

## 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、最近は以下のような研究を行った。

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。

[B4]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、[B2]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。[B1]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 [B3]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 [B5]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、開 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。[B7]は、IMI 共同利用・共同研究集会の報告集である。

## B. 研究業績

1. O. Saeki, A signature invariant for stable maps of 3-manifolds into surfaces, Proceedings of the Seventh Japanese-Australian Workshop on Real and Complex Singularities (The University of Sydney, JARCS 2017), ROMANIAN JOURNAL OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS **64** (2019), 541–563.
2. O. Saeki, Elimination of definite fold II, Kyushu J. Math. **73** (2019), 239–250.
3. O. Saeki, Linking between singular locus and regular fibers, Journal of Singularities **21** (2020), 234–248.
4. R.I. Baykur and O. Saeki, Simplifying indefinite fibrations on 4-manifolds, preprint, arXiv:1705.11169 [math-GT].
5. O. Saeki, Unlinking singular loci from regular fibers and its application to submersions, preprint.
6. Proceedings of the international conference “Geometric and Algebraic Singularity Theory”, In honor of Goo Ishikawa on the occasion of his 60th Birthday, Editors: Osamu Saeki, Toru Ohmoto, and Wojciech Domitrz, Journal of Singularities, Volume 21, 2020, 300pages, Worldwide Center of Mathematics, ISSN: 1949-2006.
7. 結晶の界面，転位，構造の先進数理解析，Editors：松谷茂樹，佐伯修，中川淳一，濱田裕康，富安亮子，マス・フォア・インダストリ研究，No. 15，九州大学マス・フォア・インダストリ研究所，2019.

## C. 講演

1. 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.
2. 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.
3. O. Saeki, Examples from our Study Group Activities in Industrial Mathematics, Colloquium, Ajou University, Suwon, South Korea, March 29, 2019.
4. O. Saeki, Data visualization using differential topology, 2019 National Taiwan Normal University (NTNU)-Kyushu University Joint Forum, National Taiwan Normal University, Taiwan, May 28, 2019.
5. O. Saeki, Unlinking singular loci from regular fibers and its application to submersions, Lefschetz Pencils and Low Dimensional Topology, Hokkaido University, Japan, June 1, 2019.
6. O. Saeki, PhD Program in Mathematics for Key Technologies — Attempt of Kyushu University, Mathematics for Industry in the Asia Pacific Area - Part 2 of 2, ICIAM2019 Minisymposium, Valencia, Spain, July 16, 2019.
7. 佐伯修, Manifolds admitting fold-cusp maps of certain restricted indices, 特異点論とトポロジー, 九州大学伊都キャンパス, 2019年7月31日.
8. 佐伯修, IMIにおける諸科学・産業界との協働に向けた取組およびその成果について, 数学連携ワークショップ, Society 5.0と数学4—AIやビッグデータが注目される現代における数学への期待から—, 日本数学会秋季総合分科会, 金沢大学, 2019年9月19日.
9. O. Saeki, Data visualization using differential topology, 2019 International Joint Conference on AI & Data Science: Mathematics and Applications, Suwon Convention Center, Suwon, Korea, November 4, 2019.
10. O. Saeki, Reeb graphs of smooth functions on manifolds, 研究集会「可微分写像の特異点論とその応用」, 京都大学数理解析研究所, 2019年12月17日.

#### 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)」代表.
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評議員.
5. トポロジー連絡会議構成員.
6. ICIAM2023 組織委員.
7. 京都大学数理解析研究所運営委員, 専門委員.
8. 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.
9. International Journal of Mathematics for Industry 編集委員.
10. Mathematics for Industry Series, Springer, Scientific Board Member.
11. 近代科学社「IMI シリーズ: 進化する産業数学」編集委員.
12. 日本応用数理学学会会員, オーストラリア数学会会員.
13. Asia Pacific Consortium of Mathematics for Industry (APCMfi) メンバー.
14. JST CREST「数学・数理科学と情報科学の連携・融合による情報活用基盤の創出と社会課題解決に向けた展開」領域アドバイザー
15. 研究集会等の開催
  - (1) マス・フォア・イノベーション シンポジウム, 九州大学, 2019年6月3日. (主催組織代表として.)
  - (2) International Congress of Industrial and Applied Mathematics (ICIAM2019), Valencia, Spain, July 15-19, 2019, Minisymposium “Mathematics for Industry in the Asia Pacific Area - Part 1 & 2”. (As a

member of the organizing committee.)

(3) Study Group Workshop 2019, 九州大学, 2019年7月24日~27日, 東京大学, 2019年7月29日~30日. (主催組織の代表として.)

(4) 研究集会「特異点論とトポロジー」, 九州大学, 2019年7月31日~8月1日. (世話人の一人として.)

(5) 第66回トポロジーシンポジウム, 秋田市・にぎわい交流館AU(あう), 2019年8月7日~8月10日. (世話人の一人として.)

(6) 実践と数理に根ざした多目的最適化ベンチマークの開発, 九州大学, 2019年9月2日~9月6日. (世話人の一人として.)

(7) 結晶の界面, 転位, 構造の先進数理解析, 九州大学, 2019年9月9日~9月10日. (世話人の一人として.)

(8) Forum “Math-for-Industry” 2019, Massey University, Auckland, New Zealand, November 18–21, 2019. (As a member of the organizing committee.)

#### 16. 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(九州大学汎オミクス計測・計算科学センター)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.

#### 17. その他

ICIAM2019, Industry Day, Chair person (Solving social and industrial issues via digital co-creation based on advanced mathematical technologies. Hirokazu Anai, Artificial Intelligence Laboratory, FUJITSU LABORATORIES LTD (Japan); Towards Secure and Scalable Industrial Blockchains. Ghassan Karame, NEC Laboratories Europe).