

GSIC年報 Annual Report 2018

第 17 号

東京工業大学 学術国際情報センター



2018 年度 年報 目次

巻頭言	1
トピックス	3
1 高利用率で活用されるスーパーコンピュータ TSUBAME3.0	3
2 教育用コンピュータシステムの更新	5
3 JICA との共催国際シンポジウム開催	7
1 組織・運営	9
1-1 組織図	9
1-2 教員一覧および人事異動	10
1-3 事務組織	11
1-4 各種委員会メンバー一覧	13
1-5 運営委員会開催状況	14
2 情報基盤サービス	15
2-1 スーパーコンピュータシステム	15
2-1-1 構成	15
2-1-2 運用	17
2-1-3 実績	17
2-2 教育用電子計算機システム	21
2-2-1 構成	21
2-2-2 運用	22
2-2-3 実績	23
2-3 ホスティングサービス	26
2-4 ネットワークシステム	28
2-4-1 有線ネットワーク (Titanet3)	28
2-4-2 無線ネットワーク (TW2)	29
2-4-3 その他のサービス	30
2-4-4 特記事項	32
2-5 情報セキュリティ	35
2-5-1 東工大 CERT 活動の概要	35
2-5-2 T2BOX: ファイル共有システムの開発・運用	37
2-6 キャンパス共通認証・認可システム	38
2-6-1 構成	38
2-6-2 運用	38
2-6-3 実績	39
2-7 ソフトウェア包括契約	42
2-7-1 概要	42
2-7-2 運用	43
2-7-3 実績	44

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	48
2-9	HPCI および TSUBAME 共同利用サービス	53
2-9-1	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	53
2-9-2	TSUBAME 共同利用サービス、有償の学術利用と産業利用	57
2-10	TSUBAME 公募型共同利用支援制度	60
2-10-1	TSUBAME グランドチャレンジ大規模計算制度	60
2-10-2	萌芽的研究課題支援制度	61
3	国際協働	65
3-1	MOU に基づく国際共同研究	65
3-1-1	ミュンヘン工科大学・シュトゥットガルト大学との TSUBAME を用いた国際共同研究	65
3-1-2	プリンストン大学との TSUBAME を用いた国際共同研究	65
3-1-3	モンゴルにおける地方中学校教員の質の向上－ICT を活用した地域に根差し STEM 研教材開発を通じて地域性に即した ICT を活用した教材開発を通じて	65
3-1-4	発展途上国の世界遺産地域における持続可能な情報通信技術の応用に関する実践研究	66
3-2	国際シンポジウム・ワークショップ	67
3-2-1	国際・開発援助機関との共催シンポジウム (トピック参照)	67
3-2-2	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	67
3-2-3	世界遺産地域保存への情報技術導入に関するワークショップ	67
4	イベント及びアウトリーチ活動	69
4-1	オープンキャンパス・工大祭における TSUBAME 一般公開	69
4-2	Supercomputing 2018 におけるブース出展	70
4-3	第 24 回スーパーコンピューティングコンテスト	72
4-4	TSUBAME 関連講習会	73
4-5	計算化学研究会活動	74
5	広報活動	77
5-1	マスコミ報道等	77
5-2	一般・高校生向け TSUBAME3.0 広報パンフレットの制作	78
5-3	見学者受入状況	79
6	予算執行状況	81
7	研究部門活動報告	83
7-1	情報支援部門	83
	一色 剛	83
	友石 正彦	85
	西崎 真也	87
	松浦 知史	88
	北口 善明	90
	實本 英之	92
	石井 将大	94
	金 勇	96

7-2 先端研究部門	98
青木 尊之	98
山口 しのぶ	104
遠藤 敏夫	106
横田 理央	109
額田 彰	112
渡邊 寿雄	113
野村 哲弘	115
三浦 信一	118
小林 宏充	120
7-3 受賞学術賞等	123
8 業務貢献	125
8-1 専門委員会所属・開催状況	125
8-2 講演会・セミナー・シンポジウム等企画・実施状況	126
8-3 仕様策定・技術審査対応状況	127
8-4 国際共同研究コーディネート・マッチング状況	128

巻頭言

学術国際情報センター長 山田 功

2019年3月末で本学情報インフラを統括するGSICのセンター長の任期を無事に終了することができました。2期4年間に渡り、三島前学長、益学長をはじめとする本学執行部の皆様、学内関係部局の多くの方々にはGSICの業務・運営に多大なる御支援・御協力を賜りましたことを、GSICの教職員スタッフを代表し、心より御礼申し上げます。

私がGSIC年報に巻頭言を書かせていただく機会は今回が最後となりますので、本学の皆様に以下をお願いさせていただきます。日頃、私たちユーザは、電気・水道・ガス・交通・通信システムとほとんど変わらない感覚でGSICが提供する多岐に渡るきめ細かなサービスの恩恵に浴しているのですが、実は、これらのサービスはGSICスタッフの弛まぬ献身的努力によって支えられています。インフラはそれが優れたものであればあるほど、われわれの日常に空気のように溶け込み、格別に意識することがなくなります。かつての私がそうであったように、我々ユーザがGSICスタッフの努力にまで思いを馳せていただける機会は、残念ながらあまりないのではないかと想像します。一方、例え僅かであってもシステムに何らかの障害が発生しますと、GSICスタッフは各方面から大きな御叱りを受ける宿命にあります。どうか皆様におかれましては「GSICスタッフがみなさんの大切な活動を支えるために日々大変な努力をしていることと、その割にはGSICスタッフが皆様から労いの言葉を頂く機会が大変少ないこと」を御理解いただき、引き続きGSICへのあたたかい御協力と御支援を賜りますようお願い申し上げます。

GSICセンター長としてお世話になった4年間を振り返ってみますと、生来楽天的な私にとっても、通常の大学教員としての教育・研究業務とセンター長業務を両立させることは想像していた以上に難しく、結果的にセルフマネジメントのために多くの工夫をすることとなりました。セルフマネジメントは忙しすぎる現代の大学教員に共通の関心事だと思いますので、少しだけ御紹介させていただきます。センター長就任初年度中盤になって忙しさにかまけて運動不足となり急変した体形に危機感を覚えた私は、思い切って早朝の20Kサイクリングを日課とすることにしました。日の出と共に多摩川に繰り出し、無心でペダルを漕ぐ時間を確保したことは大正解でした。毎日のストレッチがリセットされるように感じたことが何度もありました。容易にはとても解決できそうもないGSICの様々な難題に対峙する際には優秀なスタッフにできるだけ協力を仰ぎ、チーム一丸となって全力で解決にあたることで「これで解決できなければ仕方ない」と開き直れるようになり、気が楽になりました。(私にとってはGSICに熱烈なカープファンが多かったことも幸いでした。)また、私の世代の本学教員であれば共通に感じているはずの生き方に関する理想と現実のギャップについては、古今東西の大量の本を読むことで何とか折り合いをつけてきました。センター長時代に雇った読書中毒は今でも治癒することはなく、カミさんには「本棚を見ればあなたの今の精神状態が手に取るようにわかる」と見透かされるようになってしまったのは困りものです。2017年に「吉野源三郎(著)、君たちはどう生きるか」が再注目され空前のブームになったことは御記憶に新しいと思いますが、GSICセンター長時代の私には、東工大教員の大先輩でもある鶴見俊輔氏と私と同世代の重松清氏の対談集「ぼくはこう生きている。君はどうか。」が迷った時の心のビタミンになりました。

た。それでもダメな時には「踊ろうマチルダ」の切ないブルースと芋焼酎に癒されてから寝るようにしていました。少しでも御参考になれば幸いです。

さて、2018年度のGSIC年報には「高利用率で活用されるスーパーコンピュータ TSUBAME3.0」、「教育用コンピュータシステムの更新」、「JICA との共催シンポジウム開催」など、当センターの1年間の活動とその成果が生々しく纏められています。本年報を御覧いただければ、みなさまに日常的に御利用いただく情報基盤サービスがいかに多くの教職員の努力に支えられているかを御実感いただけたと思います。また、当センターの現在を皆様に御理解いただけるものと確信しております。

GSIC は 2019 年 4 月から伊東利哉教授をセンター長に迎え、新体制で運営されています。最後になりましたが、新体制の GSIC にみなさまの益々あたたかな御支援をお願い申し上げます。

トピックス トピック 1

高利用率で活用されるスーパーコンピュータ TSUBAME3.0

青木 尊之, 遠藤 敏夫, 額田 彰, 野村 哲弘
渡邊 寿雄, 松本 豊, 伊藤 智子

現世代のスーパーコンピュータ TSUBAME3.0 は 2017 年 8 月に稼働を開始した。TSUBAME シリーズの方針である、その時代におけるトップクラスの演算性能と使い易さを備えており、540 台の計算ノードが 12 ペタフロップスの演算性能（倍精度）を、共有ストレージシステムが 16 ペタバイトの容量を提供している。また TSUBAME3.0 では、新たに計算資源の有効利用を目的としたきめ細かな計算資源タイプの提供、ユーザが必要とするソフトウェア環境を柔軟に利用可能とするためのコンテナ利用の提供も開始している。

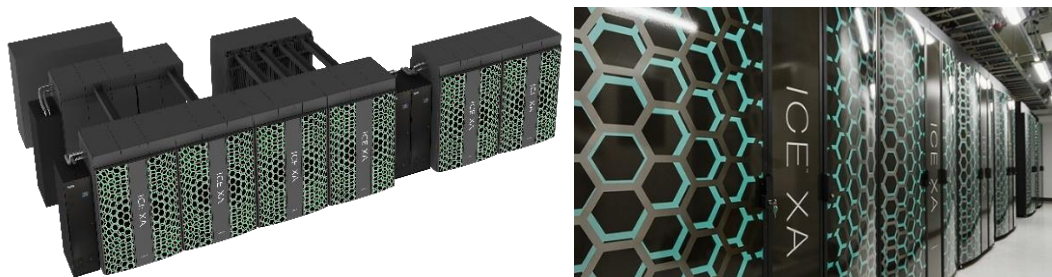


図 1 TSUBAME3.0 の全体図(左)と実際のマシン室(右)

利用スケジュールや利用規模の大きく異なるユーザグループが存在するため、多数のユーザから共有される設備として、高い利用率を維持することは極めて重要である。下のグラフは、TSUBAME3.0 の 2018 年度の資源利用量の推移を計算ノード単位で示しており、青の部分がバッチジョブ、赤・桃の部分が利用時刻指定された予約による利用を示している。

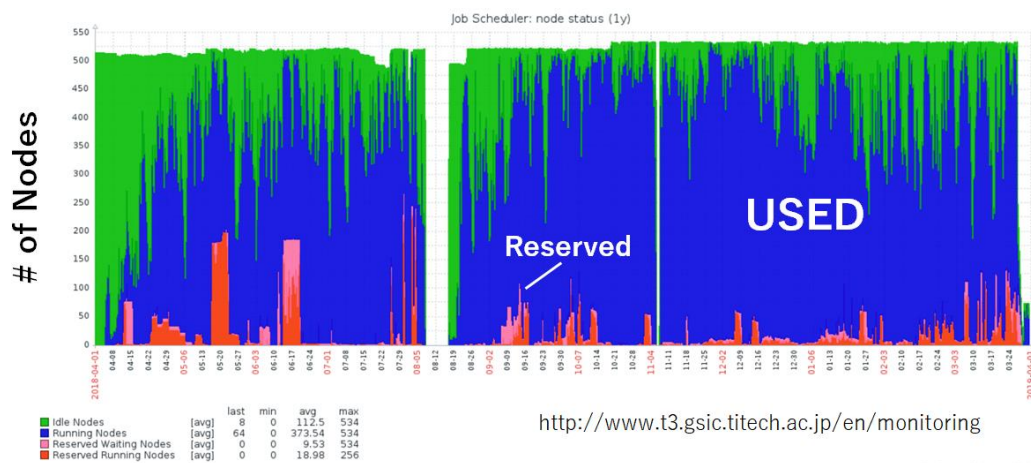


図 2 TSUBAME3.0 の 2018 年度の資源利用量の推移（年平均利用率 77%）

年平均の利用率は 77%に上り、計算資源が高い水準で有効活用されていることが分かる。大学の計算システムは年度後半に利用率が高くなる傾向があるが、2018 年度には 10～12 月の第 3 四半期にも関わらず利用率が 90%に達している。ただし、利用率が高過ぎるとジョブが実行開始までに長く待たされることになり、利用者の満足度が低下する懸念がある。

学術国際情報センターのスパコンは当初、学内の教職員・学生の研究基盤として運用サービスを行ってきたが、文部科学省の先端研究施設共用イノベーション創出事業に採択されたのを契機に 2007 年に産業利用向けの無償利用制度を、2009 年には有償の共同利用制度を発足し、他大学や公的研究機関の研究者向けの学術利用と企業ユーザ向けの産業利用（成果公開、成果非公開）を開始した。2010 年にはネットワーク型の学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点（JHPCN）の構成拠点となり、その公募型共同研究に計算資源を提供し、2012 年より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（HPCI）の京以外のスパコンとして公募型研究で採択された課題に計算資源を提供している。また、TSUBAME の全ノードを一度に利用して初めて得られるような成果の創出を目指して 2011 年度からグランドチャレンジ大規模計算制度を発足させ、ゴードンベル賞を始め多くの成果が得られている。若手や女性研究者の研究を奨励する TSUBAME 若手・女性利用者支援制度など、スパコンの利用者の裾野を広げるための人材育成にも取り組んでいる。更にスパコンの利用も従来からのシミュレーションを中心とした計算科学に加えて、最近では GPU スパコンの特徴を生かした人工知能（AI）やデータサイエンス分野での利用も進んでいる。

学外者の利用をサポートするために共同利用推進室も 2009 年に設立され、ユーザに対するきめ細かな対応を行っている。図 3 は TSUBAME の利用口数（計算資源に比例）の推移を示しており、学外利用が年々増加していることが分かる。また、図 4 は 2018 年度の利用カテゴリーで分けた利用内訳を示しており、TSUBAME が我が国におけるスパコン分野の研究に大きく貢献するようになってきていることを示している。

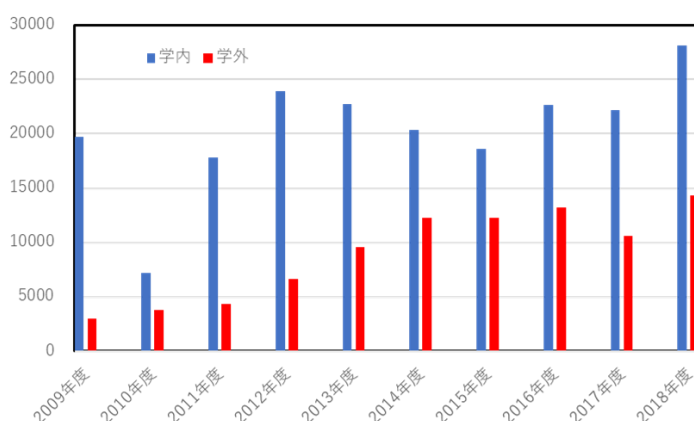


図 3 TSUBAME の学内・学外利用の推移（利用口数）

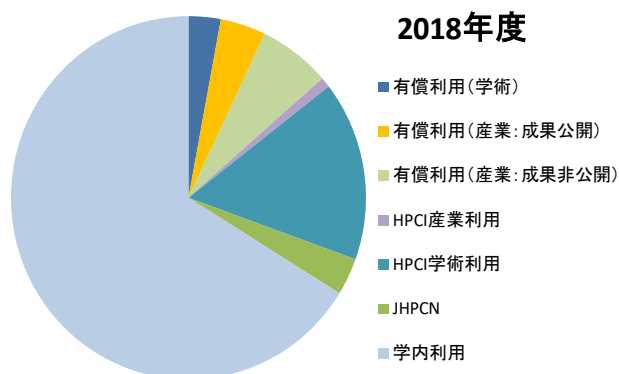


図 4 TSUBAME3 の利用カテゴリーの内訳

トピック 2

教育用コンピュータシステムの更新

平成 31 年 3 月 1 日（金）に更新した本センターの教育用コンピュータシステム（以下では教育システム）の特徴は、第一に、教育改革に伴うカリキュラムの変更があげられる。本学では教育改革に伴い、類・研究科・学部から学院・系へと再編され、教育体制やカリキュラムが新たになった。特に、7 類・生命理工学部では初年次教育（コンピュータリテラシ・コンピュータサイエンス）を含む学士課程がすずかけ台で行われていたが、生命理工学院では学士課程の授業は大岡山で実施されることとなった。生命理工学院の初年次学生も大岡山で実施される情報リテラシー第一・第二及びコンピュータサイエンス第一・第二を受講することになり、すずかけ台演習室の利用率は下がっていた。一方で実習室・演習室の利用率が上昇してきた。第二に、スーパーコンピュータ TSUBAME との関係の再検討を行った。これまで、教育システムのユーザアカウント管理やストレージは TSUBAME のものを利用していた。2017 年夏より TSUBAME3.0 に移行し、人工知能（AI）やビッグデータ分野の科学技術計算を強力に支援するものとなった。このことを踏まえ、ユーザアカウント管理やストレージの部分を教育システムの内部に設置することとした。ユーザアカウント管理は東工大ポータルと連携するよう設計し、ストレージも SSD ベースの装置を採用することにより、ユーザ利便性の向上をはかった。また TSUBAME の利用においても、学内ネットワークにより接続されており、その点においても利便性の低下は起こらないように配慮した。第三には、ハイパーバイザーベースの OS 管理フレームワークである vThrii を採用し、MacOS と Windows とのマルチ OS 環境を可能とし、かつ、OS イメージ更新を従来のイメージ配信システムよりもより円滑に行うことを図った。

本システムの概要は以下の通りである。

■端末：

- ・ Apple iMac（Retina 4K, 21.5 インチ, 2017）

CPU	3.0GHz クアッドコア Intel Core i5（Turbo Boost 使用時最大 3.5GHz）
主記憶	8GB 2,400MHz DDR4
二次記憶	256GB フラッシュストレージ
グラフィックス	Radeon Pro 555（2GB ビデオメモリ搭載）
ディスプレイ	Retina 4K ディスプレイ
マウス	ロジクール M100sBK
キーボード	BUFFALO BSKBM01 USB 接続 Mac モデル テンキー付き

■プリンタ：

- ・ キヤノン LBP8850Ci

A3 カラーレーザプリンタ（※A4 出力のみで運用）・両面对応

■授業支援システム：

- ・ ワイヤレスマイク（ハンドマイク，ハンズフリーマイク）100／120 インチ
- ・ ワイドスクリーン
- ・ 書画カメラ（Full HD 1,920x1,080, HDMI）

- ・講師照射用机上サブディスプレイ（Full HD 1,920x1,080, HDMI）等

設置状態

場所		iMac 端末	プリンタ	教員用端末	授業利用
GSIC	第 1 実習室	56	1	1	可
	第 2 実習室	42	1	1	可
南 4 号館 3 階	第 1 演習室	72	※プリンタ室 3	1	可
	第 2 演習室	92		1	可
すずかけ台 情報ネットワーク演習室		20	1	0	可
附属図書館		8	なし	0	不可
HUB-ICS		5	なし	0	不可

■サーバ：

- ・ストレージサーバ富士通 NR1000（960GB SSD ×24）
- ・管理用サーバ PRIMERGY RX2530 M4 2 台（※仕様は 1 台分）
 - CPU インテル Xeon プロセッサ Bronze 3104（1.70GHz/6 コア/8.3MB）×2 基
 - 主記憶 256GB RDIMM
 - 二次記憶 150GB SSD

トピック 3

JICA との共催国際シンポジウム開催

2018 年 9 月 13 日、モンゴル教育文化科学スポーツ省（以下モンゴル教育省）、日本国際協力機構（以下 JICA）、モンゴル国立教育大学（以下モンゴル教育大）の共催のもと、JICA 草の根協力事業「モンゴルにおける地方中学校教員の質の向上－ICT を活用した地域に根差し STEM 研修教材開発を通じて」のキックオフ会議を開催した。



キックオフ会議での参加者

モンゴル全 21 県とウランバートル市から、教育専門家や教育文化局の局長が集まり、モンゴルの中等教育における ICT 活用による教員の能力開発に関する計画及び研究発表が行なわれた。モンゴル教育省 Ganbaatar 副大臣は開会挨拶で、長年に渡る日本とモンゴルの教育分野での協力への感謝と、モンゴル教育分野のこれからの展望について述べた。山口教授は、モンゴルの教育機関との協力のもと実施されてきた協働研究事業の 14 年の歴史を振り返り、前 JICA 事業の成果に関する分析を発表した。さらに JICA モンゴル事務所の佐藤所長は、ICT 導入の波がモンゴルの教育分野に広がることを期待すると述べた。会議では、ICT の教育利用に関する政策に焦点を当てた講演と意見交換が行なわれ、教育省の Lkhagvasuren 氏は、今年度から実施される教育管理情報システム（EMIS）構築のための政府の取り組みを紹介した。EMIS システムは、教員の指導計画と情報管理を支援することを目的とし、学習成果、教員の能力開発、人



モンゴル教育省 Ganbaatar 副大臣



JICA、東工大、現地プロジェクトチーム代表

事などの情報管理を統合する。MNUE の Tsedevsuren 教授は、情報化時代に必要な ICT スキルと、教員の ICT 能力開発に向けた MNUE の取組について説明した。教員育成専門機関の Surenchimeg 氏は、教員の能力開発にむけて当機関 IT が管理運営を行なっている教員ポータルを紹介と活用状況の説明を行なった。教員ポータルを代表する Bagshin Khugjil は教材共有プラットフォームとして本事業を通じて積極的に活用されることが期待されている。事業一年目の活動として、モンゴル全国でカスケードモデルを通じて 2,250 名の ICT を活用した教員研修が計画されている。キックオフ会議に続き、研修の第一段階と

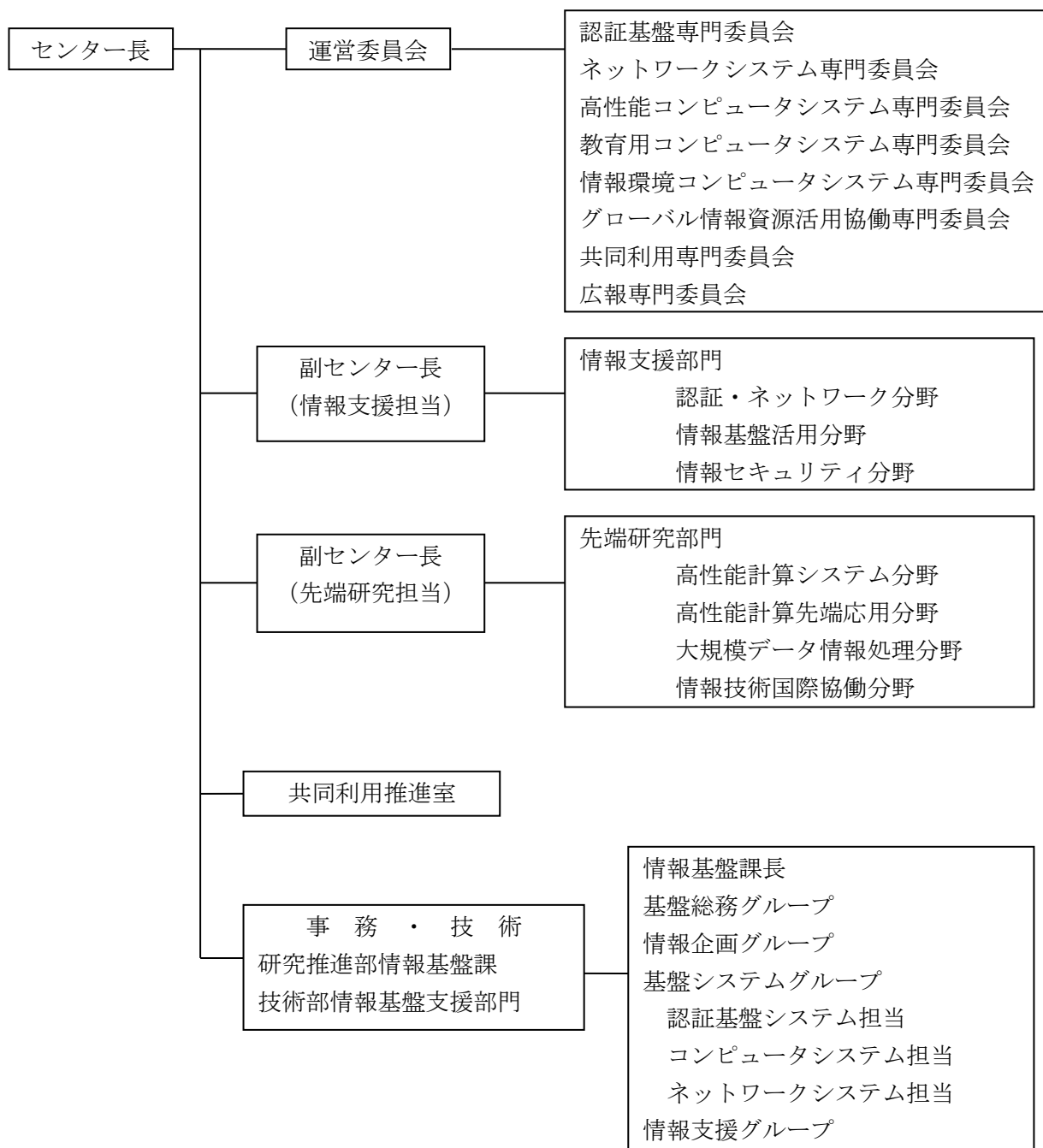
して、全 21 県およびウランバートル市を代表する教育専門家 124 名が一週間にわたり、STEM 教科を中心とした 8 教科における実践的な研修に参加した。



全国レベル教員研修に参加した教育専門家

1 組織・運営

1-1 組織図



1-2 教員一覧および人事異動

センター長（兼）	教授	山田 功【工学院】
副センター長（情報支援担当）（兼）	教授	伊東 利哉【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	一色 剛
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
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
教	授	遠藤 敏夫
准 教	授	横田 理央
准 教	授	額田 彰
特 任 准 教 授		渡邊 寿雄
助	教	野村 哲弘
特 任 助 教		三浦 信一
研 究 員		杉原 健太
研 究 員		幸 朋矢
研 究 員		前澤 朋子
研 究 員		Marlon ARCE ACUNA
研 究 員		Christian Naoto Conti
特 任 教 授		小林 宏充
特 定 教 授		藤澤 克樹
準客員若手研究員		Xiaolei Shi
準客員若手研究員		Xavier Alvarez Farre

31.1.20～31.2.17

31.2.1～

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

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
主 査	濱本 真人
事務支援員	金子 純子
事務限定職員	伊藤 智子
事務限定職員	木下 裕子

情報企画グループ（国立大学法人等情報化連絡協議会等の運営・連絡調整、情報セキュリティ・情報倫理に関する業務、情報学務情報部会等の運営・連絡調整業務）

グループ長	小寺 孝志
主 任	森谷 寛
スタッフ	福沢 秋津
事務支援員	加覧 秀己
技術職員	森 健人
技術専門員	神野 文男

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
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

30.7.1～

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

30.7.1～

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 職 員	大場 準也
技 術 職 員	岸本 幸一
技 術 職 員	後藤 洋子
事務支援員	渋谷 優子

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）

グループ長	高橋 武	
主 任	中津川 歌織	30.10.1～
ス タ ッ フ	柴崎 将	～30.9.31
ス タ ッ フ	小野寺 愛	30.4.1～
事務限定職員	岩崎 敏則	

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	ネットワーク	高性能IT	教育用IT	情報環境IT	グローバル化	共同利用	広報
センター長	教授	山田 功	★	○		○				○	○
副センター長（情報支援担当）	教授	伊東 利哉	○	○	○	○	○	○		○	★
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	一色 剛	○	★	○	○	○	○			
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	教授	山口 しのぶ	○					★			
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	額田 彰	○			○				○	○
理学院	教授	中村 隆司	○								
工学院	教授	阪口 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	副学長	井村 順一	○						○		
研究・産学連携本部	副学長	橋松 友彦	○								
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 恭子	○								
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	芝田 政之	○								
学術国際情報センター	助教	實本 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 哲弘				○					
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	斉藤 晋								○	
理学院	准教授	植草 秀裕			○		○				
理学院	准教授	古賀 昌久				○					
理学院	助教	岡元 太郎				○					
工学院	教授	天谷 賢治					○				
工学院	教授	店橋 康								○	
工学院	教授	肖 録				○					
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 克式			○						
工学院	教授	藤田 英明		○							
工学院	准教授	杉野 暢彦			○						
工学院	准教授	原 精一郎					○				
工学院	助教	横居 洋介			○						
物質理工学院	准教授	川内 進				○				○	
環境・社会理工学院	教授	高田 嵩一							○		
環境・社会理工学院	准教授	山下 幸彦			○						
情報理工学院	教授	山村 雅幸			○						
情報理工学院	教授	秋山 泰				○					
情報理工学院	教授	徳永 健伸			○						
情報理工学院	教授	藤田 浩一				○					
情報理工学院	教授	権藤 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	額田 建			○						
情報理工学院	准教授	首藤 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	助教	門之園 哲哉				○					
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	関崎 政和					○		○		
科学技術創成研究院	准教授	田巻 孝敬			○						
バイオ研究基盤支援総合センター	教授	櫻井 実		○						○	
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 敏博								○	
名古屋大学	教授	片桐 孝洋								○	
筑波大学	教授	建部 修見								○	
電気通信大学	教授	成尾 哲								○	
NTTメディアインテリジェンス研究所	上席特別研究員	高村 誠之								○	
海洋研究開発機構	HPCI応用グループリーダー	浅野 俊幸								○	
教務課	課長	青木 彰		○							
教務課	グループ長	小野 忍						○			
施設整備課	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	稲葉 千代子		○							
情報基盤課	課長	平塚 昭仁		○							○

★印は委員長

1-5 運営委員会開催状況

メール開催

開催日 2018 年 5 月 29 日（火）

1. 報告事項

テニユアトラック中間審査委員会審査報告 について

メール開催

開催日 2018 年 12 月 18 日（火）

1. 審議事項

準客員若手研究員の受入について

2. 報告事項

テニユアトラック審査委員会審査報告 について

メール開催

開催日 2018 年 12 月 26 日（水）

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 2019 年 2 月 14 日（木）

1. 審議事項

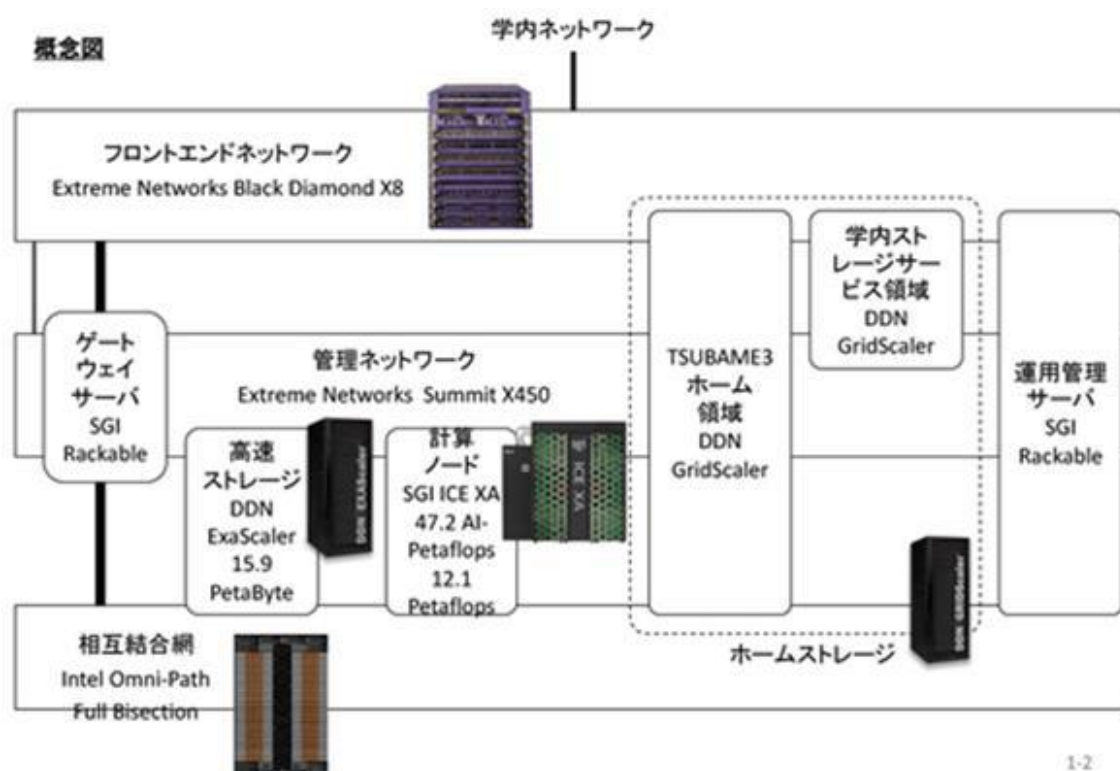
学術国際情報センター 情報支援部門 認証・ネットワーク分野 教授選考委員会報告
について

2 情報基盤サービス

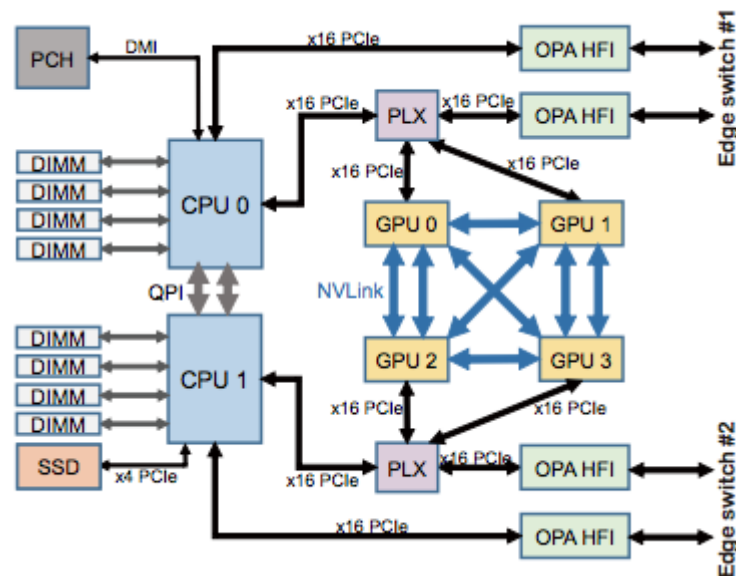
2-1 スーパーコンピュータシステム

2-1-1 構成

OTSUBAME3.0



1-2



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	Allinea 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

1) 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

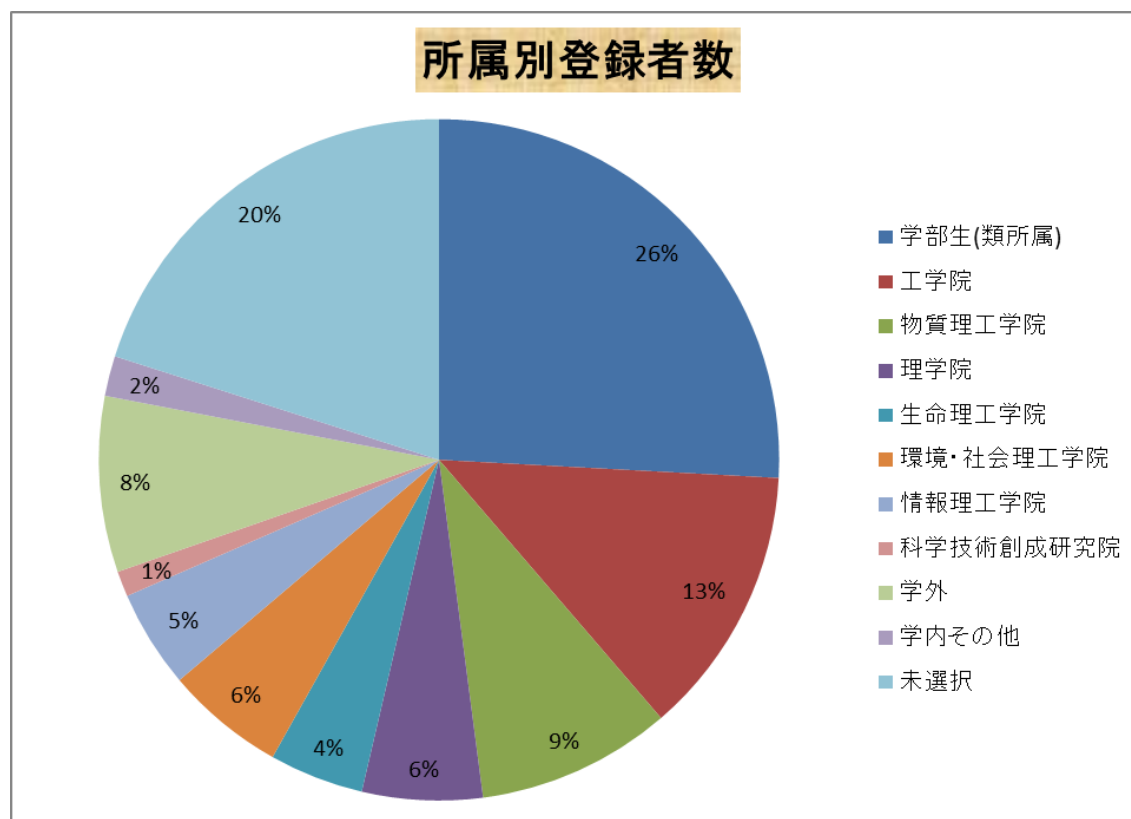
◎H30年度計算機利用料収入内訳(単位：円)

総収入		240,865,280
学内		70,225,000
学外	国立大学／大学共同利用機関	3,888,000
	公立大学	0
	私立大学	324,162
	他省庁	324,000
	独立行政法人	7,884,000
	民間	158,220,118

◎利用者登録状況(単位：人)

平成30年									平成31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）
2018/04	619
2018/05	567
2018/06	552
2018/07	550
2018/08	491
2018/09	505
2018/10	632
2018/11	666
2018/12	711
2019/01	702
2019/02	612
2019/03	499
合計	1,496

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)
2018/04	22,203	84,634.13	4,041	15979.48	13,365	36,052.06
2018/05	57,478	197,194.78	31,741	61,126.65	17,670	53,428.36
2018/06	26,113	162,386.41	13,255	49,642.30	24,526	133,202.40
2018/07	62,022	162,386.41	29,296	66,887.44	56,931	111,544.60
2018/08	29,188	110,403.38	14,128	15,043.09	11,900	26,164.72
2018/09	86,076	236,972.16	11,583	23,872.97	12,330	45,301.07
2018/10	102,991	276,477.43	14,148	43,280.64	40,568	115,752.88
2018/11	122,439	258,170.34	8,350	46,916.65	21,501	55,411.93
2018/12	56,939	269,032.44	11,533	68,455.78	23,614	71,161.77
2019/01	57,730	214,772.53	10,138	71,215.11	29,337	53,377.55
2019/02	34,612	205,716.81	6,729	37,794.39	25,897	71,783.15
2019/03	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)
2018/04	4,315	9,226.98	3,275	11,538.96	3,518	9,462.65
2018/05	7,781	14,553.56	3,504	3,994.32	8,631	22,315.81
2018/06	16,832	31,882.09	2,716	10,462.38	14,051	16,622.57
2018/07	7,778	23,064.97	5,790	19,273.78	6,767	7,451.54
2018/08	10,783	19,849.02	5,014	6,280.09	7,723	11,695.88
2018/09	10,388	22,442.90	18,625	29,460.22	70,381	18,387.47
2018/10	15,148	27,346.15	15,928	39,975.10	32,341	15,526.93
2018/11	14,893	27,913.38	10,620	21,695.70	64,846	27,717.38
2018/12	21,157	24,323.98	10,342	23,771.55	96,568	27,654.31
2019/01	9,238	17,324.99	59,559	32,486.82	67,592	36,811.84
2019/02	15,072	12,463.60	11,930	14,571.79	9,853	21,786.82
2019/03	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 29 年									平成 30 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	4	31	10	6	2	0	5	1	7	2	4	6	78
ハード ウェア	6	10	6	10	10	3	11	7	5	6	8	4	86
月小計	10	41	16	16	12	3	16	8	12	8	12	10	164

◎運用実績

月日	
2018.4.3	グランドチャレンジ全ノード利用
2018.4.4	2018 年度運用開始
2018.8.8 9:00 - 8.17 12:00	全学停電のためサービス停止
2018.11.6 9:00 - 11.7 17:00	冷却系のメンテナンスによるサービス停止
2018.12.28 17:00 - 2019.1.4 9:00	年末年始のため復旧・サポート業務停止
2019.3.27	2018 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

- ・同じ資源タイプを最大 72 個まで指定可、資源タイプの組み合わせは不可
- ・実行可能時間の最大値は 24 時間
- ・一人当たりの同時に実行可能なジョブ数 150
- ・一人当たりの同時に実行可能な総スロット数 2016

(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
q_core, s_core, s_gpu は利用不可

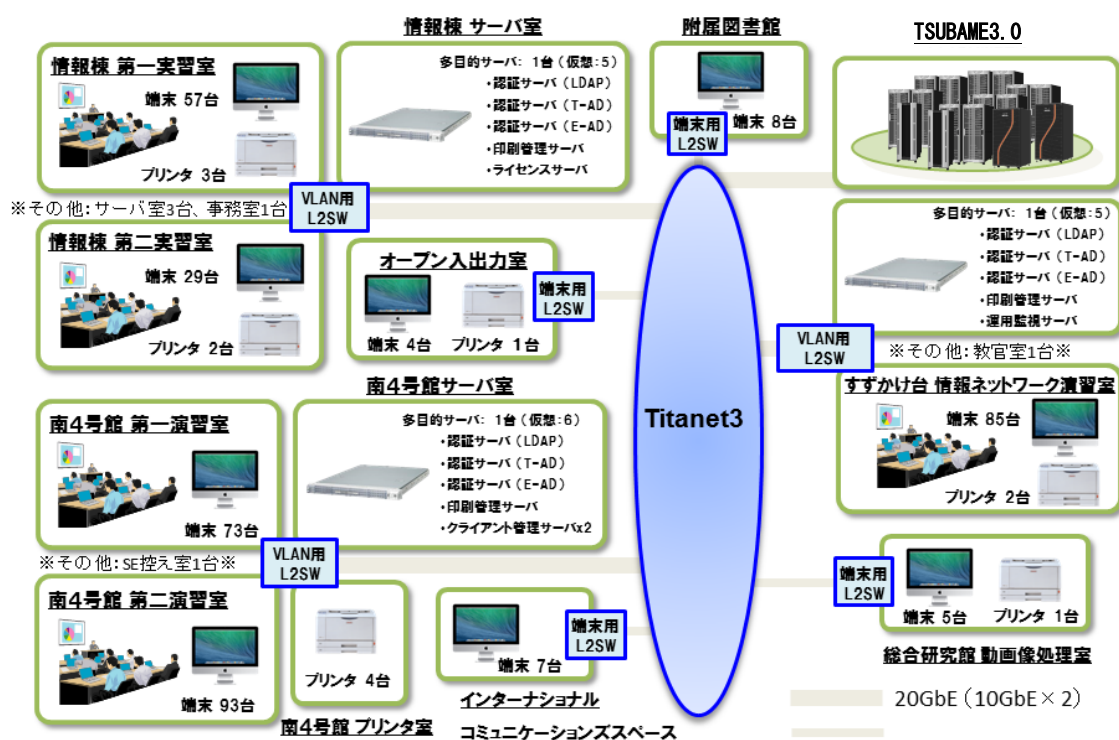
2-2 教育用電子計算機システム

2-2-1 構成

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、1クラスの学生数80人を単位に教室（演習室、実習室）は4つに分れている。

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。また平成30年度末に更新を実施予定としている。

教育用電子計算機システム構成図



【ハードウェア構成】

クライアント端末 (iMac)	学術国際情報センター3 階実習室	86 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	85 台
	学術国際情報センター1 階オープン入出力室	4 台
	すずかけ台総合研究館動画像処理室	5 台
	大岡山西 9 号館 ICS	3 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	5 台
	大岡山南 4 号館情報ネットワーク演習室	4 台
	すずかけ台情報ネットワーク演習室	2 台
	学術国際情報センター1 階オープン入出力室	1 台
	すずかけ台総合研究館動画像処理室	1 台

【ソフトウェア構成】

オペレーティングシステム	Mac OS X 10.10 Yosemite Windows 8.1 Pro
アプリケーション	Adobe Creative Cloud, ChemDraw Professional, Gaussian, GaussView, MATLAB, Mathematica, Microsoft Office, Spartan
プログラミング言語処理系	C, C++, Common Lisp, Eclipse, Etoys, Fortran77, Fortran90/95, Java, Pascal, 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、TSUBAME3.0 と同じアカウントで利用することができる。(事前に TSUBAME3.0 のアカウント取得が必要)

(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、21 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】

	GSIC		南 4 号館		学内設置	
	第 1 実習室	第 2 実習室	第 1 演習室	第 2 演習室	図書館	ICS
H30 年 4 月	1,942	585	2,993	3,822	676	76
5 月	2,139	801	2,708	4,256	870	56
6 月	1,432	760	1,970	3,388	768	49
7 月	1,845	1,102	2,595	4,048	968	66
8 月	546	315	386	1,329	286	20
9 月	129	56	218	538	175	11
10 月	1,328	834	2,302	4,018	936	72
11 月	1,196	964	1,545	3,425	884	49
12 月	994	901	1,561	3,171	694	49
H31 年 1 月	838	863	1,222	2,752	599	37
2 月	システム更新による利用停止期間					
3 月						

【すずかけ台】

	すずかけ台 演習室
H30 年 4 月	392
5 月	182
6 月	210
7 月	212
8 月	74
9 月	55
10 月	133
11 月	117
12 月	88
H31 年 1 月	62
2 月	システム更新による 利用停止期間
3 月	

◎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	4	3	5	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	1	1	0	0
コンピュータサイエンス	0	0	0	0
その他	5	2	2	1

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	5	4	4	7

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	6	5	1	6

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	2	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。

◎プリンタ利用状況

	印刷枚数	印刷件数	利用者数
H30 年 4 月	14,618	3,170	735
5 月	22,625	5,149	1,065
6 月	26,175	5,939	1,176
7 月	26,799	6,140	1,042
8 月	10,607	2,457	555
9 月	3,865	792	235
10 月	23,704	4,595	1,064
11 月	26,675	5,541	1,226
12 月	18,278	3,879	1,007
H31 年 1 月	23,117	4,619	1,004
2 月	システム更新による利用停止期間		
3 月			
合計	196,462	42,281	9,109

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。

仮想マシンホスティングサービス（プロジェクト）
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. 先導原子力研究所 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. 研究戦略推進センタースケジュール管理
24. 地球生命研究所 Web サーバ
25. 情報セキュリティ監査・危機管理専門委員会
26. 認証基盤システム担当
27. 教育システム
28. CAMPAS Asia Research Review
29. オンライン教育プロジェクト
30. 研究者情報管理システム
31. 社会人教育院講座支援システム
32. 情報活用 IR 室
33. 学びのコミュニティシステム
34. 東京工業大学リサーチリポジトリ（T2R2）

35. 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
36. 『以心電心』ハピネス共創研究推進機構
37. 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
38. 機械系 SolidWorks ライセンス管理
39. 融合理工学系 Web サーバ
40. 学勢調査 2016
41. 日本語教育情報管理システム
42. TokyoTech CollaboMaker
43. 中期目標・中期計画 進捗管理システム
44. T2Report
45. 広報・地域連携部門ウェブサイト管理システム
46. 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

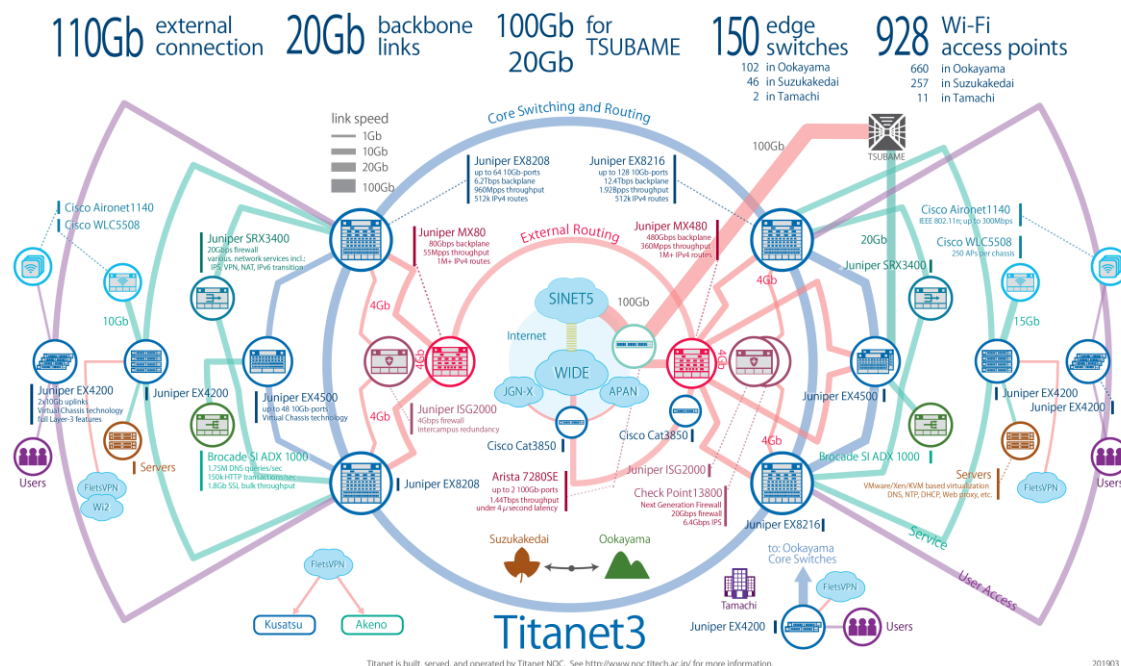
2-4-1 有線ネットワーク (Titanet3)

Titanet3 の運用開始から本年度末で 9 年が経過した。ネットワーク機器の平均耐用年数は 6 年程度と言われており、本システムを構成する機器はこれを大きく越えて稼働を続けているが、日々のメンテナンス作業等により、本年度も安定動作を継続した。具体的なメンテナンス作業としては、経年劣化した部品故障による PoE スwitch の交換、法定停電時など電源サイクル時におけるディスク故障への対応等があり、ここ数年、件数は多い。また、一部、完全に動作しなくなる機器も出始めたが、複数地点からのリアルタイムでの動作モニタリング、あらかじめ代替機器を準備しておくことによる迅速な機器交換等で長期の通信断は発生していない。

機器の終息状況については、システム導入時の PoE スwitch は 2 年前に終息したため、異なる機種を選定、コールドスタンバイさせ、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、コアスウィッチについても今年度までに終息し、さらに、来年度初頭に、本システムで最も多く導入されている建物スウィッチの販売が終了するため、保守機器の新規調達は難しい状況となった。

稼働状況については、メンテナンス・雷停電による停止時間を含めても、全スウィッチ機器、サービス用アプライアンスなどの稼働率は 99% 以上を実現した。章末に、実施したメンテナンス作業、および、機器の稼働状況の詳細を示す。

以下に、現在の Titanet3 幹線の構成を示す。



Titanet3 の構成

一昨年度 3 月から 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た。100 ギガ回線は、導入年度のトラブル以降は安定している。

本年度は、そのトラブル時に発覚した国際通信が冗長化されていない問題への対応として、WIDE

プロジェクト、SINET/NIIにご協力を頂き、WIDEプロジェクト経由でのSINETへの接続を常設とした。時限プロジェクトの回線を一部利用するため、プロジェクト終了までの常設となるが、国際通信の冗長化が実現され、1台の機器故障・メンテナンスであれば、影響なく通信を継続できる。現在、他の上流接続先についても検討を進めるとともに、回線を多重化することで現有設備でのすずかけ台キャンパスへの対外接続回線引き込みについて設計を進めている。

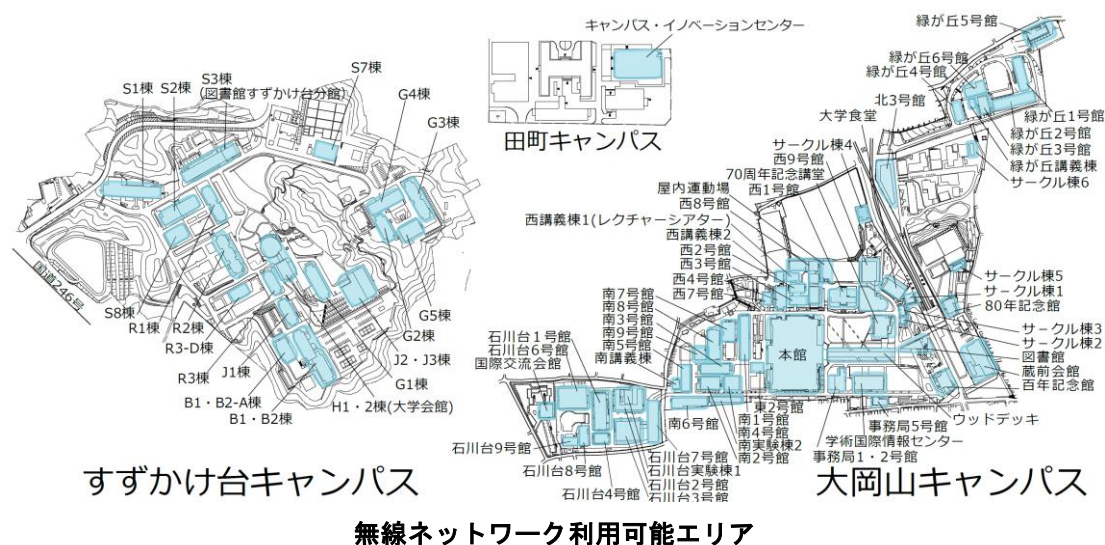
セキュリティ機器は、ファイアウォール、ファイル交換ソフトウェア検知機、WAF（ウェブアプリケーションファイアウォール）を継続して運用し、セキュリティインシデント等に合わせ、前述の機器の機能を用いた通信制限等を本年度も実施した。機能強化すべく昨年度調達した次世代型ファイアウォールは、まだ少し不安定であるが、運用導入している。具体的な制限としては、ポート単位ではLDAPに使われる通信を遮断し、アプリケーションとしてはコインマイナーに関する通信等を新たに遮断している。ファイル交換ソフトウェアの検知サービスと検知状況については後述する。

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では、本年度も年末から年度末にかけて、特に会議室を中心にアクセスポイントの増設が多くあり、年度末時点で928台（大岡山：660台、すずかけ台：257台、田町：11台）が稼働中である。

本システムでは、機器の設定は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、無線エリア拡大のコストダウンを図っているが、本年度も増設希望時期が年度末に集中し、また、昨年度のすずかけ台キャンパスに続き、大岡山キャンパスについても、制御部分での冗長化が可能なライセンス数を越えるアクセスポイントの接続台数となった。つまり、中央のコントローラに故障機が出た場合、一部のエリアの通信は継続できなくなる。すずかけ台エリアについては、本年度末にライセンスを追加することで、故障時、OSバージョンアップや設定変更等のメンテナンス時の冗長性の確保を行った。大岡山キャンパスを含む全学エリアでのライセンスの追加については、無線ネットワークシステムの更新時期が近くなっているため、現在検討中である。

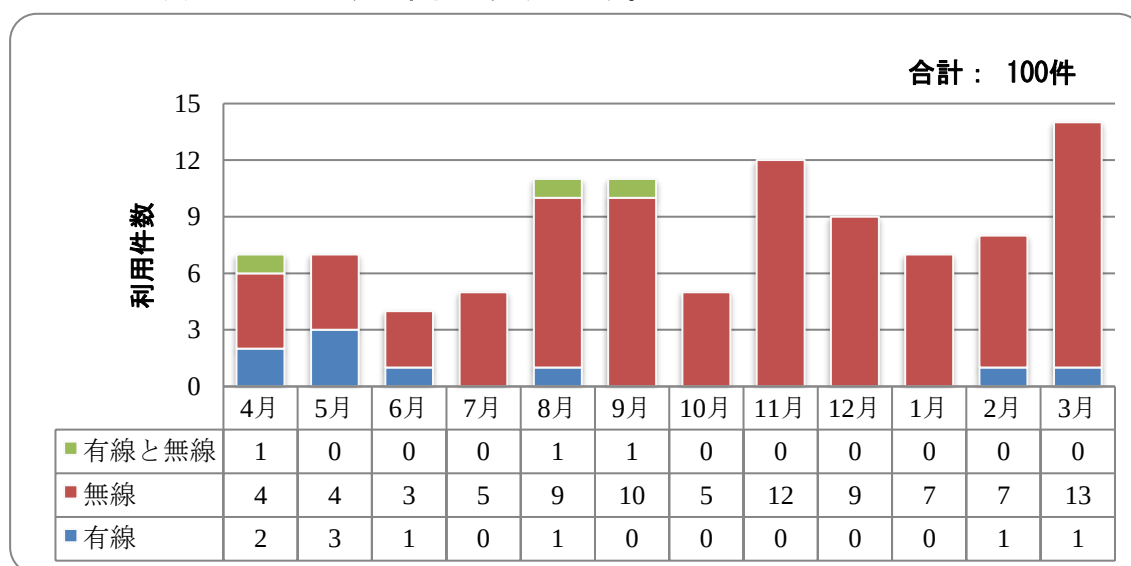
以下に、現在の無線ネットワークが利用可能なエリアを示す。



本システム上では、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 8500 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。

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 の利用は本年度急速に増加した。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。その eduroam の利用急増に対応するため、DHCP による払い出し IP アドレスの 2 年連続の強化、また、IPv6 アドレスの利用を開始した。クラウドサービス、動画サイトなどへの流量は IPv6 アドレス側に大きく片向いており、IPv6 アドレスの利用は、より適した通信経路の選択になるとともに、IPv4 NAT ルータ/DNS サーバに対する負荷を分散させる役目も担っている。

イベントネットワークの利用状況を以下に示す。



イベント用ネットワークサービス利用件数の状況

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 では学生諸君の利用が多いこともあり、ウイルス、ファイル交換ソフトウェアの利用が多く検知される。大学での利用にあたり、設定の見直しを忘れた場合も多いが、繰り返す場合も見られるため、無線コントローラでの無線独自のアプリケーション検出・遮断を実施するとともに、検知時の個別対応のあり方について、委員会も含めて見直しを行っている。

2-4-3 その他のサービス

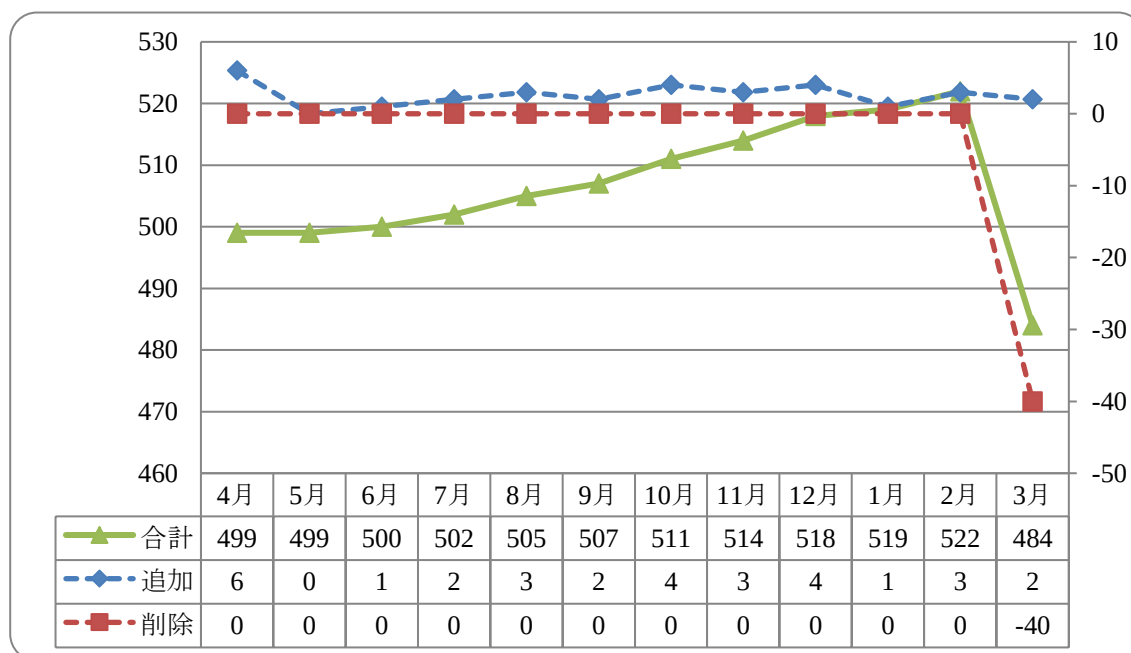
(1) サーバ代行サービス（DNS(コンテンツ)サーバ代行サービス、WWW サーバ代行サービス）

WWW サーバ代行サービスは、昨年度ようやく旧サーバの停止を行い、新サーバだけの運用に入った。本年度は、証明書を利用する通信サービスについてテストを終了し、来年度から正式のサービスとなる。

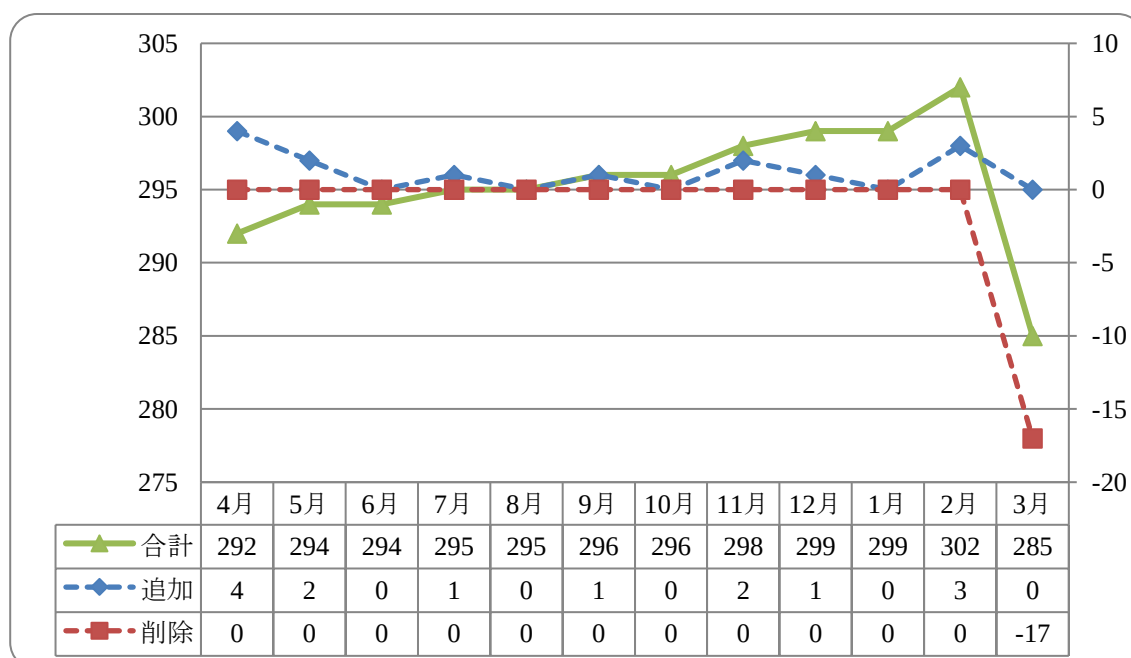
移行期間が長期に渡ったため、すぐに次のサービスを準備する必要があり、構成・サービス仕様

の検討に入っている。具体的には、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の変更を検討している。

各代行サービス利用件数の推移を以下に示す。



WWW サーバ代行サービス利用件数の状況



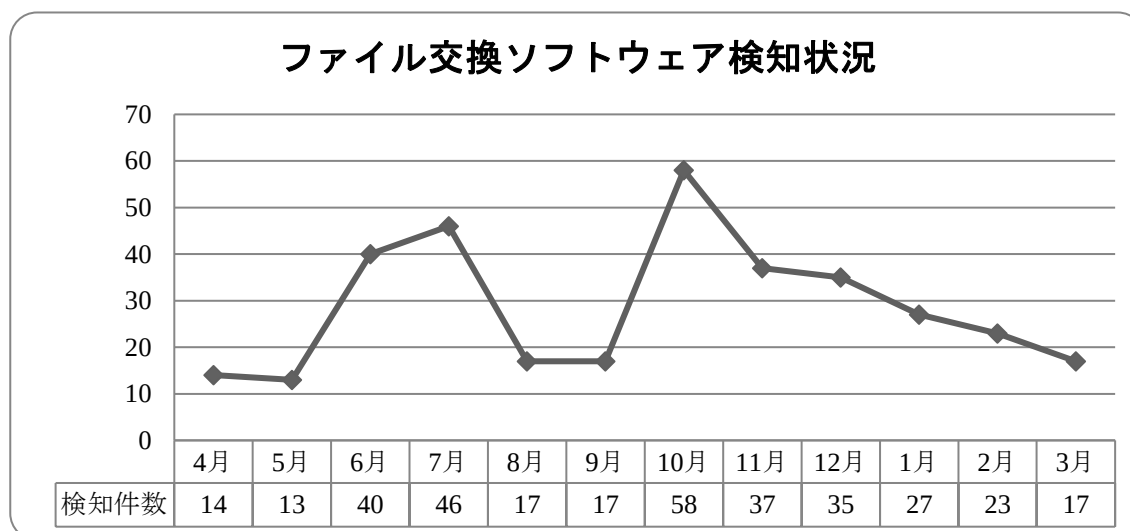
DNS サーバ代行サービス利用件数の状況

(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 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・映像の共有を目的とするものも多くなっており、利用者自身では、著作権を侵害する恐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。

技術的には、現行の検出機と次世代ファイアウォールを併用することで、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な検知・通知が行われるようにサービスを都度改善している。

以下に、本年度の検知状況を示す（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

機器の老朽化や長期利用については、前述の通りであるが、本年度、分割でのネットワークシステムの更新が認められたため、まず、その対外接続部分についての仕様を策定し、調達を開始した。これには、複数のセキュリティ機器・機能を目的に応じて柔軟に切り替えるための機器・機能や、研究室が導入している一部 NAT 機能を集中させることで、その業務負荷を下げるための機器も含まれる。また、有線・無線ネットワークの更新に向け、機器の調査を続けるとともに、今後のサービスのあり方について、委員会を含めた場でブレインストーミングを継続して行っている。これには、全学の IP アドレス利用を（組織毎の管理を継続しながら）一元的に把握できるシステムも含まれる。

本年度は、WWW 代行サービスと、無線 LAN/TokyoTech において障害があり、ページ閲覧、および、認証が不安定となる期間が 1 週間から 3 週間程度の中で不定期に発生し、利用者の方や閲覧者の方にご不便をおかけすることとなった。

WWW 代行サービスでの障害は、ファイアウォールを越える攻撃、一部利用組織での設定ミス、古い cgi ソフトウェアの利用等が重なって起こっていたものと考えられ、上記の条件を順次解消していった結果として、現在安定している。支線、サーバ管理者側での継続的な注意が必要であるが、事故が起こる可能性は残るため、次期サービスでは、一部の過負荷が全体に影響しないような構成を検討し、影響の局所化が可能な構成を検討している。

TokyoTech での障害は、潜在的に存在したソフトウェアのバグが、アクセスポイント・利用者の増大によって顕著化したものであると考えられ、最終的には、2 年前に実施した 利用開始時の https 通信をログイン画面に転送する機能をオフとすることで安定した。メーカー・販社等へのエスカレーションを迅速に行っていても、古いシステム・ソフトウェアの大規模利用時にだけ起こる問題の発見は非常に難しく、迅速な知見が得られなかった。また、正常動作時でも、利用者が増えることによって起こる旧システムでのメモリ等の資源の枯渇の問題は、長期でシステムを利用する場合、その費用対効果と相反する。

次期無線 LAN においては、利用者増大を見込み、可能な限り、余裕のあるシステム設計を行うとともに、設定変更・資源利用状態等のより長期での機械的記録・参照を検討する。

日付	種別	機種	対応	原因／症状
6/4	PoE スイッチ	DGS-3120	交換	FAN 故障
6/4	建物スイッチ	EX4200-48T	交換	故障のため
6/21	建物スイッチ	EX4550(Fan2,3)	交換	FAN 故障
7/10	建物スイッチ	EX4200-24T	新規	資料室用 edge 追加
7/13	L1 交換器	EM1020	交換	1shoku~cirdle1 Link フラッピングのため
8/2	シリアルコンソールサーバ	RMC-MP200	交換	LINK down/up を繰り返す
8/7	建物スイッチ	EX4200-24T	撤去	共通機器室サーバ集約用
8/10	建物スイッチ	EX3300-48T	移動	本館 4F→GSIC 共通機器室へ
8/10	コアスイッチ	EX8200-8XS	追加	10Gport 不足のため
8/27	コアスイッチ	EX8200-8XS	追加	10Gport 不足のため
8/29	建物スイッチ	EX4550(Fan1)	交換	FAN 故障
8/29	建物スイッチ	EX4500-48T(Fan2)	交換	FAN 故障
10/17	PoE スイッチ	DGS-3100	交換	FAN 故障
10/26	PoE スイッチ	DCS-3100	交換	FAN 故障
11/19	L1 交換器	HME2-1000LX/sc10	交換	故障のため
11/27	PoE スイッチ	DGS-3100	交換	FAN 故障
12/4	PoE スイッチ	DGS-3100	交換	FAN 故障
12/27	建物スイッチ	EX4200-48T	交換	故障のため
3/27	対外スイッチ	MX480(PEMO)	交換	FAN 故障

平成 30 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	99.9	green1-1	99.9	midori2-1	99.91	r2-1	99.81
100g-gsic-1	99.9	green1-2	99.97	midori3-1	99.9	r3-1	99.81
100nen-1	99.9	green1-3	99.97	midori4-1	99.9	radius-napldap	99.81
100nen-3	99.97	gsic-1	99.81	midori6-1	99.9	res-o1	99.81
10g-gsic-1-b	99.9	gsic-10	99.81	midori6-2	99.97	res-o2	99.81
10g-gsic-1	99.9	gsic-2	99.81	midoriko-1	99.81	res-o3	99.81
10g-setsubi-1	99.9	gsic-4	100	minami1-1	99.9	res-s1	99.81
10gs3g	99.81	gsic-5	99.97	minami1-2	99.97	res-s2	99.81
1shoku-1	99.9	gsic-6	99.97	minami2-1	99.91	res-s3	99.81
1shoku-2	100	gsickokusai-1	99.81	minami2-2	99.99	riji-1	99.8
1shoku-4	99.99	haieki-1	99.81	minami3-1	99.9	sanren2-1	99.91
Jan-00	99.78	higashi1-1	99.81	minami4-1	99.81	sanren2-2	99.81
80nen-1	99.9	higashi2-1	99.81	minami5-1	99.81	setsubi-1	99.81
app	99.81	hokenkanri-1	99.81	minami5-2	99.99	setsubi-3	100
app1	99.81	honkan-1	99.81	minami6-1	99.81	sgw-o1	99.81
app2	99.81	honkan-2	100	minami6-2	99.99	sgw-o2	99.81
auth-o1	99.81	honkanc-1	99.81	minami7-1	99.91	sgw-s1	99.81
auth-o2	99.81	honkane-1	99.54	minami7-2	99.98	sgw-s2	99.81
auth-s1	99.81	honkane-3	100	minami8-1	99.81	slb-o1	99.6
auth-s2	99.81	honkane-4	100	minami8-2	100	slb-o1_ve352	99.81
b1-1	99.81	honkanko-1	99.81	minami9-1	99.91	slb-s1	99.81
b1-2	100	honkans-1	99.81	minamiji2-1	99.81	soken-1	99.81
b2-1	99.81	honkans-2	99.98	minamiji4-1	99.81	sokenbekkan-1	99.81
b2-2	100	honkanw-1	99.81	minamiko-1	99.81	sozo-1	99.9
bak-o1	99.79	idrac-kvm-s3	99.57	monitor-o	99.81	splunk	99.81
bak-o2	99.77	idrac	99.74	monitor-o2	99.81	suzukake-gw	99.9
border-o1	99.9	idrac	99.74	monitor-s	99.81	t2w-dhcp1	99.7
border-s1	99.9	ishikawa1-1	100	nishi1-1	99.81	t2w-dhcp2	99.7
bordersw-k1	99.9	ishikawa1-2	99.99	nishi2-1	99.97	taikukan-1	99.81
bordersw-o1	99.9	ishikawa2-1	99.9	nishi3-1	99.81	taikukan-2	99.97
bordersw-s1	99.9	ishikawa2-2	99.97	nishi3-2	99.99	tamachi-1	99.79
cam-o2	99.81	ishikawa3-1	99.9	nishi4-1	99.81	tamachi-2	99.74
cam-s2	99.81	ishikawa3-2	99.99	nishi5-1	99.81	tn3	99.81
cam-t1	99.56	ishikawa4-1	99.9	nishi6-1	99.81	toshoo-1	99.91
cc-gsic-1	99.9	ishikawa5-1	99.9	nishi7-1	99.81	toshoo-2	99.99
cc-gsic-2	99.73	ishikawa6-1	99.9	nishi8e-1	99.81	toshoo-4	99.97
cc-soken-1	99.81	ishikawa6-2	99.99	nishi8e-2	99.99	toshos-1	99.81
cert-gsic-1	99.8	ishikawa7-1	99.81	nishi8w-1	99.81	toshos-2	100
choele-1	99.81	ishikawa7-2	99.98	nishi8w-2	99.99	ttf-1	99.81
cicrmc	99.71	ishikawa8-1	99.9	nishi9-1	99.81	ttf-2	99.97
circle1-1	99.72	ishikawa8-2	99.97	nishi9-2	99.99	ttf-3	99.97
circle2-1	99.93	isotope-1	99.76	nishi9-3	99.99	ttf-4	99.97
circle3-1	99.99	j1-1	99.81	nishi9-4	99.97	ttf-5	99.97
circle4-1	99.88	j2-1	99.81	nishi9-5	99.97	tw2-gw-o	99.81
circle5-1	99.99	j2-2	100	noc-gisc-1-b	99.81	tw2-gw-s	99.81
coe-1	99.81	j2-3	100	noc-gsic-1	99.9	vande-1	99.81
core-o1	99.9	j2-4	100	noc-gsic-2	99.9	ve-301	99.9
core-o2	99.9	j3-1	99.81	noc-gsic-3	99.9	ve-302	99.9
core-s1	99.9	jimu-gsic-1	99.7	noc-gsic-4	99.9	vmw-o1	99.81
core-s2	99.9	jimu1-1	99.9	noc-honkan-1	99.9	vmw-o2	99.81
daigakukaikan-1	99.81	jimu1-2	99.98	noc-honkan-2	99.9	vmw-s1	99.81
daigakukaikan-2	100	johoeno-1	99.81	noc-setsubi-1	99.9	vpn-o	99.91
daigakukaikan-3	100	johoeno-2	99.98	noc-setsubi-2	99.9	vpn-s	99.9
db-2	99.81	johoens-1	99.81	noc-setsubi-3	99.9	vpn-t	99.77
db	99.81	kenbikyoe-1	99.81	ns-o	99.81	waf-2	99.81
dhcp-o1	99.81	kita2-1	100	ns-s	99.81	waf-o1	100
dns-o	99.81	kitaji1-1	99.8	ns1	99.81	wdm-os1	99.9
dns-s	99.81	kodo-1	99.81	ns2	99.81	wdm-os2	99.9
edrm-dns1	99.81	kodo-2	99.99	ns6	99.81	wdm-ot1	99.91
edrm-dns2	99.81	koryukaikan-1	99.9	nsauth-o1	99.81	wdm-ot2	99.91
edrm-nat-1	99.81	koukourmc	99.66	ntp-o1	99.81	wdm-so1	99.9
edrm-nat-2	99.8	kvm-o1	99.81	ntp1	99.81	wdm-so2	99.9
edrm-nat-v6	99.81	kvm-o2	99.81	ntp2	99.81	wdm-to1	99.77
frontier1-1	99.81	kvm-o3	99.91	ookayama-gw	99.9	wdm-to2	-
frontier1-2	100	kvm-s1	99.81	opw10g-o2	100	web-b1	100
frontier2-1	99.81	kvm-s2-idrac	99.73	opw10g	99.81	web-o1	99.81
frontier2-2	100	kvm-s2	99.81	pm-o1	99.81	web-o2	99.81
fujisawa-titech	100	kvm-s3	99.81	portal	100	wlc-o1	99.81
g1-1	99.81	kvmsw-o1	99.81	power-t1	99.52	wlc-o1_v110	99.9
g1-2	100	log-o1	99.81	proxy	99.81	wlc-o2	99.8
g2-1	99.81	log-o2	99.81	prx-o1	99.81	wlc-o2_v110	99.81
g2-2	100	log-o3	99.81	prx-o2	99.81	wlc-o3	99.81
g3-1	99.81	logger-3	99.81	prx-o4	99.81	wlc-o3_v110	99.81
g3-2	100	logger	99.81	prx-o5	100	wlc-s1	99.81
g4-1	99.81	mgmtgw-o	99.81	prx-s1	99.81	wlc-s1_v111	99.81
g4-2	100	mgmtsw-t1	99.81	prx-s1	99.81	wlc-s2	99.81
g5-1	99.81	mgmtsw-t2	99.81	prx-s2	99.55	wlc-s2_v111	99.81
genso-1	99.81	mhd-1	99.81	prx-s2	99.55	xen-o1	99.81
genso-2	100	midori1-1	99.81	r1-1	99.81	xen-o2	99.81
gokuteion-1	99.91	midori1-2	99.99	r1-2	100		

ネットワーク機器 アプライアンス サーバ群の稼働率

※wdm-to2 は監視ツールの不具合のため一部の計測できなかった。

2-5 情報セキュリティ

2-5-1 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。2018 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のメールを配信している。また教育研究評議会等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。

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入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にてもセミナーを行った。

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あり、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。また脆弱性診断ツール (Nessus) を利用した学内調査も一部行っており、サーバや WEB サイトの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。また昨年度から継続し 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。

標的型メール攻撃に関する訓練

メール攻撃に関するリテラシー向上を目的として、メール訓練を行った。3月に訓練を行い、訓練メールを全学の教職員(3500名程度)に送信した。開封した職員には教育コンテンツが表示されるようにし、また事後には全員に訓練の概要、結果、標的型攻撃に関する解説を送付し、教育効果の向上に努めた。今回の訓練では From 欄が本人のメール（自分から自分へ送られるメール）とする事で、訓練対象者に対して心理的負担をかけ、適切に対応できるかどうかという観点で訓練を実施した。非常に多くの問い合わせがあり、困ったら CERT に連絡するという事は随分と浸透してきた。問い合わせの割合は執行部から寄せられる連絡が圧倒的に高く、トップ層の意識や関心の高さも感じられた。

部署横断的なインシデント対応訓練

今年度はボードゲームを用いた机上訓練において、ゲームのシナリオをあえて事前に作り込んでおくことで大学の現状に沿った形で訓練を進める事に注力した。今回は理事・副学長や CISO、事務局からは部長や課長等々が参加し、本番を想定したメンバーで訓練を行った。各人が割り当てられた役割の中で、時間を区切った上で発生した状況に対して次々と判断していくことが求められ、どの組織に何を聞き、どのようにして結論を導くかといった事案発生時における一連の流れを擬似的に体験することが出来た。参加者特に事務職員同士での活発な議論が交わされ、より意義のある訓練となったと感じられた。全体の振り返りでは上層部役をこなしていただいた先生方からも有意義な指摘が積極的に提示され、緊急対応時の意識を関係部署を横断して共有できたと思われる。

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。今年度は機械学習や AI の技術を応用したセキュリティ機器を中心に検証を重ね、現状の東工大が抱えるセキュリティ機器環境を補強する機器を想定して検証を重ねた。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。

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、情報セキュリティ機器管理専門委員会、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 2018 年度末には合計 3 回のセミナーを実施、資料の提供等も行った。セミナーでは活発な質疑応答も交わされ、セミナー時の要望も受ける形で学生向けの資料（日本語版／英語版）を別途作成し、全体で共有を図った。

情報セキュリティインシデントへの対応

学内で起きた情報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切断する等の初動対応を行った。事案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部局長等会議等で行い、原因や対策方法を全学に通知した。

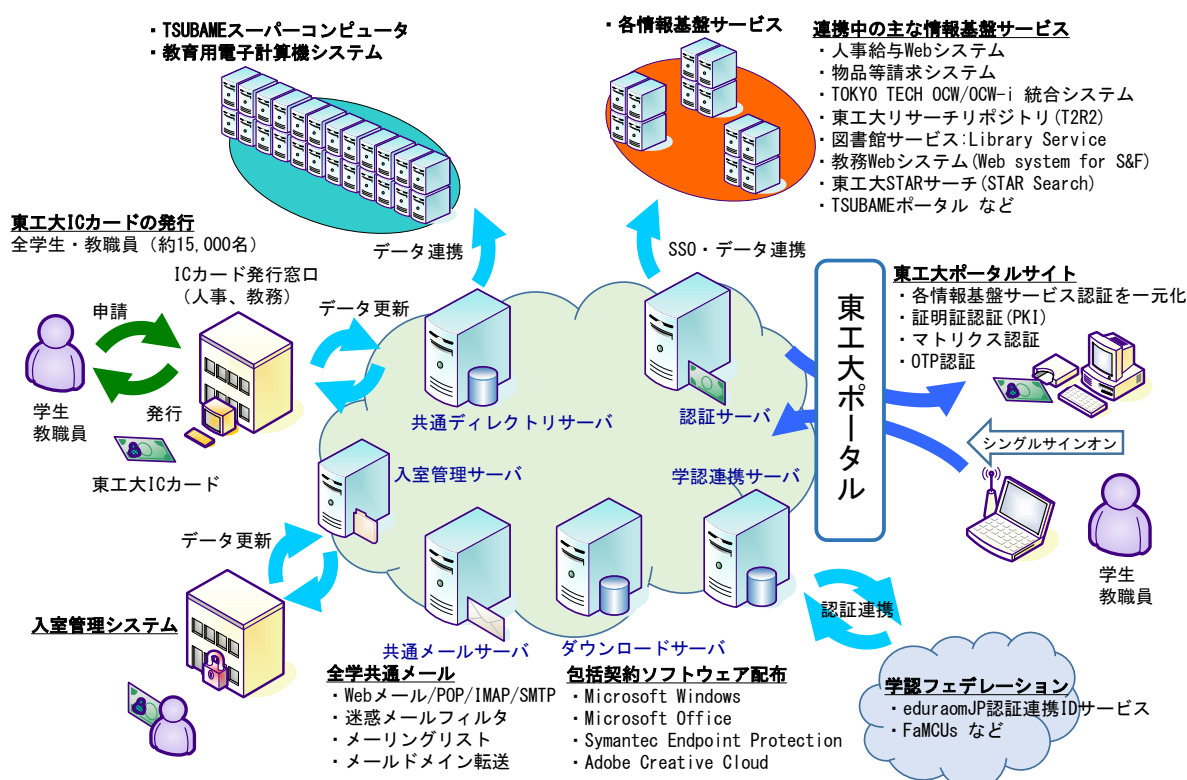
2-5-2 T2BOX: ファイル共有システムの開発・運用

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。

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図 2-5-1 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

図 2-5-1 共通認証・認可システム及び全学共通メールシステム

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）
- ・博士キャリア履修状況データベース

2-6-3 実績

(1) 本年度トピックス

1) ワンタイムパスワード認証の運用開始（2019 年 2 月）

現行のマトリクス認証と IC カード認証に加え、時限付きのパスワードをメール送信するワンタイムパスワード（OTP）認証の運用を開始した。

2) Office 365 アカウント作成サービス開始（2019 年 2 月）

個人所有 PC の Office 365 ProPlus 製品利用開始に伴い、Office365 アカウント作成サービスを開始した。

3) 本年度ポータルと連携を開始した情報基盤サービス

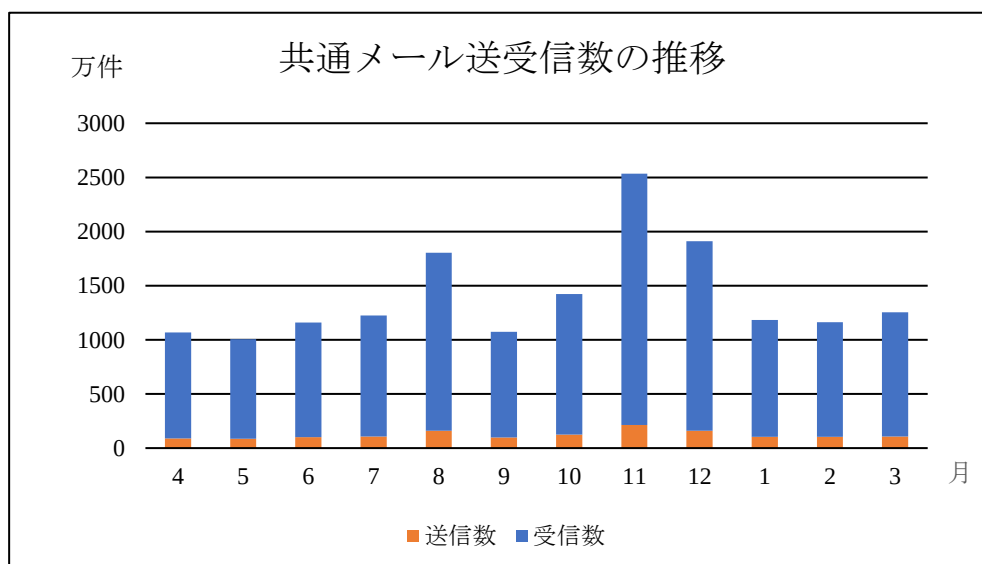
- ・ T2Report（2018 年 9 月）
- ・ 学生一般定期健康診断 予約・問診（2018 年 10 月）
- ・ 教育用電子計算機システム（2019 年 2 月）

(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（2019年 3月 31日現在）

全学共通メールアカウント	14,545
（内訳）常勤職員	1,745
非常勤職員	1,865
アクセスカード	376
学士課程学生	4,769
大学院学生（修士課程）	4,019
大学院学生（博士後期課程）	1,420
研究生等	351

・全学共通メール利用状況（2018年 4月 1日～2019年 3月 31日）



(3) 東工大 IT サービスデスク

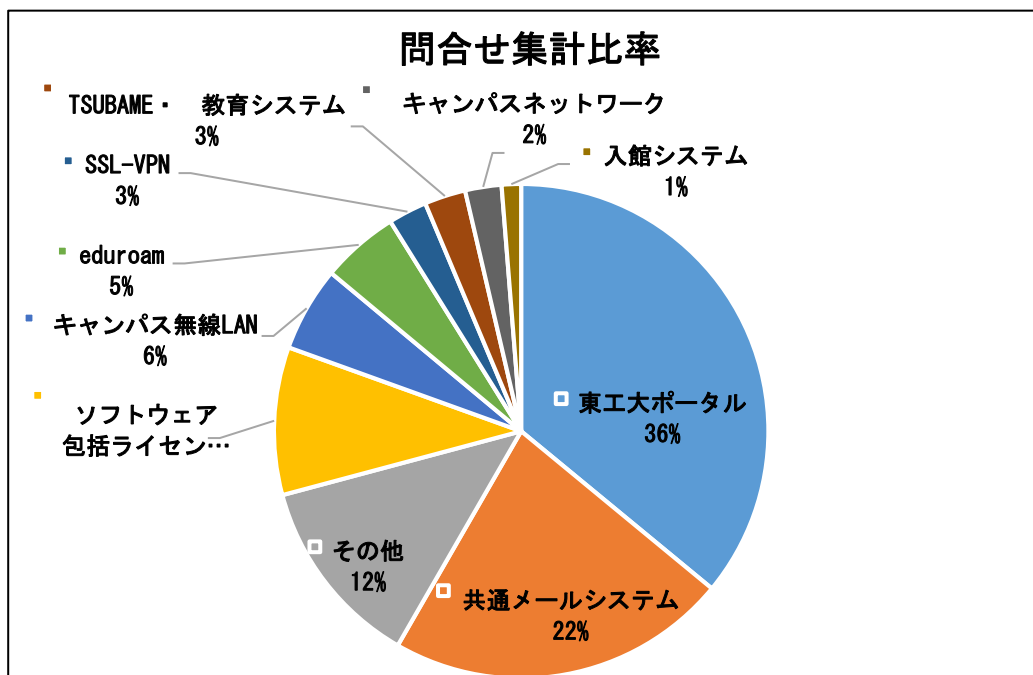
学術国際情報センターで提供する情報サービス全般の問合せの対応と東工大ポータルで利用可能な各種サービスの担当窓口へ誘導するサービスを提供している。

研究推進部情報基盤課基盤システムグループ

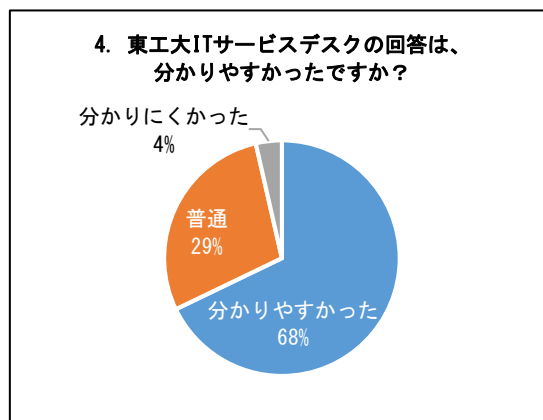
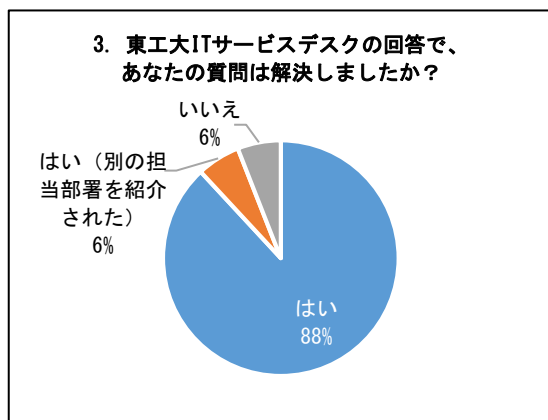
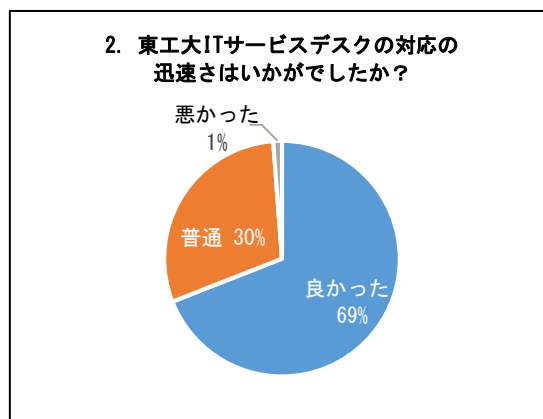
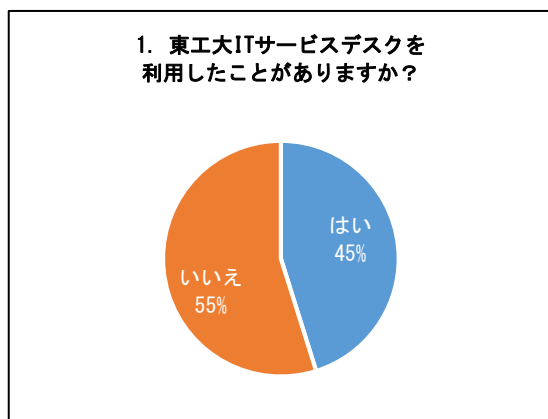
東工大 IT サービスデスク

- ・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 534 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 社製ウィルス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)、不正コピーの抑止することを目的に導入したものである。

その結果、平成 30 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 Windows 及び Microsoft Office を個人所有の PC 用に安価に購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 30 年 12 月：Office Professional Plus 2019、Office Standard 2019 for Mac の提供を開始
- ・平成 31 年 2 月：個人用に Office 365 アカウント の配布を開始
- ・平成 31 年 3 月：Microsoft Office Professional Plus 2013 の提供を停止、Kivuto 社の電子ダウンロードサービス 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 Windows Upgrade	Windows 10 Education Upgrade	
	Windows 8.1 Enterprise Upgrade	
	Windows 7 Enterprise Upgrade	
Symantec 社製ウィルス対策ソフトウェア	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, Symantec, Adobe 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、一人当たり MS Office/OS 共にいずれかのバージョン 1 つを 1 台分利用可能。Symantec 社製ウィルス対策ソフトウェアについては学内 LAN に常時接続している 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 カードリーダーを使って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（マトリックス認証可） ⇒ パスコード取得

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（マトリックス認証可） ⇒ インストーラをダウンロード

*パスコード取得から 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 社製品）

Step1 : 東工大ポータルにログイン

Step2 : 「学認（GakuNin）」を選択

Step3 : 「On the Hub（Microsoft の個人用メディア配布&販売サイト）」を選択

Step4 : 「On the Hub（Microsoft の個人用メディア配布&販売サイト）」で購入

c) 個人所有コンピュータへの提供（Symantec 社製ウィルス対策ソフトウェア）

Step1 : 東工大ポータルにログイン（マトリックス認証可） ⇒ インストーラをダウンロード

●Mathworks 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 10 配布数

	2018									2019			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	262	62	65	43	33	60	66	33	49	30	59	110	872
個人 PC	395	179	48	82	41	60	83	59	69	65	61	85	1227
計	657	241	113	125	74	120	149	92	118	95	120	195	2099

Microsoft Windows 8.1 配布数

	2018									2019			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	14	1	1	1	366	1	1	5	3	0	2	53	448
個人 PC	12	6	6	7	6	7	10	1	7	5	8	32	107
計	26	7	7	8	372	8	11	6	10	5	10	85	555

Microsoft Windows 7 配布数

	2018									2019			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	53	17	8	13	4	6	8	1	6	5	5	7	133
個人 PC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	53	17	8	13	4	6	8	1	6	5	5	7	133

Microsoft Office 2019（Windows 版）配布数

	2018									2019			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	-	-	-	-	-	-	2	7	73	157	200	373	812
個人 PC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	107	154	311
計	-	-	-	-	-	-	2	7	73	207	307	527	1123

Microsoft Office 2016（Windows 版）配布数

	2018									2019			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	867	297	195	149	497	153	227	134	131	65	66	64	2845
個人 PC	454	242	115	104	63	68	90	74	56	52	20	24	1362
計	1321	539	310	253	560	221	317	208	187	117	86	88	4207

Microsoft Office 2013（Windows 版）配布数

	2018									2019			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	65	22	11	9	8	8	9	8	14	6	6	4	170
個人 PC	57	37	17	27	15	17	31	36	21	13	0	0	271
計	122	59	28	36	23	25	40	44	35	19	6	4	441

Microsoft Office 2019（Mac 版）配布数

	2018									2019			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	-	-	-	-	-	-	2	7	53	409	77	104	652
個人 PC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	101	152	323
計	-	-	-	-	-	-	2	7	53	479	178	256	975

Microsoft Office 2016（Mac 版）配布数

	2018									2019			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	285	118	65	66	61	47	97	62	41	20	20	29	911
個人 PC	193	161	64	47	39	28	62	56	50	36	14	19	769
計	478	279	129	113	100	75	159	118	91	56	34	48	1680

Microsoft Office 2011（Mac 版）配布数

	2018									2019			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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
個人 PC	9	8	1	3	5	1	6	11	12	4	0	0	60
計	9	8	1	3	5	1	6	11	12	4	0	0	60

Symantec Endpoint Protection（Windows 版）配布数

	2018									2019			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	1058	279	256	163	596	154	204	134	210	476	224	363	4117
個人 PC	234	97	91	51	45	54	78	54	47	40	26	46	863
計	1292	376	347	214	641	208	282	188	257	516	250	409	4980

Symantec Endpoint Protection for Macintosh（Mac 版）配布数

	2018									2019			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	58	24	33	13	380	9	22	5	173	336	9	17	1079
個人 PC	26	7	6	2	1	12	5	8	7	2	2	5	83
計	84	31	39	15	381	21	27	13	180	338	11	22	1162

Symantec Endpoint Protection for Linux（Linux 版）配布数

	2018									2019			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	1	0	0	0	11	0	0	0	2	0	14

Adobe Creative Cloud 配布数

	2018									2019			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	971	273	209	170	146	151	211	30	48	10	9	13	2241
Mac	193	85	62	53	48	28	69	8	18	10	4	3	581
計	1164	358	271	223	194	179	280	38	66	20	13	16	2822

Adobe Full set 配布数

	2018									2019			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	-	-	-	-	-	-	147	426	799	227	171	181	1951
Mac	-	-	-	-	-	-	31	123	168	89	53	30	494
計	-	-	-	-	-	-	178	549	967	316	224	211	2445

Adobe Acrobat 配布数

	2018									2019			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	-	-	-	-	-	-	121	782	1676	365	270	314	3528
Mac	-	-	-	-	-	-	33	100	279	420	53	56	941
計	-	-	-	-	-	-	154	882	1955	785	323	370	4469

Adobe Illustrator 配布数

	2018									2019			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	-	-	-	-	-	-	81	272	471	130	113	143	1210
Mac	-	-	-	-	-	-	47	92	247	408	30	27	851
計	-	-	-	-	-	-	128	364	718	538	143	170	2061

Adobe Photoshop 配布数

	2018									2019			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	-	-	-	-	-	-	64	235	378	101	103	127	1008
Mac	-	-	-	-	-	-	35	84	167	391	24	26	727
計	-	-	-	-	-	-	99	319	545	492	127	153	1735

MATLAB 配布数

2019.03 末の 登録人数 : 3347 人、インストール台数 : 5834 台

Office 365 ProPlus 配布数

2019.03 末の利用数

Windows: 230, Mac : 115, Android : 16,iOS:76

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

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。

表 1 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
採択課題	44	34	35	39	46	52
うち HPCI-JHPCN 課題	31	22	27	17	25	30
うち東工大利用課題	11	10	10	12	11	16
応募課題	55	53	51	47	52	70
採択率(%)	80.0	64.2	68.6	83.0	88.5	74.3

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 30 年度の共同研究課題の公募は平成 29 年 11 月 15 日から平成 30 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 70 件中 52 件（うち 30 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 1 に採択課題数や採択率の推移を示した。

平成 30 年度 共同研究日程

平成 29 年	11 月 15 日（水）	公募案内開始
	12 月 13 日（水）	課題応募受付開始
平成 30 年	1 月 9 日（火）	課題応募受付締切（Web 登録締切）
	1 月 15 日（月）	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（日）	共同研究開始
	7 月 12・13 日	JHPCN 第 10 回シンポジウム
平成 31 年	3 月 31 日（日）	共同研究期間終了

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 30 年度公募では国際共同研究課題と企業共同研究課題としてそれぞれ 3 件と 1 件の共同研究課題が採択・実施された。

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 2 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 30 年度は採択課題 16 件のうち 6 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「2-10 TSBAME 公募型共同利用支援制度」の章にて説明している。

表2 平成30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30年度は本ネットワーク型拠点が主催する第10回シンポジウムが7月12・13日に品川グランドセントラルタワーにて参加者267名（大学183名、研究機関等37名、企業47名）を集めて行われた。本シンポジウムでは、平成29年度に実施された共同研究課題46件の研究成果を口頭発表で報告するとともに、平成30年度に採択された課題52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。

ネットワーク型拠点としての活動：文部科学省による第2期3年間に対する中間評価

本ネットワーク型拠点の第2期の3年間の活動に対し、「科学技術・学術審議会 学術分科会 研究環境基盤部会 共同利用・共同研究拠点及び国際共同利用・共同研究拠点に関する作業部会」による中間評価が行われた。この中間評価の目的は、各拠点の活動状況や成果、研究者コミュニティの意向を踏まえた取組が適切に行われているかなどを確認し、拠点の目的が十分達成されるよう適切な助言を行うことで、今後の学術研究の基盤強化と新たな学術研究の展開に資することである。

本ネットワーク型拠点は、A評価を受け、「拠点としての活動は概ね順調に行われており、関連コミュニティへの貢献もあり、今後も、共同利用・共同研究拠点を通じた成果や効果が期待される」と判断された。ちなみに今回の中間評価は国立大学法人における77拠点を対象に実施され、活動実績に関する評価結果を拠点間で比較する「相対評価」（上位20%を「S」、下位30%を「B」又は「C」とする）を導入した結果、全拠点の評価の分布は、S評価11拠点、A評価45拠点、B評価21拠点、C評価0拠点となった。「相対評価」導入の目的は、前期の期末評価と同様に評価結果を資源配分に反映させる際、共同利用・共同研究拠点としての機能が高い拠点を積極的に評価し、重点的に予算配分することにより、共同利用・共同研究拠点全体の活動を活発にすることである。

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30年度の公募型共同研究課題の採択課題の全52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3にまとめた16件（クラスA10件、クラスB6件）が

採択・実施され、合計 142 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 129 口、41 口に対して利用実績ベースで 118 口、24 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 3 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全採択課題が何らかの形で 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 30 年度は平成 29 年度再配分ルールに準拠した以下のルールに従って、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。

平成 30 年度 計算資源の再配分ルール

1. 第 1～3 四半期末の残資源の調整（7、10、1 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 2. 前倒し配分および 3. 追加配分の残資源も全口数の移行を認める。
2. 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。
3. 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）
 1. 第 1～3 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。
4. 最終配分口数の決定（12 月中にヒアリングを行い、1 月に実施）
12 月 15 日までに年度末までの利用予定口数のヒアリングを行う。年度末までに使い切ることを条件に追加配分希望を受け付け、配分済資源の 90% 以上を使い切った課題から優先的に追加配分する。配分可能口数より希望口数が多い場合はドント方式により配分する。12 月末までの利用実績が著しく少ない課題の利用予定口数は、原則 1 月当初の利用可能口数の 50% を上限とする。

表3 平成30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 / データ同化による粒界異方性物性データベースの構築と大規模フェーズフィールド粒成長計算	19口 23口
2	東京大学情報基盤センター 下川辺隆史 高精細計算を実現する AMR 法フレームワークの高度化	9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	8口 12口
4	神戸大学大学院海事科学研究科 橋本博公 大規模粒子法による大型クルーズ船の浸水解析	13口 13口
5	日本原子力研究開発機構 小野寺直幸 格子ボルツマン法による都市街区を対象とした物質拡散シミュレーション	14口 14口
6	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	8口 8口
7	東京工業大学学術国際情報センター 青木尊之 / MPF 法によるトポロジー最適化を用いた負荷バランスとノード間通信低減を両立させる動的領域分割の開発	19口 19口
8	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	12口 11口
9	CEA フランス原子力庁 朝比祐一 Optimisation of Fusion Plasma Turbulence Code toward Post- Petascale Era III	8口 3口
10	日本ゼオン株式会社 牛島和彦 生体高分子内・分子間における弱い相互作用の検討から触媒設計への応用	19口 10口
11 ※	名古屋大学 片桐孝洋 / High-performance Randomized Matrix Computations for Big Data Analytics and Applications	1口 1口
12 ※	岡山大学 竹中博士 地盤の非線形応答を考慮した地震波シミュレーション：強震動予測と震源過程解析	3口 2口
13 ※	東京大学 谷川衝 中間質量ブラックホールの理解に向けた星の衝突・破壊 に関する研究	5口 2口
14 ※	東京工業大学 DAS BHANU PRATAP / High Performance Computational (HPC) Studies on Beyond the Standard Model of Particle Physics using Atoms and Molecules	12口 11口
15 ※	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	8口 2口
16 ※	核融合科学研究所 森高外征雄 Gyrokinetic simulation of divertor heat-load width in magnetic fusion devices	12口 6口
	合計	170口 142口

※ クラスBでの採択

2-9 HPCI および TSUBAME 共同利用サービス

副センター長 青木 尊之
特任准教授 渡邊 寿雄

HPCI および 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）。JHPCN（学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点）については前章で説明したため、本章では**HPCI（2-9-1 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）**と東京工業大学 学術国際情報センターの自主事業である**有償の学術利用と産業利用（2-9-2 TSUBAME共同利用、有償の学術利用と産業利用）**について説明する。

2-9-1 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

HPCI における東工大の役割

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、多様なユーザー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。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
- プライマリセンターとしての業務

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。

- ・ 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（5 回開催）と HPCI 連携サービス運営・作業部会（11 回開催）へと参加することで HPCI の運営に協力しており、平成 30 年度は以下のメンバーが委員/会員として参加した。

HPCI 連携サービス委員会委員副センター長	青木 尊之
HPCI 連携サービス運営・作業部会員准教授	額田 彰
助教	野村 哲弘
特任准教授	渡邊 寿雄
コンピュータシステム担当	根本 忍
コンピュータシステム担当	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技術研究機構、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 30 年度の募集開始から採択までのスケジュールを表 2 に示す。

表 2 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 29 年 10 月 5 日
電子申請受付終了	平成 29 年 11 月 7 日 17 時（JST）
押印済申請書の郵送期限	平成 29 年 11 月 21 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 30 年 2 月 22 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 3 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。また、HPCI 連携サービス運営・作業部会における本人

確認書類の保存期間についての検討結果に基づいて HPCI 申請支援システムの機能更新が行われ、平成 31 年 3 月より破棄が可能な本人確認書類の一覧が毎月メール通知されるようになった。

表 3 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
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)
対面認証のべ人数	83	46	52	53	75	54	88
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
TSUBAME ローカルアカウント 発行数	173	105	64	61	195	181(T2) 153(T3)	234

東工大の計算資源を利用する採択課題とその実施

平成 30 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 TUSBAME3.0 の計算資源を利用した採択課題一覧を表 4 に示した。一般課題は採択 12 課題に対し合計 634 口、産業利用実証利用は採択 1 課題に対し 44 口、産業利用トライアル・ユースは採択 1 課題に対し 10 口を配分し、課題を実施した。

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 30 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。

成果報告会の開催

「第 5 回「京」を中核とする HPCI システム利用研究課題 成果報告会」が平成 30 年 11 月 2 日（金）に THE GRAND HALL（東京・品川）にて開催された。成果報告会では、午前中に理研 R-CCS 松岡聡センター長の特別講演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 4.1 平成 30 年度 TSUBAME3.0 利用の HPCI 一般利用（学術）研究課題一覧

	所属機関 利用課題責任者 / 申請課題名	承認口数 (1/2/3/4Q)	ストレージ
1	京都工芸繊維大学機械工学系 高木知弘 合金凝固時の等軸晶の高精度予測シミュレーション法の確立	17/14/17/10	30TB
2	東京大学先端科学技術研究センター 山下雄史 抗原-抗体間相互作用における構造揺らぎの影響: MD 計算による研究	11/11/12/8	13TB
3	大阪大学蛋白質研究所 肥後順一 2 成分仮想座標をカップルさせた分子動力学の大きな系への応用	21/21/21/12	10TB
4	立命館大学生命科学部 笠原浩太 / 独自の拡張アンサンブル法を用いたたんぱく質天然変性領域の分子認識機構の解明	21/21/20/12	5TB
5	大阪府立大学工学研究科 桑田祐丞 / 実在粗面の乱流摩擦抵抗予測に向けた格子ボルツマン直接数値解析による超大規模データベースの構築	8/18/9/9	5TB
6	筑波大学計算科学研究センター 中務孝 時間依存密度汎関数理論による原子核反応	21/21/20/11	5TB
7	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	4/7/5/6	5TB
8	東京工業大学先端原子力研究所 千葉敏 拡張された時間依存密度汎関数法による原子核分裂の研究	20/20/20/11	20TB
9	筑波大学計算科学研究センター 吉川耕司 初代星・原始銀河形成における再結合放射の影響	2/4/2/6	10TB
10	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化学ポテンシャル計算法の開発	7/8/7/7	1TB
11	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	19/19/19/9	20TB
12	東京工業大学学術国際情報センター 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	19/19/18/10	30TB

表 4.2 平成 30 年度 TSUBAME3.0 利用の HPCI 産業利用研究課題一覧

	所属機関 利用課題責任者 申請課題名	承認口数 (1/2/3/4Q)	ストレージ
1	Axcelead 研究本部化学 小久保裕 GPU 加速化アンサンブルシミュレーションを用いた低分子薬物によるタンパク質の機能性ダイナミクスの制御機構の解明	12/12/10/10	20TB

表 4.3 平成 30 年度 HPCI 産業利用トライアル・ユース（随時公募）研究課題一覧

	所属機関 利用課題責任者 申請課題名	承認口数 (6 カ月)	ストレージ
1	矢崎総業株式会社 高山ゆりえ 高圧ケーブル端末部のシールド特性解析 (2018 年 12 月採択)	10 口	1TB

2-9-2 TSUBAME 共同利用サービス、有償の学術利用と産業利用

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おり、平成 30 年度は TSUBAME3.0 の計算資源を初めて年間通して提供した。採択課題数の推移を図 1 に示した通り、平成 30 年度の採択課題数の合計 52 件（内訳は学術利用 27 件、産業利用・成果公開 6 件、産業利用・成果非公開 19 件）であった。表 6, 7 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 30 年度の実績を表 5 に示した。

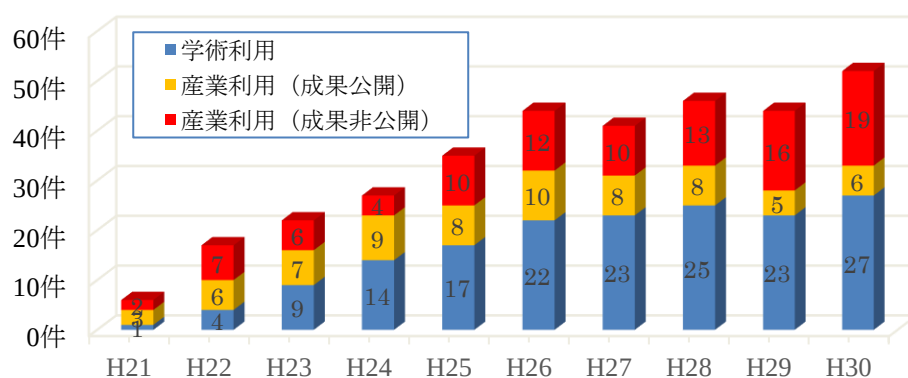


図1 TSUBAME共同利用サービスの採択課題数の推移

表 5 平成 30 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 7～8 日	東京工業大学	出展	150 名
第 5 回 HPCI 利用課題募集説明会	9 月 28 日	東京工業大学	共催	7 名
HPCI 第 5 回成果報告会	11 月 2 日	THE GRAND HALL (品川)	出展	400 名
日本コンピュータ化学会秋季年会	11 月 3～4 日	弘前大学	出展	100 名
平成 31 年度共同利用公募説明会	2 月 1 日	東京工業大学	主催	7 名
TSUBAME 利用講習会	随時開催、5 回	東京工業大学	主催	計 7 名

表 6 平成 30 年度 Tsubame 共同利用 学術利用（有償利用）採択課題一覧

	所属機関 利用課題責任者 申請課題名	購入 口数
1	成蹊大学 緑川博子 高性能計算向け分散メモリ・ストレージ統合システムの研究	1
2	東京大学大学院工学系研究科 鈴木雄二 高性能ポリマーエレクトレット材料の開発	2
3	埼玉県環境科学国際センター 鈴木和将 廃棄物最終処分場における間隙内流体挙動の数値解析	3
4	物質・材料研究機構 石川敦之 第一原理計算と反応速度論による触媒活性予測技術の確立	12
5	国立感染症研究所感染病理部 長谷川秀樹 抗インフルエンザウイルス広域中和抗体のエスケープ変異株由来表面糖タンパク質の構造解析	2
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 HIV エンベロープタンパク質の分子動力学解析	2
7	国立感染症研究所病原体ゲノム解析研究センター 佐藤裕徳 EV-A71 カプシドタンパク質の分子動力学解析	6
8	国立感染症研究所病原体ゲノム解析研究センター 佐藤裕徳 HIV Pr55Gag タンパク質全長の分子モデリングと分子動力学解析	6
9	東北大学材料科学高等研究所 水藤寛 マルチ GPU を用いた心血管系における血流の数値シミュレーション	1
10	慶應大学自然科学研究教育センター 花田政範 超対称ゲージ理論の GPU プログラムの開発	1
11	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(2)	2
12	京都大学 黒橋禎夫 知識に基づく構造的言語処理の確立と知識インフラの構築	10
13	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
14	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
15	筑波大学計算科学研究センター 鬼頭宏任 GPU 加速化フラグメント分子軌道法プログラムの開発と応用	2
16	産業技術総合研究所 RWBC-OIL 遠藤敏夫 スパコンのメモリ階層を活用したスケラブル・大規模計算	2
17	京大大学生存圏研究所 古本淳一 ラージ・エディ・シミュレーションとドップラー・ライダーを組み合わせた都市域の大気境界層 3 次元構造の解明	1
18	電気通信大学 菅哲朗 MEMS 構造の光学応答解析	1
19	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	2
20	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	1
21	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	8
22	国立研究開発法人防災科学技術研究所 藤原広行 GPGPU による長周期地震動シミュレーション	6
23	電気通信大学 清雄一 機械学習を用いた逆問題解析の研究	1
24	国立情報学研究所情報社会相関研究系 越前功 ニューラルネットワークに基づく生成音声と画像の識別	2

表 6(つづき) 平成 30 年度 TSUBAME 共同利用 学術利用 (有償利用) 採択課題一覧

	所属機関 利用課題責任者 申請課題名	購入 口数
25	岡山大学異分野基礎科学研究所 吉村太彦 時間依存密度汎関数法による原子内包フラーレン X@C60 の励起状態研究	2
26	豊橋技術科学大学 後藤仁志 ソフトクリスタル機能物性解析のための計算科学技術の開発	2
27	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	6
	合計	115

表 7 平成 30 年度 TSUBAME 共同利用 産業利用 (成果公開) 採択課題一覧

	所属機関 / 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	株式会社豊田中央研究所 松沢晋一郎 車載電子システムの低周波漏えい磁界のシミュレーション	8
3	株式会社パナソニックシステムネットワークス開発研究所 池田和彦 5GHz 帯無線 LAN における大型車両内電磁界特性に関する基礎検討	110
4	マツダ株式会社技術研究所 山本康典 車載レーダーにおけるターゲット散乱及び伝搬構造の FDTD 法による詳細解析	15
5	スタッフ株式会社 千葉修二 大容量データ伝送用ミリ波アンテナのレドームに関する基礎検討	2
6	株式会社豊田中央研究所 大脇崇史 車両レーダー断面積の大規模電磁界解析	8
	合計	163

表 8 平成 30 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	トヨタ自動車株式会社
2	株式会社クレハ	12	古河電気工業株式会社
3	アルテアエンジニアリング株式会社	13	信越化学工業株式会社
4	株式会社リコー	14	トヨタ自動車株式会社
5	JFE テクノリサーチ株式会社	15	本州化学工業株式会社
6	理研 AIP - 東芝連携センター	16	株式会社DNPファインケミカル
7	日本ガイシ株式会社	17	株式会社小松製作所
8	株式会社リコー	18	協和発酵キリン株式会社
9	新日鉄住金化学株式会社	19	株式会社 MOLFEX
10	ヒューマン・メタボローム・テクノロジーズ株式会社		

2-10 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が目的とした**TSUBAMEグランドチャレンジ大規模計算制度（2-10-1）**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（2-10-2）**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。

2-10-1 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が目的とし、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30年度は春期にカテゴリA1件とB2件を採択・実施した。秋期にはカテゴリA/Bともに申請課題がなかった。

平成30年度の実施スケジュールと採択課題一覧

平成30年度のTSUBAMEグランドチャレンジ大規模計算制度は、TSUBAME3.0の計算資源を提供した。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Aは1件、カテゴリBは4月実施と6月実施にそれぞれ1件ずつの合計3件を採択/実施した。秋期はカテゴリAとBの公募を行ったが、申請課題がなく実施されなかった。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30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30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	
H30 春期	4 月	A & B	1 月 18 日（木）～2 月 13 日（火） 17:00	3 月 23 日（金）
	5 月	B	3 月 5 日（月）～4 月 9 日（月） 17:00	応募課題なし
	6 月	B	4 月 10 日（火）～5 月 8 日（火） 17:00	5 月 23 日（水）
H30 秋期	10 月	A & B	7 月 5 日（木）～8 月 20 日（月） 17:00	応募課題なし

表2 平成30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
H30 春期	A 4 月	東京工業大学 准教授 横田理央	深層学習ベンチマーク ImageNet の 2048GPU を用いた 10 分以内の学習
	B 4 月	お茶の水女子大学 准教授 森 寛敏	超大規模第一原理有効フラグメントポテンシャル分子動力学計算による超臨界流体の熱力学物性予測への挑戦
	B 6 月	成蹊大学 助教 緑川 博子	高性能、高生産性、高移植性を実現するマルチノード・マルチスレッド処理向けソフトウェア分散共有メモリシステムの研究

予備実施におけるTSUBAME3.0の予約機能の活用

TSUBAME2.5で実施していた平成29年度春期までは、予備実施は運営側が予約したHキュー（420ノード）の一日占有利用であった。平成29年度秋期の予備実施はTSUBAME3.0で新たに実装された予約機能を活用する予定であったが、予約機能実装の遅れにより旧来と同様に運営側が予約して実施していた。平成30年度春期からはユーザにポイント付与することでユーザが予約機能や通常実行を活用して予備実施を行った。これによりユーザの都合に合わせてユーザ自身がノード予約し実行することや、ノード予約せずに通常実行にて本実施の準備をすることが可能になり、ユーザの利便性が向上した。

2-10-2 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 TSUBAME 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。TSUBAME より若い世代の利用者支援制度では平成 30 年度 7 月期までは 3 ヶ月毎の定期公募だったが、9 月以降は申請者がより応募し易い随時公募へと制度変更した。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

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（定期公募、平成 30 年度 7 月期まで）

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 3 ヶ月間在学予定の者。

公募スケジュール：3 月・6 月・9 月・12 月を締切とする公募を行い、速やかに審査結果を通知する。採択課題は翌月当初より最大 3 ヶ月間利用可能。同一内容と認められる課題の継続申請は最大 3 回までとする。平成 30 年度は随時公募への制度変更に伴い、7 月期公募まで行い、以降は随時公募へ移行した。

●TSUBAME より若い世代の利用者支援制度（随時公募、平成 30 年 9 月より）

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 30 年度の公募受付は 12 月 17 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30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 30 年度は定期公募での採択課題はなく、随時公募に制度移行後に表 3 に示した 2 件を採択・実施した。TSUBAME 若手・女性利用者支援制度の平成 30 年度公募は平成 30 年 2～3 月に行われ、表 4 に示した 16 課題が採択された。そのうち 6 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 30 年度 TSUBAME より若い世代の利用者支援制度（随時公募） 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
H30/12/19	大阪大学 4 年 吉村太一 BSSG 法を用いた SiC の結晶成長の数値解析
H30/12/21	お茶の水女子大学 4 年 佐々木美織 / 有機超空間内に包摂された蛍光性分子からの燐光発光に関する電子論的考察

表 4 平成 30 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 ※	山口大学創成科学研究科機械工学分野 蔣飛 / 多孔質媒体流れ解析を用いた低塩分濃度水による石油増進メカニズムの解明	3
3	国立研究開発法人産業技術総合研究所 伊藤祐子 分子シミュレーションを用いて次世代の抗がん剤の”種”を探索する	3
4	東京大学工学系研究科医療福祉工学開発評価研究センター 黒田大祐 分子シミュレーションによる合理的な抗体物性予測へ向けた基盤技術開発	3
5	東京工業大学 Lapizar, Maria Precious Paula Suarnaba / DEM-CFD modelling for dehydrogenation of methylcyclohexane on Pt/ γ -Al ₂ O ₃ catalyst.	3
6	筑波大学大学院 湯浅朋久 小型高効率回転電気機械の実現に向けた伝熱流動特性の解明	3
7 ※	筑波大学計算科学研究センター 田中賢 初代星形成における再結合放射の影響	3
8	お茶の水女子大学 寺島千絵子 / 電子状態に基づくマテリアルズ・インフォマティクスによる色純度に優れた熱活性遅延蛍光分子の迅速設計	3
9	広島大学大学院理科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
10	筑波大学大学院システム情報工学研究科 藤川凜太郎 / CO ₂ ハイドレート内部の分子輸送挙動の解明に向けた分子動力学シミュレーション	3
11	北海道大学大学院理学院化学部門 小野ゆり子 遷移金属希ガス化合物の振動スペクトルに見られる強度異常の理論的解明	3
12	東京工業大学物質理工学院 阿野大史 マイクロ波照射によって生起する微視的非平衡加熱状態の解析	3
13 ※	大阪大学蛋白質研究所 飯田慎仁 全原子分子動力学法を用いた細胞外マトリックス蛋白質の相互作用解析	3
14 ※	大阪大学 速水智教 / バイアスポテンシャルを用いない新規な拡張アンサンブル法を用いたタンパク質相互作用の分子動力学シミュレーション	3
15	長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 大滝大樹 拡張アンサンブルシミュレーションによるプリオンタンパクの構造解析	3
16 ※	成蹊大学 緑川博子 / 高柔軟性, 高生産性, 高性能を実現する大規模メモリステムソフトウェアの研究	3
	合計	48

※ 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 ミュンヘン工科大学・シュトゥットガルト大学との TSUBAME を用いた国際共同研究

先端研究部門 高性能計算先端応用分野 青木 尊之

2018 年 10 月 30 日に在日ドイツ大使館で開催された SPPEXA (Software for Exascale Computing) の French-Japanese-German Workshop on Programming and Computing for Exascale and Beyond でミュンヘン工科大学 Informatics 専攻の Prof. Dr. Hans-Joachim Bungartz のグループと共同研究の今後の進め方について打合せを持ち、ミュンヘン工科大学の学生が 2019 年 3 月から半年間東工大に滞在し、大規模粒子計算の動的負荷分散の研究を行うことになった。

3-1-2 プリンストン大学との TSUBAME を用いた国際共同研究

先端研究部門 高性能計算先端応用分野 横田理央

プリンストン大学との TSUBAME3.0 を用いた深層学習を用いた核融合プラズマの挙動予測に関する共同研究の成果が Nature (IF:41.577) に採録された(添付資料: 2019Kates-Harbeck,J.pdf)。これは、プリンストン大学プラズマ研究所と東京工業大学学術国際情報センターとの間で締結された MOU に基づく共同研究の成果である。TSUBAME3.0 のグランドチャレンジ制度を利用することで全ノードを占有した計算を実行することができ、これが Nature に採録されるような結果につながった。

3-1-3 モンゴルにおける地方中学校教員の質の向上－ICT を活用した地域に根差し STEM 研修教材開発を通じて地域性に即した ICT を活用した教材開発を通じて

先端研究部門 国際協働分野 山口しのぶ

基礎教育のアクセスの拡大と教育の質の向上は国連持続可能な開発目標 (Sustainable Development Goals: SDGs) において重要項目とされており、各国が真剣に取り組んでいる課題である。民主化後、都市 と地方の教育格差が拡大しているモンゴル国においても例外ではない。2012 年より、モンゴル教育科学省との連携のもと、JICA 草の根技術協力事業として、情報技術を駆使した教育機会の提供・教育の質の向上を目指した 共同研究および協働プロジェクトを実施した。2018 年 8 月からは、草の根技術協力事業の第二フェーズとして、中学校教員を対象とした STEM 研修教材作成事業を開始した。本年度はモンゴル 21 県とウランバートル市を対象に教員研修担当専門家 124 名に ICT を活用した教材開発に関する研修を実施し、カスケードモデル型手法を活用することで、全国で 2,250 名の教員が研修を受けるに至った。更には、教員が日常的に活用する事ができるインタラクティブ研修教材が教員の学習成果に与える影響に関するインパクトを分析すべくモンゴル教育省との連携のもとデータ分析を進めている。(トピック記事参照)

3-1-4 発展途上国の世界遺産地域における持続可能な情報通信技術の応用に関する実践研究

先端研究部門 国際協働分野 山口しのぶ

ラオスルアンパバーン政府世界遺産局との連携のもと、持続可能な世界遺産開発を実現するための情報通信技術を用いた包括的かつ効果的な施策について実践研究を継続。今年度は、昨年度に引き続き GIS を活用した世界遺産中心地区全土において景観分析を実施し、2001 年、2010 年、2017 年の時系列的変化を 8 つの観点から分析し街並みの変化を可視化した。結果は、ルアンパバーン世界遺産保存局にて 2019 年 3 月にワークショップを開催し、現地の専門家・政府関係者による活発な意見交換が行なわれた。2000 件の建造物を含む時系列分析は、UNESCO 世界遺産センターも注目しており、国内外の学会および国際会議にて分析結果を発表した。また、世界遺産地域の湿地帯の変化に関する研究も進めており、保存地域に位置する 98 の湿地帯の分析も GIS を活用し実施している。

3-2 国際シンポジウム・ワークショップ

3-2-1 国際・開発援助機関との共催シンポジウム（トピック参照）

先端研究部門 国際協働分野 山口しのぶ

3-2-2 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

先端研究部門 高性能計算先端応用分野 横田理央

スイス ETH の Swiss National Computing Center (CSCS) と米国オークリッジ国立研究所と本学学術国際情報センターの 3 者間の MOU に基づくコンソーシアム Accelerated Data Analytics and Computing (ADAC) Institute が開催するシンポジウムは今回で 7 回目となる。ADAC7 はオークリッジ国立研究所で開催され、アプリケーション部門、先端技術部門、システム管理部門からそれぞれ 3 件の講演があり、部門ごとの breakout セッションでは 3 センターの間で意見交換が行われた。

<https://iadac.github.io/events/adac7/>



シンポジウム参加者

3-2-3 世界遺産地域保存への情報技術導入に関するワークショップ

先端研究部門 国際協働分野 山口しのぶ

2019 年 3 月 27 日、ラオスの世界遺産地域ルアンパバーン世界遺産局にて、地理情報システム (GIS) を活用した世界遺産中心地区全土における景観分析に関するワークショップを開催した。具体的には、1995 年に世界遺産登録されたルアンパバーンの街並みを、2001 年から 2017 年の 3 時点におけるデータを用い、GIS を用いて可視化し、その時系列的変化を分析した。その分析に加え世界遺産登録の建造物を所有する住民を対象にアンケート調査を実施し、景観変化の理由について

数量的および質的分析を通じて分析した。ルアンパバーン世界遺産局からは、遺産副局長を始め、ICT 部門、遺産管理部門、建築部門の専門家 16 名が参加し、幅広い観点からの発表および、議論が行なわれた。

また、保存地域全域に点在する湿地帯の変化に関する研究も進められており、中間報告が行なわれた。更には、世界遺産地域が直面する災害リスク管理に関するデータの収集に関する計画が報告され、他の世界遺産地域での取り組みが共有された。世界遺産局専門家からは、世界遺産登録 25 年に向けた保存計画への ICT の活用が発表され、今後さらに多様な ICT を活用する事に関してその重要性が強調された。エビデンスに基づく景観分析は、今後の世界遺産地域保存政策策定の重要な要素となるため、UNESCO アジア太平洋地域事務所にて発表の予定。



世界遺産局での発表



ワークショップ現地専門家

4 イベント及びアウトリーチ活動

4-1 オープンキャンパス・工大祭における 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コースを実施した。

- ・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（金）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72名、自由見学においても441名の見学者があり大盛況となった。



また、10月6日（土）、7日（日）の2日間にわたり開催された工大祭においても、オープンキャンパス同様に2つのコースを用意し、見学会を実施した。

事前予約コースでは両日4回の全8回を開催し154名の参加があり、自由見学コースにおいては、739名、2日間でトータル893名の方に TSUBAME を紹介することができた。

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たい。



4-2 Supercomputing 2018 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、その 30 回目となる今年の SC18 が 11 月 11 日～16 日にテキサス州ダラス市の KAY BAILEY HUTCHISON CONVENTION CENTER DALLAS 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。

今年は 11 月の時点で TSUBAME3.0 が稼働開始してから 1 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 12 日から 15 日の 4 日間で合計 23 時間、376 人の来訪者があり、GSIC からの参加メンバー11 名で対応した。



講演中のブースの様子

今年のブースも講演スペースを備え、期間中 5 回の講演が行われた。GSIC からは横田理央先生による超大規模機械学習の高速化に関する講演、大川敦史氏による VDI の検証状況に関するデモを含む講演が行われた。また外部からの招待講演として、プリンストン大学の William Tang 先生、東京大学の山口拓真氏（Gordon Bell 賞の Finalist にも選出されていた）、オークリッジ国立研究所の Tjerk Straatsma 氏による講演が行われ、いずれも TSUBAME3.0 のような大規模 GPU スパコンでの研究事例を紹介するものであった。



東工大 GSIC ブースにて参加メンバーの集合写真

4-3 第 24 回スーパーコンピューティングコンテスト

平成 30 年 8 月 20 日（月）～24 日（金）に「第 24 回スーパーコンピューティングコンテスト（SuperCon18）」を開催した。予選を勝ち抜いた 22 チーム（東日本 12 チーム、西日本 10 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「30 量子ビットの量子コンピュータをシミュレートしてください」であった。

問題

与えられた量子回路から出力される量子状態を測定した際に得られる確率が一番高い測定結果とその確率を問題の解とする。この問題を解く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 (<http://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、

- 計算結果が正しいものが多い方が上位
- 計算結果が正しいものが同数の場合は実行時間の総和が小さい方が上位

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	Anantash	灘高等学校
2	dispro	大阪府立大手前高等学校
3	SHIROXTL	宮崎県立宮崎西高等学校

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（電気情報通信学会通信・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「SHIROXTL」が受賞した。

4-4 TSUBAME 関連講習会

【研究用計算機システム】

平成 30 年度前期講習会【大岡山地区】

1	UNIX 入門	4/18 (水)
2	Introduction to UNIX	4/20 (金)
3	並列化プログラミング	4/24 (火)
4	GPU プログラミング	4/25 (水)
5	Abaqus	4/26 (木)
6	Mathematica	5/8 (火)
7	Gaussian / GaussView	5/9 (水)
8	ANSYS 構造解析	5/11 (金)
9	ANSYS 電磁界解析	5/16 (水)
10	ANSYS 流体解析	5/17 (木)
11	Discovery Studio	5/18 (金)
12	AVS	5/22 (火)
13	LS-DYNA	5/23 (水)
14	Materials Studio	5/29 (火)
15	COMSOL	5/30 (水)

平成 30 年度前期講習会【すずかけ台地区】

1	UNIX 入門	4/17 (火)
---	---------	----------

平成 30 年度後期講習会【大岡山地区】

1	UNIX 入門	10/2 (火)
2	Introduction to UNIX	10/3 (水)
3	並列化プログラミング	10/11 (木)
4	GPU プログラミング	10/12 (金)
5	ANSYS 電磁界解析	10/22 (月)
6	COMSOL	10/23 (火)
7	ANSYS 流体解析	10/25 (木)
8	Gaussian / GaussView	10/29 (月)
9	Discovery Studio	10/30 (火)
10	Materials Studio	11/16 (金)
11	Amber	11/12 (月)

平成 30 年度後期講習会【すずかけ台地区】

1	UNIX 入門 (すずかけ台)	10/1 (月)
---	-----------------	----------

4-5 計算化学研究会活動

研究会主査 川内 進
幹事 渡邊 寿雄

Gaussian ワークショップ 2018

日時：2018 年 8 月 27~31 日

場所：東京工業大学 大岡山キャンパス 南 4 号館 3 階実習室

参加人数：71 名

主催：東京工業大学 学術国際情報センター 計算化学研究会と Gaussian 社

協賛：NVIDIA Japan

講習会概要：

平成 30 年 8 月 27~31 日の 5 日間に渡り、南 4 号館 3 階実習室において、Gaussian ワークショップ 2018 を東京工業大学 学術国際情報センター 計算化学研究会と Gaussian 社の共催、および NVIDIA Japan の協賛で開催した。今回の Gaussian ワークショップは前回の Gaussian ワークショップ 2016 から 2 年振りの開催となり、71 名の参加者があった。

Gaussian 16 は、スパコン TSUBAME3.0 にもインストールされ、非常に多くのユーザにご利用いただいている量子化学計算プログラムであり、ノーベル賞を受賞した J.A.Pople 博士（注 1）らによって開発され、現在も全世界で圧倒的シェアを誇っている。元々は計算化学の分野で利用されていたが、PC の高速化により計算化学が身近になったことや、量子化学の理論とプログラムの改良によって実験値を高精度で再現可能となったことにより、現在では多くの実験家も日常的に利用するようになっている。



写真：特別講演の中辻先生(左)と Gaussian を開発している 4 名の教授陣による講義

Gaussian ワークショップは年数回のペースにて世界各地で開催されており、東工大での開催は 2016 年 9 月以来 2 年振り 3 回目となる。開催地として前回に引き続き東工大が選ばれた理由は、世界トップレベルのスパコン TSUBAME3.0 の存在、大人数による演習が可能な整った PC 端末利用環境、東工大の所属者以外にも利用可能な Gaussian ライセンスの保持、そして海外からの参加者のためのアクセスの良さなどが挙げられる。

ワークショップのスケジュールは午前 9 時~午後 6 時の間に講義とハンズオンの演習があり、第 2 演習室にて行われた。講義は英語で行われ、分子軌道法の基礎的な理論から応用研究に利用可能な新機能までの幅広い内容について、Gaussian を開発している 4 名の教授陣による丁寧な説明があった。参加者からは理論的な質問のみならず、実際の計算において直面している具体的な質問も数多く出され、プログラムの利用方法を踏まえた詳細な回答がなされた。演習では、全ての参加者が PC 端末の Gaussian 16 と Gauss View 6 を用いて、実践的な計算方法を学んだ。

ワークショップ初日には、Gaussian 16の開発者でもある中辻博先生（京都大学名誉教授、量子化学研究協会 研究所長）による特別セミナーもあり、最先端の研究成果をご講演いただいた。また前回に引き続き、参加者によるポスターセッションも行われ、参加者が実際に扱っている研究対象において、Gaussian を利用してどのような成果を上げているかを、講師の先生方や他の参加者と議論した。ワークショップで取り上げるのは一般的な内容となるが、ポスターセッションを行うことで



写真：参加者の様子（左：中辻先生の特別セミナー中、右：ポスターセッション中）

参加者が直面している個々の問題を詳細に議論することができ、より理解を深めることに繋がる良い取組みと好評だった。

本ワークショップの1週間が、これから計算化学を始めたい実験化学者から量子化学を専門とする研究者までの多くの参加者に対して有意義なものとなったことを期待したい。

注1 J.A.Pople 博士：実験データに基づく経験的パラメータを一切用いない非経験的分子軌道法の普及の功績により 1998 年にノーベル化学賞を受賞



写真：Gaussian ワークショップ 2018 参加者の集合写真

5. 広報活動

5-1 マスコミ報道等

- ◆ 産経新聞 朝刊：万象 画像化で探る 合金が描く針葉樹林 アルミニウムとケイ素の合金が樹木の枝のように成長する様子を表したスーパーコンピュータによる模擬解析
(青木尊之 教授) 【2018/8/6】
- ◆ 産経新聞 朝刊：万象画像化で探る「目玉」からの脱出
ゴルフコースのバンカーショット スーパーコンピュータによる模擬解析
(青木尊之 教授) 【2018/9/3】
- ◆ TV 東京 番組「ソレダメ」：水滴が液面に落ちるときの流水音のコメント
(青木尊之 教授) 【2018/10/3】
- ◆ 日本経済新聞 (大学面)：予算不足・人材難の国立大学、サイバー防衛、自前で構築
(松浦知史 准教授) 【2018/12/19】

5-2 一般・高校生向け TSUBAME3.0 広報パンフレットの制作

広報専門委員会委員長 伊東 利哉

TSUBAME2.5の後継として平成29年8月よりスパコン TSUBAME3.0 が稼働を開始した。学術国際情報センターでは、専門家でない一般・高校生にもその存在を広くアピールするために、教育関係で実績のあるライターに取材を依頼し、平易な文章で TSUBAME3.0 の概要とその利用を通じて得られた成果等をまとめた広報パンフレット（高校生向け）を作成した。

ここ数年、本学の各種開放イベントにおいて、数百人規模の一般・高校生の TSUBAME 見学者を受け入れているが、今年度はオープンキャンパスや工大祭等において TSUBAME3.0 広報パンフレット（高校生向け）を配布し、TSUBAME に対する一層の理解と興味を促進するために活用している。

広がるスパコンの活用範囲

研究の応用範囲をさらに広げ、社会をより豊かに、便利にしていこう！
「TSUBAME」を使って行われた数々の事例とあわせて社会の活用シーンを見てみよう。

気象や災害の予測に

気象や災害の予測はスパコンの活用が最も進んだ分野の一つ。気象の予測をより正確にするためには、気象の動きをモデル化して計算する必要がある。TSUBAME では、気象の動きをモデル化して計算する必要がある。TSUBAME では、気象の動きをモデル化して計算する必要がある。TSUBAME では、気象の動きをモデル化して計算する必要がある。

よりよい素材や製品の開発に

よりよい素材や製品の開発には、材料の特性を正確に把握することが重要である。TSUBAME では、材料の特性を正確に把握することが重要である。TSUBAME では、材料の特性を正確に把握することが重要である。TSUBAME では、材料の特性を正確に把握することが重要である。

医療や生命科学の発展のために

医療や生命科学の発展には、大量のデータを解析することが必要である。TSUBAME では、大量のデータを解析することが必要である。TSUBAME では、大量のデータを解析することが必要である。TSUBAME では、大量のデータを解析することが必要である。

AIをより賢くするディープラーニングの研究に

AIをより賢くするディープラーニングの研究には、大量のデータを解析することが必要である。TSUBAME では、大量のデータを解析することが必要である。TSUBAME では、大量のデータを解析することが必要である。TSUBAME では、大量のデータを解析することが必要である。

東工大生は無料で活用・学外機関も利用可能

東工大の学生・教職員・研究者は、TSUBAME を無料で活用できる。また、学外機関の研究者も、申請をすれば利用可能である。TSUBAME は、東工大の研究者にとって、非常に重要なツールである。TSUBAME は、東工大の研究者にとって、非常に重要なツールである。

TSUBAME3.0

東工大が運用する世界トップレベルのスパコン
「TSUBAME3.0」は、東工大が運用する世界トップレベルのスパコンである。TSUBAME3.0 は、東工大が運用する世界トップレベルのスパコンである。TSUBAME3.0 は、東工大が運用する世界トップレベルのスパコンである。

省エネルギー性能は世界No.1

省エネルギー性能は世界No.1。TSUBAME3.0 は、省エネルギー性能が世界トップレベルである。TSUBAME3.0 は、省エネルギー性能が世界トップレベルである。TSUBAME3.0 は、省エネルギー性能が世界トップレベルである。

スパコンとは何か

スパコンとは何か。TSUBAME3.0 は、スパコンである。TSUBAME3.0 は、スパコンである。TSUBAME3.0 は、スパコンである。TSUBAME3.0 は、スパコンである。

低コスト化・省スペース化も成功

低コスト化・省スペース化も成功。TSUBAME3.0 は、低コスト化・省スペース化に成功している。TSUBAME3.0 は、低コスト化・省スペース化に成功している。TSUBAME3.0 は、低コスト化・省スペース化に成功している。

応用性が広く、AIやビッグデータにも強い

応用性が広く、AIやビッグデータにも強い。TSUBAME3.0 は、応用性が広く、AIやビッグデータにも強い。TSUBAME3.0 は、応用性が広く、AIやビッグデータにも強い。TSUBAME3.0 は、応用性が広く、AIやビッグデータにも強い。

スパコンを利用し、より効果的なインフラエンジニアリングの開発をめざす

スパコンを利用し、より効果的なインフラエンジニアリングの開発をめざす。TSUBAME3.0 は、スパコンを利用し、より効果的なインフラエンジニアリングの開発をめざす。TSUBAME3.0 は、スパコンを利用し、より効果的なインフラエンジニアリングの開発をめざす。

5-3 見学者受入状況

H30 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	17	AMD Senior Fellow	4	4	4
5	10	フィリピン デラサール大学	20	18	18
	17	情報理工学院	4	2	2
	19	岡山県立岡山大安寺中等教育学校	26	26	
	22	タマサート大学シリントーン国際工学部	5	4	4
	26	ホームカミングデー	155	155	
	30	JETRO	7	5	
6	7	研究推進部	20		
	11	数理・計算科学系短期留学生	35	35	
	12	ファーウェイ	9	9	
	14	中国 東南大学 学長	6	6	6
	25	Harford Day School 米国メリーランド州	18	17	17
	27	香港特別行政区政府 駐東京経済貿易代表部	4	3	3
	27	文科省大臣官房文部科学戦略官	2	2	
	28	情報理工学院来客	6	4	3
7	9	科学技術振興機構（JST）さくらサイエンスプラン 参加高校生	66	66	66
	10	都立小山台高等学校	41	40	
	11	科学技術振興機構（JST）さくらサイエンスプラン 参加高校生	59	59	59
	19	TSUBAME 共同利用利用講習会	2	2	
	20	Eindhoven University of Technology, The Netherlands	30	30	30
	26	TSUBAME 共同利用利用講習会	1	1	
	27	タイ国マヒドン大学	23	22	22
	30	中国電子科技大学	42	42	42
8	1	香川県立丸亀高校、福岡県立筑紫丘高等学校	38	36	
	2	上海理工大学、日本文化交流センター	33	32	32
	3	TSUBAME 共同利用利用講習会	2	2	
	7	愛知県立時習館高等学校	20	17	
	8	TSUBAME 共同利用利用講習会	3	3	
	8	将棋プログラミング講習会参加者（清水窪小学校）	45	35	
	8	キャノン株式会社	5	5	
	10	オープンキャンパス	513	513	
	24	NCTU（国立台湾交通大学）	5	3	3

月	日	見 学 者 所 属	人数	うち 学外者	うち 外国人
9	6	Telkom University Indonesia	22	22	22
	7	デラサール大学	67	67	67
	7	スイス工科大学ローザンヌ校	45	45	45
	19	横浜サイエンスフロンティア高等学校	40	40	
	26	久留米工業高等専門学校	40	40	
	27	デラサール大学	60	60	60
	27	大分工業高等専門	38	35	
10	1	TAIST－TokyoTech	7	6	6
	3	淵上国立大学法人	6	6	
	5	東京工業大学 URA	10		
	6、 7	工大祭	893	893	
	10	Korea Research Institute of Chemical Technology	7	5	5
	10	日立金属商事	2	2	
	11	東工大 5 類	42		
	12	タイ カセサート高校、フィリピン デラサール高校	16	16	16
	18	経済産業省	5	5	
	18	竜ヶ崎第一高等学校	40	40	
	25	みずほ証券	9	9	
	30	University Putra Malaysia	26	26	26
	30	香港のベンチャー企業経営者等	40	40	40
	31	林鄭月娥（キャリー・ラム）香港行政長官	30	20	20
11	3	千葉県立千葉東高等学校	10	10	
	5	本学学生	4		
	20	日独仏 AI シンポジウム 関係者	15	15	15
	30	高校生（国内）	83	80	
12	7	University of Waterloo, University of Sydney	4	4	2
	11	モンゴル国立教育大学	14	14	14
	14	情報理工学院数理・計算科学系	45		
	20	Evonik 社	6	4	2
2	1	TSUBAME 共同利用利用講習会 参加者	4	4	
	21	モスクワ大学	20	15	15
	27	産学連携会員企業	6	4	4
3	4	Information Technology San Beda University, フィリピン	26	23	23
		計	2931	2748	693

6 予算執行状況

1. 平成 30 年度法人運営費決済額

種 別	金額（千円）
研究経費	28,863
教育研究支援経費 （うち電子計算機賃借料）	1,272,265 817,294
特別経費	12,836
合 計	1,313,964

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		4		23,685
受託事業		2		33,935
民間等の共同研究		3		19,722
科学研究補助金※		代表	分担	
	基盤研究 S	1	0	30,000
	基盤研究 A	0	1	500
	基盤研究 B	1	1	7,400
	基盤研究 C	3	2	3,242
	若手研究 A	0	0	0
	若手研究 B	0	0	0
	挑戦的萌芽研究	0	0	0
	特別研究員奨励費	0	0	0
	研究活動スタート支援	0	0	0
合 計		18		118,484

7 研究部門活動報告

7-1 情報支援部門

教授 一色 剛（認証・ネットワーク分野）

【研究の概要と成果】

C記述からの論理回路自動合成技術

組込み機器で必要となる複雑な信号処理を効率的に実現するためには、処理アルゴリズムとハードウェアアーキテクチャの同時最適化が重要であるが、これまでの VLSI 設計技術では、アルゴリズムの記述抽象度でアーキテクチャを直接的に表現することが困難であった。本研究室では、高い抽象度の C++言語データフロー記述方式上で回路構造を定義し、直接的に論理回路を合成する新しい VLSI 設計方式に取り組んでいる。本年度は、超解像処理用畳込みニューラルネットワークの回路実装を行い、FPGA 動作検証に成功している。

アプリケーション特化プロセッサ設計環境

アプリケーション特化プロセッサ（ASIP : Application-Specific Instruction-set Processor）は、汎用プロセッサの柔軟性と専用回路の処理性能・電力効率を両立する可能性を持っており、画像信号処理分野を中心に活用され始めている。本研究室では、ASIP 設計全般において、アルゴリズム（アプリケーション）設計、命令セット設計・拡張、専用演算回路設計、高速シミュレーションモデル生成、専用コンパイラ生成、回路検証環境生成等をすべて網羅した ASIP 統合設計環境の構築に取り組んでいる。本年度は、GPS 信号処理用の浮動小数点数 ASIP とセンサネットワーク用超低消費電力 ASIP を開発した。

プログラム解析によるマルウェア検知技術

現在のセキュリティ技術の大きな役割を占めるウイルス検知技術は、バイナリシグネチャ（パターンマッチング）による 1 次検知、仮想空間動作（サンドボックス）による 2 次検知などの組合せで構築されているが、近年の爆発的なマルウェア発生状況には十分なソリューションとはなっていない。本研究室では、プロセッサ・コンパイラ生成・シミュレータ生成技術の研究成果をベースに、バイナリデータから直接プログラム構造を解析し、その構造情報を活用した網羅性の高いマルウェア検知技術の構築を目指している。本年度は、マルウェアのプログラム構造解析とその API 呼出系列のグラフ可視化を行い、ランサムウェアとその亜種について、これらの API 呼出系列が極めて高い一致率を示すことを実証し、マルウェア検知手法の有効性を示した。

【査読付き国際会議】

- 1) Neha Chauhan, Tsuyoshi Isshiki, Dongju Li, "Speaker Recognition using LPC, MFCC, ZCR features with ANN and SVM Classifier for large input Database", IEEE International Conference on Computer and Communications Systems (ICCCS)(2019)
- 2) Parkpoom Tragulnuch, Thitiporn Chanvimaluang, Teerasit Kasetkasem, Salisa Ingprasert, Tsuyoshi Isshiki, "High Voltage Transmission Tower Detection and Tracking in Aerial Video Sequence using Object-Based Image Classification", International Conference on Embedded Systems and Intelligent Technology & International Conference on Information and Communication Technology for Embedded Systems (ICESIT-ICICTES) (May 2018)

【招待講演】

- 1) Tsuyoshi Isshiki (基調講演), "Software-based Hardware Design Framework for Machine Learning and IoT Edge Devices", The 10th International Conference on Information and Communication Technology for Embedded Systems (IC-ICTES 2019) (March 2019)
- 2) 一色剛, "C2RTL フレームワークによる CNN (畳込みニューラルネットワーク) ハードウェア自動生成", Design Solution Forum (Sept. 2018)
- 3) Tsuyoshi Isshiki, "C2RTL SoC Synthesis/Versification Framework for IoT Edge Devices", 18th International Forum on MPSoC for Software-defined Hardware (July 2018)

教授 友石 正彦（認証・ネットワーク分野）

【研究の概要と成果】

位置情報を用いたモバイルデバイスの安全性向上に関する研究

ノート PC やモバイルデバイス等、利用者とともに移動する機器を、駅やホテルなど公的スペースや保護されていないネットワークで利用したときに攻撃を受ける、また、盗難に合う等によって、保存されていた情報が流出する事件が数多く起っている。これらの被害は、持ち運ぶ情報をきちんと分類し制限することや、シンククライアントなど情報の運搬を避けることで軽減できるが、出発直前まで準備をする場合や、移動中にも仕事がある場合、また、ネットワークの無い環境でのプレゼンテーションに備える場合には有効ではない。本研究では、ネットワークに繋がらない状況において、システムが自動的に情報を隠したり、消去したりするためのパラメータとして位置情報を採用することで、この問題を緩和するシステムの設計・実現を目的とする。本年度は、プロトタイプシステムの実装と実験結果を纏めた成果を論文発表した。〔論文-1〕

プライバシー保護を考慮したホームネットワークの軽量な遠隔監視手法に関する研究

近年、スマートスピーカー等、家庭内でネットワークに接続する機器の普及が進んでいる。これらスマート家電には、家庭の外から監視・制御を行えるもの、行うことで利便性が向上するものがあるが、そのセキュリティ対策は遅れており、特にプライバシー保護が考慮されていない場合が見受けられる。仮に家庭に今いないこと等が他者に筒抜けなれば、多くの犯罪の起因と成り得る。そこで本研究では、DNSの仕組みを活用し、軽量かつ安全な機器情報の遠隔監視・制御手法の実現を目指す。本年度は、初期の設計について国際会議で発表した。〔発表-1〕

DNSSEC 検証を複数のリゾルバを用いて高速・安全に行う研究

DNS のセキュリティ対策として DNSSEC (DNS Security Extensions) が提案されている。しかし、DNS リゾルバの負荷やトラフィックの問題で導入が進んでない。また、DNSSEC の対策範囲は権威サーバとリゾルバの間であり、リゾルバと端末の間は考慮されていない。そこで本研究では、端末での DNSSEC 検証を行う場合に、利用するリゾルバを複数にし、得られる情報を協調する構成とすることで、安全かつ効率的な名前解決システムの構築を目的とする。本年度はその設計について国際会議にて発表した。〔発表-2〕

アプリケーション毎に異なる DNS リゾルバを利用させ疑わしい通信を発見する研究

悪意あるプログラム/アプリケーションが行う名前解決を効率よく発見するには、名前解決の履歴をアプリケーション毎に分離できることが効果的と考えられるが、これまでの OS を中心とする名前解決を利用するシステムはそのような構成にはなっていない。本研究では、これを実現するために、端末内にリゾルバへの通信を中継するとともにどのアプリケーションからの通信であったかを記録する機構の実現を目的とする。本年度は発見機能に加え、さらに利用者が選択的に遮断する機能も含めた実装を行った。〔発表-3〕

【査読付き学術論文】

- 1) Y. Jin, M. Tomoishi, S. Matsuura, and Y. Kitaguchi, "A Secure In-Depth File System Concealed by GPS-based Mounting Authentication for Mobile Devices," IEICE Transactions on Information and Systems, Vol.E101-D, No.11, pp.2612-2621, Nov. 2018. DOI:10.1587/transinf.2017ICP0017.

【査読付き国際会議・国内学会発表】

- 1) Y. Jin, M. Tomoishi, K. Fujikawa and V. P. Kafle, "A Lightweight and Secure IoT Remote Monitoring Mechanism Using DNS with Privacy Preservation," 2019 16th IEEE Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC), Las Vegas, NV, USA, 2019, pp. 1-2. doi:10.1109/CCNC.2019.8651860.
- 2) Y. Jin, M. Tomoishi and N. Yamai, "A Client Based DNSSEC Validation Mechanism with Recursive DNS Server Separation," 2018 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC), Jeju, 2018, pp. 148-153. doi:10.1109/ICTC.2018.8539727.
- 3) Y. Jin, K. Kakoi, N. Yamai, N. Kitagawa and M. Tomoishi, "A Client Based Anomaly Traffic Detection and Blocking Mechanism by Monitoring DNS Name Resolution with User Alerting Feature," 2018 International Conference on Cyberworlds (CW), Singapore, 2018, pp. 351-356. doi:10.1109/CW.2018.00070
- 4) 梶邦雄, 山井成良, 金勇, 北川直哉, 友石正彦, "出口対策としての DNS 問合せに基づく端末用不審アクセス検知・遮断システム," 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, 2018-IOT-42, pp.1-6, 2018 年 6 月.
- 5) 石井将大, 森健人, 松浦知史, 金勇, 北口善明, 友石正彦, "東工大 CERT におけるインシデント対応の分析とその自動化に関する考察," 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, 2018-IOT-43, pp.1-8, 2018 年 9 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とファーストクラス環境をもつ値呼び型なしラムダ計算

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。本研究では、ファーストクラス継続とファーストクラス環境をもつ値呼び型なしラムダ計算を提案する。その操作的意味論は評価文脈を用いた小ステップ意味論として形式化する。そして、ファーストクラス継続とレコードをもつ型なし値呼びラムダ計算への変換を与え、その変換に関する健全性を示した。

SMT ソルバーを用いた逆計算

SMT ソルバーは、一階理論に対する判定器を使用して、SAT ソルバーを拡張した、一階述語論理に対する検証ツールである。最近、SMT ソルバーの多くの効率的な実装が開発され、推論のバックエンドとして、SMT ソルバーはさまざまな応用領域に適用されてきた。通常のプログラムの実行においては、プログラムは入力データを受け取り、出力結果を返す。これに対して、逆計算では、プログラムに出力データを渡すと、対応する入力データが返される。本論文は逆計算のための SMT ソルバーの利用を提案する。簡単な命令型プログラム言語のプログラムを SMT ソルバーに与えられる論理式に変換する変換系を実装した。逆計算の計算量は非常に大きいと予想される。本論文では、SAT ソルバーを使用して逆計算の可能性を検討することを研究の目的とした。

【査読付き国際会議・学術論文誌】

- 1) Yuta AOYAGI and Shin-ya NISHIZAKI, Untyped Call-by-Value Calculus with First-Class Continuations and Environments, Post-Proceedings of WCTP2017, World-Scientific, pp 101—117, 2018.
- 2) Keita HIWATASHI and Shin-ya NISHIZAKI, Inverse Computation with an SMT Solver, Proceedings of ICMCCE 2018, IEEE, pp 126—129, 2018.

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】

SOC（Security Operation Center）におけるログ分析基盤に関する研究

複数のセキュリティ機器やネットワーク機器を運用し、サイバー攻撃に対する脅威分析を行う SOC（Security Operation Center）にはスケーラビリティを備えた大規模なログの分析基盤が欠かせない。今年度もログ分析基盤に関する研究・開発を継続し、機能や性能向上に努めている。特に今年度は分散環境におけるログの検索に注力し、時間軸に基づくログ検索システムを構築、評価した〔学術論文-1,国内学会-1〕。セキュリティ機器の出力するログの量は大量かつ多数の属性を持つ。具体的には本学では数百 GB/日のログが出力され、ログ中に出現する属性値は数百に及ぶ。このような多様で大量のログを分散環境で高速かつ柔軟に検索するための論理空間に関する検討も重ねてきたが、サイバー攻撃の種類によって、また時々刻々と変化するインシデント対応時の要求によって求められる検索パターンも多様に変化し、特定の静的な論理空間では検索パターンを吸収しきれない。言い換えると特定の検索パターンには非常に高速に返答出来るが、他のパターンでは極端に時間がかかり、またシステム全体に過剰な負荷を与えかねない状況が発生する。検討を重ねた結果、時間軸に基づく分散環境の構築が妥当だと結論づけ、本学でもその様な設計思想に合うシステムを実際に SOC に導入し、運用でも活用している。

また、今年度はインシデント対応時における知見の蓄積に関しても研究を行った。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を行った〔国内学会-1〕。蓄積した知見を一層活用するために、今後は自然言語処理や機械学習の技術を応用し、研究開発を継続していく予定である。

【査読付き学術論文誌】

- 1) 阿部 博, 島 慶一, 宮本 大輔, 関谷 勇司, 石原 知洋, 岡田 和也, 中村 遼, 松浦 知史, 篠田 陽一. “時間軸検索に最適化したスケールアウト可能な高速ログ検索エンジンの実現と評価” 情報処理学会論文誌, Vol. 60, No. 3, pp.728--737, Mar, 2019.
- 2) Yong JIN, Masahiko TOMOISHI, Satoshi MATSUURA, Yoshiaki KITAGUCHI. “A Secure In-Depth File System Concealed by GPS-Based Mounting Authentication for Mobile Devices” IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems, Vol.E101-D, No.11, pp.2612-2621, Nov, 2018.

【査読付き国際会議・国内学会発表】

- 1) Yong JIN, Masahiko TOMOISHI, Satoshi MATSUURA, Yoshiaki KITAGUCHI. “An In-depth Concealed File System with GPS Authentication Adaptable for Multiple Locations” IEEE 41st Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC), Jul. 2018.

【国内学会・ワークショップ・講演会等での発表】

- 1) 石井 将大, 森 健人, 松浦 知史, 金 勇, 北口 善明, 友石 正彦. “東工大 CERT におけるインシデント対応の分析とその自動化に関する考察” 情報処理学会 研究報告インターネットと運用技術 (IOT), Vol. 2018-IOT-43, No. 2, pp. 1-8, Sep. 2018.
- 2) 松浦 知史. ”組織のパフォーマンスを向上させる CSIRT を目指して” 情報処理学会 連続セミナー 第3回：セキュリティ～サイバーインシデントに備える～, 11th, Sep, 2018.

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にする。本年度は、センサデバイスを利用した提案手法による定常的なネットワーク状態評価に関して、時系列に収集した各種データの相関分析を進め、計測情報からネットワーク状態を推測する手法について検討した〔国内学会-1〕。

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、昨年度評価を行ったクライアントOS毎の実装差異の調査結果をまとめ、情報処理学会デジタルプラクティス論文として出版した〔学術論文-1〕。また、本学で運用している無線LAN環境の一部（eduroamサービス）へのIPv6導入を進め、様々なデータ収集を実施した。

サイバー脅威ビッグデータの解析によるリアルタイム攻撃検知に関する研究

増大するサイバー攻撃による障害に対抗するため、ネットワーク情報を元に攻撃検知や予測を行う手法を研究している。本年度は、前述した本学無線LAN環境へのIPv6導入を受け、DNSキャッシュサーバにおけるDNSクエリ/応答情報を活用した悪性端末検出手法の研究に着手した。dnstap技術を活用し、DNSクエリと応答情報を時系列データとして扱うことで、機械学習による異常端末検出を試み、一定の可能性を示すことができた〔国内学会-3〕。

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、プロトコル変換ゲートウェイの最適配置に焦点をあて、各ノードの移動予測手法の検討とゲートウェイ配置手法を評価した〔国際会議-1〕〔国内学会-4〕。

ウェブ通信における QoE 改善に向けた配信高速化に関する研究

ウェブサービスがネットワークアプリケーションの基盤となっており、ユーザ体験品質（Quality of Experience: QoE）改善が重要な要素となっている。これまでのウェブ通信における課題を解決する手法として、CDN エッジサーバとブラウザ内の ServiceWorker を連携させ、配送経路制御やクロスオリジン環境下でのサーバプッシュを実現する手法を提案している。本年度は、提案手法を実装し、性能評価を仮想化環境にて行い、既存手法と比較して優位な性能を示すことを確認した〔国内学会-5〕〔国内学会-6〕。

【査読付き学術論文】

- 1) 北口 善明, 近堂 徹, 鈴田 伊知郎, 小林 貴之, 前野 譲二: クライアント OS の IPv6 実装検証から見たネットワーク運用における課題の考察, 情報処理学会デジタルプラクティス, Vol.9, No.4, pp.902-922, October 2018.
- 2) Yong Jin, Masahiko Tomoishi, Satoshi Matsuura and Yoshiaki Kitaguchi: A Secure In-Depth File System Concealed by GPS-based Mounting Authentication for Mobile Device, The IEICE Transactions on Communications, Vol.EB101-D, No.11, pp.2612-2621, November 2018.

【査読付き国際会議・国内学会発表】

- 1) Taichi Miya, Kohta Ohshima, Yoshiaki Kitaguchi and Katsunori Yamaoka: The Upper Limit of Flow Accommodation under Allowable Delay Constraint in HANETs, In Proc. of the 2019 16th IEEE Annual Consumer Communications and Networking Conference (CCNC2019), pp.1-2, Las Vegas, NV, USA, January 2019.

【国内学会・ワークショップ・講演会等での発表】

- 1) 浅葉 祥吾, 北口 善明, 石原 知洋, 高嶋 健人, 阿部 博, 篠田 陽一: 階層的ネットワーク計測における計測項目の相関分析, 情報処理学会 マルチメディア・分散・協調とモバイル (DICOMO) シンポジウム 2018 論文集, pp.1407-1412, July 2018.
- 2) 石井 将大, 森 健人, 松浦 知史, 金 勇, 北口 善明, 友石 正彦: 東工大 CERT におけるインシデント対応の分析とその自動化に関する考察, 情報処理学会研究報告, Vol.2018-IOT-43, No.2, pp.1-8, September 2018.
- 3) 仲宗根 一成, 北口 善明, 山岡 克式: 機械学習を用いた DNS クエリ/応答のログ解析による悪性端末検出手法の提案, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.118, No.466, IN2018-129, pp.271-276, March 2019.
- 4) 宮 太地, 大島 浩太, 北口 善明, 山岡 克式: リンク切断を考慮した HANETs における許容遅延制約下の GW 最適配置, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.118, No.466, IN2018-139, pp.331-336, March 2019.
- 5) 澤田 一樹, 北口 善明, 山岡 克式: 高速 Web 配信のためのコネクション集約とクロスオリジンサーバプッシュの実現, 情報処理学会研究報告, Vol.2018-IOT-44, No.26, pp.1-8, March 2019.
- 6) 澤田 一樹, 北口 善明, 山岡 克式: コネクション集約とログ解析による高速な Web コンテンツ配信手法, 電子情報通信学会 2019 年総合大会講演論文集, Vol.2019, No.B-16-10, March 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

昨年度は耐故障システムを形成するためのログ取得において必要な項目について検討を行った。本年度は、故障復旧を考えたリソース管理手法について検討した。これは、昨年度の検討に利用したTSUBAME3の運用ログにおいて、ジョブの占有予約において必要ノード数を保持するために故障を見越した追加ノードを配分しておりこのノードが遊休ノードとなってしまう事象があったためである。本問題は、リソース量保証を行う利用体系すべてで発生する問題であることから、適切に遊休資源を削減する手法について検討した。

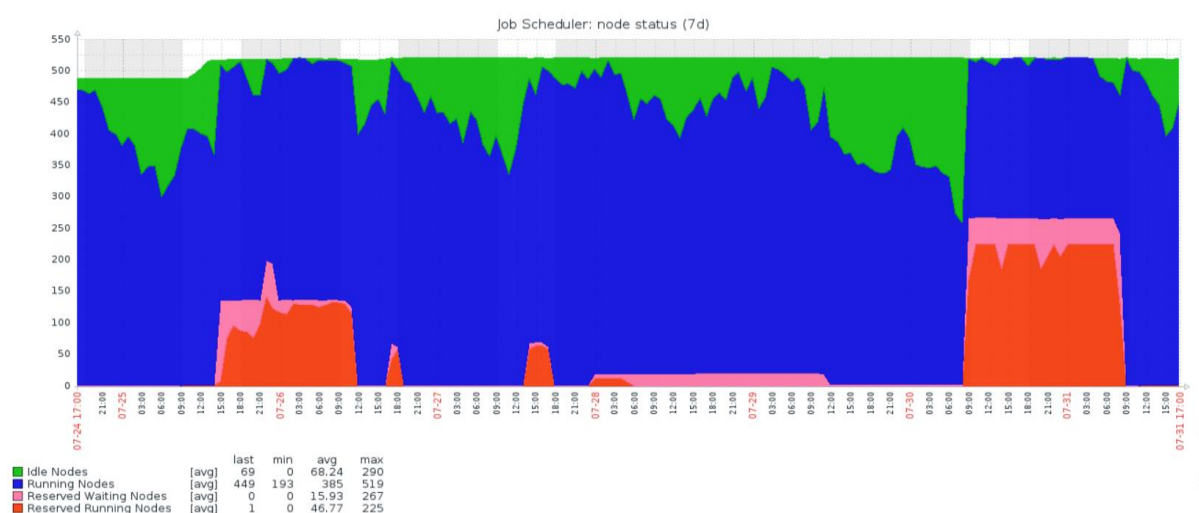


図1. 予約ジョブにおける未使用ノードの様子（赤：実行ノード、ピンク：未使用ノード）

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）を考える。

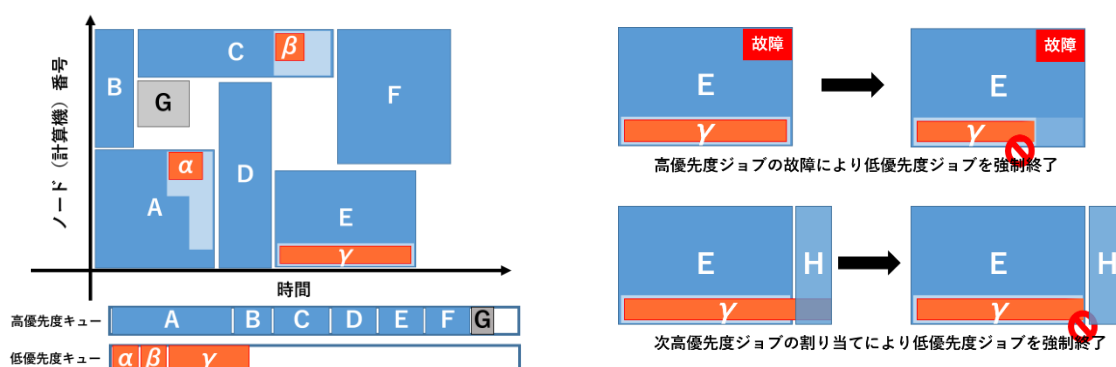


図2: 重複・再割り当てスケジューリングと低優先度ジョブへの対応

この際、高優先度ジョブが重複割付されたノードを必要とした場合や、低優先度ジョブが次の高優先度ジョブのスケジュール前に終了しなかった場合は低優先度ジョブを強制終了する。本手法の実効性を確認するため、現在シミュレータを構築中である。

実ハードウェア故障に即した影響解析ツール

計算規模の拡大により、アプリケーションが一見正常に終了したように見えるが、その結果は間違っているという SDC 障害が問題となっている。他の障害が明らかに現れるのに対し SDC は検知が難しいが、大規模化・省電力化からシステムの故障は今後さらに増加すると予想され、SDC をより詳しく解析し、非常に大きなコストがかかる検知・復旧が不必要な際には行われなくする必要がある。本研究では、実ハードウェアを考慮した故障パターンを利用し、SDC のアプリケーションに対する影響を解析する。このためにハードウェア故障を再現できる故障発生器の設計・実装を行った。

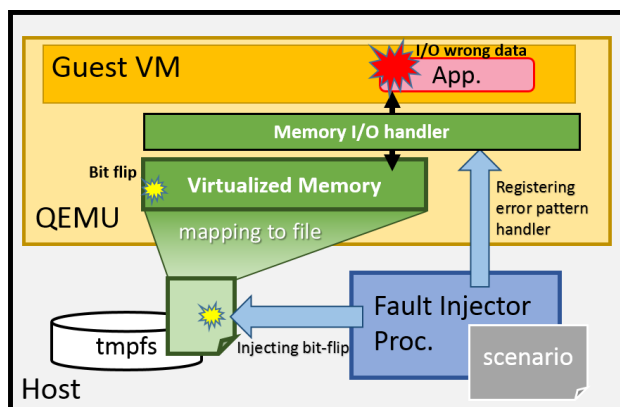


図 5. VM を利用した故障発生器

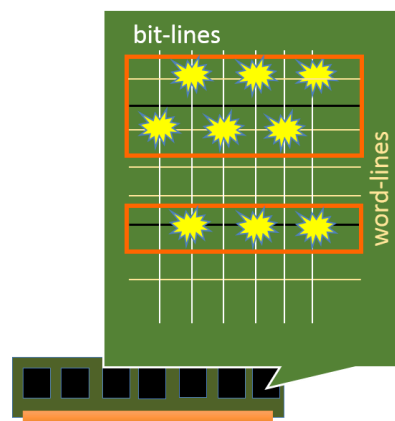


図 6. DRAM 故障パターン
(上から row-hammerfault, retention fault)

本年度は昨年度から継続して行っていた、サポート周辺ツール群を実装した。また実装を整理しコンポーネントわけし、動作フローを明示化することにより、一般ユーザが行う追加実装への補助や必要なシナリオ実装へのテンプレート等を用意可能となった。また本内容は 2019 年 3 月に行われる国際学会にて発表を行った。

【査読付き発表】

- 1) Hideyuki Jitsumoto, Yuya Kobayashi, Akihiro Nomura, and Satoshi Matsuoka, MH-QEMU: Memory-State-Aware Fault Injection Platform, In Supercomputing Frontiers Asia (SCFA), March 2019 （採択率：不明）

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の自動化に関する研究

大学の CSIRT（Computer Security Incident Response Team）の現場においては、人的資源の不足や、学内組織のマネジメントが困難であることから、膨大な検知イベントに対し、包括的なセキュリティインシデント対応を十分に行うことは難しい。また、高度化するサイバー脅威に対し、特にインシデントのトリアーゴコストは非常に高い。また、CSIRT を含む、大学組織の構成員も企業のそれとは異なり、より流動的であり、環境の変化に強いインシデント対応の体制が必要となる。

本研究では、東工大 CERT における上記に述べた様な課題を解決するために、機械学習の手法を利用し、コストの高いインシデント対応を最大限自動化し、より重要なインシデントに注力出来るインシデント対応基盤の構築を目指す。

本研究の課題解決の糸口として、インシデント対応における基本事項、東工大 CERT における対応事案とその対応フローを、行動・判断のトリガーと必要な情報の依存関係を明らかにすることで整理した〔国内学会-1〕。加えて、統計的手法を利用したアラートログの解析環境等、インシデント対応の自動化のための試験的な取り組みについて紹介した。

現在では、インシデント対応の自動化を支援するシステムの構築を見据え、自然言語処理技術によるインシデント対応データの有効的な分析手法を、検証実験を通して模索している。

機械学習によるマルウェア、異常通信の検知に関する研究

実際にインシデント事案の調査・解析を行う SOC（Security Operation Center）オペレータのタスクの省力化は、インシデント対応の自動化に繋がる重要な要素である。インシデント事案に相当する、ネットワーク・セキュリティ機器による膨大なログに対して相関解析を行い、より重要なイベントを速やかに抽出しなければならない。

サイバーセキュリティ攻撃、脅威に対する解析として、プロキシログに対して教師なし学習を行うことにより、異常検知がどの程度行えるか実験した〔国内学会-2〕。実際に SOC で扱う膨大なログデータにラベル付けを行うことは非常に困難であるため、教師あり学習に限定しない手法の考察が必要となる。本研究ではプロキシ単一のログを利用するだけでは、クラスタリングの十分な精度を得ることが出来ず、異なる性質のログや、特徴量の拡充が必要であることが分かった。

また、〔学術論文-1〕において、マルウェアが行う C2 サーバへの通信の早期発見を目的とした研究を行った。インシデント対応の自動化においては、如何に悪性通信を早期に判別し、その候補をより高い確度で絞り込めるかは大変重要である。

本研究では、ある特定の通信プロトコルを用いる等の制約された環境に依存しない、初期の侵入段階における RAT（Remote Access Trojan/Tool）通信の検知を目的としている。よって、通信の特徴量としてパケットのサイズやその比といった最低限の統計量を利用し、特徴量としてパケットの送信間隔の偏りを表すエントロピーを定義して加えることにより、先行研究に対して検知精度の優位性を示した。

【査読付き学術論文】

- 1) 石井将大, 宇野真純, 猪俣敦夫, 新井イスマイル, 藤川和利: "エントロピーを特徴として用いた初期潜入段階における RAT の通信検知", 電子情報通信学会論文誌 B, Vol. J101-B, No. 3, pp. 220-232, Mar. 2018.

【国内学会・ワークショップ・講演会等での発表】

- 1) 石井将大, 森健人, 松浦知史, 金勇, 北口善明, 友石正彦: "東工大 CERT におけるインシデント対応の分析とその自動化に関する考察", 研究報告インターネットと運用技術 (IOT), Vol. 2018-IOT-43, No. 2, pp. 1-8, Sep. 2018.
- 2) 石井将大, 猪俣漸, オコンビレグ チンゲン, 京山剛大, 黒田溪介, 佐藤敦, 菅谷光啓, 田中圭介, 千葉龍一郎, 西脇利知, 橋本幸典, 廣野壮志, 松浦知史, 森健人: "プロキシログのクラスタ間遷移に着目した異常検知手法の評価", In Proceedings of Symposium on Cryptography and Information Security (SCIS) 2018, Jan. 2018.
- 3) 大圖健史, 山田古都子, 石井将大, 田中圭介: "大きい k に対する k 匿名化の複雑さ", In Proceedings of Symposium on Cryptography and Information Security (SCIS) 2018, Jan. 2018.
- 4) 山田古都子, 大圖健史, 石井将大, 田中圭介: "大きい k に対する k 匿名化近似アルゴリズム", In Proceedings of Symposium on Cryptography and Information Security (SCIS) 2018, Jan. 2018.

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ない問題がある。そこで本研究では、位置情報を活用して指定した領域内ではしかマウントできない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。具体的には、インターネットに繋がらない環境においても位置情報を認証情報として利用し、指定した領域以外の場所ではモバイルデバイスが自動的にファイルシステムを隠す或いは削除する方式を提案した。また、提案手法に基づいたプロトタイプシステムの実装と実験結果を纏めた成果を電子情報通信学会の英文論文誌に投稿し、採録された〔学术论文-1〕。

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接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などによって通信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。具体的には、まず最近ボット通信によく使われている DNS TXT レコードや DNS プロトコルを守らない 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について検討した。

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及び関連通信の検知と遮断する方法を検討した。これらの DNS に着目した研究成果は電子情報通信学会英文論文誌〔学术论文-2〕に採録、また国際会議〔学术论文-2〕〔国際会議-1〕〔国際会議-2〕にて発表した。

IoT ネットワークにおけるプライバシー保護を考慮した安全かつ軽量の遠隔監視・制御手法に関する研究

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、スマート家電などへの遠隔監視及び制御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、特にプライバシー保護に関してあまり考慮していない。

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、プライバシー保護を考慮した軽量かつ安全な IoT 機器の遠隔監視・制御手法の提案を目的とする。具体的には、インターネット上で最大の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遠隔制御を行う。

この研究はまだ提案の段階であり、これまでの成果としては国際会議〔国際会議-1〕にて発表した。

【査読付き学術論文】

- 1) Y. Jin, M. Tomoishi, S. Matsuura, and Y. Kitaguchi, "A Secure In-Depth File System Concealed by GPS-based Mounting Authentication for Mobile Devices," IEICE Transactions on Information and Systems, Vol.E101-D, No.11, pp.2612-2621, Nov. 2018.DOI:10.1587/transinf.2017ICP0017.
- 2) H. Ikarashi, Y. Jin, N. Yamai, N. Kitagawa, and K. Okayama, "Design and Implementation of An SDN-based Proactive Firewall System in Collaboration with Domain Name Resolution," IEICE Transactions on Information and Systems, Vol.E101-D, No.11, pp.2633-2643, Nov. 2018. DOI:10.1587/transinf.2017ICP0014.

【査読付き国際会議・国内学会発表】

- 1) Y. Jin, M. Tomoishi, K. Fujikawa and V. P. Kafle, "A Lightweight and Secure IoT Remote Monitoring Mechanism Using DNS with Privacy Preservation," 2019 16th IEEE Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC), Las Vegas, NV, USA, 2019, pp. 1-2.doi: 10.1109/CCNC.2019.8651860
- 2) H. Ichise, Y. Jin, K. Iida and Y. Takai, "Detection and Blocking of Anomaly DNS Traffic by Analyzing Achieved NS Record History," 2018 Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC), Honolulu, HI, USA, 2018, pp. 1586-1590. doi: 10.23919/APSIPA.2018.8659739
- 3) Y. Jin, M. Tomoishi and N. Yamai, "A Client Based DNSSEC Validation Mechanism with Recursive DNS Server Separation," 2018 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC), Jeju, 2018, pp. 148-153.doi: 10.1109/ICTC.2018.8539727
- 4) Y. Jin, K. Kakoi, N. Yamai, N. Kitagawa and M. Tomoishi, "A Client Based Anomaly Traffic Detection and Blocking Mechanism by Monitoring DNS Name Resolution with User Alerting Feature," 2018 International Conference on Cyberworlds (CW), Singapore, 2018, pp. 351-356.doi: 10.1109/CW.2018.00070

【国内学会・ワークショップ・講演会等での発表】

- 1) 梶邦雄, 山井成良, 金勇, 北川直哉, 友石正彦, "出口対策としての DNS 問合せに基づく端末用不審アクセス検知・遮断システム,"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, 2018-IOT-42, pp.1-6, 2018 年 6 月.
- 2) 石井将大, 森健人, 松浦知史, 金勇, 北口善明, 友石正彦, "東工大 CERT におけるインシデント対応の分析とその自動化に関する考察,"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, 2018-IOT-43, pp.1-8,2018 年 9 月.
- 3) 一瀬光, 金勇, 飯田勝吉, 高井昌彰, "DNS ボットネット通信の検知・遮断システムのための組織内ユーザに対するアラートと遮断設定変更方式の一検討,"2019 年電子情報通信学会総合大会, BS-7-2, 2019 年 3 月.
- 4) 井内裕貴, 飯田勝吉, 高井昌彰, 金勇, "NXDOMAIN 応答を用いた DGA による C&C サーバ検索の検知手法," 2019 年電子情報通信学会総合大会, BS-7-3, 2019 年 3 月.

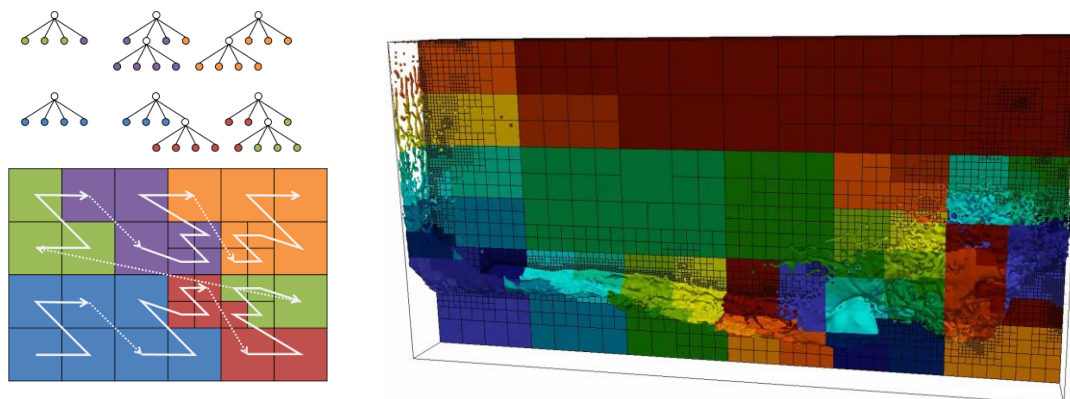
7-2 先端研究部門

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】

自由界面に適合する細分化格子と動的領域分割

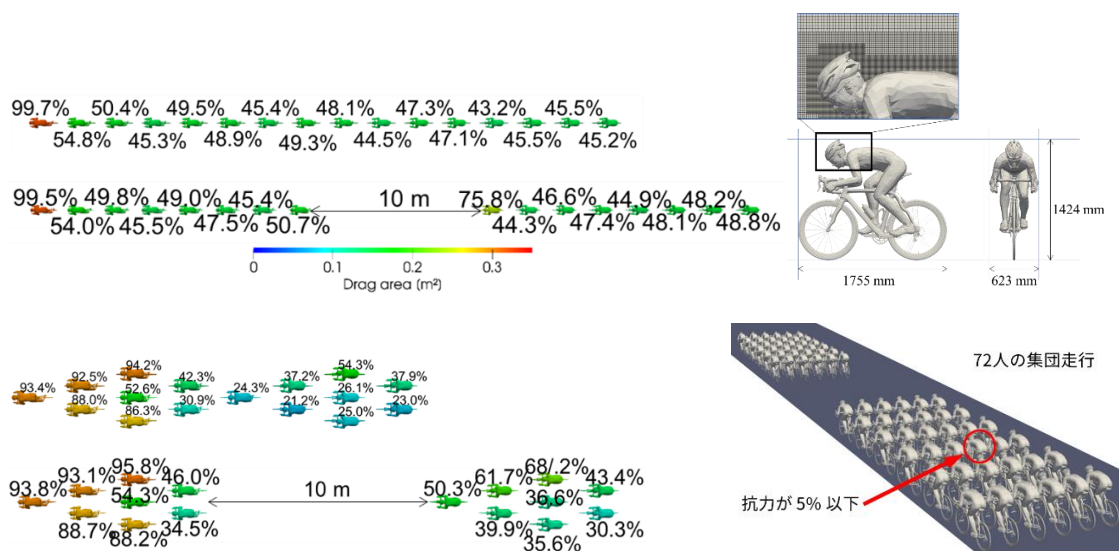
気液界面などの自由界面は時間・空間的に変化が激しく、その近傍に高解像度格子を動的に配置することにより計算効率を飛躍的に向上させることができる。木構造アルゴリズムに基づき任意の領域で再帰的に直交格子を細分化する適合格子細分化（Adaptive Mesh Refinement: AMR）法を、格子ボルツマン法による濡れた床へ浸水するダムブレイク問題に適用した。最細格子の細分化レベルを上げると総格子点数が増えるため問題規模が大きくなり、単一ノードや単一 GPU では計算できなくなる。動的な領域分割による負荷分散が必要になり、空間充填曲線（モートン曲線）を導入して 3 次元空間の複雑な AMR 格子を 1 次元空間にマッピングする。実際に計算を行うリーフを数え上げながら曲線を辿ることにより、少ない計算負荷で領域分割が可能であることを示した。



モートン曲線による AMR 格子の動的領域分割

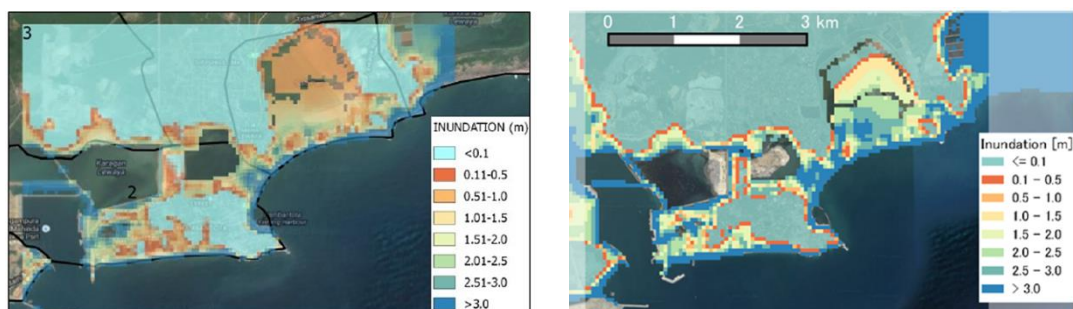
自転車競技の集団走行の大規模空力解析

2020 年の東京オリンピック種目にもなっている自転車競技は、空力の影響を強く受けることが良く知られている。AMR を導入したキュムラント型格子ボルツマン法を用いて、競技者 1 人あたり 2 GPU 程度と少ない計算資源で自転車競技の空力解析を実現した。単体走行および 2~4 人程度の集団走行の検証計算で得られた空気抗力の結果は実験とよく一致した。8 人の選手で構成される集団を 1 つまたは 2 つ含む場合の空力計算を行い、各選手に掛かる抗力の変化を定量的に評価した。8 人の集団の平均の抗力は縦列配置が良いが、ある特定の選手に掛かる抗力を最小化したい場合にはひし形配置のように横にも広がる配置が有効であること、2 つの集団が存在する場合には前方の集団がひし形配置を取ると後方の集団に風除けとして利用されるおそれがあることなど、いくつかの知見が得られた。また、72 人の競技者を対象とした 22.3 億格子の大規模問題を 192 GPU で計算し、場所によっては空気抗力が 9 割以上も低減されることが明らかになった。



GPU による AMR 格子を用いた広域津波シミュレータ

インド洋を対象に広域の津波シミュレータを開発し、GPU 計算により高速化することによりリアルタイム津波予測が可能になった。木構造に基づいたブロック型の適合細分化格子法により、海岸線や水深が浅い領域に高解像度格子を選択的に配置し、効率的に計算するための計算格子を生成している。遡上計算する領域に対しては 50 m にまで格子幅を細分化している。海底地形のデータは公開されている GEBCO (General Bathymetric Chart of the Oceans) の最も細かい 1500 m 解像度のデータを用い、それより細かい計算格子に対しては補間により海底地形のデータを生成し、遡上計算の領域へ接続している。2004 年のスマトラ沖大地震で発生した津波に対して 12 時間のシミュレーションを行い、様々な場所に設置された波高計の時刻歴を非常に良く再現していることを示した。さらに、モザンビーク、コモロ、セイシェル、スリランカ、プーケットでの遡上域が観測データおよび他のシミュレータの結果とも非常に良く一致していることを示し、津波予測の実運用が十分可能であることを明らかにした。



津波遡上域の観測データとの比較. (左) シミュレーション、(右) 観測結果

【査読付き学術論文】

- 1) Marlon Arce Acuna, Takayuki Aoki: Tree-based mesh-refinement GPU-accelerated tsunami simulator for real-time operation, Natural Hazards and Earth System Sciences (NHESS), Vol.18, issue 9, P2561-2602, September 21, 2018
- 2) Shintaro Matsushita, Takayuki Aoki: A weakly compressible scheme with a diffuse-interface method for low Mach number two-phase flows, J. Comput. Phys., 376(6), pp.838–862, 2019
- 3) 長谷川 雄太, 青木 尊之, 小林 宏充, 白崎 啓太: 格子ボルツマン法による自転車競技の集団走行の大規模 LES 空力解析, 日本機械学会論文集, Vol.85, No.870, p.18-00441, 2019
- 4) 松下真太郎, 青木尊之: 界面に適合する AMR 法を用いた気液二相流の数値シミュレーション, 日本混相流学会誌, 混相流, Vol. 33, No. 1, pp.96-102, 2019 年
- 5) 渡辺勢也, 青木尊之, 長谷川雄太, 河原淳, 橋本博公: 格子ボルツマン法による物体を含む自由界面流れの大規模シミュレーション, 日本混相流学会誌, 混相流, Vol. 33, No. 1, pp.55-62, 2019 年
- 6) T. Takaki, S. Sakane, M. Ohno, Y. Shibuta, T. Aoki: Permeability prediction for flow normal to columnar solidification structures by large-scale simulations of phase-field and lattice Boltzmann methods, Acta Materialia, Vol. 164, pp.237-249, 2019
- 7) E.Miyoshi, T. Takaki, M. Ohno, Y. Shibuta, S.Sakane, T. Shimokawabe, T. Aoki: Correlation between three-dimensional and cross-sectional characteristics of ideal grain growth: large-scale phase-field simulation study, Journal of Materials Science, Vol. 53, pp.15165-15180, 2018
- 8) T. Takaki, S. Sakane, M. Ohno, Y. Shibuta, T. Aoki, C.-A. Gandin: Competitive grain growth during directional solidification of a polycrystalline binary alloy: Three-dimensional large-scale phase-field study, Materialia, Vol. 1, pp.104-113, September, 2018

【査読なしポスター発表】

- 1) 青木尊之: MPF 法によるトポロジー最適化を用いた負荷バランスとノード間通信低減を両立させる動的領域分割の開発, 学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点第9回 シンポジウム, 東京, 2018 年 7 月 12 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, 学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点第9回 シンポジウム, 東京, 2018 年 7 月 12 日
- 3) Shinji Sakane, Tomohiro Takaki, Munekazu Ohno, Yasushi Shibuta, Takayuki Aoki: Multi-GPU large-scale phase-field lattice Boltzmann simulation of dendrite growth with thermal-solutal convection, The 9th Multiscale Materials Modeling (MMM2018), Osaka, October 31, 2018

【査読なし国際会議発表】

- 1) Shintaro Matsushita, Takayuki Aoki, Un-Hong Wong: A Two-Phase Flow Simulation Using a Full-Explicit Scheme with Interface-Adapted AMR Method, ParCFD18, Indianapolis, USA, May 15, 2018
- 2) Yuta Hasegawa, Takayuki Aoki: Aerodynamics Study Using LBM with Octree-Based Mesh Refinement for Racing Bicycles, ParCFD18, Indianapolis, USA, May 16, 2018

- 3) Yuta Hasegawa, Takayuki Aoki: Aerodynamics Study for Complex Bodies by using Locally Refined Mesh and Lattice Boltzmann Method, ECCM-ECFD 2018, Glasgow, UK, June 12, 2018
- 4) Seiya Watanabe, Takayuki Aoki, Yuta Hasegawa: Simulations of Free Surface Flows Interacting with Solid Objects by Lattice Boltzmann Method Using Multiple GPUs, ECCM-ECFD 2018, Glasgow, UK, June 12, 2018
- 5) Shintaro Matsushita, Takayuki Aoki, Un-Hong Wong: A full-explicit two-phase flow simulation with interface-adapted AMR method, ECCM-ECFD 2018, Glasgow, UK, June 16, 2018
- 6) Seiya Watanabe, Takayuki Aoki, Yuta Hasegawa: GPU-accelerated Lattice Boltzmann Simulations with Octree-based Dynamic AMR Method, DSFD2018, Worcester, USA, June 26, 2018
- 7) Takayuki Aoki, Shintaro Matsushita, Seiya Watanabe: Explicit CFD solvers for free-surface flows and gas-liquid two-phase flows, Taiwan-Japan Workshop on Mechanical and Aerospace Engineering, Taiwan, National Chiao Tung University, Oct 6, 2018
- 8) Shintaro Matsushita, Takayuki Aoki: A Fully-explicit Two-phase Flow Simulation Based on Weakly Compressible Assumption with Interface-adapted AMR Method, ICM2018, Yilan City, Taiwan, October 15, 2018
- 9) Yos Panagaman Sitompul, Takayuki Aoki: A Cumulant LBM with Hybrid-like Filter for Violent Two-phase Flows, ICM2018, Yilan City, Taiwan, October 16, 2018
- 10) Tomohiro Takaki, Shinji Sakane, Munekazu Ohno, Yasushi Shibuta, Takayuki Aoki: Solidification microstructure formation by phase-field simulation with multi-GPU acceleration, The 9th Multiscale Materials Modeling (MMM2018), Osaka, October 31, 2018
- 11) Shintaro Matsushita, Takayuki Aoki: A Full-explicit Two-phase Flow Simulation Based on Weakly Compressible Assumption with Interface-Adapted AMR Method, Taiwan-Japan CFD workshop, National Tsing Hua University, Hsinchu, March 8, 2019.
- 12) Seiya Watanabe, Takayuki Aoki: Large-scale Lattice Boltzmann Simulations with Adaptively Refined Mesh on Multiple GPUs, Taiwan-Japan CFD workshop, National Tsing Hua University, Hsinchu, March 8, 2019.
- 13) Yuta Hasegawa, Takayuki Aoki: Multi-GPU Mesh-refined Lattice Boltzmann Simulation for Aerodynamics of Racing Bicycles, Taiwan-Japan CFD workshop, National Tsing Hua University, Hsinchu, March 8, 2019.

【国内学会・ワークショップ・講演会等での発表】

- 1) 坂根慎治, 高木知弘, 大野宗一, 澁田靖, 青木尊之: 熱溶質対流を伴う二元合金凝固 phase-field シミュレーションの複数 GPU 並列化, 第 23 回計算工学講演会, 名古屋, 2018 年 6 月 6 日
- 2) 松下真太郎, 青木尊之: 界面に適合する AMR 法と弱圧縮性近似に基づく完全陽解法を組み合わせた気液二相流の三次元計算, 第 23 回計算工学講演会, 名古屋, 2018 年 6 月 6 日
- 3) 長谷川雄太, 青木尊之: Octree 細分化格子による LBM を用いたロードバイクの空力計算, 第 23 回計算工学講演会, 名古屋, 2018 年 6 月 6 日
- 4) 渡辺勢也, 青木尊之, 黄遠雄, 長谷川雄太, 高木知弘: マルチフェーズフィールド法に基づく領域分割を用いた AMR 計算の動的負荷分散, 第 23 回計算工学講演会, 名古屋, 2018 年 6 月 6 日

- 5) 杉原健太, 外丸慎之介, 青木尊之: 回転翼に適合する AMR 重合格子を用いた垂直軸型風車周り流れの GPU 計算, 第 23 回計算工学講演会, 名古屋, 2018 年 6 月 6 日
- 6) 奥山大輝, 橘一光, 寺田賢二郎, 森口周二, 青木尊之: 安息角に対する物性や粒子形状の影響, 第 23 回計算工学講演会, 名古屋, 2018 年 6 月 8 日
- 7) Yang Kai, Hasegawa Yuta, Watanabe Seiya, Aoki Takayuki: Simulation of a Ping-pong Ball Freely Rising in Water Using Immersed Boundary-Lattice Boltzmann Method, JSCES2018, Nagoya, June 8, 2018
- 8) 渡辺勢也, 青木尊之, 長谷川雄太, 河原淳: 多数の瓦礫を含んだ津波が構造物へ与える影響の数値解析, 混相流シンポジウム 2018, 仙台, 2018 年 8 月 9 日
- 9) 松下真太郎, 青木尊之: 界面に適合する AMR 法を用いた液膜の形成と崩壊の数値シミュレーション, 混相流シンポジウム 2018, 仙台, 2018 年 8 月 9 日
- 10) 河原淳, 青木尊之, 渡辺勢也: 多数の瓦礫を含む津波の大規模シミュレーション, 日本流体力学会 年会 2018, 大阪, 2018 年 9 月 3 日
- 11) 渡辺勢也, 青木尊之, 長谷川雄太: AMR 法を導入した格子ボルツマン法による大規模流体構造連成解析, 日本流体力学会 年会 2018, 大阪, 2018 年 9 月 6 日
- 12) Sitompul Yos Panagaman, Takayuki Aoki: 激しい二相流に適用するハイブリッド速度フィルター付きキュムラント格子ボルツマン法, 日本流体力学会 年会 2018, 大阪, 2018 年 9 月 6 日
- 13) 長谷川雄太, 青木尊之: スパコンによる大規模計算に基づいた自転車の集団走行の空力評価, スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス 2018(SHD2018), 京都, 2018 年 11 月 21 日
- 14) Yang Kai, Hasegawa Yuta, Watanabe Seiya, Aoki Takayuki: Study on a ping-pong ball rising in water using AMR lattice Boltzmann method, CMD2018, Tokushima, November 23, 2018
- 15) 長谷川雄太, 青木尊之: 細分化格子 LBM による自転車の集団走行の大規模空力解析, 第 31 回 計算力学講演会, 徳島, 2018 年 11 月 23 日
- 16) 渡辺勢也, 青木尊之, 長谷川雄太: 動的 AMR 法を導入した格子ボルツマン法の複数 GPU による大規模計算, 第 31 回 計算力学講演会, 徳島, 2018 年 11 月 23 日
- 17) 渡辺勢也, 青木尊之, 松下真太郎, Christian Conti, 高木知弘: AMR 法の動的領域分割へのマルチフェーズフィールド法の適用, 第 31 回 計算力学講演会, 徳島, 2018 年 11 月 23 日
- 18) 松下真太郎, 青木尊之: 界面に適合する AMR 法と完全陽解法による高解像度気液二相流計算, 第 31 回 計算力学講演会, 徳島, 2018 年 11 月 23 日
- 19) 河原淳, 渡辺勢也, 青木尊之, 橋本博公: 格子ボルツマン法による浮遊物体を含む津波の大規模シミュレーション, 第 32 回 数値流体力学シンポジウム (CFD2018), 東京, 2018 年 12 月 11 日
- 20) Yos Panagaman Sitompul, Takayuki Aoki: 激しい二相流に適用するフィルタリングされたキュムラント格子ボルツマン法, 第 32 回 数値流体力学シンポジウム (CFD2018), 東京, 2018 年 12 月 12 日
- 21) 松下真太郎, 青木尊之: 界面に適合する AMR 法と完全陽解法を用いた液膜形成と崩壊の GPU 計算, 第 32 回 数値流体力学シンポジウム (CFD2018), 東京, 2018 年 12 月 13 日

- 22) 長谷川雄太, 青木尊之: 細分化格子LBM の複数 GPU 計算に基づく自転車の集団走行の空力計算, 第 32 回 数値流体力学シンポジウム (CFD2018), 東京, 2018 年 12 月 13 日
- 23) 渡辺勢也, 青木尊之, 長谷川雄太: GPU スパコンにおける動的負荷分散を用いた AMR 法による大規模 LBM 計算, 第 32 回 数値流体力学シンポジウム (CFD2018), 東京, 2018 年 12 月 13 日

【解説】

- 1) 青木尊之: 粒子法の大規模シミュレーション, 日本シミュレーション学会誌「シミュレーション」, Vol.37, No.2, P14-19, 2018 年 6 月 1 日
- 2) 青木尊之: GPU スパコンによる DEM の大規模シミュレーション, 精密工学会誌, Vol.84, No.7, P603-606, 2018 年 7 月 5 日
- 3) 青木尊之, 松下真太郎: 陽解法による非圧縮性気液二相流の大規模シミュレーション, 特集記事, 日本混相流学会誌, 混相流, Vol. 32, No. 4, pp.416-423, 2018 年

【招待講演】

- 1) 青木尊之: スパコン TSUBAME 目指す VDI 環境, High Performance VDI Conference 2018, 沖縄, 2018 年 9 月 20 日
- 2) Takayuki Aoki: Large-scale multiphase flow simulations on a GPU supercomputer, The 9th Multiscale Materials Modeling (MMM2018), Osaka, November 2, 2018
- 3) 青木尊之: GPU スパコンによる混相流の大規模数値シミュレーション, 第 36 回 計算数理工学フォーラム, 東京工業大学, 2019 年 3 月 15 日

教授 山口 しのぶ（国際協働分野）

【研究の概要と成果】

モンゴルにおける地方中学校教員の質の向上－ICT を活用した地域に根差し STEM 研修教材開発を通じて地域性に即した ICT を活用した教材開発を通じて

基礎教育のアクセスの拡大と教育の質の向上は国連持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals: SDGs）において重要項目とされており、各国が真剣に取り組んでいる課題である。民主化後、都市 と地方の教育格差が拡大しているモンゴル国においても例外ではない。2012 年より、モンゴル教育科学省との連携のもと、JICA 草の根技術協力事業として、情報技術を駆使した教育機会の提供・教育の質の向上を目指した共同研究および協働プロジェクトを実施した。2018 年 8 月からは、草の根技術協力事業の第二フェーズとして、中学校教員を対象とした STEM 研修教材作成事業を開始した。本年度はモンゴル 21 県とウランバートル市を対象に教員研修担当専門家 124 名に ICT を活用した教材開発に関する研修を実施し、カスケードモデル型手法を活用することで、全国で 2,250 名の教員が研修を受けるに至った。更には、教員が日常的に活用する事ができるインタラクティブ研修教材が教員の学習成果に与える影響に関するインパクトを分析すべくモンゴル教育省との連携のもとデータ分析を進めている。

【研究の概要と成果】

発展途上国の世界遺産地域における持続可能な情報通信技術の応用に関する実践研究

ラオスルアンパバーン政府世界遺産局との連携のもと、持続可能な世界遺産開発を実現するための情報通信技術を用いた包括的かつ効果的な施策について実践研究を継続。今年度は、昨年度に引き続き GIS を活用した世界遺産中心地区全土において景観分析を実施し、2001 年、2010 年、2017 年の時系列的変化を 8 つの観点から分析し街並みの変化を可視化した。結果は、ルアンパバーン世界遺産保存局にて 2019 年 3 月にワークショップを開催し、現地の専門家・政府関係者による活発な意見交換が行われた。2000 件の建造物を含む時系列分析は、UNESCO 世界遺産センターも注目しており、国内外の学会および国際会議にて分析結果を発表した。また、世界遺産地域の湿地帯の変化に関する研究も進めており、保存地域に位置する 98 の湿地帯の分析も GIS を活用し実施している。

【論文及び基調講演】

- 1) Li, S., Yamaguchi, S., Sukhbaatar, J., & Takada, J. (2019). “The Influence of Teachers’ Professional Development Activities on the Factors Promoting ICT Integration in Primary Schools in Mongolia”, *Education Sciences* 2019, 9(2),78. Available: [https://www.mdpi.com/2227-7102/9/2/78\(2019\)](https://www.mdpi.com/2227-7102/9/2/78(2019))
- 2) Li, S., Yamaguchi, S., and Takada, J., “The Influence of Interactive Learning Materials on Self-Regulated Learning and Learning Satisfaction of Primary School Teachers in Mongolia”, *Sustainability* 2018, 10, 1093. Available: <https://doi.org/10.3390/su10041093> (2018)
- 3) Li, S., Yamaguchi, S., & Takada, J., “Understanding factors affecting primary school teachers’ use of ICT for student-centered education in Mongolia”, *International Journal of Education and Development using ICT* [Online], 14(1). Available: <http://ijedict.dec.uwi.edu/viewarticle.php?id=2381>. (2018)

- 4) Takada, J., Yamaguchi, S., “Reconstruction of DPL’s Heritage Database”, Presented at the regional workshop on ICT in Heritage site at Luang Prabang World Heritage Office, Luang Prabang, Lao PDR. (March, 2019)
- 5) Silla, J., Yamaguchi, S., Takada, J., “Integrated Disaster Risk Reduction and Heritage Preservation in the Town of Luang Prabang World Heritage Site”, Presented at the regional workshop on ICT in Heritage site at Luang Prabang World Heritage Office, Luang Prabang, Lao PDR. (March, 2019)
- 6) Uemura, I., Yamaguchi, S., and Takada, J., “Analysis of Landscape Change in World Heritage Site: Case of Luang Prabang, Lao PDR”, conference proceedings of the 29th Annual Conference of Japan Society for International Development (JASID), Tsukuba, Japan (November, 2018)
- 7) Mai, Y., Yamaguchi, S., and Takada, J., “Comparative Analysis of the Influence of Interactive Learning Materials on Self-Regulated Learning Processes and Outcomes of Teachers in Mongolia”, conference proceedings of the 29th Annual Conference of Japan Society for International Development (JASID), Tsukuba, Japan (November, 2018)
- 8) Li, S., Yamaguchi, S., and Takada, J., “The Influence of Interactive Learning Materials on Self-Regulated Learning and Learning Satisfaction of Primary School Teachers in Mongolia”, *Sustainability* 2018, 10, 1093. Available: <https://doi.org/10.3390/su10041093> (2018)
- 9) Yamaguchi, S., “Policy Review on ICT Master Plan in Education in Bhutan”, submitted to UNESCO Bangkok. (2018)
- 10) Yamaguchi, S., “Evolution of Teacher Education in Environmental Education and Contribution to Education 2030”, *Policy Review Vol.56*. The Science Council of Japan. (2018)
- 11) Li, S., Yamaguchi, S., & Takada, J. (2018, April 29). Understanding factors affecting primary school teachers’ use of ICT for student-centered education in Mongolia. *International Journal of Education and Development using ICT* [Online], 14(1). Available: <http://ijedict.dec.uwi.edu/viewarticle.php?id=2381>. (2018)
- 12) Yamaguchi, S., “Sustainable Use of ICT for Improving Quality of Lower Secondary Education in Rural Mongolia Through Development of STEM Training Materials”, presented at the Kick-off Meeting for JICA grassroots project , Ulaanbaatar, Mongolia. (September, 2018)
- 13) Li, S., Hirai, Y., Yamaguchi, S., and Takada, J., “Introduction of interactive learning material”, presented at the National Training for JICA grassroots project “Sustainable use of ICT for improving the quality of lower secondary education in rural Mongolia through development of STEM teacher training materials”, Ulaanbaatar, Mongolia. (September, 2018)

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】

超高並列コアおよび深層メモリ階層を活用する高性能ソフトウェア技術およびTSUBAMEスパコンへのフィードバック

12 ペタフロップスの莫大な演算性能を持つ TSUBAME3.0 スーパーコンピュータは平成 29 年に稼働開始し、すでに幅広いユーザにより利用されているが、さらなるビッグデータ・高性能解析への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、光を中心とするネットワーク接続やトポロジなどが挙げられる。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、受託研究・企業共同研究・ジョイントラボなどの文脈において研究を進めている。特に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)において、遠藤は今年度より副ラボ長を務めている。

以下に代表的な研究成果を示すが、このような研究から得られた知見を、次世代のスーパーコンピュータにフィードバックすべく、準備を進めている。

TSUBAME などの GPU スパコン上において、アプリケーションからメモリ階層を効率的に活用可能なソフトウェア・アルゴリズムの研究を、JST-CREST プロジェクト(平成 30 年 3 月終了)時代から継続的に推進している。GPU デバイスメモリ・ホストメモリ・高速不揮発メモリ 3D-XPPoint デバイスという複数階層を、ステンシル計算において効率的に利用するために、再帰的時間ブロッキングという手法を適用した。既存の時間ブロックサイズ固定の場合では、3 階層以上が存在する場合に、性能が低いまたはコードが複雑になっていた。これに対し再帰的時間ブロッキングでは、統一的な領域再帰分割方法を記述すれば、3 階層のメモリ、さらにはキャッシュメモリも効率的に利用可能と分かった。本成果については国際会議 IEEE NVMSA 2018 で発表を行い、さらにその発展を、平成 30 年に採択された 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」にて追及している。

近年急速に重要度を増す深層学習において、GPU による高速計算は必須となっているが、GPU デバイスメモリ容量の制限のために、その容量を超えるようなニューラルネットワーク(NN)や大バッチサイズを用いた学習の実現は困難である。その解決のために、NN の各層を効率的にメモリ階層にマップするアルゴリズム PoocH を開発し、それを広く普及した深層学習フレームワークである Chainer を改造する形で実装した。本アルゴリズムでは、NN 学習時の簡単な性能プロファイルを基に、各層のデータを GPU デバイスメモリに留めるか・ホストメモリへスワップアウトするか・データを破棄して back propagation 時に再計算するか、を適切に選択する。これにより、元々の容量限界の 4 倍となるサイズの学習が可能となり、さらに競合手法である SuperNeurons アルゴリズムよりも優れた速度性能を実現した。なおこの研究内容には IBM 東京基礎研との共同研究の内容を含む。

垂直(ノード内)・水平方向(ノード間)に広がるメモリ階層を、低プログラミングコストで活用可能とするために、Flash SSD 階層に対応した Partitioned global address space (PGAS)ランタイムライブラリである vGASNet の研究開発を行った。本ライブラリは GASNet をベースとしつつも、ホストメモリ容量(利用計算ノード間の合計)を超える、大規模メモリプールをアクセス可能とする。大規模

メモリへの対応に加え、これまで PGAS 方式を大規模スパコンに適用したときのボトルネックとされてきた、特定データへのアクセス集中時の性能低下を、協調キャッシング方式により大きく改善した。実証実験は TSUBAME3.0 スパコン上で 64 ノード用いて行われ、高いスケーラビリティが示された。本成果については国際会議 IEEE HPEC 2018 で発表された。この内容には産総研とのジョイントラボである RWBC-OIL における成果を含む。

【査読付き学術論文】

- 1) Yukinori Sato, Tomoya Yuki, and Toshio Endo. An Autotuning Framework for Scalable Execution of Tiled Code via Iterative Polyhedral Compilation. ACM Transactions on Architecture and Code Optimization (TACO). Volume 15, Issue 4, Article No. 67, 23 pages. Jan 2019.

【査読付き国際会議発表】

- 1) Ryo Matsumiya, Toshio Endo. Scalable RMA-based Communication Library Featuring Node-local NVMs. In proceedings of 2018 IEEE High Performance Extreme Computing Conference(HPEC '18). Sep 2018.
- 2) Toshio Endo. Applying Recursive Temporal Blocking for Stencil Computations to Deeper Memory Hierarchy. In proceedings of the 7th IEEE Non-Volatile Memory Systems and Applications Symposium (NVMSA 2018). Aug 2018.

【査読付きポスター発表】

- 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 . the 24th ACM Symposium on Principles and Practice of Parallel Programming, poster session, Washington DC, Feb 2019.

【査読なし国際会議発表】

- 1) Toshio Endo. Current Status of TSUBAME3.0 Operation (as of Mar 2019). 7th Accelerated Data and Computing (ADAC) Workshop, Zurich, March 25, 2019.
- 2) Toshio Endo. Current Status of TSUBAME3.0 Operation. 6th Accelerated Data and Computing (ADAC) Workshop, Zurich, June 2018.

【国内学会・ワークショップ・講演会等での発表】

- 1) 阿部 公一, 香月 稔, 藤田 和宏, 鶴見 慶, 安良岡 由規, 根本 忍, 梁井 善行, 野村 哲弘, 三浦 信一, 渡邊 寿雄, 額田 彰, 遠藤 敏夫. TSUBAME3.0 における計算資源分割の検証, 2018 年度大学 ICT 推進協議会(AXIES)年次大会, WE2-3, 札幌, 2018 年 11 月 21 日.
- 2) 遠藤敏夫. 光インターコネクト技術を用いた TSUBAME3.0 スーパーコンピュータ, 平成 30 年度光ネットワーク産業・技術研究会 第 3 回討論会, 東京, 2018 年 11 月 2 日.
- 3) 伊藤 祐貴, 今井 晴基, レドゥック トゥン, 根岸 康, 河内谷 清久仁, 松宮 遼, 遠藤 敏夫. GPU メモリ管理の実行時最適化による大規模深層学習の高速化 . 並列/分散/協調処理に関するサマワークショップ(SWoPP2018), 情報処理学会研究報告, 2018-HPC-165 No.30, 2018 年 8 月 1 日.

- 4) 見村 朔, 遠藤敏夫. LSTM を用いた映像分類システムの学習順序による高速化, The 2st. cross-disciplinary Workshop on Computing Systems, Infrastructures, and Programming (xSIG 2018), Young Researcher Sessions, 東京, 2018 年 5 月 29 日.
- 5) Yuki Ito, Haruki Imai, Tung Le Duc, Yasushi Negishi, Kiyokuni Kawachiya, Ryo Matsumiya, Toshio Endo. Runtime GPU Memory Optimization for Supporting Large Neural Networks on Chainer . The 2nd. cross-disciplinary Workshop on Computing Systems, Infrastructures, and Programming (xSIG 2018), ポスターセッション, 東京, 2018 年 5 月 29 日.
- 6) Ryo Matsumiya, Toshio Endo. vGASNet: Scalable RMA-based Communication Library for Out-of-core Data Processing . The 2nd. cross-disciplinary Workshop on Computing Systems, Infrastructures, and Programming (xSIG 2018), ポスターセッション, 東京, 2018 年 5 月 29 日.
- 7) 遠藤敏夫. TSUBAME3.0 冷却システムの紹介, 日本能率協会 第 18 回熱設計・対策技術シンポジウム, 千葉, 2018 年 4 月 19 日.

【研究の概要と成果】

大規模並列深層学習における 2 次の最適化手法の効果

深層学習モデルとそれを訓練するためのデータは年々増大しており、分散並列学習の必要性はますます増えている。分散並列学習の中で最もよく用いられるのはデータを分散させて全てのプロセスで同じモデルを学習させる「データ並列」である。このとき、プロセスごとのミニバッチサイズを一定にすると全プロセスを考慮したときの実効的なミニバッチサイズはプロセス数に比例して大きくなる。

ミニバッチサイズが増大することで反復あたりに学習できる画像数はそれに比例して増えるため少ない学習にかかる反復数は少なくなるため、データ並列の学習時間はプロセス数に反比例して学習時間が短くなる。ただし、ミニバッチサイズが一定の値を越えると学習の収束が遅くなり、汎化性能も低下することが知られている。Hoffer らはこの汎化性能の低下を反復数の低下によるものと考え、反復数を増加させることで解決できることを指摘している。これを踏まえて、反復数を増やす代わりに学習率をバッチサイズに比例して増加させる方法も提案されている。ただし、この方法では最初の数エポックは徐々に学習率を増加させる warm up を行う必要がある。このような手法を用いることで ImageNet の ResNet-50 を用いた学習においてミニバッチサイズを 8K まで増加させても 90 エポックで 76.3% の top-1 validation accuracy を Tesla P100 GPU 256 台を用いて 60 分で得ることができる。上述の学習率の増加とあわせて RMSprop による warm-up や移動平均を用いない batch normalization、学習率の slow-start などを用いることで Akiba らは同じ ImageNet、ResNet-50 の学習を 74.9% の accuracy まで Tesla P100 GPU 1024 台を用いて 15 分で行うことができた。さらに、ハイパーパラメータチューニングにより長い時間をかけ、batch normalization、学習率、warm-up、重み減衰の改良を加えることでミニバッチサイズ 8K で 76.6%、16K で 76.26%、32K で 75.31% まで精度を向上することができる。

さらに、学習率を層ごとに調整する LARS を用いることで最適化手法やモデルに技巧的なチューニングを行うことなく 32K のミニバッチサイズにおいて 74.9% の精度まで 2048 Xeon Phi (Knights Landing) を用いて 14 分(64 エポック)で学習できる。LARS にさらに batch normalization への改良を加えることで 75.8% の精度を 65K のミニバッチサイズで Tesla P40 GPU 2048 台を用いて 6.6 分(90 エポック)で実現することができると報告されている。また、学習の前半では小さいミニバッチサイズを用い、徐々にミニバッチサイズを増加させる方法も提案されている。この方法を Tesla V100 2176 台で実行することで Mikami らは 75.03% の精度まで 224 秒で学習した。ミニバッチを階層的に定義する手法も提案されているがこれを用いた大規模並列学習は行われていない。

本研究では上記の研究例とは異なり、2 次の最適化手法を用いてミニバッチの増大に伴う収束性の低下を解決することを目指す。これは、ミニバッチサイズの増加に伴い各々のミニバッチが統計的に安定し、2 次の最適化手法による曲率の考慮がより有効になるという予想にもとづいている。また、2 次の最適化手法を深層学習に用いる研究は他にもあるが、本研究はそれらに比べて高い精度でヘッセ行列を近似できる。本研究で用いる Kronecker Factored Approximate Curvature (K-FAC) は、ヘッセ行列を低ランク近似してしまう TONGA や CG 法で数反復だけ行う Hessian-free 法などに対してより正確にヘッセ行列を計算することができる。K-FAC の二つの長所としては確率的勾配降下法(SGD)よりも早く収束することと比較的大きなミニバッチサイズにおいてもその収束性が維持で

きることが挙げられる。K-FAC は既に畳み込みニューラルネット、分散並列学習、再帰的ニューラルネット、ベイズ深層学習、強化学習に適用されている。

本研究では ABCI (AI Bridging Cloud Infrastructure) を用いて計算を行った。ABCI は NVIDIA Tesla V100 GPUs を 4 台搭載したノード 1088 個からなり国内最大のスパコンである。全ての実験においてデータセットには ImageNet、モデルには ResNet-50 を用いた。バッチサイズは 4,096 から 131,072 まで変化させて Top-1 validation accuracy が 75% 以上になるまで学習させた。収束までにかかった epoch 数と反復数を表 1 に示す。また、このときの学習曲線を図 1 に示す。

Batch size	Epoch	Iteration	Accuracy
4,096	35	10,948	75.1 $\pm$ 0.09%
8,192	35	5,434	75.2 $\pm$ 0.05%
16,384	35	2,737	75.2 $\pm$ 0.03%
32,768	45	1,760	75.3 $\pm$ 0.13%
65,536	60	1,173	75.0 $\pm$ 0.09%
131,072	100	978	75.0 $\pm$ 0.06%

表 1 ImageNet、ResNet-50 の学習におけるバッチサイズと収束までの反復数の関係

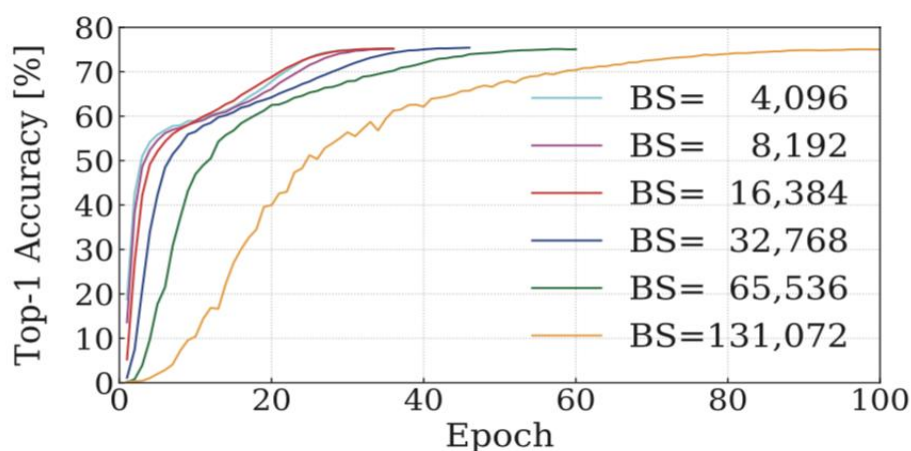


図 1 ImageNet、ResNet-50 の K-FAC を用いた場合の学習曲線

本研究では大規模並列深層学習におけるミニバッチサイズの増大に伴う汎化性能の低下の問題を解決するために 2 次の最適化手法である K-FAC を用いた。ImageNet の ResNet-50 を用いて ABCI スパコン上で過去最大のミニバッチサイズの学習を行い最速の収束率を精度を落とすことなく実現することができた。大きいバッチサイズの学習や 2 次の最適化手法は今までミニバッチ確率的勾配降下法と比べて汎化性能が低下するとされてきたが、ImageNet と ResNet-50 のような多くのハイパーパラメータチューニングされた研究例があるデータセットとモデルにおいて必ずしもそうではないことを実証することができた。むしろ、K-FAC を用いることで勾配降下法よりも少ない反復数とより大きいバッチサイズで同等の精度が得られることが確認できた。

【査読付き学術論文】

- 1) N. Maruyama, T. Aoki, K. Taura, R. Yokota, M. Wahib, M. Matsuda, K. Fukuda, T. Shimokawabe, N. Onodera, M. Mu Ååller, and S. Iwasaki, Highly Productive, High-Performance Application Frameworks for Post-Petascale Computing, Advanced Software Technologies for Post-Peta Scale Computing, pp. 77-98 (2018)

【査読付き国際会議】

- 1) I. Yamazaki, A. Abdelfattah, A. Ida, S. Ohshima, S. Tomov, R. Yokota, and J. Dongarra, Analyzing Performance of BiCGStab with Hierarchical Matrix on GPU clusters, 32nd IEEE International Parallel & Distributed Processing Symposium, Vancouver, Canada, May 21, 2018.

【招待講演】

- 1) R. Yokota, Optimization Methods for Large Scale Distributed Deep Learning, IPAM Workshop I: Big Data Meets Large-Scale Computing, Los Angeles, USA, September 24-28, 2018.
- 2) R. Yokota, Early Application Results on TSUBAME 3, Smoky Mountains Computational Sciences and Engineering Conference, Gatlinburg, USA, August 30, 2018.
- 3) R. Yokota, Scaling Deep Learning to Thousands of GPUs, HPC 2018, Cetraro, Italy, July 3, 2018.
- 4) R. Yokota, Energy Conserving Fast Multipole Methods for the Calculation of Long-range Interactions, Mathematics in Action: Modeling and analysis in molecular biology and electro- physiology, Suzhou, China, June 18, 2018.

【国内会議】

- 1) H. Naganuma, R. Yokota, Improving the Generalization Gap in Large-batch Training Using Noise Injection, IEICE General Conference (poster session), Tokyo, Japan, March 19-22, 2019.
- 2) R. Yokota, K. Osawa, Y. Tsuji, Y. Ueno, A. Naruse, Second Order Optimization for Large Scale Parallel Deep Learning, IEICE General Conference, Tokyo, Japan, March 19-22, 2019.
- 3) K. Osawa, R. Yokota, C.-S. Foo, V. Chandrasekhar, Second Order Optimization for Large Scale Parallel Deep Learning Through Analysis of the Fisher Information Matrix, The 81st National Convention of IPSJ, Fukuoka, Japan, March 14-16, 2019.
- 4) H. Nakata, K. Osawa, R. Yokota, Variational Inference in Deep Learning Using Natural Gradient Descent, The 81st National Convention of IPSJ, Fukuoka, Japan, March 14-16, 2019.
- 5) H. Ootomo, R. Yokota, Batched QR Decomposition Using TensorCores, The 81st National Convention of IPSJ, Fukuoka, Japan, March 14-16, 2019.
- 6) H. Naganuma, R. Yokota, Smoothing of the Objective Function for Large Scale Parallel Deep Learning, The 81st National Convention of IPSJ, Fukuoka, Japan, March 14-16, 2019.
- 7) H. Naganuma, S. Iwase, L. Kaku, H. Nakata, and R. Yokota, Hyper-parameter Tuning of Approximate Natural Gradient Methods for Highly Parallel Distributed Deep Learning, Forum on Information Technology, Fukuoka, Japan, September 19, 2018.

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】

メニーコアプロセッサに関する研究

本センターのスーパーコンピュータ TSUBAME3.0 は主たる演算プロセッサとして NVIDIA Tesla P100 GPU を採用している。現在、世界トップクラスのスーパーコンピュータの多くは、GPU のように多数のコアを搭載するメニーコアプロセッサにより、高い演算性能に限られた電力要求で可能としている。その一方で実際にメニーコアプロセッサの性能を引き出すためには多数のコアを活用するための高い並列性を満たすためにアルゴリズムの改良や、メモリから各コアへ演算に必要なデータ届けるためにメモリアクセスの最適化等が必要となる。

今年度は引き続き NVIDIA 社製 GPU 向けの疎行列計算関連や Scan 処理等の高速化を行った。特に大きな変更があった最新の Volta 世代 GPU への対応として多くのコードの修正および再検証が必要となった。また GPU 以外のメニーコアプロセッサとして中国のスーパーコンピュータ TaihuLight に搭載される SW26010 プロセッサを対象に各種科学技術計算系の性能評価を行った。

【査読付き学術論文】

- 1) James Lin, Zhigeng Xu, Linjin Cai, Akira Nukada, Satoshi Matsuoka. “Evaluating the SW26010 Many-core Processor with a Micro-benchmark Suite for Performance Optimizations”, Parallel Computing, Vol. 77, pp. 128-143, Elsevier, Sept. 2018.

【査読付き国際会議・国内学会発表】

- 1) Adrian Perez Dieguez, Margarita Amor, Doallo Ramón, Akira Nukada and Satoshi Matsuoka. “Efficient Solving of Scan Primitive on Multi-GPU Systems”, In Proc. of 32nd IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS 2018), May 2018. （採択率 24.5%）
- 2) James Lin, Minhua Wen, Delong Meng, Xin Liu, Akira Nukada and Satoshi Matsuoka. “Optimizations of Preconditioned Conjugate Gradient on TaihuLight for OpenFOAM”, In Proc. of 18th IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGrid 2018), May 2018. （採択率 20.8%）
- 3) Yusuke Nagasaka, Akira Nukada, Satoshi Matsuoka, Kenichi Miura, John Shalf. “MRG8 - Random Number Generation for the Exascale Era”, In Proc. of PASC 2018: Platform for Advanced Scientific Computing Conference, July 2018. （採択率不明）
- 4) 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】

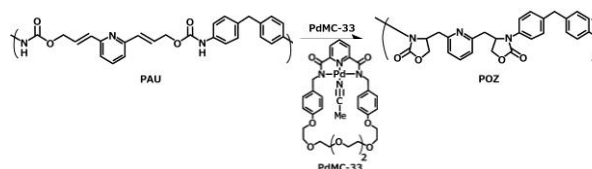
- 1) 長坂 侑亮, 額田 彰, 小島 諒介, 松岡 聡. 「GraphCNN 向けの疎行列積計算 Batch 最適化」, 情報処理学会研究報告, Vol. 2018-HPC-167, No. 7, 2018 年 12 月.
- 2) 長坂 侑亮, 額田 彰, 小島 諒介, 松岡 聡. 「小疎行列積計算の GPU 最適化」, 情報処理学会研究報告, Vol. 2019-HPC-168, No. 19, 2019 年 3 月.

【研究の概要と成果】

網羅的配座探索を活用した高分子反応での高機能触媒開発

高分子反応ではその高粘度や高分子鎖の高高きなどにより、100%の転化率を得ることは難しい。しかしながら、高田らは金属触媒を内孔に持つマクロサイクル触媒を利用することにより、高分子反応における 100%の転化率を得ることに成功している。例えば、ポリアリルウレタン (PAU) を、パラジウム Pd を内孔に持つマクロサイクル (PdMC) 触媒で処理すると、ポリオキサゾリジノン (POZ) が定量的に得られる。(Scheme 1) この反応は速やかに 100%転化率に達する高分子反応には類例のないものであり、速度論的な解析から PdMC 触媒がロタキサン型の貫通構造を取っていると考えられているが、実験だけではこのロタキサン型の貫通構造が高い転化率の要因になっていることの直接的な証明は困難である。そこで反応物、生成物、そして触媒である PdMC-30 が反応物のピリジン環の窒素に配位した複合体のモデル化合物に対して配座探索プログラム Conflex8 を用いて MMFF94s 力場にて網羅的配座探索を行うことで、反応機構解析を行った。網羅的配座探索の結果、反応物、生成物、そして複合体でそれぞれ 1079 構造、705 構造、そして 26093 構造の配座が見つかった。そのうち一部の安定配座 (反応物 266 構造と生成物 146 構造) では Gaussian16 B01 プログラムによる DFT 計算による構造最適化も行った。DFT 計算の汎関数には ω B97XD を、基底関数は 3-21G と 6-311G(d,p)を用いた。

反応物の分子内環化反応ではアミド基が CC 二重結合へ反応するため、N-C 原子間距離が反応における重要な指標となる。 ω B97XD/6-311G(d,p)による最適化構造をその N-C 距離に注目して分類すると、エネルギー的に最も安定な配座は 4.0Å にあり、4.2Å 付近と 4.6Å 付近に安定配座の一群があること、その一方で反応が開始できるような短い N-C 距離を持つ配座はエネルギー的に不安定であることが分かる。これらの短い N-C 距離を持つ 2 つの配座構造を Figure 1 に示した。(a)と(b)は、赤線で示した N-C 距離がそれぞれ 3.35Å、2.93Å であり、最安定配座からの相対エネルギーはそれぞれ 4.86kcal/mol、7.59kcal/mol となった。どちらの配座でも図中右側が五員環を形成可能な配座を取ることで N-C 距離が短くなることが分かる。一方で左側のベンゼン環を中心に vdW 相互作用により安定化することで五員環様構造の歪みによる不安定化を補っていることが分かる。なお本研究は、JSTCREST 研究課題「緩やかな束縛反応場を活用する高分子の連続改変系の構築と革新的機能化」(研究代表者 東工大 高田十志和)の一部として行っている。



Scheme 1 マクロサイクル触媒によるポリアリルウレタンのポリオキサゾリジノンへの転化反応

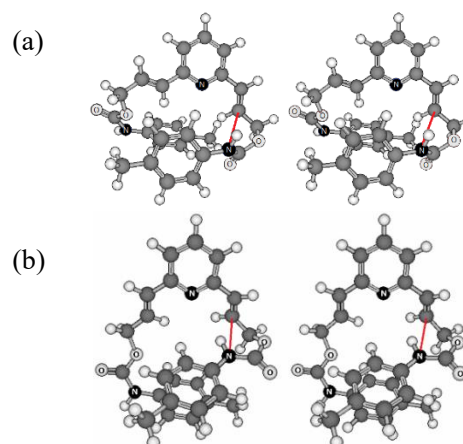


Figure 1. Two typical conformers for the reactant with short N-C distances indicated by red lines ((a) 3.35 Å. (b) 2.93 Å).

相対論的結合クラスター法プログラムの高速化および省メモリ化

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。現在更なる高速化のために、メモリアクセスの効率化を行っている。なお本研究は、JHPCN の H30 年度公募型共同研究の採択課題 "High Performance Computational Studies on Beyond the Standard Model of Particle Physics using Atoms and Molecules" (研究代表者: 東工大 B. P. Das) の一部として行っている。

【査読付き学術論文】

- 1) "ロタキサン構造により緩やかに束縛された高分子鎖の配座解析" (Conformational Analysis of the Polymer-Chain Gently Restricted by Rotaxane Structure), 渡邊寿雄, 川内進, *J. Comput. Chem. Jpn.*, 17, 232-234 (2018). (日本コンピュータ化学会 2019 秋季年会精選論文特集号)

【国内学会招待講演】

- 1) 渡邊寿雄, 「みんなのスパコン TSUBAME3.0 "いろんなところで役立つスパコン"」, 日本コンピュータ化学会 2018 秋季年会一般公開イベント, 招待講演, 2018/11/03 弘前大学.

【国内学会・ワークショップ・講演会等での発表】

- 1) 渡邊寿雄, 川内進, 「ロタキサン構造により緩やかに束縛された高分子鎖の配座解析」, 日本コンピュータ化学会 2018 秋季年会, ポスター発表 1P11, 2018/11/03 弘前大学.
- 2) T. Watanabe, "Progress in Parallelization of an Atomic Relativistic Coupled Cluster Code", Workshop on Recent Trends in Electronic Structure of Atoms and Molecules, January 11 2018, Tokyo Tech.
- 3) 渡邊寿雄, 「TSUBAME3.0 における産業利用への取り組み」, 新化学技術推進協会 先端化学・材料技術部会 コンピュータケミストリ分科会 講演会, 2018/11/09, 東京都千代田区.

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】

スパコンにおけるアプリケーション・ジョブの効率的実行に関する研究

スーパーコンピュータ上で動作するアプリケーションの性能は、アプリケーションの特性とスーパーコンピュータの特性の組み合わせおよびその実行方法によって大きく変わり、所要時間を予測して効率的に実行することは難しい。そのため、アプリケーションの実行時間や電力消費をモデル化し、ターンアラウンドタイム（ジョブを投入してから実行が終了するまでの時間）や、スパコン全体の電力消費を最適化する実行計画を作成する必要がある。

本年度は、TSUBAME3.0 のジョブ実行ログに対して、TSUBAME2.5 において行っていたアプリケーション分類の取得など、計算機の更新およびベンダー変更に伴い取得することができなくなっていたデータの取得を再び行えるよう環境を整備するとともに、VM 技術を伴わない複数ジョブの計算ノード内での共存という、TSUBAME2.5 では見られなかったジョブの実行形態が標準化したことに伴う実行ログ収集手法の改善を行った。

スパコン向けの新たなネットワークトポロジに関する研究

スーパーコンピュータにおける相互結合網（インターコネクト）は、アプリケーションの並列実行性能を高めるためには必須のコンポーネントである。TSUBAME2.5/3.0 で用いられているフルバイセクション・ファットツリーは、ルーティングアルゴリズムが適切である前提下においては、各計算ノード間でインジェクションバンド幅と同じバンド幅を確保でき、スループットの面で有利な結合形態（トポロジ）であるが、このようなトポロジを組むには、通信ポート数の2乗に比例するネットワーク資源が必要であり、スパコン設計時のコスト要因となってしまう。また、そのような全対全のバンド幅が必要とされるアプリケーションはあまり多くなく、相互結合網としてオーバースペックとなる可能性がある。

そこで、米国 Hewlett Packard Enterprise 社と共同で、HyperX と呼ばれる新たなネットワークトポロジについて、一般サービス提供が終了した TSUBAME2.5 のネットワークを再配線することにより、フルバイセクション・ファットツリーとの比較実験を行った。

機械学習の大規模並列実行効率化に関する研究

スーパーコンピュータにおけるアプリケーション実行効率の最適化は、大別してシステムレベルの大局的パラメータチューニングと、個々のアプリケーションの特性に着目したアプリケーションレベルでのアルゴリズム・実行パラメータ最適化がある。

後者の研究として、株式会社デンソーアイティラボラトリと共同で、学習処理中における統計量から、より良い汎化能力を持つパラメータを選択するための研究を実施している。従来の統計量は外れ値の影響が大きく、適切なパラメータの選択を阻害しているため、効率よく外れ値の影響を無効化するための検討を行っている。

DRAM 故障のアプリケーションへの影響のモデル化に関する研究

計算機の構成要素数（ノード数やメモリの枚数、プロセッサの台数など）が増えるにしたがって、計算機全体としての平均故障間隔（MTBF）は短くなっていく。そのため、計算機の規模を拡大した

としても、故障およびそこからのリカバリのコストが規模拡大による利得を上回り、性能の向上が行えなくなる上限が存在する。

一方、計算機の故障の中には、将来読みだされることがなく上書きもしくは解放されるメモリ領域の変化など、アプリケーションに実質影響を与えないものも存在する。そこで、仮想マシンを用いて計算ノードの仮想化された物理メモリに DRAM ハードウェアの挙動に即した典型的な故障を疑似的に注入し、システムクラッシュ、解の変化（Silent Data Corruption）などのアプリケーションの挙動をシミュレーションするフレームワークの開発を行った。アプリケーションの故障パターンを精緻に把握することにより、致命的な故障が発生しない限り実行を継続するなどの、従来にはなかった故障対処手法の実現が可能となる。本フレームワークを活用することで新たな耐故障アーキテクチャの開発につなげることができると期待される。〔国際会議¹⁾〕

機械学習を用いた計算機トレースの自動生成に関する研究

並列プログラムの実行プロファイル・トレースは、アプリケーションのチューニングに役立つだけでなく、ボトルネックとなっている性能項目を明らかにすることで、よりきせつな実行環境の選択や、スーパーコンピュータの設計にも役立てることができる。しかしながら、特に並列アプリケーションではプログラムのトレース取得にかかるオーバーヘッドは大きく、闇雲にすべてのアプリケーションのすべてのデータサイズに対してトレースを取得することはできない。

そこで、アプリケーションの異なる入力サイズによるトレースを学習し、他の入力サイズにおける同一アプリケーションのトレースを半自動で生成する機構の開発を行った。今後はより汎用化し、アプリケーション間での学習データを可搬性のある形で扱えるよう設計を改善したい。

TSUBAME におけるジョブ・アプリケーション実行形態の可視化およびソフトウェア整備

TSUBAME3.0 では、ジョブの実行環境の可搬性向上のため、TSUBAME3.0 では Docker を用いたコンテナ技術の利用を運用開始当初から見込んでいたが、実装上の問題があったため、本稿執筆時点では一般提供開始予定が 2019 年 4 月と大きくスケジュールが遅延している。その代替策として、Singularity を用いて、管理者権限を一般ユーザに渡すことなく、コンテナを利用可能とする取り組みを行った。しかし、コンテナにおける高性能 MPI 実装の利用のために、結局ホスト側のライブラリが含まれたディレクトリを参照することが必要となる形となっており、ライブラリのバージョン差異の影響など、コンテナの利点が十全に生かされていない。このため、TSUBAME3.0 のような OmniPath 環境と、産総研 ABCI などの InfiniBand 環境を用いる他センターで同一のコンテナイメージを用いて高性能な MPI 通信ができるようにするユニバーサルコンテナイメージの作成の研究を進めている。

また、スパコンにおけるストレージ性能は、演算性能やネットワーク性能と比較してあまり数値化されておらず、最適ではない設定で本来の性能を出せずに利用していたとしても、そのような物と諦めてしまうユーザが多い。このため、理研 R-CCS および JAMSTEC の各センター運用チームと共同で、ユーザ向けにストレージ性能のベンチマーク結果およびワークロードに応じた最適な設定例について開示できるよう、準備を進めている。

【査読付き国際会議・国内学会発表】

- 1) Hideyuki Jitsumoto, Yuya Kobayashi, Akihiro Nomura, Satoshi Matsuoka "MH-QEMU: Memory-State-Aware Fault Injection Platform", SC-ASIA 2019, March 2019 (採択率 35.8%)

【国内学会・ワークショップ・講演会等での発表】

- 1) 土川稔生, 大山洋介, 野村哲弘, 松岡聡, "機械学習による計算機トレースの自動生成" 情報処理学会 SWoPP2018, 2018 年 7 月
- 2) 阿部公一, 香月稔, 藤田和宏, 鶴見慶, 安良岡由規, 根本忍, 梁井善行, 野村哲弘, 三浦信一, 渡邊寿雄, 額田彰, 遠藤敏夫, "TSUBAME3.0 における計算資源分割の検証", 2018 年度大学 ICT 推進協議会 (AXIES) 年次大会, 2018 年 11 月

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】

データサイエンス推進のための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、Docker コンテナと 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。

具体的には、TSUBAME3.0 で実現した 32 度の冷却水を用いた直接・間接水冷技術を、ABCI へ適用した。専用設計である TSUBAME と異なり、汎用サーバを利用する ABCI に比較的高温の冷却水

を用いるためには、冷却設備の新たな設計が必要であった。また、冷却水の生成には、一般的なチリングユニットを用いた冷却ではなく、TSUBAME3.0 で用いられたクーリングタワーを用いる大気冷却技術を適用した。これらにより、ラック当たり 60kW 以上の電力密度と冷却能力を実現するとともに、エネルギー効率の高い冷却を両立した。このような技術の適用に当たっては、サーバ本体だけでなく、データセンターの建物本体や、その様々な付帯的設備の一体的な設計を行った。これらにより、データセンターのエネルギー効率の指標の一つである PUE において、1.1 以下を実現できる見込みとなり、システムの高密度化と省エネルギー化の両立を果たすことが可能になった。

また、スーパーコンピュータ TSUBAME や ABCI などの整備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) 阿部公一, 香月稔, 藤田和宏, 鶴見慶, 安良岡由規, 根本忍, 梁井善行, 野村哲弘, 三浦信一, 渡邊寿雄, 額田彰, 遠藤敏夫, "TSUBAME3.0 における計算資源分割の検証", 2018 年度大学 ICT 推進協議会 (AXIES) 年次大会, 北海道札幌市, 2018 年 11 月.
- 2) 三浦信一, スーパーコンピュータ TSUBAME3.0 のクラウド連携機構の構築", Cloud Week 2018@ Hokkaido University, 北海道札幌市, 2018 年 9 月.
- 3) 高野了成, 三浦信一, 杉田正, 小川宏高, 松岡聡, "0.55 AI-EFLOPS の計算インフラストラクチャを支える超グリーンデータセンタ", 2018 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), 熊本県熊本市, 2018 年 7 月.
- 4) 小川宏高, 松岡聡, 佐藤仁, 高野了成, 滝澤真一朗, 谷村勇輔, 三浦信一, "世界最大規模のオープン AI インフラストラクチャ AI 橋渡しクラウド (ABCI) の概要", 2018 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), 熊本県熊本市, 2018 年 7 月.

特任教授 小林 宏充 (先端研究部門)

【研究の概要と成果】

自転車競技における適合格子細分化法を用いた乱流 GPU 計算の応用

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。

自転車競技への応用として、自転車単独走行時ならびに集団走行時の空気抵抗や後流への影響を調べた。最近、時間空間平均を行うレイノルズ平均モデルを用いた研究が行われたが、先頭車の作り出す非定常な乱流場が後続車に影響をおよぼすため、非定常な乱流計算に適した Large-eddy Simulation によって検討を行った。

数値計算手法としては、大規模並列計算に適した格子ボルツマン法を用いた。すべての空間の格子点を細かくするとメモリや計算時間が増大するため、物体の近くや流れが剥離するような変化の激しい領域で格子を細かくする適合格子細分化法を用いている。LES における乱流モデルは、渦の周りでエネルギー輸送が行われることに注目して自作した Coherent Structure Model (CSM) を適用している。

本研究の結果、単独走行時の流れ場における乱流エネルギーがコルモゴロフの $-5/3$ 乗則として再現されていること、物体近傍に細分化格子を適用することですべての格子を細かくした場合と後流の流れが同等に再現されていることがわかった。また、4 名が縦に並んだ集団走行時は、2 台目から順に空気抵抗は急激に減少するが 3 台目以降の減少はわずかであることもわかった。さらにひし形の隊形の場合、足の位置や自転車パーツの左右非対称性の影響が出ることがわかり、後ろの集団もひし形隊形をとる場合は、前集団のつくる非対称な流れ場の影響を受けて後ろの集団の非対称性がさらに増加することもわかった。風洞実験では再現が困難な大集団による影響を大規模数値計算によって明かにすることができ、今後の競技における作戦への応用が期待される。

スケール相似則モデルを活用した SGS モデルの検討

LES における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および SGS 力に着目した SGS モデルを検討した。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。しかしながら、そこで用いられているスケール相似則項の空間相関は高くないことから、空間相関の高いスケール相似則項を用いる可能性や渦粘性項を用いずにその項のみでモデルを混合するモデルを提案し、channel 乱流において、粗い格子でも良好な結果が得られた。

量子乱流における熱対後流中の助走区間ならび流速分布の平坦化に関する検討

極低温まで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後流と呼ぶ。熱対後流では、熱流束が上昇するにしたがって、対後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、常流体の助走区間（ダクト入口から一様流として流入した流れの境界層が発達して定常分布となるまでの入口からの距離）は量子乱流のない場合に比べて短くなることが実験から示唆されている。また、さらに相対速度が増すと常流体の速度分布は放物形から壁面近くの数値分布が平坦化した **tail-flattened** 流となることもレーザー計測によって明らかにされている。

そこで矩形ダクト内3次元の量子渦計算（超流体）と Navier-Stokes 方程式計算（常流体）を相互摩擦力を介してカップリングした計算を実施した。その結果、量子乱流の存在下では常流体の入口付近において超流体の出口分布に起因した相互摩擦力によって助走区間が短くなることを明らかにした。また超流体成分を流体近似した方程式の非線形項（対流項）から予測されるレイノルズ応力項に起因した乱流粘性項を渦粘性として近似した場合、その乱流渦粘性と相互摩擦力ともに増加させ、量子渦が壁近くに多く存在する条件の場合に **tail-flattened** 流が再現されることを明らかにした。今後、2流体乱流状態を検討していくために、量子渦計算の高速化を検討していく。

【査読付き学術論文】

- 1) Hiromichi Kobayashi, “Improvement of SGS model using scale-similarity model based on analysis of SGS force and SGS energy transfer”, International Journal of Heat and Fluid Flow, Vol. 72, pp. 329-336 (2018)
- 2) 長谷川雄太, 青木尊之, 小林宏充, 白崎啓太, 「格子ボルツマン法による自転車競技の集団走行の大規模 LES 空力解析」, 日本機械学会論文集, Vol. 85, No. 870, pp.1-14 (2019)
- 3) Hiromichi Kobayashi, Satoshi Yui, Makoto Tsubota, “Numerical Study on Entrance Length in Thermal Counterflow of Superfluid 4He”, Journal of Low Temperature Physics, to be published (2019)

【査読なし学術論文】

- 1) 長谷川雄太, 青木尊之, 小林宏充, 白崎啓太, 「細分化格子 LBM の複数 GPU 計算に基づく自転車の集団走行の空力計算」, 日本流体力学会誌ながれ, 印刷中 (2019)

【査読付き国際会議発表】

- 1) Hiromichi Kobayashi, Satoshi Yui, Makoto Tsubota, “Numerical Study on Entrance Length in Thermal Counterflow of Superfluid 4He” , International Symposium on Quantum Fluids and Solids (QFS2018), Tokyo, Japan (2018)
- 2) Satoshi Yui, Makoto Tsubota, Hiromichi Kobayashi, “Numerical Study of Coupled Dynamics in the Two-Fluid Model for Superfluid 4He”, International Symposium on Quantum Fluids and Solids (QFS2018), Tokyo, Japan (2018)

【国内学会・ワークショップ・講演会等での発表】

- 1) 小林 宏充、山本直希、奥野喜裕、「超新星中の中性ニュートリノ乱流におけるカイラル渦効果の数値計算」, 流体力学会年会 2018, 豊中 (2018)

【招待講演】

- 1) Hiromichi Kobayashi, “Quantum turbulence in superfluid 4He and neutrino turbulence in supernovae”, Fifteenth International Conference on Flow Dynamics (ICFD2018), Sendai, Japan (2018)
- 2) 小林宏充, 「空間粗視化による乱流のモデリング」, 大阪大学 数理・データ科学教育研究センター 数理モデルセミナーシリーズ 第19回, 豊中 (2019)

7-3 受賞学術賞等

伊藤 祐貴（遠藤研究室）：2018 年度情報処理学会コンピュータサイエンス領域奨励賞
情報処理学会

松下 真太郎（青木研究室）：ベストペーパーアワード
第 23 回計算工学講演会
『界面に適合する AMR 法と弱圧縮性近似に基づく完全陽解法
を組み合わせた気液二相流の三次元計算』
(2018 年 6 月 6 日)

渡辺 勢也（青木研究室）：Phase-Field Student Award
第 31 回 計算力学講演会
『AMR 法の動的領域分割へのマルチフェーズフィールド法の適用』
(2018 年 11 月 24 日)

長沼 大樹（横田研究室）：JAMES DYSON AWARD2018 最優秀賞
JAMES DYSON AWARD
(2018 年 12 月 7 日)

渡辺勢也，青木尊之，長谷川雄太（青木研究室）
：ベスト CFD グラフィック・アワード 静止画部門 最優秀作品賞第
第 32 回 数値流体力学シンポジウム（CFD2018）
『GPU スパコンにおける動的負荷分散を用いた AMR 法による
大規模 LBM 計算』
(2018 年 12 月 12 日)

大友 広幸（横田研究室）：学生奨励賞
情報処理学会第 81 回全国大会
(3 月 16 日)

長沼 大樹（横田研究室）：優秀ポスター賞
2019 年電子情報通信学会総合大会
(3 月 22 日)

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
山田 功	○		○				○	○
伊東 利哉	○	○	○	○	○		○	◎
青木 尊之			○			○	◎	○
一色 剛	◎	○	○	○	○			
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	47 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	2 回 回

定期ミーティング開催数	認証基盤システム	43 回
	ネットワークシステム	49 回
	コンピュータシステム	32 回
	TSUBAME	47 回
	教育システム	12 回
	共同利用・共用促進事業	45 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
情報理工学院オリエンテーション (4/3,9/26/2018)	CERT
新採用教員セミナー (4/9,10/12/2018)	CERT
平成 30 年 TSUBAME 春の講習会 (4/17～5/30/2018)	情報基盤課
ホームカミングデーTSUBAME3.0 一般公開 (5/26/2018)	額田 彰、野村 哲弘 情報基盤課
日本コンピュータ化学会 2018 春季年会出 (6/7,8/2018)	渡邊 寿雄、共同利用推進室
新部局長・新評議員セミナー (6/8/2018)	CERT
6th ADAC- Workshop (6/20～6/21/2018)	遠藤 敏夫、横田 理央 實本 英之、野村 哲弘
ISC18 出展 (6/24～6/28/2018)	遠藤 敏夫、横田 理央 額田 彰、實本 英之 野村 哲弘
第 10 回 JHPCN シンポジウム (7/12～7/13/2018)	青木 尊之、横田 理央 渡邊 寿雄
第 6 回サイエンスセミナー2018 出展 (7/27/2018)	渡邊 寿雄、共同利用推進室
ビデオ教材の作成と配布(7～9,2018)	CERT
オープンキャンパス TSUBAME3.0 一般公開 (8/10/2018)	渡邊 寿雄、三浦 信一 情報基盤課
第 24 回スーパーコンピューティングコンテスト (8/20～8/24/2018)	西崎 真也、遠藤 敏夫 額田 彰
Gaussian ワークショップ 2018 (8/27～8/31/2018)	渡邊 寿雄
High Performance VDI Conference2018 (9/19～9/21/2018)	青木 尊之、額田 彰 渡邊 寿雄、共同利用推進室
平成 31 年度 HPCI 産業利用課題募集説明会 (9/28/2018)	渡邊 寿雄、共同利用推進室
平成 30 年 TSUBAME 秋の講習会 (10/1～11/12/2018)	情報基盤課
工大祭 TSUBAME3.0 一般公開 (10/6,7/2018)	遠藤 敏夫、横田 理央 額田 彰、野村 哲弘

第 5 回 HPCI システム利用研究課題成果報告会出展 (11/2/2018)	渡邊 寿雄、共同利用推進室
日本コンピュータ化学会 2018 秋季年会出 (11/3,4/2018)	渡邊 寿雄、共同利用推進室
SuperComputing 2018 ブース出展 (11/11～11/16/2018)	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
平成 31 年度 TSUBAME 共同利用公募説明会 (2/1/2019)	渡邊 寿雄、共同利用推進室
BDEC2 国際ワークショップ (2/19～2/21/2019)	遠藤 敏夫
田町キャンパス コンプライアンス研修 (2/21/2019)	CERT
情報セキュリティ要員向けセミナー (3/18,3/22,3/28/2019)	CERT
7th ADAC-Workshop (3/23～3/29/2019)	遠藤 敏夫、横田 理央 實本 英之、野村 哲弘 三浦 信一
TSUBAME 利用講習会 (随時)	共同利用推進室

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) ★一色 剛、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) ★一色 剛、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) ★一色 剛、香月 稔、鶴見 慶 (技術審査) 根本 忍、梁井 善行、藤田 和宏
教育用電子計算機システム	(仕様策定) ★西崎 真也、友石 正彦 (技術審査) 安良岡 由規、鶴見 慶
キャンパスネットワークシステム一式	(仕様策定) 北口 善明、松浦 知史 石井 将大、隅水 良幸、大場 準也、増渕 長興 (技術審査) 友石 正彦、金 勇、岸本 幸一 後藤 洋子、後藤 祐輝
キャンパス共通認証・認可システム用 IC カード	(仕様策定) ★一色 剛、井上 進 (技術審査) 伊藤 剛、一色 光
入室管理システムサーバ更改	(仕様策定) ★一色 剛、西崎 真也 實本 英之、井上 進 (技術審査) 新里 卓史、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

件名	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
ラオスルアンパバーン政府世界遺産局	山口 しのぶ

東京工業大学学術国際情報センター一年報

2018 年度

第 17 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
