

# I 数学専攻

- ・ 数学プログラム
- ・ 数学科



# 1 数学専攻・数学プログラム

## 1-1 専攻・プログラムの理念と目標

理学の目的は自然の真理を探究することにある、数学の目的は数学的真理を探究することにある。数学は数千年にわたる伝統を持ち、論理性と普遍性を基軸とした人類文化を代表する学問であり、自然科学・工学の基礎として近代科学文明の発展を支えてきた。近年は数理科学的手法が社会・人文科学へも応用され、コンピュータによる情報社会化の進展も相まって、数学の利用はますます広範かつ高度なものとなってきている。

広島大学大学院理学研究科数学専攻では、自然界に働く普遍的な法則や基本原理の解明に向けて、純粋科学の教育研究を推進し、未来を切り開く新たな知を創造・発展させ、これを継承し、また、教育研究成果を通じて社会に貢献するという広島大学大学院理学研究科の理念に則り、高度な専門的研究活動に参加することによって、将来の数学の発展を担う研究者を養成することを目標とし、同時に現代数学の本質とその学問的・社会的位置づけを理解した教育者、情報化社会のニーズに応える高度な数学的思考能力・創造性を持った人材を養成することを目指す。各分野における専門研究を深化し、国際学術研究の中心的役割を果たすことを希求している。

## 1-2 専攻・プログラムの組織と運営

数学専攻・プログラムは、代数数理、多様幾何、数理解析、確率統計、総合数理の5講座で構成されている。さらに代数数理講座には代数数理グループ、多様幾何講座には幾何学グループと位相数学グループ、数理解析講座には数理解析グループ、確率統計講座には確率論グループと数理統計学グループ、総合数理講座には総合数理グループというように、必要に応じて外部の人材も入れて研究グループをつくり研究・教育活動を行っている。運営は数学専攻・プログラム共通で行われている。

### 1-2-1 教職員

令和2年度

代数数理	教授	木村俊一 島田伊知朗 松本 眞
	准教授	高橋宣能
	助 教	飯島 優 鈴木航介
多様幾何	教授	古宇田悠哉 (R2.4.1 昇任) 藤森祥一
	講 師	奥田隆幸
	助 教	久保 亮 野崎雄太 (R2.4.1 採用)
数理解析	教授	川下美潮 内藤雄基 (R2.9.1 採用)
	准教授	滝本和広 平田賢太郎
	講 師	神本晋吾
確率統計	教授	井上昭彦 柳原宏和 若木宏文
	准教授	伊森晋平 (R2.4.1 昇任) 岩田耕一郎 Heewon Park (R2.6.1 転出) 福井敬祐 (R2.8.1 採用)
	助 教	中川勝國
総合数理	教授	阿部 誠 水町 徹
	准教授	小鳥居祐香 (R2.10.1 採用) 澁谷一博 橋本真太郎
事務室		桂川信子 下森雅美

## 1-2-2 教職員の異動

空きポストが生じると、将来計画等を勘案して、採用分野を決定した。新採用の助教はすべて任期がついている。

令和2年度

昇任	令和2年4月1日	古宇田悠哉	教授
	令和2年4月1日	伊森晋平	准教授
採用	平成2年4月1日	野崎雄太	助教(任期 令和5年3月31日 まで)
	令和2年8月1日	福井敬祐	准教授
	令和2年9月1日	内藤雄基	教授
	令和2年10月1日	小鳥居祐香	准教授(任期 令和9年9月30日まで)
退職	令和2年5月31日	Heewon Park	准教授
	令和3年3月31日	久保 亮	助教
	令和3年3月31日	窪田庸子	
異動	令和2年8月1日	谷 知美	

## 1-3 専攻・プログラムの大学院教育

### 1-3-1 大学院教育の目標とアドミッション・ポリシー

数学的真理に対する強い探究心にあふれ、数学の専門的研究活動に、目的意識と積極性を持ち自発的に参加する学生の入学を期待している。

### 1-3-2 大学院教育の成果とその検証

令和2年度

博士課程前期：(入学時) 学生数 18 名，定員 22 名，充足率 81.8%

博士課程後期：(入学時) 学生数 5 名，定員 11 名，充足率 45.5%

学位(博士)取得：3 件

ただし、充足率は数学プログラム、学位取得は数学専攻の学生のみからなる。

### 1-3-3 大学院生の国内学会発表実績

令和2年度 … 18 件(博士課程前期 2 件，博士課程後期 16 件，前期・後期共 0 件)

### 1-3-4 大学院生の国際学会発表実績

令和2年度 … 0 件(博士課程前期 0 件，博士課程後期 0 件，前期・後期共 0 件)

### 1-3-5 修士論文発表実績

令和2年度 … 15 件

池田 裕弥：二次元球面の接束のデザイン

市成 彩夏：ブロックチェーンを利用した回覧板システム

河村 風児：統計解析のための Wasserstein 距離について

上林 豊直：消散型  $\sigma$ -発展方程式の解の高次漸近展開

- 菅沼 育夢：Jacobson-Witt 代数のルート構造
- 助永 真之： $\mathbb{R}^3$  内のトロピカル平面上のトロピカル曲線
- 平 大和：二輪ロボットの運動と平面代数曲線
- 竹内 宏一：標準微分式系の無限小自己同型と基本階別 Lie 代数の代数的延長
- 谷口 一慧：自己回帰移動平均モデルの有限予測係数の閉形式表示
- 徳永 英人：代数系における有限生成性・圏論的有限生成性
- 福田 哲也：彩色多項式の係数を用いたグラフの順序付け
- 藤井 良輔：Laplace approximation of the likelihood equation for a generalized linear mixed model (一般化線形混合モデルにおけるラプラス近似を用いた近似尤度方程式について)
- 古谷 凌雅：Stable maps and hyperbolic links (安定写像と双曲絡み目)
- 望月 教平：Post-selection inference for linear regression via KOO method with general-formed variable selection criterion (線形回帰における一般的な変数選択規準を用いた KOO 法の選択後推論)
- 矢野 貴大：Donsker の不変原理による逆正弦法則の証明

### 1-3-6 博士学位

令和 2 年度理学研究科数学専攻における申請基準は以下のとおり。

- (1) 数学または関連する分野における高度な学力を保持していること。
- (2) 数学または関連する分野の発展に寄与する研究能力を有すること。
- (3) 上記(1), (2)を示す博士学位請求論文を提出し、数学専攻における予備審査に合格し、理学研究科教授会において受理されること。博士の学位論文もしくは、その主要な部分が査読付き公刊論文として掲載されているか、または掲載が決定されていること。
- (4) 博士学位請求論文発表会および最終試験において、上記(1), (2)に関して主査を含む 3 名以上の教員による審査委員会の審査に合格すること。

令和 2 年度学位授与実績 (課程博士 3 件, 論文博士 0 件)

大 石 峰 暉 (広島大学大学院理学研究科博士課程後期)

令和 3 年 3 月 23 日

題目：Ridge parameters optimization based on minimizing model selection criterion in multivariate generalized ridge regression

(モデル選択規準最小化に基づく多変量一般化リッジ回帰のリッジパラメータ最適化)

米 田 好 佑 (広島大学大学院理学研究科博士課程後期)

令和 3 年 3 月 23 日

題目：Singularities of the dual curve of a certain plane curve in positive characteristic

(正標数におけるある平面曲線の双対曲線の特異点)

吉 田 雄 亮 (広島大学大学院理学研究科博士課程後期)

令和 3 年 3 月 23 日

題目：Projective plane curves whose automorphism groups are simple and primitive

(原始的単純群を自己同型群に持つ射影平面曲線)

### 1-3-7 TAの実績

令和2年度 前期	…	修士	6件
		博士	8件
後期	…	修士	7件
		博士	9件

### 1-3-8 大学院教育の国際化

数学専攻・プログラムにおいては以下のような取り組みを行っている。

- ・大学院生の研究指導においては、外国語の文献の講読をほぼ全員が行っている。また、英語での論文の執筆を推奨し、博士課程後期の大学院生はほぼ全員が実施している。
- ・外国人を招待した場合には、セミナーや談話会などに大学院生を積極的に参加させ、さらに大学院生にも英語での講演をさせるようにしている。
- ・外国人留学生を積極的に受け入れている。

## 1-4 専攻・プログラムの研究活動

### 1-4-1 研究活動の概要

#### 数学教室談話会

第1回（広島県における新型コロナウイルスの感染拡大により中止）

日時：2020年12月15日（火）、13:00-14:00

場所：大学院理学研究科 B707 号室

講師：深澤 知 氏（山形大学理学部）

題目：代数曲線に対するガロア点を2つもつ判定法とその応用

#### 数学プログラム構成員主催の研究集会等

○第19回仙台広島整数論集会〔国内〕

日時：2020年9月8日～9月11日

場所：オンライン（Zoom）

参加者：50名

世話人：平之内俊郎（九州工業大学）、飯島 優（広島大学）、松本 眞（広島大学）、宮谷和堯（東京電機大学）、高橋浩樹（徳島大学）、都築暢夫（東北大学）、雪江明彦（京都大学）

○広島幾何学研究集会 2020 オンライン〔国内〕

日程：2020年10月8日～10月9日

場所：オンライン（Zoom）

参加人数：68名

世話人：阿賀岡芳夫（広島大学）、田丸博士（大阪市立大学）、藤森祥一（広島大学）、澁谷一博（広島大学）、久保 亮（広島大学）、奥田隆幸（広島大学）

○研究集会「カンドルと対称空間」〔国内〕

日程：2020年12月17日～12月18日

場所：オンライン（Zoom）

参加人数：53名

世話人：鎌田聖一（大阪大学），奥田隆幸（広島大学），大城佳奈子（上智大学），田丸博士（大阪市立大学），田中真紀子（東京理科大学），田崎博之（筑波大学），久保亮（広島大学）

○阿賀岡芳夫先生 作間誠先生 講演会 [国内]

日程：2021年1月23日

場所：オンライン（Zoom）

参加人数：170名

世話人：藤森祥一（広島大学），古宇田悠哉（広島大学），澁谷一博（広島大学），小鳥居祐香（広島大学），奥田隆幸（広島大学），野崎雄太（広島大学），久保亮（広島大学），田丸博士（大阪市立大）

○京都大学数理解析研究所共同研究（グループ型 A）非線形問題への常微分方程式の手法によるアプローチ [国内]

日時：2021年3月4日～3月5日

場所：京都大学数理解析研究所（オンライン）

参加者：40名

世話人：内藤雄基（広島大学），田中敏（東北大学）

**数学プログラム各研究グループにより開催されたセミナー**

○代数学セミナー

日時：2020年10月9日（金） 15:00-16:30

場所：オンライン

講師：高橋 宣能 氏（広島大学）

題目：カンドル空間上の加群と Lie-山口代数の表現

日時：2020年10月30日（金） 15:00-16:30

場所：オンライン

講師：吉田 雄亮 氏（広島大学）

題目：原始的単純群を自己同型群にもつ非特異射影平面曲線

日時：2020年11月13日（金） 15:00-16:30

場所：オンライン

講師：米田 好佑 氏（広島大学）

題目：Singularities of the dual curve of a certain plane curve in positive characteristic

日時：2020年12月11日（金） 15:00-16:30

場所：オンライン

講師：東根 一樹 氏（山形大学）

題目：A criterion for the existence of a plane model with two inner Galois points for algebraic curves

## ○広島大学トポロジー・幾何セミナー

日時：2020年8月11日（火） 15:00-17:00

場所：オンライン（Zoom）

講師：川又 将大 氏（広島大学）

題目：ある概アーベルリー群上の左不変リッチソリトン計量

講師：多田 安輝 氏（広島大学）

題目：カンドルの極とアレクサンダーカンドルの極による商

講師：近藤 裕司 氏（広島大学）

題目：A classification of left-invariant Lorentzian metrics on some nilpotent Lie groups

日時：2020年10月27日（火） 15:00-16:00

場所：オンライン（Zoom）

講師：野崎 雄太 氏（広島大学）

題目：写像類群の部分群とホモロジーシリンダー

日時：2020年11月17日（火） 15:00-16:00

場所：オンライン（Zoom）

講師：井口 大幹 氏（広島大学）

題目：Thick isotopy property and the mapping class groups of Heegaard splittings

日時：2020年12月8日（火） 15:00-16:00

場所：オンライン（Zoom）

講師：久野 雄介 氏（津田塾大学）

題目：Homology valued invariants for trivalent fatgraph spines

日時：2020年12月14日（月） 15:00-16:00（いつもと曜日が異なります。）

場所：オンライン（Zoom）

講師：飯島 優 氏（広島大学）

題目：副有限自由群への副有限写像類群の外作用の像の中心化群について

日時：2020年12月22日（火） 15:00-16:00

場所：オンライン（Zoom）

講師：本田 淳史 氏（横浜国立大学）、佐藤 媛美 氏（横浜国立大学）

題目：ド・ジッター空間の空間的平均曲率1曲面における特異点の双対性

日時：2021年1月19日（火） 15:00-16:00

場所：オンライン（Zoom）

講師：小鳥居 祐香 氏（広島大学 / 理化学研究所）

題目：絡み目の絡み目ホモトピーによる分類について

## ○広島数理解析セミナー

第242回

日時：2020年8月7日（金） 16:30 - 17:30



場所：Microsoft Teams を用いたオンライン開催  
講師：木下 真也 氏 (Bielefeld 大学)  
題目：非線形 Loomis-Whitney 型の不等式について  
(A remark on the nonlinear Loomis-Whitney-type inequality)

#### 第 243 回

日時：2020 年 11 月 6 日 (金) 16:30 - 17:30  
場所：Microsoft Teams を用いたオンライン開催  
講師：古屋 貴士 氏 (名古屋大学)  
題目：亀裂散乱逆問題に対する monotonicity 法について

#### 第 244 回

日時：2020 年 11 月 13 日 (金) 16:30 - 17:30  
場所：Microsoft Teams を用いたオンライン開催  
講師：谷口 晃一 氏 (名古屋大学)  
題目：Hardy-Sobolev 型半線型熱方程式の解の挙動

#### 第 245 回

日時：2020 年 12 月 18 日 (金) 16:30 - 17:30  
場所：Microsoft Teams を用いたオンライン開催  
講師：勝呂 剛志 氏 (東北大学)  
題目：ある拡張エントロピーに対するモーメント不等式と対数型 Sobolev の不等式と  
移流拡散方程式への応用

#### 第 246 回

日時：2021 年 1 月 22 日 (金) 16:30 - 17:30  
場所：Microsoft Teams を用いたオンライン開催  
講師：高橋 仁 氏 (東京工業大学)  
題目：ある臨界指数を持つ半線形熱方程式に対する動的特異点を持つ解の存在について

### ○広島複素解析セミナー

#### 第 1 回

日時：2021 年 3 月 26 日 (金) 16:30-18:00  
場所：オンライン  
講師：吉野 正史 氏 (広島大学名誉教授)  
題目：ハミルトン系の動く特異点を持つ解の構成と半線形偏微分方程式の特異性

### ○広島確率論・力学系セミナー

日時：2020 年 7 月 1 日 (水) 10:30-12:00  
場所：Microsoft Teams によるオンライン形式  
講師：中川 勝國 氏 (広島大学理学部)

題目：転送作用素のコンパクト性とゼータ関数のスペクトル表現

日時：2020年7月8日(水) 10:30-12:00

場所：Microsoft Teams によるオンライン形式

講師：中川 勝國 氏 (広島大学理学部)

題目：転送作用素のコンパクト性とゼータ関数のスペクトル表現 (その2)

日時：2020年7月15日(水) 10:30-12:00

場所：Microsoft Teams によるオンライン形式

講師：中川 勝國 氏 (広島大学理学部)

題目：転送作用素のコンパクト性とゼータ関数のスペクトル表現 (その3)

日時：2020年7月29日(水) 10:30-12:00

場所：Microsoft Teams によるオンライン形式

講師：中川 勝國 氏 (広島大学理学部)

題目：エルゴード理論の基礎概念：エントロピーと変分原理

日時：2020年8月5日(水) 10:30-12:00

場所：Microsoft Teams によるオンライン形式

講師：中川 勝國 氏 (広島大学理学部)

題目：エルゴード理論の基礎概念：エントロピーと変分原理 (その2)

日時：2020年10月14日(水) 11:00-12:00

場所：Microsoft Teams によるオンライン形式

講師：中川 勝國 氏 (広島大学理学部)

題目：Weak rigidity of entropy spectra (その1)

日時：2020年10月21日(水) 11:00-12:00

場所：Microsoft Teams によるオンライン形式

講師：中川 勝國 氏 (広島大学理学部)

題目：Weak rigidity of entropy spectra (その2)

日時：2020年11月4日(水) 11:00-12:00

場所：Microsoft Teams によるオンライン形式

講師：田中 晴喜 氏 (和歌山県立医科大学)

題目：可算マルコフシフトに対する熱力学形式における漸近解析

日時：2020年11月11日(水) 11:00-12:00

場所：Microsoft Teams によるオンライン形式

講師：田中 晴喜 氏 (和歌山県立医科大学)

題目：可算マルコフシフトに対する熱力学形式における漸近解析 (その2)

日時：2020年11月18日(水) 11:00-12:00

場所：Microsoft Teams によるオンライン形式

講師：須崎 清剛 氏 (熊本大学)

題目：葉層付き空間上の確率微分方程式とその解が定める確率流について (その1)

日時：2020年12月2日(水) 11:00-12:00

場所：Microsoft Teams によるオンライン形式

講師：須崎 清剛 氏 (熊本大学)

題目：葉層付き空間上の確率微分方程式とその解が定める確率流について (その2)

## ○広島統計グループ金曜セミナー

### 第1回

日時：2020年10月23日(金) 15:00-16:00

場所：オンライン

講師：若木 宏文 氏 (広島大学・理学部)

題目：A Generalization of the Laplace's approximation method and its application to the distribution of the Bartlett-Nanda-Pillai statistics

### 第2回

日時：2020年10月30日(金) 15:00-16:00

場所：オンライン

講師：二宮 嘉行 氏 (統計数理研究所)

題目：傾向スコア解析における選択的推論

### 第3回

日時：2020年11月20日(金) 15:00-16:00

場所：オンライン

講師：福井 敬祐 氏 (広島大学・情報科学)

題目：がん疫学における最近の動向と統計学の貢献について

### 第4回

日時：2020年12月04日(金) 15:00-16:00

場所：オンライン

講師：伊森 晋平 氏 (広島大学・情報科学)

題目：高次元多変量線形回帰モデルにおける変数選択と漸近的性質

### 第5回

日時：2020年12月11日(金) 15:00-16:00

場所：オンライン

講師：橋本 真太郎 氏 (広島大学・総合科学)

題目：Robust Bayesian modeling with synthetic posterior

## 第6回

日時：2020年12月25日(金) 15:00-16:00

場所：オンライン

講師：小田 凌也 氏 (広島大学・情報科学)

題目：多変量線形回帰における正規尤度に基づく簡便なモデル選択法とその一致性の評価について

## 第7回

日時：2021年1月8日(金) 15:00-16:00

場所：オンライン

講師：柳原 宏和 氏 (広島大学・先進理工)

題目：Optimization of GMANOVA Model via Hierarchical Overlapping Group Lasso

## 第8回

日時：2021年1月22日(金) 15:00-17:00

場所：オンライン

講師1：河村 風児 氏 (広島大学・理学研究科・M2)

題目1：統計解析のための Wasserstein 距離について

講師2：藤井 良輔 氏 (広島大学・理学研究科・M2)

題目2：一般化線形混合モデルにおけるラプラス近似を用いた近似尤度方程式について

講師3：望月 教平 氏 (広島大学・理学研究科・M2)

題目3：Post-selection inference for linear regression via KOO method with general-formed variable selection criterion

## 第9回

日時：2021年2月5日(金) 15:00-16:00

場所：オンライン

講師：山田 宏 氏 (広島大学・情報科学)

題目：ゲイリーの  $c$  とスペクトル・グラフ理論

## 学術団体からの受賞実績

令和2年度 … 0件

## 学生の受賞実績

令和2年度 … 4件

- ・ 井口大幹, 広島大学エクセレントスチューデントスカラーシップ, 広島大学先進理工系科学研究科, 2020年12月
- ・ 望月教平, 学生発表プレゼン賞, 行動計量学会岡山地域部会, 2021年3月
- ・ 大石峰暉, 統計検定センター長賞, 一般財団法人 統計質保証推進協会, 2021年3月
- ・ 大石峰暉, 理学研究科長表彰, 広島大学理学研究科, 2021年3月

## 国際交流実績

該当無し

## 国際共同研究・国際会議開催実績

令和2年度 … 国際会議開催 0件(「数学プログラム構成員主催の研究集会等」に[国際]と記載)  
国際共同研究 15件

- ・ 奥田隆幸 (国際共同研究) : Da Zhao (上海交通大学, 中国)
- ・ 古宇田悠哉 (国際共同研究) : Sangbum Cho (Hanyang University, 韓国)
- ・ 古宇田悠哉 (国際共同研究) : Junghoon Lee (Chonbuk National University, 韓国)
- ・ 古宇田悠哉 (国際共同研究) : Bruno Martelli (University of Pisa, イタリア)
- ・ 高橋宣能 (国際共同研究) : Jinwon Choi (Sookmyung Women's University, 韓国)
- ・ 高橋宣能 (国際共同研究) : Michel van Garrel (University of Warwick, イギリス)
- ・ 高橋宣能 (国際共同研究) : Sheldon Katz (University of Illinois at Urbana-Champaign, アメリカ)
- ・ 神本晋吾 (国際共同研究) : David Sauzin (CNRS, フランス)
- ・ 島田伊知朗 (国際共同研究) : Simon Brandhorst (Saarland 大学, ドイツ)
- ・ 藤森祥一 (国際共同研究) : Peter Connor (Indiana University South Bend, アメリカ)
- ・ 藤森祥一 (国際共同研究) : Phillip Marmorino (University of Notre Dame, アメリカ)
- ・ 藤森祥一 (国際共同研究) : Seong-Deog Yang (Korea University, 韓国)
- ・ 柳原宏和 (国際共同研究) : Hiroko Solvang (Institute of Marine Research, ノルウェー)
- ・ 伊森晋平 (国際共同研究) : Dietrich von Rosen (Swedish University of Agricultural Sciences, スウェーデン)
- ・ 伊森晋平 (国際共同研究) : Ching-Kang Ing (National Tsing Hua University, 台湾)

## RAの実績

令和2年度 … 14件

- 植松 香介 : 代数体の具体的な拡大の研究
- 米田 好佑 : 標数の平面曲線の双対曲線
- 権藤 暁則 : 非コンパクト対称空間上の群作用の幾何
- 坂井 駿介 :  $CAT(0)$ 立方体複体を用いた交代絡み目の研究
- 吉田 雄亮 : 代数曲線の自己同型群に関する研究
- 上野 卓 : 印付き定規とコンパスによる作図可能な数の解明
- 川又 将大 : 外微分式系を用いたモンジュ・アンペール方程式の研究
- 是枝 由統 : 代数多様体に付随する空間の研究
- 近藤 裕司 : 擬リーマン対称空間上の群作用の幾何
- 井口 大幹 : 曲線複体を用いた Heegaard 分解の写像類群の研究
- 金田 伸 : Schwarz の公式と完備極小曲面に関する研究
- 河本 智嗣 : 正標数の関数体のガロア群
- 多田 安輝 : 一般化された対称空間の大域的性質について
- 渡辺 業 : 「Collatz の予想」の一般化

## 1-4-2 研究グループ別（プログラムによっては個人）の研究活動の概要，発表論文，講演等

### 代数数理講座

木村俊一（教授）

#### ○研究概要

コラッツ予想に付随するモチビクゼータである Lagarias  $Q$  関数の挙動について，古典的な自然数上でのコラッツ予想（奇数なら 3 倍して 1 を足す）を，2 進整数上に拡張して 2 次の奇無理数  $p$  の場合に調べ（奇数なら  $p$  倍して 1 を足す）に拡張し，その挙動が  $p$  の共役元  $q$  の付値によってコントロールされている，という現象を発見した。 $q$  が 2 進整数でなかったり，また 2 進整数であっても 4 の倍数でなければコラッツ予想の類似が成り立たないこと，一方  $q$  が 4 の倍数であればコラッツ予想と同様の現象が起こっていることを確かめた。2 元体上の多項式環ではコラッツ予想の類似が成り立つことを証明したが， $Q$  関数や双対性などについてさらに新しい現象を発見した。

島田伊知朗（教授）

#### ○研究概要

計算機を用いて  $K3$  曲面およびエンリケス曲面の自己同型群の研究を行った。新しい extremal 格子を多数構成した。

#### ○論文

- Simon Brandhorst and Ichiro Shimada. Borchers' method for Enriques surfaces. to appear in Michigan Math. J. (2021)
- Ichiro Shimada. Rational double points on Enriques surfaces. Sci. China Math. 64 (2021), no. 4, 665--690.

松本 眞（教授）

#### ○研究概要

「有限群上の差集合」の一般化についての研究を行った。有限群  $G$  の部分集合  $D$  が差集合であるとは， $D$  の非順序対の差が， $G$  の単位元以外のすべての元を同じ重複度であらわすことをさす。これを，アソシエーションスキーム  $G \times G \rightarrow I$  に一般化した。 $I$  の元  $i$  の逆像  $R_i$  は  $G$  の二項関係となる。 $G$  の部分集合  $D$  が差集合であるとは，比  $(D \times D \cap R_i) / k_i$ （ここで  $k_i$  は  $R_i$  の valency）が， $R_i$  が恒等関係でない限り一定である，という定義を我々は行った。アソシエーションスキームが群の thin association scheme である場合には，古典的な差集合の概念と一致する。また，アソシエーションスキームが群アソシエーションスキーム（すなわち， $I$  は  $G$  の共役類の集合）である場合についての差集合に対し，特にプレ差集合という命名を行った。差集合であればプレ差集合であり，また，群が可換であるときには両者の概念は一致する。プレ差集合であるが差集合ではない例を無限種類作成することに成功した。また，2 面体群  $D_{16}$  と，位数 27 の 3 元体上半三角行列  $T(3,3)$  においては，差集合は存在しないがプレ差集合は存在することを示した。これらの存在は，計算機を用いて示したほか，ある群の差集合から別の群のプレ差集合を構成する一般論を示すことによっても証明

した。「二面体群には差集合は自明なものしか存在しない」と予想されてるため、この結果はプレ差集合が差集合とは大きくことなることを示している。一方で、差集合の存在のための必要条件の多くが、プレ差集合の存在の必要条件になっていることも示し、両者の概念が近いことも示した。これらの(プレ)差集合は、群  $G$  の中でなんらかの意味での「ランダムな部分集合」になっていることが、表現論的に示唆されている。

## ○論文

- ◎ Hiroki Kajiura, Makoto Matsumoto, Takayuki Okuda, “Non-existence and construction of pre-difference sets, and equi-distributed subsets in association schemes”, *Graphs and Combinatorics* (2021), <https://doi.org/10.1007/s00373-021-02279-9>

## 高橋宣能 (准教授)

### ○研究概要

1. カンドル多様体のうち、正則  $s$  多様体と呼ばれるものの上の「正則」な加群と無限小  $s$  多様体(ある種の自己同型付き Lie-Yamaguti 代数)のある種の表現の間の対応について研究を継続しているが、今年度はこれに関する論文を完成し、発表した。この論文の中では、連結かつ推移的なカンドル多様体の中の準同型が与えられたとき、それぞれに推移的に作用する Lie 群として適切なものを取ることによって Lie 群の準同型を用いて表せることや、無限小  $s$  多様体の表現と無限小  $s$  多様体の圏における abel 群対象との対応などの基本的な事実を証明した。論文は出版予定である。
2. 上の対応を用いることによって、カンドル加群の実例に関する計算を行った。具体的には、 $SL(2, C)$  内の一般の共役類  $Q$  をカンドルと考えるとき、対応する無限小  $s$  多様体の表現を経由することによって  $Q$  上の一階のカンドル加群の分類を行った。特に、 $Q$  に付随する群の表現から直接に誘導される形でないようなカンドル加群の例が与えられた。また、二階の場合についてもいくつかの計算を行った。
3. 退化した  $A_1$  曲線の対数的 BPS 不変量への寄与を具体的に計算する、などの問題に関する研究を海外の研究者たちとともに今年度も行い、対数的状況でのある種の層のモジュライ空間や対数的安定写像の記述などについて、いくつかの具体例を与えるなどの研究を行った。この結果に関する論文は出版予定である。

## ○論文

- Jinwon Choi, Michel van Garrel, Sheldon Katz, Nobuyoshi Takahashi, Local BPS invariants: enumerative aspects and wall-crossing, *International Mathematics Research Notices*, 2020, (2020), 5450--5475.
- Jinwon Choi, Michel van Garrel, Sheldon Katz, Nobuyoshi Takahashi, Log BPS numbers of log Calabi-Yau surfaces, *Transactions of the American Mathematical Society*, 374, (2021), 678--732.

## ○国内学会での講演

- (招待講演) 高橋宣能, カンドル空間上の加群と Lie-山口代数の表現, 研究集会「カンドルと対称空間」, 2020年12月17日~18日, 大阪市立大学数学研究所 (Zoom による開催).

## 飯島 優 (助教)

### ○研究概要

前年度得られていた双曲的曲線のモジュライスタックの普遍外モノドロミー表現に対する幾何学的グロタンディーク予想に関する結果等を用いて、向き付け可能双曲的開曲面の写像類群の開曲面の位相的基本群の外部自己同形群における中心化群を計算した。

双曲的曲線の配置空間のコンパクト化に関連して表れる安定曲線の基本群の構造を調べることにより、カスプの数がある程度大きいアフィン双曲的曲線の配置空間の外モノドロミー表現の像の中心化群の元がファイバーの基本群のカスプ惰性群の共役類の集合を保つことを確かめた。

### ○国内学会での講演

- ・ (依頼講演) 飯島 優, 広島大学トポロジー・幾何セミナー, 2020年12月14日, オンライン

## 鈴木航介 (助教)

### ○研究概要

高次元数値積分のアルゴリズムとして、サンプル点を一様ランダムに選ぶモンテカルロ法がよく知られている。しかしモンテカルロ法の収束オーダーは、サンプル点の個数を  $N$  としたとき  $O(1/\sqrt{N})$  と決して速くない。ここで超一様点集合という均等に散らばる点集合をサンプルに用いる準モンテカルロ法を用いると、性質のよい関数の積分誤差が  $1/N$ , もしくはそれ以上に高速なオーダーで収束する。私は、準モンテカルロ法の理論、とくに **Koksma-Hlawka** 型不等式やその離散化、積分領域の一般化、幅広い関数に対応できる積分則の構築などを研究している。

### ○総説・解説

- ・ 鈴木航介, 合田 隆, 準モンテカルロ法の最前線, 日本応用数学会論文誌, 30 卷(2020), p. 320-374.

### ○国内学会での講演

- ・ (依頼講演) 鈴木航介, *Mathematical aspects of quasi-Monte Carlo integration*, 理化学研究所数理創造プログラム数学セミナー, 2020年11月5日, オンライン

## 多様幾何講座

## 古宇田悠哉 (教授)

### ○研究概要

向き付け可能な閉 3 次元多様体上の非特異フローと横断的に交わる分岐スパインをフロースパインとよぶ。ここで、フロースパインの補集合上のフローはコンスタントであるとする。昨年度に引き続き、石井一平氏, 石川昌治氏, 直江央寛氏と共同で、接触構造と正フロースパインの対応に関する研究を進めた。特に、この対応により定義される接触構造の複雑度に着目し、頂点数の少ない正フロースパインの分類、複雑度の低い接触多様体の分類を行った。また、フロースパインに対



して定義される変形と, carry されるフローの可動範囲について考察を行った。この他, 絡み目の安定写像の特異点に関する研究 (古谷凌雅氏と共同), 3次元多様体内の曲面の homotopy motion 群に関する研究 (作間誠氏と共同) を行い, 論文を執筆した。また, ブレイド群と結び目に関する研究 (Sangbum Cho 氏, Arim Seo 氏と共同), 4次元多様体のシャドウ複雑度に関する研究 (Bruno Martelli 氏, 直江央寛氏と共同), 非輪状な 4次元多様体のシャドウ複雑度に関する研究 (直江央寛氏と共同), 絡み目の橋分解の Goeritz 群に関する研究 (井口大幹氏, 廣瀬進氏, 金英子氏と共同) に関する論文が査読付き国際誌から受理され, 掲載済み, あるいは掲載待ちの状況にある。

## ○論文

- Yuya Koda, Hironobu Naoe, Shadows of acyclic 4-manifolds with sphere boundary, Algebraic & Geometric Topology 20 (2020), no. 7, 3707-3731.
- Yuya Koda, Makoto Sakuma, “Monodromy groups” of Heegaard surfaces of 3-manifolds - Research announcement, 数理解析研究所講究録 No. 2163 (2020), 47-61.

## ○国内学会での講演

- (招待講演) 古宇田悠哉, “Monodromy groups” of Heegaard surfaces of 3-manifolds, 埼玉大学 談話会 (Zoom), 2020年7月9日.
- (招待講演) 古宇田悠哉, Turaev のシャドウとその複雑度, N-KOOK セミナー (Zoom), 2020年11月28日.
- (招待講演) 古宇田悠哉, Goeritz groups of bridge decompositions, トポロジー火曜セミナー, 東京大学 (Zoom), 2020年12月1日.

## 藤森祥一 (教授)

### ○研究概要

3次元ユークリッド空間の極小曲面および3次元ミンコフスキー空間の平均曲率0曲面の大域的性質と特異点に関する研究を行った。特に2重周期的な極小曲面と向き付け不可能な極大曲面の構成を行った。

### ○国際会議での講演

- (招待講演) Shoichi Fujimori, Discussion meeting on zero mean curvature surfaces, 2020年7月7, 8, 15日 (3回講演), ICTS (インド) で開催予定だったが online に変更された.

## 奥田隆幸 (講師)

### ○研究概要

各点で点対称と呼ばれる変換が定義されているリーマン多様体をリーマン対称空間という。リーマン対称空間は球面やグラスマン多様体, 双曲空間などを例として含んでおり, 微分幾何学において重要な研究対象である。また全測地的部分多様体とは測地線概念を一般化したものである。「真直ぐなものを考える」という意味で, 全測地的部分多様体は最も基本的な部分多様体のクラスの一

つである。

当面の研究テーマとしてディンキン指数と呼ばれる不変量を定義し、応用することによりリーマン対称空間内の部分多様体の分類問題に取り組むということに取り組んでいる。当該年度においてはリーマン対称空間内の全測地的部分多様のディンキン指数の整数性の証明についての整備および不連続群との関係についての調査を行った。全測地的部分多様の Dynkin 指数の整数性については、これまでにルート系を用いた代数的な証明が得られていたが、当該年度の研究により、より幾何学的なアイデアを用いた証明が得られた(論文準備中)。また対称空間に離散群が不連続に作用するとき、特定の全測地的部分多様体が“きれいに巻き付く”ための必要十分条件を整理した。これは「擬リーマン簡約型等質空間上のクリフォード・クライン形」の研究としてよく知られている小林俊行の固有性判定定理を別の視点から読み替えたものになっている(論文準備中)。さらに対称空間に作用している離散群の群コホモロジーと考えている全測地的部分多様体の次元の関係についても調査を行った。

## ○論文

- Hirotake Kurihara, Takayuki Okuda, Great antipodal sets on complex Grassmannian manifolds as designs with the smallest cardinalities, *Journal of Algebra*, 559, 2020, 432--466.
- © Hiroki Kajjura, Makoto Matsumoto, Takayuki Okuda, “Non-existence and construction of pre-difference sets, and equi-distributed subsets in association schemes”, *Graphs and Combinatorics* (2021), <https://doi.org/10.1007/s00373-021-02279-9>

## ○国内学会での講演

- (依頼講演) 奥田隆幸, 東京大学 Lie 群論・表現論セミナー, トポロジー火曜セミナー(合同開催), 2020年7月14日, オンライン開催.
- (依頼講演) 奥田隆幸, 筑波大学微分幾何セミナー, 2020年10月28日, オンライン開催.

## 久保 亮 (助教)

### ○研究概要

今年度は、対称空間やカンドル内の“よい”部分多様体(部分集合)について、その構造の構造を調べることを目的に研究を行った。具体的には以下の通りである。

- 2-平面 Grassmann 多様体の等質超曲面について調べ、いくつかの場合には $(\kappa, \mu)$ 空間と呼ばれる特別な接触構造を持つことを示した。また得られた結果を論文として執筆した。(既に投稿済みである。)
- カンドルの部分集合として、 $s$ -可換集合という概念を定式化し、球面や射影空間などの対称空間に対して、極大  $s$ -可換集合を決定した。また得られた結果を論文として執筆した。(既に査読付き論文として受理されている。)

## 野崎雄太 (助教)

### ○研究概要

曲面の写像類群の部分群に Johnson 核と呼ばれる部分群があり、その Abel 化の構造に興味を持

たれている。有限生成かどうかすら長年分かっていなかったのだが、近年 Dimca, Papadima により Abel 化の自由部分について大きな進展があり、さらに森田, 逆井, 鈴木によって自由部分は完全に決定された。そしてトーシヨンの存在が重要な未解決問題として残されていた。私は佐藤正寿氏（東京電機大学）と鈴木正明氏（明治大学）との共同研究において、Abel 化にトーシヨンが存在することを明らかにした。既存の枠組みでトーシヨンを捉えることは困難であり、新しい道具が必要であった。我々は量子トポロジーにおける LMO 関手を用いて、ホモロジーシリンダーの不変量を構成し、それを応用することで Johnson 核の情報を引き出すことに成功した。この不変量の別の応用として、Goussarov-葉廣予想をある場合に解決した。この予想はホモロジーシリンダーの有限型不変量に関する基本的な予想であり、当該分野において重要な貢献と言える。本研究内容を論文にまとめて専門誌に投稿し、現在出版予定となっている。また国際集会 The 16th East Asian Conference on Geometric Topology において基調講演も行った。

### ○論文

- Teruaki Kitano and Yuta Nozaki, Finiteness of the image of the Reidemeister torsion of a splice, Ann. Math. Blaise Pascal, Vol. 27 (2020) no. 1, pp. 19--36.

### ○国際会議での講演

- （特別講演）Yuta Nozaki, The 16th East Asian Conference on Geometric Topology, 2021 年 1 月, 東京（オンライン）.

### ○国内学会での講演

- （招待講演）野崎雄太, ハンドルセミナー, オンライン, 2021 年 1 月.
- （招待講演）野崎雄太, Friday Tea Time Zoom Seminar, オンライン, 2020 年 10 月.
- （依頼講演）野崎雄太, トポロジー・幾何セミナー, 広島大学（オンライン）, 2020 年 10 月.
- （招待講演）野崎雄太, 微分トポロジーセミナー, 京都大学（オンライン）, 2020 年 10 月.
- （招待講演）野崎雄太, 2020 年度秋季総合分科会, 熊本大学（オンライン）, 2020 年 9 月.
- （招待講演）野崎雄太, トポロジー火曜セミナー, 東京大学（オンライン）, 2020 年 7 月.

## 数理解析講座

### 川下美潮（教授）

#### ○研究概要

時間に依存した微分方程式で記述される逆問題を囲い込み法により研究する際に現れる漸近挙動の解析に対する「局所化」の可能性の考察は令和元年度から継続して取り組んでいる研究である。逆問題では観測データから定められた「指示関数」と呼ばれる関数の解析を通じて媒質内部の情報を得ようとする。この問題は Helmholtz 方程式におけるパラメータを純虚数にした定常問題の基本解の漸近挙動を調べる問題に帰着させるが、この方法で得られた結果は、基本解の一部の情報しか用いていない様に見える。これが正しければ、必要となるべき部分だけを取り出せるような解析を行えば、問題の局所化が出来るはずである。これまでの基本解をそのまま用いる解析は上記の「局所化」については全く考慮していないことを意味している。そこで、基本解から逆問題の解析に必要と思われる部分のみを取り出せるか、もしそれができないのなら、その理由を解明したいという

のがこの研究の目標である。この問題について、昨年度は一様な媒質の中にノイマン型（ロバン）境界条件のみに従う穴があり、それらの穴の境界が十分滑らか（6回連続微分可能）な場合には取り扱いが可能であることを示した。この成果を元に、令和2年度には次の問題に取り組んだ。

(i) 観測地点からの距離が短い方が確実に区別できることを示すための手段の検討

(ii) ディリクレ境界条件の穴もある場合に関する取り扱い

(iii) 境界の滑らかさに関する仮定がどの程度緩められるか

(i)の課題については、ディリクレ境界条件を持つ穴とノイマン型境界条件を持つ穴の両方がある場合において、ある程度満足な結論が得られており、現在、結果の検証中である。一方、(ii),(iii)については今後も議論が必要な状況であり、次年度以降における重要な研究課題である。

### ○国内学会での講演

- ・（招待講演）川下美潮，第12回名古屋微分方程式研究集会，2021年3月8日，Zoomによるオンライン開催 演題：Finding obstacles in the below side of two layered media by the enclosure method

### 内藤雄基（教授）

#### ○研究概要

非線形放物型方程式における解の漸近的性質と定常問題および自己相似解との関連性について研究を行うとともに、優 Sobolev 臨界非線形項を持つ楕円型方程式における特異解の定性的性質、特に特異解の存在、一意性、漸近的性質について研究を行った。

#### ○論文

- ・ Yasuhito Miyamoto and Yuki Naito, Fundamental properties and asymptotic shapes of the singular and classical radial solutions for supercritical semilinear elliptic equations, NoDEA Nonlinear Differential Equations Appl. 27 (2020), Paper No. 52, 25 pp.

### ○国内学会での講演

- ・（一般講演）内藤雄基・九州関数方程式セミナー・2021年1月8日，オンライン
- ・（一般講演）宮本安人，内藤雄基・日本数学会関数方程式分科会一般講演・2021年3月15日 慶応大学（オンライン）

### 滝本和広（准教授）

#### ○研究概要

完全非線形の楕円型・放物型偏微分方程式に対し、その境界値問題の可解性および解の性質についての研究を主に行っている。本年度行った研究は以下の通りである。

- (1) 前年度の研究で  $k$ -Hessian 方程式に対する境界爆発問題の解（境界爆発解）の境界付近における挙動の主要項を精密に得ることに成功していたが、この研究に関する論文が *SN Partial Differential Equations and Applications* 誌に掲載された。
- (2) 今年度は(1)で得られた結果を精緻化し、 $k$ -Hessian 方程式の境界爆発解の境界付近における挙動

の第2項を得ることに成功した。同様の手法により第3項以降を得ることも可能である。この研究に関する論文が *Journal of Mathematical Analysis and Applications* 誌に掲載された。

- (3) (1)と同様の問題を  $k$ -曲率方程式に対して考察した。 $k$ -Hessian 方程式とは異なり、 $k$ -曲率方程式では  $k=n$  の場合 (Gauss 曲率方程式) と  $1 \leq k \leq n-1$  の場合で状況が異なる点特徴的である。本研究をまとめた論文を作成し学術雑誌に投稿した。
- (4) 中森さおり氏との共同研究(2015, 2016)で得た放物型  $k$ -Hessian 方程式に対する Bernstein 型定理 (ある「条件」を満たす放物型  $k$ -Hessian 方程式の解は  $(t$  に関する 1 次多項式) +  $(x$  に関する 2 次多項式) として表せる, という定理) について,  $k=2$  の場合については「条件」を緩められる, という結果を得た。この研究に関する論文が *Journal of Mathematical Analysis and Applications* 誌に掲載された。
- (5) 放物型  $k$ -Hessian 方程式の外部 Dirichlet 問題の可解性に関する研究を行った。これについては現在論文の投稿準備中であり, 来年度以降も引き続き研究する。

## ○論文

- Kazuhiro Takimoto, Precise blowup rate near the boundary of boundary blowup solutions to  $k$ -Hessian equation, *SN Partial Differential Equations and Applications* 2 (2021), 10 pages.
- Kazuhiro Takimoto, Bernstein type theorem for the generalized parabolic 2-Hessian equation under weaker conditions, *Journal of Mathematical Analysis and Applications* 495 (2021), 14 pages.
- Kazuhiro Takimoto, Second order boundary estimate of boundary blowup solutions to  $k$ -Hessian equation, *Journal of Mathematical Analysis and Applications* 500 (2021), 12 pages.

## ○国内学会での講演

- (一般講演) 滝本和広, Bernstein type theorem for the parabolic 2-Hessian equation under weaker conditions, 日本数学会 2020 年度秋季総合分科会, 熊本大学 (オンライン開催), 2020 年 9 月 22 日
- (一般講演) 滝本和広, The exterior Dirichlet problem for the generalized parabolic  $k$ -Hessian equations, 日本数学会 2021 年度年会, 慶應義塾大学 (オンライン開催), 2021 年 3 月 16 日

## 平田賢太郎 (准教授)

### ○研究概要

今年度は,  $n$  次元 Euclid 空間内の単位開球において, 劣臨界指数の非線形項をもつ半線形楕円型方程式の正值解の境界増大度と単位球面上の解の特異点集合の関係について考察した。2008 年と 2011 年の研究成果により, 正值解は, 球面上の殆ど至る所で有限な放射状極限をもち, さらに, 境界までの距離の  $1-n$  乗 (Poisson 核の増大度) より速く増大しないことがわかっている。問題は,  $1-n$  より大きい負の数  $b$  に対して, 正值解が境界までの距離の  $b$  乗より速く増大するような球面上の点集合 (以下,  $b$ -特異点集合と書く) のサイズである。調和関数の場合は, Armitage 氏(1981)や Bayart 氏と Heurteaux 氏(2013)の結果があるが, 一般の優調和関数に対しては, 同様の結果は期待できない。しかし, 非線形指数が劣臨界の場合, 正值解は正值調和関数と同様の振る舞いをする事が, これまでの研究で明らかになってきた。そこで, 今年度は, 従来のポテンシャル論の方法と非線形性を考慮して, 正值解の  $b$ -特異点集合の Hausdorff 次元は  $n-1+b$  以下であることを証明した。さらに, 球面上に  $n-1+b$  次元 Hausdorff 測度がゼロの集合を与えたとき, それを  $b$ -特異点集合とするよ

うな正值解が存在することを示すことで、主定理の評価の最良性も示すことができた。正值解の具体的表示がないため、解の挙動を知ることは難しいが、今回の研究結果により、劣臨界指数の非線形項をもつ半線形楕円型方程式の正值解の境界付近での挙動がより明らかにされた。

#### ○論文

- Hiroaki Aikawa, Takanobu Hara, Kentaro Hirata, Global integrability of supertemperatures, *Mathematische Zeitschrift*, 296 (2020), 1049—1063.
- Kentaro Hirata, Boundary estimates for superharmonic functions and solutions of semilinear elliptic equations with source, *Collectanea Mathematica*, 72 (2021), 43-61.
- Kentaro Hirata, Boundary growth rates and the size of singular sets for superharmonic functions satisfying a nonlinear inequality, *Archiv der Mathematik*, 116 (2021), 335--344.

#### 神本晋吾（講師）

#### ○研究概要

令和2年度は、主に以下の1), 2)について研究を行った。

##### 1) WKB 解のリサージェンス性について

WKB 解のリサージェンス性は、リサージェンス理論の黎明期からの大きな問題となっているが、今尚明確にされていない。この WKB 解のリサージェンス性を示すべく、反復積分による表示を用いて考察を行ったが、問題点ばかりが浮き彫りになる形となった。特に「動かない特異点」と呼ばれる、ストークス幾何の退化に関連して現れる特異点の生成メカニズムが上手く説明できていない状況である。この証明の方針は、J.Ecalle 氏による証明のアイデアと本質的に同じだが、このような素朴な方法で WKB 解のリサージェンス性を示すのは難しいように感じている。

##### 2) Connes-Kreimer Hopf 代数を用いた Mould 解析について

昨年度も Connes-Kreimer Hopf 代数を用いた Mould 解析の研究を行ったが、そこでは Borel 平面上の特異点が「単純な特異点」だけになるための条件を付けていた。本年度はこの条件を除き、一般の特異点が現れるような場合の Mould 解析について考察を行った。この場合には、考えている作用素に応じた Poincare-Dulac 標準形を考える必要があるが、この作用素を解く際にどのような特異点が生成されるかは明らかになった。しかし、今まで行ってきたリサージェンス理論に関する研究の枠組みでは、単純な特異点だけを持つ場合を念頭において行ってきたため、この枠組み自体を拡張する必要性が生じている。

#### ○国際会議での講演

- （依頼講演）Shingo Kamimoto, Formal and Analytic Solutions of Diff. Equations, 2020年6月29日, University of Alcalá(Online).

## 確率統計講座

### 井上昭彦（教授）

#### ○研究概要

正定値の行列値関数でその逆行列も可積分であるようなシンボルを持つブロック・テプリッツ行列を考える。私は、そのテプリッツ行列の逆行列に対する新しい明示公式を導いた。その明示公式の主要な構成要素は、シンボルに付随する相関数とよばれるユニタリ行列値関数のフーリエ係数である。その明示公式を示す際に鍵となるのは、そのテプリッツ行列の逆を有限予測的量で表現するある等式であり、私自身によるこの等式の発見が、この研究全体のブレーク・スルーとなった。実際、この等式により、私や共同研究者の方々がこれまで発展させてきた有限予測に関する理論を、テプリッツ行列に適用できるようになり、これによりテプリッツ行列およびテプリッツ系の分野に、全く新しい研究手段を提供することとなった。私は、上記のテプリッツ行列の逆行列に対する明示公式の有用性を、二つの応用で示した。一つは、テプリッツ行列のサイズが大きくなっていく際の、テプリッツ系の解の強い収束性に関する結果である。この結果は、特別なテプリッツ系である Yule-Walker 方程式の解に対しては、Baxter の不等式とよばれるものの応用として古くから知られていたが、私の結果は、これの一般のテプリッツ系への拡張になっている。上記のテプリッツ行列の逆行列に対する明示公式の 2 番目の応用は、シンボルが有理的な場合の、テプリッツ行列の逆行列に対する閉形式公式である。この閉形式表示は、サイズが不変な構成要素的行列をいくつか組み合わせた形をしている。この閉形式表示の著しい点は、これから、対応するテプリッツ系の線形時間アルゴリズムが得られる点である。線形時間より早いアルゴリズムは存在しないので、この結果は応用上の意義がある。

#### ○国内学会での講演

- ・（招待講演）井上昭彦，テプリッツ系に対する Baxter 型収束定理，確率論シンポジウム，2020 年 12 月 22 日，オンライン

### 柳原宏和（教授）

#### ○研究概要

情報量規準最小化に基づくモデル選択法において、どの規準量を使用すれば良いかという問題は重要かつ深刻な問題である。情報量規準の良さの基準の一つに、漸近的に真のモデルを選ぶ確率が 1 となるような性質である一致性がある。この性質は標本数だけを無限大とする大標本漸近理論により得られたものであるが、パラメータ数が標本数に比べ比較的多い場合、この漸近理論による漸近近似の精度が悪くなることが知られている。観測値の次元数が大きいような高次元データにおいて、パラメータ数は次元数の 2 乗のオーダーの大きさなので、やはり大標本漸近理論では、漸近近似が悪くなる。そこで、一致性の評価に標本数だけでなく次元数も無限大とする大標本高次元漸近理論を用いて再評価を行い、そのような漸近枠組みにおいて、常に一致性を持つ情報量規準を提案した。

#### ○論文

- ・ Ohishi, M., Yanagihara, H. & Fujikoshi, Y., A fast algorithm for optimizing ridge parameters in a

generalized ridge regression by minimizing a model selection criterion, *Journal of Statistical Planning and Inference*, 204 (2020), 187-205.

- Oda, R. & Yanagihara, H., A fast and consistent variable selection method for high-dimensional multivariate linear regression with a large number of explanatory variables, *The Electronic Journal of Statistics*, 14, (2020), 1386-1412.
- Ohishi, M., Yanagihara, H. & Kawano, S., Equivalence between adaptive-Lasso and generalized ridge estimators in linear regression with orthogonal explanatory variables after optimizing regularization parameters, *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, 72, (2020), 1501-1516.
- ©Ohishi, M., Yanagihara, H. & Wakaki, H., Optimization of generalized Cp criterion for selecting ridge parameters in generalized ridge regression, *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 193, (2020), 267-278.
- Fukui, K., Ohishi, M., Yamamura, M. & Yanagihara, H., A fast optimization method for additive model via partial generalized ridge regression, *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 193, (2020), 279-290.
- Oda, R., Yanagihara, H. & Fujikoshi, Y., Strong consistency of log-likelihood-based information criterion in high-dimensional canonical correlation analysis, *Sankhya A*, 83, (2021), 109-127.

#### ○総説・解説

- Oda, R. & Yanagihara, H., A consistent likelihood-based variable selection method in normal multivariate linear regression, TR No. 20-08, Statistical Research Group, Hiroshima University, 2020.
- Ohishi, M., Okamura, K. & Itoh, Y. & Yanagihara, H., Optimizations for categorizations of explanatory variables in linear regression via generalized fused Lasso, TR No. 21-01, Statistical Research Group, Hiroshima University, 2021.
- Ohishi, M., Okamura, K., Itoh, Y. & Yanagihara, H., Coordinate descent algorithm for generalized group fused Lasso, TR No. 21-02, Statistical Research Group, Hiroshima University, 2021.

#### ○国際会議での講演

- ◎(招待講演) Ohishi, M., Yanagihara, H. & Wakaki, H., Optimization of generalized Cp criterion for selecting ridge parameters in generalized ridge regression, The 12th International KES Conference, IDT-20, 2020.6.17~19, Virtual.
- (招待講演) Fukui, K., Ohishi, M., Yamamura, M. & Yanagihara, H., A fast optimization method for additive model via partial generalized ridge regression, The 12th International KES Conference, IDT-20, 2020.6.17~19, Virtual.

#### ○国内学会での講演

- (一般講演) 大石峰暉, 山村麻理子, 柳原宏和, ロジスティック回帰モデルにおける generalized fused Lasso の座標降下法, 第15回日本統計学会春季集会, 2021年3月13日, オンライン.
- (一般講演) 望月教平, 柳原宏和, Post-selection Inference for linear regression via KOO method with general-formed variable selection criterion, 第15回日本統計学会春季集会, 2021年3月13日, オンライン.



## 若木宏文 (教授)

### ○研究概要

Bartlett-Nanda-Pillai 検定統計量の分布のラプラス近似を用いた大標本漸近展開近似とその誤差評価について研究した。

### ○論文

- ◎Ohishi, M., Yanagihara, H. and Wakaki, H. Optimization of generalized  $C_p$  criterion for selecting ridge parameters in generalized ridge regression. Intelligent Decision Technologies 2020, Proceedings of the 12th KES International Conference on Intelligent Decision Technologies (KES-IDT-20) (eds. I. Czarnowski, R. J. Howlett & L. C. Jain), Springer, (2020), 267-278.

### ○国際会議での講演

- ◎(招待講演) Ohishi, M., Yanagihara, H. & Wakaki, H., Optimization of generalized  $C_p$  criterion for selecting ridge parameters in generalized ridge regression, The 12th International KES Conference, IDT-20, 2020.6.17~19, Virtual.

## 伊森 晋平 (准教授)

### ○研究概要

本研究の目的は補助変数を活用した統計モデリング法の開発であり、2019年度までに有用な補助変数を選択するための情報量規準を提案し、その研究内容を含む論文が国際雑誌に掲載されている。また、多変量解析などの関連分野においても成果を得ている。本年度は当初、多変量解析において変数の一部が補助変数である場合の補助変数の活用方法や、高次元データにおける補助変数の活用方法について研究する予定であったが、他の関連分野で進展があったためそちらを重点的に進めた。具体的には、外れ値に対してロバストな推定が可能となるガンマダイバージェンスを用いた際の説明変数の選択アルゴリズムに関する研究を行った。説明変数の数が多い高次元データにおける変数選択問題では、情報量規準を用いて最適な説明変数の組み合わせを総当たり法で計算することは計算時間の観点から実用的ではないことが知られている。そこでガンマダイバージェンスによる推定を、総当たり法に比べて計算負荷の小さな貪欲法と組み合わせて変数選択手法を提案した。この研究内容は科研費シンポジウムで発表している。また、昨年度から進めていた多変量解析の分野における研究についてもいくつか進展があった。まず、国際雑誌に投稿していた **bilinear random coefficients** を持つ成長曲線モデルに関する論文が採択された。さらに、多変量線形回帰モデルにおける  $C_p$  タイプ規準量の漸近的性質に関する研究も論文としてまとめ、国際雑誌に投稿している。多変量線形回帰モデルにおける変数選択では、全ての目的変数に関して共通の説明変数を用いることがしばしば仮定されるが、本研究ではその条件を緩和した状況下で  $C_p$  タイプ規準量の漸近有効性を示している。

### ○論文

- Imori, S., von Rosen, D. & Oda, R., Growth Curve Model with Bilinear Random Coefficients, Sankhya A, (2020), accepted for publication.
- Imori, S. & von Rosen, D., Upper and Lower Bounds of the Dispersion of a Mean Estimator in the Growth

## 岩田耕一郎 (准教授)

### ○研究概要

複素 1 次元トーラス上の点過程によって定められるランダム有理関数は多重相関関数を有理点上で評価するとそれは十分一般的な条件のもとで保型形式となる。確率場単独では表現可能となる保型形式は乏しいが、数  $n$  の分割型に着目して、確率場の汎関数を構成すれば表現可能な保型形式が増えるので表現可能性を特徴付けることに興味を持っている。汎関数のシステムは、高々 1 位の極で記述される特異性を持ち、極の位置と留数のなす配置に対する非自明な関係を表わす 1 階楕円型微分方程式系を満たす。その対称性を解析するのに、分割に関する母関数を使って接近を図っている。

## Heewon Park (准教授)

### ○研究概要

細胞 (sample) 一個一個に対して構築された上皮系細胞から間葉系細胞への転換 (EMT) を決定する遺伝子ネットワークの解析を行った。Sanger Institute の 762 種のがん細胞株・約 13,000 個の遺伝子発現データから各細胞に対して構築された膨大なネットワークの総合的理解のため、Tensor 分解の説明可能な AI 技術を富士通研究所人工知能研究所との共同研究で開発した。開発した方法は、患者さんの臨床特徴の予測と高次元テンソルの部分空間推定に関する損失関数を両方考慮することによって、統計的な予測精度と共にモデリングの結果に関する解釈性を持つ方法である。解析した方法から、細胞の上皮・間葉転換の予測とその予測根拠を人間が理解できる形で提示することから、EMT メカニズムの解明と関連遺伝子マーカー探索を行い、個別化医療へのエビデンス提供を実現した。

## 福井敬祐 (准教授)

### ○研究概要

がん対策を中心とした医療・保健事業に活用するための統計手法の開発および適用についての研究を行っている。今年度はがん対策において、無作為化比較試験を実行できないような状況においても一定のエビデンスを排出可能な Microsimulation model の開発を行った。また、これらの研究成果をより一般の政策実行者に提供可能なツールの提供方法について研究を行っており、今年度は Web application tool [地域差を考慮した罹患率の比較ツール] を公開した。

### ○論文

- Hiroyuki Kikuchi, Masaki Machida, Itaru Nakamura, Reiko Saito, Yuko Odagiri, Takako Kojima, Hidehiro Watanabe, Keisuke Fukui, and Shigeru Inoue. “Changes in Psychological Distress during the COVID-19 Pandemic in Japan: A Longitudinal Study.” Journal of Epidemiology, vol. 30, no. 11, (2020), pp. 522–28.

- Shogo Matsuda, Takuya Kotani, Hiroko Kuwabara, Takayasu Suzuka, Takao Kiboshi, Keisuke Fukui, Takaaki Ishida, Youhei Fujiki, Hideyuki Shiba, Kenichiro Hata, Takeshi Shoda, Yoshinobu Hirose, and Tohru Takeuchi. “CCL2 Produced by CD68+/CD163+ Macrophages as a Promising Clinical Biomarker of Microscopic Polyangiitis-Interstitial Lung Disease.” *Rheumatology*, (2021). Online ahead printed.
- Tatsuhiko Anzai, Keisuke Fukui, Tsubasa Ito, Yuri Ito, and Kunihiko Takahashi. “Excess Mortality from Suicide during the Early Covid-19 Pandemic Period in Japan: A Time-Series Modeling before the Pandemic.” *Journal of Epidemiology*, vol. 31, no. 2, Japan Epidemiological Association, (2021), pp. 152–56.

### ○国内学会での講演

- (依頼講演) 福井敬祐, 「ヘルスケアの OR」 第 7 回研究会, 2020 年 12 月, オンライン開催.

### 中川勝國 (助教)

#### ○研究概要

力学系とは、空間とその上の変換および測度からなる 3 つ組のことであり、決定論的法則により時間発展する物理現象の数学的モデルである。報告者は、力学系の逆問題、すなわち、与えられた不変量から元の力学系を復元する問題に取り組んでいる。特に、力学系の長時間挙動と関連付けられる不変量に対する逆問題を集中的に研究している。そのような不変量の中で、とりわけ重要かつ自然なものがエントロピースペクトルであり、これは、変換の反復合成による球体の測度の指數的減少率で空間を分割したときの、各集合の位相的エントロピーの組として定義される。報告者の研究方針は、エントロピースペクトルの逆問題を、力学系の Ruelle ゼータ関数（これも重要な不変量である）の逆問題に帰着させて解こうというものであり、ハミルトニアンに付随する分配関数と転送作用素の固有値の和が一致するという跡公式が本質的な役割を果たす。

令和 2 年度に得られた最大の成果は、跡公式を、局所的定数でない、より一般的なハミルトニアンにまで拡張したことである。報告者は、一般のハミルトニアンに対するエントロピースペクトルの逆問題の解決を目指しているため、跡公式の拡張は必要不可欠である。この「跡公式の拡張」に関する論文は *Discrete and Continuous Dynamical Systems* 誌に掲載された。さらに、転送作用素のスペクトルを考察する過程で、Hilbert 空間上の非有界正規作用素に対する古典的なスペクトル分解定理の別証明を得たので、こちらも論文にまとめた。この論文は、*International Journal of Functional Analysis, Operator Theory and Applications* 誌に掲載された。また、エントロピースペクトルの逆問題を考察する際、エントロピースペクトルが測度論的同型の不変量か否かという問題が生じるが、この問題を肯定的に解決した。この論文は *Dynamical Systems* 誌に掲載された。

#### ○論文

- 中川勝國, Compactness of transfer operators and spectral representation of Ruelle zeta functions for super-continuous functions, *Discrete and Continuous Dynamical Systems*, 40 (2020), 6331-6350.
- 中川勝國, Decomposition of normal operators and its application to spectral theorem, *International Journal of Functional Analysis, Operator Theory and Applications*, 12 (2020), 37-44.
- 中川勝國, Weak rigidity of entropy spectra, *Dynamical Systems*, 36 (2021), 277-291.

## ○国際会議での講演

- ・ (一般講演) 中川勝國, RIMS 研究集会「数理科学の諸問題と力学系理論の新展開」, 2020 年 9 月, 京都大学数理解析研究所 (Zoom によるオンライン開催).

## 総合数理講座

### 阿部 誠 (教授)

#### ○研究概要

$\mathbb{C}^n$  上の不分岐 Riemann 領域について, 中間的な擬凸性の 2 次関数を用いて定式化される中間的次元の 1 パラメータ球体族による特徴付けに関して, 国内研究集会にて, その概要を発表した (国内共同研究)。また, 大域的正則関数によって定義される解析的集合に関連する研究も継続し, 連結な正規複素空間  $X$  について,  $X$  の任意の離散閉部分集合  $A$  に対し  $X$  上の正則関数からなる族  $F$  が存在して,  $A$  がそれらの正則関数の共通零点集合に等しいという性質が満たされれば,  $X$  の  $K$  包  $H(X)$  が定まり, かつそれが  $X$  に等しいという結果を得て, Kühnel (2009) の定理を一般化することができて, その詳細を学術雑誌に掲載するとともに, 国内研究集会にて, その概要を発表した (国内共同研究)。

#### ○論文

- ・ ○Makoto Abe, Tadashi Shima, and Shun Sugiyama, A generalization of a theorem of Kühnel on globally defined analytic sets, *Complex Variables and Elliptic Equations*, 掲載確定 (Published online: 2020.7.27)

#### ○国内学会での講演

- ・ ○ (一般講演) 阿部 誠, 島 唯史, 杉山 俊,  $\mathbb{C}^n$  上の不分岐 Riemann 領域に対する中間的擬凸性, 日本数学会 2020 年度秋季総合分科会函数論分科会, 2020 年 9 月 22 日~25 日, 熊本大学, 熊本市
- ・ ○ (一般講演) 阿部 誠, 島 唯史, 杉山 俊, 大域的に定義された解析的集合に関する Kühnel の定理の一般化, 日本数学会 2021 年度年会函数論分科会, 2021 年 3 月 15~18 日, 慶應義塾大学, 横浜市

### 水町 徹 (教授)

#### ○研究概要

KP-II 方程式は 3 次元水面を横断方向に一樣な波 (線状孤立波) が安定的に伝播することを説明するために提唱された長波長近似モデルであり, 空間 1 次元の長波長近似モデルである KdV 方程式を高次元化したモデルである。KP-II 方程式は KdV 方程式と同様に完全可積分系の方程式であり, 線状孤立波同士が交叉する様子を捉える厳密解 (多重線ソリトン解) を持つ。昨年度に引き続き, これらのうち定常進行波解である P 型, O 型の 2 線ソリトン解と Y 型のレゾナントソリトンの線形安定性をダルブー変換を用いて研究し, ソリトンの稜線に沿って進む波の伝播方向に応じた線形安定性の結果が成り立つとの着想を得た。ダルブー変換によって求まる連続固有値以外に固有モードが出現しないと見込まれ, そのような固有モードの不存在を示すためのエネルギー関数が構成でき

ることを P 型の 2 重線ソリトンについて現在検証中である。

## ○論文

- [T. Mizumachi](#) and [Y. Shimabukuro](#), Stability of Benney-Luke line solitary waves in 2 dimensions, SIAM J. Math. Anal. 52 (2020), 4238–4283.

## 小鳥居祐香 (准教授)

### ○研究概要

絡み目の絡み目ホモトピーとは、ミルナーによって導入された絡み目の同値関係である。これはアンビエントアイソトピーと自己交叉によって生成され、絡み目の成分間の絡み度合いを表す同値関係といえる。また任意の絡み目は、クラスパー表示と呼ばれる表示法で表せることが知られている。これまでの水澤敦彦氏との研究協力によって、Levine によって代数的に示された結果の別証明として、クラスパー表示を用いた幾何的な手法によって、4 成分絡み目の絡み目ホモトピー類全体と一対一対応する集合を構成した。さらにこの一対一対応を用いることで、4 成分絡み目のいくつかの部分集合に対して、それらを完全に分類できる巡回群に値をとる比較可能な不変量を構成してきた。しかしこれは、任意の 2 つの絡み目に対して、それらが絡み目ホモトピックであるかどうかを判定出来るものではなかった。そこで今年度はこの研究の続きとして、4 成分絡み目に対して、Habegger と Lin の共著によって与えられた 2 つの絡み目が絡み目ホモトピックであるかどうかを判定するアルゴリズムを、クラスパー表示を用いた言葉に翻訳し、その計算方法を明示的に記述した。これによって、2 つの絡み目の比較を図式的な計算により簡単に行えるようにし、具体例を計算した。上記の研究は水澤敦彦氏との研究協力によるものである。

## ○論文

- (査読なし) [小鳥居祐香](#), “トポロジーとパーシステントホモロジー”, 日本学術振興会, 研究開発専門委員会自立型・複合型 AI 先端計測の新しい価値創造, 研究成果報告書, 2021 年 3 月.

## ○国内学会での講演

- (招待講演) [小鳥居祐香](#), 数学と諸分野の連携にむけた若手数学者交流会 2021, 2021 年 3 月, 国立研究開発法人科学技術振興機構 (JST) (オンライン開催).
- (招待講演) [小鳥居祐香](#), 数学と諸分野の連携にむけた若手数学者交流会 2021, 2021 年 3 月, 国立研究開発法人科学技術振興機構 (JST) (オンライン開催), ポスター発表.
- (招待講演) [小鳥居祐香](#), トポロジー・幾何セミナー, 広島大学, 2021 年 1 月, 広島大学 (オンライン開催), (水澤敦彦氏との共同研究).

## 澁谷一博 (准教授)

### ○研究概要

微分幾何学における微分式系, 外微分式系の理論を用いて, フィンスラー幾何学の研究を行った。外微分式系 (多様体上の微分形式全体の成す代数内で外微分による作用で閉じたイデアル) の理論は多様体上の接空間の部分空間の研究に端を発する理論であり, 微分方程式, 特に非線形偏微分方程

式を統一的に扱う理論として優れている。特に Griffiths formalism と呼ばれる外微分式系を用いた変分問題に対する理論を用いて、フィンスラー幾何学の観点から時間依存の変分問題の局所理論の大域化の研究を行った。

## 橋本真太郎（准教授）

### ○研究概要

非正則な統計モデルに対する、客観事前分布の研究を行った。特に、情報理論の観点による参照事前分布と、頻度論的妥当性の観点による確率一致事前分布に関する新しい結果を得た。また、共同研究として、ダイバージェンスに基づくロバストなベイズ推測に関する研究を理論と応用の両方の観点から行った。さらに、ベイズ情報量不等式に関しても従来の下界を改良する不等式を導出することに成功した。

### ○論文

- [Shintaro Hashimoto](#), Reference priors via alpha-divergence for a certain non-regular model in the presence of a nuisance parameter, *Journal of Statistical Planning and Inference*, 213, (2021), 162-178.
- [Shintaro Hashimoto](#), Predictive probability matching priors for a certain non-regular model, *Statistics and Probability Letters*, 174, (2021), 109096
- [Shintaro Hashimoto](#) and Shonosuke Sugawara, Robust Bayesian regression with synthetic posterior distributions, *Entropy*, 22, (2020), 661
- Tomoyuki Nakagawa and [Shintaro Hashimoto](#), On default priors for robust Bayesian estimation with divergences, *Entropy*, 23, (2021), 29
- Ken-ichi Koike and [Shintaro Hashimoto](#), Improvement of Bobrovsky-Mayor-Wolf-Zakai bound, *Entropy*, 23, (2021), 161

## 1-4-3 各種研究員と外国人留学生の受入状況

### 研究員

- 令和2年度 … 3名（学振特別研究員）  
1名（科研費による雇用）
- 山崎 陽平（学振PD）（R2.9.30まで）
  - 橋詰 雅斗（学振PD）
  - 梶浦 大起（学振DC1）
  - 尾白 典文（PD）

### 留学生

- 令和2年度 … 1名（博士課程前期）

#### 1-4-4 研究助成金の受入状況

- [1] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)  
課題名：モチーフの有限次元性、Conservativity、そしてその周辺  
代表者：木村俊一  
金額：1,430 千円
  
- [2] 科学研究費助成事業 挑戦的研究(萌芽)  
課題名：一般ホッジ予想とヒルベルトスキームに対するレフシェッツ・ミルナー理論  
代表者：島田伊知朗  
金額：1,690 千円
  
- [3] 科学研究費助成事業 基盤研究(B)  
課題名：代数幾何学の計算機による研究の新展開  
代表者：島田伊知朗  
金額：2,930 千円
  
- [4] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)  
課題名：数論と幾何のアルゴリズム的展開  
代表者：松本 眞  
金額：780 千円
  
- [5] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)  
課題名：代数幾何学・数論幾何学におけるカンドルの研究  
代表者：高橋宣能  
金額：1,040 千円
  
- [6] 科学研究費助成事業 若手研究  
課題名：遠アーベル幾何と双曲的曲線のモジュライスタックの幾何学的外モノドロミー表現  
代表者：飯島 優  
金額：650 千円
  
- [7] 科学研究費助成事業 若手研究  
課題名：Koksma-Hlawka 型不等式を礎とする準モンテカルロ法の研究  
代表者：鈴木航介  
金額：1,170 千円
  
- [8] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)  
課題名：多面体を用いた 3・4 次元多様体の微分構造と幾何構造の研究  
代表者：古宇田悠哉  
金額：1,820 千円

- [9] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)  
課題名：ユークリッド空間の極小曲面およびミンコフスキー空間の平均曲率 0 曲面の大域的性質  
代表者：藤森祥一  
金額：1,170 千円
- [10] 科学研究費助成事業 若手研究  
課題名：リーマン対称空間における全測地的部分多様体のディンキン指数を用いた研究  
代表者：奥田隆幸  
金額：1,040 千円
- [11] 科学研究費助成事業 若手研究  
課題名：ホモロジーコボルディズム群と指標多様体に関する研究  
代表者：野崎雄太  
金額：1,040 千円
- [12] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)  
課題名：時間依存微分方程式に対する逆問題における「局所化」による方法の可能性  
代表者：川下美潮  
金額：1,170 千円
- [13] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)  
課題名：非線形放物型偏微分方程式における定常構造および自己相似性と解の挙動  
代表者：内藤雄基  
金額：1,430 千円
- [14] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)  
課題名：非線形問題解明に向けたポテンシャル論研究  
代表者：平田賢太郎  
金額：1,040 千円
- [15] 科学研究費助成事業 若手研究  
課題名：リサージェンス理論と数理物理学  
代表者：神本晋吾  
金額：910 千円
- [16] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)  
課題名：有限予測における表現定理とテプリッツ系に対する線形時間アルゴリズム  
代表者：井上昭彦  
金額：1,300 千円
- [17] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)  
課題名：高次元多変量データに対して一貫性を持つ高速で簡便な変数選択法



代表者：柳原宏和  
金 額：910 千円

[18] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)  
課題名：非正則モデルの最尤法に基づく推測法の評価と改良  
代表者：若木宏文  
金 額：650 千円

[19] 科学研究費助成事業 若手研究  
課題名：最適輸送理論に基づく補助変数を用いた統計的推測  
代表者：伊森晋平  
金 額：1,170 千円

[20] 科学研究費助成事業 若手研究(B)  
課題名：補助変数を用いたモデリング法の開発と応用  
代表者：伊森晋平  
金 額：0 千円（研究期間延長）

[21] 科学研究費助成事業 若手研究  
課題名：エビデンスに基づくパーソナルゲノム医療・予防実現に向けた統計モデリング技術開発  
代表者：Heewon Park  
金 額：2,232 千円

[22] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)  
課題名：複素空間における中間的擬凸性の研究  
代表者：阿部 誠  
金 額：910 千円

[23] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)  
課題名：非線形分散型方程式に現れる平面進行波解の安定性解析  
代表者：水町 徹  
金 額：910 千円

[24] 科学研究費助成事業 若手研究  
課題名：クラスパー理論を用いた有限型不変量及びミルナー不変量の研究  
代表者：小鳥居祐香  
金 額：1,300 千円

[25] 科学研究費助成事業 若手研究(B)  
課題名：クラスパー理論を用いた有限型不変量と Milnor 不変量の幾何的解釈の研究  
代表者：小鳥居祐香  
金 額：0 千円（研究期間延長）

- [26] 科学研究費助成事業 若手研究(B)  
 課題名：非正則な統計モデルに対する客観ベイズ法に関する研究  
 代表者：橋本真太郎  
 金額：1,040 千円
- [27] 大阪市立大学数学研究所 共同利用・共同研究 (C)  
 代表者：久保 亮  
 金額：340 千円
- [28] 広島大学 研究助成金 (若手研究者支援)  
 代表者：久保 亮  
 金額：1,000 千円

#### 1-4-5 学界ならびに社会での活動

##### ○研究成果の社会への還元実績

- ・ 木村俊一 : 書籍の監修・記事執筆 (いずれもニュートンプレス社)
- ・ 木村俊一 : ニュートンライト 2.0 「図形の世界 図形編」 2021 年 3 月
- ・ 木村俊一 : ニュートンライト 2.0 「 $\pi$ 」 2020 年 12 月
- ・ 木村俊一 : ニュートンライト 2.0 「数学パズル 計算編」 2020 年 10 月
- ・ 木村俊一 : 最強に面白いシリーズ「数学 図形編」 2020 年 5 月
- ・ 木村俊一 : 雑誌ニュートン 2020 年 6 月号 FocusPlus 「ラマヌジャン」
- ・ 福井敬祐 : Web application tool [地域差を考慮した罹患率の比較ツール, URL: [https://fukui.shinyapps.io/inc\\_funnel/?\\_ga=2.19441848.1283706643.1626477552-84328684.1625569694](https://fukui.shinyapps.io/inc_funnel/?_ga=2.19441848.1283706643.1626477552-84328684.1625569694)] 2020 年 8 月 公開
- ・ 小鳥居祐香 : 日本科学技術ジャーナリスト会議 12 月例会での招待講演, 2020 年 12 月

##### ○産学官連携実績

- ・ 柳原宏和 : (株)東京カンテイ, 2020 年 4 月 1 日～2021 年 3 月 31 日, 統計解析に関する技術指導・共同研究
- ・ 若木宏文 : 学術指導 : 2020 年 11 月 27 日, 12 月 18 日, 2021 年 1 月 22 日 各 2 時間, teams によるオンライン会議, フィルタ製品の圧損の計量値データに関する多重比較について学術指導を行った。
- ・ 伊森晋平 : 企業との共同研究
- ・ 小鳥居祐香 : 日本学術振興会研究開発専門委員会「自律型・複合型 AI 先端計測の新しい価値創造」, オンライン会議, 令和 2 年 10 月～令和 3 年 3 月, 委員として産業界と学会合同の会議に参加

##### ○公開講座

新型コロナウイルス感染拡大の影響で中止した。

## ○学会役員

- ・ 木村俊一 : 日本数学会代数学分科会, 運営委員
- ・ 木村俊一 : 日本数学会中国・四国支部会, 評議員
- ・ 島田伊知朗 : 日本数学会代数学分科会, 運営委員
- ・ 内藤雄基 : 日本数学会関数方程式分科会, 運営委員
- ・ 柳原宏和 : 日本数学会統計数学分科会, 運営委員
- ・ 柳原宏和 : 日本統計学会, JJSJ 支援委員会
- ・ 福井敬祐 : 日本疫学会・疫学若手の会 幹事
- ・ 小島居祐香 : Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Region 10 Technology and Engineering Management Society (TEMS) Treasurer (東京支部 TEMS グループ役員会 計)

## ○学術誌編集委員等

- ・ 木村俊一 : 雑誌 Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員
- ・ 島田伊知朗 : 雑誌 Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員
- ・ 松本 眞 : 雑誌 Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員
- ・ 松本 眞 : 雑誌 ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation, 編集委員
- ・ 古宇田悠哉 : 日本数学会「数学」, 編集委員
- ・ 古宇田悠哉 : Mathematical Reviews (MathSciNet), Reviewer
- ・ 古宇田悠哉 : 雑誌 Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員
- ・ 藤森祥一 : 雑誌 Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員
- ・ 藤森祥一 : 雑誌 Mathematical Journal of Okayama University, 編集委員
- ・ 野崎雄太 : zbMATH Open, Reviewer
- ・ 川下美潮 : 雑誌 Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員
- ・ 内藤雄基 : 雑誌 Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員
- ・ 内藤雄基 : 雑誌 Differential Equation and Application, 編集委員
- ・ 平田賢太郎 : Mathematical Reviews (アメリカ数学会), Reviewer
- ・ 井上昭彦 : 雑誌 Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員
- ・ 柳原宏和 : Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員
- ・ 柳原宏和 : Japanese Journal of Statistics and Data Science, 編集委員
- ・ 柳原宏和 : 行動計量学, 編集委員
- ・ 柳原宏和 : Behaviormetrika, 編集委員
- ・ 若木宏文 : 雑誌 Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員
- ・ 阿部 誠 : 雑誌 Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員
- ・ 水町 徹 : 雑誌 Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員

## ○講師

- ・ 木村俊一 : 国泰寺高校の令和 2 年度課題研究成果発表会に来賓として出席し, 生徒の発表に対しコメントした。
- ・ 木村俊一 : GSC のステップステージでオンライン講義 (1 件), ジャンプステージで生徒指導 (2 件), ポスター発表会審査員
- ・ 木村俊一 : 県立広島中学高等学校にて中学生全生徒対象に出張授業を行った。
- ・ 木村俊一 : 広島大学附属高等学校「SSH の日 (課題研究発表会)」でコメンテーターを務め

た。

- ・ 木村俊一 : 広島大学 2020 年ノーベル賞解説講演会でペンローズの業績について解説を行った。
- ・ 木村俊一 : 広島県立高校数学コンクールの講師を務めた。
- ・ 木村俊一 : 東広島市生涯学習まちづくり出前講座に講座提供(現代数学入門)をした(コロナのため実現せず)。
- ・ 古宇田悠哉 : 集中講義(埼玉大学), 2020年7月6日~7月10日
- ・ 奥田隆幸 : GSC 広島ステップステージ 数学セミナー(講師担当) 2020年10月18日
- ・ 奥田隆幸 : GSC 広島ステップステージ ポスター発表(審査担当) 2020年11月1日
- ・ 内藤雄基 : (集中講義) 東北大学大学院理学研究科・数学総合講義・2020年12月21日~12月25日
- ・ 神本晋吾 : 千葉大学理学部数学・情報数理学科「解析学特論 VII」2020年10月19日~23日(集中講義)を担当。

#### ○各種委員

- ・ 福井敬祐 : 2020年度 大阪府ヘルスアップ支援事業 有識者委員
- ・ 小島居祐香 : 日本学術振興会 研究開発専門委員会「自律型・複合型 AI 先端計測の新しい価値創造」委員

## 1-5 その他特記事項

#### ○Hiroshima Mathematical Journal

数学プログラムは統合生命科学研究科数理生命科学プログラム数理系と共に国際数学雑誌 Hiroshima Mathematical Journal を発行している。1930年発刊の理学部紀要に始まり、1961年に数学部門が独立し、その後1971年より現在の名称となった。1巻は3号よりなり、令和2年度は50巻である。発行部数約680で、世界各国の雑誌と交換されている。平成18年4月からEuclidプロジェクトにも参加し、1961年以降の全雑誌の電子ジャーナル版をオープンアクセス雑誌として公開している。

#### ○数学図書室

数学図書室には、5万冊以上の蔵書があり、雑誌だけでも約900種が所蔵されている。これらは、数学科および数学専攻・プログラムの学生、教員の教育・研究に役立つばかりでなく、学内にも公開され利用されている。

#### ○統計相談

数理統計グループの教員を中心に、本学の学生あるいは、教職員を対象に下記のように統計相談を行った。

1. 若木・柳原, 博士課程前期1年, R2.6.29
2. 柳原・福井, 先進理工系科学研究科, R2.10.26
3. 福井・小田, 人間社会科学研究科, R2.11.5
4. 若木・柳原, グローバル化推進室, R2.11.17
5. 福井・小田, 先進理工系科学研究科, R2.11.19

6. 福井・小田, 総合博物館, R2.12.24
7. 福井・小田, 総合博物館, R3.1.14
8. 福井・小田, 人間社会科学研究科, R3.1.21
9. 福井・小田, 学術・社会連携部, R3.2.4
10. 若木・橋本, 広島大学病院, R3.2.9
11. 福井・小田, 総合博物館, R3.2.25 (※共同研究に発展)
12. 若木・柳原, 博士課程前期1年, R3.3.9
13. 福井・小田, 人間社会科学研究科, R3.3.11
14. 若木・伊森, 博士課程後期, R3.3.18
15. 福井・小田, 人間社会科学研究科, R3.3.24
16. 福井・小田, 博士課程前期1年, R3.3.25

## 2 数学科

### 2-1 学科の理念と目標

理学の目的は自然の真理を探究することであり、数学の目的は数学的真理を探究することにある。数学は数千年にわたる伝統を持ち、論理性と普遍性を基軸とした人類文化を代表する学問であり、自然科学・工学の基礎として近代科学文明の発展を支えてきた。近年は数理解科学的な手法が社会・人文科学へも応用され、コンピュータによる情報社会化の進展も相まって、数学の利用はますます広範かつ高度なものとなってきている。

広島大学理学部数学科では、創造性豊かな教育を重視し、現代数学の基礎をしっかりと身につけ、数学的センスと幅広い教養に根ざした総合的判断力を持った人材を養成することを目指す。

### 2-2 学科の組織

#### 教職員

令和2年度

代数数理	教授	：	木村俊一 島田伊知朗 松本 眞
	准教授	：	高橋宣能
	助教	：	飯島 優 鈴木航介
多様幾何	教授	：	古宇田悠哉 (R2.4.1 昇任) 藤森祥一
	講師	：	奥田隆幸
	助教	：	久保 亮 野崎雄太 (R2.4.1 採用)
数理解析	教授	：	川下美潮 内藤雄基 (R2.9.1 採用)
	准教授	：	滝本和広 平田賢太郎
	講師	：	神本晋吾
確率統計	教授	：	井上昭彦 若木宏文
	准教授	：	岩田耕一郎
	助教	：	中川勝國
数理計算理学	教授	：	李 聖林 (R2.4.1 昇任) 小林 亮 坂元国望
	准教授	：	栗津暁紀 大西 勇 富樫祐一
	助教	：	藤井雅史

事務室

桂川信子 下森雅美  
窪田庸子 高原園子 谷 知美 (R2.8.1 異動)

#### 教員の異動

空きポストが生じると、将来計画等を勘案して、採用分野を決定した。新採用の助教はすべて任期がついている。

令和2年度

昇任 令和2年4月1日 李 聖林 教授  
令和2年4月1日 古宇田悠哉 教授

採用 令和2年4月1日 野崎雄太 助教（任期 令和5年3月31日 まで）  
令和2年9月1日 内藤雄基 教授  
退職 令和3年3月31日 久保 亮 助教

## 2-3 学科の学士課程教育

### 2-3-1 アドミッション・ポリシーとその目標

数学科においては、創造性豊かな教育を重視し、現代数学の基礎をしっかりと身につけ、数学的センスと幅広い教養に根ざした総合的判断力をもった人材を養成することを目指している。この目標に応える資質を備えた以下の3タイプの学生の確保に努力する。

- ・ 将来の数学の発展を担う研究者を目指す学生。
- ・ 現代数学の本質と、その学問的位置づけを理解した上で、教育職を目指したい学生。
- ・ 情報化社会のニーズに応える高度な数学的思考能力・想像力を身につけるための資質を備えた、将来性豊かな意欲ある学生。

### 2-3-2 学士課程教育の理念と達成のための具体策

創造性豊かな教育を重視し、現代数学の基礎をしっかりと身につけ、数学的センスと幅広い教養に根ざした総合的判断力を持った人材を養成することを目指す。

数学科では、高校から大学、大学から大学院への教育課程の結びつきを配慮した、基礎から専門への段階的かつ系統的な教育課程を持ち、自主的学習の奨励と数学的な自己表現力の涵養、自主的な動機による4年間の総まとめとしての卒業論文執筆を指導している。

3年次までの専門基礎科目および専門科目のほとんどに演習科目を付け、各演習科目に配置するTAを充実させて、学生の指導体制の強化を図っている。

### 2-3-3 学士課程教育の成果とその検証

教育課程が段階的であるので、各年度の教育成果は次年度の授業で反映され、検証される。最終年度は卒業論文の執筆により検証される。

### 2-3-4 卒業論文発表実績

令和2年度 … 44件

## 2-4 リカレント教育を推進するための社会人向けプログラムの提供

- ・ 教員免許状更新講習の講座運営（1件）
- ・ 東広島市生涯学習まちづくり出前講座（1件）（新型コロナウイルス感染症の影響で中止）。

## 2-5 その他特記事項

### ○公開講座

- ・ 公開講座を平成4年より実施している。令和2年度は新型コロナウイルス感染拡大の影響で中止した。

