

A. 研究概要

私は主に位相幾何学について種々の観点から研究を行っているが、最近では以下のような研究を行った。

(1) 可微分写像の大域的特異点論と関連話題。

可微分写像の特異点はこれまでにかなり研究されてきているが、ほとんどは局所的振る舞いを調べるにとどまり、大域的性質の研究はあまりなかった。さらに、このような特異点論の観点から可微分多様体の構造を研究することは、意外なことに今までほとんどなされてこなかった。これまでの我々の研究により、多様体間の写像の特異点が、多様体の構造の本質的な部分を担っていることが明らかにされており、こうした研究が位相幾何学において重要であることが認識されるようになってきている。

[B1], [B7], [B8] では、4次元多様体から球面や平面への安定写像の変形操作のうち、常に実現可能なものを特定し、それを用いて、与えられた複雑な写像を単純化するアルゴリズムを開発した。その結果、勝手な near-symplectic 構造に対して、それに付随する broken Lefschetz fibration で単純なものが存在するという Auroux–Donaldson–Katzarkov の結果に、トポロジカルな証明を新たに与えることに成功した。さらに、単純な Lefschetz fibration から trisection を得る手法を確立し、その結果、どんな向き付け可能な閉 4次元多様体も単純化された trisection を持つ、という意外な結果を得ることに成功した。また、[B4], [B6] では、3次元以上の多様体から球面への安定写像に対して、定値折り目特異点を消去できるという定理の、具体的で構成的かつ単純な証明を与えた。これにより上述の 4次元多様体上の写像の単純化アルゴリズムを完成することが可能になった。またさらに、simple な安定写像の定値折り目特異点を消去することについても研究したほか、特異 Legendre fibration の非存在定理も得た。また [B2] においては、多様体対（もしくは 2色付けされた多様体対）上の安定写像の特異ファイバーを分類し、付随する普遍複体のコホモロジー群を計算することで、対応する同境界群が非自明となることを示すことに成功した。[B5] においては、向き付けられた 3次元多様体から平面への安定写像の order 1 Vassiliev 型不変量を 4次元多様体を使って定義し、それが 3次元多様体内の正則ファイバー達に付随した絡み目形式の符号数に一致することを示した。また関連して、具体的な写像の変形列を構成し、その不変量の変化を可視化した。さらに [B9] においては、3次元多様体から平面への安定写像に対して、その特異点集合と正則ファイバーの位置関係について調べ、それらが、ある場合には互いに絡み合うが、まったく絡み合わない場合もあることを初めて明らかにした。さらに [B10] では、それらが絡み合わないための条件を明らかにし、それを応用して、閉 3次元多様体から平面への沈め込みで、与えられた絡み目を正則ファイバーとして持つものについての既知の結果に、特異点論からの新しい証明を与えることに成功した。[B11] は、IMI 共同利用・共同研究集会の報告集である。

(2) トポロジーの他分野への応用。

[B3] では、結晶（特に Simple Cubic and Body Centered Cubic Lattices）のらせん転位を、トポロジーと代数の観点から記述し、そのエネルギーが近似的に Epstein–Hurwitz zeta function で与えられることを示した。

B. 研究業績

1. R.I. Baykur and O. Saeki, Simplified broken Lefschetz fibrations and trisections of 4-manifolds, Proc. Natl. Acad. Sci. USA **115** (2018), 10894–10900.
2. O. Saeki and T. Yamamoto, Singular fibers of stable maps of manifold pairs and their applications, in “Singularities and Foliations. Geometry, Topology and Applications”, Araújo dos Santos, R.N., Menegon Neto, A., Mond, D., Saia, M.J., Snoussi, J. (Eds.), Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, Vol. 222, pp. 259–294, 2018.
3. H. Hamada, S. Matsutani, J. Nakagawa, O. Saeki, and M. Uesaka, An algebraic description of screw dislocations in SC and BCC crystal lattices, Pacific Journal of Mathematics for Industry 10:3 (2018).

4. O. Saeki, Elimination of definite fold II, to appear in Kyushu J. Math., arXiv:1709.03804 [math.GT].
5. O. Saeki, A signature invariant for stable maps of 3-manifolds into surfaces, to appear in Proceedings of the Australian-Japanese Workshop on Real and Complex Singularities.
6. 佐伯修, 定値折り目特異点の消去 II, 可微分写像の特異点の局所的研究と大域的研究, 数理解析研究所講究録 2085 (2018), 55–66.
7. O. Saeki, Simplified broken Lefschetz fibrations and trisections of smooth 4-manifolds, Intelligence of Low-dimensional Topology, 数理解析研究所講究録 2099 (2018), 42–59.
8. R.I. Baykur and O. Saeki, Simplifying indefinite fibrations on 4-manifolds, preprint, arXiv:1705.11169 [math-GT].
9. O. Saeki, Linking between singular locus and regular fibers, preprint, arXiv:1804.00359 [math.GT].
10. O. Saeki, Unlinking singular loci from regular fibers and its application to submersions, preprint.
11. 結晶転位の先進数理解析, Editors: 松谷茂樹, 佐伯修, 中川淳一, 濱田裕康, 上坂正晃, マス・フォア・インダストリ研究, No. 11, 九州大学マス・フォア・インダストリ研究所, 2018.

C. 講演

1. 佐伯修, 微分トポロジーを用いたデータの可視化, 2018年度精密工学会 春季大会シンポジウム「AIMaP 数学応用シンポジウム: 精密工学と幾何学の新たな出会い», 中央大学 後楽園キャンパス, 2018年3月17日.
2. O. Saeki, Simplified broken Lefschetz fibrations and trisections of 4-manifolds, 研究集会 Intelligence of Low-dimensional Topology, 京都大学数理解析研究所, 2018年5月31日.
3. O. Saeki, Singular locus and regular fibers, do they link each other?, 15th International Workshop on Real and Complex Singularities, ICMC, Univ. of São Paulo, Brazil, July 23, 2018.
4. O. Saeki, Simplifying broken Lefschetz fibrations and trisections of 4-manifolds, Four Dimensional Topology, Osaka City University, Japan, September 7, 2018.
5. O. Saeki, Elimination of definite fold for simple stable maps, Real Algebraic Geometry and Singularity Theory Symposium (Memorial Conference of Masahiro Shiota), Kobe Harborland Campus of Hyogo University of Teacher Education, Kobe, Japan, September 13, 2018.
6. O. Saeki, Unlinking singular locus from regular fibers and its application to submersions, Geometry, Topology and Dynamics Seminar, Okinawa Institute of Science and Technology, Okinawa, Japan, October 31, 2018.
7. O. Saeki, Examples from our Study Group Activities, The 2nd NIMS Industrial Math Problem Solving Workshop, National Institute for Mathematical Sciences, Daejeon, South Korea, December 17, 2018.
8. 佐伯修, Unlinking singular locus from regular fibers and its application to submersions, 接触構造、特異点、微分方程式及びその周辺, 静岡県男女共同参画センター「あざれあ」, 2019年1月30日.
9. O. Saeki, Unlinking singular locus from regular fibers and its application to submersions, The 14th Kagoshima Algebra-Analysis-Geometry Seminar, Kagoshima University, February 14, 2019.
10. O. Saeki, Examples from our Study Group Activities in Industrial Mathematics, Colloquium, Ajou University, Suwon, South Korea, March 29, 2019.

D. その他の研究活動

1. 九州大学持続的共進化地域創成拠点, 産業数学部会メンバー.
2. 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 (AIMaP)」企画運営責任者.
3. 日本数学会, Journal of the Mathematical Society of Japan, 編集委員.
4. 日本数学会トポロジー分科会連絡責任評議員.
5. トポロジー連絡会議構成員.

6. ICIAM2023 組織委員 .
7. 明治大学共同利用・共同研究拠点「現象数理学研究拠点」運営委員会委員 .
8. Pacific Journal of Mathematics for Industry, International Journal of Mathematics for Industry 編集委員 .
9. Mathematics for Industry Series, Springer, Scientific Board Member.
10. 近代科学社「IMI シリーズ：進化する産業数学」編集委員 .
11. 日本応用数学会会員，オーストラリア数学会会員 .
12. Asia Pacific Consortium of Mathematics for Industry (APCMFI) メンバー .
13. 研究集会等の開催
 - (1) 多目的最適化と特異点論：パレート点の特異型の分類，マス・フォア・インダストリ研究所短期共同研究，九州大学，2018年8月6日～8月10日（組織委員の1人として）
 - (2) 第65回トポロジーシンポジウム，信州大学，2018年8月18日～21日（世話人の1人として）
 - (3) 結晶転位の先進数理解析，マス・フォア・インダストリ研究所研究集会 (II)，九州大学伊都キャンパス，2018年9月10日～9月11日（組織委員の1人として）
 - (4) The 6th Franco-Japanese-Vietnamese Symposium on Singularities, Khanh Hoa University, Nha Trang, Vietnam, September 15–21, 2018. (As a member of the scientific committee.)
 - (5) Joint Mini-workshop between KU and NTNU, Kyushu University, October 22, 2018. (As Director of IMI, an organizing institute.)
 - (6) Forum “Math-for-Industry” 2018, Fudan University, Shanghai, China, November 17–21, 2018. (As Director of IMI, an organizing institute.)
 - (7) The 14th Kagoshima Algebra-Analysis-Geometry Seminar, 鹿児島大学，2019年2月11日～2月15日 . (As a member of the organizing committee.)
 - (8) Branched Coverings, Degenerations, and Related Topics 2019, 広島大学，2019年3月5日～3月8日 . (As a member of the organizing committee.)
14. 他分野・産業界との連携活動
 - (1) 多値関数データの可視化
高橋成雄氏 (会津大学 コンピュータ理工学部 コンピュータ理工学科情報システム学部門 コンピュータグラフィックス講座, IMI 客員教員) , Hamish Carr 氏 (University of Leeds, School of Computing) , 櫻井大督氏 (Zuse Institute Berlin) らとの共同研究 .
 - (2) 結晶のらせん転位についての数学的研究
松谷茂樹氏 (佐世保工業高等専門学校) , 中川淳一氏 (新日鐵住金 (株)) , 上坂正晃氏 (北海道大学) , 濱田裕康氏 (佐世保工業高等専門学校) との共同研究 .
 - (3) 多目的最適化理論と特異点論についての研究
濱田直希氏 (株式会社富士通研究所) らとの共同研究 .
15. その他
日本数学会年会，総合講演（泉屋周一氏「滑らかな写像芽の間の幾何学的同値関係 Thom-Mather 理論へのオマージュ」）座長，東京工業大学，2019年3月18日 .