

凡例

ポスター発表者の情報を発表番号(発表者名のアルファベット順, 50音順)に掲載しております。(1)-(6)の項目はそれぞれ

- (1) 著者氏名及び所属(複数の場合は発表者に*を付与)
- (2) 発表者の所属(大学・大学院・研究科など)
- (3) 発表者の学年・役職
- (4) ポスター題目
- (5) ポスター概要
- (6) キーワード

を表しています。



1

- (1) *酒井 彰(さかい しょう, 筑波大学); 矢田 和善(やた かずよし, 筑波大学); 青嶋 誠(あおしま まこと, 筑波大学)
- (2) 筑波大学
- (3) D1
- (4) Exploring Principal Component Regression in High-Dimensional Data
- (5) 高次元小標本(HDLSS)データにおける回帰の不安定性に対し、本研究では主成分回帰(PCR)の各成分が目的変数に寄与するかを統計的に評価する仮説検定理論を構築した。強スパイク構造を前提にPCR係数の漸近分布を導出し、不要成分の除去と予測精度向上を両立する検定統計量を設計。さらに、Double Descent現象を考慮した次元最適化を検討している。
- (6) Instability; Lamb-Oseen Vortex; Linear Stability Analysis; Kelvin Waves, Windmill

2

- (1) 伊庭 滉基(いば こうき, 大阪大学)
- (2) 大阪大学大学院理学研究科
- (3) D2
- (4) Lévy 過程に対する処罰問題と条件付問題
- (5) 処罰問題とは、確率過程に「ある集合に(局所時間の意味で)行きづらくする」という条件をつけた際に元の確率過程がどのように振る舞いを変化させるのかを考える問題である。一方、条件付問題とは、確率過程に「ある集合に行かない」という条件をつけた際の振る舞いを考える問題である。当発表では、1次元 Lévy 過程に対する「有限点に行きづらくする処罰問題」と「有界集合に行かない条件付問題」を紹介する。
- (6) 確率論; 確率過程論; Lévy 過程; 極限挙動

3

- (1) *蓮井 太郎(はすい たらう, 九州大学マス・フォア・インダストリ研究所)
- (2) 九州大学マス・フォア・インダストリ研究所
- (3) PD
- (4) 暗号資産 XRP の取引データに対する位相的データ解析
- (5) 近年、投機対象として注目される暗号資産では、価格の急激な変動(バブル)のメカニズム解明が求められている。本発表では、この課題に対し、位相的データ解析(TDA)を用いたアプローチを提案する。具体的には、暗号資産 XRP の週間取引データから、送信元・送信先を頂点、取引量を辺の重みとする有向グラフを 221 週分構築した。この時系列グラフデータに TDA を適用することで、XRP の過去の 2 つのバブルの構造的な特徴を明らかにする。解析結果およびそこから示唆されるバブルの性質についてもあわせて報告する。本研究は白井朋之氏(九大 IMI)との共同研究による
- (6) 暗号資産; 位相的データ解析; パーシステントホモロジー; ベッチナンバー; 時系列グラフデータ; TDA

4

- (1) *小川 実里(おがわ みさと, お茶の水女子大学/理研 AIP); 久保 隆徹(くぼ たかゆき, お茶の水女子大学)
- (2) お茶の水女子大学大学院人間文化創成科学研究科
- (3) D1
- (4) 半群理論を用いた分布型遅延項をもつバーガーズ方程式の研究
- (5) バーガーズ方程式は、交通流の数理モデルとして知られる。バーガーズ方程式に遅延項を導入することで、運転手が周囲の混雑状況から判断し、車の速度を変えるまでのタイムラグを考慮した数理モデルとできる。車の速度を表す関数に遅延項を導入し、交通流の保存則に代入することにより、遅延項をもつバーガーズ方程式が得られる。特に、分布型遅延項は、指定した時間だけ過去から現在までの情報をすべて考慮する遅延項である。本ポスター発表では、分布型遅延項をもつバーガーズ方程式の時間大域解の存在と一意性、減衰評価について、半群理論を用いて得られた結果を紹介する。
- (6) 交通流の数理モデル、バーガーズ方程式、時間遅れ、時間大域解、減衰評価

5

- (1) Chen Yanhan (チン エンハン, 京都大学)
 - (2) 京都大学大学院理学研究科
 - (3) D2
 - (4) Characterizations of weighted infinitesimal relative boundedness of Schrödinger operators
 - (5) Relative boundedness plays a fundamental role in the study of Schrödinger operators through perturbation method. It provides a rigorous definition of Schrödinger semigroups and extends key properties of the Laplace operator to Schrödinger operators with potentials. In this work, we employ the Carleson condition, localization estimates, and capacity theory to characterize the infinitesimal relative boundedness of Schrödinger operators in weighted L^p spaces. Our results generalize the classical work of Maz'ya and Verbitsky.
 - (6) Schrödinger operators, Weighted estimates, capacity
-

6

- (1) * 鶴飼 直孝 (うかい なおたか, 千葉大学); 白川 健 (しらかわ けん, 千葉大学); 水野 大樹 (みずの だいき, 千葉大学); Harbir Antil (George Mason 大学)
 - (2) 千葉大学大学院融合理工学府
 - (3) D2
 - (4) 未知変数依存型エネルギー構造を伴う非線形問題の数理解析 ~画像工学・材料科学に現れる最小化過程~
 - (5) 本研究は、「画像工学」と「材料科学」という異なる分野に現れる数学的な共通構造に着目し、それらを包含する抽象数学理論の枠組みの構築を目的としている。具体的には、方位調整を考慮した白黒画像処理モデルと、結晶粒界運動を記述する数学モデルを対象としている。両者に共通する「エネルギー最小化」の観点から、一般型エネルギー汎関数を導入する。この汎関数は、各モデルで用いられるエネルギーの特性を包含しつつ、解析的安定性を確保するための平滑化項を加えた構成となっている。本発表では、この一般化されたエネルギー汎関数に基づく偏微分方程式系に対し、解の存在および時間発展に伴うエネルギー減衰に関する理論的成果を報告する。
 - (6) 白黒画像処理; 結晶粒界運動; 擬放物型勾配流; 非線形偏微分方程式; エネルギー最小化
-

7

- (1) 田中 仁一朗 (たなか じんいちろう, 大阪公立大学)

- (2) 大阪公立大学大学院理学研究科
 - (3) D3
 - (4) 2次元トロイダル群の Bott–Chern と Aeppli コホモロジーについて
 - (5) トロイダル群とは複素トーラスの一般化であり、複素ユークリッド空間 \mathbb{C}^n をある離散部分群で割った商として得られる。風間らの分類によれば、全ての $H_0^{p,q}(X, \mathcal{O})$ が有限次元になるトロイダル群をテータトロイダル群と呼ぶ。このテータトロイダル群は、ホッジ分解や $\partial\bar{\partial}$ 補題の成立という点で、コンパクトケーラー多様体と似た性質を持つ。そこで今回は、コンパクト多様体を扱う幾何で重要視されている Bott–Chern や Aeppli コホモロジーを通して、コンパクトでないがケーラーな 2次元テータトロイダル群を観察する。
 - (6) 複素幾何学; 複素可換 Lie 群; トロイダル群; 層のコホモロジー; Bott–Chern コホモロジー
-

8

- (1) 徳光 剛 (とくみつ ごう, 大阪大学)
 - (2) 大阪大学大学院理学研究科
 - (3) M2
 - (4) Limit theorems for the dynamic elephant random walks
 - (5) 本研究では、過去の記憶を持つ確率過程 Elephant Random Walk (ERW) およびその一般化である Dynamic Elephant Random Walk (DERW) の長時間挙動を解析する。記憶をもつ確率過程は、高分子化学や場の量子論など、物理学や化学の諸分野に応用されてきた。特に本研究では、優拡散領域における中心極限定理、重複対数の法則を導出し、揺動の精密な評価を与える。
 - (6) 確率論; エレファントランダムウォーク; 中心極限定理; 重複対数の法則
-

9

- (1) * 菅野美優 (かんの みゆう, 武蔵野大学); 松家 敬介 (まつやけいすけ, 武蔵野大学)
- (2) 武蔵野大学
- (3) M2
- (4) McKendrick による人口動態モデルの離散化
- (5) Kermack-McKendrick によって提案された連立の常微分方程式系による不可逆現象のモデルは、人口動態モデルに応用され、偏微分方程式による数値モデルが提案されている。連立の常微分方程式系をさらに時間方向にも離散化を行った。これによって得られた全離散のモデルを元にして、一つの全離散の人口動態モデルの構築につなげられることが期待される。本発表では、まず不可逆現象に対する全離散モデルとその解

の構造を紹介し、人口動態モデルへどのように応用できるかを議論したい。

(6) 偏微分方程式; 数理人口学; 離散化; 可積分系

10

(1) 鈴木 逢友 (すずき あゆ, 日本女子大学大学院)

(2) 日本女子大学大学院

(3) M2

(4) 等質カンドルの埋め込みとカンドル組

(5) カンドルは、結び目の不変量の研究の過程で導入された代数系であり、微分幾何学における重要な対象である対称空間とも深く関係している。このことからカンドルは結び目理論にとどまらず、代数的・幾何的構造を含むような枠組みとして広い意義をもつ。一般に数学の諸分野では、ある構造が別の構造にどのように埋め込めるかという「埋め込み問題」がしばしば考えられており、カンドルにおいても同様の観点から研究が進められてきた。本研究では、既知のカンドルの埋め込み理論を等質カンドルという非常に対称性の高いクラス、およびそれと深く関連するカンドル組の枠組みで表現できるかを検討し、さらに新たな埋め込みの定式化の可能性を考察する。

(6) カンドル; 埋め込み問題; 共役カンドル; カンドル組; 球面カンドル; コアカンドル

11

(1) *長棹 由真 (ながさお ゆま, 武蔵野大学大学院); 高石 武史 (たかいし たけし, 武蔵野大学)

(2) 武蔵野大学大学院工学研究科数理工学専攻

(3) M2

(4) き裂進展フェーズフィールドモデルの1次元断面解の安定性について

(5) Bourdin-Francfort-Marigo による、き裂進展フェーズフィールドモデルの勾配流型時間発展方程式における、1次元断面解の平衡解まわりの安定性について調べた。平衡解(き裂の無い解)が不安定化する条件を解析的に導出し、その条件で不安定化することを数値シミュレーションによって確認した。また、Ambrosio-Tortorelli によって導出された Mumford-Shah (画像の区分平滑化) の近似汎関数についても同様の方法で安定性について調べ、不安定化する条件を導出した。

(6) き裂進展; フェーズフィールド

12

(1) 溝口 史華 (みぞぐち ふみか, 大阪公立大学)

(2) 大阪公立大学 理学研究科 数学専攻

(3) D3

(4) クイバーから得られる可解リー代数とアインシュタイン計量

(5) 微分幾何学において、リー群がいつ特別な幾何構造を許容するかは重要な問題である。しかし、特別な幾何構造を許容するリー群の分類は一般に困難である。特に、可解リー群やその特別な場合である冪零リー群は分類が難しく、一般的な議論が困難である。そこで、クイバーから冪零や可解リー代数を構成するという新たな方法を考えた。クイバーとは、点と矢印を用いて表現される有向グラフの一種である。クイバーを用いることで、計算が比較的容易となる特徴を持つ。この方法によって得られたリー代数が特別な幾何構造を許容する条件とクイバーの組合せ的性質の関係について得られている結果を紹介する。

(6) 可解リー代数; 冪零リー代数; クイバー; アインシュタイン計量; リッチソリトン計量

13

(1) 平尾 和洋 (ひらお かずひろ, 京都大学)

(2) 京都大学

(3) D1

(4) Anisotropic L^p -maximal regularity estimates for a hypoelliptic operator

(5) We consider the maximal regularity of the Vlasov-Fokker-Planck equation $Au = \Delta_y u - y \cdot \nabla_x u = f$ in \mathbb{R}^{2d} . The operator A is an example of the Ornstein-Uhlenbeck operators. We prove the global L^q - L^p maximal estimates

$$\|\Delta_y u\|_{L_y^q L_x^p} + \| |\partial_x|^{2/3} u \|_{L_y^q L_x^p} \leq C \|Au\|_{L_y^q L_x^p} \quad (1)$$

for $p, q \in (1, \infty)$. This follows from analogous estimates for the Kolmogorov-Fokker-Planck operator $L = \partial_t - A$ in \mathbb{R}^{2d+1} .

(6) Global L^p -estimates; Hypoelliptic operators; Singular integrals

14

(1) *原田 健太郎 (はらだ けんたろう, 九州大学); 手老 篤史 (てろう あつし, 九州大学); 西上 幸範 (にしがみ ゆきのり, 北海道大学); 中垣 俊之 (なかがき としゆき, 北海道大学)

(2) 九州大学大学院数理学府

(3) M2

(4) アメーバの古典的条件付けの数理モデル

(5) 古典的条件付けとは、生物がある刺激と別の刺激を結びつけて学習するプロセスである。近年の研究により、単細胞生物のアメーバが電気刺激と科学刺激を結びつける条件付けをすることが報告されている。通常アメーバは電気刺激下で陰極側に移動する性質を持つ。一方で、電気刺激を与えながら、陽極側にペプチドを配置すると、電気刺激単体を与えても陽極側に移動するようになる。この仕組みを自律分散系のネットワークを用いて数理モデルを作成した。また、アメーバの動きを再現する運動方程式を立てた。数値解析の結果、条件付けを示すアメーバの動きを再現することができた。

(6) 数理生物学; 微分方程式; 数理モデル

15

(1) 新井 匠

(2) 京都大学

(3) D1

(4) Guillermou–Kashiwara–Schapira kernels of geodesic flows

(5) 多様体の余接束上のハミルトニアン isotopy ϕ が与えられると、それに付随して ϕ の層量子化と呼ばれる層 K_ϕ が自然に定義できる。Guillermou–Kashiwara–Schapira はある条件の下で K_ϕ の存在と一意性を証明したが、その証明での K_ϕ の構成は抽象的なものであった。この発表では、ハミルトニアン isotopy が球面または複素射影空間上の geodesic flow として与えられる場合に、層量子化 K_ϕ を「具体的に」構成する方法を解説する。

(6) シンプレクティック幾何学; 超局所層理論

16

(1) 折笠 俊一郎, 京都大学

(2) 京都大学大学院理学研究科

(3) D1

(4) Analysis of Contraction Mappings to the Complement of Closed Curves

(5) スカラー曲率の剛性に関する Llarull の定理に代表されるように、リーマン多様体のスカラー曲率と写像の dilation には深い関係がある。Gromov は「球面から閉部分集合を除いたときに剛性が破れるか?」という問題に関連して、閉曲線を除いた球面への縮小写像とスカラー曲率の関係についての問題を提起した。本発表では、ホロノミーと閉曲線を囲む曲面の面積 (安定ノルム) に関する条件のもとで、スカラー曲率に対する新たな評価を示す結果を紹介する。証明には、非コンパクト空間上の指数理論と Gromov–Lawson

の Plateau 問題に関する解析を組み合わせる手法が用いられる。

(6) スカラー曲率, 指数定理, 幾何学的測度論

17

(1) *石垣 智也 (いしがき ともや, 神戸大学); 貝野友祐 (かいの ゆうすけ, 神戸大学)

(2) 神戸大学大学院 海事科学研究科

(3) M2

(4) 微小拡散モデルの適応的仮説検定

(5) 微小拡散項をもつ確率微分方程式モデルのパラメータ検定問題について考える。Kawai and Uchida(2023) によりパラメータの適応的推定量および尤度比型検定統計量の漸近的性質が示されているが、Wald 型検定統計量や Rao 型検定統計量の漸近的性質については考えられていない。本研究では Wald 型および Rao 型検定統計量が帰無仮説のもとで χ^2 分布に分布収束することを示し、対立仮説の下で検定の一致性を持つことを確認した。さらに数値実験により各検定統計量の帰無仮説および対立仮説のもとでの挙動を検証した。

(6) 微小拡散モデル; 適応的仮説検定

18

(1) *田邊 悠人 (たなべ ゆうと, 九州大学大学院数理学府修士 2 年); Sebastián Elías Graiff Zurita (京都大学高等研究院); 梶原 健司 (かじわら けんじ, 九州大学マス・フォア・インダストリ研究所)

(2) 九州大学大学院数理学府

(3) M2

(4) 相似幾何における幾何学的特徴量を用いた美的形状の定量的評価

(5) 対数型美的曲線 (LAC) は工業意匠設計分野で開発された美的性を内蔵した平面曲線の族である。また、LAC はフェアリングエネルギーの変分原理による定式化や相似幾何における可積分変形に対する不変性など、数学的にもよい性質を持つ。本研究では、陶磁器の輪郭線のような実在する美的曲線と LAC を相似幾何における幾何学的特徴量によって比較し、美的性の定量的な評価指標の構築を目指す。本発表では、連続曲線と LAC のフェアリングエネルギーの比較アルゴリズムを提示する。具体的に、連続曲線の LAC による近似手法、連続曲線の相似幾何における離散近似手法、曲線のフェアリングエネルギーを計算する手法の 3 つについて発表する。

(6) (離散) 微分幾何; 可積分系; 美的形状; 工業意匠設計

19

- (1) *門脇 大我(かどわき たいが, 九州大学); 手老篤史(てろう あつし, 九州大学)
(2) 九州大学 マス・フォア・イノベーション連係学府
(3) M1
(4) 非線形移流拡散型マルコフ過程による血管狭窄の形成・治療に関する数理モデル
(5) 本研究では, 血管狭窄の進展と治療過程を, 新たに導入した非線形移流拡散型マルコフ過程に基づきシミュレーションした. 血管壁に沈着してプラークを形成する「形成粒子」と, それを除去する「破壊粒子」を導入し, 狭窄の進展と治療の両過程の再現を目指す. 粒子の上下左右の移動確率を拡散, 移流, およびポテンシャル場をもとに定義することで, 血管で移流・拡散する粒子を表すモデルを構築した. これは, 拡散律速凝集の拡張に対応し, 平均的な連続モデルでは捉えにくい確率的ゆらぎを記述可能とした. 本モデルは, 粒子を直接確率的に動作させるプラーク起因の血管狭窄モデルであり, プラークの形成や治療効果を統一的に扱う枠組みを提供する.
(6) 血管狭窄; プラーク; 非線形移流; 拡散; 粒子; マルコフ過程
-

20

- (1) 林 太郎(はやしたろう, 立命館大学); 伊藤 嘉秀(いとう かしゅう, 立命館大学); *中島 温哉(なかじま あつや, 立命館大学); 島原 溪夏(しまはら けいか, 立命館大学)
(2) 立命館大学理工学研究科基礎理工学専攻数理科学コース
(3) M1
(4) Subgroups of Projective Linear Group Realized by Galois Points with Wild Ramification
(5) We work over fields of positive characteristic and investigate linear representations of Galois groups arising from Galois points on hypersurfaces with wild ramification. Our study shows that these Galois groups lift to the general linear group, and we analyze their induced actions on vector spaces. Furthermore, we establish necessary and sufficient conditions under which subgroups of projective linear groups can be realized as Galois groups associated with wildly ramified Galois points.
(6) algebraic geometry; Galois point; wild ramification
-

21

- (1) *小林 伸達(こばやし のぶたつ, 東京理科大学); 太田 雅人(おおた まさひと, 東京理科大学)
(2) 東京理科大学
(3) D1
(4) Global well-posedness for a generalized Zakharov system in a higher energy space
(5) 本研究では一般化ザハロフ系の初期値境界値問題を考える. この方程式系は Hartree 型方程式の近似方程式となっており, 物理的にも興味深い対象である. 空間 3次元質量臨界における可解性は未だ知られておらず, 今回の結果は, エネルギー空間よりも高階のソボレフ空間において時間大域可解性を示した. フーリエ変換やコンパクト性の議論を用いない, 近似解列があるバナッハ空間上のコーシー列であることを示すことによって, 関数空間の完備性から解を構成した. また, 解の高階ソボレフノルムの増大度に関する結果も得ることができた.
(6) 分散型方程式; 初期値境界値問題; 適切性
-

22

- (1) *林 善道(はやし よしみち, 九州大学大学院数理学府); 手老 篤史(てろう あつし, 九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所)
(2) 九州大学大学院数理学府
(3) M1
(4) 局在化生物対流の数値シミュレーション
(5) これまでの先行研究において, 生物対流に関する様々な数理モデルが提案されてきたが, その大部分は流体力学に基づいた複雑なものである. しかし, 近年のレビュー論文では, 今後の生物対流研究で展望として, チューリング機構と流体力学を統合したハイブリッドモデルが示唆されている. 本研究では, その第一歩として, 流体力学に依存しない簡略化された生物対流の数値モデルを提案し, 数値シミュレーションを行うことを目的とする.
(6) 自己組織化; パターン形成; 非平衡開放系; 偏微分方程式
-

23

- (1) 楊 家宝(よう かほう, 武蔵野大学); 佐々木 多希子(ささき たきこ, 武蔵野大学)
(2) 武蔵野大学工学研究科
(3) D1
(4) 非平滑関数に対する確率的勾配降下法へのチェビシェフ法の適用と収束解析
(5) Ushiyama-Sato-Matsuo(2022) は, 常微分方程式の数値解析の観点からのアプローチによって,

従来の最適化理論では困難であった安定領域の拡大を実現する一段法(第9次Chebyshev法)を微分可能な関数を対象として提案していた. 本研究では, 非平滑な目的関数の最適化において, 確率的勾配降下法にChebyshev法を適用する手法を検討する. 安定性を維持しつつ, 収束速度の向上を図る最適化手法の構築を目指しており, さらに提案手法に関する理論的な収束解析を行い, その有効性を数値的に検証したいと考えている.

(6) 最適化; 数値解析; 非平滑関数; 非凸関数

24

(1) 坂本 裕樹(さかもと ひろき, 関西学院大学大学院)

(2) 関西学院大学大学院理工学研究科数理学専攻

(3) M1

(4) チューリング拡散異方性の強さによる三角形パターンの安定性の解析

(5) 生物の体表模様は, 拡散物質の相互作用を記述する反応拡散モデル, 特にチューリングの仕組みにより説明され, 二次元では縞やスポットが自発的に現れることが知られている. さらに, 拡散に流れの方向性による異方性を導入すると多様な模様が形成される. 我々は, 3方向に流れの強さが強調される異方性を導入すると周期的三角形パターンが形成されることを示してきた. 本研究では, この三角形パターンの安定性を議論する. 異方性の強さなどのパラメータを変えた数値計算により, 異方性の影響で得られた三角形パターンと縞パターンとの転移点を探究する. また, モデル方程式の断熱近似により導出される汎関数を用いて解析を行う.

(6) 反応拡散方程式; チューリングパターン; 定常解; 安定性解析; 汎関数

25

(1) 甲斐 涼哉(かいりょうや, 大阪公立大学)

(2) 大阪公立大学大学院理学研究科

(3) D3

(4) 不変量とカンドル

(5) 幾何学の基本的な目標は数学的対象の分類で, そのために対象の不変量が用いられる. カンドルは, 結び目の不変量として導入された代数系で, 対称空間論など様々な概念との関連が知られている. カンドルから結び目不変量を取り出すには, 具体的なカンドル, もしくは抽象的なカンドルの不変量を構成する必要がある. 今

回は, 発表者のこれまでの研究で得られた, カンドルの構成方法やカンドルの不変量を紹介する.
(6) トポロジー; 不変量; 結び目; 双曲幾何; 対称空間; カンドル

26

(1) 松本 洵(まつもと じゅん, 東京科学大学)

(2) 東京科学大学

(3) D3

(4) 特異点付きアファイン極大曲面の特別なクラスと極小曲面論との関係

(5) アファイン極大曲面とは, アファイン平均曲率が0である曲面で, ユークリッド空間内の極小曲面のアファイン微分幾何的類似物である. アファイン極大曲面には特異点が頻繁に表れる. 特異点付きのアファイン極大曲面はアファイン極大写像と呼ばれ, Weierstrass 型の複素表現公式をもつ. しかし, この表現公式は他の同様の表現公式をもつ曲面に比べて扱いが難しい. そこで本発表では, アファイン極大写像に対してアファイン極大面というサブクラスを定義し, 極小曲面論を用いて Osserman 型の不等式が成り立つことを示し, 極小曲面から得られるアファイン極大面の例を紹介する.

(6) アファイン極大曲面; 極小曲面; Osserman 型不等式; Gauss 写像; 特異点

27

(1) 高橋 慶多(たかはし けいた, 東京科学大学)

(2) 東京科学大学理学院数学コース

(3) D3

(4) ローレンツ多様体における完備性について

(5) 連結なリーマン多様体にはリーマン計量から自然に距離が定まり, その距離に関する完備性が測地的完備性などの複数の条件と同値になることは, Hopf-Rinow の定理として広く知られている. 一方, ローレンツ多様体では同様の方法で距離を定められないため, Beem は有限コンパクト性や時間的コーシー完備性など, Hopf-Rinow の定理に現れる各完備性に関する条件に対応する類似物を導入し, それらの同値性を示した. 本講演では, 計量が一般に C^1 級にしかならないローレンツ多様体や, それらを含む一般的な枠組みである Lorentzian length space を対象に, Beem による結果の拡張を述べる.

(6) Hopf-Rinow の定理; ローレンツ多様体; 完備性; Lorentzian length space; 正則性; 一般相対性理論

28

- (1) *海野 哲也(うみの てつや, 筑波大学 数理物質科学研究群); 矢田 和善(やた かずよし, 筑波大学 数理物質系); 青嶋 誠(あおしま まこと, 筑波大学 数理物質系)
- (2) 筑波大学 数理物質科学研究群
- (3) D1
- (4) 高次元データの幾何学的性質に着目した信号行列の再構築
- (5) データの次元数が標本数を遥かに上回る高次元小標本設定において、ノイズを含むデータ行列から、内在する低ランクな信号行列を復元する問題に取り組む。この問題に対し、古典的な特異値分解 (SVD) によるアプローチは、高次元の巨大なノイズにより推定の強不一致という結果を招き、全く機能しないことが知られている。しかし、この SVD による推定量の誤差を詳細に解析すると、そこには高次元特有の幾何学的構造が見出せる。本発表ではこの性質に着目し、推定量の誤差を直接補正することで、高次元でも一致性を有する新たな手法を提案する。提案法の理論的な優位性を示すと共に、数値実験や実データ解析を通してその性能を実証する。
- (6) 高次元統計解析; 高次元一致性; ノイズ掃き出し法; 自動スパース推定; 機械学習; ゲノムデータ解析

29

- (1) 室屋 秀平(むろやしゅうへい, 九州大学); 廣瀬 慧(ひろせ けい, 九州大学)
- (2) 九州大学大学院マス・フォア・イノベーション連係学府
- (3) D1
- (4) デフォルト値を見直す: データに合わせた glmnet のハイパーパラメータ自動設定
- (5) Glmnet は、2024 年のダウンロード数は 130 万を超えるなど、Lasso の R package として広く用いられている。そのような glmnet において、データによって lasso の計算結果が良くないことがあった。その原因の一つが、アルゴリズムの実装時に必要なハイパーパラメータであることがわかった。それをデフォルトからデータに合わせてチューニングすることで、結果は劇的に改善された。しかし、そのようなチューニングはデータ依存である。そこで、我々はデータに合わせて適切なハイパーパラメータを自動的に提案する手法を開発した。色々なパターンのデータに対して simulation し、最適なハイパーパラメータに関するデータを集め、それを機械学習によって学習し、最適なものを提案する。
- (6) 機械学習; Lasso; ハイパーパラメータ; R パッケージ; glmnet

30

- (1) *菊屋 美月(きくや みづき, お茶の水女子大学)
- (2) お茶の水女子大学大学院
- (3) M2
- (4) 多面体絡み目の構成と特徴づけ
- (5) 多面体を用いて構成した絡み目を多面体絡み目と言い、いくつかの超分子は多面体絡み目としてみる事ができる。例えば、Chem(2025)で合成された分子構造は交点数 60, 成分数 12 の dodecahedral link を含む。化学の分野では現在、交点数が 100 を超える超分子の合成が目指されている。本発表では、より大きな分子構造を提案するために、候補となる多面体絡み目の構成と特徴づけをおこなう。特に、従来の構成に加えて 3 重 covering の概念の導入し、多面体絡み目の新たな構成を提示する。これにより、交点数が 100 以上の分子設計を提案する。
- (6) 結び目理論; 多面体絡み目; 超分子; トポロジー

31

- (1) 古野 誠裕
- (2) 筑波大学
- (3) D2
- (4) 伸張因子 3 の正規直交ウェーブレット
- (5) フーリエ解析は三角関数の重ね合わせによって関数を表すが、ウェーブレット解析はウェーブレットと呼ばれる伸張と平行移動を施した関数の重ね合わせを用いて関数を表す。この伸張の具合を定めるスケールを伸張因子という。通常、伸張因子は 2 で扱われるが、他の場合についても考えることができる。本発表では、ウェーブレット解析の概要を述べ、伸張因子 3 の正規直交ウェーブレットを紹介する。
- (6) ウェーブレット解析; 伸張因子; Haar ウェーブレット

32

- (1) *南 和宏(みなみ かずひろ, 九州大学大学院 数理学府); 手老 篤史(てろう あつし, 九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所)
- (2) 九州大学大学院 数理学府
- (3) M2
- (4) 餌の濃度変化に適応するアリの行列形成の数理モデル
- (5) 生物における輸送ネットワークは、多くの自然淘汰を経て進化しており、人間社会のネットワークに匹敵する効率性や頑健性を備えている。

例えば、アルゼンチンアリは餌の濃度変化に応じて行列を変化させ、高濃度の餌により多くの労力を分配することが知られている。本研究では、この観察結果を踏まえ、餌を探索する「探索アリ」と餌から帰巢する「帰巢アリ」の存在を仮定し、常微分方程式による数理モデルを構築した。シミュレーションの結果、餌の濃度変化に応じて経路を変化させるネットワークを定性的に再現することに成功した。さらに、パラメータの変化がネットワーク構造に及ぼす影響についても考察した。

(6) 輸送ネットワーク; アルゼンチンアリ; 常微分方程式; 数理モデリング

33

- (1) 長屋拓暁(ながや ひろあき)
- (2) 広島大学大学院先進理工系科学研究科
- (3) D2
- (4) 固有な作用の大尺度幾何学による特徴づけ
- (5) 不連続群論では、正則ハウスドルフ空間 X に離散群 Γ が作用する設定で、「商写像 $X \rightarrow \Gamma \backslash X$ が正則被覆となり、かつ商空間 $\Gamma \backslash X$ が正則ハウスドルフ空間となる」という性質が重要である。このような作用を通じて多様体構造や(擬)リーマン計量、シンプレティック構造などの局所的幾何構造は商空間に引き継ぐことができる。1980年代に小林俊行氏は擬リーマン多様体などを含む非リーマンの枠組みでこの不連続群論を開拓した。本発表ではこの非リーマンの枠組みで重要な性質である作用の固有性は、大尺度幾何学の観点から特徴づけられることを紹介する。
- (6) 不連続群; 粗幾何学; proper action; コンパクト化; Higson 関数

34

- (1) 中野 張(なかの ゆみはる、東京科学大学)、*齊藤 崇文(さいとう たかふみ、東京科学大学)
- (2) 東京科学大学
- (3) D3
- (4) A deep learning approach to multi-marginal optimal transport via Hilbert space embeddings of probability measures
- (5) We propose a numerical method for solving the multi-marginal Monge problem, which extends the classical Monge formulation to settings involving multiple target distributions. Our approach is based on the Hilbert space embedding of probability measures and employs a penalization technique using the maximum mean discrepancy to

enforce marginal constraints. The method is designed to be computationally efficient, enabling GPU-based implementation suitable for large scale problems. We confirm the effectiveness of the proposed method through numerical experiments using synthetic data.

(6) Multi-marginal optimal transport, Maximum mean discrepancy, Deep learning, Hilbert space embeddings of probability measures

35

- (1) *松野 大輔(まつの だいすけ、東北大学); 内藤 貫太(ないとう かんた、東北大学)
- (2) 東北大学
- (3) D1
- (4) 経験リスク最小化アルゴリズムに基づくセミパラメトリック回帰の非漸近誤差限界
- (5) 本発表では、経験リスク最小化アルゴリズムに基づく、回帰関数のセミパラメトリックな推定量について議論する。提案推定量の構成においては、一般化線形回帰による「パラメトリックな初期推定量」を、経験リスク最小化アルゴリズムに基づく「ノンパラメトリックな調整」と組み合わせることで、最終的な提案推定量である「セミパラメトリック推定量」が構成される。具体的には、Bregman ダイバージェンスにより導かれる経験リスクの最小化を通して、ノンパラメトリックな調整項が構築される。本発表では、提案推定量の理論的挙動を中心に報告する。
- (6) 一般化線形回帰; セミパラメトリック; 機械学習; 経験リスク最小化; ダイバージェンス

36

- (1) 新谷 陸(しんたに りく、愛媛大学)
- (2) 愛媛大学理工学研究科数情報プログラム
- (3) M2
- (4) 円分多項式を用いた MacMahon 級数の一般化
- (5) 約数関数の多重化として 1920 年に導入されたのが MacMahon 級数である。近年、この級数や類似物が数論や組合せ論など様々な分野との関わりを持つことから数多く研究されている。特にモジュラー形式、準モジュラー形式の観点から多くの考察が行われている。Nazaroglu らは arXiv:2505.08035 において MacMahon 級数の 1 つの一般化を与え、それらが合同部分群上の重さ混合の準モジュラー形式の線形結合で表されることを示した。この研究に動機づけられ、円分多項式を用いた一般化を行ったのが本研究である。円分多項式という枠組みで考えることで

包括的な証明を行うことができるのでそれを紹介する。

(6) MacMahon 級数; モジュラー形式; 準モジュラー形式

37

(1) 田中 一希 (たなか かずき, 東京都立大学)

(2) 東京都立大学大学院 理学研究科

(3) D2

(4) パラメータ付きイデアルの根基計算アルゴリズムとその実装

(5) 計算機代数において, Gröbner 基底は最も基本的かつ重要な道具の一つであり, 1960 年代に Buchberger によって提唱されて以来, 多項式環のイデアルの様々なアルゴリズムの構成に用いられてきた. その後, パラメータ付き多項式環のイデアルに対して Gröbner 基底の役割を果たす包括的 Gröbner 基底系が Weispfenning によって定義され, 現在では従来のアルゴリズムをパラメータ付きのものへ拡張する研究が進められている. 本研究では, パラメータ付きイデアルの根基を計算するアルゴリズムを与え, Risa/Asir で実装した.

(6) 計算機代数; Gröbner 基底; 包括的 Gröbner 基底系; パラメータ付き多項式; パラメータ付きイデアル; 根基

38

(1) *西 康汰 (にし こうた, 九州大学); 手老 篤史 (てろう あつし, 九州大学); 西上 幸範 (にしがみ ゆきのり, 北海道大学); 中垣 俊之 (なかがき としゆき, 北海道大学)

(2) 九州大学大学院マス・フォア・イノベーション連係学府

(3) D1

(4) 空間離散的な反応拡散に基づく真正粘菌の運動モデルによる馴化の特徴の記述

(5) 人間の知性を理解するためのボトムアップアプローチとして, 単細胞生物の振る舞いが注目されている. 脳機能を持たない単細胞生物である真正粘菌に, 刺激に対する慣れの学習である馴化が報告されている. 我々は, これまで粘菌の馴化メカニズムを理解するために, 空間離散的な反応拡散系を用いて粘菌の移動を記述する数理モデルの構築を行ってきた. 本ポスター発表では, 馴化の特徴の一つである刺激特定性に注目する. 刺激特定性とは, 刺激 A に反応が馴化しているときに, 新たな刺激 B を与えると反応を示すという特徴である. 我々のモデルを拡

張することで, 刺激特定性が新たに表現可能になったことを紹介する。

(6) 反応拡散系; 真正粘菌; 馴化; 刺激特定性

39

(1) *渡邊 姫菜 (わたなべ ひなの, 武蔵野大学大学院); 佐々木 多希子 (ささき たきこ, 武蔵野大学)

(2) 武蔵野大学大学院 工学研究科

(3) M2

(4) 空間離散的な反応拡散に基づく真正粘菌の運動モデルによる馴化の特徴の記述

(5) 人間の知性を理解するためのボトムアップアプローチとして, 単細胞生物の振る舞いが注目されている. 脳機能を持たない単細胞生物である真正粘菌に, 刺激に対する慣れの学習である馴化が報告されている. 我々は, これまで粘菌の馴化メカニズムを理解するために, 空間離散的な反応拡散系を用いて粘菌の移動を記述する数理モデルの構築を行ってきた. 本ポスター発表では, 馴化の特徴の一つである刺激特定性に注目する. 刺激特定性とは, 刺激 A に反応が馴化しているときに, 新たな刺激 B を与えると反応を示すという特徴である. 我々のモデルを拡張することで, 刺激特定性が新たに表現可能になったことを紹介する。

(6) 反応拡散系; 真正粘菌; 馴化; 刺激特定性

40

(1) 岩渕 司 (いわぶち つかさ, 東北大学); *古戸 喜紀 (ふる と よしのり, 東北大学)

(2) 東北大学 大学院理学研究科

(3) D1

(4) 有界領域上の放物型 Lamé system における高階微分評価

(5) 本発表では有界領域上の放物型 Lamé system を扱う. Lamé system では熱方程式と同様, 粗い初期データであっても正の時間が経過すると解が即座に滑らかになる「平滑化効果」と呼ばれる性質が期待される. Lebesgue 空間における評価式の導出を考えるが, 端点である可積分指数 $1, \infty$ では楕円型評価が成り立たないため古典的な方法では評価できない. 本発表ではこれらの指数を含む一般的な形で高階の微分評価を紹介する。

(6) parabolic Lamé system; derivative estimates; smooth bounded domain

41

- (1) *清田 大河(きよた たいが, 東京大学); 佐藤一宏(さとう かずひろ, 東京大学)
- (2) 東京大学情報理工学研究所数理情報学専攻
- (3) M2
- (4) 未知な線形時不変システムに対する二自由度PI制御器の構成法
- (5) In this research, we consider the set-point tracking problem in MIMO LTI systems with unknown model parameters. The proposed method integrates (i) the feedforward design and (ii) the PI gain tuning. We also establish a unified theoretical analysis for both components. For the feedforward design, we develop an algorithm that constructs the feedforward controller directly from the input/output data, and provide a theoretical analysis on the time horizon of the data. For the PI gain tuning, we formulate an optimization problem and solve it by employing a model-free policy gradient method combined with a variance reduction method. We further provide theoretical analyses on the required time horizon and the sample complexity of the input/output data. These analyses incorporate the result of the feedforward design into that of the PI gain tuning. In the numerical experiments, the proposed method successfully designs a 2DOF PI controller in the model-free setting.
- (6) PID; two-degree-of-freedom controller; data-driven control; zeroth-order method; variance reduction

42

- (1) 崎原 雄大(さきはら ゆうだい, 九州大学)
- (2) 九州大学大学院 マス・フォア・イノベーション連係学府
- (3) M1
- (4) ランダム幾何複体の関数型極限定理
- (5) ランダム幾何複体は, \mathbb{R}^d にランダムに生成した点群から, 各点間の距離に基づいて構築される単体複体である. その Euler 標数などの幾何的諸量に対する大数の法則や中心極限定理などの極限定理が盛んに研究されている. 近年, データの幾何的特徴を抽出する位相的データ解析(TDA)が様々な科学分野で注目を集めているが, データにはランダム性が付き物のため, ランダム幾何複体の研究は TDA の性能や適用限界を解析するための理論基盤になるといえる. 本研究では, ランダム幾何複体の Euler 標数に対する関数型中心極限定理を, 先行研究では未解決だった Cech 複体の場合へ拡張することを目指す.

- (6) 確率論; ランダムトポロジー; Cech 複体; Vietoris-Rips 複体; Euler 標数; 関数型大数の法則・中心極限定理

43

- (1) 鶴巻敬史(つるまき たかふみ, 筑波大学)
- (2) 筑波大学大学院 数学学位プログラム
- (3) D1
- (4) 自然数の累乗で定義される無限級数の線形独立性
- (5) 2以上の整数 b, k に対して, $\gamma_b(k) := \sum_{n=0}^{\infty} b^{-nk}$ とおく. P. Erdős (1957) は, 代数的数の nonzero digit の平均挙動を解析することで, $\gamma_b(k)$ が超越数であるか, 次数 k 以上の代数的数であることを示した. さらに Murakami-Tachiya (2024) の結果の特別な場合として, $1, \sum_{n=0}^{\infty} b^{-in^j}$ ($i = 1, 2, \dots, j = 2, 3, \dots$) が \mathbb{Q} 上線形独立であることが知られている. しかしながら, $\gamma_b(k)$ たちの代数的独立性についてはよく知られていない.
- 本発表では, $\{\gamma_b(k)^i \gamma_b(l)^j | (i, j) \in B_{k,l}\}$ が \mathbb{Q} 上線形独立となるための部分集合 $B_{k,l} \subset (\mathbb{Z}_{\geq 0})^2$ に関する十分条件を紹介する.
- また本研究は, 全ての代数的無理数の小数展開がランダムであるという Borel 予想とも関連がある. Borel 予想は疑似乱数生成への応用が期待されており, このような応用可能性にも触れる予定である.
- (6) 超越数論; 線形独立性; Borel 予想

44

- (1) 村上 真悟(むらかみ しんご, 九州大学)
- (2) 九州大学大学院マス・フォア・イノベーション連係学府
- (3) D1
- (4) 統計的因果推論を活用した, 訴訟における因果関係の判断枠組み
- (5) 発表者は, 弁護士資格を有する数学科の大学院生として, 法的課題を数理的に分析する研究を行っている. 公害訴訟において, 汚染地域に住んで病気になった被害者が賠償を受けるためには, 被害者の側が, 曝露と疾患の因果関係を立証する責任を負う. すなわち, 被害者は, 曝露がなければ自分は病気にならなかったであろうことを立証しなければならないが, これは容易ではない. そのため, 日本の裁判所は, 統計データを用いることによる因果関係の立証を認めてきたものの, その理論的な妥当性や位置づけには争いがある. 裁判所は, 寄与危険割合 (PAR) を因果関係の成立する確率ととらえ, これを用いて因果関係の有無を判断していると言われて

いる。しかし、本発表では、Judea Pearl の提案した必要性の確率 (PN)こそが、公害訴訟の文脈における因果関係概念を適切に捉えた、ふさわしい基準であると主張する。そのうえで、日本の法実務が暗黙のうちに PAR と PN を同視していることを指摘し、それが正当化されるための条件を説明する。さらに、そのような条件が成り立たない、より一般の場合でも適用可能な因果関係の判断枠組みを提案する。

(6) 統計的因果推論; 数理法務; 因果関係; 不法行為; 疫学的因果関係

45

- (1) 星野 西紀 (ほしの さいき, 埼玉大学)
- (2) 埼玉大学大学院
- (3) M2
- (4) 平行曲線の特異点への退化、および産業への活用の検討
- (5) 平行曲線と呼ばれる曲線上の正則点の特異点 (尖っているように見える点) に退化する条件については、曲率 (曲線の曲がり具合を表す数値) を計算することで求められることが知られている。しかし、どの特異点に退化するのか、また特異点から別の特異点に退化する条件などに関して、詳しくは知られていなかった。これらの問いの解答として、発表者が得た新しい結果についてポスター発表を行う。そして、この研究と平行曲線の性質を用いることで考えられる産業への応用展開の一般論について、具体例を交えながらポスター発表を行う。
- (6) 平行曲線; 特異点論; 微分幾何; 曲率; 曲線論; 微分トポロジー

46

- (1) *高寺 俊喜 (たかてら としき, 東京大学); 高木 剛 (たかぎ つよし, 東京大学); 小貫 啓史 (おぬき ひろし, 東京大学)
- (2) 東京大学大学院情報理工学系研究科
- (3) D1
- (4) 同種写像を利用した耐量子性を有する効率的な閾値分散暗号
- (5) 量子計算機の時代にも安全に利用できる公開鍵暗号方式として、同種写像に関する計算困難性を基にした暗号の研究が進んでいる。EURO-CRYPT 2025 において提案された POKÉ は、次数を秘匿した同種写像を用いて構成された効率的な公開鍵暗号方式である。また、閾値分散暗号という、秘密鍵を複数の鍵に分散させることで、分散情報が漏洩しても安全となる優れた手法が知られている。本研究では、POKÉ を用いて効

率的な閾値分散暗号を構成する。自明な構成として、POKÉ は n 回暗号化することにより、 n 台による分散暗号を実現できる。本研究では、POKÉ で使われる同種写像の可換図式を横に拡張することで、暗号文長をこの自明な構成に対して約 $(1+n)/2n$ 倍に抑えた分散暗号を構成する。

(6) 同種写像; 楕円曲線; 高次元同種写像; 耐量子計算機暗号; 閾値分散暗号; POKÉ

47

- (1) *岸本 勇太 (きしもと ゆうた, 北海道大学大学院理学院); 行木 孝夫 (なみき たかお, 北海道大学理学研究院数学部門); 津田 一郎 (つだ いちろう, 札幌市立大学 AIT センター); 池田 昭夫 (いけだ あきお, 京都大学大学院医学研究科てんかん・運動異常生理学講座); 松橋 真生 (まつはし まさお, 京都大学大学院医学研究科てんかん・運動異常生理学講座)
- (2) 北海道大学大学院理学院
- (3) D1
- (4) リザーバーコンピューティングによるてんかん焦点領域の推定
- (5) てんかんは脳内の異常な電気活動により繰り返し発作が生じる神経疾患で、意識障害や異常運動など多様な症状を伴う。約 30% の患者は抗てんかん薬が効かない難治性てんかんであり、発作の原因となる「てんかん焦点」を正確に特定し、外科的に切除することが治療の選択肢となる。そのため、EEG や ECoG を用いた脳波解析は重要である。本発表では、機械学習手法の一種であるリザーバーコンピューティングを用いて、てんかん発作の判別と焦点領域の同定を行う手法について紹介する。
- (6) てんかん; リザーバーコンピューティング

48

- (1) 上村 宗一郎 (うえむら そういちろう, 東京大学/理化学研究所)
- (2) 東京大学大学院 / 理化学研究所
- (3) D3
- (4) A proof of the Teichmüller TQFT volume conjecture for the knot 7_3
- (5) 量子 Chern-Simons 理論は主 G 束上で定義される理論であるが、非コンパクトな構造群に対する量子 Chern-Simons 理論の数学的定式化は十分になされていない。しかし、Andersen, Kashaev は量子 Teichmüller 理論に基づいて、構造群が $SL(2, \mathbb{C})$ で与えられる量子 Chern-Simons 理論に対応することが期待される位相的場の理論

(TQFT) を構築した. この位相的場の理論は Teichmüller TQFT と呼ばれている. そこで定義される 3 次元多様体の不変量に関して, 双曲結び目に対する体積予想と類似の予想が提唱されている. 3 次元球面 S^3 内の任意の twist knot に対して, この予想の成立が証明されている. 我々は, S^3 内の結び目 7_3 に対して, この予想の成立を証明した. 本発表では, Teichmüller TQFT の概要の紹介を簡潔に行い, 我々の結果とその証明の概略について述べる. arXiv:2307.12848 に基づく.

(6) Chern-Simons 理論; 3 次元多様体; 量子不変量; 体積予想; 双曲幾何; 量子 Teichmüller 理論;

49

(1) *岡崎 大輝 (おかざき たいき, 東北大学); 岩瀬 司 (いわぶち つかさ, 東北大学)

(2) 東北大学大学院理学研究科数学専攻

(3) D1

(4) 粘性表面準地衡方程式の解の一意性

(5) 表面準地衡方程式は地球の中緯度帯における大規模な流体運動を記述する方程式であり, 物理的背景から分数冪ラプラシアンを有する場合は考えられる. 本発表では, 表面準地衡方程式の解の一意性について考察し, 解の一意性が成立する空間の分数冪ラプラシアンの指数に応じた分類を行う. 分数冪ラプラシアンの指数が大きい場合には, Lebesgue 空間での解の一意性が知られているが, 本発表では正則性が負であるような空間において考察する. 一方, 分数冪ラプラシアンの指数が小さい場合には, 追加の正則性条件を課した空間における解の一意的存在性が知られている. ここでは, そのような条件を課さなくとも一意性が成立することを示す.

(6) 表面準地衡方程式; 解の一意性; Besov 空間; 分数冪ラプラシアン

50

(1) 岩下 沙絵子 (いわした さえこ, 日本女子大学/理化学研究所)

(2) 日本女子大学大学院理学研究科/ 理化学研究所革新知能統合研究センター

(3) D1

(4) Algebraic Structure of Combinatorial Differential Forms on a Simplicial Complex

(5) 本発表では, 単体複体上の組み合わせ微分形式とその諸性質を紹介する. 組み合わせ微分形式とは, 現代幾何学の基礎対象である滑らかな多様体の性質を調べる上で重要な役割を担う滑らかな微分形式の離散化の一つであり, 2000 年に Robin Forman によって導入された. 滑らかな微

分形式は豊富な代数構造を持つことが知られているが, 組み合わせ微分形式に対しても同様に外微分, 外積等の代数構造を与えることができる. また, 滑らかな微分形式に対して成立する定理の離散類似の構成が行われており, de Rham の定理や Gauss-Bonnet の定理に対応する結果が得られている. 併せて組み合わせ微分形式の理論における今後の課題や展望も紹介したい.

(6) 離散幾何; 微分幾何; 位相幾何; 単体複体; ホモロジー; 微分形式

51

(1) 大島 哲

(2) 筑波大学大学院・数理物質科学研究群・数学学位プログラム

(3) D1

(4) Pisot 数または Salem 数の数系におけるある級数たちの線形独立性

(5) Borel(1909) は, ほとんど全ての数は digit が統計的に偏りなく一様に分布する, すなわち正規数であると証明した. ここで, Borel 予想とよばれる, 代数的無理数の b 進展開の digit も一様分布するという大きな予想がある. 応用において, この予想は $\sqrt{2}$ のような代数的無理数の digit を疑似乱数として用いることに対して, その安全性を数学的に保証する点で重要である. ここで, 底を 2 以上の整数 b から黄金比のような代数的整数 (Pisot 数または Salem 数) へ一般化した展開もこれまで考えられてきた. 本研究では, Pisot 数または Salem 数の数系において, 一様分布しない数たちに注目し, ある級数たちの線形独立性の結果を得た.

(6) 線形独立性; Pisot 数系

52

(1) 福士 謙二 (ふくし けんじ, 京都大学)

(2) 京都大学理学研究科数学・数理解析専攻

(3) D3

(4) Lusternik-Schnirelmann category and Dynamics

(5) 位相空間に対して定まるホモトピー不変量である Lusternik-Schnirelmann category は, 閉多様体上の関数の臨界点の個数の下限を与える. これは関数の gradient flow の挙動が多様体のトポロジーに大きく影響を受けることを表す. 本発表では一般の closed 1-form に対する gradient flow を, この不変量を拡張することで調べることができるということを紹介する.

(6) Topology; Dynamics; Lusternik-Schnirelmann category; closed 1-form

53

(1) 石毛 和弘 (いしげ かずひろ, 東京大学); 高津 飛鳥 (たかつ あすか, 東京大学); *館岡 善海 (たておか よしうみ, 東京大学)

(2) 東京大学大学院数理科学研究科

(3) M1

(4) Riemann 多様体上の多孔質媒質方程式における解のべき凹性の破れについて

(5) Riemann 多様体 (M, g) 上で多孔質媒質方程式 $\partial_t u = \Delta_g(u^m)$, $m > 1$ を考える. Euclid 空間の場合, 初期値 u_0 の $(m-1)/2$ 乗が凹であるならば時間が経過しても解 u の $(m-1)/2$ 乗は凹であることが知られている (つまり $(m-1)/2$ -凹性が保存される). 講演者らは共同研究において, 空間が平坦でなければ $(m-1)/2$ -凹性が保存しない例が存在することを示したので, この結果を報告する.

(6) 偏微分方程式; 多孔質媒質方程式; 解の凹性; Riemann 多様体

54

(1) 北澤 直樹 (きたざわ なおき, 大阪公立大学数学研究所)

(2) 大阪公立大学数学研究所

(3) 特別研究員

(4) 関数と多様体を形や式がよくわかるようにレーブグラフから再構成する

(5) 直線曲線平面曲面やユークリッド空間やその中の単位球面と, 決まった成分数 (次元) の座標が至る所入る空間が多様体です. 多様体の形 (位相), (先述のものには自然に入る) 微分に適した座標 (微分構造), 多項式の零点集合としての表現等は, 基本的研究対象です. 「関数や値域の次元をあげ写像を, 形や式の詳細な情報と共に得, 集め, 整理しよう。」がひとつ発表者の研究のスローガンです. 単位球面の高さ, 円周の直積 (ドーナツの表面のような図形) を自然に3次元の空間に埋め込み考えた高さ等を自然に含むクラスの可微分関数を, 骨組みのグラフレーブグラフから再構成するという基本的研究の面白さを, 機械学習への応用可能性等含め紹介します.

(6) 多様体; 可微分関数写像; モース関数; レーブグラフ; 微分位相幾何; 多項式写像

55

(1) 山内 優太 (やまうち ゆうた, 横浜国立大学)

(2) 横浜国立大学大学院

(3) D2

(4) 特異点をもつ部分多様体の絶対全曲率

(5) 「部分多様体」とは曲線や曲面を一般化したものであり, その凹凸具合を示す数値として「絶対全曲率」が定義される. Chern と Lashof は, 部分多様体の絶対全曲率がベッチ数の総和以上となり, さらに最小値である2の場合に部分多様体が凸超曲面となることを示した. 本発表では, 従来の正則な部分多様体にとどまらず, カスプ辺やツバメの尾といった「特異点」をもつ部分多様体についても Chern-Lashof 型定理が成り立つことを紹介する. さらに, 絶対全曲率が2で特異点がすべて第一種である場合, その部分多様体が閉凸体となることを示す.

(6) 微分幾何学; 絶対全曲率; 特異点; Chern-Lashof の定理

56

(1) *荒木 康太 (あらか こうた, 日本大学大学院理工学研究科); 水野 将司 (みずの まさし, 日本大学理工学部)

(2) 日本大学大学院理工学研究科

(3) D2

(4) 空間不均一な非線形拡散を持つ Fokker-Planck 方程式における自由エネルギーの散逸関数の長時間挙動

(5) 本研究では, 空間不均一な非線形拡散を持つ Fokker-Planck 方程式を自然境界条件の下で考察した. 我々は自由エネルギーに空間不均一性を導入し, エネルギー散逸則, 質量保存則で知られる連続の方程式, および自然境界条件を同時に満たすように導出した. 本研究の主結果は, 拡散係数が十分大きい条件下で, 自由エネルギーの散逸関数が指数減衰することである. 証明の方針として, エントロピー消散法を空間不均一な問題に拡張することにある. 具体的には, 自由エネルギーの2階微分をその散逸関数で下から評価することで Gronwall 型の不等式を導き出した.

(6) 偏微分方程式; エントロピー消散法; 非線形 Fokker-Planck 方程式

57

(1) 廣島 佳汰 (ひろしま けいた, 京都大学)

(2) 京都大学大学院

(3) D2

(4) 無理数の表現とそれらの計算論的等価性

(5) 無理数は, コーシー列, デデキント切断, 10進展開, 連分数展開など様々な方法で表現される. 計算可能解析学では, これら無理数の表

現のうちの各2表現の間の変換が計算可能かどうか、また、可能だとするとどの程度の計算資源が必要かを調べる。計算可能性の範囲では、上に挙げた4つの表現やその他多くの表現が等価である。例えば、計算可能なコーシー列をもつ無理数は、計算可能なデデキント切断をもつし、その逆も成り立つ。しかし、「計算可能」を、「原始再帰的」やより狭く「初等的」に制限すると、これらは等価でないことが知られている。本ポスター発表では、いくつかの無理数の表現を与え、それらの等価性を示す。

(6) 計算理論; 計算可能解析学; 無理数の表現; 原始再帰的関数; 初等的関数; subrecursive functions

58

(1) 新居 里紗 (にい りさ, 九州大学)

(2) 九州大学大学院

(3) D1

(4) 群の表現から得られる多項式の因数分解

(5) 因数分解は、場合に応じ複数の公式を用いて解くが、その原因を、すべての因数分解に適用できる公式が現在存在しないことと考えた。そこで私は、因数分解に何らかの数学的なメカニズムがないかと考え、群の表現から得られる多項式の因数分解の公式を、群の表現論の観点から研究することにした。様々な群の表現の既約分解と多変数多項式の因数分解の対応関係を、群の構造と表現論の研究を通して明らかにした。この研究では、こうした因数分解の解法を成り立たせている原理を、一般の有限群の群表から得られる群行列式と表現論を用いて説明する。この研究によって因数分解が容易になる場合があるという利点がある。

(6) 因数分解; 群行列式; 群表; フロベニウス; 表現; 正2面体群

59

(1) 小林 彦蔵 (こばやし ひこぞう, 広島大学)

(2) 広島大学 大学院先進理工系科学研究科 先進理工系科学専攻 数学プログラム

(3) D1

(4) 平均0の多変量正規分布族上の統計構造について

(5) あるクラスの統計モデルのパラメータ空間上に定義される Fisher 計量と α -接続の組は、主に最尤推定などの統計的推論を幾何学的に捉える枠組みとして知られる。多様体上の「統計構造」はこの組の一般化である。近年、多変量正規分布族 \mathcal{M} 上の α -接続が、ある群作用の不変性と曲率条件で特徴づけられることが示された ([Furuhata

et al. (2021)], [Kobayashi–Ohno (2025)]). 本発表では、平均0の部分族 \mathcal{M}_0 における同様の特長づけを検討し、 α -接続以外にも条件を満たす接続(“推定手法”)が存在することを示す。さらに、 \mathcal{M}_0 上の $GL(n, \mathbb{R})$ -不変ヘッセ構造の分類についても紹介する。

(6) 統計多様体; リーマン対称空間; 多変量正規分布族; ヘッセ多様体; Chevalley 制限定理

60

(1) 佐野 宗輝 (さの しゅうき, 東京科学大学)

(2) 東京科学大学理学院数学系数学コース

(3) M2

(4) 極小曲面の近似定理

(5) 極小曲面とは、針金の枠に石鹸膜を張ったときにできる曲面のことである。Weierstrass の表現公式と呼ばれる公式によって、極小曲面論と複素解析は密接に繋がっている。近年、Alarcón, Forstnerič, López は、複素解析の近似定理を極小曲面論に拡張し、特別な性質を持つ極小曲面の存在性を問う問題に応用した。本発表では、極小曲面の近似定理を紹介し、簡単な応用例にも触れる。また、発表者が構成した、Alarcón らの論文や書籍にはない、定理の具体例についても触れる。

(6) 微分幾何学; 複素解析; 曲面論; 極小曲面

61

(1) 太田 了徳 (おおた りょうとく, 九州大学)

(2) 九州大学大学院数理学府

(3) D3

(4) 概均質代数多様体上の相対不変多項式

(5) 本研究では n 次複素正方行列の k 次外冪の行列式の $\binom{n-1}{k-1}$ 乗根となる多項式を定義し、 $n=4$ 、 $1 \leq k \leq 4$ の時それが概均質ベクトル空間またはその概均質部分代数多様体上の相対不変式となることを示す。初めに Sylvester-Franke の定理と行列式のラプラス展開から、4 次複素正方行列の k 次外冪全体の上で行列式の $\binom{3}{k-1}$ 乗根となる多項式を与え、次に $GL_4(\mathbb{C})$ の k 次交代テンソル積表現版幾何学的拡張定理を用いて、それが概均質ベクトル空間またはその概均質部分代数多様体における特異集合となることを導き、最後にこの多項式の相対不変性を示す。

(6) 複素一般線型群の交代テンソル積表現; 概均質ベクトル空間; 相対不変式; Sylvester-Franke の定理; グレブナー基底; 幾何学的拡張定理

62

- (1) 岡部 真也 (おかべ しんや, 東北大学); *山口 晃 (やまぐち ひかる, 東北大学)
 (2) 東北大学大学院 理学研究科 数学専攻
 (3) D2
 (4) 局所長一定の束縛条件下におけるイデアル曲線流
 (5) 本発表では, 局所長一定という束縛条件にしたがう平面閉曲線のイデアル汎函数に対する勾配流について考察する. イデアル汎函数は 1690 年代の J. Bernoulli による問題提起に端を発する幾何学的汎函数であるが, その臨界点については平面閉曲線の場合に多重巻きを含む円が現れることしか知られていない. 本研究では, 曲線が非伸縮であることを表す局所長一定条件を付したイデアル汎函数の勾配流を用いることで, 滑らかな初期曲線を時刻無限大でイデアル汎函数の臨界点へと収束させることに成功した. この結果の系として, 8 の字型曲線のような回転数が 0 であるイデアル汎函数の臨界点の存在が初めて示される. 発表ではその詳細について述べる.
 (6) 幾何学的発展方程式; 勾配不等式; 変分幾何解析
-

63

- (1) 森下 敬悟 (もりした けいご, 東北大学)
 (2) 東北大学大学院・理学研究科数学専攻
 (3) D1
 (4) 複素準周期性をもつヘルムホルツ方程式に対する数理解析基盤の構築
 (5) 周期構造による波の散乱では, 解が準周期性を満たすことが知られている. 複素数値の Bloch 波数は, 従来アンテナ工学などで活用されてきたが, 近年では周期構造により生じる局在波 (Rayleigh–Bloch 波) の解析にも自然に現れることが示されている. 本研究では, このような複素準周期的境界条件を伴うヘルムホルツ方程式に対して, 対応するグリーン関数を構成するとともに, well-posedness を関数解析の枠組みで証明した.
 (6) メタマテリアル; メタサーフェス; Bloch 波; 複素バンド構造; 散乱共鳴
-

64

- (1) 猪奥 倫左 (いおく のりすけ, 東北大学); *豊島 啓 (とよしま あきら, 東北大学)
 (2) 東北大学大学院理学研究科数学専攻
 (3) D1
 (4) Structure of radial solutions to Hénon type equation on the hyperbolic space

- (5) 本発表では双曲空間上の Hénon 型方程式の球対称解の性質を扱う. 特に球対称解の性質として, 対応する放物型方程式の定常解の安定性に関わる, 層構造と呼ばれる性質に注目する. この性質について, ユークリッド空間上の同様の方程式に対する層構造の結果においては見られなかった新たな臨界指数の存在が, Hasegawa(2017) によって示されている. 本発表では, このうち優臨界の場合における層構造のより詳細な結果を述べる. 更に, この結果の証明において鍵となる変換の特徴についても紹介する.
 (6) 双曲空間; 楕円型方程式; 球対称解; 層構造; 安定性
-

65

- (1) 横溝真紘
 (2) 東北大学大学院理学研究科
 (3) D1
 (4) 多重ゼータ値とモジュラー形式
 (5) 保型反復積分と保型多重 L 関数は多重ゼータ値の積分表示と級数表示の保型類似である. 今回の発表では保型反復積分と保型多重 L 関数の性質を解説し, 多重ゼータ値との関係を説明する.
 (6) 多重ゼータ値: 数論: モジュラー形式: 周期
-

66

- (1) 澁谷 光祐 (しぶや こうすけ, 東北大学)
 (2) 東北大学 大学院理学研究科
 (3) D2
 (4) Brezis–Van Schaftingen–Yung formula の開球への拡張と他の函数空間における弱型同値ノルムの構成
 (5) 非整数階 Sobolev 空間は拡張の方法によりいくつか定義が知られているが, Hölder 連続性の拡張として, 差分を用いて定義する Gagliardo–Slobodeckji (GS) セミノルムは, 偏微分方程式の解析など多様な分野で活用されている. 一方, GS セミノルムは可微分指数を形式的に整数とすると値が発散し整数階 Sobolev 空間に一致しないことが知られていた. この困難に対し Brezis et al. は GS セミノルムを弱型ノルムに変更することで, 古典的 Sobolev セミノルムと同値となることを示した. 本発表では, この同値なノルムを開球上で考えた場合の関係性を考察し, その応用として一様局所可積分空間などに対して同値な弱型ノルムの表現を与える.
 (6) Brezis–Van Schaftingen–Yung formula; Sobolev space; Gagliardo–Slobodeckji seminorm; Morrey space; 一様局所可積分空間

67

(1) 曾我 悠利 (そが ゆうり, 東北大学)

(2) 東北大学大学院 理学研究科

(3) D1

(4) 走化性方程式の質量量子化

(5) 本発表では, 局所非線形型知覚関数を伴う走化性方程式の無限時刻爆発解を扱う. 走化性方程式の代表例として知られる Kelle-Segel 系では, 有限時刻爆発が第一成分に対する $L \log L$ の発散で特徴付けられる一方, 本系では変分構造に着目し, 第二成分 v に対する $\int_{\Omega} e^v dx$ の発散が無限時刻爆発を導くことを示す. さらに原点での質量の凝集を解析し, その重みが 8π を超え得ることを明らかにする.

(6) 走化性方程式; 無限時刻爆発; エネルギー汎函数