

城西大学大学院理学研究科 研究業績集 (数学専攻)

Mathematical Bulletin of
the Graduate School of Science

Josai University

第 25 号

2 0 2 2

2 0 2 3

城西大学大学院理学研究科

業績集の記載項目について

この業績集は、原則として以下の項目で成り立っている。年度により記載事項がない場合には省略する。

- 1 個人別研究活動報告
- 2 学位取得者
- 3 学術雑誌 – Josai Mathematical Monographs
- 4 研究集会, ワークショップ, 談話会, セミナー

Format of Mathematical Bulletin of the Graduate School of Science

- 1 Individual Research Activities Reports
- 2 Graduate Degrees Conferred
- 3 Josai Mathematical Monographs
- 4 Symposiums, Workshops, Colloquia and Seminars

理学研究科個人別研究活動報告の項目説明

教員

1. 研究概要

研究の要約を日本語と英語で書く。

2. 発表論文

6 年以内（2018 – 2023 年度）, 10 篇までを書く。書籍も含む。

3. 口頭発表

シンポジウム, 学外セミナー, 研究集会等での発表で, 6 年以内（2018 – 2023 年度）, 10 項目までを書く。

4. 講義

（他大学, 大学院も含め）講義名, 簡単な内容説明, 講義の種類を記す。

講義の種類は大学院講義, 学部学生対象講義, 集中講義に類別する。

5. 修士論文

2022, 2023 年度に当該教員（指導教員または論文主査）の指導によって学位を取得した者の氏名, 論文名（日本語と英語）, 学位取得年月日を書く。

6. 対外研究サービス

学会役員, 雑誌のエディター, 学外セミナー, シンポジウムのオーガナイザー等を記す。

7. 受賞

過去 6 年間に受賞したものを書く。

8. アカデミックビジター

アカデミックビジターのホストになった教員は, 研究内容, 講演のスケジュール, 内容など簡単な紹介を書く。

※ 当該項目に記述のないものは, 項目名も省略した。

学生

1. 指導教員

2. 研究概要

研究の要約を日本語と英語で書く.

3. 発表論文

6 年以内 (2018 – 2023 年度) , 10 篇までを書く. 書籍も含む.

4. 口頭発表

シンポジウム, 学外セミナー, 研究集会等での発表で, 6 年以内 (2018 – 2023 年度) ,
10 項目までを書く.

5. 受賞

過去 6 年間に受賞したものを書く.

※ 当該項目に記述のないものは, 項目名も省略した.

Format of the “Individual Research Activities Reports of Graduate School of Science”

Teaching Staffs

1. Research Outline

Abstract of current research (in Japanese and English)

2. Publications

Selected publications in the past six years (up to ten items, including books)

3. Invited addresses

Selected invited addresses in the past six years (symposia, seminars, etc., up to ten items)

4. Courses given

For each course the title, a brief description and its classification are listed. Course classifications are graduate level, undergraduate level in the Faculty of Science and intensive course

5. Master’s theses supervised

Supervised theses of students who earned degrees in the academic years.

6. External academic duties

Committee membership in learned societies, editorial work, organization of external symposia, etc.

7. Awards

Awards received in the past six years

8. Host of academic visitors

Brief activities about visitors; topics, contents and talk schedules

Students

1. Supervisor

2. Research Outline

Abstract of current research (in Japanese and English)

3. Publications

Selected publications in the past six years (up to ten items, including books)

4. Invited addresses

Selected invited addresses in the past six years (symposia, seminars, etc., up to ten items)

5. Awards

Awards received in the past six years

目 次

業績集の記載項目について

理学研究科個人別研究活動報告の項目説明

1 個人別研究活動報告	1
1.1 理学研究科数学専攻・理学部数学科教員	2
教 授	3
准教授	40
助 教	53
1.2 修士課程学生	60
2 学位取得者	63
3 学術雑誌 – Josai Mathematical Monographs	64
4 研究集会, ワークショップ, 談話会, セミナー	65

Contents

Format of Mathematical Bulletin of the Graduate School of Science

Format of the “Individual Research Activities Reports of Graduate School of Science”

1 Individual Research Activities Reports	1
1.1 Teaching Staffs	2
Professors	3
Associate Professors	40
Assistant Professors	53
1.2 Master’s Course Students	60
2 Graduate Degrees Conferred	63
3 Josai Mathematical Monographs	64
4 Symposiums, Workshops, Colloquia and Seminars	65

1 個人別研究活動報告 (Individual Research Activities Reports)

1.1 理学研究科数学専攻・理学部数学科教員

教 授

飯田 正敏, 神島 芳宣, 小木曾 岳義, 高山 晴子, 土屋 高宏, 中村 俊子, 藤田 昌大,
安田 英典, 柳 研二郎, 山口 博

准教授

池田 曉志, 井沼 学, 中村 あかね, 古川 勝久

助 教

清水 優祐

1.2 修士課程学生

2021 年度入学

岡本 一輝, 服部 祐哉, 福島 雄哉, 梅宮 マオ, 川内 陽平

2022 年度入学

高橋 佑希

2023 年度入学

橋本 光

1.1 理学研究科数学専攻・理学部数学科教員 (Teaching Staffs)

飯田 正敏 (IIDA Masatoshi)

1. 研究概要

対称空間上の関数空間, ベクトル束の切断の空間には Lie 群が連続に作用し, Lie 群の表現を具体的に実現する空間として重要な考察対象となっている.

こうした関数空間への Lie 群の作用は Lie 環の作用を引き起こすが, 群の作用と可換な Lie 環の不遍包絡環の元は特に表現論において重要なだけではなく, 多変数特殊関数と関連して興味深い対象である. こうした対称空間上の調和解析について表現論的な観点から研究している.

Lie groups act on function spaces, more generally, spaces of sections of a vector bundle on symmetric spaces continuously, so they are important objects as the realization of abstract representation space.

The action of Lie groups on the function space induces the action of Lie algebras. Elements of the universal enveloping algebra which commute with any element of the Lie group is important object not only of representation theory but of special function theory. I study harmonic analysis on symmetric spaces on the representation theoretical viewpoint.

4. 講義

2022 年度

- (a) 微分積分学 I : 1 変数の微積分 (紀尾井町数学科 1 年生, 必修科目)
- (b) 線型代数学 II : 内積空間, 行列の対角化と Jordan 標準型 (紀尾井町数学科 2 年生, 必修科目)
- (c) 複素関数論 A : 複素関数論の初歩 (紀尾井町数学科 3 年生, 選択科目)
- (d) 複素関数論 B : 複素関数論 (紀尾井町数学科 3 年生, 選択科目)
- (e) 数学セミナー : 整数論, リー群論, 統計 (紀尾井町数学科 4 年生, 必修科目)
- (f) 応用数学特論 IV : 量子コンピュータの数理モデル (理学研究科数学専攻, 選択科目)

2023 年度

- (a) 線型代数学 IA : 行列, 連立 1 次方程式, 行列式 (坂戸, 紀尾井町数学科 1 年生, 必修科目)
- (b) 線型代数学 IB : ベクトル空間, 線型写像, 固有値・固有ベクトル (坂戸, 紀尾井町数学科 1 年生, 必修科目)

- (c) 幾何学：曲線・曲面論（紀尾井町数学科 2 年生, 選択科目）
- (d) 複素関数論 A：複素関数論の初歩（紀尾井町数学科 3 年生, 選択科目）
- (e) 複素関数論 B：複素関数論（紀尾井町数学科 3 年生, 選択科目）
- (f) 数学セミナー：整数論, フーリエ・ラプラス変換論（紀尾井町数学科 4 年生, 必修科目）

6. 対外研究サービス

2022 年度

- (a) 日本数学会函数解析学分科会委員
- (b) Mathematical Reviews の Reviewer

2023 年度

- (a) Mathematical Reviews の Reviewer

7. 受賞

- (a) オンライン授業・ハイブリッド授業のグッドプラクティス（東京大学, 2020 年度）

神島 芳宣 (KAMISHIMA Yoshinobu)

1. 研究概要

次のことを中心に研究している.

- (継続) 四元数コンタクト構造 D をもつ $4n + 3$ -次元多様体 X 上について, D を補足する Reeb 場からなる 3-次元 distribution $\mathcal{T}$ が積分可能のとき, 標準 qc -多様体とよび, 特にコンパクト非球形多様体の場合にそのトポロジー・幾何構造を調べた. 標準 CR -多様体についても先の研究で調べ, 閉非球形標準 CR -多様体においては, その基本群が有限指数の可解群を持つならば, 標準 CR -構造を持つ Heisenberg infra-nil 多様体に微分同相であることを示した. 標準 qc -多様体については, 基本群の条件は無くとも, 底空間の hyperKähler 構造から Ricci 平坦性また Ricci 非正曲率 (non-negative curvature) をもつ完備リーマン空間の分解定理により強い結果を導いた. “閉非球形標準 qc -多様体は標準四元数 qc -構造をもつ quaternionic Heisenberg infra-nil 多様体に qc -同型 (isometry) である” ことがいえた.
- (継続) 多様体 X に作用する群 G の固有作用について, 無限次元可微分 G -加群 A の微分コホモロジー群 $H(G, A)$ の消滅性に関係させて調べた. その消滅性の証明は基本的に層理論に基づく. 主として共形構造群 $\text{Conf}(X)$, CR -構造群 $\text{Aut}_{CR}(X)$ を考え, 不変量の消滅からそれぞれ等長群 $\text{Isom}(X, g)$, 擬エルミート群 $\text{Psh}(X, \omega)$ に一致することを示し, 結果として $\text{Conf}(X)$, $\text{Aut}_{CR}(X)$ は X に固有に作用することを導いた.
- (新規) 改めて Mostow 剛性を代数的立場から調べた. 平坦因子をもたないリーマン対称空間 $X = S/K$ の等長群 $\text{Iso}(X)$ にユニフォーム離散群 π が存在するとする. このときの Mostow 剛性を次のように見直した. “ $\pi_i \leq \text{Iso}(X)$ があるとき, $\phi: \pi_1 \rightarrow \pi_2$ が群同型ならば, $h_\phi \in \text{Iso}(X)$ が一意的に存在して $\phi(\gamma) = h_\phi \gamma h_\phi^{-1}$ とかける” というものである. この問題の発端は Mostow の証明においては, $G = \text{Iso}(X)^0$ を連結成分とし, $\Gamma_i \leq G$ で 群同型 $\phi: \Gamma_1 \rightarrow \Gamma_2$ があるという設定のもとで, $g \in G$ が存在して, $\phi(\gamma) = g\gamma g^{-1}$ とかけるということであった. これは一般に $\pi \leq \text{Iso}(X)$ のとき, $\Gamma = \pi \cap G$ であり $\text{Iso}(X)$ は仮定より semisimple だから, $\text{Iso}(X)/\text{Iso}(X)^0$ は有限となるので Γ は π の有限指数の部分群である. したがって我々の問題は $\Gamma_1, \Gamma_2 \leq G$ に対し, Mostow の剛性により剛性 $\phi(\gamma) = g\gamma g^{-1}$ があるが, さらに $h_\phi \in \text{Iso}(X)$ が存在して $\phi(\gamma) = h_\phi \gamma h_\phi^{-1}$ に拡張できるかということになる. 言い換えると与えられた群に関する Mostow 剛性は有限指数の部分群に対してなりたつとき, その与えられた群にたいしても成り立つのかという

問題に帰着する。この素朴な疑問に触発されて、Covid-19 以降研究している。現在まで非負曲率 (non-positive curvature) をもつコンパクト局所等質リーマン多様体 M_1, M_2 について、その基本群が同型ならば M_1 と M_2 の間の調和微分同相 (harmonic diffeomorphism) が存在することを示している。

The following are the subjects of my research.

- We study positive definite quaternionic contact $(4n+3)$ -manifolds (qc -manifold for short). Just like the CR -structure contains the class of Sasaki manifolds, the qc -structure admits a class of 3-Sasaki manifolds with integrable distribution isomorphic to $\mathfrak{su}(2)$. A big difference concerning the integrable complementary qc -distribution T of the qc -structure different from 3-Sasaki structure is the existence of commutative Lie algebra isomorphic to $\mathbb{R}^3$. We take up closed aspherical qc -manifolds $(\omega, \{J_\alpha\}_{\alpha=1}^3)$ to find out a salient feature of topology and geometry. Let $\mathcal{T}$ denote the distribution consisting of the three Reeb fields $\{\xi_1, \xi_2, \xi_3\}$. If $\mathcal{T}$ generates a three-dimensional Lie group in the group of qc -transformations $\text{Psh}_{qc}(X)$, then a qc -manifold $(M, T, \omega, \{J_\alpha\}_{\alpha=1}^3)$ is said to be standard. We prove the following rigidity. *A compact aspherical standard qc -manifold M is qc -isometric to a quaternionic infra-nilmanifold $\mathcal{M}/\Gamma$ where $\Gamma \leq \mathcal{M} \rtimes \text{Sp}(n)$.*
This result is based on the existence of Ricci flat metrics and Riemannian splitting theorem of nonnegative Ricci curvature on the quaternionic hyperKähler metrics of the base orbifold M/T^3 . (arXiv:1902.08796v2[math.GT]).
- In order to characterize proper actions, we introduced the equivariant smooth cohomology of proper group actions. We discuss the vanishing of equivariant cohomology which can be applied to the conformal and CR -automorphism groups. We prove the coincidence between the CR -automorphism group and the pseudo-Hermitian group of a strictly pseudo-convex CR -manifold. We prove that for any strictly pseudo-convex CR -manifold M , there exists a compatible strictly pseudo-convex pseudo-Hermitian structure such that the CR -automorphism group for M and the group of pseudo-Hermitian transformations coincide, except for two kinds of spherical CR -manifolds. Analogous results hold for conformal Riemannian manifolds. (arXiv:2101.03831v2 [math.DG]).
- We are going to prove the following rigidity :

- (1) Mostow rigidity (general case X/π). π is a discrete uniform subgroup of $\text{Iso}(X)$ where X is a Riemannian symmetric space S/K without any Riemannian factors that are flat or hyperbolic plane. (π is not necessarily lying in $\text{Iso}(X)^0 = S$.)
- (2) Affine (harmonic) rigidity of a compact locally homogeneous Riemannian manifold X/π of non-positive curvature where X has no 2-dimensional factor (hyperbolic plane) in the de Rham decomposition.
- Smooth harmonic rigidity of a compact locally homogeneous Riemannian manifold of non-positive curvature.

Remark that the topological rigidity holds for closed Riemannian manifolds of non-positive curvature of dimension $\neq 3, 4$, but it is known that the smooth rigidity fails for a closed Riemannian manifold of negative curvature.

2. 発表論文

- [1] O. Baues, Y. Kamishima, Locally homogeneous aspherical Sasaki manifolds, *Differential Geom. Appl.*, 70 (2020) 101607, 41pp.
- [2] D. Alekseevsky, K. Hasegawa, Y. Kamishima, Homogeneous Sasaki and Vaisman manifolds of unimodular Lie groups, *Nagoya Math. J.*, 243 (2021), 83–96, <https://doi.org/10.1017/nmj.2019.34>.
- [3] Y. Kamishima, Quaternionic contact $4n + 3$ -manifolds and their $4n$ -quotients, *Ann. Global Anal. Geom.*, 59 (4) (2021), 435–455, <https://doi.org/10.1007/s10455-021-09758-5>.
- [4] O. Baues, Y. Kamishima, Isometry groups with radical, and aspherical Riemannian manifolds with large symmetry I, *Geom. Topol.*, 27 (1) (2023), 1–50, [DOI:10.2140/gt.2023.27.1].

3. 口頭発表

- (1) On the fundamental groups of compact aspherical manifolds with parabolic structures, The Fourth Taiwan-Japan Joint Conference on Differential Geometry, NCTS, National Taiwan University, 台湾 (台北), 2023 年 11 月 6 日 (11 月 6 日–9 日).
- (2) Lectures on affine structures: Part 1: Introductory lecture on compact Lorentz (affinely) flat space forms (Offline lecture) Part 2: Geometric structures on

contact Heisenberg nilpotent Lie group (Offline lecture), KAIST Geometric Structures Lecture Series, 韓国科学技術院 (KAIST), 韓国 (大田), 2024 年 2 月 15 日-2 月 17 日.

4. 講義

- (a) フレッシュマンセミナー I: 集合の演算 (坂戸数学科 1 年生, 必須科目)
- (b) フレッシュマンセミナー II: 無限集合・濃度等 (坂戸数学科 1 年生, 必修科目)
- (c) 初等解析学: 微分・積分, ベクトル解析 (坂戸数学科 1 年生, 選択科目)
- (d) 線型代数学 II: 計量, 一般線型空間, 固有空間, Jordan 標準形等 (坂戸数学科 2 年生, 必修科目)
- (e) 位相数学 I: 距離空間 (坂戸数学科 2 年生, 選択科目)
- (f) 位相数学 II: 位相空間 (坂戸数学科 2 年生, 選択科目)
- (g) トポロジー特別講義 I: 写像度, 不動点, ベクトル場, 多様体上の 1-径数部分群 (坂戸数学科 3 年生, 選択科目)
- (h) 数学セミナー: 実線型空間論, 数理論理学, 実践教職論 (坂戸数学科 4 年生, 必修科目)

8. アカデミックビジター

- (a) 招聘研究者 (所属): Oliver Baues 教授 (Fribourg 大学 (スイス))
招聘期間: 2017 年 4 月 24 日 ~ 2017 年 5 月 26 日 (21 日間) および 2017 年 6 月 20 日 ~ 2017 年 7 月 13 日 (20 日間)
研究内容: 「Isometry groups with radical, and aspherical Riemannian manifolds with large symmetry」に関して城西大学および首都大学にて共同研究のため滞在.
- (b) 招聘研究者 (所属): Oliver Baues 教授 (Fribourg 大学 (スイス))
招聘期間: 2018 年 8 月 20 日 ~ 2018 年 9 月 17 日 (28 日間)
研究内容: 「Isometry groups with radical, and aspherical Riemannian manifolds with large symmetry」に関して共同研究のため, 主として城西大学で研究.
- (c) 招聘研究者 (所属): Oliver Baues 教授 (Fribourg 大学 (スイス))
招聘期間: 2019 年 8 月 15 日 ~ 2019 年 9 月 12 日 (29 日間)
研究内容: 「Equivariant Cohomology of proper Actions and regular actions of semisimple Lie groups」に関して共同研究のため, 主として城西大学で研究.

9. その他

9-1. 科研費等の外部資金獲得

- (a) 研究種目：日本学術振興会科学研究費 基盤研究（C）（課題番号 18K03284）

研究期間：2018 年 4 月 ～ 2021 年 3 月

研究課題名：等長リー変換群作用とコンパクト局所等質リーマン多様体上の幾何構造

研究代表者

- (b) 研究種目：日本学術振興会科学研究費 基盤研究（C）（課題番号 22K03319）

研究期間：2022 年 4 月 ～ 2025 年 3 月

研究課題名：幾何多様体の変換群に関する共形不変量の構成と消滅による等長群の出現

研究代表者

9-2. 対外活動

- (a) アメリカ数学会会員

小木曾岳義 (KOGISO Takeyoshi)

1. 研究概要

- (1) 種々の代数的, 幾何学的対象にゼータ関数とよばれる一連の関数が付随し, もとの対象の深い性質を示すという意味で重要である. そのゼータ関数の中で最も原始的な基本的なものはリーマンのゼータ関数であり, 美しい関数等式を満たす. このような美しい関数等式を満たすような, より一般化されたゼータ関数が今日までいろいろ研究されて来たが, 現在までで, 多項式の複素冪のフーリエ変換に関する方向への一般化に関しては, 概均質ベクトル空間の相対不変式を除いて他には, その存在が知られていなかった. これに関連して, 最近, 佐藤文広氏との共同研究により, 概均質ベクトル空間の相対不変式ではない多項式で美しい関数等式をみたす例を数多く系統的に構成した. それらは Clifford 環の表現から得られるが, この設定から出てくる美しい関数等式を満たす多項式およびそれに付随する空間を全て分類することに成功し, この空間のクラスに関する様々な基本的性質が得られつつあり, それらは Clifford 環の理論へフィードバック出来る. さらに最近では, homaloidal 多項式の極化も homaloidal 多項式となり, 極化という操作に付随するゼータ超関数を定義し, その関数等式の明示公式も得られている.
 - (2) A 型 cluster 代数のモデルを用いて有理絡み目図に付随する Kauffman bracket 多項式, Jones 多項式を決定する計算レシピを発見し, さらに応用を考案中である. この研究は和久井道久氏との共同研究であり, また一部, 担当している大学院生の研究テーマとして指導している. この研究の続きとして, これらの幾何学的対象から得られた多変数多項式族が満たす微分方程式についても研究している.
- (1) The functions which are called zeta functions are associated to various algebraic or geometrical objects and represent important properties of algebraic or geometrical objects. The most basic and primitive one in zeta functions is Riemann zeta function and it satisfies beautiful functional equation. Various generalization of Riemann zeta function with functional equations are studied. One of these generalizations is related to the Fourier transform of complex powers of some polynomials. For this case, only one example of such a generalization was the basic relative invariants of prehomogeneous vector spaces. Recently Fumihiko Sato and I constructed systematically a lot of polynomials which satisfy beautiful functional equations and are not relative invariants of prehomogeneous vector spaces. These examples come from representations of

Clifford algebras and we could classify these class and now we get various properties of these class and feedback to theory of Clifford algebras. Furthermore we defined the zeta distribution associated to the polarization of a homaloidal polynomial and had a functional equation of the pair of these distributions.

- (2) We have found a calculation recipe to determine the Kauffman bracket polynomial accompanying rational entanglement diagram using a model of A type cluster algebra called Conway - Coxeter Frieze, and are devising a further application. This research is a collaborative research with Michihisa Wakui and a certain part of this research is devoted to the guidance of graduated students.

Moreover, as a continuation of this research, we also study partial differential equations of several variable polynomial families obtained from these geometric objects.

2. 発表論文

- [1] T. Kogiso, F. Sato, Local Functional Equations attached to the polarizations of homaloidal polynomials, Kyushu Journal of Mathematics Vol.72 no.2 (2018), 307–331.
- [2] T. Kogiso, M. Wakui, Kauffman bracket polynomials associated to Conway-Coxeter Friezes, Proceedings of Meeting for the study of Number theory, Hopf algebras and related topics (2019), 25–50.
- [3] T. Kogiso, M. Wakui, A bridge between Conway-Coxeter friezes and rational tangles through the Kauffman bracket polynomials. J. Knot Theory Ramifications 28 no.14, (2019), 1950083, 40pp.
- [4] T. Kogiso, M. Wakui, A characterization of Conway-Coxeter friezes of zigzag type by rational links, Osaka Journal of Mathematics. 59(2), (2022), 341–362.
- [5] T.Kogiso, H.Nakashima, Prehomogeneous vector spaces obtained from triangle arrangements, J. Algebra 633 (2023), 591–618.

3. 口頭発表

- [1] Recipe for making Kauffman bracket by using cluster algebras of A, B, 表現論ワークショップ, 鳥取市ふれあい会館, 2018 年 1 月 7 日.
- [2] Recipe for making Kauffman bracket by using cluster algebras of classical types, さきがけ研究集会「行列解析の展開」, 名古屋大学多元数理科学研究科, 2018 年 2

- 月 14 日.
- [3] Local functional equations of homaloidal polynomials, Séminaire Théorie de Lie, Géométrie et Analyse (LieGA) (Institut Élie Cartan de Lorraine), Nancy, France, 2018 年 3 月 27 日.
 - [4] Clifford quartic forms and its applications, Séminaire Théorie de Lie, Géométrie et Analyse (LieGA) (Metz IECL), Metz, France, 2018 年 6 月 28 日.
 - [5] Local functional equations of homaloidal polynomials, Laboratoire de Mathématiques de Reims FRE 2011 du CNRS (Reims University), Reims, France, 2018 年 7 月 3 日.
 - [6] Cluster algebras and Knot invariants, Meeting of number theory, ring theory, Hopf algebra theory and related topics, 富山高等専門学校, 2019 年 2 月 22 日.
 - [7] 団代数と結び目多項式, 表現論ワークショップ, 九州大学伊都キャンパス, 2019 年 3 月 12 日.
 - [8] 連分数の q -類似とその結び目多項式への応用, 坂戸国際小研究集会 –力学系, 解析数論, 結び目理論, 組み合わせ論の交差点– 城西大学坂戸キャンパス 1 号館 1-406, 2019 年 7 月 8 日.
 - [9] Cluster algebras and Knot invariants, 金沢大学代数学セミナー, 金沢大学角間キャンパス自然科学棟, 2019 年 7 月 23 日.
 - [10] Where do homaloidal polynomials appear?, 室蘭整数論セミナー, 室蘭工業大学工学部 Q405, 2019 年 8 月 23 日.
 - [11] 有向グラフ, 無向グラフから得られる概均質ベクトル空間, 研究集会 –Quiver と概均質ベクトル空間–, 城西大学坂戸キャンパス 1 号館 1-406, 2019 年 8 月 29 日.
 - [12] 団代数の紹介とその結び目多項式への応用, 坂戸異分野交流セミナー, 城西大学坂戸キャンパス 1 号館 1-406, 2019 年 9 月 16 日.
 - [13] q -Deformations of continued fractions and Knot polynomials, 研究集会「トポロジーとコンピュータ 2019」, 大阪市立大学理学部数学科, 2019 年 10 月 19 日.
 - [14] Further generalization of q -continued fractions, 城西大学整数論セミナー, 城西大学坂戸キャンパス 1 号館 1-406, 2019 年 11 月 5 日.
 - [15] 連分数の q -変形とその応用, 早稲田大学整数論セミナー, 早稲田大学西早稲田キャンパス 61 号館 4 階 413 室, 2019 年 11 月 29 日.
 - [16] q -Deformation of a continued fraction and its applications, 東大数理トポロジー火曜セミナー, 東京大学大学院数理科学研究科棟 (駒場) 056 号室, 2019 年 12 月 10 日.

- [17] 連分数の q -変形と特殊関数, 表現論ワークショップ, 「県民ふれあい会館」(鳥取県立生涯学習センター), 2020 年 1 月 12 日.
- [18] q -Deformation of continued fractions and its application to the Markov equation, The 2nd Meeting for Number theory, Hopf algebras and related topics, 富山大学五福キャンパス, 2020 年 2 月 16 日.
- [19] q -Deformation of continued fractions and its application to the Markov equation and further generalization, 7th Kyoto conference of Automorphic forms, 京都大学理学部数学科 (オンライン), 2020 年 6 月 20 日.
- [20] Markov3 数の q -変形と t -変形 –絡み目と裏返し変換との関係を探る–, 研究集会「Quiver と概均質ベクトル空間」, 城西大学 (オンライン), 2020 年 10 月 17 日.
- [21] 連分数とリサージュ曲線, 城西大学ミニワークショップ, 城西大学 (オンライン), 2020 年 11 月 11 日.
- [22] クラスター代数に潜む概均質ベクトル空間, 2020 年度表現論ワークショップ, 鳥取 (オンライン), 2021 年 1 月 10 日.
- [23] 連分数の q -変形のいくつかの応用と PV との接点, 東北大学代数学セミナー, 東北大学大学院 (オンライン), 2021 年 1 月 29 日.
- [24] 連分数のある種の q -変形とそのいくつかの応用, 神戸可積分セミナー神戸大学大学院 (オンライン), 2021 年 6 月 9 日.
- [25] 連分数のある種の q -変形とそのいくつかの応用, 大阪大学大学院談話会大阪大学大学院 2021 年 11 月 29 日.
- [26] Homaloidal 多項式はどこにあるか?, 大阪大学整数論・保型形式セミナー, 大阪大学大学院, 2021 年 12 月 3 日.
- [27] 係数付き A 型クラスター代数の F-多項式のある性質について, 表現論ワークショップ, 鳥取大学 (オンライン), 2022 年 1 月 9 日.
- [28] 様々な q -変形とそれと関連する数学, 富山大学理学部数学科, 2023 年 3 月 7 日.
- [29] Two deformations of a Markov Equation and related topics, Advanced on cluster algebras 2023, 東京工業大学 (Online), 2023 年 3 月 23 日.
- [30] 概均質ベクトル空間の構造論, 青山学院大学大学院集中講義, 2023 年 9 月 4,5,6 日.
- [31] 様々な q -変形とそれと関連する数学, 表現論ワークショップ, 「県民ふれあい会館」(鳥取県立生涯学習センター), 2024 年 1 月 7 日.
- [32] q -Deformation of a certain polynomial and weakly spherical homogeneous spaces, 概均質ベクトル空間と組み合わせ論, 城西大学 23 号館 402 教室, 2024 年 3 月 5 日

- [33] Open problem for local functional equations of homaloidal polynomial, AGU 表現論セミナー, 青山学院大学大学院, 2024 年 3 月 8 日.

4. 講義

- (a) 線型代数学 II : 内積空間, 2 次形式, ジョルダン標準形 (坂戸数学科 2 年生, 必修科目)
- (b) 代数学基礎 : ユークリッドの互除法, 整数における合同, 剰余類, オイラーの定理, 原始根 (坂戸数学科 2 年生, 必修科目)
- (c) 代数学 : 多項式環の基本的性質, 環とイデアル, 多項式環, 部分群, 剰余群, 準同型定理 (坂戸数学科 2 年生, 必修科目)
- (d) 数式処理による代数学 : 箒 (えびら), フリーズ, 連分数, マルコフ数 (坂戸数学科 3 年生, 選択科目)
- (e) 数学セミナー : Lie 環や代数群の表現論, リーマンゼータ関数とベルヌイ数, グラフ理論 (坂戸数学科 4 年生, 必修科目)
- (f) 代数学特論 I : 表現論入門 (理学研究科数学専攻, 選択科目)
- (g) 教養数学 (法政大学法学部法律学科, 文学部, 国際文化学部)
- (h) Elementary Mathematics A (法政大学経営学部留学生対象の英語の授業)
- (i) 数理基礎 2 (早稲田大学教育学部数学科 2 年生)
- (j) 大学院生向け集中講義 (大阪大学大学院理学研究科)

5. 修士論文

- (1) 福島雄哉 (FUKUSHIMA Yuya)
連分数に関連した Farey Boat と Snake graph の関係について
Relation between Farey boats and Snake graphs related to continued fractions
Mar. 17, 2023

6. 対外研究サービス

- (a) MathSciNet reviewer
- (b) zbMath reviewer
- (c) Proceedings of the Meeting for Study of Number Theory, Hopf Algebras and Related Topics, Yokohama Publishers, 2019, 編集者
- (d) Meeting for Study of Number theory, Hopf algebras and related topics (富山大学), 主催者

- (e) The 2nd Meeting for Study of Number theory, Hopf algebras and related topics
(富山大学), 主催者
- (f) 概均質ベクトル空間ミニワークショップ, 主催者
- (g) 研究集会「Quiver と概均質ベクトル空間」, 主催者

9. その他

9-1. 科研費等の外部資金獲得

- (a) 研究種目：日本学術振興会科学研究費 基盤研究 (C) (課題番号 24540049)
研究期間：2012 年 4 月 ~ 2016 年 3 月
研究課題：局所関数等式を満たす多項式に付随する空間の諸性質の研究
研究代表者
- (b) 研究種目：日本学術振興会科学研究費 基盤研究 (C) (課題番号 17K05209)
研究期間：2017 年 4 月 ~ 2021 年 3 月
研究課題：局所関数等式を満たす多項式の特徴付けの研究
研究代表者

9-2. 学内研究奨励金

- (a) 研究種目：城西大学学長所管研究奨励金
研究期間：2020 年 4 月 1 日 ~ 2022 年 3 月 31 日
研究課題名：カラビ・ヤウ多様体から現れる圏論的構造, 代数的構造, 幾何学的構造
の相互関係の理解・解明
研究分担者
- (b) 研究種目：城西大学学長所管研究奨励金
研究期間：2021 年 4 月 1 日 ~ 2023 年 3 月 31 日
研究課題名：芸術に現れる美の歴史的、数理的、データサイエンス的解釈とその相互
関係の考察
研究代表者

9-3. 科学雑誌執筆

- (a) 小木曾 岳義, Homaloidal 多項式の極化に付随する局所関数等式, 第 56 回実関数
論・関数解析合同シンポジウム講演集 (2017), 83–100.
- (b) 小木曾 岳義, Conway-Coxeter Frieze を用いた有理絡み目図式の Kauffman
bracket 多項式の計算レシピ, 研究集会「結び目の数学 X」報告集 (2018), 91–108.

- (c) 小木曾岳義, 連分数とその q -変形から見える数学
表現論シンポジウム 2022 報告集 (2022), 93–114.

高山 晴子 (NISHI Haruko)

1. 研究概要

曲面上の錐状特異点付きユークリッド構造のモジュライ空間およびタイヒミュラー空間の幾何とトポロジーについての研究を行った。曲面上の錐状特異点付きユークリッド構造の錐状特異点の個数と錐状特異点における錐角はガウス-ボンネの定理により関係付けられ、それぞれのデータを固定したときの曲面上の錐状特異点付きユークリッド構造は、自然に曲面上の複素構造を誘導する。逆に点付きリーマン面と、ガウス-ボンネの公式を満たす任意のデータに対し、それが錐状特異点の錐角となる曲面上の錐状特異点付きユークリッド構造が、相似類を除いて一意に定まることが Troyanov の結果により知られている。したがって、リーマン面のモジュライ空間を曲面上の錐状特異点付きユークリッド構造のモジュライ空間と同一視することによりその幾何構造が考えられるが、錐状特異点の錐角データはその幾何構造の変形パラメータとなることを、超楕円曲線の場合に以前大鹿健一氏（大阪大学）との共同研究で得た。本年度は引き続きこの幾何構造を定める錐状特異点の錐角データ空間の幾何構造について研究を行った。

I have been studying the geometric structures on the Teichmüller space. Especially I am interested in treating the Teichmüller space as the moduli space of Euclidean cone structures on the Riemann surface with marked points to obtain a new geometric structure and to investigate its properties, which I expect leads to the study of topological dynamics on the Teichmüller space.

I have obtained certain geometric structures on the Teichmüller space of hyperelliptic curves using an isomorphism with the space of marked Euclidean cone structures on the 2-sphere, which can be regarded as the complex version of the the space of marked Euclidean cone structures on the 2-sphere with area form. I have worked on a geometric structure of the space of cone angles of the cone singularities of the surface, which determines the geometric structures of the moduli space.

4. 講義

- (a) 微分積分学 I A : 微分積分学 (紀尾井町数学科 1 年生, 必修科目)
- (b) 微分積分学 I B : 微分積分学 (紀尾井町数学科 1 年生, 必修科目)
- (c) 幾何学 : 曲線・曲面論 (紀尾井町数学科 2 年生, 選択科目)
- (d) 幾何学続論 II A : 微分形式 (紀尾井町数学科 3, 4 年生, 選択科目)
- (e) 幾何学続論 II B : 多様体論 (紀尾井町数学科 3, 4 年生, 選択科目)

- (f) 数学セミナー：コンピュータ幾何, 結び目理論, なわばりの数理モデル（紀尾井町数学科 4 年生, 必修科目）

9. その他

9-1. 科研費等の外部資金獲得

- (a) 研究種目：日本学術振興会科学研究費 基盤研究（C）（課題番号 17K05225）

研究期間：2017 年 4 月 ～ 2025 年 3 月

研究課題名：曲面上の錐状特異点付きユークリッド構造のモジュライ空間の幾何とトポロジー

研究代表者

9-2. 対外活動

- (a) 日本数学会会員

土屋 高宏 (TSUCHIYA Takahiro)

1. 研究概要

- (1) バケットソートを変形したソーティング・アルゴリズムに現れる離散型確率分布について研究している. このソーティングの過程で, ある規則性を持つ数が現れる. その数に関する離散型確率分布を Eulerian 分布と呼ぶ. 特に, 欠番がある場合の Eulerian 分布とそのモーメントの導出を試みている.
- (2) Eulerian 分布は離散型確率分布であるが, 連続型一様分布にしたがう確率変数の和の分布と関連するため, 正規分布の近似が通常の漸近展開で非常に良い精度で得られる. このことを利用して, 良質な疑似正規乱数を効率的に生成するアルゴリズムを考案している. 特に, 分布の裾領域における乱数を生成するためのアルゴリズムについて研究し, その理論的背景を明らかにしていく.

- (1) I have been studying a discrete distribution induced by the sorting algorithm of modified bucket sort. The systematic numbers appear in this sorting process. The discrete probability distribution for the numbers is called Eulerian distribution. In particular, I attempt to derive the Eulerian distribution with some missing numbers and the moment.
- (2) Although the Eulerian distribution is a discrete probability distribution, it is related to the distribution of the sum of random variables from the continuous uniform distribution, so that the approximation to the normal distribution can be obtained with good accuracy in the usual asymptotic expansion. Using this fact, we have devised an algorithm to efficiently generate high quality pseudo-normal random numbers. In particular, we study algorithms to generate random numbers in the tail region of the distribution and clarify the theoretical background.

2. 発表論文

- [1] 中村 永友, 土屋 高宏, 二項分布からの正規乱数生成, 札幌学院大学, 総合研究所紀要, 第 5 巻, 2018, 1–6.
- [2] 中村 永友, 土屋 高宏, 一変量確率分布における複峰性とクラスター分割基準, 札幌学院大学, 総合研究所紀要, 第 6 巻, 2019, 1–6.
- [3] 杉山高一, 藤越康祝監修, R・Python による統計データ科学, 分担執筆 (担当範囲: 3 章 37–49, 5 章 68–100, 7 章 125–134), 勉誠出版, 2020.

- [4] 中村 永友, 土屋 高宏, 疑似的な一様乱数とベータ分布, 札幌学院大学, 総合研究所紀要, 第 8 巻, 2021, 57–65.
- [5] 中村 永友, 土屋 高宏, 2 項分布の成功確率と連動する正規近似補正について, 札幌学院大学, 総合研究所紀要, 第 9 巻, 2022, 65–70.
- [6] 中村 永友, 土屋 高宏, 一様乱数列生成のためのベータ分布を基礎とする点列, 札幌学院大学, 総合研究所紀要, 第 10 巻, 2023, 1–8.
- [7] 中村 永友, 土屋 高宏, 疑似乱数の一様性の尤度による評価, 札幌学院大学, 総合研究所紀要, 第 11 巻, 2024, 1–7.

3. 口頭発表

- (1) 欠番のあるデータの並べ替えアルゴリズムに現れる離散型確率分布, 日本計算機統計学会, 第 32 回大会, 山口大学, 2018 年 5 月 27 日, with 中村 永友.
- (2) データの並べ替えから導かれる離散確率分布 ~ オイラリアン分布の導出と一般化 ~, パーティクルフィルタ研究会, 帯広畜産大学, 2019 年 8 月 9 日, with 中村 永友.
- (3) オイラリアン分布と高速正規乱数の生成, パーティクルフィルタ研究会, 帯広畜産大学, 2019 年 8 月 9 日, with 中村 永友.

4. 講義

- (a) 微分積分学 II : 多変数関数の微分積分 (紀尾井町数学科 2 年生, 必修科目)
- (b) コンピュータによる統計 : Excel を用いた統計データの整理・要約とデータ解析 (紀尾井町数学科 2 年生, 選択科目)
- (c) 統計数学 I : 確率と確率分布 (坂戸・紀尾井町数学科 2 年生, 選択科目)
- (d) 統計数学 II : 極限定理と統計的推測 (坂戸・紀尾井町数学科 2 年生, 選択科目)
- (e) 統計数学続論 A : 統計的推測理論 (紀尾井町数学科 3 年生, 選択科目)
- (f) 統計数学続論 B : 線形モデルと情報量規準 (紀尾井町数学科 3 年生, 選択科目)
- (g) 数学セミナー : 確率分布論と統計的推測理論 (紀尾井町数学科 4 年生, 必修科目)
- (h) 数学講究 I : 非線形多変量解析とその周辺 (理学研究科数学専攻, 必修科目)
- (i) 数学論文研修 : サポートベクター回帰 (理学研究科数学専攻, 必修科目)
- (j) 社会数理特論 II : 重回帰分析とその周辺 (理学研究科数学専攻, 選択科目)

6. 対外研究サービス

- (a) 2018 年度統計関連学会連合大会運営委員
- (b) 2019 年度統計関連学会連合大会運営委員

9. その他

9-1. 科研費等の外部資金獲得

- (a) 研究種目：情報・システム研究機構，統計数理研究所，共同利用研究，課題番号：
30-共研-2065，一般研究 2
研究期間：2018 年 4 月 ～ 2019 年 3 月
研究課題名：離散型確率分布と連続型確率分布の接点に関する基礎的研究
研究代表者
- (b) 研究種目：情報・システム研究機構，統計数理研究所，共同利用研究，課題番号：
2019-ISMCRP-2041
研究期間：2019 年 4 月 ～ 2020 年 3 月
研究課題名：離散型確率分布と連続型確率分布の接点に関する基礎的研究
研究代表者
- (c) 研究種目：情報・システム研究機構，統計数理研究所，共同利用研究，課題番号：
2020-ISMCRP-2045
研究期間：2020 年 4 月 ～ 2021 年 3 月
研究課題名：高速な正規乱数生成のための離散型確率分布の研究
研究代表者
- (d) 研究種目：情報・システム研究機構，統計数理研究所，共同利用研究，課題番号：
2021-ISMCRP-2044
研究期間：2021 年 4 月 ～ 2022 年 3 月
研究課題名：高速な正規乱数生成のための離散型確率分布の研究
研究代表者
- (e) 研究種目：情報・システム研究機構，統計数理研究所，共同利用研究，課題番号：
2022-ISMCRP-2035
研究期間：2022 年 4 月 ～ 2023 年 3 月
研究課題名：高速な正規乱数生成のための離散型確率分布の研究
研究代表者
- (f) 研究種目：情報・システム研究機構，統計数理研究所，共同利用研究，課題番号：
2023-ISMCRP-2036
研究期間：2023 年 4 月 ～ 2024 年 3 月
研究課題名：統計的な疑似一様乱数の性質に関する研究
研究代表者

中村 俊子 (NAKAMURA Toshiko)

1. 研究概要

非線形偏微分方程式, とりわけ放物型方程式が主な研究対象である. これらの方程式の解の定性的性質や漸近挙動などを力学系の視点から調べることに興味を持っている. 最近, 以下のような研究を行っている:

- (a) 保存則が成り立つ順序保存力学系について, 平衡点の存在や安定性および軌道の漸近挙動を調べ, 得られた結果を分子モーターモデルや可逆化学反応モデルなど, 保存量をもつ放物型方程式の数学解析に応用した.
- (b) 時間に依存した係数を持つランチェスタ型モデルについて, 解の定性的性質とともに時間的ふるまいを調べ初期値との関係を明らかにした.
- (c) 協調系やロトカ・ボルテラ型競合系の拡散方程式系や格子力学系に対し, 進行フロント波の存在や安定性と一意性, 進行方向についての研究を行った.

The main subject of my research is nonlinear partial differential equations, particularly those of the parabolic type. I am interested in studying qualitative properties and the asymptotic behavior of solutions from the point of view of dynamical systems. My recent works are the following:

- (a) We study the existence and stability of equilibrium solutions (or time-periodic solutions) as well as the dynamics of solutions for parabolic equations with mass conservation from the point of view of order-preserving dynamical systems. We also apply our results to the mathematical analysis of reversible chemical reaction models or molecular motor models, and so on.
- (b) We dealt with Lanchester-type models with time-dependent coefficients and study the qualitative properties of solutions and the relation between the behavior of solutions and their initial data.
- (c) We consider cooperative systems and Lotka-Volterra competition systems of diffusion equations or lattice dynamics and study the existence, stability, uniqueness and the sign of speed of travelling front solutions.

2. 発表論文

- [1] T. Ogiwara and H. Usami, On the behavior of solutions for Lanchester square-law models with time-dependent coefficients, Josai Mathematical Monographs

- 11 (2018), 15–26.
- [2] J.-S. Guo, K.-I. Nakamura, T. Ogiwara and C.-C. Wu, Stability and uniqueness of traveling waves for a discrete bistable 3-species competition system, *J. Math. Anal. Appl.* **472** (2019), 1534–1550.
 - [3] 中村 俊子, 紀藤 優太, (報告) 数学科サイト上の数式処理ソフト Maple 活用教材のリニューアル, *城西情報科学研究* **26** (2019), 23–29.
 - [4] J.-S. Guo, K.-I. Nakamura, T. Ogiwara and C.-H. Wu, The sign of traveling wave speed in bistable dynamics, *Discrete Contin. Dyn. Syst. Ser. A* **40** (2020), 3451–3466.
 - [5] T. Ito, T. Ogiwara and H. Usami, Asymptotic properties of solutions of a Lanchester-type model, *Differ. Equ. Appl.* **12** (2020), 1–12.
 - [6] T. Ogiwara, D. Hilhorst and H. Matano, Convergence and structure theorems for order-preserving dynamical systems with mass conservation, *Discrete Contin. Dyn. Syst. Ser. A* **40** (2020), 3883–3907.
 - [7] J.-S. Guo, K.-I. Nakamura, T. Ogiwara and C.-C. Wu, Traveling wave solutions for a predator-prey system with two predators and one prey, *Nonlinear Anal. Real World Appl.* **54** (2020), 103111.
 - [8] 中村 俊子, (報告) 感染症モデルのコンピュータ実習 –数式処理ソフト Maple によるシミュレーション–, *城西情報科学研究* **29** (2022), 8–14.
 - [9] Y. Morita, K.-I. Nakamura and T. Ogiwara, Front propagation and blocking for the competition-diffusion system in a domain of half-lines with a junction, *Discrete Contin. Dyn. Syst. Ser. B* **28** (2023), 6345–6361.

3. 口頭発表

- (1) On the behavior of solutions for Lanchester square-law models with time-dependent coefficients, 芝浦工業大学における微分方程式セミナー, 芝浦工業大学, 2018 年 8 月.
- (2) 時間に依存した係数を持つ Deitchman モデルの解の挙動について, 2018 年度応用数学合同研究集会, 龍谷大学, 2018 年 12 月, with 桑山優希.
- (3) Asymptotic behavior of solutions for nonautonomous Lanchester type systems, NCTS 2019 Workshop on Applied Mathematics in Taichung, National Chung Hsing University (Taiwan), 2019 年 3 月.
- (4) 戦闘モデルに関連した非自励的 2 種競争系の解の挙動, 非線形現象の数理解析, 北

北海道大学, 2019 年 3 月.

- (5) ある 3 種 Lotka-Volterra 競争拡散系に現れる双安定進行波の伝播方向, 日本数学会 2021 年度年会, オンライン開催, 2021 年 3 月, with 日吉将大, 山崎貴史, 中村健一.
- (6) 星状グラフの分岐点における 2 種競争拡散系のフロント解の通過・停止, 日本応用数学会 2021 年度年会, オンライン開催, 2021 年 9 月, with 森田 善久, 中村 健一.
- (7) Front propagation and blocking of the competition-diffusion system in a domain of half-lines with a junction, 日本数学会 2021 年度秋季総合分科会, オンライン開催, 2021 年 9 月, with 中村 健一, 森田 善久.
- (8) 進行波の速度による Lotka - Volterra 2 種競争拡散系の強競争条件の分類, 日本数学会 2021 年度秋季総合分科会, オンライン開催, 2021 年 9 月, with 中村 健一, 森田 善久.
- (9) Convergence results for general cooperative systems with mass conservation, 非線形現象の数値シミュレーションと解析 2023, 北海道大学, 2023 年 3 月.

4. 講義

- (a) 微分積分学 IA : 1 変数関数の微積分 (坂戸数学科 1 年生, 必修科目)
- (b) 微分積分学 IB : 1 変数関数の微積分 (坂戸数学科 1 年生, 必修科目)
- (c) 数式処理による解析 : Maple による微積分 (坂戸数学科 2 年生, 選択科目)
- (d) アドヴァンストセミナー II : 教員採用試験過去問等を教材に用いたセミナー (坂戸数学科 3 年生, 選択科目)
- (e) 微分方程式論 A : 常微分方程式論 (坂戸数学科 3,4 年生, 選択科目)
- (f) 微分方程式論 B : 常微分方程式論と偏微分方程式論 (坂戸数学科 3,4 年生, 選択科目)
- (g) 数学セミナー : 微分方程式とその応用 (坂戸数学科 4 年生, 必修科目)
- (h) 解析学特論 II : 変分法 (理学研究科数学専攻, 選択科目)
- (i) 数学講究 II : 微分方程式の定性的理論 (理学研究科数学専攻 2 年生, 必修科目)
- (j) 数学論文研修 : 微分方程式の定性的理論 (理学研究科数学専攻, 必修科目)

5. 修士論文

- (1) 高橋 佑希 (TAKAHASHI Yuki), メトリックグラフ上の区分的線形関数を非線形項にもつ反応拡散方程式の平衡解 (Equilibrium solutions for reaction-diffusion equations with piecewise linear bistable nonlinearity on a metric graph).

6. 対外研究サービス

- (a) Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics エディター (2022 年 ~)
- (b) 日本数学会関東支部全国区代議員 (評議員) (2020 年度)
- (c) 日本数学会応用数学研究奨励賞 書類審査員 (2020 年度)
- (d) 日本数学会応用数学研究奨励賞 口頭発表評価委員 (2018 年度)
- (e) 北陸応用数理研究会 2021 (2021 年 2 月 16 日 ~ 17 日, 石川県政記念しいのき迎賓館) 世話人
- (f) 北陸応用数理研究会 2022 (2022 年 3 月 17 日 ~ 19 日, 石川県政記念しいのき迎賓館) 世話人
- (g) 北陸応用数理研究会 2023 (2023 年 3 月 23 日 ~ 25 日, 石川県政記念しいのき迎賓館) 世話人
- (h) 2024 年度数学教育学会春季年会「シンポジウム 2030 年代の数学教育」(2024 年 3 月 18 日, 大阪公立大学杉本キャンパス) パネリスト
- (i) 数式処理ソフト Maple 活用教材の開発と公開 (2003 年 ~)
「Maple 入門」 <https://www.josai.ac.jp/~toshiko/maple/maple.html>

9. その他

9-1. 科研費等の外部資金獲得

- (a) 研究種目：日本学術振興会科学研究費 基盤研究 (C) (研究課題番号 15K04996)
研究期間：2015 年 4 月 ~ 2019 年 3 月
研究課題名：結晶表面におけるステップダイナミクスの数理解析・数値解析
研究分担者
- (b) 研究種目：日本学術振興会科学研究費 基盤研究 (C) (研究課題番号 18K03412)
研究期間：2018 年 4 月 ~ 2023 年 3 月
研究課題名：個体群動態モデルに現れる界面ダイナミクスの数理解析・数値解析
研究分担者
- (c) 研究種目：日本学術振興会科学研究費 基盤研究 (C) (研究課題番号 21K03368)
研究期間：2021 年 4 月 ~ 2024 年 3 月
研究課題名：メタ群集モデルの数理解析・数値解析による生物種の侵入制御可能性の探究
研究分担者
- (d) 研究種目：日本学術振興会科学研究費 基盤研究 (C) (研究課題番号 22K03418)

研究期間：2022 年 4 月 ～ 2025 年 3 月

研究課題名：比較定理を基軸に展開する生態系ネットワーク上の生物種の侵入・停留の数学解析

研究代表者

藤田 昌大 (FUJITA Masahiro)

1. 研究概要

粒子混相流のシミュレーションによって、粒子系自己組織化メカニズムの解明を目指している。これまでにメソスケール気液固混相流の数学モデルを開発し、それを離散化して粒子分散液の塗布乾燥プロセス・シミュレータとして実装した。

I am engaged in computer simulation of particulate flows to elucidate the mechanism of self-organization of particles. I have developed a mathematical model of mesoscale gas-liquid-solid three-phase flows. The model has been discretized and implemented as a simulator for coating-drying processes of suspensions.

2. 発表論文

- [1] S. Usune, T. Takahashi, M. Kubo, E. Shoji, T. Tsukada, O. Koike, R. Tatsumi, M. Fujita, T. Adschiri, Numerical Simulation of Structure Formation of Surface-modified Nanoparticles during Solvent Evaporation, *Journal of Chemical Engineering of Japan*, 52 (2019), 680–693.
- [2] S. Usune, M. Kubo, T. Tsukada, O. Koike, R. Tatsumi, M. Fujita, S. Takami, T. Adschiri, Numerical Simulations of Dispersion and Aggregation Behavior of Surface-modified Nanoparticles under Shear Flow, *Powder Technology*, 343 (2019), 113–121.
- [3] S. Usune, M. Ando, M. Kubo, T. Tsukada, K. Sugioka, O. Koike, R. Tatsumi, M. Fujita, S. Takami, T. Adschiri, Numerical simulation of dispersion and aggregation behavior of surface-modified nanoparticles in organic solvents, *Journal of Chemical Engineering of Japan*, 51 (2018), 492–500.

3. 口頭発表

- (1) 表面修飾ナノ粒子含有ナノフルイド液滴の拡張現象に及ぼす表面修飾鎖の影響, 第22回先端研究発表会・講演会要旨集, 宮城, 2020.7, with 大塚 俊輝, 久保 正樹, 庄司 衛太, 塚田 隆夫, 小池 修, 辰巳 怜.
- (2) 表面修飾ナノ粒子含有ナノフルイドのレオロジー特性と分散・凝集状態との相関, 日本マイクログラビティ応用学会第31回学術講演会要旨集, 宮城, 2019.10, with 久保 正樹, 豊田 慎一郎, 薄根 真, 庄司 衛太, 塚田 隆夫, 小池 修, 辰巳 怜, 阿尻 雅文.

- (3) せん断流中における表面修飾ナノ粒子含有ナノフルイドのレオロジー特性の数値解析, 化学工学会横浜大会講演要旨集, 神奈川, 2019.8, with 豊田 慎一郎, 薄根 真, 久保 正樹, 庄司 衛太, 塚田 隆夫, 小池 修, 辰巳 怜, 阿尻 雅文.
- (4) 溶媒蒸発に伴う表面修飾ナノ粒子系の構造形成に及ぼす溶媒と修飾鎖の影響の数値解析, 化学工学会第 84 回年会講演要旨集, 東京, 2019.3, with 薄根 真, 高橋 太郎, 久保 正樹, 庄司 衛太, 塚田 隆夫, 小池 修, 辰巳 怜, 阿尻 雅文.
- (5) せん断流中における表面修飾ナノ粒子の分散・凝集挙動に及ぼす粒子-平板間相互作用の影響に関する数値解析的検討, 2018 年度化学系学協会東北大会講演要旨集, 秋田, 2018.9, with 豊田 慎一郎, 薄根 真, 久保 正樹, 庄司 衛太, 塚田 隆夫, 小池 修, 辰巳 怜, 阿尻 雅文.
- (6) 高濃度ナノ粒子分散液の溶媒蒸発に伴うナノ粒子系構造形成過程の数値解析, 日本セラミックス協会第 31 回秋季シンポジウム講演要旨集, 名古屋, 2018.9, with 久保 正樹, 薄根 真, 高橋 太郎, 庄司 衛太, 塚田 隆夫, 小池 修, 辰巳 怜, 阿尻 雅文.
- (7) 溶媒蒸発に伴う表面修飾ナノ粒子の構造形成機構の数値解析, 第 55 回日本伝熱シンポジウム講演要旨集, 札幌, 2018.5, with 薄根 真, 高橋 太郎, 久保 正樹, 庄司 衛太, 塚田 隆夫, 小池 修, 辰巳 怜, 阿尻 雅文.

4. 講義

- (a) 計算科学 I : 流体力学の基礎 (紀尾井町数学科 1 年生, 選択科目)
- (b) 計算科学 II : 流体力学の基本方程式と数値計算法の基礎 (紀尾井町数学科 1 年生, 選択科目)
- (c) プログラミング I : Linux コマンド, vim エディタの使い方, FORTRAN によるプログラム作成 (紀尾井町数学科 2 年生, 選択科目)
- (d) プログラミング II : emacs エディタの使い方, C によるプログラム作成, OpenGL によるコンピュータ・グラフィクス (紀尾井町数学科 2 年生, 選択科目)
- (e) 応用数値解析 I : 移流拡散方程式に対する有限差分法と数値計算アルゴリズム (紀尾井町数学科 3 年生, 選択科目)
- (f) 応用数値解析 II : 移流拡散方程式の数値計算プログラム作成 (紀尾井町数学科 3 年生, 選択科目)
- (g) 数学セミナー : 数学と情報技術を利用した流れのシミュレーション・ソフトウェアの開発 (紀尾井町数学科 4 年生, 必修科目)

- (h) 数理科学特論 II：流体力学の英文教科書の輪講（理学研究科数学専攻，選択科目）
- (i) 連続体力学：流体力学の基礎，基本方程式，および数値計算法の基礎（東京理科大学理学部第一部物理学科 3 年生，選択科目）

9. その他

9-2. 対外活動

- (a)（社）日本航空宇宙学会 正会員
- (b)（社）日本機械学会 正会員
- (c)（社）化学工学会 正会員

9-3. 学内研究奨励金

- (a) 研究種目：城西大学学長所管研究奨励金
研究期間：2021 年度 ～ 2023 年度
研究課題名：新型コロナ流行防御のための情報・数理科学と社会経済システムのアプローチ
研究分担者

安田 英典 (YASUDA Hidenori)

1. 研究概要

- (1) 核融合, 超伝導発電などの工学分野に現れる数値シミュレーションのための計算スキームの構築および解析を行なっている.
 - (2) また, 相分離問題, 分散を伴う物理現象をモデル化した非線型双曲型方程式系の数値解析を行なっている.
 - (3) さらに, 社会に直接関わるものとしては, 医学分野の共同研究者とともに 新型コロナウイルス COVID-19 や高病原性インフルエンザ A/H5N1 について流行防御のためのシミュレーションを行っている.
- (1) The construction and analysis of numerical schemes that appear in the fields of nuclear fusion and superconducting power generation are being conducted.
 - (2) We are also working on simulation of non-linear hyperbolic equations for the physical phenomena of phase separation problems with dispersion.
 - (3) In addition, as directly related to society, we are conducting simulations for epidemic prevention of COVID-19 and highly pathogenic influenza A/H5N1 with collaborators in the field of medicine.

2. 発表論文

- [1] 安田英典, 現代社会の中の数理, プログラミング教育, 城西大学数学科数学教育紀要, 第 6 巻 (2 校地 10 周年号) (2023), 41–57.
- [2] Yasuda H, Ito F, Hanaki K, Suzuki K, COVID-19 pandemic vaccination strategies of early 2021 based on behavioral differences between residents of Tokyo and Osaka, Japan. Archives of Public Health, **80:180** (2022), <https://doi.org/10.1186/s1390-022-00933-z>.
- [3] Ito F, Yasuda H, Suzuki K, COVID-19 in the 23 wards of Tokyo from April 6th to June 14th, 2020. ADC Letter for Infectious Disease Control, **7(2)** (2020), 72–75.
- [4] Yasuda H, Kawachi S, Suzuki K. Simulation of leukopenia developed with influenza A/H5N1 and its recovery with treatment of antibody to influenza A/H5N1 virus. ADC Letter for Infectious Disease Control, **7(1)** (2020), 29–33.
- [5] 安田英典, 防御対策のためのインフルエンザの流行シミュレーション, シミュレーション, **38** (2019), 59–62.

3. 口頭発表

- (1) 感染症流行防御のためのシミュレーション, 日本学術会議安全工学シンポジウム 2020 講演予稿集, 2020 (ISSN1342-4432), 68–71, with 鈴木和男..
- (2) BBM 方程式の高精度解法の比較, 日本応用数理学会年会講演予稿集, 2019, 329–330.

4. 講義

- (a) コンピュータリテラシー I: 計算機導入教育 (紀尾井町数学科 1 年生, 選択科目)
- (b) プログラミング入門: プログラミング (紀尾井町数学科 1 年生, 選択科目)
- (c) フレッシュマンセミナー I: Unix と LaTeX, 集合の基礎 (紀尾井町数学科 1 年生, 必修科目)
- (d) フレッシュマンセミナー II: 論理とアルゴリズム, Scheme (紀尾井町数学科 1 年生, 必修科目)
- (e) 社会数理 II: 最適化問題 (紀尾井町数学科 1 年生, 選択科目)
- (f) 数式処理による解析: Python による微分積分 (紀尾井町数学科 2 年生, 選択科目)
- (g) 社会数理続論: 生物の進化と数理, ゲーム理論 (紀尾井町数学科 3 年生, 選択科目)
- (h) 数理モデル論 I: 力学系とモデリング (紀尾井町数学科 3 年生, 選択科目)
- (i) 数理モデル論 II: PDF とモデリング (紀尾井町数学科 3 年生, 選択科目)
- (j) 数学セミナー: Deep learning の数理とプログラミング (紀尾井町数学科 4 年生, 必修科目)

6. 対外研究サービス

- (a) 日本シミュレーション学会誌編集委員

柳 研二郎 (YANAGI Kenjiro)

1. 研究概要

$f(x)$ を $[a, b]$ 上で定義された凸関数とする．このときエルミート・アダマール不等式は次で与えられる．

$$f\left(\frac{a+b}{2}\right) \leq \frac{1}{b-a} \int_a^b f(x)dx = \int_0^1 f((1-t)a+tb)dt \leq \frac{f(a)+f(b)}{2}. \quad (1)$$

この不等式の応用として平均に係わる関係式が得られることが知られている．特に重み付き平均のうち、いくつかの平均は次で定義される． $0 \leq v \leq 1, a, b > 0$ とする．このとき重み付き算術平均は $a \nabla_v b = (1-v)a + vb$, 重み付き幾何平均は $a \sharp_v b = a^{1-v}b^v$, 重み付き調和平均は $a !_v b = ((1-v)a^{-1} + vb^{-1})^{-1}$ である．2016 年に Pal-Singh-Moslehian-Aujla は重み付き対数平均と他の重み付き平均との間の関係を示した．

$$a \sharp_v b \leq L_v(a, b) \leq a \nabla_v b, \quad (2)$$

ただし重み付き対数平均は次で定義される．

$$L_v(a, b) = \frac{1}{\log a - \log b} \left(\frac{1-v}{v} (a - a^{1-v}b^v) + \frac{v}{1-v} (a^{1-v}b^v - b) \right)$$

通常対数平均は $v = \frac{1}{2}$ のときで $L_{1/2}(a, b) = \frac{a-b}{\log a - \log b}$, ($a \neq b$) である．また次の性質をもつ． $L_{1/2}(a, a) = a$, $\lim_{v \rightarrow 0} L_v(a, b) = a$, $\lim_{v \rightarrow 1} L_v(a, b) = b$. (2) によって与えられる不等式はよく知られている次の関係を recover している．

$$\sqrt{ab} \leq \frac{a-b}{\log a - \log b} \leq \frac{a+b}{2}, \quad (a, b > 0).$$

Pal-Singh-Moslehian-Aujla は重み $v \in [0, 1]$ をもつエルミート・アダマール不等式を一般化して次の結果を得た．

$$f(a \nabla_v b) \leq C_{f,v}(a, b) \leq f(a) \nabla_v f(b), \quad (3)$$

ただし convex Riemann integrable function f , $a, b > 0$, $v \in [0, 1]$ に対して

$$\begin{aligned} & C_{f,v}(a, b) \\ &= \left(\int_0^1 f(a \nabla_{vt} b) dt \right) \nabla_v \left(\int_0^1 f((1-v)(b-a)t + a \nabla_v b) dt \right) \end{aligned}$$

初等的計算より (3) で与えられた不等式は (1) で表せる標準的エルミート・アダマール不等式を recover する．さらに 2020 年に Furuichi-Minculete は精密化されたエルミート・

アダマール不等式を用いて重み付き対数平均に対する拡張された不等式を与えた。このような背景の下で主として次のようにまとめられる精密化や拡張が得られた。

- (a) (1) の不等式にパラメータを導入することでさらなる精密化を求めた。
- (b) (1) の不等式を多変数に拡張した新しい不等式を求めた。
- (c) 多変数版の対数平均を新しく定義し、作用素平均に応用した。
- (d) 多変数版の identric 平均を新しく定義し、作用素平均に応用した。
- (e) エントロピーと相対エントロピーの新しい上界・下界を得た。

The inequalities on means attract many mathematicians for its developments. In 2016, Pal-Singh-Moslehian-Aujla introduced the weighted logarithmic mean and gave the relationship between other means as (2).

$$a \sharp_v b \leq L_v(a, b) \leq a \nabla_v b,$$

where the weighted geometric mean $a \sharp_v b = a^{1-v} b^v$, the weighted arithmetic mean $a \nabla_v b = (1-v)a + vb$ and the weighted logarithmic mean

$$L_v(a, b) = \frac{1}{\log a - \log b} \left(\frac{1-v}{v} (a - a^{1-v} b^v) + \frac{v}{1-v} (a^{1-v} b^v - b) \right)$$

for $a, b > 0$ and $v \in (0, 1)$. We easily find that $L_{1/2}(a, b) = \frac{a-b}{\log a - \log b}$, ($a \neq b$), with $L_{1/2}(a, a) = a$. This is the so-called logarithmic mean. We also find that $\lim_{v \rightarrow 0} L_v(a, b) = a$ and $\lim_{v \rightarrow 1} L_v(a, b) = b$. Thus the inequalities recover the well-known relations:

$$\sqrt{ab} \leq \frac{a-b}{\log a - \log b} \leq \frac{a+b}{2}, \quad (a, b > 0).$$

R.Pal et al. obtained the inequalities given in (3) which can be regarded as the generalization of the famous Hermite-Hadamard inequality with weight $v \in [0, 1]$:

$$f(a \nabla_v b) \leq C_{f,v}(a, b) \leq f(a) \nabla_v f(b),$$

where

$$\begin{aligned} & C_{f,v}(a, b) \\ &= \left(\int_0^1 f(a \nabla_{vt} b) dt \right) \nabla_v \left(\int_0^1 f((1-v)(b-a)t + a \nabla_v b) dt \right) \end{aligned}$$

for a convex Riemann integrable function, $a, b > 0$ and $v \in [0, 1]$. By elementary calculations, we find that the inequalities recover the standard Hermite-Hadamard inequalities:

$$f\left(\frac{a+b}{2}\right) \leq \frac{1}{b-a} \int_a^b f(t)dt \leq \frac{f(a)+f(b)}{2}.$$

In 2020, Furuichi-Minculete obtained refined Hermite-Hadamard inequality and gave the extended inequalities for weighted logarithmic mean. We gave the results written in above (a) - (e).

2. 発表論文

- [1] Kenjiro Yanagi, Refined Hermite-Hadamard inequality and its application, Linear and Nonlinear Analysis, 7(2021), 173-184.
- [2] Kenjiro Yanagi, エルミート・アダマール不等式の精密化とその応用, 数理解析研究所講究録, 2194(2021), 120-131.
- [3] Kenjiro Yanagi, Refined Hermite-Hadamard inequalities and some norm inequalities, Symmetry, 14(2022), 2522-1-9.
- [4] Kenjiro Yanagi, Refinements of bounds for entropy and relative entropy, Linear and Nonlinear Analysis, 8(2022)197-215.
- [5] Kenjiro Yanagi, N-variable logarithmic mean, Linear and Nonlinear Analysis, 8(2022), 249-253.
- [6] Shigeru Furuichi, Kenjiro Yanagi and Hamid Reza Moradi, Mathematical inequalities on some weighted means, Journal of Mathematical Inequality, 17(2023), 447-457.
- [7] Kenjiro Yanagi, エントロピー及び相対エントロピーの上界・下界の精密化とその応用, 数理解析研究所講究録, 2240(2023), 134-152.
- [8] Kenjiro Yanagi, Uncertainty relations represented by tracial or non-tracial positive linear maps, 数理解析研究所講究録, 2250(2023), 135-143.
- [9] Ismail Nikoufa and Kenjiro Yanagi, Generalized operator Shannon entropy and related operator inequalities, Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science, (2023), 1-6.
- [10] Kenjiro Yanagi, n variable logarithmic mean and n variable identric mean, Linear and Nonlinear Analysis, 9(2023), 25-32.

3. 口頭発表

- (1) On trace inequalities for generalized quasi-metric adjusted skew informations, 6th International Eurasian Conference on Mathematical Sciences and Applications(IECSA2017), Danubius Hotel Flamenco, Butapest, Hungary, 2017.8.15.
- (2) トレース不等式から見た不確定性関係 II, 研究集会「関数空間の深化とその周辺」, 京都大学数理解析研究所, 京都市, 2018.2.7.
- (3) Some kinds of uncertainty relations for generalized quasi-metric adjusted skew informations and their applications, The 7th International Conference on Non-linear Analysis and Optimization (NAO-Assia2018), Okinawa Institute of Science and Technology Graduate University (OIST) & ANA Intercontinental Manza Beach Resort, Okinawa, Japan, 2018.11.7.
- (4) Generalized quasi-metric adjusted skew information based uncertainty relations for quantum channels, International Workshop on Operator Theory and its Applications (IWOTA2019), University of Lisbon, Portugal, 2019.7.25.
- (5) Uncertainty relations represented by tracial positive linear maps, International Conference on Nonlinear Analysis and Convex Analysis and International Conference on Optimization: Techniques and Applications (NACA-ICOSTA2019), Future University Hakodate, Hakodate, 2019.8.27.
- (6) Uncertainty relations represented by tracial or non-tracial positive linear maps, 研究集会「関数空間とその周辺」, 京都大学数理解析研究所, 京都市, 2019.12.10.
- (7) エルミート・アダマール不等式の精密化とその応用, 研究集会「非線形解析学と凸解析学の研究」, Zoom 会議, 京都大学数理解析研究所, 京都市, 2021.3.2.
- (8) エントロピー及び相対エントロピーの上界・下界の精密化とその応用, 研究集会「非線形解析学と凸解析学の研究」, 京都大学数理解析研究所, 京都市, 2022.8.30.
- (9) N 型エルミート・アダマール不等式とノルム不等式への応用, 研究集会「作用素平均と関連する話題」, 京都大学数理解析研究所, 京都市, 2022.11.1.
- (10) Refined Hermite-Hadamard inequalities and their applications to some n variable means, 10th International Congress on Industrial and Applied Mathematics, 早稲田大学, 東京都新宿区, 2023.8.24.

4. 講義

- (a) アドヴァンストセミナー I: 教員採用試験の過去問の解答 (坂戸数学科 3,4 年生, 選択科目)
- (b) 数学研究 I: 古典情報理論を講義 (坂戸数学科 3,4 年生, 選択科目)

- (c) アドヴァンストセミナー II : 教員採用試験の過去問の解答 (坂戸数学科 3,4 年生, 選択科目)
- (d) 数学研究 II : 量子情報理論を講義 (坂戸数学科 3,4 年生, 選択科目)

6. 対外研究サービス

- (a) 工学系数学基礎教育研究会世話人
- (b) 大学数学基礎教育質保証改革推進委員会委員
- (c) 微分積分教科書の作成 : Standard Calculus, 大学教育出版, 2023.12.28 出版

9. その他

9-1. 科研費等の外部資金獲得

- (a) 研究種目 : 日本学術振興会科学研究費 基盤研究 (C) (課題番号 16K00975)
研究期間 : 2016 年度 ~ 2018 年度
研究課題名 : 新しい数学基礎教育のための Precalculus 教科書作成
研究分担者
- (b) 山口大学基金「名誉教授による研究プロジェクトに対する助成事業」
研究期間 : 2018 年度
研究課題名 : トレース不等式から見た不確定性関係の一般化とその応用
研究代表者
- (c) 研究種目 : 日本学術振興会科学研究費 基盤研究 (C) (課題番号 19K03525)
研究期間 : 2019 年度 ~ 2024 年度
研究課題名 : 不確定性関係を表す新しい不等式の構築とその応用についての研究
研究代表者

9-2. 対外活動

- (a) 日本数学会
- (b) アメリカ数学会
- (c) 日本電子情報通信学会
- (d) IEEE

山口 博 (YAMAGUCHI Hiroshi)

1. 研究概要

局所コンパクト可換群上の調和解析及び位相変換群上の測度のスペクトルの性質についての研究. また, 非可換コンパクト群上の調和解析についても研究している.

I have been studying Harmonic Analysis on Locally Compact Abelian Groups and measures on topological transformation groups. I am also interested in Harmonic Analysis on Noncommutative Compact Groups.

2. 発表論文

- [1] A Bochner type theorem on certain compact groups (accepted for publication in Hokkaido Math. J.).
- [2] Littlewood の conjecture をめぐって, 城西大学数学科数学教育紀要 第 6 巻, 令和 6 年 3 月.

3. 口頭発表

- (1) Littlewood の conjecture をめぐって, 城西大学数学科講演会, 2023 年 7 月.

4. 講義

- (a) フレッシュマンセミナー I: 論理, 集合, 複素数 (坂戸数学科 1 年生, 必修科目)
- (b) フレッシュマンセミナー II: 集合, 写像, 濃度 (坂戸数学科 1 年生, 必修科目)
- (c) 微分積分学 II: 2 変数関数の微積分 (坂戸数学科 2 年生, 必修科目)
- (d) 解析学: $\epsilon - \delta$ 論法による極限論 (坂戸数学科 2 年生, 選択科目)
- (e) 実解析 A: ルベーク測度 (坂戸数学科 3 年生, 選択科目)
- (f) 実解析 B: ルベーク積分 (坂戸数学科 3 年生, 選択科目)
- (g) 数学ゼミナール: 実解析 (坂戸数学科 4 年生, 必修科目)
- (h) 解析学特論 III: 関数解析学の基礎 (理学研究科数学専攻, 選択科目)

6. 対外研究サービス

- (a) Reviewer of Zentralblatt für Mathematik

池田 暁志 (IKEDA Akishi)

1. 研究概要

三角圏の安定性条件の空間とは, 超弦理論における D-ブレーンの安定性を記述するために導入された概念であり, Bridgeland により数学的に定式化されたものである. ミラー対称性によると, カラビ-ヤウ多様体 X 上の深谷圏の安定性条件の空間は, X の複素構造のモジュライ空間と対応があり, 安定性条件の空間の局所座標である中心電荷は X の周期を記述していると期待されている. この期待を実現するために, 安定性条件の空間の大域的な構造の決定や周期積分との関係性を簞の表現論や曲面の幾何学などを用いて調べている.

The space of stability conditions on a triangulated category was introduced in string theory to describe the stability of D-branes, and Bridgeland gave the mathematical definition of it. In the context of mirror symmetry, it is expected that the space of stability conditions on the Fukaya category of the Calabi-Yau manifold X corresponds to the moduli space of complex structures of X , and the local coordinates of the space of stability conditions, called the central charge, corresponds to periods of X . To establish these relationships, I studied the global structure of the space of stability conditions by using representation theory of quivers and geometry of surfaces.

2. 発表論文

- [1] A. Ikeda, Y. Qiu, q -Stability conditions via q -quadratic differentials for Calabi-Yau- $\mathbb{X}$ categories, to appear in *Memoirs of the AMS*.
- [2] A. Ikeda, Y. Qiu, q -Stability conditions on Calabi-Yau- $\mathbb{X}$ categories, *Compositio Mathematica* **159**(2023), 1347–1386.
- [3] A. Ikeda, T. Otani, Y. Shiraishi, A. Takahashi, A Frobenius manifold for ℓ -Kronecker quiver, *Letters in Mathematical Physics* **112**, Article number:14 (2022)
- [4] A. Ikeda, Mass growth of objects and categorical entropy, *Nagoya Mathematical Journal* **244**(2021), 136–157.
- [5] A. Ikeda, Homological and Monodromy Representations of Framed Braid Groups, *Communications in Mathematical Physics* **359**(2018), 1091–1121.

3. 口頭発表

- (1) Flat structures from generalized root systems of type A in genus zero, Workshop on Mirror symmetry and Related Topics Kyoto 2023, 京都大学, 2023 年 12 月 18 日.
- (2) Bimoulds, scrambling operators and singularly perturbed systems, 超局所解析と漸近解析における諸問題, 京都大学, 2023 年 11 月 9 日.
- (3) 位相的エントロピー vs 圏論的エントロピー (体積成長 vs 質量成長), 幾何学セミナー, 九州大学, 2023 年 7 月 21 日.
- (4) 場の理論の BV 複体による記述, ゲージ理論の BV-BRST 複体による記述, 繰り込みとベータ関数, 「Renormalization, Factorization Algebra and Mirror Symmetry」, KKR はこだて会議室, 2023 年 2 月 12, 13 日.
- (5) Calabi-Yau algebras and canonical bundles, Preprojective algebras and Calabi-Yau algebras Online School, 2022 年 3 月 3 日.
- (6) Arcs on surfaces vs modules over algebras, Infinite Analysis 21 Workshop Around Cluster Algebras, 2021 年 9 月 27 日.
- (7) Gentle 代数の 2 重次数付き Calabi-Yau 完備化と曲面の幾何学, 東京名古屋代数セミナー, オンライン形式, 2020 年 2 月 10 日.
- (8) On classification of simply-laced generalized root systems of type A via marked bordered surfaces, Mirror Symmetry and Related Topics, 2019, 京都大学, 2019 年 12 月 9 日-13 日.
- (9) quadratic differentials and q -stability conditions on CY- $\mathbb{X}$ categories, Workshop on quadratic differentials and q -stability conditions, 香川大学, 2019 年 7 月 12 日.
- (10) Bigraded Calabi-Yau completions of topological Fukaya categories and q -stability conditions, Interaction Between Algebraic Geometry and QFT, Moscow Institute of Physics and Technology (Russia), 2019 年 6 月 25 日.

4. 講義

- (a) 数学セミナー: Conway-Coxeter フリーズの数学 (坂戸数学科 4 年生, 必修科目)
- (b) 幾何学: 曲線論, 曲面論 (坂戸数学科 2 年生, 選択科目)
- (c) 幾何学続論 IA: 微分形式の基礎 (坂戸数学科 3 年生, 選択科目)
- (d) 幾何学続論 IB: 多様体の基礎 (坂戸数学科 3 年生, 選択科目)
- (e) アドヴァンストセミナー I: 各都道府県の教員採用試験の過去問を教材としてセミナーを実施 (坂戸数学科 3 年生, 選択科目)

- (f) 数学序論：高校の数学の微積分の復習 (坂戸数学科 1 年生, 関連科目)
- (g) 幾何学特論Ⅲ：情報幾何学の基礎 (理学研究科数学専攻, 選択科目)

9. その他

9-1. 科研費等の外部資金獲得

- (a) 研究種目：日本学術振興会科学研究費 基盤研究 (C) (課題番号 22K03294)
研究期間：2022 年度 ～ 2026 年度
研究課題名：周期と安定性条件の対応によるホモロジー的ミラー対称性の精密な理解
研究代表者
- (b) 研究種目：日本学術振興会科学研究費 基盤研究 (B) (課題番号 23H01068)
研究期間：2023 年度 ～ 2027 年度
研究課題名：原始型式の周期写像に付随するルート系とリー環
研究分担者

1. 研究概要

- (1) リー代数は量子論や統計力学などの物理学に幅広い応用をもつ歴史のある代数系である．超リー代数はリー代数を拡張した比較的新しい代数系で，相対性理論と量子論を結びつける超弦理論のモデルを記述したいという動機から発見された．私は，組合せ論的なアプローチによって，リー代数や超リー代数，関連するワイル群やヘッケ代数などの表現の解析を行い，種々の重要な不変量の数え上げアルゴリズム，既約表現の次元公式や分岐則や誘導則などの研究を行っている．
- (2) バイオメトリクスは，指紋，顔，虹彩，音声，筆記動作など，人間の身体的特徴や行動的特徴を用いて個人を特定する技術であり，カードのように紛失や盗難の心配がなく，パスワードのように忘れる心配がない便利な認証方式として，銀行の ATM や国境における出入国管理，住居建物の入退室などに広く利用されている．私は，暗号理論的あるいは符号理論的なアプローチによって，各種バイオメトリクス認証へのなりすまし攻撃に対するセキュリティ，生体特徴情報漏えい対策技術の開発や各種方式のセキュリティ評価の研究を行っている．
- (1) Lie algebras are well-known algebraic systems which have broad applications in physics such as the quantum theory or statistical mechanics. Lie superalgebras are brand-new algebraic systems which can be regarded as $(\mathbb{Z}/2\mathbb{Z})$ -graded Lie algebras and develop the super-string theory which connects theory of relativity and quantum theory. By using combinatorics-based approaches, I analyze representations of Lie algebras and Lie superalgebras, the related Weyl groups, and Hecke algebras. Moreover, I study dimension formulae, decomposition rules for restricted or induced representations, and efficient algorithms to calculate various related invariants.
- (2) Biometrics is a technology which authenticates an individual by using his physiological or behavioral characteristics such as fingerprints, faces, iris, voice, handwriting and so on. It has widely spread as a very user-friendly authentication technique, because, unlike passwords, PINs, or smart cards, biometric characteristics cannot be forgotten, misplaced, lost, or stolen. Recently, biometric authentication systems are used for various services, for example, the access control for a mobile phone and PC, the customer's authentication at a bank's ATM (automated tellers machine) terminal, the immigration control

at an airport, and so on. By using cryptographic and information-theoretic approach, I study security against presentation attacks and privacy leakage attacks to various biometric authentication systems.

2. 発表論文

- [1] 井沼学, 教育実習の講義実践報告, 城西大学教職課程センター紀要 第3号 (2019), 21–22.
- [2] 井沼学, 数学科教育法と数学科教材研究の講義実践報告, 城西大学教職課程センター紀要第3号 (2019), 27–30.

3. 口頭発表

- (1) バイオメトリクスと数学, 東京理科大学数学教育研究会平成30年度6月月例会, PORTA 神楽坂, Jun. 9, 2018.
- (2) バイオメトリクスと数学 (安全な社会を実現する数学), 平成30年度 MATH キャンプ<数理・探求・研究会 – 研究し MATH, 指導し MATH, 広げ MATH –>, 東京理科大学セミナーハウス, Sep. 15, 2018.

4. 講義

- (a) 数学序論: 平面・空間ベクトルの基礎, 線型代数学の入門 (紀尾井町数学科1年生, 選択科目)
- (b) 初等解析学: 微分積分学の入門 (紀尾井町数学科1年生, 選択科目)
- (c) 代数学基礎: 初等整数論. 整数論におけるオイラーの定理, 平方剰余 (紀尾井町数学科2年生, 必修科目)
- (d) 暗号理論: 暗号理論で用いる数学の基礎, RSA 暗号 (紀尾井町数学科3年生, 選択科目)
- (e) 符号理論: 線形符号の基礎. ハミング符号, リード・ソロモン符号 (紀尾井町数学科3年生, 選択科目)
- (f) 数学セミナー: 確率と乱数 (紀尾井町数学科4年生, 必修科目)

6. 対外研究サービス

- (a) ISO/IEC JTC1 SC37 WG5 国内委員会 委員 (2011年1月～)
- (b) ISO/IEC 30136 プロジェクトコエディタ (2014年1月～)

7. 受賞

- (a) 国際規格開発賞, ISO/IEC 30136:2018 発行におけるプロジェクトコエディタとしての貢献, 情報処理学会情報規格調査会, 2018 年 10 月 9 日.

中村 あかね (NAKAMURA Akane)

1. 研究概要

Painlevé 関数は、自励化極限として楕円関数となる特殊関数であり、数理物理などでも有用性が知られている。私は Painlevé 関数を高次元化した系の幾何学および線型問題や対称性を理解することを目指している。

The Painlevé functions are the special functions which degenerate to elliptic functions in the autonomous limits. They turned out to be useful in other fields such as mathematical physics. I am interested in understanding the geometry and their linear problems, symmetries of the higher-dimensional analogs of the Painlevé equations.

2. 発表論文

- [1] T. Mase, A. Nakamura, H. Sakai, Discrete Hamiltonians of discrete Painlevé equations, *Annales de la Faculté des sciences de Toulouse : Mathématiques, Série 6*, vol. 29, no. 5 (2020), 1251–1264.
- [2] A. Nakamura, E. Rains, Uniqueness of polarization for the autonomous 4-dimensional Painlevé-type systems, *IMRN* (2020),
<https://doi.org/10.1093/imrn/rnaa037>.
- [3] A. Nakamura, The Painlevé divisors of the autonomous 4-dimensional Painlevé-type equations, accepted to *RIMS Kôkyûroku Bessatsu*.
- [4] A. Nakamura, Autonomous limit of 4-dimensional Painlevé-type equations and degeneration of curves of genus two, *Annales de l'institut Fourier*, vol. 69, no. 2 (2019), 845–893.

3. 口頭発表

- (1) Genus two curves associated with the autonomous 4-dimensional Painlevé-type systems, Web-seminar on Painlevé Equations and related topics, 2021 年 9 月.
- (2) Nonlinear to linear- introduction to the Painlevé equations through elliptic/hyperelliptic functions, 幾何学セミナー, 早稲田大学, 2021 年 5 月.
- (3) Recovering a linear problem from a nonlinear problem, Representation Theory and Integrable Systems, ETH, スイス, 2019 年 8 月.

4. 講義

- (a) 線型代数学 IA：行列と行列式の初歩（紀尾井町数学科 1 年生, 必修科目）
- (b) 線型代数学 IB：行列と線型代数学の入門（紀尾井町数学科 1 年生, 必修科目）
- (c) 数学セミナー：初等整数論（紀尾井町数学科 4 年生, 必修科目）
- (d) 数学序論：平面・空間ベクトルおよび 1 次変換（紀尾井町数学科, 選択科目）
- (e) 初等解析学：初等関数および微分法の補習（紀尾井町数学科, 選択科目）

6. 対外研究サービス

- (a) 紀尾井町数理セミナー（於城西大学）世話人
- (b) RIMS 総合研究セミナー「一般化 Hitchin 系, 非可換幾何と特殊関数」副代表

9. その他

9-1. 科研費等の外部資金獲得

- (a) 研究種目：日本学術振興会科学研究費 若手研究（課題番号 20K14330）
研究期間：2020 年度 ～ 2023 年度
研究課題名：高次元パンルヴェ型方程式の非線型・線型対応に関する研究
研究代表者
- (b) 研究種目：日本学術振興会科学研究費 基盤研究 A（課題番号 23H00083）
研究期間：2023 年度 ～ 2028 年度
研究課題名：Differential geometry and integrable systems: exploiting new links
研究分担者

古川 勝久 (FURUKAWA Katsuhisa)

1. 研究概要

- (1) 射影空間 P^N 内の代数多様体に関して、ガウス写像・射影双対などの射影幾何的性質によりもたらされる幾何学を研究している。正標数への拡張も目的としており、その場合、一般的にはガウス写像のファイバー線型性が崩れ、標数零と同様な繊維面の構造を持つとは限らないことが知られる。このような特有の現象のもと、ガウス写像の分析のため収縮写像・拡張写像などの写像を導入し、それらの間の双対性を層論的に扱う方法を用いて、任意標数の射影多様体にガウス写像等の退化がどのような幾何構造を与えるかという問題に取り組んでいる。
 - (2) 射影空間 P^N 内の代数多様体 X について、その k -secant 多様体は、 X の k 個の点により張られる線型部分多様体の全体の和集合について Zariski 閉包を取ったものとして定義される。特に、 X が Veronese 埋込みのような基本的な多様体の場合について、こうした高階 secant 多様体を考えた場合の特異点集合について調査している。その構造を考察するうえで、ガウス写像を用いての解析が効果的であることがわかってきており、ガウス写像等による射影幾何学の応用として研究を進めている。
- (1) The main subject of my recent research is to study the structure of algebraic varieties in P^N derived from projective properties such as Gauss maps and projective duality over an algebraically closed field in any characteristic. The key ingredients are expanding maps and shrinking maps, which are related to the structure of general contact loci of projective varieties. I am investigating the case when general contact loci are non-linear as well as linear in positive characteristic.
 - (2) For a projective variety X in P^N , the k -secant variety $\sigma_k(X)$ is defined to be the closure of the union of k -planes in P^N spanned by k -points of X . It is well known that $\sigma_{k-1}(X)$ is contained in the singular locus of $\sigma_k(X)$. I study the case when X is some fundamental varieties such as the image of the Veronese embedding of P^n by using projective techniques with respect to an explicit calculation of the Gauss map of X and the projection from the incidence correspondence of $\sigma_k(X)$.

2. 発表論文

- [1] K. Furukawa and A. Ito, On separable higher Gauss maps, *Michigan Mathematical Journal* 68, (2019), 483–503.
- [2] K. Furukawa and A. Ito, A combinatorial description of dual defects of toric varieties, *Communications in Contemporary Mathematics* 23, (2021), 2050001-1–2050001-31.
- [3] K. Furukawa, Dimension of the space of conics on Fano hypersurfaces, *Journal of Pure and Applied Algebra* 226, Issue 6 (2022), 12 pages.

3. 口頭発表

- [1] Cubic hypersurfaces with positive dual defects, London-Tokyo Workshop In Birational Geometry, Imperial College London (UK), 2018 年 6 月.
- [2] Cubic hypersurfaces with positive dual defects, 代数幾何学城崎シンポジウム, 兵庫県立城崎大会議館, 2018 年 10 月.
- [3] Cubic hypersurfaces with positive dual defects, Workshop on Calabi-Yau Varieties and Related Topics, Hakodate Community Plaza G-Square, 2019 年 8 月.
- [4] Cubic hypersurfaces with positive dual defects, Lecture Series in Algebraic Geometry, Morningside Center of Mathematics, Chinese Academy of Sciences, 2019 年 9 月.
- [5] Cubic hypersurfaces with positive dual defects, 都の西北 代数幾何学シンポジウム, 早稲田大学理工学部, 2019 年 11 月.
- [6] On the singular loci of higher secant varieties of Veronese embeddings, Zoom Algebraic Geometry Seminar, Zoom, 2021 年 3 月.
- [7] On the singular loci of higher secant varieties of Veronese embeddings, 都の西北 代数幾何学シンポジウム, 早稲田大学理工学部 (オンライン), 2021 年 8 月.
- [8] Veronese 多様体の高階 secant 多様体の特異点について, 研究集会「代数幾何学とその周辺の話題」, 休暇村南阿蘇, 2023 年 9 月.
- [9] Singular loci and equations of higher secant varieties of Veronese embeddings, Niigata Algebra Symposium, 新潟大学理学部, 2023 年 12 月.
- [10] Veronese 多様体の高階 secant 多様体または対称テンソル空間の特異点と定義方程式系, 第 29 回沼津改め静岡研究会, 静岡大学理学部, 2024 年 3 月.

4. 講義

- (a) 計算機入門 I : LaTeX による数式と文書作成 (坂戸数学科 1 年生, 選択科目)
- (b) 代数学基礎 : ユークリッドの互除法, 整数における合同, 原始根 (坂戸数学科 2 年生, 必修科目)
- (c) 代数学 : 群, 対称群, 準同型と剰余群 (坂戸数学科 2 年生, 選択科目)
- (d) 代数学統論 IA : アフィン代数多様体, グレブナー基底のアルゴリズム (坂戸数学科 3 年生, 選択科目)
- (e) 代数学統論 IB : アイデアルの消去定理, 特異点 (坂戸数学科 3 年生, 選択科目)
- (f) 数学セミナー : 可換環論, グレブナー基底, 代数多様体論 (坂戸数学科 4 年生, 必修科目)
- (g) 代数学特論 IV : 代数多様体, グレブナー基底のアルゴリズム (理学研究科数学専攻, 選択科目)
- (h) 代数幾何学特論 A : 代数多様体論 (早稲田大学大学院・基幹理工学研究科, 選択科目)

9. その他

9-1. 科研費等の外部資金獲得

- (a) 研究種目 : 日本学術振興会科学研究費 特別研究員奨励費 (課題番号 16J00404)
研究期間 : 2016 年 4 月 ~ 2019 年 3 月
研究課題 : 任意標数の射影幾何と基本的射影多様体の特徴づけ
研究代表者
- (b) 研究種目 : 日本学術振興会科学研究費 基盤研究 (C) (一般) (課題番号 22K03236)
研究期間 : 2022 年 4 月 ~ 2026 年 3 月
研究課題 : 任意標数の射影幾何とその基本的代数多様体への応用
研究代表者

9-2. 学内研究奨励金

- (a) 研究種目 : 城西大学学長所管研究奨励金
研究期間 : 2020 年 4 月 1 日 ~ 2022 年 3 月 31 日
研究課題名 : カラビ・ヤウ多様体から現れる圏論的構造, 代数的構造, 幾何学的構造の相互関係の理解・解明
研究分担者

1. 研究概要

- (1) M -推定の標準的な漸近解析において, 弱収束と Yoshida (2011) の多項式型大偏差評価を組み合わせることにより, 推定量の漸近分布とモーメントの収束を導くことができる. 特に, モーメントの収束は, 理論統計において重要な役割を演じる. これまでに, Radchenko (2008) のような, 微分不可能で局所漸近二次構造を持つとは限らない統計的確率場に対して, 多重混合型の漸近解析を行った. 本研究により, 広く一般の正則化 M -推定量に対する, 非常に強い収束のための条件が確保された. また, 本研究は, 高頻度観測データを用いたエルゴード的拡散過程の正則化推定に適応可能である.
 - (2) SIR モデルや SEIR モデルは, 感染症の短期的な流行を決定論的に記述した微分方程式系である. しかしながら, 現実の感染拡大の様相は偶発的であり, 人口のダイナミクスをモデルで表現するためには, ランダムな変動を取り込む必要がある. 感染症データは一般的に, 離散的に高頻度観測されるとみなすことができ, ドリフト項に比べて拡散項の影響は小さいと仮定できるため, [5] では SEIR モデルに確率的に変動する項 (拡散項) を加えた, 微小拡散 SEIR モデルを考案した. また, パラメータの推定量の漸近分布を導出し, 統計解析ソフトウェア R を用いて人口動態の数値実験を行った.
-
- (1) In M -estimation under standard asymptotics, the weak convergence combined with the polynomial type large deviation estimate of the associated statistical random field Yoshida (2011) provides us with not only the asymptotic distribution of the associated M -estimator but also the convergence of its moments, the latter playing an important role in theoretical statistics. I study the above program for statistical random fields of multiple and also possibly mixed-rates type in the sense of Radchenko (2008) where the associated statistical random fields may be non-differentiable and may fail to be locally asymptotically quadratic. Consequently, a very strong mode of convergence of a wide range of regularized M -estimators is ensured. My studies are applied to regularized estimation of an ergodic diffusion observed at high frequency.
 - (2) The SIR and SEIR models, which are expressed by the differential equation,

describe the short time epidemic of infectious diseases deterministically. However, in real, the pattern of the infection spread is unintentionally, therefore we need to consider the random fluctuation to catch the dynamics of populations. Typically, infectious disease data are considered to be observed discretely and at high frequency, and the model is assumed that the effect of the diffusion term is smaller than that of the drift term. Therefore, in [5], I propose the small diffusion SEIR model and derive the asymptotic distribution of estimators, and simulate in software R in order to demonstrate my theory.

2. 発表論文

- [1] Y. Shimizu, Asymptotic behavior of regularized estimator under multiple and mixed-rates asymptotics, *Josai Mathematical Monographs* **11** (2018), 3–14.
- [2] 清水 優祐, データサイエンスのための統計教育とその効果 -統計解析ソフトウェア R を用いた授業の報告-, *城西情報科学研究* **26** (2019), 17–22.
- [3] Y. Umezu, Y. Shimizu, H. Masuda, Y. Ninomiya, AIC for the non-concave penalized likelihood method, *Annals of the Institute of Statistical Mathematics* **71** (2019), 247–274.
- [4] 清水優祐, 及川大知, 大木駿介, 中原健太, 奈良彩花, 橋本赳宏, 堀野尚之, 山口達也, Python によるコード実装について -公開講座と数学セミナーの報告-, *城西情報科学研究* **27** (2020), 8–43.
- [5] 清水優祐, 微小拡散 SEIR モデルのパラメータ推定, *日本応用数理学会論文誌* **31** (2021), 278–287.
- [6] 清水優祐, Python による音源分離 -情報数理体験講座 2021 の報告-, *城西情報科学研究* **29** (2022), 1–7.

3. 口頭発表

- (1) 高頻度データを用いた拡散パラメータの漸進推定手法の考案およびその実装, CREST・さきがけ・AIMaP 合同シンポジウム「数学パワーが世界を変える 2019」, 東京ガーデンパレス (東京), 2019 年 3 月, ポスター発表.
- (2) 確率微分方程式モデルの推定手法について, 第 2 回統計科学セミナー, 東京理科大学, 2020 年 11 月, 招待講演.
- (3) 微小拡散過程を用いた感染症数理モデルのパラメータ推定, 統計サマーセミナー

- 2022, フェニックス・シーガイア・リゾート（宮崎）＋オンライン, 2022 年 8 月.
- (4) 部分空間同定法を用いたカルマンフィルタによる時系列データの逐次予測, 第 25 回情報論的学習理論ワークショップ 2022 (IBIS2022), つくば国際会議場（茨城）, 2022 年 11 月, ポスター発表.
 - (5) 部分空間同定法を用いたカルマンフィルタによる時系列データの逐次予測, 第 17 回日本統計学会春季集会, 東京都立大学, 2023 年 3 月, ポスター発表.
 - (6) 拡散過程におけるロバストダイバージェンスを用いた推定, 2023 年度応用統計学会年会, 北海道大学, 2023 年 4 月, ポスター発表.

4. 講義

- (a) 統計数学 I : 確率と 1 次元確率分布（坂戸数学科 2 年生, 選択科目）
- (b) 統計数学 II : 多次元確率分布と点推定（坂戸数学科 2 年生, 選択科目）
- (c) コンピュータによる統計 : R, Excel, Python を用いた統計データの整理・要約とデータ解析（坂戸数学科 2 年生, 選択科目）
- (d) 数学セミナー : 統計的推論とプログラミング（坂戸数学科 4 年生, 必修科目）

2022 年度

- (e) 統計数学統論 A : 区間推定（坂戸数学科 3 年生, 選択科目）
- (f) 統計数学統論 B : 統計的仮説検定（坂戸数学科 3 年生, 選択科目）
- (g) 数学講究 II : 感染症の数理モデルと逐次推定論（理学研究科数学専攻, 必修科目）
- (h) 数学論文研修 : 確率微分方程式モデルと時系列モデルのプログラミング（理学研究科数学専攻, 必修科目）
- (i) 社会数理特論 III : Python によるデータ解析と機械学習（理学研究科数学専攻, 選択科目）

2023 年度

- (j) 統計数学特別講義 I : 区間推定（坂戸数学科 3 年生, 選択科目）
- (k) 統計数学特別講義 II : 統計的仮説検定（坂戸数学科 3 年生, 選択科目）
- (l) 実用アルゴリズム論 A : Python によるデータ解析と機械学習（坂戸数学科 3 年生, 選択科目）
- (m) 社会数理特論 I : 損害保険数理の理論とプログラミング（理学研究科数学専攻, 選択科目）

6. 対外研究サービス

- (a) CREST 研究課題「最先端的確率統計が開く大規模従属性モデリング」（研究代表者：吉田朋広 教授（東京大学））に研究者として参画（2015 年 4 月～）。
- (b) 統計サマーセミナー研究分担者（2015 年 8 月～）
- (c) 文部科学省教科用図書検定調査審議会専門委員（2020 年 4 月～）

9. その他

9-1. 科研費等の外部資金獲得

- (a) 研究種目：日本学術振興会科学研究費 若手研究（課題番号 18K18012）
研究期間：2018 年 4 月 ～ 2022 年 3 月
研究課題名：確率微分方程式モデルの正則化逐次推定手法の考案およびその実装
研究代表者
- (b) 研究種目：日本学術振興会科学研究費 若手研究（課題番号 23K16852）
研究期間：2023 年 4 月 ～ 2027 年 3 月
研究課題名：微小拡散過程で記述される感染症数理モデルの状態空間表現とその推定法の開発
研究代表者

9-2. 学内研究奨励金

- (a) 研究種目：城西大学学長所管研究奨励金
研究期間：2017 年 9 月 ～ 2019 年 3 月
研究課題名：逐次推定を用いた確率微分方程式モデルに対する新たな推定手法の考案および数値実験による実証
研究代表者
- (b) 研究種目：城西大学学長所管研究奨励金
研究期間：2021 年 9 月 ～ 2024 年 3 月
研究課題名：芸術に現れる美の歴史的、数理的、データサイエンス的解釈とその相互関係の考察
研究分担者
- (c) 研究種目：城西大学学長所管研究奨励金
研究期間：2021 年 9 月 ～ 2024 年 3 月
研究課題名：新型コロナ流行防御のための情報・数理科学と社会経済システムのア

ブローチ
研究分担者

9-3. 対外活動

- (a) 日本統計学会
- (b) 日本数学会
- (c) 日本アクチュアリー会（研究会員）
- (d) 日本応用数理学会

1.2 修士課程学生 (Master's Course Students)

岡本 一輝 (OKAMOTO Kazuki)

1. 指導教員：清水 優祐

2. 研究概要

近年世界中に流行し続けている COVID-19 は、私たちの生活に多大な影響を与えた。このような感染症の感染の拡がりを記述する数理モデルの代表例として、SIR モデルと SEIR モデルが知られている。本研究では、SEIR モデルをベースにして、COVID-19 の特徴を反映した常微分方程式型の数理モデルを考案し、日本のある自治体における COVID-19 の第 5 波の実データを用いた最小二乗法によるパラメータ推定を通して、モデルの妥当性を検証する。さらに、確率微分方程式型のモデルへ拡張し、推定量の漸近挙動を解明する。また、モンテカルロシミュレーションを行った結果を考察する。

COVID-19, which is going around throughout the world in recent years, has significantly affected our lives. The SIR model and the SEIR model are known as examples of mathematical model of such infectious diseases. In this study, based on the SEIR model, I propose a new ordinary differential equation-type model of infectious disease which takes in epidemiological characteristics of COVID-19. Also, I verify the validity of our model from the parameter estimation using least-squares method based on the fifth wave of COVID-19 in Japan. Moreover, I extend it to a stochastic differential equation-type model, and derive the asymptotic behaviors of the estimators. I conduct Monte Carlo experiments to illustrate the effectiveness of my proposed model.

4. 口頭発表

- (1) 微小拡散過程を用いた感染症数理モデルのパラメータ推定, 統計サマーセミナー 2022, フェニックス・シーガイア・リゾート (宮崎) + オンライン, 2022 年 8 月.

服部 祐哉 (Hattori Yuya)

1. 指導教員：中村 俊子

2. 研究概要

反応拡散方程式

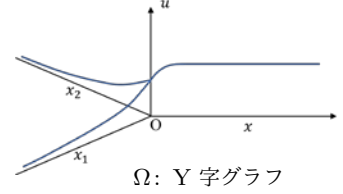
$$u_t = u_{xx} + f(u), \quad x \in \Omega, t > 0 \quad (1)$$

を考える．ここで， Ω は Y 字グラフで次の通り表す．

$$\Omega = \Omega_-^1 \cup \Omega_-^2 \cup \Omega_+ \cup \{0\}.$$

ただし，

$$\begin{aligned} \Omega_-^i &= \{x_i \in \mathbb{R} | x_i < 0\} \quad (i = 1, 2), \\ \Omega_+ &= \{x \in \mathbb{R} | x > 0\} \end{aligned}$$



とする．特に，原点 O においてキルヒホッフ型の接続条件

$$\begin{aligned} \lim_{\substack{x_1 \rightarrow -0 \\ x_1 \in \Omega_-^1}} u(x_1, t) &= \lim_{\substack{x_2 \rightarrow -0 \\ x_2 \in \Omega_-^2}} u(x_2, t) = \lim_{\substack{x \rightarrow +0 \\ x \in \Omega_+}} u(x, t), \\ \lim_{\substack{x_1 \rightarrow -0 \\ x_1 \in \Omega_-^1}} u_x(x_1, t) + \lim_{\substack{x_2 \rightarrow -0 \\ x_2 \in \Omega_-^2}} u_x(x_2, t) &= \lim_{\substack{x \rightarrow +0 \\ x \in \Omega_+}} u_x(x, t) \end{aligned}$$

を課すものとする．また，定数 $0 < a < 1$ に対し，非線形項 $f(u)$ は次で定まる区分的線形関数とする．

$$f(u) = \begin{cases} -u & (0 \leq u < a), \\ 0 & (u = a), \\ 1 - u & (a < u \leq 1). \end{cases}$$

修士論文では，反応拡散方程式 (1) に対し，

$$0 \leq u(x) \leq 1, \quad \lim_{\substack{x_1 \rightarrow -\infty \\ x_1 \in \Omega_-^1}} u(x_1, t) = \lim_{\substack{x_2 \rightarrow -\infty \\ x_2 \in \Omega_-^2}} u(x_2, t) = 0, \quad \lim_{\substack{x \rightarrow \infty \\ x \in \Omega_+}} u(x) = 1$$

を満たす平衡解 $u(x)$ の存在および非存在について論じるとともに，その具体形を求めた．

In my master's thesis, I dealt with a reaction-diffusion equation of the form

$$u_t = u_{xx} + f(u), \quad x \in \Omega, t > 0, \quad (4)$$

where Ω is a Y-shaped graph and $f(u)$ is a piecewise linear bistable function defined by

$$f(u) = \begin{cases} -u & (0 \leq u < a), \\ 0 & (u = a), \\ 1 - u & (a < u \leq 1) \end{cases}$$

with some constant $0 < a < 1$. I studied the existence of equilibrium solutions and presents exact equilibrium solutions for (4).

4. 口頭発表

- (1) Y 字グラフ上の区分的線形関数を非線形項にもつ反応拡散方程式の平衡解, 第 16 回応用数理研究会, 金沢大学サテライトプラザ, 8 月 26 日, 2022 年.

福島 雄哉 (FUKUSHIMA Yuya)

1. 指導教員: 小木曾 岳義

2. 研究概要

Ilke Canakci と Ralf Shiffler により双曲幾何と関連する Snake Graph が導入され, Cluster 代数などへの応用が考えられている. また, Kyongyun Lee と Ralf Shiffler によって有理絡み目への応用が考えられている. 有理絡み目は正則連分数と関連している. 一方, Sophie Morier-Genoud と Valentin Ovsienko は, 正則連分数を多角形の三角形分割と関連する Farey Boat という図形でとらえ, その図形に対応する分数の Farey 分解や負連分数展開を得るなど, 有理数の q -変形などへの応用が研究されている. この修士論文では, 独立に定義されたこの 2 つのグラフ, Snake Graph と Farey Boat について, 吉田歩氏の結果を改良して独自の方法により一方から他方を導く方法を発見した. さらに, 吉田歩氏の修士論文の中で扱われた Snake Graph の cut という操作について考察を行い, cut を規則的に無限回行った場合の対応する連分数の収束値を求めた.

Ilke Canakci and Ralf Shiffler introduced Snake Graph related to hyperbolic geometry. It has applications to Cluster algebras. Furthermore Kyongyun Lee and Ralf Shiffler considered its application to rational links. Rational links are related to regular continued fractions. On the other hand, Sophie Morier-Genoud and Valentin Ovsienko correspond regular continued fractions in the form of Farey Boats associated with polygonal divisions. For the thanks of Farey Boats, we can know the relation of regular expansion and negative expansion corresponding the fraction and we can apply them to q -deformation of rational numbers. In this master's thesis, I improve Ayumi Yoshida's results and apply two independently defined graphs, the Snake Graph and the Farey Boat, by improving Ayumi Yoshida's results and I have a recipe for matching these two independently defined graphs. In addition, I considered cut operation of Snake Graph introduced in the master's thesis of Ayumi Yoshida, and obtained the convergent value of the corresponding continued fraction when the cut was regularly performed infinite times.

梅宮 マオ (UMEMIYA Mao)

1. 指導教員: 土屋 高宏

2. 研究概要

新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) はコロナウイルス 2 (SARS-CoV-2) による感染症で, 世界的流行をもたらしている. 本論文では, このウイルスに関わる各種統計データに基づき, 各都道府県別の感染状況やワクチン接種率などを統計的モデル, 例えば, 線形重回帰モデル, B -スプライン非線形回帰モデル, ロジスティック回帰モデルを通して考察する. また, k -means 法を用いて各都道府県における感染状況の分類も試みる. さらに, 感染症の流行過程を記述するモデルとして有用な感染症数理モデルによる分析を行い, 各世代別の感染者数の予測や, 世代間の関連性について考究する. なお, 大量かつ高次元のデータを扱うことから, R や Maple などのソフトウェアや Python 言語を活用する.

COVID-19 is an infectious disease caused by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and has caused a pandemic. In this paper, we investigate the infection status and characteristics of each prefecture and transition of vaccination rates through statistical models, such as linear multiple regression models, B -spline nonlinear regression models and logistic regression models based on various statistical data related to this virus. We also attempt to classify the infection status in each prefecture using the k -means method. Furthermore, we estimate the number of infected persons in each generation and research the relationship between generations by using a mathematical model of infectious diseases, which is useful as a model to describe the epidemic process of infectious diseases. Since we deal with large-scale and high-dimensional data, we utilize the software such as R and Maple, and the Python programming language.

川内 陽平 (KAWAUCHI Yohei)

1. 指導教員: 清水 優祐

2. 研究概要

近年の計測・測定技術の発展により, 様々な時系列データの取得が容易になっている. そこで本研究では, カルマンフィルタのアルゴリズムに着目する. カルマンフィルタとは, 逐次的数値計算アルゴリズムの一つであり, 時系列モデルの最尤推定における数値計量的

な困難を回避することができる。さらに、時系列を表現するモデルをシステムモデルと観測モデルに分け、観測できない状態を構造に組み込む、状態空間モデルの推定問題も考える。AR モデルや MA モデルといった時系列モデルを状態空間モデルで表現することで、より複雑な時系列モデルを構成することができる。新たなデータの流入に対して、状態空間モデルの係数を部分空間同定法で推定しつつ、カルマンフィルタで状態及び時系列の予測を行う適応的なアルゴリズムを提案する。また、様々な設定で数値実験を行い、提案アルゴリズムの有効性を示す。

In recent years, the development of the measurement technology has made it easier to get various time-series data. In this study, I focus on the Kalman filter algorithm, which is one of the sequential algorithms and is possible to avoid numerical difficulties in maximum likelihood estimation of time series models. Moreover, I deal with the estimation of the state-space model. By expressing time series models such as AR models and MA models in state-space models, it is possible to make various time series models. I propose an adaptive sequential algorithm that predicts the state by making use of the Kalman filter, while estimating the parameters in the state-space model with the subspace identification method. I conduct some numerical experiments to illustrate the effectiveness of my proposed algorithm.

4. 口頭発表

- (1) 部分空間同定法を用いたカルマンフィルタによる時系列データの逐次予測, 第 25 回情報論的学習理論ワークショップ 2022 (IBIS2022), つくば国際会議場 (茨城), 2022 年 11 月, ポスター発表.
- (2) 部分空間同定法を用いたカルマンフィルタによる時系列データの逐次予測, 第 17 回日本統計学会春季集会, 東京都立大学, 2023 年 3 月, ポスター発表.

高橋 佑希 (TAKAHASHI Yuki)

1. 指導教員: 中村 俊子

2. 研究概要

反応拡散方程式

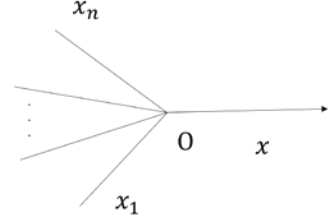
$$u_t = u_{xx} + f(u), \quad x \in \Omega, t > 0 \quad (1)$$

を考える．ここで， Ω は以下の通り表せるメトリックグラフとする．

$$\Omega = \left(\bigcup_{i=1}^n \Omega_-^i \right) \cup \Omega_+ \cup \{0\}.$$

ただし，

$$\begin{aligned} \Omega_-^i &= \{x_i \in \mathbb{R} | x_i < 0\} \quad (i = 1, 2, \dots, n), \\ \Omega_+ &= \{x \in \mathbb{R} | x > 0\} \end{aligned}$$



Ω の形状

とし，原点 O において Kirchhoff 型の接続条件

$$\begin{aligned} \lim_{\substack{x \rightarrow -0 \\ x \in \Omega_-^i}} u(x, t) &= \lim_{\substack{x \rightarrow +0 \\ x \in \Omega_+}} u(x, t) \quad (i = 1, 2, \dots, n), \\ \sum_{i=1}^n \lim_{\substack{x \rightarrow -0 \\ x \in \Omega_-^i}} u_x(x, t) &= \lim_{\substack{x \rightarrow +0 \\ x \in \Omega_+}} u_x(x, t) \end{aligned}$$

を課すものとする．また，定数 $0 < a < 1$ に対し，非線形項 $f(u)$ は次で定まる McKean 型とよばれる区分的線形関数とする．

$$f(u) = \begin{cases} -u & (0 \leq u < a), \\ 0 & (u = a), \\ 1 - u & (a < u \leq 1). \end{cases}$$

修士論文では，反応拡散方程式 (5) に対し，

$$0 \leq u(x) \leq 1, \quad \sum_{i=1}^n \lim_{\substack{x \rightarrow -0 \\ x \in \Omega_-^i}} u(x, t) = 0, \quad \lim_{\substack{x \rightarrow \infty \\ x \in \Omega_+}} u(x) = 1$$

を満たす平衡解 $u(x)$ の存在および非存在について論じた．

In my master's thesis, I was concerned with a reaction-diffusion equation of the form

$$u_t = u_{xx} + f(u), \quad x \in \Omega, t > 0, \quad (5)$$

where Ω is a metric graph and $f(u)$ is a piecewise linear function of McKean type defined by

$$f(u) = \begin{cases} -u & (0 \leq u < a), \\ 0 & (u = a), \\ 1 - u & (a < u \leq 1) \end{cases}$$

with some constant $0 < a < 1$. I studied the existence and nonexistence of equilibrium solutions for (5).

橋本 光 (HASHIMOTO Hikaru)

1. 指導教員: 土屋 高宏

2. 研究概要

線形・非線形多変量解析の研究を行っている。特に、サポートベクターマシンに基づく回帰分析法について考究した。

I have been studying linear and nonlinear multivariate analysis. In particular, I investigated regression analysis based on support vector machines.

2 学位取得者 (Graduate Degrees Conferred)

修士号取得者と論文題目

(Master of Mathematics: conferee, thesis title, and date)

岡本 一耀 (OKAMOTO Kazuki)

COVID-19 の数理モデルに対するパラメータ推定

Parameter estimation for mathematical models of COVID-19

Mar. 17, 2023

服部 祐哉 (HATTORI Yuya)

Y 字グラフ上の区分的線形関数を非線形項にもつ反応拡散方程式の平衡解

Equilibrium solutions for reaction-diffusion equations with piecewise linear bistable nonlinearity on a Y-shaped graph

Mar. 17, 2023

福島 雄哉 (FUKUSHIMA Yuya)

連分数に関連した Farey Boat と Snake graph の関係について

On relations between Farey Boats and Snake graphs related to continued fractions

Mar. 17, 2023

梅宮 マオ (UMEMIYA Mao)

COVID-19 感染流行に対する統計的モデルおよび感染症数理モデルによる考察

Research for COVID-19 epidemic via statistical models and mathematical models of infectious disease

Mar. 17, 2023

川内 陽平 (KAWAUCHI Yohei)

部分空間同定法によるカルマンフィルタを用いた逐次予測

Recursive forecasting of time series data using Kalman filter with subspace identifi-

cation method

Mar. 17, 2023

高橋 佑希 (TAKAHASHI Yuki)

メトリックグラフ上の区分的線形関数を非線形項にもつ反応拡散方程式の平衡解

Equilibrium solutions for reaction-diffusion equations with piecewise linear bistable nonlinearity on a metric graph

Mar. 18, 2024

4 研究集会, ワークショップ, 談話会, セミナー (Symposiums, Workshops, Colloquia and Seminars)

セミナー

紀尾井町数理セミナー

日 時 2022 年 12 月 10 日 (土) 10:30 ~ 17:00
 場 所 城西大学紀尾井町キャンパス (3 号棟 3 階 3303 教室)
 講 師 足利 正氏 (東北学院大学)
 題 目 リーマン面の普遍退化族とモジュライ写像
 問合せ先 中村 あかね

日 時 2023 年 5 月 27 日 (土) 10:30 ~ 17:00
 場 所 城西大学紀尾井町キャンパス (3 号棟 3 階 3303 教室)
 講 師 野海 正俊氏 (立教大学)
 題 目 Selberg 型の q 超幾何積分と楕円超幾何積分
 問合せ先 中村 あかね

日 時 2023 年 12 月 9 日 (土) 13:00 ~ 17:45
 場 所 城西大学紀尾井町キャンパス (3 号館 3 階 3303 教室)

プログラム

13:00–14:00 Javier Sanz (University of Valladolid, Spain)
 Ultraholomorphic classes in sectors: classical and new results
 14:15–15:15 Alberto Lastra (University of Alcala, Spain)
 Asymptotic approximation in q -difference equations
 in the complex domain
 15:30–16:30 Stephane Malek (University of Lille, France)
 Two seminal results on Gevrey asymptotics for partial
 differential equations
 16:45–17:45 Hidetaka Sakai (University of Tokyo)
 Linear q -difference equations and a q -analog of middle convolution
 問合せ先 中村 あかね

日 時	2023 年 3 月 27 日 (水) ~ 3 月 28 日 (木)
場 所	ZOOM を用いてオンライン開催
タイトル	Spectral network, exact WKB analysis and higher Teichmüller theory
世 話 人	池田 暁志 (城西大学)
プログラム	
3 月 27 日	
9:00–10:30	池田 暁志 (城西大学) 2d4d 壁越え構造と spectral cover (1)
11:00–12:30	岩木 耕平 (東京大学) 完全 WKB 解析と 2d4d 壁越え公式について (1)
13:30–15:00	桑垣 樹 (京都大学) WKB spectral network の構成について (1)
15:30–17:00	岩木 耕平 (東京大学) 完全 WKB 解析と 2d4d 壁越え公式について (2)
3 月 28 日	
9:00–10:30	池田 暁志 (城西大学) 2d4d 壁越え構造と spectral cover (2)
11:00–12:30	石橋 典 (東北大学) Geometry of the Fock-Goncharov-Shen's moduli space (1)
13:30–15:00	桑垣 樹 (京都大学) WKB spectral network の構成について (2)
15:30–17:00	石橋 典 (東北大学) Geometry of the Fock-Goncharov-Shen's moduli space (2)

城西大学大学院理学研究科研究業績集（数学専攻）第 25 号

2024 年 11 月 30 日 発行

編 集 城西大学大学院理学研究科 研究科長 見附 孝一郎

発 行 〒350-0295 埼玉県坂戸市けやき台 1-1
TEL (049) 286-2233 (代表)

編集委員 井沼 学 古川 勝久

印刷：株式会社 外 為 印 刷
東京都台東区浅草 2-28-31
TEL (03) 3844-3855