

## 2.2.1 数学科

## 数学科 数理解析グループ

## ■教員・研究分野

教授	阿部 幸隆	Yukitaka Abe	多変数関数論
教授	菊池 万里	Masato Kikuchi	実解析学, 確率論
教授	古田 高士	Takashi Koda	微分幾何学
教授	永井 節夫	Setsuo Nagai	微分幾何学
教授	藤田 景子	Keiko Fujita	関数論, 解析汎関数論, 応用数学
准教授	川部 達哉	Tatsuya Kawabe	幾何学, 変換群論
准教授	木村 巖	Iwao Kimura	数論
客員教授	菅谷 孝	Takasi Sugatani	可換環論
客員教授	濱名 正道	Masamichi Hamana	作用素環論

## ■研究概要

## 多変数関数論

- (1) 閉リーマン面の退化とそれに対応するヤコビ多様体の極限について解析的見地から研究している. 関連して, アーベル多様体のモデュライ空間のコンパクト化, 代数曲線の一般ヤコビ多様体についても新しい観点から研究している.
- (2) トロイダル群が一般化されたリーマンの条件をみたすときに準アーベル多様体という. 準アーベル多様体の解析的及び代数的性質を研究している. これは(1)の研究にも関連している.
- (3) 普遍性をもつ正則関数を研究している. とくに多変数の場合は今までほとんど研究がなされていなかったものである.

## 実解析学, 確率論

Banach 関数空間, 殊に Lebesgue 空間, Orlicz 空間, Lorentz 空間などに代表される, 再配分不変性を持つ空間におけるマルチンゲールの理論の研究を行っている. また, それらの実解析学への応用を研究している. 研究の結果, 例えば, マルチンゲールの諸性質(不等式や収束)が成り立つ Banach 関数空間の特徴付けが得られている.

## 微分幾何学

微分幾何学の中でも複素空間型すなわち複素射影空間, 複素双曲空間内の実部分多様体をテンソル解析学の手法を用いて研究している. 特に実超曲面上の等質構造テンソルの具体的な構成, 自然還元等質実超曲面の分類, 等質実超曲面のリッチテンソルによる特徴付けについて研究している. 将来的には狭く専門分野を限定せず, 微分同型群, 等長変換群をキーワードとして研究を展開していきたい.

## 関数論, 解析汎関数論, 応用数学

複素ユークリッド空間のコンパクト集合上の解析汎関数(超関数)やそのフーリエ像などの研究, 正則関数や調和関数の積分公式など再生核を中心とした複素解析学の研究, および, その応用として, 信号源分離など時間周波数解析の研究.

## 幾何学, 変換群論

多様体への不連続群の作用やリー群の離散部分群による等質空間への作用, その軌道空間の空間形に関する諸問題を扱う.

主に次の2つの問題に関わる対象を調べている.

- (1) Affine 結晶群の可解性について
- (2) 多重構造をもつ有限生成群から多様体を実現する障害とその分類  
どちらも多様体の基本群の因子列に関係するが, その代数的特徴づけについてはいくつか結果が得られている.

## 数論

主な研究テーマは, 算術的な条件を満たす代数体の分布である. より正確には, 素数  $l$  と代数体  $k$  をそれぞれ一つ固定し,  $k$  の二次拡大体の中で, 類数が  $l$  で割り切れない, という性質を満たすものの「密度」を評価することである. Cohen と Lenstra により, 1984 年頃定式化された, いわゆる Cohen-Lenstra heuristics や, その精密化・一般化(類数の部分を, ゼータ関数の負の整数点での特殊値へ一般化する)を研究している. このような結果は, 代数体の  $\mathbb{Z}_l$  拡大の岩澤理論や, 楕円曲線の岩澤理論などに応用を持つ.

## 微分幾何学

向きづけられた偶数次元リーマン多様体  $M$  の各点における接空間の複素構造をすべて集めてできるツイスター空間と  $M$  の幾何学の関係を研究している. とくに, 4 次元概エルミート多様体の自己双対・反自己双対性と分類問題, リーマン対称空間上のツイスター空間としてのリーマン 3-対称空間の幾何学的性質を研究している.

### 可換環論

環の拡大をテーマとして、次の事項について研究している.

- (1) seminormal extensions, t-closed extensions, u-closed extensions;
- (2) simple extensions, accurate elements, super-primitive elements;
- (3) Richman extensions, flat extensions;
- (4) pseudo-valuation domains, almost pseudo-valuation domains;
- (5) semistar operations, localizing ideal systems.

### 作用素環論

作用素環論の研究対象は、Hilbert 空間上の作用素の作る  $*$ -代数( $C^*$ -代数,  $W^*$ -代数, 等) 或いはもっと一般的な作用素の作る線形空間 (作用素空間, 作用素系, 等) である. 筆者の導入した, 作用素空間の triple envelope, injective envelope の概念を通して, 一般の作用素空間の研究を  $C^*$ -代数の研究にある程度帰着させることを目指している.

## 数学科 情報数理グループ

### ■教員・研究分野

教授	池田 榮雄	Hideo Ikeda	応用数学, 非線形解析, 現象解析
教授	藤田 安啓	Yasuhiro Fujita	粘性解理論
教授	山根 宏之	Hiroyuki Yamane	表現論
准教授	上田 肇一	Keiichi Ueda	応用数学
准教授	出口 英生	Hideo Deguchi	偏微分方程式論
助教	幸山 直人	Naoto Kouyama	整数論
客員教授	小林久壽雄	Kusuo Kobayashi	確率論, 関数方程式論
客員教授	吉田 範夫	Norio Yoshida	微分方程式論

### ■研究概要

#### 応用数学, 非線形解析, 現象解析

反応拡散系には様々な時空間パターンが出現する. それらのパターンダイナミクスを反応拡散系とその特異極限としての自由境界問題の解挙動として捕らえ, それらの正当性と解析的手法の確立を研究目標としている. 一様な媒体上ではフロント型の進行波解が分岐する物理パラメータの近傍において, フロント型とバック型の進行波解の強い相互作用, 及び, その状態で拡散係数に非一様性を導入したとき, その非一様性の強さに応じて生じる様々なダイナミクスを中心多様体上の微分方程式に縮約することによって解析している.

#### 粘性解理論

- (1) Hamilton-Jacobi 方程式に対する Aubry-Mather 理論の解析
- (2) 対数型 Sobolev 不等式と超縮小性の解析
- (3) 非線形問題に対する粘性解理論の研究

#### 表現論

Lie 超代数, 量子群, Nichols 代数の表現論および代数的構造の研究

#### 応用数学

化学反応や生命現象に見られる非線形ダイナミクスに対する研究を行っている.

- (1) 反応拡散系でみられる進行波の分裂および対消滅現象に対する数学解析
- (2) 非一様な空間におけるパルス解の安定性解析
- (3) 単細胞生物の移動運動の数理モデリングと数理解析
- (4) 分岐解析ソフトウェアの開発

#### 偏微分方程式論

コロンボの一般関数の理論を用いて, 偏微分方程式を研究している. 現在は特に, 双曲型方程式の一般関数解の正則性, 特異性の伝播を研究している. また, ゲーム理論において現れる放物型方程式系の解の存在, 一意性, 漸近挙動の研究も行っている.

#### 整数論

有限次代数体の整数環  $A$  上の特殊線形群  $SL_m(A)$  に関する合同部分群問題. 特に,  $m=2$  かつ  $A=\mathbb{Z}$  の整数環について, 一部ではあるが, 具体的に指数有限の部分群を構成し, 合同部分群であるか非合同部分群であるかを決定した.

#### 確率論, 関数方程式論

確率過程論及び関連する非線形方程式の解析: 確率過程特に分枝マルコフ過程の極限定理の研究及び関連する非線形微分方程式の解の漸近挙動の解析

#### 微分方程式論

常微分方程式, 偏微分方程式, 関数微分方程式, 関数変数偏微分方程式の解の定性的理論, 特に振動理論とよばれる零点に関する理論を研究している. 特に, 楕円型方程式の場合は, Picone(不)等式を確立することにより, Sturm 型比較定理, Riccati 不等式, Wirtinger 不等式, 振動定理が得られる. 更に,  $p(x)$ -Laplacian を持つ変動指数型の準線形楕円型方程式に対する振動理論の構築を目指している.

## ■論文

- 1 Geometrically simple quasi-abelian varieties,  
Abe, Y.,  
*Kyushu Journal of Mathematics*, **72**(2), 269-275(2018)
- 2 Neural network model for path-finding problems with the self-recovery property,  
Ueda, K., Kitajo, K., Yamaguchi, Y., and Nishiura, Y.,  
*Physical Review E*, **99**, 032207(2019)
- 3 On martingale transform inequalities in certain quasi-Banach function spaces,  
Kikuchi, M.,  
*Bollettino dell'Unione Matematica Italiana*, (2018)
- 4 Lower estimates of  $L^\infty$ -norm of gradients for Cauchy problems,  
Fujita, Y.,  
*Journal of Mathematical Analysis and Applications*, **458**, (2), 910-924 (2018)
- 5 On the sets of maximum points for generalized Takagi functions,  
Fujita, Y., and Saito, Y.,  
*Toyama Mathematical Journal*, **39**, 87-94 (2018)
- 6 Kostant-Lusztig  $A$ -bases of multiparameter quantum groups,  
Jing, N., Misra, C. K., and Yamane, H.,  
*Contemporary Mathematics*, **713**, 149-163 (2018)
- 7 Centers of Generalized quantum groups,  
Batra, P., and Yamane, H.,  
*Journal of Pure and Applied Algebra*, **222**(5), 1203-1241 (2018)
- 8 Bruhat order and nil-Hecke algebras for Weyl groupoids,  
Angiono, I., and Yamane, H.,  
*Journal of Algebra and Its Applications*, **17**(9), 1850166 (2018)
- 9 Lowest positive almost central elements of  $U_q\left(\mathfrak{sl}^{(1)}(n|n)\right)$  ( $n \geq 2$ ),  $U_q\left(\mathfrak{sl}^{(2)}(2n|2n)\right)$  ( $n \geq 2$ ) and  $U_q\left(\mathfrak{sl}^{(4)}(2n+1|2n+1)\right)$  ( $n \geq 1$ ) and their multi-parameter quantum affine superalgebras,  
Yamane, H.,  
*Proceedings of the Meeting for Study of Number Theory, Hopf Algebras and Related Topics*, 125-140 (2019)
- 10 On zeros of modular forms on Fricke groups --- an announcement ---,  
Hikichi, T., Kimura, I., Muramatsu, Y.,  
*Proceedings of the Meeting for Study of Number Theory, Hopf Algebras and Related Topics*, 223-230 (2019)

## ■総説・解説

- 1 Martingales and function spaces,  
Kikuchi, M.,  
*American Mathematical Society Sugaku Expositions* 31, p.117-142
- 2 Note on Bruhat order of Weyl groupoids,  
Yamane, H.,  
第4回 Algebraic Lie Theory and Representation Theory, p.179-182
- 3 Note on Generalized Root Systems and Generalized Quantum Groups,

Yamane, H.,  
 数理解析研究所講究録 RIMS 共同研究(公開型) 表現論と組合せ論, 第 2075 巻 p.28-34

### ■著書

- 1 2018 年版大学生の情報リテラシー 大学生の ICT 活用標準テキスト [第 1 2 版] (共著),  
 小川 亮, 上木佐季子, 大坂 洋, 大橋隼人, 岡田裕之, 沖野浩二, 黒田 卓, 古田高士, 柴田啓司, 遠山和  
 大, 布村紀男, 横山 初, 新里泰孝,  
 富山大学出版会
- 2 Proceedings of Meeting for Study of Number Theory, Hopf Algebras and Related Topics,  
 Yamane, H., Kogiso, T., Koga, Y., and Kimura, I. (Editors),  
 Yokohama Publications

### ■研究発表

- 1 Graphs of Weyl groupoids,  
 Yamane, H.,  
 Lie algebra special seminar
- 2 Minimum positive central elements of quantum superalgebras  $U_q sl^{(t)}(n|n)$ , ( $t = 1, 2, 4$ ),  
 Yamane, H.,  
 Algebraic Lie Theory and Representation Theory (ALTReT2018),
- 3 Generalized quantum groups and Coxeter groupoids,  
 Yamane, H.,  
 The Joint International Meeting of CMS-AMS, Special Session of Quantum Algebras and Related  
 Topics
- 4 Study of Generalized quantum groups with Coxeter groupoids,  
 Yamane, H.,  
 上海大学 理学院, 数学系 Seminar 第 1659 期
- 5 Complex dynamics of bifurcating front solutions in a three-component FitzHugh-Nagumo system,  
 池田榮雄,  
 12th AIMS Conference on Dynamical Systems, Differential Equations and Applications
- 6 Front and pulse dynamics in a 3-component FitzHugh-Nagumo system,  
 池田榮雄,  
 2nd Joint Australia-Japan Workshop on Dynamical Systems with Applications in Life Sciences
- 7 A class of everywhere continuous and nowhere differentiable functions and its connection with a  
 Hamilton-Jacobi equation,  
 Fujita, Y., Hamamuki, N., Siconolfi, A., and Yamaguchi, N.,  
 The tenth meeting on Probability and PDE
- 8 自発的なパラメータ調整による振動子の同期現象,  
 上田肇一,  
 第 7 回岐阜数理科学研究会
- 9 自発的なパラメータ調整による振動子の同期現象,  
 上田肇一,  
 RIMS 共同研究 (グループ型) 「統計的モデリングと予測理論のための統合的数理研究の展開」
- 10 Center of generalized quantum groups via Weyl groupoids,  
 Yamane, H., and Batra, P.,

- ICM 2018 Rio de Janeiro
- 11 Representation theory using Coxeter groupoids,  
Yamane, H.,  
Workshop on Mathematical Physics
  - 12 Front dynamics in a 3-component reaction-diffusion system,  
池田榮雄,  
富山解析セミナー2018
  - 13 3種競争拡散系における3種共存進行解の分岐,  
池田榮雄,  
反応拡散系の理論と応用—現状と将来
  - 14 A network model for spatial control of arm movements,  
上田肇一,  
A3 Foresight Program The 5th Joint Workshop, Mathematics of Biology, Fluid Dynamics and  
Material Sciences
  - 15 弱空間における Burkholder-Davis-Gundy 型不等式,  
菊池万里,  
富山解析セミナー
  - 16 Strict Lusztig isomorphisms of Generalized quantum groups,  
Yamane, H.,  
Meeting of crystal basis and quantum algebras and superalgebras
  - 17 A geometrical characterization of a class of nowhere differentiable functions,  
Fujita, Y., Hamamuki, N., Siconolfi, A., and Yamaguchi, N.,  
International Conference "Viscosity Solutions and Related Topics"
  - 18 Generalized quantum groups and their representations,  
Yamane, H.,  
Quantum 60 Colloquium on Algebras and Representations
  - 19 Weyl groupoids and Cayley graphs,  
Yamane, H.,  
Meeting of number theory, ring theory, Hopf algebra theory and related topics
  - 20 Finding  $\pm 1$  matrices of HUGE determinants,  
Kimura, I.,  
Meeting of number theory, ring theory, Hopf algebra theory and related topics
  - 21 反応拡散系における進行波解とそのダイナミクス,  
池田榮雄,  
反応拡散系のパターンダイナミクス 2
  - 22 反応拡散系における3重0固有値近傍でのフロントダイナミクス,  
池田榮雄,  
非線形現象の数理解析
  - 23 Set theoretic Weyl groupoids and Generalized quantum groups,  
Yamane, H.,  
Hopf-Algebra Conference in Tsukuba 2019; H-ACT2019,
  - 24 Weyl groupoids and Generalized quantum groups with Kharchenko PBW theorem,  
Yamane, H.,  
Crystals and Their Generalizations

## ■科研費

1. 2015–2018, 基盤研究(C),  
3成分反応拡散系の様々な特異点近傍におけるパルスダイナミクスの理論的解明,  
(代表者) 池田榮雄
2. 2016–2018, 基盤研究(C),  
一般化された量子群およびコクセター重群に関連する代数系の研究,  
(代表者) 山根宏之
3. 2016–2018, 基盤研究(C),  
ゲーム理論において現れる不連続な非線形項を持つ放物型方程式系の研究,  
(代表者) 出口英生
4. 2017–2019, 基盤研究(C)  
物質循環を考慮した数理モデルの作成による生命システムの自己組織化原理の解明,  
(代表者) 上田肇一
5. 2017–2021, 基盤研究(C),  
マルチンゲールの諸性質が維持される関数空間の特徴付け,  
(代表者) 菊池万里
6. 2018–2019, 新学術領域研究 (研究領域提案型),  
物質流動を考慮した数理モデルの作成による発作発現機構の解明と治療法の提案,  
(代表者) 上田肇一
7. 2018–2020, 基盤研究(C),  
病的関数を初期値とする Hamilton-Jacobi flow の研究,  
(代表者) 藤田安啓

## ■学外活動・社会貢献

- ・ 上田肇一, 富山県立高岡高等学校 研究課題の指導助言
- ・ 川部達哉, 富山県立富山中部高等学校 課題研究指導・助言者
- ・ 川部達哉, (株)チューリップTV 折り紙作品展示・体験ワークショップ 講師
- ・ 木村 巖, 一般社団法人日本数学会 日本数学会情報システム運用委員会 委員
- ・ 木村 巖, 富山県教育委員会 とやま科学オリンピック作問アドバイザー
- ・ 木村 巖, 北陸数論セミナー世話人
- ・ 木村 巖, Meeting of number theory, ring theory, Hopf algebra theory and related topics. (代数学に関する国際研究集会) 世話人
- ・ 木村 巖, 日本応用数理学会「数論アルゴリズムとその応用」研究部会幹事
- ・ 木村 巖, 北陸数論研究集会 2018 オーガナイザー
- ・ 永井節夫, 中央大学 兼任講師
- ・ 永井節夫, 中央大学理工学研究科 兼任講師
- ・ 藤田景子, 福島大学 非常勤講師
- ・ 藤田景子, 日本応用数理学会ウェーブレット研究部会幹事
- ・ 藤田安啓, 放送大学 富山学習センター 面接授業 非常勤講師 数学における解析学の厳密な入門その 2 (関数の連続性)
- ・ 古田高士, 南砺福野高等学校・模擬授業「いろいろな曲線」
- ・ 山根宏之, 第 34 回リー代数サマーセミナー 世話人
- ・ 山根宏之, Meeting of crystal basis and quantum algebras and superalgebras 世話人
- ・ 山根宏之, Meeting of number theory, ring theory, Hopf algebra theory and related topics. (代数学に関する国際研究集会) 世話人
- ・ 山根宏之, Hopf-Algebra Conference in Tsukuba 2019; H-ACT2019, 世話人
- ・ 山根宏之, 第 67 回北陸四県数学教育研究(小松)大会 高等学校部会 助言者

■学内運営・学内活動

- ・ 阿部幸隆, 理学部 就職指導委員会 委員
- ・ 阿部幸隆, 理学部 インターンシップ支援実施担当教員
- ・ 阿部幸隆, 教育・学生支援機構 就職・キャリア支援センター会議 (インターンシップ支援専門会議) 委員
- ・ 池田榮雄, 教員免許状更新講習: 公開鍵暗号入門
- ・ 上田肇一, 理工学教育部修士課程 理学領域部会教育委員会 委員
- ・ 川部達哉, 理学部 入試委員会 委員
- ・ 川部達哉, 入学試験委員会電算処理専門委員会 委員
- ・ 菊池万里, 理学部 広報委員会 副委員長
- ・ 菊池万里, 理学部 広報委員会 情報・広報部会 部会長
- ・ 菊池万里, 理学部 自己点検評価委員会 委員
- ・ 菊池万里, 広報委員会
- ・ 菊池万里, トムズプレス専門部会
- ・ 木村 巖, 理学部 教務委員会 教育実施部会 委員
- ・ 木村 巖, 理学部 ITセキュリティ管理者
- ・ 木村 巖, 総合情報基盤センター運営委員会 委員
- ・ 木村 巖, 理学部活動報告2018 編集WG委員
- ・ 幸山直人, 五福キャンパス交通委員会 委員
- ・ 古田高士, 数学科 副学科長
- ・ 古田高士, 理学部 将来計画WG 委員長
- ・ 古田高士, 教養教育院情報処理部会 副部会長
- ・ 古田高士, 新教養教育カリキュラム等検討ワーキンググループサブメンバー (自然科学部会)
- ・ 出口英生, 理学部 広報委員会 高大連携部会 委員
- ・ 永井節夫, 理学部 教務委員会 教育改善部会 委員
- ・ 藤田景子, 理学部 国際交流委員会 委員
- ・ 藤田景子, ハラスメント相談員 (女性)
- ・ 藤田景子, 保健管理センター運営委員会 委員
- ・ 藤田安啓, 理学部 学生生活委員会 副委員長
- ・ 山根宏之, 数学科 学科長
- ・ 山根宏之, 理学部 安全管理委員会 委員
- ・ 山根宏之, 理学部 防火・防災対策専門委員会 委員
- ・ 山根宏之, 理学部 自己点検評価委員会 委員
- ・ 山根宏之, 理工学教育部修士課程専攻主任
- ・ 山根宏之, 理工学教育部博士課程 数理・ヒューマンシステム科学専攻 専攻長

■学士・修士・博士論文指導

- ・ 学士 41名
- ・ 修士 6名