

平成29年度

広島大学大学院理学研究科・理学部  
教育研究成果報告書

広島大学大学院理学研究科評価委員会



# 目 次

## I 数学専攻・数学科

1 数学専攻	I - 1
1-1 専攻の理念と目標	I - 1
1-2 専攻の組織と運営	I - 1
1-3 専攻の大学院教育	I - 2
1-4 専攻の研究活動	I - 4
1-5 その他特記事項	I - 41
2 数学科	I - 42
2-1 学科の理念と目標	I - 42
2-2 学科の組織	I - 42
2-3 学科の学士課程教育	I - 43
2-4 その他特記事項	I - 43

## II 物理科学専攻・物理科学科

1 物理科学専攻	II - 1
1-1 専攻の理念と目標	II - 1
1-2 専攻の組織と運営	II - 1
1-3 専攻の大学院教育	II - 3
1-4 専攻の研究活動	II - 12
2 物理科学科	II - 125
2-1 学科の理念と目標	II - 125
2-2 学科の組織	II - 125
2-3 学科の学士課程教育	II - 126

## III 化学専攻・化学科

1 化学専攻	III - 1
1-1 専攻の理念と目標	III - 1
1-2 専攻の組織と運営	III - 1
1-3 専攻の大学院教育	III - 7
1-4 専攻の研究活動	III - 18
2 化学科	III - 75
2-1 学科の理念と目標	III - 75
2-2 学科の組織	III - 75
2-3 学科の学士課程教育	III - 78
2-4 その他特記事項	III - 93

#### IV 生物科学専攻・生物科学科

1 生物科学専攻	IV - 1
1-1 専攻の理念と目標	IV - 1
1-2 専攻の組織と運営	IV - 1
1-3 専攻の大学院教育	IV - 5
1-4 専攻の研究活動	IV - 10
1-5 その他特記事項	IV - 88
2 生物科学科	IV - 89
2-1 学科の理念と目標	IV - 89
2-2 学科の組織	IV - 89
2-3 学科の学士課程教育	IV - 92
2-4 その他特記事項	IV - 94

#### V 地球惑星システム学専攻・地球惑星システム学科

1 地球惑星システム学専攻	V - 1
1-1 専攻の理念と目標	V - 1
1-2 専攻の組織と運営	V - 1
1-3 専攻の大学院教育	V - 2
1-4 専攻の研究活動	V - 4
1-5 その他特記事項	V - 28
2 地球惑星システム学科	V - 29
2-1 学科の理念と目標	V - 29
2-2 学科の組織	V - 29
2-3 学科の学士課程教育	V - 29

#### VI 数理分子生命理学専攻

1 数理分子生命理学専攻	VI - 1
1-1 専攻の理念と目標	VI - 1
1-2 専攻の組織と運営	VI - 1
1-3 専攻の大学院教育	VI - 5
1-4 専攻の研究活動	VI - 12
1-5 その他特記事項	VI - 56

#### ※研究活動の記載について

発表論文、講演等のうち、本研究科の教員にはアンダーラインを付しています。また、専攻内で複数の教員があがっている場合には◎印を、複数の専攻にまたがっている場合は○印を、タイトル等の前に付しています。

# I 数学専攻・数学科



# 1 数学専攻

## 1-1 専攻の理念と目標

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 専攻の組織と運営

数学専攻は、代数数論、多様幾何、数理解析、確率統計、総合数論の 5 講座で構成されている。さらに代数数論講座には代数数論グループ、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、総合数論講座には総合数論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。運営は数学専攻共通で行われている。

### 1-2-1 教職員

平成 29 年度

代数数論	教授	木村俊一 島田伊知朗 松本 眞
	准教授	高橋宣能
	助教	宮谷和堯 (H29. 4. 1 採用)
	特任助教	飯島 優
多様幾何	教授	作間 誠 田丸博士
	准教授	古宇田悠哉 土井英雄
	講師	奥田隆幸 (H29. 10. 1 昇任)
数理解析	教授	川下美潮 吉野正史
	准教授	滝本和広 平田賢太郎
	講師	神本晋吾 (H29. 4. 1 採用)
確率統計	教授	井上昭彦 若木宏文 柳原宏和
	准教授	岩田耕一郎
	助教	橋本真太郎 (H29. 4. 1 採用) 伊森晋平 (H30. 1. 18 採用)
総合数論	教授	阿賀岡芳夫 阿部 誠 石井 亮 水町 徹
	准教授	澁谷一博
	助教	河村尚明

事務室

荒谷照美 片山美雪 桂川信子 窪田庸子  
高原園子 谷 知美 野間晴美

## 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。

平成 29 年度

採用	平成 29 年 4 月 1 日	神本晋吾	講師
	平成 29 年 4 月 1 日	橋本真太郎	助教 (任期 H34. 3. 31 まで)
	平成 29 年 4 月 1 日	宮谷和堯	助教 (任期 H32. 3. 31 まで)
	平成 30 年 1 月 18 日	伊森晋平	助教 (任期 H34. 9. 30 まで)
昇任	平成 29 年 10 月 1 日	奥田隆幸	講師
退職	平成 30 年 3 月 31 日	石井 亮	教授
	平成 30 年 3 月 31 日	飯島 優	特任助教

## 1-3 専攻の大学院教育

### 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

平成 29 年度

博士課程前期：(入学時) 学生数 19 名，定員 22 名，充足率 86. 4%

博士課程後期：(入学時) 学生数 6 名，定員 11 名，充足率 54. 5%

学位 (博士) 取得：1 件

### 1-3-3 大学院生の国内学会発表実績

平成 29 年度 … 37 件 (修士の発表 22 件，博士の発表 15 件，修士・博士共同発表 0 件)

### 1-3-4 大学院生の国際学会発表実績

平成 29 年度 … 7 件 (修士の発表 4 件，博士の発表 3 件，修士・博士共同発表 0 件)

### 1-3-5 修士論文発表実績

平成 29 年度 … 25 件

安田 和晃 Gauss-Weierstrass 積分の極限の存在について

ウィラハディ ランディ ラッハマット

Continuous-time Mean-variance Portfolio Selection

(連続時間の平均-分散ポートフォリオ選択)

加藤 丈明 双曲平面上の三角形の心と擬似的な重心座標表示

赤瀬 文章 コンパクト古典群内の極大対称可換部分群

植松 香介 On Solutions of Cubic Equations and Cubic Extensions

(三次方程式の解と三次拡大)

大石 峰暉	モデル選択規準最小化に基づく罰則付き最小二乗法の正則化 パラメータ最適化
柏木 一希	有界領域上の Schrödinger 方程式の局所的制御可能性
國岡 拓	グレブナ基底を用いた理論パズルの解法
米田 好佑	2 次曲線のペアの族について
権藤 曉則	Cohomogeneity one actions of disconnected Lie groups on symmetric spaces of noncompact type (非連結リー群による非コンパクト型対称空間への余等質性 1 作用)
済藤 恭平	信用リスク伝播の強度モデルとクレジット・デフォルト・スワップの価格付け
坂井 駿介	A characterization of alternating link exteriors in terms of cubed complexes (交代絡み目外部空間の立方複体を用いた特徴付け)
清水 亮	記憶を持つ金融市場モデルにおける最適長期投資
西川 正一	コヒーレント・リスク尺度を用いたショートフォール・リスクの最小化
福島 海	命題様相論理の完全性
藤田 輝	ある量子グラフ上の Sturm-Liouville 境界値問題に対する Ambarzumyan 型定理
船吉 健太	Extending homeomorphisms of the genus-2 surface over the 3-sphere (種数 2 の曲面上の同相写像の 3 次元球面への拡張)
松尾 圭祐	トーリックイデアルのグレブナ基底の計算量について
水口 潤一	ある一般化線形混合モデルの尤度方程式のラプラス近似について
宮川真太郎	グレブナー基底とマルコフ基底に関する実験
村長 達	Eulerian coorientations and Seifert surfaces for divide links (Euler 余方向とディバイド絡み目の Seifert 曲面)
吉田 雄亮	与えられた群を自己同型群に含む非特異平面曲線について
吉元 鷹彦	2 階微分方程式の幾何学における接触変換とその応用
渡部 敬之	B.フリードマンのつぼにおける漸近挙動の分類
渡利 紗世	グレブナー基底で迷路を解く

### 1-3-6 博士学位

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。

平成 29 年度学位授与実績 (課程博士 1 件, 論文博士 0 件)

中 川 智 之 (広島大学大学院理学研究科博士課程後期)

平成 30 年 3 月 23 日

題目 : Estimating the probabilities of misclassification using CV when the dimension and the sample sizes are large

(高次元大標本の場合での CV を用いた誤判別確率の推定)

### 1-3-7 TAの実績

平成 29 年度 前期	…	修士	8 件
		博士	12 件
後期	…	修士	5 件
		博士	10 件

### 1-3-8 大学院教育の国際化

数学専攻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

日時：2017 年 5 月 16 日（火）13:00-14:00

場所：広島大学理学部 B707

講師：中川 義行 氏（大阪産業大学）

題目：学術研究の倫理と経済社会の倫理

##### 第 2 回

日時：2017 年 5 月 30 日（火）13:00-14:00

場所：広島大学理学部 B707

講師：小林 毅 氏（奈良女子大学）

題目：折り紙に潜む様々な数学構造

##### 第 3 回

日時：2017 年 6 月 6 日（火）13:00-14:00

場所：広島大学理学部 B707

講師：Jeffrey Weeks 氏

題目：Visualizing Four Dimensions

##### 第 4 回

日時：2017 年 6 月 27 日（火）13:00-14:00

場所：広島大学理学部 B707

講師：富樫 祐一 氏（広島大学大学院理学研究科）

題目：生物における少数性問題

#### 第5回

日時：2017年7月25日（火）13:00-14:00  
場所：広島大学理学部 B707  
講師：神本 晋吾 氏（広島大学大学院理学研究科）  
題目：Exact WKB analysis and resurgent analysis

#### 第6回

日時：2017年10月3日（火）13:00-14:00  
場所：広島大学理学部 B707  
講師：中田 寿夫 氏（福岡教育大学）  
題目：ペテルスブルグのゲームの分布の極限定理

#### 第7回

日時：2017年11月28日（火）13:00-14:00  
場所：広島大学理学部 B707  
講師：澤野 嘉宏 氏（首都大学東京）  
題目：Morrey spaces and related problems

#### 第8回

日時：2017年12月5日（火）13:00-14:00  
場所：広島大学理学部 B707  
講師：杉本 充 氏（名古屋大学）  
題目：制限定理と関連する偏微分方程式論の諸問題

#### 第9回

日時：2017年12月12日（火）13:00-14:00  
場所：広島大学理学部 B707  
講師：奥間 智弘 氏（山形大学）  
題目：複素2次元特異点の極大イデアルサイクルについて

#### 第10回

日時：2018年1月16日（火）13:00-14:00  
場所：広島大学理学部 B707  
講師：横山 俊一 氏（九州大学）  
題目：計算機数論における数式処理システムの援用と最近の進展

#### 数学専攻構成員主催の研究集会等

##### ○北九州幾何学研究集会2017 [国内]

日程：2017年7月8日～7月9日  
場所：九州工業大学 戸畑キャンパス 総合教育棟 C-3B講義室  
参加人数：約20名  
世話人：澁谷一博（広島大学）， 野田尚廣（九州工業大学）， 橋永貴弘（北九州高専）

○第16回広島仙台整数論集会 [国内]

日程：2017年7月11日～7月14日

場所：広島大学理学部 B707

参加人数：約40名

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

○山口佳三先生退職記念研究集会 [国内]

日程：2017年7月14日～7月16日

場所：神戸大学 理学部B棟301室

参加人数：約30名

世話人：阿賀岡芳夫（広島大学），佐治健太郎（神戸大学），野田尚廣（九州工業大学），澁谷一博（広島大学）

○2017 Participating school in analysis of PDE Stability of solitons and periodic waves [国際]

日程：2017年8月21日～8月25日

場所：KAIST, Daejeon, Korea

参加人数：約20名

世話人：Mathew Johnson（University of Kansas），Masaya Maeda（Chiba），Tetsu Mizumachi（Hiroshima），Soonsik Kwon（KAIST）

○2017年度ポテンシャル論研究集会 [国内]

日程：2017年8月31日～9月2日

場所：大同大学

参加人数：約20名

世話人：二村俊英（大同大学），平田賢太郎（広島大学）

○非線形偏微分方程式の定性的理論 [国際]

日程：2017年9月17日～9月19日

場所：岡山大学理学部

参加人数：約50名

世話人：李 聖林（広島大学），牛島健夫（東京理科大学），大下承民（岡山大学），荻原俊子（城西大学），下條昌彦（岡山理科大学），滝本和広（広島大学），谷口雅治（岡山大学），中村健一（金沢大学），水町 徹（広島大学），宮本安人（東京大学），矢崎成俊（明治大学）

○Capital Normal University-Hiroshima University Joint conference on Mathematics [国際]

日程：2017年9月21日～9月22日

場所：首都師範大学（中国 北京）

参加人数：約35名

世話人：Fuquan FANG（CNU），木村俊一（広島大学），Hailiang LI（CNU），Shanzhong SUN（CNU），高橋宣能（広島大学）

○広島幾何学研究集会2017 [国内]

日程：2017年10月4日～10月6日

場所：広島大学大学院先端物質科学研究科 4階 401N

参加人数：42名

世話人：阿賀岡芳夫（広島大学），田丸博士（広島大学），澁谷一博（広島大学），久保 亮（広島修道大学） 奥田隆幸（広島大学）

○広島微分方程式研究会 [国内]

日程：2017年10月6日～10月7日

場所：広島大学理学部 B707

参加人数：27名

世話人：神本晋吾（広島大学），坂元国望（広島大学），柴田徹太郎（広島大学），滝本和広（広島大学），三竹大寿（広島大学）

○合宿セミナー 2017 in 大久野島 [国内]

日程：2017年12月15日～12月17日

場所：休暇村大久野島

参加人数：26名

世話人：阿賀岡芳夫（広島大学），田丸博士（広島大学），澁谷一博（広島大学），橋永貴弘（北九州工業高等専門学校），久保 亮（広島修道大学），赤瀬文章（広島大学），権藤暁則（広島大学）

○HMAセミナー・冬の研究会 2018 [国内]

日程：2018年1月19日

場所：広島大学理学部 B707

参加人数：26名

世話人：滝本和広（広島大学），水町 徹（広島大学），三竹大寿（広島大学）

○複素領域における関数方程式とその周辺 [国内]

日程：2018年3月5日～3月7日

場所：広島大学理学部 B707

参加人数：25名

世話人：上原崇人（佐賀大学），梅田陽子（山口大学），神本晋吾（広島大学），廣惠一希（城西大学）

○Branched Coverings, Degenerations, and Related Topics 2018 [国際]

日程：2018年3月5日～3月9日

場所：広島大学（東広島キャンパス）大学院理学研究科 E棟 E104教室

参加人数：56名

世話人：足利 正（東北学院大学），作間 誠（広島大学），島田伊知朗（広島大学），徳永浩雄（首都大学東京），松本幸夫（学習院大学）

○広島・岡山代数学セミナー in 熊本 [国内]

日程：2018年3月14日～3月15日

場所：熊本大学自然科学研究科

参加人数：約20名

世話人：木村俊一（広島大学），宮谷和堯（広島大学），鈴木武史（岡山大学），山田裕史（熊本大学）

数学専攻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：2017年4月21日（金）15時

場所：広島大学理学部 B701

講演者：鈴木 航介 氏（広島大学・日本学術振興会特別研究員 PD）

演目：高次収束を達成する多次元数値積分法

日時：2017年6月2日（金）15時

場所：広島大学理学部 B701

講演者：福田 寧彦 氏（広島大学 D2）

演目：K3 曲面の正標数への還元と Picard 群

日時：2017年6月16日（金）15時

場所：広島大学理学部 B701

講演者：當山 凜 氏（広島大学 D2）

演目：高次ナッシュ爆発と A3 特異点

日時：2017年6月23日（金）15時

場所：広島大学理学部 B701

講演者：桔梗 宏孝 氏（神戸大学）

演目：Model theory, p-adic and motivic integration

日時：2017年7月28日（金）15時

場所：広島大学理学部 B701

講演者：金沢 篤 氏（京都大学）

演目：Calabi-Yau 多様体の退化とミラー対称性

日時：2017年10月6日（金）15時

場所：広島大学理学部 B701

講演者：阿部 紀行 氏（北海道大学）

演目： $q=0$  におけるプロ p 岩堀 Hecke 環の既約表現の間の拡大について

日時：2017年11月24日（金）16時

場所：広島大学理学部 B701

講演者：佐野 太郎 氏 (神戸大学)  
演目：Effective non-vanishing for weighted complete intersections

日時：2017 年 12 月 1 日 (金) 15 時  
場所：広島大学理学部 B701  
講演者：當山 凜 氏 (広島大学 D2)  
演目：A3 特異点の高次ナッシュ爆発

日時：2017 年 12 月 8 日 (金) 15 時  
場所：広島大学理学部 B701  
講演者：田端 亮 氏 (有明工業高等専門学校)  
演目：Immanant の極限挙動と Littlewood-Richardson 対応

日時：2018 年 1 月 19 日 (金) 15 時  
場所：広島大学理学部 B701  
講演者：Norbert A'Campo 氏 (バーゼル大学)  
演目：Uniformisation by minimizing energy of curvature

#### ○ 広島組合せ論セミナー

日時：2017 年 11 月 11 日 (土) 11:00 - 12:30  
場所：広島工業大学 三宅の森 Nexus21 NX-709  
講演者：篠原 雅史 氏 (滋賀大学・教育学部)  
講演題目：距離集合の一般化とその点配置の直交性について

#### ○ 広島大学トポロジー・幾何セミナー

日時：2017 年 4 月 7 日 (金) 15:00 - 16:30  
場所：理学部 B707 号室  
講演者：東條 広一 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)  
講演題目：固有かつ余コンパクトに作用する簡約部分群を持つ既約半単純対称空間の分類

日時：2017 年 4 月 18 日 (火) 15:00 - 16:30  
場所：理学部 B707 号室  
講演者：Youngsik Huh 氏 (Hanyang University)  
講演題目：Problems on graphs in 3-space: Immersion into plane and linear embedding into 3-space

日時：2017 年 5 月 9 日 (火) 13:30 - 15:00  
場所：理学部 B707 号室  
講演者：中村 昭 氏 (広島大学名誉教授)  
講演題目：デジタル結び目の計算量：紹介と概観および問題

日時：2017 年 6 月 20 日 (火) 15:00 - 16:30

場所：理学部B707号室

講演者：寺垣内 政一 氏（広島大学大学院教育学研究科・数学教育学講座）

講演題目：Normal closures of slope elements in knot groups and the peripheral Magnus property

日時：2017年7月4日（火）15:00 - 16:30

場所：理学部B707号室

講演者：直江 央寛 氏（東北大学）

講演題目：Shadow complexity が2以下のコルクについて

日時：2017年7月11日（火）15:00 - 16:30

場所：理学部B702号室

講演者：石原 海 氏（山口大学）

講演題目：Complete classification of generalized crossing changes between GOF-knots

日時：2017年7月14日（金）15:00 - 16:30

場所：理学部B702号室

講演者：Julio César Barros (Rio Cuarto University)

講演題目：NORMAL SECTIONS ON ISOPARAMETRIC HYPERSURFACES

日時：2017年8月1日（火）15:00 - 17:30

場所：理学部B707号室

講演者：加藤 文明 氏（広島大学大学院理学研究科）

講演題目：双曲平面上の初等幾何

(Elementary Geometry on Hyperbolic Plane)

講演者：赤瀬 文章 氏（広島大学大学院理学研究科）

講演題目：実グラスマン多様体内の極大対称可換集合

講演者：吉元 鷹彦 氏（広島大学大学院理学研究科）

講演題目：ダルブール可積分性を用いた f-Gordon 方程式の分類

講演者：船吉 健太 氏（広島大学大学院理学研究科）

講演題目：Extending homeomorphisms of the genus-2 surface over  $S^3$

講演者：村長 達 氏（広島大学大学院理学研究科）

講演題目：Eulerian coorientations and Seifert surfaces for divide links

講演者：権藤 暁則 氏（広島大学大学院理学研究科）

講演題目：非連結リー群による非コンパクト型対称空間への余等質性1作用

講演者：坂井 駿介 氏（広島大学大学院理学研究科）

講演題目：A characterization of alternating link exteriors from the viewpoint of cubed complexes

日時：2017年10月3日（火）15:00 - 16:30  
場所：理学部B707号室  
講演者：Luisa Paoluzzi 氏（マルセイユ大学）  
講演題目：Character varieties of knots and their reductions mod  $p$

日時：2017年11月14日（火）15:00 - 16:30  
場所：理学部B707号室  
講演者：野崎 雄太 氏（東京大学）  
講演題目：ホモロジーコボルディズムを用いた3次元多様体の不変量

日時：2017年11月21日（火）15:00 - 16:30  
場所：理学部B707号室  
講演者：金 英子 氏（大阪大学理学研究科），廣瀬 進 氏（東京理科大学理工学部）  
講演題目：Symmetric braids arisen as monodromies of branched virtual fibrations of closed 3-manifolds

日時：2017年11月28日（火）15:00 - 16:30  
場所：理学部B702号室  
講演者：井ノ口 順一 氏（筑波大学）  
講演題目：3次元接触多様体上の磁場軌道

日時：2017年12月12日（火）15:00 - 16:30  
場所：理学部B702号室  
講演者：作間 誠 氏（広島大学）  
講演題目："Monodromy groups" of Heegaard surfaces of 3-manifolds

日時：2018年1月15日（月）15:00 - 16:30  
場所：理学部B707号室  
講演者：Thomas Koberda 氏（バージニア大学）  
講演題目：Free products and diffeomorphisms of compact manifolds

日時：2018年1月19日（金）15:00 - 16:30  
場所：理学部B701号室（代数セミナーと合同）  
講演者：Norbert A'Campo 氏（バーゼル大学）  
講演題目：Uniformisation by minimizing energy of curvature

## ○広島数理解析セミナー

### 第211回

日時：2017年4月14日（金）15:00 - 17:30  
場所：広島大学理学部 B707  
15:00 - 16:00

講師：都築 寛 氏（広島修道大学）

題目：2次元および3次元における制限付き Boussinesq 系の一意可解性

16:30 - 17:30

講師：山本 宏子 氏（明治大学）

題目：空間的に非一様な反応拡散方程式における点凝集定常解とその凝集点

#### 第 212 回

日時：2017年5月12日（金） 16:30 - 17:30

場所：広島大学理学部 B707

講師：岸本 展 氏（京都大学）

題目：Remark on global regularity for the rotating Navier-Stokes equations in a periodic domain

#### 第 213 回

日時：2017年6月2日（金） 16:30 - 17:30

場所：広島大学理学部 B707

講師：三浦 達彦 氏（東京大学）

題目：動く曲面に退化する薄膜領域上の熱方程式に関する特異極限問題

#### 第 214 回

日時：2017年6月23日（金） 15:00 - 17:30

場所：広島大学理学部 B707

15:00 - 16:00

講師：寺本 有花 氏（九州大学）

題目：Bifurcation of Taylor vortex for compressible Navier-Stokes equations

16:30 - 17:30

講師：Jan Brezina 氏（東京工業大学）

題目：On inviscid limit for Euler system with non-local interactions

#### 第 215 回

日時：2017年6月30日（金） 16:30 - 17:30

場所：広島大学理学部 B707

講師：山口 範和 氏（富山大学）

題目：病的な函数を初期値とする Hamilton-Jacobi 方程式の解の挙動

#### 第 216 回

日時：2017年7月14日（金） 16:30 - 17:30

場所：広島大学理学部 E208

講師：坂上 貴之 氏（京都大学）

題目：乱流カスケードを生成する一次元偏微分方程式モデルの数学解析と数値解析

#### 第 217 回

日時：2017年10月20日（金） 16:30 - 17:30

場所：広島大学理学部 B707

講師：戌亥 隆恭 氏（東京理科大学）

題目：非線形シュレディンガー方程式に対する群不変な解の分類について

#### 第 218 回

日時：2017 年 10 月 27 日（金） 16:30 - 17:30

場所：広島大学理学部 B707

講師：関 行宏 氏（九州大学）

題目：Type II blow-up mechanisms in a semilinear heat equation with critical Joseph-Lundgren exponent

#### 第 219 回

日時：2017 年 11 月 24 日（金） 16:30 - 17:30

場所：広島大学理学部 B707

講師：白石 大典 氏（京都大学）

題目：Loop-erased random walk

#### 第 220 回

日時：2017 年 12 月 8 日（金） 16:30 - 17:30

場所：広島大学理学部 B707

講師：西原 健二 氏（早稲田大学）

題目：The Cauchy problem for semilinear damped wave equations

#### 第 221 回

日時：2018 年 2 月 2 日（金） 16:30 - 17:30

場所：広島大学理学部 B707

講師：Yikan Liu 氏（東京大学）

題目：Unique continuation property with partial information for two-dimensional anisotropic elasticity systems

### ○広島複素解析セミナー

#### 第 1 回

日時：4 月 25 日（火） 16:30 - 17:30

場所：広島大学理学部 B 棟 707 教室

講演者：高橋 甫宗 氏（大阪体育大学）

題目：合流型超幾何函数と WKB 解

#### 第 2 回

日時：7 月 5 日（水） 15:30 - 17:30

場所：広島大学理学部 B 棟 707 教室

講演者：山中 祥五 氏（京都大学）

題目：Normal forms of general dynamical systems and their integrability

## ○広島確率論・力学系セミナー

日時：2017年10月3日(火) 15:00 - 16:30

場所：広島大学理学部B棟7階B701室

講師：中田 寿夫 氏 (福岡教育大学)

題目：Exact laws of large numbers for independent Pareto random variables

## ○広島統計グループ金曜セミナー

### 第1回

日時：平成29年5月19日(金), 15:00-16:00

場所：大学院理学研究科 C816 号室

講師：大森 裕浩 氏 (東京大学・経済)

題目：Multivariate stochastic volatility model with realized volatilities and pairwise realized correlations

### 第2回

日時：平成29年7月21日(金), 15:00-16:00

場所：大学院理学研究科 C816 号室

講師：藤越 康祝 氏 (広島大学・名誉教授)

題目：ランダム行列論に基づく高次元推測理論の発展

### 第3回

日時：平成29年10月6日(金), 15:00-16:00

場所：大学院理学研究科 C816 号室

講師：伊藤 ゆり 氏 (大阪国際がんセンター)

題目：公的統計を用いた健康格差指標のモニタリング

### 第4回

日時：平成29年12月8日(金), 15:00-16:00

場所：大学院理学研究科 C816 号室

講師：明石 郁哉 氏 (早稲田大学・基幹理工)

題目：無限分散・長期記憶過程に対する頑健な推測手法の構成

### 第5回

日時：平成29年12月15日(金), 15:00-16:00

場所：大学院理学研究科 C816 号室

講師：梅津 佑太 氏 (名古屋工業大学・工学)

題目：探索的データ解析における統計推論

### 第6回

日時：平成30年1月19日(金), 15:00-16:00

場所：大学院理学研究科 C816 号室

講師：奥野 彰文 氏 (京都大学・情報)

題目：異種データ間の複雑な対応付けを表現する確率モデルの提案とその応用

## ○広島統計談話会

### 第 303 回

日時：2017年4月21日（金）15:00-16:00

場所：放射線影響研究所 講堂

講師：ジョン B. コローン 氏（放射線影響研究所・統計部）

題目：潜在中間因子としてバイオマーカーを伴う肝がん因果モデルの共同開発：複雑なコホートに基づくサンプリング・デザインを用いた多重代入法による構造方程式生起事象の連続特性に対する時間依存的予測精度

### 第 304 回

日時：2017年6月2日（金）15:00-16:00

場所：放射線影響研究所 講堂

講師：橋本 真太郎 氏（広島大学・理学研究科）

題目：擬似事後分布に基づくロバストなベイズ推測について

### 第 305 回

日時：2017年7月14日（金）15:00-16:00

場所：放射線影響研究所 講堂

講師：小田 凌也 氏（広島大学・理学研究科）

題目：GMANOVA モデルにおける次元数と候補モデル数が大きくても一貫性をもつモデル選択規準

### 第 306 回

日時：2017年9月29日（金）15:00-16:00

場所：放射線影響研究所 講堂

講師：三角 宗近 氏（放射線影響研究所・統計部）

題目：原爆被爆者研究における測定誤差：統計的方法論の概要

### 第 307 回

日時：2017年10月27日（金）15:00-16:00

場所：放射線影響研究所 講堂

講師：若木 宏文 氏（広島大学・理学研究科）

題目：線形混合モデルのモデル選択規準について

### 第 308 回

日時：2017年11月24日（金）15:00-16:00

場所：放射線影響研究所 E-205 会議室

講師：大石 峰暉 氏（広島大学・理学研究科）

題目：直交する説明変数での線形回帰モデルにおける最適な正則化パラメータの下での一般化リッジと adaptive-Lasso の推定値の同等性

## 第 309 回

日時： 2017 年 12 月 22 日（金） 15:00-16:00

場所： 放射線影響研究所 E-205 会議室

講師： ハリー M. カリングス 氏（放射線影響研究所・統計部）

題目： 放影研で原爆被爆者に用いている DS02R1 線量推定値のための誤差モデル

## 学術団体からの受賞実績

平成 29 年度 … 2 件

- ・ 作間 誠, 日本数学会幾何学賞, 2017 年 9 月
- ・ 奥田隆幸, 日本数学会賞 建部賢弘賞 特別賞, 2017 年 9 月

## 学生の受賞実績

平成 29 年度 … 1 件

- ・ 大石峰暉, 学生発表優秀賞, 行動計量学会岡山地域部会, 2018 年 3 月

## 国際交流実績

- ・ 島田伊知朗: 外国からの招聘, 集中講義 On Zariski-van Kampen theorem (Tribhuvan University, Kirtipur, ネパール) 2017 年 11 月 29 日~12 月 2 日
- ・ 島田伊知朗: 研究者招聘, Alex Degtyarev (Bilkent 大学, トルコ) 2018 年 3 月 4 日~3 月 10 日
- ・ 島田伊知朗: 研究者招聘, Muhammed Uludag (Galatasaray 大学, トルコ) 2018 年 3 月 3 日~3 月 11 日
- ・ 作間 誠: 研究者招聘, Luisa Paoluzi (マルセイユ大学, フランス) 2017 年 10 月 2 日~10 月 22 日
- ・ 作間 誠: 研究者招聘, Iain Aitchison (元メルボルン大学, オーストラリア) 2018 年 3 月 4 日~3 月 17 日
- ・ 田丸博士: 研究者招聘, Victor Sanmartin-Lopez (Universidade de Santiago de Compostela, スペイン), 2018 年 3 月 9 日~5 月 8 日
- ・ 田丸博士: 外国からの招聘, Universidade de Santiago de Compostela (スペイン), 2017 年 8 月 30 日~9 月 15 日
- ・ 古宇田悠哉: 研究者招聘, Sangbum Cho (Hanyang University, 韓国), 2017 年 4 月 11 日~4 月 22 日.
- ・ 古宇田悠哉: 研究者招聘, Youngsik Huh (Hanyang University, 韓国), 2017 年 4 月 11 日~4 月 22 日.
- ・ 古宇田悠哉: 外国からの招聘, 首都師範大学 (中国), 2017 年 9 月 20 日~9 月 23 日.
- ・ 古宇田悠哉: 研究者招聘, Sangbum Cho (Hanyang University, 韓国), 2018 年 2 月 21 日~3 月 1 日.
- ・ 古宇田悠哉: 外国からの招聘, Hanyang University, Chung-Ang University (韓国), 2018 年 3 月 21 日~3 月 27 日.
- ・ 奥田隆幸: 外国からの招聘, Yaokun Wu (中華人民共和国), 2017 年 9 月~2018 年 3 月
- ・ 神本晋吾: 外国からの招聘, パドヴァ大学 (イタリア), 2017 年 5 月 17 日~6 月 25 日
- ・ 神本晋吾: 外国からの招聘, CIRM (マルセイユ, フランス), 2017 年 6 月 25 日~6 月 30 日
- ・ 神本晋吾: 外国からの招聘, パドヴァ大学 (イタリア), 2017 年 7 月 12 日~7 月 17 日

- ・ 神本晋吾：外国からの招聘，パドヴァ大学（イタリア），2017年9月12日～9月28日
- ・ 水町 徹：外国からの招聘，Academia Sinica(台湾)，2017年7月5日～7月13日．
- ・ 水町 徹：外国からの招聘，KAIST(大韓民国)，2017年8月21日～8月25日．

## 国際共同研究・国際会議開催実績

平成 29 年度 … 国際会議開催 4 件（「数学専攻構成員主催の研究集会等」に記載）  
国際共同研究 18 件

- ・ 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 Hamburg, ドイツ)
- ・ 高橋宣能（国際共同研究）：Sheldon Katz (University of Illinois at Urbana-Champaign, アメリカ)
- ・ 作間 誠（国際共同研究）：Luisa Paoluzi（マルセイユ大学，フランス）
- ・ 田丸博士（国際共同研究）：Victor Sanmartin-Lopez（Universidade de Santiago de Compostela, スペイン）
- ・ 田丸博士（国際共同研究）：Jose Carlos Diaz-Ramos（Universidade de Santiago de Compostela, スペイン）
- ・ 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）：Bruno Martelli（University of Pisa, イタリア）
- ・ 奥田隆幸（国際共同研究）：Yan Zhu（上海大学，中華人民共和国）
- ・ 奥田隆幸（国際共同研究）：Da Zhao（上海交通大学，中華人民共和国）
- ・ 神本晋吾（国際共同研究）：David Sauzin（IMCCE, フランス）
- ・ 神本晋吾（国際共同研究）：Javier Sanz（IMUVa, スペイン）
- ・ 神本晋吾（国際共同研究）：Javier Jimenez-Garrido（IMUVa, スペイン）
- ・ 神本晋吾（国際共同研究）：Alberto Lastra（Universidad de Alcala, スペイン）
- ・ 神本晋吾（国際共同研究）：Luca Prelli（The university of Padova, イタリア）
- ・ 若木宏文（国際共同研究）：V. V. Ulyanov（モスクワ大学，ロシア）
- ・ 伊森晋平（国際共同研究）：Ching-Kang Ing（National Tsing Hua University, 台湾）
- ・ 石井 亮（国際共同研究）：Álvaro Nolla de Celis (Universidad Rey Juan Carlos, スペイン)

## RAの実績

平成 29 年度 … 12 件

- 尾白 典文 保型形式と extremal 格子
- 小田 凌也 高次元多変量 モデルにおける変数選択のため情報量規準の開発
- 片山 拓弥 直角アルティン群の埋め込み問題について
- 黒木 健司 高階偏微分方程式の発散形式解の Borel 総和可能性とその  $q$  類似
- 佐藤 倫治 経時データ解析におけるモデル選択法の開発
- 白川 健太  $G$ -Hilb( $C^n$ )の可約性について
- 杉山 俊 複素多様体における中間的擬凸性の研究
- 當山 凜 ファット・ポイントの極限の構造と高次ナッシュ爆発による特異点解消
- 中川 智之 共分行列の縮小推定と応用
- 福田 寧彦  $K3$  曲面の退化と Picard 群に関する研究
- 道久 寛載 波動方程式の漸近展開
- 余越 貴宏 ロトカ・ヴォルテラ方程式のボレル総和法

## 1-4-2 個人別の研究活動の概要, 発表論文, 講演等

### 代数数理論

木村俊一 (教授)

#### ○研究概要

Motivic ZetaやMotivic Chow Seriesの有理性について研究している。

#### ○論文

- Shun-ichi Kimura, Mao Sheng, Mingwei Zhang, NUMERICAL BOUNDEDNESS ON RATIONAL EQUIVALENCES OF ZERO CYCLES ON ALGEBRAIC VARIETIES WITH TRIVIAL  $CH_0$ , To Appear in The Asian Journal of Mathematics

#### ○総説・解説

- 木村俊一, 書評「天にむかって続く数」数学セミナー2017年8月号

島田伊知朗 (教授)

#### ○研究概要

K3曲面およびエンリケス曲面の自己同型群および射影モデルを格子理論を用いて調べた。階数64のextremal格子の新しい例を構成した。

#### ○論文

- I. Shimada. Connected components of the moduli of elliptic K3 surfaces. Accepted by Michigan Math. J.
- I. Shimada. On Edge's correspondence associated with  $\cdot 222$ . Eur. J. Math. 4 (2018), no. 1, 399–412.
- I. Shimada. An even extremal lattice of rank 64. J. Number Theory 185 (2018), 1–15.
- I. Shimada. Holes of the Leech lattice and the projective models of K3 surfaces. Math. Proc. Cambridge Philos. Soc. 163 (2017), no. 1, 125–143.
- I. Shimada, T. Shioda. On a smooth quartic surface containing 56 lines which is isomorphic as a K3 surface to the Fermat quartic. Manuscripta Math. 153 (2017), no. 1-2, 279–297.

#### ○国際会議での講演

- (招待講演) Ichiro Shimada. An Enriques involution of the Fermat quartic surface in characteristic 3. K3 surfaces and Related Topics. December 21, 2017. Nagoya University.
- (招待講演) Ichiro Shimada. Rational double points on complex Enriques surfaces. Geometry and Representation Theory Seminar. 25 September, 2017. Queen's University, Kingston, Canada.
- (招待講演) Ichiro Shimada. Rational double points on complex Enriques surfaces. Workshop on Calabi-Yau manifolds: Arithmetics, Geometry and Physics. 08 August, 2017. Gakushuin University.
- (招待講演) Ichiro Shimada. Automorphisms of K3 surfaces and Enriques surfaces. Hakodate workshop on arithmetic geometry 2017. 29 May, 2017. Hakodate.
- (招待講演) Ichiro Shimada. On an Enriques surface associated with a quartic Hessian surface.

## ○国内学会での講演

- ・ (依頼講演) 島田伊知朗. An even extremal lattice of rank 64. 東北大学情報科学研究科組合せ論セミナー. December 22, 2017

## 松本 眞 (教授)

### ○研究概要

モンテカルロ積分とは、 $s$ 次元超立方体上で定義された非積分関数 $f$ の積分値を近似する方法である。超立方体上に $N$ 個の一様ランダムなサンプル点を発生し、それらの点での $f$ の値の平均値を持って $f$ の積分値を近似するのがモンテカルロ法である。これに対し、超立方体におけるサンプル点を巧みに配置することで、数値積分誤差をより小さくする手法が準モンテカルロ法である。そのような点集合を超一様点集合と呼ぶ。なかでも、2元体の線形代数を用いて生成された点集合をデジタルネットと呼ぶ。デジタルネットにも各種あり、 $t$ -valueを小さくするSobol点集合、また近年提案されたより高次の収束を狙いとするInterlaced Sobol点集合などがある。本研究においては、 $t$ -valueとはタイプの異なるパラメータ付きWAFOMを指標として、準モンテカルロ法にとって良いデジタルネットを、山登り法を用いて探索した。得られた点集合の性能を既存の点集合と数値実験を行って比較した。被積分関数が三角関数や指数関数、正規分布密度関数のような滑らかなもので、かつ変数の係数が大きくないときは、低WAFOM点集合は他の点集合よりもよい近似を与えた。特に、空間の次元が4以下のときには、サンプル点の個数 $N$ に対して $N^{\{-2\}}$ 程度のオーダーで誤差が収束することが実験的に確認された。一方、微分不可能な関数や関数の高階導関数のノルムが大きい場合には、低WAFOM点集合は有効に働かないことも実験的に確認された。関連する研究として、指数関数の準モンテカルロ積分誤差とWAFOM値が近い（比が次元にのみ依存し、あまり大きくならない）ことも示した。これは、指数関数を含む関数クラスに対して準モンテカルロ誤差を小さくするためには、使用する点集合のWAFOM値を小さくしなくてはならないことを意味しており、WAFOM値の重要性を裏付けている。

## 高橋宣能 (准教授)

### ○研究概要

1. カンドル多様体上の加群について、Andruskiewitsch-Grana による離散カンドル上の加群の場合を参考に定義を行った。また、興味深い例を与えた。例えば、カンドル多様体の内部自己同型群による軌道が一点とその補集合からなる場合に、点軌道に台を持つような加群などである。カンドル多様体が特に正則 $s$ 多様体と呼ばれるもの場合には正則 $s$ 多様体上の加群とLie山口代数の何らかの意味の表現の間に対応があることを予期していたが、これについて今年度は様々な計算を行い、正則 $s$ 多様体上の「正則」な加群と自己同型付きLie山口代数の表現の間に対応があることが分かった。証明は、正則 $s$ 多様体と自己同型付きLie山口代数の対応を用いて行うことができる。以上については、口頭での発表を行った。論文は現在準備中である。

2. 数論的多様体に付随するカンドルについては、すでに有理数体または二次体とその素イデアルから得られるカンドルについて論文を執筆していたが、今年度、遠アーベル幾何学における議論と

の類似について発見したため、論文に加筆し投稿を行った。

3. その他、数論的多様体に付随するカンドルについて成り立つことの結び目補空間での類似について、結び目補空間内の測地的結び目に着目し、考察を行っている。また、対数的BPS不変量と局所BPS不変量の関係に関する論文をJinwon Choi氏、Michel van Garrel氏、Sheldon Katz氏と執筆中である。

#### ○国際会議での講演

- ・ (招待講演) 高橋宣能, Higher dimensional algebraic geometry, 2018. 3. 12-3. 16, 東京大学大学院数理科学研究科

#### 官谷和堯 (助教)

##### ○研究概要

研究代表者は当年度、 $p$ -進超幾何微分方程式に関する新しい成果を得た。すなわち、そのパラメーターについて  $p$ -進リウヴィル性に関するある条件が成立しさえすれば、 $p$ -進超幾何微分方程式は階数 1 の  $p$ -進超幾何微分方程式の convolution として現されることを証明した。本研究は、以前に得られていた、フロベニウス構造を持つ超幾何微分方程式(パラメーターに関する条件がさらに強い)に対する結果を大きく拡張するものである。

本研究の最終的な目標は  $p$ -進非線型微分方程式の研究であり、一方で上述の  $p$ -進超幾何微分方程式は線型の微分方程式である。しかしながら、非線型微分方程式のフロベニウス構造の具体例を探る上で、またフロベニウス構造を持つ場合/持たない場合の現象を研究する上で、上記の進展のもたらす知見は大きいと言える。フロベニウス構造を持たなくても、 $p$ -進微分方程式として良い振る舞いをするところがあるという例が得られたという点で、「良い」 $p$ -進非線型微分方程式もじゅうぶん沢山あると期待されるからである。

#### ○国際会議での講演

- ・ (招待講演) 官谷和堯, The 11<sup>th</sup> conference on arithmetic and algebraic geometry, 2018 年 1 月, 東京大学.

#### ○国内学会での講演

- ・ (招待講演) 官谷和堯, Regulators in Niseko, 2017 年 9 月, ヒルトンニセコビレッジ.
- ・ (招待講演) 官谷和堯, 北海道特殊関数セミナー, 2017 年 5 月, 北海道大学.
- ・ (招待講演) 官谷和堯, 代数幾何学セミナー, 2018 年 5 月, 京都大学.

#### 飯島 優 (特任助教)

##### ○研究概要

双曲的代数曲線のモジュライスタックのエタール基本群の構造を研究した。重み付きフィルトレーションと退化した代数曲線の基本群の構造の関わりや、相対的副1商の群論性について研究を進め、ある場合については問題の群論性を確かめることができた。

## ○論文

- Yu Iijima, Difference between  $l$ -adic Galois representations and pro- $l$  outer Galois representations associated to hyperbolic curves, Manuscripta Math. 153 (2017), no. 1-2, 129--145.

## ○国内学会での講演

- (招待講演) 飯島 優, 広島・岡山代数学セミナー in 熊本, 2018年3月14日~15日, 熊本

## 多様幾何講座

### 作間 誠 (教授)

## ○研究概要

過去の研究で, 2以上の自由周期をもつ双曲結び目, および3以上の自由周期をもつ素結び目はキラルであることを証明し, 自由周期2をもつ素結び目でアキラルなものは存在するかという問題を提出していた。この未解決問題に対する肯定的解答を与えた。より正確に述べると (a) 各符号  $\varepsilon = +, -$  に対して, 自由周期2をもち  $\varepsilon$  アキラルであるが,  $-\varepsilon$  アキラルでない素結び目が無限に存在すること, (b) 自由周期2をもち+アキラルかつ-アキラルである素結び目が無限に存在することを証明した。この研究は Luisa Poluzzi 氏との共同研究である。

## ○論文

- D Donghi Lee and Makoto Sakuma, A family of two-generator non-Hopfian groups, Internat. J. Algebra, Comput. 27 (2017), no. 6, 655-675.

## ○国際会議での講演

- (招待講演) Makoto Sakuma, Growth 4, 2017年4月21日-23日, 早稲田大学.
- (招待講演) Makoto Sakuma, Geometry of moduli space of low dimensional manifold, 2018年1月9日-12日, 京都大学数理解析研究所.

## ○国内学会での講演

- (招待講演) 作間 誠, 2017年度日本数学会総合分科会, 2017年9月11日-14日, 山形大学

### 田丸博士 (教授)

## ○研究概要

対称空間内の部分多様体およびカンドルに関する研究を行った。今年度の進捗状況および得られた結果は, 以下の通りである。

(1) 平坦なカンドルについて, 連結な場合には非常に限られたものしかないと分かっている。一方で非連結な場合には, 等質性を仮定したとしても, 多くの例が存在する。実際, 我々は昨年度までに, 頂点推移的なグラフから平坦な非連結等質カンドルを構成することができることを示している。今年度は, その内容を整理し, 論文としてまとめた。論文はほぼ完成しており, 近日中に投稿予定である。

(2) 上記の研究で得られた平坦カンドルの一部は、有向実グラスマン内の部分集合として実現される。今年度は、そのような部分カンドルの特徴付けに関する研究を行った。現時点では完全な特徴付けが得られている訳ではないが、「対称可換」という性質と強く関わることが分かって来た。この研究は現在も継続中である。

(3) コンパクト対称空間内の「対称可換」な部分集合の研究を行った。今年度は、その一般的な性質を明らかにし、特に具体例として古典型リー群の場合を調べ、その中の対称可換部分集合をほぼ決定することができた。この結果は、論文としてまとめる予定である。

(4) 今年度9月は *Universitat de Santiago de Compostela* (スペイン) に滞在し、現地の若い研究者を対象とした連続講演を行い、非コンパクト対称空間内の部分多様体に関する有益な議論をすることができた。また3月には現地の若手研究者が来日し、広島大学で受け入れた。特に放物型部分群の Langlands 分解の可解部分の幾何学的な性質について議論を行い、現在も共同研究が進行中である。

(5) 非コンパクト型既約対称空間への余等質性1作用の研究を行った。作用する群が連結な場合には、その群作用は大きく3つの型に分かれることが分かっている。今年度は、作用する群が連結とは限らない場合に、どのような型が登場するかということを決めた。また、非連結群の作用と、軌道が弱鏡映部分多様体であるかどうかに関係があることが分かった。これらの結果をまとめた論文を現在執筆中である。

## ○論文

- Jong Taek Cho, Takahiro Hashinaga, Akira Kubo, Yuichiro Taketomi, Hiroshi Tamaru, The solvable models of noncompact real two-plane Grassmannians and some applications. In: Hermitian-Grassmannian Submanifolds, Springer Proc. Math. Stat. 203 (2017), 311--321.
- Takahiro Hashinaga, Hiroshi Tamaru, Three-dimensional solvsolitons and the minimality of the corresponding submanifolds. *Internat. J. Math.* 28 (2017), 1750048 [31 pages].

## ○国際会議での講演

- (招待講演) Hiroshi Tamaru, Geometry of Submanifolds and Integrable Systems, 2018/3/27, 大阪市立大学.
- (招待講演) Hiroshi Tamaru, AMS Special Session on Nilpotent and Solvable Geometry, 2018/1/10, San Diego (アメリカ).
- (招待講演) Hiroshi Tamaru, Capital Normal University-Hiroshima University Joint Conference on Mathematics, 2017/9/21, Capital Normal University (中国).
- (招待講演) Hiroshi Tamaru, Lie Group Actions in Riemannian Geometry, 2017/6/29, Dartmouth College (アメリカ).

## ○国内学会での講演

- (招待講演) Hiroshi Tamaru, Hakata Workshop Winter Meeting 2018: Discrete Mathematics and its Applications, 2018/2/23,リファレンス駅東ビル.

## 古宇田悠哉 (准教授)

## ○研究概要

本年度は主として下記の研究を行った。

1. Bruno Martelli 氏 (Univeristy of Pisa), 直江央寛氏 (東北大学) と共同で, shadow complexity が 1 である閉 4 次元多様体の完全な特徴付けを与えた。
2. 船吉健太氏 (広島大学) と共同で, 種数が 2 の向き付け可能閉曲面の自己同相写像が 3 次元球面に拡張可能であるならば, Heegaard 曲面として埋め込むことで拡張可能であることを示した。
3. 石原海氏 (山口大学), 小沢誠氏 (駒澤大学), 下川航也氏 (埼玉大学) と共同で, 近傍同値である 3 次元多様体内の多重分岐曲面のイソトピー類を有限回で移り合わせる基本的なムーブを与えた。これは block copolymer material に現れる polycontinuous pattern の研究への応用を念頭に置いた研究である。
4. Saunbum Cho 氏 (Hanyang University) と共同で,  $(1, 1)$ -結び目とよばれる結び目の基本的な不変量である word length (代数的な不変量) と torus levelling number (幾何学的な不変量) が等価であることを示し, 結び目の  $(1, 1)$ -トンネルへの応用について研究した。

#### ○国際会議での講演

- ・ (招待講演) 古宇田悠哉, The mapping class groups of Heegaard splittings for 3-manifolds, Capital Normal University-Hiroshima University Joint conference on Mathematics, 2017 年 9 月 21 日, 首都師範大学, 北京 (中国).
- ・ (招待講演) 古宇田悠哉, Extending automorphisms of the genus-2 surface over the 3-sphere, Topology Seminar at Chung-Ang University, 2018 年 3 月 23 日, Seoul (韓国).

#### ○国内学会での講演

- ・ (招待講演) 古宇田悠哉, The disk complex and 2-bridge knots, 研究集会「Graph と 3 次元多様体の研究」, 2017 年 10 月 24 日, 東洋大学箱根保養所.

#### 土井英雄 (准教授)

#### ○研究概要

合同部分群による上半平面の Tesselations の数え上げ  
 Modular 群の (主) 合同部分群の上半平面への 1 次分数変換による商空間 = orbifold の種数, cusps cone points の個数はよく知られているので van Kampfen – Seifert の定理より有限表示は代数的には容易にわかる。

本研究の主目的はその基本領域の位相型を list up することである。

Frick & Klein

Vorlesung uber dir Theorie der Modulfuntion

の方法に従い modular 群の基本領域から合同部分群の基本領域を 1 つ構成し Orbifold を 2-cell に cut することですべての 基本領域を list up した。

さらに Tesselation を Cayley graph と見て幾何学的の生成元と関係式を求めた。現在 Tesselations を描く 自動的 Algorithm が得られていないので個別的な処理が必要である。しかし Klein の保型関数の構成には応用できるので超幾何型保型関数の満たす微分方程式を monodromy から構成する研究に取り組んでいる。

奥田隆幸 (助教)

### ○研究概要

$G$  を Lie 群とし,  $X$  を  $G$  が推移的に作用する多様体(等質空間)とする。本研究の目的は,  $(G,X)$ -多様体と呼ばれる種類の多様体をたくさん構成することである。 $(G,X)$ -多様体には  $X$  上の  $G$ -不変な局所構造が移植されるため, 豊富な幾何構造を持つ多様体を得られることになる。 $(G,X)$ -多様体の構成にあたり有用な方法の一つは「 $G$  の部分 Lie 群  $L$  であって  $X$  に固有に作用するものを構成する」というものである。本研究では特に  $G$  が半単純 Lie 群であり,  $X$  が擬リーマン対称空間であるような場合において, 上記のような  $L$  の構成についての研究を行っている。報告者の以前の研究により,  $L$  が  $SL(2, \mathbb{R})$  と局所同型であるような場合においては, そのような  $L$  の分類や構成についての結果が知られていた。

本研究のテーマはこのような結果を  $L$  が  $SO(n,1)$  や  $SU(n,1)$  と局所同型であるような場合について一般化することであった。

当該年度の研究により,  $G$  が real rank 2 という設定で,  $X$  に余コンパクトかつ固有に作用するような簡約型な  $L$  の分類が得られた(論文準備中)。またこの結果の部分多様体論的な考察(リーマン対称空間における全測地的部分多様体論への応用)も併せて進めている。

これらの結果は, 複素半単純リー環論ではよく知られている Dynkin index の理論を, 実半単純リー環に部分的に拡張して得られたものである。

### ○国際会議での講演

- ・ (招待講演) Takayuki Okuda, The 13th USTC-AHU Joint Seminar on Algebraic Combinatorics, 2018年3月, University of Science and Technology in China (中華人民共和国)
- ・ (招待講演) Takayuki Okuda, International Workshop on Bannai-Ito Theory, 2017年11月, Zhejiang University (中華人民共和国)
- ・ (招待講演) Takayuki Okuda, Capital Normal University--Hiroshima University joint conference on Mathematics, 2017年9月, Capital Normal University (中華人民共和国)
- ・ (招待講演) Takayuki Okuda, The 82-th KPPY Combinatorics Seminar, 2017年4月, Yeungnam University (大韓民国).

### ○国内学会での講演

- ・ (招待講演) 奥田隆幸, 研究集会「対称空間論とその周辺」～田崎博之先生の還暦を記念して～, 2017年9月, 首都大学東京.

## 数理解析講座

川下美潮 (教授)

### ○研究概要

境界値逆問題の解析では, 空洞や介在物の情報を引き出すために用いる「指示関数」と呼ばれる関数を導入し, この「指示関数」から如何にして空洞や介在物までの距離などの幾何学的な量を取り出すことができるかについて調べるのが重要である。この作業の過程で, レゾルベントやその積分核である基本解の漸近挙動が必要になる。これまで行ってきた研究により, 熱方程式の境界値逆問題に

対しては「最初に内部の境界にぶつかる点までの最短の長さ」を計測しているということが明らかになってきた。

平成 29 年度はこれまでの研究に引き続き、速度の異なる複数種類の波が存在する媒質内における空洞や波の発生源をとらえる逆問題を、レゾルベントの漸近解析を援用した「囲い込み法」により考察し、この場合も上記の「最短の長さ」を捉えているという解釈が正しいかどうかを調べることを主な研究目標とし、そのため、複数種類の波が存在する状況の一つである 2 層媒質問題を考えた。

この場合は接合境界があることにより異なる伝播速度をもつ波が現れる。前年度の研究で全反射現象が起きない場合には対応する基本解の漸近挙動を導くことがほぼ終わっていた。この得られた漸近挙動からこの問題に対する「最初に接合面下部の境界にぶつかる点までの最短の長さ」を導き、全反射が起きないという限定的な状況であるが、この場合に逆問題まで完成させたのが今年度の主な研究成果であり、通常の屈折の法則に従って最短距離が決まること、及びその最小値が指示関数から得られるということが明らかになった。

## ○論文

- Mishio Kawashita, Sufficient conditions for decay estimates of the local energy and a behavior of the total energy of dissipative wave equations in exterior domains, Hokkaido Mathematical Journal Vol. 46, No. 3, (2017) p.277–313.
- Masaru Ikehata and Mishio Kawashita, Asymptotic behavior of the solutions for the Laplace equation with a large spectral parameter and the inhomogeneous Robin type conditions, Osaka Journal of Mathematics 55(2018), 117–163.

## ○国内学会での講演

- (依頼講演) 川下美潮, 第 65 回岐阜数理科学セミナー, 2017 年 5 月 26 日, 岐阜大学サテライトキャンパス多目的講義室(大)
- (依頼講演) 川下美潮, 『応用解析』研究会第 649 回, 2017 年 7 月 1 日, 早稲田大学西早稲田キャンパス 55 号館 N 棟 1 階第 2 会議室
- (依頼講演) 川下美潮, 松山解析セミナー 2018, 2018 年 2 月 2 日, 愛媛大学理学部 2 号館 2 階大演習室

## 吉野正史 (教授)

### ○研究概要

本年度は偏微分方程式に対応する(無限次元)力学系の変換論とボレル総和法の研究を中心に行い、5 編の論文を発表した。得られた成果は、最初に、parametric ボレル総和法の理論を偏微分方程式に拡張した。次に、研究の中で重要性が認識された“微分方程式の動く特異点と爆発現象”に関する研究を行い、この現象と力学系の変換論との関係を示した。これはボレル総和法とも密接にかかわっており、今後も継続して研究する。その他の詳細は以下のとおりである。

(1) 広島大学複素解析セミナーで、通年で定期的に講演会を開催して、講演者と研究討論を行った。2018 年 3 月に広島大学で研究に関係した研究集会を協力して開催し、当該研究に生かした。詳細は広島大学数学専攻のホームページで公開中。 <http://home.hiroshima-u.ac.jp/yoshinom/> 参照。

(2) 2017年9月6日に、アルカラ大学（スペイン）で開催された国際会議 FASdiff17 で招待講演を行った。講演題目は“Blowup of semi linear hyperbolic equation and monomial summability of normalizing transformation”である。

(3) 2017年10月19日に京都大学数理解析研究所で開催された国際会議で講演を行った。講演題目は“Movable Singularity of Hamiltonian System and Blowup of Semi linear Wave Equation”である。

(4) 2017年11月19日に山口大学で開催された国際会議で講演を行った。講演題目は“Movable singularity of Hamiltonian system and monomial summability”である。

## ○論文

- Masafumi Yoshino, Parametric Borel summability of partial differential equations of irregular singular type, G. Filipuk et al. (eds.), Analytic, Algebraic and Geometric Aspects of Differential Equations, Trends in Mathematics, (2017), 455-471.
- Masafumi Yoshino, Parametric Borel summability for semilinear partial differential equation, RIMS Kokyuroku Bessatsu, B61, (2017), 237 - 253.
- Masafumi Yoshino, Movable singularity of generalized Emden equation via Birkhoff reduction, RIMS Kokyuroku Bessatsu,(2018), 印刷中.
- Masafumi Yoshino, Monodromy of confluent hypergeometric system with two irregular singular points, 数理研講究録, 2020, (2017), 129-136.
- Masafumi Yoshino, Movable Singularity and Blowup of Semi linear Wave Equation, 数理研講究録, (2018), 印刷中.

## ○国際会議での講演

- （招待講演）吉野正史, Blowup of semilinear hyperbolic equation and monomial summability of normalizing transformation, FASdiff17, 2017年9月, (Alcala スペイン).

## 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) 複素解析学において「複素平面内の領域上で定義された連続な複素数値関数が、ある等高面を除いて正則であるならば領域全体で正則である」という定理は Radó の定理として知られている。完全非線形偏微分方程式においてもこの種の定理が成り立つことは以前の研究により既に示されているが、その定理の拡張を研究しており、論文投稿の準備中である。

(2) Sturm-Liouville 方程式に対するスペクトル逆問題についての考察を行った。Neumann 条件を課した Sturm-Liouville 問題に対しては、ポテンシャルが恒等的に 0 である場合のスペクトルと同一のスペクトルをもつポテンシャルは恒等的に 0 である関数に限るという定理が Ambarzumyan によって証明されている。このような Ambarzumyan 型の定理が、任意の二つの辺の長さが有理数比であるような連結グラフ（ループやサイクルを含んでいて良い）に対しても成立することを証明した。本研究をまとめた論文を執筆中である。（藤田 輝氏（広島大学）との共同研究）

## ○国際会議での講演

- ・ (招待講演) Kazuhiro Takimoto, Some removability results for two classes of fully nonlinear PDEs, 研究集会「非線形偏微分方程式の定性的理論」, 岡山大学, 2017年9月.
- ・ (招待講演) Kazuhiro Takimoto, On a Bernstein type theorem for some types of parabolic Hessian equations, Capital Normal University-Hiroshima University Joint conference on Mathematics, 首都師範大学 (中華人民共和国), 2017年9月.

## 平田賢太郎 (准教授)

### ○研究概要

Lipschitz 領域において境界上に孤立特異点をもつ Lane-Emden 方程式の正值解の存在・非存在について考察し, 次の結果を得た。簡単のために境界は原点を含むとし,  $M(x,0)$  で原点に極をもつ Martin 核を表す。

(1)  $\lambda$  が或る値以下のとき,  $\lambda M(x,0) \leq u(x) \leq 3\lambda M(x,0)$  を満たす正值解  $u$  が存在する。

(2)  $\lambda$  が或る値より大きいとき,  $\lambda M(x,0) \leq u(x)$  を満たす正值解  $u$  は存在しない。

さらに, 境界値ゼロをとる正值解に対して上下両側からの評価を与え, 解の形状を明らかにした。

### ○論文

- ・ K. Hirata, T. Ono, Removable sets for continuous solutions of quasilinear elliptic equations with nonlinear source or absorption terms, *Ann. Mat. Pura Appl.*, 197, (2018), 41—59.
- ・ K. Hirata, An a priori estimate for positive solutions of the Lane-Emden equation in a Lipschitz domain, *RIMS kokyuroku*, 2041, (2017), 227-233.

### ○国際会議での講演

- ・ (依頼講演) K. Hirata, Potential Analysis and its Related Fields 2017, 2017年9月21日—22日, Hokkaido Univ.

### ○国内学会での講演

- ・ (一般講演) 平田賢太郎, 2017年度ポテンシャル論研究集会, 2017年8月31日—9月2日, 大同大学
- ・ (一般講演) 平田賢太郎, 広島ポテンシャル論セミナー, 2017年7月14日, 広島大学

## 神本晋吾 (講師)

### ○研究概要

近年, リサーチェンス理論は, 数理物理学や理論物理学において大きな注目を集めている。リサーチェンス理論とは, 微分方程式の形式解などの形式的対象から, Stokes 現象などの解析的情報を引き出すための理論であり, J. Ecalle 氏により創始された。本年度は, 今後ますます重要性が増すと思われるリサーチェンス理論の基礎理論の研究, 特に, 非線形常微分方程式の特異点における形式解の Stokes 現象の組み合わせ的構造の解明を行った。

### ○論文

- ・ Shingo Kamimoto and David Sauzin, Iterated convolutions and endless Riemann surfaces, to appear in Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa, Classe di Scienze.

#### ○国際会議での講演

- ・ (招待講演) Shingo Kamimoto, RIMS-iTHEMS international Workshop on Resurgence Theory, 2017年9月6日, 理化学研究所 神戸事業所
- ・ (依頼講演) Shingo Kamimoto, 代数解析山口研究集会 - D加群, 超局所解析, 総和法, 2017年11月19日, かんぼの宿 湯田

#### ○国内学会での講演

- ・ (招待講演) 神本晋吾, 複素微分方程式の楽しみ, 2017年11月4日, 熊本大学.

### 確率統計講座

#### 井上昭彦 (教授)

#### ○研究概要

離散時間定常過程の予測理論において, 偏相関関数や有限予測誤差は, 基本的な量である。一方, 離散時間定常過程の中において, 自己回帰移動平均過程 (Auto-Regressive Moving-Average 過程, 略して, ARMA 過程) は, 非常に基本的で応用上も重要なモデルである。今年度の研究成果として, 1次元の ARMA 過程の偏相関関数や有限予測誤差に対する行列表示の形をした閉形式表示が得られた (井上昭彦-笠原雪夫)。この閉形式表示は, 考える ARMA 過程のスペクトル密度の分解に現れる外部関数の極の情報 (極の位置や位数等) によるものである。この成果に関する論文は, 井上-笠原の共著で *Journal of Mathematical Analysis and Applications* に投稿され, 2018年度に入って, アクセプト・出版された。

#### ○論文

- ・ A. Inoue, Y. Kasahara and M. Pourahmadi, Baxter's inequality for finite predictor coefficients of multivariate long-memory stationary processes, *Bernoulli* 24, (2018), 1202-1232.

#### ○国内学会での講演

- ・ (招待講演) 井上昭彦, 新生過程の明示公式とファイナンスへの応用, ファイナンスの数理解析とその応用・2017年11月14日・京都大学数理解析研究所 (京都市)

#### 若木宏文 (教授)

#### ○研究概要

正規線形混合モデル, 一般化線形混合モデルのモデル選択と推測に関する研究, および, MANOVA 検定統計量の分布の高次元大標本近似に関する研究を行った。

#### ○論文

- ・ Wakaki, H. and Fujikoshi, Y. Computable error bounds for high-dimensional approximations of an LR

statistic for additional information in canonical correlation analysis, *Theory of Probability and Its Applications*, 62(1), (2017), 194-211.

- Nakagawa, T. and Wakaki, H. Selection of the linear and quadratic discriminant functions when the difference between two covariance matrices is small, *J. Japan Statist. Soc.*, 47 (2), (2017), 145-165.

#### ○国際会議での講演

- (一般公演) Hirofumi Wakaki, “On a model selection criterion for a linear mixed model”, Capital Normal University – Hiroshima University Joint conference on Mathematics, 2017.9.21-22

#### ○国内学会での講演

- (招待講演) 若木宏文, 「ラプラス近似とその応用」, 日本行動計量学会岡山地域部会第 67 回研究会, 2018 年 3 月 17 日, 岡山理科大学
- (一般公演) 若木宏文, 「線形混合モデルのモデル選択規準について」, 2017 年度統計関連学会連合大会, 2017 年 9 月 3 日～6 日, 南山大学名古屋キャンパス

### 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貫性がある。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, 一貫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, 常に一貫性を持つ情報量規準を提案した。

#### ○論文

- ◎ Yanagihara, H., Kamo, K., Imori, S. & Yamamura, M., A study on the bias-correction effect of the AIC for selecting variables in normal multivariate linear regression models under model misspecification, *REVSTAT-Statistical Journal*, 15, (2017), 299-332.
- Nagai, I., Takahashi, K. & Yanagihara, H., Information criterion-based nonhierarchical clustering, *International Journal of Knowledge Engineering and Soft Data Paradigms*, 6, (2017), 1-43.

#### ○総説・解説

- Ohishi, M., Yanagihara, H. & Fujikoshi, Y., A fast algorithm for optimizing ridge parameters in a generalized ridge regression by minimizing an extended GCV criterion, TR No. 17-07, Statistical Research Group, Hiroshima University, 2017.
- 小田凌也・柳原宏和, 異なった GMANOVA モデルにおける最小重み付き残差平方和の差の分布, *数理解析研究講究録*, 2047, (2017), 107-123.
- 大石峰暉・柳原宏和, Minimization algorithm of model selection criterion for optimizing tuning parameter in Lasso estimator when explanatory variables are orthogonal, *数理解析研究講究録*, 2047,

### ○国内学会での講演

- ・ (一般講演) 柳原宏和, Robustness to nonnormality on high-dimensionality-adjusted consistent generalized  $C_p$  criterion for multivariate linear regression models, 2017 年度統計関連学会連合大会, 2017 年 9 月 4 日~6 日, 名古屋.
- ・ (一般講演) 大石峰暉・柳原宏和, Equivalence between adaptive-Lasso and generalized ridge estimates in linear regression with orthogonal explanatory variables after optimizing regularization parameters, 2017 年度統計関連学会連合大会, 2017 年 9 月 4 日~6 日, 名古屋.
- ・ (一般講演) 小田凌也・柳原宏和, 多変量線形回帰モデルにおいて目的変数と説明変数が高次元の場合でも一致性を持つ高速な変数選択法, 2017 年度統計関連学会連合大会, 2017 年 9 月 4 日~6 日, 名古屋.
- ・ (一般講演) 大石峰暉・福井敬祐・岡村健介・伊藤嘉道・柳原宏和, Clustering of regional effects in apartment rents by fused Lasso, 第 12 回日本統計学会春季集会, 2018 年 3 月 4 日, 東京.

### 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の多重相関関数を有理点上で評価して得られる保型形式が研究対象である。表現可能な保型形式を特徴付けるのが中心となる課題である。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ると表現可能性が高くなる。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が重要であると考え、分割に関する母関数を使った接近を図っている。

### 橋本真太郎 (助教)

#### ○研究概要

統計的推測において、未知母数を確率変数とみなすベイズ法は、信頼区間の構成の容易さやモデリングの柔軟性から近年理論と応用の両面から注目を集めている。ベイズ統計学では母数の従う確率分布(事前分布)の選択が重要になる。実データ解析の場面では、なんらかの規準により客観的に選択された事前分布を用いる必要があり、頻度論的に見ても妥当性がある方が望ましい。本研究では、頻度論における最尤推定量とベイズ推定量を高次の次数で漸近的に一致させるような事前分布の導出をある種の分布族に対して行った。推定問題のみではなく、予測問題の観点からも考察することが今後の課題である。

#### ○論文

- ・ 橋本真太郎, Robust estimation of skew-normal distribution with location and scale parameters via log-regularly varying functions, International Journal of Statistics and Systems, 12, (2017), 813—822.
- ・ 中川智之, 橋本真太郎, Comparison of two robust estimations using the divergence under heavy contamination (in Japanese), RIMS kokyuroku, 2047, (2017), 55—66. (査読無)

- ・ 橋本真太郎, Robust estimation of location and scale parameters for skew-normal distribution using log-Pareto function (in Japanese), RIMS kokyuroku, 2047, (2017), 67—76. (査読無)

#### ○国際会議での講演

- ・ (招待講演) 橋本真太郎, Workshop for young scholars Control and inverse problems on waves, oscillations and flows- Mathematical analysis and computational methods -, 2017年8月, 同志社大学今出川キャンパス.

#### ○国内学会での講演

- ・ (依頼講演) 橋本真太郎, 広島統計談話会, 2017年6月, 放射能影響研究センター.
- ・ (一般講演) 橋本真太郎, 2017統計サマーセミナー, 2017年8月, 鬼怒川パークホテルズ.
- ・ (一般講演) 橋本真太郎, 2017統計関連学会連合大会, 2017年9月, 南山大学.
- ・ (依頼講演) 橋本真太郎, RIMS 共同による研究会「Statistical Inference and Modelling」, 2018年3月, 京都大学数理解析研究所.

### 伊森晋平 (助教)

#### ○研究概要

本研究では、興味の対象である主要変数に加えて、主要変数と関連の深い副次的な情報(補助変数)が訓練データとして得られている状況を考える。テストデータとして補助変数が観測されない場合、入力情報として補助変数を利用したモデルはテストデータに直接活用することはできない。したがって訓練データにおいて観測された補助変数をテストデータにおける主要変数のモデリングに活用する方法の開発は重要である。一方で補助変数の活用は常に主要変数のモデリング性能を向上させるとは限らず、目的に応じて補助変数を適切に選択することが肝要である。本年度の研究内容は以下の通りである。本研究の主眼である補助変数の活用は一般的な統計的モデリングの枠組みで考えることができるが、具体的なモデルでの活用例を考えることによって、一見無関連に思える先行研究を本研究と関連づけることが可能となった。これにより、本研究内容を適用することが可能な範囲をより明確にすることができた。また、クラスタリングなどに利用される混合正規分布において、未知パラメータの推定に対する補助変数の活用と有効な補助変数のスクリーニング法に関して研究を行った。さらに、本研究内容と関連の深い、訓練データとテストデータにおける共変量の分布の差異に着目する共変量ソフトにおいて、補助変数の活用とそのモデルの良さを測るための情報量規準の導出を行った。これらの研究内容は、国内学会・国際会議などで発表している。

#### ○論文

- ・ ©Yanagihara, H., Kamo, K., Imori, S. & Yamamura, M. A Study on the Bias-Correction Effect of the AIC for Selecting Variables in Normal Multivariate Linear Regression Models under Model Misspecification. REVSTAT-Statistical Journal, 15, (2017), 299-332.

#### ○国際会議での講演

- ・ (招待講演) Imori, S. Conference of the International Federation of Classification Societies (IFCS), August, 2017, Japan (Tokai University, Tokyo).
- ・ (一般講演) Ido, T., Imori, S. & Shimodaira, H. The 10th Conference of the IASC-ARS, December, 2017,

New Zealand (The University of Auckland, Auckland).

### ○国内学会での講演

- ・ (一般講演) 田辺竜ノ介, 加茂憲一, 伊森晋平 & 福井敬祐 2017年度 統計関連学会連合大会, 2017年9月, 愛知県 (南山大学).
- ・ (一般講演) 井戸貴大, 伊森晋平 & 下平英寿. 2017年度 統計関連学会連合大会, 2017年9月, 愛知県 (南山大学).

### 総合数理講座

#### 阿賀岡芳夫 (教授)

### ○研究概要

I. 前年度までの研究により, 3次元リーマン多様体を4次元ユークリッド空間に局所等長に埋め込めるための必要十分条件が具体的に求められていた (ただし, generic な場合の話)。その条件式として非常に長い式 (共変式) が現れるため, 当初は計算機を使用して計算および証明を確認するしか方法がなかったのであるが, 橋永貴弘氏と協力してテンソル式の記号的方法による証明法を編み出し, 計算機に頼らない証明を完成することができた。記号的方法を導入することにより, 長大なテンソル式が行列式・Pfaffian 等の積に分解されることが分かり, 手計算だけで証明を完了させることが可能となったことは著しい前進であるといつてよい。

II. 3次元リーマン多様体が warped product 計量のかたちをしている場合, 上記の条件式を具体的に書き下すことに成功した。それは最終的には計量テンソルに関する微分方程式のかたちで表され, またその微分方程式を具体的に解くこともできた。(ただし, 2種類ある warped product のうち, まだ1つ分しか完成していない。) その結果, 1次元曲線上に2次元リーマン多様体を warped product した3次元多様体が4次元ユークリッド空間に局所等長に埋め込めるための必要十分条件 (ただし generic な場合に限る) は, warping 関数が1次式の2乗のかたちをしている場合か, 2次元リーマン多様体が非負定曲率空間である場合であることが示せた。また正定曲率の場合, その正定数と warping 関数が満たすべき不等式を具体的に求めることができた。

### ○著書

- ・ C.Czerkawski, O.Kurihara, H.Dekiharas, T.Iwaki, N.Zhang, R.Wada, Y.Agaoka, S.Sakai, T.Takahama, Y.Liu, T.Sato, (eds. A.Kadoya, H.Teramoto), Some conjectures concerning irreducible components of harmonic polynomials in the case of  $so(d,2)$ , in “Recent Studies in Economic Sciences: Information Systems, Project Managements, Economics, OR and Mathematics”, volume 9 in a Series of Monographs of Contemporary Social Systems Solutions, Produced by the Faculty of Economic Sciences, Hiroshima Shudo University, Kyushu Univ. Press, Fukuoka, Chapter 4, 47--63, (2018, March).

### ○国内学会での講演

- ・ (依頼講演) 阿賀岡芳夫, Principal lines of triangle centers, 北九州幾何学研究集会 2017, 2017年7月9日, 九州工業大学 戸畑キャンパス
- ・ (依頼講演) 阿賀岡芳夫, 対称空間の局所等長埋め込みと曲率不変量, 合宿セミナー 2017 in 大久野島, 2017年12月17日, 休暇村大久野島

## 阿部 誠 (教授)

### ○研究概要

$C^n$  の上の領域に対する中間的な擬凸性の新しい特徴付け (共同研究) , および, 正則近似性質と強い円板的性質の関係を用いた単葉型開リーマン面の新しい特徴付け (共同研究) を得て, 研究集会等で発表した。

### ○著書

- ・ ◎阿部 誠・本田竜広・澁谷一博, 基礎線形代数学, 学術図書出版社, 東京, 2018 年.

### ○国際会議での講演

- ・ (招待講演) Makoto Abe, A characterization of  $q$ -pseudoconvexity for unramified domains over  $C^n$ , The 25th International Conference on Finite or Infinite Dimensional Complex Analysis and Applications, Univ. of Hong-Kong, June 26–30, 2017, Hong-Kong, China

### ○国内学会での講演

- ・ (依頼講演) 阿部 誠, A characterization of a planar open Riemann surface by a holomorphic approximation property, 広島ポテンシャル論セミナー, 2017 年 12 月 1 日, 広島大学, 東広島市
- ・ (一般講演) 杉山 俊・阿部 誠・島 唯史,  $C^n$  上の不分岐 Riemann 領域に対する中間的擬凸性について, 平成 29 年度日本数学会中国・四国支部例会, 2018 年 1 月 21 日, 山口大学, 山口市
- ・ (依頼講演) 阿部 誠, 単葉型開 Riemann 面の強い円板的性質を用いた特徴付け, 平成 29 年度複素解析ワークショップ, 2018 年 3 月 25 日, 広島工業大学, 広島市

## 石井 亮 (教授)

### ○研究概要

2次元商特異点の場合の,  $G$ -constellation のモジュライ空間について, 引き続き考察した。 $G$ -constellation というのは, 有限群  $G$  が線形に作用するアフィン空間上の有限な台を持つ  $G$ -同変連接層であって, その大域切断が  $G$  の正則表現になっているものである。この研究で考えるのは, 可換ともスモールとも限らない群による 2次元商特異点の場合の  $G$ -constellation のモジュライ空間である。それらが特異点解消であること,  $G$ -Hilb という特別な場合には「最小特異点解消」であることが, 以前の研究でわかっている。2次元商特異点に対して「最大特異点解消」というものが定義されているが, 任意の (generic な) 安定性条件に対してモジュライ空間は最大と最小の特異点解消の間にあること, 可換又はスモールな場合には, 最大と最小の間にある任意の特異点解消は, 実際に適当な安定性条件に対応するモジュライ空間に同型であることが証明できた。鍵となるアイデアは,  $G$  を正規部分群  $N$  とその剰余  $G/N$  に分けること, そのために  $G$ -constellation とその安定性の定義を, アフィン空間以外の一般の代数多様体上に拡張することである。この成果はプレプリントとして公表された。群作用つきダイマー模型についても, 引き続き Nolla 氏や植田氏と考察した。特に, 群作用を持つ格子多角形が与えられたときに, それに対応する群作用つき両立的ダイマー模型を構成するという問題に進展があり, これによって, 多くの場合に構成可能なことがわかった。

## ○国際会議での講演

- ・ (招待講演) Akira Ishii, 玉原代数幾何サマースクール 2017, 2017 年 8 月 22 日, 東京大学玉原国際セミナーハウス
- ・ (招待講演) Akira Ishii, Classification and Moduli Theory of Algebraic Varieties, 2017 年 9 月 11 日, Ischia, Italy
- ・ (招待講演) Akira Ishii, Categorical and Analytic Invariants in Algebraic Geometry V, 2017 年 11 月 27 日, 大阪大学理学部
- ・ (招待講演) Akira Ishii, Higher dimensional algebraic geometry, 2018 年 3 月 14 日, 東京大学大学院数理科学研究科

## 水町 徹 (教授)

### ○研究概要

空間 2 次元の長波長近似モデルである KP-II 方程式の線ソリトンの位相のずれについての研究を行った。

KP-II 方程式は水深に比べて波長が十分長くかつ非線形性が弱い場合に 3 次元水面の運動を記述するモデル方程式であり, 表面張力が弱い場合に横断方向に一様な線ソリトンの安定性の説明を与えるモデルとして知られている。

今までの研究成果から線ソリトンの変調する様子が散逸項を含む波動方程式により記述されること, および線ソリトンが空間局所的には漸近安定であることが分かっていたが, 十分時間が経つと横断方向の遠方での線ソリトンの位相のずれが原点付近とは大きく異なる可能性を排除できていなかった。このことは KP-II 方程式の多重線ソリトン解の安定性を調べる上での障害の一つになっており, また KP-II 方程式に対して得られた結果を平滑化効果の弱い他の水面波モデルで証明する際の障壁にもなっていた。29 年度には KP-II 方程式の線ソリトンの位相が摂動によってずれる様子を研究し, 少なくとも空間無限遠方において多項式オーダーで減衰する (小さな) 摂動に対しては, 線ソリトン位相は小さく, 線ソリトンの位相のずれを記述する波動方程式の影響領域の外側では 0 に収束することが分かった。

### ○論文

- ・ T. Mizumachi, Stability of line solitons for the KP-II equation in  $\mathbb{R}^2$ . II., Proc. Roy. Soc. Edinburgh Sect. A, 148(1), (2018), 149–198.
- ・ T. Mizumachi and Y. Shimabukuro, Asymptotic linear stability of Benney-Luke line solitary waves in 2D, Nonlinearity 30(9), (2017), 3419–3465.

## ○国際会議での講演

- ・ (招待講演) 水町 徹, Workshop on Inverse Scattering and Dispersive PDEs in Two Space Dimensions, 8月14日～18日, Fields Institute (カナダ).
- ・ (招待講演) 水町 徹, Tosio Kato Centennial Conference, 9月4日～8日, 東京大学.

## ○国内学会での講演

- ・ (招待講演), 水町 徹, Qualitative Theory on Nonlinear Partial Differential Equations, 9月17日～

19 日, 岡山大学.

## 澁谷一博 (准教授)

### ○研究概要

微分幾何学における微分式系(多様体上の接空間の部分束)の理論, 田中理論を用いて微分方程式の幾何学的研究を行った。特に接触変換(正準微分式系付き 2jet 空間の間の同型写像)の観点からの研究を行った。古典的な 1 階偏微分方程式の明示的な接触変換を拡張する形で高階の接触変換はジェット空間の正準微分式系を保存する変換として幾何学的に定式化されているが, その明示的な表示は知られていなかった。それに対し,  $n$  変数 1 未知関数 2 階のジェット空間に対しその接触変換の明示的な表示に成功した。これは応用として変数変換を行い偏微分方程式を具体的に簡略化する, という視点から見ても非常に重要な結果である。また, 明示的な表示が得られたことによりルジャンドル変換, 初等型変換の一般形に当たる接触変換のクラスを見つけることにも成功した。さらにこの結果の応用も行った。2 独立変数モンジュ-アンペール方程式は接触変換の下で不変であることが知られていたが, 適当な条件下では接触変換で不変な方程式はモンジュ-アンペール方程式に限る事を示した。また一般化された  $n$  独立変数モンジュ-アンペール方程式も 2 階の接触変換で不変であることも明らかにした。さらに微分方程式に対する既約性の概念を定式化し正則性と既約性の対応関係も明らかにした。

### ○論文

- Sabau, Sorin V.; [Shibuya, Kazuhiro](#); Yoshikawa, Ryozo :Geodesics on strong Kropina manifolds. Eur. J. Math. 3 (2017), no. 4, 1172-1224.

### ○著書

- ◎ [阿部 誠](#), [本田竜広](#), [澁谷一博](#) ; 基礎線形代数, 学術図書出版社, 2018 年 3 月 20 日

### ○国際会議での講演

- (招待講演) [Kazuhiro Shibuya](#) 「 Geometry of PDE and classification problems 」 『 Capital Normal University-Hiroshima University Joint Conference on Mathematics』 Beijing, China (21, September, 2017).
- (招待講演) [Kazuhiro Shibuya](#) 「 Geometry of 2nd order PDE and contact transformations 」 『 2017 Chongqing Workshop on Differential Geometry』 Chongqing, China (16, November, 2017).

### ○国内学会での講演

- (依頼講演) [澁谷一博](#), 「f-Gordon 方程式のダルブー可積分性とその周辺」 『山口佳三先生退職記念研究集会』 神戸大学, 神戸 2017 年 7 月 15 日.

## 河村尚明 (助教)

### ○研究概要

簡約代数群に対して定義される(古典的)保型形式及び $p$ 進解析的保型形式の数論幾何学的応用につ

いて研究を行った。

### 1-4-3 各種研究員と外国人留学生の受入状況

研究員

平成 29 年度 … 1 名（学振特別研究員）

・鈴木 航介（PD）

留学生

平成 29 年度 … 3 名（博士課程後期 0 名，博士課程前期 3 名）

### 1-4-4 研究助成金の受入状況

[1] 戦略的創造研究推進事業（CREST）

課題名：超一様性の理論と諸科学におけるランダムネスへの展開

代表者：松本 眞

金 額：29,900 千円

[2] 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

代表者：島田 伊知朗

金 額：3,120 千円

[3] 科学研究費助成事業 基盤研究(B)（特設分野研究）

課題名：諸科学における一様性と超一様性の利用

代表者：松本 眞

金 額：2,730 千円

[4] 科学研究費助成事業 基盤研究(B)

課題名：3 次元多様体の幾何構造と組み合わせ構造

代表者：作間 誠

金 額：3,120 千円

[5] 科学研究費助成事業 基盤研究(B)

課題名：左不変な幾何構造の部分多様体論的研究

代表者：田丸 博士

金 額：2,340 千円

[6] 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：1,300 千円

- [7] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)  
課題名：3次元多様体のシャドウ複雑度と幾何構造に関する研究  
代表者：古宇田 悠哉  
金額：1,430千円
- [8] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)  
課題名：レゾルベントの漸近解析による時間依存型境界値逆問題の展開  
代表者：川下 美潮  
金額：1,560千円
- [9] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)  
課題名：偏微分方程式のボレル総和法理論の構成とストークス幾何の解明  
代表者：吉野 正史  
金額：1,430千円
- [10] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)  
課題名：ポテンシャル解析による非線形偏微分方程式の研究  
代表者：平田 賢太郎  
金額：1,170千円
- [11] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)  
課題名：予測理論の手法による動的確率従属性解析とそのファイナンスへの応用  
代表者：井上 昭彦  
金額：1,300千円
- [12] 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：780千円
- [13] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)  
課題名：等質リーマン多様体の局所等長埋め込みと可積分条件  
代表者：阿賀岡 芳夫  
金額：1,040千円
- [14] 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
- [15] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)  
課題名：特異点と導来圏  
代表者：石井 亮

金 額：910 千円

[16] 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：1,300 千円

[17] 科学研究費助成事業 若手研究(B)

課題名：数論的非線型微分方程式とフロベニウス構造

代表者：宮谷 和堯

金 額：650 千円

[18] 科学研究費助成事業 若手研究(B)

課題名：擬リーマン対称空間上の固有な群作用の組合せ論的手法を用いた研究

代表者：奥田 隆幸

金 額：835 千円

[19] 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

[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：1,690 千円

[21] 科学研究費助成事業 若手研究(B)

課題名：微分式系の高階偏微分方程式への応用と特異性の研究

代表者：澁谷 一博

金 額：910 千円

[22] 科学研究費助成事業 若手研究(B)

課題名：簡約代数群上の保型形式の  $p$  進的側面とその応用の研究

代表者：河村 尚明

金 額：910 千円

[23] 科学研究費助成事業 挑戦的萌芽研究

課題名：準モンテカルロ点集合の新評価指標

代表者：松本 眞

金 額：1,170 千円

[24] 科学研究費助成事業 挑戦的萌芽研究

課題名：カンドルおよび離散的対称空間の構造理論の構築

代表者：田丸 博士

金額：1,040 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：映画「ギフトッド」パンフレット解説記事

##### ○公開講座

- ・ 「数学の基礎と展望—あれも数学これも数学—」を平成 29 年 8 月 5 日に広島大学理学部 E 棟 1 階 E102 講義室において開催した。

##### ○学会役員

- ・ 木村俊一：日本数学会代数学分科会，運営委員
- ・ 島田伊知朗：日本数学会代数学分科会，運営委員
- ・ 田丸博士：日本数学会幾何学分科会，拡大幹事会委員
- ・ 平田賢太郎：日本数学会函数論分科会，分科会委員
- ・ 若木宏文：日本統計学会代議員
- ・ 阿賀岡芳夫：日本数学会幾何学分科会，拡大幹事会委員
- ・ 阿部 誠：日本数学会函数論分科会，分科会委員
- ・ 石井 亮：日本数学会中国四国支部，連絡責任評議員

##### ○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
- ・ 高橋宣能：日本数学会「数学」，編集委員
- ・ 作間 誠：雑誌Hiroshima Mathematical Journal，編集委員
- ・ 作間 誠：雑誌Journal of Knot Theory and Its Ramifications，編集委員
- ・ 田丸博士：雑誌Hiroshima Mathematical Journal，編集委員
- ・ 田丸博士：Zentralblatt MATH，Reviewer
- ・ 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
- ・ 川下美潮：雑誌Hiroshima Mathematical Journal，編集委員
- ・ 吉野正史：雑誌Hiroshima Mathematical Journal，編集委員
- ・ 吉野正史：アメリカ数学会，Reviewer
- ・ 平田賢太郎：Mathematical Reviews，Reviewer
- ・ 井上昭彦：雑誌Hiroshima Mathematical Journal，編集委員
- ・ 若木宏文：雑誌Hiroshima Mathematical Journal，編集委員
- ・ 柳原宏和：雑誌Hiroshima Mathematical Journal，編集委員
- ・ 柳原宏和：Journal of Japan Statistical Society，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
- ・ 阿賀岡芳夫 : 雑誌Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員
- ・ 阿部 誠 : 雑誌Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員
- ・ 石井 亮 : 雑誌Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員
- ・ 水町 徹 : 雑誌Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員
- ・ 河村尚明 : Mathematical Reviews (American Mathematical Society), Reviewer

## ○講師

- ・ 木村俊一 : サイエンスカフェ「メビウスの輪」理学融合センター主催, 2017年7月15日
- ・ 木村俊一 : サイエンスカフェ「無限とメビウスの輪」雲間主催, 2017年10月1日
- ・ 木村俊一 : 大人の科学談話室「無限とメビウスの輪」広島市こども文化科学館主催, 2017年12月2日
- ・ 木村俊一 : ノーベル物理学賞解説講演会, 2017年11月10日
- ・ 木村俊一 : ノーベル賞解説講演会, 2017年12月16日
- ・ 木村俊一 : 岡山教育フォーラム講演, 2017年11月30日
- ・ 木村俊一 : 放送大学講義, 2017年11月18日-19日
- ・ 木村俊一 : 長春大学さくらプロジェクト歓迎講演, 2018年3月1日
- ・ 木村俊一 : グロニンゲン大学歓迎講演 A brief History of Hiroshima University and Atomic Bomb, 2017年4月26日
- ・ 木村俊一 : 公開ビブリオバトル, 2017年7月15日
- ・ 木村俊一 : 大学訪問受け入れ 広陵高校, 2017年10月2日
- ・ 木村俊一 : 広島県数学コンクール講師, 2017年11月4日
- ・ 木村俊一 : 中高大連携公開講座「大学で何を学ぶか」吉田高校, 2017年7月22日
- ・ 木村俊一 : GSC ジャンプステージ, 2017年3月23日
- ・ 木村俊一 : GSC ジャンプステージ, 2017年4月29日
- ・ 木村俊一 : GSC ジャンプステージ, 2017年5月21日
- ・ 木村俊一 : GSC ジャンプステージ, 2017年6月18日
- ・ 木村俊一 : GSC ジャンプステージ, 2017年7月23日
- ・ 木村俊一 : GSC ステップステージ講演, 2017年8月11日
- ・ 木村俊一 : GSC ジャンプステージ, 2017年9月30日
- ・ 木村俊一 : GSC ステップステージ講義, 2017年10月15日
- ・ 木村俊一 : GSC ステップステージ講義, 2017年12月10日
- ・ 木村俊一 : GSC ポスター審査委員, 2018年1月6日
- ・ 木村俊一 : 広島市立広島中高教育学校大学訪問講演会, 2017年4月26日
- ・ 宮谷和堯 : GSC ジャンプステージ, 2017年4月29日
- ・ 宮谷和堯 : GSC ジャンプステージ, 2017年5月21日
- ・ 宮谷和堯 : GSC ジャンプステージ, 2017年6月18日
- ・ 宮谷和堯 : GSC ジャンプステージ, 2017年7月23日
- ・ 宮谷和堯 : GSC ジャンプステージ, 2017年9月30日
- ・ 田丸博士 : 広島大学付属高等学校 SSH 先端研究実習, 講師, 2017年6月3日
- ・ 土井英雄 : 福山市立高等学校 出張授業 2017年10月25日
- ・ 土井英雄 : 広島県数学コンクール 出題 講師 2017年11月5日

- ・ 川下美潮 : 広島市立基町高等学校 出張講義 2017 年 7 月 12 日
- ・ 滝本和広 : 大学訪問 (広島学院高校), 模擬授業「数学小話」, 2017 年 6 月 20 日
- ・ 若木宏文 : 広島大学公開講座 講師, 2017 年 8 月 5 日
- ・ 橋本真太郎・山村麻理子・柳原宏和: 第 2 回 統計分析ソフト講習会『二度目の R』, 2017 年 5 月 13 日.
- ・ 柳原宏和・山村麻理子・橋本真太郎: 第 1 回 統計分析ソフト講習会『初めての R』, 2017 年 5 月 26 日.
- ・ 柳原宏和・福井敬祐: 一般社団法人 不動産流通経営協会 (FRK) 主催「AI 価格査定セミナー」, 『最近話題の AI 査定を統計学で解説～その限界と可能性～』, 2017 年 6 月 2 日.
- ・ 水町 徹: 広島大学公開講座 講師, 2017 年 8 月 5 日

## 1-5 その他特記事項

### ○テレビ番組監修

- ・ 木村俊一: 「しくじり先生」ピタゴラスの回 (6 月 4 日放送) 監修

### ○Hiroshima Mathematical Journal

数学専攻は数理分子生命理学専攻数理計算理学講座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, 平成 29 年度は 47 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。

## 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

平成 29 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	: 宮谷和堯 (H29. 4. 1 採用)
	特任助教	: 飯島 優
多様幾何	教 授	: 作間 誠 田丸博士
	准 教 授	: 古宇田悠哉 土井英雄
	講 師	: 奥田隆幸 (H29. 10. 1 昇任)
数理解析	教 授	: 川下美潮 吉野正史
	准 教 授	: 滝本和広 平田賢太郎
	講 師	: 神本晋吾 (H29. 4. 1 採用)
確率統計	教 授	: 井上昭彦 若木宏文 柳原宏和
	准 教 授	: 岩田耕一郎
	助 教	: 橋本真太郎 (H29. 4. 1 採用) 伊森晋平 (H30. 1. 18 採用)
数理計算理学	教 授	: 小林 亮 坂元国望 西森 拓
	准 教 授	: 栗津暁紀 李 聖林 (H29. 4. 1 昇任) 大西 勇 富樫祐一 (H29. 4. 1 採用)
事務室		: 荒谷照美 片山美雪 桂川信子 窪田庸子 高原園子 谷 知美 野間晴美 豊田紀子 (数理分子生命理学専攻数理計算理学講座担当)

### 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。

平成 29 年度

採用	平成 29 年 4 月 1 日	富樫祐一 准教授
	平成 29 年 4 月 1 日	神本晋吾 講師
	平成 29 年 4 月 1 日	橋本真太郎 助教 (任期 H34. 3. 31 まで)
	平成 29 年 4 月 1 日	宮谷和堯 助教 (任期 H32. 3. 31 まで)

	平成 30 年 1 月 18 日	伊森晋平	助教 (任期 H34. 9. 30 まで)
昇任	平成 29 年 4 月 1 日	李 聖林	准教授
	平成 29 年 10 月 1 日	奥田隆幸	講師
退職	平成 30 年 3 月 31 日	飯島 優	特任助教

## 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。この目標に応えう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

平成 29 年度 … 48 件

## 2-4 その他特記事項

### ○公開講座

- ・公開講座「数学の基礎と展望」を平成 4 年より実施している。平成 29 年度は 8 月 5 日 (土) に実施した。内容は「べき則の秘密」「データの持つ情報を探る ～多変量解析入門～」 「波と微分方程式」。参加申込者は高校生を中心に 120 名。(担当者：西森拓教授)



## Ⅱ 物理学専攻・物理学科



# 1 物理科学専攻

## 1-1 専攻の理念と目標

物理科学専攻では、物質と時空・宇宙に関する物理現象とそれを支配している基礎法則の研究を行う。純粋科学の研究活動を基盤とした高度専門教育を通じて、優れた人材を産業・教育の分野に送り出す。そのために、学内の共同利用施設である放射光科学研究センターや宇宙科学センターとの連携も強化する。

## 1-2 専攻の組織と運営

物理科学専攻は、宇宙・素粒子科学講座、物性科学講座および、放射光科学研究センター所属の放射光科学講座からなる。それぞれの講座には数人で構成された、より専門化された研究グループがある。日常的な研究や教育などは主として研究グループ単位で行われている。人事や入試などの大きな問題には講座や専攻単位で運営が行われている。

教職員（平成29年4月時点での講座の教職員を以下に示す。）

### 宇宙・素粒子科学講座

#### 素粒子論（理論）

大川正典（教授）                      両角卓也（准教授）  
石川健一（准教授）

#### 宇宙物理学（理論）

小嶋康史（教授）                      山本一博（准教授）                      岡部信広（助教）

#### クォーク物理学

杉立 徹（教授）                      志垣賢太（准教授）                      本間謙輔（助教）  
三好隆博（助教）  
<理学研究科LAN担当>

#### 高エネルギー宇宙

深澤泰司（教授）                      高橋弘充（助教）  
Norbert Werner（特任准教授）                      大野雅功（助教）  
(3ヶ月クロスアポ)

#### 可視赤外線天文学

川端弘治\*（教授）                      植村 誠\*（准教授）                      田中康之\*（特任助教）  
観山正見\*（特任教授）                      水野恒史\*（准教授）                      内海洋輔\*（特任助教）

\*：宇宙科学センター協力教員

### 物性科学講座

#### 構造物性

黒岩芳弘（教授）                      森吉千佳子（准教授）

## 電子物性

圓山 裕 (教授)

中島伸夫 (准教授)

石松直樹 (助教)

## 光物性

木村昭夫 (教授)

真木祥千子 (助教)

## 分子光科学

平谷篤也 (教授)

関谷徹司 (准教授)

和田真一 (助教)

吉田啓晃 (助教)

## 放射光科学講座 (放射光科学研究センター所属)

### 放射光物性

生天目博文 (教授)

佐藤 仁 (准教授)

Schwier Eike Fabian (助教)

島田賢也 (教授)

澤田正博 (准教授)

宮本幸治 (助教)

奥田太一 (教授)

松尾光一 (准教授)

泉 雄大 (助教)

井野明洋 (特任准教授)

### 放射光物理

川瀬啓悟 (准教授)

松葉俊哉 (助教)

## 専攻事務

重富宏美 須藤和子 前田みどり

## 教員の異動

現状では、全学から公募される人事措置に対して必要な分野やポジションに応じて要求を出すことになっている。その中で最近ではテニユアトラック制度による助教の採用が認められている。一方、定年退職や転出が毎年あるが、それに応じた人事措置がなかなか認められない状態が続いており、教育及び研究活動に影響が出始めている。来年度はさらに3名の退職者が予定されているため、これ以上の人事凍結はなんとしても避けたい。

平成30年3月31日 圓山 裕 (電子物性 教授)

定年退職

### 1-3 専攻の大学院教育

理学研究科のアドミッション・ポリシー，カリキュラム・ポリシー，ディプロマ・ポリシーに則り専攻のポリシーを以下のように設定し，教育を行っている。

#### 1. アドミッション・ポリシー

博士の学位を取り，物理関連分野の教育職，研究職，高度技術職を目指す人，及び現代物理の基礎を修め修士の学位を取り，その物理的知見を基に産業・教育の分野で活躍したい人を求めています。また社会人や留学生も積極的に受け入れます。

#### 2. カリキュラム・ポリシー

- (1) 理学の基盤学問としての物理学の専門的知識を習得し，高度職業人及び研究者を養成する。
- (2) 真理を探究する手法を習得すること及び国際的に協力し，又は競争できる能力を実践的学習を通じて習得させることを目的とする。

#### 3. ディプロマ・ポリシー

##### 博士課程前期

自然界に働く普遍的な法則や基本原理の解明を目指した専門的教育研究活動を通して，課題探求能力及び問題解決能力を高め，真理探究への感性及び総合的判断力を培い，以下の能力のいずれかを身につけること。

- (1) 基礎科学のフロンティアを切り開く力を持った研究者としての能力。
- (2) 専門的知識，技能及び応用力を身につけた技術者としての能力。
- (3) 専門的知識及び識見を有しリーダーシップを発揮できる力量のある教育者としての能力。

##### 博士課程後期

自然界に働く普遍的な法則や基本原理の解明を目指した専門的教育研究活動を通して，課題探求能力及び問題解決能力を高め，真理探究への感性及び総合的判断力を培い，以下の能力のいずれかを身につけること。

- (1) 基礎科学のフロンティアを切り開いて国際的に活躍できる研究者としての能力。
- (2) 高度の専門的知識，技能及び幅広い応用力を持ち国際的に通用する先進的な科学技術を創造できる技術者としての能力。
- (3) 高度の専門的知識及び識見を有しリーダーシップを発揮できる力量のある教育者としての能力。

大学院授業担当

平成 29 年度【前期】物理科学専攻 授業時間割表				
曜日	時限	科目	教員	教室
月	1.2	分子光科学セミナー	平谷, 関谷, 吉田(啓), 和田	研究室
	3.4	電子物性セミナー	圓山, 中島, 石松	研究室
	5.6	社会実践理学融合特論	木村, 小原, 圓山	E002
	7.8	放射光物性セミナー	生天目, 島田, 佐藤, 奥田, 澤田, 松尾, 宮本, 泉, Schwier	研究室
		クォーク物理学	志垣, 杉立	B101
	9.10	宇宙物理学セミナー	小嶋, 山本, 岡部	研究室
火	1.2	相対論的宇宙論	山本	A017
	3.4	高エネルギー宇宙学セミナー	深澤, 水野, 高橋, 大野	研究室
		電子物性	中島	B101
		クォーク物理学セミナー	杉立, 志垣, 本間, 三好	研究室
	5.6	量子場の理論 I	大川	B101
	7.8	素粒子論セミナー	大川, 両角, 石川, 稲垣	研究室
	9.10	構造物性セミナー	黒岩, 森吉	研究室
水	1.2			
	3.4	分子分光学・光化学	平谷	A004
	5.6			
	7.8			
	9.10	先端物理科学概論	島田, 山本, 深澤, 志垣, 中島, 木村, 森吉	E210
木	1.2			
	3.4	光物性セミナー	木村, 井野, 真木	研究室
		光赤外線宇宙観測	川端, 植村	C104
	5.6	放射光科学特論 I	生天目, 川瀬, 島田, 佐藤, 奥田, 澤田, 松尾, 黒岩, 石松	放射光科学研究センター H201
		X線ガンマ線宇宙観測	深澤, 水野	C104
	7.8	可視赤外線天文学セミナー	川端, 植村	研究室
9.10	光物性	木村	A107	
金	1.2	宇宙物理学	小嶋	A004
	3.4	非線形力学	入江	C104
	5.6			
	7.8			
	9.10	放射光物理学セミナー	川瀬, 松葉	研究室
備考	放射光科学院生実験(黒岩, 島田, 平谷, 和田, 中島, 澤田, 佐藤, 川瀬。前期集中), 物理科学エクスターンシップ(木村, 石川。集中形式), 先端研究プレゼンテーション演習(木村, 石川, 奥田, 和田, 三好。前期集中)			

磁気デバイス材料学（特別講義，前期集中）
電弱理論におけるバリオン数非保存過程（特別講義，前期集中）

平成 29 年度【後期】物理科学専攻 授業時間割表				
曜日	時限	科目	教員	教室
月	1.2	分子光科学セミナー	平谷，関谷，吉田（啓），和田	研究室
	3.4	電子物性セミナー	圓山，中島，石松	研究室
	5.6	理学融合基礎概論 B	圓山，小原，外	E002
	7.8	放射光物性セミナー	生天目，島田，佐藤，奥田， 澤田，松尾，宮本，泉，Schwier	研究室
	9.10	宇宙物理学セミナー	小鷦，山本，岡部	研究室
火	1.2	素粒子物理学	稲垣	B101
	3.4	高エネルギー宇宙学セミナー	深澤，水野，高橋，大野	研究室
		磁性物理学	圓山	C104
	5.6	素粒子論セミナー	大川，両角，石川，稲垣	研究室
	7.8			
9.10	構造物性セミナー	黒岩，森吉	研究室	
水	1.2	格子量子色力学	石川	A004
	3.4	クォーク物理学セミナー	杉立，志垣，本間，三好	研究室
		表面物理学	関谷	B101
	5.6			
	7.8	量子場の理論Ⅱ	両角	A017
9.10				
木	1.2			
	3.4	放射光物性	生天目	放射光科学研究センター H201
	5.6			
	7.8	構造物性	黒岩	B101
		可視赤外線天文学セミナー	川端，植村	研究室
9.10	光物性セミナー	木村，井野，真木	研究室	
金	1.2			
	3.4			
	5.6	放射光物理学	川瀬	B101
	7.8	放射光物理学セミナー	川瀬，松葉	研究室
	9.10			
備考	研究倫理（後期集中），放射光科学特論Ⅱ（外部講師，生天目。後期集中） 物理科学エクスターンシップ（木村，石川。集中形式）			

## 大学院教育の成果とその検証

博士課程前期では、研究する上で必要な内容を講義およびセミナー等で修得できており、特別な場合を除き、2年間で修士の学位を取得し、就職または進学している。博士課程後期では、研究室単位でより密着して指導が行われている。

博士課程前期の入学定員30名に対し、35名（内部生31名、他大学から4名）が入学している。  
博士課程後期の入学定員13名に対しては、7名（内部生7名）が進学している。

## 大学院生の国際学会発表実績

○ 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数	63 件
○ 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数	50 件
○ 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数	31 件

## 大学院生の国内学会発表実績

○ 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数	117 件
○ 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数	59 件
○ 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数	33 件

## 外国人留学生の受入状況

○ 博士課程前期在籍者	3 名
○ 博士課程後期在籍者	11 名

## 修士論文発表実績

平成29年度（32名）

	氏名	論文題目	指導 教員	主査	副査
1	安部太晴	ガウス過程回帰による活動銀河核ジェットの時間変動の研究	植村	植村	山本
2	石井憲希	軟 X 線放射光ビームラインにおける大気圧/低真空下での反射率実験システムの開発	澤田	澤田	森吉
3	市橋大地	平板試料X線吸収補正法の開発と電場印加下結晶構造解析への応用	森吉	森吉	奥田
4	乾 遥香	安息香酸分子の価電子励起状態からの内殻吸収と価電子・内殻二重励起状態での反応過程	平谷	平谷	松尾
5	岡本聖樹	マグネター磁気圏構造の磁気エネルギーの蓄積と性質	小嶌	小嶌	深沢
6	仮屋菌寛悟	フェムト秒過渡吸収分光における紫外-可視時間相関決定法の開発と有機ナノ結晶固相重合初期過程の研究	平谷	平谷	佐藤
7	河原直貴	かなた望遠鏡によるカルシウム超過トランジェント iPTF15eqv の観測的研究	川端	川端	川瀬
8	小野颯太	時間分解 X 線吸収スペクトルによる交流電場下におけるチタン酸バリウム薄膜の誘電応答	中島	中島	澤田

9	黒田真未	ALICE 実験前方ピクセル検出器導入時の物理性能評価	志垣	志垣	植村
10	小林智貴	The Finite State Machine in the Detector Control System for the ALICE Muon Forward Tracker	志垣	志垣	川端
11	砂田裕哉	KNbO <sub>3</sub> -BaTiO <sub>3</sub> 複合粒子の core-shell 構造と誘電物性	黒岩	黒岩	関谷
12	達川瑠美	量子場のエンタングルメントを起源に持つ放射	山本	山本	石川
13	田中晃司	重力波対応天体フォローアップ観測のための全天ガンマ線監視装置の検討	深澤	深澤	山本
14	戸田皓陽	ブレーザー天体の宇宙論的進化とMeVガンマ線背景放射への寄与	深澤	深澤	志垣
15	豊田雄一	高強度レーザーを用いた弱結合未知粒子の探索へ向けた光子光子衝突幾何と背景事象の研究	杉立	杉立	大川
16	永田龍太郎	クラスタアルゴリズムによるイジング模型のモンテカルロシミュレーション	大川	石川	木村
17	中西美恵	高分解能光電子分光によるトポロジカル絶縁体 Bi <sub>2</sub> Se <sub>3</sub> と金属薄膜の界面電子状態の研究	島田	島田	中島
18	廣地 諄	ブラックホールX線連星の可視偏光観測によるジェットの研究	植村	植村	平谷
19	本田知宏	Coloured Particle-in-Cell simulations of non-Abelian plasma dynamics in glasma	杉立	杉立	両角
20	宮岡敬太	X-ray and Multiwavelength Studies of X-ray Luminous Clusters in the Subaru/HSC-SSP Survey Field	深澤	深澤	志垣
21	森 裕樹	突発天体の広視野多バンド探索に向けた国産大面積近赤外線検出器の性能評価	川端	川端	杉立
22	森田 悠	モリブデンマグネリ相 Mo <sub>4</sub> O <sub>11</sub> の異方的電導経路可視化	森吉	森吉	島田
23	山口峻平	ド・ジッター時空における量子相関と量子放射	山本	山本	大川
24	山崎嵩斗	Fast Magnetic Field Query Algorithm for the ALICE O <sub>2</sub> Project	杉立	杉立	水野
25	横山 溪	I 型クラスレート化合物Eu <sub>8</sub> Ga <sub>16</sub> Ge <sub>30</sub> における高圧下アモルファス相転移のEXAFS局所構造解析	圓山	圓山	生天目
26	安部友啓	ペロブスカイト型強誘電体BiFeO <sub>3</sub> の構造相転移におけるビスマスイオンの役割	黒岩	黒岩	圓山
27	内田和海	ガンマ線偏光観測衛星SPHiNX搭載シンチレーション検出部の開発	深澤	深澤	杉立
28	門原正剛	量子真空のエネルギー密度ゆらぎがもたらす重力効果	大川	大川	小畷
29	後藤一希	直線偏光依存ARPESによる強磁性Niの電子相関の研究	木村	島田	黒岩
30	佐久間大樹	非等方宇宙における重力波の研究	山本	山本	深澤

- |    |      |                                  |    |    |    |
|----|------|----------------------------------|----|----|----|
| 31 | 宮下剛夫 | 銅酸化物高温超伝導体の電子構造におけるCo置換効果の研究     | 井野 | 井野 | 平谷 |
| 32 | 吉川智己 | トポロジカル絶縁体における表面光起電力効果とキャリアダイナミクス | 木村 | 木村 | 森吉 |

## 博士学位

平成29年度（課程博士4名：論文博士1名）

- [1] AWABAIKELI ROUSULI 平成29年9月20日授与（甲）  
 Electronic structure of Kondo insulator  $\text{Yb}_{1-x}\text{Zr}_x\text{B}_{12}$  and Kondo lattice  $\text{Yb}_2\text{Pt}_6\text{X}_{15}$  ( $\text{X}=\text{Al}, \text{Ga}$ ) studied by photoemission spectroscopy  
 （光電子分光による近藤絶縁体  $\text{Yb}_{1-x}\text{Zr}_x\text{B}_{12}$  および近藤格子  $\text{Yb}_2\text{Pt}_6\text{X}_{15}$  ( $\text{X}=\text{Al}, \text{Ga}$ ) の電子状態の研究）  
 主査：佐藤 仁  
 副査：大原繁男（名古屋工業大学大学院工学研究科），島田賢也，奥田太一，中島伸夫
- [2] LU CONG 平成29年9月20日授与（甲）  
 Investigation of Local Ferroelectric Order in  $\text{SrTiO}_3$  using X-ray Spectroscopies  
 （X線分光法による  $\text{SrTiO}_3$  の局所的強誘電性秩序の研究）  
 主査：中島伸夫  
 副査：圓山 裕，黒岩芳弘，島田賢也
- [3] 八野 哲 平成30年3月6日授与（甲）  
 Neutral Pion Production in Proton + Proton Collisions at  $\sqrt{s} = 8 \text{ TeV}$  and insight into Hadron Production Mechanism  
 （重力系エネルギー8 TeV の陽子+陽子衝突における中性  $\pi$  中間子の測定とハドロン生成機構への知見）  
 主査：志垣賢太  
 副査：杉立 徹，大川正典，深澤泰司
- [4] 村上祐子 平成30年3月23日授与（甲）  
 Study of the Schrödinger functional scheme for the Möbius domain wall fermion  
 （メビウスドメインウォールフェルミオンを用いたシュレーディンガー汎関数法の研究）  
 主査：石川健一  
 副査：稲垣知宏，小畠康史，関口宗男（国士舘大学）
- [5] 加藤祐悟 平成30年3月6日授与（乙）  
 Global Current Circuit Structure in a Resistive Pulsar Magnetosphere Model  
 （電気抵抗を含むパルサー磁気圏モデルの大域電流回路構造）  
 主査：小畠康史  
 副査：大川正典，深澤泰司

## TAの実績

平成29年度は、博士課程前期の学生を22名（通年：6名，前期：9名，後期：7名）採用した。主たる業務は学部の実験及び演習を補助することであるが、大学院生が科目内容の再確認と教授

法の技能の修得に役立った。

### 大学院課程のカリキュラム改訂

ミッションの再定義とRU/SGU支援事業の指定を受けて、研究力の強化と教育の国際化に対応するべく、平成27年度から開始した。そこで英語をメインとした必修授業を博士課程前期と後期にそれぞれ導入した。一方、それ以上のカリキュラム改訂については、大学院再編の話が出てきたため、そちらと絡めて議論を進め始めている。

### 大学院教育の国際化

博士課程後期の定員充足は喫緊の課題である。平成25年度中から検討してきた外国人留学生特別選抜を活用して、平成29年度10月入学で2名（中国1名，韓国1名）を受け入れた。中国トップレベルの大学（中国科学院や復旦大学等）との連携の下で優秀な学生を見出す独自の取組みを継続している。しかし、本来、博士課程後期の定員充足は日本人学生の受入れで達成されるべきである。そのためには経済的支援の充実と海外派遣等を含む国際的な研究交流の活性化が不可欠と考えられる。本年度から外国人教員による授業や研究指導を開始した。さらに、外国人を招待した研究室セミナーや共同研究（実験）などに院生を積極的に参加させている。例えば、物性科学講座の研究室では学内の放射科学研究センター（HiSOR）や高輝度光科学研究センター（SPRING-8）などで国際共同実験に参画させている。大学院生には自身の研究の位置づけを確認されるとともに、外国人を含む本学以外の研究者や学生と交流させ、様々な研究方法や共同研究のあり方を実践的に習得させている。

物理科学専攻(博士課程前期)

授 業 科 目			博士課程前期	
			単位数	履修方法
必修	物理科学特別研究		8	全ての必修科目十単位、及び選択必修から一科目(一又は二単位)を含む三〇単位以上
	基礎	先端物理科学概論	2	
選択必修	大学院共通授業科目(基礎)(注1)		1又は2	
選 専 門 扱	専 門	量子場の理論 I	2	
		宇宙物理学	2	
		電子物性	2	
		構造物性	2	
		量子場の理論 II	2	
		格子量子色力学	2	
		素粒子物理学	2	
		非線形力学	2	
		相対論的宇宙論	2	
		クォーク物理学	2	
		X線ガンマ線宇宙観測	2	
		磁性物理学	2	
		表面物理学	2	
		光物性	2	
		分子分光学・光化学	2	
		放射光物理学	2	
		放射光物性	2	
		光赤外線宇宙観測	2	
		放射光科学院生実験	1	
放射光科学特論 I	2			
放射光科学特論 II	2			
物理科学エクスターンシップ	1~8(年間)			

セ ミ ナ ー	素粒子論セミナー	8
	宇宙物理学セミナー	8
	クォーク物理学セミナー	8
	高エネルギー宇宙学セミナー	8
	可視赤外線天文学セミナー	8
	構造物性セミナー	8
	電子物性セミナー	8
	光物性セミナー	8
	分子光科学セミナー	8
	放射光物理学セミナー	8
放射光物性セミナー	8	
物理学特別講義（集中講義）		

(注1) 選択必修から、1科目(1又は2単位)を超えて履修した場合は、(注2)により特別に認めた場合を除き、修了要件の単位には加えられない。

(注2) 必修、選択必修(1科目)及び選択以外の次に示す科目を履修した場合は、物理学専攻の承認を得て6単位まで、修了要件に加えることができる。

- ・ 選択必修から、1科目を超えて履修した科目
- ・ 理学研究科の他専攻の授業科目
- ・ 共同セミナー
- ・ 理学研究科以外の他研究科等の授業科目

## 物理学専攻(博士課程後期)

授 業 科 目		博士課程後期		
		単位数	履修方法	
必 修	物理学特別研究	12	全ての必修科目十三単位を含む 十四単位以上 ただし、選択科目は博士課 程前期において履修していな い科目を履修すること	
	基 礎	先端研究プレゼンテーション演習		1
選 択	専 門	先端物理学概論		2
	専 門	博士課程前期の専門科目と同一の科 目を提供する(前項の物理学専攻(博 士課程前期)専門科目の欄を参照)		
	物理学特別講義(集中講義)			

### 就職情報

#### 博士課程前期

進 学 : 博士課程後期進学 7

企 業 : 富士通(株) 2, (株)デンソー 2, 日立製作所(株) 1, 村田製作所(株) 1,  
野村総合研究所(株) 1, (株)東芝 1, マツダ(株) 1,

その他企業 : 15

#### 学生の表彰

広島大学 エクセレント・スチューデント・スカラシップ 成績優秀学生表彰者 : 3名

広島大学 大学院理学研究科長表彰者 : 1名

## 1-4 専攻の研究活動

### 1-4-1 物理学専攻の教員が主導する研究拠点の活動

物理学専攻の教員が主導する研究拠点は2つある。

- (1) 広島大学自立型研究拠点 極限宇宙研究拠点 (Core-U : Core Research for Energetic Universe)
- (2) 広島大学インキュベーション研究拠点 創発的物性物理研究拠点 (ECMP : Center for Emergent Condensed Matter Physics in Hiroshima University)

以下、各拠点が開催した国際会議やセミナーを紹介する。詳しい活動内容はそれぞれの拠点の報告書を参照されたい。

#### 広島大学自立型研究拠点 極限宇宙研究拠点

(Core-U : Core Research for Energetic Universe)

#### 平成29年度の活動

第25回（2017年度第1回）極限宇宙研究拠点セミナー

日時：平成29年5月26日（金）16:30-17:40

場所：広島大学理学研究科E203教室

講師：川口俊宏氏（尾道市立大）

題目：ブラックホールと銀河の共進化の理解へ向けた最近の取り組み

第26回（2017年度第2回）極限宇宙研究拠点セミナー

日時：平成29年7月10日（金）16:30-17:45

場所：広島大学理学研究科E209教室

講師：田中雅臣氏（国立天文台）

題目：重力波天体からの電磁波を捉える

第27回（2017年度第3回）極限宇宙研究拠点セミナー

日時：2017年7月21日（金）15:00-16:30

場所：広島大学理学研究科E203教室

講師：大内田美沙紀氏（京都大学）

題目：サイエンス・コミュニケーターへの道 ～科学を伝えるということ～

第28回（2017年度第4回）極限宇宙研究拠点セミナー

日時：平成29年7月21日（金）16:30-17:45

場所：広島大学理学研究科E212教室

講師：本間希樹氏（国立天文台）

題目：Event Horizon Telescopeで目指す巨大ブラックホールの直接撮像

第29回（2017年度第5回）極限宇宙研究拠点セミナー

日時：平成29年8月22日（金）10:00-12:00

場所：広島大学理学研究科C212教室

講師：Emilio Elizalde氏（スペイン，バルセロナ，ICE-CSIC, IEEC）

題目：On the concept of Big Bang and a renormalization group improved, Unified accelerating scenario

第30回（2017年度第6回）極限宇宙研究拠点セミナー

日時：平成29年11月2日（木）14:30-16:00

場所：広島大学理学研究科E203教室

講師：吉田滋氏（千葉大学）

題目：IceCube実験が語る高エネルギー宇宙

第31回（2017年度第7回）極限宇宙研究拠点セミナー

日時：平成30年1月11日（木）15:00-16:30

場所：広島大学理学研究科B301教室

講師：田窪洋介氏（KEK）

題目：LHC-ATLAS実験における検出器の運転状況と最新の物理結果

第32回（2017年度第8回）極限宇宙研究拠点セミナー

日時：平成30年1月20日（土）13:00-17:00

場所：広島大学理学研究科E203教室

講師：福嶋健二氏（東京大学）

題目：カイラル対称性とQCD真空

講師：山本直希氏（慶応大学）

題目：Chirality in High-Energy Physics

第33回（2017年度第9回）極限宇宙研究拠点セミナー

日時：平成30年2月27日（木）15:00-16:30

場所：広島大学理学研究科E002教室

講師：釜江常好氏（東京大学, SLAC/KIPAC）

題目：Evidence for GeV Cosmic Rays from White Dwarfs in the Local Cosmic Ray Spectra and in the Gamma-ray Emissivity of the Inner Galaxy

第34回（2017年度第10回）極限宇宙研究拠点セミナー

日時：平成30年3月26日（月）14:00-15:30

場所：広島大学理学研究科E002教室

講師：Sergei D. Odintsov氏（スペイン, バルセロナ, ICREA, ICE）

題目：Unifying the Early-time Inflation with Late-time Dark Energy epoch : the Case of Modified Gravity

広島大学インキュベーション研究拠点 創発的物性物理研究拠点

（ECMP : Center for Emergent Condensed Matter Physics in Hiroshima University）

平成29年度の活動

The 1st International Workshop on Emergent Condensed Matter Physics

日時：平成30年3月5日（月）-6日（金）

場所：広島大学先端物質科学研究科

概要：トポロジカル物質，熱電変換材料，超伝導，強相関電子系をテーマとして，国外5名，国内10名（うち学外5名）のそれぞれの研究分野において第一線で活躍している研究者を招聘し，講演・意見交換を行った。また学内の大学院生・学部4年生によるポスターセッション（英語）を設け，活発な議論が繰り広げられた。ポスター発表の中の3名をBest Student Poster Awardとして選定した。

第9回（2017年度第1回）広島大学創発的物性物理研究拠点セミナー（第506回物性セミナー合同）

日時：平成29年5月30日（火）16:20-

場所：広島大学理学研究科C212会議室

講師：Prof. Tamio Oguchi (Osaka Univ.)

題目：Theoretical/Computational Studies of X-Ray Absorption Spectroscopy

第10回（2017年度第2回）広島大学創発的物性物理研究拠点セミナー（第507回物性セミナー合同）

日時：平成29年7月14日（金）16:20-17:50

場所：広島大学理学研究科C212会議室

講師：吉田靖雄氏（東京大学物性研究所）

題目：スピンおよび軌道分解走査トンネル顕微鏡による物性研究

第11回 (2017年度第3回) 広島大学創発的物性物理研究拠点セミナー (第508回物性セミナー・HiSOR 合同セミナー)

日時: 平成29年7月25日 (火) 16:20-

場所: 広島大学理学研究科C212会議室

講師: Andrés F. Santander-Syro氏 (CSNSM, Université Paris-Sud/HiSOR, Hiroshima University)

題目: Novel two-dimensional electron systems at the surface of transition-metal oxides

第12回 (2017年度第4回) 広島大学創発的物性物理研究拠点セミナー (第509回物性セミナー合同)

日時: 平成29年7月27日 (木) 16:20-

場所: 広島大学理学研究科C212会議室

講師: 手束展規氏 (東北大学大学院工学研究科)

題目: 高スピン分極率材料の開発

第13回 (2017年度第5回) 広島大学創発的物性物理研究拠点セミナー (第511回物性セミナー合同)

日時: 平成29年9月6日 (水) 16:20-

場所: 広島大学先端物質科学研究科401N

講師: 野島 勉氏 (東北大学金属材料研究所)

題目: 電気二重層トランジスタを用いた電界誘起二次元超伝導体の新奇物性探索

第14回 (2017年度第6回) 広島大学創発的物性物理研究拠点セミナー (第512回物性セミナー合同)

日時: 平成29年10月13日 (金) 16:30-

場所: 広島大学先端物質科学研究科302S会議室

講師: 楠瀬博明氏 (明治大学理工学部)

題目: 微視的多極子の一般化と風変わりな電気磁気光学応答

第15回 (2017年度第7回) 広島大学創発的物性物理研究拠点セミナー (第513回物性セミナー合同)

日時: 平成29年10月12日 (木) 16:30-

場所: 広島大学放射光科学研究センター2階会議室

講師: 江島丈雄氏 (東北大学多元物質科学研究科)

題目: X線発光における誘導放出現象を用いたX線STED顕微鏡

第16回 (2017年度第8回) 広島大学創発的物性物理研究拠点セミナー (第514回物性セミナー合同)

日時: 平成29年11月13日 (月) 16:30-

場所: 広島大学先端物質科学研究科302S会議室

講師: 筒井智嗣氏 (高輝度光科学研究センター)

題目: 希土類金属間化合物のX線非弾性散乱

第17回 (2017年度第9回) 広島大学創発的物性物理研究拠点セミナー (第516回物性セミナー合同)

日時: 平成29年12月4日 (月) 16:30-

場所: 広島大学理学研究科C212会議室

講師: Augusto Marcelli氏 (INFN, Italy)

題目: IR and X-ray combinatorial experiments and imaging.

An original approach to characterize materials and dynamical phenomena

第18回 (2017年度第10回) 広島大学創発的物性物理研究拠点セミナー (第517回物性セミナー合同)

日時：平成30年1月12日（金）16:30-

場所：広島大学理学研究科C212会議室

講師：Friedhelm Bechstedt氏 (University of Jena, Germany)

題目：Properties of topological Dirac and Weyl semimetals

### 1-4-2 RAの実績

物理学専攻の研究活動を支えるRAとして、平成29年度は15名の日本人学生及び6名の留学生の博士課程後期大学院生を採用した。

氏名	学年	研究グループ	指導教員
坂本弘樹	D1	素粒子論	稲垣知宏
高木堅太	D1	素粒子論	両角卓也
高橋隼也	D1	素粒子論	両角卓也
植野良紀	D1	宇宙物理学	山本一博
信廣晃秀	D1	クォーク物理学	志垣賢太
山川皓生	D1	クォーク物理学	志垣賢太
中平夕貴	D1	構造物性	森吉千佳子
上野峻一郎	D2	素粒子論	石川健一
大兼英明	D2	素粒子論	両角卓也
由宇朗大	D2	素粒子論	両角卓也
上田庸資	D2	クォーク物理学	志垣賢太
川端美穂	D2	高エネルギー宇宙	川端弘治
中岡竜也	D2	高エネルギー宇宙	川端弘治
田北仁志	D2	光物性	井野明洋
村上祐子	D3	素粒子論	石川健一
南 岳	D1	宇宙物理学	山本一博
Fan Donxiao	D1	電子物性	中島伸夫
Zhao Qing	D2	構造物性	黒岩芳弘
Wang Xiaoxiao	D2	光物性	木村昭夫
Abdollahi Soheila	D3	高エネルギー宇宙	深沢泰司
Wu Shilong	D3	放射光物性	奥田太一

### 1-4-3 研究グループの研究活動

物理学専攻の研究活動を研究グループごとに以下の項目でまとめる。

- 研究活動概要（発表論文、講演等を含む）
- 学生の国際・国内学会等での活動状況
- 学会ならびに社会での活動
- 研究助成金の受入状況、学術団体等からの受賞実績
- その他

## 宇宙・素粒子科学講座

### ○素粒子物理グループ

#### 研究活動の概要

##### (I) 格子量子色力学を用いた強い相互作用の研究 (大川, 石川)

###### (i) ラージN極限におけるツイストされた時空縮約モデルの研究 (大川)

SU(N) 格子ゲージ理論は、Nを無限に持っていった極限で時空の自由度を内部空間に吸収できてしまう可能性がある。通常格子ゲージ理論は4次元格子上で定義されるが、江口・川合は格子点が1点しかない理論(江口・川合模型)を考えた。江口・川合模型にはZ(N)対称性があり、江口・川合はこの対称性が破れていない時、通常のゲージ理論と江口・川合模型が同じSchwinger-Dyson方程式を満たし同等であることを示した。強結合相ではこの対称性は破れていないが、物理的に重要な弱結合相および中間結合相ではZ(N)対称性は破れてしまい、2つの理論は同等ではない。この困難を回避するために、大川はゴンザレス・アロヨと共同で理論にtwisted境界条件を課するtwisted江口・川合模型を提案した。29年度は、twisted江口・川合模型を摂動論的に研究し、ラージNゲージ理論のウィルソンループを相互作用の4次までで計算した。原著論文[1]。

###### (ii) 格子QCDに関するその他の計算 (石川・大川)

###### 1) 格子QCDの手法を用いた核子や軽い原子核の研究 (石川)

格子QCDを用いた第一原理計算による軽い原子核の性質の導出が世界的に進められてきている。ユークリッド化された場の量子論を用いて、複数のハドロンを格子上にのせその基底状態が束縛状態となり原子核を形成するかどうかを確かめることは、ハドロン間の散乱によるさまざまな励起状態とのエネルギー差が小さくなるため、難しい問題となっている。平成29年度には、筑波大学と理研の共同研究者とともに、基底状態を取り出す際にどのような系統誤差が生じるかを調べた。具体的には2点相関関数の複数原子核生成演算子依存性と体積依存性を高統計で調べた。核子の束縛状態の存在をいうためには、大きい体積への外挿が重要であることが分かった。国際会議[1]

陽子の荷電平均2乗半径が複数の実験で互いに少しずれているという問題がある。一体の核子の物理的性質を格子QCDで精密に再現することはこの実験の矛盾を解決する一つの方法である。しかしながら、今日においても格子QCDを用いて核子の様々な性質の精密な実験値を再現できているとは言い難い。軽い原子核とともに1体の核子の精密計算を格子QCDを用いて取り組んでいる。現在、格子QCD計算における主な系統誤差としては格子間隔誤差と有限物理体積がある。これまでに、筑波大学と理研の共同研究者らとともに、軽い原子核の研究のために大体積の格子QCD配位を作ってきた。この配位は体積  $(8.1\text{fm})^4$  であり、これを用いて1体の核子の各種形状因子の精密計算を行った。4元運動量移行  $q^2$  の関数としての形状因子の解析に z-展開法を用いることにより、形状因子の  $q^2$  依存性の解析手法の妥当性を評価した。この結果、アイソベクトル電気形状因子と磁気形状因子については実験と定性的によく合う結果を得た。軸性ベクトルと擬スカラー形状因子については初期的結果を得た。これらの結果は国際会議で発表した。国際会議[2]

###### 2) 次世代計算機に向けた格子QCDシミュレーションプログラムの開発 (石川)

ポスト京計算機の計画が2014年より始まっている。また国内の主な計算機設備の更新も

次々と始まっている。本研究では2016年に筑波大学と東京大学に共同で設置された第2世代のインテル Xeon Phi (KNL) を用いたシステム Oakforest-PACS に適した格子QCDシミュレーションプログラムの開発を行った。Oakforest-PACS システムは1ノードに68コアという多数のコアを持つCPUを搭載しており、各コアは32bit 単精度浮動小数が8個、または、64bit 倍精度浮動小数が4個同時に演算できる512bit SIMD演算装置を持っている。しかしながら、ノードの消費電力を抑えるために各コアのピーク性能は必ずしも高くなく、高い実演算性能を得るためには、いかに68コアを協調させて演算を行うかが鍵となる。このような小さなコアを多数集めて高い性能を得る構造の計算機としては、GPUアクセラレータがあり、今後の計算機アーキテクチャの一翼を担っていくと考えられている。平成29年度には、Oakforest-PACS 向けにチューニングした格子QCD計算用のクォークソルバー CCS QCD Solver ベンチマークプログラムの開発を行った。この開発は、平成28年度に引き続き Intel 社と筑波大学計算科学研究センターとの共同研究の下で行った。

各コアを強調させてうまく性能を引き出すための OpenMP スレッド化の工夫についてマイクロタスキングの概念を取り入れた方策を調査し、国際会議で発表した。国際会議 [3][4]

また格子QCDの実際的な物理計算を行うことを想定して、b クォークを相対論的に取り扱うことのできる格子間隔  $1/a = 25 \text{ GeV}$  でのクエンチ近似の計算の試行を Oakforest-PACS のほぼ全系を用いて行い、最大16000 MPI プロセスの並列計算でクォークソルバーの性能を評価した。4000MPI プロセスや 8000 MPIプロセス、16000 MPIプロセス並列での性能を比較したところ良い弱スケール特性を得た。これらの評価結果は国際会議で発表した。国際会議[5]

平成28年度に引き続き計算機特性によらないクォークソルバーの高速化のためのアルゴリズムの理論的な研究を行った。大規模連立方程式を反復法により高速に解く方法としては、一般に連立方程式の係数行列の性質を用いて連立方程式を変形し変形後の係数行列が単位行列に近い形になるようにすればよい。しかしながら、この変形のための計算コストが変形による連立方程式を解く計算コストの削減を上回ることがほとんどであり、全体の計算速度は遅くなることがほとんどであり、解くべき連立方程式の特性に依らない一般的な改善手法は知られていない。クォークソルバーに関しては、代数的マルチグリッド法と係数行列の固有値固有ベクトルを用いる方法が知られている。これらの方法も一つの連立方程式を解くだけの場合は、これらの特殊な方法による事前準備のコスト増大のために解を得る時間は速くならない。しかしながら同じ係数行列を持ち右辺が異なる連立方程式を複数解く場合には有用となることがある。平成29年度は、ウィルソクローバー型クォークの係数行列の固有値固有ベクトルを得るためのプログラムと、代数的マルチグリッド法ソルバーを京コンピュータに移植しその性能評価を行った。固有値ソルバーに関しては動作確認し、代数的マルチグリッド法については、クォーク質量が軽い場合に複数の連立方程式を解く際に確かに計算時間が通常用いられているBiCGStab法を用いる場合よりも速くなることが分かった。国内学会一般公演[1][2]

### 3) ツイストされた境界条件下でのグラディエントフロー法による繰り込みの研究 (石川・大川)

近年格子QCDにおいて新しい繰り込み手法であるグラディエントフロー法 (GF法) が Luscher によって提案された。この方法ではゲージ場に対して仮想時間 (フロー時間) を

導入し、熱伝導方程式様の微分方程式に基づいてゲージ場を時間発展させる。このようにフローさせたゲージ場で定義された場の強さから走る結合定数を定義することができる。この場合走る結合定数のエネルギースケールはフロー時間の長さが対応する。この方法では時空間体積を無限大の大きさを取る必要があり、計算コストが問題となる。この問題を解決するべくFodorらにより有限体積とフロー時間の比を固定するという繰り込み条件を設定する手法が提案された。この手法では有限体積により生ずるゲージ場のゼロモードにより、本手法の非摂動的走る結合定数と摂動的結合定数の折り合いが悪いことが知られている。この点を解決するため、Ramosにより、ゲージ場の境界条件を変更し、このゼロモード問題が生じない手法が2つ提案された。そのうちの一つであるツイストされた境界条件での有限体積GF法を Twisted-Gradient Flow 法 (TGF法) と呼ぶ。

TGF法による走る結合定数の非摂動的評価は Ramos により純SU (2) ゲージ理論に対して行われているが、QCDに近い純SU (3) ゲージ理論に対しては評価されていない。そこで我々は、平成27年度から純SU (3) ゲージ理論に対するTGF法による走る結合定数の非摂動的評価を開始した。ゲージ理論に特徴的な走る結合定数と基礎パラメータである $\Lambda$ パラメータについて結果を得た。得られた結果はこれまで知られている結果と無矛盾であった。このことから本手法の妥当性が確認された。平成29年度はさらに統計精度を高め、より妥当な結果を得た。原著論文[2]

#### 4) メビウスドメインウォールフェルミオンを用いた $\Lambda$ パラメータの研究 (石川)

平成27年度からメビウスドメインウォールフェルミオンのシュレーディンガー汎関数(SF)法への適用を理論的に開発してきた。平成28年度までにメビウスドメインウォール演算子の5次元方向の大きさが無限である場合には $\Lambda$ パラメータ比が既知の値と矛盾していないことが確認できていた。また、一般のドメインウォールフェルミオンの場合に時間境界項に、特別な繰り込みが必要であることが分かっていたが実際に繰り込み可能であるかよく分からなかった。平成29年度はこの時間境界項の繰り込み可能性について詳細な解析を行った。実際には、4次元伝搬関数の連続極限を数値的に解析し、連続理論の解析解と比較し、伝搬関数の規格化のずれが境界付近にとどまることを数値的に見た。この結果は境界演算子の繰り込みでこのずれを吸収でき、繰り込めることを示唆している。平成29年度はこれらの結果を投稿中の論文に反映し投稿が受理された。国際会議[6] 原著論文[3]

## (II) 素粒子と宇宙の現象論 (両角)

### 1) 背景ニュートリノの性質の研究 (両角)

背景ニュートリノの担うレプトン数の期待値の時間発展を密度行列を用いて研究した。この方法で、2世代ニュートリノに関するニュートリノ振動の式を導出できることを確認した。また密度行列の初期条件をいつ、どのように設定するかを検討した。(一般講演(国内) [3])

### 2) カイラルラグランジアンを用いた固有パリティの破れの現象の研究 (両角)

ベクトル中間子を含むカイラルラグランジアンに固有パリティの破れの相互作用を導入し相互作用の係数を実験から決定した。これを用いて他の固有パリティの破れの現象を预言した。(一般講演(国内) [4])

### 3) 離散的対称性に基づくニュートリノ質量模型の研究 (両角)

離散対称性に基づいたシーソー模型を研究した。フラボンと呼ばれるスカラーセクターを持つ模型はエネルギーの値が縮退した真空がいくつかある。縮退した真空は離散的な対称変換で互いに結び付くグループに分類される。それらのグループごとにレプトン混合やCP対称性の破れ、ニュートリノレス2重ベータ崩壊に関する有効マヨラナ質量行列要素などに関してどのように異なる予言が導かれ、観測により区別できるかを研究した。(原著論文[4])

4) ベクターライククォークの効果の有効理論を用いた解析 (両角)

標準模型を超える効果としてベクターライククォークを研究した。このクォークを積分し、低エネルギー有効相互作用を導出した。その結果生じる効果として、小林益川行列のユニタリー性の破れやフレーバーを変える中性カレント ( $b \rightarrow sy$  など) への新たな寄与を研究した。(原著論文[5], 一般講演(国内)[5][6][7])

5) 3世代右巻きニュートリノを含むシーソー模型;4ゼロテクスチャー模型の研究 (両角)

3世代右巻きニュートリノを含むシーソー模型において、特に、質量行列を構成するDirac質量項に4つのゼロがある場合を系統的に分類した。このモデルは7つのパラメータでパラメライズでき、マヨラナニュートリノに関する5つのすでに観測されている3つの角度、2つの質量2乗差に加えて最も軽いニュートリノの質量を与えれば、 $7-6=1$ 個のパラメータが自由に変えられるパラメータとして残る。この残りの自由度を通じて模型の3つのCP位相は関係していることになる。本研究では3つのCP位相の間にどのような相関があるかを研究した。(国際会議発表[7], 一般講演(国内)[8])

6) 非平衡の場の理論を用いた宇宙の物質、反物質非対称性の生成機構の研究 (両角)

宇宙の粒子数を生成する機構として、中性スカラー場と複素スカラー場からなる模型を研究した。中性のスカラー場をインフラトンと同定し、インフレーションの終わる時期に粒子数生成が起こるという状況設定を考え、模型を用いて粒子数—反粒子数密度の時間発展を研究した。(国際会議発表[8][9], セミナー[1])

原著論文

- [1] M. Garcia Perez, A. Gonzalez-Arroyo, M. Okawa, “Perturbative contributions to Wilson loops in twisted lattice boxes and reduced models”, JHEP 1710 (2017) 150.
- [2] ©K-I. Ishikawa, I. Kanamori, Y. Murakami, A. Nakamura, M. Okawa, R. Ueno, “Non-perturbative determination of the  $\Lambda$ -parameter in the pure SU (3) gauge theory from the twisted gradient flow coupling”, JHEP 1712 (2017) 067.
- [3] Yuko Murakami and Ken-Ichi Ishikawa, “Construction of lattice Möbius domain wall fermions in the Schrödinger functional scheme”, Int. J. of Mod. Phys. A, 33 (2018) 1850012, DOI : 10.1142/S0217751X18500124
- [4] Takuya Morozumi, Hideaki Okane, Hiroki Sakamoto, Yusuke Shimizu, Kenta Takagi, Hiroyuki Umeeda, “Phenomenological Aspects of Possible Vacua of a Neutrino Flavor Model”, Chin.Phys.C42 (2018) No.2,023102, DOI:10.1088/1674-1137/42/2/023102
- [5] Takuya Morozumi, Yusuke Shimizu, Syunya Takahashi, Hiroyuki Umeeda, “Effective Theory Analysis for Vector-Like Quark Model”, PTEP 2018 (2018) No.4,043B10, DOI;10.1093/ptep/pty042

## 国際会議

### (一般講演)

- [1] Takeshi Yamazaki, Ken-ichi Ishikawa, Yoshinobu Kuramashi, “Comparison of different source calculations in two-nucleon channel at large quark mass”, EPJ Web of Conferences 175, 05019 (2018) , <https://doi.org/10.1051/epjconf/201817505019>
- [2] Natsuki Tsukamoto, Ken-Ichi Ishikawa, Yoshinobu Kuramashi, Shoichi Sasaki, Takeshi Yamazaki, “Nucleon structure from 2+1 flavor lattice QCD near the physical point”, EPJ Web of Conferences 175, 06007 (2018) , <https://doi.org/10.1051/epjconf/201817506007>
- [3] Larry Meadows, Ken-Ichi Ishikawa, Taisuke Boku, Masashi Horikoshi, “Multiple endpoints for improved MPI performance on a lattice QCD code”, Proceedings of Workshops of HPC Asia, 67-70. Doi : 10.1145/3176364.3176375
- [4] Larry Meadows, Ken-ichi Ishikawa, “OpenMP Tasking and MPI in a Lattice QCD Benchmark”, International Workshop on OpenMP, IWOMP 2017 : Scaling OpenMP for Exascale Performance and Portability, 77-91
- [5] Taisuke Boku, Ken-Ichi Ishikawa, Yoshinobu Kuramashi, Lawrence Meadows, “Mixed Precision Solver Scalable to 16000 MPI Processes for Lattice Quantum Chromodynamics Simulations on the Oakforest-PACS System”, 2017 Fifth International Symposium on Computing and Networking (CANDAR) , DOI : 10.1109/CANDAR.2017.69
- [6] Yuko Murakami and Ken-Ichi Ishikawa, “THE SIMPLIFIED CONSTRUCTION OF THE SCHRÖDINGER FUNCTIONAL SCHEME WITH THE MÖBIUS DOMAIN WALL FERMIONS”, 21 April 2017, International Conference, Modern Trends in Physics, 20-22 April 2017, Baku State University.
- [7] Akihiro Yu, Takuya Morozumi, Yusuke Shimizu , Hiroyuki Umeeda, “CP violation and leptogenesis in three generation seesaw model”, Summer Institute 2017, Fuji Yoshida, 30 August 2017
- [8] Apriadi Salim Adam, Takuya Morozumi, K. I. Nagao and H. Takata, “The creation of particle number asymmetry of universe with arbitrary time dependent scale factor using perturbation method”, Summer Institute 2017, Fuji Yoshida, 28 August 2017
- [9] Apriadi Salim Adam, Takuya Morozumi, K. I. Nagao and H. Takata, “Generation of particle number asymmetry in an expanding universe; a novel mechanism”, Phenomenology for particle and anti-particle 2018 (PPAP 2018) , 6 March 2018

## 国内学会

### (招待講演)

### (一般講演)

- [1] 石川健一, 金森逸作  
「格子 QCD での代数的マルチグリッドソルバー」  
日本物理学会第73回年次大会 (平成30年3月22日, 東京理科大学 野田キャンパス)
- [2] 石川健一, 金森逸作  
「格子QCDのための Krylov-Schur 固有値ソルバーの実装」  
日本物理学会 2017年秋季大会 (平成29年9月14日, 宇都宮大学 峰キャンパス)
- [3] 両角卓也

「Time evolution of lepton number of the cosmic background neutrino」

Setouchi Summer Institute 2017 (平成29年9月28日, 山口県由宇青少年自然の家)

- [4] 木村大自 (登壇者), 梅枝宏之, 両角卓也 :  
「ベクトル中間子を含むカイラルラグランジアンに基づくタウの3体ハドロン崩壊」  
日本物理学会 2017年秋季大会 (平成29年9月12日, 宇都宮大学 峰キャンパス)
- [5] 高橋隼也, 両角卓也, 清水勇介, 梅枝宏之  
「vector likeクォークに対するB中間子稀崩壊からの制限」  
日本物理学会 2017年秋季大会 (平成29年9月12日, 宇都宮大学 峰キャンパス)
- [6] 高橋隼也, 両角卓也, 清水勇介, 梅枝宏之  
「vector likeクォークに対するB中間子稀崩壊からの制限」  
Flavor Physics Workshop 2017 (平成29年11月1日, 神奈川県三浦市 三浦マホロバ温泉)
- [7] 高橋隼也, 両角卓也, 清水勇介, 梅枝宏之  
「有効理論を用いたvector like クォークに対するB中間子稀崩壊からの制限」  
Setouchi Summer Institute 2017 (平成29年9月29日, 山口県由宇青少年自然の家)
- [8] 由宇朗大, 両角卓也, 清水勇介, 梅枝宏之  
「CP violation and leptogenesis in three generation seesaw model with four-zero textures」  
Setouchi Summer Institute 2017 (平成29年9月28日, 山口県由宇青少年自然の家)

#### 学生の学会発表実績

##### (国際会議)

- 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数 1 件
- 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数 9 件
- 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 0 件

##### (国内会議)

- 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数 1 件
- 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数 11 件
- 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 0 件

#### 各種研究員と外国人留学生の受入状況 (両角)

外国人留学生 (博士後期課程) 1名 Apriadi Salim Adam

日本学術振興会特別研究員 (PD) 1名 清水勇介

#### 各種研究員と外国人留学生の受入状況 (石川)

研究員 1名 金森逸作

- SSH セミナー 高等学校による大学訪問  
両角卓也 模擬授業 振動の力学 約20名 岡山県立笠岡高等学校 平成29年9月22日 A217
- セミナー・講演会開催実績
- 国際共同研究・国際会議開催実績  
国際共同研究 両角卓也  
Time Variation of Particle Number Tomsk State Pedagogical University,

共同研究者 Takata Hiroyuki

国際会議開催 両角卓也

Phenomenology for Particle and Anti-Particle 2018

(平成30年3月6日-8日, 広島大学理学研究科E002) 約30名;

<https://home.hiroshima-u.ac.jp/morozumi/ppapo.html>

#### 社会活動・学外委員

##### ○ 学協会委員

- [1] 大川正典: 高エネルギー加速器研究機構大型シミュレーション研究推進委員会委員
- [2] 大川正典: 筑波大学計算科学研究センター運営協議会委員
- [3] 石川健一: 筑波大学計算科学研究センター共同研究委員会委員
- [4] 石川健一: 今後の HPCI を使った計算科学発展のための検討会委員 (平成 29 年 10 月から計算科学フォーラム WG 委員へと名称変更)

##### ○ 講習会・セミナー講師

- [1] 両角卓也: A new mechanism for generating particle number asymmetry through interactions 益川塾セミナー (平成 29 年 11 月 27 日, 京都産業大学)

#### 研究助成金の受入状況

- [1] 大川正典: 科学研究費補助金基盤研究 (C), 「マトリックスモデルを用いたラージ N 質量スペクトルの研究」(平成 29~32 年度, 代表, 900 千円)
- [2] 石川健一: 科学技術試験研究委託事業・「ポスト「京」で重点的に取り組むべき社会的・科学的課題に関するアプリケーション開発・研究開発」(平成 26 年度~平成 31 年度・受託機関: 筑波大学計算科学研究センター, 分担機関: 広島大学, 平成 29 年度分担: 7,700 千円)
- [3] 石川健一: 科学研究費補助金基盤研究 (C), 「メビウスドメインウォールフェルミオンに対するシュレーディンガー汎関数法の研究」(平成 28~30 年度, 代表, 29 年度: 900 千円)
- [4] 両角卓也: 科学研究費補助金基盤研究 (C), 背景ニュートリノのレプトン数と宇宙の粒子数生成機構 (平成 29 年度~平成 33 年度, 研究代表者, 29 年度 700 千円)
- [5] 両角卓也: 科学研究費補助金基盤研究 (B), 統合解析による新物理の高精度探索 (平成 28 年度~平成 33 年度, 研究分担者, 29 年度 100 千円)

## ○宇宙物理学グループ

### 研究活動の概要（小嶋康史）

#### （Ⅰ）マグネター（超強磁場をもつ中性子星）の磁気圏

マグネターは特異な天体であり、この数年間、その理論的研究をしている。特異な現象のひとつとして巨大フレアがある。永年的な時間尺度で外部の磁気圏にひずみとエネルギーが徐々に蓄えられ、ある臨界状態に達した際、突然のエネルギー放出に繋がるというモデルがあり、マグネターの磁気圏にどの程度の量のエネルギーがどのように貯蓄されるかを理論的に解明することは重要である。一般相対論に基づく静的なForce-free磁気圏の数値的な解系列を系統的に求めた。マグネターのフレアが起きる時はプラズマを外部に放出するために、一時的に開いた磁気圏構造となる。その開いた磁気圏に蓄えられるエネルギーは真空の双極子磁場のものより、かなり高いので、フレア前の磁気圏にはそれ以上のエネルギーを貯める必要がある。それが可能な状態を探った。その結果、星の表面近傍にできる、磁場のポロイダル成分とトロイダル成分が非線形効果で絡み合ったフラックスロープの形成が重要であり、それが形成されるならエネルギー的に磁気圏が開くことが可能なことがわかった。一般相対論の効果はその構造を支えるように働いていることがわかる。

#### （Ⅱ）ブラックホールの回転エネルギー抽出過程

ブラックホールの回転エネルギーを電磁気的に取り出す過程としてBlandford-Znajek過程が理論的に考えられている。国内でも研究する研究者が多数おり、その討論の場として研究会「不惑BZ77研究会」を主催した。また、ブラックホール磁気圏へ落下する電荷が正と負の二成分の流体の微視的モデルを研究し、以前に調べたWKB解をより詳細に解析を行った。その結果、プラズマの密度が増加すると沿磁力線電場が弱くなり、生じる電磁気的エネルギーフラックスが減少することがわかった。

#### （Ⅲ）重力波（KAGRA）

2017年には米国（LIGO）-欧州（VIRGO）による中性子星連星の合体時の重力波の観測が報告された。新学術領域研究「重力波物理学・天文学：創世記」の中性子星関連からの重力波に関して、モデルとデータ解析（将来のKAGRAのデータも含む）で、今後方向性を引き続き検討している。

### 研究活動の概要（山本一博）

前年度に引き続き、銀河分布の多重極スペクトル解析、非一様宇宙のダイナミクスと重力波、曲がった時空上の量子場とウンルー効果の検証に関するテーマを中心に研究を行った。これらの研究の第一の動機は、宇宙の加速膨張の解明を目的とした理論モデルの進展を背景として、重要となっている宇宙論スケールでの重力および宇宙モデルの検証を進めるという点にある。この問題にヒントとなり得る問題を多角的視点から研究を進めている。特に、量子場の真空の性質を深く理解し検証することは、宇宙の加速膨張の問題にヒントを与える可能性があり、同時に量子力学の基礎的原理の検証としても重要と考えている。具体的な研究成果を以下に報告する。

#### （Ⅰ）銀河分布の多重極バイスペクトルの高速測定と理論モデルの構築

大規模な銀河探査プロジェクトの進展に伴って、銀河分布の精密な理論モデルの構築と物理的情報をどのように正確に取り出せるかが課題となっている。特に、非線形効果が重要となる小スケールの銀河分布の理解は残された課題が多い。銀河分布の赤方偏移空間のバイスペクトル

は、あまり研究が進んでこなかった。これまでハローアプローチに基づいたパワースペクトル、バイスペクトルの理論模型の研究を進めてきた。今年度は、これまでに知られていなかったバイスペクトルの多重極成分の振る舞いを詳細に調べ、N体シミュレーションによる疑似銀河カタログから得られるバイスペクトルの多重極成分との比較を行った。現在は、実際の観測データとの直接比較に向けてバイスペクトルの高速測定コードの開発を進め、バイスペクトルの単極子成分の測定が可能となっている。

## (II) 銀河団およびボイドの重力赤方偏移の検出に関する研究

重力赤方偏移は重力場中を伝播する光が振動数を変える現象で、重力ポテンシャルを直接反映する現象である。宇宙論スケールにおける重力赤方偏移は、ドップラー効果と比較すると高次効果であり、これまであまり注目されてこなかった。しかし、精密な銀河の赤方偏移サーベイの進展によって、重力赤方偏移の直接検出が議論されるようになり、一般相対論の予言を検証するだけでなく、広く修正されて重力理論の検証としても興味深い。我々はハロー模型に基づいた銀河団銀河の模型を応用して、銀河団の重力赤方偏移のシグナルおよび修正重力理論の検証の可能性を議論した。また銀河団ガスのスペクトル観測における重力赤方偏移の影響や、ボイド構造における重力赤方偏移の検出の可能性を議論した。

## (III) 非一様インフレーション宇宙のダイナミクス、非等方宇宙における重力波

宇宙の始まりに起こったと考えられているインフレーションは初期宇宙の加速膨張現象であり、多様な模型が提唱されているが、どのようにインフレーションが始まったかという問題は、インフレーションの模型にも依存する難問である。カオティックインフレーションのシナリオに従えば、インフレーションは宇宙が非一様非等方な状態からある条件を満たす領域がインフレーションを起こし、観測されるような宇宙となったと考える。このインフレーションシナリオに沿って、非一様、非等方の宇宙からどのように宇宙の一様等方化が起こるか、また極初期の非一様、非等方性が宇宙に観測的な痕跡を残すかどうか調べている。この問題を扱うには、非線形方程式である重力場の方程式を解く必要があるが、一般相対性理論におけるアインシュタイン方程式は非線形方程式であり、一般的な状況下での解析的一般解は得られない。そこで、極めて非一様非等方な宇宙からインフレーション宇宙が始まる様子を重力とスカラー場の厳密な方程式を数値的に解く方法を用いて調べた。面对称性のある系で数値コードの開発と解析を行った。また、非等方な膨張宇宙における重力波の振る舞いについて、研究を進めている。

## (IV) 量子場の真空状態の非局所性とアンルー効果の検証に関する理論的研究

曲がった時空上の場の量子論において知られているアンルー効果は、真空の量子揺らぎと時空構造の関わり検証する面白い問題である。アンルー効果の検証については、高強度レーザー装置の開発応用に関連して議論がなされ、実験物理学とも関わる重要課題であるが、これまでに検証はなされておらず、また本当に検証が可能かどうか理論的にも不明な点が残されていた。これまでの研究で、一定加速運動をする調和振動子と量子場の模型から量子放射があることを示し、それがアンルー効果を引き起こす起源として知られる量子場の非局所相関に起源を持つことを示している。この量子放射を検証することは、量子場のエンタングルメントを検証することになる。今年度は、ミンコフスキー時空を分割した領域にそれぞれ構成した場の量子状態のエンタングルメントとしてミンコフスキー真空を記述する定式化を時空全体の領域に拡張した。これによりアンルー効果とそれに起因する量子放射の関係を4次元だけでなく2次元の場合との違いも含め明らかにした。ドジッター時空上への拡張やフェルミオン場への拡張も進めている。

今後は、実験的検証法の検討、理論予言の精密化を深めることが重要と考えている。

#### 研究活動の概要（岡部信広）

銀河団の弱い重力レンズ解析を中心とする多波長観測の研究を行った。銀河団は宇宙で最大の天体であり、その質量の約85%が暗黒物質で占められ、目で見ることができる通常の物質（バリオン）のうち高温ガスが約10%、銀河が約5%占められる。高温ガスはX線衛星で、銀河は光学望遠鏡を通して観測される。これらの観測から銀河団の質量分布を測定するためには様々な仮定が必要となる。一方、背景銀河に対する弱い重力レンズ効果は銀河団の力学状態によらず、銀河団の質量分布を測定する唯一の観測手法である。また、各構成要素を直接観測する複数の手法を組み合わせる研究を多波長研究と呼ぶ。以下は発表論文のハイライトである。

#### (I) すばる望遠鏡ハイパーシュプリームカムサーベイ (HSC-SSP)

現在、すばる望遠鏡主焦点カメラハイパーシュプリームカム (HSC) を用いて1,400平方度のサーベイが行われている。同サーベイの銀河団ワーキンググループのチェアを行っている。X線・電波フォローアップ観測時間の取得や解析に貢献している。また、X線サーベイXXLやドイツのeROSITAとの共同研究についての交渉をコーディネーターとして行っている。同サーベイに関する論文を8本発表した。そのうち、X線観測と弱い重力レンズ観測、光学観測を組み合わせた多波長研究に大きく貢献した。同論文では静水圧平衡質量と弱い重力レンズ質量の比較を行い、静水圧平衡の仮定がずれている可能性を示唆した。バリオンフラクションは宇宙の平均値に近く、他の研究結果と概ね一致していることを確認した。

#### (II) Local Cluster Substructure Survey (LoCuSS)

弱い重力レンズ質量と銀河団銀河の保湿度の相関関係の研究を行い、強い相関を明らかにした。

#### (III) SDSS-MaNGA

2次元分光観測により星質量で分類した銀河群の中で、ローカル密度や半径位置と銀河の回転角速度に関する強い証拠は見られなかった。

#### 原著論文

- [1] Y. Kojima and Satoki Okamoto, “Axisymmetric force-free magnetosphere in the exterior of a neutron star - II. Maximum storage and open field energies”, *Mon. Not. R. astro. Soc.*, vol.475 no.4 (2018) 5290-5295.
- [2] T.Akutsu et al Y.Kojima (64番目/227人), “Construction of KAGRA : an underground gravitational-wave observatory”, *Progress of Theoretical and Experimental Physics*, 2018, vol. I id.013F01
- [3] S. Iso, R. Tatsukawa, K. Ueda, K. Yamamoto, “Entanglement-induced quantum radiation”, *Physical Review D* 96, 045001 (2017)
- [4] K. Yamamoto, “Path Integral Formulation for Wave Effect in Multilens System”, *International Journal of Astronomy and Astrophysics* Vol.07, 221-229 (2017)
- [5] A. Higuchi, S. Iso, R. Tatsukawa, K. Ueda, K. Yamamoto, “Entanglement of the Vacuum between Left, Right, Future, and Past : The Origin of the Entanglement-induced Quantum radiation”, *Physical Review D* 96 083531 (2017)

- [6] D. Sakuma, A. Terukina, K. Yamamoto, “Gravitational Redshifts in Clusters and Voids”, *Physical Review D* 97 063512 (2018)
- [7] Greene, J. E., Leauthaud, A., Emsellem, E., Goddard, D., Ge, J., Andrews, B. H., Brinkman, J., Brownstein, J. R., Greco, J., Law, D., Lin, Y.-T., Masters, K. L., Merrifield, M., More, S., Okabe, N., Schneider, D. P., Thomas, D., Wake, D. A., Yan, R., Drory, N., “SDSS-IV MaNGA : Probing the Kinematic Morphology–Density Relation of Early-type Galaxies with MaNGA” ,*ApJ*, 851, (2017), L33
- [8] Sarah L. Mulroy, Sean L. McGee, Steven Gillman, Graham P. Smith, Chris Haines, Jessica Democles, Nobuhiro Okabe and Eiichi Egami, “Galaxy cluster luminosities and colours, and their dependence on cluster mass and merger state”, *MNRAS* ,472, (2017) , 3246
- [9] Greene, J. E., Leauthaud, A., Emsellem, E., Ge, J., Aragón-Salamanca, A., Greco, J., Lin, Y.-T., Mao, S., Masters, K., Merrifield, M., More, S., Okabe, N., Schneider, D. P., Thomas, D., Wake, D. A., Pan, K., Bizyaev, D., Oravetz, D., Simmons, A., Yan, R., van den Bosch, F., “SDSS-IV MaNGA : Uncovering the Angular Momentum Content of Central and Satellite Early-type Galaxies”, *ApJ*, 852, (2018) ,36
- [10] © H. Aihara, S. Miyama, Y. Utsumi, N. Okabe (88番目) et al. (計143名) , “The Hyper Suprime-Cam SSP Survey : Overview and survey design” *PASJ*, 70, (2018) , S4
- [11] © H. Aihara, S. Miyama, Y. Utsumi, N. Okabe (81番目) , et al. (計 107名) , “First data release of the Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program” *PASJ*, 70, (2018) , S8
- [12] Oguri, Masamune, Lin, Yen-Ting, Lin, Sheng-Chieh, Nishizawa, Atsushi J., More, Anupreeta, More, Surhud, Hsieh, Bau-Ching, Medezinski, Elinor, Miyatake, Hironao, Jian, Hung-Yu, Lin, Lihwai, Takada, Masahiro, Okabe, Nobuhiro, Speagle, Joshua S., Coupon, Jean, Leauthaud, Alexie, Lupton, Robert H., Miyazaki, Satoshi; Price, Paul A., Tanaka, Masayuki, Chiu, I-Non, Komiyama, Yutaka, Okura, Yuki, Tanaka, Manobu M., Usuda, Tomonori, “An optically-selected cluster catalog at redshift  $0.1 < z < 1.1$  from the Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program S16A data”, *PASJ*, 70, (2018) , S20
- [13] © Rachel Mandelbaum, Hironao Miyatake, Takashi Hamana, Masamune Oguri, Melanie Simet, Robert Armstrong, James Bosch, Ryoma Murata, Francois Lanusse, Alexie Leauthaud, Jean Coupon, Surhud More, Masahiro Takada, Satoshi Miyazaki, Joshua S. Speagle, Masato Shirasaki, Cristobal Sifon, Song Huang, Atsushi Nishizawa, Elinor Medezinski, Yuki Okura, Nobuhiro Okabe, Ryuichi Takahashi, Michael A. Strauss, Yousuke Utsumi, “The first-year shear catalog of the Subaru Hyper Suprime-Cam SSP Survey” *PASJ*, 70, (2018) , S26
- [14] © Masamune OGURI, Satoshi MIYAZAKI, Chiaki HIKAGE, Rachel M ANDELBAUM, Yousuke UTSUMI, Hironao MIYATAKE, Masahiro T AKADA, Robert A RMSTRONG, James BOSCH, Yutaka KOMIYAMA, Alexie L EAUTHAUD, Surhud MORE, Atsushi J. N ISHIZAWA and Nobuhiro OKABE, “Two- and three-dimensional wide-field weak lensing mass maps from the Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program S16A data” *PASJ*, 70, (2018) , S25
- [15] © Satoshi MIYAZAKI, Masamune OGURI, Takashi HAMANA, Masato SHIRASAKI , Michitaro KOIKE, Yutaka KOMIYAMA, Keiichi UMETSU, Yousuke UTSUMI, Nobuhiro OKABE, Surhud MORE , Elinor MEDEZINSKI, Yen-Ting LIN, Hironao MIYATAKE, Hitoshi MURAYAMA, Naomi OTA and Ikuyuki MITSUISHI, “A large sample of shear-selected clusters from the Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program S16A Wide field mass maps”, *PASJ*, 70, (2018) , S27

- [16] ©K. Miyaoka, N. Okabe, T. Kitaguchi, M.Oguri, Y. Fukazawa, R. Mandelbaum, E. Medezinski et al. “Multiwavelength study of X-ray Luminous Clusters in the Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program S16A field”, PASJ, 70, (2018) , S22
- [17] Elinor Medezinski, Masamune Oguri, Atsushi J. Nishizawa, Josh Speagle, Hironao Niyatake, Alexie Leauthaud, Keiichi Umetsu, Ryoma Murata, Song Huang, Rachel Mandelbaum, Melanie Simet, Michael Strauss, Cristobal Sifon, Nobuhiro Okabe, Masayuki Tanaka, and Yutaka Komiyama, “Source Selection for Cluster Weak Lensing Measurements in the Hyper Suprime-Cam Survey”, PASJ, 70, (2018) , 30

#### 著書

- [1] 山本一博 “量子力学—現代のアプローチ”, 300 頁, 裳華房 (共著者: 牟田泰三・山本一博)

#### 総説

- [1] 岡部信広 “Suprime-Cam 革命! 弱い重力レンズ研究と銀河団多波長研究”, 天文月報, 2018 年 1 月号

#### 国際会議

(招待講演)

- [1] K.Yamamoto, “Quantum radiation produced by an Unruh De Witt detector in a uniformly accelerated motion”, Cosmology, Gravitation and Quantum Information, NCKU, Tainan, Taiwan, 平成 30 年 1 月 5 日 (研究者 40 名)
- [2] N. Okabe, “Cluster Weak-lensing Studies”, Clusters of Galaxies : Physics and Cosmology, Workshop : International Space Science Institute : 20 – 24 November 2017, Bern, Switzerland (国際学会, 参加者約 30 名)

(依頼講演)

- [1] Y. Kojima, “Slow rotation in GR”, JGRG27 平成 29 年 11 月 27 -12 月 1 日, 東広島市くらはホール (参加者 150 名)
- [2] K.Yamamoto, “Entanglement-Induced Quantum Radiation” The Relativistic Quantum Information North (RQIN 2017) , 平成 29 年 7 月 6 日, YITP Kyoto University, (参加者 150 名)
- [3] K.Yamamoto, “On the gravitational redshift of cosmological objects” Next-generation cosmology with large-scale structure: CosKASI-ICG-NAOC-YITP joint workshop 平成 29 年 9 月 8 日, YITP Kyoto University
- [4] N. Okabe, “Policy and Process of HSC-XXLcollaboration” HSC-XXLcollaborationmeeting, Spain, May 9- 12, 2017 (参加者約 30 名)
- [5] N.Okabe, “Next Science” HSC-XXLcollaborationmeeting, Spain, May 9- 12, 2017 (参加者約 30 名)
- [6] N.Okabe, “Summary of Clusteractivities”, HSC-SSP collaboration meeting, Tohoku Univ, May 15-17th, 2017 (参加者約 100 名)
- [7] N. Okabe, “HSC-XXL report”, HSC-SSP collaboration meeting, Tohoku Univ, May 15-17th, 2017 (参加者約 100 名)

(一般講演)

- [1] Y. Kojima : “Magnetic energy stored in relativistic force-free magnetosphere”, Physics of Neutron Stars – 2017, 平成29年7月10 –14日, Saint Petersburg, Russia (参加者100名)  
J. Phys. : Conf. Ser.932 Issue 1, (2017) 012016
- [2] Y. Kojima : “GW from a Single NS”, 新学術領域研究「重力波物理学・天文学：創世記」シンポジウム, 平成29年9月22 –23日, 京都大学 (参加者50名)
- [3] Higuchi, S. Iso, K. Ueda (発表者), K. Yamamoto : “Entanglement of the Vacuum between Left, Right, Future, and Past” (ポスター講演), JGRG27, 平成29年11月27日, くららホール東広島市

国内学会

(依頼講演)

- [1] 山本一博, “ウンルー効果とエンタングルメント”, 曲がった時空上の場の量子論と量子情報研究会, 平成29年6月10日, 広島大学
- [2] 山本一博, “Entanglement-induced quantum radiation, gravitational redshift”, 新学術領域「なぜ宇宙は加速するのか? – 徹底的究明と将来への挑戦-」平成30年2月11日, 東北大学
- [3] 山本一博, “Quantum radiation produced by uniformly accelerating detector and particle” 重力・宇宙論研究会 2018, 平成30年3月14日, 山口大学
- [4] 山本一博, “赤方偏移バイスペクトルの分解方法: Slepian & Eisenstein (2017) の応用” 宇宙論における高次統計: バイスペクトルの理論と観測, 平成30年3月29日, 京都大学基礎物理学研究所

(一般講演)

- [1] 南 岳 (発表者), 山本一博, 日影千秋: “Halo approach to the bispectrum of galaxies in redshift space, One-Day Workshop on Modified Gravity and Large-Scale Structure”, IPMU 柏市, 平成29年4月11日
- [2] 小島康史: 「ブラックホールの自転と2成分プラズマ流による外向きの電磁エネルギー流の生成と消滅」日本天文学会秋季年会 (平成29年年9月11 –13日, 北海道大学)
- [3] 小島康史: 岡本聖樹: 「マグネター磁気圏のエネルギー蓄積と開いた構造 (フレア状態) への遷移」日本天文学会春季年会 (平成30年3月14日-17日, 千葉大学)

学生の学会発表実績

(国際会議)

- |                             |     |
|-----------------------------|-----|
| ○ 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数      | 1 件 |
| ○ 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数      | 0 件 |
| ○ 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 | 0 件 |

(国内学会)

- |                             |     |
|-----------------------------|-----|
| ○ 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数      | 3 件 |
| ○ 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数      | 0 件 |
| ○ 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 | 0 件 |

## 社会活動・学外委員

### ○学協会委員

- [1] 小嶋康史：物理雑誌 Prog. Theo. Exp. Phys. 編集委員
- [2] 小嶋康史：不惑 BZ77 研究会 開催実行委員 平成 29 年 9 月 28-30 日 滋賀県北小松
- [3] 小嶋康史：研究会 X@広島 主催者 平成 30 年 3 月 1-2 日 広島大学理学部で開催
- [4] 山本一博：物理学会若手奨励賞選考委員長
- [5] 岡部信広：天文月報 編集委員
- [6] N. Okabe：HSC collaboration, cluster working group chair
- [7] N. Okabe：HSC-XXL collaboration, negotiator
- [8] N. Okabe：HSC-eROSITA collaboration, coordinator

### ○講習会・セミナー講師

- [1] 小嶋康史：不惑 BZ77 研究会「Poynting Flux の起源（一流体 MHD 近似から二流体 MHD 近似へ）」平成 29 年 9 月 28-30 日 滋賀県北小松
- [2] 小嶋康史：Neutron Stars workshop 2017 “Maximum energy in magnetar magnetosphere”, 平成 29 年 11 月 23 -25 日 国立天文台
- [3] 小嶋康史：ブラックホール磁気圏研究会「ブラックホール，円盤からジェットへの流れ（電磁場の分類学）」平成 29 年 3 月 2-4 日 熊本大学
- [4] 小嶋康史：2017 年ノーベル物理学賞解説セミナー（市民講座）「重力波研究 100 年」平成 29 年 12 月 16 日 広島大学東千田キャンパス
- [5] 岡部信広：高大連携公開講座，「相対性理論と宇宙」 “重力レンズ効果による暗黒物質分布の観測” 平成 29 年 7 月 28 日
- [6] 岡部信広：オープンキャンパス，公開講座 “ダークな宇宙に Go” 平成 29 年 8 月 17 日

## 国際共同研究・国際会議開催実績

- [1] 小嶋康史：V.Karas（チェコ科学院プラハ）らと共同研究 “Light rays and wave fronts in strong gravity” 10th International Workshop on Astronomical X-Ray Optics in Prague arXiv:1801.10203
- [2] 山本一博，岡部信広，小嶋康史：The 27th Workshop on General Relativity and Gravitation in Japan (JGRG27) 平成 29 年 11 月 27 日-12 月 1 日，東広島芸術文化ホールくらら，東広島市，(184 人) 実行委員長 (山本一博) LOC (岡部信広，小嶋康史)
- [3] 山本一博：量子場の真空状態の非局所相関に関する共同研究，ヨーク大学，平成 29 年度
- [4] 岡部信広：“HSC-X meeting”（奈良女子大，平成 29 年 8 月 4 日），実施責任者（世話人）（参加者：約 30 名）

### ○各種研究員と外国人留学生の受入状況

山本一博：南 岳（大学院D1）

### ○研究助成金の受入状況

- [1] 小嶋康史：科学研究費，基盤研究（C）（平成 26-29 年度，代表）「大域的磁場の性質から探る中性子星の構造と進化」
- [2] 山本一博：科学研究費補助金，基盤研究（C）（平成 29-33 年度，代表，平成 29 年度 1,300 千円）「量子場の非局所相関に起因する量子放射の研究」

- [3] 山本一博：科学研究費補助金，基盤研究（B）（平成 28–32 年度，分担者，平成 29 年度 5,200 千円）「大規模構造の 2 点・3 点相関関数にもとづく精密宇宙論データ解析法の開発と応用」
- [4] 山本一博：科学研究費補助金新学術領域研究（平成 27–31 年度，分担者，平成 29 年度 1,170 千円）「究極理論からの加速宇宙の解明」

○その他特記すべき事項

岡部信広：Phoenix Outstanding Researcher Award受賞，（2017年11月4日）

## ○クォーク物理学グループ

### 研究活動の概要

宇宙創成のシナリオ完成を目指し、欧州CERN研究所ALICE共同実験に私たちが建設導入した高分解能フォトン検出器PHOS (photon spectrometer) を主要測定器とし、LHC原子核衝突が創る超高温クォーク物質を解明する。第2期LHC衝突期間3年目は全日程を13TeV陽子+陽子衝突実験に費やした。わが国大学チームの率いるPHOS/DCAL検出器は順調にデータ収集に参加し、11月終了までの10/pb 衝突積算輝度の中から約1000M事象を収集記録した。長期にわたる連続データ収集に於いて私たちが運用責任を担うPHOS/DCAL検出器及びこれらの特色を際立たせるジェット対事象選別機能が最高性能を発揮するよう実験管理運用に日々従事するとともに、前年度までに収集した衝突実験データの物理解析にも注力した。史上最高衝突エネルギーの8TeV陽子衝突に於ける中性中間子生成を明らかにした成果により同年度3月、本専攻院生・八野哲君に博士(理学)が授与された。同君は6月から仏サクレ研究所の博士研究員に就任する。5.02TeV/A鉛+鉛原子核衝突による中性中間子生成の物理解析も精力的に進めた。物理審査部会はその達成度を12月及び翌2月、集中的に評価検討した結果、翌5月に開催される最重要国際会議クォークマターで公表することを承認し、解析チームの中心として活躍してきた本専攻院生・関畑大貴君に口頭発表させることにした。これは論文公表への最終的なステップになると同時に、私たちが主導する熱輻射単光子解析を進めるために不可避な背景光子の解析手法を確定する意味で大変重要な前進でもある。他方、新たなフォトン物理の開拓を目標に、カラーガラス凝縮や早期熱平衡化機構の解明に焦点を絞った超前方FOCAL検出器の開発を進めた。その基本構造は微細化したSi-Wサンプリング電磁シャワー検出器である。シリコン半導体センサーを国内で試作し、国内加速器施設でテスト実験するとともに、赤外光パルス光源により静特性を検討した。これらの研究活動を支える科学研究費基盤研究(S)「クォーク物性を解き明かすALICE実験フォトン物理の新展開」の研究進捗評価が本年度実施された。審査結果は10月に公表され、【A】評価を頂いた。翌1月、同研究課題は追加交付を受けることとなった。これらの成果を含めてALICE国際共同実験共著として本年度、学術論文33編を公表した。また、2000年から継続してきた米国BNL研究所RHIC加速器のPHENIX国際共同実験共著として本年度、学術論文9編を公表した。

志垣賢太准教授はALICE実験において原子核衝突の基準過程となる陽子相互衝突における粒子生成機構の研究を推進し、指導学生・八野哲君は本年度3月に博士(理学)の学位を授与された。また、同実験の主要な検出器高度化計画として2021年稼働を予定する前方ミュオン粒子飛跡検出器MFTの開発建設をフランスなどの研究機関およびCERN研究所と連携して推進し、同検出器制御供給作業要素共同座長として制御系の総責任を担っている。同制御系の設計はほぼ完了し、CERN研究所が開発するGBT-SCAチップの新規採用に向けた技術基盤の確立と有限オートマトンを用いた制御アルゴリズムの実装を重点的に推進した。本年6月に韓国・釜山、12月に中国・武漢で開催されたALICE実験高度化アジア検討会などに本専攻院生複数と参加し、ALICE実験中枢部および他検出器との技術連携を強化する中で、同検討会の広島招致(2018年6月開催予定)に成功した。また、日仏素粒子物理学研究所の実施事業に日本側代表者として新規採択された。並行して推進するPHENIX実験においては衝突点近傍半導体検出器を用いた解放重クォーク挙動の解明を進め、本専攻院生・永嶋和也君が同年度3月にイタリアで開催された国際会議Moriond 2018において同実験を代表して口頭発表を行った。更に、日本原子力研究開発機構と共同研究契約を締結し、J-PARC RCS加速器における取出ビーム品質の高精度測定手法研究に本格着手した。

本間謙輔助教は、科研費基盤研究（B）一般、および、京都大学化学研究所共同利用・共同研究から予算を新規に獲得し、宇宙の暗黒成分の源となり得る光と弱く結合する軽い未知素粒子の探索のための超高真空相互作用容器本体を設計・製作した。同時に、新学術領域からの継続予算を得て、上流からレーザー光を転送する際、超高真空系に窓無しで接続可能な特殊な差動排気系を考案するに至った。これらの研究は、欧州連合で承認された超高強度レーザーを用いるExtreme Light Infrastructureプロジェクト（ELI）へ向けた予備研究に相当する。前年度締結したELI原子核部門（ELI-NP）との部局間協定に基づき、ELI-NP実験サイトの光学系及び真空系の設計を現地研究者らと詰め入札を国際公募できる段階へと駒を進めた。また、彼らと共に高強度レーザーを基軸とする光技術を切り口として宇宙進化を議論するための国際シンポジウムLight driven Nuclear-Particle physics and Cosmology（LNPC'17）をパシフィコ横浜にて主催し、会議成果をレーザー学会誌の単著総説として出版した。真空構造を多角的に探る新たな取り組みとして、1) 光子衝突の幾何を非対称エネルギー正面衝突に変更することでsub-eVからeV-10keV質量域へ拡張が可能となることを見出し、そのアイデアに基づき光と結合する宇宙暗黒成分の検出感度及びQED過程によるバックグラウンド事象への感度を定量化した（豊田修論）。2) 直線偏光した1GeVの $\gamma$ 線が高強度レーザー場中を通り抜ける際に感じる真空複屈折による偏光成分間の位相差を、 $\gamma$ 線を電子対に転換する際の電子対が成す平面の偏りから導出するための理論計算を実施し、具体的な検出器構成と共に位相差の直接決定法を提唱した。1), 2) に関して、いずれも責任著者として査読付き原著論文を出版した。さらに1)については、最も簡単な衝突系にて光学系を組んで検証し、実装する際の問題点を明確にした（尾崎卒論）。加えて、周期的境界条件が課された真空状態からの振動磁場に由来する特異な輻射現象（インスタントン由来の効果）を見出すべく、挑戦的萌芽研究の継続予算により検証実験を実施した（平原卒論）。

三好隆博助教はプラズマ流体の高性能数値解法を開発するなかで、磁気流体力学方程式に対して、ガウス法則を厳密に満足する高次精度衝撃波捕獲法の開発に成功した。従来の衝撃波捕獲法では、多次元問題においてガウスの法則の保存性と2次を超える高次精度化を同時に実現することは困難であった。三好助教らの開発したHLLD近似リーマン解法と重み付き高次差分法、およびConstrained-Transport法を効果的に組み合わせることにより、不連続解に対するロバスト性に加え、ガウスの法則の保存性、および高次精度化を同時に満足する数値解法を見いだした。衝撃波と乱流が相互干渉する様々な宇宙・天体プラズマ現象のシミュレーションの基盤となる重要な成果である。太陽大気中における磁気静水圧平衡磁場配位を求める新たな手法の開発も進めた。本手法は太陽プラズマ爆発現象の高精度予測に向けた基盤要素となる。本年度は数値解法の構築と数値実験を行い、手法の有効性を確認した。また、プラズマ爆発現象の素過程である磁気リコネクション過程の新たな描像について理論的検討を行った。さらには、プラズマ物理学や高エネルギー原子核物理学、宇宙・天体物理学等が関連する新たな学際領域の創生に向けた活動を行った。関連分野研究者間での議論を主導すると共に、学際的研究課題の一つとして、プラズマ物理学の計算手法（PIC法）を用いた高エネルギー原子核衝突初期熱化機構に関する研究を本学院生と共同で進めた（本田修論）。

#### 原著論文

- [1] © S.Acharya, K.Shigaki, T.Sugitate, *et al.*, “Production of  $^4\text{He}$  and  $^4\text{He-bar}$  in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{\text{NN}}} = 2.76$  TeV at the LHC”, *Nucl. Phys.* **A971**, 1-20, 2018.
- [2] © S.Acharya, K.Shigaki, T.Sugitate, *et al.*, “Production of deuterons, tritons,  $^3\text{He}$  nuclei and their

- antinuclei in pp collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 0.9, 2.76$  and  $7$  TeV”, *Phys. Rev.* **C97**, 024615, 2018.
- [3] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “Constraining the magnitude of the chiral magnetic effect with event shape engineering in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV”, *Phys. Lett.* **B777**, 151-162, 2018.
- [4] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “The ALICE Transition Radiation Detector : construction, operation, and performance”, *Nucl. Instrum. Meth.* **A881**, 88-127, 2018.
- [5] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “Systematic studies of correlations between different order flow harmonics in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV”, *Phys. Rev.* **C97**, 024906, 2018.
- [6] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “ $\pi^0$  and  $\eta$  meson production in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV”, *Euro. Phys. J.* **C78**, 263, 2018.
- [7] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “D-meson azimuthal anisotropy in midcentral Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV”, *Phys. Rev. Lett.* **120**, 102301, 2018.
- [8] © D.Adamova, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “ $J/\psi$  production as a function of charged-particle pseudorapidity density in p-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV”, *Phys. Lett.* **B776**, 91-104, 2018.
- [9] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “First measurement of jet mass in Pb-Pb and p-Pb collisions at the LHC”, *Phys. Lett.* **B776**, 249-264, 2018.
- [10] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “ $J/\psi$  elliptic flow in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV”, *Phys. Rev. Lett.* **119**, 242301, 2017.
- [11] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “Kaon femtoscopy in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV”, *Phys. Rev.* **C96**, 064613, 2017.
- [12] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “Charged-particle multiplicity distributions over a wide pseudorapidity range in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 0.9, 7$  and  $8$  TeV”, *Euro. Phys. J.* **C77**, 852, 2017.
- [13] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “Measurement of deuteron spectra and elliptic flow in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV at the LHC”, *Euro. Phys. J.* **C77**, 658, 2017.
- [14] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “Searches for transverse momentum dependent flow vector fluctuations in Pb-Pb and p-Pb collisions at the LHC”, *JHEP* **1709**, 032, 2017.
- [15] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “Measuring  $K^0_s$   $K^\pm$  interactions using Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV”, *Phys. Lett.* **B774**, 64-77, 2017.
- [16] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “Linear and non-linear flow modes in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV”, *Phys. Lett.* **B773**, 68-80, 2017.
- [17] © J.Adam, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “Flow dominance and factorization of transverse momentum correlations in Pb-Pb collisions at the LHC”, *Phys. Rev. Lett.* **118**, 162302, 2017.
- [18] © D.Adamova, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “Azimuthally differential pion femtoscopy in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV”, *Phys. Rev. Lett.* **118**, 222301, 2017.
- [19] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “Production of muons from heavy-flavour hadron decays in p-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV”, *Phys. Lett.* **B770**, 459-472, 2017.
- [20] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “Production of  $\pi^0$  and  $\eta$  mesons up to high transverse momentum in pp collisions at  $2.76$  TeV”, *Euro. Phys. J.* **C77**, 586, 2017.
- [21] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “Measurement of D-meson production at mid-rapidity in pp collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV”, *Euro. Phys. J.* **C77**, 550, 2017.
- [22] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “Energy dependence of forward-rapidity  $J/\psi$  and  $\psi$  (2S)

- production in pp collisions at the LHC”, *Euro. Phys. J.* **C77**, 392, 2017.
- [23] © J.Adam, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “ $K^* (892)^0$  and  $\phi (1020)$  meson production at high transverse momentum in pp and Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV”, *Phys. Rev.* **C96**, 064606, 2017.
- [24] © D.Adamova, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “Production of  $\Sigma (1385)^\pm$  and  $\Xi (1530)^0$  in p-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV”, *Euro. Phys. J.* **C77**, 389, 2017.
- [25] © J.Adam, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “Insight into particle production mechanisms via angular correlations of identified particles in pp collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV”, *Euro. Phys. J.* **C77**, 569, 2017.
- [26] © J.Adam, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “Centrality dependence of the pseudorapidity density distribution for charged particles in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV”, *Phys. Lett.* **B772**, 567-577, 2017.
- [27] © J.Adam, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “Measurement of the production of high- $p_T$  electrons from heavy-flavour hadron decays in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV”, *Phys. Lett.* **B771**, 467-481, 2017.
- [28] © J.Adam, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “Evolution of the longitudinal and azimuthal structure of the near-side jet peak in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV”, *Phys. Rev.* **C96**, 034904, 2017.
- [29] © J.Adam, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “Anomalous evolution of the near-side jet peak shape in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV”, *Phys. Rev. Lett.* **119**, 102301, 2017.
- [30] © J.Adam, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “Measurement of electrons from beauty-hadron decays in p-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV and Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV”, *JHEP* **1707**, 052, 2017.
- [31] © J.Adam, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “Enhanced production of multi-strange hadrons in high-multiplicity proton-proton collisions”, *Nature Phys.* **13**, 535-539, 2017.
- [32] © J.Adam, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “Measurement of azimuthal correlations of D mesons and charged particles in pp collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV and p-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV”, *Euro. Phys. J.* **C77**, 245, 2017.
- [33] © J.Adam, [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “ $\phi$ -meson production at forward rapidity in p-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV and in pp collisions at  $\sqrt{s} = 2.76$  TeV”, *Phys. Lett.* **B768**, 203-217, 2017.
- [34] © C.Aidala, [K.Homma](#), [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “Measurements of azimuthal anisotropy and charged-particle multiplicity in d+Au collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 200, 62.4, 39,$  and  $19.6$  GeV”, *Phys. Rev.* **C96**, 064905, 2017.
- [35] © C.Aidala, [K.Homma](#), [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “Measurements of Multiparticle Correlations in d+Au Collisions at 200, 62.4, 39, and 19.6 GeV and p+Au Collisions at 200 GeV and Implications for Collective Behavior”, *Phys. Rev. Lett.* **120**, 062302, 2018.
- [36] © C.Aidala, [K.Homma](#), [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “Nuclear Dependence of the Transverse-Single-Spin Asymmetry for Forward Neutron Production in Polarized p+A Collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 200$  GeV”, *Phys. Rev. Lett.* **120**, 022001, 2018.
- [37] © C.Aidala, [K.Homma](#), [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “Cross section and transverse single-spin asymmetry of muons from open heavy-flavor decays in polarized p+p collisions at  $\sqrt{s} = 200$  GeV”, *Phys. Rev.* **D95**, 112001, 2017.
- [38] © C.Aidala, [K.Homma](#), [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “B-meson production at forward and backward rapidity in p+p and Cu + Au collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 200$  GeV”, *Phys. Rev.* **C96**, 064901, 2017.
- [39] © A.Adare, [K.Homma](#), [K.Shigaki](#), [T.Sugitate](#), *et al.*, “Measurements of  $e^+e^-$  pairs from open heavy flavor in p+p and d+A collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 200$  GeV”, *Phys. Rev.* **C96**, 024907, 2017.

- [40] © C.Aidala, K.Homma, K.Shigaki, T.Sugitate, *et al.*, “Measurements of  $B \rightarrow J/\psi$  at forward rapidity in p+p collisions at  $\sqrt{s} = 510$  GeV”, *Phys. Rev. D* **95**, 092002, 2017.
- [41] © A.Adare, K.Homma, K.Shigaki, T.Sugitate, *et al.*, “Angular decay coefficients of  $J/\psi$  mesons at forward rapidity from p+p collisions at  $\sqrt{s} = 510$  GeV”, *Phys. Rev. D* **95**, 092003, 2017.
- [42] © A.Adare, K.Homma, K.Shigaki, T.Sugitate, *et al.*, “Nonperturbative-transverse-momentum effects and evolution in dihadron and direct photon-hadron angular correlations in p+p collisions at  $\sqrt{s} = 510$  GeV”, *Phys. Rev. D* **95**, 072002, 2017.
- [43] K. Homma and Y. Toyota, “Exploring pseudo-Nambu–Goldstone bosons by stimulated photon colliders in the mass range 0.1 eV to 10 keV”, *Prog. Theor. Exp. Phys.*, 063C01, 2017.
- [44] Y. Nakamiya and K. Homma, “Probing vacuum birefringence under a high-intensity laser field with gamma-ray polarimetry at the GeV scale”, *Phys. Rev. D* **96**, 053002, 2017.

#### 総説

- [1] Kensuke Homma, Report on OPIC Light Driven Nuclear-Particle physics and Cosmology (LNPC'17), レーザー学会誌レーザー研究, 第45巻第10号662–663, 平成29年10月

#### 国際会議

##### (招待講演)

- [1] T. Sugitate, “An Idea of Forward Physics at ALICE-LHC”, 2017 LHC Physics Workshop @Korea, Konkuk University (Seoul, Korea, 2017.8.1-8.3)
- [2] K. Shigaki, “Physics of quark matter and challenges to access extreme conditions”, Taiwan National Central University, Department of Physics (Taoyuan, Taiwan, 2017.12.19)
- [3] K. Shigaki, “Heavy ion collisions and challenges to access extreme conditions”, CEA Saclay, IRFU, Nuclear Physics Division (Paris, France, 2018.3.13)
- [4] K. Homma, “Exploring pseudo-Nambu-Goldstone bosons in the sub-eV to 10 keV mass range with stimulated photon collider”, Photon 2017, CERN, (Geneva, France, 2017.5.22)
- [5] K. Homma, “Search for new physics using high-intensity laser fields”, Workshop at Aspen Center for Physics : Developing New Tools for Dark Matter Searches, (Aspen, USA, 2017.9.7)
- [6] K. Homma, “Searches for pseudo Nambu-Goldstone Bosons by stimulated resonant photon-photon scatterings with high-intensity laser fields”, 1st workshop on Phenomenology for Particle and Anti-Particle 2018 (PPAP2018), (Higashi-hiroshima, Japan, 2018.3.7)

##### (依頼講演)

- [1] T. Sugitate, “Operations and plans - Hiroshima and Tsukuba”, ALICE Tier-1/Tier-1 Workshop, Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien (Strasbourg, France, 2017.5.3-5.5)
- [2] T. Sugitate, “O2 and future Tiers in Japan”, France-Japan workshop on physics analysis in the ALICE experiment, Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien (Strasbourg, France, 2017.5.9-5.9)
- [3] T. Sugitate, “ALICE T2 Operation and Plan in Hiroshima and Tsukuba”, 3rd Asia Tier Center Forum, Korea Institute of Science and Technology Information (KISTI) (Daejeon, Korea, 2017.10.11-10.13)
- [4] K. Homma, “Search for Axion-like Particles via optical Parametric effects with High-Intensity lasers in Empty Space (SAPPHIRES) in a wide mass range”, Light driven Nuclear-Particle

physics and Cosmology 2017, (Yokohama, Japan, 2017.4.19)

(一般講演)

- [1] T. Miyoshi, and T. Honda, “A hint from electromagnetic plasma physics to quark-gluon plasma physics”, Joint Meeting of 26th International Toki Conference and 11th Asia Plasma & Fusion Association Conference, Ceratopia Toki, (Toki, Japan, 2017.12.5-8)
- [2] T. Honda, and T. Miyoshi, “Coloured Particle-In-Cell simulation of classical SU (2) Yang-Mills plasma”, Joint Meeting of 26th International Toki Conference and 11th Asia Plasma & Fusion Association Conference, Ceratopia Toki, (Toki, Japan, 2017.12.5-8)

国内学会

(招待講演)

- [1] 志垣賢太：「高エネルギー原子核衝突実験研究の基礎，話題，展望」，大阪大学原子核理論研究室（大阪大学，平成29年5月26日）
- [2] 志垣賢太：「クォーク層とハドロン層を結ぶ動的機構」，研究会「量子クラスターで読み解く物質の階層構造」（東京工業大学，平成30年3月30-31日）
- [3] 本間謙輔：「レーザーが拓く素粒子・宇宙論的科学」，レーザー学会学術講演会第38回年次大会（京都みやこメッセ，平成30年1月24日）
- [4] 本間謙輔：「高強度レーザー場を用いた真空構造への多角的アプローチ」，第7回 日大理工・益川塾連携 素粒子物理学シンポジウム（日本大学，平成29年11月4日）
- [5] 本間謙輔：「高強度レーザー場衝突を用いた誘導共鳴散乱による暗黒場探索」，金沢ダークマター研究会（金沢歌舞伎座，平成29年10月3日）
- [6] 本間謙輔：「ELI-NP での実験計画」，光量子科学合同シンポジウム（大阪大学，平成29年5月9日）
- [7] 三好隆博：「磁気流体数値解法」，磁気流体プラズマで探る高エネルギー天体現象研究会（海洋研究開発機構，平成29年8月28日-30日）

(依頼講演)

- [1] 志垣賢太：「高エネルギー原子核衝突によるクォーク・グルーオン・プラズマ研究」，研究会「クォークから原子核，原子へと広がる物理」（山梨県甲府市，平成29年11月18日）

(一般講演)

- [1] 本間謙輔，平原祐輔，豊田雄一，井上俊介，橋田昌樹，阪部周二，中宮義英：「インスタント顕在化の試み」，日本物理学会第73回年次大会（東京理科大学野田キャンパス，平成30年3月25日）
- [2] 三好隆博，草野完也，井上 諭：「An investigation of numerical techniques in an MHD relaxation method for NLFFF extrapolation」，日本地球惑星科学連合2017年大会（幕張メッセ，平成29年5月20日-25日）
- [3] 簗島 敬，三好隆博：「Designing high-order finite difference scheme for magnetohydrodynamics : shock capturing and divergence-free conditions」，日本地球惑星科学連合2017年大会（幕張メッセ，平成29年5月20日-25日）
- [4] 三好隆博：「振動型生成項を含む双曲型釣合則に対する数値解法」，STE シミュレーション研究会（神戸大学，平成29年9月6日-8日）

- [5] 三好隆博：「磁気静水圧平衡問題に対する新しい磁気流体力学的緩和法の開発」，プラズマシミュレータシンポジウム2017（核融合科学研究所，平成29年9月7日-8日）
- [6] 三好隆博，草野完也，井上 諭：「鉛直1次元温度場中の非フォースフリー太陽大気磁場モデルに対する磁気流体力学的緩和法」，日本天文学会2017年秋季年会（北海道大学，平成29年9月11日-13日）
- [7] 三好隆博，草野完也，井上 諭：「太陽大気における磁気静水圧平衡磁場の再構成手法の開発」，MHD 理論研究会「MHD シミュレーションのための先進的数値計算手法」（核融合科学研究所，平成29年12月19日-20日）
- [8] 柴山拓也，草野完也，三好隆博：「三次元リコネクション領域における構造形成」，日本天文学会2018年春季年会（千葉大学，平成30年3月14日-17日）
- [9] 本田知宏，三好隆博：「高エネルギー原子核衝突におけるプラズマ物理学的課題：Coloured PIC シミュレーション」，日本物理学会第73回年次大会（東京理科大学，平成30年3月22日-25日）

#### 学生の学会発表実績

##### （国際会議）

- |                             |     |
|-----------------------------|-----|
| ○ 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数      | 4 件 |
| ○ 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数      | 6 件 |
| ○ 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 | 1 件 |

##### （国内学会）

- |                             |     |
|-----------------------------|-----|
| ○ 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数      | 2 件 |
| ○ 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数      | 3 件 |
| ○ 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 | 0 件 |

#### セミナー・講演会開催実績

- [1] 志垣賢太：第23回 Heavy Ion Pub および第33回 Heavy Ion Cafe 合同研究会，世話人（名古屋大学，平成29年4月8日）
- [2] 志垣賢太：第24回 Heavy Ion Pub 研究会，世話人（奈良女子大学，平成29年7月25日）
- [3] 志垣賢太：第25回 Heavy Ion Pub 研究会，世話人（広島大学，平成29年10月20日）
- [4] 志垣賢太：研究会「クォークから原子核，原子へと広がる物理」，世話人（山梨県甲府市，平成29年11月18日）
- [5] 志垣賢太：第26回 Heavy Ion Pub 研究会，世話人（大阪大学，平成30年1月12日）
- [6] 志垣賢太：研究会「量子クラスターで読み解く物質の階層構造」，世話人（東京工業大学，平成30年3月30-31日）

#### 社会活動・学外委員

##### （学協会委員）

- [1] 杉立 徹：日本学術会議連携会員
- [2] 杉立 徹：高エネルギー加速器研究機構 客員教授
- [3] 杉立 徹：筑波大学 客員教授
- [4] 志垣賢太：理化学研究所 客員研究員
- [5] 志垣賢太：長崎総合科学大学 客員研究員

- [6] 志垣賢太：高温高密度QCD物質オープンフォーラム世話人
- [7] 志垣賢太：日本の核物理の将来ワーキンググループ第4分野委員
- [8] 本間謙輔：レーザー学会超高強度レーザーの学術応用調査専門委員会委員
- [9] 本間謙輔：フランス・エコールポリテクニク（大学） 客員科学者
- [10] 三好隆博：地球電磁気・地球惑星圏学会（SGEPSS）太陽地球惑星系科学シミュレーション分科会代表幹事

（講習会・セミナー講師）

- [1] 三好隆博：地球電磁気・地球惑星圏学会（SGEPSS）太陽地球惑星系科学シミュレーション分科会代表幹事

国際共同研究・国際会議開催実績

- [1] 杉立 徹, 志垣賢太, 本間謙輔：国際共同研究 PHENIX 実験実施（米国BNL研究所）
- [2] 杉立 徹, 志垣賢太：国際共同研究 ALICE 実験実施（欧州CERN研究所）
- [3] 杉立 徹：国際会議 “3rd Asia Tier Center Forum”共催（KISTI, Daejeon, 韓国, 平成29年10月11日- 13日）
- [4] 志垣賢太：国際会議 “High Energy Scattering at Zero Degree 2017”組織委員（名古屋, 日本, 平成29年9月26-29日）
- [5] 本間謙輔：国際会議 “Light driven Nuclear-Particle physics and Cosmology 2017”主催（パシフィコ横浜, 日本, 平成29年4月19日- 21日）
- [6] 本間謙輔：国際共同研究 “IZESTプロジェクト”実施（International Zetta-Exawatt Science and Technology）（フランス エコール・ポリテクニク & CEA）
- [7] 本間謙輔：国際共同研究 “ELI-NPプロジェクト”実施（Extreme Light Infrastructure Nuclear Physics）（ルーマニア IFIN-HH研究所）

高大連携事業への参加状況

- [1] 志垣賢太：広島県立広高等学校, 訪問授業「宇宙の始まりと物質の謎」（平成29年10月19日）

研究助成金の受入状況

- [1] 杉立 徹：科学研究費補助金基盤研究（S）（2017年度, 27,000千円）「クォーク物性を解き明かすALICE実験フォトン物理の新展開」代表
- [2] 志垣賢太：科学研究費補助金, 基盤研究（B）（2017年度, 3,300千円）「極致エネルギー原子核衝突による解放クォーク挙動解明の第二跳躍：硬散乱事象選択測定」代表
- [3] 志垣賢太：日仏素粒子物理学研究所, 2017年度実施課題（2017年度, 250千円）「ALICE Forward Upgrade for High Precision High Statistics Single- and Di-Muon Measurements at the LHC」日本側代表
- [4] 本間謙輔：科学研究費補助金基盤研究（B）（2017年度, 8,710千円）「真空内四光波混合によるsub-eV暗黒場の高感度探索」代表
- [5] 本間謙輔：科学研究費補助金新学術領域研究（公募）（2017年度, 1,300千円）「超高強度レーザー場によるディラトン探索へ向けた究極真空系の基礎研究」代表
- [6] 本間謙輔：科学研究費助成基金助成金挑戦的萌芽研究（2017年度, 780千円）「インスタ

トン効果の顕在化」代表

- [7] 本間謙輔：京都大学化学研究所課題提案型共同研究（2017年度，700千円）「真空内四光波混合の探索」代表
- [8] 三好隆博：科学研究費補助金基盤研究（C）（2017年度，700千円）「プラズマ流体方程式に対するガウス則保証型高次精度衝撃波捕獲法の開発」代表

## ○高エネルギー宇宙・可視赤外線天文学グループ

### 研究活動の概要

平成29年度は、フェルミガンマ線衛星とかなた望遠鏡による観測を軸に、2016年打ち上げのX線衛星ひとみ（ASTRO-H）などのX線ガンマ線データ解析、硬X線偏光観測気球実験PoGOLiteのデータ解析、X線観測小型衛星計画、かなた望遠鏡次期検出器の開発、重力波対応天体探査用チベット望遠鏡HinOTORIの開発などを柱として活動を行った。かなた望遠鏡関係の研究は、宇宙科学センターと強い協力関係の下で進めている。学位論文としては、修士論文7編（安部、河原、田中、戸田、廣地、宮岡、森）、卒業論文5編（木村、高木、平出、山崎、森）を発表した。さらにHiサイエンティスト養成プログラムの自由研究生1名を受け入れた。また、広島大学自立型研究拠点として極限宇宙研究拠点（Core-U）に関する活動も進めた。

### [フェルミ衛星によるガンマ線観測]

フェルミ衛星は、打ち上げから10年目を迎えたが、特に故障もなく全天ガンマ線サーベイを続けている。本グループも、かなた望遠鏡との多波長観測を進めた。今年度も、重力波・ニュートリノ・潮汐力突破現象対応ガンマ線天体の探査にさらに関わった。2017年8月17日に起きた中性子星どうしの合体に伴う重力波では、フェルミ衛星GBM検出器が同期したガンマ線バーストを検出した。高エネルギーガンマ線についてはLAT検出器がちょうどOFFしていたため観測できなかったが、将来への期待がふくらんだ。また、2017年9月22日にIceCube装置で検出された高エネルギーニュートリノイベントの方向に普段よりガンマ線で明るくなっているジェット天体であるブレーザー天体があることがわかり、これまで謎だった高エネルギーニュートリノの起源の1つとして注目された。ジェット天体である電波銀河についてガンマ線と他観測装置との系統的なし相関の研究を進めた。また、電波銀河の中で最もガンマ線で明るいNGC1275についてSwit衛星の可視光紫外線観測装置UVOTのデータを解析し、ガンマ線やX線と同様に最近ほど明るくなってきていることがわかった。また、ブレーザー天体の多波長スペクトルをMCMC法を用いて定量的にモデル化するためのモデル計算をインプリメントし、多数の天体の系統的解析を目指すプロジェクトを開始した。これは平出卒論としてまとめられた。

Fermi衛星はその広い視野を生かし、ガンマ線観測を通して銀河系内の宇宙線と星間物質をプローブすることができる。その際に他波長のデータと比較することが必要であり、従来は水素原子の21cm線の全天サーベイおよびCO分子からの2.6mmのマッピング観測が用いられてきたが、これら伝統的な電波観測では星間ガスを取りこぼしている（通称「dark gas」と呼ばれる）ことが分かってきた。星間ガスの分布をより正確・精密に測定するため、ガンマ線とPlanck衛星によるダスト放射の比較を名古屋大学のグループと共同で進め、近傍原子雲の解析を国内学会や2017年10月のFermi Symposiumで発表し、原著論文としてとりまとめている。関連してガンマ線バーストのX線残光の吸収を用いて、銀河系の星間ガスの密度を見積もる研究にも取り組んでいる。従来の21cm線とCO分子からの輝線を合わせるよりも、ダスト放射を用いて星間ガスを見積もった方がより正確であり、またダスト温度による補正が有効であるなどの結果が得られており、ガンマ線の解析結果と定性的に合致する。現在は解析する領域の最適化や系統誤差の評価を進めている。関連して、系内超新星残骸CTB37Aの解析を進め、スペクトルおよび空間分布を他波長とくらべることで、GeV放射が陽子起源である示唆が得られた。結果に基づき宇宙線陽子の総エネルギーやスペクトルを議論している。

超新星残骸は銀河系宇宙線の起源として注目されているが、今までの観測結果では不明な点が

多い。そこで、超新星残骸の1つであるCTB 37Aについて、銀河面領域なので、他の天体の混入を考慮して注意深く解析を進め、ガンマ線スペクトルを導出した。そして、他波長のデータと合わせて、ガンマ線の起源をHadronic, Leptonic両面から検討をより精密に放射モデルを構築して進めるとともに、バックグラウンド評価に伴う系統誤差の精度を向上させた。

#### [ひとみ衛星, すざく衛星, Swift衛星, XMM-Newton衛星のX線データ解析]

ひとみ衛星のデータ解析を進めた。我々が開発に関わった軟ガンマ線検出器のかに星雲とバックグラウンドのデータ解析を進め、かに星雲の軟ガンマ線偏光度を注意深く解析するとともに、signal-to-noise比を機械学習を用いて最適化する試みを進めた。また、ひとみ衛星精密分光器SXSによって得られたデータの解析を進めた。ペルセウス銀河団中心部におけるFe-Kラインの共鳴散乱についてデータ解析とGeant4によるモンテカルロシミュレーションを進め、共鳴散乱を精度良く評価し、銀河団ガスの擾乱具合に制限を与えた。また、ペルセウス銀河団の高温ガスのドップラーシフトのマップを精度良く抑え、中心銀河付近で擾乱が大きいことを示し、中心活動銀河核の影響を見出した。また、ペルセウス銀河団中心銀河NGC1275からの活動銀河核に伴うFe-Kラインに関するデータ解析を進め、他の観測データも最大限活用して、鉄ラインの起源について、これまでになく強い制限を与えた。

活動銀河核からのX線放射に見られる鉄輝線構造は巨大ブラックホール周辺の物質構造を調べる有力な手段となる。我々はモンテカルロ計算に基づいたスペクトルモデルを開発し観測データに適用することで、密度や重元素比などを制限することに成功した。この手法は、今後のX線精密分光観測へ応用できると期待される。銀河団や楕円銀河のX線放射における鉄輝線の共鳴散乱について、これまで我々がひとみ衛星に関連して開発したモデルを応用して、楕円銀河の高温ガスの乱流速度の制限を行う試みを始めた。すばる超広視野カメラHSCサーベイで検出された銀河団について、重力レンズとともにX線による質量測定を行い、銀河団の進化や宇宙論パラメータに制限を与えるプロジェクトを進めている。本年度は2年前から進めてきたXMM-Newton衛星の銀河団系統的データ解析の手法をほぼ確立して5つの銀河団について論文を出すとともに、約20個の銀河団に解析を広げた。これは宮岡修論としてまとめられた。また、その中にあった衝突銀河団についての詳細X線データ解析を始めた。Swift衛星70ヶ月カタログで検出されたブレーザー天体を用いてX線光度関数の導出を進め、ブレーザーの進化の情報を引き出す作業を進めた。その結果、ガンマ線で見ついている進化と大きな違いはないことが初めてわかった。これは戸田修論としてまとめられた。VERITAS地上チェレンコフ望遠鏡がはくちょう座方向に発見した、大きく広がったTeVガンマ線放射VER J2019+368の「すざく」によるX線フォローアップ観測を行った。既知のX線パルサー星雲以外にはX線に対応天体となりうる広がった放射がないことを示し、また欧州XMM-Newton衛星のアーカイブデータ解析とも合わせることで、X線パルサー風星雲の諸元（広がり・スペクトル）を精度よく決め加速された電子の特質（スペクトル、粒子輸送プロセス）を制限した。

#### [将来X線ガンマ線観測に向けた活動]

ひとみ衛星に対する代替機計画が開始され、2021年ごろに打ち上げを目指して活動が始まった。広島大学は本年度は運用観測チームのメンバーとして加わり、搭載される予定のX線精密分光器、X線CCDカメラに対する性能向上、サイエンス運用、ソフトウェア開発など、サイエンス創出に関する活動に加わった。硬X線偏光計PoGO+気球実験は、2016年に北極圏で実施したパルサー風星雲「かに星雲」の観測結果を2編の科学論文にまとめた。この結果により「かに星雲」では、

硬X線をシンクロトロン放射するより高エネルギーな電子・陽電子（よりパルサーの近傍に存在する）は、トーラス状の磁場が卓越した領域に存在していることが明らかになった。他に観測したブラックホール連星系「はくちょう座X-1」のデータ解析も進めた。PoGO+よりも高感度な偏光観測を実現するため、硬X線望遠鏡を搭載する気球ミッションX-Caliburとの共同研究を開始した。最初の科学フライトは2018年12月に南極から実施予定である。一方、スウェーデンと進めてきたガンマ線バースト観測衛星SPHiNX計画は採択されなかったが、シンチレータや高圧電源に関する基礎実験の結果は内田修論としてまとめられ、以下の小型衛星にも知見が活かされる。ハンガリーのEotvos大学などの国際共同プロジェクトである、重力波天体のガンマ線による同定を目指した複数小型衛星開発においては、検出器の基本設計とガンマ線同定能力の評価を行い、これまでのガンマ線衛星では実現できなかった数10分角の位置決定精度で全天観測を行うことができる見通しを得た。その結果の一部は、田中修論としてまとめられた。本小型衛星に搭載するCsIシンチレータとMPPC光検出器を組み合わせたシステムの基礎実験を進めた。米国の小型衛星計画（SMEX）として、2017年1月に軟X線偏光観測衛星IXPEがPhaseBへ進む計画に採択され、2021年の打ち上げ枠が確保された。この計画に日本グループとして参加するべくさまざまな活動を開始した。将来硬X線高感度観測を行うFORCE計画についても引き続き活動を継続した。ひとみ衛星で我々が開発した軟ガンマ線観測装置の復活を目指して、磁気再結合観測衛星計画PhoENiXに参加することとした。本年度は太陽フレアに伴う軟ガンマ線偏光観測の検討を進めるとともに、JAXA小型衛星への提案をチームとして行った。

#### [かなた望遠鏡等を用いた可視赤外線観測]

例年200晩程度に亘り、東広島天文台のかなた望遠鏡を用いた、活動銀河核や超新星、ガンマ線バースト、X線連星、前主系列星、重力波対応天体等の観測が行われ、それに基づいた研究を行っている。観測を実施するのは、主に大学院生とポスドクである。観測データの排出率は、この10年余りに亘り、国内の他の同クラス望遠鏡と比較しても同等以上を維持できている。

望遠鏡は年間を通じて大きなトラブルはなかった。例年通り、梅雨の時期となる6月には、望遠鏡の主鏡を国立天文台・岡山天体物理観測所に持ち込んで、鏡面（アルミ膜）の再蒸着作業を学生と教員との共同作業で遂行した。また、東広島天文台に行かなくてもキャンパスから望遠鏡や観測装置をリモート操作する準備を進め、9月からはほぼすべての観測がリモートで行われるようになり、観測者の夜間・早朝の天文台への通行の危険性が無くなったことは特筆される。

かなた望遠鏡で行われた観測のうち1-2割は、国内外の共同研究により、他機関の研究者がPIとして行われた観測であり、天文学コミュニティの中でかなた望遠鏡が一つの観測研究拠点となっていると良い。2017年度にかなた望遠鏡で実施された主な研究テーマとして、活動銀河核や超新星、重力波源天体および高エネルギーニュートリノ源天体が挙げられる。

活動銀河核に関しては、過去に行われたブレーザーの偏光モニター観測データから統計的手法を用いて時間変動の特徴を導き出す研究が行われた（安部修論）。また、2008-2015年の長期に亘り、ギリシャのSkinakas天文台との共同観測で得られたPKS 1749+096の偏光の時間変動の特徴から、ジェット中の衝撃波が曲がった軌跡をたどることを見出した。ジェット天体の多波長スペクトルをデータに合わせてモデル化するためのMCMC法を用いた推定を進めており、本年度は高速化と安定性について向上を進めた。その結果、X線の明るさの変動の原因は電子の数ではなく、ジェットの物理量と関係する可能性を示した。

超新星に関しては、2015年以降に現れた超新星の後期に亘る継続的な観測とその解析に進展がみられた。暗いIIP型超新星SN 2016bqvにおいて、爆発速度が通常の数分の1しかなく、爆発速度

が極端に遅いことなどから、親星が爆発直前に激しい質量放出を行っていたこと、また、親星を構成する物質の大部分がブラックホールに落ち込み、一部だけが外に放出された可能性が高い超新星であることを指摘した。暗く特異なIa型(=Iax型)であるSN 2014dtにおける観測的研究においては、その総輻射光度を詳細にモデル化し、爆発中心付近に白色矮星の燃え残りが存在する可能性が高いことを見出していたが、爆発から十分に時間を経た段階での母銀河のテンプレート画像を取得し、それと詳細に比較することにより、測光精度を高め、議論をより確実なものとした。また、爆発後1日以内という早期から観測を開始することができたSN 2017eawは、5.5Mpcという近傍の銀河に現れたIIP型超新星であり、大学間連携にも呼び掛けて精力的に観測を行った結果、長期に亘り近赤外線を含む良質の光度曲線とスペクトルが得られた。特に、爆発後150-300日においてはこれまでで最も密な近赤外線の光度曲線が得られた。ダストによる熱放射の兆候は見られなかった。これ以外に、カルシウム超過トランジェントと称されることもあるiPTF15eqvがIb/c型超新星に類似した特徴を示したことや(河原修論)、ダスト生成型超新星2006jcの可視後期スペクトルに基づいた研究(門田卒論)、Ia型超新星の膨張速度と減光速度に関する関係に関する研究(木村卒論)などが行われた。

LIGO/Virgoによる重力波アラートに対応した候補天体の検索について、重力波天体に対しては、日本の検索チームJ-GEM(代表:国立天文台ハワイ観測所の拠点のひとつとして活動した。その結果、重力波源として初めて光学対応天体として同定されたGW170817イベントに対し、かなた望遠鏡で近赤外線観測を実施したほか、J-GEMでの可視近赤外線観測とその解析に大きく貢献し、中性子星同士の合体によるキロノバのモデルでうまく説明できることを示した。この研究成果は10月16日の解禁後、世界的に大きく報道され、新聞紙面やニュースを賑わせた。

IceCubeによる高エネルギーニュートリノ源の検索観測については、9月22日に検出したイベントのアラートに応じたかなた望遠鏡でフォローアップ観測を、実施した。重力波源の検索観測の経験から、田中らがあらかじめブレーザー天体カタログを整備し、アラートの位置誤差円内に存在するブレーザーをかなた望遠鏡で観測する方法で臨んだところ、過去の観測よりも可視光で2等ほど明るく、次に1日で15%ほど減光したブレーザーを見出した。これをきっかけとして、前述のようにフェルミ衛星によるガンマ線観測でも増光していることが判り、高エネルギーニュートリノ天体での初めて電磁波対応天体の同定に大きく貢献した。これらの一部は森修論としてまとめられた。

これ以外にも、かなた望遠鏡の現行の観測装置のアップグレードや、データリダクションを高精度化・効率化する研究も行われている。これには、撮像データから変動天体を自動で検出する手法の研究(山崎卒論)などが挙げられる。また、ブラックホールX線連星の可視偏光観測に基づいた研究(廣地修論)も行われている。

#### [次期主力可視近赤外検出器の開発およびチベット設置可視望遠鏡の評価]

かなた望遠鏡の主力装置である可視赤外線同時カメラHONIRに関するものと、世界的な天文観測の好サイトとして期待されているチベットに口径50cmのパイロット望遠鏡を設置するHinOTORIプロジェクトに関するものが挙げられる。HONIRの新検出器については、現在空いている近赤外チャンネルの1スロットに安価で手配のし易い国内メーカー製のチップの導入を目指して、国立天文台、KEK、浜松ホトニクスで開発された1.3K×1.3KピクセルのInGaAsチップ2種類について、実験室での性能評価と、かなた望遠鏡に取り付けての試験観測を行い、性能をまとめた(森修論)。その結果はメーカーにフィードバックした。また、HinOTORIプロジェクトに関しては、50cm望遠鏡のチベット・阿里サイトへの望遠鏡・ドームの設置を9月下旬-10月初旬に実施し、完了した。

チベットは冬季に入るため、制御系の実装と観測開始は2018年度以降に持ち越しとなった。

#### 原著論文

- [1] © “Glimpse of the highly obscured HMXB IGR J16318-4848 with Hitomi”, Hitomi Collaboration, Fukazawa, Y. (33 番目), Mizuno, T. (104 番目), Ohno, M. (120 番目), Takahashi, H. (152 番目), Tanaka, Y. (160 番目), Werner, N. (180 番目), 他 198 名, 2018, PASJ, 70, 17
- [2] © “Hitomi observations of the LMC SNR N 132 D : Highly redshifted X-ray emission from iron ejecta”, Hitomi Collaboration, Fukazawa, Y. (33 番目), Mizuno, T. (104 番目), Ohno, M. (120 番目), Takahashi, H. (152 番目), Tanaka, Y. (160 番目), Werner, N. (180 番目), 他 198 名, 2018, PASJ, 70, 16
- [3] © “Hitomi X-ray studies of giant radio pulses from the Crab pulsar”, Hitomi Collaboration, Fukazawa, Y. (33 番目), Mizuno, T. (104 番目), Ohno, M. (120 番目), Takahashi, H. (152 番目), Tanaka, Y. (160 番目), Werner, N. (180 番目), 他 198 名, 2018, PASJ, 70, 15
- [4] © “Search for thermal X-ray features from the Crab nebula with the Hitomi soft X-ray spectrometer”, Hitomi Collaboration, Fukazawa, Y. (33 番目), Mizuno, T. (104 番目), Ohno, M. (120 番目), Takahashi, H. (152 番目), Tanaka, Y. (160 番目), Werner, N. (180 番目), 他 198 名, 2018, PASJ, 70, 14
- [5] © “Hitomi observation of radio galaxy NGC 1275 : The first X-ray microcalorimeter spectroscopy of Fe-K $\alpha$  line emission from an active galactic nucleus”, Hitomi Collaboration, Fukazawa, Y. (33 番目), Mizuno, T. (104 番目), Ohno, M. (120 番目), Takahashi, H. (152 番目), Tanaka, Y. (160 番目), Werner, N. (180 番目), 他 198 名, 2018, PASJ, 70, 13
- [6] © “Atomic data and spectral modeling constraints from high-resolution X-ray observations of the Perseus cluster with Hitomi”, Hitomi Collaboration, Fukazawa, Y. (33 番目), Mizuno, T. (104 番目), Ohno, M. (120 番目), Takahashi, H. (152 番目), Tanaka, Y. (160 番目), Werner, N. (180 番目), 他 198 名, 2018, PASJ, 70, 12
- [7] © “Temperature structure in the Perseus cluster core observed with Hitomi”, Hitomi Collaboration, Fukazawa, Y. (33 番目), Mizuno, T. (104 番目), Ohno, M. (120 番目), Takahashi, H. (152 番目), Tanaka, Y. (160 番目), Werner, N. (180 番目), 他 198 名, 2018, PASJ, 70, 11
- [8] © “Measurements of resonant scattering in the Perseus Cluster core with Hitomi SXS”, Hitomi Collaboration, Fukazawa, Y. (33 番目), Mizuno, T. (104 番目), Ohno, M. (120 番目), Takahashi, H. (152 番目), Tanaka, Y. (160 番目), Werner, N. (180 番目), 他 198 名, 2018, PASJ, 70, 10
- [9] © “Atmospheric gas dynamics in the Perseus cluster observed with Hitomi”, Hitomi Collaboration, Fukazawa, Y. (33 番目), Mizuno, T. (104 番目), Ohno, M. (120 番目), Takahashi, H. (152 番目), Tanaka, Y. (160 番目), Werner, N. (180 番目), 他 198 名, 2018, PASJ, 70, 9
- [10] “Astro-H/Hitomi data analysis, processing, and archive”, L. Angelini, H. Takahashi (14 番目), 他 17 名, 2018, Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems, 4, 011207
- [11] © “X-Ray and GeV Gamma-Ray Variability of the Radio Galaxy NGC 1275”, Fukazawa, Y., Shiki, K., Tanaka, Y., Itoh, R., Takahashi, H., Imazato, F., D’Ammando, F., Ojha, R., Nagai, H. 2018, ApJ, 855, 93
- [12] “Suzaku observations of the merging galaxy cluster Abell 2255 : The northeast radio relic”, Akamatsu, H., Kawahara, H., Fukazawa, Y. (5 番目), 他 11 名, 2017, A&A, 600, 100

- [13] “Suzaku and Chandra observations of the galaxy cluster RXC J1053.7+5453 with a radio relic”, Itahana, M., Fukazawa, Y. (6番目), 他9名, 2017, PASJ, 69, 88
- [14] © “Multiwavelength study of X-ray luminous clusters in the Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program S16A field”, Miyaoka, K., Okabe, N., Kitaguchi, T., Oguri, M., Fukazawa, Y., 他34名, 2018, PASJ, 70, 22
- [15] “The NuSTAR Hard X-Ray Survey of the Norma Arm Region”, Fornasini, F. M., Kitaguchi, T. (25th), 他33名, 2017, ApJS, 229, 33
- [16] “TeV Gamma-Ray Observations of the Binary Neutron Star Merger GW170817 with H.E.S.S.”, Abdalla, H., Poon, H. (150th), other 240 people, 2017, ApJ 850, 22
- [17] © “3FHL : The Third Catalog of Hard Fermi-LAT Sources”, M. Ajello, Y. Fukazawa (48th), T. Mizuno (89th), and 132 coauthors, 2017, ApJS, 232, 18
- [18] © “Fermi Observations of the LIGO Event GW170104”, A. Goldstein, Y. Fukazawa (67th), T. Mizuno (104th), and 145 coauthors, 2017, ApJL, 846, L5
- [19] © “The Second Catalog of Flaring Gamma-Ray Sources from the Fermi All-sky Variability Analysis”, S. Abdollahi, Y. Fukazawa (48th), T. Mizuno (85th), and 124 coauthors, 2017, ApL, 846, 34
- [20] © “Search for Extended Sources in the Galactic Plane Using Six Years of Fermi-Large Area Telescope Pass 8 Data above 10 GeV”, M. Ackermann, Y. Fukazawa (42nd), T. Mizuno (77th), and 116 coauthors, 2017, ApJ, 843, 139
- [21] © “The Fermi Galactic Center GeV Excess and Implications for Dark Matter”, M. Ackermann, Y. Fukazawa (49th), T. Mizuno (91st), and 129 coauthors, 2017, ApJ, 840, 43
- [22] “Cosmic-ray electron-positron spectrum from 7 GeV to 2 TeV with the Fermi Large Area Telescope”, S. Abdollahi, T. Mizuno (65th), and 97 coauthors, 2017, PRD, 95, 082007
- [23] “Gamma-ray blazar spectra with H.E.S.S. II mono analysis : The case of PKS 2155-304 and PG 1553+113”, Abdalla, T. Mizuno (307th), and 330 coauthors, 2017, A&A, 600, A89
- [24] “Prospects for Cherenkov Telescope Array Observations of the Young Supernova Remnant RX J1713.7-3946”, F. Acero, T. Mizuno (209th), and 380 coauthors, 2017, ApJ, 840, 74
- [25] © “X-Ray Studies of the Extended TeV Gamma-Ray Source VER J2019+368”, T. Mizuno, N. Tanaka, H. Takahashi, J. Katsuta, K. Hayashi, and R. Yamazaki, 2017, ApJ, 841, 104
- [26] © “An optimized photoelectron track reconstruction method for photoelectric X-ray polarimeters”, Takao Kitaguchi, Yasushi Fukazawa (4th), Tsunefumi Mizuno (11th), and 10 coauthors, 2018, NIM-A, 880, 188-193
- [27] “OISTER optical and near-infrared monitoring observations of peculiar radio-loud active galactic nucleus SDSS J110006.07+442144.3”, Tomoki Morokuma, Yasuyuki T. Tanaka (3rd), and 81 coauthors, 2017, PASJ, 69, 82
- [28] “Disk-Jet Connection in Active Supermassive Black Holes in the Standard Accretion Disk Regime”, Yoshiyuki Inoue, Akihiro Doi, Yasuyuki T. Tanaka, Marek Sikora, and Grzegorz M. Madejski, 2017, ApJ, 840, 46
- [29] “High energy gamma rays from nebulae associated with extragalactic microquasars and ultra-luminous X-ray sources”, Yoshiyuki Inoue, Shiu-Hang Lee, Yasuyuki T. Tanaka, and Shogo B. Kobayashi, 2017, Astropart. Phys., 90, 14-19
- [30] © “Solar abundance ratios of the iron-peak elements in the Perseus cluster”, Hitomi Collaboration,

- Felix Aharonian, Yasushi Fukazawa (32 番目), Tsunefumi Mizuno (103 番目), Hiromitsu Takahashi (150 番目), Masanori Ohno (119 番目), Yasuyuki T. Tanaka (158 番目), Takao Kitaguchi (69 番目) 他 186 名, 2017, Nature 551, 478-480
- [31] © “Hitomi Constraints on the 3.5 keV Line in the Perseus Galaxy Cluster”, Aharonian, F. A., Fukazawa, Y. (33 番目), Mizuno, T. (114 番目), Takahashi, H. (171 番目), Ohno, M. (135 番目), Tanaka, T. Y. (180 番目), Kitaguchi, T. (79 番目), 他 211 名, 2017, ApJ, 837, 15
- [32] © “Suzaku Wide-band All-sky Monitor (WAM) observations of GRBs and SGRs”, Yamaoka, K., Ohno, M. (2 番目), Fukazawa Y. (13 番目), 他 29 名, 2017, PASJ, 69, 2
- [33] © “The InterPlanetary Network Supplement to the Second Fermi GBM Catalog of Cosmic Gamma-Ray Bursts”, Hurley, K., Fukazawa, Y. (23 番目), Ohno, M. (24 番目), 他 32 名, 2017, ApJS, 229, 31
- [34] “The PoGO+ Balloon-Borne Hard X-ray Polarimetry Mission”, Friis, M., Kiss, M., Mikhalev, V., Pearce, M., Takahashi, H., 2018, Galaxies, 6, 30
- [35] © “Shedding new light on the Crab with polarized X-rays”, Chauvin, M., Mizuno, T. (10 番目), Takahashi, H. (14 番目), 他 16 名, 2017, Nature Scientific Reports, 7, 7816
- [36] © “Study of orbital and superorbital variability of LSI +61° 303 with X-ray data”, Chernyakova, M., Babyk, I., Malyshev, D., Vovk, I., Tsygankov, S., Takahashi, H., Fukazawa, Y., 2017, MNRAS, 470, 1718-1728
- [37] © “Black hole spin of Cygnus X-1 determined from the softest state ever observed”, Kawano, T., Done, C., Yamada, S., Takahashi, H., Axelsson, M., Fukazawa, Y. 2017, PASJ, 69, 36
- [38] “Extended Ionized Gas Clouds in the Abell 1367 Cluster”, M. Yagi, M. Yoshida, G. Gavazzi, Y. Komiyama, N. Kashikawa, S. Okamura, 2017, ApJ, 839, 65
- [39] “The metallicity of the intracluster medium over cosmic time : further evidence for early enrichment”, Mantz A. B., Werner Norbert (6th), 他 5 名, 2017, MNRAS, 472, 2877
- [40] “Molecular Gas Dominated 50 kpc Ram Pressure Stripped Tail of the Coma Galaxy D100”, P. Jchym, M. Yoshida (6th), other 6 people, 2017, ApJ, 839, 114
- [41] © “A measurement of interstellar polarization and an estimation of Galactic extinction for the direction of the X-ray black hole binary V404 Cygni”, R. Itoh, Y. T. Tanaka (2th), K. S. Kawabata (3th), M. Uemura (4th), Y. Fukazawa (6th), M. Yoshida (13th), 他 9 名, 2017, PASJ, 69, 25
- [42] “First Results from BISTRO : A SCUBA-2 Polarimeter Survey of the Gould Belt”, D. Ward-Thompson, K. S. Kawabata (63 番目), 他 112 名, 2017, ApJ, 842, 66
- [43] “No Ly &alpha; emitters detected around a QSO at  $z = 6.4$  : Suppressed by the QSO?”, T. Goto, Y. Utsumi, S. Kikuta, S. Miyazaki, K. Shiki, and T. Hashimoto, 2017, MNRAS, 470, L117
- [44] “MUSE sneaks a peek at extreme ram-pressure events. III. Tomography of UGC 6697, a massive galaxy falling into Abell 1367”, G. Consolandi, G. Gavazzi, M. Fossati, M. Fumagalli, A. Boselli, M. Yagi, and M. Yoshida, 2017, A&A, 606, A83
- [45] “Optical and Near-infrared Polarimetry of Non-periodic Comet C/2013 US10 (Catalina)”, Y. G. Kwon, K. S. Kawabata (5th), 他 13 名, 2017, ApJ, 154, 173
- [46] “Multi-messenger Observations of a Binary Neutron Star Merger”, B. P. Abbott, K. S. Kawabata (1505 番目), 他 3674 名, 2017, ApJ, 848, L12
- [47] “OISTER optical and near-infrared monitoring observations of peculiar radio-loud active galactic

- nucleus SDSS J110006.07+442144.3”, T. Morokuma, Y. T. Tanaka (3 番目) , 他 80 名, 2017, PASJ, 69, 82
- [48] “A peculiar multiwavelength flare in the blazar 3C 454.3”, A. C. Gupta, M. Uemura (10th) , 他 19 名, 2017, MNRAS, 472, 788
- [49] “Paving the way to simultaneous multi-wavelength astronomy”, M. J. Middleton, M. Uemura (43 番目) , 他 49 名, 2017, New Astronomy Reviews, 79, 26
- [50] “The fundamental stellar parameters of FGK stars in the SEEDS survey Norman, OK 73071, USA”, E. A. Rich, S. Miyama (37 番目) , 他 59 名, 2017, MNRAS, 472, 1736
- [51] “Optical polarization variations in the blazar PKS 1749+096”, Uemura, M., 他 9 名, 2017, PASJ, 69, 96
- [52] “J-GEM observations of an electromagnetic counterpart to the neutron star merger GW170817”, Y. Utsumi, 他 59 名, 2017, PASJ, 69, 101
- [53] “Kilonova from post-merger ejecta as an optical and near-Infrared counterpart of GW170817”, M. Tanaka, Y. Utsumi (2nd) , 他 44 名, 2017, PASJ, 69, 102
- [54] © “Polarimetric Monitoring of Jets with Kanata Telescope”, R. Itoh, M. Uemura, Y. Fukazawa, and K. Kawabata, 2018, Galaxies, 6, 16
- [55] “Multiwavelength temporal and spectral variability of the blazar OJ 287 during and after the 2015 December flare : a major accretion disc contribution”, P. Kushwaha, M. Uemura (10 番目) , 他 33 名, 2018, MNRAS, 473, 1145
- [56] © “A challenge to identify an optical counterpart of the gravitational wave event GW151226 with Hyper Suprime-Cam”, Y. Utsumi, K. S. Kawabata (9th) , M. Uemura (17th) , 他 14 名, 2018, PASJ, 70, 1
- [57] “Hyper Suprime-Cam : System design and verification of image quality”, S. Miyazaki, S. Miyama (13 番目) , 他 83 名, 2018, PASJ, 70, S1
- [58] “Hyper Suprime-Cam : Camera dewar design”, Y. Komiyama, Y. Utsumi (6th) , 他 16 名, 2018, PASJ, 70, S2
- [59] “The on-site quality-assurance system for Hyper Suprime-Cam : OSQAH”, H. Furusawa, Y. Utsumi (17th) , 他 25 名, 2018, PASJ, 70, S3
- [60] © “The Hyper Suprime-Cam SSP Survey : Overview and survey design”, H. Aihara, Y. Utsumi (132 番目) , S. Miyama, N. Okabe 他 141 名, 2018, PASJ, 70, S4
- [61] © “First data release of the Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program”, H. Aihara, Y. Utsumi (30 番目) , S. Miyama, N. Okabe 他 107 名, 2018, PASJ, 70, S8
- [62] “The first-year shear catalog of the Subaru Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program Survey”, R. Mandelbaum, Y. Utsumi (30 番目) , 他 28 名, 2018, PASJ, 70, S25
- [63] © “Two- and three-dimensional wide-field weak lensing mass maps from the Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program S16A data”, M. Oguri, Y. Utsumi (5th) , N. Okabe (14th) , 他 12 名, 2018, PASJ, 70, S26
- [64] © “A large sample of shear-selected clusters from the Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program S16A Wide field mass maps”, S. Miyazaki, Y. Utsumi (8th) , N. Okabe (9th) , 他 13 名, 2018, PASJ, 70, S27
- [65] “Subaru High-z Exploration of Low-Luminosity Quasars (SHELLQs) . II. Discovery of 32 quasars and luminous galaxies at  $5.7 < z < 6.8$ ”, Y. Matsuoka, Y. Utsumi (44 番目) , 他 45 名, 2018, PASJ,

70, S35

- [66] “The TOP-SCOPE Survey of Planck Galactic Cold Clumps : Survey Overview and Results of an Exemplar Source, PGCC G26.53+0.17”, T. Liu, K. S. Kawabata (92 番目), 他 155 名, 2018, ApJS, 234, 28
- [67] “Subaru Hyper Suprime-Cam Survey for an optical counterpart of GW170817”, Tominaga, N., Tanaka, M., Morokuma, T., Utsumi, Y., Yamaguchi, M. S., Yasuda, N., and 28 colleagues, PASJ, 70, 28, 2018

総説

なし

国際会議

(招待講演)

- [1] Kawabata, K. : “J-GEM Follow-up Observations for gravitational wave events and GW170817”, The 27th Workshop on General Relativity and Gravitation in Japan, Nov 27-Dec 1, 2018, Kurara Hall, Hiroshima, Japan
- [2] Ohno, M. : “Fermi gamma-ray observations of gravitational wave sources”, KICKOFF workshop on Gravitational wave physics and astronomy : Genesis, Kyoto University, Japan September 22-23, 2017
- [3] Utsumi, Y. : “Opt/NIR follow-up observations of GW events”, Subaru Users' meeting 2017, Jan 18, 2018, NAOJ, Japan

(一般講演)

- [1] Mizuno, M. : “Study of the Interstellar Medium and Cosmic-rays in Local HI Clouds”, 7th Fermi Symposium, October 15-20, 2017, Garmisch-Partenkirchen, Germany
- [2] Ohno, M. : “Monitoring of gamma-ray bursts with a fleet of nanosatellites”, 7th Fermi Symposium, October 15-20, 2017, Garmisch-Partenkirchen, Germany
- [3] Abdollahi, S. : “On the origin of gamma-ray emission toward SNR CTB 37A with Fermi-LAT”, 7th Fermi Symposium, October 15-20, 2017, Garmisch-Partenkirchen, Germany
- [4] Yamada, Y. : “MCMC estimation of SED model parameters using multi-wavelength data of the blazar Mrk 421”, 7th Fermi Symposium, October 15-20, 2017, Garmisch-Partenkirchen, Germany
- [5] Fukazawa, Y. : “GeV gamma-ray, X-ray, and optical monitoring of a radio galaxy NGC 1275”, 7th Fermi Symposium, October 15-20, 2017, Garmisch-Partenkirchen, Germany
- [6] Mizuno, M. : “Study of the ISM and CRs in MBM 53-55 Clouds and the Pegasus Loop”, ICRC 2017, July 12-20, 2017, Busan, South Korea
- [7] Abdollahi, S. : “On the origin of gamma-ray emission toward SNR CTB 37A with Fermi-LAT”, ICRC 2017, Jul. 12-20, 2017, Busan, South Korea
- [8] Fukazawa, Y. : “GeV gamma-ray, X-ray, and optical monitoring of a radio galaxy NGC 1275”, ICRC 2017, Jul. 12-20, 2017, Busan, South Korea
- [9] Tanaka, Y., “Blazar Radio and Optical Survey (BROS) : A New Catalog of Blazar Candidates”, TeVPA 2017, Aug. 7-11, 2017, Columbus, Ohio, USA
- [10] Takahashi, H. : “The high/soft state of Cygnus X-1 from the viewpoints of X-ray spectrum and

- polarization”, Alsatian Workshop on X-ray Polarimetry, Nov. 14, 2017, University of Strasbourg, France
- [11] Ohno, M. : “Fermi gamma-ray observations of gravitational wave sources”, The first annual symposium of the innovative area “Gravitational Wave Physics and Astronomy : Genesis”, U. of Tokyo, Japan, March 5-7, 2018
- [12] Ohno, M. : “Event selection technique of multi-layer Si-CdTe Compton camera onboard Hitomi”, 11th International “Hiroshima” symposium on the development and application of semiconductor tracking detectors, OIST, Japan, December 10-15, 2017
- [13] Takahashi, H. : “Coincidence method to reduce Si-PM (MPPC) dark counts”, 11th International “Hiroshima” symposium on the development and application of semiconductor tracking detectors, OIST, Japan, December 10-15, 2017
- [14] Torigoe, K. : “Performance Study of a Large CsI (TI) Scintillator with a MPPC Readout for Nanosatellites Used to Localize Gamma-Ray Bursts”, 11th International “Hiroshima” symposium on the development and application of semiconductor tracking detectors, OIST, Japan, December 10-15, 2017
- [15] Imazato, F. : “Study of Silicon drift sensor for Gamma-ray Compton Camera”, 11th International “Hiroshima” symposium on the development and application of semiconductor tracking detectors, OIST, Japan, December 10-15, 2017
- [16] Utsumi, Y. : “Optical follow-up observations of Gravitational Wave sources with Hyper Suprime-Cam”, Symposium on “New development in astrophysics through multi-messenger observations of gravitational wave sources”, 24 Aug. 2017, Kyoto, Japan
- [17] Uemura, M., “High Speed Astronomy in the Era of TMT”, TMT Science Forum 2017, 7-9 Nov. 2017, Mysore, India
- [18] Yamanaka, M. : “OISTER Follow-up Observations of the bright Type IIP supernova SN 2017eaw”, American Astronomical Society, AAS Meeting #231, Jan. 8-12, 2018, Maryland, USA
- [19] Uemura, M. : “Optical Polarization Rotations in Blazars: A Case Study of PKS 1749+096”, Dawn of a new era for black hole jets in active galaxies, 25-27 Jan. 2018, Sendai, Japan
- [20] Kawahara, N., “Optical and near-infrared study of the Ca-rich transient iPTF15eqv in the early phase”, 231st Meeting of the American Astronomical Society, Jan. 8-12, 2018, Gaylord National Resort & Convention Center (Washington, D.C., USA) , 約 2000 名
- [21] Fukazawa Y. : “NGC 1275 : Swift analysis”, Fermi-LAT Collaboration meeting, Sep. 5-8, SLAC, 80 people
- [22] Mizuno, T. : “Local HI clouds (Fermi, HI4PI and Planck)”, Fermi-LAT Collaboration meeting, Sep. 5-8, SLAC, 80 people
- [23] Abdollahi, S. : “Broadband modeling of the nonthermal emission from SNR CTB 37A”, Fermi-LAT Collaboration meeting, Sep. 5-8, SLAC, 80 people
- [24] Mizuno, T. : “Local HI clouds”, Fermi-LAT Collaboration meeting, March 12-16, Pisa, 100 people
- [25] Mizuno, T. : “Fermi@10 : Fermi Symposium 2018 projects from the Diffuse/CR Groups”, Fermi-LAT Collaboration meeting, March 12-16, Pisa, 100 people
- [26] Abdollahi, S. : “8 years analysis of CTB 37A”, Fermi-LAT Collaboration meeting, March 12-16, Pisa, 100 people

## 国内会議

### (招待講演)

- [1] 深沢泰司:「Fermi 衛星によるダークマター探査」, 研究会:宇宙観測と地上実験から探るダークマター研究の現状と展望, 金沢, 平成 29 年 10 月 2-3 日, 50 名
- [2] 植村 誠:「時系列データの機械学習的アプローチ」, 天文学におけるデータ科学的方法, 平成 29 年 5 月 29-31 日, 統計数理研究所
- [3] 内海洋輔:「部局レベルの日中国際協力による天文台建設プロジェクト HinOTORI」, 2017 年度光学赤外線天文連絡会シンポジウム, 平成 29 年 7 月 24 日, 国立天文台三鷹キャンパス
- [4] 内海洋輔:「電磁波観測による重力波対応現象の追跡」, 日本天文学会 2018 年春季年会, 平成 30 年 3 月 16 日, 千葉大学, 300 名
- [5] 川端弘治:「SPICA FIR Polarimetry for ISM and Transient Objects」, SPICA 国内研究会 2017, 平成 29 年 11 月 22 日, JAXA 相模原キャンパス/宇宙研, 60 名
- [6] 川端弘治:「広島大 1.5m 鏡による突発天体の可視近赤外追跡観測とそのデータの「読み方」」, マルチメッセンジャー天文学研究会 2018, 平成 30 年 3 月 26-27 日, 千葉大学, 50 名
- [7] 大野雅功:“Follow-up observations of multi-messenger transients with future X-ray and gamma-ray missions”, マルチメッセンジャー天文学研究会 2018, 平成 30 年 3 月 26-27 日, 千葉大学, 50 名
- [8] 高橋弘充:「X 線ガンマ線で探るブラックホール近傍の物理」, 研究会 X@広島, 平成 30 年 3 月 2 日, 広島大学
- [9] 高橋弘充:「高エネルギー偏光観測で探るパルサーとパルサー風星雲の磁場構造」, 日本 SKA パルサー・突発天体研究会, 平成 30 年 1 月 6 日, 鹿島

### (一般講演)

- [1] 山中雅之:「光赤外線大学間連携における近傍超新星の即応観測」, 木曾シュミットシンポジウム, 平成 29 年 7 月 5-6 日, 木曾町文化交流センター
- [2] 植村 誠:「岡山プログラム小委員会報告 (188cm 共同利用)」, 2017 年度岡山ユーザーズミーティング (第 28 回光赤外ユーザーズミーティング), 平成 29 年 9 月 4-5 日, 国立天文台三鷹キャンパス, 60 名
- [3] 山中雅之:「光赤外線大学間連携を通じた近傍超新星の即応追観測」, 2017 年度岡山ユーザーズミーティング (第 28 回光赤外ユーザーズミーティング), 平成 29 年 9 月 4-5 日, 国立天文台三鷹キャンパス, 60 名
- [4] 川端弘治:「広島大学宇宙科学センターの活動報告」, 2017 年度岡山ユーザーズミーティング (第 28 回光赤外ユーザーズミーティング), 平成 29 年 9 月 4-5 日, 国立天文台三鷹キャンパス, 60 名
- [5] 植村 誠:「かなた望遠鏡・観測装置使用状況・ステータス」, 2017 年度岡山ユーザーズミーティング (第 28 回光赤外ユーザーズミーティング), 平成 29 年 9 月 4-5 日, 国立天文台三鷹キャンパス, 60 名
- [6] 植村 誠:「変光星の周期解析方法のレビュー」, 連星系・変光星・低温度星研究会 2017, 平成 29 年 9 月 15-17 日, なよろ市天文台, 33 人
- [7] 山中雅之:「広島大学における活動状況の報告」, 第 8 回光赤外大学間連携ワークショップ, 平成 29 年 12 月 14-15 日, 国立天文台三鷹キャンパス, 60 名

- [8] 山中雅之:「光赤外線大学間連携による近傍超新星の追観測:総括と今後」, 第8回光赤外大学間連携ワークショップ, 平成29年12月14-15日, 国立天文台三鷹キャンパス, 60名
- [9] 山中雅之:「初心者・中級者向けデータ解析一斉講習の提案」, 第8回光赤外大学間連携ワークショップ, 平成29年12月14-15日, 国立天文台三鷹キャンパス, 60名
- [10] 山中雅之:「3.8m/OISTER/Kanata follow-up observations of bright SNe」, KOOLS-IFU研究会, 平成30年2月5-6日, 京都大学
- [11] 川端弘治:「広島大1.5m主鏡のアルミ再蒸着の今後」, ワークショップ「岡山188cm望遠鏡による新たなサイエンスの展開」, 平成30年2月22-23日, 東京工業大学, 30名
- [12] 山中雅之:「光赤外線大学間連携を通じた近傍IIP型超新星SN2017eawの追観測」, 第23回天体スペクトル研究会, 平成30年2月24-25日, 岡山ノートルダム清心女子大学
- [13] 山中雅之:「大学間連携による突発天体フォローアップ観測」, マルチメッセンジャー天文学研究会2018, 平成30年3月26-27日, 千葉大学, 50名
- [14] 川端美穂:「Iax型超新星の観測的特徴と理論モデルとの比較」, 2017年度岡山ユーザーズミーティング(第28回光赤外ユーザーズミーティング), 平成29年9月4-5日, 国立天文台三鷹キャンパス, 60人
- [15] 中岡竜也:「星周物質との相互作用の兆候が捉えられた低光度IIP型超新星SN2016bkvの測光分光観測」, 2017年度岡山ユーザーズミーティング(第28回光赤外ユーザーズミーティング), 平成29年9月4-5日, 国立天文台三鷹キャンパス, 60名
- [16] 長木舞子:「可視近赤外線同時カメラHONIRにおける一露出型偏光観測モードの性能評価」, 2017年度岡山ユーザーズミーティング(第28回光赤外ユーザーズミーティング), 平成29年9月4-5日, 国立天文台三鷹キャンパス, 60名
- [17] 松場祐樹:「一露出型偏光撮像器HOWPolのCCD冷却機構の改良」, 2017年度岡山ユーザーズミーティング(第28回光赤外ユーザーズミーティング), 平成29年9月4-5日, 国立天文台三鷹, 60名
- [18] 森 裕樹:「1.3k×1.3k InGaAs 赤外線検出器の広島大学観測環境下における性能評価」, 2017年度岡山ユーザーズミーティング(第28回光赤外ユーザーズミーティング), 平成29年9月4-5日, 国立天文台三鷹キャンパス, 60人
- [19] 河原直貴:「Ca-rich トランジェント iPTF15eqv の可視近赤外データ解析」, 2017年度岡山ユーザーズミーティング, 平成29年9月4-5日, 国立天文台三鷹キャンパス, 約60名
- [20] 中岡竜也:「かなた望遠鏡で観測を行った特異なII型超新星」, 連星変光星研究会, 平成29年9月15-17日, なよろ天文台(名寄市), 33人
- [21] 長木舞子:「近傍のIIP型超新星2017eawの可視近赤外線偏光観測」, 連星系・変光星・低温度星研究会2017, 平成29年9月15-17日, なよろ市立天文台, 33人
- [22] 河原直貴:「Ca-rich トランジェント iPTF15eqv の可視近赤外データ解析」, 連星系・変光星・低温度星研究会2017, 平成29年9月15-17日, なよろ市立天文台, 33名
- [23] 森 裕樹:「広島大学HONIRの3色同時観測に向けた研究」, 第7回可視赤外線観測装置技術ワークショップ, 平成29年11月16-17日, 京都大学, 50人
- [24] 山田悠梨香:「活動銀河核ジェットの多波長データを用いたマルコフ連鎖モンテカルロ法による物理量推定」, ワークショップ“Dawn of a new era for black hole jets in active galaxies”, 平成30年1月25-27日, 東北大学青葉山キャンパス, 80名
- [25] 川端美穂:「近傍Ia型超新星のフォローアップ観測の現況」, 第8回光赤外線天文学大学間連携ワークショップ, 平成29年12月14-15日, 国立天文台三鷹キャンパス, 60名

- [26] 中岡竜也:「極めて短いプラトーを持つ特異な超新星 SN2017czd の可視近赤外観測」, 第 8 回光赤外線天文学大学間連携ワークショップ, 平成 29 年 12 月 14-15 日, 国立天文台, 60 名
- [27] Liu Wei: “Development of a Compact Readout System for Optical CCD in Higashi-Hiroshima Observatory”, 第 8 回光赤外線天文学大学間連携ワークショップ, 平成 29 年 12 月 14-15 日, 国立天文台, 三鷹, 60 人
- [28] 長木舞子:「HONIR における一露出型を含む偏光モードの性能評価」, 第 8 回光赤外線天文学大学間連携ワークショップ, 平成 29 年 12 月 14-15 日, 国立天文台三鷹キャンパス, 60 名
- [29] 松場祐樹:「広島大学 HOWPol の CCD 冷却機構改良と京都大学 3.8m 鏡用高速分光器の光学系評価」, 光赤外大学間連携ワークショップ, 平成 29 年 12 月 14-15 日, 国立天文台三鷹, 60 名
- [30] 長嶋大樹:「かなた望遠鏡による重力波天体追跡観測の自動解析システムの構築」, 第 8 回光赤外大学間連携ワークショップ, 平成 29 年 12 月 14-15 日, 国立天文台三鷹, 60 名
- [31] 大坪一輝:「かなた望遠鏡及びすばる望遠鏡による極超新星 SN2014as の観測」, 第 8 回光赤外大学間連携ワークショップ, 平成 29 年 12 月 14-15 日, 国立天文台三鷹, 60 名
- [32] 森 裕樹:「IceCube-170922A イベントの OISTER フォローアップ観測結果報告」, 第 8 回光赤外大学間連携ワークショップ, 平成 29 年 12 月 14-15 日, 国立天文台三鷹, 60 名
- [33] 森 裕樹:「国産 InGaAs 赤外線検出器搭載による広島大学 HONIR の 3 色同時観測に向けた研究」, 第 8 回光赤外線天文学連携ワークショップ, 平成 29 年 12 月 14-15 日, 国立天文台三鷹キャンパス, 50 人
- [34] 河原直貴:「Ca-rich トランジェント iPTF15eqv の可視近赤外測光分光観測」, 第 8 回光赤外線天文学大学間連携ワークショップ, 平成 29 年 12 月 14-15 日, 国立天文台三鷹キャンパス, 約 50 名
- [35] 川端美穂:「17erp (Ia shock breakout)」, 超新星研究会 2018, 平成 30 年 1 月 14-16 日, 兵庫県洲本市 夢海游, 14 人
- [36] 中岡竜也:「17czd (extremely short plateau)」, 超新星研究会 2018, 平成 30 年 1 月 14-16 日, 兵庫県洲本市 夢海游, 14 人
- [37] 長木舞子:「近傍の IIP 型超新星 2017eaw の可視光偏光観測」, 超新星研究会 2018, 平成 30 年 1 月 14-16 日, 兵庫県洲本市 夢海游, 14 人
- [38] 河原直貴:「Ca-rich トランジェント iPTF15eqv の可視近赤外観測」, 超新星研究会 2018, 平成 30 年 1 月 14-16 日, 兵庫県洲本市 夢海游, 14 人
- [39] 川端美穂:「ごく初期に紫外域での超過を示した Ia 型超新星 SN 2017erp の測光分光観測」, 第 23 回天体スペクトル研究会, 平成 30 年 2 月 24-25 日, ノートルダム清心女子大学, 30 人
- [40] 中岡竜也:「水素吸収線速度が非常に速い IIP 型超新星 SN2017czd の測光分光観測」, 第 23 回天体スペクトル研究会, 平成 30 年 2 月 24-25 日, ノートルダム清心女子大学
- [41] 大坪一輝:「速い減光を示した極超新星 SN 2014as の観測」, 第 23 回天体スペクトル研究会, 平成 30 年 2 月 24-25 日, ノートルダム清心女子大学, 30 人
- [42] 高橋弘充:「ガンマ線バースト用ガンマ線偏光観測衛星 SPHiNX 計画」, 宇宙科学シンポジウム, 平成 30 年 1 月 9 日, ISAS/JAXA
- [43] 高橋弘充:「PoGO+気球実験による 2016 年フライトの成果」, 大気球シンポジウム, 平成

29年11月10日, ISAS/JAXA

- [43] 高橋弘充: 「硬 X 線偏光検出器 PoGO+気球実験で探る天体の磁場・幾何学構造」, 磁気流体プラズマで探る高エネルギー天体現象, 平成 29 年 8 月 29 日, 東京
- [44] 水野恒史: 「GeV ガンマ線を用いた天の川銀河の星間ガスと宇宙線の研究」, 天の川銀河研究会, 平成 29 年 10 月 24-26 日, 鹿児島大学
- [45] 小山恭弘: 「ガンマ線バーストの X 線残光を用いた天の川銀河の星間ガス密度の評価」, 天の川銀河研究会, 平成 29 年 10 月 24-26 日, 鹿児島大学
- [46] 田中康之: 「ニュートリノフォローアップや TeV サーベイに向けた TGSS, NVSS, PS1 データによる新しいブレーザーカタログの作成」, 木曾シュミットシンポジウム, 平成 29 年 7 月 5-6 日, 東大木曾観測所
- [47] 水野恒史: 「フェルミ衛星による太陽系近傍原子雲の宇宙線・星間ガスの研究」, 春の物理学学会, 平成 30 年 3 月 22-25 日, 東京理科大学野田キャンパス
- [48] 高橋弘充: 「硬 X 線偏光検出器 PoGO+気球実験によるカニ星雲の偏光観測」, 春の天文学会, 平成 30 年 3 月 14-17 日, 千葉大学西千葉キャンパス
- [49] 大野雅功: 「重力波対応天体の追観測を目指した超小型 GRB 観測衛星における位置決定精度の評価」, 春の天文学会, 平成 30 年 3 月 14-17 日, 千葉大学西千葉キャンパス
- [50] 田中康之: 「高エネルギーニュートリノ事象 IceCube-170922A: フェルミ衛星による誤差領域内での GeV flaring ブレーザー TXS 0506+056 の検出」, 春の天文学会, 平成 30 年 3 月 14-17 日, 千葉大学西千葉キャンパス
- [51] 山中雅之: 「光赤外線大学間連携による IIP 型超新星 SN 2017eaw の追観測」, 春の天文学会, 平成 30 年 3 月 14-17 日, 千葉大学西千葉キャンパス
- [52] 笹田真人: 「ブレーザー OJ287 の多波長偏光モニターによる粒子加速領域の特定」, 春の天文学会, 平成 30 年 3 月 14-17 日, 千葉大学西千葉キャンパス
- [53] 中岡竜也: 「極めて短いプラトーを持つ特異な超新星 SN 2017czd の測光分光観測」, 春の天文学会, 平成 30 年 3 月 14-17 日, 千葉大学西千葉キャンパス
- [54] 内田和海: 「SPHiNX 衛星で用いる GAGG シンチレータの温度特性」, 春の天文学会, 平成 30 年 3 月 14-17 日, 千葉大学西千葉キャンパス
- [55] 河原直貴: Ca-rich トランジェント iPTF15eqv の可視近赤外測光分光観測」, 春の天文学会, 平成 30 年 3 月 14-17 日, 千葉大学西千葉キャンパス
- [56] 鳥越健斗: 「GRB 位置決定のための小型衛星搭載用大型 CsI シンチレータの MPPC 読み出し性能評価」, 春の天文学会, 平成 30 年 3 月 14-17 日, 千葉大学西千葉キャンパス
- [57] 長木舞子: 「可視赤外線同時カメラ HONIR における一露出型含む偏光モードの性能評価」, 春の天文学会, 平成 30 年 3 月 14-17 日, 千葉大学西千葉キャンパス
- [58] 大坪一輝: 「減光速度の大きな極超新星 SN 2014as の測光分光観測」, 春の天文学会, 平成 30 年 3 月 14-17 日, 千葉大学西千葉キャンパス
- [59] 挽谷政弥: 「コンプトンショルダーを用いた X 線反射モデルによる活動銀河核トーラスの物理状態の推定」, 春の天文学会, 平成 30 年 3 月 14-17 日, 千葉大学西千葉キャンパス
- [60] 今里郁弥: 「Swift 衛星による電波銀河 NGC1275 の可視光から X 線帯域の変動解析」, 春の天文学会, 平成 30 年 3 月 14-17 日, 千葉大学西千葉キャンパス
- [61] 楊 冲: 「XMM 衛星データを用いた MCXC J0157.4-0550 の 2 次元温度密度構造の解析」, 春の天文学会, 平成 30 年 3 月 14-17 日, 千葉大学西千葉キャンパス
- [62] Wei Liu: 「Optical and NIR Polarimetric Monitoring of AA Tau in 2014-2017」, 春の天文学会,

平成 30 年 3 月 14-17 日, 千葉大学西千葉キャンパス

- [63] 高橋弘充:「ガンマ線バースト用ガンマ線偏光観測衛星 SPHiNX 計画」, 秋の物理学会, 平成 29 年 9 月 12-15 日, 宇都宮大学 (峰キャンパス)
- [64] 深沢泰司:「すざく衛星 HXD-PIN のバックグラウンドモデルの改良」, 秋の天文学会, 平成 29 年 9 月 1-13 日, 北海道大学 (札幌キャンパス)
- [65] 植村 誠:「広島大学かなた望遠鏡のリモート観測システム」, 秋の天文学会, 平成 29 年 9 月 1-13 日, 北海道大学 (札幌キャンパス)
- [66] 水野恒史:「フェルミ衛星 LAT 検出器による MBM 53,54,55 分子雲および Pegasus loop 領域の星間ガス・宇宙線の研究 (2)」, 秋の天文学会, 平成 29 年 9 月 1-13 日, 北海道大学 (札幌キャンパス)
- [67] 高橋弘充:「ガンマ線バースト用ガンマ線偏光観測衛星 SPHiNX 計画」, 秋の天文学会, 平成 29 年 9 月 1-13 日, 北海道大学 (札幌キャンパス)
- [68] 田中康之:「150 MHz TGSS, 1.4 GHz NVSS データを用いたブレーザー候補天体カタログと Pan STARRS データによる可視対応天体の同定」, 秋の天文学会, 平成 29 年 9 月 1-13 日, 北海道大学 (札幌キャンパス)
- [69] 大野雅功:「モンテカルロシミュレーションを用いた楕円銀河における共鳴散乱の影響の評価」, 秋の天文学会, 平成 29 年 9 月 1-13 日, 北海道大学 (札幌キャンパス)
- [70] 大野雅功:「「ひとみ (ASTRO-H)」搭載軟ガンマ線検出器における軌道上バックグラウンドの理解」, 秋の天文学会, 平成 29 年 9 月 1-13 日, 北海道大学 (札幌キャンパス)
- [71] 中岡竜也:「低光度 IIP 型超新星 SN 2016bqv における星周物質」, 秋の天文学会, 平成 29 年 9 月 1-13 日, 北海道大学 (札幌キャンパス)
- [72] 戸田皓陽:「「ブレーザーの硬 X 線光度関数と MeV ガンマ線背景放射への寄与」, 秋の天文学会, 平成 29 年 9 月 1-13 日, 北海道大学 (札幌キャンパス)
- [73] 宮岡敬太:「Subaru/HSC サーベイ領域にある重量級銀河団の X 線観測による質量推定 III」, 秋の天文学会, 平成 29 年 9 月 1-13 日, 北海道大学 (札幌キャンパス)
- [74] 田中慎之:「150 MHz TGSS, 1.4 GHz NVSS データを用いたブレーザー候補天体カタログと Pan STARRS データによる可視対応天体の同定 I」, 秋の天文学会, 平成 29 年 9 月 1-13 日, 北海道大学 (札幌キャンパス)
- [75] 内田和海:「SPHiNX 衛星で用いる GAGG シンチレータの基礎特性評価 I」, 秋の天文学会, 平成 29 年 9 月 1-13 日, 北海道大学 (札幌キャンパス)
- [76] 森 裕樹:「1.3k× 1.3k InGaAs 赤外線検出器の広島大学観測環境下における性能評価」, 秋の天文学会, 平成 29 年 9 月 1-13 日, 北海道大学 (札幌キャンパス)
- [77] 鳥越健斗:「将来 X 線偏光観測に向けたシンチレータ+MPPC での低エネルギー応答の評価」, 秋の天文学会, 平成 29 年 9 月 1-13 日, 北海道大学 (札幌キャンパス)
- [78] 山田悠梨香:「活動銀河核ジェットの多波長データを用いたマルコフ連鎖モンテカルロ法による物理量推定 III」, 秋の天文学会, 平成 29 年 9 月 1-13 日, 北海道大学 (札幌キャンパス)
- [79] 長木舞子:「可視近赤外線同時カメラ HONIR における一露出型偏光観測モードの性能評価」, 秋の天文学会, 平成 29 年 9 月 1-13 日, 北海道大学 (札幌キャンパス)
- [80] 小山恭弘:「ガンマ線バーストの X 線残光を用いた天の川銀河の星間ガスの評価」, 秋の天文学会, 平成 29 年 9 月 1-13 日, 北海道大学 (札幌キャンパス)
- [81] 挽谷政弥:「モンテカルロシミュレーションを用いた X 線反射モデルによる活動銀河核トー

ラスの物理状態の推定」，秋の天文学会，平成 29 年 9 月 1-13 日，北海道大学（札幌キャンパス）

[82] 松場祐樹：「一露出型可視偏光撮像器 HOWPol の CCD 冷却機構の改良」，秋の天文学会，平成 29 年 9 月 1-13 日，北海道大学（札幌キャンパス）

[83] 今里郁弥：「Swift 衛星による電波銀河 NGC1275 の可視光から X 線帯域の変動解析」，秋の天文学会，平成 29 年 9 月 1-13 日，北海道大学（札幌キャンパス）

#### 学生の学会発表実績

##### （国際会議）

- 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数 18 件
- 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数 7 件
- 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 3 件

##### （国内会議）

- 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数 62 件
- 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数 17 件
- 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 12 件

#### セミナー・講演会開催実績

[1] 舘山正見，川端弘治：サイエンスパブ 西条 酒蔵 X 宇宙@賀茂泉酒造，平成 29 年 7 月 21 日 主催

#### 高大連携事業への参加状況

[1] 深沢泰司，水野恒史，植村 誠，大野雅功，山本一博，岡部信広：高校生のための広島大学公開講座「相対性理論と宇宙」，平成 29 年 7 月 28 日，広島大学，約 50 名参加，主催

#### 国内研究会開催

- [1] 小島康史，深沢泰司，水野恒史，高橋弘充，大野雅功，CORE-U：研究会 X@広島，平成 30 年 3 月 1-2 日 広島大学，30 名
- [2] 吉田 滋，水野恒史：マルチメッセンジャー天文学研究会，千葉大学，2018 年 3 月 26-27 日，組織委員

#### 国際会議，国際研究会開催

[1] 海野義信，新井康夫，深澤泰司，S. Hou, X. Lou, GSW. Sadozinski, 菅原寛孝：11th International Hiroshima Symposium on the Development and Application of Semiconductor Tracking detectors (HSTD11) in conjunction with 2nd Workshop on SPI Pixel Detector (SOIPIX2017)，平成 29 年 12 月 11-15 日，沖縄科学技術大学印大学，130 名

#### 講演会・セミナー講師

- [1] 深沢泰司：「相対性理論と宇宙」，高校生のための広島大学公開講座「相対性理論と宇宙」，平成 29 年 7 月 28 日，広島大学，約 50 名参加
- [2] 水野恒史：「相対性理論とブラックホール」，高校生のための広島大学公開講座「相対性理論と宇宙」，平成 29 年 7 月 28 日，広島大学，約 50 名参加

- [3] 植村 誠:「宇宙ジェット」, 高校生のための広島大学公開講座「相対性理論と宇宙」, 平成 29 年 7 月 28 日, 広島大学, 約 50 名参加
- [4] 大野雅功:「重力波」, 高校生のための広島大学公開講座「相対性理論と宇宙」, 平成 29 年 7 月 28 日, 広島大学, 約 50 名参加
- [5] 深沢泰司: 広島大学オープンキャンパス, 平成 29 年 8 月 18 日, 広島大学, 約 100 名参加, 「最新装置による宇宙観測」

#### 社会活動, 学会委員

- [1] 深沢泰司: ガンマ線観測衛星フェルミ衛星国際チームの日本代表, 予算委員メンバー, シニアサイエンスアドバイザー委員メンバー
- [2] 深沢泰司: 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 小規模計画「フェルミガンマ線宇宙望遠鏡による高エネルギー宇宙観測の推進」: 研究代表者
- [3] 深沢泰司: 大型 X 船衛星 Athena : X-IFU サイエンスアドバイザー委員
- [4] 深沢泰司: 高エネルギー宇宙連絡会将来検討委員
- [5] 深沢泰司: 宇宙線研究者会議将来検討委員
- [6] 川端弘治: 日本天文学会 推薦委員会 委員長
- [7] 川端弘治: 日本天文学会 欧文研究報告編集委員会 委員
- [8] 川端弘治: 日本天文学会 天体発見賞選考委員会 委員
- [9] 川端弘治: 国立天文台 研究交流委員会 副委員長
- [10] 川端弘治: 国立天文台 光・赤外線天文学研究教育大学間連携協議会委員
- [11] 川端弘治: 国立天文台 光赤外線専門委員会 委員
- [12] 川端弘治: 兵庫県立大学天文科学センター運営委員会 外部委員
- [13] 川端弘治: マツダ財団科学わくわくプロジェクト実行委員会 委員
- [14] 水野恒史: ガンマ線衛星フェルミの diffuse group コーディネータ

#### 外部評価委員

- [1] 深沢泰司: JAXA 全天 X 線監視装置 MAXI 科学運用延長審査員
- [2] 川端弘治: 国立天文台 TMT 推進小委員会 TMT 戦略基礎開発研究経費審査委員

#### 国際共同研究

- [1] 深沢泰司, 水野恒史, 高橋弘充, 大野雅功, 田中康之, 大杉 節, Helen Poon, Fermi LAT collaboration (主にアメリカ, イタリア, フランスの 450 名), 約 10 の国内研究期間, 宇宙ガンマ線観測衛星フェルミによる高エネルギー宇宙観測の研究
- [2] 深沢泰司, 水野恒史, 高橋弘充, 大野雅功, 田中康之, 北口貴雄, ASTRO-H/Hitomi Collaboration (主にアメリカ, オランダ, イギリス, フランスの 200 名), ISAS/JAXA, 約 20 の国内研究機関, X 線観測衛星 ASTRO-H/「ひとみ」による高エネルギー宇宙観測の研究
- [3] 高橋弘充, 水野恒史, Mak Piece (スウェーデン, スウェーデン王立工科大学), 早稲田大, 東大など, 硬 X 線偏光気球実験 PoGOLite+
- [4] 高橋弘充, 水野恒史, 深沢泰司, Mak Piece (スウェーデン, スウェーデン王立工科大学), 名大など, 超小型衛星 CUBES, GRB ガンマ線偏光小型衛星 SPHiNX 計画
- [5] 水野恒史, 深沢泰司, 北口貴雄, IXPE 衛星 (主にイタリア, アメリカ), 理研, 名大, 阪大, 山形大, X 線偏光観測衛星 IXPE

- [6] 深沢泰司, 水野恒史, 田中康之, 高橋弘充, CTA collaboration (主にヨーロッパ, アメリカの約 200 名), 東大宇宙線研など各 20 の国内研究期間, 次世代 TeV ガンマ線望遠鏡の開発
- [7] Norbert Werner, 大野雅功, 深沢泰司, 水野恒史, 高橋弘充, Eotvos 大学などハンガリー機関, 名大, 京大, 理研, 重力波対応 SGRB 観測超小型衛星群計画
- [8] 高橋弘充, 水野恒史, 深沢泰司, Henric Krawczynski (アメリカ, ワシントン大学), 理研, 阪大, 名大など, 硬 X 線偏光気実験 X-Calibur
- [9] 高橋弘充, 濱口健二, Michael Corcoran, アメリカ・NASA/GSFC, 大質量連星 Eta Carinae の国際共同研究
- [10] 植村 誠, Matt Middleton (英国・University of Southampton), 他, 将来の多波長同時観測による天文学の振興
- [11] 植村 誠, Dmitry Brinov (ギリシャ・University of Crete), 他, ブレーザー PKS 1749+096 の可視光偏光観測
- [12] 植村 誠, Pankaj Kushwaha (ブラジル・University of Sao Paulo), ブレーザー OJ 287 の国際連携観測
- [13] 吉田道利, 川端弘治, 植村 誠, LIGO-Virgo Collaboration (California Institute of Technology, European Gravitational Wave Observatory 他), 重力波の電磁波対応現象の探索
- [14] 川端弘治, 植村 誠, 内海洋輔, 笹田真人, LIGO-Virgo Collaboration (California Institute of Technology, European Gravitational Wave Observatory 他), 重力波の電磁波対応現象の探索
- [15] 中岡竜也, 川端美穂, 山中雅之, 川端弘治, D. Sahu, G. C. Anupama (India, Indian Institute of Astrophysics), 近傍超新星の多バンドモニター観測

各種研究員と外国人留学生の受入状況

留学生 (D : 1名, M : 2名, 研究生 : 1名)

研究助成金の受け入れ状況

- [1] 深沢泰司: 科学研究費補助金新学術領域研究 (研究領域提案型) (計画研究)  
平成 29-33 年度「高エネルギー観測で探る重力波天体」研究分担者, 平成 29 年度直接経費 4,100 千円
- [2] 深沢泰司: 高エネルギー加速器研究機構 日米協力事業費「GLAST 衛星開発」(平成 12-28 年度) 研究代表者, 平成 29 年度直接経費 4,700 千円
- [3] 深沢泰司: 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 小規模計画「フェルミガンマ線宇宙望遠鏡による高エネルギー宇宙観測の推進」: 研究代表者, 平成 29-33 年度, 平成 29 年度直接経費 4,500 千円
- [4] 川端弘治: 科学研究費補助金基盤研究 (A) 平成 27-31 年度「可視近赤外線同時偏光観測によるガンマ線バーストの研究」研究分担者, 平成 29 年度直接経費 500 千円
- [5] 川端弘治: 科学研究費補助金新学術領域研究 (研究領域提案型) (計画研究)  
平成 29-33 年度「重力波源の光赤外線対応天体観測で迫る中性子星合体の元素合成」研究分担者, 平成 29 年度直接経費 6,400 千円
- [6] 水野恒史: 科学研究費補助金基盤研究 (B) 平成 29-32 年度「GeV ガンマ線観測を基軸とした多波長観測による星間ガスの定量」研究代表者, 平成 28 年度直接経費 1,700 千円
- [7] 水野恒史: 科学研究費補助金基盤研究 (A) 平成 28-32 年度「QED 効果によるマグネターの強磁場中性子星仮説の検証」研究分担者, 平成 28 年度直接経費 760 千円

- [8] 高橋弘充：東北大学金属材料研究所共同研究 平成 29 年度「新規開発シンチレータの詳細測定と応用」研究代表者，平成 29 年度直接経費 248 千円

特筆すべき事項

- [1] 水野恒史：広島大学長特別表彰  
[2] 高橋弘充：広島大学長特別表彰  
[3] 植村 誠：Phoenix Outstanding Researcher Award  
[4] 内海洋輔：プレスリリース「重力波天体の電磁波観測」，2017 年 10 月 17 日

## 物性科学講座

### ○構造物性グループ

#### 研究活動の概要

我々の研究グループは、黒岩教授と森吉准教授の2人で構成されている。SPring-8での放射光X線回折の手法を用いて精密な電子密度分布を求め、電気分極や電気伝導経路などの物質機能、また電荷移動や熱振動などの相転移の起源に関わる物性情報を結晶構造の上に可視化することにより、固体の構造物性について議論してきた。これらの電子密度研究に係わる研究テーマは、先導的な高い研究成果が期待できる研究者が携わる研究分野としてSPring-8が利用者指定型の重点研究課題（パワーユーザー課題）を立ち上げ、黒岩教授が「粉末結晶による精密構造物性の研究」の研究代表者（BL02B2粉末構造解析ビームライン、パワーユーザー代表）として平成15年度から平成17年度にかけて3年間、研究を牽引した。この指名は依頼されたものであり、構造物性グループの従来の研究成果およびSPring-8で果たしてきた役割が高く評価されたものと考えている。平成17年度に評価委員会から最高の評価を得ることができ、その結果、平成18年度から、再び3年間継続された。平成21年度から、新たな重点研究課題「構造物性研究の基盤としての粉末回折法の開発」を立ち上げ、SPring-8の利用研究を5年間推進した。

黒岩教授が牽引してきたBL02B2でのパワーユーザー課題は平成25年度で一度終了して、平成27年度からは名称を変え、森吉准教授を代表者とする新たな利用者指定型の重点研究課題（パートナーユーザー課題）「粉末・多粒子X線回折による高速構造計測基盤の構築」が立ち上がり、現在に至っている。この課題の実施により森吉准教授が年間の約16%のビームタイムを獲得した。このパートナーユーザー課題の中で我々の研究グループは、ビームラインの高度化と新奇な計測技術の開発をすると同時に、利用研究として様々な物質、特に誘電体について、その中でもペロブスカイト型酸化物強誘電体の構造物性について共同利用研究を行っている。ビームラインの高度化に関しては、従来の2次元イメージングプレート(IP)検出器と共存できる1次元検出器(MYTHEN)を使った計測システムを立ち上げた。新しい計測システムでは、極めて高い角度分解能で再現性に優れた精密なX線回折データを短時間で計測できるようになった。この成果は、*Rev. Sci. Instrum.* に出版された。利用研究に関して、我々のグループでは島根大学との共同研究により、X線回折データから価電子だけの空間分布を可視化する手法を開発してきた。この実験・解析技術は、誘電体研究において、どのイオンの電子分極が自発分極に大きく寄与するのかという直接証拠を明快に示す技術として注目されている。この手法を様々な誘電体に応用した研究成果について、黒岩教授が環太平洋セラミックス会議や日中強誘電体応用会議などの国際会議で招待講演を行った。また、国内の様々な学会及び研究集会から招待講演を依頼された。一方、山梨大学とのセラミックス材料に関する共同研究では、鉛を使わない圧電材料を開発するという元素戦略プロジェクトの一つとして、 $\text{BaTiO}_3$ をベースに $\text{BiFeO}_3$ などを加えたセラミックス材料の共同研究を行い、成果を論文にまとめた。名古屋大学とのimproperな強誘電性を示すアルミニートゼオライト型酸化物についての共同研究では、構造解析のパートを森吉准教授がリードして成果がまとめられた。強誘電体以外では、北海道大学、首都大学東京、山梨大学、日本大学の研究グループと行っている超伝導体や熱電材料および半導体等についての共同研究の成果を論文にまとめた。島根大学との層状複水酸化物でのイオン交換反応に関する共同研究の成果について、研究を主導した森吉准教授が国際会議で招待講演を行った。さらに、SPring-8で行っているこの研究への取り組みは、日本化学会研究会のニューズレターで紹介された。国際共同研究として、蘇州大学と行ってきた光ルミ

ネッセンス材料についての成果を2016年にAngew. Chem. Int. Ed.で報告したが、共同研究を継続しており、新たな成果がまとまりつつある。また、釜山大学とのZnOの強磁性に関する研究では成果を黒岩教授と釜山大学のSe-Young Jeong教授の2人を共に責任著者としてSci. Rep.で報告した。特に、釜山大学のグループとは長年にわたり学生ワークショップをお互いに主催してきた関係でもあり、研究面でも共同で成果公表できたことは特筆したい。さらに、企業3社と共同研究を行っており、そのうち2社との成果を論文で公表できた。

このように、SPring-8 BL02B2の重点研究課題では、国内外の大学・研究所・企業との共同研究を通して、今までに確立してきた我々の実験・解析手法によりハイスループットが実現されている。一方、平成20年にSPring-8 BL02B1単結晶構造解析ビームラインに新しい回折装置が導入された。我々のグループは設計段階から参加し、コミッショニング実験を行い設計どおりに装置が機能することを確認し、その成果を公表した。平成21年度から森吉准教授がこの単結晶ビームラインのパワーユーザーメンバーに選任され、重点研究課題「単結晶高分解能電子密度分布解析による精密構造物性研究」を5年間推進した。BL02B2粉末構造解析ビームラインの重点研究課題と合わせて、2つの重点研究課題において我々構造物性グループのメンバーがそれぞれ利用者指定されたことにより、放射光粉末回折実験および放射光単結晶回折実験を両輪とした構造物性研究が強力に推進できる環境が整った。

BL02B1でもパワーユーザー課題は一度終了し、平成26年度より、新たに、パートナーユーザー課題「Application of synchrotron radiation in materials crystallography」が、日本、デンマーク、フランス、イギリスのグループによる国際共同研究として開始された。日本からは黒岩教授が参加し、強誘電体の電場印加下での静的および動的構造変化と誘電特性との関係について研究を開始した。名古屋市立大学との共同研究により、水晶振動子の振動中の原子の運動を電場印加下で詳細に追跡することで、水晶振動子の振動機構を解明する技術を開発した。水晶の詳しい振動機構は長い間不明であったが、我々のグループで開発した時間分解X線構造解析システムを利用して、30MHzで振動している水晶振動子の原子の運動を50ピコ秒の時間分解能で一瞬の動きを構造解析することに成功した。任意の時間で構造解析した結晶構造を繋ぎ合せてアニメーションを作成することで、水晶振動子の安定した振動は、酸素原子がケイ素原子との共有結合に垂直な方向に弾性的に微小変位することで引き起こされ、この原子変位に伴う電気分極の発生が、力学的エネルギーを効率的に電気的エネルギーに変換していることを実験的に可視化した。この技術を応用して、今年度から交流電場下で誘電緩和状態にある瞬間の誘電体の結晶構造を時間分解X線結晶構造解析で明らかにするプロジェクトを開始した。このような時間分解X線構造解析の成果に対して、黒岩教授が分析電子顕微鏡討論会やエレクトロセラミックス研究討論会で招待講演を行った。また、森吉准教授は、物性若手夏の学校で講師を務めた。強誘電体に対する時間分解X線構造解析は、薄膜やセラミックス試料を用いたものが主流で、試料中の基板や粒界の影響を含む現象を観測していた。単結晶試料を用いた時間分解X線回折実験では、基板等の影響を受けない圧電体本来の性質を測定できる。対象は圧電体材料に限らないため、蓄電デバイス等、様々な電子デバイスが実際に動作している瞬間の結晶構造を原子レベルで透視して観測することが可能となり、物質機能と結晶構造を一対一に対応させた材料開発に大いに貢献できると期待されている。

一方、構造物性研究グループでは、教育や社会貢献に係わる事業にも積極的に関与している。平成23年度に立ち上げた広島県立祇園北高校とのJSTのサイエンス・パートナーシップ・プログラム（SPP）は平成27年度からはポストSPPプログラムとして継続され、機能物質の結晶育成に関するコンテスト（クリスタルコンペ）を今年度も継続している。また、広島大学と釜山大学（韓国）との間の学術・教育交流に関する大学間協定書に基づく国際交流事業として、構造物性グループ

がchairとなり、釜山大学のSchool of Nanoscience and Technologyと物理科学専攻物性科学講座・放射光科学講座との間でナノテクノロジーと放射光科学をテーマに学生ワークショップを開催してきた。開催場所を交互にしながら継続して毎年開催しており、平成29年度は第9回として釜山大学で開催された。お互いの大学から各8名の学生が英語で登壇講演を行った。また、平成29年のワークショップでは、広島大学が推進するGlobal Science Campusの一環として高校生4名が釜山に帯同し、ポスター講演を行った。このワークショップでは日本と韓国の大学生が主体となって学術交流を行い、親交を深める場として非常にうまく機能している。また、日本結晶学会年会を黒岩教授を実行委員長、森吉准教授をプログラム委員長として広島市で開催した。さらに、平成30年に広島市で1,000人規模の参加者が見込める国際強誘電体応用会議を開催するための準備も黒岩教授を実行委員長、森吉准教授を会議秘書として開始している。

#### 原著論文

- [1] © N. Kumada, A. Nakamura, A. Miura, T. Takei, M. Azuma, H. Yamamoto, E. Magome, C. Moriyoshi and Y. Kuroiwa; “Hydrothermal Synthesis and Crystal Structure of a New Lithium Copper Bismuth Oxide,  $\text{LiCuBiO}_4$ ”, *J. Solid State Chem.* **245** (2017) 30-33.
- [2] © M. H. K. Rubel, T. Takei, N. Kumada, M. M. Ali, A. Miura, K. Tadanaga, K. Oka, M. Azuma, E. Magome, C. Moriyoshi and Y. Kuroiwa, “Hydrothermal Synthesis, Structure, and Superconductivity of Simple Cubic Perovskite ( $\text{Ba}_{0.62}\text{K}_{0.38}$ ) ( $\text{Bi}_{0.92}\text{Mg}_{0.08}$ )  $\text{O}_3$  with  $T_c \sim 30 \text{ K}$ ”, *Inorg. Chem.* **56** (2017) 3174–3181.
- [3] © Y. Maeda, T. Wakamatsu, A. Konishi, H. Moriwake, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa, K. Tanabe, I. Terasaki and H. Taniguchi, “Improper Ferroelectricity in Stuffed Aluminate Sodalites for Pyroelectric Energy Harvesting”, *Phys. Rev. Applied* **7** (2017) 034012/1-8.
- [4] © Y. Hijikata, A. Nishida, K. Nagasaka, O. Miura, A. Miura, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa and Y. Mizuguchi, “Bi Substitution Effects on Superconductivity of Valence-Skip Superconductor  $\text{AgSnSe}_2$ ”, *J. Phys. Soc. Jpn.* **86** (2017) 054711/1-4.
- [5] © Y. Mishima, C. Moriyoshi and Y. Kuroiwa, “Electrochemical and Structural Study on  $\text{LiMn}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}\text{PO}_4$  and  $\text{Mn}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}\text{PO}_4$  Battery Cathodes: Diffusion Limited Lithium Transport”, *J. Solid State Electr.* **21** (2017) 3221-3228.
- [6] © K. Nagasaka, A. Nishida, R. Jha, J. Kajitani, O. Miura, R. Higashinaka, T. D. Matsuda, Y. Aoki, A. Miura, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa, H. Usui, K. Kuroki, Y. Mizuguchi, “Intrinsic Phase Diagram of Superconductivity in the  $\text{BiCh}_2$ -based System without In-plane Disorder”, *J. Phys. Soc. Jpn.* **86** (2017) 074701/1-6.
- [7] © A. Miura, T. Oshima, K. Maeda, Y. Mizuguchi, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa, Y. Meng, X. Wen, M. Nagao, M. Higuchi and K. Tadanaga, “Synthesis, Structure and Photocatalytic Activity of Layered  $\text{LaOInS}_2$ ”, *J. Mater. Chem. A* **5** (2017) 14270–14277.
- [8] © S. Kim, G. Khanal, S. Ueno, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa and S. Wada, “Revealing the Role of Heat Treatment in Enhancement of Electrical Properties of Lead-free Piezoelectric Ceramics”, *J. Appl. Phys.* **122** (2017) 014103/1-7.
- [9] © S. Kawaguchi, M. Takemoto, K. Osaka, E. Nishibori, C. Moriyoshi, Y. Kubota, Y. Kuroiwa and K. Sugimoto, “High-throughput Powder Diffraction Measurement System Consisting of Multiple MYTHEN Detectors at Beamline BL02B2 of SPring-8”, *Rev. Sci. Instrum.* **88** (2017) 085111/1-9.
- [10] © S. Lee, J. H. Park, B.-S. Kim, D.-Y. Cho, Y. N. Choi, T. W. Lee, W.-K. Kim, D. Kim, C. R. Cho,

- C. Moriyoshi, C. Park, Y. Kuroiwa and S.-Y. Jeong, “Formation of Ferromagnetic Co–H–Co Complex and Spin-polarized Conduction Band in Co-doped ZnO”, *Sci. Rep.* **7** (2017) 11101/1-9.
- [11] © Y. Mizuguchi, Y. Hijikata, T. Abe, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa, Y. Goto, A. Miura, S. Lee, S. Torii, T. Kamiyama, C. H. Lee, M. Ochi and K. Kuroki, “Crystal Structure, Site Selectivity, and Electronic Structure of Layered Chalcogenide LaOBiPbS<sub>3</sub>”, *Europhys. Lett.* **119** (2017) 26002/1-5.
- [12] © K. Takase, S. Hiramoto, T. Fukushima, K. Sato, C. Moriyoshi and Y. Kuroiwa, “Charge-density Study of Layered Oxyarsenide (LaO) MAs; M = Mn, Fe, Ni, Zn”, *Appl. Phys. Express* **10** (2017) 123001/1-4.
- [13] © Y. Hijikata, T. Abe, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa, Y. Goto, A. Miura, K. Tadanaga, Y. Wang, O. Miura and Y. Mizuguchi, “Synthesis, Crystal Structure, and Physical Properties of New Layered Oxychalcogenide La<sub>2</sub>O<sub>2</sub>Bi<sub>3</sub>AgS<sub>6</sub>”, *J. Phys. Soc. Jpn.* **86** (2017) 124802/1-4.
- [14] © N. Kumada, N. Koike, K. Nakanome, S. Yanagida, T. Takei, A. Miura, E. Magome, C. Moriyoshi and Y. Kuroiwa, “Synthesis of Rutile-type Solid Solution Ni<sub>1-x</sub>Co<sub>x</sub>Ti(Nb<sub>1-y</sub>Ta<sub>y</sub>)<sub>2</sub>O<sub>8</sub> (0 ≤ x ≤ 1, 0 ≤ y ≤ 1) and its Optical Property”, *J. Asian. Ceram. Soc.* **5** (2017) 284-289.
- [15] © I. Withanage, N. Kumada, T. Takei, S. Yanagida, Y. Kuroiwa, C. Moriyoshi, “Synthesis and Crystal Structure of Pyrochlore-type Silver Niobate and Tantalite”, *J. Ceram. Soc. Jpn.* **125** (2017) 776-778.
- [16] © S. Takeda, Z.-G. Zhang, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa, A. Honda, N. Inoue, S. Higai and A. Ando, “Structure Fluctuation in Gd- and Mg-substituted BaTiO<sub>3</sub> with Cubic Structure”, *Jpn. J. Appl. Phys.* **56** (2017) 10PB10/1-4.
- [17] © M. Saiduzzaman, S. Yanagida, T. Takei, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa and N. Kumada, “Hydrothermal Synthesis, Crystal Structure, and Visible-Region Photocatalytic Activity of BaBi<sub>2</sub>O<sub>6</sub>”, *Chemistry Select* **2** (2017) 4843-4846.
- [18] © S. Kim, G. P. Khanal, H.-W. Nam, I. Fujii, S. Ueno, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa and S. Wada, “Structural and Electrical Characteristics of Potential Candidate Lead-free BiFeO<sub>3</sub>-BaTiO<sub>3</sub> Piezoelectric Ceramics”, *J. Appl. Phys.* **122** (2017) 164105/1-8.
- [19] © K. Nagasaka, G. Jinno, O. Miura, A. Miura, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa and Y. Mizuguchi, “Synchrotron Powder X-ray Diffraction and Structural Analysis of Eu<sub>0.5</sub>La<sub>0.5</sub>FBiS<sub>2-x</sub>Se<sub>x</sub>”, *J. Phys.: Conf. Ser.* **871** (2017) 012007/1-5.

#### 著書など

(編集雑誌)

- [1] Y. Kuroiwa [Chair of Guest Editors], A. Ando, Y. Cho, N. Fujimura, M. Iwata, K. Kakimoto, K. Kato, H. Nagata, M. Shimizu and T. Tsurumi; *Ferroelectric Materials and Their Applications, Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 56, No. 10S* (2017) *Special Issue*: (総論文数 52編) (Foreword 1頁の執筆を含む全ページを責任編集) (平成29年10月発行)

#### 総説

- [1] 森吉千佳子, 河口彰吾; “層状腹水酸化物LDHの結晶構造の研究～塩化物イオン型LDHの結晶構造と放射光粉末回折によるその場構造計測の取組～”, 日本化学会研究会「低次元系光機能材料研究会」ニュースレター第16号 (平成30年2月) 18-22.

## 国際会議

### (招待講演)

- [1] Y. Kuroiwa; “Visualization of Chemical Bonding in Functional Ferroelectrics and Their Solid Solutions by SXRD”, 12th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology (PACRIM 12) , (May 21-26, 2017, Hilton Waikoloa Village, Waikaloa, Hawaii, USA) .
- [2] Y. Kuroiwa; “Synchrotron Radiation Evidence on Off-centered Lone-pair Cations Revealed in Cubic Structure of Perovskite-type Oxides”, The 9th China-Japan Symposium on Ferroelectric Materials and their Applications, (September 14-18, 2017, Xiangyu Hotel, Chendu, China) .
- [3] C. Moriyoshi; “Crystal Structure of Anion Changeable Layered Double Hydroxides by Synchrotron Radiation X-ray Diffraction”, Frontiers in Materials Science (FMS 2017) , (September 4-6, 2017, Alfried Krupp Kolleg, Greifswald, Germany) .

### (一般講演)

- [1] © S. Wada, R. Ariizumi, T. Aizawa, S. Najwa, S. Ueno, N. Kumada, C. Moriyoshi and Y. Kuroiwa; “Piezoelectric Enhancement of Bismuth-based Piezoelectric Materials with Pseudo-cubic Symmetry Based on Nano/Macro Complex Domain Configurations”, 2017 Joint IEEE International Symposium on Applications of Ferroelectrics (ISAF) , International Workshop on Acoustic Transduction Materials and Devices (IWATMD) , and the Piezoresponse Force Microscopy and Polar Phenomena at the Nanoscale Workshop (PFM) , (May 7-11, 2017, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia, USA) .
- [2] © A. Miura, Y. Mizuguchi, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa, M. Higuchi and K. Tadanaga; “Crystal and Electronic Structures of LaOBiS<sub>2</sub> and LaOInS<sub>2</sub>”, 12th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology (PACRIM 12) , (May 21-26, 2017, Hilton Waikoloa Village, Waikaloa, Hawaii, USA) .
- [3] © S. Kim, G. P. Khanal, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa and S. Wada; “In-situ Electric Filed Induced Lattice Strain Observation and Crystallographic Structures of BiFeO<sub>3</sub>-BaTiO<sub>3</sub> Lead-free Ceramics”, 12th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology (PACRIM 12) , (May 21-26, 2017, Hilton Waikoloa Village, Waikaloa, Hawaii, USA) .
- [4] © S. Wada, R. Ariizumi, T. Aizawa, S. Najwa, I. Fujii, S. Ueno, N. Kumada, C. Moriyoshi and Y. Kuroiwa; “Piezoelectric Enhancement of Bismuth-Based Piezoelectric Materials Based on Nano/Macro Complex Domain Configurations”, The Tenth International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics (STAC-10) , (August 1-3, 2017, Mielparque-Yokohama, Yokohama) .
- [5] © T. Matsumura, D. Urushihara, T. Asaka, K. Konishi, S. Konishi, K. Tanaka, T. Abe, D. Tsuru, C. Moriyoshi, and Y. Kuroiwa; “Correlation among Structure, Magnetism and Electron Transport due to Successive Charge Ordering Transition in GdBaFe<sub>2</sub>O<sub>5</sub>”, The 15<sup>th</sup> International Conference on Advanced Materials (IUMRS-ICAM 2017) , (August 27-September 1, 2017, Kyoto University, Kyoto, Japan) .
- [6] © Y. Nakahira, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa, H. Moriwake, Y. Ishii and S. Mori; “Crystal Structure and Soft Phonon Mode in Improper Ferroelectric BaAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>”, Frontiers in Materials Science (FMS 2017) , (September 4-6, 2017, Alfried Krupp Kolleg, Greifswald, Germany) .
- [7] © Q. Zhao, T. Abe, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa and H. Sun; “Electronic Charge Order in Double

Perovskite BaBiO<sub>3</sub> Visualized by Synchrotron Radiation Powder Diffraction”, The 9th China-Japan Symposium on Ferroelectric Materials and their Applications, (September 14-18, 2017, Xiangyu Hotel, Chendu, China) .

- [8] © S. Wada, R. Ariizumi, T. Aizawa, S. Najwa, I. Fujii, S. Ueno, N. Kumada, C. Moriyoshi and Y. Kuroiwa; “Iron's Valence Control of BiFeO<sub>3</sub>-based Piezoelectric Ceramics for Property Enhancement”, 2017 ICAT Symposium, 70th ICAT International Smart Actuator Symposium, (October 3-4, 2107, Days Inn Penn State, Pennsylvania, USA) .
- [9] © T. Abe, C. Moriyoshi and Y. Kuroiwa; “Valence Electron Density Analysis of Perovskite-Type Ferroelectric PbTiO<sub>3</sub> and BaTiO<sub>3</sub> by SXRD”, 2017 Korean-Japanese Student Workshop (Pusan National University - Hiroshima University) , (November 2-5, 2017, Pusan National University, Busan, Korea) .
- [10] © S. Noda, C. Moriyoshi and Y. Kuroiwa; “Crystal Structural Change of Pb (Mg<sub>1/3</sub>Nb<sub>2/3</sub>) O<sub>3</sub> Associated with Ferroelectric Phase Transition by Synchrotron Radiation X-ray Diffraction”, 2017 Korean-Japanese Student Workshop (Pusan National University - Hiroshima University) , (November 2-5, 2017, Pusan National University, Busan, Korea) .
- [11] © I. Fujii, T. Aizawa, S. Ueno, N. Kumada, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa and S. Wada; “Piezoelectric properties and electric-field-induced lattice deformation of Bi (Mg<sub>1/2</sub>Ti<sub>1/2</sub>) O<sub>3</sub>-modified BaTiO<sub>3</sub>-BiFeO<sub>3</sub> ceramics”, JSPM International Conference on Powder and Powder Metallurgy, (November 6-9, 2017, Kyoto University Clock Tower Centennial Hall, Kyoto) .
- [12] © G. Khanal, S. Kim, I. Fujii, S. Ueno, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa and S. Wada; “Effect of Post-annealing on Crystal Structures and Electric Properties in BaTiO<sub>3</sub> Ceramics with Damaged Surface Layers”, The 4th International Conference on Advanced Electromaterials (ICAE 2017) , (November 21-24, 2017, Ramada Plaza Jeju Hotel, Jeju, Korea) .
- [13] © S. Kim, G. P. Khanal, S. Ueno, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa and S. Wada; “Revealing the Role of Heat Treatment in Enhancement of Electrical Properties of BiFeO<sub>3</sub>-base Lead-free Piezoelectric Ceramics”, The 4th International Conference on Advanced Electromaterials (ICAE 2017) , (November 21-24, 2017, Ramada Plaza Jeju Hotel, Jeju, Korea) .

#### 国内学会

##### (招待講演)

- [1] 黒岩芳弘:「放射光 X 線回折による強誘電体の静的・時分割構造物性研究の進展」, 第33回 分析電子顕微鏡討論会, (平成29年9月5-6日, 幕張メッセ国際会議場国際会議室, 千葉)
- [2] 黒岩芳弘:「電子密度解析で観るペロブスカイト型酸化物の局所構造」, 豊田理化学研究所 特定課題研究「多元秩序制御による熱・体積機能の開拓」研究会, (平成29年8月10日, 名古屋大学, 名古屋)
- [3] 黒岩芳弘:「放射光 X 線回折による構造可視化の現状と展望」, 第37回エレクトロセラミックス研究討論会, (平成29年10月12-13日, ユニオンビル, 川崎)
- [4] 森吉千佳子:「放射光回折でみる結晶構造のダイナミクス」, 第62回物性若手夏の学校, (平成29年7月28日, ぎふ長良川温泉ホテルパーク, 岐阜)

##### (依頼講演)

- [1] B. Iversen, J. Overgaard, Y. Kuroiwa and E. Nishibori:「Activities at BL02B1 in PU project 0078」,

SPring-8シンポジウム2017, (平成29年9月4-5日, 広島大学 東千田キャンパス, 広島)

- [2] 森吉千佳子, 西堀英治, 久保田佳基: 「粉末・多粒子 X 線回折によるその場計測基盤の構築」, SPring-8シンポジウム2017, (平成29年9月4-5日, 広島大学 東千田キャンパス, 広島)
- [3] 黒岩芳弘, 木村 滋: 「構造物性研究会: 最近の研究成果の紹介」, SPring-8シンポジウム2017, (平成29年9月4-5日, 広島大学 東千田キャンパス, 広島)

(一般講演)

- [1] ◎ 松村知輝, 漆原大典, 浅香 透, 福田功一郎, 小西伸弥, 田中勝久, 安部友啓, 水流大地, 森吉千佳子, 黒岩芳弘: 「GdBaFe<sub>2</sub>O<sub>5</sub>における電荷秩序逐次相転移に伴う結晶構造と組織変化の観察」, 日本顕微鏡学会第73回学術講演会, (平成29年5月30日, 札幌コンベンションセンター, 札幌)
- [2] ◎ 竹田翔一, 森吉千佳子, 黒岩芳弘, 本多淳史, 井上徳之, 檜貝信一, 安藤 陽: 「相転移が抑制されたチタン酸バリウム系固溶体(Ba<sub>0.8</sub>Gd<sub>0.2</sub>)(Ti<sub>0.9</sub>Mg<sub>0.1</sub>)O<sub>3</sub>の構造ゆらぎの特徴」, 第34回強誘電体応用会議(FMA-34), (平成29年5月31-6月3日, コープイン京都, 京都)
- [3] ◎ 檜垣聡太, 角田一樹, 佐藤 仁, A. Rousuli, 奥田太一, 宮本幸治, 森吉千佳子, 黒岩芳弘, 高瀬浩一, 木村昭夫: 「 $\eta$ -Mo<sub>4</sub>O<sub>11</sub>の異方的バンド構造の観測」, 東京大学物性研究所短期研究会 光で見る・操る電子物性科学の最前線 ~強相関, トポロジー, 低次元, ダイナミクス~, (平成29年6月12-14日, 東京大学 物性研究所, 柏)
- [4] ◎ G. P. Khanal, S. Kim, I. Fujii, S. Ueno, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa and S. Wada: 「Correlation of Surface Damaged Layers and Dielectric, Ferroelectric, and Piezoelectric Properties in Barium Titanate Ceramics」, 第78回応用物理学会秋季学術講演会, (平成29年9月5-8日, 福岡国際会議場, 福岡)
- [5] ◎ S. Kim, G. P. Khanal, S. Ueno, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa and S. Wada: 「The Role of the Heat Treatment on Enhancement of Electrical Properties in BiFeO<sub>3</sub>-BaTiO<sub>3</sub> Lead-free System」, 第78回応用物理学会秋季学術講演会, (平成29年9月5-8日, 福岡国際会議場, 福岡)
- [6] ◎ 若松 徹, 河村元太, 安部友啓, 森吉千佳子, 黒岩芳弘, 寺崎一郎, 谷口博基: 「充填ゼオライト酸化物(Ca<sub>1-x</sub>Sr<sub>x</sub>)<sub>8</sub>[AlO<sub>2</sub>]<sub>12</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>における誘電応答と構造相転移」, 強誘電体とその操作に関わる研究グループ第5回研究会夏の学校, (平成29年9月8-9日, 福岡県宮若市)
- [7] ◎ 檜垣聡太, 角田一樹, 佐藤 仁, A. Rousuli, 宮本幸治, 奥田太一, 森吉千佳子, 黒岩芳弘, 高瀬浩一, 木村昭夫: 「角度分解光電子分光による  $\eta$ -Mo<sub>4</sub>O<sub>11</sub>の異方的バンド構造の観測」, 日本物理学会2017年秋季大会, (平成29年9月21-24日, 岩手大学上田キャンパス, 盛岡)
- [8] ◎ 寺本智志, 田中宏志, 森吉千佳子, 黒岩芳弘: 「X線回折データからボルン有効電荷を一意的に求める方法」, 日本物理学会2017年秋季大会, (平成29年9月21-24日, 岩手大学上田キャンパス, 盛岡)
- [9] ◎ 安部友啓, 水流大地, 森吉千佳子, 黒岩芳弘, 田中宏志: 「ペロブスカイト型ランタノイド酸化物の放射光精密構造解析」, 日本物理学会2017年秋季大会, (平成29年9月21-24日, 岩手大学上田キャンパス, 盛岡)
- [10] ◎ 青柳 忍, 青柳鮎美, 大沢仁志, 杉本邦久, 中平夕貴, 森吉千佳子, 黒岩芳弘, 岩田 真: 「Pb(Zn<sub>1/3</sub>Nb<sub>2/3</sub>)O<sub>3</sub>-PbTiO<sub>3</sub>の交流電場下時分割結晶構造解析」, 日本物理学会2017年秋季大会, (平成29年9月21-24日, 岩手大学上田キャンパス, 盛岡)

- [11] ◎ 若松 徹, 河村元太, 安部友啓, 森吉千佳子, 黒岩芳弘, 寺崎一郎, 谷口博基:「充填ゼオライト型酸化物( $\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x$ ) $_{8}[\text{AlO}_2]_{12}(\text{SO}_4)_2$ における誘電応答と構造相転移」, 日本物理学会 2017 年秋季大会, (平成 29 年 9 月 21-24 日, 岩手大学上田キャンパス, 盛岡)
- [12] ◎ 若松 徹, 河村元太, 安部友啓, 森吉千佳子, 黒岩芳弘, 寺崎一郎, 谷口博基:「充填ゼオライト型酸化物における間接型強誘電体の新規開発」, 日本セラミックス協会第 30 回秋季シンポジウム, (平成 29 年 9 月 19-21 日, 神戸大学六甲台地区, 神戸)
- [13] ◎ 田畑里歩, 北中佑樹, 野口祐二, 宮山 勝, 中平夕貴, 森吉千佳子, 黒岩芳弘:「Li 置換  $\text{AgNbO}_3$  単結晶の分極特性および電場誘起相転移」, 日本セラミックス協会第 30 回秋季シンポジウム, (平成 29 年 9 月 19-21 日, 神戸大学六甲台地区, 神戸)
- [14] ◎ 海老名美里, 音田信人, 藤村卓也, 安部友啓, 森吉千佳子, 黒岩芳弘, 河口彰吾, 笹井亮:「時分割 X 線回折法による層状複水酸化物の陰イオン交換反応の研究」, 日本セラミックス協会第 30 回秋季シンポジウム, (平成 29 年 9 月 19-21 日, 神戸大学六甲台地区, 神戸)
- [15] ◎ 橋本 峻, 漆原大典, 浅香 透, 福田功一郎, 安部友啓, 水流大地, 森吉千佳子, 黒岩芳弘:「らせん磁気秩序物質  $\text{Cr}_5\text{S}_6$  の結晶構造と磁気構造の相関」, 日本セラミックス協会第 30 回秋季シンポジウム, (平成 29 年 9 月 19-21 日, 神戸大学六甲台地区, 神戸)
- [16] ◎ 三浦 章, 大島崇義, 前田和彦, 水口佳一, 森吉千佳子, 黒岩芳弘, M. Yu, X. Weng, 長尾雅則, 樋口幹雄, 忠永清治:「新規層状インジウム酸硫化物  $\text{LaOInS}_2$  の合成, 構造および光触媒能」, 日本セラミックス協会第 30 回秋季シンポジウム, (平成 29 年 9 月 19-21 日, 神戸大学六甲台地区, 神戸)
- [17] ◎ S. Kim, G. P. Khanal, S. Ueno, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa and S. Wada:「The Role of Heat Treatment on Enhancement of Electrical Property in  $0.80\text{BiFeO}_3$ - $0.20\text{BaTiO}_3$  Lead-free Ceramics」, 第 37 回エレクトロセラミックス研究討論会, (平成 29 年 10 月 12-13 日, ユニオンビル, 川崎)
- [18] ◎ 安部友啓, 森吉千佳子, 黒岩芳弘, 田中宏志:「ペロブスカイト型強誘電体  $\text{BiFeO}_3$  の放射光精密構造解析」, 平成 29 年度日本結晶学会年会, (平成 29 年 11 月 23-24 日, JMS アステールプラザ, 広島)
- [19] ◎ 田畑里歩, 北中佑樹, 野口祐二, 宮山 勝, 中平夕貴, 森吉千佳子, 黒岩芳弘:「Li 置換  $\text{AgNbO}_3$  単結晶の電場応答と結晶構造解析 (Electric-field response and structure analysis of Li-substituted  $\text{AgNbO}_3$  single crystals)」, 第 27 日本 MRS 年次大会, (平成 29 年 12 月 5-7 日, 横浜市開港記念会館 他, 横浜)
- [20] ◎ 安部友啓, 森吉千佳子, 黒岩芳弘, 田中宏志:「ペロブスカイト型ランタノイド酸化物の精密電子密度解析」, 第 31 回日本放射光学会年会, (平成 30 年 1 月 8-10 日, つくば国際会議場, つくば)
- [21] ◎ 笹井 亮, 音田信人, 藤村卓也, 安部友啓, 森吉千佳子, 黒岩芳弘, 河口彰吾:「層状複水酸化物の陰イオン交換選択性の反応速度論的考察」, 日本セラミックス協会基礎科学部会 第 56 回セラミックス基礎化学討論会, (平成 30 年 1 月 11-12 日, つくば国際会議場, つくば)
- [22] ◎ 藤井雄太, 三浦 章, Rosero-Navarro Nataly Carolina, 忠永清治, 後藤陽介, 水口佳一, 森吉千佳子, 黒岩芳弘:「 $\text{Li}_3\text{SbS}_4$  の合成・結晶構造および  $\text{Li}^+$ 伝導性」, 日本セラミックス協会 2018 年年会, (平成 30 年 3 月 15-17 日, 東北大学川内北キャンパス, 仙台)
- [23] ◎ 三浦 章, 高橋夏海, 長尾雅則, 綿打敏司, 田中 功, 後藤陽介, 水口佳一, 森吉千佳子, 黒岩芳弘, Rosero-Navarro Nataly Carolina, 忠永清治:「 $\text{NaInS}_{2-x}\text{Se}_x$  ( $x = 0.5, 1, 1.5$ ) の

結晶構造および光吸収」, 日本セラミックス協会 2018 年年会, (平成 30 年 3 月 15-17 日, 東北大学川内北キャンパス, 仙台)

- [24] ◎ 黒岩芳弘, 安部友啓, 河村元太, 森吉千佳子, 青柳倫太郎, 明渡 純: 「エアロゾルデポジション法で形成された AD 膜の放射光回折実験による構造評価」, 日本セラミックス協会 2018 年年会, (平成 30 年 3 月 15-17 日, 東北大学川内北キャンパス, 仙台)
- [25] ◎ 寺口健斗, 安井伸太郎, 森吉千佳子, 黒岩芳弘, 谷山智康, 伊藤 満: 「混合原子価ホモロガス相酸化物  $\text{CaFe}_2\text{O}_4 \cdot n\text{FeO}$  ( $n=2$ ) の金属絶縁体転移と構造相転移」, 日本セラミックス協会 2018 年年会, (平成 30 年 3 月 15-17 日, 東北大学川内北キャンパス, 仙台)
- [26] ◎ S. Kim, G. P. Khanal, H.-W. Nam, I. Fujii, S. Ueno, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa, S. Wada: 「Origin of Material Softening in  $\text{BiFeO}_3\text{-BaTiO}_3$  Lead-free Piezoelectric Ceramic」, 第 65 回応用物理学会春季学術講演会, (平成 30 年 3 月 17-20 日, 早稲田大学西早稲田キャンパス, ベルサール高田馬場, 東京都新宿区)
- [27] ◎ 青柳 忍, 青柳鮎美, 大沢仁志, 杉本邦久, 中平夕貴, 森吉千佳子, 黒岩芳弘, 岩田 真: 「 $\text{Pb}(\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$  の分極反転に伴う構造ダイナミクスの計測」, 日本物理学会第 73 回年次大会, (平成 30 年 3 月 22-25 日, 東京理科大学野田キャンパス, 野田)

#### 学生の学会発表実績

##### (国際会議)

- 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数 1 件
- 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数 1 件
- 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 1 件

##### (国内学会)

- 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数 7 件
- 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数 8 件
- 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 0 件

#### セミナー・講演会開催実績

##### ○ 学会等

- [1] 黒岩芳弘 (運営委員会委員, 論文委員会委員, 特別セッション選考委員会委員長): 第 34 回強誘電体応用会議 (FMA-34), (平成 29 年 5 月 31 日-6 月 3 日, コープイン京都, 京都, 参加者約 200 名)
- [2] ◎ 黒岩芳弘 (実行委員会委員長), 森吉千佳子 (実行委員会委員, プログラム委員会委員長): 日本結晶学会平成 29 年度年会及び会員総会, (平成 29 年 11 月 23-24 日, JMS アステールプラザ, 広島, 参加者約 400 名)

##### ○ セミナー・講習会等

- [1] 森吉千佳子 (実行委員): 応用物理学会・応用物理学会中国四国支部主催 第 20 回リフレッシュ理科教室, (平成 29 年 8 月 18 日, 広島大学, 東千田未来創生センター, 広島, 参加者約 50 名)
- [2] 黒岩芳弘 (研究会代表および実行委員長): SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) 構造物性研究会ユーザーミーティング, (平成 29 年 9 月 4 日, 広島大学 東千田キャンパス, 参加者 10 名)

- [3] 森吉千佳子 (世話人) : 公開シンポジウム「層状複水酸化物の最新の科学」, (平成 29 年 10 月 12 日, 広島大学, 東広島キャンパス, 東広島, 参加者 40 名)
- [4] 森吉千佳子 (実行委員) : 小学校から使える理科教材ワークショップ, (平成 30 年 2 月 17 日, 広島大学東千田未来創生センター, 広島, 参加者 80 名)

#### 社会活動・学外委員

##### ○ 学協会委員

- [1] ◎黒岩芳弘, 森吉千佳子 : 強誘電体応用会議 運営委員会 委員
- [2] 黒岩芳弘 : 強誘電体応用会議 論文委員会 委員
- [3] 黒岩芳弘 : 強誘電体応用会議 特別セッション選考委員会 委員長
- [4] 黒岩芳弘 : Jpn. J. Appl. Phys. Editorial Board, 編集委員
- [5] 黒岩芳弘 : Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 56, No. 10S (2017) Special Issue: Ferroelectric Materials and Their Applications, Chair of Guest Editors
- [6] 黒岩芳弘 : Asian Ferroelectric Association (AFA) Board Member
- [7] 黒岩芳弘 : SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) 構造物性研究会 代表
- [8] 黒岩芳弘 : 日本物理学会 中国支部 支部委員会委員
- [9] 黒岩芳弘 : 日本セラミックス協会 セラミックコーティング研究体 世話人
- [10] 森吉千佳子 : 日本学術会議 連携会員
- [11] 森吉千佳子 : 日本結晶学会 行事委員
- [12] 森吉千佳子 : 日本放射光学会 会誌編集委員
- [13] 森吉千佳子 : 広島県物理教育研究推進会事務局, 会計幹事
- [14] ◎ 黒岩芳弘 (Local Committee Chair), 森吉千佳子 (Local Committee, Conference Secretary) : 国際会議 2018ISAF-FMA-AMF-AMEC-PFM Joint Conference (IFAAP) 2018
- [15] ◎ 黒岩芳弘 (実行委員会委員長), 森吉千佳子 (実行委員, プログラム委員会委員長) : 日本結晶学会平成 29 年度年会および会員総会

##### ○ 外部評価委員等

- [1] 黒岩芳弘 : 日本原子力研究開発機構 委員会 評価委員
- [2] 黒岩芳弘 : 量子科学技術研究開発法人 委員会 評価委員 (2 件)
- [3] 黒岩芳弘 : 高輝度光科学研究センター 委員会 評価委員
- [4] ◎ 黒岩芳弘, 森吉千佳子 : 強誘電体応用会議 委員会 評価委員

##### ○ 客員教授, 研究員等

- [1] 黒岩芳弘, 森吉千佳子 : (財) 高輝度光科学研究センター 外来研究員
- [2] 黒岩芳弘 : BL02B1 単結晶構造解析ビームライン, パートナーユーザー
- [3] 森吉千佳子 : BL02B2 粉末構造解析ビームライン, パートナーユーザー, 代表

##### ○ 講習会・セミナー講師

(集中講義)

- [1] 黒岩芳弘 : 山梨大学 工学部 応用化学科 特別講義第一 A 「放射光を用いた X 線構造解析の最前線」 (平成 29 年 1 月 5-7 日, 山梨大学, 武田キャンパス, 甲府市)

(セミナー講師)

- [1] 黒岩芳弘 : TDK 講演会 「放射光 X 線結晶構造解析の実際と構造物性研究への展開」 (平成

29年9月7日, TDK (株) テクニカルセンター, 市川)

#### 国際共同研究・国際会議開催実績

##### ○ 国際共同研究

- [1] 黒岩芳弘: SPring-8 利用者指定型重点研究課題 (パートナーユーザー課題)  
“Application of synchrotron radiation in materials crystallography” (平成 26-30 年度), 参加国:  
デンマーク, フランス, イギリス, 日本
- [2] 黒岩芳弘, 森吉千佳子: SPring-8 一般課題  
“Study on optoelectronic materials” (平成 28-29 年度), 参加国: 中国, 日本

##### ○ 国際会議開催実績

- [1] ◎ 黒岩芳弘 (組織委員長), 森吉千佳子 (組織委員): 2017 Korean - Japanese Student Workshop  
(Pusan National University - Hiroshima University), (November 2-5, 2017, Pusan National  
University, Busan, Korea, 参加者: 広島大学 19 名, 釜山大学 42 名)

#### 高大連携事業への参加状況

##### ○ 中高生の科学研究実践活動推進プログラム (研究指導力向上型)

広島県立祇園北高等学校2年生対象プログラム「クリスタルコンペ」

(ポスト サイエンス・パートナーシップ・プログラム (SPP))

「最先端の物質科学体験講座」～クリスタルコンペ～

- [1] 黒岩芳弘: 模擬授業「物理学講座ー夢の光, 放射光で見る物質の構造と機能発現のメカニ  
ズムー」(祇園北高等学校, 広島, 平成 29 年 8 月 28 日)
- [2] ◎ 黒岩芳弘, 森吉千佳子: 結晶育成指導 (祇園北高校, 平成 29 年 9 月 19 日)
- [3] ◎ 黒岩芳弘, 森吉千佳子: クリスタルコンペ主催 (広島大学, 平成 29 年 12 月 20 日)
- [4] 森吉千佳子: 模擬授業「結晶構造物性入門編」(祇園北高校, 平成 30 年 1 月 17 日)

##### ○ その他の模擬授業

なし

##### ○ 中・高校生に対する TA

- [1] 横井優人, 次田周平, 野田翔太, 羽倉康喜: 近畿大学附属東広島中学校,  
模擬実験 TA (HiSOR, 広島大学, 平成 29 年 4 月 21 日)
- [2] 市橋大地, 砂田裕哉, 森田 悠: オープンキャンパス,  
模擬実験 TA (HiSOR, 広島大学, 平成 29 年 8 月 17-18 日)
- [3] 次田周平: 広島県立祇園北高校 SPP,  
模擬授業 TA (広島県立祇園北高校, 平成 29 年 8 月 28 日)
- [4] 河村元太, 次田周平: 広島県立祇園北高校ポスト SPP,  
結晶育成指導, (広島県立祇園北高校, 平成 29 年 9 月 19 日)
- [5] 野田翔太: 広島県立祇園北高校 SPP,  
模擬授業 TA (広島県立祇園北高校, 平成 30 年 1 月 17 日)

## 各種研究員と外国人留学生の受入状況

### ○ 外国人留学生

- [1] 大学院理学研究科博士課程後期，平成 26 年 10 月入学生，1 名（中国）
- [2] 大学院理学研究科博士課程後期，平成 28 年 10 月入学生，1 名（中国）

### ○ 外国人研究者

- ◎ Hongtao Sun 教授（蘇州大学，中国），平成29年11月30-12月5日（共同研究）

## 研究助成金の受入状況

- [1] 森吉千佳子（代表）：SPring-8パートナーユーザー課題（平成27-30年度，BL02B2）  
課題名：粉末・多粒子 X 線回折による高速構造計測基盤の構築（BL02B2粉末構造解析ビームラインでの年間20%のビームタイムとビームタイム使用に係わる消耗品費，学生・教員を含むグループ全員の出張旅費，SPring-8で使用する消耗品費，約2,000千円）
- [2] 黒岩芳弘（分担）：SPring-8パートナーユーザー課題（平成26-30年度，BL02B1）  
課題名：Application of synchrotron radiation in materials crystallography（BL02B1単結晶構造解析ビームラインでの年間16%のビームタイムとビームタイム使用に係わる消耗品費，学生・教員を含むグループ全員の出張旅費，SPring-8で使用する消耗品費，約2,000千円）
- [3] 黒岩芳弘（代表）：科学研究費補助金基盤研究（B）（一般）（平成29-31年）「交流電場下での強誘電体の時分割構造解析による誘電緩和現象の動力学可視化」（平成29年度 直接経費：6,500千円，間接経費：1,950千円，合計：8,450千円）
- [4] 森吉千佳子（代表）：科学研究費補助金基盤研究（C）（一般）（平成28-30年）  
課題名：圧電体セラミックス材料開発のための圧電特性・結晶構造同時計測システムの構築（平成29年度 直接経費：700千円，間接経費：210千円，合計：910千円）
- [5] ◎ 黒岩芳弘，森吉千佳子：企業共同研究費（平成29年，3,000千円）

## その他特記すべき事項

### ○ 国際交流の実績

- [1] ◎ 黒岩芳弘（組織委員長），森吉千佳子（組織委員）：釜山大学ー広島大学 日韓学生ワークショップ，（平成 29 年 11 月 2-5 日，釜山大学，韓国），広島大学参加者 19 名（教職員 6 名，学生発表者 8 名，高校生 4 名，大学生 TA1 名），釜山大学参加者 42 名（教職員 10 名，学生発表者 8 名，他学生 20 名，高校生 4 名）

### ○ 学術団体等からの受賞実績

- [1] 黒岩芳弘，APEX/JJAP Editorial Contribution Award，平成 29 年 4 月 5 日，授与者：応用物理学会会長 保立和夫
- [2] 安部友啓（M2），日本物理学会領域 10 学生奨励賞，平成 29 年 4 月 5 日，平成 29 年 9 月 24 日，授与者：一般社団法人日本物理学会 領域 10 領域代表 吉矢真人
- [3] 野田翔太（B4）：平成 29 年度 理学部長表彰，平成 30 年 3 月 23 日，授与者：広島大学理学部長 楯 真一
- [4] 野田翔太（B4）：平成 29 年度 成績優秀者表彰，平成 30 年 3 月 23 日，授与者：物理科学科長 小嶋康史

## ○電子物性グループ

### 研究活動の概要

放射光X線を用いた分光学的手法による物性研究の展開を目指している。特に、放射光の偏光とパルス性の特徴を活かした実験手法の開発を通して、磁性体と誘電体における物性発現の電子論的機構の探究を目標としている。元素選択的かつ電子殻選択的情報の取得に加えて、空間及び時間に関する反転対称性に注目することで、構造相転移や磁気相転移に伴う電子状態の変化を捉えた研究を行っている。

本研究グループでは、高輝度光科学研究センター（SPring-8）において、様々な外場（圧力、磁場、温度）を試料に印加した状態でX線回折（XRD）、X線吸収分光（XAS）及びX線発光分光（XES）による結晶構造と電子状態の*in-situ*測定を実施している。高圧力印加に因る磁性体の構造及び磁気相転移に関する従来の研究から、更に、空間・時間反転対称性の破れに伴う局所構造と電子状態の変化に注目した研究を行っている。また、高エネルギー加速器研究機構（KEK-PF）では、パルス電場印加下のXAS及びXESの時間分解測定による、誘電体中の電気分極の外場（応力、電場、温度、紫外線）応答に関する研究を実施しており、外場印加による電子励起状態に関するX線分光学的研究の新展開を目指している。

### (1) X線発光分光による誘電体の研究

XESは、局所歪みに由来する固体内の低エネルギー励起（CT励起、バンド内励起、マグノン励起）の検出に適している。また、電子検出法ではないことから、電場や圧力をはじめとする様々な外場を動的に加えることができる。これはXESを誘電体研究に用いる大きな利点である。この利点を活用して、チタン酸化物の構造変化を反映するCT励起（ $\sim 10$  eV）に着目し、単位格子内における誘電分極のゆらぎを電子状態の立場から研究している点が、本研究グループの取り組みの独創的な点である。平成28年度に、励起光のエネルギーを連続的に変化させながら各エネルギーで得られる発光スペクトルを連続的に測定する自動測定プログラムの導入を、共同研究者（KEK-PF野澤俊介准教授）の協力のもとに行った。平成29年度は、このプログラムを利用してX線吸収分光法の新たな手法である高エネルギー分解蛍光X線検出分光法（HERFD-XAFS）の導入に成功した。現在、国内の3グループの研究チームがこのプログラムや手法を活用しており、研究成果を生み出しつつある。これまでも進めてきたOperando-XES測定と、この自動測定技術の組み合わせによって、新物質や低次元系の示す新奇誘電性を見つけ出ししていくことが究極の目標である。

### SrTiO<sub>3</sub>の新規強誘電性の探求

SrTiO<sub>3</sub> は、量子ゆらぎによって強誘電相の発現が抑制されて常誘電相に留まる量子常誘電体である。このゆらぎに打ち勝つ外場（電場、元素置換、応力）を加えることで、環境負荷の小さいSrTiO<sub>3</sub>を強誘電体に転用する試みが進められている。特に、応力は物質に簡単に加えることができるため、近年NatureやScienceなどの速報性の高い雑誌でもたびたび議論されている。しかし、誘電性の直接証拠であるヒステリシス測定は報告されておらず、応力によるSrTiO<sub>3</sub>の強誘電性出現については未だ結論が出ていない。この論争に決着をつけ、新規強誘電性を応用可能な物理現象とするために、一軸応力下および曲げ応力下でSrTiO<sub>3</sub>単結晶を用いたX線分光測定および誘電率測定を進めてきた。その結果、どちらの応力条件下においても、期待された強誘電性の出現は観測されず、微視的にはむしろ反強誘電的な秩序が出現することが明らかになった。これらを2報の査読付き論文で発表した。

さらにこの研究を継続的に進め、格子歪みを導入した複数のSrTiO<sub>3</sub>ナノスケール薄膜で同様の実験を行った。その結果、歪みの制御（延伸応力か圧縮応力）によって局所的には極めて大きな誘電分極が生じていることが明らかになり、この分極を配向制御することで実用的な大きさの分極をもつ強誘電体に転化する方法を探求している。

#### BaTiO<sub>3</sub>薄膜のパルス電場印加下の時分割分光測定

BaTiO<sub>3</sub>に電場を印加して誘電分極が生じると、逆圧電効果により結晶に歪みが生じる。最近、電場に対する格子の伸びを調べたX線回折の研究例が報告されている。特に、パルス電場に対するリアルタイムな応答では、大きな格子歪みが現れている。この時、電子状態にも変化が起こることが期待される。そこで、XAS測定により電子状態変化を捉えることが本研究の目的である。BaTiO<sub>3</sub>単結晶の分極制御に必要な電場は極めて大きく高速応答測定には向いていない。これを解決するために、東工大のグループに100nm厚程度のエピタキシャル薄膜を作製願っている。1s-3d遷移に対応する前吸収構造ピーク（プリエッジピーク）に、分極反転に同期した強度変化が観測された。さらに、理論的な解釈のついていないスペクトルの肩構造に、印加電場の大きさに比例した強度変化を見出した。多重散乱理論に基づいたシミュレーション計算を併用しながら、実験で得られたスペクトル変化と電子状態の対応を調べている。

### (2) その他の研究

#### TiO<sub>2</sub>ナノ粒子の作製と電子状態の解明

TiO<sub>2</sub>は光触媒として様々な応用に供されている。本研究グループでは、Ti薄膜を陽極とした電気分解法によりTiO<sub>2</sub>ナノチューブおよびナノ粒子を作製し、Ti K-吸収端XASおよびXESの測定を行っている。さらに平成28年度からは、ナノ粒子表面の電子バンドの折れ曲がりをも明らかにするべく硬X線を用いた光電子分光測定（HAXPES）によるチタンや酸素の内殻電子準位の測定も新たに始めている。これにより、なぜTiO<sub>2</sub>が高い光触媒活性を示すのかを、電子状態の観点から解明することが可能となり、これまで模式的なポンチ絵で理解されてきた触媒表面における電子の授受を定量的に議論することが可能になると期待している。HAXPES以前の研究成果については、査読付き論文に掲載済みである。主に、電気分解法により作製したas-grown試料が、その後の焼きなまし処理によって大幅に活性向上につながることで、特に450℃程度の温度で1時間程度焼きなますことが最適であることが分かった。この結果を受けて、可視光領域でも触媒活性が発現する金担持TiO<sub>2</sub>ナノ粒子の作製と自動制御による高精度な発光分光測定による新たな評価方法を導入し、測定と解析を進めている。

### (3) 高圧下での物性研究

#### 元素選択的な弾性特性からみるインバー効果の起源

インバー効果として知られるFe<sub>65</sub>Ni<sub>35</sub>合金の小さな熱膨張率は、大きな自発体積磁歪が熱膨張を相殺する現象である。しかし、原子間結合のポテンシャルがどのように磁気構造の影響を受けるか？というミクロな視点でみると、インバー効果の起源は未だ分かっていない。現在最も有力な理論とされるNon-collinear spin structureモデルによると、Feの持つ磁気モーメントの格子の収縮に対する揺らぎがNi原子のそれよりも大きいことで生じる弾性異常が、Fe<sub>65</sub>Ni<sub>35</sub>のインバー効果の起源とされる。本研究ではこの理論の実験的な検証として、吸収元素周りの局所構造を取り出すことができる広域X線吸収微細構造（EXAFS）を高圧下で測定することで、元素選択的な体積弾性率の異常を探索している。Fe<sub>65</sub>Ni<sub>35</sub>インバー合金の場合、強磁性相の特徴である小さな体積弾性

率が主にFe周りの軟らかい結合が担うことが最近、分かってきた。本研究ではさらに、同様の手法をキュリー温度近傍でのみ異常な磁気体積効果を示すFe-Pt合金や、圧力誘起のFe-Niインバー合金についても適応し、インバー効果の理解を進めている。

さらに我々は、EXAFSによる圧力下での精密局所構造解析として、籠状物質I型クラスレート化合物のゲスト原子の振動状態の圧力変化、同物質の圧力誘起のアモルファス転移の構造解析を進めている。籠状物質では、籠の中に内包される希土類元素やアルカリ土類金属のゲスト原子がラットリングと呼ばれる大振幅非調和振動をする。このラットリングはゲスト原子と籠との弱い相互作用によって生じるが、ゲスト原子の原子サイズや籠のサイズによって相互作用が異なることから、結果として熱伝導率やアモルファス転移の転移圧力がその影響を受けている。EXAFS解析の結果、圧力で籠のサイズが小さくなるとラットリングの挙動が異なることが見出されている。このようなEXAFSによる高圧下での精密な構造解析実験はアンビルのノイズのためにこれまで困難であったが、特殊なナノ多結晶ダイヤモンドをアンビルに用いることで近年可能となった。ナノ多結晶ダイヤモンドの利用を中心に、さらなる測定技術開発を実験と並行して進めている。

#### 合金および金属間化合物における水素化効果の研究

最近、水素を圧力媒体としてフェリ磁性体のラーベス相化合物 $GdFe_2$ を加圧すると、水素との直接反応によって常磁性転移を起こし、さらに加圧すると常圧とは異なる強磁性相が生じることが放射光メスbauer分光法とX線磁気円二色性測定で観測された。ラーベス相化合物のフェリ磁性では、3d遷移金属のFeをCoまたはNiに置換すると、キュリー温度が低下したり、常磁性となったりして磁気秩序の不安定性が増す。本研究では主に $GdFe_2$ よりもフェリ磁性への転移温度が低い $GdCo_2$ に着目して、水素による磁気状態の変化を高圧下で調べた。この研究のため、国際共同研究加速基金（国際共同研究強化）の助成によってヨーロッパ放射光研究施設（ESRF）での共同利用実験を実施し、ビームラインID24でX線磁気円二色性（XMCD）の実験を行った。その結果、 $GdCo_2$ の場合も2段階の磁気転移が見出された。詳細にみると、XMCDの圧力変化には $GdFe_2$ とはいくつか異なる相違が見出されている。現在、この磁気転移に対する水素の効果の解析を進めている。

#### 純Feの構造相転移と磁気相転移

純Feの約14 GPaにおける $\alpha$ - $\epsilon$ 相転移の過程について、高圧下のXRDと実像観察を相補的に利用した研究を行っている。我々がEXAFS解析から見出した、shear誘起のマルテンサイト変態の転移プロセスに基づき、どのような方位を持つhcp構造（バリエント）が優先的に形成されるかを、シャープなX線回折スポットの分布および微分干渉顕微鏡観察によるマルテンサイト組織の実像観察から同定を試みている。実像観察はバリエントのサイズや分布を直接決定できる利点があるが、高圧下では試料が微小かつ狭い光学窓を介した観察となるため、これまで実像観察の成功例はない。表面を鏡面研磨した100  $\mu\text{m}$ 程度の微小なFe単結晶試料を準備するところから着手し、ダイヤモンドアンビルセルを使った実像観察を進めている。マルテンサイト組織を直接観察すれば、高圧相と低圧相の相境界の結晶方位から変態で発生したバリエントの帰属を求めることができるので、単結晶のX線回折実験と相補的な実験となる。さらに、バリエントの方位分布とサイズを定量的に求めることで圧力誘起のマルテンサイト変態のメカニズムの理解を目指している。

#### 共同研究

学外の教育研究機関との共同研究として、以下の研究を推進している。

- ・ ESRF での新規実験テーマ提案に向けた共同研究

- ・産総研， 広大先端研からの純良試料の提供
- ・ラトビア大学との新規スペクトル解析に基づくチタン酸ストロンチウムの局所分極
- ・東京工業大学からの酸化物薄膜の試料提供

#### 原著論文

- [1] © Isotropic shrinkage of the oxygen octahedron in SrTiO<sub>3</sub> under uniaxial pressure; C. Lu, C. Temba, N. Nakajima, S. Kawakami, N. Ishimatsu, and H. Maruyama; J. Phys: Condens. Matter **29** (2017) 395502.
- [2] © Synthesis of TiO<sub>2</sub> nanotubes: effect of post-treatment on crystallinity and photocatalytic activity; K. Moriai, N. Nakajima, C. Moriyoshi and H. Maruyama; Mater. Res. Express **4** (2017) 045017.
- [3] © Relationship between element-selective electronic states and hydrogen absorption properties of Pd-M (M = Ru, Rh, Ag, and Au) alloys; K. Fujii, N. Ishimatsu, H. Maruyama, T. Shishidou, S. Hayakawa, and N. Kawamura; Phys. Rev. B **95** (2017) 024116
- [4] Emergence of a new valence-ordered structure and collapse of the magnetic order under high pressure in EuPtP; A. Mitsuda, S. Manabe, M. Umeda, H. Wada, K. Matsubayashi, Y. Uwatoko, M. Mizumaki, N. Kawamura, K. Nitta, N. Hirao, Y. Ohishi and N. Ishimatsu; J. Phys: Condens. Matter **30** (2018) 105603.
- [5] Electronic states in the pressure-induced magnetically ordered phase in SmB<sub>6</sub>; T. Mito, N. Emi, N. Kawamura, M. Mizumaki, T. Koyama, K. Ueda, N. Ishimatsu and F. Iga; J. Phys.: Conference Series **868** (2017) 012008.
- [6] Polarization-Dependent Ti 2p-Resonant X-ray Raman Scattering from Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; Y. Tezuka, N. Nakajima, J. Adachi, O. Morimoto, H. Sato, and T. Uozumi; J. Phys. Soc. Jpn. **86** (2017) 124713.
- [7] Electronic structure study of CaCu<sub>3</sub>Ti<sub>4</sub>O<sub>12</sub> by means of X-ray Raman scattering; Y. Tezuka, Y. Yokouchi, S. Sasaki, S. Nakamoto, K. Nishiyama, M. Mikami, H.J. Im, T. Watanabe, S. Nozawa, N. Nakajima, T. Iwazumi; J. Electron. Spectrosc. Relat. Phenom. **220** (2017) 114.
- [8] Effect of Fe-site Substitution on Pressure-induced Spin Transition in SrFeO<sub>2</sub>; T. Kawakami, T. Yamamoto, K. Yata, M. Ishii, Y. Watanabe, M. Mizumaki, N. Kawamura, N. Ishimatsu, H. Takahashi, T. Okada, T. Yagi, H. Kageyama; J. Phys. Soc. Jpn., **86** (2017) 124716.

#### 著書

- [1] 石松直樹:「XAFSの基礎と応用」講談社 日本XAFS研究会 (共著) 2017年 全352ページ (担当, 4.7.2 「高圧下のXAFS測定」 214~217ページ)

#### 国際会議

(招待講演)

該当なし

(一般講演)

- [1] © K. Yokoyama, N. Ishimatsu, H. Maruyama, T. Onimaru, T. Takabatake, K. Suekuni, N. Kawamura, M. Mizumaki, S. Tsutsui, T. Ina, T. Watanuki, T. Irifune, V. Cuartero, O. Mathon, S. Pascarelli; 「EXAFS local structural analysis of amorphous phase transition under high pressure

in type I clathrate compound  $\text{Eu}_8\text{Ga}_{16}\text{Ge}_{30}$ 」 1st international workshop of Emergent Condensed-Matter Physics 2018 (ECMP2018) (2018.3.5-6, AdSM, Hiroshima Univ., Higashihiroshima)

- [2] © M. Kousa, S. Iwasaki, N. Ishimatsu, H. Maruyama, D. Miyashita, T. Toryu, N. Kawamura, M. Mizumaki, R. Nomura, S. Kakizawa, T. Irifune, H. Sumiya; 「XAS study on magnetovolume effect of  $\text{Fe}_{72}\text{Pt}_{28}$  Invar alloy under high pressure」 1st international workshop of Emergent Condensed-Matter Physics 2018 (ECMP2018) (2018.3.5-6, AdSM, Hiroshima Univ., Higashihiroshima)
- [3] © D. Miyashita, N. Ishimatsu, and H. Maruyama; 「Differential interference contrast observation of pressure-induced martensitic transformation in pure iron」 2017 Korea-Japan Student Workshop (2017.11.2-5 Pusan university, Busan, Korea)
- [4] Y. Noji, K. Ohshiro, and N. Nakajima; 「Surface Band Bending of Anatase  $\text{TiO}_2$  studied by Hard X-ray Photoemission Spectroscopy」 2017 Korea-Japan Student Workshop (2017.11.2-5 Pusan university, Busan, Korea)
- [5] © N. Ishimatsu, T. Toryu, K. Yokoyama, H. Maruyama, S. Nakano, V. Cuartero, R. Torchio, and S. Pascarelli; 「Hydrogenation process of Co metal studied by extended X-ray absorption fine structure (EXAFS) under pressure」 The 26th International Conference on High Pressure Science & Technology (AIRAPT 26) (2017.8.19-24, Beijing, China)

#### 国内学会

(依頼講演)

- [1] 石松直樹: 「EXAFSによる元素選択的な局所構造解析へのNPDアンビルの利用: 現状と今後の展望」, GRC 1st NPD Workshop ナノ多結晶ダイヤモンドの超高压科学への応用 (平成30年2月28日-3月1日, 愛媛大学GRC, 松山市)
- [2] 石松直樹: 「ESRF XAFS/XMCDビームラインBM23とID24での圧力下実験の報告」, 高压物質科学研究会 (平成29年9月6日, 広島大学, 東千田キャンパス, 未来創生センター, 広島市)

(一般講演)

- [1] 大城佳祐, 中島伸夫, 手塚泰久, 足立純一, 野澤俊介: 「共鳴X線発光分光による光触媒 $\text{Au}/\text{TiO}_2$ の電子状態の研究II」, 日本物理学会 第73回年次大会 (平成30年3月22日-25日, 東理大・野田キャンパス, 千葉県野田市)
- [2] 加藤盛也, 小野颯太, 中島伸夫, 足立純一, 仁谷浩明, 丹羽尉博, 武市泰男, 安井伸太郎: 「SDDタイムスタンプを利用したサブマイクロ秒時分割XAFSの試み」, 平成30年3月22日-25日, 東理大・野田キャンパス, 千葉県野田市)
- [3] 手塚泰久, 西山賢司郎, 任 皓駿, 渡辺孝夫, 野澤俊介, 中島伸夫, 岩住俊明: 「軟X線及び硬X線ラマン散乱による $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ の電子構造研究III」, 平成30年3月22日-25日, 東理大・野田キャンパス, 千葉県野田市)
- [4] 大城佳祐, 中島伸夫, 野地祐磨, 手塚泰久, 野澤俊介: 「共鳴X線発光分光による光触媒 $\text{Au}/\text{TiO}_2$ の電子状態の研究」, 2017年度量子ビームサイエンスフェスタ (第9回MLFシンポジウム/第35回PFシンポジウム) (平成30年3月1日-4日, 水戸県立県民文化センター, 水戸市)
- [5] 岩崎 駿: 「X線吸収分光を用いた元素選択的な圧縮曲線による Fe-Niインバー合金の研究」,

第5回愛媛大学先進超高压科学研究拠点 (PRIUS) シンポジウム (平成30年2月27日-28日, 愛媛大学GRC, 松山市)

- [6] 甲佐美宇:「高压下X線吸収分光による  $\text{Fe}_{72}\text{Pt}_{28}$  Invar合金の磁気体積効果の研究」, 第5回愛媛大学先進超高压科学研究拠点 (PRIUS) シンポジウム (平成30年2月27日-28日, 愛媛大学GRC, 松山市)
- [7] 西山賢司郎, 任 皓駿, 渡辺孝夫, 野澤俊介, 中島伸夫, 岩住俊明, 手塚泰久:「Aサイト秩序型ペロブスカイト  $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$  の電子構造の温度依存性」, 第31回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (平成30年1月8日-10日, つくば国際会議場, つくば市)
- [8] 手塚泰久, 西山賢司郎, 任 皓駿, 渡辺孝夫, 中島伸夫:「軟X線ラマン散乱によるAサイト秩序型ペロブスカイト  $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$  の電子構造研究」, 第31回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (平成30年1月8日-10日, つくば国際会議場, つくば市)
- [9] 中島伸夫, 加藤盛也:「マルチフェロイック物質  $\text{BiFeO}_3$ - $\text{BaTiO}_3$  混晶系の局所構造と電子状態」, 強的秩序とその操作に関わる研究グループ 第6回研究会 (平成30年1月4日, 東大, 本郷キャンパス, 東京都)
- [10] 加藤盛也, 小野颯太, 中島伸夫, 足立純一, 仁谷浩明, 丹羽尉博, 武市康男, 安井伸太郎:「SDDタイムスンプを利用したサブマクロ秒時分割XAFSの試み」, 強的秩序とその操作に関わる研究グループ 第6回研究会 (平成30年1月4日, 東大, 本郷キャンパス, 東京都)
- [11] ◎ 宮下大樹, 石松直樹, 圓山 裕, 迫田夜空:「純鉄bcc-hcp 圧力誘起相転移の微分干渉顕微鏡によるマルテンサイト組織観察」, 第58回高压討論会 (2017年11月8日-10日, 名古屋大学, 名古屋市)
- [12] ◎ 鳥生泰志, 石松直樹, 横山 溪, 圓山 裕, 中野智志, V. Cuartero, R. Torchio, O. Mathon, S. Pascarelli:「X線吸収分光法によるCoの圧力誘起水素化過程の局所構造解析」, 第58回高压討論会 (2017年11月8日-10日, 名古屋大学, 名古屋市)
- [13] ◎ 石松直樹, 内藤卓郎, 圓山 裕, 河村直己, 水牧仁一朗, 田中 新:「純鉄の圧力誘起bcc-hcp マルテンサイト変態で見られる二色性スペクトル」, 日本物理学会 2017年秋季大会 (平成29年9月21日-24日, 岩手大学, 盛岡市)
- [14] ◎ 野地祐磨, 大城佳祐, 中島伸夫, 圓山 裕, 佐藤 仁, 上田茂典:「硬X線光電子分光によるアナターゼ型酸化チタンの表面バンドベンディングの研究」, 日本物理学会 2017年秋季大会 (平成29年9月21日-24日, 岩手大学, 盛岡市)
- [15] ◎ 大城佳祐, 中島伸夫, 野地祐磨, 圓山 裕, 手塚泰久, 足立純一, 野澤俊介:「共鳴X線発光分光による光触媒  $\text{Au}/\text{TiO}_2$  の電子状態の研究」, 日本物理学会 2017年秋季大会 (平成29年9月21日-24日, 岩手大学, 盛岡市)
- [16] 中島伸夫, 森合海瑠:「陽極酸化法による  $\text{TiO}_2$  ナノチューブの結晶性と光触媒活性」, 日本物理学会 2017年秋季大会 (平成29年9月21日-24日, 岩手大学, 盛岡市)
- [17] 手塚泰久, 中本星也, 西山賢司郎, 任 皓駿, 渡辺孝夫, 野澤俊介, 中島伸夫, 岩住俊明:「Aサイト秩序型ペロブスカイト  $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$  の電子構造の温度依存性」, 日本物理学会 2017年秋季大会 (平成29年9月21日-24日, 岩手大学, 盛岡市)
- [18] 手塚泰久, 中本星也, 西山賢司郎, 任 皓駿, 渡辺孝夫, 野澤俊介, 中島伸夫, 岩住俊明:「軟X線及び硬X線ラマン散乱による  $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$  の電子構造研究II」, 日本物理学会 2017年秋季大会 (平成29年9月21日-24日, 岩手大学, 盛岡市)
- [19] ◎ 小野颯太, 芦 聡, 加藤盛也, 中島伸夫, 足立純一, 丹羽尉博, 安井伸太郎:「時間分解X線吸収スペクトルによる交流電場下におけるチタン酸バリウム薄膜の誘電応答」, 強

的秩序とその操作に関わる研究グループ 第5回研究会（平成29年9月8日-9日，スコーレ若宮，福岡県宮若市）

- [20] ◎ 中島伸夫，芦 聡：「 $\text{SrTiO}_3$ の格子歪み誘起強誘電性のX線分光法による探求」，強的秩序とその操作に関わる研究グループ 第5回研究会（平成29年9月8日-9日，スコーレ若宮，福岡県宮若市）
- [21] ◎ 加藤盛也，中島伸夫，小野颯太，Andris Anspoks：「 $\text{BaTiO}_3$ のTi-K吸収スペクトルにおける肩構造の起源の研究」，強的秩序とその操作に関わる研究グループ 第5回研究会（平成29年9月8日-9日，スコーレ若宮，福岡県宮若市）
- [22] 中島伸夫，野地祐磨，大城佳祐：「光触媒酸化チタンの表面バンドベンディング」，第78回応用物理学会秋季学術講演会（平成29年9月5日-8日，福岡国際会議場，福岡市）
- [23] 小野颯太，芦 聡，加藤盛也，中島伸夫，足立純一，丹羽尉博，安井伸太郎：「時間分解X線吸収スペクトルによる交流電場下におけるチタン酸バリウム薄膜の誘電応答」，第78回応用物理学会秋季学術講演会（平成29年9月5日-8日，福岡国際会議場，福岡市）
- [24] ◎ 鳥生泰志，石松直樹，横山 溪，圓山 裕，中野智志，V. Cuartero，R. Torchio，O. Mathon，S. Pascarelli：「エネルギー分散型EXAFS 測定によるCo の圧力誘起水素化過程の局所構造解析」，第20回XAFS討論会（平成29年8月4日-6日，じばさんびる，姫路市）
- [25] ◎ 横山 溪，石松直樹，鳥生泰志，圓山 裕，加藤盛也，岩崎 駿，鬼丸孝博，高島敏郎，末國晃一郎，河村直己，水牧仁一朗，筒井智嗣，伊奈稔哲，綿貫 徹，入船徹男，V. Cuartero，O. Mathon，S. Pascarelli：「クラスレート化合物 $\text{X}_8\text{Ga}_{16}\text{Ge}_{30}$ （ $\text{X}=\text{Eu},\text{Sr},\text{Ba}$ ）のGe K端及びEu K端EXAFS解析」，第20回XAFS討論会（平成29年8月4日-6日，じばさんびる，姫路市）

#### 学生の学会発表実績

##### （国際会議）

- 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数 5 件
- 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数 0 件
- 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 0 件

##### （国内学会）

- 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数 14 件
- 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数 1 件
- 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 2 件

#### 社会活動・学外委員

##### ○ 学協会委員

- [1] 石松直樹：日本放射光学会 編集委員
- [2] 石松直樹：日本高圧力学会 会計幹事
- [3] 中島伸夫：日本物理学会 領域10運営委員

##### ○ 外部評価委員等

- [1] 石松直樹：（財）高輝度光科学研究センター，外来研究員
- [2] 石松直樹：第20回XAFS討論会（平成29年8月開催）プログラム委員
- [3] 石松直樹：第21回XAFS討論会（平成29年9月開催）プログラム委員
- [4] 中島伸夫：14th Russia/CIS/Baltic/Japan Symposium on Ferroelectricity, Program committee

## 高大連携事業への参加状況

- [1] 中島伸夫：広島県立海田高等学校（平成29年6月23日）

## 国際交流

- [1] 石松直樹：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化）ヨーロッパ放射光研究施設（ESRF）にて共同利用実験（平成29年9月7日-21日）
- [2] 中島伸夫：ラトビア大学物性物理学研究所にてペロブスカイトチタン酸化物のX線吸収スペクトルに関する研究交流（平成29年12月11-17日）

## 各種研究員と外国人留学生の受入状況

### ○ 外国人留学生

- [1] 大学院理学研究科博士課程後期，平成26年10月入学生，1名（中国）
- [2] 大学院理学研究科博士課程後期，平成29年10月入学生，1名（中国）

## 研究助成金の受入状況

- [1] 中島伸夫：科学研究費補助金挑戦的萌芽研究（平成28年度-平成30年度）（代表，1,690千円）課題名：「チタン酸ストロンチウム薄膜を曲げて誘起される強誘電性の探求」
- [2] 石松直樹：科学研究費補助金新学術領域研究（平成27年度-31年度）（分担，500千円）課題名：「核-マントル物質の精密高圧実験技術の開発」
- [3] 石松直樹：科学研究費補助金基盤研究C（平成29年度-31年度）（代表，1,300千円）課題名：「原子間の結合に着目したX線吸収分光法による鉄合金の熱膨張抑制機構の解明」
- [4] 石松直樹：科学研究費補助金 国際共同研究加速基金（国際共同研究強化）（平成28年度-平成29年度）（代表，5,800千円）課題名：「遷移金属水素物の電子状態に着目した水素吸蔵特性の解明」
- [5] 中島伸夫：日本板硝子材料工学助成会（平成29年度-平成30年度）（代表，900千円）課題名：「チタン酸ストロンチウム薄膜の界面歪みで誘起される強誘電性の探求」

## 特記事項

### ○ 学生の受賞

- [1] 加藤盛也：平成29年度卒業発表優秀賞（物理科学科長 小畷康史）
- [2] 加藤盛也：平成29年度物理科学科成績優秀賞（大学院理学研究科長 楯真一）
- [3] 加藤盛也：平成29年度物理科学科成績優秀賞（物理科学科長 小畷康史）
- [4] 加藤盛也：最優秀ポスター賞：強制的秩序とその操作に関わる研究グループ 第6回 研究会（Chair 永沼 博）
- [5] 甲佐美宇：ベストポスター賞，広島大学の創発的物性物理研究拠点第1回国際ワークショップ（ECMP2018 Chair: Akio Kimura）

## ○光物性グループ

### 研究活動の概要

光物性研究室では、放射光やレーザーを用いて、磁性体、超伝導体、トポロジカル絶縁体・半金属、熱電変換材料などの機能性物質の詳細な電子構造や結晶構造を実験的に観測し電氣的、磁氣的、熱的性質の起源を解明することを目的として研究を行っている。

#### (1) 3次元トポロジカル絶縁体の表面ディラック粒子の非平衡状態の研究

2016年のノーベル物理学賞が与えられた物質におけるトポロジーの概念に基づいて、トポロジカル絶縁体という通常の絶縁体とは異なる特殊な絶縁体の存在が明らかになり大きな注目を集めている。トポロジカル絶縁体は、物質の内部は電気を通さない絶縁体にも関わらず、表面では金属的な振る舞いを示すことが知られている。この金属的なトポロジカル表面状態では、質量ゼロの電子（ディラック電子）が存在しており、さらにこれらが持つ電子スピンの向きが電子の運動方向に垂直な方向に揃っている。これによりトポロジカル絶縁体の表面電子は不純物に散乱されにくいなどの魅力的な特性を持っているため、これまでにはない高い機能性を持った次世代デバイスに応用されることが期待されている。しかしながら、ほとんどのトポロジカル絶縁体の場合、結晶中に存在する欠陥などの影響によって結晶内部も金属的になってしまい、表面に存在するディラック電子の情報が覆い隠されてしまうという問題があった。

最近では、トポロジカル絶縁体に赤外線パルスを瞬間的に照射した際に生じるディラック電子の動的性質にも注目が集まっており、光を利用した機能デバイスへの応用が期待されている。しかし、結晶内部が金属的な場合、光パルス照射後に生じる非平衡状態の持続時間は長くても数ピコ秒（1ピコ秒：1兆分の1秒）程度であり、これでは持続時間が短すぎて、応答を電氣的に読み取ることができない。光応答の持続時間を少なくともナノ秒域まで延ばす必要がある中、本研究グループでは、キャリアチューニングによって絶縁性の高いトポロジカル絶縁体を作成し、電子構造とディラック電子の動的性質の観測を試みた。

そこで、光物性研究室を主体とした東京大学物性研究所極限コヒーレント光科学研究センターとノヴォシビルスク半導体研究所（ロシア）との国際共同研究チームは、トポロジカル絶縁体（ $\text{Sb}_{1-x}\text{Bi}_x$ ） $_2\text{Te}_3$ （Sb：アンチモン，Bi：ビスマス，Te：テルル）に着目し、アンチモンとビスマスの比率を制御することによって結晶内部の性質を金属から絶縁性へ変化させ、その電子構造と超高速キャリアダイナミクスをポンプ・プローブ法を利用した時間・角度分解光電子分光によって詳細に観測した。その結果、ビスマスをドーピングしていない場合は非平衡状態が約5ピコ秒以内で緩和しているが、ビスマスのドーピング量を増やすと非平衡状態の持続時間が飛躍的に長くなることが明らかとなった。特に、ビスマスを43%ドーピングした試料では、非平衡状態が400ピコ秒以上経過しても存続しており、ビスマスをドーピングしていない試料より約100倍長い持続時間を観測した。

一般に、金属中の電子も光に対して応答するが、応答の持続時間は長くても数ピコ秒しかなく、これを電子デバイスで捉えることは早すぎて不可能だった。トポロジカル絶縁体の表層も金属だが、この応答の持続時間を少なくともナノ秒域まで延ばせることが本研究で実証された。金属であるにもかかわらずその応答時間を延ばすことができた鍵は、トポロジカル絶縁体の内部と表層の両方を上手く制御することにあることが明らかになった。この指針に基づいて、さらに光応答の持続時間が延びることが期待される。また、今回達成されたナノ秒域の応答であれば、既に電子デバイスでも捉えることができる。つまり、金属の光応答を電氣的に捉える、ということも視野に入り、新しい光スピンエレクトロニクス機能に繋がることも期待される。

本研究の成果は Scientific Reports に掲載され、同時に広島大学よりプレスリリース (<https://www.hiroshima-u.ac.jp/news/42287>) を行った。

## (2) トポロジカル絶縁体 $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ における光エイジングと表面光起電力効果

上述のようにトポロジカル絶縁体は結晶内部が絶縁体で、その表面に質量ゼロの金属的なディラック表面状態が存在する。またその表面電子は強いスピン軌道相互作用によりスピンと運動量が垂直に固定されるスピントクスチャーをフェルミ面で形成するため、非磁性不純物に対して後方散乱が大幅に抑制される。このような特徴から、トポロジカル絶縁体の表面や界面を用いた高移動度スピン輸送デバイスの開発が期待されている。最近、トポロジカル絶縁体に光を入射することで生じる表面光起電力 (SPV) 効果を利用すると、スピン偏極した光電流を取り出すことができるという提案がなされた[Y. Ishida, et al., *Sci. Rep.* **5**, 8160 (2013)]。このSPV効果は、表面とバルクのキャリア密度の違いによって生じるバンドベンディングが光の照射によって緩和することで起こる。その結果、光の照射により表面電圧が太陽電池のように変化し、トポロジカル絶縁体表面においてスピン偏極した光電流が流れる。また、バンドベンディングを大きくすることは、SPV効果によって発生する電圧を大きくすることと同義あり、次世代デバイスを開発する上で重要である。

そこで、光物性研究室を主体とした東京大学物性研究所極限コヒーレント光科学研究センターとノヴォシビルスク半導体研究所 (ロシア) との国際共同研究チームは、時間角度分解光電子分光を用いてトポロジカル絶縁体である *p*-type  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  を用いてバンドベンディングをさらに大きくする手段を発見した。実験には直線偏光したポンプ光 (1.48 eV) とプローブ光 (5.92 eV)、繰り返し数が250 kHzであるチタン-サファイアレーザーシステムを用いた[Y. Ishida et al., *Rev. Sci. Instrum.* **85**, 123904 (2014)]。その結果、強力赤外光照射後は照射前のときに比べ、バンド分散がエネルギーの低い方へシフトした。このシフトは光エイジング効果によるものであり、さらに時間分解測定をするとSPVシフトが存在し、そのシフト量は照射前に比べ大きくなっていることが分かった。

## (3) 磁性トポロジカル絶縁体 $(\text{Sb}_{1-x}\text{V}_x)_2\text{Te}_3$ のキャリア誘起強磁性および超高速キャリアダイナミクス

近年、 $\text{Sb}_2\text{Te}_3$  をベースとしたトポロジカル絶縁体薄膜に少量のCrあるいはVを添加した磁性トポロジカル絶縁体において量子異常ホール効果 (QAHE) が観測された[C. Z. Chang et al., *Science* **340**, 167 (2013)] [C. Z. Chang et al., *Nat. Mater.* **14**, 473 (2015)] [M. Mogi et al., *Appl. Phys. Lett.* **107**, 182401 (2015)]。特に、Vを添加した系は、Cr添加の系に比べて高いキュリー温度・大きな保磁力を示す硬磁性材料であることから、超低消費電力デバイス開発に向けた有力候補物質として大きな注目を集めている。一方、QAHEの観測温度が30 mK-2 Kと極低温に限られており、応用上高いキュリー温度を有し、大きな表面ギャップを持つ系の開発が必要となる。そのためには、現存の系における磁性発現機構を電子状態の立場から理解することが必要となる。

そこで本研究では、光物性研究室を主体として、日本原子力研究開発機構、東京大学物性研究所極限コヒーレント光科学研究センターとノヴォシビルスク半導体研究所 (ロシア) との国際共同研究として  $(\text{Sb}_{1-x}\text{V}_x)_2\text{Te}_3$  の磁性発現機構の多角的な理解に向けて、軟X線磁気円二色性 (XMCD) 分光および時間角度分解光電子分光を行った。実験はSPRING-8 BL23SUおよび東京大学物性研究所LASORにて行った。

まず、磁性イオンと母体の局所的な電子構造を明らかにするために  $\text{Sb}_{1.97}\text{V}_{0.03}\text{Te}_3$  について10K、2Tの条件でXMCD分光を行った。極微量なV添加にも関わらず、V  $L_{2,3}$  吸収端には明確なXMCDシ

グナルが観測された。更に、V 3dだけでなく、SbやTe 5p電子にも磁気モーメントが誘起されており、非磁性元素が強磁性発現に重要な役割を果たしていることが明らかになった。次に、フェムト秒・時間角度分解光電子分光による非占有電子状態の直接観測および超高速キャリアダイナミクスの追跡を行った。Sb<sub>1.97</sub>V<sub>0.03</sub>Te<sub>3</sub>とSb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>ではディラック点の位置やバンド分散の形状に顕著な変化は見られなかったが、Vを添加した系では、ポンプ光によって励起された電子の持続時間が極めて短くなることが明らかとなった。この結果は、V添加によって形成されたV 3d不純物バンドが散乱を増加させた結果だと考えられる。

#### (4) 黒リンの非平衡キャリアダイナミクスの研究

近年、電子・光学デバイスの材料として2次元単原子層結晶が大きな注目を浴びているが、中でも炭素原子一層だけからなるグラフェンは、曲げやすく壊れにくいという機械的な性質だけでなく、みかけの質量がゼロであるディラック電子を有する点で基礎・応用の観点から世界中で研究が展開されてきた。結晶中には、少なからず欠陥や不純物が存在し、一般には伝導電子がそれらにぶつかることで電気抵抗が生じる。ところが、グラフェン中のディラック電子は不純物や欠陥をもものともせず「動き続ける」性質がある。その結果、グラフェンは室温付近であっても高い電子移動度を示し、次世代デバイスの最有力候補として注目を浴びていた。しかしながら、グラフェンにはバンドギャップが存在しないため、電子の伝導性を外部から制御して信号のオン・オフ比を大きくすることが難しく、電子・光学デバイスへの応用に大きな課題を残していた。このような中、黒リンは、以下のようなグラフェンにおけるいくつかの問題点を解決する特徴を持っている。1つ目は、ディラック電子の要素を持ちつつ、バンドギャップが存在することから、高い電子移動度を示し、かつ信号のオン・オフ比が大きくでき、次世代電解効果トランジスタ等への応用が期待されている点。2点目は、光通信で用いられる光の波長は赤外域にあるが、黒リンのバンドギャップの大きさが丁度赤外域(約0.3電子ボルト)となるため、赤外レーザーへの応用はもとより、光通信デバイスへの応用が期待されていることである。このような観点から、古くから知られていた黒リンが最近になって特に応用の観点からも再び脚光を浴びている。本研究では、黒リンが赤外レーザーや光通信デバイスへの応用に実際に適した材料であるかどうかを知るために、光吸収により生じた伝導電子を直接観測し、「電子のたたき上げが生じるかどうか？」また「その持続時間はどの程度か？」について明らかにすることを目的とした。なお、通常の金属では照射した光は反射されてしまい、電子のたたき上げはなかなか起きず、起きたとしても、その持続は長くても数ピコ秒(ピコ秒=1兆分の1秒)程度であることが知られている。

従来の角度分解光電子分光(ARPES)は電子が占有された価電子帯のみをとらえる手法であるため、本研究で注目する伝導帯の観測には向いていない。そこで本研究では、光物性研究室と東京大学物性研究所極限コヒーレント光科学研究センターおよび兵庫県立大学物質理学研究科との共同研究で、良質な黒リン単結晶を対象にポンプ・プローブ法を利用した時間・角度分解光電子分光(TARPES)により、光吸収により伝導帯にたたき上げられた(励起された)電子とその超高速キャリアダイナミクスを詳細に調べた。黒リンは蜂の巣格子がひだ状に折り畳まれた層がb軸に沿った方向に積み重なった構造を持っている。TARPESによる実験結果は、c軸に沿った方向で観測された伝導帯は急峻な放物線型のバンド分散構造を示し、a軸方向については分散関係が比較的平らになっていた。これは、伝導電子の有効質量に大きな違いがあることを示しており、解析の結果、c軸方向の有効質量はa軸方向に沿った方向に比べ10分の1以下になっていることがわかった。光吸収により伝導帯に励起された電子のダイナミクスをc軸に沿った方向で調べた結果、時間の経過にともない次第に伝導帯の底に電子が移動している様子が観測された。光励起後、約30

ピコ秒経過するとほぼ伝導帯の底に電子が蓄積するが、その状態が400ピコ以上持続していた。この結果は、通常の金属では照射した光によりたたき上げられた電子の持続時間が数ピコ秒であることを考えると非常に長い時間であることがわかる。

本研究から、光パルス照射で価電子帯の電子が伝導帯にたたき上げられ、それが長時間持続することが明らかとなった。強い光で励起した場合には、それ以上吸収が起こらず、逆に光を透過させるという「可飽和光吸収」という非線形現象が起こりやすくなるため、レーザーの短パルス化や、高速光通信を可能にする光スイッチへの応用が期待される。また、黒リンは層の数が減少するにつれ、バンドギャップが可視領域まで大きくなることが知られていることから、黒リンを用いて広い波長範囲をカバーするレーザーや光通信の応用へも大いに期待が高まる。また本研究は、基礎的な観点からも大きな意味を持つ。光吸収により生まれた伝導電子とその抜け穴に相当する正孔（ホール）とが結合して一つの粒子として振る舞う励起子が知られているが、黒リンのような異方的な伝導電子を持つ物質では、その励起子が特殊な条件下でボーズ・アインシュタイン凝縮を起こしマクロな波動関数を形成する現象も見られることが期待される。

#### (5) $\eta$ - $\text{Mo}_4\text{O}_{11}$ の異方的バンド構造の観測

$\eta$ - $\text{Mo}_4\text{O}_{11}$ は $\text{MoO}_6$ 八面体からなる伝導層と $\text{MoO}_4$ 四面体からなる絶縁層が交互に積層した擬二次元構造を持つ物質である。すべての八面体と四面体は頂点共有によって結合しており、八面体層内では $b$ ,  $b \pm c$ 軸方向に伝導鎖が伸びている。この物質の特徴として、109 Kと30 Kの二段階にわたる電荷密度波（CDW）転移が挙げられる。さらに、一段階目の転移後には $b$ 軸方向の電気抵抗が金属的、 $c$ 軸方向では半導体的になるという抵抗異方性が顕著に表れる。

この転移後に生じる電気抵抗異方性のメカニズムを解明するために、光物性研究室では構造物性研究室、日本大学理工学部、大阪大学産業科学研究所との共同研究として、放射光を用いた角度分解光電子分光（ARPES）を広島大学放射光科学研究センターのBL-7にて実験を行った。温度150 KでARPES測定を行なったところ、 $b$ 軸と $c$ 軸の両方向について3本のバンドが観測されたが、その中の1本のバンドに強い異方性があることがわかった。またこの結果と理論計算を比較することにより、各バンドの軌道成分を決定し、異方性のあるバンドは $\text{Mo } d_{xy}$  軌道由来であることが明らかとなった。さらに、 $b$ 軸方向でのみ $\text{Mo } d_{xy}$  軌道と再隣接酸素の $p_y$  軌道が強く混成することで、転移後の電気抵抗異方性が生じていることが示唆された。

#### (6) ホイスラー合金 $\text{Co}_2\text{Cr}(\text{Ga},\text{Si})$ におけるリエントラント・マルテンサイト変態機構の研究

Co基ホイスラー合金はハーフメタル材料の有力候補として知られているが、近年 $\text{Co}_2\text{CrGa}$ と $\text{Co}_2\text{CrSi}$ の混晶系において形状記憶効果が現れることが報告された[X. Xu et al., Appl. Phys. Lett. **103**, 164104 (2013)]。形状記憶効果はマルテンサイト変態と密接に関連しており、高温における母相が冷却によってマルテンサイト相へと相転移することに起因している。しかし、 $\text{Co}_2\text{Cr}(\text{Ga},\text{Si})$  合金では、マルテンサイト相をさらに冷却することによって再び母相が現れる、リエントラント挙動を示すことが明らかになっている。このような冷却誘起マルテンサイト逆変態を示す物質は非常に稀であり、金属では純鉄以外に類を見ない。

本研究では、光物性研究室、東北大学電気通信研究所、東北大学大学院工学研究科、物質・材料研究機構、日本原子力研究開発機構の共同研究として、 $\text{Co}_2\text{Cr}(\text{Ga},\text{Si})$  合金に発現するリエントラント・マルテンサイト変態機構を電子状態の観点から明らかにすることを目的に、硬X線光電子分光、軟X線磁気円二色性分光および第一原理計算を行った。実験はSPring-8 BL15XU, BL23SUにおいて行い300-20Kの範囲で温度依存性を測定した。

硬X線光電子分光により得られた価電子帯光電子分光スペクトルには、冷却を行うことで、フ

フェルミ準位近傍の電子状態に顕著な変化が現れ、リエントラント・マルテンサイト変態を反映した電子状態が観測された。また、20Kでは300Kに比べてスピン磁気モーメントが大幅に増加することが軟X線磁気円二色性分光より明らかになった。これらの電子状態の変化は第一原理計算からも再現された。更に、母相のフェルミ準位近傍ではCo 3*d*およびCr 3*d*軌道が高い状態密度を有していることが第一原理計算より明らかになり、これらが構造不安定性を誘起しマルテンサイト相を安定化させていると考えられる。

#### (7) 軟X線磁気円二色性による Co/h-BN/Ni (111) の層間磁気結合の研究

トンネル磁気抵抗 (TMR) 効果は、強磁性体 (FM) 薄膜で絶縁体を挟んだ強磁性トンネル接合構造において、2つのFM層の相対的な磁化方向に応じて電気抵抗が大きく変化する現象である。これを利用したTMR素子は、ハードディスクの読み取り磁気ヘッドなどに応用される。単層の六方晶窒化硼 (h-BN) は安定なハニカム構造をもつ絶縁性層状物質であり、磁気トンネル接合 (MTJ) 構造の絶縁層として欠陥や不純物の少ない理想的なバリア層を提供すると期待される。実際に、単層のh-BNをバリア層に用いたMTJ構造のTMR効果が、最近報告されている。しかし、TMRを考える上で重要なFM/h-BN/FM界面の磁気状態は十分に解明されていない。そこで本研究では元素選択的な磁性を調べるツールである軟X線磁気円二色性 (XMCD) 分光を用いてCo/h-BN/Ni (111) の界面磁性を調べることを目的とした。実験は広島大学放射光科学研究センターHiSORのBL14で行なった。

まず、清浄化したNi (111) 基板の上に単層のh-BN膜を成長させ、超高真空中でCoを室温蒸着した後、XMCD測定と磁化曲線測定を行った。Co  $L_{2,3}$ 端と基板のNi  $L_{2,3}$ 端における面直方向に磁場をかけた場合のXMCD (室温) から、6 ML未満ではCoの磁気モーメントの方向は磁場に平行なNiのそれに対して反平行となったが、約6 MLを境に反平行から平行方向に反転することがわかった。また、磁化曲線測定から面内に磁場をかけた場合では、約15 MLでようやく高磁場側でCoの磁気モーメントの反転が始まる様子が観測された。以上より、Co/h-BN/Ni (111) では、NiとCoがh-BN層を通じて反強磁性的な磁気結合を示すことが明らかになった。

#### (8) 超高分解能角度分解光電子顕微分光装置 ( $\mu$ -ARPES) の開発と局所バンド構造の観測

角度分解光電子分光は、波数空間における電子構造を観測するのに最適な測定手段だが、実空間を分解できないのが弱点であった。本研究室では、紫外線レーザーを径数 $\mu\text{m}$ のスポットに集光することで、超高分解能角度分解光電子顕微分光装置 ( $\mu$ -ARPES) の開発を進めている。平成28年度は、鉄系超伝導物質 FeSe について、 $\mu$ -ARPESにより試料不均一性を排除した局所バンド分散の観測を行い、電子液晶転移に伴うバンドのシフトを決定した。そして、鉄系の多秩序が絡む相図において、電子の軌道成分が大きな役割を果たしていることを示した。

#### (9) 新奇超伝導物質の電子構造の研究

銅酸化物系や鉄砒素系で発現する高温超伝導は、従来理論では説明のつかない現象として、興味を集めている。本研究グループでは、紫外線領域の集光レーザーや軌道放射光を励起光とする高分解能角度分解光電子分光を用いて、新奇で多様な超伝導発現機構の解明に挑戦している。銅酸化物高温超伝導体  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}(\text{Cu}_{1-x}\text{Co}_x)_2\text{O}_{8+\delta}$  のホール濃度を最適化した上で、超伝導ギャップにおけるCo置換効果を高分解能角度分解光電子分光で直接観測した。その結果、4%のCo不純物によって超伝導転移温度が6割に低下しても、ノード近傍の超伝導ギャップが減少しないことが判明した。また、リンを主成分とする新しい層状超伝導物質  $\text{ZrP}_{2-x}\text{Se}_x$  ( $x=0.55, 0.60, 0.75, 0.85$ ) について、硬X線および真空紫外放射光を用いて高分解能光電子分光実験を行い、SeからPへの置換がホール

注入として作用していることを明らかにした。この知見は、超伝導物質の幅を広げる手がかりとして期待される。

#### 原著論文

- [1] Munisa Nurmamat, K. Sumida, Y. Ishida, J. Chen, T. Yoshikawa, E. E. Krasovskii, K. A. Kokh, O. E. Tereshchenko, Shik Shin and Akio Kimura, “Ultrafast dynamics of unoccupied surface resonances state of Bi<sub>2</sub>Te<sub>2</sub>Se,” Phys. Rev. B 97, 115303/1-6 (2018) .
- [2] ©Koji Miyamoto, Hirokazu Miyahara, Kenta Kuroda, Takamasa Maegawa, Akio Kimura, and Taichi Okuda, “Peculiar Rashba spin texture induced by C<sub>3v</sub> symmetry on the Bi (111) surface revisited,” Phys. Rev. B 97, 085433/1-8 (2018) .
- [3] Fumiya Takata, Keita Ito, Yukiharu Takeda, Yuji Saitoh, Koki Takanashi, Akio Kimura, and Takashi Suemasu, “Preferred site occupation of 3d atoms in NixFe<sub>4-x</sub>N (x = 1 and 3) films revealed by x-ray absorption spectroscopy and magnetic circular dichroism,” Phys. Rev. Mater 2, 024407/1-5 (2018) .
- [4] ©Shi-Long Wu, Kazuki Sumida, Koji Miyamoto, Kazuaki Taguchi, Tomoki Yoshikawa, Akio Kimura, Yoshifumi Ueda, Masashi Arita, Masanori Nagao, Satoshi Watauchi, Isao Tanaka and Taichi Okuda, “Direct evidence of hidden local spin polarization in a centrosymmetric superconductor LaO<sub>0.55</sub>F<sub>0.45</sub>BiS<sub>2</sub>,” Nature Communications 8, 1919/1-7 (2017) .
- [5] A. M. Shikin, V. Voroshin, A. G. Rybkin, K. A. Kokh, O. E. Tereshchenko, Y. Ishida, A. Kimura, “Gigantic 2D laser-induced photovoltaic effect in magnetically-doped topological insulators for surface zero-bias spin-polarized current generation,” 2D Mater. 5, 015015 (2017) .
- [6] K. Sumida, Y. Ishida, S. Zhu, M. Ye, K. A. Kokh, O. E. Tereshchenko, S. Shin, and A. Kimura, “Prolonged duration of nonequilibrated Dirac fermions in neutral topological insulators,” Sci. Rep. 7, 14080/1-7 (2017) . (広島大学・東京大学よりプレス発表)
- [7] ©E. Haubold, K. Koepf, D. Efremov, S. Khim, A. Fedorov, Y. Kushnirenko, J. van den Brink, S. Wurmehl, B. Büchner, T. K. Kim, M. Hoesch, K. Sumida, K. Taguchi, T. Yoshikawa, A. Kimura, T. Okuda and S. V. Borisenko, “Experimental realization of type-II Weyl state in non-centrosymmetric TaIrTe<sub>4</sub>,” Phys. Rev. B 95, 241108 (R) /1-7 (2017) .
- [8] ©H. Iwasawa, E. F. Schwier, M. Arita, A. Ino, H. Namatame, M. Taniguchi, Y. Aiura, K. Shimada, “Development of laser-based scanning  $\mu$ -ARPES system with ultimate energy and momentum resolutions,” Ultramicroscopy 182, 85-91 (2017) .
- [9] ©H. Anzai, M. Arita, H. Namatame, M. Taniguchi, M. Ishikado, K. Fujita, S. Ishida, S. Uchida, A. Ino, “A New Landscape of Multiple Dispersion Kinks in a High-Tc Cuprate Superconductor,” Sci. Rep. 7, 4830/1-8 (2017) .
- [10] ©Matthew D. Watson, Amir A. Haghighirad, Hitoshi Takita, Wumiti Mansuer, Hideaki Iwasawa, Eike F. Schwier, Akihiro Ino, and Moritz Hoesch, J. Phys. Soc. Jpn. 86, 053703/1-4 (2017) .
- [11] Shunsuke Kitou, Tatsuya Fujii, Tadashi Kawamoto, Naoyuki Katayama, Sachiko Maki, Eiji Nishibori, Kunihisa Sugimoto, Masaki Takata, Toshikazu Nakamura, and Hiroshi Sawa, Phys. Rev. Lett. 119, 065701/1-5 (2017) .

国際会議

(招待講演)

- [1] A. Kimura, “Exchange interaction in magnetic topological insulators,” The 1st International Workshop on Emergent Condensed-Matter Physics 2018 (ECMP2018) (5-6 March, 2018, Hiroshima University, Higashi-hiroshima) .
- [2] A. Kimura, “ARPES view on surface and bulk electronic structures of topological materials,” International workshop "Variety and universality of bulk-edge correspondence in topological phases: From solid state physics to transdisciplinary concepts" (BEC2018) (5-8 January, 2018, University of Tsukuba, Tsukuba) .
- [3] A. Kimura, “Non-equilibrated Surface Dirac Fermion Dynamics of Carrier Tuned Topological Insulators,” New Trends in Topological Insulators 2017 (NTTI2017) (16-21 July, 2017, Congressi Stefano Franscini, Monte Verità, TI, Switzerland) .
- [4] A. Kimura, “Probing non-equilibrated Dirac fermions on surface of topological insulators”, 16th International Conference on the Formation of Semiconductor Interfaces (ICFSI-16) (2-7 July, 2017, Hannover Congress Centrum, Hannover, Germany) .
- [5] A. Kimura, “Non-equilibrium Surface Dirac Fermion Dynamics of Topological Insulators Probed By Time Resolved ARPES (Keynote Talk) ”, International Conference on Quantum Physics in Complex Matter: Superconductivity, Magnetism and Ferroelectricity (Superstripes 2017) (4-10 June, 2017, Conference Centre of the Hotel Continental Terme, Ischia, Naples, Italy) .

(一般講演)

- [1] N. Ichikawa, Y. Ohashi, M. Sawada, A. Kimura, “Antiferromagnetic Interlayer Coupling of Co/h-BN/Ni (111) Studied by Soft X-ray Magnetic Circular Dichroism,” The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (Mar. 8-9, 2018, Higashi-Hiroshima, Japan) .
- [2] ©K. Sumida, K. Miyamoto, E. Annese, K. Taguchi, K. Shimada, A. Kimura, T. Okuda, “Present Status of 6 eV Laser Based Spin-ARPES System,” The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (Mar. 8-9, 2018, Higashi-Hiroshima, Japan) .
- [3] ©S. Ishizaka, H. Takita, T. Kubo, T. Miyashita, W. Mansuer, E. F. Schwier, H. Iwasawa, K. Shimada, H. Namatame, S. Ueda, A. Ino, “Photoemission Spectroscopy of A15-Type Superconductors Using Ultraviolet Laser and Hard X-Ray Synchrotron Radiation,” The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (Mar. 8-9, 2018, Higashi-Hiroshima, Japan) .
- [4] ©T. Miyashita, W. Mansuer, H. Takita, T. Kubo, S. Ishizaka, Eike F. Schwier, H. Iwasawa, K. Shimada, M. Arita, Y. Numata, T. Uto, A. Matsuda, A. Ino, “Angle-Resolved Photoemission Study of Co-Substitution Effect in the Electronic Structure of High-Tc Cuprate Superconductor,” The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (Mar. 8-9, 2018, Higashi-Hiroshima, Japan) .
- [5] ©K. Goto, E. F. Schwier, H. Namatame, Y. Aiura, K. Shimada, “Electron correlation effect in ferromagnetic Ni: a high-resolution polarization dependent ARPES study,” The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (Mar. 8-9, 2018, Higashi-Hiroshima, Japan) .
- [6] K. Sumida, Y. Ishida, T. Yoshikawa, J. Chen, M. Nurmatamat, K. A. Kokh, O. E. Tereshchenko, S. Shin, and A. Kimura, “Population inversion in topological insulators (Sb,Bi)<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>,” The 1st International

- Workshop on Emergent Condensed-Matter Physics 2018 (ECMP2018) (5-6 March, 2018, Hiroshima University, Higashi-hiroshima) .
- [7] ©M. Kakoki, K. Sumida, X. Xu, M. Tsujikawa, M. Shirai, T. Okuda, R. Kainuma, A. Kimura, “Electronic structure of Co-based magnetic shape memory Heusler alloys revealed by high-resolution photoemission spectroscopy,” The 1st International Workshop on Emergent Condensed-Matter Physics 2018 (ECMP2018) (5-6 March, 2018, Hiroshima University, Higashi-hiroshima) .
- [8] K. Sumida, Y. Ishida, T. Yoshikawa, J. Chen, M. Nurmamat, K. A. Kokh, O. E. Tereshchenko, S. Shin, and A. Kimura, “Inverted Dirac-electron population in a thermally activated topological insulator,” International workshop "Variety and universality of bulk-edge correspondence in topological phases: From solid state physics to transdisciplinary concepts" (BEC2018) (5-8 January, 2018, University of Tsukuba, Tsukuba) .
- [9] M. Nurmamat, E. E. Krasovskii, Y. Ishida, K. Sumida, J. Chen, T. Yoshikawa, E. V. Chulkov, K. A. Kokh, O. E. Tereshchenko, S. Shin, and A. Kimura, “Ultrafast dynamics of unoccupied surface resonance state of Bi<sub>2</sub>Te<sub>2</sub>Se,” International workshop "Variety and universality of bulk-edge correspondence in topological phases: From solid state physics to transdisciplinary concepts" (BEC2018) (5-8 January, 2018, University of Tsukuba, Tsukuba) .
- [10] ©X. Wang, J. Chen, K. Sumida, S. L. Wu, K. Miyamoto, T. Okuda, M. Novak, A. Kimura, “Spin resolved ARPES study of non-symmorphic crystals,” International workshop "Variety and universality of bulk-edge correspondence in topological phases: From solid state physics to transdisciplinary concepts" (BEC2018) (5-8 January, 2018, University of Tsukuba, Tsukuba) .
- [11] ©Jiahua Chen, Mingtian Zheng, Kazuki Sumida, Kazuaki Taguchi, Tomoki Yoshikawa, Munisa Nurmamat, Shilong Wu, Eike F. Schwier, Kenya Shimada, Koji Miyamoto, Taichi Okuda, Yukiaki Ishida, Shik Shin, Akio Kimura, “Observation of surface state of extreme magnetoresistance material YSb,” International workshop "Variety and universality of bulk-edge correspondence in topological phases: From solid state physics to transdisciplinary concepts" (BEC2018) (5-8 January, 2018, University of Tsukuba, Tsukuba) .
- [12] Munisa Nurmamat, Ryohei Yori, Yukiaki Ishida, Kazuki Sumida, Siyuan Zhu, Masashi Nakatake, Yoshifumi Ueda, Masaki Taniguchi, Shik Shin, Yuichi Akahama, Akio Kimura, “Direct observation of the population inversion in Black Phosphorus,” The 3rd International Conference on Two-Dimensional Layered Materials and Technology (ICON-2DMAT 2017) (11-14 December, School of Physical and Mathematics Sciences (SPMS) , Nanyang Technological University, Singapore) .
- [13] K. Sumida, M. Tsujikawa, X. Xu, J. Chen, S. Zhu, T. Yoshikawa, S. Higaki, S. Ueda, Y. Takeda, Y. Saitoh, M. Shirai, R. Kainuma, A. Kimura, “Unveiling reentrant martensitic phase transition mechanism in Co<sub>2</sub>Cr (Ga,Si) Heusler alloys,” Yamada Science Foundation Junjiro Kanamori Memorial International Symposium - New Horizon of Magnetism - (27-29 September, 2017, Koshiba Hall, the Univ. Tokyo, Tokyo) .
- [14] Kazuki Sumida, Yukiaki Ishida, Konstantin A. Kokh, Oleg E. Tereshchenko, Shik Shin, and Akio Kimura, “Ultrafast surface carrier dynamics of magnetically doped topological insulators,” New Trends in Topological Insulators 2017 (NTTI2017) (16-21 July, 2017, Congressi Stefano Franscini, Monte Verità, TI, Switzerland) .

- [15] ©Ryota Akiyama, Tomonari Yamaguchi, Yusuke Otaki, Ryo Ishikawa, Ryosuke Nakanishi, Di Fan, Hitoshi Sato, Kenya Shimada, Eike F. Schwier, Koji Miyamoto, Akio Kimura, Shuji Hasegawa, and Shinji Kuroda, “Observation of the surface Dirac cone in Sb-doped  $\text{Pb}_x\text{Sn}_{1-x}\text{Te}$  (111) thin films,” New Trends in Topological Insulators 2017 (NTTI2017) (16-21 July, 2017, Congressi Stefano Franscini, Monte Verità, TI, Switzerland) .
- [16] ©Koji Miyamoto, Henry Wortelen, Taichi Okuda, Akio Kimura, Jürgen Henk, Markus Donath, “Spin polarization of Dirac-cone surface state at W (110) influenced by polarized light,” International Workshop on Strong Correlations and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (CORPES17) (2-7 July, 2017, Hiroshima, Japan) .
- [17] Kazuki Sumida, Yukiaki Ishida, Konstantin A. Kokh, Oleg E. Tereshchenko, Shik Shin, Akio Kimura, “Ultrafast surface Dirac fermion dynamics of magnetic topological insulator  $(\text{Sb}_{1-x}\text{V}_x)_2\text{Te}_3$ ,” International Workshop on Strong Correlations and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (CORPES17) (2-7 July, 2017, Hiroshima, Japan) .
- [18] Kenta Kuroda, Johannes Reimann, Konstantin A. Kokh, Oleg E. Tereshchenko, Akio Kimura, Jens Gütde, Ulrich Höfer, “Visualizing ultrafast direct optical excitation of the topological surface state in  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$  by mid-infrared laser pulses,” International Workshop on Strong Correlations and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (CORPES17) (2-7 July, 2017, Hiroshima, Japan) .
- [19] ©Shilong Wu, Kazuki Sumida, Koji Miyamoto, Kazuaki Taguchi, Tomoki Yoshikawa, Akio Kimura, Yoshifumi Ueda, Masanori Nagao, Satoshi Watauchi, Isao Tanaka, Taichi Okuda, “Direct evidence of hidden local spin polarization in novel superconductor  $\text{LaO}_{0.55}\text{F}_{0.45}\text{BiS}_2$ ,” International Workshop on Strong Correlations and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (CORPES17) (2-7 July, 2017, Hiroshima, Japan) .
- [20] ©Takeo Miyashita, Wumiti Mansuer, Hitoshi Takita, Takuya Kubo, Satoshi Ishizaka, Eike Fabian Schwier, Hideaki Iwasawa, Kenya Shimada, Masashi Arita, Hirofumi Namatame, Yoshinori Numata, Tatsuro Uto, Azusa Matsuda, Akihiro Ino, “Laser-based high-resolution angle-resolved photoemission study of Co-substituted high-Tc cuprate superconductor,” International Workshop on Strong Correlations and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (CORPES17) (2-7 July, 2017, Hiroshima, Japan) .
- [21] ©Wumiti Mansuer, Kenji Tokura, Hitoshi Takita, Takeo Miyashita, Takuya Kubo, Satoshi Ishizaka, Eike F. Schwier, Hirofumi Namatame, Masaki Taniguchi, Motoyuki Ishikado, Akihiro Ino, “Angle-resolved photoemission study of  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$  using linearly polarized focused laser,” International Workshop on Strong Correlations and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (CORPES17) (2-7 July, 2017, Hiroshima, Japan) .
- [22] ©Hitoshi Takita, Matthew D. Watson, Amir Abbas Haghighirad, Wumiti Mansuer, Hideaki Iwasawa, Eike Fabian Schwier, Akihiro Ino, Yoshihiro Aiura, Moritz Hoesch, “LASER ARPES of the Nematic Phase of FeSe,” International Workshop on Strong Correlations and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (CORPES17) (2-7 July, 2017, Hiroshima, Japan) .
- [23] ©Satoshi Ishizaka, Hitoshi Takita, Takuya Kubo, Takeo Miyashita, Wumiti Mansuer, Eike F. Schwier, Hideaki Iwasawa, Kenya Shimada, Hirofumi Namatame, Sigenori Ueda, Akihiro Ino, “High-resolution photoemission study of A15-type superconductors,  $\text{Nb}_3\text{Al}$  and  $\text{Nb}_3\text{Sn}$ ,” International Workshop on Strong Correlations and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (CORPES17) (2-7 July, 2017, Hiroshima, Japan) .

- [24] ©Kazuki Goto, Hikari Namatame, Eike Fabian Schvier, Shiv Kumar, Yoshihiro Aiura, Kenya Shimada, “Fermi surface dependent electron correlation in ferromagnetic Ni: high-resolution polarization-dependent ARPES study,” International Workshop on Strong Correlations and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (CORPES17) (2-7 July, 2017, Hiroshima, Japan) .
- [25] Kazuki Sumida, Yukiaki Ishida, Tomoki Yoshikawa, Jiahua, Chen, Munisa Nurmamat, Konstantin Kokh, Oleg Tereshchenko, Shik Shin, Akio Kimura, “Ultrafast Surface Dirac Fermion Dynamics of Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>-based Topological Insulators,” International Conference on Quantum Physics in Complex Matter: Superconductivity, Magnetism and Ferroelectricity (Superstripes 2017) (4-10 June, 2017, Ischia, Naples, Italy) .
- [26] K. Sumida, Y. Ishida, T. Yoshikawa, J. Chen, M. Nurmamat, K. A. Kokh, O. E. Tereshchenko, S. Shin, A. Kimura, “Temperature-induced prolonged duration of non-equilibrium surface Dirac fermions in topological insulators,” Ultrafast Surface Dynamics (USD10) (11-16 June, 2017, Kritische Akademie, Inzell, Germany) .
- [27] T. Yoshikawa, K. Sumida, Y. Ishida, J. Chen, M. Nurmamat, K. A. Kokh, O. E. Tereshchenko, S. Shin, A. Kimura, “A bi-directional Surface Photovoltage of Topological Insulator,” Ultrafast Surface Dynamics (USD10) (11-16 June, 2017, Kritische Akademie, Inzell, Germany) .
- [28] ©Y. Otaki, T. Yamaguchi, H. Itoh, R. Ishikawa, S. Kuroda, R. Nakanishi, D. Fan, R. Akiyama, S. Hasegawa, K. Miyamoto, H. Sato, A. Kimura, “MBE growth of topological crystalline insulator (Pb,Sn) Te thin films and observation of the surface state,” International Conference on Topological Materials Science 2017 (TopoMat2017) (9-13 May, 2017., Tokyo Institute of Technology, Tokyo) .

## 国内学会

(招待講演)

- [1] 木村昭夫「軟 X 線磁気円二色性で迫るトポロジカル絶縁体の強磁性」JAEA-QST 放射光科学シンポジウム 2018 (文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業微細構造解析プラットフォーム放射光利用技術セミナー) (平成 30 年 3 月 12-14 日, SPring-8 放射光普及棟大講堂, 兵庫県佐用郡)
- [2] 木村昭夫「光電子分光で探る多元ホイスラー合金材料の電子構造」日本金属学会 2017 年秋期講演大会 (平成 29 年 9 月 6-8 日, 札幌市)
- [3] 木村昭夫「高輝度 X 線放射光で探る機能性物質の電子状態」第 33 回分析電子顕微鏡討論会トピックス 2「電子線 vs X 線—どっちがすごい？」(平成 29 年 9 月 6 日, 幕張メッセ 国際会議室, 千葉市)
- [4] 木村昭夫「ARPES で探るバルクエッジ対応」科研費 基盤研究 S 第 1 回スタートアップ研究会「トポロジカル相におけるバルクエッジ対応の物理とその普遍性: 固体物理を越えて分野横断へ」(平成 29 年 6 月 25 日, 筑波大学東京キャンパス文京校舎, 東京都)
- [5] 木村昭夫「極紫外レーザー光電子分光によるスピン分極率測定」科研費 基盤研究 S 第 1 回スタートアップ研究会「実用デバイスに向けたハーフメタルホイスラー合金のスピン依存伝導機構の解明」(平成 29 年 6 月 24 日, 物質・材料研究機構, 東京都)
- [6] 木村昭夫「トポロジカル絶縁体の非平衡キャリアダイナミクス— 光で表面ディラック粒子を見る・操る—」東京大学物性研究所・短期研究会「光で 見る・操る 電子物性科学の最前線」(平成 29 年 6 月 12-14 日, 東京大学物性研究所, 柏市)

(一般講演)

- [1] 叶 茂, 喬 山, 竹田幸治, 齋藤祐児, T.-C. Niu, H.-L. Zhu, A. Li, S.-Y. Zhu, M. Nurmamat, 角田一樹, 石田行章, 辛 埴, 木村昭夫「磁性元素ドーフトポロジカル絶縁体の強磁性メカニズム」日本物理学会第 73 回年次大会 (平成 30 年 3 月 22-25 日, 東京理科大学・野田キャンパス, 野田市)
- [2] 市川典万, 沢田正博, 大橋由佳, 石井憲希, 木村昭夫「軟 X 線磁気円二色性による Co/h-BN/Ni (111) の界面における Co と Ni の反強磁性結合の研究」日本物理学会第 73 回年次大会 (平成 30 年 3 月 22-25 日, 東京理科大学・野田キャンパス, 野田市)
- [3] ◎鹿子木将明, 角田一樹, 許 晶, 辻川雅人, 白井正文, 奥田太一, 貝沼亮介, 木村昭夫「高分解能光電子分光による Co 基形状記憶合金の電子状態」日本物理学会第 73 回年次大会 (平成 30 年 3 月 22-25 日, 東京理科大学・野田キャンパス, 野田市)
- [4] 角田一樹, 石田行章, 吉川智己, 陳 家華, Munisa Nurmamat, Konstantin Kokh, Oleg Tereshchenko, 辛 埴, 木村昭夫「トポロジカル絶縁体 (Sb,Bi)<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> における反転分布現象の観測と制御」日本物理学会第 73 回年次大会 (平成 30 年 3 月 22-25 日, 東京理科大学・野田キャンパス, 野田市) (日本物理学会領域 9 第 3 回学生賞受賞: <http://www.r9.div.jps.or.jp/gakusei.html>)
- [5] 松丸大樹, 黒田健太, 野口 亮, 矢治光一郎, 原沢あゆみ, 中山充大, Binghai Yan, 木村昭夫, 出田真一郎, 田中清尚, 近藤 猛, 小森文夫, 辛 埴「偏光可変レーザーを用いたスピ分解 ARPES で見る TlBiSe<sub>2</sub> 表面状態のスピ軌道テクスチャー」日本物理学会第 73 回年次大会 (平成 30 年 3 月 22-25 日, 東京理科大学・野田キャンパス, 野田市)
- [6] ◎秋山了太, 大滝祐輔, 伊藤寛史, 中西亮介, 宮内恵太, Eike Schwiier, 木村昭夫, 島田賢也, S. V. Eremeev, E. V. Chulkov, 黒田眞司, 長谷川修司「Sb ドーフトポロジカル結晶絶縁体 Pb<sub>1-x</sub>Sn<sub>x</sub>Te (111) 薄膜における 2 次元バンドの観測」日本物理学会第 73 回年次大会 (平成 30 年 3 月 22-25 日, 東京理科大学・野田キャンパス, 野田市)
- [7] Tomoki Yoshikawa, Kazuki Sumida, Yukiaki Ishida, Jiahua Chen, Munisa Nurmamat, Konstantin Kokh, Oleg Tereshchenko, Shik Shin, Akio Kimura “A bi-directional surface photovoltage on the surface of topological insulators,” 第 65 回応用物理学会春季学術講演会 (平成 30 年 3 月 17-20 日, 早稲田大学・西早稲田キャンパス, 東京都)
- [8] 堀場弘司, 湯川 龍, 三橋太一, 北村未歩, 井下 猛, 浜田典昭, 大谷茂樹, 大橋直樹, 真木祥千子, 山浦淳一, 細野秀雄, 村上洋一, 組頭広志, “角度分解光電子分光による Y<sub>2</sub>C の 2 次元エレクトライド電子状態の実証”, 第 31 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (平成 30 年 1 月 8-10 日, つくば国際会議場, つくば市)
- [9] 市川典万, 石井憲希, 沢田正博, 木村昭夫「軟 X 線磁気円二色性による Co/h-BN/Ni (111) の層間磁気結合の研究」日本物理学会 2017 年秋季大会 (平成 29 年 9 月 21-24 日, 岩手大学上田キャンパス, 盛岡市)
- [10] 松丸大樹, 黒田健太, 野口 亮, 矢治光一郎, 原沢あゆみ, 木村昭夫, 近藤 猛, 小森文夫, 辛 埴「偏光依存スピ分解 ARPES で見るスピ軌道結合: トポロジカル絶縁体 Bi<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> と TlBiSe<sub>2</sub>」日本物理学会 2017 年秋季大会 (平成 29 年 9 月 21-24 日, 岩手大学上田キャンパス, 盛岡市)
- [11] 角田一樹, 辻川雅人, 許 晶, 陳 家華, 朱 思源, 吉川智己, 檜垣聡太, 上田茂典, 竹田幸治, 齋藤祐児, 白井正文, 貝沼亮介, 木村昭夫「ホイスラー合金 Co<sub>2</sub>Cr (Ga,Si) におけるリエントラント・マルテンサイト変態機構」日本物理学会 2017 年秋季大会 (平成 29

年 9 月 21-24 日, 岩手大学上田キャンパス, 盛岡市) (日本物理学会領域 5 学生ポスター優秀賞 <http://www.r5.div.jps.or.jp/Catagolies/PosterAwardee092017.html>)

- [12] ©松田旭央, 宮本幸治, 奥田太一, Awabaikeli Rousuli, 佐藤 仁, 木村昭夫「W (111) のスピン偏極二重交差バンドの観測」日本物理学会 2017 年秋季大会 (平成 29 年 9 月 21-24 日, 岩手大学上田キャンパス, 盛岡市)
- [13] ©田口一暁, 角田一樹, 奥田悠貴, 木村昭夫, 宮本幸治, 奥田太一「Si (111) 5×2-Au 表面における一次元 Rashba スピン分裂」日本物理学会 2017 年秋季大会 (平成 29 年 9 月 21-24 日, 岩手大学上田キャンパス, 盛岡市)
- [14] 角田一樹, 石田行章, 吉川智己, 檜垣聡太, Konstantin Kohk, Oleg Tereshchenko, 竹田幸治, 斎藤祐児, 辛 埴, 木村昭夫「磁性トポロジカル絶縁体  $(\text{Sb}_{1-x}\text{V}_x)_2\text{Te}_3$  のキャリア誘起強磁性および超高速キャリアダイナミクス」日本物理学会 2017 年秋季大会 (平成 29 年 9 月 21-24 日, 岩手大学上田キャンパス, 盛岡市)
- [15] 吉川智己, 石田行章, 角田一樹, 陳 家華, K. Kokh, O. Tereshchenko, 辛 埴, 木村昭夫「トポロジカル絶縁体  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  における光エイジングと表面光起電力効果」日本物理学会 2017 年秋季大会 (平成 29 年 9 月 21-24 日, 岩手大学上田キャンパス, 盛岡市)
- [16] ©檜垣聡太, 角田一樹, 佐藤 仁, A. Rousuli, 宮本幸治, 奥田太一, 森吉千佳子, 黒岩芳弘, 高瀬浩一, 木村昭夫「角度分解光電子分光による  $\eta\text{-Mo}_4\text{O}_{11}$  の異方的バンド構造の観測」日本物理学会 2017 年秋季大会 (平成 29 年 9 月 21-24 日, 岩手大学上田キャンパス, 盛岡市)
- [17] ©宮下剛夫, Wumiti Mansuer, 田北仁志, 久保拓也, 石坂仁志, Eike F. Schvier, 岩澤英明, 島田賢也, 有田将司, 沼田純典, 宇都達郎, 松田 梓, 井野明洋「高分解能角度分解光電子分光による  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  の超伝導ギャップにおける Co 置換効果の研究」日本物理学会 2017 年秋季大会 (平成 29 年 9 月 21-24 日, 岩手大学上田キャンパス, 盛岡市)
- [18] ©田北仁志, W. Mansuer, 都倉健司, 宮下剛夫, 石坂仁志, 有田将司, E. F. Schvier, 岩澤英明, 石角元志, 井野明洋「 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$  の二重層分裂バンドの偏光依存角度分解光電子分光」日本物理学会 2017 年秋季大会 (平成 29 年 9 月 21-24 日, 岩手大学上田キャンパス, 盛岡市)
- [19] 小林賢介, 真木祥千子, 村上洋一, 平田靖透, 大串研也, 山浦淳一「梯子型鉄系化合物  $\text{BaFe}_2\text{S}_3$  の高压構造」日本物理学会 2017 年秋季大会 (平成 29 年 9 月 21-24 日, 岩手大学上田キャンパス, 盛岡市)
- [20] ©後藤一希, 生天目妃日理, Eike F. Schvier, Shiv Kumar, 相浦義弘, 島田賢也「Ni (100) の直線偏光依存 ARPES : フェルミ面構造と電子相関」日本物理学会 2017 年秋季大会 (平成 29 年 9 月 21-24 日, 岩手大学上田キャンパス, 盛岡市)
- [21] 高田郁弥, 伊藤啓太, 都甲 薫, 竹田幸治, 斎藤祐児, 高梨弘毅, 木村昭夫, 末益 崇「XMCD 測定による  $\text{Ni}_x\text{Fe}_{4-x}\text{N}$  ( $x = 1, 3$ ) 薄膜中の 3d 元素の優先占有サイトの評価」第 78 回応用物理学会秋季学術講演会 (平成 29 年 9 月 5-8 日, 福岡国際会議場, 福岡市) 口頭発表
- [22] ©角田一樹, 棗田 翼, 白井開渡, 黒田健太, 朱 思源, 宮本幸治, 奥田太一, 有田将司, 生天目博文, 谷口雅樹, 藤井 純, A. Varykhalov, O. Rader, E. V. Chulkov, V. Golyashov, K. A. Kokh, O. E. Tereshchenko, 木村昭夫「鉛系トポロジカル絶縁体  $\text{PbBi}_4\text{Te}_4\text{S}_3$  のスピン角度分解光電子分光」科研費 基盤研究 S 第 1 回スタートアップ研究会「トポロジカル相におけるバルクエッジ対応の物理とその普遍性: 固体物理を越えて分野横断へ」(平成 29 年 6 月 25 日, 筑波大学東京キャンパス文京校舎, 東京都)

- [23] 吉川智己, 石田行章, 角田一樹, 陳 家華, K. Kokh, O. Tereshchenko, 辛 埴, 木村昭夫  
「トポロジカル絶縁体  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  における光エイジングと表面光起電力シフト」科研費 基盤研究 S 第 1 回スタートアップ研究会「トポロジカル相におけるバルクエッジ対応の物理とその普遍性: 固体物理学を越えて分野横断へ」(平成 29 年 6 月 25 日, 筑波大学東京キャンパス 文京校舎, 東京都)
- [24] ◎檜垣聡太, 角田一樹, 佐藤 仁, A. Rousuli, 宮本幸治, 奥田太一, 森吉千佳子, 黒岩芳弘, 高瀬浩一, 木村昭夫「 $\eta\text{-Mo}_4\text{O}_{11}$  の異方的バンド構造の観測」, 「トポロジカル絶縁体の非平衡キャリアダイナミクス— 光で表面ディラック粒子を見る・操る—」東京大学物性研究所・短期研究会「光で 見る・操る 電子物性科学の最前線」(平成 29 年 6 月 12-14 日, 東京大学物性研究所, 柏市)
- [25] ◎松田旭央, 宮本幸治, 奥田太一, Awabaikeli Rousuli, 佐藤 仁, 木村昭夫「W (111) のスピン偏極二重交差バンドの観測」, 「トポロジカル絶縁体の非平衡キャリアダイナミクス— 光で表面ディラック粒子を見る・操る—」東京大学物性研究所・短期研究会「光で 見る・操る 電子物性科学の最前線」(平成 29 年 6 月 12-14 日, 東京大学物性研究所, 柏市)
- [26] 松丸大樹, 黒田健太, 野口 亮, 矢治光一郎, 原沢あゆみ, 木村昭夫, 近藤 猛, 小森文夫, 辛 埴「偏光依存スピン分解 ARPES で見るスピン軌道結合: トポロジカル絶縁体  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  と  $\text{TlBiSe}_2$ 」, 「トポロジカル絶縁体の非平衡キャリアダイナミクス— 光で表面ディラック粒子を見る・操る—」東京大学物性研究所・短期研究会「光で 見る・操る 電子物性科学の最前線」(平成 29 年 6 月 12-14 日, 東京大学物性研究所, 柏市)

#### 学生の学会発表実績

##### (国際会議)

- |                             |      |
|-----------------------------|------|
| ○ 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数      | 19 件 |
| ○ 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数      | 21 件 |
| ○ 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 | 16 件 |

##### (国内学会)

- |                             |      |
|-----------------------------|------|
| ○ 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数      | 17 件 |
| ○ 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数      | 13 件 |
| ○ 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 | 12 件 |

#### セミナー・講演会開催実績

##### ○ 学会開催

- [1] 木村昭夫: The 1st International Workshop on Emergent Condensed-Matter Physics 2018 (ECMP2018) (5-6 March, 2018, Hiroshima University, Higashi-hiroshima) . 広島大学・創発的物性物理研究拠点が主催
- [2] 木村昭夫: SPring-8 シンポジウム 2017 (平成 29 年 9 月 4-5 日, 広島大学東千田未来創生センター, 広島市) \*広島大学(創発的物性物理研究拠点を含む)が(公財)高輝度光科学研究センターと理化学研究所放射光科学総合研究センターと共同主催

## 社会活動・学外委員

### ○ 学協会委員

- [1] 木村昭夫: Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena (Elsevier 社), Editorial Board Member
- [2] 木村昭夫: 日本放射光学会評議委員会・委員 (議長)
- [3] 木村昭夫: 日本表面科学会・国際事業委員会・委員
- [4] 木村昭夫: VUV・SX 高輝度光源利用者懇談会・会長
- [5] 木村昭夫: SPring-8 ユーザー共同体 行事幹事
- [6] 木村昭夫: SPring-8 シンポジウム 2017 組織委員会・委員
- [7] 木村昭夫: SPring-8 シンポジウム 2017 プログラム委員会・委員
- [8] 木村昭夫: SPring-8 シンポジウム 2017 実行委員会・委員
- [9] 木村昭夫: 第 31 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム 組織委員会・委員
- [10] 真木祥千子: 日本結晶学会 (大会委員会, プログラム委員会)
- [11] 真木祥千子: 日本放射光学会 行事委員会委員 (平成 29 年 10 月 1 日-平成 31 年 9 月 30 日)
- [12] 真木祥千子: SPring-8 シンポジウム 2017 実行委員会・委員

### ○ 外部評価委員等

- [1] 木村昭夫: 東京大学物性研究所 軌道放射物性研究施設運営委員会・委員
- [2] 木村昭夫: 東京大学アウトステーション・物質科学ビームライン BL07LSU 課題審査委員・委員長
- [3] 木村昭夫: SPring-8 利用研究課題審査委員会・審査員
- [4] 木村昭夫: 広島大学放射光科学研究センター運営委員会・委員
- [5] 木村昭夫: 広島大学放射光科学研究センター協議会・委員

### ○ 客員教授, 研究員等

- [1] 真木祥千子: 理化学研究所播磨研究所 放射光科学総合研究センター客員研究員 (平成 30 年 3 月末まで)

### ○ 講習会・セミナー講師

- [2] 木村昭夫: 2017 年度日本物理学会科学セミナー「トポロジーがひらく新しい科学」, 「光電子分光で捉えるトポロジカル絶縁体の端状態-端をみて中身のトポロジーを知る-」平成 29 年 8 月 19-20 日, 東京大学駒場キャンパス, 東京)

### ○ 産学官連携実績

- [1] 真木祥千子: 株式会社日産アークとの産学連携に基づく共同研究 (平成 30 年度末まで延長)
- [2] 真木祥千子: 東北大学との秘密保持契約
- [3] 真木祥千子: 株式会社日産アークとの秘密保持契約
- [4] 真木祥千子: パナソニック株式会社との秘密保持契約
- [5] 真木祥千子: 矢崎総業株式会社との秘密保持契約

### ○ 国際共同研究・国際会議開催実績

- [1] 木村昭夫: 国際共同研究実施件数 10 件
- [2] 木村昭夫: 国際会議開催件数 1 件

### ○ 研究助成金の受入状況

- [1] 木村昭夫：科学研究費補助金 基盤研究 (S) (平成 29-33 年度) (分担)「トポロジカル相でのバルク・エッジ対応の多様性と普遍性：固体物理を越えて分野横断へ」, 9,500 千円 (平成 29 年度)
- [2] 木村昭夫：科学研究費補助金 基盤研究 (S) (平成 29-33 年度) (分担)「実用デバイスに向けたハーフメタルホイスラー合金のスピン依存伝導機構の解明」, 31,000 千円 (平成 29 年度)
- [3] 木村昭夫：広島大学創発的物性物理研究拠点 (平成 28-31 年度) (代表), 5,000 千円 (平成 29 年度)
- [4] 真木祥千子：平成 28 年度産学連携若手研究者支援プログラム (広島大学) (平成 28 年度採択, 平成 29 年 12 月 31 日まで) (代表)「放射光を用いて機能性材料の多角的な機能-構造相関を解明する統合計測システム「AXS/XAFS/DAFS 法」の開発」, 300 千円
- [5] 真木祥千子：共同研究契約に基づく資金 (株式会社日産アーク) (平成 28 年 11 月 1 日から平成 30 年 3 月 31 日まで)「複合 X 線分析装置の開発」, 1,000 千円

## ○分子光科学グループ

### 研究活動の概要

本研究グループでは、各種の分光学的手法を駆使して、原子固有の内殻吸収端と分子固有の共鳴吸収帯が存在する軟X線領域の放射光と分子の相互作用を解明する分子光科学の領域の構築を目指している。軟X線励起が引き金となって起こる物質変化の研究は宇宙での分子進化などの基礎分野からガン治療、ナノスケールの電子デバイス作製など応用分野までを含む広い領域であるが、軟X線領域の光では未開拓な部分が多い研究領域である。

内殻共鳴励起を利用すると、分子内の特定原子の内殻電子を結合性の異なる非占有電子軌道に選択的に励起することができる。内殻に正孔を持つ原子は核電荷が1つ増えた原子として振舞うことから、内殻励起状態での結合長や結合角の変化が起きる。内殻正孔はオージェ過程により短時間 ( $10^{-15}$ ~ $10^{-14}$ 秒) に崩壊するが、励起先の軌道が強い反結合性である場合にはオージェ過程より早く結合の切断が起きる場合が知られている。さらに、内殻励起状態での選択的解離だけでなく、オージェ崩壊後にも特異な解離過程が起きる。内殻共鳴励起後のオージェ崩壊では、主に励起軌道に1個の電子と価電子軌道に2個の正孔を持つ励起イオン化状態が生じる。これらの正孔が内殻励起した原子近傍の化学結合に局在すると、大きなクーロン反発力が原子間に働き短時間 ( $10^{-14}$ ~ $10^{-13}$ 秒) に結合切断が起こる。このような反応は、サイト選択的結合切断と呼ばれ、その探索と反応機構の解明が内殻励起反応の研究における最重要研究課題となっている。

### ☆自己組織化有機単分子膜を利用した物性研究 (和田, 関谷)

表面分子系の中でも特に、分子間相互作用により表面上に分子が規則正しく配向して吸着する自己組織化単分子膜 (SAM) に着目した研究を実施している。SAMは、末端官能基の特性を生かした機能性表面としての利用や、分子鎖の特性を生かした分子デバイスとしての利用など、工学、生物、医学など様々な分野への応用が期待されている。平成29年度には、芳香族SAMの電荷移動ダイナミクスやSAM修飾表面へのカーボンナノチューブの選択的吸着、SAM被覆ナノ活性材料のための金ナノ粒子の作製・評価などの研究を行った。

分子-基板界面の電荷移動過程の理解は有機エレクトロニクスにおいて不可欠である。分子-基板間の電荷移動度の評価法として、内殻共鳴励起によるコアホールクロック (CHC) 法がある。内殻電子を共鳴励起すると共鳴オージェ電子が観測されるが、励起電子が内殻正孔失活より早く金属基板に電荷移動するとノーマルオージェ電子が観測される。CHC法では、共鳴オージェとノーマルオージェの比率から、数フェムト秒の内殻寿命を基準として分子から基板への電荷移動速度を評価することができる。一方、内殻励起によるイオン脱離反応では、最表面に配向したSAMの末端官能基で選択的イオン脱離が顕著に観測されるが、この反応も表面官能基から基板への電荷移動が深く関与していると考えられる。そこで異なる分子鎖を持つメチルエステル修飾SAMについて、脱離イオンのフラグメント収量比と、オージェ電子分光によって得られた電子移動速度との相関について調べた。末端メチルエステル基の反結合性軌道への内殻共鳴励起によりメチルイオン及びそのフラグメントが選択的に脱離するが、長い脂肪鎖を持つ絶縁性のSAMではメチルイオンの収量が最も多いのに対し、導電性の芳香族SAMでは断片化が激しく起こる。これら分子鎖に依存した脱離イオンの断片化の違いについては、結合解離直前での余剰エネルギーの分配を基にした動力学解析から議論した。また、ベンゼン環を分子鎖に持つ芳香族SAMについてオージェ電子分光測定を行い、電荷移動に伴う共鳴オージェ収量の減少を観測し、それぞれのSAMの電荷移動速度を見積もった。これらのことから選択的イオン脱離反応の断片化ダイナミクスと電荷移動速度との相関を確認することができ、軟X線放射光を用いた非接触な分子導電性評価手法の

確立に向けて研究を展開している。

金ナノ粒子はもっとも古くから研究されているナノ粒子であり、ナノ粒子の大きさや形状・表面の化学的特性や凝集状態を変化させることで粒子の光学的・電子的特性を調整することができる。特にその表面を官能基を有したSAMで修飾することによって、新たな機能を付加したナノ粒子やナノ構造体を容易に構成することができる。そのためには、従来の化学的な合成法とは異なる手法で、安定化剤で被覆されていないベアな金ナノ粒子を準備する必要がある。そこで、液中パルスレーザーアブレーション法による金ナノ粒子の合成と評価を試みた。パルスグリーンレーザーの照射により、直径10nm程度のベアな金ナノ粒子が合成できることが分かった。この金ナノ粒子を各種のチオール溶液中で攪拌することで、容易に有機被覆したナノ粒子や数珠繋ぎにしたワイヤー状の金ナノ粒子の合成に成功した。

☆自由電子レーザー (FEL) を利用したダイナミクス研究 (和田)

X線自由電子レーザー (XFEL) はこれまでのX線を遙かに凌駕する全く新しいパルスX線発生源である。高輝度・高コヒーレント・超短パルスという特性を持つこの新しいX線を用いることで、有機ナノ結晶や非結晶化タンパク質のような、従来の手法では計測できなかった微小試料単体での三次元構造解析や構造変化の高速時分割測定が可能となる。我々は、日本のXFEL施設SACLAの性能を生かした、機能性有機ナノ結晶や光応答タンパク質ナノ結晶における光励起反応での原子の動きを捉えるダイナミックイメージングを目指した研究を推進している。また、このような高強度X線集光パルスと物質との相互作用は未知の領域でもあり、引き起こされる反応素過程・反応ダイナミクスの解明もまたSACLAを用いて初めて可能となる新しい研究分野である。

平成29年度は、SACLAの集光X線パルスと光学フェムト秒レーザーを同期併用することによる、多原子分子を対象とした光誘起構造ダイナミクスの超高速実時間計測実験を実施し、クーロン爆発イオンイメージング法を用いることで分子解離による構造変化の実時間計測が可能であることを明らかにした。また、SACLAを用いた構造と反応性および機能性の相関解明を目指す機能性有機ナノ結晶として、次世代非線形光学材料として注目されているポリジアセチレンナノ結晶をターゲットとしている。そこで、紫外光照射による固相重合プロセスの初期過程の検出を目指し、フェムト秒パルスレーザーを用いた超高速過渡吸収分光システムを整備し、反応初期の二量化過程に関する知見を得た。

☆紫外-軟X線二重共鳴吸収と反応 (平谷)

軟X線による選択的解離は気相、表面いずれにおいても、反結合性軌道に励起された電子と内殻軌道の正孔が重要な役割を果たすことが知られているが、軟X線で励起可能な反結合性軌道が選択則によって限定されてしまうため、反結合性軌道電子の寄与を定量的に分離した精密な議論は不可能であった。この問題は、紫外線によって結合性軌道から反結合性軌道に励起された価電子励起状態から、さらに軟X線によって内殻電子を反結合性軌道に励起あるいはイオン化する紫外-軟X線二重共鳴による解離過程を観測することによって解決できる。例えば、同じ反結合性軌道に2個あるいは異なる反結合性軌道に1個ずつの電子を持ち、結合性価電子軌道と内殻軌道に正孔をもつ超反結合性電子配置ができる。このような内殻共鳴励起状態の選択肢が増えることは、軟X線による化学反応の機構を解明するうえで、重要となる。例えば、気相分子では軟X線励起、特に解離的な空軌道への励起による特異な反応が、他の多くの解離反応経路に埋もれてしまうことが多いが、紫外-軟X線二重共鳴によって生成される超反結合性電子配置では顕著な励起軌道選択的な解離反応の観測が期待できる。また、軟X線励起エネルギーによる選択的解離反応が実現している表面分子系においても、紫外線の波長によって励起反結合性軌道を選択することにより、選

挾的解離機構の詳細の解明や、切断する結合の種類拡大と選択性の向上が可能となる。

今年度は、紫外領域に強い吸収があり励起三重項の生成効率が高い安息香酸と安息香酸メチル薄膜の低温下での実験に加え、これらの分子薄膜では室温でも三重項状態が生成することを確認し、室温での実験も進めた。4-メルカプト安息香酸 (4MBA) の自己組織化単分子膜 (SAM) を試料として室温での測定を行い、紫外パルスレーザー励起によって生成した励起三重項状態からの軟X線吸収スペクトルを得ることに成功した。また、4MBA-SAMと4MBA多層膜での測定結果の比較から、4MBA多層膜の軟X線吸収にはモノマーとダイマーがほぼ同程度に寄与していることを確認した。

#### ☆有機金属錯体の軟X線吸収スペクトルに表れる溶媒効果の研究 (吉田)

アセチルアセトン-金属錯体は、アセチルアセトン ( $C_6H_8O_2$ ) 分子のエノール体から脱プロトンして生成したアセチルアセトナート ( $C_6H_7O_2^-$ ) が、2つの酸素原子を介して金属イオンとキレート形成したものである。中心金属としては多くの遷移金属が該当し、2分子または3分子が配位した錯体を作るものが比較的多い。これらは一般的に有機溶媒に可溶であり、触媒やNMRシフト試薬などとして広く用いられている。しかしながら、錯体そのものの電子状態に関する研究例はほとんどない。また、触媒として用いられるときには有機溶媒に溶かして用いられるので、溶媒の種類によって溶媒効果が異なり、その構造や電子状態が変化していると考えられるが、これらに関する知見もほとんどない。溶媒分子がアセチルアセトン-金属錯体と強い相互作用を引き起こした場合には、配位子側のスペクトルに変化が現れるのか、中心金属のスペクトルに変化が現れるのか、それともその両方に現れるのか、興味は尽きない。分光された軟X線を用いて中心金属原子と配位子側の原子 (例えば酸素) をそれぞれ選択的に励起することによりこれらの測定が可能になる。そこで、Cu, Co, Fe, Mn, Niなどさまざまな遷移金属を中心にして作られたアセチルアセトン-金属錯体の軟X線吸収スペクトル (SXAS) と軟X線発光スペクトル (SXES) を測定し、各錯体の非占有軌道と占有軌道の電子状態に関する知見を得ることを目的として研究を行っている。また、溶媒を変えることで生じたSXASやSXESの変化にも着目して、アセチルアセトン-金属錯体の配位子の配位状態や中心金属の価数などに影響を及ぼす溶媒効果の詳細を明らかにすることも目指している。これらの系統的な研究により、それぞれの金属錯体を特定の溶媒の存在環境下で有機合成反応の触媒として利用する際の反応性や反応メカニズムなどを理解する上での基礎的な指標を与えることにもなり、応用的な側面からも有用性は高いと思われる。

実験はSPring-8の軟X線ビームラインBL17SUで行った。本年度は昨年度に引き続きアセチルアセトン-Ni錯体を試料として用いた。溶媒として水、メタノール、テトラヒドロフラン、ジエチルアミンの4種類用意して測定を行った。この結果を昨年度に行ったアセトニトリル、ピリジン、クロロホルムのときの結果も加えて比較検討した。

アセチルアセトン-Ni錯体の固体試料ではOh構造6座配位のうちの2座で $H_2O$ 分子が配位していることが知られている。酸素1s領域のSXASの比較から、ピリジン溶液中ではNi錯体から配位子の水が脱離していることが示唆された。一方、ニッケル2p領域のSXASの結果では典型的な高スピン錯体のスペクトル形状を示した。水分子が脱離してそのまま何も配位しなかった場合には4配位の $D_{4h}$ 構造になり低スピン状態になるはずであるが、SXASが依然として6配位の高スピン構造に起因する形状を示していることから、水分子の代わりに結晶場分裂のパラメータ $\Delta_o$ の値のより大きいピリジン分子が配位してOh構造を保っていると考えられる。

#### ☆大気圧下での液体試料のための簡易型軟X線吸収測定装置の開発 (吉田)

軟X線による液体試料の測定は困難であったが、近年SiNやSiC製の厚さ100nm程度の薄膜を透過

用の窓材として用い、真空槽と大気圧下の液体試料を仕切った構造の実験装置が開発され、盛んに研究が行われている。しかしながら、光反応性の高い物質の吸収測定を行う際には、反応生成物が薄膜窓に付着してしまい、その影響を受けて肝心の試料のスペクトルが得られなくなってしまふ。これを解決するために我々は薄膜窓と液体試料を離して設置して測定を行う装置の開発を兵庫県立大の徳島博士、山口大の堀川博士と共同で進めている。

試作した装置の性能試験を広島大学HiSORの気相イオン化ビームラインBL6で行った。試料ホルダーに液体の水を入れ、周囲を空気からヘリウムにガス置換して軟X線を照射し、試料から発する全蛍光を観測する手法で酸素K端での軟X線吸収スペクトルを測定した。得られたスペクトルは既報のものとはよく一致した。より汎用性の高いものにするため、試料ホルダーの形状の改善と、液体試料を循環させるシステムの導入を計画している。

#### 原著論文

- [1] S. Wada, “Site-selective bond breaking induced by resonant core-excitations”, *Reference Module in Chemistry, Molecular Sciences and Chemical Engineering* 621-628 (2017) .
- [2] T. Takanashi, K. Nakamura, E. Kukk, K. Motomura, H. Fukuzawa, K. Nagaya, S. Wada, Y. Kumagai, D. Iablonskyi, Y. Ito, Y. Sakakibara, D. You, T. Nishiyama, K. Asa, Y. Sato, T. Umemoto, K. Kariyazono, K. Ochiai, M. Kanno, K. Yamazaki, K. Kooser, C. Nicolas, C. Miron, T. Asavei, L. Neagu, M. Schoffler, G. Kastirke, X.-J. Liu, A. Rudenko, S. Owada, T. Katayama, T. Togashi, K. Tono, M. Yabashi, H. Kono, and K. Ueda, “Ultrafast Coulomb explosion of a diiodomethane molecule induced by an X-ray free-electron laser pulse”, *Phys. Chem. Chem. Phys.* **19**, 19707-19721 (2017) .
- [3] ○ A. Hiraya, H. Inui, S. Yamahira, and O. Takahashi, “X-ray absorption spectra of excited triplet states of organic molecules”, *J. Phys.: Conf. Ser.* 875, 032006 (Aug. 2017)

#### 国際会議

##### (一般講演)

- [1] T. Takanashi, H. Fukuzawa, K. Motomura, K. Nagaya, S. Wada, Y. Kumagai, D. Iablonskyi, S. Mondal, Y. Ito, T. Tachibana, S. Yamada, Y. Sakakibara, D. You, T. Nishiyama, K. Matsunami, T. Sakai, K. Asa, Y. Sato, T. Umemoto, K. Kariyazono, Y. Takahashi, M. Kanno, K. Nakamura, K. Yamazaki, S. Kajimoto, H. Sotome, E. Kukk, K. Kooser, C. Nicolas, C. Miron, M. Schoffler, G. Kastirke, P. Johnsson, T. Asavei, L. Neagu, X.-J. Liu, S. Molodtsov, T. Togashi, K. Ogawa, S. Owada, T. Katayama, K. Tono, M. Yabashi, A. Rudenko, H. Fukumura, M. Yao, H. Kono and K. Ueda, “Real time observation of the ultrafast dynamics induced by XFEL pulses in CH<sub>2</sub>I<sub>2</sub> molecule”, The 30th International Conference on Photonic Electronic and Atomic Collisions (ICPEAC) , (2017.7.26 – 8.1, Cairns, Australia) .
- [2] Y. Kumagai, H. Fukuzawa, K. Motomura, D. Iablonskyi, K. Nagaya, S. Wada, Y. Ito, T. Takanashi, Y. Sakakibara, D. You, T. Nishiyama, K. Asa, Y. Sato, T. Umemoto, K. Kariyazono, E. Kukk, K. Kooser, C. Nicolas, C. Miron, T. Asavei, L. Neagu, M. Schoffler, G. Kastirke, X.-J. Liu, S. Owada, T. Katayama, T. Togashi, K. Tono, M. Yabashi, K. Gokhberg, L.S. Cederbaum, A.I. Kuleff, and K. Ueda, “Nanoplasma formed by an ultrashort hard x-ray pulse in Xe clusters”, The 30th International Conference on Photonic Electronic and Atomic Collisions (ICPEAC) , (2017.7.26 – 8.1, Cairns, Australia) .

- [3] H. Fukuzawa, T. Takanashi, K. Nakamura, E. Kukk, K. Motomura, K. Nagaya, S. Wada, Y. Kumagai, D. Iablonskyi, S. Mondal, Y. Ito, T. Tachibana, S. Yamada, Y. Sakakibara, D. You, T. Nishiyama, K. Matsunami, T. Sakai, K. Asa, Y. Sato, T. Umemoto, K. Kariyazono, K. Ochiai, M. Kanno, K. Yamazaki, S. Kajimoto, H. Sotome, K. Kooser, C. Nicolas, C. Miron, M. Schoffler, G. Kastirke, P. Johnsson, T. Asavei, L. Neagu, X.-J. Liu, S. Molodtsov, T. Togashi, K. Ogawa, S. Owada, T. Katayama, K. Tono, M. Yabashi, A. Rudenko, H. Fukumura, M. Yao, H. Kono, and K. Ueda, "Molecular dynamics revealed by X-ray free-electron laser at SACLA", Intense field- Short Wavelength Atomic and Molecular Processes (ISWAMP-4), (2017.7.22-25, Brisbane, Australia)
- [4] © Y. Iyobe, R. Koga, A. Hiraya, and S. Wada, "Evaluation of conductivity for aromatic molecules by core electron excitations", The 2017 Korean – Japoan Students Workshop, (2017.11.2-4, Busan, Korea) .
- [5] © Y. Taguchi, Y. Iyobe, A. Hiraya, and S. Wada, "Soft X-ray absorption measurements for thin organic materials by means of partial electron and fluorescence detections at BL13", The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (2018.3.8-9, Higashi-Hiroshima) .
- [6] Y. Nakao, H. Ito, Y. Ohno, H. Yoshida, T. Tokushima, Y. Horikawa, ; "Developments of an apparatus for soft X-ray absorption experiments of solid and liquid samples under atomospheric helium gas environment", The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (March 8-9, 2018, Higashi-Hiroshima, Japan) .

#### 国内学会

##### (招待講演)

- [1] 和田真一, 永谷清信, 福澤宏宣, 本村幸治, 上田 潔 : 「XFEL強力超短パルス照射によるヨウ化ウラシルの電荷および構造ダイナミクス」, 平成29年度日本結晶学会年会, (平成29年11月23-24日, 広島市) .

##### (一般講演)

- [1] 熊谷嘉晃, 福澤宏宣, 本村幸治, Iablonskyi Denys, 永谷清信, 和田真一, 伊藤雄太, 高梨 司, 榊原悠太, You Daehyun, 西山俊幸, 浅 和貴, 佐藤由比呂, 梅本嵩之, 仮屋菌寛悟, Kukk Edwin, Kooser Kuno, Nicolas Christophe, Miron Catalin, Asavei Theodor, Negau Liviu, Schoffer Markus, Kastirke Gregor, Liu Xiao-Jing, 大和田成起, 片山哲夫, 富樫 格, 登野健介, 矢橋牧名, Gokhberg Kirill, Cederbaum Lorenz, Kuleff Alexander, 上田 潔 : 「X線自由電子レーザー照射によるキセノンクラスターにおけるナノプラズマ生成」, 第11回分子科学討論会, (平成29年9月15-18日, 仙台市) .
- [2] © 和田真一, 姫田 晃, 平谷篤也 : 「液中レーザーアブレーション法による 金ナノ粒子の合成と特性評価」, 第31回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム, (平成30年1月8-10日, つくば市) .
- [3] © 伊豫部佳樹, 古賀亮介, 平谷篤也, 和田真一 : 「共鳴オージェ電子分光計測による芳香族有機分子の非接触導電性評価」, 第31回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム, (平成30年1月8-10日, つくば市) .
- [4] 高梨 司, 福澤宏宣, Kukk Edwin, 永谷清信, 和田真一, 岸本直樹, 本村幸治, 熊谷嘉晃, You Daehyun, 小野太詩, Li Yiwen, 伊藤雄太, 西山俊幸, 仁王頭明伸, 浅 和貴, 佐藤由比呂, 横野直道, 櫻澤智大, Grundmann Sven, Schoffler Markus, Piseri Paolo, Ball Rebecca, Liu Xiao-Jing, Asavei Theodor, Miron Catalin, Gaumnitz Thomas, Carpegiani Paolo,

Xu Weiqing, Itala Eero, Obaid Razib, Berrah Nora, Prince Kevin, 富樫 格, 大和田成起, 登野健介, 矢橋牧名, Rudenko Artem, 上田 潔:「SACLA BL1を用いた気相原子分子の時間分解測定」, 第31回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム, (平成30年1月8-10日, つくば市) .

- [5] 渡邊建吾, 信江隆太, 石原知子, 堀川裕加, 徳島 高, 吉田啓晃:「軟X線分光法を用いたアセチルアセトニッケル (II) 錯体の電子状態に対する溶媒効果の研究」, 第10回分子科学討論会, (平成29年9月15-18日, 仙台市) .
- [6] 中尾嘉宏, 吉田啓晃, 徳島 高, 堀川裕加:「大気圧He雰囲気下での液体試料の軟X線吸収分光測定装置の開発」, 第40回溶液化学シンポジウム, (平成29年10月18-20日, 姫路市) .
- [7] 吉田啓晃, 堀川裕加, 徳島 高:「大気圧下での液体試料のための簡易型軟X線吸収測定装置の開発 (1)」, 第31回日本放射光学会年会, (平成30年1月8-10日, つくば市) .
- [8] 中尾嘉宏, 吉田啓晃, 徳島 高, 堀川裕加:「薄膜窓材を用いた大気圧He雰囲気下での固体の軟X線吸収測定装置の開発」, 第31回日本放射光学会年会, (平成30年1月8-10日, つくば市) .

#### 学生の学会発表実績

##### (国際会議)

- 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数 5 件
- 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数 0 件
- 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 0 件

##### (国内学会)

- 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数 3 件
- 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数 0 件
- 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 0 件

#### セミナー・講演会開催実績

- [1] 吉田啓晃: 第 32 回理学研究科サイエンスカフェ実行委員 (平成 29 年 7 月 15 日, 広島大学, 東広島市)

#### 社会活動・学外委員

##### ○ 学協会委員

- [1] 平谷篤也: SPring-8 シンポジウム 2017 実行委員会委員
- [2] 吉田啓晃: SPring-8 シンポジウム 2017 実行委員会委員
- [3] 和田真一: SPring-8 シンポジウム 2017 実行委員会委員
- [4] 和田真一: 日本結晶学会平成 29 年度年会 実行委員会委員
- [5] 和田真一: 2017 Japan-Korea Student Workshop 日本側コンタクトパーソン
- [6] 和田真一: 第 31 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム 学生発表賞審査員

##### ○ 講習会・セミナー講師

- [1] 吉田啓晃: 青少年のための科学の祭典第 23 回広島大会 (平成 29 年 10 月 28-29 日, 広島市こども文化科学館, 広島市)

○ 外部評価委員等

- [1] 平谷篤也：高輝度光科学研究センター 専用施設審査委員会・委員
- [2] 吉田啓晃：理化学研究所 播磨研究所 放射光科学総合研究センター 客員研究員

○ 研究助成金の受入状況

- [1] 和田真一：科学研究費補助金基盤研究（C）（代表）406千円
- [2] 和田真一：科学研究費補助金基盤研究（B）（分担）30千円
- [3] 和田真一：平成29年度 広島大学科研費ステップアップ支援制度（代表）1,000千円
- [4] 和田真一：平成29年度 物質・デバイス領域共同研究課題 物質創製開発研究領域（代表）130千円

## ○放射光物性・放射光物理グループ

### 研究活動の概要

#### (1) 重点研究の推進

放射光科学研究センター（本センター）は、共同利用・共同研究拠点に認定されており、センター教員は下記の重点研究の中核を担っている。

- ・ 放射光を用いた高分解能角度分解光電子分光による固体の微細電子構造の研究
- ・ 放射光を用いたスピン角度分解光電子分光による量子スピン物性の研究
- ・ 軟 X 線磁気円二色性分光によるナノ構造体の磁性に関する研究
- ・ 真空紫外円二色性分光による生体物質の立体構造に関する研究
- ・ 高輝度放射光源の研究開発

#### (2) 平成29年度の特徴ある研究成果

- ・ 高温超伝導の決定的証拠を観測：低エネルギーの放射光と世界最高レベルの高分解能・角度分解光電子分光装置を組み合わせ、ビスマス系銅酸化物高温超伝導体中の電子の速度を精密に観測し、高温超伝導を担う電子が格子振動と最も強く結合していることを明らかにした。高温超伝導体を用いた無損失送電線や超強力電磁石の材料開発への貢献が期待される（*Scientific Reports* 7, 4830 (2017)）。
- ・ 新奇超伝導体に特殊なスピン偏極状態を発見：通常、結晶構造に空間反転対称性をもつ物質にはラシュバ効果等によるスピン偏極状態は現れないと考えられてきたが、最近局所構造の反転対称性が破れていれば局所的なラシュバ効果が現れる可能性が示唆されていた。 $\text{LaO}_{0.55}\text{F}_{0.45}\text{BiS}_2$  は最近発見された新しい層状超伝導体であるが、この物質も局所的に反転対称性が破れている。本研究ではこの物質に局所ラシュバ効果によるスピン偏極状態が存在することを発見した。スピン偏極した電子が超伝導を担っており、新しい超伝導の発現機構の解明に寄与する成果である（*Nature Communications* 8, 1919 (2017)）。
- ・ メチル化によるヒストンタンパク質構造変化の初観測：DNA 損傷修復を始め、様々な細胞内の機能に関わるヒストンタンパク質 H3 の溶液中の構造が、たった一つのアミノ酸残基のメチル化により大きく変化することを発見した。放射線などの環境ストレスによって生じる DNA 損傷の修復機構の解明に寄与すると期待される（*Journal of Radiation Research* 59, 108 (2018)）。

#### (3) 平成29年度の共同研究の状況

- ・ 共同研究の国際公募を行い、131 課題を採択した。
- ・ 受入人数 221 人（実人数）のうち、学内者 78 人（35%）、学外者 143 人（65%）である。このうち海外研究機関からは 51 人（23%）を受け入れている。共同研究機関は 53 機関で、内訳では、国立大学が 17 機関、公私立大学が 6 機関、公的研究機関および企業が 7 機関、外国が 23 機関であった。

#### (4) 共同研究契約にもとづく学外研究機関との連携

- ・ 産業技術総合研究所

産業技術総合研究所と共同研究契約を締結し、放射光を利用した高分解能低温角度分解光

電子分光に必要な不可欠な極低温超高精度多軸マニピュレータ(4軸フルクロード制御システムマニピュレータ)を開発し、実用化した(<http://www.shinku-kogaku.co.jp/product/?id=1429151366-646473>)。このマニピュレータは100ナノメートル(10000分の1ミリ)の超高精度で試料を移動させることができる。レーザー励起の角度分解光電子分光装置に組み込み、空間分解能を高めた微細電子構造解析を可能にした(H. Iwasawa, E. F. Schwier, M. Arita et al. Development of laser-based scanning  $\mu$ -ARPES system with ultimate energy and momentum resolutions, Ultramicroscopy 182, 85-91 (2017))。

- ・物質・材料研究機構

真空紫外線とは相補的な情報が得られる硬X線域の高分解能光電子分光を推進するため、物質・材料研究機構と共同研究契約を締結し、大型放射光実験施設SPring-8において硬X線高分解能光電子分光実験ステーションを共同開発した。内殻準位の精密解析が可能であり、強相関物質の価数転移の研究などで本拠点の放射光実験と相補的な情報を得ることができ。平成29年度もこの実験ステーションは広く共同利用に供され、強相関物質、半導体、機能性材料などの研究に重要な貢献をした。

- ・高エネルギー加速器研究機構(KEK)

KEKとは、大学連携支援事業の枠組みの中で、小型放射光源の高度化・次期計画に関する共同研究を実施した(平成29年度加速器科学総合支援事業(大学等連携支援事業)「次世代人材育成のための加速器科学教育・研究拠点の形成」)。最近では、KEK-PFにおける電子ビーム入射効率改善の研究において、学生の教育・研究者育成も含めた共同研究を開始している。KEKの加速器第7研究系と、長年にわたって、光源加速器・光源物理についての様々な共同研究を推進している。

#### (5) 研究設備高度化への取組

- ・直線偏光アンジュレータビームライン(BL-1)では、直線偏光依存高分解能角度分解光電子分光装置を活用した共同利用・共同研究を展開している(H. Iwasawa, K. Shimada, E. F. Schwier et al., Rotatable high-resolution ARPES system for tunable linear-polarization geometry, J. Synchrotron Rad. 24, 836 (2017))。試料位置におけるビームスポットを1/10以下に集光するための光学系の検討を開始した。
- ・高分解能角度分解光電子分光ビームライン(BL-9A)では、低エネルギー放射光(~10 eV)を用いた超高分解能角度分解光電子分光により、強相関電子系、トポロジカル系の電子構造の研究を推進している。極低温実験を効率的に実施するために液体Heフロー型の全軸モーター駆動のゴニオメータを整備した。これにより方位角を容易に微調整できるようになり、アジマス角、チルト角のいずれを用いてもフェルミ面マッピングができるようになった。
- ・紫外線(6 eV)レーザーを導入し、レーザースピンのARPES装置の開発を進めた。レーザーを用いたARPES測定は可能となり、スピン検出器の最終チェックを進めている。これによりより高分解能なスピンARPES測定や微小領域のスピンARPES測定が可能となる。
- ・マルチチャンネルスピン検出器開発を行っている。電子軌道のレイトレースを行い電子レンズの設計を行った。この開発によりスピンARPES測定において現状の1000倍以上の検出効率の向上が期待される。

- ・ 真空紫外線円二色性実験ビームライン (BL-12) では、生体物質の立体構造に関する共同利用・共同研究を行っている。放射光サイズを微小化 ( $\phi=20\mu\text{m}$ ) できるシュワルツシルト集光ミラーの性能評価を行うとともに、異なる 16 種類の試料がマウントできるマイクロプレートセルを作成した。これにより、試料交換時間の短縮など、共同利用・共同研究の効率化を実現した。
- ・ 高輝度紫外線レーザーを活用し、将来計画に向け超高分解能角度分解光電子分光要素技術の開発研究を行っている。高精度 CCD カメラを設置して試料位置をモニタリングするシステム、光電子スペクトルの空間マッピングの自動計測システムを整備し (H. Iwasawa, E. F. Schwier, M. Arita et al. Development of laser-based scanning  $\mu$ -ARPES system with ultimate energy and momentum resolutions, Ultramicroscopy 182, 85-91 (2017)), 国際共同研究に供している。

#### (6) 第22回広島放射光国際シンポジウム、国際ワークショップなどの開催

「真空紫外・軟X線放射光による物質科学と生体分子科学の進展」と題して、22回目の国際シンポジウムを開催した。本シンポジウムは、本学の研究大学強化促進事業と東広島市学術振興補助制度からの支援を受けた他、日本放射光学会からの協賛も受けた。本シンポジウムでは、HiSORが重点的に推進している微細電子構造の研究、量子スピン物性の研究、ナノサイエンスの研究、生体物質立体構造の研究、高輝度放射光源のR&Dの5つの研究分野に関連して、国外から第一線で活躍する研究者(海外7名(米国・中国・ドイツ・ロシア・フランス・デンマーク))を招聘し、最新の研究動向についての講演を依頼した。また、HiSORの教員が重点分野の現状と将来展望について口頭発表し、招待講演者・参加者と活発に議論した。ポスターセッションでは、平成29年度の共同利用・共同研究の成果を中心に42件(うち学生発表24件)の発表があった。Flash Poster Sessionとして、ポスター発表をする学生が1分程度の英語による口頭発表を実施した。広島大学、山口大学、新潟大学、早稲田大学、千葉大学、茨城大学の学生24人が参加し、英語による口頭発表に意欲的に取り組んだ。これによりポスターセッションでは活発な研究討論が行われた。学生による口頭・ポスター発表を国外の招聘研究者を含む参加者全員(学生以外)が評価し、優れた発表5件に学生ポスター賞を授与した。本シンポジウムの参加者総数は92名(学内63名、学外29名(うち海外7名))であった。

第22回HiSOR研究会(12月1-2日 参加者総数30名)を開催し、光渦と原子分子・物質系の相互作用について議論した。また、第1回HiSORスピン物性研究会(3月7日 参加者総数14名)を開催し、高輝度光源を活かしたスピン分解光電子分光の共同研究の拡大と今後の展望について議論した。

International Workshop on Strong Correlations and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (CORPES; 強相関と角度分解光電子分光に関する国際ワークショップ)を主催し、広島市で開催した。温超伝導体、グラフェン、トポロジカル絶縁体などの新しい物質群の電子状態とそれを理解するための先端的多体理論が議論された。本会議の口頭発表数は49件(うち招待講演数24件)、ポスター発表数は59件(うち招待講演数24件)であった。参加者総数は117名(うち海外63名)、また日本を含む参加国数は20カ国であった。

#### (7) 放射光科学院生実験の実施：大学院教育への貢献

平成29年度も岡山大学大学院自然科学研究科との部局間協定のもとで両大学の教員が協力し、放射光ビームラインを活用した「放射光科学院生実験」(本学理学研究科のカリキュラム)を実

施した（受講生：広島大学7人，岡山大学4人）。

## 原著論文

- [1] C.-L. Lin, R. Arafune, R.-Y. Liu, M. Yoshimura, B. Feng, K. Kawahara, Z. Ni, E. Minamitani, S. Watanabe, Y. Shi, M. Kawai, T.-C. Chiang, I. Matsuda, N. Takagi: “Visualizing type-II Weyl points in tungsten ditelluride by quasiparticle interference”, *ACS Nano* **11**, 11459–11465 (2017) .
- [2] K. Matsuo: “Vacuum-ultraviolet circular dichroism study of oligosaccharides using a synchrotron-radiation spectrophotometer”, *Biomedical Spectroscopy and Imaging* **6**, 3-4 (2017) .
- [3] © K. Ichiki, T. Matsumoto, H. Anzai, R. Takeshita, K. Abe, S. Ishihara, T. Uozumi, H. Sato, A. Rousuli, S. Ueda, Y. Taguchi, K. Shimada, H. Namatame, M. Taniguchi, S. Hamann, A. Mitsuda, H. Wada, K. Mimura: “Valence transition in polycrystalline Eu (Rh<sub>1-x</sub>Co<sub>x</sub>)<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> studied by hard x-ray photoemission spectroscopy”, *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.* **220**, 28-32 (2017) .
- [4] © H. Sato, H. Nagata, F. Iga, Y. Osanai, A. Rousuli, K. Mimura, H. Anzai, K. Ichiki, S. Ueda, T. Takabatake, A. Kondo, K. Kindo, K. Shimada, H. Namatame, M. Taniguchi: “Different valence states of Tm in YB<sub>6</sub> and YbB<sub>6</sub>”, *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.* **220**, 33-36 (2017) .
- [5] © S. Ishihara, K. Ichiki, K. Abe, T. Matsumoto, K. Mimura, H. Sato, M. Arita, E. F. Schwier, H. Iwasawa, K. Shimada, H. Namatame, M. Taniguchi, T. Zhuang, K. Hiraoka, H. Anzai: “The c-f hybridization effect in the subsurface region of YbInCu<sub>4</sub>”, *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.* **220**, 66-68 (2017) .
- [6] © W. Tadano, M. Sawada, H. Namatame, M. Taniguchi: “Magnetic interlayer coupling in Fe/h-BN/Ni (111) probed by soft x-ray magnetic circular dichroism”, *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.* **220**, 105-108 (2017) .
- [7] © A. Rousuli, H. Sato, F. Iga, K. Hayashi, K. Ishii, T. Wada, T. Nagasaki, K. Mimura, H. Anzai, K. Ichiki, S. Ueda, A. Kondo, K. Kindo, T. Takabatake, K. Shimada, H. Namatame, M. Taniguchi: “Hard x-ray photoemission study of Yb<sub>1-x</sub>Zr<sub>x</sub>B<sub>12</sub>: the effects of electron doping on the Kondo insulator YbB<sub>12</sub>”, *J. Phys.: Condens. Matter* **29**, 265601 (2017) .
- [8] © T. Komesu, D. Le, I. Tanabe, E. F. Schwier, Y. Kojima, M. Zheng, K. Taguchi, K. Miyamoto, T. Okuda, H. Iwasawa, K. Shimada, T. S. Rahman, P. A. Dowben: “Adsorbate doping of MoS<sub>2</sub> and WSe<sub>2</sub>: the influence of Na and Co”, *J. Phys.: Condens. Matter* **29**, 285501 (7p) (2017) .
- [9] © H. Yamaoka, P. Thunström, N. Tsujii, K. Katoh, Y. Yamamoto, E. F. Schwier, K. Shimada, H. Iwasawa, M. Arita, I. Jarrige, N. Hiraoka, H. Ishii, K.-D. Tsuei, J. Mizuki: “Electronic structure of ferromagnetic heavy fermion, YbPdSi, YbPdGe, and YbPtGe studied by photoelectron spectroscopy, x-ray emission spectroscopy, and DFT + DMFT calculations”, *J. Phys.: Condens. Matter* **29**, 475502 (9p) (2017) .
- [10] T. Okuda: “Recent trends in spin-resolved photoelectron spectroscopy”, *J. Phys.: Condens. Matter* **29**, 483001 (2017) .
- [11] © M. D. Watson, A. A. Haghighirad, H. Takita, W. Mansuer, H. Iwasawa, E. F. Schwier, A. Ino, M. Hoesch: “Shifts and splittings of the hole bands in the nematic phase of FeSe”, *J. Phys. Soc. Jpn.* **86**, 53703 (4p) (2017) .
- [12] D. Ootsuki, H. Ishii, K. Kudo, M. Nohara, M. Takahashi, M. Horio, A. Fujimori, T. Yoshida, M. Arita, H. Anzai, H. Namatame, M. Taniguchi, N. L. Saini, T. Mizokawa: “A novel one-dimensional electronic state at IrTe<sub>2</sub> surface”, *J. Phys. Soc. Jpn.* **86**, 123704 (5p) (2017) .

- [13] © Y. Izumi, K. Fujii, S. Yamamoto, K. Matsuo, H. Namatame, M. Taniguchi, A. Yokoya: “DNA damage response induces structural alterations in histone H3-H4”, *J. Radiat. Res.* **58**, 59-65 (2017) .
- [14] © H. Iwasawa, K. Shimada, E. F. Schwier, M. Zheng, Y. Kojima, H. Hayashi, J. Jiang, M. Higashiguchi, Y. Aiura, H. Namatame, M. Taniguchi: “Rotatable high-resolution ARPES system for tunable linear-polarization geometry”, *J. Synchrotron Rad.* **24**, 836-841 (2017) .
- [15] © T. Hirahara, S. V. Eremeev, T. Shirasawa, Y. Okuyama, T. Kubo, R. Nakanishi, R. Akiyama, A. Takayama, T. Hajiri, S. Ideta, M. Matsunami, K. Sumida, K. Miyamoto, Y. Takagi, K. Tanaka, T. Okuda, T. Yokoyama, S. Kimura, S. Hasegawa, E. V. Chulkov: “Large-gap magnetic topological heterostructure formed by subsurface incorporation of a ferromagnetic layer”, *Nano Lett.* **17**, 3493-3500 (2017) .
- [16] M. Z. Yan, H. Q. Huang, K. N. Zhang, E. Y. Wang, W. Yao, K. Deng, G. L. Wan, H. Y. Zhang, M. Arita, H. T. Yang: “Lorentz-violating type-II Dirac fermions in transition metal dichalcogenide PtTe<sub>2</sub>”, *Nature Commun.* **8**, 257 (6p) (2017) .
- [17] © B. Feng, B. Fu, S. Kasamatsu, S. Ito, P. Cheng, C.-C. Liu, Y. Feng, S. Wu, S. K. Mahatha, P. Sheverdyaeva, P. Moras, M. Arita, O. Sugino, T.-C. Chiang, K. Shimada, K. Miyamoto, T. Okuda, K. Wu, L. Chen, Y. Yao, I. Matsuda: “Experimental realization of two-dimensional Dirac nodal line fermions in monolayer Cu<sub>2</sub>Si”, *Nature Commun.* **8**, 1007 (6p) (2017) .
- [18] © S.-L. Wu, K. Sumida, K. Miyamoto, K. Taguchi, T. Yoshikawa, A. Kimura, Y. Ueda, M. Arita, M. Nagao, S. Watauchi, I. Tanaka, T. Okuda: “Direct evidence of hidden local spin polarization in a centrosymmetric superconductor LaO<sub>0.55</sub>F<sub>0.45</sub>BiS<sub>2</sub>”, *Nature Commun.* **8**, 1919 (7p) (2017) .
- [19] © W. Yao, E. Wang, H. Huang, K. Deng, M. Yan, K. Zhang, K. Miyamoto, T. Okuda, L. Li, Y. Wang, H. Gao, C. Liu, W. Duan, S. Zhou: “Direct observation of spin-layer locking by local Rashba effect in monolayer semiconducting PtSe<sub>2</sub> film”, *Nature Commun.* **8**, 14216 (6p) (2017) .
- [20] Y. Iwata, T. Fujimoto, S. Matsuba, T. Fujita, S. Sato, T. Furukawa, Y. Hara, K. Mizushima, Y. Saraya, R. Tansho, N. Saotome, T. Shirai, K. Noda: “Recent progress of a superconducting rotating-gantry for carbon-ion radiotherapy”, *Nucl. Instr. Meth. Phys. Reserach B* **406**, 338-342 (2017) .
- [21] © T. Duchoň, M. Aulická, E. F. Schwier, H. Iwasawa, C. Zhao, Y. Xu, K. Veltruská, K. Shimada, V. Matolín: “Covalent versus localized nature of 4f electrons in ceria: Resonant angle-resolved photoemission spectroscopy and density functional theory”, *Phys. Rev. B* **95**, 165124 (5p) (2017) .
- [22] © E. Haubold, K. Koepfner, D. Efremov, S. Khim, A. Fedorov, Y. Kushnirenko, J. van den Brink, S. Wurmehl, B. Büchner, T. K. Kim, M. Hoesch, K. Sumida, K. Taguchi, T. Yoshikawa, A. Kimura, T. Okuda, S. V. Borisenko: “Experimental realization of type-II Weyl state in noncentrosymmetric TaIrTe<sub>4</sub>”, *Phys. Rev. B* **95**, 241108R (2017) .
- [23] © K. Ichiki, K. Mimura, H. Anzai, T. Uozumi, H. Sato, Y. Utsumi, S. Ueda, A. Mitsuda, H. Wada, Y. Taguchi, K. Shimada, H. Namatame, M. Taniguchi: “Hard x-ray photoemission study of the temperature-induced valence transition system EuNi<sub>2</sub> (Si<sub>1-x</sub>Ge<sub>x</sub>)<sub>2</sub>”, *Phys. Rev. B* **95**, 045106 (7p) (2017) .
- [24] © A. Rousuli, S. Nakamura, H. Sato, T. Ueda, Y. Matsumoto, S. Ohara, E. F. Schwier, T. Nagasaki, K. Mimura, H. Anzai, K. Ichiki, S. Ueda, K. Shimada, H. Namatame, M. Taniguchi: “Photoemission study of the electronic structure of the Kondo lattices Yb<sub>2</sub>Pt<sub>6</sub>X<sub>15</sub> (X=Al, Ga)”,

- Phys. Rev. B* **96**, 045117 (7p) (2017) .
- [25] K. N. Zhang, M. Z. Yan, H. X. Zhang, H. Q. Huang, M. Arita, Z. Sun, W. H. Duan, Y. Wu, S. Y. Zhou: “Experimental evidence for type-II Dirac semimetal in PtSe<sub>2</sub>”, *Phys. Rev. B* **96**, 125102 (6p) (2017) .
- [26] © M. Taguchi, H. Yamaoka, Y. Yamamoto, H. Sakurai, N. Tsujii, M. Sawada, H. Daimon, K. Shimada, J. Mizuki: “Unusual coexistence of negative and positive charge transfer in mixed-valence Na<sub>x</sub>Ca<sub>1-x</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>4</sub>”, *Phys. Rev. B* **96**, 245113 (6p) (2017) .
- [27] © D. Song, G. Han, W. Kyung, J. Seo, S. Cho, B. S. Kim, M. Arita, K. Shimada, H. Namatame, M. Taniguchi, Y. Yoshida, H. Eisaki, S. R. Park, C. Kim: “Electron number-based phase diagram of Pr<sub>1-x</sub>LaCe<sub>x</sub>CuO<sub>4-δ</sub> and possible absence of disparity between electron- and hole-doped cuprate phase diagrams”, *Phys. Rev. Lett.* **118**, 137001 (5p) (2017) .
- [28] T. Muro, T. Ohkochi, Y. Kato, Y. Izumi, S. Fukami, H. Fujiwara, T. Matsushita: “Wide-angle display-type retarding field analyzer with high energy and angular resolutions”, *Rev. Sci. Instrum.* **88**, 123106 (10p) (2017) .
- [29] © H. Anzai, M. Arita, H. Namatame, M. Taniguchi, M. Ishikado, K. Fujita, S. Ishida, S. Uchida, A. Ino: “A new landscape of multiple dispersion kinks in a high-T<sub>c</sub> cuprate superconductor”, *Sci. Rep.* **7**, 4830 (8p) (2017) .
- [30] H. Yamaoka, N. Tsujii, M.-T. Suzuki, Y. Yamamoto, I. Jarrige, H. Sato, J.-F. Lin, T. Mito, J. Mizuki, H. Sakurai, O. Sakai, N. Hiraoka, H. Ishii, K.-D. Tsuei, M. Giovannini, E. Bauer: “Pressure-induced anomalous valence crossover in cubic YbCu<sub>5</sub>- based compounds”, *Sci. Rep.* **7**, 5846 (6p) (2017) .
- [31] © H. Iwasawa, E. F. Schwier, M. Arita, A. Ino, H. Namatame, M. Taniguchi, Y. Aiura, K. Shimada: “Development of laser-based scanning μ-ARPES system with ultimate energy and momentum resolutions”, *Ultramicroscopy* **182**, 85-91 (2017) .
- [32] © M. Z. Yan, E. Y. Wang, X. Zhou, G. Q. Zhang, H. Y. Zhang, K. N. Zhang, W. Yao, N. P. Lu, S. Z. Yang, S. L. Wu, T. Yoshikawa, K. Miyamoto, T. Okuda, Y. Wu, P. Yu, W. H. Duan, S. Y. Zhou: “High quality atomically thin PtSe<sub>2</sub> films grown by molecular beam epitaxy”, *2D materials* **4**, 45015 (2017) .

## 国際会議

(招待講演)

- [1] T. Okuda, “Spin- and angle-resolved photoelectron spectroscopy (SARPES) - Very low energy electron diffraction”, School of UV and X-ray Spectroscopies of Correlated Electron Systems (SUCCESS2017) , (Les houches, France, 2017.9.4-15)
- [2] T. Okuda, “Development of high-resolution spin- and angle-resolved photoelectron spectrometer using VLEED spin detector and its application”, Japan-Korea Student Workshop, (Busan, Korea, 2017.11.2-5)
- [3] K. Matsu, “Characterization of biomolecule structures by synchrotron-radiation vacuum-ultraviolet circular-dichroism spectroscopy”, 4th International Symposium on Hybrid Materials and Processing, (Busan, Korea, 2017.11.5-8)
- [4] S. Matsuba, “Structured light from helical undulators”, Asian Forum for Accelerators and Detectors 2018, (Daejeon, Korea, 2018.1.28-31)

(一般講演)

- [1] © K. Matsuo, H. Namatame, M. Taniguchi, “Structural dynamics and hydration of monosaccharides characterized by vacuum-ultraviolet circular-dichroism spectroscopy”, 16th International Conference on Chiroptical Spectroscopy 2017, (Rennes, France, 2017.6.11-15)
- [2] © D. Song, G. Han, W. Kyung, J. Seo, S. Cho, B. Kim, M. Arita, K. Shimada, H. Namatame, M. Taniguchi, Y. Yoshida, H. Eisaki, S.-R. Park, C. Kim, “Electron number-based phase diagram of  $\text{Pr}_{1-x}\text{LaCe}_x\text{CuO}_{4-\delta}$  and possible absence of disparity between electron- and hole-doped cuprate phase diagrams”, International Workshop on Strong Correlations and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (CORPES17), (Hiroshima, Japan, 2017.7.2-7)
- [3] T. Yoshida, D. Ootsuki, K. Yamawaki, D. Shimonaka, D. Shibata, H. Eisaki, T. Sasagawa, A. Fujimori, H. Kumigashira, K. Ono, M. Arita, H. Namatame, M. Taniguchi, S.-i. Ideta, K. Tanaka, “Self-energy in the superconducting states of the high- $T_c$  cuprates  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ ”, International Workshop on Strong Correlations and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (CORPES17), (Hiroshima, Japan, 2017.7.2-7)
- [4] © K. Miyamoto, H. Wortelen, T. Okuda, A. Kimura, J. Henk, M. Donath, “Spin polarization of Dirac-cone surface state at W (110) influenced by polarized light”, International Workshop on Strong Correlations and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (CORPES17), (Hiroshima, Japan, 2017.7.2-7)
- [5] © S.-L. Wu, K. Sumida, K. Miyamoto, K. Taguchi, T. Yoshikawa, A. Kimura, Y. Ueda, M. Nagao, S. Watauchi, I. Tanaka, T. Okuda, “Direct evidence of hidden local spin polarization in a novel superconductor  $\text{LaO}_{0.55}\text{F}_{0.45}\text{BiS}_2$ ”, International Workshop on Strong Correlations and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (CORPES17), (Hiroshima, Japan, 2017.7.2-7)
- [6] © Y. Okamoto, S. Iwasaki, K. Takubo, H. Wadati, K. Kudo, H. Ishii M. Nohara, K. Miyamoto, T. Okuda, N. L. Saini, T. Mizokawa, “Spin-orbit splitting in bulk and surface states in  $\text{IrTe}_2$  probed by spin-resolved photoemission spectroscopy”, International Workshop on Strong Correlations and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (CORPES17), (Hiroshima, Japan, 2017.7.2-7)
- [7] © T. Miyashita, W. Mansuer, H. Takita, T. Kubo, S. Ishizaka, E. F. Schwier, H. Iwasawa, K. Shimada, M. Arita, H. Namatame, Y. Numata, T. Uto, A. Matsuda, A. Ino, “Laser-based high-resolution angle-resolved photoemission study of Co-substituted high- $T_c$  cuprate superconductor”, International Workshop on Strong Correlations and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (CORPES17), (Hiroshima, Japan, 2017.7.2-7)
- [8] © W. Mansuer, K. Tokura, H. Takita, T. Miyashita, T. Kubo, S. Ishizaka, E. F. Schwier, H. Namatame, M. Taniguchi, M. Ishikado, A. Ino, “Angle-resolved photoemission study of  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$  using linearly polarized focused laser”, International Workshop on Strong Correlations and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (CORPES17), (Hiroshima, Japan, 2017.7.2-7)
- [9] © H. Takita, M. D. Watson, A. A. Haghighirad, W. Mansuer, H. Iwasawa, E. F. Schwier, A. Ino, Y. Aiura, M. Hoesch, “Laser ARPES of the nematic phase of  $\text{FeSe}$ ”, International Workshop on Strong Correlations and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (CORPES17), (Hiroshima, Japan, 2017.7.2-7)
- [10] © E. F. Schwier, H. Iwasawa, M. Arita, W. Mansuer, H. Takita, A. Ino, H. Namatame, M. Taniguchi, Y. Aiura, K. Shimada, “Probing low-energy correlations on  $\mu\text{m}$  length-scales with ultimate energy

- and momentum resolutions”, International Workshop on Strong Correlations and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (CORPES17) , (Hiroshima, Japan, 2017.7.2-7)
- [11] © H. Sato, J. Kodama, Y. Utsumi, S. Ohara, T. Yamashita, H. Nagata, M. Arita, H. Anzai, K. Shimada, H. Namatame, M. Taniguchi, “Angle-resolved photoemission spectroscopy study on  $\text{YbNi}_3\text{X}_9$  ( $\text{X}=\text{Al}, \text{Ga}$ ) ”, International Workshop on Strong Correlations and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (CORPES17) , (Hiroshima, Japan, 2017.7.2-7)
- [12] © A. Rousuli, H. Sato, S. Nakamura, T. Ueda, Y. Matsumoto, S. Ohara, E. F. Schvier, M. Zheng, K. Shimada, M. Arita, H. Namatame, M. Taniguchi, “Angle-resolved photoemission spectroscopy study on  $\text{Yb}_2\text{Pt}_6\text{Ga}_{15}$ ”, International Workshop on Strong Correlations and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (CORPES17) , (Hiroshima, Japan, 2017.7.2-7)
- [13] © M. Arita, H. Sato, K. Shimada, H. Namatame, M. Taniguchi, H. Tanida, W. Hirano, Y. Osanai, K. Hayashi, F. Iga, “Angle-resolved photoemission study of  $\text{Sm}_{1-x}\text{Yb}_x\text{B}_6$ ”, International Workshop on Strong Correlations and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (CORPES17) , (Hiroshima, Japan, 2017.7.2-7)
- [14] © S. Ishizaka, H. Takita, T. Kubo, T. Miyashita, W. Mansuer, E. F. Schvier, H. Iwasawa, K. Shimada, H. Namatame, S. Ueda, A. Ino, “High-resolution photoemission study of A15-type superconductors,  $\text{Nb}_3\text{Al}$  and  $\text{Nb}_3\text{Sn}$ ”, International Workshop on Strong Correlations and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (CORPES17) , (Hiroshima, Japan, 2017.7.2-7)
- [15] © H. Namatame, K. Goto, E. F. Schvier, Y. Aiura, K. Shimada, “Fermi velocity and electron self-energy of Ni (100) studied by polarization dependent ARPES”, International Workshop on Strong Correlations and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (CORPES17) , (Hiroshima, Japan, 2017.7.2-7)
- [16] © K. Goto, H. Namatame, E. F. Schvier, S. Kumar, Y. Aiura, K. Shimada, “Fermi surface dependent electron correlation in ferromagnetic Ni: high-resolution polarization-dependent ARPES study” International Workshop on Strong Correlations and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (CORPES17) , (Hiroshima, Japan, 2017.7.2-7)
- [17] © Y. Izumi, K. Matsuo, H. Namatame, “Structural analysis of lysine-4 methylated histone H3 proteins using synchrotron radiation circular dichroism spectroscopy”, Chirality2017, (Tokyo, Japan, 2017.7.9-12)
- [18] © K. Ichiki, T. Matsumoto, H. Anzai, R. Takeshita, K. Abe, S. Ishihara, T. Uozumi, H. Sato, A. Rousuli, S. Ueda, Y. Taguchi, K. Shimada, H. Namatame, M. Taniguchi, S. Hamano, A. Mitsuda, H. Wada, K. Mimura, “Many-body effect in temperature-induced valence transition of  $\text{Eu}(\text{Rh}_{0.6}\text{Co}_{0.4})_2\text{Si}_2$  studied by hard x-ray photoemission spectroscopy and single impurity Anderson model calculation”, International Conference on Strongly Correlated Electron Systems (SCES17) , (Prague, Czech, 2017.7.16-21)
- [19] © A. Rousuli, S. Nakamura, H. Sato, T. Ueda, Y. Matsumoto, S. Ohara, T. Nagasaki, K. Mimura, H. Anzai, K. Ichiki, S. Ueda, K. Shimada, H. Namatame, M. Taniguchi, “Electronic structure of  $\text{Yb}_2\text{Pt}_6\text{X}_{15}$  ( $\text{X}=\text{Al}, \text{Ga}$ ) studied by photoemission spectroscopy”, International Conference on Strongly Correlated Electron Systems (SCES17) , (Prague, Czech, 2017.7.16-21)
- [20] © H. Anzai, R. Takakura, Y. Ono, S. Ishihara, H. Sato, H. Namatame, M. Taniguchi, T. Matsui, S. Noguchi, Y. Hosokoshi, “Valence-band structure of organic radical  $\text{p-CF}_3\text{PNN}$  investigated by angle-resolved photoemission spectroscopy”, International Conference on Strongly Correlated

- Electron Systems (SCES17) , (Prague, Czech, 2017.7.16-21)
- [21] © H. Anzai, M. Arita, H. Namatame, M. Taniguchi, M. Ishikado, K. Fujita, S. Ishida, S.-i. Uchida, A. Ino, “Quantitative determination of effective mass enhancement in Bi2212 superconductor”, International Conference on Strongly Correlated Electron Systems (SCES17) , (Prague, Czech, 2017.7.16-21)
- [22] © Y. Izumi, K. Matsuo, “Methylation-induced structural alteration of histone H3 characterized by synchrotron radiation circular dichroism spectroscopy”, 1st QST International Symposium “Quantum Life Science”, (Chiba, Japan, 2017.7.25-26)
- [23] K. Matsuo, R. W. Woody, “Structural characterization of amyloid fibrils using synchrotron-radiation circular dichroism and circular dichroism theory”, Biochemistry and Molecular Biology Department Symposium, (Pingree Park, USA, 2017.8.11-12)
- [24] © H. Sato, T. Nagasaki, H. I. Tanaka, K. Suekuni, A. Rousuli, S. Nakamura, N. Kawamura, X. G. Zheng, T. Fujii, T. Takabatake, H. Namatame, M. Taniguchi, “Cu 2p-1s x-ray emission spectroscopy of mineral tetrahedrite  $\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$ ”, The 10th International Conference on Inelastic X-ray Scattering, (Hamburg, Germany, 2017.8.28-9.1)
- [25] T. Okuda, “Spin-resolved photoelectron spectroscopy at HiSOR, present status and future prospect”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [26] K. Matsuo, “Present status and future prospect of HiSOR-VUVCD spectrophotometer for characterizing biomolecule structures in solution”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [27] M. Sawada, “Magnetic surface nanostructures studied by soft X-ray magnetic circular dichroism at HiSOR-BL14”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [28] K. Kawase, “Design study for future upgrading of HiSOR light source”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [29] E. F. Schwier, “Present status and future plan of high-resolution ARPES at HiSOR”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [30] © K. Goto, E. F. Schwier, H. Namatame, Y. Aiura, K. Shimada, “Electron correlation effect in ferromagnetic Ni: a high-resolution polarization dependent ARPES study”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [31] S. Hosokawa, K. Maruyama, K. Kobayashi, J. R. Stellhorn, B. Paulus, A. Koura, F. Shimojo, M. Yamasaki, Y. Kawamura, S. Yoshioka, H. Sato, “Electronic structures and impurity cluster features in Mg-Zn-Y alloys with a synchronized long-period stacking ordered phase”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [32] S. Hosokawa, J. R. Stellhorn, B. Paulus, K. Maruyama, K. Kobayashi, H. Okuda, M. Yamasaki, Y. Kawamura, H. Sato, “The seeds of  $\text{Zn}_6\text{Y}_8$  L12-type clusters in amorphous  $\text{Mg}_{85}\text{Zn}_6\text{Y}_9$  alloy investigated by photoemission spectroscopy”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [33] K. Maeda, H. Sato, K. Mimura, A. Yasui, Y. Akedo, K. Abe, T. Kawabata, R. Shimokasa, M. Mizumaki, S. Tsutsui, N. Kawamura, E. Ikenaga, K. Matsumoto, K. Hiraoka, “Resonant hard x-ray

- photoemission spectroscopy of valence transition compound YbInCu<sub>4</sub>”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [34] © R. Matsumoto, T. Sugimoto, T. Mizokawa, N. L. Saini, M. Arita, H. Namatame, M. Taniguchi, R. Jha, R. Higashinaka, T. D. Matsuda, Y. Aoki, “Angle-resolved photoemission study of WTe<sub>2</sub>”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [35] © M. Maeda, S. Suzuki, K. Yamamoto, T. Mizokawa, N. L. Saini, M. Arita, H. Namatame, M. Taniguchi, G. Tan, L. D. Zhao, M. G. Kanatzidis, “Angle-resolved photoemission study of SnSe and Na-doped SnSe”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [36] © S. Wu, Y. Ota, K. Miyamoto, T. Imai, K. Yaji, A. Harasawa, M. Nagao, S. Watauchi, I. Tanaka, S. Shin, T. Okuda, “The (S) ARPES observation of local spin polarization in a series of Ln (O,F) BiS<sub>2</sub> Ln=Ce,Nd,Pr) superconductors”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [37] © M. Arita, H. Sato, K. Shimada, H. Namatame, M. Taniguchi, H. Tanida, Y. Osanai, K. Hayashi, F. Iga, “Linear polarization dependence of angle resolved photoemission study on SmB<sub>6</sub>”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [38] © Y. Ohtsubo, Y. Yamashita, K. Miyamoto, T. Okuda, W. Hirano, F. Iga, S. Kimura, “Spin texture of topological surface states on the Kondo insulator SmB<sub>6</sub> (111) ”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [39] © B. Feng, J. Cao, M. Yang, Y. Feng, S. Wu, B. Fu, M. Arita, K. Miyamoto, S. He, K. Shimada, Y. Shi, T. Okuda, Y. Yao, “Experimental observation of node-line-like surface states in LaBi”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [40] © T. Imai, K. Miyamoto, T. Okuda, “Temperature dependence on the spin electronic structure of Bi (111) film”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [41] © K. Miyamoto, T. Matsuda, T. Okuda, H. Sato, J. Henk, “Spin polarized surface state derived from d-electrons on W (100) ”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [42] © M. Kakoki, K. Sumida, X. Xu, M. Tsujikawa, M. Shirai, T. Okuda, R. Kainuma, A. Kimura, “Electronic structure of Co-based magnetic shape memory Heusler alloys revealed by high-resolution photoemission spectroscopy”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [43] © T. Miyashita, W. Mansuer, H. Takita, T. Kubo, S. Ishizaka, E. F. Schwier, H. Iwasawa, K. Shimada, M. Arita, Y. Numata, T. Uto, A. Matsuda, A. Ino, “Angle-resolved photoemission study of Co-substitution effect in the electronic structure of high-T<sub>c</sub> cuprate superconductor”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [44] © S. Ishizaka, H. Takita, T. Kubo, T. Miyashita, W. Mansuer, E. F. Schwier, H. Iwasawa, K. Shimada, H. Namatame, S. Ueda, A. Ino, “Photoemission spectroscopy of A15-Type

- superconductors using ultraviolet laser and hard x-ray synchrotron radiation”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [45] © K. Sumida, K. Miyamoto, E. Annese, K. Taguchi, K. Shimada, A. Kimura, T. Okuda, “Present status of 6 eV laser based spin-ARPES system”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [46] © Y. Nakata, K. Kasai, E. F. Schwier, A. Ino, K. Ueno, N. Aoki, K. Sakamoto, “Micro-ARPES study of a Weyl semimetal candidate MoTe<sub>2</sub>”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [47] © M. Kumashiro, Y. Izumi, K. Matsuo, “Conformations of myelin basic protein interacted with membrane revealed by vacuum-ultraviolet circular-dichroism spectroscopy”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [48] © K. Nishikubo, Y. Izumi, K. Fujii, K. Matsuo, Y. Matsumoto, A. Yokoya, “Secondary structural analysis of XRCC4 protein using HiSOR-VUVCD”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [49] © K. Matsuo, H. Namatame, M. Taniguchi, “Characterizations of structural dynamics and hydration structures of D-Glucose using vacuum-ultraviolet circular-dichroism spectroscopy”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [50] © Y. Izumi, K. Matsuo, “Beam focusing and sample-volume reduction using Schwarzschild objective at VUV-CD spectrophotometer”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [51] © Y. Izumi, K. Matsuo, “Structural analysis of lysine-4 methylated histone H3 using VUV-CD spectroscopy”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [52] © S. Suenaga, M. Kumashiro, Y. Izumi, K. Matsuo, “Secondary structural analysis of hyaluronan synthase interacted with membrane by vacuum-ultraviolet circular dichroism spectroscopy”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [53] Y. Ohashi, N. Ichikawa, M. Sawada, “Magnetic state of Co layers intercalated into h-BN/Ni (111) studied by soft x-ray magnetic circular dichroism”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [54] © N. Ichikawa, Y. Ohashi, M. Sawada, A. Kimura, “Antiferromagnetic interlayer coupling of Co/h-BN/Ni (111) studied by soft x-ray magnetic circular dichroism”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [55] K. Ishii, M. Sawada, “Development of a soft x-ray reflectometer in an ambient pressure or a low vacuum environment at HiSOR-BL14”, The 22st Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)
- [56] © S. Notsu, K. Kawase, S. Matsuba, “Construction of a two-photon interferometry measurement system for the evaluation of the bunch length in the electron storage ring”, The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2018.3.8-9)

## 国内学会

### (招待講演)

- [1] 泉 雄大：「放射光円二色性分光を用いたヒストンの DNA 損傷誘起二次構造変化の観測」，第 1 回量子生命科学研究会（東京大学，平成 29 年 4 月 12 日）
- [2] 奥田太一：「VLEED スピン検出器によるバルク敏感スピン分解光電子分光の可能性」，SPring-8 シンポジウム 2017 SPRUC サテライト研究会「軟 X 線スピン分解 ARPES 検討会」（広島大学千田キャンパス，平成 29 年 9 月 3 日）
- [3] 泉 雄大：「放射光円二色性分光によるメチル化ヒストン H3 の構造解析」，第 60 回放射線化学討論会（産業技術総合研究所，茨城，平成 29 年 9 月 27-29 日）
- [4] 奥田太一：「HiSOR におけるスピン分解光電子分光の現状と展望」，PF 研究会「次世代光源で拓かれる光電子分光研究の将来展望」，(KEK，平成 29 年 10 月 5-6 日)
- [5] 泉 雄大：「放射線生物学・量子生命科学における放射光円二色性分光の展開と可能性—ヒストン構造変化の観測を事例として—」，日本放射線影響学会第 60 回大会，(京葉銀行文化プラザ，千葉，平成 29 年 10 月 25-28 日)
- [6] 松尾光一：「放射光円二色性法による生体分子の構造解析」，平成 29 年度結晶学若手の会（広島，平成 29 年 11 月 22 日）
- [7] Baojie Feng：「Exploration of novel two-dimensional materials」，第 31 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム，(つくば国際会議場，平成 30 年 1 月 8-10 日)
- [8] 泉 雄大：「DNA 付随タンパク質の構造変化：放射光円二色性分光法を用いたヒストンタンパク質の DNA 損傷誘起構造変化の観測」，第 65 回応用物理学会春季学術講演会，(早稲田大学，平成 30 年 3 月 17-20 日)
- [9] 奥田太一：「放射光スピン分解光電子分光の現状と新展開」，日本物理学会第 73 回年会シンポジウム「シンクロトロン光電子分光が拓く物性研究の新展開」日本物理学会第 73 回年会，(東京理科大野田キャンパス 平成 30 年 3 月 23 日)

### (一般講演)

- [1] ◎ 熊代宗弘，泉 雄大，松尾光一：「放射光真空紫外円二色性による生体膜と相互作用したミエリン塩基性タンパク質の構造解析」，17 回日本蛋白質科学会年会，(仙台国際センター，平成 29 年 6 月 20-22 日)
- [2] 平野広太，松葉俊哉，原田健太郎：「KEK-PF リングにおけるビーム損失改善のための入射シミュレーション」，第 14 回日本加速器学会年会，(北海道大学，平成 29 年 8 月 1-3 日)
- [3] ◎ 後藤一希，生天目妃日理，Eike F. Schwier，Shiv Kumar，相浦義弘，島田賢也：「Ni (100) の直線偏光依存 ARPES：フェルミ面構造と電子相関」，日本物理学会 2017 年秋季大会，(岩手大学，平成 29 年 9 月 21-24 日)
- [4] ◎ 山岡人志，山本義哉，Eike F. Schwier，仲武昌史，有田将司，岩澤英明，島田賢也，田島史郷，小野寺蓮太，西岡 孝，水木純一郎：「Ce (Ru,Rh)<sub>2</sub>Al<sub>10</sub>系の角度分解光電子分光」，日本物理学会 2017 年秋季大会，(岩手大学，平成 29 年 9 月 21-24 日)
- [5] ◎ 守田智洋，岡本陽平，松澤 悠，溝川貴司，Eike F. Schwier，島田賢也，Naurang Saini，梶谷 丈，東中隆二，松田達磨，青木勇二：「角度分解光電子分光による R (O,F) BiS<sub>2</sub> のバンド構造」，日本物理学会 2017 年秋季大会，(岩手大学，平成 29 年 9 月 21-24 日)
- [6] ◎ 宮下剛夫，Wumiti Mansuer，田北仁志，久保拓也，石坂仁志，Eike F. Schwier，岩澤英明，島田賢也，有田将司，沼田純典，宇都達郎，松田 梓，井野明洋：「高分解能角度分解光電

- 子分光によるBi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>の超伝導ギャップにおけるCo置換効果の研究」, 日本物理学会2017年秋季大会, (岩手大学, 平成29年9月21-24日)
- [7] ◎ 黒川輝風, 松澤 悠, 岡本陽平, 守田智洋, 溝川貴司, Eike F. Schwiery, 島田賢也, Naurang Saini, 梶谷 丈, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二:「光電子分光によるR (O, F) BiS<sub>2</sub>の電子状態」, 日本物理学会2017年秋季大会, (岩手大学, 平成29年9月21-24日)
- [8] ◎ 密岡拓心, 岡本陽平, 村川 寛, 駒田盛是, 横井滉平, 酒井英明, 花咲徳亮, Eike F. Schwiery, 島田賢也, 生天目博文:「TaAsの角度分解光電子分光」, 日本物理学会2017年秋季大会, (岩手大学, 平成29年9月21-24日)
- [9] ◎ 山本 航, Mingtian Zheng, 田北仁志, Eike F. Schwiery, 島田賢也, 相浦義弘:「酸素吸着したFe (100) 面の高分解能ARPES:自己エネルギー解析」, 日本物理学会2017年秋季大会, (岩手大学, 平成29年9月21-24日)
- [10] ◎ 生天目妃日理, 後藤一希, Eike F. Schwiery, Shiv Kumar, 相浦義弘, 島田賢也:「Ni (100) の直線偏光依存ARPES:自己エネルギー解析」, 日本物理学会2017年秋季大会, (岩手大学, 平成29年9月21-24日)
- [11] ◎ 檜垣聡太, 角田一樹, 佐藤 仁, Awabaikeli Rousuli, 宮本幸治, 奥田太一, 森吉千佳子, 黒岩芳弘, 高瀬浩一, 木村昭夫:「角度分解光電子分光によるη-Mo<sub>4</sub>O<sub>11</sub>の異方的バンド構造の観測」, 日本物理学会2017年秋季大会, (岩手大学, 平成29年9月21-24日)
- [12] ◎ Shilong Wu, 松田旭央, 宮本幸司, 奥田太一:「Spectroscopic study of spin-valley effect in the inversion symmetric Na<sub>3</sub>Bi」, 日本物理学会2017年秋季大会, (岩手大学, 平成29年9月21-24日)
- [13] ◎ 田口一暁, 角田一樹, 奥田悠貴, 木村昭夫, 宮本幸治, 奥田太一:「Si (111) 5×2-Au表面における一次元Rashbaスピン分裂」, 日本物理学会2017年秋季大会, (岩手大学, 平成29年9月21-24日)
- [14] ◎ 松田旭央, 宮本幸治, 奥田太一, Awabaikeli Rousuli, 佐藤 仁, 木村昭夫:「W (111) のスピン偏極二重交差バンドの観測」, 日本物理学会2017年秋季大会, (岩手大学, 平成29年9月21-24日)
- [15] 三村功次郎, 保井 晃, 池永英司, 河村直己, 水牧仁一朗, 筒井智嗣, 佐藤 仁, 魚住孝幸, 光田暁弘, 大原繁男:「硬X線領域における共鳴光電子分光の進展と展望」, 日本物理学会2017年秋季大会, (岩手大学, 平成29年9月21-24日)
- [16] ◎ 大下倉亮祐, 安齋太陽, 小野勇祐, 石原涼奈, 佐藤 仁, 生天目博文, 谷口雅樹, 松井利之, 野口 悟, 細越裕子:「角度分解光電子分光による有機ラジカル磁性体p-CF<sub>3</sub>PNNの分子軌道の直接観測」, 日本物理学会2017年秋季大会, (岩手大学, 平成29年9月21-24日)
- [17] 松本孝之, 市木勝也, 安齋太陽, 阿部晃大, 石原涼奈, 竹下遼平, 魚住孝幸, 佐藤 仁, Awabaikeli Rousuli, 上田茂典, 田口幸広, 藤本 巧, 喜舎場英吾, 光田暁弘, 和田裕文, 三村功次郎:「硬X線光電子分光によるEu (Rh<sub>1-x</sub>Ir<sub>x</sub>)<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>の温度誘起価数転移の研究II」, 日本物理学会2017年秋季大会, (岩手大学, 平成29年9月21-24日)
- [18] 細川伸也, Jens R. Stellan, 丸山健二, 小林健太郎, 佐藤 仁:「アモルファスMgLPSO合金の電子構造」, 日本物理学会2017年秋季大会, (岩手大学, 平成29年9月21-24日)
- [19] ◎ 野地祐磨, 大城佳祐, 中島伸夫, 圓山 裕, 佐藤 仁, 上田茂典:「硬X線光電子分光によるアナターゼ型酸化チタンの表面バンドベンディングの研究」, 日本物理学会2017年秋季大会, (岩手大学, 平成29年9月21-24日)
- [20] 東谷篤志, 山崎篤志, 石渡星矢, 川本晃己, Awabaikeli Rousuli, 佐藤 仁, S. Muhammady,

- Y. Darma, 高瀬浩一:「層状オキシカルコゲナイドLaOCuCh, BiOCuCh (Ch=Se,Te) の価電子状態の解明」, 日本物理学会2017年秋季大会, (岩手大学, 平成29年9月21-24日)
- [21] ◎ 成尾友佑, 高木健誠, 澤田正博, 生天目博文, 谷口雅樹, 船津麻美, 原 正大:「化学剥離酸化マンガンナノシートのXMCD測定」, 日本物理学会2017年秋季大会, (岩手大学, 平成29年9月21-24日)
- [22] ◎ 市川典万, 石井憲希, 澤田正博, 木村昭夫:「軟X線磁気円二色性によるCo/h-BN/Ni (111) の層間磁気結合の研究」, 日本物理学会2017年秋季大会, (岩手大学, 平成29年9月21-24日)
- [23] ◎ 田北仁志, Wumiti Mansuer, 都倉健司, 宮下剛夫, 石坂仁志, 有田将司, Eike F. Schwier, 岩澤英明, 石角元志, 井野明洋:「Bi<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>CaCu<sub>2</sub>O<sub>8+δ</sub>の二重層分裂バンドの偏光依存角度分解光電子分光」, 日本物理学会2017年秋季大会, (岩手大学, 平成29年9月21-24日)
- [24] ◎ 伊藤 俊, Baojie Feng, 有田将司, 染谷隆史, 高山あかり, Wei-Chuan Chen, 飯盛拓嗣, 生天目博文, 谷口雅樹, Cheng-Maw Cheng, Shu-Jung Tan, 小森文夫, 松田 巖:「表面吸着アルカリ金属原子からの電子ドーピングによるバンド構造の変形」, 日本物理学会2017年秋季大会, (岩手大学, 平成29年9月21-24日)
- [25] ◎ 山脇一真, 下中大也, 川本雅人, 柴田大輔, 大槻太毅, 有田将司, 生天目博文, 谷口雅樹, 出田真一郎, 田中清尚, 藤森 淳, 組頭広志, 小野寛太, 笹川崇男, 永崎 洋, 吉田鉄平:「Bi<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>CaCu<sub>2</sub>O<sub>8+δ</sub>の超伝導状態の自己エネルギー」, 日本物理学会2017年秋季大会, (岩手大学, 平成29年9月21-24日)
- [26] ◎ 前田瑞綺, 山本健登, G. Tan, L.-D. Zhao, M. G. Kanatzidis, 有田将司, 生天目博文, 谷口雅樹, N. L. Saini, 溝川貴司:「角度分解光電子分光によるSn<sub>1-x</sub>Na<sub>x</sub>Seの電子構造」, 日本物理学会2017年秋季大会, (岩手大学, 平成29年9月21-24日)
- [27] 中鍵辰哉, 鈴木 学, 松尾光一, 佐野健一:「ペプチド提示によるアミロイド繊維形成阻害」, 2017年度生命科学系学会合同年次大会 (神戸ポートアイランド, 平成29年12月6-9日)
- [28] ◎ 中西美恵, Eike F. Schwier, 島田賢也, 岩澤英明, 相浦義弘, 黒田健太:「内殻光電子分光によるトポロジカル絶縁体と金属薄膜界面の電子状態の研究」, 第31回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム, (つくば国際会議場, 平成30年1月8-10日)
- [29] ◎ 金井大輔, 高柳亮平, 大川万里生, 小林義彦, 小野寛太, Eike F. Schwier, 島田賢也, 齋藤智彦:「特異な磁性状態を示すPr<sub>1-x</sub>Y<sub>x</sub>CoO<sub>3</sub>の電子構造」, 第31回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム, (つくば国際会議場, 平成30年1月8-10日)
- [30] ◎ 佐藤 仁, Awabaikeli Rousuli, 植田拓也, 大原繁男, 松本裕司, 長崎俊樹, 三村功次郎, 市木勝也, 上田茂典, 島田賢也, 生天目博文:「近藤格子系YbNi<sub>2</sub>X<sub>2</sub> (X=Si, Ge) の硬X線光電子分光」, 第31回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム, (つくば国際会議場, 平成30年1月8-10日)
- [31] ◎ 有田将司, 佐藤 仁, 島田賢也, 生天目博文, 谷口雅樹, 谷田博司, 平野 航, 小山内湧人, 林 健人, 伊賀文俊:「Sm<sub>1-x</sub>Yb<sub>x</sub>B<sub>6</sub>の角度分解光電子分光」, 第31回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム, (つくば国際会議場, 平成30年1月8-10日)
- [32] 石井憲希, 澤田正博:「HiSOR-BL14における大気圧/低真空下の反射率実験システム構築の検討」, 第31回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム, (つくば国際会議場, 平成30年1月8-10日)
- [33] 三村功次郎, 水牧仁一朗, 河村直己, 池永英司, 保井 晃, 筒井智嗣, 佐藤 仁, 魚住孝幸, 光田暁弘, 大原繁男:「SPring-8 BL09XUに構築した共鳴HAXPES技術の現状」, 第31回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム, (つくば国際会議場, 平成30年1月

8-10日)

- [34] 川瀬啓悟：「HiSOR次期光源加速器についての検討」，第31回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム，（つくば国際会議場，平成30年1月8-10日）
- [35] ◎ 泉 雄大，松尾光一，藤井健太郎，横谷明德：「放射光円二色性分光によるメチル化ヒストンH3の構造解析」，第31回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム，（つくば国際会議場，平成30年1月8-10日）
- [36] ◎ 松尾光一，生天目博文，谷口雅樹：「真空紫外円二色性分光による $\alpha 1$ -酸性糖タンパク質の生体膜相互作用研究」，第31回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム，（つくば国際会議場，平成30年1月8-10日）
- [37] ◎ 松尾光一，泉 雄大，高橋淳一，小林憲正，藤本将輝，加藤政博：「円偏光の照射波長に依存したアミノ酸の光学活性発現」，第31回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム，（つくば国際会議場，平成30年1月8-10日）
- [38] ◎ 高橋淳一，松尾光一，泉 雄大，加藤政博，藤本将輝，入澤明典，築山光一，小林憲正，癸生川陽子：「極量子ビーム利用による生体キラリティ発現実験の現状（II）」，第31回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム，（つくば国際会議場，平成30年1月8-10日）
- [39] 松尾光一：「円偏光ビーム照射による生体有機分子の光学活性発現の実験検証」，第6回宇宙における生命ワークショップ（東京工業大学キャンパス・イノベーションセンター東京，平成30年2月19-20日）
- [40] ◎ 久保田祐貴，坂野昌人，大川顕次郎，角田一樹，Eike F. Schwier，奥田太一，島田賢也，笹川崇男，石坂香子：「 $\beta$ -PdBi<sub>2</sub>におけるトポロジカル表面バンド構造の観測」，日本物理学会第73回年次大会，（東京理科大学，平成30年3月22-25日）
- [41] ◎ 秋山了太，大滝祐輔，伊藤寛史，中西亮介，宮内恵太，Eike F. Schwier，木村昭夫，島田賢也，S. V. Eremeev，E. V. Chulkov，黒田眞司，長谷川修司：「Sbドーフトポロジカル結晶絶縁体Pb<sub>1-x</sub>Sn<sub>x</sub>Te（111）薄膜における2次元バンドの観測」，日本物理学会第73回年次大会，（東京理科大学，平成30年3月22-25日）
- [42] ◎ 密岡拓心，岡本陽平，溝川貴司，村川 寛，駒田盛是，横井滉平，酒井英明，花咲徳亮，Eike F. Schwier，島田賢也，生天目博文：「TaAsのTa終端表面の電子構造」，日本物理学会第73回年次大会，（東京理科大学，平成30年3月22-25日）
- [43] ◎ 守田智洋，岡本陽平，松澤 悠，溝川貴司，Eike F. Schwier，島田賢也，Naurang Saini，梶谷 丈，東中隆二，松田達磨，青木勇二：「R（O,F）BiS<sub>2</sub>のフェルミ面と電荷軌道不安定性」，日本物理学会第73回年次大会，（東京理科大学，平成30年3月22-25日）
- [44] ◎ 松澤 悠，黒川輝風，岡本陽平，守田智洋，溝川貴司，Eike F. Schwier，島田賢也，Naurang Saini，東中隆二，松田達磨，青木勇二：「Pr（O,F）BiS<sub>2</sub>の電子構造と原子価状態」，日本物理学会第73回年次大会，（東京理科大学，平成30年3月22-25日）
- [45] ◎ 金井大輔，高柳亮平，大川万里生，小林義彦，小野寛太，堀場弘司，Eike F. Schwier，島田賢也，齋藤智彦：「共鳴光電子分光法によるPr<sub>1-x</sub>Y<sub>x</sub>CoO<sub>3</sub>」，日本物理学会第73回年次大会，（東京理科大学，平成30年3月22-25日）
- [46] ◎ 山岡人志，Eike F. Schwier，山本義哉，仲武昌史，有田将司，岩沢英明，島田賢也，大野航輔，田島史郷，小野寺蓮太，西岡 孝，水木純一郎：「CeT<sub>2</sub>Al<sub>10</sub>系の角度分解光電子分光」，日本物理学会第73回年次大会，（東京理科大学，平成30年3月22-25日）
- [47] ◎ 佐藤 仁，Awabaikeli Rousuli，大原繁男，松本裕司，前田和大，長崎俊樹，三村功次郎，

- 市木勝也, 上田茂典, 島田賢也, 生天目博文: 「YbA<sub>2</sub>X<sub>2</sub> (A=Ni,Pd;X=Si,Ge) の硬X線光電子分光」, 日本物理学会第73回年次大会, (東京理科大学, 平成30年3月22-25日)
- [48] ◎ 宮本幸治, 松田旭央, 奥田太一, 佐藤 仁, J. Henk: 「W (100) のスピン偏極表面電子構造の観測」, 日本物理学会第73回年次大会, (東京理科大学, 平成30年3月22-25日)
- [49] ◎ 横山喜一, 奥山裕磨, 宮本幸治, 出田真一郎, 奥田太一, 田中清尚, 平原 徹: 「MnとTeを蒸着したBi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>の電子構造とその温度依存性」, 日本物理学会第73回年次大会, (東京理科大学, 平成30年3月22-25日)
- [50] ◎ 鹿子木将明, 角田一樹, 許 晶, 辻川雅人, 白井正文, 奥田太一, 貝沼亮介, 木村昭夫: 「高分解能光電子分光によるCo基形状記憶合金の電子状態」, 日本物理学会第73回年次大会, (東京理科大学, 平成30年3月22-25日)
- [51] ◎ 三石夏樹, 杉田悠介, 上谷 学, 園部竜也, 坂野昌人, 下志万貴博, M. S. Bahramy, 田口一暁, 宮本幸治, 奥田太一, 石渡晋太郎, 求 幸年, 石坂香子: 「二重ジグザグ鎖形状の格子歪みをもつ1T'-VTe<sub>2</sub>の電子状態」, 日本物理学会第73回年次大会, (東京理科大学, 平成30年3月22-25日)
- [52] 横道啓省, 松浦 航, 中山裕之, 石井克弥, 林 健人, 和田 徹, 植松直之, 伊賀文俊, 桑原慶太郎, 佐藤桂輔, 佐藤 仁, 近藤晃弘, 金道浩一: 「トポロジカル近藤絶縁体YbB<sub>12</sub>のY<sup>3+</sup>置換効果」, 日本物理学会第73回年次大会, (東京理科大学, 平成30年3月22-25日)
- [53] 三村功次郎, 市木勝也, 阿部晃大, 松本孝之, 明渡 悠, 川上晃希, 魚住孝幸, 田口幸広, Awabaikeli Rousuli, 阿次富洋介, 赤嶺 拓, 仲村 愛, 辺土正人, 仲間隆男, 大貫惇睦, 藤本 巧, 喜舎場英吾, 浜野 卓, 光田暁弘, 和田裕文, 佐藤 仁: 「Eu 4d-4f共鳴光電子分光から観たEu化合物のc-f混成強度」, 日本物理学会第73回年次大会, (東京理科大学, 平成30年3月22-25日)
- [54] 餅原耕佑, 中原翔太, 櫻木俊輔, 澤田正博, 佐藤徹哉: 「Fe/Pd (001) 2層膜の磁気特性に及ぼすPd量子井戸の影響」, 日本物理学会第73回年次大会, (東京理科大学, 平成30年3月22-25日)
- [55] ◎ 市川典万, 澤田正博, 大橋由佳, 石井憲希, 木村昭夫: 「軟X線磁気円二色性によるCo/h-BN/Ni (111) の界面におけるCoとNiの反強磁性結合の研究」, 日本物理学会第73回年次大会, (東京理科大学, 平成30年3月22-25日)
- [56] ◎ 高橋淳一, 松尾光一, 泉 雄大, 藤本将輝, 加藤政博: 「真空紫外円偏光アンジュレータ光照射による生体有機物への光学活性発現における照射波長依存性」, 日本物理学会第73回年次大会, (東京理科大学, 平成30年3月22-25日)
- [57] 川瀬啓悟: 「FEL発振器におけるサブハーモニックバンチャーの振幅位相と光強度の関係について」, 日本物理学会第73回年次大会, (東京理科大学, 平成30年3月22-25日)
- [58] ◎ 山下雄紀, 大坪嘉之, 湯川 龍, 堀場弘司, 組頭広志, 宮本幸治, 奥田太一, 平野 航, 伊賀文俊, 木村真一: 「SmB<sub>6</sub> (111) 表面電子状態のスピン偏極構造」, 日本物理学会第73回年次大会, (東京理科大学, 平成30年3月22-25日)
- [59] ◎ 伊藤 俊, 有田将司, Baojie Feng, Wei-Chuan Chen, 生天目博文, 谷口雅樹, Cheng-Maw Cheng, Shu-Jung Tang, 小森文夫, 松田 巖: 「高分解能角度分解光電子分光によるBi超薄膜の半金属 半導体転移の直接観測」, 日本物理学会第73回年次大会, (東京理科大学, 平成30年3月22-25日)

## 学生の学会発表実績

### (国際会議)

- 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数 9 件
- 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数 6 件
- 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 10 件

### (国内学会)

- 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数 8 件
- 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数 6 件
- 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 7 件

## セミナー・講演会開催実績

### (HiSORセミナーの主催)

- [1] 藤木道也（奈良先端科学技術大学院大学物質創成科学研究科）；“円偏光発光（CPL）分光法の黎明期，現状，将来展望”，平成 29 年 4 月 21 日
- [2] 神山 匡（近畿大学理工学部）；“円二色性と熱測定によるタンパク質凝集過程の観測”，平成 29 年 6 月 2 日
- [3] Konrad Matho (Institut Néel); “"Heavy Fermions" as observed by photoemission and interpreted by the "PAM"”, 平成 29 年 7 月 10 日
- [4] Andrés F. Santander-Syro (CSNSM, Université Paris-Sud / Hiroshima Synchrotron Radiation Center (HSRC), Hiroshima University); “Novel two-dimensional electron systems at the surface of transition-metal oxides”, 平成 29 年 7 月 25 日
- [5] Jan Peter Sievers (a honor member of CERN); “Physical aspects of particle generation target for accelerator”, 平成 29 年 12 月 7 日
- [6] Mario Novak (Faculty of science, University of Zagreb); “Magnetotransport properties of Dirac nodal-line semimetal ZrSiS”, 平成 29 年 12 月 18 日
- [7] Sandrine Lacombe (University Paris-Sud, CNRS. Orsay (France)); “Nanoparticles: exquisite tools to improve radiation based therapies”, 平成 30 年 2 月 23 日
- [8] Kentaro Fujii (National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology); “Radiation damage to DNA induced by K-shell electron ionizations”, 平成 30 年 2 月 23 日
- [9] 山本尚人（高エネルギー加速器研究機構加速器研究施設）；“加速器の進歩を促す物理研究”，平成 30 年 3 月 14 日
- [10] 島田美帆（高エネルギー加速器研究機構加速器研究施設）；“未来の放射光をつくる加速器”，平成 30 年 3 月 14 日

### (国際シンポジウム・ワークショップ主催)

- [1] International Workshop on Strong Correlations and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (CORPES17), (平成 29 年 7 月 2-7 日 参加者総数 117 名)
- [2] 第 22 回 HiSOR 研究会, (平成 29 年 12 月 1-2 日 参加者総数 30 名)
- [3] 第 1 回 HiSOR スピン物性研究会 (平成 30 年 3 月 7 日 参加者総数 14 名)
- [4] The 22nd Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (平成 30 年 3 月 8-9 日 参加者総数 93 名)

## 各種研究員と外国人留学生の受入状況

外国人客員研究員受入	2 件
外国人留学生受入（研究指導）	3 件

## 社会活動・学外委員

### （高大連携 見学・研修受入）

- [1] 近畿大学附属広島中学校, 131 名（平成 29 年 4 月 21 日）
- [2] オープンキャンパス, 180 名（平成 29 年 8 月 17-18 日）
- [3] 鳥取県立鳥取東高等学校, 21 名（平成 29 年 9 月 20 日）
- [4] 広島県立広島国泰寺高等学校, 60 名（平成 29 年 10 月 18 日）
- [5] 広島大学附属福山中学校, 36 名（平成 29 年 10 月 20 日）
- [6] 広島大学附属中学校, 21 名（平成 29 年 11 月 2 日）
- [7] 平成 29 年度理学部・大学院理学研究科公開, 100 名（平成 29 年 11 月 3 日）
- [8] 銀河学院中学校, 56 名（平成 29 年 11 月 9 日）
- [9] 東広島市立河内中学校, 30 名（平成 29 年 12 月 7 日）
- [10] 広島県立祇園北高等学校, 42 名（2017 年 12 月 21 日）

### （海外機関の見学・研修受入）

- [1] グローニンゲン大学, 29 名（平成 29 年 4 月 26 日）
- [2] パリ第 6 大学, 1 名（平成 29 年 5 月 12 日）
- [3] JICA 日墨戦略的グローバルパートナーシップ研修, 5 名（平成 29 年 5 月 30 日）
- [4] ロシアトムスク教育大学, オレンブルグ国立大学, ノボシビルスク国立大学, 12 名（平成 29 年 8 月 3 日）
- [5] 韓国大学法人協議会, 21 名（平成 29 年 11 月 7 日）
- [6] 山西師範大学（日本語・日本文化特別研修）, 35 名（平成 29 年 11 月 15 日）
- [7] オーストラリア・クィーンズランド州 STEM 研修, 18 名（平成 29 年 12 月 8 日）
- [8] 長春理工大学（JST さくらサイエンスプログラム）, 16 名（平成 30 年 3 月 1 日）
- [9] 燕山大学（JST さくらサイエンスプログラム）, 16 名（平成 30 年 3 月 9 日）

### （一般の見学・研修受入）

- [1] 京都大学大学院農学研究所研究所, 2 名（平成 29 年 4 月 14 日）
- [2] 文部科学省, 3 名（平成 29 年 4 月 18 日）
- [3] 広島ホームテレビ, 6 名（平成 29 年 5 月 2 日）
- [4] 旭化成株式会社, 1 名（平成 29 年 6 月 6 日）
- [5] 科学技術交流財団, 1 名（平成 29 年 6 月 9 日）
- [6] 東京大学, 2 名（平成 29 年 7 月 14 日）
- [7] 山口大学, 2 名（平成 29 年 7 月 20 日）
- [8] 三菱電機株式会社, 5 名（平成 29 年 8 月 21 日）
- [9] 東北大学多元物質科学研究所, 1 名（平成 29 年 10 月 12 日）
- [10] 高輝度光科学研究センター, 2 名（平成 29 年 11 月 13 日）
- [11] 日本結晶学会若手の会, 27 名（平成 29 年 11 月 22 日）
- [12] 山口大学, 2 名（平成 30 年 2 月 4 日）
- [13] NISSHA 株式会社, 1 名（平成 30 年 1 月 17 日）

- [14] 日本政府観光局コンベンション誘致部, 4名 (平成30年2月16日)
- [15] 高エネルギー加速器研究機構, 4名 (平成30年3月14日)
- [16] 物質・材料研究機構, 産業技術総合研究所, 高輝度光科学研究センター, 8名 (平成30年3月27日)

(学内の見学・研修受入)

- [1] 工学研究科, 4名 (平成29年4月19日-20日)
- [2] 理学研究科, 14名 (平成29年5月1日)
- [3] 広島大学新採用教員基礎研修, 13名 (平成29年5月9日)
- [4] 工学研究科, 2名 (平成29年5月17日)
- [5] 理学研究科, 15名 (平成29年5月19日)
- [6] 先端物質科学研究科, 11名 (平成29年5月26日)
- [7] 工学研究科, 6名 (平成29年6月2日)
- [8] 放射光科学院生実験, 13名 (平成29年6月5日)
- [9] 先端物質科学研究科, 13名 (平成29年6月15日)
- [10] 理学研究科, 16名 (平成29年6月23日)
- [11] 理学研究科, 3名 (平成29年6月29日)
- [12] 総合科学研究科, 21名 (平成29年7月19日)
- [13] 理学研究科, 15名 (平成29年8月1日)
- [14] 工学研究科, 4名 (平成29年9月27日)
- [15] 理学研究科, 5名 (平成29年10月4日)
- [16] 理学研究科, 14名 (平成29年11月7日)
- [17] 理学研究科, 28名 (平成29年11月9日)
- [18] 理学研究科, 5名 (平成29年11月22日)
- [19] 理学研究科, 15名 (平成29年12月12日)
- [20] 工学研究科, 48名 (平成29年12月15日)
- [21] 理学研究科, 17名 (平成30年1月30日)
- [22] 理学研究科, 11名 (平成30年2月9日)

(出前授業等)

- [1] 奥田太一 : 課題研究成果発表会コメンテーター, 広島県立国泰寺高校 (平成30年2月20日)

(学協会委員)

- [1] 島田賢也 : International Workshop on Strong Correlations and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (CORPES17), Chair, Local Organizing Committee
- [2] 佐藤 仁, 井野明洋, 宮本幸治, Eike F. Shwier : International Workshop on Strong Correlations and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (CORPES17), Local Organizing Committee
- [3] 島田賢也 : International Workshop on Trends in Advanced Spectroscopy in Materials Science (TASPEC) , Chair, Local Organizaing Committee
- [4] 生天目博文, 奥田太一, 佐藤 仁, 松尾光一, 澤田正博, Baojie Feng, Eike. F. Schwier, 宮本幸治, 松葉俊哉, 泉 雄大 : International Workshop on Trends in Advanced Spectroscopy in Materials Science (TASPEC), Local Organizaing Committee

- [5] 島田賢也 : Synchrotron Radiation Instrumentation (SRI 2018), International Advisory Committee
- [6] 松尾光一 : Member of editorial board in “Biomedical Spectroscopy and Imaging - IOS Press”  
(平成 26 年- )
- [7] 松尾光一 : Members of the PCDDDB (Protein Circular Dichroism Data Bank) International Technical Advisory Board (平成 24 年- )
- [8] 川瀬啓悟 : 日本加速器学会編集委員
- [9] 奥田太一 : 日本表面科学会関西支部幹事
- [10] 奥田太一 : 日本放射光学会プログラム委員
- [11] 佐藤 仁 : 日本物理学会 Jr.セッション委員
- [12] 佐藤 仁 : 広島県物理教育研究推進会事務局, 庶務幹事

(外部評価委員等)

- [1] 奥田太一 : SPring-8 / SACLA 成果審査委員会査読者
- [2] 奥田太一 : 高エネルギー加速器研究機構物質構造研究所放射光利用実験審査委員
- [3] 奥田太一 : 日本学術振興会 科学研究費委員会専門委員
- [4] 生天目博文 : SPring-8 の課題審査委員
- [5] 生天目博文 : 東北放射光施設 SLiT-J エンドステーション・デザインコンペ外部委員

(産学官連携実績)

- [1] 島田賢也 : (独) 産業技術総合研究所 共同研究
- [2] 島田賢也 : (独) 物質・材料研究機構 共同研究
- [3] 奥田太一 : (株) 日立製作所 共同研究
- [4] 奥田太一 : VG シエンタ (株) 共同研究
- [5] 生天目博文 : (株) マツダ 広島大学 共同研究
- [6] 宮本幸治, 川瀬啓悟, 松葉俊哉 : 自然科学研究機構 分子科学研究所 協力研究
- [7] 松尾光一, 泉 雄大 : 自然科学研究機構 アストロバイオロジーセンター 委託研究

国際共同研究・国際会議開催実績

(国際共同研究)

- [1] 「Systematic studies of the interplay between magnetism and superconductivity in EuFeAs<sub>122</sub> superconductors」, Shaolong He (中国・中国科学院)
- [2] 「Electronic structure of kitaev materials Na<sub>2</sub>IrO<sub>3</sub> and Li<sub>2</sub>IrO<sub>3</sub> probed by inverse photoemission spectroscopy」, Hyeong-Do Kim (韓国・基礎科学研究所)
- [3] 「High resolution probing of carbon nanotube energy level structure」, Joseph Shapter (オーストラリア・フリンダース大学)
- [4] 「Direct observation of the node-line semimetallic and topological insulator phases of CaAgX (X = P, As) using ARPES」, Chang Liu (中国・南方科技大学)
- [5] 「A strongly-correlated topological phase of matter in CeSb and CeBi」, M. Zahid Hasan (米国・プリンストン大学)
- [6] 「New ARPES methods for determining critical self-energy effects in cuprate superconductors - II」, Daniel S Dessau (米国・コロラド大)
- [7] 「Massless Kane electrons in Dirac/Weyl semimetals revisited by low-energy ARPES」, Mario Novak (クロアチア・ザグレブ大学)

- [8] 「High Resolution Probing of Carbon Nanotube Energy Level Structure」, Joseph Shapter (オーストラリア・フリンダース大学)
- [9] 「Investigation of the origin of the pseudogap and d-wave gap in Ruddlesden-Popper series iridates」, Bumjoon Kim (韓国・浦項工科大学)
- [10] 「Detangling orbital textures and circular dichorism of the charge-density wave TMD,  $VSe_2$ 」, Phil King (英国・セント・アンドルーズ大学)
- [11] 「Contributions of anomeric C-nucleoside triazole analogs synchrotron radiation to circular dichroism in vacuum-ultraviolet region」, Mohammed A.E. Sallam (エジプト・アレクサンドリア大学)
- [12] 「Structural changes of histone core proteins by chromatin remodeling in DNA damage response of *Arabidopsis thaliana*」, Jin-Houg Kim (韓国・先端放射線技術研究所)
- [13] 「Electron-phonon interaction in surface-doped black phosphorus」, Keun Su Kim (韓国・延世大学)
- [14] 「Mechanism of phosphate and hydrogen sulfide removal with oyster shells」, Kyunghoi Kim (韓国・釜慶大学)
- [15] 「Semiconductor to metal transition and spin-orbit coupling in boron doped graphene nanoribbons」, Alexander Grüneis (ドイツ・ケルン大学)
- [16] 「In-plane and out-of-plane magnetization in topological insulators and BiTeI doped by magnetic rare-earth metals (Gd,Dy) indicated by in-plane kII-shift of the Dirac states and opening of the gap at the Dirac point at different magnetic atom concentration」, Alexander Shikin (ロシア・サンクトペテルブルク大学)
- [17] 「Analysis of the Dirac cone structure characteristic for topological phase in graphene on Pt (111) by deposition and intercalation of Bi」, Alexander Shikin (ロシア・サンクトペテルブルク大学)
- [18] 「Probing correlated topological state in YbPtBi and related compounds」, Yang Liu (中国・浙江大学)
- [19] 「Spin-orbital textures in non-symmorphic semimetals」, Phil King (英国・セント・アンドルーズ大学)
- [20] 「Investigations of the interplay between magnetism and superconductivity in  $EuFeAs_{12}$  superconductors」, Shaolong He (中国・中国科学院)
- [21] 「ARPES studies of bandstructure and pairing interactions in new organic high temperature superconductors」, Daniel Dessau (米国・コロラド大学)
- [22] 「Interplay of exchange and spin-orbit interaction for interface states in Ni/W (110)」, Markus Donath (ドイツ・ミュンスター大学)
- [23] 「Controlling c-f hybridization in cerium oxide via strain-induced bond length alteration」, Slavomír Nemsák (ドイツ・ユーリヒ総合研究機構)
- [24] 「An ARPES study on the new Fermion in ZrTe」, Guodong Liu (中国・中国科学院)
- [25] 「Direct Experimental Verification on spin-resolved Valley Structure in two-dimensional  $MX_2$  ( $M = Mo, W; X = S, Se$ ) semiconductors」, Guodong Liu (中国・中国科学院)
- [26] 「Spin structure of the 2D electron gas at the magnetically tunable  $EuO/SrTiO_3$  interface」, Andrés F. Santander-Syro (フランス・パリ＝スッド大学)
- [27] 「XAS, XMCD and ARPES studies of Co and  $Co_{40}Fe_{40}B_{20}$  ultrathin films on  $Bi_2Te_3$  for spintronic applications」, Andrey Kamilevich Kaveev (ロシア・ロシア科学アカデミー)

- [28] 「ARPES studies of Co and Co<sub>40</sub>Fe<sub>40</sub>B<sub>20</sub> ultrathin films on Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> for spintronic applications」, Andrey Kamilievich Kaveev (ロシア・ロシア科学アカデミー)
- [29] 「Comparative study of the surface magnetism developed in magnetically-doped and magnetically-ordered topological insulators and BiTeI with variation of magnetic atom concentration, stoichiometry and magnetic ordering」, Alexander Shikin (ロシア・サンクトペテルブルク大学)
- [30] 「Calibration and standardization comparison」, Wien Frank (フランス・ソレイユ)

#### 研究助成金等の受入状況

- [1] 生天目博文：基盤研究 (C) (研究代表者)「電子構造の研究によるセリアナノ構造体の活性特性のメカニズムの解明」総額：5,070 千円 平成 29 年度：130 千円
- [2] 松尾光一：基盤研究 (C) (研究代表者)「放射光真空紫外円二色性によるタンパク質の高次構造解析と生体分子間相互作用の研究」総額：3,900 千円 平成 29 年度：1,200 千円
- [3] 澤田正博：挑戦的萌芽研究 (研究代表者)「実用材料の可変環境場における軟 X 線磁気円二色性測定」総額：4,160 千円 平成 29 年度：390 千円
- [4] 澤田正博：基盤研究 (A) (研究分担者)「量子井戸構造に基づく 2 次元金属薄膜への磁気機能の誘導とその応用展開」平成 29 年度：直接経費分担額 250 千円 間接経費分担額 75 千円
- [5] 生天目博文：(株) マツダ, 研究課題：放射光による自動車用材料の分析, 研究費：500 千円
- [6] 奥田太一：(株) 日立製作所, 研究課題：磁区観察用超低速電子線回折型スピン検出器の開発, 研究費：500 千円
- [7] 奥田太一：VG シェンタ (株), 研究課題：VLEED 型スピン検出器の性能向上のための研究, 総額：3,000 千円
- [8] 宮本幸治：挑戦的萌芽研究 (研究代表者)「軌道角運動量を持つ光とスピン分解光電子分光を用いた新測定手法の模索・開発」総額：3,900 千円 平成 29 年度：650 千円
- [9] 宮本幸治：中堅研究者フンボルト助成金, 9,450 EUR
- [10] 川瀬啓悟：日本学術振興会科学研究費助成事業 挑戦的萌芽研究 (研究代表者)「発振型自由電子レーザーにおける非飽和増幅開拓による高強度テラヘルツ光発生」, 総額：3,250 千円 平成 29 年度：910 千円
- [11] 島田賢也：基盤研究 (C) (研究分担者)「多秩序系に発現する位相欠陥を伴う電子軌道テクスチャの実験的解明」平成 29 年度 直接経費分担額 150 千円
- [12] 島田賢也：基盤研究 (A) (研究分担者)「量子井戸構造に基づく 2 次元金属薄膜への磁気機能の誘導とその応用展開」平成 29 年度 直接経費分担額 250 千円
- [13] 奥田太一：基盤研究 (A) (研究代表者)「微小マルチドメインを持つ新奇ラッシュバ・トポロジカル物質のスピン電子状態の直接観測」 総額 42,250 千円 平成 29 年度 15,990 千円
- [14] 泉 雄大：若手研究 (B) (研究代表者)：「放射光円二色性分光によるヒストンの DNA 損傷誘起「異常構造」形成過程の解明」総額：4,290 千円 平成 29 年度：2,080 千円
- [15] 松尾光一：受託研究 (研究代表者)「円偏光ビーム照射による生体有機分子の光学活性発現の実験検証」総額：2,700 千円
- [16] 松尾光一：公益財団法人日立財団 (海外渡航費補助)「真空紫外円二色性分光を用いた水

中における糖類の構造ダイナミクス観測法の開発」総額：150 千円

その他特記すべき事項

(受賞)

[1] 泉 雄大：平成 29 年度 広島大学学長表彰

## 2 物理学科

平成29年度より、学科名称を「物理科学科」から「物理学科」へ変更した。

### 2-1 学科の理念と目標

宇宙と物質に関する基本的な疑問を解明するための基礎的な知識と手法、論理的な思考など物理学に関する教育を行う。物理学科では、教育の理念を次のように定めている。

- 基本原理と普遍的法則の解明に向けた教育研究の推進
- 物理科学の新たな知の創造とその発展・継承
- 人類社会の進歩に貢献する人材の育成。

学科の目標は、学士課程で修得すべき事項と学部修了時までには修得すべき事項とに分けて設定されている。

#### (1) 学士課程

学生の学習到達度や理解度に則した段階的な教育目標。

基礎知識から専門知識の習得を経て、応用・実践能力を培う。

#### (2) 学部修了時

学生の進路に応じて修得すべき目標。

物理学的素養や問題解決能力を養い、物理学的素養を応用する能力と研究活動を行うのに必要な物理科学の基礎知識と手法開発能力を培う。

### 2-2 学科の組織

物理学科の学部教育を担当する教員は、理学研究科物理科学専攻の全教員（24名）、先端物質科学研究科量子物質科学専攻の理学系教員（16名）、および放射光科学研究センター（7名）、宇宙科学センター（3名）、自然科学研究開発支援センター（1名）の教授、准教授から構成される。学部教育を担当する教員数は現状で十分と考えられる。このように異なる研究科の2専攻と3センターが学部教育を担当しており、それぞれの中期計画・中期目標に沿った教員人事選考が行われているが、教員の公募・採用と配置では学部教育に関する共通の基盤にたった配慮がなされる様に「教員の理学部（物理学科）併任に関する申合せ」を作成し、人事選考の過程で物理学科教授懇談会の場で候補者の紹介が行われることが慣例となっている。

◎物理科学科教員リスト（平成29年4月時点）

#### ・物理科学専攻

##### 教授

大川正典，小寫康史，杉立 徹，深澤泰司，黒岩芳弘，圓山 裕，木村昭夫，平谷篤也

##### 准教授

両角卓也，石川健一，山本一博，志垣賢太，森吉千佳子，中島伸夫，関谷徹司

##### 助教

岡部信広，本間謙輔，三好隆博，高橋弘充，大野雅功，石松直樹，真木祥千子，和田真一，吉田啓晃

・放射光科学研究センター（併任）

教授

生天目博文，島田賢也，奥田太一

准教授

佐藤 仁，澤田正博，松尾光一，川瀬啓悟

・宇宙科学センター（併任）

教授

川端弘治

准教授

植村 誠，水野恒史

・先端物質科学研究科

教授

嶋原 浩，世良正文，高畠敏郎，鈴木孝至，岡本宏己，栗木雅夫

准教授

田中 新，樋口克彦，松村 武，鬼丸孝博，八木隆多，高橋 徹，檜垣浩之

助教

石井 勲，飯沼昌隆，伊藤清一

・自然科学研究開発支援センター

准教授

梅尾和則

## 2-3 学科の学士課程教育

物理教育では、数学による解析的能力を養い、それを物理法則や基礎方程式に応用することが求められる。さらに広く物理学の概念を学び、基本的法則を通して物理現象を検証し理解する必要がある。したがって、学生には講義と演習と実験、結果の報告と発表を通じて、かなりの量の体系的かつ論理的な思考の展開が要求される。このような課程をスムーズに通過させ、入学時の期待と学習に対する熱意を持続させうる学士課程教育が必要となる。また、70%以上の学生が大学院博士課程前期（修士）に進学する現状をみると、学部での基礎教育から大学院での専門教育への接続、教育職免許などの資格取得意欲の持続など、到達目標型教育プログラムの推進と併せて教員の取り組みに検討すべき点が多い。

物理学科では物理学の修得に必須となる科目をコア科目と位置づけ、学科としてその科目の内容（モデルシラバス）を定めることにより、年度や担当教員の違いによるばらつきを少なくする実施体制をとっている。また、演習科目や実験科目を中心にティーチングアシスタント（TA）を配置することにより、きめ細かな指導の下で習熟度を高める効果が上がっている。選択必修の専門科目については、授業アンケートの結果や大学院での専門教育への接続を考慮したカリキュラムの軽微な変更を含む見直しを行っている。

学士教育の担当教員数は現状で十分と考えられるが、負担が集中する傾向も見られる。准教授がチューターを担当するケースが増えており、教授と准教授の役割分担は必ずしも明確ではない。また、非常勤の削減を補うTAの雇用が増加している。TAによる授業補助や学生へのケアなど教育

効果は確かに上がっているが、TA学生自身の教育と評価などは未検討の課題である。

なお、ミッションの再定義とRU/SGU支援事業の採択を受けて、主専攻プログラム（物理学）のカリキュラムの改訂を行った。

理学部のアドミッション・ポリシー、カリキュラム・ポリシー、ディプロマ・ポリシーに則り、物理学科・物理学プログラムのポリシーを以下のような設定し教育を行っている。

### 1. アドミッション・ポリシー

本学科が編成している物理学プログラムのディプロマ・ポリシー及びカリキュラム・ポリシーを踏まえ、入学前に以下のような多様な能力を身につけてきた学生を求めています。

- (1) 知識・技能については、物理学の基礎を学ぶために必要な、高等学校段階の物理学、数学についての高い学力を持つ人
- (2) 思考力・判断力・表現力等の能力については、実験や計算などの課題に取り組むのに必要な、自らの知識・能力・技能を駆使して、論理的に考える能力を持つ人
- (3) 主体性をもって多様な人々と協働して学ぶ態度については、幅広い分野で活躍するために必要な、コミュニケーション能力、特に英語について高い能力を持つ人

なお、第1年次の入学前に学習しておくことが期待される内容は、以下のとおりです。

- ① 物理学の基礎を学ぶために必要な、高等学校段階の物理学について、理解を深めること
- ② 物理学の基礎を学ぶために必要な、高等学校段階の数学について、理解を深めること
- ③ 物理学を学ぶために必要な、外国語を習得しておくこと
- ④ 物理学を学ぶために必要な、日本語の必要な読解力・表現力・コミュニケーション能力を身につけておくこと

また、入学後には、階層化された科目群による物理学の知識・能力・技能の修得、理学一般に通用する基礎学力の習得に意欲的に取り組み、大学院におけるより専門的な教育・研究に必要な能力を身につけることのできる学生、またそれらの知識や経験を活かして、将来、国公立研究機関の研究者や企業の技術職として社会で活躍することを目指す学生を求めています。

### 2. カリキュラム・ポリシー

本プログラムでは、積み上げの学問である物理学の知識・能力・技能を習得するため、教養コア科目、基盤科目、専門基礎科目、専門科目に階層化されています。また、専門基礎科目までは物理学に閉じることなく理学一般に通用する基礎学力を習得できる編成となっています。専門基礎科目では講義科目に対応する演習科目を設け、物理学の理解と活用力を育成しています。

### 3. ディプロマ・ポリシー

本プログラムでは、以下の4項目に示す物理における基礎的、専門的な知識・能力・技能を有し、大学院におけるより専門的な教育・研究に必要な能力を身につけ、大学や国公立研究機関の研究者、あるいは企業の技術職や専門職等で活躍することのできる人材の育成のため、教育課程の定める基準となる単位数を修得した学生に「学士（理学）」の学位を授与します。

- ・ 物理学における基礎的、専門的な知識・能力・技能。
- ・ 実験や観測などの客観的事実やモデル計算の結果に対して、物理学の知識・能力・技能を駆使して自ら論理的に考えることができる能力。
- ・ 物理学に限らず、広い視野と倫理観を持って、科学研究、教育、実業の幅広い分野で活躍す

- ることができる素養。
- 国際的な感覚を持ち，科学的な内容に関する報告や議論，プレゼンテーションなどを英語で行うことができる能力。

学科授業担当

平成29年度前期授業担当		
1年次		
月	力学A	八木
水	物理学演習	檜垣, 川端, 本間
	物理数学A	中島 (伸)
木	教養ゼミ	深澤, 世良, 杉立, 木村, 岡本, 鈴木
2年次		
火	物理数学C	石川
	電磁気学I	高橋 (徹)
水	解析力学	黒岩
	物理科学英語	深澤, Werner
木	熱力学	圓山
	電磁気学演習	栗木, 岡部, 植村
3年次		
火	物理科学実験A	木村 (昭) 他
水	量子力学II	樋口
	量子力学演習	石川, 佐藤 (仁), 松村
木	統計力学I	嶋原
	物理数学E	両角
金	時空物理学I	小鳶
	物理科学実験A	木村 (昭) 他
4年次		
木	粒子物理学B	杉立, 高橋 (徹)
	固体物理学II	松村
金	時空物理学II	山本 (一)

平成29年度後期授業担当		
1年次		
月	物理数学B	樋口
水	物理学序論	小鳶
	力学B	岡本
金	力学演習	志垣, 水野, 奥田
2年次		
火	電磁気学Ⅱ	鬼丸
水	電磁・量力演習	島田(賢), 檜垣, 生天目
木	物理数学D	山本(一)
	量子力学Ⅰ	大川
金	物理科学数値計算法	三好
	物理科学実験法	梅尾
3年次		
火	化学物理B	関谷
	物理科学実験B	木村(昭) 他
水	統計力学Ⅱ	嶋原
	物理科学英語演習	平谷
	粒子物理学A	志垣
	宇宙天体物理学	深澤(泰)
木	統計力学演習	澤田, 田中(新), 森吉
	固体物理学Ⅰ	井野
	連続体力学	鈴木(孝)
金	量子力学Ⅲ	世良, 両角
	先端物理科学(平成27年度以前入学生用)	小鳶
	先端物理科学(平成28年度入学生用)	小鳶
	物理科学実験B	木村(昭) 他

学士課程教育を推進するためには、学生の基礎学力を把握すると共に、多様な入学試験（AO-I型、前期日程、後期日程）を経て入学する学生の学力分布を知ることが不可欠である。そこで、平成18年度入学生から新入生テスト（数学、物理）を実施している。4月初旬に物理科学演習の授業の中で実施された新入生テストについて、担当教員が物理教員会の場で結果と分析を報告している。得られた情報を教員の共通理解とすると共に、学士課程教育に対する取り組みの検討指針としている。成績不振の学生にはチューターが指導している。

学士課程教育の理念を達成するためには、教育および教育環境に関する支援が重要と考えられ

る。教育に関する支援では、履修指導が最も重要である。新入生および在学生に対するガイダンスや学生アンケート、成績交付時の個別面談などは恒例となっている。各年度に4名の教員がチューターとして16～17名の学生を担当するので、きめ細かい支援が実行されている。教育環境に関する支援では、施設・設備の充実とホームページの整備による履修と成績に関する情報開示が挙げられる。

学生の授業アンケート調査の結果、教育内容と量に関する評価は概ね良好であった。学生は、授業内容に関する理解と達成感が得られたとして、授業に満足していることが分かる。特に演習やゼミナール形式の少人数授業の評価が高いが、予習・復習に対する取り組みの自己評価が低い。これらの評価の間に整合性を欠くことが憂慮される。これは成績分布に見られる二極化が、更に無極化する傾向と関連して深刻な問題である。一方、3年次の物理科学実験に対する良好な評価が得られているようで、卒業研究着手のための配属研究室の選択にも、その実験の経験が大いに影響している。担当教員の取り組みが重要であることを強く示唆している。

学生に基本的な学習習慣を身につけさせるために、成績評価を厳格にする傾向が見受けられる。これは教員の見識ある取り組みと言えるが、授業に対する教員の熱意と工夫が不可欠であり、成績不振者に対するケアも重要となる。成績分布の二極化が憂慮される中で、これも高校での教育や多様な入試制度などと無縁ではない。学生の意識を変えるための教員側の工夫が求められるが、学生の資質と強く関係して、その方法の模索が続いている。

履修指導を最も必要とする学生は成績不振者である。チューターの役割が重要であるが、多様な学生に対応しながら、深刻な状態にある学生をケアするチューターの負担が増加している。この様な現状から、現行のチューター制度は限界に来ていると考えられ、特に心身に不調を抱える学生には保健管理センターとの連携による支援が不可欠と考えられる。一方、成績不振の基準を定めて、成績不振学生に退学勧告を出す厳格な指導も必要と考えられる。

教育環境に関する学生の要望を汲み上げる仕組みとして「物理学科ミニ懇談会」を開催している。近年、学生の出席者数が減少傾向にあったので、平成26年より学年別に開催して出席者の増加を図っている。支援体制に対する学生の評価は概ね良好と判断される。

## 学士課程教育の成果とその検証

学士課程教育の成果は卒業研究に集約され、その内容は卒業論文と卒業論文発表会で検証される。卒業研究は、3年間での早期卒業を目指す学生を除き、4年次に行うことを原則としており、100単位以上の卒業要件単位と物理科学実験A、Bの修得を卒業研究着手の要件としている。

学士課程教育の総仕上げともいべき卒業研究のための研究室配属は、学生への履修支援の観点から極めて重要である。物理科学科では、3年次後期の配属ガイダンスから卒業研究着手に至る過程に「研究室配属に関するルール」が定められている。各研究グループに配属する学生数は当該グループの教員数に応じて均等に成るように配慮されている。

学生は物理科学科目を担当する研究グループに配属され、当該グループの教授あるいは准教授が指導教員となって前期・後期の通年で卒業研究を行う。卒業研究テーマは、いくつかのテーマからの選択あるいは学生の希望によって決定されるのが一般的である。卒業研究と同時に、各研究グループで前期に開講される物理科学セミナーを受講し、卒業研究に関連した専門知識の修得も行う。

## 平成29年度入学生

	定員	志願者	入学者
AOI型	10	18	10
前期日程	36	80	39
後期日程	20	170	26
計	66	268	75

## チューター

入学年度	チューター			
29	嶋原	関谷	高橋	木村
28	小嶋	栗木	樋口	松村
27	黒岩	山本	檜垣	深澤
26	岡本	石川	中島	鈴木
25	両角	志垣	森吉	鬼丸

## 卒業論文発表実績

卒業研究の成果は、卒業論文としてまとめられると共に、卒業研究発表会において口頭での概要発表（2分間）とポスター発表（1時間30分）を併用して報告される。教育交流委員が世話人となって、要旨集の作成、プログラム編成、座長の指名、会場設営などを取り仕切る。平成28年度の発表会では卒業生を3グループに分割し、3セッションで実施された。この卒業論文と発表に対する主査1名と副査1名による評価に基づき、学科教員会において卒業研究の単位を認定する。また卒業論文発表に関する優秀賞（4～7名）を全教員の投票によって選考している。受賞者は学科別卒業証書授与式で表彰され、受賞者の氏名は学科ホームページと次年度以降の卒業論文要旨集に記録される。過去5年間の卒業論文発表実績を下表に示す。

年度	発表者数	優秀賞受賞者数	卒業学生数	大学院進学者数
29	63	7	64	48
28	74	6	73	53
27	71	5	68	37
26	60	6	61	40
25	60	6	61	40

平成29年度の卒業論文発表会は、平成30年2月13日（火）に3つのグループで時間帯を分け、ショートオーラルが理学部E002講義室にて、ポスター発表がE203大会議室にて開催された。以下に、卒業論文発表題目を掲載する。

平成29年度 理学部・物理科学科 卒業論文発表会

平成30年2月13日 (火)

場所：理学部 E002講義室 ショートオーラル

理学部 E203大会議室 ポスター発表

氏名	論文題目	指導 教員	主査	副査
1 門田三星	ダストを生成したIbn型超新星SN2006jcの可視後期スペクトルの解析	深澤	川端	志垣
2 射場健士朗	キラル磁性体RNi <sub>3</sub> Al <sub>9</sub> (R=Tb,Dy,Ho,Er,Tm) の磁気的性質	松村	松村	森吉
3 岩下憲之	Pythonを用いた3次元銀河分布のフーリエ解析プログラムの作成	山本	山本	石川
4 岡本崇史	マグネターの観測データに関する解析と考察	小畠	小畠	植村
5 森信祐希	線形ポルトラップ用平行平板型イオンコレクターの検討	岡本	伊藤	大野
6 青木大輔	マルンバートラップにおける非中性電子プラズマの静電波振動	檜垣	檜垣	澤田
7 青木将晃	非線形多極イオントラップの特性評価	岡本	岡本	生天目
8 新井雄大	磁場中比熱で見たキラル化合物YbNi <sub>3</sub> Ga <sub>9</sub> の圧力誘起磁気秩序相	梅尾	梅尾	松尾
9 荒本直史	光子-光子衝突型加速器における光子弾性散乱の断面積およびイベント数の計算	高橋	高橋	山本
10 安藤玖瑠実	超短パルスレーザーによる石英の2色2光子吸収過程と過渡吸収測定への利用	平谷	和田	佐藤
11 伊藤大地	Chiral磁性体Yb (Ni <sub>1-x</sub> Cu <sub>x</sub> ) <sub>3</sub> Al <sub>9</sub> の高磁場磁化過程	松村	松村	高島
12 今井健人	Si (111) 上のBi薄膜の温度による相変化と電子状態	奥田	奥田	鬼丸
13 岩崎 駿	X線吸収分光を用いた元素選択的な圧縮曲線によるFe-Niインバー合金の研究	圓山	石松	井野
14 上田和茂	場の真空の量子もつれに関する研究	山本	山本	大川
15 江原賢哉	TiO <sub>2</sub> ナノ粒子の光触媒活性を利用した質量分析法の開発	圓山	中島	世良
16 大佐古拓海	高エネルギー原子核偏芯衝突におけるμ粒子対の偏向を用いた強磁場探索可能性	杉立	志垣	水野
17 大橋由佳	h-BN/Ni (111) へのCo原子層のインターカレーションと軟X線磁気円二色性を用いた磁性の研究	澤田	澤田	圓山
18 大村幸輝	層状化合物 (CH <sub>3</sub> NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CuCl <sub>4</sub> の多重強秩序	鈴木	鈴木	中島
19 尾崎堯弥	同色レーザーを用いた誘導共鳴散乱によるAxion探索に向けた信号光抽出手法の検証	杉立	本間	高橋
20 尾園優作	CeSeにおける異常ホール効果と電気伝導	松村	松村	嶋原
21 小野弘汰	ILC陽電子源キャプチャーセクションにおけるビームローディング抑制の検討	栗木	栗木	高橋
22 小野友寛	トポロジカル絶縁体におけるBHZ模型	嶋原	田中	木村

23	鹿子木将明	高分解能光電子分光によるCo基ホイスラー型磁性形状記憶合金の電子状態の研究	木村	木村	石松
24	加藤盛也	時間分解蛍光XAFSによる交流電場下でのBaTiO <sub>3</sub> の誘電応答	圓山	中島	森吉
25	川本 陽	超音波分光法によるCa <sub>3</sub> Ru <sub>2</sub> O <sub>7</sub> の磁場中相図と磁場誘起相の研究	鈴木	鈴木	鬼丸
26	北山悠斗	低い格子熱伝導度を示す n 型熱電変換物質 Mg <sub>3+d</sub> Sb <sub>1.5</sub> Bi <sub>0.49</sub> Te <sub>0.01</sub> の放射光X線粉末構造解析	木村	木村	世良
27	草ノ瀬優香	立方晶PrMgNi <sub>4</sub> の非磁性基底二重項	鬼丸	鬼丸	黒岩
28	熊野聡一郎	UCo <sub>1-x</sub> Os <sub>x</sub> Alにおける遍歴メタ磁性-強磁性遷移の研究	鈴木	鈴木	真木
29	甲佐美宇	高圧下X線吸収分光によるFe <sub>72</sub> Pt <sub>28</sub> invar合金の磁気体積効果の研究	圓山	石松	平谷
30	小島邦洗	ビーム振動モードの密度依存性とその数値解析的研究	岡本	岡本	八木
31	佐田宗太郎	Heisenbergモデルと集団励起	嶋原	嶋原	両角
32	末永翔磨	放射光真空紫外円二色性による生体膜と相互作用したタンパク質の二次構造解析	松尾	松尾	和田
33	高木健吾	広がった天体を含む可視偏光観測の自動解析パイプラインの構築	深澤	川端	伊藤
34	田口昌敬	希薄試料用軟X線吸収測定装置の整備と評価	平谷	和田	中島
35	竹本昂介	ワイル半金属における特異な電磁場応答	嶋原	樋口	松村
36	竹本紘子	放射光X線吸収分光法による低温成長GaAs系混晶薄膜半導体材料の構造歪みの解明および物性との関連評価	木村	木村	志村
37	田島慎悟	エンカプセルされた6層グラフェンの電子構造における層数パリティ効果の検証	八木	八木	本間
38	次田周平	ペロブスカイト型酸化物PbZrO <sub>3</sub> の反強誘電相転移についての電子密度研究	黒岩	黒岩	高畠
39	徳永裕也	宇宙晴れ上がり後のレプトン数の時間変化	両角	両角	樋口
40	中原やよい	超音速流におけるケルビン・ヘルムホルツ不安定性に対する境界効果	杉立	三好	岡本
41	西田 睦	閉じ込めポテンシャルを使ったクォーコンユムの質量の研究	大川	大川	杉立
42	野田翔太	リラクサー強誘電体Pb (Mg <sub>1/3</sub> Nb <sub>2/3</sub> ) O <sub>3</sub> の散漫相転移に関する鉛イオンの非調和熱振動	黒岩	黒岩	奥田
43	野津庄平	電子バンチ長評価を目指した放射光における2光子干渉計測システムの構築	川瀬	川瀬	平谷
44	信江隆太	シクロデキストリンとその包接化合物の分光学的研究	平谷	吉田	岡本
45	羽倉康喜	放射光粉末回折による層状複水酸化物の陰イオン交換キネティクス	森吉	森吉	石井

46	服部将哉	線形ポールトラップに捕捉したイオンプラズマのプロ ローブ計測	岡本	伊藤	川端
47	原 真司	立方晶PrIr <sub>2</sub> Zn <sub>20</sub> の反強四極子秩序と超伝導転移に対 する非静水圧効果	梅尾	梅尾	圓山
48	平出尚義	MCMC法を用いたFSRQ型活動銀河核ジェットの多波 長放射スペクトルの再現	深澤	深澤	三好
49	平原祐輔	インスタントン遷移に起因する輻射現象の探索	杉立	本間	嶋原
50	星野達也	ゼロベータMHDにおける抵抗性磁気リコネクション の粘性率依存性	杉立	三好	小嶋
51	本田彩華	電波ダブルレリックを持つ衝突銀河団における普遍 性の調査	小嶋	岡部	深澤
52	本田達也	光子の伝播のパラドックス実証のための実験的検討	高橋	飯沼	檜垣
53	前田和大	価数相転移物質YbInCu <sub>4</sub> のYb L <sub>3</sub> 共鳴硬X線光電子分 光	佐藤	佐藤	鈴木
54	益田龍海	ビーム物理研究用線形ポールトラップのチューン較 正実験	岡本	伊藤	志垣
55	松尾成晃	放射光真空紫外円二色性を用いた糖類によるタンパ ク質の構造安定化に関する研究	松尾	松尾	関谷
56	松本直樹	超伝導体に対する密度汎関数理論	嶋原	樋口	大川
57	松山健悟	もつれあい光子対生成源の改善	高橋	飯沼	島田
58	宮鼻叶太	繰り込み群によるChiral相転移の解析	石川	石川	田中
59	森 和希	すざく衛星搭載宇宙硬X線検出器の機械学習による バックグラウンド強度推定法の開発	深澤	深澤	山本
60	山崎優衣奈	ニュートリノ天体追観測における変動天体の自動検 出に関する研究	深澤	川端	杉立
61	山本理香子	単結晶NdT <sub>2</sub> Zn <sub>20</sub> (T: Rh, Co) における結晶場基底状 態と反強磁性秩序	鬼丸	鬼丸	吉田
62	吉川和樹	高エネルギー原子核衝突におけるハドロン質量状態 変化のμ粒子対崩壊を介した検出感度評価	杉立	志垣	栗木
63	木村浩輝	かなた望遠鏡で取得されたIa型超新星の光度曲線と スペクトルに基づく研究	深澤	川端	岡部

#### 物理科学科就職情報

進 学：広島大学大学院博士課程前期 44，東北大学 1，筑波大学 1，京都大学 1，  
県立広島大学 1

企 業：三和製作（株） 1，大正富山医薬品（株） 1，  
新日鉄住金ソリューションズ（株） 1，（株）三和ドック 1，その他企業 2  
その他：広島県教育委員会 1，大分県教育委員会 1，地方公務員（高知） 1

#### 学生の表彰

広島大学 理学部長表彰者：2名



### Ⅲ 化学専攻・化学科



# 1 化学専攻

## 1-1 専攻の理念と目標

化学専攻の理念・目標は、学部教育を土台として、さらに高度な専門的研究活動を推進することによって現代科学のフロンティアを切り拓く実力をもった研究者を養成し、社会の各方面で活躍できる人材を輩出することである。

## 1-2 専攻の組織と運営

### 【1】化学専攻の組織

化学専攻では分子構造化学と分子反応化学の2つの大講座において、化学の柱である構造と反応、特にその基礎的研究・教育に重点を置き活動している。分子構造化学講座は構造物理化学、固体物性化学、錯体化学、分析化学、構造有機化学および光機能化学の6つの研究グループ、分子反応化学講座は反応物理化学、反応有機化学、有機典型元素化学、量子化学および放射線反応化学の5つの研究グループから構成され、お互いに連携を保ちつつ独自の研究を推進している。さらに、理学研究科の数理分子生命理学専攻の生命理学講座は化学系として位置づけられ、化学専攻の研究グループとは学部教育だけでなく、大学院における研究・教育活動においても相補的に活動している。したがって、本理学研究科には14の化学系研究グループが存在し、基礎科学としての化学研究・教育を総合的に行っている。

### 【2】化学専攻の運営

化学専攻の運営は、化学専攻長を中心に行われている。化学専攻長補佐がそれを補佐する。

平成29年度	化学専攻長	井上 克也
	化学副専攻長	石坂 昌司
	化学専攻長補佐	関谷 亮

また、化学専攻の円滑な運営のために各種委員会等が活動している。平成29年度の各種委員会の委員一覧を次にあげる。

#### ・化学専攻内の各種委員会

エックス線委員	久保	岡田	山本
障害防止委員	高木	西原	池田

・ 理学研究科における各種委員会の化学専攻委員

施設活用委員	山本, 江幡
人事交流委員会	江幡
教務委員	井口
評価委員	山本, 江幡
安全衛生委員	井上
広報委員	高木
大学院委員	山本, 江幡
入学者選抜方法検討委員会	井口
情報セキュリティ委員会	久保
地区防災対策委員	江幡

化学専攻教員の理学研究科での活動

副研究科長	安 倍 学	平成23年4月1日～
広報委員会	安 倍 学	平成23年4月1日～
大学院委員会	安 倍 学	平成23年4月1日～
情報セキュリティ委員会	安 倍 学	平成23年4月1日～

化学専攻教員の全学での活動

・ 会議メンバーや全学委員会等の委員等

役員会	相 田 美砂子	平成28年4月1日～
	山 本 陽 介	平成29年4月1日～
教育研究評議会 評議員	相 田 美砂子	平成25年4月1日～
	山 本 陽 介	平成29年4月1日～
経営協議会 学内委員	相 田 美砂子	平成28年4月1日～
	山 本 陽 介	平成29年4月1日～
部局長等意見交換会	相 田 美砂子	平成25年4月1日～
	山 本 陽 介	平成29年4月1日～
研究推進機構会議	相 田 美砂子	平成23年10月30日～
	山 本 陽 介	平成29年4月1日～

広報企画戦略会議	相 田 美砂子	平成23年8月2日～
	山 本 陽 介	平成29年4月1日～
国際交流推進機構会議	相 田 美砂子	平成28年4月1日～
	山 本 陽 介	平成29年4月1日～
社会産学連携推進機構会議	相 田 美砂子	平成28年4月1日～
	山 本 陽 介	平成29年4月1日～
大学院リーディングプログラム機構運営会議	相 田 美砂子	平成23年10月1日～
	山 本 陽 介	平成29年4月1日～
たおやかで平和な共生社会創生プログラム担当者	相 田 美砂子	平成26年10月1日～
ひろしまイニシアティブ推進協議会	相 田 美砂子	平成28年11月1日～
グローバルキャリアデザインセンター会議	相 田 美砂子	平成26年7月1日～
	安 倍 学	平成28年4月1日～
未来を拓く地方協奏プラットフォーム運営協議会	相 田 美砂子	平成27年3月5日～
未来を拓く地方協奏プラットフォームコンソーシアム実行委員会	相 田 美砂子	平成27年3月5日～
教育推進機構会議	相 田 美砂子	平成27年5月28日～
全学教育統括部 統括会議	相 田 美砂子	平成28年7月26日～
男女共同参画推進委員会	相 田 美砂子	平成19年5月21日～
	久 米 晶 子	平成26年4月1日～
女性研究活動委員会	相 田 美砂子	平成25年10月3日～
研究企画会議	相 田 美砂子	平成25年5月9日～
	山 本 陽 介	平成25年5月9日～
統合生命科学研究科（仮称）設立準備委員会	相 田 美砂子	平成29年5月16日～
自然科学技術研究科（仮称）設立準備委員会	山 本 陽 介	平成29年8月1日～
	相 田 美砂子	平成29年8月1日～
研究人材養成委員会	相 田 美砂子	平成21年7月15日～
	江 幡 孝 之	平成21年7月15日～
放射光科学研究センター研究員	岡 田 和 正	平成26年4月1日～
ひろしまアントレプレナー人材養成推進委員会	西 原 禎 文	平成26年11月13日～
サステナブル・ディベロップメント実践研究センター運営委員会	江 幡 孝 之	平成26年4月1日～
テニューアトラック審査委員会	江 幡 孝 之	平成22年6月15日～

施設マネジメント会議	江 幡 孝 之	平成25年4月1日～
教育本部教務委員会	安 倍 学	平成28年9月1日～
情報セキュリティ委員会	安 倍 学	平成23年4月1日～
環境安全センター運営委員会	安 倍 学	平成22年4月1日～
国際センター 全学留学生等支援部会	安 倍 学	平成25年4月1日～
平和科学研究センター運営委員会	安 倍 学	平成27年4月1日～ 平成29年3月31日
ものづくりプラザ管理運営委員会	山 本 陽 介	平成24年4月1日～
人事制度検討会議	山 本 陽 介	平成28年6月17日～
学術院・ユニットの連絡役	山 崎 勝 義	平成29年4月1日～
社会産学連携室センター等推進部門	山 本 陽 介	平成28年4月1日～
広島大学薬品管理システム専門委員会委員	灰 野 岳 晴	平成16年4月1日～
先進機能物質研究センター運営委員会	灰 野 岳 晴	平成25年4月1日～
	井 上 克 也	平成28年4月1日～
先進機能物質研究センター研究員	井 上 克 也	平成20年4月1日～
	山 本 陽 介	平成19年4月1日～
	灰 野 岳 晴	平成28年4月1日～
	西 原 禎 文	平成24年4月1日～
自然科学研究支援開発センター運営委員会 (低温・機器分析部門)	井 上 克 也	平成24年7月1日～
図書館リポジトリ・アドバイザー	山 崎 勝 義	平成23年6月1日～
北京研究センター運営委員会	山 崎 勝 義	平成22年4月1日～
作業環境WG	関 谷 亮	平成29年4月1日～ 平成31年3月31日
ひろしまアントレプレナー人材育成推進委員会	西 原 禎 文	平成28年4月1日～

・ 全学組織やセンター等の責任者等

量子生命科学プロジェクト研究センター長	相 田 美砂子	平成15年4月1日～
サステナブル・ディベロップメント実践研究センター長	江 幡 孝 之	平成28年4月1日～
広島大学自立型研究拠点 “キラル国際研究拠点 (CResCent)” 拠点長	井 上 克 也	平成27年～
広島大学インキュベーション研究拠点 “「光」ドラッグデリバリー研究拠点” 拠点長	安 倍 学	平成29年～

## 1-2-1 教職員

平成30年3月現在の化学専攻の構成員は次のとおりである。

### 化学専攻分子構造化学講座

教授	石坂 昌司
教授	井上 克也
教授	江幡 孝之
教授	齋藤 健一 (併任)
教授	灰野 岳晴
教授	水田 勉
准教授	井口 佳哉
准教授	久米 晶子
准教授	関谷 亮
准教授	西原 禎文
助教	池田 俊明
助教	岡本 泰明
助教	久保 和幸
助教	中川 真秀
助教	福原 幸一
助教	MARYUNINA KSENIYA
助教	LEONOV ANDREY

### 化学専攻分子反応化学講座

教授	相田 美砂子
教授	安倍 学
教授	山崎 勝義
教授	山本 陽介
教授	中島 覚 (併任)
准教授	岡田 和正
准教授	高口 博志
准教授	中本 真晃
助教	SHANG RONG
助教	高木 隆吉
助教	仲 一成
助教	波多野 さや佳
特任助教	赤瀬 大
特任助教	宮下 直

### 化学専攻事務

契約一般職員	竹村 夕子
契約一般職員	宮本 曜子

### 平成29年度の非常勤講師

- 穂田 宗隆 (東京工業大学科学技術創成研究院／教授)  
授業科目名：錯体化学特論  
担当：錯体化学研究グループ
- 太田 仁 (神戸大学 分子フォトサイエンス研究センター／教授)  
授業科目名：電子スピン共鳴入門  
担当：固体物性化学研究グループ
- 佃 達哉 (東京大学大学院理学系研究科化学専攻／教授)  
授業科目名：クラスター物質化学  
担当：構造物理化学研究グループ

## 1-2-2 教職員の異動

平成29年 4月 1日 CHRISTOPH ANDREAS SCHALLEY (構造有機化学研究グループ 教授)  
採用

LEONOV ANDREY (固体物性化学研究グループ 助教)  
採用

4月30日 CHRISTOPH ANDREAS SCHALLEY (構造有機化学研究グループ 教授)  
任期満了につき退職

10月 1日 OLEKSIY BOGDANOV (固体物性化学研究グループ 教授)  
採用

平成30年 1月 1日 中本 真晃 (有機典型元素化学研究グループ 准教授)  
筑波大学大学院数理物質系講師より採用

2月 1日 中川 真秀 (分析化学研究グループ 助教)  
京都大学大学院地球環境学室特定研究員より採用

3月31日 池田 俊明 (構造有機化学研究グループ 助教)  
東海大学理学部化学科(特任講師)へ転出

OLEKSIY BOGDANOV (固体物性化学研究グループ 教授)  
任期満了につき退職

宮下 直 (放射線反応化学研究グループ 特任助教)  
任期満了につき退職

## 1-3 専攻の大学院教育

### 1-3-1 大学院教育の目標とアドミッション・ポリシー

#### 【1】教育目標

化学専攻は、学部教育での化学を体系的に身に付けた人材とともに、他分野の教育基盤をもつ人材を新たに受け入れ、物質科学の中心を占める基幹学問としての化学とその関連分野における最先端の領域を切り開いていく研究者および高度な専門的知識を有する職業人を養成することを目的とする。現代科学の急速な学際化・国際化・情報化に対応して、以下の教育目標を設定する。

- (1) 化学の専門的知識を体系化して教えるとともに、他分野の基盤をもつ人材にも配慮した幅広い教育を行う。
- (2) 化学分野の学際的な研究領域の拡大に応じ、他分野の研究者と交流し最先端の研究にふれることのできる教育を行う。
- (3) 社会的要請に対応するために、化学とその関連分野における高度専門職業人を養成する教育を行う。
- (4) 社会の国際化・情報化に対応するために、英語教育・情報教育を併用した化学専門教育に積極的に取り組む。

#### 【2】アドミッション・ポリシー

化学専攻では、大学院で高度な化学の専門知識や技法を学ぶために必要な基礎学力を有し、絶えず自己啓発努力を重ね、積極的に新しい分野を開拓していく意欲に富む学生を、学部教育を受けた分野にとらわれず広く受け入れる。

## 1-3-2 大学院教育の成果とその検証

### ・平成29年度化学専攻在籍学生数

(平成29年5月1日現在)

入学年度	化学専攻博士課程前期			化学専攻博士課程後期			
平成29年度	40	(8)		2			
平成28年度	46	(15)	{9}	8	(2)	{4}	
平成27年度	8	(3)	{8}	8	(1)	{2}	
平成26年度				5	(1)	{1}	{1}
合 計	94	(26)	{17}	23	(4)	{1}	{7}

( ) 内は女子で内数

[ ] 内は国費留学生数で内数

{ } 内は私費留学生数で内数

### ・チューター

理学部においては以前から学部学生に対してチューター制度を適用していたが、理学研究科でも、大学院学生に対してチューターを設定することになった。各学年のチューターを次にあげる。

	博士課程前期	博士課程後期
平成29年度生	江幡, 岡田	井口
平成28年度生	高口	井上
平成27年度生	井口, 高木	藤原(照)
平成26年度生	井上	福原

・平成29年度化学専攻授業科目履修表

化学専攻

表中の数字は、単位数を表す。

授 業 科 目	博士課程前期							履修方法	担 当 教 員	
	1 年 次		2 年 次		単 位 数	使用言語				
	1セメ	2セメ	3セメ	4セメ		日本語	英語			日本語・英語
必修	物理化学概論	2				2		○	なお、必修から化学特別講義は、四単位及び必修講義六単位並びに選択必修から一科目（一又は二単位）を含む三〇単位以上	山崎, Leonov
	無機化学概論	2				2		○		西原, 石坂, 久米
	有機化学概論	2				2		○		安倍
	化学特別研究	2	2	2	2	8		○		各教員
選択必修	大学院共通授業科目（基礎）（注1）					1 又は 2	△			各教員
選 択	現代英語		2			2				
	構造物理化学		2			2		○	江幡, 井口	
	固体物性化学	2				2		○	開講しない	
	錯体化学	2				2		○	水田, 久米	
	分析化学		2			2		○	石坂	
	構造有機化学	2				2		○	開講しない	
	光機能化学		2			2		○	開講しない	
	放射線反応化学		2			2		○	中島	
	量子化学		2			2		○	開講しない	
	反応物理化学	2				2		○	高口	
	反応有機化学		2			2		○	安倍	
	有機典型元素化学Ⅰ	2				2		○	開講しない	
	有機典型元素化学Ⅱ		2			2		○	開講しない	
	有機合成化学	2				2		○	開講しない	
	生物無機化学		2			2		○	SHANG	
	計算情報化学	2				2		○	開講しない	
	計算化学演習		2			2		○	開講しない	
	物質科学特論		2			2		○	開講しない	
	量子情報科学	2				2		○	開講しない	
	計算機活用特論	2				2		○	開講しない	
	計算機活用演習	2				2		○	開講しない	
	グローバル化学特論	← →					2		○	井上
	構造物理化学セミナー	1	1	1	1	4		○	江幡, 井口, 福原	
	固体物性化学セミナー	1	1	1	1	4		○	井上, 西原, MARYUNINA	
	錯体化学セミナー	1	1	1	1	4		○	水田, 久米, 久保	
	分析化学セミナー	1	1	1	1	4		○	石坂, 岡本	
	構造有機化学セミナー	1	1	1	1	4		○	灰野, 関谷, 池田	
量子化学セミナー	1	1	1	1	4		○	相田, 岡田		
反応物理化学セミナー	1	1	1	1	4		○	山崎, 高口		
反応有機化学セミナー	1	1	1	1	4		○	安倍, 高木, 波多野		
有機典型元素化学セミナー	1	1	1	1	4		○	山本, SHANG		
光機能化学セミナー	1	1	1	1	4		○	齋藤(自然科学研究支援開発センター)		
放射線反応化学セミナー	1	1	1	1	4		○	中島(自然科学研究支援開発センター), 宮下		
有機化学系合同セミナー	1		1		2		○	安倍		
特別講義	反応物理化学特論						○		横山 啓一(日本原子力研究開発機構)	
	反応有機化学特論						○		後藤 敬(東京工業大学)	
	錯体化学特論						○		穂田 宗隆(東京工業大学)	
	気相中における超分子錯体の化学						○		灰野 岳晴, Christoph A. Schalley(ベルリン自由大学)	

(注1) 選択必修から、1科目(1又は2単位)を超えて履修した場合は、(注2)により特別に認めた場合を除き、修了要件の単位には加えられない。

(注2) 必修、選択必修(1科目)及び選択以外の次に示す科目を履修した場合は、化学専攻の承認を得て、選択必修と合計して4単位まで、

修了要件に加えることができる。

- ・ 選択必修から、1科目を超えて履修した科目
- ・ 理学研究科の他専攻の授業科目
- ・ 共同セミナー
- ・ 理学研究科以外の他研究科等の授業科目

・平成29年度化学専攻開講授業科目

授業科目	担当教員	授業のキーワード
構造物理化学	江幡 孝之 井口 佳哉	量子化学, 分子の構造, 赤外, ラマン, レーザー線形, 非線形分光
錯体化学	水田 勉 久米 晶子	有機金属化学, 有機合成への応用, 常磁性錯体, 高酸化数錯体, 高配位錯体, 生物有機金属化学
分析化学	石坂 昌司	レーザー分光分析, 誤差, 統計学
放射線反応化学	中島 覚	放射線, 元素合成, 放射線化学, 放射性同位元素の化学
反応物理化学	高口 博志	衝突論, 遷移状態理論, マーカス理論, 連続状態, 散乱理論, フーリエ変換
反応有機化学	安倍 学	開殻性分子, 光化学
生物無機化学	SHANG RONG	遷移金属化学, 有機金属化学
グローバル化学特論	井上 克也	海外留学

・各研究グループの在籍学生数

(平成29年5月現在)

研究グループ名	M1	M2	D1	D2	D3	D4
化学専攻分子構造化学講座						
構造物理化学研究グループ	4	5				
固体物性化学研究グループ	5	5	1	1	2	
錯体化学研究グループ	3	5				
分析化学研究グループ	3	5				
構造有機化学研究グループ	4	5	1	1		
光機能化学研究グループ	5	2	1	1		
化学専攻分子反応化学講座						
反応物理化学研究グループ	3	4		1		
有機典型元素化学研究グループ	5	5	2	1	1	1
反応有機化学研究グループ	6	6		2	1	
量子化学研究グループ	4	3			2	1
放射線反応化学研究グループ	5	3		2	1	
計	47	48	5	9	7	2

・博士課程修了者の進路

(平成29年5月現在)

	修了者総数	就 職 者							進学	研究生・補助員	ポスドク・研究員	その他
		一 般 職				教 職						
		製造業	公務員	その他	小計	高等学校教諭	大学教員	小計				
前期修了	45(13)	32(9)	0	0	32(9)	0	0	0	9(2)	0	0	4(2)
後期修了*	4(0)	1(1)	1(0)	0	2(0)	0	0	0	0	0	2(0)	0

( ) 内は女子で内数

\*単位取得退学者を含む。

### 1-3-3 大学院生の国内学会発表実績

	国内学会 件数
博士課程前期 <sup>(1)</sup>	105
博士課程後期 <sup>(2)</sup>	31
博士課程前期・後期共 <sup>(3)</sup>	5

(2017(H29)年度の発表について記載：2017(H29)年4月から2018(H30)年3月まで)

<sup>(1)</sup>博士課程前期の学生が共同研究者の発表件数

<sup>(2)</sup>博士課程後期の学生が共同研究者の発表件数

<sup>(3)</sup>博士課程前期・後期の学生が共に共同研究者の発表件数

### 1-3-4 大学院生の国際学会発表実績

	国際学会 件数
博士課程前期 <sup>(1)</sup>	37
博士課程後期 <sup>(2)</sup>	15
博士課程前期・後期共 <sup>(3)</sup>	1

(2017(H29)年度の発表について記載：2017(H29)年4月から2018(H30)年3月まで)

<sup>(1)</sup>博士課程前期の学生が共同研究者の発表件数

<sup>(2)</sup>博士課程後期の学生が共同研究者の発表件数

<sup>(3)</sup>博士課程前期・後期の学生が共に共同研究者の発表件数

### 1-3-5 修士論文発表実績

秋坂 陸生	一重項2, 2-ジアルコキシ-1, 3-ジラジカルの反応性に及ぼす立体効果	反応有機化学
一樂 陽司	ギ酸と遷移金属イオンからなる空間反転対称性の破れた磁性体の合成と物性評価	固体物性化学
伊藤 純	協働効果を発揮する有機スズ化合物を触媒に用いたアシル化反応	有機典型元素化学
大仁田 知穂	強い電子供与性を有する新規環状芳香族カルベン配位子の合成と応用	有機典型元素化学
門脇 悠稀	Identification of the reactive state in photodissociation of trimethylamine (トリメチルアミンの光解離における反応性状態の同定)	反応物理化学
木田 基	極低温気相レーザー分光による金属イオン包接錯体の構造と発色団間相互作用に関する研究	構造物理化学
木下 真之介	Hydroxy methylcinnamate の <i>trans</i> → <i>cis</i> 光異性化経路に及ぼす置換基位置効果	構造物理化学
高野 駿	カリックス[5]アレーンからなる超分子カプセルの合成及びゲスト分子の包接	構造有機化学
齋藤 聡太	Facile Reactions of Gold(I) Complexes with Tri( <i>tert</i> -butyl)azadiboriridine (Tri( <i>tert</i> -butyl)azadiboriridine)を用いた金錯体の合成)	有機典型元素化学
末永 太河	※学外秘	構造物理化学
鈴木 美穂	多重オキサアルキルエステル化合物の構造と熱物性との相関	構造物理化学
高木 勇二	ピロールユニットの酸化重合による酸素活性化錯体触媒の開発	錯体化学
谷本 遥	O( <sup>1</sup> D) + OCS 反応系でのS( <sup>1</sup> D, <sup>3</sup> P)の検出およびS <sub>2</sub> (X <sup>3</sup> Σg <sup>-</sup> , a <sup>1</sup> Δg)生成機構の解明	反応物理化学
千歳 洋平	※学外秘	反応有機化学
塚本 英視	フェニルイソオキサゾリル基を導入したPt(II)錯体により形成される超分子ポリマーの構造制御	構造有機化学
中田 裕之	光解離配位子の立体動力学検出によるCo(CO) <sub>3</sub> NO錯体の励起状態構造の直接観測	反応物理化学
中野 恭裕	メカノケミカル法におけるSiとアルカリ溶液との反応による水素の生成機構	光機能化学
西田 一輝	Cu(II)-CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 系分子性スピンドラーにおける低温磁気異常の研究	固体物性化学
新田 真司	原子間力顕微鏡を用いた単一微小水滴の付着力計測	分析化学
馬場 貴士	二重のフェロセンキレートをもつジホスフィン白金錯体による触媒的オリゴシロキサン生成反応	錯体化学

林 宏太郎	キラルな構造を有するMo(V)シアノ架橋型錯体の合成と物性	固体物性化学
原田 雄太	シクロペンタン-1, 3-ジラジカルの反応性に及ぼす環状分子構造の効果	反応有機化学
藤本 啓資	※学外秘	光機能化学
本田 匠	金薄膜上に化学吸着した有機配位子-ランタノイド錯体の構造と電子状態の研究	構造物理化学
前原 健志	包接空間の構造変化が誘起する自己集合カプセルの分子認識	構造有機化学
松岡 美帆	ナフタレンが2重に架橋したリン2座配位子とその錯体の合成及びC-H活性化反応への応用	錯体化学
松本 岬	テトララジカルを有するパラフェニレン分子のキノイド形成及び最安定スピン多重度	反応有機化学
丸山 慧	キラルなビスピリジンの配位により制御される超分子テトラキスポルフィリンポリマーのらせん構造	構造有機化学
丸山 莉央	単一分子で分極ヒステリシスを示すpolyoxometalateの機能制御	固体物性化学
宮本 健悟	B型, Z型DNAの2-step DNA modelの構築とB-Z転移に関する理論化学的研究	量子化学
山崎 侑平	キラルビススルホンイミド-アルカリ土類金属錯体を用いた不斉Diels-Alder反応の検討	反応有機化学
山本 千尋	熱応答性イオン液体を用いた単一エアロゾル微小液滴の液液相分離に関する研究	分析化学
YU YANG	Quantum chemical study on the electronic properties of oligoacenes and their isomers (オリゴアセンおよびその異性体の電子構造に関する量子化学的研究)	量子化学
吉川 太基	水溶液中のトレハロースの構造に関する理論化学的研究	量子化学
吉木 敦美	CHX <sub>3</sub> (X = Cl, Br)の光解離によるCHとHの生成およびCH + CHX <sub>3</sub> 反応の速度論的研究	反応物理化学
吉浪 啓介	鉄(II)集積型錯体のスピントロニクスオーバー現象に対する置換基の影響	放射線反応化学
LI SIMIN	Synthesis and characterization of Metal Organic Frameworks NH(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> [Mn <sup>II</sup> (H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> ][M <sup>III</sup> (CN) <sub>6</sub> ] · 3H <sub>2</sub> O (M=Cr or Mn) (配位重合体 NH(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> [Mn <sup>II</sup> (H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> ][M <sup>III</sup> (CN) <sub>6</sub> ] · 3H <sub>2</sub> O (M=Cr or Mn)の合成と物性)	固体物性化学
和田 佳奈子	溶解度の高い新規スフェランドの合成と超原子価テルル化合物合成への応用	有機典型元素化学

### 1-3-6 博士学位

授与年月日を〔 〕内に記す。

難波江 靖 [平成29年9月23日] (甲)  
Studies on Migration Pathway from the Japan Sea to the Sea of Okhotsk of Radioactive Cesium Derived from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant  
(福島第一原子力発電所に由来する放射性セシウムの日本海からオホーツク海への移行経路に関する研究)

主査：中島 覚 教授

副査：石坂 昌司 教授, 井上 克也 教授, 水田 勉 教授

Jakkampudi Satish [平成29年9月23日] (甲)  
Design and Synthesis of Two-photon Absorption Chromophore with EGTA (Calcium Chelator) Unit for Ca<sup>2+</sup> Uncaging Reaction  
(Ca<sup>2+</sup>アンケーシング反応を志向したEGTAユニットを有する二光子吸収発色団の設計と合成)

主査：安倍 学 教授

副査：山本 陽介 教授, 灰野 岳晴 教授

森迫 祥吾 [平成30年3月23日] (甲)  
Syntheses and Applications of Sterically Hindered sp<sup>3</sup> Bases  
(立体障害のあるsp<sup>3</sup>塩基の合成と応用)

主査：山本 陽介 教授

副査：安倍 学 教授, 灰野 岳晴 教授, 水田 勉 教授

世良 文香 [平成30年3月23日] (甲)  
Exploring for novel magnetic ordered state stabilized by the competition between the quantum spin fluctuation, spin-orbit coupling and DM interaction of S = 1/2 triangular-lattice antiferromagnets, CsCuCl<sub>3</sub> and Ba<sub>3</sub>CoSb<sub>2</sub>O<sub>9</sub>  
(S = 1/2 三角格子反強磁性体 CsCuCl<sub>3</sub> と Ba<sub>3</sub>CoSb<sub>2</sub>O<sub>9</sub> における量子スピンゆらぎの効果とスピン軌道相互作用, DM相互作用の競争により出現する新奇磁気秩序相の探索)

主査：井上 克也 教授

副査：水田 勉 教授, 山崎 勝義 教授, 小池 洋二 教授 (東北大学)

### 1-3-7 TAの実績

化学専攻大学院博士課程前期・後期在学学生（留学生は除く）に、ティーチング・アシスタント（TA）のシステムを適用している。教員による教育的配慮の下に化学科3年次必修の化学実験の教育補助業務を行わせることによって、大学院生の教育能力や教育方法の向上を図り、指導者としてのトレーニングの機会を提供する。

平成29年度のTA

氏名	担当授業科目	所属研究グループ	学年
青木 沙耶	化学実験	固体物性化学	M1
秋坂 陸生	化学実験・情報活用演習	反応有機化学	M2
市橋 克哉	化学実験・化学概説B	固体物性化学	D2
一楽 陽司	化学実験	固体物性化学	M2
今井 拓也	計算化学・同実習	量子化学	M1
鬼塚 侑樹	化学実験	反応物理化学	D2
木田 基	化学実験	構造物理化学	M2
木下 真之介	化学実験	構造物理化学	M2
蔵本 裕哉	計算化学・同実習	量子化学	M1
下山 大輔	化学実験・化学概説B・情報活用演習	構造有機化学	D1
Xue Jianfei	化学実験	反応有機化学	D2
曾田 真以	化学実験	構造有機化学	M1
Pham Thi Thu Thuy	化学実験	反応有機化学	M2
津村 大輔	化学実験・錯体化学・有機金属化学	錯体化学	M1
寺田 詩歩	化学実験	光機能化学	M1
十島 彩樺	化学実験	固体物性化学	M1
新田 真司	化学実験	分析化学	M2
新田 菜摘	化学実験	構造有機化学	M1
兀尾 和希	化学実験	固体物性化学	M1
久野 尚之	化学実験	構造有機化学	M1
本田 匠	化学実験	構造物理化学	M2
松本 岬	化学実験	反応有機化学	M2
丸山 莉央	化学実験	固体物性化学	M2
溝口 智穂	化学実験・化学実験A	分析化学	M1
三輪 寛人	化学実験・有機金属化学	錯体化学	M1
山戸 海里	化学実験	構造有機化学	M1
山崎 祐太郎	化学実験	構造有機化学	D2
山崎 侑平	化学実験	反応有機化学	M2

山本 拓哉	光機能化学	光機能化学	M 1
吉富 翔平	化学実験	反応有機化学	D 2
吉浪 啓介	化学実験	放射線反応化学	M 1

### 1-3-8 大学院教育の国際化

化学専攻では国際化に対応するため、ヒアリングを中心とした“現代英語”の講義を開講している。さらに、授業の英語化も進めている。また、さまざまな国際共同研究が行われており、学生が国際学会に参加したり、海外に短期留学したりしている。

## 1-4 専攻の研究活動

### 1-4-1 研究活動の概要

#### ・受賞実績

化学専攻の教員および名誉教授が、2000年度以降に受けた学協会賞等を次にあげる。

2000年度 (平成12年度)	紫綬褒章	秋葉 欣哉
2004年度 (平成16年度)	第27回有機合成化学協会 中国四国支部奨励賞	灰野 岳晴
2006年度 (平成18年度)	有機合成奨励賞	安倍 学
2007年度 (平成19年度)	広島大学学長賞	江幡 孝之
2007年度 (平成19年度)	第25回日本化学会学術賞	江幡 孝之
2007年度 (平成19年度)	日本分析化学会フローインジェクション分析研究懇談会フローインジェクション分析学術賞	藤原 照文
2007年度 (平成19年度)	野副記念奨励賞	安倍 学
2008年度 (平成20年度)	Visiting Lectureship of the Chemistry Research Promotion Center (National Taiwan University)	安倍 学
2008年度 (平成20年度)	第31回有機合成化学協会 中国四国支部奨励賞	高木 隆吉
2008年度 (平成20年度)	Zimmer Award (Univ. of Cincinnati)	安倍 学
2009年度 (平成21年度)	Visiting Lectureship of the Chemistry Research Promotion Center (National Taiwan University)	灰野 岳晴
2014年度 (平成26年度)	日本物理学会第20回論文賞	井上 克也
2015年度 (平成27年度)	広島大学DP (Distinguished Professor)	井上 克也 山本 陽介
2015年度 (平成27年度)	高分子学会賞	灰野 岳晴
2016年度 (平成28年度)	Letter of Gratitude	井上 克也
2016年度 (平成28年度)	日本分光学会 学会賞	江幡 孝之
2016年度 (平成28年度)	分子科学会賞	江幡 孝之
2017年度 (平成29年度)	第16回広島大学学長表彰	灰野 岳晴 池田 俊明
2017年度 (平成29年度)	IUPAC 2017 Distinguished Woman in Chemistry or Chemical Engineering	相田美砂子

・学生の受賞実績

山崎 祐太朗	平成29年度エクセレント・スチューデント・スカラシップ(2017)
下山 大輔	第11回有機 $\pi$ 電子系シンポジウム, 優秀ポスター賞「四本のアルキル鎖で連結されたビスレゾルシンアレーンの合成と構造」(2017)
下山 大輔	第11回有機 $\pi$ 電子系シンポジウム, Chemistry Letters賞「四本のアルキル鎖で連結されたビスレゾルシンアレーンの合成と構造」(2017)
下山 大輔	第28回基礎有機化学討論会, ポスター賞「四本のアルキル鎖で架橋したビスレゾルシンアレーンの改良合成法とその物性」(2017)
下山 大輔	第44回有機典型元素化学討論会, 「四本のアルキル鎖で連結されたビスレゾルシンアレーンの改良合成法と構造」
山戸 海里	Student Award, The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium (2017年12月, 東広島)
天道 尚吾	Best Poster Prize, 33th Symposium on Chemical Kinetics and Dynamics (Jun. 2017, Nagoya, Japan)
鬼塚 侑樹	優秀講演賞, 第11回分子科学討論会 (2017年9月, 仙台)
鬼塚 侑樹	The Best Student Presentation Award, The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium (2017年12月, 東広島)
天道 尚吾	The Best Student Presentation Award, The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium (2017年12月, 東広島)
中田 裕之	Student Award, The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium (2017年12月, 東広島)
木下 真之介	Student Award, The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium (2017年12月, 東広島)
森迫 祥吾	第44回有機典型元素化学討論会優秀講演賞 (2017)
森迫 祥吾	第44回有機典型元素化学討論会 RSC Chemical Communications 賞 (2017)
森迫 祥吾	未来博士3分間コンペティション 2017 英語部門 オーディエンス銀賞(2017)
森迫 祥吾	the 12th International Conference of Heteroatom Chemistry, ICHAC student and post-doc poster prize (2017)
森迫 祥吾	日本化学会第98春季年会 (2018) 学生講演賞
齋藤 聡太	第52回有機反応若手の会 優秀ポスター賞 (2017)
和田 佳奈子	第52回有機反応若手の会 優秀ポスター賞 (2017)
市橋 克哉	優秀ポスター賞, 11回分子科学討論会 (仙台) 2017 2017年9月
市橋 克哉	学生講演賞, 日本化学会第98回春季年会 (千葉) 2018 2018年3月
村上 正樹	The 11th Japanese-Russian Workshop Poster Award
世良 文香	平成29年度学生表彰 学術研究活動 (大学院生)
	平成29年度エクセレント・スチューデント・スカラシップ(2017)
	広島大学理学研究科長表彰
	Student Award, The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium (2017年12月, 東広島)
小倉 光裕	広島大学理学部長表彰
Tatiana Sherstobitova	2nd Scientific School & Conference “DESIGN OF MAGNETOACTIVE COMPOUNDS”, Student Prize

## ・RAの実績

化学専攻における研究支援体制を充実・強化し、また若手研究者の養成を促進するために、リサーチ・アシスタント（RA）のシステムを適用している。大学院博士課程後期在学者を、その所属研究グループに研究補助者として参画させることによって、その研究グループにおける研究活動を効果的に促進し、研究体制を充実させる。さらに、その学生に対して、若手研究者としての研究遂行能力の養成を図る。

### 平成29年度のRA

大学院生氏名	SHERSTOBITOVA TATIANA	学年	D 2
研究グループ	固体物性化学	指導教員	井上 克也 教授
研究プロジェクト名	新しいニトロニルニトロキシドラジカルと銅イオンによるスピנקロスオーバー様磁気異常現象を示す錯体の合成と物性		
大学院生氏名	鬼塚 侑樹	学年	D 2
研究グループ	反応物理化学	指導教員	高口 博志 准教授
研究プロジェクト名	解離フラグメントのイオン化・蛍光検出による多原子分子の光解離ダイナミクスに関する研究		
大学院生氏名	坂本 全教	学年	D 2
研究グループ	光機能化学	指導教員	齋藤 健一 教授
研究プロジェクト名	非金属物質による電場増強効果の研究		
大学院生氏名	下山 大輔	学年	D 1
研究グループ	構造有機化学	指導教員	灰野 岳晴 教授
研究プロジェクト名	レゾルシンアレーン骨格を利用した超分子ポリマーの合成		
大学院生氏名	XUE JIANFEI	学年	D 2
研究グループ	反応有機化学	指導教員	安倍 学 教授
研究プロジェクト名	光[2+2]付加環化反応の選択性に及ぼす置換基効果		
大学院生氏名	世良 文香	学年	D 2
所属グループ	固体物性化学	指導教員	井上 克也 教授
研究プロジェクト名	新しいキラル磁性体の合成と物性研究		
大学院生氏名	多田 航	学年	D 1
所属グループ	有機典型元素化学	指導教員	山本 陽介 教授
研究プロジェクト名	新規トリアリアルアミンポリマーの合成と性質		

大学院生氏名	森迫 祥吾	学年	D 3
所属グループ	有機典型元素化学	指導教員	山本 陽介 教授
研究プロジェクト名	ジスピロ型新規ピペリジン塩基の合成と応用		

大学院生氏名	山崎 祐太郎	学年	D 2
所属グループ	構造有機化学	指導教員	灰野 岳晴 教授
研究プロジェクト名	超分子らせん集合体の合成と機能		

大学院生氏名	吉富 翔平	学年	D 2
所属グループ	反応有機化学	指導教員	安倍 学 教授
研究プロジェクト名	局在化一重項ジラジカルの反応挙動に及ぼす窒素原子効果の解明		

大学院生氏名	力山 和晃	学年	D 3
研究グループ	量子化学	指導教員	相田 美砂子 教授
研究プロジェクト名	水溶液中におけるマルチブロックコポリマーとタンパク質の会合体形成挙動の解明		

大学院生氏名	YAN CHENTING	学年	D 1
所属グループ	有機典型元素化学	指導教員	山本 陽介 教授
研究プロジェクト名	超原子価化合物5配位窒素ラジカルカチオンの合成と二光子吸収特性・生体イメージングへの応用研究		

大学院生氏名	NGUYEN THANH HAI	学年	D 2
研究グループ	放射線反応化学	指導教員	中島 覚 教授
研究プロジェクト名	土壌から稲への放射性セシウムの取り込みに関する研究		

大学院生氏名	WANG YUFENG	学年	D 2
研究グループ	光機能化学	指導教員	齋藤 健一 教授
研究プロジェクト名	メカノケミカル法による新規光触媒の作製		

大学院生氏名	PHAM THI THU THUY	学年	D 1
研究グループ	反応有機化学	指導教員	安倍 学 教授
研究プロジェクト名	2光子感応性光アンテナ部位の設計, 合成, ケージド化合物への応用		

大学院生氏名	DANG HUY HIEP	学年	D 1
研究グループ	分析化学	指導教員	石坂 昌司 教授
研究プロジェクト名	Investigations of hygroscopic properties of single aerosol particles by means of a laser trapping technique and Raman spectroscopy		

大学院生氏名	BASUKI TRIYONO	学年	D 1
研究グループ	放射線反応化学	指導教員	中島 覚 教授
研究プロジェクト名	福島由来の放射性セシウムの環境中での移行		

## 1-4-2 研究グループ別の研究活動の概要, 発表論文, 講演等

### 分子構造化学講座

#### 構造物理化学研究グループ

スタッフ 江幡 孝之 (教授), 井口 佳哉 (准教授), 福原 幸一 (助教)

#### ○研究活動の概要

当研究グループでは、気相包接化合物や分子クラスターのレーザー分光を行っている。また、生体関連分子の光化学の研究も行っている。使用している装置は、中性分子や分子イオンを気体の状態で10K以下の極低温に冷却できる超音速分子線装置とエレクトロスプレーイオン化/極低温イオントラップ装置、また光源として、赤外から紫外領域までの光を発生するナノ秒、ピコ秒の時間分解能をもつパルスレーザーである。極低温に冷却して分子を零点振動準位にのみ分布させ、スペクトルがシャープとなり多くの情報を得ることができる。これらの装置を用い包接化合物や生体関連分子、分子クラスターの構造や光励起後の化学反応、エネルギー緩和に関する研究を行っている。実験と平行して、量子化学計算に基づいた構造決定、振動スペクトル、反応解析を行っている。更に、液-液界面上での包接化合物のイオンの包接過程の赤外分光観測実験を通して分子認識の研究も行っている。また振動分光と熱分析を併用して、両親媒性分子を中心に多様な物質系の構造とそれに関わる相互作用を研究も行っている。平成29年度の研究活動は次のとおりである。

① ホストゲスト錯体の構造や分子認識の研究を精力的に行っている。超音速分子線装置やエレクトロスプレー/極低温イオントラップ装置を用いて極低温条件下で気相のホストゲスト錯体を生成し、種々のレーザー分光により錯体の電子スペクトルや分子種を選別した赤外スペクトルを観測し、量子化学計算との比較から包接構造の決定や包接機構を明らかにしている。この研究は、フランス・マルセイユ大学、スイス・ローザンヌ連邦工科大学とも共同研究を行い、共著論文多数。

② クマル酸や桂皮酸メチルの光励起トランス-シス異性化反応について、他の研究機関との共同研究を行っている。紫外-深紫外ポンプ-プローブ法を開発し、S<sub>1</sub>電子状態からの失活の途中に現れる過渡電子状態の観測に成功した。

③ 金薄膜上にクラウンエーテルを化学吸着させ、金属イオンとの包接錯体を形成する様子を表面増強赤外分光法で観測し、赤外スペクトルの解析による包接機構の解明や平衡定数を求める実験を行っている。

④ オキサアルキル鎖による分子間引力と反発の拮抗相互作用を利用した、新しい分子間相互作用によるユニークで汎用性の高い有機材料の新規物性改良法を開発した。

#### ○発表原著論文

◎Y. Inokuchi, M. Kaneko, T. Honda, S. Nakashima, T. Ebata, T. R. Rizzo (2017)

UV and IR Spectroscopy of Cryogenically Cooled, Lanthanide-Containing Ions in the Gas Phase, *Inorg. Chem.*, 56, 277-281

◎Y. Inokuchi, M. Kida, T. Ebata (2017)

Geometric and Electronic Structures of Dibenzo-15-Crown-5 Complexes with Alkali Metal Ions Studied by UV Photodissociation and UV-UV Hole-Burning Spectroscopy, *J. Phys. Chem. A*, 121, 954-962

◎Y. Inokuchi, K. Hirai, T. Ebata (2017)

Electronic Structure and Conformational Conversion of Calix[4]arene Complexes with Alkali Metal Ions, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 19, 12857-12867 (2017)

○S. Nakata, Y. Seki, M. Nomura, K. Fukuhara, M. Denda (2017)

Characteristic Isotherms for a Mixed Molecular Layer Composed of Phospholipid and Fatty Acid. *Bull. Chem. Soc. Jpn.* 2017, 90, 801-806.

#### ○総説

江幡孝之: (2017) 希薄気相分子や分子間錯体の周波数・時間領域レーザー多重共鳴分光 *J. Spectrosc. Soc. Jpn.*, 66, 185-203.

井口佳哉：(2017) 気相分子分光を基盤とした超分子化学 化学と工業, 70, 892-893.

## ○国際学会

- T. Ebata : Nonradiative decay and photoisomerization of cinnamate derivatives –Effect of substitution and H-bonding, *WRHI International Workshop on Advanced Laser Spectroscopy for Soft Molecular Systems* (Oct., 2017, Tokyo, Japan) (招待講演)
- ◎S. Kinoshita, Y. Miyazaki, Y. Inokuchi, T. Ebata, M. Sumida, Y. Onitsuka, H. Kohguchi, N. Akai, M. Ehara, K. Yamazaki, S. Maeda, Y. Harabuchi, T. Taketsugu : Nonradiative decay process and trans → cis isomerization of *p*-, *m*-, *o*-hydroxy methylcinnamate – 33<sup>rd</sup> *Symposium on Chemical Kinetics and Dynamics* (June, Omiya, Japan) (ポスター)
- ◎K. Yamazaki, Y. Harabuchi, T. Taketsugu, S. Maeda, S. Kinoshita, Y. Miyazaki, Y. Inokuchi, T. Ebata, M. Sumida, Y. Onitsuka, H. Kohguchi, N. Akai, M. Ehara : Nonradiative decay pathways of hydroxyl methylcinnamate based sunscreens– 33<sup>rd</sup> *Symposium on Chemical Kinetics and Dynamics* (June, Omiya, Japan) (ポスター)
- ◎S. Kinoshita, Y. Miyazaki, Y. Inokuchi, T. Ebata, M. Sumida, Y. Onitsuka, H. Kohguchi, N. Akai, T. Shiraogawa, M. Ehara, K. Yamazaki, Y. Harabuchi, S. Maeda, T. Taketsugu : Study of nonradiative decay process and trans → cis isomerization of *para*-, *meta*-, *ortho*-hydroxy methylcinnamate, 14<sup>th</sup> *Nano Bio Info Chemistry Symposium* (Dec. 15-16, 2017, Hiroshima, Japan) (一般講演)
- ◎S. Kenjo, Y. Inokuchi, T. Ebata : Laser spectroscopic study of jet-cooled non-volatile molecules combined with laser ablation, 14<sup>th</sup> *Nano Bio Info Chemistry Symposium* (Dec. 15-16, 2017, Hiroshima, Japan) (一般講演)
- ◎S. Nakayama, Y. Inokuchi, H. Kohguchi, Y. Onitsuka, S. Kinoshita, T. Ebata, Study on the nonradiative process of cinnamic acid derivatives as sunscreen agents, 14<sup>th</sup> *Nano Bio Info Chemistry Symposium* (Dec. 15-16, 2017, Hiroshima, Japan) (一般講演)

## ○国内学会

- 江幡孝之 : 桂皮酸とその誘導体の励起状態無輻射失活経路と異性化の研究。ICQE量子化学探索講演会 2017 (2017年10月, 東京) (招待講演)
- 井口佳哉 : 極低温・気相分光を基盤とした超分子化学。日本分光学会中国四国支部平成29年度年次講演会 (2018年1月, 広島) (招待講演)
- ◎井口佳哉, 平井健太, 江幡孝之 : 極低温気相紫外分光によるカリックス[4]アレーン-アルカリ金属イオン錯体の電子状態と配座異性体の研究。第11回分子科学討論会2017 (2017年9月, 仙台) (一般講演)
- ◎木田 基, 江幡孝之, 井口佳哉 : 極低温条件下におけるジベンゾクラウンエーテル-金属イオン錯体の構造と電子的相互作用に関する研究。第11回分子科学討論会2017 (2017年9月, 仙台) (一般講演)
- ◎木下真之介, 宮崎康典, 井口佳哉, 江幡孝之, 住田聖太, 鬼塚侑樹, 高口博志, 赤井伸行, 白男川貴史, 江原正博, 山崎 馨, 原渕 祐, 前田 理, 武次徹也 : *para*-, *meta*-, *ortho*-hydroxy methylcinnamate の無輻射緩和経路と *trans*→*cis* 異性化の研究。第11回分子科学討論会2017 (2017年9月, 仙台) (一般講演)
- ◎山崎 馨, 木下真之介, 宮崎康典, 住田聖太, 鬼塚侑樹, 高口博志, 井口佳哉, 赤井伸行, 白男川貴史, 江原正博, 原渕 祐, 前田 理, 武次徹也, 江幡孝之 : Hydroxy methylcinnamate における無輻射失活経路の置換位置依存性。第11回分子科学討論会2017 (2017年9月, 仙台) (一般講演)
- ◎中山晋吾, 井口佳哉, 高口博志, 鬼塚侑樹, 木下真之介, 江幡孝之 : 日焼け防止剤としての桂皮酸誘導体の無輻射過程の研究。第11回分子科学討論会2017 (2017年9月, 仙台) (一般講演)
- ◎見生聖弥, 井口佳哉, 江幡孝之 : レーザーアブレーション法による不揮発性分子と包接錯体のジェット冷却レーザー分光。第11回分子科学討論会2017 (2017年9月, 仙台) (ポスター)
- ◎本田 匠, 灰野岳晴, 江幡孝之, 井口佳哉 : 分光的手法によるランタノイド/マイナーアクチノイド分離を目的とした研究。第11回分子科学討論会2017 (2017年9月, 仙台) (ポスター)
- ◎松下高輔, 江幡孝之, 井口佳哉 : SEIRA分光を用いた無電解金メッキ膜上のクラウンエーテルの研究。第11回分子科学討論会2017 (2017年9月, 仙台) (ポスター)
- ◎見生聖弥, 井口佳哉, 江幡孝之 : レーザーアブレーション法による不揮発性分子のジェット冷却レーザー分光。2017年日本化学会中国四国支部大会 (2017年11月, 鳥取) (一般講演)
- ◎中山晋吾, 井口佳哉, 高口博志, 鬼塚侑樹, 木下真之介, 江幡孝之 : 日焼け防止剤としての桂皮酸誘

導体の無輻射過程の研究。2017年日本化学会中国四国支部大会（2017年11月，鳥取）（一般講演）

◎木下真之介，宮崎康典，井口佳哉，江幡孝之，住田聖太，鬼塚侑樹，高口博志，赤井伸行，白男川貴史，江原正博，山崎馨，原渕祐，前田理，武次徹也：*para-, meta-, ortho-hydroxy methylcinnamate*の無輻射緩和経路と*trans*→*cis*異性化の研究。2017年日本化学会中国四国支部大会（2017年11月，鳥取）（一般講演）

◎鈴木美穂，岩下拓也，福原幸一，江幡孝之：多重オキサアルキルエステル化合物の構造と熱物性との相関。第53回熱測定討論会（2017年11月，福岡）（ポスター）

### ○学生の学会発表実績

	国際学会 件数	国内学会 件数
学部4年生 <sup>(1)</sup>	0	0
博士課程前期 <sup>(2)</sup>	3	6
博士課程後期 <sup>(3)</sup>	2	2
博士課程前期・後期共 <sup>(4)</sup>	1	3

### ○セミナー・講演会開催実績

井口佳哉：日本分光学会中国四国支部講演会開催（2018年1月20日）

### ○社会活動・学外委員

江幡孝之：*Journal of Physical Chemistry*, Editorial Advisory Board (2012～2015)

江幡孝之：日本分光学会中国四国支部 支部長（2013～）

江幡孝之：日本化学会中国四国支部支部長（2017）

井口佳哉：日本分光学会中国四国支部事務局長（2013～）

### ○研究助成の受け入れ状況

- ・量子化学探索研究所・研究助成，桂皮酸メチル誘導体のトランス→シス異性体を含む励起状態無輻射緩和過程の研究，江幡孝之（代表）
- ・科学研究費補助金 基盤研究 (B)，マイナーアクチノイド／ランタノイド分離に対する分子科学からの新展開，井口佳哉（代表）
- ・量子化学探索研究所・研究助成，超分子化合物の生成・異性化反応の分光研究と，量子化学計算による反応経路探索，井口佳哉（代表）

### ○学内委員

江幡孝之：研究人材養成委員会委員

江幡孝之：理学融合教育研究センター 部門長

福原幸一：理学融合教育研究センター アウトリーチ部門 サイエンスカフェ担当

### ○座長を行った学会・討論会の名称

江幡孝之：*WRHI International Workshop on Advanced Laser Spectroscopy for Soft Molecular Systems* (Oct., 2017, Tokyo, Japan)

江幡孝之：第11回分子科学討論会2017（2017年9月，仙台）

### ○その他特記事項

江幡孝之：ロシアの大学生を対象としたサマースクール開催（2017年8月，広島大学）

福原幸一：広島大学大学院理学研究科サイエンスカフェ代表として，1件のサイエンスカフェ事業を主催。第32回「メビウスの輪の数学実験」（2017年7月，広島大学）

福原幸一：広島文化学園米食文化研究会「米食文化講座 米と油」講師（2017年11月，広島文化学園大学）

## 固体物性化学研究グループ

スタッフ 井上 克也 (教授), 西原 禎文 (准教授), Maryunina Kseniya Yu. (助教), Andriy Leonov (助教), 秋光 純 (客員教授), Oleksiy Bogdanov (特任教授)

### ○研究活動の概要

当研究室では新しい機能をもつ固体の創製を目指し、種々の手法によって固体の静的・動的構造と物性の相関を解明してきた。

協奏的多重機能を有する分子磁性体の構築と物性研究：キラル構造を有する磁性体（キラル磁性体）は、空間反転対称性と時間反転対称性が同時に破れた新しいカテゴリーに属する固体と考えられる。キラル磁性体では2つのパリティが同時に破れていることから、特異な磁気光学効果、磁気構造、電気-磁気効果（M-E効果）を示すと考えられる。純粋な無機化合物でキラル構造を達成するのは難しいため、我々は分子性の設計性の容易さを利用してキラル磁性体の構築とその物性研究を進めている。また類似化合物群であるマルチフェロイック化合物に関する研究も進めた。

動的イオン場を利用した新規機能性分子材料の開発：単結晶内部に動的イオン空間を人為的に構築することにより、新規機能性材料の構築を目指した。例えば、イオンが包接可能な大環状分子を一次元に配列させることによってイオン伝導が可能な単結晶材料の合成が可能となる。この様に作成した材料を用いて、その電氣的、磁氣的評価や熱的効果を評価する。次いで、得られた物性値を基に固体電池などのデバイスへの応用を計り、新たな分子エレクトロニクスデバイスの構築を目指した。

新規スピンギャップ系の構築と化学ドーピング：現在、低次元スピンギャップ化合物の物理的・化学的研究が盛んに行われている。中でも、スピンギャップ化合物の一種であるスピンラダー物質は一次元と二次元の中間に位置する材料であり、その基底状態に興味もたれている。加えて、この系は高温超伝導体の母体と類似した基底状態を有することから、キャリアドーピングによる超伝導相の出現が理論的に指摘されている。そこで、本研究室では分子磁性体を基盤とした低次元スピンラダー物質の作成と本系へのキャリアドーピングを実現し、新種の分子性スピンラダー超伝導体の構築を目指した。

### ○発表原著論文

- ◎I. Nakamura, R. Tsunashima, S. Nishihara, K. Inoue, T. Akutagawa, “Dielectric Anomaly Observed for Doubly Reduced Mixed-valence Polyoxometalate” *Chem. Commun.*, **53**, 6824-6827 (2017.6.2), DOI: 10.1039/c7cc03361
- ◎R. Gupta, I. Khan, F. Hussain, A. M. Bossoh, I. M. Mbomekallé, P. D. Oliveira, M. Sadakane, C. Kato, K. Ichihashi, K. Inoue, S. Nishihara, “Two new sandwich-type manganese {Mn5} substituted polyoxotungstates: syntheses, crystal structures, electrochemistry and magnetic properties” *Inorg. Chem.*, **56**, 15, 8759-8767 (2017.7.19), DOI: 10.1021/acs.inorgchem.6b02994
- ◎Y. Nakayama, S. Nishihara, K. Inoue, T. Suzuki, M. Kurmoo, “Coupling of Magnetic and Elastic Domains in the Organic Inorganic Layered Perovskite-like (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>Fe<sup>II</sup>Cl<sub>4</sub>” *Angew. Chem. Int. Ed.*, **56**, 32, 9367-9370 (2017.7.7), DOI: 10.1002/anie.201703898
- ◎M. Haraguchi, E. Tretyakov, N. Gritsan, G. Romanenko, D. Gorbunov, A. Bogomyakov, K. Maryunina, S. Suzuki, K. Masatoshi, D. Shiomi, K. Sato, T. Takui, S. Nishihara, K. Inoue, K. Okada, “(Azulene-1,3-diyl)-bis(nitronyl nitroxide) and -bis(iminonitroxide) and Their Copper Complexes” *Chem. Asian J.*, **12**, 22, 2929-2941 (2017.11.16), DOI: 10.1002/asia.201701085
- ◎Y. L. Gao, K. Y. Maryunina, S. Hatano, S. Nishihara, K. Inoue, M. Kurmoo, “Co-Crystallization of Achiral Components into Chiral Network by Supramolecular Interactions: Coordination Complexes Organic Radical” *Cryst. Growth Des.*, **17**, 9, 4893-4899 (2017.8.1), DOI: 10.1021/acs.cgd.7b00847
- ◎J. Yonemura, Y. Shimamoto, T. Kida, D. Yoshizawa, Y. Kousaka, S. Nishihara, F. J. T. Goncalves, J. Akimitsu, K. Inoue, M. Hagiwara, Y. Togawa, “Magnetic solitons and magnetic phase diagram of the hexagonal chiral crystal CrNb<sub>3</sub>S<sub>6</sub> in oblique magnetic fields” *Phys. Rev. B*, **96**, 18, 184423-1-9 (2017.11.20), DOI: 10.1103/PhysRevB.96.184423
- ◎A. Hayashi, M. N. K. Wihadi, H. Ota, X. López, K. Ichihashi, S. Nishihara, K. Inoue, N. Tsunoji, T. Sano, M. Sadakane, “Preparation of Preyssler-type Phosphotungstate with One Central Potassium Cation and Potassium Cation Migration into the Preyssler Molecule to form Di-Potassium-Encapsulated Derivative” *ACS Omega*, **3**, 2, 2363-2373 (2018.2.27), DOI: 10.1021/acsomega.8b00163

## ○国際学会

- Katsuya Inoue, “On the Nature of the Structural and Physical Properties in the Chiral Magnets”, 第29回不斉に関する国際会議 [29th International Symposium on Chirality (Chirality 2017; ISCD-29)], 早稲田大学国際会議場, (Jul 9-12, 2017, Tokyo, Japan) (招待講演)
- Sadafumi Nishihara, “Single Molecule Electret”, Including Large-Scale Research Facilities, and their Potential for Research and Society, (Oct. 17, 2017, Lund, Sweden) (招待講演)
- Sadafumi Nishihara, “Observation of Magnetic Anomalies on  $\text{Cu}^{2+}$ - $\text{CO}_3^{2-}$  Molecular Spin Ladders”, Network Joint Research Center for Materials and Devices and Japan-China JSPS Bilateral Joint Research Project Symposium on Material Science, (Dec. 26, 2017, Sapporo, Japan) (招待講演)
- Andrey LEONOV, “The properties of isolated skyrmions in chiral and frustrated magnets” SKYMAG2017, (May 2-5, 2017, Paris, France) (招待講演)
- ◎Y. Kousaka, A. Sera, J. Akimitsu, M. Sera, and K. Inoue, “Pressure induced 1/3 plateau in triangular lattice chiral antiferromagnet  $\text{CsCuCl}_3$ ” Perspectives for Science at Extreme Conditions using Neutron Scattering, Jan 30 - Feb 1, Universidad de Zaragoza (Spain) (招待講演)
- ◎Kazuki Nishida, Xiao Zhang, Yuki Nakano, Kseniya Maryunina, Katsuya Inoue, Sadafumi Nishihara: “Magnetically Diluted molecular spin ladder,  $\text{Cu}_2(1-x)\text{Zn}_{2x}(\text{CO}_3)(\text{ClO}_4)_2(\text{NH}_3)_6$ ”. China - Japan Joint Meeting Exploring a Frontier in Molecular Ferroelectric Material, (Nov. 21, 2017, Nanjing, China) (一般講演)
- ◎T. Date, C. Kato, R. Maruyama, K. Maryunina, K. Inoue, R. Tsunashima, S. Nishihara, “Synthesis of stable polyoxometalates crystal at ambient temperature and pressure” China - Japan Joint Meeting Exploring a Frontier in Molecular Ferroelectric Material, (Nov. 21, 2017, Nanjing, China) (一般講演)
- ◎M. Hagiwara, D. Yoshizawa, Y. Kousaka, J. Kishine, Y. Togawa, M. Mito, K. Inoue, J. Akimitsu, T. Nakano, and Y. Nozue, “Spiked structures on ESR signals of the chiral helimagnet  $\text{CrNb}_3\text{S}_6$ ” DMI2017, (May 23-26, 2017, Peterhof, Russia) (一般講演)
- ◎M. Shinozaki, S. Hoshino, Y. Masaki, A. N. Bogdanov, A. O. Leonov, J. Kishine, and Y. Kato, “Spin structures in precursor region of uniaxial chiral magnets” DMI2017, Peterhof, (May 23-26, 2017, Peterhof, Russia) (一般講演)
- Ted Monchesky, S. A. Meynell, M. N. Wilson, A. N. Bogdanov, A. B. Butenko, H. Fritzsche, K. Krycka, B. J. Kirby, J. C. Loudon, C. Ciccarelli, A. J. Ferguson, “Chiral magnetic states in  $\text{MnSi}$  thin films” DMI2017, (May 23-26, 2017, Peterhof, Russia) (一般講演)
- ◎K. Maryunina, S. Nishihara, K. Inoue, G. Romanenko, V. Morozov and V. Ovcharenko, “EXTERNAL PRESSURE EFFECT ON MAGNETIC PROPERTIES OF  $\text{Cu(II)}$ -NITROXIDE COMPLEXES”, 2nd Scientific School & Conference “DESIGN OF MAGNETOACTIVE COMPOUNDS”, (Aug 22-26th, 2017, near Lake Baikal, Russia) (一般講演)
- Katsuya Inoue, “STATIC AND DYNAMIC CHIRALITY”, C-SEA 2017 (International Symposium on Chemistry for Solar Energy Applications 2017), Kindai University, (Jun 25-30th, 2017, Osaka, Japan) (一般講演)
- Katsuya Inoue, “Flexibility, Robustness and Chirality”, The 11th Japanese-Russian workshop, Awaji Yumebutai International Conference Center, Awaji Island, Japan, 12-15th Nov 2017 (一般講演)
- Kseniya Maryunina, “Switching of Magnetic Exchange Interactions in Two-Spin Coupled  $\text{Cu(II)}$ -Nitroxide Heterospin Systems”, The 11th Japanese-Russian workshop, Awaji Yumebutai International Conference Center, Awaji Island, Japan, 12-15th Nov 2017 (一般講演)
- ◎Andrey O. Leonov, Alexei N. Bogdanov, and Katsuya Inoue, “CHIRAL SKYRMIONS IN LIQUID CRYSTALS AND NANOMAGNETIC MATERIALS”, TOYOTA RIKEN International Workshop on Chirality in Soft Matter, Toyota Commemorative Museum of Industry and Technology, Nagoya, Japan, 24-26th Nov 2017 (一般講演)
- Katsuya Inoue, “CHIRAL EFFECTS ON PHYSICAL PROPERTIES I” Core-to-Core Progress Meeting, Glasgow, UK, 5th Sep, 2017 (一般講演)
- Katsuya Inoue, “Chiral effects on physical properties II” Special seminars TRR80, University of Augsburg, Germany, 11th Sep, 2017 (一般講演)
- A. Bogdanov: Novel skyrmionic states in bulk and confined noncentrosymmetric ferromagnets. JSPS Core-to-Core Program 2017【S-5】“A Consortium to Exploit Spin Chirality in Advanced Materials” (8th Dec.,

- 2017, KYUKAMURA OHKUNOSHIMA, Hiroshima, Japan) (一般講演)
- K. Inoue: Next step of chiral science. JSPS Core-to-Core Program 2017 【S-5】 “A Consortium to Exploit Spin Chirality in Advanced Materials” (10th Dec., 2017, KYUKAMURA OHKUNOSHIMA, Hiroshima, Japan) (一般講演)
- ◎Y. Shimamoto, T. Sogo, F. Goncalves, D. Yoshizawa, M. Hagiwara, R. Stamps, Y. Kousaka, J. Akimitsu, S. Nishihara, K. Inoue, I. G. Bostrem, V. E. Sinityn, A. S. Ovchinnikov, J. Kishine, Y. Togawa, “Size dependence of magnetic resonance in the chiral helimagnet CrNb<sub>3</sub>S<sub>6</sub>” Core-to-Core Progress Meeting, Glasgow, UK, 5th Sep, 2017 (一般講演)
- Katsuya INOUE, “CHIRAL EFFECTS ON PHYSICAL PROPERTIES”, ブダペスト工科大学 Institute seminar, Budapest University of Technology and Economics, 11th Sep, 2017 (一般講演)
- ◎Kazuki Hageo, Chisato Kato, Kseniya Maryunina, Katsuya Inoue, Sadafumi Nishihara, “Dielectric anomalies on mixed-valence vanadium complex K<sub>3</sub>[V<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(nta)<sub>2</sub>] · 3H<sub>2</sub>O and mixed-valence cobalt complex [Co{(μ-L)(μ-OAc)Co(NCS)}<sub>2</sub>]”, The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium (15 Sep., 2017, Hiroshima, Japan) (一般講演)
- ◎Ayaka Sera, Yusuke Kousaka, Jun Akimitsu, Masafumi Sera, Katsuya Inoue: Pressure induced quantum phase transition in S = 1/2 chiral triangular lattice antiferromagnet CsCuCl<sub>3</sub>. The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium (16 Dec., 2017, Hiroshima, Japan) (一般講演)
- ◎K. Hageo, K. Maryunina, K. Inoue, and S. Nishihara: Synthesis and characterization of mixed-valence vanadium complex, K<sub>3</sub>[V<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(nta)<sub>2</sub>] · 3H<sub>2</sub>O. China – Japan Joint Meeting Exploring a Frontier in Molecular Ferroelectric Material, (20 Nov., 2017, Nanjing, China) (一般講演)
- ◎T. Nishimura, K. Ichihashi, D. Konno, K. Maryunina, K. Inoue, and S. Nishihara, Development of thermal conductivity measurement system for single crystals, China - Japan Joint Meeting Exploring a Frontier in Molecular Ferroelectric Material, (20Nov., 2017, Nanjing, China) (一般講演)
- ◎T. Date, C. Kato, R. Maruyama, K. Maryunina, K. Inoue, R. Tsunashima, and S. Nishihara, Synthesis of stable polyoxometalate crystal at ambient pressure and temperature, China - Japan Joint Meeting Exploring a Frontier in Molecular Ferroelectric Material, (20Nov., 2017, Nanjing, China) (一般講演)
- ◎T. Hayase, C. Kato, R. Maruyama, T. Date, K. Maryunina, K. Inoue, R. Tsunashima, and S. Nishihara, Synthesis of reduced Preyssler-type polyoxometalate, China - Japan Joint Meeting Exploring a Frontier in Molecular Ferroelectric Material, (20Nov., 2017, Nanjing, China) (一般講演)
- ◎R. Maruyama, C. Kato, K. Maryunina, K. Inoue, R. Tsunashima, and S. Nishihara, Synthesis and properties of metal clusters including lanthanide ion, China - Japan Joint Meeting Exploring a Frontier in Molecular Ferroelectric Material, (20Nov., 2017, Nanjing, China) (一般講演)
- ◎Kotaro Hayashi, Sadafumi Nishihara, Kseniya Maryunina, Katsuya Inoue, Molecular Magnet Based on MoV-CuII-Cyanometallate with Diaminopropane, The 11th Japanese-Russian International Workshop on Open Shell Compounds and Molecular Spin Devices, (13 Nov., 2017, Awaji, Japan) (一般講演)
- ◎K. Nishida, Sadafumi Nishihara, Kseniya Maryunina, Katsuya Inoue: Magnetic anomaly on Cu(II)-CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> spin ladder. JSPS Core-to-Core Program 2017 【S-5】 “A Consortium to Exploit Spin Chirality in Advanced Materials” (8th Dec., 2017, KYUKAMURA OHKUNOSHIMA, Hiroshima, Japan) (ポスター発表)
- ◎Kotaro Hayashi, Sadafumi Nishihara, Kseniya Maryunina, Katsuya Inoue: Molecular magnet based on MoV-CuII cyanometallate with diaminopropane-2. JSPS Core-to-Core Program 2017【S-5】 “A Consortium to Exploit Spin Chirality in Advanced Materials” (8th Dec., 2017, KYUKAMURA OHKUNOSHIMA, Hiroshima, Japan) (ポスター発表)
- ◎Masaki Murakami, Sadafumi Nishihara, Kseniya Maryunina, Katsuya Inoue: Spontaneous Chiral Resolution of Heterospin Complexes Based on Nitronyl Nitroxides and Transition Metal Ions-2. JSPS Core-to-Core Program 2017 【S-5】 “A Consortium to Exploit Spin Chirality in Advanced Materials” (8th Dec., 2017, KYUKAMURA OHKUNOSHIMA, Hiroshima, Japan) (ポスター発表)
- ◎Mitsuhiro Ogura, Sadafumi Nishihara, Kseniya Maryunina, Katsuya Inoue: Switching Soft-Hard Ferrimagnetic Behavior in Chiral Co(II)-Nitroxide Complex-2: JSPS Core-to-Core Program 2017 【S-5】 “A Consortium to Exploit Spin Chirality in Advanced Materials” (8th Dec., 2017, KYUKAMURA OHKUNOSHIMA, Hiroshima, Japan) (ポスター発表)
- ◎Naoto TSUCHIYA, Saya AOKI, Yuki NAKAYAMA, Atsushi TSURUTA, Kseniya MARYUNINA, Sadahumi NISHIHARA, Takashi SUZUKI, Katsuya INOUE.: Structural and Physical Properties of Organic-Inorganic

Layered Perovskite like Compound with chiral ligand. JSPS Core-to-Core Program 2017 【S-5】 “A Consortium to Exploit Spin Chirality in Advanced Materials” (8th Dec., 2017, KYUKAMURA OHKUNOSHIMA, Hiroshima, Japan) (ポスター発表)

- ◎Yoji Ichiraku, Sadafumi Nishihara, Kseniya Maryunina, Katsuya Inoue, Synthesis magnetic compounds broken inversion symmetry, consist of metal-formate and measurement its magnetic properties, The 11th Japanese-Russian International Workshop on Open Shell Compounds and Molecular Spin Devices, (13 Nov., 2017, Awaji, Japan) (ポスター発表)
- ◎Masaki Murakami, Sadafumi Nishihara, Kseniya Maryunina, Katsuya Inoue, Spontaneous Chiral Resolution of Heterospin Complexes Based on Nitronyl Nitroxides and Transition Metals Ions, The 11th Japanese-Russian International Workshop on Open Shell Compounds and Molecular Spin Devices, (13 Nov., 2017, Awaji, Japan) (ポスター発表)
- ◎Mitsuhiro Ogura, Sadafumi Nishihara, Kseniya Maryunina, Katsuya Inoue, Switching Soft-Hard Ferrimagnetic Behavior in Chiral Co(II)-Nitroxide Complex, The 11th Japanese-Russian International Workshop on Open Shell Compounds and Molecular Spin Devices, (13Nov., 2017, Awaji, Japan) (ポスター発表)
- ◎Tatiana Sherstobitova, Kseniya Maryunina, Sadafumi Nishihara, Katsuya Inoue, Copper(II) Complexes with 3-Prydyl-Substituted Nitronyl Nitroxides: Steric vs. Electronic Effects, The 11th Japanese-Russian International Workshop on Open Shell Compounds and Molecular Spin Devices, (13 Nov., 2017, Awaji, Japan) (ポスター発表)
- ◎Simin Li, Li Li, Kseniya Maryunina, Sadafumi Nishihara, Katsuya Inoue, Cyanide-Bridged Heterospin Complex with Organic Cation  $\text{NH}(\text{CH}_3)_3[\text{MnII}(\text{H}_2\text{O})_2\text{MnIII}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , The 11th Japanese-Russian International Workshop on Open Shell Compounds and Molecular Spin Devices, (29Sep., 2017, Sendai, Japan) (ポスター発表)
- ◎Simin Li, Li Li, Kseniya Maryunina, Sadafumi Nishihara, Katsuya Inoue, Cyanide-Bridged Bimetallic Molecule-Based Magnet  $\text{K}\{[\text{Mn II}(\text{L-serine})_2\{\text{Cr III}(\text{CN})_6\}] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , The 11th Japanese-Russian International Workshop on Open Shell Compounds and Molecular Spin Devices, (26 Sep., 2017, Sendai, Japan) (ポスター発表)
- ◎Tatiana Sherstobitova, Kseniya Maryunina, Sadafumi Nishihara, Katsuya Inoue: SYNTHESIS, STRUCTURE AND MAGNETIC PROPERTIES OF COPPER(II) COMPLEXES WITH BROMINE DERIVATIVES OF 3-PYRIDYLSUBSTITUTE NITROXIDES, 2nd Scientific School & Conference “DESIGN OF MAGNETOACTIVE COMPOUNDS”, (23Aug, Camping-hotel 'Yolochka' near Lake Baikal (not far from Irkutsk), Russia) (ポスター発表)
- ◎Katsuya Ichihashi, Sadafumi Nishihara, Daisuke Konno, Kseniya Maryunina, Katsuya Inoue, Kazuhiro Toyoda, Tomoyuki Akutagawa, and Takayoshi Nakamura: Electronic State Control of Carrier-doped  $[\text{Ni}(\text{dmit})_2]$  Spin Ladder Compound, 6th Asian Conference on Coordination Chemistry (ACCC6), (25Jul, Melbourne, Australia) (ポスター発表)

## ○国内学会

- ◎ICHIHASHI Katsuya, KONNO Daisuke, MARYUNINA Kseniya, INOUE Katsuya, TOYODA Kazuhiro, AKUTAGAWA Tomoyuki, NAKAMURA, Takayoshi, NISHIHARA Sadafumi “Development of ion-switch transistor using solid-state ion exchange”, 日本化学会第98春季年会, 日本大学理工学部 船橋キャンパス (船橋市), 2018年3月20日(口頭発表)
- ◎西田一輝, 張 笑, 中野佑紀, マリユニナ クセニヤ, 井上克也, 西原禎文 “Cu(II)-CO<sub>3</sub>2-系孤立スピラダーにおける磁気異常の調査”, 日本化学会第98春季年会, 日本大学理工学部 船橋キャンパス (船橋市), 2018年3月20日(口頭発表)
- ◎兀尾和希, MARYUNINA KSENIYA, 井上克也, 西原禎文 “バナジウム混合原子価二核錯体  $\text{K}_3[\text{V}_2\text{O}_3(\text{nta})_2] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ における誘電異常”, 日本化学会第98春季年会, 日本大学理工学部 船橋キャンパス (船橋市), 2018年3月21日(口頭発表)
- ◎丸山莉央, 加藤智佐都, マリユニナ クセニヤ, 井上克也, 綱島 亮, 西原禎文 “Preyssler型 Polyoxometalateに内包されたランタノイドイオン種とその誘電物性の相関”, 日本化学会第98春季年会, 日本大学理工学部 船橋キャンパス (船橋市), 2018年3月22日(口頭発表)
- ◎伊達拓也, 丸山莉央, 加藤智佐都, マリユニナ クセニヤ, 井上克也, 綱島 亮, 西原禎文 “大気中で安定なポリ酸結晶  $\text{NH}_4^+[\text{TbP}_5\text{W}_3\text{O}_{110}]$ の合成と誘電物性評価”, 日本化学会第98春季年会, 日

本大学理工学部 船橋キャンパス (船橋市), 2018年3月22日(口頭発表)

- ◎早瀬友葉, 加藤智佐都, 丸山莉央, 伊達拓也, マリユニナ クセニヤ, 井上克也, 綱島 亮, 定金正洋, 宮岡裕樹, 西原禎文 “還元された Preyssler型ポリオキソメタレート(Red-[Ag-P5W30])の合成と誘電物性”, 日本化学会第98春季年会, 本大学理工学部 船橋キャンパス (船橋市), 2018年3月22日(口頭発表)
- ◎西田一輝, 張 笑, 中野佑紀, Maryunina Kseniya, 井上克也, 西原禎文 “Cu(II)-CO<sub>3</sub>2-系低次元磁性体の合成と磁気物性の評価”, 2017年日本化学会中国四国支部大会, 鳥取大学鳥取キャンパス (鳥取市), 2017年11月12日 (口頭発表)
- ◎丸山莉央, 加藤智佐都, Maryunina Kseniya, 井上克也, 綱島 亮, 西原禎文 “ランタノイドイオンを含むPolyoxometalate分子における誘電, 磁気ヒステリシスの観測”, 2017年日本化学会中国四国支部大会, 鳥取大学鳥取キャンパス (鳥取市), 2017年11月12日 (口頭発表)
- ◎伊達拓也, 加藤智佐都, 丸山莉央, Kseniya Maryunina, 井上克也, 綱島 亮, 西原禎文 “プレイスラー型ポリオキソメタレート結晶K<sub>2</sub>(NH<sub>4</sub>)<sub>10</sub>[TbP<sub>5</sub>W<sub>30</sub>O<sub>110</sub>]の誘電物性”, 2017年日本化学会中国四国支部大会, 鳥取大学鳥取キャンパス (鳥取市), 2017年11月12日 (口頭発表)
- ◎兀尾和希, 加藤智佐都, Maryunina Kseniya, 井上克也, 綱島 亮, 西原禎文 “V混合原子価二核錯体およびCo混合原子価三核錯体の誘電物性評価”, 2017年日本化学会中国四国支部大会, 鳥取大学鳥取キャンパス (鳥取市), 2017年11月12日 (口頭発表)
- ◎西田一輝, 張 笑, 中野佑紀, Maryunina Kseniya, 井上克也, 西原禎文 “Cu(II)-CO-32-系低次元磁性体の合成と物性”, 第11回分子科学討論会, 東北大学 川内北キャンパス (仙台市), 2017年9月15日 (口頭発表)
- ◎丸山莉央, 加藤智佐都, Maryunina Kseniya, 井上克也, 綱島 亮, 西原禎文, “Polyoxometalate分子を用いた誘電, 磁気物性評価”, 第11回分子科学討論会, 東北大学 川内北キャンパス (仙台市), 2017年9月15日 (口頭発表)
- ◎西原禎文, 加藤智佐都, 丸山莉央, 綱島 亮, Maryunina Kseniya, 井上克也, “polyoxometalate分子における分極履歴の発現”, 第11回分子科学討論会, 東北大学, 2017年9月15日 (口頭発表)  
西原禎文, “Functional development of the Preyssler-type polyoxometalate encapsulating terbium ion” ポリオキソメタレート研究の基礎と最前線, 山口大学, 2017年9月20日 (口頭発表)
- ◎世良文香, 高阪勇輔, 秋光 純, 世良正文, 井上克也 “S=1/2三角格子反強磁性体CsCuCl<sub>3</sub>の圧力誘起新奇磁気秩序相”, 日本物理学会2017年秋季大会, 岩手大学 上田キャンパス (盛岡市), 2017年9月21日 (口頭発表)
- ◎村上正樹, Kseniya Maryunina, 西原禎文, 井上克也, “ニトロニルニトロキシドと遷移金属による分子磁性体の作製および自然分晶の発現” 第6回キラル物性若手の会 2017年度 秋の学校, 大阪府立大学 I-site なんば 2F セミナールームA1+A2, Osaka, Japan, 20-22th Nov 2017 (ポスター発表)
- ◎岩崎 賢, 西原禎文, Kseniya Maryunina, 井上克也, “レーザー加熱浮遊帯溶融 (LDFZ) 法を用いた遷移金属珪化物TSi (T = 遷移金属) の大型単結晶育成” 第6回キラル物性若手の会 2017年度 秋の学校, 大阪府立大学 I-site なんば 2F セミナールームA1+A2, Osaka, Japan, 20-22th Nov 2017 (ポスター発表)
- ◎小倉光裕, 西原禎文, Kseniya Maryunina, 井上克也, “キラルなCo(II)-ニトロキシド錯体における軟磁性-硬磁性体へのスイッチング”, 第6回キラル物性若手の会 2017年度 秋の学校, 大阪府立大学 I-site なんば 2F セミナールームA1+A2, Osaka, Japan, 20-22th Nov 2017 (ポスター発表)
- ◎土屋直人, 青木沙耶, 中山祐輝, 鶴田 淳, Kseniya MARYUNINA, 西原禎文, 鈴木孝至, 井上克也 “キラル配位子を用いた有機無機二次元ペロブスカイト化合物の結晶構造と物性”, 第6回キラル物性若手の会 2017年度 秋の学校, 大阪府立大学 I-site なんば 2F セミナールームA1+A2, Osaka, Japan, 20-22th Nov 2017 (ポスター発表)
- ◎澤田祐也, 吉澤大智, 高阪勇輔, 秋光 純, 岸根順一郎, 戸川欣彦, 美藤正樹, 井上克也, 中野岳仁, 野末泰夫, 萩原政幸, “CrNb<sub>3</sub>S<sub>6</sub>のカイラルソリトン格子相におけるスパイク状ESRシグナルの観測”, 日本物理学会 第73回年次大会 (2018年), 東京理科大学 (野田キャンパス), 25th Mar, 2018 (口頭発表)
- 井上克也, “ナノスケール時空場 Vol.4”, 日本学術振興会 研究拠点形成事業 ブレインストーミング 「ミュオン共同研究 IV」, 広島大学東京オフィス, 27 Feb, 2018 (口頭発表)

- 井上克也, “ナノスケール時空場 Vol.3”, 日本学術振興会 研究拠点形成事業 ブレインストーミング 「ミュオン共同研究 III」, 広島大学東京オフィス, 15 Dec, 2017 (口頭発表)
- 井上克也, “ナノスケール時空場 Vol.2”, 日本学術振興会 研究拠点形成事業 ブレインストーミング 「ミュオン共同研究 II」, 広島大学東京オフィス, 14 Oct, 2017 (口頭発表)
- 井上克也, “ナノスケール時空場 Vol.1”, 日本学術振興会 研究拠点形成事業 ブレインストーミング 「ミュオン共同研究 I」, 広島大学東京オフィス, 14 Sep, 2017 (口頭発表)
- 井上克也, “ナノスケール時空場における動的複合相関—今後の展開—”, 日本学術振興会 研究拠点形成事業トピカルミーティング 第2回研究討論会 「ミュオンを用いた電子・水素・イオンの複合ダイナミクスの観測—現状と展望—», 武雄温泉ハイツ (佐賀県武雄市), 31 Jan, 2018 (口頭発表)
- 井上克也, “Chiral Magnetism”, 組織的産学連携に向けた研究拠点との連携セミナー, 広島大学東広島キャンパス本部棟2F会議室, 25 Jul, 2017 (口頭発表)
- 井上克也, “キラルな話題 (1. イントロダクション 2. キラリティの歴史 3. キラリティの効果 4. キラリティの将来)”, 日野研究会, 愛媛大学理学部 理学部会議室 (総合研究棟6階), 30 Nov, 2017 (口頭発表)
- ◎西村拓巳, 市橋克哉, 今野大輔, マリュニナ クセニヤ, 井上克也, 西原禎文 “イオンチャンネル構造を有するLi<sub>2</sub>([15]crown-5)<sub>3</sub>[Ni(dmit)<sub>2</sub>]<sub>2</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub>とLi<sub>2</sub>([18]crown-6)<sub>3</sub>[Ni(dmit)<sub>2</sub>]<sub>2</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>4</sub>の熱伝導評価の試み”, 日本化学会第98春季年会, 日本大学理工学部 船橋キャンパス (船橋市), 2018年3月20日 (ポスター発表)
- ◎土屋直人, 青木沙耶, 中山祐輝, マリュニナ クセニヤ, 西原禎文, 鈴木孝至, 井上克也, “有機無機層状ペロブスカイト化合物における多段階相転移に伴う磁性変化”, 日本化学会第98春季年会, 日本大学理工学部 船橋キャンパス (船橋市), 2018年3月20日 (ポスター発表)
- ◎十島彩樺, 世良文香, 西原禎文, 井上克也, 高阪勇輔, 秋光 純, 本田 孝, 大友李哉 “スピネル化合物MnCr<sub>2</sub>O<sub>4</sub>における新規磁気秩序相の発見”, The 17th Annual meeting of the Japanese Society of Neutron Science (JSNS2017), 福岡大学 (福岡市), 2017年12月2日 (ポスター発表)
- ◎西村拓巳, 市橋克哉, 今野大輔, Maryunina Kseniya, 井上克也, 西原禎文 “イオンチャンネル構造を有するLi<sub>2</sub>([18]crown-6)<sub>3</sub>[Ni(dmit)<sub>2</sub>]<sub>2</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>4</sub>の熱伝導評価の試み”, 2017年日本化学会中国四国支部大会, 鳥取産業体育館 (鳥取市), 2017年11月11日 (ポスター発表)
- ◎早瀬友葉, 加藤智佐都, 丸山莉央, 伊達拓也, Maryunina Kseniya, 井上克也, 綱島 亮, 西原禎文 “銀 (I) イオンを内包したプレイスラー型ポリオキソメタレート還元体合成の試み”, 2017年日本化学会中国四国支部大会, 鳥取産業体育館 (鳥取市), 2017年11月11日 (ポスター発表)
- ◎市橋克哉, 今野大輔, マリュニナ クセニヤ, 井上克也, 豊田和弘, 芥川智行, 中村貴義, 西原禎文 “Li<sub>2</sub>([18]crown-6)<sub>3</sub>[Ni(dmit)<sub>2</sub>]<sub>2</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>4</sub>の固相イオン交換機能を利用した磁性制御”, 第11回分子科学討論会, 東北大学 川内北キャンパス (仙台市), 2017年9月15日 (ポスター発表)

## ○学生の学会発表実績

	国際学会 件数	国内学会 件数
学部4年生 <sup>(1)</sup>	5	9
博士課程前期 <sup>(2)</sup>	16	17
博士課程後期 <sup>(3)</sup>	6	5
博士課程前期・後期共 <sup>(4)</sup>	0	1

## ○社会活動・学外委員

- ・講習会・セミナー講師

井上克也, ブダペスト工科経済大学 Institute seminar, “CHIRAL EFFECTS ON PHYSICAL PROPERTIES”, 2017年9月11日, ブダペスト工科経済大学

井上克也, H29年度日野研究会, “キラルな話題”, 2017年12月1日, 愛媛大学

井上克也, JSPS 研究拠点形成事業「キラル物性研究の将来構想会議」, “実験系からの将来ビジョンについて”, 2017年10月2日, キャンパス・イノベーションセンター(CIC)

・学会・討論会の組織委員

井上克也, 11th Japanese-Russian workshop (2017年11月12 - 15日, Awaji Yumebutai International Conference Center, Awaji Island, Japan), Co-Chairperson

井上克也, 12th International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Magnets (ISCOM2017) (2017年9月24 - 29日, Miyagi Zao Royal Hotel, Zao, Miyagi, Japan), Domestic Advisory Committee

井上克也, SPring-8シンポジウム2017 “SPring-8の目指す将来” (2017年9月4 - 5日, 広島大学 東千田未来創生センター, Hiroshima, Japan), 実行委員会 委員

井上克也, JSPS 研究拠点形成事業 2017【S-5】「キラル磁性の将来構想トピカルミーティング」(2017年12月8 - 10日, 休暇村大久野島), 開催

井上克也, JSPS 研究拠点形成事業DMI2017 “IV International Workshop Dzyaloshinskii-Moriya Interaction and Exotic Spin Structures” (2017年5月23 - 26日, Peterhof, Russia), Co-Chairman

・他研究機関での講義・客員 (2017年度)

西原禎文：第11回分子科学討論会, 2017年9月15日～18日

西原禎文：日本化学会第98春季年会, 2018年3月20日～23日

・セミナー・講演会開催実績 (2017年度)

井上克也, 広島大学学術講演会「Prof. Ivan I. Smalyukh “Towards Chiral Liquid Crystal Displays with Knots in Every Pixel”」, 2017年11月27日, 広島大学 理学部E002

井上克也, JSPS先端拠点形成事業 (Core-to-Core) ブレインストーミング「キラル磁性体におけるスピン位相オーダーを利用した新機能開拓の打ち合わせ」, 2018年3月2日, 東京, 広島大学東京オフィス キャンパス・イノベーションセンター 4階ラウンジ

井上克也, JSPS先端拠点形成事業 (Core-to-Core) ブレインストーミング「キラル磁性体におけるスピン位相オーダーを利用した新機能開拓の打ち合わせ」, 2018年3月22日, 東京, 広島大学東京オフィス 408会議室

井上克也, JSPS先端拠点形成事業 (Core-to-Core) ブレインストーミング「キラル磁性体におけるスピン位相オーダーを利用した新機能開拓の打ち合わせ」, 2018年3月25日, 東京, 広島大学東京オフィス 408会議室

井上克也, JSPS先端拠点形成事業 (Core-to-Core) ブレインストーミング「ミュオン共同研究」, 2018年2月27日, 東京, 広島大学東京オフィス キャンパス・イノベーションセンター リエゾンコーナー508

井上克也, JSPS先端拠点形成事業 (Core-to-Core) トピカルミーティング第2回研究討論会「ミュオンを用いた電子・水素・イオンの複合ダイナミクスの観測－現状と展望－」, 2018年1月30日～31日, 武雄温泉ハイツ (佐賀県武雄市)

井上克也, 広島大学キラル国際研究拠点 (CResCent) セミナー&広島大学極限宇宙研究拠点 (Core-U) 第32回 (2017年度第8回) セミナー「キラル素粒子論セミナー」, 2018年1月20日, 広島, 広島大学理学部E203

井上克也, H29年度日野研究会, 2018年11月30日～12月1日, 愛媛大学2番地区 (理学部キャンパス) 総合研究棟1 6階理学部会議室

井上克也, JSPS先端拠点形成事業 (Core-to-Core) トピカルミーティング「第6回キラル物性若手の会 2017年度 秋の学校」, 2017年11月20日～22日, 大阪府立大学 I-siteなんば 2F (セミナールームA1+A2)

井上克也, キラル国際研究拠点 キラル物性セミナー「Prof. Gopalan Srinivasan (Distinguished Professor, Oakland University, USA) “Multiferroic Composites: Recent Advances and Future Possibilities”」, 2017年10月27日, 広島大学 理学部B508

井上克也, JSPS先端拠点形成事業 (Core-to-Core)「キラル物性研究の将来構想会議」, 2017年10月2日, 東京, キャンパス・イノベーションセンター(CIC)リエゾンコーナー508

井上克也, JSPS先端拠点形成事業 (Core-to-Core) 「R-1, 3, 5 共同セミナー」, 2017年8月21日, 堺市, 大阪府立大学 (Rm 306, A5 building)

井上克也, JSPS先端拠点形成事業 (Core-to-Core) トピカルミーティング「AI研究 (第2回)」, 2017年8月2日～3日, 広島大学 理学研究科 (東広島キャンパス 理B508)

井上克也, JSPS先端拠点形成事業 (Core-to-Core) トピカルミーティング「キラル自然哲学会 (2017【S-1】)」, 2017年4月21日～22日, 神田山荘 (広島市東区)

井上克也, JSPS先端拠点形成事業 (Core-to-Core) トピカルミーティング「AI研究」, 2017年4月20日, 広島大学 理学研究科 (東広島キャンパス 理B508)

西原禎文, 綱島 亮, 分子性導電体の過去と未来, 2017年8月, 唐津

Sadafumi Nishihara, Network Joint Research Center for Materials and Devices and Japan-China JSPS Bilateral Joint Research Project Symposium on Material Science, 2017年12月, Hokkaido, Japan

Sadafumi Nishihara, 4th Japan-China Joint Meeting on the Exploring a Frontier in Molecular Ferroelectric Material, 2017年11月, Nanjing, China

#### ○産学官連携実績 (2017年度)

西原禎文, 学術指導, 東京エレクトロン株式会社, 2016年10月～

#### ○国際共同研究・国際会議開催実績 (2017年度)

井上克也, 11th Japanese-Russian workshop (2017年11月12 - 15日, Awaji Yumebutai International Conference Center, Awaji Island, Japan) , Co-Chairperson

井上克也, 12th International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Magnets (ISCOM2017) (2017年9月24 - 29日, Miyagi Zao Royal Hotel, Zao, Miyagi, Japan) , Domestic Advisory Committee

井上克也, SPring-8シンポジウム2017 “SPring-8の目指す将来” (2017年9月4 - 5日, 広島大学 東千田未来創生センター, Hiroshima, Japan), 実行委員会 委員

井上克也, JSPS先端拠点形成事業 (Core-to-Core) 「Winter school in St. Petersburg」, 2018年3月12日～16日, St. Petersburg, Russia

井上克也, JSPS先端拠点形成事業 (Core-to-Core) 「キラル磁性の将来構想トピカルミーティング」(2017【S-5】), 2017年12月8日 13時～ 10日 12時, 休暇村大久野島, 広島県竹原市

井上克也, JSPS 先端 拠点 形成 事業 ( Core-to-Core ) DMI2017 “IV International Workshop Dzyaloshinskii-Moriya Interaction and Exotic Spin Structures” (2017【S-2】), 2017年5月23日～26日, Peterhof, Russia, Scientific Committee (Co-Chairman)

井上克也, スペイン Zaragoza大学 (分子性キラル磁性体の中性子線回折, 無機キラル磁性体のスピン相図, 無機キラル磁性体の中性子線回折に関する国際共同研究)

井上克也, 英国 Glasgow大学 (無機キラル磁性体のローレンツTEM, キラル磁性体のスピン位相ダイナミクス, キラル磁性体のプラズモニクス, キラル磁性体のスピン位相とボルテックスビームの相互作用, キラル磁性体の物性理論に関する国際共同研究)

井上克也, ロシア ウラル連邦大学 (無機キラル磁性体の合成, キラル磁性体のスピンドイナミクスと相図, 分子性キラル磁性体のスピンドイナミクス, キラル磁性体の物性理論に関する国際共同研究)

井上克也, フランス ネール研究所 (無機キラル磁性体の結晶成長に関する国際共同研究)

井上克也, フランス リヨン第一大学 (分子性キラル磁性体の合成, 分子性キラル磁性体のスピンドイナミクス, 分子性キラル磁性体の新規物性に関する国際共同研究)

井上克也, フランス ラウエランジェバン 研究所 (ILL) (分子性キラル磁性体の中性子線回折, 無機キラル磁性体の中性子線回折に関する国際共同研究)

井上克也, スペイン Zaragoza大学 (無機キラル磁性体のスピン相図, 無機キラル磁性体の中性子線回折, キラル磁性体とキラル液晶の類似性探索に関する国際共同研究)

井上克也, ドイツ IFWライプツィヒ研究所 (無機キラル磁性体のスキルミオンに関する国際共同研究)

井上克也, オランダ グローニンゲン大学 (無機キラル磁性体のスキルミオンと磁気異方性に関する

国際共同研究)

井上克也, オーストラリア 豪州原子力研究機構ANSTO (OPAL) (無機キラル磁性体の中性子線回折に関する国際共同研究)

井上克也, オーストラリア モナッシュ大学 (キラル磁性体の電子線ホログラフィー, キラル磁性体とメタマテリアルに関する国際共同研究)

井上克也, フランス レンヌ第一大学 (分子性キラル磁性体の光学物性に関する国際共同研究)

井上克也, カナダ ダルハウジー大学 (金属薄膜のキラル物性に関する国際共同研究)

井上克也, カナダ マニトバ大学 (キラル磁性体の磁気構造と表面異方性に関する国際共同研究)

井上克也, ロシア ピーターズバーグ原子核物理研究所 (無機キラル磁性体の中性子線回折とキラル効果に関する国際共同研究)

井上克也, ロシア 金属物性研究所 (無機キラル磁性体の合成研究に関する国際共同研究)

西原禎文, 中国 東南大学 (新規分子誘電体開発に関する国際共同研究)

西原禎文, 中国 南京科学技術大学 (新規分子誘電体開発に関する国際共同研究)

西原禎文, 英国 グラスゴー大学 (ポリオキシメタレートの機能開拓に関する国際共同研究)

西原禎文, 中国 エディンバラ大学 (ポリオキシメタレートの機能開拓に関する国際共同研究)

### ○特許公報

「 $\alpha$ -ドーソン型ポリ酸の製造方法およびその方法により製造された $\alpha$ -ドーソン型ポリ酸,  $\alpha$ -ドーソン型ポリ酸化合物」

特願: 2013-095003, 特開2014-214072, 特許第6189083号

取得日: 2017年8月10日

発明者: 西原禎文, 加藤智佐都, 井上克也, 綱島 亮

出願人: 広島大学, 山口大学

### ○共同プロジェクトへの参加状況 (国内)

井上克也, 日本学術振興会 研究拠点形成事業 (A.先端拠点形成型) “スピッキラリティを軸にした先端材料コンソーシアム”, 拠点リーダー (東京大学, 放送大学, 大阪府立大学, 山梨大学, 名古屋工業大学, 大阪大学, 岡山大学, 九州工業大学, 早稲田大学, 東邦大学, 横浜国立大学, 愛媛大学, スペイン ザラゴザ大学, イギリス グラスゴー大学, ロシア ウラル連邦大学, ロシア ピーターズバーグ原子核物理研究所, ロシア 金属物性研究所, フランス ネール研究所, フランス リヨン第一大学, フランス レンヌ第一大学, ドイツ ドレスデンIFW研究所, ドイツ アウグスブルグ大学, ハンガリー ブタペスト大学, オランダ グローニンゲン大学, 自然科学研究機構分子科学研究所, 京都大学, 九州大学, 東北大学, 富山県立大学, 理化学研究所, Spring-8, 高エネルギー加速器研究機構, オーストラリア モナッシュ大学, カナダ マニトバ大学, カナダ ダルハウジー大学) スタッフ数約100名, 総勢189名 (H27-H31)

井上克也, 広島大学自立研究拠点「キラル国際研究拠点Chirality Research Center (CResCent)」拠点リーダー (東京大学, 放送大学, 大阪府立大学, 山梨大学, 名古屋工業大学, 大阪大学, 九州工業大学, スペイン ザラゴザ大学) スタッフ数34名, 総勢92名 (H27- )

井上克也, 基盤研究 (S) 「化学制御Chiralityが拓く新しい磁性」研究代表 (東京大学, 放送大学, 大阪府立大学, 山梨大学, 大阪大学, 九州工業大学) スタッフ数9名, 総勢32名 (H25-H29)

西原禎文, 神戸大学フォトサイエンス研究センター共同利用研究, “テラヘルツESR を用いた低次元分子性磁性体の磁気構造解明に関する研究” (神戸大学) (H29-)

### ○研究助成の受け入れ状況

科学研究費 (基盤研究S), 化学制御chiralityが拓く新しい磁性, 井上克也 (岸根順一郎 (放送大学教養学部 教授), 戸川欣彦 (大阪府立大学大学院工学研究科 准教授), 鳥養映子 (山梨大学医学工学総合研究部 教授), 美藤正樹 (九州工業大学大学院工学研究院 教授), 菊池耕一 (首都大学東京理工学研究科 教授), 松浦弘泰 (東京大学理学研究科 助教), 萩原政幸 (大阪大学大学院理学研究科附属先端強磁場科学研究センター 教授))

日本学術振興会 研究拠点形成事業 (A.先端拠点形成型) “スピッキラリティを軸にした先端材料コンソーシアム”, 井上克也

科学研究費(研究活動スタート支援), Non-axisymmetric skyrmions in chiral and frustrated magnets, Andriy Leonov

日本学術振興会(二国間交流事業・共同研究), 次世代分子性強誘電材料の探査, 西原禎文

科学研究費(基盤研究B), 単分子誘電体の機能開拓と応用, 西原禎文

科学研究費(挑戦的萌芽研究), イオンスイッチ分子トランジスタの創出, 西原禎文

キャノン財団研究助成プログラム「産業基盤の創生」, 単分子強誘電素子の開発, 西原禎文

カシオ科学振興財団研究助成, 強誘電的性質を有する分子素子の開発と応用, 西原禎文

村田学術振興財団研究助成, 単分子誘電体を用いた超高密度不揮発性誘電体メモリの創出, 西原禎文

日本学術振興会(特別研究員奨励費), 固相イオン交換機構を利用した絶縁/導電化スイッチングの実現と, 分子素子への展開, 市橋克哉

### ○受賞状況(職員)

S. Nishihara, Award for Outstanding Research Achievement, “Rational Design of Novel Molecular Devices”  
2018年2月 (Asia Pacific Society for Materials Research)

### ○受賞状況(学生)

市橋克哉(D2), (指導教員: 西原)

第11回分子科学討論会(仙台)2017 分子科学会 優秀ポスター賞

「 $\text{Li}_2([\text{18}]\text{crown-6})_3[\text{Ni}(\text{dmit})_2]_2(\text{H}_2\text{O})_4$ の固相イオン交換機能を利用した磁性制御」(2017年9月)

市橋克哉(D2), (指導教員: 西原)

日本化学会第98回春季年会(千葉)2018 日本化学会 CSJ Student Presentation Award 2018

「Development of ion-switch transistor using solid-state ion exchange」(2018年3月)

世良文香(D3), (指導教員: 井上)

The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium Student Award 「Pressure induced quantum phase transition in  $S = 1/2$  chiral triangular lattice antiferromagnet  $\text{CsCuCl}_3$ 」(2017年12月)

村上正樹(M1), (指導教員: 井上)

The 11<sup>th</sup> Japanese-Russian International Workshop on Open Shell Compounds and Molecular Spin Devices Poster award 「Spontaneous Chiral Resolution of Heterospin Complexes Based on Nitronyl Nitroxides and Transition Metals Ions」(2017年11月)

Tatiana Sherstobitova(D1), (指導教員: 井上)

2nd Scientific School & Conference “DESIGN OF MAGNETOACTIVE COMPOUNDS” Student Prize 「SYNTHESIS, STRUCTURE AND MAGNETIC PROPERTIES OF COPPER(II) COMPLEXES WITH BROMINE DERIVATIVES OF 3-PYRIDYLSUBSTITUTE NITROXIDES」(2017年8月)

### ○座長を行った学会・討論会の名称

井上克也, JSPS先端拠点形成事業(Core-to-Core)「キラル磁性の将来構想トピカルミーティング」(2017【S-5】), 2017年12月8日 13時~ 10日 12時, 休暇村大久野島, 広島県竹原市

西原禎文, 第11回分子科学討論会, 2017年9月15日~18日

西原禎文, 日本化学会第98回春季年会, 2018年3月20日~23日

## 錯体化学研究グループ

スタッフ 水田 勉 (教授), 久米 晶子 (准教授), 久保 和幸 (助教)

### ○研究活動の概要

#### 1. アルキンを保護配位子とした銀クラスターの合成

金のクラスター錯体は、非常に多くの研究例があるが、銀は金に比べて金属間の相互作用が弱いいため、比較的合成例が限られている。中でも、アルキンを保護配位子としたものは、例が少ない。銀クラスターを安定化するためのユニットとして、2価白金平面4配位錯体を用いることができることを明らかにした。チオレートと金属からなる1次元の直線状ユニットを用いてクラスターを安定化する試みは、非常に多くの例が報告されているが、白金に4つのアルキンを末端配位させた十字架状の錯体を用いると、2次元の安定化ユニットとしてより効率的にクラスター表面を覆うことができる。得られたクラスターでは、5つの白金ユニットにより、22核の銀が取り囲まれていた。

また、異種金属による多層構造クラスターの構築も目指した。中心に白金0価を据え、中間層にicosahedronの12核の銀層、そして最外殻に銀30核のicosidodecahedron構造をもつPtAg<sub>42</sub>クラスターの合成に成功した。これは、銀によりicosidodecahedron構造を実現した初めての例である。このクラスターは、PtAg<sub>12</sub>からなるcore部分が8電子のs電子をもちsuperatom効果により安定化されていることが、30核の最外殻の安定化をもたらした原因である。

#### 2. 銅電極のOn-surface修飾によるCO<sub>2</sub>還元特性

金属銅をカソードとして用いるCO<sub>2</sub>還元はメタンやエチレンなどの高次還元生成物を生じるため、有用な炭素変換反応として期待されている。我々は銅電極表面をアノード化することで、CuAAC反応を進行させ、表面に展開した有機ネットワークポリマーを成長させた。この表面修飾によって、銅表面のCO<sub>2</sub>還元が阻害されないのみならず、エチレン発生量や炭化水素発生の耐久性において向上が見られた。その要因として、表面の有機物がCO<sub>2</sub>還元に必要なプロトン輸送をアシストしていること、それだけでなくCO<sub>2</sub>とその還元中間体における構造特異的な相互作用も影響していることを見出した。

#### 3. 反応性配位子をもつ遷移金属錯体による新規な協働反応の構築

0価炭素種として注目されているカルボジホスホラン(R<sub>3</sub>PCPR<sub>3</sub>)を配位子骨格に組み込んだ遷移金属触媒の開発を検討している。アミン-ボラン付加物との反応において、ピンサー型カルボジホスホラン白金錯体が室温で高い触媒回転頻度 (TOF) を有する高活性な脱水素触媒として機能することを明らかにした。現在、反応機構の解明ならびに新規な分子骨格を導入したカルボジホスホラン配位子の開発を進めており、さらに高効率な遷移金属触媒の構築を目指している。

また、遷移金属の近傍にLewis塩基性部位を導入したambiphilic型触媒の開発を検討している。ローンペアを有する窒素、リン、酸素、硫黄やヒドリド性水素原子などの塩基性部位をメタラサイクル構造によって金属近傍へ接近させた新規な鉄錯体を合成した。現在その構造や反応性を検討中である。

### ○発表原著論文

◎H. Shen, K. Kubo, S. Kume, L. Zhang, T. Mizuta (2017) Novel Chloride-centered Ag<sub>18</sub> Clusters Featuring Cuboctahedral Ag<sub>12</sub> Skeleton. *Dalton Transactions*, 46, 16199-16204

H. Shen, T. Mizuta, (2017) An Atomically Precise Alkynyl-protected PtAg<sub>42</sub> Superatom Nanocluster and Its Structural Implications. *Chem. Asian J.*, 12, 2904-2907.

H. Shen, T. Mizuta, (2017) An Alkynyl-Stabilized Pt<sub>5</sub>Ag<sub>22</sub> Cluster Featuring a Two-Dimensional Alkynyl-Platinum "Crucifix Motif". *Chem. Eur. J.*, 23, 17885-17888.

### ○国際会議

Tsutomu Mizuta: Structures and Reactions of Cyclic Diphosphine Metal Complexes

2nd International RINS Symposium Okayama University of Science (Dec. 2017, Okayama) (招待講演)

### ○国内学会

Shen Hui, Tsutomu MIZUTA : Stabilization of atomically precise silver nanocluster---From Menshutkin reaction induced chloride-center to 2-dimensional staple motif. 錯体化学会第67回討論会 (2017年9月, 札幌) (一般講演)

Ryuji Takeuchi, Shoko Kume: Cathode Activity Modified with Organic Structure and Application on CO<sub>2</sub> Reduction. 錯体化学会第67回討論会 (2017年9月, 札幌) (一般講演)

水田 勉, Hui Shen: アルキニル基を配位子としたAg<sub>18</sub>, Pt<sub>5</sub>Ag<sub>22</sub>, PtAg<sub>42</sub> クラスターの結晶構造。平成29年度 日本結晶学会年会 (2017年11月, 広島) (一般講演)

三上海勇, 矢野佐恵, 水田 勉: 2つのリンアームをもつリン架橋フェロセノファン4座配位子の多様な配位挙動。2017年日本化学会中国四国支部大会 (2017年11月, 鳥取) (一般講演)

◎松岡美帆, 久保和幸, 久米晶子, 水田 勉: ナフタレンが2重に架橋したリン2座配位子とその錯体の合成。2017年日本化学会中国四国支部大会 (2017年11月, 鳥取) (一般講演)

◎高木勇二, 武内隆司, 久米晶子, 水田 勉: ビピロールユニットの酸化重合による酸素活性化錯体触媒の開発。2017年日本化学会中国四国支部大会 (2017年11月, 鳥取) (一般講演)

Shoko Kume, Ryuji Takeuchi: CO<sub>2</sub> Reduction Selectivity on Cu Cathode Tuned by the on-surface CuAAC Modification (日本化学会第98春季年会, 2018年3月, 千葉) (一般講演)

◎津村大輔, 久保和幸, 久米晶子, 水田 勉: 白金触媒によるトリメチルシラノールのオリゴマー化反応。日本化学会第98春季年会 (2018年3月, 船橋) (一般講演)

◎三輪寛人, 興津寛幸, 池田 綾, 久保和幸, 久米晶子, 水田 勉: ピンサー型カルボジホスホラン白金錯体によるアルキンのヒドロシリル化反応ならびにアミンボランの脱水素反応。日本化学会第98春季年会 (2018年03月, 船橋) (一般講演)

◎津村大輔, 馬場貴士, 久保和幸, 水田 勉: ジホスフィン白金錯体を用いたトリメチルシラノールの触媒的オリゴマー合成。第64回有機金属化学討論会 (2017年9月, 仙台) (ポスター発表)

### ○学生の学会発表実績

	国際学会 件数	国内学会 件数
学部4年生 <sup>(1)</sup>	0	1
博士課程前期 <sup>(2)</sup>	0	9
博士課程後期 <sup>(3)</sup>	0	0
博士課程前期・後期共 <sup>(4)</sup>	0	0

### ○社会活動・学外委員

・学協会役員, 委員

水田 勉, 近畿化学協会 幹事 (2012~)

久米晶子, 日本化学会中国四国支部 代表正会員 (2017-2019)

・講習会・セミナー講師

久保和幸: 2つのリン配位子が配位した炭素配位子が配位した白金錯体が配位した銀錯体の配位化学!?! ~金属のようにふるまう典型元素と配位子としてふるまう遷移金属~, 第11回中国四国地区錯体化学研究会・錯体化学若手の会中国四国支部第3回勉強会, (2017年5月, 東広島)

・高大連携事業

水田 勉, 自然科学実験セミナー鳥取県立鳥取東高等学校 (2011~2017年9月, 広島大学)

水田 勉, 広島大学附属高校 先端研究実習 (基礎化学実験) (2017年7月, 広島大学)

水田 勉, 広島県科学セミナー 化学分野 助言・審査員 (2018年1月 広島市立大学)

久保和幸, 自然科学実験セミナー鳥取県立鳥取東高等学校 (2011~2017年9月, 広島大学)

### ○研究助成の受け入れ状況

科学研究補助金 基盤研究(C) 「金属表面と有機構造の協奏的設計による新触媒開発」

代表者 久米晶子

### ○座長を行った学会・討論会の名称

水田 勉, 日本化学会中国四国支部大会 (2017年11月, 鳥取)

## 分析化学研究グループ

スタッフ 石坂 昌司 (教授), 岡本 泰明 (助教), 中川 真秀 (助教)

### ○研究活動の概要

大気中にはエアロゾルと呼ばれる小さな微粒子が浮遊している。エアロゾルは、大気中で水蒸気が水滴に変化するための足場を提供しているが、その詳細な機構は不明である。これは、エアロゾルが大気中を輸送される間に様々な化学反応が進行し、多種多様な微粒子が混在しているためである。我々は、単一のエアロゾル微粒子を空気中の一点に非接触で浮遊させ、光学顕微鏡下において人工的に雲粒の発生を再現し、微粒子ごとにどのように反応が進行するのかを調べ、エアロゾルを足場とした雲粒の発生機構を解明することを目指している。平成 29 年度の研究成果を以下に掲げる。

#### 1. 気相中の黒色炭素微粒子を対象としたレーザー捕捉・顕微ラマン分光法の開発

化石燃料の不完全燃焼により発生するスス(黒色炭素粒子)は、太陽光を吸収し大気の温度を上昇させる一方で、雲の発生を促し温度を低下させる。これら二つの相反する効果のため、黒色炭素微粒子は気候変動予測における最大の不確定要素の一つとなっている。レーザー光を黒色炭素微粒子に集光すると斥力(光泳動力)が発生する。ドーナツ状のレーザービームを対物レンズで集光し、斥力によって取り囲まれた空間を形成し、その中に黒色炭素微粒子を閉じ込めて空気中に浮遊させることに成功した。

#### 2. 原子間力顕微鏡を用いた単一微小水滴の付着力計測法の開発

クモの糸は、空気中の水蒸気を水滴へと凝結させ、それらの水滴を繊維に沿って効率よく集める特殊な構造を有している。このような繊維上の微小水滴の動的な挙動を理解するためには、微小水滴と繊維間の付着力を空間分解計測することが重要である。これまでの研究では、クモの糸に付着した水滴の大きさと重力とのつり合いから、水滴の静的な付着力は見積もられていたが、繊維に沿った液滴の動きを理解するための動的な付着力の計測は不可能であった。我々は、原子間力顕微鏡を用い、繊維上の微小水滴をカンチレバーによって繊維に沿って動かし、水滴と繊維間の付着力をカンチレバーのねじれの大きさとしてとらえ、繊維上の微小水滴の付着力の空間分解計測を実現する新規計測手法を開発した。

#### 3. 電気加熱気化装置-ICP 発光分析装置を用いた実験を行った。

### ○発表原著論文

- M. Uraoka, K. Maegawa, S. Ishizaka (2017) Raman Spectroscopy of Single Light-Absorbing Carbonaceous Particles Levitated in Air Using an Annular Laser Beam, *Anal. Chem.*, **89**(23), 12866-12871.
- N. Kitamura, Y. Kuwahara, Y. Ueda, Y. Ito, S. Ishizaka, Y. Sasaki, K. Tsuge, S. Akagi (2017) Excited Triplet States of  $[\{\text{Mo}_6\text{Cl}_8\}\text{Cl}_6]^{2-}$ ,  $[\{\text{Re}_6\text{S}_8\}\text{Cl}_6]^{4+}$ , and  $[\{\text{W}_6\text{Cl}_8\}\text{Cl}_6]^{2-}$  Clusters, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **90**, 1164-1173.
- A. Inagawa, T. Ishikawa, T. Kusunoki, S. Ishizaka, M. Harada, T. Otsuka, T. Okada (2017) Viscosity of Freeze-Concentrated Solution Confined in Micro/Nanospace Surrounded by Ice, *J. Phys. Chem. C.*, **121**, 12321-12328.
- N. Kitamura, K. Konno, S. Ishizaka (2017) Laser-Induced Single Microdroplet Formation and Simultaneous Water-to-Single Microdroplet Extraction/Detection in Aqueous 1-Butanol Solutions, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **90**, 404-410.

### ○国際会議

- M. Nakagawa: Development of a single-particle polar nephelometer and its application, 4th Kanomax International Aerosol Workshop (April, 2017, AP Shinagawa, Tokyo, Japan) (招待講演)
- K. Maegawa, and S. Ishizaka: Raman Spectroscopy of Single Light-Absorbing Carbonaceous Particles Levitated in Air Using an Annular Laser Beam, The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium (Dec., 2017, Hiroshima University Higashi-Hiroshima Campus, Higashi-Hiroshima, Japan) (一般講演)
- Y. Sakamoto, M. Nakagawa, N. Kohno, J. Hirokawa, Y. Kajii: HOX (OH and HO<sub>2</sub>) radical uptake measurement by a laser photolysis generation and probe method, 34th International Symposium on Free Radicals (August 2017, Shonan Village Center, Kanagawa, Japan) (ポスター発表)

## ○国内学会

中川真秀 : Development and performance of a novel single-particle polar nephelometer. 大気圏科学セミナー (2017年9月, 京都府) (招待講演)

石坂昌司 : 光ピンセットを駆使した単一エアロゾルのマイクロ化学。日本分析化学会第66年会 (2017年9月, 東京都) (依頼講演)

石坂昌司 : Laser trapping and microspectroscopy of single water droplets in air. 日本化学会第98春季年会 (2018年3月, 船橋市) (依頼講演)

石坂昌司, 浦岡 将 : 気相中の黒色炭素微粒子を対象としたレーザー捕捉・顕微ラマン分光法。第77回分析化学討論会 (2017年5月, 京都市) (一般講演)

稲川有徳, 大塚拓洋, 石川朋己, 石坂昌司, 岡田哲男 : ドープ氷共存液相の粘性率測定とその評価。第77回分析化学討論会 (2017年5月, 京都市) (一般講演)

石坂昌司, 浦岡 将 : 環状レーザービームを用いた気相中の黒色炭素微粒子のレーザー捕捉・顕微ラマン分光。2017年光化学討論会 (2017年9月, 仙台市) (一般講演)

福木晃平, 石坂昌司 : 単一過冷却水滴の凍結における溶質添加効果に関する研究。日本分析化学会第66年会 (2017年9月, 東京都) (一般講演)

近末幸希, 石坂昌司 : 単一エアロゾル水滴のサイズ計測法に関する研究。2017年日本化学会中国四国支部大会 (2017年11月, 鳥取市) (一般講演)

前川圭佑, 石坂昌司 : レーザー捕捉法を用いた単一スス粒子の不均一酸化反応に関する研究。2017年日本化学会中国四国支部大会 (2017年11月, 鳥取市) (一般講演)

山本千尋, 石坂昌司 : 単一エアロゾル微小液滴の液液相分離に関する研究。2017年日本化学会中国四国支部大会 (2017年11月, 鳥取市) (一般講演)

守屋強夫, 定永靖宗, 河野七瀬, 中川真秀, 坂本陽介, 藤井富秀, 竹村真莉奈, 松岡航平, 黎 珈汝, 佐藤 圭, Ramasamy Sathiyamurthi, 高見昭憲, 吉野彩子, 中山智喜, 中嶋吉弘, 加藤俊吾, 松岡雅也, 梶井克純: 化学摂動法を用いたオゾン生成レジーム直接判定装置の開発およびそれを用いた都市大気観測。2017年度 大気環境学会近畿支部研究発表会 (2017年12月, 大阪府) (一般講演)

Tian Xiaomeng, Shoji Ishizaka : Investigations of Hygroscopic Properties of Multicomponent Aerosols by Means of A Laser Trapping Technique. 第23回中国四国支部分析化学若手セミナー (2017年7月, 山口県美祿市) (ポスター発表)

Wang Qun, Shoji Ishizaka : Observations of Liquid-liquid Phase Separation in Single Organic/Inorganic Aerosol Particle. 第23回中国四国支部分析化学若手セミナー (2017年7月, 山口県美祿市) (ポスター発表)

川辺貴之, 石坂昌司 : 蛍光相関分光法におけるコンフォーカルボリュームの考察。第23回中国四国支部分析化学若手セミナー (2017年7月, 山口県美祿市) (ポスター発表)

福木晃平, 石坂昌司 : 単一過冷却水滴の凍結における溶質添加効果。第23回中国四国支部分析化学若手セミナー (2017年7月, 山口県美祿市) (ポスター発表)

近末幸希, 石坂昌司 : サブマイクロメートルサイズ液滴のレーザー捕捉法およびサイズ測定法に関する研究。第23回中国四国支部分析化学若手セミナー (2017年7月, 山口県美祿市) (ポスター発表)

前川圭佑, 石坂昌司 : ブラックカーボンのレーザー捕捉及びラマンスペクトル測定。第23回中国四国支部分析化学若手セミナー (2017年7月, 山口県美祿市) (ポスター発表)

中川真秀, 中山智喜, 笹子宏史, 車 裕輝, 矢井ひかり, 小川修平, 鄧 彦閣, 持田陸宏, 松見 豊 : 夏季名古屋における単一粒子光散乱角度分布の観測 : エアロゾルの球形度・混合状態の推定と化学成分との比較。第34回エアロゾル科学・技術研究討論会 (2017年8月, 東京都) (ポスター発表)

小林裕太郎, 岡本泰明, 石坂昌司 : 加熱気化導入-ICP 発光分析法による炭素系試料中の微量マンガンの直接定量。日本分析化学会第66年会 (2017年9月, 東京都) (ポスター発表)

川辺貴之, 石坂昌司 : 気相中に浮遊させた単一過冷却水滴の粘度測定。日本分析化学会第66年会 (2017年9月, 東京都) (ポスター発表)

中川真秀, 藤井富秀, 河野七瀬, 坂本陽介, Ramasamy Sathiyamurthi, 佐藤 圭, 森野 悠, 梶井克純 : 揮発性有機化合物のOH酸化により生成する試料大気の総HOxラジカル反応性測定。第23回

大気化学討論会（2017年10月，香川県）（ポスター発表）

○学生の学会発表実績

	国際学会 件数	国内学会 件数
学部4年生 <sup>(1)</sup>	1	5
博士課程前期 <sup>(2)</sup>	0	7
博士課程後期 <sup>(3)</sup>	0	0
博士課程前期・後期共 <sup>(4)</sup>	0	0

○社会活動・学外委員

・学協会役員，委員

石坂昌司，日本分析化学会，中国四国支部常任幹事（2016～）

石坂昌司，日本化学会中国四国支部，事務局長（2017）

中川真秀，日本大気化学会 人材育成WG（2017～）

・高大連携事業

石坂昌司，広島国泰寺高等学校SSH事業（2012年6月，広島大学）

石坂昌司，模擬授業，2014年7月，広島市立安佐北高等学校（広島市）

・論文誌編集委員

石坂昌司，Analytical Sciences（Special Issue: Young Generation in Analytical Sciences）29（1），2013，ゲストエディター（2013）

石坂昌司，日本分析化学会，「分析化学」誌編集委員（2013～2014）

・討論会の組織委員

石坂昌司，ナノ・バイオ・インフォ化学シンポジウム実行委員会委員（2016～）

石坂昌司，日本分析化学会第63年会実行委員会委員（2013～2014）

岡本泰明，日本分析化学会第63年会実行委員会委員（2013～2014）

○受賞状況（職員）

石坂昌司，日本化学会欧文誌 BCSJ 賞（2017年4月15日）

○座長を行った学会・討論会の名称

石坂昌司，第77回分析化学討論会（2017年5月，龍谷大学深草学舎）

# 分子構造化学講座

## 構造有機化学研究グループ

スタッフ 灰野 岳晴 (教授), 関谷 亮 (准教授), 池田 俊明 (助教)

### ○研究活動の概要

当研究グループは、分子間相互作用により形成される超分子集合体の化学を中心に研究を行っている。特に、有機化合物の三次元的な立体構造と、それらが示す様々な機能との相関を調べることを研究の基本としており、さらにその結果をもとにして、興味ある機能性分子集合体の開発を目指している。

平成29年度の研究成果の概要を以下に示す。

1. フェニルイソキサゾリル基をもった Pt 錯体が自己集積体を形成し、円偏光発光を示すことを見出した。
2. ビスポルフィリン-トリニトロフルオレノン、カリックス[5]アレーン-C<sub>60</sub>、およびハミルトン型水素結合の三種類の分子間相互作用を基盤として、超分子三元周期共重合体の構築に成功した。
3. 様々なアルキルジアセタールとレゾルシンノールの反応条件を検討し、高収率なビスレゾルシンアレーンの合成方法を確立した。
4. マンデル酸を導入したカリックス[4]アレーンが結晶状態でヘキサメリックな柱状構造を形成することを見出した。
5. フェニルイソキサゾリル基を導入したベンゾトリチオフェン誘導体が協同的自己集合により積層型超分子ポリマーを形成することを見出した。
6. 末端に長鎖アルキル基を導入したグラフェン量子ドットが有機酸および有機塩基に対して応答し、発光波長が変化することを見出した。
7. ドイツのベルリン自由大学に所属する Schalley 教授と共同で気相中におけるカリックス[4]アレーン多量体のゲスト包接挙動を調べた。

### ○発表原著論文

- ◎T. Ikeda, K. Hirano, and T. Haino (2018) A circularly polarized luminescent organogel based on a Pt(II) complex possessing phenylisoxazoles. *Mater. Chem. Front.*, **2**, 468-474  
灰野岳晴 (2018) 分子が決まった順番で自発的に並ぶ高分子. *現代化学* **564**, 48-53.
- ◎D. Shimoyama, T. Ikeda, R. Sekiya, and T. Haino (2017) Synthesis and Structure of Feet-to-Feet Connected Bisresorcinarenes. *J. Org. Chem.*, **82**, 13220-13230.
- ◎Y. Yamasaki, R. Sekiya, and T. Haino (2017) Hexameric assembly of 5,17-di-substituted calix[4] arene in the solid state. *CrystEngComm*, **19**, 6744-6751.
- A. Ikeda, T. Mae, K. Sugikawa, K. Komaguchi, T. Konishi, T. Hirao, and T. Haino (2017) Slow Intermolecular Complexation-Decomplexation Exchanges of Cyclodextrins in Fullerene and Its Derivative Complexes. *Chemistry SELECT*, **2**, 11322-11327.
- T. Hirao, H. Kudo, T. Amimoto, and T. Haino (2017) Sequence-controlled supramolecular terpolymerization directed by specific molecular recognitions. *Nat. Commun.*, **8**, 634.
- ◎T. Ikeda, H. Adachi, H. Fueno, T. Kazuyoshi, and T. Haino (2017) Induced dipole-directed cooperative self-assembly of a benzotrithiophene. *J. Org. Chem.*, **82**, 10062-10069.
- ◎K. Suzuki, K. Yamato, R. Sekiya, and T. Haino (2017) Photoluminescence responses of graphene quantum dots toward organic bases and an acid. *Photochem. Photobiol. Sci.*, **16**, 623-626.
- R. Sekiya, M. Fukuda, and R. Kuroda, (2017) Site-Selective Encapsulation of Different Anions in a Quadruply Interlocked Dimer. *Org. Biomol. Chem.*, **15**, 4328-4335.
- P. Adak, B. Ghosh, B. Pakhira, R. Sekiya, and R. Kuroda (2017) Vanadium (V) Complexes of Some Bidentate Hydrazone Ligands and Their Bromoperoxidase Activity. *Polyhedron*, **127**, 135-143.
- 灰野岳晴 (2017) ホスト-ゲスト相互作用を駆動力に形成する超分子ポリマー. *高分子* **66**, 669-670.

### ○著書

灰野岳晴, Molecular order in polymer chains controlled. Kathryn Allen編, Materials World, p13, 2017.

灰野岳晴, 自ら整列する高分子 広島大 3種の分子混ぜるだけ, 中島沙由香編, 日経産業新聞, 日

本経済新聞, 2017.

灰野岳晴, 三種類の分子が自発的に整列した構造をもつ超分子共重合ポリマーの開発に成功, 広島大学広報グループ編, 広島大学, 2017.

## ○国際会議

T. Haino: Synthesis of Sequence-Controlled Terpolymer directed by Self-Sorting Behaviors. International Congress on Pure & Applied Chemistry (ICPAC) (Mar., 2018, Siem Reap, Cambodia) (招待講演)

T. Haino: Chiral Molecular Recognition in Self-Assembled Coordination Capsule. 29th International Symposium on Chirality (ISCD-29) (Sept., 2017, Tokyo, Japan) (招待講演)

T. Haino: Chemically Functionalized Graphene Quantum Dots. 2017 Collaborative Conference on Materials Research (CCMR) (June, 2017, Jeju, Korea) (招待講演)

T. Haino: Supramolecular Copolymers via Self-Sorting of Host-Guest Complexes. The International Symposium of Center for Research on Environmentally Friendly Smart Materials (Aug., Higashi-Hiroshima, Japan) (招待講演)

T. Haino: Supramolecular graft copolymer engineered with cavitand-based coordination capsule and its unique chiral amplification. International symposium on pure & applied chemistry (ISPAC) (June, 2017, Ho Chi Minh City, Vietnam) (招待講演)

T. Haino: Structures and Chemical Properties of Functionalized Graphene Quantum Dots. 2nd International Symposium on NanoCarbons – Fullerenes, Endofullerenes, Carbon Nanotubes, Graphenes and Carbon Nanostructures (June, 2017, Wuhan, China) (招待講演)

T. Haino: Supramolecular Porphyrin Copolymer formed via Competitive Host-Guest Interaction. 231st ECS meeting (May, 2017, New Orleans, LA, USA) (招待講演)

◎N. Nitta, R. Sekiya, T. Haino: Facile Synthesis of Supramolecular A<sub>8</sub>B<sub>2</sub> Type Star-Shaped Copolymer via Guest Encapsulation of Self-Assembled Capsule. 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium (NaBIC) (Dec., 2017, Higashi-Hiroshima, Japan) (一般講演)

◎K. Yamato, K. Suzuki, R. Sekiya, T. Haino: Photochemical Properties of Near-Infrared Emitting Graphene Quantum Dots Possessing Permidine Moieties. 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium (NaBIC) (Dec., 2017, Higashi-Hiroshima, Japan) (一般講演)

◎T. Ikeda, M. Takayama, T. Masuda, T. Haino: Circularly Polarized Luminescence Produced by Helical Assembly of  $\pi$ -Conjugated Dyes Possessing Phenylisoxazoles. 29th International Symposium on Chirality (ISCD-29) (Sept., 2017, Tokyo, Japan) (ポスター)

◎Y. Yamasaki, T. Ikeda, R. Sekiya, T. Haino: Cooperative Guest Binding Behavior of Triple-Stranded Helicates Based on Calix[4]arenes. 29th International Symposium on Chirality (ISCD-29) (Sept., 2017, Tokyo, Japan) (ポスター)

◎D. Shimoyama, T. Ikeda, R. Sekiya, T. Haino: Allosteric in Guest Binding and Asymmetric Induction of Octaphosphonate Biscavitands. 29th International Symposium on Chirality (ISCD-29) (Sept., 2017, Tokyo, Japan) (ポスター)

## ○国内学会

T. Haino: Development of Luminescent Flat  $p$ -Conjugated Materials. 日本化学会第98春季年会 (2018年3月, 千葉) (招待講演)

関谷 亮: ナノグラフェンの化学修飾と機能発現。第11回有機 $\pi$ 電子系シンポジウム (2017年12月, 埼玉) (招待講演)

灰野岳晴: 化学修飾ナノグラフェンの構造と機能。2017年光化学討論会 (2017年9月, 宮城) (招待講演)

◎前原健志, 今村太亮, 関谷 亮, 灰野岳晴: 包接空間の構造変化が誘導する自己集合カプセルの分子認識。日本化学会第98春季年会 (2018年3月, 千葉) (一般講演)

◎塚本英視, 高山みどり, 関谷 亮, 灰野岳晴: フェニルイソキサゾリル基を有するプラチナ錯体からなる超分子ポリマーの重合制御。日本化学会第98春季年会 (2018年3月, 千葉) (一般講演)

◎下山大輔, 池田俊明, 関谷 亮, 灰野岳晴: 四本のアルキル鎖で架橋されたビスレゾルシンアレーンの合成と立体配座。日本化学会第98春季年会 (2018年3月, 千葉) (一般講演)

◎曾田真以, 池田俊明, 灰野岳晴: キラルなトリス (フェニルイソキサゾリル) ベンゼンを側鎖にも

- つポリアクリルアミドの合成。日本化学会第98春季年会（2018年3月，千葉）（一般講演）
- ◎新田菜摘，関谷 亮，灰野岳晴：自己集合カプセルとゲスト分子の会合により生じる $A_8B_2$ 超分子スター型共重合体の合成。日本化学会第98春季年会（2018年3月，千葉）（一般講演）
  - ◎久野尚之，池田俊明，灰野岳晴，網元智子：主鎖に柔軟なアルキル基をもったhead-to-tail型超分子ポリフィリンポリマーの合成。日本化学会第98春季年会（2018年3月，千葉）（一般講演）
  - ◎山戸海里，鈴木花歩，関谷 亮，灰野岳晴：ペリミジン骨格を有する近赤外発光ナノグラフェンの光学特性。日本化学会第98春季年会（2018年3月，千葉）（一般講演）
  - ◎下山大輔，池田俊明，関谷 亮，灰野岳晴：四本のアルキル鎖で連結されたビスレゾルシンアレーンの合成と構造。第11回有機 $\pi$ 電子系シンポジウム（2017年12月，京都）（ポスター）
  - ◎高野 駿，日吉真穂子，関谷 亮，灰野岳晴：カリックス[5]アレーンからなる超分子カプセルの合成と構造。第11回有機 $\pi$ 電子系シンポジウム（2017年12月，京都）（ポスター）
  - ◎関谷 亮，山戸海里，鈴木花歩，灰野岳晴：ナノグラフェンへの窒素原子の導入と発光挙動。第44回有機典型元素化学討論会（2017年12月，東京）（一般講演）
  - ◎下山大輔，池田俊明，関谷 亮，灰野岳晴：四本のアルキル鎖で連結されたビスレゾルシンアレーンの改良合成法と構造。第44回有機典型元素化学討論会（2017年12月，東京）（ポスター）
  - ◎池田俊明，平野喬平，安達洋平，大下浄治，灰野岳晴：フェニルイソオキサゾリル基を導入した発光性色素によって形成される円偏光発光性超分子ゲル。第66回高分子討論会（2017年9月，愛媛）（一般講演）
- 新田菜摘，高塚芽衣，角田優太，灰野岳晴：自己集合カプセルを修飾して得られる新規グラフトポリマーの開発。第66回高分子討論会（2017年9月，愛媛）（ポスター）
- ◎山崎祐太郎，関谷 亮，灰野岳晴：カリックス[4]アレーンを基盤としたヘキサゴナルカラム結晶の選択的吸着。第66回高分子討論会（2017年9月，愛媛）（ポスター）
  - ◎下山大輔，池田俊明，関谷 亮，灰野岳晴：四本のアルキル鎖で連結されたビスレゾルシンアレーンの改良合成法と物性。第66回高分子討論会（2017年9月，愛媛）（ポスター）
  - ◎丸山 慧，灘本昂平，池田俊明，灰野岳晴：キラルなビスピリジンを架橋材として用いたポルフィリン超分子ネットワークポリマーのらせん構造。第66回高分子討論会（2017年9月，愛媛）（ポスター）
  - ◎塚本英視，高山みどり，池田俊明，灰野岳晴：フェニルイソオキサゾリル基を導入したプラチナ錯体で形成される超分子ポリマーの重合制御。第66回高分子討論会（2017年9月，愛媛）（ポスター）
  - ◎久野尚之，池田俊明，灰野岳晴：主鎖に柔軟なアルキル鎖を導入したhead-to-tail型超分子ポルフィリンポリマーの合成。第66回高分子討論会（2017年9月，愛媛）（ポスター）
  - ◎山戸海里，鈴木花歩，関谷 亮，灰野岳晴：化学修飾した脂溶性グラフェン量子ドットの発光特性。第66回高分子討論会（2017年9月，愛媛）（ポスター）
  - ◎曾田真衣，池田俊明，灰野岳晴：トリス（フェニルイソオキサゾリル）ベンゼンを側鎖にもつポリアクリルアミドの合成。第66回高分子討論会（2017年9月，愛媛）（ポスター）
  - ◎新田菜摘，関谷 亮，灰野岳晴：自己集合カプセルとゲスト分子の会合により生じる $A_8B_2$ 超分子スター型共重合体の合成。第66回高分子討論会（2017年9月，愛媛）（ポスター）
  - ◎関谷 亮，植村友一郎，鈴木花歩，山戸海里，灰野岳晴：五員環イミドの形成によるナノグラフェンの化学修飾。第28回基礎有機化学討論会（2017年9月，福岡）（一般講演）
  - ◎池田俊明，平野喬平，中村優志，安達洋平，大下浄治，灰野岳晴：フェニルイソオキサゾリル基を導入した発光性色素のらせん集積体からなるオルガノゲルの円偏光発光。第28回基礎有機化学討論会（2017年9月，福岡）（ポスター）
  - ◎山崎祐太郎，関谷 亮，灰野岳晴：カリックス[4]アレーンによって形成されるヘキサゴナルカラム結晶の選択的吸脱着。第28回基礎有機化学討論会（2017年9月，福岡）（ポスター）
  - ◎下山大輔，池田俊明，関谷 亮，灰野岳晴：四本のアルキル鎖で架橋したビスレゾルシンアレーンの改良合成法とその物性。第28回基礎有機化学討論会（2017年9月，福岡）（ポスター）
  - ◎丸山 慧，灘本昂平，池田俊明，灰野岳晴：キラルなビスピリジンとの配位結合を用いた超分子ポルフィリンポリマーのらせん構造制御。第28回基礎有機化学討論会（2017年9月，福岡）（ポスター）
  - ◎塚本英視，高山みどり，池田俊明，灰野岳晴：フェニルイソオキサゾリル基をもったプラチナ錯体を基盤とした超分子ポリマーの重合制御。第28回基礎有機化学討論会（2017年9月，福岡）（ポスター）

一)

- ◎下山大輔, 山田仁美, 池田俊明, 関谷 亮, 灰野岳晴: 四本のアルキル鎖で架橋したビスレゾルシンアレーンの改良合成法とアロステリックなゲスト包接。第111回有機合成シンポジウム(2017年6月, 岡山) (ポスター)
- ◎山崎祐太郎, 関谷 亮, 灰野岳晴: カリックス[4]アレーンを基盤とした三重らせん型ホスト分子の合成と不斉増幅挙動。第111回有機合成シンポジウム (2017年6月, 岡山) (ポスター)
- ◎池田俊明, 高山みどり, 増田哲也, 灰野岳晴: フェニルイソオキサゾリル基を有する $\pi$ 共役系色素からなるらせん超分子ポリマーの合成とキラル光物性。第111回有機合成シンポジウム (2017年6月, 岡山) (ポスター)
- ◎関谷 亮, 植村友一郎, 鈴木花歩, 山戸海里, 灰野岳晴: ナノグラフェンの化学修飾と光物性。第111回有機合成シンポジウム (2017年6月, 岡山) (ポスター)
- ◎池田俊明, 上田祐子, 増田哲也, 小森直光, 安倍 学, 灰野岳晴: フェニルイソオキサゾリル基をもった $\pi$ 共役系分子を基盤とした超分子ゲルの光機能。第15回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム (2017年6月, 滋賀) (一般講演)
- ◎下山大輔, 山田仁美, 池田俊明, 関谷 亮, 灰野岳晴: 四本のアルキル鎖で架橋されたビスレゾルシンアレーンの改良合成法。第15回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム (2017年6月, 滋賀) (ポスター)
- ◎塚本英視, 高山みどり, 池田俊明, 灰野岳晴: フェニルイソオキサゾリル基をもったプラチナ錯体からなる超分子ポリマーの重合制御。第15回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム (2017年6月, 滋賀) (ポスター)
- ◎新田菜摘, 関谷 亮, 灰野岳晴: 自己集合カプセルとゲスト分子の会合により生じる $A_8B_2$ 超分子スター型共重合体の合成。第15回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム (2017年6月, 滋賀) (ポスター)
- ◎丸山 慧, 灘本昂平, 池田俊明, 灰野岳晴: キラルな架橋剤の添加による超分子ポリフィリンポリマーのらせん構造制御。第15回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム (2017年6月, 滋賀) (ポスター)
- ◎丸山 慧, 灘本昂平, 池田俊明, 灰野岳晴: ビスピリジンの配位結合により架橋されたポルフィリン超分子ポリマーのらせん構造。第66回高分子学会年次大会 (2017年5月, 千葉) (一般講演)
- ◎池田俊明, 上田祐子, 小森直光, 安倍 学, 灰野岳晴: トリス(フェニルイソオキサゾリル)ベンゼンを基盤とした長文茂の光捕集機能。第66回高分子学会年次大会 (2017年5月, 千葉) (一般講演)
- ◎下山大輔, 山田仁美, 池田俊明, 関谷 亮, 灰野岳晴: ビスレゾルシンアレーンの改良合成法と超分子ポリマーの構築。第66回高分子学会年次大会 (2017年5月, 千葉) (一般講演)
- ◎山戸海里, 植村友一郎, 関谷 亮, 灰野岳晴: ウレイドピリミジンを側鎖にもつナノグラフェンの超分子ポリマーネットワークの合成。第66回高分子学会年次大会 (2017年5月, 千葉) (ポスター)

### ○学生の学会発表実績

	国際学会 件数	国内学会 件数
学部4年生 <sup>(1)</sup>	0	0
博士課程前期 <sup>(2)</sup>	2	27
博士課程後期 <sup>(3)</sup>	2	11
博士課程前期・後期共 <sup>(4)</sup>	0	0

### ○セミナー・講演会開催実績

- 灰野岳晴: 第17回生体機能関連化学若手の会サマースクール実行委員長 (2005)
- 灰野岳晴: 第7回ホスト-ゲスト化学シンポジウム組織委員長 (2011)
- 灰野岳晴: 日本化学会第91春季年会特別企画「分子配列空間の精密制御と情報変換」, 企画主催者 (2011)
- 灰野岳晴: 第29回若手化学者のための化学道場実行委員長 (2013)
- 灰野岳晴: 第27回基礎有機化学討論会実行委員 (2016)
- 灰野岳晴: 第66回高分子討論会組織委員 (2017)

灰野岳晴：第66回高分子討論会「S1. 多彩な元素ブロックの高分子化と組織化による機能創発」特定  
テーマセッションオーガナイザー（2017）  
関谷 亮：第26回有機結晶シンポジウム実行委員（2015）  
関谷 亮：第27回基礎有機化学討論会実行委員（2016）  
池田俊明：第7回ホスト-ゲスト化学シンポジウム実行委員（2011）  
池田俊明：第23回生体機能関連化学若手の会サマースクール実行委員（2011）  
池田俊明：第29回若手化学者のための化学道場実行委員（2013）  
池田俊明：第2回バイオ関連化学シンポジウム若手フォーラム（第29回生体機能関連化学部会若手フ  
ォーラム）世話人（2014）  
池田俊明：第27回基礎有機化学討論会実行委員（2016）

#### ○社会活動・学外委員

灰野岳晴：新規素材探索研究会幹事（2001-）  
灰野岳晴：ホスト・ゲスト化学研究会幹事（2006-）  
灰野岳晴：有機合成化学協会中国四国支部幹事（2007-）  
灰野岳晴：日本化学会中国四国支部庶務幹事（2008）  
灰野岳晴：A guest editor of a special issue of “*Supramolecular Polymer*” of the journal, “*Polymer*”. (2016)  
池田俊明：日本化学会生体機能関連化学部会・中国四国支部若手幹事（2011-2015）

#### ○産学官連携実績

積水化学工業株式会社とグラフェンに関する共同研究を実施

#### ○特許公報

特願2017-026425・灰野岳晴，関谷 亮・調光材料，調光フィルム及び調光積層体（2017）

#### ○国際共同研究・国際会議開催実績

灰野岳晴：A Committee Member of the collaborative conference on materials research (CCMR) 2017  
灰野岳晴：第29回不斉に関する国際会議組織委員（Chirality2017; ISCD-29）  
ドイツのベルリン自由大学に所属するChristoph A. Schalley教授とカリックス[4]アレーン多量体に関する共同研究を実施

#### ○他研究機関での講義・客員

灰野岳晴：集中講義非常勤講師（福岡大学，ナノサイエンス特別講義B，2017年8月9-10日）  
灰野岳晴：広島祇園高校，出張講義，2017年11月24日  
灰野岳晴：東京農工大学，講演会，超分子化学により生み出される新しい高分子，学生と教員  
灰野岳晴：早稲田大学，講演会，特異的分子認識により制御される分子集積化と機能，学生と教員  
関谷 亮：ロシア連邦オレンブルグ州立大学，講義，「Basic of Supramolecular Chemistry」

#### ○研究助成の受け入れ状況

科学研究費補助金 基盤研究（B），超分子グラフトポリマーの創製，灰野岳晴（代表者）  
科学研究費補助金 基盤研究（C），超分子重合反応の遷移状態制御，灰野岳晴（代表者）  
科学研究費補助金 新学術領域研究，平面 $\pi$ 共役分子の革新的機能創出，灰野岳晴（代表者）  
科学研究費補助金 新学術領域研究，分子認識により誘起される非対称空間の創生と機能，灰野岳晴  
（代表者）  
「国家課題対応型研究開発推進事業」英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業，PNA-FISH  
法を用いたハイスループット生物学的線量評価法の開発，灰野岳晴（代表者）  
公益財団法人 小笠原科学技術振興財団 研究助成，発光色を制御した超分子グラフェンネットワー  
クポリマーの創製，灰野岳晴（代表者）  
積水化学工業株式会社 共同研究，機能性グラフェンに関する研究及びモデル化合物に関する検討，  
灰野岳晴（代表者）  
公益財団法人 池谷科学技術振興財団 研究助成，新規グラフェン材料の創製，灰野岳晴（代表者）

科学研究費補助金 基盤研究 (C), 化学修飾によるグラフェン-有機超分子複合体の創製, 関谷 亮 (代表者)

○受賞状況 (職員)

灰野岳晴, 第16回 (平成29年度) 学長表彰  
池田俊明, 第16回 (平成29年度) 学長表彰

○受賞状況 (学生)

山崎祐太郎 (D2) 平成29年度エクセレント・スチューデント・スカラシップ (2017)  
下山大輔 (D1) 第11回有機 $\pi$ 電子系シンポジウム, 優秀ポスター賞「四本のアルキル鎖で連結されたビスレゾルシンアレーンの合成と構造」(2017)  
下山大輔 (D1) 第11回有機 $\pi$ 電子系シンポジウム, Chemistry Letters賞「四本のアルキル鎖で連結されたビスレゾルシンアレーンの合成と構造」(2017)  
下山大輔 (D1) 第28回基礎有機化学討論会, ポスター賞「四本のアルキル鎖で架橋したビスレゾルシンアレーンの改良合成法とその物性」(2017)  
下山大輔 (D1) 第44回有機典型元素化学討論会, 優秀ポスター賞「四本のアルキル鎖で連結されたビスレゾルシンアレーンの改良合成法と構造」  
山戸海里 (M1) The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium, Student Award “Photochemical Properties of Near-Infrared Emitting Graphene Quantum Dots Possessing Permidine Moieties” (2017)

○座長を行った学会・討論会の名称

灰野岳晴: 日本化学会第98春季年会 (2018年3月, 千葉)  
灰野岳晴: 第66回高分子討論会 (2017年9月, 愛媛)  
灰野岳晴: 29th International Symposium on Chirality (2017年7月, 東京)  
関谷 亮: 日本化学会第98春季年会 (2018年3月, 千葉)  
池田俊明: 日本化学会第98春季年会 (2018年3月, 千葉)  
池田俊明: 第66回高分子討論会 (2017年9月, 愛媛)

○その他特記事項

灰野岳晴: 広島大学薬品管理システム専門委員会委員 (2004年4月~)  
灰野岳晴: 広島大学薬品管理システム専門委員会委員長 (2011年4月~)  
関谷 亮: 広島大学教育交流委員 (2014年4月~2015年3月)  
関谷 亮: 広島大学中央廃液処理施設運営委員 (2013年4月~2015年3月)  
関谷 亮: 作業環境WG (2017年4月~2019年3月)

# 分子反応化学講座

## 反応物理化学研究グループ

スタッフ 山崎 勝義 (教授), 高口 博志 (准教授)

### ○研究活動の概要

#### 1. 電子励起原子および振動励起分子の衝突素過程の速度論的研究

原子・分子の内部自由度の化学反応およびエネルギー移動過程への影響を量子状態選択的に明らかにする速度論的実験研究([1]~[5])を遂行した。[1]以前、観測することができなかった振動励起  $S_2(X^3\Sigma_g^-)$  の  $CF_4$  との衝突による緩和現象を、実験条件を再考し、buffer ガス(He)圧を低下させることにより観測に成功した。また、振動緩和速度解析にもとづいて  $S(^1D)+OCS$  反応で生成する  $S_2(X^3\Sigma_g^-, \nu=0-3)$  の初期振動状態分布を決定し、 $\nu=0$  のみ生成すると報告した既報が誤りであることを実証した。[2]電子基底酸素原子  $O(2p^3P)$  をレーザー光(226 nm)により2光子励起し( $3p^3P \leftarrow \leftarrow 2p^3P$ ),  $3p^3P \rightarrow 3s^3S$  遷移後の真空紫外蛍光( $3s^3P \rightarrow 2p^3P$ ; 130 nm)を観測する前例のない検出法を確立した。また、2光子励起状態  $3p^3P$  の He による消光速度定数を決定した。[3]ハロゲン原子( $Cl(^2P)$ および  $Br(^2P)$ ) の新規な検出法として、2光子励起( $(n+1)p \leftarrow \leftarrow np^2P$ )後に  $(n+1)s$  状態への遷移を経て真空紫外発光( $(n+1)s \rightarrow np^2P$ )を観測する手法を確立した。[4]電子励起硫黄原子  $S(4p^3P)$  の He による消光速度定数を決定し、複数の消光過程の分岐比を決定した。[5]アセチレン( $C_2H_2$ )の 193 nm 光解離により生成する  $C_2H$  ラジカルの振動励起状態( $07^1O$ )および( $07^3O$ )のレーザー誘起蛍光検出に成功し、He による振動緩和速度定数を初めて決定した。また、過去に帰属例のない新しい振電遷移の帰属に成功した。

#### 2. 量子状態選別した散乱実験による光解離反応とイオン・分子反応の反応ダイナミクス研究

化学反応機構をマイクロレベルで解明するために、生成物の量子状態を選別した散乱実験を行い、得られる特徴的な最終状態分布と散乱分布の解析を行っている。トリメチルアミン( $(CH_3)_3N$ )の光分解反応の研究では、第一( $S_1$ ), 第二( $S_2$ )電子励起状態が関与する紫外領域の光解反応機構を明らかにした。いずれの電子状態への光励起でもメチルラジカル( $CH_3$ )が生成されるが、対生成物である $(CH_3)_2N$ は電子基底状態および励起状態の分岐があることを、生成物の並進放出エネルギー分布から明らかにした。照射する深紫外光の波長を掃引して、全エネルギーを制御する光解離実験を行った結果、 $S_2$ 状態から $S_1$ 状態への高速電子緩和に引き続いてC-N結合解離が進行していることがわかった。遷移金属錯体の光化学研究として行ったコバルトニトロシルカルボニル錯体( $Co(CO)_3(NO)$ )の光脱離配位子観測では、電子励起状態で過渡的なCo-N-O屈曲構造を経由して、NO配位子が脱離する実験的証拠が得られた。ニトロシル配位子は、光照射で相互変換する複数の配位構造を取る特徴的な配位子である。電子励起状態での(準)安定配位構造が屈曲後にNOが脱離した結果、NO配位子は空間的に回転方向が配向して放出される様子が、特徴的な散乱角度分布として観測された。前年度から継続して、ドイツ・ケルン大学との国際共同研究を行った。6ヶ月間ケルン大学に滞在して、極低温イオントラップを用いた高分解能赤外・マイクロ波分光研究を行った。メチルラジカルカチオンとヘリウム原子とのクラスターに対して、錯形成抑制分光法を適用して、純回転スペクトルの観測に成功した。得られたスペクトルは分子間運動による特徴的な分裂パターンを示しており、トンネリング効果を考慮した解析を行っている。

### ○発表原著論文

◎M. Sumida, S. Masumoto, M. Kato, K. Yamasaki, and H. Kohguchi (2017) Internal and Translational Energy Partitioning of the NO Product in the  $S_2$  Photodissociation of Methyl Nitrite, *Chem. Phys. Lett.*, **674**, 58–63. DOI: 10.1016/j.cplett.2017.02.044

◎S. Tendo, H. Tanimoto, T. Uchiyama, H. Goto, A. Hara, K. Fujihara, H. Kohguchi, and K. Yamasaki (2017) Vibrational relaxation of  $S_2(a^1\Delta_g)$  by collisions with  $SF_6$  and  $CF_4$ , *Chem. Phys. Lett.*, **684**, 171–176. DOI: 10.1016/j.cplett.2017.06.030

### ○著書

山崎勝義: EinsteinのA係数とB係数, 漁火書店, 2017.

山崎勝義: 連続固有値関数の規格化とFourier変換, 漁火書店, 2017.

山崎勝義: 物理化学Monographシリーズ(上), 第1版第5刷, 広島大学出版会, 総頁数425, 改訂頁数251, 2017.

山崎勝義: 物理化学Monographシリーズ(下), 第2版第1刷, 広島大学出版会, 総頁数572, 改訂頁数493, 2017.

### ○総説

山崎勝義 (2017) 国際単位系(SI)の定義改訂の時期が迫る!。化学と工業, 話題, **70**(9), 8261.

### ○国際会議

H. Kohguchi: Photodissociation studies in an ion-imaging experiment. Horizons in Cold Cluster Spectroscopy (Sep. 2017, Leipzig, Germany) (招待講演)

H. Kohguchi: State-resolved scattering study of ligand-photoelimination of transition metal complexes in the gas phase. IRAP (L'Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie) Seminar (Nov. 2017, Toulouse, France) (招待講演)

H. Kohguchi: Ion-imaging study: State-resolved scattering of photodissociation in transition metal complexes. Kassel Workshop in Molecular Physics (Jan. 2018, Kassel, Germany) (招待講演)

H. Kohguchi, K. Yamada, P. Jusko, S. Schlemmer, O. Asvany: Vibrational spectroscopy of He-O<sub>2</sub>H<sup>+</sup> and O<sub>2</sub>H<sup>+</sup>. 73rd International Symposium on Molecular Spectroscopy (Jun. 2017, Urbana-Champaign, USA) (一般講演)

◎A. Yoshiki, Y. Sugino, S. Tendo, H. Kohguchi, K. Yamasaki: Generation of CH(X<sup>2</sup>Π) and H in the UV two-photon dissociation of CHX<sub>3</sub>(X = Cl, Br). 33rd Symposium on Chemical Kinetics and Dynamics (Jun. 2017, Nagoya, Japan) (ポスター)

◎H. Tanimoto, H. Goto, S. Tendo, H. Kohguchi, K. Yamasaki: Mechanism of the generation of S<sub>2</sub>(a<sup>1</sup>Δ<sub>g</sub>) in the O(<sup>1</sup>D) + OCS reaction system. 33rd Symposium on Chemical Kinetics and Dynamics (Jun. 2017, Nagoya, Japan) (ポスター)

◎S. Tendo, H. Tanimoto, H. Goto, H. Kohguchi, K. Yamasaki: Kinetic study on the vibrational relaxation of S<sub>2</sub>(a<sup>1</sup>Δ<sub>g</sub>) by collisions with CF<sub>4</sub>. 33rd Symposium on Chemical Kinetics and Dynamics (Jun. 2017, Nagoya, Japan) (ポスター)

◎H. Nakata, K. Yamasaki, H. Kohguchi: Probing photochemical reaction of pentacarbonyliron(0) in the MLCT state by using REMPI spectroscopy and ion imaging. 33rd Symposium on Chemical Kinetics and Dynamics (Jun. 2017, Nagoya, Japan) (ポスター)

◎A. Yoshiki, Y. Sugino, S. Tendo, H. Kohguchi, K. Yamasaki: Generation of CH(X<sup>2</sup>Π) and H in the UV two-photon dissociation of CHX<sub>3</sub>(X = Cl, Br). International Symposium on "Diversity of Chemical Reaction Dynamics" (Jul. 2017, Himeji, Japan) (ポスター)

◎H. Tanimoto, H. Goto, S. Tendo, H. Kohguchi, K. Yamasaki: Mechanism of the generation of S<sub>2</sub>(a<sup>1</sup>Δ<sub>g</sub>) in the O(<sup>1</sup>D) + OCS reaction system. International Symposium on "Diversity of Chemical Reaction Dynamics" (Jul. 2017, Himeji, Japan) (ポスター)

◎S. Tendo, H. Tanimoto, H. Goto, H. Kohguchi, K. Yamasaki: Kinetic study on the vibrational relaxation of S<sub>2</sub>(a<sup>1</sup>Δ<sub>g</sub>) by collisions with CF<sub>4</sub>. International Symposium on "Diversity of Chemical Reaction Dynamics" (Jul. 2017, Himeji, Japan) (ポスター)

◎H. Nakata, K. Yamasaki, H. Kohguchi: Structural dynamics of photoexcited transition metal carbonyls - Approach from the motion of photoeliminated ligands -. International Symposium on "Diversity of Chemical Reaction Dynamics" (Jul. 2017, Himeji, Japan) (ポスター)

◎Y. Onitsuka, K. Yamasaki, H. Goto, H. Kohguchi: Detection of the excited state NH<sub>2</sub>(A<sup>2</sup>A<sub>1</sub>) in the ultraviolet photodissociation of methylamine. International Symposium on "Diversity of Chemical Reaction Dynamics" (Jul. 2017, Himeji, Japan) (ポスター)

◎M. Sumida, S. Masumoto, M. Kato, K. Yamasaki, H. Kohguchi: "Internal and translational energy partitioning of the NO product in the S<sub>2</sub> photodissociation of methyl nitrite". 34th International Symposium on Free Radicals (Aug. 2017, Hayama, Japan) (ポスター)

### ○国内学会

高口博志, 山田耕一, P. Jusko, S. Schlemmer, O. Asvany: 極低温イオントラップによるプロトン化酸

- 素 $O_2H^+$ の高分解能赤外分光。第18回分子分光研究会（2018年3月，つくば）（一般講演）
- ◎木下真之介，宮崎康典，井口佳哉，江幡孝之，住田聖太，鬼塚侑樹，高口博志，赤井伸行，白男川貴史，江原正博，山崎 馨，原渕 祐，前田 理，武次徹也：para-, meta-, ortho-hydroxy methylcinnamateの無輻射緩和経路とtrans→cis異性化の研究。第11回分子科学討論会（2017年9月，仙台）（一般講演）
- ◎山崎 馨，木下真之介，宮崎康典，住田聖太，鬼塚侑樹，高口博志，井口佳哉，赤井伸行，白男川貴史，江原正博，原渕 祐，前田 理，武次徹也，江幡孝之：Hydroxy methylcinnamateにおける無輻射失活経路の置換位置依存性。第11回分子科学討論会（2017年9月，仙台）（一般講演）
- ◎中山晋吾，井口佳哉，高口博志，鬼塚侑樹，木下真之介，江幡孝之：日焼け防止剤としての桂皮酸誘導体の無輻射過程の研究。第11回分子科学討論会（2017年9月，仙台）（一般講演）
- ◎鬼塚侑樹，山崎勝義，後藤寛貴，高口博志：メチルアミンの紫外光解離における電子励起状態 $NH_2$ の検出。第11回分子科学討論会（2017年9月，仙台）（一般講演）
- ◎中田裕之，山崎勝義，高口博志：配位子の運動解析による遷移金属カルボニル錯体の光解離反応の研究。第11回分子科学討論会（2017年9月，仙台）（ポスター）
- ◎門脇悠稀，鬼塚侑樹，山崎勝義，高口博志：トリメチルアミン励起状態ダイナミクスと光解離機構の解明。第11回分子科学討論会（2017年9月，仙台）（ポスター）
- ◎鬼塚侑樹，山崎勝義，高口博志：Non-adiabatic dynamics around the conical intersection of ammonia-derivative species。第13回若手研究者による先端的レーザー一分光シンポジウム（2017年12月，さいたま市）（招待講演）
- ◎S. Tendo, H. Kohguchi, K. Yamasaki : Detection of atomic oxygen  $O(^3P)$  with vacuum ultraviolet emission subsequent to two-photon excitation。The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium（2017年12月，東広島）（一般講演）
- ◎A. Yoshiki, Y. Sugino, S. Tendo, H. Kohguchi, K. Yamasaki : Generation of CH and H as the photoproducts of trihalomethanes and chemical reactions of CH with the precursors。The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium（2017年12月，東広島）（一般講演）
- ◎H. Tanimoto, S. Tendo, K. Orimi, H. Goto, H. Kohguchi, K. Yamasaki : Mechanism of generation of  $S_2(X^3\Sigma_g^-, a^1\Delta_g)$  in the  $O(^1D) + OCS$  reaction system。The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium（2017年12月，東広島）（一般講演）
- ◎Y. Onitsuka, S. Tendo, H. Goto, K. Yamasaki, H. Kohguchi : Detection of electronically excited  $NH_2$  product in the ultraviolet photodissociation of methylamine。The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium（2017年12月，東広島）（一般講演）
- ◎H. Nakata, K. Nagamori, K. Yamasaki, H. Kohguchi : Photoelimination dynamics study of tricarbonylnitrosylcobalt by analyzing the motion of eliminated ligands。The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium（2017年12月，東広島）（一般講演）

### ○学生の学会発表実績

	国際学会 件数	国内学会 件数
学部4年生 <sup>(1)</sup>	0	0
博士課程前期 <sup>(2)</sup>	8	6
博士課程後期 <sup>(3)</sup>	2	6
博士課程前期・後期共 <sup>(4)</sup>	0	0

### ○社会活動・学外委員（過去5年以内）

#### ・学協会役員

- 山崎勝義，日本化学会理事（2013-2014）
- 山崎勝義，日本化学会代議員（2012-2014）
- 山崎勝義，日本化学会「化学と教育」編集幹事会担当理事（2013-2014）
- 山崎勝義，日本化学会化学教育賞等選考委員会担当理事（2014）
- 山崎勝義，日本化学会単位・記号専門委員会委員（2015-）
- 山崎勝義，日本分光学会中国四国支部代議員（2004，2006-）

山崎勝義, 日本分光学会中国四国支部監査 (2006-)  
高口博志, 分子科学会運営委員 (2013-)  
高口博志, 日本分光学会編集委員 (2012-)  
高口博志, 日本分光学会常務委員編集担当 (2014-2016)  
高口博志, 日本分光学会中国四国支部庶務幹事 (2016)  
高口博志, 原子衝突研究協会運営委員 (2008-)  
高口博志, 原子衝突学会編集委員 (2014-2017)

・講習会・セミナー講師

山崎勝義, 先端融合科学「Department of Chemistry」(2015年8月, 広島大学)  
山崎勝義, 科学技術振興機構 日本・アジア青少年サイエンス交流事業さくらサイエンスプランサマースクールプログラム「Chemical Reaction and Energy Transfer of Vibrationally Excited Molecules」(2015年8月, 広島大学)  
山崎勝義, 機関リポジトリ新任担当者研修「研究者から見た機関リポジトリ」(2015年9月, 広島修道大学)  
山崎勝義, 科学技術振興機構 日本・アジア青少年サイエンス交流事業さくらサイエンスプランサマースクールプログラム「Chemical Reaction and Energy Transfer of Vibrationally Excited Molecules」(2016年8月, 広島大学)  
山崎勝義, オープンアクセスリポジトリ推進協会地域ワークショップ「研究者の視点からリポジトリに期待すること」(2016年12月, 広島大学)

・高大連携事業

山崎勝義, 大学模擬講義「サイエンス＝科学＝理学の楽しみ方」(2014年7月, 広島県立福山誠之館高等学校)  
高口博志, 広島県立井口高校校外研修「わかる！はかる！わかる！」(2015年7月, 広島大学)  
山崎勝義, 広島県科学オリンピック開催事業 第4回広島県科学セミナー(2016年1月, 広島市立大学)  
高口博志, グローバルサイエンスキャンパス事業 第4回セミナー(2016年3月, 広島大学)  
山崎勝義, グローバルサイエンスキャンパス事業 第5回セミナー(2016年3月, 広島大学)  
山崎勝義, グローバルサイエンスキャンパス事業 第3回セミナー(2016年10月, 広島大学)  
山崎勝義, グローバルサイエンスキャンパス事業 第5回セミナー(2016年12月, 広島大学)  
山崎勝義, グローバルサイエンスキャンパス事業 異分野融合シンポジウム(2017年1月, メルパルク広島)  
高口博志, 広島県立井口高校校外研修「わかる！はかる！わかる！」(2016年7月, 広島大学)  
高口博志, 広島県立井口高校校外研修「わかる！はかる！わかる！」(2017年7月, 広島大学)

・論文誌編集委員

山崎勝義, Chemical Physics Letters, Advisory Editorial Board (2016-)

・討論会の組織委員

山崎勝義, 第8回分子科学討論会実行委員会委員(2013-2014)  
高口博志, 第8回分子科学討論会実行委員会委員(2013-2014)

・その他の委員

山崎勝義, 広島大学北京研究センター運営委員(2006-)  
山崎勝義, 広島大学図書館リポジトリ・アドバイザー(2007-2014)  
山崎勝義, 広島大学図書館資料選定会議委員(2013-2014)  
山崎勝義, 広島大学グローバルサイエンスキャンパス(GSC)事業, コーディネーター(2015-2016)

○国際共同研究・国際会議開催実績

高口博志, International Symposium on “Diversity of Chemical Reaction Dynamics”, Organizing Committee Member

高口博志, 国際共同研究「極低温イオンの化学」, ドイツ・ケルン大学2016年8月-2017年1月滞在  
高口博志, 国際共同研究「極低温イオンの化学」, ドイツ・ケルン大学2017年8月-2018年1月滞在  
高口博志, Symposium on Advanced Molecular Spectroscopy, Organizing Committee Member  
高口博志, International Symposium on Free Radical 2017, Local Organizing Committee Member

#### ○研究助成の受け入れ

科学研究費補助金 挑戦的萌芽研究, 光電子エネルギー分布を利用する分光スペクトル測定素子の開発, 研究代表者 山崎勝義  
科学研究費補助金 基盤研究(B) 特設分野「遷移状態制御」, 多原子系反応の実効的反応座標の決定と反応設計に向けた体系化, 研究代表者 高口博志  
東レ科学技術研究助成, 分子線実験による有機イオン反応系の反応座標の抽出, 研究代表者 高口博志  
公益財団法人山田科学振興財団 2016年度 長期間派遣援助「分子イオンの極低温化学」, 研究代表者 高口博志

#### ○受賞状況 (学生)

天道尚吾, Best Poster Prize, 33th Symposium on Chemical Kinetics and Dynamics (Jun. 2017, Nagoya, Japan)  
鬼塚侑樹, 優秀講演賞, 第11回分子科学討論会 (2017年9月, 仙台)  
鬼塚侑樹, The Best Student Presentation Award, The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium (2017年12月, 東広島)  
天道尚吾, The Best Student Presentation Award, The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium (2017年12月, 東広島)  
中田裕之, Student Award, The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium (2017年12月, 東広島)

#### ○座長を行った学会・討論会の名称

高口博志, 33th Symposium on Chemical Kinetics and Dynamics, 名古屋, 2017年6月  
高口博志, International Symposium on Free Radical 2017, September

## 有機典型元素化学研究グループ

スタッフ 山本 陽介 (教授), 中本 真晃 (准教授), Shang Rong (助教)

### ○研究活動の概要

今年度は、数年前から開発してきた立体障害が大きい  $sp^3$  塩基を用いて、非常に珍しい 3 つのホウ素からなる 3 員環化合物の単離に成功した。共同研究で計算による特徴も明らかにできた。(山本)

高歪み炭素シグマ結合からなる正四面体炭化水素分子テトラヘドランと、その原子価異性体であるシクロブタジエンを研究対象として、光や熱によって誘起される分子変換に関する研究を進めてきた。シクロブタジエンに代表される反芳香族性化合物は、新たな開殻系分子モデルと考えられており、共役拡張型シクロブタジエンの電子構造に関して、実験的研究を精査している。(中本)

Computational results from our international collaborators helped us to understand the bonding nature of the already obtained gold diboron complexes. This, with further kinetic and reactivity studies lead to the publication on the synthesis and reactivity of rare gold(I) diboron complexes. The synthesis of the gallium-containing ligand analogue has been met with challenges, from which we noted the more electrostatic nature of the gallium bonding. An alternative synthetic route is under investigation. Meanwhile, a new diboron containing ligand system has been developed. Its metal complexation and derivation are underway. (Shang)

### ○発表原著論文

- ◎S. Morisako, R. Shang, Y. Yamamoto, H. Matsui and M. Nakano (2017) Triaminotriborane(3): A Homocatenated Boron Chain Connected by B–B Multiple Bonds. *Angew. Chem., Int. Ed.* **56**, 15234–15240. (Selected as a Very Important Paper and a frontispiece, Frontispiece: Triaminotriborane(3): A Homocatenated Boron Chain Connected by B–B Multiple Bonds 10.1002/anie.201784861)
- A. Nakamoto, Y. Yamamoto, and A. Kawachi (2017) Synthesis and Structures of Edge-functionalized Dihydrodisilaanthracene and Tetrahydrotetrasilapentacene Compounds. *Chem. Lett.*, **46**, 1760–1762
- ◎R. Shang, S. Saito, J. Oscar Carlos Jimenez-Halla and Y. Yamamoto (2018) Facile Reactions of Gold (I) Complexes with Tri(tert-butyl)azadiboriridine, *Dalton Trans.*, **47**, 5181-5188. (Selected as a backcover)

### ○国際会議

- Y. Yamamoto : Tridentate Ligands with Alkyl or Perfluoroalkyl Substituents, The 8th International Meeting on Halogen Chemistry (HALCHEM VIII) (2017.09.12-15, Inuyama, Aichi) (Invited Lecture)
- ◎R. Shang, S. Saitou, J. Oscar C. Jimenez-Halla, Y. Yamamoto: Novel Boron-ligated Transition Metal Complexes, The 12th International Conference of Heteroatom Chemistry (2017.06.11-16, Vancouver, Canada) (Oral presentation)
- ◎T. Oishi, J. Yichuan, R. Shang, Y. Yamamoto: Synthesis of Transition Metal Complexes Using An Acceptor-Donor-Acceptor Ligand, The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium (2017. 12.14-15, Higashi-Hiroshima, Hiroshima) (Oral presentation)
- ◎K. Susukida, R. Shang, Y. Yamamoto: Synthesis towards boryl-ligated complexes bearing metal→gallane interactions, The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium, (2017. 12.14-15, Higashi-Hiroshima, Hiroshima) (Oral presentation)
- ◎S. Morisako, R. Shang, Y. Yamamoto, H. Matsui, M. Nakano, M. Yamashita: Synthesis and Reactivity of An Amino-Substituted Low-Coordinate Boron Species, The 12th International Conference of Heteroatom Chemistry (2017.06.11-16, Vancouver, Canada) (Poster Presentation)
- ◎S. Morisako, R. Shang, Y. Yamamoto, H. Matsui, M. Nakano, M. Yamashita: Attempts to Synthesize Ligand-Free Diaminodiborenes, The 16th International Meeting on Boron Chemistry (IMEBORON XVI) (2017.07.09-13, Hong Kong) (Poster presentation)
- ◎R. Shang, S. Saitou, J. Oscar C. Jimenez-Halla, Y. Yamamoto: Synthesis Towards Boryl Metallaborate Complexes, Gordon Research Conference on Organometallic Chemistry (Organometallics in Catalysis, Materials Chemistry, Energy and More) (2017.07.9-14, Salve Regina University, Newport, USA) (Poster presentation)

### ○国内学会

山本陽介, 竹下将人, 多田 航, Yan Chenting, 中野雅由, 鎌田賢司: 超原子価 5 配位窒素ラジカルカチオン化合物およびその二量体。第 66 回高分子討論会 (2017 年 9 月 20 日~22 日, 松山) (招

待講演)

伊藤 純：協働効果を発揮する求核触媒を用いたアシル化反応。第 52 回有機反応若手の会(2017 年 7 月 12 日～14 日, 三重) (一般講演)

◎R. Shang, S. Saitou, J. Oscar C. Jimenez-Halla, Y. Yamamoto: Novel Boron-ligated Transition Metal

Complexes, 錯体化学会 第 67 回討論会 (2017 年 9 月 16 日～18 日, 札幌) (Oral presentation)

山本陽介：感応性化学種が拓く新物質科学の総括。新学術領域研究「感応性化学種が拓く新物質科学」成果とりまとめシンポジウム「次世代の感応性化学種」(2017 年 10 月 20 日, 東京) (一般講演)

◎杉山 大, 西井隆子, Rong Shang, 山本陽介：新規三座配位子を有する硫黄カチオンの合成の試み。

2017 年日本化学会中国四国支部大会 鳥取大会 (2017 年 11 月 12 日～13 日, 鳥取) (一般講演)

森迫祥吾：Reveal the Hidden Properties of Boron, 未来博士 3 分間コンペティション 2017 (英語部門, 2017 年 11 月 25 日, 広島) (一般講演)

◎森迫祥吾, Shang Rong, 山本陽介, 松井啓史, 岸 亮平, 中野雅由：新規多重結合性ホウ素化合物の合成および反応性。第 44 回有機典型元素化学討論会 (2017 年 12 月 7 日～9 日, 東京) (一般講演)

斎藤聡太：Synthesis of Boryl-ligated FLP Complexes, 第 52 回有機反応若手の会(2017 年 7 月 12 日～14 日, 三重) (ポスター)

和田佳奈子：新規スフェランドを用いた超原子価 Te 化合物の合成。第 52 回有機反応若手の会(2017 年 7 月 12 日～14 日, 三重) (ポスター)

伊藤洋介：三重項カルベンの固体状態での単離検討。第 52 回有機反応若手の会(2017 年 7 月 12 日～14 日, 三重) (ポスター)

大石拓実：Acceptor-Donor-Acceptor 配位子を持つ遷移金属錯体に向けての合成。第 52 回有機反応若手の会(2017 年 7 月 12 日～14 日, 三重) (ポスター)

薄田康平：金属からガリウムへの相互作用を有する遷移金属錯体の合成検討。第 52 回有機反応若手の会(2017 年 7 月 12 日～14 日, 三重) (ポスター)

中西一貴：新規ジピリド縮環型一重項カルベンの合成と応用。第 52 回有機反応若手の会(2017 年 7 月 12 日～14 日, 三重) (ポスター)

棟田絵美子, 岡田和朗, 山本陽介：超原子価 5 配位リンラジカルカチオンの合成の試み。第 33 回若手化学者のための化学道場 (2017 年 9 月 1 日～2 日, 鳥取) (ポスター)

Y. Chenting, Y. Yamamoto : Synthesis and Application of Nitrogen Radical Cations, 第 28 回基礎有機化学討論会 (2017 年 9 月 7 日～9 日, 福岡) (ポスター)

伊藤洋介, 山本純基, 福圓真一, 山本陽介：熱的に安定な三重項カルベンの固体状態での単離検討。(2017 年 9 月 7 日～9 日, 福岡) (ポスター)

◎T. Oishi, J. Yichuan, R. Shang, Y. Yamamoto : Synthesis towards BPB ambiphilic ligand for transition metal complexes, 錯体化学会 第 67 回討論会 (2017 年 9 月 16 日～18 日, 札幌) (ポスター)

◎K. Susukida, S. Saito, R. Shang, Y. Yamamoto: Synthesis towards gallium containing complexes bearing with Metal→Lewis acid interactions, 錯体化学会 第 67 回討論会 (2017 年 9 月 16 日～18 日, 札幌) (ポスター)

◎S. Saito, R. Shang, Y. Yamamoto, J. Oscar C. Jimenez-Halla : Complexation of Tri-tert-butylazadiboriridine with Au(I) Complexes, 錯体化学会 第 67 回討論会 (2017 年 9 月 16 日～18 日, 札幌) (ポスター)

◎森迫祥吾, R. Shang, 山本陽介, 松井啓史, 中野雅由：新規カチオン性ホウ素化合物の合成および性質。第 44 回有機典型元素化学討論会 (2017 年 12 月 7 日～9 日, 東京) (ポスター)

棟田絵美子, 岡田和朗, 山本陽介：三座配位子を用いた超原子価 5 配位リンラジカルカチオンの合成の試み。第 44 回有機典型元素化学討論会 (2017 年 12 月 7 日～9 日, 東京) (ポスター)

## ○学生の学会発表実績

	国際学会 件数	国内学会 件数
学部4年生 <sup>(1)</sup>	0	1
博士課程前期 <sup>(2)</sup>	2	13
博士課程後期 <sup>(3)</sup>	2	4
博士課程前期・後期共 <sup>(4)</sup>	0	0

## ○セミナー・講演会開催実績

山本陽介, Ching-WenChiu 准教授講演会

日時：平成29年8月22日(火) 16:40～

場所：理学研究科 B301号室

講師：Ching-WenChiu 准教授(国立台湾大学)

演題：Boron Cations and Radicals

山本陽介, Hwan-Ching Tai 助教授講演会

日時：平成29年8月29日(火) 18:00～

場所：理学研究科 B301号室

講師：Hwan-Ching Tai 助教授

演題：The secrets of Stradivari violins and the hidden chemistry of Baroque wood

山本陽介, Shang, Rong, Julian Massue 博士講演会

日時：平成29年12月14日(木) 16:20～

場所：理学研究科 B301号室

講師：Julian Massue 博士(フランス, ストラスブール大学)

演題：Optimized Fluorescent Emitters Based on a Hydroxybenzazole or Anil Scaffold

## ○社会活動・学外委員

山本陽介, 第22期日本学術会議連携会員(2011～)

山本陽介, 基礎有機化学会副会長(2012年10月～2014年9月)

山本陽介, 日本化学会中国四国支部支部長(2014年3月～2015年2月)

中本真晃, 日本化学会中国四国支部庶務幹事(2018年3月～)

### ・講習会・セミナー講師

Shang, Rong, 第8回 国立台湾大学理学院, チュラーロンコーン大学理学部, 岡山大学理学部及び広島大学理学部間の国際ワークショップ講師, 2017年8月21～30日, 広島大学

Shang, Rong, Globalization A Science Chat 講師, Clever Molecular Design For Catalysts of Sustainable Chemical Transformations, 2017年7月, 広島大学

### ・高大連携事業

Shang, Rong, 2017年8月, 広島大学オープンキャンパスにて, 研究室公開「小さな結晶から分子の形がわかる!？」でX線解析についての説明を行った。

### ・論文誌編集委員

山本陽介, Journal of Physical Organic Chemistry, Editorial Board(2005～)

### ・その他の委員

山本陽介, 中国四国・化学と工業懇話会常任運営委員(2007～)

## ○産学官連携実績

山本陽介, コニカミノルタとの共同研究を開始した。(2016～)

### ○国際共同研究・国際会議開催実績

山本陽介, メキシコ国立自治大学, 遷移金属触媒に関する国際共同研究  
山本陽介, カナダ・カルガリー大学, 遷移金属触媒に関する国際共同研究  
山本陽介, アメリカ・テキサス A&M 大学, 三重項カルベン合成に関する国際共同研究  
Shang, Rong, メキシコ・ガナファト大学, 遷移金属触媒に関する国際共同研究

### ○他研究機関での講義・客員

山本陽介, アラバマ大学客員教授 (2013 年～)

### ○研究助成の受け入れ状況

科学研究費補助金基盤研究(A), 開殻性を有する新規機能性分子の創成, 代表者 山本陽介  
科学研究費補助金新学術領域研究(研究領域提案型) 感性化学種が拓く新物質科学, 代表者 山本陽介  
医療分野研究成果展開事業 産学連携医療イノベーション創出プログラム (ACT-MS), EPR イメージングを目的とした含窒素化合物の創製, 研究開発分担者 山本陽介  
科学研究費補助金基盤研究(C), 歪共役系分子の化学: 高歪み炭素  $\sigma$  骨格および  $4\pi$  反芳香族分子の構築と物性の解明, 代表者 中本真晃  
広島大学産学連携若手研究者支援プログラム, Clever Molecular Design for Catalysts of Sustainable Chemical Transformations, 代表者 Shang, Rong  
広島大学女性研究者共同研究費助成, Boton-containing transition metal complexes for Chemical Transformations and Catalysis, 代表者 Shang, Rong

### ○受賞状況 (学生)

森迫祥吾 (D3) 第 44 回有機典型元素化学討論会優秀講演賞 (2017)  
森迫祥吾 (D3) 第 44 回有機典型元素化学討論会 RSC Chemical Communications 賞 (2017)  
森迫祥吾 (D3) 未来博士 3 分間コンペティション 2017 英語部門 オーディエンス銀賞 (2017)  
齋藤聡太 (M2) 第 52 回有機反応若手の会 優秀ポスター賞 (2017)  
和田佳奈子 (M2) 第 52 回有機反応若手の会 優秀ポスター賞 (2017)  
森迫祥吾 (D3) the 12th International Conference of Heteroatom Chemistry, ICHAC student and post-doc poster prize (2017)  
森迫祥吾 (D3) 日本化学会第 98 春季年会 (2018) 学生講演賞

### ○座長を行った学会・討論会の名称

Shang Rong, The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium, 2017 年 12 月 14～15 日

### ○その他特記事項

山本陽介, 広島大学研究企画会議委員 (2013 年 5 月～)  
山本陽介, 広島大学研究設備サポート推進会議委員 (2011 年 3 月～)  
山本陽介, 先端機能物質研究センター運営委員会委員 (2005～)

## 反応有機化学研究グループ

スタッフ 安倍 学 (教授), 高木 隆吉 (助教), 波多野 さや佳 (助教)

### ○研究活動の概要

- ・開殻系分子の反応挙動精査とその合成化学的利用に関する研究を行っている。
- ・三重項ジラジカルから一重項ジラジカルへの項間交差の直接観測に成功した。
- ・五重項状態を持つテトララジカルの発生に成功した。
- ・一重項ジラジカルの非線形光学現象に関する知見を新たに得た。
- ・一重項ジラジカルと三重項ジラジカルのラジカル性の直接観測に成功した。
- ・新規な強酸性のキラルブレンステッド酸を用いたヒドロアミノ化反応やキラルなブレンステッド酸をテンプレートとして用いたエナンチオ選択的な反応の開発を行っている。
- ・新規フォトクロミック化合物の合成とフォトクロミック特性の検討, およびそれら知見を基とした新規機能性有機分子の開発に関する研究を行っている。

### ○発表原著論文

- R. Feng, Y. Lu, G. Deng, J. Xu, Z. Wu, H. Li, Q. Liu, N. Kadowaki, M. Abe, and X. Zeng (2018) Magnetically Bistable Nitrenes: Matrix-Isolation of Furoylnitrenes in Both Singlet and Triplet States and Triplet 3-Furylnitrene. *J. Am. Chem. Soc.*, **140**, 10–13.
- ◎M. T. T. Nguyen, T. H. Le, H. X. Nguyen, P. H. Dang, T. N. V. Do, M. Abe, R. Takagi, and N. T. Nguyen (2017) Artocarmins G–M, Prenylated 4-Chromenones from the Stems of *Artocarpus rigida* and Their Tyrosinase Inhibitory Activities. *J. Nat. Prod.*, **80**, 3172–3178.
- Z. Wu, R. Feng, H. Li, J. Xu, G. Deng, M. Abe, D. Bégué, K. Liu, and X. Zeng (2017) Fast Heavy-Atom Tunneling in Trifluoroacetyl Nitrene. *Angew. Chem. Int. Ed.*, **56**, 15672–15676.
- H. Wan, J. Xu, Q. Liu, H. Li, Y. Lu, M. Abe, and X. Zeng (2017) Contrasting Photolytic and Thermal Decomposition of Phenyl Azidoformate: The Curtiu Rearrangement Versus Intramolecular C–H Amination. *J. Phys. Chem. A*, **121**, 8604–8613.
- ◎H. Yoshida, M. Seki, I. Kageyuki, I. Osaka, S. Hatano, and M. Abe, (2017) B(MIDA)-Containing Diborons. *ACS Omega*, **2**, 5911–5916.
- S. K. Sarkar, DeV. M. Gatlin, A. Das, B. Loftin, J. A. Krause, M. Abe, and A. D. Gudmundsdottir (2017) Using Laser Flash Photolysis to Elucidate Solid-State Reaction Mechanism of  $\alpha$ -Azido-p-Methoxyacetophenone. *Org. Biomol. Chem.*, **15**, 7380–7386.
- H. Wan, H. Li, J. Xu, Z. Wu, Q. Liu, X. Chu, M. Abe, D. B. Gu., and X. Zeng (2017) N-Methylcarbamoyl Azide: Spectroscopy, X-ray Structure and Decomposition via Methylcarbamoyl Nitrene. *Org. Chem. Front.*, **4**, 1839–1848.
- ◎P. H. Dang, H. H. T. Nguyen, H. T. T. Truong, T. N. V. Do, H. X. Nguyen, M. T. T. Nguyen, M. Abe, R. Takagi, and N. T. Nguyen (2017) Two ring opened oxetane taxoids containing a C-20 benzoyloxy group from the roots of *Taxus wallichiana* Zucc. *Tetrahedron Lett.*, **58**, 3897–3900.
- Y. Fujita and M. Abe (2017) Computational Study on 1,3-Disilacyclobutane-1,3-diylidene Disilylenes: A Synthetic Strategy for cis-Bent Disilenes. *J. Phys. Org. Chem.* 2017, **30**, e3724.
- ◎Y. Nakamura, T. Ogihara, S. Hatano, M. Abe, and S. Yamago (2017) Control of the termination mechanism in radical polymerization by viscosity: Selective disproportionation in viscous media. *Chem. –Eur. J.*, **23**, 1299–1305.
- Y. Chitose, M. Abe, K. Furukawa, J.-Y. Lin, T.-C. Lin, and C. Katan (2017) Design and Synthesis of a Caged Carboxylic Acid with a Donor- $\pi$ -Donor Coumarin Structure: One-photon and Two-photon Uncaging Reactions Using Visible and Near-Infrared Lights. *Org. Lett.*, **19**, 2622–2625.
- ◎T. Ikeda, Y. Ueda, N. Komori, M. Abe, and T. Haino (2017) Light-harvesting organogel based on tris(phenylisoxazolyl)benzene. *Supramol. Chem.*, **29**, 471–476.
- H. Li, Z. Wu, D. Li, H. Wan, J. Xu, and M. Abe, X. Zeng (2017) Direct observation of methoxycarbonylnitrene. *Chem. Commun.*, **53**, 4783–4786.
- K. Fukuhara, T. Nakashima, M. Abe, T. Masuda, H. Hamada, H. Iwamoto, K. Fujitaka, N. Kohno, and N. Hattori (2017) Suplatast tosylate protects the lung against hyperoxic lung injury by scavenging hydroxyl radicals. *Free Radical Biol. Med.*, **106**, 1–9.
- ◎M. Abe and S. Hatano (2017) Mechanistic Study of Stereoselectivity in Azoalkane Denitrogenations. *Pure Appl.*

*Chem.*, **89**, 759–764.

- S. Yoshidomi, M. Mishima, S. Seyama, M. Abe, Y. Fujiwara, and T. Ishibashi (2017) Direct Detection of a Chemical Equilibrium between a Localized Singlet Diradical and Its  $\sigma$ -Bonded Species by Time Resolved UV-vis and IR Spectroscopy: Notable Nitrogen-Atom Effects. *Angew. Chem. Int. Ed.*, **56**, 2984-2988.
- ◎H. D. M. Sriyathne, S. K. Sarkar, S. Hatano, M. Abe and A. D. Gudmundsdottir (2017) Photolysis of 3,5-diphenylisoxazole in argon matrices. *J. Phys. Org. Chem.*, **30**, e3638.
- ◎J. Xue, M. Abe, and R. Takagi (2017) Photochemical [2+2] Paternò-Büchi Cycloaddition of Aromatic Carbonyl Compounds with 2-Siloxy-1H-Pyrrole Derivatives. *J. Phys. Org. Chem.*, **30**, e3632.
- M. Abe, and R. S. Sheridan (2017) Preface for the special Issue of ISRIUM-2015 in Honolulu, Hawaii, USA. *J. Phys. Org. Chem.*, **30**, e3697.

### ○総説

- Y. Chitose and M. Abe (2017) Two-photon Responsive Caged Compounds 2光子応答性ケージド化合物. 光化学協会誌, **48**, 130–138.
- M. Abe and R. Akisaka (2017) Is  $\pi$ -Single Bonding (C– $\pi$ -C) Possible? A Challenge in Organic Chemistry. *Chem. Lett.*, **46**, 1586–1592.
- M. Abe, Y. Chitose, S. Jakkampudi, P. T. T. Thuy, L. Qianghua, B. T. Van, A. Yamada, R. Oyama, M. Sasaki, and C. Katan (2017) Design and Synthesis of Two-Photon Responsive Chromophores for Near-Infrared Light Induced Uncaging Reactions. *Synthesis*, **49**, 3337–3346.

### ○国際会議

- X. Jianfei: Regio- and the stereoselectivity in photochemical [2+2] cycloaddition reaction of carbonyl compounds with the pyrrole derivatives. International Symposium on Caged Compounds (Mar., 2018, Hiroshima, Japan) (ポスター)
- R. Akisaka: Kinetic stabilization of singlet-2,2-dialkoxy-1,3-diradical by introducing bulky substituents. International Symposium on Caged Compounds (Mar., 2018, Hiroshima, Japan) (ポスター)
- Y. Chitose: Design and synthesis of near IR two-photon responsive molecules bearing D- $\pi$ -D topology: application to caged compounds. International Symposium on Caged Compounds (Mar., 2018, Hiroshima, Japan) (ポスター)
- N. Kadowaki: Macrocyclic effect on the reactivity of reactive intermediates such as oxyallyls. International Symposium on Caged Compounds (Mar., 2018, Hiroshima, Japan) (ポスター)
- Chihiro Tabuchi: Attempt of enantioselective intramolecular [2+2] photocycloaddition reactions mediated by chiral phosphoric acid. International Symposium on Caged Compounds (Mar., 2018, Hiroshima, Japan) (ポスター)
- A. Yamada: Release of 2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl (TEMPO) radical from caged nitroxides with a two-photon responsive chromophore. International Symposium on Caged Compounds (Mar., 2018, Hiroshima, Japan) (ポスター)
- R. Oyama: Photochemical generation of reactive oxygen species from aryl methyl peroxides. International Symposium on Caged Compounds (Mar., 2018, Hiroshima, Japan) (ポスター)
- M. Sasaki: Development of new indenone-based photolabile protecting group with two-photon absorption ability. International Symposium on Caged Compounds (Mar., 2018, Hiroshima, Japan) (ポスター)
- C. Tanabe: Photo-properties of a fast spin-state switching system triggered by photolysis. International Symposium on Caged Compounds (Mar., 2018, Hiroshima, Japan) (ポスター)
- Aina Miyahara: Reactivity of a diradical in a macrocyclic ring system. International Symposium on Caged Compounds (Mar., 2018, Hiroshima, Japan) (ポスター)

### ○国内学会

- 吉富翔平, 安倍 学: 4,4-ジアルコキシ-1,2-ジアザシクロペンタン-3,5-ジイルジラジカルのアルコキシ基転位反応機構の解明。第28回基礎有機化学討論会(2017年9月, 福岡) (一般講演)
- 松本 岬, 岡本一茂, 中村岳史, 古川 貢, 安倍 学: テトララジカルを有するパラフェニレン分子のキノイド形成。第28回基礎有機化学討論会(2017年9月, 福岡) (ポスター)
- 門脇範人, 安倍 学: オキシアリルなどの反応性中間体の反応挙動に及ぼすマクロ環の効果。第28回基礎有機化学討論会(2017年9月, 福岡) (ポスター)
- 秋坂陸生, 安倍 学: 一重項 2,2-ジアルコキシ-1,3-ジラカルの反応性に及ぼす立体効果。第28回

基礎有機化学討論会(2017年9月, 福岡) (ポスター)

千歳洋平, 安倍 学, 古川 貢・Lin Tzu Chau・Claudin Katan: 近赤外領域の2光子感応性D- $\pi$ -D型構造を有する光アンテナ分子の設計とケージド化合物への応用。2017年光化学討論会(2017年9月, 仙台) (一般発表)

◎田渕千裕, 高木隆吉, 安倍 学: キラルリン酸をテンプレートとしたエナンチオ選択的分子内[2+2]光環化付加反応の検討。2017年光化学討論会(2017年9月, 仙台) (ポスター)

山田綾人, 安倍 学, 古川 貢: 2光子光解離性保護基を用いるラジカルプローブの発生。2017年光化学討論会(2017年9月, 仙台) (ポスター)

Pham Thi Thu Thuy, Jakkampudi Satish, 安倍 学, 古川 貢, Katan Claudine: 2光子吸収に優れたp-ターフェニル基を持つ光解離性保護基の設計と合成: ケージド化合物への応用。2017年光化学討論会(2017年9月, 仙台) (ポスター)

◎田渕千裕, 高木隆吉, 安倍 学: キラルリン酸をテンプレートとしたエナンチオ選択的分子内[2+2]光環化付加反応の検討。第34回有機合成化学セミナー(2017年9月, 金沢) (ポスター)

門脇範人, 安倍 学: オキシアリルなどの反応性中間体の反応挙動に及ぼすマクロ環の効果。第34回有機合成化学セミナー(2017年9月, 金沢) (ポスター)

大山諒子, 安倍 学: アリアルペルオキシドの光反応によるORラジカルの発生。日本化学会第98春季年会(2018年3月, 船橋) (一般発表)

◎宮原愛奈, 波多野さや佳, 安倍 学: マクロ環骨格内に発生したジラジカルの反応挙動。日本化学会第98春季年会(2018年3月, 船橋) (一般発表)

◎秋坂陸生, 波多野さや佳, 安倍 学: 一重項2,2-ジアルコキシ-1,3-ジラジカルの反応性に及ぼす立体効果。日本化学会第98春季年会(2018年3月, 船橋) (一般発表)

佐々木海友, 安倍 学: インデノン骨格を有する新規2光子光解離性保護基の開発。日本化学会第98春季年会(2018年3月, 船橋) (一般発表)

千歳洋平, 安倍 学, 林 子超, クラウディンカタン: 近赤外領域に高い2光子応答性を有するD- $\pi$ -D型光アンテナの設計, 合成と新規クマリン型ケージド化合物への応用。日本化学会第98春季年会(2018年3月, 船橋) (一般発表)

◎田邊千佳, 波多野さや佳, 安倍 学: 光照射時のみスピン状態が変化する光スイッチング分子の光物性。日本化学会第98春季年会(2018年3月, 船橋) (一般発表)

### ○学生の学会発表実績

	国際学会 件数	国内学会 件数
学部4年生 <sup>(1)</sup>	4	4
博士課程前期 <sup>(2)</sup>	5	11
博士課程後期 <sup>(3)</sup>	1	1
博士課程前期・後期共 <sup>(4)</sup>		1

### ○セミナー・講演会開催実績

安倍 学, John C.-G. Zhao 教授 講演会

日時: 2017年7月27日(火) 14:30 -

場所: 理学研究科 B301 講義室

講師: John C.-G. Zhao 教授 (米国, University of Texas at San Antonio)

演題: Asymmetric Catalysis with Modularly Designed Organocatalysts

安倍 学, 楊吉水 教授 講演会

日時: 2018年1月17日(水) 12:50 -14:20

場所: 理学研究科 B305 講義室

講師: 楊 吉水 教授 (台湾, National Taiwan University)

演題: Multi-Stimuli-Responsive and Multicolor Luminescent Organic Materials

安倍 学, 真嶋哲朗 教授 講演会  
日時: 2018年1月30日(火) 16:00 -  
場所: 理学研究科 B301 講義室  
講師: 真嶋哲朗 教授 (大阪大学産業科学研究所)  
演題: 単一分子, 単一粒子の観測から広がる化学研究

安倍 学, Zeev Gross 教授 講演会  
日時: 2018年2月13日(火) 15:30 -17:00  
場所: 理学研究科 B301 講義室  
講師: Zeev Gross 教授 (イスラエル, Technion – Israel Institute of Technology)  
演題: Metallocomplexes for Photocatalysis

安倍 学, Peter R. Schreiner 教授 講演会  
日時: 2018年3月5日(月) 15:30 -17:00  
場所: 理学研究科 B301 講義室  
講師: Peter R. Schreiner 教授 (ドイツ, Justus-Liebig-University)  
演題: London Dispersion Effects in Molecular Chemistry – Reconsidering Steric Effects

安倍 学, Weston Thatcher Borden 教授 講演会  
日時: 2018年3月30日(金) 16:30 -17:30  
場所: 理学研究科 B301 講義室  
講師: Weston Thatcher Borden 教授 (米国, University of North Texas)  
演題: Why Are N<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> Unreactive?

#### ○社会活動・学外委員

- ・学協会役員, 委員  
安倍 学, 分子情報ダイナミクス研究会代表 (2007~)  
安倍 学, 基礎有機化学会, 理事(2012~)  
安倍 学, IUPAC Subcommittee on Structural & Mechanistic Organic Chemistry (2016年7月~)
- ・論文誌編集委員  
安倍 学, EDITORIAL BOARD ARKIVOC EDITORIAL BOARD OF REFEREES (2005~)  
安倍 学, Australian Journal of Chemistry (2010~)  
安倍 学, Editorial Board Member in Advances in Physical Organic Chemistry (2016~)
- ・討論会の組織委員  
安倍 学, 基礎有機化学討論会組織委員 (2007~)  
安倍 学, 反応性中間体と異常分子の国際会議組織委員 (2010~)

#### ○国際共同研究・国際会議開催実績

安倍 学, International Symposium on Caged Compounds (2018年, 3月9-10日)

#### ○研究助成の受け入れ状況

科学研究費補助金, 新学術領域計画研究, 光感应性  $\pi$  単結合化合物の創製と機能, 代表者 安倍 学  
科学研究費補助金, 挑戦的萌芽研究, 最も曲がった曲面  $\pi$  電子系構造の合成, 代表者 安倍 学  
科学研究費補助金若手研究 (B), 光挙動の系統的解明による逆フォトクロミック分子の確立, 代表者 波多野さや佳  
広島大学平成 29 年度科研費ステップアップ支援制度, キラルリン酸の会合体形成を鍵としたエナンチオ選択的光誘起反応の探索, 代表者 高木隆吉

○座長を行った学会・討論会の名称

波多野さや佳, 2017 年光化学討論会, 仙台, 2017 年 9 月

波多野さや佳, 第 28 回基礎有機化学討論会, 福岡, 2017 年 9 月

○その他特記事項

青少年のための化学の祭典第23回広島大会 (2017年10月28日, 広島市子ども文化科学館)

## 量子化学研究グループ

スタッフ 相田 美砂子 (教授), 岡田 和正 (准教授), 赤瀬 大 (特任助教)

### ○研究活動の概要

量子化学研究グループの研究の目的は、分子の構造や反応の特異性、分子挙動の特徴、また、電子構造における特徴を、量子化学における理論と実験の両方の手法を用いることによって明らかにすることである。

①生理活性分子や生体分子の構造の特徴や反応のメカニズム、また、それらへの溶媒や周りの環境の関与を明らかにすることを目的として、主として非経験的分子軌道法、分子動力学法、モンテカルロ法を用いた研究を進めた。グルコースやトレハロースの水和構造を QM/MM 法により明らかにし、そこから得られる溶媒分子の配置、及び、その時間変化に基づき、溶媒水分子の分布やトポロジー解析を行った。また、生物学的実験により明らかになった、シード領域に化学修飾を導入した siRNA の活性の違いについて、その理由を、理論化学計算を適用することにより検討した。その結果、立体障害によりオフターゲット効果を抑制することが明らかとなった。

②機能性材料の特徴を明らかにし、また、機能予測が可能となることをめざして、主として、密度汎関数法を用いた理論化学計算を進めた。ベンゼン環が  $n$  個つながった分子 ( $n=1\sim6$ ) を対象とし、それぞれの構造異性体、計 50 種の構造について構造最適化し、構造と機能との関係を明らかにした。また、半導体や高分子の電子構造、及びその特徴を明らかにし、機能予測をするための理論化学計算を進めた。

③グリシンベタインは中性水溶液中で双性イオンの形をとる。双性イオンのもつ高い極性のため、周囲の水分子と強い相互作用をする。水溶液の酸素内殻発光スペクトルはベタイン濃度によって形状を異にし、スペクトルデータの多変量解析によってベタインと強く相互作用した水分子の数(水和数)を見積もることができた。水和数をパラメータとした解析の結果、28 と求めた。一方、この水溶液系の部分モル体積から第一水和圏に含まれる分子数は 31 と計算された。したがって、本分光手法で得られた数値は合理的であると判断できた。

④トリメチルアミン-*N*-オキシド (TMAO) はヨウ素と 1:1 の電荷移動錯体をつくる。錯体水溶液の酸素内殻発光スペクトルは 525.5 eV にピークをもち、これをカルボキシ基サイトの非結合軌道から酸素内殻空孔への遷移と帰属した。一方、この水溶液の全蛍光スペクトルから O 1s イオン化エネルギーを 536.8 eV と評価した。TMAO 水溶液の場合との比較から、TMAO · I<sub>2</sub> 錯体の結合エネルギー(電荷移動力)が 0.6 eV と算出され、これは報告されている錯生成エンタルピー 0.43 eV と同程度である。さらに、この電荷移動力は、TMAO ··· I<sub>2</sub> 間の距離を 3.0 Å とすれば、0.16e の電荷移動量に相当する。

### ○発表原著論文

Hanna Iribe, Kengo Miyamoto, Tomoko Takahashi, Yoshiaki Kobayashi, Jastina Leo, Misako Aida, and Kumiko Ui-Tei (2017) Chemical Modification of the siRNA Seed Region Suppresses Off-Target Effects by Steric Hindrance to Base-Pairing with Targets. *ACS Omega*, **2**, 2055-2064.

Tasuku Horiuchi, Takamasa Sakai, Yusuke Sanada, Keisuke Watanabe, Misako Aida, and Yukiteru Katsumoto (2017) Association Behavior of Poly(ethylene oxide)-Poly(propylene oxide) Alternating Multiblock Copolymers in Water toward Thermally Induced Phase Separation. *Langmuir*, **31**, 14649-14656.

### ○国際会議

Misako Aida: The Role of Professional Organizations and Programs in Driving Changes. The 46th World Chemistry Congress of the International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC2017) (Panel Discussions: Women in Chemistry) 2017 年 7 月 11 日 サンパウロ (ブラジル) (招待)

Taiki Yoshikawa, Dai Akase, Misako Aida: Theoretical study on conformation of glucose and trehalose in the gas phase and in aqueous solution. The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium (December 15-16, 2017, Higashi-Hiroshima) (一般講演)

Kazumasa Okada, Takuma Kaneda, Hiroshi Iwayama, Eiji Shigemasa: Spectator Auger decays of *cis*-1,1,2,2,3,4-hexafluorocyclobutane in the F 1s region. The 30th International Conference on Photonic, Electronic, and Atomic Collisions (ICPEAC 2017), July 26-August 1, 2017, Cairns, Australia (ポスター)

## ○国内学会

相田美砂子：生理活性分子の特異的水和について。分子研研究会「触媒反応であるタンパク質反応を分子科学的観点から捉える」（2017年6月14日，愛知県岡崎市）（招待講演）

相田美砂子：水素結合パターンの認識。化学科主催研究会「お茶の水女子大学の理論化学と計算化学」（2017年12月23日，東京都文京区）（招待講演）

今井拓也，赤瀬 大，相田美砂子：溶媒が NMR 遮蔽定数に及ぼす影響についての理論化学的研究。第40回ケモインフォマティクス討論会（2017年10月26日-27日，山口県宇部市）（一般講演）

福原大輝，赤瀬 大，相田美砂子：N,N,N-トリメチルグシンの水和構造に関する理論化学的研究。2017年日本化学会中国四国支部大会（2017年11月11日-12日，鳥取県鳥取市）（一般講演）

◎赤瀬 大，吉川太基，相田美砂子：グルコースとトレハロースの水和構造の水素結合ネットワーク。第11回分子科学討論会（2017年9月15日-18日，宮城県仙台市）（ポスター）

堀内 輔，真田雄介，勝本之晶：PEO-PPO 交互マルチブロックコポリマー水溶液の相分離挙動とその分子量依存性。第66回高分子討論会（2017年9月20日-22日，愛媛県松山市）（ポスター）

力山和晃，勝本之晶：立体規則性を制御した PNiPAm を組み込んだ交互マルチブロックコポリマー合成の試み。第66回高分子討論会（2017年9月20日-22日，愛媛県松山市）（ポスター）

小林芳明，入部帆那，宮本健悟，高橋朋子，レオ ジャスティーナ，相田美砂子，程 久美子：シード領域に化学修飾を導入した siRNA は，立体障害によりオフターゲット効果を抑制する。日本核酸医薬学会第3回年会（2017年7月12日-14日，北海道札幌市）（ポスター）

宮本健悟，相田美砂子：B型，Z型 DNA におけるスタッキング相互作用の塩基配列依存性。第11回分子科学討論会（2017年9月15日-18日，宮城県仙台市）（ポスター）

◎吉川太基，赤瀬 大，相田美砂子：A Theoretical study of the hydration effect on glucose and trehalose using QM/MM-MD method. 第40回溶液化学シンポジウム（2017年10月18日-20日，兵庫県姫路市）（ポスター）

◎于 楊，赤瀬 大，相田美砂子：Quantum chemical study on the electronic properties of oligoacenes and their isomers. 第20回理論化学討論会（2017年5月16日-18日，京都府京都市）（ポスター）

◎今井拓也，赤瀬 大，相田美砂子：溶媒効果をあらわに取り入れた溶液 NMR 遮蔽定数に関する理論化学的研究。第20回理論化学討論会（2017年5月16日-18日，京都府京都市）（ポスター）

◎蔵本裕哉，赤瀬 大，相田美砂子：トリメチルアミン-N-オキシドの特異的な溶媒和についての理論化学的研究。第20回理論化学討論会（2017年5月16日-18日，京都府京都市）（ポスター）

◎蔵本裕哉，赤瀬 大，相田美砂子：トリメチルアミン-N-オキシドと溶媒分子間の特異的相互作用に関する理論化学的研究。第40回ケモインフォマティクス討論会（2017年10月26日-27日，山口県宇部市）（ポスター）

## ○学生の学会発表実績

	国際学会 件数	国内学会 件数
学部4年生 <sup>(1)</sup>	0	1
博士課程前期 <sup>(2)</sup>	1	9
博士課程後期 <sup>(3)</sup>	0	2
博士課程前期・後期共 <sup>(4)</sup>	0	0

## ○社会活動・学外委員

・学協会役員，委員

相田美砂子，日本学術会議会員（2017-2023）

相田美砂子，日本学術会議連携会員（2011-2017）

相田美砂子，文部科学省 科学技術・学術審議会 学術分科会 研究環境基盤部会 専門委員（2017-）

相田美砂子，分子科学会運営委員（2008-2012，2014-2018）

相田美砂子，日本化学会 理事（2015-2017）

相田美砂子，日本化学会情報化学部会幹事（1996-2007，2012-2013）

相田美砂子, 中国四国・化学と工業懇話会運営委員長 (2011-2012)  
相田美砂子, 情報計算化学生物学会 (CBI学会) 理事 (2002-2015)  
相田美砂子, 文部科学省 研究振興局 第8期学術情報委員会 専門委員 (2015-2017)  
相田美砂子, 文部科学省 科学技術・学術政策局 卓越研究員制度検討委員会 委員 (2014)

・外部評価委員など

相田美砂子, 広島県 イノベーション人材等育成事業補助金審査会 委員 (2011-2013)  
相田美砂子, 立命館大学 産学連携コーオプ型高度人材育成プログラム 外部評価委員 (2011-2014)

・講習会・セミナー講師

相田美砂子, 第9回中国四国男女共同参画シンポジウム「平和で持続可能な社会づくりにおける男女共同参画」基調講演「広島大学の長期ビジョンと男女共同参画」(2017年11月17日, 東広島市)  
相田美砂子, 平成29年度科学技術人材育成費補助事業フォーラム「研究力強化に向けた女性研究者の活躍促進」パネルディスカッション「大学マネジメントの観点からの女性の活躍促進の在り方」広島大学の取組紹介 (2018年3月2日, 東京都千代田区)  
相田美砂子, 平成29年度 研究開発評価シンポジウム ～「若手研究者の育成・支援を推進する研究開発評価」とは何か～ 講演「広島大学における取組ー若手研究者の育成・支援につながる評価ー」パネルディスカッション (2018年3月22日, 東京都千代田区)

・高大連携事業

赤瀬 大, 日本化学会中国四国支部 夢・化学21 化学への招待 (2017年8月17日-18日, 広島大学)

・討論会の組織委員

相田美砂子, The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium 実行委員長 (2017年12月)  
赤瀬 大, The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium 実行委員 (2017年12月)

・その他の委員

岡田和正, 量子科学技術研究開発機構 施設共用課題委員会委員 (2016年度-)  
岡田和正, 日本原子力研究開発機構 光科学専門部会委員 (2008年度-)

○産学官連携実績

相田美砂子, 赤瀬 大, 共同研究「カーボン繊維と樹脂パウダーの付着メカニズム」(株)サン・テクトロ  
相田美砂子, 赤瀬 大, 共同研究「酸化ガリウムp型化に関する, フィージビリティ検討」矢崎総業株式会社

○共同プロジェクトへの参加状況

相田美砂子, 科学技術人材育成費補助事業「科学技術人材育成のコンソーシアムの構築事業」次世代研究者育成プログラム『未来を拓く地方協奏プラットフォーム』実施責任者 (2014-2021)  
相田美砂子, 科学技術人材育成費補助事業「ダイバーシティ研究環境実現イニシアティブ (牽引型)」実施責任者 (2017-2022)

○研究助成の受け入れ状況

文部科学省科学研究費補助金, 基盤研究 (B)  
「糖鎖を標的分子とした抗菌薬リードの創製」(分担) (2015-2017)

○座長を行った学会・討論会の名称

岡田和正, The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium (December 2017, Higashi-Hiroshima).

### 1-4-3 各種研究員と外国人留学生の受け入れ状況

#### ・外国人留学生の受け入れ状況

平成29年度は、博士課程前期に6名、後期に4名の外国人留学生を受け入れた。

### 1-4-4 研究助成金の受け入れ状況

化学専攻のスタッフが平成29年度（2017年度）に受けた研究費等の総数を示す。

項目	分類	件数
文部科学省科学研究費補助金	新学術領域	3
	基盤研究(S)	1
	基盤研究(A)	1
	基盤研究(B)	5
	基盤研究(C)	7
	挑戦萌芽研究	3
	若手研究(A)	
	若手研究(B)	1
	若手研究(スタートアップ)	1
	外国人特別研究員奨励費	1
	その他の研究費（公募）	25

### 1-4-5 学会ならびに社会での活動

#### ・学協会役員、委員（過去5年以内）

江幡孝之：Journal of Physical Chemistry A, Editorial Advisory Board（2012～2015）

江幡孝之：分子科学会運営委員（2012～2014）

江幡孝之：日本分光学会中国四国支部支部長（2013～）

井口佳哉：日本分光学会中国四国支部事務局長（2013～）

井上克也：高輝度放射光施設（SPring-8）利用者懇談会（SPRUC）キラル磁性 マルチフェロイック  
クス研究会，会長（2013）

井上克也：日本学術振興会特別研究員等審査会，専門委員（2012～2013年7月）

井上克也：固体物理，誌友（2015）

井上克也，広島県教育委員会，広島市立大学主催 平成28年度 第3回広島県科学セミナー 審査員  
（2017）

水田 勉：錯体化学会，理事（2011～2013）

水田 勉：近畿化学協会，幹事（2012～）

久米晶子：日本化学会，中四国支部庶務幹事（2014～）

久米晶子：日本化学会，中国四国支部 代表正会員（2015～2017，2017～2019）

久米晶子：錯体化学会，理事（2015～2017）

石坂昌司：日本化学会，中国四国支部庶務幹事（2012）

石坂昌司：日本化学会，中国四国支部会計幹事（2016）

石坂昌司：日本分析化学会，中国四国支部庶務幹事（2012～2015）

石坂昌司：日本分析化学会，中国四国支部常任幹事（2016～）

石坂昌司：日本化学会中国四国支部，事務局長（2017）

岡本泰明：日本分析化学会，中国四国支部庶務幹事（2011～2014）

中川真秀：日本大気化学会 人材育成WG（2017～）

灰野岳晴：新規素材探索研究会幹事（2001～）

灰野岳晴：ホスト・ゲスト化学研究会幹事（2006～）

灰野岳晴：有機合成化学協会中国四国支部幹事（2007～）

灰野岳晴：A guest editor of a special issue of “*Supramolecular Polymer*” of the journal, “*Polymer*”. (2016)  
池田俊明：日本化学会生体機能関連化学部会・中国四国支部若手幹事 (2011～2015)  
山崎勝義：日本化学会代議員 (2012～2014)  
山崎勝義：日本化学会理事 (2013～2014)  
山崎勝義：日本化学会「化学と教育」編集幹事委員会 (2013～2014)  
山崎勝義：日本分光学会代議員 (2004, 2006～)  
山崎勝義：日本分光学会中国四国支部監査 (2006～)  
山崎勝義：日本化学会化学教育賞等選考委員会担当理事 (2014)  
山崎勝義：日本化学会単位・記号専門委員会委員 (2015～)  
高口博志：原子衝突研究協会運営委員 (2008～)  
高口博志：原子衝突学会編集委員 (2014～2017)  
高口博志：原子学会運営委員 (2014～)  
高口博志：分子科学会運営委員 (2013～)  
高口博志：日本分光学会編集委員 (2012～2013)  
高口博志：日本分光学会常務委員編集担当 (2014～2016)  
高口博志：日本分光学会中国四国支部庶務幹事 (2016)  
山本陽介：第22期日本学術会議連携会員 (2011～)  
山本陽介：基礎有機化学会副会長 (2012年10月～2014年9月)  
山本陽介：日本化学会中国四国支部副支部長 (2013年3月～)  
山本陽介：日本化学会中国四国支部支部長 (2014年3月～2015年2月)  
中本真晃：日本化学会中国四国支部庶務幹事 (2018年3月～)  
安倍 学：分子情報ダイナミクス研究会代表 (2007～)  
安倍 学：基礎有機化学会・副会長 (2010～2012, 2015～)  
安倍 学：基礎有機化学会・事務局 (2013～2014)  
安倍 学：基礎有機化学会・理事 (2012～)  
安倍 学：IUPAC Subcommittee on Structural & Mechanistic Organic Chemistry (2016年7月～)  
相田美砂子：日本化学会情報化学部会幹事 (1996～2007, 2012～2013)  
相田美砂子：情報計算化学生物学会 (CBI学会) 理事 (2002～2015)  
相田美砂子：分子科学会運営委員 (2008～2012, 2014～2018)  
相田美砂子：日本学術会議連携会員 (2011～2017)  
相田美砂子：文部科学省 科学技術・学術政策局 卓越研究員制度検討委員会 委員 (2014)  
相田美砂子：文部科学省 研究振興局 第8期学術情報委員会 専門委員 (2015～2017)  
相田美砂子：文部科学省 科学技術・学術審議会 学術分科会 研究環境基盤部会 専門委員 (2017～2019)  
相田美砂子：日本化学会 理事 (2015～2017)  
相田美砂子：日本学術会議会員 (2017～2023)  
相田美砂子：日本学術会議連携会員 (2011～2017)  
相田美砂子：文部科学省 科学技術・学術審議会 学術分科会 研究環境基盤部会 専門委員 (2017～)  
岡田和正：日本化学会中国四国支部庶務幹事 (2015～2016)

#### ・外部評価委員など (過去5年以内)

井上克也：九州工業大学 外部評価委員 (2013, 2015)  
相田美砂子：立命館大学 産学連携コーオプ型高度人材育成プログラム 外部評価委員 (2011～2014)  
相田美砂子：広島県 イノベーション人材等育成事業補助金審査会 委員 (2011～2013)

#### ・講習会・セミナー講師 (過去5年以内)

福原幸一：広島文化学園米食文化研究会「米食文化講座 科学の目で見た米食よもやま話」(2015年11月)  
福原幸一：第40回全国高等学校総合文化祭 (2016ひろしま総文) サイエンスカフェ (2016年8月, 広

島大学)

福原幸一：広島文化学園米食文化研究会「米食文化講座 米と油」(2016年11月，広島文化学園大学)

久保和幸：第11回中国四国地区錯体化学研究会・錯体化学若手の会中国四国支部第3回勉強会「2つのリン配位子が配位した炭素配位子が配位した白金錯体が配位した銀錯体の配位化学!?!～金属のようにふるまう典型元素と配位子としてふるまう遷移金属～」(2017年5月，東広島)

井口佳哉：H28年度高校・大学化学教育フォーラム広島，「広島大学理学部化学科の教育内容」(2016年，広島大学)

山本陽介：理学融合教育研究センター第7回ランチタイムセミナー講師，附属理学融合教育研究センター，「エキゾチックな分子の合成」(2013年1月，広島大学)

山本陽介：鳥取大学生命機能研究支援センター設備サポート分野設立記念講演 - 大学・地域・企業との設備共同利用に向けて「広島大学技術センターの組織化の経緯と現状」(2013年9月，鳥取大学)

山本陽介：平成25年度第1回鳥取大学技術部全体研修会「大学における技術職員の役割～これからの技術職員」(2013年7月，鳥取大学)

山本陽介：第2回北海道大学オープンファシリティシンポジウム「広島大学における研究基盤整備の取り組み」(2015年1月，北海道大学)

山本陽介：第7回 国立台湾大学理学院，チューラーロンコーン大学理学部，岡山大学理学部及び広島大学理学部間の国際ワークショップ「Organic Main Group Chemistry」(2016年8月，国立台湾大学)

Rong Shang：テニユア・トラック教員による報告「未来を拓く地方協奏プラットフォーム第1回成果報告会」(2015年7月，広島大学中央図書館ライブラリーホール)

Rong Shang：第1回コンソーシアム教員セミナー 未来を拓く地方協奏プラットフォーム第6回HIRAKUコンソーシアム教員研修「Clever Molecular Design For Catalysts of Sustainable Chemical Transformations」(2016年2月，広島大学)

Rong Shang：Department of Chemistry, Guanajuato University, Mexico, 「Reactivity of the Terminal Borylene Complex  $[Cp(CO)_2Mn=B-tBu]$ 」(2016年9月，Guanajuato University, Mexico)

Rong Shang：広島大学女性研究活動委員会主催・男女共同参画意識啓発セミナー「どんな人生を歩みたいですか?」「Synthesis of  $\pi$ -withdrawing boron-ligated transition metal complexes」(2016年12月，広島大学)

Rong Shang：第8回 国立台湾大学理学院，チューラーロンコーン大学理学部，岡山大学理学部及び広島大学理学部間の国際ワークショップ(2017年8月，広島大学)

Rong Shang：Globalization A Science Chat「Clever Molecular Design For Catalysts of Sustainable Chemical Transformations」(2017年7月，広島大学) 波多野さや佳：第12回体験科学講座～女子高生特別コース～(2014年3月，広島大学)

波多野さや佳：第16回 体験科学講座～女子高校生特別コース～(2016年3月，広島大学)

相田美砂子：「女性の活躍促進のために」，日本船舶海洋工学会平成25年春季講演会 特別企画「海事産業の未来と理系女子」基調講演(2013年5月，広島市)

相田美砂子：シンポジウム「イノベーション創出を支える博士人材の育成」～博士人材データベースの活用と促進に向けて～(文部科学省 科学技術・学術政策研究所)パネリスト(2014年6月，東京)

相田美砂子：日本工学教育協会 平成26年度工学教育研究講演会 オーガナイズドセッション「ダイバーシティの観点からみるリケジョの活躍」基調講演(2014年8月，東広島市)

相田美砂子：日本分析化学会 第63回年会「女性研究者ネットワークセミナー」講演(2014年9月，東広島市)

相田美砂子：2014年日本化学会中国四国支部大会 セミナー「理系のキャリアデザイン -男女共同参画社会の実現を目指して-」講演「中四国における大学の取り組み事例」(2014年11月，山口市)

相田美砂子：女性研究者研究活動支援事業シンポジウム2014「女性研究者支援とダイバーシティ・マネジメント」(文部科学省主催)分科会「ポジティブ・アクション(採用，登用)」座長(2014

- 年11月，東京都千代田区)
- 相田美砂子：「バッファリングによる女性研究者養成の加速」総括シンポジウム（熊本大学）パネリスト（2015年1月，熊本市）
- 相田美砂子：シンポジウム「産学連携・協力プロセスを通じた高度博士人材の育成」（立命館大学）パネリスト（2015年3月，京都市）
- 相田美砂子：日本化学会第95回春季年会「社会にはばたく，世界にはばたく：あなたがリーダーになるために一男女共同参画シンポジウム」講演「あなたがあなたの道を歩むために」（2015年3月，船橋市）
- 相田美砂子：未来を拓く地方協奏プラットフォーム第1回成果報告会，「未来を拓く地方協奏プラットフォーム」概要説明（2015年7月，東広島市）
- 相田美砂子：第3回若手研究者シーズ発表会一計測と分析一，「未来を拓く地方協奏プラットフォーム」概要説明（2015年7月，広島市）
- 相田美砂子：広島大学 関西フェニックスの会 講演「広島大学の大型プロジェクトと若手人材養成の取組み」（2015年9月，大阪市）
- 相田美砂子：岐阜大学キャリア支援部門 FD「コンソーシアム構築による博士人材育成ー広島大学の取組みー」（2015年10月，岐阜市）
- 相田美砂子：福山大学 平成27年度 第6回 FD/SD 研修会（ワークライフ支援室意識啓発研修会）講演「なぜ，今，男女共同参画なのかー広島大学の取組紹介と，未来へのステップー」（2015年10月，福山市）
- 相田美砂子：富山大学「ダイバーシティ研究環境実現イニシアティブ（特色型）」キックオフ講演会ー大学躍進のチャンスとしての男女共同参画ー 特別講演「大学で男女共同参画推進が必要な理由ー広島大学の事例紹介と将来展望ー」（2015年12月，富山市）
- 相田美砂子：平成27年度 科学技術人材育成費補助事業シンポジウム 「科学技術人材育成 これまでの10年，これからの10年 人材育成について多様な立場から考えるー若手や女性がさらに輝くために，産学官でなすべきことは何かー」 分科会1 パネリスト（2015年12月，東京都千代田区）
- 相田美砂子：未来を拓く地方協奏プラットフォーム第2回成果報告会，「未来を拓く地方協奏プラットフォーム」概要説明（2016年2月，東広島市）
- 相田美砂子：新潟大学ダイバーシティ研究環境実現イニシアティブ事業 管理 FD 「女性の採用・登用に向けて」 特別講演「女性が活躍する社会は大学での男女同等の環境構築から」（2016年2月，新潟市）
- 相田美砂子：群馬大学「男女共同参画推進 大学幹部向け FD セミナー」講演「大学の将来構想の一環としての女性研究者の活躍促進」（2016年5月，前橋市）
- 相田美砂子：広島大学説明会（松山会場）「広島大学で自分の道を見つける」（2016年7月，松山市）
- 相田美砂子：RA 協議会第2回年次大会 セッション（シュプリング・ネイチャー）「大学の特徴を伸ばす研究戦略策定と Nature index 分析に基づく共同研究ホットスポットの紹介」講演「広島大学の挑戦ー新設した学術院の紹介とその意義，教員の専門性と業績の把握，広島大学における世界を牽引する研究の推進，大学力の可視化ー」（2016年9月，福井市）
- 相田美砂子：山口大学「女性研究者研究活動支援事業総括シンポジウム」ー研究活動支援によるダイバーシティ・キャンパスの推進ー 基調講演「社会における大学の役割ー大学改革構想の一環としての女性研究者の活躍促進ー」（2016年12月，山口市）
- 相田 美砂子：第9回中国四国男女共同参画シンポジウム「平和で持続可能な社会づくりにおける男女共同参画」基調講演「広島大学の長期ビジョンと男女共同参画」（2017年11月17日，東広島市）
- 相田 美砂子：平成29年度科学技術人材育成費補助事業フォーラム「研究力強化に向けた女性研究者の活躍促進」パネルディスカッション「大学マネジメントの観点からの女性の活躍促進の在り方」広島大学の取組紹介（2018年3月2日，東京都千代田区）
- 相田 美砂子：平成29年度 研究開発評価シンポジウム ～「若手研究者の育成・支援を推進する研究開発評価」とは何か～ 講演「広島大学における取組ー若手研究者の育成・支援につながる評価ー」 パネルディスカッション（2018年03月22日，東京都千代田区）

山崎勝義：先端融合科学サマースクール「Department of Chemistry」（2015年8月，広島大学）

山崎勝義：科学技術振興機構 日本・アジア青少年サイエンス交流事業さくらサイエンスプランサマースクールプログラム「Chemical Reaction and Energy Transfer of Vibrationally Excited Molecules」（2015年8月，広島大学）

山崎勝義：機関リポジトリ新任担当者研修「研究者から見た機関リポジトリ」（2015年9月，広島修道大学）

山崎勝義：科学技術振興機構 日本・アジア青少年サイエンス交流事業さくらサイエンスプランサマースクールプログラム「Chemical Reaction and Energy Transfer of Vibrationally Excited Molecules」（2016年8月，広島大学）

山崎勝義：オープンアクセスリポジトリ推進協会地域ワークショップ「研究者の視点からリポジトリに期待すること」（2016年12月，広島大学）

井上克也：第40回全国高等学校総合文化祭「化合物の電気・磁氣的性質右手の世界と左手の世界は同じか？ーキラリティと物性ー」（2016年8月，広島大学）

井上克也：日本物理学会2016年度科学セミナー「Solid State Chemistry -Chiral Magnetism」（2016年8月，東京大学）

井上克也，ブダペスト工科経済大学 Institute seminar, “CHIRAL EFFECTS ON PHYSICAL PROPERTIES”，2017年9月11日，ブダペスト工科経済大学

井上克也，H29年度日野研究会，“キラルな話題”，2017年12月1日，愛媛大学

井上克也，JSPS 研究拠点形成事業「キラル物性研究の将来構想会議」，“実験系からの将来ビジョンについて”，2017年10月2日，キャンパス・イノベーションセンター（CIC）

西原禎文：JST さくらサイエンスプラン（日本・アジア青少年サイエンス交流事業）先端化学コース（Summer School Program for Advanced Chemistry）「化合物の電気・磁氣的性質」（2016年8月，広島大学）

#### ・高大連携事業（過去5年以内）

水田 勉：自然科学実験セミナー鳥取県立鳥取東高等学校（2011～2017年9月，広島大学）

水田 勉：広島県立広島高等学校 模擬授業（2013年9月）

水田 勉：グローバル・サイエンス・キャンパス 課題中間発表審査会審査員（2015年9月），分野別セミナー講師（2016年1月・3月），課題中間発表審査会審査員（2016年3月）（広島大学）

水田 勉：広島県立広島国泰寺高等学校 SSHサイエンス講座（2015年10月，広島市）

水田 勉：広島大学付属高校「フロンティアサイエンス講義」（2016年7月，広島）

水田 勉：広島大学付属高校 先端研究実習（基礎化学実験）（2016年7月，広島大学）

水田 勉：第40回全国高等学校総合文化祭（ひろしま総文2016）自然科学部門審査員（2016年7月，広島大学）

水田 勉：広島大学付属高校 先端研究実習（基礎化学実験）（2017年7月，広島大学）

水田 勉：広島県科学セミナー 化学分野 助言・審査員（2018年1月，広島市立大学）

久保和幸：自然科学実験セミナー鳥取県立鳥取東高等学校（2011～2017年9月，広島大学）

石坂昌司：広島国泰寺高等学校SSH事業（2012年6月，広島大学）

石坂昌司：模擬授業（2014年7月，広島市立安佐北高等学校）

山崎勝義：大学模擬講義「サイエンス＝科学＝理学の楽しみ方」（2012年7月，広島県立広島皆実高等学校）

山崎勝義：大学模擬講義「サイエンス＝科学＝理学の楽しみ方」（2014年7月，広島県立福山誠之館高等学校）

山崎勝義：先端融合科学サマースクール「Department of Chemistry」（2015年8月，広島大学）

山崎勝義：科学技術振興機構 日本・アジア青少年サイエンス交流事業さくらサイエンスプランサマースクールプログラム「Chemical Reaction and Energy Transfer of Vibrationally Excited Molecules」（2015年8月，広島大学）

山崎勝義：機関リポジトリ新任担当者研修「研究者から見た機関リポジトリ」（2015年9月，広島修道大学）

山崎勝義：広島県科学オリンピック開催事業 第4回広島県科学セミナー（2016年1月，広島市立大学）

山崎勝義：グローバルサイエンスキャンパス事業 第5回セミナー（2016年3月，広島大学）  
山崎勝義：広島県科学オリンピック開催事業 第4回広島県科学セミナー（2016年1月，広島市立大学）  
山崎勝義：グローバルサイエンスキャンパス事業 第5回セミナー（2016年3月，広島大学）  
山崎勝義：グローバルサイエンスキャンパス事業 第3回セミナー（2016年10月，広島大学）  
山崎勝義：グローバルサイエンスキャンパス事業 第5回セミナー（2016年12月，広島大学）  
山崎勝義：グローバルサイエンスキャンパス事業 異分野融合シンポジウム（2017年1月，メルパルク広島）  
高口博志：広島県立井口高校校外研修「わかる！はかる！わかる！」（2015年7月，広島大学）  
高口博志：グローバルサイエンスキャンパス事業 第4回セミナー（2016年3月，広島大学）  
高口博志：グローバルサイエンスキャンパス事業 第4回セミナー（2016年3月，広島大学）  
高口博志：広島県立井口高校校外研修「わかる！はかる！わかる！」（2016年7月，広島大学）  
高口博志：広島県立井口高校校外研修「わかる！はかる！わかる！」（2017年7月，広島大学）

山本陽介：2012年6月，広島県立国泰寺高等学校SSH事業（理学研究科）  
山本陽介：2012年7月，広島県立安古市高等学校，模擬授業（安古市高等学校）  
山本陽介：2012年7月，広島大学附属高等学校SSH事業（理学研究科）  
山本陽介：2013年7月，広島大学附属高等学校 SSH 事業（理学研究科）  
山本陽介：2014年7月，広島大学附属高等学校 SSH 事業（理学研究科）  
山本陽介：2014年7月，広島県科学オリンピック開催事業，第2回広島県科学セミナー講師  
山本陽介：2014年11月，広島県科学オリンピック開催事業，第3回広島県科学セミナー指導助言者  
山本陽介：2015年1月，広島県科学オリンピック開催事業，第4回広島県科学セミナー審査  
山本陽介：2015年7月，広島大学附属高等学校 SSH 事業（理学研究科）  
山本陽介：全国高校総合文化祭広島大会自然科学部門審査委員長（2016年7月30日～8月1日，広島大学東広島キャンパス）  
Shang Rong：広島大学オープンキャンパス，研究室公開「小さな結晶から分子の形がわかる！？」（2017年8月，広島大学）

波多野さや佳：SSH フロンティアサイエンス講義（2013年10月24日，広島大学附属高等学校）  
相田美砂子：勝本之晶：広島県科学オリンピックセミナー講師（2013年7月31日，広島大学）  
赤瀬 大：日本化学会中国四国支部 夢・化学21 化学への招待（2014年8月7日～8日，広島大学）  
赤瀬 大：日本化学会中国四国支部 夢・化学21 化学への招待（2015年8月18日～19日，広島大学）  
赤瀬 大：日本化学会中国四国支部 夢・化学21 化学への招待（2016年8月19日～20日，広島大学）  
赤瀬 大：日本化学会中国四国支部 夢・化学21 化学への招待（2017年8月17日～18日，広島大学）  
相田美砂子：日本化学会中国四国支部 おもしろワクワク化学の世界 2016 広島化学展（2016年7月16日～18日，広島市こども文化科学館）  
井上克也：平成28年度 第3回広島県科学セミナー 広島県教育委員会，広島市立大学主催 2017年1月28日（土）広島市立大学 審査員  
井上克也：第40回全国高等学校総合文化祭 2016年7月30（土）～8月1日（月）“化合物の電気・磁気的性質右手の世界と左手の世界は同じか？ーキラリティと物性ー”  
福原幸一：第40回全国高等学校総合文化祭（2016ひろしま総文）サイエンスカフェ講師（2016年8月，広島大学）

#### ・論文誌編集委員（過去5年以内）

江幡孝之：Journal of Physical Chemistry, Editorial Advisory Board（2012～2015）  
石坂昌司：Analytical Sciences（Special Issue: Young Generation in Analytical Sciences）29(1), 2013, ゲストエディター（2013～2014）  
石坂昌司：日本分析化学会，「分析化学」誌編集委員（2013～2014）  
山本陽介：Journal of Physical Organic Chemistry, Editorial Board（2005～）

安倍 学 : ARKIVOC EDITORIAL BOARD OF REFEREES (2005~)  
安倍 学 : Bulletin of the Chemical Society of Japan (2009~)  
安倍 学 : Australian Journal of Chemistry (2010~)  
安倍 学 : Editorial Board Member in Advances in Physical Organic Chemistry (2016~)  
灰野岳晴 : A guest editor of a special issue of “Supramolecular Polymer” of the journal, "Polymer". (2016)  
山崎勝義 : Chemical Physics Letters, Advisory Editorial Board (2016~)

・学会・討論会の組織委員 (過去5年以内)

江幡孝之 : ロシアの大学生を対象としたサマースクール実行委員長 (2014)  
井上克也 : 11th Japanese-Russian workshop (2017年11月12 - 15日, Awaji Yumebutai International Conference Center, Awaji Island, Japan) , Co-Chairperson  
井上克也 : 12th International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Magnets (ISCOM2017) (2017年9月24 - 29日, Miyagi Zao Royal Hotel, Zao, Miyagi, Japan) , Domestic Advisory Committee  
井上克也 : SPring-8シンポジウム2017 “SPring-8の目指す将来” (2017年9月4 - 5日, 広島大学 東千田未来創生センター, Hiroshima, Japan), 実行委員会 委員  
井上克也 : JSPS 研究拠点形成事業 2017【S-5】「キラル磁性の将来構想トピカルミーティング」(2017年12月8 - 10日, 休暇村大久野島), 開催  
井上克也 : JSPS 研究拠点形成事業DMI2017 “IV International Workshop Dzyaloshinskii-Moriya Interaction and Exotic Spin Structures” (2017年5月23 - 26日, Peterhof, Russia) , Co-Chairman  
水田 勉 : 錯体化学会, 錯体化学討論会運営委員 (2006~)  
水田 勉 : 日本化学会 CSJ化学フェスタ実行委員会委員 (2012~)  
石坂昌司 : 2013年日本化学会中国四国支部大会実行委員 (2012~2013)  
石坂昌司 : 日本分析化学会第63年会実行委員会委員 (2013~2014)  
石坂昌司 : ナノ・バイオ・インフォ化学シンポジウム実行委員会委員 (2016~)  
岡本泰明 : 日本分析化学会第63年会実行委員会委員 (2013~2014)  
灰野岳晴 : 日本化学会第91春季年会特別企画「分子配列空間の精密制御と情報変換」, 企画主催者 (2011)  
灰野岳晴 : 第29回若手化学者のための化学道場実行委員長 (2013)  
灰野岳晴 : 第27回基礎有機化学討論会実行委員 (2016)  
関谷 亮 : 第26回有機結晶シンポジウム実行委員 (2015)  
関谷 亮 : 第27回基礎有機化学討論会実行委員 (2016)  
池田俊明 : 第29回若手化学者のための化学道場実行委員 (2013)  
池田俊明 : 第2回バイオ関連化学シンポジウム若手フォーラム (第29回生体機能関連化学部会若手フォーラム) 世話人 (2014)  
池田俊明 : 第27回基礎有機化学討論会実行委員 (2016)  
山崎勝義 : 第8回分子科学討論会実行委員会委員 (2013~2014)  
高口博志 : 第8回分子科学討論会実行委員会委員 (2013~2014)  
山本陽介 : The 1st International Symposium on Stimuli-responsive Chemical Species for the Creation of Functional Molecules主催者 (2013)  
安倍 学 : 基礎有機化学討論会組織委員 (2007~)  
安倍 学 : 反応性中間体と異常分子の国際会議組織委員 (2010~)  
安倍 学 : 第50回有機反応若手の会実行委員長 (2015)  
安倍 学 : 第27回基礎有機化学討論会実行委員長 (2016)  
高木隆吉 : 第50回有機反応若手の会実行委員 (2015)  
高木隆吉 : 第27回基礎有機化学討論会実行委員 (2016)  
波多野さや佳 : 第50回有機反応若手の会実行委員 (2015)  
波多野さや佳 : 第27回基礎有機化学討論会実行委員 (2016)  
相田美砂子 : 第35回情報化学討論会実行委員長 (2012)

相田美砂子：2013年日本化学会中国四国支部大会実行委員長（2013）  
相田美砂子：The 10th Nano Bio Info Chemistry Symposium 実行委員長（2013）  
相田美砂子：第8回分子科学討論会実行委員（2014）  
相田美砂子：The 11th Nano Bio Info Chemistry Symposium 実行委員長（2014）  
相田美砂子：The 12th Nano Bio Info Chemistry Symposium 実行委員長（2015）  
相田美砂子：The 13th Nano Bio Info Chemistry Symposium and the 8th Japanese-Russian Seminar 実行委員長（2016）  
相田美砂子：The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium 実行委員長（2017年12月）  
岡田和正：第27回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム実行委員会委員（2013～2014）  
岡田和正：第8回分子科学討論会実行委員（2014）  
岡田和正：第27回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム実行委員会委員（2013～2014）  
赤瀬 大：第8回分子科学討論会実行委員（2014）  
赤瀬 大：The 11th Nano Bio Info Chemistry Symposium 実行委員（2014）  
赤瀬 大：The 12th Nano Bio Info Chemistry Symposium 実行委員（2015）  
赤瀬 大：The 13th Nano Bio Info Chemistry Symposium and the 8th Japanese-Russian Seminar 実行委員（2016）  
赤瀬 大：The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium 実行委員（2017年12月）

#### ・その他の委員（過去5年以内）

江幡孝之：広島大学理学研究科副研究科長，広島大学評議員，理学研究科附属理学融合教育研究センター長（2009～）  
江幡孝之：サステナブル・ディベロップメント実践研究センター センター長  
江幡孝之：研究人材養成委員会委員  
江幡孝之：理学融合教育研究センター 部門長  
福原幸一：「サイエンスカフェ」代表（2012～）  
福原幸一：理学研究科附属理学融合教育研究センターアウトリーチ部門委員（2012～）  
井上克也：日本学術振興会科学研究費審査委員  
井上克也：高輝度放射光研究施設，利用者懇談会，委員  
井上克也：高輝度放射光研究施設，利用者懇談会，キラル/マルチフェロイック磁性研究会会長  
水田 勉：一般社団法人 尚志会理事長（2017～）  
水田 勉：公益社団法人 広島大学教育研究支援財団評議員（2017～）  
水田 勉：広島大学校友会常任理事（2017～）  
水田 勉：広島大学同窓会 理事（2017～）  
灰野岳晴：広島大学薬品管理システム専門委員会委員（2004～）  
灰野岳晴：広島大学薬品管理システム専門委員会委員長（2011～）  
灰野岳晴：広島大学図書館運営戦略会議委員（2009～2012）  
灰野岳晴：理学研究科安全衛生委委員（2011～2013）  
灰野岳晴：理学研究科人事交流委員会（2012～2013）  
灰野岳晴：理学研究科施設活用委員（2012～2014）  
灰野岳晴：理学研究科評価委員（2012～2014）  
灰野岳晴：理学研究科大学院委員（2012～2014）  
灰野岳晴：理学研究科地区防災対策委員（2012～2013）  
灰野岳晴：理学部化学科教務問題検討委員（2012～2013）  
関谷 亮：広島大学中央廃液処理施設運営委員（2013～2015）  
関谷 亮：広島大学教育交流委員（2014～2015）  
山崎勝義：広島大学北京研究センター運営委員（2006～）  
山崎勝義：広島大学図書館リポジトリ・アドバイザー（2007～2014）  
山崎勝義：広島大学図書館資料選定会議委員（2013～2014）  
山崎勝義：広島大学グローバルサイエンスキャンパス（GSC）事業，コーディネーター（2015～2016）  
山本陽介：中国四国・化学と工業懇話会常任運営委員（2007～）

山本陽介：広島大学研究設備サポート推進会議委員（2011～）  
山本陽介：広島大学研究設備サポート推進会議専門部会委員（2011～）  
山本陽介：広島大学技術センター長（2008～）  
山本陽介：先端機能物質研究センター運営委員会委員（2005～）  
山本陽介：組織的な若手研究者等海外派遣プログラム主担当研究者（理工農系：サステナブル社会の実現に貢献する自然科学系国際的若手研究者の育成プログラム）（2010～2013）  
山本陽介：ものづくりプラザ管理運営委員会委員長（2012～2014）  
安倍 学：青少年のための科学の祭典第19回広島大会（2013）  
安倍 学：青少年のための科学の祭典第20回広島大会（2014）  
安倍 学：青少年のための科学の祭典第21回広島大会（2015）  
安倍 学：青少年のための科学の祭典第20回広島大会（2016）  
安倍 学：青少年のための科学の祭典第21回広島大会（2017）  
相田美砂子：広島県 イノベーション人材等育成事業補助金審査会 委員（2011～2013）  
相田美砂子：立命館大学 産学連携コーオプ型高度人材育成プログラム 外部評価委員（2011～2014）  
岡田和正：日本原子力研究開発機構 光科学専門部会委員（2008～）  
岡田和正：広島大学若手研究人材養成センター 研究科連絡WG（2009～2016）  
岡田和正：量子科学技術研究開発機構 施設共用課題委員会委員（2016年度～）

#### ・他研究機関での講義・客員（2017年度）

山本陽介：アラバマ大学客員教授（2013年～）  
灰野岳晴：集中講義非常勤講師（福岡大学，ナノサイエンス特別講義B，2017年8月9～10日）  
灰野岳晴：広島祇園高校，出張講義（2017年11月24日）  
灰野岳晴：東京農工大学，講演会，超分子化学により生み出される新しい高分子，学生と教員  
灰野岳晴：早稲田大学，講演会，特異的分子認識により制御される分子集積化と機能，学生と教員  
関谷 亮：ロシア連邦オレンブルグ州立大学，講義，「Basic of Supramolecular Chemistry」  
江幡孝之：WRHI International Workshop on Advanced Laser Spectroscopy for Soft Molecular Systems (Oct., 2017, Tokyo, Japan)  
江幡孝之：第11回分子科学討論会2017（2017年9月，仙台）  
西原禎文：第11回分子科学討論会（2017年9月15日～18日）  
西原禎文：日本化学会第98春季年会（2018年3月20日～23日）  
水田 勉：日本化学会中国四国支部大会（2017年11月，鳥取）  
久米晶子：錯体化学会第67回討論会（2017年9月，札幌）  
石坂昌司：第77回分析化学討論会（2017年5月，龍谷大学深草学舎）  
灰野岳晴：日本化学会第98春季年会（2018年3月，千葉）  
灰野岳晴：第66回高分子討論会（2017年9月，愛媛）  
灰野岳晴：29th International Symposium on Chirality（2017年7月，東京）  
関谷 亮：日本化学会第98春季年会（2018年3月，千葉）  
池田俊明：日本化学会第98春季年会（2018年3月，千葉）  
池田俊明：第66回高分子討論会（2017年9月，愛媛）  
高口博志：33th Symposium on Chemical Kinetics and Dynamics，名古屋（2017年6月）  
高口博志：International Symposium on Free Radical 2017, September  
Shang Rong：The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium（2017年12月14～15日）  
波多野さや佳：2017年光化学討論会，仙台（2017年9月）  
波多野さや佳：第28回基礎有機化学討論会，福岡（2017年9月）  
岡田和正：The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium (December 2017, Higashi-Hiroshima).

#### ・セミナー・講演会開催実績（2017年度）

井口佳哉：日本分光学会中国四国支部講演会開催（2018）  
井上克也：広島大学学術講演会 Ivan I. Smalyukh教授 “Towards Chiral Liquid Crystal Displays with Knots in Every Pixel”（2017年11月27日）

井上克也：広島大学学術講演会 Gopalan Srinivasan教授 “Multiferroic Composites: Recent Advances and Future Possibilities” (2017年10月27日)

井上克也：JSPS 研究拠点形成事業トピカルミーティング 第2回研究討論会「ミュオンを用いた電子・水素・イオンの複合ダイナミクスの観測－現状と展望－」(2018年1月30 - 31日, 武雄温泉ハイツ (佐賀県武雄市)), 開催

井上克也：広島大学キラル国際研究拠点 (CResCent) セミナー&広島大学極限宇宙研究拠点 (Core-U) 第32回 (2017年度第8回) セミナー「キラル素粒子論セミナー」(2018年1月20日, 広島大学), 開催

井上克也：JSPS 研究拠点形成事業トピカルミーティング「第6回キラル物性若手の会 2017年度 秋の学校」(2017年11月20 - 22日, 大阪府立大学 I-siteなんば), 開催

井上克也：JSPS 研究拠点形成事業「キラル物性研究の将来構想会議」(2017年10月2日, キャンパス・イノベーションセンター(CIC)), 開催

井上克也：JSPS 研究拠点形成事業トピカルミーティング「AI研究 (第2回)」(2017年8月2日, 広島大学 東広島キャンパス), 開催

井上克也：JSPS 研究拠点形成事業トピカルミーティング「キラル自然哲学会」(2017年4月21 - 22日, 神田山荘 (広島市東区)), 開催

井上克也：JSPS 研究拠点形成事業トピカルミーティング「AI研究」(2017年4月20日, 広島大学 東広島キャンパス), 開催

西原禎文, 綱島 亮：分子性導電体の過去と未来 (2017)

Sadafumi Nishihara：Network Joint Research Center for Materials and Devices and Japan-China JSPS Bilateral Joint Research Project Symposium on Material Science (2017)

Sadafumi Nishihara：4th Japan-China Joint Meeting on the Exploring a Frontier in Molecular Ferroelectric Material (2017)

灰野岳晴：第66回高分子討論会組織委員 (2017)

灰野岳晴：第66回高分子討論会「S1. 多彩な元素ブロックの高分子化と組織化による機能創発」特定テーマセッションオーガナイザー (2017)

山本陽介：Ching-Wen Chiu 准教授講演会 (2017)

山本陽介：Hwan-Ching Tai 助教授講演会 (2017)

山本陽介：Shang, Rong, Julian Massue 博士講演会 (2017)

安倍 学：John C.-G. Zhao 教授 講演会 (2017)

安倍 学：楊 吉水 教授 講演会 (2018)

安倍 学：真嶋哲朗 教授 講演会 (2018)

安倍 学：Zeev Gross 教授 講演会 (2018)

安倍 学：Peter R. Schreiner 教授 講演会 (2018)

安倍 学：Weston Thatcher Borden 教授 講演会 (2018)

#### ・産学官連携実績 (2017年度)

西原禎文：学術指導, 東京エレクトロン株式会社, 2016年10月～

灰野岳晴：積水化学工業株式会社とグラフェンに関する共同研究を実施

相田美砂子, 赤瀬 大：共同研究「カーボン繊維と樹脂パウダーの付着メカニズム」株式会社サン・テクトロ

相田美砂子, 赤瀬 大：同研究「酸化ガリウムp型化に関する, フィージビリティ検討」矢崎総業株式会社

#### ・国際共同研究・国際会議開催実績 (2017年度)

井上克也：11th Japanese-Russian workshop (2017年11月12 - 15日, Awaji Yumebutai International Conference Center, Awaji Island, Japan), Co-Chairperson

井上克也：12th International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Magnets (ISCOM2017) (2017年9月24 - 29日, Miyagi Zao Royal Hotel, Zao, Miyagi, Japan), Domestic Advisory Committee

井上克也：SPring-8シンポジウム2017 “SPring-8の目指す将来” (2017年9月4 - 5日, 広島大学 東千

- 田未来創生センター, Hiroshima, Japan), 実行委員会 委員
- 井上克也 : スペイン Zaragoza大学 (分子性キラル磁性体の中性子線回折, 無機キラル磁性体のスピン相図, 無機キラル磁性体の中性子線回折に関する国際共同研究)
- 井上克也 : 英国 Glasgow大学 (無機キラル磁性体のローレンツTEM, キラル磁性体のスピン位相ダイナミクス, キラル磁性体のプラズモニクス, キラル磁性体のスピン位相とボルテックスビームの相互作用, キラル磁性体の物性理論に関する国際共同研究)
- 井上克也 : ロシア ウラル連邦大学 (無機キラル磁性体の合成, キラル磁性体のスピンドイナミクスと相図, 分子性キラル磁性体のスピンドイナミクス, キラル磁性体の物性理論に関する国際共同研究)
- 井上克也 : フランス ネール研究所 (無機キラル磁性体の結晶成長に関する国際共同研究)
- 井上克也 : フランス リヨン第一大学 (分子性キラル磁性体の合成, 分子性キラル磁性体のスピンドイナミクス, 分子性キラル磁性体の新規物性に関する国際共同研究)
- 井上克也 : フランス ラウエランジェバン 研究所 (ILL) (分子性キラル磁性体の中性子線回折, 無機キラル磁性体の中性子線回折に関する国際共同研究)
- 井上克也 : スペイン Zaragoza大学 (無機キラル磁性体のスピン相図, 無機キラル磁性体の中性子線回折, キラル磁性体とキラル液晶の類似性探索に関する国際共同研究)
- 井上克也 : ドイツ IFWライプツィヒ研究所 (無機キラル磁性体のスキルミオンに関する国際共同研究)
- 井上克也 : オランダ グローニンゲン大学 (無機キラル磁性体のスキルミオンと磁気異方性に関する国際共同研究)
- 井上克也 : オーストラリア 豪州原子力研究機構ANSTO (OPAL) (無機キラル磁性体の中性子線回折に関する国際共同研究)
- 井上克也 : オーストラリア モナッシュ大学 (キラル磁性体の電子線ホログラフィー, キラル磁性体とメタマテリアルに関する国際共同研究)
- 井上克也 : フランス レンス第一大学 (分子性キラル磁性体の光学物性に関する国際共同研究)
- 井上克也 : カナダ ダルハウス大学 (金属薄膜のキラル物性に関する国際共同研究)
- 井上克也 : ロシア ピーターズバーグ原子核物理研究所 (無機キラル磁性体の中性子線回折とキラル効果に関する国際共同研究)
- 井上克也 : ロシア 金属物性研究所 (無機キラル磁性体の合成に関する国際共同研究)
- 西原禎文 : 中国 東南大学 (新規分子誘電体開発に関する国際共同研究)
- 西原禎文 : 中国 南京科学技術大学 (新規分子誘電体開発に関する国際共同研究)
- 西原禎文 : 英国 グラスゴー大学 (ポリオキシメタレート機能開拓に関する国際共同研究)
- 西原禎文 : 中国 エディンバラ大学 (ポリオキシメタレート機能開拓に関する国際共同研究)
- 灰野岳晴 : A Committee Member of the collaborative conference on materials research (CCMR) 2017
- 灰野岳晴 : 第29回不斉に関する国際会議組織委員 (Chirality2017; ISCD-29)
- ドイツのベルリン自由大学に所属するChristoph A. Schalley教授とカリックス[4]アレーン多量体に関する共同研究を実施
- 高口博志 : International Symposium on “Diversity of Chemical Reaction Dynamics”, Organizing Committee Member
- 高口博志 : 国際共同研究「極低温イオンの化学」, ドイツ・ケルン大学2017年8月~2018年1月滞在
- 高口博志 : Symposium on Advanced Molecular Spectroscopy, Organizing Committee Member
- 高口博志 : International Symposium on Free Radical 2017, Local Organizing Committee Member
- 山本陽介 : メキシコ国立自治大学, 遷移金属触媒に関する国際共同研究
- 山本陽介 : カナダ・カルガリー大学, 遷移金属触媒に関する国際共同研究
- 山本陽介 : アメリカ・テキサス A&M 大学, 三重項カルベン合成に関する国際共同研究
- Shang Rong : メキシコ・ガナファト大学, 遷移金属触媒に関する国際共同研究
- 安倍 学 : International Symposium on Caged Compounds (2018年, 3月9~10日)

## 2 化学科

### 2-1 学科の理念と目標

化学科の理念・目標は、自然科学の基盤である化学における教育研究を深化、推進するとともに、化学の基礎を体系的に身につけ、幅広く深い教養に根ざした総合的判断力を持った社会で活躍できる人材を育成することである。

### 2-2 学科の組織

#### 【1】化学科の教員

化学科は化学専攻および数理分子生命理学専攻の化学系の教員が併任している。化学科授業科目担当の教員（平成30年3月1日現在）および平成29年度の非常勤講師を次にあげる。

職	氏名	所 属	
教授	相田 美砂子	化学専攻分子反応化学講座	
	安倍 学	化学専攻分子反応化学講座	
	石坂 昌司	化学専攻分子構造化学講座	
	泉 俊輔	数理分子生命理学専攻生命理学講座	
	井上 克也	化学専攻分子構造化学講座	
	江幡 孝之	化学専攻分子構造化学講座	
	太田 仁 (非常勤)	神戸大学分子フォトケミクス研究センター	
	OLEKSIY BOGDANOV	化学専攻分子構造化学講座	
	齋藤 健一	自然科学研究支援開発センター	
	楯 真一	数理分子生命理学専攻生命理学講座	
	佃 達哉 (非常勤)	東京大学理学系研究科	
	中島 覚	自然科学研究支援開発センター	
	中田 聡	数理分子生命理学専攻生命理学講座	
	灰野 岳晴	化学専攻分子構造化学講座	
准教授	水田 勉	化学専攻分子構造化学講座	
	山崎 勝義	化学専攻分子反応化学講座	
	山本 陽介	化学専攻分子反応化学講座	
	井口 佳哉	化学専攻分子構造化学講座	
	岡田 和正	化学専攻分子反応化学講座	
	片柳 克夫	数理分子生命理学専攻生命理学講座	
	久米 晶子	化学専攻分子構造化学講座	
	高口 博志	化学専攻分子反応化学講座	
	関谷 亮	化学専攻分子構造化学講座	
	中本 真晃	化学専攻分子反応化学講座	
	西原 禎文	化学専攻分子構造化学講座	
	藤原 好恒	数理分子生命理学専攻生命理学講座	
	助教	芦田 嘉之	数理分子生命理学専攻生命理学講座
		ANDRIY LEONOV	化学専攻分子構造化学講座
池田 俊明		化学専攻分子構造化学講座	
大前 英司		数理分子生命理学専攻生命理学講座	
岡本 泰明		化学専攻分子構造化学講座	
久保 和幸		化学専攻分子構造化学講座	
七種 和美		数理分子生命理学専攻生命理学講座	
SHANG RONG		化学専攻分子反応化学講座	
高木 隆吉		化学専攻分子反応化学講座	
仲 一成		化学専攻分子反応化学講座	
中川 真秀		化学専攻分子構造化学講座	
波多野 さや佳		化学専攻分子反応化学講座	
福原 幸一		化学専攻分子構造化学講座	
藤原 昌夫		数理分子生命理学専攻生命理学講座	
MARYUNINA KSENIYA	化学専攻分子構造化学講座		
吉村 優一	数理分子生命理学専攻生命理学講座		



## 【2】化学科の運営

化学科の運営は、化学科長を中心に行われている。副化学科長および化学科長補佐がそれを補佐し、副化学科長は次期学科長予定者とする。

平成29年度 化学科長 中田 聡  
副化学科長 灰野 岳晴  
化学科長補佐 西原 禎文

また、化学科の円滑な運営のために各種委員会等が活動している。平成29年度の各種委員会の委員一覧を次にあげる。

図書委員	安倍			
化学実験委員	○片柳 藤原(昌)	岡本 高木	宮下 七種	加治屋
教務問題検討委員	○中田	井上	井口	片柳
野外研修企画委員 および 担当研究グループ	○片柳 固体	中田 量子	構物 反物	反有
当番研究グループ	反応有機化学グループ			
安全衛生委員	○石坂			
危険薬品庫管理者	錯体			
シリンダーキャビネット室管理者	山本			
就職担当	江幡 井上	H28年10月～H29年9月末 H29年10月～H30年9月末		

○は委員長

## 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

化学科では次のような入学者受け入れ方針を掲げている。

- 1) 真理を探究することの好きな人。
- 2) 好奇心の旺盛な人。
- 3) 化学の好きな人。
- 4) 新しいことに挑戦したいと思っている人。

### 2-3-2 学士課程教育の理念と達成のための具体策

化学は、物質科学の中心を占める基幹学問として、また、生命科学の複雑で精緻な世界を、分子及びその集合体レベルで解明するための基盤として、自然科学の中でますますその重要性を増しています。化学科ではこのような時代に対応するため、化学の基盤を体系的に身につけさせた上で、応用を含めた幅広く深い知識と問題解決能力を習得させることを教育目標とします。特に、基礎実験技術の習得を含めた体系化した教育を行います。また、環境問題や情報化時代に対応した化学教育の充実を図り、生命科学分野の基礎教育を充実させ、多様な科学の発展に適応できる広い視野をもった人材を育成することも目標とします。

一方、学生の学習意欲や能力の多様化の問題を、個性の発現の好機ととらえ、各学生の指向や個性を考慮した教育指導を行い、学生の顔の見える教育というスローガンを掲げます。

具体的には、以下の目標を設定します。

- (1) 学生と教員の交流を促進し、各学生の生活指導を含めた一貫教育を行う。
- (2) 主要な化学分野の基礎の体系化を図る。
- (3) 学生実験を重視し、幅広い分野で、最新の科学技術の発展に対応できる実験技術を習得させる。
- (4) 情報化・国際化に対応した教育を行う。

### 2-3-3 学士課程教育の成果とその検証

#### ・平成29年度化学科在籍学生数

平成29年5月1日現在

入学年度	在籍学生数
平成29年度	62(18)
平成28年度	62(22)
平成27年度	73(17)
平成26年度	61(15)
平成25年度	7( 0)
平成24年度	2( 0)
平成23年度	1( 0)
合 計	268(72)

( ) 内は女子で内数

#### ・チューター

入学年度	チューター
平成29年度	中田, 西原, 芦田
平成28年度	山崎, 久米, 池田
平成27年度	水田, 片柳, 久保
平成26年度	灰野, 石坂, 大前
平成25年度	江幡, 岡田, 岡本
平成24年度	泉, 高口, 藤原(昌)

・平成29年度化学科開講授業科目

科目区分	開設期	開講科目名	担当教員名	授業のキーワード
基盤	1前	*化学概説A【理】 [1理地]	中田, 片柳	原子, 分子, 化学結合, 量子化学, 熱力学, 反応速度, 化学平衡, 光化学
教養	1前	教養ゼミ	片柳, 高口, 福原, 岡田, 高木, 相田, 西原	化学的情報の収集, 整理, 提供
情報	1前	情報活用演習 [1理地]	芦田	コンピュータ, インターネット, 電子メール, 文書作成ソフト, プレゼンテーションソフト, 表計算ソフト
専門	1前	基礎化学A	江幡	原子, 分子の構造, 化学結合, 物質の三態
専門	1前	基礎化学B	山本	有機化学, 命名法, 官能基, 立体化学, 有機反応
領域	1前	統計学への招待	仲	度数分布 ヒストグラム 統計量 標本抽出 母集団 正規分布 標準正規分布 推定 仮説検定 確率 二項分布 相関
基盤	1後	*化学概説B【理】	西原, 関谷	原子, 分子, 化学結合, 無機化学, 固体化学, 化学平衡, 化学反応, 有機化学, 混成軌道, 誘起効果, 共鳴効果
基盤	1後	基礎線形代数学	仲	ベクトル 行列 連立一次方程式 行列式 逆行列 固有値 固有ベクトル 対角化
専門	1後	基礎物理化学A	藤原(好)	化学熱力学, 状態方程式, 熱力学第一-第三法則 自由エネルギー
専門	1後	基礎物理化学B	江幡	量子力学, 波動, 粒子二重性, シュレーディンガー方程式, 波動関数
専門	1後	基礎無機化学	井上	原子の基本的性質, 電気陰性度と電子親和力, 原子とイオンのサイズ, 化学結合
専門	1後	基礎有機化学	山本	有機電子論, 反応機構, 付加反応, 求核置換反応, 脱離反応, アルケン, アルキン
専門	2前	物理化学IA	山崎	相平衡, 化学ポテンシャル, 混合溶液, 束一的性質, 化学平衡
専門	2前	物理化学IB	岡田	調和振動子, 剛体回転子, オービタル, 動径分布関数, スピン, パウリの原理
専門	2前	有機化学I	関谷	
専門	2前	有機化学II	灰野	カルボニル化合物, 電子の流れ図, 求核攻撃, 求電子反応, 共役付加, カルボニル縮合反応
専門	2前	無機化学I	西原	量子化学, 原子, 分子, 結合, 分子軌道法, バンド理論
専門	2前	無機化学II	石坂	データ処理, 化学量論, 化学平衡, 活量, 酸塩基, 酸化還元, 錯形成, 沈殿生成
専門	2後	物理化学IIA	山崎	ボルツマン分布, 分配関数, 反応速度, 素反応
専門	2後	物理化学IIB	高橋	電子構造, 分子軌道法, 量子化学, 群論
専門	2後	有機典型元素化学	山本	
専門	2後	無機化学III	久米	錯体化学
専門	2後	生体物質化学	泉	糖質, 立体化学, 脂質, 生理活性物質, 生体膜, アミノ酸, 等電点, 蛋白質, 構造階層性, 蛋白質の精製, 蛋白質の一次配列決定法
専門	2後	無機化学演習	石坂, 久米, 岡本, 久保, 西原, MARYUNINA	無機化学, 錯体化学, 分析化学の演習
専門	2後	有機分析化学	関谷	構造解析, 機器分析, 核磁気共鳴法, NMR, 赤外分光, IR

専門	2後	生物構造化学	片柳	蛋白質, 核酸, 分光法, 回折法, X線構造解析, 立体構造
専門	2後	有機化学III	安倍	, 芳香族求電子置換反応, 芳香族求核置換反応, 多核芳香族化合物, 複素環式化合物, ペリ環状反応
基盤	3前	化学英語演習 [3理化]	藤原(昌), 宮下, SHANG	化学英語, 英会話, 英作文, 英文和訳
教職	3前	化学実験 A	片柳	基礎化学実験, 実験技能, 操作, 指導案作成, 課題研究指導, 中学校教諭(理科)一種免許状
専門	3前	物理化学演習	藤原(昌), 福原, 大前, 赤瀬, 加治屋	熱力学, 相平衡, 化学平衡, 量子化学, 回転振動分光法, 統計熱力学
専門	3前	光機能化学	齋藤	物理化学, 光, 物性, 機能
専門	3前	システムバイオロジー	泉, 山本	
専門	3前	反応有機化学	安倍	転位反応, 軌道相互作用, Woodward-Hoffmann則, 光反応
専門	3前	化学実験I	片柳	基礎化学実験, 無機, 分析化学, 物理化学, 有機, 生物化学
専門	3前	反応動力学	高口	気体分子運動論, 液体中の分子運動, 衝突頻度, 衝突速度理論, 遷移状態理論
専門	3前	分子構造化学	井口	量子化学, 振動状態, 回転状態, 電子状態, 分子分光
専門	3前	量子化学	相田	電子状態理論, 分子軌道法, 計算化学
専門	3前	機器分析化学	石坂	吸収, 蛍光スペクトル, レーザー分光分析, 電気化学分析, クロマトグラフィー, 界面, 微粒子
専門	3前	無機固体化学	井上	固体物性, 誘電, 伝導, 磁性体, 相転移
専門	3前	構造有機化学	灰野	立体化学, キラルリティ, 立体配座, 超分子化学
専門	3前	化学インターンシップ	中田	派遣研修, 職業倫理
基盤	3後	化学英語演習 [3理化]	波多野, 久保, 加治屋	化学英語, 英会話, 英作文, 英文和訳
専門	3後	計算化学, 同実習	相田, 赤瀬	量子化学, 計算化学, 情報化学, 計算機
専門	3後	先端化学	中田	先端化学, 卒業研究ガイダンス
専門	3後	バイオインフォマティクス	大前, 芦田	分子生物学, 構造生物学, 生命情報学
専門	3後	有機化学演習	高木, 波多野, 七種, 芦田	有機化学, 演習, 有機反応, 有機構造, 有機反応機構
専門	3後	化学実験II	片柳	基礎化学実験, 無機, 分析化学, 物理化学, 有機, 生物化学
専門	3後	生体高分子化学	楯	蛋白質立体構造, 蛋白質機能制御機構, 蛋白質の分子認識機構, 蛋白質を対象とした計測技術
専門	3後	分子光化学	中田	光化学反応, 電子の励起, 電子スピン, 光の吸収
専門	3後	有機金属化学	水田	典型元素および遷移金属の有機金属化学, 18電子則, 酸化付加, 還元的脱離, 挿入反応, 金属錯体触媒
専門	3後	放射化学	中島	放射線, 放射性同位元素, 化学状態, 放射線計測, 原子核反応
専門	3後	生物化学	泉, 七種	セントラルドグマ, 転写, 翻訳, DNAの複製
専門	4前	化学演習	山崎, 岡田	量子論, 分子構造, 化学平衡, 統計熱力学, 反応速度論

- 集中講義 化学特別講義 佃 達哉 (東京大学大学院理学系研究科/教授)  
(クラスター物質化学) 担当：構造物理化学グループ
- 化学特別講義 太田 仁 (神戸大学分子フォトサイエンス研究センター/教授)  
(電子スピン共鳴入門) 担当：固体物性化学グループ
- 化学特別講義 山口 智彦 (国立研究開発法人産業技術総合研究所/首席研究員)  
(自己組織化概論) 担当：自己組織化学グループ
- 化学特別講義 入江 一浩 (京都大学農学研究科/教授)  
村上 一馬 (京都大学農学研究科/准教授)  
(天然物有機化学I) 担当：生物化学グループ

## 担当授業科目一覧

平成29年度担当授業科目						
職	氏名	講義	演習	化学実験	卒業研究	
教授	相田美砂子	量子化学, 計算化学・同実習, 教養ゼミ			◎	
	安倍 学	有機化学Ⅲ, 反応有機化学			◎	
	石坂 昌司	無機化学Ⅱ, 機器分析化学	無機化学演習		◎	
	泉 俊輔	生体物質化学, 生物化学, システムバイオロジー			◎	
	井上 克也	基礎無機化学, 無機固体化学			◎	
	江幡 孝之	基礎化学A, 基礎物理化学B			◎	
	齋藤 健一	光機能化学			◎	
	楯 真一	生体高分子化学			◎	
	中島 覚	放射化学			◎	
	中田 聡	分子光化学, 化学概説A, 先端化学, 化学インターンシップ			◎	
	灰野 岳晴	有機化学Ⅱ, 構造有機化学			◎	
	水田 勉	有機金属化学			◎	
	山崎 勝義	物理化学ⅠA, 物理化学ⅡA, 基礎化学B, 有機典型元素化学, 基礎有機化学	化学演習		◎	
	山本 陽介				◎	
准教授	井口 佳哉	分子構造化学		○	◎	
	岡田 和正	物理化学ⅠB, 教養ゼミ	化学演習	○	◎	
	片柳 克夫	生物構造化学, 化学概説A, 化学実験A, 化学実験Ⅰ, Ⅱ, 教養ゼミ		◎	◎	
	久米 晶子	無機化学Ⅲ, 教養ゼミ	無機化学演習	○	◎	
	関谷 亮	有機分析化学, 化学概説B, 有機化学Ⅰ		○	◎	
	高口 博志	反応動力学, 教養ゼミ		○	◎	
	西原 禎文	無機化学Ⅰ, 化学概説B	無機化学演習	○	◎	
	中本 真晃					
	藤原 好恒	基礎物理化学A		○	◎	
	講師	高橋 修	物理化学ⅡB			◎
助教	芦田 嘉之	バイオインフォマティクス	有機化学演習, 情報活用演習	○	○	
	池田 俊明			○	○	
	大前 英司	バイオインフォマティクス	物理化学演習,	○	○	
	岡本 泰明		無機化学演習,	○	○	
	加治屋大介		物理化学演習, 化学英語演習	○		
	久保 和幸		無機化学演習, 化学英語演習	○	○	
	七種 和美	生物化学	有機化学演習	○	○	
	SHANG RONG		化学英語演習		○	
	高木 隆吉	教養ゼミ	有機化学演習	○	○	
	仲 一成	基礎線形代数学, 統計学への招待				
	中川 真秀					
	波多野さや佳		有機化学演習, 化学英語演習	○	○	
	福原 幸一	教養ゼミ	物理化学演習	○	○	
	藤原 昌夫		物理化学演習, 化学英語演習	○	○	
MARYUNINA KSENIYA LEONOV ANDREY		無機化学演習	○	○		

特任 助教	赤瀬	大	計算化学・同実習	物理化学演習	○	○
	宮下	直		化学英語演習	○	

---

# 化学プログラム履修要領

化学プログラムでは、専門教育科目が体系的かつ効果的に履修できるように、専門教育科目受講基準を定めている。科目の履修に当たっては、受講基準とともに次の事項に十分留意すること。

1 必修の授業科目は、授業科目履修表に定められた年次に修得しておくことが望ましい。未修得科目が生じた場合には、次年次の授業科目と開講時間が重なるために受講できない場合があり、留年の原因となる。

重なった場合には、未修得科目を優先して履修することが望ましい。

2 受講基準1により「化学実験Ⅰ」及び「化学実験Ⅱ」を履修することができない場合には、卒業が遅れることになる。この場合でも、「化学実験Ⅰ」及び「化学実験Ⅱ」以外の授業科目は履修することができるが、未修得の必修科目の履修を優先させなければならない。

3 教養教育科目は3年次後期(6 Semester)までに修得しておかないと、受講基準2により卒業研究が履修できない場合がある。

4 教養教育科目「領域科目」で卒業の要件として修得すべき単位(以下、卒業要件単位)にできるのは、自然科学領域以外の科目に限る。

5 教養教育科目「基盤科目」のうち数学・理科系の「概説」科目として「物理学概説A」及び「物理学概説B」を選択必修としているが、両方履修することが望ましい。

「概説」科目の修得単位は、専門科目(選択)の単位に振り替えることができないが、『科目区分を問わない』科目の単位にすることができる。ただし、「化学概説A」及び「化学概説B」は卒業要件単位に算入することができない。

6 授業担当教員の下承が得られれば、化学プログラムで開講する上位Semesterの専門教育科目を履修することができる。

7 特別講義は、一定期間に集中的に開講される講義である。

化学プログラムでは、「化学特別講義」及び「理学部他プログラムの特別講義」から、合計で最大2単位まで専門科目(選択)として認めることができる。

8 「理学部他プログラムの特別講義」の単位を卒業要件単位とする場合、理学部他プログラムの単位で専門科目(選択)の卒業要件単位とできる単位数は、8単位からその「理学部他プログラムの特別講義」の単位数を引いた数が上限となる。

9 「科目区分を問わない」科目として4単位必要である。この4単位には、以下の科目の単位を含めることはできない。「教職に関する科目」及び「教科に関する科目」の詳細は、学生便覧に記載の「教育職員免許状の取得について」の修得必要単位一覧表を参照すること。

- ・6単位を超過して修得した「パッケージ別科目」
- ・全ての「教職に関する科目」
- ・「教科に関する科目」のうち、「物理学実験A」、「生物学実験A」、「地学実験A」及び「化学実験A」
- ・他学部他プログラム等が開講する『専門基礎科目』及び『専門科目』(化学プログラム担当教

員会が認めるものを除く)

10 「教職に関する科目」は、卒業要件単位に算入することができない。

## 化学プログラム専門教育科目受講基準

1 化学実験Ⅰ(5セメスター)を履修するためには、各科目群において次に示す単位数以上(合計64単位)を修得していなければならない(括弧内の数字は、4セメスターまでに修得することになっている卒業に必要な単位数を表す)。化学実験Ⅱ(6セメスター)を受講するには化学実験Ⅰを修得しておく必要がある。

また、「学生教育研究災害傷害保険」及び「学生教育研究賠償責任保険」等に参加していることが必要である(平成22年度以降の1年次入学生は、大学負担により「学生教育研究災害傷害保険」のみ4年分加入済)。

教養ゼミ	2単位(2)	健康スポーツ科目	2単位(2)
パッケージ別科目	4単位(6)	基盤科目	14単位 <sup>*1</sup> (18)
外国語科目	9単位(10)	専門基礎科目	27単位(33)
情報科目	2単位(2)	科目区分を問わない科目	2単位(4)
領域科目	2単位(2)		

\*1 物理学実験法・同実験, 化学実験法・同実験, 及び生物学実験法・同実験または地学実験法・同実験はすべて修得していること。

2 卒業研究(7, 8セメスター)を履修するためには、各科目群において次に示す単位数以上(合計110単位)を修得していなければならない(括弧内の数字は、卒業研究を除いた卒業に必要な単位数を表す。)

また、「学生教育研究災害傷害保険」及び「学生教育研究賠償責任保険」等に参加していることが必要である(平成22年度以降の1年次入学生は、大学負担により「学生教育研究災害傷害保険」のみ4年分加入済)。

教養ゼミ	2単位(2)	健康スポーツ科目	2単位(2)
平和科目	2単位(2)	基盤科目	18単位(20)
パッケージ別科目	6単位(6)	専門基礎科目	29単位(35)
外国語科目	10単位(10)	先端理学科目	2単位(2)
情報科目	2単位(2)	化学実験Ⅰ, 化学実験Ⅱ	10単位(10)
領域科目	2単位(2)	専門科目(選択)	21単位(23)
		科目区分を問わない科目	4単位(4)

上記受講基準1及び2について、『広島大学理学部における早期卒業認定に関する申合せ』第3第2項により適格の認定を受けた学生(早期卒業希望者)及び編入・転入生はこの限りではない。詳細についてはチューターと相談のこと。

付記 この履修要領は、平成29年度入学生から適用する。

平成29年度新入生用化学科授業科目履修表

# 化学プログラム履修表

履修に関する条件は、化学プログラム履修要領に記載されているので注意すること。

この表に掲げる授業科目の他、他プログラム・他学部又は他大学等で開講される授業科目を履修することができ、化学プログラム担当教員が認めるものについては、修得した単位を卒業要件の単位に算入することができる。

※ 本プログラムに加えて所定の単位(詳細は学生便覧を参照のこと)を修得すれば、中学校教諭一種免許状(理科)、高等学校教諭一種免許状(理科)、毒物劇物取扱責任者、学芸員となる資格の取得が可能である。  
さらに、本プログラムを卒業すれば、危険物取扱者(甲種)資格の受験が可能となる。

## (教養教育)

区分	科目区分	要修得単位数	授業科目等	単位数	履修区分	標準履修セメスター (下段の数字はセメスターを示す) (注1)													
						1年次		2年次		3年次		4年次							
						前期	後期	前期	後期	前期	後期	前期	後期						
						1	2	3	4	5	6	7	8						
教養科目	教養ゼミ	2	教養ゼミ	2	必修														
	平和科目	2	「平和科目」から	各2	選択必修	○													
	パッケージ別科目	6	「パッケージ別科目」の1パッケージから	各2	選択必修	○	○												
	外国語(注2)	コミュニケーション基礎(注3)	(0)	コミュニケーション基礎Ⅰ	1	自由選択	○												
				コミュニケーション基礎Ⅱ	1			○											
		コミュニケーションⅠ	2	コミュニケーションⅠA	1	必修	①												
				コミュニケーションⅠB	1		①												
		コミュニケーションⅡ	2	コミュニケーションⅡA	1	必修		①											
				コミュニケーションⅡB	1			①											
		コミュニケーションⅢ	2	コミュニケーションⅢA	1	選択必修			○	○									
コミュニケーションⅢB	1						○	○											
初修外国語(ドイツ語、フランス語、スペイン語、ロシア語、中国語、韓国語、アラビア語のうちから1言語選択)	4	「ベーシック外国語Ⅰ」から2単位 「ベーシック外国語Ⅱ」から2単位 Ⅰ及びⅡは同一言語を選択すること	各1 各1	選択必修	○														
情報科目	2	情報活用演習	2	必修	②														
領域科目	2	「自然科学領域」以外から(注4)	1又は2	選択必修	○	○	○	○											
健康スポーツ科目	2	「健康スポーツ科目」から	1又は2	選択必修	○	○													
教養教育科目	基盤科目	12	微分積分学Ⅰ	2	必修	②													
			微分積分学Ⅱ	2			②												
			線形代数Ⅰ	2		②													
			線形代数Ⅱ	2		②													
			物理学実験法・同実験	2		②													
			化学実験法・同実験	2				②											
			生物学実験法・同実験	2	2	選択必修	○												
			地学実験法・同実験	2	2	選択必修			○										
			上記2科目から1科目2単位																
			4	数学概説	2	選択必修	○												
情報数理概説	2			○															
物理学概説A	2	○																	
物理学概説B	2			○															
生物科学概説A	2	○																	
生物科学概説B	2			○															
地球惑星科学概説A	2	○																	
地球惑星科学概説B	2			○															
上記8科目から「物理学概説A」又は「物理学概説B」を含む2科目4単位																			
2	化学英語演習(同一名称2科目)	各1	必修						①	①									
教養教育科目小計		46																	

(注1) 記載しているセメスターは標準履修セメスターを表している。当該セメスター以降の同じ開設期(前期又は後期)に履修することも可能であるが、授業科目により開設期が異なる場合やターム科目として開講する場合があるので、履修年度のシラバス等により確認すること。

(注2) 短期語学留学等による「英語圏フィールドリサーチ」又は自学自習による「オンライン英語演習A・B」の履修により修得した単位を『コミュニケーションⅠ・Ⅱ・Ⅲ』の要修得単位として算入することができる。  
外国語技能検定試験による単位認定制度もある。詳細については、学生便覧に記載の教養教育の英語に関する項及び「外国語技能検定試験等による単位認定の取扱いについて」を参照すること。

(注3) 修得した「コミュニケーション基礎Ⅰ」及び「コミュニケーション基礎Ⅱ」の単位については、『科目区分を問わない』に算入することができる。

(注4) 『自然科学領域』以外の科目に限り、卒業要件単位として算入することができる。教育職員免許状の取得を希望する場合は、『社会科学領域』の「日本国憲法」が必修であることに留意すること。

(専門教育)

区分	科目区分	要修得単位数	授業科目等	単位数	履修区分	標準履修セメスター (下段の数字はセメスターを示す) (注1)																	
						1年次		2年次		3年次		4年次											
						前期	後期	前期	後期	前期	後期	前期	後期										
						1	2	3	4	5	6	7	8										
専門教育科目	専門基礎科目	35	基礎化学A	2	必修	②																	
			基礎化学B	2		②																	
			基礎物理化学A	2			②																
			基礎物理化学B	2			②																
			基礎無機化学	2			②																
			基礎有機化学	2			②																
			物理化学 I A	2				②															
			物理化学 I B	2				②															
			物理化学 II A	2						②													
			物理化学 II B	2						②													
			無機化学 I	2					②														
			無機化学 II	2						②													
			無機化学 III	2							②												
			有機化学 I	2							②												
			有機化学 II	2								②											
			有機化学 III	2									②										
			無機化学演習	1										①									
			物理化学演習	1											①								
			有機化学演習	1												①							
	専門科目	2		先端数学	2	選択必修						○											
				先端物理学	2					○													
				先端化学	2											○							
				先端生物学	2												○						
				先端地球惑星科学	2													○					
		上記5科目の「先端理学科目」から1科目2単位																					
		43	15以上	(注)	生物構造化学	2	選択必修						○										
					生物物質化学	2						○											
					有機分析化学	2							○										
					有機典型元素化学	2								○									
					反応動力学	2									○								
					分子構造化学	2										○							
					量子化学	2										○							
					無機固体化学	2										○							
					機器分析化学	2											○						
					構造有機化学	2											○						
					反応有機化学	2											○						
					光機能化学	2											○						
					システムバイオロジー	2											○						
					生体高分子化学	2												○					
					分子光化学	2													○				
					有機金属化学	2													○				
					放射化学	2														○			
					生物化学	2														○			
バイオインフォマティクス	2													○									
計算化学・同実習	2													○									
化学演習	1															○							
化学インターンシップ	1																○						
「化学特別講義」(注6)																							
上記23科目から8科目15単位以上																							
0 5 8			化学実験 I	5	必修																		
			化学実験 II	5																			
			卒業研究	各4															④	④			
理学部他プログラムで開講される「専門基礎科目」及び「専門科目」の授業科目 (注7)			自由選択																				
専門教育科目 小計		78																					
科目区分を問わない		4	(注8)		制限付選択	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
合計		128																					

(注5) 「専門科目」の要修得単位数43を充たすためには、必修科目計18単位及び選択必修科目計2単位に加えて、選択必修科目及び自由選択科目から23単位以上を修得する必要がある。このうち15単位以上は、履修表に掲げる化学プログラム専門科目の選択必修科目から修得することが必要である。  
(注6) 「化学特別講義」は、一定期間(5セメスター以降)に集中形式で開講される。履修については化学プログラム履修要領を参照すること。  
(注7) その他化学プログラム担当教員会が認めた授業科目も含まれる。詳細についてはチューターと相談のこと。

- (注8) 卒業要件単位数は128であるので、各科目区分の要修得単位数(教養教育科目46単位, 専門教育科目78単位 合計124単位)に加えて, 教養教育科目及び専門教育科目の科目区分を問わず, さらに4単位以上修得することが必要である。  
ただし, 以下の科目の単位は含まない。「教職に関する科目」及び「教科に関する科目」の詳細は, 学生便覧に記載の「教育職員免許状の取得について」の修得必要単位一覧表を参照すること。
- ・ 6単位を超過して修得した「パッケージ別科目」
  - ・ 全ての「教職に関する科目」
  - ・ 「教科に関する科目」のうち, 「物理学実験A」, 「生物学実験A」, 「地学実験A」及び「化学実験A」
  - ・ 他学部他プログラム等が開講する『専門基礎科目』及び『専門科目』(化学プログラム担当教員会が認めるものを除く)

平成29年度化学科卒業生進路状況

(平成30年5月1日現在)

( ) 内は女子で内数

卒業生総数	就職者											進学	その他	
	一般職									教職			研究	その他
	公務	製造業	情報通信業	教育, 学習支援業	金融, 保険業	小売り, 卸売業	医療, 福祉	その他	小計	学校教育	小計			
51 (11)	0 (0)	2 (0)	0 (0)	2 (1)	0 (0)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (1)	0 (0)	0 (0)	43 (10)	0 (0)	3 (0)

2-3-4 卒業論文発表実績

【1】平成29年度卒業研究生の各研究グループ配属者数

研究グループ名	卒研究生数	スタッフ名
化学専攻分子構造化学講座 構造物理化学研究グループ	5	江幡, 井口, 福原
固体物性化学研究グループ	5	井上, 西原, MARYUNINA, LEONOV
錯体化学研究グループ	5	水田, 久米, 久保
分析化学研究グループ	4	石坂, 岡本, 中川
構造有機化学研究グループ	4	灰野, 関谷, 池田
化学専攻分子反応化学講座 反応物理化学研究グループ	3	山崎, 高口
有機典型元素化学研究グループ	2	山本, 中本, SHANG
反応有機化学研究グループ	4	安倍, 高木, 波多野
量子化学研究グループ	2	相田, 岡田, 赤瀬
数理分子生命理学専攻 物理環境化学研究グループ	3	中田, 藤原(好), 藤原(昌)
生物化学研究グループ	3	泉, 芦田, 七種
分子生物物理学研究グループ	5	楯, 片柳, 大前, 吉村
自然科学研究支援開発センター 光機能化学研究グループ	3	齋藤, 加治屋
放射線反応化学研究グループ	3	中島, 宮下
計	51	

## 【2】平成29年度の卒業生と研究題目

秋田 隼人	リジットな環状骨格を有する新規カルボジホスホラン配位子の合成	錯体化学
飯田 祐士	レーザーアブレーション/ジェット冷却法による桂皮酸誘導体の電子振動スペクトル測定	構造物理化学
岩崎 賢	※学外秘	固体物性化学
岩部 佳樹	キラルピナフチル骨格を有するテトラキスカリックス[5]アレーン誘導体の合成	構造有機化学
氏平 智章	極低温気相紫外分光を用いたアルカリ金属イオン-ジベンゾ-24-クラウン-8包接錯体の構造と電子状態の研究	構造物理化学
大田 晴久	水とSi微粒子の反応による水素生成：生成メカニズムの考察	光機能化学
大山 諒子	アリールメチルペルオキシドの光反応による活性酸素種（ROS）の発生	反応有機化学
岡部 悠太	表面支援脱離イオン化イメージング質量分析法による-細胞観測の可能性	生物化学
小倉 光裕	Co(II)-ラジカル鎖キラル結晶における硬-軟磁性スイッチング	固体物性化学
川端 大悟	電子励起硫黄原子((3p) <sup>3</sup> (4p) <sup>1</sup> 3P <sub>g</sub> )の輻射寿命および消光速度定数	反応物理化学
久保 麻友子	ジベンゾクラウンエーテル-金属イオン錯体の分子内エキシマー形成の研究	構造物理化学
黒田 健太	基質結合に伴うタンパク質側鎖構造変化のNMR直接観測法の開発	分子生物物理学
古賀 毅	位相空間サンプリングを考慮した軟X線発光スペクトルの理論計算	構造物理化学
越山 泰地	8族元素のメタロセン錯体[(C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> )M <sup>II</sup> (C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> -C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> )M <sup>II</sup> (C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> )] (M <sup>II</sup> =Ru <sup>II</sup> , Os <sup>II</sup> )の酸化と酸化によるフルバレンC-C結合の開裂反応	放射線反応化学
小林 裕太郎	直接加熱気化導入-ICP発光分析法を用いた炭素系微粒子中のマンガンの定量	分析化学
坂元 風太	NMRによる天然変性領域の低存在率二次構造の定量的解析法	分子生物物理学
佐々木 海友	インデノン骨格を有する新規2光子光解離性保護基の開発	反応有機化学
佐藤 晶	集積型銅錯体で活性化された酸素による酸化反応の開発	錯体化学
杉山 恭視	アルキンの二重反応性を示す銅触媒の炭素電極への固定化と電位応答	錯体化学
瀬川 賢一郎	1,3-bis(4-pyridyl)benzeneを用いた鉄二価集積型錯体のスピン状態	放射線反応化学
高須 貫太	※学外秘	自己組織化学
竹本 昌一	※学外秘	光機能化学
田邊 千佳	光照射時のみスピン状態が変化する光スイッチング分子の光物性	反応有機化学
近末 幸希	単一エアロゾル水滴のサイズ計測法に関する研究	分析化学
茶木 信雅	不揮発性分子のレーザーアブレーション/超音速ジェットレーザー分光法の開発	構造物理化学
土屋 直人	有機無機二次元ペロブスカイト型化合物の構造および磁気物性	固体物性化学
長谷 颯士	タンパク質天然変性領域によるprotein droplet形成機構の解明	分子生物物理学
中西 一貴	※学外秘	有機典型元素化学
永山 泰伍	※学外秘	分子生物物理学
中山 太郎	磁気微小重力空間において作製したカーボンナノチューブ磁気配向薄膜の光学特性	自己組織化学
那須 香子	光応答する両親媒性分子膜上を滑走する自己駆動体	自己組織化学
西谷 翔平	※学外秘	構造有機化学
西村 拓巳	微小な分子性結晶を対象とした熱-電気物性測定装置の開発	固体物性化学
萩原 なつみ	※学外秘	生物化学

花谷 快渡	※学外秘	光機能化学
林 治輝	液相軟X線分光法で探るTMAOと電子受容体/溶媒との相互作用	量子化学
早瀬 友葉	銀(I)イオンを内包したプレイスラー型ポリオキソメタレート還元体合成と誘電物性	固体物性化学
日高 はる菜	ヌクレオソームにおけるヒストンテールの修飾部位決定のための質量分析による手法の検討	生物化学
深澤 優人	ドナー原子として硫黄と窒素が共存する新規抽出剤によるアメリカシウムとユウロピウムの抽出	放射線反応化学
深水 凜太郎	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> の紫外光解離によるC <sub>2</sub> H (X <sup>2</sup> Σ <sup>+</sup> )の生成・検出およびC <sub>2</sub> H <sub>2</sub> との反応速度定数	反応物理化学
福原 大輝	N,N,N-トリメチルグリシンの水和構造に関する理論化学的研究	量子化学
藤井 直香	アミノ酸エステルを導入したキラルテトラキスポルフィリンの合成研究	構造有機化学
藤本 陽菜	新規大環状シクロファン骨格の構築を指向したビスアセタールとレゾルシノールの縮環反応の検討	構造有機化学
前川 圭佑	レーザー捕捉法を用いた単一スズ粒子の不均一酸化反応に関する研究	分析化学
前田 修平	三座配位子を用いたT字型リン及びケイ素化合物の合成の試み	有機典型元素化学
松木 大	シクロペンタジエニル配位子を有する鉄-ホスフィンイミド錯体の合成	錯体化学
三上 海勇	アセチル銀クラスターを触媒活性種としたアジド-アルキン環化反応の開発	錯体化学
宮原 愛奈	マクロ環骨格内に発生したジラジカル反応挙動	反応有機化学
山崎 裕太	亜硝酸メチル光解離生成物の新検出スキームの探索	反応物理化学
山田 健太郎	核内クロマチンの3次元構造解析を目指した電子顕微鏡観測技術の開発	分子生物物理学
米田 亜多夢	レーザー捕捉・ラマン分光法を用いた過冷却小水滴の凝固に関する研究	分析化学

## 2-4 その他特記事項

### 2-4-1 Chemサロン

Chemサロンは、いろいろな研究室の研究活動の紹介や化学関係教員・学生の交流の場を提供するために平成3年度より開始された。数理分子生命理学研究科（化学系）と共催で開催している。平成29年度の世話人は久米 晶子准教授である。

平成29年度の講師と題目を次にあげる。

2月21日(水) 理学部E209講義室

中本 真晃：「高歪み $\sigma$ 結合と反芳香族性～いかにして反応活性種を安定に単離するか？」

中川 真秀：「大気化学分野におけるエアロゾルに関する研究」

池田 俊明：「分子間相互作用を用いた $\pi$ 共役系色素の集積化と光機能」

### 2-4-2 学生の受賞

広島大学長表彰受賞者 1名

広島大学理学研究科長賞受賞者 1名

広島大学理学部長賞受賞者 2名

日本化学会中国四国支部長賞受賞者 2名

広島大学化学同窓会博士賞受賞者 8名

広島大学化学同窓会奨励賞受賞者 2名

### 2-4-3 その他特記事項

江幡孝之：ロシアの大学生を対象としたサマースクール開催（2017年8月，広島大学）

福原幸一：広島大学大学院理学研究科サイエンスカフェ代表として，1件のサイエンスカフェ事業を主催。

第32回「メビウスの輪の数学実験」（2017年7月，広島大学）

福原幸一：広島文化学園米食文化研究会「米食文化講座 米と油」講師（2017年11月，広島文化学園大学）

灰野岳晴：広島大学薬品管理システム専門委員会委員（2004年4月～）

灰野岳晴：広島大学薬品管理システム専門委員会委員長（2011年4月～）

関谷 亮：広島大学教育交流委員（2014年4月～2015年3月）

関谷 亮：広島大学中央廃液処理施設運営委員（2013年4月～2015年3月）

関谷 亮：作業環境WG（2017年4月～2019年3月）

山本陽介：広島大学研究企画会議委員（2013年5月～）

山本陽介：広島大学研究設備サポート推進会議委員（2011年3月～）

山本陽介：先端機能物質研究センター運営委員会委員（2005～）

安倍 学：青少年のための化学の祭典第23回広島大会（2017年10月28日，広島市子ども文化科学館）