

## [2020]九州大学情報統括本部年報 : 2020年度

<https://hdl.handle.net/2324/4741344>

---

出版情報 : 九州大学情報統括本部年報. 2020, pp.1-, 2021-12-01. Information Infrastructure Initiative, Kyushu University

バージョン :

権利関係 :



# 第4章 先端計算科学研究部門

## 4.1 スタッフ一覧

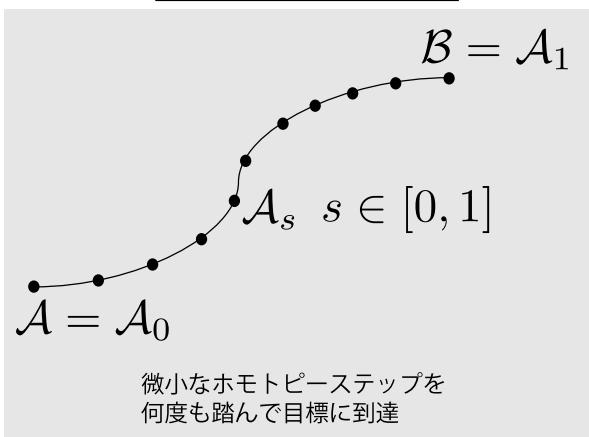
職名	氏名	研究キーワード
准教授	天野 浩文	並列処理、並列プログラミング言語、ジョブスケジューリング、並列ファイルシステム、データベース、データベースプログラミング言語、グリッドコンピューティング
准教授	渡部 善隆	精度保証付き数値計算、偏微分方程式、有限要素法、区間解析、誤差評価
准教授	南里 豪志	並列処理、通信効率化、動的最適化
准教授	嶋吉 隆夫	ソフトウェア工学、形式手法、計算生理学、フィジオーム、数値解析、細胞モデリング、心臓シミュレーション

## 4.2 研究事例紹介

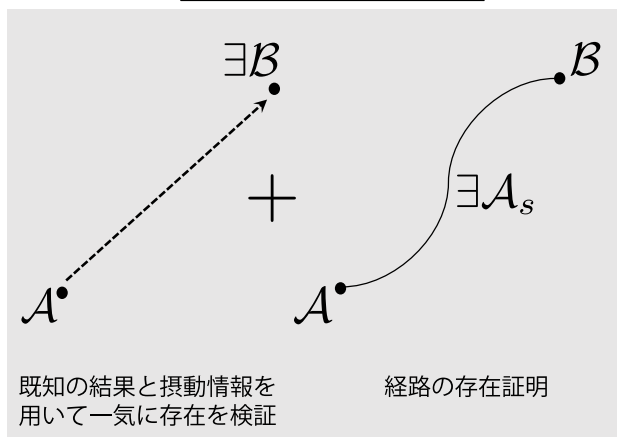
### 4.2.1 「摂動理論に基づく線形作用素の可逆性理論の改良」

昨年度に引き続き、2階楕円型線形作用素の可逆性の理論的な保証と数学的に厳密な意味での逆作用素ノルムの上界を精度保証付き数値計算によって求める研究に取り組んだ。楕円型作用素を理論的・数値的な知見が得られている2階微分作用素項と1階微分以下の摂動項に分離し、摂動項に対応する作用素と有限次元部分空間の基底との内積で構成される新しい行列を導入した。この行列を用いることにより、可逆性の検証および逆作用素の上界の評価が既存の手法に比較して大きく改良されることを理論面および実際の問題から導かれる作用素に対する検証を通して明らかにした。あわせて、一般のHilbert空間における線形作用素への拡張を検討した。また、摂動項の行列化手法を応用することで、Michael Plum 氏の提唱するホモトピー法を改善する「超」ホモトピー法理論への展開への道筋をつけることができた。今後は計算コスト面での比較・改良、収束証明、非線形問題への応用展開を予定している。

従来のホモトピー法

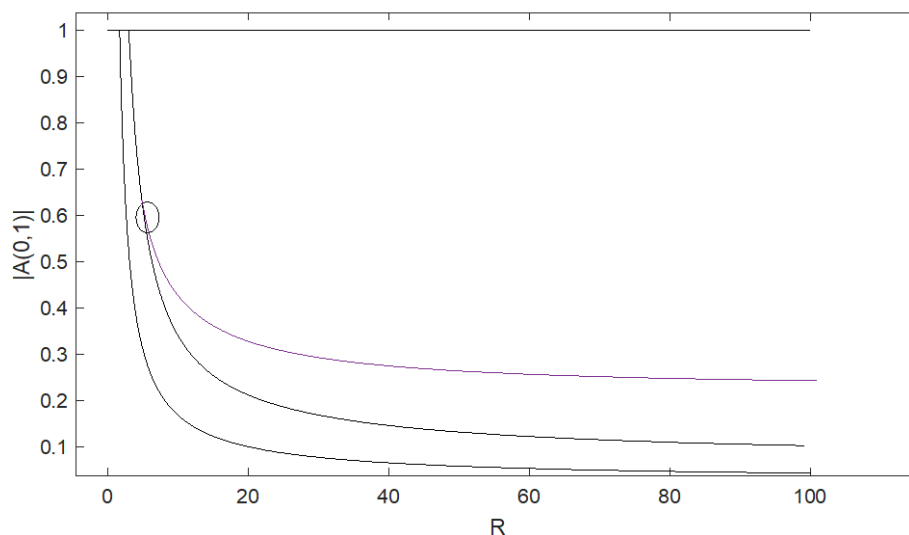


「超」ホモトピー法



### 4.2.2 「Kolmogorov問題の2次分岐点の計算機援用存在検証」

3次元トーラス型領域に特別な境界条件と外力項を付加した Navier-Stokes の定常問題 (Kolmogorov問題) においては、領域の形状と流体の粘性係数に応じて様々な非自明解が生じることが数値的に知られていた。中国・Fujian Jiangxia大学の Shuting Cai 氏との共同研究の結果、非線形関数方程式に対する精度保証付き数値計算理論を適用することにより、Kolmogorov問題の2次分岐点の存在と具体的な存在範囲を数学的に厳密な意味で証明することに成功した。検証においては、九州大学情報基盤研究開発センターのスーパーコンピュータシステム ITO を活用した。



分岐図. 横軸はレイノルズ数、縦軸はスペクトル展開した際のある係数の絶対値

### 4.2.3 「DIMM スロット装着型不揮発性メモリ上の RDMA 活用に関する研究」

#### 1. 研究の背景

本研究は、Intel Optane Persistent Memory (PMem) に代表される DIMM スロット装着型の不揮発性メモリを、Remote Direct Memory Access (RDMA) 通信の対象領域として用いる技術の研究および開発を目的としている。PMem は、DRAM よりも搭載可能容量が大きく、SSD よりも高速な読み書きが可能である、という特徴を持っている。特に、PMem の読み書き遅延時間が  $1\mu$  秒程度で、RDMA 通信の遅延時間に近いことから、従来 RDMA 通信で実装されていたソフトウェアにおいて、データ構造の一部を PMem に配置することにより、性能を維持しつつ DRAM 領域の使用量を削減できると期待される。

2019 年度は、通信ライブラリや分散データベース等の基盤として用いられることの多いメッセージキューイングシステムを対象に、PMem 上の実装と、DRAM 上の実装で性能を比較した。その結果、双方の性能の差は軽微であり、PMem 上に実装したシステムが十分実用的であることが確認できた。しかし 2019 年度の実験では、メモリチャネルごとに DRAM と PMem を分ける配置しか試していなかった。実際の環境では、同一メモリチャネルに DRAM と PMem を混在させる場合があり、それが性能に影響する可能性がある。そこで 2020 年度は、メモリ配置を変更した場合の性能を調査した。

また、2019 年度の実験では、PMem の性能を活用するため、Device DAX で設定された PMem のデバイスファイルを mmap でマップして使用した。しかしこの方法では、小さいサイズの領域を何度も確保、解放するような、通常のアプリケーションでの利用が難しい。また、特定の利用者が PMem 領域を占有するため、マルチユーザでの利用もほぼ不可能である。そこで、より実用的な PMem の利用方法を調査した。

#### 2. RDMA によるメッセージキューイングシステム

2019 年度に作成したメッセージキューイングシステムの概要を説明する。メッセージキューイングシステムのインタフェースは、一対一の片方向キューを対象とし、キューのエントリ数が 1 である構造を前提に入力側からキューにメッセージを挿入する enqueue 命令と、取り出しを確認する flush 命令、および、出力側でキューからメッセージを取り出す dequeue 命令を用意する。

このシステムを、データ転送だけでなく、カウンタなどの管理情報の操作もすべて RDMA 通信で実装する。これにより入力側は、キューが空いていれば、出力側のプロセスの状況によらずに enqueue 操作を完了することができる。また、キュー領域を出力側のプロセスのメモリ領域に配置する Push 型と、入力側のプロセスのメモリ領域に配置する Pull 型の双方を実装し、性能を比較する。

#### 3. PMem を装着する DIMM スロットの選択

PMem は Intel 社が 2019 年に販売を開始した 不揮発性メモリであり、DRAM と同様に DIMM スロットに装着してバイト単位読み書きが可能である。ただし、マザーボード上の DIMM スロットを PMem のみで使用することはできず、必ず DRAM と組み合わせて使用することが求められている。DRAM と PMem を装着する DIMM の選択肢はマザーボードごとに決められており、それぞれのメモリモジュールの枚数や、使用モードに応じて選択する。

今回実験に利用した計算機のマザーボードで使用可能な DIMM スロット数は 8 である。そこで、DRAM と PMem の配置として、CPU が持つ 6 本のメモリチャネルにそれぞれメモリモジュールを 1 個ずつ割り

当てる PMem1 と、同じメモリチャネルに DRAM と PMem を混在させる PMem2 の二通りを試し、性能を比較した。

#### 4. 実験結果

PMem と DRAM を混載したシステムにおける、基本性能およびメッセージキューイングシステムの性能計測に関する実験結果を報告する。実験に使用した計算機は、CPU に Intel Xeon Silver 4215 を一基搭載し、8GB の DRAM モジュール 4 枚と 128GB の PMem モジュール 2 枚を混載したもので、CentOS 8.1 で動作する。この計算機 2 台を InfiniBand スイッチで接続し、性能を計測した。使用した InfiniBand の NIC は Connect-IB で、ドライバは MLNX\_OFED\_LINUX-4.8-3.2.9.0 である。

この環境で、RDMA によるメッセージキューイングシステムの性能を計測する。計測では、2 台の計算機にそれぞれキューの入力側プロセスと出力側プロセスを起動し、その間でメッセージを転送する。前述の通り、Push 型の場合は出力側、Pull 型の場合は入力側のプロセスにキュー領域を確保する。さらに、Push 型、Pull 型、それぞれキュー領域を確保するメモリ領域として DRAM、PMem1、PMem2 を選択した場合の性能を比較する。いずれの場合も、キュー領域として 10GB を配置し、これを 32MB のスロットに分割して使用する。

計測に用いたプログラムでは、入力側プロセスがメッセージの enqueue と flush を繰り返し、出力側プロセスは、計算と dequeue を繰り返す。出力側プロセスの計算としては行列積を用い、各メッセージサイズでの通信時間と計算時間の比率が大きく変動しないように、行列サイズをほぼメッセージサイズの三乗根に比例して増加させる。今回の実験では繰り返し回数を 100 回とし、それぞれの操作の所要時間の平均値を計測結果として示す。

図 1 に、入力側のプロセスの Enqueue と Flush に要した時間を示す。Enqueue と Flush の合計時間を見ると、メッセージサイズが小さい場合、Pull 型より Push 型が高速である。これは、Push 型では入力側の Enqueue でデータ転送が開始されるため、出力側の計算とデータ転送が並行して進むことにより通信時間を隠蔽できたことによるものと考えられる。また、Push 型で Enqueue 時間がメッセージサイズによらず一定になっているのは、Enqueue 内の RDMA Write 命令が、データ転送の完了を待たずに終了するためである。

一方、メッセージサイズが大きくなると Push 型と Pull 型の優劣がほとんど見られなくなる。特にキュー領域として PMem1 もしくは PMem2 を使用した場合、32MB で Push 型と Pull 型の優劣が逆転する。これは、Push 型では出力側の dequeue 時にキュー領域からアプリケーション領域へのメモリコピーが必要であり、この時間がメッセージサイズの増加に伴って無視できなくなることが原因である。特に PMem1 や PMem2 は読み出しの帯域幅が DRAM よりも狭いため、メモリコピーに要する時間の影響が顕著に出たと考えられる。なお、PMem1 と PMem2 の間での性能の差異はほとんど見られなかった。

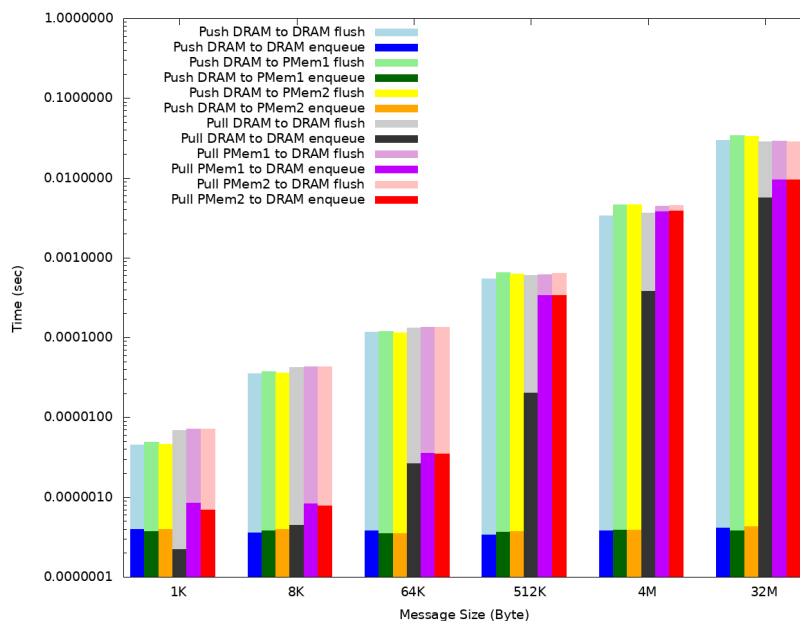


図1 入力側プロセスの所要時間

図2に、出力側のプロセスの Dequeue と、それ以外の処理に要した時間を示す。こちらも、入力側と同様、全体の所要時間は、メッセージサイズが小さい場合に Pull 型よりも Push 型が短く、メッセージサイズが大きくなるにつれてその優劣がほとんど見られなくなる。また、この傾向は Dequeue に要した時間にも現れている。これは、Push 型の場合、Dequeue の中で入力側プロセスによるキュー領域への RDMA Write とカウンタへの RDMA Write の完了を待つ時間、およびキュー領域からアプリケーション領域へのメモリコピーに要する時間が必要であり、特にメッセージサイズが大きい場合にメモリコピーの時間が無視できなくなるためである。なお、出力側プロセスでも PMem1 と PMem2 の間での性能の差異はほとんど見られなかった。

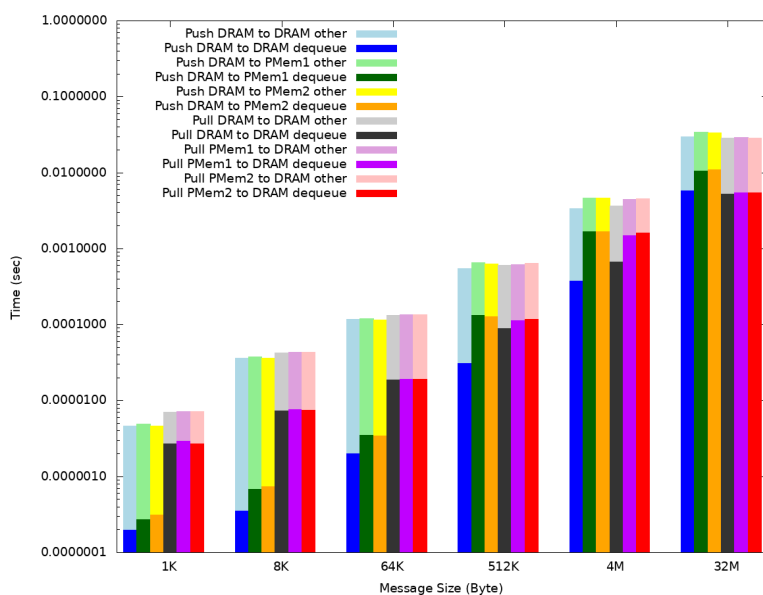


図2 出力側プロセスの所要時間

一方、既存研究で、RDMA Write とローカルメモリへの書き込みが競合した場合にローカルメモリの書き込み性能が低下する現象が報告されている。本稿のメッセージキューイングシステムでは、Push 型でキュー領域を PMem1 もしくは PMem2 に確保した場合に、入力側プロセスからキュー領域への RDMA Write と出力側プロセスの計算で競合が発生すると考えられる。そこで、各方式での出力側プロセスの計算時間を図3に示す。図からわかる通り、Push 型、Pull 型、どちらも、DRAM と PMem1、PMem2 での有意な性能差は見られない。すなわち、今回の実験では、RDMA Write とローカルメモリへの書き込みの競合による性能低下は確認できなかった。

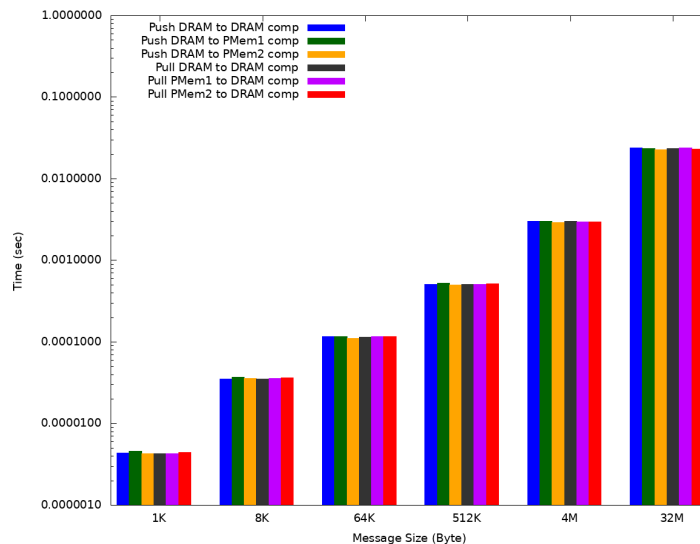


図3 出力側プロセスの計算時間

## 5. PMem 領域の管理方法

本研究では、PMem の設定として Device DAX を選択している。この設定は、PMem の低遅延性やバイトアクセス性を最も活用できるため、性能を重視する用途で選択されることが多い。Device DAX を利用する最も簡単な方法は、/dev/dax0.0 のようなデバイスファイルをプログラム中で mmap を使ってメモリ領域にマップし、読み書きするものである。しかしこの方法では、全領域がマップの対象になるため、小さい領域の確保や解放が難しい。また、特定の利用者が PMem を専有するため、マルチユーザ環境での利用が困難である。

一方、Linux Kernel 5.1 より利用可能となった KMEM DAX ドライバは、PMem の領域を CPU が無いメモリのみ NUMA ノードとして扱うことを可能とする。具体的には以下の手順で、デバイスモデルの変更、namespace の作成、およびデバイスモードの変更を行う。

```
# daxctl migrate-device-model
# ndctl create-namespace --mode=devdax --map=mem
# daxctl reconfigure-device dax0.0 --mode=system-ram
```

これにより、計算機のメモリ領域の一部として PMem の領域が利用できる。通常、OS は、DRAM の領域から確保していき、DRAM が不足すると自動的に PMem からデータを確保する。そのため、特に指定しなければ、同じプログラムでも実行のたびに確保される領域が変わり、性能が変動する可能性がある。そこ

で、アプリケーション単位で利用するメモリ領域を指定する方法として、`¥verb+numactl+`コマンドを利用することが考えられる。しかしこの方法は、例えばメッセージキューイングシステムのバッファ領域のように、アプリケーション内の特定の領域のみ PMem に配置する、といった細かい制御が出来ない。

そこで、アプリケーション内で、領域の確保毎に使用する記憶デバイスを指定する方法として、Memkind (<http://memkind.github.io/memkind/>) というツールがある。このツールでは、KMEM DAX で NUMA ノードとして選択できるようになった記憶空間を対象に、`¥verb+memkind_malloc(MEMKIND_DAX_KMEM, サイズ)+`の形で、任意の大きさの領域確保を可能としている。領域確保後、通常のメモリ領域と同様に `¥verb+ibv_reg_mr+`により領域登録し、RDMA 通信に使用することが出来ることも確認した。また、メモリの空き領域は OS が管理するため、マルチユーザへの対応が可能である。そのため、本研究のメッセージキューイングシステムのように、用途に応じて使用するメモリ領域を細かく指定する手段として利用できる。

## 6. むすび

2020 年度の活動として、PMem のメモリ配置による性能変動の調査と、PMem の領域確保、解放の方法の調査を行った。メモリ配置に関しては性能への影響は軽微であり、実用上問題ないことが確認できた。また、領域確保、解放の方法については、KMEM DAX ドライバを用いて NUMA ノードとして PMem を登録できること、並びに Memkind というツールを利用してプログラム中で領域を確保するメモリデバイスを選択できることを確認した。

## 発表論文

[1] 南里 豪志、大江 和一、吉田 英司、大辻 弘貴、林 英里香, DIMM スロット装着型不揮発性メモリ上の RDMA によるメッセージキューイングシステムの試作, 大学 ICT 推進協議会 2020 年度年次大会, 2020.12. (優秀論文賞受賞)

## 4.3 研究内容紹介

### 4.3.2 天野 浩文

#### 研究内容

- ・ ストレージ仮想化技術の研究データ管理への応用

研究不正の防止や研究成果のオープン化によるイノベーションの促進のため、研究データを適切に保全し公開することの重要性は広く認識されつつある。しかし、そのような目的であっても、研究者個人が安定的なストレージを運用することは容易ではなく、研究機関がそのような設備を整備する必要がある。本研究では、そのような機関ストレージに仮想化技術を応用することによって、研究者個人が研究データ保全のため過大な負担を強いられることなく適切な研究データ管理が行えるような基盤を構築することを目指す。

- ・ 汎用的な計算環境のための拡張公平性スレッドスケジューリングの研究

オペレーティングシステム (OS) のスケジューラは、実行中のプロセスが、アイドル状態となったとき、または、CPU 上でタイムスライスと呼ばれる単位時間を消費したときに、次のタイムスライスを待機中のどのプロセスに割り当てるかを決定する。単一のスレッドで動作する従来のアプリケーションプログラム (AP) に加えて、近年は複数のスレッドを利用する新しい AP が増加しつつあり、新しい AP のプロセスにより多くのタイムスライスが割り当てられるために従来の AP のプロセスの実行が阻害される恐れが出てきている。また、単一 CPU 内のコア数の増大や単一計算機上で複数の OS を同時に動作させる仮想計算機 (VM) 環境の普及により、スケジューラは、単一コア内・同一 CPU 内コア間・VM 間の各レベルでプロセス間の公平性を保証しなければならない。本研究では、これらの各レベルにおける公平性を保証する新たなスケジューリング技術を模索している。

- ・ 次世代 NVRAM に対応したシングルレベルストレージサブシステムの研究

これまでの主記憶装置に用いられてきた DRAM とはまったく異なる原理に基づく不揮発性メモリ (NVRAM) が実用化されつつある。このような次世代 NVRAM は、電源を切っても内容が失われることなく、DRAM なみの応答速度を持つと期待されている。しかし、次世代 NVRAM がただちに SSD や HDD の座を完全に奪うことは考えにくい。このため、将来の計算機内には、HDD、SSD、主記憶と同等の応答速度を持つ装置、の三種類の記憶装置が混在する可能性がある。これらの記憶媒体をアクセス頻度等に応じて適切に使い分けることは、現在の SSD と HDD を使い分けるよりもさらに複雑になるであろう。そこで、ストレージ仮想化技術を用いて三種類の記憶媒体を統合し、その内部で自動的にデータの配置・移動を制御することの可能なシングルレベルストレージシステムの研究を行っている。

- ・ ストレージ仮想化技術を応用した安全な遠隔バックアップ方式の研究

社会における電子情報の重要性が増すにつれ、災害やシステム障害等でそれが失われた場合の影響も深刻になる。組織の持つほとんどすべての機能が同時に大きな損害を受けるような大規模災害の際には、災害やシステム障害に備えて組織内で採取・保持されているバックアップ情報自体も同時

に危険にさらされるおそれがある。しかし、大きな費用や労力がかかること、あるいは、電子情報の外部預託に心理的抵抗があることにより、自力では地理的に離れた地点に複数のバックアップを保持することが困難な組織も多い。そこで、これらの組織が共同で費用を負担することによって個々の組織あたりの金銭的負担を軽減するとともに、一定のネットワークセキュリティレベルを有する組織どうしがバックアップ情報を相互に保持し合うことによって心理的な抵抗も軽減できるような手法の研究を行っている。

## 所属学会名

情報処理学会, 電子情報通信学会, IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.)

## 主な研究テーマ

- ・ ストレージ仮想化技術の研究データ管理への応用  
キーワード：ストレージ仮想化技術, 研究データ管理, 仮想計算機, 2016.04～.
- ・ 汎用的な計算環境のための拡張公平性スレッドスケジューリングの研究  
キーワード：スレッド, スケジューリング, マルチコア CPU, 仮想計算機, 2016.04～.
- ・ 次世代 NVRAM に対応したシングルレベルストレージサブシステムの研究  
キーワード：シングルレベルストレージ, 2015.09～.
- ・ ストレージ仮想化技術を応用した安全な遠隔バックアップ方式の研究  
キーワード：ストレージ仮想化, 遠隔バックアップ, 2010.04～.

## 研究業績

### ● 原著論文

1. Samih M. Mostafa, Hirofumi Amano, Dynamic Round Robin CPU Scheduling Algorithm Based on K-means Clustering Technique, *Applied Sciences*, <https://doi.org/10.3390/app10155134>, 10, 15, 2020.07.
2. Samih M. Mostafa, Abdelrahman S. Eladimy, Safwat Hamad, Hirofumi Amano, CBRL and CBRC: Novel Algorithms for Improving Missing Value Imputation Accuracy Based on Bayesian Ridge Regression, *Symmetry*, <https://doi.org/10.3390/sym12101594>, 12, 10, 2020.09.
3. Samih M. Mostafa, Hirofumi Amano, An Adjustable Variant of Round Robin Algorithm Based on Clustering Technique, *Computers, Materials & Continua*, [doi:10.32604/cmc.2021.014675](https://doi.org/10.32604/cmc.2021.014675), Vol. 66, No. 3, 3253-3270, 2020.12.

4. Samih M. Mostafa; Abdelrahman S. Eladimy; Safwat Hamad; Hirofumi Amano, CBRG: A Novel Algorithm for Handling Missing Data Using Bayesian Ridge Regression and Feature Selection Based on Gain Ratio, *IEEE Access*, 10.1109/ACCESS.2020.3042119, Volume 8, 216969–216985, 2020.12.

## 研究資金

### ● 科学研究費補助金

1. 2018年度～2021年度, 基盤研究(C), 代表, 次世代NVRAMを活用可能なシングルレベルストレージシステムの開発.

## 教育活動

### ● 担当授業科目

1. 2020年度・前期, プログラム設計論特論
2. 2020年度・秋学期, コンピュータシステム IIA
3. 2020年度・冬学期, コンピュータシステム IIB

## 社会貢献・国際連携等

### ● 社会貢献・国際連携活動概要

情報基盤研究開発センターの研究用計算機システムのサービスの国際化に資するため、同システムのwebサイトの英語化作業に貢献した。また、外国人や国外居住者が同システムを利用しようとする際の申請手続きの整備においても、本学における安全保障輸出管理のための各種説明文書や申請書類の英訳作業に大きく寄与した。

### ● その他の優れた社会貢献活動

2020年度、東京大学情報基盤センター・データ活用創成プラットフォーム共同研究基盤立ち上げWG委員として、同基盤の設置並びに運用に関する事項について、企画、立案、検討及び連絡調整に参画している。

## 大学運営

### ● 学内運営に関わる各種委員・役職等

1. 2019.04～2023.03, 九州大学学術情報リポジトリ専門委員会
2. 2019.04～2023.03, 九州大学附属図書館電子ジャーナル等検討専門委員会
3. 2011.01～, 事務用業務システム運用部会メンバー
4. 2008.04～, 九州大学情報基盤研究開発センター公募型プロジェクト審査委員会委員
5. 2007.04～, 九州大学情報基盤研究開発センター全国共同利用運営委員会委員

### 4.3.2 渡部 善隆

#### 研究内容

「精度保証付き数値計算」とは、数理科学上に現れる関数方程式の解を、その存在証明および誤差評価込みで数値的に厳密に捉えようという方法です。

自然界のモデルから導かれる関数方程式の解を数値計算によって近似的に求める場合、離散化による誤差に加えて、計算機による丸め誤差が発生します。「精度保証付き数値計算」はこれら二つの誤差を厳密に評価することによって数値計算の信頼性を保証します。また、この方法は理論的に解の存在証明が困難な解析学の問題に対するアプローチとしても重要であると考えます。

現在は、有限要素法とその誤差評価をもとに、非線形偏微分方程式、特に Navier-Stokes 方程式に対する解の存在の数値的検証法の研究を進めています。

また、センターの全国共同利用計算機システムとして公開されている最新のハイパフォーマンスコンピュータ上で動作する数値計算プログラムライブラリの研究開発、性能評価などを行なっています。

教育・広報活動としては、プログラム言語、アプリケーションライブラリの利用方法に関する解説記事の執筆、利用の手引の作成、講習会の講師、プログラム相談、プログラムライブラリ開発の支援等を担当しています。

#### 所属学会名

日本数学会, 日本応用数理学会

#### 主な研究テーマ

- ・ 非線形偏微分方程式の解に対する事後誤差評価  
キーワード：偏微分方程式 精度保証付き数値計算 有限要素法, 2002.04～.

#### 研究業績

##### ● 原著論文

1. Takehiko Kinoshita, Yoshitaka Watanabe, Mitsuhiro T. Nakao, Some lower bound estimates for resolvents of a compact operator on an infinite-dimensional Hilbert space, Journal of Computational and Applied Mathematics, 10.1016/j.cam.2019.112561, 369, 112561, 2020.05.
2. Yoshitaka Watanabe, Takehiko Kinoshita, Mitsuhiro T. Nakao, Some improvements of invertibility verifications for second-order linear elliptic operators, Applied Numerical Mathematics, 10.1016/j.apnum.2020.03.016, 154, 36-46, 2020.08.

## ● 学会発表

1. 渡部 善隆, 木下 武彦, 中尾 充宏, Hilbert 空間における線形作用素に対する可逆性検証の効率化, 日本応用数理学会 2020 年度年会, 2020.09.
2. 渡部 善隆, 木下 武彦, 中尾 充宏, Hilbert 空間における線形作用素に対する可逆性検証の効率化とその応用, 日本数学会 2020 年度秋季総合分科会, 2020.09.
3. 渡部 善隆, 木下 武彦, 中尾 充宏, 重調和方程式の近似解に対する構成的誤差評価の改良, 日本数学会 2021 年年会, 応用数学分科会講演アブストラクト, pp. 87-88, 2021.03.
4. 小林 健太, 渡部 善隆, Kolmogorov 問題に対する計算機援用証明における最大値ノルム評価とその応用, 日本応用数理学会 2021 年研究部会連合発表会, 2021.03.

## 教育活動

### ● 教育活動概要

1. 情報数値解析 (システム情報科学府) 平成 21 年度～ (継続)
2. 情報処理概論 (工学部) 平成 14 年度～ (継続)
3. 平成 10 年度～ 研究用計算機システム講習会講師担当 (継続)
4. 平成 10 年度～ 研究用計算機システム利用の手引き・広報記事執筆 (継続)

## 社会貢献・国際連携

### ● 新聞・雑誌記事及び TV・ラジオ番組出演等

1. 2021.03, 朝日新聞, 2021 年 3 月 21 日(日)文化・文芸欄の記事『横書きの公用文「,」(コンマ)が「、」(テン)に?』において、横書き句読点に関するコメントが掲載されました。

## 大学運営

### ● 学内運営に関わる各種委員・役職等

1. 2007.04～, 新キャンパス計画専門委員会
2. 2005.04～, スペースコラボレーションシステム委員会

### 4.3.3 南里 豪志

#### 研究内容

電器店で購入出来るパーソナルコンピュータから世界最速のスーパーコンピュータまで、現在我々が使用する計算機のほとんどは CPU コアを複数搭載した並列計算機である。並列計算機の性能を発揮させるためには並列プログラムの作成が必要だが、プログラミングや性能チューニングが困難である。

そこで、並列プログラムのより簡単な記述を可能にするための技術として、分散共有メモリシステムの研究を行っている。これは、PC クラスタや大規模な並列計算機システム等、物理的に分散した複数の計算ノードで構成される計算機において、計算ノードの各メモリを仮想的に共有させることにより、非並列のプログラムに近いイメージで並列プログラムを記述できるようにするものである。

一方、並列プログラムの性能チューニング技術として、通信の動的最適化技術に関する研究を行っている。並列計算においてプロセス間の通信コストは性能に大きく影響するため、様々な高速化技術が提案されているが、そのほとんどは並列計算機の基本性能が一定であることを前提としている。しかし実際には、プロセスに割り当てられる計算ノードの配置や、同時に動作しているジョブの影響により、通信の基本性能は大きく変化する。そこで、実行時の状況に応じて通信の方式を調整する動的最適化技術の開発を進めている。

#### 所属学会名

IEEE, 情報処理学会

#### 主な研究テーマ

- ・ 大規模並列計算機向け通信ライブラリの動的高速化手法に関する研究  
キーワード：並列計算，動的最適化，2005.04～.
- ・ 階層型クラスタシステム上のプログラム開発環境に関する研究  
キーワード：クラスタシステム，並列計算，分散共有メモリ，コンパイラ，2003.04～.

#### 研究業績

##### ● 学会発表

1. 南里豪志, 実用アプリケーションのスイッチのキーテクノロジーである SHARP を使用した MPI 通信パフォーマンス向上の挑戦と、将来のスイッチテクノロジーへの期待, GPU TECHNOLOGY CONFERENCE, 2020.10.

2. 南里豪志, 大江和一, 吉田英司, 大辻弘貴, 林英里香, DIMM スロット装着型不揮発性メモリ上の RDMA によるメッセージキューイングシステムの試作, 大学 ICT 推進協議会 2020 年度年次大会, 2020.12.

## 研究資金

### ● 科学研究費補助金

1. 2019 年度～2021 年度, 基盤研究(C), 代表, NVDIMM 上の通信バッファによるスケーラブルな非同期通信レイヤの開発
2. 2018 年度～2020 年度, 基盤研究(B), 分担, エクサスケールスパコンの省エネ化に向けたシステム電力管理戦略の研究
3. 2018 年度～2020 年度, 基盤研究(C), 分担, 超並列において高スケーラビリティを実現するスピンシミュレーション・通信モデルの開発

### ● 共同研究、受託研究

1. 2020.10～2021.03, 代表, 不揮発性メモリへ高効率に RDMA する技術の研究・開発

## 教育活動

### ● 教育活動概要

1. 工学部の留学生向けに、プログラミングに関する講義を英語で行っている。また、システム情報科学研究府の大学院生向けにネットワークに関する講義を行っている。

### ● 担当授業科目

1. 2020 年度・秋学期, (IUPE)Int. to Information Processing I
2. 2020 年度・冬学期, (IUPE)Int. to Information Processing II

## 社会貢献・国際連携等

### ● 一般市民、社会活動及び産業界等を対象とした活動

1. 2020.10, スーパーコンピュータ超入門, 九州大学情報基盤研究開発センター.

## 大学運営

- 学内運営に関わる各種委員・役職等

1. 2017.04～, 男女共同参画推進室

#### 4.3.4 嶋吉 隆夫

##### 研究内容

- ・ 計算機シミュレーション用ソフトウェアシステム

近年では、自然科学・工学・経済学だけでなく、生命科学や医学分野などでも計算機シミュレーションを用いた研究が盛んに行われている。この中で、新たな計算モデルを構築するような研究においては一般的に、何らかのシミュレーション用プログラムを研究者自らが実装しなければならないことが多い。しかし、そのためには、研究分野の知識だけでなく、数値計算とその実装方法、さらには、実行環境となる計算機に対する知識が要求される。これは、数値計算を用いた研究の普及に対する大きな障壁である。また従来は、シミュレーションプログラムは計算性能が最重要視され、ソフトウェアの保守性や拡張性、再利用性などはあまり重視されていなかった。そこで、オントロジーや形式手法といったソフトウェア工学の方法論を計算モデリングや計算機シミュレーションの分野に適用する研究を行っている。

- ・ 生理機能の理論解析

近年の生命科学研究は、新たな方法論の開発や計測技術の向上により著しく進展しており、それに伴って生命現象を対象とした計算機シミュレーション研究も普及しつつある。生命の仕組みを解き明かすことを目的とする生理学の分野では以前から数理モデルによる現象の説明が行われてきたが、近年の観測データの急速な蓄積や高性能計算環境の一般化などによって、生理学現象をより詳細かつ精密に再現する複雑大規模な計算モデルの構築が進んでいるが、未だ生理機能には未解明の点が多い。そこで、大規模計算や数値解析を用いて生理機能を理論的に解析する研究を進めている。

##### 所属学会名

Institute of Electrical and Electronics Engineers, Association for Computing Machinery, 情報処理学会, 電子情報通信学会, 日本生体医工学会

##### 主な研究テーマ

- ・ 数値計算アルゴリズムを対象とした形式手法  
キーワード：ソフトウェア工学, 記述言語, 数値計算, 2010.04～.
- ・ 細胞生理機能モデルの数理解析手法  
キーワード：計算生理学, フィジオーム, 2009.04～.
- ・ 心循環器系の多階層シミュレーション  
キーワード：心臓, 心室, 血管系, 細胞生理学, 電気生理学, 構造力学, 2003.04～.

## 研究業績

### ● 原著論文

1. 嶋吉 隆夫, 笠原 義晃, 清家 史郎, 藤村 直美, クラウドメールサービスのアドレス管理委譲補完方法, 情報処理学会論文誌, 62, 3, 810-817, 2021.03.
2. Takao Shimayoshi, Yoshiaki Kasahara, Naomi Fujimura, Challenge for Consolidation of Individual Email Services into a Cloud Service, Proceedings ACM SIGUCCS User Services Conference, 10.1145/3419944.3441170, 26-29, 2021.03.

## 研究資金

### ● 科学研究費補助金

1. 2018年度～2020年度, 基盤研究(C), 心筋細胞におけるミトコンドリア機能の細胞内不均一性とその生理的役割の解明
2. 2020年度～2022年度, 基盤研究(C), 軽量コンテナによる大規模高集積メールホスティング基盤における送信機能の高機能化
3. 2020年度～2022年度, 基盤研究(C), 個体差を考慮した細胞数理モデルの構築・解析手法の開発

## 教育活動

### ● 担当授業科目

1. 2020年度・夏学期, 情報処理概論

## 大学運営

### ● 学内運営に関わる各種委員・役職等

1. 2018.11～, メールサーバ集約タスクフォース長
2. 2018.04～, 情報共有基盤事業室
3. 2016.10～, 九大 CSIRT
4. 2015.11～, 情報統括本部ネットワーク事業室