

研究室名

## 16-1-2 微分幾何学研究室

### 最近の研究課題とその取り組みの概要

本研究室では微分幾何学と大域解析学に関する様々な研究課題について研究を行っている。特に、下記の研究課題に対して、顕著な進展を与えた。

1) リーマン多様体における微分作用素の固有値問題に関する研究について、①Fourier変換を巧く利用して、Li-Yau はユークリッド空間内の有界領域におけるラプラス作用素の第  $k$  番目の固有値 の下限を研究し、最適な下限を得た。完備リーマン多様体に対して、Fourier 変換のような道具が存在しないので、Li-Yau の方法とは全く異なった新たな分析道具が必要である。独創的、斬新的な研究方法で完備リーマン多様体内の有界領域におけるラプラス作用素の固有値に関する最適な下限を得た。②張り詰められた状態でのプレートの振動の臨界状態を表す双調和作用素の固有値問題の固有値に関する研究について独創的且つ新しい研究方法で試験関数を構成し、Payne-Polya-Weinberger により 1955 年に提案された固有値に関する普遍不等式の難問を解決し、固有値に関する普遍不等式の研究に対して重要な貢献を与えた。張り詰められた状態でのプレートの振動を表す双調和作用素の Dirichlet 固有値問題の固有値を研究し、固有値に関する最適な上限を得た。さらに、固有値の下限に関する研究に対して、顕著な進展を与えた。

2) ケーラー多様体上の標準計量の研究について、①Donaldson による研究結果「自己同型群が離散的である仮定のもと、偏極多様体における定スカラー曲率計量の存在は多様体の漸近的 Chow 安定性を導く」を自己同型群が離散的であるという仮定を外したときに成り立たない初めての反例を与えた（二木氏-小野氏，小野氏-四ツ谷氏らとの共同研究）。これは標準ケーラー計量の存在と多様体の安定性の同値性を予想した Yau-Tian-Donaldson 予想を端的ケーラー計量（または自己同型群が離散的ではない場合の定スカラー曲率計量）の場合へ拡張する際に大きな貢献を与えた。②Tian による研究結果「ファノ多様体においてある不変量（アルファ不変量）が次元のみに依存する定数よりも大きいならばケーラーアインシュタイン計量が存在する」においてアルファ不変量を大域的ログ閾値に、ケーラーアインシュタイン計量の存在を  $K$  安定性に置き換えて、純粋に代数幾何の結果として証明した（尾高氏との共同研究）。これにより  $K$  安定性の研究に双有理幾何の不変量が本質的に関係していることを明確にした。③Donaldson による定スカラー曲率計量の balanced 計量による量子化を Calabi の端的ケーラー計量の場合に拡張した（Carl Tipler 氏との共同研究）。特に多様体の安定性ではなく、Calabi フローと呼ばれる幾何学的フローの量子化・離散化を考えることで微分幾何学的な観点を与えたことが特徴的である。

3) ①「曲率が下に有界」という概念を備えた距離空間であるアレクサンドロフ空間の研究について以下の結果を得た。コンパクトアレクサンドロフ空間に関して新種の不変量である「鈍角定数」なる量を導入し、それが空間の体積を直径の次元乗で割ったもの（正規化体積）とほとんど同じ量である事を示した。この結果の非コンパクト版も得た。

② 一定次元のアレクサンドロフ空間の列を適切に取ると、そこから自然にグロモフ・ハウスドルフ収束する部分列が取れる。その列の極限は一般にもとの空間の次元より下がる。真に次元が下がる場合を崩壊と呼ぶ。現在は、3次元でコンパクトかつ崩壊するアレクサンドロフ空間の列で、境界を持つものの分類を行っている。境界が無い場合に比べ、分類が幾分と複雑になり、少し記述に工夫が必要であるがおおむね順調に進んでいる。③ また、シンプレクティックトーリック多様体の非崩壊収束と、それに対応する Delzant 多面体のハウスドルフ収束について論じた。一定次元 Delzant 多面体の列が、同次元 Delzant 多面体に面の数を減らす事なくハウスドルフ収束したとき、対応するシンプレクティックトーリック多様体がトーラス同変 Gromov-Hausdorff 収束する事が分かった。また、逆に、一定次元のシンプレクティックトーリック多様体列が、同次元のシンプレクティックトーリック多様体にトーラス同変 Gromov-Hausdorff 収束する場合は、そのオイラー数が下半連続になる事を示した。④  $p$  ラプラシアン固有値は離散かどうか不明であるが、 $p$  エネルギーに関するある種のミニマックス量を、第  $k$  固有値もどきと思い、その  $(1/p)$  乗を空間の不変量とする。そのとき、その量の、 $p$  を無限大に発散させた極限が、Grove-Markvorsen の第  $k+1$  パッキング半径の逆数に一致する事を示した。これは Grosjean の結果( $k=1$  の場合)の拡張である、と同時に、扱う空間も、非常に広いクラスの測度距離空間で良いという事も示した。

4) 平均曲率フローのセルフ-シュリンカーに関する研究について、完備セルフ-シュリンカーの第2基本形式の長さの第2ギャップが存在することを示した。さらに、完備リーマン多様体上のラプラス作用素のOmori-Yauの広義最大値原理を、平均曲率フローの完備セルフ-シュリンカー上の  $L$ -作用素に拡張し、それを用いて平均曲率フローの完備セルフ-シュリンカーの分類研究で成果を上げ、多項式面積増大度に関する条件を仮定せず、平均曲率フローの完備セルフ-シュリンカーの剛体性定理を示した。単位球面内の極小超曲面の研究方法与平均曲率フローのセルフ-シュリンカーの研究方法を融合し、完備セルフ-シュリンカーの第2基本形式の長さを研究した。我々は完備セルフ-シュリンカーの第2基本形式の長さが一定でそれに関する第2ギャップが存在することを示した。

Colding-Minicozzi (Ann. of Math., 2012)の論文で仮定した多項式面積増大度をもつ条件を徹底的に調べ、この条件は本質的な条件であることが分かった。さらに、 $L$ -作用素の広義最大値原理を用いて、3次元Euclid空間内の第2基本形式の長さが一定で平均曲率フローの完備セルフ-シュリンカーを完全に分類した。さらに、4次元Euclid空間内の第2基本形式の長さが一定で2次元完備ラグランジュセルフ-シュリンカーを完全に分類した。新しいコンパクトではめ込み2次元セルフ-シュリンカーを発見した。重み付き体積保存平均曲率フローの  $\lambda$ -超曲面の研究について、良い性質を持つ関数に  $L$ -作用素を適用することにより、多項式面積増大度をもつ完備  $\lambda$ -超曲面のギャップ定理を得た。さらに、ラプラス作用素のOmori-Yauの広義最大値原理を、重み付き体積保存平均曲率フローの  $\lambda$ -超曲面上の  $L$ -作用素に拡張し、多項式面積増大度を仮定しない完備  $\lambda$ -超曲面のギャップ定理も得た。コンパクトで埋め込み  $\lambda$ -超曲面の構成を成功した。単位球面内の平均曲率が一定でコンパクトな超曲面上のJacobi作用素の第1固有値の評価研究につい

て、新しい試験函数を見つけて、最適な評価を得た。

5) 4次元空間形内の共形平坦な超曲面の研究について、①ユークリッド空間内の共形平坦な超曲面の双対共形平坦計量を持つ多様体が、またユークリッド空間内の超曲面として実現できることを示した。この時の双対超曲面の各点での接空間が、最初の超曲面の接空間と対応する点で平行になるように実現できることを得た。双対超曲面の(最初の超曲面の情報による)積分表示も与えた。②1つの共形平坦な超曲面から5次元のパラメータを持って(共形的に異なる)共形平坦な超曲面の対が構成できた。③1つの共形平坦な超曲面の Guichard net から5次元のパラメータを持って Guichard net の Ribaucour pair を構成した。④ユークリッド空間内の共形平坦な超曲面を6次元ミンコフスキー空間内で考えた時、その随伴族による連続変形の中に、双対超曲面や Ribaucour pair が存在することを証明した。これらの結果は、Guichard 曲面等の曲面論の結果が(その内容を超える形で)高次元部分多様体にまで拡張できる事を示したもので、画期的な成果である。⑤共形平坦な超曲面の存在は、Guichard net と呼ばれる座標系とある種の3次元計量の存在と同値である。しかし、Guichard net から空間形内の超曲面を実際に構成する方法はわかっていなかった。この問題を解決し、超曲面をユークリッド空間内に構成する具体的方法を発見した。⑥1つの Guichard net からその Ribaucour partner を代数的に求める方法を発見した。⑦generic で共形平坦な超曲面から成る空間を決定する問題は、E. Cartan による1917年の論文以来 open problem となっていたが、この空間を負の定曲率を持つ2次元計量の1変数族の空間と対応づけることにより、open problem を完全に解決し、現在論文を投稿中である。この結果は、負の定曲率を持つ2次元計量の空間で、発展方程式系を解くことにより得られる。このような方法は斬新的であり、また、得られた結果は新しい曲面論の展開を示唆するものとなっている。

本研究室全体の活動として、福岡大学微分幾何学セミナーを毎週木曜日定期的に行っている。九州中心とする研究者と大学院生は参加している。

キーワード：リーマン多様体・ケーラー多様体・固有値・ラプラス作用素・ケーラーアインシュタイン計量・共形平坦超曲面・アレクサンドロフ空間

#### 研究室の構成員

佐野 友二 (教授)・博士(理学)  
成瀬 慶明 (教授)・博士(理学)  
三石 史人 (助教)・博士(理学)  
森 和子 (助手)・理学士

#### 2019年度の大学院生および卒論生の人数と研究テーマ

大学院生 (M2) 3名,  
研究課題：モーメント写像と相対安定性  
研究課題：Polymake を用いたなめらかな反射的多面体の分類

<p>研究課題：セルフ-シュリンカーの安定性に関する研究</p> <p>大学院生 (M1) 5 名,</p> <p>研究課題：Brion の定理</p> <p>研究課題：多面体と付値</p> <p>研究課題：三次同次多項式の特異点について</p> <p>研究課題：複素トーラス作用から得られる凸多面錘</p> <p>研究課題：完備セルフ-シュリンカーに関する研究</p> <p>卒業生 6 名</p> <p>研究課題：アレクサンドロフの定理</p> <p>研究課題：平均曲率一定曲面と第 1 変分公式について</p>
<p>教員の担当科目</p> <p>佐野 友二：(学部) 関数論 I, 微分積分及び演習 II, 基礎数学研究, 数学 VI 微分積分 I, 微分積分 II, 微分積分 III, 幾何学序論, 卒業研究 I・II, (大学院) 幾何学講究 I (通年), 幾何学講究 II (通年)</p> <p>成瀬 慶明：(学部) 幾何学 I, 微分積分 I, 微分積分 II, 微分積分 III, 卒業研究 I・II、基礎数学研究, 微分積分及び演習 I (大学院) 幾何学講究 I (通年), 幾何学講究 II (通年)</p> <p>三石 史人：(学部) 数学総合 I, 応用微分積分入門, 幾何学特論, 情報実習</p> <p>森 和子：(学部) 教育実習事前・事後指導(補助), ネットワークとセキュリティ(補助), 教員採用試験のための勉強会(補助), 情報入門 II (補助)</p>
<p>教員の所属学会</p> <p>佐野 友二：日本数学会</p> <p>成瀬 慶明：ICCM</p> <p>三石 史人：日本数学会</p> <p>森 和子：情報処理学会</p>
<p>最近 5 年間の学術論文</p> <p>Qing-Ming Cheng, G. Wei and Y. Zheng, Area of minimal hypersurfaces in the unit sphere, Asian J. Math., in press (2020). 査読有</p> <p>Qing-Ming Cheng and G. Wei, Stability and area growth of <math>\lambda</math>-hypersurfaces, Comm. Analy. Geom., 2020, in press. 査読有</p> <p>Qing-Ming Cheng and G. Wei, Complete self-shrinkers of mean curvature flow, Proceedings of the Second Annual Meeting of the International Consortium of Chinese Mathematicians, in press (2020). 査読有</p> <p>Qing-Ming Cheng and G. Wei, Examples of compact <math>\lambda</math>-hypersurfaces in Euclidean spaces, Sci. China Math., online published: doi.org/10.1007/s11425-018-9464-7, 1-12, (2019). 査読有</p>

Ayato Mitsuishi and Takao Yamaguchi, Obtuse constants of Alexandrov spaces, *Journal of the Mathematical Society of Japan*, Volume 71, Number 4 (2019), 1081-1103. 査読有

Ayato Mitsuishi and Takao Yamaguchi, Lipschitz homotopy convergence of Alexandrov spaces, *The Journal of Geometric Analysis*, 29 (2019), 2217-2241. 査読有

Yuji Sano and Carl Tipler, A moment map picture of relative balanced metrics on extremal Kahler manifolds, to appear in *The Journal of Geometric Analysis*, DOI 10.1007/s12220-020-00510-2, 査読有

Qing-Ming Cheng and G. Wei, Geometry of complete  $\lambda$ -hypersurfaces (in Chinese), *Sci. Sin. Math.*, 48(2018), 699-710. 査読有

Qing-Ming Cheng and G. Wei, Complete  $\lambda$ -hypersurfaces of weighted volume-preserving mean curvature flow, *Calc. Var. PDEs*, 57(2018), DOI 10.1007/s00526-018-1303-4. (査読有)

Qing-Ming Cheng, X. Qi, Q. Wang and C. Xia, Inequalities for eigenvalues of the buckling problem of arbitrary order, *Annali di Matematica Pura ed Applicata*, 197(2018), DOI 10.1007/s10231-017-0676-x. (査読有)

D. Chen and Qing-Ming Cheng, Estimates for the first eigenvalue of Jacobi operator on hypersurfaces with constant mean curvature in spheres, *Calc. Var.*, DOI 10.1007/s00526-017-1132-x, 56(2017), 50:1-12. (査読有)

A. Mitsuishi, The coincidence of the homologies of integral currents and of integral singular chains, via cosheaves, *Mathematische Zeitschrift* (2018) (査読有)

A. Mitsuishi and T. Yamaguchi, Lipschitz Homotopy Convergence of Alexandrov Spaces, *The Journal of Geometric Analysis* (2018) (査読有)

三石史人, アレクサンドロフ空間の鈍角定数と体積, 2017年度福岡大学微分幾何研究会報告集 (2017)

佐野友二, 端的ケーラー計量と相対的balanced計量について, 2016年度福岡大学微分幾何研究会報告集 (2016)

佐野友二, 偏微分方程式とモジュライ問題, 「数理科学」, 2017年6月

Qing-Ming Cheng and S. Ogata, 2-dimensional complete self-shrinkers in  $\mathbb{R}^3$ , *Math. Z.*, DOI 10.1007/s00209-016-1665-2, 284 (2016), 537-542.

Qing-Ming Cheng, S. Ogata and G. Wei, Rigidity theorems of  $\lambda$ -hypersurfaces, *Comm. Analy. Geom.*, 24(2016), 45-58. (査読有)

Qing-Ming Cheng, Critical Points of the Weighted Area Functional, *Geometry and Topology of Manifolds*, Springer Proceedings in Mathematics & Statistics 154, pp. 4-1-4-16, DOI 10.1007/978-4-431-56021-0\_4. (査読有)

Qing-Ming Cheng, Universal estimates for eigenvalues and applications, *Proceedings of the 6th International Congress of Chinese Mathematicians*, ALM37, pp. 37-52, Higher Education Press and International Press, Beijing, Boston. (査読有)

三石史人, アレクサンドロフ空間の向きと基本類とその応用, 2016 年度福岡大学微分幾何研究会報告集 (2016)

Qing-Ming Cheng and G. Wei, A gap theorem of self-shrinkers, Trans. Amer. Math. Soc., 367(2015), 4895-4915. (査読有)

Qing-Ming Cheng and Y. Peng, Complete self-shrinkers of the mean curvature flow, Calculus of Variations and PDEs, DOI 10.1007/s00526-014-0720-2, 52(2015), 497-506. (査読有)

A.Mitsuishi and T.Yamaguchi, Collapsing three-dimensional closed Alexandrov spaces with a lower curvature bound, Transactions of the American Mathematical Society (2015), no.4 2339-2410. (査読有)

佐野友二, ミンコウフスキの問題とファノ多面体, 2015 年度福岡大学微分幾何研究会報告集 (2015), 19-29

U. Hertrich-Jeromin, Y. Suyama, M. Umehara and K. Yamada, A duality for conformally flat hypersurfaces, Beitr Algebra Geom, 56(2015), 655-676. DOI 10.1007/s13366-014-0225-3. (査読有)

U. Hertrich-Jeromin and Y. Suyama, Ribaucour pairs corresponding to dual pairs of comformally flat hypersurfaces, Progress in Mathematics” Geometry and Analysis on Manifolds”, 308(2015), Birkhauser. (査読有)

#### 最近5年間の学術著書

成瀬慶明, 佐野友二, 三石史人編著, 2019 年度 福岡大学微分幾何研究会報告集, 2020 年3月

成瀬 慶明, 佐野 友二, 三石 史人編著, 2018年度 福岡大学微分幾何研究会報告集, 2019 年3月

成瀬 慶明, 佐野 友二, 松浦 望, 三石 史人編著, 2017年度 福岡大学微分幾何研究会報告集, 2018年3月

成瀬 慶明, 佐野 友二, 川久保 哲, 松浦望編著, 2016年度 福岡大学微分幾何研究会報告集, 2017年3月.

成瀬 慶明, 濱田 龍義, 川久保 哲, 松浦 望 編著, 2015年度 福岡大学微分幾何研究会報告集, 2016年3月.

#### 最近5年間の学術国際会議での発表

\*は国際会議

\* Qing-Ming Cheng, A conjecture on self-shrinkers, Seminar on differential geometry, Henan Normal University, January 12, 2020, Xinxiang, China

\* Qing-Ming Cheng, Minimal hypersurfaces in the unit sphere, The 8th conference on geometry and topology of submanifolds, Nov.28-Dec.2, 2019, Fujian Normal University, Fuzhou, China

成 慶明, 単位球面内の定スカラー曲率を持つ極小超曲面について, 福岡大学微分幾何研究集会 2019, 2019 年 11 月 1-4 日, 福岡大学セミナーハウス

\* Qing-Ming Cheng, A conjecture on complete self-shrinkers, Seminar on differential geometry in Tsinghua University, August 13, 2019, Beijing, China

\* Yuji Sano, A Polar Dual to the Momentum of toric Fano manifolds, 3rd symposium in geometry and differential equations, May 23, 2019, Univ. of Science and Technology of China, Hefei, China

\* Yuji Sano, A moment map model for relative balanced metrics, Trends in Modern Geometry 2019, June 27, 2019, Tsinghua University, Beijing, China

佐野友二, トーリックファノ多様体の正則自己同型群の簡約性の十分条件について, ファノ多様体及び関連する代数幾何学, 11 月 13 日, 九州大学

三石 史人,  $p$  エネルギーのある種のミニ・マックス値とパッキング半径, 日本数学会 2020 年度年会, 日本大学, 2020 年 3 月 18 日

三石 史人,  $p$  エネルギーのある種のミニ・マックス値とパッキング半径, リーマン幾何と幾何解析, 筑波大学, 2020 年 2 月 15 日

三石 史人,  $p$  エネルギーのある種のミニ・マックス値とパッキング半径, 筑波大学微分幾何学セミナー, 筑波大学, 2020 年 1 月 14 日

三石 史人,  $p$  エネルギーのある種の min-max 値とパッキング半径, 測地線および関連する諸問題, 熊本大学, 2020 年 1 月 6 日

三石 史人,  $p$  エネルギーのある種の min-max 値とパッキング半径, 多様体上の微分方程式, 金沢大学, 2019 年 11 月 14 日

三石 史人, ペレルマンのモース理論に現れるファイバーの位相, 測地線および関連する諸問題 2019, 熊本大学, 2019 年 1 月 6 日

\* Qing-Ming Cheng, Complete hypersurfaces in spheres, Workshop on Differential Geometry, March 9, 2019, Shanghai University, Shanghai, China

\* Qing-Ming Cheng, Chern problems on minimal hypersurfaces, Seminar on differential geometry in Fudan University, March 8, 2019, Shanghai, China

\* Qing-Ming Cheng, Chern problems on minimal hypersurfaces, Seminar on differential geometry in Beijing Normal University, March. 6, 2019, Beijing, China

\* Qing-Ming Cheng, Chern problems on minimal hypersurfaces, Seminar on differential geometry in Tsinghua University, March. 5, 2019, Beijing, China

成 慶明, 平均曲率フローの完備セルフ-シュリンカーについて, 東北大学「幾何と解析セミナー」, 2019 年 2 月 21 日, 東北大学

\* Qing-Ming Cheng, Complete  $\lambda$ -hypersurfaces, Workshop on Global Differential Geometry, January 2-3, 2019, National Taiwan University, Taiwan

\* Qing-Ming Cheng, Complete self-shrinkers of mean curvature flow, The second annual meeting of International Consortium of Chinese Mathematicians, December 27-29,

2018, National Taiwan University, Taiwan

三石史人, アレクサンドロフ空間の距離構造の安定性, One day workshop リーマン幾何学, 粗幾何学, 特異点, 2018年11月18日, 横浜国立大学

成 慶明, 完備ラグランジュセルフ-シュリンカー, 福岡大学微分幾何研究集会2018, 2018年11月2-5日, 福岡大学セミナーハウス

\*Qing-Ming Cheng, Singularities of mean curvature flow, Colloquium on Chern Institute of Mathematics, October 25, 2018, Nankai University, Tianjin, China

\*Qing-Ming Cheng, 2-dimensional complete self-shrinkers, The 7th conference on geometry and topology of submanifolds, September 24-28, 2018, Zhejiang University, Hangzhou, China

\*Qing-Ming Cheng, 2-dimensional complete self-shrinkers, Seminar on Differential Geometry, August 4, Tsinghua University, Beijing, China

成 慶明, ラグランジュセルフ-シュリンカーの分類について, 北海道大学「幾何学コロキウム」, 2018年7月23日, 北海道大学

成 慶明, 2次元ラグランジュセルフ-シュリンカーについて, 中央大学「幾何・トポロジーセミナー」, 2018年6月23日, 中央大学

\*Yuji Sano, On a combinatorial aspect of toric KE manifolds, 4th China-Japan Geometry Conference, 2018年9月7日, University of Science and Technology of China

\*Yuji Sano, A combinatorial structure of toric Kahler-Einstein manifolds, Stability in Kahler Geometry and related topics, 2018年12月19日, 東北大学

\*Yuji Sano, A Polar Dual to the Momentum of toric Fano manifolds, The Workshop on Global Aspects of Projective and Kahler Geometry, 2019年1月4日, Tsinghua Sanya International Mathematics Forum

\*Qing-Ming Cheng, Complete Lagrangian self-shrinkers of mean curvature flow, Seminar on differential geometry in Fudan University, March 16, 2018, Shanghai, China

\*Qing-Ming Cheng, A classification of complete Lagrangian self-shrinkers, Seminar on differential geometry in Tsinghua University, Jan.19, 2018, Beijing, China

\*Qing-Ming Cheng, Complete Lagrangian self-shrinkers in  $\mathbb{R}^4$ , Seminar on differential geometry in Beijing Normal University, Jan.18,2018, Beijing, China

\*Qing-Ming Cheng, Lagrangian self-shrinkers of mean curvature flow, The 6th workshop on geometry of submanifolds, October 12-15, 2017, Wuhan University, Wuhan, China

\*Qing-Ming Cheng, Complete Lagrangian self-shrinkers, Seminar on differential geometry in Henan Normal University, September 10, 2017, China

\*Qing-Ming Cheng, A characterization of 2-dimensional self-shrinkers, Seminar on differential geometry in Sichuan University, August 2, 2017, Chengdu, China

\*Qing-Ming Cheng, Estimates for eigenvalues of Laplacian and an obstruction of

minimal immersions, Conference on Differential geometry, June 26-28, 2017, Shanghai Center of Mathematical Sciences, Fudan University, Shanghai, China

\*Qing-Ming Cheng, Estimates for eigenvalues of the clamped plate problem, Seminar on differential geometry in Fudan University, June 19, 2017, Shanghai, China

三石史人, アレクサンドロフ空間の鈍角定数と体積, 日本数学会 2018 年度年会, 東京大学, 2018 年 3 月 18 日

三石史人, Metric currents and their homologies, 国際研究集会 Conference on 'Metrics and Measures', 東北大学, 2018 年 1 月 12 日.

三石史人, アレクサンドロフ空間の鈍角定数と体積, 測地線および関連する諸問題 2018, 熊本大学, 2018 年 1 月 6 日.

三石史人, アレクサンドロフ空間の鈍角定数と体積, 大阪大学幾何セミナー, 大阪大学, 2017 年 12 月 18 日.

三石史人, アレクサンドロフ空間の鈍角定数と体積, 北海道大学幾何学コロキウム, 北海道大学, 2017 年 11 月 24 日.

\* A.Mitsuishi, Comparison angle and volume of Alexandrov spaces, 2017 Chongqing Workshop on Differential Geometry, 重慶市, 中国, 2017 年 11 月 17 日

三石史人, アレクサンドロフ空間の鈍角定数と体積, 2017 年度福岡大学微分幾何研究集会, 福岡大学, 2017 年 11 月 6 日.

三石史人, アレクサンドロフ空間のリプシッツホモトピー収束, 広島幾何学研究集会 2017, 広島大学, 2017 年 10 月 5 日.

\* A.Mitsuishi, Lipschitz homotopy convergence of Alexandrov spaces, The third Spanish-Japanese workshop on differential geometry, Madrid, Spain, 2017 年 09 月 20 日

三石史人, アレクサンドロフ空間の鈍角定数と体積, 第 64 回幾何学シンポジウム, 金沢大学, 2017 年 8 月 28 日.

佐野友二, 端的ケーラー計量と相対 balanced 計量について, 東京工業大学幾何セミナー, 2017年6月23日, 東京工業大学

\*Yuji Sano, A moment map picture of relative balanced metrics on extremal manifolds, Trends in Modern Geometry 2017, 2017年7月10日, 東京大学

\*Yuji Sano, A polar dual of barycenter of toric Fano manifolds, One day workshop on Kahler Geometry, 2017年8月18日, 東北大学

佐野友二, 端的ケーラー計量と相対 balanced 計量について, 幾何学シンポジウム, 2017 年8月30日, 東北大学

\*Yuji Sano, A moment map for relative balanced metrics, 第3回日中幾何学研究集会, 2017年9月6日, 東北大学

佐野友二, トーリック多様体上の二木不変量について, 複素微分幾何学と geometric flow, 2018年3月16日, 東京工業大学

三石史人, アレクサンドロフ空間のユークリッド空間への双リプシッツ埋め込み, リー

マン幾何と幾何解析, 京都大学, 2017 年 2 月 24 日.

三石史人, アレクサンドロフ空間のリプシッツホモトピー収束, 測地線および関連する諸問題, 熊本大学, 2017 年 1 月 7 日.

三石史人, アレクサンドロフ空間の向きと基本類とその応用, 福岡大学微分幾何研究会, 福岡大学セミナーハウス, 2016 年 11 月 4 日.

\*A.Mitsuishi, Orientabilities and fundamental classes of Alexandrov spaces and its applications, 国際研究集会 Geometric analysis on Riemannian and metric spaces, 京都大学数理解析研究所, 2016 年 9 月 8 日.

\* A.Mitsuishi, Local Lipschitz contractibility of Alexandrov spaces and its applications, Reflections on Global Riemannian Geometry, Tennessee, アメリカ, 2016 年 8 月 20 日

\*A.Mitsuishi, Orientabilities and fundamental classes of Alexandrov spaces and its applications, 国際研究集会 Trends in modern geometry 2016, 東京大学, 2016 年 7 月 21 日.

三石史人, アレクサンドロフ空間の向きと基本類とその応用, 学習院大学トポロジーセミナー, 2016 年 7 月 1 日.

三石史人, 崩壊する 3 次元アレクサンドロフ空間, 学習院大学談話会, 2016 年 6 月 21 日.

三石史人, アレクサンドロフ空間の良い被覆とその応用, 微分幾何・トポロジーセミナー, 慶應大学, 2016 年 5 月 30 日.

三石史人, アレクサンドロフ空間の良い被覆とその応用, 学習院・早稲田 幾何学セミナー, 学習院大学, 2016 年 5 月 13 日.

\*Qing-Ming Cheng, A characterization of Clifford hypersurfaces, Seminar on differential geometry in Shanghai Center of Mathematical Sciences, Feb. 20, 2017, Fudan University, Shanghai, China

\*Qing-Ming Cheng, The first eigenvalue of Jacobi operator, Seminar in Southwest University, December 26, 2016, Southwest University, Chongqing, China

\*Qing-Ming Cheng, Complete self-shrinkers, Workshop on geometry in Shanghai Center of Mathematical Sciences, November 20, 2016, Fudan University, Shanghai, China

\*Qing-Ming Cheng, Estimates for the first eigenvalue of Jacobi operator on hypersurfaces, The 5th workshop on geometry of submanifolds, October 27-31, 2016, Tsinghua University, Beijing, China

\*Qing-Ming Cheng, Geometry of complete  $\lambda$ -hypersurfaces, Geometric Analysis on Riemannian and Metric Spaces, September 5-9, 2016, Kyoto University, Kyoto

\*Qing-Ming Cheng, 2-dimensional complete self-shrinkers, the workshop on differential geometry, August 22-24, 2016, Jiangxi Normal University, Nanchang, China

\*Qing-Ming Cheng, Geometry of surfaces, Seminar in Jiangxi Normal University,

August 18, 2016, Jiangxi Normal University, China

成 慶明,  $\lambda$ -トーラスの構成について, 福岡大学幾何学セミナー, 2016年5月26日, 福岡大学

\*Qing-Ming Cheng, An embedded  $\lambda$ -torus, Seminar on differential geometry, Henan Normal University, May 4, 2016, Xinxiang, China

\*Qing-Ming Cheng, Embedded  $\lambda$ -tori and area growth of complete  $\lambda$ -hypersurfaces, The workshop on differential geometry, April 24, 2016, Fudan University, Shanghai, China

\*Qing-Ming Cheng, Complete self-shrinkers, March 25, 2016, Guangxi Normal University, Guilin, China.

\*A.Mitsuishi, Local Lipschitz contractibility of Alexandrov spaces and its applications, Workshop on metric geometry and geometric analysis, 上海, 中国, 2016年2月24日

三石史人, アレクサンドロフ空間の貼り合わせ, 測地線及び関連する諸問題, 熊本大学, 2016年1月10日.

三石史人, アレクサンドロフ空間の良い被覆, 広島大学 トポロジー幾何セミナー, 2015年12月22日.

三石史人, 3次元アレクサンドロフ空間の崩壊, 広島大学理学研究科数学専攻 談話会, 2015年12月22日.

三石史人, アレクサンドロフ空間の良い被覆, 首都大学東京幾何学セミナー, 2015年10月9日.

三石史人, 断面曲率が下に有界な空間の崩壊理論 I, II (2講演), 幾何学阿蘇研究集会, 2015年9月25日, 26日.

三石史人, アレクサンドロフ空間の向きと基本類, 東北大学幾何セミナー, 2015年6月30日.

三石史人, アレクサンドロフ空間の向きと基本類, 福岡大学微分幾何セミナー, 2015年6月18日.

\*A.Mitsuishi, Locally Lipschitz contractibility of Alexandrov spaces and its applications, Workshop on Analysis and Geometry in metric spaces, Universidad Aut' onoma de Madrid, Madrid, Spain, 2015年6月2日

佐野友二, 端的ケーラー計量と相対的 balanced 計量について, 多変数関数論冬セミナー, 2016年12月16日, 福岡工業大学

佐野友二, 端的ケーラー計量と相対的 balanced 計量について, 2016年度福岡大学微分幾何研究集会, 2016年11月03日, 福岡大学セミナーハウス

成 慶明, Geometry of  $\lambda$ -hypersurfaces of the weighted volume- preserving mean curvature flow, 日本数学会年会企画特別講演, 日本数学会年会, 2016年3月16日-19日, 筑波大学

\*Qing-Ming Cheng, Geometry of critical points of weighted area functional, School

& Workshop on Geometric Analysis, December 7-11, 2015, KIAS, Korea.

成 慶明, 汎関数の臨界点の幾何学, 広島幾何学研究集会 2015, 2015年10月7日-9日, 広島大学.

\*Qing-Ming Cheng, Geometry of  $\lambda$ -hypersurfaces, International conference on geometry and topology of submanifolds, September 25-28, 2015, Henan Normal University, Henan, China.

\*Qing-Ming Cheng, Geometry of critical points of functional, June 23, 2015, Wuhan University, Wuhan, China.

\*Satoshi Kawakubo, Fourth soliton curves of the localized induction hierarchy, OCAMI-KOBE-WASEDA Joint International Workshop on Differential Geometry and Integrable Systems, February 15, 2016, Osaka City University.

川久保哲, 局所誘導階層の第4ソリトン曲線, 関大微分幾何研究会, 2015年6月20日, 関西大学.

佐野友二, ミンコフスキの問題とファノ多面体, 2015年度福岡大学微分幾何研究集会, 2015年10月30日, 福岡大学セミナーハウス

\*Yuji Sano, Quantization of extremal metrics and modified K-energy, conference on geometry and quantization (GEOQUANT), 2015年9月17日, ICMAT, Campus de Cantoblanco, Madrid, Spain

\*Y. Suyama, Curvilinear coordinates on generic conformally flat hypersurfaces and constant curvature 2-metrics, Transformations and Singularities, Tokyo Institute of Technology, February 19, 2016.

Y. Suyama, Space of generic conformally flat hypersurfaces II, 福岡大学微分幾何研究会 (Geometry and Analysis), 福岡大学セミナーハウス, 2015年11月1日

\*Qing-Ming Cheng, From self-shrinkers to  $\lambda$ -hypersurfaces, August 17, 2014, Beijing Normal University, Beijing, China.

\*Qing-Ming Cheng, The weighted volume-preserving variations, Workshop on Differential Geometry, August 28, 2014, Henan Normal University, China.

\*Qing-Ming Cheng, Critical points of the weighted area functional, The 10th Geometry Conference for the Friendship of China and Japan, September 6-12, 2014, Fudan University, Shanghai, China

Qing-Ming Cheng, 重み付き体積保存変分について, 広島幾何学研究集会 2014, 2014年10月8日-11日, 広島大学.

\*Qing-Ming Cheng, Eigenvalues of the Paneitz operator, November 13, 2014, Tsinghua University, Beijing, China.

\*Qing-Ming Cheng, The weighted volume-preserving mean curvature flow, Jan. 15, 2015, South China Normal University, Guangzhou, China.

\*Qing-Ming Cheng, On critical points of functional, March 3, 2015, Beijing Normal

University, Beijing, China.

Qing-Ming Cheng, 重み付き体積を保つ平均曲率フロー, 研究集会「リーマン幾何と幾何解析」, 2015年3月6日-7日, 筑波大学.

\*Qing-Ming Cheng, Complete  $\lambda$ -hypersurfaces of the weighted volume-preserving mean curvature flow, March 24, 2015, Sichuan University, Chengdu, China.

\*Qing-Ming Cheng, On the weighted area functional, August 7, 2014, Nankai University, Tianjin, China.

\*Satoshi Kawakubo, Fourth soliton curves of the localized induction hierarchy, Transformations & Singularities, September 16, 2014, Vienna University of Technology, Vienna, Austria.

三石史人, アレクサンドロフ空間の位相幾何学, 日本数学会 2015 年度年会 ( 特別講演 ), 明治大学, 2015 年 3 月 24 日.

三石史人, アレクサンドロフ空間の位相幾何学, 日本数学会 2015 年度年会 ( 特別講演 ), 明治大学, 2015 年 3 月 24 日.

三石史人, アレクサンドロフ空間の向きと基本類, リーマン幾何と幾何解析, 筑波大学, 2015 年 3 月 7 日.

三石史人, アレクサンドロフ空間の向きと基本類, 測地線及び関連する諸問題, 熊本大学, 2015 年 1 月 10 日.

三石史人, 崩壊する境界付き 3 次元アレクサンドロフ空間, 第 61 回幾何学シンポジウム, 名城大学, 2014 年 8 月 25 日.

三石史人, アレクサンドロフ空間の向きと基本類, 京都大学微分トポロジーセミナー, 2015 年 5 月 12 日.

三石史人, カレントと測度ホモロジー, 東北大学幾何学セミナー, 2014 年 4 月 8 日.

\*Yuji Sano, On the extremal vector fields on smooth toric Fano manifolds, The 10th Korean conference on several complex variables, 2014 年 8 月 10 日, Gyeong-Ju, 韓国

\*Yuji Sano, On the extremal vector fields on smooth toric Fano manifolds, Trends in Modern Geometry, 2014 年 7 月 11 日, 東京大学

\*Yuji Sano, On computations on a bilinear form on toric Fano manifold, The 5th International Workshop on Differential Geometry and Analysis, 2014 年 6 月 2 日, 唐津

陶山芳彦, 共形平坦な超曲面の作る空間, 2014 年度福岡大学微分幾何研究会, 2014 年 11 月 2 日, 福岡大学セミナーハウス.

\*Yuji Sano, On computations on a bilinear form on toric Fano manifold, The 5th International Workshop on Differential Geometry and Analysis, 2014 年 6 月 2 日, 唐津

最近 5 年間の学術的会議の開催実績 (応用数学科・専攻のみ)

福岡大学微分幾何研究会 : Geometry and Analysis, 2019 年 11 月 1 日-11 月 4 日, 福岡大学セミナーハウス, 成慶明, 佐野友二, 三石史人

The 5th Japan-China geometry conference, September 1-7, 2019, Ritsumeikan University, Kusatsu, In Japanese side: Q.-M. Cheng, R. Goto, R. Kobayashi, R. Miyaoka, H. Moriyoshi, T. Shioya.

福岡大学微分幾何研究会 : Geometry and Analysis, 2018 年 11 月 2 日-11 月 5 日, 福岡大学セミナーハウス, 成慶明, 佐野友二, 三石史人

Journal club in Kahler Geometry, 福岡大学, 2019 年 3 月 6-7 日および 27-28 日, 小野肇, 佐野友二

The Seminar on Differential Geometry, Niji-Matsubara Hotel Karatsu, March 25-27, 2018, Qing-Ming Cheng

福岡大学微分幾何研究会 : Geometry and Analysis, 2017 年 11 月 3 日-11 月 6 日, 福岡大学セミナーハウス, 成慶明、佐野友二、松浦望, 三石史人

The 3<sup>rd</sup> Japan-China geometry conference, September 6-12, 2017, Tohoku University, Sendai, In Japanese side: Q.-M. Cheng, R. Goto, R. Kobayashi, R. Miyaoka, H. Moriyoshi, T. Shioya.

Trends in Modern Geometry, 東京大学, 2017 年 7 月 10 日-7 月 13 日, Akito Futaki, Nobuhiro Honda, Toshiki Mabuchi, Hajime Ono, Yuji Sano, Jeff Viaclovsky

The 7th International Workshop on Differential Geometry, Niji-Matsubara Hotel Karatsu, March 23-27, 2017, Qing-Ming Cheng and Yuji Sano

福岡大学微分幾何研究会 : Geometry and Analysis, 2016 年 11 月 3 日-11 月 6 日, 福岡大学セミナーハウス, 成慶明、佐野友二、川久保哲、松浦望

Trends in Modern Geometry, 東京大学, 2016 年 7 月 21 日-7 月 24 日, Akito Futaki, Nobuhiro Honda, Toshiki Mabuchi, Hajime Ono, Yuji Sano, Jeff Viaclovsky

Transformations and Singularities, Tokyo Institute of technology, February 19-23, Yoshihiko Suyama, Udo Hertrich-Jeromin, Kotaro Yamada, Masaaki Umehara.

The 6th International Workshop on Differential Geometry, Niji-Matsubara Hotel  
Karatsu, February 13-19, 2016, Qing-Ming Cheng

福岡大学微分幾何研究会 : Geometry and Analysis, 2015 年 10 月 30 日-11 月 2 日, 福岡大学セミナーハウス, 成慶明、濱田龍義、川久保哲、松浦望

Japan-China geometry conference, September 6-12, 2015, Kyoto and Nara,  
In Japanese side: Q.-M. Cheng, R. Goto, R. Kobayashi, R. Miyaoka, H. Moriyoshi,  
T. Shioya, In Chinese side: Qing Ding, Haizhong Li, Jiayu Li, Zizhou Tang, Changping Wang.

Trends in Modern Geometry and 10th Pacific Rim Complex Geometry Conference , 東京大学および那須, 2015 年 7 月 27 日-7 月 31 日, Akito Futaki, Nobuhiro Honda, Toshiki Mabuchi, Hajime Ono, Yuji Sano, Jeff Viaclovsky

#### 最近 5 年間の代表者としての学外資金導入実績

科学研究費 (基盤研究 (C)) 2020 年度 ~ 2023 年度

研究課題 : アレクサンドロフ空間の崩壊理論と幾何解析

研究代表者 : 三石 史人

総額 : 310 万円 (直接経費)

科学研究費 (基盤研究 (B)) 2016 年度 ~ 2020 年度

研究課題 : 平均曲率型フローに現れる特異点の幾何学構造の究明

研究代表者 : 成瀬 慶明

総額 : 1350 万円 (直接経費)

科学研究費 (基盤研究 (B)) 2012 年度 ~ 2017 年度

研究課題 : 幾何学と固有値理論に関する最先端的な研究

研究代表者 : 成瀬 慶明

総額 : 1210 万円 (直接経費)

科学研究費 (挑戦的萌芽研究) 2013 年度 ~ 2015 年度

研究課題 : 平均曲率フローのセルフ-シュリンカーとその応用に関する挑戦的研究

研究代表者 : 成瀬 慶明

総額 : 300 万円 (直接経費)

科学研究費 (若手研究 (B)) 2015 年度 ~ 2018 年度

研究課題 : アレクサンドロフ空間の崩壊現象及び距離カレントの幾何学

研究代表者 : 三石 史人

総額 : 220 万円 (直接経費)

科学研究費 (基盤研究 (C)) 2017 年度 ~ 2020 年度

研究課題： ファノ多様体の極限の複素解析的手法による研究

研究代表者： 佐野 友二

総額：350 万円（直接経費）

科学研究費（若手研究(B)）2013 年度～2016 年度

研究課題： ケーラー・アインシュタイン計量の双有理幾何学的研究

研究代表者： 佐野 友二

総額：320 万円（直接経費）

学術振興会 2 国間共同研究（日本—オーストリア）2014 年度～2015 年度

研究課題： 曲面論の新展開—変換と特異性—

研究代表者： 陶山 芳彦

総額：475 万円

科学研究費（基盤研究(C)）2015 年度～2018 年度

研究課題： リーマン多様体内の 1 次元弾性体の数学的モデルとその応用

研究代表者： 川久保 哲

総額：320 万円（直接経費）

#### 最近 5 年間の代表者としての学内資金導入実績

理学部大学院高度化推進事業 外国人研究者招へい 2018 年度

招へい者： Ding Qing (復旦大学：教授)

招へい担当者：成瀬 慶明

理学部大学院高度化推進事業，研究科分 2018 年度

研究課題： 多様体の標準計量に関する微分幾何学および確率解析学的研究

研究代表者：佐野 友二

理学部大学院高度化推進事業 外国人研究者招へい 2017 年度

招へい者： Chen Qun (武漢大学：教授)

招へい担当者：成瀬慶明

理学部大学院高度化推進事業 外国人研究者招へい 2017年度

招へい者： Li, Haozhao (中国科学技術大学：准教授)

招へい担当者：佐野 友二

理学部大学院高度化推進事業 外国人研究者招へい 2016 年度

招へい者： Tang Zizhou (南開大学：教授)

招へい担当者：成瀬 慶明

研究推進部領域別研究 2019 年度～2021 年度

研究チーム名：幾何学的構造解析チーム

研究課題：幾何学的構造解析チーム

研究代表者：佐野 友二

研究推進部領域別研究 2016 年度～2018 年度

研究チーム名：幾何学フローに関する研究チーム

研究課題：平均曲率型フローの幾何解析に関する研究

研究代表者：成瀬 慶明

理学部大学院高度化推進事業 外国人研究者招へい 2015 年度

招へい者： Wei Guoxin (華南師範大学：教授)

招へい担当者：成瀬 慶明

理学部大学院高度化推進事業 研究科分 2014 年度

研究課題：大域解析学と微分幾何学に関する研究

研究代表者：成瀬慶明

研究推進部領域別研究 2013 年度～2015 年度

研究チーム名：幾何学とその応用に関する研究チーム

研究課題：幾何学とその応用に関する研究

研究代表者：成瀬 慶明

最近 5 年間の学会等学術団体における役職など

該当なし

最近 5 年間の一般向け論文と著書、行政報告書など

該当なし

最近 5 年間の一般（非学術）集会での発表論文

該当なし

最近 5 年間の学術団体以外の団体での啓蒙活動や社会貢献活動とその役職など

佐野 友二, 「直線って何だろう? ～幾何学と想像力～」夢ナビライブのミニ講義, 2017 年 10 月 21 日

その他特筆事項

該当なし