

# GSIC年報 Annual Report 2012

---

第 11 号

---

東京工業大学 学術国際情報センター



# 2012 年度 年報 目次

巻頭言	1
トピックス	
・共通メールシステムの更新	3
・HPCI 運用スタート	8
・平成 24 年度 文部科学大臣表彰・科学技術開発部門における表彰	10
・モンゴル教育科学省より教育名誉勲章贈呈	11
1. 組織・運営	12
1-1 組織図	12
1-2 教員構成	13
1-3 事務組織	15
1-4 各種委員会メンバー一覧	17
1-5 運営委員会開催状況	19
2. 情報基盤サービス	22
2-1 研究用計算機システム	22
2-1-1 構成	22
2-1-2 運用	24
2-1-3 実績	26
2-1-4 TSUBAME のアプリケーション利用状況と利用分野	31
2-2 教育用計算機システム	35
2-2-1 構成	35
2-2-2 運用	36
2-2-3 実績	36
2-3 ネットワークシステム	37
2-3-1 構成	37
2-3-2 無線 LAN	38
2-3-3 その他のサービス	38
2-3-4 実績	40
2-4 キャンパス共通認証・認可システム	43
2-4-1 構成	43
2-4-2 運用	43
2-4-3 実績	44
2-5 ソフトウェア包括契約	46
2-5-1 概要	46
2-5-2 運用	46
2-5-3 実績	47

2-6	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	50
2-7	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	54
2-8	TSUBAME 共同利用サービス	56
2-9	先端研究施設共用促進事業	60
2-10	TSUBAME グランドチャレンジ大規模計算制度	69
<b>3.</b>	<b>国際協働</b>	<b>73</b>
3-1	MOU に基づく国際共同研究	73
3-1-1	カーティン大学土木工学科との MOU 締結	73
3-1-2	チュラロンコン大学工学部との MOU 締結し直し	73
3-2	国際シンポジウム・ワークショップ	73
3-2-1	GSIC 主催国際シンポジウム	73
3-2-2	GSIC 共催国際ワークショップ	74
3-3	国際共同研究	75
3-3-1	インドネシア東カリマンタン州の PT.Indominco Mandiri 炭鉱調査	75
3-3-2	地盤の非戦形弾性構成則に関するバンドン工科大学 との共同研究	75
3-3-3	タイ北部ラムプーン県の Banpu 鉱山社の炭鉱調査	76
3-3-4	エルランゲン-ニュルンベルグ大学工学部との国際 交流協定に基づいた共同研究	76
3-3-5	JICA(国際協力機構)との協定に基づいた 「草の根パートナーシップ型事業」	77
3-3-6	世界遺産地域における情報技術の導入に関する共同研究	77
3-4	GSIC 主催国際ワークショップ	78
<b>4.</b>	<b>イベント及び啓蒙活動</b>	<b>84</b>
4-1	工大祭における TSUBAME 一般公開	84
4-2	Supercomputing2012 におけるブース出展	85
4-3	第 18 回スーパーコンピューティングコンテスト	88
4-4	講習会	89
4-5	GPU コンピューティング研究会	91
<b>5.</b>	<b>広報活動</b>	<b>94</b>
5-1	マスコミ報道等	94
5-2	TSUBAME E-Science Journal	96

5-3	見学者受入状況	98
5-4	講習会	101
6.	予算執行状況	103
7.	研究部門活動報告	104
7-1	情報支援部門	104
	山口 雅浩	104
	権藤 克彦	113
	飯田 勝吉	115
	渡辺 陽介	117
	益井 賢次	119
	嶋村 昌義	120
	浦谷 芳幸	121
	村上 百合	122
	木村 文一	126
	石川 雅浩	128
7-2	先端研究部門	130
	青木 尊之	130
	松岡 聡	135
	山口 しのぶ	143
	ピパットポンサー ティラポン	146
	関嶋 政和	153
	遠藤 敏夫	156
	渡邊 寿雄	159
	佐藤 仁	160
	滝澤 真一郎	162
	下川辺 隆史	164
	小野寺 直幸	166
	額田 彰	169
	野村 哲弘	171
	小林 宏充	173
	折田 正弥	175
	丸山 直也	176
7-3	受賞学術賞等	179
8.	業務貢献	181
8-1	専門委員会所属・開催状況	181
8-2	学内業務関連委員等就任状況	182
8-3	調査・広報活動(見学・来賓・式典対応状況)	183
8-4	講演会・セミナー・シンポジウム等企画・実施状況	184

8-5	仕様策定・技術審査対応状況 .....	185
8-6	国際共同研究コーディネート・マッチング状況 .....	186

## 巻頭言

学術国際情報センター長 佐伯元司

2011年4月に着任し、なんとか2年目を無事に終えることができました。これもひとえに皆様のご指導やご尽力のおかげと思っております。引き続きどうぞよろしくお願いいたします。

学術国際情報センター（GSIC）は、東京工業大学における最先端の情報技術を駆使して研究・教育等に関する支援を行い、情報技術を媒体として国際共同研究の推進を図ることを目的としてきました。平成13年に発足して以来、この目的を達成するために、学内の情報基盤の整備と運用支援をはじめとする様々な活動を行ってきました。平成24年度もこの年報で報告いたしますように多くの事業を行ってまいりました。まずTSUBAME2.0ですが、昨年度末に利用が満杯状態に達し、利用者の皆様にも大きなご迷惑をおかけしましたが、補正予算がつき、TSUBAMEのバージョンアップが行えることになりました。来年度中にもより高性能になったTSUBAME2.5が皆様の前に登場します。利用サービスにおきましても、学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点としての計算資源の提供、グランドチャレンジの実施、先端研究施設共用促進事業など、学内はもとより海外や学外の産業利用まで多彩なサービスの提供を引き続き実施しております。特に、TSUBAMEの産業利用（学外の民間企業の研究開発にTSUBAMEを活用してもらう）を行う先端研究施設共用促進事業におきましては、文部科学省の中間評価にて非常に高い評価をいただき、補正予算がついたことによりアプリケーション基盤の増強が行え、さらに利用が拡大していくものと期待しております。当センターの教員も、「運用世界一グリーンペタスパコンの開発」の業績による文部科学大臣表彰（科学技術部門）、モンゴルにおけるICTを活用した教育向上の功績に対してモンゴル教育科学省からの名誉勲章贈呈など、科学技術分野、国際協働分野といった多岐にわたる分野で数多く活躍しております。

学内の情報基盤の整備・運用では、さらなる高速化・安定化・安全化を目指し、新しい共通メールシステムの導入、ICカード発行システムの切り替え、TSUBAMEのクラウド環境とWindows端末とからなる教育システムの安定稼働、学際大規模情報基盤共同利用のためのHPCI(High Performance Computing Infrastructure)の整備・運用体制の強化などを実施してまいりました。今年度はいくつかの学内の組織が管理するWebサイトがサイバー攻撃を受け、重篤な事態も発生しました。今後、GSICでは啓蒙活動を含め、一層のセキュリティ強化とインシデント発生時の迅速な処理体制を強化してまいります。また、来年度には冒頭にも申し上げましたTSUBAME2.5への更新が予定されており、さらなる情報基盤の高速・安定・安全運用や皆様のご期待に沿うような高度なサービスの提供を推し進めていく所存でございます。そのためにも、ここに1年間の成果をまとめ、公表し、内外より評価をいただくことは本センターの発展に極めて重要であると考えております。以上のように

な次第ですので、本センターの様々な活動、成果等を本年報でご覧いただき、これまでの活動・成果・方向性につきまして、ご意見、ご助言いただければ誠に幸いです。

## トピックス

### 共通メールシステムの更新

情報支援部門 認証・ネットワーク分野 山口 雅浩  
基盤システムグループ 認証基盤システム担当

#### 1. はじめに

本学では1999年から学生証と職員証をICカード化し、成績証明書などの各種証明書自動発行、図書館入館証、入室管理、経理システムにおける利用者認証などに利用している。また2006年には学生、教職員のアカウントを一元化し、単一の認証基盤により各種システムの利用を可能にするキャンパス共通認証・認可システムを導入することで、さまざまな学内資源の効率化を図るとともに、個人情報保護関連法に従った個人情報の適切な取扱いを可能にしている。東工大共通メールシステムは、このキャンパス共通認証・認可システムと連携して学生、教職員に対して共通的な電子メールの環境（個人スプール容量 2.5GB、添付メールサイズ最大 50MB、卒業や退職等から 90 日間利用可能）を提供するために、同じく 2006 年から運用を行っているものである。

運用開始から 6 年後の 2012 年 11 月にストレージサーバ保守の終了期限が迫っていたが学生約 10,000 人及び教職員（非常勤を含む）約 4,000 人のユーザと部局、専攻、研究室などの約 300 ドメインが利用しており、継続的なサービス提供が必要不可欠とされていた。また、一層の利便性、操作性、安定性の向上が望まれていた。そこで本学すべての構成員が学業、教育、研究、組織運営などの活動を行うにあたり、電子メールを用いた情報交換を円滑に行えるようにするために、信頼できる電子メールサービスを継続的に提供することを目的とした共通メールシステムの更新が行われた。以下にその内容を紹介する。

#### 2. 仕様とパブリックコメント

仕様検討から導入・運用までの流れを表 1 に示す。システムを更新するにあたり先立ってワーキンググループを設置し、システムの問題点と改善点を洗い出した基本方針を作成した。昨今のメールシステム事情を考えると Google Apps や Office365 などのクラウドシステムの導入も十分検討を行ったが、以下のような懸念材料があった。

SaaS (Software as a Service) 型のサービスの場合、ハードウェア及びメールサーバソフトウェアの管理負担は軽減されるが、一方でユーザからの問い合わせについては一旦学内の窓口で受けて業者との連絡を行う必要があり、これに関する大学側の負担は変わらない。また、メール不達などのトラブルが生じた場合に従来はログを確認して原因究明にあっていたが、クラウドサービスの場合にはログ確認が制約される場合も多く、トラブルの早急な原因究明が難しくなる場合がある。またサービス提供形態は定型的な為、本学の要求に合わせたカスタマイズなどの対応が難しい場合が多く、コスト面でも内部での運用

に比べて大きな負担となる可能性がある。

クラウド型ホスティングでは、サーバ上で稼動するソフトウェアを本学の要求に合わせて設定できるので自由度は高いが、ソフトウェアの設定等に関する管理は従来通り必要となる。なおハードウェアの管理負担は低減されるが、仮想化技術によって汎用的なハードウェアを利用するので、現状程度の性能を維持することは難しいと考える。

フリーメールをベースとしたサービスが大学向けに無料もしくは低廉なコストで提供されている。またその安全性、信頼性は一定のレベルに達しているとも考えられる。ただ、現時点で電子メールに関する全ての基盤をフリーメールに移行するのは不安が残ることも事実であり、例えばデータが海外に保管されるためトラブル時などに国内法の適用が不可能な場合も存在すること、大手のサービスはサーバ攻撃等の標的になりやすいこと、大学の都合と関わりなくサービス停止が起きる可能性も否めないことなどが挙げられる。今後、このような状況は変化していくと思われるが現時点で電子メールの基盤を全てフリーメールに移行するというコンセンサスを全学で得ることは困難である。

これら全ての懸念を取り除くことは不可能であると考え、今回は従来同様の内部構築という結論に達した。

表1 共通メールシステム更新のスケジュール

2011年5月～7月	関連動向の調査
2011年7月～10月	ワーキンググループによる検討、 全学共通メールシステムの更新に向けた基本方針（案）とりまとめ
2011年11月～ 2012年2月	「共通メールシステム更新に向けたパブリックコメント」
2011年12月～ 2011年4月	仕様策定委員会
2012年2月3日	部局長等会議にて説明、意見交換
2012年2月～6月	調達手続き、契約
2012年6月	「パブリックコメントの結果と対応について」学内公開
2012年9月	納品
2012年10月	内部でのテスト運用、更新の事前通知、ドメイン管理者向け説明会
2012年11月7日	13:00 新システムへの切り替え
2012年11月8日～ 10日	ユーザデータ移行
2012年12月	旧共通メールシステム運用停止、Shutdown
2013年4月	メールボックス容量を教職員7.5GB、学生3GBまで拡大 (旧システムではいずれも2.5GB)

ワーキンググループで作成された主な基本方針は以下のとおりである。

- ・ 300 以上のドメイン管理を現行システムと同等の機能を持ち、円滑に移行できること
- ・ POP/IMAP/Web メールを提供できること
- ・ 迷惑メールチェック機能を提供できること
- ・ ストレージは十分な容量、高速性、操作性、拡張性を提供できること
- ・ Web メールは東工大ポータルサイトとシングルサインオンで連携できること
- ・ メールサーバとの通信を、SSL を用いたセキュア通信により保護すること
- ・ モバイル端末に対応したユーザインタフェースを提供できること

また基本方針に対しユーザより広く意見を求めるためパブリックコメントを募集（2010 年 11 月 15 日～12 月 2 日と 2012 年 2 月 16 日～2 月 29 日の計 2 回実施）した。募集の結果、この方針でよいというコメントが大半を占める一方で、一部修正したほうがよいというコメントもあり、IMAP レスポンスの改善、個人のスプール容量拡大、Apple 製品への対応サポートなどが基本方針に盛り込まれた。さらに他のコメントについても出来るだけシステムに反映することを対応方針としてユーザへ報告した。

基本方針・パブリックコメントを経て仕様策定及び技術審査などの調達を進め、2012 年 6 月末に落札業者が決定した。

### 3. 構築と運用開始

2012 年 7 月から構築が開始され動作検証やテスト運用と行い、システム移行に向けアナウンス、マニュアル作成、ドメイン管理者向け説明会と準備を整え、後期授業開始から 1 ヶ月後の 2012 年 11 月から正式運用を開始した。

メールアドレスの移行に関してユーザの手間を減らすこと、システム停止は極力避けて欲しいとの要望がパブリックコメントにあったため、運用開始日に全教職員の個人スプール容量を 2.5GB から 5GB まで拡張を行いメールの配送経路を強制変更した後、システム側でユーザ毎に【OLDSYSTEM】というフォルダを作成して旧システムと同じフォルダ構造でデータを順次コピーすることにした。またユーザ毎にコピー開始と終了時にメール通知が届くようにして、終了通知時点で旧システムの設定は各自のメールソフトから削除するという移行手順を進めた。結果、メールシステムを停止させることなく、スムーズなシステム移行が実現できた。またデータコピーに費やした期間について、テスト運用時で算出した期間では 2 週間と予測していたが、コピー時にメールサーバ及びストレージの負荷が上昇せずに並列処理が予想より多く実行可能となり、3 日間（うち 1 日はデータ整合性検証）でコピーを終了し大幅に期間を短縮することができた。

運用開始当初はデザインが一新された Web メールの利用方法、旧メールシステムを全停止（2012 年 12 月）した影響によるメールソフトの設定変更について多少の問い合わせがあ

ったが、その後は旧システムと比較して問い合わせが格段に減少し、大きなトラブルが起こることもなく安定稼働が続いている。

現在までの稼働状況を検討した結果、サーバの負荷状況とスプール使用量の推移から、性能面・容量面での余裕があることから、2012年4月より、メールボックス容量を教職員7.5GB、学生3GBまで拡大することとした。

#### 4. 新共通メールシステムの概要

システムの構成は、図1に示すようにフロントエンドサーバ、バックエンドサーバ、ストレージサーバから成っており、ハードウェアとしてNEC社製Express5800及びEMC社製VNX5700、DEEPSOFT社製Mail Suite、CyberSolutions社製CyberMailが採用された。システムの主な特徴を表2に示す。フロントエンドサーバにてこれまでと同様の迷惑メールフィルタやメーリングリスト、メールドメイン管理を可能としている。また利用者がメールの送受信に使用するサーバはバックエンドサーバであり、Webメール、POP、IMAPでの利用が可能となっている。図2にWebメールのログイン画面の例を示す。ストレージサーバは高速なインタフェースと約30TBの記憶容量を有している。なおSMTPプロキシ型アンチウイルス(Dr.Web社製Mail Security Suite)と負荷分散装置(Brocade社製ServerIron ADX)は本センター所有のシステムで今回の構成に組み込んでいる。

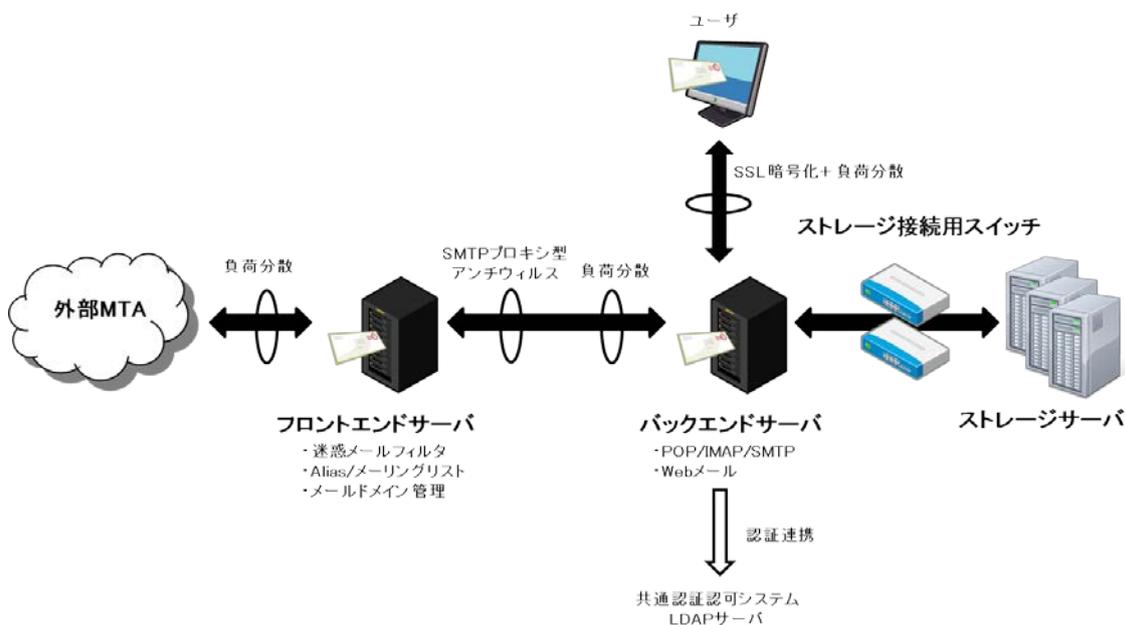


図1 システム概略図

表2 新共通メールシステムの特徴

フロントエンド ソフトウェア	<ul style="list-style-type: none"> <li>・99%以上の検知率と ISP 採用実績保有の迷惑メールフィルタ</li> <li>・従来のデータが利用可能なメーリングリストと転送サービス</li> <li>・無制限マルチドメイン</li> </ul>
バックエンド ソフトウェア	<ul style="list-style-type: none"> <li>・キャンパス共通認証・認可システムとの認証連携</li> <li>・Ajax による高機能 Web メール</li> <li>・仮想フォルダによる高速レスポンス</li> <li>・大規模システムの構築実績がある POP/IMAP/Web メール</li> <li>・Apple 製品のサポート</li> </ul>
ストレージ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・3 アクティブ+1 スタンバイによる冗長クラスタ構成</li> <li>・個人スプール容量 10GB を見越した大容量システム</li> <li>・Read I/O と Write I/O の SSD によるディスクキャッシュ</li> </ul>
ネットワーク	<ul style="list-style-type: none"> <li>・10Gbps による高速通信（バックエンド-ストレージ間）</li> <li>・SSL 暗号化によるセキュアな通信</li> <li>・L4 スイッチによる通信の負荷分散化</li> </ul>



図2 Web メールログイン画面

## 5. 将来的な展開

将来的には Web メール スマートフォン用インタフェースを提供するほか、2013年3月現在、教職員の個人スプール容量は5GBとなっているが、段階的に10GBまで拡張させる予定である。また卒業生や退職者を対象とした生涯メールシステムの構築計画が進行中であるが、共通メールシステムとも連携した永続的な利便性の向上を図り、信頼できる電子メールサービス提供を引き続き目指していくことに努める。

# HPCI の運用スタート

副センター長 青木 尊之  
先端研究部門 高性能計算システム分野 特任助教 滝澤真一郎  
共同利用推進室 特任准教授 渡邊 寿雄

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)は「京コンピュータ」だけでなく、大学や研究機関が有する国内 HPC 計算資源も含めた日本全体のスーパーコンピュータインフラとして、計算科学の振興を目的としている。現在、HPCI は「京コンピュータ」を中核として全国の大学や研究機関に設置されているスパコンから提供される計算資源、それを効率的に活用するための基盤整備、それらの運用から構成されている。

学術国際情報センターは、計算資源提供機関として平成 24 年度は TSUBAME2.0 の計算資源の 10%までを上限として資源提供を行った。平成 24 年 9 月 28 日(金)から利用が開始され、その詳細については「**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**」のところを参照されたい。

その一方で、HPCI の計算資源を効率的に利用するための仕様策定に平成 22 年度冬より参加し、中核的な役割を果たしてきた。環境整備は平成 24 年度 4 月から開始され、GSIC は HPCI システム構成機関として TSUBAME2.0 スーパーコンピュータ及び、HPCI 先端ソフトウェア運用基盤(HPCI-AE)の資源を提供するために環境整備を行った。HPCI-AE の運用は最終的に平成 25 年度となったが、TSUBAME2.0 を HPCI に資源提供するための環境整備を平成 24 年 9 月 28 日までに完了させなければならず、そのための数多くの苦労があった。

HPCI システム構成機関が計算機資源を提供するためには、その資源を HPCI 認証基盤が運用する認証システムに接続しなければならない。その認証システムはグリッドコンピューティング技術や分散コンピューティング技術由来のシステムであり、全世界で多数の運用実績があるものの日本国内での実運用での実績が乏しく、GSIC にもその技術に詳しい技術職員はいなかった。そのため、教員が技術職員を教育しつつ環境の整備を進め、認証システムへの接続試験を 4 月に実施、実運用開始が 9 月末となり、ちょうど GSIC の繁忙期と時期が重なったため、作業人員が足りずスケジュール調整が大変困難であった。具体的には以下の作業を上半期に行った。

## 1. 認証システムの試験環境に接続

Shibboleth 認証、および GSI 認証に対応した HPCI 専用サーバを GSIC に構築した。構築のための一般的なマニュアルは提供されたが、GSIC 環境との擦り合わせに苦勞した。たとえば、GSI 認証用サーバは利便性も考慮して TSUBAME Thin ノードとしたが、広帯域の Ethernet ポートを搭載しないため、InfiniBand 経由でインターネットに接続するなどの対応を行った。

## 2. HPCI 申請支援システムの試験利用、およびフィードバック

他機関と協調して申請支援システムの操作を行い、性能やユーザビリティの評価を行った。

## 3. 認証システムの本番環境に接続

認証基盤の動作、申請支援システムの動作確認をした後、認証システムを本番環境に切り替える作業を行った。この切り替え作業は全 HPCI システム構成機関での作業が生じ、GSIC でも、証明書の再取得・配備、設定ファイルの変更、動作確認を行った。

## 4. HPCI 共用ストレージクライアントの導入

TSUBAME から HPCI 共用ストレージへアクセスするためのクライアントを導入した。実施項目は多くはないが、HPCI システムアーキテクチャの特徴として、他機関との連携があり、それが足かせとなる場面もあった。例えば、連携のための申請情報の交換には機関代表者の本人確認のため、対面認証や電話認証が義務づけられており、認証がボトルネックとなり作業に遅延が発生することがあった。また、複数のシステムを連携させる都合上、不具合が生じたときの問題切り分けに苦勞することもあった。

HPCI では 1 度の課題申請で、HPCI システム構成機関群が所有する複数の計算機資源のアカウントを一括して取得できる利用者アカウント発行フローを備えている。このフローに準拠するために、(1) 利用者対面認証実施体制の整備、(2) HPCI 用の TSUBAME アカウント・グループ区分の新規作成、(3) HPCI 用の TSUBAME アカウント発行フローの策定を行う必要があった。

9 月 28 日の運用開始以降は HPCI システムも、アカウント発行フローも正常に稼働し、大きな問題は起きていない。しかしながら、HPCI 運用全般において、仕様策定から漏れた項目（利用者の属性変更等）については運用開始以降も毎月のように関連機関と議論を行い、仕様を策定してきた。

平成 25 年度はアップグレードされる TSUBAMT2.5 の更なる計算資源の提供だけでなく、HPCI 先端ソフトウェア運用基盤（HPCI-AE）の運用を開始し、共用ストレージ東工大拠点を整備する予定である。

## 平成 24 年度 文部科学大臣表彰・科学技術開発部門における表彰

平成 24 年度の文部科学大臣表彰・科学技術開発部門において、松岡・青木・遠藤の三名が、TSUBAME2.0 の研究開発に関し、「運用世界一グリーンペタスパコンの開発」で表彰された。表彰式は平成 24 年 4 月 17 日（火）、文部科学省 3 階講堂にてとり行われた。開発部門は各部門の中でももっとも権威が高く、本年度は 29 件が表彰の対象となり、そのうち大学が中心のものは 8 件、東工大は 3 件であった。スーパーコンピュータ関係は、富士通・京コンピュータの研究開発が同時に表彰され、合計 2 件であった。

主要業績は以下の通りである：

「スパコンの性能進化は十年で千倍と通常 IT 機器を凌駕し、それを低コスト・低電力で実現するのは大きな課題である。本開発では、多数の演算コアをワンチップ LSI に内包する『メニーコアプロセッサ』の GPU を、従来型の CPU と結合する『ハイブリッド型アーキテクチャ』型のスパコンの有効な設計法を確立し、世界最高級の 200 万個近い演算コアを約 7 千の演算 LSI で集約し、性能を飛躍的に高め電力消費を大幅に削減したスパコン TSUBAME2.0 として実現した。本開発により TSUBAME はノートパソコンの 7 万倍近い性能と 3 倍近い電力効率を発揮し、2010 年 11 月にスパコン電力性能効率世界ランキングの Green 500 で世界二位、実運用スパコンでは世界一位が認定され、スパコン性能世界ランキング Top 500 でも 1.192 ペタフロップスで世界 4 位、更に 2011 年にはスパコンアプリケーションの世界賞である ACM ゴードンベル賞で本賞と奨励賞を受賞した。本成果により我が国初のペタフロップス級のグリーンスパコンが実現され、それを利用した多くの革新的な科学技術成果が得られ、更に世界的にメニーコアのスパコンの技術規範として寄与している。」



## モンゴル教育科学省より教育名誉勲章贈呈

先端研究部門 情報技術国際協働分野 教授 山口 しのぶ

モンゴル国ウランバートル市：2012年3月より東京工業大学と JICA が協同で開始した草の根技術協力事業草の根パートナー型プロジェクト「モンゴルにおける地方小学校教員の質の向上-地域性に則した ICT を活用した教材開発を通じて」のキックオフミーティングが2012年9月9日に開催された。会議の開催に際し、本学学術国際情報センター山口しのぶ教授のこれまでの教育分野への貢献を讃え、モンゴル教育科学省大臣 Gantumur 氏より、教育名誉勲章(Honored Worker of the Education Sector)が贈呈された。



モンゴル教育科学大臣からの勲章と花束

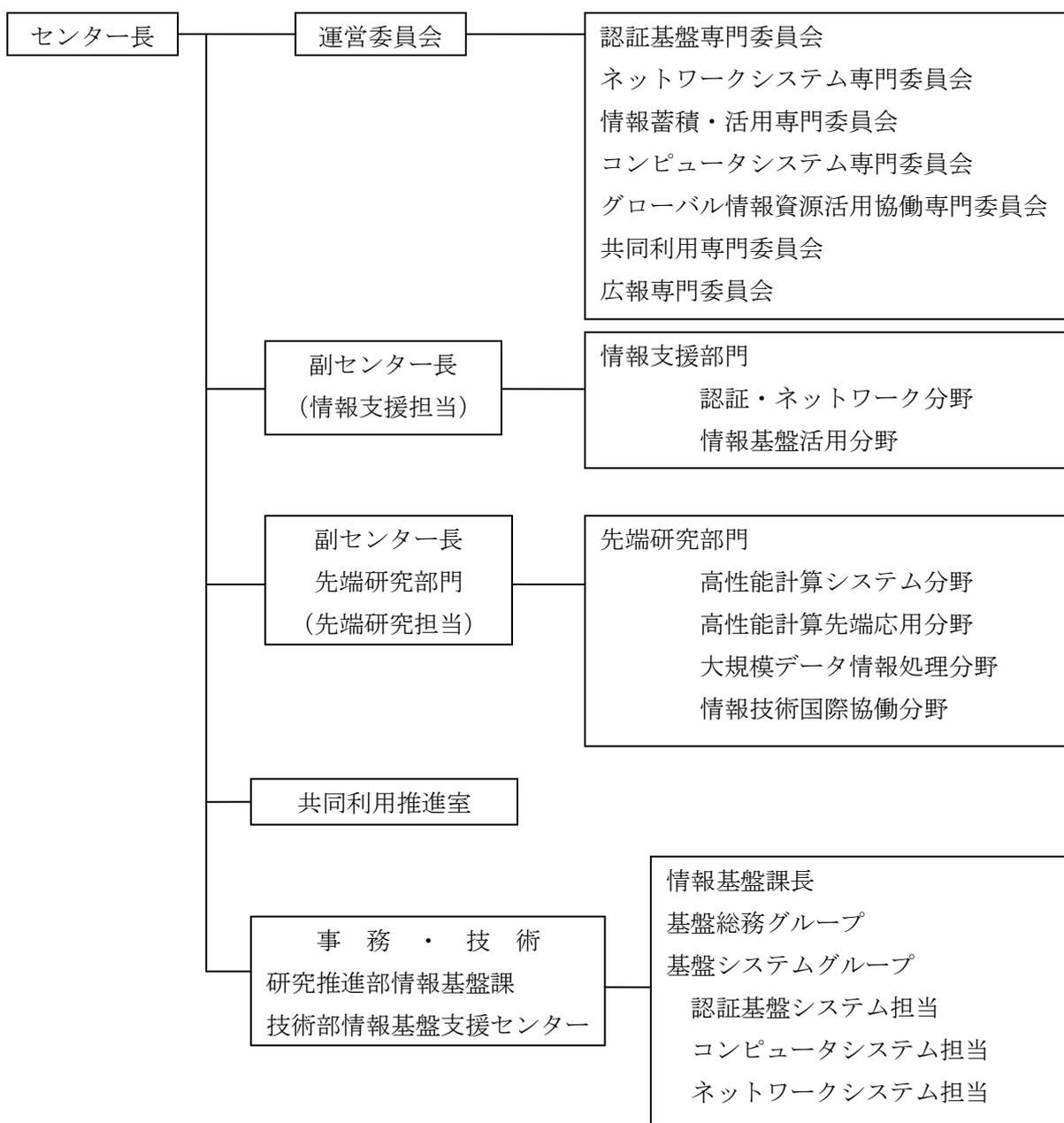


キックオフミーティングにて

1990年代、ソビエト連邦の崩壊に伴い、モンゴル国では民主化や資本主義経済の導入、国家予算の削減など様々な課題が発露した。教育分野も例外ではなく、教育費の削減、識字率の低下、地方と教育の格差が広がるなどの問題が発生した。山口教授は1993年より、多くの教育専門家と共にモンゴル国において教育関連プロジェクトに携わっており、2004年には冷害に直面した地域において、UNESCO・UNICEFと共に国連人間安全保障基金(UN Human Security Fund)を受け、学校設備の援助および教員への研修を実施した。また2010年より、情報通信技術(ICT: Information Communication Technology)を初等教員研修に導入する試みを開始した。本研究はモンゴル国全土の初等教員を対象とし、文部科学省の協力のもと行われた。2012年より JICA と共に開始されたプロジェクトでは、教員が自らのアイデアを基にデジタル教材を開発できる知識・技術を身につけることを目的としている。

# 1. 組織・運営

## 1-1 組織図



## 1-2 教員構成

センター長（兼）	教授	佐伯 元司【大学院情報理工学研究科】
副センター長（情報支援担当）（兼）	教授	高木 茂孝【大学院理工学研究科】
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）

教 授	山口 雅浩	
教 授	権藤 克彦	
教授（兼）	友石 正彦	
准 教 授	飯田 勝吉	
助 教	渡邊 陽介	
特任助教	益井 賢次	～24. 3. 17
特任助教	嶋村 昌義	
特任助教	村上 百合	
産学官連携研究員	木村 文一	
産学官連携研究員	浦谷 芳幸	
産学官連携研究員	石川 雅浩	～24. 3. 31
産学官連携研究員	AHI SERCAN TAHA	～24. 8. 3

### 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	松岡 聡	
教 授	山口 しのぶ	
准 教 授	PIPATPONGSA THIRAPONG	
准 教 授	関嶋 政和	
准 教 授	遠藤 敏夫	
特任准教授	渡邊 寿雄	
助 教	下川辺 隆史	25. 1. 1
特任助教	佐藤 仁	
特任助教	滝澤 真一朗	～25. 3. 31
特任助教	小野寺 直幸	
産学官連携研究員	額田 彰	
産学官連携研究員	野村 哲弘	
産学官連携研究員	BAUTISTA GOMEZ	～25. 3. 31

産学官連携研究員	CHRISTIAN FEICHTINGER	24. 8. 1～25. 1. 31
客員教授	小林 宏充	
客員教授	折田 正弥	
客員教授	PARAYIL GOVINDAN	
客員教授	JAVZAN SUKHBAATAR	24. 4. 11～24. 7. 6
客員准教授	丸山 直也	24. 6. 1～

### 共同利用推進室

室長	教授	青木 尊之	
副室長	教育研究支援員	佐々木 淳	
	特任准教授	渡邊 寿雄	
	教育研究支援員	佐々木 淳	
	教育研究支援員	松本 豊	
	事務員	仲川 愛理	
	補佐員	伊藤 佐紀子	～25. 3. 31

### 1-3 事務組織

情報基盤課長 坂本 朝治 ~25. 3. 31

#### 基盤総務グループ（庶務及び会計）

グループ長 大竹 祐司  
主 査 松本 直子 ~24. 6. 30  
主 任 永山 京子 24. 7. 1  
ス タ ッ フ 板倉 有希  
補 佐 員 金子 純子  
宮口 豊子  
土井 淳子  
寺瀬 眞知子（国際棟事務室）

#### 基盤システムグループ

グループ長 小野 忍

#### 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  
ス タ ッ フ 昆野 長典  
ス タ ッ フ 山崎 孝治  
技術専門員 太刀川 博之  
技術職員 新里 卓史  
技術職員 一瀬 光  
技術職員 橋本 重治  
技術職員 伊藤 剛  
技術員 中井 拓人

#### 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 小野 忍  
ス タ ッ フ 鶴見 慶  
ス タ ッ フ 梁井 善之  
補 佐 員 山田 章代  
補 佐 員 後藤 純子（すずかけ台分室） ~25. 3. 31  
技術専門員 根本 忍  
技術職員 安良岡 由規  
技術職員 藤田 和宏

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 任	森谷 寛
補 佐 員	木下 裕子
技 術 職 員	隅水 良幸
技 術 職 員	大場 準也
技 術 職 員	岸本 幸一

## 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	コンピュータシステム		グローバル資源	共同利用	広報
						研究系	教育系			
センター長	教授	佐伯 元司	◎	○		○			○	○
副センター長	教授	高木 茂孝	○	○	○					
副センター長	教授	青木 尊之	○			○		○	◎	○
学情セ	教授	山口 雅浩	○	◎	○	○				
学情セ	教授	権藤 克彦	○	○	○		◎			○
学情セ/大学マネ	教授	友石 正彦	○		◎	○				
学情セ	教授	松岡 聡	○		○	◎		○	○	
学情セ	教授	山口 しのぶ	○					◎		
学情セ	准教授	Pティラボン	○			○		○		○
学情セ	准教授	飯田 勝吉	○	○	○					
学情セ	准教授	関嶋 政和	○			○		○	○	◎
学情セ	准教授	遠藤 敏夫	○		○	○				
理工学 (理学系)	准教授	植草 秀裕	○		○					
理工学 (工学系)	准教授	岡本 昌樹	○							
生命理工 (バイオ)	教授	櫻井 実	○	○		○	○		○	
総理工	教授	中村 健太郎	○			○				
情報理工	准教授	福田 光浩	○			○				
社会理工	教授	西原 明法	○					○		
イノベーション	教授	日高 一義	○							
資源研	准教授	関 宏也	○		○		○			
精密研	准教授	宮本 智之	○							
応セラ研	教授	伊藤 満	○							
原子炉研	准教授	高橋 実	○			○		○		
教育推進室	教授	黒川 信重	○							
研究戦略室 (情報工)	教授	横田 治夫	○	○						
国際室 (理工学)	教授	高田 潤一	○				○	○		
教育工学開発センター長	教授	松澤 昭	○				○			
留学生センター長	教授	大熊 政明	○					○		
外国語研究教育セ	教授	小川 高義	○							
附属図書館長	教授	宮内 敏雄	○							
附属高校長	教授	大即 信明	○							
理工学 (理学系)	教授	牧野 淳一郎	○			○				
学情セ	特任准教授	渡邊 寿雄							○	○
学情セ	助教	渡邊 陽介		○						○
学情セ	特任助教	益井 賢次			○					
学情セ	特任助教	滝澤 真一朗								○
理工学 (理学系)	准教授	村山 光孝			○					
理工学 (理学系)	教授	河合 誠之		○						
理工学 (理学系)	教授	齊藤 晋							○	
理工学 (理学系)	助教	岡元 太郎				○				
理工学 (工学系)	准教授	山下 幸彦			○					
理工学 (工学系)	准教授	山岡 克式			○					
理工学 (工学系)	准教授	川内 進							○	
理工学 (工学系)	教授	店橋 護							○	
理工学 (工学系)	准教授	高橋 宏治		○						
理工学 (工学系)	教授	神田 学				○				
総理工	准教授	杉野 暢彦			○					
総理工	教授	山村 雅幸			○					
総理工	准教授	肖 鋒						○		
総理工	教授	新田 克己				○	○			
生命理工	教授	黒川 顕				○				

生命理工	教授	伊藤 武彦			○					
情報理工	教授	渡辺 治				○				
情報理工	教授	秋山 泰				○				
情報理工	教授	徳永 健伸			○					
情報理工	教授	亀井 宏行					○			
情報理工	准教授	西崎 真也		○			○			
情報理工	准教授	脇田 建			○		○			
情報理工	准教授	首藤 一幸			○					
情報理工	准教授	鹿島 亮		○			○			
情報理工	准教授	篠田 浩一				○				
情報理工	客員准教授	鈴木 豊太郎				○				
社会理工	准教授	赤間 啓之					○			
社会理工	助教	中西 正彦			○					
社会理工	准教授	室田 真男			○					
イノベーション	准教授	尾形 わかは			○					
精密研	教授	奥村 学			○					
附属高校	教諭	仲道 嘉夫			○					
像情報	教授	伊東 利哉		○	○					
東京大学	准教授	片桐 孝洋							○	
国立情報学研究所	副所長	安達 淳							○	
名古屋大学	教授	太田 元規							○	
筑波大学	准教授	建部 修見							○	
電気通信大学	准教授	成見 哲							○	
NTTサイバースペース研究所	主任研究員	高村 誠之							○	
ニューメリカルテクノロジーズ	代表取締役社長	鳥居 秀行							○	
事務局	事務局長	山田 道夫	○							
教務課	課長	延 善洋		○						
施設整備課	主任	三好 立志			○					
施設安全企画課	課長	安達 元英		○						
情報図書館課	課長	小川 聡		○						
情報基盤課	課長	坂本 朝治		○				○		○
事務情報企画課	課長	田中 昇		○						
学情セ	教育研究支援員	佐々木 淳							○	

## 1-5 運営委員会開催状況

### 第1回運営委員会

開催日 2012年5月15日（火）

#### 1. 審議事項

- (1) 先端研究部門高性能計算システム分野准教授選考について
- (2) 平成24年度客員教員選考について
- (3) 学術国際情報センター助教の選考に関する申合せ（案）について
- (4) 先端研究部門高性能計算システム分野助教選考委員会設置について
- (5) 産学連携研究員に対する特任助教の称号付与について
- (6) 特別研究員の称号付与について
- (7) 準客員研究員の受入について
- (8) カーティン工科大学との部局間 MOU について
- (9) 専門委員会委員の選出について

#### 2. 報告事項

- (1) 平成24年度 学術国際情報センター活動計画について
- (2) 一般社団法人 HPCI コンソーシアムの設立について
- (3) アーカイブ推進機構の廃止と情報基盤統括室の運営体制の整備について
- (4) 平成24年度先端研究施設共用促進事業について
- (5) 平成24年度重点施策調の査定結果について
- (6) 第7回学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点運営委員会について
- (7) 第32回情報基盤統括室会議報告
- (8) 各専門委員会・部門報告
- (9) 業務報告

### 第2回運営委員会

開催日 2012年7月5日（木）

#### 1. 審議事項

- (1) 学術国際情報センター助教の選考に関する申合せ（案）について
- (2) 先端研究部門高性能計算システム分野特任准教授選考委員会設置について
- (3) 情報支援部門情報基盤活用分野助教再任審査委員会の設置について
- (4) 準客員研究員の受入について
- (5) 海外交流学生及び海外訪問学生の受入について

#### 2. 報告事項

- (1) 平成24年度学術国際情報センター予算について
- (2) 第18回スーパーコンピューティングコンテストについて
- (3) 第33回情報基盤統括室会議報告
- (4) TSUBAME2.0 夏季縮退運転及び夏季一斉休業・停電に伴う GSIC サービスの対応について
- (5) 各専門委員会・部門報告
- (6) 業務報告

### 3. その他

- (1) GPU コンピューティング研究会活動報告について

### 第3回運営委員会

開催日 2012年12月17日(月)

#### 1. 審議事項

- (1) 先端研究部門高性能計算システム分野助教選考について
- (2) 情報支援部門情報基盤活用分野助教再任審査について
- (3) GSIC・チュラロンコン大学工学部との部局間 MOU について
- (4) 海外交流学生の受け入れについて

#### 2. 報告事項

- (1) TSUBAME2.5 について
- (2) ウルトラグリーン計算機冷却技術実証実験設備の設置について
- (3) 11月22日ネットワーク通信障害について
- (4) モンゴル教育科学省大臣より東工大の教育貢献に感謝状贈呈
- (5) コンピュータシステム専門委員会委員の交代について
- (6) 第35回情報基盤統括室会議報告
- (7) GPU コンピューティング研究会活動報告について
- (8) 各専門委員会・部門報告
- (9) 業務報告

### 第4回運営委員会

開催日 2013年2月1日(金)

#### 1. 審議事項

- (1) 準客員研究員の受入について
- (2) 客員教員選考委員会の設置について
- (3) 海外交流学生の審議について

## 2. 報告事項

- (1) GSIC ミッションの再定義について
- (2) 情報セキュリティ監査・危機管理体制の整備について
- (3) 第37回情報基盤統括室会議報告

## 第5回運営委員会

開催日 2013年3月12日(火)

### 1. 審議事項

- (1) 先端研究部門高性能計算システム分野特任准教授選考について
- (2) 客員教員選考について
- (3) 先端研究部門高性能計算システム分野特任准教授選考について
- (4) 産学官連携研究員に対する特任助教の称号付与について
- (5) 準客員研究員の受入について
- (6) 海外交流学生の受入について
- (7) TSUBAME 料金改定について
- (8) 専門委員会委員の選出の承認について

### 2. 報告事項

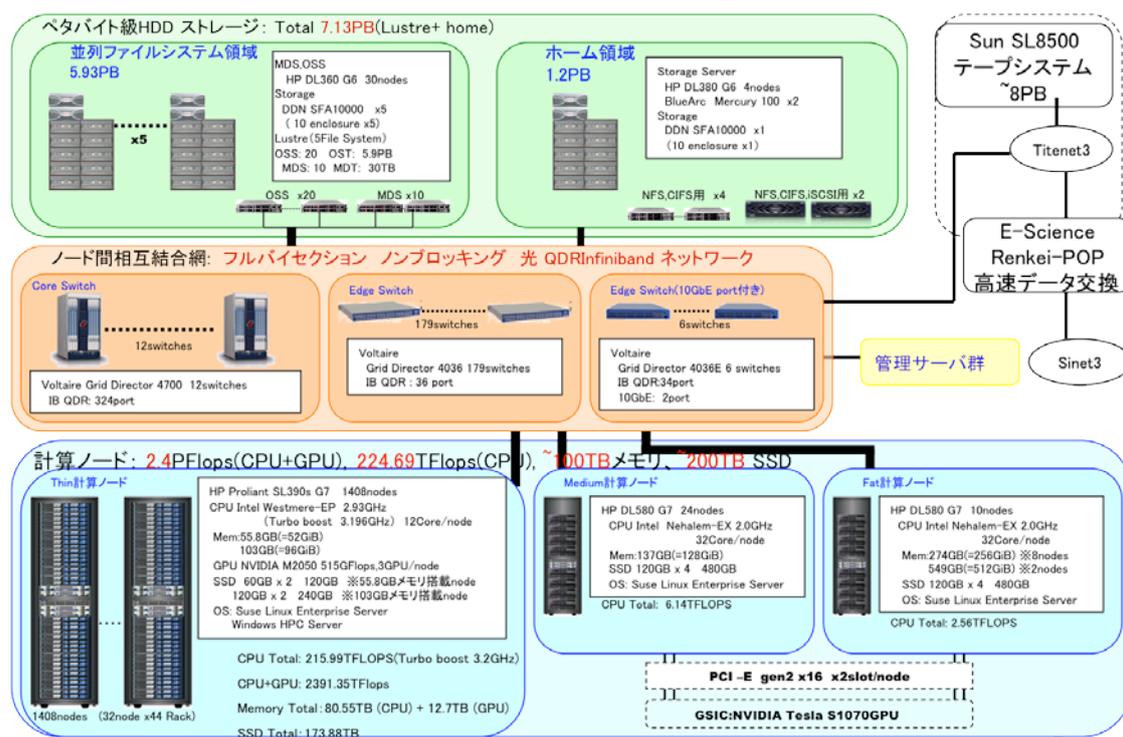
- (1) 「国立大学法人東京工業大学教員の任期に関する規則」(案)について
- (2) 各部局等における平成24年度計画の実績報告提出及び平成25年度計画の策定並びに平成24事業年度業務実績報告書に係る収容定員未充足の状況について(依頼)
- (3) 「国平成25年度予算編成に係る中期計画」に基づく重点施策調べについて
- (4) 先端ソフトウェア運用基盤・分散環境ホスティングサービス(HPCI-AE)の管理サービスの運用体制について
- (5) 第37回基盤統括室会議報告
- (6) 各専門委員会・部門報告
- (7) 業務報告

## 2 情報基盤サービス

### 2-1 研究用計算機システム

#### 2-1-1 構成

TSUBAME2.0 システム概念図



平成 22 年 11 月より TSUBAME Grid Cluster (TSUBAME1.2) に代わり、「クラウド型グリーンスーパーコンピュータ」 TSUBAME2.0 の運用を開始した。

TSUBAME2.0 は前システムに引き続き、NEC のシステムインテグレーション技術を中心に、Intel、HP、NVIDIA、DataDirect Networks、Voltaire 等の優れた技術を用いて構築されており、大規模並列計算機及び流体解析・構造解析・計算科学等の大規模計算処理をおこなう HP 社のサーバ群及び NVIDIA 社の GPU (総合演算性能 (ピーク) 2.4PTFlops)、ペタバイト級 HDD ストレージ (総容量 7.13PB) で構成されている。(前システムと比べ演算性能で約 30 倍、ディスク容量で約 7 倍の性能向上)

平成 24 年 11 月に発表された Top500 のランキングで 1.19PFlops で世界第 17 位、スーパーコンピュータの省エネランキングである The Green500 では 852.27MFlops/W で世界第 80 位、大規模データ処理の性能を競う The Graph500 では世界第 20 位にランキングされた。

更に平成 24 年 2 月、スーパーコンピュータ界の業界紙として広く信頼を集めている HPC Wire 紙上にて TOP500、Graph500、GREEN500 の指標を基に解析が行われ、TSUBAME2.0 が世

界をリードするトップランクのスーパーコンピュータであるとの評価を受けた。

([http://www.hpcwire.com/hpcwire/2012-02-02/number\\_crunching,\\_data\\_crunching\\_and\\_energy\\_efficiency:\\_the\\_hpc\\_hat\\_trick.html](http://www.hpcwire.com/hpcwire/2012-02-02/number_crunching,_data_crunching_and_energy_efficiency:_the_hpc_hat_trick.html))

**○演算ノード： HP ProLiant SL390s、 HP ProLiant DL380 G7**

**【ハードウェア構成】**

ノード数	Thin ノード	1,408
	Medium ノード	24
	Fat ノード	10
	計	1,442
プロセッサ	Thin ノード	Intel Xeon X5670(2.93GHz)×2
	Medium、Fat ノード	Intel Xeon X7550(2.0GHz)×4
プロセッサ数	2,952CPU / 17,984 Core	
GPU	NVIDIA Tesla M2050	
GPU 数	4,224 GPU / 1,892,352 Core	
演算性能	2.4PFlops (ピーク性能)	
主記憶容量	99.3 テラバイト	

**【ソフトウェア構成】**

OS	Linux, Windows Server
コンパイラ等	C, C++, Fortran
ライブラリ	OpenMP, MS MPI, CUDA, CULA
アプリケーション	PGI CDK, Intel compiler, ABAQUS, MD NASTRAN, PATRAN, ANSYS, LS-DYNA, Fluent, AVS/Express PCE, AVS/Express Developer, EnSight, AMBER, MOPAC, Molpro, Gaussian, GaussView, Linda, Scigress, Materials Studio, Discovery Studio, Mathematica, Maple, MATLAB

**○高速フーリエ変換演算加速装置： TESLA S1070**

**【ハードウェア構成】**

台数	170 台
演算性能	59TFlops (ピーク性能)

**○ペタバイトスケール・データアーカイブ： Sun SL8500**

**【ハードウェア構成】**

台数	2 台
総容量	4PB(非圧縮時、LT04 テープ 5000 巻使用)

## 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) 大岡山センター及びすずかけ台分室の夜間利用

平成22年度の耐震工事の際に室内監視カメラ等の設備が撤去されたため、平成23年4月1日以降は夜間利用を行っていない。

監視カメラ等を再設置を検討しており、導入後に夜間利用を再開する予定である。

### 3) ホスティングサービス

TSUBAME2.0の一部を利用して学内向けホスティングサービスを行っており2013年3月末現在、以下の合計46プロジェクトがTSUBAMEホスティングを利用している。

仮想ホスティングサービス(31プロジェクト)
1. WEBサーバ代行サービス
2. Tokyo Titech OCW
3. 東工大化学物質管理支援システム
4. 環境安全衛生教育システム
5. 総合プロジェクト支援センター
6. 研究力DB(高度化プロジェクト)
7. TAMEDAS (Tokyo Tech Alumni Member Database System) 事業
8. 応用セラミック研究所ホームページ
9. 東工大名簿システム
10. Tokyo Tech E-Learning for Information Technology Education
11. アジアにおける都市水環境の保全・再生のための研究教育拠点事業
12. 東工大大学情報データベース
13. 電気電子工学専攻・電子物理工学専攻ホームページ
14. 生命時空間ネットワーク進化型教育研究拠点
15. 国際開発工学専攻 web サーバー
16. 原子炉工学研究所 Web システム
17. 建物情報管理システム
18. 東京工業大学 STAR サーチ
19. 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
20. 教務 WEB システムバックアップサーバ
21. 教務基幹システムバックアップサーバ
22. 授業評価アンケートシステム

23. 多言語対応日本語読解学習支援システムあすなろ
24. 広報センター
25. 情報基盤支援センターWeb フォーム提供サーバ
26. 東工大元素戦力拠点
27. グローバル人材育成推進支援室ホームページ管理システム
28. 研究企画課グループウェア導入
29. 高大連携プロジェクト
30. 認証基盤システム担当
31. 教育用電子計算機システム

個別ホスティングサービス(2プロジェクト)
1. 人事給与 web システム、物品等請求システム、出張旅費システム、財務会計システム等 (事務局)
2. 教務 WEB サービス (学務部)

ライセンスサーバホスティング(13プロジェクト)	
アプリケーション名	プロジェクト名
1. Atomistix	---
2. Agilent EMPro 2008	大規模空間での高い周波数におけるアンテナ伝播・電磁界シミュレーション
3. Fluent FC モジュール	---
4. COMSOL Multiphysics	COMSOL Multiphysics による連成解析・電磁応力解析
5. sysnoise	折り紙工学の産業への応用
6. Metacomp CFD++	素反応過程を考慮した燃焼シミュレーション技術の開発
7. MATLAB	旧機械系 COE MATLAB 利用グループ
8. Fluent FC モジュール	燃料電池のシミュレーション
9. Reality Server	建築物の室内外環境の連成解析とその高速化技術の開発
10. Materials Studio 5.0 CASTEP DMol3	平成 21 年度先端研究施設共用促進事業トライアルユース (戦略分野利用促進) 課題 排ガス浄化触媒材料開発における第一原理シミュレーション」
11. MATLAB	旧教育用電子計算機システム MATLAB(学内配布用)
12. Comsol Multiphysics	TSUBAME による MEMS 構造解析
13. cognac, vsop	応力複屈折シミュレーション

## 2-1-3 実績

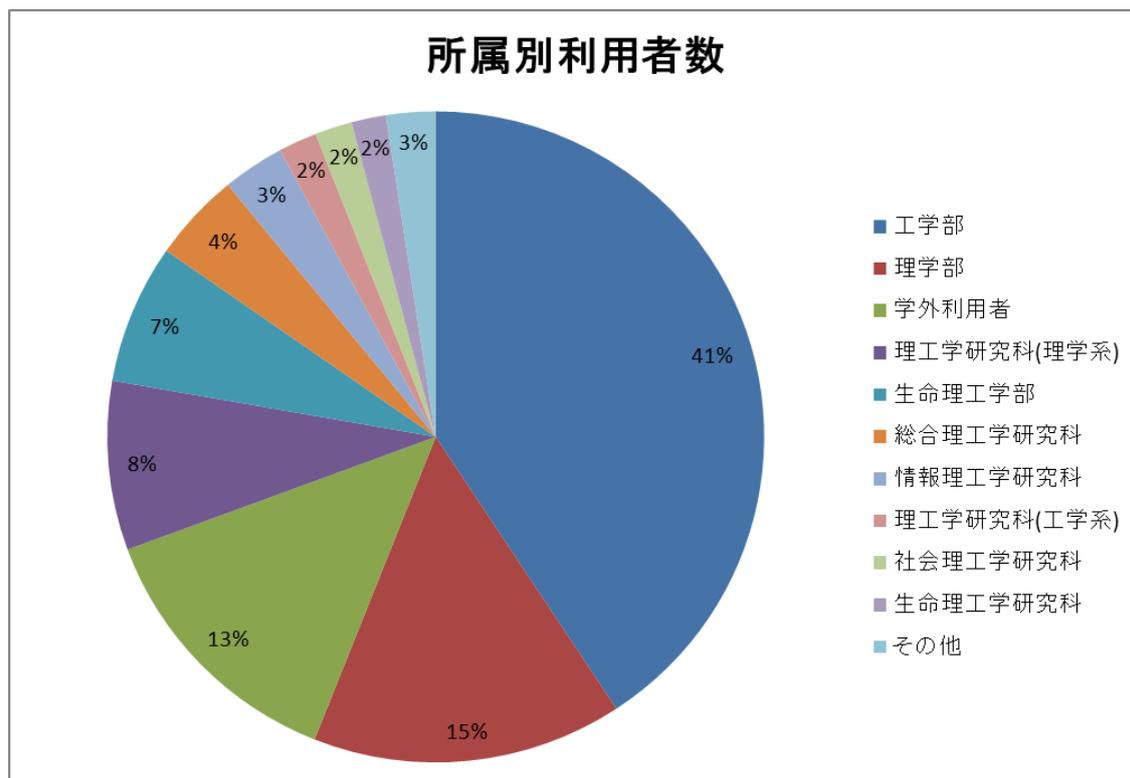
### ◎H23 年度計算機利用料収入内訳

総収入		130,802,000
学内		93,320,000
学外	国立大学／大学共同利用機関	4,889,000
	公立大学	300,000
	私立大学	800,000
	独立行政法人	1,993,000
	民間	22,800,000
	その他	6,700,000

### ◎利用者登録状況

2012 年									2013 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
6845	7002	7139	7204	7234	7342	7646	7726	7775	7801	7852	7866

### ◎所属別登録状況



### ◎システム利用状況

	インタラクティブ	バッチキュー			予約キュー			
		ログイン数	ジョブ件数	CPU 時間 (時)	GPU 割り当て数	提供ノード数	利用ノード数*1	利用グループ数
2012年	4月	610	60,636	937,450	161,444	10,080	458	3
	5月	670	80,483	2,197,931	314,007	13,020	1,305	6
	6月	687	180,004	2,125,456	1,162,193	12,600	1,123	6
	7月	634	528,890	1,994,450	178,760	7,404*2	1,454	7
	8月	549	96,472	1,019,080	59,470	5,368*2	1,146	6
	9月	489	397,367	2,192,468	375,312	7,468*2	2,874	26
	10月	772	382,046	4,595,214	128,102	12,600	5,588	40
	11月	791	476,620	3,215,189	196,029	12,600	5,756	53
	12月	722	268,935	3,041,560	274,620	8,020*3	3,558	44
2013年	1月	696	263,184	3,357,303	336,843	7,560*3	6,882	77
	2月	617	211,735	2,606,428	163,452	7,560*3	7,538	96
	3月	557	151,271	1,893,132	271,068	8,325*3	8,203	78
合計	-	3,097,643	29,175,661	3,621,300	112,605	45,885	442	

\*1： 予約キューは予約が入っていない場合、短時間キューとして運用

\*2： 予約キューは節電のため平日縮退運転

\*3： 予約キューは実行機会均等化のため休日サービス停止

### ◎サービス別利用率グラフ

取得方式が変更されたため、集計できませんでした。代替方法を検討中です。

### ◎システム障害件数

	2012年									2013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	0	27	29	13	19	11	14	14	6	25	6	6	170
ハードウェア	41	83	40	41	54	174	44	40	132	163	82	172	1066
その他	84	278	132	38	122	61	60	75	52	80	54	79	1115
月小計	125	388	201	92	195	246	118	129	190	268	142	257	2351

◎運用実績

平成 24 年 4 月 3 日 14:00	TSUBAME2.0 計算サービスの平成 24 年度運用開始
4 月 3 日 14:00～ 4 月 6 日 17:00	グランドチャレンジ実施に伴うサービス停止(全ノード)
4 月 6 日	高負荷によるシステムハングアップへの対処(順次利用再開)
4 月 27 日 9:00～17:00	ファイルシステム(GPFS 領域)構成変更
5 月 8 日～6 月 20 日	平成 24 年度前期 TSUBAME 講習会の開催
7 月 4 日～9 月 28 日	ピークシフト運用の実施
8 月 8 日 9:00～ 8 月 16 日 17:00	UFM(IB ルーティング)実験及び夏季法令停電に伴う TSUBAME サービス停止
9 月 15 日～17 日	グランドチャレンジ実施に伴うサービス停止(420 ノード)
9 月 24 日 9:00～ 26 日 17:00	グランドチャレンジ実施に伴うサービス停止(全ノード)
10 月 10 日～11 月 29 日	平成 24 年度後期 TSUBAME 講習会の開催
12 月 1 日～ 平成 25 年 3 月 31 日	繁忙期における H/X キューの運用変更
平成 25 年 1 月 1 日～	TSUBAME1.2 のデータ削除開始
3 月 18 日～19 日	グランドチャレンジ実施に伴うサービス停止(420 ノード)
2 月 1 日	X キューの終了時刻延長(午前 8 時まで→午前 9 時まで)
3 月 11 日	InfiniBand ネットワークパラメータ修正
3 月 29 日 9:00～ 4 月 2 日 16:00	年度末メンテナンスに伴うサービス停止

◎TSUBAME 2.0 キュー構成

サ ー ビ ス	キュー名	用途	ノード数 コア数 スレッド数	時間 制限	メモリ制限	並列数 上限	備考
無 料	インタラ クティブ	デバック, ジョブ投入	20 240 480	30 分	6GB	4	*9
無 料	S	中規模並列	300 3600 7200*13	1～4 日	1GB**4 (54GB まで)	7200	*14
従 量	S96	54GB 以上のメモリ	41 492 984	1～4 日	1GB**4 (96GB まで)	984	*5
従 量	L128	96GB 以上のメモリ	10 320 640	1～4 日	1GB**4 (128GB まで)	640	*6
従	L128F	96GB 以上のメモリ	10	1～4 日	1GB**4	640	*6

量		GPU あたり 6GB のメモリ	320 640		(128GB まで)		
従量	L256	128GB 以上のメモリ	8 256 512	1~4 日	1GB <sup>*4</sup> (256GB まで)	512	*7
従量	L512	256GB 以上のメモリ	2 64 128	1~4 日	1GB <sup>*4</sup> (512GB まで)	128	*8
従量	G	GPU 専用	480 1920 3840	1~4 日	1GB <sup>*4</sup>	無制限	G 側でコア指定は不可能
定額	V	ノード内並列	440 3520 7040	1~4 日	1GB <sup>*4</sup>	割当による <sup>*10</sup>	仮想環境
定額	Vw	WindowsHPC <sup>*1</sup>	40 ノード <sup>*12</sup>	1~4 日	1GB <sup>*4</sup>	割当による <sup>*11</sup>	仮想環境
定額	Sw	WindowsHPC <sup>*1</sup>	8 ノード <sup>*12</sup>	1~4 日	1GB <sup>*4</sup>	192	native
予約	H <sup>*3</sup> X <sup>*14</sup>	大規模並列	420 5040 10080	スロット 時間	1GB <sup>*4</sup>	10080	予約期間は ssh 接続可能

1. 事前の利用準備が必要です。
2. 利用状況に応じて動的に配置されます。
3. 利用するためには事前に予約システムでスロットの予約を行う必要があります。(最小ノード数：16 ノード、最大スロット数：7)  
予約方法に関しては『TSUBAME2.0 利用ポータル利用の手引き』を参照して下さい。
4. 「mem」オプションで変更可能です。詳細は『TSUBAME2.0 利用の手引き』の「5.5 メモリサイズの指定」を参照して下さい。
5. S に比して 1.2 倍の課金がかかります。(使用時間に 1.2 倍の係数がかかります)
6. S に比して 2 倍の課金がかかります。(使用時間に 2 倍の係数がかかります)
7. S に比して 4 倍の課金がかかります。(使用時間に 4 倍の係数がかかります)
8. S に比して 8 倍の課金がかかります。(使用時間に 8 倍の係数がかかります)
9. 経過時間ではなく、プロセスごとの CPU 時間が最大 30 分となります。
10. 1 ユニットあたり、64CPU(64 並列または 64 本のシングルジョブ)となります。
11. 1 ユニットあたり、24CPU(24 並列または 24 本のシングルジョブ)となります。
12. 別途用意されている『TSUBAME2.0 Windows 環境利用の手引き』を参照して下さい。
13. ジョブの混雑状況に応じて割り当てが増える可能性があります。
14. S キューに投球されたジョブのうち、翌日 8 時までには終了するアレイ以外のジョブは X キューとして、H キューの予約が無いマシンに割り当てます。(X キューは通常見えません)

#### ※ノード割り当てポリシーについて

ノードのユーザーへの割り当て方法によって、占有ノードと共有ノードの 2 種類に分けられます。

### **占有ノード**

各ノードは、1つのジョブによって占有されます。1つのジョブが複数のノードを使用することも可能です。S、L128、L256、L512、S96、Gキューおよび予約キューのノードが該当します。

### **共有ノード**

各ノード内で、リソースが許す範囲で不特定多数のユーザーによる複数のジョブが実行されることがあります。1つのジョブが複数のノードを使用することも可能です。Vキューのノードが該当します。

## 2-1-4 TSUBAME2.0におけるアプリケーション利用状況と利用分野

先端研究部門 高性能計算システム分野 助教 下川辺 隆史

### TSUBAME2.0におけるアプリケーション利用状況

TSUBAME2.0には様々な有償アプリケーションおよびフリーアプリケーションが導入されている。TSUBAME2.0に導入された代表的な有償・フリーアプリケーションの利用状況について、2012年度（2012年4月1日-2013年3月31日）にこれらのアプリケーションを使用したユーザ数、およびアプリケーションが使用したプロセス数、プロセスCPU時間を示す。

#### (1) アプリケーションを使用したユニークユーザ数

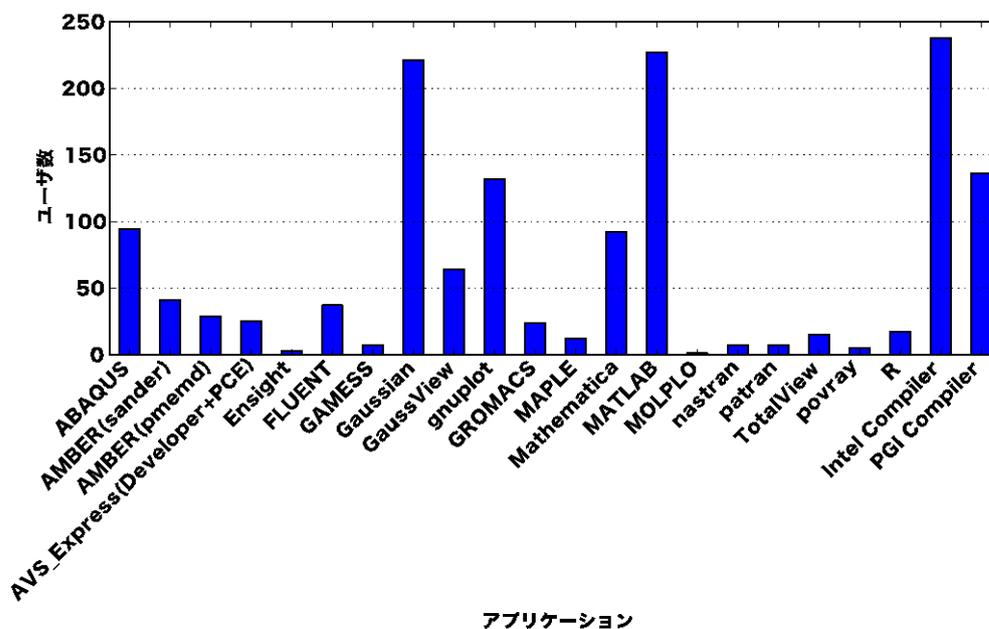


図1：アプリケーションを使用したユニークユーザ数

(2) アプリケーションが使用したプロセス数

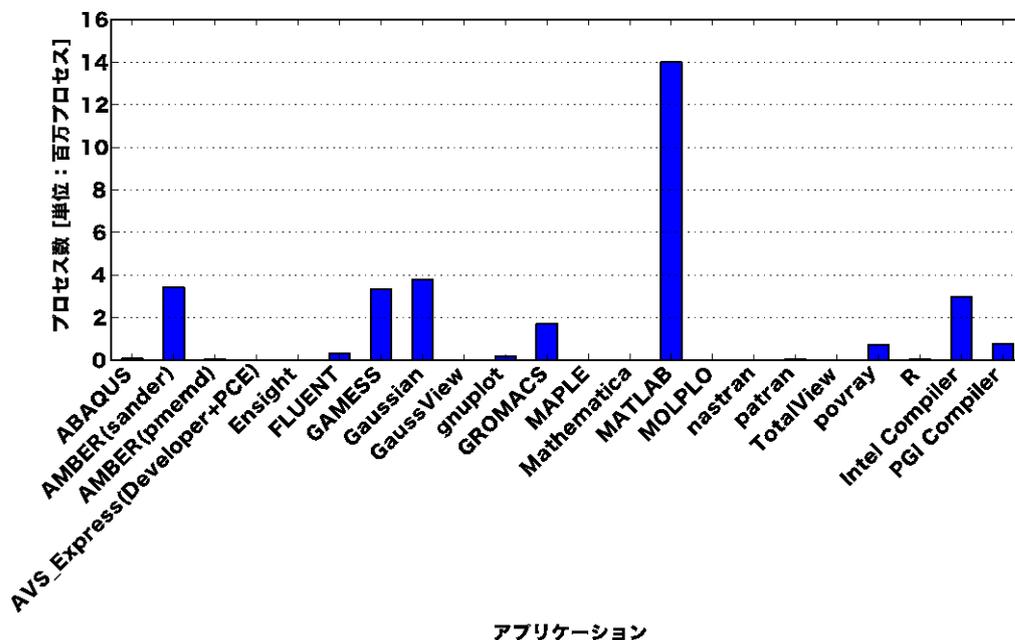


図 2 : アプリケーションが使用したプロセス数

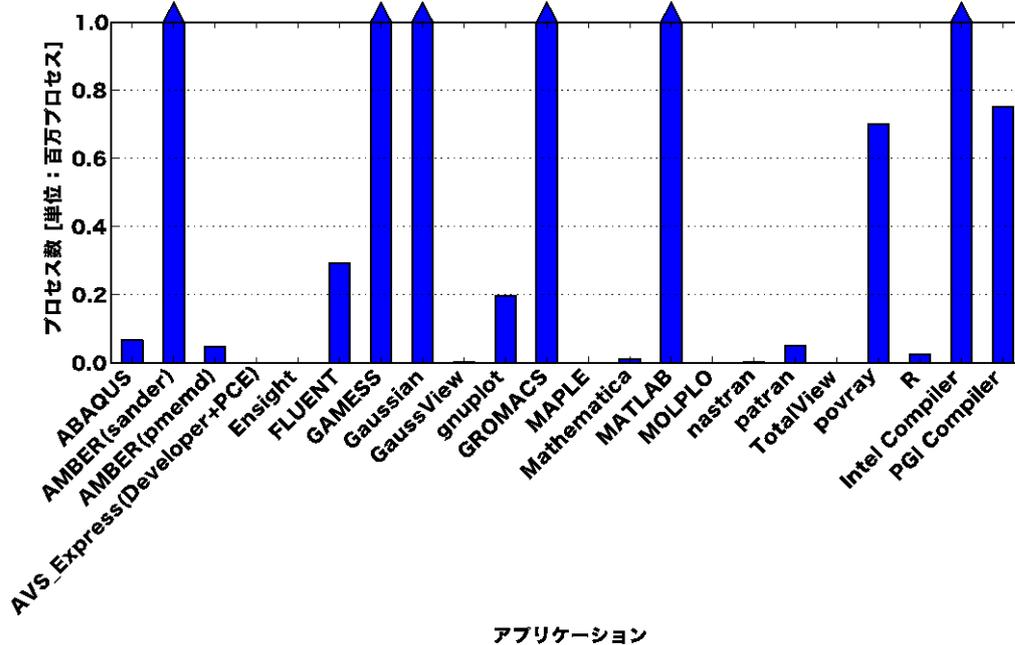


図 3 : アプリケーションが使用したプロセス数 (前図の百万プロセス数までを拡大)

(3) アプリケーションが使用したプロセス CPU 時間

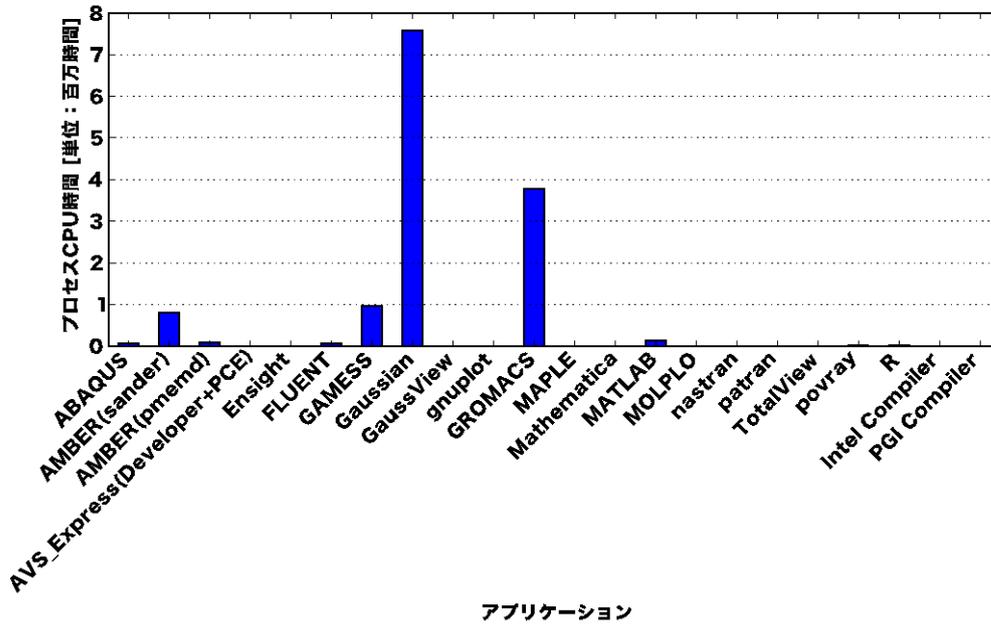


図 4 : アプリケーションが使用したプロセス CPU 時間

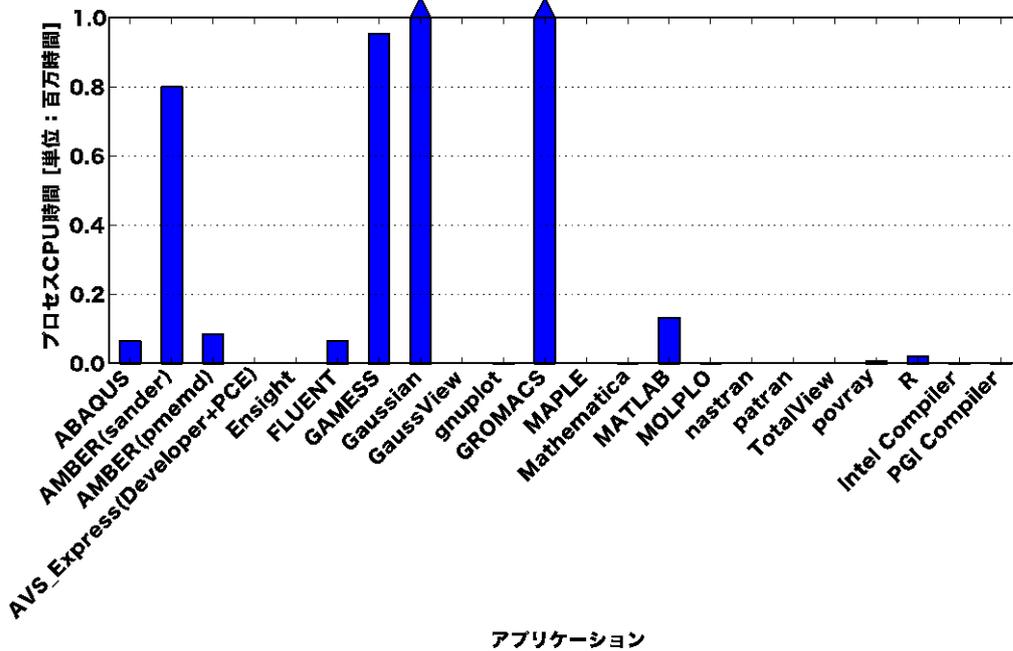


図 5 : アプリケーションが使用したプロセス CPU 時間 (前図の百万時間までを拡大)

## TSUBAME2.0 の利用分野

TSUBAME2.0 は様々な専門分野をもつ研究者による研究活動、民間企業による研究開発、また学内の講義や講習会など教育に使用されている。以下に TSUBAME2.0 の利用分野の内訳について示す。各ユーザが TSUBAME アカウントを作成した際に登録した利用目的（研究分野、教育など）と各ユーザの使用した TSUBAME ポイントに基づいて、算出している。

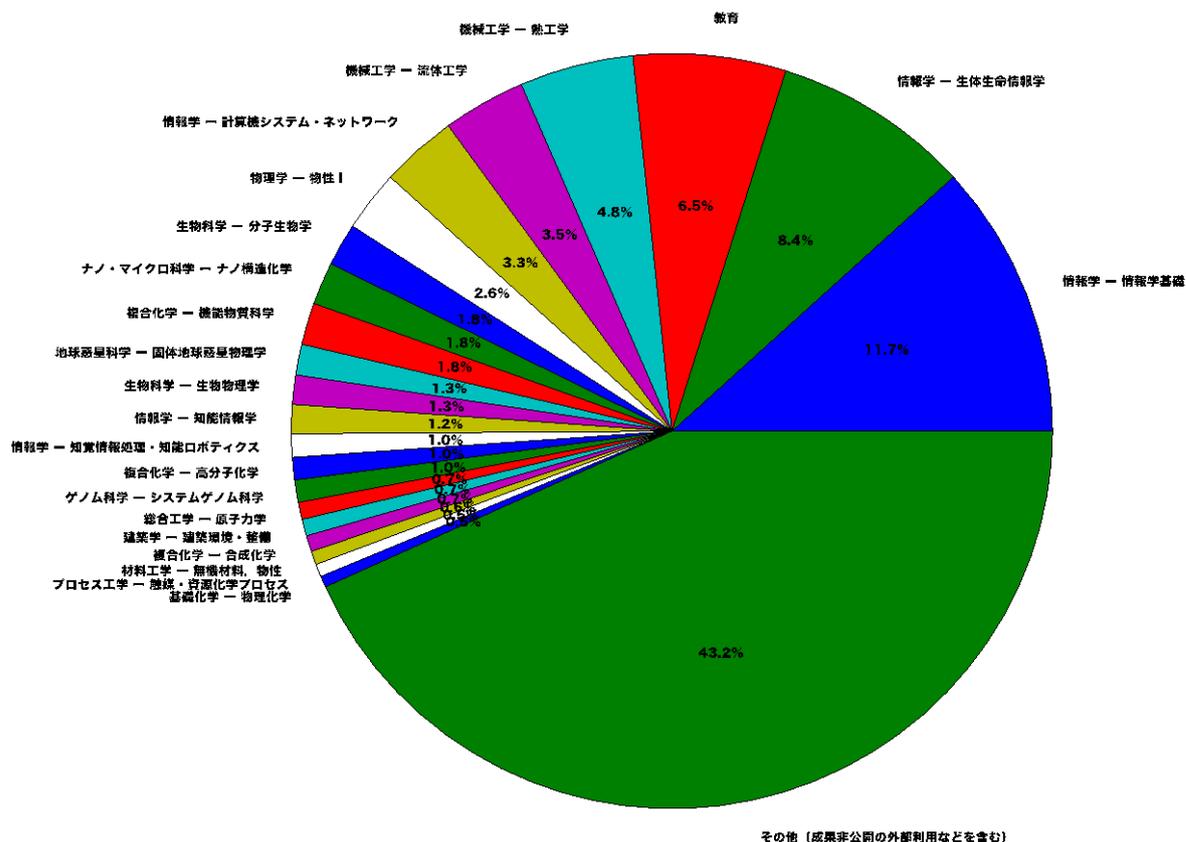


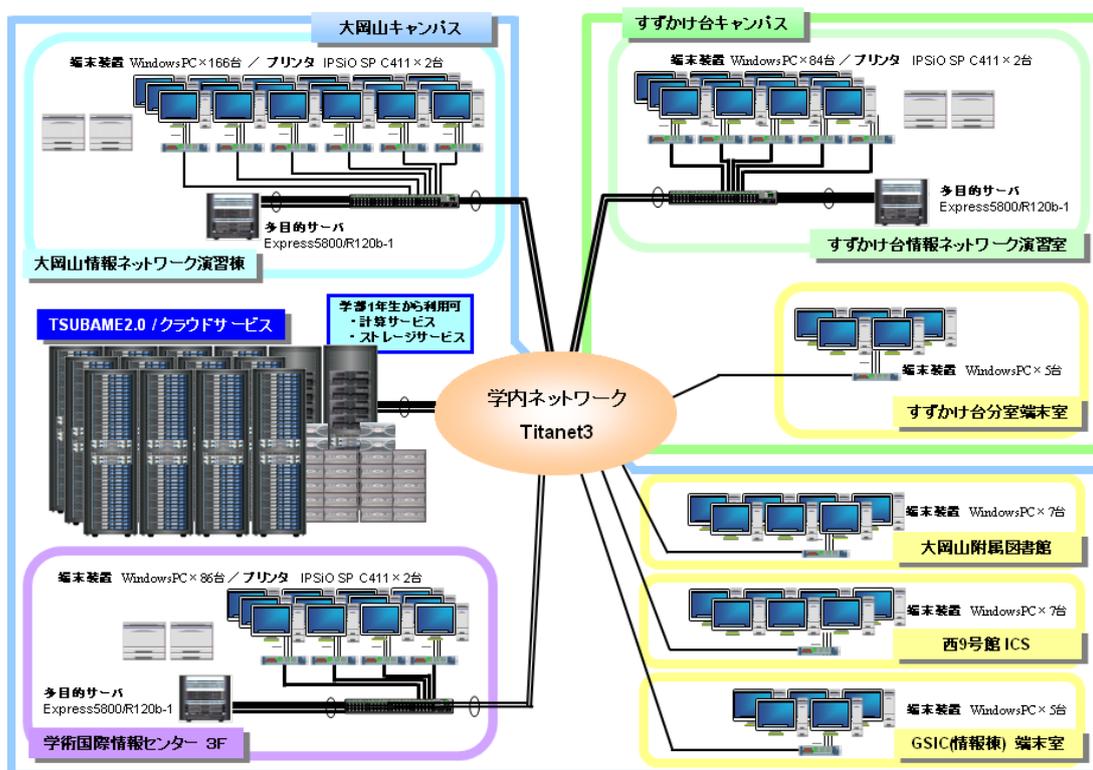
図 1 : TSUBAME2.0 の利用分野

## 2-2 教育用計算機システム

### 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Windows PC 約80台とカラーレーザープリンタを設置し、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。



### 【ハードウェア構成】

クライアント端末 (WindowsPC)	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	84台
	GSIC 端末室(大岡山・すずかけ台)	各5台
	大岡山西9号館 ICS	7台
	大岡山附属図書館	6台
カラーレーザープリンタ	学術国際情報センター3階実習室	2台
	大岡山南4号館情報ネットワーク演習室	2台
	すずかけ台情報ネットワーク演習室	2台

## 【ソフトウェア構成】

オペレーティングシステム	Windows 7
アプリケーション	Xilinx ISE Design Suite, GaussView, Spartan, ChemBioOffice, MATLAB, Mathematica, Microsoft Office
プログラミング言語処理系	C, C++, Fortran77, Fortran90/95, Perl, Ruby, Basic, Pascal, Java, Prolog, Squeak, Common Lisp, Squeak, Etoys, Python, Microsoft Visual Studio, Eclipse

### 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、TSUBAME2.0 と同じアカウントで利用することができる。(事前に TSUBAME2.0 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(実習室)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 22 年度の耐震工事の際に室内監視カメラ等の設備が撤去されたため、平成 23 年 4 月 1 日以降は夜間利用を行っていない。

監視カメラ等を再設置を検討しており、導入後に夜間利用を再開する予定である。

##### 2) 大岡山情報ネットワーク演習室及びすずかけ演習室：21:00 まで。

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

#### ◎ログオン履歴

システム不具合により、収集できていませんでした。(対処依頼中)

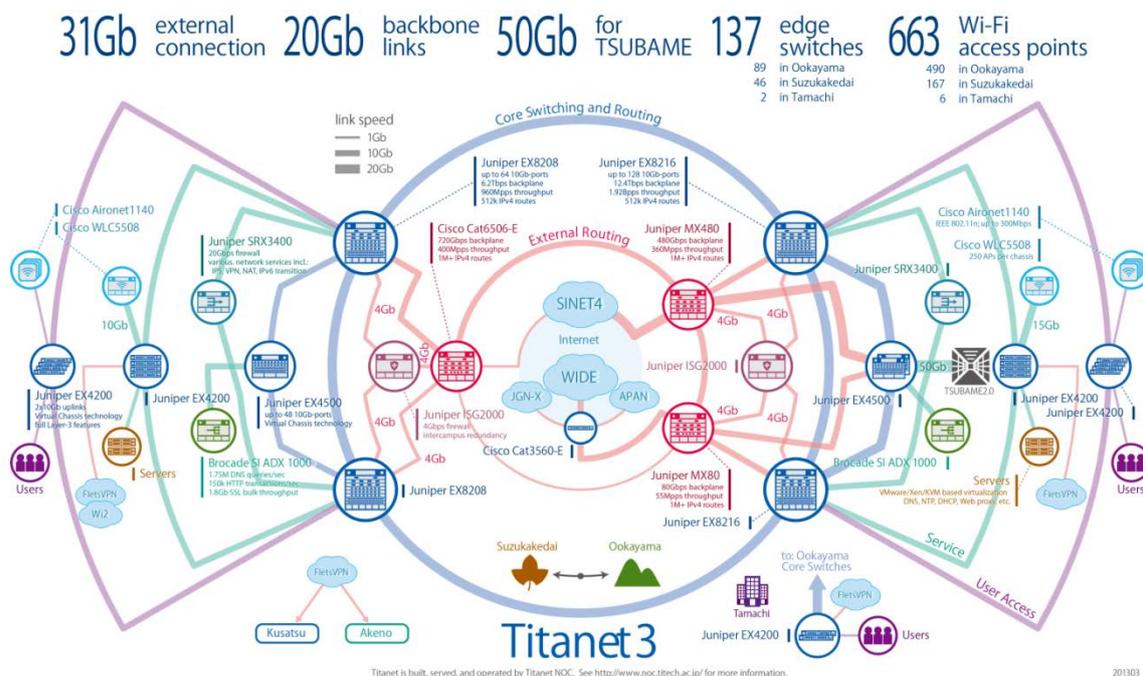
## 2-3 ネットワークシステム

### 2-3-1 有線ネットワーク (Titanet3)

Titanet3 は、2010 年 3 月の導入、運用開始から 2013 年度で 3 年が経過しました。1 年目は旧キャンパスネットワークと共存させつつ支線ネットワークを移行しました。2 年目はコア部分の移行とともにネットワークシステムの安定性向上のための対策、および、ファイアウォールの更新を行い、2013 年度も継続して安定性の向上に取り組みました (2-3-4(1))。

Titanet3 の構成図を以下に示します。Titanet3 でのバックボーンは、ポート密度の高いコアスイッチを中心としたシンプルで 2 階層の構成とし、高速性と運用性を向上させています。また各建物に配置したエッジスイッチは、各キャンパスで二重化して配置されたコアスイッチのそれぞれからシングルモード光ファイバで直接接続されています。キャンパス間を含めたコア間は 20Gbps 以上の接続、コア-エッジ間は 10Gbps×2 本の接続、エッジから支線へは 1Gbps の接続が確保されており、高速かつ高信頼のネットワーク接続を提供しています。さらに、NTT 東日本が提供するフレッツ・VPN ワイドを導入し、キャンパス間通信のバックアップ回線として利用するとともに、本学の学外施設との遠隔接続サービスも行っています。

学外接続としては、2012 年度からすずかけ台キャンパス直接の SINET4 接続が加わり、SINET4、APAN、WIDE、JGN-X といった学術研究ネットワーク/プロジェクトと、合計 31Gbps で接続するとともに、生活回線については、冗長構成をとったファイアウォールシステム経由の接続とし、安全性にも配慮しています。

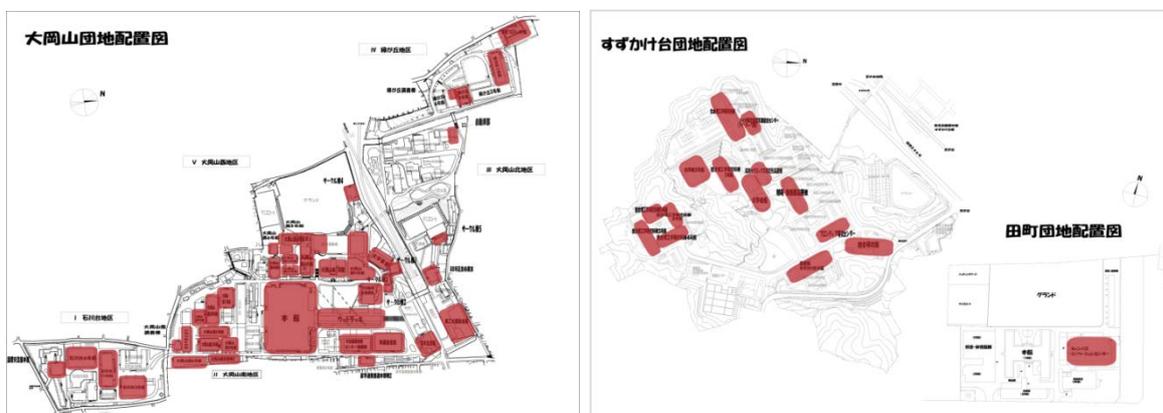


Titanet3 構成

## 2-3-2 無線 LAN

2010年3月に更新された新無線 LAN システムでは、802.11n 規格による高速接続、端末収容能力向上、複数 SSID による仮想化、簡便なログインなどを新たに提供しています。当初、ウッドデッキ、講義室等、共用スペースを中心に配備されたアクセスポイントは、その後も配備が進み、2012年度末現在、663台（大岡山：490台、すずかけ台：167台、田町：6台）が稼働、国内大学最大規模となっています（図の赤い建物で利用可能）。冗長ライセンスが枯渇していますが、安価なアクセスポイントへの対応は終了し、より増設が簡単になりました。

また、本学構成員による利用に加え、学会等イベント用や(2-3-4(2))、ゲスト向けの商用プロバイダ接続も提供しており、利用者は増え続けています。



## 2-3-3 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)

各支線でサーバを設置し、ログ監視、ソフトウェア更新、障害時対応などの運用管理を維持していくことは容易ではありません。これまでも管理不徹底による事件が発生しています。そこで、支線における管理作業を軽減し、キャンパス全体のセキュリティ維持を目的として本サービスを提供しています。WWWサーバ代行サービスでは、利用者負担金から、SNS ソフトウェアのライセンス購入など使い易さのための機能も提供しており、また、2008年度末からは Web Application Firewall の導入、Web への不正侵入防御を強化しています。

2012年度の DNS 並びに WWW サーバ代行サービス利用状況を 2-3-4 (2) に示します。

### (2) ファイル交換ソフトウェア検知サービス

キャンパスネットワークを介した著作権侵害行為の防止強化のため、ファイル交換ソフトウェア検知サービスを提供しています。このサービスでは、学外との通信内容を機械的に判断し、著作権侵害行為に荷担するおそれのあるソフトウェアを検知し、「使用ポリシー」に違反する場合には遮断し、支線ネットワークの連絡担当者へ通知するサービスです。

2013年3月末日時点での検知対象は、BitTorrent, Gnutella, Kazaa, Share, WinMX, Winny, eDonkey, eDonkey2000, Direct Connect, Gnutella Ultrapeer, Perfect Dark、同等の通信を行うソフトウェアです。2012年度の検知状況を2-3-3(2)に示します。

### (3) DNS サーバサービス

東工大トップドメインの名前引き管理を行っています。また、学内を対象として、DNSサーバ(フルリゾルバ)を提供しています。

### (4) ファイアウォールサービス

専用ファイアウォール機器に、支線毎に、ウェブ(HTTP)やメール(POP3, SMTP)などの利用するサービスの条件を指定して、不正侵入の可能性を減少させるサービスです。また、入(inbound)と出(outbound)の通信ポリシーを個別に指定可能なので、学外のサービスを利用するが支線の端末にはアクセスできないような設定もできます。

### (5) スクリーニングサービス

学内ネットワーク幹線と学外との接続点において、ホスト単位で通信の可、不可の設定を行います。このサービスにより、同一の支線内のみや、学内との通信のみのように、学外からの通信を制限でき、不正アクセスの対象になることを防ぐことが可能です。ファイアウォールサービスとどちらかを選ぶ必要があります。

### (6) プロキシサービス

学内からのアクセスを対象に、WWW、ftp、ストリーミング等のリクエストを中継しています。これにより、スクリーニングが掛かっている、もしくはプライベートアドレスが割り当てられているクライアントからWWWやftp等の利用を可能としています。

### (7) 時刻情報(NTP)サービス

GPS及びCDMAを源とする時刻サーバを大岡山キャンパスとすずかけ台キャンパスにそれぞれ設置しています。これにより、各計算機を正確に標準時刻に合わせる事が可能になり、ファイルのタイムスタンプや、メールの送信時刻の不一致による障害の回避、トラブル発生時の異なる計算機間でのログの解析が可能となります。

### (8) 研究プロジェクトへの支援

SINET4を利用する学内の研究プロジェクトに対して、学術国際情報センター情報棟内に設置されたSINET4ノードからプロジェクトを実施する研究拠点までの専用線、VLAN、接続用スイッチの提供並びに技術支援を行っています。また、JGN-X、APAN接続プロジェクトについても同様の接続支援を行っています。

### (9) イベント用ネットワーク

本学で開催される学会や会議等のイベント向けに有線並びに無線LANを提供しています。2012年度のイベント用ネットワーク利用状況を2-3-4(2)に示します。

### (10) ゲスト用無線LAN提供サービスの実験開始(継続)

本学教職員向け及び本学への訪問者向けに無線LAN環境の拡充を目的とした商用無線LAN接続サービスを引き続き提供しています。

## 2-3-4 実 績

### (1) キャンパスネットワーク（有線及び無線）の安定性向上に伴う対応

#### 1) Titanet3 の主なトラブル対応事案

- ・（前年度から）

コアスイッチにおいて、稼働時間が2週間を超えてから、MAC アドレス学習や ARP 処理に関する通信品質低下の症状が発生していました。この症状が発生している際には、コアスイッチから不審なログメッセージが出力されているため、症状との関連を疑いました。これをふまえ、症状の内容と症状発生時の機器状態といったデバッグ情報を保守業者に送り、問題解決にあたりました。またこの問題の回避策として、前述のログメッセージの出力が確認された際には、なるべく早い段階でコアスイッチを再起動することで、通信の安定性を確保していました。
- ・（2012 年 5 月 7, 21 日）

コアスイッチの OS のリリースノートから、症状が改善することを期待して、大岡山のコアスイッチ 2 台について OS アップデート (JUNOS 10.4R9) を実施するものの、症状の改善はみられませんでした。
- ・（2012 年 8 月 13 日）

OS の定期アップデートのスケジュールに従い、コアスイッチ全台について OS のメジャーアップデート (JUNOS 11.4R4) を実施しましたが、約 2 ヶ月後に再発を確認し、症状の改善には至りませんでした。
- ・（2012 年 11 月 22 日）

大岡山のメインコアスイッチにおいて、コンフィグを保存した際に障害が発生、その際、バックアップ機への切り替えが自動で行われず手動にて対応しましたが、その時に前述の不具合と重なり、一部支線ネットワークにて障害が発生しました。メインコアスイッチの電源サイクル後、切り替えを行い、その後バックアップ機でも同様の作業を実施し定常状態に復帰させました。障害については、デバック情報を保守業者に送り、調査を進めました。
- ・（2012 年 12 月 17, 18 日）

コアスイッチの OS のリリースノートから、改めて OS アップデートにより症状が改善することを期待して、コアスイッチ全台について OS のアップデート (JUNOS 11.4R6) を実施しました。実施後に保守業者より調査結果の連絡があり、11 月 22 日に発生した障害の原因がマルチキャストに起因するメモリのバグであることが判明し、本バージョンの OS で対応済みであることが確認できました。
- ・（2013 年 3 月 11 日）

約 3 ヶ月不審なログが出なくなったことから、継続していた MAC アドレスの学習や ARP 処理に関する不具合について、調査を一旦終了することとしました。

## 2) 無線 LAN の主なトラブル処理事案

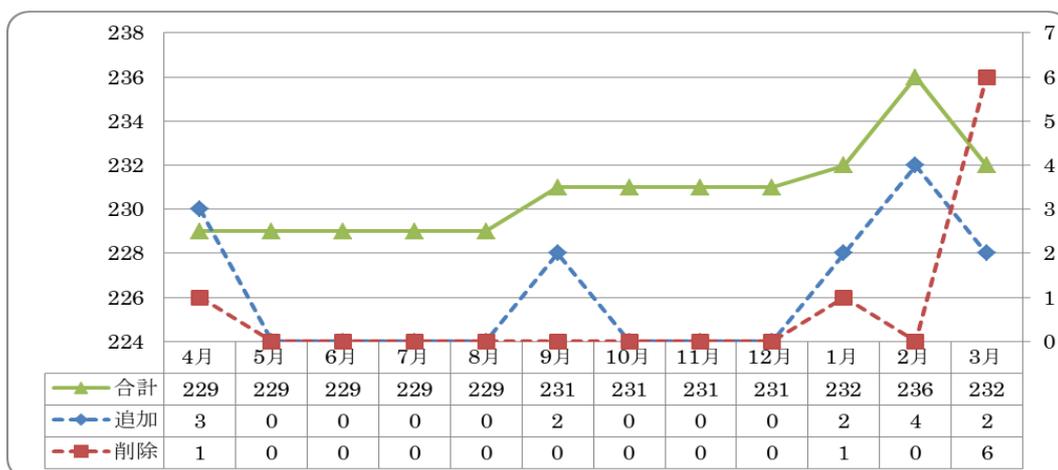
- ・ (前年度まで)

コントローラが、連続稼働時間が数週間に及ぶと強制的に再起動し、利用者への無線 LAN サービスが一定時間停止してしまう不具合を確認していました。この件について、複数回にわたりメーカーから直接デバック用 OS の提供を受け、相互に問題点の特定にあたっていました。2012年3月16日にデバック用 OS (WLC OS v7.0.230.2) の提供を受け適用して経過を確認し、発生しないことが確認できました。

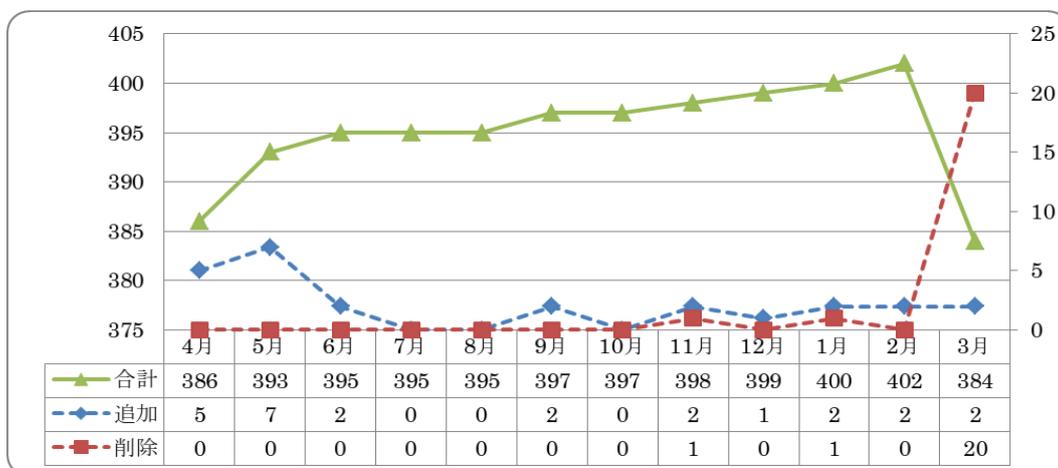
- ・ (2012年6月27日)

デバック用 OS の修正をマージした正規版 OS (WLC OS v7.0.235.0) の提供を受け、無線 LAN コントローラに適用しました。その後の経過確認でも発生しないことが確認できたことから、調査終了としました。

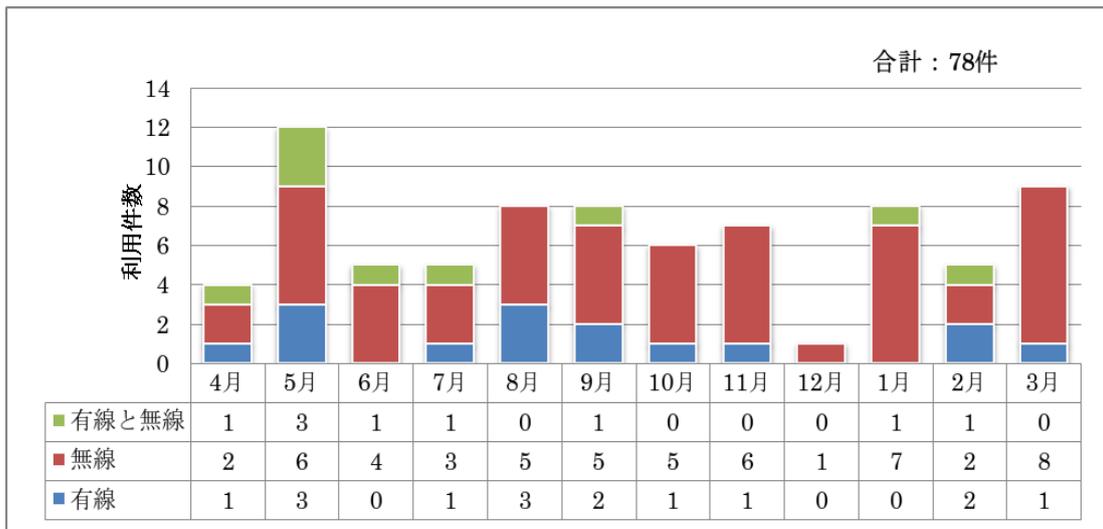
## (2) 主なサービスの利用状況の推移、ファイル交換ソフトウェア検知状況の推移



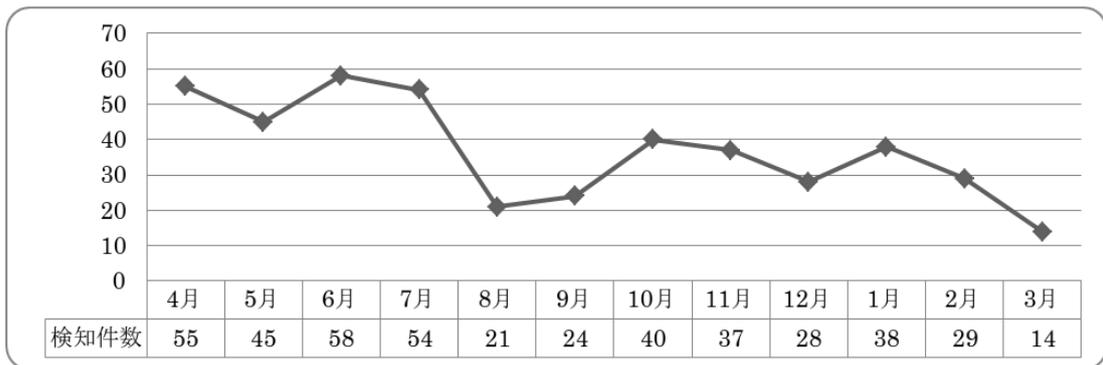
DNS サーバ代行サービス利用状況



WWW サーバ代行サービス利用状況



イベント用ネットワーク利用状況



ファイル交換ソフトウェア検知

2012年度より、自動遮断件数に加え、手動で追加遮断した件数も含まれています。

## 2-4 キャンパス共通認証・認可システム

### 2-4-1 構成

本学構成員全員に対し全学共通の情報基盤に対するアカウント（以下、東工大共通アカウントという。）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「東工大 IC カード」並びに「全学共通メールアカウント」を提供している。現在利用可能なサービスを概念図として、図 2-4 に示す。

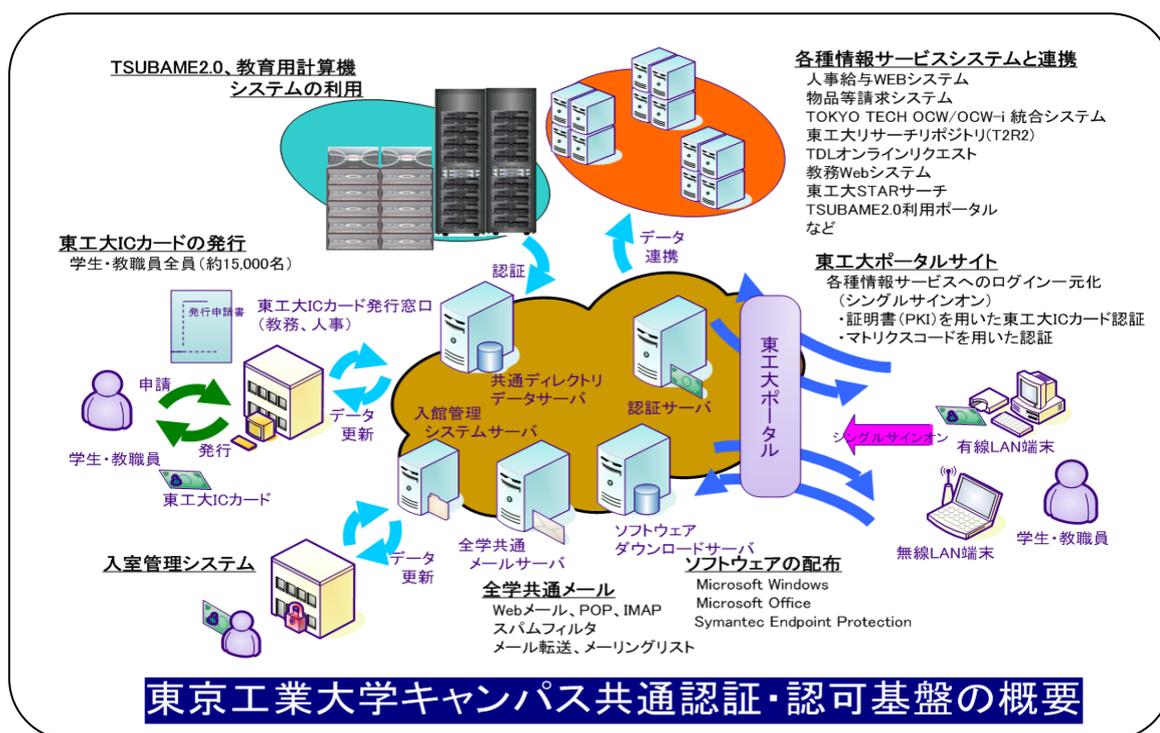


図 2-4 共通認証・認可システム及び全学共通メールシステム

### 2-4-2 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することにより、各種情報サービスを利用すること（シングルサインオン）ができるようになっている。

#### (2) 利用可能な情報サービス

東工大ポータルから利用可能な主な情報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)
- ・ 物品等請求システム
- ・ 学内ネットワーク環境への接続 (SSL-VPN 接続)
- ・ 包括ライセンスソフトウェアの提供
- ・ 東工大リサーチリポジトリ (T2R2)

- ・図書館サービス：TDL オンラインリクエスト
- ・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
- ・授業評価（大学院試行）【Course Evaluation】
- ・東工大 STAR サーチ（STAR Search）
- ・TSUBAME2.0 利用ポータル
- ・建物情報閲覧システム

### 2-4-3 実績

- (1) 認証・認可システム／全学共通メールの運用状況を以下に示す。

2009年 4月	教務 Web システムの運用開始
2009年 8月	認証・認可システムのバージョンアップ
2009年 11月	認証基盤仮想化システム導入
2010年 2月	DeepMail 版迷惑メール機能導入
2010年 3月	Windows7(32/64bit)、MacOS(Leopard/snowLeopard) 対応版証明書管理ツールの導入
2010年 6月	キャンパス無線 LAN の認証方法の変更
2010年 7月	非常勤職員の学外からの電子ジャーナルの利用開始
2011年 7月	カード発行の切替（java カード） ID 機能 C と D の追加とバーコードの新設等
2011年 11月	新個人証明書のインストール
2012年 11月	共通メールシステム更新
2012年 12月	旧共通メールシステム運用停止

- (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（2012年12月10日現在）

全学共通メールアカウント発行件数	14,310
（内訳）常勤職員	1,798 (13%)
非常勤職員	1,895 (13%)
アクセスカード所有者	367 (3%)
学部学生	4,786 (33%)
大学院学生（修士課程）	3,643 (25%)
大学院学生（博士後期課程）	1,598 (11%)
研究生等	165 (2%)

・全学共通メール利用状況（2012年4月1日～10月31日）

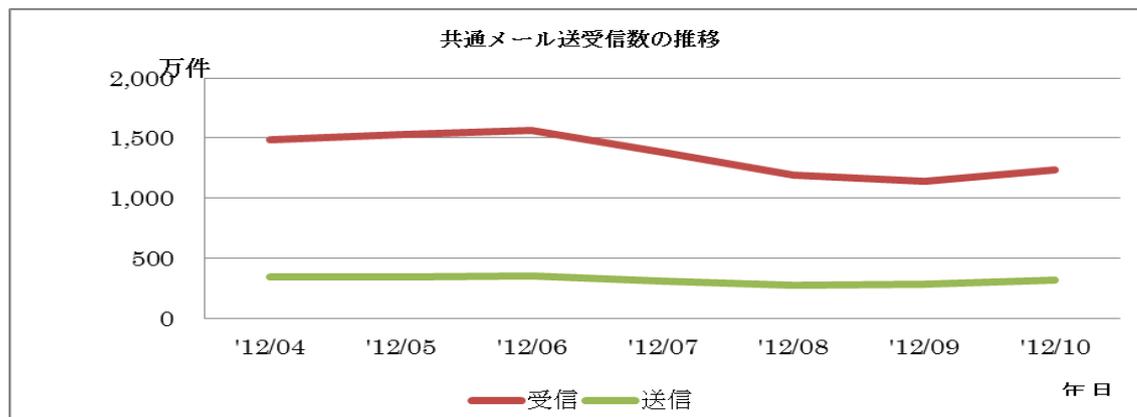


表 2-4 全学共通メール利用状況

(3) 東工大 IT サービスデスク

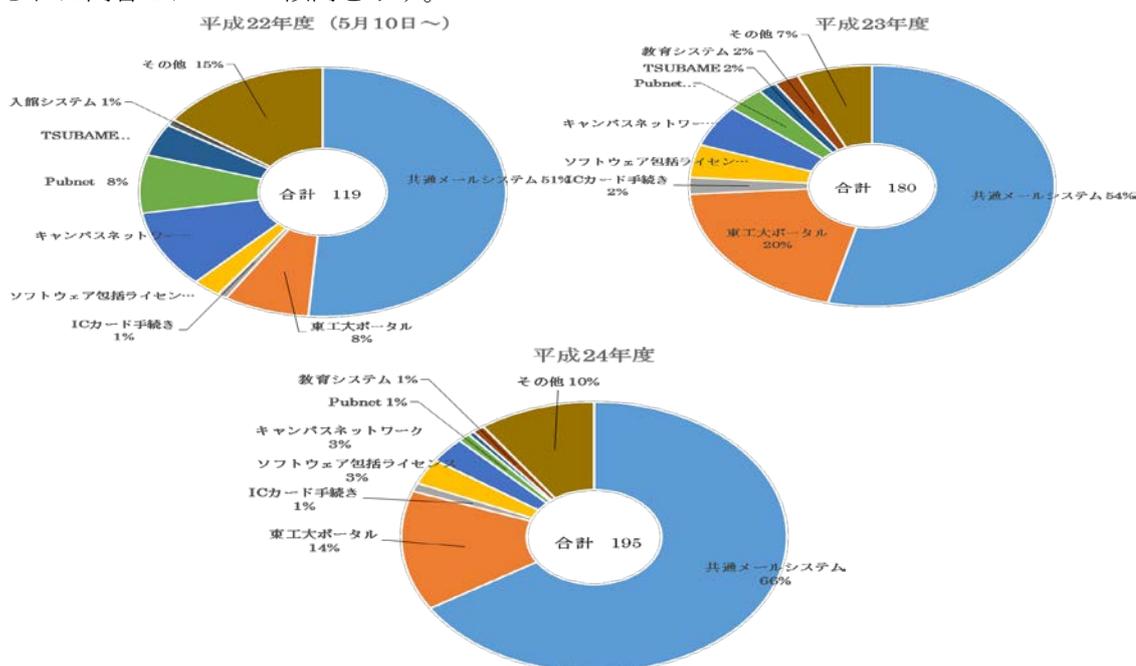
学術国際情報センターで提供する情報サービス全般の問合せの対応と東工大ポータルで利用可能な各種情報サービスの担当部署への誘導するサービスを提供している。問合せ先と開設時間は次のとおりである。

研究推進部情報基盤課

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

以下に平成22年度のサービス開始から平成24年度までに IT サービスデスクに寄せられた問合せメールの傾向を示す。



## 2-5 ソフトウェア包括契約

### 2-5-1 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 社製ウイルス対策ソフトウェアについては平成 21 年 4 月からキャンパス包括ライセンス契約(Campus Agreement)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 24 年度の実績で約 1.7 億円の経費が削減され、加えて、生協におい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として、平成 25 年 1 月より Windows 8 Enterprise Upgrade、平成 25 年 2 月より Office Professional Plus 2013 の提供を開始した。また平成 24 年 6 月より全学認証システムにおいて役職毎の権限管理機能を追加することで、特任教員によるパスワード取得を可能とした。

#### 【包括契約で提供されるソフトウェア】

Microsoft Office	Windows 版	Office 2007 Enterprise Office Professional Plus 2010 Office Professional Plus 2013
	Mac 版	Office 2008 for MAC Office 2011 for MAC
Microsoft Windows Upgrade	Windows 8 Enterprise Upgrade	
	Windows 7 Enterprise Upgrade	
	Windows XP Professional Upgrade	
Symantec 社製ウイルス対策ソフトウェア	Windows 版	Endpoint Protection
	Mac 版	Endpoint Protection for Mac
	Linux 版	Endpoint Protection for Linux

### 2-5-2 運用

#### 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）

3) 提供方法

a) 大学所有コンピュータへの提供

Step1：【教室系】常勤講師以上の方が作業／【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】常勤講師以上の方が作業／【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（除、Symantec 社製ウィルス対策ソフトウェア）

Step1：職員（学生）証を持って生協へ

Step2：誓約書と使用条件許諾書にサイン（生協が職員（学生）証のコピーを保管）

Step3：メディアを購入（各メディア1種1枚まで購入可）

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）

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

### 2-5-3 実績

Microsoft Windows 8 配布数

	2012									2013			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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	16	28	67
個人 PC	-	-	-	-	-	-	66	87	29	44	57	165	448
計	-	-	-	-	-	-	66	87	29	67	73	193	515

Microsoft Windows 7 配布数

	2012									2013			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	271	108	59	46	58	38	95	56	79	35	44	63	952
個人 PC	95	48	68	41	34	36	51	28	36	43	54	69	603
計	366	156	127	87	92	74	146	84	115	78	98	132	1,555

Microsoft Windows Vista 配布数

	2012									2013			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	
個人 PC	3	4	0	1	1	4	2	1	3	0	1	2	22

Microsoft Windows XP 配布数

	2012									2013			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	8	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	12
個人 PC	3	1	4	1	0	2	4	3	2	2	2	4	28
計	11	2	5	1	0	2	4	3	4	2	2	4	40

Microsoft Office 2007 (Windows 版) 配布数

	2012									2013			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	80	29	22	43	19	21	50	42	22	11	12	18	369
個人 PC	19	6	5	3	2	4	4	3	9	1	1	1	58
計	99	35	27	46	21	25	54	45	31	12	13	19	427

Microsoft Office 2010 (Windows 版) 配布数

	2012									2013			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	1,022	385	272	224	569	185	338	259	325	217	255	137	4,188
個人 PC	542	201	138	97	54	64	110	72	76	47	33	50	1,484
計	1,562	586	410	321	623	249	448	331	401	264	288	187	5,672

Microsoft Office 2013 (Windows 版) 配布数

	2012									2013			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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	237	265
個人 PC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	164	224	342	730
計	-	-	-	-	-	-	-	-	-	164	252	579	995

Microsoft Office 2008 (Mac 版) 配布数

	2012									2013			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	16	3	4	1	6	2	3	2	1	4	2	3	47
個人 PC	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	2	3	9
計	16	3	4	1	6	2	4	2	1	7	4	6	56

Microsoft Office 2011 (Mac 版) 配布数

	2012									2013			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	188	63	57	39	52	14	60	50	50	51	54	77	755
個人 PC	81	41	52	54	39	31	53	46	41	37	49	76	600
計	269	104	109	93	91	45	113	96	91	88	103	153	1,355

Symantec Endpoint Protection (Windows 版) 配布数

	2012									2013			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	838	307	259	170	168	156	289	249	268	572	251	372	3,899
個人 PC	164	66	56	42	47	20	66	31	49	26	48	28	643
計	1,002	373	315	212	215	176	355	280	317	598	299	400	4,542

Symantec Endpoint Protection for Macintosh (Mac 版) 配布数

	2012									2013			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	10	12	10	3	4	0	6	10	2	4	0	0	61
個人 PC	3	0	0	1	1	2	1	2	0	0	0	0	10
計	13	12	10	4	5	2	7	12	2	4	0	0	71

Symantec Endpoint Protection for Linux (Linux 版) 配布数

	2012									2013			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	6	0	3	0	0	1	0	1	2	0	0	1	14

## 2-6 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  
共同利用推進室 特任准教授 渡邊 寿雄  
コンピューターシステム担当 根本 忍

### 【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」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 年に本ネットワーク型拠点として認定を受けたことにより、学術国際情報センターは東京工業大学の学内共同利用施設から全国共同利用センターになった。

本ネットワーク型拠点の目的は、超大規模計算機と超大容量のストレージおよび超大容量ネットワークなどの情報基盤を用いて、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、映像データ、プログラム解析、その他情報処理一般の分野における、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。本ネットワーク型拠点には上記の分野における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 本ネットワーク型拠点活動を活性化させるため、全校生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。

## 【ネットワーク型拠点としての活動】

本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た。採択後の利用開始手続きや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た。

平成24年度は、平成23年12月9日に募集要項が公開されてから平成24年2月10日まで共同研究課題の公募を行い、構成拠点の委員8名と構成拠点以外の委員9名の計17名からなる課題審査委員会での厳正なる審査の結果、応募39件中35件を採択し、その内の3件を負担金免除課題とした。この3件は共に3拠点以上の計算機資源を利用し、本ネットワーク型拠点の目的・意義に沿った課題のうち、審査委員会において特に優れていると認められた課題である。それぞれの負担金免除課題の免除理由は表1に掲載した。

また、平成24年度は本ネットワーク型拠点が主催する第4回シンポジウムが7月12・13日に秋葉原UDX GALLERYにて行われた。本シンポジウムでは、平成23年度に実施された共同研究課題39件の研究成果を口頭発表で報告するとともに、平成24年度に採択された課題35件のポスター発表があり、活発な質疑・応答が行われた。

表1 課金免除課題の免除理由

3	分散クラウドシステムにおける遠隔連携技術 棟朝雅晴（北海道大学）
免除理由	地理的に分散配置されたプライベートクラウドシステムを連携させ、より高信頼・高品質なクラウドサービスの提供を実現することを目的とする本共同研究の取組は大いに意義が有り、本共同研究が達成されれば大規模アカデミッククラウドが実現されることになり、当該分野の発展に貢献することが期待される。すでにプライベートクラウドの開発に取り組む多数拠点との共同研究体制も十分適切なものである。
4	マルチパラメータサーベイ型シミュレーションを支えるシステム化技術に関する研究 奥田洋司（東京大学）
免除理由	研究者のニーズに応じて、地理的に離れた様々な計算資源上で提供されている多様なアプリケーションを連携させ、それにより得られた解析結果をデータベース化し研究者コミュニティ間で共有できるようにするためのシステムの研究開発は、シミュレーション科学・工学に携わる多くの研究者の生産性を高め、我が国の研究開発の国際競争力を一層強化する非常に意義のあるものである。多様な研究分野で様々な実用アプリケーションを開発・提供している研究者との共同研究体制も十分なもので、実用的な研究成果が期待できる。
-	グリッドデータファームによる大規模分散ストレージの構築とサイエンスクラウド技術の研究 村田健史（情報通信研究機構）
免除理由	本研究は大規模分散ストレージシステム Gfarm を用いた「NICT 宇宙天気クラウド」の構築を目的とし、4拠点のスーパーコンピュータを用いた宇宙天気に関する計算結果などを Gfarm によって広域的に共有するワークフローの実現を目指している。Gfarm を活用した広域的な研究環境の構築は先駆的であり、今後の Gfarm 応用技術の確立という観点からも有用性が高い。各拠点の計算資源を利用する必要性も明確で、拠点との共同研究体制も充実している。

## 平成 24 年度 共同研究日程

平成 23 年 12 月 9 日 (金)	詳細案内公開
平成 24 年 1 月 10 日 (金)	課題応募受付開始
2 月 10 日 (金) 17:00	課題応募受付締切
3 月中旬	採択通知
4 月 1 日 (金)	共同研究開始
7 月 12・13 日	第 4 回シンポジウム (秋葉原)
平成 25 年 3 月 15 日 (金)	共同研究期間終了

## 【構成拠点としての活動】

### 当センターを利用した採択課題とネットワーク型拠点での当センターの特色

平成 24 年度の公募型共同研究課題の採択課題の全 35 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、当センターを利用する採択課題として表 2 にまとめた 5 件 (うち負担金免除課題 2 件) が実施された。

本ネットワーク拠点が供出する計算資源のうち、GPU を搭載したスパコンは当センターの TSUBAME2.0 のみであることを反映して、当センターを利用した採択課題 5 件のうちの 3 件が GPU を活用した課題であった。

## 提供する計算機資源と課金制度

表 2 当センターを利用した採択課題と配分口数 (申請順)

	所属機関 利用課題責任者	申請課題名	利用 口数
1	防災科学技術研究所 青井 真	GPGPU による地震ハザード評価	2 1
2	京都大学 村主 崇行	並列プログラミング言語のシミュレーション宇 宙物理学における実践	3
3	北海道大学 棟朝 雅晴	分散クラウドシステムにおける遠隔連携技術	0
4	東京大学 奥田 洋司	マルチパラメータサーベイ型シミュレーション を支えるシステム化技術に関する研究	0
5	九州大学 竹中 博士	海溝型巨大地震を対象とした大規模並列地震波 伝播シミュレーション	3

- 3, 4 は課金免除課題。
- 1 口は 3000 TSUBAME ポイントで、標準キュー4 ノードをおよそ 1 ヶ月相当利用可能。

当センターは本ネットワーク型拠点の構成拠点として、TSUBAME2.0 の全計算機資源の 5% (TSUBAME2.0 を平均 64 ノード、768 CPU コア 9.8TFLOPS + 192 GPU 98.9TFLOPS の 12 ヶ月利用に相当。400 ノード以上を一度に使う利用も可能) を上限と設定し、利用課金は

33 千円/1 口の従量制課金、1 課題の標準的利用口数を 10 口と想定して提供した。

採択課題に対する資源提供の利用形態は共同利用（学術利用）に準じて、TSUBAME2.0 のバッチサービスの一部（ノード占有キュー（S, S96, L128, L256, L512）と GPU 専用ノード占有キュー（G））と予約ベースサービス（H キュー）の計算資源を提供し、一般ユーザと混在してご利用いただいた。

表 2 には平成 24 年度採択課題一覧に加えて、各課題への配分口数を記した。当センター TSUBAME2.0 は従量制課金（1 口単位で事前購入した分の計算機資源を利用できるチケット制）であり、各課題では課題審査委員会より採択審査時に認められた計算機資源量を上限として、1 月末日まで希望した口数を随時追加購入することが可能である。追加購入申請受領後にそれに伴う経理手続きやユーザからの負担金振り込み手続きがあり、それと並行してすべての JHPCN ユーザの利用口数を取りまとめて中核拠点である東大 情報基盤センター宛に負担金の一部請求などの経理処理を行う必要があるため、東工大では 1 月末日をもって口数の追加購入を締め切った。

#### **中間報告へ向けた外部評価の実施**

平成 25 年度に文部科学省により実施される「共同利用・共同研究拠点中間評価」に向けて、平成 25 年 2 月 13 日（水）に東京大学 情報基盤センターにて外部評価を実施した。今回の外部評価は、当拠点全体で取り組んで来た共同利用・共同研究活動と当拠点を構成する 8 構成拠点（8 センター）それぞれの活動や特色に対する客観的な評価、および、今後の拠点活動に対する助言をいただくことを期待して実施した。

外部評価当日は、当拠点全体および各構成拠点の活動内容のプレゼンテーションを行った後、5 名の外部委員の皆様から口頭で評価講評をいただいた。いただいた助言を基に、今後は運用の改善を行う予定である。

## 2-7 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

副センター長 青木 尊之  
共同利用推進室 特任准教授 渡邊 寿雄

### 【HPCIの概要】

HPCI とは、「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。HPCI によって、全国の幅広い HPC ユーザー層による効率よい利用と、萌芽的研究から大規模研究にわたる幅広い HPC 活用の加速が期待されている。

東京工業大学 学術国際情報センター（以下、東工大 GSIC）は資源提供機関として、スパコン「TSUBAME2.0」の一部を HPCI へ提供しており、既に平成 23 年 9 月より供用を開始した。また東工大 GSIC は「TSUBAME2.0」の計算資源提供のみでなく、IdP サーバの運用や最寄りセンター機能（HPCI アカウント発行のための対面認証業務）なども担っている。

### 【利用研究課題公募から利用開始までのスケジュール】

平成 24 年度は、以下のスケジュールで利用研究課題の公募と課題選定、選定結果の公表が行われ、選定された利用研究課題は平成 24 年 9 月 30 日（金）から利用を開始し、第 1 期（H24 後期）／第 2 期（H25 前期）／第 3 期（H25 後期）の 1 年半の利用が可能である。

申請受付開始	平成 24 年 5 月 9 日（水）
電子申請受付終了	平成 24 年 6 月 15 日（金）17 時（JST）
押印済申請書の郵送期限	平成 24 年 6 月 22 日（金）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 24 年 9 月 3 日（月）
最寄りセンターでの対面認証	
選定課題の利用開始	平成 24 年 9 月 30 日（金）
利用終了	平成 26 年 3 月 31 日（月）

### 【課題選定の方法、選定結果の通知と利用開始手続き】

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た。利用研究課題審査委員会は、申請者から提出された申請書類などの内容について、「京」以外の HPCI 共用計算資源については「HPCI システムの利用研究課題選定に関する基本的な考え方」に基づき審査を行い、その審査結果を踏まえて、それぞれ登録施設利用促進機関および HPCI 運用事務局が利用研究課題を選定した。

選定結果は、課題代表者及び連絡責任者にメールにて通知されると共に、HPCI 運用事務局のウェブページにて公表された。東工大 GSIC の TSUBAME2.0 を利用する 6 課題の一覧を

表1にまとめた。

課題採択の通知を受け取った利用研究課題は、課題代表者あるいは副代表者が最寄りセンターに出向き、対面による本人認証(対面認証)を受ける必要があり、対面認証後に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た。

### 【年度末の最終計算資源量の配分方法】

年度末の経理処理の関係上、配分口数の範囲内にて各選定課題に1月末日までに「利用予定口数」を申告していただき、それを「最終的な利用可能上限量」とした。申告の際に、「年度末時点での利用実績口数」が「利用予定口数」に対して著しく少ない状況にならないように、それまでの利用実績を考慮して「利用予定口数」を精査していただくようお願いをした。しかしながら、一部の課題では「年度末時点での利用実績口数」が「利用予定口数」に対して著しく少ない状況が発生してしまった。平成25年度末に向けて、年度末の計算資源配分手続きは改善が必要である。

### 【成果報告会の開催】

「平成24年度『京』を中核とするHPCIシステム利用研究課題 中間報告会」が平成25年3月14-15日にイイノカンファレンスセンター(東京都千代田区)にて開催された。中間報告会では、HPCI戦略プログラム利用枠課題や「京」の一般・若手人材育成・産業利用課題の中間報告と一緒に、3/14午後からのSession2にて、「『京』を除くHPCIシステム利用研究課題」の中間報告として6課題の口頭発表などが行われた。

表1 平成24-25年度 HPCI 研究課題一覧と配分計算機資源(口数)、ストレージ容量(TB)

	所属機関	申請課題名	配分計算機資源 ストレージ容量(*)
	利用課題責任者		
1	東京工業大学	コロイド-水複合系の分子動力学	1/1/-
	巾崎 潤子		15/15/-
2	京都大学	ソフト分子集団系における物質分配・ 輸送機能の解析	10/10/10
	松林 伸幸		5.5/5.5/5
3	東洋大学	エクサスケールに資する階層分割型 数値計算ライブラリ開発	1/1/1
	塩谷 隆二		-/-/-
4	名古屋大学	レプリカ交換法によるタンパク質の 立体構造予測	10/10/10
	岡本 祐幸		0.5/0.5/0.5
5	理化学研究所	超分子複合体のX線結晶構造解析	6/8/6
	竹本 千重		10/5/5
6	東京工業大学	将来のHPCIシステムのあり方の 調査研究	10/10/10
	松岡 聡		-/-/-

(\*) それぞれの口数およびストレージ容量は、第1期(H24 後期)／第2期(H25 前期)／第3期(H25 後期)

## 2-8 TSUBAME 共同利用サービス

副センター長 青木 尊之  
共同利用推進室 特任准教授 渡邊 寿雄

### 【TSUBAME共同利用サービスの概要】

TSUBAME共同利用サービスは、TSUBAME2.0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サービスである。平成24年度は、TSUBAME2.0の全提供可能計算資源の30%を上限に学外の利用者（TSUBAME共同利用サービスのみならず、学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点（JHPCN）、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）、そして先端研究施設共用促進事業トライアルユースの利用者を含む）に対して計算資源を提供する。TSUBAME共同利用サービスには、「学術利用」、「産業利用」、「社会貢献利用」の3つの利用区分と「成果公開」と「成果非公開」の категорияがあり、それぞれ下記のように分類される。

**学術利用：**学術的な貢献を目的とし、「成果公開」の категорияの課題のみ公募する。利用課題責任者は、大学・大学共同利用機関・国立研究所・高等専門学校、独立行政法人・公設試験研究機関・特殊法人（非株式会社形態のもの）、財団法人又は社団法人等（以下「大学・研究機関等」）、特定非営利活動促進法に規定される特定非営利活動法人等のいずれかに所属する者でなければならない。

**産業利用：**産業界でのイノベーション創出、競争力向上のために企業では実施し難い規模の計算をTSUBAMEで行う課題であり、「成果公開」と「成果非公開」の両方の categoriaの課題を公募する。利用課題責任者は、会社法等に規定される法人に所属する者でなければならない。

**社会貢献利用：**さまざまな社会貢献を目的として、「成果公開」と「成果非公開」の両方の categoriaの課題を公募する。利用課題責任者は、特定非営利活動促進法に規定される特定非営利活動法人、または公共団体等のいずれかに所属する者でなければならない。

### 【採択課題数の推移】

平成21年7月より開始したTSUBAME共同利用サービスは平成24年度で4年目、またTSUBAME2.0での運用も3年目となり、一年間を通して安定したサービスを提供することができた。図1に示した採択課題数の推移から明らかなように、平成24年度の採択課題数の合計27件（内訳は学術利用14件、産業利用・成果公開9件、産業利用・成果非公開4件）は平成21～23年度までの6, 17, 22件から順調な増加となった。特に学術利用での採択課題数の増加（平成21～24年度までそれぞれ1, 4, 9, 14件）が顕著であり、これはTSUBAME2.0

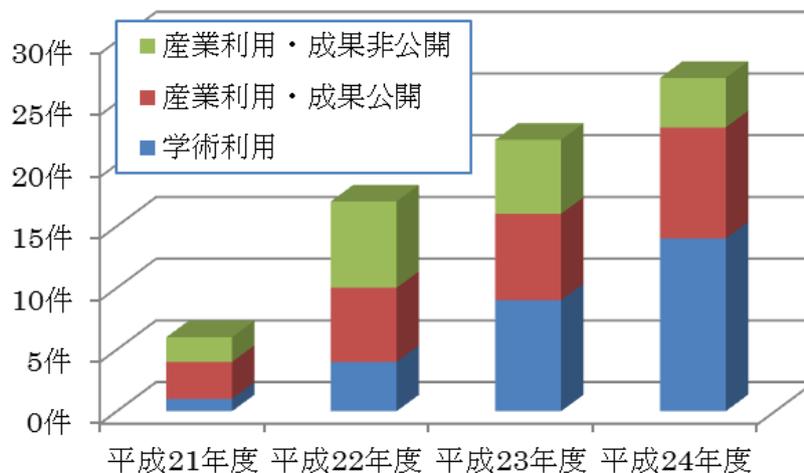


図1 Tsubame 共同利用サービスの採択課題数の推移

の高い性能による利用希望者の増加に加え、他大学や研究機関に対する本サービスの周知が進んだことが要因と考えられる。

また表1には、採択課題一覧として課題代表者所属機関や課題名、そして利用口数を掲載した。成果非公開の課題では、課題代表者の所属機関以外の情報は非公開である。成果公開の課題における利用口数の傾向を見ると、学術利用の利用口数が平均6.2口(=87口/14課題)に対し、産業利用の利用口数は平均18.2口(=164口/9課題)となり、産業利用は学術利用の約3倍程度の大口利用であることが分かる。もちろん、どちらの利用区分においても利用口数の大小には大きな分布があるが、産業利用・成果公開では企業では実施し難い大規模な実応用計算にTsubame2.0が利用されていることを反映した結果であろう。

#### 【平成25年度からの利用課金額変更】

東京工業大学の電気料金が20%値上げされたため、受益者負担の立場からTsubame2.0の利用課金の値上げの検討を行った。GSICのコンピュータシステムおよび共同利用の両専門委員会の下で立ち上げた利用課金検討WGにて議論し、Tsubame2.0の利用課金額を平成25年度より値上げする提案を行った。この利用課金変更案はGSICのコンピュータシステムおよび共同利用の両専門委員会のメール審議を経たのち、東京工業大学の役員会によって承認された。

なお今回の利用課金額変更においては電気料金の値上げ分のみを課金額に反映することとした。Tsubame2.0の運用にかかる経費の約65%が電気料金であるため、単純計算では20%×0.65=13%の値上げとなるが、今回は約10%の値上げとなっている。また利用課金額の変更と同時にこれまで税込表記のみであった課金額を税別表記とすることで、今後の消費税率変更へ対応できるようにした。

表1 平成24年度 TSUBAME 共同利用サービスの採択課題一覧

課題番号	所属機関 (学術利用のみ 利用課題責任者) 申請課題名	利用口数
TSUBAME 共同利用(学術利用・成果公開)		
1	首都大学東京 理工学研究科 岡部豊 TSUBAME2 GPU によるスピン系のクラスターアルゴリズム・	3
2	理化学研究所 生命システム研究センター 泰地真弘人 タンパク質間相互作用阻害ペプチドの設計	10
3	東京大学 情報理工学系研究科 須田礼仁 ポストペタ時代の大規模並列数値計算のための技術開発	2
4	理化学研究所 計算科学研究機構 丸山直也 高性能・高生産性を達成する垂直統合型アプリケーションフレームワーク	3
5	神奈川大学 電気電子情報工学科 宮田純子 ユーザ間対等受付制御における大規模数値計算	1
6	慶應義塾大学理工学部機械工学科 泰岡顕治 FMM を利用した分子動力学シミュレーションコードの開発	5
7	千葉工業大学工学部生命環境科学科 山本典史 溶液内金属触媒反応の第一原理分子動力学計算	2
8	東京大学大学院情報理工学系研究科 田浦健次朗 高性能と高生産性を両立する並列分散ランタイムシステム	5
9	高エネルギー加速器研究機構(KEK) 計算科学センター 佐々木節 ヘテロ環境での大規模シミュレーションの研究	11
10	京都大学大学院情報学研究科 黒橋禎夫 大規模 Web コーパスからの世界知識の獲得	10
11	量子化学研究協会研究所 中辻博 並列計算機を利用した FC-LSE 法による原子分子のシュレディンガー方程式の解	25
12	大阪大学蛋白質研究所 中村春木 GPCR 膜蛋白質の作動薬認識におけるダイナミクスの解析	6
13	名古屋工業大学 中山将伸 第一原理計算によるナトリウムイオン電池電極材料の相安定性	1
14	国立情報学研究所 佐藤真一 マルチメディア内容解析に関する研究	3
	小計	87

表1 (つづき) 平成24年度 TSUBAME共同利用サービスの採択課題一覧

課題番号	所属機関 申請課題名	利用 口数
TSUBAME 共同利用 (産業利用・成果公開)		
1	新日本製鐵株式会社 鋼材強化に資する微細析出物成長制御のための計算機シミュレーション	50
2	清水建設株式会社 大規模室内外建築環境解析システムの開発	12
3	太陽誘電株式会社 電子セラミックス材料の物性発現に関わるナノレベル構造設計シミュレーション	10
4	武田薬品工業株式会社 医薬研究本部 拡張アンサンブルシミュレーションによるタンパク質とリガンドの 結合構造予測法の開発	30
5	株式会社豊田中央研究所 Liイオン二次電池負極/被膜界面におけるLi脱挿入過程に関する ハイブリッド量子古典シミュレーション	20
6	株式会社風工学研究所 オープンソースコードによる風速の地形影響評価に関するLES	30
7	住友化学株式会社先端材料探索研究所 理論計算に基づく有機半導体材料の開発	10
8	株式会社構造計画研究所 三次元の広帯域地震動シミュレーションの実用化に向けた検討	1
9	プロメテック・ソフトウェア株式会社 Particleworks(流体解析プログラム)のTSUBAMEでの大規模並列化の試行	1
	小計	164
TSUBAME 共同利用 (産業利用・成果非公開)		
1	富士通アドバンステクノロジー株式会社 (申請課題名は非公開)	非公開
2	コニカミノルタアドバンスレイヤー株式会社 (申請課題名は非公開)	非公開
3	株式会社リコー (申請課題名は非公開)	非公開
4	日産自動車株式会社 (申請課題名は非公開)	非公開

## 2-9 先端研究施設共用促進事業

### 『みんなのスパコン』TSUBAMEによるペタスケールへの飛翔

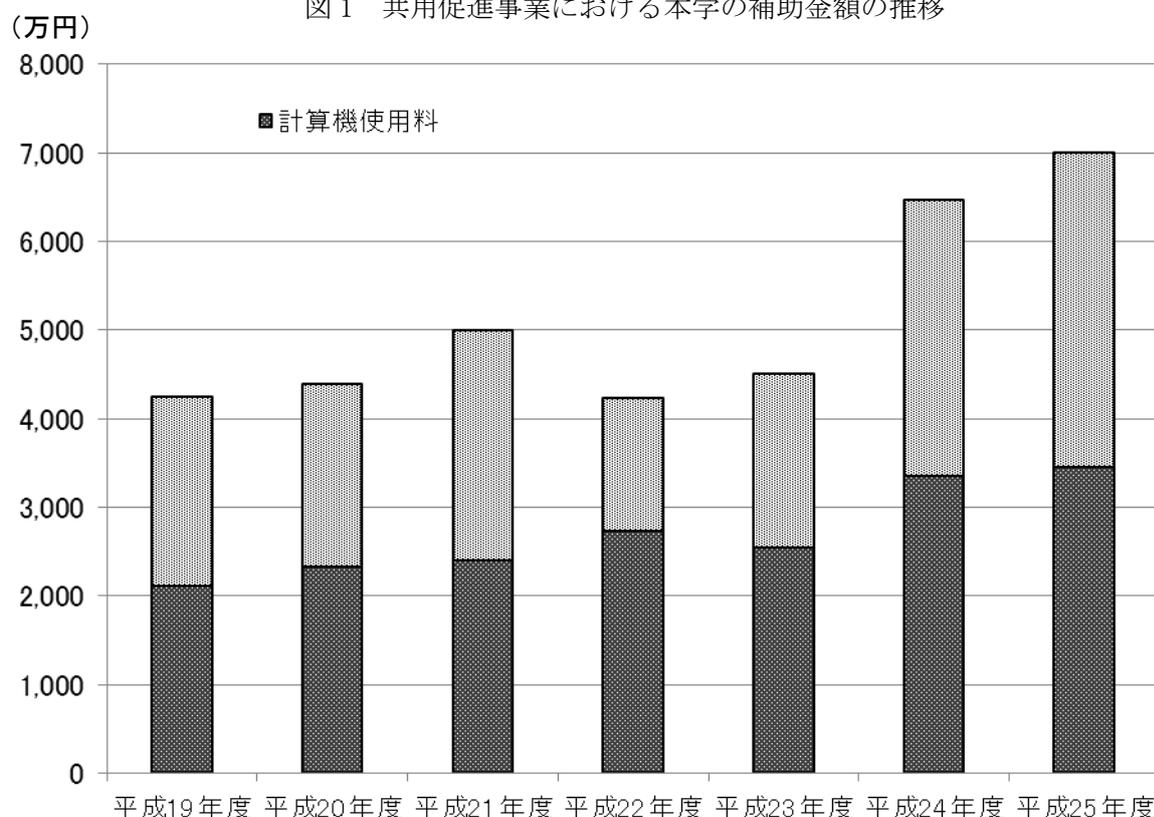
共同利用推進室 副室長 佐々木 淳

#### 【事業概要】

文部科学省 先端研究施設共用促進事業の補助事業である“『みんなのスパコン』TSUBAMEによるペタスケールへの飛翔”（以下、「本補助事業」）は、平成19年度に「先端研究施設共用イノベーション創出事業」により採択され、平成21年度より先端研究施設共用促進事業の枠組みに移行し、本学 学術国際情報センター 共同利用推進室が主体的に実施している。図1に平成19年度からの本補助事業の補助金額の推移を示す。

本補助事業は、本学 学術国際情報センターのスパコンTSUBAME2.0の計算資源を企業に利用いただく事業であり、平成24年度末時点で延べ115の課題にて利用いただいている。本補助事業のフラッグシップ的なメニューである先端研究施設共用促進事業トライアルユース（以下、「産業利用トライアルユース」）は、企業に無償にてTSUBAME2.0の計算資源を提供する制度であり、平成24年度の課題採択件数は12件（戦略分野利用推進課題4件、新規利用拡大課題2件、アプリバンドル型トライアルユース課題6件）、実施件数は17件であった。また有償による企業での利用は13件（成果公開9件、成果非公開4件）であった。

図1 共用促進事業における本学の補助金額の推移



## 【事業実施と成果】

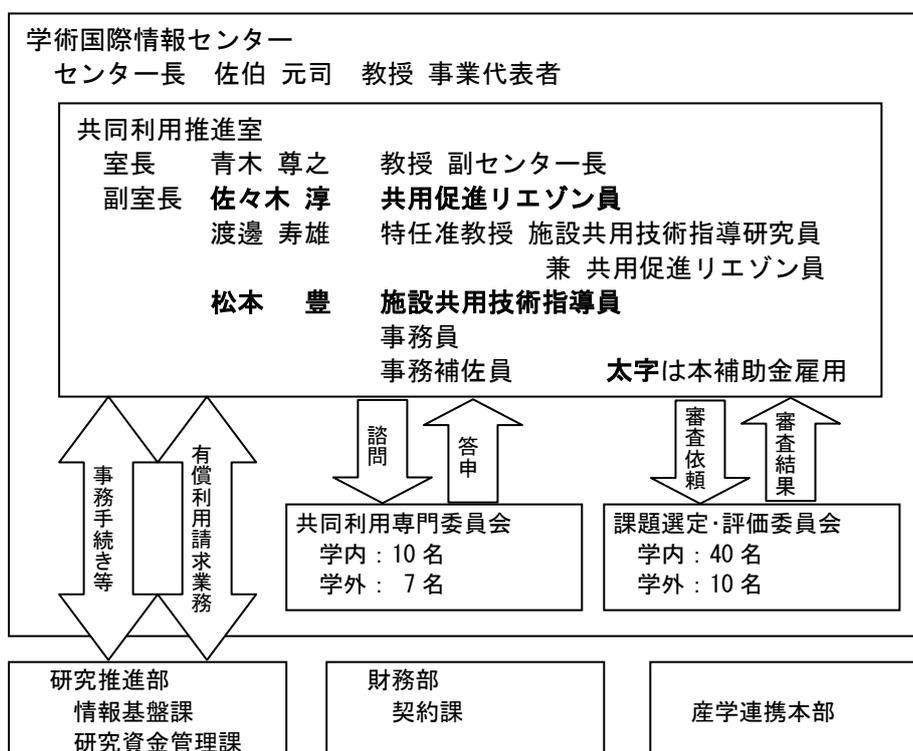
### 【実施体制】

本補助事業の事業代表者である佐伯元司教授（本事業代表者、学術国際情報センター長）の下、本補助事業を主体となつて行う学術国際情報センター 共同利用推進室（室長 青木尊之教授（学術国際情報センター 副センター長・共同利用専門委員会委員長））を組織し、本補助事業の補助金（以下、「本補助金」）で雇用している専従の共用促進リエゾン員1名、専従の施設共用技術指導員1名、および本学経費による雇用の施設共用技術指導研究員1名（特任准教授）、課題の受付・管理を行う事務員1名、経理などを行う事務補佐員1名にて本補助事業の運営体制を構成した。

共同利用推進室の主な業務内容は、事業運営・実施業務、事業計画策定、事業広報、応募課題の発掘・渉外、課題選定評価支援業務、利用制度および環境整備、技術指導および支援等と広範な業務となるため、研究推進部情報基盤課、研究資金管理課、財務部契約課、産学連携本部等からの支援を受け実施した。図2に本補助事業の実施運営体制を図示する。

また、本補助事業を含むTSUBAME2.0の共用制度は、学術国際情報センターの共同利用専門委員会の承認の下で実施される。共同利用専門委員会は本学教職員10名、他大学教員5名、一般企業職員2名、合計17名の委員で構成されており、多様な意見を反映できるようにした。

図2 本補助事業の実施運営体制



## 【広報活動】

本補助事業の認知向上のため、また利用課題を広く公募するために、積極的に広報・渉外活動を行った。表1に平成24年度の広報活動の実績、表2に平成24年度に出稿した広告を提示する。

表1 平成24年度 広報アクティビティ実績一覧

行事名	開催日	場所	目的	参加者
CBI学会 FMO研究会	4月27日	神戸大学	周知・広報	50名
SACSIS 2012(情報処理学会)	5月16～18日	神戸国際会議場	出展	250名
コンピュータ化学会 2012年春季年会	5月17、18日	東工大	出展	115名
設計・製造ソリューション展	6月20～22日	東京ビックサイト	出展	75015名
プロメテック社名古屋セミナー	7月4日	ウインクあいち	出展	120名
先端研究施設共用促進事業 全国連携シンポジウム	7月23、24日	京都大学	出展	247名
GTC JAPAN 2012	7月26日	東京ミッドタウン	出展	1500名
TSUBAME 共用促進シンポジウム	9月20日	東工大 蔵前会館	主催	156名
地球シミュレータシンポジウム	10月11日	学術総合センター	出展	100名
第2回 CSJ 化学フェスタ 2012	10月15～17日	東工大	出展	1500名
SC12	11月12～16日	米国ソルトレイクシティ	出展	9822名
産協協スパコンセミナー	11月20日	トスラブ市ヶ谷	講演	60名
第26回 分子シミュレーション討論会	11月26～28日	九州工業大学	出展	190名
HPCS 2013(情報処理学会)	1月15～16日	東工大 蔵前会館	出展	300名
NVIDIA Manufacturing Day 2013	1月17日	六本木ヒルズ	講演・出展	200名
TSUBAME 産業利用ワークショップ	3月15日	東工大 百年記念館	主催	40名
第12回 GPU コンピューティング研究会	6月15日	東工大	周知・広報	42名
第13回 GPU コンピューティング研究会	11月26日	東工大	周知・広報	63名
第14回 GPU コンピューティング研究会	3月25日	東工大	講演・広報	43名

表2 平成 24 年度 広告出稿実績一覧

媒体	発行日	内容	発行部数
情報処理学会誌 8月号 表2 【特集】スーパーコンピュータ「京」	7月15日発行	TSUBAME 共同利用サービス	約 20,000 部
日刊工業新聞 9月4日 21面 全5段	9月4日発行	TSUBAME 共用促進シンポジウム	約 422,000 部
映像情報メディア学会誌 10月号 表4 【特集】GPU とその応用	10月1日発行	TSUBAME 共同利用サービス	約 4,300 部
第 26 回分子シミュレーション討論会 講演要旨集	11月26日発行	TSUBAME 共同利用サービス	約 300 部
TSUBAME e-Science Journal Vol.8 TSUBAME 産業利用特集号	3月12日発行	TSUBAME 産業利用の実績報告	1,000 部

6月の設計・製造ソリューション展は、平成22年度から3期続けて出展しており、平成23年度より出展している海洋開発研究機構 地球シミュレータセンターとは連携を図り、スパコン利用の効用を来場者に訴求し、潜在利用者の獲得に努めている。平成24年度においては、海洋開発研究機構の地球シミュレータと本学のTSUBAMEのロゴの入った不織布のトートバックをノベルティとして作成し、海洋開発研究機構 地球シミュレータセンターのブースと本学のブースの両方に来場いただいた方に、ノベルティをプレゼントする連携を行い、ブースの集客および潜在利用者の獲得に努めた。

本補助事業の利用成果報告会として9月20日に文部科学省 研究振興局 基盤研究課長の柿田様を来賓としてお招きし、本学 TTF 蔵前ホールにて共用促進シンポジウムを開催した。シンポジウムでは新日本製鐵株式会社 澤田様、株式会社豊田中央研究所 大庭様、日本ゼオン株式会社 本田様、計3課題の口頭発表と、11件のポスター発表にて平成23年度終了課題および実施課題の成果を報告、満席となる156名の参加を得て盛況なシンポジウムとなった。本シンポジウムの模様および終了課題の報告書は、本事業のWebページならびに文部科学省の共用ナビに掲載し公開したとともに、本学のクロニクルにおいても報告している。

3月に発行したTSUBAME e-Science Journal Vol.8は、TSUBAME 産業利用の特集号として、本補助事業の成果の周知を目的に、産業利用トライアルユースを利用いただいたTOTO株式会社、株式会社豊田中央研究所、清水建設株式会社、株式会社構造計画研究所の4社のTSUBAME 産業利用トライアルユースの成果を出版物として纏めたもので、本補助事業の広報素材として利用している。

### 【課題公募】

平成 24 年度の定期公募は、4 月利用開始課題は平成 23 年 12 月から、10 月利用開始課題は平成 24 年 7 月から公募を実施した。表 3 に開催した公募説明会の日程と出席者数を提示する。公募説明会の周知に関しては、本学の WEB ページおよび文部科学省 共用ナビの WEB ページに掲載するとともに、広報活動で得られた名刺情報もとに作成、メンテナンスしているハウスリスト（約 1200 件）にてメールにて案内を行っている。

表3 公募説明会の実績

開催日	公募説明会	出席者
平成 23 年 12 月 20 日	平成 24 年度上期 産業利用トライアルユース公募説明会(1 回目)	3 名
平成 24 年 1 月 17 日	平成 24 年度上期 産業利用トライアルユース公募説明会(2 回目)	7 名
平成 24 年 7 月 6 日	平成 24 年度下期 産業利用トライアルユース公募説明会(1 回目)	14 名
平成 24 年 7 月 20 日	平成 24 年度下期 産業利用トライアルユース公募説明会(2 回目)	8 名
平成 25 年 2 月 6 日	平成 25 年度上期 産業利用トライアルユース公募説明会(1 回目)	8 名
平成 25 年 2 月 15 日	平成 25 年度上期 産業利用トライアルユース公募説明会(2 回目)	13 名

### 【新規施策】

平成 24 年度の新たな取組として、「商用アプリバンドル型 TSUBAME トライアルユース」の利用種別を、新規利用拡大の利用区分に新設し、新たな企業に対する TSUBAME の共同利用の動機付けを強く後押しする施策を講じた。「商用アプリバンドル型 TSUBAME トライアルユース」とは、新たなスパコンの利用促進が期待できる分野の商用アプリケーションソフトウェアの利用権を調達し、トライアルユースとして計算資源とともに、当該商用アプリケーションソフトウェアの利用も無償にて提供する制度で、平成 24 年度は 3 次元電磁界解析ソフト「CST STUDIO SUITE」を調達し提供した。

## 【課題採択】

平成 24 年度 産業利用トライアルユースの課題採択件数は 12 件で、内訳は戦略分野利用推進課題が 4 件、新規利用拡大課題が 2 件、商用アプリバンドル型トライアルユースが 6 件となった。課題採択時期については上期から利用開始の課題 3 件、下期から利用開始の課題 6 件、また随時受付にて 6 月に 1 件、11 月 2 件を採択した。表 4 に平成 24 年度に採択した産業利用トライアルユースの課題一覧を提示する。

表 4 平成 24 年度 産業利用トライアルユース採択課題一覧

番号	課題区分	課題名	企業名	採択月
1	戦略分野 創業	リガンドベースの仮想スクリーニングシステムの 大規模システムによる実用実験	株式会社ヒューリンクス	4 月
2	戦略分野 ナノシム	密度汎関数法を用いた エンジニアリングプラスチックの熱劣化反応解析	日立化成工業株式会社	4 月
3	新規利用拡大	個別要素法を用いた粉末充填の 大規模シミュレーション	住友電気工業株式会社	4 月
4	新規利用拡大	企業研究における大型計算機活用の促進	旭硝子株式会社	6 月
5	戦略分野 ナノシム	企業の材料開発における計算化学の活用促進	株式会社豊田自動織機	10 月
6	戦略分野 ナノシム	3 次元ナノアーキテクチャの 各種光デバイスへの応用の為の光学的解析	サイバネットシステム 株式会社	10 月
7	アプリバンドル型 トライアルユース	FPU の周波数移行に向けたアンテナの特性解析	日本放送協会 放送技術研究所	10 月
8	アプリバンドル型 トライアルユース	大規模アレイアンテナの 電磁波解析への GPU クラスタ応用	NEC 東芝スペース システム株式会社	10 月
9	アプリバンドル型 トライアルユース	超大規模三次元高周波電磁界シミュレータを用いた 民生電子機器から発せられる不要電磁波問題の研究	日本航空電子工業 株式会社	10 月
10	アプリバンドル型 トライアルユース	静電気シミュレーションにおける モデルの簡略化に関する一考察	東芝テック株式会社	10 月
11	アプリバンドル型 トライアルユース	自動車搭載ミリ波レーダの 超大規模電磁界シミュレーション	株式会社豊田中央研究所	11 月
12	アプリバンドル型 トライアルユース	超大規模三次元高周波電磁界シミュレータを用いた 医用アームロボットの EMC 特性解析	株式会社アキュセラ	11 月

## 【課題実施】

平成 24 年度の産業利用トライアルユースの新規採択課題数は 12 件で、平成 23 年度採択の継続課題 5 件（うち 1 件は H23 年 9 月末に終了）と合わせて、17 件の実施となった。年度当初の実施計画でトライアルユース課題の年間総口数として計上していた 446 口のうち 446 口全てを配分した。平成 24 年度の産業利用トライアルユースの実施課題と企業名、および配分した口数について表 5 に示す。

表5 平成 24 年度 共用促進トライアルユース 実施課題一覧

番号	課題区分	課題名	企業名	配分口数
過年度採択 継続課題				
1	戦略分野 アクセラレータ	メソ構造を持つ高分子材料の マルチスケール・シミュレーション	日本ゼオン株式会社 総合開発センター	16
2	戦略分野 ナノシム	量子化学計算を活用した企業研究の効率化	出光興産株式会社 先進技術研究所	50
3	戦略分野 アクセラレータ	衛生陶器設計のための 並列 GPGPU 気液二相流シミュレーション	TOTO株式会社 技術開発センター	52
4	戦略分野 社会基盤リスク	大規模地震における 強震動評価と屋内収容物の被害評価	株式会社構造計画研究所 防災ソリューション部	7
5	戦略分野 アクセラレータ	大規模三次元電磁界シミュレーションの トンネルモデルへの適用	株式会社構造計画研究所 社会インフラシステム部	20
平成 24 年度 上期採択課題				
6	戦略分野 創薬	リガンドベースの仮想スクリーニングシステムの 大規模システムによる実用実験	株式会社ヒューリンクス	8
7	戦略分野 ナノシム	密度汎関数法を用いた エンジニアリングプラスチックの熱劣化反応解析	日立化成工業株式会社	12
8	新規利用拡大	個別要素法を用いた粉末充填の 大規模シミュレーション	住友電気工業株式会社	32
9	新規利用拡大	企業研究における大型計算機活用の促進	旭硝子株式会社	5
平成 24 年度 下期採択課題				
10	戦略分野 ナノシム	企業の材料開発における計算化学の活用促進	株式会社豊田自動織機	28
11	戦略分野 ナノシム	3次元ナノアーキテクチャの 各種光デバイスへの応用の為の光学的解析	サイバネットシステム 株式会社	10
12	アプリバンドル型 トライアルユース	FPU の周波数移行に向けたアンテナの特性解析	日本放送協会 放送技術研究所	98
13	アプリバンドル型 トライアルユース	大規模アレイアンテナの 電磁波解析への GPU クラスタ応用	NEC 東芝スペース システム株式会社	53
14	アプリバンドル型 トライアルユース	超大規模三次元高周波電磁界シミュレータを用いた 民生電子機器から発せられる不要電磁波問題の研究	日本航空電子工業 株式会社	10
15	アプリバンドル型 トライアルユース	静電気シミュレーションにおける モデルの簡略化に関する一考察	東芝テック株式会社	25
16	アプリバンドル型 トライアルユース	自動車搭載ミリ波レーダの 超大規模電磁界シミュレーション	株式会社豊田中央研究所	10
17	アプリバンドル型 トライアルユース	超大規模三次元高周波電磁界シミュレータを用いた 医用アームロボットの EMC 特性解析	株式会社アキュセラ	10

### 【共用実績】

本補助事業の産業利用トライアルユースでは、TSUBAME2.0年間供給可能計算資源の12%を上限に共用する計画であったが、実績は11.94%であった。また有償利用を含めた配分口数は年間共有可能資源の15.06%となった。一方、共用率は全体提供時間に対する共用時間の割合であり、トライアルユースの共用率は15.93%、有償利用を含めた全体の共用率は23.45%となった。表6に平成24年度の産業利用トライアルユースでのTSUBAME2.0の使用実績を提示する。

ここで述べるTSUBAME2.0年間供給可能計算資源とはTSUBAME2.0が1年間に提供可能な資源量を示しており、全体提供資源は1年間にユーザが実際に使用したTSUBAME2.0の資源量を示す。

表6 平成24年度 共用時間、全体提供時間、共用率

	計算資源供給量		
	トライアルユース 実績値	全産業利用 実績値	トライアルユース 年度計画値
共用時間 (a)	1,088,311	1,602,076	1,341,000
全体提供時間 (b)	6,830,964	6,830,964	11,232,000
共用率 (a)/(b)	15.93%	23.45%	11.94%

(単位:ノード時間はマシンタイムの単位で、1ノード時間は1計算ノードを1時間占有利用に相当。)

### 【利用者支援】

スパコンの産業利用促進には継続的なユーザ教育の取組みは不可欠であり、TSUBAME2.0を初めて使うすべての課題従事者に対し、利用開始前の利用講習会への参加を義務づけ、平成24年度においては、該当者のために延べ15回の利用講習会を開催した。

日常の利用においては共同利用推進室にて、TSUBAME2.0の基本操作、プログラムの並列化やポーティングの支援、また商用アプリバンドル型トライアルユースで調達したアプリケーション利用の支援を行った。また本事業のユーザが使用する有償アプリケーションをTSUBAME2.0上で使えるようにするため、当該有償アプリケーションのライセンスのライセンスサーバへの設定や登録等の、ユーザがTSUBAME2.0を利用する際のサポートを提供している。

### 【利用環境整備】

平成24年度においては、平成23年度に整備した学外利用者向け作業スペースに、セキュリティの向上を目的に、学内共通入室管理システムに繋がる非接触型ICカード錠を設置し、入退出の記録を取るようにした。

商用アプリバンドル型トライアルユースのために調達したCST STUDIO SUITEのユーザが、TSUBAME2.0での解析結果を多量な解析データをダウンロードすることなくリモートにて確認するために、解析結果を可視化するためのサーバを構築し、ユーザの利便性の向上を図った。

### **【総括】**

本補助事業は3年ごとに文部科学省による中間評価があり、本学は前回の中間評価に引き続き、平成24年度中間評価においても最高評価を獲得し、本学の取組みが「優れた事業であり、必ず継続すべき」との評価をいただいた。

今後もTSUBAME産業利用の取組みが永続的となるよう、制度や枠組みの整備とともに、提供するサービスの質についても向上させるよう取り組んでいきたい。

## 2-10 TSUBAMEランドチャレンジ大規模計算制度

副センター長 青木 尊之  
共同利用推進室 特任准教授 渡邊 寿雄

### 【本制度の概要】

TSUBAME2.0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として東工大内外に対して計算機資源を提供する共同利用スパコンでもあるため、通常運用では最大でも420ノードまで（Hキュー利用時）しか占有利用できず、全ノードのピーク性能2.4PFLOPSを有効活用する機会には現状ではほとんどなかった。そこで、TSUBAME2.0のピーク性能を生かして初めて可能となるランドチャレンジの学術分野の研究課題を広く公募し、TSUBAME2.0の全ノード占有利用環境を提供することで、世界のトップクラスのスパコンでしか達成できない著しい成果を上げることを目的として、TSUBAMEランドチャレンジ大規模計算制度を新たに設立し、平成23年度より春と秋の年2回で実施してきた。その結果として、採択課題のうちの2つがSC12においてスパコンの分野での最高栄誉と言われるゴードンベル賞・特別賞（本賞）と奨励賞を受賞するなど、輝かしい成果を上げている。

### 【実施スケジュールと申請～採択課題決定までの流れ】

TSUBAMEランドチャレンジ大規模計算制度は、春期と秋期の年2回のペースで実施しており、基本スケジュールとしては、全ノードもしくは大規模ノードを占有利用しての本実施が行われる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Hキュー1日占有利用相当の予備実施などの準備が行われる。

課題の申請手続きは、課題申請Webフォームより課題名・課題概要・課題責任者情報を送信した後に、申請書の電子ファイルをメール添付にて提出し、申請受理メールを受信することで完了する。

申請受付締切後に、課題選定評価委員会による審査によって採択課題が決定される。具体的には、委員3名以上による書類審査と、その結果を踏まえた課題選定評価委員会の2段階審査によって採択課題が決定される。その後、速やかに課題責任者へメールにて審査の可否が通知される。

### 【公募するカテゴリ、申請状況、採択課題一覧】

本制度で公募するカテゴリとしては、TSUBAME2.0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TSUBAME2.0の全ノードの1/2～1/3を一週間程度利用するカテゴリBの2つの区分があり、これまでの申請状況と採択件数は表1のようにになっている。

表1. 各カテゴリごとの申請状況と採択件数（括弧内は申請課題数）

申請区分	平成 25 年	平成 24 年		平成 23 年		計
	春期	秋期	春期	秋期	春期	
カテゴリ A	1(1)	2(2)	2(2)	3(3)	4(6)	9(11)
カテゴリ B	1(1)	0(0)	0(0)	2(3)	-	2(3)
小計	2(2)	2(2)	2(2)	5(6)	4(6)	11(14)

また採択課題一覧を表2に掲載した。東京工業大学所属の課題責任者のみでなく、他機関所属の課題責任者も多く、本制度が学外に対しても開かれた制度であることを示している。

課題内容の傾向として、TSUBAME2.0の特徴であるGPUを用いた課題がほとんどである点がまず挙げられる。しかしながら、平成25年度春期のカテゴリBの採択課題である中辻先生の課題はCPUのみを用いた課題である。これは、カテゴリBではピーク性能よりも科学的重要性に重きが置かれていることを反映している。

表2. 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
H24 春期	A	東京工業大学 客員准教授 鈴木豊太郎	大規模グラフ処理ベンチマーク Graph500 の スケーラブルなGPU実装による性能評価
		中央大学 准教授 藤澤克樹	内点法アルゴリズムの並列計算による 超大規模半正定値計画問題の解決
H24 秋期	A	東京工業大学 客員准教授 鈴木豊太郎	新カーネルを取り入れた大規模グラフ処理ベンチマーク Graph500のスケーラブルな探索手法による性能評価
		東京工業大学 教授 青木尊之	格子ボルツマン法による1m格子を用いた 都市部超高解像度気流シミュレーション
H25 春期	A	中央大学 准教授 藤澤克樹	超大規模半正定値計画問題に対する 高性能汎用ソルバの開発と評価
	B	量子化学研究協 会研究所 所長 中辻 博	超並列計算機TSUBAMEの利用による 幾つかの有機・無機分子のシュレーディンガー解の計算

**【本制度の申請課題が満たすべき条件と採択課題が果たすべき義務】**

本制度に申請するには、以下の条件を満たす必要がある。これらの条件は、本制度がTSUBAME2.0の一般ユーザへのサービスを止めての実施となるため、その負担に見合うだけの成果を要求されることから生じている。

- 申請課題のカテゴリは、TSUBAME共同利用（学術利用・成果公開）に準ずること。

- TSUBAME2.0の大規模ノード占有利用により、広くその重要性が認識されている分野での挑戦的な課題におけるチャンピオンデータが得られる十分な見込みがあること。
- 課題申請の段階で既に1000以上のプロセスを同時に実行するような大規模計算の実績があること。
- 課題申請までにTSUBAME2.0を利用していることは必須ではないが、大規模ノード占有利用前に与えられる僅かな期間・計算資源にて万全の準備ができること。

一方、採択課題が果たすべき義務としては、主に成果の公開に関する以下の4点が挙げられている。下線太字部分の2点は、過去の実施を基に制度を見直した事項である。

- 本制度によって得られた成果は、利用終了後1ヵ月以内に所定の様式を満たした実施報告書として提出すること。提出された実施報告書のうち、公開すると定めた部分は東工大GSICのWebページなどで公開される。
- 東工大GSICが開催するシンポジウムなどのイベントにおける発表や、TSUBAME e-Science Journalなどへの執筆へ協力すること。TSUBAME e-Science Journalへ執筆した場合には、最終成果報告書の別紙として代替することができる。なお特許申請や学術的競争のために発表等ができない場合は、その理由と共に発表できる時期を明記した文書を提出すること。
- この成果を論文発表・学会発表・プレスリリースなどする際は、TSUBAMEグランドチャレンジ大規模計算制度による成果であることを明記し、発表後2週間以内に東工大GSICへ報告すること。
- これらを含めて利用終了後1年以内に、所定の様式を満たした最終の成果報告書を提出すること。申請時に継続課題として認定された場合には、継続課題の利用終了後1年以内に複数課題の最終報告書をまとめて提出すること。

#### 【実施スケジュールと各採択課題への提供計算機資源量】

##### 平成24年度春期 TSUBAME グランドチャレンジ大規模計算制度

課題公募	1/25	～	2/22 17:00	
採択通知	3/5			
<b>(鈴木グループ)</b>				
予備実施(Hキュー420ノード)	3/23 10:00	～	3/24 09:00	23時間
本実施 1回目(全ノード)	4/04 10:00	～	4/04 23:00	13時間
本実施 2回目(全ノード)	4/05 15:00	～	4/06 07:00	16時間
グループディスク(/work0 1TB)				4月
<b>(藤澤グループ)</b>				
予備実施(Hキュー420ノード)	3/19 10:00	～	3/20 09:00	23時間
本実施 1回目(全ノード)	4/03 18:00	～	4/04 10:00	16時間
本実施 2回目(全ノード)	4/04 23:00	～	4/05 15:00	16時間

グループディスク

なし

#### 平成 24 年度秋期 TSUBAME グランドチャレンジ大規模計算制度

課題公募 8/03 ~ 8/29 17:00

採択通知 9/10

##### (鈴村グループ)

予備実施(Hキュー420 ノード) 9/17 10:00 ~ 9/18 09:00 23 時間

本実施 1回目(全ノード) 9/25 05:00 ~ 9/25 15:00 10 時間

本実施 2回目(全ノード) 9/26 02:00 ~ 9/26 09:00 7 時間

グループディスク

なし

##### (青木グループ)

予備実施(Hキュー420 ノード) 9/15 10:00 ~ 9/16 09:00 23 時間

本実施 1回目(全ノード) 9/24 17:00 ~ 9/25 05:00 12 時間

本実施 2回目(全ノード) 9/25 15:00 ~ 9/26 02:00 11 時間

グループディスク(/work0 20TB、/work1 25TB) 9~10 月

#### 平成 25 年度春期 TSUBAME グランドチャレンジ大規模計算制度

課題公募 1/31 ~ 2/20 17:00

採択通知 3/5

##### (藤澤グループ)

予備実施(Hキュー420 ノード) 3/18 10:00 ~ 3/19 09:00 23 時間

本実施 1回目(全ノード) 4/2 16:00 ~ 4/4 09:00 41 時間

グループディスク(/work0 1TB) 3~4 月

##### (中辻グループ)

予備実施(Hキュー420 ノード) 4/8 10:00 ~ 4/9 09:00 23 時間

本実施 1回目(420 ノード) 4/11 10:00 ~ 4/18 11:30 169.5 時間

グループディスク(/work0 30TB) 4~6 月

### 3 国際協働

#### 3-1 MOUに基づく国際共同研究

##### 3-1-1 カーティン大学土木工学科とのMOU締結

先端研究部門 高性能計算先端応用分野 准教授 ピパットポンサー ティラポン

西オーストラリア州においては、鉱山開発事業に応じて、交通・物流・インフラ整備が早足で進められている。舗装技術等に関する研究開発に取り込んでいるカーティン大学は、優れた研究設備・人材・資金によって、研究開発拠点となっている。一方、本学GSIC側では材料構成則、応用力学、計算力学などの先端的な研究ポテンシャルを発揮させるとともに、研究ファンド取得のため、双方利益をもたらす要素をマッチングさせる国際共同研究に向けて、効果的に促進することを目的とした本部局MOUを、2012年8月16日に締結した。今後5年間の交流計画では、道路舗装の寿命を延ばすための舗装構造の進行性破壊メカニズムの解明および舗装維持管理・点検に必要な舗装表面の破砕音分析に関する共同研究を行う。

##### 3-1-2 チュラロンコン大学工学部とのMOU締結し直し

先端研究部門 高性能計算先端応用分野 准教授 ピパットポンサー ティラポン

TSUBAMEを利用した共同研究を行うにあたり、スーパーコンピュータの利用におけるセキュリティを確保するため、部局間MOUを締結することにより、より相互理解を確認しながら進めることが重要である。前回のMOU(2007～2012)には、津波シミュレーションの共同研究が特定されているため、2007年11月16日、2008年4月4日および2009年3月17日にTSUBAMEを利用した国際共同研究Agreementが締結され、並列処理技術を用いた地震による津波のシミュレーションの共同研究が実施された。本部局間MOUは2013年2月15日に締結した。今後の5年間、防災とハイパフォーマンス・コンピューティングを中心に国際協働を展開し、TSUBAMEを利用した共同研究、ワークショップ・シンポジウム開催等を引き続き行うため、新たにMOUを締結し更新した。

## 3-2 国際シンポジウム・ワークショップ

### 3-2-1 GSIC主催国際シンポジウム (2012年度 No.1) : 地下エネルギー資源開発に向けた地盤災害の低減・抑止 (International Symposium on Reduction and Prevention of Geo-hazards in Development of Subsurface Energy Resources)

先端研究部門 高性能計算先端応用分野 准教授 ピパットポンサー ティラポン

1996年12月に本学とカセサート大学との間で全学協定が結ばれ、理工学の様々な分野において特定テーマでの共同研究を行うことにより、双方の学術交流促進に大きく貢献してきた。持続可能な社会と経済成長を維持する貴重な資源を安定的に供給するために、鉱物・エネルギーの埋蔵量の開発は重要な課題である。地下エネルギー資源開発に関する国際共同研究の促進・拡大を目指し、タイ・バンコクのカセサート大学工学部で2012年5月14日(月) 8:15-16:45にGSIC主催国際シンポジウムを開催した。本シンポジウムは、MOU (Memorandum of Understanding) に基づき、鉱山・地盤工学の分野における地盤災害の低減・抑止を中心に、法尻掘削におけるアーチ効果の物理模型実験とその3次元数値シミュレーション、メモ露天掘り炭鉱の実用例、炭鉱における動的斜面安定解析、ICTを利用したモニタリング技術、斜面補強工法と補強材料技術、掘削による荷重伝達メカニズム、粒子法による変形解析などの様々な研究課題についての地下エネルギー資源開発に向けた国際共同研究の活動報告として計画される。参加人数は、講演者9名を含む計72名であり、大学からは東工大、カセサート大学、チェンマイ大学、チュラロンコン大学、マヒドン大学、ナレスアン大学の教員および学生、行政機関からはタイ農業・協同組合省土地開発局、タイ最大の発電企業であるタイ発電公社(EGAT)、企業からは石炭採掘量で世界7位・アジア4位につけているタイ企業大手のバンプー(BANPU)社、ラオスで埋蔵量6億トンのリグナイト生産に参入しているホングサー(HONGSA)パワー社、タイ素材大手のサヤム・セメント・グループ(SCG)の他、材料会社、測定機器会社、コンサルタント会社などの技術者が多数参加し、成功裏に終えることができた。

詳細：<http://www.geo.gsic.titech.ac.jp/activity/GSIC-KU2012/>

### 3-2-2 GSIC共催国際ワークショップ：地盤災害・破壊メカニズムに関する数理・物理モデル (GSIC TOKYO TECH & FCEE ITB Joint International Workshop on Physical and Numerical Modeling for Failure Mechanisms in Geo-mechanics)

先端研究部門 高性能計算先端応用分野 准教授 ピパットポンサー ティラポン

近年、日本とインドネシアにおいて頻繁に地盤災害が発生している。本共催国際ワークショ

ップは、9月17日(8:00~12:00) にバンドン工科大学土木工学科にて地盤工学を踏まえた防災・地下資源開発を中心に、双方の研究者の研究・共同研究成果および学術的な経験・見解等を発表し意見交換を実施した。参加者44名、講演者5名(東工大1名)の合計49名の参加があった。ワークショップ後、バンドン工科大学の研究設備訪問・炭鉱現場調査等を行いました。既存の全学交流協定の下、双方の研究者間のネットワーク・パートナーシップを構築することにより、共同研究への強化や、新たな共同研究プロジェクトの立ち上げが近い将来に期待される。当日受付で登録された参加者数が38人(講演者6人、東工大タイ拠点2人、KMUTT教員7人、学生23人)だった。

詳細：<http://www.geo.gsic.titech.ac.jp/activity/GSIC-ITB2012/>

### 3-3 国際共同研究

#### 3-3-1 インドネシア東カリマンタン州のPT. Indominco Mandiri 炭鉱調査

先端研究部門 高性能計算先端応用分野 准教授 ピパットポンサー ティラポン

平成24年9月16-23日にわたって、国際的な共同研究の推進支援プログラムによる支援を受けた活動として、9月17日にバンドン工科大学でのワークショップ開催と、9月19-20日にインドネシア共和国東カリマンタン州のPT. Indominco Mandiri 炭鉱社を訪問した。PT Indominco Mandiri Mine 炭鉱社は1988年11月に設立された。東カリマンタン州に位置している露天掘り炭鉱の面積規模は25,121ヘクタールで、2030年まで生産する予定である。一日の生産量は約4万トンで、日本、韓国、台湾の発電企業向けに販売している。今回の調査結果として、酸性廃液、土のせん断強度の決定法、不連続性岩盤斜面の安定性の問題等を把握し、基本データを収集した。現場における工学的問題を把握するとともに、現場の基本データを収集し、現地企業の技術者等との意見交換を実施することにより、お互いの信頼関係を高めることができた。今後は、バンドン工科大学における研究者との基礎技術および利用可能施設を確認し、PT. Indominco Mandiri 炭鉱社、バンドン工科大学、東工大との共同研究の具体的なテーマを検討していく。

詳細：インドネシアの大学と企業との産学連携活動，東工大クロニクル，No. 481，Nov. 2012，pp. 11-12

#### 3-3-2 地盤の非線形弾性構成則に関するバンドン工科大学との共同研究

先端研究部門 高性能計算先端応用分野 准教授 ピパットポンサー ティラポン

剛性のひずみ依存性を考慮した地盤材料構成式に関する研究は、チュラロンコン大学とバン

ドン工科大学との共同研究による成果展開である。バンドン工科大学の教員1名は、AUN/SEED-net から短期研究プログラムの支援を受けて、平成23年7月1～30日に準客員研究員として、本センターに着任し、ハイパープラスチックシティ枠組みに関する地盤構成則の動的数値解析手法を開発するとともに動的解析プログラムの評価を実施した。

### 3-3-3 タイ北部ラムプーン県の Banpu 鉱山社の炭鉱調査

先端研究部門 高性能計算先端応用分野 准教授 ピパットポンサー ティラポン

2013年3月12-14日に、産学連携課の国際的な共同研究のための推進支援プログラムによる支援を受け、タイ発電会社のランパーン県メモ炭鉱およびBanpu社のランパーン県炭鉱を視察し、排水処理設備、石炭掘削現場等を視察し、これら技術に関して、それぞれの会社の技術者と意見交換した。石炭採掘最大手のBanpu炭鉱社は、タイ北部ラムプーン県リー郡近郊で採掘権を取得し、既存鉱山の付近に位置する延長プロジェクトの開発に関するフィージビリティ・スタディを行ったので、間もなく操業を再開する。年産褐炭生産量が露天掘りから全量108万トン規模を見込んでいるため、現在の資源量では、炭鉱寿命3年の生産となっている。当該プロジェクトの埋蔵量が非経済的に見積もられているにもかかわらず、Banpu炭鉱社は、全面的に終掘後、以前所有した鉱山のダンピングエリアにおける酸性鉱山排水を制御するために、酸性化し難い層から掘削された廃土・廃石を利用して、ダンピングの上に、土被りとして、埋め戻す適用を目指している。すなわち、酸性化し易い層への水と酸素が接触することを制限する対策である。また、この露天掘り炭鉱では、石灰岩や消石灰などのアルカリ性の安価な中和剤添加によって、流出が中和させられ、既に酸性鉱山排水問題が解決されている。しかし、酸性水発生メカニズム及び中和剤の効率がまだ評価できないため、これより大きい現場への適用の有用性に関して、共同研究を検討している。

### 3-3-4 エルランゲン-ニュルンベルグ大学工学部との国際交流協定に基づいた共同研究

先端研究部門 高性能計算先端応用分野 教授 青木 尊之

TSUBAME 2.0のGPUを積極的に利用し、大規模流体計算の共同研究を進めた。2012年7月8日～13日にブラジル・サンパウロで開催された第10回計算力学の国際会議WCCM 2012のGPUコンピューティングに関するオーガナイズド・セッションにおいて共同研究の打合せを行うとともに、同年8月1日～2013年1月31日まで、エルランゲン-ニュルンベルグ大学から博士研究員を招き、格子ボルツマン法をベースとした流体-構造連成問題の研究を進めた。適合格子細分化の検討や、それに対応する動的負荷分散のための空間充填曲線のいくつかの

候補に対するアクセス局所性を調べた。また、新しい NVIDIA GPU の Tesla K20 のメモリバンド幅やキャッシュ・ヒットについての検討を行った。

### 3-3-5 JICA（国際協力機構）との協定に基づいた「草の根パートナーシップ型事業」

先端研究部門 情報技術国際協働分野 教授 山口しのぶ

基礎教育のアクセスの拡大は国連ミレニアム開発目標において重要項目とされており、途上国が真剣に取り組んでいる課題である。1990年の民主化後、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。山口・高田研究室は、2004年より、モンゴル教育科学省との連携のもと、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ている。2012年3月からは、JICAと連携し、草の根技術協力事業草の根パートナー型プロジェクト「モンゴルにおける地方小学校教員の質の向上—地域性に即したICTを活用した教材開発を通じて」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および、各県代表の教員94名にICTを活用した教材開発に関する研修と実施し、カスケードモデル型手法を活用することで、全国で1650名の教員が研修を受けるに至った。更には、One Laptop Per Child (OLPC)

### 3-3-6 世界遺産地域における情報技術の導入に関する共同研究

先端研究部門 情報技術国際協働分野 教授 山口しのぶ

ラオスアンパバーン政府世界遺産局との連携のもと、モバイルラーニングの活用に関する調査、及び、VRパノラマによる町並み景観モニタリング手法の開発を実施した。発展後進国でありながら2011年にはラオスの携帯電話普及率が80%に到達した点に注目し、現地の二大学の学生を対象とした世界遺産保存に関する意識向上のためのモバイルラーニング導入に関する調査分析を実施した更に、町並み景観を効果的にモニタリングするための手法として、3DCGとVRパノラマによる手法の比較検討を実施し、その結果、現地に効果的に応用できる手法としてVRパノラマが選択された。遺産地域のメインストリート1.5キロの30地点におけるVRパノラマを作成し、モニタリングプロセスを策定し今後定期的に情報をアップデートすることにより町並みの変化を掌握するベースラインとして活用される。

### 3-4 GSIC 主催国際ワークショップ

先端研究部門 高性能計算先端応用分野 准教授 ピパットポンサー・ティラポン

情報技術を駆使した国際協働により得られた成果を広く地域社会・国際社会にアピールすることで、本学のプレゼンスとビジビリティが更に高まるため、以下のGSIC 主催国際ワークショップを開催した。

**タイトル：**GSIC 主催国際ワークショップ：農地・地盤防災へ適用した情報技術 (GSIC International Workshop on Information Technology Applied to Disaster Prevention in Grounds and Farmlands)

**日程：**2013年3月15日(金) 13:00-17:00

**主催：**東京工業大学 学術国際情報センター

**協賛：**キングモンクット工科大学トンブリ校 計測機器・制御システム学科

**後援：**産学連携課「国際的な共同研究の推進支援プログラム」

**場所：**タイ西バンコク キングモンクット工科大学トンブリ 講義棟4号2階工学部会議室 (King Mongkut's University of Technology Thonburi (KMUTT), Meeting room of Faculty of Engineering, 2nd Floor, Classroom Building 4)

**参加費：**無料

**言語：**英語

**ウェブサイト：**[www.geo.gsic.titech.ac.jp/activity/GSIC-KMUTT2013/](http://www.geo.gsic.titech.ac.jp/activity/GSIC-KMUTT2013/)

**参加者：**計38人(講演者6人(GSIC側3名), タイ拠点2人, KMUTT教員7人, 学生23人)

本学は、2007年10月にキングモンクット工科大学トンブリ校(KMUTT)と全学協定を締結し、現在まで有効である。既存のMOU下、2013年3月15日(金)13:00-17:00時に防災・農業への情報技術の適用に関するワークショップをKMUTTで開催する。本ワークショップは、地盤災害・農地被害に対する防災・減災に関わる情報技術適用を普及させることを目的とし、塩害調査、斜面安定、コンピューターモデル、数値解析、画像処理、音波処理、制御システムおよびハイパースペクトル観測による農作物の状態推定技術に興味を持つ参加者に対し、幅広い内容で取り組んでいる最近の研究成果の報告・ディスカッションを設け、分かり易い解説を行った。その後、2012年11月から開始した破砕進行に伴う可聴音分析に関する共同研究を打ち合わせた。

尚、本活動は、産学連携課の国際的な共同研究の推進支援プログラムの支援およびGSIC国際協働経費より予算の補助を受け、3月12日～14日にタイ北部炭鉱調査および3月15日にバンコクでワークショップ開催を実施した。



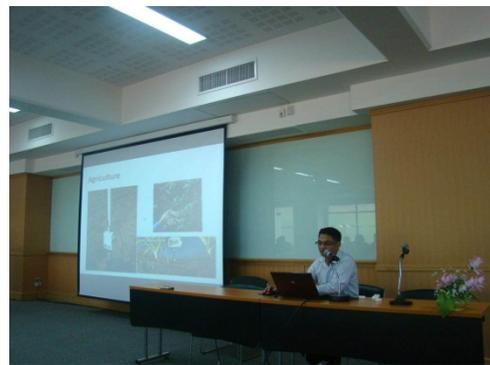
KMUTT 工学部長よりご挨拶



タイ拠点長よりワークショップ開会挨拶



講演者：ピパットポンサー・ティラポン



講演者：Santi Nurach, KMUTT



講演者：呉 文潔



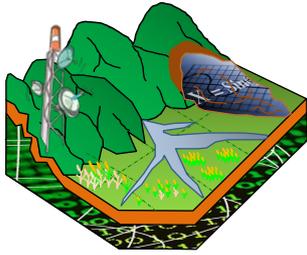
講演者：Trin Detkhong, KMUTT



講演者：Thitikorn Posribink, KMUTT



ワークショップの様子



**GSIC International Workshop on  
Information Technology Applied to Disaster Prevention in  
Grounds and Farmlands**

**Date:** March, 15 (Friday) 2013

**Time:** 13:00-17:00

**Venue:** King Mongkut's University of Technology Thonburi (KMUTT), Meeting Room of Faculty of Engineering, 2<sup>nd</sup> Floor, Classroom Building 4

**Synopsis:** Tokyo Institute of Technology (Tokyo Tech) and King Mongkut's University of Technology Thonburi (KMUTT) has entered into the Memorandum of Understanding (MOU) for cooperation in research and education since October 2007. This MOU paves a way to joint research activities and publications as well as joint working arrangement for holding conferences, colloquia and symposia in order to exchange of information in fields of interest to both institutions. Under an umbrella of MOU going forward, Global Scientific Information and Computing (GSIC) Center of Tokyo Tech has already started research collaboration with KMUTT in a field of sound wave analysis. In order to promote joint research activities and enhance scientific researches in the field of Information Technology towards the disaster prevention in grounds and farmlands with related researchers, GSIC international workshop will be held at Department of Control System and Instrumentation, KMUTT. Recent researches on monitoring and computing techniques for Geotechnics and Agriculture studied in the field, laboratory and by computer model will be presented to disseminate their research/academic achievements on the broad contents to wide audiences who are interested in saline soil, slope stability, constitutive model, image processing, sound wave processing and hyperspectral data measurement.

**Organizer:** Global Scientific Information and Computing Center, Tokyo Institute of Technology

**Collaborator:** Department of Control System and Instrumentation, King Mongkut's University of Technology Thonburi

**Supporters:** GSIC, Tokyo Tech Office of Industry Liaison

**Language:** English **Fee:** Free of charge

**Website:** [www.geo.gsic.titech.ac.jp/activity/GSIC-KMUTT2013/](http://www.geo.gsic.titech.ac.jp/activity/GSIC-KMUTT2013/)

**Programs**

12:30-13:00	Registration
13:00-13:10	Welcome message and Workshop introductory, Assoc. Prof. Dr. Booncharoen Sirinaovakul, Dean, Faculty of Engineering, KMUTT

13:10-13:15	Opening remark, Prof. Takashi Kitahara, Director of Tokyo Tech Thailand Office
13:15-13:45	Investigation of soil salinity damage and implication using hyperspectral sensor data, Thirapong Pipatpongsa (Tokyo Tech)
13:45-14:15	Sensor, signal analysis and control, Santi Nurach (KMUTT)
14:15-14:45	Development of monitoring method of particle crushing progress using audio frequency measurement, Wenjie Wu (Tokyo Tech)
14:45-15:00	Coffee break
15:00-15:30	Failure mechanism and design techniques of undercut slope for lignite mining, Thirapong Pipatpongsa (Tokyo Tech)
15:30-16:00	Numerical simulations of geotechnical works in Bangkok subsoil using advanced soil models, Trin Detkhong (KMUTT)
16:00-16:30	Observation technique of slope failure by particle image velocimetry in the laboratory using physical model, Hidehira Hirai (Tokyo Tech)
16:30-17:00	Development of falling weight deflectometer for pavement evaluation, Thitikorn Posribink (KMUTT)

## ユネスコ Education Research Institutes Network (ERI-Net) 専門家会合

先端研究部門 情報技術国際協働分野 教授 山口しのぶ

日時： 2013 年 3 月 7-8 日

場所： Imperial Queen' s Hotel in Bangkok

共催： ユネスコ教育アジア太平洋事務所，東京工業大学・学術国際情報センター，

協賛： 韓国信託基金

2013 年 3 月 7 日～8 日、タイバンコク市内においてユネスコ教育アジア太平洋地域事務所（ユネスコバンコク事務所），東京工業大学学術国際情報センター共催による Education Research Institute Network (ERI-Net) 専門家会合が韓国信託基金の協賛により開催された。2009 年に設立された ERI-Net は現在 15 カ国 11 の大学およびシンクタンクをメンバ

一としており、毎年地域レベルでの教育政策の合同研究を実施している。本会合では、「教育政策への Non-cognitive skills（非認知スキル）の導入」および「中等教育から高等教育への進学過程」を研究テーマとし、7カ国 25名の参加者による各国の発表を基に活発な議論が展開された。また、本会合では、今後の比較研究の枠組みにも言及し、平成 25 年度に実施予定の「アジア 6 各国における 21 世紀型スキルの教育政策への導入」の関する研究法に関する情報共有が行われた。

第一日目は「教育政策への Non-cognitive skills（非認知スキル）の導入」をテーマに活発な論議が行なわれた。ソフトスキルとも呼ばれる「非認知スキル - non-cognitive skills」は創造力やコミュニケーション能力、批判的能力や倫理観など多様な能力に代表される。このような能力を教育の現場で育むことの重要性は各国で認識されているものの、アジア太平洋地域における共通の定義は存在していない。ユネスコバンコク事務所教育政策改革部部长、Dr Gwang-Chol Chang はこれまでの Non-cognitive skills（非認知スキル）についての研究結果を要約し、アジア太平洋地域の国々において非認知能力がどのように定義され、また教育政策およびカリキュラムに反映されているのかを理解・共有することの重要性を強調した。また、東工大の山口しのぶ教授が日本における新学習指導要領「生きる力」について発表し、「21 世紀型スキル」の向上を目指す上で、ICT が教育現場で効果的に活用されている事例を提示した。参加した専門家から教育現場における非認知スキル向上のための興味深い指導例として受け止められた。また韓国からは KICE（韓国教育課程評価院）による「性格教育」の例が、またマレーシア教育省による「21 世紀型スキルと教育」の例が発表されるなど、Non-cognitive skills（非認知スキル）を重視した多様な教育政策の在り方が議論された。

第二日目は「中等教育から高等教育への進学過程」をテーマに議論が行なわれた。アジア太平洋地域の教育において大学入試は大きく位置づけられており、激しい競争によるプレッシャーや「shadow education」と呼ばれる塾や予備校への過度の投資などが問題視されている。ユネスコバンコク事務所「教育の革新と発展のためのアジア太平洋地域プログラム」担当部長 Dr. Libing Wang は大学入試システムが教育全体に及ぼす影響が多岐に渡ることについて言及し、アジア太平洋各国の大学入試制度を比較研究することの意義を強調した。その後、中国（浙江大学）、マレーシア（マレーシア大学ケランタン校）、フィリピン（フィリピン教育大学）による事例が発表され、今後の比較研究の手法について意見交換がなされた。

本会合での議論に基づき、ユネスコバンコクは研究の枠組みの最終版を作成し、最終的な研究の参加者を ERI-Net メンバーから募る予定である。各国の研究結果は 2013 年 10 月に行なわれる ERI-Net 年次会合において発表され、ユネスコのネットワークを通じて広く発信される予定である。



ERI-net Meeting at UNESCO Bangkok, co-organized by UNESCO and Tokyo Tech Global Scientific and Information and Computing Center. March 7-8, 2013

## GPU プログラミング・ワークショップの開催

先端研究部門 高性能計算先端応用分野 教授 青木 尊之

日時： 2012 年 10 月 18 日（木）

場所： チュラロンコン大学（バンコク）

主催： 東京工業大学・学術国際情報センター，チュラロンコン大学工学部，  
中部大学

チュラロンコン大学との全学 MOU に基づき、自然災害のシミュレーションおよび HPC (High Performance Computing) に関して、GSIC とチュラロンコン大学工学部との間の部局間交流協定を視野に入れ、GPU スパコンの有効利用を目的としたワークショップを開催した。その中で、初めて海外で TSUBAME を利用したチュートリアル・コース（講習会）を開催した。講習会の詳細については、GPU コンピューティング活動報告を参照。

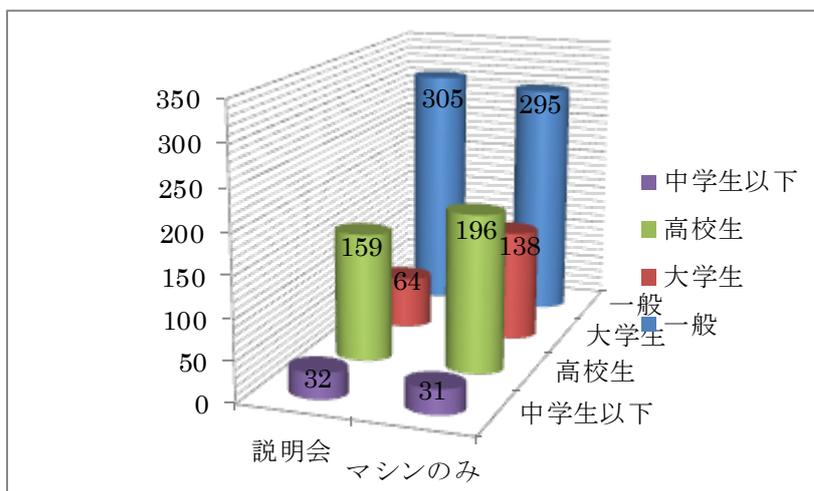
## 4. イベント及び啓蒙活動

### 4-1 工大祭における TSUBAME 一般公開

10月6日（土）と7日（日）の2日間にわたり開催された工大祭に合わせて、「グリーンスパコン TSUBAME2.0」の一般公開をしました。

昨年は、多くの方々に興味を持っていただきながら、定員や時間等の都合で見学ができなかった方が多くいらっしゃいました。その経験をふまえ、今年は、①担当教員によるスパコンについての解説を聞いた後、マシンルームを見学をするコースと②いつでもマシンルームが自由に見学ができるコースの2コースを設けました。①コースは、両日ともに5回開催し、6日は、287名 7日は、273名の方が見学されました。またマシンルームのみの見学には、両日で660名の方がお越しになられ、2日間で1220名の方がTSUBAMEを見学されました。

昨年同様、多くの方々にご興味をもってください感謝申し上げます。



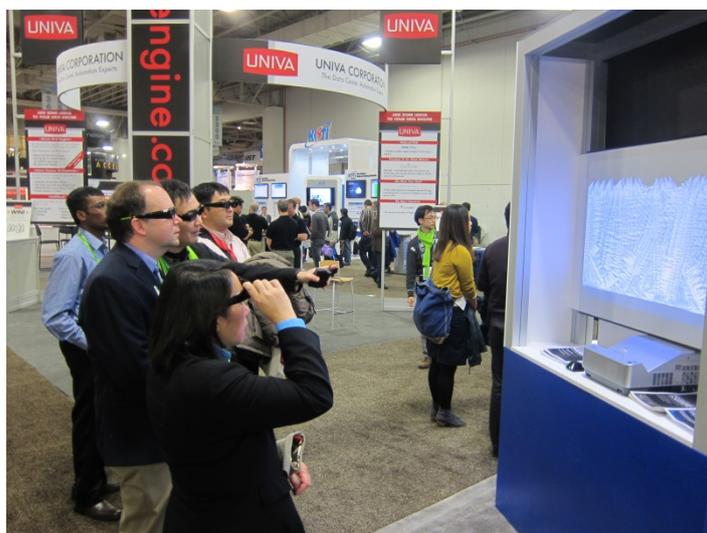
## 4-2 Supercomputing 2012 におけるブース出展

先端研究部門 高性能計算システム分野 准教授 遠藤敏夫

2012年11月10日から16日まで、米国ソルトレイクシティにおいて、国際会議 ACM/IEEE Supercomputing 2012 (SC12)が開催されました。本会議はスーパーコンピューティング・ビッグデータ・ネットワーク分野における世界最大の会議であり、レベルの高い論文発表やワークショップのみならず、各国の研究機関・ベンダーによるブース展示も非常に注目されます。本学も、学術国際情報センターを中心としてブース出展を行いました。

Supercomputing は1988年より開催されている国際会議であり、参加者は一万人を超える大変大規模な会議です。スーパーコンピュータの世界ランキング「Top500」「Green500」さらに、ビッグデータ時代に向けたランキングである「Graph500」が発表されることでも知られています。まだ広大な展示エリアでは各国の研究機関・ベンダーがこぞって自らのアクティビティをアピールします。

学術国際情報センターにおいてもブース展示を行い、TSUBAME2.0スーパーコンピュータおよびそれを用いたペタスケールシミュレーションによる科学技術上の成果、ウルトラグリーンスパコンへの取り組み、HPCIをはじめとする学外との協調などについてアピールし、当ブースへの期間中の来場者は288名に上りました(関係者を除く)。ブース構成においては、3D立体視プロジェクタを用いたシミュレーションの可視化、100インチ規模のスクリーンによるシステムや成果の紹介、TSUBAME2.0計算ノードのモックの展示などを行い、高い注目を浴びました。特に、一年前のSC11においてGordon Bell Prizesを受賞したフェーズフィールド計算や、都市気流シミュレーションの立体可視化が注目されました。



**TSUBAME2.0 上で行われたシミュレーション結果の  
3D 可視化コーナーの様子**

さらに本学ブースでは、国内外の著名な研究者における講演も開催されました。講演者は、Lawrence Berkeley National Laboratory の John Shalf 博士や Argonne National

Laboratory の Pete Beckman 博士を含みます。また本センターの研究成果への注目への表れとして、松岡聡教授や青木尊之教授は、SC 期間中に開催されるワークショップやパネル討論、様々なベンダーのブースにおける講演などを行いました。



東工大ブースにおける Pete Beckman 先生 (ANL) による講演



ブース来場者への説明を行う松岡教授

SC では上述したようにレベルの高い研究発表論文がなされることでも知られます。本年度は 472 本の投稿論文のなかから 100 本が採択され、研究発表・各国の研究者との議論がなされました。本センターが関連する論文も、以下のように 3 本が採択されました(本センター関係者および指導学生を下線で示す)。

Kento Sato, Adam Moody, Kathryn Mohror, Todd Gamblin, Bronis R. de Supinski, Naoya Maruyama, Satoshi Matsuoka: Design and Modeling of a Non-Blocking Checkpointing System.

Akira Nukada, Kento Sato, Satoshi Matsuoka: Scalable Multi-GPU 3-D FFT for TSUBAME 2.0 Supercomputer.

Katsuki Fujisawa, Toshio Endo, Hitoshi Sato, Makoto Yamashita, Satoshi Matsuoka, Maho Nakata: High-Performance General Solver for Extremely Large-Scale Semidefinite Programing Problems.

SC12 で発表されたスーパーコンピュータランキング「Top500」では、TSUBAME2.0 は世界 17 位、国内 3 位でした。設置三年目にあたり、インストール当初(世界 4 位)に比べると、世界中での開発競争の中で順位は下がっています。しかしながら SC13 においては、TSUBAME2.5 による大幅性能向上の実現により順位の回復が見込まれています。

以上のような実り多い SC12 ブース展示は、JST-CREST「ULP-HPC: 次世代テクノロジーのモデル化・最適化による超低消費電力ハイパフォーマンスコンピューティング」をはじめとする多くの関係各位のご尽力が不可欠であり、篤く御礼申し上げます。

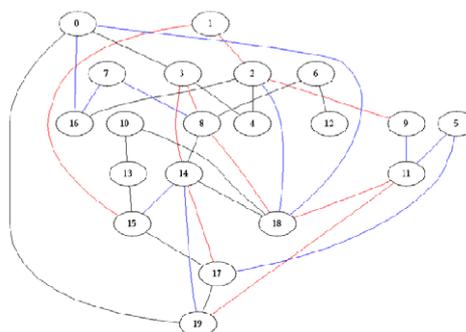
### 4-3 第 18 回スーパーコンピューティングコンテスト

第 18 回スーパーコンピューティングコンテスト SuperCon2012 が、今年も東工大 GSIC と大阪大学サイバーメディアセンター(CMC)の共同主催で行われた。コンテストの本選会場は東工大と阪大の 2 会場であり、6 月に行われた予選に応募してきた 30 チームの中から選抜された 21 チームが、8 月 20 日から 24 日まで開催された本選に参加した。

今年の本選課題は「非出会い系最長乗車パターン計算問題」が用いられた。これは、ある電車の路線図と時刻表が与えられた時に、3 人が 1 度も同じ駅で出会わないようにしながら、3 人の合計走行距離が最長になる丸一日の乗車パターンを求めよ、というものである。駅数 40、路線数 5、総電車数 6000 という規模の審査用データ 3 つに対して、TSUBAME2.0 の GPU を用いて高速に解を求めるプログラムの作成を競った。

#### 非出会い系最長乗車パターン

ある都市の電車網(例:右図)における1日の電車の運行スケジュールが与えられる。そこから、3人が、始発から終電まで1度も同じ駅で出会わないような電車の乗り方のうち、3人の合計走行距離が最も長くなるものを求めよ。



実行時間の高速化を競った結果、チーム ima1000 (灘高)が優勝した。5 位までのチーム名、学校名、実行時間は以下の通りである。上位 3 チームにはメダル・賞状・楯が贈呈され、1 位には NVIDIA 社からの副賞が授与された。また、5 位のチーム TheSunny には、優れたアルゴリズム及びプログラムを作成したチームに送られる学会奨励賞 (情報処理学会若手奨励賞、電子情報通信学会情報・システムソサイエティスーパーコンピューティング奨励賞) が授与された。

	チーム名	学校名	実行時間
1	ima1000	灘高	0.060 秒
2	PANAI	開成高	0.318 秒
3	UNAGEEL	栄光学園高	0.469 秒
4	Fuee	筑波大学附属駒場高	0.773 秒
5	TheSunny	大阪府立大学工業高専	118 秒

#### 4-4 講習会

##### 【研究用計算機システム】

##### 平成 24 年度前期講習会【大岡山地区】

1	UNIX 入門	5 月 8 日(火)
2	UNIX 入門	5 月 11 日(金)
3	Fluent	5 月 16 日(水)～18 日(金)
4	Gaussian 入門	5 月 22 日(火)
5	Amber 入門	5 月 23 日(水)
6	AVS Express 流体編	5 月 24 日(木)
7	Materials Studio	5 月 25 日(金)
8	Discovery Studio	5 月 29 日(火)
9	AVS Express 分子編	5 月 30 日(水)
10	SCIGRESS	6 月 1 日(木)
11	Molpro 入門	6 月 6 日(水)
12	Mathematica 入門(初級編)	6 月 7 日(木)
13	Maple 初級オンサイトトレーニング	6 月 8 日(金)
14	プログラムチューニング(シングル)	6 月 12 日(火)
15	プログラムチューニング(並列)	6 月 13 日(水)
16	MD Nastran/MD Patran	6 月 14 日(木)～15 日(金)
17	ABAQUS オンサイトセミナー	6 月 20 日(水)

##### 平成 24 年度前期講習会【すずかけ台地区】

1	UNIX 入門	5 月 8 日(火)
---	---------	------------

##### 平成 24 年度後期講習会【大岡山地区】

1	UNIX 入門	10 月 11 日(木)
2	プログラムチューニング(シングル)	10 月 16 日(火)
3	プログラムチューニング(並列)	10 月 17 日(水)
4	Mathematica 入門(初級編)	10 月 22 日(月)
5	AVS Express 流体編	10 月 23 日(火)
6	Gaussian 入門	10 月 29 日(月)
7	Amber 入門	10 月 30 日(火)
8	EnSight 入門	10 月 31 日(水)
9	Maple 初級オンサイトトレーニング	11 月 6 日(火)
10	Abaqus オンサイトセミナー	11 月 8 日(木)

11	Molpro 入門	11 月 12 日(月)
12	MD Nastran/MD Patran	11 月 13 日(火)、14 日(水)
13	SCIGRESS	11 月 15 日(木)
14	Discovery Studio	11 月 20 日(火)
15	Materials Studio	11 月 22 日(木)
16	Fluent	11 月 26 日(月)、27 日(火)、29 日(木)

平成 24 年度後期講習会【すずかけ台地区】

1	UNIX 入門	10 月 10 日(水)
---	---------	--------------

## 4-5 GPU コンピューティング研究会活動

研究会主査 青木 尊之  
幹事 下川辺 隆史  
幹事 小野寺 直幸

### ■ GTC Japan 2012

平成 24 年 7 月 26 日 東京ミッドタウンホール&カンファレンス (六本木)

NVIDIA と GTC Japan 2012 を共催し、GPU コンピューティング研究会がテクニカル・セッションを担当し、6 名の講師による講演セッションとポスター・セッション (23 件) を実施。

- 13:10 - 13:40 Petascale Fast Multipole Method on GPUs  
横田 理央 (KAUST, Saudi Arabia)
- 13:50 - 14:20 CUDA によるモンテカルロ木探索の高並列高性能化  
Kamil Marek ROCKI (東京大学 / JST)
- 14:30 - 15:00 CUDA カーネルの自動最適化手法  
額田 彰 (東京工業大学・学術国際情報センター)
- 16:00 - 16:30 GPU による分子軌道法プログラムの高速化  
成瀬 彰 ((株)富士通研究所 IT システム研究所)
- 16:40 - 17:10 偏微分方程式の陽解法のための自動チューニングフレームワーク  
村主 崇行 (京都大学・白眉センター)
- 17:20 - 17:50 Graph500 への挑戦 - GPU を用いた大規模グラフ処理  
鈴木 豊太郎 (東京工業大学 / IBM 東京基礎研究所)

### ■ 高校生 CUDA サマーキャンプ

平成 24 年 8 月 30 日 学術国際情報センター・情報ネットワーク演習室 第 2 演習室  
主催：東京工業大学・学術国際情報センター, NVIDIA Japa  
高校生 50 名参加

- ◆ GPU の歴史 (NVIDIA)
- ◆ GPU スーパーコンピュータ (東工大 青木尊之)
- ◆ コンピュータ・シミュレーションの最先端研究紹介 (東工大 青木尊之、下川辺隆史)
- ◆ CUDA プログラミング基礎 (東工大 青木尊之)
- ◆ 昼食&TSUBAME 2.0 見学ツアー
- ◆ CUDA の応用プログラミング 1 (拡散現象：東工大 青木尊之)
- ◆ CUDA の応用プログラミング 2 (波動現象：東工大 下川辺隆史)

<http://www.nvidia.co.jp/object/cuda-day.html>

■ GPU ワークショップ(バンコク開催)

平成 24 年 10 月 18 日 バンコク、チュラロンコン大学工学部会議室

主催：東京工業大学・学術国際情報センター、チュラロンコン大学、中部大学  
タイ国立研究機関、大学等から 50 名出席

<http://www.cp.eng.chula.ac.th/~gpuws/>

学術国際情報センターと TSUBAME を利用する国際共同研究の MOU 締結を見据え、初めて海外から TSUBAME を利用する講習会を開催。

- 8:30-9:00 Registration
- 9:00-9:10 Opening Session (Opening remarks from Chula U, Chubu U, TOKYO TECH)
- 9:10-9:30 Brief Review of the TSUBAME supercomputer and GPGPU High Performance Computing, (Prof. Takayuki Aoki)
- 9:30-10:00 Setting up Participants' Notebook (Dr. Shimokawabe, Chula Staff)  
(Photo Session and Coffee Break)
- 10:20-12:00 Introduction to CUDA Programming (Prof. Kiyoshi Honda, basic level)  
(Lunch)
- 13:20-15:00 Simple stencil application solving a diffusion problem and acceleration by using multiple GPUs (Prof. Takayuki Aoki, Intermediate-high level)  
(coffee break)
- 15:20-17:00 Electromagnetic wave simulation using the FDTD method on GPU (Dr. Takashi Shimokawabe, Intermediate level)
- 17:00-17:10 Closing



Group Photo



無線 LAN 経由で TSUBAME にアクセス

■ 第 13 回 GPU コンピューティング講習会

平成 24 年 11 月 26 日 情報ネットワーク演習室 第 2 演習室

70 名出席

ステンシル・アプリ（格子計算）とマルチ GPU をテーマとし、CUDA プログラミン

グ入門より一歩進んだアプリケーション開発と複数 GPU の利用講習。

- 10:50-11:05 TSUBAME2.0 による大規模ステンシル・アプリケーションの紹介  
青木尊之（東京工業大学・学術国際情報センター）
- 11:05-11:30 本講習会で TSUBAME2.0 を使うための環境設定  
下川辺隆史（東京工業大学・学術国際情報センター）
- 11:30-12:30 CUDA プログラミング入門  
青木尊之（東京工業大学・学術国際情報センター）
- 12:30-13:30 昼食時間
- 13:30-15:10 マルチ GPU による格子系流体計算  
青木尊之（東京工業大学・学術国際情報センター）
- 15:30-17:10 マルチ GPU による FDTD 法による電磁波伝播計算  
下川辺隆史（東京工業大学・学術国際情報センター）

#### ■ 第 14 回 GPU コンピューティング講習会

平成 25 年 3 月 25 日 情報ネットワーク演習室 第 2 演習室  
42 名出席

既存のプログラムを変更することなく、指示文を挿入するだけで（ディレクティブ・ベース方式）GPU を利用した高速計算が可能になるアプローチとして、OpenACC を取り上げた。OpenACC の概要および利用法を説明し、OpenACC を実アプリケーションへ適用し高速化した例を紹介した。さらに 2011 年の GPU チャレンジの課題を取上げ、Tesla M2050 上で OpenACC の使い方や有効性を確認してもらった。

- 13:15-13:30 TSUBAME2.0 産業利用の紹介  
佐々木淳（東京工業大学・学術国際情報センター 共同利用推進室）
- 13:30-13:50 TSUBAME2.0 を使うための環境設定  
下川辺隆史（東京工業大学・学術国際情報センター）
- 13:50-15:30 「OpenACC プログラミングと CAPS コンパイラの機能について」  
小野寺高之（株式会社 JCC ギミック）
- 15:50 -17:30 「実践 OpenACC - 流体アプリケーションへの適用 -」  
星野哲也（東京工業大学・情報理工学研究科）

## 5. 広報活動

### 5-1 マスコミ報道等

- ◇ TBS テレビ：報道特集「Nスタ」1m解像度の都市気流計算 【2012/11/10】
  
- ◆ 読売新聞：3次元で津波再現 清水建設 スパコンで  
東京工業大のスパコン TSUBAME2.0 を活用 【2012/4/17】
- ◆ 日刊建設工業新聞ほか：津波荷重を予測 衝突や侵入 3次元で再現（清水建設）  
東京工業大学の TSUBAME2.0 を利用 【2012/4/19】
- ◆ 産経新聞：スパコン「京」首位陥落  
前回5位だった東京工業大の TSUBAME2.0 が14位に 【2012/6/19】
- ◆ 電波新聞：スパコンランキング IBM製「セコイア」が首位 16ペタフロップス記録  
14位に東京工業大学の TSUBAME2.0 【2012/6/20】
- ◆ 日本経済新聞：薬開発にスパコン「京」第一三共 期間を大幅短縮  
アステラス製薬も東京工業大学 TSUBAME2.0 を利用 【2012/7/22】
- ◆ 日刊工業新聞ほか：スパコンで創薬研究 アステラス製薬と東京工業大学は  
TSUBAME2.0 を使って寄生原虫治療薬の創薬研究を共同で始めると発表【2012/7/31】
- ◆ 朝日新聞：（コラム「記者有論」にて）スパコン京 世界一＝開発成功ではない  
東京工業大松岡聡教授は、京の市販版は競争力が相対的に低いと指摘 【2012/8/1】
- ◆ 読売新聞：スパコン「京」が来月から本格稼働 研究成果 国民に発信を  
スパコンの必要性を社会に 理解が後継機の開発に欠かせない 【2012/8/2】
- ◆ 日刊工業新聞：首位奪回なるか「日本製スパコン」東京工業大学教授松岡聡氏に聞く  
科学技術立国日本が持続的成長を続けるにはメモリー・光技術磨く 【2012/8/15】
- ◆ 化学工業日報：スパコンが切り拓く未来の創薬（1）アステラス製薬①  
東工大 TSUBAME2.0 活用し共同研究、熱帯病に照準 【2012/8/27】
- ◆ 化学工業日報：スパコンが切り拓く未来の創薬（2）アステラス製薬②  
TSUBAME2.0 運用の東工大と共同研究、膨大な複合体を高速選別確立 【2012/8/28】
- ◆ 日本経済新聞：スパコン「京」企業の力に 産業利用まず25件  
後継開発の是非 来夏までに結論 【2012/9/22】
- ◆ 産経新聞：スパコン「京」きょう本格稼働 産業界競争力の強化期待  
トヨタなど25社・団体利用へ 【2012/9/28】
- ◆ 神戸新聞：スーパーコンピューター京が拓く未来 宇宙への挑戦  
137億年の歴史解明目指す 【2012/10/1】
- ◆ 朝日新聞：スパコン「京」計算外 開発費米より割高 半導体産業振興ならず  
【2012/10/4】
- ◆ 日刊工業新聞：都心の気流高精度予測 スパコンで1m単位解析 東工大

- 青木尊之教授と小野寺直幸特任助教「TSUBAME2.0」使って算出 【2012/10/11】
- ◆ 日刊建設工業新聞：都心部の気流詳細分析 東工大 ビル風、煙予測などに効果  
学術国際情報センターは「TSUBAME2.0」フル活用し、計算成功 【2012/10/12】
  - ◆ 日刊工業新聞：みらいテクノ スパコン創薬⑩ 「京」が時代を変える  
「薬」候補 数百万 素早く探索 【2012/10/17】
  - ◆ 化学工業日報：スパコン「京」で創薬 公知標的使い予測法確立  
自社研究に本格利用 武田薬品 【2012/10/24】
  - ◆ 読売新聞：都心部の風の動き再現 東工大、スパコン上で  
同大の青木尊之教授らは、同大のスパコン「TSUBAME2.0」活用 【2012/10/28】
  - ◆ 化学工業日報：スパコンが切り拓く未来の創薬（6）武田薬品工業  
「京」を使い薬剤設計 合成回数減らし効率化 【2012/11/12】
  - ◆ 読売新聞ほか：スパコン最新ランキング(TOP500) 12日発表 「京」3位に後退  
米の「タイタン」1位 東京工業大学の「TSUBAME2.0」17位 【2012/11/13】
  - ◆ 電波新聞ほか：スパコンランキング「TOP500」12日公開 米エネ省「タイタン」首位  
「京」は3位に後退、17位に東京工業大学「ツバメ 2.0」 【2012/11/14】
  - ◆ 日経産業新聞ほか：京、今年は3部門1位 スパコン総合的性能を評価する米国の  
コンテスト「HPC チャレンジ賞」14日に国際会議「SC12」で発表 【2012/11/15】
  - ◆ 朝日新聞：探求人 東工大教授 青木尊之さん 都心の風、スパコンで予測  
【2012/11/15】
  - ◆ 毎日新聞ほか：「京」利用の研究がゴードン・ベル賞 日本の研究チーム（筑波大、  
理研、東京工業大のメンバー）15日（日本時間16日）受賞 【2012/11/17】
  - ◆ 薬事日報：アステラス製薬 グローバルヘルスに本腰 産官学連帯でNTDs着手  
創薬標的の検索では東工大のスパコン「TSUBAME2.0」等活用 【2012/12/17】
  - ◆ 日本経済新聞：熱帯病薬の研究 アステラス、大学と連携  
東京工業大学のスーパーコンピュータ活用し、寄生虫薬開発目指す 【2012/12/24】
  - ◆ 日刊工業新聞：アステラス製薬と契約 東京工業大学のスーパーコンピューター  
「TSUBAME2.0」を活用した熱帯病創薬で共同研究 【2013/3/25】

## 5-2 TSUBAME e-Science Journal の発行 (Vol.6, Vol.7, Vol.8)

先端研究部門・高性能計算先端応用分野 青木 尊之

学術国際情報センターでは、世界トップレベルのスパコン TSUBAME を利用して得られた成果を広く公表するために平成 22 年から TSUBAME e-Science Journal を機関紙として刊行している。

平成 24 年度は Vol. 6、Vol. 7、Vol. 8 を発行した。Vol. 6 は、平成 23 年度から発足させた TSUBAME グランドチャレンジ大規模計算制度で採択された課題の研究内容を記事に取り上げた。Vol. 7 では、本学以外に所属する方が TSUBAME の共同利用制度（学術利用）を利用した研究内容を取り上げ、Vol. 8 は民間企業による TSUBAME の産業利用に焦点を当て特集した。

各号の記事のタイトルと著者を以下に記載する。

### No.6 (2012 年 7 月)

・4096 GPU を用いた 4096<sup>3</sup> 規模の一様等方性乱流の渦法解析

Turbulence Simulation Using 4096<sup>3</sup>  
Vortex Particles on 4096 GPUs

横田 理央 Lorena Barba 成見 哲 泰岡 顕治

・次世代シーケンサーから得られる大量メタゲノム情報の解析のための超高速パイプライン

An Ultra-fast Computing Pipeline for Metagenome Analysis with  
Next-Generation DNA Sequencers

石田 貴士 鈴木 脩司 秋山 泰

・大規模並列 GPU 計算による地震波伝播シミュレーション

GPU-Accelerated Large-Scale Simulation of Seismic-Wave Propagation

岡元太郎 竹中博士 中村武史 青木尊之

### No.7 (2012 年 12 月)

・大規模半正定値計画問題に対する内点法アルゴリズムの高速計算

High-Performance General Solver for Extremely  
Large-Scale Semidefinite Programming Problems

藤澤 克樹 遠藤 敏夫

・古典スピン系における大規模 GPU コンピューティング

The multiple GPU calculation for the classical spin model

小村 幸浩 岡部 豊

・大規模ウェブテキスト集合からの知識獲得とその応用

Knowledge Acquisition from a Large Web Corpus and its Applications

河原 大輔 黒橋 禎夫

No.8 (2013年3月)

・マルチ GPU 計算による衛生陶器のための気液二相流シミュレーション

Numerical simulation of air/water multiphase flows for ceramic sanitary ware design  
by multiple GPUs

池端 昭夫 吉田 慎也 肖 鋒

・Li グラファイト層間化合物における Li 拡散に対するハイブリッド量子古典シミュレーション

A Hybrid Quantum-Classical Simulation study on the Li Diffusion  
in Li-Graphite Intercalation Compounds

大庭 伸子 尾形 修司 河野 貴久 旭 良司

・建築分野の数値流体解析における大規模計算

Physis: A High-Level Stencil Framework for Heterogeneous Supercomputers

ファム バン フック 野津 剛 菊池 浩利 日比 一喜

・大規模地震における強震動評価と屋内収容物の被害評価

A Large-scale Simulation on CFD in Construction Industry

正月 俊行

### 5-3 見学者受入状況

#### H24 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	学外者	外国人
4	4	防衛省 情報本部 電波部	11	11	0
	9	共同利用学外ユーザー	6	6	0
	10	中央大学 理工学部 電気電子情報通信工学科	1	1	0
	11	大田区民大学	12	12	0
		共同利用学外ユーザー	6	6	0
	12	原子炉工学研究所	1	0	0
	16	東京工業大学総務部評価・広報他	12	0	0
	17	岩手県宮古市河南中学校	6	6	0
		日本電信電話株式会社 NTT フォトニクス研究所	5	5	0
		ブラウン大学	5	1	1
	23	フィリピンデサラル大学	45	39	39
5	9	華中科技大学・日中文化交流センター	12	7	7
	10	理研	1	1	0
		インド情報技術大学ジャバルプール校	21	18	15
	16	本学・大学院生	40	0	3
	17	城西大学 学生	4	4	0
	24	青森県立三本木高等学校附属中学校	6	6	0
	28	キングモンクット工科大学トンブリ校 (タイ)	20	19	19
	29	Dr. Jack Jewell, Founder, CTO at Picolight Incorporated	8	1	1
		共同利用学外ユーザー	1	1	0
	30	シカゴ大学	1	1	1
	31	埼玉県立浦和高校の親御様	7	7	0
		聖ウルスラ学院英智高等学校	17	17	0
		University of Illinois at Urbana-Champaign	1	1	1
6	11	共同利用学外ユーザー	10	10	0
	15	千葉県立船橋高校	30	30	0
	21	電子情報通信学会シリコンフォトニクス研究委員会	15	14	0
	6	サウジアラビア 国立ジザン大学	12	12	10
		豪州産業技術革新科学技術研究高等教育者	4	3	1
	11	目黒区教育委員会中学校理科部	10	10	0

月	日	見学者所属	人数	学外者	外国人
		東京工業大学国際交流学生会(SAGE)	33	30	30
	13	静岡県経済産業部 他	6	5	0
	18	Sanctum Networks 社 株式会社アルキルテクノロジー	3	3	2
		韓国生産性本部 国際協力本部 他 韓国大学	59	56	56
		共同利用学外ユーザー	1	1	0
	19	東工大電気電子工学科2年生	22	0	0
	26	東工大電気電子工学科2年生	23	0	0
		南アフリカ共和国大使館	5	4	3
	27	学部説明会参加者	120	0	0
8	2	新任職員研修	7	0	7
	3	兵庫県立姫路西高等学校	25	25	0
	6	石川県立金沢泉丘高校	38	37	0
	8	高知学芸高等学校	20	20	0
		仙台第二高等学校	47	47	0
	24	アジアの学生	16	16	16
		東工大価値システム	13	12	12
	29	東京大学 先端科学技術研究センター 知的財産分野	40	40	34
		(株) HPC ソリューションズ	3	3	0
	30	「高校生のための CUDA サマーキャンプ 2012」参加高校生	53	51	0
9	11	共同利用学外ユーザー	1	1	0
10	2	ブリティッシュ・コロンビア大学	4	3	3
	6.7	工大祭 TSUBAME 一般公開	1220		
	12	Amazon Data Services Japan 他	5	5	2
	18	スルタンカブース大学(オマーン) 駐日オマーン大使館	4	3	3
	23	東京工業大学機械宇宙学科学部生	4	0	0
	29	キングモンクット大学ラカバン校	6	5	5
11	2	東京海洋大学及び政策研究大学院大学	10	10	0
	5	日本ヒューレット・パッカー株式会社	2	2	1
	12	共同利用学外ユーザー	4	4	0
	15	東京都立小石川中等教育学校	4	3	0
	15	共同利用学外ユーザー	1	1	0
	16	東工大5類1年生	45	0	0
	21	Novosibirsk State Technical University(ロシア)	6	4	4

月	日	見学者所属	人数	学外者	外国人
12	6	デンマーク工科大学、東工大	3	1	1
	13	共同利用学外ユーザー	2	2	0
1	10	共同利用学外ユーザー	1	1	0
	15	サウジアラビア、ファハド国王石油鉱物大学	26	26	24
		Al-Majamaah University(サウジアラビア)	5	4	4
	16	NHK 文化・福祉番組部	2	1	0
	18	デルフト工科大学 (オランダ)	7	5	5
		ジョージア工科大学・スタンフォードジャパンセンター	3	2	2
	28	東工大国際学生会 (TISA)	5	0	5
2	6	共同利用学外ユーザー	5	5	0
	7	共同利用学外ユーザー	2	2	0
	15	共同利用学外ユーザー	10	10	0
	27	共同利用学外ユーザー	1	1	0
3	14	ウォータール大学 (カナダ)	2	1	1
	18	ノルウェー科学技術大学	47	47	47
	21	東工大国際交流学生会 SAGE	12	9	3
	21	福岡県立小倉高等学校	9	9	0
	25	秋田県立横手高等学校	8	7	0
		計 件	2281	737	368

## 5-4 講習会

### 【研究用計算機システム】

#### 平成 24 年度前期講習会【大岡山地区】

1	UNIX 入門	5 月 8 日(火)
2	UNIX 入門	5 月 11 日(金)
3	Fluent	5 月 16 日(水)～18 日(金)
4	Gaussian 入門	5 月 22 日(火)
5	Amber 入門	5 月 23 日(水)
6	AVS Express 流体編	5 月 24 日(木)
7	Materials Studio	5 月 25 日(金)
8	Discovery Studio	5 月 29 日(火)
9	AVS Express 分子編	5 月 30 日(水)
10	SCIGRESS	6 月 1 日(木)
11	Molpro 入門	6 月 6 日(水)
12	Mathematica 入門(初級編)	6 月 7 日(木)
13	Maple 初級オンサイトトレーニング	6 月 8 日(金)
14	プログラムチューニング(シングル)	6 月 12 日(火)
15	プログラムチューニング(並列)	6 月 13 日(水)
16	MD Nastran/MD Patran	6 月 14 日(木)～15 日(金)
17	ABAQUS オンサイトセミナー	6 月 20 日(水)

#### 平成 24 年度前期講習会【すずかけ台地区】

1	UNIX 入門	5 月 8 日(火)
---	---------	------------

#### 平成 24 年度後期講習会【大岡山地区】

1	UNIX 入門	10 月 11 日(木)
2	プログラムチューニング(シングル)	10 月 16 日(火)
3	プログラムチューニング(並列)	10 月 17 日(水)
4	Mathematica 入門(初級編)	10 月 22 日(月)
5	AVS Express 流体編	10 月 23 日(火)
6	Gaussian 入門	10 月 29 日(月)
7	Amber 入門	10 月 30 日(火)
8	EnSight 入門	10 月 31 日(水)
9	Maple 初級オンサイトトレーニング	11 月 6 日(火)
10	Abaqus オンサイトセミナー	11 月 8 日(木)

11	Molpro 入門	11 月 12 日(月)
12	MD Nastran/MD Patran	11 月 13 日(火)、14 日(水)
13	SCIGRESS	11 月 15 日(木)
14	Discovery Studio	11 月 20 日(火)
15	Materials Studio	11 月 22 日(木)
16	Fluent	11 月 26 日(月)、27 日(火)、29 日(木)

平成 24 年度後期講習会【すずかけ台地区】

1	UNIX 入門	10 月 10 日(水)
---	---------	--------------

## 6. 予算執行状況

### 1. 平成24年度法人運営費決算額

研究経費	49,918 千円
教育研究支援経費 (うち電子計算機賃借料)	1,227,234 千円 (781,578) 千円
特別経費	67,000 千円
合 計	1,344,152 千円

### 2. 外部資金受入状況

奨学寄附金	3 件	9,978 千円	
受託研究	11 件	159,557 千円	
受託事業	3 件	40,357 千円	
民間等との共同研究	2 件	18,520 千円	
科学研究費補助金	新学術領域研究	1 件	2,600 千円
	基盤研究A	0 件	0 千円
	基盤研究B	3 件	8,900 千円
	基盤研究C	4 件	3,100 千円
	基盤研究S	1 件	50,600 千円
	若手研究A	0 件	0 千円
	若手研究B	3 件	3,452 千円
	挑戦的萌芽	3 件	3,885 千円
	特別研究員奨励費	2 件	2,100 千円
研究開発施設共用等促進費補助金	1 件	64,694 千円	
科学技術試験研究委託事業	2 件	47,768 千円	
合 計	39 件	415,511 千円	

## 7. 研究部門活動報告

### 7-1 情報支援部門

#### 情報支援部門 認証・ネットワーク分野 教授 山口雅浩

##### キャンパス共通認証・認可システムの運用と改善

###### 【研究の概要と成果】

情報支援部門認証・ネットワーク分野は、情報基盤課認証基盤システム担当とともに、キャンパス共通認証・認可システムの運用と改善を行っている。本年度の大きな課題は、東工大共通メールシステムの更新であった。これについては「トピックス」において詳細を報告している。以下にそれ以外の活動の概要を記す。

###### ・ キャンパス共通認証・認可関連システムの運用

認証基盤システム担当において、東工大ポータル・認証システム、学生証・職員証 IC カードシステム、共通メールシステム、入館管理システムの安定運用に努めている。

東工大ポータルにおいては、シングルサインオンにおいて役職毎の権限管理を行えるような機能追加を実施し、この機能を用いて包括契約ソフトウェアのダウンロードを行う際のパスワード発行を特任教授等でも行えるように改善を行った。

入館管理システムについては、ゲート数の増加によりサーバの処理容量を超えつつあり、トラブルも発生している。そこでサーバの更改・増強を図るための検討を開始した。

###### ・ IC カードの学内発行の試行運用

2006 年の共通認証・認可システムの導入に際しては、公開鍵証明書及び東工大 IC カードの発行を外部委託により運用を開始したが、その後、認証基盤の運用体制の確立、IC カードの世代交代などに伴い、公開鍵証明書を発行する認証局を学内に設置するなど、より迅速かつ低いコストで IC カードの発行を行う体制の整備を進めてきた。本年度は、IC カードの発行を学内で行う体制を整備し、その試験運用を 2013 年 1 月より開始した。

学内発行によるメリットとしては、データ投入からカード発行までの期間を短縮できる点が第一に挙げられる。従来 2 週間以上を要していたが、内部発行を行うことにより 1 週間以下での発行が可能となった。また、1 週あたりの発行枚数の上限にも柔軟に対応可能となり、担当者間での事前調整などの負担が大幅に削減される。さらに、データ投入ミスなどの際のリカバリを行う時間的な余裕ができる点も大きなメリットである。

試行運用では、認証基盤システム担当が作業を行い、問題点の洗い出し等を行うとともに今後の定常的運用の体制について検討を進めている。

###### ・ IT サービスデスク

認証基盤システム担当は、IT サービスデスクによる問い合わせ窓口機能と問い合わせ内容の一次切り分け機能の提供を継続的に実施している。内容としては電子メールシステムに関する相談が最も多く、他に東工大ポータル、ソフトウェア包括契約、ネットワ

ーク関連である。利用者アンケートを実施した結果、112人（前年度：102人）から回答があり、良好な利用者満足度が得られた。詳細は2-6節に報告されている。

- ・東工大生涯メールサービスの検討

本学では、卒業生、転出者、退職者などとのつながりを強化し、大学の社会連携の推進に寄与することが計画されており、その一環として、生涯メールサービスの提供を行うべく検討を進めている。生涯メールサービスの要件としては、卒業生等との結びつきを強化するものであり、低コスト、長期にわたってサービス提供が可能であることなどが挙げられ、また不正利用防止、本人確認などの安全性確保も必須である。これまでに、クラウドによるメールサービスを利用して比較的 low コストにサービス提供が可能な方式の原案を作成した。論点としては、利用者登録方式、メールアドレス、システムの運用体制、コスト負担などの点があり、2013年度には具体化を図る予定としている。

- ・ソフトウェアライセンス管理の検討

ソフトウェアの適正利用に関して、本学において実効的なライセンス管理の仕組みを導入する方策について検討を行った。一般にライセンス管理では、インストールされたソフトウェアと保有するライセンスの台帳管理を行い、インストール数 ≤ ライセンス数を担保する。厳密な台帳管理を行うことが理想的であるが、負担が大きすぎると実効性が失われる恐れがある。企業や一部の大学では、ソフトウェアを含む資産管理システムを導入することでライセンス管理に対応している例もあるが、資産管理システムに要するコストは非常に大きい。そこでソフトウェアの適正使用について、対外的な説明責任を果たし、学生や職員の意識を高めるとともに、使用許諾に基づく調査等に対応可能な体制を整備するため、できるだけ運用負担を軽減したライセンス管理の方策を検討し、提案を行った。今後、導入に向けて具体化を進める予定である。

## 定量的病理診断の実現を目的とした画像解析技術に関する研究

### 【研究の概要と成果】

定量的病理診断の実現を目指し、画像解析に基づく肝細胞がんの病理画像診断支援システムの開発を慶應義塾大学、埼玉医科大学、日本電気株式会社との共同で進めている。目標とするシステムは以下の4つの形態を想定しており、それぞれに関して主な成果を記す。

#### (1) 肝細胞がん自動検出

NECが開発している e-Pathologist の基本技術をベースとして、肝生検のデジタルスライドから、肝細胞がんの領域を自動検出するシステムの開発を目指している。アルゴリズムとして、NECが開発している細胞核の特徴を用いた分類に、肝細胞配列の特徴に基づく分類を組み合わせた処理を具体化し、がん検出精度の向上を図るための検討を行った。

肝細胞索の形態解析を行うために、まず、肝臓組織の画像から類洞と間質を抽出し、残りを細胞索として取り出して定量化を行った。前年度に開発した類洞抽出に加えて、線維

領域とリンパ球をスーパーピクセルに基づいて評価して間質領域を抽出するアルゴリズムを開発し、これによって索抽出を可能とした。

抽出した細胞索を小領域に区切って各領域での特徴量を算出し、層数と分化度を相関解析した結果、相関係数 0.72 と高い正の相関が確認された。また肝細胞索の配列の乱れの数量化として、一定範囲内の索同士で相対的な角度を算出し、その分布に基づく特徴量を求めた。この特徴量を層数等、他の特徴量と組み合わせることで、高分化がん検出における偽陰性の削減に有効との見込みが得られた。

#### (2) 肝細胞がんリスク評価

EVG 染色の肝生検標本のデジタルスライドから自動的に線維量を計測するシステムに対して、本研究グループが開発した色補正技術を提供し、自動処理を可能とした。具体的には、色補正処理に用いる色サンプルを抽出するための門脈領域と細胞質領域を自動で抽出する手法を追加し、線維化定量の全ての工程を自動化した。今後、慶應大学を中心に検討を進めている臨床的評価において自動処理部分も含めた評価を行っていく予定である。

#### (3) 計数・計測病理診断のための画像解析システム

肝細胞がんの各種の形態的特徴の計測を可能とするシステムにより、定量値に基づく分化度分類、転移・予後の予測につながる特徴量計測などを可能とする。これまでに開発したマルチフラクタル技術をより信頼性の高い形で応用する方法を実装し、特に中分化から低分化の肝細胞がんにおいて良好な精度での分類が可能であることを示した。また、細胞配列の特徴計測のために、前述の肝細胞索の抽出法によって得られた結果を用いて、細胞索ごとに厚さ、列の数、曲率、流れ、脂肪化などの数値化を可能とした。さらに色特徴と組み合わせることで精度の向上を図る可能性を示した。

#### (4) 分子病理・蛍光病理のための画像解析システム

連続切片及び同一切片での DAB、蛍光、HE 染色の画像から分子定量評価を行う画像解析技術の検討を進めている。

なお、本研究は NEDO 委託研究「定量的病理診断を可能とする病理画像認識技術」の一環として実施された。

### 実物の色・質感を忠実に再現する映像システムに関する研究

#### 【研究の概要と成果】

分光画像情報に基づいて質感の計測と表示を行う技術の開発を行うことを目的とし、以下の課題について研究を行った。

#### (1) 映像の質感を高めるために必要な分光情報の効率的な収集技術

分光画像情報の入力においては、撮影に時間を要する、画質が不十分、システムが大掛かりになる、といった課題がある。これに対して、申請者らがこれまでに開発した複合解像度型分光イメージング手法に基づき、高解像度の 3 バンド (RGB) 画像と低解像度の分光

カメラから得られる画像情報を統合して高解像度分光画像の取得を行うシステムを開発・実証した。具体的には、低解像度の分光カメラとして、光ファイバー束を用いて2次元配列から1次元配列への変換を行い、分光器を用いてスペクトルを取得する装置を構築した。この装置に関してキャリブレーションを行い、十分高い精度で多点のスペクトルを取得できることを確認し、RGBカメラと組みあわせて効率的な分光画像取得、色再現を可能とした。

#### (2) 光沢など高輝度部の質感を高める映像再現技術

光沢のように輝度の高い箇所は、カメラやディスプレイのダイナミックレンジを超えるため、そのままでは忠実に再現できない。従来、高ダイナミックレンジの画像を通常のディスプレイで表示するため、階調を圧縮する手法が提案されているが、光沢や高輝度なテクスチャーを持つ画像に適した方法は明示されていない。本研究では、光沢の色・質感を失わずに階調圧縮を行う方法について主観評価実験を通じて検討した。具体的には、前年度の検討で光沢の再現性向上に有効と考えられる Reinhard による階調圧縮手法について、そのパラメータを変化させて光沢等の周辺の画像及びヒストグラムを観察した。その結果、光沢等の周辺の画像及びヒストグラムの特徴から、最適なパラメータの決定を行える可能性を示した。また、複数台のレーザープロジェクタの重畳投影を用いて高輝度部の物理的な再現を可能とするディスプレイを開発し、光沢、金属光沢、高輝度なテクスチャーの再現性向上が行えることを示した。本方式は新たな走査方式による投射型ディスプレイとして実装が可能である。

なお本研究は文部科学省科研費新学術領域研究「質感脳情報学」 23135509 の助成を受けて実施された。

### 高密度光線情報及び波面情報処理に基づくホログラフィック・ディスプレイ技術の研究

#### 【研究の概要と成果】

ホログラフィック・ディスプレイを用いて高いリアリティーで立体像表示を行う技術として、ホログラムプリンターにおける色再現性の向上及び背景ノイズの低減、光線情報と波面情報の相互変換技術に基づく計算機合成ホログラムの計算手法に関して研究を行った。

#### (1) ホログラムプリンターにおける色再現性の向上

ホログラムプリンターは3次元のデジタル画像データからホログラフィック・ステレオグラムの原理に基づき立体像のハードコピーを出力する装置であり、これまでにフルカラーで全方向視差を持つ立体像の自動的な記録を可能としている。本年度は、感光材料としてフォトポリマーへの記録を行う場合に、クロストークの影響や回折効率の低下の問題を解決する方式として、RとB及びGとBの2色の多重露光の組み合わせによってカラーのホログラムを記録する方式を提案した。実験により、提案手法は明るい像再生が可能であり、また露光条件の設定が容易になり、さらにクロストークが低減し色再現性が改善することを示した。

#### (2) ホログラムプリンターにおける背景ノイズの低減

ホログラムプリンターにおいては、多数の2次元画像を微小な要素ホログラムの2次元配列として記録するが、その際にレーザー光を拡散板により拡散させるため、スペックルノイズが発生する。このスペックルは、要素ホログラムに画像とともに記録され、再生像背景に粒状のノイズとして現れる。このノイズの低減手法として、従来、拡散板を移動させて記録する方式が知られているが、その効果に関して定量的な評価は行われていなかった。本研究では、この「移動拡散板」を用いる方法を定量的に評価し、再生像の無限遠に局在する粒状ノイズを低減できるが、同時に、ホログラム面付近にざらつきとして知覚される高周波ノイズが発生することを理論的・実験的に明らかにした。そして、この高周波ノイズを発生させずに粒状ノイズを低減する手法として、多重露光を導入する方法を検討した。一般的な拡散板を用いて多重露光を行うと多重数  $M$  に対してノイズの低減効果は  $1/\sqrt{M}$  となり十分な低減を行うには  $M$  を大きくしなければならない。そこで拡散板のパターン最適化により周期的なドット状のパターンを発生させ、これを多重露光することで、少ない多重数で十分なノイズ低減効果が得られる手法を提案した。

### (3) 光線情報と波面情報の相互変換技術に基づく計算機合成ホログラムの計算手法

ホログラフィーは高品質な立体像表示が可能な究極の 3D ディスプレイ方式といわれており、その最大の特徴は、奥行きのある深い立体像を高分解能に再現できる点である。現在、3次元のデジタルデータから光の回折・伝播の計算を行い、ホログラムパターン（計算機合成ホログラム、CGH）を算出する手法の研究が行われている。しかし、従来のコンピュータグラフィックスやイメージベースレンダリングのように光線に基づいて画像生成を行う方法に対して、ホログラムでは波面伝播に基づく計算が必要であり、画像表現の技法が未確立である。本研究では、物体近傍に光線サンプリング面（RS面）を仮想的に設定し、光線情報と波面情報を相互に変換することでCGH計算を行う手法を提案している。これにより、既存の光線ベースの処理に基づいて隠面消去や表面光沢などの表現を行えるようになる。また波面伝播計算を行うため、奥行きのある深い像を高分解能で再生できる。

本年度は、実物体からのホログラム生成を行うため、レンズアレイを用いて多視点画像を取得できるインテグラルイメージングの利用を検討した。提案手法では、複数物体からなる奥行きのある深いシーンに対して、各物体に焦点を合わせて撮影して得られた光線情報を、各物体近傍に設けたRS面上で高密度に補間してから波面に変換し、これらをホログラム面上で合成する。これにより奥行きのある深いシーンの分解能向上を可能とした。さらに、奥行きのある深いシーンに対するホログラム計算法として、RS面をホログラム面に対して平行に多数配置する方式を検討し、RS面の間隔と光線サンプリングの最適なパラメータを明らかにした。そしてこの結果に基づき、奥行き方向に数mの範囲を持つ像の光学再生に成功した。

## 【発表論文・学会発表等】

### 査読付き論文

1. Yuri Murakami, Jin Nomura, Manabu Oyama, Masahiro Yamaguchi. "Fidelity Evaluation of Metallic Luster in Six-Band High-Dynamic-Range Imaging," *Optical Review*, Vol. 19, No. 3, 142-149, May. 2012.
2. Fei Yang, Yuri Murakami, Masahiro Yamaguchi, "Digital color management in full-color holographic three-dimensional printer," *Applied Optics*, Vol. 51, No. 19, 4343-4352, Jun. (2012)
3. Masafumi Takeda, Kazuya Nakano, Hiroyuki Suzuki, Masahiro Yamaguchi. "Encoding plaintext by Fourier transform hologram in double random phase encoding using fingerprint keys, *Journal of Optics*, Vol. 14, No. 9, 094003, Jul. (2012)
4. Chamidu Atupelage, Hiroshi Nagahashi, Masahiro Yamaguchi, Tokiya Abe, Akinori Hashiguchi, Michiie Sakamoto, "Classification of prostate histopathology images based on multifractal analysis," *IEICE Trans. on Information Processing*, E95-D(12), 3037-3045, (2012)
5. Koki Wakunami, Masahiro Yamaguchi, Bahram Javidi. High-resolution three-dimensional holographic display using dense ray sampling from integral imaging, *Optics Letters*, Vol. 37, No. 24, pp. 5103-5105, Dec. (2012)
6. Chamidu Atupelage, Hiroshi Nagahashi, Masahiro Yamaguchi, Tokiya Abe, Akinori Hashiguchi, Michiie Sakamoto, "Computational grading of hepatocellular carcinoma using multifractal feature description," *Journal of Computerized Medical Imaging and Graphics*, 37, 1, 61-71 (2013)
7. Fei Yang, Yuri Murakami, Masahiro Yamaguchi, "A New Multiple-Exposure Scheme for Full-Color Full-Parallax Holographic Stereogram," *Optical Review*, Vol. 20, No. 1, 13-18, Jan. (2013)
8. Kazuya Nakano, Masafumi Takeda, Hiroyuki Suzuki, Masahiro Yamaguchi. "Generalized model of double random phase encoding based on linear algebra," *Optics Communications*, Vol. 286, 91-94, Jan. (2013)
9. Takeru Utsugi, Masahiro Yamaguchi. "Reduction of the recorded speckle noise in holographic 3D printer," *Optics Express*, Vol. 21, No. 1, 662-674, Jan. (2013)
10. Kazuya Nakano, Masafumi Takeda, Hiroyuki Suzuki, Masahiro Yamaguchi, "Evaluations of phase-only double random phase encoding based on key-space analysis," *Applied Optics*, Vol. 52, No. 6, 1276-1283, Feb. (2013)

### 国際会議発表

1. Keigo Suzuki, Masahiro Yamaguchi, Yuri Murakami, "Colorimetric characterization of a laser display," *Laser Display Conference '12*, LDCp7-17, Apr. (2012)
2. Yuri Murakami, Masahiro Yamaguchi, Nagaaki Ohyama, "Hybrid-resolution multispectral imaging based on color filter array: basic principles and computer simulation," *CGIV2012, Sixth European Conference on Colour in Graphics, Imaging, and Vision*, 259-265, May, 2012.
3. Koki Wakunami, Masahiro Yamaguchi, Bahram Javidi, "Computer generated hologram of deep 3D scene from the data captured by integral imaging," *Three-Dimensional*

- Imaging, Visualization, and Display 2012, Proc. SPIE, Vol. 8384, 83841B, May. (2012)
4. Chamidu Atupelage, Hiroshi Nagahashi, Masahiro Yamaguchi, Tokiya Abe, Akinori Hashiguchi, Michiie Sakamoto, "Multifractal feature descriptor for grading hepatocellular carcinoma," In 21st International Conference on Pattern Recognition (ICPR 2012), 129-132 (2012)
  5. Takeru Utsugi, Masahiro Yamaguchi, "A new approach for speckle reduction in holographic 3D printer," 9th International Symposium on Display Holography (ISDH 2012), Jun. (2012)
  6. Koki Wakunami, Masahiro Yamaguchi, "Occlusion processing for computer generated hologram by conversion between the wavefront and light-ray information," 9th International Symposium on Display Holography (ISDH 2012), Jun. (2012)
  7. Yuri Murakami, Hikaru Gunji, Fumikazu Kimura, Masahiro Yamaguchi, Yoshiko Yamashita, Akira Saito, Tokiya Abe, Michiie Sakamoto, Pinky A. Bautista, Yukako Yagi, "Color Correction in Whole Slide Digital Pathology," 20th Color and Imaging Conference, 253-258 (2012)
  8. Chamidu Atupelage, Hiroshi Nagahashi, Masahiro Yamaguchi, Tokiya Abe, Akinori Hashiguchi, Michiie Sakamoto, "Multifractal feature descriptor for diagnosing liver and prostate cancers in H&E stained histologic images," 9th IEEE International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI), 298-301 (2012)
  9. Chamidu Atupelage, Hiroshi Nagahashi, Fumikazu Kimura, Masahiro Yamaguchi, Tokiya Abe, Akinori Hashiguchi, Michiie Sakamoto, "Segmentation and Classification method for Liver Cell Nuclei in HCC histology images," International Workshop on Quantitative Biology 2012, p.41 (2012)
  10. Naoki Kobayashi, Kazuma Shinoda, Ayako Katoh, Hideki Komagata, Masahiro Yamaguchi, Tokiya Abe, Akinori Hashiguchi, Michiie Sakamoto, "A study of subset-pixel-based color transform for the efficient compression of H&E stained whole slide images," The IEEEJ 3rd Image Electronics and Visual Computing Workshop 2012 (IEVC2012), 2P-3 (2012)
  11. Ayako Katoh, Emi Shimada, Naoki Kobayashi, Hideki Komagata, Fumio Kimura, Masahiro Yamaguchi, Tokiya Abe, Akinori Hashiguchi, Michiie Sakamoto, "Algorithm that uses self-organizing map and morphological features to extract hepatic fat droplets," The IEEEJ 3rd Image Electronics and Visual Computing Workshop 2012 (IEVC2012), 2P-6 (2012)
  12. Kazuma Shinoda, Naoki Kobayashi, Ayako Katoh, Hideki Komagata, Yuri Murakami, Masahiro Yamaguchi, "An effective ROI coding suited for computer-aided diagnosis in telepathology," Int. Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT) (2012)
  13. Takeru Utsugi, Kouki Wakunami, Masahiro Yamaguchi, "Speckle reduction for computer generated hologram by the phase optimization in light-ray domain," Int. Workshop on Holography and related technologies (IWH2012), Nov., (2012)
  14. Hideki Komagata, Naoki Kobayashi, Ayako Katoh, Yasuka Ohnuki, Masahiro Ishikawa, Kazuma Shinoda, Masahiro Yamaguchi, Tokiya Abe, Akinori Hashiguchi, Michiie Sakamoto, "An algorithm to evaluate the number of trabecular cell layers using

- nucleus arrangement applied to hepatocellular carcinoma," SPIE Medical Imaging 2013, Proc. SPIE Vol. 8676, 86760M, Feb., (2013)
15. Masahiro Ishikawa, Sercan Taha Ahi, Yuri Murakami, Fumikazu Kimura, Masahiro Yamaguchi, Tokiya Abe, Akinori Hashiguchi, Michiie Sakamoto, "Automatic segmentation of hepatocellular structure from HE-stained liver tissue," SPIE Medical Imaging 2013: Digital Pathology, Proc. SPIE, Vol.8676, 867611, (2013)
  16. Chamidu Atupelage, Hiroshi Nagahashi, Fumikazu Kimura, Masahiro Yamaguchi, Tokiya Abe, Akinori Hashiguchi, Michiie Sakamoto, "Multi-fractal computation for nuclei classification and Hepatocellular Carcinoma Grading," The 10th IASTED International Conference on Biomedical Engineering (BioMed 2013), Feb., (2013)
  17. Masahiro Yamaguchi, "Spectrum-based color imaging and display," International Symposium on Color and Physiological Optics, Mar. 1, (2013)

#### 招待講演等

1. 山口雅浩, "優れた質感の映像再現：分光画像収集・表示技術と絵画の解析への応用," 新学術領域研究質感脳情報学公開シンポジウム「美術工芸×質感脳情報学」, May. (2012)
2. 小林直樹, 山口雅浩, 坂元亨宇, 橋口明典, 齋藤 彰, "病理画像における画像処理技術の役割—定量的病理診断に向けての取組み—" 画像電子学会第 262 回研究会, 招待講演, 映像情報メディア学会技術報告, 36, 35, 17-22, Aug. (2012)
3. Masahiro Yamaguchi, "Full-parallax 3D image capture by scanning vertical camera array, WIO 2012, Workshop on Information Optics, Aug. (2012)
4. Masahiro Yamaguchi, "Realistic image display based on high-fidelity and wide-gamut color reproduction," IDW/AD '12, Proceedings of the International Display Workshops, Vol. 19, pp. 1359-1362, Dec. (2012)
5. 山口雅浩, "超忠実・広色再現リアリステックディスプレイ," フラットパネルディスプレイの人間工学シンポジウム 2013, Mar. 8, (2013)
6. 宇津木健, 山口雅浩, "ホログラフィック 3D プリンタにおけるスペックルノイズ低減法," ホログラフィック・ディスプレイ研究会会報 HODIC Circular, Vol. 33, No. 1, Mar. (2013)

#### 国内学会発表

1. 中野和也, 竹田賢史, 鈴木裕之, 山口雅浩, "代数的表現による二重ランダム位相暗号化法の一般化," 第 6 回新画像システム・情報フォトンクス研究討論会予稿集, pp. 65-66, Jun. (2012)
2. 鈴木裕之, 鈴木理道, 山口雅浩, 大山永昭, "Compressed Sensing に基づく静脈認証システムの提案," 第 6 回新画像システム・情報フォトンクス研究討論会予稿集, pp. 71-72, Jun. (2012)
3. 稲庭衛, 涌波光喜, 山口雅浩. "垂直カメラアレイ走査による全方向視差多視点画像入力システム," 第 37 回光学シンポジウム講演予稿集, 45-48, Jun. (2012)

4. 山口雅浩, 大山真歩, 村上百合, “マルチスペクトルHDR撮影による金属光沢の映像再現と視覚的評価,” 電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集, エレクトロニクス(2), p. 54, Aug. (2012)
5. 鈴木啓悟, 山口雅浩, 村上百合. “走査型レーザープロジェクタを用いた光沢を持つ物体の高ダイナミックレンジ画像表示”. 電子情報通信学会技術研究報告. Vol. 112, No. 243, pp. 29-32. Oct. 2012.
6. 篠田一馬, 小林直樹, 加藤綾子, 駒形英樹, 村上百合, 山口雅浩, “複数の興味領域を対象とするROI符号化法の検討,” 第27回画像符号化シンポジウム(PCSJ), 23-24, Oct. (2012)
7. 丹治麻美, 村上百合, 山口雅浩, “ファイバーアレイ方式によるリアルタイム分光イメージングシステムの試作と色再現への応用,” Optics & Photonics Japan 2012 講演予稿集, 24aD9, Oct. (2012)
8. 涌波光喜, 山口雅浩, Bahram Javidi, “インテグラルイメージングによる撮影画像からのCGH生成-空間分解能と被写界深度の検討-,” Optics & Photonics Japan 2012 講演予稿集, 23AD1, Oct. (2012)
9. 宇津木健, 涌波光喜, 山口雅浩, “光線サンプリング面を用いた計算機合成ホログラムにおけるスペックル低減法,” Optics & Photonics Japan 2012 講演予稿集, Oct. (2012)
10. 村上百合, 野村 仁, 大山真歩, 山口雅浩, “6バンドHDR撮影による金属光沢の再現性評価, 電子情報通信学会技術研究報告,” Vol. 111, No. 238, 17-20, Oct. (2012)
11. 竹田賢史, 中野和也, 鈴木裕之, 山口雅浩, “デジタルホログラフィーを用いた秘匿化生体情報取得と照合に関する研究,” 2013年暗号と情報セキュリティシンポジウム(SCIS2013) 論文集, 3D2-2, Jan. (2013)
12. 石川雅浩, 福井智也, 村上百合, 山口雅浩, 阿部時也, 橋口明典, 坂元亨宇, “肝病理組織における索状構造解析のための形態的特徴の自動計測” JAMIT Frontier 2013 (メディカルイメージング連合フォーラム), 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 112, No. 411, 255-260 (2013)
13. 竹田賢史, 中野和也, 鈴木裕之, 山口雅浩, “デジタルホログラフィーを用いた生体情報の秘匿化センシング,” 第60回応用物理学会春季学術講演会, [29p-A1-2], Mar. (2013)
14. 宇津木健, 森夏樹, 山口雅浩, “複数光源角度多重再生によるCGHのスペックル低減法,” 第60回応用物理学会春季学術講演会, [29p-A1-4], Mar. (2013)

#### 解説, 著書等

1. 山口雅浩, “ナチュラルビジョンによる高質感映像技術,” 映像情報メディア学会誌, Vol. 66, No. 5, 371-378, May. (2012)
2. 山口雅浩. “ディスプレイ色の見え方と再現方法-,” 第17回微小光学特別セミナー「微小光学の基礎と応用」, 39-50, Jun. (2012)
3. 山口雅浩, 実践医用画像解析ハンドブック, (藤田広志, 石田隆行, 桂川茂彦監修), オーム社, 1.3 “光と色”, 5.5.2 “病理画像解析” Nov. (2012)

### ネイティブアセンブリコードを出力する教育用コンパイラの可視化に関する研究

#### 【研究の概要と成果】

ネイティブ方式の教育用コンパイラには教育上、多くの利点があるが、その一方で、機械語命令、アセンブラ命令、ABIなどの知識を学生が習得する学習コストが高いという欠点もある。本研究では、この問題を解決するために、(1) XC 言語とネイティブ方式の教育用コンパイラ XCC, (2) 新しい水平スライス機能を持つ可視化ツール MieruCompiler, を提案・実装することで解決を試みた。水平スライスとは、ユーザが指定したある項目に対して、ソースコード、アセンブリコード、抽象構文木、スタックレイアウト、記号表、およびコンパイラコード中の関連する項目を構文単位でハイライト表示する機能である。本研究では、学生の学習コストを低く保つために必要な簡潔で読解性が高い実装方法を与えた。XCC と MieruCompiler には、すでにそれぞれ 10 年間と 3 年間の講義での使用実績があり、実用性も高い。

### GPU を利用したポインタ解析の実装と評価に関する研究

#### 【研究の概要と成果】

ポインタ解析はプログラムの最適化や静的解析に用いられる重要な技術であるが、計算量が大きく実用的なソフトウェアに対しては実行時間が大きいという問題がある。GPU は高い並列性計算能力を持ち、これを利用することで高速化が期待できるが、高速な実装方法は自明ではない。GPU の利用は、ハードウェアの特性やプログラミング環境の制限により容易ではなく、経験の蓄積が少ないため、試行錯誤が必要となる。本研究ではこの問題を解決するため、Andersen が提案した inclusion-base のポインタ解析の高速な実装法を示した。この実装は行列演算を用い、疎行列の利用と行列演算に対する改良を行なっている。また GDB (49 万行) などの実用的な中規模ソフトウェア群によるベンチマークを行った。その結果 GPU による実装は全てのベンチマークで CPU による実装よりも高速に動作し、また最大で 14.4 倍の高速化を達成した。

#### 【発表論文・学会発表等】

1. 権藤克彦, 福安 直樹, 荒堀 喜貴: ネイティブアセンブリコードを出力する教育用コンパイラ (XCC) と, 水平スライスが可能な可視化ツール (MieruCompiler), 電子情報通信学会論文誌, vol. J95-D, No. 5, pp. 1225-1241 (2012)
2. 深谷敏邦, 権藤克彦: GPU を利用したポインタ解析の実装と評価, コンピュータソフトウェア (レター論文) [29], No. 3, pp. 70-76 (2012)
3. 荒堀 喜貴, 権藤 克彦: ロックセット解析に基づく動的割込み競合検出の精度改善, 日本ソフトウェア科学会ディペンダブルシステム研究会 (DSW2012), ポジションペーパー

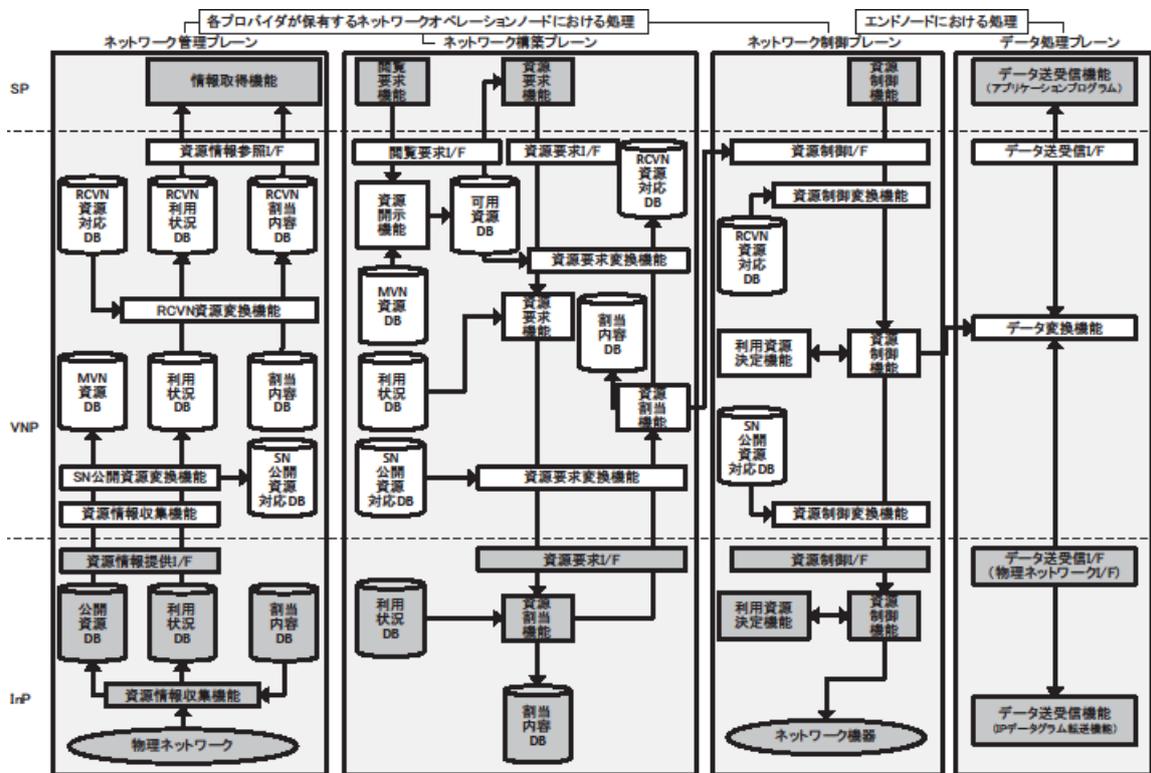
一, 8 ページ (2012)

4. 内田公太, 権藤克彦 : C-Helper: C 言語初学者向け静的解析ツールの提案, 第 19 回ソフトウェア工学の基礎ワークショップ (FOSE2012), ポスター発表, (2012) (ライブ論文賞受賞)
5. 石井 惇志, 権藤 克彦 : データ並列を用いたポインタ解析の高速化, 第 19 回ソフトウェア工学の基礎ワークショップ (FOSE2012), ポスター発表, (2012)
6. 内田公太, 権藤克彦 : C 言語初学者向けツール C-Helper の現状と展望, 情報処理学会第 54 回プログラミングシンポジウム (2013)

ミドルレイヤ型ネットワークアーキテクチャにおける多様なサービスプロバイダのための適応的なネットワーク抽象化の検討

【研究の概要と成果】

新世代ネットワークで求められている要件の一つにサービスプロバイダ (SP) に対する通信品質 (QoS) の提供がある。我々は SP に対して QoS の提供が可能なネットワークアーキテクチャとして3階層のネットワークアーキテクチャを提案し、その基本設計を実施した。本年度は前年度までの基本設計を詳細化し、プロトタイプ実装によりその実現可能性を明らかにした。



※同一プロバイダ内に存在する同一名称の機能・DB・I/Fは同一の実体を表す。灰色で塗られている機能・DB・I/Fはプロバイダにより内容は異なるため実装例を表す。

無線 LAN オフロードのための獲得可能スループット推定サーバの基礎検討

【研究の概要と成果】

スマートフォンなどの最近の携帯デバイスは携帯電話網と無線 LAN の双方に接続可能である。昨今の携帯電話網の輻輳の問題に対応するため、携帯電話事業者はできる限り公衆無線 LAN にオフロードさせるような技術を開発している。しかし、混雑している場所では公衆無線 LAN も輻輳していることが多い。そこで、公衆無線 LAN に切り替える前に切り替えた際に獲得可能なスループットを事前に計算し、その計算結果により切り替えるかどうかを端末側で判断させる方式を提案した。シミュレーションによる性能評価で提案方式の

性能を明らかにした。

#### 【発表論文・学会発表等】

- 1) V. T. Costa, M. Shimamura and K. Iida, “Network-wide switch resource load-balancing for OpenFlow networks,” *Proc. IEICE General Conference 2013*, B-6-113, DVDROM, Mar. 2013.
- 2) 大石真央、大溝拓也、飯田勝吉：「IP アドレス解放後の送信者詐称攻撃の防御を目的とする DHCP の拡張方式のプロトタイプ実装と評価」、電子情報通信学会・技術研究報告, Vol. 112, No. 463, NS2012-289, pp. 723-728, 2013 年 3 月.
- 3) 長谷川洋佑、飯田勝吉：「ソーシャル情報を用いたコミュニティセンシングシステムにおける提供情報の匿名化と高精細化の両立に関する研究」、電子情報通信学会・技術研究報告, Vol. 112, No. 463, NS2012-288, pp. 717-722, 2013 年 3 月.
- 4) 吉永祐太、嶋村昌義、飯田勝吉：「マルチパス転送における網収容効率向上のためのパケット順序整理バッファを考慮に入れた経路選択手法の解析」、電子情報通信学会・技術研究報告, Vol. 112, No. 463, NS2012-244, p. 463, 2013 年 3 月.
- 5) 小川慧、樫原茂、飯田勝吉：「無線 LAN オフロードのための獲得可能スループット推定サーバの基礎検討」、電子情報通信学会・技術研究報告, Vol. 112, No. 463, NS2012-172, pp. 43-48, 2013 年 3 月.
- 6) 嶋村昌義、山中広明、浦谷芳幸、永田晃、石井秀治、飯田勝吉、河合栄治、鶴正人：「ミドルレイヤ型ネットワークアーキテクチャにおける多様なサービスプロバイダのための適応的なネットワーク抽象化の検討」、電子情報通信学会・技術研究報告, Vol. 112, No. 230, IN2012-103, pp. 155-160, 2012 年 10 月.
- 7) S. Jivorasetkul, M. Shimamura, and K. Iida, “End-to-End Header Compression using Software-Defined Network Concept for Time-Sensitive Applications,” *Proc. IEICE Society Conference 2012*, B-16-7, 1 page, DVDROM, Sept. 2012.
- 8) S. Jivorasetkul, M. Shimamura, K. Iida, “End-to-end header compression over software-defined networks: A low latency network architecture,” *Proc. Intn’l Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems (INCoS2012)*, CDROM, 2 pages, Sep. 2012.
- 9) 塩山幹彦、嶋村昌義、飯田勝吉：「背景トラヒックへの影響低減を目的とした段階的パス切り替え手法の提案と評価」、電子情報通信学会・技術研究報告, Vol. 112, No. 8, NS2012-11, pp. 59-63, 2012 年 4 月.
- 10) 嶋村昌義、山中広明、飯田勝吉、永田晃、石井秀治、河合栄治、鶴正人：「ミドルレイヤ型ネットワークアーキテクチャにおける QoS 制御可能な仮想ネットワーク提供機能の検討」、電子情報通信学会・技術研究報告, Vol. 112, No. 10, CQ2012-5, pp. 25-28, 2012 年 4 月.

## ストリームデータ処理に関する研究

### 【研究の概要と成果】

センサー技術の発達やネットワーク上を流れるデータ量の増加とともに、時々刻々と生成されるストリームデータへのデータ処理技術が重要となってきた。リアルタイム性が求められることの多いストリームデータ処理においては、処理遅延の削減は重要な課題の一つである。本研究では処理遅延を減らすために、複数の CPU コアを用いて同一データに対する複数処理を並列評価する処理方式について継続的に検討を行ってきた。特に本年度は、M 入力のストリームデータに対する結合処理に着目し、マルチコア CPU を活かした並列な結合処理方式を 2 つ提案した。並列結合ツリー方式は、2 入力の結合演算をツリー状に組合せて M 個のストリームを結合するが、このとき結合順序の違いによって処理遅延がストリームごとに変化することに着目し、結合順序を変えた複数のツリーをマルチコアで同時並列に動かすことで、より少ない遅延で出てきた出力結果を毎回優先的に採用するというものである。並列 MJoin 方式は、既存の M 入力の結合アルゴリズム MJoin をマルチコア向けに改良したものである。人工データのワークロードを用いて、これら 2 手法と従来手法を比較し、特に並列 MJoin 方式がより多くの処理遅延を削減できることを示した。

また、ストリームデータ処理技術の実応用として、ストレージシステムにおける消費電力測定環境を構築した。ハードディスクごとの個別の消費電力が測定できるように電力計を接続し、消費電力ストリームデータを連続的に収集・分析できるようにした。この測定環境を用いることで、ストレージシステムの省電力化に関する研究の実証実験に貢献した。各省電力化手法を適用した場合の消費電力データの収集用途だけでなく、リアルタイムな消費電力の実測値に基づいて動的にパラメータを最適化する用途にも役立つことを示した。

## XML データの類似検索に関する研究

### 【研究の概要と成果】

Web ページや Office 文書など、XML データが幅広く利用されるようになってきており、XML データへの検索要求が多様化してきている。その 1 つが XML データ同士の類似検索である。本研究では、既存の XML 類似度計算アルゴリズム LAX を改良した LAX+を提案し、また LAX+を用いて Office XML 文書同士の類似検索を実現するためのシステム SOS (Structure-based Office document Search) を実装した。Word ファイル、Excel ファイル、PowerPoint ファイルを用いた実験において、従来のキーワードを用いたテキスト検索では探せないファイルを SOS が発見できることを示した。

また、大量の XML データに対する類似検索を高速化するため、並列データ解析のフレーム

ワークである MapReduce を用いて、XML データの類似度計算を並列化することについて検討した。同一のリーフノードをもつ XML 部分木の数え上げ処理を並列化する手法と、XML 木ペアごとの処理自体を並列化する手法の 2 つを提案し、DBLP データなどの実データを用いて 2 手法間の性質の比較を行った。

### 【発表論文・学会発表等】

1. Yousuke Watanabe and Haruo Yokota, "Development of a Disk-Power Monitoring Environment Using a Stream Processing Engine", Proc. International Workshop on Streaming Media Delivery and Management Systems (SMDMS 2012), pp. 351-356, Victoria, Canada, November, 2012.
2. Yousuke Watanabe, Hidetaka Kamigaito and Haruo Yokota, "Style-based Similarity Search for Office XML Documents", Proc. International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services (iiWAS 2012), pp. 138-146, Bali, Indonesia, December, 2012. (Best Paper Award)
3. 渡辺陽介, 横田治夫, 「低遅延ストリーム処理のための結合演算並列実行方式」, 第 154 回データベースシステム研究発表会, Vol. 2012-DBS-154 No. 10, pp. 1-8, 2012 年 8 月.
4. 徳田聡介, 渡辺陽介, 横田治夫, 「複数分散インデックス共通化フレームワーク上での負荷分散処理の比較」, DEIM Forum 2013, 2013 年 3 月.
5. 小栗寛生, 引田諭之, 渡辺陽介, 横田 治夫, 「リアルタイム電力計測に基づくストレージの省電力化手法の実装と評価」, DEIM Forum 2013, 2013 年 3 月.
6. ヴートゥアン ダット, 渡辺陽介, 横田治夫, 「MapReduce による大規模な並列 XML 類似検索手法の評価」, DEIM Forum 2013, 2013 年 3 月.
7. 宋強, 川端貴幸, 伊藤史朗, 渡辺陽介, 横田治夫, 「ファイル名抽象化に基づくアクセスログからのワークフロー抽出とファイル推薦手法の評価」, DEIM Forum 2013, 2013 年 3 月.
8. 加藤大智, 橋本泰一, 渡辺陽介, 横田治夫, 「ラベル付きクラスタリングにおける情報利得を用いたキーワード選定結果の適用手法」, DEIM Forum 2013, 2013 年 3 月.
9. 徳田聡介, 渡辺陽介, 横田治夫, 「分散インデックス手法の負荷分散処理比較のための共通フレームワークの構築」, 情報処理学会第 75 回全国大会, 2013 年 3 月.
10. ヴートゥアン ダット, 渡辺陽介, 横田治夫, 「大規模な XML 類似検索のための MapReduce による並列化手法の提案」, 情報処理学会第 75 回全国大会, 2013 年 3 月.
11. 宋強, 川端貴幸, 伊藤史朗, 渡辺陽介, 横田治夫, 「ファイル利用履歴から抽出した抽象タスク間ワークフローに基づくファイルと操作の推薦」, 情報処理学会第 75 回全国大会, 2013 年 3 月.
12. 小栗寛生, 引田諭之, 渡辺陽介, 横田治夫, 「ディスクの消費電力データストリームを用いたストレージの省電力化手法」, 情報処理学会第 75 回全国大会, 2013 年 3 月.

## データセンターオペレーションにおけるワークフローの研究と運用支援ツールの開発

### 【研究の概要と成果】

大規模データセンターにおいては一般的に、膨大な数の管理対象機器を多人数で迅速に運用していく必要がある。このような環境下ではオペレーションの手順やオペレーション間の連携は複雑になりがちで、ミスオペレーションも発生しやすい。データセンターで運用される大規模情報インフラが、一部の閉じた組織やコミュニティだけで使われるのではなく、パブリックサービスとしてビジネスやコンシューマサービスで当たり前のように活用されるようになった昨今、データセンターオペレーションをいかに正確かつ効率的に遂行していくかは重要な課題である。

本研究テーマではこのような課題への解決策として、運用データベース（運用に関わる機器情報や課題情報を格納したデータベース）を中心に据えたコミュニケーションとオペレーション自動化の徹底を挙げ、それを実現するための体制の構築方法の検討を行った。統率が取れていない多人数オペレーションの場合、信頼できる運用データベースの所在があいまいになったり、あるいは運用データベース自体が再利用可能な形で保持されていたりして問題になりがちである。このため、まずは一元的な運用データベースを配置し、それに対する簡便なアクセス方法を提供することが重要であると考えた。その上で、運用に必要な情報を、一般的なデータベース正規化手順も踏まえたうえで矛盾なく運用データベース内に保持し、オペレータ間のコミュニケーションにおいて運用対象の実体を参照する場合は可能な限りデータベース内のエントリへのポインタを示す、また機械的な処理で自動化可能なオペレーションは運用データベースと連携させた自動化につとめる、といった原則で運用を進めていく。これらにより、オペレーションの状況把握が容易になり、またコミュニケーションやオペレーションにおけるあいまいさが低減することで、オペレーション全体の精度や速度が向上することが期待される。

また、実際にこのような体制を支援するためのツールを Web アプリケーションの形式で開発した。本アプリケーションは、日本最大のネットワーク技術展示会である Interop Tokyo 2012 での展示会ネットワークの運用に投入された。その結果、実運用の場面において、運用データベース中心のオペレーションは前述のメリットをもたらしていることを確認した。

加えて、安定したネットワーク接続性が必ずしも保証されないネットワーク構築の現場では、該当アプリケーションの持つ、軽量で単純なデータ形式での通信・クライアントでの透過キャッシュ機能といった特徴が、オペレーションを妨げないために重要であることも確認した。

新世代ネットワークの実現に向けた多様なサービスプロバイダの収容を可能とする  
ミドルレイヤ型ネットワークアーキテクチャに関する研究

【研究の概要と成果】

ネットワークサービス事業者 (InP: Infrastructure Provider) にとって、多様なサービスを提供するアプリケーションサービス事業者 (SP: Service Provider) を効率良く収容することは重要な課題である。しかし、両者が扱うべき情報は本質的に異なるため、両者が持つ要求をお互いに満足することは難しい。その違いを吸収して解決するためには、新たなネットワークアーキテクチャが求められる。

本研究では、InP と SP の間に VNP (Virtual Network Provider) と呼ぶ仲介者を導入するミドルレイヤ型アーキテクチャを提案する。今年度の成果として、本プロジェクトの全体像をまとめるホワイトペーパーの作成、各種学会での論文発表、プロトタイプ実装としてのアーキテクチャ開発が挙げられる。

【発表論文・学会発表等】

学術論文誌

- Masayoshi Shimamura, Takeshi Ikenaga, and Masato Tsuru. A design and prototyping of in-network processing platform to enable adaptive network services. IEICE Transactions on Information and Systems, vol. E96-D, no. 2, February 2013.

国際会議

- Kentaro Kameyama, Hiroyuki Koga, Masayoshi Shimamura, Yutaka Fukuda, and Takeshi Ikenaga. Performance evaluation of transmission order control on relay nodes in multi-hop wireless networks. Proc. 7th International Workshop on Telecommunication Networking, Applications and Systems in conjunction with 27th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA-2013), March 2013.
- Supalerk Jivorasetkul, Masayoshi Shimamura, and, Katsuyoshi Iida. End-to-end header compression over software-defined networks: A low latency network architecture. Proc. IEEE Fourth International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems (INCoS-2012), pp. 493-494, September 2012.

学会発表

- 嶋村昌義, 山中広明, 浦谷芳幸, 永田晃, 石井秀治, 飯田勝吉, 河合栄治, 鶴正人. ミドルレイヤ型ネットワークアーキテクチャにおける多様なサービスプロバイダのための適応的なネットワーク抽象化の検討. 電子情報通信学会技術研究報告, 第 112 巻 230 号 (IN2012-103), 155-160 頁, 2012 年 10 月.
- 他 9 件

新世代ネットワークの実現のための多様なサービスプロバイダの収容を可能とする  
ミドルレイヤ型ネットワークアーキテクチャに関する研究

【研究の概要と成果】

現在のインターネットでは多種多様なアプリケーションサービスプロバイダ（SP：Service Provider）によるサービスが提供されており、必要不可欠な社会基盤の一つとなっている。これら SP はネットワークサービス事業者（InP：Infrastructure Provider）より物理的なネットワーク資源を借りてきてサービスの提供を行う。SP と InP は異なるポリシーに基づきネットワーク資源を利用・管理する。端的には SP はサービス品質の向上を目指し、InP は資源利用の効率化を図ることを目指す。このために従来、InP 主導・SP 主導と言ったネットワーク制御が試みられてきたが両者の要求を同時に満たすことはできていない。

本研究では、SP と InP を仲介する仮想ネットワークプロバイダ（VNP：Virtual Network Provider）を導入し、両者の要求の充足を支援する。VNP の基本的な機能は、InP の公開する物理資源を仮想ネットワーク資源（MVN:Midle Virtual Network）としてプールし、SP に MVN からサービスに利用する資源を貸し与えるというものである。

今年度は特に、資源抽象化や、資源集約による資源自体及び資源の性能情報の見せ方や提供の仕方を工夫することによる、SP の要求と性質に即した資源提供方法の提案、VNP・InP での柔軟な資源割り当て手法を検討した。

【発表論文・学会発表等】

- 学術論文誌
  - 浦谷芳幸, カベンディッシュジュルセウ, 本間伸雄, 小出洋, : XML データへのストリーミング処理における共有バッファ機構の改善, 電子情報通信学会 和文論文誌 D インターネット技術とその応用特集号, J96-D, 2013 年 6 月 (掲載決定).
- 国際会議
  - Yoshiyuki Uratani, Hiroshi Koide, Dirceu Cavendish and Yuji Oie, : DISTRIBUTED XML PROCESSING OVER VARIOUS TOPOLOGIES -Pipeline and Parallel Processing Characterization-, WEBIST2012, pp. 116-122, April, 2012.
- その他
  - 嶋村昌義, 山中広明, 浦谷芳幸, 永田晃, 石井秀治, 飯田勝吉, 河合栄治, 鶴正人, : ミドルレイヤ型ネットワークアーキテクチャにおける多様なサービスプロバイダのための適応的なネットワーク抽象化の検討, 電子情報通信学会技術研究報告, 第 112 巻 230 号 (IN2012-103), 155-160 頁, 2012 年 10 月.
  - 他 1 件

## 定量的病理診断の実現を目的とした画像解析技術に関する研究

### 【研究の概要と成果】

病理標本のデジタルスライドの色情報は、取り込みに用いるスキャナにより変動するため、安定した画像解析を実現するためには、色のばらつきを補正することが必要となる。これに対して、図1に示す顕微鏡用の色票スライド、及び、Hematoxyline & Eosin(H&E)染色のマウス embryo 標本スライドを参照スライドとして用いて色補正を実装し、効果を確認した。その結果、色票スライドよりもマウス embryo 標本スライドから取得した色サンプルに基づいて色補正係数を算出した方が、精度が高く、平均色差は $\Delta E^*ab=5\sim 9$ 程度となった。さらに色差を低減するためには、より広い色分布を持つ参照スライドが必要であることが明らかになった。

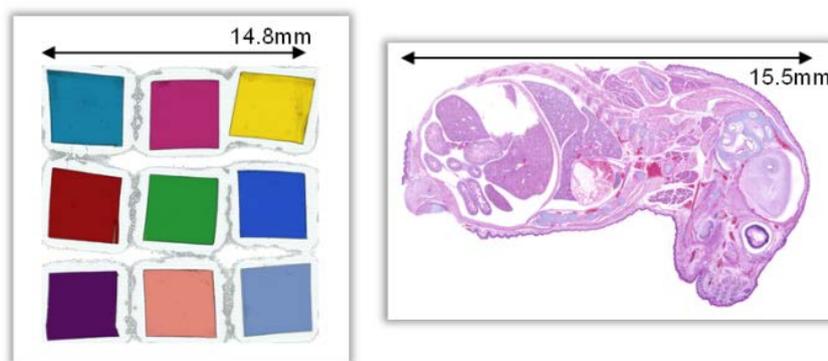


図1 病理標本画像の色補正のための参照スライド（左：色票スライド、右：H&E 染色のマウス embryo スライド）

デジタルスライドの色情報は、スキャナの特徴だけでなく、標本の染色条件によっても、ばらつきが生じる。染色による色のばらつきを補正する手法として、画像の色分布に基づく補正手法を提案しているが、色分布推定に用いる色サンプルを取得する領域を適切に選択することが重要である。そこで、肝生検標本の線維化定量の自動化を目的として、Elastica van Gieson 染色標本画像において、色サンプルを取得するのに適した門脈領域と細胞質領域を自動で抽出する手法を開発した（図2）。これにより、肝生検標本の線維化定量の全ての工程の自動化が可能となり、プロトタイプシステムへの組み込みの準備が整った。

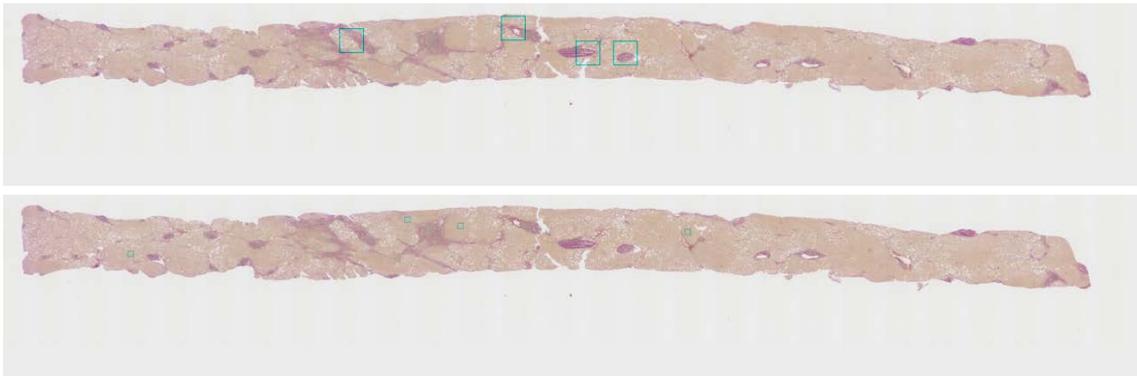


図2 自動抽出した門脈領域（上）と細胞質領域（下）（水色四角枠で表示）

なお、本研究は NEDO 委託研究「定量的病理診断を可能とする病理画像認識技術」の一環として実施された。

### 効率的な分光画像情報取得手法に関する研究

#### 【研究の概要と成果】

分光画像には、人の目には見えない様々な情報が含まれており、リモートセンシングや生体画像解析等の様々な分野で利用されている。しかし、分光画像の取得には、空間方向もしくは波長方向の走査が必要であり、動く対象の分光画像情報を取得することは困難である。それに対して、1つの対象について低空間解像度の分光画像と高空間解像度の RGB 画像を組み合わせることで取得し、これらから高空間解像度の分光画像を生成することで、効率的に分光画像情報を取得する複合解像度型分光イメージングを提案している。複合解像度型分光イメージングにより、リアルタイムの分光画像収集や、装置の小型化等が期待される。今年度は、低解像度分光画像情報を取得するための低解像度分光センサー（LRSS）を試作し、複合解像度型分光イメージングのプロトタイプシステムを作成した。

LRSS の構成を図 3 に示す。LRSS はカメラレンズ、両端面が 2 次元配列と 1 次元配列をなす光ファイババンドル、直進光学系の分光計、モノクロ CCD カメラから構成されている。光ファイババンドルは 68 本の光ファイバから構成され、これにより、68 画素の分光情報を CCD カメラの 1 フレームで取得できる。LRSS のキャリブレーションを行った結果、精度よく分光情報を取得できることを確認した。さらに、LRSS と RGB カメラから構成される複合解像度型分光イメージングシステムを構築した。このシステムにより、リアルタイムで分光画像を取得できることを確認した。

マクロ撮影のみならず、顕微分光画像撮影等への応用も視野に置いて、研究を進めていく予定である。

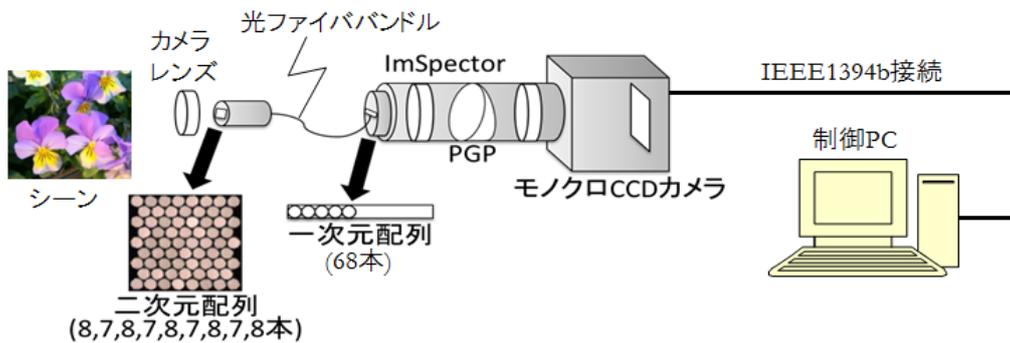


図3 低解像度分光画像取得装置 (LRSS) の構成

### 【発表論文・学会発表等】

#### 査読付き論文

1. Yuri Murakami, Jin Nomura, Manabu Oyama, Masahiro Yamaguchi. "Fidelity Evaluation of Metallic Luster in Six-Band High-Dynamic-Range Imaging," *Optical Review*, Vol. 19, No. 3, 142-149, May. 2012.
2. Fei Yang, Yuri Murakami, Masahiro Yamaguchi, "Digital color management in full-color holographic three-dimensional printer," *Applied Optics*, Vol. 51, No. 19, 4343-4352, Jun. (2012)
3. Fei Yang, Yuri Murakami, Masahiro Yamaguchi, "A New Multiple-Exposure Scheme for Full-Color Full-Parallax Holographic Stereogram," *Optical Review*, Vol. 20, No. 1, 13-18, Jan. (2013)

#### 国際会議発表

1. Keigo Suzuki, Masahiro Yamaguchi, Yuri Murakami, "Colorimetric characterization of a laser display," *Laser Display Conference '12, LDCp7-17*, Apr. (2012)
2. Yuri Murakami, Masahiro Yamaguchi, Nagaaki Ohyama, "Hybrid-resolution multispectral imaging based on color filter array: basic principles and computer simulation," *CGIV2012, Sixth European Conference on Colour in Graphics, Imaging, and Vision*, 259-265, May, 2012.
3. Yuri Murakami, Hikaru Gunji, Fumikazu Kimura, Masahiro Yamaguchi, Yoshiko Yamashita, Akira Saito, Tokiya Abe, Michiie Sakamoto, Pinky A. Bautista, Yukako Yagi, "Color Correction in Whole Slide Digital Pathology," *20th Color and Imaging Conference*, 253-258 (2012)
4. Kazuma Shinoda, Naoki Kobayashi, Ayako Katoh, Hideki Komagata, Yuri Murakami, Masahiro Yamaguchi, "An effective ROI coding suited for computer-aided diagnosis in telepathology," *Int. Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT)* (2012)
5. Masahiro Ishikawa, Sercan Taha Ahi, Yuri Murakami, Fumikazu Kimura, Masahiro Yamaguchi, Tokiya Abe, Akinori Hashiguchi, Michiie Sakamoto, "Automatic

segmentation of hepatocellular structure from HE-stained liver tissue,” SPIE Medical Imaging 2013: Digital Pathology, Proc. SPIE, Vol. 8676, 867611, (2013)

#### 招待講演等

1. 村上百合, 「複合解像度型の分光イメージング技術」, 2012年度日本写真学会年次大会, May. 2012.
2. 村上百合, 「デジタル映像における忠実な色の再現技術」, 第37回日本化粧品学会, Jun. 2012.
3. 村上百合, 「複合解像度型分光イメージングの原理と実装」, 次世代画像入力ビジョンシステム部会 第144回定例会, Spt. 2012.

#### 国内学会発表

15. 山口雅浩, 大山真歩, 村上百合, “マルチスペクトルHDR撮影による金属光沢の映像再現と視覚的評価,” 電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集, エレクトロニクス(2), p. 54, Aug. (2012)
16. 鈴木啓悟, 山口雅浩, 村上百合. “走査型レーザープロジェクタを用いた光沢を持つ物体の高ダイナミックレンジ画像表示”. 電子情報通信学会技術研究報告. Vol. 112, No. 243, pp. 29-32. Oct. 2012.
17. 篠田一馬, 小林直樹, 加藤綾子, 駒形英樹, 村上百合, 山口雅浩, “複数の興味領域を対象とするROI符号化法の検討,” 第27回画像符号化シンポジウム(PCSJ), 23-24, Oct. (2012)
18. 丹治麻美, 村上百合, 山口雅浩, “ファイバーアレイ方式によるリアルタイム分光イメージングシステムの試作と色再現への応用,” Optics & Photonics Japan 2012講演予稿集, 24aD9, Oct. (2012)
19. 石川雅浩, 福井智也, 村上百合, 山口雅浩, 阿部時也, 橋口明典, 坂元亨宇, “肝病理組織における索状構造解析のための形態的特徴の自動計測” JAMIT Frontier 2013 (メディカルイメージング連合フォーラム), 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 112, No. 411, 255-260 (2013)

#### 解説, 著書等

1. 村上百合, 「デジタル映像における色彩情報の計測と再現」, 日本化粧品学会誌, 36(4), 288-295 (2012).

## 【研究の概要と成果】

### 背景及び目的

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）における「がん超早期診断・治療機器の総合開発」プロジェクトにおいて「病理画像の特徴量を用いた数量化技術の開発および色・スペクトル情報の高精度化技術の研究開発」を行なっている。

#### 1. 腫瘍細胞集塊の構造解析に関する研究

肝臓は肝細胞が索状に配列し、肝細胞索間に存在する類洞によって毛細管血行路を形成している。肝臓疾患では、しばしばこの肝細胞索の配列に不整や極性に乱れが生じることがある。また肝細胞癌では腫瘍細胞が索構造を呈し、高分化肝細胞癌では索構造が明瞭であるが、低分化型では明らかでないことが多い。索構造を数量化することにより良・悪性の判別、組織型および分化度などの判断に役立てようとするものである。さまざまな症例に対し肝細胞索や腫瘍細胞集塊を示すマスクをマニュアルまたは自動で作成し、得られたマスク画像に対して、面積や周囲長などから複雑度や一次式による傾きを算出し、組織の構造と比較した。また同様のマスク画像に対し楕円フィッティングや細線化を行い、得られた特徴量から分化度や腫瘍の状態と比較検討を行った。楕円フィッティングの際にフィッティングする楕円が腫瘍細胞集塊の構造を反映するような大きさをフィッティングするように watershed を用いて、最適な領域条件の検討を行なっている。

#### 2. 顕微鏡撮影用グレースケール・カラーチャートスライドガラスの開発検討

昨年度、色補正評価などを目的として光学顕微鏡撮影用カラーチャートスライドに対しポリビニルピロリドンを中心とする水溶性封入剤を用いて作成した。今年度はより長期間の保存に耐えられるように各種接着剤、すなわちシリル化ウレタン樹脂、スチレン-ブタジエンゴム系接着剤、アクリル変性シリコーンおよび RTV ゴム脱アセトンタイプシリコーン系接着剤について検討を行った。またスライドスキャナで読み取ることができる厚さに標本作製することを念頭において検討を行った。従来の顕微鏡だけでなくスライドスキャナ撮影用に薄いチャートスライドを作成することにより、バーチャルスライドデータに対しても色補正が可能となる。

#### 3. 3D Histec 社製バーチャルスライドスキャナ Panoramic DESK を用いたバーチャルスライド撮影環境の構築

バーチャルスライドは病理分野では日常の診断や標本の保管のために使用されてきている。我々が行なっている病理画像の特徴量を用いた数量化技術の開発もバーチャルスライドからのデータを使用して解析を行なっている。3D Histec 社製バーチャルスライドスキャナ Panoramic DESK による各種撮影条件、すなわちタイリング、閾値による設定、Z方向の設定、また手術材料、生検材料、細胞診断標本および tissue microarray 標本などさまざまな標本に対し、撮影条件の検討を行なった。病理顕微鏡画像の様々な特徴量算出のための実験装置として活用予定である。

#### 4. Ki-67 発現核の核内特徴量の抽出に関する研究

Ki-67 タンパク質の発現量を調べることにより、肝臓がんなどの悪性腫瘍に対して悪性度の判定をおこなっているが、その発現の確認は免疫組織化学的染色より行われている。悪性腫瘍の HE 染色標本における Ki-67 発現核と陰性核の特徴量（輝度・クロマチン分布面積・円形度、線形度、針状比、濃度共起行列など）に違いについて検討を行った結果、統計学的有意差が認められたが、円形度などの形状特徴では優位な差は認められなかった。そして輝度値、濃度共起行列データに加え、Tamura 特徴量および Local binary patterns などの解析結果を用い、Support vector machine (SVM) によるパターン認識を行ったところ、69～85%の確率で Ki-67 陽性核と陰性核の判別が可能であった。HE 染色標本から工学的技術により Ki-67 陽性・陰性核が判断出来れば、腫瘍の悪性度を示す迅速かつ有用なツールとなることが期待される。

#### 【発表論文・学会発表等】

- 1) Ayako Katoh, Emi Shimada, Naoki Kobayashi, Hideki Komagata, Fumikazu Kimura, Masahiro Yamaguchi, Tokiya Abe, Akinori Hashiguchi and Michiie Sakamoto. Algorithm that uses self-organizing map and morphological features to extract hepatic fat droplets. IIEEJ 3rd Image Electronics and visual Computing Workshop. proceeding. 2012;2P-6.
- 2) Yuri Murakami, Hikaru Gunji, Fumikazu Kimura, Masahiro Yamaguchi, Yoshiko Yamashita, Akira Saito, Tokiya Abe, Michiie Sakamoto, Pinky A. Bautista and Yukako Yagi. Color Correction in Whole Slide Digital Pathology. Society for Imaging Science and Technology. 2012;253-258.
- 3) Masahiro Ishikawa, Sercan Taha Ahi, Yuri Murakami, Fumikazu Kimura, Masahiro Yamaguchi, Tokiya Abe, Akinori Hashiguchi, Michiie Sakamoto. Automatic segmentation of hepatocellular structure from HE-stained liver tissue. SPIE Medical Imaging. Florida USA. Feb. 9-14, 2013.
- 4) Chamidu Atupelage, Hiroshi Nagahashi, Masahiro Yamaguchi, Fumikazu Kimura, Tokiya Abe, Akinori Hashiguchi, Michiie Sakamoto. Multifractal computation for nuclear classification and hepatocellular carcinoma grading. proceeding. BioMed. proceeding. 2013;415-420.
- 5) F. Kimura, I. Okayasu, H. Kakinuma, Y. Satoh, S. Kuwao, M. Saegusa, J. Watanabe. Differential diagnosis of reactive mesothelial cells and Malignant Mesothelioma Using Cell Proliferation Markers, including Minichromosome Maintenance Protein 7, Geminin, Topoisomerase II  $\alpha$  and Ki-67. Acta Cytol. 2013; (In press)

## 病理画像解析のための構造認識に関する研究

### 【研究の概要と成果】

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「がん超早期診断・治療機器の総合研究開発」プロジェクトの一環として、「病理画像等認識基礎技術の研究開発」を行っている。また、本研究は慶應義塾大学病理学教室との共同研究である。

細胞索は細胞が 1 列を成す構造を意味し、がん細胞も索状構造を模倣することが知られている。しかし、がんが進行するほど形態の模倣が崩れ、列数が増加する。そこで、本研究では類洞と間質を抽出することで残りを細胞索として抽出し、抽出した細胞索から層の数を算出する手法を開発した。

間質抽出は、線維領域の抽出とリンパ球の多い領域の抽出から構成される。線維領域の抽出には濃度共起行列を用いて線維確率を算出する。次に、抽出精度向上のためスーパーピクセル(SLIC)を算出し、線維確率の高いスーパーピクセルとリンパ球数の多いスーパーピクセルを算出する。最後に、線維確率が高いかリンパ球数が多いスーパーピクセルを間質として抽出する。類洞は、本研究で提案する方位選択制フィルタを前処理として適用し、EM アルゴリズムを用いて白色領域を選択することで抽出した。提案法により、細胞索を精度良く抽出できることを確認した。

また、抽出した細胞索から層の数も算出した。抽出した細胞索を細線化し、枝単位で構造を計測すると細胞索の長さ、細胞索の厚さ、細胞索に含まれる細胞核の数を計算することができる。細胞索の厚さに対する細胞核の比率から層の数を算出した。求めた層の数と癌の悪性度を示す分化度と層の数を相関解析した結果、相関係数 0.72 と強い正の相関関係が見られた。

研究開発成果により、肝病理画像構造定量化のための基礎技術となる細胞索抽出が可能となった。また、層の数において高い相関関係が見られたことから、病理画像の構造認識は、臨床における定性的・定量的評価に非常に有効な情報と考えられる。今後は、細胞索の構造異型の定量化や抽出精度の向上を目指す。

### 【発表論文・学会発表等】

- 1) 石川雅浩、福井智也、村上百合、山口雅浩、阿部時也、橋口明典、坂元亨宇、「肝病理組織における索状構造解析のための形態的特徴の自動計測」、信学技報、1. 2013.
- 2) Hideki Komagata, Naoki Kobayashi, Ayako Katoh, Yasuka Ohnuki, Masahiro Ishikawa, Kazuma Shinoda, Masahiro Yamaguchi, Tokiya Abe, Akinori Hashiguchi, Michiie Sakamoto, 「An algorithm to evaluate the number of trabecular cell layers using nucleus arrangement applied to hepatocellular carcinoma」、SPIE Medical Imaging 2013 poster session, 2. 2013.

- 3) Masahiro Ishikawa, Sercan Taha Ahi, Yuri Murakami, Fumikazu Kimura, Masahiro Yamaguchi, Tokiya Abe, Akinori Hashiguchi, Michiie Sakamoto, 「Automatic segmentation of hepatocellular structure from HE-stained liver tissue」, SPIE Medical Imaging 2013 poster session, 2.2013.

**【特許出願】**

- 1) 特願 2013-3949 「病理組織画像解析方法、病理組織画像解析装置及び病理組織画像解析プログラム」 発明者：山口雅浩、村上百合、石川雅浩、橋口明典、坂元亨宇

## 7-2 先端研究部門

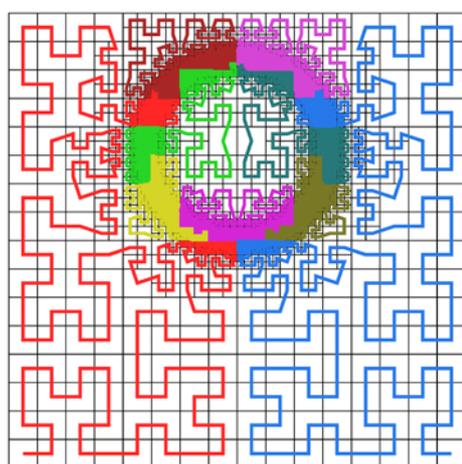
先端研究部門 高性能計算先端応用分野 教授 青木 尊之

### 【研究の概要と成果】

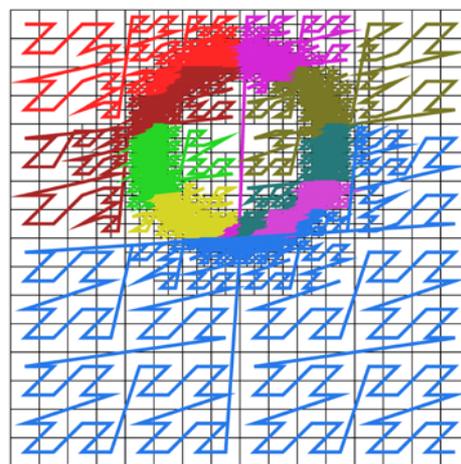
#### Space-filling Curve の検討

格子法や粒子法による流体計算において計算負荷が空間分布で不均一になる場合、複数プロセスによる負荷バランスは大きな問題である。計算負荷の均一化のみでなく、プロセス間の通信を低減することと両立しなければならない。流体现象において物理的に高い空間解像度が必要な領域は、圧縮性であれば衝撃波面、接触不連続面であり、非圧縮性であれば境界層が発達する物体近傍や渦の強い場所などが挙げられる。気液二相流では気液界面がまさに該当する。直交格子を用い、tree 型データ構造により再帰的に格子を細分化し任意の領域に任意の空間解像度の格子を生成できる AMR(Adaptive Mesh Refinement)法は非常に強力な計算手法であるが、動的な計算負荷の均一化が必須である。一つの方法として、空間充填曲線(Space-filling Curve)を導入した。

Space-filling Curve にはさまざまな種類があるが、AMR 法に適用できそうな曲線としては Hilbert 曲線と Morton (Z-order) 曲線がある。どちらも曲線の再帰性があり、それらを用いた tree 型データ構造の末端 (leaf) の連結に適用した。下図から分かる通り Hilbert 曲線の方がデータ構造は複雑であるが局所性が高く、格子系流体計算にとってはデータアクセスが有利であり領域間通信も効率的であることが明らかになった。



Hilbert 曲線



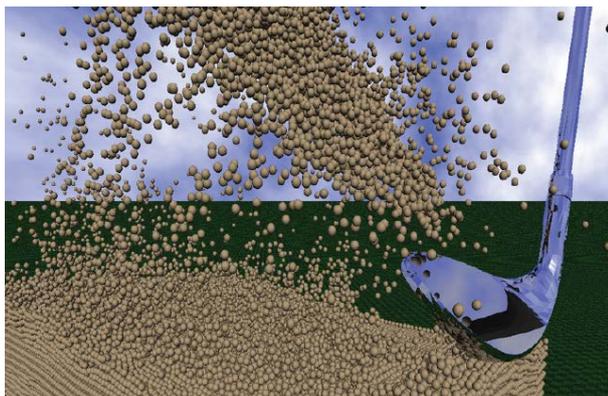
Morton 曲線

#### 近接相互作用に基づいた大規模粒子計算の動的負荷分散

重力多体問題などの比較的長距離の相互作用に基づいた粒子計算と異なり、紛粒体は粒子が相互に接触した時のみに反発する相互作用が働く。従って、複数ノードを用いて計算する必要のある大規模粒子計算では、粒子の分布に応じて空間領域を小領域に分割し並列計算を行う。紛粒体の挙動は時間と共に粒子の空間分布が大きく変化し、初期の粒子分布

に基づいた領域分布のまま計算を行うと小領域内の粒子数に違いが生じ、プロセス間の計算負荷が不均等になる。並列計算の効率が大きく低下してしまうため、2次元スライス・グリッド法を導入した。適当な頻度で領域を分割し直し、各小領域内の粒子数を同数に保つことで動的に計算負荷のバランスさせる手法を開発した。

GPU では小領域の境界近傍にある粒子を探することは CPU の場合よりコストがかかり、GPU に適した効率的な粒子探査手法を開発した。また、接触による粒子間の衝突相互作用を効率的に計算するために各粒子は近傍粒子リストを保持するが、格納領域の静的に確保すると膨大なメモリを消費することになる。そこで、リンク・リスト方式を GPU 上で実現し、メモリの利用効率を劇的に改善することができた。下図はゴルフのバンカーショットの個別要素法によるシミュレーションであり、TSUBAME において数 1000 万個以上で効率的に計算できることを確認した。

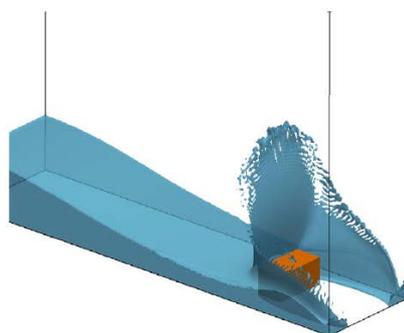


動的負荷分散を用いた複数 GPU によるゴルフのバンカーショット・シミュレーション

### 気液二相流計算における非物理的振動の抑制

空気と水が入り混じるような流れは気液二相流と呼ばれ、数値シミュレーションが難しい課題と認識されている。最近、気液界面を直接扱う手法が開発され、気液二相流のシミュレーションが大きく発展している。特に固定格子上で界面を 2~3 メッシュで表現する界面捕獲法は、符号付距離関数であるレベルセット法とセル内の流体率を求める VOF (Volume of Fluid) 法が合体した CLSVOF 法として成功を収めている。大規模計算による

高解像度シミュレーションが行われるようになってきたが、高精度計を行うことで気液界面に非物理的な振動が現れてしまう問題が発生するようになった。これは、気液界面の密度が 2~3 メッシュに渡り連続



障害物のあるダムブレイク問題のシミュレーションと実験の比較

的に変化するため、剪断流れが生じた際にケルビン・ヘルムホルツ不安定性が生じてしまうためである。そこで、ナビエ・ストークス方程式の移流項に密度の重みを付けて離散

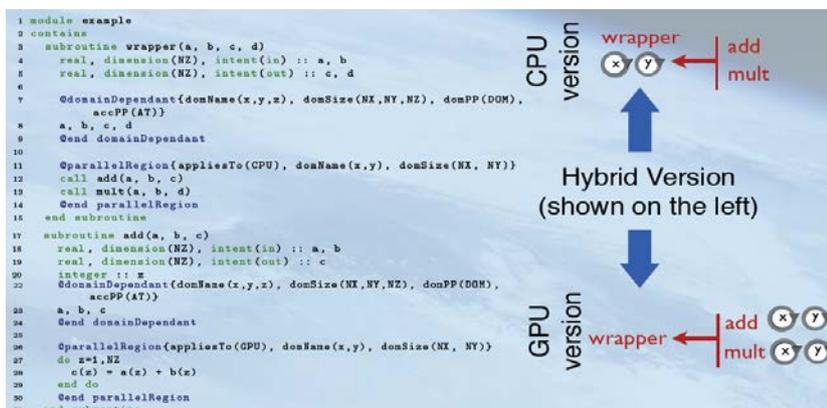
化することにより、非物理的振動を抑制することができることを明らかにし、詳細な検討を行った。

新しい移流項の離散化式を用いて前方の障害物へのダムブレイク計算を行い、壁での衝撃圧や界面プロファイルなど、計算結果と実験の非常に良い一致が得られた。

## 気象計算の物理過程向け GPU/CPU Hybrid FORTRAN フレームワーク

2010年に気象庁の次世代気象コード ASUCA の手動によるフル GPU 化に成功しているが、CUDA プログラミングに精通しない研究者・開発者でも気象コードをメンテナンスできるようにすることが大きな課題である。気象コードの物理過程の部分は絶えず開発が行われおり、頻繁にソースコードが変更される。FORTRAN で書かれている ASUCA のオリジナル・コードが変更される度に GPU コードの CUDA プログラムの書き換えを依頼するのは開発コストが高い。2011年にリリースされたディレクティブベースの OpenACC は既存 CPU コードを比較的簡単に GPU 化できるが、オリジナル・コードの持つデータ構造やループ構造が変更できないため、ASUCA では実行性能が大きく低下してしまう。

データ構造やループ構造の変更を自動的に行い、GPU および CPU ともに実行性能を引き出すことができるソースコードを生成する独自のディレクティブベースのプログラミングフレームワークとして Hybrid Fortran を開発した。Hybrid Fortran は、ループ構造を独自のディレクティブで抽象化し、CPU と GPU のそれぞれのアーキテクチャに合わせたコードを生成する。ASUCA の物理過程の一部のモジュールに Hybrid Fortran を適用し GPU 化を行った。GPU 用コードでは、コアレスシングアクセスするため、水平方向のループ計算をカーネル関数によりモジュール内で計算する。これに対して CPU 用コードでは水平方向のループ計算をモジュールの外側で行い、キャッシュヒット率を向上させる。このようにループ構造をそれぞれのアーキテクチャに合わせて柔軟に変更することで、Hybrid Fortran では GPU 計算では OpenACC とほぼ同じかそれよりも良い実行性能を達成し、CPU 計算では CPU に最適化されたコードから OpenACC では 30%以上の性能低下が起こるところ Hybrid Fortran では高々5%の性能低下に抑えることに成功した。



### 【発表論文・学会発表等】

- 1) Takayuki Aoki: Peta-scale GPU applications on TSUBAME2.0, The Salishan Conference on High-Speed Computing 2012, Gleneden Beach, Oregon, USA, April 25, 2012. **【招待講演】**
- 2) 青木尊之, 下川辺隆史, 小野寺直幸: 流体解析・電磁界解析に適した GPU コンピューティングと大規模計算化, 電子情報通信学会, 2012 年ソサエティ大会, 富山大学 (2012 年 9 月 14 日) **【招待講演】**
- 3) 小野寺直幸, 青木尊之, 下川辺隆史, 小林宏充, 「格子ボルツマン法による 1m 格子を用いた都市部 10km 四方の大規模 LES 気流シミュレーション」, 情報処理学会ハイパフォーマンスコンピューティング研究会主催 HPCS シンポジウム 2013, 東京, 2013 年 1 月 16 日 **【査読付】**
- 4) 下川辺隆史, 青木尊之, 小野寺直幸, ブロック AMR 法の GPU コンピューティング・フレームワーク, 情報処理学会ハイパフォーマンスコンピューティング研究会主催 HPCS シンポジウム 2013, 東京, 2013 年 1 月 16 日 **【査読付】**
- 5) 青木尊之: GPU スパコン TSUBAME2.0 による大規模格子系アプリケーション, 日本機械学会誌, P.81-85, 2013-3, Vol.116, No.1132, ISSN 0021-4728, 2013. **【学会誌・解説】**
- 6) Takayuki Aoki: A 2-Petaflops Stencil Application with Stereoscopic 3D Visualization - Gordon Bell Prize 2011, GPU Technology Conference 2012 (GTC 2012), San Jose, CA, 2012, May 15 **【招待講演】**
- 7) 青木尊之: Al-Si 二元合金の GPU スパコンによる樹枝状凝固シミュレーション, 第 25 回計算力学講演会, 日本機械学会, 神戸, 2012 年 10 月 6 日 **【基調講演】**
- 8) 青木尊之: TSUBAME 2.0 によるペタ・スケール格子系アプリケーション, 理研シンポジウム「ペタフロップス・マシンのアプリケーション～その使い方とは～」, 理化学研究所 (和光市), 2012 年 10 月 12 日 **【招待講演】**
- 9) Takayuki Aoki, Large-scale stencil applications using the whole TSUBAME2.0 resources, 7th IAPR International Conference on Pattern Recognition in Bioinformatics (PRIB 2012), Tokyo, Nov.9, 2012. **【招待講演】**
- 10) 下川辺隆史, 青木尊之, 高木知弘, 山中晃徳, 額田彰: GPU スパコン TSUBAME 2.0 によるフェーズフィールド法を用いた 2 petaflops 樹枝状凝固成長計算, 日本計算工学会・第 17 回計算工学講演会, 京都, 2012 年 5 月 30 日
- 11) 小野寺直幸, 青木尊之: GPU を用いた Local Mesh Refinement 法による LES 解析/Local mesh refinement for large eddy simulation with GPU, 日本計算工学会・第 17 回計算工学講演会, 京都, 2012 年 5 月 30 日
- 12) 黒木雅広, 青木尊之: マルチモーメント法に基づく爆風シミュレーションの大規模 GPU 計算, 日本計算工学会・第 17 回計算工学講演会, 京都, 2012 年 5 月 30 日
- 13) 都築怜理, 青木尊之, 王 嫻, 宮下達路: パッシブスカラー粒子の大規模 GPU 計算, 日本計算工学会・第 17 回計算工学講演会, 京都, 2012 年 5 月 30 日

- 14) 都築怜理, 青木尊之: 複数 GPU を用いた大規模粒子計算の動的負荷分散, 日本機械学会・第 25 回計算力学講演会, 神戸, 2012 年 10 月 7 日
- 15) 小野寺直幸, 青木尊之: 複数 GPU による Local Mesh Refinement 法を用いたチャンネル乱流の LES 解析, 日本機械学会・第 25 回 計算力学講演会, 神戸, 2012 年 10 月 7 日
- 16) 小野寺直幸, 青木尊之, 小林宏充: GPU を用いた格子ボルツマン法に対するコヒーレント構造 Smagorinsky モデルの開発, 日本機械学会・第 25 回 計算力学講演会, 神戸, 2012 年 10 月 8 日
- 17) 青木尊之, 下川辺隆史: GPU スパコンにおけるフェーズフィールド法による樹枝状凝固成長の大規模シミュレーション, 物性研究所 計算物質科学研究センター 第 2 回シンポジウム, 東京大学・物性研究所 (柏), 2012 年 10 月 23 日
- 18) Satori Tsuzuki, Takayuki Aoki, Takashi Shimokawabe, Wang Xian: Passive scalar computation of billion particles on a GPU supercomputer, The 10th WORLD CONGRESS ON COMPUTATIONAL MECHANICS (WCCM 2012), Sao Paulo, Brazil, 2012, July 11
- 19) Takashi Shimokawabe, Takayuki Aoki, Tomohiro Takaki, Akinori Yamanaka, Akira Nukada: Peta-scale GPU Computing of Phase-Field Simulation for Dendritic Solidification on the TSUBAME 2.0 supercomputer, The 10th WORLD CONGRESS ON COMPUTATIONAL MECHANICS (WCCM 2012), Sao Paulo, Brazil, 2012, July 11
- 20) Naruhiko Tan, Takayuki Aoki, Changhong Hu, Makoto Sueyoshi : Large-Scale Simulation of Violent Flow Impacting on an Obstacle, 2nd International Conference on Violent Flows, Nantes, France, 2012, September 27
- 21) 小野寺直幸: コヒーレント構造スマゴリンスキー・モデルを用いた格子ボルツマン法による東京都心部の超大規模シミュレーション, 第 28 回生研 TSFD シンポジウム, 東京, 2013 年 3 月 8 日
- 22) Takayuki Aoki : A Peta-scale LES (Large-Eddy Simulation) for Turbulent Flows Based on Lattice Boltzmann Method, GPU Technology Conference 2013, San Jose, CA, 20 March 2012. 【査読付】
- 23) Michel Mueller: Hybrid Fortran 90: High Performance, Low Friction GPGPU for Weather Prediction, GPU Technology Conference 2013, San Jose, San Jose, CA, 20 March 2012. 【査読付】

ULP-HPC: 次世代テクノロジーのモデル化・最適化による超低消費電力ハイパフォーマンスコンピューティング

【研究の概要と成果】

2007年度より、大規模計算機システムにおけるアクセラレータ利用技術を含むソフトウェアによる超低消費電力化の研究を推進している。本年度は、プロジェクトの最終年度として総括を進めるとともに、以下の研究を推進した。

- FFT について、多数 GPU による演算を効率的に可能とするための手法を提案、評価した。一般的にマルチ GPU による FFT 計算は GPU 間での全対全通信が必要であるためシステムの通信性能特性に大きく依存し、GPU 数を増やしていった場合の並列化効果を制限してしまうことがある。京コンピュータや IBM Blue Gene シリーズ、CRAY の XT/XE/XK シリーズなど多次元トーラス型のノード間インターコネクトを採用しているシステムではノード数に比例する性能を得ることが理論的に不可能であるが、TSUBAME 2.0 のような Fat-Tree 型ネットワークでは理論的な通信バンド幅から考える限りは可能性がある。しかし実際に高い並列化効率を実現することは容易ではない。特に実験用システムではなく常に多くのユーザのジョブが実行されている状況で、共有されているネットワークを使用して安定した性能を確保することは難しい。TSUBAME 2.0 の各計算ノードは通信バンド幅を確保するために Primary と Secondary の 2 系統の InfiniBand ネットワークに接続されている。この 2 系統をどのように使うかはユーザレベルで選択することができるのである。そこで通信の衝突などを避けるように全対全通信を構成する各ノード間の通信を適切に各系統に割り当てることによって多数のジョブが実行されている状態でも安定して高い通信性能を得ることに成功した。その他通信用バッファの NUMA 最適化、スケジューリングの調整、ローレベル API の使用などにより最終的に 256 ノード (768GPU、TSUBAME2.0 全体の 1/6 程度) で 4.8TFLOPS の性能を達成した。これは京コンピュータの 8000 ノード (64000CPU、京コンピュータ全体の 1/10) にて、最新の Volumetric 3D-FFT を用いた結果より高速であり、両マシンの Linpack 性能差を鑑みると、性能的には約 6 倍の効率を、電力的にも約 6 倍以上の効率を得ていることになる。
- 計算機システム全体の省電力化・低電力化のためには計算機本体だけでなく、冷却システムに要する電力も考慮するべきである。データセンターの冷却システムの効率は様々であるが、TSUBAME 2.0 では冷却を含めた設計を行い、PUE 値 (=全体の消費電力 / 計算機の消費電力) が設計時に 1.28 以下という他のデータセンター等と比べても非常に優れた効率を実現し、さらに運用時にはより低い数値を得ている。さらに次世代のシステムに向けてさらなる効率向上を目標に、東京工業大学学術国際情報センター (以下 GSIC) と密に連携し、油浸冷却技術の評価を行っている (概算要求「スパコン・

クラウド情報基盤におけるウルトラグリーン化技術の研究推進」と協働)。油浸冷却はその名の通り計算機システムをそのまま冷却用の油に浸け、循環する油が計算機の熱を吸収し、熱交換器、蒸散冷却塔などを経て大気中に放熱される。空冷の場合大気よりも温度が低い冷気を供給するために大量の電力を要する冷房設備などが必要になるが、油浸冷却の場合は油の熱伝導率が非常に高いため大気より温度が高い油を計算機の冷却に使用することができ、油を大気で冷ますだけでよいため大幅な電力削減が可能となる。油浸のメリットは冷却用電力だけに限らない。CPU や GPU などのチップ温度が空冷の場合よりも下がるためチップのリーク電流の削減につながり計算機本体の消費電力も低下する。特に温度が高い GPU については油浸の方が高負荷状態でも安定動作する。また油が基板全体を覆うことによって保護され、時間経過による故障率上昇を抑える効果もある。冷却効率自体が上昇することによって計算機の実装密度も空冷では実現不可能なレベルまで上げることも可能である。

## 10億並列・エクサスケールスーパーコンピュータの耐故障性基盤

### 【研究の概要と成果】

ムーアの法則に従い、スーパーコンピュータの性能は年々向上し、近年では、ペタ ( $10^{15}$ ) フロップス級の性能 (1PFlop=1秒あたり 1000兆回の演算性能) は珍しくない。しかし、計算ノードの増加や計算機器の複雑化に伴い、障害発生率も増加する。このため、科学技術計算など長時間の解析を行う大規模並列アプリケーションは実行を完了することができず、ポストペタ (数十ペタフロップス) スケールの計算は障害・回復時間が実計算の何十倍ともなり実質的に不可能とされている。そこで、我々はポストペタスケールスパコンに対応した、自律耐障害技術の確立を目的とする。

本年度は、“**細粒度超並列・ヘテロジニアス計算環境に適した新しい耐故障手法とコストモデルの確立**”を行った。特に信頼性と性能を両立するために、複合的数理モデルを用いてこれらの手法を定量化し、昨年度確立した耐故障のコストモデルと組み合わせることにより、最適なチェックポイント戦略を確立する。具体的には、以下の2項目を行った。

(1) **細粒度超並列計算環境に適した階層型 Group-oriented チェックポイント**：障害復旧の高速化手法として知られているメッセージロギング技術と、昨年度の成果である冗長符号を用いたチェックポイント型耐故障性インターフェース (FTI) を複合的に活用し、また、メッセージロギング時のグループとチェックポイントの冗長符号化時のグループを、ネットワークのトポロジーを考慮して階層的にグルーピングすることにより、従来に比べ、細粒度超並列計算を要する津波シミュレーションコードにおいて、より効率的なチェックポイントを実現した。

(2) **階層型チェックポイントの複合的数理コストモデル**：一般に並列ファイルシステムは、チェックポイント先として最も信頼性が高い場所であるが、一方で並列ファイルシステムを用いた階層型チェックポイントでは、数百 GPU 実行において性能向上が飽和してしまい、

エクサフロップに向けてのスケールリングは困難であったが、計算とは非同期的に並列ファイルシステムへチェックポイント書き出し、また複合的数理・確率モデルに基づき、必要で十分な頻度でチェックポイントを行うことにより、津波のシミュレーションなど多くの流体計算でみられる等方メッシュの差分法による直接解法を行う Himeno ベンチマークにおいて、従来型の階層型チェックポイントに比べ最大で 1.1~1.8 倍以上の効率化を実現した。

## ポストペタスケールコンピューティングのためのアクセラレータ技術に関する研究

### 【研究の概要と成果】

ポストペタスケールに向けたアクセラレータ技術として、前年度までに引き続き、FFT やステンシルアプリケーションの GPU 上のスケラビリティ向上技術の提案・評価を行った。さらに、より複雑な構造を持つ演算として、N 体問題のための効率的な計算アルゴリズムである Fast Multi-pole Method (FMM) を取り上げ、CPU と GPU アクセラレータの異種プロセッサを持つ環境におけるモデル化・最適化を行った。FMM は複数のカーネルから成り立ち、それぞれのカーネルの性質、特に GPU への適合性が異なる。さらに粒子の空間中での分布の性質によって、各カーネルの演算量も動的に変化する。このような課題を持つ FMM を CPU・GPU 上で効率的に実行するコードを、INRIA の StarPU ランタイム上で開発した。性能モデルベースのタスクスケジューリングを行う StarPU 上で良好な負荷分散を実現するためには、十分な正確さを持つ性能モデルが必要となる。StarPU の ” Calibrated model ” にて性能モデルを生成して実行に用いたところ、GPU のみ利用する実装や単純な FIFO スケジューリングに比べて、最大 60% の向上を実現した。一方、カーネル単位の予測値の検証を行ったところ、StarPU が提供する単純な多項式の性能モデルでは表現しきれないケースがあるという知見を得た。

ポストペタスケールシステムへの耐故障機能の統合に関しては、昨年度の成果であるチェックポイント型の耐故障性インターフェースである FTI と INRIA で開発されている メッセージロギング MPI ライブラリ Hydee を統合した。更にメッセージロギンググループに Erasure Encoding グループを形成し階層的 (2 階層) にクラスタリングすることにより、ナイーブなクラスタリング手法に比べ、メッセージロギングとチェックポイントのオーバーヘッド削減しかつ、高い信頼性を実現した。また、FTI と INRIA で提案されている障害予測機構の統合を行った。この統合型耐障害性システムでは、TSUBAME2.0 におけるログ情報から事前に障害を予測し、予測された障害の直前にチェックポイントをとることにより、復旧後の再計算の時間を大幅に短縮できることを示した。また等方メッシュの差分法による直接解法であるステンシル系流体計算を行う Gadget2 Blob コード、Kelvin-Helmholtz コードに適用したところ、性能ロスを数%に抑えられることを確認した。一般に並列ファイルシステムは、チェックポイント先として最も信頼性が高い場所であるが、一方で数百 GPU では性能向上が飽和してしまい、エクサフロップに向けてのスケールリングは困難であったが、計算とは非同期的に並列ファイルシステムへチェックポイントを書き出し、また複合

的数理・確率モデルに基づき、必要かつ十分な頻度でチェックポイントを行うことにより、従来型の階層型チェックポイントに比べ最大で2倍以上の効率化を実現した。

## **G8 多国間国際研究協力事業 ECS: 超大規模並列スケールにおける気候シミュレーション**

### **【研究の概要と成果】**

世界を代表する研究機関と国際研究体制を敷き、気候コードのエクサスケールに向けた新世代のアーキテクチャの最適化に関する手法の調査や研究開発を行っている。エクサスケールのシステムにおいては、各ノードは高い確率で所謂ハイブリッド型---弱スケーリングのための高密度なメニーコア・マルチスレッド SIMD 実行の部分と、強スケーリングの為の逐次型の低レーテンシマルチコアの組み合わせ---によって構成される。前者は今後数百から数千に上り、一方後者は数十である。これらに関し、気候アプリケーションにおけるコアの使い分け、特に性能向上と全体のスケーリングに必須な局所性の確保とレーテンシの隠蔽が必須であり、それらをプログラミングにおいて気候の研究者が扱い易い枠組みの構築を目指す。

本年度は、昨年に引き続き、NICAM に関しては AICS/ICOMEX との協力関係を継続し、記述性を高めかつ自動チューニングに向けた調査をさらに深化させた。特に、記述系に関しては、CUDA Fortran だけでなく、昨年提唱されたディレクティブ記述系のメニーコアの並列プログラム技術の標準である OpenACC を用いた NICAM の記述を試みた。特に、CUDA Fortran における性能との比較や、有効なディレクティブの記述系を探り、ストロングスケーリングの阻害要因の調査を行った。また、GPU 化コードの TSUBAME2.0 の大規模ノードを用いたスケーラビリティも、プロファイリング性能調査を他グループと協力して行った。また、大規模かつ長時間実行を行う気候プログラムの耐故障性に関して、新たな耐故障性アルゴリズムに関し、故障予測を用いた手法を検討し、またチェックポイント時におけるオーバーヘッドの低減をはかるアルゴリズムを開発した。

## **アプリケーション分野からみた将来のHPCIシステムのあり方の調査研究**

### **【研究の概要と成果】**

ポストペタ及びエクサスケールのスパコンのアーキテクチャを評価するために必要な性能指標を得るために、Scalasca, Tau, VampirTrace, K-Scope, loopProf 等の既存のアプリケーション性能計測ツールの利用方法と特性に関する調査を進めた。また、これらのツールの一部は、実際に TSUBAME2.0 への配備し、実アプリケーションを計測できる環境を整備した。また、Scale3-fs アプリに対して、各種ツールの動作検証や、挙動が既知であるマイクロベンチマークにおける測定結果の信頼性の検証を行った。この他にも、性能モデルの構築、性能計測内容のスキーマ化、性能結果格納のためのレポジトリの構築などを進めた。

## スーパーコンピュータ・クラウド連携によるe-サイエンス実現のための研究開発

### 【研究の概要と成果】

スパコンと Amazon Web Service などのクラウド間で計算・データを共有し、スパコンを仮想的にスケールアウトさせるシステムを実現するための基礎技術として、スパコンとクラウド間で高速かつセキュアに任意のプロトコルでデータ転送するシステムの研究を行った。高速性を実現するために、20Gbps の広帯域・高遅延環境でのデータ転送のシステム設計・チューニングを行った。セキュアに任意のプロトコルでの通信を実現するために、Software-Defined Network 技術を用いた転送システムの設計と実装を開始した。このシステムではスパコンの転送サーバへのデータ転送を、OpenFlow を用いて L2~L4 レベルで制御する物であり、認可されたクラウド資源が一定時間のみ転送を行えるモデルとした。また、スパコン上での大規模データ処理、及び、大規模データ格納基盤の整備を推進した。具体的には、アクセラレータを考慮した MapReduce 処理系、PGAS 言語 X10 向けの広域分散ファイルシステム Gfarm に対するデータアクセスのためのプラグインの研究開発を行った。

### 【発表論文・学会発表等】

- Koichi Shirahata, Hitoshi Sato, Toyotaro Suzumura, Satoshi Matsuoka. “A GPU Implementation of Generalized Graph Processing Algorithm GIM-V” . In Proc. of the 3rd International Workshop on Parallel Algorithm and Parallel Software (IWPAPS 2012), in conjunction with Cluster 2012, Sep. 2012.
- Akihiro Nomura, Yutaka Ishikawa, Naoya Maruyama, Satoshi Matsuoka. “Design and Implementation of Portable and Efficient Non-blocking collective Communication” .. In The 12th IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGrid 2012). May 2012.
- Amer Abdelhalim, Toufik Ahmed, Hidouci Walid-Khaled and Satoshi Matsuoka, “Using Bittorrent and SVC for Efficient Video Sharing and Streaming” , In Proc of the Seventeenth IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC’ 12), IEEE Press, Jul. 2012.
- Irina Demeshko, Satoshi Matsuoka, Naoya Maruyama, Hirofumi Tomita. “Ultra-high Resolution Atmospheric Global Circulation Model NICAM on Graphics Processing Unit” , In Proc. of the 2012 International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications (PDTPA’ 12), Jul. 2012.
- Irina Demeshko, Satoshi Matsuoka, Naoya Maruyama and Hirofumi Tomita. “Multi-GPU implementation of the NICAM atmospheric model” , In Proc. of Tenth International Workshop on Algorithms, Models and Tools for Parallel Computing on Heterogeneous Platforms (HeteroPar’ 2012) in conjunction with EuroPar’ 2012,

Aug. 2012.

- L. Bautista Gomez, B. Nicolae, N. Maruyama, F. Cappello, S. Matsuoka. “Scalable Reed-Solomon-based Reliable Local Storage for HPC Applications on IaaS Clouds” , In Proc. of International European Conference on Parallel and Distributed Computing (EuroPar 2012), Aug. 2012.
- Leonardo Bautista Gomez, Thomas Ropars, Naoya Maruyama, Franck Cappello, Satoshi Matsuoka. “Hierarchical Clustering Strategies for Fault Tolerance in Large Scale HPC Systems” , In Proc. of IEEE Cluster 2012, IEEE Press, Sep. 2012.
- Akira Nukada, Kento Sato and Satoshi Matsuoka. “Scalable Multi-GPU 3-D FFT for TSUBAME 2.0 Supercomputer” , In Proc. of 2012 ACM/IEEE International Conference for High Performance, Networking, Storage, and Analysis (SC’ 12), Salt Lake City, IEEE Press, Nov. 2012.
- Kento Sato, Adam Moody, Kathryn Mohror, Todd Gamblin, Bronis R. de Supinski, Naoya Maruyama, Satoshi Matsuoka. “Design and Modeling of a Non-blocking Checkpointing System” , In Proc. of 2012 ACM/IEEE International Conference for High Performance, Networking, Storage, and Analysis (SC’ 12), Salt Lake City, IEEE Press, Nov. 2012.
- Katsuki Fujisawa, Toshio Endo, Hitoshi Sato, Makoto Yamashita, Satoshi Matsuoka, Maho Nakata. “High-Performance General Solver for Extremely Large-scale Semidefinite Programming Problems” , In Proc. of 2012 ACM/IEEE International Conference for High Performance, Networking, Storage, and Analysis (SC’ 12), Salt Lake City, IEEE Press, Nov. 2012.
- Tetsuya Hoshino, Naoya Maruyama, Satoshi Matsuoka, Ryoji Takaki. “CUDA vs OpenACC: Performance Case Studies with Kernel Benchmarks and a Memory Bound CFD Application” , In Proc. of the 13th IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGrid 2013), IEEE, May 2013, (to appear).
- Koichi Shirahata, Hitoshi Sato, Toyotaro Suzumura, Satoshi Matsuoka, “A Scalable Implementation of a MapReduce-based Graph Processing Algorithm for Large-scale Heterogeneous Supercomputers” , In Proc. of the 13th IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGrid 2013), IEEE, May 2013, (to appear).
- Abdelhalim Amer, Naoya Maruyama, Miquel Pericas, Kenjiro Taura, Rio Yokota, and Satoshi Matsuoka, “Bulk-Synchronous and Data-Driven Execution Models on Multi-Core Architectures: Case study of the FMM” , In Proc. of International Supercomputing Conference (ISC’ 13), Jun. 2013, (to appear).
- 福田圭祐, 丸山直也, Miquel Pericas, 松岡聡, 動的タスクスケジューリングエンジン

ン StarPU による KIFMM の実装と性能評価, In IPSJ SIG Technical Reports 2012-HPC-136. Oct. 2012.

- 額田 彰, 「CUDA 版自動チューニング手法」, GPU Technology Conference Japan 2012, 六本木, 2012 年 7 月.
- 星野 哲也, 丸山 直也, 松岡 聡. 大規模流体アプリケーションの CUDA・OpenACC への移植性の評価. 情報処理学会研究報告. 情報処理学会. In 2012 年並列/分散/協調処理に関する『鳥取』サマー・ワークショップ(SWoPP 鳥取 2012). Vol. 2012-HPC-135. No. 42. pp. 1-9. Jul. 2012.
- 河村知輝, 丸山直也, 松岡聡. 並列ステンシル計算における通信の自動最適化に向けた性能モデルの評価, 情報処理学会研究報告, Vol. 2012-HPC-135 No. 32 pp. 1-8, Jul. 2012.
- Kento Sato, Adam Moody, Kathryn Mohror, Todd Gamblin, Bronis R. De Supinski, Naoya Maruyama, Satoshi Matsuoka. “Design and Modeling of an Asynchronous Checkpointing System”, 情報処理学会研究報告, Vol. 2012-HPC-135, Jul. 2012.
- 福田圭祐, 丸山直也, Miquel Pericas, 松岡聡., “動的タスクスケジューリングエンジン StarPU による KIFMM の実装と性能評価”, 情報処理学会研究報告, Vol. 2012-HPC-136, Oct. 2012.
- Leonardo Bautista Gomez, Satoshi Matsuoka, “Avoiding silent data corruption in checkpoint files”, In IPSJ SIG Technical Reports 2012-HPC-136. Oct. 2012.
- Miquel Pericas, Keisuke Fukuda, Abdelhalim Amer, Rio Yokota, Naoya Maruyama, Satoshi Matsuoka, “Towards a Data flow FMM using the OmpSs Programming Model”, In IPSJ SIG Technical Reports 2012-HPC-136. Oct. 2012.
- 金光浩, 遠藤 敏夫, 松岡 聡. GPU メモリ容量を超える問題規模に対応する高性能ステンシル計算法, 情報処理学会研究報告, Vol. 2012-ARC-194/HPC-137, Dec. 2012.
- 野村 哲弘, 遠藤 敏夫, 松岡 聡. TSUBAME2.0 における Multi-rail InfiniBand ネットワークの性能評価, Vol. 2012-ARC-194/HPC-137, Dec. 2012.

#### 招待講演等

- 松岡 聡、「スパコン TSUBAME2.0 のアーキテクチャ」、招待講演、ソニー株式会社システムアーキテクトワークショップ、ソニーシティー大崎、2012 年 4 月 2 日
- 松岡 聡、「Connect with You」招待講演、TEDxTitech、東京工業大学大岡山キャンパス、2012 年 5 月 26 日
- 松岡 聡、「エクサに向けた GPU によるウルトラグリーンコンピューティング」、招待講演、東京工業大学東京工業大学学術国際情報センター/クレイジャパン共同開催・GPU/OpenACC 講演会—GPU コンピューティングの新しい方向性、東京工業大学学術国際情報センター、2012 年 6 月 1 日

- Satoshi Matsuoka, “TSUBAME2.0 Towards 3.0 and Exascale” , Keynote Talk, NEC User Group (NUG) Meeting, Jun 12 2012, Potsdam Germany
- Satoshi Matsuoka, “ “From Petascale to Exascale” Beyond Tsubame 2: Bridging the Gap from Petascale to Exascale” , Keynote Talk, HP-CAST 18, Jun 15 2012, Hamburg Germany
- Satoshi Matsuoka, “TOP500 - 20 Years Later” Invited Panelist, ISC Think Tank Sponsored by HPCwire, ISC 12, Hamburg Germany, June 20 2012
- Satoshi Matsuoka, “Programming Models in the Years to Come” Invited Panelist, ISC Think Tank Sponsored by HPCwire, ISC12, Hamburg Germany, June 21 2012
- 松岡 聡、「世界のトップランクスパコン TSUBAME2.0 を解き明かす」、招待講演、東京工業大学公開講演シリーズ：東工大の最先端研究、キャンパス・イノベーションセンター（東京都田町）平成 24 年 7 月 4 日
- 松岡 聡「東工大 TSUBAME と光インターコネクション」、招待講演、シリコンフォトニクス研究会、神戸大学、2012 年 7 月 12 日
- Satoshi Matsuoka, “We choose to go Exascale, Not because it’ s easy, but because it’ s hard” , Invited Talk, TTI Vanguard The Advanced Technology Conference series, Tokyo Japan, July 19 2012
- 松岡 聡、「エクサに向けた GPU によるウルトラグリーンコンピューティング」、招待講演、GTC(GPU Tech Conference) Japan 2012、六本木ミッドタウンホール、2012 年 7 月 26 日
- 松岡 聡、「50GFlops/W, PUE < 1, 100KW/ラックに挑戦する TSUBAME3.0 およびエクサへのグリーンスパコン取り組み」、招待講演、電子情報通信学会 インターネットアーキテクチャ研究会 (IA)、IIJ 神保町三井ビル、2012 年 9 月 21 日
- Satoshi Matsuoka, “Japanese Trends of Supercomputing R&D” , Invited Talk, 2012International Forum on HPC Architecture and Challenges, Shanghai China, Oct.10-11 2012.
- Satoshi Matsuoka, “The Exascale Supercomputing Progress in Japan and the G8 Climate Project” , Invited Talk, the 2nd International Workshop on “Collaborative Development of Simulation software of next Generation” (CO-DESIGN 2012), Beijing China, Oct.23-25, 2012.
- 松岡 聡、「数百億トランジスタ時代のスーパーコンピューティング」、招待講演、日本学術振興会シリコン超集積化システム第 1 6 5 委員会 2012 年 10 月研究会、東京大学生産技術研究所、2012 年 10 月 25 日

## 先端研究部門 情報技術国際協働分野 教授 山口 しのぶ

### MOU を活用した共同研究

#### モンゴル における地方小学校教員の質の向上—地域性に即したICTを活用した教材開発を通じて

##### 【研究の概要と成果】

基礎教育のアクセスの拡大は国連ミレニアム開発目標において重要項目とされており、途上国が真剣に取り組んでいる課題である。1990年の民主化後、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。山口・高田研究室は、2004年より、モンゴル教育科学省との連携のもと、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ている。2012年3月からは、JICAと連携し、草の根技術協力事業草の根パートナー型プロジェクト「モンゴルにおける地方小学校教員の質の向上—地域性に即したICTを活用した教材開発を通じて」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および、各県代表の教員94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1650名の教員が研修を受けるに至った。更には、モンゴルの小学校に導入されたOne Laptop Per Child (OLPC)の取り組みに関するインパクトを分析すべくモンゴル教育相との連携のもとデータ分析を進めている。

#### 世界遺産地域における地理情報システムの構築—危機遺産防止のために

##### 【研究の概要と成果】

ラオスアンパバーン政府世界遺産局との連携のもと、モバイルラーニングの活用に関する調査、及び、VRパノラマによる町並み景観モニタリング手法の開発を実施した。発展後進国でありながら2011年にはラオスの携帯電話普及率が80%に到達した点に注目し、現地の二大学の学生を対象とした世界遺産保存に関する意識向上のためのモバイルラーニング導入に関する調査分析を実施した。調査結果は2013年2月にユネスコ教育主催で開催された” Mobile Learning Week”にて発表され、世界文化遺産保存の意識向上にモバイルラーニングを導入する手法に注目が集まった。更に、町並み景観を効果的にモニタリングするための手法として、3DCGとVRパノラマによる手法の比較検討を実施し、その結果、現地に効果的に応用できる手法としてVRパノラマが選択された。遺産保存地区のメインストリート1.5キロの30地点におけるVRパノラマを作成した上で、現地世界遺産局と共同でモニタリングプロセスを策定された。今後、定期的に情報をアップデートすることにより町並みの変化を掌握するベースラインとして活用される。

## 【研究業績】

1. Onodera, J., Yamaguchi, S., and Auxillos, J., “Application of ICT in primary schools in Mongolia: Comparative analysis of three rural provinces”, Oral presentation, 56th Comparative and International Education Society’s Annual Meeting, Puerto Rico, (April 2012).
2. Yano, S., Sergelen, S., Yamaguchi, S., “Development of Teaching Material for Primary Schools in Mongolia : Lessons from Teachers’ Feedback”, Oral presentation, 54th Comparative and International Education Society’s Annual Meeting, Puerto Rico, (April 2012)
3. Sukhbaatar, J., Yamaguchi, S., Takada, J., R. Bat-Erdene, L., Orgilmaa.. “Sustainable use of ICT for teacher training in primary schools in Mongolia-Phase 2”, Final report submitted to Japanese Ministry of Education, Culture, Sport, Science and Technology, Japan, (May 2012)
4. Sukhbaatar J., and Yamaguchi, S., “Reform of TVET in Transitional Period of Mongolia: Current Perspective”, Annual Conference on Japan Society of Comparative Education, Proceedings, P. 109. (June 2012)
5. Poong, Y.S., Yamaguchi, S., and Takada, J., “Introducing mobile learning for promoting World Heritage Site preservation awareness: Assessment of mobile usage behavior of undergraduate students in Luang Prabang”, Proceedings of the 13th Spring Conference, the Japan Society for International Development, pp. 219 - 220, Poster abstract, (June 2012)
6. Yano, S., Yamaguchi, S., Takada, J., Sukhbaatar, S., 「モンゴルの小学校における教材開発への Scratch プログラムの導入-- 3 県を事例として」, Proceedings of the 13th Spring Conference, the Japan Society for International Development, Poster abstract, (June 2012)
7. Dayan-Orchir, K., and Yamaguchi, S., “Findings of Baseline Survey on Netbook Introduction in Primary Schools of Rural Mongolia”, Proceedings, p. 110. (June 2012)
8. Yamaguchi, S., Onodera, J., and Takada, J., “Comparative analysis on ICT use in primary schools in Mongolia”, Oral presentation, International Conference on Education Policy Research in Mongolia, Ulaanbaatar, Mongolia, (October 2012).
9. 小野寺純子, 山口しのぶ, 高田潤一 「モンゴルの小学校における ICT 導入事例の現状 : バヤンホンゴル県の事例より」 第 23 回国際開発学会全国大会報告論文集 (2012. 12)
10. Poong, Y.S., Yamaguchi, S., and Takada, J., “Promoting World Heritage Site preservation awareness: Gender difference on mobile learning perceptions”, Proceedings of the 23rd Annual Conference, the Japan Society for International Development, Poster abstract, (December 2012)
11. Auxillos J., Takada J., Yamaguchi, S., “Furthering 21st Century Education Methodologies: The Case of the One Laptop Per Child Initiative in Mongolia”, Proceedings of the 23rd Annual Conference, the Japan Society for International

Development, Poster abstract, (December 2012)

12. Luvsandash, O., Yano, S., Sergelen, I., Yamaguchi, S., Takada, J. , "Analysis on ICT use to promote Student Centered Approach: Case of Scratch software program", Proceedings of the 23rd Annual Conference, the Japan Society for International Development, (December 2012)
13. Yokoi, K., Yamaguchi, S., and Takada, J., "Application of Virtual Reality (VR) panorama for townscape monitoring in the World Heritage Site of Luang Prabang" , Proceedings of the 23rd Autumn Conference, the Japan Society for International Development, Poster abstract, (December 2012)
14. Yamaguchi, S., and Takada, J. , "Open Source Software to Promote Lifelong Learning among Teachers" , Oral presentation, Central Asia Symposium on ICT in Education (CASIE), Almaty, (January 2013).
15. Yamaguchi, S., and Poong, Y.S., "Mobile Learning Readiness to Promote World Heritage Site Literacy: Case of Luang Prabang, Lao PDR" , Oral presentation, Mobile Learning Week, UNESCO, Paris, (February 2013)
16. Onodera, J., Yamaguchi, S., and Sukhbaatar, J., "Trend of ICT use at primary schools: a comparative analysis in 5 regions in Mongolia" , Oral presentation, 57th Comparative and International Education Society' s Annual Meeting, New Orleans, (March 2013).
17. Auxillos J., Dayan-Ochir K., Sukhbaatar J., Bat-Erdene R., Yamaguchi, S., "Does the One Laptop Per Child initiative improve primary education?" , Oral presentation, 57th Comparative and International Education Society' s Annual Meeting, New Orleans, (March 2013).
18. Yamaguchi, S., and Onodera, J., "Zest for living - How Japan translated non-cognitive skills into education" , Paper presented at the Education Research Institutes Network in Asia and the Pacific (ERI-net), Bangkok, (March, 2013)

タイ東北地方における塩類集積被害状況の把握

【研究の概要と成果】

稲作の生育状況、土壌の物理的性質、電気伝導度の関係を理解することは、農業における土壌肥沃度の評価に有用である。本研究では、タイ東北部の塩類集積被害を把握するため、2010年末の一連のタイ洪水後に行われた調査結果に基づき、稲および土壌の計50箇所各地区（ナコンラチャシマ県、コンケン県、サコンナコン県、ウドンタニ県）の複数データを可視化して、塩害進行および農作物への影響を評価した。回帰分析の結果によって、葉面積指数(LAI)、土壌水分、土壌酸度(pH)、開空率、稲の全長、稲の穂長の測定値は、塩分集積を示す電気伝導度(EC)と比較的相関関係が見られることがわかった。本研究で使用したデータは、経済産業省が実施した「平成22年度次世代地球観測衛星利用基盤技術の研究開発」の中で取得したものである。

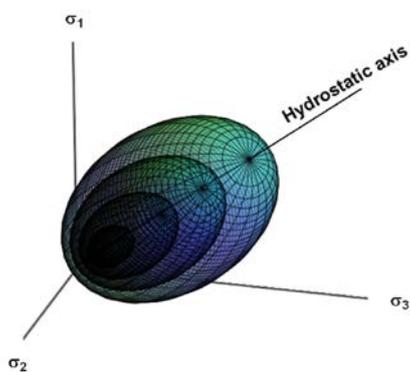


過去調査地点の塩類集積状態（2010年11月14～27日）

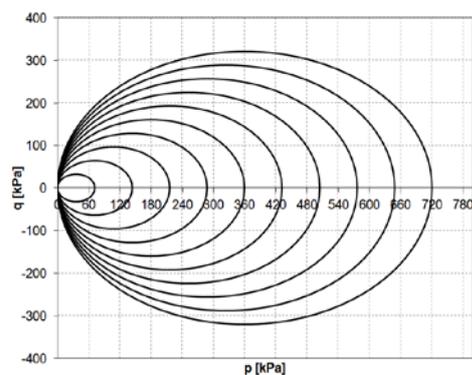
## 微小ひずみ領域における土の剛性の非線形性

### 【研究の概要と成果】

ハイパープラスチック定式化は、大ひずみから微小ひずみレベルまで跨る剛性のひずみ依存性を記述することが可能である。微小ひずみでの非線形剛性は、材料の非線形応答を満たすために、応力の累乗関数で表すことができる。移動硬化関数は、微小ひずみでの剛性特性と異なる負荷条件と応力履歴の影響を受けた剛性の円滑な移行に対応するように修正カムクレイモデルの多曲面の有限数に組み込まれた。



多曲面の修正カムクレイモデル



初期応力による多曲面

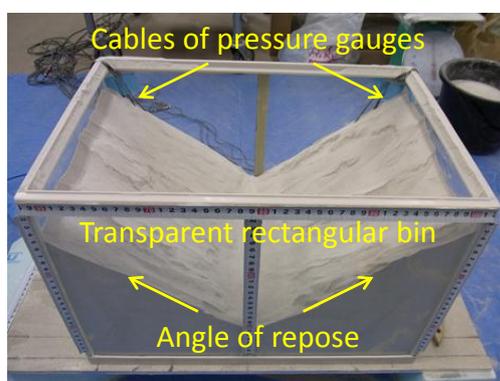
## 緩い平面砂谷下の鉛直圧力分布の測定・理論的推定

### 【研究の概要と成果】

本研究は、緩い平面砂谷下の鉛直圧力分布について、小型土層を用いた模型実験により鉛直応力を測定し、試料の作成方法の違いによる密度、底面の剛性・摩擦の有無が鉛直応力分布に与える影響について示している。また、これらの実験の結果と楕円型方程式系の自己相似解との比較を行うことにより解析解の妥当性を検討し、この評価手法が本実験の条件下における応力分布を過小評価する結論を得ている。



掃除機による掘削最中の砂崩れ



掘削後の両斜面の安息角

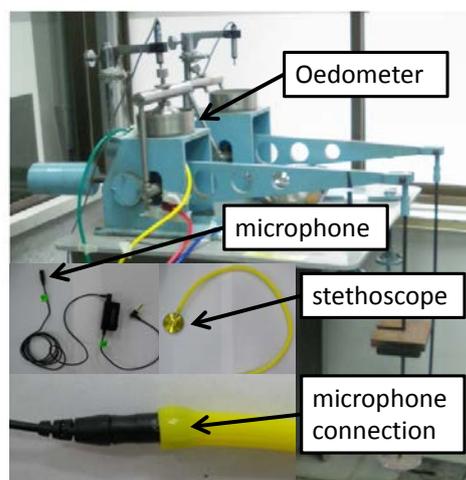
## 可聴周波数測定を用いた圧縮による貝類化石の破碎音分析

### 【研究の概要と成果】

約 1200～1300 万年前の貝類密集層がタイ国メモ露天掘り炭鉱で発見された。貝類化石は破碎性を持つため、破碎進行に伴う可聴音を観察することができる。よって、可聴音分析により貝類密集層斜面内の亀裂進展をモニタリングできる可能性がある。圧縮による貝類化石の破碎音は、圧密容器周辺の 4 か所に取り付けた聴診器に接続されたマイクで記録され、ノイズフィルタリング手法を用いて分析を行った。実験室レベルでは、沈下量と破碎音の回数の間に線形関係を確認することができた。



録音機材

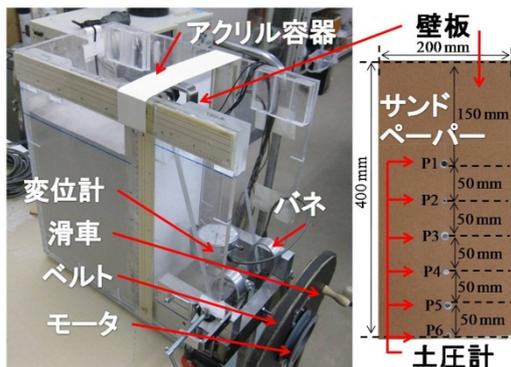


聴診器・マイク

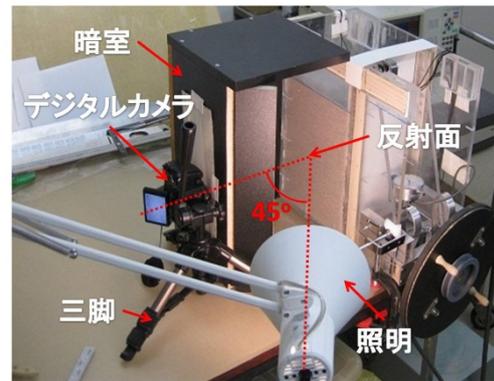
## 主働的アーチ効果に関する実験的検討

### 【研究の概要と成果】

物理模型実験を用いた剛な擁壁の水平移動に伴う背面側に作用する主働側圧の変化に関する一連の研究が行われた。層状に緩く詰めた背面地盤から離れる水平方向に移動した擁壁の変位量がダイヤルゲージで測定すると同時に、その変化に応じた裏込め土の挙動はデジタルカメラを用いた粒子画像流速測定法によって観察された。擁壁の背面側に直角方向に作用する土圧は、壁面に埋設された小型土圧計より求めた。壁面が動かない場合の静止土圧は、深さに比例して増大する三角形分布の形状となり、ヤーキーの提案式で十分に表現できると分かった。しかし、壁面が動いた場合の主働土圧は、壁の移動による土圧の減少が急激に生じており、弓形分布の形状が明確に現れている。クーロンやランキンなどによる古典的な土圧論によって与えられている主働土圧では、実測値が擁壁の下部付近で最大値になっていない非線形分布の特徴を説明できなかったが、アーチ効果に基づく理論式と実験結果と比較したところ、良好な一致が得られているため、擁壁背面側地盤におけるアーチ作用を確認することができた。



アクリル製擁壁の小型模型実験



粒子画像流速測定システム

### 【発表論文・学会発表等】

#### 論文

1. S. Thay, S. Likitlersuang, T. Pipatpongsa. Monotonic and cyclic behavior of Chiang Mai sand under simple shear mode, Geotechnical and Geological Engineering, Springer, Vol. 31, No. 1, pp. 67-82, Feb. 2013.
2. S. Thay, S. Kitakata, T. Pipatpongsa, A. Takahashi. Measurements of vertical pressure profile beneath a planar valley of loose sand and its estimation based on self-similar solution of elliptic equation system, Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. A2 (Applied Mechanics), Japan Society of Civil Engineers, Vol. 68, No. 2, pp. I21-I32, Sep. 2012.
3. M.H. Khosravi, L. Tang, T. Pipatpongsa, J. Takemura, P. Doncommul. Performance of counterweight balance on stability of undercut slope evaluated by physical modeling, International Journal of Geotechnical Engineering, J. Ross Publishing, Vol. 6, No. 2, pp. 193-205, Apr. 2012.

#### 国際会議発表（査読有り）

4. C. Leelasukseree, T. Pipatpongsa, M. H. Khosravi, N. Mavong. Stresses and a failure mode from physical and numerical models of undercut slope lying on inclined bedding plane, The 7th Asian Rock Mechanics Symposium (ARMS2012), pp. 1295-1304, Oct. 2012.
5. S. Thay, T. Pipatpongsa, A. Takahashi, P. Doncommul. Direct shear strength of snail fossil deposited outside the preservation area in Mae Moh coal mine, The 7th Asian Rock Mechanics Symposium (ARMS2012), Proceedings of the 7th Asian Rock Mechanics Symposium, pp. 262-270, Oct. 2012.
6. T. Pipatpongsa, M.H. Khosravi, J. Takemura, D. Stathas, C. Leelasukseree. Cohesive arch action in laterally confined block of moist sand placing on an inclined bedding plane, The 7th Asian Rock Mechanics Symposium (ARMS2012), pp. 1378-1387, Oct. 2012.
7. S. Thay, S. Kitakata, T. Pipatpongsa, A. Takahashi. Physical model of surcharge loading to the intersecting ridge between two slopes, The 2nd International Conference on Transportation Geotechnics (IS-Hokkaido2012), Advances in Transportation Geotechnics II, Taylor & Francis Group, pp. 749-754, Sep. 2012.

8. T. Pipatpongsa. Statically admissible stress fields in loose sand heaps under the closure of polarized principal axes, The 23rd International Congress of Theoretical and Applied Mechanics (ICTAM 2012), Abstract book, China Science Literature Publishing House, p. 246, Aug. 2012.

国内会議発表 (査読有り)

9. S. Thay, T. Pipatpongsa. Comparison of self-similar elastic solutions between wedge and notch problems loaded by self weight, The 5th Thailand-Japan International Academic Conference 2012 (5th TJIA 2011), pp. 53-54, Oct. 2012.
10. T. Pipatpongsa, S. Thay, Thanachote Techawongsakorn, N. Mungpayabal. Basic consideration of using hollow plaster cylinders for indicating the axis of major principal stress in soft rock surface, The 5th Thailand-Japan International Academic Conference 2012 (5th TJIA 2011), pp. 49-50, Oct. 2012.
11. S. Kitakata, T. Pipatpongsa, N. Mavong. Crushing pressure of Mae Moh snail fossils using oedometer and grain size distribution analyses, The 5th Thailand-Japan International Academic Conference 2012 (5th TJIA 2011), pp. 55-56, Oct. 2012.
12. L. Tang, T. Pipatpongsa. Effect of angle of repose on meta-stability of antlion' s nests, The 5th Thailand-Japan International Academic Conference 2012 (5th TJIA 2011), pp. 57-58, Oct. 2012.
13. S. Touch, T. Pipatpongsa, T. Takeda. Soil salinity investigation in paddy fields of the northeastern region of Thailand, The 5th Thailand-Japan International Academic Conference 2012 (5th TJIA 2011), pp. 87-88, Oct. 2012.
14. M.H. Khosravi, T. Pipatpongsa, J. Takemura, P. Doncommul. Investigation on strength properties of lignite at the Mae-Moh open-pit mine, The 5th Thailand-Japan International Academic Conference 2012 (5th TJIA 2011), pp. 65-66, Oct. 2012.
15. T. Pipatpongsa, T. Matsushita, B. Vardhanabhuti. Taylor series solutions of stress profiles in mound of loose sand inclining at angle of repose, The 17th National Convention on Civil Engineering, Proceeding of the 17th National Convention on Civil Engineering, CD-ROM, GTE049, page 1-10, May. 2012.
16. R. Wangsa, J. Wongsiriworakul, N. Mungpayabal, T. Pipatpongsa, P. Wattanachai. Residual shear strength of Mae Moh clay seam measured by multiple reversal direct shear box test under constant load, The 17th National Convention on Civil Engineering, CD-ROM, GTE012, page 1-10, May. 2012.
17. C. Leelasukseree, N. Mavong, M. H. Khosravi, T. Pipatpongsa. Physical and numerical models of undercut slope lying on steeply inclined bedding plane, The 17th National Convention on Civil Engineering, Proceeding of the 17th National Convention on Civil Engineering, CD-ROM, GTE045, page 1-12, May. 2012.
18. S. Thay, S. Kitakata, T. Pipatpongsa, S. Leungvichcharoen. Development of physical models for investigating stress distribution in loose sand stored in rectangular bin, The 17th National Convention on Civil Engineering, Proceeding of the 17th National Convention on Civil Engineering, CD-ROM, GTE021, page 1-12, May. 2012.

国際会議発表 (査読なし)

19. M.H. Khosravi, J. Takemura, T. Pipatpongsa. Centrifugal modeling of undercut slopes subjected to pseudo-static loading, The 10th CUEE conference proceedings, pp. 523-532, Mar. 2013.

20. S. Touch, S. Likitlersuang, T. Pipatpongsa. Phnom Penh subsoil cross-sections produced from 3D ground model, The 7th Asia-Oceania Top University League on Engineering Student Conference (AOTULE 2012), Nov. 2012.
21. S. Thay, T. Pipatpongsa, P. Doncommul. Site investigation and shear strength of Mae Moh snail fossils in Thailand, The 7th Asia-Oceania Top University League on Engineering Student Conference (AOTULE 2012), Nov. 2012.
22. S. Touch, T. Pipatpongsa, J. Takemura, T. Takeda. Variation of pH and electricity conductivity investigated in paddy fields of northeastern Thailand, Proceedings of the Tokyo Tech-KU Joint Seminar on Infrastructure Development, Kasetsart University, pp. 180-184, Nov. 2012.
23. T. Pipatpongsa, J. Takemura, K. Ozawa, P. Pongpanlarp, P. Doncommul. Field visits to groundwater treatment facilities of the Mae Moh mine in Thailand, Tokyo Tech-KU Proceedings of the Tokyo Tech-KU Joint Seminar on Infrastructure Development, Kasetsart University, pp. 70-73, Nov. 2012.
24. S. Thay, P. Pongpanlarp, T. Pipatpongsa, A. Takahashi, J. Takemura. Investigation of surface moisture of Mae Moh snail fossils near a pond collecting surface run-off in catchment area, Proceedings of the 5th ASEAN Civil Engineering Conference (ACEC) & the 5th ASEAN Environmental Engineering Conference and the 3rd Seminar on Asian Water Environment, Ho Chi Minh City University of Technology, Oct. 2012.

国内会議発表 (査読なし)

25. H. Hirai, M.H. Khosravi, T. Pipatpongsa. Geometrical shape of arch formed by collapse of undercut slope, The 62nd National Congress of Theoretical and Applied Mechanics, flash memory, Mar. 2013.
26. W. Wu, S. Kitakata, T. Pipatpongsa. Observation of crushing of snail fossils under compression with audible frequency measurement, The 62nd National Congress of Theoretical and Applied Mechanics, flash memory, Mar. 2013.
27. T. Pipatpongsa, T. Takeyama, Atsushi Iizuka, H. Ohta. Central pressure drop induced by passive arch action of materials prone to liquefaction underneath embankments due to basal settlement, The 62nd National Congress of Theoretical and Applied Mechanics, flash memory, Mar. 2013.
28. T. Pipatpongsa, D. Apriadi, S. Likitlersuang. Numerical implementation of the modified Cam Clay model with non-linear stiffness at small-strain using multisurface hyperplasticity framework, The 62nd National Congress of Theoretical and Applied Mechanics, flash memory, Mar. 2013.
29. M.H. Khosravi, A. Majdi, J. Takemura, T. Pipatpongsa. A comparison of rotary and ODEX drilling methods in alluvial deposits of Kheirabad earth dam of Iran for grouting purposes, Geo-Kanto 2011, flash memory, Oct. 2012.
30. S. Touch, S. Likitlersuang, T. Pipatpongsa. Phnom Penh subsoil cross-sections produced from 3D ground model, Proceedings of the 4th Multidisciplinary International Student Workshop (MISW2012), p. 32, Aug. 2012.
31. S. Thay, T. Pipatpongsa, P. Doncommul. Site investigation and shear strength of Mae Moh snail fossils in Thailand, Proceedings of the 4th Multidisciplinary International Student Workshop (MISW2012), p. 31, Aug. 2012.
32. L. Tang, T. Pipatpongsa. Consideration of stress distribution in an antlion's nest using advantage of angle of repose, Proceedings of the 4th Multidisciplinary International Student Workshop (MISW2012), p. 33, Aug. 2012.

33. S. Kitakata, T. Pipatpongsa, N. Mavong. Crushing sound analysis of snail fossils under compressive loading using audible frequency measurement, Proceedings of the 4th Multidisciplinary International Student Workshop (MISW2012), p. 34, Aug. 2012.
34. N. Guo, S. Thay, T. Pipatpongsa, A. Takahashi, Jidong Zhao. A physical model of pressure profile beneath a planar sand valley, Proceedings of the 4th Multidisciplinary International Student Workshop, p. 21, Aug. 2012.
35. Samphors Touch, S. Likitlersuang, T. Pipatpongsa. Phnom Penh subsoil cross-sections produced from 3D ground model, Proceedings of the 47th Japan National Conference on Geotechnical Engineering, Japanese Geotechnical Society, pp. 89-90, Jul. 2012.
36. S. Thay, R. Wangsa, T. Pipatpongsa, P. Doncommul, A. Takahashi. Shear strength of disturbed Mae Moh snail fossils measured by direct shear box test under constant load, Proceedings of the 47th Japan National Conference on Geotechnical Engineering, Japanese Geotechnical Society, pp. 707-708, Jul. 2012.
37. T. Pipatpongsa, M.H. Khosravi, D. Stathas, J. Takemura. Effect evaluation of tensile strength to a critical width of undercut slope aligned with a bedding plane, Proceedings of the 47th Japan National Conference on Geotechnical Engineering, Japanese Geotechnical Society, pp. 777-778, Jul. 2012.
38. S. Kitakata, T. Matsushita, T. Pipatpongsa, N. Mavong. Crushing sound analysis of snail fossils under compressive loading using audible frequency measurement, Proceedings of the 47th Japan National Conference on Geotechnical Engineering, pp. 705-706, Jul. 2012.
39. T. Matsushita, T. Pipatpongsa, N. Mungpayabal, P. Wattanachai. Possible use of hollow plaster cylinders for indicating the axis of major principal stress in soft rock surface, Proceedings of the 47th Japan National Conference on Geotechnical Engineering, Japanese Geotechnical Society, pp. 853-854, Jul. 2012.
40. L. Tang, S. Thay, T. Pipatpongsa, A. Iizuka. Weight transmission in conical sand pits stored in a rectangular bin, Proceedings of the 47th Japan National Conference on Geotechnical Engineering, Japanese Geotechnical Society, pp. 636-664, Jul. 2012.

その他

41. ピパットポンサー ティラポン. インドネシアの大学と企業との産学連携活動, 東工大クロニクル, No. 481, pp. 11-12, Nov. 2012.

## GPU と GPU 間の負荷分散に関する研究

### 【研究の概要と成果】

GPU は、通常の CPU に比べ単純な設計のコアが高密度で多数配置されており、このような設計からアクセラレータは高い並列計算性能と電力効率を有している。それは理論性能のみならず実際のアプリケーションにおいても GPU の計算速度・電力効率の優位性が示されている。GPU は従来の計算を大幅に高速化させるポテンシャルを秘めている反面、CPU とアクセラレータの異なるプロセッサ間での負荷の偏りが生じることがある。通常、GPU を利用するプログラムでは従来のプログラムで計算負荷の高い部分をアクセラレータで処理させるが、GPU での処理は CPU の処理と非同期で実行することができるため、GPU が処理を行っている間、CPU は他の処理を実行することができる。一方で、GPU が処理を行っている間、CPU 側に実行する処理が何もない場合はその間 CPU はただ GPU 側の実行を待つだけとなる。近年の CPU の計算能力を考慮するとこれは大きな損失であり、計算資源を有効に活用することで速度向上を目指した。本研究では、GPU を用いた分子動力学法のアプリケーションを題材に解決を図り、CPU と GPU 双方の計算資源を有効に活用することで計算速度の向上に成功した。特に GPU がノードあたり 1 台のケースでは、負荷分散を用いることでオリジナルの GPU での実行に対し 20%程度計算速度の向上を果たした。

## GPU によるドッキングシミュレーションの高速化に関する研究

### 【研究の概要と成果】

タンパク質立体構造情報に基づく薬剤設計では、リガンド結合部位の立体構造解析と静電場の解析（鍵穴構造の解析）から、この部位での相補的構造を有する分子（鍵）をドッキングシミュレーションにより探索する。コンピュータを用いた FBDD では、鍵穴の凹凸それぞれに対して低分子量化合物の結合性を求めるため、膨大な組み合わせのシミュレーションが必要とされる。本研究では GPU を用いてタンパク質リガンド間ドッキングシミュレーションの高速化を行った。1)GPU 上でのメモリアクセスが連続になるように入力データの構造を書き換え、2)個体ごとのエネルギー計算は各原子について独立しており、カーネル関数において個体毎にブロックを割り当て、一つのスレッドが原子のエネルギー計算を担当し、並列計算を行うエネルギースコア計算の実装。3)グローバルメモリは一般的にアクセスが非常に遅くなることから、メモリレイテンシを考慮し、3次元グリッドマップや非結合原子リストなどの入力用のデータにはコンスタントメモリ、入出力用のデータにはシェアードメモリをキャッシュとして使用する高速化、4)GPU で計算したエネルギースコアのデータを CPU で用いる際の CPU-GPU 間でメモリ転送を非同期に行い、カーネル関数の実行とメモリ転送をオーバーラップさせメモリ転送の隠蔽、を行うことで GPU を用い

てエネルギー計算した方が CPU で計算した時と比較して 2.1 倍の高速化に成功した。

## ゲノムアセンブリの消費メモリ削減に関する研究

### 【研究の概要と成果】

現在、ゲノムの解析には次世代シーケンサと呼ばれるハイスループットなゲノム読み取り装置が用いられている。このシーケンサは大量のゲノムを高速かつ低価格に読み取ることができる一方、読み取るゲノム断片配列の長さが数十から百数十塩基しかないという欠点を持っている。このため、次世代シーケンサが出力した短いゲノム断片配列は、元の長いゲノム配列に再構築する必要がある。短いゲノム断片配列を、他のゲノム配列を参照すること無しに元の長いゲノム配列に再構築することを *de novo* アセンブリと言い、アセンブリを行うツールのことをアセンブラと呼ぶ。*de Bruijn graph* を用いる代表的 *de novo* アセンブラである *Velvet* は、その消費メモリの多さが課題とされている。*Velvet* は大きく 2 つのステップから構成されており、1 つ目のステップについてはハッシュテーブルの分割による消費メモリの削減手法が既に提案されている。本稿では後半のステップで *Velvet* が作成する 1 つ目の *de Bruijn Graph* である *PreGraph* を分割することで、*Velvet* の特定の処理の消費メモリを削減した。

### 【発表論文・学会発表等】

#### 発表論文

1. R. Takano, M. Kiso, M. Igarashi, Q.M. Le, M. Sekijima, K. Ito, A. Takada and Y. Kawaoka, "Molecular mechanisms underlying oseltamivir resistance mediated by an I117V substitution in the NA of H5N1 avian influenza viruses", *Journal of Infectious Diseases*, doi: 10.1093/infdis/jis633, 2012.
2. S. Saito, K. Ohno, M. Sekijima, T. Suzuki, and H. Sakuraba, "Database of the clinical phenotypes, genotypes, and mutant arylsulfatase B structures in mucopolysaccharidosis type VI", *J Hum Genet*, doi:10.1038/jhg.2012.6, 2012.

#### 学会・研究会発表

1. 富士香奈, 関嶋政和, 藤崎弘士, 戸田幹人「生体分子の分子動力学に対する時系列解析-集団運動の揺らぎと構造変化の関係を探る-III」, 日本物理学会 第 68 回年次大会, 2013, 広島
2. 佐々木崇浩, 宇田川拓郎, 関嶋政和「GPU を用いたエネルギー計算の並列化によるドッキングシミュレーションの高速化」, 情報処理学会第 75 回全国大会, 2013, 仙台
3. T. Shinozaki, N. Inose, S. Du, S. Furui, M. Sekijima, "Macromolecular Potential Energy Minimization Based on Slice-Wise Sampling and Max-Sum Algorithm", *The 7th IAPR International Conference on Pattern Recognition in Bioinformatics*, 2012, Tokyo.

4. 富士香奈, 関嶋政和, 藤崎弘士, 戸田幹人「生体分子の分子動力学に対する時系列解析—集団運動の揺らぎと構造変化の関係を探る—II」, 日本物理学会 2012 年秋季大会, 2012, 横浜
5. 富士香奈, 関嶋政和, 藤崎弘士, 戸田幹人「生体分子の分子動力学に対する時系列解析—集団運動の揺らぎと構造変化の関係を探る—」, 第 50 回日本生物物理学会年会, 2012, 名古屋
6. N. Inose, T. Shinozaki, S. Du, S. Furui, M. Sekijima, "Protein Potential Energy Minimization Using Slice Chain Max-Sum Algorithm", 26th Annual Symposium of The Protein Society, 2012, San Diego. 杉浦典和, 石田貴士, 秋山 泰, 関嶋政和「de Bruijn Graph の PreGraph の分割による Velvet の改良」, 2012-BI0-32, 2012, 京都
7. 宇田川拓郎, 関嶋政和「CPU-アクセラレータ間の負荷分散による分子動力学法の効率化」情報処理学会研究報告, 2012-HPC-136, 2012, 沖縄
8. 杉浦典和, 石田貴士, 関嶋政和, 秋山泰「ハッシュテーブルの分割による de novo アセンブリの改良」, 2012-BI0-29, 2012, 沖縄

## 准教授 遠藤敏夫 (高性能計算システム分野)

### ポストペタスケール時代へ向けたスケーラブルなソフトウェア技術に関する研究

#### 【研究の概要と成果】

スーパーコンピュータのポストペタ・エクサスケールの実現に向けた課題の一つとして、メモリウォール問題の深刻化が科学技術計算の大規模化・高性能化を阻んでおり、それへの対処の必要性が高まっている。より具体的には世代進化による演算性能の向上よりも、メモリのバンド幅と容量の向上が遅く、相対的にメモリ性能が下がってしまう。その解決に向けて、アーキテクチャ・システムソフトウェア・応用アルゴリズムの各分野の協調によりメモリ階層利用の効率化・局所性向上が必要である。その問題意識に基づき JST-CREST プロジェクト「ポストペタスケール時代のメモリ階層の深化に対応するソフトウェア技術」(代表：遠藤、2012-2018)を JAIST・成蹊大の研究グループと共に応募し、採択された。

局所性向上の対象の一つとして、流体計算や構造計算のカーネル演算となる規則格子上のステンシル演算を取り上げた。GPU 上でステンシル演算を行う際には、格子データが全て GPU デバイスマemoryに収まるよう問題サイズを設定するのが通常だが、これでは問題サイズに限られる。より広大なホストメモリの容量を活用しつつ高性能を保持するため、時間ブロッキング手法を取り入れた。これは格子データの一部ずつについて、複数時間ステップ分の演算を進める手法であり、主にキャッシュ利用効率のために導入されてきたものだが、これをデバイスマemoryとホストメモリの階層効率利用のために用いる。この手法の課題として、冗長な計算やデータ移動の発生が挙げられるため、この緩和のためのアルゴリズムの工夫も提案した。問題サイズがデバイスマemoryサイズを超える場合に、単純な手法では性能が 5%程度に下がってしまうところを、上記の手法の統合により、70%以上の性能の保持を実現した。

さらに 2011 年度に引き続き、中央大学藤澤克樹教授らのグループと協同にて、半正定値計画問題を解くソフトウェアである SDPARA の更なる高速化・大規模問題対応を実現した。主要技術としては、省メモリ化および GPU による密行列演算部分における計算・PCI 通信・MPI 通信オーバーラップ技術が挙げられる。また PCI 通信の最適化により、GPU デバイスマemoryを超える問題サイズに高効率で対応可能となっている。これらの最適化を施したソフトウェアを、2012 年度春季のグランドチャレンジ制度において、1300 ノード・4000GPU 規模の TSUBAME2.0 資源を利用した実行することに成功した。制約数約 148 万の問題の線形方程式求解部分(Chokesky 分解)の性能 533TFlops を実現し、これは半正定値計画問題としては問題規模・性能ともに世界記録となり、HPC 分野のトップカンファレンスである IEEE/ACM Supercomputing 12 において論文が採択された。

## TSUBAME2.0 スパコンの運用・開発

### 【研究の概要と成果】

基礎研究と並行して、TSUBAME2.0 スパコンの運用に継続的に参加し、安定的な運用・性能向上への貢献を行った。前年度までに引き続きネットワーク・GPU・システムソフトウェアの各種調査を行った。さらに概算要求「スパコン・クラウド情報基盤におけるウルトラグリーン化技術の研究推進」の文脈において、電力測定機能を NEC 等と共同で増強した。また TSUBAME2.0 のアクセラレータ増強である TSUBAME2.5 の調達に参画中である。

2012年4月には、GSIC 松岡聡教授、青木尊之教授と共に「運用世界一グリーンペタスパコンの開発」という業績について「平成24年度・科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞」を受賞した(詳細は別記事に譲る)。

## スーパーコンピュータとその冷却機構の省電力化に関する研究

### 【研究の概要と成果】

将来のエクサスケールに向けたスーパーコンピュータの実現において最大のハードルは性能と消費電力の比の圧倒的な向上であり、GSIC としては概算要求「スパコン・クラウド情報基盤におけるウルトラグリーン化技術の研究推進」を中心に取り組んでいる。その一環としてスーパーコンピュータの冷却に液浸冷却・大気冷却の統合方式を用いることにより冷却消費電力の削減をねらっている。その実証実験装置として、液浸冷却・大気冷却を行うコンテナ型データセンター型装置を、米国 Green Revolution Cooling 社・日本電気等と連携し本年度中に導入・GSIC 情報棟脇に設置した。その過程では、冷媒液を日本の法律上の危険物該当外となるように製品変更、消防署等との折衝、冷却対象とする予定のサーバ側の実装密度とコンテナ・ラック設計の調整等が必要となった。これらの冷却インフラと、次年度に稼働予定の高密度アクセラレータ利用サーバ群により、引き続きスパコンの省電力化の研究開発を行う予定である。



図：(左) GSIC 情報棟脇に設置されたコンテナ型装置  
(右) コンテナの中に設置された液浸型ラック

### 【発表論文・学会発表等】

- 1) Katsuki Fujisawa, Toshio Endo, Hitoshi Sato, Makoto Yamashita, Satoshi Matsuoka, Maho Nakata. High-Performance General Solver for Extremely Large-scale Semidefinite Programming Problems. In Proceedings of IEEE/ACM International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis (SC12), Saltlake City, November 2012 (DOI: 10.1109/SC.2012.67).
- 2) 金光浩, 遠藤敏夫, 松岡聡. GPUメモリ容量を超える問題規模に対応する高性能ステンシル計算法. ハイパフォーマンスコンピューティングとアーキテクチャの評価に関する北海道ワークショップ(HOKKE-20), 情報処理学会研究報告, 2012-ARC-194/HPC-137, 6 pages, 2012年12月.
- 3) 野村哲弘, 遠藤敏夫, 松岡聡. TSUBAME2.0におけるMulti-rail InfiniBandネットワークの性能評価. ハイパフォーマンスコンピューティングとアーキテクチャの評価に関する北海道ワークショップ(HOKKE-20), 情報処理学会研究報告, 2012-ARC-194/HPC-137, 2012年12月.
- 4) 遠藤敏夫. ポストペタスケール時代のメモリ階層の深化に対応するソフトウェア技術. 湊離散構造処理系プロジェクトセミナー, 北海道大学, 2012年12月.
- 5) 藤澤克樹, 遠藤敏夫. 大規模半正定値計画問題に対する内点法アルゴリズムの高速計算. 東京工業大学学術国際情報センター, TSUBAME e-Science Journal, No.7, 2012年12月, pp. 2--6.
- 6) 遠藤敏夫. ポストペタスケール時代のメモリ階層の深化に対応するソフトウェア技術. 第8回戦略的高性能計算システム開発に関するワークショップ, 東京, 2013年2月.
- 7) Keisuke Fukuda, Naoya Maruyama, Toshio Endo, Miquel Pericas, Satoshi Matsuoka. Fast Multipole Method on a Heterogeneous Dynamic Task Scheduling Engine, GPU Technology Conference (GTC), poster session, San Jose, March 2013.
- 8) Guanghao Jin, Toshio Endo, Satoshi Matsuoka. A Multi-level Optimization Method for Stencil Computation on the Domain that is Bigger than Memory Capacity of GPU. In Proceedings of The Third International Workshop on Accelerators and Hybrid Exascale Systems (ASHES), in conjunction with IEEE IPDPS 2013, Boston, May 2013 (accepted).

## FM0 法におけるフラグメント分割の精度検証

### 【研究の概要】

近年の計算機の著しい進歩と計算化学的手法の発展、そしてプログラムパッケージの開発により、生体高分子などの大規模分子の分子軌道計算が広く普及し始めている。その中の一つに北浦らのフラグメント分子軌道法 (FM0 法) がある。FM0 法は大規模分子をフラグメントと呼ばれる小片へ分割し、環境静電場を取り込んだフラグメント計算およびフラグメントペア計算などを行うことにより、化学精度の大規模分子軌道計算を可能にする。

その計算精度については、分割位置や分割サイズに依存することが知られており、タンパク質や DNA に関しては精度良く計算できる分割パターンが経験的に調べられている。しかしながら、新規物質に対して精度の良い分割パターンを得るには、“より大きなフラグメントサイズの採用” や “二重結合ではなく単結合を切断する” といった指針があるのみで、試行錯誤で経験的に決定するしかない。

一方、我々はこれまでに FM0 法をベースとしてより広がった分子軌道を求める FM0-MO 法の開発を行ってきた。また近年、より計算負荷の軽い FM0-LCMO 法も注目を浴びている。そこで本研究では、これらの手法を活用することで誤差解析法を確立するとともに、FM0 法のより一層の高精度化を果たすことを目的とした。

## FM0 法による高精度・大規模分子軌道計算

### 【研究の概要】

フラグメント分子軌道法はその多階層型アルゴリズムや系のサイズ増大に対する計算量の増加が緩やか (ほぼオーダー  $N$ ) であるなどの特徴から、超並列型のスーパーコンピュータにおけるターゲットアプリとして大きな注目を浴びている。一方で、FM0 法自体は様々な近似レベルの分子軌道理論 (例えば電子相関、基底関数、核の量子化、相対論効果など) を内包するフレームワークであるため、それらの理論を大規模系に適用する際の有効な手法である。しかしながらこれまでは、FM0 法の精度が化学精度 ( $\sim$ 数  $\text{cm}^{-1}$  程度) であり、その精度検証も出来なかったため、非常に高精度な計算手法との組み合わせによる大規模系への応用はほとんど行われておらず、精度と計算コストの兼ね合いにより大規模系への応用は FM0-MP2 が一般的であった。

そこで本研究では、FM0 法の誤差解析法と組み合わせることにより、大規模・高精度を両立した計算手法の確立を目的とした。その実行には超並列型スパコンを有効に利用することで、膨大な計算量の克服も目的とした。

## 汎用グラフ処理モデル GIM-V の複数 GPU による大規模計算

### 【研究の概要と成果】

近年, SNS 解析, 道路ネットワーク, 創薬, 遺伝子解析等の応用で, 数百万頂点~ 数兆頂点, 数億枝~数百兆枝からなる超大規模なグラフに対する高速処理が求められており, ペタバイト級の大規模グラフ処理手法として GIM-V と呼ばれる MapReduce プログラミングモデルに基づいた行列ベクトル積の処理モデルが提案されている. しかし, 大規模グラフ処理に対して複数 GPU の使用した場合の高速化手法は明らかではない. 我々は, この GIM-V アルゴリズムを既存の単一 GPU 向け MapReduce 処理系である Mars を複数 GPU 向けに拡張し, GPU アクセラレータを搭載した大規模ヘテロ型スーパーコンピュータ(スパコン)上で効率的に実行するための最適化を行った. その結果, 10 億枝を超えるグラフに対して, TSUBAME2.0 上の 256 ノード, 768GPU を用いてページランクアルゴリズムを実行し, CPU のみを用いる場合と比較して 1.52 倍の高速化を確認する一方で, shuffle 処理, reduce 処理における性能低下を確認した. また, これらの経験を元に, 更なる大規模計算環境へ適用や性能最適化, 最新デバイス機能の適用を目的に, 数千~数万のアクセラレータを搭載したスパコン上でのデータ並列処理を目指したソフトウェア基盤として Hamar(Highly Accelerated MapReduce)の開発を進めた.

## 不揮発性メモリを用いた大規模グラフ処理

### 【研究の概要と成果】

フラッシュデバイスなどの不揮発性メモリを補助的に利用することで, DRAM 容量を超える規模のグラフを処理するためのデータ管理手法を提案し Graph500 ベンチマーク向けの開発を行った. 近年, Graph500 上位の実装で採用されているハイブリッドアルゴリズムを対象にし, forward graph と backward graph で構成されるデータ構造のうち, 参照の比較的少ない forward graph をフラッシュデバイスに退避し, アルゴリズムの切り替えを適切に行うことで, 性能低下を抑えられることを確認した. また, 予備調査として, 不揮発性メモリにおいて消費電力あたりの性能(I/O スループット, レイテンシ)に関する調査を進めたり, PGAS 言語 X10 への適用を進めたりし, 大規模グラフ処理における高性能な I/O 手法の実現やそのインターフェース開発に向けた指針を得た.

### 【発表論文・学会発表等】

1. Takafumi Saito, Kento Sato, Hitoshi Sato, and Satoshi Matsuoka. “Energy-aware I/O Optimization for Checkpoint and Restart on a NAND Flash Memory System” In 3rd International Workshop on Fault-Tolerance for HPC at Extreme Scale (FTXS 2013), 2013. (accepted)
2. Koichi Shirahata, Hitoshi Sato, Toyotaro Suzumura, and Satoshi Matsuoka. “A

- Scalable Implementation of a MapReduce-based Graph Processing Algorithm for Large-scale Heterogeneous Supercomputers” In Proceedings of the 13<sup>th</sup> IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud, and Grid (CCGrid2013), 2013. (accepted)
3. Koichi Shirahata, Hitoshi Sato, Toyotaro Suzumura, and Satoshi Matsuoka. “A GPU Implementation of Generalized Graph Processing Algorithm GIM-V” In Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Workshop on Parallel Algorithm and Parallel Software (IWPAPS 2012), pp.207–212, Sep 2012.
  4. Katsuki Fujisawa, Toshio Endo, Hitoshi Sato, Makoto Yamashita, Satoshi Matsuoka and Maho Nakata. “High-Performance General Solver for Extremely Large-Scale Semi-definite Programming Problems” In Proceedings of the International Conference on High Performance Computing, Networking, Storage, and Analysis (SC12), pp.93:1–93:11, Nov 2012.
  5. 岩渕圭太, 佐藤仁, 安井雄一郎, 藤澤克樹, 松岡聡. “不揮発性メモリを用いた Graph500 ベンチマークの大規模実行へ向けた予備評価” 情報処理学会研究報告 2012-HPC-138, 芦原温泉, 2013 年 3 月 22 日.
  6. 佐藤仁, 白幡晃一, 松岡聡. “大規模ヘテロ型スーパーコンピュータ向けデータ並列処理フレームワークの設計と実装”情報処理学会研究報告 2012-HPC-138, 芦原温泉, 2013 年 3 月 22 日.
  7. Koichi Shirahata, Hitoshi Sato, Toyotaro Suzumura, Satoshi Matsuoka, “A Scalable Implementation of a MapReduce-based Graph Algorithm for Large-scale Heterogeneous Supercomputers”, GPU Technology Conference 2013 (GTC2013), San Jose USA, 18 Mar 2013.

## 分散環境における仮想マシン管理に関する研究

### 【研究の概要と成果】

大規模分散システムの研究開発を行うためには、複数拠点から提供される計算機群や計算機クラスタ群が実験評価環境として必要である。従来、グリッドコンピューティング技術の研究開発が頻繁に行われていた時期は共同研究機関同士で物理資源を融通して用いていたが、Amazon Web Service や Windows Azure に代表されるクラウド計算機資源の資源提供・利用が広まってからはこれらの利活用が広がっている。しかしながら、これら既存クラウド資源を用いて分散システムの実験評価環境を構築するには、複数の資源プロバイダから計算機資源を確保する必要がある。一方でクラウド資源確保の作法や API はプロバイダごとに異なるため、個別に資源確保しなければならないこと、また、確保された資源間での連携のための技術もソフトウェア VPN などを用いたものであり、設定コストや性能面での問題があった。

そこで、私は分散環境を動的に配備するシステム「RENKEI-VPE」を開発した。これは地域分散したサーバ上へ仮想マシン (VM) を統一的な手法で動的に配備するシステムである。RENKEI-VPE は VM 起動制御には KVM, libvirt, OpenNebula を用い、VM で使用するシステムデータ (OS イメージ) は広域分散ファイルシステム Gfarm に格納する。分散ファイルシステムから OS イメージを各拠点のサーバに高速転送することで、共通した OS イメージを用いた VM を容易に多数配備できる。RENKEI-VPE 試験環境として北大・NII・東工大のサーバから構成される環境を配備し、VM 起動に要する時間を評価したところ、最大でも 3 分程度で配備できることを確認した。

## HPCI 配備・運用に関する研究

### 【研究の概要と成果】

HPCI (High Performance Computing Infrastructure) の配備について、昨年度に引き続き、理化学研究所、国立情報学研究所、全国共同利用基盤センター群、筑波大学らと仕様策定を行い、運用のための環境・ドキュメント整備を行い、9月28日より運用を開始した。

具体的にはスーパーコンピュータ TSUBAME2.0 を HPCI の認証基盤に接続するための GSI-SSH サーバ、及び Shibboleth IdP の設計・実装を行った。設計においては、センター業務の増加を細小にするよう設計した。例えば、HPCI アカウントと TSUBAME アカウントを統一し、単一のアカウント発行で両者を用意できることとした。その一方で、TSUBAME 学内利用者は学籍番号、個人名がアカウントとなっているため、これら個人情報を外部に公開されないよう、HPCI 専用の異なる体系のアカウントを利用者に割り振る等の対応を行った。

また、先端ソフトウェア運用基盤 (HPCI-AE) として、上記 RENKEI-VPE の配備、および

運用支援・利用者支援のためのソフトウェア群の設計・開発を行った。配備としては、東工大に HPCI-AE の管理機能を配備し、北大、東大、九大、東工大の 4 拠点から提供される計算機資源に対して VM の起動を行える環境を構築した。開発としては、運用作業の効率化を計るツール、利用者環境整備ツールとして、(1) OS イメージの作成を自動化するツール、(2) アカウント管理用 Web システム、(3) サービス群・VM 監視サービス、の開発を行った。これらを東工大に配備し、平成 25 年度からの正式運用に向けての環境を構築した。

#### 【発表論文・学会発表等】

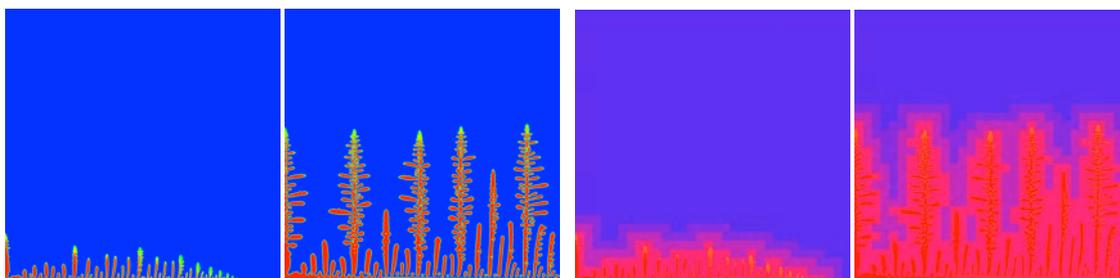
- 合田憲人, 東田学, 坂根栄作, 天野浩文, 小林克志, 棟朝雅晴, 江川隆輔, 建部修見, 鴨志田良和, 滝澤真一郎, 永井亨, 岩下武史, 石川裕. 高性能分散計算環境のための認証基盤の設計, 先進的計算基盤システムシンポジウム (SACSYS2012), May, 2012.
- 滝澤真一郎. HPCI 先端ソフトウェア運用基盤の設計と構築, アカデミッククラウドシンポジウム 2012 @ 北海道大学, Aug. 2012.
- Shinichiro Takizawa. VM Hosting for High Performance Computing Infrastructure in Japan, NII Shonan Meeting, Oct. 2012.
- 合田 憲人, 東田 学, 坂根 栄作, 天野 浩文, 小林 克志, 棟朝 雅晴, 江川 隆輔, 建部 修見, 鴨志田 良和, 滝澤 真一郎, 永井 亨, 岩下 武史, 石川 裕. 高性能分散計算環境のための認証基盤の設計, 情報処理学会論文誌コンピューティングシステム (ACS), Vol. 5, No. 5, pp. 90 - 102, Oct. 2012.
- Shinichiro Takizawa, SATOSHI MATSUOKA, Masanaru Munetomo, Taizo Kobayashi, HIDEYUKI JITSUMOTO. A Virtual Machine Hosting System on e-Science Cyberinfrastructure, The 1st International Workshop on Cloud Computing and Applications (IWCCA 2012), Dec. 2012.

## AMR 構造格子流体計算の開発とブロック AMR 法の GPU コンピューティング・フレームワークに関する研究

### 【研究の概要と成果】

本研究では、格子計算に対して局所的に高解像度に行うことができるブロック適合格子 (Adaptive mesh refinement; AMR) 法を簡単に適用可能とする GPU コンピューティング・フレームワークを提案した。従来の CPU を用いた大規模計算では、局所的により高い解像度を実現するため、非構造格子が多く用いられてきた。しかしながら、GPU では、そのアーキテクチャから効率的な計算を行うためには、直交格子を用いることが必要であり、直交格子というデータ構造を保持しながら局所的に高解像度に行うことができるブロック AMR 法が有効である。本研究では、GPU 計算の特性を活かした、自由度があり高い生産性をもつブロック AMR 法のフレームワークを提案した。プログラムユーザは、格子計算のコアとなる格子点を更新する関数のみを記述し、それを基にフレームワークが自動的に GPU 実行コードおよび CPU 実行コードを生成する。フレームワークは、実行性能を向上させる GPU 向けの最適化手法や AMR 法にまつわる複雑な実装を隠蔽し、簡便に格子計算を AMR 法の GPU コンピューティングとして実行することが可能である。フレームワークは、他の環境へ容易に移植できるよう C++ 言語のテンプレートとクラスで実装されている。また、高精度な数値計算手法を精度よく計算できるよう異なる解像度間のデータコピーには、3 次精度の補間関数を使う。

評価実験では、ブロック AMR 法を用いた 3 次精度風上手法を用いた移流計算を行い、非物理的な振動が発生することなく、高精度に計算できることを示した。また、フェーズフィールド法を用いた樹枝状凝固成長計算では、AMR 法を用いることで計算条件によっては 2 倍を超える高速化に成功した。しかしながら、AMR 法はそれを実現するための複雑なデータ構造により原理的にメモリアクセスが増加し、これがボトルネックとなることがある。今後はこれらのボトルネックを解消する設計や実装を提案していく予定である。また、複数 GPU へ対応を行う計画である。



AMR 法を用いたフェーズフィールド計算。左から 500000 ステップ目、1000000 ステップ目の樹枝状凝固成長の形状、500000 ステップ目、1000000 ステップ目の AMR 法のブロッ

ク分割の構造（色がブロックの大きさに対応）を表している。

### 【発表論文・学会発表等】

- 1) 下川辺隆史, 青木尊之, 小野寺直幸, “ブロック AMR 法の GPU コンピューティング・フレームワーク”, 2013 年ハイパフォーマンスコンピューティングと計算科学シンポジウム HPCS2013, 東京, 2013 年 1 月.
- 2) 小野寺直幸, 青木尊之, 下川辺隆史, 小林宏充, “格子ボルツマン法による 1m 格子を用いた都市部 10km 四方の大規模 LES 気流シミュレーション”, 2013 年ハイパフォーマンスコンピューティングと計算科学シンポジウム HPCS2013, 東京, 2013 年 1 月. [最優秀論文賞受賞]
- 3) Akinori Yamanaka, Tomohiro Takaki, Takayuki Aoki and Takashi Shimokawabe, “Multiphase Field Simulation of Austenite-to-Ferrite Transformation Accelerated by GPU Computing,” Journal of Computational Science and Technology, 6, 2012, pp. 182-197.
- 4) Takashi Shimokawabe, Takayuki Aoki, Tomohiro Takaki, Akinori Yamanaka, and Akira Nukada, “Peta-scale GPU Computing of Phase-Field Simulation for Dendritic Solidification on the TSUBAME 2.0 supercomputer,” the 10th World Congress on Computational Mechanics (WCCM 2012), Sao Paulo, Brazil, July 2012
- 5) 下川辺隆史, “GPU スパコン TSUBAME2.0 を用いた超大規模メッシュ計算”, 第 18 回ビジュアライゼーションカンファレンス, タイム 24 ビル, 2012 年 12 月. [招待講演]
- 6) 下川辺隆史, 青木尊之, 高木知弘, 山中晃徳, 額田彰, “GPU スパコン TSUBAME2.0 によるフェーズフィールド法を用いた 2petaflops 樹枝状凝固成長計算”, 日本計算工学会 第 17 回計算工学講演会論文集 (CD-ROM), 京都教育文化センター, 2012 年 5 月. [ベストペーパーアワード受賞]
- 7) 青木尊之, 下川辺隆史, “GPU スパコンにおけるフェーズフィールド法による樹枝状凝固成長の大規模シミュレーション”, 物性研究所 計算物質科学研究センター 第 2 回シンポジウム, 東京大学・物性研究所, 2012 年 10 月.

## 流体アプリケーションの AMR 構造格子に向けた GPU 実装と大規模計算に適した乱流モデルに関する研究

### 【研究の概要と成果】

2012 年度は、流体アプリケーションの AMR(Adaptive Mesh Refinement)構造格子に向けた実装として、等間隔直交格子を用いた格子ボルツマン法に対して実装を行うと共に、実現象で見られるような、非常に非定常な流れの解析を可能とするために、ラージエディ・シミュレーション(LES)手法に基づく乱流モデルの構築し、流体アプリケーションに導入した。東京工業大学・学術国際情報センターの秋期グランドチャレンジ制度を利用して、東京都心の大規模気流計算を行い、HPCS2013 2013 ハイパフォーマンスコンピューティングと計算科学シンポジウム、論文「格子ボルツマン法による 1m 格子を用いた都市部 10km 四方の大規模 LES 気流シミュレーション」にて最優先論文賞を受賞した。以下で詳細な内容を述べる。

都市は高層ビルが立ち並ぶ複雑な構造をしており、詳細な気流を解析するためには高解像度格子による大規模気流シミュレーションが必要となる。数値計算手法は単純なアルゴリズムで大規模計算に適した格子ボルツマン法の D3Q19 モデルを用いた。都市の気流はレイノルズ数が 100 万を超えるような乱流状態になるため、ラージエディ・シミュレーション (LES) のモデルを導入する必要がある。現在良く使われている動的スマゴリンスキー・モデルでは、モデル定数を決定するために各格子点で広領域の平均操作が必要になり、大規模計算には極めて不向きである。本研究では、モデル定数を局所的に決定できるコヒーレント構造スマゴリンスキー・モデルを格子ボルツマン法に導入することに成功し、大規模な気流の LES 計算を始めて可能にした。実際の建物データに基づき計算対象のエリアを領域分割し、TSUBAME の Fermi コアの GPU を用いて計算を行った。CUDA を用いてコードを実装し、並列計算の大きなオーバーヘッドとなる GPU 間の通信を分割領域内の計算とオーバーラップさせることにより、実行性能を 30%以上向上させることができた。格子ボルツマン法はメモリアクセスが律速の計算手法であるが、強スケーリング・弱スケーリングとも良い結果が得られ、1,000 GPU を用いた計算ではピーク性能の 15%となる 149 TFLOPS の実行性能が得られた。東京都心部の気流計算では、10km 四方のエリアに対して 1m 解像度の  $10,080 \times 10,240 \times 512$  格子の超大規模計算に成功した。図 1 に新宿駅前の風の流れを可視化した結果を示す。粒子は空間の固定された点から一定時間の間放出される。公園や建物が低い領域においては流線が連続しており、風向き(北風：図の左から右側)に沿った流れが形成されている。一方で図の中央部の高層ビルの間においては、粒子の流線が乱され非常に複雑な流れが形成されている事が確認できる。以上の大規模計算により、高層ビル背後の発達した渦によるビル風や幹線道路に沿って流れる「風の道」、台風の際の被害などが飛躍的な精度で予測できるようになる。

2013年度は、2012年度に開発した流体アプリケーションにAMR法を導入することで、より大規模な計算を高効率に実行する。得られた研究成果等は、積極的な論文発表およびプレスリリースを利用して、社会・国民に発信していく。

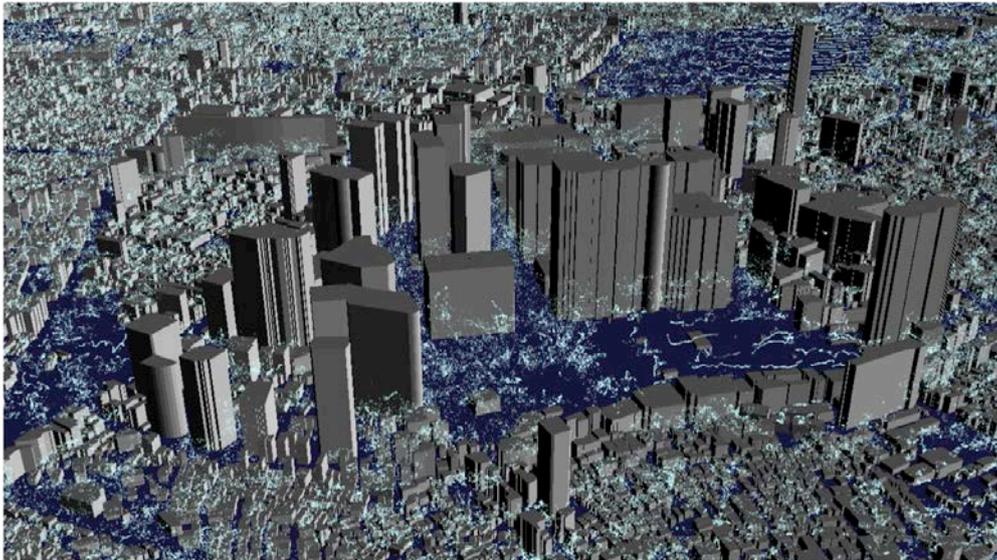


図1 粒子分布を用いた新宿駅前の気流のスナップショット（北は左）

#### 【発表論文・学会発表等】

- ・ 小野寺直幸、青木尊之、“GPUを用いたLocal Mesh Refinement法によるLES解析/Local mesh refinement for large eddy simulation with GPU”、第17回計算工学講演会、京都、2012年5月
- ・ Xian Wang, Satori Tsuzuki, Takayuki Aoki, Hiromichi Kobayashi, Naoyuki Onodera, Tatsuji Miyahita、“Peta-scale Large-Eddy Simulation for Wind Blowing in a Wide Area of Tokyo with 2-m Resolution by Using GPU-based Lattice Boltzmann Method on TSUBAME2.0”、京コンピュータシンポジウム、神戸、2012年6月
- ・ 小野寺直幸、青木尊之、“複数GPUによるLocal Mesh Refinement法を用いたチャネル乱流のLES解析”、第25回計算力学講演会、神戸、2012年10月
- ・ 小野寺直幸、青木尊之、小林宏充、“GPUを用いた格子ボルツマン法に対するコヒーレント構造Smagorinskyモデルの開発”、第25回計算力学講演会、神戸、2012年10月
- ・ 小野寺直幸、青木尊之、下川辺隆史、小林宏充、“格子ボルツマン法による1m格子を用いた都市部10km四方の大規模LES気流シミュレーション”、HPCS2013、東京、2013年1月
- ・ 下川辺隆史、青木尊之、小野寺直幸、“ブロックAMR法のGPUコンピューティング・フレームワーク”、HPCS2013、東京、2013年1月
- ・ 小野寺直幸、“TSUBAME 2.0の4000GPUを用いた格子ボルツマン法による都心部1m解

- 像度 ラージエディ・シミュレーション”、応用数学会若手の会、東京、2012年12月
- ・ 小野寺直幸、“コヒーレント構造スマゴリンスキー・モデルを用いた格子ボルツマン法による東京都心部の超大規模シミュレーション”、第28回生研 TSFD シンポジウム、東京、2013年3月

## TSUBAME 2.0 におけるスケーラブルな 3 次元 F F T 計算手法に関する研究

### 【研究の概要と成果】

高速フーリエ変換 (F F T) は現在に至るまで数々のアプリケーションで用いられている計算の一つである。中でも 3 次元 F F T は大規模シミュレーションに用いられることが多く、その高速化はとて大きな意義を持つ。昨年まで、NVIDIA や AMD などの GPU を対象に高速なアルゴリズムを提案しており、CPU と比べて何倍から何十倍の高速化を実現している。

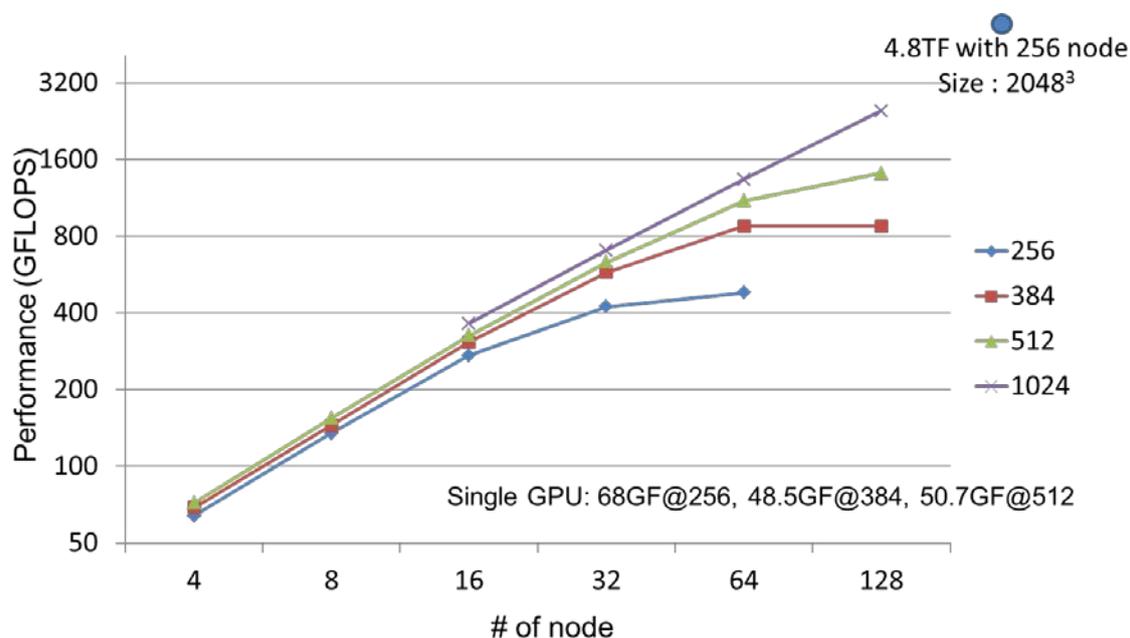
実際にアプリケーションで用いる場合には複数の GPU を用いる場合がある。その理由には主に二つある。一つ目の理由はもちろん複数の GPU を用いることによるさらなる高速化である。二つ目の理由はデバイスメモリ容量の確保である。単体の GPU のメモリ容量はホスト CPU と比べると少なく、大規模アプリケーションを実行するには十分でないことが多い。

GPU のデバイスメモリはそれぞれ独立しており、複数 GPU を用いた計算では通常デバイスメモリ間でのデータ転送が必要になる。複数 GPU による F F T 計算の場合には、このデータ転送パターンが全 GPU 間の全対全通信という非常に性能が出しにくいものになる。

TSUBAME 2.0 ではノード間は Fat-Tree 型トポロジーの InfiniBand ネットワーク 2 系統によって接続されているため、理論的にはノード数に比例した全対全通信性能を実現することも不可能ではないはずである。ところが実際に計測すると、Strong Scaling での性能評価では 64 ノードを越えたあたりから効率の低下が見られる。これには主に二つの要因がある。まずノード数を増やすことにより各相手ノードへ転送するデータ量が減るため、データ転送のオーバーヘッドが相対的に大きくなり転送効率が低下する。もう 1 点として、使用するノード数が増えるにしたがってネットワーク内混雑に巻き込まれる可能性が向上することがあげられる。通常運用中の TSUBAME2.0 では自分の他にも様々なジョブが実行されており、それぞれの通信パターンで共有ネットワークを使用しているため、様々な影響を受ける。

このような状況下でも安定した性能を出すために通信アルゴリズムの改良を行う。(1) 小さいメッセージを効率よく転送するために MPI ライブラリではなく low level の IBverbs API を用い、(2) 混雑に巻き込まれた場合の影響を低減させるために複数の RDMA 転送を同時実行し、(3) 2 系統ある InfiniBand ネットワークを活用して、衝突が少なくなるように各相手ノードとの通信をそれぞれのネットワークに動的に振り分ける、という手法を用いる。その結果スケーラビリティは大きく向上し、256 ノード使用時に最大 4.8TFLOPS の性能

を達成することができた。



最適化手法適用後の3次元FFT計算のスケラビリティ

### 【発表論文・学会発表等】

- [1] Akira Nukada, “Performance of 3-D FFT using Multiple GPUs with CUDA 4”, NVIDIA GPU Technology Conference 2012, San Jose, 2012.
- [2] 下川辺隆史, 青木尊之, 高木知弘, 山中晃徳, 額田彰. GPU スパコン TSUBAME 2.0 によるフェーズフィールド法を用いた 2 petaflops 樹枝状凝固成長計算, 第 17 回計算工学講演会論文集, Vol. 17, 2012 年 5 月.
- [3] 額田 彰, 「CUDA 版自動チューニング手法」, GPU Technology Conference Japan 2012, 六本木, 2012 年 7 月.
- [4] Akira Nukada, Kento Sato and Satoshi Matsuoka. “Scalable Multi-GPU 3-D FFT for TSUBAME 2.0 Supercomputer”, In Proc. of 2012 ACM/IEEE International Conference for High Performance, Networking, Storage, and Analysis (SC’ 12), Salt Lake City, IEEE Press, Nov. 2012.

## TSUBAME2.0における通信効率化に関する研究

### 【研究の概要と成果】

本センターに設置されている TSUBAME2.0 スーパーコンピュータは、4000 基以上の GPU を備える GPU スパコンという面で知られているが、それらを接続するために 2 段 Fat-tree トポロジを持つ独立した 2 つの InfiniBand QDR ネットワークが用いられている点も特筆すべき特徴であり、理想的にはネットワーク上の各通信は他の通信に影響されことなく常に一定の通信速度を実現することが期待されている。その一方で、グランドチャレンジ制度などの大規模実行時に集団通信の性能が想定される理論性能よりも低くなる現象や、確率的に通信遅延が数十倍に増大する現象が経験的に知られており、通信性能がボトルネックとなるアプリケーションにおいて致命的な実効性能低下要因となっていた。

本研究では、InfiniBand ネットワーク上の経路選択戦略を変えることによる通信性能への影響を調べるとともに、他の性能低下要因が無いかを調査するため、定期メンテナンス後の 2012 年 8 月 8 日～10 日の間の 48 時間 TSUBAME2.0 を占有させていただき、可能なルーティング戦略その他の設定ごとに性能計測を行った。その結果、いままで接続断以外の項目について監視されていなかったスイッチ間リンクの不調(速度低下およびパケットロス率の異常増加)が通信性能に与える影響がリンク切断時と比べ極めて大きい点と、経路選択戦略をネットワーク毎に別のものとすることによって性能が微増する可能性があることが判明した<sup>2)</sup>。特に前者については TSUBAME2.0 の通常運用においても容易に改善することが可能であり、数値化されたデータではないが、一部のユーザから集団通信の性能が以前に比べ向上したとの報告を得ている。

## アーキテクチャ評価手法についての調査研究

### 【研究の概要と成果】

将来の HPCI(High Performance Computing Infrastructure)システムのあり方の調査研究として、東京大学、筑波大学、東北大学をそれぞれ中心としたチームにより、次世代スーパーコンピュータのアーキテクチャ案がそれぞれ策定されようとしているが、それらに共通する評価機軸がないために、提案アーキテクチャを公正に評価することが難しいという問題がある。

そこで、理化学研究所計算科学研究機構と共同で共通のアプリケーション群をもとにしたベンチマークおよび性能モデルを提供することでその評価機軸を作るべく研究がおこなわれているところであり、そのために必要なツールとして、既存の様々な性能測定ツールについて、TSUBAME2.0 上に配備し、基礎的な性能計測の方法を確立した。次年度に向けてベンチマークの実行条件や結果および、そこから作成できる性能モデルを格納・比較す

るためのデータ・メタデータスキーマおよびレポジトリの整備を進めている。

**【発表論文・学会発表等】**

- [1] Akihiro Nomura, Yutaka Ishikawa, Naoya Maruyama, Satoshi Matsuoka, Design and Implementation of Portable and Efficient Non-blocking collective Communication -- The 12th IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGrid2012), May 2012, Ottawa, Canada, DOI: 10.1109/CCGrid.2012.96
- [2] 野村 哲弘, 遠藤 敏夫, 松岡 聡, TSUBAME2.0 における Multi-rail InfiniBand ネットワークの性能評価 -- ハイパフォーマンスコンピューティングとアーキテクチャの評価に関する北海道ワークショップ (HOKKE-20) 情報処理学会研究報告 Vol. 2012-ARC-194/HPC-137, Dec 2012, 札幌市
- [3] Akihiro Nomura, Yutaka Ishikawa, Naoya Maruyama, Satoshi Matsuoka, Implementation of Efficient Non-blocking Collective Communication Framework -- HPC in Asia Workshop, Jun 2012, Hamburg, Germany

## 超大規模 GPU 計算への格子ボルツマン法による LES (Large-Eddy Simulation) の適用

### 【研究の概要と成果】

CPU, GPU ともに大規模計算への流れが進み, 高精度・高解像度の計算結果が望まれている。風や水の流れは, 通常, 乱流状態にある。高解像度化が進み, 非定常な流れを高精度に予測するには, これまで主流であったレイノルズ平均モデルでは, 精度の限界がある。そこで, 格子解像度以上の流れは直接解き, 格子解像度以下の流れはモデル化を行う large-eddy simulation (LES) が注目されてきている。複雑な物体回りの流れを通常の方法 (MAC 法など) で計算する場合には, 連続の式を満たすようにポアソン方程式を解く必要があり, 大規模計算でも高速化が困難であった。

一方, 格子ボルツマン法は, 低マッハ数近似をしたボルツマン方程式に基づき, 等間隔に配置された格子を用いて計算点の周囲の格子に密度や速度などの情報を伝えながら計算を進める。CFL 条件が 1 の状態で常に格子点上へ情報を伝えるので, 誤差の少ない計算手法となっている。ただし, 等間隔の格子点しか扱えないことから, 格子点数が通常の方法などに比べて多くなり, その計算手法のメリットを引き出すには, 大規模並列計算が必須となっていた。

そこで本研究では, これまで非圧縮性流体計算 (MAC 法など) における LES で, 高性能なモデルとして実績のある, 著者が開発したコヒーレント構造モデルを, 格子ボルツマン法に適用した。またその大規模並列計算による高速化を最大限に引き出すために, GPU による計算を行った。LES においては, Smagorinsky モデルと呼ばれる乱流粘性係数を予測するモデルの係数を全格子点からの平均操作で, 係数を決めるモデル (Dynamic Smagorinsky model) が主流であるが, この手法では大規模並列計算においては, 通信時間が律速となり, 計算の高速化を阻害する。ここでは, 著者が開発した局所的にモデル係数を決定するコヒーレント構造モデルを適用することにより, GPU による大規模並列計算への道筋をつけた。

特に東京都の 10km×10km 四方, 高さ 500m を建物の形状も模擬した都市の風計算へ応用をし, 道路にできる風の道やビル背後の複雑な流れなどを再現した。GPU は 4000 個を使用した。1m 格子間隔での風予測を行った計算は, 今後の超大規模計算のポテンシャルを示す上でも非常に興味深い結果を得た。

### 【発表論文・学会発表等】

- [1] Xian Wang, Satori Tsuzuki, Takayuki Aoki, Hiromichi Kobayashi, Naoyuki Onodera, Tatsuji Miyabayashi, “Peta-scale Large-Eddy Simulation for Wind Blowing in a Wide Area of Tokyo with 2-m resolution by Using GPU-based Lattice Boltzmann Method on TSUBAME2.0”, 京コンピュータ・シンポジウム 2012, 神戸, (2012.6) (ポスター最優秀賞)

- [2] 小野寺 直幸, 青木 尊之, 小林 宏充, 「GPU を用いた格子ボルツマン法に対するコヒーレント構造 Smagorinsky モデルの開発」, 日本機械学会 第 25 回計算力学講演会, 講演要旨集, 神戸, (2012.10)
- [3] 小野寺 直幸, 下川辺隆史, 青木 尊之, 小林 宏充, 「格子ボルツマン法による 1m 格子を用いた都市部 10km 四方の大規模 LES 気流シミュレーション」, 情報処理学会ハイパフォーマンスコンピューティング研究会主催 HPCS シンポジウム 2013 (採択率 60%), 東京, (2013.1) (最優秀論文賞)

## 「顧みられない熱帯病」の寄生原虫治療薬の探索に関する研究

### 【研究の概要と成果】

世界には未だ治療満足度が低く、更なる医薬品の貢献が求められるアンメットメディカルニーズの高い疾患が数多く存在し、いわゆる顧みられない熱帯病 (Neglected Tropical Diseases、以下「NTDs」) も地球規模での保健医療問題と位置づけられ、国家間を超えた取り組みが行われている。本研究は、NTDs の中でもリーシュマニア症、シャーガス病、アフリカ睡眠病といった疾患を引き起こす寄生原虫治療薬探索に寄与するものである。

研究内容は大きく二段階に分かれており、第一段階では、特許や文献等の公開情報に対するデータマイニングを実施し、寄生原虫治療薬探索に関する有用な知識を取り出す。具体的には、寄生原虫に関する文献 (特許・論文等)・公的データベースからデータを収集及び整理を行い、次に、そのデータを対象としたデータマイニングを実施し、寄生原虫治療薬の創出に有用な知識を取得する。第二段階では、インシリコスクリーニングを用いて、抗寄生原虫活性を有する可能性のある化合物を探索する。具体的には、寄生原虫治療薬の創薬標的蛋白質の三次元構造を解析し、多数の市販化合物から抗寄生原虫活性を持つ可能性のある化合物を選び出し、選ばれた化合物リストの中から実際に活性を評価する化合物リストを作成する。

今後、世界で寄生原虫による NTDs 感染で苦しむ人々のために早期に治療薬が生み出されるように、本研究を通じた取り組みを通じグローバル規模の保健医療問題の改善に貢献する。

### 【発表論文・学会発表等】

1. Hondo T, Warizaya M, Niimi T, Namatame I, Yamaguchi T, Nakanishi K, Hamajima T, Harada K, Sakashita H, Matsumoto Y, Orita M, Takeuchi M, 4-Hydroxypyridazin-3(2H)-one derivatives as novel D-amino acid oxidase inhibitors. *J. Med. Chem.* 2013 (*in press*)
2. Ishihara T, Mori K, Moritomo A, Munakata R, Matsuda T, Shirai H, Niimi T, Orita M, Watanabe T, Fragmnet MAP: A novel system to search and visualize matched molecular pairs toward efficient multiple ADME/TOX optimization. *Genome Informatics.* 2013 (*in press*)
3. Orita M, Hagiwara Y, Moritomo A, Tsunoyama K, Ohno K, Applying Benford's law in assessing quality of drug discovery data. *Exp. Opin. Drug Discov.* 2013, 8(1):1-5
4. Amano Y, Yamaguchi T, Ohno K, Niimi T, Orita M, Sakashita H, Takeuchi M. Structural basis for telmisartan-mediated partial activation of PPAR gamma. *Hypertens. Res.* 2012, 35(7):715-9

## GPU アクセラレータに関する研究

### 【研究の概要と成果】

松岡教授および松岡研究室と共同で GPU アクセラレータのプログラミング、性能に関する研究を進めた。特に新しいプログラミングインターフェイスである指示文による GPU プログラミングについて網羅的な評価研究を行った。本研究では指示文の仕様として OpenACC に着目し、対応する複数の OpenACC コンパイラを使った評価を行った。その結果、従来の CUDA のような明示的なプログラミングに比べて大幅にプログラミングコストを削減できることがわかった。CUDA ではデータおよびコードの GPU へのオフロードを手続き的に記述する必要があるが、OpenACC では指示文の挿入のみで可能であり、これにより大幅なプログラミングの簡略化が可能であった。一方で一般的に指示文によるプログラミングでは性能的には劣る場合が多い。本研究では複数のベンチマークについて段階的な最適化を施した場合それぞれについて OpenACC と CUDA の比較を行った。その結果、多くの場合において適切なコンパイラと指示文の組み合わせを選ぶことにより CUDA の場合の 7 割から 8 割程度の性能を達成できたが、一方で OpenACC では記述できない共有メモリを用いた最適化が重要なアプリケーションでは大きな性能乖離が見られた。今後の課題としては指示文によるプログラミングの簡便さと可搬性を維持しつつ、アーキテクチャの性能を最大限引き出すための研究が必要である。

### 【発表論文・学会発表等】

#### 論文誌および査読付き学会発表

1. Tetsuya Hoshino, Naoya Maruyama, Satoshi Matsuoka, Ryoji Takaki, "CUDA vs OpenACC: Performance Case Studies with Kernel Benchmarks and a Memory-Bound CFD Application," Proceedings of the 2013 IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGrid 2013), Delft, the Netherlands, May 2013.
2. Mohamed Slim Bouguerra, Ana Gainaru, Leonardo Bautista Gomez, Franck Cappello, Satoshi Matsuoka, Naoya Maruyama, "Improving the Computing Efficiency of HPC Systems Using a Combination of Proactive and Preventive Checkpointing," Proceedings of the 27th IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS'13), Boston, USA, May 2013.
3. Kento Sato, Naoya Maruyama, Kathryn Mohror, Adam Moody, Todd Gamblin, Bronis R. de Supinski, Satoshi Matsuoka, "Design and modeling of a non-blocking checkpointing system," Proceedings of the 2012 ACM/IEEE conference on Supercomputing (SC'12), pp. 19:1--19:10, Salt Lake City, Utah, November 2012.
4. Kenjiro Taura, Jun Nakashima, Rio Yokota, Naoya Maruyama, "A Task Parallelism Meets Fast Multipole Methods," Workshop on Latest Advances in Scalable Algorithms for Large-Scale Systems (Scala), Salt Lake City, Utah, November 2012.

5. Leonardo Bautista Gomez, Thomas Ropars, **Naoya Maruyama**, Franck Cappello, Satoshi Matsuoka, "Hierarchical Clustering Strategies for Fault Tolerance in Large Scale HPC Systems," Proceedings of the 2012 IEEE International Conference on Cluster Computing (CLUSTER), pp. 355--363, Beijing, China, September 2012.
6. Leonardo Bautista Gomez, Bogdan Nicolae, **Naoya Maruyama**, Franck Cappello, Satoshi Matsuoka, "Scalable Reed-Solomon-Based Reliable Local Storage for HPC Applications on IaaS Clouds," Proceedings of Euro-Par 2012, pp. 313--324, Rhodes Island, Greece, August 2012.
7. Irina Demeshko, **Naoya Maruyama**, Hirofumi Tomita, Satoshi Matsuoka, "Multi-GPU Implementation of the NICAM Atmospheric Model," Proceedings of Euro-Par 2012 Workshops (HeteroPar), pp. 175--184, Rhodes Island, Greece, August 2012.

#### 査読無し発表、ポスター等

1. Tetsuya Hoshino, **Naoya Maruyama**, Satoshi Matsuoka, "CUDA vs OpenACC: Performance Case Studies," GPU Technology Conference, Poster, San Jose, CA, USA, March 2013.
2. Keisuke Fukuda, **Naoya Maruyama**, Miquel Pericàs, Satoshi Matsuoka, "Fast Multipole Method on a Dynamic Scheduling Engine on Heterogeneous Environments," GPU Technology Conference, Poster, San Jose, CA, USA, March 2013.
3. Mohamed Wahib, **Naoya Maruyama**, "GPU-acceleration of a Weather Simulation Application: SCALE," GPU Technology Conference, Poster, San Jose, CA, USA, March 2013.
4. Tetsuya Hoshino, **Naoya Maruyama**, Satoshi Matsuoka, "Porting and Optimizing a Large-Scale CFD Application with CUDA and OpenACC," SIAM Conference on Computational Science and Engineering, MS162: Parallel Programming Models, Algorithms and Applications for Scalable Manycore Systems, Boston, USA, February 2013.
5. **Naoya Maruyama**, Satoshi Matsuoka, "Achieving High Performance and Portability in Stencil Computations," SIAM Conference on Computational Science and Engineering, MS162: Parallel Programming Models, Algorithms and Applications for Scalable Manycore Systems, Boston, USA, February 2013.
6. 星野哲也, **丸山直也**, 松岡聡, ディレクティブベースプログラミング言語 OpenACC の性能評価, ハイパフォーマンスコンピューティングと計算科学シンポジウム, ポスター, 東京, 2013年1月.
7. 河村知輝, **丸山直也**, 松岡聡, ステンシル計算における通信の自動最適化に向けた性能モデルの評価, ハイパフォーマンスコンピューティングと計算科学シンポジウム, ポスター, 東京, 2013年1月.
8. Miquel Pericas, Abdelhalim Amer, Keisuke Fukuda, **Naoya Maruyama**, Rio Yokota, Satoshi Matsuoka, "Towards a Dataflow FMM using the OmpSs Programming Model," 情報処理学会研究報告ハイパフォーマンスコンピューティング (HPC), September 2012.
9. Kento Sato, Adam Mood, Kathryn Mohror, Todd Gamblin, Bronis R. De Supinski, **Naoya Maruyama**, Satoshi Matsuoka, "動的タスクスケジューリングエンジン StarPU による KIFMM の実装と性能評価," 情報処理学会研究報告ハイパフォーマンスコンピューティング (HPC), September 2012.

10. 松田元彦, 丸山直也, MapReduce 処理系の「京」での実装, 情報処理学会研究報告ハイパフォーマンスコンピューティング (HPC) , 2012年7月.
11. 田浦健次朗, 中島潤, 横田理央, **丸山直也**, ExaFMM のタスク並列処理系 MassiveThreads による並列化とその評価, 情報処理学会研究報告ハイパフォーマンスコンピューティング (HPC) , 2012年7月.
12. 河村知輝, **丸山直也**, 松岡聡, 並列ステンシル計算における通信の自動最適化に向けた性能モデルの評価, 情報処理学会研究報告ハイパフォーマンスコンピューティング (HPC) , 2012年7月.
13. **丸山直也**, 気象コード SCALE の GPU を用いた性能評価, 情報処理学会研究報告ハイパフォーマンスコンピューティング (HPC) , 2012年7月.
14. 星野哲也, **丸山直也**, 松岡聡, 大規模流体アプリケーションの CUDA・OpenACC への移植性の評価 , 情報処理学会研究報告ハイパフォーマンスコンピューティング (HPC) , 2012年7月.
15. Kento Sato, Adam Mood, Kathryn Mohror, Todd Gamblin, Bronis R. De Supinski, **Naoya Maruyama**, Satoshi Matsuoka, "Design and Modeling of an Asynchronous Checkpointing System," 情報処理学会研究報告ハイパフォーマンスコンピューティング (HPC) , July 2012.

#### 招待講演、パネル、その他講演

1. 丸山直也, 星野哲也, CUDA vs OpenACC: マイクロベンチマークとアプリケーションによる OpenACC コンパイラの評価, 第4回 自動チューニング技術の現状と応用に関するシンポジウム, 招待講演, 東京大学, 2012年12月.

### 7-3 受賞学術賞等

青木 尊之 : NVIDIA CUDA Fellow award (2012年4月11日)

松岡聡, 遠藤敏夫, 青木尊之 :

文部科学大臣表彰 科学技術賞 (開発部門) (2012年4月18日)

山口雅浩

- Poster Award (Honorable mention): Masahiro Ishikawa, Sercan Taha Ahi, Yuri Murakami, Fumikazu Kimura, Masahiro Yamaguchi, Tokiya Abe, Akinori Hashiguchi, Michiie Sakamoto, "Automatic segmentation of hepatocellular structure from HE-stained liver tissue," SPIE Medical Imaging 2013: Digital Pathology, 8676-36 (2013)

下川辺隆史、青木尊之、高木知弘、山中晃徳、額田彰 :

第17回 計算工学講演会・ベストペーパーアワード 講演題目: GPU スパコン TSUBAME 2.0 によるフェーズフィールド法を用いた 2 petaflops 樹枝状凝固成長計算

都築 怜理 (青木研究室 修士課程2年) :

情報処理学会・2012年度コンピュータサイエンス領域奨励賞 (2012年8月12日)

小野寺 直幸, 青木 尊之, 下川辺 隆史, 小林 宏充 :

情報処理学会ハイパフォーマンスコンピューティング研究会主催 HPCS シンポジウム 2013 (HPCS2013) 最優秀論文賞 論文題目「格子ボルツマン法による 1m 格子を用いた都市部 10km 四方の大規模 LES 気流シミュレーション」  
(2013年1月16日)

下川辺隆史 :

東京工業大学・手島精一記念研究賞 (博士論文賞) 論文題目「Study on Peta-scale Mesh-based Simulations for Physical Phenomena on GPU-rich Supercomputers」  
(2013年2月21日)

渡辺 陽介

Best paper award

Yousuke Watanabe, Hidetaka Kamigaito and Haruo Yokota, "Style-based Similarity Search for Office XML Documents", Proc. International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services (iiWAS 2012), pp. 138-146, December, 2012.

ピパットポンサー ティラポン

M.H. Khosravi, J. Takemura and T. Pipatpongsa

Best Presentation Award: Centrifugal modeling of undercut slopes subjected to pseudo-static loading, The 10th International Conference on Urban Earthquake Engineering, pp.523-532, Tokyo Institute of Technology, Japan, 2013/3/1-2

W. Rewadee, J. Wongsiriworakul, N. Mungpayabal, T. Pipatpongsa and P. Wattanachai

Best Presentation Award: Residual shear strength of Mae Moh clay seammeasured by multiple reversal direct shear box test under constant load, Proceeding of the 17th National Convention on Civil Engineering, Centara

Hotel & Convention Centre, Thailand, GTE012:1-10, 2012/5/9-10

石川雅浩

Poster Award (Honorable Mention), Masahiro Ishikawa, Sercan Taha Ahi, Yuri Murakami, Fumikazu Kimura, Masahiro Yamaguchi, Tokiya Abe, Akinori Hashiguchi, Michiie Sakamoto, "Automatic segmentation of hepatocellular structure from HE-stained liver tissue," SPIE Medical Imaging 2013: Digital Pathology, 8676-35, 2013年2月

徳田聡介, 渡辺陽介, 横田治夫

情報処理学会学生奨励賞

「分散インデックス手法の負荷分散処理比較のための共通フレームワークの構築」, 情報処理学会第75回全国大会, 2013年3月.

宋強, 川端貴幸, 伊藤史朗, 渡辺陽介, 横田治夫

情報処理学会学生奨励賞

「ファイル利用履歴から抽出した抽象タスク間ワークフローに基づくファイルと操作の推薦」, 情報処理学会第75回全国大会, 2013年3月.

小栗寛生, 引田諭之, 渡辺陽介, 横田治夫

情報処理学会学生奨励賞

「ディスクの消費電力データストリームを用いたストレージの省電力化手法」, 情報処理学会第75回全国大会, 2013年3月.

## 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	コンピュータシステム		グローバル 資源	共同利用	広報
			(研究系)	(教育系)			
佐伯元司	○			○		○	○
高木茂孝	○	○	○	○			
青木尊之				○	○	◎	○
山口雅浩	◎	○					
権藤克彦	○	○	○	◎			
友石正彦		◎	○				
松岡 聡		○	◎		○	○	
山口しのぶ					◎		
飯田勝吉	○	○					
Pティラホン			○		○		○
関嶋政和			○		○	○	◎
遠藤敏夫		○	○				
渡邊陽介	○						○
渡邊寿雄						○	○
益井賢次		○					
滝澤真一朗				○			○

専門委員会開催数 (メール審議含む)	認証基盤専門委員会	2回
	ネットワークシステム専門委員会	6回
	コンピュータシステム専門委員会	10回
	研究システムWG	0回
	教育システムWG	0回
	TSUBAME課金検討WG	2回
	グローバル情報資源活用協働専門委員会	6回
	共同利用専門委員会	5回
	広報専門委員会 SCブース展示WG	3回 3回

定期ミーティング開催数	認証基盤システム	47回
	ネットワークシステム	48回
	コンピュータシステム	25回
	研究システム	60回
	教育システム	11回
	共同利用・共用促進事業	60回

## 8-2 学内業務関連委員等就任状況

委員会等名	氏名（役職）一覧
情報基盤統括室	佐伯（室長補佐），高木，青木
図書情報部会リサーチリポジトリWG	渡辺（陽）
リサーチリポジトリシステムサブWG	渡辺（陽）
STAR Search WG	渡辺（陽）
STAR Search システムサブWG	渡辺（陽）
国際室	山口（アドバイザー）
国際室海外拠点運営室	山口，ティラボン
東工大タイ拠点チーム	ティラボン
東工大中国拠点チーム	山口
日中学長会議WG	山口
OECD 高等教育における学習成果の評価（AHELO）WG	山口
グローバルエンジニアエクセレンス（GEE）WG	山口
日中大学フォーラムWG	山口
UNESCO Fellow WG	山口
技術部情報基盤支援センター	佐伯（センター長）
海外拠点広報チーム	ティラボン

### 8-3 調査・広報活動（見学・来賓・式典対応状況）

件名	対応者氏名
日本電信電話株式会社 NTT フォトニクス研究所 (04/17/2012)	松岡
中央大学 理工学部 電気電子情報通信工学科 (04/10/2012)	松岡
ブラウン大学 (04/17/2012)	佐伯
華中科技大学 日中文化交流センター (05/09/2012)	佐伯
Pico Light Inc. (05/07/2012)	佐伯
コンピュータ化学会参加者 (05/17/2012)	渡邊（寿）
シカゴ大学 (05/30/2012)	松岡
Computer Science Department University of Illinois at Urbana・Champaign(05/31/2012)	野村
サウジアラビア 国立ジザン大学 (07/06/2012)	遠藤
豪州産業技術革新科学技術研究高等教育省 (07/06/2012)	関嶋
静岡県経済産業部 (07/13/2012)	ティラポン
南アフリカ共和国 (CSIR)・南アフリカ共和国大使館 (07/26/2012)	関嶋
ブリティッシュ・コロンビア大学 (10/02/2012)	松岡
Amazon Data Services Japan (10/12/2012)	松岡
スルタンカブース大学・駐日オマーン大使館 (10/18/2012)	松岡、遠藤
工大祭 (10/6, 7/2012)	佐伯、高木、友石、遠藤、滝澤
キングモンクット大学ラカバン校 (10/29/2012)	青木
日本ヒューレット・パッカー株式会社 (11/05/2012)	松岡
Novosibirsk State Technical University(ロシア) (11/21/2012)	遠藤
デルフト工科大学	遠藤
日本電信電話株式会社 (12/25/2012)	渡邊（寿）

ジョージア工科大学・スタンフォードジャパンセンター (01/18/2013)	青木
日立電線株式会社 (01/29/2013)	松岡
Al-Majmassh Univeisity (01/15/2013)	下川辺
サウジアラビア、ファハド国王石油鉱物大学 (01/15/2013)	関嶋
NHK 文化・福祉番組部 (01/16/2013)	松岡
ウォータールー大学 (カナダ) (03/14/2013)	佐伯

#### 8-4 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
ポストペタスケールコンピューティング・セミナー (04/09/2012)	松岡、遠藤
GPU コンピューティング研究会セミナー (04/20/2012)	青木
平成 24 年度春の講習会	情報基盤課基盤システム GP
GSIC主催国際シンポジウム：地下エネルギー資源開発に向けた地盤災害の低減・抑止 (タイ) International Symposium on Reduction and Prevention of Geo-hazards in Development of Subsurface Energy Resources (05/14/2012)	ティラポン
ポストペタスケールコンピューティング・セミナー (05/31/2012)	松岡、遠藤
GPU コンピューティングの新しい方向性 (06/01/2012)	松岡
ポストペタスケールコンピューティング・セミナー (07/02/2012)	松岡、遠藤
創薬研究におけるスパコンへの期待 (07/04/2012)	関嶋
GPU コンピューティング研究会セミナー (07/23/2012)	青木
ポストペタスケールコンピューティング・セミナー (07/25/2012)	松岡、遠藤

GTC Workshop Japan2012(07/26/2012)	青木
第18回スパコンコンテスト (08/20~08/24/2012)	実行委員長 権藤
GSIC 共催国際ワークショップ:地盤災害・破壊メカニズムに関する数理・物理モデル(インドネシア) GSIC TOKYO TECH & FCEE ITB Joint International Workshop on Physical and Numerical Modeling for Failure Mechanisms in Geo-mechanics(09/17/2012)	ティラポン
平成24年度 文部科学省共用等促進事業シンポジウム (9/20/2012)	佐々木
SuperComputing 2012 ブース出展 (11/10~11/16/2012)	松岡, 青木, 関嶋, 丸山, 遠藤, 渡邊(寿), 佐藤, 滝澤
Gaussian ワークショップ 2012 (02/20~02/24/2012)	渡邊(寿)
GSIC 主催国際ワークショップ:農地・地盤防災へ適用した情報技術(タイ) GSIC International Worksop on Information Technology Applied to Disaster Prevention in Grounds and Farmlands(03/15/2013)	ティラポン

#### 8-5 仕様策定・技術審査対応状況

件名	対応部門・担当者氏名(★委員長)
ウルトラグリーン計算機冷却技術実証実験装置	(仕様策定) ★遠藤, 滝澤, 佐藤, 小野 (技術審査) 松岡, 野村
大規模チェックポイント試験用超高速半導体型ストレージ付加装置	(仕様策定) ★松岡, 丸山, 佐藤, 小野 (技術審査) 滝澤, 安良岡
東京工業大学キャンパス包括ソフトウェアライセンス	(仕様策定) ★山口(雅), 橋本, 藤田, 小野 (技術審査) 佐伯, 根本, 新里, 一瀬

東京工業大学大学共通メールシステム	(仕様策定) ★山口 (雅), 権藤, 滝澤, 井上
高生産性アプリケーションフレームワーク開発用クラスタシステム	(仕様策定) ★丸山, 遠藤, 野村, 安良岡 (技術審査) 関嶋, 下川辺

#### 8-6 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
チェンマイ大学工学部	ティラポン
カーティン大学土木工学科	ティラポン
チュラロンコン大学工学部	青木、ティラポン
エルランゲン・ニュルンベルグ大学	青木
IAC-CNR (イタリア)	松岡
ユネスコ アジア・パシフィック地域事務所	山口

東京工業大学学術国際情報センター年報  
2012 年度  
第 11 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

---