

# 九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所

## ニュースレター

Institute of Mathematics for Industry  
Kyushu University

NEWS LETTER



〒819-0395 福岡市西区元岡744番地

TEL: 092-802-4402

ホームページ

▶ <http://www.imi.kyushu-u.ac.jp/>

共同利用・共同研究拠点事務メールアドレス

▶ [imikyoten@jimu.kyushu-u.ac.jp](mailto:imikyoten@jimu.kyushu-u.ac.jp)

# 第29号

2023年2月発行

## 巻頭言

2022年10月1日より第4代のIMI所長を務めております。この場をお借りして一言ご挨拶を申し上げます。

IMIは2011年4月の創立以来、若山正人、福本康秀、佐伯修の3代の所長の努力により、先端的な数学研究と産業や諸科学分野への展開を一体となっていく、世界でもユニークな研究所に成長しました。その間、社会では巨大なデータを直接扱う課題が生起し、それを扱うAI関連技術の発達が社会の基盤を大きく変えつつある中、数学が今後の社会や科学技術の発展に不可欠という理解が進んでいます。「第6期科学技術・イノベーション基本計画」（2021年3月閣議決定）では数学とそれを担う人材育成の重要性が繰り返し言及され、国の大型研究計画にも数学が基盤の計画が採択されるなど、数学へのかつてない期待が感じられます。IMIはそれに応えるべく準備を重ねてきましたが、2023年度は実現へ一気に動く年になりそうです。

現実問題から研究課題を発掘し、解決のため新たな数学を構築して社会に貢献すると同時に、その数学を魅力ある学術に発展させることはIMIの最重要ミッションで、まずこの活動の一層の充実を図ります。特に、2022年4月に新設した産業数理統計研究部門により、社会のニーズの高い統計、データサイエンス関連分野を強化します。

2023年4月には「リエゾン戦略部門」を新設します。この部門は研究マッチング、共同研究契約、知財管理などの支援や、数学の知的アセット価値化や学問への再投資を推進する制度設計などを通じ、機能的な連携研究体制を整備し産学・異分野共同研究を抜本的に強化します。さらに、文部科学省委託事業「数学アドバンスイノベーションプラットフォーム」（2017～2021年度）で構築したネットワークを共同利用・共同研究拠点「産業数学の先進的・基礎的共同研究拠点」の機能も取り込んで拡充し、数学と産業、社会、諸科学分野とのオールジャパン連携体制を整備し、運営します。

2022年4月からは5年一貫制の「マス・フォア・イノベーション連係学府」を数理学府、システム情報科学府、経済学府と協力して開設しました。本学府では他分野の研究室に向いての共同研究やインターンシップを必修とし、数学を活用して諸科学分野や産業でイノベーションを創発する人材を

育成しています。以前からの博士長期インターンシップ、スタディグループ・ワークショップなどの取組も活用し、IMIのもう一つの最重要ミッションである人材育成を推進します。

IMIは国際連携の基盤として「アジア太平洋産業数学コンソーシアム」（APCMfI）を主導的に運営しており、その中核機関の一つとしてラ・トロブ大学（メルボルン）にIMIオーストラリア分室を設置しています。2023年4月以降はラ・トロブ大学と国際公募を通じ統計分野の教授を共同雇用し、分室を一層強化します。また、国際産業数理・応用数理評議会（ICIAM）主催のコンGRES ICIAM2023（8月20日～25日、東京）のサテライトミーティングとして、APCMfI主催の国際研究集会Forum “Math-for-Industry” 2023を8月29日～9月1日に九州大学西新プラザにおいて開催予定で、ICIAM、ヨーロッパ産業数学コンソーシアム、アメリカのSIAMのリーダーを招聘します。これらの活動を通じIMIの国際的プレゼンスの向上に努めます。

以上の取組を通じて、IMIは社会の要請に応える国際的な研究拠点としてさらに発展し、数学を活用した豊かで持続可能な社会の構築に貢献してゆく所存です。皆様には、今後ますますのご理解とご協力をお願い申し上げます。



九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所 所長

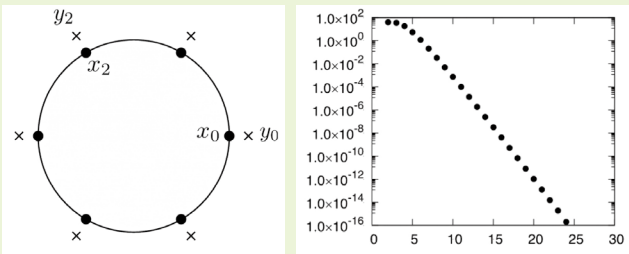
梶原 健司

# 数値近似解法のひとつの理論的裏付けに世界で初めて成功

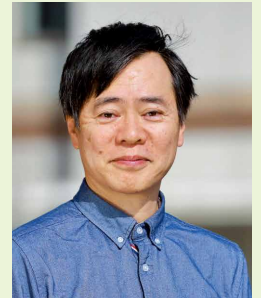
落合啓之教授は、公立ほこだて未来大学の田中吉太郎准教授、北海道大学の栄伸一郎教授との共同研究グループで、数値解析分野における一つの数値解法の理論的な裏付けに成功しました。本グループは、円領域上の修正ヘルムホルツ方程式の近似解を基本解近似解法という方法を用いて構成し、真の解に指数的に収束することを示しました。今回の修正ヘルムホルツ方程式はノイマン型の境界条件が課されており、この問題に対する基本解近似解法の解の構成と、特に指数収束の数学的結果は世界初です。

反応拡散系と呼ばれる方程式の解の中には、形を一定に保ったまま伝搬できる進行スポット解と呼ばれる解があります。この解の運動が、領域の形状にどのような影響を受けるの

かという問題は細胞生物学や非平衡化学の分野で興味をもたれている研究課題です。栄教授の以前の研究で、領域内部のスポット解の運動と領域の形状の関係を表す修正ヘルムホルツ方程式の解の存在自体はわかっていたものの、特定の領域を除いてこの解の表示式は求められていませんでした。田中准教授はこの問題を科学技術振興機構の未解決問題ワークショップに提出し、ワークショップに参加していた異分野の落合教授が議論に加わることで共同研究が開始しました。対称性や複素解析の技法が数値解析や偏微分方程式の基盤研究にうまくマッチした事例となります。論文公開後にこの成果を三大学で足並みを揃えてプレスリリースしました。



<https://www.jst.go.jp/report/2021/211206.html>  
<https://www.kyushu-u.ac.jp/ja/researches/view/737>



九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所 落合 啓之

# サイバーフィジカルシステム: Cyber Physical System を実装する ロート製薬グループ全体のスマート工場化の取り組みを開始

九州大学マス・フォア・インダストリ研究所 藤澤研究室とロート製薬株式会社及びファーストループテクノロジー株式会社の3社は、2022年6月よりサイバーフィジカルシステム: Cyber Physical System (CPS) を実装するロート製薬グループ全体のスマート工場化の取り組みを開始しました。まずロート製薬のマザー工場である上野テクノセンターにてCPSを実装させ、今後はそれをロートグループすべての工場に取り入れ、工場のスマート化を実現させていきます。目薬などの無菌製造工程に加え、新規事業で取り組んでいる再生医療・細胞培養、創薬・発酵技術、植物・食品などのバイオ分野におけるCPSの適用の可能性は非常に大きいものと想定しています。

CPSを実装して工場のスマート化を目指す背景として、日本における労働力減少、技能・技術継承問題、労働価値観の多様化、地域社会への貢献、お客様のウェルビーイングを目指したモノづくり、また、グローバルには地政学リスク、複雑拡大したサプライチェーンリスク及び環境負荷低減等の複合的課題へ対処しつつ生産性の維持向上を図ることが挙げられます。従来多くの研究機関、企業等が取り組んできたデジタル化において、プロセス毎に人がサイバー空間にアクセスして情報を入力・分析する方法では、フィジカル空間へのフィードバックが不十分であり便益が最大化されませんでした。そこで、CPSを実装することにより、「ヒト」「モノ」の流れや「振る舞い」に対して可視化、シミュレーション、最適化、さらに価値化を行うことによりフィジカル空間とサイバー空間がリアルタイムにデジタルループ化し、プロセスの連動性を高めることによりスピーディに、便益を最大化することが可能になります。

The infographic is titled "サイバーフィジカルシステムを実装する次世代スマート工場をグループ全体に適用". It features a QR code and text describing the implementation of Cyber Physical Systems (CPS) across the entire group of smart factories. It lists participating companies: 九州大学 (Kyushu University), ロート製薬 (Rohto Pharmaceutical), and ファーストループテクノロジー (FirstLoop Technology). The infographic also includes a diagram showing the integration of physical and cyber spaces, with labels for "サイバー空間" (Cyber Space), "フィジカル空間" (Physical Space), and "サイバーフィジカルシステムのサイクル" (Cyber Physical System Cycle). It mentions "AI-データプラットフォーム" (AI-Data Platform) and "FAG 自動制御" (FAG Automatic Control).

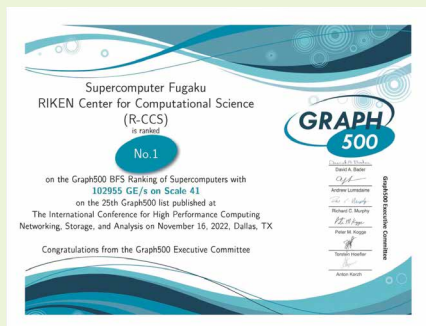


九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所 藤澤 克樹



## 受賞の紹介

### Graph500ベンチマークテストにおいて6期連続(通算16期)で世界1位を達成



理化学研究所、株式会社フィックスターズ、富士通株式会社と九大IMI藤澤研からなるグループが、スーパーコンピュータ富岳を用いた測定結果で、大規模グラフ解析に関するスーパーコンピュータの国際的な性能ランキングである Graph500 における性能向上に成功し、世界第1位を6期連続で獲得しました。このランキングは、米国テキサス州ダラスおよびオンラインで開催された高性能計算技術に関する国際会議 SC22 に合わせて、Graph500 Committee から日本時間11月15日に発表されました。大規模グラフ解析の性能は、大規模かつ複雑なデータ処理が求められるビッグデータの解析において重要な指標となるものであり、世界最高性能を達成した技術を用いて、民間企業とのアプリケーション開発（スマート工場、MaaS（配送最適化）等）を推進しています。

九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所 藤澤 克樹

### Radiological Physics and Technology 誌 MCA 賞

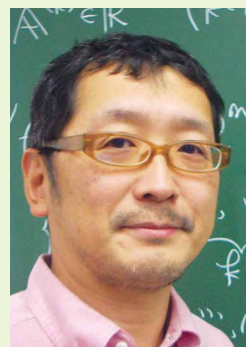
私が木田智士氏と共同執筆した“Overview of image-to-image translation by use of deep neural networks: denoising, super-resolution, modality conversion, and reconstruction in medical imaging”が、日本放射線技術学会と日本医学物理学会が共同発行する Radiological Physics and Technology 誌において、過去2年間に最も引用された論文として Most Citation Award を受賞しました。日進月歩で目まぐるしく進歩する深層学習の医用画像応用において、当該論文では、普遍的な原理の観点からサーベイを行い、その多くが統一的な手法でまとめられることを指摘しました。さらに、その統一手法は計算機コードとして実装・公開され、研究・医療の場で利用されています。



九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所 鍛冶 静雄

### 日本機械学会計算力学部門99期(2021)優秀講演表彰

2021年9月21日から23日に遠隔で行われた日本機械学会 第34回計算力学講演会 (CMD2021) における私の講演“一般の多面体メッシュにおける離散 de Rham 複体を利用した電磁場問題の有限要素法とその応用”が優秀講演表彰を受けました。電磁場問題に有限要素法を適用する場合、de Rham 複体と呼ばれる数学的な条件を離散化した場合でも完全に満足するような要素の開発が必要となります。本講演では、考えた要素が従来は用いることが困難であった一般の多角形を基準としている特徴を利用して、領域分割法の適用に拡張し超大規模な計算モデルの数値計算を効率的に行う手法の提案も行いました。本表彰によって、これまでに行ってきた数学と他分野との融合領域の研究が一定の評価を頂けたと考え、今後、より推進していこうと考えています。



九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所 田上 大助

### 第7回「辻井重夫セキュリティ論文賞」

この度はこのような栄誉ある賞をいただき、大変光栄に存じます。現在活発に研究開発が進んでいる量子計算機は、実用化されればその計算能力により様々な社会課題を解決することが知られています。しかしその一方で、その計算能力が仇となり、現在普及しているRSA暗号や楕円曲線暗号などの公開鍵暗号を簡単に解読するという問題が出てきます。そこで、量子計算機でも破れない暗号として耐量子計算機暗号(PQC)の開発が近年進んでおります。受賞した論文は、代数拡大の行列表示を用い、多変数多項式を使った署名方式に対する鍵長削減手法を提案しており、NTTと東京大学との共同研究で執筆したものにります。現在アメリカで行われているPQC標準化プロジェクトへの投稿に向けてさらなる研究を続けているところです。今回の受賞を励みに、より一層研究に邁進する所存です。今後ともよろしくお願ひ申し上げます。



九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所 池松 泰彦

## 新任教員の紹介

2022年4月1日から応用理論研究部門の助教に着任いたしました。専門は偏微分方程式の逆問題で、偏微分方程式の解の情報から支配される方程式系を決定する問題を研究しています。特に不定値計量を備えたローレンツ多様体上における幾何学が、波動方程式をはじめとする双曲型偏微分方程式の逆問題に及ぼす影響を調べています。また近年では例えば製鉄に用いられる溶鉱炉内部の温度測定法や非破壊検査として必要不可欠なCTスキャン技術において逆問題の数学理論が使われており、今後も産業界への貢献が期待されています。逆問題の研究を純粋数学の観点からのみならず、産業界の要請に応える「マス・フォア・インダストリ」の観点からも遂行すると共に、社会に役立つ数学の一つとして多くの人々と共有していきたいと考えています。

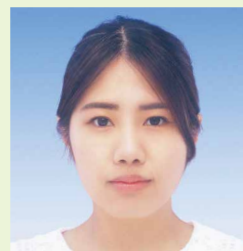


九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所

高瀬 裕志

2022年10月1日付でIMI基礎理論研究部門特定プロジェクト助教として着任いたしました。私は可換環論と組合せ論が交錯する分野で研究をしています。本分野は概念、研究手法、使う道具が多岐・他分野にわたっています。研究で培ってきた多角的な視野を純粋数学・基礎数学の応用に活かしたいです。最近ではデータサイエンスにも力を入れており、スポーツや言語学における問題・課題に取り組んでいます。具体的には、卓球やゲートボールの戦術強化やファン層拡大のための課題に取り組んだり、英語の特定の単語の持つ意味について言語研究者の方と共同プロジェクトを進めたりしています。

産業数学の拠点として理念を掲げ活動しているIMIの一端を担うものとしてこれまでの研究はもちろん、産学連携を積極的に行うなどしていきたいです。どうぞよろしくお願いたします。



九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所

矢澤 明喜子

2022年10月1日付で、産業数理統計研究部門の助教に着任いたしました。私はモデル選択を中心に、「頑健な分析手法」について研究を行っています。突出した能力、災害級の現象、観測機器の故障、人的なミス等々、現実のデータには様々な原因で、全体から外れた値を取るデータ(外れ値)が現れます。外れ値には明確な線引きを与えたり、その発生を防いだりすることが非常に困難な為、外れ値が混ざっていても影響を小さく抑えられる「頑健性」はデータ分析において重要な意味を持つと考えられます。データがあらゆる分野に存在する以上、現象や行動を適切に表現出来るモデルを作り、それを適切に評価・選択することは、文理を問わない広い世界への貢献に繋がります。統計学の研究・教育を通じて、IMIの社会への貢献に尽力してまいります。



九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所

倉田 澄人

2022年10月1日付で基礎理論研究部門の助教に着任いたしました。私はこれまで、基本群や配置空間と関連する代数や位相幾何学、数論的位相幾何学についての研究をしてきました。今後は今まで携わってきたことや教わったことを大事にしつつ、新しい方向性も見出せたらと思います。

また、前職から継続して医療データ(特に血糖値データ)を用いた数理科学的な共同研究にも取り組んでいます。こちらの共同研究は医療関係者たちと協働し、医療現場における現実問題に対して数理的な立場から解決策を見出そうというものです。着実に取り組み、数学・数理科学の産業社会への応用の一助となれるよう努めます。

上記のような理論的な基礎研究と現実問題の解決を目指した応用研究の双方を通してIMIの発展に貢献できればと思います。よろしくお願いたします。

九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所

小谷 久寿

2023年1月1日から数理計算インテリジェント社会実装推進部門・助教に着任いたしました。私の研究領域は流体力学に現れる偏微分方程式の数学解析です。特に流体の密度変化を考慮した圧縮性粘性流体を回転座標系において考察することに興味があります。回転が流体の密度と速度場に与える影響を関数解析・調和解析的手法を援用して定量的に記述することで、回転浅水波方程式などの物理的に重要な例をもつ圧縮性回転流体方程式の数学理論を構築することが目標です。

今後は流体力学のみならず、多くの偏微分方程式への理解を深め理論・応用の双方から研究活動を行いたいと考えております。偏微分方程式は金融、IT、医療をはじめ様々な業種で用いられているため、IMIでの社会連携活動に偏微分方程式の研究者として貢献したいと考えております。



九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所

藤井 幹大



## FMfi2022報告

2022年11月21日から24日にかけて、Forum “Math-for-Industry” 2022 – “Mathematics of Public Health and Sustainability” (FMfi2022) が、オーストラリア・メルボルンのラートローブ大学をホストとして開催されました。IMIが主体となって2010年に開始し、The Asia-Pacific Consortium of Mathematics for Industry (APCMfi) の主軸イベントに位置付けられる Forumですが、コロナ禍のため2020年度

は中止、2021年度はオンライン開催となっておりました。今年度は3年ぶりに対面とオンラインのハイブリッド開催となり、一層活発な議論がなされました。九州大学からは7名の学生を含む多数が現地参加し、ポスターセッションでは本学からマス・フォア・イノベーション連係学府の吉澤研介さんとMan Yangさんの発表が Excellent Poster Award を受賞しました。



九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所 鍛冶 静雄

## SGW2022報告

スタディグループワークショップ(SGW)は、産業界・自治体・病院などの様々な分野から問題提供者を募り、数学の研究者・学生が問題提供者と協力して解決を目指すイベントで、九州大学では2010年より毎年開催されています。

本年は、東京大学数理科学研究科や金沢大学数理科学連携研究拠点と共催で開催されました。提供された課題は以下の3つです。(詳細はSGWのウェブページをご覧ください)

- 結晶グラフと現実世界の結晶の配位数列
- 環境にやさしい循環型物流
- 脳震盪のふらつきを評価する

それぞれ、材料科学で現れる結晶の数学的表現、物流における公平性の数学的定式化、動画データに基づいた脳震盪のふらつきの評価、という内容でした。2022年7月27日から8月2日にかけてオンラインと現地参加を併用するハイブリッド形式で問題解決に向けた取り組みがなされました。参加者数は、共催している各大学の学生や研究者、また課題提供者らで約100名になりました。

参加した学生にとっては、普段の講義や研究では関わらないような課題であり、議論の始めはざこちない感じでした。しかしその後は各課題の問題点や解決策を、代数やゲーム理論、微分方程式などの数学を使いながら建設的な意見を出し合って議論していました。最終日には各課題の検討内容をまとめて発表し課題提供者から意見や助言をいただきました。参加した学生にとっては貴重な経験であり充実した一週間だったのではないかと思います。



九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所 脇 隼人

## 本年度の共同利用

プロジェクト研究2022年度テーマ:

「情報技術の安全性・信頼性への数理的アプローチ」

研究代表者: 花岡 悟一郎

(産業技術総合研究所 サイバーフィジカルセキュリティ  
研究センター・首席研究員)

縫田 光司

(九州大学マス・フォア・インダストリ研究所 教授)

## 国際プロジェクト研究-研究集会(I)

- ▶ (1) Statistics and Mathematical Modelling in Combination Dr. Christopher Lenard(La Trobe University-  
Head of Department of Mathematical and Physical  
Sciences)

## プロジェクト研究-短期共同研究

- ▶ (1) セキュアな量子情報活用に向けた次世代暗号の数理  
相川 勇輔(三菱電機株式会社情報技術総合研究所)

## プロジェクト研究-短期研究員

- ▶ (1) 秘密計算方式の最小構成に関する研究  
品川 和雅(茨城大学理工学研究科)

## 女性研究者活躍支援研究-研究集会(I)

- ▶ (1) データ格付けサービス実現のための数理基盤の構築  
中山 尚子(株式会社豆蔵デジタル戦略支援事業部)

## 女性研究者活躍支援研究-短期共同研究

- ▶ (1) 機械学習への組合せ論的アプローチ  
顧 玉杰(九州大学システム情報科学研究所)

## 若手・学生研究-短期共同研究

- ▶ (1) 限量子消去の効率的なアルゴリズムの構築と産業課題解決への  
応用  
石原 侑樹(東京理科大学理学部第一部応用数学科)
- ▶ (2) 超対称性に基づく高精度・高速微分計算理論の構築  
井元 佑介(京都大学高等研究院)
- ▶ (3) エクスパンダーグラフの新しい構成手法の確立とその応用  
佐竹 翔平(明治大学総合数理学部)
- ▶ (4) エッジAIとIoTを活用したEWSの構築  
ムハマッド ヌルジティ ヒダヤット(九州大学大学院工学研究院)
- ▶ (5) 離散膜0曲面論と図式力学を活用した建築曲面設計手法の開発  
軸丸 芳揮(九州大学マス・フォア・インダストリ研究所)

## 一般研究-研究集会(I)

- ▶ (1) 材料科学における幾何と代数III  
松谷 茂樹(金沢大学大学院自然科学研究科)
- ▶ (2) 時間・量子測定・準古典近似の理論と実験~古典論と量子論の  
境界~  
丹田 聡(北海道大学大学院工学院応用物理学部門&トポロ  
ジー理工学教育研究センター)

## 一般研究-研究集会(II)

- ▶ (1) データサイエンスにおける統計科学  
増田 弘毅(九州大学大学院数理学研究院)
- ▶ (2) 誤り訂正符号と超平面配置の関係とその応用

- 中島 規博(名古屋工業大学工学部)
- ▶ (3) 高度化する暗号技術と数学的技法の進展  
星野 文学(長崎県立大学情報システム学部)

## 一般研究-短期共同研究

- ▶ (1) 量子コンピューティングにおける数学的課題の探索と量子人材  
育成  
米澤 康好(Quantinuum K.K.)
- ▶ (2) 消炎や振動を含む不安定燃焼の数理  
桑名 一徳(東京理科大学理工学研究科)
- ▶ (3) Besov空間におけるKoopman作用素の有界性の研究とその  
応用  
石川 勲(愛媛大学データサイエンスセンター)
- ▶ (4) VRを用いたインタラクティブな高次元認識2  
稻生 啓行(京都大学大学院理学研究科)
- ▶ (5) 環境負荷低減型斜面災害対策の現場適用方法の検討  
ハザリカ ヘマンタ(九州大学大学院工学研究院)
- ▶ (6) 幾何学的離散力学の産業への応用に向けた数理科学の基礎  
黒田 紘敏(北海道大学大学院)

## 一般研究-短期研究員

- ▶ (1) 大規模高次元データに基づく統計的モデリングとスマート農業  
への応用  
松井 秀俊(滋賀大学データサイエンス学部)
- ▶ (2) 階層的渦クラスタリングを用いた遷移乱流一般渦に対する新  
安定性理論の開発  
松浦 一雄(愛媛大学大学院理工学研究科)

## 随時募集枠-研究集会(II)オンライン型

- ▶ (1) 情報通信の技術革新のための基礎数理  
實松 豊(東京工業大学工学院)
- ▶ (2) 工学と数学の接点を求めて  
中澤 嵩(大阪大学MMDS)
- ▶ (3) 2022年暗号及び情報セキュリティと数学の関連ワークショップ  
(CRISMATH 2022)  
前野 俊昭(名城大学理工学部)

## 本年度の刊行物

- ▶ MIIレクチャーノート, Vol.88, Vol.89, Vol.90, Vol.91, Vol.92  
(<https://www.imi.kyushu-u.ac.jp/publication/lecture-note/?slug=i-n-2022>を参照)
- ▶ Mathematics for Industry Vol.36  
Proceedings of the Forum "Math-for-Industry" 2019  
Mathematics for the Primary Industries and the  
Environment  
([https://link.springer.com/-  
book/10.1007/978-981-19-1154-5](https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-19-1154-5)を参照)

## 本年度の表彰等

- ▶ 鍛冶 静雄: Radiological Physics and Technology 誌MCA賞
- ▶ 田上 大助: 日本機械学会計算力学部門99期(2021)優秀講演表彰
- ▶ 藤澤 克樹: Graph500 ベンチマークテストにおいて6期連続で世  
界1位を達成
- ▶ 池松 泰彦: 第7回辻井重夫セキュリティ論文賞特別賞(共著)

## IMI共同利用研究計画 随時募集枠公募

本研究所では、研究集会(II)について、2023年3月1日より11月10日の間、随時応募を受け付けます。応募は毎月10日に締め切り、審査の上で同じ月の月末までに研究代表者に採否を通知します。予算が超過した場合は上記期間内であっても申請を締め切ります。詳細は2023年3月に公開予定です。 <https://joint.imi.kyushu-u.ac.jp/>