx II のシステム構成(2024 年 3 月時点)

総演算性能	430.08 TFLOPS	
ノード構成	通常計算ノード群 54 ノード (387.072 TFLOPS)	CPU : Intel Xeon Platinum 8480+ プロセッサ (2.0 GHz 56 コア) 2 基 理論演算性能 (1 ノード当たり) : 7.168 TFLOPS 主記憶容量 : 512GB 補助記憶容量 : 960GB
	相互運用ノード群 6 ノード (43.008 TFLOPS)	CPU : Intel Xeon Gold 8480+ プロセッサ (2.0 GHz 56 コア) 2 基 理論演算性能 (1 ノード当たり) : 7.168 TFLOPS 主記憶容量 : 512GB 補助記憶容量 : 960GB
ストレージ群	Lustre ファイルストレージ	DDN ExaScaler 有効利用容量 : NVMe 553.24TB
	オブジェクトストレージ	Cloudian HyperStore 有効利用容量 : 432TB
ノード間接続	200GbE Ethernet	

第 2 期整備

第 1 期整備に引き続き、2023 年度（令和 5 年度）に令和 6 年度概算要求を行った結果、第 1 期に引き続き予算措置された。これをうけ、本センターでは、2024 年 1 月頃よりデータ活用社会創成プラットフォーム事業体から委員から構成される仕様策定委員会を設置し、mdx II の拡張を推進した。本センター大規模計算科学研究部門 吉野元教授が仕様策定委員長を務め、本研究部門 速水智教特任助教（常勤）、情報推進部情報基盤課 木越 信一郎専門職員、寺前勇希専門職員が本センターから委員として参加した。調達に際しては、「データ活用社会創成プラットフォーム基盤高度化拡張システム(英語名:Extended Infrastructure System for Data Exploitation Platform)」を調達名とし、以下の日程で進めた。

2024 年 2 月 22 日	導入説明会
2024 年 5 月 28 日	仕様書案説明会
2024 年 8 月 9 日	入札説明会
2024 年 9 月 26 日	入札期限

2024 年 10 月 31 日 開札
2025 年 3 月 28 日 検収

表 23: mdx II のシステム構成(2025 年 3 月時点)

総演算性能	1412.18 TFLOPS	
ノード構成	通常計算ノード群 54 ノード (387.072 TFLOPS)	CPU : Intel Xeon Platinum 8480+ プロセッサ (2.0 GHz 56 コア) 2 基 理論演算性能 (1 ノード当たり) : 7.168 TFLOPS 主記憶容量 : 512GB 補助記憶容量 : 960GB
	相互運用ノード群 6 ノード (43.008 TFLOPS)	CPU : Intel Xeon Platinum 8480+ プロセッサ (2.0 GHz 56 コア) 2 基 理論演算性能 (1 ノード当たり) : 7.168 TFLOPS 主記憶容量 : 512GB 補助記憶容量 : 960GB
	GPU ノード群	CPU : Intel Xeon Gold 6530 プロセッサ (2.1 GHz 32 コア) 2 基 GPU : NVIDIA H200 SXM 4 基 理論演算性能 (1 ノード当たり) : 140.300 TFLOPS 主記憶容量 : 1,024 GB 補助記憶容量 : 960GB
ストレージ群	Lustre ファイルストレージ	DDN ExaScaler 有効利用容量 : NVMe 1106.48 TB
	オブジェクトストレージ	Cloudian HyperStore 有効利用容量 : 432TB
ノード間接続	200GbE Ethernet	

本調達については、2023 年度の半導体の納期が長くなるという問題も 2024 年度には緩和されつつあり、また、mdx II システムとしても高まる AI を利用するデータ利活用需要をニーズするために GPU が必要という背景から、最先端 GPU を搭載したノードに比重を置いた技術加点の戦略設計による仕様書を策定した。その結果、依然として厳しい納期問題は

残ってはいたが、2025 年 3 月の期日までに mdx II の拡張を導入・完了することができた。その結果、mdx II は表 23 に示すシステムへと拡充することに成功した。

表 23 に示す構成においても、ハードウェア的な構成は、後述するが当初要求予算にまで至っていない。それでも 2024 年度に行った第 2 期整備において、Intel 製最新プロセッサ（コードネーム：Emerald Rapids）を 2 基、CPU メモリとして 1024GB を搭載したノード 7 ノード、553.24TB の NVMe (SSD) ストレージを拡充に成功した。もちろん、この拡張部分においても、このハードウェア上に仮想計算基盤 OpenStack をベースとする GPU ノード群を構成し、IaaS 型クラウド計算基盤サービスを提供する。この拡張部分については 2025 年度の 4 月早々の正式なサービス展開を予定している。

なお、本システムにおいても当初要求規模のシステム規模にまで至っておらず、現行 mdxI のサービス終了時の受け皿になることは難しい現状がある。mdxI では年々データ利活用コミュニティの形成が促進されており、その計算・データ基盤プラットフォームとしての必要性・重要性が現行 mdxI の運用年数増加とともに高まりつつある。それゆえに、令和 7 年度概算要求を通じて、2025 年度中に第 3 期整備を予定している。第 3 期整備については、次年度の年報で報告したい。

(3) mdx II 運用開始

2024 年 3 月に導入された mdx II (CPU ノード： 60 ノード) について、試験運転を経て、2025 年 11 月に正式運用を開始した。試験運転期間中に、ネットワークケーブルの不良による障害が発生するなどの要因、申請方法を含む利用者申請制度等の設計ならびに利用規定の策定を行っている。

利用開始 web ページ:

<https://www.hpc.cmc.osaka-u.ac.jp/news/20241106/>

(4) GPU ノード群の利用負担金設計

2024 年 3 月に導入される GPU ノード導入後のサービス開始を睨み、利用負担金設計を行った。2025

年 3 月に導入される GPU ノードは、表 md-2025 に記したように、Intel 製 Emerald Rapid 世代の最新 CPU(32C)を 2 個、NVIDIA 製 GPU H200 を 4 基搭載した GPU ノード 7 台となる。OpenStack による仮想計算機技術を導入することにより、mdx II では当該 GPU ノードを GPU 単位で提供する。具体的には、1 台の GPU ノードは、GPU1 基、2 基、あるいは、4 基に分割され、利用者に提供される。その分割単位は、1 基の GPU を単位として GPU パックとなる。例えば、1 台の GPU ノードは、合計 4GPU パックを提供可能である。4GPU パックを契約頂いた利用者は、GPU1 基をベースとするハードウェアに仮想 OS を導入したクラウド基盤を 4 セット、あるいは、GPU2 基をベースとするハードウェアに仮想 OS を導入したクラウド基盤を 2 セット利用できるようになる。さらにいえば、GPU2 基をベースとするハードウェアに仮想 OS を導入したクラウド基盤を 1 セット、GPU1 基をベースとするハードウェアに仮想 OS を導入したクラウド基盤を 2 セット配備することも可能である。

表 24 に設計した利用負担金を示す。1GPU パックを導入した場合、GPU1 基すなわち H200 を 1 基、利用できる。この時、CPU 資源については、GPU ノードに搭載されている CPU コアの 1/4（H200 を 4 基搭載しているの、個数に応じて等分される）(30 仮想コア(16 物理コア相当)) を利用できる。mdx II では、1 GPU パックを 198,000 円（税込）で利用可能である。

なお、mdx II の利用負担金は、本センターの大規模計算機システムの利用負担金設計とは異なり、システム運転に要する消費電力相当の電気代に加えて、システムの運用保守にともなう運用保守費、また、システム運用にともなう人件費等を加味される。それゆえに、本センターの大規模計算機システムと比較して、高めの設定とならざるを得ない。しかしながら、民間クラウド事業者の提供する同程度の性能を有するサーバ上のクラウドサービスと比較しても、かなり割安となっている。それゆえに、この最先端のプロセッサ、アクセラレータを利用可能なクラウド基盤に興味・関心のある方は、本センターにご相

談いただければ幸いです。

表 24: mdx II 利用負担金

利用資源	1ヶ月あたりの 利用料金(税込)	備考
通常計算ノード群 1 CPU パック (1 仮想コア)	¥830	最低申し込み数 は 16 CPU パッ クから
GPU ノード群 1 GPU パック (30 仮想コア)	¥198,000	最低申し込み数 は 1 GPU パック から
ストレージ 1 TB	¥900	
Lustre ストレージ 1 TB	¥900	
オブジェクトスト レージ 1 TB	¥300	
フローティング IP (グローバル IP ア ドレス)	¥15,000	プロジェクトに つき、1 つ目は無 料 2 つ目以降は有料

利用負担金 web ページ:

<https://mdx.jp/mdx2/p/terms>

(5) mdx II 広報資料の作成

mdx II の利用者拡大・利用促進を目指し、2025 年度中の配布を想定して、mdx II 広報資料を 3,400 部作成した (図 35、図 36)。デザインに際しては、mdx II がスーパーコンピューティングシステムと比較して、OS レイヤ以上のソフトウェアスタックの利用に自由度があり、汎用用途・多目的に利用可能なクラウド基盤であることから、利用者が抱える計算基盤の問題の解決を支援するシステムであることをアピールできるデザインとした。

図 35: mdx II 広報資料 (表)

図 36: mdx II 広報資料 (裏)

mdx II の CPU ノードは最新プロセッサを搭載しており、研究室でのちょっとした実験・演習にも利用できるし、もちろん高性能計算用途にも利用可能である。研究室のサーバでできることは大抵のことは可能である。2025 年 3 月に導入される GPU ノード

は国内でも導入実績の少ない最新かつ高性能な GPU サーバである。それゆえに極めて高価であり、数ノードしか導入できない予定である。すこしでも興味・関心のある方は、2025 年度以降には mdx II の利用説明会、セミナー等を開催予定であるので、ぜひ参加いただければ幸いである。

(6) mdx II ウェブページの整備・拡充

データ活用社会創成プラットフォーム事業体として、東京大学情報基盤センターが統括し、当該事業体および現行 mdxI を紹介する Web ページ (<https://mdx.jp>) を運営していた。2024 年に導入され、サービスが開始される mdx II の Web ページを東京大学情報基盤センターと協働して整備した。



図 37: データ活用社会創成プラットフォーム事業体



図 38: mdx II トップページ(<https://mdx.jp/mdx2>)

整備に際しては、それまで mdx がデータ活用社会創成プラットフォーム事業体および東京大学設置の

システム（現行 mdxI）を意味し、加えて mdx II が整備されることから、mdxI を東京大学設置のシステム、mdx II を大阪大学設置のシステム、mdx をデータ活用社会創成プラットフォーム事業体として再定義している。この定義に基づき、トップページにアクセスするとデータ活用社会創成プラットフォーム事業体 mdx が表示され、東京大学設置の mdxI および大阪大学設置の mdx II へのウェブページに誘導されるよう web ページを再デザインした（図 37）。mdx II のトップページに移行すると、図 38 に示される mdx II のトップページが表示される。今後、このページを通じて、mdx II の運用、最新情報について提供していくことを予定している。

(7) mdx csirt

上述のように、mdx II の運用を 2024 年度より正式に開始した。これに伴い、東京大学 mdxI および mdx II での運用時のインシデント発生時の対応やルールについて検討をおこなう mdx csirt の取り組みに本センターの mdx 運用室のメンバも参画した。csirt では、システムの脆弱性、インシデント対応等々のセキュリティについての議論を行うが、mdxI および mdx II を運用するデータ活用社会創成プラットフォーム事業体としての一貫した運用が求められる。次年度以降にむけて、ホワイトペーパーなどの作成などに取り組んだ。

3.2.3 うめきた拠点の運用

本センターは本学共創本部、グランドフロント開業時より、情報通信研究機構、関西学院大学、大阪電気通信大学、バイオグリッド関西、コンソーシアム関西、サイバー関西プロジェクト、組込みシステム産業振興機構、U2A、一般社団法人データビリティコンソーシアムと共同で大阪うめきたの知的創造拠点ナレッジキャピタルに大規模計算結果などの可視化によるアウトリーチと共同研究、産学連携を目指したコラボレーションオフィス“Vislab Osaka”を開設し、様々な活動を行なってきた。長らく活動をおこなってきたが、2024 年度をもって閉鎖した。

3.2.4 Cyber HPC Symposium の開催

Cyber HPC Symposium は、本研究部門が推進する大規模計算機事業および可視化事業に対するプレゼンスおよび求心力向上、および、本センター利用者への情報提供および情報交換機会の提供を目的とし、2015 年度よりサイバーメディアセンター主催として開催するシンポジウムである。本年度は、新型コロナウイルス感染症拡大の影響も大幅に緩和されたため、現地での対面開催とした（図 39）。

本研究部門はスーパーコンピュータシステムの運用を担う責任部門として、Cyber HPC Symposium の企画・開催を行なっている。シンポジウムの詳細については本年報「Cyber HPC Symposium 2024 開催報告」に記載するので参照されたい。ここでは、シンポジウム開催に伴い作成した広報資料について報告したい。



図 39: Cyber HPC Symposium 2025 に
おける講演者、パネリストらとの記念撮影

Cyber HPC Symposium 2025

Cyber HPC Symposium 2025 は、スーパーコンピュータ・システム関連技術の研究開発、データ基盤の構築・整備、最先端医療に携わる産学の専門家をお迎えし、本センターのデータ集約基盤 ONION の活用事例および最新の研究開発動向を踏まえつつ、大規模計算・解析を支えるスーパーコンピュータ・システムを中核とした学術研究基盤の今後の課題と将来を考えることをねらいとして、D3 センターおよび大阪大学先導的学際研究機構 DX 社会研究部門の主催、学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点およびデータ活用社会創成プラットフォーム協働事業体の協賛のもと、2025 年 3 月 7 日に開催した。本シンポジウムでは、特別講演を 1 件、基調講演を

1 件、招待講演 1 件、一般講演を 4 件、パネルディスカッション 1 件を企画した。また、パネルディスカッション後にレセプションを開催した。

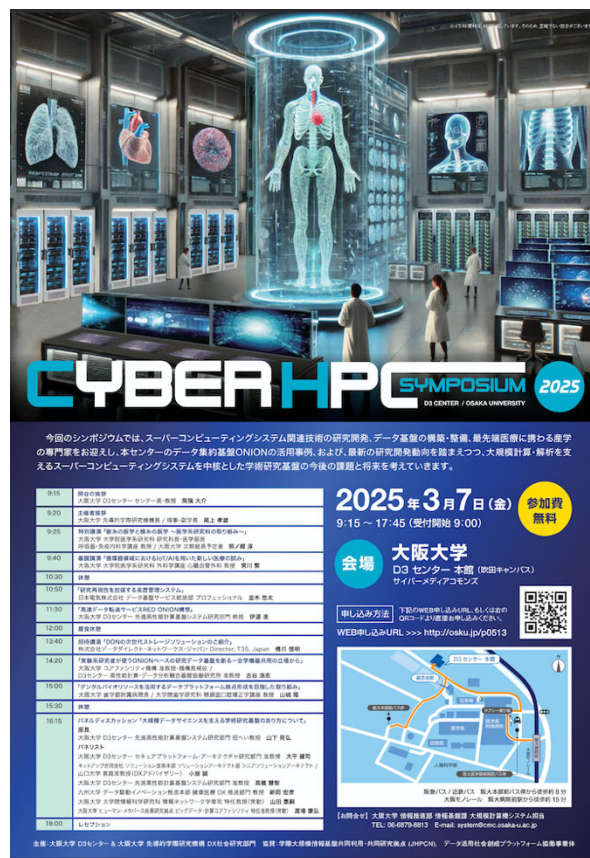


図 40: Cyber HPC Symposium 2025 広報ポスター

図 40 に Cyber HPC Symposium 2025 の広報ポスターを示す。また、図 41 に当日配布用パンフレットを示す。これらのデザインは今回のテーマが最先端医療分野での学術研究基盤であることから、そのようなイメージを全面的に採用している。本シンポジウムでは、広報ポスターおよび広報ポスターを A4 に縮小した広報資料については、400 部を学内、学外に広く配布をおこなった。当日配布用パンフレットは、現地に参加された出席者に配布した。



図 41: Cyber HPC Symposium 2025
広報パンフレット



図 42: 海洋開発研究機構での
対面ヒアリングの様子

本ヒアリングでは、昨年度同様に、どのような利用者がどのようなワークロードを実行しているか、また、一方管理者はどのような方針で計算機整備、運用を行っているのかについて等、表 25 に記す構成で質問を行った。特に、今年度は、GPU への対応状況、エコシステム、コミュニティ形成という視点からも、2023 年度ヒアリングを行なった HPCI 構成機関に対しても追加質問を行った。

関連発表論文

- (1) 伊達 進, “高速データ転送サービス RED ONION 構想”, Cyber HPC Symposium 2025, 大阪, 2024 年 3 月

4 2024 年度研究業績

4.1 HPC 利用環境の調査研究

2024 年度は下記の大学、および国立研究所の計算基盤センターの管理者へのヒアリングを行った。図 42 にヒアリングの様子を示す。

- * 理化学研究所計算科学センター
- * 産業技術総合研究所
- * 東京大学情報基盤センター
- * 海洋研究開発機構

表 25: ヒアリング項目の構成概要

1. HPC センターについて	
(1)	貴センターの利用者の現状と傾向について
(2)	現システム整備状況や運用・整備方針等について
2. HPC センターの現状について	
(1)	導入ソフトウェア・ライブラリの利用状況や整備状況について
(2)	運用サービスについて
(3)	クラウド利用環境について
(4)	仮想計算機技術に対する必要性和利用状況について
(5)	データストレージ、データ基盤について
(6)	システムセキュリティ、モニタリングとユーザ利便性について
(7)	エコシステム、コミュニティ形成について
3. 新しいチャレンジについて	

また、国外における計算機センターを欧州、米国、アジアよりピックアップ(11 機関、22 システム)し、システムソフトウェア、ライブラリ、アプリケーション導入状況をまとめている。これらの成果は日公

開されることになっているので、詳細は、文部科学省次世代計算基盤に係る調査研究事業「システム調査研究」の報告書として公開される予定であるので、そちらを参照いただければ幸いである。

4.2 津波浸水被害推計システム保守・運用ならびに機能拡張

本年度も引き続き大阪大学 D3 センターと東北大学サイバーサイエンスセンターで連携し、津波浸水被害推計システムが常時どちらかのスーパーコンピュータシステムで稼働し、いつでも稼働できるよう安定稼働に努めた。

また、本年度の拡張では、津波浸水被害推計システムの改修業務を受託し、新総合防災情報システム SOBO への対応を行った。次年度は、日本海西南部・東シナ海・オホーツク海での大規模地震・津波に対応できるようシステム拡張を予定している。

4.3 S2DH (Social Smart Dental Hospital)

昨年度に引き続き、S2DH プロジェクトの成果を幅広く周知、社会フィードバックすることを目的として、2025 年 3 月 10 日 13:00-18:00 に大阪大学歯学部附属病院主催、大阪大学 D3 センター共催、吹田市歯科医師会後援、日本電気株式会社、メディア株式会社、株式会社モリタ、株式会社松風、株式会社プラスメディの体制にて、第 8 回ソーシャル・スマートデンタルホスピタルシンポジウム 吹田市歯科検診モデルの IT 化によるアジア皆歯科検診への Challenges を開催した（図 43）。

第8回ソーシャル・スマートデンタルホスピタル シンポジウム S2DH

**吹田市歯科検診モデルの IT 化による
アジア皆歯科検診への Challenges**

参加無料 懇親会あり
先着100名

2025年3月10日(月) 13:00-18:00
会場：弓倉記念ホール（大阪大学歯学部 F 棟 5 階）

参加登録は下記の URL あるいは QR コードからお申し込みください。
https://s2dh.org/symposium_vol8/

PART1 未来の歯科検診 - 地域から全国への拡大 -
特別講演
谷口 学（吹田市歯科医師会）
招待講演
末瀬一彦（日本歯科医師会 常務理事）

PART2 S2DH プロジェクトにおける地域社会への未来貢献

PART3 歯科医療 AI のアジアへの未来展開

**PART4 パネルディスカッション：
地域からアジアへ広がる皆歯科検診の未来**

お問い合わせ先
（企画・運営）大阪大学歯学部附属病院 口腔医療情報部
メール：info@s2dh.org 電話：06-6879-2427
主催：大阪大学歯学部附属病院
共催：大阪大学 D3 センター
後援：吹田市歯科医師会
協賛：日本電気株式会社、メディア株式会社、株式会社モリタ、株式会社松風、株式会社プラスメディ

図 43: S2DH シンポジウムポスター

本シンポジウムは特別講演 1 件、招待講演 1 件、基調講演 3 件、成果報告講演 4 件、「地域からアジアへ広がる皆歯科検診の未来」と題したパネルディスカッション 1 件で構成した。特別講演には、吹田市歯科医師会監事 谷口 学 氏、招待講演には日本歯科医師会常務理事末瀬一彦氏、基調講演には、産業技術総合研究所より Jason Haga 博士、本研究部門 伊達 進教授、日本電気株式会社ヘルスケア・ライフサイエンス事業部門ライフスタイルサポート統括部金子将之をお招きした。基調講演セッションの座長および、閉会挨拶は本センター降籬センター長が努めた。

ライフサイエンス分野における ICT 利活用は、近年の DX 化への流れをうけますます対応が急がれる。特に、医療分野への AI 利活用は喫緊の課題となっている。スーパーコンピュータ SQUID やデータ集約基盤 ONION、クラウド基盤 mdx II の運用管理、そして、それらの要素技術の発展・高度化をミッションとする本研究部門としては、S2DH を実現すべく大阪大学歯学部附属病院と連携・協働をしていく。

関連発表論文

- (1) 伊達 進, “国際共同研究・産学共創を加速する情報基盤と人的ネットワーク”, 8th S2DH Symposium, Osaka, March 2025 (基調講演).

4.4 自動チューニング技術に対する説明可能AIの応用

今年度の研究では、説明可能 AI (eXplanaible AI, XAI) 手法によって、プログラムの実行性能に大きな影響を与える性能パラメータの特定が可能か、概念実証を行った。図 44 に提案する XAI による性能モデルの解析手法を示す。本研究では、TenSet と呼ばれる様々なテンソル演算カーネルとその性能データから成るデータセットを用いた。このデータセットは、ResNet-50、ResNeXt-50、MobileNet-V2、BERT 等の著名な深層ニューラルネットワークから演算カーネルを抽出し、各ループに適用されるタイリング、ループアンローリング、並列化、ベクトル化などのループ最適化のパラメータを変えながら実システム上で実行時間を測定したものである。TenSet を訓練データセットとして使い、性能パラメータから実行時間を予測するモデルを構築した。性能モデルとしては、多層パーセプトロン、eXtreme Gradient Boosting (XGBoost)、Light Gradient Boosting Machine (LightGBM) 等を採用した。これらの性能モデルに対して特徴量の重要度を定量化する XAI 手法である Permutation Feature Importance (PFI) を適用し、各性能パラメータが性能に与える影響の大きさを定量化した。

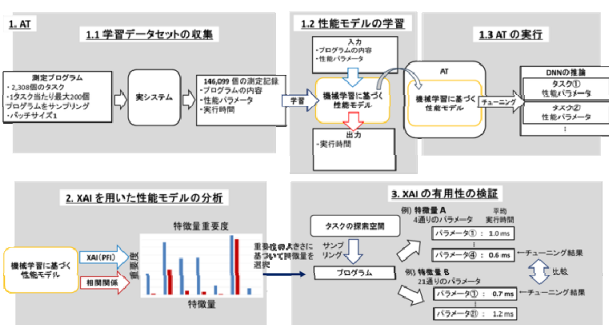


図 44: XAI に基づく性能モデルの解析手法の概要

ーネル群の性能データ、モデルに XGBoost、損失関数に平均 2 乗誤差を用いて訓練した性能モデルを PFI と相関分析によって解析した結果を示す。図より、PFI と相関分析の双方が ff ループのタイリングサイズや並列化を重要と判断している事がわかる。一方、PFI は xx ループのタイリングサイズがループアンローリング段数より重要であると判断しているものの、相関分析は双方の重要度に大きな差がないと判断している。そこで、PFI と相関分析による分析結果のいずれが正確であるか検証するため、実際に xx ループのタイリングサイズとループアンローリング段数をそれぞれ自動チューニングし、いずれによって高い性能のプログラムを得られるか検証した。

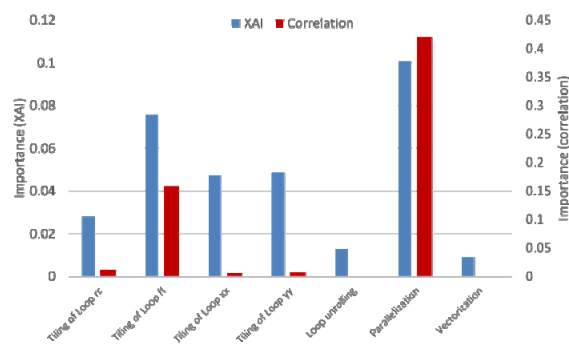


図 45: ResNet-50 モデルの推論時間に影響を与える性能パラメータの解析結果

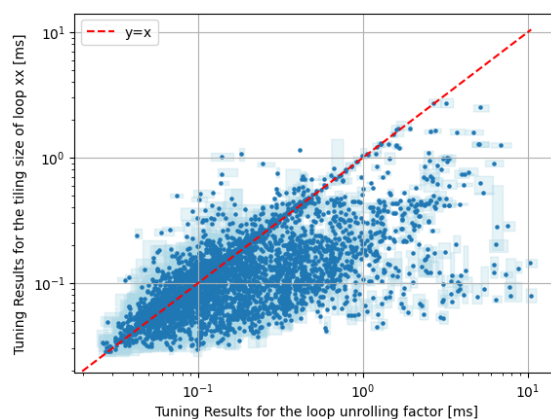


図 46: xx ループのタイルサイズとループアンローリング段数をそれぞれ自動チューニングした際のカーネル実行時間の比較

図 45 に、データセットに ResNet-50 を構成するカ

図 46 に xx ループのタイリングサイズまたはアンローリング段数をそれぞれ自動チューニングするこ

とで特定した実行時間が最小となるプログラムの実行時間を示す。2 つのチューニングの結果の差が数 ms 以上みられる（対角線から離れてプロットされている）場合、xx ループのタイリングサイズに対するチューニングは、アンローリング段数に対するチューニングよりもプログラムを高速化できることを示している。xx ループのタイリングサイズに対するチューニングは、アンローリング段数に対するチューニングと比較して、4,000 個のプログラムの内 66%において、より高速化なプログラムを生成できている。

このように、XAI によって重要度が高いと分析された xx ループのタイリングサイズは、アンローリング段数に比べ実際にプログラムの性能に大きな影響を与えることから、XAI によってプログラムの実行性能に大きな影響を与える性能パラメータを特定できることが示された。

関連発表論文

- (1) Toshinobu Katayama, Keichi Takahashi, Yoichi Shimomura and Hiroyuki Takizawa, “XAI-Based Feature Importance Analysis on Loop Optimization,” 19th International Workshop on Automatic Performance Tuning (iWAPT), May 2024. 10.1109/IPDPSW63119.2024.00142
- (2) 片山敏伸, 高橋慧智, 下村陽一, 滝沢寛之, “説明可能 AI 技術によるプログラムの性能モデルの解析,” xSIG 2024, 2024 年 8 月.

4.5 津波浸水被害シミュレーションの可搬性向上

本研究で対象とする津波浸水被害シミュレーションコードは非線形浅水方程式を空間差分にスタガード格子、時間差分にリープ・フロッグ法を用いて解くものであり、Fortran 90 によって記述されフラット MPI によって並列化されている。コードの性能分析により主要なルーチンがメモリ律速であることが明らかになったため、今年度の研究ではメモリ帯域幅に優れる GPU を移植の対象とした。

本コードは既に本番環境において運用されているため、GPU への移植にともない大規模なコード修正が必要となることは保守コストが増加するため望ま

しくない。そのため、ソースコードの修正量が多くなる C++への移植や CUDA Fortran によるカーネルの再実装は行わず、ソースコードの修正量が少ない指示行に基づくプログラミングモデルによる GPU への移植を選択した。具体的には OpenMP Target Offloading と OpenACC を比較検討した結果、広く普及する NVIDIA 社製の GPU で最も安定して高い性能を達成できる OpenACC を採用した。OpenACC を使い、主要な計算ルーチンに加え、通信に関わるルーチンを含む時間積分ループ内の全ての主要なルーチンを GPU へオフローディングすることに成功した。

図 47 に移植後のコードを筑波大学のスーパーコンピュータ Pegasus において、NVIDIA H100 16 基上で実行した際の各ランクの実行時間内訳を示す。図は主要なサブルーチンごとに実行時間を示しており、NLMNT2（連続の式を解くルーチン）と NLMASS（運動方程式を解くルーチン）が計算ルーチン、それ以外のルーチンは通信やファイル I/O に係るルーチンである。図より、ランク間において NLMNT2 および NLMASS の実行時間の不均衡が大きいことがわかる。

これは、計算領域を構成する各格子の計算を独立したカーネルとして GPU に投入しているため、カーネル起動のオーバーヘッドなどにより単純に格子点数を均等化するだけでは GPU 間で負荷不均衡が発生してしまうためである。

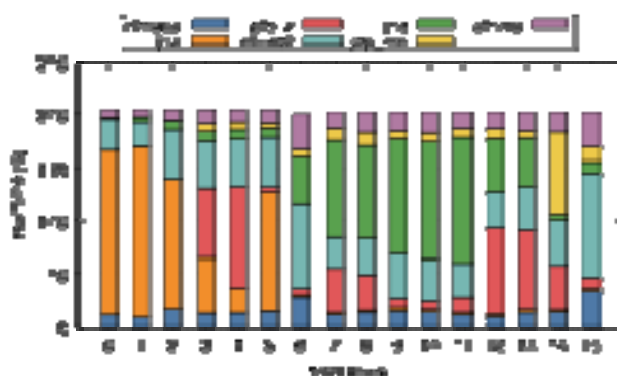


図 47: 負荷不均衡改善前の実行時間内訳

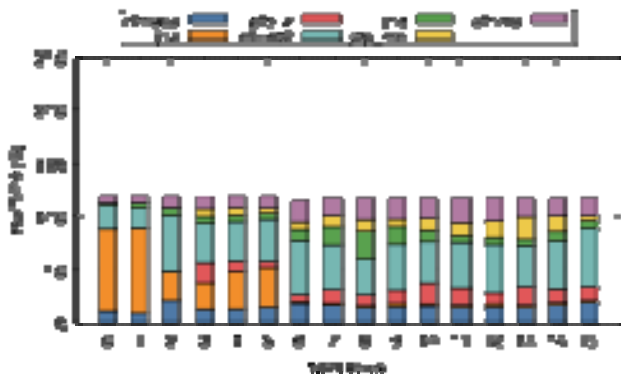


図 48: 負荷不均衡改善後の実行時間内訳

そこで、実測によってカーネル起動のオーバーヘッドなど格子点数に依存しないオーバーヘッドを計測し、主要なカーネルの実行時間をモデル化した。この性能モデルを活用し、局所最適化手法によって領域分割を調整することで、図 48 に示すようにランク間の不均衡を改善し、実行時間を短縮することができた。

性能評価では、大阪大学 SQUID GPU ノード群 (NVIDIA A100 搭載)、東北大学 AOBA-S (NEC Vector Engine Type 30A 搭載)、筑波大学 Pegasus (Intel Sapphire Rapids および NVIDIA H100 搭載) の 3 システムにおいて、高知県沿岸部をモデル化した約 4,500 万格子点のデータセットで地震発生から 6 時間先までの予測計算を実行した。図 49 に実行時間の測定結果を示す。Vector Engine Type 30A 8 基では 325 秒、H100 8 基では 235 秒の実行時間となり、GPU に移植したコードが元の Vector Engine 向けコードと同等以上の高い性能を達成できることを示した。これにより、GPU を搭載したスーパーコンピュータ上でもリアルタイム津波浸水被害予測計算が可能であることが示された。

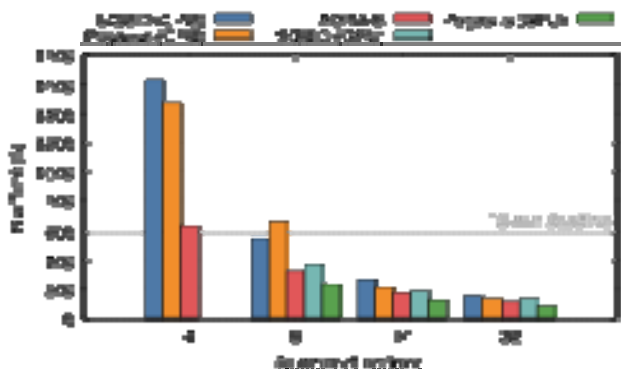


図 49: 各 HPC システムにおける 6 時間津波浸水被害シミュレーション実行時間

関連発表論文

- (1) Keichi Takahashi, Takashi Abe, Akihiro Musa, Yoshihiko Sato, Yoichi Shimomura, Hiroyuki Takizawa, Shunichi Koshimura, “Modernizing an Operational Real-time Tsunami Simulator to Support Diverse Hardware Platforms,” International Conference on Cluster Computing (CLUSTER 2024), Sep. 2024. 10.1109/CLUSTER59578.2024.00043

4.6 多様な e ラーニング教材のためのシステム

4.6.1 作問支援ツールへの大規模言語モデルの応用

e ラーニングの問題集では、自動採点の行いやすさから選択問題がしばしば採用される。問題集の内容の作成は問題文の作成や誤りの選択肢 (偽選択肢) の作成といった単純作業が多くを占めるが、効率化に課題がある。既存の自動作問の研究では、専門的なコーパスやラベル付きのテキストが必要であったり、出力される問題の多様性や品質が不十分であったりという課題がある。本研究では、表形式データへの入力により簡素な入力から手作問に近い品質の問いを生成する作問支援ツールを提案する。

提案ツールでは、Microsoft Excel に出題対象となる知識を表 26 のように、以下のような項目に入力する。用語とは、基本的に出題したい単語である。上位グループとは、用語の上位概念であり、これにより用語のツリー構造を作ることができる。用語説明文とは、入力した用語についての説明文を入力する項目で、一つの用語に対して複数の簡素な説明文を用意できる。

提案ツールは、用語とその説明文の対応について問う用語問題、ある用語が何らかのグループに含まれるかどうかを問うグループ問題などを生成可能である。ここでは、生成問題数が多い傾向がある用語問題について説明する。用語問題は、与えられた用語についての説明文を選択する問いと、与えられた説明文を満たす用語を選択する問いの 2 種類ある。提案ツールはどちらも生成できるが、ここでは説明文を選択する問いについて説明する。

表 26 の「PNG」を用いて生成した場合、問題文はテンプレートを当てはめて「PNG の説明として最も適切なものを選び」となる。正解選択肢は「PNG」の用語説明文を接続して「ハフマン符号などを応用した可逆圧縮方式を使用していて、国際標準規格になっている画像データ形式」となる。偽選択肢の候補として、偽選択肢はツリー構造において PNG と近い用語である JPEG を対象とし、その用語説明文を接続して「ハフマン符号などを応用した可逆圧縮方式を使用していて、国際標準規格になっている画像データ形式」などを生成する。用語説明文の接続により、組み合わせを変えて偽選択肢の数を確保し、偽選択肢不足で問題を生成できない状況を防いでいる。

表 26: 表形式データの入力例

用語	上位グループ	用語説明文
PNG	画像データ形式	ハフマン符号などを応用した可逆圧縮方式を使用している
		国際標準規格になっている
		フルカラー
JPEG	画像データ形式	非可逆圧縮方式を採用している
		フルカラー
		主に写真の保存に用いられる

基本情報技術者試験の教科書 4 ページ分において、基礎的な評価を行うため、2 名の被験者が提案ツールを用いた作問を、これまで 1 名だったのを 2 名の被験者が手作問を行い比較した。作問数と作問時間を計測し、生成された偽選択肢の品質も評価した。

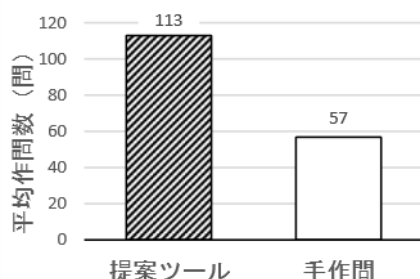


図 50: 平均作問数

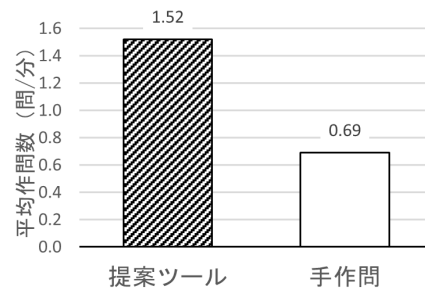


図 51: 1 分あたり作問数

提案ツールでの平均作問数は 113 問、手作問での平均作問数は 57 問であった (図 50)。この結果から、提案ツールは手作問の約 2 倍の作問数という結果となった。また、提案ツールでの 1 分あたりの平均作問数は 1.52 問、手作問での 1 分当たりの平均作問数は 0.61 問となり、提案ツールは手作問より 2.5 倍作問速度が速かった (図 51)。

偽選択肢の品質を評価するために、有効選択肢の数ごとに問いの割合を集計した。有効選択肢とは、評価者 3 名のうち 2 名以上が適切であると評価した偽選択肢である。結果を図 52 に示す。有効な偽選択肢の数が一つ以上でも三つでも提案ツールは手作問と同程度の割合で問いを生成できている事が分かった。

以上の評価結果から、提案ツールは手作問と比較して同等の品質で作問が行えていることが分かった。

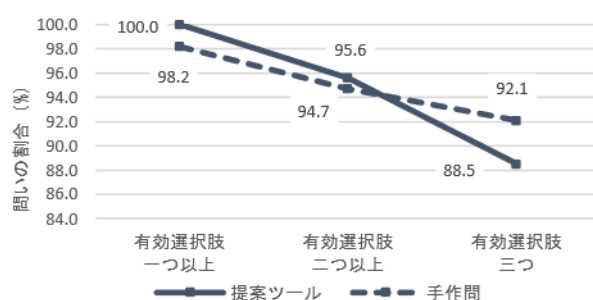


図 52: 各有効選択肢数における問いの割合

関連発表論文

- (1) 安田光輝, 神田将吾, 龍宮寺嵩士, 小島一秀, “機械的な処理や用語の階層構造を用いた 4 択問題生成ツールの開発と評価”, 第 178 回コンピュータと教育研究発表会, IPSJ SIG Technical Report, Vol.2025-CE-178 No.2, 東京女子体育大学, Feb. 2025.

4.6.2 多様な教材に対応したメディア教材システム oq-stages

本研究では、様々な e ラーニング教材を開発してきたが、外国語による対話や交渉の疑似体験教材のためのシステムである対話交渉シミュレータが開発も行ってきた。しかし、Adobe Flash の廃止により、対話交渉シミュレータによる教材は使用不可能となった。近年では、様々な e ラーニングシステムが開発されているが、本研究に必要な多様な機能を実現できない。さらに、Adobe Flash の停止により対話交渉シミュレータ不使用の作り込みメディア教材も停止しており、これらの再開発も問題となっている。そこで、本研究では、対話交渉シミュレータの再開発に留まらず、機能を追加して他のメディア教材の開発も目指す。

対話交渉シミュレータの特徴は以下の通りである。

- 複数シーンにより構成
- 1 シーンはメディア再生で始まり、出題と回答 UI 表示、制限時間後の自動シーン移動と続く
- メディア再生は動画、画像、文字の表示の自由な配列
- 問題は複数のボタン選択または文字入力欄で、その結果によって変数計算とシーン移動が可能
- 変数計算の変数は複数使用が可能
- 自動シーン移動では条件式が使用可能

対話交渉シミュレータを用いていないメディア教材で、本研究による再開発の対象としているのは、大阪大学の高度外国語教育全国配信システムに含まれる様々な教材であり、表 27 のようなものである。

表 27: 対話交渉シミュレータで開発困難な教材

名称	対話交渉シミュレータでは実現困難な特徴
デンマーク語リスニング	• 単語ごとの回答欄のある聞き取り問題
ペルシア語スキット	• 右から左と左から右の言語の表示を切り替え
ヨルバ語スキット	• 登場人物と背景の画像の組み合わせ • ボタンの常時表示 • シーンのランダムアクセスのための

	20 個程度のボタン
日本語表現練習	• 画像入りのボタン • 音声再生ボタン • シーン移動ボタンと音声ボタンと文字エリアを組み合わせ UI エリア • 2 ヶ所に分かれた配置
ウルドゥー語文字説明	• ボタンの常時表示 • 30 以上ボタンを含む UI が 2 ヶ所に分かれて配置 • ボタン操作で 100 を超える動画、画像、文字を表示
ペルシア語ゲーム教材	• 本格的なゲームを組み合わせ教材
様々な言語高機能問題集	• 極めて複雑な採点規則と問題構成に対応 (Flash ではないが停止)

対話交渉シミュレータとの互換性を持ちながら、表 27 の教材をできるだけ実現できるように、以下の機能を追加したメディア教材システム oq-stage を開発した。

- 複数の文字回答欄機能
- 複数の文字表示エリア操作機能
- 複数画像の重ね合わせ機能
- ボタンの常時表示機能
- ボタン記述呼び出し機能
- 画像入りボタン機能
- 各種メディア再生用ボタン機能
- 各種ボタンと HTML の組み合わせ UI 機能
- ボタン記述呼び出しによるボタンの自由レイアウト機能



図 53: 日本語表現練習の教材

その結果、ペルシア語ゲーム教材以外（図 53）を開発することができた。

4.6.3 学習者の利便性と実際の情報環境を考慮した音声データのタグデータ付与方式

教材において、しばしば音声データが使われてお

り、様々な形で公開されている。しかしながら、そのタグデータが適切に付与されていることはまれである。例えば、書籍に付属している CD を PC に取り込んだ音声データや、制作主体により公開されている音声データのような正式な音声データにおいても、適切なタグデータが付与されていることは少ない。さらに、タグデータも、直接公開する場合はその音声データに付与することになり、CD なら CD 楽曲情報サービスを通して PC に届くなど、流通経路も複雑であることや、タグデータの表示のされかたも情報環境により異なり、状況は複雑である。そこで、本研究では、以上のような複雑な状況を考慮した音声データに対するタグデータの付与方法について検討を行った。

CD から音声データを取り込む場合、Windows、macOS とともに、楽曲情報サービス Gracenote を通して、タグデータが取得されることを確認した。CD のタグデータを指導者が提供できるかの確認のために、macOS にある Apple Music から Gracenote にタグデータを登録し、別の PC で取得できることを確認した。

表 28: 様々な情報環境における
タグデータの表示状況

Apple Music Gracenote 登録	MP3tag の 項目	Explorer 表示	Finder 表示
トラック番号 (n/m)	トラック番号	○ (n)	×
ディスク番号 (n/m)	ディスク番号	○ (n/m) △セットのパート	×
ファイル名 注:MP3 タグ 外	ファイル名 注: MP3 タグ 外	◎	◎
タイトル	タイトル	○	○
アーティスト	アーティスト	○△作成者/ 参加アーティスト	○△ 作成者
アルバム	アルバム	○	○
アルバム アーティスト	アルバム アーティスト	○△アルバムの アーティスト	×
作曲者	作曲家	○	○
グループ	×	×	×
ジャンル	ジャンル	○	○
年	年	○	○
Apple Music Gracenote 登録	Mediaplayer MP3 表示	Apple Music MP3 表示	Apple Music CD 表示
トラック番号 (n/m)	◎ (n)	◎ (n)	◎ (n)

ディスク番号 (n/m)	×	○ (n/m)	◎ (n/m)
ファイル名 注:MP3 タグ 外	×	×	×
タイトル	◎	◎	◎
アーティスト	◎△参加ア ーティスト	◎	◎
アルバム	◎	◎	◎
アルバム アーティスト	○	○	○
作曲者	×	○	○
グループ	×	○	○
ジャンル	◎	◎	○
年	○	◎	○

◎特別な操作を加えず自動表示 ○別途操作を加えることで表示が可能 △タグ項目の名称または区分が異なる ×表示不可

PC 上では、CD から取り込んだ音声データと、直接タグデータを書き込んで公開された音声データが共存することになるが、両者のタグデータの内容がそろっていた方が学習者は利用しやすい。Gracenote からタグデータを取得すると n/m の形式であるが、タグ編集ソフトウェア mp3tag などでは、トラック番号は「n」のみなど自由に入力できる。そこで、自由に編集できる場合でもトラック番号は「n/m」形式による入力を提案する。

タグデータの様々な情報環境における表示や動作の仕方を調査し表 28 のようにまとめた。

効率的な活用のためには、タグデータの表示ができるだけでなくソートが必要となるが、複数の教材の音声データをまとめて取り扱う場合は、複数のキーによるソートが必要であるが、それが困難であることも判明している。

表 28 から、様々な情報環境において共通していることは、ファイル管理ソフトであればファイル名、音楽ソフトウェアであればタグデータのタイトルは、内容に高い自由度があり、目立つように表示されることであることがわかる。そこで、ファイル名、タイトルの両方に対して、「<ソートのための情報>_<内容説明の情報>」のように付与することを提案する。これにより、PC 上で多くの音声データをまとめて効率的に使用することを実現する。

関連発表論文

- (1) 吉田傑彦, 岩成英一, 小島一秀, “学習者の利便性とソフトウェアと楽曲情報サービスを考慮した音声データタグの記述方式”, 情報処理

4.7 欠損歯を含むパノラマ X 線画像における深層学習ベースの歯番認識モデルの性能評価

近年、人工知能 (AI) 技術の進展により、パノラマ歯科 X 線画像に対する自動歯番号付けの研究が活発化している。しかし、これまでの研究で使用されているデータセットには、実際の臨床現場で頻繁に見られる「欠損歯を含む画像」が少ないという問題がある。本研究は、欠損歯の本数が異なる X 線画像に対して、AI モデルの歯番号付け性能がどのように変化するかを検証することを目的とした。

従来の研究では、歯の本数が揃った理想的な画像に基づいた評価が多く、実用的なパノラマ X 線画像への適用可能性が明確でなかった。特に、欠損歯が多い画像においては、隣接歯の不在やインプラントの存在などが歯番号付け精度に悪影響を与える可能性がある。

本研究では、3 つの物体検出モデル (YOLOv8、YOLOv11、RT-DETR (Real-Time Detection Transformer)) を用いて比較実験を行った。各モデルは異なる歯の本数 (1~32 本) を持つ画像グループごとに性能を比較評価した。ナンバリングパイプラインは図 54 で示している。

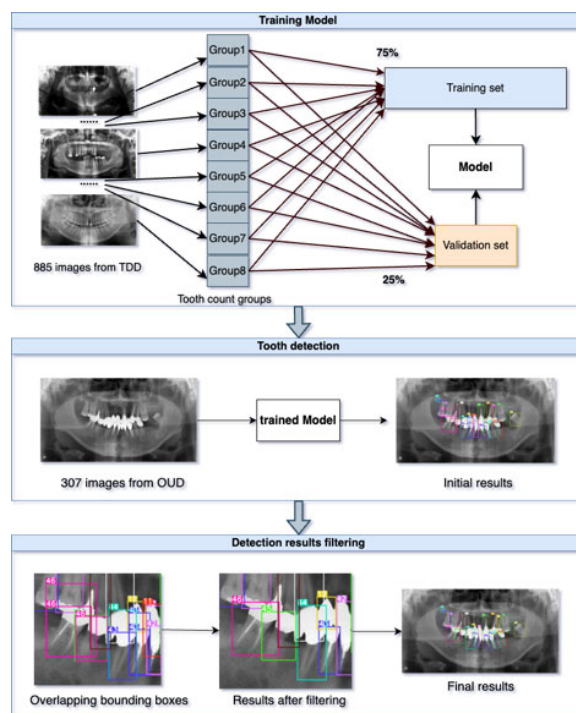


図 54: ナンバリングパイプライン

本研究は、歯の本数が少ない画像は AI モデルによる歯番号付けの精度が大きく低下することを示し、データセット構成の偏りが性能評価に強く影響することを明らかにした。

関連発表論文

- (1) Z. Tang, T. Mameno, T. Hayami, C. Lee, S. Date, K. Ikebe, K. Nozaki, "Assessment of the impact of missing teeth on deep learning-based tooth numbering method from panoramic X-rays," IEEE Access 1-1, 2025.

4.8 強化学習を用いた通信ジッター最小化を目的とした分散型ルーティング・スケジューリング手法

5G から 6G へと移行する通信環境において、自動運転、ホログラフィック通信、IoT などのリアルタイム性が求められるアプリケーションにおいて、通信の遅延 (ジッター) を極力抑えることは重要な課題である。従来手法では、動的に変化するトラフィックや QoS 要求への柔軟な対応が困難であり、ネットワーク資源の非効率的な配分によってジッターが増加していた。

本研究では、深層強化学習 (DRL) を利用した分散型のルーティング・スケジューリング手法を提案

した。このモデルは各ネットワークスイッチに配置され、局所的な情報（隣接スイッチへの接続状況、フローサイズ、周期、締切など）を基にリアルタイムで経路と送信タイミングを決定し、ジッター最小化を図る。具体的には、通信状態を入力として、送信先スイッチの選択および送信タイミングを出力する報酬（ペナルティ）設計、およびニューラルネットワークを構築した。

評価実験として、National Science Foundation ネットワークトポロジーを用いてビデオストリーミング通信をシミュレーションした結果、提案手法は従来の分散型手法に比べてジッターを約 27%削減し

（図 55）、フロー送信数を最大約 20%向上（図 56）させることに成功した。また、必要な情報を局所的な範囲に限定することで、大規模ネットワークへのスケーラビリティも向上している。

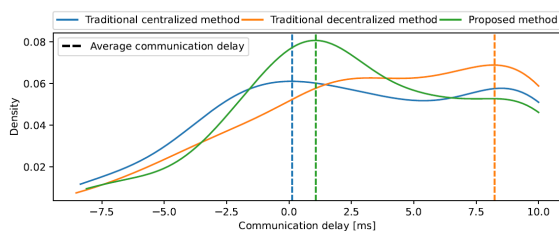


図 55: Variation of Communication Delay

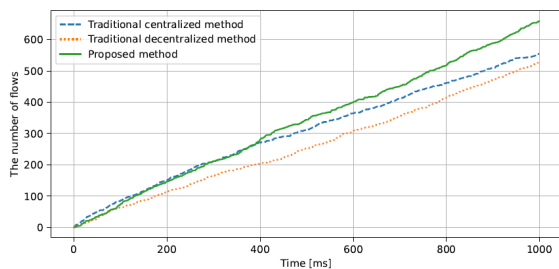


図 56: Number of successfully transmitted flows

4.9 広域計算資源の動的配備に向けたコンテキストスイッチ機構の研究開発

本年度は広域計算資源の動的配備に関する技術調査・コンテキストスイッチ機構の開発を実施した。広域分散環境では、多様な要件を持つアプリケーションに計算資源を適切に割り当てる必要がある。特に、リアルタイム処理アプリケーションは、データ生成地点に近いエッジノードでの実行を要求する。

しかしエッジノードは計算資源が限られており、起動中のアプリケーションを強制停止して新規アプリケーションを起動するプリエンプションが発生する。

プリエンプションによって停止されたアプリケーションは、資源が再割り当てされるたびに再実行を強いられ、そのたびに高いオーバーヘッドが発生する。この再実行コストを低減する手法として、停止時に実行状態を保存するチェックポイントが知られている。しかし、コンテナ管理システム Kubernetes にはプリエンプション発生時にチェックポイントを取得する機能が備わっていない。

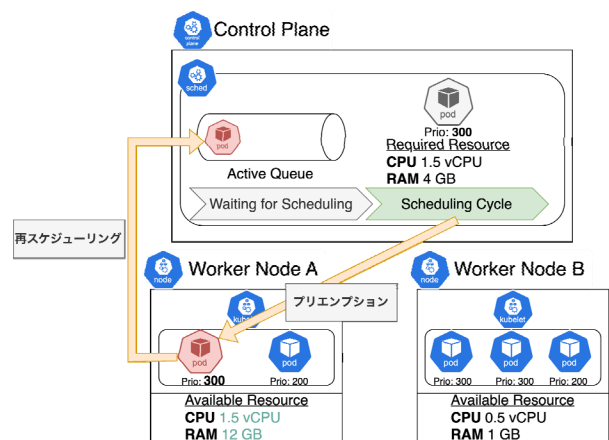


図 57: コンテキストスイッチ機構の概要

そこで、Kubernetes スケジューラと連携し、プリエンプション発生時に自動的にチェックポイントを取得するコンテキストスイッチ機構（図 57）を開発した。本機構によって、プリエンプションで停止したアプリケーションは、再実行することなく中断時点の実行状態を復元することが可能となった。

関連発表論文

- (1) J. Yamamoto, W. Watanakesuntorn, K. Taniguchi, H. Abe, A. Endo, C. Lee, and S. Date. “Towards a Serverless Platform on Scalable Cloud-Edge Continuum Computing Infrastructure”, PRAGMA 40, Penang, Malaysia, Oct. 2024. (accepted for poster presentation)
- (2) J. Yamamoto, W. Watanakesuntorn, H. Abe, K. Taniguchi, K. Takahashi, A. Endo, C. Lee, and S. Date. “Enhancing Resource Efficiency in Cloud-Edge Continuum Computing with

Checkpoint and Restore in Kubernetes”, CENTRA8, Hsinchu, Taiwan, Feb. 2025.

4.10 高精度時刻同期のカバレッジ範囲拡大と精度維持の両立を目指す研究

Deterministic Networking (DetNet)は、1 マイクロ秒以内の時刻同期を必要とする広域ネットワークにおけるリアルタイムアプリケーション向けに設計されている。しかし、gPTP には、基準クロックとそのクライアント間のホップ数が増加すると精度が低下するという問題がある。この問題に対処するために、多数の Grandmaster Clock (GMC)を導入することが考えられるが、そのコストは高額である。これらの問題を解決するために、関連発表論文(1)で、Network Time Protocol (NTP)で定義された階層構造に基づき、HUYGENS によって同期されたノードが基準クロックとして機能する Tiered gPTP (図 58) を提案した。OMNet++に Tiered gPTP システムを実装し、その有効性を実証するためのシミュレーション分析を実施した。評価結果から、Tiered gPTP システムが、複数の GMC を導入するよりも低いコストで、1 マイクロ秒以内の時刻同期を実現することを確認した(図 59)。

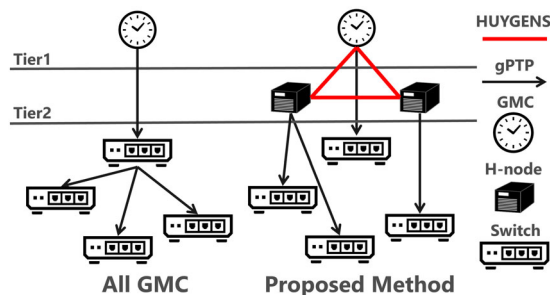


図 58: Tiered gPTP の構成概要

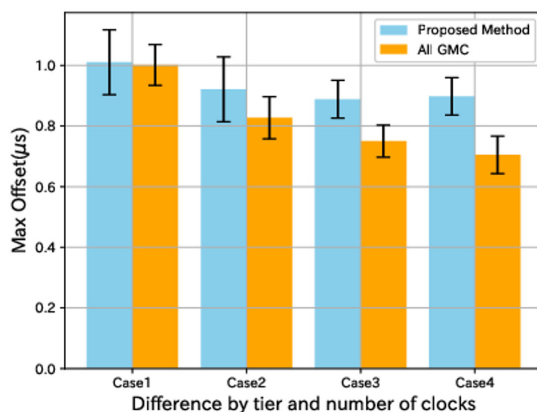


図 59: Tiered gPTP の時刻同期精度

関連発表論文

- (1) Yojiro Hirota, Kohei Taniguchi, Susumu Date and Kenji Ohira, "Tiered gPTP: A Simulative Study on Balancing Time-Sync Accuracy and Coverage with Time Source Replication", 2025 International Conference on Emerging Smart Computing and Informatics (ESCI), Pune, India, March 2025, pp. 1-6, doi: 10.1109/ESCI63694.2025.10988223.

4.11 ONION-mdx II による 4 次元画像解析基盤の構築

小規模分析室向け測定データ集約・配信システムで対象とする研究データとして、光学顕微鏡・電子顕微鏡・X 線 CT・X 線顕微鏡・MRI などの科学計測手法で取得された画像データを想定している。画像データは従来奥行き情報を持たない 2 次元データであることが多いが、近年では計測手法の発展により奥行き情報を含めた 3 次元画像データや、更に時間や波長の違いも加えた 4 次元画像データも増加している。

このような画像データはデータサイズが増大しており、より高いデータ転送性能や解析処理性能が必要となる。しかし、本システムでは画像データの集約・流通に着目したシステム構成であるため、集約された研究データの利活用という観点の機能は備えていない。そこで本研究では、データ集約・流通の流れの中に「研究データを解析する機能」を組込むことを目指す。

本研究において 4 次元画像データを解析するソフトウェアとして、理化学研究所で開発された VCAT5 に着目した。VCAT5 は本研究で対象としている 4 次元などの多チャンネルの画像データを扱う機能に加え、新たな画像処理フィルタやアルゴリズムをプラグイン形式で追加・更新する機能を有している。測定データ集約・配信システムではさまざまな計測機器からデータが集められているため、画像解析に用いる手法も多様であることから、同一のインターフェイスで異なる画像解析を取り扱える本ソフトウェアは有用である。また、VCAT5 はクラウドと連携して画像データや処理履歴を共有可能とする ICP

(Image Communication Platform) への拡張性も備えており、集約した画像データの解析を支援する環境としても適している。

本研究では、ONION に集約された画像データをユーザーが本ソフトウェアを利用して画像解析を行う環境をクラウドサービスとして提供するため、高性能な仮想計算環境を構築・提供可能な mdx II で構築する。VCAT5 は Windows 専用ソフトウェアである点でも mdx II は環境構築の基盤として最適である。

今年度は VCAT5 を利用した 4 次元画像解析クラウド基盤を ONION と mdx II を利用して構築可能かについて検討するため、小規模分析室向け測定データ集約・配信システムを開発したコアファシリティ機構および VCAT5 を開発した理化学研究所とともに議論を行い、システム設計を進めた。また、本構想をまとめて令和 7 年度 O U マスタープラン実現加速事業に応募して採用されており、次年度からは実際にクラウド基盤を構築して検証を進める計画である。

4.12 メタバースオブジェクト分散管理のためのキャッシュ方式

メタバースオブジェクトが分散管理された環境において、ユーザー体験の満足度を保つには、通信により生じるオブジェクトデータ取得時間を短縮する必要がある。

メタバース空間に配置されたオブジェクトのうち、レンダリングされ表示に使われるのは、仮想空間上でユーザー（アバター）の位置から見える範囲（可視領域）にあるオブジェクトである。したがって、可視領域にないオブジェクトのデータは不要となる。我々の研究グループでは、ユーザーの位置とオブジェクトの形状や配置情報を元に遮蔽関係を計算し、表示に必要なデータの取得を効率的に行う方法を提案してきた。このとき、メタバースではある範囲を徘徊する等の行動が多く発生するため、一度表示のために取得したオブジェクトデータを表示端末やエッジサーバーにキャッシュデータとして保持し、再度表示される際に利用することが有効である。

しかし、従来の LRU や FIFO といったキャッシュ

アルゴリズムは、表面積が大きくテクスチャデータ量が大きいオブジェクトや可視領域が存在するメタバースの特性を考慮しておらず、十分な性能が得られない問題がある。

そこで本研究では、実際の都市を模した仮想空間において、頻繁に可視領域に現れ、表面積が大きい軒高が高い建物オブジェクトがキャッシュメモリ上に長く保持されるキャッシュ手法を提案した。具体的には次の式により各オブジェクトのキャッシュの保持時間 T を決定する。

$$T = \frac{hA}{d}$$

h は対象となるオブジェクトの高さ（軒高）、 d はオブジェクトとユーザーの間の距離、 A は係数パラメータである。

提案方式を都市の空間情報として公開されている PLATEAU の東京都新宿区周辺のデータを用いて評価した。以下では、必要データ保持率の評価結果を示す。必要データ保持率は、ユーザーの描画に必要なとなったデータがメモリ内に保持できていたオブジェクトの率を表す。LRU、ランダムと提案手法について、キャッシュメモリのサイズ（全体を保持できるメモリサイズの 30%、50%、70%）を変化させている。図 60 の通り、提案手法はキャッシュメモリのサイズが小さい場合に特に他の手法を大きく上回る結果となった。

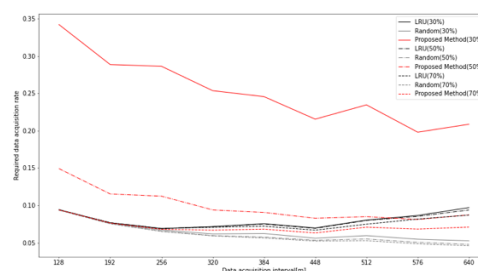


図 60: 必要データ保持率の比較

関連発表論文

- (1) 青木 総樹, 川上 朋也, 松本 哲, 義久 智樹, 寺西 裕一, “メタバースオブジェクト分散管理におけるデータキャッシュアルゴリズムの改善と評価,” 電子情報通信学会技術研究報告(インターネットアーキテクチャ研究会), Vol. 124, No. 313, pp. 24-29, 2024 年 12 月.

4.13 SQUID GPU ノード上での MLPerf HPC を用いた分散深層学習の性能評価

表 29: GPU ノードのスペック

CPU	Intel Xeon Platinum 8368 (2.4 GHz / 38 コア)×2
メモリ	512 GiB (32 GiB DDR4-3200 ECC RDIMM×16)
ローカルストレージ	240 GB SATA SSD
ネットワーク	InfiniBand HDR 100 × 4 、1000BASE-T×1、BMC×1
GPU	NVIDIA A100-SXM4-40GB×8

表 30: 共有ファイルシステムの I/O 性能

	Read (GB/s)	Write (GB/s)
HDD	131.8	138.3
SSD	259.3	193.3

表 31: 現行のソフトウェア構成

ソフトウェア	バージョン	用途
Python	3.6	プログラミング
TensorFlow	2.5	機械学習
Horovod	0.28.1	分散学習
OpenMPI	4.1.5	集団通信
CUDA	11.8	CUDA

本研究では、SQUID における分散深層学習の性能評価のため、SQUID GPU ノード上において、MLPerf HPC で提供される CosmoFlow を実行する実験を実施した。実験環境として、SQUID GPU ノードのスペックを表 29 に示す。なお、GPU はすべて一つの 600 GB/s の帯域幅を有する NVLink によって相互接続されている。また、GPU ノードも利用する SQUID の共有ファイルシステムには、HDD 領域と SSD 領域の 2 種類のストレージ領域があり、それぞれ表 30 に示す通りの I/O 性能を有する。CosmoFlow のベースラインとなる実行環境としては、現行の SQUID GPU ノードのソフトウェア構成を表 31 に示す。

本研究では、事前に実施したプロファイラによる CosmoFlow の性能分析に基づいて、以下の実験条件の通り、CosmoFlow の実行環境に順次変更を加えて、その実行性能を比較する。

- I/O 性能
 - SSD 領域の利用：データセットの配置先を HDD 領域から SSD 領域に変更する。
 - TensorFlow のバージョンアップ：TensorFlow のバージョンを 2.5～2.14 まで変更する。
 - 並列読み込み：データセットの読み込み処理を並列化する。
 - 前処理の GPU オフロード：CPU で実行していた前処理を GPU にて実行するように変更する。
 - GPU プリフェッチ：CPU から GPU へのデータ転送を訓練処理と並列に実行するように変更する。
 - コア割当の固定化：各プロセスに割り当てられるコア数の合計が CPU のコア数を超えないように制限を加える。
 - スクラッチ領域：データセットをノードローカルのストレージに配置する。
- 通信性能
 - MPI の利用：Horovod が利用する通信ライブラリを NCCL から MPI に変更する。
 - バッチサイズの変更：1 ステップでデータセットから読み込む訓練データ数を変更する。
- 混合精度演算の有効化：一般的な単精度浮動小数点演算に加えて、FP16 などの半精度浮動小数点演算による処理も実行されるように変更する。

まず、1 ノード上にて実験した結果として、実験条件を順次適用した際の平均エポック時間を図 61 に示す。この結果から、特に、SSD 領域の利用、並列読み込みによる平均エポック時間の削減が大きい（それぞれ前の条件と比べて 38%、52%）ことがわかる。また、TensorFlow のバージョンアップ、前処理の GPU オフロード、GPU プリフェッチ、混合精度演算の有効化も平均エポック時間の削減に効果がある（それぞれ前の条件と比べて 15%、29%、18%、28%）ことがわかる。

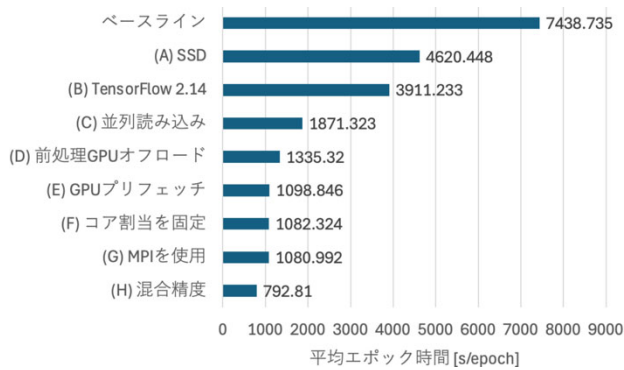


図 61: 平均エポック時間

次に、ソフトウェア構成に着目した実験として実施した、TensorFlow を細かくバージョンアップさせる実験の結果を図 62 に示す。この結果から、TensorFlow をバージョンアップさせるほど、平均エポック時間が削減されることがわかる。

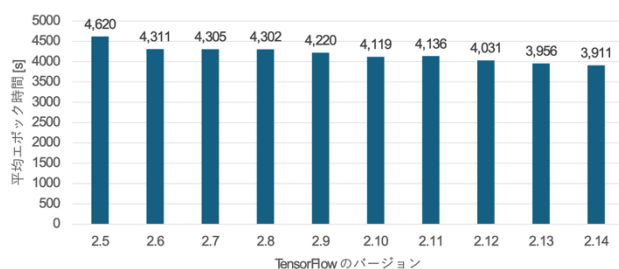


図 62: TensorFlow のバージョンの比較

最後に、ノード数を 1 ノードから 32 ノードまで (GPU 数を 8 枚から 256 枚まで) 増やした実験結果を図 63、図 64 に示す。これらの図は、1 分間あたりに処理できたエポック数をスループットとしてプロットしたものである。なお、実線はアムダールの法則による外挿である。

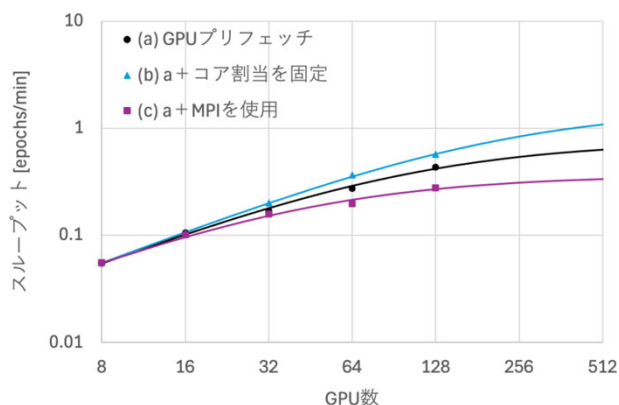


図 63: GPU 数に対する訓練フェーズのスループットのスケラビリティ (収束速度に影響しない条件)

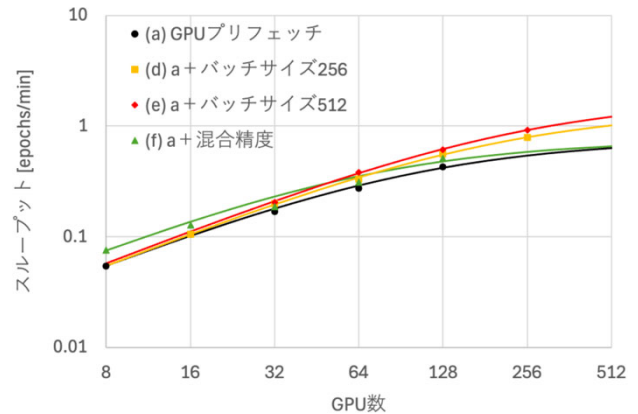


図 64: GPU 数に対する訓練フェーズのスループットのスケラビリティ (収束速度に影響する条件)

まず、両方の図に共通する (a) の結果としては、GPU 数が増えるほど並列化による恩恵 (スケラビリティ: 曲線の傾き) が減少していることがわかる。アムダールの法則における並列化率としては 92.8% であった。

図 63 の結果としては、コア割当の固定化によるスケラビリティの改善は (a) を上回っている一方、MPI を利用した場合、逆にスケラビリティが減少する結果となった (それぞれ 96.4%、84.7%)。

図 64 の結果としては、バッチサイズは 256 よりも 512 とした方が、常にスループットが高くなる結果となった。また、混合精度演算を利用すると、GPU 数が少ない場合は比較的大きくスループットが向上したが、GPU 数が増えると (a) と近いスループットとなる結果となった。並列化率としては、90.0% へと減少した。

また、スクラッチ領域を利用した結果としては、GPU 数が 256 枚、バッチサイズが 512 の時、平均エポック時間が 13% 削減された。

以上の実験結果より、データセットの配置先として SSD 領域を利用すること、訓練データの読み込みを並列化することをユーザーに対して推奨することが良いとわかった。また、ソフトウェア構成としては、出来るだけ最新の TensorFlow を提供することが良いことも明らかとなった。さらに、複数ノードにまたがった分散深層学習を実行する場合は、コア数の割当を固定化、NCCL の利用、スクラッチ領域の

活用が有効なことも示した。

今後の課題としては、データの読み込みの効率化によってエポック時間が削減されたことから、そうしたデータの読み込みと前処理を GPU 向けに最適化したライブラリである、NVIDIA Data Loading Library (DALI) を SQUID にて提供すべきか検討の余地があると考ええる。

関連発表論文

- (1) 東郷凜太郎, 高橋慧智, 速水智教, 曾我隆, 遠藤新, 伊達進, “SQUID GPU ノード上での MLPerf HPC を用いた分散深層学習の性能評価”, 情報処理学会第 199 回ハイパフォーマンスコンピューティング研究発表会, pp. 1-10, 2025 年 5 月.

5 社会貢献に関する業績

5.1 教育面における社会貢献

5.1.1 学外活動

- (1) 国際会議 eScience2024 の大阪開催

5.1.2 研究部門公開

2024 年度工学部オープンキャンパス

今年度8月9日に行われたオープンキャンパスは、本部門が応用情報システム研究部門から分かれたことにより、展示も同様に分かれることとなった。これによる新しい応用情報システム研究部門にとっては、オープンキャンパスの経験のあるメンバーがほとんどいないため、本部門が準備や展示、報告などのサポートを行った。また、例年とは異なり、場所を E3-116 (図 65) に変えて展示を行った。これは、工学部から「例年通り工学部 E6-112 の半分で、2 部門分の展示を行うのは狭いのでは?」と、展示場所の変更を提案頂いたためである。



図 65: 初めて使用した E3-116

展示題目は「次世代スーパーコンピューティング技術とその応用」とし、「ジョブスクリプトに基づく特徴量を用いたスーパーコンピュータのジョブ実行時間予測」のような詳細な研究のパネルや「研究室の様子」のパネルを展示した (図 66)。

展示には多数の学生が参加した。今年度は、特別に見学者が多かった昨年度よりは少なかったが、例年と比較すると見学者が多く (図 67)、開始 15 分から昼過ぎまで、概ね部屋いっぱいの席が埋まっていた。午後 1 時半ごろからは、見学者で席が埋まることは減りはじめ、常に数名の見学者が見学している状況であった。昨年は、同室の他の研究室展示への行列を収容する必要があり、結果的に、極端に見学者が極端に増えた。



図 66: 学生生活と研究に関するポスター



図 67: 多数の訪問者と解説を行う学生

展示で使用した E3-116 は、オープンキャンパスの受付からすぐの場所にあったせいか、高校生や親御様を中心に多数の見学者があった。「この研究は社会にどのように役に立つのですか？」や「スケジュール割り当てのアルゴリズムやソフトウェアも考えてるの？」などの研究に関する質問や、「バイトはどんなことをしますか？」「研究室に女子はいますか？」のような学生生活に関する質問などが来ていた。訪問者は例年より明らかに多く、教育研究活動の広報活動として十分に意義があったと思われる。

2024 年米国国際会議・展示会 SC2024

D3 センター（旧：サイバーメディアセンター）では毎年 11 月に米国で開催される国際会議・展示会 SC に研究展示ブースを出展している。国際会議・展示会 SC は高性能計算、高性能ネットワークング、ストレージ等をテーマとする最高峰会議・展示会であり、毎年一万人以上の研究者・技術者が出席する。本年度の SC 開催は、ジョージア州アトランタ市であった。本研究部門は、上述したように大規模計算機システムの運用・管理を直轄する研究部門であることから、毎年本研究部門からも研究展示を行っている。国際会議・展示会 SC2024 については別途、本年報「SC24 出展報告」に展示に関する報告を記載しているのでそちらを参照されたい。

5.2 学会活動

5.2.1 国内学会における活動

- (1) 電子情報通信学会ソサイエティ論文誌編集委

員会査読委員（伊達）

- (2) 国際ソシオネットワーク戦略学会 The Review of Socionetwork Strategies 評議員（伊達）

5.2.2 論文誌編集

該当なし

5.2.3 国際会議への参画

- (1) General Chair, 20th International Conference on eScience (eScience2024), Osaka, Sep. 2024.
- (2) Steering Committee, IEEE eScience conference.
- (3) Executive co-chair, PRAGMA (Pacific Rim Applications and Grid Middleware Assembly)
(以上、伊達)
- (4) Poster Chair, The International Conference on High Performance Computing in Asia-Pacific Region (HPC Asia 2024).
- (5) Poster Committee, The International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage, and Analysis (SC'24).
(以上、高橋)

IEEE eScience 2024 の大阪開催

本研究部門を主宰する伊達 進教授が General Chair として国際会議 IEEE eScience (eScience2024) (<https://www.escience-conference.org/2024/>)を、2024 年 9 月 16-20 日の会期において、大阪大学に程近い千里ライフサイエンスセンターに招致・開催した。開催に伴い、以下の本研究部門および高性能計算・データ融合基盤協働研究所の教員、スタッフ、学生が企画・運営に参画した（表 32、図 68）。

表 32: eScience2024 組織委員会に参画した
D3 センターの教職員

氏名	役職
伊達 進 教授	General Chair
遠藤 新 招へい教員	Poster Chair
阿部洋丈 招へい准教授	Publicity & Social Media Chairs
Lee Chonho 招へい教授	Exhibition & Supporter Chair
田主英之 研究員	Travel/Visa Chair
山下晃弘 招へい教授 曾我 隆 特任准教授	Venue & Finance Chairs



図 68: eScience2024 の企画・運営に携わった教職員・学生らによる会議終了後の記念撮影

国際会議 eScience については、当初 2020 年 9 月に開催を予定していた。しかし、同年当初頃よりの新型コロナウイルス感染症拡大の影響を受け、急遽中心とすることとなった。2020 年 3 月頃に論文投稿締め切りとしていたが、9 月頃に渡航できるかどうかという不安もあり論文投稿数が伸び悩んでいたこともあるが、国外からの日本への渡航、またその逆もであるが、かなり厳しい状況になることが予測されての決定であった。



図 69: eScience2024 conference dinner で企画したマグロ解体ショー

今回の eScience2024 は再チャレンジとなる。それゆえに、運営側としては、できる限り充実した研究活動とともに、多くの研究者に楽しんでいただくことを目指した。たとえば、その一環として、国際会議期間中に conference dinner が開催されることは通例であるが、eScience2024 では芸妓による花街文化の一端とともに、マグロ解体ショー（図 69）も企画

した。その結果、多くの参加者から感嘆の声もきかれ、大変満足いただいたようであった。

5.2.4 学会における招待講演・パネル

- (1) Susumu Date, “Infrastructural Challenge towards Convergence of HPC and AI – A Case at Osaka University –”, HPC/AI WG, APAN 59, Yokohama, Japan, March 2025. [keynote: invited]
- (2) Susumu Date, “ONION and RED-ONION for Assisting HPC and AI”, The 38th Workshop on Sustained Simulation Performance (WSSP), Sendai, Japan, Dec. 2024. [invited]
- (3) Susumu Date, “Challenges towards Research Data Infrastructure for Accelerating Open Science”, PRAGMA 40, Penang, Malaysia Oct. 2024.[Keynote speech: Invited]
- (4) Susumu Date, “Aggregation of Computing and Data Infrastructure for Highly Productive Data Scientific Research”, The 1st International workshop on Near Real-time Data Processing for Interconnected Scientific Instruments, Osaka, Japan, Sep. 2024.[Keynote speech: Invited]
- (5) Susumu Date, “Aim and Strategy of mdx2, IaaS-typed Computing Infrastructure”, 37th Workshop on Sustained Simulation Performance, HLRS, Stuttgart, Germany, June 2024. [invited]
- (6) 伊達 進, “国際共同研究・産学共創を加速する情報基盤と人的ネットワーク”, 8th S2DH Symposium, Osaka, March 2025 (基調講演).

5.2.5 招待論文

該当なし

5.2.6 学会表彰

- (1) Best Paper Award, Combining lossy compression with multi-level caching for data staging over network, 26th Workshop on Advances in Parallel and Distributed Computational Models (APDCM).
- (2) 第 19 回電子情報通信学会通信ソサイエティ論文賞, Toward Predictive Modeling of Solar Power

Generation for Multiple Power Plants, 電子情報通信学会 通信ソサイエティ.

5.3 産学連携

5.3.1 企業との共同研究

- (1) “津波浸水被害推計システム保守・運用業務”, 内閣府, 東北大学, 日本電気株式会社, 国際航業株式会社, 株式会社エイツー.
- (2) “スマートデンタルホスピタルに関する研究”, 日本電気株式会社, 大阪大学歯学部附属病院.
- (3) “データ活用社会創成プラットフォーム環境での津波浸水被害推計シミュレーションの評価・検証”, 株式会社 RTi-Cast

5.3.2 学外での講演

該当なし

5.3.3 特許

該当なし

5.4 プロジェクト活動

- (1) 次世代計算基盤に係る調査研究「システム調査研究チーム (②HPC 利用環境の調査研究), サブリーダー 伊達 進 分担研究者: 山下晃弘, 遠藤新, 速水智教, 曾我隆
- (2) 科学研究費 基盤研究(C)「トラフィック動的制御機能配備型ジョブ管理システム」研究代表者 伊達 進 (2021-)
- (3) NICT 共同研究「高信頼分散エッジコンピューティングプラットフォームに関する実証的研究」大阪大学側主任担当者 伊達 進, 参加研究者 木戸善之
- (4) NICT 共同研究「次世代スーパーコンピューティング環境のためのデータ共有環境実現に向けた広域 DTN 実験」プロジェクトリーダー 伊達 進
- (5) 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)「ポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業/ポスト 5G 情報通信システムの開発/超分散コンピューティング基

盤の研究開発」における「(f1) 超分散コンピューティングのための広域資源仮想化技術」に関する研究開発, プロジェクトリーダー: 伊達 進, 研究者: 高橋慧智, Wasapporn Watanakeesuntorn, 谷口昂平, 山本隼矢

- (6) 2024 年度 学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点 公募型共同研究「HPC と高速通信技術の融合による大規模データの拠点間転送技術開発と実データを用いたシステム実証試験」研究代表者 村田健史(国立研究開発法人情報通信研究機構 ソーシャルイノベーションユニット 総合テストベッド研究開発推進センター) 研究分担者 伊達 進
- (7) 2024 年度 学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点 公募型共同研究「次世代演算加速装置とそのファイル IO に関する研究」研究代表者 埴敏博(東京大学 情報基盤センター) 研究分担者 伊達 進
- (8) 2024 年度 学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点 公募型共同研究「Study on the real effect of non-blocking collective communications」研究代表者 南里豪志(九州大学情報基盤研究開発センター) 研究分担者 伊達 進, 曾我 隆
- (9) 2024 年度 学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点 公募型共同研究「Study on the real effect of non-blocking collective communications」研究代表者 村田忠彦(大阪大学 D3 センター) 研究分担者 伊達 進
- (10) 2024 年度 学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点 公募型共同研究「NISQ 時代を見据えたバッチ型量子回路シミュレータの開発」研究代表者 高橋慧智(大阪大学 D3 センター)
- (11) JST ACT-X「探索的データ解析のための広域科学データ流通基盤」研究代表者 高橋 慧智 (2024-)
- (12) 科学研究費 若手研究「性能最適化の知見を自ら発掘する自動チューニング技術の開発」研究代表者 高橋 慧智 (2023-)
- (13) 科学研究費 若手研究「In-situ ワークフローのための適応的な計算資源配分フレームワーク」

研究代表者 高橋 慧智 (2020-)

- (14) 2024 年度 学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点 公募型共同研究「NISQ 時代を見据えたバッチ型量子回路シミュレータの開発」 研究代表者 高橋 慧智
- (15) 2024 年度 学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点 公募型共同研究「デトネーションエンジンの排気流による超音速乱流現象に関する数値解析」 研究代表者 松尾 亜紀子 (慶應義塾大学) 研究分担者 高橋 慧智

5.5 その他の活動

- (1) 国立研究開発法人 理化学研究所 計算科学研究センター 連携サービス委員 (伊達)
- (2) 国立研究開発法人 理化学研究所 計算科学研究センター 連携サービス運営・作業委員 (伊達, 速水)
- (3) サイエнтиフィック・システム研究会 科学技術計算分科会 企画委員 (伊達)
- (4) データ活用社会創成プラットフォーム共同研究基盤運営委員 (伊達, 速水)
- (5) Mdx 情報セキュリティインシデント対応チーム(mdx-CSIRT) (伊達)

2024 年度研究発表論文一覧

著書

該当なし

学会論文誌

- (1) Kawaguchi Shinichi, Xu Xin, Soga Takashi, Yamaguchi Kenta, Kawasaki Ryuuya, Shimouchi Ryota, Date Susumu, Kai Toshie, “In silico screening by AlphaFold2 program revealed the potential binding partners of nuage-localizing proteins and piRNA-related proteins”, (accepted) [DOI:10.7554/eLife.101967.2]
- (2) Zhongbo Tang, Tomoaki Mameno, Tomonori Hayami, Chonho Lee, Susumu Date, Kazunori Ikebe and Kazunori Nozaki, “Assessment of the impact of missing teeth on deep learning-based tooth numbering method from panoramic X-rays”,

IEEE Access, vol. 13, no. 50274-50281, March 2025. [DOI:10.1109/ACCESS.2025.3552203]

- (3) 谷口昂平, 遠藤新, 阿部洋丈, 李天鎬, 広瀬崇宏, 伊達進, “DetNet の運用に向けたクロックドリフト下における Credit-Based Shaper の遅延保証の分析”, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J108-D, No.4, pp.92-106, April 2025. [DOI: 10.14923/transinfj.2024PDP0024]
- (4) Kang Xingyuan, Keichi Takahashi, Chawanat Nakasan, Kohei Ichikawa, Hajimu Iida, “Load-Aware Multi-Objective Optimization of Controller and Datastore Placement in Distributed SDNs,” Concurrency and Computation: Practice and Experience, vol. 37, no. 4–5, Feb. 2025. [DOI:10.1002/cpe.70007]
- (5) Xiangcheng Sun, Keichi Takahashi, Yoichi Shimomur, Hiroyuki Takizawa, Xian Wang, “Performance evaluation of the LBM simulations in fluid dynamics on SX-Aurora TSUBASA vector engine,” Computer Physics Communications, vol. 307, Feb. 2025. [DOI:10.1016/j.cpc.2024.109411]
- (6) Kang Xingyuan, Keichi Takahashi, Chawanat Nakasan, Kohei Ichikawa, Hajimu Iida, “Load-Aware Multi-Objective Optimization of Controller and Datastore Placement in Distributed SDNs,” Concurrency and Computation: Practice and Experience, vol. 37, no. 4–5, Feb. 2025. 10.1002/cpe.70007
- (7) Xiangcheng Sun, Keichi Takahashi, Yoichi Shimomur, Hiroyuki Takizawa, Xian Wang, “Performance evaluation of the LBM simulations in fluid dynamics on SX-Aurora TSUBASA vector engine,” Computer Physics Communications, vol. 307, Feb. 2025. 10.1016/j.cpc.2024.109411
- (8) Nozomu Ishiguro, Fusae Kaneko, Masaki Abe, Yuki Takayama, Junya Yoshida, Taiki Hoshino, Shuntaro Takazawa, Hideshi Uematsu, Yuhei Sasaki, Naru Okawa, Keichi Takahashi, Hiroyuki Takizawa, Hiroyuki Kishimoto, Yukio Takahashi, “Towards Sub-10 nm Spatial Resolution by Tender X-ray

Ptychographic Coherent Diffraction Imaging,” *Applied Physics Express*, vol. 17, no. 5, May. 2024. 10.35848/1882-0786/ad4846

- (9) Z. Tang, T. Mameno, T. Hayami, C. Lee, S. Date, K. Ikebe, K. Nozaki, "Assessment of the impact of missing teeth on deep learning-based tooth numbering method from panoramic X-rays," *IEEE Access* 1-1, 2025.

国際会議会議録

- (1) Yojiro Hirota, Kohei Taniguchi, Susumu Date, Kenji Ohira, “Tiered gPTP: A Simulative Study on Balancing Time-Sync Accuracy and Coverage with Time Source Replication,” 2025 International Conference on Emerging Smart Computing and Informatics (ESCI), Mar. 2025. [DOI:10.1109/ESCI63694.2025.10988223]
- (2) Shubham Verma, Keichi Takahashi, Hiroyuki Takizawa, “Leveraging Hardware Performance Counters for Predicting Workload Interference in Vector Supercomputers,” 24th International Conference on Parallel and Distributed Computing, Applications and Technologies (PDCAT 2024), Dec. 2024. [DOI:10.1007/978-981-96-4207-6_50]
- (3) Ryota Koda, Keichi Takahashi, Hiroyuki Takizawa, Nozomu Ishiguro and Yukio Takahashi, “Real-Time Phase Retrieval Using On-the-Fly Training of Sample-Specific Surrogate Models,” The 12th International Symposium on Computing and Networking (CANDAR 2024), Nov. 2024. [DOI:10.1109/CANDAR64496.2024.00015]
- (4) Hang Cui, Keichi Takahashi and Hiroyuki Takizawa, “DRAS-OD: A Reinforcement Learning based Job Scheduler for On-Demand Job Scheduling in High-Performance Computing Systems,” The 12th International Symposium on Computing and Networking (CANDAR 2024), Nov. 2024. [DOI:10.1109/CANDAR64496.2024.00011]
- (5) Tatsuyoshi Ohmura, Keichi Takahashi, Ryusuke Egawa and Hiroyuki Takizawa, “A QA-Assisted Job Scheduler for Minimizing the Impact of Urgent Computing on HPC System Operation,” 16th International Workshop on Parallel and Distributed Algorithms and Applications (PDAA), Nov. 2024. [DOI:10.1109/CANDARW64572.2024.00039]
- (6) Hideyuki Tanushi, Hiroshi Furutani, Takeo Hosomi, Naoto Kai, Kaname Harumoto and Susumu Date, “Towards Development of University-wide Data Aggregation and Management Infrastructure for Research Data Utilization”, NRDPIIS-1, eScience2024, Osaka Japan, Sep. 2024. [DOI: 10.1109/e-Science62913.2024.10678692]
- (7) Shubham Verma, Keichi Takahashi, Hiroyuki Takizawa, “Leveraging Hardware Performance Counters for Predicting Workload Interference in Vector Supercomputers” 24th International Conference on Parallel and Distributed Computing, Applications and Technologies (PDCAT 2024), Dec. 2024. 10.1007/978-981-96-4207-6_50
- (8) Ryota Koda, Keichi Takahashi, Hiroyuki Takizawa, Nozomu Ishiguro and Yukio Takahashi, “Real-Time Phase Retrieval Using On-the-Fly Training of Sample-Specific Surrogate Models,” The 12th International Symposium on Computing and Networking (CANDAR 2024), Nov. 2024. 10.1109/CANDAR64496.2024.00015
- (9) Hang Cui, Keichi Takahashi and Hiroyuki Takizawa, “DRAS-OD: A Reinforcement Learning based Job Scheduler for On-Demand Job Scheduling in High-Performance Computing Systems,” The 12th International Symposium on Computing and Networking (CANDAR 2024), Nov. 2024. 10.1109/CANDAR64496.2024.00011
- (10) Tatsuyoshi Ohmura, Keichi Takahashi, Ryusuke Egawa and Hiroyuki Takizawa, “A QA-Assisted Job Scheduler for Minimizing the Impact of Urgent Computing on HPC System Operation,” 16th International Workshop on Parallel and Distributed Algorithms and Applications (PDAA), Nov. 2024. 10.1109/CANDARW64572.2024.00039
- (11) Soratouch Pornmaneerattanatri, Keichi Takahashi,

- Yutaro Kashiwa, Kohei Ichikawa, and Hajimu Iida, "Automatic Parallelization with CodeT5+: A Model for Generating OpenMP Directives," 2024 International Workshop on Large Language Models (LLMs) and HPC, Sep. 2024. 10.1109/CLUSTERWorkshops61563.2024.00028
- (12) Keichi Takahashi, Takashi Abe, Akihiro Musa, Yoshihiko Sato, Yoichi Shimomura, Hiroyuki Takizawa, Shunichi Koshimura, "Modernizing an Operational Real-time Tsunami Simulator to Support Diverse Hardware Platforms," International Conference on Cluster Computing (CLUSTER 2024), Sep. 2024. 10.1109/CLUSTER59578.2024.00043
- (13) Toshinobu Katayama, Keichi Takahashi, Yoichi Shimomura and Hiroyuki Takizawa, "XAI-Based Feature Importance Analysis on Loop Optimization," 19th International Workshop on Automatic Performance Tuning (iWAPT), May 2024. 10.1109/IPDPSW63119.2024.00142
- (14) Rei Aoyagi, Keichi Takahashi, Yoichi Shimomura and Hiroyuki Takizawa, "Combining lossy compression with multi-level caching for data staging over network," 26th Workshop on Advances in Parallel and Distributed Computational Models (APDCM), May 2024. 10.1109/IPDPSW63119.2024.00059
- (15) Daiki Nakai, Keichi Takahashi, Yoichi Shimomura and Hiroyuki Takizawa, "A node selection method for on-demand job execution with considering deadline constraints," 27th Workshop on Job Scheduling Strategies for Parallel Processing (JSSPP 2024), May 2024. 10.1007/978-3-031-74430-3_8
- (16) Sho Ishii, Keichi Takahashi, Yoichi Shimomura and Hiroyuki Takizawa, "Maximizing Energy Budget Utilization Based on Dynamic Power Cap Control," 27th Workshop on Job Scheduling Strategies for Parallel Processing (JSSPP 2024), May 2024. 10.1007/978-3-031-74430-3_9
- (17) Hang Cui, Keichi Takahashi, Yoichi Shimomura and Hiroyuki Takizawa, "Clustering Based Job Runtime Prediction for Backfilling Using Classification," 27th Workshop on Job Scheduling Strategies for Parallel Processing (JSSPP 2024), May 2024. 10.1007/978-3-031-74430-3_3
- (18) Yojiro Hirota, Kohei Taniguchi, Susumu Date, Kenji Ohira, "Tiered gPTP: A Simulative Study on Balancing Time-Sync Accuracy and Coverage with Time Source Replication," 2025 International Conference on Emerging Smart Computing and Informatics (ESCI), Mar. 2025. [DOI:10.1109/ESCI63694.2025.10988223]
- (19) Yoshihiro Tsuboki, Tomoya Kawakami, Satoru Matsumoto, Tomoki Yoshihisa, and Yuuichi Teranishi, "A Real-Time Background Replacement Method Based on Machine Learning for AR Applications," in Proc. of IEEE International Computer, Software and Applications Conference (COMPSAC 2024), pp. 784-793, 2024 年 7 月.
- (20) Tokiteru Ino, Tomoya Kawakami, Satoru Matsumoto, Tomoki Yoshihisa, and Yuuichi Teranishi, "An AR Visualization System of Near-Future Information to Avoid Dangerous Situations," in Proc of IEEE International Computer, Software and Applications Conference (COMPSAC 2024), Student Research Symposium (SRS), pp. 1466-1469, 2024 年 7 月.

国際会議（口頭発表、ポスター発表）

- (1) Susumu Date, "RED ONION project: Accelerated ONION based on DTN experience", Mini Global Research Platform workshop, SCA2025, March 2025.
- (2) Susumu Date, "Introduction and current status of ONION and RED ONION project based on ScienceDMZ", APRG WG, APAN 59, Yokohama, Japan, March 2025.

- (3) Tomonori Hayami, Keichi Takahashi, Yu Mukaizono, Yuki Teramae, Susumu Date, "Fostering data-centric research in Japan: Design of the mdx II cloud platform", SCA2025, Singapore, March 2025. (poster)
- (4) Keichi Takahashi, "An API remotng system for accessing large-scale array data on-demand", SCA2025, Singapore, March 2025.(poster)
- (5) Wassapon Watanakeesuntorn, Keichi Takahashi, Junya Yamamoto, Kohei Taniguchi, Hirotake Abe, Arata Endo, Chonho Lee, Susumu Date, "DDoS Attack Detection with Time-Series Predictions Using Empirical Dynamic Modeling", SCA2025, Singapore, March 2025. (poster)
- (6) Junya Yamamoto, Wassapon Watanakeesuntorn, Hirotake Abe, Kohei Taniguchi, Keichi Takahashi, Arata Endo, Chonho Lee, Susumu Date, "Enhancing Resource efficiency in Cloud-Edge Continuum Computing with Checkpoing and Restore in Kubernetes", Centra 8, Taiwan, Feb. 2025.
- (7) Yuta Seino, Susumu Date, Kazunori Nozaki, "Federated Learning-Enabled Victim Identification for International Disaster Response in the Asia-pacific Region", Centra 8, Taiwan, Feb. 2025.
- (8) Kohei Taniguchi, Arata Endo, Hirotake Abe, Lee Chonho, Kundjanasith Thonglek, Wassapon Watanakeesuntorn, Junya Yamamoto, Susumu Date, "An Enhanced Credit-Based Shaper for Resilience to Time-Sync Misalignment", eScience 2024, Sept. 2024. Osaka, Japan.(Reviewed poster paper) [DOI: 10.1109/e-Science62913.2024.10678695]
- (9) Susumu Date, "Overview and Progress of the RED ONION Project", The 5th Global Research Platform Workshop, Osaka, Japan, Sept. 2024.
- (10) Susumu Date, "Introduction of mdx II, a new cloud infrastructure deployed at Osaka University", NUG2024, Hamburg, Germany, June 2024.
- (11) Kundjanasith Thonglek, Chonho Lee, Hirotake Abe, Arata Endo, Kohei Taniguchi, Takahiro Hirofuchi, Ryousei Takano, Susumu Date, "A Deterministic Scheduler for Hybrid Wired and Wireless Network Resourcesover Cloud-Edge Continuum Computing Platform". CENTRA 7, Feb. 2024.
- (12) Kohei Taniguchi, Arata Endo, Hirotake Abe, Chonho Lee, Takahiro Hirofuchi, Ryousei Takano, Takaaki Fukai, Akram Ahmed, Takeharu Kato, Susumu Date, "A Profile of Deterministic Networking for Cloud-Edge Continuum Computing Platform". CENTRA 7, Feb. 2024.

口頭発表（国内研究会など）

- (1) 小島 一秀, “多様な教材に対応した容易な開発が可能な HTML5 メディア e ラーニングシステム oq-stages”, 情報処理学会第 87 回全国大会, 大阪, vol. 6H-01, pp.4-431-4-432, Mar. 2025.
- (2) 吉田傑彦, 岩成英一, 小島一秀, “学習者の利便性とソフトウェアと楽曲情報サービスを考慮した音声データタグの記述方式”, 情報処理学会第 87 回全国大会, 大阪, vol. 2ZM-04, pp.4-873-4-874, Mar. 2025.
- (3) 安田光輝, 神田将吾, 龍宮寺嵩士, 小島一秀, “機械的な処理や用語の階層構造を用いた 4 択問題生成ツールの開発と評価”, 第 178 回コンピュータと教育研究発表会, IPSJ SIG Tecnical Report, Vol.2025-CE-178 No.2, 東京女子体育大学, Feb. 2025.
- (4) 下内良太, 河口真一, 曾我 隆, 山口健太, 川崎隆矢, 伊達 進, “AlphaFold2 における構造最適化ステップの高速化, xsig2024, 徳島, Aug. 2024.
- (5) 曾我 隆, 細見岳生, 山下晃弘, 伊達 進, “ヤコビ法ループにおけるスレッドオーバーラップの評価”, SWoPP2024, 徳島, Aug. 2024.
- (6) 廣田洋志郎, 谷口昂平, 大平健司, “ホップ数の仮想的削減により PTP 時刻同期を高精度化する手法の検討”, DICOMO2024, 岩手, June 2024.
- (7) 並木悠太, 細見岳生, 田主英之, 山下晃弘, 伊達進, “来歴記録システムにおける eBPF の評価”, xsig2024, 徳島, Aug. 2024. (poster)

- (8) 田主英之, 古谷浩志, 細見岳生, 甲斐尚人, 春本要, 伊達進, “大阪大学におけるオープンサイエンス情報基盤の実現に向けて: 研究データ利活用を促す全学データ・メタデータ集約管理基盤構想”, 徳島, Aug. 2024. (poster)
- (9) 速水智教, 杉木章義, 滝沢寛之, 今倉暁, 田浦健次朗, 小林博樹, 鈴木豊太郎, 埴敏博, 空閑洋平, 宮寄洋, 石崎勉, 合田憲人, 谷村勇輔, 遠藤敏夫, 星野哲也, 河合直聡, 首藤一幸, 中村太, 西出一廣, 縄稚美穂子, 木越信一郎, 寺前勇希, 大島聡史, 伊達進, “mdx II の紹介”, 徳島, Aug. 2024. (poster)
- (10) 渡場康弘, 速水智教, 田主英之, 伊達進, 横田秀夫, 小林紀郎, 江口奈緒, 唐牛譲, 古谷浩志, “大阪大学におけるオープンサイエンス情報基盤の実現に向けて: ONION-mdx II を活用した 4 次元画像解析サービス基盤の構築”, 徳島, Aug. 2024. (poster)
- (11) Keichi Takahashi, "An API remoting system for accessing large-scale array data on-demand," Supercomputing Asia (SCA 2025), Mar. 2025. (poster)
- (12) Wassapon Watanakesuntorn, Keichi Takahashi, Junya Yamamoto, Kohei Taniguchi, Hirotake Abe, Arata Endo, Chonho Lee, Susumu Date, "DDoS Attack Detection with Time-Series Predictions Using Empirical Dynamic Modeling," Supercomputing Asia (SCA 2025), Mar. 2025. (poster)
- (13) Tomonori Hayami, Keichi Takahashi, Yu Mukaizono, Yuki Teramae, Susumu Date, "Fostering data-centric research in Japan: Design of the mdx II cloud platform," Supercomputing Asia (SCA 2025), Mar. 2025. (poster)
- (14) Hiroyuki Takizawa, Tatsuyoshi Ohmura, Keichi Takahashi, Yoichi Shimomura, Ryusuke Egawa, Yoshihiko Sato, Akihiro Musa, Shunichi Koshimura, "ExpressHPC: Towards "Connected Supercomputing" Enabling On-Demand Job Execution for Disaster Resilience," Fourth Combined Workshop on Interactive and Urgent HPC, Nov. 2024.
- (15) 谷澤 悠太, 高橋 慧智, 下村 陽一, 滝沢 寛之, “HPC システム用ウェブポータルにおけるジョブスケジューラの抽象化,” 第 195 回 HPC 研究発表会, 2024 年 8 月.
- (16) 柳井快斗, 高橋慧智, 下村陽一, 滝沢寛之, “タスク間の依存関係を考慮したワークフローのバッチジョブスケジューリング,” xSIG 2024, 2024 年 8 月.
- (17) 片山敏伸, 高橋慧智, 下村陽一, 滝沢寛之, “説明可能 AI 技術によるプログラムの性能モデルの解析,” xSIG 2024, 2024 年 8 月.
- (18) J. Yamamoto, W. Watanakesuntorn, K. Taniguchi, H. Abe, A. Endo, C. Lee, and S. Date. “Towards a Serverless Platform on Scalable Cloud-Edge Continuum Computing Infrastructure”, PRAGMA 40, Penang, Malaysia, Oct. 2024. (accepted for poster presentation)
- (19) J. Yamamoto, W. Watanakesuntorn, H. Abe, K. Taniguchi, K. Takahashi, A. Endo, C. Lee, and S. Date. “Enhancing Resource Efficiency in Cloud-Edge Continuum Computing with Checkpoint and Restore in Kubernetes”, CENTRA8, Hsinchu, Taiwan, Feb. 2025.
- (20) 森田 隆文, 秋山 豊和, 寺西 裕一, 安倍 広多, “ビザンチン障害耐性を有するキー順序保存型構造化オーバーレイネットワークにおける条件付きマルチキャスト手法の提案と評価,” 電子情報通信学会技術研究報告(インターネットアーキテクチャ研究会), Vol. 124, No. 313, pp. 8-15, 2024 年 12 月.
- (21) 青木 絵樹, 川上 朋也, 松本 哲, 義久 智樹, 寺西 裕一, “メタバースオブジェクト分散管理におけるデータキャッシュアルゴリズムの改善と評価,” 電子情報通信学会技術研究報告(インターネットアーキテクチャ研究会), Vol. 124, No. 313, pp. 24-29, 2024 年 12 月.
- (22) 川上 朋也, 坪木 良宏, 松本 哲, 義久 智樹, 寺西 裕一, “動的背景置換による AR 仮想空間

システムの実証実験での評価,” 情報処理学会
研究報告, Vol. 2024-DPS-200, No. 3, pp. 1-6, 2024
年 7 月.

- (23) 猪野 季輝, 川上 朋也, 松本 哲, 義久 智樹,
寺西 裕一, “拡張現実を用いた危険回避のため
の近未来情報提示手法の評価,” マルチメディア,
分散, 協調とモバイル (DICOMO2024) シ
ンポジウム論文集, pp. 1592-1598, 2024 年 6 月.

シンポジウム、招待他

- (1) Susumu Date, "Infrastructural Challenge towards
Convergence of HPC and AI - A Case at Osaka
University - ", HPC/AI WG, APAN 59, Yokohama,
Japan, March 2025. [keynote: invited]
- (2) Susumu Date, "ONION and RED-ONION for
Assisting HPC and AI", The 38th Workshop on
Sustained Simulation Performance (WSSP), Sendai,
Japan, Dec. 2024.(invited)
- (3) Tomonori Hayami, "mdx II: The Second Cloud
Platform of mdx for Supporting Data Science and
Cross-Disciplinary Research Collaborations", The
38th Workshop on Sustained Simulation
Performance (WSSP), Sendai, Japan, Dec.
2024.(invited)
- (4) Susumu Date, "Challenges towards Research Data
Infrastructure for Accelerating Open Science",
PRAGMA 40, Penang, Malaysia Oct.
2024.[Keynote speech: Invited]
- (5) Susumu Date, "Aggregation of Computing and
Data Infrastructure for Highly Productive Data
Scientific Research", The 1st International
workshop on Near Real-time Data Processing for
Interconnected Scientific Instruments, Osaka, Japan,
Sep. 2024.[Keynote speech: Invited]
- (6) Susumu Date, "Aim and Strategy of mdx2,
IaaS-typed Computing Infrastructure", 37th
Workshop on Sustained Simulation Performance,
HLRS, Stuttgart, Germany, June 2024. (invited)
- (7) 伊達 進, “国際共同研究・産学共創を加速する
情報基盤と人的ネットワーク”, 8th S2DH
Symposium, Osaka, March 2025 (基調講演)
- (8) 伊達 進, “高速データ転送サービス RED ONION
構想”, Cyber HPC Symposium 2025, Osaka,
March 2025.
- (9) 鈴村豊太郎, 伊達 進, “データ活用社会創成ブ
ラットフォーム mdx の現在地と mdx2 による新
たな展開”, 6th データ活用社会創成シンポジウ
ム, online, Dec. 2024.
- (10) 高橋慧智, パネリスト, 「大規模データサイエ
ンスを支える学術研究基盤のあり方について」,
Osaka, March 2025.
- (11) 伊達 進, パネリスト, 第 50 回記念 ASE 研究会
「10 年後の各センターは地球と人類にいか
に貢献するか?」, Tokyo, Nov. 2024. (invited)
- (12) 伊達 進, “RED-ONION: 大容量データ利活用
を駆動するデータ基盤にむけて “, IT インフラ
Summit 2024 Summer, July. 2024.(オンライン配
信:invited)

解説・その他

該当なし

2024 年度特別研究報告・修士論文・博士論文

博士論文

該当なし

修士論文

- (1) 池尾 優, “細粒度来歴採取ツールを対象とした
ファイル操作ログ削減手法”, 大阪大学大学院
情報科学研究科修士学位論文, 2025 年 2 月.
- (2) 濱里 俊輔, “多数の測域センサとカメラでの検
出結果を相補的に統合した人物追跡手法, 大阪
大学大学院情報科学研究科修士学位論文, 2025
年 2 月.
- (3) 廣田 洋志郎, “gPTP 階層化による広域ネット
ワーク向け高精度時刻同期手法”, 大阪大学大
学院情報科学研究科修士学位論文, 2025 年 2 月.
- (4) 福田 耕大, “高性能計算機向け SmartNIC 駆動
型低侵襲性特権昇格監視機構”, 大阪大学大学
院情報科学研究科修士学位論文, 2025 年 2 月.

- (5) 安田 光輝, “大規模言語モデルを応用した 4 択問題作問支援ツール”, 大阪大学大学院情報科学研究科修士学位論文, 2025 年 2 月.

卒業研究報告

- (1) 松本琉大桜, “透過性と低運用コストを実現する JupyterHub 向けクラウドバースティング技術”, 大阪大学工学部卒業論文, 2025 年 2 月.
- (2) 長田侑馬, “並列分散時系列画像処理に対する通信オーバーラップ手法の適用性評価”, 大阪大学工学部卒業論文, 2025 年 2 月.
- (3) 東郷凜太郎, “SQUID GPU ノードにおける分散深層学習の性能分析・最適化”, 大阪大学工学部卒業論文, 2025 年 2 月.
- (4) 波多野陸, “人物追跡システムにおけるリアルタイム処理に向けたパラメータ選択の検討”, 大阪大学工学部卒業論文, 2025 年 2 月.