

令和 4 年 6 月 9 日現在

機関番号：11301

研究種目：新学術領域研究（研究領域提案型）

研究期間：2017～2021

課題番号：17H06460

研究課題名（和文）次世代材料探索のための離散幾何解析推進

研究課題名（英文）Discrete Geometric Analysis for materials design

研究代表者

小谷 元子（Kotani, Motoko）

東北大学・材料科学高等研究所・教授

研究者番号：50230024

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 209,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究課題では、原子・分子が作るミクロな構造とその物質材料が持つマクロな性質や機能との関係を記述・解析できる「離散幾何解析」という数学の枠組みを発展させ、材料科学者と連携して、構造から機能を予測したり（順問題）、求める機能を発現する構造を予測したり（逆問題）する取り組みを支援した。特に、「数学」「材料の理論」「材料の実験」「データ科学」という異なる分野の研究者の間で自発的な連携を促すための種々の仕組みを導入し、次世代物質探索につながる成果の創出に寄与した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、データと人工知能（AI）を用いた物質材料の探索が盛んになっているが、ミクロな構造とマクロな性質との関係を調べ、求める性質を実現するための構造を予測する逆問題を解くことは簡単ではない。複雑な構造を持つ本質的な情報を見つけてミクロとマクロの関係を階層横断的に理解して逆問題を解くために、「数学」「材料の理論」「材料の実験」「データ科学」の連携を促して道すじを示すことを支援したことが、本課題の社会的意義である。また、これらの連携に主体的に関与することで、特に若手研究者が従来にはない視点での研究テーマを見出したことに、学術的意義があると言える。

研究成果の概要（英文）："Discrete geometric analysis" is a mathematical framework, which enables us to describe and analyze the correlation between microscopic structures and macroscopic properties of various materials. In this project, we supported the development of such a framework to solve the "forward problems" predicting materials properties from their structure and the "inverse problems" suggesting reasonable structures from desired properties. Especially, we introduced various approaches to promote the spontaneous interaction among "mathematics", "materials science" and "data science", and successfully contributed to proposing a novel strategy for design of the next generation materials.

研究分野：数学、微分幾何学、離散幾何解析学

キーワード：離散幾何学 トポロジー 材料 階層ネットワーク

1. 研究開始当初の背景

日本は材料科学の領域で世界をリードしてきたが、物質開発は主に研究者の経験と勘に基づく試行錯誤によるものであり、新物質の創成には 20~30 年の長時間がかかると言われている。これを効率化すべく、データ科学を駆使した物質探索が世界中で始まっているが、鍵となる「構造・機能・プロセスの相関原理」には物質の階層的理解が重要である。

領域代表者の開発してきた「離散幾何解析学」とは、離散と連続の関係を幾何学的に理解する 21 世紀に生まれた数学分野である。物質のミクロ・メゾ構造を幾何学の言葉で記述しそれらがマクロな物性・機能にどうかかわるかを解析（順問題）、更に求められる物性・機能をもつミクロ・メゾ構造の特定（逆問題）、そしてその構造を生成するための初期条件・境界条件設定と動的構造形成の制御（最適化）に対して、様々な概念や道具を提供することができる。

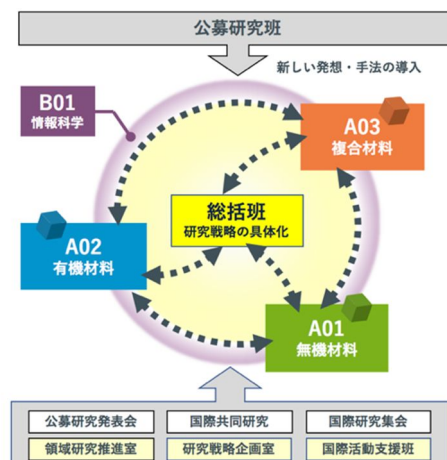
領域代表者は JST CREST (2008-2013 年) において研究課題「離散幾何学による新物質創成・物性発現の解明」を実施した (A+評価)。さらに 2012 年からは、文部科学省の世界トップレベル研究拠点形成 (WPI) プログラムの支援を受けて東北大学に設置された WPI-AIMR の所長として数学-材料科学連携による材料科学のための新しい基盤を築くことに従事し、WPI プログラム委員会からも「短期間で予想を超える進展が見られた」との評価を受けた。WPI プログラムからの支援は 2017 年 3 月に終了したが、ここで生まれたいくつかのアイデアを更に押し進め、全国・全世界から研究者が参画する場を形成することで、新領域「次世代物質・材料科学のための離散幾何解析学」を確立する機運が高まった。

2. 研究の目的

本研究は、数学（特に離散幾何解析学）と物質・材料科学の連携により「構造・機能・プロセスの相関原理」を解明し、次世代物質探索のための新しい学術分野を創成することを目指すものである。「物質を階層的ネットワークとして理解する」という大目標のもと、計画研究に 3 つの研究項目「A01: トポロジカル物質(対象とする物質は無機材料系、特にスピントロニクス材料)」、「A02: 高分子材料とネットワーク構造(対象とする物質は有機系材料、高分子材料)」、「A03: 極小曲面とナノ構造の動的構造形成(対象とする物質は複合材料、特に触媒)」と、共通手法開発のための研究項目「B01: 情報科学基盤(ネットワーク解析、画像解析、機械学習)」を置き、公募研究を有効に活用しながら、多様な分野の多様な手法を組み合わせ、普遍的に有効な離散幾何解析学の手法と広範な応用課題を開発する。特に、数学者と物質・材料科学者が協働し、「数学的原理・構造の抽出」「構造と物性・機能の相関解明」「構造形成の制御・最適化」の流れを作り、従来の物質開発のありかたを根本から変革する。これを通じて若手を育成する。成果は論文、研究会で速やかに発表するだけでなく、ビッグデータ時代の材料開発に資するものであるため、企業とのセミナーやコンサルテーション、サイエンスカフェを通じて、広く社会に情報発信していく。

3. 研究の方法

活動開始時点において、領域代表者と各計画研究の研究代表者、および評価委員で構成する。目的に向かって領域を円滑に運営するため「研究戦略企画室」と「領域研究推進室」を置く。総括班会議を定期的開催し、研究戦略の最適化・具体化と研究進捗の情報統合、領域内の有機的連携による水平展開を図る。領域代表はサイトビジットにより参画研究者とのコミュニケーションを図り、計画研究が滞りなく推進できるようにする。また、国際情報発信および国際共同研究支援、公募研究の募集・選考・評価、若手研究者の育成・支援を行うため、以下の 3 つの班を置く。



【計画研究班】 3 つの研究項目 A01「トポロジカル物質」、A02「高分子とネットワーク解析」、A03「極小曲面とナノ構造の動的構造形成」を置き、各研究項目に数学者、理論・計算科学研究者と実験研究者の組を作ること、理論と実験の間でのフィードバックが円滑に行えるようにする。また、研究項目 B01「情報科学基盤」はそれらの共通手法を開発する。班会議を適宜開催し垂直連携を図る。

【公募研究班】 公募により採択され、新しい発想や手法を導入する。計画研究班との交流により、計画研究を補間する。

【若手人材育成と異分野融合研究】 数学と物質・材料科学の間をつなぐインターフェースとなる博士研究員を登用し、研究推進を通じて、従来とは異なるマインドと高いコミュニケーション能力を持つ研究者を育成する。

4. 研究成果

(1) スタート時の研究計画の再構築

本領域では、申請時構想では研究項目 A01（無機）、A02（有機）、A03（複合）のそれぞれに数学、理論・計算、実験のチームを置くこととしていたが、A01、A02 の実験チームは採択されず、計画を変更する必要が生じた。採用時の所見でも「領域代表者および総括班でただちに本研究領域の目的の達成のために必要な研究計画について検討を行い、適切なスタートを切れるよう配慮すべきである」との指摘がなされた。そこで、不採択となった計画研究代表を総括班メンバーに加え、領域会議、班会議等を通じて研究活動に参画することを可能にした。一方で、数学、理論・計算科学が実験系研究者と議論や共同研究を行う機会を増やすため、公募研究では積極的に実験系を採択するようにした。これらの対策が功を奏し、中間審査の所見では「研究領域の構成を公募研究で補完することで、いくつかの萌芽的な例を得るに至っている」との評価が得られた。

(2) 領域内の連携体制の構築

これまで出会いの機会がまれであり、言葉や価値観、研究手法などが異なる研究者間でのコミュニケーションは簡単ではない。特に、本領域研究は高度に異分野で構成されるため、互いの言葉や価値観の壁を乗り越えるためには、意図的な仕掛けが必要であった。この困難を打破するために、本領域研究では総括班がリードして分野を超えるための様々な仕組みを設けた。

各研究項目が企画し領域全体に提供するチュートリアル、勉強会、および定期開催の「物質と情報セミナー」「物質と幾何学セミナー」を開催して研究者、特に若手研究者に参画を奨励。インターフェース研究者の配置。領域内での分野融合を進めるための駆動力となるとともに、本人が異分野の言葉を理解し、共同研究の種を積極的に探す機会を持つことで、将来この領域を率いるリーダーとなる研究者としての成長を促進。領域内での連携を進めるためのシーズファンドとなる連携推進奨励費の設置。

このような努力により多くの連携研究が生まれ、連携によりインスパイアされた新たな研究シーズが予想以上に生まれた。「物質を創生する」ことには至っていなくとも、数学と物質・材料科学の連携がなければできなかった新たな視点や手法が見出され、将来の発展が期待できるものも多数ある。若手研究者同士の活発な議論も見られ、領域をリードする人材の育成が順調に行われた。本報告書の成果リストは、そのような連携研究の活発さを示すものである。

(3) アウトリーチ活動

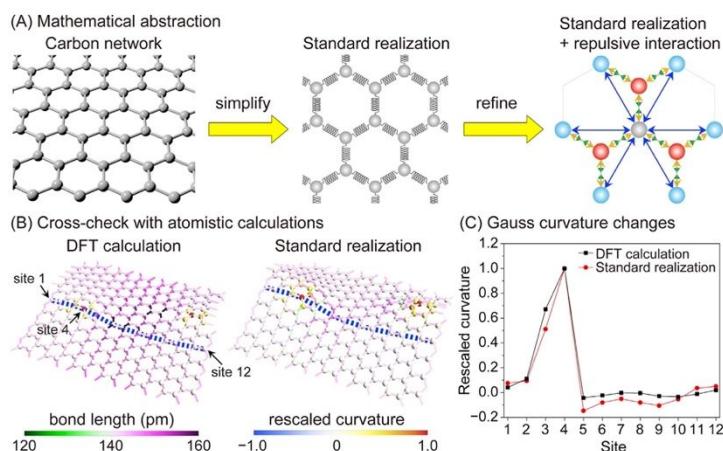
本領域の活動状況や研究成果を定期的にまとめた News letter 「離散幾何と材料」No.1-10 を発行し、関係各所に配布するとともに領域サイト (<https://www.math-materials.jp/>) において広く公開した。

新型コロナウイルスの影響により後半の 2 年間は対面での活動がほぼ不可能な状態となったが、オンラインによる会合が一般的になったことを活かし、物理学会や化学工学会、表面真空学会といった物質科学系の学会や「マテリアルズ・インフォマティクス」をテーマとした会合などでセッションの場を設けて露出を増やす努力を続けた。国際会合の開催は時差の関係でオンラインでの開催も難しい側面があったが、テーマを絞ったコンパクトな企画を工夫した。これらは、上記 News letter No.10 や領域サイトにて一覧を掲載している。

他にも、領域代表者が編集責任者を務める Springer Briefs in the Mathematics of Materials からホットな成果をモノグラフ形式で出版するなど、継続的な取り組みを進めた。

(4) インターフェース研究者

総括班自体は研究を行わないことになっているが、本領域研究では数学と材料科学のコミュニケーションを促す役割を持つ「インターフェース研究者」と呼ぶ若手研究者を配置した。彼らは、自らも研究のプレイヤーとして良い仕事を残している。例えば櫻井は A03-1 班の小澤とグラフに基づく多孔質構造の分類と最適化に関する問題に取り組み、離散曲面論的な立場とは違った観点からのアプローチを与えた。その後、埼玉大学の准教授の職を得た。Dechant は小谷 (A03-1)、内藤 (A03-2)、伊藤 (A03 公募:実験)、大戸 (A03 公募:シミュレーション)らと「標準実現」を拡張したモデルを構築し、離散曲面を持つナノ構造物質 (具体的には 共役なナノ炭素構造) に適用して見せた [図]。現在は京都大学で講師の職を得ている。



(5) 共通機器、共通情報基盤の提供

研究資源が不足しがちな若手研究者の支援とコミュニケーションの機会の提供を狙い、総括班としてレーザー顕微鏡、3D プリンタ、および計算サーバシステムを整備した (設置場所は東北大学 AIMR)。新型コロナウイルスの感染の拡大により「コミュニケーションの機会の提供」には制約が生じてしまったが、リモートでの利用が容易な計算サーバは分子動力学シミュレーションや第一原理電子状態計算、機械学習による解析などの目的で様々な活用された。

(6) 成果公開の継続

研究期間終了後も成果公開を継続するため、総括班を母体とするチームを構成して成果取りまとめ課題に申請し、採択された。これにより、「計画班代表者の共著による広い層の読者への解説を目的とした日本語のテキストの出版」や「オープンサイエンスの考え方に基づいて、数理的手法やデータセットをまとめたポータルサイトを整備・公開する」など、すでに着手している「社会還元」の取り組みを完成させる見通しがついた。

このように、「数学」「材料の理論」「材料の実験」「データ科学」という異なる分野の研究者の間で自発的な連携を促すための種々の仕組みを導入し、次世代物質探索につながる成果の創出に寄与した。また、これらの連携に主体的に関与することで、特に若手研究者が従来にはない視点での研究テーマを見出せるようになるなど、新しい学術領域の芽を育てることができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計53件（うち査読付論文 50件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 17件）

1. 著者名 Kazutoshi Inoue, Kazuaki Kawahara, Mitsuhiro Saito, Motoko Kotani, Yuichi Ikuhara	4. 巻 202
2. 論文標題 3D arrangement of atomic polyhedra in tilt grain boundaries	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Acta Materialia	6. 最初と最後の頁 266 ~ 276
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.actamat.2020.10.017	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Hagita Katsumi, Aoyagi Takeshi, Abe Yuto, Genda Shinya, Honda Takashi	4. 巻 11
2. 論文標題 Deep learning-based estimation of Flory-Huggins parameter of A-B block copolymers from cross-sectional images of phase-separated structures	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sci Rep	6. 最初と最後の頁 12322
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-91761-8	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 A. Dechant, T. Ohto, Y. Ito, M.V. Makarova, Y. Kawabe, T. Agari, H. Kumai, Y. Takahashi, H. Naito, M. Kotani	4. 巻 182
2. 論文標題 Geometric model of 3D curved graphene with chemical dopants	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Carbon	6. 最初と最後の頁 223 ~ 232
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.carbon.2021.06.004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 S. Tokuda, S. Souma, K. Segawa, T. Takahashi, Y. Ando, T. Nakanishi, T. Sato	4. 巻 4
2. 論文標題 Unveiling quasiparticle dynamics of topological insulators through Bayesian modelling	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Commun. Phys.	6. 最初と最後の頁 170-1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42005-021-00673-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yoshifumi Amamoto, Hiroteru Kikutake, Ken Kojio, Atsushi Takahara, Kei Terayama	4. 巻 53
2. 論文標題 Visualization of judgment regions in convolutional neural network for X-ray diffraction and scattering images of aliphatic polyesters	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Polym. J	6. 最初と最後の頁 1269 ~ 1279
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41428-021-00531-w	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 ITO Mariko I., AMAMOTO Yoshifumi, OHNISHI Takaaki	4. 巻 20
2. 論文標題 Change of Weighted Network Structure of Elastomer during Uniaxial Elongation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Computer Chemistry, Japan	6. 最初と最後の頁 89 ~ 91
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2477/jccj.2021-0040	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 TAKAHASHI Kazuki K., AMAMOTO Yoshifumi, KIKUTAKE Hiroteru, ITO Mariko I., TAKAHARA Atsushi, OHNISHI Takaaki	4. 巻 20
2. 論文標題 Random Forest Analysis of X-ray Diffraction and Scattering Data on Crystalline Polymer	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Computer Chemistry, Japan	6. 最初と最後の頁 103 ~ 105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2477/jccj.2021-0042	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Keita Kunikawa and Yohei Sakurai	4. 巻 150
2. 論文標題 Yau and Souplet-Zhang type gradient estimates on Riemannian manifolds with boundary under Dirichlet boundary condition	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proc. Amer. Math. Soc.	6. 最初と最後の頁 1767 ~ 1777
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1090/proc/15768	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 R. Ozawa, Y. Sakurai, T. Yamada	4. 巻 -
2. 論文標題 Maximal diameter theorem for directed graphs of positive Ricci curvature	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Comm. Anal. Geom.	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.48550/arXiv.2011.00755	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 R. Ozawa, Y. Sakurai, T. Yamada,	4. 巻 -
2. 論文標題 Heat flow and concentration of measure on directed graphs with a lower Ricci curvature bound	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Potential Analysis	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11118-022-09994-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yohei Sakurai	4. 巻 294
2. 論文標題 One dimensional weighted Ricci curvature and displacement convexity of entropies	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Math. Nachr	6. 最初と最後の頁 1950 ~ 1967
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/mana.201900143	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kazuhiro Kuwae and Yohei Sakurai	4. 巻 65
2. 論文標題 Rigidity phenomena on lower N-weighted Ricci curvature bounds with ϵ -range for non-symmetric Laplacian	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Illinois J. Math.	6. 最初と最後の頁 847 ~ 868
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1215/00192082-9619586	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Keita Kunikawa and Yohei Sakurai	4. 巻 31
2. 論文標題 Liouville theorem for heat equation along ancient super Ricci flow via reduced geometry	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J. Geom. Anal.	6. 最初と最後の頁 11899 ~ 11930
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12220-021-00705-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Keita Kunikawa and Yohei Sakurai	4. 巻 60
2. 論文標題 Liouville theorems for harmonic map heat flow along ancient super Ricci flow via reduced geometry	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Calc. Var. Partial Differential Equations	6. 最初と最後の頁 199
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00526-021-02079-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 川口裕靖, 伊藤真利子, 青柳岳司, 大西立顕	4. 巻 20
2. 論文標題 3次元畳み込みニューラルネットワークの転移学習を用いたブロック共重合体の応力ひずみ曲線予測	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Computer Chemistry, Japan	6. 最初と最後の頁 100 ~ 102
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2477/jccj.2021-0037	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 川口裕靖, 伊藤真利子, 山中貞人, 青柳岳司, 大西立顕	4. 巻 19
2. 論文標題 ミクロ相分離構造の最大連結成分と自由エネルギー	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Computer Chemistry, Japan	6. 最初と最後の頁 136 ~ 138
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2477/jccj.2021-0001	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 M. Kotani, H. Naito, C. Tao	4. 巻 74
2. 論文標題 Construction of continuum from a discrete surface by its iterated subdivisions	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Tohoku Mathematical Journal	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.48550/arXiv.1806.03531	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kazutoshi Inoue, Ji-Young Roh, Kazuaki Kawahara, Mitsuhiro Saito, Motoko Kotani, Yuichi Ikuhara	4. 巻 212
2. 論文標題 Arrangement of polyhedral units for [0001]-symmetrical tilt grain boundaries in zinc oxide	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Acta Materialia	6. 最初と最後の頁 116864 ~ 116864
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.actamat.2021.116864	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sosuke Ito, Andreas Dechant	4. 巻 10
2. 論文標題 Stochastic Time Evolution, Information Geometry, and the Cramer-Rao Bound	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review X	6. 最初と最後の頁 21056
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevX.10.021056	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Junya Nishiguchi	4. 巻 287
2. 論文標題 Asymptotic compactness in topological spaces	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Topology and its Applications	6. 最初と最後の頁 107451 ~ 107451
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.topol.2020.107451	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 R. Ozawa, Y. Sakurai, T. Yamada	4. 巻 59
2. 論文標題 Geometric and spectral properties of directed graphs under a lower Ricci curvature bound	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Calc. Var. Partial Differential Equations	6. 最初と最後の頁 142
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00526-020-01809-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kei Funano and Yohei Sakurai	4. 巻 373
2. 論文標題 Upper bounds for higher-order Poincar'e constants	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Trans. Amer. Math. Soc.	6. 最初と最後の頁 4415 ~ 4436
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1090/tran/8049	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hidenori Fukaya, Mikio Furuta, Shinichiroh Matsuo, Tetsuya Onogi, Satoshi Yamaguchi & Mayuko Yamashita	4. 巻 380
2. 論文標題 The Atiyah-Patodi-Singer Index and Domain-Wall Fermion Dirac Operators	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Commun. Math. Phys. (2020) 査読有	6. 最初と最後の頁 1295 ~ 1311
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00220-020-03806-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Y. Mototake, Yamanaka, T. Aoyagi, T. Ohnishi, K. Fukumizu.	4. 巻 -
2. 論文標題 Topological data analysis for microdomain patterns of block copolymer	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2020 International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA2020)	6. 最初と最後の頁 517 ~ 520
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yoshifumi Amamoto, Ken Kojio, Atsushi Takahara, Yuichi Masubuchi, Takaaki Ohnishi	4. 巻 1
2. 論文標題 Complex Network Representation of the Structure-Mechanical Property Relationships in Elastomers with Heterogeneous Connectivity	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Patterns	6. 最初と最後の頁 100135 ~ 100135
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.patter.2020.100135	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yoichi Tanabe, Yoshikazu Ito, Katsuaki Sugawara, Mikito Koshino, Shojiro Kimura, Tomoya Naito, Isaac Johnson, Takashi Takahashi, Mingwei Chen,	4. 巻 32
2. 論文標題 Dirac Fermion kinetics in three-dimensionally curved graphene	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Adv. Mater.	6. 最初と最後の頁 2005838
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adma.202005838	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 本武 陽一, 山中 貞人, 青柳 岳司, 大西 立顕, 福水 健次	4. 巻 19
2. 論文標題 位相幾何的データ分析によるブロックコポリマー準安定構造の自由エネルギー推定	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Computer Chemistry Japan	6. 最初と最後の頁 169 ~ 171
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2477/jccj.2021-0009	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 M.I. Ito, S. Yamanaka, T. Aoyagi, T. Ohnishi	4. 巻 1
2. 論文標題 Quantification of microphase separated structures from the viewpoint of multifractal	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2020 International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA2020)	6. 最初と最後の頁 480 ~ 483
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 天本義史, 菊武裕晃, 大西立顕	4. 巻 70
2. 論文標題 高分子の高次構造特徴量－物性相関としてのサイバーポリマー	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 高分子	6. 最初と最後の頁 133 ~ 134
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 H. Morita, A. Miyamoto, M. Kotani	4. 巻 188
2. 論文標題 Recoverably and destructively deformed domain structures in elongation process of thermoplastic elastomer analyzed by graph theory	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Polymer	6. 最初と最後の頁 122098
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polymer.2019.122098	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 K. Ikemoto, S. Yang, H. Naito, M. Kotani, S. Sato, H. Sato	4. 巻 11
2. 論文標題 A nitrogen-doped nanotube molecule with atom vacancy defects	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 1807
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-020-15662-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Andreas Dechant, Shin-ichi Sasa	4. 巻 117
2. 論文標題 Fluctuation-response inequality out of equilibrium	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 6430 ~ 6436
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.1918386117	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Andreas Dechant, Farina Kindermann, Artur Widera, Eric Lutz	4. 巻 123
2. 論文標題 Continuous-Time Random Walk for a Particle in a Periodic Potential	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 70602
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.123.070602	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Junya Nishiguchi	4. 巻 91
2. 論文標題 C^1 -smooth dependence on initial conditions and delay: spaces of initial histories of Sobolev type, and differentiability of translation in L^p	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Electronic Journal of Qualitative Theory of Differential Equations	6. 最初と最後の頁 1~32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14232/ejqtde.2019.1.91	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ryo Okugawa, Shin Hayashi, and Takeshi Nakanishi	4. 巻 100
2. 論文標題 Second-order topological phases protected by chiral symmetry	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 235302-1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.100.235302	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 T. Sawada, Y. Inomata, K. Shimokawa, M. Fujita	4. 巻 10
2. 論文標題 A metal-peptide capsule by multiple ring threading	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 5687
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-019-13594-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 T. Konomoto, K. Nakamura, T. Yamamoto, Y. Tezuka	4. 巻 52
2. 論文標題 Synthesis and Unimolecular ESA-CF Polymer Cyclization of Zwitterionic Telechelic Precursors	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 9208 ~ 9219
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.9b01793	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 K. Kyoda, T. Yamamoto, Y. Tezuka	4. 巻 141
2. 論文標題 A Programmed Polymer Folding with Periodically-Positioned Tetrafunctional Telechelic Precursors by Cyclic Ammonium Salt Units as Nodal Points	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J. Am. Chem. Soc.	6. 最初と最後の頁 7526 ~ 7536
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.9b02459	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hidenori Fukaya, Mikio Furuta, Shinichiroh Matsuo, Tetsuya Onogi, Satoshi Yamaguchi, Mayuko Yamashita	4. 巻 61
2. 論文標題 A physicist-friendly reformulation of the Atiyah-Patodi-Singer index and its mathematical justification	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PoS LATTICE2019	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.22323/1.363.0061	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 T. Omori, H. Naito, T. Tate,	4. 巻 26
2. 論文標題 Eigenvalues of the Laplacian on the Goldberg-Coxeter constructions for 3- and 4-valent graphs	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Electron. J. Combin	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.37236/8481	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ito Mariko I., Yamanaka Sadato, Aoyagi Takeshi, Ohnishi Takaaki	4. 巻 18
2. 論文標題 Multifractal Analysis of Microphase Separated Structure in Block Copolymers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Computer Chemistry, Japan	6. 最初と最後の頁 214 ~ 216
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2477/jccj.2019-0043	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kumatani Akichika, Miura Chiho, Kuramochi Hirota, Ohto Tatsuhiko, Wakisaka Mitsuru, Nagata Yuki, Ida Hiroki, Takahashi Yasufumi, Hu Kailong, Jeong Samuel, Fujita Jun ichi, Matsue Tomokazu, Ito Yoshikazu	4. 巻 6
2. 論文標題 Chemical Dopants on Edge of Holey Graphene Accelerate Electrochemical Hydrogen Evolution Reaction	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Advanced Science	6. 最初と最後の頁 1900119 ~ 1900119
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/advs.201900119	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Sawada Tomohisa, Saito Ami, Tamiya Kenki, Shimokawa Koya, Hisada Yutaro, Fujita Makoto	4. 巻 10
2. 論文標題 Metal-peptide rings form highly entangled topologically inequivalent frameworks with the same ring- and crossing-numbers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-019-08879-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 K. Ishihara, Y. Koda, M. Ozawa, K. Shimokawa,	4. 巻 257
2. 論文標題 Neighborhood equivalence for multibranching surfaces in 3-manifolds	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Topology and its Applications	6. 最初と最後の頁 11 ~ 21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.topol.2019.02.005	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Y. Shiomi, K.T. Yamamoto, R. Nakanishi, T. Nakamura, S. Ichinokura, R. Akiyama, S. Hasegawa, E. Saitoh	4. 巻 113
2. 論文標題 Efficient Edelstein effects in one-atom-layer TI-Pb compound	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 52401
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5040546	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 R. Okugawa, T. Yokoyama	4. 巻 99
2. 論文標題 Topological exceptional surfaces in non-Hermitian systems with parity-time and parity-particle-hole symmetries	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.99.041202	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sakurai Yohei	4. 巻 72
2. 論文標題 Comparison Geometry of Manifolds with Boundary under a Lower Weighted Ricci Curvature Bound	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Canadian Journal of Mathematics	6. 最初と最後の頁 243 ~ 280
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4153/S0008414X1800007X	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Funano Kei, Sakurai Yohei	4. 巻 147
2. 論文標題 Concentration of eigenfunctions of the Laplacian on a closed Riemannian manifold	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the American Mathematical Society	6. 最初と最後の頁 3155 ~ 3164
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1090/proc/14430	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 A. Dechant	4. 巻 125
2. 論文標題 Estimating the free-space diffusion coefficient of trapped particles	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Epl	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1209/0295-5075/125/20010	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 A. Dechant	4. 巻 52
2. 論文標題 Multidimensional thermodynamic uncertainty relations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Physics a-Mathematical and Theoretical	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1751-8121/aaf3ff	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Dechant Andreas, Sasa Shin-ichi	4. 巻 -
2. 論文標題 Current fluctuations and transport efficiency for general Langevin systems	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment	6. 最初と最後の頁 063209 ~ 063209
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-5468/aac91a	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 M. Toda, S. Kajimoto, S. Toyouchi, T. Kawakatsu, Y. Akama, M. Kotani, H. Fukumura	4. 巻 88
2. 論文標題 Phase Separation Dynamics of a Binary Fluid with a Closed-Loop Phase Diagram	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J. Phys. Soc. Jpn	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/jpsj.88.024007	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 S. Toyouchi, S. Kajimoto, M. Toda, H. Fukumura, T. Kawakatsu, Y. Akama, M. Kotani	4. 巻 122
2. 論文標題 Time-Resolved Structured Illumination Microscopy for Phase Separation Dynamics of Water and 2-Butoxyethanol Mixtures: Interpretation of "Early Stage" Involving Micelle-Like Structures	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Phys. Chem. B	6. 最初と最後の頁 12375 ~ 12385
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.8b10244	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計117件 (うち招待講演 52件 / うち国際学会 41件)

1. 発表者名 小谷元子
2. 発表標題 DX社会の基盤技術～数理を活用した産学連携について
3. 学会等名 数理活用産学連携イニシアティブ (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小谷元子
2. 発表標題 離散幾何解析とその応用
3. 学会等名 2021年度 日本数学会 秋季総合分科会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小谷元子
2. 発表標題 離散幾何解析と物質科学への応用
3. 学会等名 The World of Mathematical Physics II (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Motoko Kotani
2. 発表標題 Mathematics, a Common Language of Science in History and in the Digital Era
3. 学会等名 Breaking barriers for gender equity through research (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yohei Sakurai
2. 発表標題 Various curvature conditions on weighted Ricci curvature and geometric analysis
3. 学会等名 Submanifold Geometry and Lie Group Actions (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yohei Sakurai
2. 発表標題 Gaussian heat kernel estimates of Bamler-Zhang type along super Ricci flow
3. 学会等名 Geometry and Probability (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yohei Sakurai
2. 発表標題 Liouville theorem for harmonic map heat flow along ancient super Ricci flow via reduced geometry
3. 学会等名 The 6th China-Japan Geometry Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yohei Sakurai
2. 発表標題 Maximal diameter theorem for directed graphs of positive Ricci curvature
3. 学会等名 The 21st International Conference on Discrete Geometric Analysis for Material Design (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yohei Sakurai
2. 発表標題 Liouville theorem for harmonic map heat flow along ancient super Ricci flow via reduced geometry
3. 学会等名 Kagurazaka Differential Geometry Seminar (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yohei Sakurai
2. 発表標題 Characterization of lower curvature bounds
3. 学会等名 Geometry Seminar, Saitama University (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kazutoshi Inoue
2. 発表標題 Arrangement of atomic polyhedra in tilt grain boundaries
3. 学会等名 International Conference on Discrete Geometric Analysis for Materials Design (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kazutoshi Inoue
2. 発表標題 Arrangement of polyhedral units for tilt grain boundaries
3. 学会等名 Materials Research Meeting 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kazutoshi Inoue
2. 発表標題 Classification of grain boundaries in Euclidean space
3. 学会等名 Discrete Geometric Analysis and its Applications (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 井上和俊
2. 発表標題 結晶粒界の多面体配列と階層性
3. 学会等名 山形大学離散数理セミナー (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 井上和俊
2. 発表標題 粒界三次元構造の記述について
3. 学会等名 第3回数学と諸分野の連携にむけた若手数学者交流会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 井上和俊
2. 発表標題 粒界三次元構造の記述について
3. 学会等名 ワークショップ「物性と離散幾何学」(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Mariko Ito, Yoshifumi Amamoto, Takaaki Ohnishi
2. 発表標題 Change of network structure of elastomers under elongation
3. 学会等名 Conference on Complex Systems 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊藤真利子, 天本義史, 大西立顕
2. 発表標題 エラストマーの一軸伸長における架橋点間距離の変化のネットワーク構造依存性
3. 学会等名 日本コンピュータ化学会2021春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大西立顕
2. 発表標題 ネットワーク科学を用いた高分子材料の構造の定量化
3. 学会等名 第15回 物性科学領域横断研究会 (領域合同研究会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 辻雄太
2. 発表標題 化学グラフ理論による物質解析
3. 学会等名 第15回 物性科学領域横断研究会 (領域合同研究会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 天本義史
2. 発表標題 離散幾何学・情報科学に基づく高分子のメゾ構造-物性相関
3. 学会等名 第15回 物性科学領域横断研究会 (領域合同研究会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大戸達彦
2. 発表標題 第一原理計算と離散曲面論を用いたグラフェンナノ構造体の触媒活性制御
3. 学会等名 第15回 物性科学領域横断研究会 (領域合同研究会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小谷元子
2. 発表標題 デジタル時代の化学 数学連携
3. 学会等名 化学工学会 第51回秋季大会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小谷元子
2. 発表標題 ソフトマテリアルのネットワーク構造
3. 学会等名 第15回TPE技術研究会公開講演会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小谷元子
2. 発表標題 デジタル時代の数学・材料科学連携
3. 学会等名 東京大学・日本電子産学連携室設立15周年記念 次世代電子顕微鏡法社会連携講座設立記念シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小谷元子
2. 発表標題 材料探索のための離散幾何解析学
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会 共催シンポジウム「次世代物質探索のための離散幾何学」（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 橋本幸士
2. 発表標題 高次トポロジカル物質と超弦理論
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会 共催シンポジウム「次世代物質探索のための離散幾何学」
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 古田幹雄
2. 発表標題 幾何学における有限次元近似と指数定理
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会 共催シンポジウム「次世代物質探索のための離散幾何学」
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 下川航也
2. 発表標題 共連続構造と3次元トポロジー
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会 共催シンポジウム「次世代物質探索のための離散幾何学」
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 青柳岳司
2. 発表標題 粗視化シミュレーションと深層学習による熱可塑性エラストマー弾性特性の高速予測
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会 共催シンポジウム「次世代物質探索のための離散幾何学」
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 内藤久資
2. 発表標題 離散曲面論とその材料科学への応用
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会 共催シンポジウム「次世代物質探索のための離散幾何学」
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高見誠一
2. 発表標題 セラミックスナノコンポジット極小曲面薄膜の合成
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会 共催シンポジウム「次世代物質探索のための離散幾何学」
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 一木輝久
2. 発表標題 トポロジーの道具としての深層学習
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会 共催シンポジウム「次世代物質探索のための離散幾何学」
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大西立顕
2. 発表標題 高分子材料のネットワーク解析
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会 共催シンポジウム「次世代物質探索のための離散幾何学」
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川口裕靖, 伊藤真利子, 山中貞人, 青柳岳司, 大西立顕
2. 発表標題 ブロック共重合体の自由エネルギーに関わるミクロ相分離構造の定量化
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yohei Sakurai
2. 発表標題 Recent development of geometric analysis on weighted Ricci curvature
3. 学会等名 MSJ Spring Meeting 2021 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yohei Sakurai
2. 発表標題 Recent development of geometric analysis on weighted Ricci curvature
3. 学会等名 Riemannian Geometry and Geometric Analysis (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yohei Sakurai
2. 発表標題 Recent development of geometric analysis on weighted Ricci curvature,
3. 学会等名 Geometry Seminar, Kyushu University (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yohei Sakurai
2. 発表標題 Liouville theorem for heat equation along ancient super Ricci flow via reduced geometry
3. 学会等名 The 67th Geometry Symposium (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Dechant Andreas
2. 発表標題 Structure, Geometry and Doping of Curved Graphene
3. 学会等名 第14回 物性科学領域横断研究会 (領域合同研究会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 本武 陽一
2. 発表標題 学習済み深層ニューラルネットワークからの 解釈可能な物理法則抽出
3. 学会等名 第14回 物性科学領域横断研究会 (領域合同研究会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Y. Mototake, S. Yamanaka, T. Aoyagi, T. Ohnishi, K. Fukumizu ,
2. 発表標題 Topological Data Analysis of Microdomain Patterns of Block Copolymer
3. 学会等名 Proceedings of the 2020 International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Mariko I. Ito, Sadato Yamanaka, Takeshi Aoyagi, Takaaki Ohnishi
2. 発表標題 Quantification of microphase separated structures from the viewpoint of multifractal
3. 学会等名 Proceedings of the 2020 International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 伊藤真利子, 山中貞人, 青柳岳司, 大西立顕
2. 発表標題 マルチフラクタル解析によるミクロ相分離構造の特徴づけ
3. 学会等名 日本物理学会2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高橋数冴, 天本義史, 菊武裕晃, 伊藤真利子, 高原淳, 大西立顕,
2. 発表標題 X線散乱・回折データの機械学習による結晶性高分子の物性に関わる階層構造の解析
3. 学会等名 NANOSPEC2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Motoko KOTANI
2. 発表標題 Discrete geometric analysis for materials research
3. 学会等名 ICCM 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Motoko Kotani
2. 発表標題 Non commutative geometry for Topological Phase
3. 学会等名 In and around Topological Physics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Motoko Kotani
2. 発表標題 MATHEMATICAL CHALLENGES FOR MATERIALS DESIGN BASED ON DISCRETE GEOMETRIC ANALYSIS
3. 学会等名 2019 KWMS International Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Motoko Kotani
2. 発表標題 Mathematical challenges for materials design
3. 学会等名 Frontiers in Mathematical Science Research Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小谷元子
2. 発表標題 次世代材料探索のための数学－材料科学連携
3. 学会等名 SIP シンポジウム2019 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小谷元子
2. 発表標題 Non Commutative Geometry and Topological Phase
3. 学会等名 Indo Japan Joint Workshop on Quantum Computation & Information (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小谷元子
2. 発表標題 数学でミクロとマクロをつなぐ
3. 学会等名 第8回世界トップレベル研究拠点プログラム(WPI)サイエンスシンポジウム 数学の驚くべき力 数学が繋ぐ多様な世界(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Andreas Dechant
2. 発表標題 Carbon structures in two and three dimensions
3. 学会等名 MRM2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Andreas Dechant
2. 発表標題 Carbon structures in two and three dimensions
3. 学会等名 Discrete geometric analysis and related topics
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Junya Nishiguchi
2. 発表標題 C^1 -smooth dependence on initial conditions and delay: spaces of initial histories of Sobolev type, and differentiability of translation in L^p
3. 学会等名 ICMC Summer Meeting on Differential Equations -- 2020 Chapter (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西口 純矢
2. 発表標題 履歴の延長と正則性に基づく関数微分方程式の理論について
3. 学会等名 微分方程式の総合的研究 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Junya Nishiguchi
2. 発表標題 Smooth dependence with respect to delay: temporal order of reaction
3. 学会等名 MRM2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西口 純矢
2. 発表標題 分岐パラメータとしての時間遅れ
3. 学会等名 第1回 時間遅れが誘導する現象と数理
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西口 純矢
2. 発表標題 ある不連続な関数微分方程式と L^p 空間における合成作用素の滑らかさとの関係
3. 学会等名 日本数学会2019年度秋季総合分科会 函数方程式論分科会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西口 純矢
2. 発表標題 時間遅れ滑らか依存性：時間遅れがもたらす平滑化効果と反応の時間的順序
3. 学会等名 日本応用数学会2019年度年会 正会員主催OS応用力学系
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Junya Nishiguchi
2. 発表標題 C^1 -smooth dependence with respect to history in Sobolev space $W^{1,1}$ and constant delay: beyond Lipschitz continuous histories
3. 学会等名 11th Colloquium of the Qualitative Theory of Differential Equations (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Junya Nishiguchi
2. 発表標題 C^1 -smooth dependence with respect to history in Sobolev space $W^{1,1}$ and constant delay: beyond Lipschitz continuous histories
3. 学会等名 The 1st Hungary-Japan Workshop on Delay Equations and Mathematical Epidemiology (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Junya Nishiguchi
2. 発表標題 Smooth dependence on history and delay: its connection with composition operators and temporal order of reaction
3. 学会等名 力学系 -新たな理論と応用に向けて-
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yohei Sakurai
2. 発表標題 Geometric and spectral properties of directed graphs under a lower Ricci curvature bound
3. 学会等名 Riemannian Geometry and Geometric Analysis, University of Tsukuba (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yohei Sakurai
2. 発表標題 Comparison inequalities on directed graphs under a lower Ollivier Ricci curvature bound
3. 学会等名 Material Research Meeting, Yokohama Symposia (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yohei Sakurai
2. 発表標題 Geometric and spectral properties of directed graphs under a lower Ricci curvature bound
3. 学会等名 Geometry Seminar, Osaka University (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yohei Sakurai
2. 発表標題 Geometric and spectral properties of directed graphs under a lower Ricci curvature bound
3. 学会等名 Geometry Seminar, Tohoku University (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yohei Sakurai
2. 発表標題 Concentration of measure phenomena on Dirichlet eigenvalues of Laplacian
3. 学会等名 Geometry and Probability (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yohei Sakurai
2. 発表標題 Concentration of measure phenomena on Dirichlet eigenvalues of Laplacian
3. 学会等名 Geometry Seminar (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yohei Sakurai
2. 発表標題 One dimensional weighted Ricci curvature and displacement convexity of entropies
3. 学会等名 5th Summer School on "Stochastic and Geometric Analysis" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥川 亮
2. 発表標題 高次トポロジカル相に関するポスター発表
3. 学会等名 NTTI-BEC 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥川 亮
2. 発表標題 カイラル対称性に由来する高次トポロジカル相
3. 学会等名 日本物理学会2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 下川航也
2. 発表標題 3次元トポロジーと材料科学
3. 学会等名 第13回物性科学領域横断研究会(領域合同研究会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 林晋
2. 発表標題 格子上のハミルトニアンに対するトポロジーとコーナー状態
3. 学会等名 第13回物性科学領域横断研究会(領域合同研究会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Andreas Dechant
2. 発表標題 Curved carbon networks in two and three dimensions
3. 学会等名 第13回物性科学領域横断研究会(領域合同研究会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥川 亮
2. 発表標題 カイラル対称性に保護された高次トポロジカル相
3. 学会等名 第13回物性科学領域横断研究会(領域合同研究会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥川 亮
2. 発表標題 Topological corner and hinge modes in second-order topological phases protected by chiral symmetry
3. 学会等名 Topological Materials Science 2019(TopoMat2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥川 亮
2. 発表標題 Second-order topological phases realized by chiral symmetry
3. 学会等名 MRM2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤真利子, 山中貞人, 青柳岳司, 大西立顕
2. 発表標題 ブロック共重合体のマイクロ相分離構造に対するマルチフラクタル解析
3. 学会等名 日本コンピュータ化学会2019年秋季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hisashi NAITO, Toshiaki OMORI, Chen TAO and Motoko Kotani
2. 発表標題 Carbon structures and a discrete surface theory
3. 学会等名 Mathematical Materials Sciences, MRM 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 塩見 雄毅
2. 発表標題 低次元トポロジカル物質におけるスピン流現象
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Shiomi
2. 発表標題 Thermal generation of spin current in transition metal trichalcogenides
3. 学会等名 One-Day Symposium on Spintronic Properties of Graphene and Related 2D Materials (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 A. Dechant
2. 発表標題 Path statistics and thermodynamic inequalities for jump processes
3. 学会等名 Discrete geometry, analysis and statistics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 A. Dechant
2. 発表標題 Multidimensional thermodynamic uncertainty relations
3. 学会等名 74th annual meeting of the Physical Society of Japan (JPS)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 A. Dechant
2. 発表標題 When one is not the same as many: non-ergodic aspects of single-particle diffusion
3. 学会等名 統数研-東北大 ワークショップ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥川 亮, 横山 毅人
2. 発表標題 Non-Hermitian nodal phases with parity-time and parity-particle-hole symmetries
3. 学会等名 第10回非平衡系・非エルミート系の新奇量子現象
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 奥川 亮, 横山 毅人
2. 発表標題 Topological non-Hermitian gapless phases with parity-time and parity-particle-hole symmetries
3. 学会等名 第4回「トポロジーが紡ぐ物質科学のフロンティア」領域研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryo Okugawa, Takehito Yokoyama
2. 発表標題 Topological nodal phases in non-Hermitian systems with parity-time and parity-particle-hole symmetries
3. 学会等名 APS March Meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥川 亮, 横山 毅人
2. 発表標題 PTおよびCP対称性に由来したノードを持つ非エルミートトポロジカル相
3. 学会等名 日本物理学会 2019年春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 櫻井 陽平
2. 発表標題 One dimensional weighted Ricci curvature and displacement convexity of entropies
3. 学会等名 数学と諸分野の連携に向けた若手数学者交流会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 櫻井 陽平
2. 発表標題 M. Belkin and P. Niyogi, Towards a theoretical foundation for Laplacian-based manifold methods
3. 学会等名 理研AIP数理解析チームセミナー
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 櫻井 陽平
2. 発表標題 ラプラシアン Dirichlet 固有値に関する測度集中現象
3. 学会等名 東北大学幾何セミナー (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小谷 元子
2. 発表標題 世界レベルの研究拠点を作る: WPI-AIMRの活動
3. 学会等名 Science Japan Meeting 2018-日本の科学の未来を創る- (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小谷 元子
2. 発表標題 離散幾何学による物質探索への挑戦
3. 学会等名 物性研究所スパコン共同利用・CCMS合同研究会「計算物質科学の今と未来」
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Motoko Kotani
2. 発表標題 A mathematical challenge to a new phase of materials science
3. 学会等名 SSDM 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小谷 元子
2. 発表標題 数学と諸分野・産業との連携への挑戦
3. 学会等名 2018 年度日本機械学会年次大会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Motoko Kotani
2. 発表標題 Mathematical challenge to understand Materials structure
3. 学会等名 2018 Taiwan Mathematical Society Annual Meeting（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Motoko Kotani
2. 発表標題 Materials research in the digitalized society
3. 学会等名 World Premier Research in Japan Symposium
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 深谷 英則, 古田 幹雄, 松尾 信一郎, 大野木 哲也, 山口 哲, 山下 真由子
2. 発表標題 「物理屋でもわかる Atiyah-Patodi-Singer 指数定理」の数学的証明
3. 学会等名 日本物理学会 第 74 回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古田 幹雄
2. 発表標題 Atiyah-Patodi-Singer index theorem and domain walls
3. 学会等名 Frontiers in Lattice QCD and related topics 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mikio Furuta
2. 発表標題 The Atiyah-Singer index theorem and domain walls
3. 学会等名 Variety and universality of bulk-edge correspondence in topological phases (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Motoko Kotani
2. 発表標題 Discrete surface theory for trivalent graphs and its application to materials science
3. 学会等名 Geometry Workshop in Obergurgl 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小谷 元子
2. 発表標題 次世代物質探索のための離散幾何学 領域紹介
3. 学会等名 第11回 物性科学領域横断研究会 (領域合同研究会) (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 正井 秀俊
2. 発表標題 Topological entropy of random walks on the mapping class groups
3. 学会等名 葉層構造の幾何学とその応用 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Motoko Kotani
2. 発表標題 Project Outline: Discrete Geometric Analysis for Materials Design
3. 学会等名 新学術領域「次世代物質探索のための離散幾何学」キックオフワークショップ (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mikio Furuta
2. 発表標題 Towards topological frameworks describing interacting systems on non-compact manifolds
3. 学会等名 新学術領域「次世代物質探索のための離散幾何学」キックオフワークショップ (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Keiju Murata
2. 発表標題 Holographic Floquet Weyl semimetal
3. 学会等名 新学術領域「次世代物質探索のための離散幾何学」キックオフワークショップ (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Koya Shimokawa
2. 発表標題 3-dimensional topology and network analysis in soft materials
3. 学会等名 新学術領域「次世代物質探索のための離散幾何学」キックオフワークショップ(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takeshi Aoyagi
2. 発表標題 Computer Simulation of the Network Morphology by Microphase Separation of Block Copolymers
3. 学会等名 新学術領域「次世代物質探索のための離散幾何学」キックオフワークショップ(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hisashi Naito
2. 発表標題 Analysis of phase transitions using minimal surfaces
3. 学会等名 新学術領域「次世代物質探索のための離散幾何学」キックオフワークショップ(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Seiichi Takami
2. 発表標題 Challenge with mathematics to fabricate nano- and micro- structures using minimal surface
3. 学会等名 新学術領域「次世代物質探索のための離散幾何学」キックオフワークショップ(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takaaki Onishi
2. 発表標題 Application of Network Science Method to Material Structure
3. 学会等名 新学術領域「次世代物質探索のための離散幾何学」キックオフワークショップ(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akihisa Ichiki
2. 発表標題 Estimation of Structure-Function Correlation from Observed Materials Images
3. 学会等名 新学術領域「次世代物質探索のための離散幾何学」キックオフワークショップ(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hidetoshi Masai
2. 発表標題 Fibered commensurability of random mapping classes
3. 学会等名 Computational Problems in Low-dimensional Topology(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 大石 進一(著, 編集), 荻田 武, 柏木 雅英, 劉 雪峰, 尾崎 克久, 山中 脩也, 高安 亮紀, 関根 晃太, 木村 拓馬, 市原 一裕, 正井 秀俊, 森倉 悠介, Siegfried M. Rump	4. 発行年 2018年
2. 出版社 コロナ社	5. 総ページ数 328頁
3. 書名 精度保証付き数値計算の基礎	

〔産業財産権〕

〔その他〕

・「次世代物質探索のための離散幾何学」ホームページ <https://www.math-materials.jp/>

・News letter 離散幾何と材料vol.01～Vol.10 発行

【受賞】

- ・森 龍也, 日本セラミックス協会国際交流奨励賞 21世紀記念個人冠賞 倉田元治賞(2018)
- ・伊藤 良一, 多孔質金属を用いて作製した2次元グラフェンの特徴を良く維持した3次元グラフェンによる応用研究の開拓, 第39回本多記念研究奨励賞(2018)
- ・塩見雄毅, 第14回(2020年)日本物理学会若手奨励賞(領域3:磁性), 「エキゾチック物質における新奇スピン流現象の開拓」, 2019年11月
- ・Andreas Dechant, Journal of Physics A(Mathematical and Theoretical)よりBest Paper Prize 2020受賞
- ・(A01-1) 窪田陽介, (インターフェース) 櫻井陽平: 2020年度日本数学会賞建部賢弘奨励賞

【プレスリリース】

- ・グラフェン構造を数学的観点から設計し、その優位性を電気化学イメージングにより初めて実証, 東北大学AIMR, 2019年4月
https://www.wpi-aimr.tohoku.ac.jp/jp/achievements/press/2019/20190404_001128.html
- ・数学を取り入れたシミュレーションで材料設計を加速, 東北大学, 2021年7月
https://www.wpi-aimr.tohoku.ac.jp/jp/achievements/press/2021/20210707_001417.html
- ・ベイズ推定を用いた新たな電子構造の解析法を開発 トポロジカル絶縁体などを巡る数々の論争の決着へ, 九州大学, 2021年7月
<https://www.kyushu-u.ac.jp/ja/researches/view/641>

【新聞掲載】

- ・伊藤良一「安価な水素製造へ道筋 金大など研究グループ」北國新聞朝刊 26ページ, 2019年4月
- ・「東北大・九大・JSTなど、ベイズ推定を用いた電子構造の解析法を開発」日本経済新聞, 2021年7月
- ・「数学と物質科学が融合 シミュレーションで材料設計加速 東北大など有用性実証」科学新聞(WEB), 2021年7月

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	大西 立顕 (Ohnishi Takaaki) (10376387)	立教大学・人工知能科学研究科・教授 (32686)	
研究分担者	内藤 久資 (Naito Hisashi) (40211411)	名古屋大学・多元数理科学研究科・准教授 (13901)	
研究分担者	高見 誠一 (Takami Seiichi) (40311550)	名古屋大学・工学研究科・教授 (13901)	
研究分担者	一木 輝久 (Ichiki Akihisa) (40711156)	名古屋大学・未来社会創造機構・特任准教授 (13901)	
研究分担者	古田 幹雄 (Furuta Mikio) (50181459)	東京大学・大学院数理科学研究科・教授 (12601)	

6. 研究組織 (つづき)

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	青柳 岳司 (Aoyagi Takeshi) (50786241)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・材料・化学領域・総括研究主幹 (82626)	
研究分担者	下川 航也 (Shimokawa Koya) (60312633)	埼玉大学・理工学研究科・教授 (12401)	
研究分担者	橋本 幸士 (Hashimoto Koji) (80345074)	京都大学・理学研究科・教授 (14301)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	赤木 和人 (Akagi Kazuto)		
研究協力者	池田 進 (Ikeda Susumu)		
研究協力者	小椎尾 謙 (Kojio Ken)		
研究協力者	塩見 雄毅 (Shiomi Yuki)		

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	正井 秀俊 (Masai Hidetoshi)		
研究協力者	奥川 亮 (Okugawa Ryo)		
研究協力者	デヒヤント アンドレアス (Dechant Andreas)		
研究協力者	櫻井 陽平 (Sakurai Yohei)		
研究協力者	西口 純矢 (Nishiguchi Junya)		
研究協力者	福田 瑞季 (Fukuda Mizuki)		
研究協力者	渡部 淳 (Watanabe Jun)		
研究協力者	井上 和俊 (Inoue Kazutoshi)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計12件

国際研究集会 Discrete Geometric Analysis and its Applications	開催年 2022年～2022年
国際研究集会 GTF2021 The Geometry & Topology Behind Fabrics at Multiple Scales	開催年 2021年～2021年
国際研究集会 International Conference on Discrete Geometric Analysis for Materials Design	開催年 2021年～2021年
国際研究集会 PROGRESS IN THE MATHEMATICS OF TOPOLOGICAL STATES OF MATTER	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 国際シンポジウム "Polymers and networks via topology and entanglement"	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 Deep Learning and Physics 2019	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 MRM2019内Symposium B-3, Mathematical Materials Science -Mathematical Approaches for Materials Designs in the Data Driven Society-	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 Workshop "Topological phenomena in non-Hermitian and non-equilibrium systems"	開催年 2020年～2020年
国際研究集会 PROGRESS IN THE MATHEMATICS OF TOPOLOGICAL STATES OF MATTER	開催年 2018年～2018年
国際研究集会 格子上の指数定理について	開催年 2018年～2018年
国際研究集会 Polymers meet Topology	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 新学術領域「次世代物質探索のための離散幾何学」キックオフワークショップ	開催年 2018年～2018年

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
米国	UCサンタバーバラ大学	ジョージア工科大学		
英国	ケンブリッジ大学			
オーストラリア	オーストラリア国立大学			
ドイツ	フリードリヒ・アレクサンダー 大学エアランゲン＝ニュルンベルク	ベルリン自由大学		