

[2015]九州大学情報統括本部年報 : 2015年度

<http://hdl.handle.net/2324/2198495>

出版情報 : 九州大学情報統括本部年報. 2015, pp.1-. 九州大学情報統括本部
バージョン :
権利関係 :



第6章 先端計算基盤研究部門

6.1 スタッフ一覧

職名	氏名	研究キーワード
教授	藤野 清次	反復解法, Krylov 部分空間法, BiCGSafe 法, 並列同期 1 回版 MrsR 法, BiCGStar 法, BiCGStar-plus 法, 並列同期 1 回版 BiCGStar-plus 法, 並列同期 1 回版 BiCGSafe 法
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

6.2 研究事例紹介

1. 省メモリ通信ライブラリ ACP におけるチャンネルインタフェースの改良と評価

昨年度開発したチャンネルインタフェースについて、性能改善を行うとともに、通信性能と省メモリ性を評価した。チャンネルインタフェースは、プロセス間通信で用いるバッファのメモリ量を必要最小限とするため、プロセス対毎に通信路の確立と解放を行える通信インタフェースである。昨年度の実装では、メッセージサイズが大きい場合のプロトコルとして Rendezvous を採用していたため、対象領域の登録と解放に要する時間の影響で十分な帯域幅が得られていなかった。そこで本年度は、メッセージサイズが大きい場合のプロトコルとして、パイプライン型 Eager を採用した。これは、複数のスロットにデータを分割して送付するもので、これによりネットワークの理論帯域幅に近い性能が得られることを確認した。

2. 無限次元線形化作用素の可逆性の判定とノルム評価の一般化

非線形楕円型境界値問題に対する精度保証付き数値計算手法のひとつに、問題を近似解の周りで線形化して得られる無限次元線形作用素の逆作用素ノルム評価を用いた無限次元 Newton 法がある。偏微分方程式に対して無限次元 Newton 法を適用するためには、逆作用素ノルム評価をいかに少ないコストで効率良く評価できるかが鍵となる。

今年度は、前年度までの成果を踏まえ、一般の Hilbert 空間に対する線形作用素に対する可逆性の検証と逆作用素ノルムの数学的に厳密な上界値をコンピュータによって与える手法の構築とその効率化に取り組み、得られた成果を国内外に公表した。

検証例の計算においては、九州大学情報基盤研究開発センターの高性能アプリケーションサーバ、誤差なし変換システム、高性能演算サーバを活用した。

3. Orr-Sommerfeld 方程式

非線形偏微分方程式の解の安定性を調べる有力な方法として、解の周りで方程式を線形化して得られる固有値問題の固有値の分布を手掛かりにする線形安定性理論がある。今年度は、これまでに得られた非自己共役複素固有値問題に対する固有値の除外範囲を数学的に保証する理論を拡

張る形で、2次元 Navier-Stokes 方程式の安定性を記述する流体力学の基礎方程式のひとつである Orr-Sommerfeld 方程式の固有値・固有関数を包み込むための計算機援用証明に取り組み、不動点定理、2. の研究成果、および多倍長区間演算ライブラリを組み合わせることにより精度保証付き数値計算に成功した。あわせて、解の検証理論が2次元 Navier-Stokes 方程式そのものに対して適用可能であるという知見を得た。

4. 共同研究

4-1. 省メモリ技術と動的最適化技術によるスケーラブル通信ライブラリの開発

(JST CREST 「ポストペタスケール高性能計算に資するシステムソフトウェア技術の創出」領域)

- 共同研究組織：九州大学, 富士通株式会社, 公益財団法人九州先端科学技術研究所, 京都大学, 大分大学
- 研究成果：研究事例紹介 1 等.

4-2. 無限次元線形化作用素の可逆性の判定とノルム評価の効率化

共同研究者：中尾 充宏（佐世保高等専門学校），木下 武彦（京都大学）

研究成果：研究事例紹介 2 を参照.

4-3. Sommerfeld 方程式に対する計算機援用証明

共同研究者：Michael Plum, 長藤 かおり (Karlsruhe Institut fuer Technologie, Germany)

山本 野人, 松田 望 (電気通信大学)

研究成果：研究事例紹介 3 を参照.

6.3 研究内容紹介

6.3.1 藤野 清次

研究内容

- 大規模科学計算・並列算法の研究

計算機のすさまじい発達，特に高速化により，科学と工学の研究開発で発生する問題は今後ますます大規模になり，同時にそれらを解決する科学技術計算の重要性がますます高くなっている．そこで，計算工学，数値解析学の基礎理論に基づいて高速算法の研究開発を行なっている．開発した高速算法を利用し，計算物理学やエンジニアリングなどの科学技術計算分野に現れる諸問題を高速並列計算機を用いて数値的に解明する．

所属学会名

日本応用数理学会，情報処理学会，日本計算工学会，日本シミュレーション学会

主な研究テーマ

- 数値計算，大規模並列計算

研究業績

- 学術論文誌 (Journal) 論文：12 編

1. 藤野清次，小玉捷平，南里豪志，岩里洗介，同種コンパイラーと他機種実行を利用した計算時間の短縮，日本シミュレーション学会論文誌，Vol.8, No.1, pp.21-24, 2016.
2. 藤野清次，古賀祥造，岩里洗介，実数と複素数の混在方程式に対する反復解法の計算量削減，日本シミュレーション学会論文誌，Vol.8, No.1, pp.7-11, 2016.
3. 藤野清次，岩里洗介，Moethuthu，並列版 GPBiCG AR 法の性能評価，Transaction of Journal Information, Vol.19, No.2, pp.337-342, 2016.
4. 岩里洗介，藤野清次，分解行列のグルーピングによる AINV 前処理の並列化，日本シミュレーション学会論文誌，Vol.8, No.1, pp.1-6, 2016.
5. 岩里洗介，南里豪志，藤野清次，並列計算における“reduction”指示の実装に関する考察，日本シミュレーション学会論文誌，Vol.7, No.4, pp.109-113, 2015.
6. 藤野清次，岩里洗介，同期点を減らした GPBiCG 法の並列性能評価，日本シミュレーション学会論文誌，Vol.7, No.4, pp.103-108, 2015.
7. 藤野清次，岩里洗介，三角行列の逆行列を利用した Crout 版 ILU 分解の性能，日本シミュレーション学会論文誌，Vol.7, No.4, pp.99-102, 2015.
8. 藤野清次，小玉捷平，岩里洗介，縁どり行列用の zigzag-CCS 格納形式の性能評価，日本シミュレーション学会論文誌，Vol.7, No.4, pp.79-83, 2015.
9. S. Fujino, On Nabla ∇ Operator Utilized in the Vector Analysis, Transaction of Journal Information, Vol.18, No.8, pp.3301-3306, 2015.
10. 藤野清次，小玉捷平，阿部譲司，可変型 ib IC 分解の性能向上評価，日本シミュレーション学会論文誌，Vol.7, No.3, pp.63-66, 2015.

11. 藤野清次, 岩里洗介, Moethuthu, 改良型 RIC2S 分解におけるテスト行列と安全定数の関係について, 日本シミュレーション学会論文誌, Vol.7, No.3, pp.73-77, 2015.
 12. 藤野清次, 小玉捷平, 岩里洗介, 過剰な補償を抑制する改良版 RIC 分解の性能評価, 日本シミュレーション学会論文誌, Vol.7, No.3, pp.67-71, 2015.
- 国際会議 (査読付き) : 12 編
 1. S. Fujino: Proc. of 8th ICSME(Int. Conference on Science and Mathematics Education in Developing Countries), Yangon Univ., Yangon, Myanmar, 4-6th December, 2015.(Invited Talk)
 2. Moe Thu Thu, S. Fujino: Proc. of 8th ICSME, Yangon Univ., Yangon, Myanmar, 4-6th December, 2015. (Invited Talk)
 3. K. Abe, S. Fujino: Proc. of 8th ICSME, Yangon Univ., Yangon, Myanmar, 4-6th December, 2015. (Invited Talk)
 4. K. Iwasato, S. Fujino: A Proposal of Parallel GPBiCG Method, Proc. of Information'2015, Taiwan National Univ., Taipei, Taiwan, 25-27th November, 2015.
 5. C. Itoh, S. Fujino: Cache-cache elements preconditioning technique for solving large-scale mechanic problems, Proc. of ICMSC 2015, Wien, November 10-11, 2015.
 6. K. Abe, S. Fujino: Variant Implementations of SCBiCG Method for Linear Equations with Complex Symmetric Matrices, SYNASC 2015, CD-ROM, Timisoara, Romania, September 21-24, 2015.
 7. K. Iwasato, S. Fujino: Parallelization of BiCGMisR method with Cache-Cache Elements preconditioning, XIII International Conference on Computational Plasticity, Fundamentals and Applications (COMPLAS XIII), Barcelona, Spain, September 1-3, 2015.
 8. S. Fujino, K. Iwasato: Introduction of Parallel GPBiCG AR method and its estimation Proceedings of IME2015, Tsuwano, pp.74-79, August 18-19, 2015.
 9. K. Abe, S. Fujino: Converting BiCR method to solve linear equations with complex symmetric matrices, Proceedings of IME2015, Tsuwano, pp.64-65, August 18-19, 2015.(Invited speech)
 10. K. Iwasato, S. Fujino: An evaluation of improved BiCGMisR method on parallel computers with distributed memory, Proceedings of IME2015, Tsuwano, pp.23-28, August 18-19, 2015.
 11. S. Fujino, K. Iwasato and C. Itoh: Parallel performance evaluation of Cache-Cache elements for solving linear systems, 13th U.S. National Congress on Computational Mechanics, Flash memory, San Diego U.S., July 27-30, 2015.
 12. S. Fujino: An estimation of single-synchronized Krylov subspace methods with hybrid parallelization, World Congress on Engineering 2015, Vol.1, pp.51-54, London, July 1-3,
 - 国内会議, 研究会等 : 8 編
 1. 藤野清次, 情報検索による歴史上難事件のサイエンス発見, 情報処理学会九州支部「火の国シンポジウム 2016」, 宮崎大学, 3月2-3日, 2016.
 2. 岩里洗介, 藤野清次, 閾値を用いた E-SSOR 前処理の改良, 情報処理学会九州支部「火の国シンポジウム 2016」, 宮崎大学, 3月2-3日, 2016.
 3. 小玉捷平, 藤野清次, 岩里洗介, 複素対称問題向きへの E-SSOR 前処理の拡張, 情報処理学会九州支部「火の国シンポジウム 2016」, 宮崎大学, 3月2-3日, 2016.

4. 阿部邦美, 藤野清次, 線形方程式を解くための MrR (ミスター R) 法について, 情報処理学会九州支部「火の国シンポジウム 2016」, 宮崎大学, 3月 2-3 日, 2016.
5. 岩里洸介, 藤野清次, 閾値つき Eisenstat-SSOR(tol) 前処理の提案と性能評価, 環瀬戸内応用数理研究部会シンポジウム予稿講演集, 天ヶ瀬温泉, 大分県, 1月 8-9 日, 2016.
6. 藤野清次, 環瀬戸内応用数理研究部会シンポジウム予稿講演集, 天ヶ瀬温泉, 大分県, 1月 8-9 日, 2016. (特別講演)
7. 小玉捷平, 南里豪志, 藤野清次, 岩里洸介, 阿部邦美, 同種コンパイラーと他機種実行を利用した計算時間の短縮, 環瀬戸内応用数理研究部会シンポジウム予稿講演集, 天ヶ瀬温泉, 大分県, 1月 8-9 日, 2016.
8. 藤野清次, 科学技術と数値計算, ハーモニックドライブシステムズ講演会資料, 安曇野長野, 7月 7 日, 2015. (招待講演)

研究資金

- 科学研究費

1. 基盤研究 (C) : 26390132, 課題 : 線形反復法と時間並列化の融合による新解法の研究, 研究代表者 藤野清次, 平成 26 年 4 月から平成 28 年 3 月まで.

- 共同研究

1. 研究テーマ「ポアソン方程式に対する高速反復解法の研究」, 理化学研究所情報環境室との共同研究, 1998 年 6 月より継続.

- 奨学寄付金

1. 2015 年, 「簡易音響解析による車内の騒音低減に関する研究」(株)マツダ

教育活動

1. 大学院講義、計算法工学特論 (H27 年度)
2. 電気情報入門コース (電気情報工学科 1 年生, H27 年度)
3. コンピュータシステム通論 AB (電気情報工学科 3 年生, H27 年度)

6.3.2 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 ~ .

研究プロジェクト

- 沿岸構造物における FEM-SPH 法による大規模シミュレーション
2012.10 ~ 2016.03, 代表者：荻野 正雄, 九州大学情報基盤研究開発センター・先端的計算科学研究プロジェクト
- SPH-FEM 連成解析による沿岸構造物の災害影響評価
2015.04 ~ 2016.03, 代表者：荻野 正雄, High Performance Computing Infrastructure(HPCI) システム利用研究課題
- 大規模データ系の VR 可視化解析を効率化する多階層精度圧縮数値記録 (JHPCN-DF) の実用化研究
2015.04 ~ 2016.03, 代表者：萩田 克美, 学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点 (共同研究課題)

研究業績

• 原著論文

1. Yoshitaka Watanabe, Mitsuhiro T. Nakao, A numerical verification method for nonlinear functional equations based on infinite-dimensional Newton-like iteration, *Applied Mathematics and Computation*, No.276, pp.239-251, 2016.03.
2. Takehiko Kinoshita, Yoshitaka Watanabe, Mitsuhiro T. Nakao, Recurrence Relations of Orthogonal Polynomials in H01 and H02, *Nonlinear Theory and Its Applications*, IEICE, Vol.6, No.3, pp.404-409, 2015.07.

• 学会発表

1. 渡部 善隆, 木下 武彦, 中尾 充宏, 精度保証付き数値計算による平行 Poiseuille 流れの高精度不安定性解析, 日本数学会 2016 年度年会, 2016.03.16.
2. 松田 望, 渡部 善隆, 山本 野人, 多倍長区間演算ライブラリ LILIB による精度保証付き数値計算, 日本応用数理学会 2016 年研究部会連合発表会, 2016.03.04.
3. 木下 武彦, 渡部 善隆, 中尾 充宏, Hilbert 空間の線形作用素に対する逆作用素ノルム評価の改良, 日本応用数理学会 2016 年研究部会連合発表会, 2016.03.04.
4. 渡部 善隆, Orr-Sommerfeld 方程式の臨界 Reynolds 数に対する精度保証付き数値計算 (中), 応用数学合同研究集会, 2015.12.17.
5. Takehiko Kinoshita, Yoshitaka Watanabe, Mitsuhiro T. Nakao, H3 and H4 regularities of the Poisson equation on polygonal domains, *Sixth International Conference on Mathematical Aspects of Computer and Information Sciences (MACIS 2015)*, 2015.11.12.
6. 渡部 善隆, Kolmogorov 問題の精度保証付き数値計算に対するいくつかの考察, 日本数学会 2015 年度秋季総合分科会, 2015.09.16.
7. 木下 武彦, 渡部 善隆, 中尾 充宏, H3 正則性を持つ一般多角形領域上の Poisson 方程式の解について, 日本数学会 2015 年度秋季総合分科会, 2015.09.16.
8. 渡部 善隆, Kaori Nagatou, Michael Plum, 中尾 充宏, 線形化 Kolmogorov 問題に対する固有値の除外について, 日本応用数理学会 2015 年度年会, 2015.09.09.
9. 木下 武彦, 渡部 善隆, 中尾 充宏, Poisson 方程式の解に対する H3 および H4 セミノルムについて, 日本応用数理学会 2015 年度年会, 2015.09.09.
10. Yoshitaka Watanabe, An improvement of infinity norm estimations for numerical verifications of the Kolmogorov problem, *Workshop on Information Technology, Applied Mathematics and Education*, 2015.08.18.
11. Yoshitaka Watanabe, A nonlinear PDE verification -- Fukuoka, Karlsruhe, *Nonlinear PDE Days*, 2015.07.14.

研究資金

• 科学研究費補助金

1. 2015 年度～2019 年度, 基盤研究 (B), 代表, 関数方程式に対する精度保証付き数値計算法の展開

- 共同研究

1. 研究テーマ「Orr-Sommerfeld 方程式に対する計算機援用証明」カールスルーエ大学 M. Plum 教授との共同研究, 2004 年 3 月より継続.
2. 研究テーマ「Maxwell 方程式から導かれる固有値問題の除外法」Cardiff 大学 M. Brown 教授との共同研究, 2009 年 1 月より継続.

- 競争的資金

1. 2014 年度～2019 年度, 戦略的創造研究推進事業 (文部科学省), 分担, モデリングのための精度保証付き数値計算論の展開 (研究領域: 現代の数理科学と連携するモデリング手法の構築)

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)

大学運営

- 学内運営に関わる各種委員・役職等

1. 2012.04 ～ 2017.03, 百年史編集委員会

6.3.3 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 ~ .

研究プロジェクト

- 省メモリ技術と動的最適化技術によるスケーラブル通信ライブラリの開発 (JST CREST 研究領域「ポストペタスケール高性能計算に資するシステムソフトウェア技術の創出」)
2011.10 ~ 2017.03, 代表者：南里 豪志, 九州大学 (日本)

将来、スーパーコンピュータの性能向上に向けて計算機のさらなる大規模化が予想されている。しかし、計算機内部の通信を担当する通信ライブラリは、現在の設計のままでは大規模化に伴う使用メモリ量の増加やチューニング作業の複雑化によって、実用性が大幅に低下する。そこで本プロジェクトでは、通信ライブラリが使用する通信バッファ領域を抑えながら、実アプリケーションにおいて数千万~数億プロセスまでの性能向上を維持することを目標とし、その実現に向けて通信ライブラリ実装技術とスケーラブルなアプリケーション作成技術を研究開発する。このうち通信ライブラリ実装技術としては、通信インタフェース、基本通信プロトコル、および通信路制御の各レイヤを対象に、省メモリ化技術と動的最適化技術を研究開発する。

研究業績

• 原著論文

1. 大江 和一, 岩田 聡, 南里 豪志, 岡村 耕二, 性能向上を期待できる継続時間と IO アクセス数を満たした IO アクセス集中領域を自動抽出して SSD に移動することで性能向上を図る階層型ストレージシステムの提案と評価, 情報処理学会論文誌, Vol.9, No.1, pp.1-16, 2016.01.
2. 藤野 清次, 小玉 捷平, 南里 豪志, 岩里 洸介, 同種コンパイラと他機種実行を利用した計算時間の短縮, 日本シミュレーション学会論文誌, Vol.8, No.1, pp.21-24, 2016.01.
3. 森江 善之, 南里 豪志, 直接網において複数の通信デバイスを有効に使用する隣接通信アルゴリズムの提案, 情報処理学会論文誌, Vol.8, No.4, pp.26-35, 2015.04.
4. 岩里 洸介, 南里 豪志, 藤野 清次, 並列計算における reduction 指示の実装に関する考察, 日本シミュレーション学会論文誌, Vol.7, No.4, pp.109-113, 2015.07.

• 学会発表

1. Kazuichi Oe, Takeshi Nanri, KOJI OKAMURA, On-The-Fly Automated Storage Tiering with Caching and both Proactive and Observational Migration, Workshop on Computer Systems and Architectures (CSA'15), 2015.12.10.
2. Takeshi Nanri, Evaluation of On-Demand Message-Passing Module over RDMA Network, ACSI2016, 2016.01.20.
3. Ryutaro Susukita, Yoshiyuki Morie, Takeshi Nanri, Hidetomo Shibamura, Performance Evaluation of RDMA Communication Patterns by Means of Simulations, 2015 Joint International Mechanical, Electronic and Information Technology Conference, 2015.12.18.
4. 森江 善之, 南里 豪志, 直接網において複数の通信デバイスを有効に使用する隣接通信アルゴリズムの提案, 2015 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, 2015.05.19.
5. Hiroaki Honda, Takeshi Nanri, Yoshiyuki Morie, Performance and memory usage evaluations for channel interface of Advanced Communication Primitives library, 1st Pan-American Congress on Computational Mechanics (PANACM 2015), 2015.04.28.

研究資金

• 科学研究費補助金

1. 2011 年度～2016 年度, 戦略的創造研究推進事業, 代表, 省メモリ技術と動的最適化技術によるスケーラブル通信ライブラリの開発
2. 2015 年度～2017 年度, 基盤研究 (C), 代表, Message Passing Interface 向け準備型集団通信インタフェースの研究開発

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。