

GSIC年報 Annual Report 2019

第 18 号

東京工業大学 学術国際情報センター



2019 年度 年報 目次

巻頭言	1
トピックス	3
トピック 1 キャンパスネットワーク（対外接続部分）の更新	3
トピック 2 スパコン TSUBAME3.0 に GPU を利用した VDI 環境を導入	6
トピック 3 末松賞「デジタル技術の基礎と展開」支援の受賞	7
1. 組織・運営	11
1-1 組織図	11
1-2 教員等一覧および人事異動	12
1-3 事務組織	13
1-4 各種委員会メンバー一覧	15
1-5 運営委員会開催状況	16
2. 情報基盤サービス	19
2-1 スーパーコンピュータシステム	19
2-1-1 構成	19
2-1-2 運用	21
2-1-3 実績	21
2-2 教育用電子計算機システム	26
2-2-1 構成	26
2-2-2 運用	27
2-2-3 実績	28
2-3 ホスティングサービス	32
2-4 ネットワークシステム	34
2-4-1 有線ネットワーク（Titanet3）	34
2-4-2 無線ネットワーク（TW2）	35
2-4-3 その他のサービス	37
2-4-4 特記事項	40
2-5 情報セキュリティ	42
2-6 キャンパス共通認証・認可システム	45
2-6-1 構成	45
2-6-2 運用	45
2-6-3 実績	46
2-7 ソフトウェア包括契約	49
2-7-1 概要	49

2-7-2	運用	50
2-7-3	実績	51
2-8	学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点の公募型共同研究	55
2-9	HPCI(革新的ハイパフォーマンズ・コンピューティング・インフラ)の運用と 資源提供	61
2-10	TSUBAME 共同利用サービス、有償の学術利用と産業利用	66
2-11	TSUBAME 公募型共同利用支援制度	70
2-11-1	TSUBAME グランドチャレンジ大規模計算制度	70
2-11-2	萌芽的研究課題支援制度	71
3.	国際協働	73
3-1	MOU に基づく国際共同研究	73
3-1-1	プリンストン大学との TSUBAME を用いた国際共同研究	73
3-2	国際シンポジウム・ワークショップ	73
3-2-1	スイス ETH と米国オークリッジ国立研究所との共催シンポジウム	73
4.	イベントおよびアウトリーチ活動	75
4-1	オープンキャンパス・ホームカミングデイにおける TSUBAME 一般公開	75
4-2	Supercomputing2019 におけるブース出展	76
4-3	第 25 回スーパーコンピューティングコンテスト	79
4-4	TSUBAME 関連講習会	80
5.	広報活動	83
5-1	マスコミ報道等	83
5-2	見学者受入状況	84
6.	予算執行状況	87
7.	研究部門活動報告	89
7-1	情報支援部門	89
	杉野 暢彦 (認証・ネットワーク分野)	89
	友石 正彦 (認証・ネットワーク分野)	90
	西崎 真也 (情報基盤活用分野)	92
	北口 善明 (認証・ネットワーク分野)	93
	松浦 知史 (情報セキュリティ分野)	96
	實本 英之 (認証・ネットワーク分野)	98
	石井 将大 (情報セキュリティ分野)	99
	金 勇 (認証・ネットワーク分野)	101
7-2	先端研究部門	104
	青木 尊之 (高性能計算先端応用分野)	104
	遠藤 敏夫 (高性能計算システム分野)	110

	横田 理央	(高性能計算先端応用分野)	113
	額田 彰	(高性能計算システム分野)	117
	渡邊 寿雄	(高性能計算先端応用分野)	119
	野村 哲弘	(高性能計算システム分野)	120
	三浦 信一	(高性能計算システム分野)	123
	小林 宏充	(高性能先端応用分野)	125
7-3	受賞学術賞等		129
8.	業務貢献		131
8-1	専門委員会所属・開催状況		131
8-2	講演会・セミナー・シンポジウム等企画・実施状況		132
8-3	仕様策定・技術審査対応状況		133
8-4	国際共同研究コーディネート・マッチング状況		133

巻頭言

学術国際情報センター長 伊東 利哉

学術国際情報センター（GSIC）において1年間の副センター長を務めた後に、2019年4月より前任の山田功教授（情報通信系）の後任としてセンター長を拝命いたしました。GSICが発足してから私で6代目のセンター長となりますが、GSIC専任教員のキャリア（2001年～2011年）を有する初のセンター長となります。そのような経験を生かして、GSIC外部からの要望とGSICの現場の認識をスムーズに繋ぐ中継点としての役割を果たすべく、この1年間心掛けて参りましたが「どこまでその役割が果たせたのか？」に関しては、本学の皆様の評価に委ねるところです。

この1年間、GSIC内（先端研究部門および情報支援部門）において、いくつかの動きがありました。まず、先端研究部門においては、ここ数年来の懸案であった運転停止中のTSUBAME2.5撤去が、学内の関係部署のご協力の下ようやく年度末に完了しました（跡地に関しては、学内の会議室として当面は利用予定です）。一方TSUBAME3.0に関しては、稼働から3年が経過し、極めて高い利用率を維持しつつ、国内の主要大型計算機センターの中で突出して多額の利用料収入獲得に成功しています（詳細については、本年報の本編「2-1-3 実績」をご覧ください）。

さらにTSUBAME3.0にGPUを利用したVDI（Virtual Desktop Infrastructure）環境を導入することで、TSUBAME3.0の利用に際して、一層の利便性向上に道筋を付けることができました。

情報支援部門においては、キャンパスネットワークシステムの一部（対外線接続装置部分）更新が完了し、新年度以降は順次、学内有線LAN・学内無線LANの更新が予定されています。これらの更新によって、これまで以上に利便性に優れたキャンパスネットワークの実現が期待されます。一方で、情報基盤の利用環境の向上に逆行するように、情報セキュリティへの脅威は高まるばかりです。実際、軽微なものも含め情報セキュリティインシデントの発生件数は、昨年度と比較して倍増しています。これに対して、東工大CERTは多数のセミナー等を通じて啓蒙活動を継続するとともに、各種セキュリティ機器のログ監視等の地道な技術的支援を通じて、本学の情報セキュリティ確保に貢献しています。また、ソフトウェア包括契約においては、特にセキュリティ対策ソフトウェアをこれまでのSymantec社製品からSophos社製品に変更し、その導入のために年度末の繁忙期にGSIC所属教員、情報基盤課所属職員、技術部（新年度よりOFC：Open Facility Center）情報基盤支援部門所属技術職員の相互協力の下で、新規導入製品の動作検証・配布機構の開発・利用案内の整備等を行い、何とか無事に学内利用者への提供を実現することができました。

このような様々な活動を通じて、着実に本学の情報基盤整備と各種情報サービスの提供に貢献してきた1年でしたが、新型コロナウイルス蔓延の影響で年度末に未曾有の大混乱を経験した年でもありました。学生の来学を禁止した中での新入生への学生証の配布方法

の検討、遠隔講義を実現するためのテレビ会議システム Zoom 導入への技術協力、Zoom 利用のための利用者（教員と学生）ヘルプデスクの開設準備とマニュアルの整備など、予想もなかった数々の課題が発生し、学内関連部署との連携を図りつつ、何とか次善策を見出しながら駆け抜けた年度末となりました。この一連の対応においては、GSIC 所属（特に情報支援部門の一部）の先生方を始め、情報基盤課所属の職員の方々、技術部情報基盤支援部門所属の技術職員の方々には筆舌に尽くしがたいご尽力を頂戴しました。改めて、ここに厚く御礼申し上げる次第です。このような目立たないながら縁の下の力持ちとしての貴重な支援が実を結び、新型コロナウイルスの影響がある中で、大学としての教育・研究を始めとした諸々の活動が着実に維持されることを心から願ってやみません。

トピックス

トピック 1

キャンパスネットワーク（対外接続部分）の更新

1. はじめに

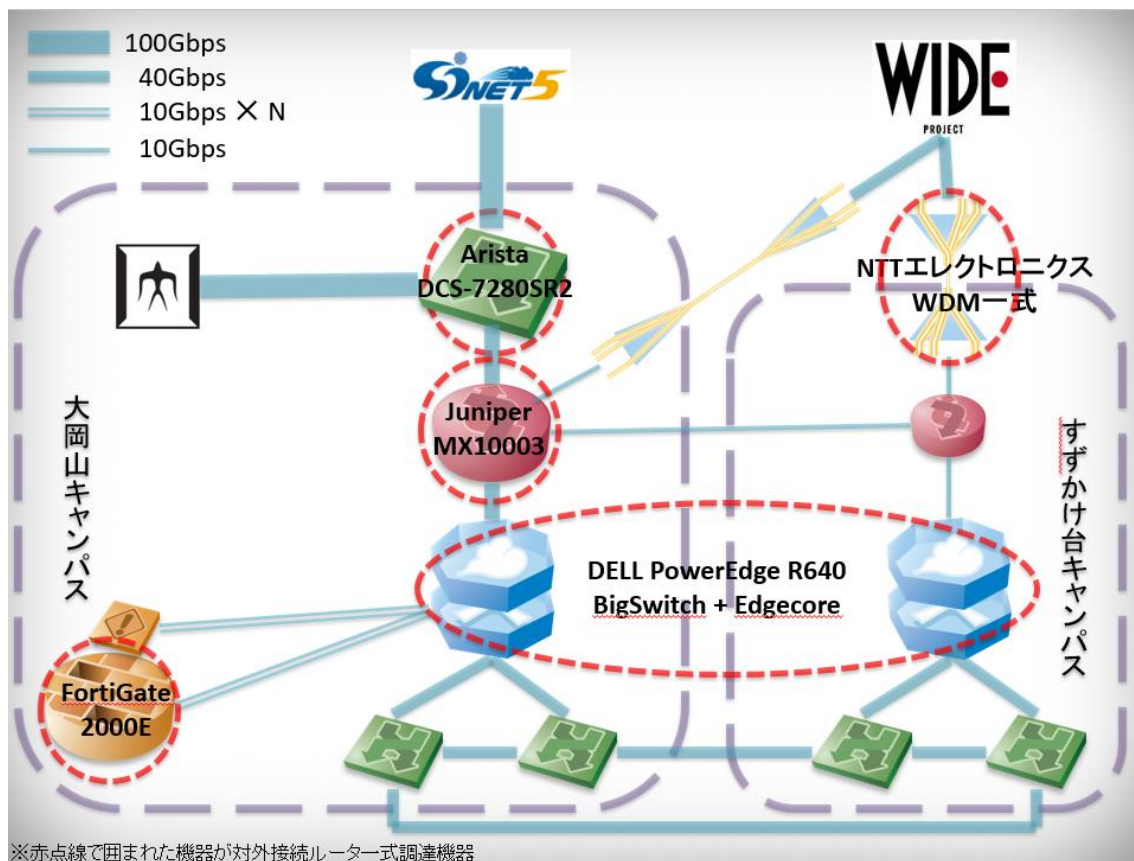
キャンパスネットワーク、キャンパス無線ネットワークは、その稼働から 10 年を迎え、大きなトラブルなく運用を継続しているが、構成する機器の多くが製造・販売・サポート等が停止された状態となった。また、機能面でも、通信帯域などを含む新規格への未対応、メモリ不足、安全面での機能が現在のものに比べて古い・無いなどの問題を抱えており、いわゆる老朽化の状態にある。この状況を鑑みて、分割でのキャンパスネットワークの更新が、昨年度、大学から承認された。主な分割単位は、インターネットを含む学外との接続部分の機器更新、各建物間を繋ぐ有線による幹線部分の機器更新、無線ネットワークのアクセスポイントへの配線更新、無線ネットワークの機器更新である。幹線部分の配線は、前回更新時に配備した光ファイバが（計画通り）継続利用可能であるため、含まれない。また、インターネットへの接続回線はこれらとは別に調達され、近々、SINET の更新に合わせて更新される予定である。

ネットワーク専門委員会では、数年に渡る継続審議を経て、また、学内への複数回のアンケートの実施などによって、更新の方針について検討を重ねてきた。対外接続部分の更新については、既存機器のアップグレードを中心とすることになったが、柔軟なセキュリティ施策（特定の高速・高帯域利用がファイアウォールなどを回避して通信できるポリシーも含まれている）の実施が可能となるための基盤システムや、無線ネットワークの実現に用いられている大規模 NAT ルータを有線（研究室支線）へ導入するための機器調達が含まれることとなった。これらについて、情報収集を続け、昨年度より、仕様策定を開始、本年度調達を行い、年度末に納品された。

システムは以下のサブシステム・機器からなり、構成機器は一部管理用ポートを除いて、すべて IPv6 に対応している。

- 100 ギガ回線接続用スイッチ（アリスタネットワークス）
- 対外接続用ルータ（メイン側）（ジュニパーネットワークス）
- すずかけ台インターネット冗長接続用 WDM 装置（NTT エレクトロニクス）
- ネットワーク仮想化システム（ビッグスイッチネットワークス等）
- 大規模 NAT ルータ（フォーティネット）

本稿では、調達されたばかりの本システムの本学での役割について紹介するとともに配備後に期待される実現について述べる。



2. サブシステムの紹介

100 ギガ回線接続用スイッチは、SINET100 ギガ回線を収容し、TSUBAME に 100 ギガ接続を提供するとともに、対外接続用ルータへの接続を行う。今回、対外接続ルータへの通信帯域が 40 ギガにアップグレードされた。

対外接続用ルータは、学外の SINET, WIDE, APAN など上流プロジェクト・プロバイダとの接続をそれぞれの接続用スイッチを通じて維持し、専用のルーティング情報の交換を行う。更新により、通信帯域、ポート数等が強化されるとともに、内部チップ・構成も最新のものとなった。これまで、学内への通信は、本ルータから直接セキュリティ機器を通じて、もしくは、プロジェクトに特化した限定された通信ポリシーによって通信を実現してきたが、本システムでは、ネットワーク仮想化装置に集約され、そこで柔軟かつ詳細なセキュリティポリシーが適用される設計となり、ルータで実現する部分は極小化される。

WDM 装置は、大手町・大岡山間、大岡山・すずかけ台間の光ファイバの一部を利用し、大手町・すずかけ台間に（電氣的）経由点を持たない通信路を実現するための装置である。大手町では、WIDE, APAN に加え、時限で SINET バックアップ回線にも接続が可能であり、より有効な冗長経路の設計が可能となる。かなり遠距離となるため、実験を続けている光コ

ネクタでの接続では安定しないことがあるため、今回 WDM 装置の導入を行った。大手町を管理する組織と調整の上、早期での配備を予定している。

ネットワーク仮想化システムは、SDN スイッチ群と制御ソフトウェアから構成される、幹線部に初めて導入されるシステムである。SDN スイッチは、対外接続ルータと幹線基幹ルータの間に接続され、仮想化システムとして、スイッチ配下に接続された複数の機器を任意の順番で通過させる「仮想通信路」を実現する。仮想通信路は、特定の IP アドレス間のみならず、プロトコル毎に対しても設定できるため、例えば、特定の学内機器と特定の学外地点の http だけを特定の検出器を通過させて通信させるなどのポリシー適用が実現可能となる。現在は、同様のポリシーの実現を、各ルータ、複数台のファイアウォールを組み合わせ、種々の機能を用いて実現しているが、より詳細に、より簡便に、かつ、物理的に変更が必要であった通信順序の変更をソフトウェアから実現できるようになる。これにより、目的に応じたセキュリティ・通信帯域のポリシーをより柔軟に実現できるようになるだけでなく、今後新たに登場する次世代のセキュリティ機器等の導入を、テストと本格導入を数秒単位で切替えながら実施することができるようになり、より本学にとって有効な機器導入・ポリシー適用が可能となる予定である。

大規模 NAT ルータは、ファイアウォール機能を一部持ち、かつ、大学全体規模の NAT 機能を実現する装置である。攻撃分析に優れる反面、単純でも大規模な攻撃に弱みを持つ次世代ファイアウォールの機能を一部補完するとともに、無線ネットワークの出入口にすでに導入されている同様の機器をバックアップとして補完する。また、無線ネットワークに加え、有線ネットワークの支線レベルで導入されている小型 NAT ルータの一部機能を収容することで、研究室レベルでの業務負担の低減を目指すとともに、セキュリティインシデントの早期発見・分析への利用を計画している。

3. おわりに

本調達の終了により、キャンパスネットワーク更新の先駆け部分が、設計段階から実現・配備段階に移行した。導入される機器は同一機能をアップグレードするためのものが多いが、移行はある程度時間をかけて、サービスを停止させることなく、行われる予定である。また、他部分の更新が終了してから実現できるサービスも計画されているため、一部機能から順次実装されるシステムもある。

対外接続部分は、利用者が体感としてサービスを利用していることを意識しないものであるため、情報収集、設計は、技術的な側面を中心に行われたが、今後更新を予定している幹線、無線ネットワークは、支線管理者・利用者からのアンケート結果がより反映された仕様策定が行われている。また、仕様策定や将来の配備に備えて、現地調査の実施、複数回のラック・ケーブルの整理のご協力をお願いしているが、さらに、関係各所、学内全域と情報を共有し、よりよい次期キャンパスネットワークへの更新を、最小のサービス停止時間で実現したいと考えている。

トピック 2

スパコン TSUBAME3.0 に GPU を利用した VDI 環境を導入 (遠隔からのスーパーコンピュータの利活用を拡大)

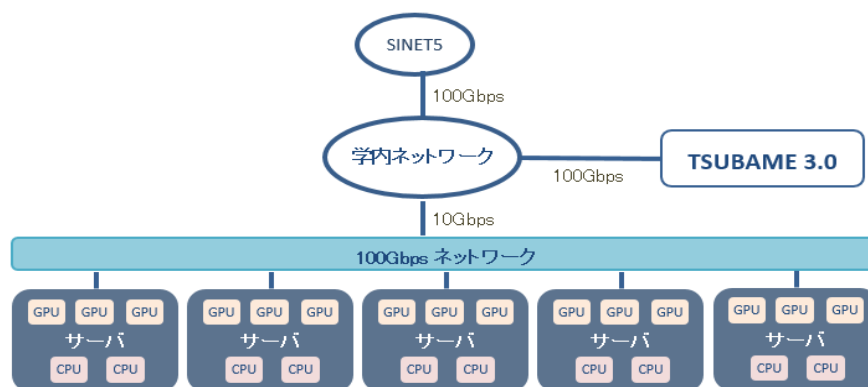
学術国際情報センターでは、文部科学省の平成 30 年度卓越大学院プログラムとして物質・情報卓越教育院において『物質×情報＝複素人材』育成を通じた持続可能社会の創造」の教育・研究推進の設備のひとつとして、GPU を採用する VDI (Virtual Desktop Infrastructure) システムを国内に先駆けて導入しました。VDI システムはスパコン TSUBAME3.0 と同じ建物内に設置され、スパコンと VDI システムが連携することにより、スパコン利用者の利便性が大きく向上します。

今回導入した VDI システムは、最大 240 人のユーザにワークステーションクラスの仮想デスクトップ環境を提供可能です。VDI はクラウドの技術であり、デスクトップ環境を仮想化してネットワーク経由で画面イメージのみを転送するため、利用者は場所や使用する端末にかかわらず、GPU を搭載した高性能なワークステーションが手元にある感覚で利用できる環境です。

今回導入する VDI 環境は、AMD EPYC プロセッサ (32 コア) を 2 基、NVIDIA Tesla V100 を 3 基搭載したサーバを 5 台、により構成されています。

TSUBAME3.0 の大容量ストレージ上にある大規模シミュレーション等で生成された膨大なデータをダウンロードすることなく、仮想デスクトップ内で計算結果の確認、可視化やデータ処理を行うことによってデータの移動を最小化します。これにより研究室や学内のネットワーク環境だけでなく、遠隔地からもストレスなくスパコンが利用できるようになります。またセキュリティの観点でも安全性が向上します。

物質・情報卓越教育院ではスパコンを用いた研究教育を行うため、学術国際情報センターが連携し、TSUBAME3.0 を利用した物質・情報の演習で VDI システムを利用しますが、TSUBAME の学内利用、学外利用、産業利用へと順次展開して行きます。



今回導入した VDI システム構成図

トピック 3

末松賞「デジタル技術の基礎と展開」支援の受賞 (AI/機械学習を活用したセキュリティ事案における意思決定手法)

准教授 松浦 知史

この賞は若手研究を支援する事が主旨であり、研究成果に対して与えられるものではなく、研究の提案に関して研究費と共に与えられるものである。"末松賞「デジタル技術の基礎と展開」支援"（2019年9月）を受賞した際の研究提案の内容を以下に記す。

1. 概要

情報セキュリティに関わる緊急対応時により良い判断を迅速に下し、組織の被害を最小化する事が重要である。そこでインシデント対応時に適切な意思決定をサポートし、対応時間を大幅に短縮するシステムを構築することが本研究の目的である。緊急対応時の判断ミスや遅延は組織に多大な損害を与えかねない。学術機関でも多くの事案が発生しており、教育/研究/事務活動等が著しく停滞する事件も起きている。緊急対応時の意思決定をミス無く迅速に行うためには技術担当者の知見を共有し、再利用する事が効果的である。しかし、実際の緊急対応時には組織の被害を最小化する事が第一義であり、常に時間に追われながら対応を進めるために、技術者が対応した複雑な手順や高度な判断を下した理由といった知見を蓄積する余裕はほとんど存在しない。また、知見を蓄積出来た場合であっても多種多様な攻撃から過去と同様の類似性を判断し検索/再利用する事もまた困難である。そこで、本研究では事案発生時の環境情報を基にAIや機械学習の技術を応用したインシデント対応をサポートするシステムの構築を行い、これまで数時間から数日に及んでいたインシデント対応の判断を大幅に短縮し数分から数十分で行う事を目指す。そのために必要な技術要素とその解決アプローチを列挙する。

1. インシデント対応時の行動に直結するデータ（知見）の正規化
 - ・判断に直結するデータの整理とインシデント対応に即したデータの抽象化
2. インシデント対応を阻害しない知見の蓄積ワークフロー
 - ・対応フェーズ毎のデータテンプレート化およびデータの（半）自動抽出
3. 新規事案発生時に過去の事例や判断を提示する推薦
 - ・機器のログ、メール/チャット/報告書等の文書等々を横断的に処理するモデルの構築

また、机上での性能向上を目指すのではなく、現場と対話しながら手法の選択や洗練、特徴ベクトルの次元選択等を行い、研究開発を進める計画である。

2. 研究目的

インシデント対応時に適切な意思決定をサポートし、対応時間を大幅に短縮するシステムを構築することが本研究の目的である。緊急対応時の判断ミスや遅延は組織に多大な損害を与えかねない。近年、学術機関でも多くの事案が発生しており、場合によっては1ヶ月以上に渡ってインターネットを全面遮断するなど、教育/研究/事務活動等が著しく停滞する事件も起きている。また、多層防御のための多様なセキュリティ機器による大量かつ多様なログを処理するには、充実した機材リソース以上に高度な技術力を備えた人的リソースが必要である。ここで重要となるのは個別の技術者が抱える経験やノウハウを基にした知見であり、その活用である。しかし、実際の緊急対応時には組織の被害を最小化する事が第一義であり常に時間に追われながら対応を進めるために、技術者が対応した複雑な手順や高度な判断を下した理由といった知見を蓄積する余裕はほとんど存在しない。また、知見を蓄積出来た場合であっても多種多様な攻撃から過去と同様の類似性を判断し検索/再利用する事もまた困難である。そこで、本研究では事案発生時の環境情報を基に AI や機械学習の技術を応用したインシデント対応をサポートするシステムの構築を行い、これまで数時間から数日に及んでいたインシデント対応の判断を大幅に短縮し数分から数十分で行う事を目指す。

大学に代表される学術機関は毎年多くの学生が入れ替わる事はもちろんのこと、多数の海外研究者や留学生が短長期に渡って入れ替わるという、多様性に富む構成員を抱えながら極めて流動性の高い組織体である。そのため情報セキュリティ確保が著しく困難であり、学術系組織全体で大きな課題となっており、インシデント対応をサポートするシステムが強く望まれている。本研究はこのような流動性の極めて高い大学におけるインシデント対応に即したものであり、その成果は本学の情報セキュリティの現場に留まらず、他大学や国立の研究所など学術機関全体に渡って実践的に活用できると期待される。

3. 研究方法

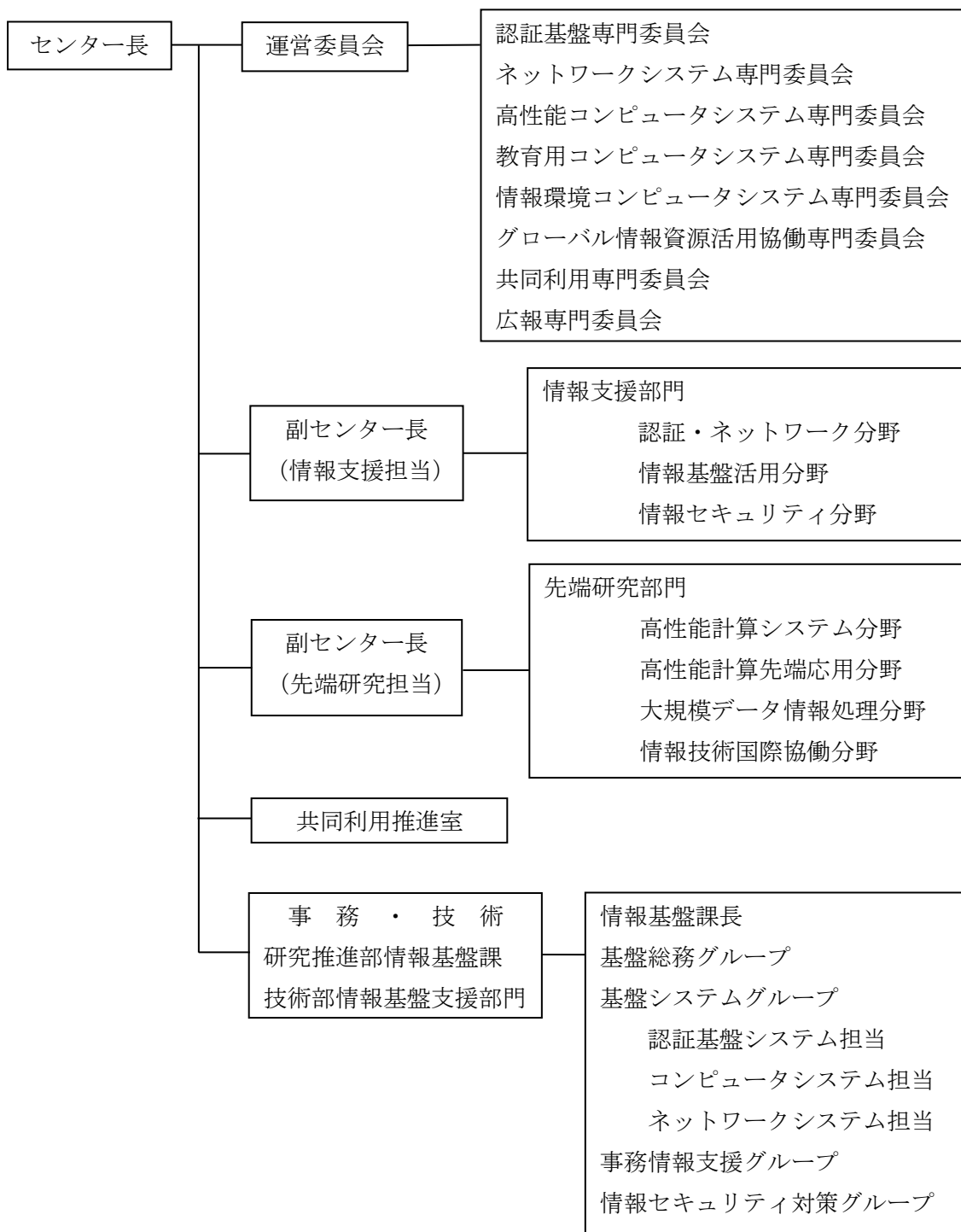
2. の研究目的で述べたように、技術担当者の知見を活用し、緊急対応時の迅速な意思決定を行うためには、知見を取り出し蓄積するプロセスと必要な知見を検索するプロセスという二つのフェーズが存在する。公的機関等の公開するインシデント対応手順等は詳細な情報が記載されているが、都度手順や意思決定の根拠等の情報を記録し続ける事は現場にかかる負担も非常に大きく現実的では無い。そこで過去の緊急対応等の分析を行い、対応フローを東工大に沿った形で簡素化し、判断に直結するデータの洗い出しやデータの正規化を進め、またその際に学習モデルの性能向上を目指し様々なデータの抽象化(統計値、画像化、バイナリ列等)にも取り組む計画である。また、簡素化や正規化を進めた場合であっても、全ての情報を書き留めるに量が多く現場の負荷が高い。そこで対応フェーズ毎のデータテンプレート化および自動/半自動的な情報収集を行い、判断理由等の入力を補助する知見蓄

積システムが必要である。セキュリティの現場と議論を継続させながらシステム開発を進める計画である。

緊急時における対応のあり方はサイバー攻撃の種類はもちろんの事、発生した組織や関連するデータの機密性など様々な要因によって変化する。そのため非常に多くのパターンが存在し、仮に知見が蓄積された場合であっても類似例を検索する事が非常に困難である。そのために事案発生時の環境情報を基に AI や機械学習の技術に応用した推薦システムの開発を通し、判断に必要な時間を大幅に削減する事を目指す。具体的にはセキュリティ機器のログ情報や該当組織や人の情報、受けたサイバー攻撃の種類等々、事案発生時に関連する収集可能な環境情報を収集し、それらの情報を知見と併せて蓄積する。検索時は事案発生時の環境情報を基にし、過去の類似例を AI や機械学習の技術に応用して検索し、緊急対応時の意思決定に活用する。机上での性能向上を目指すのではなく、現場と対話しながら手法の選択や洗練、特徴ベクトルの次元選択を行い、研究開発を進める計画である。

1. 組織・運営

1-1 組織図



1-2 教員等一覧および人事異動

センター長（兼）	教授	伊東 利哉【情報理工学院】
副センター長（情報支援担当）（兼）	教授	宮崎 純【情報理工学院】
副センター長（先端研究担当）（兼）	教授	青木 尊之（高性能計算先端応用分野）

情報支援部門（認証・ネットワーク分野/情報基盤活用分野/情報セキュリティ分野）

教	授	杉野 暢彦	
教	授	友石 正彦	
教	授	西崎 真也	
准 教	授	松浦 知史	
准 教	授	北口 善明	
助	教	實本 英之	～R1.12.31
助	教	石井 将大	
特 任 助 教		金 勇	

先端研究部門（高性能計算システム分野/高性能計算先端応用分野 大規模データ情報処理分野/情報技術国際協働分野）

教	授	青木 尊之	
教	授	山口 しのぶ	～R1.8.31
教	授	遠藤 敏夫	
准 教	授	横田 理央	
准 教	授	額田 彰	～R2.3.31
特 任 准 教 授		渡邊 寿雄	
助	教	野村 哲弘	
特 任 助 教		三浦 信一	～R2.3.31
研 究 員		杉原 健太	
研 究 員		渡辺 勢也	H31.4.1～R1.12.31
研 究 員		幸 朋矢	
研 究 員		前澤 朋子	
研 究 員		Marlon ARCE ACUNA	
研 究 員		石野 紗也子	R1.7.16～R1.8.31
特 任 教 授		小林 宏充	
特 定 教 授		藤澤 克樹	
特 定 教 授		中村 豊	R1.9.1～
特 定 准 教 授		實本 英之	R2.1.1～R2.3.31
准客員若手研究員		Xavier Alvarez Farre	R2.1.19～R2.2.3

共同利用推進室

室長(兼務) 教	授	青木 尊之
特 任 准 教 授		渡邊 寿雄
特 任 専 門 員		大川 敦史
技 術 支 援 員		松本 豊

1-3 事務組織

情報基盤課長	平塚 昭仁	～R2.3.31
特任専門員	加覧 秀己	

基盤総務グループ（庶務及び会計）

グループ長	遠藤 貴恵子	
主 査	今村 克也	
ス タ ッ フ	丸山 諒司	
事務支援員	金子 純子	～R2.3.31
事務限定職員	伊藤 智子	
事務限定職員	木下 裕子	

基盤システムグループ

グループ長	香月 稔
-------	------

認証基盤システム担当（認証基盤システムの構築・運用・管理）

主 査	井上 進	
主 任	昆野 長典	
技術専門員	太刀川 博之	
技術専門員	橋本 重治	～R2.3.31
技術専門員	新里 卓史	
技術職員	一瀬 光	
技術職員	伊藤 剛	
技術支援員	國島 理香子	

コンピュータシステム担当（研究・教育用計算機システムの運用管理、ソフトウェア 包括契約に関する業務）

グループ長	香月 稔
主 任	阿部 公一
主 任	鶴見 慶
ス タ ッ フ	梁井 善之
技術専門員	根本 忍
技術職員	安良岡 由規
技術職員	藤田 和宏
技術職員	岩井 敦子

ネットワークシステム担当（学内基幹ネットワークの運用管理）

主 査	増渕 長興
ス タ ッ フ	後藤 祐輝
技術専門員	隅水 良幸
技術専門員	後藤 洋子
技術職員	大場 準也

技 術 職 員	岸 本 幸 一
事 務 支 援 員	渋谷 優子

事務情報支援グループ（業務システム利用等に関する総括・連絡調整・運用管理事務系
ネットワークの維持管理業務、国立大学法人等情報化連絡協議会等の運営）

グループ長	高橋 武	～R2.3.31
主 任	中津川 歌織	～R2.3.31
ス タ ッ フ	小野寺 愛	
事務限定職員	岩崎 敏則	

情報セキュリティ対策グループ（情報セキュリティ・情報倫理に関する業務、情報セキュリティ監査に関する業務）

グループ長	小寺 孝志	
主 任	森谷 寛	
主 任	福沢 秋津	～R2.3.31
技術専門員	神野 文男	
技 術 職 員	森 健人	

1-4 各種委員会メンバー一覧

所 属	職 名	氏 名	運営委員会	認証基盤	ネットワー	高性能IT	教育用IT	情報環境IT	グローバル	共同利用	広 報
センター長	教授	伊東 利哉	★	○		○	○	○		○	○
副センター長（情報支援担当）	教授	宮崎 純	○	○	○	○	○	○		○	★
副センター長（先端研究担当）	教授	青木 尊之	○			○			★	★	○
学術国際情報センター	教授	杉野 暢彦	○	★	○	○	○	○			
学術国際情報センター	教授	友石 正彦	○	○	★	○	○	○			
学術国際情報センター	教授	西崎 真也	○	○	○		★	★			○
学術国際情報センター	教授	遠藤 敏夫	○		○	★			○	○	○
学術国際情報センター	准教授	北口 善明	○		○						
学術国際情報センター	准教授	松浦 知史	○	○	○						
学術国際情報センター	准教授	横田 理央	○			○			○	○	
学術国際情報センター	准教授	顔田 彰	○			○				○	○
理学院	教授	中村 隆司	○								
工学院	教授	飯口 啓	○								
物質理工学院	准教授	石川 謙	○								
環境・社会理工学院	准教授	堀田 久人	○								
情報理工学院	教授	出口 弘	○								
リベラルアーツ研究教育院	講師	毛塚 和宏	○								
生命理工学院	教授	北尾 彰朗	○								
科学技術創成研究院	教授	奥村 学	○		○						
科学技術創成研究院	准教授	近藤 正聡	○								
広報・社会連携本部	副学長	中村 聡	○								
教育・国際連携本部	理事・副学長特別補佐	神田 学	○								
研究・産学連携本部	副学長	伊東 利哉	○						○		
キャンパスマネジメント本部	副学長	岡田 哲男	○								
附属図書館長	教授	山室 藤子	○								
附属科学技術高等学校長	教授	佐伯 元司	○								
国際教育推進機構	副学長	井村 順一	○								
事務局長	事務局長	藤野 公之	○								
学術国際情報センター	助教	真本 英之		○		○					○
学術国際情報センター	助教	石井 将大			○						
学術国際情報センター	助教	野村 昌弘				○					
学術国際情報センター	特任准教授	渡邊 寿雄				○				○	○
学術国際情報センター	特任助教	三浦 信一				○					
学術国際情報センター	特任助教	金 勇			○						
理学院	教授	河合 誠之		○							
理学院	教授	齊藤 晋								○	
理学院	准教授	植草 秀祐			○		○				
理学院	准教授	古賀 昌久				○					
理学院	助教	関元 太郎				○					
工学院	教授	天谷 賢治					○				
工学院	教授	店橋 護								○	
工学院	教授	肖 鋒				○					
工学院	教授	山口 雅浩		○	○						
工学院	教授	尾形 わかは		○	○		○				
工学院	教授	山岡 亮式			○						
工学院	教授	藤田 英明		○							
工学院	准教授	原 精一郎					○				
工学院	教授	一色 剛		○	○						
物質理工学院	准教授	川内 進				○				○	
環境・社会理工学院	教授	高田 潤一							○		
学術国際情報センター	教授	山口 しのぶ	○						○		
環境・社会理工学院	准教授	山下 幸彦			○						
環境・社会理工学院	准教授	阿部 直也					○				
情報理工学院	教授	山村 雅幸			○						
情報理工学院	准教授	石田 貴士				○					
情報理工学院	教授	徳永 健伸			○						
情報理工学院	教授	篠田 浩一				○					
情報理工学院	教授	榎藤 克彦					○				
情報理工学院	教授	増原 英彦					○				
情報理工学院	教授	西畑 伸也				○					
情報理工学院	准教授	藤井 敦		○							
情報理工学院	准教授	小野 功				○					
情報理工学院	准教授	飯田 建			○						
情報理工学院	准教授	苗藤 一幸			○						
情報理工学院	准教授	鹿島 亮		○			○				
情報理工学院	教授	渡部 卓雄					○	○			
生命理工学院	教授	伊藤 武彦			○						
生命理工学院	准教授	山田 拓司		○							
生命理工学院	助教	門之園 昌哉				○					
リベラルアーツ研究教育院研究教育院	教授	室田 真男			○		○	○			
リベラルアーツ研究教育院研究教育院	准教授	赤間 啓之					○				
科学技術創成研究院	准教授	関嶋 政和					○		○		
科学技術創成研究院	准教授	田巻 孝敬			○						
地球生命研究所	准教授	玄田 英典				○					
附属科学技術高等学校	主幹教諭	仲道 嘉夫			○						
東京大学	准教授	堀 敬博								○	
名古屋大学	教授	片桐 孝洋								○	
筑波大学	教授	建部 修見								○	
NTTメディアインテリジェンス研究所	主幹研究員	高村 誠之								○	
海洋研究開発機構	センター長代理	新井 嘉人								○	
教務課	課長	森山 泰弘		○							
教務課	学務ICTグループ長	小野 忍						○			
施設整備課	設備グループ長	村山 修			○						
情報図書館課	課長	茂出木 理子		○							
施設安全総合企画課安全企画室	室長	堀谷 孝子		○							
情報基盤課	課長	平塚 昭仁		○							○

1-5 運営委員会開催状況

メール開催

開催日 2019年5月13日（月）

1. 報告事項
 - （1）助教再任審査委員会設置報告について
 - （2）運営委員会及び各専門委員会の委員名簿について

開催日 2019年6月10日（月）

1. 審議事項
情報支援部門情報基盤活用分野助教再任審査委員会報告について
2. 報告事項
 - （1）専門委員会報告
 - （2）業務報告

メール開催

開催日 2019年7月29日（月）

2. 審議事項
特定教授選考委員会設置 及び 選考結果報告について

メール開催

開催日 2019年11月7日（木）

1. 報告事項
助教選考委員会設置報告について
特定准教授選考委員会設置報告について

開催日 2019年11月25日（月）

1. 審議事項
 - （1）学術国際情報センター先端研究部門大規模データ情報処理分野准教授選考結果報告について
 - （2）学術国際情報センター情報支援部門認証・ネットワーク分野特定准教授選考結果報告について
 - （3）グローバル情報資源活用協働専門委員会の委員長交代について

メール開催

開催日 2019 年 12 月 17 日（火）

1. 審議事項

準客員若手研究員の受入について

メール開催

開催日 2020 年 2 月 10 日（月）

1. 審議事項

東京工業大学学術国際情報センタークラウド型ビッグデータグリーンスーパーコンピュータ利用料の課金等に関する取扱いの改正等について

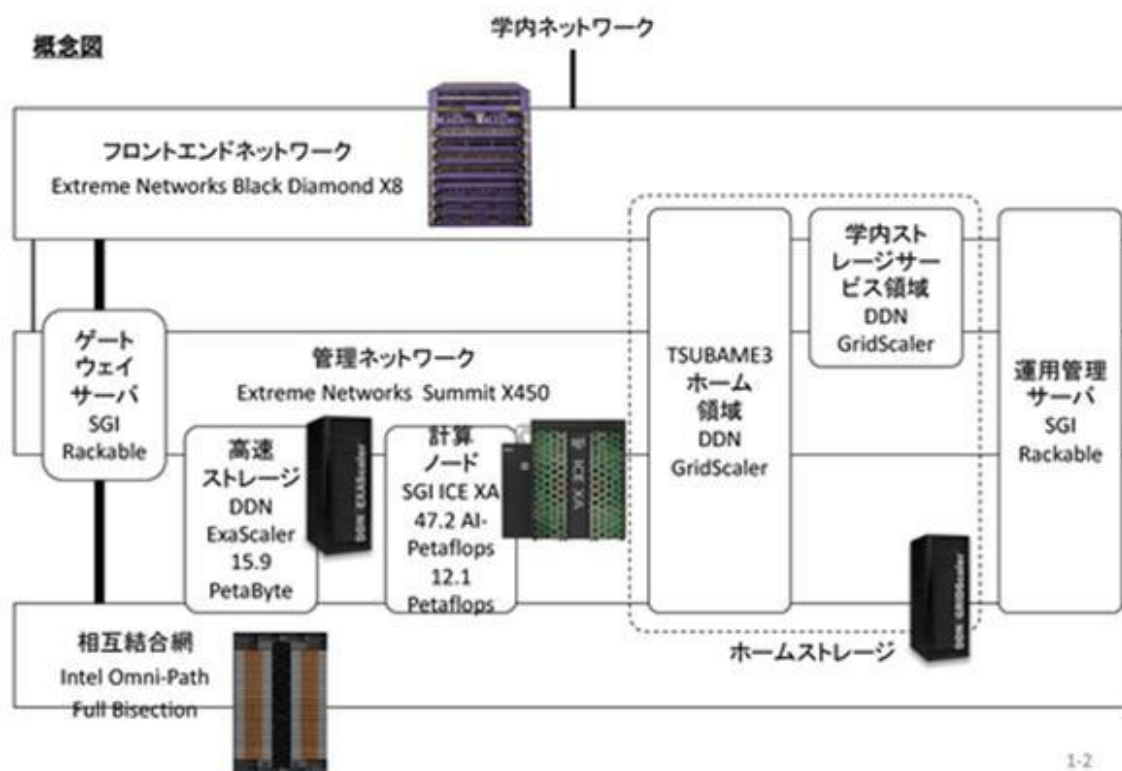
2. 報告事項

- （１） 国立大学法人東京工業大学共通認証・認可システムにおける東工大 IC カード等の発行・利用に関する取扱いの改正等について業務報告
- （２） 准教授選考委員会設置報告について
- （３） 特定助教選考委員会設置及び選考結果報告について

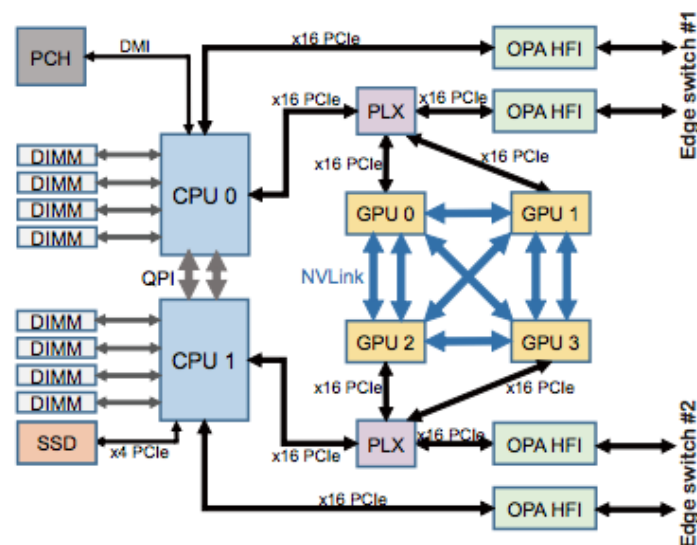
2. 情報基盤サービス

2-1 スーパーコンピュータシステム

2-1-1 構成



1-2



TSUBAME3.0 を 2017 年 8 月より稼働を開始した。TSUBAME3.0 は HPE SGI ICE XA を基にカスタマイズされ、540 台の計算ノードに搭載される CPU は 1,080 基、GPU は 2,160 基となり、理論最大性能は倍精度で 12.15 PFlops、半精度（以上）で 47.2PFlops になる。各計算ノードには容量 2TB の NVMe 対応 SSD を搭載し、合計で 1.08PB の容量を備え、ストレージも容量 15.9PB、データ転送速度 150GB/s と強化されている。

システムの冷却方式も TSUBAME2.0/2.5 の間接水冷および TSUBAME-KFC の液浸・温水冷却等で蓄積された経験により、冷却塔の使用による省電力性と、主要な熱源である CPU と GPU のみを直接水冷、他のコンポーネントを間接水冷とすることにより高い効率を実現している。理論的な年平均 PUE は TSUBAME2.0 の 1.28 から TSUBAME3.0 では 1.033 に改善し、TSUBAME2 で約 22%を占めた冷却電力が、3%程度へと大きく削減される見込みである。

TSUBAME3.0 では、TSUBAME2.5 で利用してきた VM 技術に代わり、Linux cgroup を用いた資源分割を導入した。分割された各資源からは GPU および Omni-Path HFI に直接アクセスすることが可能であり、それぞれから利用できるデバイスを制限する機能も有するため、TSUBAME2.5 よりも柔軟に資源の分割が可能となった。

TSUBAME3.0 は、Green 500 List の 2017 年 6 月版において電力 1W あたり 14.110 GFlops を記録し、運用スパコンとして日本で初めて世界 1 位となった。

○演算ノード：HPE ICE XA

【ハードウェア構成】

計算ノード	ICE XA 540 台
インターコネクト	Intel Omni-Path
ストレージ	DDN SFA14KXE 及び EXAScaler

CPU	Intel Xeon E5-2680 V4 Processor (Broadwell-EP, 14 コア, 2.4GHz) × 2 Scket
GPU	Tesla P100 for NVLink-Optimized Servers (16GB HBM2@732GB/s, 5.3TFLOPS@FP64, 10.6TFLOPS@FP32, 21.2TFLOPS@FP16) ×4
RAM	256GiB
ローカルストレージ	Intel DC P3500 2TB (NVMe, PCI-E 3.0 x4, R2700/W1800)
ネットワーク	Intel Omni-Path 100Gb/s × 4

【ソフトウェア構成】

OS	SUSE Linux Enterprise Server 12 SP2
コンパイラ等	GCC, Intel Compiler, PGI Compiler
ライブラリ	Intel MPI, SGI MPI, OpenMPI, CUDA, CuDNN, NCCL 他
アプリケーション	Arm FORGE, Mathematica, Maple, MATLAB, AVS/Express, AVS/Express PCE, ANSYS, ABAQUS, ABAQUS CAE, MSC ONE, Gaussian, GaussView, AMBER, Materials Studio, Discovery Studio, LS-DYNA, COMSOL Multiphysics, Schrodinger Small-Molecule Drug Discovery Suite

2-1-2 運用

24 時間運転

計算機システムは定期点検を除き、1 日 24 時間 365 日運転している。従って、利用者はキャンパスネットワークを介し、研究室から 24 時間計算機システムを利用することができる。

2-1-3 実績

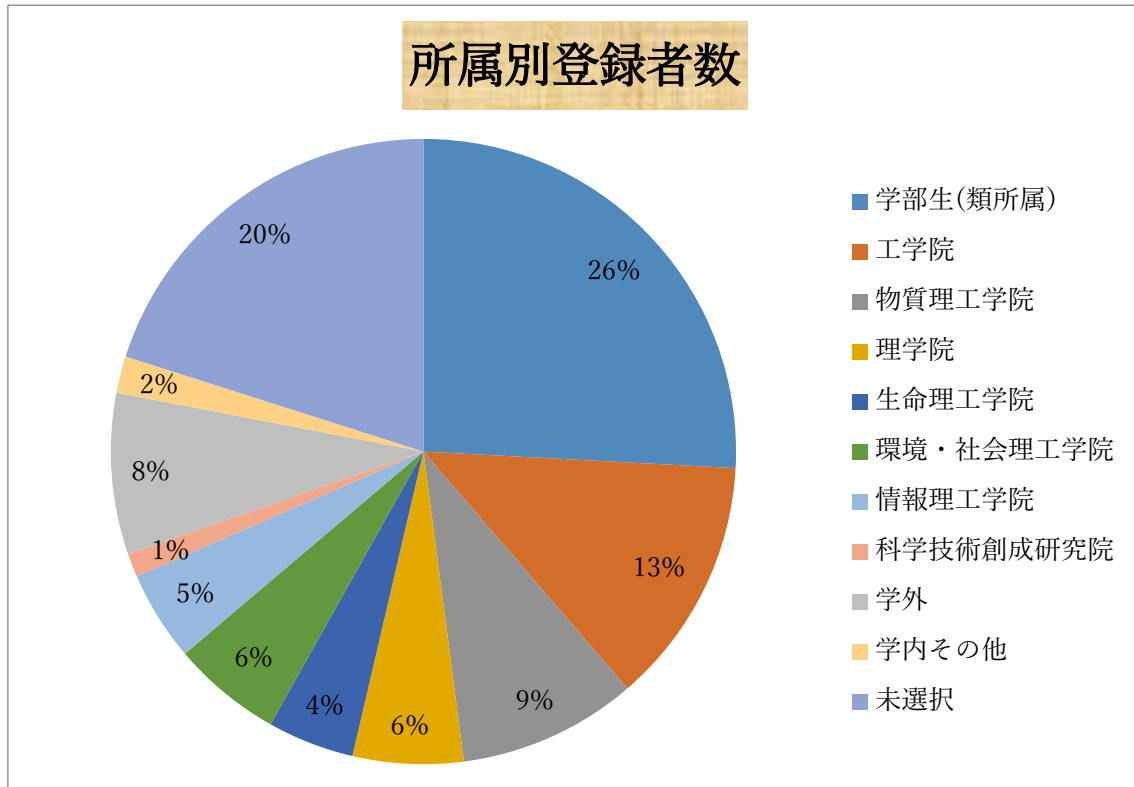
◎H31 年度計算機利用料収入内訳(単位：円)

総収入		260,603,635
学内		73,755,000
学外	国立大学／大学共同利用機関	8,356,000
	公立大学	1,084,000
	私立大学	108,000
	他省庁	0
	独立行政法人	7,902,000
	民間	169,398,635

◎利用者登録状況(単位：人)

平成 31 年/令和元年									令和 2 年		
4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
6404	6705	6664	6862	7137	7140	7159	7030	6993	7040	7062	7096

◎所属別登録状況



◎システム利用状況

月	ログインノード
	ユニークログインユーザ数(人)
2019/04	619
2019/05	567
2019/06	552
2019/07	550
2019/08	491
2019/09	505
2019/10	632
2019/11	666

2019/12	711
2020/01	702
2020/02	612
2020/03	499
合計	1496

月	f_node		h_node		q_node	
	ジョブ 件数	ノード・時間積 (hour)	ジョブ 件数	ノード・時間積 (hour)	ジョブ 件数	ノード・時間積 (hour)
2019/04	22,203	84,634.13	4,041	15,979.48	13,365	36,052.06
2019/05	57,478	197,194.78	31,741	61,126.65	17,670	53,428.36
2019/06	26,113	162,386.41	13,255	49,642.30	24,526	133,202.40
2019/07	62,022	162,386.41	29,296	66,887.44	56,931	111,544.60
2019/08	29,188	110,403.38	14,128	15,043.09	11,900	26,164.72
2019/09	86,076	236,972.16	11,583	23,872.97	12,330	45,301.07
2019/10	102,991	276,477.43	14,148	43,280.64	40,568	115,752.88
2019/11	122,439	258,170.34	8,350	46,916.65	21,501	55,411.93
2019/12	56,939	269,032.44	11,533	68,455.78	23,614	71,161.77
2020/01	57,730	214,772.53	10,138	71,215.11	29,337	53,377.55
2020/02	34,612	205,716.81	6,729	37,794.39	25,897	71,783.15
2020/03	41,086	203,629.81	3,005	30,231.56	12,231	101,515.59
合計	676,674	2,297,142.50	153,906	514,466.58	276,505	838,644.02

月	q_core		s_core		s_gpu	
	ジョブ 件数	ノード・時間積 (hour)	ジョブ 件数	ノード・時間積 (hour)	ジョブ 件数	ノード・時間積 (hour)
2019/04	4,315	9,226.98	3,275	11,538.96	3,518	9,462.65
2019/05	7,781	14,553.56	3,504	3,994.32	8,631	22,315.81
2019/06	16,832	31,882.09	2,716	10,462.38	14,051	16,622.57
2019/07	7,778	23,064.97	5,790	19,273.78	6,767	7,451.54
2019/08	10,783	19,849.02	5,014	6,280.09	7,723	11,695.88
2019/09	10,388	22,442.90	18,625	29,460.22	70,381	18,387.47
2019/10	15,148	27,346.15	15,928	39,975.10	32,341	15,526.93
2019/11	14,893	27,913.38	10,620	21,695.70	64,846	27,717.38
2019/12	21,157	24,323.98	10,342	23,771.55	96,568	27,654.31
2020/01	9,238	17,324.99	59,559	32,486.82	67,592	36,811.84
2020/02	15,072	12,463.60	11,930	14,571.79	9,853	21,786.82
2020/03	7,936	16,061.10	3,833	11,698.73	3,736	7,869.58
合計	137,006	237,225.74	147,861	213,670	382,489	213,840.13

◎システム障害件数

	平成 31 年/令和元年									令和 2 年			合計
	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	
ソフトウェア	2	4	3	7	4	5	8	1	6	11	5	2	58
ハードウェア	8	7	6	4	4	10	7	5	7	2	6	4	70
月小計	10	11	9	11	8	15	15	6	13	13	11	6	128

◎運用実績

月日	
2019.4.5	2019 年度運用開始
2019.8.7 9:00 - 8.16 12:00	全学停電のためサービス停止
2019.11.5 9:00 -11.6 17:00	冷却系のメンテナンスによるサービス停止
2019.12.27 17:00 - 2020.1.6 9:00	年末年始のため復旧・サポート業務停止
2020.3.25	2019 年度運用終了

◎資源タイプ構成

資源タイプ	資源タイプ名	CPU コア数	メモリ (GB)	GPU 数
F	f_node	28	240	4
H	h_node	14	120	2
Q	q_node	7	60	1
C1	s_core	1	7.5	0
C4	q_core	4	30	0
G1	s_gpu	2	15	1

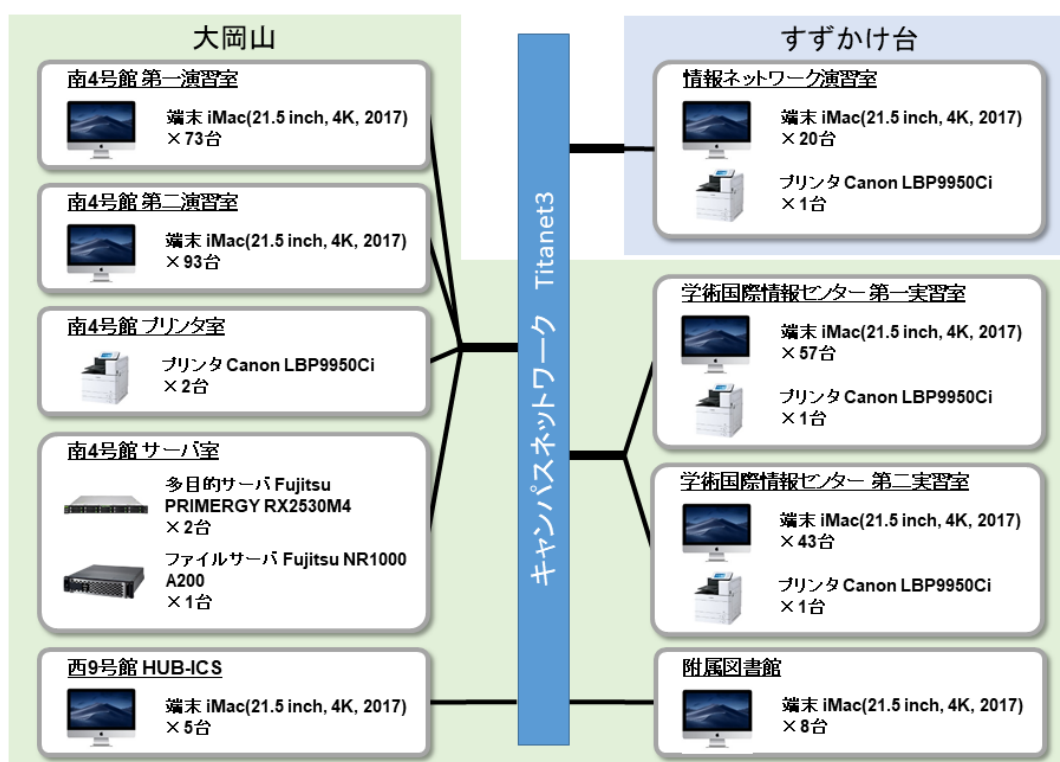
- ・「使用物理 CPU コア数」、「メモリ(GB)」、「GPU 数」は、各資源タイプ 1 つあたりの使用可能な量です。
- ・同じ資源タイプを最大 72 個まで指定できます。資源タイプの組み合わせはできません。
- ・実行可能時間の最大値は 24 時間です。
- ・一人当たりの同時に実行可能なジョブ数 150 です。
- ・一人当たりの同時に実行可能な総スロット数 2016 です。
(スロット=資源タイプ毎に設定されている物理 CPU コア数 x 利用ノード数 (qstat コマンドの slots と同等))
- ・予約実行で利用できる資源タイプは f_node,h_node,q_node になります。q_core,s_core,s_gpu は利用できません。

2-2 教育用電子計算機システム

2-2-1 構成

2019 年度より新しい教育用電子計算機システムを運用開始した。教育用支援設備は学部 1 年生を対象にする情報基礎科目教育と学部 2 年生以上を対象にする専門科目教育の内容、及び教育効率を考慮して、各教室（演習室、実習室）の収容人数は異なっている。すずかけ台演習室については学部授業を行わなくなったため大幅に規模を縮小している。

なお、教室にはそれぞれに Mac OS と Windows のデュアルブートで運用する iMac 約 80 台とカラーレーザプリンタを設置し、以下のシステム構成図のとおりキャンパスネットに接続されている。



システム構成図

【ハードウェア構成】

クライアント端末 (iMac Retina 4K, 21.5 インチ, 2017)	学術国際情報センター3 階実習室	100 台
	大岡山南 4 号館情報ネットワーク演習室	166 台
	すずかけ台情報ネットワーク演習室	20 台
	大岡山西 9 号館 ICS	5 台
	大岡山附属図書館	8 台

カラーレーザプリンタ	学術国際情報センター3 階実習室	2 台
	大岡山南 4 号館情報ネットワーク演習室	2 台
	すずかけ台情報ネットワーク演習室	1 台

【ソフトウェア構成】

オペレーティングシステム	macOS Mojave 10.14.6 (18G95) Windows 10 Education
アプリケーション	Adobe Creative Cloud, ChemOffice Professional, Gaussian, GaussView, MATLAB, Mathematica, Microsoft Office, Spartan
プログラミング言語処理系	C, C++, Eclipse, Etoys, Fortran77, Fortran90/95, Java, Perl, Prolog, Python, Ruby, Squeak, Xcode

2-2-2 運用

(1) 利用者登録

全学認証システムからのデータ提供を受けており、情報に連動してアカウントの作成・削除を行っている。

(2) 夜間利用

平日 17:00 以降に演習室に入室する場合は IC カード（学生証）を使う。ただし、入室は次のとおり時間制限がある。

1) センター3 階実習室：

平成 25 年度に監視カメラを再設置したが防犯上の理由から夜間利用は行っていない。

2) 大岡山情報ネットワーク演習室：

平成 25 年度に監視カメラを設置し、20 時までの夜間利用を行っている。

3) すずかけ台情報ネットワーク演習室：

平成 25 年度に監視カメラを再設置したが防犯上の理由から夜間利用は行っていない。

なお、いずれも演習室（実習室）も土曜・日曜及び祭日は防犯上の理由から入室を禁止している。

(3) 利用期限

東工大 IC カードの有効期間に準ずる。

（東工大 IC カードの有効期限が延長された場合は、自動的に延長される）

2-2-3 実績

◎ログイン回数

	大岡山				すずかけ台	学内 設置		学内 合計	ユニーク ユーザ数
	GSIC		南 4 号館		演習室	図書館	ICS		
	第 1 実習室	第 2 実習室	第 1 演習室	第 2 演習室					
2019 年 4 月	2,439	665	3,234	3,489	177	980	9	10,993	2,370
2019 年 5 月	189	705	2,340	3,197	113	942	3	7,489	2,385
2019 年 6 月	1,565	542	1,664	2,634	95	886	5	7,391	2,248
2019 年 7 月	2,037	998	2,625	3,769	140	1,236	12	10,817	2,151
2019 年 8 月	621	312	630	1,099	77	429	7	3,175	1,435
2019 年 9 月	184	157	488	652	82	241	6	1,810	1,063
2019 年 10 月	842	773	2,110	3,258	117	938	18	8,056	2,104
2019 年 11 月	880	1,162	1,836	3,252	87	1,183	15	8,415	2,278
2019 年 12 月	944	865	1,671	3,146	145	844	7	7,622	1,921
2020 年 1 月	838	785	1,666	2,846	130	848	5	7,118	1,988
2020 年 2 月	227	218	250	712	75	421	2	1,905	950
2020 年 3 月	91	90	129	213	82	215	2	822	340
合計	10,857	7,272	18,643	28,267	1,320	9,163	91	75,613	2,767

◎授業コマ数

大岡山 学術国際情報センター（情報棟）3F 第1実習室

	授業コマ数			
	第1クォータ	第2クォータ	第3クォータ	第4クォータ
情報リテラシー	6	6	0	0
コンピュータサイエンス	0	0	1	1
その他	3	4	4	5

大岡山 学術国際情報センター（情報棟）3F 第2実習室

	授業コマ数			
	第1クォータ	第2クォータ	第3クォータ	第4クォータ
情報リテラシー	0	0	0	0
コンピュータサイエンス	0	0	0	0
その他	1	9	5	5

大岡山 南4号館 3F 情報ネットワーク演習室 第1演習室

	授業コマ数			
	第1クォータ	第2クォータ	第3クォータ	第4クォータ
情報リテラシー	6	6	0	0
コンピュータサイエンス	0	0	6	6
その他	7	4	6	10

大岡山 南4号館 3F 情報ネットワーク演習室 第2演習室

	授業コマ数			
	第1クォータ	第2クォータ	第3クォータ	第4クォータ
情報リテラシー	6	6	0	0
コンピュータサイエンス	0	0	6	6
その他	8	6	5	3

すずかけ台 情報ネットワーク演習室

	授業コマ数			
	第1クォータ	第2クォータ	第3クォータ	第4クォータ
情報リテラシー	0	0	0	0
コンピュータサイエンス	0	0	0	0
その他	0	0	0	1

※クォータ制に移行し、1つの授業を1クォータで週2回実施するものや、2クォータに渡り週1回実施するものなど利用パターンが異なるため、実施コマ数をカウントすることにした。

◎プリンタ利用状況

プリンタ毎の印刷枚数

月		南 4 号館		GSIC		すずかけ台	計	合計
		pr1	pr2	pr3	pr4	pr5		
2019 年 4 月	モノクロ	1,109	1,824	1,078	1,641	510	6,162	16,414
	カラー	2,398	3,036	1,955	2,579	284	10,252	
2019 年 5 月	モノクロ	1,591	2,503	2,082	1,177	634	7,987	19,023
	カラー	3,065	3,436	2,748	1,437	350	11,036	
2019 年 6 月	モノクロ	2,182	3,461	1,398	1,526	641	9,208	20,929
	カラー	3,720	4,244	1,676	1,666	415	11,721	
2019 年 7 月	モノクロ	2,688	3,190	1,430	1,720	1,150	10,178	24,648
	カラー	3,489	4,671	1,692	3,592	1,026	14,470	
2019 年 8 月	モノクロ	1,675	1,714	1,048	893	527	5,857	16,206
	カラー	3,127	3,341	1,784	1,714	383	10,349	
2019 年 9 月	モノクロ	249	376	182	124	473	1,404	4,579
	カラー	912	869	478	775	141	3,175	
2019 年 10 月	モノクロ	1,558	1,720	888	1,007	396	5,569	18,007
	カラー	4,135	3,591	1,569	2,896	247	12,438	
2019 年 11 月	モノクロ	3,654	4,264	1,550	3,734	746	13,948	32,044
	カラー	4,621	7,401	2,551	3,301	222	18,096	
2019 年 12 月	モノクロ	1,627	2,121	1,017	1,327	1,056	7,148	18,440
	カラー	3,150	3,185	1,449	1,951	1,557	11,292	
2020 年 1 月	モノクロ	3,264	3,738	1,625	2,069	1,056	11,752	29,005
	カラー	4,348	5,566	2,333	3,449	1,557	17,253	
2020 年 2 月	モノクロ	1,677	2,288	617	587	748	5,917	12,821
	カラー	1,584	2,663	1,007	1,175	475	6,904	
2020 年 3 月	モノクロ	220	675	175	300	481	1,851	4,513
	カラー	642	940	503	342	235	2,662	
合計	モノクロ	21,494	27,874	13,090	16,105	8,418	86,981	216,629
	カラー	35,191	42,943	19,745	24,877	6,892	129,648	

プリンタ利用者数

月	印刷ユーザ数
2019 年 4 月	606
2019 年 5 月	742
2019 年 6 月	867
2019 年 7 月	920
2019 年 8 月	659
2019 年 9 月	257
2019 年 10 月	788
2019 年 11 月	1,077
2019 年 12 月	866
2020 年 1 月	978
2020 年 2 月	559
2020 年 3 月	159
合計	8,478
年間ユニーク数	2,499

2-3 ホスティングサービス

TSUBAME2.5 の運用終了に伴い、ホスティングサービスは TSUBAME から独立し GSIC ホスティングと形を変え平成 30 年度より運用を開始した。

プロジェクト名
1. WEB サーバ代行サービス
2. 高性能計算コンピュータシステム
3. Tokyo Titech OCW
4. 東工大化学物質管理支援システム
5. 環境安全衛生教育システム
6. 研究・産学連携本部
8. フロンティア材料研究所 WEB サーバ
9. TAIST-Tokyo Tech
10. 東工大大学情報データベース
11. 生命理工学研究科 LAN 運営委員会
12. 国際開発工学専攻 web サーバ
13. 先端原子力研究所 Web システム
14. 施設運営部建物情報管理システム
15. STAR Search
16. 通時コーパスによる古代語話しことばの再現プロジェクト
17. 授業評価アンケートシステム
18. 多言語対応日本語読解学習支援システムあすなろ
19. 広報センター
20. 情報基盤支援センターWeb フォーム提供サーバ
21. 東工大元素戦力拠点
22. 研究企画課グループウェア導入
23. 地球生命研究所 Web サーバ
24. 情報セキュリティ監査・危機管理専門委員会
25. 認証基盤システム担当
26. 教育システム
27. CAMPAS Asia Research Review
28. オンライン教育プロジェクト
29. 研究者情報管理システム
30. 社会人教育院講座支援システム
31. 情報活用 IR 室

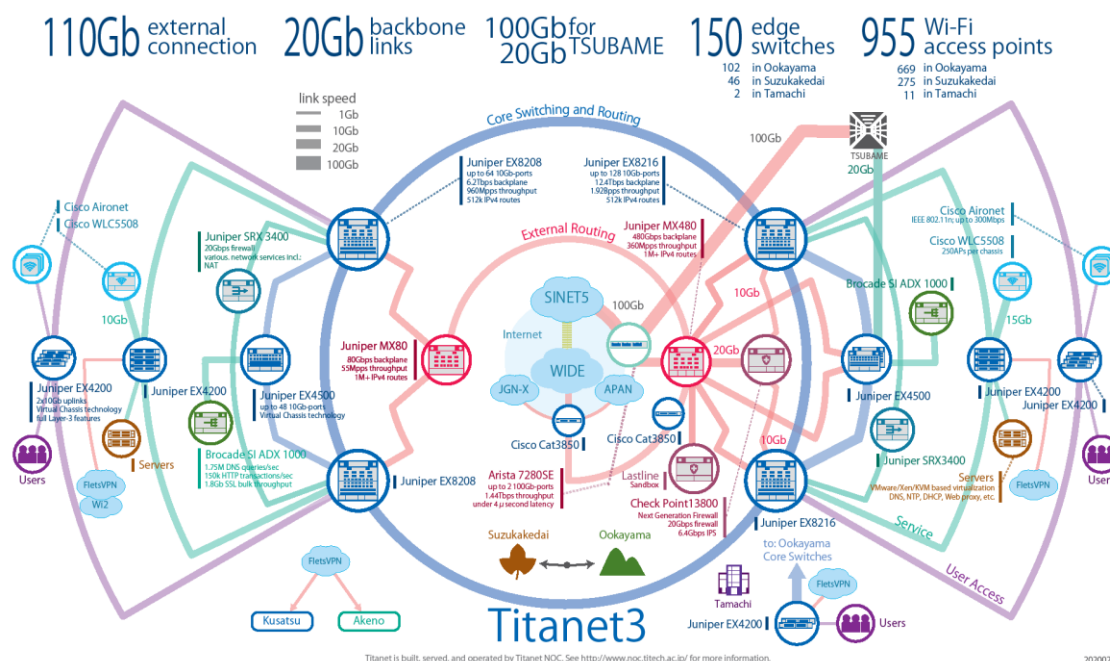
32. 学びのコミュニティシステム
33. 東京工業大学リサーチリポジトリ(T2R2)
34. 添付ファイルを抑制する次元的なファイル共有システム
35. 『以心電心』ハピネス共創研究推進機構
36. イノベーション人材養成機構(IIDP)教育院登録データベース
37. 機械系 SolidWorks ライセンス管理
38. 融合理工学系 Web サーバ
39. 学勢調査 2016
40. 日本語教育情報管理システム
41. TokyoTech CollaboMaker
42. 中期目標・中期計画 進捗管理システム
43. T2Report
44. 広報・地域連携部門ウェブサイト管理システム
45. 研究専念日システム構築プロジェクト

2-4 ネットワークシステム

2-4-1 有線ネットワーク (Titanet3)

Titanet3 の運用を開始してから本年度末で 10 年が経過した。ネットワーク機器の平均耐用年数は 6 年とされているが、日々のメンテナンス作業、一部機器については入れ換え、構成変更により、Titanet3 は平均耐用年数を大きく越えて安定稼働を続けている。章末に、機器の稼働状況と実施したメンテナンス作業の表を示す。稼働状況については、メンテナンス・停電による停止時間を含めても、全スイッチ機器、サービス用アプライアンスなどすべての機器の稼働率 99%以上を実現した。メンテナンス作業は、主に経年劣化等による部品故障については部品入れ替えや筐体交換、法定停電時などの電源サイクル時における内蔵ディスク故障については初期化から筐体交換までの対応をとっているが、運用年数を反映してか、ここ数年は件数が多い傾向にある。また、いきなり完全に動作しなくなる機器も出始めている。これらの症状に対し、複数地点からのリアルタイムでの動作モニタリング、あらかじめ準備した代替機器による迅速な交換等で長期の通信断の発生を防止している。

機器の終息状況については、システム導入時の PoE スイッチが 4 年前に終息したため、異なる機種を選定し、コールドスタンバイ/交換対応を実施している。対外接続ルータの部品、無線用 NAT ルータ、ロードバランサ、コアスイッチの終息に加え、Titanet3 で最も多く導入されている建物スイッチの販売が本年度終了したため、これ以上の保守機器の調達は難しい状況となった。



Titanet3 の構成

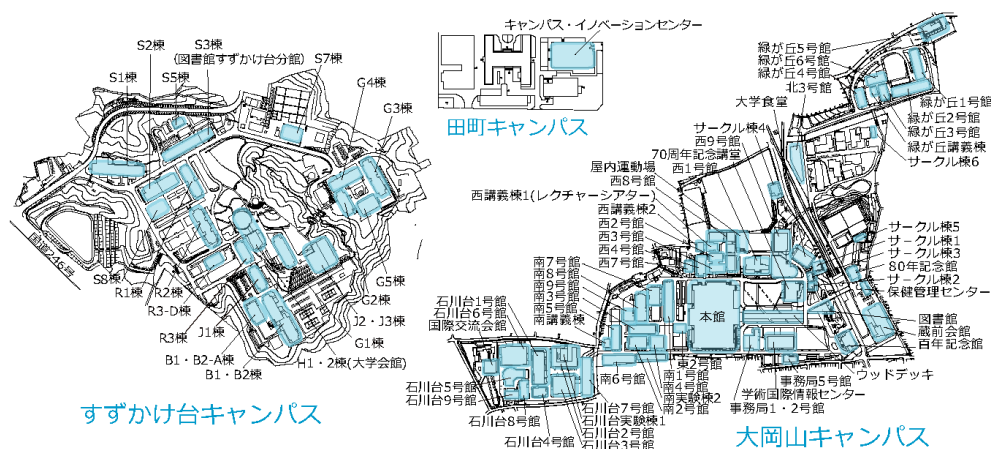
SINET5 への接続が 100 ギガとなり、WIDE、APAN 用回線 10 ギガと合わせて、本学は国内トップクラスの高速対外接続を持つ学術機関の一つとなっている。100 ギガ回線は、導入年度のトラブル以降は安定しているが、本年度途中、夜間に 2 度回線異常が観測された。いずれも極めて短い期間であり、その直後の SINET メンテナンスで安定している。この異常時においても、昨年度、WIDE プロジェクトおよび SINET/NII に協力を頂き準備した WIDE プロジェクト経由での SINET への冗長接続仮想回線により、実利用での通信断は観測されなかった。

セキュリティ機器は、ファイアウォール、ファイル交換ソフトウェア検知機、WAF（ウェブアプリケーションファイアウォール）を継続して運用し、適宜の通信制限等と合わせて、本年度も安全対策運用を行った。次世代型ファイアウォールについては、高度な攻撃についての遮断性能や攻撃履歴の確認等について極めて有効に機能しているが、大量の流量・パケットによる攻撃に対する動作にどうしても難があるため、その前段に旧型ファイアウォールをはさむ構成を取っている。本年度はこの旧型ファイアウォールまわりの構成を変更・更新するとともに、そこで実施してきた p2p 検知遮断等のサービスについても、内容を変更した。

2-4-2 無線ネットワーク（TW2）

2010 年 3 月に更新された無線ネットワークシステム TW2 においては、本年度も会議室を中心にアクセスポイント（AP）の増設があり、年度末時点で 955 台（大岡山：669 台、すすかけ台：275 台、田町：11 台）の AP が稼働中である。

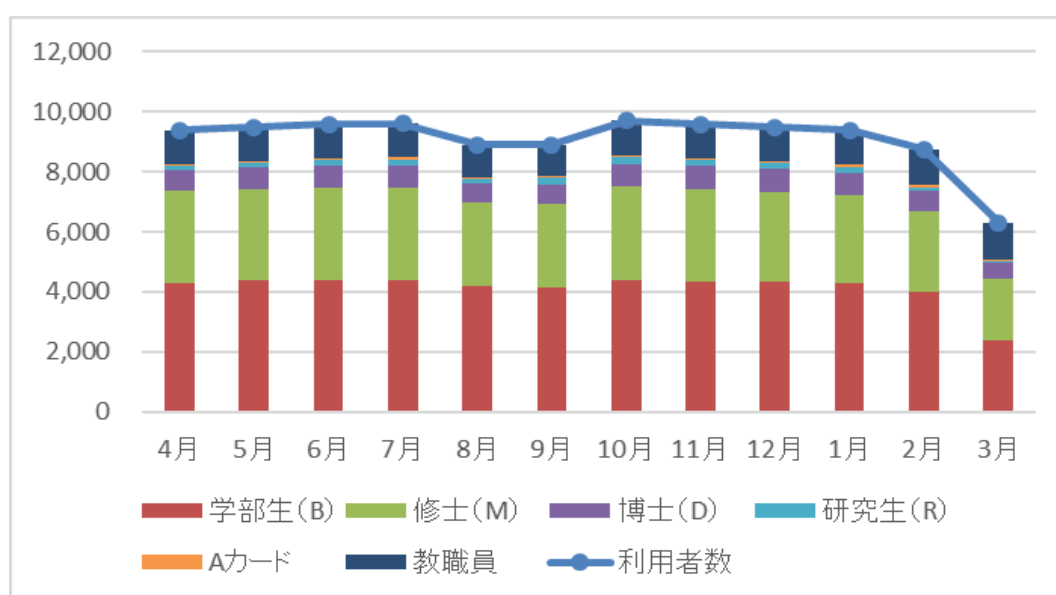
本システムでは、無線エリアを拡張したいときには、そのエリアでの通信を必要とする支線が AP・配線を調達し、機器の設定を本センターが一括して行うことで、安定性を保持するとともに、無線エリアの堅実な拡大とコストダウンを図ってきたが、大岡山キャンパス、すすかけ台キャンパスともにこの 10 年で非常に多くの増設があり、制御部分の冗長化が不可能な数の AP がすでに接続されている。以下に、現在の無線ネットワークが利用可能なエリアを示す。



無線ネットワーク利用可能エリア

初期導入 AP については終息しており、制御部についても一部の機能の更新止まっているため、無線ネットワークについても更新の準備を開始している。

TW2 上では、利用対象・利用方法が異なる複数の無線サービスが提供されている。キャンパス無線 LAN TokyoTech は、本学構成員を対象とし、実測値として 10000 弱のユニークユーザ（学生については全体の 80%）が日々利用している。学術系ゲスト、個人的利用、およびイベント等一時利用を対象とする、学術無線 LAN ローミング eduroam、商用無線 LAN Wi2 およびイベントネットワーク（有線も含む）のサービスも、本システム上で提供されている。



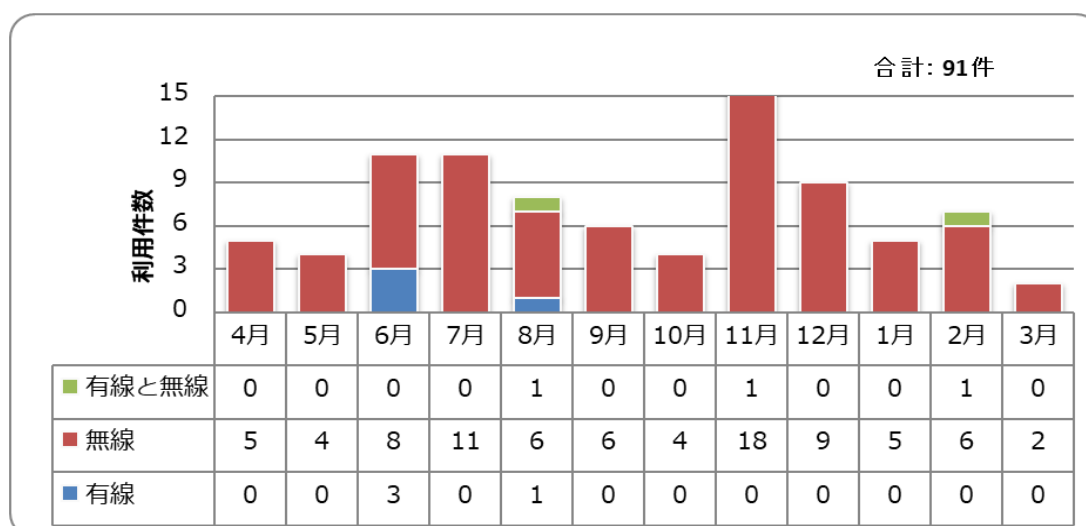
TokyoTech 利用状況 (月毎)

	認証数	利用者数	学部生 (B)	修士 (M)	博士 (D)	研究生 (R)	Aカード	教職員
SUM	2,881,942	109,077	49,479	34,772	8,348	2,040	862	13,577
MAX	362,578	9,698	4,409	3,118	777	211	83	1,210
MIN	83,772	6,301	2,368	2,069	519	68	63	1,044
Ave	240,162	9,090	4,123	2,898	696	170	72	1,131
利用者数に対する割合			45%	32%	8%	2%	1%	12%
東工大HP-DB 2019-2020 (総数)			4866	4022	1469	268		3892
利用割合			85%	72%	47%	63%		31%

TokyoTech 利用状況 (まとめ)

イベントネットワークの利用はここ数年ほぼ飽和状態で横ばい、eduroam の利用は増加中である。本学で開催された全国大会規模のイベントの一つでは eduroam のみを利用した例もあり、多くの学内行事においてイベントネットワークとの使い分けや併用が行われ始めている。イベントネットワークの利用状況を以下に示す。イベントネットワークの利用にあたっては申請が必要であるが、本年度から Web のみで終結することが可能となった。

無線ネットワークにおけるセキュリティの問題として、TokyoTech においては学生諸君の利用が多いこともあり、ウィルス、ファイル交換ソフトウェア利用が多く検知される。前述したように有線部分のファイアウォールの構成変更にともない、p2p 検知遮断サービスは形態を変更しているが、TokyoTech においては啓蒙も兼ねた個別対応を継続している。p2p 以外のセキュリティインシデント予防のための連絡については T2CERT において連絡形態も含めた対応を検討中である。



イベント用ネットワークサービス利用状況

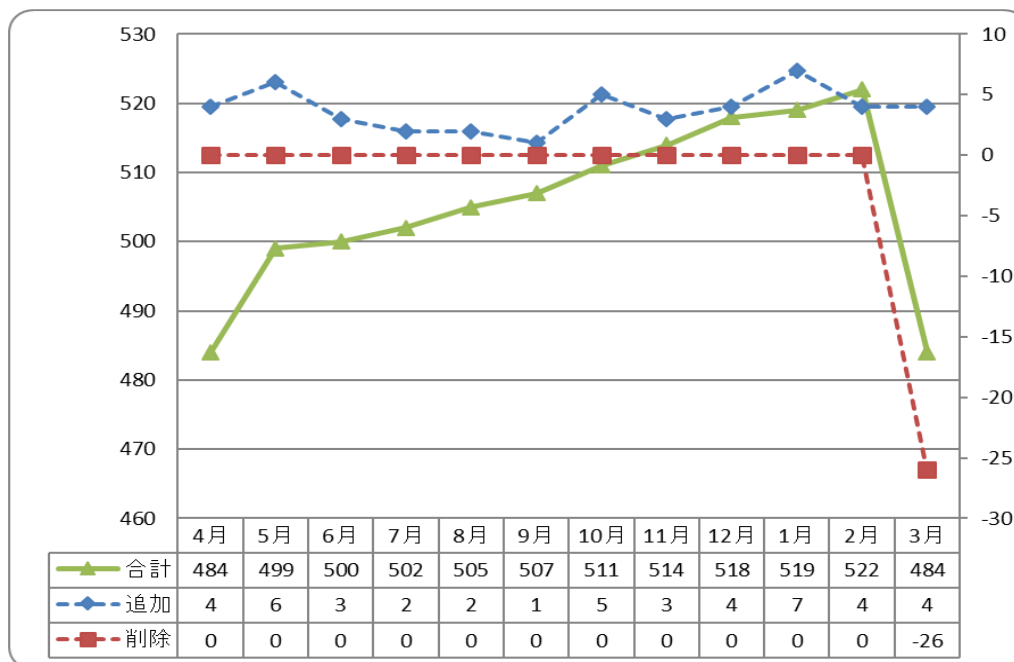
2-4-3 その他のサービス

(1) サーバ代行サービス (DNS(コンテンツ)サーバ代行サービス、WWW サーバ代行サービス)

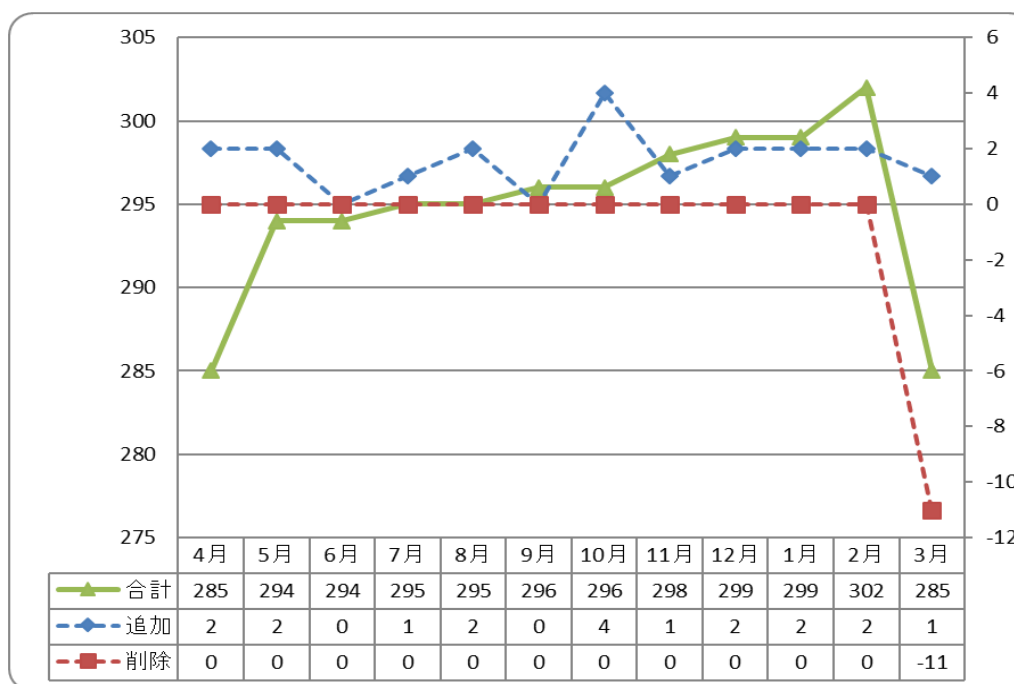
本年度より、WWW サーバ代行サービスは、証明書を利用するサービスの本格運用に入り、多くの利用を頂いている。

また、Web サーバ内でのプログラムの実行モジュール (mod_php など) の更新が止まった言語については cgi での実行を支援することで、各 CMS の更新等に対応しているが、本年度は、これらサーバに負荷がかかるサービス拡張に加え、外部からの攻撃・スキャンの増加によって、幾度かのサーバ過負荷によるサービス停止が起こった。都度、サービス・プロセス・OS などの状況を観測しているが、原因の特定には至っておらず、複合的要因であると考えている。これについては、一部ドメインの別サーバでも稼働など緊急の対策を進めている。

また、抜本的な対策として、次期代行サービスの構成・サービス仕様の検討を続けている。現在のサービスを整理し、複雑化した部分を廃止する一方で、軽い情報発信のみを目的とする組織の管理を軽減するためのサービスや、増加傾向にある証明書による暗号化通信を利用する組織が自ら行う必要があるセキュリティ確保の一部をサービス提供側で行える構成を検討している。また、前述の負荷が上がる状況を鑑みて、負荷が分散分離する構成を取ることも検討している。各代行サービス利用件数の推移を次に示す。



WWW サーバ代行サービス利用件数の状況

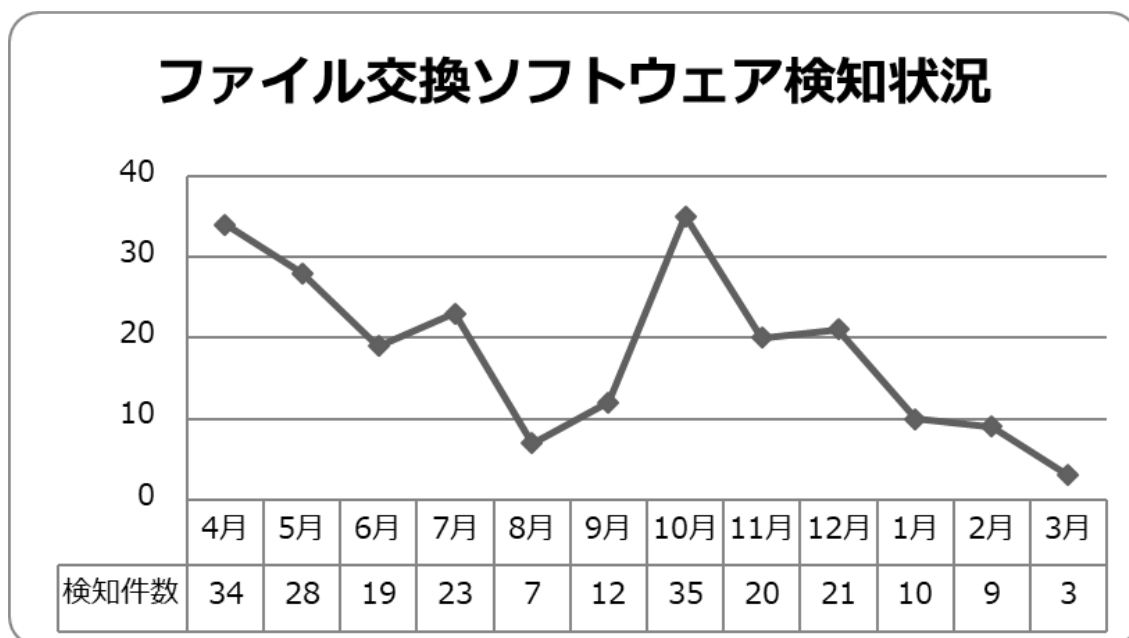


DNS サーバ代行サービス利用件数の状況

(2) ファイル交換ソフトウェア検知サービス

著作権侵害行為等に参加してしまう状況を未然防止するために、学外との通信ソフトウェア・プロトコルを機械的に判断・検知する機器を導入し、それらを元にした遮断と通知を実施している。現在の検知対象は、BitTorrent, Gnutella, Kazaa, Share, WinMX, Winny, eDonky, eDonkey2000, Direct Connect, Gnutella Ultrapeer, Perfect Dark および QQ, Kugou 等である。ファイル交換プロトコルを利用するソフトウェアは、明示的にファイル交換・共有を目的とするものだけでなく、chat や音楽・映像の共有、ゲームソフトウェアの更新を目的とするものがあり、利用者自身では、著作権を侵害するおそれについて気が付きにくくなっている。また、著作権に対する考え方が違う国からの配布が続けて展開されていることもあり、非常に多くの検知が続いている。

次世代ファイアウォール導入後、検出機と併用することで、一部のソフトウェア、支線からの通信については、ファイアウォールによる遮断だけの対応とし、できるだけ精度が高く、各組織や利用者の負荷が少なくなるようにサービスを都度改善してきた。本年度はファイアウォール過負荷時のサービスについても、同様の構成・サービスとなるよう構成・機器設定等について変更を行った。前述したとおり、TokyoTech（全学無線 LAN）については、啓蒙活動も兼ね、個別対応を継続している。以下に、本年度の TokyoTech における検知状況を示す（手動で追加遮断した件数を含む）。



ファイル交換ソフトウェア検知数の状況

2-4-4 特記事項

サーバ代行サービスについて、テニユアトラック助教も責任者として提供して欲しい旨、要望があった。自律的研究環境整備はテニユアトラック制の前提とされており、各学院において研究室の維持が認められている場合、提供は妥当であると考えられるため、専門委員会で審議・承認の上、サービス対象を拡張した。すでに利用が始まっている。

日付	種別	機種	対応	原因／症状
5/10	シリアルコン ソールサーバ	RMC-MP200	交換	Link フラッピングを繰り返すため
5/23	PoE スイッチ	DGS-3100	交換	FAN 故障
5/23	PoE スイッチ	DGS-3100	交換	FAN 故障
5/31	PoE スイッチ	DGS-3100	交換	FAN 故障
6/5	PoE スイッチ	DGS-3100	交換	FAN 故障
6/5	PoE スイッチ	DGS-3100	交換	FAN 故障
6/17	建物スイッチ	EX4550(FAN2,FAN3)	交換	FAN 故障
6/19	ネットワーク カメラ	Panasonic BB- ST165A	交換	故障のため新機種に交換
7/16	建物スイッチ	EX4550(FAN1)	交換	FAN 故障
8/20	建物スイッチ	EX4200-24T(FAN)	交換	FAN 故障
11/10	建物スイッチ	EX4200-48T(FAN)	交換	FAN 故障
1/15	建物スイッチ	EX4200-48T(FAN)	交換	FAN 故障
1/16	建物スイッチ	EX4200-24T	交換	AP 使用のため Alaxala -> Juniper 機器へ交換
1/29	コアスイッチ	EX8208 PSU4	交換	電源ユニット故障

令和元年度 機器交換追加履歴

ホスト名	稼働率	ホスト名	稼働率	ホスト名	稼働率	ホスト名	稼働率
100g-gsic-1-b	100	gokuteion-1	100	mhd-1	100	r1-1	100
100g-gsic-1	100	green1-1	100	midori1-1	100	r1-2	100
100nen-1	100	green1-2	100	midori1-2	100	r2-1	100
100nen-3	100	green1-3	100	midori2-1	100	r3-1	100
10g-gsic-1-b	100	gsic-1	100	midori3-1	100	res-o1	100
10g-gsic-1	100	gsic-10	100	midori4-1	100	res-o2	100
10g-setsubi-1	100	gsic-2	100	midori6-1	100	res-o3	100
10gs3g	100	gsic-4	100	midori6-2	100	res-s1	100
1shoku-1	100	gsic-5	100	midoriko-1	100	res-s2	100
1shoku-2	100	gsic-6	100	minami1-1	100	res-s3	100
1shoku-4	100	gsickokusai-1	100	minami1-2	100	riji-1	100
Jan-00	100	haieki-1	100	minami2-1	100	sanren2-1	100
80nen-1	100	higashi1-1	100	minami2-2	100	sanren2-2	100
app	100	higashi2-1	100	minami3-1	100	setsubi-1	100
app1	100	hokenkanri-1	99.97	minami4-1	100	setsubi-3	100
app2	100	honkan-1	100	minami5-1	100	sgw-o1	100
auth-o1	100	honkan-2	100	minami5-2	100	sgw-o2	100
auth-o2	100	honkanc-1	100	minami6-1	100	sgw-o3	100
auth-s1	100	honkane-1	100	minami6-2	100	sgw-s1	100
auth-s2	100	honkane-3	100	minami7-1	100	sgw-s2	100
b1-1	100	honkane-4	100	minami7-2	100	slb-o1 ※	98.49
b1-2	100	honkanko-1	100	minami8-1	100	slb-o1_ve352	100
b2-1	100	honkans-1	100	minami8-2	100	slb-s1	100
b2-2	100	honkans-2	100	minami9-1	100	soken-1	100
bak-o1	100	honkanw-1	100	minamiji2-1	100	sokenbekkan-1	100
bak-o2	100	idrac-kvm-s3	100	minamiji4-1	100	sozo-1	100
border-o1	100	idrac	100	minamiko-1	99.91	splunk	100
border-s1	100	ishikawa1-1	100	monitor-o	100	t2w-dhcp1	100
bordersw-k1	100	ishikawa1-2	100	monitor-s	100	t2w-dhcp2	100
bordersw-o1	100	ishikawa2-1	100	nishi1-1	100	taikukan-1	100
bordersw-s1	100	ishikawa2-2	100	nishi2-1	100	taikukan-2	100
cam-o2	100	ishikawa3-1	100	nishi3-1	100	tamachi-1	100
cam-s2	100	ishikawa3-2	100	nishi3-2	100	tamachi-2	100
cam-t1	100	ishikawa4-1	100	nishi4-1	100	tn3-2	100
cc-gsic-1	100	ishikawa5-1	100	nishi5-1	100	toshoo-1	100
cc-gsic-2	100	ishikawa6-1	100	nishi6-1	100	toshoo-2	100
cc-soken-1	100	ishikawa6-2	100	nishi7-1	100	toshoo-4	100
cert-gsic-1	100	ishikawa7-1	100	nishi8e-1	100	toshos-1	100
choele-1	100	ishikawa7-2	100	nishi8e-2	100	toshos-2	100
cicrmc	100	ishikawa8-1	100	nishi8w-1	100	ttf-1	100
circle1-1	100	ishikawa8-2	100	nishi8w-2	100	ttf-2	100
circle2-1	99.94	isotope-1	100	nishi9-1	100	ttf-3	100
circle3-1	100	j1-1	100	nishi9-2	100	ttf-4	100
circle4-1	100	j2-1	100	nishi9-3	100	ttf-5	100
circle5-1	100	j2-2	100	nishi9-4	100	tw2-gw-o	100
coe-1	100	j2-3	100	nishi9-5	100	tw2-gw-s	100
core-o1	100	j2-4	100	noc-gsic-1-b	100	vande-1	100
core-o2	100	j3-1	100	noc-gsic-1	100	ve-301	100
core-s1	100	jimu1-gsic-1	100	noc-gsic-2	100	vmw-o1	100
core-s2	100	jimu1-1	100	noc-gsic-3	100	vmw-o2	100
daigakukaikan-	100	jimu1-2	100	noc-gsic-4	100	vpn-o	100
daigakukaikan-	100	johoeno-1	100	noc-honkan-1	100	vpn-s	100
daigakukaikan-	100	johoeno-2	100	noc-honkan-2	100	vpn-t	100
db-2	100	johoens-1	100	noc-setsubi-1	100	waf-2	100
db	100	kenbikyoe-1	100	noc-setsubi-2	100	waf-o1	100
dhcp-o2	100	kita2-1	100	noc-setsubi-3	100	wdm-os1	100
dns-o	100	kitajii1-1	100	ns-o	100	wdm-os2	100
dns-s	100	kodo-1	100	ns-s	100	wdm-ot1	100
edrm-dns1	100	kodo-2	100	ns1	100	wdm-ot2	100
edrm-dns2	100	koryukaikan-1	100	ns2	100	wdm-so1	100
frontier1-1	100	koukourmc	100	ns6	100	wdm-so2	100
frontier1-2	100	kvm-o1	100	ntp-o1	100	wdm-to1	100
frontier2-1	100	kvm-o2	100	ntp1	100	wdm-to2	100
frontier2-2	100	kvm-o3	100	ntp2	100	web-o1	100
fujisawa--titec	100	kvm-s1	100	ookayama-gw	100	web-o2	100
g1-1	100	kvm-s2-idrac	100	opw10g-o2	100	wlc-o1	100
g1-2	100	kvm-s2	100	opw10g	100	wlc-o1_v110	100
g2-1	100	kvm-s3	100	pm-o1	100	wlc-o2	100
g2-2	100	kvm-sw-o1	100	portal	100	wlc-o2_v110	100
g3-1	100	log-o1	100	power-t1	100	wlc-o3	100
g3-2	100	log-o2	99.46	proxy	100	wlc-o3_v110	100
g4-1	100	log-o3	100	prx-o1	100	wlc-s1	100
g4-2	100	logger-3	100	prx-o2	100	wlc-s1_v111	100
g5-1	99.98	logger	100	prx-o4	100	wlc-s2	100
g5-2	100	mgmtgw-o	99.98	prx-o5	100	wlc-s2_v111	100
genso-1	100	mgmtsw-t1	100	prx-s1	100	www6315ua	100
genso-2	100	mgmtsw-t2	100	prx-s2	100	xen-o2	100

ネットワーク機器、アプライアンス、サーバ群の稼働率

2-5 情報セキュリティ

東工大 CERT 活動の概要

情報セキュリティの重要性が高まる中で 2014 年度 10 月に情報セキュリティの専門チームである東工大 CERT (Computer Emergency Response Team) が設立された。東工大における研究／教育／事務活動等を促進させるため、安全な計算機環境を提供する事が CERT の役割である。セキュリティ事案発生時における緊急対応を行うほか、セキュリティ情報の発信、学内の脆弱性調査など事前対応に重きを置いた情報セキュリティに関わる活動を行っている。2019 年度は上記の基本的な業務を継続および改善しながら、複数の次世代型セキュリティ機器やその他のインテリジェンスを積極的に活用するためにログ分析基盤を一層充実させ、インシデント対応の質向上に努めた。

また、学内の部局からセキュリティ要員を募り情報セキュリティのリテラシーが全学に浸透する様に要員向けセミナーを複数回開催した。他には学外のセキュリティ組織との連携を強化し、脅威情報や CSIRT の体制作りなど情報や知見の共有を図り、加えてインシデントレスポンスの自動化に向けた研究開発も行った。

WEB サイトの運用

最新の情報セキュリティに関する注意喚起、情報解説を目的としたホームページ (<http://cert.titech.ac.jp>) を運用しており、これまでに 300 件程度の記事を掲載した。最新のセキュリティニュースの中でも大学に関係する話題を中心に選択し、平易で短い解説を付けて紹介する事で情報セキュリティに関する興味の喚起を図っている。

全学向けの注意喚起

特に危険度が高いと判断したセキュリティ情報については、全学の利用者向けに分かり易く伝えることを目的とした注意喚起をメールで配信している。教育研究評議会、部局長等連絡会におけるセキュリティ報告等と連動させたり、大量のばらまき型のメール攻撃を受けるなどインシデントの可能性が高まっている際に配信したりと学内への周知効果を高めるよう努めている。日常的に発生するばらまき型のメール攻撃等に関しては Twitter を利用して情報を配信している。

全学向けの情報セキュリティセミナー

新採用教員および職員向けや新部局長／評議員向けに年間合計で 4 回程度情報セキュリティセミナーを開催している。一部の学院に対してはオリエンテーション時に新生向けに情報セキュリティのセミナーを実施し、4 月は日本語で 10 月は留学生が多いので英語でセミナーを行った。

また、附属高校のコンプライアンス研修でもセミナーを行った。特に 2019 年度は直近のサイバー攻撃の状況を鑑み、事務組織を中心に追加で 4 回セミナーを開催した。

学内向け脆弱性診断

Google や SHODAN また censys といった検索エンジンを利用する事で公開情報から脆弱性を調査した。これは不正侵入等を試みる犯罪者も利用する方法で有り、事前に脆弱性のある機器を調査し対策を講じることで不正侵入等を防止する効果が期待出来る。学内の WEB サーバやプリンタ複合機、テレビ会議システム等に脆弱性が発見され、担当者に通知すると共に対応を行った。特に WordPress に代表される WEB コンテンツ管理システムの脆弱性を発見する事に対して効果を発揮した。脆弱性診断ツール（Nessus）を利用し、学内の主要な WEB サーバを中心に定期的な診断を実施し、脆弱性一覧をまとめ担当者と連携しながらアップデート等の対応を行った。

また継続し ICS（Industrial Control System）など制御系のシステムにも注意し、調査および対策を行った。

T2BOX: ファイル共有システムの開発・運用

多様なメール攻撃が日常的に行われており、添付ファイルを不用意にクリックしてマルウェアに感染する事例が多く報告されている。メールの添付ファイルを抑制するために、2016 年度より本学独自のファイル共有システム（名称：T2BOX）を NAP や NOC と協力して運用を開始した。学内でも広く利用されており、多くの改善のための要望を受けている。昨年度に引き続き改修を行い、ユーザビリティの向上や安定運用に向けての機能追加などを行った。

次世代型セキュリティ機器の運用等

攻撃手法が高度化および多様化しており既存のファイアウォール等だけでは攻撃の検知が非常に難しくなっている。そこで昨年度に引き続き、最新の脅威を検知する次世代型セキュリティ機器の利用実験と評価を NOC と共同で実施した。今年度は次世代型ファイアウォールの更新を念頭にセキュリティ機器の検証を重ねた。現在はファイアウォールおよびサンドボックス型の次世代型セキュリティ機器が稼働しており、その運用に加えてそれら機器が出力するログを十分に活用するためにログ分析基盤の強化も図っている。このログ分析基盤を安定運用しつつより機能を強化するためにデータ解析ツールの検証も併せて行った。

情報セキュリティ要員を通した全学リテラシーの向上

部局長・評議員向けのセミナーにおいて、セミナー（情報セキュリティ）の内容を広く部局内でも展開したいと要望があった。その要望を受け、CISO、情報セキュリティ危機管理専門委員会、東工大 CERT が協力し、全学での情報共有を推進する枠組みを構築した。具体的には各部局等から情報セキュリティ要員を募り、各部局等への橋渡し役である要員に向け 2019 年度はセミナーおよび交流会を実施し、資料の提供等も行った。学生向けの資料

（日本語版／英語版）を別途作成し、全体で共有を図った。

セキュリティインシデントへの対応

学内で起きたセキュリティを脅かす事象に対して該当マシンをネットワークからの切断する等初動対応を行った。場合によっては該当機器のログ等の分析を通して原因究明を行い、今後の対策に活用した。またインシデント報告を教育研究評議会、部局長等連絡会で行い、原因や対策方法を全学に通知した。

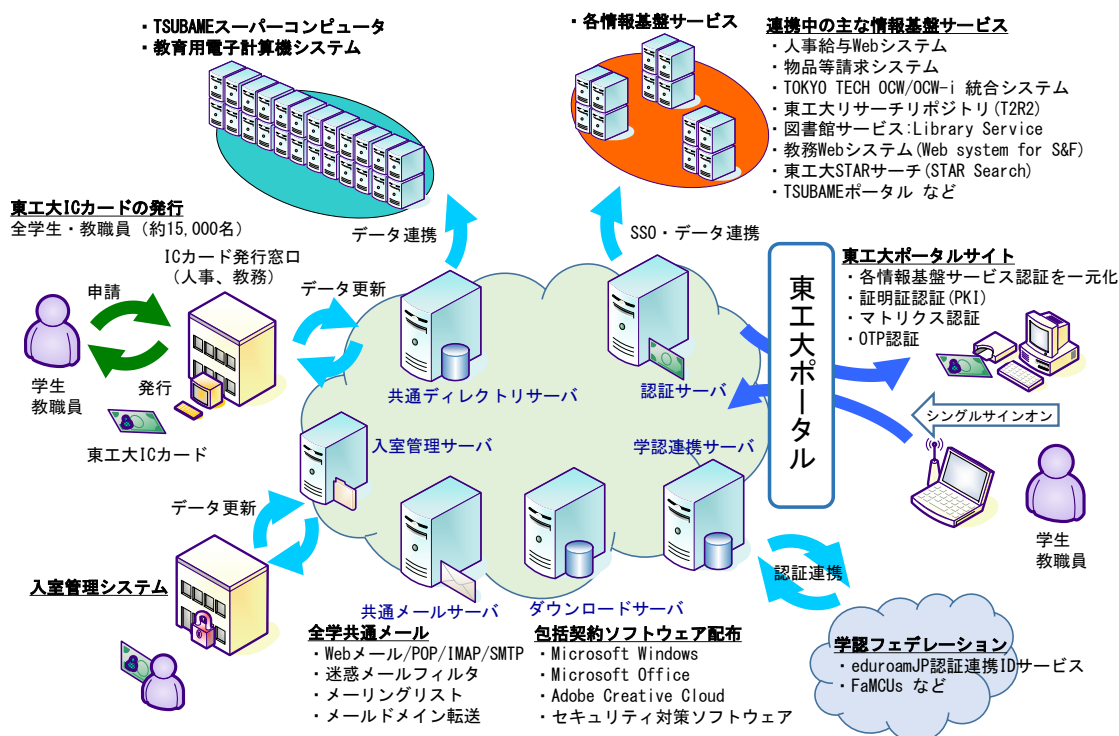
セキュリティ教育教材を用いた啓発活動

東工大内で作成したガイドブックや NISC が作成している情報セキュリティ関係のハンドブックを冊子にして学内セミナー等の機会に配布している。日英版に加えてガイドブックは中国語版も用意している。また、ビデオ教材も日英版を準備し学内で共有している。加えてチラシの形でも特定のトピックについて WEB やデジタルサイネージなどを併せて注意喚起を行っている。一部のコンテンツは他機関に提供するなどし、学外組織との連携も深めている。

2-6 キャンパス共通認証・認可システム

2-6-1 構成

本学の研究・教育・事務処理における情報サービスに対する利用者情報を統合し、かつ利便性・安全性・安定性の向上を図るため設けられた全学キャンパス共通認証・認可基盤システム及び全学共通メールシステムの概念図を以下に示す。本学構成員全員に対して情報基盤を利用するための全学共通のアカウントを付与するとともに、PKI（公開鍵暗号方式を利用したセキュリティ基盤）を用いた認証サーバに基づき、「東工大 IC カード」、「全学共通メールサービス」を提供している。



東京工業大学キャンパス共通認証・認可基盤の概要

共通認証・認可システム及び全学共通メールシステムの概念図

2-6-2 運用

(1) 東工大ポータル

学内の情報基盤サービスや各種情報サービス（以下、情報サービスという。）に対する統一的な利用の窓口として「東工大ポータル (Tokyo Tech Portal)」と呼ぶウェブページを用意している。この東工大ポータルに一度ログイン（シングルサインオン）することにより、情報基盤サービスを利用することができるようになっている。

(2) 連携中の主な情報基盤サービス

東工大ポータルから利用可能なサービスは以下のとおりである。

- ・全学共通メール（Tokyo Tech Mail ウェブメール、管理者機能など）
- ・学内ネットワーク環境への接続（SSL-VPN 接続）
- ・包括契約ライセンスソフトウェアの提供
- ・物品等請求システム
- ・東工大リサーチリポジトリ（T2R2）
- ・図書館サービス：Library Service
- ・人事給与 Web システム
- ・TOKYO TECH OCW/OCW-i 統合システム
- ・教務 Web システム（Web system for S&F）
- ・東工大 STAR サーチ（STAR Search）
- ・TSUBAME ポータル
- ・学外サービスとの認証連携（学認フェデレーション）
- ・建物情報閲覧システム
- ・教員自己点検システム（FIS）
- ・データ分析システム（DAS）
- ・東工大学修ポートフォリオ（TokyoTechPortfolio）
- ・T2Report
- ・学生一般定期健康診断 予約・問診
- ・教育用電子計算機システム

2-6-3 実績

(1) 本年度トピックス

1) 東工大ポータル認証画面のデザイン変更（2019 年 8 月）

フォントや背景色を見直し、今までより見易いデザインに変更した。

2) 入室管理システムの更新（2019 年 12 月）

サーバ OS 及びクライアント OS のソフトウェアサポート終了に伴い、入室管理システムの更新を行った。

3) 本年度ポータルと連携を開始した情報基盤サービス

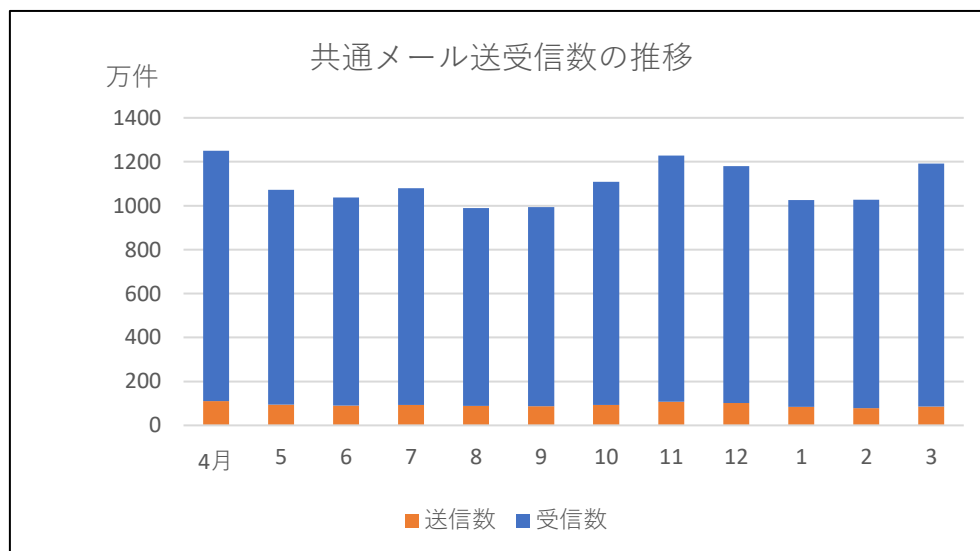
- ・全学施設予約システム（2019 年 4 月）
- ・財務会計システム（2019 年 11 月）

(2) 全学共通メールの利用状況を以下に示す。

・全学共通メールアドレス発行件数（2020 年 3 月 31 日現在）

全学共通メールアカウント	14,742
（内訳）常勤職員	1,759
非常勤職員	1,938
アクセスカード	393
学士課程学生	4,768
大学院学生（修士課程）	4,073
大学院学生（博士後期課程）	1,430
研究生等	381

・全学共通メール利用状況（2019 年 4 月 1 日～2020 年 3 月 31 日）



(3) 東工大 IT サービスデスク

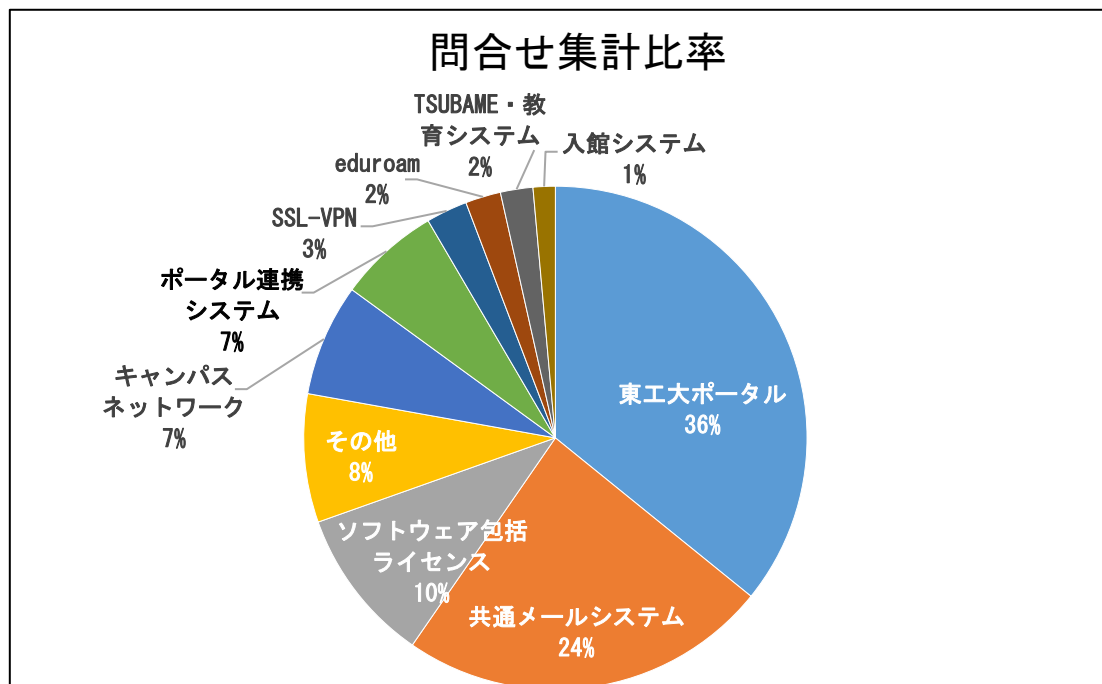
学術国際情報センターで提供する情報サービス全般の問合せの対応と東工大ポータルで利用可能な各種サービスの担当窓口へ誘導するサービスを提供している。

研究推進部情報基盤課基盤システムグループ

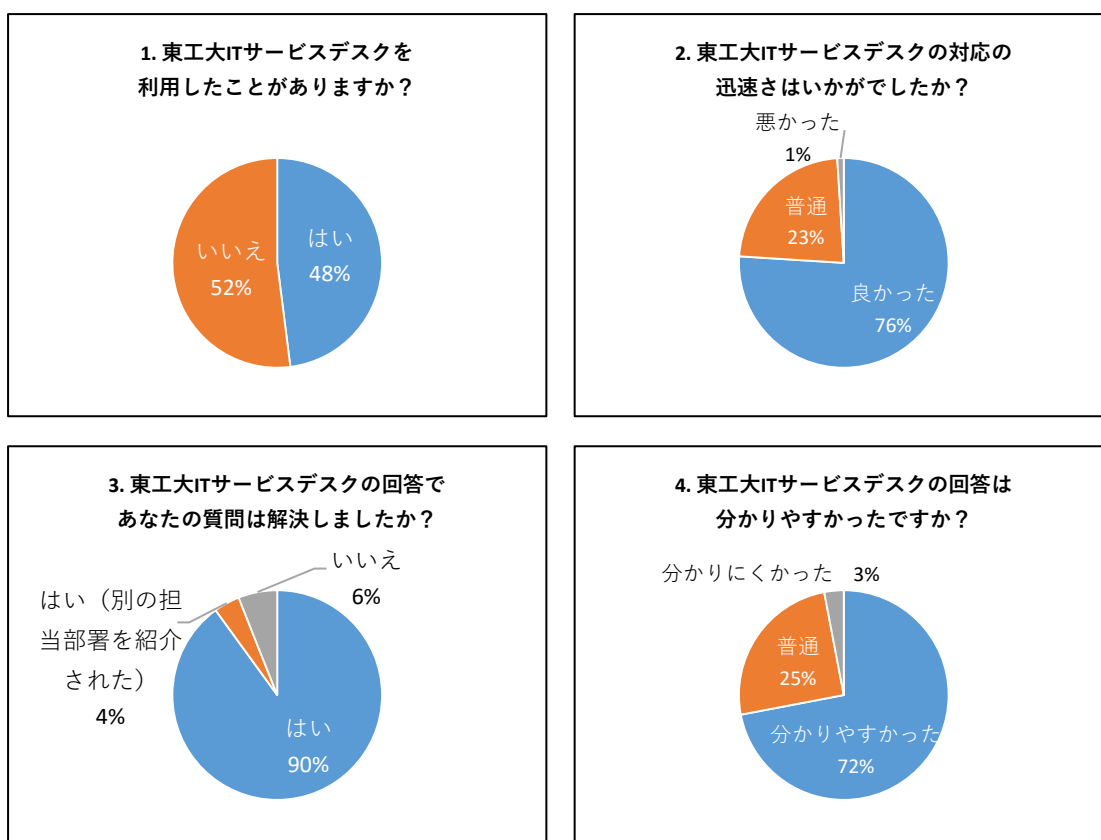
東工大 IT サービスデスク

- ・電 話 : 03-5734-3654 9:00～12:15、13:15～17:00（休日・祝祭日を除く）
- ・メール : helpdesk@gsic.titech.ac.jp

以下に、本年度 IT サービスデスクに寄せられた問い合わせの集計比率を示す。なお、グラフ中の「その他」は教務 Web システムや物品等請求システムなどの連携している情報基盤サービスに関する問い合わせや PC 端末の操作などの問い合わせが含まれる。



また、東工大 IT サービスデスクでは、毎年（例年 1 月頃）全教職員を対象にアンケートを実施し、サービスのさらなる向上と改善に努めている。以下に集計結果を示す。



アンケート回答者数 586 名

2-7 ソフトウェア包括契約

2-7-1 概要

学内でも広く使われているソフトウェアの内、Microsoft Windows 及び Microsoft Office については平成 19 年 4 月から、Symantec 社製セキュリティ対策ソフトウェアについては平成 21 年 4 月から、Adobe 社 Adobe Creative Cloud については平成 26 年 11 月から、MathWorks 社 MATLAB については平成 27 年 3 月から包括ライセンス契約を締結した。これは、研究室等における上記ソフトウェアの購入経費の軽減（大学全体での経費削減）、不正コピーの抑止を目的に導入したものである。

その結果、平成 31（令和元）年度の実績で約 4 億円の経費が削減され、加えて、本学学生および教職員が Microsoft Office 365ProPlus を個人所有の PC 用に導入することが可能となり、学生の学習・研究環境整備にも貢献している。

また、提供するソフトウェアに対する管理を厳密に行う手段として、全学認証システムとの連携による本人認証を行っている。

昨年度からの運用の変更点は以下のとおりである。

- ・平成 31 年 4 月：Microsoft 社提供による Office と Windows に関する E-learning サービスを廃止
- ・令和元年 12 月："Adobe Creative Cloud ENT : 64bit : Shared Device License : CC2020" の提供を開始
- ・令和 2 年 1 月：Windows 7 Enterprise Service Pack 1 の提供を停止
- ・令和 2 年 3 月：Sophos セキュリティ対策ソフトウェアの試験的提供を開始
Symantec セキュリティ対策ソフトウェアの提供を停止、

【包括契約で提供されるソフトウェア】

Microsoft Office	Windows 版	Office Professional 2016 Office Professional 2019
	Mac 版	Office 2016 for MAC Office 2019 for MAC
Microsoft Office 365		個人所有 PC のみ
Microsoft Windows Upgrade	Windows 10 Education Upgrade	
	Windows 8.1 Enterprise Upgrade	
	Windows 7 Enterprise Upgrade	
Symantec 社製セキュリティ対策ソフトウェア	Windows, Mac, Linux 版	Endpoint Protection

Adobe	Windows, Mac 版	Adobe Creative Cloud Full package, Illustrator, Acrobat, Photoshop 各単品
MathWorks	Windows, Mac, Linux 版	MATLAB

2-7-2 運用

・ Microsoft 社製品, Symantec 社製品, Adobe 社製品

1) 利用資格

アクセスカード、入館カードを除く東工大 IC カード身分証を保持する学生、教職員が利用できる。

2) インストール対象となるコンピュータ

以下の条件を満たすコンピュータにインストールすることができる。

- ・ 大学の経費で購入した大学所有のコンピュータ（大学の物品及びレンタル品を含む）
- ・ 利用資格を有する者が所有する個人所有のコンピュータ（ただし、Symantec 社製セキュリティ対策ソフトウェアについては学内 LAN を利用する PC に限り 1 台分利用可能。Adobe 製品については個人所有のコンピュータでの利用は不可。）

3) 提供方法

a) 大学所有コンピュータへの提供

Step1 : 【教室系】常勤講師以上が作業／【事務系】筆頭グループ長が作業

IC カード認証により東工大ポータルにログイン	⇒	誓約書を提出
-------------------------	---	--------

Step2 : 【教室系】常勤講師以上が作業／【事務系】筆頭グループ長が作業

東工大ポータルにログイン（マトリクス/OTP 認証可）	⇒	パスワード取得
-----------------------------	---	---------

Step3 : 【教室系】教職員・非常勤職員・学生が作業／【事務系】常勤職員が作業

東工大ポータルにログイン（マトリクス/OTP 認証可）	⇒	インストーラをダウンロード
-----------------------------	---	---------------

*パスワード取得から 24 時間以内に作業する必要有り

b) 個人所有コンピュータへの提供（Microsoft Office365ProPlus）

Step1 : 東工大ポータルにログイン（マトリクス/OTP 認証可）

Step2 : 【Office365 アカウント】を選択し、東工大 Office365 アカウントとパスワードを入手

Step3 :

https://www.office.com/ へアクセスし、上述のアカウントとパスワードでサインイン

Step4 :

指示に従い、インストール／ライセンス認証

c) 個人所有コンピュータへの提供 (Symantec 社製セキュリティ対策ソフトウェア)

東工大ポータルにログイン (マトリクス/OTP 認証可)	⇒	インストーラをダウンロード
------------------------------	---	---------------

• Mathworks 社製品 (MATLAB)

1) 利用資格

教職員: 東京工業大学に勤務する教職員

学 生 : 東京工業大学に在籍する学部生および大学院生

2) インストール対象となるコンピュータ

教職員: 教職員の個人の PC および大学予算で購入した研究室等の PC

学 生 : 学生個人の PC

3) 手続方法

1. My MathWorks のサイトでアカウントを作成
2. My MathWorks にアカウントが登録されると「メールアドレスの認証」という件名のメールが mathworks.com から届くので、メール文中のリンクから「メールの確認」をクリックし、メールアドレスを承認する。

詳しくは、<http://tsubame.gsic.titech.ac.jp/MATLAB-TAH> で確認。

2-7-3 実績

Microsoft Windows 配布数

	2019									2020			計
	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	
10	221	58	48	46	50	45	66	170	209	188	87	176	1364
8.1	2	1	0	0	0	3	2	1	4	6	1	5	25
7	3	5	4	2	4	2	2	7	1	2	-	-	32
計	226	64	52	48	54	50	70	178	214	196	88	181	1421

Microsoft Office 2019 配布数

	2019									2020			計
	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	
Win	613	301	189	180	171	207	224	276	370	344	246	592	3713
Mac	207	55	55	49	41	38	87	80	62	55	36	163	928
計	820	356	244	229	212	245	311	356	432	399	282	755	4641

Microsoft Office 2016 配布数

	2019									2020			計
	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	
Win	150	57	66	46	36	36	51	49	75	82	31	80	759
Mac	32	10	9	9	3	6	12	6	3	11	2	10	113
計	182	67	75	55	39	42	63	55	78	93	33	90	872

Symantec Endpoint Protection (Windows 版) 配布数

	2019									2020			計
	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	
学内 PC	801	240	245	469	184	218	256	336	488	436	166	152	3991
個人 PC	236	100	66	50	34	69	72	37	50	67	22	44	847
計	1037	340	311	519	218	287	328	373	538	503	188	196	4838

Symantec Endpoint Protection for Macintosh (Mac 版) 配布数

	2019									2020			計
	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	
学内 PC	49	10	14	20	13	6	10	5	21	17	6	23	194
個人 PC	18	6	3	4	7	11	16	2	9	5	5	4	90
計	67	16	17	24	20	17	26	7	30	22	11	27	284

Symantec Endpoint Protection for Linux (Linux 版) 配布数

	2019									2020			計
	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	
学内 PC	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2

Adobe Creative Cloud 配布数

	2019									2020			計
	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	
Win	20	12	2	5	2	5	10	5	1	4	2	5	73
Mac	3	3	2	1	4	0	12	1	5	3	1	3	38
計	23	15	4	6	6	5	22	6	6	7	3	8	111

Adobe Full set 配布数

	2019									2020			計
	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	
Win	466	168	105	114	82	105	161	103	96	119	65	132	1716
Mac	80	62	28	26	22	19	43	41	37	48	13	365	784
計	546	230	133	140	104	124	204	144	133	167	78	497	2500

Adobe Acrobat 配布数

	2019									2020			計
	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	
Win	664	180	164	165	126	172	206	195	256	216	150	410	2904
Mac	140	49	69	28	37	22	61	88	35	55	32	158	774
計	804	229	233	193	163	194	267	283	291	271	182	568	3678

Adobe Illustrator 配布数

	2019									2020			計
	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	
Win	344	77	60	76	46	70	92	65	82	95	56	135	1198
Mac	139	31	33	34	22	23	42	43	28	31	11	71	508
計	483	108	93	110	68	93	134	108	110	126	67	206	1706

Adobe Photoshop 配布数

	2019									2020			計
	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	
Win	263	72	56	70	43	67	74	66	68	87	52	138	1056
Mac	84	22	28	25	28	11	39	30	14	23	6	38	348
計	347	94	84	95	71	78	113	96	82	110	58	176	1404

Adobe SDL 配布数

	2019									2020			計
	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	
Win	-	-	-	-	-	-	-	30	79	63	47	114	333
Mac	-	-	-	-	-	-	-	12	44	51	20	215	342
計	-	-	-	-	-	-	-	42	123	114	67	329	675

• MATLAB 配布数

2020.03 末の登録人数：3250 人、インストール台数：5573 台

• Office 365 ProPlus 配布数

2020.03 末の登録数

• Windows: 3195, Mac : 837, Android : 84, iOS : 679, Windows Mobile:13

2-8 学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点の公募型共同研究

副センター長 青木 尊之
特任准教授 渡邊 寿雄
コンピュータシステム担当 根本 忍
共同利用推進室 松本 豊

TSUBAME 共同利用サービスの概要

東京工業大学 学術国際情報センターが運用するTSUBAME3.0は世界トップレベルのスパコンであると共に、「みんなのスパコン」TSUBAMEとして学内のみならず、TSUBAME共同利用サービスとして様々な制度の下でその膨大な計算資源を広く提供している（表1）。本章ではJHPCN（学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点）について説明し、HPCIについては2-9章、TSUBAME共同利用（学術／産業）については2-10章で説明する。

表 1 TSUBAME3.0 における共同利用サービス一覧

利用 区分	利用者	制度		募集 時期	申請先	成果 公開	1Unit 料金 (税別) ※
学術 利用	他大学 または 研究機 関等	HPCI		年 1 回 10 月頃	HPCI 運用事務局 (高度情報技術研究機構)	公開	無償
		JHPCN		年 1 回 1 月頃	JHPCN 拠点事務局 (東大情報基盤センター)	公開	無償
		TSUBAME 共同利用 (学術)		随時 募集	東京工業大学 学術国際情報センター	公開	100,000 円
産業 利用	民間企 業	HPCI	実証利用	年 1 回 10 月頃	HPCI 運用事務局 (高度情報技術研究機構)	公開	無償
			トライアル ・ユース	随時 募集	HPCI 運用事務局 (高度情報技術研究機構)	公開	無償
		JHPCN 企業共同研究		年 1 回 1 月頃	JHPCN 拠点事務局 (東大情報基盤センター)	公開	無償
		TSUBAME 共同利用 (産業)		随時 募集	東京工業大学 学術国際情報センター	公開	100,000 円
						非公開	200,000 円

※ 1 Unit は 1,000 ノード時間相当。

ネットワーク型拠点の概要

「学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点（JHPCN）」は、東京工業大学学術国際情報センターが、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、東京大学情報基盤センター（中核拠点）、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、大阪大学サイバーメディアセンター、九州大学情報基盤研究開発センターとともに構成する「ネットワーク型」の共同利用・共同研究拠点である。平成 22 年の本拠点認定により、当センターは東京工業大学の学内共同利用施設から、個々の大学の枠を越えた全国の研究者のための共同利用・共同研究拠点となった。平成 28 年度から第 2 期が開始し、従来の一般共同研究に加えて、新たに国際共同研究、企業共同研究、萌芽型共同研究も進め

ている。

本ネットワーク拠点の目的は、大規模情報基盤を用いて、地球環境、エネルギー、物質材料、ゲノム情報、Web データ、学術情報、センサーネットワークからの時系列データや映像データのプログラム解析、大容量ネットワーク利用技術の開発、その他情報処理一般における、これまでに解決や解明が極めて困難とされてきた、いわゆるグランドチャレンジ的な問題について、学際的な共同利用・共同研究を実施することにより、我が国の学術・研究基盤の更なる高度化と恒常的な発展に資することにある。本拠点の構成機関には多数の先導的研究者が在籍しており、これらの研究者との共同研究によって、研究テーマの一層の発展が期待できる。



図 1 JHPCN の構成拠点

ネットワーク型拠点としての活動：公募型共同研究

ネットワーク型拠点は、過半数を構成拠点以外の委員が占める運営委員会による審議・承認の下で運営されている。また年 1 回行われる共同研究課題公募とその共同利用課題の実施は本ネットワーク型拠点で最も重要な活動であり、その事務手続きの大部分（申請課題の受付、審査、採択結果の通知までの手続きなど）は、中核拠点である東京大学 情報基盤センターにて行われている。採択後の利用開始手続きや利用サポート、施設利用負担金の経理処理については、採択課題が利用する共同利用拠点にてそれぞれ行われている。本ネットワーク型拠点活動の活性化のため、全構成拠点内外のメンバーによる運営委員会と構成拠点メンバーのワーキンググループによるヒューマンネットワークも形成されている。

計算機を利用する共同研究は課題申請時に HPCI 課題申請支援システムを利用し、採択課題の一部は課題実施時にも HPCI システムの一部（HPCI-JHPCN システム）を利用した。平成 31 年度の共同研究課題の公募は平成 30 年 11 月 15 日から平成 31 年 1 月 15 日まで行われ、共同研究課題審査委員会（委員は非公開、各構成拠点教員とそれを上回る人数の外部委員で構成）による厳正なる審査の結果、応募 66 件中 58 件（うち 36 件が HPCI-JHPCN システムを利用する課題、残り 22 件が JHPCN の課題）を採択した。表 2 に採択課題数や採択率の推移を示した。

平成 31 年度 共同研究日程

平成 30 年 11 月 15 日 (木)	公募案内開始
12 月 13 日 (木)	課題応募受付開始
平成 31 年 1 月 7 日 (月)	課題応募受付締切 (Web 登録締切)
1 月 15 日 (火)	紙媒体の課題申込書提出期日
3 月中旬	採択結果通知
4 月 1 日 (月)	共同研究開始
令和元年 7 月 11・12 日	JHPCN 第 11 回シンポジウム
令和 2 年 3 月 31 日 (火)	共同研究期間終了

表 2 JHPCN 共同研究課題公募における採択課題数の推移

	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31
採択課題	44	34	35	39	46	52	58
うち HPCI-JHPCN 課題	31	22	27	17	25	30	36
うち東工大利用課題	11	10	10	12	11	16	14
応募課題	55	53	51	47	52	70	66
採択率(%)	80.0	64.2	68.6	83.0	88.5	74.3	87.9

国際共同研究、企業共同研究、萌芽型共同研究

本ネットワーク型拠点は第一期の活動を終え、平成 28 年度より開始した第二期では新たな施策として、従来の一般共同研究課題に加えて国際共同研究、企業共同研究、そして萌芽型共同研究の課題公募を行っている。国際共同研究課題では国内の研究者のみでは解決や解明が困難な問題に取り組む研究を行い、企業共同研究課題では産業応用を重視した研究を行う。平成 31 年度公募では国際共同研究課題として 1 件の共同研究課題が採択・実施されたが、企業共同研究課題の採択はなかった。

また各構成拠点で独自に募集する共同研究を、将来的な JHPCN 課題への進展を期待し、JHPCN 萌芽型共同研究として支援する制度を開始した。各センターにおける JHPCN 萌芽型共同研究制度を表 3 に示した。当センターでは平成 28 年度より TSBUAME 若手・女性利用者支援制度を新たに開始し、平成 31 年度は採択課題 11 件のうち 5 件を JHPCN 萌芽型共同研究として採択した。TSUBAME 若手・女性利用者支援制度については「2-11 TSBAME 公募型共同利用支援制度」の章にて説明している。

表 3 平成 31 年度萌芽型共同研究課題一覧

センター	制度名
北海道大学情報基盤センター	北海道大学情報基盤センター共同研究
東北大学サイバーサイエンスセンター	東北大学サイバーサイエンスセンター共同研究
東京大学情報基盤センター	若手・女性利用者推薦制度
東京工業大学学術国際情報センター	TSUBAME 若手・女性利用者支援制度
名古屋大学情報基盤センター	名古屋大学 HPC 計算科学連携研究プロジェクト
京都大学学術情報メディアセンター	若手・女性研究者奨励枠
大阪大学サイバーメディアセンター	大規模計算機システム公募利用制度
九州大学情報基盤研究開発センター	九州大学 JHPCN 萌芽研究 (JHPCN-Q)

ネットワーク型拠点としての活動：シンポジウムの主催・共催・協賛

平成 31 年度は本ネットワーク型拠点が主催する第 11 回シンポジウムが 7 月 11・12 日に品川グランドセントラルタワーにて参加者 277 名（大学 184 名、研究機関等 40 名、企業 53 名）を集めて行われた。本シンポジウムでは、平成 30 年度に実施された共同研究課題 52 件の研究成果を口頭発表で報告するとともに、平成 31 年度に採択された課題 58 件と萌芽型共同研究課題のポスター発表があり、活発な質疑・応答が行われた。

構成拠点としての活動：提供する計算機資源と当センターの特色

当センターは本ネットワーク型拠点の構成拠点として、クラウド型ビックデータグリーンスパコン「TSUBAME3.0」の計算資源を提供した。平成 31 年度の公募型共同研究課題の採択課題の全 58 件は、公式 Web ページ(<http://jhpcn-kyoten.itc.u-tokyo.ac.jp/>)にて公開されているが、当センターの TSUBAME3.0 を利用する研究課題として表 4 にまとめた 14 件（クラス A 12 件、クラス B 2 件）が採択・実施され、合計 126 口の資源提供を行った。クラス A と B のそれぞれへの内訳は、当初配分予定 142 口、32 口に対して利用実績ベースで 114 口、12 口を配分した。課題毎のより詳細な当初配分口数と利用実績口数は表 4 に示した。

本ネットワーク拠点が供出する計算資源のうち、当センターの TSUBAME3.0 は GPU 搭載スパコンであることを反映して、当センターを利用した採択課題のうち 1 課題を除き全課題が GPU を活用した課題であった。これは本ネットワーク型拠点が持つスパコンの多様性が、公募型研究課題の多様性にも反映されていることを示している。しかしながら、昨今の深層学習／人工知能の隆盛を反映して本ネットワーク拠点内にも多くの GPU 搭載スパコンが導入されており、今後は TSUBAME3.0 以外でも GPU を活用した課題が採択されていくことになるであろう。

構成拠点としての活動：採択課題への配分口数の再配分ルール

年度末時点での残余口数は失効する当センターの課金制度の下で、配分口数の有効活用のため、平成 27 年度より再配分ルールを定め、そのルールに従って実施している。平成 31 年度は平成 30 年度再配分ルールをベースとし各課題への配分資源を四半期毎に分け、毎月の利用実績通知や余剰資源の再配分を実施した。しかしながら、京コンピュータの停止によりポスト京課題への資源配分を行ったことで平成 30 年度以上の混雑が予想されたため、第 4 四半期は第 3 四半期末残資源の移行を行わずに当初配分口を配分することにした。

平成 31 年度 計算資源の再配分ルール

1. 第 1～2 四半期末の残資源の調整（7、10 月の 7 日までに実施）

残資源の 50%を上限として次の四半期への移行を認める。ただし、残資源が 3 口未満の場合は全口数の移行を認める。また 3.前倒し配分および 4.追加配分の残資源も全口数の移行を認める。

2. 第 3 四半期末の残資源の調整（1 月 7 日までに実施）

残資源の次の四半期への移行は行わず、全課題に第 4 四半期の当初配分口数が配分されます。（第 4 四半期の配分資源を前倒し利用した場合は、不足分を追加することで当初口数を配分します。）

3. 第 1～3 四半期の前倒し利用

第 1～3 四半期に計算機資源の不足が生じた課題は、当該課題のそれ以降の割当より前倒し利用可能である。全配分口数は第 1 四半期の初めに配分し、利用申請なしに前倒し利用可能である。一方で、資源量の管理は四半期毎に行い、毎月の利用実績通知において当該四半期末に失効する資源量を通知する。

4. 第 1～3 四半期の追加配分（実施条件を満たす場合、6～12 月の毎月 15 日までに実施）

第 1～2 四半期末の残資源の調整にて生じた残余口数を、各四半期の配分資源の 90%以上を使い切った課題を対象に 5 口を上限として課題代表者からの申請により追加配分する。追加希望口数の合計が残余口数の合計を上回る場合は、追加希望口数に対するドント方式により配分する。

構成拠点としての活動：年度途中の消費税率変更への対応

年度途中の 10 月に消費税率変更（8%から 10%）があったため、JHPCN での利用負担金の JHPCN 事務局への請求の消費税率も 4～9 月分は 8%、10～3 月分は 10%での請求とした。当初は、JHPCN での利用は採択日が 2019 年 3 月以前のため、経過処置による 8%の適用を検討していたが、東工大の契約する税理士に確認したところ、「採択口数を使い残した場合には利用分のみ請求が発生する従量制」である場合には、経過処置の適用外となるとの見解が示されたため、実際の利用時期に対応した消費税率とした。

表 4 平成 31 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 課題一覧

番号	所属機関 利用課題責任者 / 申請課題名	承認口数 利用口数
1	京都工芸繊維大学 高木知弘 粒界異方性を考慮した粒成長の大規模フェーズフィールドシミュレーション	27 口 33 口
2	東京大学情報基盤センター 下川辺隆史 AMR 法を適用した LBM 計算の大規模化に向けたフレームワークの拡張	12 口 5 口
3	東京工業大学学術国際情報センター 横田理央 Hierarchical low-rank approximation methods on distributed memory and GPUs	9 口 8 口
4	日本原子力研究開発機構 小野寺直幸 アンサンブル計算に基づく汚染物質拡散予測の開発	14 口 8 口
5	東京大学 中島研吾 高性能・変動精度・高信頼性数値解析手法とその応用	3 口 3 口
6 ※	東京大学 三木洋平 高精度・高分解能シミュレーションを用いた銀河の形成・進化史の探求	13 口 6 口
7 ※	核融合科学研究所 森高外征雄 Whole-volume gyrokinetic simulation of magnetic fusion plasmas with in-situ data processing	19 口 6 口
8	大阪府立大学 金田昌之 / 圧力発展格子ボルツマン法による大規模気液二相流 GPU コードの開発ならびに多孔体浸潤液滴シミュレーション	11 口 11 口
9	成蹊大学 緑川博子 高性能、高生産性を実現する大規模メモリ・並列処理システムソフトウェアの研究	14 口 7 口
10	日本原子力研究開発機構 小野寺直幸 原子炉内熱流動解析コードの GPU 実装および適合細分化格子法の導入	10 口 10 口
11	神戸大学 橋本博公 海上輸送の革新に向けた自動操船用 AI の開発	14 口 16 口
12	量子科学技術研究開発機構 朝比祐一 Modernizing and accelerating fusion plasma turbulence codes targeting exa-scale systems	12 口 6 口
13	東京工業大学 篠崎隆宏 Deep neural network optimization based on dual inheritance theory and its application	14 口 5 口
14	岡山大学 竹中博士 / 大規模並列地震波シミュレーションに基づく南西諸島における 地震発生メカニズムの高精度解析	2 口 2 口
	合計	174 口 126 口

※ クラス B での採択

2-9 HPCI(革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ)の運用と資源提供

副センター長 青木 尊之
特任准教授 渡邊 寿雄

HPCI の概要と東工大の役割

HPCI(革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ)は、「京コンピュータ」と全国の大学や研究機関に設置されたスパコンを高速ネットワークで結び、多様なユーザニーズに応える革新的な共用計算機環境を実現する基盤システムである。第一期 HPCI 事業(平成 24~28 年度)が終了し、平成 29 年 4 月からは第二期が開始した。また令和元年 8 月の京コンピュータ運用停止により、第 2 階層のスパコン群である HPCI 計算資源提供機関はポスト京課題へ計算資源の提供を行った。HPCI の枠組みの中で、東京工業大学 学術国際情報センターは以下の役割を負っている。

- システム構成機関としての役割
 - ・ HPCI 連携サービス委員会、および HPCI 連携サービス運営作業部会への参加
 - ・ スパコン「TSUBAME3.0」の計算資源の提供
 - ・ 本センターの計算資源を利用する課題へのローカルアカウント発行やサポート
 - ・ 令和元年 8 月の京コンピュータ運用停止に対して、第 2 階層のスパコン群である HPCI 計算資源提供機関としてポスト京課題へ計算資源の提供
- プライマリセンターとしての業務
 - ・ HPCI アカウントの発行・管理、および Shibboleth IdP サーバの運用
- 最寄りセンターとしての業務
 - ・ 対面認証業務の実施

HPCIの運営とHPCI連携サービス委員会およびHPCI連携サービス運営・作業部会

第二期 HPCI では、国がその運営企画調整業務を一般財団法人高度情報科学技術研究機構(RIST)に業務委託し、その下に「HPCI 連携サービス委員会」及び「HPCI 連携サービス運営・作業部会」を設置して HPCI の運営を行っている。システム構成機関である東工大では、定期的に関行される HPCI 連携サービス委員会(4 回開催)と HPCI 連携サービス運営・作業部会(11 回開催)に以下の委員/部会員が出席し HPCI の運営に協力した。

HPCI 連携サービス委員会委員 遠藤敏夫

HPCI 連携サービス運営・作業部会員 額田彰、野村哲弘、渡邊寿雄、根本忍、藤田和宏

HPCIシステム共用計算資源の利用研究課題募集と課題選定

HPCIシステム共用計算資源の利用研究課題募集は、HPCI運用事務局（一般財団法人高度情報科学研究機構、RIST）が窓口となり年1回公募が行われる。申請された利用研究課題の審査は産学官の有識者から構成される利用研究課題審査委員会により実施され、採択課題は1年間の利用が認められる。平成31年度の募集開始から採択までのスケジュールを表1に示す。

表1 HPCIシステム共用計算資源の利用研究課題募集と採択のスケジュール

申請受付開始	平成30年10月4日
電子申請受付終了	平成30年11月6日17時（JST）
押印済申請書の郵送期限	平成30年11月20日必着
利用研究課題審査委員会による課題選定	
選定結果の公表	平成31年2月19日

採択課題の利用開始手続き：対面認証と各種アカウント発行

採択された利用研究課題の代表者あるいは副代表者は最寄りセンターに出向き、対面による本人認証（対面認証）を受けることで、自動的にHPCIアカウントや各利用計算機のローカルアカウントが発行される。本センターでは、対面認証業務の実施、HPCIアカウントの発行、および本センターが提供する計算資源のローカルアカウントの発行を行う。今年度までに実施した最寄りセンターおよびプライマリセンター業務実績を表2に示す。近年はHPCIアカウントを保持する研究者が増え、メールによる対面認証へ移行している。

表2 東工大における最寄りセンターおよびプライマリセンター業務実績

	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31
最寄りセンター業務（対面認証）								
対面認証申請件数 （うち来学数）	16 (13)	25 (13)	21 (7)	20 (7)	23 (6)	25 (9)	28 (7)	25 (7)
対面認証のべ人数	83	46	52	53	75	54	88	48
プライマリセンター業務（各種アカウント発行）								
HPCI アカウント 発行数	38	26	24	19	62	107	141	136
TSUBAME ローカル アカウント発行 数	173	105	64	61	195	181 (T2) 153 (T3)	234	468

東工大の計算資源を利用する採択課題とその実施

平成 31 年度は本センターでは TSUBAME3.0 の計算資源を HPCI へ提供し、定期公募として学術利用の一般課題と産業利用の実証利用課題、そして随時公募として産業利用トライアル・ユース課題の公募を行った。それぞれの公募にて TSUBAME3.0 の計算資源を利用した採択課題一覧を表 3 に示した。一般課題は採択 14 課題に対し合計 804 口、若手人材育成課題は採択 2 課題に対し合計 49 口、産業利用実証利用は採択 3 課題に対し 151 口を配分し、課題を実施した。今年度は、産業利用トライアル・ユースは採択が無かった。

HPCI および JHPCN での課題実施に際して計算資源の過不足が生じた場合、各計算資源提供センターの裁量によって各課題間の計算資源再配分を行うことが認められている。本センターでは公平かつ自動的な計算資源の再配分を行うため、平成 27 年度より再配分ルールを定め、それに従って実施している。平成 31 年度のルール詳細は 2-8 学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点の公募型共同研究 にて説明している。

ポスト京 研究開発枠 重点課題/萌芽的課題への計算資源の提供

令和元年 8 月に京コンピュータが運用停止に対して、第 2 階層のスパコン群である HPCI 計算資源提供機関によりポスト京課題への資源提供を行った。東工大が TSUBAME3.0 の計算資源を提供したポスト京 研究開発枠の重点課題と萌芽的課題の一覧と、その承認口数と利用実績を表 3.4 に示した。重点課題は 3 課題に対し合計 200 口、萌芽的課題は 2 課題に対し合計 18 口の計算資源を提供した。しかしながら、実際の利用実績はそれぞれ重点課題が 100 口（利用率 50.0%）、萌芽的課題が 3 口（利用率 16.7%）となった。

成果報告会の開催

「第 6 回「京」を中核とする HPCI システム利用研究課題 成果報告会」が令和元年 11 月 1 日(金)に THE GRAND HALL(東京・品川)にて開催された。本報告会は「第 2 回 HPCI コンソーシアムシンポジウム ～「京」から「富岳」へ 何が変わり何ができるのか?～」との同時開催となった。成果報告会では、午前中に「第 2 回 HPCI コンソーシアムシンポジウム」の基調講演 3 件とパネルディスカッションがあり、午後からはポスターセッション(Session1)の後、優秀成果賞受賞課題による成果発表(Session2, 3)として 8 件の口頭発表が行われた。

表 3.1 平成 31 年度 Tsubame3.0 利用の HPCI 一般利用（学術）研究課題一覧

番号	所属機関 利用課題責任者 / 申請課題名	承認口数 利用実績	ストレージ容量
1	京都工芸繊維大学機械工学系 高木知弘 / 大規模フェーズフィールド格子ボルツマン計算によるデンドライトフラグメンテーションのメカニズム解明	75 口 83 口	50TB
2	東京大学先端科学技術研究センター 山下雄史 / MD 計算による抗原-抗体相互作用の解析: 抗原の柔らかい領域が持つ効果	42 口 54 口	15TB
3	大阪大学蛋白質研究所 肥後順一 多次元仮想座標とカップルした分子動力学法の AI による加速	71 口 79 口	30TB
4	立命館大学生命科学部 笠原浩太 リン酸化した天然変性領域による転写制御メカニズムの解明	73 口 93 口	6TB
5	大阪府立大学工学研究科機械 桑田祐丞 機能性粗面創出に向けた粗面乱流熱伝達シミュレーション	19 口 20 口	7TB
6	大阪府立大学工学研究科 須賀一彦 / LBMによる透過性複雑界面における乱流熱伝達現象の大規模数値シミュレーション	38 口 41 口	20TB
7	東京大学工学系研究科 塩見淳一郎 マテリアルズ・インフォマティクスによる熱機能材料の探索	75 口 30 口	10TB
8	兵庫県立大学 神谷成敏 / 癌ワクチンの個別医療化に向けた MHC 受容体と癌ワクチンペプチドの結合自由エネルギー計算による親和性予測	75 口 77 口	20TB
9	東北大学 阿部圭晃 / 高次精度非構造格子法に基づく複雑形状着陸脚周りの非定常乱流解析	75 口 19 口	50TB
10	新潟大学 関澤一之 Superfluid Dynamics within Time-Dependent Density Functional Theory	71 口 67 口	20TB
11	日本原子力研究開発機構 山下晋 過酷事故時制御棒溶融現象のマルチフィジクスシミュレーション	75 口 54 口	10TB
12	東京工業大学学術国際情報センター 横田理央 超大規模並列深層学習のための革新的最適化手法の開発	75 口 74 口	10TB
13	東京工業大学学術国際情報センター 青木尊之 多量の瓦礫・流木を含んだ豪雨災害・津波シミュレーション	75 口 100 口	70TB
14	National Tsing Hua University 楊立威 / Reformulated linear response theories to decipher allosteric regulation and identify essential communication sites in 800+ drug targets of FDA-approved drugs	43 口 35 口	15TB
	小計	872 口 804 口	333TB

表 3.2 平成 31 年度 TSUBAME3.0 利用の HPCI 若手人材育成課題（学術）研究課題一覧

番号	所属機関 利用課題責任者 / 申請課題名	承認口数 利用実績	ストレージ容 量
1	情報通信研究機構 チャカロタイ・ジェドヴィスノプ / テラヘルツ帯における広帯域パルス電磁界の大規模並列化数値解析技術	43 口 38 口	5TB
2	筑波大学 田中賢 第一世代星・原始銀河形成における再結合放射の影響	16 口 11 口	10TB
	合計	59 口 49 口	15TB

表 3.3 平成 31 年度 TSUBAME3.0 利用の HPCI 産業利用研究課題一覧

番号	所属機関 利用課題責任者 / 申請課題名	承認口数 利用実績	ストレージ容 量
1	Axcelead 研究本部化学 小久保裕功 / 蛋白質リガンド系の全原子シミュレーションデータを用いた自動ドラッグデザイン	38 口 17 口	30TB
2	バイオグリッドセンター関西 志水隆一 / 新薬開発を加速するインシリコ創薬基盤の構築 -膜タンパク質における薬剤結合解離パスウェイの予測-	38 口 48 口	100TB
3	星薬科大学 福澤薫 / HPCI を活用した FMO 創薬プラットフォームの構築 ～インシリコ創薬に向けた技術開発と事例研究～	75 口 86 口	5TB
	合計	151 口 151 口	135TB

表 3.4 平成 31 年度 ポスト京 研究開発枠 重点課題/萌芽的課題一覧

番号	ポスト「京」課題	所属機関 利用課題責任者 / 申請課題名	承認口数 利用実績	ストレージ容 量
1	重点課題 1 サブ課題 A	理化学研究所 杉田有治 / ポスト「京」での MD 高度化とアルゴリズム深化	100 口 32 口	8TB
2	重点課題 1 サブ課題 B	横浜市立大学 池口満徳 次世代創薬計算技術の開発	50 口 59 口	3TB
3	重点課題 9 サブ課題 A	高エネルギー加速器研究機構 橋本省二 究極の自然法則と宇宙開闢の解明	50 口 9 口	8TB
4	萌芽的課題 2-1 サブ課題 A	兵庫県立大学 藤原義久 マクロ経済シミュレーション	14 口 1 口	1TB
5	萌芽的課題 2-1 サブ課題 A	東京工業大学 高安美佐子 企業ネットワークシミュレーション	4 口 2 口	1TB
		合計	218 口 103 口	21TB

2-10 TSUBAME 共同利用サービス、有償の学術利用と産業利用

副センター長 青木 尊之
特任准教授 渡邊 寿雄

TSUBAME 共同利用サービスの概要

学術国際情報センターでは、スパコン TSUBAME3.0 の計算資源を学内のみでなく、学外の利用者へも広く提供する TSUBAME 共同利用サービスを行っている。平成 27 年度に文部科学省の補助事業「先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業」が終了したため、TSUBAME 共同利用サービスは平成 28 年度からは自主事業として実施している。採択課題数の推移を図 1 に示した通り、平成 31 年度の採択課題数の合計 48 件（内訳は学術利用 25 件、産業利用・成果公開 4 件、産業利用・成果非公開 19 件）であった。表 2~4 には TSUBAME 共同利用の学術利用と産業利用における採択課題一覧を示した。また TSUBAME 共同利用の認知向上と広範な利用課題公募のために広報・渉外活動を継続して行っており、平成 31 年度の実績を表 1 に示した。

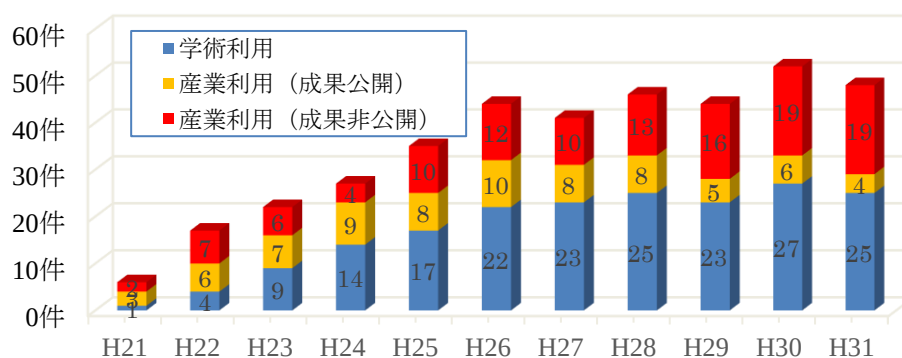


図1 TSUBAME共同利用サービスの採択課題数の推移

産業利用課題への提供資源上限量の設定について

平成 31 年度の TSUBAME 共同利用（産業利用）の同一企業の同一部署あたり年間の提供資源上限量を 30 口とした。元々、TSUBAME 共同利用（産業利用）では提供する資源の総量規制を行っており、平成 31 年度は TSUBAME3.0 の年間の提供可能資源量の 10% (453 口) に制限している。その範囲内で国立大学法人である東工大は多くの利用課題に対し公平に TSUBAME3.0 の計算資源を提供するため、同一企業の同一部署あたりの年間提供資源上限量を 30 口に制限した。

「商用アプリバンドル型」共同利用の終了について

産業利用課題向けの「商用アプリバンドル型」共同利用で提供していた CST 社の MW STUDIO の提供を平成 30 年度末で終了した。今後は他の ISV アプリと同様な扱いとし、ユーザーが所有するライセンスでの利用となる。

「商用アプリバンドル型トライアルユース」は、スパコンのハードウェアのみではなく ISV アプリのソフトウェアも提供することでスパコン利用の裾野を広げる施策であり、多く

の産業利用課題へスパコン利用の動機付けとなった結果、平成 24-27 年度の 4 年間でのべ 29 課題の採択に繋がった。

一方、平成 27 年度末で文部科学省の補助事業「先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業」が終了した後は、ソフトウェアライセンスを購入済の CST 社の MW STUDIO のみ、継続して「商用アプリバンドル型」TSUBAME 共同利用（産業利用）として TSUBAME の利用料金のみで提供を続けており、多額のソフトウェア保守費用は東工大が自己負担していた。大学の厳しい予算状況の中、利用課題による追加負担も検討したがライセンス的に難しいため、ソフトウェア提供の継続を断念するに至った。

表 1 平成 31 年度 広報活動一覧

行事名	開催日	場所	形態	参加者
日本コンピュータ化学会春季年会	6 月 6～7 日	東京工業大学	出展	150 名
第 3 回 HPCI 利用課題募集説明会	9 月 20 日	東京工業大学	共催	10 名
HPCI 第 6 回成果報告会	11 月 1 日	THE GRAND HALL (品川)	出展	281 名
日本コンピュータ化学会秋季年会	10 月 24～25 日	JMS アステールプラザ (広島市中区)	出展	100 名
令和 2 年度共同利用公募説明会	2 月 14 日	東京工業大学	主催	4 名
TSUBAME 利用講習会	随時開催、4 回	東京工業大学	主催	計 7 名
「数理科学」	2020 年 3 月号	株式会社サイエンス社	広告 掲載	—
応用物理学会春季学術講演会	開催中止 講演予稿集は発行	株式会社日刊工業 コミュニケーションズ	広告 掲載	—

表 2 平成 31 年度 TSUBAME 共同利用 学術利用（有償利用）採択課題一覧

課題 番号	所属機関 利用課題責任者 / 申請課題名	購入 口数
1	国立情報学研究所コンテンツ科学研究系 山岸順一 ニューラルネットワークに基づく音声合成	30
2	大阪大学大学院基礎工学科 松林伸幸 ハイドロゲル保水性発現機構の分子論的解明	10
3	東京農工大学 岩見健太郎 メタサーフェスの光学応答解析	5
4	情報通信研究機構 ユニバーサルコミュニケーション研究所 鳥澤健太郎 HPC を利用した自然言語処理技術の研究	30
5	筑波大学計算科学研究センター 建部修見 ノードローカルバーストバッファの研究	4
6	国立感染症研究所病原体ゲノム解析研究センター 横山勝 新興再興感染症研究への分子動力学シミュレーションの応用	28
7	東北大学材料科学高等研究所 水藤寛 マルチ GPU による心血管系の血流の数値シミュレーション	1

表 2 つづき 平成 31 年度 TSUBAME 共同利用 学術利用（有償利用）採択課題一覧

課題 番号	所属機関 利用課題責任者 / 申請課題名	購入 口数
8	理化学研究所革新知能統合研究センター モハammad エムティヤズ カーン 近似ベイズ推定を用いた分散並列深層学習	2
9	物質・材料研究機構 館山佳尚 第一原理計算による電池・触媒メカニズム解明と新物質探索	5
10	大阪府立大学 桑田祐丞 ボルテックスジェネレータ周りの熱流動直接数値解析	8
11	法政大学情報科学部 善甫康成 LRnLA アルゴリズムを用いた物理シミュレーション	1
12	東京大学工学系研究科 沖津康平 X 線多波回折現象の計算機シミュレーション	1
13	自然科学研究機構 アストロバイオロジーセンター / 国立天文台 小松勇 近赤外線を利用する色素の探索	3
14	東京大学空間情報科学研究センター 柴崎亮介 / 高解像度画像を使った広域の家 屋及び道路の深層学習による自動判別システムの開発(3)	2
15	豊橋技術科学大学 後藤仁志 機能物性解析のための計算科学技術の開発	4
16	電気通信大学 三輪忍 TSUBAME3.0 における TensorFlow アプリケーションの性能評価	3
17	長岡工業高等専門学校 和久井直樹 分子動力学シミュレーションを用いた抗関節リウマチ分子標的薬の設計	3
18	国立研究開発法人防災科学技術研究所 藤原広行 GPGPU による巨大地震の長周期地震動シミュレーション	5
19	千葉大学大学院薬学研究院製剤工学研究室 東頭二郎 計算化学による固体分散体中の薬物とキャリアの相互作用の評価	1
20	京都大学 福井謙一記念研究センター 春田直毅 サブナノ粒子の構造及び性質に関する理論的研究	4
21	京都大学 福井謙一記念研究センター 春田直毅 ダイヤモンド NV 中心の励起状態に関する理論的研究	2
22	大阪府立大学 桑田祐丞 流動摩擦抵抗予測法の構築に向けた粗面乱流直接数値解析	2
23	熊本大学 石田桂 深層学習による高解像度化手法の水文学への応用	1
24	神戸大学海洋底探査センター 橋本博公 損傷船体の縦曲げ最終強度と波浪中安全性評価に関する研究	4
25	東京大学大学院医学系研究科 抗体の安定性解析のための分子動力学シミュレーション	2
	小計	161

表3 平成31年度 TSUBAME 共同利用 産業利用（成果公開）採択課題一覧

課題 番号	所属機関 利用課題責任者 / 申請課題名	購入 口数
1	先端素材高速開発技術研究組合 本田隆 フィラー分散ポリマー複合材料の相分離構造シミュレーション	20
2	マツダ株式会社技術研究所 山本雅史 / 車載レーダにおけるターゲット散乱と レーダ反射断面積の FDTD 法による詳細解析	15
3	株式会社 PRISM BioLab 高島 一 中分子創薬のための天然変性蛋白質と中分子の相互作用の研究	10
4	株式会社朝日新聞社 田森秀明 大規模記事コーパスを用いたニューラルネットワークの応用に関する研究	5
	合計	50

表4 平成31年度 TSUBAME 共同利用 産業利用（成果非公開）採択課題一覧

	所属機関（申請課題名は非公開）		所属機関（申請課題名は非公開）
1	株式会社豊田自動織機	11	日鉄ケミカル&マテリアル株式会社
2	株式会社 MOLFEX	12	トヨタ自動車株式会社
3	株式会社クレハ	13	日本ガイシ株式会社
4	株式会社リコー	14	JFE スチール株式会社
5	株式会社リコー	15	東ソー株式会社
6	理研 AIP - 東芝連携センター	16	東洋合成工業株式会社
7	株式会社小松製作所	17	エーザイ株式会社
8	大日精化工業株式会社	18	協和キリン株式会社
9	トヨタ自動車株式会社	19	中外製薬株式会社
10	ヒューマン・メタボローム・テクノロジー ズ株式会社		

2-11 TSUBAME 公募型共同利用支援制度

副センター長 青木 尊之
准教授 横田 理央
特任准教授 渡邊 寿雄

TSUBAME 公募型共同利用支援制度の概要

東京工業大学 学術国際情報センターが運用するTSUBAME3.0は世界トップレベルのスパコンであると共に、「みんなのスパコン」TSUBAMEとして学内のみならず、HPCIやJHPCNの採択課題や学術利用、産業利用にも広く計算資源を提供している。

多様なユーザ層への利用支援のために、TSUBAME3.0の占有/寡占利用による世界のトップクラスのスパコンでしか達成できない著しい成果を上げることを目的とした**TSUBAMEグランドチャレンジ大規模計算制度（2-11-1）**を実施すると同時に、「みんなのスパコン」として若手・女性利用者、そしてより若い世代である大学生、高校生、高専生の利用を支援する**萌芽的研究課題支援制度（2-11-2）**として2つの制度（**TSUBAME若手・女性利用者支援制度、TSUBAMEより若い世代の利用者支援制度**）を実施し、スパコンユーザの裾野を広げる活動を行っている。

2-11-1 TSUBAME グランドチャレンジ大規模計算制度

本制度の概要

TSUBAME3.0は世界トップレベルのスパコンであると共に、「みんなのスパコン」TSUBAMEとして東工大の内外に対して計算機資源を提供しているため、通常運用では1研究課題で全ノードを占有利用する機会はない。そこでTSUBAME3.0のピーク性能を生かして初めて可能となるグランドチャレンジの学術分野の研究課題を広く公募し、TSUBAMEの全ノード占有利用機会を提供することで、世界のトップクラスのスパコンでしか達成できない著しい成果を上げることを目的とし、平成23年度よりTSUBAMEグランドチャレンジ大規模計算制度を設立し、春と秋の年2回で実施している。

本制度で公募するカテゴリとしては、TSUBAME3.0のピーク性能（計算速度）を目指して全ノードを利用するカテゴリAと、膨大な計算量が必要な課題のためにTSUBAME3.0の全ノードの1/3程度を一週間利用するカテゴリBの2つの区分があり、平成31年度は春期にカテゴリB 2件を、秋期にはカテゴリB 1件を採択・実施した。

平成31年度の実施スケジュールと採択課題一覧

平成31年度のTSUBAMEグランドチャレンジ大規模計算制度は、春期はカテゴリAの公募とカテゴリBの3回（4月、5月、6月実施分）の公募を行い、カテゴリBは6月実施に2件を採択/実施した。秋期はカテゴリAとBの公募を行い、カテゴリB 1件を採択/実施した。本制度の基本スケジュールは、カテゴリA/Bともに本実施が行われる2か月前より公募を開始し、1か月前に申請締切/審査/採択決定、その後の本実施までの間に全ノードの1/3を1日占有利用相当の予備実施などの準備が行われる。平成31年度の公募スケジュールは表1に、採択

課題一覧を表2に掲載した。

表1 平成31年度 TSUBAMEグランドチャレンジ大規模計算制度の公募スケジュール

実施時期	カテゴリ	課題公募受付	採択課題決定	
H31 春期	4 月	A & B	1 月 16 日 (水)～2 月 12 日 (火) 17:00	2 月 27 日 (水)
	5 月	B	3 月 4 日 (月)～4 月 8 日 (月) 17:00	4 月 19 日 (金)
	6 月	B	4 月 9 日 (火)～5 月 7 日 (火) 17:00	5 月 17 日 (金)
R01 秋期	10 月	A & B	9 月 6 日 (金)～9 月 27 日 (金) 17:00	10 月 4 日 (金)

表2 平成31年度 TSUBAMEグランドチャレンジ大規模計算制度の採択課題一覧

実施時期	カテゴリ	所属機関 利用課題責任者	申請課題名
H31 春期	B 6月	東京工業大学 教授 Bhanu Das	Calculation of various atomic properties for studies on fundamental physics using large-scale high-performance computation
	B 6月	筑波大学 大学院生 町田健太	大規模ゲノムデータに対する分散並列相同性検索システムの提案
R01 秋期	B	東京工業大学 教授 秋山 泰	超並列タンパク質間相互作用予測システム MEGADOCK 5.0 によるインタラクトーム予測計算

2-11-2 萌芽的研究課題支援制度

本制度の概要

学術国際情報センターのスパコン TSUBAME3.0 は、学内のみならず、HPCI や JHPCN の採択課題や学術利用、産業利用などの最先端の研究・開発に広く計算資源を提供している。一方でスパコン利用の裾野を広げるための萌芽的研究課題支援制度として、**TSUBAME 若手・女性利用者支援制度**と **TSUBAME より若い世代の利用者支援制度**の2つの制度を実施している。このうち TSUBAME 若手・女性利用者支援制度の採択課題の一部は JHPCN の萌芽型共同研究課題としても同時採択している。それぞれの利用支援制度は、以下の応募資格と公募スケジュールにて実施した。

● TSUBAME 若手・女性利用者支援制度(定期公募)

応募資格：若手利用者（40歳未満、大学院生を含む）及び女性利用者（年齢は問わない）

公募スケジュール：年1回、2月に公募を行い、3月に審査結果を発表する。4月から1年間利用可能。

● TSUBAME より若い世代の利用者支援制度（随時公募）

応募資格：申請書受理時に、大学学部、高等学校、高等専門学校のいずれかに在学中であり、翌月以降も在学予定の者。

公募スケジュール：4-12月の間に随時で公募を受け付け、速やかに審査結果を通知する。採択課題は採択後より当該年度末まで利用可能。同一申請グループによる継続申請は最大3回までとする。平成31年度の公募受付は12月16日(月)17時までとし、受付終了後から3月までの間は申請を受け付けない。

平成31年度公募の採択・実施課題一覧

萌芽的研究課題支援制度のうち、TSUBAME より若い世代の利用者支援制度では平成 31 年度は表 3 に示した 1 件を採択・実施した。TSUBAME 若手・女性利用者支援制度の平成 31 年度公募は平成 31 年 2～3 月に行われ、表 4 に示した 11 課題が採択された。そのうち 5 課題は JHPCN 萌芽型共同研究課題として同時採択された。

表 3 平成 31 年度 TSUBAME より若い世代の利用者支援制度 採択課題一覧

採択日	所属機関 利用課題責任者 / 申請課題名
R02/01/21	筑波大学理工学部工学システム学類 本田恒太 分子動力学法による CO2 ハイドレート中の分子拡散係数の算出

表 4 平成 31 年度 TSUBAME 若手・女性利用者支援制度 課題一覧

番号	所属機関 利用課題責任者 / 申請課題名	承認口数
1 ※	筑波大学計算科学研究センター 原田隆平 / カスケード型分子動力学シミュレーションに基づくフレキシブルドッキング法の開発	3
2	広島大学大学院理学研究科数理分子生命理学専攻 亀田健 / DNA のメチル化が及ぼす DNA の力学特性・ヌクレオソーム形成能変化の解析	3
3 ※	東京工業大学工学院機械系 児玉学 GPU を用いたアルカリ水電解の大規模二相流電気化学連成シミュレーション	2
4	京都工芸繊維大学 水口朋子 アミロイド線維形成の初期過程の分子動力学シミュレーション	2
5	近畿大学大学院生物理工学研究科 松倉里紗 中分子薬と Heat Shock Protein 90 とのドッキングシミュレーション	3
6	千葉工業大学 Mohini Yadav インフルエンザウイルス薬剤耐性化の分子機構についての理論的研究	3
7	京都大学理学研究科 田口真彦 ADP/ATP 透過担体の全輸送サイクルの原子論的解明	3
8	東京大学大学院薬学系研究科 佐山美紗 膜受容体タンパク質の脂質による活性化機構の理論的解析	3
9 ※	大阪大学大学院基礎工学研究科 山田一雄 / 全原子分子動力学シミュレーションを用いた長鎖高分子溶融体の相溶性計算法の開発	3
10 ※	海上技術安全研究所環境・動力系 馬駿 / 触媒表面における分子の付着・離脱メカニズム解明のための分子動力学シミュレーション	2
11 ※	東京大学大学院 ZHANG YOUYUAN 空気レーザーシミュレーターの計算コード開発	3
	合計	30

※ JHPCN 萌芽型共同研究課題として同時採択

3. 国際協働

3-1 MOUに基づく国際共同研究

3-1-1 プリンストン大学との TSUBAME を用いた国際共同研究

プリンストン大学プラズマ物理研究所の William Tang 教授と東京工業大学 学術国際情報センターの横田理央准教授の共同研究により、再帰的ニューラルネットワークを用いたプラズマの挙動予測のために TSUBAME グランドチャレンジ制度を利用して大規模な学習を行うことができた。PIC などのシミュレーションと比較して高精度な予測を世界で初めて実現することができ、その結果は Nature に掲載された。William Tang 教授のグループはこれまで世界最大級の GPU スパコンである米国 Oak Ridge 国立研究所の Titan とスイス ETH/CSCS の Piz Daint のフルノードを用いたプラズマ物理のベンチマークを行ってきた。TSUBAME 上でも同等のベンチマークを行うことで世界最大級の GPU スパコンとしての TSUBAME の相対的性能評価を行うことができた。

3-2 国際シンポジウム・ワークショップ

3-2-1 スイス ETH と米国オークリッジ国立研究所との共催シンポジウム

東京工業大学 学術国際情報センター、オークリッジ国立研究所、スイス国立スパコンセンターの 3 者間 MOU をベースとした ADAC は GPU 関係で研究・開発・利用・運用で世界的実績を深めていくことを目的として開始した。平成 31 年度は東京大学情報基盤センターを含む 11 機関の MOU へと拡張した。ADAC ワークショップを持ち回りで開催しており、平成 31 年度は第 8、9 回ワークショップを企画・開催した。（第 9 回は新型コロナウイルス感染拡大により令和 2 年度へ延期）第 8 回ワークショップは東京大学 柏キャンパスにて開催され 57 名が参加した。（内国外から 36 名）



4. イベントおよびアウトリーチ活動

4-1 オープンキャンパス・ホームカミングデイにおける TSUBAME 一般公開

当センターでは、学内行事に合わせ「スパコン TSUBAME」の一般公開をより多くの方に見学いただけるよう配慮し、下記の2コースで実施しています。

- ・担当教員によるスパコン説明後にマシンルームを見学する「事前予約制コース」
- ・マシンルームのみを自由に見学できる「自由見学コース」

8月10日（土）に開催されたオープンキャンパスでは、事前予約制コースは94名、自由見学においても1,636名の見学者があり大盛況となりました。



10月12日（土）、13日（日）の2日間にわたり開催が予定されていた工大祭については、残念ながら台風の影響で中止となりました。

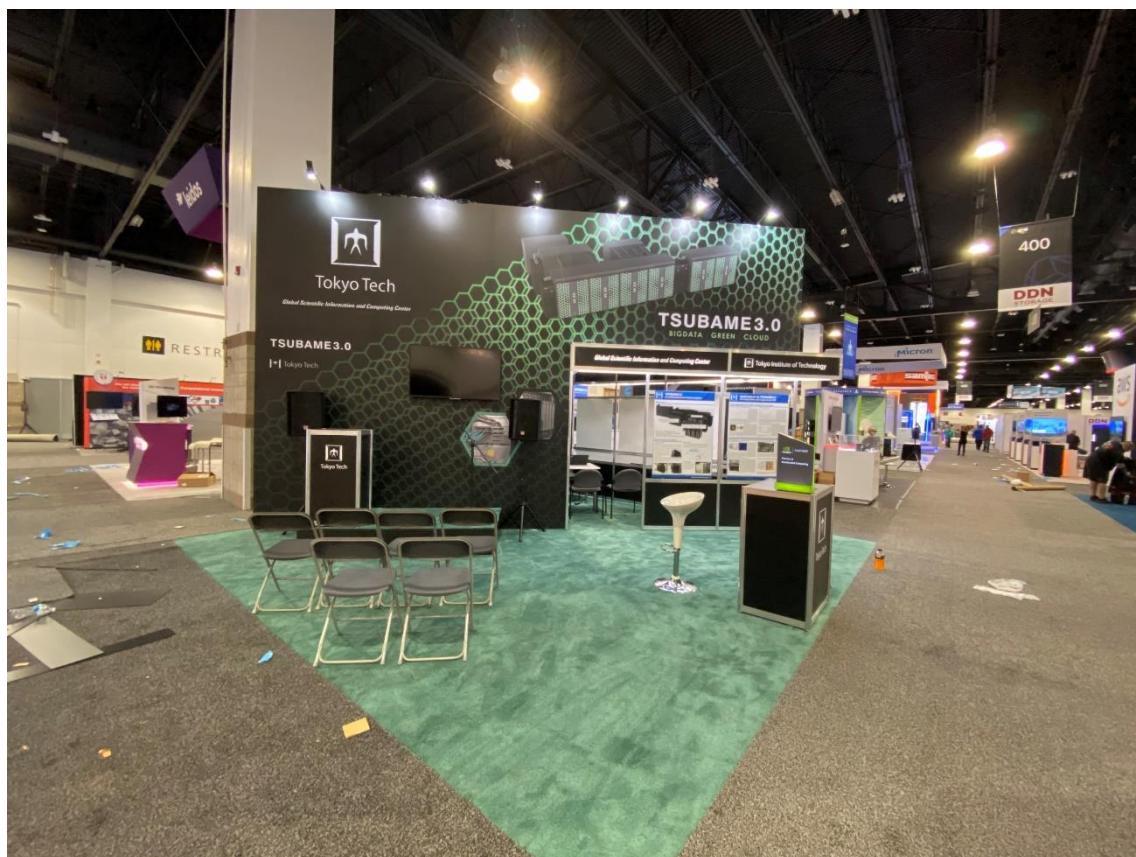


昨年同様、多くの方々に興味・関心を持っていただけた事に感謝申し上げます。

4-2 Supercomputing2019 におけるブース出展

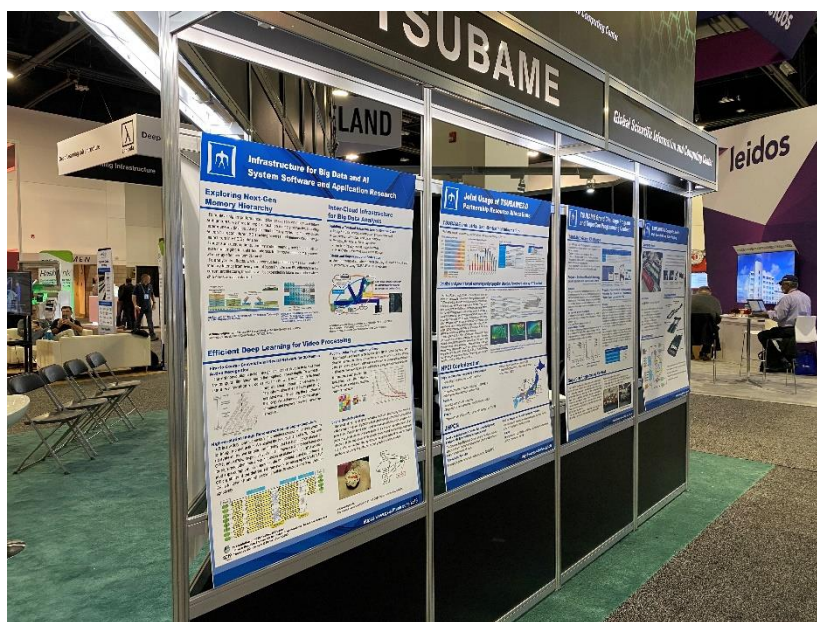
先端研究部門 高性能計算システム分野 准教授 額田 彰

スーパーコンピュータ及び関連分野の世界最大の国際会議 SC は毎年米国で開催されているが、今年の SC19 が 11 月 17 日～22 日にコロラド州デンバー市の Colorado Convention Center で開催された。同会議では多くの講演セッション等とともに広大な展示フロアを利用した大規模な展示が行われており、関連分野の企業や世界中の研究機関が最新の製品や技術、研究成果などを発信する同会議でも重要な部分である。東工大 GSIC も 2008 年の SC08 から毎年ブースを出展し、TSUBAME シリーズの情報や研究成果などの展示を行ってきた。



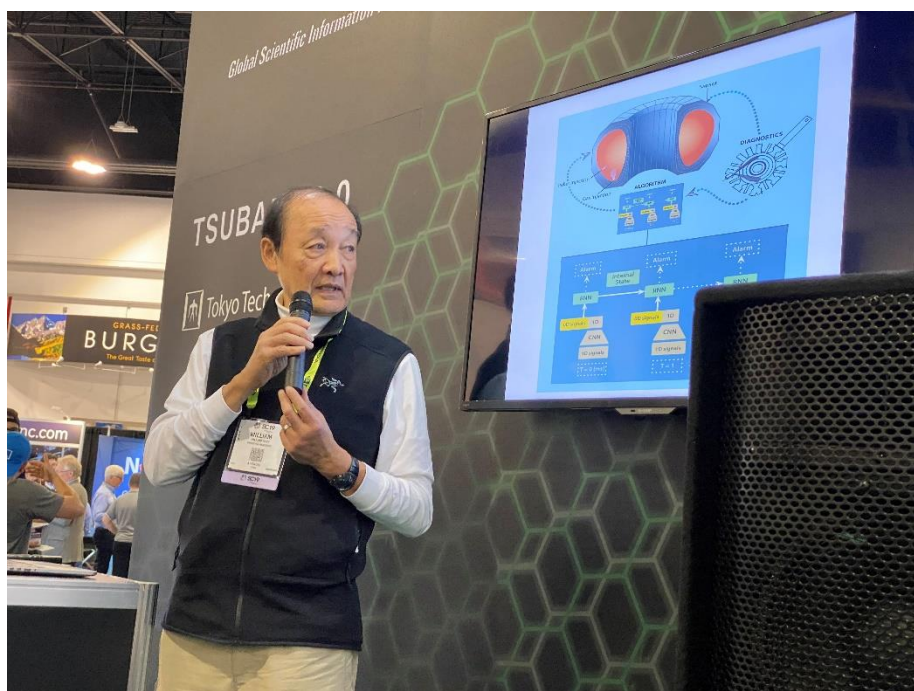
TSUBAME3.0 の巨大グラフィックを配置したブース

今年は 11 月の時点で Tsubame3.0 が稼働開始してから 2 年 3 か月経っており、TSUBAME3.0 の最新の運用状況やソフトウェア環境などに加えて、TSUBAME3.0 を利用した研究成果の事例等を紹介した。展示期間は 18 日から 21 日の 4 日間で合計 23 時間、315 人の来訪者があり、GSIC からの参加メンバー 9 名で対応した。



研究成果の展示パネル

今年のブースも講演スペースを備え、展示フロアに最も参加者が集まる初日の Opening Gala 中にプリンストン大学の William Tang 先生による講演が行われた。今回の講演は今年 Nature に掲載された深層学習を用いた核融合シミュレーションで、原子力の安全運用に大きく貢献するものである。TSUBAME3.0 が稼働を開始した直後の平成 29 年秋期のグランドチャレンジ制度の採択課題でもある。



講演中の William Tang 先生

今年は RIST が HPCI 関連ブースを巡るスタンプラリーを企画した。この企画によりブース訪問者が大幅に増えたように感じた。特に東工大のブースは他の機関のブースから離れた位置にあったこともあり、ただスタンプを集めるだけでなく本センターの展示にも関心を持つ参加者が多かった。



東工大分のシール（左）と台紙となるクリアファイル（右）



東工大 GSIC ブースにて参加メンバーの集合写真

4-3 第25回スーパーコンピューティングコンテスト

令和元年8月19日（月）～23日（金）に「第25回スーパーコンピューティングコンテスト（SuperCon19）」を開催した。予選を勝ち抜いた20チーム（東日本12チーム、西日本8チーム、各チーム2～3名）が本選に臨んだ。

今年の本選課題は「多体問題の高速解法」であった。

<問題>

多体問題を考える。すなわち、 N 個の物体の万有引力の相互作用を考えて、その加速度を計算する。物体の個数 $N=100,000,00$ とその物体の初期配置、質量が与えられたときのすべての点に働く加速度を求めるプログラムを作成せよ。

※詳しい解説はスーパーコンホームページ（<https://www.gsic.titech.ac.jp/supercon/>）に掲載されている。

各チームが作成したプログラムを提出してもらい、

- 計算結果が所定の誤差以下でなければならない。
- 計算時間が短い方が上位とする。

という条件のもと比較して、順位を決定した。

上位3チームの成績は以下の通りであった。

順位	チーム名	学校名
1	Nerv	静岡県立浜松工業高等学校
2	aTKoder	筑波大学附属駒場高等学校
3	supercon	開成高等学校

1位から3位までのチームにメダルと賞状が贈呈された。また優れたアルゴリズムやプログラムを作成したチームに贈られる学会奨励賞（電子情報通信学会情報・システムソサイエティスーパーコンピューティング奨励賞、情報処理学会若手奨励賞）はチーム「aTKoder」が受賞した。

4-4 TSUBAME 関連講習会

【研究用計算機システム】

2019 年度前期講習会 【大岡山地区】

1	UNIX 入門	4/10(水)
2	Introduction to UNIX	4/12(金)
3	並列化プログラミング	4/16(火)
4	MSC Nastran/ Patran	4/22(月)
5	ANSYS 電磁界解析	4/23(火)
6	Mathematica	4/24(水)
7	AVS	5/7(火)
8	GPU プログラミング	5/8(水)
9	ANSYS 構造解析	5/10(金)
10	COMSOL	5/15(水)
11	Amber	5/17(金)
12	ANSYS 流体解析	5/20(月)
13	TSUBAME3 利用法	5/21(火)
14	TSUBAME3 ストレージ	5/21(火)
15	LS-DYNA	5/24(金)
16	Gaussian / GaussView	5/28(火)
17	Materials Studio	5/31(金)

2019 年度前期講習会 【すずかけ台地区】

1	UNIX 入門	4/15(月)
---	---------	---------

2019 年度後期講習会 【大岡山地区】

1	TSUBAME 利用法 入門編(Linux 基礎)	10/15(火)
2	Introduction to TSUBAME(Linux Basics)	10/16(水)
3	GPU プログラミング	10/23(水)
4	並列化プログラミング	10/25(金)
5	TSUBAME3 利用法	10/28(月)
6	TSUBAME3 ストレージ	10/28(月)
7	COMSOL	10/29(火)
8	Amber	10/30(水)
9	Gaussian / GaussView	11/7(木)
10	ANSYS 電磁界解析	11/15(金)

11	Discovery Studio	11/20 (水)
12	ANSYS 構造解析	11/21(木)
13	ANSYS 流体解析	11/22(金)
14	Materials Studio	11/26(火)
15	ABAQUS	11/27(水)

2019 年度後期講習会【すずかけ台地区】

1	TSUBAME 利用法 入門編(Linux 基礎)	10/18(金)
---	---------------------------	----------

5. 広報活動

5-1 マスコミ報道等

◆ スーパーコンピュータ「TSUBAME3.0」の利用を広げる VDI システムを導入

- ・ IT Leaders 【2019 年 8 月 22 日（木）】
- ・ Cloud Watch 【2019 年 8 月 22 日（木）】
- ・ 時事通信 【2019 年 8 月 22 日（木）】
- ・ 朝日新聞デジタル 【2019 年 8 月 22 日（木）】
- ・ CNET JAPAN 【2019 年 8 月 22 日（木）】
- ・ 産経ビジネス 【2019 年 8 月 22 日（木）】
- ・ 日刊工業新聞 【2019 年 8 月 22 日（木）】
- ・ excite news 【2019 年 8 月 22 日（木）】
- ・ Iza! 【2019 年 8 月 22 日（木）】
- ・ niconico news 【2019 年 8 月 22 日（木）】
- ・ Infoseek news 【2019 年 8 月 22 日（木）】
- ・ OSDN Magazine 【2019 年 8 月 22 日（木）】
- ・ Biglobe news 【2019 年 8 月 22 日（木）】

◆ 特集：ネットワークの守り方

学長の PC でも遮断 強い権限で有事に対応

- ・ 日経 NETWORK (特集 2) 【2020 年 2 月 28 日（金）】

5-2 見学者受入状況

令和元年度学術国際情報センター見学者受入状況

月	日	見 学 者 所 属	人 数	うち 学外者	うち 外国人
4	23	昭和電工株式会社 研究開発部	6	5	5
5	8	中国 北京化工大学	6	5	5
	10	デラサール大学	35	32	32
	14	中国・朱鎔基元総理御子息	7	7	7
	25	2019 ホームカミングデー	127	127	
6	3	本学大学院生、留学生	40		
	6	エジプト通信省大臣、エジプト大使館	13	13	13
	10	短期留学生	35	35	35
	12	青山学院大学図書館長・文学部教授	3	2	
	21	デラサール大学	6	6	6
	27	デラサール大学	47	45	45
	28	日本技術士会会員（情報工学部門）	30	30	
8	7	愛知県立時習館高等学校	20	20	
	8	OpenAI	1	1	1
	10	2019 オープンキャンパス	1730	1730	
9	5	中国科技大学	7	5	5
	18	高校生キャンパスツアー	27	26	
	18	日立製作所 日本ヒューレット・パッカー	14	14	
	20	University of Toronto	3	3	3

月	日	見 学 者 所 属	人 数	うち 学外者	うち 外国人
9	24	TAIST-Tokyo Tech	13	12	12
10	7	三菱ケミカル株式会社			
	10	デラサール大学附属高等学校	11	11	11
	12,13	工大祭			
	29	東工大 URA	15		
11	5	The 6th Tokyo Tech - Uppsala University Joint Symposium 参加者	12	12	12
	12	開智中学高等学校	75	74	
	18	電子デバイス絶縁膜国際学会（IWDTF）参加者			
12	11	神戸高専	40	40	
	10	情報系センター勉強会参加者（他機関の技術者）北陸先端大、奈良先端大、沖縄科技大、阪大、富山大	17	17	
	17	モンゴル中学校教育行政官及び教員	13	12	12
1	10	計算機システム（学部2年生）	45		
	15	タイ・チュラロンコン大学 ①	9	7	7
	15	タイ・チュラロンコン大学 ②	23	19	19
	29	Tomsk Polytechnic University ロシア	2	2	2
2	3	マレーシア・ペルリス大学学長	5	5	5
	18	モスクワ国立大学 生命・化学系 学生及び教員	21	17	17
		計 36 件	2452	2329	249

6. 予算執行状況

1. 平成 31 年度法人運営費決済額

種 別	金額（千円）
研究経費	19,081
教育研究支援経費 (うち電子計算機賃借料)	1,265,319 81,103
特別経費	99,236
合 計	1,383,636

2. 外部資金受入状況

種 別		件 数		金額（千円）
奨学寄附金		0		0
受託研究		6		33,467
受託事業		0		0
民間等の共同研究		3		8,205
科学研究補助金※		代表	分担	
	基盤研究 S	1	0	30,500
	基盤研究 A	1	1	8,052
	基盤研究 B	2	3	4,780
	基盤研究 C	1	1	1,280
	若手研究	1	0	1,300
	挑戦的萌芽研究	0	0	0
	特別研究員奨励費	0	0	0
合 計		20		87,584

7. 研究部門活動報告

7-1 情報支援部門

教授 杉野 暢彦 （認証・ネットワーク分野）

【研究の概要と成果】

GPGPU 向けコンパイラ

GPGPU 向けにアプリケーションを開発するためには、アーキテクチャと CUDA を始めとする専用言語の知識が必要になる上に、プログラマは性能を引き出すために様々に試行錯誤を繰り返すことになり、あまり容易ではない。そこで、C 言語から CUDA へとコードを再構成するコンパイラを提案する。提案コンパイラでは、入力コードをタスクに分割した後、各タスクの性質に応じて CPU/GPU への割り当てを行い、更に GPU アーキテクチャに合わせたチューニングを行い、実行効率を向上できる。また、自動中チューニングにおいて、消費エネルギーの低減を目指すことも可能である。今年度は、C 言語プログラムから CUDA ソースコードへの自動変換時に、多面体表現を用いてコードの最適化を行う PoCC なるソフトウェアを用いたコンパイラを提案し、PoCC を用いず変換した場合との性能比較実験を行っている。

低消費電力化を指向したウェイ選択可能キャッシュの制御方式

最近、スタンバイ時の消費電力・エネルギーが小さい SRAM が提案されており、これを用いて構成したウェイの選択と切替が可能なウェイ選択可能キャッシュはプロセッサの全体の消費電力・エネルギーの多くを占めるキャッシュのそれを大きく削減することが期待できる。しかしながら、その効果を高めるためには適切なウェイ需要予測とウェイ可変制御が不可欠となる。そこで、まず専用のシミュレータを作成し、C 言語ベンチマークプログラムのキャッシュアクセスの挙動を調べる。次に、メモリアクセスのアドレスの範囲を限定しやすいスタックポインタに着目し、その変化した時刻にウェイ切替を行うことで、高いヒット率を維持しつつ、消費電力・エネルギーを削減できることを確認している。

動的言語向け自動並列化 JIT コンパイラ

携帯機器などのアプリケーションは python などの動的言語スクリプトで書かれることが多く、通常、それらは仮想マシン上において、インタプリタ及び処理の高速化を指向した JIT (Just-In-Time) コンパイル方式の処理系により、逐次実行的に実装されている。しかしながら、この実装では「並列化」という概念が欠けており、携帯機器でも CPU がマルチコア化している現在では、並列処理により処理速度を向上させることも囑望されている。そこで、動的言語処理系に「自動並列化」の概念を導入して、その 1 つの実装方法を提案する。例題プログラムによる検証実験では、並列化による性能向上を確認している。

教授 友石 正彦 (認証・ネットワーク分野)

【研究の概要と成果】

画面とカメラを用いた QR コードによる安全な認証方式の研究

近年、モバイルデバイスやノート PC には、画面だけではなく、カメラも内蔵されていることがほとんどである。そこで本研究では、インターネットを経由しないカメラと画面だけを用いた QR コードのやりとりによってチャレンジレスポンスを成立させる安全な認証方法や、そのような画面・カメラ間通信に、複数の通常の通信メディアを通じてやりとりすることを組み合わせた安全かつ効率的な鍵共有手法について検討、提案を行った。〔国際学会-3〕〔国際学会-6〕

DNS 通信の解析による攻撃等の検知手法に関する研究

近年、DNS が攻撃対象となる攻撃や利用される攻撃が少なくない。DNS はインターネットの利用に不可欠な名前解決を提供するため、遮断などの手法では防御しづらい。本研究ではいくつかの場面を特定し、その場面における攻撃、もしくは、乗っとられたサーバ、ウィルスを検知する手法を提案している。具体的には、DNS コンテンツサーバからの応答を分類する手法、DNS キャッシュサーバに対する応答挙動に学習を用いるもの、クライアントでの DNS 利用の監視による検知について研究、発表を行った。〔国際学会-2〕〔国際学会-4〕〔国際学会-5〕

【査読付き国際会議・国内学会発表】

- 1) M. Ishii, S. Matsuura, K. Mori, M. Tomoishi, Y. Jin and Y. Kitaguchi, “A Study of Classification of Texts into Categories of Cybersecurity Incident and Attack with Topic Models,” 6th International Conference on Information Systems Security and Privacy, Valletta, Malta, February, 2020.
- 2) Y. Jin, M. Tomoishi and S. Matsuura, “Detection of Hijacked Authoritative DNS Servers by Name Resolution Traffic Classification,” 2019 IEEE International Conference on Big Data (Big Data), Los Angeles, CA, USA, 2019, pp. 6084-6085. doi: 10.1109/BigData47090.2019.9006365
- 3) Y. Jin, and M. Tomoishi, “A Secure End-to-End Key Exchange Mechanism by Cooperation of Multiple Devices Using QR Codes,” IEEE International Telecommunication Networks and Applications Conference (ITNAC 2019), Auckland, New Zealand.
- 4) Y. Jin, M. Tomoishi and S. Matsuura, “A Detection Method Against DNS Cache Poisoning Attacks Using Machine Learning Techniques: Work in Progress,” 2019 IEEE 8th International Symposium on Network Computing and Applications (NCA), Cambridge, MA, USA, 2019, pp. 1-3. doi: 10.1109/NCA.2019.8935025

- 5) Y. Jin, M. Tomoishi and N. Yamai, "Anomaly Detection by Monitoring Unintended DNS Traffic on Wireless Network," 2019 IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing (PACRIM), Victoria, BC, Canada, 2019, pp. 1-6.
doi: 10.1109/PACRIM47961.2019.8985052
- 6) Y. Jin and M. Tomoishi, "Encrypted QR Code Based Optical Challenge-Response Authentication by Mobile Devices for Mounting Concealed File System," *2019 IEEE 43rd Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC)*, Milwaukee, WI, USA, 2019, pp. 676-681. doi: 10.1109/COMPSAC.2019.10286
- 7) Y. Jin, M. Tomoishi, K. Fujikawa, and V. P. Kafle, "Poster: Privacy-Preserving IoT Remote Control using DNS with LTE based On-Demand Triggering," IEEE Workshop on the Internet of Safe Things (SafeThings2019), Co-located with 40th IEEE Symposium on Security and Privacy (IEEE S&P 2019), San Francisco, California, USA, 2019.

【国内学会・ワークショップ・講演会等での発表】

- 1) 森健人, 石井将大, 松浦知史, 金勇, 北口善明, 友石正彦, "セキュリティ事案における知見の蓄積・活用を可能とする対応フローの提案と実装," 情報処理学会インターネットと運用技術研究会研究報告, 2019-IOT-46, pp. 1-8, 2019 年 6 月.

教授 西崎 真也 (情報基盤活用分野)

【研究の概要と成果】

ファーストクラス継続をもつML多相線型ラムダ計算

カリー・ハワードの同型は、直観主義論理の演繹体系がラムダ計算との相似性を有しているということであり、命題は型に、証明はラムダ項に、証明の正規化手続きはラムダ計算の計算ステップである簡約に対応する。さらに、カリー・ハワードの同型の下で、計算結果である値と計算の残りの部分である継続との双対性が発見された。従来のラムダ計算では、値の複製や消去は可能であるが、継続の複製や消去は禁止されている。一方、ファーストクラス継続を持つラムダ計算では、値と継続、両方の複製と消去が許される。以前の研究において、値の複製や消去はできないが、継続の複製や消去はできるという、ファーストクラス継続を持つ線形ラムダ計算を提案した。本論文では、ファーストクラス継続を持つ線型ラムダ計算のための ML 多相型システムを提案し、その型システムの型推論アルゴリズムを設計した。

ファーストクラス継続とファーストクラス環境をもつ単純型付きラムダ計算

プログラミング言語理論において、ファーストクラスオブジェクトは実引数として関数に渡したり、戻り値として関数から返値となったりすることが可能であるようなものを意味する。継続とは、プログラム内のある時点での残りの計算を意味し、実装上は、プログラミング言語処理系のコールスタックに対応する。また、環境とは、変数名から束縛値への対応である。ラムダ計算の枠組みの中で、ファーストクラス継続は Felleise によって研究され、ファーストクラス環境は我々により研究されてきた。ファーストクラス継続とファーストクラス環境の両方を持つ型なしラムダ計算についてはこれまで研究を行ってきた。本研究では、このラムダ計算に対して単純型体系を提案した。この型体系の型付け規則を与え、操作的意味論として弱簡約を与えた。そして、型体系と操作的意味論の基本的な関係である主部簡約定理を示した。

【査読付き国際会議・学術論文誌】

- 1) Shin-ya NISHIZAKI, ML Polymorphism of Linear Lambda Calculus with First-class Continuations, Proceedings of the 2019 8th International Conference on Software and Computer Application, ACM Press, pp 189—193, 2019.
- 2) Shin-ya NISHIZAKI, Simple type system for call-by-value calculus with first-class continuations and environments, Theory and Practice of Computation: Proceedings of the Workshop on Computation, CRC Press, pp 119—130, 2019

准教授 北口 善明 （認証・ネットワーク分野）

【研究の概要と成果】

ユーザ視点によるネットワーク状態評価手法の研究

ネットワーク障害点を的確に検出するために、ユーザ側からの観測を元に状態を評価し、ネットワーク運用者が迅速に問題点を把握できる手法を提案している。本手法では、ネットワーク障害を複数のレイヤに整理し、「ネットワーク接続性記述の定義」を明確にすることで、的確にユーザ環境の情報伝達を可能する。

本年度は、これまでの研究成果を産業界へ展開するべく、民間企業と NDA 締結を進め、製品展開に向けた実証実験準備を進めた。加えて、収集データを活用したネットワーク負荷変化点の検出手法を検討し、実環境への利用における可能性を示した〔国内学会-5〕。

また、ネットワーク通信品質がウェブアプリケーションに与える影響を評価するための基礎実験を進めた。現在標準化が進んでいる QUIC をトランスポート層に利用する HTTP/3 の適用領域を明確にするため、通信品質を変化させた環境下にて HTTP/2 との性能比較検証を行った。この結果を受け、ネットワーク品質状態を元に最適なプロトコルを選択する手法を提案し、その実装評価を仮想化環境にて実施することで既存手法よりも優位な性能を示すことを確認した〔国内学会-8〕〔国内学会-14〕。

IPv6 導入に伴うネットワーク運用に与える影響評価に関する研究

各オペレーティングシステム（OS）のIPv6実装が進んだことで、IPv6ネットワークが提供されればクライアント端末はIPv6通信が優先となるケースが増えてきている。そこで、今後のIPv6導入を鑑み、IPv4によるネットワーク運用からの変更点や影響を精査することが重要であり、この評価を進めている。

本年度は、IPv6オンリー環境におけるクライアントOSの挙動確認を継続し、その結果をセミナー等で発表した〔国内学会-3,4〕。また、IPv6ネットワーク環境を容易に構築することを目的として、Raspberry Piを用いたIPv6ルータ構築アプリケーションを開発し、GitHubにて公開した。

アドホックネットワークにおける異種プロトコル間相互接続に関する研究

プロトコルの異なるアドホックネットワークを想定し、プロトコル変換をゲートウェイで実施するネットワークモデルにおける経路最適化手法に関して研究している。

本年度は、これまでの研究成果をまとめ、電子情報通信学会英文論文誌 B に投稿した（査読中）。また、提案手法の実装評価にも着手し、第一段階として、Raspberry Pi W を用いた低処理能力しかない IoT デバイスにおける処理不可が通信遅延に与える影響評価を実施した〔国内学会-9〕。

【査読付き国際会議・国内学会発表】

- 1) Shuting Hu, Hironobu Suzuki, Yoshiaki Kitaguchi, Hiroyuki Ohno and Srinivas Sampalli: Design, implementation and performance measurement of Raspberry Gate in the IoT field, In Proc. of the 2019 4th International Conference on Cloud Computing and Internet of Things (CCIOT2019), pp.82-89, Tokyo, Japan, September 2019.
- 2) Masahiro Ishii, Satoshi Matsuura, Kento Mori, Masahiko Tomoishi, Yong Jin and Yoshiaki Kitaguchi: A Study of Classification of Texts into Categories of Cybersecurity Incident and Attack with Topic Models, In Proc. of the 6th International Conference on Information Systems Security and Privacy (ICISSP2020), pp.639-646, Valletta, Malta, February 2020.

【国内学会・ワークショップ・講演会等での発表】

- 1) 森 健人, 石井 将大, 松浦 知史, 金 勇, 北口 善明, 友石 正彦: セキュリティ事案における知見の蓄積・活用を可能とする対応フローの提案と実装, 情報処理学会研究報告, Vol.2018-IOT-46, No.2, pp.1-8, June 2019.
- 2) 北口 善明: 利用者環境視点によるネットワーク品質計測手法と今後の展望, 第 15 回地域間インターネットクラウドワークショップ, September 2019.
- 3) 北口 善明: IPv6 クライアント OS の実装検証報告, IPv6 Technical Summit 2019, September 2019.
- 4) 北口 善明: IPv6 クライアント OS の実装検証からみたネットワーク運用課題, 第 4 回先端ネットワーク技術に関するワークショップ, October 2019.
- 5) 浅葉 祥吾, 北口 善明, 石原 知洋, 高嶋 健人, 阿部 博, 篠田 陽一: センサデバイスを用いたローカルネットワークの負荷変化点検知, 情報処理学会 インターネットと運用技術シンポジウム (IOTS) 2019 論文集 (poster), pp.118-119, December 2019.
- 6) 北口 善明: IPv6 Summit in TOKYO 2019 パネル討論で見た IPv6 化の壁, IPv6 セミナー2020 Winter, February 2020.
- 7) 北口 善明: WADCI を活用したデータ収集基盤とは異なる検証実験, RICC-PIoT workshop 2020, February 2020.
- 8) 大橋 滉也, 北口 善明, 山岡 克式: ネットワーク環境に応じた HTTP バージョン選択によるコンテンツロード時間削減, 情報処理学会研究報告, Vol.2019-IOT-48, No.23, pp.1-7, March 2020.
- 9) 宮 太地, 大島 浩太, 北口 善明, 山岡 克式: 低電力アドホックネットワークにおける通信中継負荷の分析, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.119, No.461, IN2019-95, pp.109-114, March 2020.
- 10) 湯田 孟, 北口 善明, 菅原 真司, 山岡 克式: HBH 最適ファイル配送スケジューリング 2 リンク拡張の適用領域検討, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.119, No.461, IN2019-122, pp.261-266, March 2020.

- 11) 伊藤 佑樹, 北口 善明, 山岡 克式: 遅延を考慮した受信者代弁型情報伝送プロトコルへの 1bit 誤り耐性付加, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.119, No.461, IN2019-123, pp.267-272, March 2020.
- 12) 平井 和樹, 北口 善明, 山岡 克式: 関連人気度に基づくコンテンツキャッシング手法, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.119, No.461, IN2019-148, pp.417-422, March 2020.
- 13) 伊藤 佑樹, 北口 善明, 山岡 克式: 誤り検出再送による受信者代弁型情報伝送プロトコルへの 1bit 誤り耐性付加, 電子情報通信学会 2020 年総合大会講演論文集, Vol.2020, No.B-7-12, March 2020.
- 14) 大橋 滉也, 北口 善明, 山岡 克式: ネットワーク環境に応じた動的 HTTP バージョン選択方式, 電子情報通信学会 2020 年総合大会講演論文集, Vol.2020, No.B-7-37, March 2020.

准教授 松浦 知史 (情報セキュリティ分野)

【研究の概要と成果】

セキュリティ事案における知見の蓄積および対応の自動化に関する研究

昨年度に引き続き、インシデント対応時における知見の蓄積に関して研究を行った。実際のインシデント対応時には被害の最小化が最優先されるために、将来のための情報蓄積は見過ごされがちである。一方で、事案発生時に担当者がいないと判断が先延ばしになったり、過去に起きた同様の事案でも時間が経過しているとまた一から対策を講じたりと、知見の蓄積がされていないために現場のコストが一層高まっているのが一般的な状態である。実際のインシデント対応の現場において、どのような粒度でまたどのポイントで情報を蓄積すると良いか、現場の負担を考慮しながら蓄積すべきデータの正規化に関する研究を行ってきた。この研究を基に蓄積した知見を活用するため、`gitlab` の環境を応用し、インシデント対応フローを定めた上でその対応フローを扱うシステムを構築・運用し、実際のインシデント対応の現場でも活用している〔国内学会-1〕。

蓄積した知見を一層活用するためには、新規発生したセキュリティ事案が過去に起きた事案の中から近い事案を自動的に選択できる事が望まれる。速やかに似たような事案を参照する事が出来れば、過去の対応フローから有益な情報を探し出し、素早く的確な判断を下せる可能性が高まる。そのために、自然言語処理や機械学習の技術を応用し、セキュリティ文書群を対象とした文書分類に関する研究にも取り組んだ。ニュース記事のカテゴリ分類の様な一般的な文書分類とは違い、セキュリティ文書群は利用される用語も限定されかつ似通っているものが多い。そのため一般的な文書分類手法では精度の高い分類が難しく、より高度な手法が望まれる。そこで、トピックモデルの手法の一つで、特定の単語をシード単語として扱い分類のヒントとする `seeded LDA` を応用する形で文書分類を試みた〔国際学会-4〕。一定の改善は確認されたものの、実用には更なる改良が必要であり、今後もインシデント対応の効率化を目指して研究を継続させていく計画である。

【国際学会査読あり】

- 1) Yong JIN, Masahiko TOMOISHI, Satoshi MATSUURA, "A Detection Method Against DNS Cache Poisoning Attacks Using Machine Learning Techniques," The 18th IEEE International Symposium on Network Computing and Applications (NCA2019), Cambridge, MA USA 2019. 遠藤さや, 石井将大, 田中圭介: "暗号通貨マイニング通信の深層学習による分類", 2020 年暗号と情報セキュリティシンポジウム (SCIS2020), Jan. 2020.
- 2) Hiroshi Abe, Keiichi Shima, Daisuke Miyamoto, Yuji Sekiya, Tomohiro Ishihara, Kazuya Okada, Ryo Nakamura, Satoshi Matsuura, "Distributed Hayabusa: Scalable Syslog Search Engine Optimized for Time-Dimensional Search", The Asian Internet Engineering Conference 2019, August 2019.

- 3) Y. Jin, M. Tomoishi, S. Matsuura."Detection of Hijacked Authoritative DNS Servers by Name Resolution Traffic Classification",2019 IEEE International Conference on Big Data (IEEE BigData2019), Dec. 2019.
- 4) M. Ishii, S. Matsuura, K. Mori, M. Tomoishi, Y. Jin, Y. Kitaguchi."A Study of Classification of Texts into Categories of Cybersecurity Incident and Attack with Topic Models", Proceedings of the 6th International Conference on Information Systems Security and Privacy (ICISSP 2020), pp. 639-646, Feb. 2020.

【国内学会査読なし】

- 1) 森 健人,石井 将大,松浦 知史,金 勇,北口 善明,友石 正彦.セキュリティ事案における知見の蓄積・活用を可能とする対応フローの提案と実装,第46回インターネットと運用技術(IOT)研究会,研究報告インターネットと運用技術 (IOT) ,Vol.2019-IOT-46, No.2,pp.1-8,Jun.2019.

助教 實本 英之 （認証・ネットワーク分野）

【研究の概要と成果】

耐故障システムを考慮した資源管理手法の提供

昨年度に引き続き故障復旧を考えたリソース管理手法について検討した。本問題を解決するにあたり、複数のそれぞれ違う優先度を持つキューを用い、高優先度キュー内のジョブで発生するユーザの資源解放によるノードや、システムが自動的に割付けた予備ノードに対して、低優先度キューからジョブを重複割り当てする手法（重複・再割り当てスケジューリング）を考えシミュレータを構築した。

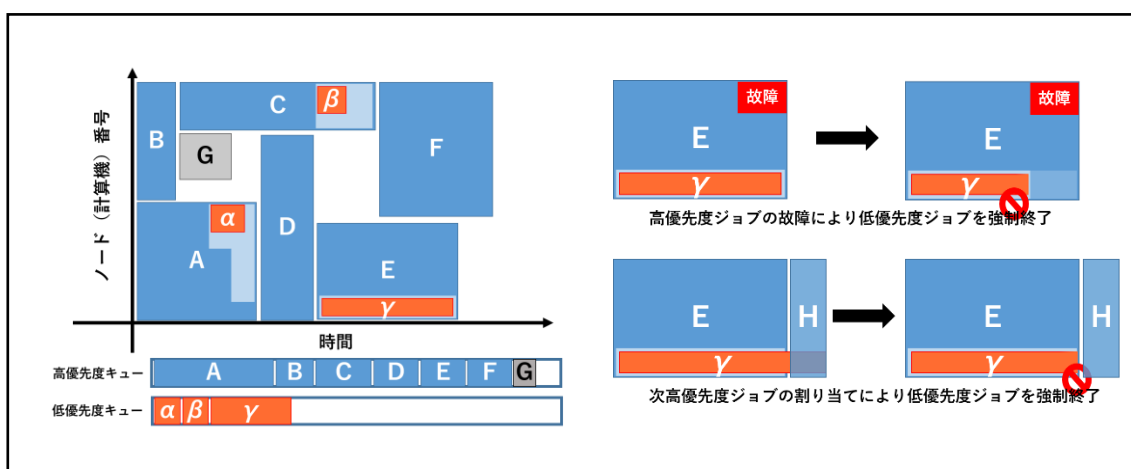


図 2: 重複・再割り当てスケジューリングと低優先度ジョブへの対応

また、リソース管理において必要となる、モニタリング機能について必要要件や実現手法に関する検討を行った。

助教 石井 将大 （情報セキュリティ分野）

【研究の概要と成果】

東工大 CERT におけるインシデント対応効率化のための研究

昨年に引き続き、東工大 CERT におけるインシデント対応の効率化を目的とし、特にインシデント対応におけるトリアージコスト低減のためのサポートや、対応基盤の強化の面から研究に取り組んでいる。

インシデント対応のサポート、効率化を図るために、セキュリティに関する文書に対してトピックモデルを利用し、サイバー攻撃の種類やインシデント内容別のカテゴリへの分類実験を行い、分類精度とその有効性について考察を行った〔国際会議-1〕 インシデント対応における攻撃・脅威の調査や、調査結果に対して次取るべき行動の意思決定や判断においては、ネットワーク/セキュリティ機器による整形されたログデータのみならず、自然言語により記述されたデータの分析とそれによって得られる知識が必要となる。

本研究では、自組織内のデータとして東工大 CERT が管理するインシデント報告書、外部データとしてセキュリティベンダーによるブログ記事からなるセキュリティ文書の分類を試みた。分類手法として LDA (latent Dirichlet allocation) ベースのトピックモデルを採用し、攻撃手法、インシデント内容の分類は世界的標準として認識されているカテゴリを選び利用した。これらは一般的な状況で分析を試験的に始め、他組織においても適用可能なモデルの構築を見据えているからである。

文書を目的のカテゴリへ分類するためには ground truth ラベルを活用した教師あり学習の適用が望ましいが、ラベル付けのコストは大変高い。本研究ではラベル付けのコストを考慮し、特にシード単語の設定によって文書の潜在的なトピックを誘導する seed guided LDA に注目し、ナイーブな LDA、教師ありアルゴリズムの labeled LDA に対し、比較実験を行った。

提案手法により LDA、labeled LDA に対してより高い分類精度が得られたが、その精度は実用的なレベルには至らなかった。但し、実験によりシード単語の調整による分類精度の向上を確認した。また、seed guided LDA による分類モデルの高精度化や、インシデント対応における活用の可能性について今後の課題とともに議論した。

また、インシデント対応における（調査情報・判断内容等の）知見の蓄積と対応コストの低減を目的とした、インシデント対応基盤の構築に継続的に取り組んでおり、対応フローと Gitlab による対応システムの実現方法を示した〔国内学会-2〕。これらの対応システムと機能開発技術を基に、上記の分類モデルやデータ分析技術を利用したインシデント対応基盤との統合的な連携の実現を目指す。

機械学習によるマルウェアの通信分析

サイバー攻撃・脅威を速やかに検知し、その特性を把握するために、その通信データの分析は必須である。特に暗号通貨のマイニングマルウェアの通信分類に関する研究を行った〔国内学会-2〕。具体的には、暗号通貨のマイニングマルウェアが行う通信に対し、TLS により暗号化された通信を含め、autoencoder, CNN を利用した教師あり学習を行うことで、高精度の分類モデルを生成できることを示した。また、TLS ハンドシェイクを除いた暗号化通信データに対して同程度の分類が出来ることも示した。

近年、攻撃・脅威に関連する通信としては暗号化されたデータの割合が増加しているため、今後は暗号化通信データに対して多種多様なマルウェアに対する分類や特徴分析技術が必要となる。上記の研究技術を更に発展させ、これらの課題に取り組む。

【査読付き国際会議】

- 1) M. Ishii, S. Matsuura, K. Mori, M. Tomoishi, Y. Jin and Y. Kitaguchi: A Study of Classification of Texts into Categories of Cybersecurity Incident and Attack with Topic Models, In Proceedings of the 6th International Conference on Information Systems Security and Privacy (ICISSP 2020), pp. 639-646, Feb. 2020.

【国内学会・ワークショップ・講演会等での発表】

- 2) 森健人, 石井将大, 松浦知史, 金勇, 北口善明, 友石正彦: "セキュリティ事案における知見の蓄積・活用を可能とする対応フローの提案と実装", 研究報告インターネットと運用技術 (IOT), Vol. 2019-IOT-46, No. 2, pp. 1-8, 2019.
- 3) 遠藤さや, 石井将大, 田中圭介: "暗号通貨マイニング通信の深層学習による分類", 2020 年暗号と情報セキュリティシンポジウム (SCIS2020), Jan. 2020.
- 4) 大圖健史, 石井将大, 田中圭介: "Dropout-Tolerant Mental Poker Protocol with Small Deposit and Optimal Upper Bound on Number of Dropouts", 2020 年暗号と情報セキュリティシンポジウム (SCIS2020), Jan. 2020.

特任助教 金 勇 （認証・ネットワーク分野）

【研究の概要と成果】

モバイルデバイスにおける機密情報の安全性向上に関する研究

近年、モバイルデバイス上に保存されていた個人情報や機密データが侵入や物理的に盗まれることにより流出される事件が増えている。既存手法としてデータの暗号化やシンクライアントの利用が挙げられるが、暗号化のための高い管理コストや低い利便性またインターネットに繋がらない環境などの問題があり、実運用への利用が広がっていない問題がある。そこで本研究では、インターネットを経由せず QR コードによる認証を利用した安全なファイルシステムを構築することで既存の問題を解決する。具体的に、モバイル端末の機密情報を保存してあるファイルシステムをマウントする際に、ネットワークを経由せずに暗号化した QR コードによるチャレンジレスポンス認証方式を提案した〔国際学会-6〕。また、拡張研究として、ユーザ間でインターネットを経由してより安全に鍵共有を行う機構を提案した。具体的には、各ユーザが複数の端末を利用し、それぞれの端末が異なる種類のネットワークを経由して鍵の一部を共有することで、最終的に鍵全体を共有する手法を提案した〔国際学会-3〕。

DNS 通信トラフィックの監視及び解析による悪性通信の検知手法に関する研究

近年、DNS トラフィックを利用した直サイバー攻撃を始め、マルウェア感染や悪性サイトへの誘導など様々なサイバー攻撃に DNS が利用されることが明らかになっている。DNS はインターネットサービスを利用するために基本的な名前解決機能を提供しており、ネットワーク管理者によって DNS トラフィックを遮断しにくい特徴がある。このような特徴を利用して、ボットネットではボット感染 PC とボット制御サーバとの通信に DNS プロトコルを利用し、ボット攻撃を行ったり、マルウェア感染後の活動に DNS トラフィックを優先に利用したりする傾向がある。本研究では、DNS 通信トラフィックを監視及び解析することで悪性通信の特徴や検知手法に関する研究を行っている。具体的に、正規な DNS プロトコル経由で得た痕跡がない宛先への DNS トラフィックを特定することでマルウェアによる活動の検知方法を提案した〔学術論文-1〕。次に、マルウェアに感染された後の DNS トラフィックの特徴に着目し、クライアントレベルでの DNS トラフィックの監視、検知及び遮断する方法を提案した〔国内学会-2〕。

DNS 不正情報汚染に対する効率的検知除去・再感染防止・端末除染の統合的設計と構築に関する研究

DNS はインターネットを支える名前システムであり、組織単位でキャッシュサーバ利用が一般的であるが、昨今、悪意情報を注入する「キャッシュポイズニング」が問題となっており、完全解決には至っていない。体表的な方策として DNSSEC があるが、端末汚染、乗っ

取られた正規サーバからの攻撃への対策とはならない。本研究では、それらも含めた、悪意情報注入を検知・削除、伝搬端末特定が可能な機構の構築を目的とする。具体的に、キャッシュサーバにおいて名前解決履歴を取得し端末毎の履歴が検索可能なデータベースを構築し、クライアントからの DNS トラフィックに対して正規データや過去データと比較することで異常を検知・削除する仕組みを検討した〔国際学会-4〕〔国際学会-5〕。それに加え、DNS 権威サーバが乗っ取られた場合を考慮し、履歴データに対する機械学習を利用して検知する方法を検討した〔国際学会-2〕。

ヘルスケアにおけるプライバシー保護を重視した認証付き遠隔監視・データ共有機構の構築に関する研究

近年、スマートホームを始めとする IoT 環境の普及が進んでおり、スマート家電やヘルスケア、遠隔医療に関する技術が普及されつつある。それに対して、IoT ネットワークへのセキュリティ対策は遅れており、特にヘルスケアや遠隔医療においてプライバシー保護があまり考慮されていない。また、膨大な数の IoT 機器を外部から直接アクセスして監視・制御する既存の手法にはスケーラビリティの問題がある。そこで、本研究では DNS を活用して、ヘルスケアにおいてプライバシー保護を重視した軽量かつ安全な遠隔監視・データ共有機構の提案を目的とする。具体的に、インターネット上で最大な分散データベースの 1 つである DNS を活用して IoT 機器の名前及び状態について DNS クエリを利用して監視し、動的な DNS 更新メカニズムを利用してデータ共有を行う手法を検討した〔国際学会-7〕。

【査読付き学術論文】

- 1) H. Ichise, Y. Jin, K. Iida, Y. Takai, “NS record History Based Abnormal DNS traffic Detection Considering Adaptive Botnet Communication Blocking,” Journal of Information Processing Vol.28(2018) (online),
DOI: <http://dx.doi.org/10.2197/ipsjjip.28.112>

【査読付き国際会議・国内学会発表】

- 1) M. Ishii, S. Matsuura, K. Mori, M. Tomoishi, Y. Jin and Y. Kitaguchi, “A Study of Classification of Texts into Categories of Cybersecurity Incident and Attack with Topic Models,” 6th International Conference on Information Systems Security and Privacy, Valletta, Malta, February, 2020.
- 2) Y. Jin, M. Tomoishi and S. Matsuura, “Detection of Hijacked Authoritative DNS Servers by Name Resolution Traffic Classification,” 2019 IEEE International Conference on Big Data (Big Data), Los Angeles, CA, USA, 2019, pp. 6084-6085. doi: 10.1109/BigData47090.2019.9006365
- 3) Y. Jin, and M. Tomoishi, “A Secure End-to-End Key Exchange Mechanism by Cooperation of Multiple Devices Using QR Codes,” IEEE International Telecommunication Networks and Applications Conference (ITNAC 2019), Auckland, New Zealand.

- 4) Y. Jin, M. Tomoishi and S. Matsuura, "A Detection Method Against DNS Cache Poisoning Attacks Using Machine Learning Techniques: Work in Progress," 2019 IEEE 18th International Symposium on Network Computing and Applications (NCA), Cambridge, MA, USA, 2019, pp. 1-3. doi: 10.1109/NCA.2019.8935025
- 5) Y. Jin, M. Tomoishi and N. Yamai, "Anomaly Detection by Monitoring Unintended DNS Traffic on Wireless Network," 2019 IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing (PACRIM), Victoria, BC, Canada, 2019, pp. 1-6.
doi: 10.1109/PACRIM47961.2019.8985052
- 6) Y. Jin and M. Tomoishi, "Encrypted QR Code Based Optical Challenge-Response Authentication by Mobile Devices for Mounting Concealed File System," 2019 IEEE 43rd Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC), Milwaukee, WI, USA, 2019, pp. 676-681. doi: 10.1109/COMPSAC.2019.10286
- 7) Y. Jin, M. Tomoishi, K. Fujikawa, and V. P. Kafle, "Poster: Privacy-Preserving IoT Remote Control using DNS with LTE based On-Demand Triggering," IEEE Workshop on the Internet of Safe Things (SafeThings2019), Co-located with 40th IEEE Symposium on Security and Privacy (IEEE S&P 2019), San Francisco, California, USA, 2019.

【国内学会・ワークショップ・講演会等での発表】

- 1) 森健人, 石井将大, 松浦知史, 金勇, 北口善明, 友石正彦, "セキュリティ事案における知見の蓄積・活用を可能とする対応フローの提案と実装," 情報処理学会インターネットと運用技術研究会研究報告, 2019-IOT-46, pp. 1-8, 2019 年 6 月.
- 2) 井内裕貴, 金勇, 一瀬光, 飯田勝吉, 高井昌彰, "NXDOMAIN 応答に着目した DGA を用いるボットの検知・遮断システムの実装と評価," 信学技報, vol.119, no.435, IA2019-67, 2020 年 3 月.

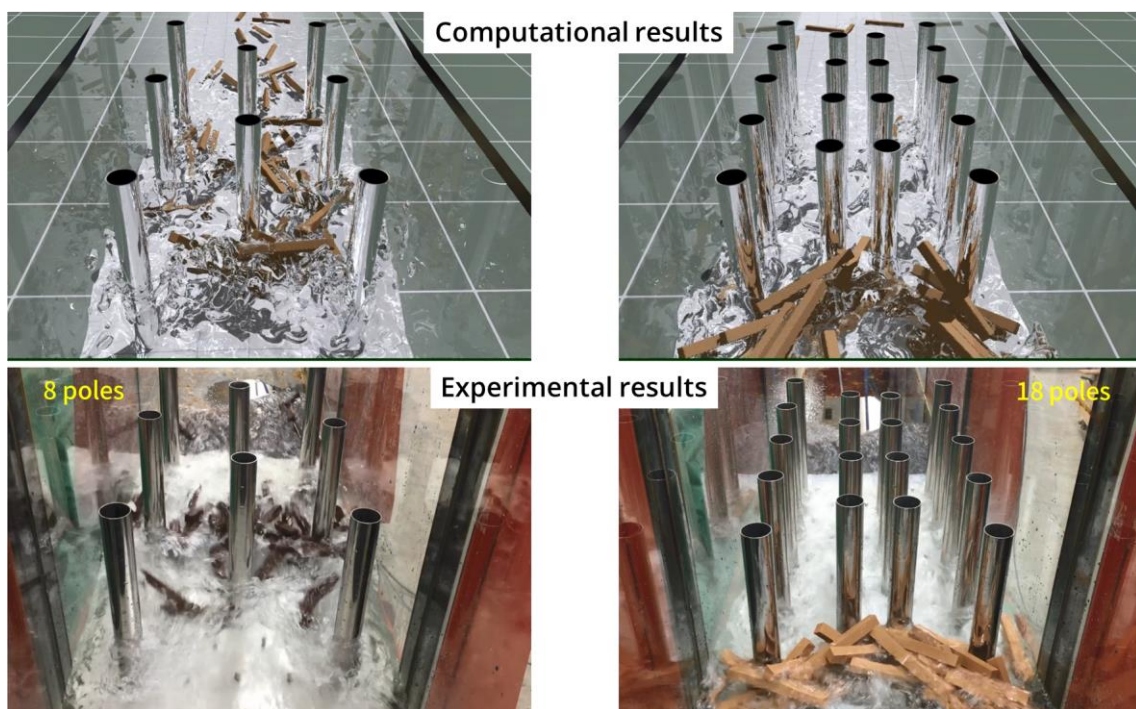
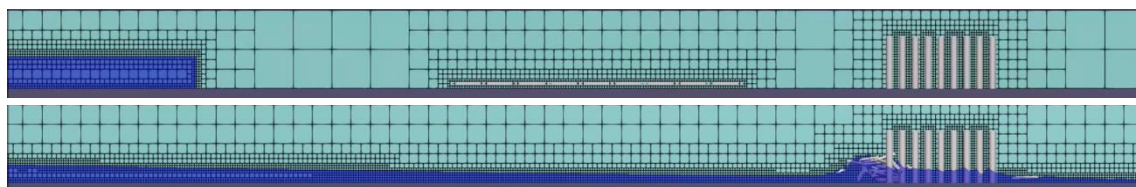
7-2 先端研究部門

教授 青木 尊之 (高性能計算先端応用分野)

【研究の概要と成果】

多量の瓦礫を含んだ津波シミュレーション

遡上する津波や台風・豪雨による斜面災害では多量の瓦礫や流木を伴った流れが発生し、建物などへの被害は水圧によるものよりも浮遊してきた固体との衝突の方が深刻である。さらに、瓦礫や流木は流れに応じて様々な場所に蓄積され、それが以降の流れにも大きく影響する。多量の浮遊物（瓦礫や流木）を含んだ流れに対し、TSUBAME3.0 の複数ノードを用いて大規模計算を行った。Cumulant 衝突モデルの格子ボルツマン法に基づいた自由界面（空気側は大気圧を与えるのみ）を含んだ流れの計算に AMR (Adaptive Mesh Refinement) 法と空間重点曲線に基づいた動的領域分割を行っている。自由界面と瓦礫の近傍に細かい格子を集め計算効率を飛躍的に向上させることにより、広域の計算を可能にした。



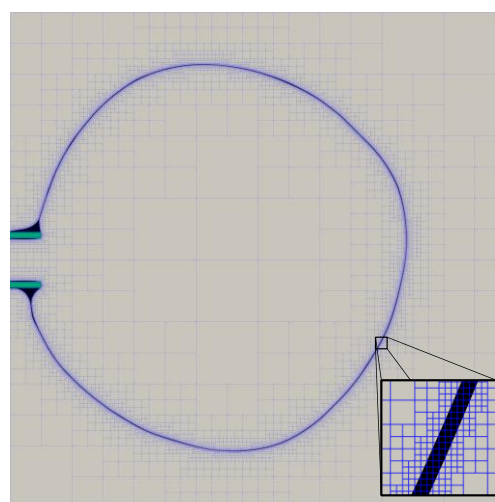
流木補足実験とシミュレーションの比較

計算の検証のために、八戸工大（高瀬慎介准教授の協力）での実験との比較を行った。2cm×2cm×20cm の木材を床に 50 本配置し、そこに水槽で貯めた水が浸水することにより木材

を押し流し、後方に配置した複数のポールに補足される様子をシミュレーションで再現した。全長 15.6m の実験装置全体を計算領域とし、最細格子間隔は 1mm まで細分化している。ポールが 8 本の場合には、実験も計算も全ての木材がポールに補足されなかったが、ポールが 18 本の場合には、実験も計算もほぼ半数の木材が前面で補足され、その補足された木材の配置も実験と計算で非常に良い一致が得られた。

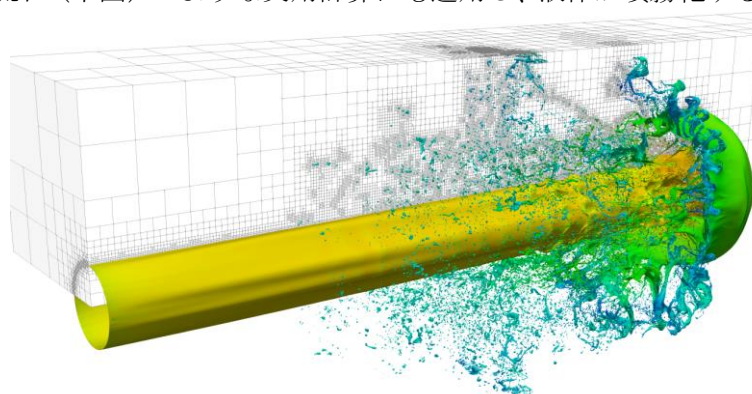
弱圧縮性気液二相流計算による液膜シミュレーション

非圧縮性（低マッハ数）の気液二相流に対し、等温過程に基づいた圧縮性流体方程式を人工的に音速を下げるにより効率的に解き、非圧縮性の流れと遜色のない範囲で僅かな圧縮性を許容する弱圧縮性流体計算手法を開発した。気液二相流のようなシャープな界面が大きく変形する流れでは、計算領域全体を細かい格子で計算すると非常に大規模な計算となるため、高解像度格子を気液界面に動的に集める AMR（Adaptive Mesh Refinement）法を導入した。これにより、液膜（液体自由膜）の計算が可能になり、シャボン玉の膨張計算（右図）では、気液界面の近傍に高解像度格子（均一格子であれば 8000×8000 に相当）を動的に割り当て、数値計算の解像度不足が原因の液膜破断を防ぐことができるようになった。



シャボン玉の膨張過程

液柱が流入するジェットの流れ（下図）のような実用計算にも適用し、液体が噴霧化する過程をよく再現している。従来の均一格子を用いた非圧縮性ソルバーを用いたスパコンの 5000 コア（システムの 1/3 程度）を用いた計算に対し、総格子点数を 1/30 以下に削減することにより 1 個の GPU（Tesla V100 32 GB）でも計算が可能になった。

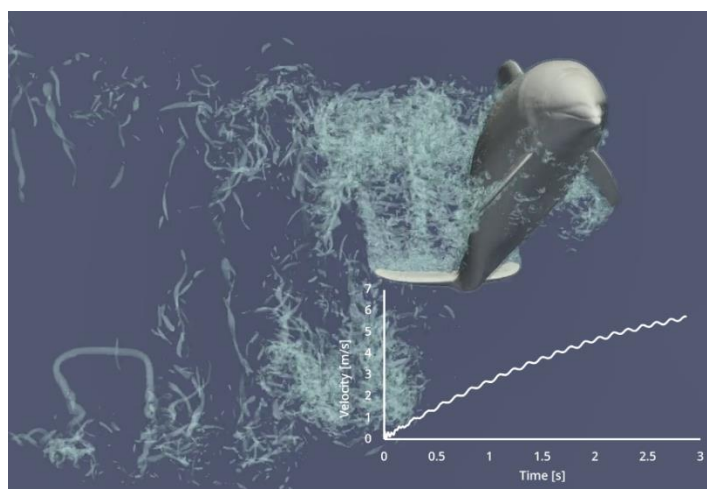


ジェットによる噴霧化過程

AMR 法を導入したイルカのスリースイミングのシミュレーション

3D スキャナーにより取得した実際のイルカの形状（本学・田中博人准教授提供）に基づき、イルカの遊泳の測定で得られている体の変位の実験式を与え、計算機（TSUBAME3.0）の中でイルカがどのような遊泳を行うかの数値シミュレーションを行った。Cumulant 衝突

モデルの格子ボルツマン法と Direct Forcing Immersed Boundary Method を用い、流体構造連成問題として計算を行った。イルカの遊泳範囲を十分に確保するため、 $16\text{m} \times 16\text{m} \times 32\text{m}$ の計算領域を設定し、イルカの近傍には $1 \sim 2\text{mm}$ 格子を動的に割り当てている。Cumulant 衝突モデルが陰的 LES モデルの役割を果たし、高レイノルズ数の流れに対しても安定に計算を行っている。実際

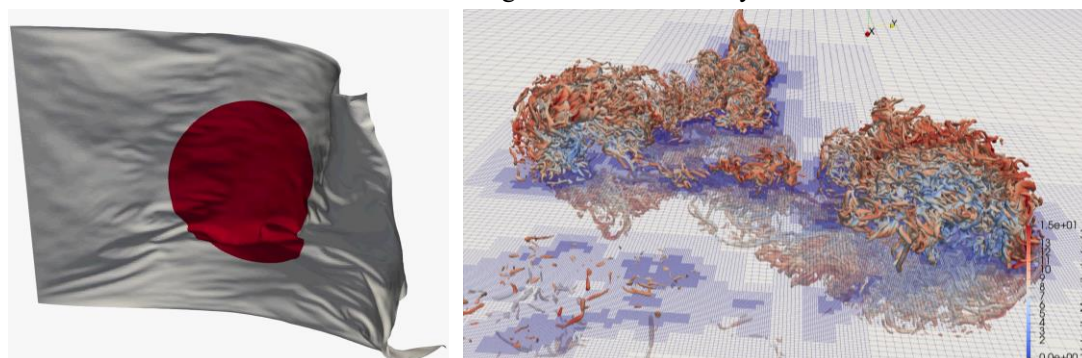


イルカのフリースイミング

のイルカが約 8 m/sec 程度まで加速するのに対し、シミュレーションでは 6.5 m/sec に留まっており、イルカの運動モデル、計算の格子解像度等の検討を進めている。右図では、イルカの周辺の渦を表すための速度勾配テンソルの第二不変量の等値面を表示している。

旗の激しいはためきのシミュレーション

風に揺れる旗の動きは、流体が旗の変形に作用し、旗の変形が流れに影響を与える流体構造連成問題の典型的な例として広く知られている。これまでも旗が緩やかにそよぐ程度の風に対する計算は行われていたが、風速数 m/sec を超える強風に対して激しくはためく状況は計算されていない。旗（布）の構造に対して質点連結バネモデルを適用し、折り曲げに対してもバネを導入している。流体計算に対しては Cumulant 衝突モデルの格子ボルツマン法と旗の近傍に高解像度格子を動的に配置する AMR 法を導入している。布と布の衝突も考慮し、流体と旗の相互作用には Direct Forcing Immersed Boundary Method を用いている。



旗の激しいはためき（左）とはためきにより生じる乱流（右）

図は風速 10 m/sec のときのはためきと、布の変形により駆動された乱流の構造を示している。はためきや流れのフーリエ解析により、どのような乱流が生じているのか、また旗にかかる抗力の風速依存性などを今後明らかにして行く。

【査読付き学術論文】

- 1) 松下真太郎, 青木尊之: 木構造に基づいた AMR 法を用いた流束項付き保存形フェーズフィールド方程式のマルチモーメント法による解法, 日本計算工学会論文集, 2018 巻 p.20180005, 2019 年 5 月 23 日
- 2) Yos Sitompul, Takayuki Aoki: A Filtered Cumulant Lattice Boltzmann Method for Violent Two-phase Flows, J. Comput. Phys, Vol 390, No.1, pp.93-120, 15 August 2019
- 3) Shinji Sakane, Tomohiro Takaki, Munekazu Ohno, Yasushi Shibuta Takayuki Aoki: Two-dimensional large-scale phase-field lattice Boltzmann simulation of polycrystalline equiaxed solidification with motion of a massive number of dendrites: Computational Materials Science, Vol.178

【査読なしポスター発表】

- 1) 青木尊之: GPU スパコンによる流体・構造連成シミュレーション, MSC Software 2019 Users Conference, TKP ガーデンシティ品川, 2019 年 7 月 10 日
- 2) 青木尊之: 界面に適合する AMR 法を用いた非圧縮性気液二相流の完全陽解法計算と GPU 実装 ― 液膜泡沫への適用 ―, 学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点第 11 回 シンポジウム, 品川, 2019 年 7 月 11 日
- 3) 青木尊之: 自転車競技における走行中の最適位置取りのための空力解析, 第 6 回「京」を中核とする HPCI システム利用研究課題 成果報告会, 品川, 2019 年 11 月 1 日

【査読なし国際会議発表】

- 1) Seiya Watanabe, Takayuki Aoki: Large-scale Simulations of Free-surface Flows Using Lattice Boltzmann Method with Block-structured Adaptive Mesh Refinement, The 7th Asian Symposium on Computational Heat Transfer and Fluid Flow 2019 (ASCHT2019), Tokyo University of Science, 5 September 2019
- 2) Shintaro Matsushita, Takayuki Aoki: A TWO-PHASE FLOW SIMULATION BASED ON WEAKLY COMPRESSIBLE ASSUMPTION WITH INTERFACE-ADAPTED AMR METHOD, The 7th Asian Symposium on Computational Heat Transfer and Fluid Flow- 2019, Tokyo University of Science, 5 September 2019
- 3) Shinji Sakane, Tomohiro Takaki, Munekazu Ohno, Yasushi Shibuta and Takayuki Aoki: AMR Implementation for Multi-GPUs Parallel Computing of Phase-field Lattice Boltzmann Method of Dendrite Growth with Melt Convection, The 7th Asian-Pacific Congress on Computational Mechanics (APCOM 2019), Taipei, Taiwan, 18 December 2019
- 4) Eisuke Miyoshi, Tomohiro Takaki, Munekazu Ohno, Yasushi Shibuta, Shinji Sakane and Takayuki Aoki: Effects of Misorientation-Dependent Grain Boundary Properties on Grain Growth: Large-Scale Phase-Field Simulations and Analysis, The 7th Asian-Pacific Congress on Computational Mechanics (APCOM 2019), Taipei, Taiwan, 19 December 2019

- 5) Seiya Watanabe and Takayuki Aoki: Multi-GPU Computing of Free-surface Flows Using Adaptively Mesh-refined LBM, The 7th Asian-Pacific Congress on Computational Mechanics (APCOM 2019), Taipei, Taiwan, 20 December 2019
- 6) Takayuki Aoki: Large-Scale Multiphase Flow Simulations with AMR using Dynamic Load Balance, SIAM Conference on Parallel Processing for Scientific Computing (PP20), Seattle, US, 15 February 2020

【国内学会・ワークショップ・講演会等での発表】

- 1) 三好 英輔, 高木 知弘, 大野 宗一, 澁田 靖, 坂根 慎治, 青木 尊之: 多結晶粒成長における粒界物性の方位差依存性の影響 – 大規模 phase-field シミュレーションによる解析, 日本材料学会 第 68 期通常総会・学術講演会, 室蘭工業大学, 2019 年 5 月 26 日
- 2) 坂根 慎治, 高木 知弘, 大野 宗一, 澁田 靖, 青木 尊之: AMR 法を適用した phase-field デンドライト凝固計算の複数 GPU 並列化, 第 24 回計算工学講演会, 大宮ソニックシティ, 2019 年 5 月 29 日
- 3) 河原 淳, 渡辺勢也, 青木尊之: 格子ボルツマン法による多数の浮遊物体を含んだ津波の大規模シミュレーション, 第 24 回計算工学講演会, 大宮ソニックシティ, 2019 年 5 月 29 日
- 4) 渡辺勢也, 青木尊之, Yang Kai, 小林宏充: AMR 法を導入した格子ボルツマン法を用いた噴流によるピンポン玉の浮遊シミュレーション, 第 24 回計算工学講演会, 大宮ソニックシティ, 2019 年 5 月 29 日
- 5) Arce Acuna Marlon, Aoki Takayuki: GPU-accelerated real-time tsunami simulator with tree-based mesh refinement, 第 24 回計算工学講演会, 大宮ソニックシティ, 2019 年 5/29
- 6) 長谷川雄太, 青木尊之, 小林宏光, 白崎啓太: 細分化格子 LBM に基づく LES の複数 GPU による自転車のロードレースの空力計算, 第 24 回計算工学講演会, 大宮ソニックシティ, 2019 年 5 月 30 日
- 7) 松下真太郎, 青木尊之: 界面に適合する AMR 法と等温過程に基づく弱圧縮性解法による高解像度気液二相流計算, 第 24 回計算工学講演会, 大宮ソニックシティ, 2019 年 5 月 30 日
- 8) 青木尊之: スパコンによる流れの超大規模シミュレーション, 2019 年度 第 1 回計算力学に関する勉強・意見交流会, 八戸工業大学工学部, 2019 年 6 月 25 日
- 9) 河原 淳, 渡辺勢也, 青木尊之, 橋本博公: 多量の瓦礫を含んだ津波の大規模シミュレーション, 日本流体力学会・年会 2019, 電通大, 2019 年 9 月 1 日
- 10) 坂根 慎治, 高木 知弘, 大野 宗一, 澁田 靖, 青木 尊之: 液相流動と固体運動を伴うデンドライト成長の複数 GPU 並列 AMR phase-field 計算, 日本機械学会・第 32 回計算力学講演会 (CMD2019), 東洋大学, 2019 年 9 月 16 日
- 11) 三好 英輔, 高木 知弘, 大野 宗一, 澁田 靖, 坂根 慎治, 青木 尊之: 粒界物性の異方性を考慮した大規模 multi-phase-field 粒成長計算, 日本機械学会 第 32 回計算力学講演会 (CMD2019), 東洋大学, 2019 年 9 月 16 日

- 12) 松下 真太郎, 青木 尊之: 界面に適合する AMR 法による液膜シミュレーション, 日本機械学会 第 32 回計算力学講演会 (CMD2019), 東洋大学, 2019 年 9 月 16 日
- 13) 小野寺 直幸, 井戸村 泰宏, 河村 拓馬, 中山 浩成, 下川辺 隆史, 青木 尊之: 観測データを適用した局所細分化格子ボルツマン法によるトレーサー拡散解析, 日本機械学会 第 32 回計算力学講演会 (CMD2019), 東洋大学, 2019 年 9 月 16 日
- 14) 渡辺勢也, 青木尊之: 界面に適合する AMR 法を用いた自由界面流れの大規模 GPU 計算, 日本機械学会 第 32 回計算力学講演会 (CMD2019), 東洋大学, 2019 年 9 月 16 日
- 15) 青木尊之: 自転車競技における走行中の最適位置取りのための空力解析第 6 回「京」を中核とする HPCI システム利用研究課題 成果報告会, 品川, 2019 年 11 月 1 日
- 16) 青木尊之: 多数の浮遊物を含んだ自由表面流れの GPU スパコンによる大規模シミュレーション, 九州大学情報基盤研究開発センター応用力学フォーラム, 九大, 2019 年 11 月 26 日
- 17) Sitompul Yos Panagaman, Aoki Takayuki, Takaki Tomohiro: A Study on Turbulent Bubbly Flows using Lattice Boltzmann Methods and Multi-phase Field Model, 日本流体力学会 第 33 回数値流体力学シンポジウム, 北大, 2019 年 11 月 28 日
- 18) 菊田大輔, 青木尊之, 松下真太郎: 動的接触角を考慮した斜面を流れ落ちる液滴のシミュレーション, 日本流体力学会 第 33 回数値流体力学シンポジウム, 北大, 2019 年 11 月 29 日
- 19) 大橋遼河, 渡辺勢也, 青木尊之, 佐山将太郎, 田中博人: CLBM による回転移動する野球ボールの空力解析, 日本流体力学会 第 33 回数値流体力学シンポジウム, 北大, 2019 年 11 月 29 日
- 20) 渡辺勢也, 青木尊之, 小林宏光: 適合細分化格子ボルツマン法を用いた噴流により浮遊するピンポン玉のシミュレーション, 日本流体力学会 第 33 回数値流体力学シンポジウム, 北大, 2019 年 11 月 29 日
- 21) 山口 大輝, 渡辺 勢也, 青木 尊之: AMR 法を導入した格子ボルツマン法によるイルカのフリースイミングの複数 GPU シミュレーション, 日本流体力学会 第 33 回数値流体力学シンポジウム, 北大, 2019 年 11 月 29 日

【招待講演】

- 1) 青木尊之: HPCI システム利用研究課題 優秀成果賞・自転車競技における走行中の最適位置取りのための空力解析, 第 6 回「京」を中核とする HPCI システム利用研究課題 成果報告会, 品川, 2019 年 11 月 1 日
- 2) 青木尊之: 多数の浮遊物を含んだ自由表面流れの GPU スパコンによる大規模シミュレーション, 九州大学情報基盤研究開発センター応用力学フォーラム, 九大, 2019 年 11 月 26 日
- 3) Takayuki Aoki: Weakly Compressible Flow Computations for Incompressible Two phase flows and Fluid Structure Interactions, International Symposium on Novel Computational and Experimental Methods for Complicated Fluid Structure Interactions, RIAM, Kyushu University, 2020/1/20

教授 遠藤 敏夫 （高性能計算システム分野）

【研究の概要と成果】

次世代スパコンに向けたアーキテクチャ活用技術および TSUBAME スパコンへのフィードバック

当センターの TSUBAME3.0 スーパーコンピュータは、高性能シミュレーションのみならず高性能データ解析・AI 分野など幅広いユーザにより利用されている。次世代へ向けて、さらなる計算需要の高まりに応えるために今後のスパコン技術を進展させる必要がある。アーキテクチャ面においてその基盤となる技術として、超高並列・異種演算コア、深化するメモリ階層などが挙げられる。それらの持続的な性能向上の成果を、ユーザに遅滞なく、かつ容易に活用可能な形で提供するには、アプリケーションとアーキテクチャの中間に値するミドルウェア・各種ライブラリなどの高性能ソフトウェア技術の進展が必要である。上記の視点から、2018 年度に採択された NEDO プロジェクト「2028 年に性能 100 倍を達成する汎用性の高い高性能計算機アーキテクチャとシステムソフトウェアの技術の探索」や、産総研とのジョイントラボである産総研・東工大 実社会ビッグデータ活用 オープンイノベーションラボラトリ（RWBC-OIL）などの文脈において研究を推進している。

- 複数種メモリや超メニーコアを備える計算機のメモリ性能の詳細評価として、MCDRAM（約 450GB/s）および、中位層に相当する DDR DRAM（約 128GB/s）を備える Xeon Phi プロセッサの詳細技術調査を進めた。その中で一般的には公開されないコア番号と物理コア位置の対応がアクセス遅延に大きく影響を与えることを実証し、また網羅的なコア-メモリ間測定から、物理コア推定を半自動に可能とするツールを開発し、ソフトウェアを公開した。これを用いて、物理コアがアクセス遅延に及ぼす影響が、Xeon Phi にて 9.6%マルチチップモジュール技術を用いた EPYC 7702 で 21%に上ることが判明した。
- メモリ階層の構成がアプリケーションソフトウェアの性能へ及ぼす影響を推定するために、シミュレーションやエミュレーションなどの方法が知られているが、推定時間の長さや推定精度のトレードオフが問題となる。特に前者はアーキテクチャ探索を十分に行うための支障となるため、高速な推定が問題となる。本項目では、アーキテクチャ情報としてメモリ階層の容量・バンド幅等の情報と、アプリケーション情報としてアプリ挙動のモデルを入力とし、各メモリ層中のボトルネックを推定し、実行に最低限必要な時間を推定するツールのプロトタイプを開発した。開発をオークリッジ国立研の Siena/Aspen ツールをベースとして行っているが、実際のアプリケーション実行からの実際のメモリトレースを取得するなどの大幅な改良を行った。

- アルゴリズムカーネルのアグレッシブな局所性改良によりメモリ階層間のデータ移動を大幅に削減する研究を行った。ビッグデータ分野の重要カーネルの一つであるグラフ全点对最短経路問題について、深いメモリ階層・メニーコア・長い SIMD ベクタ幅を持つ現代のアーキテクチャの特性に適合した高速カーネルルーチンを開発して公開した。この実装では局所性向上のための再帰的ブロッキングを中核にしつつ、AVX512 SIMD を用いたアクセスやキャッシュコンフリクトミスを削減する手法などを統合し、Xeon Phi で 690GFlops, Xeon SkyLake 2socket で 1100GFlops という演算速度を達成した。これは類似の研究の約 2 倍の速度であり、この内容についての論文は国際会議 HPC Asia 2020 にて採択され、成果発表を行った。
- ビッグデータ解析や試行錯誤を含む深層学習処理などを、多種多様なユーザが気軽に行えるためには、TSUBAME の持つような高い演算性能を、対話的に活用できる必要がある。この実現により、ユーザはスパコンを、手元の PC やワークステーションの延長であるかのように利用できる。このような運用のプロトタイプとして、TSUBAME3.0 の一部計算ノードの運用を変更し、対話的利用可能とした。さらに、既存の TSUBAME ポータルからデータ分析分野のデファクトスタンダードである Jupyter Lab を容易に利用可能な改修を行った。これらの運用改良を、本センター教職員やベンダーの協力のもと、文科省概算要求「スマートコミュニティ実現のためのスパコン・クラウド情報基盤のエネルギー最適化の研究推進」の文脈にて行った。さらに、対話性と計算資源の有効活用の両立に向けて、スケジューリング技術の改良研究を、理研・産総研との共同科研費プロジェクト「機械学習を用いた自律型スマート HPC データセンター」にて推進している。

【査読付き国際会議発表】

- 1) Kazuaki Matsumura, Hamid Reza Zohouri, Mohamed Wahib, Toshio Endo, Satoshi Matsuoka. AN5D: Automated Stencil Framework for High-Degree Temporal Blocking on GPUs . In proceedings of International Symposium on Code Generation and Optimization (CGO 2020), San Diego, Feb 2020.
- 2) Toshio Endo. Integrating Cache Oblivious Approach with Modern Processor Architecture: The Case of Floyd-Warshall Algorithm. In proceedings of HPC Asia 2020, Fukuoka, Jan 2020.

【査読付きポスター発表】

- 1) Tomoya Yuki, Toshio Endo. Toward Latency-Aware Data Arrangement on Many-Core Processors . HPC Asia 2020, poster session, No. 51, Fukuoka, Jan 2020.

【査読なし論文】

- 1) Yuki Ito, Haruki Imai, Tung Le Duc, Yasushi Negishi, Kiyokuni Kawachiya, Ryo Matsumiya, Toshio Endo. Profiling based Out-of-core Hybrid Method for Large Neural Networks . arXiv:1907.05013 [cs.LG], July 2019.

【査読なし国際会議発表】

- 1) Toshio Endo. Activity Report from Tokyo Tech:Energy Efficiency of TSUBAME3.0. Energy Efficient HPC State of the Practice Kobe Meeting, Kobe, August 4, 2019.

【国内学会・ワークショップ・講演会等での発表】

- 1) 土川 稔生, 遠藤 敏夫, 野村 哲弘, 近藤 正章, 大山 洋介, 松岡 聡. メモリアクセスデータを用いた機械学習によるアプリケーションの類型化 . 並列/分散/協調処理に関するサマールワークショップ(SWoPP2019), 情報処理学会研究報告, 2019-HPC-170 No.12, 2019 年 7 月 24 日.
- 2) 野村 哲弘, 三浦 信一, 實本 英之, 額田 彰, 遠藤 敏夫. TSUBAME3.0 におけるストレージ利用効率化のためのファイルシステムベンチマーク . 並列/分散/協調処理に関するサマールワークショップ(SWoPP2019), 情報処理学会研究報告, 2019-HPC-170 No.24, 2019 年 7 月 25 日.

准教授 横田 理央 (高性能計算先端応用分野)

【研究の概要と成果】

深層学習の原理解明に向けた DNN モデルと情報行列の大規模データベース構築

ハイパーパラメータのチューニングと汎化性能の向上は深層学習における大きな課題である。最適なハイパーパラメータや汎化性能を予測する理論も存在するが、それらは Hessian や Fisher 行列などの情報行列の計算を要するため、大規模な深層学習モデルに適用することは困難である。また、一つのモデルやデータセットに特化したチューニングを行い汎化性能の向上を図ることはあまり意味がない。実際に求められているのは様々なモデルとデータセットに対する網羅的な検証である。本研究では、大規模情報行列を高速に計算する独自技術を活かし、ハイパーパラメータや汎化性能の予測に関する理論の有効性を検証する上で必要となる、モデルとデータセットと情報行列の組み合わせを提供する。これにより、大規模計算資源にアクセスできない理論研究者が気軽に参照できるデータベースを構築することを目指す。

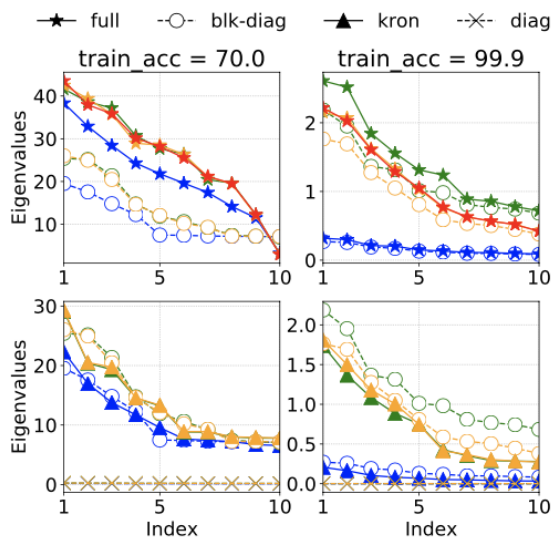
様々なモデルとデータセットに対する網羅的な検証を行うため、まずは画像認識のデータセットの中から MNIST, Fashion MNIST, SVHN, CIFAR-10, CIFAR-100, ImageNet を選択し、それぞれについて Fully connected, Simple CNN, VGG-11/19, ResNet-18/50, WideResNet-50, EfficientNet-B0/B3 の中から適切な組み合わせを複数選択した。これらを最適とは限らない異なるハイパーパラメータを用いて学習することで汎化性能にばらつきのある様々なモデルとデータセットの組み合わせを用意した。学習の途中過程における情報行列の性質の変化も記録できるようにするために、収束の途中でも情報行列を計算しデータベースに保存した。小さいモデルとデータセットについては複数のケースを並行して計算するタイプの並列化を行い、大きいモデルとデータセットは個々のケースも分散並列化して行った。全ての実験の途中経過の統合的なモニタリングやハイパーパラメータ同士の関連性の解析には Weights and Biases を用いた。

情報行列については、Hessian(H), Fisher(F), N-MC Fisher(Fnmc), Covariance(C)の4つを計算し、それぞれについて密行列、ブロック対角行列、クロネッカー因子分解、対角行列を計算した。また、MLRG GC, PyHessian、BackPACK などの類似手法との性能比較も行った。ただし、計算性能のみならず本手法は類似研究に対して機能面でも以下のような 優位性がある。

Software library	Matrices supports						Res	Dist
	<i>H</i>	<i>F</i>	<i>F_{nmc}</i>	<i>C</i>	shapes	$J_{f,\theta}$		
MLRG DC [Granzio et al., 2019]	Δ	-	-	-	full	-	✓	-
PyHessian [Yao et al., 2020]	Δ	-	-	-	full	-	✓	✓
BackPACK [Dangel et al., 2020]	-	✓	✓	✓ ⁴	kron, diag	✓	-	-
Mammoth Utils	✓	✓	✓	✓	all shapes	-	✓	✓

MLRG DC や PyHessian は H しか計算することができず、BackPACK は逆に F, F_{nm}, C しか計算することができない。一方、本手法である Mammoth Utils はいずれの行列も計算することができる。また、MLRG DC や PyHessian は密行列(full)しか計算できず、BackPACK はクロネッカー因子分解(kron)、対角行列(diag)しか計算できない反面、本手法は全ての行列形状を計算することができる。これにより、full との比較を通して kron や diag を行うことによる近似誤差を直接比較により厳密に定量化することができる。最も簡単な例をとると、MNIST を 2 層の全結合ネットワークで学習した際の学習初期、学習終盤のそれぞれで H, F, F_{nm}, C 行列の固有値を観察した結果、密行列とクロネッカー因子分解の差はほとんどなく、対角化の結果のみが大きく異なっていた。また、 H, F, F_{nm}, C の比較では H, F, F_{nm} の間の際はほとんど認められず C のみが大きく異なっていた。実際の深層学習においてこれらの行列間の比較やそれらの近似の間の比較は行われておらず、本研究において初めて二次最適化に K-FAC を用いることの正当性が示された。

下図は MNIST を全結合ネットワークで学習した際の学習初期、学習終盤のそれぞれで Hessian, Fisher, N-MC Fisher, Covariance 行列を密行列(full)、ブロック対角化(blk-diag)、クロネッカー因子分解(kron)、対角化(diag)により近似した場合の結果である。左が固有値の分布で右が計算時間を表す。ただし、()内の数字は BackPACK の計算時間である。



Operation	H	F	F_{nm}	C
$X_{\text{full}} \cdot v$	3.70s	114s	13.1s	12.9s
$X_{\text{blk-diag}} \cdot v$	-	114s	13.1s	12.9s
X_{kron}	-	24.7s (25.6s)	4.97s (25.6s)	4.99s
X_{diag}	-	26.2s (7.52s)	4.74s (7.54s)	4.76s (5.28s)
$X_{\text{kron}} \& X_{\text{diag}}$	-	31.9s (29.4s)	5.83s (29.4s)	5.85s
$\text{eig}(X_{\text{kron}})$	-		544 ms	
$\text{eig}(X_{\text{diag}})$	-		14 ms	

【査読付き学術論文】

- 1) Akihiro Ida, Hiroshi Nakashima, Tasuku Hiraishi, Ichitaro Yamazaki, Rio Yokota, Takeshi Iwashita, QR Factorization of Block Low-rank Matrices with Weak Admissibility Condition, Journal of Information Processing, Vol. 12, No. 4, Nov. 2019.
- 2) Ichitaro Yamazaki, Akihiro Ida, Rio Yokota, Jack Dongarra, Distributed Memory Lattice H-matrix Factorization, The International Journal of High Performance Computing Applications, Aug. 2019.

- 3) Mustafa AbdulJabbar, Mohammed Al Farhan, Noha Al-Harhi, Rui Chen, Rio Yokota, Hakan Bagci, David Keyes, Extreme Scale FMM-Accelerated Boundary Integral Equation Solver for Wave Scattering, SIAM Journal on Scientific Computing, Vol. 4, No. 3, pp. C245--C268, Jun. 2019.

【査読付き国際会議】

- 1) Sameer Deshmukh, Rio Yokota, Distributed Memory Task-Based Block Low Rank Direct Solver, HPC Asia 2020 (poster), Jan. 2020.
- 2) Muhammad Ridwan Apriansyah, Rio Yokota, QR Decomposition of Block Low-Rank Matrices, HPC Asia 2020 (poster), Jan. 2020.
- 3) Kazuki Osawa, Siddarth Swaroop, Anirudh Jain, Runa Eschenhagen, Richard E. Turner, Rio Yokota, Mohammad Emtiyaz Khan. Practical Deep Learning with Bayesian Principles, The 33rd Conference on Neural Information Processing Systems, Dec. 2019.
- 4) Qianxing Ma, Rio Yokota, Runtime System for GPU-based Hierarchical LU factorization, The International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage, and Analysis (poster), Nov. 2019.
- 5) Hiroyuki Ootomo, Rio Yokota, TSQR on TensorCores, The International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage, and Analysis (poster), Nov. 2019.
- 6) Hiroki Naganuma, Rio Yokota, On Empirical Analysis of Layer-wised Learning Rate Schedule, ACML 2019 Workshop on Statistics & Machine Learning Researchers (poster), Nov. 2019.
- 7) Satoshi Ohshima, Ichitaro Yamazaki, Akihiro Ida, Rio Yokota. Optimization of Numerous Small Dense-Matrix-Vector Multiplications in H-matrix Arithmetic on GPU, Auto-Tuning for Multicore and GPU (ATMG) In conjunction with the IEEE MCSoc-19, Oct. 2019.
- 8) Yohei Tsuji, Kazuki Osawa, Yuichiro Ueno, Akira Naruse, Rio Yokota, Satoshi Matsuoka. Performance Optimizations and Analysis of Distributed Deep Learning with Approximated Second-Order Optimization Method, International Conference on Parallel Processing: The 1st Workshop on Parallel and Distributed Machine Learning, Proceedings of the 48th International Conference on Parallel Processing: Workshops, No. 21, Aug. 2019.
- 9) Kazuki Osawa, Yohei Tsuji, Yuichiro Ueno, Akira Naruse, Rio Yokota, Satoshi Matsuoka. Second-order Optimization Method for Large Mini-batch: Training ResNet-50 on ImageNet in 35 Epochs, IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Jun. 2019.
- 10) Yuichiro Ueno, Rio Yokota. Exhaustive Study of Hierarchical AllReduce Patterns for Large Messages Between GPUs, 19th IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGRID), May. 2019.
- 11) Hiroki Naganuma, Rio Yokota. A Performance Improvement Approach for Second-Order Optimization in Large Mini-batch Training, 2nd High Performance Machine Learning Workshop CCGrid2019 (HPML2019), May. 2019.

【国内会議】

- 1) 横田理央, 「二次最適化を用いた ImageNet の大規模分散深層学習」, 精密工学会 画像応用技術専門委員会, 第 5 回定例研究会「人工知能・データサイエンス」, Jan. 2020.
- 2) 横田理央, 「近似行列分解と分散深層学習」, RIMS 研究会 諸科学分野を結ぶ基礎学問としての数値解析学, Nov. 2019.
- 3) 八島慶汰, 石川康太, 佐藤育郎, 野村哲弘, 横田理央, 松岡聡. 早期終了タイミングを予測する: 深層学習における確率勾配の分布の変化点検出, 第 22 回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS 2019), Nov. 2019.
- 4) 横田理央, 「深層学習に現れる密行列の構造」, 自動チューニング研究会マイクロワークショップ, Oct. 2019.
- 5) 岩瀬 駿, 櫻田 健, 変化の属性を考慮した物体レベルのシーン変化検出, 第 22 回 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2019), Oct. 2019.
- 6) 横田理央, 「深層学習の高速化と大規模並列化」, 情報処理学会連続セミナー第 3 回: AI と歩む未来(2): 画像・映像処理の最前線, Sep. 2019
- 7) 大友 広幸, 横田 理央, Tensor コアを用いた TSQR, 日本応用数理学会年会, Sept. 2019.
- 8) Peter Spalthoff, 横田 理央. Flexible and Simplistic Hierarchical Matrix-Based Fast Direct Solver, 第 170 回ハイパフォーマンスコンピューティング研究発表, Jul. 2019.
- 9) 大友 広幸, 横田 理央. Tensor コアを用いた TSQR の GPU 実装, 第 170 回ハイパフォーマンスコンピューティング研究発表, Jul. 2019.
- 10) 横田理央, 「ImageNet ベンチマークの大規模並列深層学習」, 第 14 回名工大・核融合研共同セミナー: 流体シミュレーションとディープラーニング, Jul. 2019.
- 11) 長沼 大樹, 横田 理央. ラージバッチ学習のための自然勾配学習法における Smoothing の有効性, The 3rd Cross-disciplinary Workshop on Computing Systems, Infrastructures, and Programming (xSIG), May. 2019.
- 12) 横田理央, 「階層的低ランク近似法の最新研究動向と応用例」, 第 22 回 AT 研究会オープンアカデミックセッション, May. 2019.

准教授 額田 彰 (高性能計算システム分野)

【研究の概要と成果】

CUDA アプリケーションのチェックポイント

GPU のような多数の演算コアを高密度に搭載するメニーコアプロセッサはコストや消費電力に対する演算性能比に優れており、現在の大規模計算システムの多くが採用している。特に NVIDIA 社製 GPU は CUDA をはじめとする様々なプログラム実行環境が提供されており、本センターのスーパーコンピュータ TSUBAME シリーズでも代々主たる演算プロセッサとして採用されている。GPU 計算を利用することで CPU よりも何倍から何十倍もの速度向上が得られるが、その結果として高度であったり複雑であったり、より多くの演算量を必要とする計算を行うことができるためアプリケーションの実行時間自体は短くならない。長時間の計算実行では計算中にシステムが故障する可能性もあり、耐故障性も考慮する必要があるが、一般的に耐故障で用いられるチェックポイント機能を持つソフトウェアは GPU 計算に対応していない。

ユーザによるコード改変が不要なシステムレベル・チェックポイントのソフトウェアとして主流なのは BLCR や DMTCP である。GPU にアクセスするアプリケーションに対してこれらを使用すると、状態保存に失敗するか、または実行再開に失敗する。そこでアプリケーション本体とは別に GPU にアクセスするプロセスを用意する。アプリケーション本体は直接 GPU にアクセスしないためチェックポイント対応可能な状態を維持できる。さらに GPU 側のリソースを全て把握して、チェックポイント保存時にバックアップするために、関連 API の呼び出しを全て監視するとともにプロセス間通信で GPU にアクセスするプロセスに転送する。

この方法ではプロセス間通信をする分のオーバーヘッドが生じる。関連 API を呼び出すたびに通信の遅延が増える。そもそもホストと GPU 間で頻繁に同期をとらなければならないアプリケーションでは特に GPU での加速が限定的であるが、さらにこの通信オーバーヘッドによって性能低下が起こる。しかしその他の GPU に適したアプリケーションや非同期 API を利用するアプリケーションではこのオーバーヘッドの影響を受けにくい。API 呼び出しの他に、通常ホストと GPU 間のデータ転送が必要である。ホスト側でプロセスが分離されているため、率直に2段階転送すると転送速度が大きく低下してしまう。これを回避するために、プロセス間共有メモリを活用することによって、転送速度の低下を抑えることができた。

【査読付き国際会議・国内学会発表】

- 1) Yusuke Nagasaka, Akira Nukada, Ryosuke Kojima and Satoshi Matsuoka. “Batched Sparse Matrix Multiplication for Accelerating Graph Convolutional Networks”, In Proc. of the 19th Annual IEEE/ACM International Symposium in Cluster, Cloud, and Grid Computing (CCGrid 2019), May 2019. (採択率 23%)

【国内学会・ワークショップ・講演会等での発表】

- 1) 野村 哲弘, 三浦 信一, 實本 英之, 額田 彰, 遠藤 敏夫. 「TSUBAME3.0 におけるストレージ利用効率化のためのファイルシステムベンチマーク」, 情報処理学会研究報告, Vol. 2019-HPC-170, No. 24, 2019 年 7 月.

特任准教授 渡邊 寿雄 (高性能計算先端応用分野)

【研究の概要と成果】

相対論的結合クラスター法による電子 EDM の計算

基本粒子の電子双極子モーメント (EDM) は時間反転対称性を破る物理量の 1 つであるが、その値は極微小なため最新の高精度実験技術でも測定限界以下であり、時間反転対称性の破れの直接観測はいまだ行われていない。また、原子物理学における標準理論では中性子の EDM は 10^{-30} [e cm] 以下程度と予想されるが、もし BSM(標準理論を超えた物理)が存在する場合には中性子の EDM はより大きな値を取ると期待される。そこで超高精度電子状態理論計算により原子・分子の EDM を求めることで BSM の解明を目指す。

利用したプログラムは B.K.Sahoo 教授 (物理学研究所、インド) の the relativistic coupled-cluster program for atoms である。このプログラムは既に MPI 並列化されているが、二電子積分計算コードが逐次コードである点、また二電子積分値と積分変換時の中間積分値の大規模配列によりメモリ不足に陥る点、そして並列化のスケラビリティが不十分な点などが原因で、非常に重い原子においては計算が困難になる。そこで二電子積分コードの並列化とホットスポットの 3 つの計算ルーチンの OpenMP/MPI 混合並列化により省メモリ化を達成し、ノード内の全ての CPU コアの有効活用が可能にした。

電子 EDM は、原子系と分極分子系での測定が行われているが、一般的には分極分子中の開殻重原子の方が高精度の測定が可能である。一方で、原子系では電子 EDM による原子 EDM の誘起現象を利用し、原子 EDM 測定により電子 EDM を見積もることが可能である。また一部の開殻重原子では原子 EDM が電子 EDM に比べて非常に大きな値を持つことを利用して電子 EDM の測定を試みられている。しかしながら、原子 EDM と電子 EDM の比率は実験では求まらないため、理論計算による比率の算出が必要とされる。令和元年春期 TSUBAME グランドチャレンジ大規模計算制度の 6 月実施分カテゴリ B にて、課題名 Calculation of various atomic properties for studies on fundamental physics using large-scale high-performance computation として採択・実施し、 ^{210}Fr の電子 EDM の計算を行い、原子 EDM と電子 EDM の比率などを算出した。

【査読付き学術論文】

- 1) N. Shitara, B. K. Sahoo, T. Watanabe, B. P. Das, “Relativistic many-body analysis of the electric dipole moment enhancement factor of ^{210}Fr and associated properties”, submitted.

助教 野村 哲弘 (高性能計算システム分野)

【研究の概要と成果】

機械学習を用いた自律型スマート HPC データセンターの実現にむけて (基盤(B)・分担)

スーパーコンピュータにおける資源スケジューリングは、限られた計算リソースをいかにして効率よく、ユーザに対して公平に分配するののかという最適化問題である。特に、TSUBAME3 におけるノードの動的分割や、契約電力等を理由とするパワーキャッピングなどの制約条件が増えるとその複雑性は爆発し、現在の人間のヒューリスティックスに基づくアルゴリズムだけで対応することの限界にぶつかる。

本研究では、スーパーコンピュータのジョブ状況や各種センサを入力とし、電力やノード数制約を守る形でのジョブスケジュールを出力とするニューラルネットワークを構築し、TSUBAME3 等のスーパーコンピュータのジョブ履歴情報を学習させることで、このような複雑な問題に関するヒューリスティックスを自動で構築することを目指す。

本研究課題の初年度である本年度は、機械学習におけるジョブスケジューリングヒューリスティックス学習の第 1 フェーズとして、可変長のジョブを扱うスケジューリング問題を入力固定長である RNN に合う形に表現する表現手法の探求を行った。固定長の入力に対する最適化問題や、CNN、RNN のチューニングに関しては学术界・産業界ともに豊富な資料があるものの、実問題の機械学習への定式化に関しては文書化されたノウハウが乏しく適切な定式化が難しかったが、トイ問題に対してある程度の学習ができる環境の構築にこぎつけた。

TSUBAME3 の利用法の多様化の促進

スーパーコンピュータは、複数の計算ノードを多数のユーザで共用するという利用形態ゆえに、その利用法やソフトウェア環境が独特のものとなり、研究室内やクラウド上で開発されたプログラムの持ち込みについて、前提知識という点においても、ソフトウェアの依存関係という点においても敷居の高いものとなっている。

後者の問題に対しては、Singularity コンテナの TSUBAME3 における整備を継続し、コンテナイメージの形でアプリケーションの実行環境を持ち込むことが昨年度にできるようになったが、コンテナイメージの作成には通常管理者権限を要求する操作が必要であり、特にインターコネクにシェアの低い OmniPath を採用している TSUBAME3 において、マルチノードプログラムの実行環境をコンテナ化して持ち込むには、TSUBAME 上でプログラムをビルドするのと同レベルの環境整備の困難さが問題となっていた。そこで、標準的なレシピファイルを持ち込み、TSUBAME3 上でコンテナイメージを作成することができよう、fakeroot 機能のセキュリティ評価を行い、一般ユーザによるコンテナイメージの作成に対応させた。

前者の問題として、特に Linux システムの初学者にとって、ターミナル、シェル、シェル

スクリプト、SSH および公開鍵認証方式など、スーパーコンピュータの利用に求められる前提知識は膨大であり、このことがスーパーコンピュータの利用から新規ユーザを遠ざけている遠因のひとつと考えられる。他方、機械学習・深層学習ブームは続いており、Jupyter Notebook を使用することで、ブラウザ上で膨大な計算量を要求する機械学習プログラムを簡単に実行できる環境が整っているが、ユーザの手元のラップトップコンピュータ等での実行は速度およびメモリ量の限界に到達しやすく、このようなユーザをスーパーコンピュータに誘導することは研究の快適性およびエネルギー効率の側面で強く求められる。そこで、TSUBAME3 において、Web ポータル上で Web アプリケーション(Jupyter Notebook)を実行するためのジョブの生成・投入・終了および実行した Web アプリケーションへの接続を代行するインタフェースを整備することで、このような新規ユーザ層に必要な前提知識をバイパスさせることができると考えており、インタフェースの構築を行っている。本インタフェースは 2020 年 4 月に全 TSUBAME ユーザを対象に試験運用を開始する予定である。

計算機運用に関する技術交流ワークショップ(SIGSO)の企画・運営

TSUBAME3 を含む HPC データセンターにおいては、日々様々な運用上の問題に衝突し、そのたびにユーザビリティ・運用効率・公平性などのさまざまな指標を最適化すべく、運用に創意工夫を行っているが、そのノウハウについては学会発表や論文の形式にまで昇華できるものだけではなく、むしろそのようなものに達しない細かな工夫にこそ参考にできる事例が多く、その多くは研究会合等でのセンター所属の研究者間の雑談を契機とした偶発的な情報交流に頼っている現状があり、特に研究会合に参加しない技術職員の間の技術交流はなされていない。

そこで、理化学研究所計算科学研究センター、海洋研究開発機構と共同で計算機の運用に関する情報交換を主目的とした会合を企画し、2019 年 9 月に半日のワークショップを東京工業大学で開催した。本ワークショップでは、率直な意見交換を目的として、予稿や発表内容の記録は残さず、教員だけではなく運用担当職員の参加も推奨し、主催 3 センターからの話題提供のライトニングトークと、事前に話題を決めずライトニングトークの内容やその他の話題を広げるためのフリーディスカッションによる構成を取った。延べ 11 機関から 19 名の参加者を得て意見交換も盛り上がり、成功裏に終わることができたため、来年度も継続して同ワークショップを開催することを予定している。

機械学習を用いた計算機ベンチマークの類型化に関する研究

計算機アーキテクチャの設計において、目的とするアプリケーションの実行性能の最大化が最終的な目標となるが、多数ある高性能計算アプリケーションのすべてを設計段階のアーキテクチャで試験することは難しい。特に実機が存在しないアーキテクチャでは実機の数万倍の実行時間がかかるアーキテクチャシミュレータを用いるため、長時間の実行や多数のアプリケーションのテストは現実的ではない。このため、一般的には Proxy Application

と呼ばれるベンチマークをアプリケーションの代わりとして用いることが多く、このような目的のために多数のベンチマークセットが開発されているが、その中には重複するものも多く、アーキテクチャ設計目的で利用するためにさらなる絞り込みと実アプリケーションへの関連付けをシステムティックに行うことが求められている。

本研究ではアプリケーションのメモリアクセスパターンから算出される Reuse Distance と呼ばれる指標のヒストグラムに着目し、ヒストグラムの類似性とメモリ階層の異なる複数のアーキテクチャにおける実行性能の比率についての関係性を回帰分析で求めた。Reuse Distance をキャッシュライン長を考慮して拡張することにより、ベンチマークごとの実行性能比率を R^2 誤差 0.8 で推測することができるようになった。

【査読付き国際会議・国内学会発表】

- 1) Jens Domke, Satoshi Matsuoka, Ivan R. Ivanov, Yuki Tsushima, Tomoya Yuki, Akihiro Nomura, Shin'ichi Miura, Nic McDonald, Dennis L. Floyd, Nicolas Dubé. HyperX Topology: First At-Scale Implementation and Comparison to the Fat-Tree, International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis (SC '19), Association for Computing Machinery, No. 40, Nov. 2019. (採択率: 22.7%)

【査読なしポスター発表】

- 1) 八島慶汰, 石川康太, 佐藤育郎, 野村哲弘, 横田理央, 松岡聡. 早期終了タイミングを予測する: 深層学習における確率勾配の分布の変化点検出, 第 22 回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS 2019), Nov. 2019.

【査読なし国際会議発表】

- 1) Jens Domke, Satoshi Matsuoka, Ivan R. Ivanov, Yuki Tsushima, Tomoya Yuki, Akihiro Nomura, Shin'ichi Miura, Nic McDonald, Dennis L. Floyd, Nicolas Dube. The First Supercomputer with HyperX Topology: A Viable Alternative to Fat-Trees?, 26th Symposium on High-Performance Interconnects (IEEE Hot Interconnects 2019), Aug. 2019.

【招待講演】

- 1) Akihiro Nomura. Introducing Container Technology to TSUBAME3.0 Supercomputer, ISC High Performance 2019, Jun. 2019.

【国内学会・ワークショップ・講演会等での発表】

- 1) 野村 哲弘, 三浦 信一, 實本 英之, 額田 彰, 遠藤 敏夫. TSUBAME3.0 におけるストレージ利用効率化のためのファイルシステムベンチマーク, 並列/分散/協調処理に関するサマワークショップ(SWoPP2019), 情報処理学会研究報告, 2019-HPC-170 No.24, Jul. 2019.
- 2) 土川 稔生, 遠藤 敏夫, 野村 哲弘, 近藤正章, 大山 洋介, 松岡 聡. メモリアクセスデータを用いた機械学習によるアプリケーションの類型化, 並列/分散/協調処理に関するサマワークショップ(SWoPP2019), 情報処理学会研究報告, 2019-HPC-170 No.12, Jul. 2019.

特任助教 三浦 信一 （高性能計算システム分野）

【研究の概要と成果】

スーパーコンピュータのクラウド連携に関する研究

遺伝データや天文学データ等のサイエンスビッグデータは、シーケンサや天体カメラ等の技術進歩により取得できるデータ量は飛躍的に増大している。このようなデータに加えて、近年の AI や IoT などの技術革新は、多量のデータの処理が求められており、巨大かつ多量のビッグデータをより効率的に保存・アクセスする技術が必要になっている。また、これらのビッグデータにより、その解析に要する計算量も増大しつつあり、既存のスーパーコンピュータだけでなく、より一般的なクラウドリソースなども活用したデータ処理基盤が必要とされている。

このような中、国立情報学研究所を中心として整備が進められている、次世代の学術情報ネットワーク（SINET5）と複数のクラウド基盤を連携して活用するインタークラウド技術を用い、アプリケーション中心型オーバーレイクラウド技術の有効性を検証するための実証実験基盤の構築・運用している。また、アプリケーションに適したインタークラウドを構築・運用するための知見を所得する。これに加えて、インタークラウド資源から、大容量のサイエンスビッグデータを効率的に共有する基盤の開発を行っている。

本年度は、SINET5 を用いて、国立情報学研究所、国立遺伝学研究所、北海道大学、九州大学及び東京工業大学の 5 機関に跨る、インタークラウドのテストベッドの構築を継続して進めている。本インタークラウド環境のテストベッドを拡張し、パブリッククラウドとプライベートクラウドとの相互乗り入れを実現するために、Amazon Web Service との間に SINET クラウド接続サービスを用いてネットワークにも接続し、相互の計算資源を用いた連携基盤を構築している。

このような取り組みに加えてスーパーコンピュータ TSUBAME3.0 をインタークラウド資源と相互に連携可能にするため、コンテナ技術と SINET5 100Gbps 回線に直結された環境を使用することを想定し、スーパーコンピュータとクラウドリソースのスムーズな連携基盤の構築を進めている。

次世代データセンター設備の最適化に関する研究

ビッグデータ解析や AI の処理基盤として、クラウド資源の利用が進むと、クラウド資源にもより一層の計算能力が求められることとなる。このように計算能力の増強を進めていくことで、クラウドシステムの高密度化を避けることができない。しかしながら、高密度化に当たっては、電力密度の向上とそれに伴う冷却能力の向上が必須となる。しかし、現状のクラウド資源を提供する多くのデータセンターは、10kW / ラックにも満たない電力密度および冷却能力であり、今後の計算能力の増強には、現状のスーパーコンピュータ並みの 50kW / ラック以上の電力密度と冷却能力を実現する必要がある。また、システムの大規模

化に伴い増大する熱量を効率的に冷却しなくてはならない。このような課題を解決するために、スーパーコンピュータの開発で得られてきた知見を、クラウドデータセンターに適用する。

本学で運用する TSUBAME3.0 の導入・稼働実績による知見をもとに、産業技術総合研究所が整備する人工知能処理向け大規模・省電力クラウド基盤 (AI Bridging Cloud Infrastructure (以下 ABCI という) に対して、電力密度の向上と最新の冷却技術の適用を行っている。

TSUBAME3.0 および ABCI で得られた知見に基づき、理化学研究所計算科学研究センターと共に、次世代スーパーコンピュータに適用できる電力・冷却に関する設備設計や制御技術の開発等を進めている。

【国内学会・ワークショップ・講演会等での発表】

- 1) 三浦信一, “スーパーコンピュータ TSUBAME3.0 のクラウド連携の取り組み”, Cloud Week 2019@Hokkaido University, 北海道札幌市, 2019 年 9 月
- 2) 野村哲弘, 三浦信一, 實本英之, 額田彰, 遠藤敏夫, “TSUBAME3.0 におけるストレージ利用効率化のためのファイルシステムベンチマーク”, 2019 年並列／分散／協調処理に関する『熊本』サマー・ワークショップ (SWoPP2018), 北海道北見市, 2019 年 7 月.
- 3) Jens Domke, Satoshi Matsuoka, Ivan R. Ivanov, Yuki Tsushima, Tomoya Yuki, Akihiro Nomura, Shin'ichi Miura, Nic McDonald, Dennis L. Floyd, and Nicolas Dub'e, “HyperX Topology: First At-Scale Implementation and Comparison to the Fat-Tree”, Proceedings of the International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis (Piscataway, NJ, USA), SC '19, November 2019, Artifacts: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3375075>.

特任教授 小林 宏充 (高性能先端応用分野)

【研究の概要と成果】

適合細分化格子ボルツマン法を用いた噴流により浮遊するピンポン玉の GPU 計算

青木尊之教授と共同で複数 GPU を用いた乱流計算への適用について、継続して研究を行っている。

ドライヤーの風（噴流）をピンポン玉の下から当てると、ピンポン玉がある高さで浮遊する。この現象はよく知られているが、この現象解明のために、格子ボルツマン法によってピンポン玉周りの流れとピンポン玉にかかる力の解析を行った。計算コスト低減のために物体回りに格子を寄せた適合細分化手法を同時に用いた。

ピンポン玉とドライヤーの風出口の直径の比によって、噴流中心方向への揚力と噴流前方への抗力が異なる分布を示すことが分かった。通常は、噴流中心方向への揚力のみであるが、ある条件下では、噴流中心から外側へ揚力が発生するものの、ある半径位置から外側では噴流中心に揚力が発生することが分かった。結果として、中心軸ではピンポン玉は安定して浮遊することができず、左右に揺れながら浮遊することが分かった。同じく、抗力に関しても中心軸で最大分布になる場合もあれば、中心軸で極小となり、中心軸から少し離れた位置で最大抗力となることもある。今後は、実験結果との比較も含めて、詳細な検討を行っていく。

スケール相似則モデルを活用した SGS モデルの検討

格子解像スケールから解像できないスケール (subgrid-scale : SGS) へのエネルギー輸送をモデル化する large-eddy simulation (LES) において、さらなる安定化や非等方性の取入れによる高精度化について検討を行った。これまでエネルギー散逸を数値安定的に模擬する SGS 応力テンソルとして渦粘性モデルが用いられてきたが、SGS 応力テンソルや Navier-Stokes 方程式に反映される SGS 力のようなベクトルレベルにおける空間相関が低いことから、SGS 応力テンソルと非常に相関が高いスケール相似則モデルと組み合わせる混合モデルが提案されてきた。しかしながらそのスケール相似則モデル項は、負のエネルギー輸送も与え、負の粘性係数が局所的に現れ、数値発散することが問題であった。近年負のエネルギー輸送を与えない混合手法が手案され、安定な計算ができることがわかってきた。

そこで、スケール相似則モデルの 1 種類である Clark 項に着目し、その項のみで最適化パラメータを利用しない SGS モデルを開発した。等間隔格子において、チャンネル乱流、噴流など様々な流れにおいて、提案手法が高性能な結果を与えることを示した。

さらに、渦粘性モデルと組み合わせる場合において、スケール相似則モデルの 1 種類である Bardina モデルが良い結果を与えることについて、検討を実施した。Bardina モデルは高次の微分項であることから高波数のエネルギーの再現に寄与し、粗い格子においても、細かい乱流構造を再現できる点が優位であることが分かった。また、SGS エネルギー式を解く

ことなく代数的に与えるゼロ方程式化についても検討を行い、良好な結果を得た。

量子乱流における超流体と常流体の局所カップリング計算

常圧においては、2.17 K 以下に冷却されたヘリウムは、粘性のない超流体成分と粘性をもつ常流体成分が混合した 2 流体状態にあることが実験的に明らかにされている。粘性のない超流体は量子化されており、渦の循環を 1 つしか持たない量子渦として存在している。そのような液体ヘリウムを矩形ダクトに満たした状態で、ダクト端の一方を熱すると常流体は暖かい端から冷たい端へ流れ、質量流量を保存するように冷たい端から暖かい端へ超流体が移動する。このような状況を熱対向流と呼ぶ。熱対向流では、熱流束が上昇するにしたがって、対向流の相対速度が増加し、ある臨界速度を超えると超流体成分は毛玉のような量子タングル状態、すなわち量子乱流となり、常流体と相互作用をして、摩擦力が発生することが実験によって示されている。

この時、超流体のタングル状の渦糸が乱流運動をすることによって、常流体はまだ層流状態であるにもかかわらず、実験においては流れ方向に強い速度変動が起こることが観測されている。量子渦と細かく格子に切った常流体との局所相互作用を考慮することによって、量子渦糸が常流体中に wake を作り、その変動が常流体の強い流れ方向の変動を誘起することを見出した。この変動は、さらなる熱対向流の相対速度増加に伴い上昇し、常流体の乱流遷移の種となることが期待される。このような通常の乱流における壁からの乱流遷移以外の遷移方法は、この 2 流体混合状態の特性でもあり、今後更なる検討を重ねていく。

【査読付き学術論文】

- 1) Satoshi Yui, Hiromichi Kobayashi, Makoto Tsubota, Wei Guo, “Fully Coupled Two-Fluid Dynamics in Superfluid 4He: Anomalous Anisotropic Velocity Fluctuations in Counterflow”, Physical Review Letters, accepted on March 19, (2020)
- 2) Markus Klein, Sebastian Ketterl, Linus Engelmann, Andreas Kempf, Hiromichi Kobayashi, “Regularised, parameter free scale similarity type models for Large Eddy Simulation”, International Journal of Heat and Fluid Flow, Vol. 81, 108496 (2020)

【査読なし学術論文】

- 1) 稲垣和寛, 小林宏充, 「サブグリッドスケール乱流モデルにおける生成散逸非平衡効果の検討」, 日本流体力学会誌ながれ, Vol.38, pp. 403-406 (2019)

【査読付き国際会議発表】

- 1) Hiromichi Kobayashi, Satoshi Yui, Makoto Tsubota, “Two-way coupling between superfluid and normal fluid components in thermal counterflows of superfluid 4He”, The VIII International Conference on Coupled Problems in Science and Engineering (COUPLED 2019), Sitges (Barcelona), Spain (2019)

- 2) Sebastian Ketterl, Hiromichi Kobayashi and Markus. Klein, “Analysis of regularised Scale Similarity Type Models in the Context of Two-Phase Flow with Moving Boundaries”, ERCOFTAC Workshop Direct and Large Eddy Simulation 12 (DLES12), Madrid, Spain (2019)
- 3) Hiromichi Kobayashi, Naoki Yamamoto, Yoshihiro Okuno, “Numerical study on chiral turbulence of rotating neutrino matter in supernovae”, The 11th Symposium on Turbulence and Shear Flow Phenomena (TSFP-11), Southampton, UK (2019)
- 4) Satoshi Yui, Hiromichi Kobayashi, Makoto Tsubota, “Elementary process of coupled dynamics between quantized vortex and normal fluid in superfluid 4He”, International Symposium on Quantum Fluids and Solids (QFS2019), Edmonton, Canada (2019)
- 5) Satoshi Yui, Hiromichi Kobayashi, Makoto Tsubota, “Energy transfer caused by coupled dynamics between quantized vortices and normal fluid in superfluid 4He”, International Symposium on Quantum Fluids and Solids (QFS2019), Edmonton, Canada (2019)
- 6) Hiromichi Kobayashi, Satoshi Yui, Makoto Tsubota, “Three-dimensional numerical simulations of two-fluid coupled dynamics in thermal counterflows of superfluid 4He”, The 17th European Turbulence Conference (ETC2019), Torino, Italy (2019)

【国内学会・ワークショップ・講演会等での発表】

- 1) 湯井悟志, 小林宏充, 坪田誠, 「超流動⁴Heにおける量子渦と常流動の局所結合ダイナミクス」, 日本物理学会 2019年秋季大会, 岐阜 (2019)
- 2) 稲垣和寛, 小林宏充, 「サブグリッドスケール乱流モデルにおける生成散逸非平衡効果の検討」, 流体力学会年会 2019, 東京 (2019)
- 3) 湯井悟志, 小林宏充, 坪田誠, 「超流動 4He の量子乱流における量子渦と常流動の局所結合ダイナミクス」, 流体力学会年会 2019, 東京 (2019)
- 4) 稲垣和寛, 小林宏充, 「非等方解像 SGS 乱流モデルにおける非等方項の物理的役割」, 第 33 回数値流体力学シンポジウム, 札幌 (2019)
- 5) 渡辺勢也, 青木尊之, 小林宏充, 「適合細分化格子ボルツマン法を用いた噴流により浮遊するピンポン玉のシミュレーション」, 第 33 回数値流体力学シンポジウム, 札幌 (2019)
- 6) 稲垣和寛, 小林宏充, 「様々なスケール相似モデルを用いた安定化混合 SGS モデルの検証」, 第 35 回生研 TSFD シンポジウム, 東京 (2020)
- 7) 湯井悟志, 小林宏充, 坪田誠, 「超流動 4He の量子乱流における超流体と常流体のエネルギースペクトル」, 日本物理学会 第 75 回年次大会(2020 年), 名古屋 (2020)
- 8) 湯井悟志, 小林宏充, 坪田誠, 「超流動 4He における量子渦と常流体間のエネルギー輸送：再結合と渦輪」, 日本物理学会 第 75 回年次大会(2020 年), 名古屋 (2020)

【招待講演】

- 1) Hiromichi Kobayashi, “Subgrid-scale models based on coherent structures”, 3rd International Workshop on Cloud Turbulence, Nagoya, Japan (2020)

7-3 受賞学術賞等

松浦 知史 : 令和元年度(2019年度)末松賞「デジタル技術の基礎と展開」
(2019年9月5日)

青木 尊之 : 功績賞
日本機械学会・計算力学部門
(2019年9月18日)

青木 尊之 : HPCI システム利用研究課題 優秀成果賞
HPCI 成果報告会
(2019年11月1日)

松下 真太郎、青木尊之 : 論文賞
計算工学会
(2019年5月23日)

松下 真太郎、青木研究室 : グラフィックスアワード特別賞
第24回計算工学講演会
(2019年5月30日)

山口 大輝(青木研究室) : ベスト CFD グラフィックス・アワード動画部門 最優秀賞
日本流体力学会第33回数値流体シンポジウム
(2019年11月28日)

Yos Panagaman Sitompul, Takayuki Aoki : Best Paper Award
Asian Conference on Computational Fluid Dynamics (ACFD 2018)
(2018年10月16日) [昨年度 記入漏れ]

8. 業務貢献

8-1 専門委員会所属・開催状況

氏 名	認証 基盤	ネットワーク シ ス テ ム	高性能 コンピュータ	教育用 コンピュータ	情報環境 コンピュータ	グローバル 資源	共同 利用	広報
伊東 利哉	○		○				○	○
宮崎 純	○	○	○	○	○		○	◎
青木 尊之			○			◎	◎	○
杉野 暢彦	◎	○	○	○	○			
友石 正彦	○	◎	○	○	○			
西崎 真也	○	○		◎	◎			○
山口しのぶ						○		
遠藤 敏夫		○	◎			○	○	○
北口 善明		○						
横田 理央			○			○	○	
松浦 知史	○	○						
額田 彰			○				○	○
渡邊 寿雄			○				○	○
實本 英之	○		○					○
石井 将大		○						
野村 哲弘			○					
金 勇		○						
三浦 信一			○					

専門委員会開催数 (メール審議含む)	認証基盤専門委員会	4 回
	ネットワークシステム専門委員会	2 回
	高性能コンピュータシステム専門委員会	2 回
	教育用コンピュータシステム専門委員会	1 回
	情報環境コンピュータシステム専門委員会	1 回
	TSUBAME 運用 WG	46 回
	グローバル情報資源活用協働専門委員会	1 回
	共同利用専門委員会	1 回
	広報専門委員会 SC ブース展示 WG	1 回 0 回

定期ミーティング開催数	認証基盤システム	44 回
	ネットワークシステム	47 回
	コンピュータシステム	12 回
	TSUBAME	46 回
	教育システム	12 回
	共同利用・共用促進事業	49 回

8-2 講演会・セミナー・シンポジウム等企画・実施状況

件名	企画・実施者氏名
2019 年 TSUBAME 春の講習会（4/10～5/31/2019）	情報基盤課
ホームカミングデーTSUBAME3.0 一般公開 （5/25/2019）	額田 彰、野村 哲弘 情報基盤課
ISC19 出展（6/21～6/25/2019）	遠藤 敏夫、横田 理央 額田 彰、實本 英之 野村 哲弘、三浦 信一
第 11JHPCN シンポジウム（7/11～7/12/2019）	青木 尊之、横田 理央
オープンキャンパス TSUBAME3.0 一般公開 （8/10/2019）	渡邊 寿雄、三浦 信一 情報基盤課
第 25 回スーパーコンピューティングコンテスト （8/19～8/23/2019）	西崎 真也 遠藤 敏夫、額田 彰
High Performance VDI Conference2019（10/2～10/4/2019）	渡邊 寿雄
SIGSO：第 1 回共用計算機運用に関する 技術交流ワークショップ（9/19）	遠藤 敏夫、野村 哲弘 三浦 信一
2019 年 TSUBAME 秋の講習会（10/15～11/27/2019）	情報基盤課
8th ADAC- Workshop（10/30～10/31/2019）	遠藤 敏夫、横田 理央 實本 英之、野村 哲弘 三浦 信一
SC19 ブース出展（11/18～11/21/2019）	青木 尊之、遠藤 敏夫 横田 理央、額田 彰 渡邊 寿雄、實本 英之 野村 哲弘、三浦 信一

8-3 仕様策定・技術審査対応状況

件名	対応教職員（★委員長）
PDF 作成及び編集，動画像編集，DTP ソフトウェア包括ライセンス 一式	（仕様策定）★杉野 暢彦、實本 英之 香月 稔、伊藤 剛、藤田 和宏 （技術審査）根本 忍、新里 卓史、一瀬 光
キャンパス包括ソフトウェアライセンス一式	（仕様策定）★杉野 暢彦、實本 英之 香月 稔、伊藤 剛、藤田 和宏 （技術審査）根本 忍、新里 卓史、一瀬 光
数値解析ソフトウェア包括ライセンス一式	（仕様策定）★杉野 暢彦、香月 稔、 鶴見 慶 （技術審査）根本 忍、梁井 善行 藤田 和宏
東京工業大学キャンパスネットワークシステム（有線ネットワーク部分） 一式	（仕様策定）★北口 善明、松浦 知史、 隅水 良幸、後藤 洋子、増渕 長興 （技術審査）友石 正彦、金 勇、岸本 幸一、 大場 準也、後藤 祐輝
東京工業大学キャンパス共通認証・認可システム用 IC カード	（仕様策定）★杉野 暢彦、井上 進 （技術審査）伊藤 剛、一瀬 光

8-4 国際共同研究コーディネート・マッチング状況

機関名	対応者氏名
プリンストン大学計算理工学研究所	横田 理央
アブドゥラ国王科学技術大学（KAUST）	横田 理央
スイス連邦工科大学チューリッヒ校	横田 理央
オークリッジ国立研究所	横田 理央
シンガポール科学技術研究庁(A*STAR)	横田 理央
台湾国立大学	横田 理央
アルゴンヌ国立研究所	横田 理央
ローレンス・リバモア国立研究所	横田 理央
CSC - 科学情報センター	横田 理央
ユースリッヒ研究所	横田 理央
オーストラリア国立大学	横田 理央

東京工業大学学術国際情報センター年報
2019 年度
第 18 号

編集 東京工業大学学術国際情報センター広報専門委員会
発行 東京工業大学学術国際情報センター
〒152-8550 東京都目黒区大岡山 2-12-1
電話 03-5734-2087
