

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。

(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。[B3]においては、これまでのそうした研究のうち、定値折り目特異点しか持たない特異写像の微分トポロジー、安定写像の特異ファイバーとそれに付随する同境不変量、3次元多様体上の安定写像と量子不変量との関連、そして重要な未解決問題、などについてのサーベイを行った。[B4]では境界付きの3次元多様体上の安定写像の特異ファイバーを分類し、特異ファイバーの普遍複体のコホモロジー群を計算することで、境界付き曲面上のある種のモース関数の非自明な同境不変量を得た。こうした境界付き多様体上の写像のなす同境群の定義はこれまでになく、しかもその非自明性を初めて示した結果として注目に値するものである。そしてさらに[B5]では、Reeb graphのなす同境群を独自に定義して、それを利用した組合せ的議論により、上述のモース関数の同境群が位数2の巡回群となることを示した。さらに[B10]では、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初めて定式化し、3次元多様体と2次元多様体の対の場合に、特異ファイバーの分類を行い、その応用として対応する同境群（曲面とその上の曲線の対の上のモース関数に対するもの）が非自明であることを示した。また、[B1]においては、孤立特異点の近くでの実多項式写像芽のトポロジーに関するMilnorの問題について結び目理論の観点から考察し、6次元から3次元への多項式写像芽の場合に非自明な例が存在することを、ユークリッド空間の配置空間のホモトピー群を用いることで、初めて示すことに成功した。これにより約40年来未解決であったMilnorの問題に終止符を打つことができた。また[B8]においては、等質空間内の曲線と1パラメータ部分群による軌道との接触について研究を行い、それによってリー環に部分空間の列が定義でき、それを用いた幾何学的不変量の定式化が可能であることを明らかにした。なお[B11]は、2012年にブラジル、サン・カルロスで開催された実及び複素特異点に関するスクールのProceedingsである。

(2) トポロジーの他分野への応用。

可微分写像の特異点論を、多値関数データのための視覚的データ解析（データの可視化）に応用することについて、高橋成雄氏らと共同研究を行い、可微分写像の特異ファイバーの理論[B4]を用いて、多値関数データ解析を行うためのユーザインターフェースを開発した[B2, C1]。また[B6]では、多値関数データ可視化のために必要となる微分トポロジー、特異点論の解説を、主にコンピュータサイエンスの研究者向けに執筆した。さらに[B7]では、Reeb spaceの理論を多値関数データの単純化に応用するための理論的根拠を明らかにした。さらに[B9]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. Araújo dos Santos, M.A.B. Hohlenwerger, O. Saeki and T.O. Souza, New examples of Neuwirth–Stallings pairs and non-trivial real Milnor fibrations, *Annales de l’Institut Fourier (Grenoble)* **66** (2016), 83–104.
2. D. Sakurai, O. Saeki, H. Carr, Hsiang-Yun Wu, T. Yamamoto, D. Duke, and S. Takahashi, Interactive visualization for singular fibers of functions $f : \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}^2$, *IEEE Transactions on Visualization & Computer*

Graphics, vol. 22, no. 1, pp. 945–954, Jan. 2016.

3. O. Saeki, Topology of manifolds and global theory of singularities, RIMS Kôkyûroku Bessatsu **B55** (2016), 185–203.
4. O. Saeki and T. Yamamoto, Singular fibers of stable maps of 3-manifolds with boundary into surfaces and their applications, Algebraic & Geometric Topology **16** (2016) 1379–1402.
5. O. Saeki and T. Yamamoto, Cobordism group of Morse functions on surfaces with boundary, Real and Complex Singularities, Proc. XIII International Workshop on Real and Complex Singularities, São Carlos, 2014, pp. 279–297, Contemporary Mathematics, Vol. 675, 2016.
6. O. Saeki, Theory of singular fibers and Reeb spaces for visualization, to appear in Proc. Topology-Based Methods in Visualization 2015.
7. A. Chattopadhyay, H. Carr, D. Duke, Z. Geng, and O. Saeki, Multivariate topology simplification, Computational Geometry **58** (2016), 1–24.
8. T. De Melo, V.M. do Nascimento, and O. Saeki, Contact as applied to the geometry of curves in homogeneous spaces, preprint.
9. H. Hamada, S. Matsutani, J. Nakagawa, O. Saeki, and M. Uesaka, An algebraic description of screw dislocations in SC and BCC crystal lattices, preprint, May 2016, arXiv:1605.09550 [math-ph].
10. O. Saeki and T. Yamamoto, Singular fibers of stable maps of manifold pairs and their applications, preprint, July 2016.
11. Raimundo Nonato Araújo dos Santos, Victor Hugo Jorge Pérez, Osamu Saeki and Takashi Nishimura (editors), School on Real and Complex Singularities in São Carlos, 2012, Advanced Studies in Pure Mathematics, Vol. 68, August 2016.

C. 講演

1. 佐伯修, Visualizing Singular Fibers – UI & Impacts – (Poster Presentation and Software Demonstration), Joint work with Daisuke Sakurai (RIKEN), Hamish Carr (University of Leeds), Hsiang-Yun Wu (Keio University), Takahiro Yamamoto (Kyushu Sangyo University), David Duke (University of Leeds), Kenji Ono (RIKEN), and Shigeo Takahashi (University of Aizu), Software in Mathematics Demonstration Track in Hakata Workshop 2016, IMI 百道オフィス, 2016年2月23日.
2. 佐伯修, 可微分多様体上の安定写像のトポロジー (I), (II), 研究集会「特異点の大域的研究」, 兵庫教育大学神戸ハーバーランドキャンパス, 2016年6月24日.
3. 佐伯修, トポロジーでデータ構造を解析する, 第10回設計情報学研究会, KKR ホテル熊本, 2016年8月26日.
4. 佐伯修, らせん転位の数学的表現の現状とその問題点, 結晶のらせん転位の数理, 九州大学マス・フォア・インダストリ研究所, 2016年9月1日.
5. 佐伯修, 微分トポロジーによるデータ可視化, 日本機械学会 2016年度年次大会, 産業に応える数学幾何・統計・計算数学からものづくりへ, 九州大学伊都キャンパス, 2016年9月13日.
6. 佐伯修, Stable maps on 3-manifolds and signatures of 4-manifolds with boundary, 研究集会「4次元トポロジー」, 大阪市立大学理学部, 2016年11月27日.
7. Osamu Saeki, A Vassiliev type invariant of order one for stable maps of 3-manifolds into surfaces, 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, 2016年12月8日.
8. Osamu Saeki, Indefinite fibrations on 4-manifolds, Differential Geometry, Lie Theory and Low Dimensional Topology, La Trobe University, Melbourne, December 21, 2016.
9. 佐伯修, 安定写像の特異ファイバーとその応用, RIMS-IMI 談話会, 京都大学数理解析研究所, 2017年2月1日.

10. Osamu Saeki, A Vassiliev type invariant of order one for stable maps of 3-manifolds into surfaces (Poster Presentation), Topology of Singularity in Hanoi 2017, Vietnam Institute for Advanced Study in Mathematics, Ha Noi, Vietnam, February 21, 2017.

D. その他の研究活動

1. 九州大学共進化社会システム創成拠点, 産業数学ユニットメンバー .

2. 日本数学会学術委員会運営委員 .

3. トポロジー連絡会議構成員 .

4. Pacific Journal of Mathematics for Industry 編集委員 .

5. Mathematics for Industry Series, Springer, Scientific Board Member.

6. 研究集会等の開催

(1) スタディグループ・ワークショップ 2016, 九州大学伊都キャンパス (2016年7月27日~29日), 東京大学駒場キャンパス (2016年8月1日~2日), 課題 “Inter-regional variability of solar irradiance and implications for future solar PV generation on the New Zealand power system” (Transpower NZ Ltd.) のモデレータの1人として .

(2) 結晶のらせん転位の数理, 九州大学伊都キャンパス, 2016年9月1日~9月2日 . (As a member of the scientific committee.)

(3) The 4th Franco-Japanese-Vietnamese Symposium on Singularities, Chambéry, France, November 7-11, 2016. (As a member of the scientific committee.)

(4) TopoInVis 2017: Topology-Based Methods in Visualization 2017, Mita Campus, Keio University, Tokyo, Japan, February 27-28, 2017. (As a member of the International Program Committee.)

7. 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) 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 (東京大学), 濱田裕康氏 (佐世保工業高等専門学校) との共同研究

8. その他の出版物

佐伯修, 特異点論とデータ可視化 数学は思わぬことに役に立つ, 理学部便り, 九州大学理学部, 2016年6月号 .