

年報

2010 年度 第 9 号



GSIC

Global Scientific Information
and Computing Center

東京工業大学学術国際情報センター

目次

巻頭言	1
トピックス	
「学際大規模情報基盤・共同利用共同拠点としてスタート」	3
「TSUBAME2.0クラウド型グリーンスーパーコンピュータの導入について」	5
「ラオス国ルアンパバーン 世界遺産登録 15周年記念式典で勲章授与」	15
1. 組織・運営	16
1-1 組織図	16
1-2 教員構成	17
1-3 事務組織	18
1-4 各種委員会メンバー一覧	19
1-5 運営委員会開催状況	21
1-6 人事異動	24
2. 情報基盤サービス	28
2-1 研究用計算機システム	28
2-1-1 構成【TSUBAME2.0】(2010年10月31日～)	28
2-1-2 構成【TSUBAME2.0】(2010年11月1日～)	31
2-1-3 運用	32
2-1-4 実績	34
2-2 教育用計算機システム	41
2-2-1 構成	41
2-2-2 運用	42
2-2-3 実績	43
2-3 ネットワークシステム	44
2-3-1 構成	44
2-3-2 運用	48
2-4 キャンパス共通認証・認可システム	51
2-4-1 構成	51
2-4-2 運用	51
2-4-3 実績	52
2-5 ソフトウェア包括契約	54
2-5-1 概要	54
2-5-2 運用	55
2-5-3 実績	56

2-6 学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点	58
2-7 TSUBAME共同利用サービス	61
2-8 先端研究施設共用促進事業	65
3. 部門活動	68
3-1 情報支援部門	68
3-1-1 東工大ITサービスデスク	68
3-1-2 東工大ICカードの利用環境整備	71
3-1-3 ゲスト用無線LAN提供サービスの実験開始	72
4. 国際協働	75
4-1 MOUに基づく国際共同研究	75
4-1-1 チェンマイ大学とのMOUに基づく国際共同研究	75
4-2 国際シンポジウム・ワークショップ	76
4-2-1 GSIC共催国際ワークショップ	76
4-2-2 GSIC共催国際シンポジウム	78
4-2-3 GSIC主催国際シンポジウム(2010年度No.1)	78
4-3 国際共同研究	79
4-3-1 タイ国東北地方においた塩類集積被害調査	79
5. イベント及び啓蒙活動	80
5-1 SC10	81
5-2 スーパーコンピューティングコンテスト	84
5-3 講習会	85
5-4 研究会	86
5-4-1 GPUコンピューティング研究会	86
6. 広報活動	88
6-1 マスコミ報道等	88
6-1-1 新聞	88
6-1-2 テレビ	89
6-2 TSUBAME e-Science Journalの創刊	90
6-3 見学者受入状況	91

7. 予算執行状況	94
8. 研究活動報告	95
8-1 情報支援部門	95
飯田勝吉	95
友石正彦	97
渡辺陽介	98
益井賢次	100
直井 聡	102
8-2 先端研究部門	104
青木尊之	104
松岡 聡	110
山口しのぶ	119
望月祐洋	121
ピパットポンサー ティラポン	122
関嶋政和	127
渡邊寿雄	129
丸山直也	131
佐藤 仁	134
滝澤真一郎	136
額田 彰	139
山田恒夫	142
小林宏充	144
村田俊一	146
8-3 受賞学術賞等	148
9. 業務貢献	149
9-1 専門委員会所属・開催状況	149
9-2 学内業務関連委員等就任状況	150
9-3 調査・広報活動(見学・来賓・式典対応状況)	151
9-4 講演会・セミナー・シンポジウム等企画・実施状況	152
9-5 仕様策定・技術審査対応状況	153
9-6 国際共同研究コーディネート・マッチング状況	154
9-7 業務関連出張状況	154

巻頭言

学術国際情報センター長 渡辺 治

学術国際情報センター（GSIC）は、東京工業大学における情報基盤と情報科学技術研究基盤の充実、そして情報科学技術を活用した国際交流の促進を目的として活動を行なっております。

平成 22 年度も、実に様々な事業に取り組みました。その詳細はこの年報にご報告しておりますが、大きなものだけを簡単にご紹介します。まず、GSIC の改組です。本センターも発足から 10 年を迎え、その体制を見直す時期にありました。とくに、本年度から開始したネットワーク型共同利用・共同研究拠点「学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点」の事業では、全国の 7 基盤センター群とともに、日本の情報基盤の高度活用をリードしていく役目を負うことになりました。この日本の中核センターの一員としての新たな役割と、高度で安定した情報基盤を学内に提供するという従来の役目を両立させ、研究と業務を着実に遂行していくために、情報支援部門と先端研究部門からなる新たな教員組織への改組を計画し、その新体制を 7 月 1 日より開始することができました。

先端研究では、まず TSUBAME2.0 の華々しい出発をご報告できます。これまで松岡教授をはじめ GSIC の教職員が長いこと準備してきた TSUBAME の後継機が無事導入され 11 月より日本初のペタコンとして運用を開始することができました。実性能面でも 2010 年 11 月の Top500 List で世界第 4 位を記録し、しかも Green500 List の評価では、実働スパコンの中で世界一グリーンなスパコンという荣誉ある賞を頂きました。国際協働の分野では、12 月に本学がラオス政府より勲章（Labor Medal）を受けましたが、それは山口教授（GSIC）、高田教授（国際開発工学専攻）の ICT 導入による世界遺産の保護プロジェクトの協働の功績によるものでした。

TSUBAME2.0 を中心とした、日本の高性能計算 HPC 技術の向上のための GSIC の普及・啓蒙活動も活発化しています。神戸に構築予定の次世代スパコン「京」を中心とした研究促進を目指した HPCI コンソーシアムへの貢献や青木教授、丸山助教による GPU プログラミングの講習会、そして青木教授、渡邊（寿）特任准教授、西川特任准教授が推進してきた共用促進事業による産業利用の奨励などの成果により、従来の HPC 研究者だけでなく、異なる分野、様々なレベルの研究者に対する GSIC の存在感が高まっています。また、青木教授の主導のもと、HPC を用いた応用研究を紹介する TSUBAME e-Science Journal も今年度から発行を開始しました。研究者だけでなく一般への啓蒙でも、TSUBAME2.0 の紹介 DVD や中高生向けのパンフレットを関嶋准教授が中心となって作成しました。

学内の情報基盤の整備・運用では、地道な活動が実を結んだものが少なくありませんでした。昨年度から行ってきました学内有線・無線ネットワークの更新は、飯田准教授、友石特任准教授、益井特任助教とネットワークシステム担当の努力により、今年度末までに完了することができました。東工大 IC カードは、当初導入したカードの有効期限が今年度で切れますが、GSIC では、これを機に低コストのシステムへの乗り換えを計画しました。伊東教授ならびに認証システム担当の努力により、システムの乗り換えと多量の新カードの準備が無事完了しました。コンピュータシステム専門委員会に設けられた教育システム WG ならびにコンピュータシステム担当が長い間慎重に準備してきた教育システムの更新計画も無事進み、予定通りこの 3 月に新教育システムが稼働を開始しました。また、情報基盤に関する質問を総合的に受ける窓口として、東工大 ITC サービスデスクも

5月に開設しました。

さて、来年度に向けての新たな計画も進み始めております。TSUBAME2.0の次世代に向けて超グリーンスパコン・自律運用可能なスパコンの開発研究を計画して参りましたが、その計画に対し予算が措置され、来年度より研究事業を開始できるようになりました。こうした大きな研究事業の他、本学内外の任務や期待に応じられるような活動を続けて行く所存です。そのためにも、この年報で、この1年度間の成果を振り返り、公表して、世に問い、ご批判を頂くことは極めて重要だと考えております。

本センターの様々な活動、ならびに教員の研究成果等を本年報でご覧頂き、これまでの活動・成果・方向性に対しご意見、ご助言を頂ければ幸いです。

トピックス

学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点としてスタート

副センター長 青木 尊之

学術国際情報センターは平成 22 年 4 月より「学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点」の構成センターとして新たなスタートを切った。東京大学情報基盤センターを中核拠点として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、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。東京工業大学以外の 7 基盤センターはこれまでも全国共同利用センターとして位置付けられていたが、学術国際情報センターだけは学内共同利用施設という位置付けから全国の共同利用・共同研究拠点に新たに加わった。東京工業大学では、学術国際情報センター以外に応用セラミックス研究所と資源化学研究所が共同利用・共同研究拠点に認定されている。

学術国際情報センターは昭和 46 年に前身である（総合）情報処理センターとして発足しスパコンやキャンパス・ネットワークの学内サービスを行ってきた。平成 13 年に理工学国際交流センターとの合併を伴う大きな改組で学術国際情報センターになり、教職員数・スタッフも増大し、以降、大学の研究・教育活動に欠かせない様々なサービスを展開し、IT インフラの中樞を掌っている。ここでは学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点に関連したスパコンのサービスについて述べることにする。

スパコンの導入前は HITAC 8700, HITAC M-180, HITAC M-180, VAX8600 等の大型計算機が大岡山とすずかけ台キャンパスに分散して設置されてきた。バブル時の日米貿易摩擦の機に東京工業大学として初めてスパコン CDC ETA10 が導入され、以降、CRAY C916/12256, SX-5, Origin2000 と続いた。また、キャンパス・ネットワークの高速化も助けとなり、スパコンは大岡山キャンパスに設置されるようになった。大きな転機が平成 13 年の改組とともに訪れる。それまでのようなメーカーのカタログ・スパコンを仕様に合わせて選ぶのではなく、センター側から仕様に合う高い性能のスパコンをメーカーに開発してもらおう方式が変わった。平成 14 年には、キャンパスグリッドとして補正予算で導入した Express 5800 からセンターのマシンがスパコン Top500 ランキングに登場することになり、平成 18 年には TSUBAME 1.0 が導入時に 7 位（アジア 1 位）、平成 22 年度に導入された TSUBAME 2.0 は総合演算性能 2.4 ペタフロップス（Top500 の 4 位）という非常に高性能なスパコンであり、国内の全てのスパコン性能を合算したよりも 3 倍以上高速なスパコンとなった。また、最近はスパコンの消費電力が大きな問題であり、TSUBAME 2.0 は電力性能比（＝演算性能／消費電力）も運用スパコンとしては世界一となり、超節電型スパコンとも言える。このように、学術国際情報センターは名実ともに世界トップレベルのスパコンを保有するセンターとなった。

先に述べた通り、これまでは学内共同利用施設であったため、学内の教職員・学生のみが本センターのスパコンを利用してきた。一方、スパコンの性能は国内では非常にアウトスタンディングな

ものであり、他大学や公的研究機関の研究者、民間企業から利用の希望が寄せられるようになってきた。そんな折、平成 19 年に文部科学省の先端研究施設共用イノベーション創出事業【産業戦略利用】(平成 21 年度に先端研究施設共用促進事業へ移行)『みんなのスパコン』TSUBAME によるペタスケールへの飛翔」を採択して頂いた。国立大学の法人化も同時期であり、学術国際情報センターのスパコンを学内利用のみに限るという制約もなくなった。この事業により、民間企業が課題審査を経て無償でスパコン TSUBAME を利用できるようになった。平成 22 年度末には先端研究施設共用促進事業の評価が実施され、学術国際情報センターは最高の評価を頂いた(22 機関中 3 機関のみ)。スパコンの産業利用の成功例として認めて頂いたことは大変光栄である。

さらに平成 21 年 7 月から TSUBAME の共同利用制度を発足させ、学術利用・産業利用・社会貢献利用の категория で他大学や公的研究機関、民間企業、自治体や NPO 等が有償で TSUBAME を使えるようになった。もとは学内利用のみであった学術国際情報センターのスパコンについて、どの程度の計算資源を学外利用に提供するかについて、学術国際情報センターの共同利用専門委員会で多くの時間を費やして議論した。計算資源を学外に提供する分、学内利用者は不利益を被る可能性がある。一方、外部利用収入を利用して新しいソフトウェア／ライセンスを導入するなど、スパコン利用者に対する利便性を向上させることができる。また、日本を代表するようなスパコンの使命として東京工業大学の学内利用に留まらず、スパコンを利用する学術・産業の日本全体の発展に貢献する責任もある。学内利用／学外利用はバランスが重要であり、平成 22 年度は TSUBAME 1.2 の計算資源の 20% を限度として外部利用に割り当てることにした。そして TSUBAME 2.0 の導入で演算性能は 30 倍に飛躍し、学外利用の割合をさらに増加させても学内利用者が不利益を被る可能性は低いと判断し、平成 23 年度は TSUBAME 2.0 の 30% を限度として学外に割り当てることにしている。これは 800 テラフロップス分であり、国内の他のスパコンの性能を遥かにしのぐ計算資源である。学内と学外の利用はハードウェア的にパーティションを切ることはなく、それぞれのジョブが混在する柔軟な運用形態を取っている。

学術国際情報センターが他の 7 大学の情報基盤センターと異なる特徴として、国際性が強い点が挙げられる。理工学交際交流センターとの合併改組で誕生した経緯があり、センターには国際系の活動を行う教員が多い。それらの教員が中心となって海外の研究者が TSUBAME を利用することができる制度・規則を確立した。TSUBAME は日本国予算で運営されるスパコンであるため、海外の研究者だけの利益になるような利用はできない。唯一の利用として、東京工業大学の教員との国際共同研究を行っている海外の組織に属する研究者にのみ、利用権限を与えることができる。目の届かない海外での利用については、軍事目的や反社会的活動に利用される心配なども多く、そのために部局間で国際交流協定(MOU (Memorandum of Understanding) や Agreement) を締結してもらい、グローバル情報資源活用協働専門委員会で慎重に審議して利用を認めている。これらは、国内の他のセンターの手本となっている。

学術国際情報センターの活動はスパコン・サービス部門だけではないが、このように確実にステップを上ってきて、平成 22 年度から学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点の構成センターとなった。これからも、世界的なスパコンのリーディング・センターとして益々努力して行く所存である。

TSUBAME2.0 クラウド型グリーンスーパーコンピュータの導入について

先端研究部門 高性能計算システム分野 教授 松岡 聡

本年度は、TSUBAME 初となるシステム完全リプレースを行い、日本初のペタスケールを達成しつつも電力利用は TSUBAME1 とほぼ同等に抑えられた、クラウド型グリーンスーパーコンピュータ TSUBAME2.0 の導入を行った。その速度性能は 2.4PFlops、ストレージ容量は 11PB(いずれも理論値)であり、IEEE/ACM Supercomputing 国際会議にて発表されたスパコン世界ランキングにおいては、Top500(速度性能)において世界 4 位、Green500(電力性能比ランキング)におきて世界 2 位および Greenest production supercomputer 賞を獲得するなど、トップクラスの性能を持つことが示された。

1. TSUBAME1 の経験を活用した TSUBAME2.0 の設計

TSUBAME2.0 の設計は、GSIC の東工大キャンパスグリッド(2002 年 4 月~2006 年 3 月)プロジェクトおよび TSUBAME1(2006 年 4 月~)をはじめとする長年の大規模システム運用経験、また JST CREST や科研特定領域「情報爆発」などの研究プロジェクトにおける成果を基に行われた。その設計方針は、TSUBAME1 の長所を活かしつつ、その運用期間中に現れた課題について対処し、かつ世界トップクラスであるペタスケールを実現するというものである。以下は、TSUBAME2.0 に引き継がれた TSUBAME1 の長所の一部である：

- 高性能 x86 プロセッサ・Linux 等業界標準技術の大幅な採用：コモディティ技術に基づくクラスタとすることにより、高性能・低コスト・大量生産による品質の安定性などのメリットを享受可能である。さらに、多様な環境で同一のソフトが連続に動作することや、初心者が通常の PC の環境から段階的にステップアップできることが、スパコン利用層の増大により強く求められる。
- ファットノードの x86 CPU による実現：上記の反面、通常の PC では不可能な大容量の問題が解けることがスパコンの大きな魅力となる。TSUBAME1 では最新の x86 プロセッサの共有メモリの新技术を用いることにより、ノードあたり 16CPU コア、32GB という当時としてはファットな構成を実現した。
- 密行列計算のためのアクセラレータ：既に TSUBAME1 の時点で、システムをコスト・電力・スペースなどの制約内に収めるのは困難であった。そのためアクセラレータ技術に注目し、比較検討の結果、英国 ClearSpeed 社の SIMD アクセラレータを導入した。これにより密行列の BLAS ライブラリ利用時や Linpack に電力性能比が大幅に向上した。
- ファットツリー型ネットワーク構成：ノード間を接続するネットワークにおいては、ノード毎の高バンド幅、マイクロ秒単位の低レイテンシ、高いバイセクションバンド幅が求められる。TSUBAME1 では大型 InfiniBand のスイッチによりファットツリー型ネットワークを採用し、上記の要求および柔軟な運用が可能となった。
- 高密度・高バンド幅ファイルシステムの実現：TSUBAME1 の時点ですでに、ストレージも計算ノード同様に、高密度・高バンド幅アクセスが求められていた。そこで、48 台の HDD を内蔵する Sun x4500 “Thumper” を中心としたストレージ構成とし、ストレージネットワークも

上記の InfiniBand に直接接続した。

- 数百名の同時利用を前提としたバッチスケジューラ：TSUBAME は 2000 名のユーザがアカウントを持ち、その利用形態—ジョブのサイズ・個数・並列性・実行時間・QoS 要求・I/O 性能・等々—は様々である。これらの多岐にわたる要求を公平に満たすため、定額制と従量制の両立・高 QoS 確保手段の提供などの種々の機能を開発・提供した。

その一方で、運用上に判明した諸課題の中で、本質的な解決が必要な点が明確となってきた。最大の課題は性能向上に対する消費電力の問題である。TSUBAME1 はピーク時に、東工大大岡山キャンパスの全体の電力の約 10%にあたる 1MW を消費していた。TSUBAME2.0 が国際的競争力を維持するためには、TSUBAME1.0 の 10 倍以上の 1 ペタフロップス以上の性能が目標であり、それを同程度の電力規模に抑える必要があった。

電力性能比およびその他性能上・運用上の課題の解決を図るべく、TSUBAME2.0 の設計に以下のような点が反映された。

- 広範かつ柔軟な適用性を備えるアクセラレータ：TSUBAME1 で導入された ClearSpeed アクセラレータはメモリバンド幅不足・プログラミングが困難という課題があった。幸い、バンド幅や性能が高く、汎用性も高い GPU アクセラレータが台頭し始めていたため、2008 年に TSUBAME1 に 680 機の NVIDIA Tesla GPU を接続し、TSUBAME1.2 として種々の運用実験を行った。その段階を経て、TSUBAME2.0 においても最新の GPU アクセラレータを導入することとなった。
- ノード内メモリおよびネットワークバンド幅の向上：TSUBAME1 では、メモリバンド幅やアクセラレータとの通信バンド幅不足のために性能低下が見られた。この点の改善が、TSUBAME2.0 における各ベンダーとノード計算機の新規共同開発の一つの大きな事由となった。
- ネットワーク全体のバイセクションバンド幅の向上：TSUBAME1 のネットワークはファットツリーではあるが、そのバイセクションバンド幅はエンドポイント合計の 1/5 程度であった。FFT のような大規模な全対全通信においても高性能を実現するため、TSUBAME2.0 ではフルバイセクションバンド幅の実現を目標としたが、ノード数が 1500 程度と多数のため、技術的な困難さが問題となった。種々の検討の結果、集中型の大規模スイッチと小規模スイッチを複合的に用いることで解決の目途を立てた。
- 冷却効率の改善：TSUBAME1.0 は冷却列と暖気列の分離を省スペースで実現するなど、2006 年当時としては最新の冷却技術を実現し、PUE 値(冷房の効率を現わす値・1 が理論的に最高で、2 だとマシンと冷却電力が同等。旧来のデータセンターでは 2 を超えるものも多かった)として約 1.44 を達成していた。しかしこの効率は近年の冷却技術としては最善ではなく、TSUBAME2.0 の年間平均 PUE の目標を 1.2 台とした。検討の結果、ラック内を局所冷却可能な、水冷空冷ハイブリッド方式の Hewlett Packard 社 Modular cooling system(MCS)ラックが導入された(図 1)。



図 1: MCS ラックが並ぶ、TSUBAME2.0 計算機室の様子

- マシンサイズおよび重量の課題：TSUBAME 1 は全体で 80 ラック近くの大きさで、その設置に GSIC 情報棟の計算機室のほとんどの床面積を占めてしまい、非効率な配線などの原因となっていた。そこで、性能密度を大幅に向上させ、より小さいマシン作りが重要な課題となった。幸い様々な技術要件からノードを新設計することになり、今までにないレベルの高密度なノード実装が大きな技術目標となった(図 2)。結果として、一ラックあたり 50 テラフロップスという性能密度が実現でき、TSUBAME2.0 の総合ラック数は 60 程度と TSUBAME1 の約 3/4 となった。

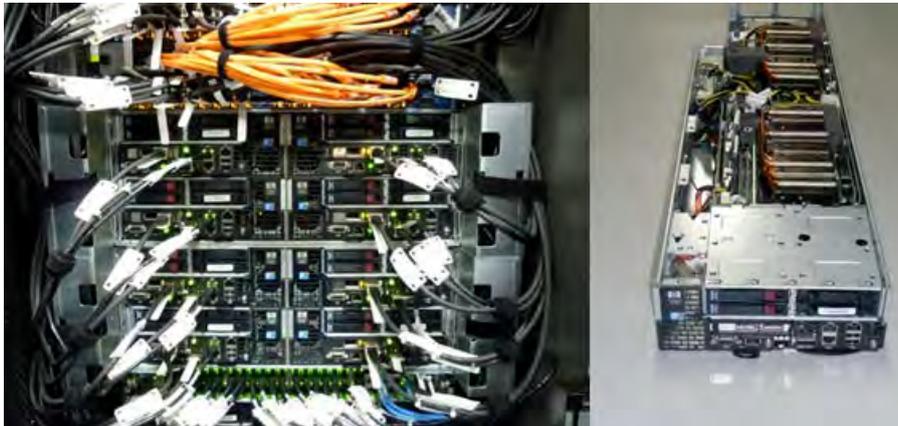


図 2: TSUBAME1 に比べ、サイズが 1/4 となった TSUBAME2 計算ノード

- ストレージの運用容量の改善：TSUBAME1 のストレージはいくつかの理由で運用容量は常に不足気味であった。三次記憶としてのテープシステムがなく、またストライプ数が少ない RAID6 構成のため、実際に高性能に使える領域は全体の半分以下となってしまった。そこで、TSUBAME2 では HDD の RAID 構成なども効率化し、かつバックアップ用途向けに既設の 4 ペタバイトのテープ装置とも接続することとした。
- 局所性の利用によるストレージバンド幅の向上：数ペタフロップスのスパコンで実用的な大規模シミュレーションを実現するためには数百ギガバイト/秒の I/O 速度が求められるが、それを

全て共有ストレージで賄うためには莫大なディスク数とストレージサーバが必要となる。共有ストレージのバンド幅要求の低減のため、ノード毎ストレージに注目した。速度・信頼性・価格等の面で競争力を持ち出した SSD を各計算ノードに装備し、超高速ローカル I/O 装置として用いる。TSUBAME2.0 に初期配備される SSD の合算バンド幅は 660 ギガバイト/秒に達している。

2. TSUBAME2.0 の導入とリプレース

前節のような設計・仕様のもと入札を執り行い、2010年5月25日の開札の結果、日本電気株式会社(NEC)が落札業者として決定し、6月16日には記者会見が行われた。TSUBAME2.0はNEC・Hewlett-Packard (HP)・NVIDIA・Microsoft・DDNをはじめとする企業連合の協力のもとに導入され、11月1日に運用開始した。すでにいくつかの主要技術要素については前節で記述済であるが、図3にあらためて全体像を示す。

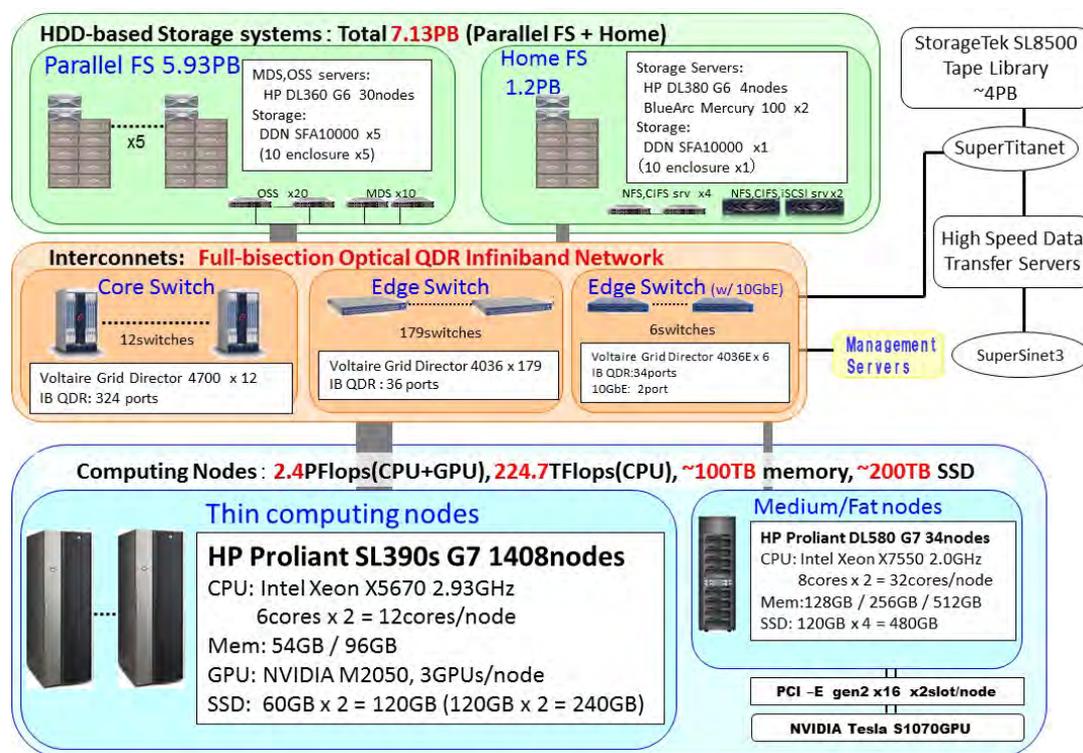


図 3: TSUBAME2.0 全体構成図

- 高演算性能・高バンド幅を持つ計算ノード：主要部は Thin ノードと呼ばれるノード 1408 台から成り、各ノードは最新マルチコア CPU2 基、最新世代 GPU3 基およびメモリ 54GB または 96GB を搭載した HP 社 HP Proliant SL390s G7 である。CPU としては Intel 社製 6 コア Xeon (Westmere-EP) 2.93GHz を搭載し、GPU としては NVIDIA 社製 GPU である Tesla M2050 を搭載する(図 4)。M2050 は 448 個のコア、および 3GB のメモリが搭載され、その理論ピーク性能は 515GFlops である。Thin ノードあたりの合計理論ピーク性能は約 1.7TFlops に達し、TSUBAME1 の 1 ラック分に匹敵する。
- すでに述べたように効率的動作のためにはバンド幅を高く保つ必要があるが、CPU メモリのバンド幅は 1CPU あたり 32GB/s と大きく向上している。また、CPU と GPU 間のデータ通信オーバーヘッド削減のために、現状で最速の通信路である 8GB/s の PCI Express 2.0 x16 を採用

する。

これまで述べた Thin ノードに加え、ノード内で特に大容量の共有メモリを必要とするアプリケーションのために、Medium/Fat ノードと呼ばれる HP 社 Proliant DL580 G7 ノードを 34 ノード持つ。ノードあたりのメモリ容量は、128GB/256GB/512GB である。

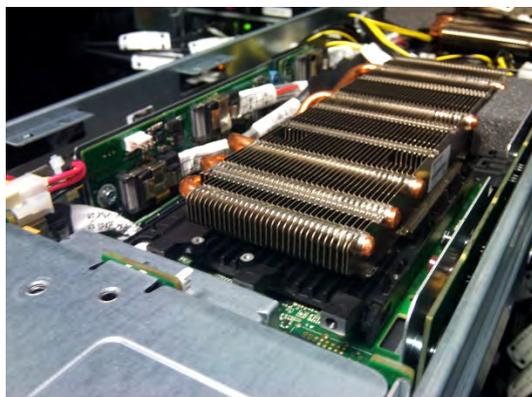


図 4:TSUBAME2.0 で使用する NVIDIA Tesla M2050, Thin ノード 1 台につき 3 機搭載

- 階層型大規模ストレージ：TSUBAME2.0 のストレージは、様々な I/O 要求を行う多種アプリケーションのため階層化され、(1) ノードローカル SSD、(2) (ディスクによる)共有ストレージ、(3) テープライブラリから成る。
 - (1) TSUBAME2.0 では、各計算ノードがハードディスクの代わりに 120-240GB の容量の高速 solid state drive (SSD)を持つ。チェックポイントなどの用途でこの SSD を利用することにより、共有ストレージへの負荷を軽減する。
 - (2) 共有ストレージは、TSUBAME1.0 の 6 倍となる、7.1 ペタバイト(PB)の容量を持つ(raw capacity どうしの比較)(図 5, 6)。このストレージは 6 つのファイルシステムに分割され、1 つがホーム領域、5 つが並列ファイルシステム領域として利用される。各ファイルシステムにおいてデータを蓄積するのは DDN 社 SFA 10000 ストレージシステムであり、それぞれ 6 台ずつのストレージサーバに接続される。ホーム領域は高信頼性に焦点をおきつつ、高速な NFS 性能、および CIFS, iSCSI などの複数プロトコルに対応する。並列ファイルシステムは多数計算ノードからのデータアクセス要求をこなす、スケーラビリティを焦点に設計されており、TSUBAME1 に引き続き Lustre ファイルシステムを採用する。
 - (3) さらにバックアップを主目的とした三次領域として、計 4PB(非圧縮)の既存の Sun 8500 テープライブラリと接続されている。階層的ファイルシステムの利用により、このテープライブラリと並列ファイルシステム領域間で透過的でオンデマンドなデータアクセスを提供する。

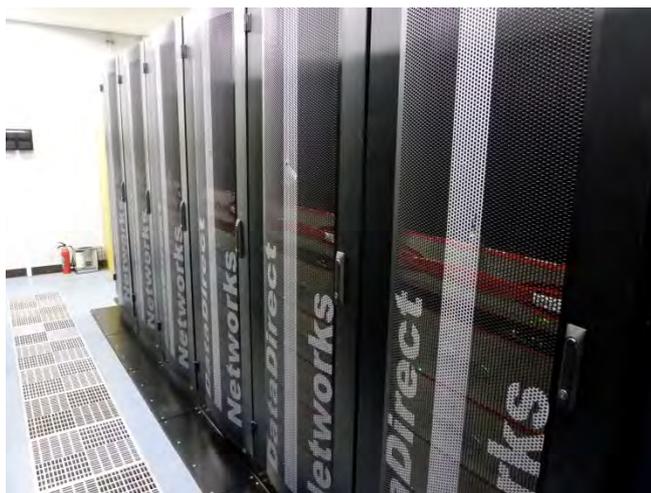


図 5: TSUBAME2.0 の Lustre 用ストレージサーバ群



図 6: SFA10000 のディスクエンクロージャ内部には 60 台の 2TB SATA HDD

- フルバイセクションネットワーク:1400 以上の計算ノードおよびストレージを結合する高速ネットワークとして、QDR InfiniBand (IB)を採用している。TSUBAME 2.0 は、フルバイセクション・ファットツリーと呼ばれるトポロジを用いており、トーラスやメッシュトポロジよりも広範囲なアプリケーションに対応可能である。ツリー構造の上部にはコアスイッチとして 324 ポートの大規模 InfiniBand スイッチを 12 個採用し、コアスイッチと下部のエッジスイッチ間は光ファイバーで結線されている(図 7)。

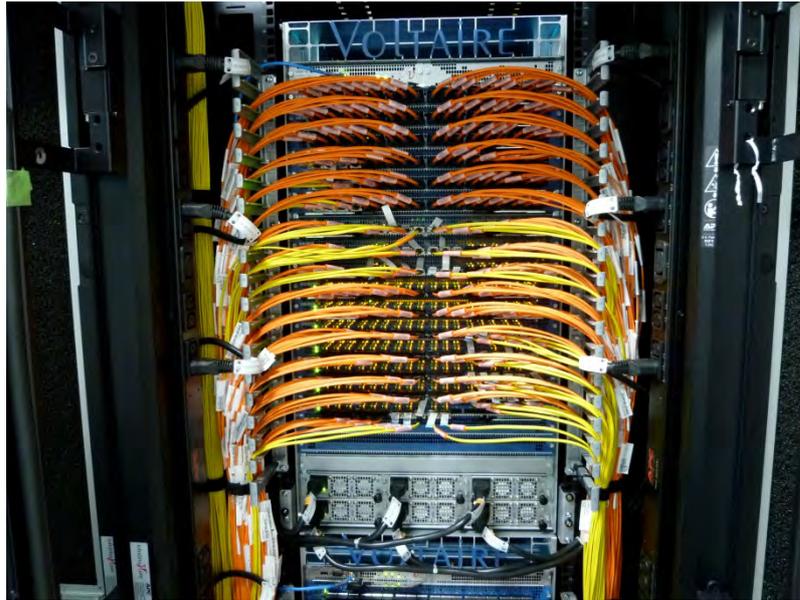


図 7: 下位スイッチからの光ファイバが集約される InfiniBand コアスイッチ

- クラウド運用: 「みんなのスパコン」を目標として掲げた TSUBAME1 の運用を引き継ぎ、スパコン利用の裾野を広げ、かつ capability/capacity の両立を行う運用を行っている。
 - TSUBAME2.0 の計算機能の主要な利用方法は従来同様にバッチキューシステムであり、従量制課金のノード占有キュー(S キュー)と定額制課金の共有キュー(V キュー)を用意する。さらに GPU 利用ジョブに用途をしぼり課金を割引する G キューを新たに導入したが、G キューと V キューは仮想マシン技術により物理ノードを占有し、資源利用効率化を図っている。
 - 大規模ジョブ向けノード占有予約システムを TSUBAME1 よりも拡充し、約 5000CPU コア、1200GPU の占有利用も可能となった。さらに、超大規模アプリケーションの実行を可能とするために「グランドチャレンジ制度」を発足し、レビューにより選抜されたユーザグループが、TSUBAME2.0 のほぼ全体の約 16000CPU コア、4000GPU の利用を可能とする(2011 年度より、年約 2 回)。
 - 仮想マシン技術を用いた学内ホスティングサービスも継続している。また TSUBAME2.0 の大規模ストレージを利用したネットワークストレージサービスを提供する。
 - さらに、国内の代表的な 9 つの大学計算機センターの一つとして、大学を縦断したアカウントサービスを提供し、本格的なクラウド利用を可能とする予定である。また従来サポートが困難であったデータ指向の e-Scicne を促進するために、国内の種々のスパコンと TSUBAME2.0 を 10Gbps 級の高速な広域ネットワークである SINET にて密に結合する。このネットワークを用い、我々が開発した RENKEI-PoP マシンを様々なセンターに配置することにより、Gfarm や GridFTP などによるグリッドデータ共有・高速転送機能の提供も予定している。

この TSUBAME2.0 システムを、ユーザによる TSUBAME1 の利用への影響をなるべく抑えつつ

導入する必要があった。新機器の多くは TSUBAME1 と異なる部屋に設置するものの、ストレージについてはこれまでと同じ部屋を利用することもあり、複数段階に分けて計画的・段階的に導入を行う必要があった。

- 旧事務室やネットワーク担当である 104, 105 号室に計算ノードの 90%を設置することになったため、二階に引っ越した(図 8)。



図 8: 事務室の引っ越し後、TSUBAME2.0 設置前の様子

- ストレージ室を空ける必要のため、TSUBAME1 ストレージのうち運用終了できない部分を二階の計算機室に移設した。
- 上記と関連して、8月の定期停電の時期から TSUBAME1 ノードを 5 段階程度に分け順次停止、撤去した。最終的に TSUBAME1 のノードが全停止したのは 10 月後半であったが、それ以降もデータ移行のためにストレージの一部は残った。
- 電源やチャラーの工事が行われ、また 9 月上旬より TSUBAME2.0 ノードやストレージの設置、調整、動作確認が順次行われた。

3. TSUBAME2.0 の導入時ベンチマーキング

大規模スパコンでは構成要素も非常に多く、システムが全体として安定動作するか、種々の設計性能値が満たされているかは最重要な事項である。特に大規模ネットワークでは小規模システムでは顕在化しないボトルネックが生じることがあるため実システム全体での動作確認が必須となる。その一環として 10 月後半に、密行列系の Linpack ベンチマークおよび、格子系気象シミュレーションプログラムである ASUCA の TSUBAME2.0 全体を用いた実行を行った(ASUCA については TSUBAME e-Science Journal Vol.2 の記事を参照のこと)。

Linpack は世界のスパコン性能ランキング Top500 において用いられるベンチマークであり、計算の主要部分は大規模密行列の LU 分解である。行列サイズ n に対し計算量は $O(n^3)$ であり、現在トップレベルのスパコンでは n =数百万が用いられ、実行時間は数時間におよぶ。さらに、直接法であるために総演算数のうち一つでもエラーがあると最後の残差による検算において全体がエラーとなり、結果として無効となる。Linpack ベンチマークの著名な実装としては High performance Linpack が知られるが、TSUBAME では CPU とアクセラレータを効率的に用いるためには異なる実装が必要であり、今回は以下の二つの実装を用いた。一つは我々が TSUBAME1 の時代から HPL

の改造として開発している **Heterogeneous HPL** を、**TSUBAME2** に適合させたものであり、もう一つは米マイクロソフト社との共同研究で開発された **Windows HPC** 用の **Linpack** である。結果としてはどちらもほぼ同等の性能を示し、わずかに高い速度値である **1.192PFlops** を記録した我々の結果をランキングに提出した。

その結果、2010年11月に発表された **Top500** リストにおいて、**TSUBAME2.0** は世界4位にランクされた。これは **TSUBAME1** における7位より高く、かつ日本の二位のマシンの性能と比較して約6倍の性能を示した。また、**Top500** の性能とその際の消費電力をベースにランク付けされる **Green500** においては、実行時に **1243.80KW** を記録し、指標として **958.35 Flops/W** を得て、2010年11月の発表時に世界2位、かつ実運用のスパコンとしては世界最高位であることが認定された(図9)。



図9: 2010年11月 Green500 における「運用スパコンとして世界最高位」の特別賞の証書

4. ACM/IEEE Supercomputing 展示等の普及活動

- ACM/IEEE Supercomputing での東工大ブースの展示

毎年1万人以上の参加を集める HPC における最大規模の国際会議である **ACM/IEEE Supercomputing 2010** では昨年に引き続き東工大ブースを出展した。本年度の出展は、**TSUBAME2.0** のお披露目の意義も持ち、計算ノード現物の展示も行った(図10)。さらに会議開催中に **Top500** (4位), **Green500** (2位)の順位も発表されたこともあり、大きな注目を集め、**TSUBAME** および我々の HPC 分野における取り組みに対する世界的認知度は飛躍的に向上した。



図 10: Supercomputing 2010 東工大ブースの様子。右側のやぐらでは TSUBAME2.0 ノードを展示

- TSUBAME2.0 に関する招待講演や報道

TSUBAME リーダである松岡は TSUBAME1 および 2.0 について、International Supercomputing Conference(ISC), IEEE/ACM Supercomputing, GPU Technology Conference, HP-CAST Meeting, IEEE Cluster 2009, SIAM Parallel Processing 2010 などにおいて数多くの招待講演・キーノート等を行った。TSUBAME2.0 の導入は社会的にも注目を集め、新聞・テレビ・ネットニュースなどでも多数回に渡り取り上げられた。以下はその一部である。

- スパコン『GPU』主流に、日経産業新聞, 2011/1/17
- 省エネ性能世界ランク 東工大スパコン 2 位, 読売新聞, 2010/11/24
- アトムとウランの時事ワード百科『スパコン』, 読売新聞, 2010/12/3
- 雪で冷却 節電スパコン, 読売新聞 (夕刊), 2011/1/11
- GPU で最速スパコン, 朝日新聞 (朝刊), 2010/11/19
- 中国スパコン 軍の影, 朝日新聞 (朝刊), 2010/11/18
- スパコン性能、中国が初の首位, 日経新聞 (夕刊), 2010/11/24
- 東工大から飛び立つ TSUBAME2.0 の雄姿、月刊 ASCII.technologies、2010/10/23
- ズームイン SUPER、日本テレビ、2011/1/7

TSUBAME2.0 における GPGPU の先駆的な取り組みを初めとする研究は世界的に高く評価されており、今後は TSUBAME2.0 上のペタスケール実アプリケーションの成果によりますます多くの注目が集まることが期待される。

ラオス国ルアンパバーン 世界遺産登録 15 周年記念式典で勲章授与

先端研究部門 情報技術国際協働分野 山口 しのぶ

GSIC 山口・高田研究室は 2003 年以來、ラオス国ルアンパバーンにおいて UNESCO(国連教育科学文化機関)、現地政府(世界遺産の家、以降 DPL)と ICT(情報通信技術)導入による世界遺産の保護プロジェクトを協働で行なっている。ルアンパバーンの街並みは、1995 年に UNESCO の世界遺産登録されて以來、観光客の増加に伴う開発が進んでいる。

世界遺産登録 15 周年を記念行事が 2010 年 12 月 16 日、17 日にルアンパバーン国立劇場などで開催された。両日の午前中には、ラオス国内外からの政府代表、EU や UNESCO など国際機関代表、研究機関代表、僧侶代表など 150 名以上を迎え「Conservation and Development for giving added Values to Heritage City」と題した会議が開催された。山口・高田研究室からは、山口しのぶ教授、奥村哲郎(修士課程)が出席した。

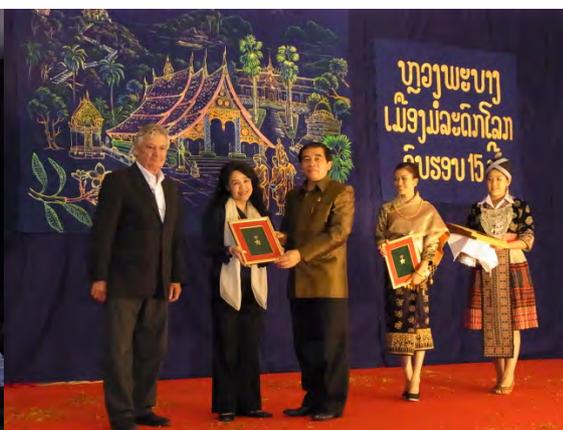
初日には、ルアンパバーン州副知事より歓迎の挨拶、ラオス情報文科省副大臣より開会の挨拶があった。引き続きいて、様々な立場・背景の関係機関代表者から世界遺産の保護と地域開発の両立についての議論が展開された。関係者からは、開発の促進に伴う現地住民の生活水準の向上など利益のみならず、都市化による新たな課題といった両側面から具体的な事例の発表が行われた。また、寺院や住居といった有形文化に加え、人形劇の継承プロジェクトといった無形文化の保護活動も紹介された。

本学を代表して、山口しのぶ教授から「Introduction of GIS (Geographical Information System) for Sustainable Heritage Management of Luang Prabang, Lao P.D.R.(持続可能な世界遺産管理のための地理情報システム導入)」と題した発表を行った。発表では、GIS を用いた建築物の街並みの比較報告及び分析、世界遺産データベースシステムの構築及び管理など、これまで DPL と協働で実施してきた活動が紹介された。調査結果から 1)観光者向け建築物の増加傾向及び住宅の減少傾向 2)ラオス伝統的構造の建築物増加とベトナム様式などの減少 3)伝統的な建築材料の使用減少 が報告され、今後、現地機関及び建物所有者との詳細な議論及び分析を継続していくと結論づけた。

ラオス国副首相主催の15周年式典では、これまでの活動の貢献を讃え、ラオス国政府から東京工業大学に勲章(Labor Medal)と感謝状が贈呈された。



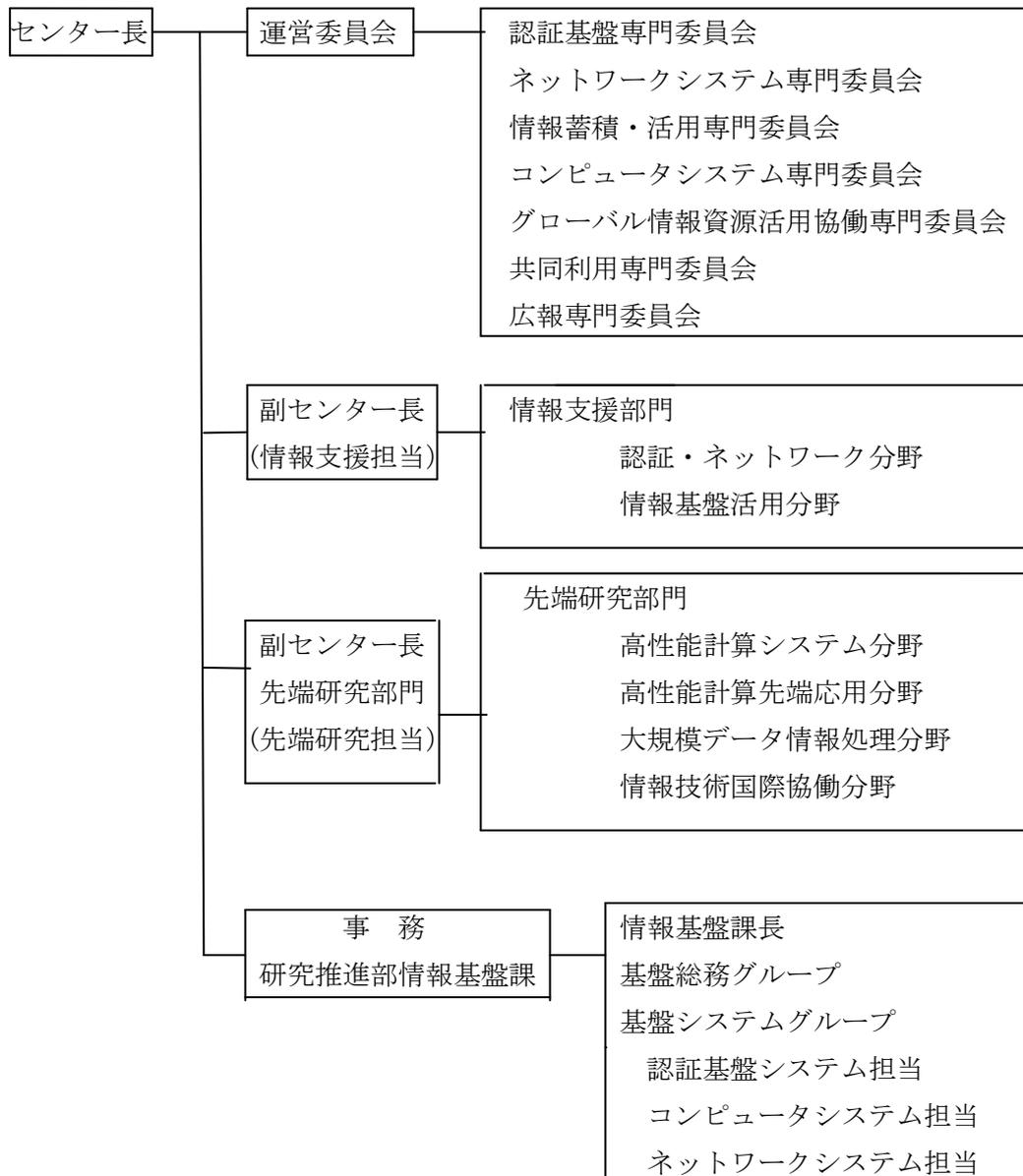
世界遺産登録 15 周年記念関係者会議



州知事から東工大に勲章と感謝状の贈呈

1. 組織・運営

1-1 組織図



1-2 教員等構成

センター長（兼）	教 授	渡辺 治【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【大学院情報理工学研究科】
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	教 授	伊東 利哉（認証・ネットワーク分野）
	准 教 授	飯田 勝吉（認証・ネットワーク分野）
	特任准教授	友石 正彦（認証・ネットワーク分野）
	助 教	渡邊 陽介（情報基盤活用分野）
	客員教授	直井 聡【株式会社富士通研究所】
	客員准教授	門林 雄基【国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学】
	特任助教	益井 賢次（認証・ネットワーク分野）
先端研究部門	教 授	青木 尊之（高性能計算先端応用分野）
	教 授	松岡 聡（高性能計算システム分野）
	教 授	山口しのぶ（情報技術国際協働分野）
	准 教 授	望月 祐洋（高性能計算システム分野）
	准 教 授	PIPATPONGSA THIRAPONG（高性能計算先端応用分野）
	准 教 授	関嶋 政和（大規模データ情報処理分野）
	特任准教授	西川 武志（高性能計算先端応用分野）
	特任准教授	渡邊 寿雄（高性能計算先端応用分野）
	助 教	丸山 直也（高性能計算システム分野）
	特任助教	佐藤 仁（高性能計算システム分野）
	特任助教	滝澤真一郎（高性能計算システム分野）
	客員教授	山田 恒夫【放送大学】
	客員教授	小林 宏充【慶應義塾大学】
	客員教授	村田 俊一【国連開発計画】
	客員教授	Govindan Parayil【国際連合大学】
	産学官連携研究員	額田 彰（高性能計算システム分野）
	産学官連携研究員	WANG XIAN（高性能計算先端応用分野）

※【 】は本務先

1-3 事務組織

情報基盤課長 坂本 朝治

基盤総務グループ（庶務及び会計）

グループ長 土屋 浩之
主 査 松本 直子
補 佐 員 金子 純子 宮口 豊子 土井 淳子
補 佐 員 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
技術専門員 太刀川博之
技術職員 新里 卓史
技術職員 岸本 幸一
技術職員 一瀬 光
技 術 員 橋本 重治
技 術 員 伊藤 剛

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
補 佐 員 山田 章代
補 佐 員 後藤 純子（すずかけ台分室）
主任技術専門員 久能 めぐみ
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 査 山崎 孝治
スタッフ 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

1-4 各種委員会メンバー一覧

所 属	職 名	氏 名	運 営	認証基盤	ネットワーク	情報蓄積活用	コンピュータシステム	グローバル資源	共同利用	広 報
センター長	教 授	渡辺 治	◎	○			○		○	
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	伊東利哉	○	◎	○	○				
学情セ	教 授	松岡 聡	○		○	○	◎	○	○	
学情セ	教 授	山口しのぶ	○					◎		○
学情セ	准教授	望月祐洋	○	○		○				○
学情セ	准教授	Pティップン	○					○		○
学情セ	准教授	飯田勝吉	○	○	◎	○	○			
学情セ	准教授	関嶋政和	○			○	○	○	○	◎
学情セ	特任准教授	友石正彦			○		○			
学情セ	特任准教授	西川武志								○
学情セ	特任准教授	渡辺寿雄					○		○	○
学情セ	助 教	渡邊陽介		○		○				○
学情セ	助 教	丸山直也					○			○
学情セ	特任助教	益井賢次			○					
学情セ	産学官連携研究員	佐藤 仁					○			
学情セ	産学官連携研究員	滝澤真一郎					○			
理学系	准教授	古賀昌久	○				○			
工学系	教 授	森 健彦	○				○			
生命理工	教 授	櫻井 実	○	○			○		○	
総理工	准教授	出口 弘	○	○			○			
情報理工	教 授	樋口洋一郎	○	○			○			
社会理工	教 授	中井検裕	○				○			
イノベーション	准教授	尾形わかほ	○		○	○	○			
資源研	准教授	関 宏也	○				○			○
精密研	教 授	渡邊澄夫	○			○	○	○		
応セラ研	教 授	笠井和彦	○				○			
原子炉研	教 授	二ノ方壽	○				○	○		
研究戦略室	教 授	徳永健伸	○		○	○	○			
国際室	教 授	高田潤一						○		
教育学部	教 授	水本哲弥	○				○			
留学生セ	教 授	大熊政明	○					○		
外国語教研セ	教 授	市川伸二	○							
図書館長	教 授	古井貞熙	○			○	○			
教育担当総務	教 授	宮内敏雄	○				○	○		
附属高校長	教 授	大即信明	○							
学長指名	准教授	赤間啓之	○			○	○			○
理学系	准教授	村山光孝			○					
工学系	准教授	山下幸彦			○					
工学系	准教授	山岡克式			○					
情報理工	准教授	首藤一幸			○					
情報理工	准教授	権藤克彦		○	○					
理学系	教 授	河合誠之								
工学系	教 授	植松友彦			○					
工学系	准教授	川内 進					○		○	
工学系	准教授	店橋 護					○		○	
理学系	准教授	佐藤孝和		○						
工学系	准教授	高橋宏治		○						
理学系	教 授	齋藤 晋							○	
応セラ研	教 授	真島 豊				○				

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						○		
情報理工	教授	佐伯元司								○
情報理工	教授	米崎直樹								
情報理工	教授	秋山 泰					○		○	
情報理工	教授	千葉 滋					○			
情報理工	准教授	下平英寿					○			
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	渡部卓雄								
社会理工	助 教	中西正彦			○					
社会理工	准教授	室田真男			○		○			
総理工	准教授	竹下健二			○					
情報理工	准教授	奥村 学			○	○				
生命理工	教 授	黒川 顕			○					
教育工学開発	教 授	西原明法				○		○		
GCOE (情報理工)	特任准教授	遠藤敏夫			○		○			
GCOE (情報理工)	特任准教授	小西史一					○			
統合研究院	特任准教授	橋本泰一				○				
東京大学	特任准教授	吉廣 保							○	
国立情報学研究所	学術基盤推進部長	安達 淳							○	
理化学研究所	チームリーダー	小野謙二							○	
名古屋大学	教 授	太田元規							○	
筑波大学	准教授	建部修見							○	
ニューメリカルテクノロジー ソリューションズ	代表取締役社長	鳥居秀行							○	
附属高校	教 諭	仲道嘉夫			○					
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	菊池良昭		○						
情報図書館課	課 長	富田健市		○		○				
情報基盤課	課 長	坂本朝治		○				○		○
事務情報企画課	課 長	佐野 護		○						

1-5 運営委員会開催状況

第1回運営委員会

開催日 2010年4月21日(水)

1. 審議事項

- (1) 学術国際情報センターの改組について

第2回運営委員会

開催日 2010年6月8日(月)

1. 審議事項

- (1) 学術国際情報センターの改組について
- (2) 学術国際情報センター教員の配置換えについて
- (3) 専門委員会委員の選出について

2. 報告事項

- (1) 新キャンパスネットワークへの移行について
- (2) 平成22年度学術国際情報センター活動計画について
- (3) TSUBAME2.0について
- (4) 平成23年度概算要求について
- (5) 東工大ITサービスデスクの開始について
- (6) 第16回スーパーコンピューティングコンテストについて
- (7) 第2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
- (8) 第15回全国共同利用情報基盤センター長会議について
- (9) 第20回情報基盤統括室会議報告
- (10) 各専門委員会・部門報告
- (11) 業務報告

第3回運営委員会

開催日 2010年9月14日(火)

1. 審議事項

- (1) 情報支援部門情報基盤活用分野教授選考委員会の設置について
- (2) 外国人客員教員の選考について
- (3) エルランゲン・ニュルンベルグ大学工学部との部局間協定(MOU)について
- (4) 研究生の入学について
- (5) 学術国際情報センター予算案について
- (6) 学術国際情報センター会議内規の改正について

2. 報告事項

- (1) スパコングリーン化技術の大規模実証研究の連携・協力に関する協定について
- (2) 革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラの構築を主導する準備段

階におけるコンソーシアム構成機関の決定について

- (3) 第16回スーパーコンピューティングコンテストについて
- (4) GSIC主催国際シンポジウム及びワークショップについて
- (5) 第21回情報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

第4回運営委員会

開催日 2010年12月7日(火)

1. 審議事項

- (1) 情報支援部門認証・ネットワーク分野教授選考委員会の設置について
- (2) 平成23年度客員教員選考委員会について
- (3) 学術国際情報センター部門内規の改正について
- (4) 準客員研究員の研究期間変更について

2. 報告事項

- (1) TSUBAME 2.0の運用開始及び披露式について
- (2) 平成22年度内部監査及び監事監査について
- (3) 第22回情報基盤統括室会議報告
- (4) 各専門委員会・部門報告
- (5) 業務報告

3. その他

- (1) 情報処理学会イベント TSUBAME 2.0大公開について

第5回運営委員会

開催日 2011年1月24日(月)

1. 審議事項

- (1) 情報支援部門情報基盤活用分野教授の選考について
- (2) 平成23年度客員教員選考について
- (3) 情報支援部門認証・ネットワーク分野専攻委員会委員について
- (4) 学術国際情報センター部門内規改正について
- (5) 学術国際情報センター専門委員会内規改正について
- (6) ユネスコとのMOU締結について
- (7) NRC ItalyとのMOU締結について

2. 報告事項

- (1) 情報支援部門認証・ネットワーク分野教授選考委員会委員の交代について

- (2) 第23・24回情報基盤統括室会議報告
- (3) 各専門委員会・部門報告
- (4) 業務報告

第6回運営委員会

開催日 2011年2月4日(金)

1. 審議事項

- (1) 情報支援部門認証・ネットワーク分野教授の選考について
- (2) 学内協力研究部門の設置について

1-6 人事異動

2010. 4. 1付

新所属等	氏名	旧所属等	備考
大学院情報理工学研究科	横田 治夫	情報基盤部門	配置換
技術部長	伊東 利哉		兼務
副センター長（情報担当）	高木 茂孝	大学院理工学研究科	兼務
研究・教育基盤部門 客員教授	小林 宏充	慶應義塾大学	採用
研究・教育基盤部門 特任助教	佐藤 仁	研究・教育基盤部門 産学官連携研究員	称号付与
研究・教育基盤部門 特任助教	滝澤真一郎	研究・教育基盤部門 産学官連携研究員	称号付与
研究情報部情報図書館課 電子図書館グループ長	江尻 佳代	研究情報部情報基盤課 基盤システムグループ主査	配置換 及び昇任
研究情報部情報基盤課 基盤システムグループ ネットワークシステム担当 技術職員	大場 準也		配置換
研究情報部情報基盤課 基盤システムグループ 認証基盤システム担当 技術職員	一瀬 光		採用

2010. 6. 30付

新所属等	氏名	旧所属等	備考
東京大学情報基盤センター	實本 英之	研究・教育基盤部門 産学官連携研究員	退職

2010. 7. 1付

新所属等	氏名	旧所属等	備考
情報支援部門 教授	伊東 利哉	情報基盤部門 教授	組織改組
情報支援部門 准教授	飯田 勝吉	情報基盤部門 准教授	組織改組
情報支援部門 特任准教授	友石 正彦	情報基盤部門 特任准教授	組織改組

情報支援部門 助教	渡辺 陽介	情報基盤部門 助教	組織改組
情報支援部門 特任助教	益井 賢次	情報基盤部門 特任助教	組織改組
先端研究部門 教授	松岡 聡	研究・教育基盤部門 教授	組織改組
先端研究部門 教授	青木 尊之	研究・教育基盤部門 教授	組織改組
先端研究部門 准教授	望月 祐洋	研究・教育基盤部門 准教授	組織改組
先端研究部門 助教	丸山 直也	研究・教育基盤部門 助教	組織改組
先端研究部門 特任助教	佐藤 仁	研究・教育基盤部門 特任助教	組織改組
先端研究部門 特任助教	滝澤真一郎	研究・教育基盤部門 特任助教	組織改組
先端研究部門 教授	山口しのぶ	学術国際交流部門 教授	組織改組
先端研究部門 准教授	ピパットポンサー・ ティラポン	学術国際交流部門 准教授	組織改組
先端研究部門 准教授	関嶋 政和	学術国際交流部門 准教授	組織改組
先端研究部門 特任准教授	西川 武志	学術国際交流部門 特任准教授	組織改組
先端研究部門 特任准教授	渡邊 寿雄	学術国際交流部門 特任准教授	組織改組
研究推進部情報基盤課長	坂本 朝治	研究情報部情報基盤課長	組織改組
研究推進部情報基盤課 基盤総務グループ長	土屋 浩之	研究情報部情報基盤課 基盤総務グループ長	組織改組
研究推進部情報基盤課 基盤総務グループ主査	松本 直子	研究情報部情報基盤課 基盤総務グループ主査	組織改組
研究情報部情報基盤課 基盤システムグループ長	小野 忍	研究情報部情報基盤課 基盤システムグループ長	組織改組
研究推進部情報基盤課 基盤システムグループ主査	井上 進	研究情報部情報基盤課 基盤システムグループ主査	組織改組
研究推進部情報基盤課 基盤システムグループ主査	山崎 孝治	研究情報部情報基盤課 基盤システムグループ主査	組織改組

研究推進部情報基盤課 基盤システムグループ主任	山梨 毅	研究情報部情報基盤課 基盤システムグループ主任	組織改組
研究推進部情報基盤課 基盤システムグループ	昆野 長典	研究情報部情報基盤課 基盤システムグループ	組織改組
研究推進部情報基盤課 基盤システムグループ	鶴見 慶	研究情報部情報基盤課 基盤システムグループ	組織改組
研究推進部情報基盤課 基盤システムグループ	森谷 寛	研究情報部情報基盤課 基盤システムグループ	組織改組

2010. 9. 30付

新所属等	氏名	旧所属等	備考
	山梨 毅	研究推進部情報基盤課 基盤システムグループ主任	退職

2010. 11. 1付

新所属等	氏名	旧所属等	備考
学術国際情報センター 研究支援推進員	北山 健		採用

2011. 1. 4付

新所属等	氏名	旧所属等	備考
	久能 めぐみ	研究推進部情報基盤課 基盤システムグループ コンピュータシステム担当 主任技術専門員	退職

2011. 2. 1付

新所属等	氏名	旧所属等	備考
像情報工学研究所 教授	伊東 利哉	情報支援部門 教授	配置換

2011. 2. 15付

新所属等	氏名	旧所属等	備考
学術国際情報センター 教授	権藤 克彦	大学院情報理工学研究科 准教授	配置換 及び昇任

2011. 3. 1付

新所属等	氏名	旧所属等	備考
学術国際情報センター 教授	山口 雅浩	像情報工学研究所 准教授	配置換 及び昇任
学術国際情報センター 産学官連携研究員	木村 文一	像情報工学研究所 産学官連携研究員	配置換

2011. 3. 31付

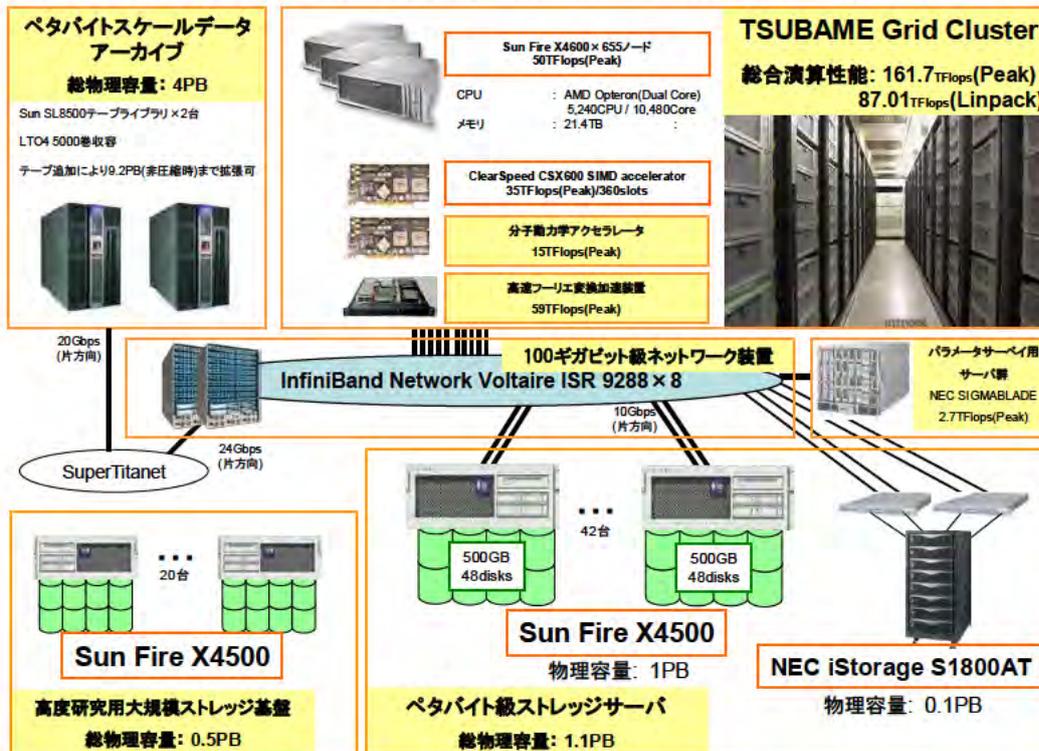
新所属等	氏名	旧所属等	備考
大学院情報理工学研究科	渡辺 治	センター長	兼務解除
	山田 恒夫	客員教授	任期満了
	西川 武志	先端研究部門 特任准教授	任期満了
大学マネジメントセンター	友石 正彦	情報支援部門 特任准教授	退職
	北山 健	研究支援推進員	任期満了

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【TSUBAME1.2】(～2010年10月31日)

東京工業大学 学術国際情報センター TSUBAME Grid Cluster



研究用支援システムは、平成18年4月に「スーパーコンピューティングキャンパスグリッド基盤システム」(TSUBAME Grid Cluster)が導入され、教職員、大学院学生及び学士論文研究生を対象とした学術研究利用のための利用されている。

TSUBAME Grid Clusterは、NECのシステムインテグレーション技術を中心に、NEC、AMD、Sun Microsystems、ClearSpeed、Voltaire、Cluster File System、NAREGI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Sun Fire X4600及び高速演算アクセラレータボード ClearSpeed(総合演算性能(ピーク)85TFlops)、高性能ストレージサーバ Sun Fire X4500(総容量1PB)、超高信頼ストレージシステム NEC iStorage S1800AT(総容量0.5PB)を導入している。

また、本センターは、TSUBAMEを含む本センターの計算資源への需要を満たすべく、絶え間なく利用技術向上並びに設備増強を実施し、運用最終年である平成22年6月のTop500では87.01TFlops(*)で64位にランキングされた。

※: 導入当初の計測値38.18TFlopsより48.83TFlops、228%の性能向上

主要な設備増強

- 平成18年度: 旧スーパーコンピュータシステムで導入していたベクトル型スーパーコンピュータからのプログラム移行を支援するために、ベクトル型コンピュータ NEC SX-8iを導入。また、急激なストレージ需要の増加に対応するために高度研究用大規模ストレージ基盤

(NESTRE)を導入。

- 平成 19 年度: 分子動力学シミュレーションユーザの高速化のニーズを満たすために分子動力学アクセラレータを導入。
- 平成 20 年度: 生物情報学シミュレーションや計算化学シミュレーションユーザのニーズを満たすために高速フーリエ変換演算加速装置を導入。また、大量のシングルジョブを処理するためのパラメータサーベイ用サーバ群(coTSUBAME)を導入。
- 平成 21 年度: 利用者が計算により生産した膨大なデータを収容するためにペタバイトスケールデータアーカイブを導入し、また今後はテープ巻数の増強と、利用者が透過的に本アーカイブを利用できるような利便性の高い階層型ファイルシステムを導入。

○スーパーコンピューティングキャンパスグリッド基盤システム (TSUBAME Grid Cluster)

◇ 演算ノード : Sun Microsystems Sun Fire X4600

【ハードウェア構成】

ノード数	655 ノード
プロセッサ	AMD Opteron (Dual Core)
プロセッサ数	5,240 CPU / 10,480 Core
演算性能	50TFlops (ピーク性能)
主記憶容量	21.4 テラバイト

【ソフトウェア構成】

OS	Linux
コンパイラ等	C, C++, Fortran
ライブラリ	OpenMP, MPI, Voltaire MPI, ScaLAPACK, BLAS, LAPACK
アプリケーション	PGI CDK, IMSL, Intel compiler, ABAQUS, MSC/NASTRAN, MSC/PATRAN, AVS/Express PCE, AVS/Express Developer, EnSight, AMBER, MOPAC, Molpro, Gaussian, GaussView, Linda, Materials Explorer, Materials Studio, Discovery Studio Modeling, SAS, Mathematica, MATLAB

◇ 高速演算アクセラレータボード : ClearSpeed CSX600

【ハードウェア構成】

枚数	360 枚
演算性能	35TFlops (ピーク性能)

◇ 高性能ストレージサーバ : Sun Microsystems Sun Fire X4500

【ハードウェア構成】

ノード数	45 ノード
総容量	1 ペタバイト

◇ 超高信頼ストレージシステム : NEC iStorage S1800AT

【ハードウェア構成】

総容量	0.1 ペタバイト
-----	-----------

○ベクトル型コンピュータ： 日本電気株式会社 SX-8i

【ハードウェア構成】

プロセッサ数	1CPU
演算性能	16GFLOPS/CPU(ピーク性能)
主記憶容量	16 ギガバイト
ファイル容量	292 ギガバイト

【ソフトウェア構成】

OS	SUPER-UX
コンパイラ等	C, C++, Fortran90
ライブラリ	ASL, MathKisan, MPI, MPI2

○ パラメータサーベイ用サーバ群： 日本電気株式会社 SIGMABLADE (coTSUBAME)

【ハードウェア構成】

ノード数	16 ノード
プロセッサ	Nehalem-EP(X5550/4C/2.66GHz) (Quad Core)
プロセッサ数	32 CPU / 128 Core
演算性能	2.7TFlops (ピーク性能)
主記憶容量	96 ギガバイト

【ソフトウェア構成】

OS	Linux
コンパイラ等	C, C++, Fortran
ライブラリ	OpenMP, MPI, Voltaire MPI, ScaLAPACK, BLAS, LAPACK
アプリケーション	TSUBAME との連携運用により、TSUBAME アプリケーションの大部分を利用可能。

○高度研究用大規模ストレージ基盤： Sun Microsystems Sun FireX4500

【ハードウェア構成】

ノード数	20 ノード
総容量	0.5 ペタバイト

○分子動力学シミュレーション加速装置： ClearSpeed X620

【ハードウェア構成】

枚数	252 枚
演算性能	15TFlops (ピーク性能)

○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)

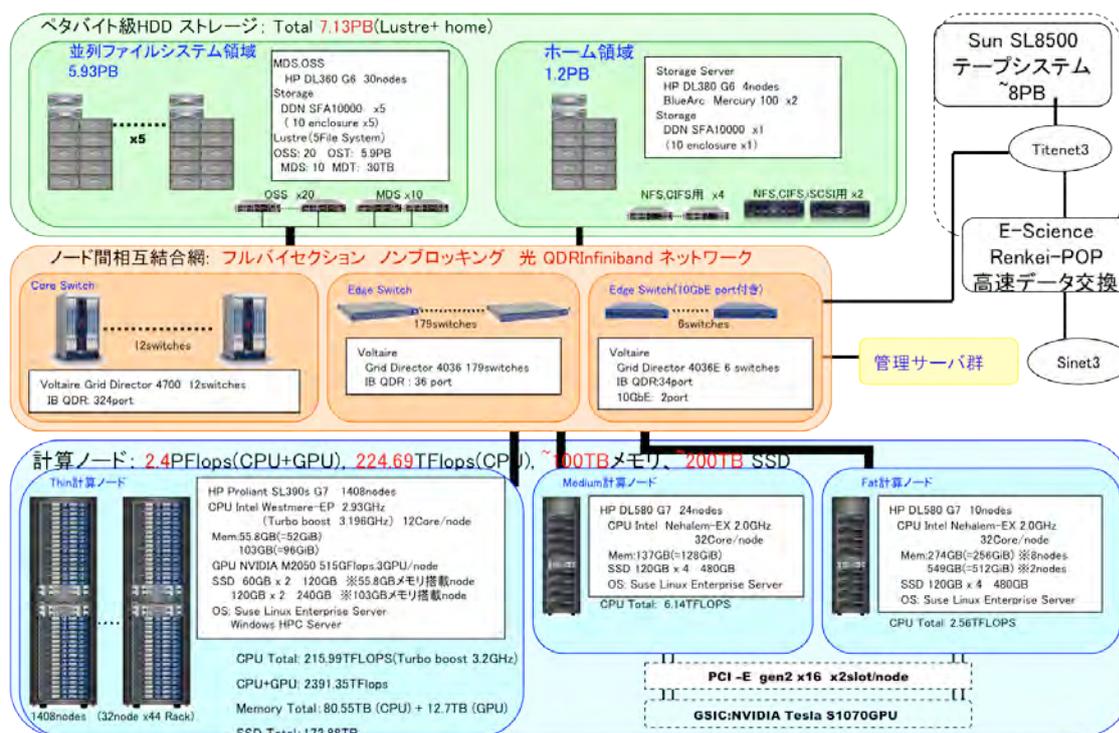
○ペタバイトスケール・データアーカイブ： Sun SL8500

【ハードウェア構成】

台数	2 台
総容量	4PB(非圧縮時、LTO4 テープ 5000 巻使用)

2-1-2 構成【TSUBAME2.0】(2010年11月1日～)

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 22 年 11 月に発表された Top500 のランキングで 1.19PFlops で世界第 4 位、また、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 958.35MFlops/W で世界第 2 位にランキングされた。

更に The Green500 においては、実際に運用しているスーパーコンピュータとして最高の成績を収めたことから、特別賞「Greenest Production Supercomputer in the World」を受賞した。

◇ 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、LTO4 テープ 5000 巻使用)

2-1-3 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

大岡山センター及びすずかけ台分室は。月曜日から金曜日までの平日は午前 8 時 30 分から午後 5 時まで開館しており、利用者は端末室内の設備を利用できる。

午後 5 時以降については全館施錠するが、午後 10 時までは IC カード化された学生証あるいは職員証により入館可能である。

3) ホスティングサービス

TSUBAME 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、11 月からは TSUBAME2.0 を用いたホスティングも開始した。

2011 年 3 月末現在、以下の合計 43 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 (24 プロジェクト)	
1. TOKYO TECH OCW	14. 大学情報 DB
2. 清華大学プロジェクト	15. TSUBAME ASP
3. WEB サーバ代行サービス	16. 国際開発工学専攻 Web サーバ
4. Tokyo Tech E-Learning for Information Technology Education	17. STAR Search システムサブワーキンググループ
5. 電気電子工学専攻・電子物理工学専攻	18. 建物情報管理システム
6. ものつくりセンターすずかけ台分館	19. GCOE 「計算世界観の深化と展開」
7. 生命時空間ネットワーク進化型教育研究拠点	20. 事務・教務システム
8. 大規模知識資源の体系化と活用基盤構築 Knowledge Store	21. TAMEDAS 事業
9. TITech ChemRS	22. 東京工業大学校友名簿管理システム
10. 環境安全衛生教育システム	23. 教育研究高度化プロジェクト
11. 総合プロジェクト支援センター	24. 高大連携プロジェクト
12. 原子炉工学研究所	25. 応用セラミック研究所ホームページ
13. GSIC 遠隔マルチメディア教育分野テスト用ポータルサーバ構築プロジェクト	26. 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

個別ホスティングサービス (6 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)	4. COE-KS データベース
2. 教務 WEB サービス (学務部)	5. 認証認可システム
3. TDL オリジナルデータベース (図書館)	6. 東京工業大学校友名簿管理システム

ライセンスサーバホスティングサービス (11 プロジェクト)	
アプリ名	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)

2-1-4 実績【TSUBAME Grid Cluster 統計資料 (2009年4月～2010年3月)】

◎H22年度計算機利用料収入内訳

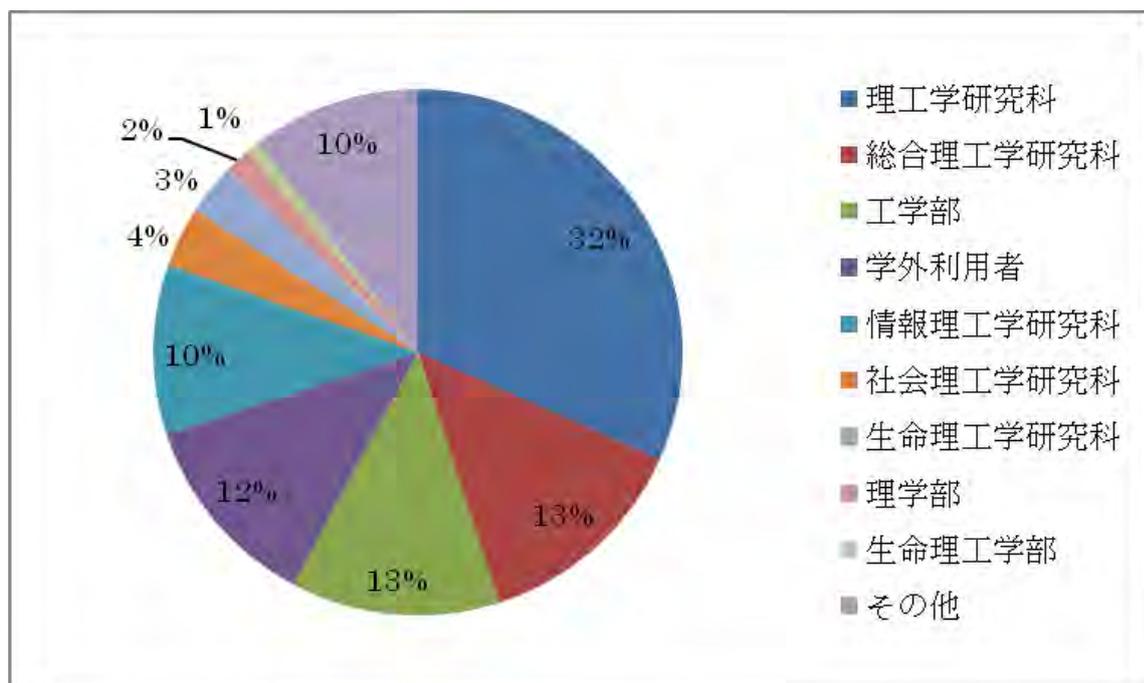
総収入	60,399,000
学内利用	17,897,000
共用促進事業	27,350,000
学際共同研究拠点	1,452,000
外部有償利用	13,700,000

◎利用者登録状況

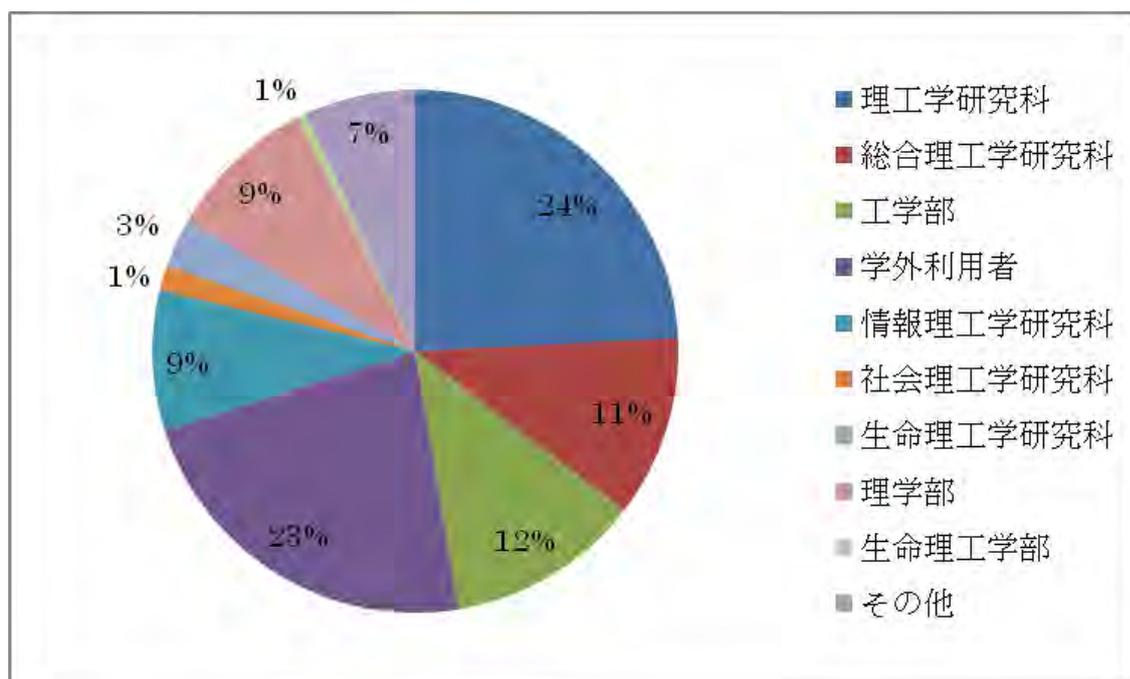
	2010年									2011年		
登録者数	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
	1348	1409	1478	1544	1566	1609	1638	674	857	960	1044	1049

◎所属別登録状況

【TSUBAME1.2】(2010年10月)



【TSUBAME2.0】(2011年3月)



◎システム利用状況

		実利用者数	接続回数	CPU 時間		
				interactive (時:分:秒)	batch (時:分:秒)	合計 (時:分:秒)
TSUBAME1.2	2010年4月	499	7425	482:21:00	1388747:06:36	1389229:27:36
	2010年5月	431	9133	653:43:48	2919849:14:24	2920502:58:12
	2010年6月	521	11135	849:22:12	3123680:54:36	3124530:16:48
	2010年7月	451	12490	709:09:00	3256897:34:12	3257606:43:12
	2010年8月	408	6816	1003:29:24	967364:13:48	968367:43:12
	2010年9月	480	9281	1107:06:00	1052920:07:12	1054027:13:12
	2010年10月	383	7023	1883:24:00	548282:37:12	550166:01:12
	合計		63303	6688:35:24	13257741:48:00	13264430:23:24

TSUBAME2.0	2010年11月	479	-	-	651275:00:00
	2010年12月	467	-	-	1069245:00:00
	2011年1月	457	-	-	1499140:00:00
	2011年2月	430	-	-	1133757:00:00
	2011年3月	331	-	-	476569:00:00
	合計	851*2	-	-	4829986:00:00

*1) 接続時間は接続開始月を基準としています。 *2) 2010年11月から2011年3月を通しての実利用者数です。

◎予約制大規模サービス予約実績

【TSUBAME1.2】

	2010年							合計
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	
hpc1	4	5	6	9	5	8	0	37
hpc3	0	4	6	9	6	8	0	33

【TSUBAME2.0】

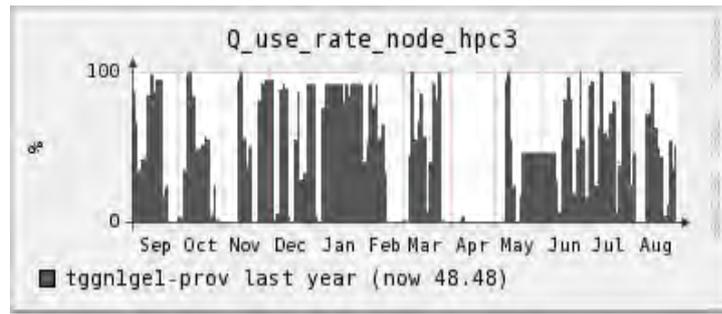
	2010年		2011年			合計
	11月	12月	1月	2月	3月	
予約ノード数	11610	12600	12620	9240	6788	52858
予約件数	57	12	21	23	23	136
利用ノード数	5613	852	1476	2476	2133	12550

◎サービス別利用率グラフ

【TSUBAME1.2】 (2010年4月から2010年9月まで)

<p>ベストエフォートサービス (bes1+bes2: 234 ノード)</p>	
<p>性能保証サービス (sla1+sla2: 236 ノード)</p>	
<p>大規模予約サービス (hpc1: 65 ノード)</p>	

大規模予約サービス
(hpc3: 33 ノード)



【TSUBAME2.0】 (2010年11月から2011年3月まで)

(取得方式が変更されたため、集計できませんでした)

◎システム障害件数

【TSUBAME1.2】

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	合計
ソフトウェア	0	0	0	0	0	0	0	0
ハードウェア	8	8	8	5	3	3	3	38
月小計	8	8	8	5	3	3	3	38

【TSUBAME2.0】

	11月	12月	1月	2月	3月	合計
ソフトウェア	2	28	29	28	7	94
ハードウェア	19	25	20	20	31	115
その他	0	0	0	3	28	31
月小計	21	53	49	51	66	240

◎運用実績

H22 4月6日	H22年度運用開始 (work2新設、ファイル使用制限開始)
4月22日～5月18日	春の講習会開催(UNIX入門、プログラムチューニングのみ)
8月2日	サービス休止 移行運用準備作業および大岡山構内停電対応
8月9日	移行運用開始 BES 50%、SLA 50%、ストレージ削減
8月12,13日	夏季一斉休業 (TSUBAMEは停止せず)
8月23日～27日	SuperCon2010開催 (tsubasa利用、教室利用)
8月27日 17:00～30日 10:00	サービス休止 (すずかけ台構内停電) (vest7,8,9)
9月1日	SX-8運用終了 BES無料化 BESキュー実行制限
10月1日	hpc1、hpc3停止、SLA無料化、SLAキュー実行制限
10月7日	cotsubame、tsubasa停止 Tesla停、SLAノード削減
10月25日 10:00	TSUBAME1.2運用終了
11月1日 10:00	TSUBAME2.0運用開始 S,S96,L128,L256,L512,Hキュー開始
11月29日 10:00	サービス休止

～12月1日 10:00	12月サービスイン項目の準備作業
12月1日 10:00	G、V、Sw、Vw キュー開始、従量制課金開始
1月17日 10:00	X キュー開始、繁忙期対応として S キュー50 台増加
3月14日 12:00 ～3月16日 18:00	サービス休止 計画停電の可能性のため、全システム停止
3月16日 18:00 ～3月18日 17:00	S,G,V キューによる縮退運転実施
3月18日 17:00 ～3月22日 18:00	サービス休止 計画停電の可能性のため、全システム停止
3月22日 18:00 ～3月25日 14:00	S,G,V キューによる縮退運転実施
3月25日 14:00～28日 17:00	サービス休止 年度末メンテナンス

◎TSUBAME 1.2 キュー構成

利用サービス	キュー名	用途	ノード数 (コア数)	利用可能 並列数(*18)	使用可能時間 (経過時間)	使用可 メモリ	割当て ポリシー	
無料サービス	interactive	開発・デバッグ・投入	6(96)	4	30分(*10)	4GB	共有型	
	csdebug	ClearSpeed プログラム開発・デバッグ・投入	2(32)				共有型	
	tesladebug	TESLA プログラム開発・デバッグ・投入	3(48)				共有型	
	novice	授業、利用練習	11(176)	32/ユーザ	60分	1GB(*4)	共有型	
移行措置	sas	SAS 利用キュー	1(-)	10 ユーザー	60分(*11)	4GB(*12)	共有型(*1)	
	sles9	旧環境利用キュー	2(32)	32	7日	4GB	共有型	
ベストエフォートサービス	bes1	計算用	116(1856)	ユニット割当てによる	7日(*15)	1GB(*4)	共有型	
	bes2	計算用	118(1888)				共有型	
	cs1	ClearSpeed 利用キュー	116				共有型(*2)	
	cs2	ClearSpeed 利用キュー	118				共有型(*3)	
	bes1tes2	TESLA 利用キュー	20				共有型(*2)	
	bes2tes2	TESLA 利用キュー	67				共有型(*3)	
	mopac	MOPAC 利用キュー	3(48)	シングルのみ	7日(*15)	1GB(*4)	共有型(*3)	
	tsubasa	TSUBASA 利用キュー	88(1408)	ユニット割当てによる			一般利用は連続6時間以内	共有型(*13)
	coTSUBAME	coTSUBAME 利用キュー	14(112)	112			共有型(*14)	
性能保証サービス	sla1	計算用	118(1888)	1888	無制限(課金割り当てによる)	1GB(*4)	専有型(*5)	
	sla2	計算用	118(1888)	1888			専有型(*6)	
	sla1tes2	TESLA 利用キュー	60	60			専有型(*16)	
	sla2tes2	TESLA 利用キュー	57	57			専有型(*17)	
	RAM64GB	計算用(メモリ 32GB 以上)	16(256)	256			専有型(*8)	
	RAM128GB	計算用(メモリ 64GB 以上)	2(32)	32			専有型(*9)	
	hpc1	大規模計算用	65(1040)	1040	スロット指定時間	1GB(*4)	専有型	
	hpc1tes2	TESLA 利用キュー	62	992			専有型(*7)	
	hpc3	大規模計算用	33(528)	528			専有型	
性能保証サービス(学外利用者用1)	inno1	計算用	118(1888)	1888	無制限(課金割り当てによる)	1GB(*4)	専有型(*5)	
	inno2	計算用	118(1888)	1888			専有型(*6)	
	inno1tes2	TESLA 利用キュー	60	60			専有型(*16)	
	inno2tes2	TESLA 利用キュー	57	57			専有型(*17)	

性能保証 サービス (学外利用 者用 2)	pinno1	計算用	118(1888)	1888	無制限(課金 割り当てによ る)	1GB(*4)	専有型(*5)
	pinno2	計算用	118(1888)	1888			専有型(*6)

*1 sles9 ノードと兼用されます *2 bes1 キューのノードと兼用されます *3 bes2 キューのノードと兼用されます *4 「-mem」 オプションで変更可能です *5 sla1, inno1, pinno1 の各キューのノードは兼用されます。 *6 sla2, inno2, pinno2 の各キューのノードは兼用されます。 *7 hpc1 キューのノードと兼用されます *8 sla に対して 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)。 *9 sla に対して 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)。 *10 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。 *11 login 時に sas を指定してターミナルから sas を起動した場合は CPU 時間で制限されます。 *12 login 時に sas を指定してターミナルから sas を起動した場合は最大 4GB に制限されます。 *13 詳しい利用方法については「一般 TSUBAME ユーザによる TSUBASA 利用法」を御覧ください。 *14 各ノードは 2.66GHz Xeon 8core/node, メモリ 24GB の構成になります。詳しい利用方法については「coTSUBAME 利用の手引き」を御覧ください。 *15 nlge の -et オプションで変更可能です。 *16 slaltes2, innoltes2 の各キューのノードは兼用されます。 *17 sla2tes2, inno2tes2 の各キューのノードは兼用されます。 *18 MPI 並列ジョブはデフォルトで 1 ノード当り 8 並列ずつ割当てられます。ノード当りの割当て数を変更したい場合は、-mpi M:N と実行すると、ノード当り N 並列、全体で M 並列実行されます。

※ノード割り当てポリシーについて

ジョブを投入するキューによって、プログラムが実行されるノードの割り当て方法が違いますので御注意ください。

ノード共有型:

ノード共有型割り当てでは、ジョブは空き CPU 数が多いノード (空いているノード) から割り当てられます。既に全てのノードにジョブが割り当てられている場合でも、空き CPU 数が多いノードで新しいジョブの実行が開始されます。そのため、一つのノード上で複数のジョブが混在する可能性があります。この場合、ノード上の他のジョブの影響によって、各ジョブの実行時間にばらつきが発生する場合があります。

ノード専有型:

ノード専有型割り当てにおいても、共有型と同様にジョブは空き CPU 数が多いノード (空いているノード) から割り当てられます。ただし、ノード共有型の割り当てとは違い、一つのノードに複数のジョブが割り当てられる事はありません。全てのノードでジョブが実行中の場合、CPU が空いているノードがあったとしても、そのノードで新しいジョブの実行が開始されることはありません。実行を開始できないジョブはそのままキューで待ち状態となります。一つのノード上で複数のジョブが混在することがないため、他のジョブの影響による実行時間のばらつきは少なくなります。ただし、並列数が少ないジョブをノード専有型キューに投入すると空き CPU 数が増え、効率的な利用ができなくなります。ノード専有型キューに投入する場合、16CPU 単位での並列ジョブ (MPI, OpenMP) あるいは 8CPU 単位での Gaussian ジョブなどを目安として、システムの効率的な利用に御協力いただけるよう、よろしく御願いいたします。

◎TSUBAME 2.0 キュー構成

サービス	キュー名	用途	ノード/コア/スレッド数	時間制限	メモリ制限	並列数上限	備考
無料	インタラクティブノード (一般用)	デバック, ジョブ投入	10/120/240	30分	6GB	4	*9
無料	インタラクティブノード (GPU用)	デバック, ジョブ投入	10/120/240	30分	6GB	4	*9
従量課金	S	中規模並列	300/3600/7200*13	1~4日	1GB*4(54GBまで)	7200	*14
従量課金	S96	54GB以上のメモリ	41/492/984	1~4日	1GB*4(96GBまで)	984	*5
従量課金	L128	96GB以上のメモリ	24/768/1536	1~4日	1GB*4(128GBまで)	1536	*6
従量課金	L256	128GB以上のメモリ	8/256/512	1~4日	1GB*4(256GBまで)	512	*7
従量課金	L512	256GB以上のメモリ	2/64/128	1~4日	1GB*4(512GBまで)	128	*8
従量課金	G	GPU専用	480/1920/3840	1~4日	1GB*4	無制限	G側でコア指定は不可能
定額課金	V	ノード内並列	440/3520/7040	1~4日	1GB*4	割当による*10	仮想環境
定額課金	Vw	WindowsHPC*1	40*12	1~4日	1GB*4	割当による*11	仮想環境
定額課金	Sw	WindowsHPC*1	8*12	1~4日	1GB*4	192	native
予約	H*9/X*14	大規模並列	420/5040/10080	スロット時間	1GB*4	10080	予約期間は ssh 接続可能

- 事前の利用準備が必要です。
- 利用状況に応じて動的に配置されます。
- 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 利用ポータル 利用の手引 を参照してください。
- 「mem」オプションで変更可能です。詳細は 5.5 メモリサイズの指定 を参照ください。
- S に対して 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)。
- S に対して 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)。
- S に対して 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)。
- S に対して 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)。
- 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。
- 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。
- 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。
- 別途用意されている TSUBAME2 windows 環境利用の手引 をご参照ください。
- ジョブの混雑状況に応じて割り当てが増える場合があります。
- S キューに投入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当てます。(X キューは通常は見えません)

※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

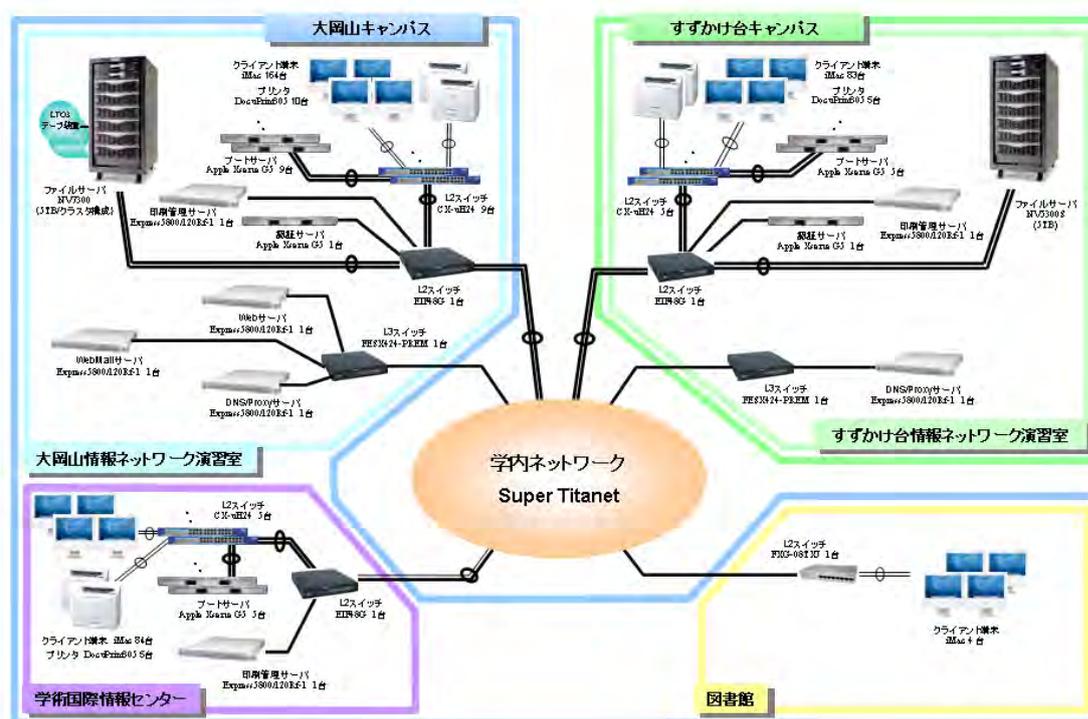
各ノード内で、リソースが許す範囲で不特定多数のユーザーによる複数のジョブが実行されることがあります。1つのジョブが複数のノードを使用することも可能です。V キューのノードが該当します。

2-2 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、分れている教室それぞれにiMac 80台とポストスクリプトプリンタ5台の構成で、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 (iMac G5)	学術国際情報センター3階実習室	84台
	大岡山南4号館情報ネットワーク演習室	164台
	すずかけ台情報ネットワーク演習室	83台
ファイルサーバ (NEC iStorage)	総容量 5.8テラバイト	
	大岡山南4号館情報ネットワーク演習室	1台
	すずかけ台情報ネットワーク演習室	1台

【ソフトウェア構成】

オペレーティングシステム	MacOS X
アプリケーション	Mathematica, MATLAB, Spartan, MOPAC,

	Microsoft Office,
プログラミング言語処理系	C, C++, Fortran77, Fortran95, Perl, Ruby, Basic, Pascal, Java2SDK, Prolog, Common Lisp

2-2-2 運用

(1) 利用者登録

学部学生については、全学認証システムと連携することにより、4月の時点で全学生が利用できるなっている。

また大学院生については、別途申請することにより全学認証システムからのデータ提供を受け、利用することができる。

(2) ネットワークセキュリティ

telnet	学内のみ許可
www	お知らせのページ及び教員のページは学外からの参照を許可。学生のページは学外からの参照を禁止
ftp	学内のみ許可

(3) 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:22:00 まで。

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。

演習室の利用時間が実習室より短いのは、大岡山は空調機の音が地域住民に騒音となる為。また、すずかけ台は附属図書館と入り口が同じで図書館の閉館に合わせている為である。

なお土曜・日曜及び祭日は防犯上の理由から入室を禁止している。

(4) 利用期限

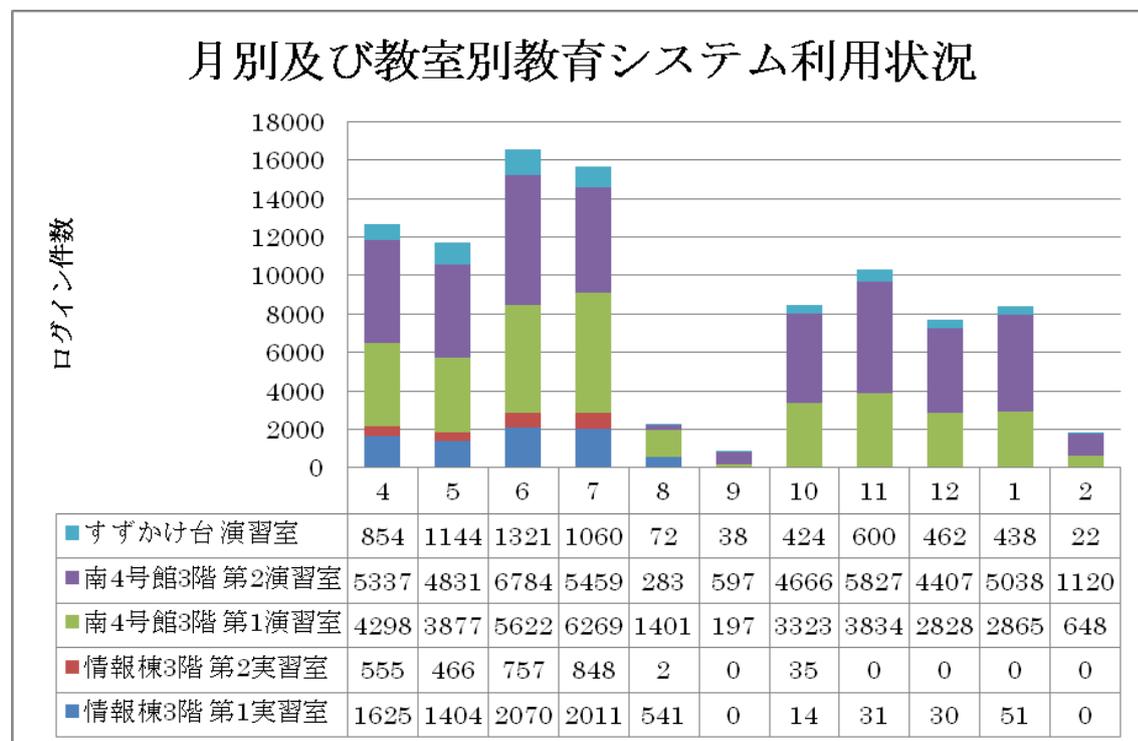
学部学生については学生証の有効期間に準ずる。

大学院生については、当該年度末まで利用可能。

2-2-3 実績【教育用計算機システム統計資料(2010年4月～2011年2月)】

利用者登録状況

	学部1年生	学部2～4年生	大学院生
登録者数	1127	3522	413



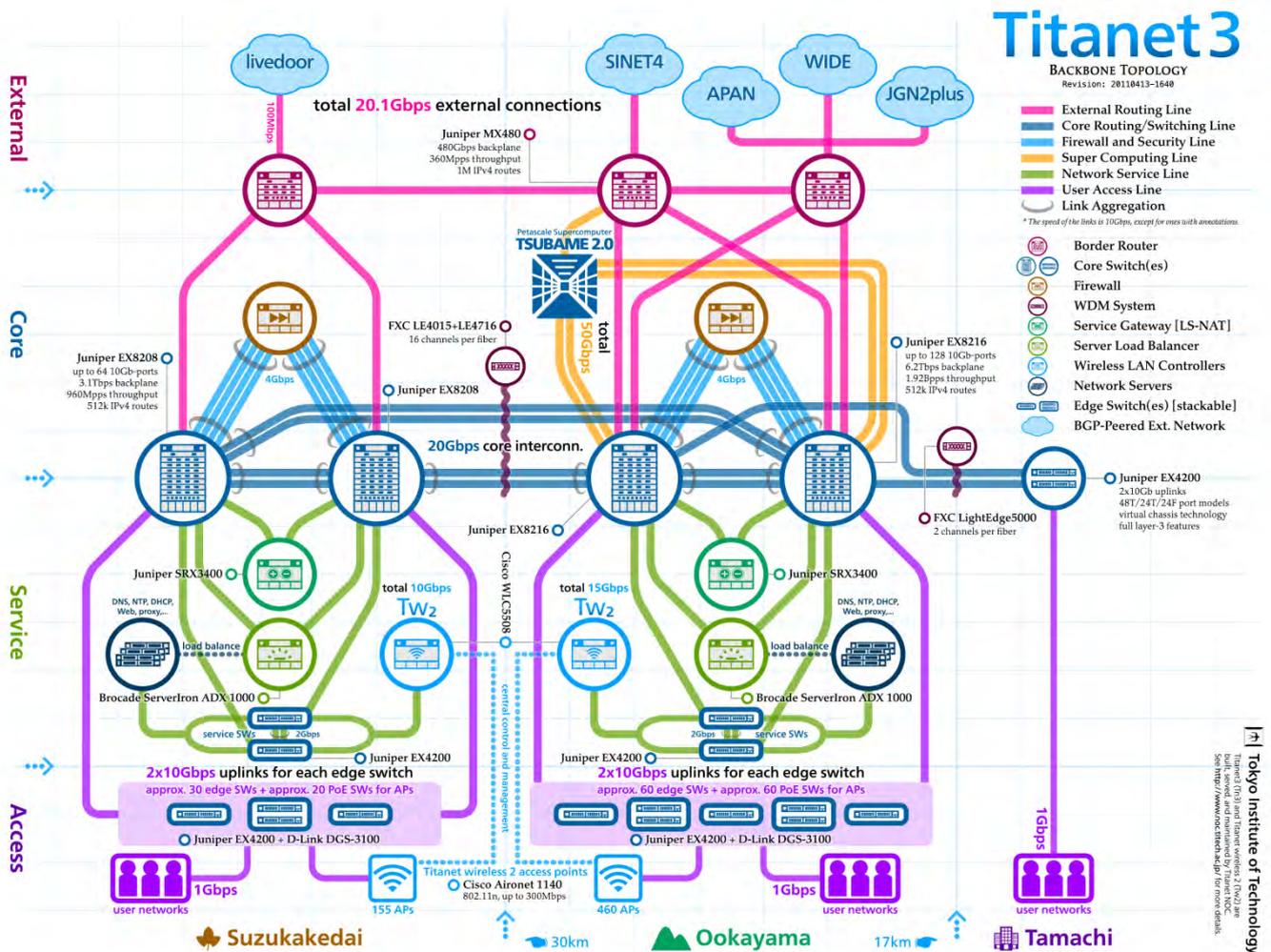
2-3 ネットワークシステム

2-3-1 構成

○ 有線ネットワーク (Titanet3) の構成

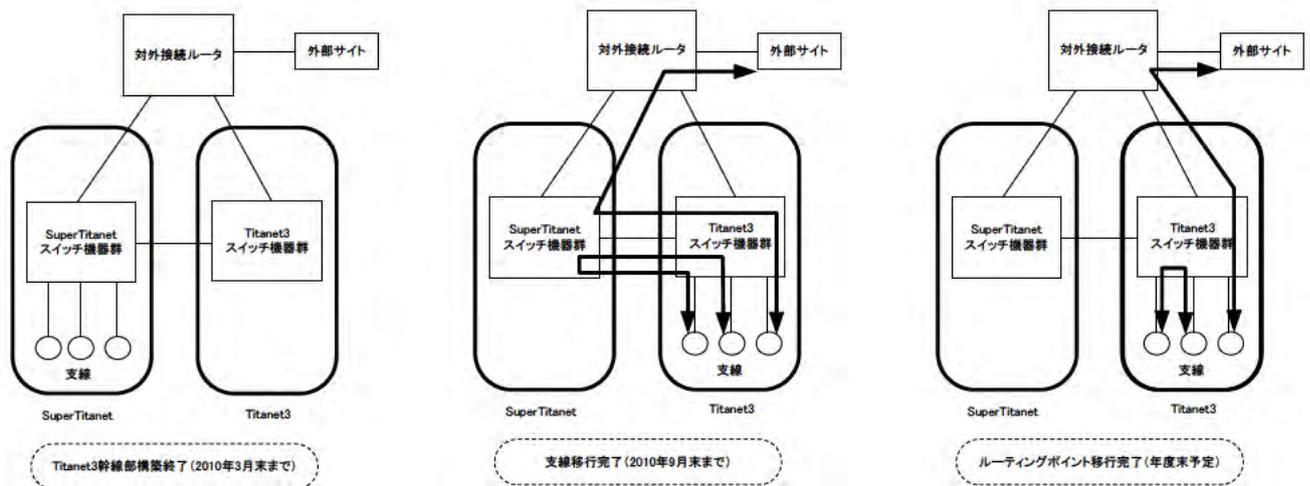
先進性・信頼性・運用管理性の3点を重視して設計を行い平成22年3月に導入したTitanet3は、運用開始から1年を経過した。Titanet3は導入後すぐ利用できたのではなく、旧ネットワークシステムであるSuperTitanetと共存させ、ほぼ1年かけて移行を行ってきた。Titanet3の構成図を以下に示す。

なお、Titanet3の概要については、GSIC発行「年報」(2009年度第8号)のトピックス「キャンパスネットワークTitanet3の導入」が詳しいのでそちらをご覧ください。



○Titanet3 への移行

SuperTitanet から Titanet3 への移行は、以下の手順で行った。



(1) 移行計画の承認

移行に当たり、ネットワークシステム専門委員会並びに情報基盤統括室にて、以下のとおりご審議頂きご承認の上、実施した。

- ・新キャンパスネットワーク (Titanet3) 利用説明会を開催する。
- ・移行開始は、説明会 (4月22日第1回目) 終了後とする。
- ・移行終了は平成22年8月末とする。

その理由としては、

- ・SuperTitanetの老朽化に伴い、一刻も早い移行が必要であること。
- ・2つのキャンパスネットワークを運用することによるネットワーク運用部署(NOC)の負荷を低減させる必要があること。
- ・移行作業には最低3か月はかかること。

(2) 新キャンパスネットワーク (Titanet3) 利用説明会の実施

以下のとおり、利用説明会を開催した。また、第1回目についてはUstreamを用いた中継及び配信も行った。

- ・第1回目：4月22日(木) 会場：大岡山キャンパス 60名、Ustream視聴 55名
- ・第2回目：5月11日(火) 会場：すずかけ台キャンパス (大岡山キャンパスとのTV会議中継)

大岡山キャンパス 16名、すずかけ台キャンパス 25名

(3) 支線ネットワークの移行

- ・第1段階 (4月22日~6月30日)

スイッチの種類・設置状況によってはすぐに切り替えられる所と作業期間(1日程度)を要する所がある。説明会では建物別の移行作業見積に関する資料を提示し、移行に積極的にご協力いただける支線を募集し移行することとした。また、移行当初は細かい調整等で接続が一時的に不安定となることもご了承いただき進めた。(基本的に数分程度の切断) また、NOCとしてはスムーズな移行と移行当初の接続性確保には十分協力するとともに、移行作業で問題が発生した場合は即座に切り戻して、原因判明までは移行しないこととした。

結果、多くの支線から移行の依頼があり調整に時間を要したが、予定どおり6月末で第1段階を終了することができた。

・第2段階（6月30日～9月末）

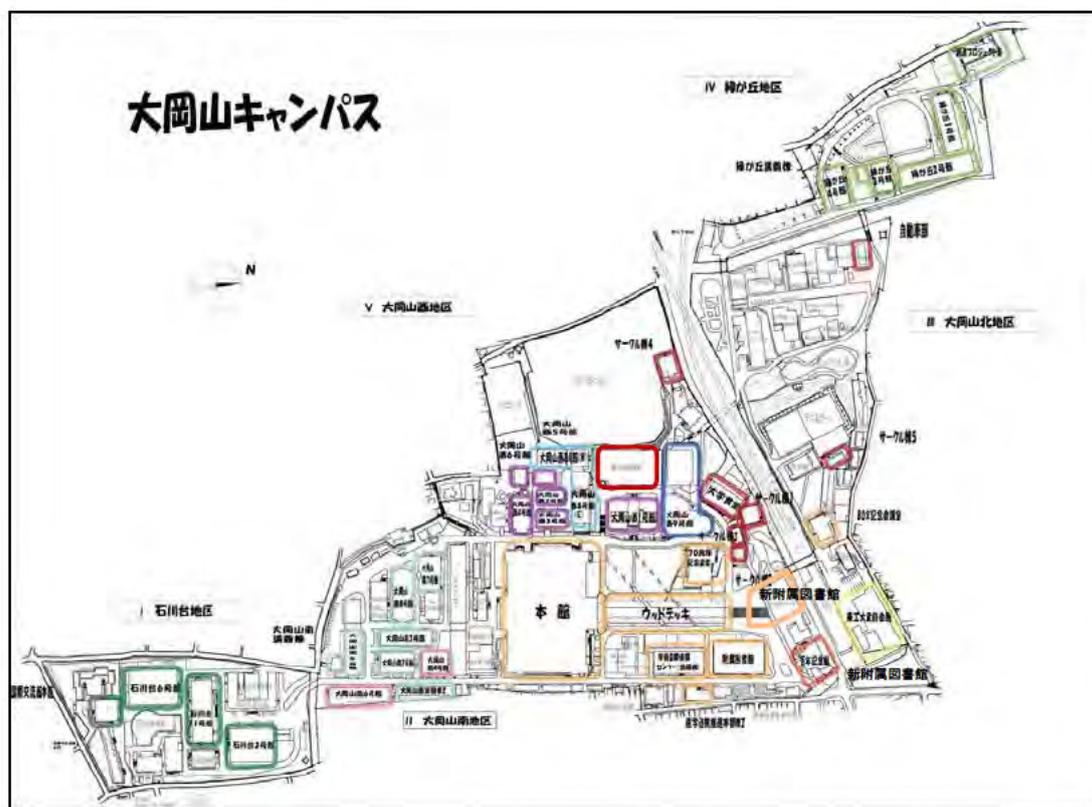
第1段階において、一定数の移行実績ができ安定運用が確認できたため、残りの支線についてはNOCで作成した作業日程を支線側に提示し、日程調整の上、順次移行を実施した。各支線等の協力により、支線の移行が8月末までにほぼ完了、旧ファイバを利用した暫定利用の特別な支線（大岡山附属図書館など）についても9月末までに移行を完了した。

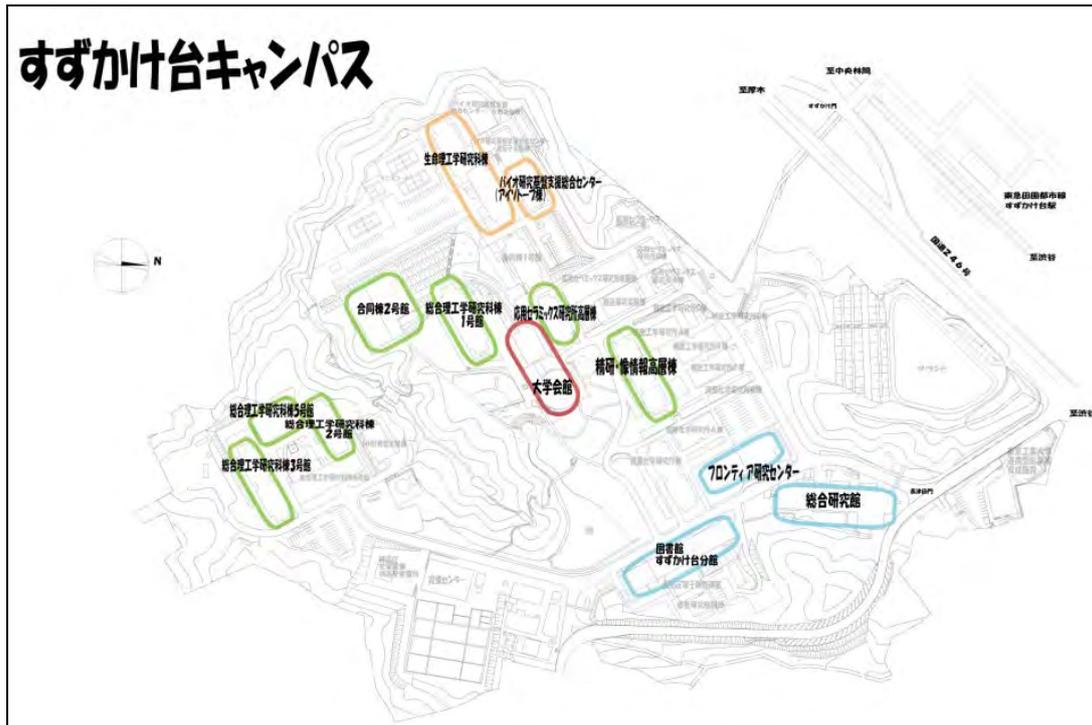
(4) ルーティングポイントの移行

ルーティングポイントの移行作業では各支線との個別調整事項がないため、移行作業を開始する旨のアナウンスのみを行い、個別調整の連絡はせず、利用状況の少ない時間帯に随時支線を移行した。本移行ではいくつかの支線で不具合が発生した。一部ははまだ調査中であるが、そのほとんどが支線側の設定情報が不足していたことによるものであった。今回の移行により顕在化したことは支線には申し訳ないが不幸中の幸いであった。

○ 無線LANの構成

無線LANは平成22年3月に更新した。新無線LANでは、802.11n規格による高速接続・端末収容能力の向上、資源の有効利用を目的とした複数ESSIDによる無線LANの仮想化、無線LANログインの簡便化（従来の東工大ポータル認証から無線LAN専用ページを用いたログイン認証に変更）した。平成22年度末現在、でのアクセスポイントは図に示す建物（ウッドデッキ含む）に615台（大岡山：460台、すずかけ台：155台）のアクセスポイントが設置されている。





○有線ネットワーク及び無線 LAN の移行で発生した主なトラブル

新システムへの移行において導入機器の不具合や制約により、以下のようなトラブルが発生した。

(1) キャンパス有線ネットワーク

- ・スパンニングツリープロトコルのトポロジが収束しないことにより、トラフィックストームが断続的に発生した。

対策: メーカーにて不具合修正済みである。

- ・他社製スイッチとの混在環境において、導入機器の PVST+ BPDU パススルーによりポート種別のミスマッチが発生し、他社製スイッチのスイッチポートが一時的に動作停止した。

対策: BPDU の到達範囲を厳密に管理し、必要に応じて他社製スイッチに BPDU フィルタリング機能を適用した。

- ・パケットフィルタが一部パケットを捕捉できない問題が発生した。

対策: メーカーにて不具合修正対応中である。

- ・パケットフィルタの利用可能数の数え上げ方法が従来機器と異なることにより、従来機器で使用していたパケットフィルタをそのまま導入機器へ移行すると利用可能数の上限を超えてしまい移行が不可能になった。

対策: 支線用パケットフィルタを適宜細かく分割・修正した上で移行した。

(2) 無線 LAN

- ・無線 LAN コントローラがメモリリークにより定期的に強制再起動が発生する。

対策: メーカーにて不具合修正対応中である。

- ・Web 認証画面の更新が定期的に不可能な状態になる。

対策: メーカーにて不具合修正対応中である。

2-3-2 運用サービス

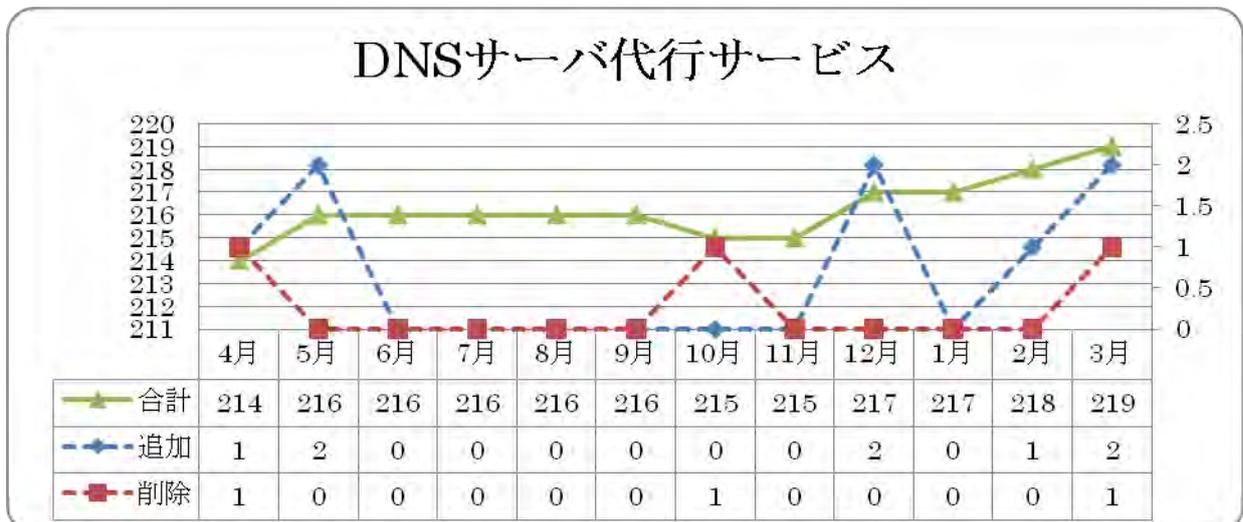
前述した基幹ネットワークの提供に加え、以下のネットワークサービスも提供している。

(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)

各種サーバをセンター内に設置して集中管理を行っている。これにより、各支線において①ログ情報の監視、②セキュリティパッチの適用、③ソフトウェア更新作業、④障害時対応(ネットワーク停止等による障害の拡大防止、被害調査及び報告、システムの復旧作業等など)の管理作業を大幅に削減することができると同時に、ネットワークセキュリティを強化することが可能となっている。

WWW サーバ代行サービスは、サービスの維持管理に必要な利用負担金をいただいている。なお、平成 20 年度末には Web Application Firewall の導入し、Web アプリケーションのやり取りを監視し、不正侵入を防御している。

【サーバ代行サービス登録件数】



(2) ファイル交換ソフトウェア検知サービス

2007年10月より、本学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る。このサービスは、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に通知するサービスである。また、昨年度には、全学の流量増加に伴い10GbE化を行った。

2010年3月末日時点での検知対象は、BitTorrent, Gnutella, Kazaa, Share, WinMX, Winny, eDonky, eDonkey2000, Direct Connect, Gnutella Ultrapeer となっている。また、これらのソフトウェアと同等の通信を行うソフトウェアも検知されることとなっている。

(3) 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よる高速処理を行っている。支線毎に、ウェブ(HTTP)やメール(POP3, SMTP)などのサービスごとの条件を指定でき、不要なポートを閉じておくことで、不正侵入の可能性を減少させる効果がある。また、入り(inbound)と出(outbound)のトラフィックを個別に指定可能であり、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可能としている。

(4) 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る。また、学内を対象として、DNS サーバ(フルリゾルバ)を提供している。

(5) スクリーニングサービス

東工大の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、不可の設定を行っている。このサービスを利用することにより、同一の支線内や、学内との通信のみを行なうことを目的としたホストについて、学外からの通信を制限でき、不正規アクセスの対象となることを防ぐことが可能になっている。

(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る。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等が利用できる。

(7) 自動IPv6 トンネリング防止サービス

IPv6 over IPv4 トンネリングを遮断し、希望する支線からのIPv6 over IPv4 トンネリング(6to4, Teredo、手動トンネリング)通過を適宜許可している。

(8) 時刻情報(NTP)サービス

GPS 及び CDMA を時刻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る。

これにより、各計算機に内蔵されている時計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や、ネットワークトラブル発生時の異なる計算機間でのログの解析が容易になる。

(9) 研究プロジェクトへの支援

2002年10月にスーパーSINET用ノード装置が導入され、対外接続の高速化とともに、「高エネルギー・核融合科学」、「宇宙科学・天文学」、「遺伝子情報解析(バイオインフォマティ

クス)」、「スーパーコンピュータ等を連動する分散コンピューティング(GRID)」等の先端的研究分野における本学の研究プロジェクト向けにギガビット専用線の提供及びキャンパスネット経由での接続環境が提供された。

これら学内の研究プロジェクトに対して、SINET4 ノード（2011 年 3 月に更新された）から研究プロジェクトの所属する研究室までの構内ギガビット専用線路、研究機器接続用ネットワークスイッチ等の提供並びにネットワーク構築のための技術支援を行っている。また、JGN2plus, APAN 接続プロジェクトについても同様の支援を行っている。

(10)ゲスト用無線 LAN 提供サービスの実験開始

2010 年 3 月から、本学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 接続サービスの接続実験を開始した。(本号の「3-1-3 ゲスト用無線 LAN 提供サービスの実験開始」を参照)

2-4 キャンパス共通認証・認可システム

2-4-1 構成

平成 18 年 4 月から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。

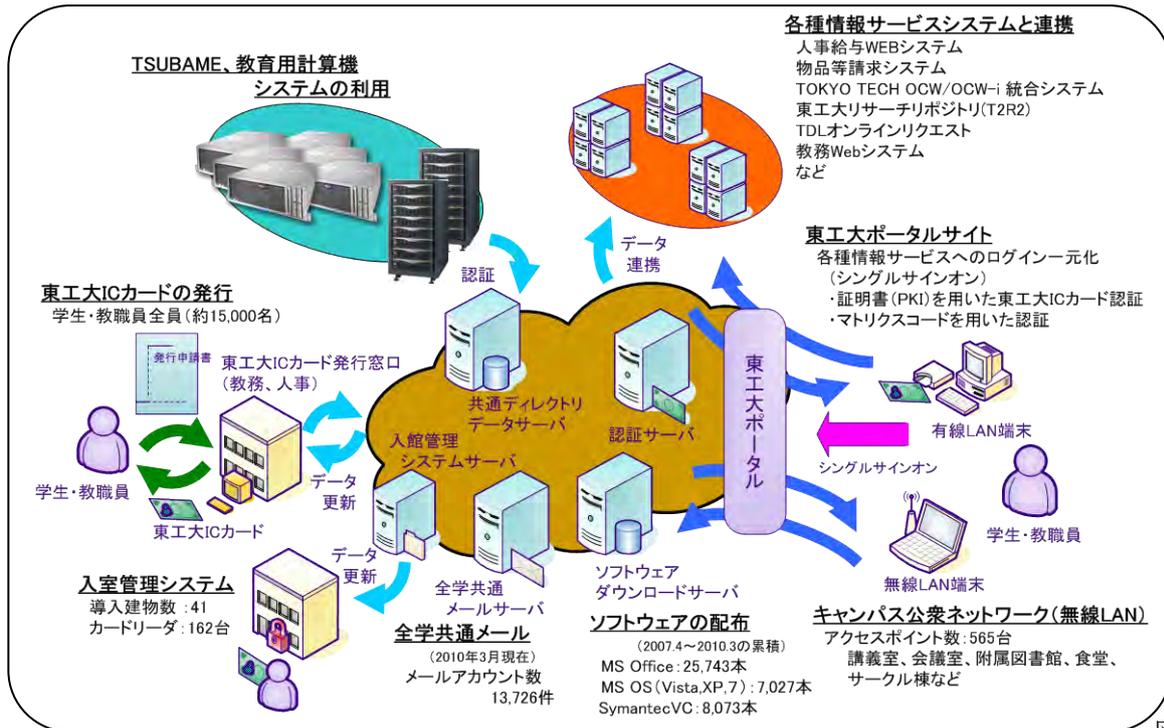


図 2-4

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情報サービスは以下のとおりである。

- ・ 全学共通メール（ウェブメール、管理者機能など）
- ・ 物品等請求システム
- ・ 講義支援システム(LMS)
- ・ 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)
- ・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
- ・TSUBAME2.0 利用ポータル

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 (マトリクスコード票の新設) (注1)
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

(注1) 東工大 IC カードの発行を行わない、マトリクスコードのみを印刷したマトリクスコード票を発行できるようにした。本票は特定サービスのみ利用する利用者(非常勤講師など)に発行する。

(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 (2011年3月31日現在)

全学共通メールアドレス発行件数	13,864
(内訳) 常勤職員	1,771 (13%)
非常勤職員	1,511 (11%)
アクセスカード所有者	405 (3%)
学部学生	4,797 (35%)
大学院学生 (修士課程)	3,618 (26%)
大学院学生 (博士後期課程)	1,544 (11%)
研究生等	218 (1%)

・全学共通メール利用状況（2010年4月1日～2011年3月31日）

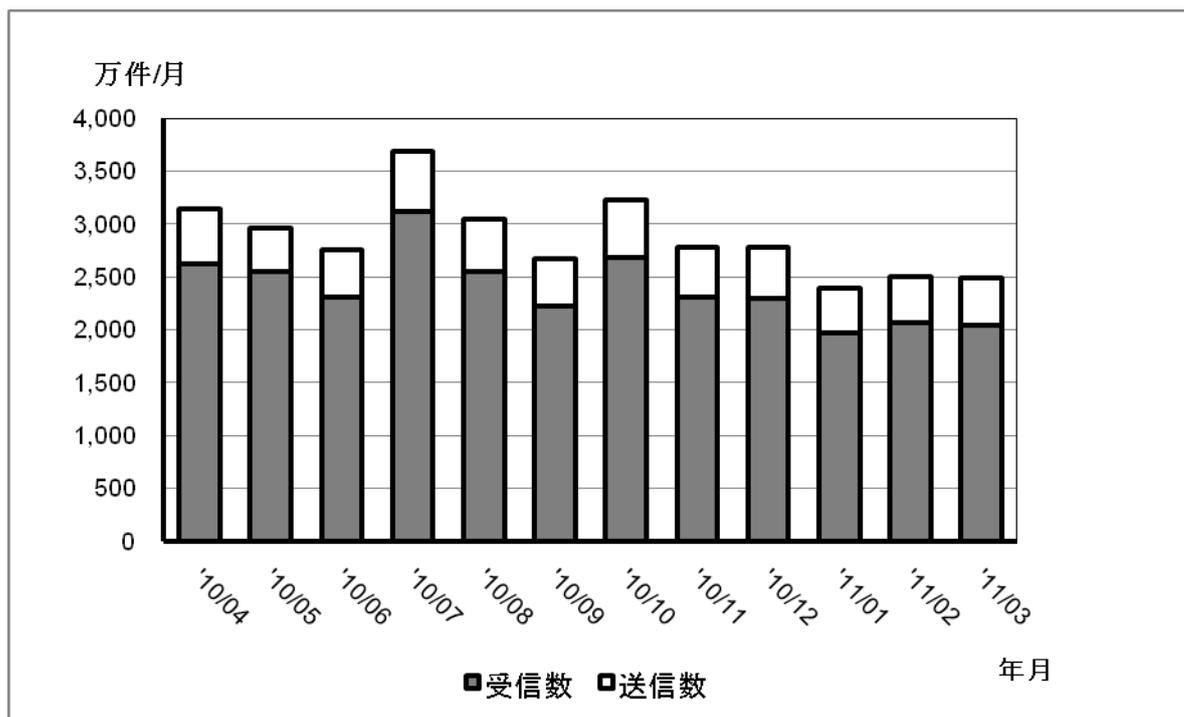


表 2-4 全学共通メール利用状況

(3)

東工大 IT サービスデスク

平成 22 年 5 月 10 日より，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開始した。

お問い合わせ先と開設時間

研究情報部情報基盤課

東工大 IT サービスデスク

電話：03-5734-3654

メール：helpdesk@gsic.titech.ac.jp

9:00～12:15、13:15～17:00（休日・祝祭日を除く）

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 社製ウィ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 22 年度の実績で約 2.8 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 22 年 6 月より Office Professional Plus 2010、11 月より Office for Mac 2011 の全学サービスを開始した。また、マイクロソフト社のサポート終了に伴い 7 月に Windows XP SP2(32bit)を、3 世代目の製品が出たことにより平成 23 年 3 月に Office 2003 Professional の提供を終了した (Windows XP SP2(64bit)及び Windows XP SP3(32bit)については継続)。

【包括契約で提供されるソフトウェア】

Microsoft Office	Windows 版	Office 2003 Professional Office 2007 Enterprise Office Professional Plus 2010
	Mac 版	Office 2004 for MAC Office 2008 for MAC Office 2011 for MAC
Microsoft Windows Upgrade	Windows 7 Enterprise Upgrade	
	Windows Vista Ultimate Upgrade	
	Windows XP Professional Upgrade	
Symantec 社製ウィルス対策ソフトウェア	Windows 版	Endpoint Protection
	Mac 版	Endpoint Protection for Mac
	Linux 版	AntiVirus 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（価格 1,400 円。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 7 配布数

	2010									2011			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	249	82	49	46	47	50	76	69	48	55	61	97	929
個人 PC	282	186	126	115	114	78	108	116	86	93	135	316	1,755
計	531	268	175	161	161	128	184	185	134	148	196	413	2,684

Microsoft Windows Vista 配布数

	2010									2011			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	21	11	10	18	6	3	14	8	9	9	7	9	125
個人 PC	9	9	13	9	5	4	12	8	5	5	3	12	94
計	30	20	23	27	11	7	26	16	14	14	10	21	219

Microsoft Windows XP 配布数

	2010									2011			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	1	1	1	1	6	5	3	1	0	1	0	36
個人 PC	23	28	20	17	8	2	19	18	14	14	12	16	191
計	39	29	21	18	9	8	24	21	15	14	13	16	227

Microsoft Office 2003 (Windows 版) 配布数

	2010									2011			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	168	60	49	34	32	31	39	27	31	24	20	40	555

Microsoft Office 2007 (Windows 版) 配布数

	2010									2011			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	1,164	297	179	107	81	65	128	92	82	79	771	78	3,123
個人 PC	599	247	63	25	21	12	17	21	11	12	10	29	1,067
計	1763	544	242	132	102	77	145	113	93	91	781	107	4,190

Microsoft Office 2010 (Windows 版) 配布数

	2010									2011			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	-	-	169	256	193	240	361	334	268	207	956	397	3,381
個人 PC	-	-	447	270	142	141	194	195	153	154	205	359	2,260
計	-	-	616	526	335	381	555	529	421	361	1,161	756	5,641

Microsoft Office 2004 (Mac 版) 配布数

	2010									2011			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	21	4	4	4	1	5	13	5	8	1	4	11	81
個人 PC	1	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	7
計	22	6	6	4	3	5	13	5	8	1	4	11	88

Microsoft Office 2008 (Mac 版) 配布数

	2010									2011			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	114	49	37	24	24	25	47	20	10	6	7	11	374
個人 PC	71	63	33	38	26	18	30	14	7	2	3	2	307
計	185	112	70	62	50	43	77	34	17	8	10	13	681

Microsoft Office 2011 (Mac 版) 配布数

	2010									2011			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	-	-	-	-	-	-	24	114	118	72	66	70	464
個人 PC	-	-	-	-	-	-	-	-	135	73	64	123	395
計	-	-	-	-	-	-	24	114	253	145	130	193	859

Symantec Endpoint Protection (Windows 版) 配布数

	2010									2011			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	1,568	383	296	283	224	315	450	367	288	305	684	554	5,717
個人 PC	256	116	102	70	32	54	89	64	41	49	49	49	971
計	1824	499	398	353	256	369	539	431	329	354	733	603	6,688

Symantec Endpoint Protection for Macintosh (Mac 版) 配布数

	2010									2011			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	45	24	18	26	3	0	2	7	1	1	4	3	134
個人 PC	18	8	8	8	0	1	2	0	0	1	0	2	48
計	63	32	26	34	3	1	4	7	1	2	4	5	182

Symantec AntiVirus for Linux (Linux 版) 配布数

	2010									2011			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	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	10

2-6 学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点

青木 尊之

渡邊 寿雄

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。本ネットワーク型拠点は平成21年度下半期より試験的に公募型共同研究を実施していたが、平成22年4月に文部科学大臣の正式な認定を受けて本格的に活動を開始した。これにより、これまで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という位置付けだったが、他の7基盤センターと同じように全国共同利用センターという位置付けになった。

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。

【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22年度の共同研究課題の公募は、4月7日に文部科学省より本ネットワーク型拠点が正式承認された翌日8日から30日まで課題公募を行い、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41件中37件を採択し、その内の3件を負担金免除課題とした。

また、平成22年度は本ネットワーク型拠点が主催するシンポジウムが2回行われた。第1回シンポジウム（平成22年9月1日、東京大学 山上会館にて）では、構成拠点による共同利用・共同研究活動の紹介とともに、公募型共同研究に採択された37課題の研究内容の紹介を行った。また、第2回シンポジウム（平成23年1月12・13日、神戸にて）では、採択課題の研究成果の中間報告を行った。

【構成拠点としての活動】

提供する計算資源

当センターは本ネットワーク型拠点の構成拠点として、TSUBAME1.2 の全計算機資源の5% (TSUBAME 1.2 の平均36ノードを10ヵ月利用に相当、120ノードの3ヵ月利用なども可能) を上限として提供した。利用課金は33千円/1口の従量制課金となっており、1課題の標準的利用口数を10口と想定した。

年度当初の募集要項にはTSUBAME1.2での計算資源提供しか記載が無かったため、運営委員会での審議・承認を得た上でTSUBAME2.0でも引き続き計算機資源提供を行った。TSUBAME 2.0では全計算機資源の5%を上限として採択課題へ計算資源を提供し、TSUBAME 1.2の時と同様に、利用課金は33千円/1口の従量制課金とした。

当センターを利用した採択課題

平成22年度の公募型共同研究課題の採択課題の全37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1にまとめた4件(うち負担金免除課題1件)が実施された。

採択課題へ対する資源提供は、平成21年度の試験的実施の際には学内に準じた利用形態としたが、平成22年度は共同利用(学術利用)に準じた利用形態となった。そのため、TSUBAME1.2ではジョブに対してノードを占有して性能保証するSLAキューと一定期間ノードを占有するHPCキューを、TSUBAME2.0では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、一般ユーザーと混在してご利用いただいた。

年度末のTSUBAME利用について

利用期限終了後にデータ参照するためには、アカウント停止までの猶予期間が必要である。当センターでは利用者の利便性のために、採択課題が翌年度に継続して採択されるか否かに関わらず、猶予期間を利用期限終了後3ヶ月間と設定し、その間はログインやファイルの参照は可能(ジョブ

表1 当センターを利用した採択課題と配分口数

課題名 申請者/所属機関名	配分口数(※)		
	TSUBAME 1	TSUBAME 2.0	合計
GPUを用いた地震波伝播シミュレーション 竹中 博士/九州大学	1	0	1
学術グリッド基盤の構築・運用技術に関する研究 合田 憲人/国立情報学研究所	1	1	2
GPGPUの地震ハザード予測シミュレーションへの適応性評価 青井 真/(独)防災科学技術研究所	3	3	6
GPGPU流体シミュレーションを活用した宇宙物理学フロンティアの前進 村主 崇行/京都大学	4	9	13

※ TSUBAME1.2では1口=2880ノード・時間、TSUBAME2.0では1口=3000TSUBAMEポイントと、どちらも64CPUコアをおよそ1ヶ月相当利用可能。

投入は禁止)とした。

また平成23年3月11日に発生した東日本大震災の影響により、年度末に **TSUBAME** サービスが十分に提供出来なかった。共同利用専門委員会にて検討した結果、そのために使い残した計算資源については、当初予定通り年度末で失効とした上で、平成23年度の **TSUBAME** サービス開始後に失効した残口数の小数点以下を切り捨てた口数を無償で付与することとした。しかしながら各採択課題の残口数がいずれも1口未満だったため、実際には付与されなかった。

2-7 TSUBAME 共同利用サービス

青木 尊之
渡邊 寿雄

【概要】

平成21年7月より開始したTSUBAME共同利用サービスは平成22年度で2年目となった。TSUBAME 2.0導入時に各方面にて制度を周知していただいたことにより、問合せ件数・申請件数が増加し、平成22年度の採択課題数は17件（学術利用4件、産業利用・成果公開6件、産業利用・成果非公開7件）と平成21年度の6件（学術利用1件、産業利用・成果公開3件、産業利用・成果非公開2件）から約3倍の大幅な増加となった。

またサービス開始より2年目が経ち、実運用上の細かな問題が顕在化してきたため、運用・制度の改善が行われた。年度途中にはTSUBAME1.2からTSUBAME2.0への機種更新があり、TSUBAME共同利用サービスにおいてもそれに伴って新たな課金単価の設定やいくつかの特別な運用が行われた。年度末には東日本大震災によるサービス停止・縮退運転・不要不急ジョブの自粛のお願いなどがあり、それに伴う補償なども行われた。

【TSUBAME共同利用サービス】

平成21年7月に開始したTSUBAME共同利用サービスは、TSUBAME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22年度は、TSUBAME 1.2では全提供可能計算資源の20%を上限に、TSUBAME 2.0では同じく30%を上限に学外の利用者（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・共同研究拠点や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TSUBAMEの計算資源を提供する。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。

【課題採択】

平成22年度の採択課題数は17件（表1-1、1-2）となった。内訳は、学術利用4件、産業利用・成果公開6件、産業利用・成果非公開7件であり、このうち学術利用は、昨年度からの継続課題が1件、TSUBAME1.2でのGPU利用を目的とした課題が1件、TSUBAME2.0移行後の潤沢な計算資源を目的とした課題が2件であった。

TSUBAME共同利用（産業利用）では成果公開が6件、成果非公開が7件と、課金単価が4倍高いにも関わらず成果非公開課題の採択数の方が多かった。これは、比較的成果公開が容易な基礎研究の部門のみでなく、激しい開発競争のため成果非公開が必須である製品開発の部門においても、スパコン利用が普及してきたことの現れである。また1企業で2課題が採択されているケースが3件あり、これはこれまでのTSUBAMEの利用実績が評価されて、複数部署や複数の研究・開発課題での利用が進んでいることを示している。

【運用・制度の改善】

またサービス開始より2年目が経ち、実運用上の細かな問題が顕在化してきたため、運用・制度の改善が行われた。

まず、利用課金の支払期日に関する改善が行われた。元々の東工大の経理規則では、請求書発行日から20日以内の支払う必要があり、課金の支払を遅延した場合、支払い期限の2ヶ月以内は年率7.3%、それ以降は年率14.6%の割合による遅延損害金を支払わねばならない。しかしながら、民間企業の経理処理手続きではこの20日以内の期限は非常に短く（例えば、月末締め・翌月末払いだと10日程度の遅延）、請求書発行日の調整のみでは困難である。そのため、双方の合意の下で支払日に変更可能なように制度を変更した。

また、課題審査免除枠の拡大も行われた。これは、運用コストの削減と申請者の利便性の確保を行うことで、更なる申請数の増加を促すことが目的である。具体的には、学術利用の利用区分では課題申請は審査免除となった。また産業利用／社会貢献利用では、利用実績のある企業などの更なる利用を促進するために、終了課題評価が良好（優 良 可 不可の4段階評価で優もしくは良）であった課題に対しては、その後の2つの課題申請において審査免除となった。

表1-1. 平成22年度 TSUBAME 共同利用（学術利用）の採択課題一覧

研究課題名 所属機関名	カテゴリ	配分口数	
		T1 / T2	合計
大規模 Web ページコレクションの言語解析およびそれに基づく言語知識獲得 (独)情報通信研究機構	学術利用 成果公開	5 / 10	15
GPUを利用した3D-RISM理論によるドラッグスクリーニングプログラムの開発 分子科学研究所	学術利用 成果公開	1 / —	1
MSES 法によるタンパク質相互作用形成シミュレーション 理化学研究所	学術利用 成果公開	— / 14	14
逐次モンテカルロ法による1分子FRET時系列解析 理化学研究所	学術利用 成果公開	— / 11	11

表1-2. 平成22年度 TSUBAME 共同利用（産業利用）の採択課題一覧

研究課題名 所属機関名	カテゴリ	配分口数	
		T1 / T2	合計
(成果非公開) 株式会社ブリヂストン	産業利用 成果非公開	(非公開)	
天然光合成の動作メカニズムに関する理論的研究 (株)地球快適化インスティテュート	産業利用 成果公開	13 / 5	18
理論計算に基づく有機半導体材料の開発 住友化学株式会社 筑波研究所	産業利用 成果公開	6 / 2	8
大規模流体解析ソフトの開発 住友ゴム工業株式会社	産業利用 成果公開	11 / —	11
(成果非公開) コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社	産業利用 成果非公開	(非公開)	
分子シミュレーションによる高分子中の水と低分子拡散挙動の研究 日東電工株式会社	産業利用 成果公開	2 / 1	3
(成果非公開) 日東電工株式会社	産業利用 成果非公開	(非公開)	
超大規模三次元高周波電磁界シミュレーションへの GPU クラスタ適用検証 株式会社エーイーティー	産業利用 成果公開	1 / —	1
複雑地形 CFD シミュレーションコードの高度化のための研究 株式会社数値フローデザイン	産業利用 成果公開	2 / —	2
(成果非公開) 株式会社日立製作所	産業利用 成果非公開	(非公開)	
(成果非公開) 株式会社リコー	産業利用 成果非公開	(非公開)	
(成果非公開) 株式会社リコー	産業利用 成果非公開	(非公開)	
(成果非公開) 株式会社ブリヂストン	産業利用 成果非公開	(非公開)	

ユーザー教育についてもより重点を置くよう改善が行われた。初めてTSUBAMEを利用するユーザーがTSUBAMEをより有効に使いこなすために、「産業利用」および「社会貢献利用」の採択課題のユーザーへは、利用講習会の受講を義務化した。

課金単価が大きく異なる成果公開と成果非公開のカテゴリ一間の差別化を行うため、成果公開カテゴリにおいて『公開する「成果」の明確化』が行われた。具体的には、利用終了後に公開を予定している成果の内容について、予め申請時に申告するよう申請書様式の改訂を行った。

【TSUBAME の機種更新に伴う課金単価の設定と特別運用】

年度途中で TSUBAME1.2 から TSUBAME2.0 への機種更新があった。この両システムでは計算機の規模や速さ、運用維持費、借料などが大きく異なるため、TSUBAME2.0における新たな課金単価を設定する必要があると、共同利用とコンピュータシステムの両専門委員会の下に課金検討ワーキンググループ（主査 青木尊之教授）を設け、課金単価の検討と提案が行われた。この課金単価案は、正式な課金単価として両専門委員会にて承認された。

TSUBAME 2.0の課金単価は、運用維持費を基礎として策定された。具体的には、年間の運用維持費の合計は354,152,440円であり、これをTSUBAME 2.0 がユーザーに提供可能な計算機資源量（11,169,000ノード・時間）で割ると、ノード・時間当たりの運用維持費が33円になり、1口を3000

ノード・時間とした場合には課金額が10万円となった。成果非公開の課題では、運用維持費に加えてTSUBAMEの借料分も負担すべきであるため、課金額は1口40万円となった。

また、TSUBAME1.2にて配分された利用口数については、TSUBAME1.2でのサービス提供終了に伴い失効し、TSUBAME2.0へは繰り越さない事とした。これは、平成22年度当初は課金制度や課金単価どころか、TSUBAME2.0の納入業者や仕様さえ決まっておらず、利用口数の繰り越し可能かどうかは全く不明だったため、このような運用を行った。

【東日本大震災の影響とそれに伴う対応】

東日本大震災とその後の計画停電の影響で、TSUBAME2.0は停止や縮退運用を余儀なくされた。天災のため不可避とはいえ、ユーザーの皆様には縮退運用中にも不要不急のジョブをご遠慮いただくなど、ご理解・ご協力をいただいた。

一方で、予期せぬ震災によりTSUBAMEが十分に使えない状態になり、年度末に残余計算口数が出てしまった課題が多数あるが、現在の制度では年度末でそれらが失効する。そこで、学術国際情報センターとして、利用者を救済するため平成23年度に代替のTSUBAMEポイントの無償付与を下記の通りに行うこととした。

- ・ いかなる場合でも返金はしない。
- ・ 残余口数に対応した補償は繰り越しではなく平成22年度で失効とした上で、利用者が希望する場合に限り、端数を切り捨てた残余口数相当のTSUBAMEポイントを無償で付与する。
- ・ 希望調査の際に、利用者の所属する組織において利用課題の支払元となる研究プロジェクト等で平成23年度に代替のTSUBAMEポイントを付与されることが会計検査等の問題にならないことを利用者に確認してもらい、その利用に関する同意書を提出してもらう。
- ・ 平成23年3月で終了するアカウントに対しては、3ヶ月の利用期間の延長を設定した上で付与する。アカウントの継続利用申請がある場合には、そのアカウントの有効期限までとする。

2-8 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

学術国際情報センター	センター長	渡辺 治
学術国際情報センター	副センター長	青木尊之
学術国際情報センター	特任准教授	西川武志
学術国際情報センター	特任准教授	渡邊寿雄

【事業概要】趣旨

文部科学省の委託事業「先端研究施設共用イノベーション創出事業」【産業戦略利用】を平成21年度から補助事業として引き継いだ先端研究施設共用促進事業においても、本学学術国際情報センターでは『みんなのスパコン』TSUBAMEによるペタスケールへの飛翔”を同一事業名で継続して実施している。

本事業の中心は民間企業に無償でTSUBAMEを利用して成果を上げてもらう制度（トライアルユース）であり、平成22年度の課題採択件数は8件（戦略分野利用推進課題2件、新規利用拡大課題6件）、実施件数は22件（戦略分野利用推進課題16件、新規利用拡大課題6件、前年度からの継続課題14件）であった。また年度途中（平成22年11月）にTSUBAME1.2からTSUBAME2.0へ移行するに伴い、平成22年度は第2回定期公募（例年10月利用開始）の日程を遅らせて、1月利用開始（説明会を11月29日と12月6日、申請受付締切を12月17日、採択通知を1月5日）として行った。

【事業実施と成果】

【課題採択】

平成22年度は戦略分野利用推進課題（以下、戦略利用）のうち、「シミュレーションによるナノ材料・加工・デバイス開発（以下、ナノシム）」にて2件を採択した。他の3つの戦略利用（「計算化学手法による創薬技術の開発（以下、計算創薬）」、「大規模流体-構造連成解析技術の開発（以下、流体構造）」、「社会基盤のリスク管理シミュレーションへのHPC応用技術の開発（以下、基盤リスク）」）と、新設した戦略利用「アクセラレータ利用技術の推進（以下、アクセラ）」においては本年度の採択は無かった。新規利用拡大課題（以下、新規拡大）は6件を採択した。トライアルユース合計で8件を採択となり、当初目標のトライアルユース採択目標10件程度の目標をほぼ達成した。表1に平成22年度の課題採択・実施状況を示した。

【課題実施】

TSUBAME1.2で238口、TSUBAME2.0へ移行後に62口を合計22件のトライアルユース課題へ配分した。TSUBAME1.2で配分した口数はTSUBAME1.2サービス終了時に失効し、TSUBAME2.0への持ち越しは行わなかった。これは他のすべての利用区分のTSUBAMEユーザーと同様な処置である。

TSUBAMEが提供した計算資源に対するトライアルユース課題へ配分した共用時間の割合（共用率）は、TSUBAME1.2では22.4%、TSUBAME2.0では3.2%、そしてこれらの合算値では9.8%となり、本補助事業の当初計画していた共用率10%をほぼ達成した。TSUBAME2.0

での共用率が低い理由は、年度当初は TSUBAME2.0 の仕様が分からないため、本事業の安定実施のために TSUBAME1.2 へ補助金を重点配分した点、そして TSUBAME2.0 の全体提供計算資源量が膨大なため相対的に共用率が小さいためである。

配分口数の利用率としては、TSUBAME1.2 では 67.6%、TSUBAME2.0 では 67.9%となった。TSUBAME1.2 では、年度途中での TSUBAME2.0 への移行に伴う 8 月以降の縮退運用による混雑により配分口数が余った課題や、配分計算資源が TSUBAME2.0 へ持ち越されないことの周知が不十分だったために残り配分口数が失効した課題もあった。一方、TSUBAME2.0 では、3 月 11 日の東日本大震災の影響による計画停電区域に東工大が入ったことにより、サービスが一時停止されたことと、縮退運用によるサービス再開後も「節電のための不要不急ジョブの自粛」を全ユーザーへ要請し残り口数の利用自粛が起きた結果、配分口数を残した課題が多く見られた。

【広報活動】

広報活動では、事業広報のブース出展、日本コンピュータ化学会 学会誌への広告掲載、成果報告会、公募説明会等を実施した。

事業広報のブース出展を、DMS 設計・製造ソリューション展 2010（東京ビックサイト）、SACSIS2010（奈良）、日本コンピュータ化学会 2010 春季年会（東工大）、平成 22 年度産学官連携推進会議（科学・技術フェスタ in 京都）、第 24 回分子シミュレーション討論会（福井）、第 24 回数値流体力学シンポジウム（慶應大）、HPCS2011（つくば）において行った。日本コンピュータ化学会 学会誌への広告掲載は Journal of Computer Chemistry, Japan Vol.9, No1-5 (2010)に出稿した。

成果報告会として平成 22 年 6 月 29 日（火）に 100 名を超える出席者を得てシンポジウムを開催し、口頭発表にて平成 21 年度に実施された 2 課題の成果報告とポスター発表にて平成 19 年度から平成 21 年度までの課題の成果報告を行った。また 11 月からサービス開始予定の TSUBAME2.0 の情報提供や、課題公募説明なども行った。シンポジウムの模様とともに終了課題の報告書は事業 Web ならびに文科省共用ナビに掲載し公開した。

【利用者支援】

本年度より、初めて TSUBAME を利用するトライアルユース採択課題従事者に対して、TSUBAME 利用講習会の受講を義務化した。この講習会にて、リモートログイン・コンパイル・ジョブ投入といったスパコンを使うための基礎的なユーザー教育を行うことにより、利用者が躓きやすい問題を排除し、TSUBAME の更なる有効利用を促した。この利用講習会は TSUBAME2.0 へ移行後にも開催し、TSUBAME1.2 の利用者に対しても利用講習会の受講を促した。

利用者の社内における開発・利用環境と TSUBAME の環境との差異に由来する問題を解消するため施設共用技術指導研究員等によるプログラム開発、チューニング、並列化等の指導、支援を行った。一例として、採択課題が社内で利用していた GPU 版無償アプリケーションの TSUBAME 上へのインストール指導などを行った。また、採択課題が取得した有償アプリケーションのライセンスを、TSUBAME 上で使えるようにするためのライセンスサーバー利用申請が、4 課題からのべ 5 件あり、ライセンスサーバーのホスティングや持ち込みライセンスサーバーの TSUBAME ネットワークへの接続などにより、有償アプリケーションによる TSUBAME 利用を支援した。

【プロジェクトの総合的推進】

本事業は、学術国際情報センター 共同利用専門委員会の審議・承認の元で、共同利用推進室が運用業務の主体となり、学術情報部情報基盤課、財務部契約課、外部資金支援課、産学連携本部等からの支援を受け実施した。平成21年度まで本事業の運用業務を担当していた共用促進事業推進室から発展して平成22年4月に設置された共同利用推進室では、本事業のみならず、有償のTSUBAME 共同利用サービスや、学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点を含むTSUBAMEの共用サービス全般の運用業務を担当することとなった。

利用申請書の改訂も行った。特に「公開する成果」を申請書に明記することで、国民の税金で運営されている本事業における利用成果の社会への還元を更に確実に行うとともに、「成果公開」というキーワードに対する民間企業の漠然とした不安を取り除いた。

TSUBAME1.2における利用課金額の積算根拠はすべてが本事業における補助対象経費であったが、TSUBAME2.0にて新規に策定された成果公開時の利用課金額の積算根拠の内25%は補助対象外経費であった。そのため有償の共同利用（成果公開）の1口10万円の利用課金額に対して、本事業の利用課金額を1口7.5万円とした。

3月11日の東日本大震災の影響による計画停電区域に東工大が入ったことにより、サービスの一時停止や縮退運用が行われた。縮退運用中も「節電のための不要不急ジョブの自粛」を全ユーザーへ要請を行い節電に努めた結果、当初の計画が遂行できずに残り配分口数が失効し、利用期限が終了した課題があった。そのうち希望があった課題には、本事業の期間延長ではなく、東工大からの無償付与という形で失効口数相当を与え、本来はデータ参照期間である利用終了後3ヶ月間にもジョブ投入などの利用を認めた。

表3 平成22年度採択課題一覧

表3-1 戦略利用「シミュレーションによるナノ材料・加工・デバイス開発」

申請課題名	会社名
Li-グラファイト層間化合物のステージ構造変化に関するハイブリッド量子古典シミュレーション	株式会社豊田中央研究所
強誘電体電子材料の電子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	太陽誘電株式会社

表3-2 新規利用拡大

申請課題名	会社名
分子動力学計算ソフトウェアNAMDのGPGPU大規模並列環境における性能評価	株式会社フィアラックス
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	清水建設株式会社
進化的映像符号化の高度並列シミュレーション	日本電信電話株式会社
移流/抵抗/放電を考慮した3次元電界計算の電子写真設計への適用	株式会社リコー
素反応過程を考慮した燃焼のシミュレーション技術の開発	株式会社 爆発研究所
GaussianとGAMESSの実行を支援するGUIソフトの開発	株式会社テンキューブ研究所

3 部門活動

3-1 情報支援部門

情報支援部門は、本学の情報基盤の安定的な運用と利用者へのより緊密なサービス提供を目的として、平成22年7月に設置された。その主な業務範囲は、

- キャンパスネットワークの運用管理
- キャンパス無線 LAN の運用管理
- Web サーバの運用管理
- メールサーバの運用管理
- 東工大ポータルサイトの運用管理
- TSUBAME の運用管理
- 教育システムの運用管理

といった本学の情報基盤の運用管理だけでなく、より日常的なサービスとして

- ソフトウェア包括ライセンスの管理
- 東工大 IT サービスデスクの運営

など、本学の教育・研究・事務処理全般を支援する体制を整備し、全学へのサービス提供を行っている。ここでは、今年度開始したサービスの概要を紹介する。

3-1-1 東工大 IT サービスデスク

以前までは、本学の情報サービスに関して、そのサービス提供部署ごとに問い合わせ窓口が設けられていた。そのため、一般の利用者の立場からは

- これこれを知るのにはどの部署なのか？

が不明瞭であるという潜在的な不満があった。そこで、このような不満を解消するために、平成22年5月10日より、以下のような体制で「東工大 IT サービスデスク」を開設した。

- 受付時間 9:00～17:00（休日・祝祭日を除く）

電話：03-5734-3654 メール：helpdesk@gsic.titech.ac.jp

具体的なサポート内容は、学内利用者の満足度向上を第一の目的として

- 本学の情報サービスに関する質問を一括して受け付け、一次切り分けを行うこと
- 東工大サービスデスクで回答可能な場合は、その場で解決すること
- 東工大サービスデスクで回答不可能な場合は、担当部署に誘導すること

が主な業務と位置付けている。このような体制を整備することの利点は

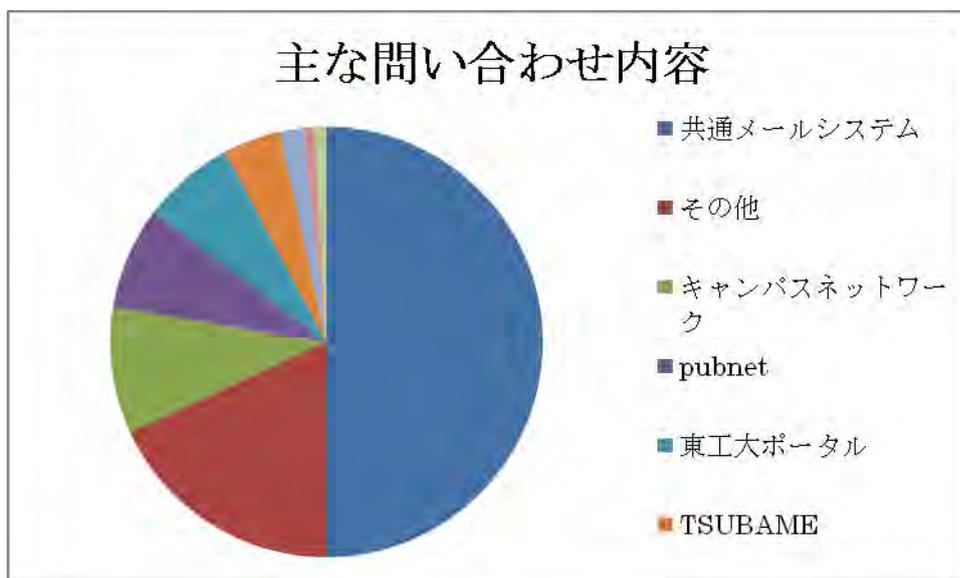
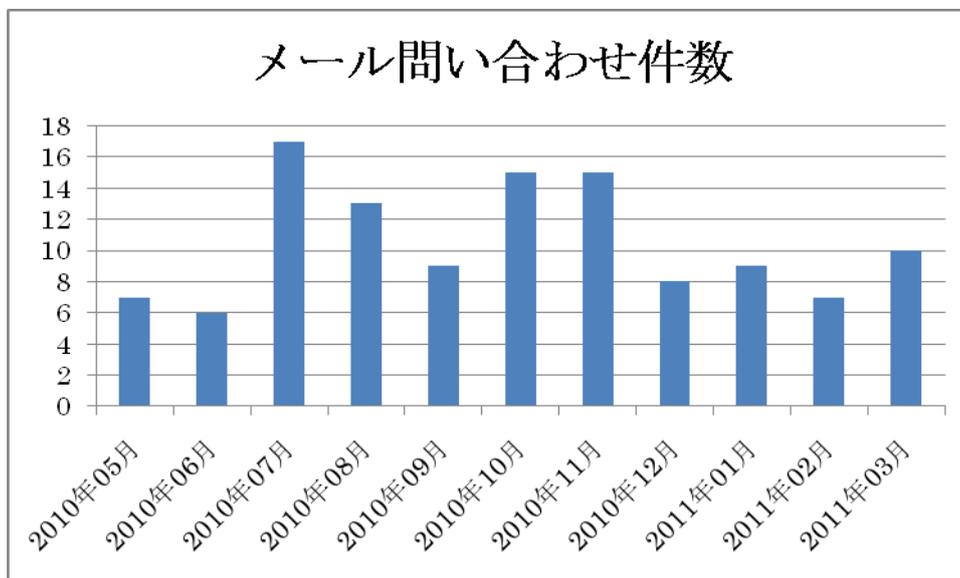
- [1] 本学の情報サービスに関する問い合わせ窓口が一本化され、利用者が質問内容ごとに問い合わせ窓口を探す手間がなくなったこと
- [2] 東工大 IT サービスデスクにおいて一次切り分けを行うので、問題解決までが短縮されること（様々な部署をたらい廻しすることの根絶）
- [3] 東工大 IT ヘルプデスクに問い合わせ情報が集約されることで、問題解決に関するノウハウ・情報が蓄積され、一層のサービスレベルの向上が期待できること

などが挙げられる。東工大 IT サービスデスクを開設する以前は、

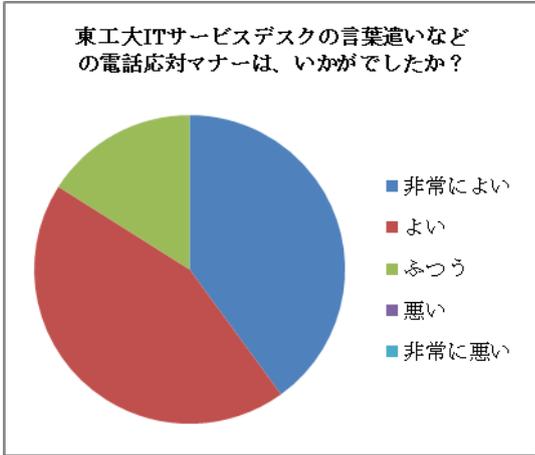
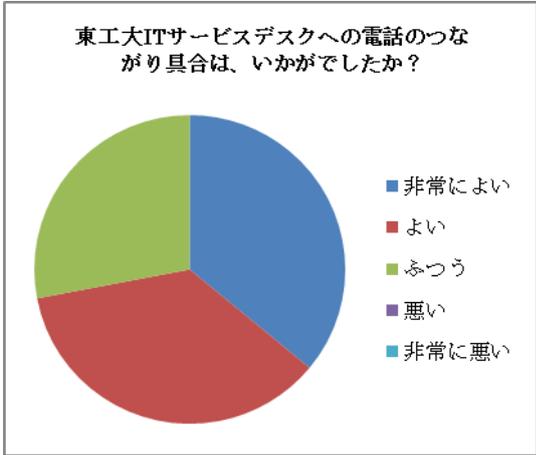
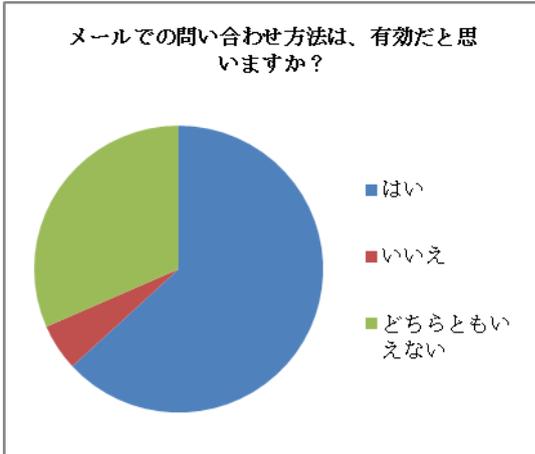
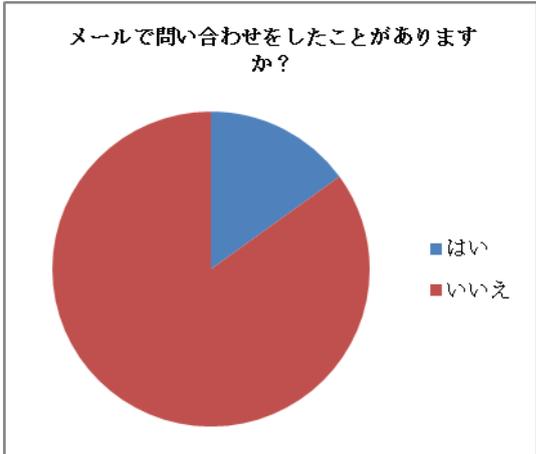
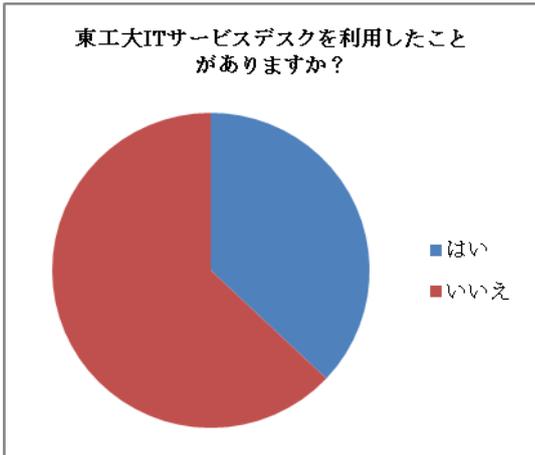
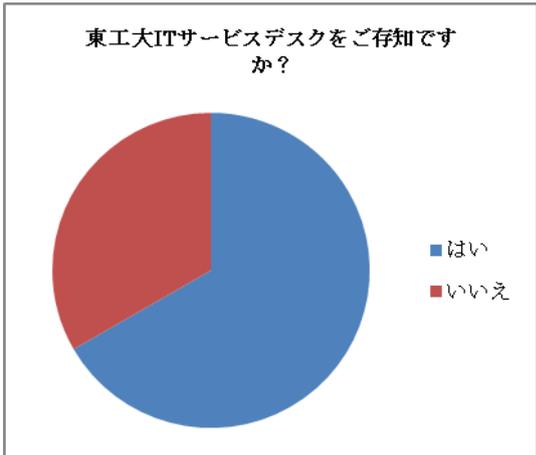
- どの程度の数の問い合わせが寄せられるのか？
- どのような内容の問い合わせが寄せられるのか？

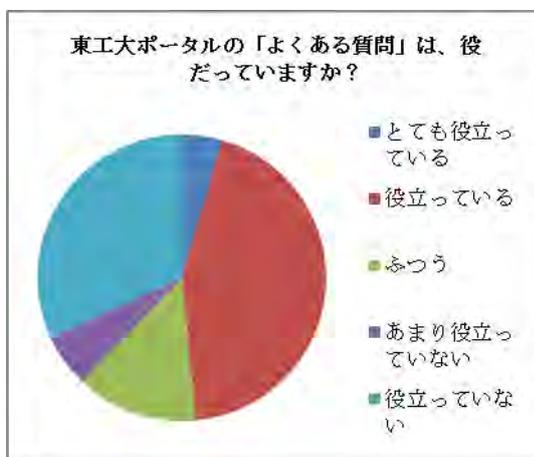
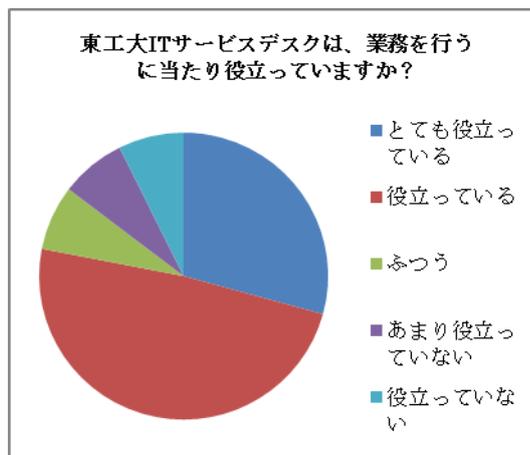
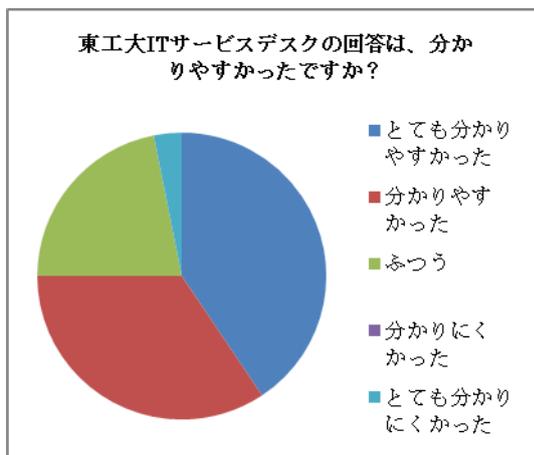
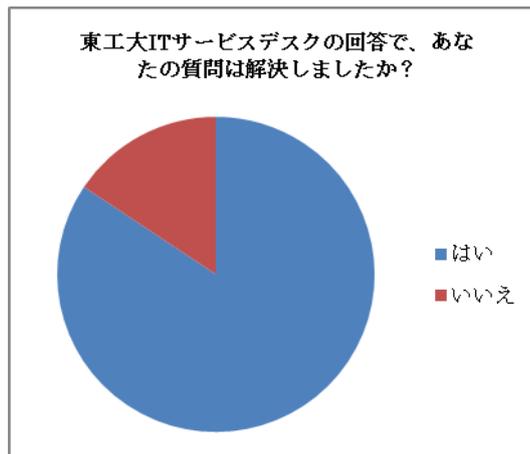
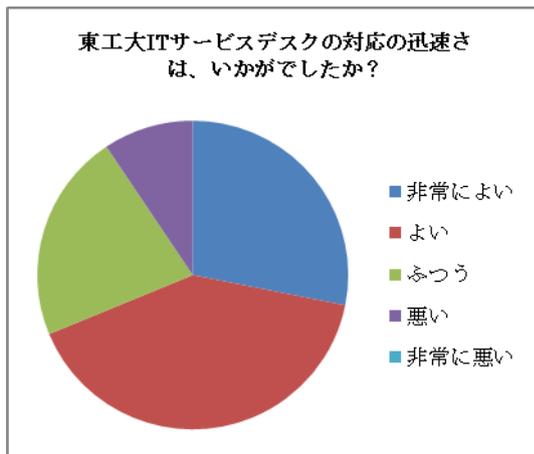
➤ 東工大 IT サービスデスクそのものが有効に機能するのか？

などの不確定要素を若干懸念しての開設ではあったが、幸いなことに、開設後は特に大きな混乱もなく比較的順調なスタートを切ることができた。以下に、東工大 IT サービスデスク開設からのメールによる問い合わせ件数の推移と主な問い合わせ内容を示す(その他、電話による問い合わせは平均的に一日当たりメールによる問い合わせと同程度)。



この結果からも、東工大 IT サービスデスクは期待通りに機能しているものと思われる。実際、東工大 IT サービスデスクの有効性と利用者満足度を調査するために、東工大 IT サービスデスク開設から約半年後の平成 22 年 12 月に、利用者に対してアンケートを行った。





この結果から、東工大 IT サービスデスクは有効に機能していることを確認することができる。今後とも、定期的に学内の利用者に対してアンケートを行うなどして、東工大 IT サービスデスクの質の向上・改善に努めて行く予定である。

3-1-2 東工大 IC カードの利用環境整備

東工大ポータルを介して本学の各種情報サービスを利用する場合、以下の2通りの個人ログイン方法(利用者の個人認証方法)が提供されている。

- 証明書認証：東工大 IC カード(職員証・学生証など)を IC カードリーダーに挿入して東工大 IC カード内に格納された電子証明書を用いた認証。
- マトリクス認証：利用者各自のアカウントとパスワードを入力し、その後、東工大 IC カードに裏面に印刷されたマトリクス票を用いた認証。

平成 18 年 4 月の東工大ポータルサービスの開始当初においては、証明書認証は Windows 端末 (Windows XP) 及び Mac 端末 (Mac OS 10.3 のみ, CPU: Power PC) の双方の環境で利用可能な状態であった。その後、Windows XP の後継 OS である Windows Vista/Windows 7 の発売、さらに Mac 端末の搭載 CPU の変更 (Power PC から Intel 製 CPU) などにより、学内の標準的な計算機環境に対して証明書認証の利用が制限されてしまう状態が発生していた。具体的には、Mac 端末に関しては Intel 製 CPU 搭載の Mac OS 10.4 以降の環境では、証明書認証の利用が不可能な状態であり、一方 Windows 端末に関しては

	XP	Vista	Windows 7
32bit 版	○	○	×
64bit 版	—	×	×

といった状態となっていた。これに対して、学内の利用者から、以下の計算機環境における証明書認証の利用の実現を強く望む声が寄せられていた。

- Mac 端末 (Mac OS 10.4 以降, 搭載 CPU: Intel 製)
- Windows 7 (32/64bit 版)

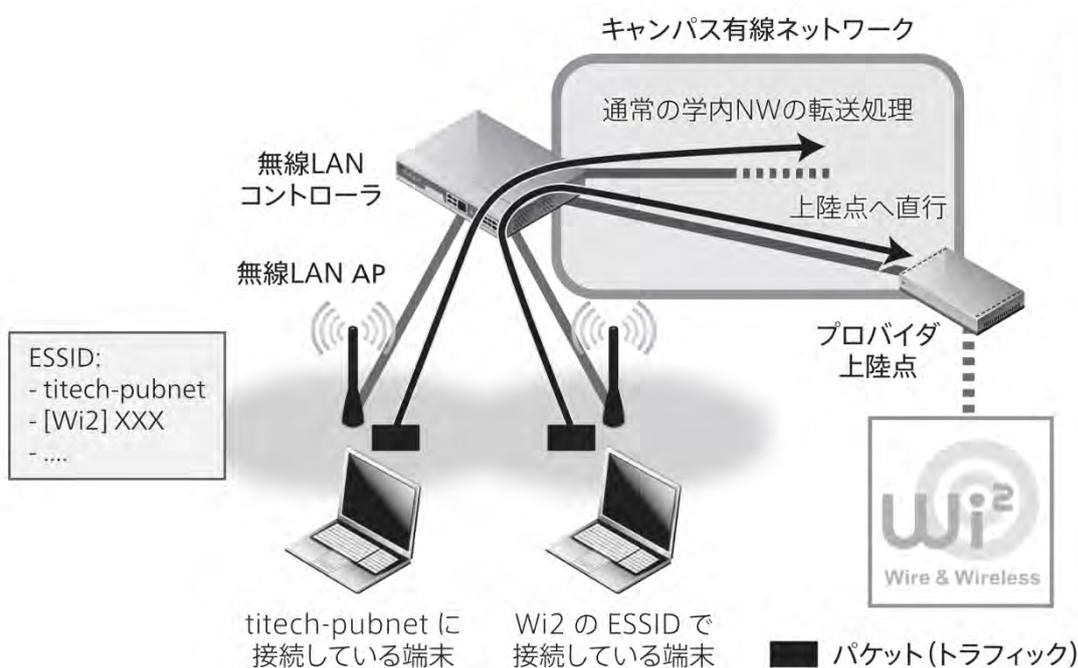
この利用者の声を受けて、平成 22 年 4 月より、上記全ての環境で証明書認証が利用可能とするための IC カード認証用ソフトウェアを導入し、学内に提供を開始した。これにより、特に Mac 端末利用者の利便性が飛躍的に向上し、学内の主要な計算機環境において、証明書認証によって東工大ポータルにログインする環境が整備された。

3-1-3 ゲスト用無線 LAN 提供サービスの実験開始

平成 22 年 3 月最終週から、本学訪問ゲストが利用できる無線 LAN 環境の拡充を目的として、商用の無線 LAN サービスへの接続実験を開始した。

本サービス開始以前から、大学に所属している利用者に対しては、東工大ポータルを經由してキャンパス公衆無線 LAN/pubnet が利用可能であり、また、大規模な会合でのゲストについては、随時 (本学の職員が責任者として申請する) イベントネットサービスとしてキャンパス有線 LAN 及びキャンパス公衆無線 LAN の利用が可能であった。しかし、比較的小規模な会合や学生主体のイベントなどで利用可能なゲスト無線 LAN 環境はなく、また毎週行われる会合で利用可能な簡素なゲスト通信環境も提供されていなかった。これは、多くゲストにきめ細やかに対応することでサービスレベルの維持が困難であるためであるが、一方で、小型無線端末の増加も含め無線 LAN 利用は日常化する傾向にある。また、研究室、学生利用などのアクセスポイントが増えることは電波干渉の問題があるが、コスト削減のために、認証なし/身元未確認者への通信環境を安易に提供することは、運用体制として問題がある。そこで、このような状況を踏まえ、以下のような新規サービスの設計を行った：

- 商用無線 LAN サービス/プロバイダによる認証・通信を大学内ゲストに対して利用できる環境を実現し、その認証を実施した形でのゲスト用通信環境の提供を行う。
- あくまでもプロバイダによる認証＝プロバイダのポリシー確認となるので、インターネットへの通信もプロバイダ経由、利用 IP アドレスもプロバイダのものとする。
- 大学のゲストのためのサービスであり、かつ、現在のキャンパス公衆無線 LAN サービスと(電波的にも)問題なく共存させる必要があるので、大学内の運用は学術国際情報センターがキャンパス公衆無線 LAN サービスと同様に並行して行い、対外接続部分を商用無線プロバイダ経由とすることでインターネットへの接続を行う。
- 電波については、現在のキャンパス公衆無線 LAN 無線システム上に共存し、異なる ESSID によってセグメントの住み分けを行うことで、上位プロバイダ接続については大学上陸点での接続(図 1)とする。



この設計に基づく実施までの経過を以下に示す。

- 平成 22 年度開始から随時：大手も含めて上記設計に関して、複数社と技術的な相談を行った(大手は不調、結果的に Wi2 と大枠合意)。
- 責任分解点は機器(本学設置のアクセスポイントへ上陸点手前)までを東工大、認証に関しては Wi2 が提供する形で開始した。
- 電波がらみのユーザからの最初の連絡窓口が Wi2 になっても対応(転送の形)。
- 認証実験としては、Web ログイン、802.1x 認証などを予定(WEP, WPA-)。
- 当面は Wi2 側 Radius に直接接続。Radius 連携については今後の課題。
- 提供されている料金プランは、月額 100～980 円もしくは 380 円定額が標準。
- 日割ゲストプランについても実施済み。
- 平成 22 年 2 月 に上流回線開通(すずかけ台設備センターから Wi2 横浜)。
- 平成 22 年 3 月から 相互接続実験開始。

平成 23 年 3 月下旬時点で、実験開始から 1 年が経過し、提供されたサービスに対して十分なゲスト利用があることが確認され、サービスの継続性(東工大側からの有効性と Wi2 側からの経済性)については問題ないことが立証された。平成 23 年度からは、認証連携、アクセスポイントによる位置情報利用サービスなどの技術的な実験の実施を予定している。

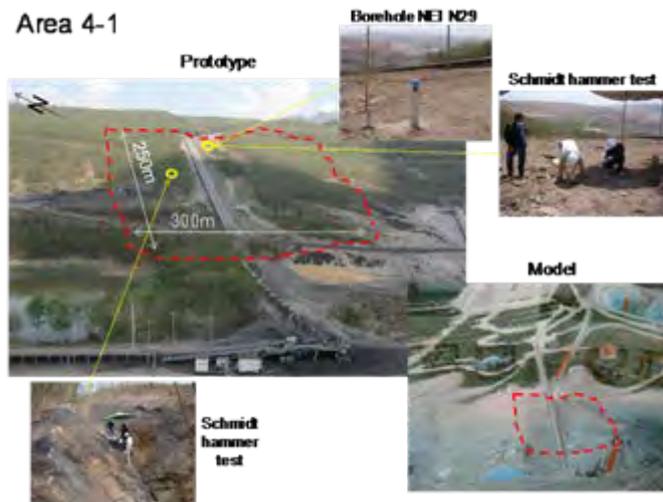
4 国際協働

4-1 MOUに基づく国際共同研究

4-1-1 チェンマイ大学とのMOUに基づく国際共同研究

先端研究部門 高性能計算先端応用分野 ピパットポンサー・ティラポン

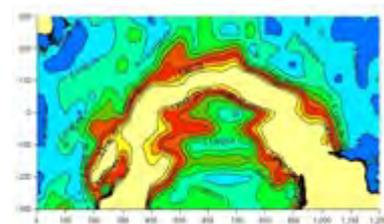
タイ国チェンマイ大学工学部との共同研究「Modeling and Simulation of Large-Scale Open-Pit Coal Mining」の一環として、タイ発電公社（EGAT）より受託研究プロジェクトを引き続き、新たな炭鉱採掘手法による荷重伝達メカニズムについて研究した。東南アジア最大規模のタイ北部炭鉱では、将来 500m程度まで掘削を考えているため、地盤改良に向けた技術を適用する他に、アーチ効果を利用した炭鉱採掘手法・計算手法を開発している。平成 21 年 5 月 5 日～11 日および平成 21 年 9 月 19 日～10 月 8 日に、本学大学院生とともに現地で共同研究打ち合わせ、炭鉱調査、垂炭・粘土岩採取、室内実験・研究データ収集を実施した。



目標地域の現場調査



模型実験による破壊形状



粒子画像流速測定法による分析

4-2 国際シンポジウム・ワークショップ

4-2-1 GSIC 共催国際ワークショップ

ラオス人民民主共和国ルアンパバーンにおける国際ワークショップ 「世界文化遺産の持続的開発のための地理情報システムの構築」

2009年12月18日、学術国際情報センター山口研究室及び理工学研究科国際開発工学専攻高田研究室と現地政府機関である Department of World Heritage Luang Prabang (DPL)の情報通信技術(ICT)チームが共同で地理情報システム(GIS)ワークショップを開催した。現在、ルアンパバーンでは保存地域における違法建築の急激な増加が指摘されており、早急な保護政策の実施が求められている。DPL では十分な情報分析を可能にするため、建築許可に関する管理体制をこれまでの手作業から GIS を利用したシステムへと移行とを検討している。このワークショップでは世界文化遺産であるルバーンの持続的開発のための含む ICT の導入状況に関する理解を深めることを目的とした。参加者は DPL の幹部及び、前運輸通信建設大臣 Phetsanghan 氏及びユネスコデリー事務所の前所長である Yang 氏を含めた現地専門家。ワークショップでは、ICT チームより、

に関するニーズ調査と導入の方法及び遺産保護への貢献と現地に対するインパクト、続いて持続的な遺産開発を目的とした街並みの変化の調査のためのプロトタイプ GIS の構築について報告があった。報告の後は、遺産保護における GIS の利用方法、商用 GIS とオープンソース GIS の長所及び短所の比較、GIS を使用する人材の育成など、GIS とそのデータの持続的使用に関して活発な議論が行われた。更に19日には、現地の国際コミュニティを対象に、ユネスコバンコク事務所文化事業部代表の Tim Curtis 氏や前運輸通信建設大臣である Suen Phetsanghan 氏、遺産保護の専門家である Francis Engelmann 氏、ユネスコニューデリー事務所の前所長である Minja Yang 氏による講演および議論が一般公開された。情報の効率的共有や管理を可能にした遺産データベース導入を



写真1. 現地 ICT チームによるプレゼンテーション
(撮影：DPL ICT チーム，2009年12月)



写真4. 前運輸通信建設大臣 Suen Phetsanghan 氏によるコメント
(撮影：DPL ICT チーム，2009年12月)

するこ
シヨッ
アンパ
GIS を
現状の
て行わ
びスタ
Suen
ニュー
Minja
ワーク
ICT に

行った ICT プロジェクト, 効果的な街並み保護政策に貢献するために街並みの変化を可視化し分析する計画の GIS プロジェクトが紹介され, 会議全体を通じて遺産地域の持続的開発における ICT の重要性が強調された。

4-2-2 GSIC共催国際シンポジウム

先端研究部門 高性能計算先端応用分野 ピパットポンサー・ティラポン

タイ発電公社(EGAT)は環境基準を守りながら、安定した発電・供給を支えるために、エネルギー資源開発、炭鉱、ダムなどに取り組んでいる。様々な工学的問題の解決にかかわる高度な技術・実践的手法の論理に基づいて、国内外の大学・研究機関との活発な連携を促進するため、東工大のGSICとの共催国際シンポジウムを開催した。

題名：EGAT-GSIC Joint Symposium 2010: Challenging Geotechnical Engineering Problems

共催：タイ発電公社、学術国際情報センター

日時：平成22年5月4日(火) 8:00-16:45時

場所：タイ発電公社(本社) EGAT Conference Room 5, T. 102 Building, Nonthaburi, THAILAND

講演者：8名、参加者：75名(うち日本から参加者4名)

今回のシンポジウムは、タイ発電公社とともに準備を行ってきました。シンポジウムのテーマは地盤工学的問題への挑戦に設定され、当日、タイ発電公社を中心に、多くの工学的実務者・技術者および大学の先生・学生が参加された。タイ発電公社側(director of civil and hydro power engineering division)は共催者を代表して、開会挨拶の後、日本側：5課題、タイ側：4課題の講演が実施された。ダムに関する水理破壊現象評価・地震評価、また現場の工学的問題に関する水力発電所、炭鉱、トンネル、斜面安定解析などについて、これまで取り組んできた経験の元、活発に意見交換が行われた。今回のシンポジウムから得られた成果と学術的な協力を引き続きつなげていくために、土木・水力発電部から覚書(MOU)を取り交わす賛同・意向が確認できた。



共催シンポジウムのロゴ



共催シンポジウムの様子

4-2-3 GSIC主催国際シンポジウム(2010年度 No.1)

先端研究部門 高性能計算先端応用分野 ピパットポンサー・ティラポン

本シンポジウムは、「出炭技術開発」および「地下水環境」を対象とし、9月20日~23日にタイ北部の炭鉱調査終了後、共同研究者を中心にチェンマイ大学で開催された。

題名：GSIC International Symposium on Exploring New Frontiers in Coal Mining and Geo-environment

主催：学術国際情報センター

共催：チェンマイ大学工学部

後援：産学連携推進本部「国際的な共同研究の推進支援プログラム」,タイ発電公社

日時：2010年9月24日(金) 8:30-17:00

会場：タイ国チェンマイ大学工学部会議室(7階会議室II)

講演者：11名、参加者：53名（うち日本から参加者3名）

当日はあいにく、チェンマイ大学の学期末試験と同時期でしたが参加者53名が集まって、タイオフィス拠点長北原特任教授にもご参加いただいた。開会式にあたり、チェンマイ大学工学部長Dr. Sermkiat による歓迎のご挨拶後、主催者を代表した竹村次朗准教授が開会式挨拶を述べ、引き続き基調講演を含む講演11編が行われた。講演内容では、メモ炭鉱に関わる粘土薄層・粘板岩強度、出炭手法の荷重伝達、斜面崩壊メカニズム、亜炭採掘の数値解析・模型実験、石炭灰添加、地盤改良、環境地盤、地下水モデル化等について、各研究者から発表され活発に議論された。最後に、チェンマイ大学工学部のDr. Aniruthより閉会式が行われ、シンポジウムを無事終了した。

このシンポジウムは、GSICとチェンマイ大学工学部との部局間MOUの傘下で、国際共同研究の一環として開催された。この機会を通じて共同研究および参加者からお互いにディスカッション、意見交換、情報交換等が実施され、更なる研究成果の達成が期待される。



会場で飾ったシンポジウムのバナー



本学の竹村先生による開会式のご挨拶

4-3 国際共同研究

4-3-1 タイ国東北地方においた塩類集積被害調査

先端研究部門 高性能計算先端応用分野 ピパットポンサー・ティラポン

ハイパースペクトルセンサ・データを利用して塩類集積被害が検知可能かどうかを見極めるため、塩類集積発生地での植物、土壌・地下水の状態を調査して、取りまとめることを目的とし、2010年11月14～27日に（財）資源・環境観測解析センター（ERSDAC）、（株）ジオテクノス、（株）イー・アンド・イーソリューションズとともに、タイ東北地方のナコンラチャシマ県、コンケン県、サコンナコン県、ウドンタニ県で実施した。測定する項目と塩類集積の状態との関係を明らかにするため、殆ど塩類集積の影響がない地点から塩類集積被害が深刻な箇所まで、多様な塩類集積状態の地点を選定するにあたって、現地の農業協働組合省土開発局、天然資源・環境省ウドンタニ事務所、スラナリー工科大学、コンケン大学等の方々から頂いた協働のもと、案内された地域対象において、調査区画設定、植生調査、土壌調査、地下水調査等を行った。近い将来に、次世代地球観測衛星利用基盤技術の研究開発「ハイパースペクトルデータを利用した塩類集積被害モニタリング手法の研究開発」への実現が期待されている。



調査地点位置
(タイ国天然資源・環境省の原図を修正)



調査対象水田
①ナコンラチャシマ県



調査対象水田
②コンケン県



調査対象水田
③サコンナコン県



調査対象水田
④ウドンタニ県

5 イベントおよび啓蒙活動

5-1 SC10

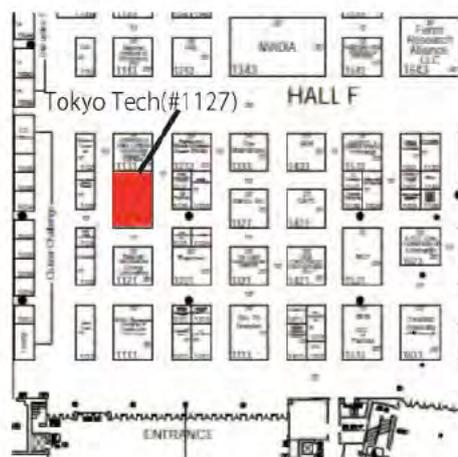
先端研究部門 大規模データ情報処理分野 関嶋政和

SC10は、2010年11月13日～19日に米ニューオリンズ Ernest N. Moriale Convention Center (ENMCC)で開催されたHPC、ネットワーク、ストレージと解析に関する世界最大の国際会議である。SC10は第一回目のオーランドでの開催から数えて22回目の開催となる。

東京工業大学はENMCCのHALL F、アイオワ大に接し、周囲には北陸先端科学技術大学院大学(JAIST)・National Renewable Energy Laboratory(NREL)がある30feet×20feetの面積のブースに出展を行った。

ブースにおいては2010年11月より運用を開始したTSUBAME2.0のシャーシ、ノードカードを始め、TSUBAME2.0とその応用の紹介を中心としたパネルの展示、DVD等の上映を行った。また、TSUBAME2.0開発リーダーの松岡教授による講演の他、TSUBAME2.0に関連する多くの講演を行ったほか、11/17日にはORNLのJeffrey Vetter博士、18日には、Univ. of TennesseeのJack Dongarra教授による特別招待講演を行った。

本会議中、TSUBAME2.0は世界で最も高速なコンピュータシステムの上位500位までの性能を評価する「TOP500」において4位、世界で最もグリーンなコンピュータシステムの上位500位までの性能を評価する「Green500」において2位、さらに運用中のスパコンとして最上位の性能であることを示す「Greenest Production Supercomputer in the World」を受賞した。



ブース全景



通称“櫓”におけるノードカードの紹介

Jack Dongarra 教授による講演



Green500 における記念撮影



全員での記念撮影

東京工業大学学術国際情報センターブースにおける講演会スケジュール

Tuesday, Nov. 16

11:00-11:30 "2.4 PFlops TSUBAME 2.0 and GPU Applications"

Takayuki Aoki (Tokyo Tech)

11:30-12:00 "A Sequential Programming Framework for Large-Scale GPU-Accelerated Structured Grids"

Naoya Maruyama (Tokyo Tech)

13:30-14:00 "MEGADOCK: ultra fast structure based protein-protein interaction prediction system"

Takashi Ishida (Tokyo Tech)

14:30-15:00 "GSIC efforts to enable e-Science with TSUBAME2.0"

Shinichiro Takizawa (Tokyo Tech)

16:30-17:00 "TSUBAME2.0 Storage Architecture Overview"

Hitoshi Sato (Tokyo Tech)

Wednesday, Nov. 17

10:30-11:00 "Tsubame2.0: The Greenest Supercomputer"

Satoshi Matsuoka (Tokyo Tech)

11:00-11:30 "Keeneland - a NSF heterogeneous computing resource for open computational

science"

Jeffrey Vetter (ORNL)

12:00-12:30 "Hard Days of HPCC Benchmark on TSUBAME 2.0"

Akira Nukada (Tokyo Tech)

13:30-14:00 "Linpack Evaluation on Petascale Heterogeneous TSUBAME 2.0 Supercomputer"

Toshio Endo (Tokyo Tech)

14:00-14:30 "Energy and Performance Tuning Framework for GPU Accelerator Environment"

Shoichi Hirasawa (Univ. of Electro-Comm)

14:30-15:00 "145 TFlops Performance on 3990 GPUs of TSUBAME 2.0 for an
Operational Weather Prediction Code"

Takashi Shimokawabe (SC10 Best Student Paper finalist/ Tokyo Tech)

Thursday, Nov. 18

10:00-10:30 "Architecture-aware Algorithms and Software for Scalable Performance"

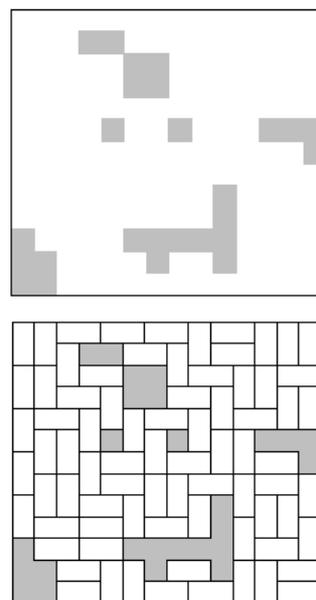
Jack Dongarra (Univ. of Tennessee)

5-2 第16回スーパーコンピューティング・コンテスト

第16回スーパーコンピューティング・コンテスト SuperCon2010 が、今年も GSIC と大阪大学サイバーメディアセンターの共同主催で行われた。6月に行われた予選に応募してきた42チームの中から、14校20チーム57名（東京会場：7校10チーム、大阪会場：8校10チーム）が選抜され、8月23日から27日まで開催された本線に参加した。

今年度は岡本特任准教授（計算世界観 GCOE）を課題検討・審査委員会の委員長に招き、予選・本選課題の検討、実際の問題作成を担当して頂いた。また本選の計算機環境の準備は、遠藤特任准教授（計算世界観 GCOE）がコンピュータシステム担当の協力のもと行った。

今年の本選課題には「レンガ敷き詰め問題」が用いられた。これは右図上のような広場に、ある特定の形をしたレンガ（ 2×1 の長方形）を敷き詰める（右図下）問題である。図にもあるように、広場にはいくつか障害物が置かれている。この問題自体は計算的にそう難しくない。そこで実際には、その敷き詰め方の総数を求めることを問題とした。また、今年度は TSUBAME のサブシステムである tsubasa 720 コアを使ったので、並列計算の強みを生かして、制限時間内に10万個の問題例を与え、与えられた制限時間（45分）内に tsubasa を駆使して、何個の問題例まで正しく総数を求められるかを競う課題とした。



その結果、チーム ZATORIKU（筑波大学附属駒場高等学校）が8万8千個弱を正解して優勝した。3位までのチーム名、学校名、成績は以下の通りである。また、4位のチーム YAMERO（甲陽学院高等学校）は、その解法のユニークさから、情報系学会（電子情報通信学会情報システムソサイエティ・情報処理学会）から奨励賞を授与された。

	チーム名	学校名	正答数（10万個中）
1	ZATORIKU	筑波大学附属駒場高等学校	87998 個
2	warosu	早稲田高等学校	66029 個
3	nemui	八千代松陰高等学校	269625 個

なお、今回の大会から、参加者に対する旅費支援の寄付を NPO 情報オリンピック日本委員会（JOI）の協力のもと、JOI を通して集め、多くの企業からご寄附を頂いた。ここに改めて関係者の皆様に感謝の意を表したい。



5-3 講習会

新キャンパスネットワーク (Titanet3) 利用説明会

第1回目：2010年4月22日

開催場所 大岡山キャンパス (ustream 中継、配信)

第2回目：2010年5月11日

開催場所 すすかけ台キャンパス (大岡山キャンパスと中継)

5-4 研究会

5-4-1 GPU コンピューティング研究会活動 平成 22 年度の活動

研究会主査 青木 尊之
幹事 丸山 直也

学術国際情報センターの研究会組織として平成 21 年 9 月から活動を開始した GPU コンピューティング研究会は、高い演算性能を有するがプログラミングのハードルが高いとの印象がある GPU の利用を促進するために様々な活動を行っている。平成 22 年度は TSUBAME 1.2 には、NVIDIA Tesla S1070 の GPU が 680 個導入されており、それを実際に利用する CUDA プログラミングの入門的講習会を 3 回企画した。また、第 7 回は情報処理学会の HPC 研究会を中心に開催された「GPU チャレンジ 2010」コンテストの入賞者にチューニングの技法を講演してもらう機会も設けた。いずれの講習会も 90 名以上の定員に対して参加希望者の方が多く、早々に申込を締め切らざるを得ない状況であった。

平成 22 年 11 月には NVIDIA Tesla M2050 を 4200 個搭載した TSUBAME 2.0 へのリプレイスがあったため、少しの間 GPU を利用した十分な実習を行うことができない期間があった。また、3 月 14 日に開催予定であった TSUBAME 2.0 の Fermi コアの GPU を利用した講習会は、震災の影響で次年度に延期になった。

2010.04.28 (水) 第 5 回 GPU コンピューティング (CUDA) 講習会

2010.06.28 (月) 第 6 回 GPU コンピューティング (CUDA) 講習会

2010.08.02 (月) 第 7 回 GPU コンピューティング (CUDA) 講習会

－ CUDA チューニング・ワークショップ

2010.09.13 (月) 第 8 回 GPU コンピューティング (CUDA) 講習会

2011.03.14 (月) 第 9 回 GPU コンピューティング (CUDA) 講習会 (キャンセル)

平成 22 年 4 月 2 日には、ドイツのニュルンベルグ・エルランゲン大学の Harald Koestler 氏を招き、大規模疎行列の前処理として期待できるマルチ・グリッド法の GPU 計算について、セミナー講演会が開催された。

第 3 回 GPU コンピューティング・セミナー講演会:

題目: Numerical Algorithms on Multi-GPU Architectures

講師: Dr. Harald Koestler (University Erlangen-Nuremberg)

主催: 学術国際情報センター・GPU コンピューティング研究会

協賛: GCOE「計算世界観の深化と展開」, CREST ULP-HPC

日時: 2010 年 4 月 2 日 (金) 15:00~17:00

場所: 学術国際情報センター・情報棟 2F 会議室

平成 22 年 10 月 19 日 (火) には、第 1 回の GPU シンポジウムを東京工業大学・蔵前会館・ロイヤルブルーホールで開催した。NVIDIA フェローである David Kirk 氏に基調講演をして頂き、引き続き 13 件の講演があった。

9:00	受付開始
9:20-9:30	主催者挨拶
9:30-10:30	【基調講演】 GPU Computing will Fundamentally Change Science David Kirk (NVIDIA)
10:30-10:55	GPGPU による量子化学計算の高速化 古賀良太*, 古川祐貴*, 安田耕二**((株)クロスアビリティ*, 名大**)
10:55-11:20	GPU による 3D-RISM プログラムの高速化 丸山豊、平田文男(分子科学研究所)
11:20-11:45	3次元画像計測分野での GPU を用いた高速化事例 関口 尚大(東杜シーテック(株)), 三浦 衛(東北大), 高橋 徹(東北大), 青木 孝文(東北大)
11:45-12:10	GPGPU for Microsoft Excel ～金融・デリバティブ計算 への適用事例 松尾拓真, 鳥居秀行(ニューメリカルテクノロジーズ株式会社)
12:10-13:30	(昼休み)
13:30-13:55	ステンシル計算を対象とした大規模 GPU クラスタ向け自動並列化フレームワーク 野村達雄, 丸山直也, 遠藤敏夫, 松岡聡(東工大)
13:55-14:20	Expression Template を使ったベクトル演算の CUDA による実装と評価 二田晴彦(みずほ情報総研 情報・コミュニケーション部)
14:20-14:45	大規模有限要素解析システム ADVENTURE の GPU への移植 河合浩志(東大), 荻野正雄(九大), 塩谷隆二(東洋大), 吉村忍(東大)
14:45-15:10	CUDA+OpenGL を用いた GPU-FDTD による 3次元音響シミュレーションと高速可視化 大久保寛(首都大)
15:10-15:35	マルチ GPU による電磁界解析の高速化 村山敏夫(ソニー(株))
15:35-16:00	(休憩)
16:00-16:25	数値流体解析の並列効率とその GPU による高速化の試み PHAM VAN PHUC(清水建設(株))
16:25-16:50	GPU へのコンパクト差分の実装と圧縮性流体計算への適用 出川智啓(電通大)
16:50-17:15	複数 GPU による大規模 LES 乱流計算 小野寺直幸*, 青木尊之*, 小林宏充**((東工大*, 慶大**)
17:15-17:40	粒子法の Fermi への実装とその性能評価 藤澤智光(プロメテック(株))
18:00-20:00	懇親会

会場の収容人員の関係で、参加申込登録を早々に打ち切らざるを得なかったが、学内外から 160 名を超える参加者があり、熱心な議論が繰り広げられた。

6 広報活動

6-1 マスコミ報道等

6-1-1 新聞

- 日経新聞：「世界最速のスパコン NEC 東工大に納入」 [5/27/2010]
- 日経産業新聞：「世界最速スパコン 東工大など 32 億円で 10 月稼動」
「省エネ装置で北大など連携 スパコン」 [6/17/2010]
- 電波新聞：「東工大と NEC、米 HP など 世界最高クラス 2.4 ペタフロップス
次期スパコン開発開始」
「北大、東工大、情報学研究所 スパコンのグリーン化へ
共同で大規模実証研究」 [6/17/2010]
- 産経新聞：「東工大 日本で『一番』のスパコン」 [6/17/2010]
- 読売新聞：「国内最速スパコン 東工大が開発へ」 [6/17/2010]
- 北海道新聞：「『エコスパコン』共同で研究 北大は冷却システムを担当」 [6/17/2010]
- 日本情報産業新聞：「『スパコンのグリーン化へ』世界に先駆け開発
省エネとコスト削減へ」 [6/21/2010]
- 日本情報産業新聞：「スパコン用グリーン化技術の開発へ」 [6/28/2010]
- 日経産業新聞：「スパコン性能ランキング 1 位中国、日本は 4 位」 [11/16/2010]
- 日刊工業新聞：「中国『スパコン』で 1 位
性能ランキング日本も 4 位に躍進」 [11/16/2010]
- 電波新聞：「スパコンランキング 首位に中国の『天河-1A』
日本の「ツバメ 2.0」は 4 位」 [11/17/2010]
- Asahi.com：スパコン省エネ順位、東工大の「ツバメ」が世界 2 位 [11/19/2010]
- 日経新聞：「スパコン省エネ性能 東工大、世界 2 位 日本製 10 位以内に 3 つ」
[11/19/2010]
- 朝日新聞：「省エネスパコン 日本 2 位 東工大「ツバメ」、理研 4 位」
[11/19/2010]

- 朝日新聞：「GPU で最速スパコン CPU 機より小型・省電力で高速計算」
[11/19/2010]
- 日本情報産業新聞：「国産スパコン高評価 各種の指標で世界上位に」 [11/19/2010]
- 日本経済新聞：11/24 スパコン性能、中国が初の首位 日米中3極のレースに
[11/24/2010]
- 読売新聞：11/24 省エネ性能世界ランク 東工大スパコン2位 ツバメ 2.0
[11/24/2010]
- 日本情報産業新聞：11/22 中国のマシン1位に 日本の TSUBAME4位
[11/22/2010]
- 電波新聞：「省エネスパコンランキング 日本『ツバメ 2.0』が2位」 [11/24/2010]
- 日経産業新聞：「スパコン省エネ、東工大2位」 [11/24/2010]
- 産経新聞：「世界にはばたくスパコン
東工大が12月2日、TSUBAME2.0を公開」 [12/3/2010]
- 日刊工業新聞：「省エネ性能 世界2位 スパコン 東工大が公開」 [12/3/2010]
- 東京新聞：「『ツバメ 2.0』が本格的に稼動 東工大の新スパコン」 [12/6/2010]
- 読売新聞（夕刊）：「省エネへ努力 地下水で冷やす 節電スパコン
電力消費4割減 東工大、寒冷地で計画」 [1/11/2011]
- 日経産業新聞：「スパコン『GPU』主流に」 [1/17/2011]
- 読売新聞：「スパコンも省エネ ー計算は速く節電も抜群ー」 [1/30/2011]

6-1-2 テレビ

- 東京MX TV：「ガリレオチャンネル」 [11/20/2010]
- 日本テレビ：「ズームイン SUPER」 [1/7/2011]

6-2 TSUBAME e-Science Journal の創刊

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 を運用し、計算サービスを提供している。GPU を大量に導入した新しいタイプのスパコンでもあるために注目度は非常に高い。しかし一番重要なことは、スパコンを利用して得られた成果を社会（学術貢献を含めて）に還元することであり、国民はそれがどの程度なされているかを知る権利がある。TSUBAME を使って得られた成果が研究の専門分野でのみ発表されている場合、他の人たちがその成果を知る機会は少ない。そこで、TSUBAME で得られた成果を広くアピールするために、TSUBAME e-Science Journal を機関紙として創刊することにした。研究の専門的内容を高校生にも分かる程度に書き下すことは容易ではなく、逆に重要な情報を失う場合もある。そこで、各記事の先頭に数行の概要欄を置き、そこでは可能な限り平易な解説を行うこととする。また、図を多用することによって、難しい内容の記事に対しても理解を促進するように努める。印刷冊子は前半を日本語、後半を英語とし、内外に配布できるようにしている。学内の全教員に配布し、学外の関係者にも送付することとした。他分野の研究者が TSUBAME e-Science Journal の記事に目を止めることにより学際的な新たな研究の創出も期待できる。

2010年9月に創刊し、2010年度は No.3 まで発刊している。各号の記事のタイトルと著者を以下に記載する。

No.1 (2010年9月)

・TSUBAME 2.0 の全貌

The Total Picture of TSUBAME 2.0

松岡 聡、遠藤 敏夫、丸山 直也、佐藤 仁、滝澤真一朗

・GPU による樹枝凝固成長のフェーズフィールド計算

GPU Computing for Dendritic Solidification based on Phase-Field Model

青木 尊之、小川 慧、山中 晃徳

・TSUBAME を用いたフラーレン・ナノチューブ・グラフェンの構造変化と新物質研究

斎藤 晋

No.2 (2010年11月)

・TSUBAME 2.0 始まる — TSUBAME 1.0 から 2.0 への長い道のり(前編)

TSUBAME 2.0 Begins

— The long road from TSUBAME 1.0 to 2.0(Part One)

松岡 聡

・次世代気象モデルのフル GPU 計算 — TSUBAME 2.0 の 3990GPU で 145TFlops

Multi-GPU Computing for Next-generation Weather Forecasting

— 145.0 TFlops with 3990 GPUs on TSUBAME 2.0

下川辺 隆史、青木 尊之

・MEGADOCK によるタンパク質間相互作用予測 ～ システム生物学への応用 ～

Computer prediction of protein-protein interaction network using MEGADOCK

— application to systems biology —

松崎 由理、大上 雅史、内古閑 伸之、石田 貴士、秋山 泰

No.3 (2011年2月)

・TSUBAME 2.0 始まる — TSUBAME 1.0 から 2.0 への長い道のり(後編)

TSUBAME 2.0 Begins
The long road from TSUBAME 1.0 to 2.0(Part Two)
松岡 聡

・星間水素原子ガス乱流の GPU 計算 - TSUBAME 1.2 の 120GPU で 11.5TFlops -

GPU Computing for Interstellar Atomic Hydrogen Turbulence
— 11.5 TFlops with 120GPU on TSUBAME 1.2 -
村主 崇行

・高速フーリエ変換と GPU

Fast Fourier Transform using GPU
額田 彰

6-3 見学者受入状況

月	日	見学者所属	人数	うち 学外 者	うち 外国 人
4	2	無機材料工学科 SAGE(東工大学生交流団体) デンマークの大学生	22	17	17
	2	Erlangen-Nuremberg 大学	1	1	1
	6	EPFL(スイス連邦工科大学ローザンヌ校)	4	2	1
	7	南開大学(中国)	11	8	8
	12	西南交通大学(中華人民共和国)	6	6	6
	20	オマーン高等教育省	7	5	5
	22	リビア政府リビア経済開発委員会 グローバルイノベーターズ(リビア政府とのインターフェース)	10	6	4
	23	学内「計算物理工学」受講者(大学院修士課程1年生)	30	0	0
	28	インドネシア研究技術省	5	3	3
5	10	キングモンクット工科大学ラカバン校	6	4	4
	17	デラサール大学(フィリピン)土木工学科、機械工学科、 工業化学科	44	34	34
	19	芝浦工大柏高等学校	2	1	0
	24	イスタンブール工科大学	5	4	2
	27	文部科学省研修生	110	0	0
6	7	大連理工大学	6	5	5

	9	埼玉県立春日部高校	64	62	0
	14	分子研	2	2	0
	28	ブラウン大学	4	2	2
7	1	Supercomputing Center of Galicia	3	3	0
	7	西武学園文理中学高等学校	33	30	0
	8	仙台第一高校	15	13	0
		工学部無機材科工学科 東京工業大学国際交流学生会 SAGE(フランスの大学生)	19	12	12
	9	東京都立大泉高等学校	38	38	0
	12	黒竜江省教育庁	18	16	16
	22	Kyunghee 大学	36	33	33
	30	Cloud Computing Research Department SW Research Laboratory ETRI	5	5	5
8	19	情報環境学専攻 JFE テクノリサーチ(株)	4	3	0
	25	NARL Chair man Wen-Hwa Chen NCHC Dddirector Kuo-Ning Chiang	2	2	0
10	1	サウジアラビア国家 Eラーニング・遠隔教育センター	28	28	25
	18	文部科学省 研究開発局 環境エネルギー課	5	4	0
	21	新採用職員研修受講者 及び 人事課職員	7	0	0
11	1	文部科学省研究振興局	4	4	0
	18	評価・広報、富山県立石動高等学校	11	10	0
	30	評価・広報、栃木県立宇都宮高等学校	29	27	0
11	22	伊賀学長、大倉理事、牟田理事、斎藤理事、伊澤理事、鈴木幹事、山田事務局長	7	0	0
	29	マレーシア大学パハン校	6	4	4
	30	日本電気株式会社	8	8	0
12	7	株式会社アルゴグラフィックス	3	3	0
1	11	日本経済新聞社日本経済研究センター・フリージャーナリスト・総務省・東工大理工学研究科 集積システム専攻	4	3	0

	11	台中技術学院	9	7	7
	13	東工大教員および東工大学生	15	0	0
	24	株式会社 富士通研究所	3	3	0
2	2	ドイツ Kiel 大学、NEC	6	6	3
	3	株式会社 日立製作所	3	3	0
	22	文部科学省研究振興局情報課 学術基盤整備室 学術情報基盤整備室 学術情報第一係	3	3	0
	28	中央大学	4	3	0
3	9	カーネギーメロン大学 ETC 日本校プログラム・ディレクター	15	13	12
	11	ワガドゥグ大学 在日本ブルキナファソ大使館 外務省中東アフリカ局アフリカ第1課 他	6	4	2
		計 48 件	688	450	211

7 予算執行状況

1. 平成22年度法人運営費決算額

研究経費	47,857 千円
教育研究支援経費 (うち電子計算機賃借料)	1,101,836 千円 (555,647) 千円
一般管理費	289 千円
合 計	1,149,982 千円

2. 外部資金受入状況

奨学寄付金	3 件	5,500 千円
受託研究	5 件	72,228 千円
民間等との共同研究	5 件	13,621 千円
科学研究費補助金	特定領域研究	1 件 18,900 千円
	基盤研究 A	0 件 0 千円
	基盤研究 B	0 件 0 千円
	基盤研究 C	1 件 1,430 千円
	若手研究 A	2 件 11,050 千円
	若手研究 B	2 件 2,990 千円
研究開発施設共用等促進費補助金	1 件	42,340 千円
合 計	20 件	168,059 千円

8 研究活動報告

8-1 情報基盤部門

准教授 飯田 勝吉（認証・ネットワーク分野）

オーバーレイネットワークの QoS 制御を可能とする ISP 間仮想バックボーン構成基盤に関する研究

【研究の概要と成果】

オーバーレイネットワークでの QoS 制御を可能とする新しいネットワークアーキテクチャを設計し、そのプロタイプ実装を構築した。提案するアーキテクチャでは、各 ISP にオーバーレイルータという新しい通信装置を導入し、オーバーレイルータが通信を中継する。その際、アプリケーションからの要求を満たすためのトラフィックエンジニアリングと呼ばれる通信制御を実現した。

TCP 高速スタートアルゴリズムにおける RBP start 方式の性能評価

【研究の概要と成果】

現在、インターネット上のほとんどの通信に TCP が利用されている。TCP の通信性能のうち、重要な指標の一つとして通信開始時の転送速度がある。特に現在多用されている HTTP 通信では、その平均転送容量が数百 KB ととても小さいことから、通信開始後の速度上昇はほとんど期待できず、通信開始時の転送速度が重要となる。本研究では、通信開始時の転送速度向上を目的とした通信方式である TCP 高速スタートアルゴリズムの基本性能を評価した。具体的には、TCP 高速スタートアルゴリズムで標準的に利用されている Rate-Based Pacing (RBP) start 方式に着目し、その性能を明らかにした。図 1 は RBP start 方式を用いた場合 (RBP Start) と用いない場合 (Normal TCP) における、初期 cwnd が初期スループット (5 秒間) と初期パケットロス率 (5 秒間) に与える影響を示している。図から、初期 cwnd を増加させても Normal TCP の初期スループットは増加しないが、RBP Start では初期 cwnd の増加により初期スループットが増加することがわかる。これは Normal TCP では初期パケットロス率が大きく増加するが、RBP Start では一定以上に増加しないためと考えられる (図 1.b)。さらに、さまざまな性能評価により初期 cwnd (IW) の決定方法を明らかとした。

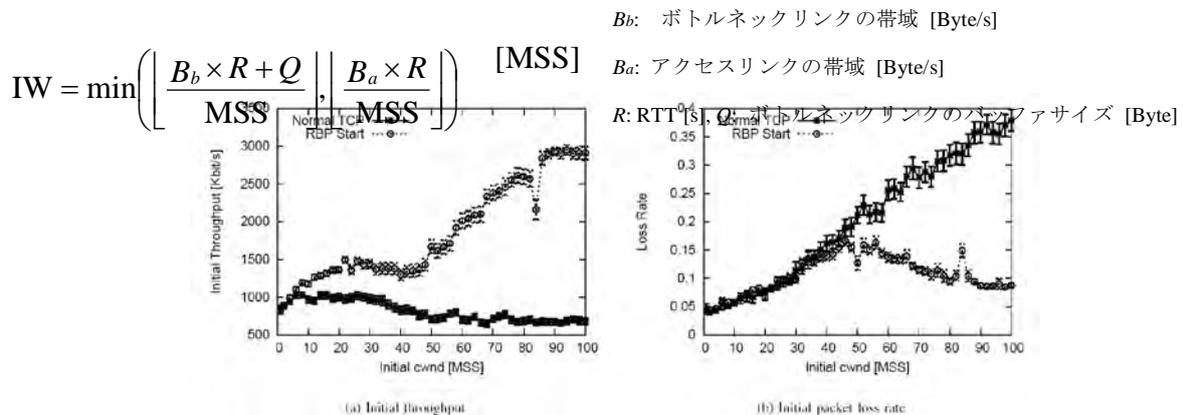


図 1: 初期 cwnd が初期スループットと初期パケットロス率に与える影響

【発表論文・学会発表等】

- 1) 大溝拓也、益井賢次、飯田勝吉：「[奨励講演] ISP 主導のアプリケーションネットワーク制御を実現するオーバレイルータの設計」、電子情報通信学会・技術研究報告, vol. 110, no. 39, NS2010-18, pp. 13-18, 2010 年 5 月.
- 2) H. L. Hieu, K. Masui, and K. Iida, "A Relative Bandwidth Allocation Method Enabling Fast Convergence in XCP, " *Proc. IFIP TC6 Intn'l Conference on Networks of the Future 2010 (NoF2010)*, as a part of IFIP World Computer Congress 2010 (WCC2010), under the publication of "Communications: Wireless in Developing Countries and Networks of the Future", Springer, pp. 217-228, Sept. 2010.
- 3) 田淳史、益井賢次、飯田勝吉：「TFRC 型ストリーミング通信における送受信ノード拡張を用いたハンドオーバ品質向上手法の提案と性能評価」、電子情報通信学会・技術研究報告, vol.110, no. 448, NS2010-179, pp.91-96, 2011 年 3 月.
- 4) 大溝拓也、益井賢次、飯田勝吉：「ISP 間仮想バックボーンを実現するオーバレイルータの実装と基礎評価」、電子情報通信学会・技術研究報告、vol. 110, no. 448, NS2010-254, pp. 509-514, 2011 年 3 月.
- 5) 鈴木大、飯田勝吉：「遠隔端末のウェブブラウザを用いた機密／公開情報の管理システムの設計と実装」、電子情報通信学会・技術研究報告、vol. 110, no. 448, NS2010-256, pp. 521-526, 2011 年 3 月.
- 6) 松浦晋吾、飯田勝吉：「IPTV におけるマルチキャストグループ集約方式の提案 ～ IGMP 負荷の性能評価 ～」、電子情報通信学会・技術研究報告、vol. 110, no. 448, NS2010-259, pp. 539-544, 2011 年 3 月.
- 7) 児玉祥平、飯田勝吉：「TCP 高速スタートアルゴリズムにおける Rate-Based Pacing 方式の性能評価」、電子情報通信学会・技術研究報告、vol. 110, no. 448, NS2010-273, pp. 621-626, 2011 年 3 月.
- 8) 岸本幸一、嶋村昌義、飯田勝吉、鶴正人：「大容量バッファ付きルータを用いた遅延転送方式のための空き帯域変動の分析」、電子情報通信学会・技術研究報告、vol. 110, no. 448, NS2010-279, pp. 657-662, 2011 年 3 月.
- 9) 高野正昭、飯田勝吉：「有限バッファ環境における実時間通信のための品質評価近似式の構築と性能評価」、電子情報通信学会・技術研究報告、vol. 110, no. 448, NS2010-286, pp. 699-704, 2011 年 3 月.
- 10) 堀内岳志、益井賢次、野本義弘、飯田勝吉：「動画配信のためのモバイル端末間のセッションマイグレーションに関する一検討」、電子情報通信学会 2011 総合大会、DVDROM, B-16-5, 2011 年 3 月.

特任准教授 友石 正彦（認証・ネットワーク分野）

RENKEI (REsource liNKage for E-scIence) プロジェクトにおける PoP の展開配備(継続)

研究室の資源 (LLS)、情報基盤センターの高性能資源群 (NIS)、異種グリッドミドルウェア上で提供される計算、データ、データベース等を柔軟に共有・連携させ、仮想研究コミュニティを形成しかつ運用するための基盤技術を確立することを目標とするプロジェクトに参加している。以下のような拠点間の高速データ転送をサポートするアプライアンスの配備が最初の段階となる：

1. 広域分散ファイルシステムによる利用推進のインセンティブ
 - (ア) 高速なローカル I/O とネットワーク I/O の両立した妥協のないサービス拠点
2. NAREGI ミドルウェアと仮想マシンを組み合わせたアプリケーション・ホスティング
 - (ア) グリッド認証基盤とアプリケーション実行基盤を平準化
 - (イ) 仮想マシンによる安定版・開発版の同時展開による利用と開発の並行的な促進

本年度は、実際に国内 8 拠点(大阪大学、NII, KEK, 名古屋大学、筑波大学、産総研、東北大学)に配備が終了し、ストレージ性能、ネットワーク性能について評価確認を行った。いくつかのボトルネックが見つかっており、バックボーンでの MTU の変更などによる改善を計画している。また、いくつかのプロジェクトでのデータ転送インフラとして導入予定である。

[1] 「PoP(Point of Presence)による e-サイエンスリソース連携」滝澤真一郎, 松岡聡, 友石正彦 (他 2 名), 広帯域ネットワーク利用に関するワークショップ (ADVNET2010), 東京大学, 2010 年 9 月.

[2] 「e-Science 基盤としての計算機センターPOP(Point-of-Presence)連携」滝澤真一郎, 松岡聡, 友石正彦 (他 3 名), 並列/分散/協調処理に関するサマー・ワークショップ (SWoPP2010), 金沢, 2010 年 8 月.

助教 渡辺 陽介(情報基盤活用分野)

アクセスログに基づくファイル間関連度の抽出に関する研究

【研究の概要と成果】

デジタルデータの増加に伴い、ファイルシステム上で管理されるファイルの種類と量が爆発的に増加し、従来のディレクトリ構造による管理や、テキスト検索によるデスクトップサーチ技術では、欲しいファイルを探し出すことが難しくなっている。本研究では、関連のあるファイル群へのアクセスは近い時間に発生することが多いと考え、ファイルアクセスのログから読み書き操作の共起頻度を求めてファイル間の関連度を算出する手法を研究開発している。関連度の高いファイル群を特定することで、それらをグループ化して仮想フォルダとして利用者へ提供できるシステムや、また、テキスト検索により得られた検索結果を拡張して、キーワードを含まないファイルも関連ファイルとして提示できるシステムが実現できる。

本年度中心に行った研究内容として、まず、通常ファイルの読み書き操作だけではなく、改名(Rename)、移動(Move)、複製(copy)の3つの操作(RMC操作)に着目したことが挙げられる。利用者がよく見せる行動として、新たな作業に取り掛かる際に、過去の作業で使用したファイルを複製・改名して再利用するということがあるが、この場合、新規作業で作成されたファイル群とRMC操作が行われた過去の作業のファイル群には少なからず関連があるとみなすことができる。本研究ではこれまで考慮してきた読み書きの共起頻度に加えて、このようなRMC操作の有無を関連度に反映させる手法を提案した。また、評価実験により、RMC操作を考慮することで、より多くの関連ファイルを発見できることを示した。

本年度行った研究内容のもう1つとして、ファイル間の関連度だけでなく、ファイルとWebページ間の関連度を抽出する手法の検討を行った。ファイルアクセスログに加えてWebアクセスログも用いることで、ファイルを操作した際に一緒に閲覧していたWebページも含めてグループ化して提示することができる。ファイルアクセスログとWebアクセスログを統合してから関係抽出を行うPre-Merge法、それぞれで関係を抽出したのちに統合を行うPost-Merge法の2つを提案し、精度と実行速度の面から比較する実験を行った。

TVテロップを用いた語学番組に対する動画検索に関する研究

【研究の概要と成果】

動画データの蓄積・閲覧のための環境が身近なものになってきたが、動画データはコンテンツの内容を説明するメタデータが不足しており、キーワード検索などによる選択的な閲覧には適していない。本研究では、特にテレビの語学学習番組データを対象として、動画データ内に含まれるテロップ情報に着目し、テロップの文字列とテロップ出現時間をメタデータとして用いて、シーン検索を行うシステムを開発している。テロップの出現時間の情報を用いることで、シーン間の区切りの検出や、各シーンが会話主体のシーンであるか、解説主体のシーンであるかのシーン種別を判定することができる。

本年度は、シーン検出やシーン種別判定の精度について、テロップを用いた場合とクローズドキャプション(字幕放送のデータ)を用いた場合との比較実験を行った。また、シーン種別判定をこれまでの固定したルールベースの方法から発展させて、テロップの色や表示位置、前後関係等の特徴量

を用いる機械学習によって判定する方式の検討を行った。

【発表論文・学会発表等】

1. 塩川浩昭, 北川博之, 川島英之, 渡辺陽介, 「分散ストリーム処理システムにおける高信頼化方式の提案」電子情報通信学会論文誌, Vol. J93-D, No.6, pp.767-780, 2010年6月.
2. Yousuke Watanabe, Kenichi Otagiri, and Haruo Yokota, "FileSearchCube: A File Grouping Tool Combining Multiple Types of Interfile-Relationships", Proc. International Conference on Web-Age Information Management (WAIM 2010), pp. 386-397, July, 2010.
3. Yousuke Watanabe, Yi Wu, and Haruo Yokota, "Digesting Online Multimedia Presentation Archives Based on Visual Effects", Proc. International Workshop on Streaming Media Delivery and Management Systems (SMDMS 2010), November, 2010.
4. 吳怡, 渡辺陽介, 横田治夫, 「ファイル RMC 操作を考慮した関連ファイルの発見」第 150 回 データベースシステム・第 99 回 情報基礎とアクセス技術 合同研究発表会, 2010 年 8 月.
5. 渡辺陽介, 勝山裕, 直井聡, 横田治夫, 「テロップ情報による語学番組シーン検索手法の評価」第 151 回データベースシステム研究発表会, Vol.2010-DBS-151 No.17, pp. 1-8, 2010 年 11 月.
6. 宋強, 渡辺陽介, 横田治夫, 「ファイルと Web ページの共起頻度に着目した関連性抽出手法の評価」DEIM Forum 2011, D4-5, 2011 年 3 月.
7. 近藤直樹, 羅敏, 渡辺陽介, 横田治夫, 「範囲問合せ可能な分散インデックスの性能評価」DEIM Forum 2011, E2-2, 2011 年 3 月.
8. 吳怡, 渡辺陽介, 横田治夫, 「ファイル RMC 操作に基づくタスク間関係を用いたファイル検索」DEIM Forum 2011, A9-2, 2011 年 3 月.
9. 吳怡, 渡辺陽介, 横田治夫, 「関連ファイルの発見におけるファイル RMC 操作の考慮」情報処理学会第 73 回全国大会, 2011 年 3 月.
10. 宋強, 渡辺陽介, 横田治夫, 「アクセスログに基づくファイルと Web ページの関連性抽出手法」情報処理学会第 73 回全国大会, 2011 年 3 月.
11. Hiroyuki Kitagawa, Yousuke Watanabe, Hideyuki Kawashima, and Toshiyuki Amagasa, "Stream-based Real World Information Integration Framework", book chapter in "Wireless Sensor Network Technologies for Information Explosion Era", Springer book series "Studies in Computational Intelligence", Vol. 278, pp. 173-204, 2010.

特任助教 益井 賢次（認証・ネットワーク分野）

【研究の概要と成果】

ネットワークオペレーション省力化のためのコンポーネント／プロセスの体系化

ネットワークオペレーションの実運用の場面では、複雑なシステムを維持するための多大な管理コストの問題になおも直面しがちである。大規模なキャンパスネットワークの運用において、管理対象となるコンポーネントの増加や多様なサービスの提供に伴うオペレーションプロセスの複雑化は、管理コスト増大の主たる要因である。加えて、近年ではネットワーク資源・サーバ資源の仮想化を実現する技術が浸透したことでその運用形態に柔軟性がもたらされた一方、物理資源と仮想資源の乖離という事象が管理者にとって直感的ではないため、運用状況の把握の面では複雑性を増す結果となっている。また、ネットワークの構築では様々な種類の機器間での相互接続性が前提となるが、機器によって機能の実装上・表現上の細かな差異があり、それらが積み重なることでさらに管理コストが増大する。

このような問題を解決すべく、管理対象のネットワークのコンポーネント、および実際のオペレーションプロセスを機械処理しやすい形式で体系化することに取り組んでいる。これにより、管理対象のネットワークの状態把握および構成変更の自動化が容易になることが期待される。現在は、既存のネットワーク構成技術を整理し、それらに関わるコンポーネントを抽象化した上で、実際にネットワーク内のコンポーネントの管理を自動で行うようなソフトウェアを開発している。このようなシステムを実運用において長期的に投入可能であるか、実地検証を行う予定である。

インターネットにおける大規模分散トポロジ検索システムの構築

インターネットの構造を把握することは、単純な記録としてのみならず、今後のネットワーク構成・運用技術ならびにネットワークアプリケーションの自律動作手法の研究・開発という面においても重要である。本研究項目では、インターネットの構造情報としてもっとも基礎的なものである IP トポロジ情報をエンドノードから高速に収集可能なシステムの構築を目指している。具体的には、地理的に分散した複数のホストから宛先ベースのルーティングを前提としたトポロジ情報を収集し、その出現回数や経路の重複から、トポロジ上で各ホストが独立するための分岐点を高速に抽出する手法を提案している。本手法の有効性について、実ネットワーク上での動作実験をもとに検証を進めている。

【発表論文・学会発表等】

- 1) 大溝拓也, 益井賢次, 飯田勝吉. ISP 主導のアプリケーションネットワーク制御を実現するオーバレイルータの設計. 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 110, no. 39, NS2010-18, pp. 13-18, 2010 年 5 月.
- 2) Hanh Le Hieu, Kenji Masui, and Katsuyoshi Iida, "A Relative Bandwidth Allocation Method Enabling Fast Convergence in XCP." In Proc. of IFIP International Conference Network of the Future (NOF 2010), September 2010.
- 3) 大溝拓也, 益井賢次, 飯田勝吉. ISP 間仮想バックボーンを実現するオーバレイルータの実装と基礎評価. 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 110, no. 448, NS2010-254, pp. 509-514, 2011 年 3 月.
- 4) 田敦史, 益井賢次, 飯田勝吉. TFRC 型ストリーミング通信における送受信ノード拡張を用いたハンドオーバ品質向上手法の提案と性能評価. 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 110, no. 448, NS2010-179, pp. 91-96, 2011 年 3 月.

テロップとWeb情報を用いたTV映像コンテンツからの語学会話シーン検索

【研究の概要と成果】

Wimax, LTE, LTE-A など高速な無線環境が整いつつあり、PC からスマートフォンに至るまで様々な端末で映像コンテンツを活用する時代を迎えている。映像コンテンツの検索方法として、テロップなどの文字情報検索、ナレーター等の音声情報検索、人物や建造物等の画像検索が考えられる。本研究では、情報抽出精度の観点から比較的検索精度が期待できる文字情報（テロップ）の活用に焦点をあて、その応用として“TV映像コンテンツからの語学会話シーン検索”の研究を推進している。語学会話シーン検索に焦点をあてたのは、デジタル教材による語学学習支援の要求が高まり、「このフレーズが使われている会話シーンだけ見たい」、「このフレーズについての解説をもう一度聞きたい」というニーズがあると考えた。

これまで、語学映像からテロップの出現時間やシーン内のテロップ出現数の特徴に着目して会話シーンと解説シーンを識別する手法を考案した。今年度は、テロップ情報による語学番組シーン検索手法の評価を行った。テレビ番組データにおいて利用可能なテロップ以外の情報として、話者の発言内容を格納したクロズドキャプションがあるが、テロップとクロズドキャプションのどちらがシーン検索に適しているか、特に語学番組検索というコンテキストにおいての比較・評価はされていなかった。そこで、語学番組シーン検索におけるテロップとクロズドキャプションの利用の比較・評価を行った。以下、もう少し詳述する。

これまで開発した語学会話シーン検索の手法は、1)テロップ認識、2)テロップ修正、3)テロップ出現時間を用いたシーン検出、4)会話シーンと解説シーンの判定からなる。ここで、3)シーン検出では、シーンの切れ目にはテロップがなく空白区間が生じる特徴に着目してシーンを検出した。4)会話シーンと解説シーンの判定では、各特徴に着目して会話シーンと解説シーンを区別した。具体的に、会話シーンの特徴は、シーン内に短いテロップが複数出現し、会話に沿ってテロップが変化する。一方、解説シーンの特徴は、一つ当たりのテロップの出現時間が長く、重要フレーズ等のテロップが解説の間出続ける。

今回、テロップとクロズドキャプションの利用の比較・評価を行った。評価データは、動画1；NHK「英語がわかる100のツボ」（約10分）、動画2；NHK「リトルチャロ」（約20分）を用い、これらの動画は字幕放送未対応のため、人手でクロズドキャプションデータ（発話開始時刻、発話終了時刻、発話内容）を作成した。評価方法は、正解データとして、人手によるシーン区切りおよび種別判定を行い、シーン検出の評価では、正解シーンとの誤差が一定時間未満ならばシーン区切り成功とみなした。図1にシーン検出例を示すが、テロップが全く出現しない区間もあること、また、会話はなかなか途切れないため、クロズドキャプションでは長めのシーンが多くなることがわかった。

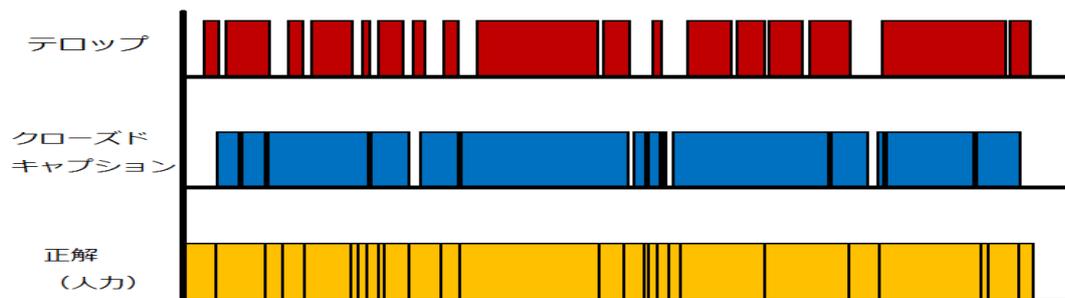


図1 シーン検出例 (NHK「英語がわかる 100 のツボ」)

図2には、クローズドキャプションとテロップによるシーン検出精度の比較を示す。テロップ情報を用いた方がシーン検出精度が高いことと、語学番組では話者の会話が途切れる個所が少ないため、クローズドキャプションは細かいシーン区切りに向かないことがわかった。

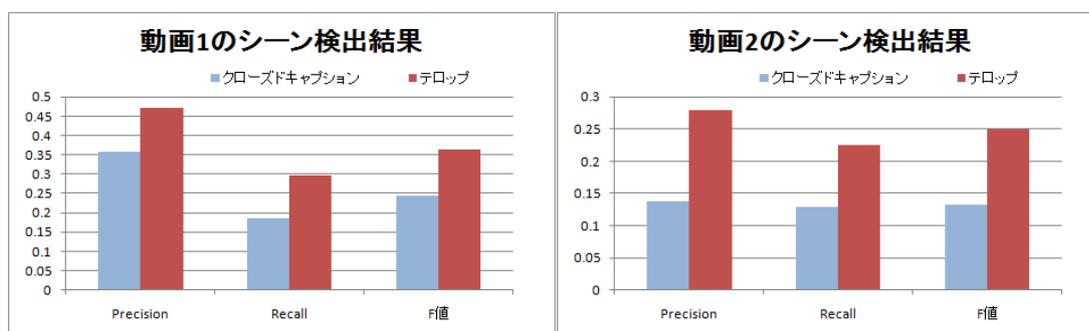


図2 クローズドキャプションとテロップによる各シーン検出精度の比較

また、図3には、シーン種別判定精度を示すが、会話シーンの判定精度はどちらも高いクローズドキャプションの出現時間から解説シーンを区別するのは難しいことがわかった。

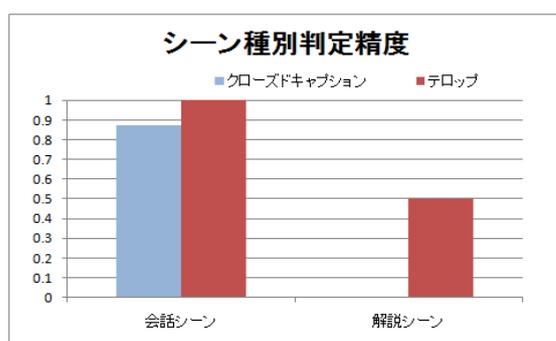


図3 シーン種別判定精度

以上、一部の実験データではあるが、テロップ情報の方がクローズドキャプションよりもシーン検出やシーン種別判定を行う上で適していることを確認した。今後は、多様な実験データによる評価を行うとともに、クローズドキャプションや音声・画像（色・位置等）情報を組み合わせてシーン検索手法の高精度化を実現したい。

【発表論文・学会発表等】

1) 渡辺陽介, 勝山 裕, 直井聡, 横田治夫, 「テロップ情報による語学番組シーン検索手法の評価」 情報処理学会, 情報処理学会研究報告, Vol. 2010-DBS-151, No. 17, pp. 1-8, 2010.11.

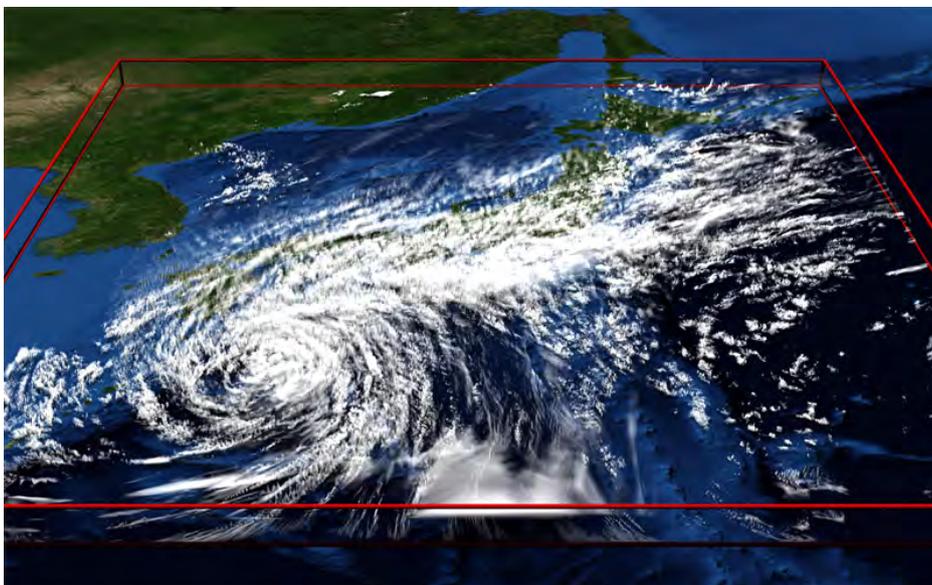
8-2 先端研究部門

教授 青木 尊之（高性能計算先端応用分野）

【研究の概要と成果】

次世代気象予報コードのフル GPU 計算

近い将来、日本全域を覆う気象計算により、ゲリラ豪雨や竜巻などの局地気象予報が可能になると信じられている。気象庁は積乱雲（典型的な直径が 10km 程度）を解像できる水平サブ・キロメートルの空間格子での気象計算を目標としている。一方、台風などは直径 1000km 以上あり、必然的に水平 2000×2000 格子以上の大規模計算が必要となる。大規模気象シミュレーションを高速に実行することは次世代の気象予報にとって最重要課題の一つであり、GPU の高い演算性能と高メモリバンド幅を活用した計算ができれば、将来の気象計算に向けて大きな方向性を示すことができる。米国では、世界標準となりつつあるオープンソースの気象コード WRF に GPU コンピューティングを適用する研究を早々に開始している。しかし、ソースコードの規模が大きく、世界中の気象研究者が参加して開発しているために、全て部分を GPU で計算できるように書き換えることは非常に困難である。そこで、彼らは物理過程の一部の計算負荷の高いモジュールのみを CUDA で書き換え、GPU コンピューティングを適用した。予報変数を従来のまま CPU のメモリ上に置き、計算が GPU モジュールに到達した際に CPU のメモリ上のデータを GPU に転送し、GPU で計算した結果を CPU のメモリに戻すという方法を取った。毎時間ステップで CPU と GPU 間のデータ転送が発生し、これが大きなオーバーヘッドとなり、GPU モジュール単独では CPU の 1 コアに対して 20 倍以上高速に計算できたが、計算全体としては 20~30% の高速化に留まることが報告された。



水平 500m 格子を用いた次世代気象予測コード ASUCA のフル GPU 実行

我々は気象庁・数値予報課と共同研究を行い、気象庁が次世代の気象予報のために開発しているコード ASUCA をフル GPU 化し、毎時間ステップでの CPU と GPU 間データ通信を完全に排除した。さまざまな最適化手法の導入、CUDA の thread block の割り当て、高速化のためのチューニング、予報変数の配列順序入替え等を行うことで、NVIDIA Tesla GPU M2050 (1 個) で計算することによ

り、Intel Xeon X5670 のシングル・スレッド計算に対して約 50 倍の高速化を達成した。また、1 ソケット(6 コア)と比較しても 12 倍の高速化が得られた。さらに、実際の気象予報に求められるような複数 GPU による計算に対して、GPU 計算と GPU 間のデータ通信をオーバーラップさせることにより、3990 個の GPU を用いて 145 TFlops (単精度)、76 TFlops (倍精度) の実行性能を達成した。これは、TSUBAME 2.0 とほぼ同性能の ORNL の Jaguar で WRF が 50 TFlops (倍精度) を得たのに対し、ASUCA は性能の出易い物理過程が少ないにも関わらず、より高い実行性能 (世界記録) を示し、GPU 計算の優位性を示すことができた。また、現在、気象庁が気象予報に用いている初期条件、境界条件をそのまま使い、TSUBAME の 437 個の GPU を用いて 500m 格子で日本全土を覆う気象計算を行うことができた。

これらは国内外から非常に高い注目を集め、国際会議 SC' 10 に投稿した論文は Best Student Paper Finalist に選ばれるなど、学術的にも高い評価を受けた。

臨床応用を目指したマルチ GPU による実形状肺内気流計算

肺の中で細かく分岐する気管の中の呼気流を詳細に知ることは、吸引により薬が気管のどこまで到達するかなどを知るうえで非常に重要である。口から肺胞に至るまでに十数世代の分岐を繰り返し極めて複雑な形状になる気管の中の空気の流れを計算することは困難な問題である。非圧縮性流体として扱うことができるが、一般的に用いられるセミ・インプリシット解法を用いると、速度 $\text{divergence} = 0$ を満足させるための Poisson 方程式を反復解法で解くことが困難になる。そこで、GPU 計算に適している格子ボルツマン法を適用することにした。格子ボルツマン法は流体のナビエ・ストークス方程式を解く代わりに、BGK 型の衝突項を仮定し位相空間でボルツマン方程式を解く手法であり、陽的時間積分により非圧縮性流体計算を行うことができる。Poisson 方程式を反復計算する必要が無いため、時間ステップ幅はセミ・インプリシット法より短い、複雑な気管形状内の流れに対しても確実に計算を進めることができる。

我々は東北大学・バイオロボティクス専攻の山口隆美教授のグループと共同研究を行い、X 線 CT 撮影による実際の患者から取得した気管の形状に対し、格子ボルツマン法で呼気流計算を行った。格子ボルツマン法は直交格子を前提としており、矩形の計算領域における気管の占める体積は少ない。そこで、計算領域を $8 \times 8 \times 8$ および $16 \times 16 \times 16$ などのブロックに分割し、ブロック内に気管が存在しない場合にはブロックを計算対象から外すようなメッシュ・アダプテーションを導入した。その結果、効率の良い GPU 計算が可能になり、また複数 GPU での計算も高い並列化効率で実行することができた。

保存形 IDO 法による高精度 LES(Large Eddy Simulation)手法の開発

日常的な流体は流速が少し高くなると乱流に遷移してしまう。流体の分子粘性のみで計算す直接計算 DNS は極めて高い精度で計算できる反面、低いレイノルズ数の場合や非常に狭い範囲での計算に制限されてしまう。実用的な流体計算を行うために RANS (Reynold 数平均モデル) が使われてきたが、十分に渦の構造を捉えることができず、最近では計算負荷の高い LES(Large Eddy Simulation) が求められている。RANS より計算負荷が高いため、GPU による高速計算が望まれてきた。LES のモデルとして従来から使われてきた Smagorinsky モデルは理想的な場合にのみ適用できるモデル定数を含んでいる。実用的な問題に対しては Dyanamic Smagorinsky モデルがしばしば用いられるが、

モデル定数を決定するために広範囲な空間平均を毎ステップ行う必要がある。これにより計算内容が極端なメモリアクセスに支配された計算になってしまい、GPU での計算効率が非常に低下してしまう。そこで、Dyanamic Smagorinsky モデルと同程度の精度と適用性を持ち、モデル定数を完全にローカルに決定できるコヒーレント構造関数 Smagorinsky モデルを導入し、GPU 計算を行った。チャンネル流れで DNS 計算とよく一致することを確認し、複雑な物体回りの計算に対しても適用できることを示した。フル GPU 計算であるために高い実行性能が得られ、コヒーレント構造関数 Smagorinsky モデルに基づいた渦粘性項の計算は全体の 20%に達することが明らかになった。

フル GPU 計算による気液二相流計算

気体と液体が激しく混じり合うような流れ（気液二相流）は数値流体力学の中でもチャレンジングな研究テーマとして知られている。計算時間もかかるため、予めから GPU を用いることが望まれていた。GPU コンピューティングが当初は重力多体問題での粒子計算で成功したことが影響し、気液二相流の計算に対しても、SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics) 法などの粒子法が使われてきた。しかし、粒子法はランダムなメモリアクセス、演算量、計算精度の三つの観点から効率が悪い。ハリウッド映画の制作でも、水と空気が激しく入り混じるような流れのシーンを制作するために粒子計算を用いていたが、最近は全て格子法を用いるようになってきている。我々は、格子法による気液二相流の計算をマルチ GPU で実行し、高い実行性能を達成することができた。非圧縮性 Navier-Stokes 方程式をセミ・インプリシット法による時間積分し、移流項には 5 次 WENO スキームを使い高精度計算を行った。気体と液体の界面を記述するためにレベルセット法を導入し、毎ステップ再初期化を行っている。一番計算時間のかかる Poisson 方程式の解法は、気体と液体の密度比が非ゼロ要素に含まれる、みずほ情報総研と共同研究している BiCGSTAB 法にマルチグリッド前処理を導入したライブラリを用いている。表面張力や壁との接触角も考慮し、単一気泡の上昇を実験と詳細に比較し十分な一致が得られ、ダムブレイム問題やミルククラウンの形成など様々な大規模問題を高精度かつ高速に計算することができることを示した。

【発表論文・学会発表等】

- 1) 青木尊之: 波動問題に対する GPU を用いた大規模格子系シミュレーション, 第 23 回回路とシステム軽井沢ワークショップ, 電子情報通信学会, 2010 年 4 月 20 日 【招待講演】
- 2) 杉原 健太, 青木尊之: 双曲型方程式のマルチ GPU による大規模高精度計算, 第 23 回回路とシステム軽井沢ワークショップ, 電子情報通信学会, 2010 年 4 月 19 日 【招待講演】
- 3) T. Aoki: Multi-GPU scalability of mesh-based HPC applications, ETHZ - Tokyo Tech Workshop : Computing with GPUs, Cells, and Multicores, ETH Zurich, Switzerland, May 10, 2010.
- 4) T. Shimokawabe and T. Aoki: GPU Acceleration of Weather Prediction Model, ETHZ - Tokyo Tech Workshop : Computing with GPUs, Cells, and Multicores, ETH Zurich, Switzerland, May 10, 2010.
- 5) N. Onodera and T. Aoki: Large-Eddy Simulation of Channel Flow on GPU, ETHZ - Tokyo Tech Workshop : Computing with GPUs, Cells, and Multicores, ETH Zurich, Switzerland, May 10, 2010.
- 6) M. Arce Acuna and T. Aoki: Real-Time Tsunami Simulation Solving the Shallow Water Equations on Multi-Node GPU Cluster, ETHZ - Tokyo Tech Workshop : Computing with GPUs, Cells, and Multicores, ETH Zurich, Switzerland, May 10, 2010.
- 7) 青木尊之: GPGPU による数値シミュレーションの新展開, 火薬学会 2010 年度年会講演要旨集, pp.47-50, 慶應大学, 2010 年 5 月 20 日 【招待講演】
- 8) T. Shimokawabe, T. Aoki, J. Ishida; Acceleration of Meso-scale Atmosphere model ASUCA by GPU, 第 15 回計算工学講演会 (日本計算工学会), pp.121-124, 九州大学, 2010 年 5 月 26 日

- 9) 杉原健太, 青木尊之; GPUによる二相流シミュレーションの開発 I, 第15回計算工学講演会(日本計算工学会), pp.125-126, 九州大学, 2010年5月26日
- 10) 小野寺直幸, 青木尊之; GPUを用いたLESチャンネル乱流計算, 第15回計算工学講演会(日本計算工学会), pp.127-128, 九州大学, 2010年5月26日
- 11) Marlon Arce Acuna, Takayuki Aoki; Parallel GPU Computing for Real-Time Tsunami Simulation on an Actual Study Case, 第15回計算工学講演会(日本計算工学会), pp.133-136, 九州大学, 2010年5月26日
- 12) Xian Wang, Takayuki Aoki; Comparison on the performance of Lattice Boltzmann method solver executed on multi-node GPU cluster by multi-dimensional domain decompositions, 第15回計算工学講演会(日本計算工学会), pp.141-144, 九州大学, 2010年5月26日
- 13) 小川 慧, 青木尊之; GPUクラスタを用いたPhase Fieldモデルに基づく相変態計算のスケラビリティ, 第15回計算工学講演会(日本計算工学会), pp.145-148, 九州大学, 2010年5月26日
- 14) 松岡聡, 青木尊之, 遠藤敏夫, 丸山直也, 佐藤仁, 滝澤真一朗, 實本英之: PC クラスタと「スパコン」のあいだ, ASCII.technology, 7月号, pp.48-55, 2010年5月24日
- 15) 青木尊之: GPUスパコンにおける大規模HPCアプリケーションのスケラビリティ —格子系流体計算—, 先進的計算基盤システムシンポジウム(SACSIS 2010), チュートリアル講演資料, pp.1-30, 奈良, 2010年5月27日
- 16) 小川慧, 青木尊之, 山中晃徳: マルチGPUによるフェーズフィールド相転移計算のスケラビリティ —40GPUで5TFLOPSの実効性能, 情報処理学会論文誌コンピューティングシステム Vol. 3 No. 2 67-75 (2010 June)
- 17) Takayuki Aoki, Marlon Arce Acuna, Xian Wang, Sato OGAWA.; Large-Scale CFD Applications on Multi-Node GPU Cluster, Fifth European Conference on Computational Fluid Dynamics (ECCOMAS CFD 2010), Proceedings, Lisbon, Portugal, P.697, June 17th, 2010
- 18) 青木尊之: 双曲型方程式のGPUによる高速計算, 日本応用数理学会誌, 応用数理, Vol. 20, No.2, June 2010, PP.94-106 (2010) [解説記事]
- 19) 山中 晃徳, 小川 慧, 青木 尊之, 高木 知弘: GPUによるマルチフェーズフィールドシミュレーション, 日本計算工学会誌, No.20100009, 2010年6月7日
- 20) Naoyuki Onodera, Onodera, Takayuki Aoki, Hiromichi Kobayashi: Development of high-order Multi-Moment scheme for large-eddy simulation, 9th world Congress on Computational Mechanics and 4th Asian Pacific Congress on Computational Mechanics, Sydney, Australia, 20 July 2010.
- 21) Marlon Rodolfo Arce Acuna, Takayuki Aoki: Real-Time Tsunami Simulation Solving the Shallow Water Equations on Multi-Node GPU Cluster, 9th world Congress on Computational Mechanics and 4th Asian Pacific Congress on Computational Mechanics, Sydney, Australia, 19 July 2010.
- 22) Takashi Shimokawabe, Takayuki Aoki, Junichi Ishida: GPU Acceleration of Meso-scale Atmosphere model ASUCA, 9th world Congress on Computational Mechanics and 4th Asian Pacific Congress on Computational Mechanics, Sydney, Australia, 19 July 2010.
- 23) Kenta Sugihara, Takayuki Aoki: Performance of higher-order advection equation solved on multi-node GPU cluster, 9th world Congress on Computational Mechanics and 4th Asian Pacific Congress on Computational Mechanics, Sydney, Australia, 20 July 2010.
- 24) Takayuki Aoki, Sato Ogawa, Akinori Yamanaka: Multi-GPU Scalability of Phase-Field Simulation for Dendritic Solidification - 10 Tera Flops Performance on 60 GPUs, 9th world Congress on Computational Mechanics and 4th Asian Pacific Congress on Computational Mechanics, Sydney, Australia, 20 July 2010.
- 25) Shuji Moriguchi, Takayuki Aoki, Atsushi Yashima: CFD-DEM coupled numerical simulation for geomaterial, 9th world Congress on Computational Mechanics and 4th Asian Pacific Congress on Computational Mechanics, Sydney, Australia, 23 July 2010.
- 26) Takayuki Aoki: [Invited Talk] Large-scale CFD Applications on GPU-based Supercomputer, International Workshop on GPU Solutions for Multiscale Problems in Science and Engineering, Harbin, China, July 27, 2010
- 27) 小野寺直幸, 青木尊之, 小林宏充: GPUによるラージエディ・シミュレーションの高速化, 日本流体

- 力学学会年会, CD-ROM, 北海道大学, 2010年9月9日
- 28) 小野寺直幸, 青木尊之, 小林宏充: 高次精度保存型 IDO 法によるラージエディ・シミュレーション, 日本流体力学会年会, CD-ROM, 北海道大学, 2010年9月11日
 - 29) Takayuki Aoki: Multiple-GPU Scalability of Phase-Field Simulation for Dendritic Solidification, Joint International Conference on Supercomputing in Nuclear Applications and Monte Carlo 2010 (SNA + MC2010), Tokyo, October 21, 2010
 - 30) Xian Wang and Takayuki Aoki: High Performance of Lattice Boltzmann Method on Multi-Node GPU Cluster and its Application on Incompressible Flow Computation, Joint International Conference on Supercomputing in Nuclear Applications and Monte Carlo 2010 (SNA + MC2010), Tokyo, October 21, 2010
 - 31) Takashi Shimokawabe and Takayuki Aoki: Multi-GPU Computing for Meso-Scale Atmosphere Model ASUCA, Joint International Conference on Supercomputing in Nuclear Applications and Monte Carlo 2010 (SNA + MC2010), Tokyo, October 21, 2010
 - 32) 杉原 健太, 青木 尊之: 大規模高次精度移流計算の複数 GPU による高速化と強スケーラビリティ, 日本計算工学会誌, Transactions of JSCES, Paper No.20100018, 2010年12月3日
 - 33) 小野寺 直幸, 青木 尊之, 杉原 健太: コンパクト差分を用いた高次精度マルチ・モーメント法の開発, 日本計算工学会誌, Transactions of JSCES, Paper No.20100019, 2010年12月17日
 - 34) 小野寺 直幸, 青木尊之, 小林 宏充: 複数 GPU を用いたラージエディ・シミュレーションの高速化, 日本流体力学会, 第24回数値流体シンポジウム, 講演予稿集 (電子媒体), 2010年12月20日
 - 35) 下川辺 隆史, 青木 尊之, 石田 純一, 河野 耕平, 室井 ちあし: メソスケール気象モデル ASUCA の TSUBAME 2.0 での実行, 日本流体力学会, 第24回数値流体シンポジウム, 講演予稿集 (電子媒体), 2010年12月20日
 - 36) 三木 貴仁, 王 嫻, 青木 尊之, 今井 陽介, 石川拓司, 高瀬 圭, 山口 隆美: 臨床応用を目指したマルチ GPU による実形状肺内気流計算, 日本流体力学会, 第24回数値流体シンポジウム, 講演予稿集 (電子媒体), 2010年12月20日
 - 37) 杉原 健太(東工大), 青木 尊之: 複数 GPU による気液二相流の大規模シミュレーション, 日本流体力学会, 第24回数値流体シンポジウム, 講演予稿集 (電子媒体), 2010年12月20日
 - 38) 小野寺 直幸, 青木尊之, 小林 宏充: コンパクト差分を用いた保存型 IDO 法による LES および選択的 SGS 粘性の検討, 日本流体力学会, 第24回数値流体シンポジウム, 講演予稿集 (電子媒体), 2010年12月20日
 - 39) Arce Acuna Marlon Rodolfo, Takayuki Aoki: Multi-node GPU Real-Time Tsunami Simulation for Large Scale and Actual Study Case, 日本流体力学会, 第24回数値流体シンポジウム, 講演予稿集 (電子媒体), 2010年12月20日
 - 40) Okamoto, T., H. Takenaka, T. Nakamura, and T. Aoki: Accelerating Large-Scale Simulation of Seismic Wave Propagation by Multi-GPUs and Three-Dimensional Domain Decomposition, Earth, Planets and Space, Vol.62, No.12, 939-942, 2010.
 - 41) 小野寺 直幸, 青木尊之, 小林 宏充: GPU によるラージエディ・シミュレーションの高速化, 日本流体力学会誌「ながれ」, Vol. 29, No.6, pp.423-426 (2010) [解説記事]
 - 42) 青木尊之: TSUBAME の GPU による大規模ステンシル・アプリケーション, 情報処理学会 HPCS2011, 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予稿集, 産総研, 2011年1月18日
 - 43) Takayuki Aoki and Kenta Sugihara: Two-Phase Flow Simulation on GPU cluster using an MG Preconditioned Sparse Matrix Solver, SIAM Conference on Computational Science and Engineering (SIAM CSE11), Reno, Nevada, March 3, 2011.
 - 44) Takahito Miki, Xian Wang, Takayuki Aoki, Yohsuke Imai, Takuji Ishikawa, Kei Takase, and Takami Yamaguchi: Subject-specific Pulmonary Airflow Simulation by Lattice Boltzmann Method on GPU Cluster, SIAM Conference on Computational Science and Engineering (SIAM CSE11), Reno, Nevada, March 3, 2011.
 - 45) Marlon R. Arce Acuña and Takayuki Aoki: Multi-GPU Tsunami Simulation on TSUBAME GPU

- Supercomputer, SIAM Conference on Mathematical & Computational Issues in the Geosciences (SIAM GS11), Long Beach, California, March 23, 2011.
- 46) Takahito Miki, Yohsuke Imai, Takuji Ishikawa, Shigeo Wada, Takayuki Aoki and Takami Yamaguchi, A fourth-order Cartesian local mesh refinement method for the computational fluid dynamics of physiological flow in multi-generation branched vessels, *International Journal for Numerical Methods in Biomedical Engineering*, Vol. 27, Issue 3, PP. 424–435, March 2011.
 - 47) T.Shimokawabe, T.Aoki, C.Muroi, J.Ishida, K.Kawano, T.Endo, A.Nukada, N.Maruyama, S.Matsuoka, “An80-fold speedup, 15.0 TFlops full GPU acceleration of non-hydrostatic weather model ASUCA production code” in *Proceedings of the 2010 ACM/IEEE International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis, SC’10*, IEEE Computer Society, New Orleans, LA, USA, Nov. 2010, pp. 1–11
 - 48) 青木尊之, 小川慧, 山中晃徳: GPU による樹枝状凝固成長のフェーズフィールド計算, *TSUBAME e-Science Journal*, Vol. 1, 東京工業大学学術国際情報センター, 2010年9月
 - 49) 下川辺隆史, 青木尊之: 次世代気象モデルのフル GPU 計算 – TSUBAME2.0 の 3990GPU で 145TFLOPS, *TSUBAME e-Science Journal*, Vol. 2, 東京工業大学学術国際情報センター, 2010年11月
 - 50) Takayuki Aoki, "TSUBAME2.0: Large-scale CFD Applications (Weather Prediction) on TSUBAME 2", *Invited Presentation, IEEE/ACM Supercomputing (SC10) NVIDIA Booth, New Orleans, LU, Nov. 17, 2010.*
 - 51) 小野寺 直幸, 青木尊之, 小林 宏充: GPU を用いたラージエディ・シミュレーションの高速化, *日本流体力学会雑誌「ながれ」*, Vol. 29, pp.423-426 (2010) [解説]
 - 52) 青木尊之, 下川辺隆史: GPU スパコンによる非静力学平衡モデルの大規模気象計算, *日本計算工学会誌「計算工学」*, Vol.15, No.4, pp2403-2407 (2010) [解説]

教授 松岡 聡 (高性能計算システム分野)

1. 情報爆発時代に対応する高度にスケーラブルな高性能自律構成実行基盤

【研究の概要と成果】

科学研究費特定領域の援助を得て、情報爆発時代に対応できる計算基盤として 100 万以上のオーダーのノードからなる超分散環境上で多様なアプリケーションを安全安心に実行できる基盤技術へ向けた研究を推進している。既存研究では、インターネット上の脆弱で多数のノードの計算環境としての利用は Web に基づくものやマスターワーカーのような単純で疎結合な応用に限られている。情報爆発時代に対応するためには、超分散環境において高性能な仮想計算環境が自律的に構成され、その上で種々の特性を持つ大規模アプリケーションが安全安心かつ高性能に実行できる真のクラウド型システムおよびその技術の研究が急務である。本年度は以下の研究項目について要素技術の研究を推進した。各項目の成果は国内外の学会にて論文発表を行った。

1. 高性能基盤技術：「GPU を用いた高性能基盤技術」

GPU を考慮したスケーラブルな MapReduce 実行基盤を提案した。CPU と GPU が混在する不均質な大規模環境において、CPU と GPU 上で実行されている Map タスクの動的なプロファイルに基づいて、ジョブ実行時間を最小化するハイブリッドオンラインスケジューリングを提案した。K-Means アプリケーションで実験を行った結果、CPU のみの使用に対し、2GPU の使用とスケジューリングアルゴリズムの適用をした場合、CPU のみにスケジュールした場合に比べ、ジョブ実行時間において 1.02-1.93 倍の高速化を達成した。

2. 実行基盤の自律的構成：「自律構成を行う大規模データ高速転送技術」

AmazonEC2/S3, および, Windows Azure を対象として, 2 拠点クラウド間でのデータ転送を高速化する手法を提案した。複数の中継ノードを用意し, それらが協調的また自律的に中継を行うことで, 大規模データの高速転送を実現した。また, e-サイエンス RENKEI プロジェクトと連携し, 全国共同利用基盤センター群を中心に 9 拠点に設置した RENKEI-PoP ストレージサーバを用いた拠点間データ転送の性能向上のための技術検討, および拠点間データ共有環境の配備を行った。

3. 次世代ネットワークと実行基盤の統合：「マルチリング型オーバーレイネットワークを用いたクラウド環境の資源管理」

動的に変化するクラウド環境を、分散管理するための次世代オーバーレイネットワークを提案した。マルチリング型次世代オーバーレイネットワークを利用し、階層的にクラウド計算資源をモニタリングすることにより、ネットワークの負荷を抑えながら、数万ノードオーダーのクラウド環境に対し、一貫した計算資源情報の管理を可能とした。

4. 性能モデル：「性能モデルに基づく計算資源割り当ての最適化」

ワークフローアプリケーションの性能モデルを構築し, TSUBAME2.0 と Amazon EC2/S3 において天文データ解析を行う Montage に対してモデルを適応させた。小規模なワークフローの実行結果をもとに計算性能や I/O 性能を見積もり, より大規模なワークフローでの性能の予測を行った。その結果, 今回構築したモデル化では表現しきれていないパラメータの影響, 特に中間ファイルがメモリキャッシュにのる場合やメタデータファイルへのアクセスコストなど考慮した精緻なモデルが必要であることが明らかとなった。

2. 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】

HPC(高性能計算)の重要性は強く認識されているが、処理能力の向上と引換えの電力消費の急速な増大が危機的状況である。そこで我々は、10年後にHPCの性能電力効率を現状の1000倍とする目標を掲げるULP-HPC(Ultra Low Power HPC)を提案し、システム・アプリケーション・数理に基づいたチューニングの観点から研究を推進している。このプロジェクトはJST-CRESTの支援を受け、複数大学にまたがった体制で研究を行っている。松岡グループでは主に超低消費電力のためのシステムやアクセラレータ利用を担当している。本年度はTSUBAME2.0における運用スパコン世界一の達成をはじめとして、GPUなどのアクセラレータ、メモリなどの構成要素の電力・性能モデルの精緻化およびそれらに基づく最適化手法等数多くの成果をあげた。

- スーパーコンピュータは非常に高い性能を有するが、性能だけでなくその桁違いに大きい消費電力を如何に低く抑えるかが今日非常に重要である。2010年11月に稼働を開始したTSUBAME 2.0の設計はこれまでのULP-HPCプロジェクトでの成果を投入したものであり、電力効率を重視して主要な計算リソースとしてGPUを採用する。その結果TSUBAME 2.0ではTSUBAME 1.0の約30倍となる2.4PFLOPSの理論ピーク性能を、以前より少ない設置面積とわずかな消費電力の増加で実現することができた。2010年11月、スーパーコンピュータの世界ランキングであるTOP500 ListではLINPACK性能1.192PFLOPSで第4位にランクインし、また同リスト中の電力効率のランキングであるGreen500 Listでは第2位(実質3位)にランクインし、運用スーパーコンピュータとしては第1位として表彰された。
- GPUを含めたアクセラレータは世代ごと・ベンダーごとのアーキテクチャの変化が激しくソフトウェア構築の手間、特に最適化の手間が大きくなる傾向にある。そのコストに見合った利益を得られるか知るために、与えられたソフトウェアのGPU上の最適化効果を見積もるシステムの構築・評価を行った。システムは主にGPU上のパフォーマンスカウンタから実行時間を説明する性能モデルと、メモリアクセス局所性の解析器からなる。今回は共有メモリ利用最適化に注目し、異なるメモリ階層を持つGeforce GTX285とGTX480 GPU上で流体カーネルやN体問題などについて検証を行った。GTX480においては最適化効果を20%以下の誤差で見積もることができることを示した。今後は上述の電力モデルと組み合わせてエネルギー最適化に活用する見込みである。
- 電力最適化のためにGPUの電力モデリングが必要であるため、昨年度構築した高精度電力モニタリングシステム(ULP-HPCテストベッド)を用いた研究を推進した。CUDA GPUにおいては20種類程度のパフォーマンスカウンタを取得可能であるため、それらを性能プロファイルとして使い、消費電力を見積もるモデリング手法を提案した。本手法では、数十種類のCUDAカーネルの性能プロファイルと実測消費電力から線形回帰モデルを学習させる。さらにGPUにおける周波数および電圧を下げることによって電力効率の最適化が期待できるが、電力モデルを応用しモデルパラメータとして周波数および電圧を取り入れる拡張を行った。その結果、周波数・電圧の変更による電力効率の変化を高い精度で予測できることを実験的に示した。
- 科学計算の計算カーネルの一つとしてステンシル計算が頻繁に現れるが、ステンシル計算はメモリ律速であり、かつメモリのアクセスパターンが比較的単純であるためGPUによるアク

セラレーションが有効である。しかしステンシル計算それ自身は簡潔に記述できるにも関わらず、並列化のための問題の分割や袖領域の交換などの実装が煩雑になる。我々はハードウェアから独立したステンシル計算本来の簡潔な記述を保ったままのコードから GPU クラスタ向けに並列化されたコードを生成するフレームワークを研究開発中である。ステンシル計算の問題例として 7 点ステンシルである三次元拡散方程式および Himeno ベンチマークを用い、TSUBAME2.0 の 1024GPU を用いた Strong scalability を示し、フレームワークによる自動最適化が有効であることを示した。実際に Himeno ベンチマークでは XL サイズにおいて本フレームワークによって自動生成したコードにより世界最高性能を達成した。

3. NAREGI 本格試験運用による e-サイエンス/CSI の実現及び研究開発

【研究の概要と成果】

昨年度に引き続き、国立情報学研究所 (NII) のグリッドオペレーションセンターや全国共同利用基盤センター群、筑波大学らと共に構築中の学術グリッドの本格運用に向けて、NAREGI ミドルウェア v.1.1 の本学 TSUBAME を用いた運用のための要素技術の研究・開発を行った。本年度では、データグリッド/サイエンスクラウド基盤の構築に向けて、昨年度の成果である NAREGI コンポーネントの稼働状態のモニタリング機構と、他の資源利用モニタリング機構を組み合わせ、グリッド基盤の大規模モニタリング、及び、データの格納、解析のためのサイエンスクラウド環境構築を進めた。具体的には以下を達成した。

1. グリッド資源モニタリング機構の導入

昨年度開発した NAREGI グリッドミドルウェアのサービス動作確認を行う「NAREGI ミドルウェア動作整合性監視システム」を TSUBAME1.2、および TSUBAME2.0 に対して導入し、TSUBAME 上で動作している NAREGI コンポーネント (GridVM Scheduler, ISCDAS) の動作監視に利用した。また、学術グリッドに 600TFlops を供出している TSUBAME2.0 内部では、平成 22 年 11 月の導入時より、各計算ノードのリソース消費量、利用者ジョブの実行履歴等の情報を記録・蓄積している。

2. RENKEI-PoP による高速・広域データ共有基盤の実現

e-サイエンス RENKEI プロジェクトと連携し、全国共同利用基盤センター群を中心に 9 拠点に設置した RENKEI-PoP ストレージサーバを用いた拠点間データ転送の性能向上のための技術検討、および拠点間データ共有環境の配備を行った。特に東京工業大学内では、TSUBAME1.0 においては RENKEI-PoP と TSUBAME でネットワーク・アカウントを統合し、TSUBAME1.0 ストレージと RENKEI-PoP 間で構築した 160TB 強の共有ストレージ間でデータ共有できる環境を構成した。TSUBAME2.0 ではネットワーク構成が複雑となったため、まだ実現できてはいないが、TSUBAME2.0 ストレージと RENKEI-PoP 共有ストレージ間でのデータ共有環境の設計を行い、実現に向けてのシステム統合を開始した。

3. TSUBAME2.0 上での大規模データ処理

TSUBAME2.0 上で MapReduce 型の大規模データ処理を行うためのミドルウェアを整備した。具体的には、MapReduce 処理系のひとつである Hadoop を TSUBAME2.0 のジョブスケジューラである PBS Pro、並列ファイルシステムである Lustre、ノード上の SSD などと協調

して動作させるためのツール「Tsudoop」を開発した。この開発したツールを TSUBAME2.0 のユーザに対して試験的に提供するとともに、このツールを活用した TSUBAME2.0 の運用ログの解析に着手した。

4. 研究コミュニティ形成のための資源連携技術に関する研究

【研究の概要と成果】

研究室に設置される計算機やストレージ等から計算機センター等に設置されるものに至るまでの資源上で提供される計算能力やデータ、データベース、アプリケーションを必要性に応じて柔軟に共有または連携させ、これにユーザを含めた仮想研究コミュニティを形成かつ運用するための技術を研究し、これを実現するためのソフトウェア、およびインフラを開発することを目的とする。昨年度他大学・研究機関に設置した RENKEI-PoP ストレージサーバによるデータ転送を中心に、今年度の成果は以下になる。

1. RENKEI-PoP による、拠点間データ転送・共有環境の提案

今年度は新規に東北大学サイバーサイエンスセンター、国立遺伝学研究所にも RENKEI-PoP を配備し、計 9 拠点に配備した RENKEI-PoP 間での広域通信における性能を向上すべく、各種ネットワークパラメータのチューニングを行った。結果、東工大 - NII 西千葉間では設計目標性能に近い 960MBps (7680Mbps) を達成した。また、東工大 - 大阪大学間では標準時の性能の 3 倍近い性能向上 (530MBps) をはたした。この高速転送可能な RENKEI-PoP 上に Gfarm 分散ファイルシステムを導入し、RENKEI-PoP 間では GSI によるグリッド認証、RENKEI-PoP と拠点リソース間では LDAP 等のローカル認証を行う環境の提案を行い、TSUBAME2.0 での検証実装を開始した。この環境を用いることで、拠点リソースから RENKEI-PoP 上の Gfarm への透過的なデータアクセスが実現され、RENKEI-PoP 設置全拠点間での高速データ共有環境が実現される。

2. RENKEI-PoP 上での資源連携サービスホスティング機能の設計と実装

RENKEI-PoP の余剰 CPU リソースを用いた、資源連携サービスの実行・実証環境提供のためのホスティング機能の設計・実装を行った。試験連携サービス実行の場としては RENKEI-PoP 上の仮想マシン (VM) を提供し、VM で共通して使用する OS イメージは RENKEI-PoP 上の Gfarm にて全 RENKEI-PoP 間で共有される。VM 管理には kvm, libvirt, OpenNebula 等のオープンソースベースの技術を用いて、利用者が意図した拠点 RENKEI-PoP 上で VM を実行できるように実装を進めている。NII や高エネルギー加速器研究機構等と共に、資源連携技術の実証評価に向けた環境の整備を進めている。

以上の RENKEI-PoP による技術は平成 23 年度以降に実施される HPCI の基本仕様のベースとして活用されている。

5. ポストペタスケールに向けたアクセラレータ技術

JST 戦略的国際科学技術協力推進事業(共同研究型)である「ポストペタスケールコンピューティングのためのフレームワークとプログラミング」の一環としてポストペタスケールに向けたアクセラレータ技術について

研究を行った。具体的には大規模 GPU システムのための耐故障技術の提案・評価を行った。評価環境として TSUBAME 2.0 スパコンを主に利用した。大規模 GPU システムでの耐故障性実現に向けて、開発中の CUDA GPU プログラム向けチェックポイントと MPI プログラム向けチェックポイントの統合を行った。GPU プログラムにおいては、GPU がホストメモリと別のメモリ空間を持っていることから、通常のチェックポイント処理に加え GPU メモリ空間の保存、復帰が必要となる。この処理と MPI プロセスをまたいだチェックポイントの両立のためにシグナルハンドラの有効区間の設定などの対処を行った。またこれまで開発してきた冗長符号化による分散スケラブルチェックポイントングをさらに拡張し、GPU および CPU を共用することによる符号化オーバーヘッドの大幅な削減を実現した。実際に TSUBAME2.0 を用いた予備的な評価では 1000GPU 規模の大規模 GPU アプリケーションにおいて数パーセント程度のオーバーヘッドでチェックポイントが可能であることを示した。

【発表論文・学会発表等】

1. Toshio Endo, Akira Nukada, Satoshi Matsuoka, and Naoya Maruyama. Linpack Evaluation on a Supercomputer with Heterogeneous Accelerators, In Proceedings of IEEE International Parallel & Distributed Processing Symposium (IPDPS 2010), Atlanta, April 2010.
2. Naoya Maruyama, Akira Nukada, and Satoshi Matsuoka. A High-Performance Fault-Tolerant Software Framework for Memory on Commodity GPUs, In Proceedings of 24th IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS'10), Atlanta, April 2010.
3. Ali Cevahir, Akira Nukada, and Satoshi Matsuoka. “High Performance Conjugate Gradient Solver on Multi-GPU Clusters Using Hypergraph Partitioning” In Proceedings of the 2010 International Supercomputing Conference (ISC'10), Hamburg, Germany, June 2010.
4. Leonardo Bautista Gomez, Akira Nukada, Naoya Maruyama, Franck Cappello and Satoshi Matsuoka. Low-overhead diskless checkpoint for hybrid computing systems. In Proceedings of 2010 High Performance Computing Conference (HiPC 2010), Goa, Dec. 2010
5. [Leonardo Bautista](#), [Akira Nukada](#), [Naoya Maruyama](#), [Franck Cappello](#), [SATOSHI MATSUOKA](#). [Low-overhead diskless checkpoint for hybrid computing systems](#), International Conference on High Performance Computing (HiPC 2010), Dec. 2010.
6. [Takashi Shimokawabe](#), [Takayuki Aoki](#), Chiashi Muroi, Junichi Ishida, Kohei Kawano, [Toshio Endo](#), [Akira Nukada](#), [Naoya Maruyama](#), [Satoshi Matsuoka](#). [An 80-Fold Speedup, 15.0 TFlops, Full GPU Acceleration of Non-Hydrostatic Weather Model ASUCA Production Code](#), International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis (SC10), Proceedings of IEEE/ACM International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis (SC10), IEEE/ACM, Nov. 2010.
7. [Koichi Shirahata](#), [Hitoshi Sato](#), [SATOSHI MATSUOKA](#). [Hybrid Map Task Scheduling for GPU-based Heterogeneous Clusters](#), First International Workshop on Theory and Practice

- of MapReduce (MAPRED'2010), First International Workshop on Theory and Practice of MapReduce (MAPRED'2010), Jan. 2011.
8. Mohamed Amin Jabri , Satoshi Matsuoka. Authorization within Grid-Computing Using Certificateless Identity-Based Proxy Signature, In Proc. of the ACM International Symposium on High Performance Distributed Computing (HPDC 2010), Poster, Chicago, June 2010. (Poster)
 9. [Akira Nukada](#), [Satoshi Matsuoka](#). [NukadaFFT: An Auto-Tuning FFT Library for CUDA GPUs](#), GPU Technology Conference 2010, Poster, Sep. 2010. (Poster)
 10. Nguyen Toan, Tatsuo Nomura, Hideyuki Jitsumoto, Naoya Maruyama, Toshio Endo, Satoshi Matsuoka. MPI-CUDA Application Checkpointing, GPU Technology Conference 2010, Poster, Sep. 2010. (Poster)
 11. 白幡晃一, 佐藤仁, 松岡聡. GPU を考慮した MapReduce のタスクスケジューリング, 情報処理学会研究報告 2010-HPC-126 (SWoPP 2010), 金沢, 2010 年 8 月.
 12. 野村達雄, 丸山直也, 遠藤敏夫, 松岡聡. GPU クラスタを対象にした並列ステンシル計算の自動コード生成フレームワーク, 情報処理学会研究報告 2010-HPC-126 (SWoPP 2010), 金沢, 2010 年 8 月.
 13. Nguyen Toan, Hideyuki Jitsumoto, Naoya Maruyama, Tatsuo Nomura, Satoshi Matsuoka. MPI-CUDA Applications Checkpointing, 情報処理学会研究報告 2010-HPC-126 (SWoPP 2010), 金沢, 2010 年 8 月.
 14. Hitoshi Nagasaka, Naoya Maruyama, Akira Nukada, Toshio Endo, SATOSHI MATSUOKA. Statistical Power Modeling of GPU Kernels Using Performance Counters, International Green Computing Conference (IGCC'10), Proceedings of IEEE International Green Computing Conference (IGCC'10), IEEE, pp. 115-122, Aug. 2010.
 15. 滝澤真一朗, 松岡聡, 佐藤仁, 東田学, 友石正彦, 實本英之. e-サイエンス基盤としての計算機センターPOP(Point-of-Presence) 連携, 並列/分散/協調処理に関するサマー・ワークショップ (SWoPP2010) 予稿集, Aug. 2010.
 16. 野村 達雄, 丸山 直也, 遠藤 敏夫, 松岡 聡. ステンシル計算を対象とした大規模 GPU クラスタ向け自動並列化フレームワーク, 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-18), 情報処理学会研究報告, 情報処理学会, Vol. 2010-ARC-192/HPC-128, pp. 1-9, Dec. 2010.
 17. 遠藤 敏夫, 額田 彰, 松岡 聡. ヘテロ型スーパーコンピュータ TSUBAME 2.0 の Linpack による性能評価, 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-18), 情報処理学会研究報告, 情報処理学会, Vol. 2010-ARC-192/HPC-128, pp. 1-6, Dec. 2010.
 18. 島田 大地, 遠藤 敏夫, 丸山 直也, 松岡 聡. OpenCL を用いた異種 GPU における性能特性に応じた最適化, 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-18), 情報処理学会研究報告, 情報処理学会, Vol. 2010-ARC-192/HPC-128, pp. 1-7, Dec. 2010.
 19. 長坂 仁, 丸山 直也, 額田 彰, 遠藤 敏夫, 松岡 聡. GPU におけるモデルに基づいた電力効率

- の最適化, 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-18), 情報処理学会研究報告, 情報処理学会, Vol. 2010-ARC-192/HPC-128, pp. 1-6, Dec. 2010.
20. 滝澤真一郎, 松岡聡, 佐藤仁, 東田学, 友石正彦. PoP(Point of Presence)による e-サイエンスリソース連携, 広帯域ネットワーク利用に関するワークショップ (ADVNET2010)予稿集, Sep. 2010.
 21. [Leonardo Bautista](#), [Akira Nukada](#), [Naoya Maruyama](#), [Franck Cappello](#), [SATOSHI MATSUOKA](#). [Low-overhead checkpoint for large-scale GPU-accelerated systems](#), ARC192HPC128-22, Jan. 2011.
 22. 白幡晃一, 佐藤仁, 松岡聡. GPUによるMapReduceのアクセラレーション, 第8回先進的基盤システムシンポジウム SACSIS 2010, ポスター, 奈良, 2010年5月.
 23. Nguyen Toan, Nomura Tatsuo, Maruyama Naoya, Matsuoka Satoshi. Fault-Tolerant GPGPU with GPU Checkpointing, 第8回先進的基盤システムシンポジウム SACSIS 2010, ポスター, 奈良, 2010年5月.
 24. [野村 達雄](#), [丸山 直也](#), [遠藤 敏夫](#), [松岡 聡](#). [ステンシル計算を対象とした大規模GPUクラスタ向け自動並列化フレームワーク](#), 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(HPCS2011), 情報処理学会, Jan. 2011.
 25. Tatsuo Nomura, Naoya Maruyama, Toshio Endo, and Satoshi Matsuoka, "A Sequential Programming Framework for Large-Scale GPU-Accelerated Structured Grids," SIAM CSE MS (Parallel Programming Models and Algorithms for Scalable Manycore Systems), 2011.

招待講演等

1. Satoshi Matsuoka, "GPU Acceleration: A Fad or the Yellow Brick Road onto Exascale?", [Keynote Talk](#), the Multicore and GPU computing workshop, Seoul, May 27 2010, Korea
2. Satoshi Matsuoka, "Massively Parallel Computing for the Future: Custom 'Formula One' or Cloud 'Prius'?", [Invited Talk](#), International Supercomputing Conference, Hamburg, Germany, May 31, 2010.
3. Satoshi Matsuoka, "Hetero-Acceleration: the Yellow Brick Road onto Exascale?", [Invited Talk](#), HIGH PERFORMANCE COMPUTING, GRIDS AND CLOUDS (HPC 2010), Cetraro, Italy, June 21, 2010.
4. Satoshi Matsuoka, "To Fear or Not to Fear Exascale", [Invited Panel Presentation](#), Clusters, Clouds, and Grids for Scientific Computing (CCGSC2010), Asheville, NC, Sep. 8, 2010.
5. 松岡 聡 「GPUは専用アクセラレータではない・ポストペタスケールへのスケーリングへの本質的な変容」, [基調講演](#), 理研シンポジウム, 理化学研究所(和光), 2011年2月16日
6. 松岡聡. 「ポストペタスケールの計算機システム ～ヘテロ, マルチコア, 加速器, 超並列, 大規模ストレージ～」, [招待講演](#), 先端学際計算科学共同研究拠点キックオフ・シンポジウム, 筑波大学, 2010年5月6日
7. Satoshi Matsuoka, "Overview of TSUBAME 2.0", [Invited Talk](#) at the Microsoft Booth, International Supercomputing Conference, Hamburg, Germany, June 1, 2010.

8. Satoshi Matsuoka, "IESP Software Working Group", Invited Talk, International Supercomputing Conference, Hamburg, Germany, June 2, 2010.
9. Satoshi Matsuoka, "The Exascale Panel", Invited Panel Presentation, International Supercomputing Conference, Hamburg, Germany, June 3, 2010.
10. 松岡 聡,「TSUBAME2.0 のスカラー・ベクター混合型アーキテクチャによるマチ・ペタフロップス計算の可能性とバイオインフォマティクスへのインパクト」、IPAB セミナー / Gfarm Workshop 2010、基調講演、東工大蔵前会館、2010年6月25日
11. 松岡 聡,「TSUBAME2.0 におけるベクトル・スカラー混合型スーパーコンピュータでのマルチペタスケール計算」、HP CAE Technology Seminar 2010, 基調講演、東京カンファレンスセンター品川、2010年7月8日
12. 松岡 聡,「TSUBAME2.0 の概要」基調講演、GPU コンピューティング 2010, ラフォーレミュージアム六本木、2010年7月16日
13. Satoshi Matsuoka, "Hetero-Acceleration: the Yellow Brick Road onto Exascale?", Invited Talk, HIGH PERFORMANCE COMPUTING, GRIDS AND CLOUDS (HPC 2010), Cetraro, Italy, June 21, 2010.
14. 松岡 聡「低消費電力 HPC」、招待講演学振 146 委員会通信・情報処理分科会、機械振興会館、2010年7月22日
15. Satoshi Matsuoka, "To Fear or Not to Fear Exascale", Invited Panel Presentation, Clusters, Clouds, and Grids for Scientific Computing (CCGSC2010), Asheville, NC, Sep. 8, 2010.
16. Satoshi Matsuoka, "Design Rationale of a Petascale GPU-based Supercomputer--The TSUBAME2.0 Experience", GPU Technology Conference - NVIDIA Research Summit, CUDA Center of Excellence Super-session IV, Invited Talk, San Jose Convention Center CA, Sep.21, 2010
17. Satoshi Matsuoka, "TSUBAME2.0 Experience", GPU Technology Conference - NVIDIA Research Summit, HPC Session Invited Talk, San Jose Convention Center CA, Sep.22, 2010
18. Satoshi Matsuoka, "The TSUBAME2.0 Experience: A Tiny Petaflops Supercomputer", HP-NVIDIA Seminar, Keynote Talk, Taipei, Taiwan, Oct. 06, 2010.
19. Satoshi Matsuoka, "The TSUBAME2.0 Experience: A Tiny Petaflops Supercomputer and (and HP's First Petascale Supercomputer)", Keynote Talk, HP-CAST Meeting, New Orleans, LU, Nov. 12, 2010
20. Satoshi Matsuoka and Pavan Balaji, "Critically Missing Pieces in Heterogeneous Exascale Computing", Invited Talk, IEEE/ACM Supercomputing (SC10) BoF Session, New Orleans, LU, Nov. 16, 2010
21. Satoshi Matsuoka, "TSUBAME2.0: A Tiny and Greenest Petaflops Supercomputer", Invited Presentation, IEEE/ACM Supercomputing (SC10) NVIDIA Booth, New Orleans, LU, Nov. 17, 2010.
22. Satoshi Matsuoka, "Toward Exascale Computing with Heterogeneous Architectures", Invited Panel Presentation, IEEE/ACM Supercomputing (SC10), New Orleans, LU, Nov. 17,

- 2010.
23. Satoshi Matsuoka, "TSUBAME2.0: A Tiny and Greenest Petaflops Supercomputer", Invited Presentation, IEEE/ACM Supercomputing (SC10) NEC Booth, New Orleans, LU, Nov. 18, 2010.
 24. Satoshi Matsuoka, " Future Supercomputing Centers", Invited Panel Presentation, IEEE/ACM Supercomputing (SC10), New Orleans, LU, Nov. 19, 2010.
 25. 松岡 聡「TSUBAME2.0 は世界一？グリーンスパコンの夢を見るか」、基調講演、NEC セミナー、NEC 本社ビル、2010 年 11 月 25 日
 26. 松岡 聡「クラウド型グリーンスパコン東工大 TSUBAME2.0」Microsoft Conference + Expo Tokyo、基調講演、ザ・プリンスパークタワー東京、2010 年 11 月 26 日
 27. 松岡 聡「グリーンなスパコンはエクサスケールの夢を見るか - TSUBAME2.0 を例にして -」、招待講演、第 10 回 PC クラスタシンポジウム、秋葉原コンベンションホール、2010 年 12 月 10 日
 28. 松岡 聡「TSUBAME2.0 - 『みんなのスパコンから』から『みんなでスパコン』へ」、招待講演、情報処理学会 ARC/HPC 研究会 Hokke ワークショップ、北海道大学、2010 年 12 月 16 日
 29. Satoshi Matsuoka, " TSUBAME2.0: The Greenest Petaflops Supercomputer", Keynote Talk, HP-CAST Meeting, Beijing, China, Jan. 11, 2011
 30. 松岡 聡「TSUBAME2.0: 我が国初のペタフロップス・スーパーコンピュータ」、基調講演、HP-CAST in Japan、ベルサール八重洲、2011 年 1 月 21 日
 31. 松岡 聡「日本初のペタスケールスパコン TSUBAME2.0 とその光ネットワーク」、招待講演、光協会シンポジウム、学士会館、2011 年 2 月 9 日
 32. 松岡 聡「GPU は専用アクセラレータではない・ポストペタスケールへのスケーリングへの本質的な変容」、基調講演、理研シンポジウム、理化学研究所(和光)、2011 年 2 月 16 日

教授 山口 しのぶ (情報技術国際協働分野)

モンゴルにおける持続可能な教員研修のためのICT教材の開発

【研究の概要と成果】

本研究プロジェクトは、文科省の政府開発援助ユネスコ活動費補助金アジア・太平洋地域等における開発途上国の教育、科学又は文化の普及・発展のための交流・協力事業の一環として実施された。モンゴルの初等教育分野において ICT を活用した教員研修用の教材を開発し、教員研修専門家及び小学校教員を対象とした教員研修を通じて新教材の試行・評価を実施した。教材開発には、モンゴル教育科学文化省情報技術・評価局および、モンゴル教育大学の教員チームが現地カウンターパートとして参加し、東京工業大学チームと共に、ビデオ CD、Web 等を含めた初等教育 6 教科の教員研修用 ICT 教材の開発に従事した。教材試行を含めた教員研修はカスケードモデルを活用し、首都ウランバートルでの専門家研修には 25 名の地方政府教育文化局の教員研修担当官 (methodologist) および ICT 担当官が出席 (10 日間の研修)。その後、専門家研修の出席者が講師と共に、ウランバートル (都市)、ツブブ県 (中部)、バヤンホンゴル県 (西部) の 3 箇所地域教員研修を実施し、計 70 名の小学校教員が研修を受けた。本研修では、新教材について研修参加者が評価を行ない、使用者の意見をフィードバックすることで教材の改善に取り組んだ。なお、開発された 6 教科の ICT 研修教材はガイドライン書 (手引書) と共に全国の小学校 708 校に配布され、今後、モンゴル政府が学校レベルでの教員研修を継続・促進する。

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】

本研究では、ラオスルアンパバーン政府世界遺産局との連携のもと、これまで技術的な導入障壁が高いと考えられ、GIS を導入した地域開発への応用に注目し、持続可能な世界遺産地域開発、および後発途上国という条件を踏まえた GIS の維持可能な利用に関する考察を行うことを目的とする。本年度は、計 5 回の現地調査を経て、パイロット地域となっている遺産中心街 6 地域におけるデータ収集および分析を実施した。さらには、オープンソースソフトウェアを活用した文化遺産データベースの構築および現地での研修を通じた人材育成を行った。二度の現地ワークショップを開催し、ルアンパバーン現地政府 9 機関からの代表者を含め情報発信の場として活発な議論が展開された。また、世界遺産登録 15 周年記念シンポジウムでは、GIS を活用した 10 年の町並み変化に関する分析・考察を発表し、政府、援助機関を含むステークホルダーからは大変有意義な研究結果として賞賛された (関連記事トピックス参照)。

オープンソースソフトウェアの持続可能な導入に関する研究

【研究の成果と概要】

モンゴル教育省の評価・情報技術局との連携のもと、オープンソースソフトウェアの導入が途上国における情報教育分野の発展にどのように貢献できるかの調査に従事した。22 年度は具体的には、ユネスコバンコク事務所情報技術と教育分野の専門家との協働のもと、アジアの国々の教育開発におけるベストプラクティス分析を実施し、モンゴルでの国際シンポジウムにて発表した。また、持続可能な形で FOSS を導入する際の留意点、を技術面、文化面、人材面から分析し、今後フィージビ

リティースタディーメトリックス表の作成を行う予定である。現地に適した情報教育の導入は地域の総合発展に貢献するのみならず、情報へのアクセスの差から来る経済、教育分野での地域格差減少に貢献するツールとして期待されている。

【研究業績】

1. Sithirath, Leong, Takada, and Yamaguchi, “Application of Free and Open Source Database Management System for Heritage Management in Luang Prabang, Lao P.D.R”, 3rd JICTEE Annual Conference Proceedings, Luang Prabang, (2010.12)
2. Leong, Takada and Yamaguchi, “Introducing GIS (Geographical Information System) to monitor development in World Heritage Site of Developing Country: Case of Luang Prabang, Lao P.D.R”, 3rd JICTEE Annual Conference Proceedings, Luang Prabang, (2010.12)
3. Takada, J., Yamaguchi, S., Leong, C., “GIS Development in World Heritage Sites in Developing Countries – Prevent from becoming “Heritage in Danger”: Case of Luang Prabang, Lao PDR”, The Japan Society for International Development, 21st Annual Conference Proceedings, p.306-310, Tokyo, (2010.11)
4. 山口しのぶ, 小野寺純子「モンゴルの教育現場における ICT 導入の現状と課題-地方 5 県における現状比較分析より」, 第 21 回国際開発学会全国大会報告本文集. Pp297-300, (2010.11)
5. Tokyo Institute of Technology, “ESD in Science: Revolutionary Human Resource Development in science and technology”, UNESCO Decade on Education for Sustainable Development, Tudor Publishing, London, (2011.09)
6. 小野寺純子, 山口しのぶ「モンゴルの学校における ICT 導入の現状 : FTI-ICT イニシアチブ・ベースライン調査結果より」, 日本比較教育学会 第 46 回大会発表要旨集, p. 129 (2010. 6)
7. 堀田泰司, 潘建秀, 山口しのぶ 他「ASEAN+3 における ACTS (ASEAN Credit Transfer System) を使ったアジア高等教育の発展の可能性」, 日本比較教育学会 第 46 回大会発表要旨集, p. 82 (2010. 6)
8. Yamaguchi, S., “Higher Education System and Credit Transfer System in Asia” in “Research on ACTS (ASEAN Credit Transfer System) and Comparative Study on Asian Nations”, submitted to MEXT, Tokyo, Japan, pp.-183-196(2010.3)
9. Yamaguchi, S., Dondov, B., “First Track Initiatives: ICT introduction into teaching in Mongolia”, Conference Proceedings, CD-Rom, 54th Annual Conference on Comparative and International Education Society, Chicago, USA (March 2010)

ファイル同期機構上の高遅延メッセージ通信機構の構築手法の研究

【研究の概要と成果】

近年、大容量かつ無料のクラウド型ストレージサービスが登場し、一般利用者の人気を博している。その中でも Dropbox や SugarSync といったサービスは、ローカルファイルシステムとクラウド上のストレージとのファイル同期について、ユーザビリティの高いクライアントソフトウェアによって簡便性を実現し、複数のスマートフォンや PC 間での手軽なファイル共有・バックアップの手段として活用されている。本研究では、このような広いユーザベースを有するクラウド型ストレージサービスにおけるファイル同期機構に着目し、当該機構の上層にメッセージ通信機構を構築する手法について検討した。本手法では、ファイル同期機構においてファイル書き込み発生時にローカルコンピュータとサーバ間でファイルデータの差分を送信する処理を、メッセージ通信の基盤として利用するため、通常の方式に比べて大きな遅延をとまなうことが前提となる。したがって、このような高遅延をとまなう「ゆるやかな通信」に適したアプリケーションについても併せて検討課題となる。本年度は、基本コンセプトの実証フェーズとして、Communication over File Synchronization Services (CoFSS) と呼ぶプロジェクトの下で Publish/Subscribe モデルおよび擬似ソケットによるクライアントサーバモデルの通信機構についてそれぞれ設計・実装を行った。具体的には Dropbox サービス上に言語 Ruby を用いて FSPS (File Sync-based Publish/Subscribe および File Sync-based Pseudo Socket) ライブラリとして実現した。既存のファイル同期サービス上に構築することで、ユーザ認証、SSL (Secure Socket Layer) によるセキュアな通信、プライベート/グローバルネットワークアドレス変換機能を流用して実装コストを下げるとともに、運用・管理コストを下げることでさまざまな応用へのラピッドプロトタイピングに利用しやすいよう配慮した。

【発表論文・学会発表等】

- 1) Hiroyuki AKAMA, Masahiro MOCHIZUKI, Ken WAKITA, and Yutaka MAJIMA: TOKYO TECH OCW as a Part of Integrated Web System and a Provider of Multilateral Education Services, Asia Regional OpenCourseWare and Open Education Conference (2010)
- 2) 真島豊, 望月祐洋, 赤間啓之: 一般公開向けと学内向け OCW の統合ウェブシステムの開発と教育サービスの多面的提供, 工学教育, 日本工学教育協会 (2011).
- 3) Hiroyuki AKAMA, Masahiro MOCHIZUKI, Ken WAKITA, and Yutaka MAJIMA: TOKYO TECH OCW, a challenge to stretch the concept of OpenCourseWare, OCWC Global 2011 (To appear) (2011)

准教授 PIPATPONGSA THIRAPONG (高性能計算先端応用分野)

緩い三角形盛土に関する静的問題の解明

【研究の概要と成果】

三角形に作成された砂山の内部における力学状態を厳密に解き明かす純理論的な研究に成功している。このような研究は塑性論の古典力学による研究成果をさらに厳密な数理理論体系として造りかえるという理論的な成果として、その発想からして工学というよりは理学・物理学に近く、高度に数学的な研究にも見るべき成果を挙げている。材料のストックパイルやダンピングなどへ適用するため、今後、円錐形の砂山の問題に展開していく。

円錐形砂山の物理現象

【研究の概要と成果】

本研究は、円錐形に積み上げられた粒状体それぞれの定量的な主応力軸の履歴情報が解析結果に影響するかについて検討した。砂の自重が砂山底面に伝達する際に、下向き力の最大値が砂山底面の中心ではなくその周囲にあるという直感に反した物理現象を解析的に論じた。軸対称問題における力のつりあい式に2つの仮定をおいて解析的解を導き、その解と実験事実の適合性を議論した。新しい手法によって得られた結果をもとに、解析上の仮定を設定する際に基本とした固定主応力軸モデルの結果と比較しながら、原論文 (Wittmer et al., 1996, 1997) の誤りおよびモデルの欠点を指摘し、本解析より求められた解析解がより適切であることを証明した。

地滑り発生メカニズム

【研究の概要と成果】

自然地山の斜面・切り斜面・降雨・地震などの影響を受けて崩壊する現象を、剛体つりあいの力学メカニズムが樹立した解析法を実際のフィリピンの斜面崩壊事例に対して適用しながら、すべり面で発揮されるせん断強度の実験的同定方法を、試料採取の方法から実験装置へのセット方法・データの整理方法と力学的意味づけに至るまでの全プロセスにわたって緻密な実証的研究を確立した。この研究による成果を利用することにより、地震動に対する切り斜面の地震時安定性に関する定量的評価が可能になり、重要施設の防災対策策定上欠かすことができない役割を果たすことと思われる。

粘土薄層の材料特性

【研究の概要と成果】

斜面の地質構造上特に弱面になる不連続面の走行と傾斜を測定し、不連続面に挟在する粘土シームの薄層を不攪乱で採取、もしくはそれができない場合は攪乱試料を採取し、室内試験で定体積せん断に供することによって粘土シームの排水せん断強度を求める方法を開発した。この研究成果に基づいて、降雨に対する斜面の安定度を計算できるのみならず、地震時の安定性やグラウンドアンカーの効果についても解析が可能であるため、直ちに利用できるうえ、多方面にわたる応用性に富んでいる。

斜面不安定化メカニズムに関する実験的検討

【研究の概要と成果】

露天掘り鉱山における斜面崩壊防止および合理的出炭過程のために、斜面不安定化の複合現象を把握することは重要である。実際の斜面崩壊形状と掘削段階が三次元的な条件であるから、三次元解斜面安定性の定量的な評価は適切である。本研究は、不連続面に沿った斜面の下部を掘削した場合に、上部が不安定化するメカニズムについて実験的な検討を加え、理論的に考察を行った。斜面破壊の引き起こす要因を究明するために、斜面の深さ、掘削幅、境界条件を考慮するとともに、遠心模型実験をはじめ、一連の物理模型実験を行った。天端に設置した変位計の測定ならびに表層の粒子画像流速測定法によって、斜面破壊に至るまでの掘削作業中に各掘削段階に生じた変位量を比較することで、地山が斜面の下方に移動する挙動は異なり、側面壁の存在として決まることを示した。また、斜面崩壊前の亀裂発生に伴う局所的な破壊が進行させた臨界すべり面の形状を高速ビデオカメラで確認できた。一方、掘削を実施することによって、どのように斜面内部の応力が低減・

増加するののかについて土圧計で部分的に応力分布を解明したので、実験結果の解釈として、アーチ効果に基づいた荷重伝達メカニズムを明らかにした。今回のすべての条件が明確な模型実験とそれに先立ち実施されたパラメータを活かして、斜面安定性解析手法の妥当性を評価すると同時に、土砂や岩石からなる傾斜した坑内を対象とし、今度アーチ作用を考慮した採掘技術とその安定化対策を開発することを目指す。

せん断実験による砂の挙動の評価

【研究の概要と成果】

砂質土の材料特性を求める実験として、定堆積・定圧一面せん断実験および単純せん断試験が多用される。本研究では、地盤の動的変形・力学特性を調べるため、チュラロンコン大学および株式会社 NIPPO から協力を頂き、単純せん断試験装置を利用し、動的繰返しせん断を行った。今度、地震による地すべりや液状化現象による災害などを予測するため、地盤応答解析および高度な構成則を開発している。

亜炭鉱におけるダンピングエリアの調査

【研究の概要と成果】

2010年9月19日～24日、タイ国最大炭鉱において、埋め立て・再直林の状況を理解するとともに、炭鉱への地盤環境アプローチを観察するため、58億4000万トンの破碎鉱と廃棄岩を置くダンピングエリアを調査した。再植林・復元計画、掘削・運搬・破碎・ダンピングの事業および沈殿池・沼沢地の水処理施設を視察し、高さ250m再植林完了の埋め立てに対して、環境基準の長期的評価法・問題点について、タイ発電公社の関係者との意見交換等を行った。

【発表論文・学会発表等】

雑誌論文

- 1) T. Pipatpongsa, S. Heng, A. Iizuka, H. Ohta. Statics of loose triangular embankment under Nadai's sand hill analogy, *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, Elsevier, Vol.58, No.10, pp.1506-1523, Oct. 2010.
- 2) T. Pipatpongsa, S. Siriteerakul. Analytic solutions for stresses in conical sand heaps piled up with perfect memory, *Journal of Applied Mechanics*, Japan Society of Civil Engineers, Vol.13, pp.343-354, Aug. 2010.
- 3) S. Heng, T. Pipatpongsa. Admissible stress fields for a semi-infinite planar heap of granular medium possessing self-weight in loose condition, *Journal of Solid Mechanics and Materials Engineering*, Japan Society of Mechanical Engineers, Vol.4, No.8, pp.1261-1272, Aug. 2010.
- 4) T. Pipatpongsa, S. Heng. Granular arch shapes in storage silo determined by quasi-static analysis under uniform vertical pressure, *Journal of Solid Mechanics and Materials Engineering*, Japan Society of Mechanical Engineers, Vol.4, No.8, pp.1237-1248, Aug. 2010.

国際会議発表（査読有り）

- 5) T. Pipatpongsa. Arch shapes and principal stress trajectories in planar heap of dry sand, IS-SHANGHAI2010, Proceedings of the International Symposium on Geomechanics and Geotechnics: From Micro to Macro (IS-SHANGHAI 2010), CRC Press, Vol.1, pp.407-413, Oct. 2010.
- 6) T. Pipatpongsa, S. Heng, H. Ohta, T. Takeyama. Analysis of groundwater influence and destabilized mechanisms of the Guinsaugon rockslide, The 17th Southeast Asian Geotechnical Conference, Proceedings of the 17th Southeast Asian Geotechnical Conference, Taiwan Geotechnical Society, Vol.1, pp.307-310, May. 2010.
- 7) S. Heng, H. Ohta, T. Pipatpongsa, M. Takemoto, S. Yokota. Constant-volume direct box-shear test on clay-seam materials, The 17th Southeast Asian Geotechnical Conference, Proceedings of the 17th Southeast Asian Geotechnical Conference, Taiwan Geotechnical

- Society, Vol.1, pp.83-87, May. 2010.
- 8) T. Pipatpongsa. Particular stress distributions in granular wedges under Coulomb friction inequality, AIP Conference Proceedings, AIP Conference Proceedings, Vol. 1233(1), pp. 471-476, May. 2010.

国内会議発表（査読有り）

- 9) C. Leelasukseree, M.H. Khosravi, T. Pipatpongsa, N. Mavong. Investigation of load transfer mechanisms due to undercutting at toe of slope resting on sliding plane by using 3D elastic analyses, The 12th JSCE International Summer Symposium, Proceedings of the 12th International Summer Symposium, Japan Society of Civil Engineers, pp.195-198, Sep. 2010.
- 10) S. Thay, S. Likitlersuang, T. Pipatpongsa. Constant volume monotonic response of reconstituted sand under direct simple shear, The 12th JSCE International Summer Symposium, Proceedings of the 12th International Summer Symposium, Japan Society of Civil Engineers, pp.175-178, Sep. 2010.
- 11) S. Siritteerakul, T. Pipatpongsa. Analytic solutions for stresses in conical sand heaps with constant stress ratio hypothesis, The 12th International Summer Symposium, Proceedings of the 12th International Summer Symposium, Japan Society of Civil Engineers, pp.163-166, Sep. 2010.
- 12) S. Heng, T. Pipatpongsa, Noppadon Mungpayabal, H. Ohta. Basic parameters of clay seam in a bedding shear zone of the Mae Moh open-pit mine of Thailand, The 12th JSCE International Summer Symposium, Proceedings of the 12th International Summer Symposium, Japan Society of Civil Engineers, pp.175-178, Sep. 2010.
- 13) T. Pipatpongsa, S. Heng, P. Doncommul, N. Mungpayabal, P. Wattanachai. Shear strength parameters of clay seam placed between underburden layers of rock masses in the Mae Moh open-pit mine, The 15th National Convention on Civil Engineering, Thailand, Engineering Institute of Thailand, GTE61, CD-ROM, May. 2010.
- 14) T. Pipatpongsa, M.H. Khosravi, C. Leelasukseree, N. Mavong, J. Takemura. Slope failures along oblique plane due to sequential removals of propping portion in physical model tests, The 15th National Convention on Civil Engineering, Thailand, Engineering Institute of Thailand, GTE60, CD-ROM, May. 2010.

国際会議発表（査読なし）

- 15) S. Likitlersuang, T. Pipatpongsa, N. Hemathulin, T. Chompoorat. Shear strength parameter of Mae Moh clay seam under simple shear condition, The 23rd KKCNN symposium on Civil Engineering, Proceedings of the 23rd KKCNN symposium on Civil Engineering, pp.339-342, Nov. 2010.
- 16) M.H. Khosravi, Oliver James Carlton, T. Pipatpongsa, J. Takemura, P. Doncommul. A preliminary study of moving-pit excavation for environmental load reduction in open-cast mining, The 3rd ASEAN Conference on Civil Engineering & 3rd ASEAN Conference on Environmental, Proceedings UP ICE Centennial Conference on Harmonizing Infrastructure with the Environment featuring the 3rd ASEAN Civil Engineering Conference and the 3rd ASEAN Environmental Engineering Conference, University of the Philippines Diliman, GEO_11, Nov. 2010.
- 17) Soksan Thay, T. Pipatpongsa, A. Takahashi, S. Likitlersuang. Chiang Mai sand response from constant volume and constant vertical load direct shear test, The 3rd ASEAN Conference on Civil Engineering & 3rd ASEAN Conference on Environmental, Proceedings UP ICE Centennial Conference on Harmonizing Infrastructure with the Environment featuring the 3rd ASEAN Civil Engineering Conference and the 3rd ASEAN Environmental Engineering Conference, University of the Philippines Diliman, GEO_7, Nov. 2010.

国内会議発表（査読なし）

- 18) M.H. Khosravi, T. Pipatpongsa. Stress update algorithm for the original Cam-clay model considering the form of yield function on its performance, The 60th National Congress of Theoretical and Applied Mechanics, USB, Mar. 2011.
- 19) T. Pipatpongsa, T. Takeyama. Analytic solutions for stresses in loose planar sand valley with principal axes fixed everywhere, The 60th National Congress of Theoretical and Applied Mechanics, USB, Mar. 2011.
- 20) T. Pipatpongsa, K. Kawai, A. Iizuka. Saline soil problems in the northeastern part of Thailand and development of a computing tool for inter-organization collaboration, The 21st Annual Conference of the Japan Society for International Development, The Proceedings of the 21st Annual Conference of the Japan Society for International Development, pp.227-228, Dec. 2010.
- 21) S. Thay, T. Pipatpongsa, A. Takahashi, S. Likitlersuang. Chiang Mai sand behavior in constant volume direct shear test, Geo-Kanto 2010, Proceedings of Geo-Kanto2010, pp.195-198, Nov. 2010.
- 22) S. Heng, T. Pipatpongsa, N. Mungpayabal, H. Ohta. Shear strength parameters of clay seam in the Mae Moh open-pit mine of Thailand, Geo-Kanto 2010, Proceedings of Geo-Kanto2010, pp.10-13, Nov. 2010.
- 23) 太田 秀樹, ハソケビル, ヒロパットホンスティラホソ. 潜在的土石流発生源の地下水特性, 第7回地盤工学会関東支部発表会, 第7回地盤工学会関東支部発表会発表講演集, pp.368-371, Nov. 2010.
- 24) T. Pipatpongsa, J. Takemura, P. Pongpanlarp, P. Doncommul. Field investigation of dumping areas in the Mae Moh open-pit lignite mine of Thailand, Geo-Kanto 2010, Proceedings of Geo-Kanto2010, pp.189-190, Nov. 2010.
- 25) T. Pipatpongsa, T. Takeyama, T. Matsushita, S. Kanazawa. Derivation of Airy stress function for a planar sand heap under the closure of polarized principal axes, Geo-Kanto 2010, Proceedings of Geo-Kanto2010, pp.35-38, Nov. 2010.
- 26) M.H. Khosravi, Y. Ishii, J. Takemura, T. Pipatpongsa. Centrifuge model test on compacted sand slopes undercut by in-flight excavator, Geo-Kanto 2010, Proceedings of Geo-Kanto2010, pp.136-139, Nov. 2010.
- 27) T. Pipatpongsa, C. Leelasuksee, M.H. Khosravi, Narongsak Mavong. Arch action in granular media placing along an oblique plane across an undercut pit examined by computer simulations, Japan Society of Civil Engineers 2010 Annual Meeting, JSCE Annual Meeting 2009, pp.783-784, Sep. 2010.
- 28) M.H. Khosravi, T. Pipatpongsa. Arching effect in retaining walls under translation mode with surcharge, The 45th Japan National Conference on Geotechnical Engineering, Proceedings of the 45th National Conference of Japan Geotechnical Engineering, Japanese Geotechnical Society, pp.1279-1280, Aug. 2010.
- 29) T. Pipatpongsa, T. Takeyama. Stress analysis of planar slopes inclined at the angle of repose with fixed principal axes, The 45th National Conference of Japan Geotechnical Engineering, Proceedings of the 45th National Conference of Japan Geotechnical Engineering, Japanese Geotechnical Society, pp.305-306, Aug. 2010.
- 30) S. Heng, T. Pipatpongsa, H. Ohta. Stability assessment of rainfall-induced landslides slipped along clay seam, The 45th National Conference of Japan Geotechnical Engineering, Proceedings of the 45th National Conference of Japan Geotechnical Engineering, Japanese Geotechnical Society, pp.1737-1738, Aug. 2010.
- 31) S. Thay, S. Likitlersuang, T. Pipatpongsa. Dynamic properties of Chiang Mai sand using the cyclic direct simple shear test, The 45th National Conference of Japan Geotechnical Engineering, Proceedings of the 45th National Conference of Japan Geotechnical Engineering, Japanese Geotechnical Society, pp.327-328, Aug. 2010.
- 32) T. Pipatpongsa, S. Siriteerakul. Numerical analysis of admissible stresses in conical sand heap deposited in loose condition, The 45th National Conference of Japan Geotechnical Engineering, Proceedings of the 45th National Conference of Japan Geotechnical Engineering, Japanese Geotechnical Society, pp.307-308, Aug. 2010.

- 33) 平田昌史, ヒットポイント, 飯塚敦, 太田秀樹. 下負荷面・上負荷面を考慮した関口・太田モデルの特異点処理法, 第45回地盤工学研究発表会, 第45回地盤工学研究発表会講演集, 地盤工学会, pp. 231-232, Aug. 2010.

准教授 関嶋 政和 (大規模データ情報処理分野)

【研究の概要と成果】

Fragment Based Drug Design の計算基盤技術に関する研究

医薬品の開発において、ターゲットとなるタンパク質に結合するリガンドは、天然資源からの単離やハイスループット・スクリーニング (HTS: high-throughput screening), フラグメントベース創薬 (FBDD: fragment based drug design) などがある。FBDD では、活性は低い単位原子当たりの有効性が高い化合物に対して、無駄の少ないコンパクトな最終化合物の作成を可能にする。従来の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) をデータベースから検索し、結合を行う。しかし、この手法では設計されるリガンドは立体構造上の相補性に依存することになり、活性が低い母化合物を拡張することで単位原子当たりの有効性が高まるかは保証されない。このため、水分子が自由度を得るとエントロピー的に有利に機能することを利用し、タンパク質周囲の水分子のダイナミクスを、情報エントロピーにより解析することでリガンドの結合可能なポケット探索法を開発している。

分子動力学法のマルチノード環境における GPU の電力効率の評価

スーパーコンピュータや大規模クラウドにおける消費電力は年々増加しており、エネルギー効率の高いスーパーコンピュータやこのようなコンピュータを活用するアプリケーションプログラムの開発が求められている。中でも近年注目を浴びているのが GPU (Graphics Processing Unit) の利用である。GPU は本来画像処理に用いられてきたデバイスであるが、CPU に比べ低電力で動作する単純なコアを多数搭載することで、高い並列計算能力とエネルギー効率を有しているため、科学技術計算に用いる試みが盛んに行われている。しかし、一般的には GPU を用いて計算を行うためには大きな電力が必要とされる。例えば、本研究で用いた NVIDIA GeForce GTX 480 GPU では最大 250W もの電力が必要とされる。これは本研究で用いた Intel Xeon X5550 CPU の 95W に比べて大きな値である。加えて、メモリアクセスや CPU-GPU 間のデータ転送など、GPU の計算にはパフォーマンスを低下させる要因が存在する。こういったことからアプリケーションにより GPU を用いることで高速化・低消費電力化は向き不向きがあると考えられる。そこで、本研究では分子動力学法のプログラムを GPU 計算用に開発し、このプログラムを通じて CPU と GPU の性能の比較、また、GPU を複数使った場合の性能の比較を行った。

【発表論文・学会発表等】

1. M. Kamada, M. Toda, M. Sekijima, M. Takata, K. Joe, "Analysis of motion features for molecular dynamics simulation of proteins", Chem. Phys. Lett., pp241-247, 2010.
2. T. Udagawa and M. Sekijima, "Energy Consumption of GPU with Molecular Dynamics ", In Proceedings of the 22th IASTED International Conference on Parallel and Distributed Computing and Systems (PDCS 2010) , pp.40-44, 2010.
3. 佐々木孝、関嶋政和「タンパク質内の水分子のダイナミクス解析によるリガンド結合部位予測」情報処理学会研究報告, 2010-BIO-23, pp.1-4, 2010.
4. 宇田川拓郎、関嶋政和「GPUを用いた分子動力学法の高速度と省電力化」情報処理学会研究報告, 2010-HPC-127, 2010.
5. 松崎 裕介、大上 雅史、松崎 由理、佐藤 智之、関嶋 政和、秋山 泰「タンパク質の特性に基づく unbound ドッキングのための剛体予測手法の改良」情報処理学会研究会報告, 2010-BIO-20, 2010.
6. 篠崎隆宏、関嶋政和、萩原茂樹、古井貞熙「柔軟でコンパクトな純粋関数型デコーダの検討」,日本音響学会 2010 年秋季研究発表会, 2010.
7. M. Sekijima, K. Misoo, K. Ohno, M. Orita "Binding Free Energy Analysis based on GPGPU cluster", 24th Annual Symposium of the The Protein Society, 2010.
8. 宇田川拓郎、関嶋政和「分子動力学法のマルチノード環境における GPU の電力効率の評価」,情報処理学会第 73 回全国大会, 2011.
9. 佐々木孝章、関嶋政和「情報エントロピーによるタンパク質のリガンド結合部位予測」,情報処理学会第 73 回全国大会, 2011.
10. 尾渡裕成、関嶋政和、秋山泰 「タンパク質-リガンド間の結合性解析の自動パイプライン化」,情報処理学会第 73 回全国大会, 2011.

FMO 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(FMO 法)がある。FMO 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。そこで本研究では、FMO 法による誤差の定量的な算出と誤差の原因の解析を行い、より精度の良い分割パターンを得るための新たな指針を得ることを目的とした。

ポリアミンによる RNA の構造と機能制御の理論的解明

【研究の概要】

ポリアミンは、生物に普遍的に存在する生理活性アミンであり、細胞の増殖・分化に必須の成長因子であると共に、がんや脳梗塞などの疾患と深く関わっている。これまでに、ポリアミンの一種であるスペルミジン (SPD) が RNA を安定化することにより、翻訳レベルで細胞増殖を制御しているということが報告されている(1)。しかしながら、X線やNMR等の構造解析手法により核酸に対するポリアミンの作用箇所や安定化機構を解明することは、極めて困難であり、未だ解明されていない。我々は、計算化学を用いて、核酸/ポリアミン複合体の構造・機能相関を解明することにより、がんや脳梗塞などの予防薬となるポリアミン誘導体の研究開発に関する礎を確立することを目的とする。本研究では、ラット肝Ile-tRNAのアクセプターステム部位に存在するミスマッチ構造 (G-G等の非相補的塩基対) とSPDの相互作用と構造について分子動力学 (MD) シミュレーションを用いた計算を行うことにより、SPDによるIle-tRNAの構造安定化の機構を調べた。

【発表論文・学会発表等】

- 1) H. Umeda, Y. Inadomi, Y. Watanabe, T. Yagi, T. Ishimoto, T. Ikegami, H. Tadano, T. Sakurai, U. Nagashima, “Parallel Fock Matrix Construction with Distributed Shared Memory Model for the FMO-MO Method”, *J. Comput. Chem.*, **31**, 2381 (2010).
- 2) 渡邊寿雄, “FMO 法におけるフラグメント分割の精度検証”, 日本コンピュータ化学会 2010 秋季年会, 長岡技術科学大学, 2010 年 10 月 23 日.
- 3) Y. Hayashi, A. Suganami, H. Sugiyama, T. Watanabe, K. Higashi, K. Kashiwagi, K. Igarashi, S. Kawauchi, Y. Tamura, “Theoretical study of structure and function control on RNA by spermidine”, The 37th International Symposium on Nucleic Acids Chemistry 2010, Nov.

10-12, 2010, Yokohama, Japan.

- 4) 林慶浩, 渡邊寿雄, 川内進, 菅波晃子, 杉山肇, 田村裕, “ポリアミンによる RNA の構造と機能制御の理論的解明”, 第 48 回高分子と水に関する討論会, 東京工業大学 大岡山キャンパス, 2010 年 12 月 6 日, 高分子計算機科学研究会・高分子ナノテクノロジー研究会合同討論会, 東京大学山上会館, 2010 年 12 月 9 日.

助教 丸山直也（高性能計算システム分野）

【研究の概要と成果】

性能と生産性を兼ね備えた大規模ヘテロジニアススパコン向けアプリケーションフレームワーク GPU 等のアクセラレータを用いた HPC がその優れた電力効率により広く使われ始めつつあるが、そのようなヘテロジニアスなアーキテクチャのプログラミングに関する課題は一切解決されていない。これは従来の CPU のみを用いたホモジニアスな環境と比較して大幅に複雑化したアーキテクチャに対する適切な抽象化を提供するプログラミングモデルが提供されていないためである。我々はこの問題に対して HPC において典型的にあらわれる計算パターンに対して特化したプログラミング言語やライブラリをフレームワークとして開発し、特定のアーキテクチャによらないポータブルなプログラミングモデルを実現する。フレームワークにより特定のアーキテクチャ向けへのプログラム変換や最適化等を実現し、通常のプログラミングにおける煩雑さ、複雑さを隠蔽する。

本年度は実際にこのアプローチに沿ったプロジェクトとして流体シミュレーション向けのフレームワークの設計と開発を進めた。流体シミュレーションにおいて頻繁にあらわれる計算パターンであるステンシル計算に着目し、ステンシル計算を簡潔かつ宣言的に記述できるドメイン特化型言語を設計した。同言語はアーキテクチャによらないポータブルなプログラミングを許すものであり、フレームワークが提供するソースコード変換器により特定のアーキテクチャ向けに変換する。変換されたプログラムは通常の C 言語等として生成し標準のコンパイラによって実行コードへと変換される。現在のところプロトタイプとして TSUBAME2.0 向け実装が一部完成しており、比較的簡単なステンシル計算コードを実際に動作させその生産性と性能を評価した。その結果、逐次プログラムと同程度のプログラミングの簡便さを維持しつつ 1000 GPU 程度までの良好な並列化効率を確認した。今後はフレームワークの拡張および最適化をさらに進め、より多くのアプリケーションのサポートを進める。

また、JST CREST にて本プロジェクトを中心とした 5 年間の研究プロジェクトが採択された。

【発表論文・学会発表等】

1. Naoya Maruyama, "Inside the TSUBAME2.0 Supercomputer", Keynote speech, AsiaBSDCon, 2011.
2. Naoya Maruyama, "Accelerating the TSUBAME Supercomputer with GPUs and its Implications for Systems Research," Oral presentation, Lawrence Livermore National Laboratory, Feb 24, 2011.
3. Tatsuo Nomura, Naoya Maruyama, Toshio Endo, and Satoshi Matsuoka, "A Sequential Programming Framework for Large-Scale GPU-Accelerated Structured Grids," SIAM CSE MS (Parallel Programming Models and Algorithms for Scalable Manycore Systems), 2011.
4. 野村 達雄, 丸山 直也, 遠藤 敏夫, 松岡 聡. ステンシル計算を対象とした大規模 GPU クラスタ向け自動並列化フレームワーク, 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(HPCS2011), 情報処理学会, Jan. 2011.
5. Leonardo Bautista, Akira Nukada, Naoya Maruyama, Franck Cappello, SATOSHI

- MATSUOKA. Low-overhead diskless checkpoint for hybrid computing systems, International Conference on High Performance Computing (HiPC 2010), Dec. 2010.
6. 丸山直也、ステンシル計算を対象とした大規模 GPU クラスタ向け自動並列化フレームワーク、招待講演、日本応用数理学会若手の会、2010年11月。
 7. Takashi Shimokawabe, Takayuki Aoki, Chiashi Muroi, Junichi Ishida, Kohei Kawano, Toshio Endo, Akira Nukada, Naoya Maruyama, Satoshi Matsuoka. An 80-Fold Speedup, 15.0 TFlops, Full GPU Acceleration of Non-Hydrostatic Weather Model ASUCA Production Code, International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis (SC10), Proceedings of IEEE/ACM International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis (SC10), IEEE/ACM, Nov. 2010.
 8. Nguyen Toan, Tatsuo Nomura, Hideyuki Jitsumoto, Naoya Maruyama, Toshio Endo, Satoshi Matsuoka. MPI-CUDA Application Checkpointing, GPU Technology Conference 2010, Sep. 2010.
 9. Hitoshi Nagasaka, Naoya Maruyama, Akira Nukada, Toshio Endo, SATOSHI MATSUOKA. Statistical Power Modeling of GPU Kernels Using Performance Counters, International Green Computing Conference (IGCC'10), Proceedings of IEEE International Green Computing Conference (IGCC'10), IEEE, pp. 115-122, Aug. 2010.
 10. Distributed Diskless Checkpoint for Large Scale Systems, Leonardo Bautista Gomez, Naoya Maruyama, Franck Cappello, Satoshi Matsuoka, 10th IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGrid 2010), May 2010.
 11. A High-Performance Fault-Tolerant Software Framework for Memory on Commodity GPUs, Naoya Maruyama, Akira Nukada, Satoshi Matsuoka, 24th IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS'10), 2010.
 12. Linpack Evaluation on a Supercomputer with Heterogeneous Accelerators, Toshio Endo, Akira Nukada, Satoshi Matsuoka, Naoya Maruyama, Proceedings of IEEE International Parallel & Distributed Processing Symposium (IPDPS 2010), page 10, 2010.
 13. 野村 達雄, 丸山 直也, 遠藤 敏夫, 松岡 聡. ステンシル計算を対象とした大規模 GPU クラスタ向け自動並列化フレームワーク, 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-18), 情報処理学会研究報告, 情報処理学会, Vol. 2010-ARC-192/HPC-128, pp. 1-9, Dec. 2010.
 14. 長坂 仁, 丸山 直也, 額田 彰, 遠藤 敏夫, 松岡 聡. GPU におけるモデルに基づいた電力効率の最適化, 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-18), 情報処理学会研究報告, 情報処理学会, Vol. 2010-ARC-192/HPC-128, pp. 1-6, Dec. 2010.
 15. 島田 大地, 遠藤 敏夫, 丸山 直也, 松岡 聡. OpenCL を用いた異種 GPU における性能特性に応じた最適化, 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-18), 情報処理学会研究報告, 情報処理学会, Vol. 2010-ARC-192/HPC-128, pp. 1-7, Dec. 2010.

16. 野村 達雄, 丸山 直也, 遠藤 敏夫, 松岡 聡. GPU クラスタを対象にした並列ステンシル計算の自動コード生成フレームワーク, 並列/分散/協調処理に関するサマーワークショップ (SWoPP2010), 情報処理学会研究報告, 情報処理学会, Vol. 2010-HPC-126, pp. 1-10, Aug. 2010.
17. Nguyen Toan, Hideyuki Jitsumoto, Naoya Maruyama, Tatsuo Nomura, Toshio Endo, Satoshi Matsuoka. MPI-CUDA Applications Checkpointing, Summer United Workshops on Parallel, Distributed and Cooperative Processing (SWoPP 2010), IPSJ SIG Technical Report, IPSJ, Vol. 2010-HPC-126, No. 18, pp. 1-7, Aug. 2010.
18. 松岡聡, 遠藤敏夫, 丸山直也, 佐藤仁, 滝澤真一郎. TSUBAME2.0 の全貌, TSUBAME e-Science Journal, 東京工業大学学術国際情報センター, No. 1, Sep. 2010.
19. 松岡聡, 青木尊之, 遠藤敏夫, 丸山直也, 佐藤仁, 滝澤真一郎, 實本英之. TSUBAME の造り方から探る PC クラスタと「スパコン」のあいだ, 月刊 ASCII .technologies, アスキー・メディアワークス, Vol. 15, No. 7, Jul. 2010.

特任助教 佐藤 仁 (高性能計算システム分野)

スーパーコンピュータへの MapReduce への適用

【研究の概要と成果】

東京工業大学学術国際情報センター(東工大 GSIC)では、2010年11月より、スーパーコンピュータ(スパコン)「TSUBAME2.0」の運用を開始したが、ユーザからの大規模データ処理への要望は高く、MapReduce 処理を実行したいというものも挙がっている。これまで、既存の MapReduce システムの実装の中で最も普及している Hadoop を TSUBAME 1 上で実行するためのツール「Tsudoop」を開発してきた。しかし、TSUBAME2.0 のシステムの構成は、TSUBAME1 と主に以下のような相違点がある。

- TSUBAME1 ではジョブスケジューラに Sun Grid Engine ベースの n1ge を利用していたのに対し、TSUBAME2.0 では PBS Pro を利用している。従って、ジョブの投入方法が変更されたため、TSUBAME1 の n1ge に対応していた Tsudoop に修正が必要になる。
- TSUBAME1 では計算のためのストレージ領域としてのローカルストレージが存在せず、主に Lustre 並列ファイルシステムを利用していたのに対し、TSUBAME2.0 ではローカルストレージとして SSD 利用可能であり、また、並列ファイルシステムも Lustre と GPFS が利用できる。従って、Lustre などの並列ファイルシステムだけでなく、Hadoop に付属するローカルストレージを活用した分散ファイルシステムである HDFS など、複数の並列ファイルシステムが利用可能になる。

また、TSUBAME2.0 は、GPU だけでなく CPU の演算性能、計算ノードのメモリバンド幅、ストレージ性能、計算ノード間及びストレージへのネットワークバンド幅の点において大幅な性能向上が図られ、大規模データ処理に適した環境である一方で、利用ユーザの多い Hadoop ベースの MapReduce アプリケーションの性能特性などは明らかではない。そこで、これらの相違点を解消するための改良を加えることで Tsudoop を TSUBAME2.0 に対応させ、このツールを用いて MapReduce アプリケーションを実行して基本的な性能を調査した。

改良版 Tsudoop では、TSUBAME2.0 上のジョブスケジューラである PBS Pro や、Lustre などの並列ファイルシステム、ノード上の複数の SSD からなるローカルストレージなどの既存のシステムと協調動作して、オンデマンドで TSUBAME2.0 に Hadoop 環境を構築し、ユーザーの MapReduce アプリケーションを実行する。TSUBAME2.0 上の 24 ノード、264 コアで Hadoop 付属の RandomWriter, Sort アプリケーションを実行したところ、HDFS では 1 ノードでの実行と比較して高々 1.1 倍の実行の増加に留まり良好な weak scaling 性能を示すのに対して、Lustre においては 1.6~1.8 倍の実行時間の増加を示した。

【発表論文・学会発表等】

1) Sumeth Lerthirunwong, Hitoshi Sato, and Satoshi Matsuoka. "Multi-Ring Structured Overlay Network for the Inter-Cloud Computing Environment" In Proceedings of the 1st International Conference on Cloud Computing and Services Science (CLOSER 2011), Noordwijkerhout, the Netherlands, May, 2011 (to appear).

- 2) Koichi Shirahata, Hitoshi Sato, and Satoshi Matsuoka. "Hybrid Map Task Scheduling for GPU-based Heterogeneous Clusters" In Proceedings of the 1st International Workshop on Theory and Practice of MapReduce (MAPRED'2010), pp. 733-740, Indianapolis, USA, November 2010.
- 3) 佐藤賢斗, 佐藤仁, 松岡聡. "仮想マシン動的再配置による大規模データアクセスの高速化". 情報処理学会先進的計算基盤システムシンポジウム論文集(SACSYS2010), pp. 79-86, 2010年5月.
- 4) 佐藤仁, 松岡聡. "TSUBAME2.0 上でのHadoop の性能評価". 情報処理学会研究報告 2010-HPC-129, pp. 1-8, 2011年3月.
- 5) 白幡晃一, 佐藤仁, 松岡聡. "GPUを考慮したMapReduceのタスクスケジューリング". 情報処理学会研究報告 2010-HPC-126, pp. 1-8, 2010年8月.
- 6) 滝澤真一郎, 松岡聡, 佐藤仁, 東田学, 友石正彦, 實本英之. "e-Science基盤としての計算機センターPOP(Point-of-Presence)連携" 情報処理学会研究報告 2010-HPC-126, pp. 1-8, 2010年8月.
- 7) Hitoshi Sato. "Tokyo Tech Storage Solutions for Petascale Data-oriented eScience". The 7th Korea-Japan e-Science Symposium, Hongcheon, Korea, July 2010.
- 8) 佐藤仁. "TSUBAME2.0のペタスケールデータ処理基盤", PCクラスタワークショップ in 神戸, 2011年2月.

特任助教 滝澤 真一郎（高性能計算システム分野）

グリッドミドルウェア動作整合性監視システム

【研究の概要と成果】

東京工業大学を含む全 9 大学の情報基盤センターからなる学術グリッドなど、NAREGI ミドルウェアを用いたプロダクションレベルの高品質なグリッドサービス開始が検討されている。グリッドサービスの品質を維持するため、TeraGrid や LHC Computing Grid、EGEE 専用に開発したツールを用いてサービスの動作整合性の監視を行っている。しかしながら、NAREGI ミドルウェアにはこのような監視サービスが無いと、障害発生時に復旧が遅れ、十分なサービス品質を維持できない恐れがある。また、原因究明のための管理コストが増大する。この問題を解決するため、NAREGI グリッドサービス監視システムの研究・開発を行った。

グリッドを構成するには多種のサービスを連携させる必要があるため、個々のサービス個別の動作監視だけではなく、サービス間の連携、特にサービス間で情報が行き渡っていることを確認する必要がある。また、構成サーバが地理的・ネットワーク的に分散しているため、状況が時々刻々と変化するので定期的な監視が必要である。管理コストを削減するためには結果一覧の表示、障害発生時のメール通知も必要となる。

これら要件を満たすべく、SDSC で開発され TeraGrid でも用いられている INCA 監視システムをベースとし、NAREGI ミドルウェア動作整合性監視システムを開発した。本システムでは NAREGI 関連プロセスの動作、情報サービス DB の整合性、ジョブ投入テストを定期的に行うことで上記の要件を満たす。本システムは TSUBAME2.0 上で稼働する NAREGI コンポーネントの動作監視に用いられている。

学術グリッド基盤の構築・運用技術に関する研究

【研究の概要と成果】

e-サイエンスを実現するためにはネットワーク上に分散配備された様々なデータを連携させ、高性能計算機群を用いてこれら进行处理する基盤が必要となり、1990 年代よりグリッド技術として世界的に研究が進められている。e-サイエンス実現のためには様々なサイエンスアプリケーション分野で利用可能な実用グリッド基盤を構築・運用する必要があるが、これを実現するには確立されていない部分も多く、解決しなければならない問題も残されている。

そこで、学際大規模情報基盤共同研究・共同研究拠点 公募型共同研究課題として、国立情報学研究所（NII）や全国共同利用基盤センター群、筑波大学らと共に学術グリッドの構築、および試験運用を行い、拠点スパコンをグリッド接続する際の課題と対処法の精査、認証システムを中心とした利用障壁の低い利用者環境の整備を進めた。東京工業大学内では、TSUBAME2.0 を学術グリッドに供出するためのシステム設計、環境整備を中心に以下を実施した。

5. NAREGI ミドルウェア動作整合性監視システムの導入

上記、NAREGI ミドルウェア動作整合性監視システムを TSUBAME1.2、及び TSUBAME2.0 に導入し、TSUBAME 上で動作している NAREGI コンポーネント（GridVM Scheduler, ISCDAS）の動作監視を行った。

6. Shibboleth 認証に基づいたグリッド用証明書発行システムの導入

グリッド利用のための証明書発行を容易にするために大阪大学が開発した Shibboleth 認証を行う証明書発行管理システムと TSUBAME を連携させるために、TSUBAME1.2 と連携した Shibboleth IdP (Identity Provider) を導入した。Shibboleth IdP は TSUBAME の LDAP サーバから情報を参照する必要があるため、導入に際してはセキュリティを考慮し、Shibboleth SP(Service Provider)となる阪大にある証明書発行サービスとは SINET VPN 上でのみ通信するように構成した。TSUBAME2.0 への Shibboleth IdP 導入に関しては、平成 23 年度以降に構築する HPCI 認証基盤との連携を中心に、構成の検討を進めている。

7. TSUBAME2.0 600TFlops を学術グリッドに供出

TSUBAME1.2 の時と同様、TSUBAME2.0 にも NAREGI ミドルウェアの GridVM Scheduler 及び ISCDAS の 2 つのコンポーネントを改修して導入し、TSUBAME2.0 運用開始直後に学術グリッドへの接続を行った。学術グリッドには TSUBAME2.0 の 1 バッチスケジューラ配下にある計算ノード約 600TFlops を接続した。この TSUBAME2.0 上の NAREGI 環境を用いたデモンストレーションを NII の協力のもと SC11 にて行った。

研究コミュニティ形成のための資源連携技術に関する研究

[研究の概要と成果]

研究室に設置される計算機やストレージ等から計算機センター等に設置されるものに至るまでの資源上で提供される計算能力やデータ、データベース、アプリケーションを必要性に応じて柔軟に共有または連携させ、これにユーザを含めた仮想研究コミュニティを形成かつ運用するための技術を研究し、これを実現するためのソフトウェア、およびインフラを開発することを目的とする。昨年度他大学・研究機関に設置した RENKEI-PoP ストレージサーバによるデータ転送を中心に、今年度の成果は以下になる。

3. RENKEI-PoP による、拠点間データ転送・共有環境の提案

昨年度に引き続き、東北大学サイバーサイエンスセンター、国立遺伝学研究所にも RENKEI-PoP を配備し、計 8 拠点に配備した RENKEI-PoP 間での広域通信における性能を向上すべく、各種ネットワークパラメータのチューニングを行った。結果、東工大 - NII 西千葉間では設計目標性能に近い 960MBps (7680Mbps) を達成した。また、東工大 - 大阪大学間では標準時の性能の 3 倍近い性能向上 (530MBps) をはたした。この高速転送可能な RENKEI-PoP 上に Gfarm 分散ファイルシステムを導入し、RENKEI-PoP 間では GSI によるグリッド認証、RENKEI-PoP と拠点リソース間では LDAP 等のローカル認証を行う環境の提案を行い、TSUBAME2.0 での検証実装を開始した。この環境を用いることで、拠点リソースから RENKEI-PoP 上の Gfarm への透過的なデータアクセスが実現され、RENKEI-PoP 設置全拠点間での高速データ共有環境が実現される。

4. RENKEI-PoP 上での資源連携サービスホスティング機能の設計と実装

RENKEI-PoP の余剰 CPU リソースを用いた、資源連携サービスの実行・実証環境提供のためのホスティング機能の設計・実装を行った。試験連携サービス実行の場としては RENKEI-PoP 上の仮想マシン (VM) を提供し、VM で共通して使用する OS イメージは RENKEI-PoP 上の Gfarm にて全 RENKEI-PoP 間で共有される。VM 管理には kvm, libvirt, OpenNebula 等のオープンソースベースの技術を用いて、利用者が意図した拠点

RENKEI-PoP 上で VM を実行できるように実装を進めている。NII や高エネルギー加速器研究機構等と共に、資源連携技術の実証評価に向けた環境の整備を進めている。

【発表論文・学会発表】

1. 滝澤真一郎、松岡聡 「NAREGI グリッド本格運用に向けたサービス整合性監視システム」 先進的計算基盤システムシンポジウム (SACSYS) ポスター、 2010
2. 滝澤真一郎、松岡聡、佐藤仁、東田学、友石正彦、實本英之 「e-サイエンス基盤としての計算機センターPOP(Point-of-Presence) 連携」 並列/分散/協調処理に関するサマー・ワークショップ(SWoPP2010)、 2010
3. 滝澤真一郎、松岡聡、佐藤仁、東田学、友石正彦 「PoP(Point of Presence)による e-サイエンスリソース連携」 広帯域ネットワーク利用に関するワークショップ (ADVNET2010)、 2010

CUDA 対応 GPU 用の高性能 FFT ライブラリ NukadaFFT の開発

【研究の概要と成果】

科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業『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』プロジェクトの一環として、HPC アプリケーションにおける高い電力効率の実現を目標に研究を行っている。

Graphics Processing Unit (GPU) は 3 次元空間の画像をレンダリングする等の負荷が重い処理を高速化するアクセラレータであり、古くからグラフィックワークステーションに搭載されていたが今日では非常に身近なものとなっている。GPU は単純な計算処理を多数繰り返すことに秀でたアーキテクチャであり、そのピーク浮動小数演算性能、メモリバンド幅ともに CPU のそれを遥かに上回る。また CPU の消費電力が高騰する傾向にある今、GPU の高い電力効率が注目されている。このため GPU を科学技術計算等に用いる事例が幾つか存在するが、GPU のアーキテクチャに適合する、グラフィック処理に似た計算に限られていた。近年 General-Purpose computation on Graphics Processing Unit (GPGPU) という、GPU を使ってより自由度の高い計算を行う技術に注目が集まっている。

GPU を用いた科学技術計算では汎用 CPU と比べて非常に高い演算性能とメモリアクセス性能を用いることができる。CUDA 環境では従来の GPU と比べてメモリアクセスの自由度が増加し、また shared memory の利用により複雑なアルゴリズムを適用することが可能となった。GPU は様々な計算に用いられるようになったが、本研究では特に FFT の計算を対象とする。FFT は今日様々な分野で用いられる重要な計算の一つであることは言うまでもない。さらに FFT の計算はメモリアクセスも多いが演算数も決して少なくはなく、どちらの面でも最適化が必要であるという難易度の高い計算である。

昨年度の研究では FFT の計算に対して、基底の選択、スレッド数の選択、shared memory のアクセスパターンなどを自動最適化する手法を提案した。本年度はこれらに加えて最新の Fermi、及び CUDA 3.0 への対応を実施した。自動チューニング機能では CUDA PTX というアセンブリ言語に似た中間言語でカーネルを自動生成しているが、この PTX のバージョンが上がり書式が一部変更になった点に対応した。また Fermi 世代の GPU ではグローバルメモリへのアクセスがキャッシュされるように変わった。各メモリアクセス命令に対してキャッシュ制御モードを指定することができるため、利用可能なモードの全ての組み合わせで性能を調べ、最適な組み合わせを選択した。

この FFT のコードは NukadaFFT ライブラリという名前で既に下記 URL で公開した。

<http://matsu-www.is.titech.ac.jp/~nukada/nufft/>

9 月に公開してから 3 月 29 日時点までのダウンロードは 267 件である。CUDA がサポートする Windows, linux, MacOS の全てに対応するパッケージを用意している。CUDA 3.1 以前用と CUDA 3.2 以降用があり、後者は最新の CUDA 4.0RC でも正常に動作することを確認した。

【発表論文・学会発表等】

- 1) Toshio Endo, Akira Nukada, Satoshi Matsuoka, and Naoya Maruyama. Linpack Evaluation on a Supercomputer with Heterogeneous Accelerators, In Proceedings of 24th IEEE International Parallel & Distributed Processing Symposium (IPDPS 2010), Atlanta, April 2010.
- 2) Naoya Maruyama, Akira Nukada, and Satoshi Matsuoka. A High-Performance Fault-Tolerant Software Framework for Memory on Commodity GPUs, In Proceedings of 24th IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS 2010), Atlanta, April 2010.
- 3) Akira Nukada and Satoshi Matsuoka, "Fast Fourier Transform using CUDA GPUs", ETHZ - Tokyo Tech Workshop: Computing with GPUs, Cells, and Multicores, Zurich, Switzerland, May 2010.
- 4) Ali Cevahir, Akira Nukada, and Satoshi Matsuoka. High Performance Conjugate Gradient Solver on Multi-GPU Clusters Using Hypergraph Partitioning, Computer Science – Research and Development, Vol. 25, No. 1-2, Springer, (Proceedings of the 2010 International Supercomputing Conference (ISC'10), Hamburg, Germany, June 2010).
- 5) 額田彰. CUDAによる高速フーリエ変換, 応用数理, 第20巻, 第2号, pp. 37-43, 応用数理学会, 2010年6月.
- 6) 遠藤敏夫, 額田彰, 松岡聡. 異種アクセラレータを持つ TSUBAME スーパーコンピュータの Linpack 評価, 応用数理, 第20巻, 第2号, pp.29-36, 応用数理学会 2010年6月.
- 7) Hitoshi Nagasaka, Naoya Maruyama, Akira Nukada, Toshio Endo and Satoshi Matsuoka. Statistical Power Modeling of GPU Kernels Using Performance Counters, Proceedings of the First International Green Computing Conference (IGCC'10), Chicago, Aug. 2010.
- 8) Akira Nukada and Satoshi Matsuoka. "NukadaFFT: An Auto-Tuning FFT Library for CUDA GPUs". NVIDIA GPU Technology Conference 2010, Research Summit Poster, San Jose, September 2010.
- 9) Tamito Kajiyama, Akira Nukada, Reiji Suda, Hidehiko Hasegawa, and Akira Nishida. Toward Automatic Performance Tuning for Numerical Simulations in the SILC Matrix Computation Framework, Chapter 11 of "Software Automatic Tuning : From Concepts to the State-of-the-Art Results", pp. 175-192, Springer, Sep. 2010.
- 10) Takashi Shimokawabe, Takayuki Aoki, Chiashi Muroi, Junichi Ishida, Kohei Kawano, Toshio Endo, Akira Nukada, Naoya Maruyama and Satoshi Matsuoka, An 80-Fold Speedup, 15.0 TFlops, Full GPU Acceleration of Non-Hydrostatic Weather Model ASUCA Production Code, In Proc. of the 2010 ACM/IEEE conference on Supercomputing (SC'10), New Orleans, IEEE Press, 2010.
- 11) 長坂仁, 丸山直也, 額田彰, 遠藤敏夫, 松岡聡. GPUにおけるモデルに基づいた電力効率の最適化, 情報処理学会研究報告, Vol. 2010-HPC-128, No. 2, pp.1-6, 2010年12月.
- 12) 遠藤敏夫, 額田彰, 松岡聡. ヘテロ型スーパーコンピュータ TSUBAME 2.0 の Linpack による性能評価, 情報処理学会研究報告, Vol. 2010-HPC-128, No.11, pp.1-6, 2010年12月.
- 13) Ali Cevahir, Cevdet Aykanat, Ata Turk, B. Barla Cambazoglu, Akira Nukada and Satoshi

Matsuoka. Efficient PageRank on GPU Clusters, 情報処理学会研究報告, Vol. 2010-HPC-128, No.21, pp.1-6, 2010年12月.

14) Leonardo Bautista Gomez, Akira Nukada, Naoya Maruyama, Franck Cappello and Satoshi Matsuoka. Low-overhead diskless checkpoint for hybrid computing systems, In Proc. of International Conference on High Performance Computing (HiPC 2010), Dec. 2010.

客員教授 山田 恒夫

学習コンテンツの国際的共有・再利用・流通に関する研究

【研究の概要と成果】

高品質な学習コンテンツを国際的に共有、再利用、流通させるために必要な技術的基盤、ビジネスモデル、コミュニティ形成について研究を行った。

1. 国際的な学習コンテンツ流通コンソーシアム、Global Learning Object Brokered Exchange (GLOBE) において、メタデータを利用した横断的検索システムの新たな付加価値サービスに向けて、メタデータ項目、メタデータ共有方式（連合検索、ハーベスティング）、レポジトリ連携、およびその国際標準化（IMS Global Learning Consortium など）について合意の形成を図った。
2. 「開かれた学習資源（Open Educational Resources、OER）」運動の展開に向けて、特に OpenCourseWare Consortium (OCW-C) および日本オープンコースウェアコンソーシアム (JOCW) における横断的検索システムの構築に寄与し、オープンコンテンツ普及の方略について検討を行った。アジア地域の公開大学とも新たな共同研究を立ち上げた。
3. 高等教育において ICT 利活用を推進する海外中核機関 (EDUCAUSE など) や生涯学習に関する国際機関 (ASEM-LLL ハブコンソーシアムなど) との国際連携・事業を通じ、高等教育・生涯学習における ICT サポート体制と教員コミュニティの在り方について、調査研究を実施した。

【発表論文・学会発表等】

著書

Yamada, T., & Yoshida, M. (Eds., 2010.11). White papers of six Asia-Europe Countries : 02 e-Learning for Lifelong Learning in Japan. In Bowon Kim (Ed.), *e-ASEM White Paper: e-Learning for Lifelong Learning*. Korea National Open University Press. Pp. 105-232

論文

山田恒夫(2011.3). 大学における教育コンテンツ公開システムの将来. *メディア教育研究*, 7(2), S50-S61.

国際学会

Yamada, T., & Morimoto, Y. (2010.5). OCW Search Services for Lifelong Learners. OpenCourseWare Consortium Global Meeting 2010 (5-7 May 2010, Hanoi, Vietnam)

Yamada, T. (2010.8). e-Learning for Lifelong Learning in Japan: Report for ASEM-LLL Whitepaper Project . e-ASEM Research Network Meeting and Seminar (30-31 August 2010, Phuket, Thailand) [invited]

Yamada, T. (2010.10). Regional report from Japan. Sub-Project 7: A study of the current state of play in the use of Open Educational Resources in the Asian Region. (25 October 2010, Hanoi, Vietnam) [invited]

Dhanarajan, G., Yamada, T., Balaji, V., Do, M., Yawan, L., & Kin Sun, Y. (2010.10). Sharing of thoughts and exchange of views on the potential value of OERs within the national and regional context: A role for AAOU action. Pre-Conference Panel Presentation and Discussion on Open Educational Resources at the 24th AAOU Annual Conference (26 October 2010, Hanoi, Vietnam) [invited]

Yamada, T., & Morimoto, Y. (2010.10). Restructuring of global search services for open education and lifelong learning. Proceedings of the 24th AAOU Annual Conference (26-28 October 2010, Hanoi, Vietnam) , 10 pages, [peer-reviewed]

Yamada, T. (2010.11). Information ethics education and its learning materials development at the Open University of Japan: A new production framework for the sharing and reuse of learning content. 2010 International Seminar on Information Ethics (23 November 2010, Korea University, Seoul, Korea). [invited]

Yamada, T. (2010.12). OER movements in Japanese universities: From the experiences of JOCW and OIJ. 2010 KCUE (Korean Council for University Education) International Seminar: Openness in Undergraduate Education (17 December 2010, Korea University, Seoul, Korea). [Invited]

Yamada, T., Morimoto, Y., & Okabe, Y. (2011.4). Open educational resources in an open university: Toward the sharing and distribution of smaller granular materials. Presented paper at OCWC Global 2011: Celebrating 10 years of OpenCourseWare (4-6 May 2011, Cambridge, Massachusetts, USA), 6 pages. [peer-reviewed]

国内学会

森本容介・辻靖彦・山田恒夫(2010.5). 学習コンテンツのメタデータ検索エンジンの開発. 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 110, No. 42, pp. 13-17.

山田恒夫・森本容介・川嶋辰彦・野呂純一・内海成治・中村安秀・小川寿美子・伊藤由紀子(2011.3). 国際ボランティア学のための教材・素材レポジトリの構築. 国際ボランティア学会第12回大会報告論文集, 29-32. (文教大学、2011/02/19-20)

講演等

山田恒夫(2010.10). The 3rd EDUCAUSE Meeting for Japanese Participants at EDUCAUSE Annual Conference 2009(日本人参加者向けEDUCAUSE首脳部との意見交換昼食会、2010/10/13) コーディネーター.

山田恒夫(2011.2). 放送大学CODE国際セミナー 2010年度第3回(GLOBEセミナー)「次世代の学習コンテンツ開発・流通・出版を考える」. 2011年2月22日、幕張メッセ国際会議場、コーディネータ・モデレータ.

山田恒夫(2011.2). ITを利用した言語教育とその教材開発の展望. 高度言語情報融合フォーラム(ALAGIN) 2011年度第3回普及促進部会、2011年2月28日、(財)テレコム先端技術研究支援センター、招聘講師.

山田恒夫(2011.3). 多様な学びに備える:学習プラットフォーム・コンテンツ開発・能力評価のための大学間連携. 第2回帝塚山大学教育GPシンポジウム、2011年3月5日、帝塚山大学、基調講演者.

乱流構造に着目したサブグリッドスケールモデルによる LES の高精度・高速化

【研究の概要と成果】

車や飛行機の周りの空気の流れに代表されるように、身の回りの流体现象には乱れた流れである乱流現象が関係している。流れが理路整然としたゆっくりした流れである層流から比較的速度の速い乱流になることで、乱流中の大きなスケールの渦は小さなスケールの渦へと分裂していき、いつか熱となって散逸する。このような乱流場では、速度の運動エネルギーは流れ方向のみならず、流れに垂直な方向へも拡散が増大する。これを乱流拡散と呼んでいる。コーヒーに入れたミルクはそのままではなかなか混ざらないが、スプーンでひと混ぜすると乱流拡散によりすぐさまミルクは混ざる。

このような乱流中の輸送係数である乱流拡散係数をモデル化する研究が活発に行われてきている。これまでは、時間空間平均場に対するレイノルズ平均モデルが研究されてきたが、近年のコンピューターの発達とともに、計算格子サイズ以上の渦は直接計算をし、計算格子サイズ以下（サブグリッドスケールと呼ぶ）の渦はモデル化する Large eddy simulation (LES) の研究が注目されている。LES では平均場ではない非定常流れの計算に適しており、瞬間最大風速や危険物質が輸送された場合の最大濃度地点の予測など、安心・安全という観点からも、注目されている。

本研究では、乱流中の渦の周りでエネルギーがサブグリッドスケールに輸送されるという乱流構造に着目したコヒーレント構造モデルを提案し、LES の高精度化および高速化への応用を検討した。これまでのサブグリッドスケールモデルでは、そのモデル係数を流れ場の状況に応じて値を変更する必要があったり、自動的にモデル係数を決めるためには計算が発散しないように一様方向に平均するなどの操作が必要であったりしたが、コヒーレント構造モデルでは、流れ場の局所の渦構造に着目してモデル係数を決定するので、複雑物体回りへの応用や TSUBAME2.0 で採用されて世界中から注目を集めている GPU スパコンでの計算に適している。

高次精度保存形 IDO 法は、4 次精度と高次精度にもかかわらず計算格子点の両側 1 点ずつのみ参照するコンパクトな差分表式を利用できるので、壁境界がある流れ場の高精度計算に適している。高次精度保存形 IDO 法とコヒーレント構造モデルを組み合わせた LES 計算を行うことにより、従来の差分法に比べて高速かつ乱流強度分布においてモデルを使わない直接計算に近い結果を得た。また、1GPU でコヒーレント構造モデルを利用した LES を行い、倍精度演算で 40GFLOPS を超える LES の高速化を実現し、4GPU を用いた並列計算においても MPI 通信の隠ぺいを行い、良好な強スケーリングの結果を得た。また、物質・温度に代表されるパッシブスカラの拡散に関するモデル化を検討し、乱流構造に着目したモデルの提案のために直接計算の結果と比較検討を行った。

【発表論文・学会発表など】

- [1] Hiromichi Kobayashi, “High spatial correlation SGS model for engineering turbulence”, 8th International ERCOFTAC Symposium on Engineering Turbulence Modelling and Measurements ETMM-8, Marseille (2010.6)
- [2] 小野寺直幸, 青木尊之, 小林宏充, 「高次精度保存型 IDO 法によるラージエディ・シミュレーション」, 流体力学会年会 2010 (2010.9)
- [3] 小野寺直幸, 青木尊之, 小林宏充, 「GPU によるラージエディ・シミュレーションの高速化」, 流体力学会年会 2010 (2010.9)
- [4] 小林宏充, 「竜門賞受賞特別講演: 乱流構造に基づくサブグリッドスケールモデルの開発」, 流体力学会年会 2010 (2010.9)
- [5] 小林宏充, 「LES におけるパッシブスカラ輸送モデルに向けて」, 日本物理学会 2010 年秋季大会 (2010.9)
- [6] 小林宏充, 「LES における乱流構造を基にしたコヒーレント構造モデル」, 第 4 回 AVLAST ユーザーミーティング (2010.11)
- [7] 小野寺直幸, 青木尊之, 小林宏充, 「コンパクト差分を用いた保存型 IDO 法による LES および選択的 SGS 粘性の検討」, 第 24 回数値流体力学シンポジウム (2010.12)
- [8] 小野寺直幸, 青木尊之, 小林宏充, 「複数 GPU を用いたラージエディ・シミュレーションの高速化」, 第 24 回数値流体力学シンポジウム (2010.12)

客員教授 村田俊一

研究活動・業績一覧

情報技術を活用した国際開発分野における研究活動の一環として、モンゴルにおける情報技術の導入(教育分野)、及びラオスにおける情報技術を駆使した世界遺産保存に関する分野での共同作業を担当。また「ケースで学ぶ国際開発」の共著出版に参加し、2011年に出版予定。

更に、東工大での特別講義を通じ学生との議論にも活発に貢献した。同講義には、11か国からの大学院生が講義に参加した。1981年から今日に至るまでのウガンダ、中国、モンゴル、フィリピンやブータン等での ICT 導入を含めた国際開発プロジェクトに関わってきた経験を講義を通じて共有した。

講義は 1)持続可能な人間開発 2)国連のプログラマナジメント 3)様々な国や背景からのケーススタディといった開発分野の重要テーマを網羅した。村田教授は、1990年代前半に自身がブータンで実施した ICT(情報通信技術)導入プロジェクトを紹介し、ICTがどのように効果的に教育のアクセスの拡大、質の向上に貢献したかを事例を用い説明した。

現在、経済とグローバルパワーが西側諸国からアジアに移行してきていることを説明した上で、新興国は、急速に成長を遂げているが、同時に貧困や教育などの機会等における国内での不平等や格差に直面している点が議論された。今後の開発分野における様々な形での ICT の活用は注目を集めると同時に、数々の留意点を含むことも再確認され、現地に根付いた技術の応用、活用の重要性が強調された。

参加者からは、理論的概念からプロジェクトの詳細な実施内容まで多岐に及ぶ質問・議論点が挙げられ、異なる背景・経験を持つ院生との活発な議論が展開された。



図 1. UNDP での経験を語る村田客員教授



図 2. 村田教授と 11 か国からの参加学生

主要研究業績

著書

「国際社会の支援で MDG は達成できる」 p 12-13、「シナジー」緊急企画：ODA 見直しを検証する、特集あなたは MDG s をしていますか？、特定非営利活動法人国際協力 NGO センター、2010 September, 通巻 147 号、p12-13

招待講演・国際パネル

「国際協力と人材育成に関して」民主党外交部会及び国際局 2011. 02

「UNDP Programme management, プログラム・プロジェクト評価について」, 財団法人国際開発高等教育機構 (FASID) 2011. 02

「国際協力という未来像～国連ミレニアム開発目標と未来」, 2010.12, 関西学院大学

「ソーシャルビジネスが世界を変える」ムハマド・ユヌス博士招聘記念講演：国際パネルディスカッション, 関西学院大学 2010. 07

「国際機関の魅力と法曹の役割」, 2010.06, 日本弁護士連合会・外務省 2010. 06

評論

単 読売新聞寄稿「論点」 ”ミレニアム開発目標達成へ：十分なODA予算不可欠”, 読売新聞朝刊全国版「論点」9月8日水曜日(2010年), 日本政府のODA予算削減は外交力をさらに低下させると評論した。 読売新聞, 9月8日朝刊全国版「論点」 p 11. 2010. 09

その他

JICA 事業評価外部有識者委員会委員、2010, 09

8-3 受賞学術賞など

飯田 勝吉

22年度東工大挑戦的研究賞

Pipatpongsa Thirapong

Mohammad Hossein KHOSRAVI

第45回地盤工学研究発表会 優秀論文発表者賞

(公益社団法人 地盤工学会 H22.9.24)

Sokbil HENG

第7回地盤工学会関東支部発表会 優秀発表者賞

(公益社団法人 地盤工学会 関東支部 H22.11.5)

渡邊 陽介

情報処理学会 学生奨励賞, 呉怡, 渡辺陽介, 横田治夫, 「ファイルRMC操作を考慮した関連ファイルの発見」第150回 データベースシステム・第99回 情報基礎とアクセス技術 合同研究発表会, 2010年8月.

青木 尊之

下川辺 隆史 (青木研究室) : 第8回(平成22年度)日本原子力学会計算科学技術部会学生会学生優秀講演賞, 日本原子力学会, 2011年3月29日.

下川辺 隆史 (青木研究室) : Best Student Paper finalist, The 2010 ACM/IEEE conference on Supercomputing (SC'10), "An80-fold speedup, 15.0 TFlops full GPU acceleration of non-hydrostatic weather model ASUCA production code", Nov. 2010

下川辺 隆史 (青木研究室) : Student Award, Joint International Conference on Supercomputing in Nuclear Applications and Monte Carlo 2010 (SNA + MC2010), "Multi-GPU Computing for Meso-Scale Atmosphere Model ASUCA", October 2010

杉原 健太 (青木研究室) : 青木 尊之, 第24回数値流体シンポジウム・ベストCFDグラフィックアワード第2位「複数GPUによる気液二相流の大規模シミュレーション」, 2010年12月21日

下川辺 隆史 (青木研究室) : 青木 尊之, 石田 純一 (気象庁), 河野 耕平 (気象庁), 室井 ちあし (気象庁), 第24回数値流体シンポジウム・ベストCFDグラフィックアワード第3位「複数GPUによる気液二相流の大規模シミュレーション」, 2010年12月21日

9 業務貢献

9-1 専門委員会所属・開催状況

氏名	認証基盤	ネットワーク	情報蓄積・活用	コンピュータシステム	グローバル資源	共同利用	広報
渡辺 治	○			○		○	
高木茂孝	○	○	○	○			
青木尊之				○	○	◎	○
伊東利哉	◎	○	○				
松岡 聡		○	○	◎	○	○	
山口しのぶ					◎		○
飯田勝吉	○	◎	○	○			
望月祐洋	○		○				○
Pティラポン					○		○
関嶋政和			○	○	○	○	◎
渡邊陽介	○		○				○
丸山直也				○			○
友石正彦		○		○			
渡邊寿雄				○		○	○
益井賢次		○					
佐藤 仁				○			
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
	情報蓄積・活用専門委員会	休会
	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	3回	
SCブース展示WG	3回	
TSUBAME 2.0披露式WG	1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	3回

9-2 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	渡辺（室長補佐），高木，青木
図書情報部会リサーチリポジトリWG	望月，渡辺（陽）
リサーチリポジトリシステムサブWG	望月，渡辺（陽）
STAR Search WG	望月，渡辺（陽）
STAR Search システムサブWG	望月，渡辺（陽）
TOKYO TECH OCW/OCW-i 検討WG	望月（副査）
東工大卒業生名簿作成タスクフォース	望月
教育推進室 教育企画員（教育企画班）	望月
国際室	山口（アドバイザー）
国際室海外拠点運営室	山口，ティラポン
東工大タイ拠点チーム	ティラポン
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	伊東（技術部長）
技術部情報基盤支援センター	渡辺（センター長）
情報倫理委員会	渡辺，伊東
東工大クロニクル編集グループ委員	ティラポン
東京工業大学HP編集グループ委員	友石，隅水

9-3 調査・広報活動（見学・来賓・式典対応状況）

件名	対応者氏名
Erlangen-Nuremberg 大学 (04/02/2010)	青木
南開大学 (中国) (04/07/2010)	関嶋
西南交通大学 (中国) (04/12/2010)	渡辺
オマーン高等教育省 (04/20/2010)	関嶋
リビア政府リビア経済開発委員会 グローバルイノベーターズ (リビア政府との インターフェース) (04/22/2010)	渡辺
学内「計算物理工学」受講者 (大学院修士課程 1年生) (04/23/2010)	青木
インドネシア研究技術省 (04/28/2010)	渡辺
イスタンブール工科大学 (05/24/2010)	丸山
文部科学省研修生 (05/27/2010)	
大連理工大学 (06/07/2010)	青木
分子科学研究所 (06/14/2010)	渡邊 (寿)
ブラウン大学 (06/28/2010)	渡辺
Supercomputing Center of Galicia (07/01/2010)	滝澤
工学部無機材科工学科 東京工業大学国際交流学生会 SAGE (フランス の大学生) (07/08/2010)	滝澤
Cloud Computing Research Department SW Research Laboratory ETRI (07/30/2010)	松岡
情報環境学専攻 JFE テクノリサーチ (株) (08/19/2010)	青木
NARL Chairman Wen-Hwa Chen NCHC Dddirector Kuo-Ning Chiang (08/25/2010)	松岡
サウジアラビア国家 E ラーニング・遠隔教 育センター (10/01/2010)	松岡
文部科学省 研究開発局 環境エネルギー 課 (10/18/2010)	青木、丸山、滝澤
文部科学省研究振興局 (11/01/2010)	渡辺、青木 松岡
伊賀学長, 大倉理事, 牟田理事, 斎藤理事, 伊澤理事, 鈴木幹事, 山田事務局長 (11/22/2010)	渡辺、青木、松岡
日本経済新聞社日本経済研究センター,	丸山

フリージャーナリスト，総務省，東工大理工学研究科集積システム専攻 (01/11/2011)	
台中技術学院 (01/11/2011)	関嶋
東工大教員および東工大学生 (01/13/2011)	滝澤
株式会社 富士通研究所 (01/24/2011)	丸山
ドイツ Kiel 大学、NEC (02/02/2011)	松岡
株式会社 日立製作所 (02/03/2011)	遠藤
中央大学 (02/28/2011)	遠藤
カーネギーメロン大学 ETC 日本校プログラム・ディレクター (03/09/2011)	丸山
ワガドゥグ大学 在日本ブルキナファソ大使館 外務省中東アフリカ局アフリカ第1課 他 (03/11/2011)	青木

9-4 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
GSIC 国際シンポジウム "Challenging Geotechnical Engineering Problems" (05/04/2010)	ティラポン
GSIC 主催 Van Jacobson 博士講演会 (05/10/2010)	
Todd Gamblin 氏講演会 (06/11/2010)	丸山
先端研究施設共用イノベーション創出事業【産業戦略利用】成果報告会ならびに先端研究施設共用促進事業シンポジウム (06/29/2010)	渡辺，青木，西川，渡邊（寿）
GSIC 協賛 IPAB セミナー /Gfarm Workshop 2010 (07/02/2010)	松岡，渡邊（寿），佐藤，滝澤
第16回スパコンコンテスト (08/23～08/27/2010)	渡辺，佐藤，滝澤
GSIC 国際シンポジウム（タイ） "Exploring New Frontiers in Coal Mining and Geo-environment" (09/24/2010)	ティラポン

GSIC 主催国際ワークショップ (ラオス) GIS Geo-analysis Workshop (09/30~10/01/2010)	山口
SuperComputing 2010 ブース出展 (11/13~11/19/2010)	松岡, 青木, 関嶋, 丸山, 佐藤, 滝澤
TSUBAME2.0 披露式 (12/02/2010)	渡辺, 青木, 松岡, 関嶋
GSIC 国際ワークショップ (ラオス) Sustainable Introduction of ICT in Contributing to Regional Development (12/22/2010)	山口
情報処理学会 第73回全国大会 TSUBAME 大公開 (03/02~03/04/2011)	渡辺, 松岡, 関嶋, 渡邊 (寿), 丸山

9-5 仕様策定・技術審査対応状況

件名	対応部門・人数
クラウド型グリーンスーパーコンピュータ	渡辺, 青木, 松岡, 飯田, 関嶋, 根本, 山梨, 安良岡
プロジェクト及びバックアップ用対外 接続ルータ	滝澤, 隅水, 友石, 森谷 飯田, 益井, 山崎
ゲノム相同性検索加速装置	青木, 関嶋, 松岡, 丸山
ソフトウェア包括契約	渡辺, 伊東, 久能, 根本, 小野, 新里, 一瀬, 藤田
教育用電子計算機システム	渡辺, 松岡, 望月, 飯田, 鶴見, 安良 岡
ICカードパーソナライズソフトウェア ライセンス	伊東, 一瀬, 井上, 新里
ペタスケール階層型ストレージ管理シス テム	松岡, 佐藤, 小野, 安良岡, 藤田

9-6 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	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

9-7 業務関連出張状況

件名	氏名	内容
神戸市 (9月)	青木, 坂本	理化学研究所計算科学研究機構
奈良市 (10月)	渡辺	第5回国立大学法人情報系センター長会議
神戸市 (1月)	渡辺, 渡邊 (寿)	理化学研究所計算科学研究機構

東京工業大学学術国際情報センター年報
2010 年度
第 9 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
