

年報

2009 年度 第 8 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	
「TSUBAME共同利用（有償）サービスの開始について」	3
「キャンパスネットワーク Titanet3 の導入」	6
1. 組織・運営	15
1-1 組織図	15
1-2 教員構成	16
1-3 事務組織	17
1-4 各種委員会メンバー一覧	18
1-5 運営委員会開催状況	20
1-6 人事異動	23
2. 情報基盤サービス	25
2-1 研究用計算機システム	25
2-1-1 構成	25
2-1-2 運用	29
2-1-3 実績	30
2-2 教育用計算機システム	37
2-2-1 構成	37
2-2-2 運用	38
2-2-3 実績	39
2-3 ネットワークシステム	40
2-3-1 構成	40
2-3-2 運用	44
2-4 キャンパス共通認証・認可システム	46
2-4-1 構成	46
2-4-2 運用	46
2-4-3 実績	47
2-5 ソフトウェア包括契約	49
2-5-1 構成	49
2-5-2 運用	50
2-5-3 実績	51

2-6	先端研究施設共用促進事業	53
2-6-1	事業概要	53
2-6-2	事業実施と成果	54
2-6-3	学際大規模情報基盤共同利用共同研究拠点 平成 21 年度公募型共同研究の試行	58
3.	情報基盤推進活動	60
3-1	本年度のスパコン TSUBAME の進化	60
3-2	情報蓄積活用活動	68
3-2-1	概要	68
3-2-2	T2R2 システムの開発・運用	69
3-2-3	STAR Search システムの開発	73
4.	国際協働	76
4-1	MOU に基づく国際共同研究	76
4-1-1	GPU によるリアルタイム津波シミュレーションの国際共同研究	76
4-1-2	チュラロンコン大学とのMOUに基づく国際共同研究	76
4-1-3	ラオス人民民主共和国ルアンパバーン政府 世界遺産局とのMOUに基づく共同研究	77
4-1-4	チェンマイ大学工学部とのMOU締結	77
4-2	国際共同研究	78
4-2-1	世界銀行・CARITAS 基金との共同研究	78
4-2-2	モンゴル教育省 ICT 局との共同研究	79
4-2-3	タイ発電公社との共同研究	79
4-3	TSUBAME 利用に関する調査	80
4-3-1	TSUBAME 利用に関する外為法上の問題に関する調査	80
5.	イベント及び教育サービス活動	81
5-1	GSIC 主催講演会・セミナー	81
5-1-1	GSIC Lecture meeting 2009 No. 01	81
5-1-2	GSIC セミナー 2009 No. 01	81
5-1-3	GSIC セミナー 2009 No. 02	82
5-2	学術国際情報センター(GSIC) 主催ワークショップ	84

5-3	スーパーコンピューティングコンテスト	85
5-4	講習会	86
5-5	研究会	88
5-5-1	GPU コンピューティング研究会	88
6.	広報活動	90
6-1	マスコミ報道等	90
6-2	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	情報基盤部門	95
	伊東利哉	95
	横田治夫	97
	飯田勝吉	101
	友石正彦	103
	渡辺陽介	104
	直井 聡	106
	益井賢次	108
8-2	研究・教育基盤部門	110
	青木尊之	110
	松岡 聡	115
	望月祐洋	131
	丸山直也	132
	額田 彰	135
	實本英之	138
	佐藤 仁	140
	滝澤真一郎	142
	山田恒夫	143
8-3	学術国際交流部門	145
	山口しのぶ	145
	PIPATPONGSA THIRAPONG	150
	関嶋政和	154
	西川武志	155

渡邊寿雄	156
8-4 受賞学術賞等	157
9. 業務貢献	158
9-1 専門委員会所属・開催状況	158
9-2 学内業務関連委員等就任状況	159
9-3 調査・広報活動	160
9-4 講演会・セミナー・シンポジウム等企画・実施状況	161
9-5 仕様策定・技術審査対応状況	163
9-6 国際共同研究コーディネート・マッチング状況	163
9-7 業務関連出張状況	163

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 21 年度も、この年報で報告いたしますように様々な事業を行って参りました。まず、最初にご報告すべきことは、共同利用・共同研究拠点として認可されたことです。かねてより本センターでは、従来から全国共同利用を行ってきた 7 基盤センター群と共同で、ネットワーク型の共同利用・共同研究拠点の申請を行ってききましたが、2010 年 4 月から「学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点」として活動することが、2009 年 6 月に文部科学省より正式に認可されました。本センターが 7 基盤センター群とともに、我が国の情報基盤活用の中核研究センターとして認定されたわけです。本センターが地道に続けてきた情報基盤の高度活用に関する様々な研究・開発・運用の成果です。なお、これに合わせてスパコン TSUBAME の共同利用も 7 月より開始しました。

地道な成果が認められたという点では、もう一つ嬉しい報告があります。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の 3 年度目の中間評価があり、本センターが行ってきました事業『みんなのスパコン』TSUBAME によるペタスケールへの飛翔」に対し最も高い評価 4 を頂きました（4 評価は全 22 事業中で本事業を含め 3 事業のみ）。

一方、学内の情報基盤を提供するセンターとして、使いやすく信頼のおける情報基盤サービスの提供を目指し、今年度も着実に仕事をしてきました。まず、学内有線ネットワークシステムの更新事業では、2009 年 10 月に新たな光ファイバーの更新が完了し、2010 年 3 月には各種ネットワーク機器が導入されました。これらは来年度にキャンパス内で順を追って古いネットワークシステムと入れ替わり運用が開始される予定です。また、無線ネットワークシステムの更新も、2009 年度の補正予算を用いて完了することができました。これについても 2010 年度より本格運用が始まり、無線ネットワークがより身近なものになる予定です。

残念なことですが、本センターを発足当初から支えて下さってきた教職員の方の中で、今年度を最後に去られる方がいらっしゃいます。馬越庸恭教授、日置繁明専門職が定年退職されます。また、横田治夫教授は情報理工学研究科に異動されます。これらの方々の発足当初からの多大なる貢献に深く感謝いたします。もちろん、去る方だけでなく新たに加わった方もいらっしゃいます。今年度は 5 名の方が新たに教職員として本センターに加わりました。

さて、来年度も重要な案件や計画が目白押しです。まず、本センターの改組があります。これまでの学内情報基盤の支援サービスや最先端の研究活動はもちろんのこと、共同利

用・共同研究拠点としての先端的研究や国内外の共同研究を推進していくためには、個々の力だけでは限界があり、組織的な取り組みが必要です。そのため、本センターを大きく改組し、情報基盤支援と先端的研究の二つの車輪をうまく回していくための体制を整える計画です。つぎに、次期スーパーコンピュータシステム、すなわち TSUBAME2.0 の調達があります。これまでのところ2月に入札公告を行うなど、順調に進んでおります。来年度早々には開札があり、秋までには導入、運用開始の予定です。またそれと並行して、教育用計算機システムの調達も来年度に行われます。来年度も、こうした大きな計画を着実に進め、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

TSUBAME 共同利用サービスの開始

研究・教育基盤部門 問題解決支援環境分野 青木 尊之

学術国際情報センターには、平成18年度から稼働しているTSUBAMEスーパーコンピュータがあり、導入当初はスパコン Top 500 の7位（アジア1位）にランクする実績がある。その後もGPU(Graphics Processing Unit)多数を導入することなどで計算パワーの増強を継続し、現在も国立大学法人の保有するスパコンの中ではNo.1の性能を維持している。平成22年度にはTSUBAME 2.0に置き換えられ、国内では飛び抜けた性能を持つスパコンが誕生する予定である。

これまで学術国際情報センターは学内の共同利用施設という位置付けであったため、スパコンを研究・教育を目的とした東京工業大学の教職員・学生の利用に限定してきた。平成18年度から学術国際情報センターが文部科学省の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（当時は「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】）に採択され、民間企業からの提案課題に対して審査を経て無償でTSUBAMEを提供することにより、産業創出に貢献してきた。ただし、外部利用という観点では例外的な位置付けであった。

これがきっかけとなり国立大学も法人化したこともあり、高性能なスパコンTSUBAMEを学外の方にも有効に使って頂こうということになった。利用課金の徴収に対して、これまで東京工業大学は利用収入のような経理実績がなく、外部資金課やさまざまな学内組織の協力により平成21年7月に共同利用サービスを開始することができた。本来、学術国際情報センターのスパコンは学内利用を目的としているため、学外者が利用することにより学内者の利用に不利益が出ては意味がない。学外利用に関する計算機資源の配分や利用課題申請に関することなどは学内と学外が半々で構成される共同利用専門委員会で審議される。平成21年度は、卒論や修士論文の研究のために東工大の学生の利用がピークになる12月中旬から2月中旬までの期間は学外の利用を停止し、学内利用だけとした。学外の利用者に対しては、利用開始の時点で利用期間を理解して頂くことにより、相互に利益が得られるように配慮した。利用収入は不足しがちなソフトウェア・ライセンス数を増やすなどTSUBAMEの利用環境を向上するために使われることになっている。

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つの利用区分があり、さらに「成果公開」と「成果非公開」のカテゴリーを設けた。日本国内に法人格等を有する組織に所属する個人またはグループが利用課題を申請することができ、日本国内で利用がなされることや平和利用を目的とすることなどの条件がある。それらを満足する利用課題は、さまざまな分野の産官学の有識者から構成される課題選定・評価委員会で審査される。いずれの利用区分においても随時応募を受け付けており、応募から課題審査、採択、利用、そして報告・評価へ至る流れを図1に示す。

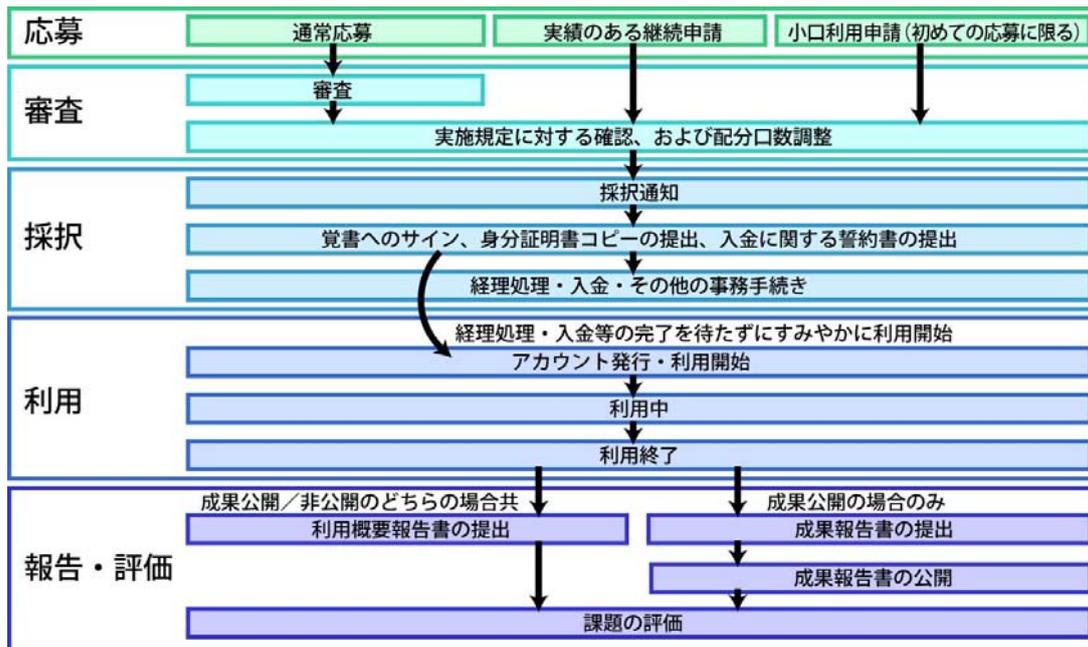


図1 Tsubameの共同利用の流れ

それぞれの利用区分について説明する。

学術利用: 学術的な貢献を目的とし、「成果公開」のカテゴリー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」の両方のカテゴリーの課題を公募する。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」の両方のカテゴリーの課題を公募する。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。

共同利用サービスではTsubameの計算機資源に対し、2880ノード・時間（64CPUコアで1ヶ月相当）を1口とし、口数を単位とした利用割り当てを行っている。各利用区分における利用課金表を表1に示す。成果公開のカテゴリーの1口の利用課金は、Tsubameの1年間の計算機資源が1916口であるので、Tsubameの全運用経費から借料を差し引いた、電気代、運用人件費（SE費）、設備保守料等の合計を1916口で割った料金となっている。非成果公開カテゴリーは、成果を独占するという理由から、借料も含めた全運用経費から算出している。平成22年度はTsubame 2.0に更新されるので、利用課金も新しくなる予定である。また、共同利用サービスの産業利用は、目的が同じであるため、先端研究施設共用促進事業の有償利用を兼ねている。

利用区分	利用者	審査等	制度や利用規定等	カテゴリー	利用課金とサービス
					ノード占有保証サービスのみのみ
「学術利用」	他大学または研究機関等	課題選定委員会で審査	共同利用の利用規定に基づく	成果公開	1口:100,000円
「産業利用」	民間企業を中心としたグループ		「先端研究施設共用促進事業」制度に基づく	成果公開	トライアルユース ^{*1} (無償利用)
				成果非公開	1口:100,000円
「社会貢献利用」	非営利団体、公共団体等		共同利用の利用規定に基づく	成果公開	1口:100,000円
				成果非公開	1口:400,000円

表1 共同利用のTSUBAME利用課金

TSUBAMEの共同利用サービスは平成21年7月から開始し、さらに2ヶ月間利用できない期間があったにもかかわらず、学術利用1件、産業利用5件で合計60口の利用があった。その中には成果非公開の利用も含まれている。

平成22年度は学術国際情報センターのスパコンがTSUBAME 2.0に更新され、計算機性能が大幅に向上すると予想される。さらに、最新のGPUが多数導入されると予想され、他大学の情報基盤センターのスパコンとは大きく異なる。計算機資源が急増するため、学外利用への資源割り当て量もかなり増えると予想される。また、12月以降に利用停止期間が設定されない可能性が高い。国内最先端のスパコンであるTSUBAMEの共同利用が今後さらに学術、産業創造、社会に広く貢献することを願う。

トピックス

キャンパスネットワークTitanet3 の導入

情報基盤部門 飯田勝吉

1. はじめに

大学などの高等教育機関において、キャンパスネットワークは様々な創造的活動を支える重要基盤である。研究者にとってキャンパスネットワークは、研究活動にかかわる多種多様な大容量の情報を高速かつ安定に授受するために必要不可欠な存在となっている。また教育面に焦点を当てると、大学内外のあらゆる場所からアクセス可能な教育演習環境の提供が求められ、そのためには十分な品質の通信基盤が必要となる。加えて、多くの事務システムがキャンパスネットワーク上に構成されており、事務活動の面でもキャンパスネットワークの果たすべき役割は大きい。

キャンパスネットワークは重要な基盤であるために、信頼性の提供が最優先となる。キャンパスネットワークの停止は、研究、教育、事務等の事業に多大な悪影響を与えるため、可能な限り高い信頼性の提供が必要となる。

また同時に、先進性の提供も求められる。高等教育機関は先進的な技術を意欲的に取り組み、創造的な活動を支える必要がある。例えば、スーパーコンピュータを組織の内外に接続するための超高速なネットワークの提供、また最先端のネットワークセキュリティ対策等が求められる。さらに、キャンパスネットワークのリプレースのサイクルは6~8年程度と、比較的長期にわたるため、日進月歩のネットワーク技術を取り入れるためには調達の時点で最先端のネットワークの導入が必要となる。

さらに、運用管理性の向上も重要な課題である。設計や要素技術で優れたネットワークも運用者がその実態を把握しきれずにいるようでは運用が破綻してしまう。特に、機器の運用にかかる技術レベルは年々高度なものが要求され、しかし、運用スタッフの人数は限られている。

本稿では、東京工業大学で2010年3月に導入したキャンパスネットワーク Titanet3 を紹介する。上記の設計要求（信頼性、先進性、運用管理性）を満たすために、どのようなネットワークの設計を行ったかを述べる。

2. Titanet3 の設計

Titanet3 の前代のキャンパスネットワークは SuperTitanet[1] と呼ばれる。SuperTitanet は2002年2月から運用が始まったネットワークであり、新ネットワーク Titanet3 へのリプレースのサイクルは約8年間である。

リプレース期間が長いために、その能力に不足する部分が目立っている。具体的には、キャンパス内の光ファイバネットワークが3階層構造であったために運用管理上の問題があったこと、基幹スイッチである Cisco 社製 Catalyst6500 のスーパーバイザーボード(Supervisor Engine II)がすでに保守終息していること、エッジスイッチである Cisco 社製 Catalyst 2948L3 の機能不足による運用に支障が出ていることなどがあげられる。また、エッジスイッチのダウンリンクポートが 100Mb/s の FastEthernet で

あるため、昨今の大容量通信の要求にこたえることができないことも重大な課題である。

そのような能力不足をかかえた SuperTitanet をリプレースするために新ネットワーク Titanet3 を導入することになった。本節では、Titanet3 の設計について説明する。

2. 1. 概念設計と要求仕様

本節では、Titanet3 の概念設計と要求仕様について述べる。1 節で述べたとおり、キャンパスネットワークは信頼性、先進性、運用管理性の 3 つの設計要求を満たす必要がある。

信頼性を提供するためにネットワークを冗長に構成する。さらに、可能な限り部品点数を減らし、障害に強い設計とする必要がある。また、機器間の相互接続が保証されている必要がある。次に、大きな負荷がかかる環境においても安定的に動作する必要がある、ノンブロッキングスイッチであることが望ましい。さらに、L2 ループ構成時にループを周回するようなフレームを検知する Layer2 ループ検出機能など、ネットワークを安定させるための機能を豊富に提供することが望ましい。対外接続ルータに関しては、BGP4 のフルルートがある環境で安定した性能を提供する必要がある。

先進性を提供するため、回線速度を向上させる。これまでエッジスイッチからのダウンリンクが 100Mb/s で、アップリンクが 1Gb/s であった。昨今のネットワークの大容量の要求を満たすために、それぞれの速度を 10 倍にし、つまり、エッジスイッチのダウンリンクとアップリンクをそれぞれ 1Gb/s、10Gb/s に接続することとした。

またキャンパス間は 10Gb/s を 1 波長とする WDM を導入し、キャンパス間の多量なネットワークトラフィックの需要を満たす必要がある。また、ネットワーク機器は最新のものであり、IPv6、IP マルチキャスト、ネットワーク仮想化、ネットワークトラフィック分析管理機能 (sFlow/NetFlow) などの先進の機能を提供する必要がある。また、最新のネットワークセキュリティ対策を提供することも重要となる。

運用管理性を提供するためにすべてのスイッチ機器が同一の操作性を提供することが必要である。また、SSH, SNMP, Netconf などの運用管理に必要な機能が提供されていること、スイッチ機器内部の温度情報を遠隔から取得可能なことも必要である。さらに、スイッチの OS イメージを遠隔でアップグレードでき、それに伴うサービス停止時間が許容可能な時間内に収まることが求められる。

また、複数の管理目的ごとのルーティングの設定が求められる。例えば事務組織が事務組織内部のルーティン部設定を個別に設定したいという要求が存在する。そのため、仮想ルータ機能が求められる。

また、冗長性を提供するため、各エッジスイッチを二つのコアスイッチと接続するが、その際 STP を用いずに接続可能であると望ましい。図 1 に STP を用いた冗長接続の例を示す。この場合、コアスイッチ間の切り替えを HSRP/VRRP で行い、ループの切断のために STP を利用する。しかし、STP を利用すると、安定運用の障害になることが多い。そこで、図 2 に示すトランク接続を用いた冗長接続が利用可能なことが望ましい。この方式では、二つのコアスイッチが仮想スイッチを構成し、各エッジスイッチはその仮想スイッチと 2 本の回線でトランク接続している。

さらに、遠隔地に設置した複数のスイッチ機器群を論理的に単一のスイッチとして構成できることが望ましい。これにより、論理的な管理点数の削減が可能となる。

以上の要求仕様を表 1 にまとめる。表中の(OP)はオプション的な要求仕様であることを示す。

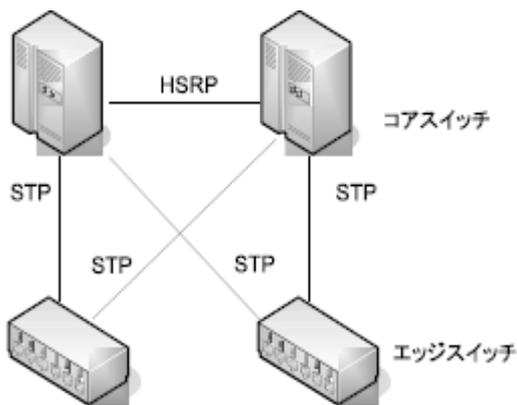


図 1 : STP を用いた冗長接続

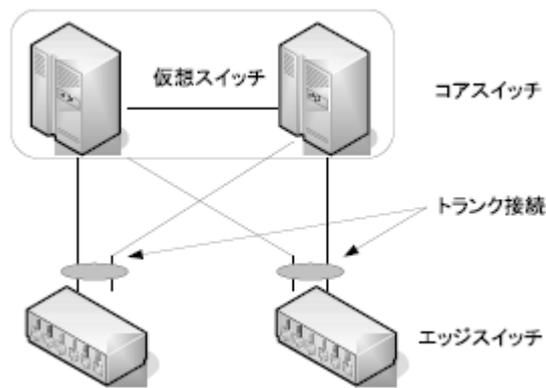


図 2 : トランク接続を用いた冗長接続

表 1 : Titanet3 の要求仕様

種別	要求仕様
冗長性	(R1-1) ネットワークを冗長に構成すること。 (R1-2) 可能な限り部品点数を減らすこと。 (R1-3) 機器間の相互接続が保証されていること。 (R1-4) 大きな負荷がかかる環境下で安定的に動作すること。 (R1-5) (OP) ノンブロッキングであること。 (R1-6) (OP) Layer2 ループ検出機能を提供すること。 (R1-7) 対外接続ルータは BGP4 フルルートの環境下で安定的に動作すること。
先進性	(R2-1) エッジスイッチまでのすべての幹線を 10Gb/s 以上で接続すること。 (R2-2) キャンパス間の接続に WDM を導入し 10Gb/s の倍数となる回線容量を確保すること。 (R2-3) ネットワーク機器は最新のものであること。 (R2-4) 最新のネットワークセキュリティ対策を提供すること。
運用管理性	(R3-1) すべてのスイッチ機器が同一の操作性を提供すること。 (R3-2) SNMP などの運用管理に必要な機能が提供されていること。 (R3-3) 機器内部の温度情報を遠隔から取得可能なこと。 (R3-4) OS イメージを遠隔でアップグレードできること。 (R3-5) 仮想ルータ機能を提供すること。 (R3-6) (OP) トランク接続を用いた冗長接続が可能なこと。 (R3-7) (OP) 遠隔地に設置した複数のスイッチ機器群を論理的に単一のスイッチとして構成できること。

2. 2. 光ファイバ網

上記の要求仕様のうち R2-1 と R1-2 を満たすためには現行の SuperTitanet で利用している光ファイバ網を利用できないことがわかった。現行の光ファイバ網は大岡山およびすずかけ台の各キャンパスにおいて 3 階層で構成されている。最上位階層から、それぞれ基幹スイッチ、拠点スイッチ、建物スイッチと呼ぶ。この階層構造において、拠点スイッチと建物スイッチを接続する光ファイバが GI 型光ファイバであり、そのため、10Gb/s 化ができない。また、3 階層にしているため、中間階層の拠点スイッチの維持管理が必要となり、たとえば、その停電の際に下流のスイッチが影響を受けてしまうことが問題であった。(SuperTitanet の拠点数=9, 同拠点スイッチ数=18 台)

2. 3. 基幹スイッチと建物スイッチ

2.1 節で述べた概念設計と要求仕様を満たすためには、2.2 節で新たな光ファイバ網の敷設が必要であることを述べた。本節以降では、その光ファイバ網の敷設を前提としたスイッチ、WDM などの機器類およびソフトウェア等の設計について述べる。設計したネットワークの概要を図 3 に示す。本節ではそのうち、基幹スイッチと建物スイッチについて述べる。

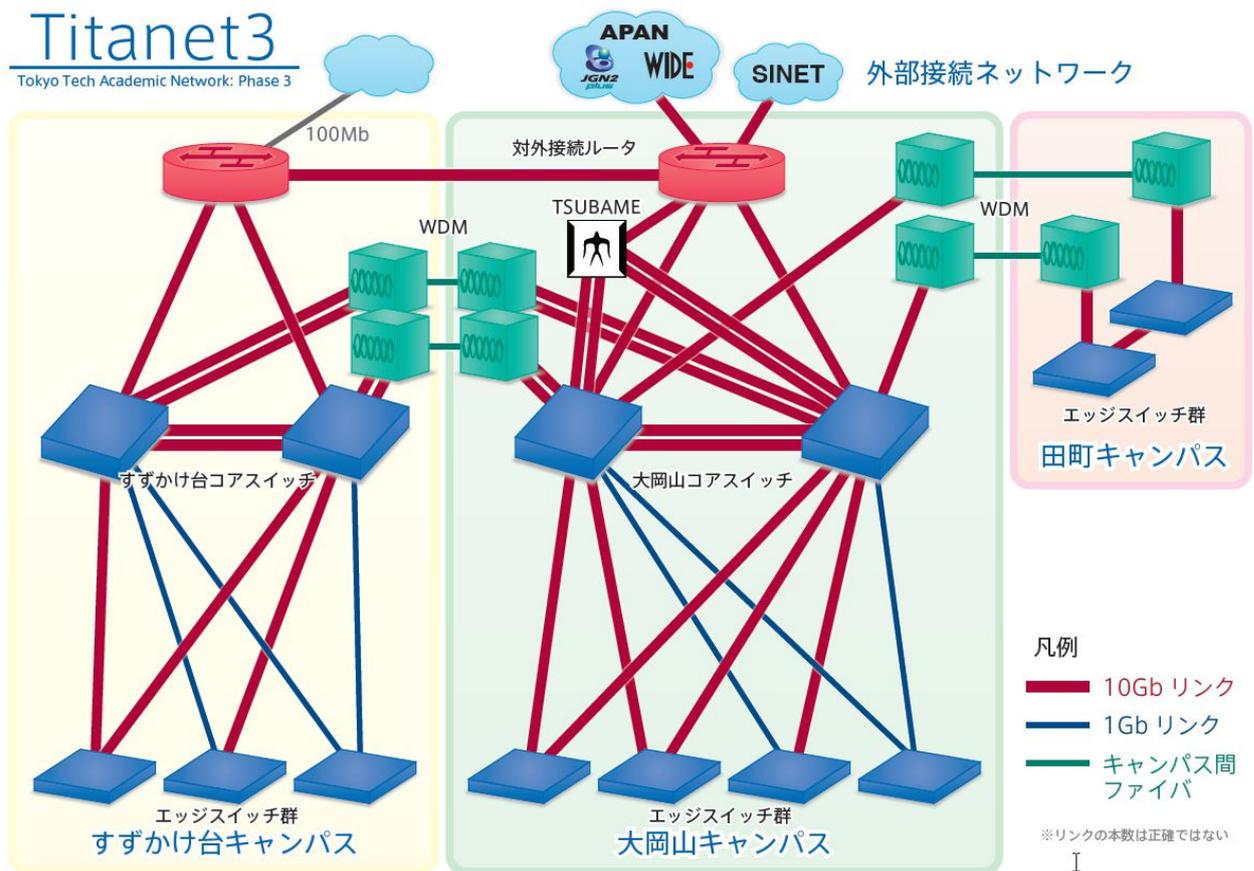


図 3 : Titanet3 の構成概要

前節で述べたとおり、光ファイバ網を新設するため、大岡山およびすずかけ台のキャンパス内を 2 階層で構成することが可能になった。その上位階層を基幹スイッチ、下位階層を建物スイッチと

呼ぶ。学術国際情報センターが管理運用している幹線ネットワークはキャンパス内の各建物に設置する建物スイッチまでで、建物スイッチよりききは支線ネットワークと違って、接続する部局等がそれぞれ管理している。

これは、各建物の各フロアに設置したフロアスイッチまでを管理している大学（例えば[2]）とは異なる。フロアスイッチまでを管理する方式に比べ、建物スイッチまでを管理する方式では、情報センターが管理するスイッチ数が大幅に削減できる。そのため、結果として Titanet3 において末端のエッジスイッチまで高価な 10Gb/s の接続が可能となった。

次に、(R1-3)を満たすため、基幹スイッチと建物スイッチの相互接続性を保証させることとした。具体的には、基幹スイッチのメーカーにより建物スイッチとの相互接続性の保証を要求することとした。

入札の結果、基幹スイッチとして Juniper 社製 EX8200 シリーズが選択され、建物スイッチとして Juniper 社製 EX4200 シリーズが導入されることとなった。なお、一部の建物スイッチには 10Gb/s は不要だがファンレスの静音が必要という要求がある。静音の要求に対応するため、本学が保有する既設機器 Alaxla 社製 AX1200S/AX1240S シリーズを利用することとした。

2. 4. 対外接続ルータ・WDM

本節では、Titanet3 で導入した対外接続ルータと WDM について紹介する。

対外接続ルータを大岡山およびすずかけ台キャンパスにそれぞれ 1 台ずつ設置する。うち、すずかけ台キャンパスの対外接続ルータとしては、本学が保有する既設の Cisco 社製 Catalyst6500(Supervisor Engine 720)を利用することとし、大岡山キャンパスのそれを新規調達することとした。

要求仕様(R1-7)を満たすために、IPv4 ユニキャストルーティングに対応し、その経路数として 100 万以上を同時に保持でき、同時アクティブ経路数が 50 万であることを条件とした。また、(R1-3)を満たすために、対外接続ルータのメーカーまたは応札業者により基幹スイッチとの間の相互接続性の保証を要求した。入札の結果、ジュニパー社製 MX480 が導入されることとなった。

また、キャンパス間の接続に対する要求仕様(R2-2)を満たすために、WDM 装置を導入することとした。大岡山とすずかけ台キャンパス間（ファイバ長約 28Km、減衰値 1,300nm 帯で 11.95dB、1,550nm 帯で 12.03dB)を接続するために、1 芯 4ch 双方向の WDM 装置を 2 組導入し、計 8ch の回線を提供することとした。各回線は 10Gb/s のイーサネットとした。

さらに、大岡山と田町キャンパス間（ファイバ長約 17Km、減衰値 1,300nm 帯、1,550nm 帯ともに約 9dB)に 1 芯 1ch 双方向の WDM 装置を 2 組導入し、計 2ch の回線（10Gb/s のイーサネット)を提供することとした。

入札の結果、1 芯 8ch 双方向を提供する WDM 装置として FXC 社製 LightEdge4000 シリーズが、1 芯 1ch 双方向の WDM 装置として FXC 社製 LightEdge5000 シリーズが導入されることとなった。

2. 5. セキュリティスキャナ

要求仕様(R2-4)を満たすため、検討の結果セキュリティスキャナ（ソフトウェア）を導入するこ

ととなった。セキュリティスキャナはネットワーク接続されたサーバにインストールし、キャンパスネットワークに接続したホストに対してネットワーク越しでセキュリティ脆弱性を検査するものである。PDF でレポートを作成可能なこと、日本語でのレポートが作成可能なことなどを要求した。入札の結果、eEye 社製 Retina Network Security Scanner が導入されることになった。

2.3 節から 2.5 節までに紹介した導入物品を表 2 にまとめる。参考のため、今回の調達には含まれないが既設の静音建物スイッチも表に含めている。

表 2：導入した物品の一覧

基幹スイッチ	EX8200×4 (大岡山 2, すずかけ台 2)
建物スイッチ	EX4200×112 (大岡山 67, すずかけ台 36, 田町 2, 予備 7)
対外接続ルータ	MX480×1
WDM1 芯 8ch	LightEdge4000×2 (1 組)
WDM1 新 1ch	LightEdge5000×4 (2 組)
セキュリティスキャナ	Retina Network Security Scanner×1
(参考) 既設 静音建物スイッチ	AX1200S/AX1240S×11 (大岡山 9, すずかけ台 2)

2. 6. 技術審査

要求仕様(R1-3)、(R1-4)、(R1-7)などを検証する目的で、調達上で2種類の検証を行うこととした。一つ目は、応札業者が応札資料を提出する際に性能計測資料を含めることを求め、2つ目は、応札後の段階で、本学の関係者が応札業者に出向いたうえで実機を用いた性能評価試験を実施することを求めた。

前者は機器単体で仕様が満たされていることを確認するため、クリティカルな項目についての性能評価資料を求めた。具体的には、基幹スイッチ、建物スイッチ、対外接続ルータに関して、常時 9Gb/s 以上の転送トラフィックを生成する環境で、72 時間のあいだパケットロス率が 10%を超えないことを計測し、その測定結果資料の提出を求めた。また、スイッチ、ルータの OS イメージのアップグレードに要する時間の計測を求めた。

後者の性能評価試験は複数の機器を組み合わせたシステムを構成し、システム全体として安定動作することを確認した。システムは、対外接続ルータ 1 台、基幹スイッチ 2 台、建物スイッチ 2 台、端末 5 台から構成される。対外接続ルータが BGP4 により公告されたユニークな IPv4 経路を 50 万以上持つなど、現実に近い環境において、端末間で高負荷なトラフィックを発生させ、安定的な通信が行えるかを確認し、その内容を性能評価試験報告書に記載し、提出させた。

2. 7. 学内の意思決定及び調達の過程

本節では、前節までに紹介した Titanet3 の設計及び仕様策定にいたるまでの過程について述べる。

設計の方針を決定するために、2008年8月～11月までに学内委員会等で審議した。その審議においては、1節で述べたような信頼性と先進性の双方が重要という趣旨の意見があった。さらに、コンピュータよりのサービスだけでなく、IP電話・テレビ会議・遠隔講義なども重要という意見が出された。しかし、今回はキャンパスネットワークの更新に特化することとし、将来HDでのテレビ会議等の要望が出ても十分耐えられるネットワークを導入することとし、まとめると、インフラの強化を進める堅実な調達を行うことになった。

また、学内の様々な意見を吸い上げるため、光ファイバの設置およびネットワークスイッチ機器それぞれについて、支線の技術連絡担当者に対するアンケートを実施した。(光ファイバ:2008年9月4日～2008年9月16日、ネットワークスイッチ機器:2009年2月18日～2009年3月18日)

調達の手続きは2009年1月から開始された。3月9日資料提供招請の提出期限、4月24日仕様書案作成期限、5月28日意見招請の提出期限、6月29日仕様書作成期限、8月31日入札書提出期限、10月30日開札・契約、2010年3月31日納入期限、というスケジュールであった。

上記のスケジュールに間に合わせるために、3回の仕様策定委員会を開催した(3月27日、4月16日、6月26日)。その間、仕様書案を執筆するため、4月9日および4月10日に合宿を実施した。仕様策定においては、前述の学内委員会での意見やアンケートに可能な限り対応した。

調達は総合評価方式で実施した。8月31日の入札書提出期限までに入札書を提出した業者は5社であった。前節で述べた性能評価試験は9月1日から9月30日までに実施した。10月中旬までに技術審査を終了し、10月30日の開札後、落札業者および導入物品が決定した。

3. Titanet3の構築

本節では2010年3月31日現在のTitanet3の構築状況を述べる。

まず、光ファイバ網は2009年9月末日までに敷設が終了した。敷設の計画段階において、当初基幹スイッチを設置する建物と建物スイッチを設置する建物間のすべてに8芯のファイバを敷設ことにしていた。しかし、設置にかかる見積金額が大きかったため、SuperTitanetにおいて拠点スイッチをおいている建物で経由させることとした。具体的には、基幹スイッチの建物と拠点までに芯数の大きなファイバを敷設し、拠点から各建物まで8芯のファイバをそれぞれ設置し、拠点においてパッチパネルでカスケード接続することとした。これにより光ファイバ網の構築コストを大幅に削減することが可能となった。

Titanet3で調達した基幹スイッチ、建物スイッチ、対外接続ルータ、WDMなどは3月31日までに導入が完了した。しかし、幹線ネットワークが完成しただけであり、各研究室などの実際の利用者の支線ネットワークは引き続きSuperTitanetに接続している。2010年の夏をめどにTitanet3に切り替える作業を行う予定である。

4. 仮想ネットワーク利用の利点と技術課題

キャンパスネットワークでは様々な仮想ネットワーク技術が運用上役立つことが多い。本節では、Titanet3で利用する予定の仮想ネットワーク技術について述べ、その技術課題を明らかにする。

仮想化とは、コンピュータ資源などを抽象化し、上位階層に対して隠蔽する技術のことを指す。

今日、サーバ仮想化などでよく用いられている。ネットワークにおいても、ネットワーク仮想化という名称で近年盛んになりつつある。

現行の SuperTitanet においては、仮想ネットワーク技術として VLAN, HSRP, トランキングを利用している。特に、建物スイッチでのスイッチングを L2 で運用することとなったため、複数のスイッチをまたがる VLAN が多数あり、300 以上存在している。これにより、複数の建物にまたがって配置された学内組織に対して同一セグメントの提供が可能となる。国立大学法人においては、1 建物内に複数の組織を配置することが推進されているため、建物を越えた VLAN の利用が広まっている。

建物越え VLAN を利用するとまれにトラブルが発生する場合があるため、できるだけ建物内に完結した VLAN の利用を推奨しているが、画一的ポリシーの簡便な実現が可能なため学術国際情報センターの意図に反して需要は大きい。特に事務組織は 3 キャンパスをまたがる全学規模の VLAN を運用していた。この結果、ループ時に発生するトラフィックストームなどが事務機能をマヒさせることが頻発したため、現在事務 VLAN のセグメント分けを実施した。

次に、Titanet3 で利用予定の仮想ネットワーク技術について述べる。

Titanet3 においては、EX8200 の仮想ルータ機能(R3-5)を活用し、研究教育系と事務系の双方を別の L3 ネットワークとして構成し、さらに事務系ネットワークを複数 VLAN で構成し、事務系の仮想ルータによって L3 ルーティングする予定である。事務系以外にもそのような要望が出現することが予想されるため、仮想ルータ機能の価値は高いと考えられる。

また、建物スイッチにおいては、EX4200 にバーチャルシャーシと呼ばれる機能が存在するため、R3-7 の要求を満たせる予定である。以下に、SuperTitanet において R3-7 に関連する課題について説明する。建物の状況に応じて 1 建物内に複数台の建物スイッチを設置することがあるが、しかし、上流のスイッチ (SuperTitanet においては拠点スイッチ) までの回線の本数は 1 建物に 1 台の建物スイッチを設置する場合と同じであるため、複数の建物スイッチを接続して、ポート数の大きな単一の建物スイッチとして利用している。そのため、スパニングツリー、冗長経路の設定が必要であり、そのため運用等が煩雑であった。また、田町キャンパスには 2 建物が存在するため、それぞれの建物に設置した 2 台の建物スイッチがあるが、運用上それらを仮想的に 1 台と取り扱えるとメリットが大きい。さらに、建物越えの VLAN の数が多いため、それらを設定するためのコストが大きい。以上により、建物スイッチのバーチャルシャーシ機能によって、運用管理性の向上に大きな寄与があると考えられる。

また、2.1 節で述べたトランク接続による冗長接続の利用(R3-6)も期待している。EX8200 にバーチャルシャーシ機能が提供された場合、それを利用することでその要求を満たすことが可能となる。しかし、2010 年 3 月 31 日までにその機能を提供することができなかったために、運用開始当初はスパニングツリーと VRRP による運用になる予定である。

最後に大学内に存在する生協、コンビニエンスストア、ベンチャー企業など、学外組織へのネットワーク提供について紹介する。これらは大学とは他組織であるため、キャンパスネットワークと切り離して運用する必要がある。具体的には、大岡山およびすずかけ台キャンパスにある NTT 東日本のビルタイプの契約を用い、2.2 節で紹介した光ファイバ網で接続させ、物理的に分離するこ

とを考えている。

5. おわりに

大学などの高等教育機関においては、キャンパスネットワークは様々な創造的活動を支える重要基盤である。そのため、信頼性、先進性の提供が重要となる。さらに、運用管理性を高めることが重要となる。

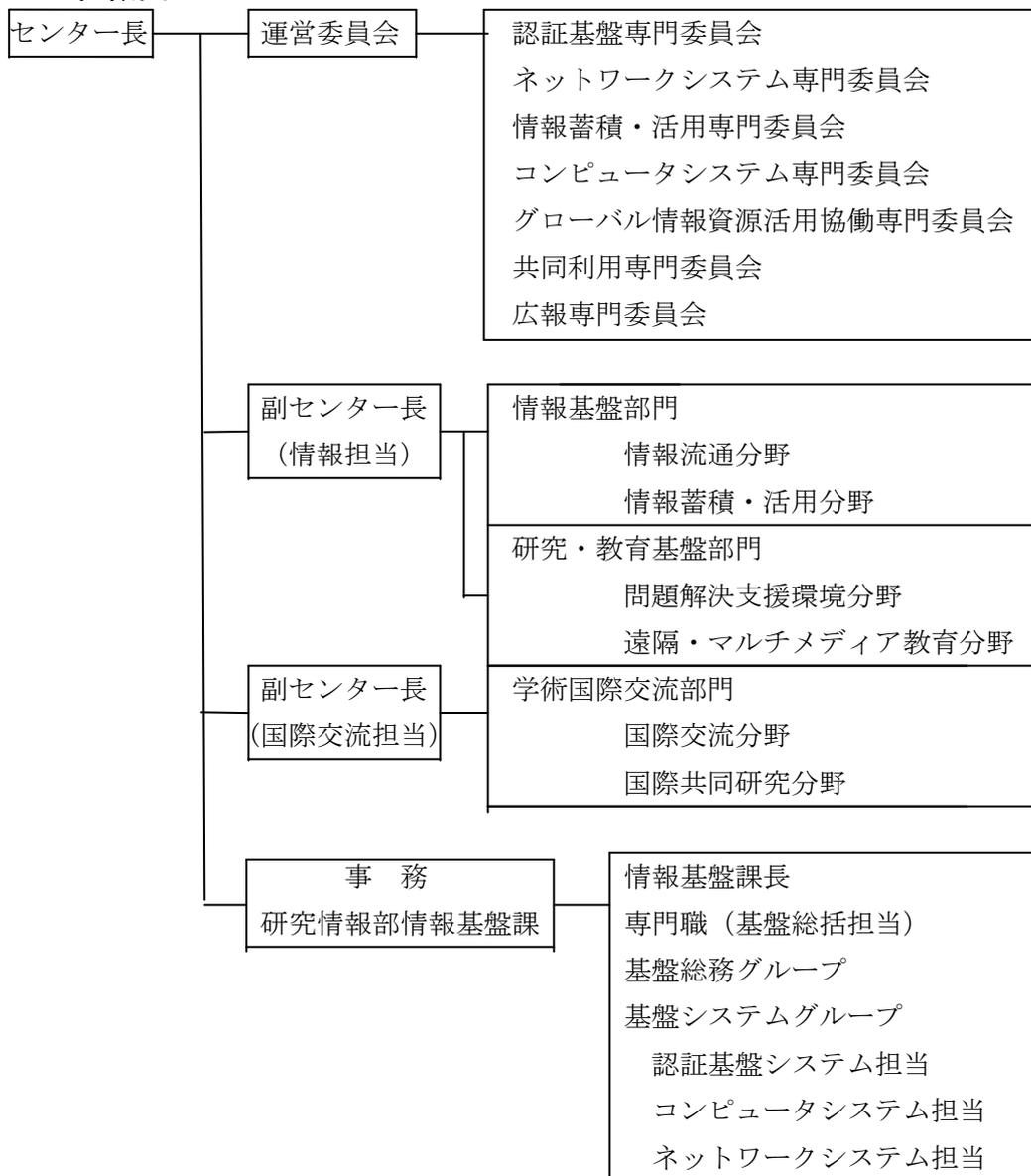
本稿では東京工業大学で導入した Titanet を紹介した。具体的には、要求仕様などの Titanet3 の設計、構築、そして仮想ネットワーク技術を利用する利点と技術課題についてまとめた。Titanet3 の設計については、信頼性、先進性、運用管理性に関する要求仕様を明らかとし、それらを満たすための詳細な設計および構築状況について述べた。仮想ネットワーク技術については、多数の建物越え VLAN が存在していること、そして、(R3-5)仮想ルータ機能、(R3-7)複数スイッチを論理的に1台のスイッチにする機能、(R3-6)トランク接続を用いた冗長接続機能などが有効であると述べた。なお、Titanet3 のさらなる詳細については[3]を参照すること。

参考文献

- [1] 櫻井成一郎：「SuperTITANET と安全なネットワークについて」、東京工大クロニクル、http://www.titech.ac.jp/about/introduction/pdf_chronicle/361-j.pdf, No. 361, pp. 8–9, 2001年12月.
- [2] 相原玲二、西村浩二、岸場清悟、田島浩一、近堂徹：「利用者認証機能を持つ大規模キャンパスネットワークの構築」、2008年電子情報通信学会総合大会予稿集、BS-8-7, pp. S-116–S-117, 2008年3月.
- [3] 友石正彦、益井賢次、飯田勝吉：「仮想ネットワーク技術を用いたキャンパスネットワークの設計と構築」、電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 109, No. 438, IA2009-112, pp. 207–212, 2010

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（情報担当）（兼）	教 授	佐伯 元司	【大学院情報理工学研究科】
副センター長（国際交流担当）（兼）	教 授	青木 尊之	（問題解決支援環境分野）
情報基盤部門	教 授	伊東 利哉	（情報流通分野）
	教 授	横田 治夫	（情報蓄積・活用分野）
	准 教 授	飯田 勝吉	（情報流通分野）
	特任准教授	友石 正彦	（情報流通分野）
	助 教	渡邊 陽介	（情報蓄積・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	
研究・教育基盤部門	教 授	青木 尊之	（問題解決支援環境分野）
	教 授	松岡 聡	（問題解決支援環境分野）
	教 授	馬越 庸恭	（遠隔・マルチメディア教育分野）
	准 教 授	望月 祐洋	（遠隔・マルチメディア教育分野）
	助 教	丸山 直也	（問題解決支援環境分野）
	客員教授	山田 恒夫	【独立行政法人メディア教育開発センター】
	客員教授	吉田 正典	【株式会社爆発研究所】
	産学官連携研究員	額田 彰	
	産学官連携研究員	實本 英之	
	産学官連携研究員	佐藤 仁	
	産学官連携研究員	滝澤真一郎	
学術国際交流部門	教 授	山口しのぶ	（国際共同研究分野）
	准 教 授	関嶋 政和	（国際共同研究分野）
	准 教 授	PIPATPONGSA THIRAPONG	（国際交流分野）
	特任准教授	西川 武志	（国際共同研究分野）
	特任准教授	渡邊 寿雄	（国際共同研究分野）
	客員教授	村田 俊一	【国連開発計画】
	産学官連携研究員	WANG XIAN	

※【 】は本務先

1-3 事務組織

情報基盤課長 五味 照明

専門職（基盤総括担当）日置 繁明

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 山崎 孝治

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

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及び
遠隔マルチメディア教育に関する事務）

グループ長 小野 忍

主 任 山梨 毅

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 江尻 佳代

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 小松崎 靖

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	佐伯元司	○	○	○	○	○			○
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	横田治夫	○	○		◎	○			○
学情セ	教 授	松岡 聡	○		○	○	◎	○	○	
学情セ	教 授	馬越庸恭	○			○	○			○
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ティラボン	○					○		
学情セ	准教授	飯田勝吉	○	○	◎	○	○			○
学情セ	准教授	関嶋政和	○			○	○	○		◎
学情セ	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	實本英之					○*			
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	滝澤真一朗					○*			
理 学 系	准教授	古賀昌久	○							
工 学 系	教 授	藤岡洋保	○				○			
生命理工	教 授	櫻井 実	○	○			○		○	
総 理 工	准教授	山口雅浩	○	○			○			
情報理工	教 授	樋口洋一郎	○	○						
社会理工	准教授	中島秀人	○							
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	佐藤 誠	○			○		○		
応 用 研	教 授	笠井和彦	○							
原子炉研	准教授	高橋 実	○				○	○		
教育推進室		新田克己	○							
研究戦略室	教 授	徳永健伸	○			○				
教育工学開発	教 授	大即信明	○							
留学生セ	教 授	大熊政明	○				○	○		
外国語教研セ	教 授	佐伯泰樹	○							
図書館長	教 授	古井貞熙	○			○				
教育担当総括補佐	教 授	宮内敏雄	○					○		
附属高校長	教 授	市村禎次郎	○							
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		○	○					
工 学 系	教 授	高田潤一					○	○		
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							○	
総理工	准教授	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	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			○	○				
バイオ総合セ	教授	黒川 顕			○					
教育学開発セ	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	教授	石川 裕							○	
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	建部修身							○	
ニューメリカルテク ノロジーズ	代表取締役社長	鳥居秀行							○	
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	五味照明		○				○		○
事務情報企画課	課 長	貴志武一		○						

※ オブザーバー

1-5 運営委員会開催状況

第1回運営委員会

開催日 2009年5月26日(金)

1. 審議事項

- (1) 副委員長の選出について
- (2) 各専門委員会委員の選出について
- (3) 学術国際交流部門 国際共同研究分野 特任准教授選考委員会の設置について
- (4) 研究・教育基盤部門 問題解決支援環境分野 助教選考委員会の設置について
- (5) 東京工業大学学術国際情報センター計算機システム利用細則の一部改正について
- (6) 東京工業大学特別研究員の称号付与について

2. 報告事項

- (1) 平成21年度補正予算について
- (2) 平成22年度概算要求について
- (3) 第15回スーパーコンピューティングコンテストについて
- (4) 平成21年度の重点方針 情報基盤の体系的整備について
- (5) 第13回情報基盤統括室会議について
- (6) 各専門委員会・部門報告
- (7) 業務報告

第2回運営委員会

開催日 2009年7月9日(木)

1. 審議事項

- (1) 学術国際交流部門特任准教授の選考について
- (2) 平成21年度学術国際情報センター予算(案)について

2. 報告事項

- (1) 研究・教育基盤部門 問題解決支援環境分野 助教の選考について
- (2) 共同利用・共同研究拠点の認定について
- (3) 学術国際情報センター計算機システムの共同利用の促進と利用課金の改正について
- (4) 第14回情報基盤統括室会議について
- (5) 各専門委員会
- (6) 業務報告

第3回運営委員会

開催日 2009年12月7日（月）

1. 審議事項

- (1) 東京工業大学学術国際情報センター規則の改正について
- (2) 研究・教育基盤部門問題解決支援環境分野特任助教の称号付与について
- (2) 平成22年度客員教員選考委員会設置について

2. 報告事項

- (1) 学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点の課題募集について
- (2) 特定有期雇用教員の雇用に関する申請（任用更新・経費変更）について
- (3) 広報専門委員会委員長の交代について
- (4) 平成20年度に係る業務の実績に関する評価結果について
- (5) 平成21年度内部監査（業務監査）について
- (6) 平成21年度年度計画及び中期目標・中期計画に関する進捗状況の確認について
- (7) 第2期中期目標・中期計画の策定及び第1期中期目標機関の自己点検・評価について
- (8) ネットワークの更新について
- (9) TSUBAME2.0の調達スケジュールについて
- (10) 学術国際情報センター情報棟改修について
- (11) 第15～第18回情報基盤統括室会議報告
- (12) 各専門委員会・部門報告
- (13) 業務報告

第4回運営委員会

開催日 2010年2月15日（月）

1. 審議事項

- (1) 平成22年度客員教員選考について
- (2) 準客員研究員の受入について
- (3) タイ国チェンマイ大学との部局間協定（MOU）について

2. 報告事項

- (1) 研究・教育基盤部門問題解決支援環境分野特任助教の称号付与について
- (2) 学術国際情報センター規則の一部改正について
- (3) キャンパスネットワーク等のリプレース及び電源設備工事に伴うサービスの停止について
- (4) 第19回情報基盤統括室会議報告
- (5) 各専門委員会・部門報告
- (6) 業務報告

第5回運営委員会

開催日 2010年3月17日(水)

1. 審議事項

- (1) 特別研究員の称号付与について
- (2) 学術国際情報センターの改組について

1-6 人事異動

2009. 4. 1付

新所属等	氏名	旧所属等	備考
センター長	渡辺 治	大学院情報理工学研究科	兼務
副センター長（情報担当）	佐伯 元司	大学院情報理工学研究科	兼務
副センター長（国際国流担当）	青木 尊之	学術国際情報センター	兼務
学術国際交流部門 准教授	関嶋 政和	（独）産業技術総合研究所 企画本部 企画主幹	採用
情報基盤部門 特任助教	益井 賢次	学術国際情報センター 産学官連携研究員	採用
研究・教育基盤部門 客員教授	吉田 正典	株式会社爆発研究所	採用
学術国際交流部門 先端研究施設共用促進研究員	渡邊 寿雄	（独）科学技術振興機構 博士研究員	採用
研究・教育基盤部門 産学官連携研究員	佐藤 仁		採用
研究・教育基盤部門 産学官連携研究員	滝澤真一朗		採用
研究情報部情報基盤課 基盤システムグループ コンピュータシステム担当 技術職員	藤田 和宏		採用

2009. 8. 1付

新所属等	氏名	旧所属等	備考
学術国際交流部門 特任准教授	渡邊 寿雄	学術国際交流部門 先端研究施設共用促進研究員	称号付与
研究・教育基盤部門 助教	丸山 直也	研究・教育基盤部門 産学官連携研究員	採用

2009. 8. 10付

新所属等	氏名	旧所属等	備考
研究情報部情報基盤課 専門職（基盤総括担当）	日置 繁明	研究情報部情報基盤課 基盤総務グループ長	配置換
研究情報部情報基盤課 基盤総務グループ長	土屋 浩之	総務部事務情報企画課 事務情報企画・推進グループ長	配置換
大岡山第一事務区 理学系事務グループ	石井 理恵	研究情報部情報基盤課 基盤総務グループ	配置換

2009. 12. 31付

新所属等	氏名	旧所属等	備考
	小松崎 清	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	退職

2010. 3. 31付

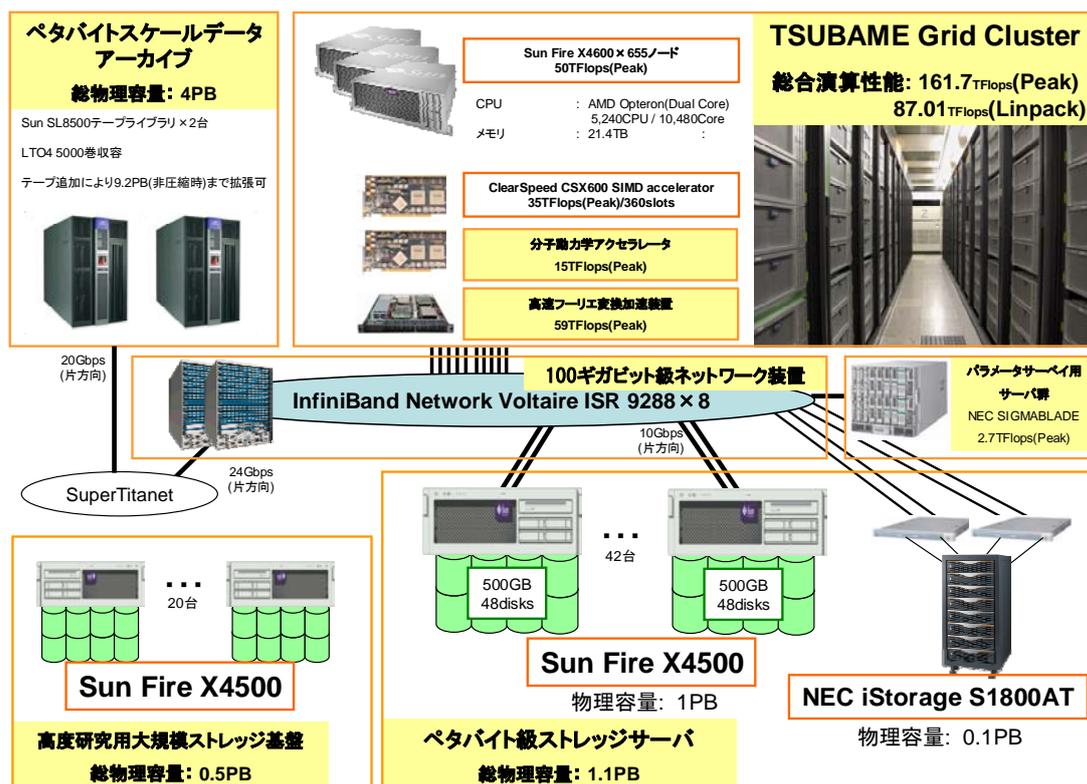
新所属等	氏名	旧所属等	備考
大学院情報理工学研究科	佐伯 元司	副センター長（情報担当）	兼務解除
	馬越 庸恭	研究・教育基盤部門 教授	定年
事務支援センター管理課 調整グループ（再雇用）	日置 繁明	研究情報部情報基盤課 専門職（基盤総括担当）	定年
国立大学法人徳島大学 情報部長	五味 照明	研究情報部 情報基盤課長	退職

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

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ている。その結果、平成 21 年 4 月に行われた Linpack 測定では 87.01TFlops(*)を達成し、同 6 月に発表された Top500 のランキング

では6期連続での性能向上を実現し、日本の大学が所有するスパコン施設としては1位、総合順位でも41位と健闘した。

*: 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の導入を予定している。

○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 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身分証明書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いる。

2010 年 3 月末現在、以下の合計 39 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 OCV	13. 原子炉工学研究所
2. 清華大学プロジェクト	14. 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
3. WEB サーバ代行サービス	15. 大学情報 DB
4. Tokyo Tech E-Learning for Information Technology Education	16. TSUBAME ASP
5. 電気電子工学専攻・電子物理工学専攻	17. Titech Chem RS
6. ものづくりセンターすずかけ台分館	18. 高大連携プロジェクト
7. 生命時空間ネットワーク進化型教育研究拠点	19. 建物情報管理システム
8. 大規模知識資源の体系化と活用基盤構築 Knowledge Store	20. GCOE 「計算世界観の深化と展開」
9. TITech ChemRS	21. 事務・教務システム
10. 図書館情報システム	22. TAMEDAS 事業
11. 環境安全衛生教育システム	23. 東京工業大学校友名簿管理システム
12. 総合プロジェクト支援センター	24. 教育研究高度化プロジェクト

個別ホスティングサービス (5 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)	--

ライセンスサーバホスティングサービス (10 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	---
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. PGI SV Compiler Linux	学外者用 INTEL コンパイラ
9. Intel Cluster Toolkit Compiler Edition 3.2 for Linux E	学外者用 PGI コンパイラ
10. FLUENT FC モジュール	燃料電池のシミュレーション

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

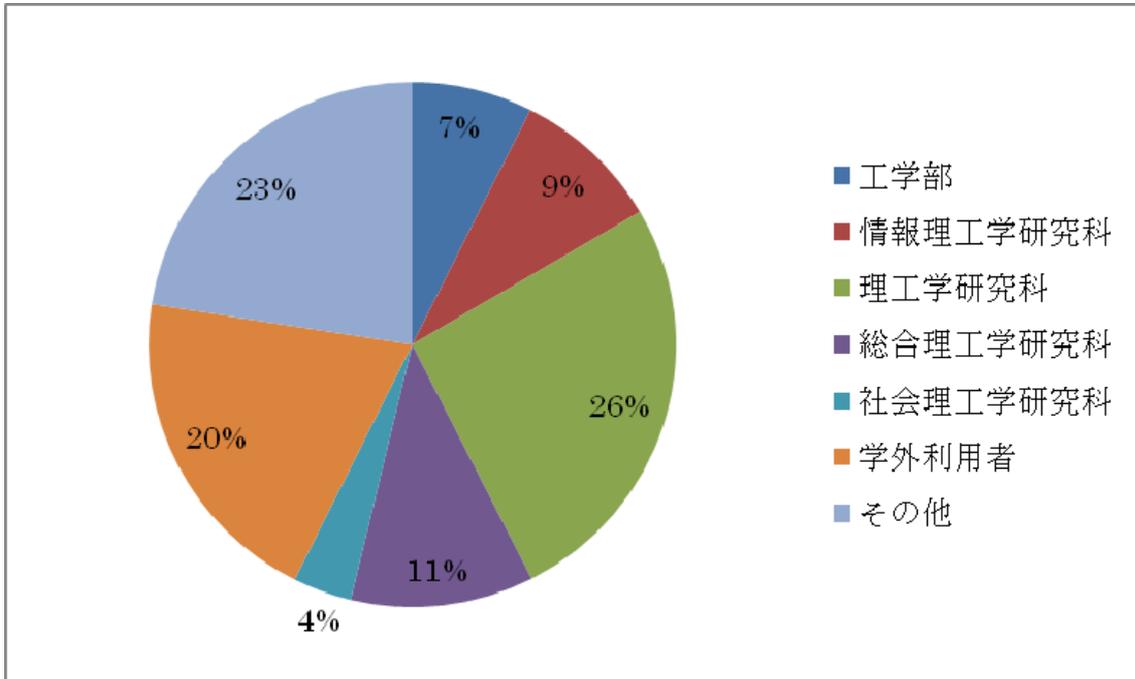
◎H21 年度計算機利用料収入内訳

総収入	49,383,000 円
法人運営費	6,654,000 円
産学連携等研究費	6,987,000 円
奨学寄付金	1,631,000 円
グローバル COE	948,000 円
科学研究費	9,163,000 円
研究開発施設共用等促進費補助金	24,000,000 円

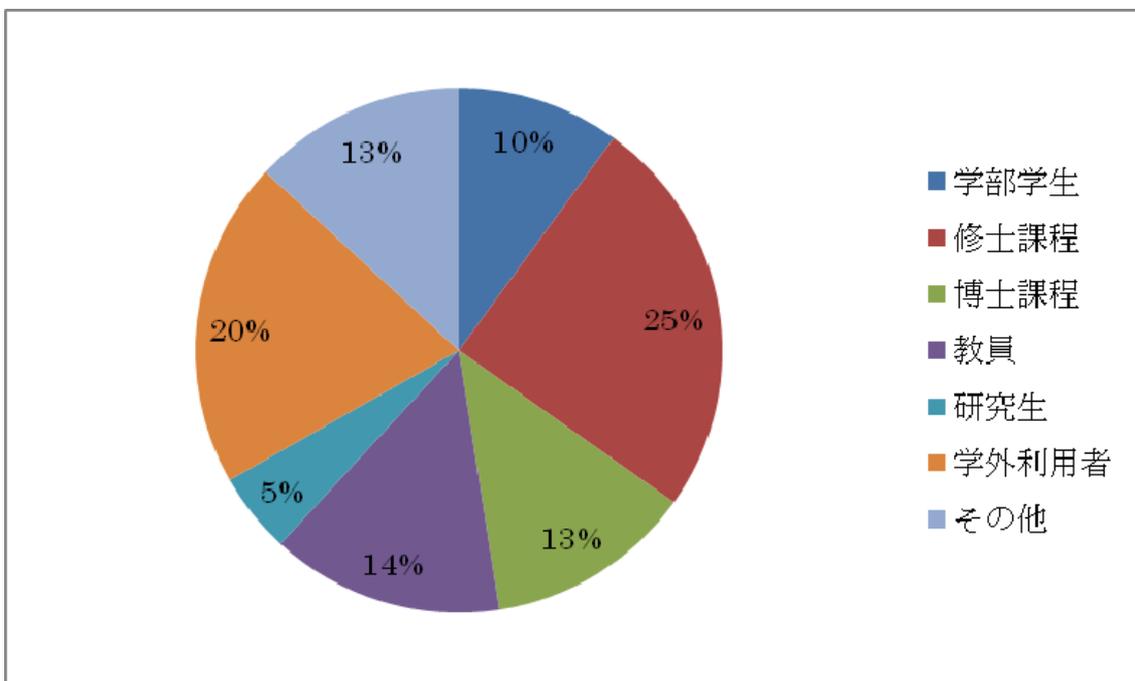
◎利用者登録状況

登録者数	2009 年										2010 年		
	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	
	1012	1081	1172	1218	1259	1336	1442	1523	1577	1595	1607	1611	

◎所属別登録状況



◎職名別登録状況



◎システム利用状況

	実利用者数	接続回数	接続時間*1 (時:分:秒)	CPU 時間		
				interactive (時:分:秒)	batch (時:分:秒)	合計 (時:分:秒)
2009年4月	411	6344	55220:40:26	925:36:36	1273115:51:36	1274041:28:12
2009年5月	468	10245	80411:09:26	935:13:48	2502520:49:12	2503456:03:00
2009年6月	467	12507	113759:40:20	1834:00:36	2686878:05:24	2688712:06:00
2009年7月	464	12101	66027:39:37	596:23:24	2872144:43:12	2872741:06:36
2009年8月	412	9369	111548:57:37	677:43:12	1973655:09:00	1974332:52:12
2009年9月	454	10736	74120:08:28	989:28:48	2498009:14:24	2498998:43:12
2009年10月	558	13944	71083:11:32	1525:03:36	3410133:54:00	3411658:57:36
2009年11月	560	12832	112814:36:03	1181:08:24	2855748:09:36	2856929:18:00
2009年12月	519	14009	137222:59:46	1795:08:24	3334254:20:24	3336049:28:48
2010年1月	471	12975	103156:58:35	1282:39:36	3780944:39:00	3782227:18:36
2010年2月	442	10681	41604:11:32	1935:26:24	2467238:24:00	2469173:50:24
2010年3月	457	8590	31140:42:36	787:47:24	2716291:55:48	2717079:43:12
合計	1006*2	130287	999804:03:52	14465:40:12	32370935:15:36	32385400:55:48

*1) 接続時間は接続開始月を基準としています。 *2) 年間を通じての実利用者数です。

◎予約制大規模サービス予約実績

		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
hpc1	枠数	0	9	9	9	6	9	9	8	9	9	6	7
	利用実績	0	8	8	8	5	9	9	8	8	6	6	7
hpc3	枠数	-	-	-	-	5	9	9	8	9	9	6	7
	利用実績	-	-	-	-	4	7	8	8	7	5	5	7

◎サービス別利用率グラフ (2009年4月から2010年3月まで)

<p>ベストエフォートサービス (bes1+bes2: 234 ノード)</p>	<p>PROTOCOL / TOBI OETIKER</p>
<p>性能保証サービス (sla1: 118 ノード)</p>	<p>PROTOCOL / TOBI OETIKER</p>
<p>性能保証サービス (sla2: 118 ノード)</p>	<p>PROTOCOL / TOBI OETIKER</p>
<p>大規模予約サービス (hpc1: 65 ノード)</p>	<p>PROTOCOL / TOBI OETIKER</p>
<p>大規模予約サービス (hpc3: 33 ノード) 8月運用開始</p>	<p>PROTOCOL / TOBI OETIKER</p>

◎システム障害件数

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
ノード単体	57	7	17	19	35	7	16	16	9	9	16	23	231
システム全体	1	3	5	0	2	1	0	3	4	1	0	2	22
要再起動	0	0	0	1*1	0	1*2	0	0	1*1	0	0	0	3
月小計	58	10	22	20	37	9	16	19	14	10	16	25	256

※ノード単体の障害件数は、CPU、メモリの障害等、ノード単体での非常に軽微な障害の件数。
 ※システム全体の障害件数は、バッチシステム、ファイルシステム全体の障害など、システム内の全ジョブに同時に一時的エラーなどの影響があった障害の件数。
 ※要再起動の障害件数は、復旧のためシステム全体の再起動を行う必要があった障害の件数。
 *1: 全体の1/2のノードを再起動、*2: 全体の1/4のノードを再起動

◎運用実績

H21 4月8日	Linpack 性能測定(4/4~4/6) H21 年度運用開始 (work2 新設、ファイル使用制限開始)
4月22日~6月4日	春の講習会開催
5月5日	大規模予約キュー(HPC1)利用開始
5月7日	coTSUBAME 運用開始
7月27日~31日	SuperCon2009 開催 (阪大 SX 利用、教室利用)
8月7日 15:00~13日 16:00	サービス休止 (大岡山構内停電、N1GE マイナバージョンアップ、work_2008 運用終了、LustreFS バージョンアップ、hpc3(33 ノード)利用開始)
8月28日~31日	すずかけ台構内停電
10月1日~11月13日	秋の講習会開催
11月6日 15:00~9日 18:30	サービス休止 (TSUBAME2.0 導入のための情報棟電源設備工事のための停電)
12月14日~H22.2月14日	共用促進事業による利用不可
12月21日	archive2 運用開始
H22 1月4日~2月28日	SLA ジョブ実行時間制限開始 延長プレミアムサービス開始
2月22日~24日	サービス休止 (TSUBAME2.0 導入のための情報棟電源設備工事のための停電)
3月29日~4月6日	サービス休止 (UPS 導入および TSUBAME2.0 導入のための情報棟電源設備工事のための停電、年度更新作業、ゴードンベルチャレンジ測定)

◎TSUBAME 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	シングルのみ			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)				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	7日(*15)		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	スロット指定時間		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			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 Score/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 n1geの-etオプションで変更可能です。 *16 sla1tes2, inno1tes2 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異なり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。

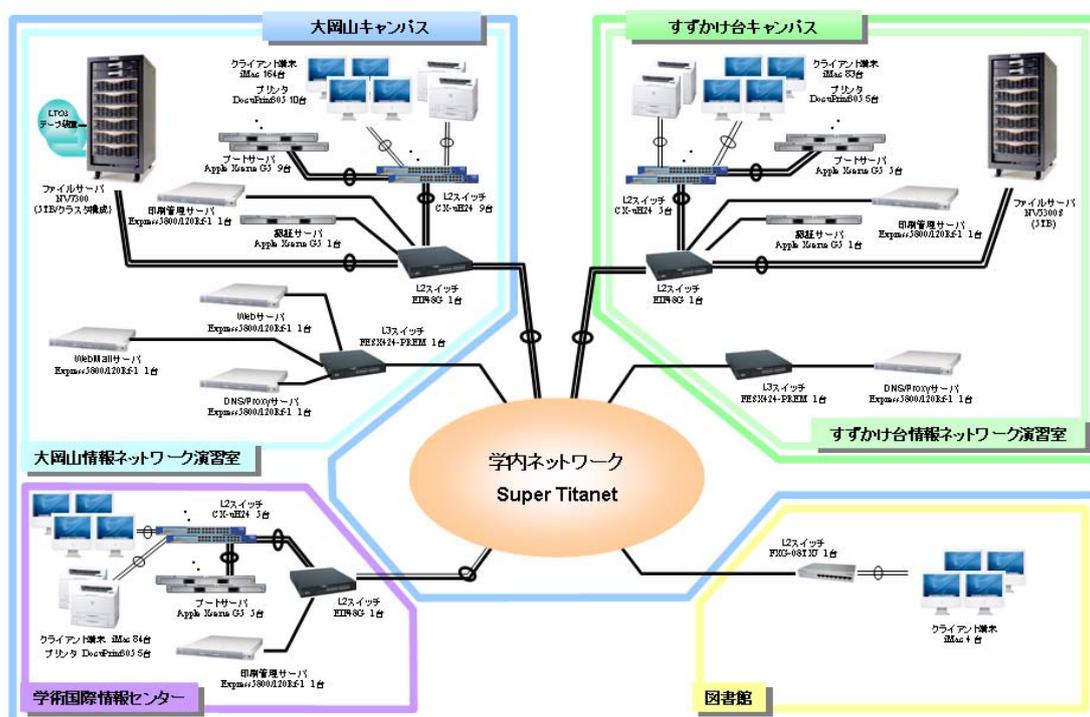
一つのノード上で複数のジョブが混在することがないため、他のジョブの影響による実行時間のばらつきは少なくなります。ただし、並列数が少ないジョブをノード専有型キューに投入すると空き CPU 数が増え、効率的な利用ができなくなります。ノード専有型キューに投入する場合、16CPU 単位での並列ジョブ (MPI, OpenMP) あるいは 8CPU 単位での Gaussian ジョブなどを目安として、システムの効率的な利用に御協力いただけるよう、よろしくお願いいたします。

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
	大岡山事務局3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	
	大岡山事務局3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

*9月以降、南4号館3階に移転

【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, JMP, Microsoft Office,
プログラミング言語処理系	C, C++, Fortran77, Fortran90, 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) 大岡山演習棟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。

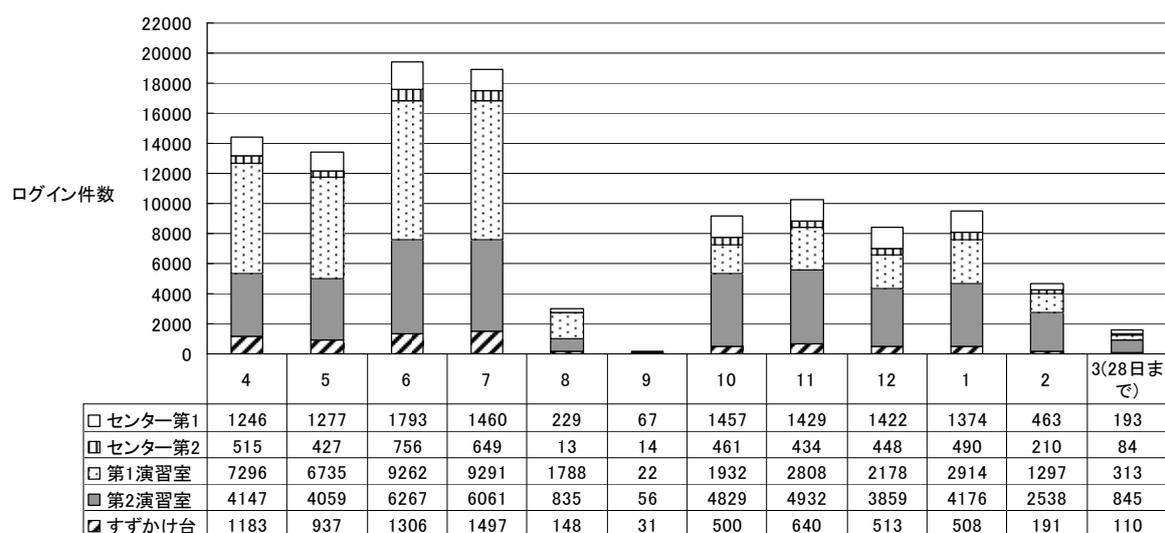
大学院生については、当該年度末まで利用可能。

2-2-3 実績【教育用計算機システム統計資料(2009年4月～2010年3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	1123	3538	680

月別及び教室別教育システム利用状況



*8月9日は演習室移転によるシステム停止影響を含む

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

平成 14 年 2 月から稼働を開始した現行のキャンパス有線ネットワークシステム SuperTitanet は、本学における様々な創造的活動を支え、またそれらを加速する基盤として運用を続けてきた。具体的には、研究者にとってキャンパスネットワークは、研究活動に関わる多種多様大容量の情報を高速かつ安定して授受するために必要不可欠な存在となっている。また教育面に焦点を当てると、本学ではユビキタスキャンパスにおける教育用演習環境の実現を目指しており、大学内外のあらゆる場所から演習環境にアクセスできる質的にも量的にもリッチなコンピューティング環境の提供が計画されている。さらに国内外を問わず遠隔講義が頻繁に行われており、これまでの基盤ネットワークとしての信頼にあわせて、これらの活発な教育活動を支援しうる十分な品質の通信基盤が求められている。加えて、物品等請求システムなど多くの事務システムがキャンパスネットワーク上に構成されており、事務活動の面でもキャンパスネットワークが果たす役割は大きい。

一方で、稼働からすでに 7 年が経過した SuperTitanet は、より活発化する本学の研究教育活動を支援する存在としてその能力に不足する部分が目立ちつつあったことも事実である。具体的には、老朽化を原因とするハードウェア障害の頻発に加え、採用技術が陳腐化することで新技術・新サービスへの対応が困難となるなどの状況が挙げられる。

このような背景をふまえ、中長期的に本学にとって有益なキャンパスネットワークサービスを提供するため、既存の SuperTitanet を置き換えるものとして新たに Titanet3 を導入した。Titanet3 は先進性・信頼性・生産性の 3 点を特に重視して設計することで、今後の本学における創造的活動をより一層促進するものとなった。

先進性に関しては、近年目覚ましい技術的進歩を見せつつある計算機およびネットワークの仮想化技術をキャンパスネットワークに融合させることで、ネットワーク資源の柔軟な配分が可能な環境を提供することを目指した。これにより、利用者の多様な要求に応えうるネットワーク環境を容易に準備できるようになった。加えて、本学が世界に誇るスーパーコンピュータ TSUBAME および次期 TSUBAME 2.0 と学内外の計算機との間に高速な接続性を提供することも重要であり、TSUBAME との間で大量のデータをやりとりしている学内の研究者は多く、キャンパス内接続の 10Gbps 化およびキャンパス間接続の大容量化は今後欠かせないものであった。また、キャンパス有線ネットワークシステムのリプレイスは 6 年程度のサイクルで行われるため、現時点で最先端の技術を導入し、またそれに対応しうる機器を用意することで、今後の技術の陳腐化の悪影響を最小限に抑える必要があった。日進月歩のネットワーク技術に対応していくため、IPv6 ネットワークの展開の推進など、今後重要視されているテーマへもこれまでどおり歩みを止めず取り組んでいくこととしている。

キャンパスネットワークにとっての信頼性は、本学の研究教育活動ならびに事務活動の重要基盤として必須の要素である。ネットワークの停止は本学の業務に重大な悪影響を与えるため、障害の原因となる部品の点数を減らしたり、機器および構成部品を冗長化したりするなどの設計が必要となった。具体的には、各キャンパスのコアスイッチの 2 重化、エッジスイッチから上流コアスイッチへの接続の 2 重化、またキャンパス間接続の冗長接続などを実施した。

生産性の維持・向上には、利用者にとって直接間接両面での作用が必要となる。直接の作用は、キャンパスネットワーク内の端末・機器類およびネットワーク自体をセキュアな状態に保つような機構を設けることである。セキュリティインシデントは利用者・運用者双方の生産性を減退させるもので、その発生の頻度は

少なくないため、状況の改善は急務であった。キャンパスネットワーク内の膨大な数の端末・ネットワークの状態を効率よく把握し、その場しのぎではなく根本的なセキュリティ対策を継続的に促すことのできるシステムを配備する必要があった。間接的作用には、キャンパスネットワーク運用者側の運用管理コストの低減が挙げられる。運用管理コストの低減を図ることで運用者側の日常業務の負担が軽減され、他のサービスの提供に割く工数を確保できるため、利用者は自身の生産性を向上させるようなより充実したネットワークサービスを運用者側から享受できるようになることが間接的に期待された。設計や要素技術で優れたネットワークも、運用者がその実態を把握しきれずにいるようでは運用が破綻してしまう。したがって大規模ネットワークである Titanet3 は、限られた運用スタッフで効率よく運用できるネットワークである必要があった。そのため、スイッチ・ルータ機器間の相互接続性が十分に確保されるよう機器選定およびシステム構成を行い、最大限の運用コスト低減化を図った。

また、この更新に伴い、ファイバも、グレーデッドインデックス型(GI)からシングルモード型(SM)への更新も行った。

学外接続については、ギガビットインターフェースを備えたプロキシ専用サーバ及びファイアウォールを通じて、大岡山キャンパスから学術情報ネットワーク(SINET3)、WIDE/APAN/JGN2plus プロジェクトと接続している。また、バックアップ用として、商用 ISP(すずかけ台地区；ベストエフォート 100 メガビット、田町地区；100 メガビット)と接続している。また、平成 20 年度には対外接続ルータの増強を行い、フルルートの提供が可能となった。

○ キャンパス間ネットワーク

(1) 大岡山キャンパス－すずかけ台キャンパス間(4 心)

2004 年度から回線業者より DF を借用し、4 心のうち 1 心は光多重化装置(WDM)を用いて 8 波(1 波 10 ギガビット)で接続している。2 心は 10 ギガビットイーサネットと 1 ギガビットイーサネットとして接続している。

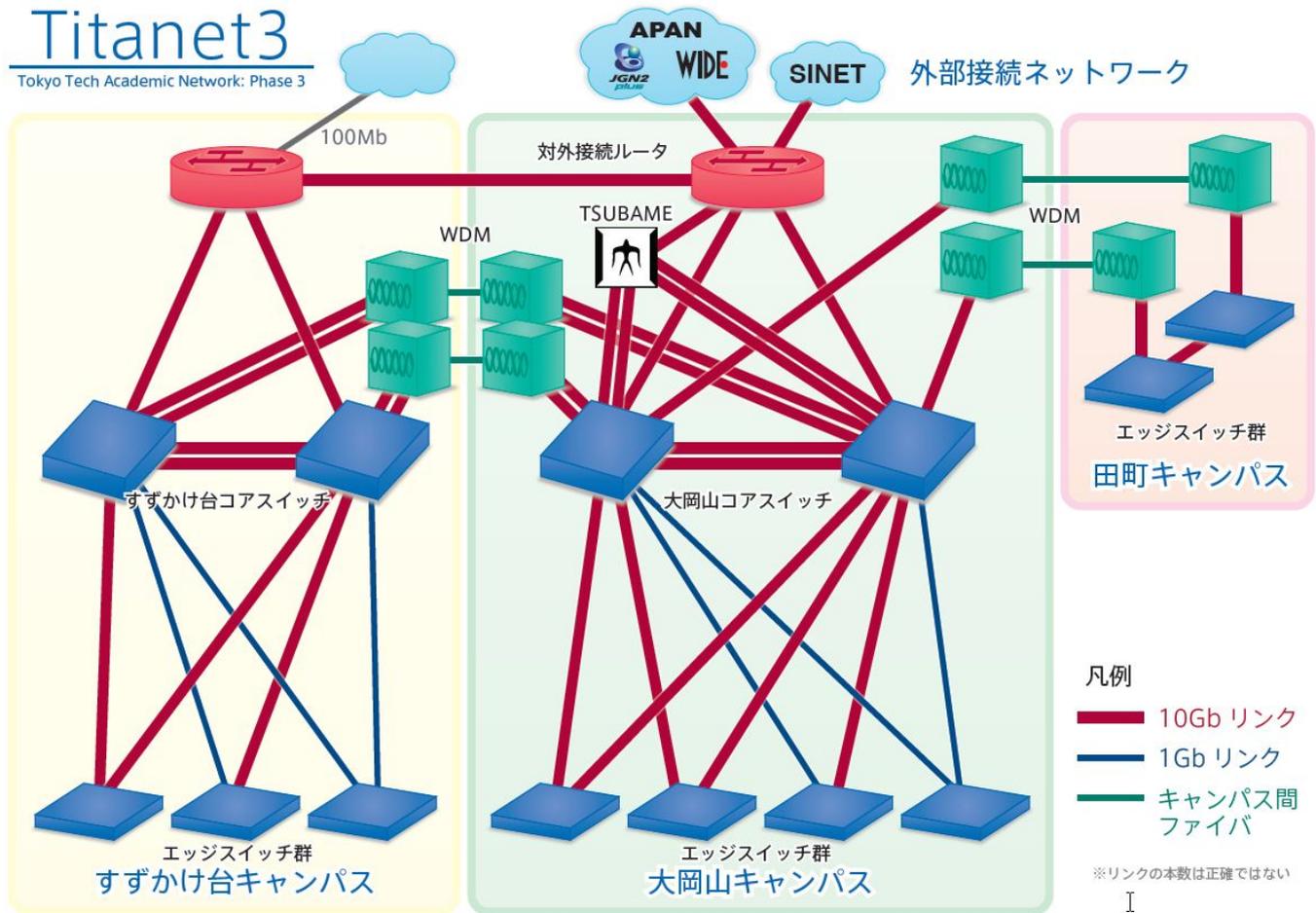
(2) 大岡山キャンパス－田町キャンパス(2 心)

2004 年度から回線業者より DF を借用し、2 心とも光多重化装置(WDM)を用いて 2 波(1 波 10 ギガビット)で接続している。

また、全キャンパス間に回線や機器のメンテナンスや障害に備えて VPN を使用したバックアップ線を用意しており、光ファイバーの回線が使用できない場合にもキャンパス間内線電話を含むほとんどのネットワークサービスを維持できるようになっている。

Titanet3

Tokyo Tech Academic Network: Phase 3



○ キャンパス無線 LAN

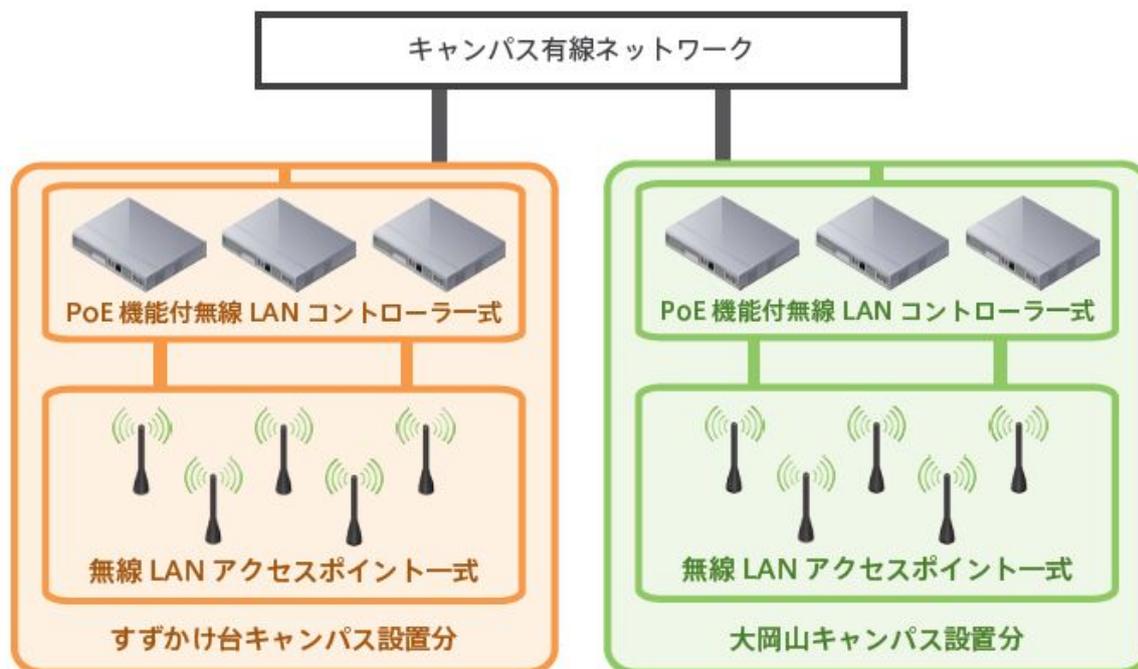
無線LAN技術を用いたインターネット接続性の提供は、常設サービスとして広く展開されており、2005年5月より「キャンパス公衆ネットワーク(通称titech-pubnet)」と称して、本学教職員ならびに学生に対して無線LAN接続サービスを提供してきた。titech-pubnetは、大岡山キャンパス・すずかけ台キャンパスの双方に配備された500台以上の無線LANアクセスポイントとそれらを制御・管理するコントロールプレーンから構成され、キャンパス内の公共スペースを中心に汎用的なアクセスネットワークとしての機能を提供してきた。しかし、一部構成機器が保守期限切れになることに伴い、無線LAN設備を大幅に刷新し、本学無線LANのための新たな基盤となる新無線LAN基盤を構築することとなった。

東工大新無線LAN基盤ではより多様な無線LAN利用形態への対応を目指し、伝送速度の高速化と端末収容力の強化、および資源の有効利用を目的とした複数ESSID運用等の無線ネットワーク仮想化といった面で、十分な性能を求めた。一定品質のアクセスネットワークとして機能していればよかった無線LANは、その技術的進歩に伴い、今や十分に機能しうる情報通信インフラとして、その上で様々なアプリケーション機能を実現するために利用されている。無線LAN対応端末は増加の一途を辿っており、本学においても、研究・教育・事務の各方面においてネットワークシステムの重要度がますます高まりつつある。これらのことを勘案するに、無線LAN通信による新たなサービスの提供は責務であると言える。学術国際情報センターでは、従来の無線LAN基盤におけるさらなる付加価値の供与の第一段階として、本学で催される学会等のイベントに対して無線LAN接続性を提供する「無線イベントネット」サービスを開始している。同一の無線LAN設備上でtitech-pubnetとは異なるポリシーで運用される無線イベントネットは、イベントでのネットワークの用途に即した簡便性により利用者から好評を得ている。今後も、このような利用者の要求に応じた柔軟な無線資源配

分によるサービス展開を計画しており、東工大新無線LAN基盤はそのために十分な性能を持つ必要があった。加えて、これまでのtitech-pubnetの運用経験から得られた知見をもとに、利用者・管理者双方にとってさらに快適な無線LAN接続サービスを構築しなければならなかった。明快な接続方法およびユーザ認証方式の導入・目的別に独立性の高い無線LANセグメントの設計・無線チャネル資源の競合解決(いわゆる「野良アクセスポイント問題」)など、これまでの運用を通して多くの知見が得られてきた。これらの知見を活用してさらにサービス品質を改善していくため、最新の無線LAN技術・機器ならびに運用方式を積極的に採用していく。東工大新無線LAN基盤は今後数年間に渡り、本学のあらゆる創造的活動を支える重要なネットワーク基盤である。それは、インフラとしての安定性を備えるものであることに加え、技術的にもその先進性から生じる魅力を兼ね備え、利用者の知性を直接的にも間接的にも刺激するものでなくてはならない。15000名を超える本学構成員は、理工学の学術分野において最先端に位置しており、今後東工大新無線LAN基盤の大規模かつ多様な形態での利用が期待されている。

また、この更新により取り外した機器の一部を、附属科学技術高等学校へ配置し、田町キャンパスにおいても無線LANが利用可能となった。本無線LANシステムは、附属科学技術高等学校の教員・職員及び学生からの教育・事務目的での利用を想定している。運用は10台のアクセスポイントの規模で開始し、徐々に展開規模を拡大していく予定である。本システムは今後、附属科学技術高等学校側が運用に関わる定常作業を行い、ネットワークシステム担当は適宜技術支援を行う体制で運用していく

接続時の認証は、キャンパス共通認証・認可システムのウェブ認証方式を採用し、セキュリティを考慮にいたした設計になっている。具体的には、利用者がウェブブラウザを起動すると、キャンパス共通認証・認可システムのポータルページが表示され、そこでICカードまたはマトリクスコード認証を選択し、認証手続きを行うと、無線での接続も可能となる。これによって、学生・教職員のネットワークアクセス環境が飛躍的に向上している。



2-3-2 運用サービス

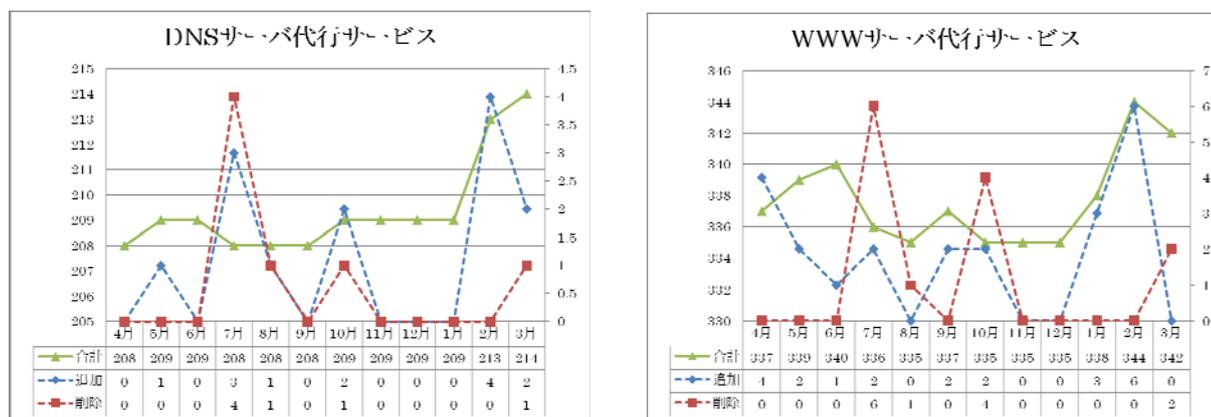
前述した基幹ネットワークの提供に加え、以下の各種サービスも提供している。

(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、各支線においての管理作業(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))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 年度末から Web Application Firewall の導入している。

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の提供を開始した。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。本年度、全学の流量増加に伴い、10GbE化を行った。

2009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

2005、2006 年度に GPS、CDMA を時刻源とする時刻サーバを大岡山キャンパス・すずかけ台キャンパスに導入した。

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ことが可能になり、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。

これに伴い学内の研究プロジェクトに対して、SINET3 ノード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。

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。

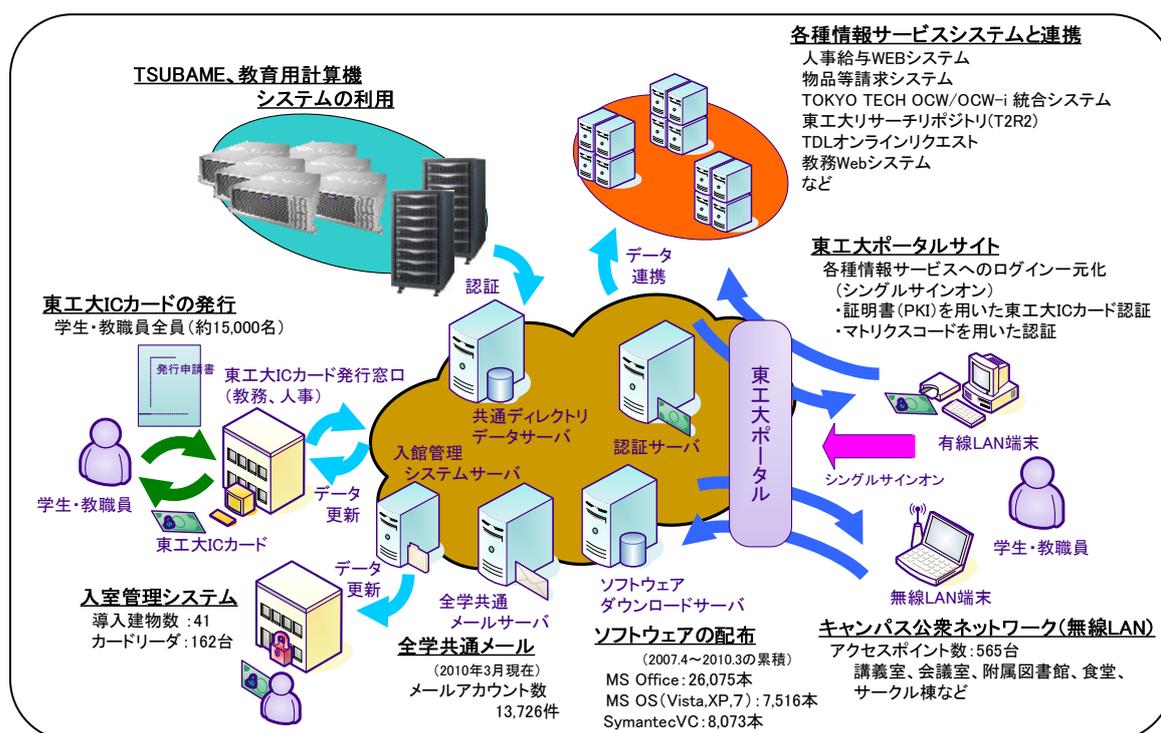


図 2-4 共通認証・認可システム及び全学共通メールシステム

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）
- ・東工大キャンパス公衆ネットワーク（無線LAN）

- ・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

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

(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(2010年3月31日現在)

全学共通メールアカウント発行件数	13,660
(内訳) 常勤職員	1,772 (13%)
非常勤職員	1,601 (12%)
アクセスカード所有者	402 (3%)
学部学生	4,000 (29%)
大学院学生(修士課程)	4,079 (30%)
大学院学生(博士後期課程)	1,665 (12%)
研究生等	141 (1%)

- 全学共通メール利用状況（2009年4月1日～2010年3月31日）

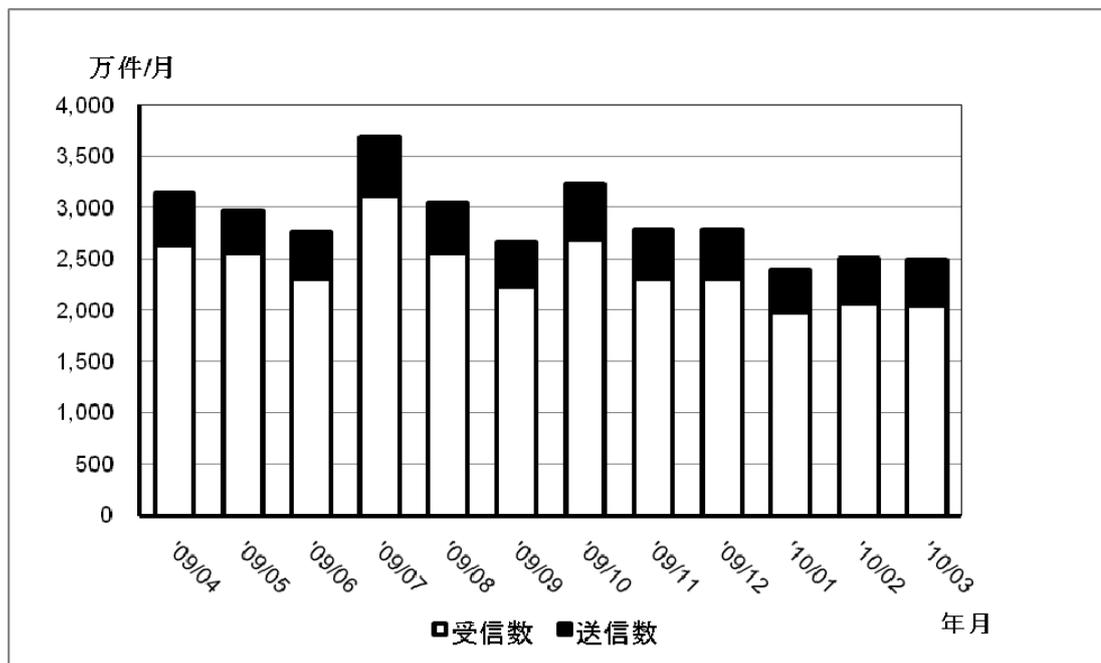


表 2-4 全学共通メール利用状況

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 21 年度の実績で約 2.4 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、ソフトウェアをより安全にかつ簡便に提供する手段として「TT インストーラ」を開発し、平成 21 年 4 月より導入した。また、4 月より Symantec 社製ウィルス対策ソフトウェア、11 月より Windows 7 Enterprise Upgrade の全学サービスを開始した。

【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
	Mac 版	Office 2004 for MAC Office 2008 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	AntiVirus for Macintosh
	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 社製ウイ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あり

b) 個人所有コンピュータへの提供 (除、Symantec 社製ウイ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 社製ウイ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

	2009									2010			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	-	-	-	-	-	-	-	42	87	64	91	106	390
個人 PC	-	-	-	-	-	-	399	500	423	257	264	424	2,267
計	-	-	-	-	-	-	399	542	510	321	355	530	2,657

Microsoft Windows Vista 配布数

	2009									2010			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	76	23	24	19	18	23	38	17	35	19	23	9	324
個人 PC	138	51	42	38	26	30	23	9	7	16	14	16	410
計	214	74	66	57	44	53	61	26	42	35	37	25	734

Microsoft Windows XP 配布数

	2009									2010			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	19	10	8	1	1	1	6	4	4	4	9	2	69
個人 PC	1	0	2	2	0	0	0	0	14	47	34	49	149
計	20	10	10	3	1	1	6	4	18	51	43	51	218

Microsoft Office 2003 (Windows 版) 配布数

	2009									2010			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	276	93	114	71	42	48	63	382	72	66	73	55	1,355

Microsoft Office 2007 (Windows 版) 配布数

	2009									2010			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	982	294	270	176	167	173	311	192	291	393	415	436	4,100
個人 PC	648	213	177	127	59	79	113	140	165	136	146	256	2,258
計	1630	507	447	303	226	252	424	332	456	529	561	692	6,358

Microsoft Office 2004 (Mac 版) 配布数

	2009									2010			計
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
学内 PC	14	5	11	1	2	4	5	5	6	6	7	12	78
個人 PC	4	3	2	4	0	0	0	0	2	2	0	3	20
計	18	8	13	5	2	4	5	5	8	8	7	15	98

Microsoft Office 2008 (Mac 版) 配布数

	2009									2010			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	100	28	28	25	21	45	27	16	26	33	381	35	765
個人 PC	96	40	35	31	12	18	24	26	42	29	47	74	474
計	196	68	63	56	33	63	51	42	68	62	428	109	1,239

Symantec Endpoint Protection (Windows 版) 配布数

	2009									2010			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	1440	506	362	497	215	273	440	458	425	530	591	495	6,232
個人 PC	342	160	129	77	55	92	99	87	92	78	81	36	1,328
計	1782	666	491	574	270	365	539	545	517	608	672	531	7,560

Symantec AntiVirus for Macintosh (Mac 版) 配布数

	2009									2010			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	5	1	29	1	3	8	8	4	6	25	370	16	476
個人 PC	1	1	0	1	0	3	0	3	2	4	2	2	19
計	6	2	29	2	3	11	8	7	8	29	372	18	495

Symantec AntiVirus for Linux (Linux 版) 配布数

	2009									2010			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	9	1	3	1	0	1	2	1	0	0	0	0	18

2-6 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

2-6-1【事業概要】

平成19年度から文部科学省が新たに開始した委託事業「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】は、大学、独立行政法人等の研究機関が有する先端的な研究施設・機器の共用を進め、イノベーションにつながる成果を創出することを目指し、当初平成23年度末まで実施される予定であったが平成20年度末で終了となり平成21年度からは補助事業に移管した。本学学術国際情報センターが平成19年7月1日から採択された「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】“『みんなのスパコン』TSUBAMEによるペタスケールへの飛翔”は同一の事業名で先端研究施設共用促進事業として平成21年度も実施した。

平成21年度の課題採択件数は15件（戦略分野利用推進課題10件、新規利用拡大課題5件）であり、実施件数は29件（戦略分野利用推進課題24件、新規利用拡大課題5件、平成20年度からの継続課題9件、平成19年度からの継続課題5件）であった。

平成21年1月末には平成19年度採択22機関に対して、文部科学省による共用体制整備状況評価が実施された。平成22年2月末に評価結果が公表され、本事業は最高の評点（区分4）と判断された。この評点は評価を受けた22機関のうち、本事業を含め3機関だけが得た評価であり、スーパーコンピュータ利用機関では本事業だけであった。本事業の評価結果に寄せられたコメントは以下の通りであった。

「HPCの分野や産業界で注目されているGPGPUをアクセラレータとした我が国最高級の性能をもつGPUハイブリッドスパコンを産業利用に提供し、これまで研究会や講習会の開催、共用促進リエゾンなどの活動により41件の課題を選定し、着実な成果をあげていることは高く評価できる。また、課題募集・選定・評価の体制や利用支援・利用者確保の体制も整備されていること、さらに今後の利用拡大や有償化の計画も評価できる。

今後、GPUと汎用CPUの混合利用技術を産業界に普及させていく積極的な活動が求められるとともに、ハイブリッドスパコンを効率的に使う課題を優先的に受け入れるなど、センターの特徴を生かす活動が求められる。そのためにも、他機関(地球シミュレータや七大学)との連携が必要である。」(なお評価結果の詳細については以下のURLを参照のこと。

http://www.mext.go.jp/b_menu/boshu/detail/1290895.htm)

2-6-2 【事業実施と成果】

【課題採択】

平成21年度は4つの戦略分野利用推進課題（以下、戦略利用）のうち「計算化学手法による創薬技術の開発（以下、計算創薬）」1件、「大規模流体－構造連成解析技術の開発（以下、流体構造）」1件、「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）」6件、「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）」2件を採択し、戦略課題合計10件を採択した。新規利用拡大課題（以下、新規拡大）は5件を採択し、当初目標の採択件数15程度の目標を達成する採択数となった。表1に平成21年度の課題採択・実施状況を示す。

表1 平成21年度の課題採択・実施状況

種別	平成19年度 採択件数	平成20年度 採択件数	平成21年度 採択件数	平成21年度 実施件数
戦略利用「計算創薬」	4	1	1	6（5）
戦略利用「流体構造」	1	0	1	2（1）
戦略利用「ナノシム」	設定無	4	6	10（4）
戦略利用「基盤リスク」	設定無	4	2	6（4）
新規利用拡大	6	6	5	5（0）
小計	11	15	15	29（14）

（）内は内数で前年度からの継続課題

【課題実施】

TSUBAME が1年間に提供可能な計算資源（1口2,880ノード時間換算で1,916口）の約12%（238口）を課題選定評価委員会の審査結果に応じて合計29件のトライアルユース課題に配分した。1口は有償利用課題の補助に、1口は共用促進事業推進室での利用課題支援（動作検証等）のために配分した。

平成21年度は年度開始当初より各実施課題が順調に配分計算資源を消費し、平成22年3月2日時点で95%の利用率を達成した。これは、前年度からの継続課題が14件あったことと、学内需要繁忙期をトライアルユース課題の利用休止期間（12月中旬～平成22年2月中旬）と設定し、計画的な利用を呼び掛けたことによるものである。

【広報活動】

広報活動では、事業広報のブース出展、蔵前ジャーナルへの広告掲載、成果報告会等を実施した。

事業広報のブース出展を、日本コンピュータ化学会 2009 春季年会、2009 年秋季 第70 回応用物理学会学術講演会（富山大）、日本機械学会 2009 年度年次大会（岩手大）、第3回

分子科学討論会 2009 (名大)、日本応用数学会 2009 年度年会 (阪大)、第 22 回計算力学講演会 (金沢大)、日本コンピュータ化学会 2009 秋季年会 (東北大)、第 23 回分子シミュレーション討論会 (名古屋)、第 2 3 回数値流体力学シンポジウム (仙台)、2010 年ハイパフォーマンスコンピューティングと計算科学シンポジウム (HPCS2010) (工学院大)、日本物理学会第 65 回年次大会 (岡山大)、2010 年春季第 57 回応用物理学関係連合講演会 (東海大)、日本化学会第 90 春季年会(2010) (近畿大)、日本薬学会第 130 年会 (岡山) において行った。また東京大学の事業「先端的大規模計算シミュレーションプログラム利用サービス」と連携し、当該事業がブース出展を行った第 8 回産学官連携推進会議 (京都) やイノベーションジャパン 2009 (東京) で出展協力を行った。

蔵前ジャーナルへの広告掲載は 2009 春号 (No.1012)、2009 初夏号 (No.1013)、2009 盛夏号 (No.1014)、2009 秋号 (No.1015)、2009 冬号 (No.1016) に投稿した。

成果報告会として平成 21 年 6 月 25 日 (木) に約 100 名の出席者を得てシンポジウムを開催し、関係者からの説明を行うとともに平成 20 年採択の戦略利用と新規拡大からそれぞれ 1 件ずつ計算資源利用量首位の課題に利用報告を行って貰った。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】

利用者が社内で日常的に利用している OS、コンパイラ、並列ライブラリ等の開発・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、民間企業内で行った数十～百数十並列程度では問題にならなかったことが、TSUBAME での数百～千を超える並列計算ではエラーとなり、データの配置や通信に必要なバッファメモリ容量等の改善によって問題が解決された。他の例では TSUBAME では収束判定が正常に行われない計算条件やモデル選択の設定を変更するよう指導し問題を解決した。また別の例では、電子状態理論に基づくアプリケーションにおいて、設定したモデルが不適切であることを指摘し問題を解決した。

【プロジェクトの総合的推進】

昨年度設置された外部利用ワーキンググループがもととなり、平成 21 年 4 月から共同利用専門委員会が設置され、本事業を含む共同利用体制の整備等の検討・審議がされることとなった。また共用促進事業推進室が設置され、本事業に関する業務を担当することとなった。これにより共用促進事業推進室が利用規程や規則および様式の整備、事業運営計画策定等を行い、共同利用専門委員会での承認を受け、事業を実施する体制が整備された。

平成 21 年 7 月 28 日から本事業における有償利用サービスを開始し、同時に TSUBAME の共同利用も開始した。

従前は採択課題毎に共同利用契約を個別に締結していたが、利用約款を定めたことで約

款の遵守と言う手続きに変更し、採択企業と東工大の両方における事務コストを軽減した。

計算資源配分においては平成19年度、平成20年度の反省を踏まえて、学内繁忙期となる12月中旬から2月中旬まで本事業による計算ジョブのバッチキューでの実行休止期間とした。利用実績進捗に応じて、ほぼ毎月配分見直しを実施し、平成22年3月2日時点で95%の利用率を達成した。

課題選定評価委員会は、平成22年度から1名増員し54名となった。

表2 平成21年度採択課題一覧

表2-1 戦略利用「計算化学手法による創薬技術の開発」

申請課題名	会社名
拡張アンサンブルシミュレーションによるタンパク質とリガンドの結合構造予測法の開発	武田薬品工業株式会社 医薬研究本部 探索研究センター

表2-2 戦略利用「大規模流体-構造連成解析技術の開発」

申請課題名	会社名
流体構造連成シミュレーションによるターボ機械流体関連振動解析技術の実用化	株式会社 荏原製作所 開発統括部 技術開発室

表2-3 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
遷移金属錯体触媒を用いたカップリング反応メカニズムの理論研究	住友化学株式会社 有機合成研究所
機能性有機分子の安定性に関する最適化設計の研究	太陽誘電株式会社 開発研究所 技術企画統括部
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	日産自動車株式会社
酸化物分散強化鋼の密度汎関数理論による界面エネルギー計算	株式会社コベルコ科研
リチウムイオン二次電池正極の材料設計	アドバンスソフト株式会社
鋼材強化に資する微細析出物成長の計算機シミュレーション	新日本製鐵(株)

表2-4 戦略利用「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」

申請課題名	会社名
淡水レンズ再現・予測計算ツールの整備	株式会社 計算力学研究センター 第二技術部
アジアモンスーン地域の津波・高潮メガリスクに関する防災シミュレーション	日本工営株式会社

表 2-5 新規利用拡大

申請課題名	会社名
複数車体の移動を考慮した電着塗装シミュレーション技術の開発	株式会社 ディライト
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
新概念による大規模並列電磁界解析技術研究	ソニー 株式会社
One to One データマイニングシステムの開発と評価	ソフィア総合研究所株式会社
進化的映像符号化の高度並列シミュレーション	NTT サイバースペース研究所

2-6-3 学際大規模情報基盤共同利用共同研究拠点 平成 21 年度公募型共同研究の試行

青木 尊之
渡邊 寿雄

「学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点」は、北海道大学、東北大学、東京大学、東京工業大学、名古屋大学、京都大学、大阪大学、九州大学にそれぞれ附置するスーパーコンピュータを持つ 8 つの共同利用の施設から構成され、東京大学情報基盤センターがその中核拠点として機能する「ネットワーク型」共同利用・共同研究拠点として、文部科学省の認可を受け、平成 22 年 4 月より正式に活動を開始する。

ネットワーク型拠点は、超大規模計算機と大容量のストレージおよび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、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を目的とし、正式な活動開始に先立ち、平成 21 年 11 月～平成 22 年 3 月までの期間、共同研究を試験的に実施した。

公募した学際的共同研究は、計算科学分野と計算機科学分野の協調的相補的な研究形態を想定し、計算機を利用してある分野の問題を解こうとしている研究者と計算機科学の分野でアルゴリズム、モデリング、並列処理など情報処理に関する研究を行っている研究者が共同して行う共同研究とした。試行期間中の計算機資源にかかる利用料金は原則として、共同研究を受け入れるセンターが負担した。

● 超大規数値計算系応用分野

地球環境、エネルギー、物質材料等の科学・工学分野における科学技術シミュレーション、およびそれを支えるモデリング、数値解析アルゴリズム、可視化手法、情報基盤等

● 超大規模データ処理系応用分野

ゲノム情報、Web データ (Wikipedia, ニュース, ブログなどを含む), 学術情報コンテンツ, センサーネットワークからの時系列入力データ, 映像などのストリームデータなどに対する高度なメディア情報処理, アクセスや検索, 情報抽出, 統計的ないし意味的分析, データマイニング等

● 超大容量ネットワーク技術分野

超大規模データ共有のためのネットワーク品質の確保や制御, 超大規模ネットワーク自体の構築と運用に必要な監視や管理, そのようなネットワークの安全性の評価と維持確保, 及びこれら諸技術の研究開発の支援のための技術等

● 上記技術分野を統合した大規模情報システム関連研究分野

ペタスケールコンピュータのアーキテクチャ, 高性能計算基盤ソフトウェア, グリッド, 仮想化技術, クラウドコンピューティング等

について募集を行い、学術国際情報センターを利用する課題として以下の 6 件を採択し、共同研究が実施された。

クラスタ計算機での数値予報モデルの高速化に関する研究	気象庁	予報部数値予報課	1口
宇宙物理学的応用のためのGPGPU 流体コードの開発	京都大学	理学部物理学第二教室 天体核研究室	3口
次世代ジオスペースシミュレーション拠点の構築	名古屋大学 太陽地球環境研究所	ジオスペース研究センター	2口
GPUを用いた疎結合スピニングラス模型に関する計算の加速化	東京工業大学	大学院総合理工学研究科	8口
学術グリッド基盤の構築・運用技術に関する研究	大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 国立情報学研究所	リサーチグリッド研究開発センター	1口
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	独立行政法人 防災科学技術研究所	防災システム研究センター	3口

※ 1口 = 64CPU コアを1ヶ月相当利用することが可能

これらの課題は、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 キューを一般ユーザーと混在しながら TSUBAME を利用して頂いた。

3 情報基盤推進活動

3-1 本年度のスパコン TSUBAME の進化

研究基盤部門・教授 松岡 聡

本年度も TSUBAME による計算科学のさらなる推進のために種々の研究開発および運用面の改善を行った。特に運用面では増大するストレージシステムへの要求に対応するために並列ファイルシステムの追加および来年度からの運用に向けたバックアップ用テープドライブシステムの導入、さらにユーザ利便性改善のためのスケジューラ等の設定の改良を行った。また昨年度に引き続き HPC における最重要国際会議である IEEE/ACM Supercomputing 2009 において本学 Global COE “CompView” との共同で TSUBAME における種々の研究開発を展示活動した。以下主要な活動について報告する。

1. TSUBAME のハードウェア増強による強化

昨年度に引き続き、TSUBAME の種々のハードウェア増強による強化、特にストレージまわりの強化を行った。以下にそれらを列挙する：

- a) まず、2008 年度に「キャンパスグリッド基盤用増設ファイルシステム」として導入した Lustre 並列ファイルシステム用メタデータサーバの実運用を開始し、work2 領域としてボリュームを公開した。
- b) さらなる切迫したストレージ需要に対処するべく、「ペタバイトスケールデータアーカイブシステム」として、テープライブラリを導入した（図 1）。具体的には、4PB の容量からなるテープライブラリを学術国際情報センター国際棟内に導入し、キャンパス SuperTITANET3 を介して TSUBAME に接続している（図 2）当初は、現状の TSUBAME 及び TSUBAME2.0 のためのバックアップ用途としての利用を想定としているが、ユーザから簡便にテープライブラリを利用できるような運用を現在検討している。また、さらに、階層型ファイルシステムによりテープライブラリと Lustre 並列ファイルシステムとを統合した一体的な運用、さらなるテープ導入によるテープライブラリの容量強化などを予定している。



図1 導入されたペタバイトスケールアーカイブシステム

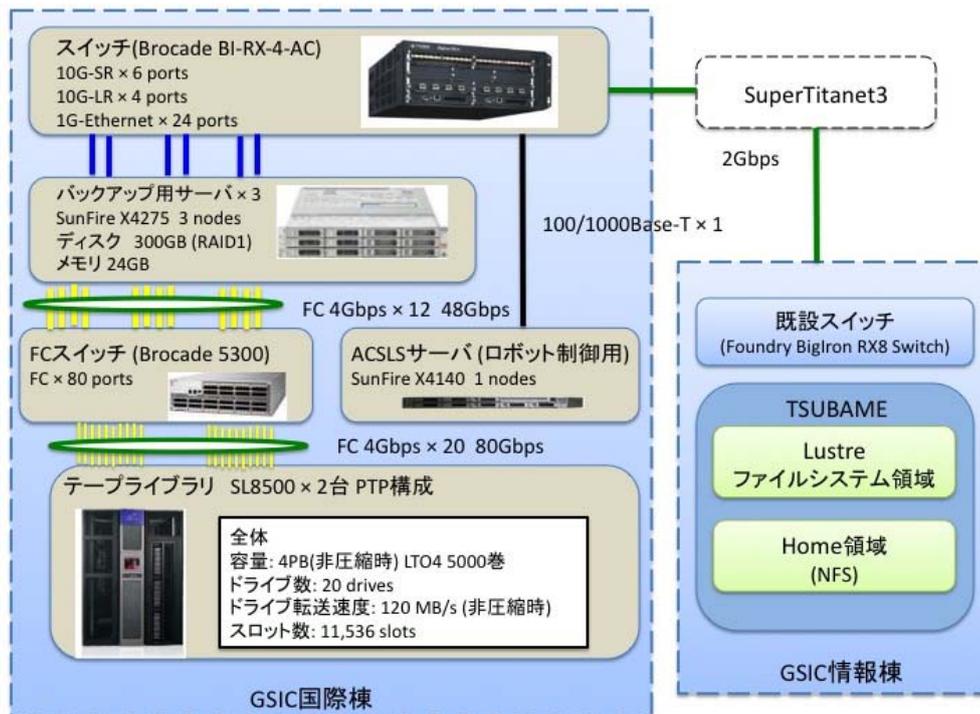


図2 ペタバイトスケールアーカイブシステムとTSUBAMEの接続

- c) TSUBAME のストレージは、停電対策が取られていないため、入力電源に対して突発的な停電(瞬断)などの異常が発生した場合は、システムがダウンしてしまい、ユーザのデータが適切に保護できないということが問題になっていた。このため、高可用性ストレージ領域に対して、無停電電源装置を導入し、瞬断などの異常事態においても、一定期間は停電することなく、システムを動作しつづけ、ストレージシステムの信頼性を向上させた。

- d) TSUBAME2.0 に向けた施設の整備を進めた。具体的には、 学術国際情報センター内の電源設備、及び、TSUBAME2.0 設置場所（図 3）の整備を進めた。



図 3 TSUBAME2.0 設置予定場所(一部)

2. TSUBAME のソフトウェア的改善による強化

2.1 各サービス・キューイング手法の改善

TSUBAME 運用状況の調査から、ユーザ側に繁忙期対応、公平性の確保、環境の安定性に関する興味が高い事がわかっている。昨年度に引き続き、運用に併せたサービスの改善を行った。改善点は以下の 3 つである

- a) 繁忙期における性能保証サービス(SLA)の実行時間制限および新規プレミアムサービス
 毎年利用率が急上昇する 12 月 1 日～2 月 28 日を繁忙期とし、この期間のジョブ実行機会の公平性の観点からジョブ実行時間の制限を実施する。改善前は無制限となっていたために、実利用時間を大きく逸脱した設定を行うユーザが見受けられた。これにより、適切なスケジュールができず、実行機会の公平性を阻害していた。繁忙期に実行されるジョブの 8 割以上は 2 週間以内に終了するものであったため、実行時間制限は最大 2 週間とした。以上の改善により適切なスケジューリングが可能となり公平性の高い実行機会を提供している。

以上の制限を導入するにあたり、2 週間を超えるジョブの実行を行うためのプレミアムサービスを追加した。これはすでにベストエフォートサービス(BES)で利用されている実行時間延長オプションと同様に、3 段階(最大 8 週間)の延長を提供し、優先度変更オプションとの併用が可能である。段階に応じて消費ノード時間実績に以下の係数が乗じられる。

	優先度 1 (標準)	優先度 2	優先度 3
2week (標準)	1	2	4
4week	2	4	8
8week	4	8	16

b) 予約制大規模サービス(HPC)の増設と公平性の改善

HPC サービスの課金方式を、従来の実利用時間に基づく手法からスロット課金方式へ変更した。改善前の HPC サービスはノードを占有し、他ユーザの利用ができない状態にもかかわらず、実利用時間に応じた料金計算を行っていた。占有している状況は実際には利用している状況と同様であるため、利用状況にかかわらずスロット単位の課金を行うこととした。これにより、SLA サービスと HPC サービスの料金に関する公平性が改善した。課金額は保証ノード数×50 時間であり、これは他大学の占有サービスと比較し、安価である。

上記変更に伴って、従来の HPC1 キューのおよそ半分のノードを保証する HPC3 キューを新設した。この導入により、ユーザに安価な HPC サービスを提供するとともに従来の HPC1 キューの混雑解消を行った。また、HPC1, HPC3 キューに所属するノードは同じスイッチグループに属しているため、両キューを同時に予約することにより最大 98 ノード(1586CPU コア)の利用が可能となった。

c) アレイジョブ実行の導入

TSUBAME では多くのパラメータサーベイ型アプリケーションが実行されている。従来このようなアプリケーションを TSUBAME で実行するにはパラメータ毎にジョブを作成しなければならず、利用プロセス数の非常に小さなジョブ(多くは 1 プロセス)が無数に投入されていた。このような投入方法は、スケジューラのジョブ管理に大きく負荷を与えるとともに、スケジューリングの公平性を阻害する原因にもなる。このため、複数のジョブを 1 ジョブにまとめて投入可能となるアレイジョブ実行を導入した。

2.2 パラメータサーベイ用サーバ coTSUBAME 運用開始

一般的にパラメータサーベイ型アプリケーションの並列化は、プロセス間の通信が非常に少なく、TSUBAME の持つ、広帯域な通信路を必要としない。このため、TSUBAME でパラメータサーベイ型アプリケーションを利用した場合、通信路が空き状態となってしまう。TSUBAME で利用されるアプリケーションは通信路を頻繁に利用するものも多く、利用効率上昇のため、パラメータサーベイ型アプリケーションを処理する専用のサーバ coTSUBAME を導入した。coTSUBAME を構成するノードは CPU 性能、メモリ量とも TSUBAME より高性能となっており、パラメータサーベイに適した構成となっている。各ノードの詳細を以下に示す。

製品名 : NEC SIGMABLADE Express5800/B120a 16node

CPU : Intel Xeon 5550/4C/2.66GHz 8core/node

Memory : ECC 付き DDR3-1,066 Registered DIMM x4SDDC 24GB/node(3GB/Core)

Network: InfiniBand 4x DDR

OS : SLES10SP2

coTSUBAME は直接ログイン可能な、インタラクティブノードおよび試験用ノードがそれぞれ 1 台と 14 台のバッチ実行ノードの全 16 ノードで構成されている。この導入に伴い、専用のキューcotsubameを増設した。利用できる課金形態は TSUBAME における BES 形式と同様でノードあたり最大 8 並列までプロセスが配置可能である。

3. CSI 委託による特任教員の強化、および CSI グリッド・e-Science 基盤配備への貢献

増大するユーザ数・外部利用・より複雑な運用・我が国のナショナルグリッドとしての NAREGI ミドルウェアを用いた CSI (Cyber Science Infrastructure) グリッドの整備、さらには TSUBAME 2.0 の設計対応のために、国立情報学研究所からの委託を受けた形で、TSUBAME/CSI の連携研究員の強化を行った。今年度は以下の三名であった。

- 實本 英之 (平成 21 年度より継続)
- 佐藤 仁 (新規)
- 滝澤 真一郎 (新規)

三人は TSUBAME および CSI グリッド実現のための国立情報学研究所 (NII) 主催のグリッド配備・運用タスクフォースに参加し、NAREGI グリッドミドルウェア v1.1 の配備、および試験的運用を行った。また滝澤は NAREGI グリッドミドルウェアの研究・開発方針を決める会議、NAREGI アーキテクトタスクフォースに参加し、本センターでの NAREGI 配備に際し開発した NAREGI GridVM 拡張、動作整合性監視サービスの紹介、及び意見交換を行い、センター内でのエフォートの公開に向けた作業も行った。

さらに、NII 主導の文部科学省委託事業：次世代 IT 基盤構築のための研究開発「e-サイエンス実現のためのシステム統合・連携ソフトウェアの研究開発」(以下 RENKEI プロジェクト)にも参加し、他大学・研究機関とも協力し e-サイエンス実証評価環境の配備を行った。具体的には、佐藤を中心に、爆発する e-サイエンスデータを格納するために TSUBAME と連動した 4PB のテープライブラリを導入し、滝澤を中心に拠点間での高速データ共有・転送を実現するサーバ RENKEI-POP を本学、NII、大阪大学を含む全国 8 拠点に設置し、サービス開始に向けて作業を進めている。

RENKEI-POP とは TSUBAME と学外との大規模高速データ通信を可能にするものであり、ますます需要の学外ユーザによる大規模データ処理に対応するために導入を進めている。学外 TSUBAME 利用者が学外から TSUBAME にデータを転送する場合、今までは login-gw (学外からのログイン用サーバ) に scp で転送する必要があった。だが、login-gw は NOC のファイアウォール管理下にあり、すなわち他のサーバ宛のパケットと同等に同じファイアウォール装置の管理下にあるため、負荷により十分な転送性能が出ていない。実際、NICT けいはんな所属の TSUBAME 共同利用ユーザがけいはんなからデータ転送を行ったところ、2MB/s 程度の速度しか出なかったと報告している。一方で、現在は東工大を含むいくつかの大学では SINET による 10Gbps 線を引き入れている。今回の NICT けいはんなの件についても、一度けいはんなから最寄り大阪大学にデータを転送し、その後 SINET 10Gbps ネットワーク上で大阪大学から東工大に転送を行えば、全体の転送時間が短縮されることが期待できる。

このような大学・研究所間の SINET 10Gbps ネットワークを活用した TSUBAME へのステージングサービスを実現するためのサーバ「RENKEI-POP」を年度末に 2 台導入した。RENKEI-POP によるステージングサービスは松岡教授の研究プロジェクト「研究コミ

ユニティ形成のための資源連携技術に関する研究」の一部として次年度試験運用を開始することを計画している。詳細は「8-2 研究・教育基盤部門 松岡聡」を参照のこと。



3. ACM/IEEE Supercomputing 展示等の普及活動

- 各種国際学会等での招待講演・キーノート

TSUBAME リーダである松岡は TSUBAME について IEEE Cluster 2009, SIAM Parallel Processing 2010 など HPC における主要な国際会議を含む数多くの招待講演・キーノート等を行った。TSUBAME における GPGPU に対する先駆的な取り組みは世界的に高く評価されており、講演では TSUBAME1.2 における経験に基づいた TSUBAME2 への進化について紹介してきた。今後、来年度の TSUBAME2 の導入に向けてますます多くの注目が集まることが期待される。

- ACM/IEEE Supercomputing での東工大ブースの展示

また毎年 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 2009 では昨年に引き続き東工大ブースを出展した。本年度は、GCOE「計算世界観」との協力のもとより大規模なブースを展開し、我々の TSUBAME を中心とした各種取り組みについて世界的な認知度のさらなる向上を達成した。



- 各種プログラミングコンテスト

情報処理学会が SACSIS 会議において並列プログラミングコンテストを開催し、GSIC も TSUBAME の資源を一部提供する形で積極的に参加している。本コンテストでは、本年度末時点で日本のトップ4センターのそれぞれのスパコン：東大 T2K, 東工大 TSUBAME、筑波大 T2K, 京大 T2K が連合して全て参加している。本センターでは GPU コンテストも主催しており、今年は合計 70 チーム強の参加があり熱戦が繰り広げられた。さらに夏の高校生のスパコンコンテストも加え、多くの若者に対して TSUBAME の利用機会を与えて、かつコンテストで並列プログラミングの技術を磨いてもらい、将来の HPC に貢献してもらおうという、社会貢献を積極的に行っている。これらの活動は来年度も積極的に続ける予定である。

- その他 GPU コンピューティング研究会などの普及活動

詳しくは別表に譲るが、本年度も TSUBAME は多くの訪問・見学者を受け入れた。また、本センターでは 2008 年の Tesla 導入より GPGPU の教育活動を学内向けに行ってきたが、今年度より学外にも広げるため「GPU コンピューティング研究会」を立ち上げた。GPU コンピューティング研究会には学内はもちろん学外からも広く参加を呼びかけており、現在ではその規模は 500 名を越えている。これまで 4 回の GPU 講習会を開催しており、実際に TSUBAME の GPU を用いた実習の機会を提供しており、大変好評を博している。来年度も引き続き研究会を通じた GPGPU および TSUBAME の普及活動につとめる次第である。

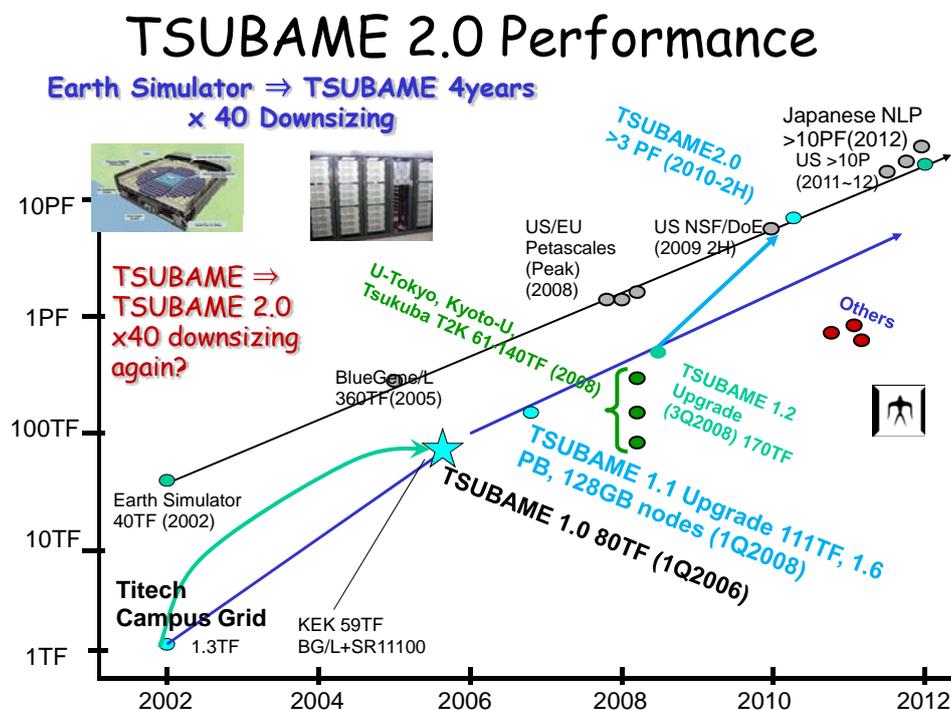
4. TSUBAME2.0 に向けて

来年度秋に導入予定である TSUBAME2.0 は我々の TSUBAME1 における数多くの知見・研究開発をベースにして設計された合計性能 3PFLOPS 級のスーパーコンピュータである。上述のように SC09 での展示を始め多くの機会においてその優れた設計・性能を公開してきており、数多くの機関より高い注目をあびている。その主な特徴は以下の通りである。

- 次世代マルチコア CPU+次世代 GPU
- 1PB/s 級の合算メモリバンド幅

- フルバイセクション IB-QDR インターコネクト
- 全ノードに SSD を装備
- 徹底した省電力化による現 TSUBAME と同程度の消費電力の維持 (性能はおおよそ 40 倍)
- 仮想環境による Windows・Linux 両オペレーティングシステム環境の提供

TSUBAME1 は高速フーリエ変換装置として GPU680 基を導入したが、CPU ソケット数では圧倒的に CPU が主であった。我々は TSUBAME1.2 における GPU による部分的な加速の経験から今後消費電力の増加を抑えつつ性能を向上させるためにはさらなる GPU による加速が必須であるという知見を得た。TSUBAME2.0 では CPU 数と GPU 数を同数の割合導入し、これまでの TSUBAME による経験を基にさらなる GPU による加速化を推進していく予定である。



3-2 情報蓄積活用活動

情報蓄積・活用分野 横田治夫

3-2-1 概要

情報技術を活用して大学における教育・研究を推進することが求められているが、デジタル化された貴重な知の資産である様々な教育・研究コンテンツが学内に散在したままでは、有効利用することができない。情報基盤部門情報蓄積・活用分野では、本学の中期目標に従い、そのような教育・研究コンテンツをシステムティックに蓄積し、利用者にとって付加価値の高い検索・配信サービスを行うことを目指している。

これまでに、学術研究コンテンツを蓄積する **Research Repository**、教育コンテンツを蓄積する **CourseWareHouse**、および研究成果物を蓄積する **Digital Museum** を 3 本柱として、**Tokyo Tech STAR (Science and Technology Academic Repository)** のコンセプトを提案してきた。特に、その **STAR** の中で学術研究コンテンツを蓄積・配信する **Research Repository** に関しては、学内の論文や特許等の情報を蓄積配信するためのシステムである **T2R2 (Tokyo Tech Research Repository)** システム（以下 **T2R2** と記す）の開発を行ってきた。また、教育コンテンツを蓄積・配信する **CourseWareHouse** に関しては、**Tokyo Tech OCW**（以下 **OCW** と記す）の開発に協力してきた。さらに、**Digital Museum** に関しては、アーカイブ推進機構と協力を行っている。この他、動画ストリーム配信のサービスも行っている。さらに、平成 21 年度からは、学内で別々に管理・公開されている研究者関連情報を横断的に検索可能とする「東京工業大学 **STAR** サーチ」（以下 **STAR Search** と記す）を提案し、そのシステムの実装を行っている。図 1 に **STAR Search** の概要を示す。

STAR Search 概要

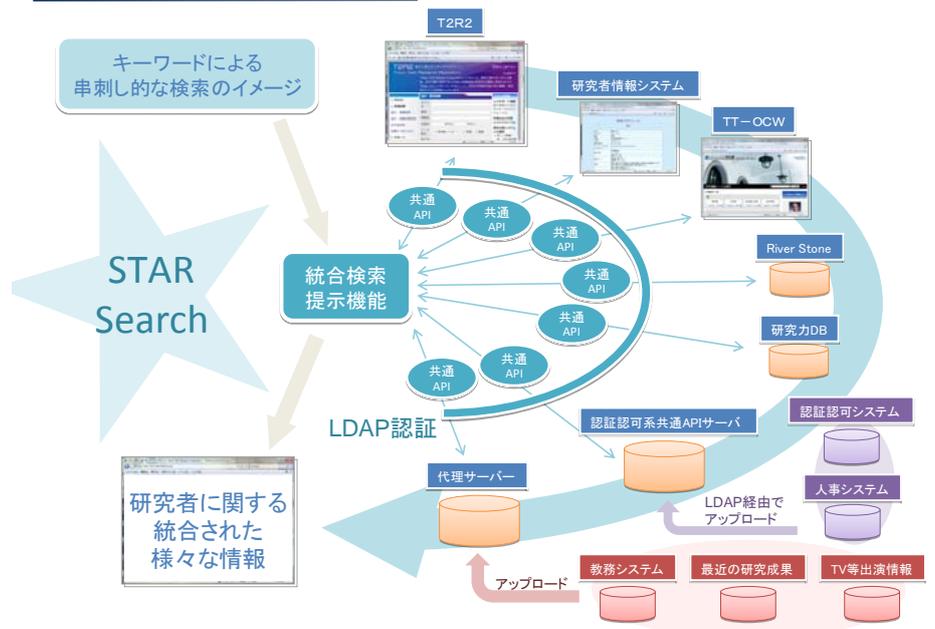


図 1 STAR Search の概要

以下では、情報基盤部門情報蓄積・活用分野が附属図書館と連携して推進している T2R2 に関する平成 21 年度の活動内容と、平成 21 年度から研究支援管理室と共同で開始した STAR Search に関する活動内容に関して、報告を行う。

3-2-2 T2R2 システムの開発・運用

T2R2 システムは、Tokyo Tech Research Repository の頭文字を取ったものであり、学内の学術論文や特許等の情報を少ない労力で収集し、様々な用途に有効利用することを目的としている。このため、コンテンツの充実に不可欠な研究者自身による継続的な入力を促進するように、できるだけ入力の手力を減らすことに主眼を置いた蓄積環境を提供する。さらに、研究者が入力したことのメリットを実感できるように、蓄積されたコンテンツの多目的な利用環境の提供を行っている。

T2R2 システムの開発のため、情報基盤統括室の下の図書情報部会の下にリサーチリポジトリワーキンググループ（以下 RRWG と記す）を構成している。以下に平成 21 年度の RRWG のメンバーを示す。

横田治夫	学術国際情報センター教授【主査】
馬越庸恭	学術国際情報センター教授
徳永健伸	大学院情報理工学研究科計算工学専攻教授
奥村 学	精密工学研究所教授
赤間啓之	大学院社会理工学研究科人間行動システム専攻准教授
橋本泰一	統合研究院ソリューション研究機構特任准教授
望月祐洋	学術国際情報センター准教授
渡邊陽介	学術国際情報センター助教
富田健市	情報図書館課長
五味照明	情報基盤課長
平井陽子	評価・広報課長
渡利美知子	情報図書館課総務グループ長
日置繁明	情報基盤課専門職
渋谷真理子	情報図書館課電子図書館グループ長
津久井祐子	情報図書館課電子図書館グループスタッフ

次に、平成 21 年度の開発内容を以下に示す。

1) コンテンツの拡充

昨年度搭載した特許情報、博士学位論文に引き続き、学内発行のテクニカルレポートの搭載・公開・検索機能の開発を行なった。テクニカルレポート搭載機能開発に当たり、学内の発行状況調査及び、搭載希望組織との打合せを行ない、単に業績を掲載

するだけでなく、組織の特色としてアピールできるよう表示形式にも工夫を施した。

2) 本文データ登録の促進

業績の登録・編集画面にて「掲載誌リンク」を設定した場合、該当出版者の公開許諾要件を参照可能にし、データ登録者の本文公開の意識を高めると共に、本文公開許諾審査機能を拡張し、管理者が本文公開作業を行う際の労力削減を図った。また、機関リポジトリでの全文公開を認めている出版者のウェブサイトから、URL等の指定や文献管理用ツール（EndNote）を介し取得した書誌情報及び本文データを取込む公開済全文ファイル転用半自動化UIを開発し実装した。これにより、本文データ登録コストが軽減され、本文データ登録及び公開数の増大が見込まれる。更にこの機能を活用し、研究者からの許諾を得る手順等を整備し、T2R2システムに書誌情報のみ登録されているデータに管理者が本文情報を簡便に追加可能となった。

3) 特許情報編集機能の追加

本学産学連携課から提供を受けている公開可能な特許データに、「学内関連組織」「関連プロジェクト」などのT2R2システム独自項目の追加および編集機能を実装し、研究者のデータ活用や公開データの充実を図った。

4) データ登録機能と出力機能の拡充

学内専用ページの登録機能として、上記のような文献管理用ツールやURL指定からのデータ取込み、重複判定基準の見直しや共著者リンク表示の改善を行うと共に、JST-ReaD出力用学位授与機関コードの設定、データ活用に必要な項目追加などの機能を拡充させた。また、研究者検索や絞込み検索などの検索機能の充実や、登録データ数及びアクセスランキングの表示、機能選択メニュー欄の整理、一覧表示の業績種別のアイコン表示などを行い、より登録しやすい環境を整えた。

出力機能としては、従来から対応していた科学研究費申請書に加え、科学研究費研究実績報告書及び研究成果発表報告書の生成を可能とし、登録データ活用の幅を広げた。また、Web版業績一覧の機能を拡張し、学内各組織の管理者が必要な業績一覧を出力可能にし、各組織の出版物や統計調査の基礎資料として利用しやすくした。

5) 研究者情報との連携

「東京工業大学STARサーチ」構築のための一部機能の開発を行なった。T2R2システムでは、連携のためのデータ整備、研究者情報システムとの入力画面のシームレス化を行い、本稼動に向けての準備をした。

6) 学内他組織との連携

これまでも登録データは、要覧や教員評価の基礎データとして活用されてきたが、「東京工業大学STARサーチ」との連携に伴い、教員だけではなく、事務組織へのT2R2システムの認知度が向上した。特に、科学研究費申請/報告書生成機能に重点を置いた説明会を、科学研究費補助金制度に関する説明会と日程を合わせ、相互に周知したことは、説明会参加者も多く効果があった。

以下、平成 21 年度のシステム利用状況を示す。

1) 論文等総登録件数 (2010.1.31 現在)

①メタデータ登録数

	(2010.1.31 現在)	(2009.1.30 現在)	差分
学術論文	30,981	26,415	4,566
一般雑誌論文	4,126	3,427	699
会議発表論文	45,447	35,536	9,911
著書	3,222	2,735	487
テクニカルレポート	117	67	50
研究報告	1,011	887	124
学位論文	2,837	101	2,736
プレプリント	26	7	19
ソフトウェア	7	6	1
その他*	82,131*	85,012	-2,881**
計	169,905	154,193	15,712

*業績種別不明

**業績種別が判明したもの

②本文データ登録数

1,619件 (公開件数: 56件)

2) 平成 21 年度論文等登録件数 (概数) (2009.4.01~2010.1.31)

①メタデータ登録数

学術論文	3,563
一般雑誌論文	532
会議発表論文	8,263
著書	366
テクニカルレポート	46
研究報告	123
学位論文	2,726
プレプリント	10
ソフトウェア	1
計	15,630

新規登録の他、既存データに業績種別が追加された修正登録を含む

②本文データ登録数

535件

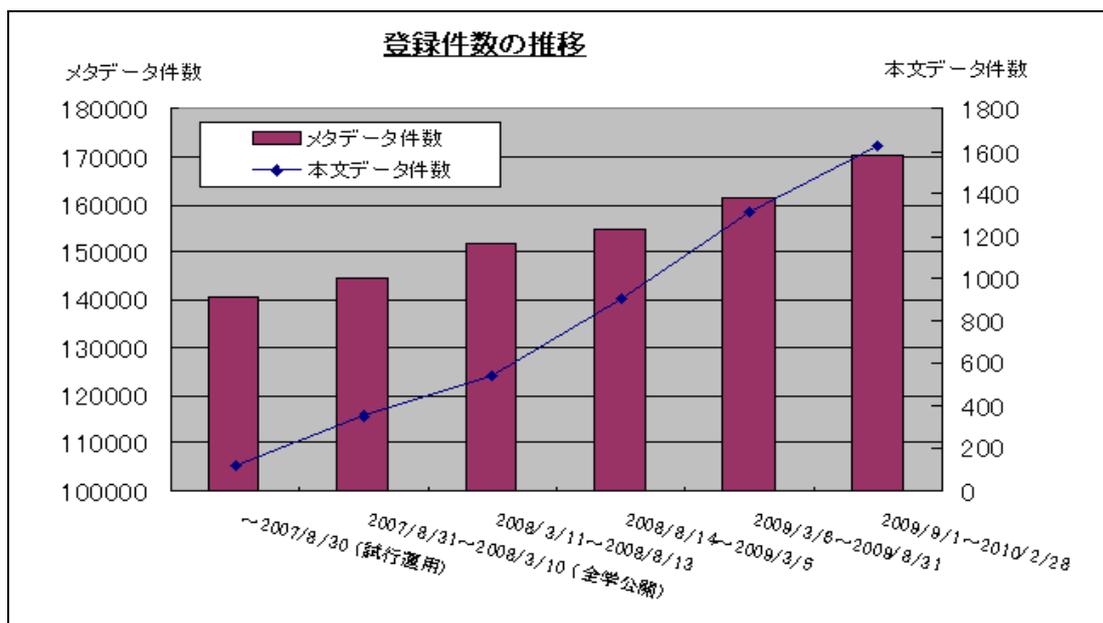


図2 論文等の登録件数の推移

3) 特許データ

産連本部提供	974件
T2R2システムからの登録 (研究者情報システムからの移行分を含む)	4,556件
計	5,530件

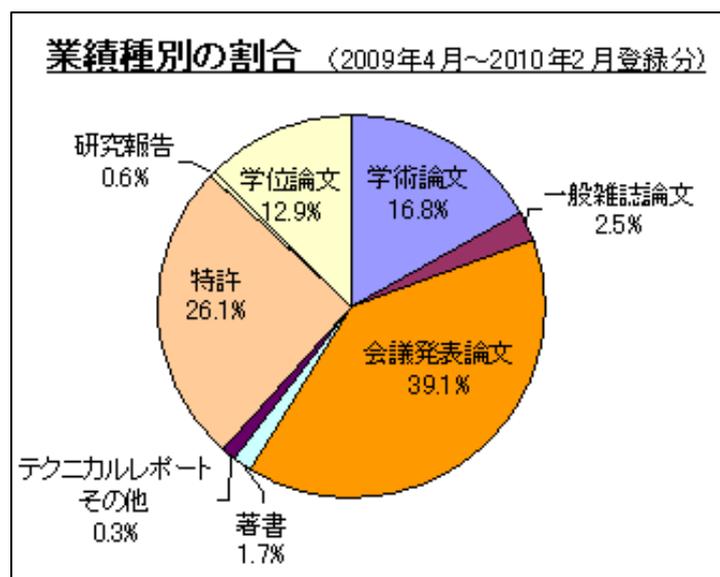


図3 蓄積データの種別の割合

4) T2R2システムへのアクセス数 (2007.8.31~2010.1.31)

外部公開ページトップ	83,400件
外部公開ページ業績詳細画面	383,007件
内部登録ページ	609,316件

5) 申請者数 (2007.8.31~2010.1.31)

- ① 研究者：63名
- ② 入力代行人：169名

6) WG 打合せ・メール議論・問い合わせ対応等 (2009.4.01~2010.1.31)

- ① システム機能 SubWG
rr-wg-sys ML のメール数：1,626件 (うち新規コンテンツ登録依頼：51件)
- ② 利用者からの問合せ及びその対応
t2r2 ML のメール数：502件 (うち質問：121件)

3-2-3 STAR Search システムの開発

東京工業大学 STAR サーチとは、Tokyo Tech STAR 構想の中で、学内に散在する複数の研究者情報に関連するデータベースを横断的に検索し、データを提供するシステムである。

検索対象等は、T2R2 担当の横田、OCW 担当の真島豊大学院理工学研究科電子物理工学専攻准教授 (当時)、および平成 20 年度に研究情報部次長 (当時) のもとで部を超えて結成された事務担当者のプロジェクトチームで、検討・決定した項目表及び出力イメージをその原型としている。これらは、情報基盤統括室にて承認され、学長にも提出されている。

上記の機能実現化のため、平成 21 年 6 月に情報基盤統括室会議の下部組織である図書情報部会において、横田を主査とする STAR Search ワーキンググループの設置 (以下、SSWG と呼ぶ) が承認された。以下が、SSWG のメンバーである。

横田治夫	学術国際情報センター教授【主査】
真島 豊	応用セラミックス研究所教授
馬越庸恭	学術国際情報センター教授
徳永健伸	大学院情報理工学研究科計算工学専攻教授
奥村 学	精密工学研究所教授
赤間啓之	大学院社会理工学研究科人間行動システム専攻准教授
橋本泰一	統合研究院ソリューション研究機構特任准教授
望月祐洋	学術国際情報センター准教授
渡邊陽介	学術国際情報センター助教

真子 博	研究情報部長
富田健市	情報図書館課長
五味照明	情報基盤課長
平井陽子	評価・広報課長
貴志武一	事務情報企画課長
戸村和弘	人事課長
延 善洋	教務課長
渋谷真理子	情報図書館課電子図書館グループ長
小野 忍	情報基盤課基盤システムグループ長
香月 稔	事務情報企画課事務情報支援グループ主任
津久井祐子	情報図書館課図書館グループ
杉田屋絵美	研究支援管理室
南雲修司	研究支援管理室

第1回 SSWG では、その作業ワーキンググループで、同じく横田を主査とする STAR Search システムサブワーキンググループ（以下 SSWG Sys と記す）の設置が承認された。SSWG Sys には関連システムの担当者が構成員として参加しており、各システムの現状を踏まえた実務的な議論を行っている。以下が、SSWG Sys のメンバーである。

横田治夫	学術国際情報センター教授【主査】
徳永健伸	大学院情報理工学研究科計算工学専攻教授
奥村 学	精密工学研究所教授
橋本泰一	統合研究院ソリューション研究機構特任准教授
望月祐洋	学術国際情報センター准教授
渡邊陽介	学術国際情報センター助教
渋谷真理子	情報図書館課電子図書館グループ長
小野 忍	情報基盤課基盤システムグループ長
佐藤雅志	評価・広報課 評価グループ主任
香月 稔	事務情報企画課事務情報支援グループ主任
藤田紀弥子	評価・広報課広報・社会連携グループ
津久井祐子	情報図書館課電子図書館グループ
山本 了	研究支援管理室
杉田屋絵美	研究支援管理室
南雲修司	研究支援管理室

第2回 SSWG にて、STAR Search 開発のためのコンサルティング契約を行うことが承認

され、9月に契約が締結されたことを受け、SSWGSysではコンサルティング業者を交えて連携の方法を検討した。その中で、共通APIを用いて、STAR Searchから検索を実行した際に各データベースから指定された項目のキーワードを抽出して提供することとなった。直接共通APIに対応できない場合は、代理サーバを介することでSTAR Searchと連携できるものとした。STAR Searchに参加予定のデータベースは、以下のようなものである。

- ・ 研究者情報管理システム（研究支援管理室にて管理・運営。T2R2に登録画面を一本化して利用者の負担を軽減する改修を行う。来年度より公開予定である）
- ・ T2R2（RRWGにて管理・運営）
- ・ OCW（OCW-WGにて管理・運営）
- ・ River Stone（橋本統合研究院特任准教授が開発）
- ・ 研究力データベース（研究支援管理室にて開発中）
- ・ 教務システム（教務課にて管理・運営）
- ・ 最近の研究成果（評価・広報課にて管理・運営）
- ・ メディア出演・掲載情報（評価・広報課にて開発中）
- ・ 人事システム(人事課にて管理するデータを情報基盤課で管理するLDAP経由でSTAR Searchにデータをアップロードする)

11月末にコンサルティング結果が納品され、その機能要件・入出力モックアップを考慮して、仕様策定委員会にてSTAR Search開発の仕様の検討を行い、詳細を決定した。並行して、各システムでも共通APIに対応するための改修の仕様を検討した。さらに、検索のためのWebページのデザインの調達を行った（図4）。

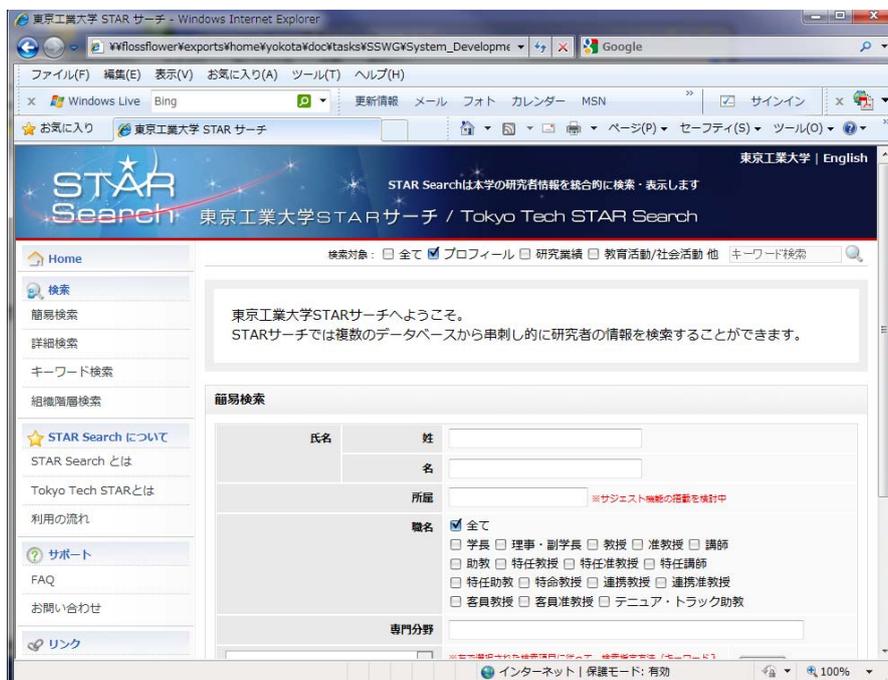


図4 STAR Search の Web ページデザイン

4 国際協働

4-1 MOUに基づく国際共同研究

4-1-1 GPUによるリアルタイム津波シミュレーションの国際共同研究

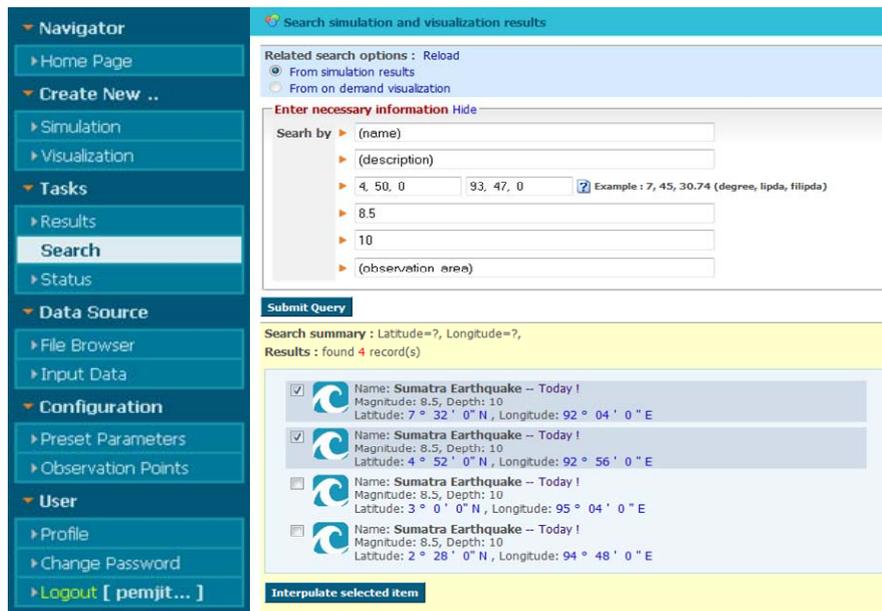
研究・教育基盤部門・問題解決支援環境分野 青木 尊之

AIT(Asian Institute of Technology)との国際交流協定に基づく共同研究として、GPU(Graphics Processing Unit)を用いて、津波防災に対して有効なリアルタイム津波シミュレーションの研究を進めている。従来のデータベースに基づいた方式では十分なデータベースを準備することが困難であり精度の高い警報を行うことができない。そこで、地震発生後に数値シミュレーションを開始し、津波が沿岸に到達するより十分前に計算を終了させ、警報を発することができれば防災の観点での貢献度が大きい。そのためには、スパコン級の計算機性能が必要であるが、GPUを使うことにより超高速計算が可能になる。統合開発環境のCUDAを用いて、NVIDIA GPU上で動作する高精度津波シミュレーションを構築した。GPUを10個程度使うことにより、スパコンの1000CPU Coreと同程度の計算速度が得られることが明らかになった。ADPC (Asian Disaster Preparedness Center)との共同でも津波プロジェクトを進めている。

4-1-2 チュラロンコン大学とのMOUに基づく国際共同研究

学術国際交流部門 国際交流分野 ピパットポンサー・ティラポン

タイ国チュラロンコン大学とのMOUのもとTSUBAMEを活用し、リアルタイム津波シミュレーション高速化技術を目指し共同研究を実施した。タイの津波警報システムの開発に向けて、ウェブポータル上の津波データベースが構築された。その成果は、国際開発学会全国大会および国際ワークショップ“The Indian Ocean Tsunami: 5 Years Later”にて発表し注目を集めた。今後は、沿岸地域への津波に対する脆弱性の評価と被害軽減に貢献できると期待される。



ウェブポータル上の津波データベース検索システム

4-1-3 ラオス人民民主共和国ルアンパバーン政府世界遺産局との MOU に基づく共同研究

学術国際交流部門 国際共同研究分野 山口しのぶ

2004 年よりラオス世界遺産都市ルアンパバーンにおいて実施している、持続可能な地域開発における情報技術の導入に関する共同研究の継続として、ルアンパバーン政府世界遺産局との MOU を締結した。前回の協定のもとに実施された 1) データベース構築, 2) 無線 LAN 導入の実験, 3) ICT センター設立・運用, 4) 現地人材教育に加え、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。具体的には、①世界遺産地域における GIS 活用の現状分析, ②GIS 運用に必要な地理情報源の特定, ③オープンソースを含む GIS フォームソフトウェアの導入に関する分析, ④遺産保存に関する地理情報の整備に関する分析, ⑤文化面・人材面に焦点を当てた実現可能性および維持可能性に関する調査, ⑥現地状況を踏まえた GIS のパイロット的導入による効用・問題点の分析, を行う。

4-1-4 チェンマイ大学工学部との MOU 締結

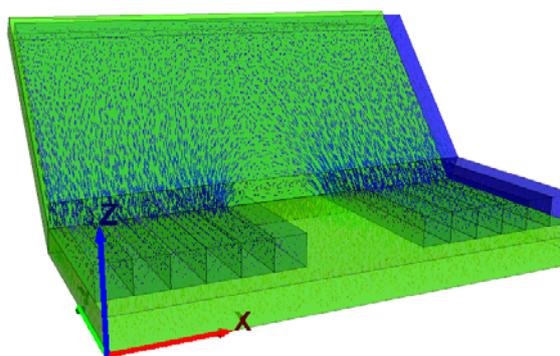
学術国際交流部門 国際交流分野 ピパットポンサー・ティラポン

チェンマイ大学は、タイ北部地域で最重要大学として高い評価を受け、タイの大学では上位3~4位にランクされている。1964年に設立された大学であり、教育・研究の両面に重点を置いている。現在の学生数は約17,000名。工学部は1970年に設立され、現在7学科から成り立っている。2009年の工学部の教員は148名で、4,405名の工学系の学生を有する。

“Modeling and Simulation of Large-Scale Open-Pit Coal Mining”の国際共同研究テーマで、GSICとチェンマイ大学工学部の部局間交流協定が締結された。タイ発電公社(EGAT)における研究プロジェクトの受託を目指し、第一段階(2010~2011)では、アーチ効果を利用した炭鉱採掘手法およびその安定解析手法を応用することをテーマとして、共同研究を進める。その結果を踏まえて、第二段階では、大規模解析プログラムを開発し、TSUBAMEを利用した掘削シミュレーションを実施する計画である。



GSIC側による掘削斜面の模型実験



相手側による不連続変形法の計算結果

4-2 国際共同研究

4-2-1 世界銀行・CARITAS 基金との共同研究

学術国際交流部門 国際共同研究分野 山口しのぶ

“First Track Initiatives: 情報技術の導入—教育の質の向上を目指してIntroducing ICT in School Environment to Level Up Quality of Education”：国連ミレニアム開発目標達成を目指した国際協力プロジェクトの一環として世界銀行が中心となり教育へのアクセス拡大及び、質の向上を目指し情報技術を導入するプロジェクト。モンゴル教育科学技術省及び、現地企業(InTec)との協働プロジェクトとして、現地のBiddingを通じてプロジェクト予算を確保した。理工学大学院国際開発専攻高田教授研究室との連携のもと、東工大か

らは4名のチームで現地調査研究に参加し、7月と10月の二度にわたり現地入りした。バヤンホンゴル県、セレンゲ県およびウランバートルにて調査を実施し、計2000人の教育機関、政府関係者からのデータを収集し分析を行なった。Comparative and International Educational Society国際学会（米国・シカゴ）にてモンゴル政府と共同発表。今後、本調査結果に基づき、国際研修プログラムの構築、研修プログラムが実施される予定。

4-2-2 モンゴル教育省 ICT 局との共同研究

学術国際交流部門 国際共同研究分野 山口しのぶ

「途上国におけるオープンソースソフトウェア導入に関する研究」：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。21年度は具体的には、情報教育分野において、FOSSを導入したプロジェクトを対象に、アンケート調査を行なうための関係者間のラウンドテーブルを実施、同時に、1) 途上国におけるFOSS導入の利点や制約について文献調査を元に整理、2) 事例に基づく情報教育プロジェクトのFOSS導入の効果についての観察、分析を実施。今後、FOSS導入後の持続可能性について技術面、文化面、人材面からフィージビリティ分析を実施する予定。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。

4-2-3 タイ発電公社との共同研究

学術国際交流部門 国際交流分野 ピパットポンサー・ティラポン

タイは東南アジア第2位の石炭生産国にもかかわらず、輸出せずに国内火力発電用の褐炭を生産している。現在の全国年間生産量約1,600万トンのうち、80%以上が北部ランパーン市近郊に位置するメモ（Mae Moh）炭鉱から採掘されている。タイ発電公社（EGAT）は、この東南アジア最大規模の露天掘り炭鉱を所有し、2028年までに地表から490mに達する予定である。メモ炭鉱はこの様にタイの生産活動促進において、重要な位置づけとなっているが、岩盤の間に複数の粘土薄層を挟むため、採炭に伴い、巨大な坑内（4 km×9.5 km）の安定性が重要課題となっている。

2009年3月16日～18日ならびに10月27日～30日にて、メモ炭鉱にて調査が実施された。この結果に基づき、GSIC・チェンマイ大学・タイ発電公社との協働のもと、掘削のコス

ト削減および安定性を定量的に評価できる新しい唾炭掘削工法のモデル化および数値解析についての国際共同研究を進める。



タイ国北部メモ炭鉱の亜炭層



本学の学生より粘土薄層の採取中

4-3 TSUBAME 利用に関する調査

4-3-1 TSUBAME 利用に関する外為法上の問題に関する調査

学術国際交流部門 国際共同研究分野 関嶋政和

東京工業大学学術国際情報センターの TSUBAME は、輸出令第 8 項が定めるコンピュータのうち貨物等省令第 7 条 1 項三号の仕様に該当する貨物である。留学生・一時滞在研究者が TSUBAME を利用する際に注意すべき事柄を、経済産業省貿易協力局安全保障貿易検査官室（2009 年 9 月 7 日）と、文部科学省研究振興局情報課学術基盤整備室（2009 年 9 月 25 日）との議論を通じ、下記の取りまとめを行った。

- 外国為替令の別表の八項において、貨物等省令第 20 条 2 項九号～十二に述べられる「第 8 条第九号、第十号、第十二号又は第十三号のいずれかに該当する貨物の有する機能と同等の機能を有するプログラム又は当該機能のシミュレーションを行うことができるプログラム」を非居住者が扱う時、役務取引許可申請が必要
- 上記以外の、外国為替令の別表の他の項目に係る研究で無い場合は、非居住者でもスーパーコンピューターは利用可能であり、利用者マニュアルの提供も可能
- 公開されているマニュアルを提供しても、結果としては外為法違反にはならないが、それを公開することが外為法上妥当かどうかは議論が必要

これを踏まえた上で大規模なリソースを活用し、国際連携を推進することの重要性を確認した。今後、ネットワーク拠点の枠組みの中で TSUBAME を使用した国際共同研究をすでに実施している東工大が先導となっていくことが期待される。

5. イベント及び教育サービス活動

5-1 GSIC 主催 講演会及びセミナー

5-1-1 GSIC Lecture meeting 2009 No.01

タイトル： Japan - Italy Joint Program

in Computational Fluid Dynamics on TSUBAME

講師と講演題目：

Emanuela Colombo, Department of Energy, Politecnico di Milano, Professor,

“The Italian education system and how it applies to POLIMI”

“A short history of what happened in Italy from the nuclear side”

Fabio Inzoli, Department of Energy, Politecnico di Milano, Professor

“Application of CFD to nuclear reactor design: Protocol of Analysis for CFD Cycle Process in Engineering”

Elia Merzari, Tokyo Tech, JSPS Fellow Scientist,

“CFD as a tool to understand flow physics - what supercomputing can do?”

Takayuki Aoki, GSIC, Tokyo Tech, Professor,

“GPU accelerated CFD applications on TSUBAME supercomputer”

Marlon Arce Acuna, GSIC, Tokyo Tech, Graduate Student,

“Real-time Tsunami Simulation on Multi-node GPU Cluster”

日時： 2009年10月5日（月） 15:00 - 17:00

会場： 東工大 大岡山西8号館10階 情報系大会議室

主催： GSIC

共催： 原子炉工学研究所

司会： 二ノ方 壽

使用言語： 英語

実行委員会： 遠隔マルチメディア教育分野 & 原子炉工学研究所

関連部局： 国際部・国際事業課

開催主旨： Supercomputing による数値流体力学 (Computational Fluid Dynamics) が原子力分野の研究に及ぼすさまざまな可能性について、東工大との学生間交流が盛んなイタリア・ミラノ工科大学から迎えた教授2名を中心に、活発な議論を展開した。さらに、全学の学部・大学院学生を対象に、ミラノ工科大学の学生生活や教育研究システムについての紹介もおこなった。

5-1-2 GSIC セミナー 2009 No.01

タイトル： Open Resources and CC (Creative Commons) Japan

講師： 池貝直人氏 CC (Creative Commons) Japan 理事

渡辺智暁氏 CC (Creative Commons) Japan 理事

日 時 : 2009年11月13 (金) 17:20 - 19:00
会 場 : 東工大 大岡山西 8 号館 10 階 情報会大会議室
主 催 : GSIC
開会挨拶 : 伊澤達夫 理事・副学長 (研究担当)
司 会 : 馬越 庸恭
実行委員会 : 遠隔マルチメディア教育分野
開催主旨 : 情報社会/情報化社会 (Information Society) の著しい進展につれて、ネット (インターネット & イントラネット) に飛び交う無限大の情報量をどのように処理し、又、どのように活用するかについて、利益追求型の商業主義的行き方と Open 志向的運動とが並立しているが、21 世紀の中期的・長期的展望に立った場合、人類的 & グローバルな視点からみて Open の動向は非常に大きな意味合いを持つ。ただし、Open 志向であっても、コンテンツの IP (知的財産権) に関して、特に著作権者の何処まで利用されてもよいかという判断は優先されなければならない。それに関して優れた方式を打ち出しているのが CC(Creative Commons) のライセンス簡易付与方式である。

今後、Higher Education (高等教育) 全般に於いて、大学等がデジタル教育コンテンツを社会、また広く世界に向けて情報発信する機会は増える一方であるが、コンテンツ提供者がどのような利用のされ方を望むかについて最大公約数的に整理された CC(Creative Commons) の方式は、既に MIT OCW 等で積極的に採用されていることもあり、国際的に益々多くの国々で広まって行くと予想されている。

本シンポジウムは、CC (Creative Commons) Japan から理事おふたりを講師に招き、具体的事例に基づいて CC (Creative Commons) の基本的考え方と実際の処理方法について分かりやすく紹介して頂いた。

本学教職員学生諸子、並びに IP (知的財産権) 処理に関心を持たれる他大学関係者、及び社会一般の方々を対象として企画されたものである。

なお、TokyoTech OCW が打ち上げるコンテンツに関して、CC (Creative Commons) ライセンス導入を進める観点から、伊澤 (達夫) 理事・副学長 (研究担当) が深い関心を示され、開会の挨拶を引き受けられた。

5-1-3 GSIC セミナー 2009 No.02

タイトル : 世界の e ラーニング 最新の動向と将来像

講 師 : 山田恒夫 放送大学 教授

放送大学 ICT 活用・遠隔教育センター 国際連携部門 部門長
東京工業大学 GSIC (学術国際情報センター) 客員教授

日 時 : 2009年12月11(金) 17:20 - 19:00
会 場 : 東工大 大岡山西8号館 10階 情報系大会議室
主 催 : GSIC
司 会 : 馬越 庸恭

実行委員会 : 遠隔マルチメディア教育分野

開催主旨 : 日本で eラーニングの必要性が叫ばれるようになって10余年が経過し、その間、大学人の eラーニングについての認識も幾分か成熟し、今日 eラーニングは導入しさえすれば、たちまちにして予算と人員の削減が実現し、教育の効率化が進み、大学の教育コンテンツは新たなビジネスのシーズとなって大学の財政が潤う等々の幻想を抱く人はさすがに見当たらなくなってきた。

むしろ eラーニングは、初期投資とメンテナンスが予想以上に金食い虫で、eラーニングを教室での伝統的な face to face による教育の代替物とみなした場合は、同等の効果を挙げようとすれば、様々なバリアーが待ち構えていることも分かってきた。しかし、それでも大学は eラーニングを推進していかなければならない。それは何故か。そして〈21世紀〉の大学像は Globalization と Localization のせめぎ合いの中でどのように変化していくのか、或いは、行くべきなのか。長年に亘って世界中の eラーニング事情をトレースして来られた斯界の第一人者・山田(恒夫)放送大学教授を講師に招き、馬越庸恭(GSIC 遠隔・マルチメディア教育分野)の質問に答えて頂くという形式で存分に語って頂いた。

5-2 学術国際情報センター主催国際ワークショップ

GSIC 国際ワークショップ開催報告

「GSIC International Workshop on GPGPU Applications」

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

日時：2010年1月26日（火）13:30～17:00

場所：学術国際情報センター・情報棟 2F 会議室

参加者：35名（内、外国人 10名）

GPU の高いパフォーマンスに対する認識が広まり、GPGPU の様々な分野への学術利用、産業利用が検討されている。GPU コンピューティングの基本的な性質およびアプリケーションに関する先進的研究の議論を通して、現状の課題および今後の方向性を見出すことを目的として、GPU コンピューティング研究会主催の国際ワークショップを開催した。

青木尊之副センター長の開会挨拶の後、米国ボストン大学の Prof. Lorena Barba から「PetFMM--A dynamically load-balancing parallel fast multipole library」と題する基調講演があり、PETs ライブラリのフレームワークの中で GPU による高速多重極展開法 (FMM: Fast Multipole Method) のライブラリを開発していることが述べられた。N 体問題の発展的適用として FMM を高効率で計算でき、さらに並列版のライブラリである PetFMM における動的負荷分散の重要性が示された。また、開発の過程におけるチューニングの詳細が示され、非常に興味深い講演であった。英国ブリストル大学の Dr. Rio Yokota 氏からは、「Viewing the Fast Multipole Method as a Fast Poisson Solver」の講演があり、Poisson 方程式の解法に FMM を適用した場合には、GPU 上では疎行列解法より早い場合があることが報告された。Poisson 方程式の変形として値の大きく変化する係数が演算オペレータの内側にある場合にも適用できるかどうかとの質問があった。東京工業大学の Marlon Arce Acuna 氏からは、「Multi-GPU Computing and Scalability for Real-Time Tsunami Simulation」について発表があり、浅水波方程式を 90m 格子で 4096×8192 の領域に対して計算し、8 GPU を用いると 3 分以内で計算が終了することが述べられた。地震発生後に計算を開始させるリアルタイム津波シミュレーションが十分警報に役立つことが示された。同じく東京工業大学の Ali Cevahir 氏からは、「Parallel Conjugate Gradient Solver on Multi-GPU Clusters」と題して疎行列計算に対する CG (Conjugate Gradient) 法にハイパーグラフ分割法を用いることで、複数 GPU を用いたときでも十分高い並列性が得られることが述べられた。同じく東京工業大学の杉原健太氏からは、「Performances of higher-order advection schemes on multi-node GPU cluster」という題目で発表があり、高次精度スキームでは 3 次元移流方程式の計算が memory bound から compute intensive になり、GPU 計算とノード間通信をオーバーラップさせることにより、TSUBAME の 32GPU を用いて 5.3TFlops の実行性能が得られたことが報告された。

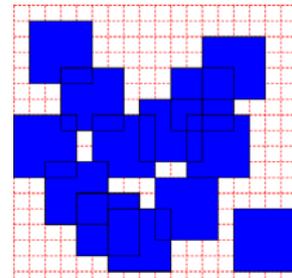
講演は英語で行われ、参加者 35 名（学外 16 名、学内 19 名）による終始活発な討論がなされた。

5-3 スーパーコンピューティングコンテスト

第 15 回スーパーコンピューティングコンテスト SuperCon2009

今年で 15 回目になる SuperCon2009 には 23 校 36 チームの応募があり、東京会場（東京工業大学）に 6 校 10 チーム、大阪会場（大阪大学）に 8 校 10 チームの計 20 チームが 8 月 3 日から 8 月 7 日まで開催された本選に参加した。

予選課題は、座標空間上に重なりを許すように配置された正方形の占める総面積を求めるものであった。昨年度に引き続き、問題の難易度に応じて 1～3 級までの「SuperCon」認定証を発行し、最大難易度である予選問題に合格し、プログラミングスキル 1 級に認定されたチームから本選出場チームを選抜した。



多区間和領域の面積

本選課題は、恒星写真探索問題と称し、空間内に存在する全ての星の座標と、いずれかの星から撮影された全天写真から、写真の撮影された星と撮影方向を算出するというものであった。なお、配点は星のみ正答で 1 点、星・方向が正答で 2 点である。4 セットの全天写真による勝ち抜き戦を行い、最終セットにおいて高得点を納めたチームを優勝とした。

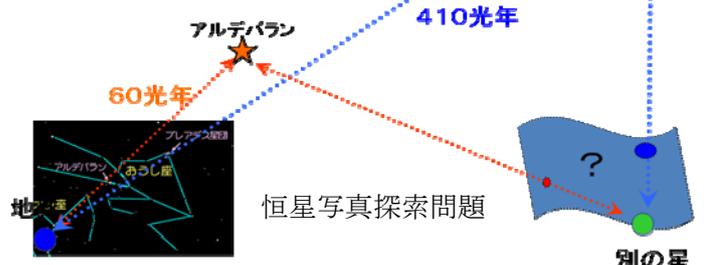
結果、筑波大学附属駒場高等学校のチーム ZATORIKU が最終セット 1911 点を獲得し優勝、2 位は同セットで 939 点であった筑波大附属駒場高等学校の potassio、3 位は第 3 セットで最上位であった八千代松陰高等学校の H5N1 となった。

	チーム名	学校名	最終セット/得点
1	ZATORIKU	筑波大学附属駒場高等学校	4/1911
2	potassio	筑波大学附属駒場高等学校	4/939
3	H5N1	八千代松陰高等学校	3/1988
4	newmens	関西大学第一高等学校	3/971

本年度 SuperCon では大阪大学サイバーメディアセンターの SX-9 を利用させていただいた。



星の配置(星座)は見る場所によって異なる
⇒ (星の座標がわかっているなら) 見える星の配置から自分の居場所がわかるはず!



5-4 講習会

【研究用計算機システム】

平成 21 年度前期講習会【大岡山地区】

1	ChemBioDraw	4月22日(水)
2	ChemBioOffice	4月22日(水)
3	UNIX 入門	4月23日(木)
4	AVS Express(流体編)	5月7日(木)
5	Ensignt 入門	5月11日(月)
6	Mathematica 入門(初級編)	5月12日(火)
7	GPU を用いた HPC : 基礎と応用	5月13日(水)
8	ABAQUS 入門	5月14日(木)
9	AMBER 入門	5月15日(金)
10	MOPAC 入門(SCIGRESS 入門)	5月18日(月)
11	Materials Explorer 入門	5月19日(火)
12	Discovery Studio 入門	5月22日(金)
13	IMSL 入門	5月25日(月)
14	Gaussian 入門	5月26日(火)
15	Nastran/ Patran 入門	5月27日(水)
16	Nastran/ Patran 入門	5月28日(木)
17	MATLAB 初級者向け	6月1日(月)
18	MATLAB Simulink 初級者向け	6月1日(月)
19	Materials Studio 入門	6月3日(水)
20	プログラミングチューニング(並列)	6月4日(木)
21	TSUBAME の Tesla を用いた GPGPU(CUDA)	6月11日(木)
22	LS-DYNA 講習会(座学)	7月2日(木)
23	LS-DYNA 講習会(実習)	7月3日(金)
24	GPU 用の FORTRAN/C コンパイラ(PGI)	7月8日(水)

平成 21 年度前期講習会【すずかけ台地区】

1	UNIX 入門	4月22日(水)
2	ChemBioOffice	4月23日(木)
3	ChemBioDraw	4月23日(木)

平成 21 年度後期講習会【大岡山地区】

1	UNIX 入門	10 月 1 日(木)
2	Ensignt 入門	10 月 5 日(月)
3	Mathematica 入門(初級編)	10 月 6 日(火)
4	プログラムチューニング(シングル)	10 月 7 日(水)
5	ABAQUS 入門	10 月 8 日(木)
6	AMBER 入門	10 月 9 日(金)
7	MOPAC 入門	10 月 13 日(火)
8	Molpro 入門	10 月 15 日(木)
9	Gaussian 入門	10 月 20 日(火)
10	Nastran/ Patran 入門	10 月 21 日(水)
11	Nastran/ Patran 入門	10 月 22 日(木)
12	MATLAB 基礎	10 月 26 日(月)
13	プログラムチューニング(並列)	10 月 29 日(木)
14	AVS Express(流体編)	11 月 5 日(木)
15	LS-DYNA 講習会(座学)	11 月 9 日(月)
16	LS-DYNA 講習会(実習)	11 月 10 日(火)
17	Materials Studio 入門	11 月 13 日(金)

平成 21 年度後期講習会【すずかけ台地区】

1	UNIX 入門	10 月 2 日(金)
---	---------	-------------

5-5 研究会

5-5-1 GPU コンピューティング研究会

研究会主査 青木 尊之

幹事 丸山 直也

パソコンの画像表示用に開発されてきた GPU(Graphics Processing Unit) を汎用計算に用いる試みが急速に広がっている。GPGPU (General-Purpose GPU) または GPU コンピューティングと呼ばれている。GPU の特徴は、CPU と比べると演算処理性能が高いだけでなくメモリバンド幅も数倍以上大きい。HPC のアプリケーションに対して、CPU の 1 コアと比べると数十倍以上の性能が得られることは珍しくない。また、単位消費電力当たりの演算性能が高いため、次世代のスパコンやエクサ・フロップスを視野に入れたスパコンでは、GPU をアクセラレータとして導入することがしばしば議論されている。

学術国際情報センターのスパコン TSUBAME に 2008 年 10 月、NVIDIA GPU である Tesla S1070 が 170 台 (680 GPU) 導入された。TSUBAME 2.0 はさらに GPU を強化したシステムに向かう予定である。しかし、GPU を用いて高い実行性能を得るには、並列計算に適した計算アルゴリズムを用い、CUDA 等でプログラムを大幅に書き換えなければならないなどの障壁もある。学術国際情報センターは GPU スパコンの先進的センターとして、GPU コンピューティングがこれからの HPC 分野において欠くことのできない存在になることを確信し、GPU コンピューティングの普及を目的とした GPU コンピューティング研究会を発足し、平成 21 年 9 月から活動を開始した。

研究会のメンバーには、東京工業大学の教職員・学生だけでなく、他大学、公的研究機関、民間企業の人でも誰でも自由に入会することができる。平成 22 年 3 月末の段階で、530 名の方に登録者して頂いている。平成 21 年度の活動として、CUDA の基礎的な講習会を 3 回実施した。

第 1 回 2009 年 9 月 28 日 (月)

参加者 約 50 名 (学術国際情報センター3 階第 1 実習室)

第 2 回 2009 年 10 月 28 日 (水)

参加者 約 50 名 (学術国際情報センター3 階第 1 実習室)

第 3 回 2009 年 11 月 25 日 (水)

参加者 約 90 名 (大岡山情報ネットワーク演習室 第 2 演習室)

また、平成 21 年 12 月に CUDA FORTRAN がリリースされ、一方、指示行の挿入だけで GPU を使って既存の FORTRAN コードをある程度高速化することができる PGI 社の FORTRAN コンパイラも Version 10.0 にアップされたため、これらに的を絞った講習会

第 4 回 2010 年 3 月 19 日 (金)

参加者 約 90 名 (大岡山情報ネットワーク演習室 第 2 演習室)

を開催した。どの講習会もアナウンスを開始してから 2~3 日以内に参加申し込みが定員に達し、GPU コンピューティングの注目の高さを強く感じた。また、GPU コンピューティング研究会主催の講演会を以下の通り 3 回開催した。

講演題目 : A comparison of different multigrid smoothers when multigrid is used as a preconditioner for the conjugate gradient method

講師 : Prof. Mark Sussman (Florida State University)

日時 : 2010 年 3 月 9 日 (火) 15:00~17:00

場所 : 学術国際情報センター・情報棟 2F 会議室

講演題目 : Overcoming the surface tension timestep constraint when computing solutions to incompressible two phase flow

講師 : Prof. Mark Sussman (Florida State University)

日時 : 2010 年 3 月 12 日 (金) 10:30~12:30

場所 : 学術国際情報センター・情報棟 2F 会議室

講演題目 : Numerical Algorithms on Multi-GPU Architectures

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

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

さらに、GPU コンピューティング研究会主催の国際ワークショップを 2010 年 1 月 26 日 (火) に開催し、学内外から多く方に参加者して頂いた。(→ 国際ワークショップのページ参照)

登録した会員の間では、メーリング・リスト (gpu-computing@sim.gsic.titech.ac.jp) による情報交換を行ったり、講習会・講演会の後の懇親会で交流を深めることも行われている。

GPU コンピューティングの普及を目指し、研究会主査の青木尊之と研究会幹事グループの額田彰が「はじめての CUDA プログラミング」(ISBN-10: 4777514773) を 2009 年 11 月に工学社から出版した。国内では初めて CUDA について書かれた書籍であったため、好評を得ている。

平成 22 年度は研究会会員からの事例紹介や研究発表などの機会を設けたり、様々な GPU コンピューティングの情報共有の場として行く予定である。

GPU コンピューティング研究会 URL: <http://gpu-computing.gsic.titech.ac.jp/>

6. 広報活動

6-1 マスコミ報道等

日本経済新聞：「未来の研究者を育て社会全体の科学リテラシー高める」
（スーパーコンピューティングコンテスト 2009 に関する記事）
【7/25/2009】

NNN ニュース リアルタイム 【2/3/2010】

6-2 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	3	蔵前工業会KKML オフ会	16	15	0
	6	Department of Computer Applications in Science and Engineering Barcelona Supercomputing Center	2	2	2
	7	HPCシステムズ(株)	3	3	2
	10	本学情報理工学研究科数理・計算科学専攻	40	0	0
	13	文部科学省研究振興局研究環境・産学連携課技術移転推進室 他	13	8	0
	15	本学理工学研究科・計算物理工学 講義受講者	30	0	0
	21	文部科学省研究振興局情報課学術基盤整備室長 他	4	2	0
5	18	大学院情報理工学研究科	7	3	0
6	5	ハルビン工業大学コンピュータ学院	5	3	1
	23	シェフィールド大学、文部科学省国際課	4	2	1
7	6	東京医科歯科大学	3	2	0
	17	本学情報科学科計算機システム受講生	30	0	0
	23	韓国 Kyonghee 大学 他	35	33	33
	27	インド情報技術大学ジャバルプル校 (IIITMD-J)、外務省	6	4	2
8	12	Year 1 Student Department of Information Systems City University of Hong Kong	12	5	5
	24	ハルビン工業大学機電工程学院長 他	25	22	22
9	15	Microsoft	6	6	2
10	7	韓国国防大学	7	4	4

	9	チュラロンコン大学長 他 、国際連携課職員随行	11	8	8
	9	パキスタン政府	6	4	4
	14	マレーシアの高校生 本学情報理工学研究科・情報環境学専攻	14	12	10
	22	駐日オマーン国大使館	4	2	2
	26	情報処理学会 計算機アーキテクチャ研究会 参加者 主に大学教員および学生、計算機関係の仕事に従事する技術者	50	40	5
11	11	評価・広報課、群馬県立前橋高校	65	62	3
	11	内蒙古工業大学	10	8	6
	25	情報理工学研究科数理・計算科学専攻	7	3	1
	26	コシツェ大学（スロバキア共和国）及び駐日スロバキア大使館	7	5	5
	27	School of Computer and Information Science University of South Australia	2	1	0
12	10	タイ国チェンマイ大学工学部	4	4	4
	24	Panasonic Europe Ltd.	3	2	2
	28	(株) 爆発研究所、白山工業	8	8	1
1	13	(株) スクウェア・エニックス	7	7	0
	14	高知県立高知高等学校と産学連携推進本部	16	15	0
	25	上海交通大学	4	2	2
	26	Boston University, Bristol University	10	10	2
	27	中国の主要大学	35	33	33
	28	講義 計算機アーキテクチャ特論 受講者	12	0	0
2	2	報道局 社会部文部科学省	2	2	0
	3	立教中学・高校	45	0	0
	12	朝日新聞	2	1	0

3	9	フロリダ州立大学	1	1	1
	15	SAGE（東京工業大学国際交流学生委員会）、無機材料工学科	15	6	6
	18	文部科学省研究振興局情報課	10	5	0
	18	マイクロソフト（株）、ソフトバンク BB（株）	5	0	0
	25	北京航空航天大学	14	11	11
		計 45 件	617	366	180

7 予算執行状況

1. 平成21年度法人運営費決算額

研究経費	49,041 千円
教育研究支援経費 (うち電子計算機賃借料)	1,347,085 千円 (607,710) 千円
一般管理費	220 千円
目的積立金	386,144 千円
合 計	1,782,490 千円

2. 外部資金受入状況

奨学寄付金	4 件	13,055 千円	
受託研究	4 件	81,016 千円	
民間等との共同研究	4 件	7,991 千円	
科学研究費補助金	特定領域研究	3 件	21,700 千円
	基盤研究 A	0 件	0 千円
	基盤研究 B	2 件	5,400 千円
	基盤研究 C	1 件	1,300 千円
	若手研究 A	1 件	8,300 千円
	若手研究 B	1 件	2,300 千円
	特別研究員奨励費	1 件	600 千円
産業技術研究助成事業費助成金	1 件	600 千円	
研究開発施設共用等促進費補助金	1 件	50,000 千円	
設備整備費補助金 無線LAN整備	1 件	50,295 千円	
合 計	24 件	242,557 千円	

8 研究活動報告

8-1 情報基盤部門

教授 伊東 利哉(情報流通分野)

価格設定問題に関する研究-

【研究の概要と成果】

個々の顧客が特定の商品群に購入予定価格を提示している状況を考える。商品供給者が、各商品の販売価格を設定した場合、顧客は購入希望商品群の販売価格の合計が購入希望金額を上回らない場合はその商品群を購入し、上回る場合は購入しないものとする。このとき、商品供給者は利益が最大となるように個々の商品の販売価格を決定する必要がある。商品の販売価格に関して、商品の原価を下回る販売価格を許さない場合を正価格モデル、商品の原価を下回る販売価格が許される場合を割引モデル、商品の原価を下回る販売価格が許されるが商品群全体での損失を許さない場合を非負割引モデルと呼ぶ。本研究では、非負割引モデルにおいて、最大購入希望金額と最小購入希望金額との比を r とした場合に、線状高速道路問題に対して $4(1 - \ln r)$ -近似アルゴリズムが存在し、また単一価格環状高速道路問題に対して 2.747 -近似アルゴリズムが存在することを示した。

キャンパス共通認証認可システム

【研究の概要と成果】

平成 18 年 4 月に運用を開始した本学のキャンパス共通認証見音化システムに関して、そのシステム構築の詳細と運用のための体制整備を招待論文の形でまとめた。

局所復号可能符号に関する研究

【研究の概要と成果】

古典的な誤り訂正符号は、設計距離以下の誤りを含む受信ベクトル全体を参照し、対応するメッセージベクトル全体を(一般には確率 1 で)復元する。これに対し局所的復号可能符号は、設計距離以下の誤りを含む受信ベクトルの数箇所を参照し、対応するメッセージベクトルの任意の単一シンボルを高い確率で復元する。これまでに、受信ベクトルを定数箇所参照する指数オーダーの符号語長を持つ局所的復号可能符号の構成法が知られていたが、最近 Efremenko は、受信ベクトルを定数箇所参照する劣指数オーダーの符号語長を持つ局所的復号可能符号の構成法を提案した。具体的には、異なる $r > 1$ 個の奇素数の積からなる合成数 m に対して、参照数が 2^r で符号長が $N(r)$ の局所的復号可能符号を構成した。ただし $N(r)$ は以下で与えられるものとする。

$$N(r) = \exp\left(n^{O((\log \log n / \log n)^{1-1/r})}\right)$$

さらに、参照数が3で符号長 $N(2)$ である局所復号可能符号が構成可能であることを示した。本論文では、局所的復号可能符号の合成定理として、以下の事実を示した。

- 異なる $s > 1$ 個の奇素数の積を m_1 ，異なる $t > 1$ 個の奇素数の積 m_2 とする。このとき $\gcd(m_1, m_2) = 1$ であるなら、参照数が 2^s で符号長が $N(s)$ の局所的復号可能符号 C_1 と参照数が 2^t で符号長が $N(t)$ の局所的復号可能符号 C_2 から参照数が 2^{st} で符号長が $N(st)$ の局所的復号可能符号 C が構成可能である

さらに既存の結果と合成定理から、以下の事実を導出した。

- (1) 異なる $r > 3$ 個の奇素数の積 m に対して、参照数が $3 \cdot 2^{r-2}$ で符号長が $N(r)$ の局所復号可能符号の構成可能である。
- (2) 異なる $r > 5$ 個の奇素数の積 m に対して、参照数が $9 \cdot 2^{r-4}$ で符号長が $N(r)$ の局所復号可能符号の構成可能である。

最適選好マッチングに関する研究

【研究の概要と成果】

多数の商品に対して、個々の顧客がその商品に対する優先順位をベクトル形式で提示する場合を考える。このとき、商品供給側は、顧客全体の満足度を最大化するように、個々の顧客に一つの商品を割り当てることが求められる。このような商品割り当てを最適選好マッチング (Popular Matching) と呼ぶ。顧客数を n ，商品数を m としたとき、個々の顧客がその選好度ベクトルを独立かつ無作為に提示する場合に、

- (1) もし $m < 1.42n$ であるなら、高い確率で最適選好マッチングが存在しない
- (2) もし $m > 1.42n$ であるなら、高い確率で最適選好マッチングが存在する

となることが示されている。そこで、本研究では、これを以下のように一般化した問題を考える。顧客がグループ A_1, A_2, \dots, A_k に分割されており、各グループ A_i は重み w_i が割り当てられているとする (ただし $w_1 > w_2 > \dots > w_k$)。このとき、 $k = 2$ のときに、各顧客がその選好度ベクトルを独立かつ無作為に提示する場合、

- (1) もし $m/n^{4/3} = o(1)$ であるなら、高い確率で最適選好マッチングが存在しない
- (2) もし $n^{4/3}/m = o(1)$ であるなら、高い確率で最適選好マッチングが存在する

【発表論文・学会発表等】

- 1) Ryoso Hamane, Toshiya Itoh, and Kouhei Tomita: Approximation Algorithms for the Highway Problem under the Coupon Model, IEICE Trans. on Fundamentals, Vol.E92-A, No.8, pp.1779-1786, 2009.
- 2) 飯田勝吉, 新里卓史, 伊東利哉, 渡辺治: キャンパス共通認証認可システムの構築と運用, 電子情報通信学会, Vol.J92-B, No.10, pp.1554-1565, 2009.
- 3) Toshiya Itoh and Yasuyuki Suzuki: Improved Constructions for Query-Efficient Locally Decodable Codes of Subexponential Length, IEICE Trans. on Inf. and Syst., Vol.E93-D, No.2, pp.263-270, 2010.
- 4) Toshiya Itoh and Osamu Watanabe: Weighted Random Popular Matchings, to appear in Random Structures and Algorithms, 2010.

教授 横田治夫(情報蓄積・活用分野)

学術コンテンツ検索に関する研究

【研究の概要と成果】

大学内に散在する教育や研究に関する様々な学術コンテンツを蓄積し、検索するための機能の提供に関して研究を行っている。その一環として、講義・講演用プレゼンテーション資料（スライド）と講義・講演の様子を録画したビデオを同期させて蓄積した講義・講演コンテンツに対する検索を行うシステムの研究開発を行ってきた。また、研究に関する論文や特許に対する検索機能の検討も行い、学内の機関研究リポジトリである T2R2 の検索機能等に活かしている。

講義コンテンツでは、長時間にわたる講義を最初から最後まで見る前に、詳細に見る講義を絞り込むために講義の要点を概観できるように、講義コンテンツを要約するための手法に関して検討し、実際に実験システムを試作し、評価を行っている。平成 21 年度は、複数の講演コンテンツを蓄積した講演アーカイブスからキーワードに関連する講演コンテンツを、指定した時間内に収まるダイジェストとして提供する機能に関して研究を引き続き行った。特に、単にキーワードのみを重視すると、文字情報が主となるスライドのみを含むダイジェストとなるため、よりダイジェストとして興味を引く、多数の色を使った図やアニメーションを用いて説明しているスライドを重視してダイジェストを作成する手法に関して検討を行い、実際に適用して評価を行った。

蓄積された論文や特許の検索においては、他の論文等への参照情報を有効に利用することによって、関連する論文等を検索することが可能となる。しかし、機関リポジトリ内に蓄積された論文情報だけでは、参照情報が十分でないため、外部の情報源を用いて参照関係を抽出し、関連する論文を抽出するための効率化手法を提案し、その評価を行った。

アクセスログに基づくファイル検索に関する研究

【研究の概要と成果】

近年、情報環境の整備に伴い、個人や組織の持つファイルが爆発的に増加しているが、その中から必要なファイルを見つけ出すことは容易ではない。一般のオペレーティングシステムでは、階層的なファイルディレクトリ構造を提供しているが、複数の利用者による共通の認識に基づく概念的な階層構造の提供は難しく、個人であっても時間とともに概念階層が変化したり、忘却したりして、必要とするファイルのディレクトリにはなかなか到達できない。このために、デスクトップサーチツールが提供されるようになってきたが、キーワードを含まないファイルを検索する場合や的確なキーワードを思い出せない場合には検索結果は満足できるものではない。

これまでに、個人の作業においてファイルの使用時に同時に開かれていた他のファイルとオーバーラップ情報から関連度を算出して、関連するファイルを検索する手法を提案し、

実験システムを試作して評価を行ってきた。平成 21 年度は、関連するファイルの検索の精度を高めるため、開かれた時間のオーバーラップ情報だけでなく、ある一定期間にアクセスされたファイルの頻度情報を基に関連度を計算する手法を提案し、実際のアクセスログに対して適用して、精度が向上することを示した。

効率的な大容量データ管理に関する研究

【研究の概要と成果】

情報化社会に必要な不可欠となる高信頼で高性能な大容量の情報ストレージシステムを対象に、効率的なデータ管理に関する研究を行っている。大容量化に伴う管理コストを低減するため、ストレージ装置自体をインテリジェント化して、クライアントでなくストレージシステムにおいて耐故障処理、リカバリ処理、負荷分散処理等を自律的に行うアプローチをとり、その実現のための様々な手法の提案を行ってきた。

本研究テーマは、平成 14 年度から東京工業大学イノベーション研究推進体に承認されて研究を行い、平成 15 年度からは独立行政法人科学技術振興機構（JST）の戦略的創造研究推進事業 CREST タイプ「情報社会を支える新しい高性能情報処理技術」研究領域の研究課題「ディペンダブルで高性能な先進ストレージシステム」としても採択された。CREST のプロジェクトは平成 20 年度末（21 年 3 月）をもって終了したが、今後も継続的に研究を行っていく予定である。

平成 21 年度の主たる成果としては、これまで行ってきたストレージにおけるセキュリティ確保の手法の研究をさらに発展させると同時に、現在注目されるクラウド環境におけるストレージ管理の一つとして、信頼性を向上させるためのプライマリ・バックアップ構成を有効利用して、ストレージシステム全体の電力使用量を削減する手法を提案して、その評価を行った。

これらの研究成果に関連して、情報処理学会からフェローの称号を受けると同時に、シンガポール科学技術庁の A*STAR や、タイ国 King Mongkut 大 Ladkrabang 校等に招かれ、講演を行った。

XMLの蓄積と検索に関する研究

【研究の概要と成果】

各種情報の記述形式として XML が普及してきたことにより、XML で記述・蓄積されるデータ量も巨大化している。このため、効率のよい XML の蓄積と検索手法が求められている。これまで、XML で記述された半構造データへのアクセスとして、XML のノードへのラベリング手法を提案すると同時に、従来文書検索に用いられていたスーパーインポーズドコードによる XML 検索用の索引手法を提案してきた。また、異なる XML 文書の統合や更新部分の判定のために、類似 XML 部分木を効率よく検出する手法に関しても研究を進展させてきた。さらに、XML に対する細かい処理を知らなくても必要な部分情報を抽出する XML キーワード検索に関する研究も行ってきた。

平成 21 年度の成果として、XML キーワード検索において、より適切な部分木を出力するために、VLCA (Valuable Lowest Common Ancestor) を効率よく検索する手法についてさらに研究を進め、効率化を図った。VLCA は、キーワードを含む葉ノードから全キーワードの共通の親に至るパス上に同一のタグ名が存在しないことを判定する必要がある。実際の XML 文書中のタグの種類がそれほど多くないことに着目し、タグの種類ごとに bit を割り当てることで高速に VLCA を判定するアプローチにおいて、情報格納手法を工夫することでさらに性能を向上する手法を提案し、従来手法と比較して効果を確認した。

【発表論文・学会発表等】

- 1) Xiaofang Zhou, Haruo Yokota, Ke Deng, Qing Liu, "Database Systems for Advanced Applications (DASFAA 2009)", Springer Lecture Note in Computer Science (LNCS), Springer, Vol. 5463, 2009.4.
- 2) 小田切健一, 渡辺陽介, 横田治夫, 「ユーザ作業を反映する仮想ディレクトリ生成のためのアクセス履歴解析手法」, 情報処理学会, 情報処理学会研究報告, Vol. 2009-DBS-148, No. 4, pp. 1-8, 2009.7.
- 3) Wenxin Liang, Akihiro Takahashi, Haruo Yokota, "A Low-Storage-Consumption XML Labeling Method for Efficient Structural Information Extraction", Database and Expert Systems Applications of LNCS (Proc. of DEXA2009), Springer Berlin / Heidelberg, 2009.9.
- 4) 岡本 拓明, 横田 治夫, 「複数属性に着目したアクセス履歴からのページ推薦手法」, 情報処理学会, Web DB フォーラム 2009 論文集, 2009.11.
- 5) 呉 怡, 渡辺 陽介, 横田 治夫, 「キーワードに関連する複数講演コンテンツのダイジェスト自動生成」, 情報処理学会, Web DB フォーラム, ポスター, 2009.11.
- 6) Kazuki Takayama, Haruo Yokota, "Performance and Reliability of a Revocation Method Utilizing Encrypted Backup Data", Proc. of IEEE Pacific Rim International Symposium on Dependable Computing 2009, IEEE, pp. 151-158, 2009.12.
- 7) 近藤直樹, 渡辺陽介, 横田治夫, 「Wikipedia のセクションを考慮したリンク解析による関連項目検索の実現」, DEIM Forum 2010, A5-2, 2010.3.
- 8) 小林径, 横田治夫, 「タグ名をビットマップ化した索引による効率的な Valuable LCA 探索手法」, DEIM Forum 2010, C8-3, 2010.3.
- 9) 周 清楠, 渡辺陽介, 勝山 裕, 直井 聡, 横田治夫, 「テロップと Web 情報を用いた語学番組シーン検索システム」, DEIM Forum 2010, D4-2, 2010.3.
- 10) 呉怡, 渡辺陽介, 横田治夫, 「講演コンテンツにおける視覚的効果に基づくダイジェストの自動生成」, DEIM Forum 2010 D4-3, 2010.3.

- 11) 引田諭之, 横田治夫, 「プライマリ・バックアップ構成を有効利用したストレージシステムの省電力化手法の提案」, DEIM Forum 2010 E6-4, 2010. 3.
- 12) NGUYEN MANH CUONG, 渡辺陽介, 横田治夫, 「機関リポジトリと外部情報源を連携した関連論文探索の実現」, DEIM Forum 2010, F7-1, 2010. 3.
- 13) 小田切健一, 渡辺陽介, 横田治夫, 「頻出ファイル集合のアクセス時間を考慮した仮想ディレクトリ生成手法」, DEIM Forum 2010, F9-2, 2010. 3.
- 14) 引田諭之, 横田治夫, 「プライマリ・バックアップ構成を有効利用したストレージシステムの省電力効果見積」, 情報処理学会, 全国大会, 2010. 3.
- 15) NGUYEN MANH CUONG, 渡辺 陽介, 横田 治夫, 「機関リポジトリと外部情報源を連携した関連論文探索手法」, 情報処理学会, 全国大会, 2010. 3.
- 16) 周 清楠, 渡辺 陽介, 勝山 裕, 直井 聡, 横田治夫, 「語学番組検索システムにおけるシーン区切り検出手法」, 情報処理学会, 全国大会, 2010. 3.
- 17) 呉怡, 渡辺陽介, 横田治夫, 「複数講演コンテンツのダイジェスト自動生成のためのシーン重要度算出手法の評価」, 情報処理学会, 全国大会, 2010. 3.
- 18) 小田切 健一, 渡辺 陽介, 横田 治夫「アクセスログ解析を用いて同一作業で使用されたファイル群を発見する手法の提案」, 情報処理学会, 全国大会, 2010. 3.
- 19) 近藤 直樹, 渡辺 陽介, 横田 治夫, 「Wikipedia のセクションを考慮したリンク解析による関連項目検索手法の提案」, 情報処理学会, 全国大会, 2010. 3.
- 20) 高山一樹, 横田 治夫, 「暗号化データ格納ストレージにおける性能とセキュリティの両立」, 電子情報通信学会, 和文論文誌 D, J93-D, 3, 241-252, 2010. 3.

准教授 飯田 勝吉 (情報流通分野)

キャンパス共通認証認可システムの構築と運用に関する研究

【研究の概要と成果】

大学内で多くのアプリケーションで認証が必要となり、運用管理制、セキュリティ、利便性などの観点からキャンパスで共通の認証認可システムが必要となった。

そこで本研究では、東京工業大学におけるキャンパス共通認証認可システムの要求仕様をまとめた。その後、同システム的设计、構築、運用の各段階によって明らかとなった知見を紹介した。

P2P ファイル共有におけるレピュテーション方式に関する研究

【研究の概要と成果】

インターネットの P2P ソフトウェアの利用状況において、著作権侵害、ウィルス、利用を妨げるジャンクコンテンツなどの不正コンテンツの流通の抑制が重要である。インターネットは中央集権的なコンテンツの管理が難しいため、不正コンテンツの流通抑制のためにレピュテーション方式と呼ばれる各利用者が利用者やコンテンツなどを相互に評価し、累積された評価値をもとに不正な利用者やコンテンツを排除する方式が重要である。P2P ファイル共有の中でもピア中継型 P2P ファイル共有と呼ばれる方式では、従来のレピュテーション方式では不正コンテンツの適切な排除が難しい。

そこで、コンテンツとピア（利用者）の双方にレピュテーションによる評価値をつけ、それぞれが互いに相互作用する方式を提案した。同方式をシミュレーションによって評価し、その基本性能と適応領域を明らかにした。

次世代インターネットにおける相対的帯域割り当てに関する研究

【研究の概要と成果】

インターネットのインフラとしての価値が上昇するに伴い、そこに流れるトラフィック量が急激に増加している。一方、現在のインターネットのルータは、輻輳時にパケットを棄却するという簡単な制御だけを行い、輻輳制御のほとんどの機能を末端の端末に依存している。そのため、次世代インターネットでは、ルータが提供する機能を増加させることで、効率的な輻輳制御をおこなうことが期待されている。そのような輻輳制御の方式として、eXplicit Control Protocol (XCP)がある。

しかし、XCP は帯域資源割り当てを行う際に収束時間が長いという問題がある。そこで、収束時間を短くするための改良方式を提案した。シミュレーションによる評価により、その基本性能と適応領域を明らかにした。

【発表論文・学会発表等】

- 1) 飯田勝吉：「オブジェクトトランスポートのための超高速ネットワークに適したネットワークアーキテクチャの研究開発」、電子情報通信学会・新世代ネットワーク研究会、2009年5月。
- 2) 飯田勝吉、新里卓史、伊東利哉、渡辺治：「キャンパス共通認証認可システムの構築と運用」、電子情報通信学会・論文誌, Vol. J92-B, No. 10, pp. 1554-1565, 2009年10月。
- 3) 飯田勝吉：「招待講演：キャンパスネットワークの運用と管理の最前線」、電子情報通信学会・第7回 QoS ワークショップ、2009年11月。
- 4) 堀内岳志、益井賢次、飯田勝吉：「複数端末環境における通信中の端末の遮断に対応するセッションマイグレーション方式に関する一検討」、電子情報通信学会・技術研究報告, vol. 109, no. 438, IA2009-97, pp. 31-36, 2010年3月。
- 5) 楠畑勝彦、益井賢次、飯田勝吉：「通信回線の品質が仮想マシンのライブマイグレーションの品質に与える影響の調査」、電子情報通信学会・技術研究報告, vol. 109, no. 438, IA2009-98, pp. 37-41, 2010年3月。
- 6) 友石正彦、益井賢次、飯田勝吉：「仮想ネットワーク技術を用いたキャンパスネットワークの設計と構築」、電子情報通信学会・技術研究報告, vol. 109, no. 438, IA2009-112, pp. 207-212, 2010年3月。
- 7) 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ハンドオーバー時の品質向上に関する一検討」、電子情報通信学会・技術研究報告, vol. 109, no. 448, NS2009-172, pp. 61-66, 2010年3月。
- 8) Le Hieu Hanh, Kenji Masui, and Katsuyoshi Iida, “A relative bandwidth allocation method achieving fast convergence time in XCP,” *IEICE Tech. Rep.*, vol. 109, no. 448, NS2009-235, pp. 409-414, Mar. 2010.
- 9) 飯田勝吉、野本義弘：「ウェブシングルサインオン認証と無線 LAN 認証の連携に関する研究」、電子情報通信学会・2010 総合大会、BS-7-4, CDROM, 2010年3月。
- 10) Akira Tanaka, Kenji Masui, and Katsuyoshi Iida, “A Content and Peer Reputation Method for Suppressing Harmful Content in Relay-Transfer P2P File Sharing,” *Proc. IARIA 6th Intn'l Conference on Networking and Services (ICNS2010)*, ICNS13-1, CDROM, Mar. 2010

特任准教授 友石 正彦(情報流通分野)

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

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して、拠点間の高速度データ転送をサポートするアプライアンスを定義した：

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

このプロジェクトは NAREGI の直接の後継ではなく、NAREGI ミドルウェアのオープンコミュニティによる開発についても別途活動を行っている。

仮想ネットワーク技術を用いたキャンパスネットワークの設計と構築

2010 年3 月導入予定のキャンパスネットワークTitanet3 の導入の事例を紹介した。設計要求 (信頼性、先進性、運用管理性) を満たすために、どのようなネットワークの設計を行ったかを述べ、さらに、2010年2月1日時点での構築状況について延べた。Titanet3 では 仮想ネットワーク技術を利用する予定であるが、これらを設計および実際に導入した経験に基づき、一般的にキャンパスネットワークにおいて仮想ネットワーク技術を利用することの利点を整理し、他の高等教育機関等におけるキャンパスネットワークのリプレイス担当者に対し情報の提供を行った。

また、同様の機器を導入したサイト関係者と、導入、および、運用における同一機器についての具体的な困難、および、そのトラブルシューティングについて情報交換を行い、具体的ないくつかの知見を得た。

[1] RENKEI (REsource liNKage for E-scIence) プロジェクトにおける PoP の展開配備, 東田 学, 松岡 聡, 友石 正彦, 實本 英之, 滝澤 真一郎, 広帯域ネットワーク利用に関するワークショップ ADVNET 2009, 2009 年 6 月 30 日, 東京大学

[2] 友石 正彦, 益井 賢次, 飯田 勝吉, “仮想ネットワーク技術を用いたキャンパスネットワークの設計と構築,” 信学技報, vol. 109, no. 438, IA2009-112, pp. 207-212, 2010 年 3 月.

助教 渡辺 陽介(情報蓄積・活用分野)

アクセスログに基づく仮想ディレクトリの提示に関する研究

【研究の概要と成果】

PC上で扱うファイル数が爆発的に増加し、ディレクトリ構造による管理や、デスクトップ検索による検索だけでは、「以前の作業に用いたファイルの集合を探したい」といった要求に対応することが難しくなっている。本研究では、ファイルアクセスの時間的共起関係に基づいてファイル間の関連度を算出し、関連度の高いグループを仮想フォルダとして利用者へ提供するシステムを開発した。本年度は特に頻出集合マイニングを用いてグループを生成する手法を新たに検討し、昨年度よりも精度の改善も行った。

マルチメディアコンテンツに対する検索およびダイジェスト生成に関する研究

【研究の概要と成果】

テレビ番組データや講義講演のビデオデータなど、マルチメディアコンテンツが増加してきており、限られた時間の中で利用者が見たいコンテンツを閲覧できるようにするための検索技術・ダイジェスト生成技術が重要となっている。本研究では、テレビの語学学習番組データを対象にしたフレーズ検索システムと、複数の講義講演コンテンツを対象としたダイジェスト生成システムを開発した。語学学習番組のフレーズ検索では、テロップ認識技術をもちいて検索フレーズが出現するシーンを探す。テロップの出現時間の情報を用いることで、シーンの区切りの検出手法や、各シーンが会話シーンか解説シーンかを判定する手法を実現した。講義講演コンテンツのダイジェスト生成では、プレゼンテーション資料の文字情報に基づいて重要な単語を含むシーンを抽出する手法と、資料中の配色やアニメーションに基づいて視覚的に興味をひきやすいシーンを抽出する手法を提案し、被験者実験で評価を行った。

機関リポジトリと外部情報源を連携した関連論文探索に関する研究

【研究の概要と成果】

大学、研究機関において、論文等を管理する機関リポジトリが増えており、機関リポジトリ内で関連論文の探索についての要求が出てきている。本研究では、東京工業大学の機関リポジトリ T2R2 における関連論文探索を実現した。T2R2 自身は内部で論文間の参照・被参照の情報を保持していないため、CiNii、Google Scholar などの外部情報源と連携して、論文探索を効率的に行う方式について検討し、プロトタイプシステムを実装した。

百科事典サイトのセクション構造を考慮した関連項目検索手法に関する研究

【研究の概要と成果】

Wikipedia などの百科事典サイトにおいて、ある項目の関連項目を知りたいという要求は多

い。しかし、記述内容が多岐にわたる項目の場合には、リンクされた項目数が多いため、利用者の意図に合わない関連項目も多く提示されることになってしまう。本研究では、特定の内容に絞り込んで関連項目を探索できるようにするため、各項目が内容ごとにセクション分けされていることに着目し、セクション単位でのリンク解析を行うことで、よりきめ細かい関連項目の探索を実現した。

【発表論文・学会発表等】

1. 大喜恒甫, 渡辺陽介, 北川博之, 川島英之, 「対象情報源を動的に選択可能なストリーム処理機能の実装と評価」 情報処理学会論文誌: データベース, Vol. 2, No. 3, pp. 1-17, 2009年9月.
2. Yousuke Watanabe, Hiroyuki Kitagawa, "Query Result Caching for Multiple Event-driven Continuous Queries" Elsevier, Information Systems, Vol. 35, No. 1, pp. 91-110, January 2010.
3. 小田切健一, 渡辺陽介, 横田治夫, 「ユーザ作業を反映する仮想ディレクトリ生成のためのアクセス履歴解析手法」 情報処理学会研究報告, Vol. 2009-DBS-148, No. 4, pp. 1-8, 2009年7月.
4. 呉怡, 渡辺陽介, 横田治夫, 「キーワードに関連する複数講演コンテンツのダイジェスト自動生成」 WebDB Forum 2009, 2009年11月.
5. 近藤直樹, 渡辺陽介, 横田治夫, 「Wikipediaのセクションを考慮したリンク解析による関連項目検索の実現」 DEIM Forum 2010, A5-2, 2010年3月.
6. 呉怡, 渡辺陽介, 横田治夫, 「講演コンテンツにおける視覚的効果に基づくダイジェストの自動生成」 DEIM Forum 2010, D4-3, 2010年3月.
7. 周清楠, 渡辺陽介, 勝山裕, 直井聡, 横田治夫, 「テロップと Web 情報を用いた語学番組シーン検索システム」 DEIM Forum 2010, D4-2, 2010年3月.
8. NGUYEN MANH CUONG, 渡辺陽介, 横田治夫, 「機関リポジトリと外部情報源を連携した関連論文探索の実現」 DEIM Forum 2010, F7-1, 2010年3月.
9. 小田切健一, 渡辺陽介, 横田治夫, 「頻出ファイル集合のアクセス時間を考慮した仮想ディレクトリ生成手法」 DEIM Forum 2010, F9-2, 2010年3月.
10. 小田切健一, 渡辺陽介, 横田治夫, 「アクセスログ解析を用いて同一作業で使用されたファイル群を発見する手法の提案」 情報処理学会創立 50 周年記念(第 72 回)全国大会, 2010年3月.
11. 周清楠, 渡辺陽介, 勝山裕, 直井聡, 横田治夫, 「語学番組検索システムにおけるシーン区切り検出手法」 情報処理学会創立 50 周年記念(第 72 回)全国大会, 2010年3月.
12. 呉怡, 渡辺陽介, 横田治夫, 「複数講演コンテンツのダイジェスト自動生成のためのシーン重要度算出手法の評価」 情報処理学会創立 50 周年記念(第 72 回)全国大会, 2010年3月.
13. NGUYEN MANH CUONG, 渡辺陽介, 横田治夫, 「機関リポジトリと外部情報源を連携した関連論文探索手法」 情報処理学会創立 50 周年記念(第 72 回)全国大会, 2010年3月.
14. 近藤直樹, 渡辺陽介, 横田治夫, 「Wikipediaのセクションを考慮したリンク解析による関連項目検索手法の提案」 情報処理学会創立 50 周年記念(第 72 回)全国大会, 2010年3月.

客員教授 直井 聡

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】

ブロードバンドの本格的な時代を迎え、PC、携帯のメモリ・ディスク容量が格段に増加し、蓄積した映像コンテンツの高度な検索機能がより重要になってきている。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に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、その活用に適した新しい応用を考案し、実験による検討を行った。具体的に考案した応用は、“TV映像コンテンツからの語学会話シーン検索”である。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。以下、もう少し詳述する。

まず、背景について述べると、語学能力向上に語学学習サイトを利用する機会が増加しているが、フレーズそのものの文字列や音声しか扱えず、会話の前後関係や雰囲気把握しながら学習できない状況にある。また、テレビの語学番組を録画して学習しているケースもあるが、大量データから学習したい会話シーンを検索するのに時間を要する。このような背景で語学会話シーン検索を考案したが、その手法は、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。1)と2)のテロップ認識と修正については、これまでの私どもの研究成果も利用し、関連するWeb情報を見つけて修正する方法をとった。さらに新たに検索エンジンのヒット数を用いてテロップ認識で発生した意味不明の文字列を除く工夫をした。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、会話シーン内の全てのテロップ出現時間が短く、複数のテロップが存在する特徴に着目して会話シーンと解説シーンを区別した。2009年から2010年1月に放映された英語番組25本のテストデータに対して実験を行い、会話シーンの適合率を評価して本手法の有効性を確認した。今後、提案手法のさらなる精度向上が必要になるが、テロップの初期認識率の向上はもちろんのこと、クローズドキャプションや音声・画像の情報活用も必要になると考えられる。

【発表論文・学会発表等】

- 1)周 清楠, 渡辺 陽介, 勝山 裕, 直井 聡, 横田治夫,「語学番組検索システムにおけるシーン区切り検出手法」情報処理学会, 情報処理学会全国大会, 2010.3.

- 2)周 清楠, 渡辺陽介, 勝山 裕, 直井 聡, 横田治夫, 「テロップと **Web** 情報を用いた
語学番組シーン検索システム」**DEIM Forum 2010, D4-2, 2010.3.** (優秀インタラク
ティブ賞と学生奨励賞)

特任助教 益井 賢次

インターネットにおける大規模分散トポロジ探索システムの構築

【研究の概要と成果】

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。その一環として、複数計測ノードでの効率的な IP トポロジ探索手法として注目されている Doubletree をベースにしたトポロジ探索システム DTS を構築した。DTS を動作させることで Doubletree が実ネットワーク環境においてトポロジ探索回数をおよそ半減しうる能力があることを確認し、かつ DTS は計測ノードの故障の際も継続動作可能であることから、広域トポロジ探索システムとしての DTS の優位性が示された。またノードの自律動作を支援する目的で、IP トポロジのようなグラフ構造の情報よりさらに取扱いが容易な数値情報等から IP トポロジの特性を抽出・推定する手法について、研究を進めている。

実運用に即した持続的発展可能なキャンパスネットワーク管理技術の研究

【研究の概要と成果】

より高機能化・複雑化しつつあるキャンパスネットワークにおいて、限られた人的リソースの元でその運用管理を持続的に発展させていくことは、多くの組織にとっての共通の課題である。ネットワーク機器に搭載される機能やそれらを実現するためのネットワークプロトコルは、机上の検討の段階でその有用性について同意が得られたとしても、実運用の現場で同様の同意が得られるとは限らない。人的リソースという制約条件の元、対象となる機能を用いたネットワーク構築・維持作業の工数とそれにより得られる対価の均衡点を探りつつ、現場の運用は続けられる。

このような課題に取り組むべく、自身の大学キャンパスネットワークの運用経験もあわせ、今後のキャンパスネットワークに必要とされる機能とその問題点の洗い出し、解決策の提示、ならびに機能やサービス形態のモデル化を行っている。特にネットワーク資源の仮想化というテーマのもと、その運用管理におけるコストおよび問題点の分析と、解決策の検討を行った。

【発表論文・学会発表等】

- 1) Kenji Masui and Benoit Donnet, "DTS: a Decentralized Tracing System." In Proceedings of the 1st International Workshop on Traffic Monitoring and Analysis (TMA'09), May 2009.
- 2) 堀内岳志, 益井賢次, 飯田勝吉. 複数端末環境における通信中の端末の遮断に対応するセッションマイグレーション方式に関する一検討. 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 109, No. 438, IA2009-97, pp. 31-46, 2010年3月.

- 3) 楠畑勝彦, 益井賢次, 飯田勝吉. 通信回線の品質が仮想マシンのライブマイグレーションの品質に与える影響の調査. 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 109, No. 438, IA2009-98, pp. 37–41, 2010年3月.
- 4) 友石正彦, 益井賢次, 飯田勝吉. 仮想ネットワーク技術を用いたキャンパスネットワークの設計と構築. 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 109, No. 438, IA2009-112, pp. 207–212, 2010年3月.
- 5) 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ハンドオーバー時の品質向上に関する一検討. 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 109, No. 448, IA2009-172, pp. 61–66, 2010年3月.
- 6) Hieu Hanh Le, Kenji Masui, and Katsuyoshi Iida, “A relative bandwidth allocation method achieving fast convergence time in XCP.” In Technical Report of IEICE, Vol. 109, No. 448, NS2009-235, pp. 409–414, March 2010.
- 7) Akira Tanaka, Kenji Masui, and Katsuyoshi Iida, “A Content and Peer Reputation Method for Suppressing Harmful Content in Relay-Transfer P2P File Sharing.” In Proceedings of the Sixth International Conference on Networking and Services (ICNS 2010), March 2010.

8-2 研究・教育基盤部門

教授 青木 尊之(問題解決支援環境分野)

【研究の概要と成果】

GPU を用いたフェーズフィールド・モデルによる樹枝状凝固成長の高速計算

材料工学の分野ではメソスケールで材料組成を解析するフェーズフィールド・モデルが注目されている。純金属の樹枝状凝固成長の問題に適用し、計算量の多い Allen-Cahn 方程式の計算の GPU による高速化を試みた。CPU では長時間の計算を要するため 2 次元計算が一般的であるが、GPU を用いることで 3 次元凝固成長の解析が可能になった。単一 GPU では、GPU の Streaming Multiprocessor 当たり 16kB の高速な Shared memory を Software Managed Cache として有効に使い、170GFlops の実行性能 (CPU の 1 コアの 100 倍以上の性能) を得た。さらに、複数 GPU を用いて大規模な計算を行うために、領域分割法を用いて各 GPU に計算領域を割り当て均等な負荷分散を行った。領域の境界格子点の値を計算して時間更新するには隣接格子点の情報が必要であり、各 GPU ボードの VRAM のデータ交換が必要になる。GPU 間の直接通信が行えないため、CPU のメモリ上にバッファ領域を設定し、VRAM→CPU Buffer Copy : MPI 通信 : CPU Buffer → VRAM Copy の 3 段階通信が必要になり、この GPU 間通信が GPU での計算と同程度の時間がかかる。そこで、GPU の計算と GPU 間通信をオーバーラップさせることにより通信時間を隠ぺいし、TSUBAME の 60GPU を用いて 10TFlops の実行性能を達成した。これは TSUBAME の 10000CPU コアを使うより高い性能である。

格子ボルツマン法の大規模 GPU 計算

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て位相空間でボルツマン方程式を解く手法であり、計算アルゴリズムが簡易であるため早くから GPU 計算が行われている。位相空間の 1 自由度に対して Particle を仮定し、1 時間ステップ内では Particle が次の格子点に移動する Streaming Step と、BGK 衝突項を計算する Collision Step から成る。どちらも GPU の Shared memory が役に立たず、計算は演算よりメモリ・アクセスが圧倒的に支配的と言える。空間方向を D3Q19 にとり、流れの中に球を置き、背後に生じる乱れた流れの計算を行った。乱流モデルを導入せず、高いレイノルズ数の流れを計算するために、 $2000 \times 1000 \times 1000$ という空間格子に対して複数 GPU で計算を行い、TSUBAME 1.2 において Strong Scaling を検証した。1 次元的に領域分割を行うと、分割数に寄らず通信時間が一定であり、分割数を増やして行くと各領域に対する GPU の計算はほぼ反比例して短くなるため、GPU 間の通信時間の方が計算時間より長くなってしまう。計算と通信のオーバーラップを導入しても、僅かしか改善しないことが明らかになった。そこで、2 次元領域分割および 3 次元領域分割を行い、GPU 間通信のデータ量を削減することで大きな性能改善を行うことができた。依然として理想的な Strong Scaling から離れているが、Weak Scaling はほぼ達成できることを示した。

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

流体现象の殆どは少し流速が高くなると乱流に遷移してしまい、実用的な流体計算を行うためには LES(Large Eddy Simulation) を行う必要がある。LES 計算では対流項の離散化精度は 4 次精度以上が必要となるが、差分法において 4 次精度以上の離散化を行うには左右 2 点ずつのステンシルを参照するため、物体境界があるばあいには境界の内部の値を参照する必要があり、複雑形状に対しては 2 次精度の離散化を用いて流れ場を解く場合が多い。それに対して保存型 IDO 法では、点の値と積分平均値など二種類の物理量を定義する事で、左右 1 セルの参照で対流項では 4 次の離散化精度となり、境界での取り扱いが 2 次精度の差分法と同じになる。保存型 IDO 法の離散化精度は、積分値の離散化が有限体積法の厳密な式となるため波数空間の解像度が非常に高くなる。LES 計算として重要な SGS モデルとして、コヒーレント構造関数モデルを用いる。従来の SGS モデルと比較すると、モデル係数を局所的に求めるため一様流れ方向の平均化が不要となり、モデル係数の分散が少ないため安定に計算が行えるなどの利点がある。保存形 IDO 法に SGS モデルを導入し、チャンネル乱流計算を行った結果、従来の差分法の結果に対して乱流の統計量の一つである乱流強度が差分法の結果より DNS に近い良い結果を得た。

GPU によるリアルタイム津波シミュレーション

広域の津波シミュレーションを行うには、典型的な双曲型方程式である浅水波方程式を 2 次元で解く必要がある。高精度な計算を行うには 100m 程度の格子サイズで計算しなければならず計算時間がかかるため、現在の気象庁の津波警報は先に計算しておいたデータベースを参照する方法で行われている。しかし、津波には地震の震源位置やマグニチュードなど多数のパラメータがあり、データベースの量は十分とは言えない。そこで地震が発生してから津波シミュレーションを開始し、津波の到来より前にシミュレーションを終了させることができれば、かなり精度の高い津波警報を発することができる。そのためには 5 分以内で計算を終了させる必要があり、GPU によるリアルタイム津波シミュレーションの開発を行った。浅水波方程式を高精度に解くために保存形 IDO 法を用い、格子点上の値の計算はリーマン不変量を用いたセミ・ラグランジュ法を導入した。積分値の計算には CIP-CSL2 法の補関数を用いているため、次元分割法を導入し大きな時間ステップを取れるようにしている。また、陸上への津波の遡上計算も可能にしている。512×512 の格子に対して、単一 GPU での計算は画像表示を含めても動画を再生するような速度で計算でき、CPU の 1 コアと比較して 60 倍以上の実行性能が得られている。三陸沖海岸は津波被害の多い地域として知られており、地震発生頻度の高い日本海溝周辺から海岸線までの領域をカバーするには 4000×8000 程度の格子が必要となる。複数の GPU を用いた計算に対して、領域分割法を導入し、GPU 間通信と計算をオーバーラップさせることにより理想的な Strong Scaling を達成でき、8GPU を用いて 3 分以内に計算でき、TSUBAME 1.0 の 1000CPU コアに相当する実行性能であることが示された。

【発表論文・学会発表等】

- 1) 青木尊之, 額田彰著: 「はじめてのはじめての CUDA プログラミング—驚異の開発環境 [GPU+CUDA]を使いこなす」, 工学社, ISBN-10: 4777514773, ISBN-13: 978-4777514779, 2009年11月
- 2) Naoyuki Onodera, Takayuki Aoki, Hiromichi Kobayashi: Large Eddy Simulation of Turbulent Channel Flow with Conservative IDO Scheme, 15th International Conference on Finite Elements in Flow Problems, FEF09, CD-ROM, Tokyo April 1-3, 2009.
- 3) Marlon Arce Acuna, Takayuki Aoki, Sato Oigawa: GPU driven acceleration for solving the Shallow Water Equation, 15th International Conference on Finite Elements in Flow Problems, FEF09, CD-ROM, Tokyo April 1-3, 2009.
- 4) Kenta Sugihara, Takayuki Aoki: GPU Computing of a compressible flow by using IDO-CF scheme, 15th International Conference on Finite Elements in Flow Problems, FEF09, CD-ROM, Tokyo April 1-3, 2009.
- 5) 濱田 剛, 似鳥啓吾, 青木尊之: TSUBAME GPU クラスタを用いた重力多体シミュレーションの性能評価, 計算工学講演会論文集(日本計算工学会), 第14巻, 第1号, P.277-280, 東大生研, 2009年5月14日
- 6) 杉原健太, 青木尊之: GPGPU による保存形 IDO 法の圧縮性流体計算, 計算工学講演会論文集(日本計算工学会), 第14巻, 第1号, P.293-296, 東大生研, 2009年5月14日
- 7) アルセアクニャマルロン, 青木尊之: マルチ GPU による大規模津波シミュレーション (Real-time Tsunami Simulation Accelerated by Parallel GPUs), 計算工学講演会論文集(日本計算工学会), 第14巻, 第1号, P.307-310, 東大生研, 2009年5月14日
- 8) 王 嫻, 青木尊之: GPGPU を用いた格子ボルツマン法による非圧縮性流体計算(Application of GPGPU on the Computation of Incompressible Fluid Flows by Lattice Boltzmann Method), 計算工学講演会論文集(日本計算工学会), 第14巻, 第1号, P.311-314, 東大生研, 2009年5月14日
- 9) Satoshi Matsuoka, Takayuki Aoki, Toshio Endo, Akira Nukada, Toshihiro, Kato, Atushi Hasegawa, GPU Accelerated Computing---From Hype to Mainstream, the Rebirth of Vector Computing, San Diego, SciDAC2009, June 15, 2009
- 10) 青木尊之: GPU コンピューティングによる CFD の超高速計算, Journal of Japan Society of Fluid Mechanics, Nagare Vol. 28, No.2, 89-97, 2009年4月
- 11) 加藤季広, 青木尊之, 額田 彰, 遠藤敏夫, 松岡 聡, 長谷川篤史: 姫野ベンチマークの GPU マルチノード実行における通信と演算のオーバーラップによる高速化 ~ 32GPU で 700GFLOPS 超を達成 ~, 情報処理学会第120回 HPC 研究会, 調布(宇宙航空研究開発機構), 2009年6月12日, (2009)
- 12) 青木尊之: CUDA による流体計算の GPU コンピューティング - 100 倍の高速化を目指して, 日本機械学会年次大会講演資料集(9), 先端技術フォーラム「計算力学の新たな潮流 - GPU, FPGA, CELL コンピューティング」, MECJ-09, No.09-1, P.137-138, 岩手大学, 2009年9月15日
- 13) 丹 愛彦, 青木尊之: 回転体の気液二相流数値計算, 日本機械学会年次大会講演資料集(7), MECJ-09, No.09-1, P.31-32, 岩手大学, 2009年9月15日
- 14) 青木尊之: GPU コンピューティングによる CFD の超高速計算, 第17回計算数理工学フォーラム, 名古屋大学, 2009年9月25日

- 15) 山下晋, 青木尊之, 肖 鋒, 高橋桂子: CIP 有限体積法による風波乱流場の数値シミュレーション, 日本機械学会・第 22 回計算力学講演会講演予稿集 (CD-ROM), 2009 年 10 月 11 日
- 16) 小野寺直幸, 青木尊之: マルチモーメントを用いたコンパクト・スキームの開発, 日本機械学会・第 22 回計算力学講演会講演予稿集 (CD-ROM), 金沢大学, 2009 年 10 月 11 日
- 17) 杉原健太, 青木尊之: GPU による高次精度移流スキームの演算性能, 日本機械学会・第 22 回計算力学講演会講演予稿集 (CD-ROM), 金沢大学, 2009 年 10 月 11 日
- 18) 王 嫻, 青木尊之: 3 次元格子ボルツマン法による非圧縮流体ソルバーの GPU による加速, 日本機械学会・第 22 回計算力学講演会講演予稿集 (CD-ROM), 金沢大学, 2009 年 10 月 11 日
- 19) Arce Acuna Marlon, Aoki Takayuki: Real-time Tsunami Simulation Accelerated by Parallel GPUs, 日本機械学会・第 22 回計算力学講演会講演予稿集 (CD-ROM), 金沢大学, 2009 年 10 月 11 日
- 20) 小川 慧, 青木尊之: マルチ GPU ノードにおける 3 次元 Phase Field モデルの高速計算, 日本機械学会・第 22 回計算力学講演会講演予稿集 (CD-ROM), 金沢大学, 2009 年 10 月 11 日
- 21) 小川 慧, 青木 尊之: GPU によるマルチグリッド法を用いた 2 次元非圧縮性流体解析の高速計算, 日本計算工学会論文集, Vol. 2009, No.20090021, 2009 年 11 月 9 日
- 22) Takayuki Aoki: GPU Computing for Large-Scale CFD, International RIAM Symposium on Analyses of Strongly Nonlinear Fluid-Structure Interactions, Fukuoka, Dec 11, 2009
- 23) Takayuki Aoki: CFD Applications - From Single GPU to Multiple GPUs, SIGGRAPH Asia 2009, GPU Computing Master Class, Yokohama, December 16, 2009
- 24) 小野寺直幸, 青木尊之, 小林宏充: チャネル乱流における高次精度 IDO 法に基づいた LES モデルの検証, 日本流体力学会 第 23 回数値流体シンポジウム講演予稿集 (CD-ROM), 仙台, 2009 年 12 月 16 日
- 25) 丹愛彦, 青木尊之: 大規模二相流シミュレーションによる砕波機構の解明 I, 日本流体力学会 第 23 回数値流体シンポジウム講演予稿集 (CD-ROM), 仙台, 2009 年 12 月 18 日
- 26) 山下晋, 青木尊之, 肖鋒, 高橋桂子: 風波シミュレーションにおける気液界面近傍の乱流輸送機構, 日本流体力学会 第 23 回数値流体シンポジウム講演予稿集 (CD-ROM), 仙台, 2009 年 12 月 18 日
- 27) 下川辺隆史, 青木尊之, 石田純一: GPU によるメソスケール気象モデル ASUCA の高速化, 日本流体力学会 第 23 回数値流体シンポジウム講演予稿集 (CD-ROM), 仙台, 2009 年 12 月 17 日
- 28) 王嫻, 青木尊之: Multi-GPU クラスタを用いた格子ボルツマン法の大規模解析, 日本流体力学会 第 23 回数値流体シンポジウム講演予稿集 (CD-ROM), 仙台, 2009 年 12 月 16 日
- 29) 杉原健太, 青木尊之: マルチノード GPU クラスタによる高次精度移流スキームの演算性能, 日本流体力学会 第 23 回数値流体シンポジウム講演予稿集 (CD-ROM), 仙台, 2009 年 12 月 16 日
- 30) Marlon Arce Acuna, 青木尊之: Large-scale Real-Time Tsunami Simulation on Multi-node GPU Cluster, 日本流体力学会 第 23 回数値流体シンポジウム講演予稿集 (CD-ROM), 仙台, 2009 年 12 月 18 日
- 31) 青木尊之: GPU による大規模流体計算の驚異的な高速化, 第 40 回グローバル COE 「ナノ医工学シリーズセミナー」, 仙台, 2010 年 1 月 7 日

- 32) 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ーラビリティ ～ 40 GPU で 5 TFLOPS の実効性能 ～, 情報処理学会, 2010 年ハイパフォーマンスコンピューティングと計算科学シンポジウム (HPCS2010), p.117-124, 東京, 2010 年 1 月 15 日
- 33) Marlon Arce Acuna, Takayuki Aoki: Multi-GPU Computing and Scalability for Real-Time Tsunami Simulation, 情報処理学会, 2010 年ハイパフォーマンスコンピューティングと計算科学シンポジウム (HPCS2010), p.125-132, 東京, 2010 年 1 月 15 日
- 34) Takayuki Aoki: Multiple-GPU Performance for CFD Applications - Why can GPU accelerate CFD so much? , RIKEN-NVIDIA International Conference "Accelerated Computing", 2010, Jan 29, Roppongi, Japan
- 35) 青井真, 西沢直樹, 青木尊之: GPGPU を用いた三次元波動伝播シミュレーション, 日本地震学会 2009 年秋季大会, A12-09 京都, 2009 年 10 月 21 日
- 36) Takayuki Aoki: Multi-GPU Scalabilities for Mesh-based HPC Applications, SIAM Conference on Parallel Processing for Scientific Computing (PP10), Seattle, Washington, February 26, 2010
- 37) 青木 尊之: 双曲型方程式の時間発展の GPGPU による高速化, 電子情報通信学会・マイクロ波シミュレータ研究会の第 15 回マイクロ波シミュレータワークショップ, NTT 武蔵野研究開発センター, 2010 年 3 月 10 日
- 38) 青木 尊之: Large-scale high-performance GPU Computing for Computational Fluid Dynamics, 日本原子力研究開発機構・第 15 回 NEXT(数値トカマク)研究会, 京都大, 2010 年 3 月 17 日
- 39) 青木 尊之: パネラー「これからの HPC におけるベンチマークについて」, 理研シンポジウム 2009, 理化学研究所, 和光, 2010 年 3 月 24 日
- 40) T. Shimokawabe, T. Aoki, C. Muroi, K. Kawano: GPU Acceleration of Meso-scale Atmosphere model ASUCA, the 12th international specialist meeting on next generation models on climate change and sustainability for advanced high performance computing facilities, 2010, March 25, Tsukuba, Japan
- 41) T. Aoki: Multi-GPU performance of mesh-based HPC applications, 2nd International Workshops on Advances in Computational Mechanics (IWACOM-II), March 29-31, 2010, Yokohama, JAPAN

教授 松岡 聡（問題解決支援環境分野）

平成 21 年度は種々の研究活動に加え、以下を行った：

- ACM/IEEE Supercomputing 2009 の論文委員長等：ACM/IEEE Supercomputing は 1988 年より毎年 HPC 関係者が世界中から 1 万人以上参加する国際会議であり、ACM/IEEE としては SIGGRAPH に次いで二番目に大きな国際会議で、2009 年 (SC09) は米国 Portland にて 11 月 14-20 日の期間開催された。松岡は日本人初の論文委員長として選出され、100 名以上のプログラム委員会を結成し、300 件近い投稿論文から、厳しい Face-to-Face の査読会議を主催して、58 件の論文を選別・採択を行った。また、Supercomputing 会議全体の Steering Group 委員、さらには SC09 にて授賞式が行われる 2009 年の Cray-Fernbach 賞の選考委員、博士学生に国際スカラーシップを与える HPC Fellowship Award 選考委員等も務めた。2011 年に開催される SC11 においては Communities Track Chair を務める予定である。
- International Exascale Software Project (IESP) の幹事：IESP は米国テネシー大の教授で高性能数値計算で世界的に有名な Jack Dongarra 氏、および大規模スパコンのソフトウェアで有名な米国 Argonne 国立研究所の Peter Beckman 氏らが中心となり、米国 DoE(エネルギー省)、米国 NSF, European Commission などのサポートを得て、2018 年近辺に建造が可能と言われる次世代のエクサフロップス(10 の 18 乗・現在神戸に建設中の我が国の次世代スパコンの 100 倍の性能)のスパコンのソフトウェアの研究開発を、今後 10 年間行っていく国際共同プロジェクトである。2009 年は初年度として、米国 Santa Fe (4 月)、欧州パリ(6 月)、日本・筑波(10 月)、米国 Portland(11 月)と 4 回行った。松岡は IESP の日本代表幹事として、種々のソフトウェアコンポーネントの選別と研究課題の設定のリーダー、各種ドキュメントの執筆に参加、日本側の参加者のコーディネータとして多くの活動を行った。次回の IESP は 2010 年 4 月に英国オックスフォードにて開催される。
- TSUBAME2.0 の設計と調達：TSUBAME に関する種々の技術詳細の活動は主に 3 章に譲り、ここでは次期 TSUBAME2.0 の設計と調達の概要を述べる。平成 21 年(2009)年度末で 4 年の予定運用期間が終了する筈であった TSUBAME であったが、オリジナルの TSUBAME1.0 から毎年の増強活動が功を奏し、かつ次世代の CPU/GPU の登場時期もあいまって、最終的には運用を 6 ヶ月延長し、次期 TSUBAME2.0 の応札日を 2010 年 4 月 1 日に設定した。結果として、本年度は昨年度の初期設計の成果を踏まえ、TSUBAME2.0 の全体設計並び仕様書の記述・詳細化、さらには仕様策定委員会における種々の議論と仕様への反映に時間を費やした。

これらにより、TSUBAME2.0 の性能目標は当初の 1 ペタ (10 の 15 乗)フロップから、2.4~3 ペタフロップと、一気に数倍となった。これは TSUBAME2.0 がその登場時に世界トップクラススパコンとなるのに十分な性能である。また単に数字上の性能を追求するだけでなく、TSUBAME1 からのフィードバックを踏まえ、ペタフロップスのアプリケーションのスケラビリティに本質的な大幅なシステム全所のバンド幅の向上、信頼性の向上を設計目標とし、それを達成した。これらを実現する TSUBAME2.0 は 2010 年 10 月初頭の設置、11 月 1 日からの運用が予定されている。

これらの結果、

- 多くの基調講演・招待講演者としての依頼や、テレビ・雑誌・新聞などの取材があった。
(基調・招待講演は別表)
- また、欧州の HPC 関係の最大の会議である ISC (International Supercomputing Conference) の Fellow に日本人としては初めて選出された。
- ハイパフォーマンスコンピューティングの国際業界紙”HPC Watch”において「2010 年に(HPC 業界で)最も注目すべき人物」”People to Watch 2010” に唯一の日本人として選ばれた。 http://www.hpcwire.com/specialfeatures/people_to_watch_2010/

以下に本年度の研究活動についてまとめる。

1. 情報爆発時代に対応する高度にスケラブルな高性能自律構成実行基盤

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カ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し、さらに「スーパーコンピュータへの MapReduce の適用」「クラウドでのマルチキャスト手法」項目の成果について、2010 年 3 月に東京大学で行われた情報処理学会全国大会(参加人数約 7000 名)においてデモ発表を行った。

1.1. 仮想マシンマイグレーションを用いた大規模データ処理の最適化

近年、大規模データインテンシブアプリケーションのファイルアクセス性能の向上がより重要となっている。我々は仮想マシンをファイルが所在する拠点へ移動させることにより、これを解

決する手法を研究している。しかしながら、現在の拠点から仮想マシンを移動させるべきかの判断は容易なことではない。それはアクセス対象のファイル、仮想マシンメモリサイズ、拠点間のネットワークスループットなど様々なパラメタにより移動時間やアクセス時間が変化するためである。また、科学技術計算で用いられるデータは小規模データの集合体であることが多いため、依存関係のあるデータセット単位で仮想マシンの移動先を決定することが非常に重要となる。

これらの課題を解決するため (1) 仮想マシンマイグレーションの時間とファイルアクセスの時間のモデルを構築、(2) アプリケーションのファイルアクセス履歴からファイルの依存関係を記述するマルコフモデルを構築した。そしてこれらから仮想マシンの移動パターンを有効非循環グラフ (DAG) として表現し、頂点の重みをファイルアクセス時間の期待値、辺の重みを仮想マシンマイグレーション時間として最短経路問題に帰着する最適化を行うことによって、データアクセスに最適な仮想マシンの移動先を決定する。提案手法をシミュレーションにより評価した結果、仮想マシンを移動させない手法に比べ最大で 38%、ファイルの存在する場所へ毎回移動しローカルアクセスを行う手法に比べ最大で 47% のファイルアクセスのスループット向上を達成した。

1.2. グリッドファイルシステムにおけるアクセスパターンと性能を考慮した複製配置

ファイルシステムを用いたグリッド環境での大規模なデータ共有は、シングルシステムイメージを実現し、ユーザの利便性を向上させる有効な手法である。しかし、ファイルへのアクセス集中や遠方へのファイルアクセスなど、不均質な環境での、煩雑なデータ管理が発生することが問題となる。我々は、ファイルのアクセス頻度や管理ポリシーに応じて自動的にファイルの複製配置を決定するアルゴリズムを提案した。提案アルゴリズムでは、この複製配置問題をアクセス時間、ストレージ容量、及び、転送時間の最小化を関数とする 0-1 整数計画問題に帰着し、ファイルアクセスのモニタリングにより得られた情報を利用することにより解く。シミュレーションでの評価では、複製作成を行わない手法、アクセス時に複製をキャッシュする手法、サイト毎に複製を持つ手法などの単純な複製管理手法と比較して、ストレージ使用量を低く保ちつつ、かつ、高いスループット性能を達成する複製配置を自動的に実現することを確認した。また現在、この提案アルゴリズムを既存のグリッドファイルシステム (Gfarm) に適用し、InTrigger テストベッドに配備して、実アプリケーション (Blast) を用いた有効性の検討を行っている。

1.3. スーパーコンピュータへの MapReduce への適用

GSIC では TSUBAME スパコンを運用しているが、年々、ユーザから大規模データ処理への要望が高まっており、その中で MapReduce 処理を実行したいというものも挙がっている。そのため近年普及している MapReduce システムである Hadoop の TSUBAME への適用を検討した。Hadoop が前提とする共有ファイルシステム HDFS では、各計算ノードのローカルストレージを束ねて共有分散ファイルシステムを構成する。しかし TSUBAME ではストレージノードによる高速な共有分散ファイルシステムである Lustre の利用がメインであり、計算ノードあたりのローカルストレージの容量は非常に少ない。またジョブはスケジューラ n1ge で管理されるなど、Hadoop が前提としている状況とは異なる。そのため、これらの問題を避

けて Hadoop を実行するツール「Tsudoop」を開発した。Tsudoop は、既存システムの構成や運用方針の変更をすることなく nlge や Lustre と協調して動作し MapReduce アプリケーションを実行する。予備実験として、このツールを用いて、生物医学系の学術論文のデータベースである MEDLINE に対してテキストの全文検索を行うアプリケーションを実行した。その結果、1 ノードでの実行と 32 ノードでの実行とを比較して 14 倍の性能向上を示し、TSUBAME のような高速な共有ファイルシステムやジョブスケジューラが存在するような計算環境でも、MapReduce アプリケーションの高効率な実行が可能なことを確認した。

1.4. スケーラブルで自律的に実行可能なクラウドでのマルチキャスト手法

クラウドにおける特性を考慮したマルチキャスト手法の最適化に関する研究を行った。大規模データを用いた並列アプリケーションを実行する場合、処理データを各ノードに効率よく配布する必要がある。従来のマルチキャスト最適化手法では、動的にネットワーク性能が変化するクラウドにおいては十分な性能維持は難しい。

そこで我々は、トポロジやバンド幅マップなどのモニタリング情報を用いずに、各ノードが自律的にマルチキャストスループットを最適化可能なアルゴリズムを提案した。提案アルゴリズムでは、(i)クラウドストレージから各ノードへのデータ転送部分と、(ii)各ノードから各ノードへのデータ転送部分のそれぞれに対して動的に最適化を行う。(i)においては、それぞれのノードが自律的に協調してダウンロードワークの動的負荷分散を行い、性能低下を補う。また、(ii)においては、各ノードが P2P 的な手法を用いて、動的にノード間のボトルネックリンクを迂回して転送を行う。このアルゴリズムを用いて、Amazon EC2/S3 クラウドにおいてマルチキャストの実効性能を評価した。その結果、単純な手法に比べてノード数とデータサイズの増加に対してスケラブルで安定な性能が得られることを確認した。

1.5. 計算環境の大規模化に対応する高速チェックポイント手法

計算環境の大規模化に対応する高速チェックポイント手法の研究開発を行った。チェックポイント/リスタート手法は多くの大規模 HPC システムで利用されている耐故障機能であるが、近年の大規模システムを考慮するとシステム全体のメモリ増大率に対してストレージ I/O の増大率は相対的に小さく、チェックポイント時間が増大する。これがシステムの平均故障間隔よりも大きくなるとチェックポイント/リスタート手法は機能しなくなってしまう。このため、Erasure Coding 及び Incremental Checkpoint を利用した高速なチェックポイント手法を提案した。提案手法は、まずチェックポイントをローカルディスクに保存することにより、ノード数の増加に対してスケラブルな I/O 性能を確保する。このときチェックポイントの喪失を防ぐ必要があるが、これは RAID5 技術等に用いられている誤り訂正符号を用いた Erasure Coding により実現する。さらに通信量削減のためにチェックポイント差分を用いる Incremental Checkpoint と Pipeline 転送を併用することにより、転送サイズを削減しつつ輻輳を回避した。これによりデータ転送とエンコード処理を重ね合わせることができるよう、転送量も最小限に抑えることができる。実験により、

Erasure Coding のみを利用した手法(CP)に対し、提案手法(ICP)は NPB LU においても 28.4% のチェックポイント時間削減を達成した。

1.6. 大規模計算機システムの資源選択を支援するエキスパートシステム

大規模計算機システムの資源選択を支援するエキスパートシステムを構築するための実行手法のモデリングを行った。TSUBAME などの多数ユーザに共有された大規模計算機システムの利用がますます増えているが、アプリケーション実行時には、資源選択に関する複雑なオプション設定を行う必要がある。しかしユーザは必ずしも専門家ではないため、不適切なオプション設定により資源の有効利用できないケースが起こる。例えば予期せぬジョブの異常終了、無駄な課金や待ち時間の増大などである。この問題を解決するために、実際のシステムの実行ログを多変量解析することでエキスパートユーザのジョブ投入時のオプションや実行状況をモデル化する。そしてユーザがどのパターンに近いかを判断することにより、より簡単に資源選択を行うためのエキスパートシステムを構築する。

実際に TSUBAME 上のエキスパートユーザによる実行ログをパラメタ設定と実行結果の 2 つに分け、それぞれ因子分析・クラスタ分析によりタイプ分けし、モデルに入力される利用パターンとのマッチングを行う。因子分析では多数のパラメタ項目設定からアプリケーションのタイプを抽出し、クラスタ分析ではさらにアプリケーションにおける CPU やメモリ使用量等の項目から実行タイプの抽出を行う。モデルの検証のために TSUBAME の 25 ユーザを対象に資源選択に関する 13 項目について希望調査を行い、モデルを用いて予測した回答と比較したところ、ほぼ正しく資源選択予測が行えた。このモデルを基に、実際にエキスパートシステムとして運用し、ユーザからのフィードバックをもとに改良を進めていきたいと考えている。

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

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 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を数多く提案した。

- GPU を用いた省電力高性能数値演算カーネルの研究を推進した。昨年度に提案した CUDA GPU での高速な FFT アルゴリズムを改良するため、本年度は自動チューニング手法を提案し、かつ様々なサイズへの対応を実現した。チューニングパラメータとしては、FFT の基底の組み合わせ及び順序の選択、スレッド数の選択に加えて GPU のオンチップ shared memory 内でのバンクコンフリクトを自動的に回避する手法を提案・評価した。自動チューニングに必要な、多数の CUDA カーネルの生成・ロード・実行処理にかかる時間は多くの場合 1 分以内であり、その実行性能は手動チューニング時と同等かそれ以上である。
- 多数 GPU を用いた省電力高性能計算の実証実験として、CUDA GPU による高速な CG 法を開発した。我々は疎行列格納方式の一つである JDS 方式を独自に拡張し、GPU に適した計算手法を提案した。また TSUBAME スパコンを用い多数の GPU を用いた実験を行った。CPU 間の並列化に比べ、単体が高速な GPU においては通信がボトルネックになりスケーラビリティが低下しやすい。これを改善するために Hyper-Graph パーティショニングの手法による行列データの効率的な分散が有効であった。
- GPU を省電力高性能計算に本格利用するためには、少なくとも現時点においては耐故障性の対応を行う必要がある。そのため引き続き GPU メモリエラーへの耐故障性実現のために、ソフトウェアによる ECC の研究を推進した。本年度の主な成果としては、昨年度の通常のハミング符号による提案手法よりも GPU に適したパリティ符号による大幅な高効率化があげられる。実際に、本研究項目で研究開発された高速 3 次元 FFT コードや行列積等のプログラムに適用した結果、FFT で 30 パーセント程度、行列積で数パーセント程度のオーバーヘッドで抑えられることを確認し、実利用に耐えられる性能であることを実証した。
- 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用い、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。このモデルは消費電力を平均 5 パーセント以下の差異で予測可能であることを実証した。並行して GPU プログラム同士の干渉を考慮した性能モデルとそれに基づくジョブスケジューリングアルゴリズムを開発中であり、今後は上記の電力モデルと統合する計画である。

- 東京工業大学学術国際情報センターでは H22 年度に次期スパコン TSUBAME2 を、松岡代表が中心となり導入予定である。その計画は今年度発表され、GPU の大規模導入により現行マシンに近い電力でピーク性能 3PFlops を目指し、H22 時点で世界トップクラスとなる予定であることから国内外に大きな反響を呼んだ。また計算ノードのローカルストレージには不揮発性メモリ (SSD) を導入する予定である。本計画はこれまでの CREST における実験成果/研究成果を利用している。H22 年度の TSUBAME2 運用開始以降はさらに大規模・省電力環境における HPC アプリケーションの実証実験を推進していく。
- TSUBAME のような汎用 CPU とアクセラレータが混在する HPC システムを想定し、ジョブスケジューリングアルゴリズムの研究を推進している。同じノードに複数のアプリケーションが実行された場合には、メモリバスや PCI-Express 等の競合によって単独で実行した場合より実行時間が増加することが多い。この増加率を各アプリケーションのメモリアクセス回数 (パフォーマンスカウンタから取得) と PCI-Express 転送量 (CUDA プロファイラから取得) の情報から予測するモデルを提案した。このモデルによる予測を ECT (earliest completion time) という単純なスケジューリング方式に組み込んだ結果、Quad-Core CPU と 4 つの GPU を搭載するノードで構成されるクラスタシステムでの評価では、実行時間をより正確に予測することができ、かつ競合の少なくなるようにジョブ割り当てが行われ、実行時間で最大 2.6%、消費エネルギーでは最大 1.9% の削減を実現した。

3. HPC-GPGPU: Large-Scale Commodity Accelerated Clusters and its Application to Advanced Structural Proteomics

【研究の概要と成果】

我々はノードあたり 4 枚の GPU を搭載した 32 ノードの GPU クラスタ “Raccoon” を設計・構築しており、GPU の HPC における有効性を検証している。すでに計算工学専攻秋山教授らと共にタンパク質ドッキング問題の性能の加速が可能であることを示しているが、本年度は特にアプリケーションの信頼性に関して取り組んだ。通常の HPC サーバと異なり、現在市販されている GPU はメモリエラーの検知および回復が不可能である。通常のサーバではメモリに ECC が搭載されているためビットフリップなどのエラーは検知、回復され、特に TSUBAME のような大規模システムでは必須技術である。



しかし、本来グラフィックス処理向けに設計されてきた GPU にはその必要性が限られていたため HPC 向け GPU である Tesla にも搭載されていない。我々はハードウェア ECC と同等の耐故障性をソフトウェアによって実現する手法を開発し、その評価を行った。同手法は典型的な GPU アプリケーションに特化することで、(72, 64) SEC-DED ECC ハミング符号と同程度の信頼性を実現しつつ、高速なデータ符号化方式を実現する。実際に提案フレームワークを CUDA GPU アプリケーションについて実装し、そのエラーチェックによるオーバーヘッドを評価したところ、計算負荷の大きいプログラムでは数パーセント以下、3D FFT のようなメモリアクセス負荷の大きいプログラムにおいて 35%程度で抑えられることがわかった。これにより現状のハードウェアエラーチェックの無い GPU においても高信頼な計算が効率良く実現できることを示した。

4. 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 を用いた運用体制の整備、および要素技術の研究・開発を行った。具体的に、以下を達成した。

1. NIIのグリッドポータルから投入されたジョブがTSUBAMEのプロダクションキューで実行されるように、NAREGI GridVMをTSUBAME上に導入した (図 1)。今年度さらにGridVMの開発を進め、TSBAME計算ノードにNAREGI用追加ソフトウェアを導入しなくとも想定している実運用に十分なNAREGIサービスを提供可能となった。
2. 昨年度から開発を進めている「NAREGIミドルウェア動作整合性監視システム」を用いて、上記GridVMの動作整合性の常時監視を開始した (図 2)。本システムには今年度新規に、障害やイベントのメール通知、以下の項目を含むより詳細なグリッドサービス監視を実装した。

- データグリッドサービス
- データベースの整合性
- 証明書の有効期限確認

また、本システムを学術グリッド配備・運用会議や、NAREGI ミドルウェア開発者会議の場で紹介し、本システムの他機関での利用を促した。

3. 学術グリッド配備・運用会議で策定を進めているグリッドアカウント発行手続き「グリッドバック」に従い、総計 27 名 (内、学外ユーザ 22 名) のグリッド利用のためのアカウントを試験的に発行した。完全な自動化は実現できてはいないものの、九州大学が開発した基盤センターのアカウント DB (TSUBAME 用 LDAP) と NAREGI グリッドアカ

アカウント DB の連携ツールを TSUBAME 用にカスタマイズし導入することで、グリッドアカウント発行の簡易化を実現した。

4. e-Science プロジェクトで提案・配備しているストレージサーバ RENKEI-POP を本センターに設置した。RENKEI-POP では TSUBAME とアカウントを統合し、広域分散ファイルシステム Gfarm を導入しており、来年度以降の NAREGI データグリッド連携のための基盤として構築した。

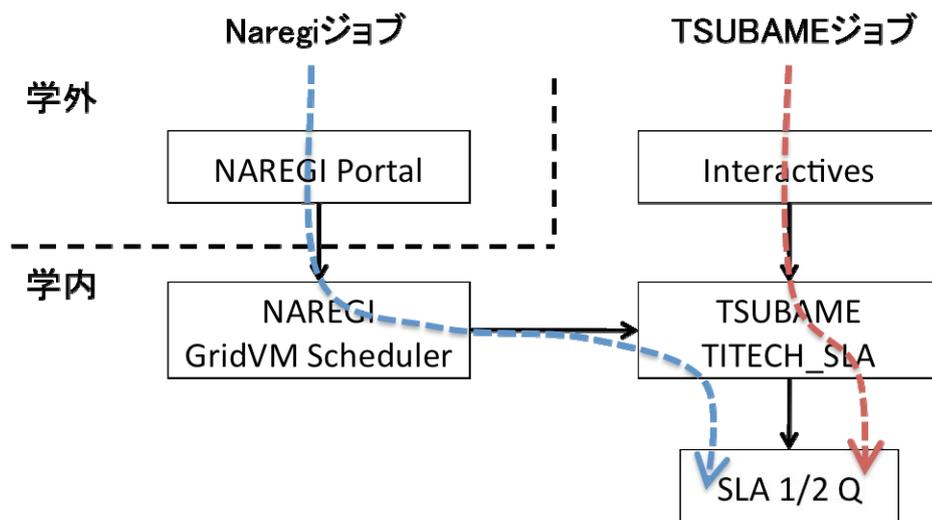


図1 学内 NAREGI 構成

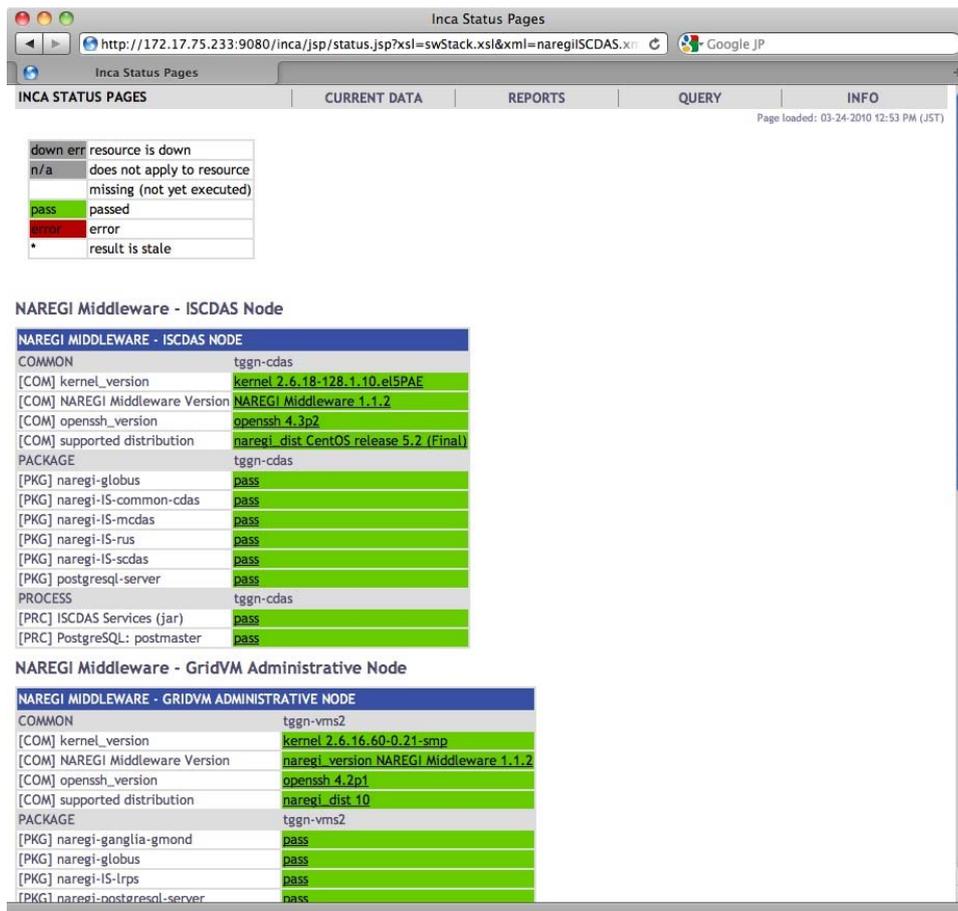


図 2 NAREGI ミドルウェア動作整合性監視システムの Web 画面

5. 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。本プロジェクトに置ける、今年度の成果は以下になる。

1. 昨年度構築した基準計測システムを元に、RENKEI-POPと呼ぶeScience実証評価基盤サーバの仕様を決定した。RENKEI-POPを本学、筑波大学、名古屋大学、大阪大学、高エネルギー加速器研究機構、産業技術総合研究所、国立情報学研究所に設置し、SINET3 L3PVN/CSI-Grid 10Gbpsネットワークに接続した（ただし、CSI-Gridにはまだ接続申請中の拠点がある）。CSI-Grid上での通信テストを行ったところ、東京工業大学 - 大阪大学間では予想に反して理論性能の約半分の 500MBpsの性能しか出なかった（図 3）。調査したところ、SINET拠点スイッチにおいてジャンボフレームが無効になっていることを発見し、運用担当にフィードバックした。
2. RENKEI-POP上にeScience実証評価基盤、拠点間データ共有基盤としてのサービスを構築した。具体的には、GSIによるRENKEI-POP堪忍症基盤を構築し、kvmとlibvirtによる仮想マシンホスティング、gridFTPやGfarmを基盤に用いた総計 150TBの大規模データ転送・共有環境を構築した（図 4）。
3. RENKEI-POP のデータ転送サービスを用いた、ユーザアプリケーション実行支援を試験的に行った。具体的には TSUBAME 共同利用に申請した NICT けいはんなユーザに対して、TSUBAME へのデータステージングのために、本学 RENKEI-POP を介したステージングを促した。また、複数拠点の RENKEI-POP を用いた拠点間データ共有基盤の評価を行うため、RENKEI-POP を設置した他拠点の研究者のデータ転送・共有要求に対してのヒヤリングも開始した。

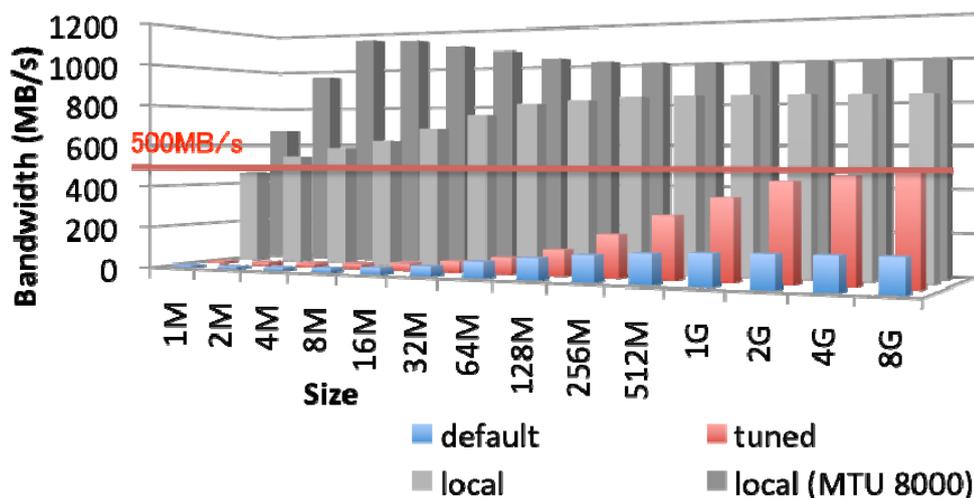


図 3 東京工業大学 - 大阪大学間の CSI-Grid 上での通信性能。default は通信チューニングなしの場合、tuned は TCP バッファサイズやデバイスのキュー長などをチューニングした場合の結果である。比較対象として 2 サーバをファイバで直結した場合の結果 local を乗せた。

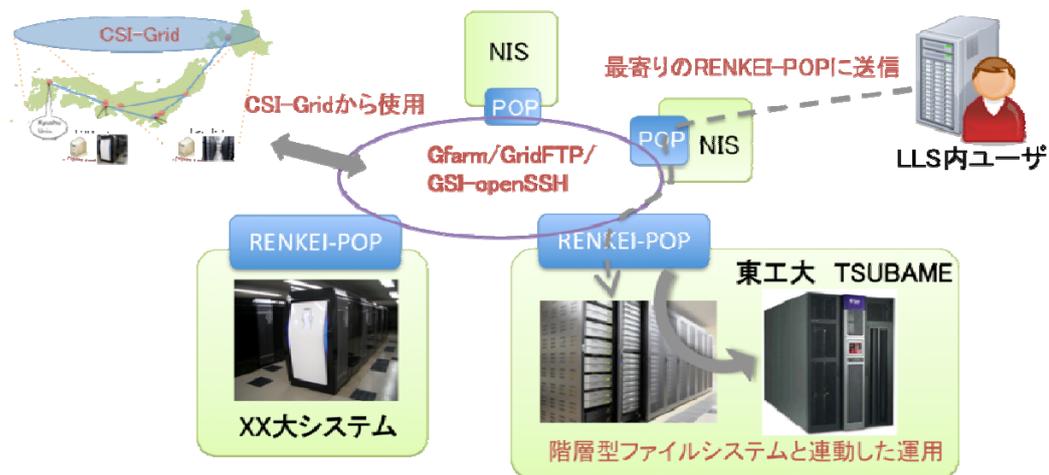


図 4 RENKEI-POP 上による広域分散データ共有環境の実現像

【発表論文・学会発表等】

1. Leonardo Bautista, Naoya Maruyama, Franck Cappello, Satoshi Matsuoka, "Distributed Diskless Checkpoint for Large Scale Systems", 10 IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGrid 2010), May, 2010 (To appear)
2. Naoya Maruyama, Akira Nukada, Satoshi Matsuoka, "A High-Performance Fault-Tolerant Software Framework for Memory on Commodity GPUs", 24th IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS'10), Apr, 2010 (To appear)
3. Toshio Endo, Akira Nukada, SATOSHI MATSUOKA, Naoya Maruyama, "Linpack Evaluation on a Supercomputer with Heterogeneous Accelerators", Proceedings of IEEE International Parallel & Distributed Processing Symposium (IPDPS 2010), p. 10, Apr, 2010 (To appear)
4. Satoshi Matsuoka. "GPU Acceleration: a Fad or the Yellow Brick Road onto Exascale?", The 26th Forum ORAP, , Invited Talk, CNRS Paris, PARIS, Mar. 31, 2010.
5. SATOSHI MATSUOKA, "HPC in the Cloud---A Hype, the End of SCs, or Peaceful Coexistence?", The 28th Open Grid Forum, Mar, 2010
6. 渡辺祐也, 遠藤敏夫, 松岡聡, "GPU クラスタにおける科学技術計算の自動最適化", 情報処理学会研究報告, pp. 1--7, Vol. 2010-HPC-124, No. 18, Feb, 2010

7. 國府理央, 佐藤仁, 松岡聡, "大規模計算機システムの資源選択を支援するエキスパートシステム", 情報処理学会研究報告 2009-HPC-124, Feb, 2010
8. 浜野智明, 額田彰, 遠藤敏夫, 松岡聡, "GPU クラスタにおける省電力タスクスケジューリング", 情報処理学会研究報告 2010-HPC-124, pp. 1-8, Feb, 2010
9. SATOSHI MATSUOKA, "GPU Acceleration: a Fad or the Yellow Brick Road onto Exascale", SIAM Conference on Parallel Processing for Scientific Computing, Feb, 2010
10. Naoya Maruyama, Akira Nukada, Satoshi Matsuoka, "Performance Evaluation of Software Framework for Memory Fault Tolerance in GPU Accelerators", SIAM Conference on Parallel Processing and Scientific Computing (PP10), MS36: Trends and Experiences in Heterogeneous Many-core Computing, Feb, 2010
11. SATOSHI MATSUOKA, "Accelerated Computing in TSUBAME 1.2/2.0", Accelerated Computing Symposium, Jan, 2010
12. 千葉 立寛, Thilo Kielmann, Mathijs den Burger, 松岡 聡, "クラウド環境における大規模データブロードキャストの動的最適化", 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 (HPCS2010), Jan, 2010
13. SATOSHI MATSUOKA, "Petascaling Commodity onto Exascale with GPUs and Windows HPC", ACM/IEEE Supercomputing (SC09) Microsoft Booth, Nov, 2009

14. SATOSHI MATSUOKA, "Petascaling Commodity onto Exascale with GPUs on TSUBAME1.2 onto TSUBAME2.0", ACM/IEEE Supercomputing (SC09) NVidia Booth, Nov, 2009
15. 丸山直也, 額田 彰, 松岡 聡, "GPU 向け耐メモリエラーソフトウェアフレームワーク", 情報処理学会研究報告 2009-HPC-123, pp. 1-6, No. 8, Nov, 2009
16. Akira Nukada, Satoshi Matsuoka, "Auto-Tuning 3-D FFT Library for CUDA GPUs", Proceedings of the 2009 ACM/IEEE conference on Supercomputing (SC09), Nov, 2009
17. Ali Cevahir, Akira Nukada, Satoshi Matsuoka, "CG on GPU-enhanced Clusters", 情報処理学会研究報告, pp. 1-8, Vol. 2009-HPC-123, No. 15, Nov, 2009
18. 佐藤仁, 小西史一, 山本泰智, 高木利久, 松岡聡, "スーパーコンピュータ TSUBAME 上での MapReduce の実現", 情報処理学会研究報告 2009-HPC-123(HOKKE17), Nov, 2009

19. 實本英之, 中村俊介, 遠藤敏夫, 松岡聡, "増分データと Erasure Coding を利用した高速なチェックポイント手法", 情報処理学会研究報告, pp. 1-6, Vol. 2009-HPC-122, No. 9, Oct, 2009
20. Naoya Maruyama, Akira Nukada, Satoshi Matsuoka, "A High-Performance Fault-Tolerant Software Framework for Memory on Commodity GPUs", NVIDIA GPU Technology Conference 2009, Sep, 2009
21. SATOSHI MATSUOKA, "Petascaling Commodity onto Exascale: GPUs as Multithreaded Massively-Parallel Vector Processors - the Only Road to Exascale", IEEE Cluster Computing Conference, Sep, 2009
22. Satoshi Matsuoka. Clusters, Clouds, and Commerce, Invited Panelist, IEEE Cluster Computing Conference 2009, New Orleans, USA, Sep.3, 2009.
23. 松岡聡, "TSUBAME2.0 における GPGPU によるスケーラブルなペタフロップス・ベクトル・スーパーコンピューティング", GPGPU スクール「計算科学における GPGPU を中心とした演算加速機構の利用」, Sep, 2009
24. 額田 彰, 松岡 聡, "CUDA GPU 向けの自動最適化 FFT ライブラリ", 情報処理学会論文誌コンピューティングシステム(ACS), pp. 107-115, Vol. 2, No. 3, Sep, 2009
25. 遠藤 敏夫, 額田 彰, 松岡 聡, 丸山 直也, "異種アクセラレータを持つヘテロ型スーパーコンピュータ上の Linpack の性能向上手法", 情報処理学会研究報告, p. 8, Vol. 2009-HPC-121, No. 24, Aug, 2009
26. 滝澤真一郎, 遠藤敏夫, 松岡聡, "次世代光インターコネクタでの MPI 通信に関する研究", コンピュータソフトウェア, pp. 5-19, Vol. 26, No. 3, Aug, 2009

27. 國府理央, 佐藤仁, 松岡聡, "大規模計算環境におけるユーザ満足度を考慮した資源管理へむけて", 電子情報通信学会技術研究報告, pp. 19-24, Vol. 109, No. 168(CPSY2009-13), Jul, 2009
28. 島田大地, 丸山直也, 額田彰, 遠藤 敏夫, 松岡 聡, "GPU における耐故障性を考慮した数値計算の電力性能", 情報処理学会研究報告 2009-HPC-121, pp. 1-5, No. 26, Jul, 2009
29. Satoshi Matsuoka, Takayuki Aoki, Toshio Endo, Akira Nukada, Toshihiro Kato, Atsushi Hasegawa, "GPU accelerated computing-from hype to mainstream, the rebirth of vector computing", Journal of Physics: Conference Series, p. 012043, Vol. 180, No. 1, IOP, Jul. 2009

30. Naoya Maruyama, Akira Nukada, Satoshi Matsuoka, "Software-Based ECC for GPUs", 2009 Symposium on Application Accelerators in High Performance Computing (SAAHPC'09), Jul. 2009
31. 長坂仁, 丸山直也, 額田 彰, 遠藤 敏夫, 松岡 聡, "GPU における性能と消費電力の相関性の解析", 情報処理学会研究報告 2009-HPC-121, pp. 1-6, No. 26, Jul, 2009
32. 滝澤真一郎, 遠藤敏夫, 松岡聡, "光サーキットネットワークの補助的利用による HPC アプリケーション性能向上", 情報処理学会 コンピューティングシステム (ACS) , pp. 110-121, Vol. 2, No. 2, Jul, 2009
33. 松岡聡, "TSUBAME2.0 における高バンド幅なペタフロップス・コンピューティングの可能性", Sun HPC セミナー, Jun, 2009
34. Satoshi Matsuoka. Tsubame 1.2 and the Road to Tsubame 2.0 - Accelerated Multi-Petascale Commodity Computing for Everyone. Invited Seminar Talk, Vrije University, Amsterdam, the Netherlands, June 26th, 2009.
35. Satoshi Matsuoka. GPU Accelerated Computing---From Hype to Mainstream, the Rebirth of Vector Computing, Invited Seminar Talk, University of Utah, July 31st, 2009.
36. SATOSHI MATSUOKA, "GPU Accelerated Computing---From Hype to Mainstream, the Rebirth of Vector Computing", Scientific Discovery through Advanced Computing Program (SciDAC), Jun, 2009
37. 加藤季広, 青木尊之, 額田彰, 遠藤敏夫, 松岡聡, 長谷川篤史, "姫野ベンチマークの GPU マルチノード実行における通信と演算のオーバーラップによる高速化 ? 32GPU で 700GFLOPS 超を達成 ?", 情報処理学会研究報告「ハイパフォーマンスコンピューティング (HPC)」, pp. 1-6, Vol. 2009-HPC-120, No. 3, Jun, 2009
38. Kento Sato, Hitoshi Sato, SATOSHI MATSUOKA, "A Model-Based Algorithm for Optimizing I/O Intensive Applications in Clouds using VM-Based Migration", Proceedings of Cloud2009 in the 2009 9th IEEE/ACM International Symposium on Cluster Computing and the Grid, pp. 466-471, May, 2009
39. 額田彰, 松岡聡, "CUDA GPU 向けの自動最適化 FFT ライブラリ", 先進的基盤システムシンポジウム SACSIS 2009 論文集, pp. 345-352, May, 2009
40. Ali Cevahir, Akira Nukada, Satoshi Matsuoka, "An Efficient Conjugate Gradient Solver on Double Precision Multi-GPU Systems", 先進的計算基盤システムシンポジウム SACSIS 2009 論文集, pp. 353-360, May, 2009
41. Ali Cevahir, Akira Nukada, Satoshi Matsuoka, "Fast Conjugate Gradients with Multiple GPUs", Lecture Notes in Computer Science, pp. 893-903, Vol. 5544, May, 2009

42. Hitoshi Sato, Satoshi Matsuoka, Toshio Endo, "File Clustering Based Replication Algorithm in a Grid Environment", Proceedings of the 2009 9th IEEE/ACM International Symposium on Cluster Computing and the Grid, pp. 204-211, May, 2009
43. 島田大地, 丸山直也, 額田 彰, 遠藤 敏夫, 松岡 聡, "GPU における耐故障性を考慮した数値計算の電力性能", 先進的計算シンポジウム (SACIS2009)、ポスター発表, pp. 161--163, Vol. 2009, No. 5, May, 2009
44. 長坂仁, 丸山直也, 額田 彰, 遠藤 敏夫, 松岡 聡, "GPU における性能と消費電力の相関性の解析", 先進的計算シンポジウム (SACIS2009)、ポスター発表, pp. 151--152, Vol. 2009, No. 5, May, 2009
45. Tomoaki Hamano, Toshio Endo, Satoshi Matsuoka, "Power-Aware Dynamic Task Scheduling for Heterogeneous Accelerated Clusters", 2009 IEEE International Symposium on Parallel&Distributed Processing, pp. 1—8, May, 2009
46. Sumeth Lerthirunwong, Naoya Maruyama, Satoshi Matsuoka, "Adaptive Resource Indexing Technique for Unstructured Peer-to-Peer Networks", 9th IEEE/ACM International Symposium on Cluster Computing and the Grid, pp. 172--179, May, 2009
47. SATOSHI MATSUOKA, "TSUBAME 1.2 and the Road to TSUBAME 2.0 - Accelerated Multi-Petascale Commodity Computing for Everyone", Asia South HPC Conference, Apr, 2009
48. 東田学, 松岡聡, 友石正彦, 實本英之, 滝澤真一郎, "RENKEI (REsource liNKage for E-scIence) プロジェクトにおけ POP の展開配備", 広帯域ネットワーク利用に関するワークショップ(ADVNET2009), 2009

准教授 望月 祐洋(遠隔・マルチメディア教育分野)

教育用動画コンテンツ駆動型サービスの開発ツールに関する研究

【研究の概要と成果】

近年、YouTube やポッドキャストをはじめとする Web 上の動画コンテンツの利用サービスの普及にともない、娯楽用、教育用を含む多様なコンテンツの流通が促進されている。本研究では、教育用動画コンテンツにプログラムを埋め込むことで、動画コンテンツの再生に同期するかたちで関連するプログラムやサービスの制御を実現するための基盤システムの構築を進めている。また、このような動画コンテンツに埋め込むプログラムの開発環境のベースとして Wiki の技術を導入することで、集合知の手法を取り入れた協調スク립ティングのテストベッドとしての利用を想定している。本研究成果によって、Web 上の豊富な動画コンテンツに新たな価値を賦与するとともに、複数の動画コンテンツ間、動画コンテンツと Web サービス間、動画コンテンツとユビキタスサービス間といった複数サービスの連携による新たなサービスの創出をも視野に入れている。本年度は、ビジュアルプログラミングやインタラクティブプログラミングの分野で利用されているプログラミング言語である Processing の ActionScript 版である Processing.as を拡張し、Processing スクリプトを Flash Video に埋め込むことで、ビデオ再生に同期してスクリプトを実行するためのラピッドプロトタイピング用システムとして VdProcessing の設計および実装を進めた。本システムを利用することで、新たなアプリケーションやサービスについてのさまざまなアイデアをラフスケッチする感覚で、協調プロトタイピングできる環境の構築を目指した。

【発表論文・学会発表等】

- 1) Masahiro Mochizuki: Video-driven Processing for UbiComp, Proc. Of the 2009 International Symposium on Ubiquitous Computing Systems (UCS), pp.67-74, August (2009).
- 2) Masahiro Mochizuki, Nobuyasu MAKOSHI, Hiroyuki AKAMA, and Ken WAKITA: Tokyo Tech OCW: Current Status and Future Direction, Proc. Of the 1st Asia Regional OpenCourseWare Conference 2009, pp.25-28, November (2009).
- 3) 望月祐洋, 馬越庸恭, 赤間啓之, 脇田建: 東京工業大学における OCW の活用, 工学・工業教育研究講演会講演論文集, pp.412-413, 8月 (2009).

助教 丸山直也(問題解決支援環境分野)

【研究の概要と成果】

GPU 向け耐故障技術

GPU による HPC アプリケーションの高速化が注目されている一方で本来グラフィックス用途として設計されてきた GPU を HPC アプリケーションに用いるには解決されるべき問題が存在する。その 1 つにメモリスシステムの耐故障性が挙げられる。通常の HPC 向け計算ノードではメモリスシステムの耐故障性のために Error Correcting Code (ECC) を備えたメモリが用いられるが、NVIDIA や AMD による現状のグラフィックスカード上のメモリには装備されていない。しかし、HPC に限らずアプリケーション一般的には 1 ビットのエラーでも許容できない場合が多い。また、ゲームなどのグラフィックス用途に比べて HPC アプリケーションは実行時間が一般的に長い。従って、アプリケーション 1 回の実行中に発生した単一のビットフリップが長時間に渡って広範囲な影響を及ぼし、最終的な結果を大きく変えてしまう可能性がある。

この問題を解決するために、我々は GPU DRAM におけるビットフリップエラーを対象とした耐故障ソフトウェアフレームワークを提案した。本フレームワークはまず GPU アプリケーションを実行する前に入力データのコピーをホスト側に保存する。アプリケーションを GPU で実行中に DRAM データの正しさをデータ符号化により検査し、エラーが検出された場合はホスト側に存在する入力データのコピーを用いて再実行する。これによりビットフリップエラーの検出とエラー発生時のリカバリを実現可能である。

我々は典型的な GPU アプリケーションに特化することで、(72, 64) SEC-DED ECC ハミング符号と同程度の信頼性を実現しつつ、高速なデータ符号化方式を実現した。典型的な GPU アプリケーションではメモリアクセスは非常に多数のスレッドによりバースト的に行われることに着目し、128 バイトのデータブロックに対してクロスパリティ符号を計算する。これにより通常のハミング符号と比較して計算量を大幅に削減しつつ、4 バイト中の 1 ビットエラーと 128 バイト中の 2 ビットエラーの検出が可能である。実際に提案フレームワークを CUDA GPU アプリケーションについて実装し、その性能を評価した。その結果、行列積のような計算負荷の大きいプログラムでは数パーセント以下、3D FFT のようなメモリアクセス負荷の大きいプログラムにおいて 35%程度で抑えられることがわかった。

【発表論文・学会発表等】

1. 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 (To appear).
2. 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 (To appear).
3. 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 (To appear).
4. Performance Evaluation of Software Framework for Memory Fault Tolerance in GPU Accelerators, Naoya Maruyama, Akira Nukada, Satoshi Matsuoka, SIAM Conference on Parallel Processing and Scientific Computing (PP10), MS36: Trends and Experiences in Heterogeneous Many-core Computing, 2010.
5. GPU 向け耐メモリエラーソフトウェアフレームワーク, 丸山直也, 額田彰, 松岡聡, 情報処理学会研究報告 2009-HPC-123, No. 8, pp. 1-6, 2009.
6. A High-Performance Fault-Tolerant Software Framework for Memory on Commodity GPUs, Naoya Maruyama, Akira Nukada, Satoshi Matsuoka, NVIDIA GPU Technology Conference 2009, 2009.
7. 異種アクセラレータを持つヘテロ型スーパーコンピュータ上の Linpack の性能向上手法, 遠藤敏夫, 額田彰, 松岡聡, 丸山直也, 情報処理学会研究報告, 査読無し, Vol. 2009-HPC-121, No. 24, Page 8, 2009.
8. GPU における耐故障性を考慮した数値計算の電力性能, 島田大地, 丸山直也, 額田彰, 遠藤敏夫, 松岡聡, 情報処理学会研究報告 2009-HPC-121, No. 26, pp. 1-5, 2009.
9. Software-Based ECC for GPUs, Naoya Maruyama, Akira Nukada, Satoshi Matsuoka, 2009 Symposium on Application Accelerators in High Performance Computing (SAAHPC'09), 2009.
10. GPU における性能と消費電力の相関性の解析, 長坂仁, 丸山直也, 額田彰, 遠藤敏夫, 松岡聡, 情報処理学会研究報告 2009-HPC-121, No. 26, pp. 1-6, 2009.

11. GPUにおける耐故障性を考慮した数値計算の電力性能, 島田大地, 丸山直也, 額田彰, 遠藤敏夫, 松岡聡, 先進的計算シンポジウム (SACIS2009)、ポスター発表, Vol. 2009, No. 5, pp. 161--163, 2009.
12. GPUにおける性能と消費電力の相関性の解析, 長坂仁, 丸山直也, 額田彰, 遠藤敏夫, 松岡聡, 先進的計算シンポジウム (SACIS2009)、ポスター発表, Vol. 2009, No. 5, pp. 151--152, 2009.
13. Adaptive Resource Indexing Technique for Unstructured Peer-to-Peer Networks, Sumeth Lerthirunwong, Naoya Maruyama, Satoshi Matsuoka, 9th IEEE/ACM International Symposium on Cluster Computing and the Grid, pp. 172--179, 2009.

産学官連携研究員 額田 彰

CUDA GPUによるFFTの自動チューニング

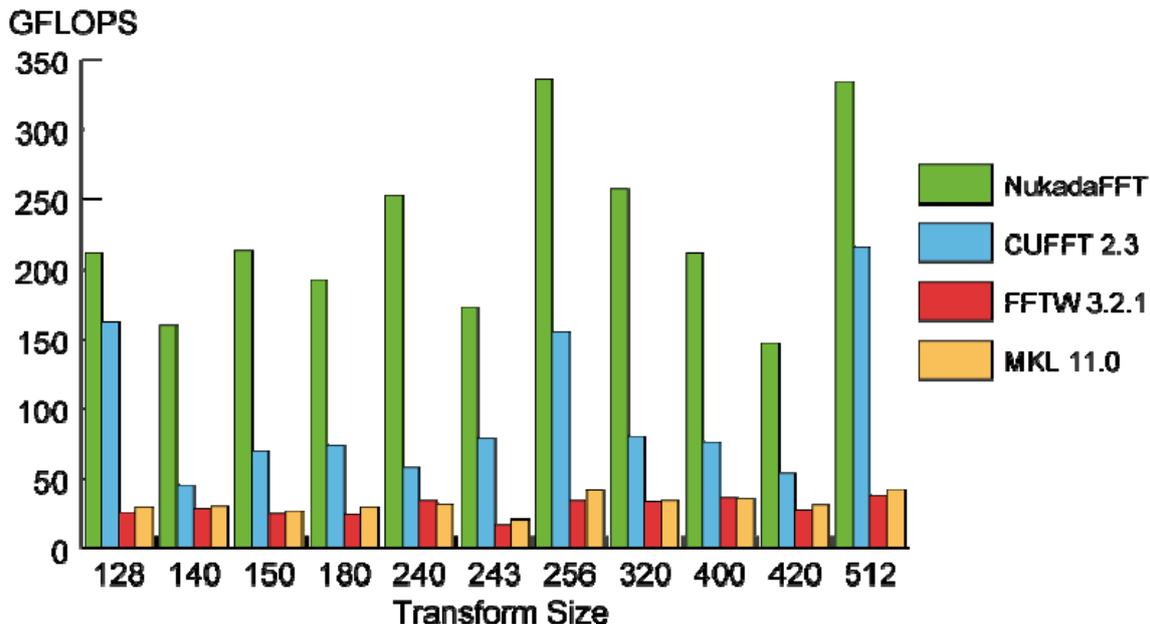
【研究の概要と成果】

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、また共有メモリ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。昨年度は CUDA 環境に適した 3 次元 FFT アルゴリズムを提案したが、本年度はそれに自動最適化手法を取り入れた。これにより 2 のべき乗以外の入力データサイズについても全自動で最適なカーネルの生成が可能となり性能及び機能性が大きく向上した。

自動最適化では CPU の場合と同様に最適な基底の選択を行う。これは入力サイズをどのような因数の積に分解するかを意味しており、この選択によって演算数やメモリアクセス命令数が増減する。さらに CUDA GPU 独自の要素として、メモリアクセス効率を最大限に引き出すための最適なスレッドブロック数の選択や、高速なオンチップメモリである shared memory のバンクコンフリクトを避けるためのパディング挿入パターンを試行による性能データを用いて自動的に決定している。手作業による最適化では見落としがちな可能性まで網羅的に探索することにより、全てのサイズにおいて私が過去に手作業で最適化したコードも含めて全ての他の実装を超える性能を達成できた。NVIDIA の提供する CUFFT ライブラリの性能を遥かに上回る。



GeForce GTX 285 での他のライブラリとの性能比較

【発表論文・学会発表等】

- 1) A. Cevahir, A. Nukada and S. Matsuoka. Fast Conjugate Gradients with Multiple GPUs, Proceedings of 9th International Conference on Computational Science (ICCS 2009) Part I, Lecture Notes in Computer Science 5544, Springer, pp.893-903, 2009
- 2) 額田 彰, 松岡 聡. CUDA GPU 向けの自動最適化 FFT ライブラリ. 先進的計算基盤システムシンポジウム SACSIS2009, pp.345-352, 2009
- 3) A. Cevahir, A. Nukada and S. Matsuoka. An Efficient Conjugate Gradient Solver on Double Precision Multi-GPU Systems. 先進的計算基盤システムシンポジウム SACSIS2009, pp.353-360, 2009.
- 4) 長坂仁, 丸山直也, 額田彰, 遠藤敏夫, 松岡聡. 「GPU における性能と消費電力の相関性の解析」先進的計算基盤システムシンポジウム SACSIS2009 論文集, pp.151-152, ポスター, 2009.
- 5) 島田大地, 丸山直也, 額田彰, 遠藤敏夫, 松岡聡. GPU における耐故障性を考慮した数値計算の電力性能. 先進的計算基盤システムシンポジウム SACSIS2009 論文集, pp.161-162, ポスター, 2009.
- 6) 加藤季広, 青木尊之, 額田彰, 遠藤敏夫, 松岡聡, 長谷川篤史. 姫野ベンチマークの GPU マルチノード実行における通信と演算のオーバーラップによる高速化 ～ 32GPU で 700GFLOPS 超を達成 ～, 情報処理学会研究報告「ハイパフォーマンスコМПьюテイング (HPC)」, Vol. 2009-HPC-120, No. 3, pp.1-6, 2009.
- 7) Satoshi Matsuoka, Takayuki Aoki, Toshio Endo, Akira Nukada, Toshihiro Kato, and

Atsushi Hasegawa. GPU Accelerated Computing---From Hype to Mainstream, the Rebirth of Vector Computing, In Proc. of Scientific Discovery through Advanced Computing (SciDAC 2009), San Diego, 2009.

8) Naoya Maruyama, Akira Nukada and Satoshi Matsuoka. Software-Based ECC for GPUs. In Symposium on Application Accelerators in HPC (SAAHPC), Urbana-Champaign, Illinois, July 2009.

9) 遠藤敏夫, 額田彰, 松岡聡, 丸山直也. 異種アクセラレータを持つヘテロ型スーパーコンピュータ上の Linpack の性能向上手法. 情報処理学会研究報告 2009-HPC-121(SWoPP 2009), 仙台, 2009.

10) 島田大地, 丸山直也, 額田彰, 遠藤敏夫, 松岡聡. GPU における耐故障性を考慮した数値計算の電力性能. 情報処理学会研究報告 2009-HPC-121(SWoPP 2009), 仙台, 2009.

11) 長坂 仁, 丸山 直也, 額田 彰, 遠藤 敏夫, 松岡 聡. GPU における性能と消費電力の相関性の解析, 情報処理学会研究報告 2009-HPC-121(SWoPP 2009), 仙台, 2009.

12) 額田 彰, 松岡 聡. CUDA GPU 向けの自動最適化 FFT ライブラリ. 情報処理学会論文誌コンピューティングシステム(ACS), Vol.2, No. 3, pp.107-115, 2009年9月.

13) Naoya Maruyama, Akira Nukada, and Satoshi Matsuoka. A High-Performance Fault-Tolerant Software Framework for Memory on Commodity GPUs, NVIDIA GPU Technology Conference, poster, San Jose, CA., September 2009.

14) Akira Nukada and Satoshi Matsuoka. Auto-Tuning 3-D FFT Library for CUDA GPUs. In Proceedings of the ACM/IEEE conference on Supercomputing (SC09), Portland, November 2009.

15) Ali Cevahir, Akira Nukada, and Satoshi Matsuoka. CG on GPU-enhanced Clusters, 情報処理学会研究報告 2009-HPC-123, 2009年12月

16) Akira Nukada, Fast Fourier Transform using CUDA GPUs, Accelerated Computing Symposium, Roppongi, Tokyo, Jan. 2010.

17) 浜野智明, 額田彰, 遠藤敏夫, 松岡聡. GPUクラスタにおける省電力タスクスケジューリング, 情報処理学会研究報告2009-HPC-124, 8 pages, 熱海, 2009年2月

18) Naoya Maruyama, Akira Nukada, and Satoshi Matsuoka. Performance Evaluation of Software Framework for Memory Fault Tolerance in GPU Accelerators, In Proceedings of SIAM Conference on Parallel Processing and Scientific Computing (PP10), MS36: Trends and Experiences in Heterogeneous Many-core Computing, Seattle, February 2010.

19) [書籍] 青木尊之, 額田彰. 『はじめての CUDA プログラミング』, 工学社, 東京, 2009年11月.

産学官連携研究員 實本 英之

大規模環境における耐故障ミドルウェアの研究

【研究の概要と成果】

チェックポイント/リスタート手法は多くの大規模 HPC システムで利用されている耐故障機能である。しかし、近年の大規模 HPC システムのメモリサイズの急速な増大に比べ、並列ファイルシステムの I/O 帯域の増大は相対的に低いため、チェックポイント時間が増加してしまう問題がある。本研究では、チェックポイントのオーバーヘッドを低く抑えつつ多重故障に対応することを目的とし、Erasure Coding を採用する。処理のボトルネックを避けるために Erasure Coding の符号演算処理を並列化し、かつ並列ファイルシステムの代わりにノードのローカルストレージにプロセスイメージを格納する。さらにプロセスイメージの大きさを削減するために、Incremental Checkpoint 手法を採用する。この手法はチェックポイント時に前回のプロセスイメージとの差分部分を記憶するものである。並列環境において行列積演算および NPB LU ベンチマークを用いた実験の結果、Incremental Checkpoint を用いたときに 28~84%の性能向上を確認した。

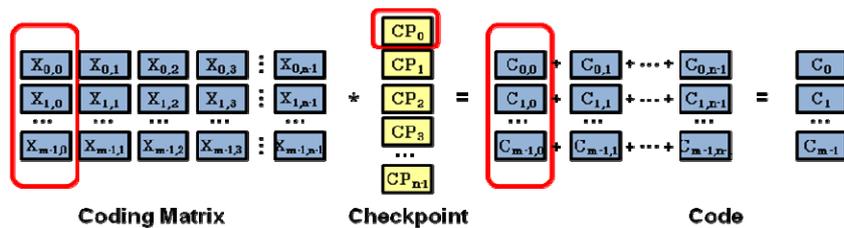


図 1: Erasure Coding における符号化

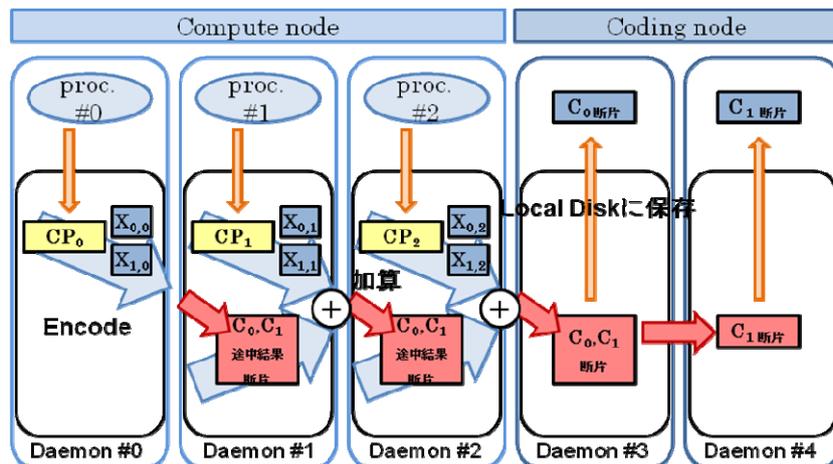


図 2 : Checkpoint with Pipeline Erasure Coding の流れ

【発表論文・学会発表】

1. 實本英之, 中村俊介, 遠藤敏夫, 松岡聡.”増分データと Erasure Coding を利用した高速なチェックポイント手法.”, 情報処理学会研究報告 2009-HPC-122, October 2009
2. 實本英之, Flexible Fault Tolerance for Tightly-Coupled Application in Large-Scale Parallel Computing Systems, 博士論文, 東京工業大学, March 2010

産学官連携研究員 佐藤 仁

グリッドファイルシステムにおけるアクセスパターンと性能を考慮した複製配置

【研究の概要と成果】

ファイルシステムを用いたグリッド環境での大規模なデータ共有は、シングルシステムイメージを実現し、ユーザの利便性を向上させる有効な手法である。しかし、ファイルへのアクセス集中や遠方へのファイルアクセスなど、不均質な環境での、煩雑なデータ管理が発生することが問題となる。我々は、ファイルのアクセス頻度や管理ポリシーに応じて自動的にファイルの複製配置を決定するアルゴリズムを提案した。提案アルゴリズムでは、この複製配置問題をアクセス時間、ストレージ容量、及び、転送時間の最小化を関数とする 0-1 整数計画問題に帰着し、ファイルアクセスのモニタリングにより得られた情報を利用することにより解く。シミュレーションでの評価では、複製作成を行わない手法、アクセス時に複製をキャッシュする手法、サイト毎に複製を持つ手法などの単純な複製管理手法と比較して、ストレージ使用量を低く保ちつつ、かつ、高いスループット性能を達成する複製配置を自動的に実現することを確認した。また、この提案アルゴリズムを既存のグリッドファイルシステムである Gfarm に適用し、実環境である InTrigger テストベッドに配備して有効性を確認した。

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、2006 年からスーパーコンピュータ TSUBAME を運用しているが、年々、ユーザから大規模データ処理への要望が高まっており、その中で MapReduce 処理を実行したいというものも挙がっている。そのため、既存の MapReduce システムの実装の中で最も普及している Hadoop の TSUBAME への適用を検討しはじめた。その過程において、TSUBAME 上で Hadoop を実行するためのツール「Tsudoop」を開発した。Tsudoop は、既存システムの構成や運用方針の変更をすることなく TSUBAME 上のジョブスケジューラである n1ge や Lustre ファイルシステムなどと協調して動作して Hadoop 実行環境を構築し、ユーザの MapReduce アプリケーションを実行する。予備実験として、このツールを用いて、生物医学系の学術論文を対象にした書籍情報データベースである MEDLINE に対してテキストの全文検索を行うアプリケーションを実行した。その結果、1 ノード(16 コア)での実行と 32 ノード(512 コア)での実行とを比較して 14 倍の性能向上を示し、TSUBAME のような高速な共有ファイルシステムやジョブ

スケジューラが存在するような計算環境でも、MapReduce アプリケーションの実行が可能なことを確認し、現状の問題点を明らかにした。

【発表論文・学会発表等】

- 1) Hitoshi Sato, Satoshi Matsuoka, and Toshio Endo. "File Clustering Based Replication Algorithm in a Grid Environment". In Proceedings of the 9th IEEE International Symposium on Computing and the Grid (CCGrid2009), pp. 204-211, Shanghai, China, May 2009.
- 2) Kento Sato, Hitoshi Sato, and Satoshi Matsuoka. "A Model-Based Algorithm for Optimizing I/O Intensive Applications in Clouds Using VM-Based Migration". In Proceedings of the 1st International Workshop on Cloud Computing (Cloud2009), pp. 466-471, Shanghai, China, May 2009.
- 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), 2010年5月 (to appear).
- 4) 國府理央, 佐藤仁, 松岡聡. "大規模計算機システムの資源選択を支援するエキスパートシステム". 情報処理学会研究報告 2010-HPC0124, pp. 1-8, 2010年2月.
- 5) 佐藤仁, 小西史一, 山本泰智, 高木利久, 松岡聡. "スーパーコンピュータ TSUBAME上でのMapReduceの実現". 情報処理学会研究報告 2009-HPC-123 (HOKKE-17), pp. 1-7, 2009年11月.
- 6) 國府理央, 佐藤仁, 松岡聡. "大規模計算環境におけるユーザ満足度を考慮した資源管理へむけて". 電子情報通信学会技術研究報告 2009-CPSY 109(168), pp. 19-24, 2009年8月.

産学官連携研究員 滝澤 真一郎

光サーキットネットワークの補助的利用による HPC アプリケーション性能向上

[研究の概要と成果]

従来の HPC システムではノード間を全対全接続し、かつ十分な通信性能を提供するためにバイセクションバンド幅の高いネットワークを用いていた。しかしながら、ノード数が数万から数十万となるペタスケール大規模 HPC システムでは、このようなネットワークは金銭コストや電力消費の問題で実現困難である。

本研究では低バイセクションバンド幅電気パケット (EPS: Electronic Packet Switching) ネットワークと高バンド幅で対一通信を行える光サーキット (OCS: Optical Circuit Switching) ネットワークからなるハイブリッドネットワーク環境と、その環境での通信手法を提案する。このネットワークの特徴は、各ノードは単一リンクで EPS ネットワークに接続され、一部のノードは OCS ネットワークへも単一リンクで接続されることである。通信手法として、事前取得したアプリケーションの通信パターンを元に、異なる EPS スイッチに属する OCS ネットワークに接続されたノード間に光回線を割当て、それらノードが他ノードからのメッセージを中継する方法を提案した。これにより EPC ネットワーク上流で起こる輻輳を回避できる。本手法は、繰り返し処理を多く含む HPC アプリケーションにおいて特に有効であるが、それ以外のアプリケーションに対しても通信パターン解析技術を用いることにより適応可能である

256 プロセス (64 ノード x ノードあたり 4 プロセス) 環境をシミュレーションして評価したところ、全ノードの半数である 32 ノードを OCS ネットワークに接続することで、高いバイセクションバンド幅を要求するアプリケーションでの性能向上、特に全対全通信においては Fat Tree EPS ネットワークと同程度の性能を示しめすことを確認した。

[発表論文・学会発表]

1. 滝澤真一郎、遠藤敏夫、松岡聡 「光サーキットネットワークの補助的利用による HPC アプリケーション性能向上」。情報処理学会 コンピューティングシステム (ACS)、2009、Vol. 2、p 110-121。
2. 滝澤真一郎、遠藤敏夫、松岡聡 「次世代光インターコネクタでの MPI 通信に関する研究」。日本ソフトウェア科学会 コンピュータソフトウェア、2009、Vol. 26、p 5-19
3. 東田学、松岡聡、友石正彦、實本英之、滝澤真一郎 「RENKEI (REsource liNKage for E-scIence) プロジェクトにおけ POP の展開配備」、広帯域ネットワーク利用に関するワークショップ(ADVNET2009), 2009

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開発、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機能向上に向けて、メタデータ項目、メタデータ検索方式（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。
3. 高等教育において ICT 利活用を推進する海外中核機関、すなわち、EDUCAUSE (米国)、JISC(英国)、SURF 財団 (オランダ) などとの国際連携・事業を通じ、高等教育における 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。
- 4.

【発表論文・学会発表等】

国際学会

Yamada, T. (2009.7). Nation-wide and global services for sharing quality lifelong learning content in Japan. ASEM Conference "Lifelong Learning: e-Learning and Workplace Learning" (19-22 July 2009, Bangkok, Thailand). [invited]

Yamada, T., & Morimoto, Y. (2009.11). Utilization of metadata for quality assurance in the international sharing and reuse of Open Educational Resources. The 23rd Annual Conference of Asian Association of Open Universities (AAOU), Conferences Book, Pp.87-95. (3-5 November 2009, Tehran, Iran) [peer-reviewed], [one of the selected papers for AAOU Best Paper Awards 2009]

国内学会

山田恒夫・森本容介(2009.8). OCWにおける連携活動 -グローバル横断検索サービスの開発. 平成21年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, 428-429. (名古屋大学,2009/08/07-09)

美濃導彦・福原美三・山田恒夫・梶田将司・仲林清(2009.9). パネルディスカッション「新研究会への期待」(モデレータ: 間瀬健二). 情報処理学会「教育学習支援情報システム」研究グループ (CMS研究会) 第12回研究会(日本女子大学, 2009/09/18)

山田恒夫(2009.9). 学習コンテンツのグローバル横断的検索システムにおける付加価値サービス-GLOBE(Global Learning Object Brokered Exchange)の事例を中心に-. 情報処理学会「教育学習支援

情報システム」研究グループ (CMS研究会) 第12回研究会(日本女子大学, 2009-09-18).

森本容介・辻靖彦・山田恒夫 (2009.12). 学習コンテンツの持続可能なメタデータ流通と検索システムでの利用. 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.109, No.335, pp.227-231.

講演等

山田恒夫(2009.11). The 2nd EDUCAUSE Luncheon 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、2009/11/3) コーディネーター.

山田恒夫(2009.12). 世界の eラーニング 最新の動向と将来像. 東京工業大学GSIC セミナー2009 No.2 (主催:東京工業大学学術国際情報センター), 2009年12月11日, 東京工業大学大岡山西8号館情報系大会議室.

8-3 学術国際交流部門

教授 山口 しのぶ（国際共同研究分野）

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】

2007年12月にUNESCO世界遺産センターが実施した現地調査“Reactive Monitoring Mission to the Town of Luang Prabang World Heritage Property, Lao PDR”によれば、保存地域における違法建築の急激な増加が指摘され、早急な保護施策の実施がなければ、危機遺産に指定される可能性を示唆している。このような背景を受け、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。具体的には、①世界遺産地域におけるGIS活用の現状分析、②GIS運用に必要な地理情報源の特定、③オープンソースを含むGISフォームソフトウェアの導入に関する分析、④遺産保存に関する地理情報の整備に関する分析、⑤文化面・人材面に焦点を当てた実現可能性および維持可能性に関する調査、⑥現地状況を踏まえたGISのパイロット的導入による効用・問題点の分析、を行う。21年度には、博士課程の学生を中心に現地での調査研究を5ヶ月実施し、GISプロトタイプ開発に必要なデータの収集を現地ICTチームと共に行なった。

“First Track Initiatives: 情報技術の導入－教育の質の向上を目指してIntroducing ICT in School Environment to Level Up Quality of Education”

【研究の概要と成果】

:国連ミレニアム開発目標達成を目指した国際協力プロジェクトの一環として世界銀行が中心となり教育へのアクセス拡大及び、質の向上を目指し情報技術を導入するプロジェクト。モンゴル教育科学技術省及び、現地企業（InTec）との協働プロジェクトとして、現地のBiddingを通じてプロジェクト予算を確保した。理工学大学院国際開発専攻高田教授研究室との連携のもと、東工大からは4名のチームで現地調査研究に参加し、7月と10月の二度にわたり現地入りした。バヤンホンゴル県、セレンゲ県およびウランバートルにて調査を実施し、計2000人の教育機関、政府関係者からのデータを収集し分析を行なった。Comparative and International Educational Society国際学会（米国・シカゴ）にてモンゴル政府と共同発表。今後、本調査結果に基づき、国際研修プログラムの構築、研修プログラムが実施される予定である。

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。21年度は具体的には、情報教育分野において、FOSSを導入したプロジェクトを対象に、アンケート調査を行なうための関係者間のラウンドテーブルを開催した。同時に、1) 途上国におけるFOSS導入の利点や制約について文献調査を元に整理、及び2) 事例に基づく情報教育プロジェクトのFOSS導入の効果についての観察、分析を実施。今後、FOSS導入後の持続可能性について技術面、文化面、人材面からフィージビリティ分析を実施する予定である。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. 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 (2010.03)
2. Onodera, J., Yamaguchi, S., Yano, S., ” Training Needs Assessment of School Principals in Mongolia: Further Analysis”, Conference Proceedings, CD-Rom, 54th Annual Conference on Comparative and International Education Society, Chicago, USA (2010.03)
3. Yamaguchi, S., Takada, J., Onodera, J., Yano, S., Dondov, B., and Konishi, K., “FTI-ICT project in Mongolia ‘Level-up’ training on advanced level of ICT for primary school teachers: Monitoring Report” pp.1-88, Ulaanbaatar, Mongolia (2009.11)
4. 山口しのぶ、小野寺純子、矢野智子「教育改革と学校長のスキルデヴェロップメントの重要性：モンゴル初等・中等教育におけるアセスメント調査より」、第20回国際開発学会全国大会報告論文集。Pp182-185, (2009.11)
5. Takada, J., Yamaguchi, S., Leong, C., “GIS Development in World Heritage Sites in Developing Countries - Preventing from Becoming Heritage in Danger, Japan Society of International Development, 20th Annual Conference Proceedings, pp164-167, (2009.11)
6. Yamaguchi, S., Takada, J., S., Dondov, B., and Konishi, K., “Baseline Survey on FTI-ICT project in Mongolia ‘Level-up’ training on advanced level of ICT for primary school teachers” pp.1-36, Ulaanbaatar, Mongolia (October, 2009)

7. 山口しのぶ、「ボロニアプロセスの高等教育機関へのインパクトに関する考察：欧州3国の比較」、第45回日本比較教育学会全国大会、pp.88-89, (2009.06)
8. Otgonsuren, L., Yamaguchi, S., Narantuya, J., et.al, “Needs Assessment for School Principals in Mongolia”, Survey Report, submitted to UNESCO, Beijing, pp.1-111, (2009)
9. Yamaguchi, S., Takada, J., and Leong, C., “Application of ICT and GIS in the World Heritage of Luang Prabang”, presented at the 2nd Asian Academy for Heritage Management Conference, Macao (December 2009)

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することを検討している。このワークショップでは世界文化遺産であるルアンパバーンの持続的開発のためのGISを含むICTの導入状況に関する現状の理解を深めることを目的として行われた。参加者はDPLの幹部及びスタッフ、前



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)

運輸通信建設大臣 Suen Phetsanghan 氏及びユネスコニューデリー事務所の前所長である Minja 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、ICT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。報告の後には、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。

准教授 PIPATPONGSA THIRAPONG(国際交流分野)

砂山の物理現象に関する研究

【研究の概要と成果】

多くの砂粒子からなる砂山は、自発的に斜面が崩れることなく安定勾配を保つ安息角を表す。砂山の安息角は、粒子の大きさと粒子の丸みにより決まる。この性質を利用して、乾燥した砂を自然落下させる砂山の安息角を測定することにより、緩い粗粒土の内部摩擦角を推定することができる。ナダイの観測(Nadai, 1963)によると、一定の任意領域上に積み上げと雪崩から作りあげられた最終的な砂山形状は、形成過程と関係なく、同じ幾何学を示すと指摘されている。しかし、砂山表面上に起こす多粒子集団の静止状態・流動状態としてとり上げる砂山は、形成過程によって、体重による圧力分布が異なる。このようなメカニズムで砂山の頂上真下に生じた圧力極小値現象を表すこともある(Wittmer et al., 1996)。本研究では、この魅力ある基本的な物理現象を解明するために、連続体力学による解析を用いて砂山内の圧力分布について調べて、主応力方向の特徴づけで、新仮説を提案している。

アーチ効果を利用した亜炭採掘手法に関する研究

【研究の概要と成果】

タイ北部を中心に分布している褐炭の炭田は、年産約 1,600 万トンとタイ全国生産量の 80%以上を占めている東南アジア最大生産拠点である。地質条件の元、露天掘りによって採掘されているが、200m以上を深く採掘する際にモデル化・数値シミュレーションの技術が必要である。そのため、タイ国チェンマイ大学工学部と部局間国際交流協定を締結することに基づき、タイ発電公社(EGAT)との共同研究を進めている。アーチ効果による荷重伝達メカニズムと粘土薄層に沿う不安定斜面に適用する充填採掘法を課題とし、アーチ効果を利用した亜炭採掘手法およびその安定解析・シミュレーションに関して研究している。

耐塩害性地盤構造に関する研究

【研究の概要と成果】

沙漠化の主要因のひとつである塩害は、人為的もしくは自然的要因で地表面近くに塩類が集積し、植物の生育を困難な土地劣化が生じることである。タイ東北部では、地下深部の高塩分濃度地下水を利用した、天日乾燥による伝統的な製塩業が盛んである。しかしながら、近年過剰に汲み上げられた塩分含有水が周辺地盤に漏出し、人為的な塩害を生じているだけでなく、塩田以外でも長期的な降雨・蒸発のサイクルの中で、自然発生的に地表面にまで塩分が上昇し、農作物の収穫に大きな影響を及ぼしている。本研究では、パラメータ同定が簡易で、実験結果を反映しやすいの不飽和土構成モデルを用い、塩類集積シミュレーションを行う。また、異種地盤材料の組み合わせによる耐塩害性地盤を提案するとともに、すでに塩類集積が生じた地盤の再生手法に関して検討を行う。

地滑りの安定解析に関する研究

【研究の概要と成果】

2006年2月17日にフィリピン中部のカンアバク山の急斜面付近で発生した大規模地滑りは、南レイテ州セントバーナード町ギンサウゴン村一帯を埋めた。大規模地滑りはフィリピン断層帯に沿ったカンアバク山の標高700mの尾根上で起こった。地滑りは当初、ブロックスライド型の地滑りで始まったが、流動するに従って大規模地滑りに発展した。地滑り発生以前の数日間の豪雨によって断層粘土が飽和し、間隙水圧の増加、せん断強度の減少が起こったことが原因と考えられ、今回のような小さな震度であったにもかかわらず、地震が地滑りを起こす最終的な引き金になったと考えられる。本研究では、地滑り発生メカニズムおよび安定解析を研究した。

【発表論文・学会発表等】

学術雑誌論文

- 1) D. Apriadi, S. Likitlersuang, T. Pipatpongsa, H. Ohta, On the numerical implementation of hyperplasticity non-linear kinematic hardening modified cam clay model, Journal of The Institution of Engineers, Singapore (the IES Journal) Part A: Civil & Structural Engineering, Vo.2(3), 187-201, Taylor & Francis, August, 2009
- 2) T. Pipatpongsa, S. Heng, A. Iizuka, H. Ohta, Rationale for coefficient of earth pressure derived from prismatic sand heap 「二次元砂山における静止土圧係数解析の原理」 Journal of Applied Mechanics JSCE 「土木学会応用力学論文集」, Vol. 12, pp. 383-394, August, 2009
- 3) 河井克之, 野村瞬, 大野進太郎, ピパットポンサー・ティラポン, 橘伸也, 金澤伸, 飯塚敦, 耐塩害性地盤構造及び塩害地盤浄化手法の検討 「Study of the stratigraphic architecture resistant for salt damage and the method to purify salty ground」 Journal of Applied Mechanics JSCE 「土木学会応用力学論文集」 Vol. 12, pp. 421-428, 2009年8月
- 4) H. Ohta, T. Pipatpongsa, S. Heng, S. Yokota and M. Takemoto, Significance of saturated clays seams for the stability of rainfall-induced landslides, Bulletin of Engineering Geology and the Environment, Vol. 69, Issue 1, pp. 71-87, February, 2010
- 5) T. Pipatpongsa, H. Ohta and A. Iizuka, Analyses of pressure distribution using arching criteria in 2D sand heaps, Theoretical and Applied Mechanics Japan, Volume 58, pp. 41-48, Science Council of Japan, February, 2010

査読付国際会議論文

- 6) T. Pipatpongsa, M. H. Khosravi and H. Ohta, Backward-Euler stress update algorithm for the original Cam-clay model with vertex singularity, International Symposium on Prediction and Simulation Methods for Geohazard Mitigation (IS-Kyoto 2009), pp. 179-184, May 25-27, 2009 (CRC Press, F. Oka, A. Murakami and S. Kimoto, ISBN 0415804825)
- 7) S. Kanazawa, K. Kawai, A. Iizuka, S. Ohno, S. Tachibana, T. Pipatpongsa and T. Takeyama, A finite element simulator for mechanical behavior of unsaturated earth structures exposed to evaporation and moisturization, the 4th Asia-Pacific Conference on Unsaturated Soils, UNSAT-ASIA2009, pp. 711-717, Newcastle, Australia, 23-25 November 2009
- 8) T. Pipatpongsa, Particular stress distributions in granular wedges under coulomb friction inequality, the 2nd International Symposium on Computational Mechanics (ISCM II) and the 12th International Conference on the Enhancement and Promotion of Computational Methods in Engineering and Science (EPMESC XII), p. 82, Hong Kong - Macau, November 30 - December 3, 2009
- 9) D. Apriadi, S. Likitlersuang, T. Pipatpongsa and H. Yuanita, Pre-consolidation pressure dependence of mixed hardening multisurface hyperplasticity model, Proceeding of the 2nd Asean Civil Engineering Conference, pp. 288-297, Vientiane, March 11 - 12, 2010

査読なし国際会議論文

- 10) T. Pipatpongsa, H. Sokbil, Modeling of self-weight transmission in prismatic granular heaps using continuum mechanics approach , The 4th Asian Particle Technology Symposium, Delhi, CD-ROM: APT2009/154, September 14-16, 2009
- 11) D. Apriadi, S. Likitlersuang and T. Pipatpongsa, Non-linearity and recent stress history behaviour in overconsolidated clay predicted using multisurface plasticity, Proceedings of the 22nd KKCNN symposium on Civil Engineering, pp. 499-502, Chiang Mai, October 31 - November 2, 2009
- 12) T. Pipatpongsa, M.H. Khosravi, S. Kanazawa and S. Likitlersuang, Effect of the modified Cam-clay yield function's form on performance of the Backward-Euler stress update algorithm, Proceedings of the 22nd KKCNN symposium on Civil Engineering, pp. 509-514, Chiang Mai, October 31 - November 2, 2009
- 13) T. Pipatpongsa, S. Tachibana, B. Vardhanabhuti and S. Likitlersuang , Error in Nadai (1963) 's distribution of stress in gravitating loose earth inclined at the angle of repose, Proceedings of the 22nd KKCNN symposium on Civil Engineering, pp. 515-520, Chiang Mai, October 31 - November 2, 2009
- 14) T. Pipatpongsa, H. Sokbil, P. Wattanachai and S. Likitlersuang, Stress distribution in storage silo under uniform vertical pressure, Proceedings of the 22nd KKCNN symposium on Civil Engineering, pp. 535-540, Chiang Mai, October 31 - November 2, 2009
- 15) T. Pipatpongsa, S. Heng, S. Kanazawa and A. Iizuka, Stress propagation in semi-infinite planar heap of granular medium possessing self-weight in loose condition, Proceedings of the APCMM2009: JSME No. 09-202, general sessions: a196, Asian Pacific Conference for Materials and Mechanics 2009, The Japan Society of Mechanical Engineers, Yokohama, 13-16 November 2009
- 16) T. Pipatpongsa, M.H. Khosravi and S. Heng, Granular arch shapes under criterion of silo effect, Proceedings of the APCMM2009: JSME No. 09-202, general sessions: a202, Asian Pacific Conference for Materials and Mechanics 2009, The Japan Society of Mechanical Engineers, Yokohama, November 13-16, 2009
- 17) V. Muangsin, A. Ruangrassamee and T. Pipatpongsa, Development of a tsunami warning system for Thailand, International Workshop on "The Indian Ocean Tsunami: 5 years later" organized by the Social-Ecological Resilience Project under Research Institute for Humanity and Nature (RIHN), Singapore, March 1-3, 2010

査読付学会発表論文

- 18) T. Pipatpongsa, D. Apriadi, S. Likitlersuang, Consistent integration scheme for kinematic hardening multisurface hyperplasticity: One dimensional motivation, Geotechnical Engineering Volume, pp. 89-96, The 14th National Convention on Civil Engineering of Thailand, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, Thailand, May 13-15, 2009
- 19) T. Pipatpongsa, B. Vardhanabhuti, Analyses of coefficient of lateral earth pressure in wedge-shaped granular mound based on Jaky' s (1944) hypothesis, pp.147-152, The 14th National Convention on Civil Engineering of Thailand, Nakhon Ratchasima, Thailand, May 13-15, 2009
- 20) M. H. Khosravi, T. Pipatpongsa, S. Kanazawa, A. Iizuka, Effect of yield function' s form on performance of the backward-Euler stress update algorithm for the original cam-clay model, Proceedings of the 11th International Summer Symposium, JSCE, pp.161-164, Tokyo, 11 September 2009 (ISSN: 1345-8507)

査読なし学会発表論文

- 21) T. Pipatpongsa, S. Heng, H. Ohta, A. Iizuka, Analyses of pressure distribution under 2D sand heap by considering arching effect 「アーチ効果を考慮した二次元砂山底面での圧力分布解析」, 第58回理論応用力学講演会「58th Japan National Congress for Theoretical and Applied Mechanics」, 講演論文集NCTAM2009, 発行: 土木学会 (Japan Society of Civil Engineers), pp.391-392, 9-11 June 2009
- 22) 野村瞬, 河井克之, 大野進太郎, ピパットボンサー・ティラポン, 橘伸也, 金澤伸一, 飯塚敦, 気候条件に伴う塩害の被害及び対策「Salt damage by climate conditions and countermeasures」, 第44回地盤工学研究発表会講演集, pp.913-914, 横浜, 2009年8月18-20日
- 23) S. Heng, T. Pipatpongsa, H. Ohta, Stress analyses of central pressure dip phenomenon underneath two-dimensional sand heaps, The 44th National Conference of Japan Geotechnical Engineering 「二次元平面砂山の頂上真下に生じた圧力極小値現象の応力解析, 第44回地盤工学研究発表会講演集」, pp.351-352, Yokohama, 18-20 August 2009
- 24) T. Pipatpongsa, H. Ohta, Theoretical analyses of arch action and stress distribution due to bin effect in storage silo of granular media, The 44th National Conference of Japan Geotechnical Engineering 「サイロ効果による貯蔵粒状体の応力分布・アーチ作用の理論解析, 第44回地盤工学研究発表会講演集」, pp.353-354, Yokohama, 18-20 August 2009
- 25) M.H. Khosravi, T. Pipatpongsa, A. Majdi, H. Ohta, Critical grouting pressure prediction in Iran Kheirabad rock mass based on fracture mechanics approach, The 44th National Conference of Japan Geotechnical Engineering 「破壊力学アプローチに基づくイランでのケーラバッド岩盤への注入限界圧力の予測, 第44回地盤工学研究発表会講演集」, pp.445-446, Yokohama, 18-20 August 2009
- 26) T. Pipatpongsa, D. Apriadi, S. Likitlersuang, H. Ohta, Consistent integration for Iwan spring model under multisurface hyperplasticity framework, 第64回土木学会全国大会「Japan Society of Civil Engineers Annual Meeting 2009」, pp.1281-1282, 福岡2009年9月2-4日
- 27) T. Pipatpongsa, M.H. Khosravi, P. Doncommul, N. Mavong, Excavation problems in Maemoh lignite open-pit mine of Thailand, 第6回地盤工学会関東支部発表会講演集「The proceedings of Geo-Kanto2009, The Japanese Geotechnical Society」, pp.459-464, Tochigi, 12 November 2009
- 28) M.H. Khosravi, T. Pipatpongsa, C. Leelasukseree, P. Wattanachai, Failure mechanisms in arched excavation of sloped earth using model test, 第6回地盤工学会関東支部発表会講演集「The proceedings of Geo-Kanto2009, The Japanese Geotechnical Society」, pp.241-246, Tochigi, 12 November 2009
- 29) S. Heng, T. Pipatpongsa, S. Tachibana, B. Vardhanabhuti, Spatial distributions of safety factor against sliding in loose heap of sand, 第6回地盤工学会関東支部発表会講演集「The proceedings of Geo-Kanto2009, The Japanese Geotechnical Society」, pp.104-109, Tochigi, 12 November 2009
- 30) T. Pipatpongsa, A. Ruangrassamee, V. Muangsin and T. Aoki, Development of Tsunami database in Thailand through supercomputing research collaboration, 第20回国際開発学会全国大会報告論文集「The proceedings of the 20th Annual Conference, the Japan Society for International Development」, pp.168-171, Oita, 21-22 November 2009

准教授 関嶋 政和(国際共同研究分野)

タンパク質・リガンド間の affinity 解析に関する研究

【研究の概要と成果】

タンパク質は、他のタンパク質や化合物、ペプチドと結合することで様々な機能を発揮する。このようなタンパク質と結語する相手であるリガンドとの相互作用を求めることは非常に重要である。本研究では、大規模計算機があつて初めて可能になるタンパク質・リガンド間の結合自由エネルギーを解析するプログラムを構築し、創薬支援を行うことを目指している。

$W=U(\lambda_j, \mathbf{x})-(\lambda_i, \mathbf{x})$ により、ポテンシャルエネルギー差から仕事量を求め、Jarzynski の式 $\exp(-\Delta G/kBT)=\langle \exp(-W/kBT) \rangle$ により、仕事量から結合自由エネルギーを求めるプログラムを開発した。また、このような計算には大規模で高速にシミュレーションを行うことが重要である為、TSUBAME 上で動作する NVIDIA TESLA を用いた分子動力学シミュレーションプログラムの高速化チューニングを行った。

【発表論文・学会発表等】

1. K. Sugawara, S. Saito, M. Sekijima, K. Ohno, Y. Tajima, M. A. Kroos, A. J. Reuser, H. Sakuraba, Structural modeling of mutant alpha-glucosidases resulting in a processing/transport defect in Pompe disease, *J Hum Genet*, 54, pp. 324-330, 2009.
2. 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-BI0-20, 2010
3. 松崎裕介、松崎由理、関嶋政和、秋山泰「分子動力学法に基づくタンパク質構造サンプリングとドッキング予測の改良」情報処理学会研究会報告, 2009-BI0-18, 2009
4. 尾渡裕成、関嶋政和、秋山泰「フラグメント MO 法によるノイラミニダーゼ阻害薬の結合性解析」情報処理学会研究会報告, 2009-BI0-18, 2009

特任准教授 西川 武志(国際共同研究分野)

多階層分散時刻認証グリッドを用いた応用システムの開発

【研究の概要と成果】

インターネット上に複数分散配置された時刻認証ユニットを用いて、一つの時刻認証要求に対し、信頼できる L 個とランダムに選んだ M 個の時刻認証ユニットを選択し合計 K 個のタイムスタンプ発行を複数世代、 G 世代に渡って繰り返して行く分散時刻認証方式を、複数階層に拡張するとともに、その分散時刻認証グリッドを用いてデジタルデータと紙ベースの情報を結びつけ時刻認証を行い、実業の現場において実証実験を行い実用化研究に取りかかれるところまでシステムの品質を向上させことを目指している。本研究は平成19年度から2年間のNEDO平成19年度産業技術研究助成事業に採択され平成21年6月末日で助成期間を終えた。

本年度の成果としては、

1) 多階層分散時刻認証法の Planet Lab 上での実証実験：多階層分散時刻認証における動作パラメータには、信頼性の高いユニットの数 L , ランダムに選択するユニットの数 M , 世代数 G , 総ユニット数 N , 稼働ユニット数 n がある。これらのパラメータを変化させたとき、発行タイムスタンプ数, タイムスタンプ応答成功率等がどのように変化するかを PlanetLab 上で検証した。日本時間で平成21年8月から平成21年9月までと平成21年11月から12月まで、平成22年1月から2月まで期間に渡って PlanetLab 上に時刻認証ユニット最大608ノードを動作可能とし、安定稼働するノード数を16、32、64、128、256と変化させた。平成21年8月から平成21年9月までの結果は電子情報通信学会コンピュータシステム研究会(2009-10-CPSY)にて発表した。

2) 運用方針・規程の検討、提唱：分散時刻認証グリッドならびにその運用方針・規程の検討を RFC の策定を目指して行った。

3) スマートフォンのデジタルカメラと連携した監視カメラシステム：分散時刻認証法をスマートフォンのデジタルカメラと連携させ監視カメラシステムを発明し産学連携本部から東工大の発明として特許出願の準備を行った。

【発表論文・学会発表・産業財産権等】

- 1) 西川武志, "多階層分散時刻認証局の実装と実証実験," 2009年並列/分散/協調処理に関する『仙台』サマー・ワークショップ(SWoPP 仙台 2009), 2009.8.5.
- 2) 西川武志, "多階層分散時刻認証法の実行性能のパラメータ依存性の PlanetLab 上での評価検証," 電子情報通信学会コンピュータシステム研究会(2009-10-CPSY 東京大学 工学部 2号館 1F 212), 2009.10.20.

特任准教授 渡邊 寿雄（国際共同研究分野）

フラグメント MO 及び FMO-MO 法による DNA の電子状態計算

【研究の概要と成果】

近年の計算化学的手法と計算機環境の飛躍的な進歩により、タンパク質や DNA などの生体高分子の分子軌道計算が実用的になってきた。その中でも FMO 法は巨大分子を小さなフラグメントへ分割することにより計算量を大幅に削減する上に、広域分散計算環境にも非常に適している。また FMO 法の結果を用いて FMO-MO 法を行うことにより、FMO 法のみでは得られない分子全体に広がった MO を求めることも可能である。

そこで、非局在化したフロンティア MO を持つような DNA を用いて FMO 及び FMO-MO 法の精度検証を行った。これにより、FMO 法においてはフラグメント分割や環境静電場の近似を適切に選べば化学的精度の計算が可能であること、そして FMO-MO 法は非局在化した MO が得られるだけでなく、より高精度のエネルギー計算も可能であることが分かった。

大規模分子軌道計算のための並列対角化手法

【研究の概要と成果】

最も基本的な分子軌道 (MO) 法である Hartree-Fock 法では非線形方程式を解く必要があるため、Self Consistent Field (SCF) 計算と呼ばれる反復計算で解かれる。SCF 計算では反復ごとに一般化固有値問題を解くため、生体分子などの大規模分子（次元数～数十万次元）の場合、対角化の計算コストは莫大となり、固有値解法の並列化は不可欠である。

疎行列向き解法の一つである周回積分を用いた固有値解法（櫻井-杉浦法）は、複素平面上の指定した領域内の固有値を計算する手法である。この方法では、それぞれの領域を独立に計算することができるため、並列数が多くなった場合にも高いスケーラビリティが期待でき、大規模固有値問題向きの方法である。

そこで筑波大学・櫻井鉄也教授との共同研究により、SCF 計算内部の対角化手法として櫻井-杉浦法を適用した。分子サイズを変更した際の計算時間への影響やより大きな系に適用した場合の検討を行い、大規模分子軌道計算における櫻井-杉浦法の有用性を示した。

【発表論文・学会発表等】

- 1) T. Watanabe, Y. Inadomi, H. Umeda, K. Fukuzawa, S. Tanaka, T. Nakano, U. Nagashima, “Fragment Molecular Orbital (FMO) and FMO-MO Calculations of DNA: Accuracy Validation of Energy and Interfragment Interaction Energy”, *J. Comput. Theor. Nanosci.*, **6**, 1328-1337 (2009).
- 2) 飯塚直之, 渡邊寿雄, 梅田宏明, 稲富雄一, 多田野寛人, 池上努, 櫻井鉄也, 長嶋雲兵. 大規模分子軌道計算のための並列対角化手法. 日本応用数理学会 2009 年度年会. 大阪大学豊中キャンパス, 2009 年 9 月.

8-4 受賞学術賞等

青木 尊之

日本機械学会フェロー Fellow of The Japan Society of Mechanical Engineers (2010年3月)

可視化情報学会 2008年度「フラッシュ オブ ザ イヤー」(2009年6月)

Marlon Arce Acuna, 青木尊之: 次世代スーパーコンピューティング・シンポジウム ポスター最優秀賞 (2009年10月)

小川 慧 (青木研究室) : IEEE Computer Society Japan Chapter 優秀若手研究賞 (2010年1月)

Marlon Arce Acuna (青木研究室) : 日本機械学会若手優秀講演フェロー賞 (2010年2月)

額田彰, 松岡聡

SACIS 2009 最優秀論文賞, 「CUDA GPU 向けの自動最適化 FFT ライブラリ」, 情報処理学会, 2009年5月

情報処理学会 平成 21 年度山下記念研究賞, 「CUDA 環境における高性能 3 次元 FFT」、情報処理学会, 2010年3月

関嶋 政和

平成 21 年度東工大挑戦的研究賞

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	○			○		○	
佐伯元司	○	○	○	○			○
青木尊之				○	○	◎	○
伊東利哉	◎	○	○				
横田治夫	○		◎	○			○
松岡 聡		○	○	◎	○	○	
馬越庸恭			○	○			○
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		○					
西川武志							○
渡邊寿雄						○	
益井賢次		○					
實本英之				○*			
佐藤 仁				○*			
滝澤真一朗				○*			

※オブザーバー

専門委員会開催数 (メール審議含む)	認証基盤専門委員会	3回
	情報蓄積・活用専門委員会	0回
	ネットワークシステム専門委員会	7回
	コンピュータシステム専門委員会	2回
	研究システムWG	5回
	教育システムWG	2回
	グローバル情報資源活用協働専門委員会	4回
	共同利用専門委員会	6回
広報専門委員会	2回	

定期ミーティング開催数	認証基盤システム	44回
	ネットワークシステム	48回
	コンピュータシステム	23回
	研究システム	60回
	教育システム	12回
	共同利用・共用促進事業	5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），佐伯，青木
情報基盤部会	渡辺（主査），佐伯，伊東，横田，松岡，飯田
図書情報部会	横田
図書情報部会リサーチリポジトリWG	横田（主査），馬越，望月，渡辺（陽）
リサーチリポジトリシステムサブWG	横田（主査），望月，渡辺（陽）
STAR Search WG	横田（主査），馬越，望月，渡辺（陽）
STAR Search システムサブWG	横田（主査），望月，渡辺（陽）
事務・学務情報部会	横田（アドバイザー）
TOKYO TECH OCW/OCW-i 検討WG	馬越，横田，望月（副査）
東工大卒業生名簿作成タスクフォース	横田，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
技術部情報基盤支援センター	伊東（センター長）
情報系教育研究機構会議	横田
アーカイブ推進機構	横田

情報倫理委員会	渡辺, 横田, 伊東
広報センター	横田
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
蔵前工業会KKMLオフ会 (04/03/2009)	松岡
総合オリエンテーション (04/08/2009)	伊東
Department of Computer Applications in Science and Engineering, Barcelona Supercomputing Center (04/06/2009)	青木
HPCシステムズ(株) (04/07/2009)	西川、渡邊
本学情報理工学研究科数理・計算科学専攻 (04/10/2009)	渡辺
文部科学省研究振興局研究環境・産学連携課技術移転推進室 (04/13/2009) 他	青木、西川
本学理工学研究科・計算物理工学 講義受講者 (04/15/2009)	青木
文部科学省研究振興局情報課学術基盤整備室長 他 (04/21/2009)	渡辺、松岡
国立大学協会学長見学 (06/04/2009)	渡辺
シンガポール科技庁 A*STAR (06/12/2009)	横田
本学情報科学科計算機システム受講生 (07/17/2009)	松岡、滝澤
インド情報技術大学ジャバルプル校 (IIITMD-J)、外務省 (07/27/2009)	渡辺
Department of Information Systems, City University of Hong Kong (08/12/2009)	實本
Microsoft (09/15/2009)	松岡
パキスタン政府 (10/09/2009)	望月、丸山、関嶋
マレーシアの高校生	實本

本学情報理工学研究科・情報環境学専攻 (10/14/2009)	
駐日オマーン国大使館 (10/22/2009)	渡辺
タイ国チェンマイ大学工学部 (12/10/2009)	ティラポン
(株) 爆発研究所、白山工業 (12/28/2009)	青木
(株) スクウェア・エニックス (01/13/2010)	青木
Boston University, Bristol University (01/26/2010)	青木
中国の主要大学 (01/27/2010)	青木
日本テレビ (02/02/2010)	松岡
立教中学・高校 (02/03/2010)	渡辺、丸山、實本、佐藤、滝澤
朝日新聞 (02/12/2010)	松岡
Prof Mark Sussman (フロリダ州立大学) (03/09/2010)	青木
SAGE (東京工業大学国際交流学生委員会)、 無機材料工学科 (03/15/2010)	實本
文部科学省研究振興局情報課 (03/18/2010)	青木、松岡
プレスリリース (03/24/2010)	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
IHES 発足祝賀講演会 (GSIC 共催) 「21世紀の東アジア」 (04/24/2008)	馬越, 望月
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 (06/25/2009)	渡辺, 青木, 西川, 渡辺 (寿)
第15回スパコンコンテスト (08/3~08/07/2009)	渡辺, 實本
Alfred Spector 氏 (Google) 講演会 (09/25/2009)	松岡
GSIC 講演会 No.1 「Japan-Italy Joint Program in Computational Fluid Dynamics on Tsubame」	馬越, 望月

(10/05/2009)	
Jeffrey Vetter 氏 (ORNL) 講演会 「Toward exascale computational science on heterogeneous architectures」 (10/22/2009)	松岡
GSIC セミナー No.1 「Open Resources と CC(Creative Commons)Japan」 (11/13/2009)	馬越, 望月
SuperComputing 2009 ブース出展 (11/15 ~11/21/2009)	松岡, 青木, 関嶋, 丸山, 實本, 佐藤, 滝澤
滝沢浩之氏 (東北大学) 講演会「GPUを手軽にちゃんと使える環境の実現に向けて」 (12/09/2009)	松岡
GSIC セミナー No.2 「世界の e ラーニング 最新の動向と将来像」 (12/11/2009)	馬越, 望月
GSIC 国際ワークショップ Tokyo Tech Local Workshop in Luang Prabang, Lao PDR "Introduction of GIS for sustainable heritage management - preventing heritage site in crisis" (12/17~12/20/2009)	山口
GPGPU アプリケーションの国際ワークショップ (01/26/2010)	青木
Dennis Gannon 氏 (Microsoft) 講演会 「Building Cloud Applications to Support Research: the Microsoft Azure Research Engagement Project」 (03/11/2010)	松岡
GSIC 講演会「情報化社会と OCW -なにが起こったのか-」 (03/24/2010)	馬越

9-5 仕様策定・技術審査対応状況

件名	対応部門・人数
キャンパス有線ネットワークシステム	飯田, 友石, 江尻, 伊東, 益井, 森谷
クラウド型グリーンスーパーコンピュータ	渡辺, 松岡, 佐伯, 青木, 飯田, 関嶋, 山梨, 安良岡, 根本
無線LAN設備	伊東, 飯田, 益井, 江尻, 佐伯, 友石, 隅水
ペタバイトスケールデータアーカイブシステム	青木, 松岡, 関嶋 丸山, 安良岡, 藤田
認証基盤仮想化システム	佐伯, 伊東, 山崎, 山梨, 新里, 昆野, 岸本
Adobe 包括ライセンス	伊東, 望月, 久能, 藤田 渡辺, 新里, 根本
ソフトウェア包括契約	渡辺, 伊東, 久能, 根本, 小野, 新里, 藤田
教育用電子計算機システム	松岡, 望月, 飯田
キャンパスNAT装置	伊東, 飯田, 友石, 江尻, 益井, 森谷
衝撃・構造解析ソフトウェア	松岡, 丸山, 小野, 鶴見, 山梨, 安良岡
STAR Search システム	横田 (主査), 望月
東工大校友名簿管理システム	望月

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

9-7 業務関連出張状況

件名	氏名	内容
札幌 (5月)	渡辺, 五味	第13回全国共同利用情報基盤センター長会議
名古屋 (11月)	渡辺, 五味	第14回全国共同利用情報基盤センター長会議

東京工業大学学術国際情報センター一年報
2009 年度
第 8 号

(2010 年 9 月 発刊)

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
