

佐伯修 (SAEKI Osamu)

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, B2]においては、曲面上の可微分関数について、Reeb グラフの実現問題や、3次元空間へのはめ込みや埋め込みに付随した高さ関数としての実現問題について、位相幾何学的観点から考察した。また[B8]においては、定値折り目特異点しか持たない特異写像の、はめ込みや埋め込みとしての特異点解消の存在性について調べた。[B7]においては、特異写像のファイバーの連結成分の成す空間である、いわゆる Reeb 複体について考察し、写像がある程度一般的であれば、Reeb 複体は常に三角形分割可能であることを示し、その応用としていくつかのオイラー標数公式を得た。さらに[B9]においては、可微分写像の正則ファイバーの各連結成分の同境類に着目し、それと Reeb 複体のホモロジーの関係について、新しい結果を得た。また[B13]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、境界付き曲面上のモース関数のある種の同境不変量を得た。[B4]においては、Brieskorn 型複素多項式によって定義される特異点に付随した結び目の同境類が、多くの場合に指数を決定することを示した。さらに[B6]において、exact link の概念を導入し、球面とは限らない奇数次元絡み目が同境となるための条件が、ザイフェルト行列によって代数的条件に言い換えられることを示した。また[B3, B12]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。さらに[B5]においては、3つの球面の直積空間の余次元1埋め込みの補空間のトポロジーについて調べた。

(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、高橋成雄氏と共同研究を行い、可微分写像の特異ファイバーの理論[B13]が、そのようなコンピュータサイエンスの理論に応用できることが明らかになった[B10, B11]。また、新日鐵住金（株）と「位相&微分幾何学の観点からの図形の数学表現」という研究題目で共同研究を行った。これは、これまでの方法・観点では解決できなかった問題に対し、まったく新しい幾何学的観点から解決を目指そうとするものであり、大学院生も交えて、当該課題の定式化、解決に向けて研究を行った。また、スタジオフォンズとのフェローシップ・プログラムにおいて、桐生裕介氏とモース理論と圏論、及びCGへの応用について共同研究を行った。

B. 研究業績

1. F. Morishita and O. Saeki, Height functions on surfaces with three critical values, *J. Math. Soc. Japan* **63** (2011), 153–162.
2. Y. Masumoto and O. Saeki, Smooth function on a manifold with a given Reeb graph, *Kyushu J. Math.* **65** (2011), 75–84.
3. V.M. do Nascimento and O. Saeki, Curves in homogeneous spaces and their contact with 1-dimensional orbits, *Geometriae Dedicata* **154** (2011), 117–131.
4. V. Blanlœil and O. Saeki, Cobordism of algebraic knots defined by Brieskorn polynomials, *Tokyo J. Math.* **34** (2011), 429–443.

5. L.A. Lucas and O. Saeki, Fox property for codimension one embeddings of product of three spheres into spheres, *Algebraic and Geometric Topology* **11** (2011), 3043–3064.
6. V. Blanloeil and O. Saeki, Cobordism of exact links, *Algebraic and Geometric Topology* **12** (2012), 1443–1455.
7. J.T. Hiratuka and O. Saeki, Triangulating Stein factorizations of generic maps and Euler characteristic formulas, *RIMS Kôkyûroku Bessatsu* **B38** (2013), 61–89.
8. O. Saeki and M. Takase, Desingularizing special generic maps, *Journal of Gökova Geometry Topology* **7** (2013), 1–24.
9. J.T. Hiratuka and O. Saeki, Connected components of regular fibers of differentiable maps, in “Topics on Real and Complex Singularities”, *Proceedings of the 4th Japanese-Australian Workshop (JARCS4), Kobe 2011*, World Scientific, 2014, pp. 61–73.
10. O. Saeki, S. Takahashi, D. Sakurai, Hsiang-Yun Wu, K. Kikuchi, H. Carr, D. Duke, and T. Yamamoto, Visualizing multivariate data using singularity theory, in “The Impact of Applications on Mathematics”, *Proceedings of Forum “Math-for-Industry” 2013*, Springer, to appear.
11. O. Saeki and S. Takahashi, Visual data mining based on differential topology: a survey, to appear in *Pacific Journal of Mathematics for Industry*.
12. T. De Melo, V.M. do Nascimento, and O. Saeki, Contact as applied to the geometry of curves in homogeneous spaces, preprint.
13. O. Saeki and T. Yamamoto, Singular fibers of stable maps of 3-manifolds with boundary into the plane and their applications, preprint.

C. 講演

1. O. Saeki, Broken Lefschetz fibrations and their moves, *Geometry and topology of smooth 4-manifolds*, Max Planck Institute, Germany, June 6, 2013.
2. O. Saeki, Desingularizing special generic maps, *Topology Seminar*, Fudan University, Shanghai, China, June 27, 2013.
3. O. Saeki, Broken Lefschetz fibrations and their moves, *Special Session “Singularities in Geometry and Topology”*, The Second Pacific Rim Mathematical Association Congress (PRIMA2013), Shanghai, China, June 27, 2013.
4. 佐伯修, モース関数とそのレーブグラフ入門, *Kobe Studio Seminar for Mathematics*, 神戸大学発達科学部, 2013年7月10日.
5. 佐伯修, マス・フォア・インダストリ活動について, *Kobe Studio Seminar for Mathematics*, 神戸大学発達科学部, 2013年7月10日.
6. O. Saeki, Topology of quasi-homogeneous isolated hypersurface singularities, *Seminários de Singularidades* (in Portuguese), ICMC-USP, Brazil, August 13, 2013.
7. O. Saeki, On study group activities (in Portuguese), *Seminários do LMACC*, ICMC-USP, Brazil, August 14, 2013.
8. O. Saeki, Desingularizing special generic maps, *The 1st Franco-Japanese-Vietnamese Symposium on Singularities* (and *The 7th Franco-Japanese Symposium on Singularities*), Laboratoire J.A. Dieudonné, Université de Nice Sophia Antipolis, France, September 20, 2013.
9. O. Saeki, Visualizing multivariate data using singularity theory, *Forum “Math-for-Industry” 2013 –The Impact of Applications on Mathematics–*, Nishijin Plaza, Kyushu University, November 4, 2013.
10. O. Saeki, Topology of manifolds and global theory of singularities, 「可微分写像の特異点論とその周辺」, 京都大学数理解析研究所, 2013年11月25日.

11. 佐伯修, 現代のトップテクノロジー, トポロジーを使ったデータ構造の解析〜トポロジー技術を用いた分子構造解析とデータ可視化〜, 「数学メガネからみたイノベーション」, 稲盛財団記念館 (九州大学伊都キャンパス), 2013年12月12日.

12. O. Saeki, Topology of manifolds and global theory of singularities, One day workshop on hypersurface singularity and its link manifolds, 東京理科大学, 2014年1月23日.

13. O. Saeki, Singular fibers of differentiable maps and low dimensional topology I, II, Visiting Lectures, Warsaw University of Technology, March 18 and 25, 2014.

14. O. Saeki, Desingularizing special generic maps, Institute of Mathematics, Polish Academy of Science, March 20, 2014.

D. その他の研究活動

1. トポロジー連絡会議構成員.

2. Journal of Math-for-Industry (Pacific Journal of Mathematics for Industry) 編集委員.

3. 研究集会等の開催

(1) スタディ・グループ ワークショップ 2013, 九州大学伊都キャンパス; 2013年7月31日〜8月2日, 東京大学駒場キャンパス; 2012年8月5日, 6日 (主催者代表として).

(2) The 7-th Franco-Japanese Symposium on Singularities (The 1st Franco-Japanese-Vietnamese Symposium on Singularities), Nice, September 16–21, 2013 (As a member of the organizing committee).

4. 他分野・産業界との連携活動

(1) 位相&微分幾何学の観点からの図形の数学表現

新日鐵住金株式会社 先端技術研究所 数理科学研究部 との共同研究

(2) 多値関数データの可視化

高橋成雄氏 (東京大学大学院新領域創成科学研究科 複雑理工学専攻, 大学院情報理工学系研究科 コンピュータ科学専攻) との共同研究

(3) 低次元トポロジー, モース理論とコンピュータグラフィックス

桐生裕介氏 (スタジオフォonz) との共同研究 (Studio Phones Fellowship Program)

5. ワルシャワ工科大学訪問教授 (2014年3月〜4月)