

筑波大学 数理物質系
数理物質融合科学センター

平成26年度
年次報告書



数理物質融合科学センター

平成27年7月

はじめに

筑波大学数理物質融合科学センター (Center for Integrated Research in Fundamental Science and Engineering) は、筑波大学が目指す国際的に存在感のある研究大学への強化方策の一環である学術センターの一つとして、平成26年9月1日に数理物質系に発足した。物質の本質の統一的理解を数理的手法によって進める世界的研究拠点を形成し、宇宙史の統一的理解と、環境エネルギー材料の研究による新物質の創出を飛躍的に推進させることを目的としている。

この年次報告は、センター設立初年度の報告として、センター設立の経緯と目的、及び、設立からの半年間の活動実績をまとめたものである。

なお、センターの英語名は“CiRfSE”と略記し、「サーフス」と読む。

センターの最新の活動状況や追加情報については、センターのホームページ

<http://www.pas.tsukuba.ac.jp/~CiRfSE/>

も参照されたい。

目次

1	センター活動概要	3
1.1	平成26年度実績概要	3
1.2	設置の経緯と目的	3
1.3	センター発足式	4
1.4	センターの概要	4
1.5	構成員	7
1.6	センター運営室	8
1.7	運営協議会	9
1.8	平成26年度予算	12
1.9	平成27年度以降に向けての取り組み	13
2	研究集会開催状況	14
2.1	国際会議 TGSW2014 宇宙進化・物質起源セッション	14
2.2	第1回 CiRfSE ワークショップ	15
2.3	連携サロン	19
3	宇宙史国際研究拠点 活動報告	20
3.1	南極天文部門	22
3.2	素粒子構造部門	33
3.3	クォーク・核物質部門	52
4	環境エネルギー材料研究拠点 活動報告	64
4.1	物質変換材料研究部門	65
4.2	エネルギー変換・貯蔵物質部門	80
5	逆問題研究推進室 活動報告	86
6	活動実績等資料	92
6.1	センター規則	92
6.2	競争的資金獲得状況	95
6.3	共同研究・受託研究	97
6.4	研究員・研究生等の受け入れ	99
6.5	各種受賞等	100
6.6	学会活動・各種委員等	101
6.7	新聞等報道・特記事項	103

1 センター活動概要

1.1 平成26年度実績概要

数理物質融合科学センターを平成26年9月1日に発足させた。国際会議1回とミニ・ワークショップ「連携サロン」2回を開催し、年度末には、2つの拠点の成果発表とコンソーシアム構築に向け、関係する国内研究者を集めて第1回 CiRfSE ワークショップと各部門のミニ研究会を開催した。第1回 CiRfSE ワークショップでは、宇宙史コンソーシアムの立ち上げ、南極天文コンソーシアムの推進母体の CiRfSE 南極天文部門への移管を行った。並行して、センター ホームページの整備、センターロゴの制定、新任国際テニュアトラック教員4名（数理物質系部局枠の1名を含む）へのスタートアップ支援経費配分などを行い、平成30年度に予定されている中間評価に向け、研究体制の整備と集中を進めた。

1.2 設置の経緯と目的

筑波大学数理物質融合科学センターは、平成25年8月に文部科学省により採択された「国立大学法人 筑波大学 研究力強化実現構想」に基づき、筑波大学に設置されることになった3つの学術センター（「地球・人類共生科学センター」、「数理物質融合科学センター」、「人文社会国際比較センター」）のひとつとして、平成26年9月1日に数理物質系に設置された。

学術センターは、筑波大学で研究力や国際性の強い分野をさらに強化して、計算科学研究センターや生命領域学際研究センターに並ぶ世界的研究拠点形成を目指すものである。研究力強化実現構想により、「5年度目に当該学術センターの評価を実施し、成果が見込めるものについては WPI 型 研究センターに昇格させ、見込めないものは分野の入替を行う。10年度目にも同様の評価を行い、WPI 型研究センター化もしくは分野の入替を行う。」となっている。

研究力強化実現構想を受け、数理物質系で研究力の分析と新センター設立の検討を行った結果、日本の大学ベンチマーキング2011でQ1V2に評価された物理学分野の研究力をさらに強化して宇宙史解明を推進する宇宙史国際研究拠点と、つくば地区連携・TIA 連携を活用した独自の基礎研究による革新的環境エネルギー材料創出を目指した環境エネルギー材料研究拠点を2つのコアとして、物質の本質の統一的理解を数理的手法によって進める世界的研究拠点を形成し、宇宙史の統一的理解と、環境エネルギー材料の研究による新物質の創出を飛躍的に推進させることを目的とする融合科学センターを構想することとなった。また、「融合研究企画室」を置き、新たな学際融合分野の開拓とそれによる研究のさらなる展開の可能性を探索するための分野間交流を企画し、新展開に向けた研究を推進するための融合研究推進室を設置することとした。融合研究推進室としては、センター発足時には、2つの研究拠点や学内のアクティビティを融合させた新たな展開を数学的視点を導入して推進させるために、逆問題研究推進室を置く。

数理物質融合科学センターは、数理物質系では、学際物質科学研究センター (TIMS) に継ぐ第2の部局センターとなる。CiRfSE の環境エネルギー材料研究拠点は、TIMS の将来計画の核と位置付け、将来的には、TIMS と一体化して世界的研究拠点を目指すこととした。

数理物質系では、以上を平成26年度重点施策・改善目標のひとつとして、部門構成の調整や部局細則の制定などの準備を進め、平成26年9月1日にセンターを正式に発足させた。



図1 数理物質融合科学センター発足式（2014年9月1日）：左から、来賓の学長・副学長の皆さん他、永田学長挨拶、受川教授講演。

1.3 センター発足式

日時 2014年9月1日 14:00-17:00（17:30- 記念パーティー）

場所 筑波大学 大学会館国際会議室

参加者 約100人

講演者	所属	時間	タイトル
永田恭介	学長	14:00-14:10	学長挨拶
三明康郎	理事・研究担当副学長	14:10-14:20	副学長挨拶
金谷和至	センター長	14:20-14:50	センター概要説
受川史彦	数理物質系 教授	15:10-15:50	宇宙史国際研究拠点説明
守友 浩	数理物質系 教授	15:50-16:20	環境エネルギー材料拠点説明
磯崎 洋	数理物質系 教授	16:20-16:45	逆問題研究推進室研究説明

平成26年9月1日に、筑波大学数理物質融合科学センターの発足式が、筑波大学大学会館国際会議室で開催された。発足式には、永田学長を初めとする学内関係者、産業技術総合研究所、物質・材料研究機構、高エネルギー加速器研究機構の研究者等、約100人が参加した。

学長・副学長の挨拶に始まり、金谷センター長からセンターの概要と目的の説明、センター関係者から宇宙史国際研究拠点、環境エネルギー材料研究拠点及び逆問題研究推進室において推進する研究内容の紹介が行われ、将来の重点センター化に向けた取り組みが説明された。また、夕方に発足記念パーティーが開催され、永田学長、岡田高エネルギー加速器研究機構理事、佐藤産業技術総合研究所触媒化学融合研究センター長らも出席され、和やかに懇談が行われた。

1.4 センターの概要

図2に、センターの概要を示す。

筑波大学数理物質融合科学センターの英語名は、“Center for Integrated Research in Fundamental Science and Engineering”とし、“CiRfSE”と略記することとした。CiRfSEは「サーフス」と読む。センターの構成や各部の機能は「国立大学法人筑波大学数理物質融合科学センター規則」(6.7節参照)で規定される。

宇宙史国際研究拠点 (Research Core for the History of the Universe) は、個々に極めて高い研究実績と国際的ネットワークを持つ、素粒子・原子核・宇宙物理学の研究を融合させ、実験的アプローチと理論的アプ

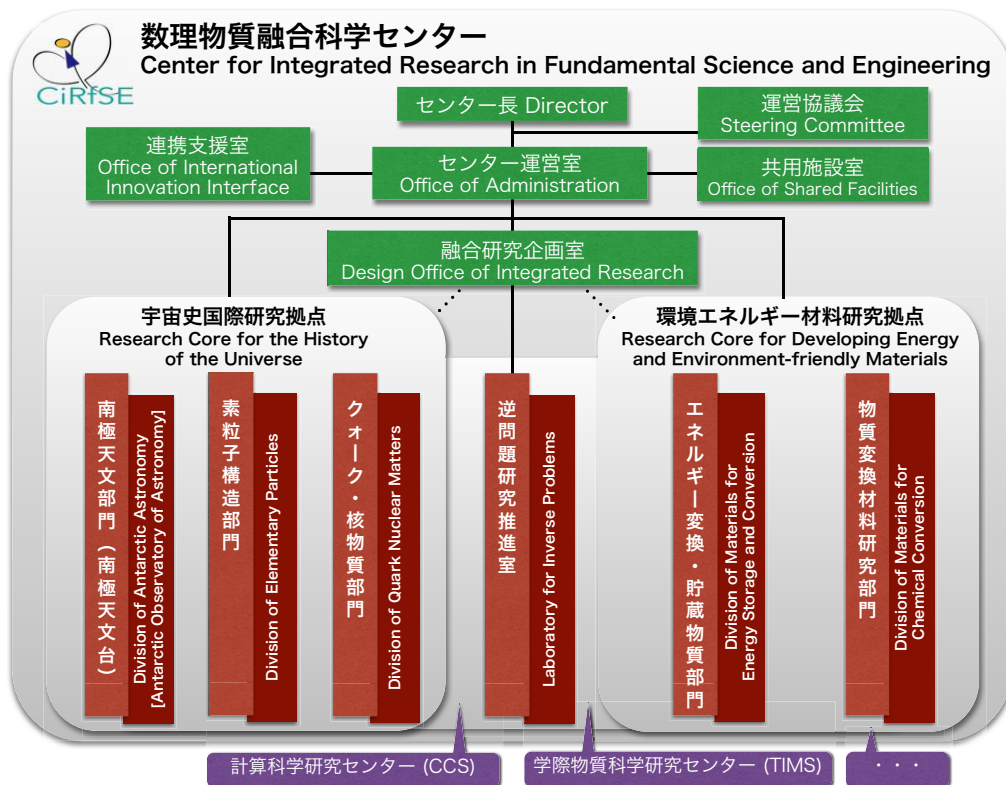


図2 数理物質融合科学センターの構成

ローチの協調により、ビッグバンから物質創生、天体形成、生命の発生に至る「宇宙史」を統一的に理解し、未解明部分の解明を目指した新たな学問分野の創設と主導を目的としている。そのために、

- 南極天文部門(南極天文台) – Division of Antarctic Astronomy (Antarctic Observatory of Astronomy)
- 素粒子構造部門 – Division of Elementary Particles
- クォーク・核物質部門 – Division of Quark Nuclear Matters

の3つの部門を持つ。計算科学研究センターとの密接な連携のもと、3部門の研究を融合させた宇宙史研究コンソーシアムの形成と国際的融合研究体制のハブ機能の実現を目指している。図3に、宇宙史国際研究拠点の研究目的を示す。

環境エネルギー材料研究拠点 (The Research Core for Developing Energy and Environment-friendly Materials) は、持続可能な社会の構築に向け、高効率なエネルギー変換や物質変換、エネルギー貯蔵、さらには再生可能エネルギーの高効率利用を可能にする革新的物質・素材・材料の開発を目的として、

- 物質変換材料研究部門 – Division of Materials for Chemical Conversion
- エネルギー変換・貯蔵物質部門 – Division of Materials for Energy Storage and Conversion

の2つの部門を持つ。図4に、環境エネルギー材料研究拠点の研究目的を示す。

融合研究企画室 (Design Office of Integrated Research) は、センター長、各拠点長、及び逆問題研究推進室長から構成される。センターの2つの研究拠点にまたがる課題を分析し、学術動向の定期的検討とあわせ

宇宙史国際研究拠点 Research Core for the History of the Universe

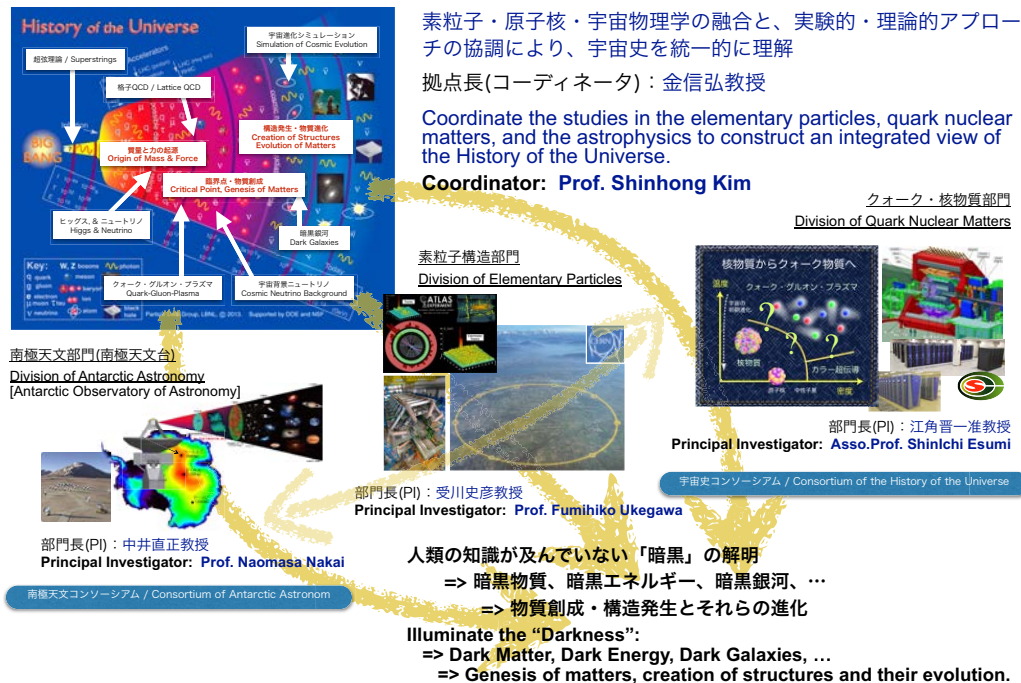


図3 宇宙史国際研究拠点の研究目的

て、センターや学内・研究学園都市のアクティビティーを融合させた新たな研究の展開の可能性を探索します。融合研究により大きな展開が期待される重要課題に取り組むために、「融合研究推進室」を企画・運営する。また、融合科学センター内や学内の他の研究アクティビティーとの学術交流を引き出すために、学際ワークショップや融合セミナー、学際スクールなどを企画・実施する。企画室の最初の推進室として、逆問題研究推進室 (Laboratory for Inverse Problems) を設置し、宇宙史国際研究拠点と環境エネルギー材料研究拠点に共通する大規模データ解析を逆問題の観点から数学的に俯瞰し、研究の新たな展開を牽引する。図5に、逆問題研究推進室の研究目的を示す。今後も、両拠点の研究を融合させた、先端測定器開発の推進室などを模索する。

共用施設室 (Office of Shared Facilities) は、微細加工ナノプラットフォームやナノ・バイオ装置群などの、融合科学センターと数理物質系の共用設備を一括して管理・運用し、筑波大学オープンファシリティ推進室との関係を進める目的で設置する計画である。平成26年度は、系を主体に、一体化した管理体制の構築を進め、学内共用体制と学外向け窓口の整理・統合を順次進めた。連携支援室 (Office of International Innovation Interface) は、海外 (CERN, BNL, Grenoble 等) や国内 (TIA, RIKEN 等) の研究機関との連携や交流を支援・強化し、また、新たな連携の可能性を検討し、提案する目的で設置する計画である。平成26年度は、各拠点を主体に、コンソーシアム形成の基本合意を取り付けた。いずれも、業務内容と支援室の体制などを検討しながら、中間評価頃までに設置する。

センター運営室と運営協議会については1.6節と1.7節で述べる。

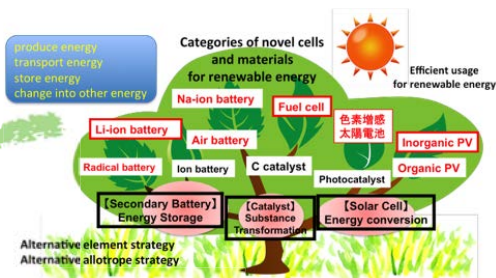
環境エネルギー材料研究拠点 Research Core for Developing Energy and Environment-friendly Materials

持続可能な社会の構築に向け、高効率なエネルギー変換や物質変換およびエネルギー貯蔵、さらには再生可能エネルギーの高効率利用を可能にする革新的物質・素材・材料を開発する。

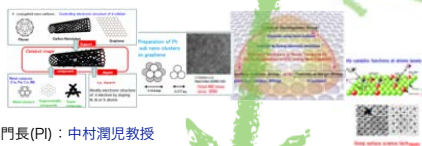
拠点長(コーディネータ)：鍋島達弥教授

Development of innovative substances and materials for highly efficient energy conversion, storage and usage of renewable energy to create a sustainable society.

Coordinator : Prof. Tatsuya Nabeshima

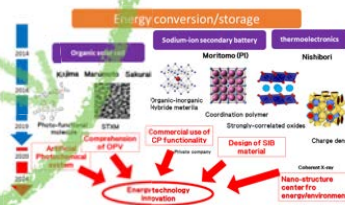


物質変換材料研究部門
Division of Materials for Chemical Conversion



部門長(PI)：中村潤児教授
Principal Investigator: Prof. Junji Nakamura

エネルギー変換・貯蔵物質部門
Division of Materials for Energy Storage and Conversion



部門長(PI)：守友浩教授
Principal Investigator: Prof. Yutaka Moritomo

独自の基礎研究を基盤とした革新的環境エネルギー材料の創出

<= オールジャパン「環境エネルギー材料コンソーシアム」の構築と牽引

Creation of Innovative Materials for Sustainable Energy on the Basis of Original Basic Research

<= All Japan "Consortium of Sustainable Energy Materials"

図4 環境エネルギー材料研究拠点の研究目的

1.5 構成員

表1と表2に、センター発足時と現在のセンター構成員を示す。

発足時構成員の内、瀬田益道講師は関西学院大学教授として、益井宙助教は中国・華中師範大学に、それぞれ平成27年3月31日に転出した。いずれも、転出後もセンターとの連携を継続し、センターの国内外研究のハブとしての機能構築に寄与して頂いている。また、永井誠助教は平成27年3月31日に筑波大学非常勤研究員となった。

センター発足後、平成26年12月16日に Oliver Busch 助教が国際テニュアトラック助教としてドイツ・ハイデルベルク大学から着任した。また、新年度に入り、平成27年4月1日に、新田冬夢助教が国立天文台から、笠井秀隆助教(国際テニュアトラック教員)が理化学研究所放射光科学総合研究センターから、それぞれ着任し、部門・推進室の研究体制強化のため、平成27年4月1日から、金谷和至教授がクオーク・核物質部門に、秋山茂樹教授が逆問題研究推進室に、それぞれ構成教員として参加することとなった。

本センターには、合計4枠の「国際テニュアトラック教員」が配置されている。国際テニュアトラック教員は、「国立大学法人 筑波大学 研究力強化実現構想」に基づいて導入された教員枠で、海外連携機関に一定期間以上派遣し、国際共同研究体制の強化が使命である。筑波大学から研究力強化を重点的に推進する学術センターとして3枠が配置された。また、数理物質系から、部局で配置する国際テニュアトラック教員として、さらに1枠が配置された。これを受け、素粒子構造部門、クオーク・核物質部門、エネルギー貯蔵・変換物質部門、逆問題研究推進室に各1枠が配置され、大川助教、Busch 助教、笠井助教、金子助教がそれぞれ採用され

逆問題研究推進室 Laboratory for Inverse Problems

数学と理工学諸分野の密接な連携による、自然現象や理工学諸分野に現れる問題の数理モデル化と、それによる数理解析、空間モデルの幾何解析と対称性の研究、高次元データ解析と計算アルゴリズム開発などを推進。

中核教員：磯崎洋教授(室長)、千原浩之教授

Mission: (1) Mathematical modeling of physical, engineering problems based on the tight collaboration of mathematics and variety of fields of natural science. (2) Development of mathematical analysis, geometric analysis of space models, high-dimensional data analysis and computational algorithm.

Core members: Prof. Hiroshi Isozaki (Chair), Prof. Hiroyuki Chihara

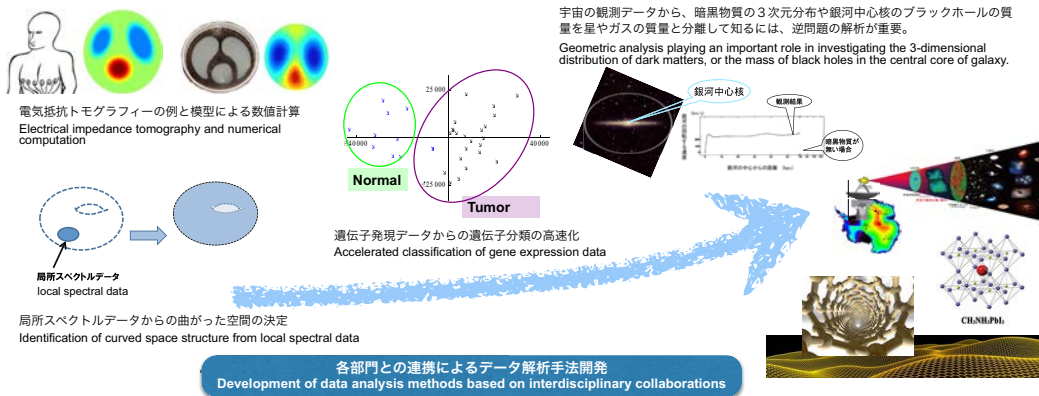


図5 逆問題研究推進室の研究目的

た。大川助教はスイス・CERN 研究所に、Busch 助教はドイツ・ハイデルベルク大学に、笠井助教はデンマーク・オーフス大学に、金子助教は、フランス・ストラスブール大学に派遣され、国際連携研究を推進している。

1.6 センター運営室

センター運営室は、センター長、各拠点長、各部門長、逆問題研究推進室長、数理物質系長、及びセンター長が指名する者から構成され、センターの運営と研究の実施・予算の使い方・研究会などの企画から、外部資金獲得に向けての活動や広報に関わることまで、センターのほぼすべての活動について審議・決定する、センターの意思決定の中心機関である。「センター長が指名する者」としては、平成26年度は、共用施設担当および研究担当副系長として、伊藤雅英教授が指名された。また、オブザーバーとして、関係支援室員・URAも出席する。

平成26年度は、第2水曜日の朝を定例とし、月に1回のペースで、毎回2～3時間程度、数理物質系長室にて開催された。

- 第1回 2014/09/10 11:15-
- 第2回 2014/10/08 8:30-
- 第3回 2014/11/12 8:30-
- 第4回 2014/12/10 8:30-
- 第5回 2015/01/21 8:30-
- 第6回 2015/02/18 9:30-
- 第7回 2015/03/11 9:30-

表1 平成26年9月1日 センター発足時点 構成員

職名等	氏名	域	職名
センター長	金谷 和至	物理学	教授
宇宙史国際研究拠点拠点長	金 信弘	物理学	教授
環境エネルギー材料研究拠点拠点長	鍋島 達弥	化学	教授
南極天文部門部門長	中井 直正	物理学	教授
南極天文部門構成教員	久野 成夫	物理学	教授
南極天文部門構成教員	瀬田 益道	物理学	講師
南極天文部門構成教員	永井 誠	物理学	助教
素粒子構造部門部門長	受川 史彦	物理学	教授
素粒子構造部門構成教員	石橋 延幸	物理学	教授
素粒子構造部門構成教員	原 和彦	物理学	准教授
素粒子構造部門構成教員	武内 勇司	物理学	講師
素粒子構造部門構成教員	佐藤 構二	物理学	講師
素粒子構造部門構成教員	大川 英希	物理学	助教(*)
クォーク・核物質部門部門長	江角 晋一	物理学	准教授
クォーク・核物質部門構成教員	中條 達也	物理学	講師
クォーク・核物質部門構成教員	益井 宙	物理学	助教
クォーク・核物質部門構成教員	小澤 颯	物理学	教授
エネルギー貯蔵・変換物質部門部門長	守友 浩	物理学	教授
エネルギー貯蔵・変換物質部門構成教員	西堀 英治	物理学	教授
物質変換材料部門部門長	中村 潤児	物質工学	教授
物質変換材料部門構成教員	神原 貴樹	物質工学	教授
物質変換材料部門構成教員	山本 洋平	物質工学	准教授
逆問題研究推進室室長	磯崎 洋	数学	教授
逆問題研究推進室構成教員	千原 浩之	数学	教授
逆問題研究推進室構成教員	金子 元	数学	助教(*)

(*)：国際テニュアトラック教員

1.7 運営協議会

運営協議会は、センターの運営方針やセンター事業の実施状況の点検及び評価に関する重要事項などを審議する。その構成員は、センター長、研究担当副学長が指名する者、研究拠点長、学外の学識経験者、数理物質系長、センター長が指名する本学の職員となっている。

平成26年度の運営協議会委員名簿を表3に示す。「研究担当副学長が指名する者」については、センター発足当初は組織や研究体制の構築が主であり、大学全体の研究力強化実現構想の達成度を評価する部分が少ないことから、当面は空席とした。「学外の学識経験者」として、宇宙史国際研究拠点と環境エネルギー材料研究拠点それぞれので活動やコンソーシアム形成に貴重な示唆を求めて、高エネルギー加速器研究機構の新井

表2 センター構成員（平成27年4月16日）

職名等	氏名	域	職名
センター長	金谷 和至	物理学	教授
宇宙史国際研究拠点拠点	金 信弘	物理学	教授
環境エネルギー材料研究拠点拠点長	鍋島 達弥	化学	教授
南極天文部門部門長	中井 直正	物理学	教授
南極天文部門構成教員	久野 成夫	物理学	教授
南極天文部門構成教員	新田 冬夢	物理学	助教
素粒子構造部門部門長	受川 史彦	物理学	教授
素粒子構造部門構成教員	石橋 延幸	物理学	教授
素粒子構造部門構成教員	原 和彦	物理学	准教授
素粒子構造部門構成教員	武内 勇司	物理学	講師
素粒子構造部門構成教員	佐藤 構二	物理学	講師
素粒子構造部門構成教員	大川 英希	物理学	助教 (*)
クォーク・核物質部門部門長	江角 晋一	物理学	准教授
クォーク・核物質部門構成教員	中條 達也	物理学	講師
クォーク・核物質部門構成教員	小澤 顕	物理学	教授
クォーク・核物質部門構成教員	BUSCH, Oliver	物理学	助教 (*)
クォーク・核物質部門構成教員	金谷 和至	物理学	教授 (センター長)
エネルギー貯蔵・変換物質部門部門長	守友 浩	物理学	教授
エネルギー貯蔵・変換物質部門構成教員	西堀 英治	物理学	教授
エネルギー貯蔵・変換物質部門構成教員	笠井 秀隆	物理学	助教 (*)
物質変換材料部門部門長	中村 潤児	物質工学	教授
物質変換材料部門構成教員	神原 貴樹	物質工学	教授
物質変換材料部門構成教員	山本 洋平	物質工学	准教授
逆問題研究推進室室長	磯崎 洋	数学	教授
逆問題研究推進室構成教員	千原 浩之	数学	教授
逆問題研究推進室構成教員	秋山 茂樹	数学	教授
逆問題研究推進室構成教員	金子 元	数学	助教 (*)

(*)：国際テニュアトラック教員

康夫教授と東京理科大学の荒川裕則教授に依頼した。「センター長が指名する本学の職員」としては、当センターが目標とする重点研究センターであり、当センターと密接な連携がある計算科学研究センターのセンター長である、梅村雅之教授に依頼した。

1.7.1 第1回運営協議会

日時 2014年12月17日 14:00-15:30 (第1部)、15:40-16:30 (第2部)

場所 筑波大学 総合研究棟 B110, B204

第2部出席者 金谷、金、鍋島、新井、荒川、梅村、磯崎 (オブザーバー)

表3 運営協議会委員名簿（平成26年10月1日）

選出根拠	役職名	氏名	領域	職名
第9条第2項第1号・第5号	センター長・数理物質系長	金谷 和至	物理学	教授
第9条第2項第2号	研究担当副学長が指名する者	(検討中)		
第9条第2項第3号	宇宙史国際研究拠点長	金 信弘	物理学	教授
第9条第2項第3号	環境エネルギー材料研究拠点拠点長	鍋島 達弥	化学	教授
第9条第2項第4号	高エネルギー加速器研究機構	新井 康夫		教授
第9条第2項第4号	東京理科大学	荒川 裕則		教授
第9条第2項第6号	計算科学研究センター長	梅村 雅之	物理学	教授

第1部 公開講演

金谷センター長	数理物質融合科学センターの設置目的について
金拠点長	宇宙史国際研究拠点の活動について
鍋島拠点長	環境エネルギー材料研究拠点の活動について
磯崎研究推進室長	逆問題研究推進室の活動について

第2部 運営協議員との質疑・応答（非公開）

金谷センター長	運営協議会の役割について
金谷センター長	平成26年度予算案及び執行計画について
	センターの活動方針、中・長期計画、コンソーシアムの構築について
	次回運営協議会の開催について



図6 第1回運営協議会（2014年12月17日）第1部公開講演：左から、金拠点長、鍋島拠点長、磯崎推進室長。

第1回運営協議会を12月17日に開催した。全体的報告は公開講演として総合研究棟 B110で行い、その後、総合研究棟 B204で運営協議会メンバーによる審議を行った。

センター教員からの設置経緯・活動状況などの報告に続き、センターの活動方針と中・長期計画とコンソーシアムの構築について活発な議論がかわされた。国際的研究拠点形成に向けてのセンターの活動方針が承認された。次回以降の運営協議会については、年度末に行うセンター構成員による研究成果発表会に引き続き開催する形態とし、次回運営協議会は、来年度の1月又は2月に行うこととされた。

夕方には、センター忘年会を兼ねた懇親会が行われ、運営協議員も参加し、今後の活動に向けた意見交換や若手教員との交流が行われた。

1.8 平成26年度予算

平成26年度のセンター経費として、研究戦略イニシアティブ推進機構から500万円が配分された。その使用実績は、

消耗品費	旅費	賃金	その他	合計
1,779,978 円	1,392,960 円	1,778,242 円	48,820 円	5,000,000 円

内訳は、

使用内訳	金額 (円)	使用目的
消耗品費 ・モバイルノート PC ・ノート、ボールペン他 ・光沢紙 (A3)、上質紙 (A4) ・机・椅子等 (国際テニュア教員 4 人分)	193,968 円 69,376 円 7,754 円 1,508,880 円	議事メモ ワークショップ用 センターパンフレット用 国際テニュア教員研究環境整備
旅費 ・数理連携サロン講師旅費 (1 名) ・運営協議会委員旅費 (2 名) ・ドイツ CENIDE ワークショップ派遣旅費 ・グルノーブル大学、CERN 派遣等旅	540 円 1,300 円 500,000 円 891,120 円	数理連携サロン講師 (1 名) 運営協議会委員 (2 名) 部門活動支援 国際テニュア教員スタートアップ支援
賃金 ・数理連携サロン講師謝金 (3 名) ・事務補佐員給与 (10 月～3 月、1 名) ・コーディネータ給与 (3 月、1 名) ・短期雇用 (18 時間、18 名)	60,000 円 1,153,848 円 298,012 円 266,382 円	数理連携サロン センターの運営に係る事務補佐 センターと民間企業とのコーディネート ワークショップの運営補助
その他 ・会議費 (センター発足式) ・会議費 (第 1 回数理連携サロン) ・会議費 (第 2 回数理連携サロン) ・会議費 (ワークショップ)	21,836 円 1,805 円 4,748 円 20,431 円	センター発足式における茶類提供 数理連携サロンにおける茶菓提供 数理連携サロンにおける茶菓提供 ワークショップにおける茶菓提供

である。

発足式、運営協議会、ワークショップ、連携サロンの開催費用や事務補佐員の雇用経費の配分のほか、国際テニュアトラック教員のスタートアップ支援として合計60万円×4人の支給、部門の活動支援として国際会議費派遣旅費の補助などを行った。会議旅費で、TGSW 関連旅費の部局負担分については、平成26年度は系の共通費から支給された。

1.9 平成27年度以降に向けての取り組み

国立大学法人 筑波大学 研究力強化実現構想により、学術センターは「5年度目に当該学術センターの評価を実施し、成果が見込めるものについてはWPI型研究センターに昇格させ、見込めないものは分野の入替を行う。10年度目にも同様の評価を行い、WPI型研究センター化もしくは分野の入替を行う。」となっている。中間評価とWPI型研究センター化に向けて、研究体制の整備と集中を進め、2つの拠点の融合研究の国際的ハブとしての機能の確立を進める必要がある。また、外部資金確保に向け、積極的活動も要求されている。

平成26年度には、国際会議1回、ミニ・ワークショップ「連携サロン」を2回開催し、年度末に、2つの拠点の成果発表とそれぞれの重点分野におけるコンソーシアム構築に向けて、第1回CiRfSEワークショップを開催した。第1回CiRfSEワークショップでは、南極天文コンソーシアムを、その中核機関である筑波大学の推進母体をCiRfSE南極天文部門とする形に再構成し、素粒子・原子核実験分野の宇宙史研究を推進する宇宙史コンソーシアムを立ち上げた。

今後は、数理物質系の平成27年度重点施策・改善目標である『2つの拠点の融合研究の国際的ハブとしての機能の確立を進め、分野を牽引する研究を推進する。環境エネルギー材料拠点に関しては、学際物質研究センター(TIMS)の将来計画と調整しつつ、理工融合研究を推進する。また、これらの活動を支援するために、連携支援室や共用施設室などの支援部門の整備を進める。』に従い、研究体制の整備と集中を進める。並行して、センターの構成教員が研究に専念できる環境の整備を行い、学際的共同研究の活性化と融合分野開拓推進体制の構築を進める。

2 研究集会開催状況

研究会やワークショップ等の詳細や発表資料については、ホームページのニュースコーナーも参照。

2.1 国際会議 TGSW2014 宇宙進化・物質起源セッション

日時 2014年9月29日 13:00-18:00
場所 筑波大学 大学会館特別会議室
主催 筑波大学、筑波大学 数理物質融合科学センター 宇宙史国際研究拠点
参加者 80人

講演者	所属	タイトル
William Trischuk	Toronto	The Discovery of the Higgs Boson with the ATLAS Experiment at CERN
Yves Schutz	CERN	ALICE at LHC: the thermodynamics of strongly interacting matter
Marco van Leeuwen	Utrecht	Jet Physics in Heavy Ion Collisions: Hard probes of the Quark Gluon Plasma
Hideki Okawa	Tsukuba	Search for invisible decays of a Higgs boson produced in association with a Z boson in ATLAS
Daisuke Watanabe	Tsukuba	Jet azimuthal distributions with high pT neutral pion triggers in pp collisions $\sqrt{s} = 7$ TeV from LHC-ALICE
Sanshiro Mizuno	Tsukuba	Measurement of direct photon collective flow in $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV Au Au collisions at RHIC-PHENIX experiment
Soo-Bong Kim	Seoul	Current Results and Future Perspectives of Reactor Neutrino Experiments
Ricardo Finger	Chile	Chile, the capital of Observational Astronomy
Yuji Takeuchi	Tsukuba	Experimental search for the cosmic background neutrino decay in the cosmic far-infrared background
Dragan Salak	Tsukuba	Bursts of star formation and gas outflows in galaxies
Hsi-Yu Schive	Taiwan	Cosmic structure as the quantum interference of a coherent dark wave
Kenji Kiuchi	Tsukuba	Search for the Standard Model Higgs boson decaying to a bottom-quark pair with the ATLAS detector
Takuya Okudaira	Tsukuba	Development of Superconducting Tunnel Junction Photon Detector with SOI Preamplifier Board to Search for Radiative Decays of Cosmic Background Neutrino
Shinhong Kim	Tsukuba	Closing statement

国際会議 Tsukuba Global Science Week 2014 (TGSW2014) の一環として、宇宙進化・物質起源 (Universe Evolution and Matter Origin) セッションを大学会館特別会議室で開催した。



図7 国際会議 TGSW2014 宇宙進化・物質起源セッション (2014年9月29日)

このセッションは、筑波大学数理物質融合科学センター宇宙史国際研究拠点が目指す、素粒子・原子核・宇宙物理学の融合による宇宙史の統一的理解を飛躍的に推進させるために、多数の海外研究者を含めて宇宙史研究の情報交換と議論を行うことを目的として開催した。約20名の外国人研究者（招待講演者5名）を含めて80名を超える研究者が参加し、約5時間にわたって研究内容の講演と活発な議論が行われ、宇宙史研究推進に向けて実りの多い研究会となった。招待講演者の中には宇宙史コンソーシアムのCERN研究所代表者とソウル大学代表者が含まれている。

2.2 第1回 CiRfSE ワークショップ

日時 2015年3月12日～13日
場所 筑波大学 総合研究棟B 110, 112
主催 筑波大学 数理物質融合科学センター
共催 筑波大学 学際物質科学研究センター
参加者 77人

講演者	所属	時間	タイトル
基調講演			総合B 110
3/12			
金谷和至	筑波大	12:50-13:00	開会挨拶
受川史彦	筑波大	13:00-13:40	素粒子構造部門の研究
守友 浩	筑波大	13:40-14:20	エネルギー変換・貯蔵物質部門の研究戦略
中村潤児	筑波大	14:20-15:00	物質変換材料研究部門の研究
3/13			
韓 礼元	物材研	09:30-10:10	次世代太陽電池 －色素増感太陽電池からペロブスカイト太陽電池－
江角晋一	筑波大	10:10-10:50	クォーク核物質部門の研究
中井直正	筑波大	10:50-11:30	南極天文部門の研究



図8 第1回 CiRfSE ワークショップ (2015年3月12日~13日)

宇宙史国際研究拠点		総合B 110	
		3/12	
秋葉康之	理研	15:30-15:55	RHIC-PHENIX 実験と将来計画
杉立 徹	広島大	15:55-16:20	LHC-ALICE 実験と光子測定
原 和彦	筑波大	16:20-16:45	ATLAS 実験検出器
新田冬夢	国立天文台	17:05-17:30	天文観測用超伝導 MKID カメラの開発
市川 隆	東北大	17:30-18:05	南極からの赤外線宇宙観測
		3/13	
Yuji Takeuchi	筑波大	11:50-12:15	Search for neutrino radiative decay and the status of the far-infrared photon detector development
Hideki Okawa	筑波大	12:15-12:40	Selected highlights from Higgs results at the LHC-ATLAS experiment
Oliver Busch	筑波大	12:40-13:05	LHC-ALICE experiment and Jet physics
環境エネルギー材料研究拠点		総合B 112	
		3/13	
尾坂 格	理研	15:30-15:50	ポリマーの配列制御と有機薄膜太陽電池の 高効率化
安田 剛	物材研	15:50-16:10	アモルファス高分子のバルクヘテロ接合型有機薄膜太陽電池への応用
沈 青	電通大	16:10-16:30	ペロブスカイト型の電荷ダイナミクス
丸本一弘	筑波大	16:30-16:50	ESR による有機太陽電池の評価
藤谷忠博	産総研	17:10-17:30	金ナノ粒子における触媒作用の発現メカニズム
近藤剛弘	筑波大	17:30-17:50	ヘテロダイン走査型トンネル分光 (HSTS) の原理と応用
山本洋平	筑波大	17:50-18:10	π 共役高分子球体からの共鳴発光現象
		3/13	
森川良忠	大阪大	11:50-12:10	固体表面での触媒反応の第一原理シミュレーション
神原貴樹	筑波大	12:10-12:30	直接的アリアル化反応を利用した高分子半導体の合成
西堀英治	筑波大	12:30-12:50	エネルギー変換・貯蔵物質部門の国際戦略

融合研究における CiRfSE のハブとしての機能を構築するために、第 1 回 CiRfSE ワークショップを、TIMS 共催で開催した。学内外からの 77 名の参加者により、センターにおける融合研究の方向性に関する活発な議論がかわされた。詳細は、<http://www.pas.taukuna.ac.jp/~CiRfSE/news.html> 参照。

センター全体の基調講演では、部門長による 5 部門の研究戦略に関する講演と、物材研の韓礼元先生による次世代太陽電池に関する講演が行われた。宇宙史国際研究拠点セッションでは、理化学研究所、広島大、国立天文台、東北大、および筑波大からの講演者により、素粒子、原子核、宇宙分野で推進している大型プロジェクトの現状と将来計画、及び、宇宙史研究に関する実験観測成果、検出器開発現状が報告された。環境エネルギー材料研究拠点セッションでは、有機系太陽電池と触媒を機軸した研究の学理と応用に関する広範なテーマの講演が行われた。また、3/12 の夕方から、懇親会が開催された。本融合科学センターのコンソーシアムにおける共同研究の現状等の報告と、それらに関する活発な議論がなされ、宇宙史研究と環境エネルギー材料研究の推進にとって実りの多いワークショップとなった。

さらに、3/13 の午後には、ワークショップに引き続いて、4 つのトピックスに関するミニ研究会が以下のように開催された。

2.2.1 CO₂ 還元触媒ワークショップ

日時 2015 年 3 月 13 日 13:30-17:00
場所 筑波大学 総合研究棟 B 112
主催 日本表面科学会触媒表面科学研究部会
共催 筑波大学学際物質科学研究センター
協賛 触媒学会、日本化学会、筑波大学数理物質融合科学センター
参加者 37 人

講演者	所属	タイトル
姫田雄一郎	産総研	CO ₂ /ギ酸の相互変換触媒の開発
中村潤児	筑波大	CO ₂ の水素化によるメタノール合成
石谷 治	東工大	二酸化炭素還元光触媒開発の最前線

参加者は 37 名で、内訳は、学生 10 名、企業 13 名、研究所 3 名、大学教員・研究者 11 名だった。二酸化炭素の化学的転換に大きな関心が寄せられた。均一系触媒によるギ酸合成、不均一系触媒によるメタノール合成および光触媒による CO₂ 還元について講演があり、これらのホットトピックスについて活発な議論がかわされた。

2.2.2 「南極からの天文学」研究会

日時 2015 年 3 月 13 日 14:00-17:00
場所 筑波大学 総合研究棟 B 108
主催 筑波大学 数理物質融合科学センター
参加者 10 人

近い将来での南極天文の推進に必要な特に輸送や基地建設、望遠鏡建設の技術的検討を行い、大変有効な議論がかわされた。

講演者	所属	タイトル
中井直正	筑波大	南極望遠鏡計画
新田冬夢	国立天文台	MKID 電波カメラの開発
石沢賢二	極地研	南極大陸で観測するために必要な設営活動
金 高義	極地研	南極天文学の設営に関する諸問題

2.2.3 宇宙背景ニュートリノ崩壊探索の研究会

日時 2015年3月13日 14:00-17:00
場所 筑波大学 総合研究棟B 107
主催 筑波大学 数理物質融合科学センター
参加者 13人

講演者	所属	タイトル
武内勇司	筑波大	ロケット実験設計・開発
奥平琢也	筑波大	Nb/Al-STJ 開発
先崎 蓮	筑波大	SOI-STJ 開発
武政健一	筑波大	Hf-STJ 開発
廣瀬龍太	福井大	遠赤外分子レーザーの開発
加藤幸弘	近畿大	ロケット実験データ通信

JAXA/ISAS、福井大、近畿大からの参加者4名を含む13名の参加者によって、宇宙背景ニュートリノ崩壊探索実験のための検出器開発、実験設計の現状が報告された。それについて活発な議論がなされ、実験準備進展にとって実りの多い研究会となった。

2.2.4 Mini-workshop on high-temperature and high-density quark nuclear matter at J-parc, RHIC and LHC energies

日時 2015年3月13日 14:00-17:00
場所 筑波大学 総合研究棟B 302
主催 筑波大学 数理物質融合科学センター
参加者 15人

講演者	所属	タイトル
Kyoichiro Ozawa	KEK	low-mass di-lepton in J-parc E16
Sanshiro Mizuno	Univ.Tsukuba	Direct photon in PHENIX
Hiroki Yamamoto	Univ.Tsukuba	dAu and pPb flow analysis
Jihyun Bhom	Univ.Tsukuba	pp correlations in ALICE
Daisuke Watanabe	Univ.Tsukuba	π^0 -jet analysis in ALICE
Naoto Tanaka	Univ.Tsukuba	HBT with Jet analysis in ALICE
JoonIL Lee	Univ.Tsukuba	Correlation measurements at RHIC/LHC
Tetsuro Sugiura	Univ.Tsukuba	Fluctuation measurements in STAR

茨城県東海村の J-parc 加速器を用いた高密度核物質研究の現状に関する報告があり、さらに大学院生が各自の研究状況を報告した。

2.3 連携サロン

分野横断的な研究交流と、数学と他分野の相互理解を推進するため、数理連携サロンを逆問題研究推進室で企画した。毎回、2, 3人ができるだけ予備知識なしで理解できるような話をし、互いの研究を理解し合うのが目的である。

2.3.1 第1回連携サロン

日時 2014年11月11日
場所 筑波大学 総合研究棟 B0110
主催 筑波大学 数理物質融合科学センター 逆問題研究推進室
参加者 40人

講演者	所属	時間	タイトル
磯崎 洋	筑波大	15:15-15:45	格子上的逆散乱問題への数学からのアプローチ
西堀英治	筑波大	16:00-16:30	X線構造計測における逆問題とその解決法
遠藤智子	東京電機大	16:45-17:15	結晶構造をもつウエーブレットの紹介

筑波大学内の研究者のみならず、高エネルギー研、産総研からも参加をいただき、tea time では、挨拶に留まらない、内容に立ち入った議論が行われた。

2.3.2 第2回連携サロン

日時 2015年2月10日
場所 筑波大学 自然系学系棟 D509
主催 筑波大学 数理物質融合科学センター 逆問題研究推進室
参加者 33人

講演者	所属	時間	タイトル
大久保雅隆	産総研	15:15-15:45	先端計測装置開発のモチベーション -計測装置の行動への影響と超伝導を使って取得できる新たなデータ-
山本 昭二	物材研	16:00-16:30	20面体対称稠密パッキングと準結晶のクラスターモデル
秋山 茂樹	筑波大	16:45-17:15	非周期的な構造のフーリエ展開：準結晶と概周期性

大久保先生は人間の意志・判断までこめた計測の問題の現在の発展、山本先生・秋山先生は準結晶に関して物理と数学の立場からその基本的考え方の解説をされた。どの話題も初心者にも考慮を払われた大変興味深い話であった。

3 宇宙史国際研究拠点 活動報告

拠点長 金 信弘 (数理工学系物理学域 教授)

宇宙史国際研究拠点では、素粒子・原子核・宇宙物理学の研究を融合させ、実験的アプローチと理論的アプローチの協調により、ビッグバンから物質創生、天体形成、生命の発生に至る「宇宙史」を統一的に理解し、未解明部分の解明を目指した新たな学問分野「宇宙史分野」を創設し、宇宙史研究を主導する。そのため、南極天文部門 (南極天文台)、素粒子構造部門、クォーク・核物質部門の3つの部門を持ち、計算科学研究センターとの密接な連携のもと、3部門の研究を融合させた宇宙史研究コンソーシアムの形成と国際的融合研究体制のハブ機能の実現を目指している。

平成26年度は、筑波大学チームを核として、図9に示すような、素粒子・原子核分野の宇宙史研究を推進する宇宙史コンソーシアムと南極天文台建設・観測を推進する南極天文コンソーシアムを立ち上げた。

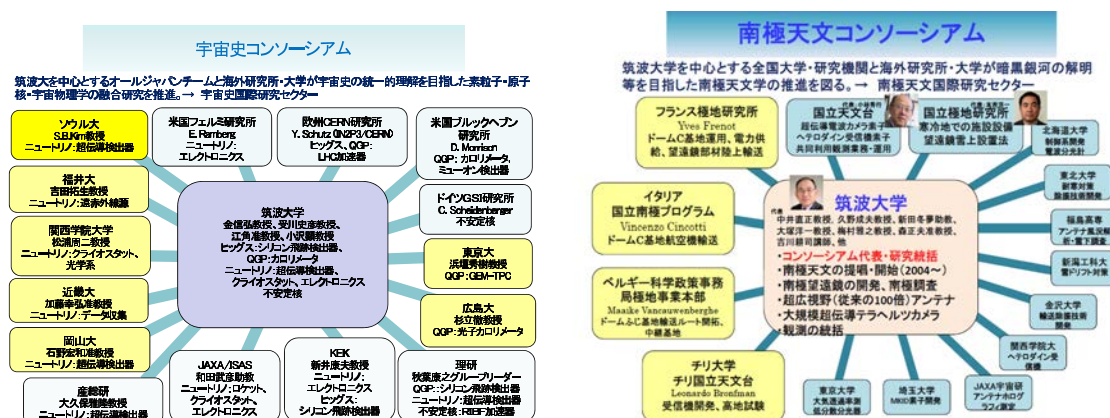


図9 宇宙史コンソーシアム (左図) と南極天文コンソーシアム (右図)。

この二つのコンソーシアムを形成する海外の大学研究所の代表者らを招待して、9月29日13時から、国際会議 Tsukuba Global Science University Week 2014(TGSW2014) の宇宙進化・物質起源 (Universe Evolution and Matter Origin) セッションを大会会館特別会議室で開催し、宇宙史国際研究拠点が目指す素粒子・原子核・宇宙物理学の融合による宇宙史の統一的理解を飛躍的に推進させるために、多数の海外研究者を含めて宇宙史研究の情報交換と議論を行った。宇宙進化・物質起源セッションには、約20名の外国人研究者 (招待講演者5名) を含めて80名を超える研究者が参加し、約5時間にわたって研究内容の講演と活発な議論が行われ、宇宙史研究推進に向けて実りの多い研究会となった。

平成26年3月12、13日に開催された第1回 CiRfSE ワークショップでは、二つのコンソーシアムを形成する国内の大学研究所の代表者10名が参加した。宇宙史国際研究拠点に関する講演と議論が7時間にわたって行われた後に、それにつづいて、各部門に別れた約3時間のミニ研究会において、各プロジェクトを推進するために、研究報告が行われ、それについての活発な議論が行われた。

上記の国際会議とワークショップによって、宇宙史コンソーシアムと南極天文コンソーシアムにおける議論と情報交換を進め、宇宙史研究を推進させる基礎となる情報共有の環境を築いた。

本拠点における平成26年度の特筆すべき成果を以下にあげる。

(1) 素粒子構造部門の研究

平成26年度より宇宙背景ニュートリノ崩壊探索ロケット実験のための超伝導赤外線検出器の開発の共同研究に産総研グループがあらたに参加し、10研究機関の国際共同研究となり、極低ノイズ読み出し系として、極低温で動作するSOI (Silicon On Insulator) プロセスによるアンプおよび、SOI上に直接STJを形成するSOI-STJの開発を推進している。作成した20 μ m角のNb/Al-STJサンプルでは、300mKにおいて漏れ電流は50pAであり、実験要求性能である漏れ電流100pA以下を満すことを確認した。

欧州CERN研究所のLHC加速器(Large Hadron Collider)を用いたATLAS実験グループはヒッグス粒子の様々な粒子への崩壊断面積の測定を行った。ヒッグスがW/Z粒子に質量を与えることはヒッグスの定義であるが、湯川結合によりフェルミ粒子にも質量を与えるか否かは標準模型の検証において最も重要なステップである。レプトンに関する測定として、新しい解析で統計的に4.5 σ の有意度で、ヒッグス粒子が τ レプトン対に崩壊するモード $H \rightarrow \tau^+\tau^-$ の観測に成功した。

(2) 南極天文部門の研究

南極10mテラヘルツ望遠鏡の電波カメラ系反射鏡群の構造設計を行い、4枚の鏡で収束させて電波カメラに受信電波を入射させる光学系を実現できる見込みとなった。各反射鏡の重力変形と熱変形を有限要素法で解析し、軽量化をはかりつつ鏡面精度を維持する構造を決定して、必要鏡面精度と重量を達成する設計を得た。

つくば32m望遠鏡とVLAを用いたアンモニア分子観測を行い、中心から数kpcに渡ってスーパーバブルを生じる系外銀河NGC 3079の中心の主たるエネルギー源を探求した。VLA観測の空間分解能は0.09"に達し、アンモニアの(J, K) = (1, 1) - (6, 6)遷移が二つの速度成分(システム速度成分と青方偏移成分)で検出された。これらの輝線強度比から導出される温度と柱密度は、これまでに報告されている他の近傍銀河に比べて高い。アンモニアのピーク位置を求めた結果、分布がNGC 3079のAGNジェットに沿っていることが明らかになった。これらはAGNジェットが中心領域ガスの加熱に大きく寄与していることを示唆している。

(3) クォーク・核物質部門の研究

米国ブルックヘブン国立研究所における相対論的重イオン衝突型加速器RHICを用いて収集された重心系核子対当たり7.7 GeVから200 GeVまでの金・金衝突データを解析して、クォーク・グルオン・プラズマ状態の起るQCD臨界点探索を行った。正味陽子分布及び正味電荷分布の高次揺らぎのビームエネルギー依存性が臨界点探索に用いられ、臨界点近傍では高次揺らぎが統計的揺らぎから大きくずれることが予想されており、正味陽子数分布ではビームエネルギー20GeV付近で統計的揺らぎからのずれが観測され、ビームエネルギーに対して非単調的振る舞いを示した。一方、正味電荷数分布では、系統的不確かさの範囲内で優位なずれは観測されなかった。今後、QCD臨界点探索を進めるために、統計のより高いデータ収集を行うことを予定している。

〈その他特記事項〉

1. 大川英希：国際テニユアトラック助教として8月1日着任。スイス・CERN研究所においてヒッグス粒子研究を国際協力で推進。
2. Oliver Busch：国際テニユアトラック助教として12月16日着任。ドイツ・ハイデルベルク大学においてクォーク・グルオン・プラズマ研究を国際協力で推進。

3.1 南極天文部門

部門長

中井 直正 (数理物質系物理学域 教授)

構成教員

久野 成夫 (数理物質系物理学域 教授)

瀬田 益道 (数理物質系物理学域 講師)

永井 誠 (数理物質系物理学域 助教)

連携教員

大塚 洋一 (数理物質系物理学域 教授)

磯崎 洋 (数理物質系数学域 教授)

梅村 雅之 (計算科学研究センター 教授)

森 正夫 (計算科学研究センター 准教授)

吉川 耕司 (計算科学研究センター 講師)

南極望遠鏡の推進のための戦略的人員配置として教授1名が配置され、4月1日付けで国立天文台野辺山宇宙電波観測所より久野成夫が着任した。3月31日で講師の瀬田益道が関西学院大学理工学部へ転出し、助教の永井誠が任期を全うした。南極天文学の推進においては、南極望遠鏡の技術開発を継続するとともに、10m テラヘルツ望遠鏡の設置場所をドームふじ基地から既存の越冬基地があるドームCに候補地を変更した。また30m級テラヘルツ望遠鏡計画の本格的な検討を開始した。

国土地理院つくば32m鏡は種々の不具合の修理が終了し、VLBIおよび単一鏡観測を再開した。国立天文台野辺山45m電波望遠鏡、アルマ、VLA等の既存の共同利用望遠鏡にも観測提案を行い、系外銀河や銀河系星形成領域等の観測を行った。

(1) 南極天文学の推進

30cm 可搬型サブミリ波望遠鏡

チリでの500GHz帯の試験運用で、指向性に改善の余地があることが判明していた。そのため、30cm鏡に新たに230GHzの常温受信機を搭載し、国立天文台野辺山宇宙電波観測所で指向性の改善を目指して、月、太陽、オリオンKLの観測を行った。その観測及び解析の結果、望遠鏡の設置時の水平面に対する設置精度が想定以上に指向精度に影響を及ぼしていることが分かった。今後は、設置精度を高めることで指向性を改善する。

10m テラヘルツ望遠鏡

昨年度までに、主鏡・副鏡に回転双曲面を用いたRitchey-Chrétien望遠鏡(RC)とし、RCによってできた焦点面から超伝導電波カメラまで電波を導くための広視野伝送光学系(鏡4枚と誘電体レンズ1枚)の設計解を得ていた。しかし、望遠鏡構造と視野の端での回折の影響により、この伝送光学系は視野1度の確保が難しい可能性のあることがわかってきた。今年度、主鏡・副鏡のRCは変更せずに、焦点面を中心部と外周部に分割し、それぞれに対して誘電体レンズ2枚からなる伝送光学系の検討を始めた(図10)。このような光学系を検討することで、望遠鏡光学系の簡素化と光学素子の小型化を期待できる。

電波カメラ用リレー光学系の反射鏡群の構造設計を行った。最短波長200 μm で観測するためには主鏡

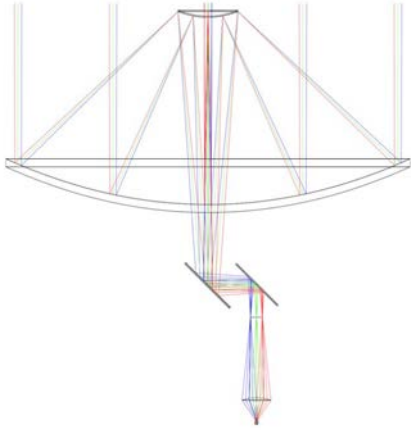


図 10 10m テラヘルツ望遠鏡視野中心部の伝送光学系の例。

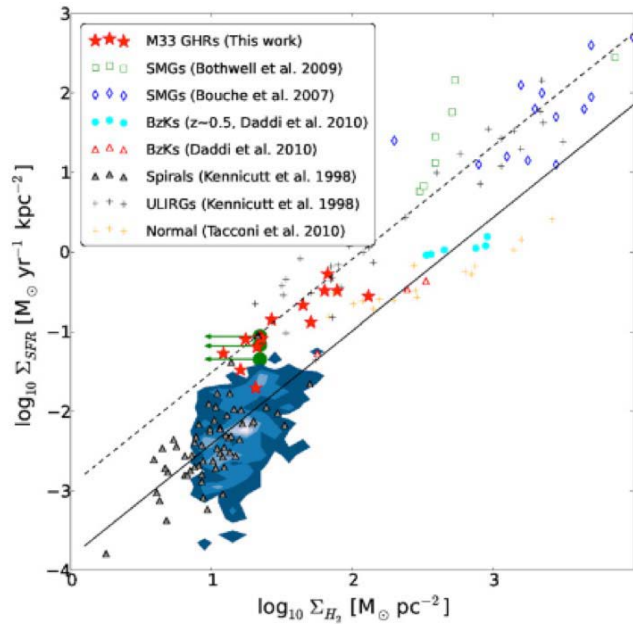


図 11 さまざまな銀河種族の分子ガスと星形成の間関係、赤星が NGC 604 領域。

副鏡を含む全反射鏡を合わせた鏡面精度は誤差 $20\mu\text{m}$ 以下でなければならない。そのうち電波カメラ用リレー光学系の反射鏡 4 枚の合算精度は誤差 $10\mu\text{m}$ 以下にする必要があるため、各反射鏡の重力変形と熱変形を有限要素法で解析し、軽量化をはかりつつ鏡面精度を維持する構造を決定して、必要鏡面精度と重量を達成する設計を得た。

当該望遠鏡の受信電波の強度を正確に決定する方法（強度較正法）を考案した。大気の光学的厚みの大きなサブミリ・テラヘルツ波帯では従来の 1 温度較正法では測定電波強度の誤差が大きいので 2 温度較正法を提案した。較正に必要な大気の光学的厚み τ はラジオメータを用いて測定し、その測定周波数の ν から大気モデルを用いたシミュレーションにより望遠鏡による観測周波数での τ を推定することとした。決定精度はサブミリ波帯で誤差 5% 以下と仕様値を満たし、テラヘルツ波帯でも誤差 8% 以下とすることができた。

制御系について仕様検討と基本設計を行なった。制御ソフトウェアについて、保守性・柔軟性・拡張性を確保するため、機器毎に TCP/IP を介して制御可能なライブラリと全体を集約するデータベースを置く構成を提案した。ドームふじ基地の既存のインフラを想定して検討したところ、日本からの遠隔操作を含めて、必要な機能を実現できることがわかった。ただし、取得される全データの転送だけは既存の衛星回線では不可能で、記憶媒体によって輸送する必要がある。

30m 級テラヘルツ望遠鏡

天文分野の次期大型計画の候補として、南極 30m 級テラヘルツ望遠鏡計画の検討を開始した。関連する他の大口径単一鏡計画関係者とも協力し、南極大口径単一鏡でテラヘルツ帯の観測を行うことによって推進できるサイエンスについての検討を開始した。日本の電波天文コミュニティにも積極的に計画の提案を行った。

超伝導電波カメラの開発

南極望遠鏡による広視野観測を実現するために、超伝導電波カメラの開発を進めている。望遠鏡焦点面とカメラ焦点面を結合するために、誘電体レンズ2枚を用いた冷却光学系を用いる。この光学系と超伝導カメラを組み合わせ、0.1Kにてビームパターンの測定を行った。測定のダイナミックレンジは約20 dBであり、ビームパターンの形状は円対称となることを確認した。さらに、焦点面に投影されたビーム位置はシミュレーションにおける設計値と一致することを確認した。また、これらの技術をもとに、野辺山45m電波望遠鏡に搭載し試験観測を行うための90/150-GHz帯ミリ波超伝導カメラの開発および光学設計を進めた。

人員体制の強化と概算要求等

南極望遠鏡の推進のための戦略的人員配置として教授1名が配置され、4月1日付けで国立天文台野辺山宇宙電波観測所より久野成夫が着任した。概算要求は文部科学省に事前説明を行ったが、ドームふじ基地の新しい建物等が建設される見込みが立たず、当該基地に建設することを断念した。そのため、越冬できる既存の基地に建設することとし、ドームCにあるフランス・イタリアのコンコルディア基地を有力候補地としてフランス極地研究所と協議を開始した。

(2) 国土地理院つくば32m鏡の電波望遠鏡の開発整備と観測

観測システムの開発整備

アンテナの雨除けカバーの保守点検を10月に行った。カバーの取り付け金具がかなりさびていて締まらないので交換の必要があり、来年度に実施することとした。

2年に一度実施している受信機の冷凍機クライオスタットの保守を夏に実施した。

受信機の冷凍機のコンプレッサが1月に故障したので修理した。

受信機関係の小部品の修理交換やデータ取得用のパソコンの交換を行った。

4月にアンテナの性能評価を行い、大きな不都合がないことを確認したが、開口能率は1割程度低下していることがわかった。

アンモニアの $\text{NH}_3(\text{J},\text{K})=(4,4)$ 近くの周波数(24.1GHz付近)にアンテナ外から非常に強い混信が入ってきた。方向を調べたところ東京を含む関東方面から来ていることがわかった。電波天文の保護周波数から少し外れているために放射を止めるように直接的には言えないが、国立天文台電波専門委員会周波数保護小委員会に報告し、放射源の検討をすることにした。天体からの $\text{NH}_3(\text{J},\text{K})=(4,4)$ 輝線が狭い場合は影響を受けないが、天の川の銀河面掃天観測のようなスペクトル線が広い場合は観測に多大な影響がある。

観測

(VLBI観測)

銀河系(天の川銀河)の中心核にある巨大ブラックホールにガスが落下することが外国の赤外線観測から予言され、そのときに中心核が赤外線、電波、X線等で明るく輝くと期待された。そのため一昨年から全世界的に銀河系中心核の明るさのモニターが行われている。つくば32m鏡を含む国内VLBI網でも昨年に引き続き夏までK帯でモニター観測を実施した。残念ながらフレアーは起きず、ガスが銀河系中心核には落下していないことがわかった。各種研究会で報告するとともに論文として出版した。

従来、X帯(8GHz)の大学連携VLBIは国土地理院が実施していたが、本年度から筑波大学が担当することになり、K帯(22GHz)と合わせて大学連携VLBI観測に係るつくば32mアンテナの運用は全て筑波大学が行った。

(単一鏡観測)

天の川銀河(銀河系)のアンモニア反転遷移6本 $\text{NH}_3(\text{J},\text{K})=(1,1)-(6,6)$ の掃天観測のうち、銀緯 $b=0$

度に沿って観測を継続している。特に銀河系中心に近いところは強く受かっている。

オリオン分子の分子雲コア約 80 個の励起温度をアンモニア NH_3 (J,K)=(1,1)-(6,6) の観測から測定している。分子雲コアから星が誕生するためにはガスの乱流が減少して音速のみによる圧力となって内部圧力が弱くなり収縮して星が生まれるのではないかと推測している。その仮説を証明するためには温度の精密な測定が必要であり、アンモニア観測による励起温度の測定は最も適している。

系外銀河 NGC 3079 で発見したアンモニア NH_3 (J,K)=(1,1),(2,2) の吸収線の観測結果を、米国の大電波干渉計 (VLA) の詳細観測とともに論文として出版した。

(3) 銀河の観測的研究

M33 の CO 観測

近傍渦巻銀河である M 33 を野辺山 45m 電波望遠鏡で CO(J=1-0)、ASTE で CO(J=3-2) 輝線のマッピング観測結果から銀河の分子ガス雲の物理状態と星形成活動の関係を調査した。銀河の中で最も活発に星形成活動を行っている NGC 604 領域では星形成率と分子ガス質量の比から定義される星形成効率が銀河円盤の他の領域と比較して 1 桁程度高いことが明らかになった。CO(J=3-2)/CO(J=1-0) 比と文献値からの分子ガス密度見積りなどから、NGC 604 ではより重い星が選択的に作られ、かつ高密度なガスが多いことがこの性質を生み出していることが分かった。NGC 604 は近傍の渦巻銀河で経験的に知られる星形成と分子ガスの相関関係を満たさず (図 11)、むしろ遠方の激しく星形成活動を行っている銀河に近い性質を持つため、本研究は構造を分解できない遠方銀河の激しい星形成活動の原因解明にも示唆を与えるものである。

NGC 3079 のアンモニア観測

系外銀河 NGC 3079 はその中心から数 kpc に渡るスーパーバブルを生じる。NGC 3079 中心の主たるエネルギー源を探るために、つくば 32m 望遠鏡と VLA を用いたアンモニア分子観測を行った。VLA 観測の空間分解能は $0.09''$ に達し、アンモニアの (J, K) = (1, 1) - (6, 6) 遷移が二つの速度成分 (システム速度成分と青方偏移成分) で検出された。これらの輝線強度比から導出される温度と柱密度は、これまでに報告されている他の近傍銀河に比べて高い。アンモニアのピーク位置を求めた結果、分布が NGC 3079 の AGN ジェットに沿っていることが明らかになった。これらは AGN ジェットが中心領域ガスの加熱に大きく寄与していることを示唆している。

NGC 1808 の CO 観測

爆発的星形成が起きている NGC 1808 銀河の分子ガスの分布とその物理状態を調べるために ^{12}CO (J=3-2) と ^{13}CO (J=3-2) の観測を行った。CO ガスが棒状など銀河中心以外にも広がっていることがわかった。CO ガスの位置速度データは分子雲の不規則的な運動を示している。これは、分子ガスの一部が銀河中心から噴出されている可能性を示唆している。また、検出された輝線のデータと文献の CO(1-0) と CO(2-1) のデータを用いて物理状態の解析を行った。その結果、銀河中心の分子ガスの温度は 35K、密度は 10^{35} cm^{-3} 程度、やや高温・高密度ガスを示唆している。

〈論文〉

(査読論文)

1. Baldi, Ranieri D.; Giroletti, Marcello; Capetti, Alessandro; Giovannini, Gabriele; Casasola, Viviana; Pérez-Torres, Miguel A.; Kuno, Nario, “Molecular gas and nuclear activity in early-type

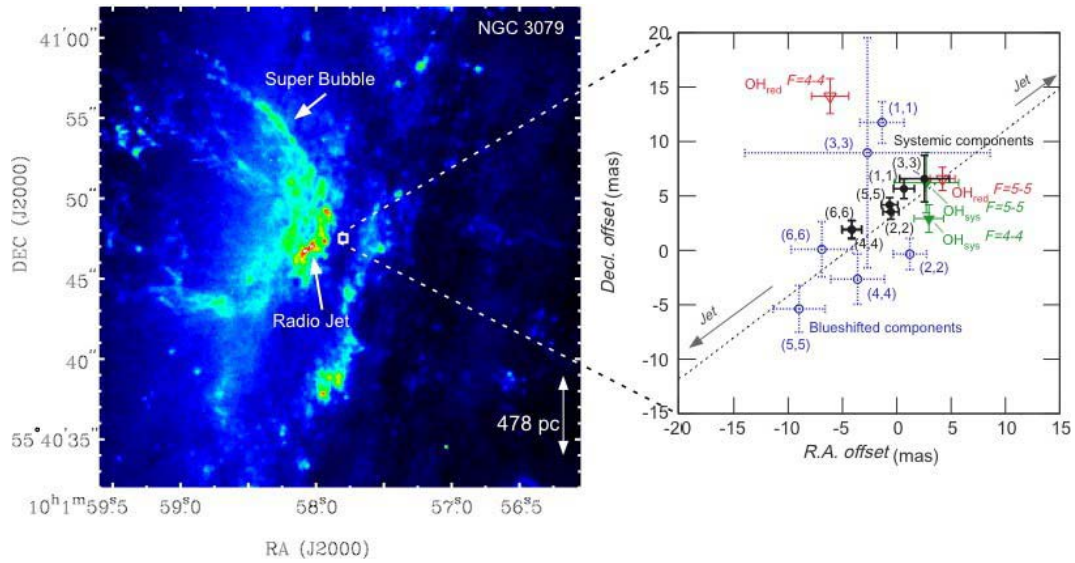


図 12 NGC 3079 中心付近の H α スーパーバブル (左) と中心核のアンモニア分子の分布 (右)。

- galaxies: any link with radio loudness?” , *Astronomy & Astrophysics*, Volume 574, id.A65, 8 pp. (2015).
2. Hirota, Akihiko; Kuno, Nario; Baba, Junichi; Egusa, Fumi; Habe, Asao; Muraoka, Kazuyuki; Tanaka, Ayako; Nakanishi, Hiroyuki; Kawabe, Ryohei, “Wide-field 12CO (J = 1-0) imaging of the nearby barred galaxy M 83 with NMA and Nobeyama 45 m telescope: Molecular gas kinematics and star formation along the bar” , *Publications of the Astronomical Society of Japan*, Volume 66, id.46, 22 pp. (2014).
 3. Imada, Hiroaki; Nagai, Makoto; Kino, Masaru; Seta, Masumichi; Ishii, Shun; Nakai, Naomasa, “Condition of Optical Systems Independent of frequency for Wide Field-of-View Radio Telescope” , *IEEE Transaction on Terahertz and Technology*, Volume 5, No. 1, 7 pp (2015).
 4. Kamenon, Seiji; Mizuno, Izumi; Nakamura, Fumitaka; Kuroo, Makoto; Kano, Amane; Kawaguchi, Noriyuki; Shibata, Katsunori M.; Kuno, Nario; Takano, Shuro; Kuji, Seisuke, “The software-based polarization spectrometer PolariS” , *Proceedings of the SPIE*, Volume 9153, id. 91532D 6 pp. (2014).
 5. Mart?n, S.; Kohno, K.; Izumi, T.; Krips, M.; Meier, D. S.; Aladro, R.; Matsushita, S.; Takano, S.; Turner, J. L.; Espada, D.; Nakajima, T.; Terashima, Y.; Fathi, K.; Hsieh, P.-Y.; Imanishi, M.; Lundgren, A.; Nakai, N.; Schinnerer, E.; Sheth, K.; Wiklind, T., “Multimolecule ALMA observations toward the Seyfert 1 galaxy NGC 1097” , *Astronomy & Astrophysics*, Volume 573, id.A116, 13 pp. (2015).
 6. Matsumura, T.; Akiba, Y.; Borrill, J.; Chinone, Y.; Dobbs, M.; Fuke, H.; Ghribi, A.; Hasegawa, M.; Hattori, K.; Hattori, M.; Hazumi, M.; Holzappel, W.; Inoue, Y.; Ishidoshio, K.; Ishino, H.; Ishitsuka, H.; Karatsu, K.; Katayama, N.; Kawano, I.; Kibayashi, A.; Kibe, Y.; Kimura, K.; Kimura, N.; Koga, K.; Kozu, M.; Komatsu, E.; Lee, A.; Matsuhara, H.; Mima, S.; Mitsuda, K.; Mizukami, K.; Morii, H.; Morishima, T.; Murayama, S.; Nagai, M.; Nagata, R.; Nakamura, S.;

- Naruse, M.; Natsume, K.; Nishibori, T.; Nishino, H.; Noda, A.; Noguchi, T.; Ogawa, H.; Oguri, S.; Ohta, I.; Otani, C.; Richards, P.; Sakai, S.; Sato, N.; Sato, Y.; Sekimoto, Y.; Shimizu, A.; Shinozaki, K.; Sugita, H.; Suzuki, T.; Suzuki, A.; Tajima, O.; Takada, S.; Takakura, S.; Takei, Y.; Tomaru, T.; Uzawa, Y.; Wada, T.; Watanabe, H.; Yoshida, M.; Yamasaki, N.; Yoshida, T.; Yotsumoto, K., “Mission Design of LiteBIRD” , *Journal of Low Temperature Physics*, Volume 176, Issue 5-6, pp. 733-740 (2014).
7. Miura, Rie E.; Kohno, Kotaro; Tosaki, Tomoka; Espada, Daniel; Hirota, Akihiko; Komugi, Shinya; Okumura, Sachiko K.; Kuno, Nario; Muraoka, Kazuyuki; Onodera, Sachiko; Nakanishi, Kouichiro; Sawada, Tsuyoshi; Kaneko, Hiroyuki; Minamidani, Tetsuhiro; Fujii, Kosuke; Kawabe, Ryohei, “Enhancement of CO(3-2)/CO(1-0) Ratios and Star Formation Efficiencies in Supergiant H II Regions” , *The Astrophysical Journal*, Volume 788, article id. 167, 7 pp. (2014).
 8. Miyamoto, Yusuke; Nakai, Naomasa; Kuno, Nario, “Influence of shear motion on evolution of molecular clouds in the spiral galaxy M51” , *Publications of the Astronomical Society of Japan*, Volume 66, id.36, 18 pp. (2014).
 9. Miyamoto, Yusuke; Nakai, Naomasa; Seta, Masumichi; Salak, Dragan; Hagiwara, Ken-zaburo; Nagai, Makoto; Ishii, Shun; Yamauchi, Aya, “Hot ammonia in the center of the Seyfert 2 galaxy NGC 3079” , *Publications of the Astronomical Society of Japan*, Volume 67, id.5, 15 pp. (2015).
 10. Mizuno, Izumi; Kamenno, Seiji; Kano, Amane; Kuroo, Makoto; Nakamura, Fumitaka; Kawaguchi, Noriyuki; Shibata, Katsunori M.; Kuji, Seisuke; Kuno, Nario, “Software Polarization Spectrometer ”PolarIS”” , *Journal of Astronomical Instrumentation*, Volume 3, id. 1450010, 16 pp. (2014).
 11. Morokuma-Matsui, Kana; Sorai, Kazuo; Watanabe, Yoshimasa; Kuno, Nario, “Stacking analysis of 12CO and 13CO spectra of NGC 3627: Existence of non-optically thick 12CO emission?” , *Publications of the Astronomical Society of Japan*, Volume 67, id.2, 17 pp. (2015).
 12. Nakamura, Fumitaka; Sugitani, Koji; Tanaka, Tomohiro; Nishitani, Hiroyuki; Dobashi, Kazuhito; Shimoikura, Tomomi; Shimajiri, Yoshito; Kawabe, Ryohei; Yonekura, Yoshinori; Mizuno, Izumi; Kimura, Kimihiko; Tokuda, Kazuki; Kozu, Minato; Okada, Nozomi; Hasegawa, Yutaka; Ogawa, Hideo; Kamenno, Seiji; Shinnaga, Hiroko; Momose, Munetake; Nakajima, Taku; Onishi, Toshikazu; Maezawa, Hiroyuki; Hirota, Tomoya; Takano, Shuro; Iono, Daisuke; Kuno, Nario; Yamamoto, Satoshi, “Cluster Formation Triggered by Filament Collisions in Serpens South”, *The Astrophysical Journal Letters*, Volume 791, Issue 2, article id. L23, 5 pp. (2014).
 13. Natale, G.; Foyle, K.; Wilson, C. D.; Kuno, N., “A multiwavelength analysis of the clumpy FIR-bright sources in M33” , *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 441, Issue 1, p.224-242. (2014).
 14. Pan, Hsi-An; Kuno, Nario; Hirota, Akihiko, “Environmental dependence of star formation law in the disk and center of IC 342” , *Publications of the Astronomical Society of Japan*, Volume 66, id.27, 16 pp. (2014).
 15. Tanaka, Ayako; Nakanishi, Hiroyuki; Kuno, Nario; Hirota, Akihiko, “Phase transition between atomic and molecular hydrogen in nearby spiral galaxies” , *Publications of the Astronomical Society of Japan*, Volume 66, id.66 23 pp. (2014).
 16. Tsuboi, Masato; Asaki, Yoshiharu; Kameya, Osamu; Yonekura, Yoshinori; Miyamoto, Yusuke;

- Kaneko, Hiroyuki; Seta, Masumichi; Nakai, Naomasa; Takaba, Hiroshi; Wakamatsu, Ken-ichi; Miyoshi, Makoto; Fukuzaki, Yoshihiro; Uehara, Kenta; Sekido, Mamoru, “No Microwave Flare of Sagittarius A* around the G2 Periastron Passing”, *The Astrophysical Journal Letters*, Volume 798, article id. L6, 4 pp. (2015).
17. Tsuzuki, Toshihiro; Nitta, Tom; Imada, Hiroaki; Seta, Masumichi; Nakai, Naomasa; Sekiguchi, Shigeyuki; Sekimoto, Yutaro, “Design of wide-field Nasmyth optical system for a submillimeter camera”, *Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems*, vol. 1(2), 025002 (2015).
18. Salak, Dragan; Nakai, Naomasa; Kitamoto, Shoko, “CO (J = 3 → 2) observations of the starburst galaxy NGC 1808 with ASTE”, *Publications of the Astronomical Society of Japan*, Volume 66, id.96, 15 pp. (2014).

(国際研究集会集録等)

1. Imada, H.; Nagai, M.; Seta, M; Kino, M; Ishii, S; Nakai, N., “Condition of Optical Systems Independent of Frequency for Wide Filed-of-View Radio Telescopes”, *Proceedings of 25th International Symposium on Space Terahertz Technology*, p. 155 (2014).
2. Ishii, S.; Seta, M.; Nagasaki, T.; Nakai, N.; Nagai, M.; Miyamoto, Y.; Imada, H.; Doihata, K.; Saito, K.; Sekimoto, Y., “Development of a 30-cm submillimeter-wave telescope for the operation at Dome Fuji in Antarctica”, *Proceedings of the SPIE*, Volume 9145, id. 914535, 8 pp. (2014).
3. Kamizuka, T.; Miyata, T.; Sako, S.; Imada, H.; Ohsawa, R.; Asano, K.; Uchiyama, M.; Okada, K.; Uchiyama, M.; Wada, T.; Nakagawa, T.; Nakamura, T.; Sakon, I.; Onaka, T., “Development of high-throughput silicon lens and grism with moth-eye anti-reflection structure”, *Proceedings of the SPIE*, Volume 9151, 91515G (2014).
4. Matsuo, T.; Murakami, N.; Kotani, T.; Kawahara, H.; Natsume, N.; Kino, M.; Kurita, M.; Imada, H.; Iribe, M.; Nishida, H.; Kida, M.; Kitou, H; Ishikawa, K.; Uda, Y.; Tokoro, H.; Nagata, T.; Iwamuro, F.; Miura, N.; Itoh, Y; Shibai, H.; Tamura, M.; TMT/SEIT members, “High contrast planet imager for Kyoto 4m segmented telescope”, *Proceedings of the SPIE*, Volume 9147, 91471V (2014).
5. Miyamoto, Y., Nakai N., and Kuno, N., ”The Influence of Shear Motion on Evolution of Giant Molecular Associations”, *Structure and Dynamics of Disk Galaxies*, *Proceedings of the Conference held 12-16 August, 2013 at the Winthrop Rockefeller Institute, Petit Jean Mountain, Arkansas, USA*. Edited by M.S. Seigar and P. Treuthardt. ASP Conference Series, 480, 259 (2014).
6. Morokuma, Kana; Baba, Junichi; Sorai, Kazuo; Kuno, Nario, “Gas accretion history of galaxies at $z \sim 0-2$: Comparison of the observational data of molecular gas with the mass evolution model of galaxies”, *Proceedings of the International Astronomical Union, IAU Symposium*, Volume 309, pp. 332-332 (2015).
7. Tsuboi, M.; Asaki, Y.; Yonekura, Y.; Miyamoto, Y.; Kaneko, H.; Seta, M.; Nakai, N.; Kameya, O.; Miyoshi, M.; Takaba, H.; Wakamatsu, K.; Fukuzaki, Y.; Morimitsu, T.; Uehara, K.; Sekido, M.; Oka, T.; Takekawa, S.; Omodaka, T.; Handa, T.; Takumi, A., “Daily monitor of Sagittarius A* at 22 GHz with the Japanese VLBI Network”, *Proceedings of the International Astronomical*

Union, Volume 303, pp. 382-384 (2014).

8. Tsuboi, M.; Asaki, Y.; Yonekura, Y.; Miyamoto, Y.; Kaneko, H.; Seta, M.; Nakai, N.; Kameya, O.; Miyoshi, M.; Takaba, H.; Wakamatsu, K.; Fukuzaki, Y.; Uehara, K.; Sekido, M., “Sgr A* at 22 GHz around the G2 peri-center passing with Japanese VLBI Network”, The Astronomer’s Telegram, No.6083 (2014).
9. Tsuzuki, Toshihiro; Nitta, Tom; Imada, Hiroaki; Seta, Masumichi; Nakai, Naomasa; Sekiguchi, Sigeyuki; Sekimoto, Yutaro, “Design of wide-field Nasmyth optics for a submillimeter camera”, Proceedings of the SPIE, Volume 9153, id. 91532U, 6 pp. (2014).

〈研究成果発表〉

[国際会議]

1. Dragan SALAK, 「Bursts of star formation and gas outflows in galaxies」, 国際会議 TGSW2014 宇宙進化・物質起源セッション (筑波大学, 2014年9月29日) (招待講演)

[国内学会・研究会]

1. 中井直正, 「南極天文部門の研究」, 第1回 CiRfSE ワークショップ (筑波大学, 2015年3月13日) (招待講演)
2. 藤田真司, 久野成夫 (筑波大学), 梅本智文, 西村淳, 南谷哲宏 (NAOJ), 濤崎智佳 (上越教育大学), 松尾光洋 (鹿児島大学), 小野寺幸子, 津田裕也 (明星大学), 亀谷和久 (東京理科大学), 大橋聡史 (東大/NAOJ), 銀河面サーベイチーム, 「NRO 銀河面サーベイプロジェクト: W51 領域」, 日本天文学会 2015年春季年会、2015年3月20日、大阪大学
3. 今田大皓 (筑波大学), 松尾太郎, 木野勝, 山本広大 (京都大学), 「点回折干渉計に用いるピンホール付きビームスプリッタの電磁波解析」, 日本天文学会 2015年春季年会、2015年3月20日、大阪大学
4. 上塚貴史, 宮田隆志, 酒向重行, 大澤亮, 浅野健太郎, 内山瑞穂, 岡田一志, 内山允史, 毛利清, 尾中敬, 左近樹 (東京大学), 今田大皓 (筑波大学), 中川貴雄, 和田武彦 (JAXA), 「モスアイ構造を用いた長波長中間赤外線高効率光学素子の開発」, 日本天文学会 2015年春季年会、2015年3月20日、大阪大学
5. 田中邦彦, 岡朋治, 竹川俊也 (慶應大), 亀谷和久 (東京理科大), 永井誠 (筑波大), 「銀河系中心分子層中の衝突分子雲候補天体 CO-0.30-0.07」, 日本天文学会 2015年春季年会、2015年3月20日、大阪大学
6. 山本広大, 松尾太郎, 木野勝 (京都大), 今田大皓 (筑波大), 「位相振幅同時計測方式波面センサの開発2」, 日本天文学会 2015年春季年会、2015年3月19日、大阪大学
7. 羽澄昌史, 小栗秀悟, 木村誠宏, 佐藤伸明, 鈴木敏一, 田島治, 茅根裕司, 都丸隆行, 永田竜, 長谷川雅也, 服部香里, 森井秀樹, 山口博史, 吉田光宏 (KEK), 秋葉祥希, 石塚光, 井上優貴, 瀬川優子, 渡辺広記 (総研大), 高倉理 (大阪大, 宇都宮真, 河野功, 坂井真一郎, 佐藤洋一, 篠崎慶亮, 杉田寛之, 竹井洋, 西城邦俊, 西堀俊幸, 野田篤司, 福家英之, 松原英雄, 松村知岳, 満田和久, 山崎典子, 吉田哲也, 四元和彦, 和田武彦 (JAXA), 石野宏和, 樹林敦子, 岐部佳朗, 山田要介 (岡山大), William Holzapfel, Adrian Lee, Paul Richards, Aritoki Suzuki, Yasuto Hori (UC Berkeley), Matt Dobbs (McGill U.), Julian Borrill (LBNL), 永井誠 (筑波大), 片山伸彦, 西野玄記 (Kavli IPMU), 中村正吾, 夏目浩太, 水上邦義, 入江郁也, 藤野琢郎, 山下徹 (横浜国大), 井上将徳, 岡田望, 小川英夫, 木村公洋, 高津湊 (大阪府大), 高

- 田卓 (核融合研), 小松英一郎 (MPA), 石徹白晃治, 服部誠, 森嶋隆裕 (東北大), 大田泉 (甲南大), 成瀬雅人 (埼玉大), 並河俊弥 (Stanford U.), 鹿島伸悟, 唐津謙一, 関本裕太郎, 野口卓 (国立天文台), 鶴澤佳徳 (NICT), 大谷知行, 古賀健祐, 美馬覚 (理研), 「LiteBIRD 計画の現状」、日本天文学会 2015 年春季年会、2015 年 3 月 19 日、大阪大学
8. 西村淳, 梅本智文, 南谷哲宏 (NAOJ), 瀧崎智佳 (上越教育大), 久野成夫, 藤田真司 (筑波大), 松尾光洋 (鹿児島大), 津田裕也 (明星大), 大橋聡史 (東大/NAOJ), 銀河面サーベイチーム, 「NRO 銀河面サーベイプロジェクト: M 17 Cloud A における分子雲フィラメントの解析」、日本天文学会 2015 年春季年会、2015 年 3 月 20 日、大阪大学
 9. 津田裕也, 小野寺幸子 (明星大), 祖父江義明 (東京大), 梅本智文, 西村淳, 南谷哲宏 (NAOJ), 瀧崎智佳 (上越教育大), 久野成夫, 藤田真司 (筑波大), 松尾光洋 (鹿児島大), 大橋聡史 (東京大/NAOJ), 亀谷和久 (東京理科大), 銀河面サーベイチーム, 「NRO 銀河面サーベイプロジェクト: 分子雲における熱的不安定性による分子ガスのシェル状構造の考察」、日本天文学会 2015 年春季年会、2015 年 3 月 20 日、大阪大学
 10. 松尾光洋, 中西裕之 (鹿児島大), 梅本智文, 南谷哲宏, 西村淳 (NAOJ), 瀧崎智佳 (上越教育大), 久野成夫, 藤田真司 (筑波大), 津田裕也 (明星大), 亀谷和久 (東京理科大), 大橋聡史 (東大/NAOJ), 銀河面サーベイチーム, 「NRO 銀河面サーベイプロジェクト: 銀河系外縁部」、日本天文学会 2015 年春季年会、2015 年 3 月 20 日、大阪大学
 11. 宮本祐介 (茨城大学), 中井直正, 瀬田益道, 久野成夫, Salak Dragan, 永井誠 (筑波大学), 山内彩 (国立天文台), 石井峻 (東京大学), 米倉覚則 (茨城大学), 「近傍銀河 NGC 3079 中心領域のアンモニア分子吸収線観測 2」、日本天文学会 2015 年春季年会、2015 年 3 月 18 日、大阪大学
 12. Izumi, T., Kohno, K., Tamura, Y., Ikarashi, S., Umehata, H., Taniguchi, A. (UTokyo), Takano, S., Imanishi, M., Hatsukade, B., Iono, D., Nakanishi, K., Hattori, T., Ishizuki, S., Espada, D. (NAOJ/JAO), Doi, A. (ISAS), Nakai, N. (Univ. Tsukuba), Nakajima, T. (Nagoya Univ.), Nomura, H. (Tokyo Tech), Terashima Y. (Ehime Univ.), Tosaki, T. (Joetsu Univ. of Education), Harada, N., Matsushita, S., Hsieh, P.-Y. (ASIAA), and NGC 1097/7469 team, 「Submillimeter Observations of Dense Molecular Gas in the Nearby Active Galaxies for a Robust Energy Diagnostics」、日本天文学会 2015 年春季年会、2015 年 3 月 18 日、大阪大学
 13. 中西康一郎 (国立天文台), 徂徠和夫 (北海道大), 中井直正, 久野成夫 (筑波大), 松林和也 (京都大), 菅井肇 (IPMU), 高野秀路 (国立天文台), 河野孝太郎 (東京大), 中島拓 (名古屋大), 「Millimeter Hydrogen Recombination Line in the Center of NGC 253」、日本天文学会 2015 年春季年会、2015 年 3 月 18 日、大阪大学
 14. 金子紘之、久野成夫 (筑波大学)、斎藤貴之 (東京工業大学), 「銀河衝突における巨大分子雲衝突」、日本天文学会 2015 年春季年会、2015 年 3 月 18 日、大阪大学
 15. 小林和貴, 中井直正, 久野成夫, 瀬田益道, 永井誠, 今田大皓, 北本翔子, 朝倉健 (筑波大学), 石井峻 (東京大学), 「南極 10m 級テラヘルツ望遠鏡の強度較正法」、日本天文学会 2015 年春季年会、2015 年 3 月 18 日、大阪大学
 16. 北本翔子, 中井直正, 久野成夫, 瀬田益道, 今田大皓, 朝倉健 (筑波大学), 「南極 10m 級テラヘルツ望遠鏡の電波カメラ系反射鏡群の構造設計」、日本天文学会 2015 年春季年会、2015 年 3 月 18 日、大阪大学
 17. 今田大皓, 中井直正, 久野成夫, 瀬田益道, 永井誠 (筑波大学), 都築俊宏, 新田冬夢, 関本裕太郎 (国立天

- 文台), 北本翔子, 小林和貴, 朝倉健 (筑波大学), ほか (南極天文コンソーシアム), 「南極 10m テラヘルツ望遠鏡広視野光学系の基本設計 (2)」, 日本天文学会 2015 年春季年会, 2015 年 3 月 18 日, 大阪大学
18. 諸隈 佳菜 (NRO), 馬場 淳一 (東京工業大学), 徂徠 和夫 (北海道大学), 久野 成夫 (筑波大学), 「4000 ? ブレイクの強さと星質量に対する分子ガスの割合との関係」, 日本天文学会 2015 年春季年会, 2015 年 3 月 18 日, 大阪大学
 19. 廣田晶彦 (国立天文台チリ観測所), 江草芙実 (ISAS/JAXA), 村岡和幸 (大阪府立大学), 馬場淳一 (ELSI/東京工業大学), 久野成夫 (筑波大学), 「近傍銀河 M83 の ALMA+45m による 12CO (1-0) 輝線の広域観測」, 日本天文学会 2015 年春季年会, 2015 年 3 月 18 日, 大阪大学
 20. 永井誠, 今田大皓 (筑波大学), 石井峻 (東京大学), 「望遠鏡の指向方向較正におけるずれの扱いについて」, 日本天文学会 2015 年春季年会, 2015 年 3 月 18 日, 大阪大学
 21. 藤沢健太 (山口大学), ほか大学 VLBI 連携研究グループ, 「大学 VLBI 連携の活動報告」, 日本天文学会 2014 年秋季年会, 2014 年 9 月 12 日, 山形大学
 22. 金子紘之, 中井直正, 瀬田直道, 永井誠 (筑波大学), ほか筑波大学 32m 運用メンバー, 「つくば 32m 電波望遠鏡を用いた筑波大学による運用と観測成果」, 日本天文学会 2014 年秋季年会, 2014 年 9 月 12 日, 山形大学
 23. 宮本祐介 (茨城大学), 中井直正, 久野成夫, 瀬田益道, Salak Dragan, 他 (筑波大学), 山内彩 (国立天文台), 米倉覚則 (茨城大学), 「大学 VLBI 連携を用いた近傍銀河 AGN のアンモニア吸収線観測計画 (3)」, 日本天文学会 2014 年秋季年会, 2014 年 9 月 13 日, 山形大学
 24. 荒井均 (国立天文台), 永井誠, 中井直正, 瀬田益道, 藤田真司, 他宇宙観測グループ (筑波大学), 「国土地理院つくば 32m 電波望遠鏡によるアンモニア分子反転遷移輝線の銀河系中心領域広域サーベイ観測 III」, 日本天文学会 2014 年秋季年会, 2014 年 9 月 13 日, 山形大学
 25. Y. Asaki, M. Tsuboi (ISAS/JAXA), Y. Yonekura, Y. Miyamoto (Ibaraki Univ.), H. Kaneko, M. Seta, N. Nakai (Univ. of Tsukuba), O. Kameya, M. Miyoshi (NAOJ), H. Takaba, K. Wakamatsu (Gifu Univ.), Y. Fukuzaki (GSI), K. Uehara (Univ. of Tokyo), M. Sekido (NICT), T. Oka, S. Takekawa (Keio Univ.) A. Takumi (The Open University of Japan), S. Horiuchi (CSIRO), R. Dodson (Univ. of Western Australia), “Sgr A* at 22 GHz around the G2 peri-center passing with Japanese VLBI Network” , 日本天文学会 2014 年秋季年会, 2014 年 9 月 13 日, 山形大学
 26. M. Tsuboi, Y. Asaki (ISAS/JAXA), Y. Yonekura, Y. Miyamoto (Ibaraki Univ.), H. Kaneko, M. Seta, N. Nakai (Univ. of Tsukuba), O. Kameya, M. Miyoshi (NAOJ), H. Takaba, K. Wakamatsu (Gifu Univ.), Y. Fukuzaki (GSI), K. Uehara (Univ. of Tokyo), and M. Sekido (NICT), 「No Microwave Flare of Sgr A* around the G2 Periastron Passing」, 日本天文学会 2014 年秋季年会, 2014 年 9 月 12 日, 山形大学
 27. 永井誠, 中井直正, 久野成夫, 瀬田益道, 藤田真司, 今田大皓, 金子紘之, 長崎岳人, Dragan SALAK (筑波大学), 石井峻 (東京大学), 荒井均, 新田冬夢 (国立天文台), 宮本祐介 (茨城大学), 関本裕太郎 (国立天文台), ほか (南極天文コンソーシアム), 「南極 10m テラヘルツ望遠鏡制御系の基本設計」, 日本天文学会 2014 年秋季年会, 2014 年 9 月 12 日, 山形大学
 28. 長崎岳人, 瀬田益道, 中井直正, 久野成夫, 永井誠 (筑波大学), 石井峻 (東京大学), 「つくば市の冬季における 220 GHz 帯大気透過率の測定」, 日本天文学会 2014 年秋季年会, 2014 年 9 月 12 日, 山形大学
 29. 中井直正, 久野成夫, 瀬田益道, 永井誠, 金子紘之, 長崎岳人, Dragan SALAK, 今田大皓, 藤田真司, 北本翔子, 小林和貴, 朝倉健, 田中伊織 (筑波大学), 関本裕太郎, 野口卓, 松尾宏, 新田冬夢 (国立天文台),

- 宮本祐介 (茨城大学), 石井峻 (東京大学), ほか南極天文コンソーシアム、「南極 30m テラヘルツ望遠鏡計画 1」, 日本天文学会 2014 年秋季年会、2014 年 9 月 12 日、山形大学
30. 瀬田益道、中井直正 (筑波大)、石井峻 (東京大)、本山秀明 (極地研)、南極天文コンソーシアム、「南極ドームふじ基地の大気透過率の日変化」、日本天文学会 2014 年秋季年会、2014 年 9 月 12 日、山形大学
 31. 新田冬夢、関本裕太郎、唐津謙一、三ツ井健司、岡田則夫、野口卓、松尾宏 (国立天文台)、関口繁之、関根正和、岡田隆、Shibo Shu (東京大学)、成瀬雅人 (埼玉大学)、今田大皓、瀬田益道、久野成夫、中井直正 (筑波大学)、「野辺山 45m 電波望遠鏡搭載に向けた 220-GHz 帯超伝導カメラの開発」、日本天文学会 2014 年秋季年会、2014 年 9 月 12 日、山形大学
 32. 金子紘之、久野成夫 (筑波大学)、斎藤貴之 (東京工業大学)、「ALMA で探る銀河衝突による活発な星形成活動」、日本天文学会 2014 年秋季年会、2014 年 9 月 12 日、山形大学
 33. 山本広大、松尾太郎、木野 勝 (京都大)、今田大皓 (筑波大)、「極限補償光学装置のための位相振幅同時計測方式波面センサの開発」、日本天文学会 2014 年秋季年会、2014 年 9 月 11 日、山形大学
 34. 南谷哲宏、岩下浩幸、宮澤千栄子、西谷洋之、諸隈佳菜、西村淳、梅本智文、松本尚子、中村 文隆、神澤富雄、高野秀路、齋藤正雄 (NAOJ)、石田裕之、長谷川豊、武田美保、高橋諒、木村公洋、村岡和幸、小川英夫 (大阪府立大)、中島 拓、服部有祐、鳥居和史、立原研悟 (名大)、金子紘之、久野成夫、Dragan SALAK、長崎岳人、藤田真司 (筑波大)、宮本祐介 (茨城大)、徂徠和夫、梅井 迪子、岸田望美 (北大)、松尾光洋 (鹿児島大)、津田裕也、小野寺幸子 (明星大)、原千穂美、加藤裕太、大橋聡、桑原翔 (東大/NAOJ)、瀧崎智佳、小林幸典 (上越教育大)、「野辺山 45m 鏡搭載 新マルチビーム受信機「FOREST」の開発進捗 8」, 日本天文学会 2014 年秋季年会、2014 年 9 月 12 日、山形大学
 35. 徳田一起、長谷川豊、大崎茂樹、岡田望、切通僚介、上月雄人、原田遼平、松本貴雄、森岡祐貴、阿部 安宏、木村公洋、村岡和幸、前澤裕之、大西利和、小川英夫 (大阪府立大学)、西村淳 (国立天文台)、澤村将太郎、土橋一仁 (東京学芸大)、中島拓 (名古屋大)、久野成夫 (筑波大学)、1.85m 鏡グループ、「1.85m 電波望遠鏡プロジェクトの開発進捗 (VIII)」, 日本天文学会 2014 年秋季年会、2014 年 9 月 12 日、山形大学
 36. 水野 いづみ (鹿児島大学/国立天文台)、亀野 誠二、中村 文隆、楠野 こずえ、新永 浩子、高野 秀路 (国立天文台)、土橋 一仁、下井倉 ともみ、落合 哲、米谷 夏樹 (東京学芸大)、米倉 覚則 (茨城大)、小川 英夫、岡田 望、徳田 一起、長谷川 豊、阿部 安宏、木村 公洋 (大阪府立大)、谷口 琴美 (東邦大)、中島 拓 (名古屋大)、久野 成夫 (筑波大)、Z45 受信機開発チーム、「野辺山 45m 鏡における 40 GHz 帯偏波計測システム」、日本天文学会 2014 年秋季年会、2014 年 9 月 12 日、山形大学
 37. 亀野誠二、水野いづみ、中村文隆、新永浩子、高野秀路、楠野こずえ (国立天文台)、土橋一仁、下井倉ともみ、落合哲 (東京学芸大)、米倉覚則 (茨城大)、小川英夫、岡田望、徳田一起、長谷川豊、阿部安宏、木村公洋 (大阪府立大)、谷口琴美 (東邦大)、中島拓 (名古屋大)、久野成夫 (筑波大)、Z45 受信機開発チーム、「野辺山 40 GHz 帯偏波システムによるゼーマン効果計測性能評価」、日本天文学会 2014 年秋季年会、2014 年 9 月 12 日、山形大学
 38. 村岡和幸、武田美保 (大阪府立大学)、金子紘之、久野成夫 (筑波大学)、中西康一郎 (NAOJ)、河野孝太郎 (東京大学)、瀧崎智佳 (上越教育大学)、徂徠和夫 (北海道大学)、「ASTE による渦巻銀河 NGC 628 の CO(J=3-2) 輝線広域観測」、日本天文学会 2014 年秋季年会、2014 年 9 月 11 日、山形大学
 39. 諸隈 佳菜 (NRO)、徂徠 和夫 (北海道大学)、渡邊 祥正 (東京大学)、久野 成夫 (筑波大学)、「NGC 3627 の ^{12}CO と ^{13}CO 輝線のスタッキング解析: 光学的に厚くない ^{12}CO 成分存在の可能性」、日本天文学会 2014 年秋季年会、2014 年 9 月 11 日、山形大学
 40. 金子紘之、久野成夫 (筑波大学)、斎藤貴之 (東京工業大学)、「ALMA で探る銀河衝突による活発な星

形成活動」、日本天文学会 2014 年秋季年会、2014 年 9 月 11 日、山形大学

41. 梅本智文, 南谷哲宏, 西村淳, 水野範和, 本間希樹, 松本尚子, 廣田明彦, 諸隈佳菜, 新永浩子, Chibueze, J. (国立天文台), 久野成夫, 藤田真司 (筑波大), 半田利弘, 面高俊宏, 中西裕之, 松尾光洋, 河野樹人, 小澤武揚 (鹿児島大), 大西利和, 徳田一起, 高橋諒 (大阪府大), 濤崎智佳, 小林幸典 (上越教育大), 小野寺幸子, 津田裕也 (明星大), 立原研悟, 鳥居和史, 服部有祐 (名古屋大), 樋口あや (茨城大), 亀谷和久 (東京理科大), 大橋聡史, 桑原翔, 祖父江義明 (東京大), 坪井昌人 (ISAS)、「NRO 銀河面サーベイプロジェクト：2013 年度進捗」、日本天文学会 2014 年秋季年会、2014 年 9 月 12 日、山形大学
42. 西村淳, 梅本智文, 南谷哲宏, 松本尚子 (NAOJ), 松尾光洋 (鹿児島大), 津田裕也, 小野寺幸子 (明星大), 濤崎智佳, 小林幸典 (上越教育大), 久野成夫, 藤田真司 (筑波大), 高橋諒 (大阪府立大), 大橋聡, 桑原翔 (東大/NAOJ), 服部有祐, 鳥居和史, 立原研悟 (名大), 銀河面サーベイチーム、「NRO 銀河面サーベイプロジェクト：データ解析と評価 (1)」、日本天文学会 2014 年秋季年会、2014 年 9 月 12 日、山形大学
43. 濤崎智佳, 小林幸典 (上越教育大学), 西村淳, 梅本智文, 南谷哲宏, 松本尚子 (NAOJ), 松尾光洋 (鹿児島大), 久野成夫, 藤田真司 (筑波大), 津田裕也, 小野寺幸子 (明星大), 高橋諒 (大阪府立大), 大橋聡史, 桑原翔 (東大/NAOJ), 服部有祐, 鳥居和史, 立原研悟 (名大), 銀河面サーベイチーム、「NRO 銀河面サーベイプロジェクト：M17 領域」、日本天文学会 2014 年秋季年会、2014 年 9 月 12 日、山形大学

3.2 素粒子構造部門

部門長

受川 史彦 (数理物質系物理学域 教授)

構成教員

石橋 延幸 (数理物質系物理学域 教授)

原 和彦 (数理物質系物理学域 准教授)

武内 勇司 (数理物質系物理学域 講師)

佐藤 構二 (数理物質系物理学域 講師)

大川 英希 (数理物質系物理学域 国際テニュアトラック助教) スイス連邦 CERN 研究所在駐

連携教員

金 信弘 (数理物質系物理学域 教授)

佐藤 勇二 (数理物質系物理学域 助教)

素粒子構造部門では、大きく分けて 3 つの研究を行っている。それらは、(1) ビーム衝突型の高エネルギー粒子加速器を用いた衝突実験、(2) 宇宙背景ニュートリノを用いたニュートリノ崩壊探索、(3) 超弦理論の研究である。

(1) は、欧州原子核研究機構 (CERN 研究所) の LHC 加速器での陽子陽子衝突実験 ATLAS において、世界最高エネルギーでの素粒子反応を観測し、素粒子とその性質の実験的研究を行っている。特に、ヒッグス粒子の性質の詳細な研究は、電弱対称性の破れと素粒子質量の起源を明らかにするとともに、素粒子標準理論を超える物理への手がかりを与える。データ取得・解析を継続して行い、物理結果を生み出す。他方、LHC 加速器は今後エネルギーおよび輝度の向上が予定されており、ATLAS 検出器も増強が必要となる。そのための粒子飛跡検出器の開発を並行して行っている。この研究領域には国際テニュアトラック助教が配置されてい

る。同助教は CERN 研究所に常駐して、衝突実験を遂行し物理解析を行うとともに、検出器増強を行った。実験の現場に滞在することは極めて重要であり、現地の研究者との連絡を密にして連携を深め研究を推進し、また、現地に滞在した大学院生の教育を行った。

(2) は、ニュートリノがクォークやレプトンと比べてはるかに小さな質量を持つことに着目し、その質量の絶対値を決定して素粒子質量の起源を解明することを目標とする。ニュートリノの輻射崩壊で生じる赤外線領域の光子を観測するために、超伝導接合素子 (Superconducting Tunnel Junction, STJ) を用いた、高いエネルギー分解能を持つ光検出器を開発している。将来は、宇宙背景ニュートリノの観測のために、ロケットおよび人工衛星を利用した実験を計画している。なお、宇宙背景ニュートリノが観測されれば、素粒子物理学を超えて、宇宙論にも大きな影響を与える。

(3) は、素粒子が点でなく弦 (ひも) であるという考えに基づき、重力を含めた素粒子の基礎理論を構築しようという研究である。現在の素粒子標準理論は、相対論的な場の量子論をその枠組みとしているが、重力の量子論はまだ作られていない。超弦理論はその可能性を持つ最も有力な理論である。

当部門では、これらの研究を通して、宇宙を構成する基本要素としての素粒子と、それらの間に働く相互作用について、その構造と本質を明らかにし、統一的な描像を得ることを目標とする。ひいては、ビッグバンに始まる宇宙の最初期の歴史を解き明かすことにつながる。

以下に、平成 26 年度に行われた研究活動をより詳しく述べる。

(1) LHC ATLAS 実験

欧州 CERN 研究所の Large Hadron Collider (LHC) 加速器は、2012 年までの RUN-1 実験を経て 2014 年度は重心系エネルギーを 13-14 TeV に増強するための改良が行われた。2015 年度からは RUN-2 実験が始まる。重心系エネルギーの上昇により、ヒッグス粒子の生成断面積が増大し、より精度の高い測定が期待できる。

ATLAS 実験は RUN-1 実験のデータを用いてヒッグス粒子の様々な粒子への崩壊を測定した。本学グループは b クォーク対に崩壊する様式に対し、測定感度を向上させた解析を行った。LHC は、当初の設計値を超えた高輝度実験を実現するため、2023 年ころに HL-LHC 加速器へと増強される予定である。放射線レベルも現在の検出器設計の 10 倍に達するため、それに伴う新しい内部飛跡検出器の開発研究を行っている。

ヒッグス粒子の崩壊と種々の粒子との結合

素粒子の標準理論において質量の起源を担うヒッグス粒子は 2012 年末に発見された。現在は、その精密測定を通して、標準理論の枠組みどおりヒッグス粒子はすべての素粒子に質量を与えるのか (あるいはそうでないのか)、発見された他にヒッグス粒子はあるのか、などについて研究を進めている。

ヒッグス粒子と他の粒子との結合は質量に比例することが予言されるが、ヒッグス粒子の様々な粒子対への崩壊を観測することにより、その検証が行える。ATLAS 実験により種々の終状態を用いて測定したヒッグス粒子の信号の強さ μ (生成断面積と崩壊分岐比の積を標準理論の予言値で割ったもの) の最新結果を図 13 に示す。発見に使われた様式 $H \rightarrow \gamma\gamma$, $H \rightarrow Z^0 Z^{*0}$, $H \rightarrow W^\pm W^{*\mp}$ において予言との一致度はよい。ヒッグスが W/Z 粒子 (ゲージ粒子) と結合することは発見時に確立したが、今年度は初めてレプトン (τ) とも結合することが高い精度で判明し、また、 $b\bar{b}$ 対に崩壊する解析に重要な進展が得られた (次項参照)。クォーク (b) との結合は、測定された中心値が低めであったために十分な確立には至っていないが、標準理論との明らかな差異もない。再開する RUN-2 のデータにより明らかにしてゆく。

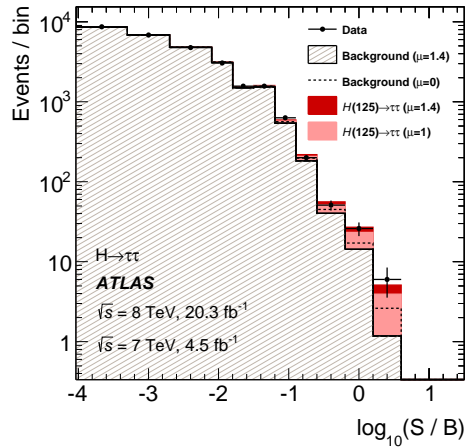
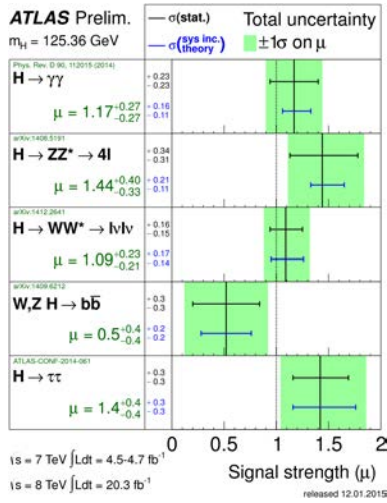


図 13 (左) ATLAS 実験で測定されたヒッグス粒子の様々な終状態での信号の強さ μ (生成断面積と崩壊分岐比の積を標準理論の予言値で規格化したもの)。(右) $H \rightarrow \tau^+\tau^-$ 候補事象数を多変数解析における信号事象 S と背景事象 B の比の関数として示したもの。

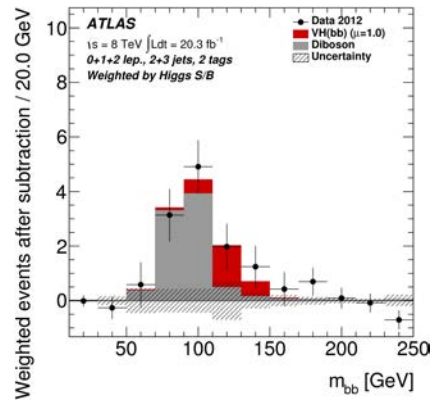
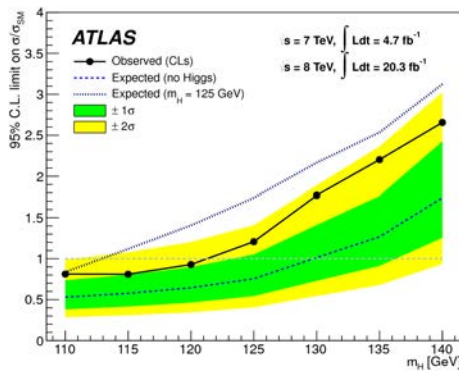


図 14 (左) $H \rightarrow b\bar{b}$ 過程が存在しない場合に期待される生成断面積の上限値 (破線および 1σ , 2σ の領域)。点線は存在する場合の標準理論の予言。黒点は実験値。(右) 弱ボゾン対生成以外の背景事象を差し引いた $b\bar{b}$ 対の質量分布。赤は $H \rightarrow b\bar{b}$ の標準理論の予言 ($\mu = 1.0$)。

ヒッグス粒子と物質粒子との結合

ヒッグス粒子が W/Z 粒子に質量を与えることはヒッグス機構の定義であるが、同じヒッグス粒子が湯川結合により物質粒子 (フェルミ粒子) に質量を与えるか否かは標準理論の最も重要な検証のひとつである。

レプトンに関する測定として、様式 $H \rightarrow \tau^+\tau^-$ での測定結果を図 13 (右) に示す。多変数解析を用いて解析法を最適化し、2014 年度には期待される背景事象を超過する有意な信号が得られた。信号の強さは標準理論の予言値で規格化して $\mu = 1.43^{+0.43}_{-0.37}$ である。これは統計的に 4.5σ の有意度を持ち、 τ 粒子とヒッグスが結合する重要な証拠である。

クォークとの結合はボトム b が最も観測できる可能性が高い。QCD 過程による背景事象が多いため、ヒッグスの単一生成過程ではなく、 W/Z 粒子との随伴生成過程を用い、 W や Z が崩壊して発生する高運動量のレプトンをトリガーすることで探索した。このチャンネルでも多変数解析で信号/背景比を

最適化する解析法を用いた。図 14 (左) は、 $H \rightarrow b\bar{b}$ が存在しないと仮定した場合に、この解析が制限すると期待されるヒッグス生成断面積の上限の中央値 (破線) および不定性 1σ と 2σ の範囲 (帯) を示す。点線は標準理論の $H \rightarrow b\bar{b}$ が存在する場合に期待される上限の中央値である。実験値は黒点で示され、 $H \rightarrow b\bar{b}$ の信号の統計的な有意度は質量 $125.36 \text{ GeV}/c^2$ において 1.4σ である。これは標準理論の期待値 2.6σ を下回り、信号の強さは $\mu = 0.52 \pm 0.32 (\text{stat}) \pm 0.24 (\text{syst})$ である。標準理論と矛盾しないが、明らかな生成の証拠とは言えない。図 14 (右) は $b\bar{b}$ 対の不変質量分布を、弱ボゾン対生成 (WW, WZ, ZZ) と標準理論から期待される $H \rightarrow b\bar{b}$ の分布 ($\mu = 1.0$) と比較したものである。これは 8 TeV の衝突データを通常の事象選別により解析した結果である。

ヒッグス粒子の質量

ヒッグス粒子の質量と生成断面積は、標準理論の検証および標準理論を超える物理の探索において重要な物理量である。ヒッグス粒子の質量について ATLAS と CMS を統合した測定を図 15 (左) に示す。ここではニュートリノ発生に伴う消失エネルギーのない崩壊様式 $H \rightarrow \gamma\gamma$ と $H \rightarrow Z^0 Z^{*0} \rightarrow 4l$ のみを用いた。ヒッグスの質量と生成断面積は互いに相関を持つため、両者を 2 次元表示したものを図 15 (右) に示す。2 つの解析モードにおいて共通の生成断面積を仮定して質量を求めると $m_H = 125.09 \pm 0.24 \text{ GeV}/c^2$ を得る。個々の測定はこの値と矛盾しない。

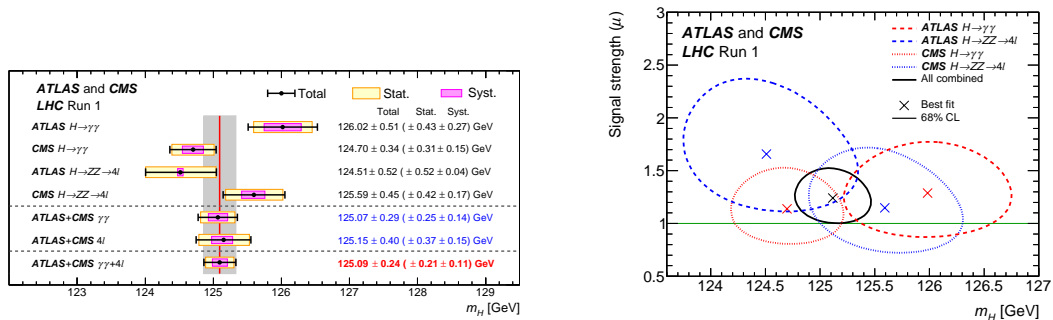


図 15 (左) ATLAS と CMS によるヒッグス粒子質量の測定とその総合値。生成断面積は、標準理論との比が共通であると仮定している。(右) ATLAS と CMS によるヒッグス粒子質量と生成断面積の測定。

ヒッグス以外の物理

超対称性粒子や標準理論を超える物理結果の重要な更新はない。トップ・クォークの質量の測定について ATLAS は統合値を発表した。トップ・クォークは $t \rightarrow W^+b$ と崩壊するが、 W の崩壊様式により様々な終状態を用いた測定がなされている。また、それぞれの測定は、質量を直接測定したものと生成断面積から間接測定したものに分類される。これらをまとめて $m_t = 172.99 \pm 0.91 \text{ GeV}/c^2$ を得た。Tevatron での測定値は $174.34 \pm 0.64 \text{ GeV}/c^2$ であり、中心値に矛盾はなく、また、両者は同程度の精度を達成している。

HL-LHC に用いる p 型シリコン検出器の開発

LHC 加速器は、継続して最大限の物理成果を生み出すために、2023 年から当初設計値を超え、年間 $200\text{-}250 \text{ fb}^{-1}$ の衝突をめざす高輝度 LHC (HL-LHC) 加速器に増強される。放射線レベルも現在の検出器設計を超え、また、粒子数密度も増大するため、シリコン半導体検出器による新しい内部飛跡検出器の開発研究を継続して行った。

HL-LHC でも使用可能な高放射線耐性のセンサーとして n 型電極、p 型基板を用いたセンサー (n-on-p) の開発を継続して行い、実際に陽子線や中性子を照射し、HL-LHC の高放射線線量でも使用可

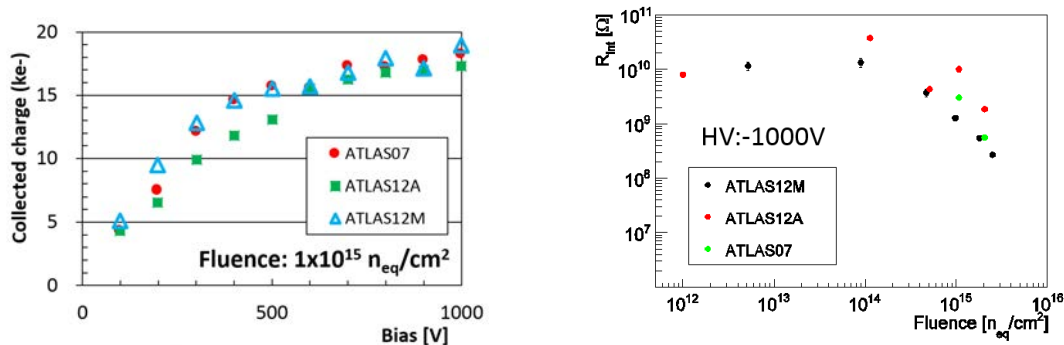


図 16 (左) 通過する β 線を用いて測定した収集電荷量のバイアス電圧依存性。試料は 1 MeV 中性子に換算した粒子数 $10^{15}/\text{cm}^2$ を照射したもの。(右) 電極間抵抗の照射による変化。バイアス電圧は 1000 V。

能な設計を確立した。

最内層の電極は $50 \mu\text{m} \times 250 \mu\text{m}$ のピクセル型、外層は $74 \mu\text{m} \times (2.4 \text{ または } 4.8) \text{ cm}$ のストリップ型で、それぞれ最大 2×10^{16} と $1 \times 10^{15} \text{ 1-MeV n}_{\text{eq}}/\text{cm}^2$ の照射量でも使用可能であると証明した。図 16 (左) は東北大学 CYRIC の 70 MeV 陽子ビームをストリップ型サンプルに照射して貫通する β 線に対して収集できる電荷量を評価したものである。サンプルは旧設計 (ATLAS07), 新設計 (ATLAS12A, M) にかかわらず、ウェハの初期抵抗による振る舞いの違いがあるが、電圧を上げることで収集電荷量は増加する。ノイズは 500 電子程度であるので、最大照射量を浴びても十分な電荷を収集できる。収集電荷量の減少は、損傷によりキャリアの捕獲が増えるためであるが、p 型基板では易動度の高い電子を収集するためこの影響が少ないことが利点である。

バルク基板の損傷に対して表面の損傷は様々な影響を与える。例えば電極間抵抗が低下するとクロストークが増える。図 16 (右) は電極間抵抗を照射量の関数として示したものである。照射量の増加とともに劣化が見られるが、クロストークの基準を決めるバイアス抵抗 ($1.5 \text{ M}\Omega$) と比較して充分に高いので問題はない。電極間抵抗は環境温度やバイアス電圧に依存するが、照射による変化の主要因は、センサーの表面の損傷ではなく、バルク損傷による暗電流の増加であることを明らかにした。しかしながら、暗電流の増加による実効的な抵抗値の低下に対応するために、運転温度に対する要求などを明確にしていく必要がある。

p 型基板を用いたピクセル型センサーも試作し、ドイツ DESY 研究所の電子ビームを用いて性能評価を行った。

(2) ニュートリノ崩壊探索のための超伝導赤外線検出器の開発

過去十数年間に超伝導トンネル接合素子 STJ (Superconducting Tunnel Junction) を用いた光検出器の開発研究が世界でひろく行われてきた。これは超伝導体の禁制帯幅が半導体と比較して非常に小さいことを利用し、既存の光検出器に比べてはるかに高いエネルギー分解能を持つ光検出器を原理的に実現できることが強い動機となっている。このことから、X線検出器や赤外線検出器への応用を目指して開発が進められてきた。

本開発研究では、ニュートリノ崩壊探索実験に用いることを目標として、従来用いられている Nb (超伝導ギャップエネルギー $\Delta = 1.55 \text{ meV}$, $T_c = 9.23 \text{ K}$) を用いた Nb/Al-STJ や、さらに Δ の小さい Hf ($\Delta = 0.020 \text{ meV}$, $T_c = 0.165 \text{ K}$) を超伝導素材として用い、遠赤外線領域 ($E_\gamma \sim \text{数十 meV}$) の一光子ごとのエネルギーを数 % の精度で測定するための超伝導体検出器 (STJ) の開発を行っている。

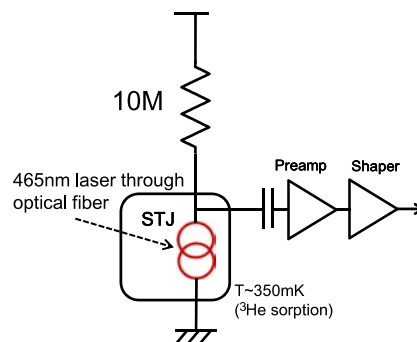
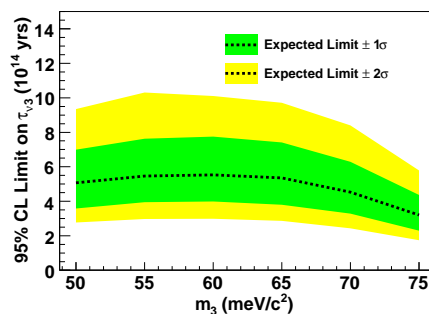


図 17 (左) 宇宙背景ニュートリノ崩壊探索実験で期待されるニュートリノ寿命下限値のシミュレーションによる評価。横軸は仮定したニュートリノの質量。直径 15 cm, 焦点距離 1 m の主鏡, および $100 \mu\text{m} \times 100 \mu\text{m} \times 8$ の受光面積の検出器を焦点位置に備えたロケット実験で 200 秒の測定を仮定。(右) STJ の光パルス応答の読み出し回路。室温動作の電荷積分型前置増幅器および波形整形増幅器からなる。

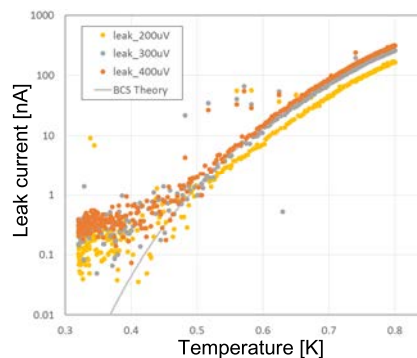
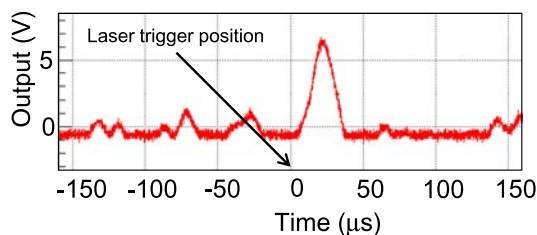


図 18 (左) 産総研の CRAVITY で作製された $100 \mu\text{m}$ 角の Nb/Al-STJ の光パルス応答。光パルスは、可視光 (465 nm) のレーザーを用いた。STJ で検出された応答は、およそ 4 光子に相当。(右) 産総研の CRAVITY で作製された $50 \mu\text{m}$ 角の Nb/Al-STJ の漏れ電流の温度依存性。

ロケット実験で期待される感度の評価

宇宙論により存在が予言されている宇宙背景ニュートリノが崩壊する際に発生する光子は、例えば重いニュートリノ (ν_3) の質量を $\sim 50 \text{ meV}$ と仮定すると波長が $50 \mu\text{m}$ (エネルギー 25 meV) となる。我々は、宇宙背景ニュートリノの輻射崩壊のシミュレーションにより、波長 $50 \mu\text{m}$ の単一光子エネルギー測定が可能な光検出器を用いて宇宙空間において 200 秒間の測定を行えば、現在のニュートリノ寿命下限値 3×10^{12} 年を二桁改善できる可能性を示した (図 17 (左))。

Hf-STJ の開発

2007 年 1 月より KEK 測定器開発室のプログラムの一つとして、筑波大学、KEK、理研の共同研究によってハフニウムを超伝導体とする STJ (Hf-STJ) の開発を進めてきた。これまで、Hf 成膜、Hf 膜のパターン加工方法を確立し、2010 年度には、Hf-HfO_x-Hf による SIS 構造の作成に成功してジョセフソン電流を確認した。また、2012 年度には Hf-STJ 試作サンプルでの可視光入射に対する応答 (トンネル電流増加) を確認している。現在は、可視パルス光入射に対するパルス応答の確認、および漏れ電流の改善が課題である。

Nb/Al-STJ および SOI-STJ の開発

Hf-STJ 開発と並行して、既に作成方法の確立している Nb/Al-STJ を用いた単一光子分光器の開発も行っている。Nb/Al-STJ 単体では、25 meV の光子に対して十分なエネルギー分解能は期待できないが、単一光子計数が実現できれば回折格子と組み合わせて Nb/Al-STJ のピクセルをアレイ状並べることによってエネルギー分光能力を得ることが可能となる。Nb/Al-STJ では、常温増幅器を用いた読み出しにおいて可視光～近赤外までの単一光子検出・単一光子分光の報告例がある。我々も、これまでに常温増幅器を用いた読み出しを試み、電荷積分型増幅器での光子数数個の可視光の読み出しを達成している(図 17 (右), 図 18 (左)) が、読み出し系のノイズ、および Nb/Al-STJ の漏れ電流等の要因により、単一光子検出には至っていない。

これらの問題を解決するために、産総研との共同研究による産総研 CRAVITY で作製された漏れ電流の少ない Nb/Al-STJ の開発、並びに Nb/Al-STJ 極低ノイズ読み出し系として、極低温で動作する SOI (Silicon On Insulator) プロセスによる増幅器、および、SOI 上に直接 STJ を形成する SOI-STJ の開発も行っている。CRAVITY で作製された 50 μm 角の Nb/Al-STJ 試料では、300 mK において漏れ電流 200 pA を示した(図 18 (右))。我々の要求する性能は、25 meV の単一光子を 30 Hz 以下の雑音計数率で計数することであるが、そのための漏れ電流は 100 pA 以下である必要がある。漏れ電流がトンネル接合面の面積に比例すると仮定すると、この要求の達成は十分可能であると期待される。SOI による読み出し回路に関して、SOI 上の MOSFET が STJ の動作温度においてトランジスタとして機能することは、既に昨年度において達成した。現在は、実際の STJ の信号読み出しに使用可能な高速かつ低消費電力の電荷積分型増幅器を設計中である。

(3) 超弦理論の研究

超弦理論グループは弦の場の理論、ゲージ・重力対応という 2 つの関連するテーマを中心として研究を進めている。弦の場の理論と次元正則化、弦の場の理論の古典解の研究、重力理論/ゲージ理論双対性とグルーオン散乱振幅等、超弦理論に関連する様々な分野についての研究を行った。

弦の場の理論におけるタキオン真空解の研究

弦の場の理論は弦の理論の非摂動効果を研究することができる定式化である。この理論の大きな成果の一つはタキオン真空解の構築である。タキオン真空とはタキオンが凝縮して D-ブレーンが消滅した状態であり、この状態を開弦の場の理論の古典解として実現することができる。タキオン真空解の周りの弦の場の理論は閉弦の場の理論を記述するのではないかと予想されている。しかし、現在実際に得られているタキオン真空解の周りの弦の場の理論についてこの予想を示した例はない。石橋は、高橋・谷本解と呼ばれるタキオン真空解とその周りの弦の場の理論を調べ、この場の理論をうまく定義するための正則化を提案した。この正則化を用いれば、上記の予想を示すことができるのではないかと期待されている。(論文 89)

重力理論/ゲージ理論双対性と強結合グルーオン散乱振幅

重力理論とゲージ理論の双対性により、planar 極限での 4 次元極大超対称ゲージ理論の強結合散乱振幅は、反ドジッター時空中の光的境界を持つ極小曲面の面積で与えられる。この散乱振幅は光的経路からなるウィルソンループの真空期待値と等価である。これまでの研究により我々は、双対性の背後に現れる可積分模型を用いて強結合散乱振幅を解析的に求める方法を定式化してきた。

佐藤は初田 (DESY), 伊藤 (東京工業大学), 鈴木 (静岡大) と共に、2 次元可積分系の基本関係式である量子ロンスキアン関係式を用いた新たな散乱振幅の解析的評価法を開発し、一般の 4 次元運動量に対する 6 点 MHV 振幅の主要次数の展開式を導いた(論文 91)。

Sine-square deformation と共形場の理論

一次元スピン系において、隣のスピンの相互作用を位置のサイン関数の2乗に比例するようにとった場合、その基底状態は相互作用が位置に寄らない場合と一致することが桂（東大）らの研究によってわかっている。石橋は多田（理研）とともに、この現象を共形対称性がある場合について調べた。相互作用をサイン関数の2乗にとった場合と定数の場合は、ある共形変換で結びついていることを示し、この共形変換から基底状態等の性質が理解できることを示した。（論文 90）

共形界面と弦理論

共形場理論において共形対称性を保つ欠陥 (defect) / 界面 (interface) は共形欠陥 / 界面と呼ばれる。弦理論の世界面からのアプローチでは共形対称性は指導原理の一つともなっているため、共形境界 (boundary) が弦理論のソリトン (D ブレイン) を表すように、共形対称性を保つ対象は弦理論において基本的な役割を果たすと期待される。

佐藤は菅原（立命館大学）と共に、“T-fold” など非幾何学的背景時空中の弦を記述する新たなタイプの分配関数が共形界面を用いて構成されることを示した（論文 93）。

〈論文〉

1. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
“Search for neutral Higgs bosons of the minimal supersymmetric standard model in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector,”
JHEP **1411**, 056 (2014) [arXiv:1409.6064 [hep-ex]].
2. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
“Search for nonpointing and delayed photons in the diphoton and missing transverse momentum final state in 8 TeV pp collisions at the LHC using the ATLAS detector,”
Phys. Rev. D **90**, 112005 (2014) [arXiv:1409.5542 [hep-ex]].
3. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
“Search for pair and single production of new heavy quarks that decay to a Z boson and a third-generation quark in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector,”
JHEP **1411**, 104 (2014) [arXiv:1409.5500 [hep-ex]].
4. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
“Measurement of distributions sensitive to the underlying event in inclusive Z -boson production in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV with the ATLAS detector,”
Eur. Phys. J. C **74**, 3195 (2014) [arXiv:1409.3433 [hep-ex]].
5. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
“Measurement of long-range pseudorapidity correlations and azimuthal harmonics in $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV proton-lead collisions with the ATLAS detector,”
Phys. Rev. C **90**, 044906 (2014) [arXiv:1409.1792 [hep-ex]].
6. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
“Search for long-lived neutral particles decaying into lepton jets in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector,”
JHEP **1411**, 088 (2014) [arXiv:1409.0746 [hep-ex]].
7. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],

- “Measurement of Higgs boson production in the diphoton decay channel in pp collisions at center-of-mass energies of 7 and 8 TeV with the ATLAS detector,”
 Phys. Rev. D **90**, 112015 (2014) [arXiv:1408.7084 [hep-ex]].
8. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “A measurement of the ratio of the production cross sections for W and Z bosons in association with jets with the ATLAS detector,”
 Eur. Phys. J. C **74**, 3168 (2014) [arXiv:1408.6510 [hep-ex]].
 9. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Measurement of the total cross section from elastic scattering in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV with the ATLAS detector,”
 Nucl. Phys. B **889**, 486 (2014) [arXiv:1408.5778 [hep-ex]].
 10. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for the lepton flavor violating decay $Z \rightarrow e\mu$ in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector,”
 Phys. Rev. D **90**, 072010 (2014) [arXiv:1408.5774 [hep-ex]].
 11. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Measurement of flow harmonics with multi-particle cumulants in Pb+Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV with the ATLAS detector,”
 Eur. Phys. J. C **74**, 3157 (2014) [arXiv:1408.4342 [hep-ex]].
 12. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Fiducial and differential cross sections of Higgs boson production measured in the four-lepton decay channel in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector,”
 Phys. Lett. B **738**, 234 (2014) [arXiv:1408.3226 [hep-ex]].
 13. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for new resonances in $W\gamma$ and $Z\gamma$ final states in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector,”
 Phys. Lett. B **738**, 428 (2014) [arXiv:1407.8150 [hep-ex]].
 14. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for new particles in events with one lepton and missing transverse momentum in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector,”
 JHEP **1409**, 037 (2014) [arXiv:1407.7494 [hep-ex]].
 15. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for Scalar Diphoton Resonances in the Mass Range 65–600 GeV with the ATLAS Detector in pp Collision Data at $\sqrt{s} = 8$ TeV,”
 Phys. Rev. Lett. **113**, 171801 (2014) [arXiv:1407.6583 [hep-ex]].
 16. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Measurements of jet vetoes and azimuthal decorrelations in dijet events produced in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV using the ATLAS detector,”
 Eur. Phys. J. C **74**, 3117 (2014) [arXiv:1407.5756 [hep-ex]].
 17. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],

- “Measurement of the production cross-section of $\psi(2S) \rightarrow J/\psi (\rightarrow \mu^+\mu^-) \pi^+\pi^-$ in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV at ATLAS,”
 JHEP **1409**, 79 (2014) [arXiv:1407.5532 [hep-ex]].
18. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Electron and photon energy calibration with the ATLAS detector using LHC Run 1 data,”
 Eur. Phys. J. C **74**, 3071 (2014) [arXiv:1407.5063 [hep-ex]].
19. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Measurements of spin correlation in top-antitop quark events from proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV using the ATLAS detector,”
 Phys. Rev. D **90**, 112016 (2014) [arXiv:1407.4314 [hep-ex]].
20. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Measurements of fiducial and differential cross sections for Higgs boson production in the diphoton decay channel at $\sqrt{s} = 8$ TeV with ATLAS,”
 JHEP **1409**, 112 (2014) [arXiv:1407.4222 [hep-ex]].
21. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Measurement of the muon reconstruction performance of the ATLAS detector using 2011 and 2012 LHC proton-proton collision data,”
 Eur. Phys. J. C **74**, 3130 (2014) [arXiv:1407.3935 [hep-ex]].
22. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Measurement of differential production cross-sections for a Z boson in association with b -jets in 7 TeV proton-proton collisions with the ATLAS detector,”
 JHEP **1410**, 141 (2014) [arXiv:1407.3643 [hep-ex]].
23. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for contact interactions and large extra dimensions in the dilepton channel using proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector,”
 Eur. Phys. J. C **74**, 3134 (2014) [arXiv:1407.2410 [hep-ex]].
24. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Flavor tagged time-dependent angular analysis of the $B_s \rightarrow J/\psi\phi$ decay and extraction of $\Delta\Gamma_s$ and the weak phase ϕ_s in ATLAS,”
 Phys. Rev. D **90**, 052007 (2014) [arXiv:1407.1796 [hep-ex]].
25. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Observation of an Excited B_c^\pm Meson State with the ATLAS Detector,”
 Phys. Rev. Lett. **113**, 212004 (2014) [arXiv:1407.1032 [hep-ex]].
26. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Measurement of the cross-section of high transverse momentum vector bosons reconstructed as single jets and studies of jet substructure in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV with the ATLAS detector,”
 New J. Phys. **16**, 113013 (2014) [arXiv:1407.0800 [hep-ex]].
27. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for pair-produced third-generation squarks decaying via charm quarks or in compressed supersymmetric scenarios in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector,”

- Phys. Rev. D **90**, 052008 (2014) [arXiv:1407.0608 [hep-ex]].
28. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for supersymmetry in events with large missing transverse momentum, jets, and at least one tau lepton in 20 fb⁻¹ of $\sqrt{s} = 8$ TeV proton-proton collision data with the ATLAS detector,”
 JHEP **1409**, 103 (2014) [arXiv:1407.0603 [hep-ex]].
 29. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for strong production of supersymmetric particles in final states with missing transverse momentum and at least three b -jets at $\sqrt{s} = 8$ TeV proton-proton collisions with the ATLAS detector,”
 JHEP **1410**, 24 (2014) [arXiv:1407.0600 [hep-ex]].
 30. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for top squark pair production in final states with one isolated lepton, jets, and missing transverse momentum in $\sqrt{s} = 8$ TeV pp collisions with the ATLAS detector,”
 JHEP **1411**, 118 (2014) [arXiv:1407.0583 [hep-ex]].
 31. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Measurements of normalized differential cross sections for $t\bar{t}$ production in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV using the ATLAS detector,”
 Phys. Rev. D **90**, 072004 (2014) [arXiv:1407.0371 [hep-ex]].
 32. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for the direct production of charginos, neutralinos and staus in final states with at least two hadronically decaying taus and missing transverse momentum in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector,”
 JHEP **1410**, 96 (2014) [arXiv:1407.0350 [hep-ex]].
 33. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Comprehensive measurements of t -channel single top-quark production cross sections at $\sqrt{s} = 7$ TeV with the ATLAS detector,”
 Phys. Rev. D **90**, 112006 (2014) [arXiv:1406.7844 [hep-ex]].
 34. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “A neural network clustering algorithm for the ATLAS silicon pixel detector,”
 JINST **9**, P09009 (2014) [arXiv:1406.7690 [hep-ex]].
 35. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for the Standard Model Higgs boson decay to $\mu^+\mu^-$ with the ATLAS detector,”
 Phys. Lett. B **738**, 68 (2014) [arXiv:1406.7663 [hep-ex]].
 36. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Measurement of the $t\bar{t}$ production cross-section using $e\mu$ events with b -tagged jets in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ and 8 TeV with the ATLAS detector,”
 Eur. Phys. J. C **74**, 3109 (2014) [arXiv:1406.5375 [hep-ex]].
 37. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for WZ resonances in the fully leptonic channel using pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector,”

- Phys. Lett. B **737**, 223 (2014) [arXiv:1406.4456 [hep-ex]].
38. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Measurement of the Higgs boson mass from the $H \rightarrow \gamma\gamma$ and $H \rightarrow ZZ^* \rightarrow 4\ell$ channels with the ATLAS detector using 25 fb^{-1} of pp collision data,”
 Phys. Rev. D **90**, 052004 (2014) [arXiv:1406.3827 [hep-ex]].
 39. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Measurement of the Z/γ^* boson transverse momentum distribution in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV with the ATLAS detector,”
 JHEP **1409**, 145 (2014) [arXiv:1406.3660 [hep-ex]].
 40. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Measurement of inclusive jet charged-particle fragmentation functions in Pb+Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV with the ATLAS detector,”
 Phys. Lett. B **739**, 320 (2014) [arXiv:1406.2979 [hep-ex]].
 41. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for direct pair production of the top squark in all-hadronic final states in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector,”
 JHEP **1409**, 015 (2014) [arXiv:1406.1122 [hep-ex]].
 42. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Measurement of the underlying event in jet events from 7 TeV proton-proton collisions with the ATLAS detector,”
 Eur. Phys. J. C **74**, 2965 (2014) [arXiv:1406.0392 [hep-ex]].
 43. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for squarks and gluinos with the ATLAS detector in final states with jets and missing transverse momentum using $\sqrt{s} = 8$ TeV proton-proton collision data,”
 JHEP **1409**, 176 (2014) [arXiv:1405.7875 [hep-ex]].
 44. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Light-quark and gluon jet discrimination in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV with the ATLAS detector,”
 Eur. Phys. J. C **74**, 3023 (2014) [arXiv:1405.6583 [hep-ex]].
 45. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Evidence for Electroweak Production of $W^\pm W^\pm jj$ in pp Collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS Detector,”
 Phys. Rev. Lett. **113**, 141803 (2014) [arXiv:1405.6241 [hep-ex]].
 46. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for supersymmetry in events with four or more leptons in $\sqrt{s} = 8$ TeV pp collisions with the ATLAS detector,”
 Phys. Rev. D **90**, 052001 (2014) [arXiv:1405.5086 [hep-ex]].
 47. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for microscopic black holes and string balls in final states with leptons and jets with the ATLAS detector at $\sqrt{s} = 8$ TeV,”

- JHEP **1408**, 103 (2014) [arXiv:1405.4254 [hep-ex]].
48. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for high-mass dilepton resonances in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector,”
 Phys. Rev. D **90**, 052005 (2014) [arXiv:1405.4123 [hep-ex]].
49. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Measurement of the centrality and pseudorapidity dependence of the integrated elliptic flow in lead-lead collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV with the ATLAS detector,”
 Eur. Phys. J. C **74**, 2982 (2014) [arXiv:1405.3936 [hep-ex]].
50. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Monitoring and data quality assessment of the ATLAS liquid argon calorimeter,”
 JINST **9**, P07024 (2014) [arXiv:1405.3768 [hep-ex]].
51. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Operation and performance of the ATLAS semiconductor tracker,”
 JINST **9**, P08009 (2014) [arXiv:1404.7473 [hep-ex]].
52. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Measurement of the cross section of high transverse momentum $Z \rightarrow b\bar{b}$ production in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS Detector,”
 Phys. Lett. B **738**, 25 (2014) [arXiv:1404.7042 [hep-ex]].
53. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Measurement of χ_{c1} and χ_{c2} production with $\sqrt{s} = 7$ TeV pp collisions at ATLAS,”
 JHEP **1407**, 154 (2014) [arXiv:1404.7035 [hep-ex]].
54. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Muon reconstruction efficiency and momentum resolution of the ATLAS experiment in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV in 2010,”
 Eur. Phys. J. C **74**, 3034 (2014) [arXiv:1404.4562 [hep-ex]].
55. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for supersymmetry at $\sqrt{s} = 8$ TeV in final states with jets and two same-sign leptons or three leptons with the ATLAS detector,”
 JHEP **1406**, 035 (2014) [arXiv:1404.2500 [hep-ex]].
56. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Electron reconstruction and identification efficiency measurements with the ATLAS detector using the 2011 LHC proton-proton collision data,”
 Eur. Phys. J. C **74**, 2941 (2014) [arXiv:1404.2240 [hep-ex]].
57. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Measurement of the low-mass Drell-Yan differential cross section at $\sqrt{s} = 7$ TeV using the ATLAS detector,”
 JHEP **1406**, 112 (2014) [arXiv:1404.1212 [hep-ex]].
58. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Measurement of the parity-violating asymmetry parameter α_b and the helicity amplitudes for the

- decay $\Lambda_b^0 \rightarrow J/\psi + \Lambda^0$ with the ATLAS detector,”
 Phys. Rev. D **89**, 092009 (2014) [arXiv:1404.1071 [hep-ex]].
59. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for dark matter in events with a Z boson and missing transverse momentum in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector,”
 Phys. Rev. D **90**, 012004 (2014) [arXiv:1404.0051 [hep-ex]].
60. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for top quark decays $t \rightarrow qH$ with $H \rightarrow \gamma\gamma$ using the ATLAS detector,”
 JHEP **1406**, 008 (2014) [arXiv:1403.6293 [hep-ex]].
61. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Measurements of Four-Lepton Production at the Z Resonance in pp Collisions at $\sqrt{s} = 7$ and 8 TeV with ATLAS,”
 Phys. Rev. Lett. **112**, 231806 (2014) [arXiv:1403.5657 [hep-ex]].
62. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for direct production of charginos, neutralinos and sleptons in final states with two leptons and missing transverse momentum in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector,”
 JHEP **1405**, 071 (2014) [arXiv:1403.5294 [hep-ex]].
63. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for direct top squark pair production in events with a Z boson, b -jets and missing transverse momentum in $\sqrt{s} = 8$ TeV pp collisions with the ATLAS detector,”
 Eur. Phys. J. C **74**, 2883 (2014) [arXiv:1403.5222 [hep-ex]].
64. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for direct top-squark pair production in final states with two leptons in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector,”
 JHEP **1406**, 124 (2014) [arXiv:1403.4853 [hep-ex]].
65. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Measurement of event-plane correlations in $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV lead-lead collisions with the ATLAS detector,”
 Phys. Rev. C **90**, 024905 (2014) [arXiv:1403.0489 [hep-ex]].
66. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for direct production of charginos and neutralinos in events with three leptons and missing transverse momentum in $\sqrt{s} = 8$ TeV pp collisions with the ATLAS detector,”
 JHEP **1404**, 169 (2014) [arXiv:1402.7029 [hep-ex]].
67. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Measurement of the production of a W boson in association with a charm quark in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV with the ATLAS detector,”
 JHEP **1405**, 068 (2014) [arXiv:1402.6263 [hep-ex]].
68. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “The differential production cross section of the $\phi(1020)$ meson in $\sqrt{s} = 7$ TeV pp collisions measured with the ATLAS detector,”

- Eur. Phys. J. C **74**, 2895 (2014) [arXiv:1402.6162 [hep-ex]].
69. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for Invisible Decays of a Higgs Boson Produced in Association with a Z Boson in ATLAS,”
 Phys. Rev. Lett. **112**, 201802 (2014) [arXiv:1402.3244 [hep-ex]].
70. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for Higgs boson decays to a photon and a Z boson in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ and 8 TeV
 with the ATLAS detector,”
 Phys. Lett. B **732**, 8 (2014) [arXiv:1402.3051 [hep-ex]].
71. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Measurement of the electroweak production of dijets in association with a Z -boson and distribu-
 tions sensitive to vector boson fusion in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV using the ATLAS
 detector,”
 JHEP **1404**, 031 (2014) [arXiv:1401.7610 [hep-ex]].
72. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Measurement of the production cross section of prompt J/ψ mesons in association with a W^\pm
 boson in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV with the ATLAS detector,”
 JHEP **1404**, 172 (2014) [arXiv:1401.2831 [hep-ex]].
73. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Measurement of dijet cross sections in pp collisions at 7 TeV centre-of-mass energy using the
 ATLAS detector,”
 JHEP **1405**, 059 (2014) [arXiv:1312.3524 [hep-ex]].
74. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for a multi-Higgs-boson cascade in $W^+W^-b\bar{b}$ events with the ATLAS detector in pp
 collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV,”
 Phys. Rev. D **89**, 032002 (2014) [arXiv:1312.1956 [hep-ex]].
75. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Standalone vertex finding in the ATLAS muon spectrometer,”
 JINST **9**, P02001 (2014) [arXiv:1311.7070 [physics.ins-det]].
76. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Measurement of the top quark pair production charge asymmetry in proton-proton collisions at
 $\sqrt{s} = 7$ TeV using the ATLAS detector,”
 JHEP **1402**, 107 (2014) [arXiv:1311.6724 [hep-ex]].
77. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for Quantum Black Hole Production in High-Invariant-Mass Lepton + Jet Final States
 Using pp Collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV and the ATLAS Detector,”
 Phys. Rev. Lett. **112**, 091804 (2014) [arXiv:1311.2006 [hep-ex]].
78. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Measurement of the inclusive isolated prompt photons cross section in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV
 with the ATLAS detector using 4.6 fb^{-1} ,”
 Phys. Rev. D **89**, 052004 (2014) [arXiv:1311.1440 [hep-ex]].

79. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Measurement of the mass difference between top and anti-top quarks in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV using the ATLAS detector,”
 Phys. Lett. B **728**, 363 (2014) [arXiv:1310.6527 [hep-ex]].
80. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for dark matter in events with a hadronically decaying W or Z boson and missing transverse momentum in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector,”
 Phys. Rev. Lett. **112**, 041802 (2014) [arXiv:1309.4017 [hep-ex]].
81. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for new phenomena in photon+jet events collected in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector,”
 Phys. Lett. B **728**, 562 (2014) [arXiv:1309.3230 [hep-ex]].
82. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Search for new phenomena in final states with large jet multiplicities and missing transverse momentum at $\sqrt{s} = 8$ TeV proton-proton collisions using the ATLAS experiment,”
 JHEP **1310**, 130 (2013) [JHEP **1401**, 109 (2014)] [arXiv:1308.1841 [hep-ex]].
83. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Measurements of Higgs boson production and couplings in diboson final states with the ATLAS detector at the LHC,”
 Phys. Lett. B **726**, 88 (2013) [Phys. Lett. B **734**, 406 (2014)] [arXiv:1307.1427 [hep-ex]].
84. G. Aad, K. Hara, S.H. Kim, H. Okawa, F. Ukegawa *et al.* [ATLAS Collaboration],
 “Study of heavy-flavor quarks produced in association with top-quark pairs at $\sqrt{s} = 7$ TeV using the ATLAS detector,”
 Phys. Rev. D **89**, 072012 (2014) [arXiv:1304.6386 [hep-ex]].
85. K. Motohashi, M. Hagihawa, K. Hara, J. Usui *et al.*,
 “Evaluation of KEK n-in-p planar pixel sensor structures for very high radiation environments with testbeam”,
 Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A **765**, 125 (2014).
86. Y. Unno, K. Hara, M. Hagihawa *et al.*,
 “Development of n⁺-in-p large-area silicon microstrip sensors for very high radiation environments - ATLAS12 design and initial results”,
 Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A **765**, 80 (2014).
87. Y. Takeuchi, S. H. Kim *et al.*, “Development of Superconducting Tunnel Junction Detectors as a far-infrared single photon detector for neutrino decay search”,
 PoS (TIPP2014) 155, 2014.
88. K. Kasahara, S. H. Kim, Y. Takeuchi *et al.*, “Development of Superconducting Tunnel Junction Photon Detector on SOI Preamplifier Board to Search for Radiative decays of Cosmic Background Neutrino”,
 PoS (TIPP2014) 074, 2014.
89. N. Ishibashi,

- Comments on Takahashi-Tanimoto's scalar solution,
 JHEP 1502, 168 (2015).
90. N. Ishibashi and T. Tada,
 Infinite circumference limit of conformal field theory,
 UTHEP-672 (2015) [arXiv:1504.00138 [hep-th]].
91. Y. Hatsuda, K. Ito, Y. Satoh and J. Suzuki,
 Quantum Wronskian approach to gluon scattering amplitudes at strong coupling,
 JHEP **1408**, 162 (2014).
92. Y. Satoh,
 Gluon scattering amplitudes from gauge/string duality and integrability,
 Nucl. Phys. B Proc. Suppl. 251-252, 123-128 (2014).
93. Y. Satoh and Y. Sugawara,
 Non-geometric backgrounds based on topological interfaces,
 UTHEP-667 (2015) [arXiv:1502.05776 [hep-th]].

〈研究成果発表〉

[国際会議]

1. K. Kasahara *et al.*, “Development of Superconducting Tunnel Junction Photon Detector on SOI Preamplifier Board to Search for Radiative Decays of Cosmic Neutrino Background”,
 Technology and Instrumentation in Particle Physics 2014 (TIPP 2014), (Amsterdam, The Netherlands, June 2–6, 2014). (一般講演)
2. Y. Takeuchi *et al.*, “Development of Superconducting Tunnel Junction Detectors as a far-infrared single photon detector for neutrino decay search”,
 Technology and Instrumentation in Particle Physics 2014 (TIPP 2014), (Amsterdam, The Netherlands, June 2–6, 2014). (一般講演)
3. H. Okawa, “Search for the Higgs Boson Decaying to Dark Matter at the LHC”,
 Tsukuba Global Science Week 2014 (TGSW2014), (University of Tsukuba, Japan, September 28–30, 2014). (招待講演)
4. Y. Takeuchi, “Experimental search for the cosmic background neutrino decay in the cosmic far-infrared background”,
 Tsukuba Global Science Week 2014 (TGSW2014), September 28–30, 2014, (University of Tsukuba, Japan, September 28–30, 2014). (招待講演)
5. K. Kiuchi, “Search for the Standard Model Higgs boson decaying to a bottom-quark pair with the ATLAS detector”,
 Tsukuba Global Science Week 2014 (TGSW2014), (University of Tsukuba, Japan, September 28–30, 2014). (一般講演)
6. T. Okudaira, “Development of Superconducting Tunnel Junction Photon Detector with SOI Preamplifier board to Search for Radiative decays of Cosmic Background Neutrino”,

- Tsukuba Global Science Week 2014 (TGSW2014), (University of Tsukuba, Japan, September 28–30, 2014). (一般講演)
7. S. Kim, “Development of Superconducting Tunnel Junction Photon Detectors for Cosmic Background Neutrino Decay Search”,
2nd International Workshop on Superconducting Sensors and Detectors (IWSSD2014), (Shanghai, China, November 5–8, 2014). (招待講演)
 8. K. Takemasa, “Development of Superconducting Tunnel Junction Detector Using Hafnium for Neutrino Decay Search”,
IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference 2014, (Seattle, USA, November 8–15, 2014). (一般講演)
 9. K. Nagata, “Beyond-the-Standard-Model Higgs Physics using the ATLAS experiment”,
10th Latin American Symposium on High Energy Physics (SILFAE), (Medellin, Colombia, November 24–28, 2014). (招待講演)
 10. H. Okawa, “Search for New Physics in the Higgs Sector at the LHC-ATLAS Experiment”,
Seminar at the University of Science and Technology of China, (Hefei, China, March 19, 2015). (セミナー, 招待講演)
 11. T. Okudaira, “Development of Superconducting Tunnel Junction Photon Detector with SOI Preamplifier Board to Search for Radiative Decays of Cosmic Background Neutrino”,
IEEE nuclear science symposium and medical imaging conference 2014, (Seattle, USA, November 8–15, 2014). (ポスター)
 12. N. Ishibashi, “Comments on the Takahashi-Tanimoto tachyon vacuum solution”,
String field theory and related aspects VI, SFT2014, (SISSA, Trieste, Italy, July 24-August 1, 2014). (招待講演)
 13. Y. Satoh, “Quantum wronskian relation and gluon scattering amplitudes at strong coupling”,
Finite-size Technology in Low Dimensional Quantum System (VII), (Eotvos University, Budapest, Hungary, June 16 - 27 , 2014). (招待講演)

[国内学会・研究会]

1. 受川史彦: 宇宙史国際研究拠点,
数理物質融合科学センター発足式 (筑波大学, 2014年9月1日). (招待講演)
2. 萩原睦人: ATLAS 検出器アップグレードに向けたシリコンマイクロストリップセンサーの放射線影響の評価,
日本物理学会 2014 年秋季大会 (佐賀大学本庄キャンパス, 2014年9月18日–21日). (一般講演)
3. 白井純哉: ATLAS 実験内部飛跡検出器のアップグレードに向けたプランナーピクセル検出器の性能評価,
日本物理学会 2014 年秋季大会 (佐賀大学本庄キャンパス, 2014年9月18日–21日). (一般講演)
4. 瀧 遼亮: LHC-ATLAS 実験における $H \rightarrow hh \rightarrow bb\tau\tau$ 崩壊チャンネルでの Heavy Higgs の探索,
日本物理学会 2014 年秋季大会 (佐賀大学本庄キャンパス, 2014年9月18日–21日). (一般講演)
5. 木内健司: LHC-ATLAS 実験における b クォーク対に崩壊する標準模型ヒッグス粒子の探索,

- 日本物理学会 2014 年秋季大会 (佐賀大学本庄キャンパス, 2014 年 9 月 18 日-21 日). (一般講演)
6. 大川英希: LHC-ATLAS 実験における ZH チャンネルを用いたヒッグス粒子のインビジブル崩壊の探索,
日本物理学会 2014 年秋季大会 (佐賀大学本庄キャンパス, 2014 年 9 月 18 日-21 日). (一般講演)
 7. 先崎 蓮: ニュートリノ崩壊からの遠赤外光探索のための SOI-STJ 検出器の研究開発,
日本物理学会 2014 年秋季大会 (佐賀大学本庄キャンパス, 2014 年 9 月 18 日-21 日). (一般講演)
 8. 森内航也: ニュートリノ崩壊光探索のための Nb/Al-STJ の研究開発 V,
日本物理学会 2014 年秋季大会 (佐賀大学本庄キャンパス, 2014 年 9 月 18 日-21 日). (一般講演)
 9. 武内勇司: 宇宙背景ニュートリノ輻射崩壊探索実験に向けた SOI-STJ 一体型遠赤外光検出器開発,
第 4 回可視赤外線観測装置技術ワークショップ (国立天文台三鷹キャンパス, 2014 年 12 月 3-4 日).
(招待講演)
 10. 先崎 蓮: R&D status of the cold preamplifier,
新学術領域研究「ニュートリノフロンティア」研究会 2014 (山梨県富士吉田市富士カーム, 2014 年 12 月 21-23 日). (一般講演)
 11. 奥平琢也: R&D status of the SOI-STJ detector,
新学術領域研究「ニュートリノフロンティア」研究会 2014 (山梨県富士吉田市富士カーム, 2014 年 12 月 21-23 日). (一般講演)
 12. 武政健一: Development of STJ detector for cosmic background neutrino decay search,
新学術領域研究「ニュートリノフロンティア」研究会 2014 (山梨県富士吉田市富士カーム, 2014 年 12 月 21-23 日). (一般講演)
 13. 受川史彦: 素粒子構造部門の研究,
第 1 回 CiRfSE ワークショップ (筑波大学, 2015 年 3 月 12-13 日). (招待講演)
 14. 原 和彦: ATLAS 実験検出器,
第 1 回 CiRfSE ワークショップ (筑波大学, 2015 年 3 月 12-13 日). (招待講演)
 15. 大川英希: Selected Highlights from Higgs Results at the LHC-ATLAS Experiment,
第 1 回 CiRfSE ワークショップ (筑波大学, 2015 年 3 月 12-13 日). (招待講演)
 16. 武内勇司: Search for neutrino radiative decay and the status of the far-infrared
photon detector development,
第 1 回 CiRfSE ワークショップ (筑波大学, 2015 年 3 月 12-13 日). (招待講演)
 17. 金 信弘: ニュートリノ物理のための半導体・超伝導複合遠赤外光子検出器,
第 3 回 CRAVITY シンポジウム (産業技術総合研究所, 2015 年 3 月 18 日). (招待講演)
 18. 萩原陸人: ATLAS 検出器アップグレードに向けたシリコンマイクロストリップセンサーの電荷収集効率の評価,
日本物理学会第 70 回年次大会 (早稲田大学早稲田キャンパス, 2015 年 3 月 21-24 日). (一般講演)
 19. 白井純哉: SLAC の電子ビームを用いた HL-LHC アトラス実験用プラナーピクセル検出器の評価,
日本物理学会第 70 回年次大会 (早稲田大学早稲田キャンパス, 2015 年 3 月 21-24 日). (一般講演)
 20. 市村龍哉: ニュートリノ崩壊光探索のための Hf-STJ の研究開発,
日本物理学会第 70 回年次大会 (早稲田大学早稲田キャンパス, 2015 年 3 月 21-24 日). (一般講演)
 21. 奥平琢也: ニュートリノ崩壊光探索のための Nb/Al-STJ の研究開発 VI,
日本物理学会第 70 回年次大会 (早稲田大学早稲田キャンパス, 2015 年 3 月 21-24 日). (一般講演)

22. 石橋延幸：Multiloop amplitudes of light-cone gauge superstring field theory in noncritical dimensions,
弦の場の理論 15 奈良（奈良女子大学、奈良、2015 年 3 月 5 日-6 日）。（招待講演）
23. 佐藤勇二：Non-geometric backgrounds based on topological interfaces,
日本物理学会第 70 回年次大会（早稲田大学早稲田キャンパス、2015 年 3 月 21-24 日）。（一般講演）

〈その他特記事項〉

1. 石橋延幸：日本学術振興会学術システム研究センター専門委員
2. 石橋延幸：PTEP 編集委員
3. 佐藤勇二：欧州の学際研究教育ネットワーク「Gauge Theory as an Integrable System (GATIS)」(<http://gatis.desy.eu/>) のグローバルネットワークへの参加
4. 佐藤勇二：Hungarian Academy of Sciences (HAS) との二国間交流事業（共同研究）「ゲージ理論/重力理論双対性における可積分性と強結合ゲージ理論ダイナミクス」代表
5. 佐藤勇二：日本物理学会素粒子論領域運営委員

3.3 クォーク・核物質部門

部門長

江角 晋一（数理物質系物理学域 准教授）

構成教員

中條 達也（数理物質系物理学域 講師）

益井 宙（数理物質系物理学域 助教）

BUSCH, Oliver（数理物質系物理学域 国際テニュアトラック助教）ドイツ・ハイデルベルグ大学在駐

金谷 和至（数理物質系物理学域 教授 数理物質融合科学センター長）

小澤 颯（数理物質系物理学域 教授）

連携教員

三明 康郎（数理物質系物理学域 教授 副学長）

蔵増 嘉伸（数理物質系物理学域 教授）

谷口 祐介（数理物質系物理学域 講師）

クォーク・核物質部門では、ブルックヘブン国立研究所（BNL）における相対論的重イオン加速器（RHIC）を用いた PHENIX 実験、STAR 実験および、欧州共同原子核研究機構（CERN）における大型ハドロン加速器（LHC）を用いた ALICE 実験に参加し、高エネルギー原子核衝突実験を遂行するとともに、これまでに収集した実験データ解析や、今後の実験のための準備を行った。重イオン同士の衝突における、集団運動的性質の研究、HBT 干渉効果の研究、2 粒子相関によるジェット変貌効果の研究、直接光子の方位角異方性の研究、再構成したジェットの分布や相関の研究、ジェット内ハドロン分布の研究、保存量（バリオン数や電荷数）の揺らぎの研究、さらに、小さい衝突系（陽子+陽子、陽子+重イオン、重陽子+重イオン、 ^3He + 重イオン衝突等）や非対称衝突系における、2 粒子相関等による集団運動的性質の研究を行った。将来の重イオン衝突実験のための検出器開発研究（ALICE 実験 Dcal 検出器用のトリガーシステムの開発研究、ALICE 実験用超前

方シリコン・タングステン電磁カロリメータの開発研究、多段型 MRPC 開発、MPPC による光子検出特性研究、MAPMT を用いた飛跡検出器開発、ドリフトチェンバー開発) 等を行った。国際ニュートラック教員である Oliver Busch 氏は、ドイツ・ハイデルベルグ大学に滞在し、ALICE 実験のジェット物理解析ワーキング・グループ (PWG) のリーダーとしてジェットを用いた QGP 研究を進めるとともに、ALICE 実験の TRD 検出器の準備調整を行い CERN での実験を遂行するとともに、数年後に始まる予定の TRD 高速読み出しやジェット・トリガーの準備を行っている。日本、ドイツ、スイス、フランス、イタリア、アメリカ、中国、ロシア、インド等の国際連携による共同実験研究におけるジェット物理解析の PWG コンビナーとしての重要な役割を果たしている。

また、格子 QCD に基づく大規模シミュレーションによる有限温度・有限密度 QCD の研究を行い、QCD の第一原理からの相構造の解明やクォーク物質の熱力学的性質の計算にむけて、配位生成と計算手法開発を進めた。

(1) QGP の集団運動に関する研究

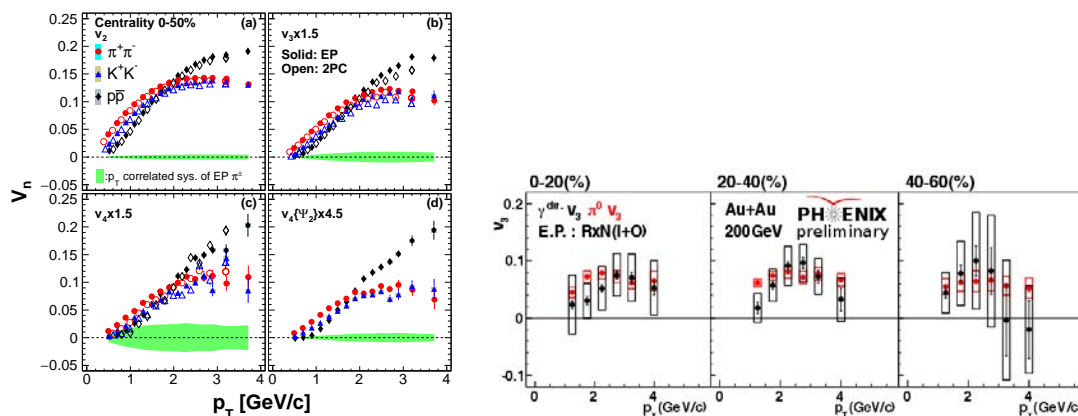


図 19 QGP の集団運動に関する研究。左図：ハドロンの高次方位角異方性 (論文 1)。右図：直接光子と π^0 の三角異方性 v_3 。

近年の包括荷電ハドロンの方位角異方性の測定により、楕円型方位角異方性 (v_2) に加えて三角形及び四角形の高次方位角異方性 (v_3, v_4) が、初期条件及び粘性の組み合わせをより強く制限することが判明した。 $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV 金 + 金原子核衝突において反応平面法及び二粒子相関法によって測定した粒子識別 v_2, v_3, v_4 を、図 19 左に結果を示す。(論文 1) 衝突初期から生成される光子はハドロン相における大きな膨張の寄与を受けないため v_2 が小さいと考えられ、実験で測定される直接光子の v_2 は、ハドロンの v_2 よりも小さいと期待されていたが、実際に測定した直接光子の v_2 は、ハドロンの v_2 と同程度の強度を持つことがわかった。そこで、QGP からの光子生成メカニズムを理解するために、さらに高次の三角型異方性 v_3 の測定を行った。図 19 右に示したように、 v_2 と同様に光子の v_3 もハドロンと同程度であることを観測した。

(2) 保存電荷揺らぎを用いた QCD 臨界点探索研究

米国ブルックヘブン国立研究所における相対論的重イオン衝突型加速器 RHIC を用いて、2010 年及び 2011 年にビームエネルギー走査プログラム (BES) が行われた。重心系核子対当たり 7.7 GeV から 200 GeV までのデータを収集し、QCD 臨界点探索のため保存電荷揺らぎを解析した。図 20 左、図 20 右は、測定した正味陽子分布及び正味電荷分布の高次揺らぎのビームエネルギー依存性である。(論文

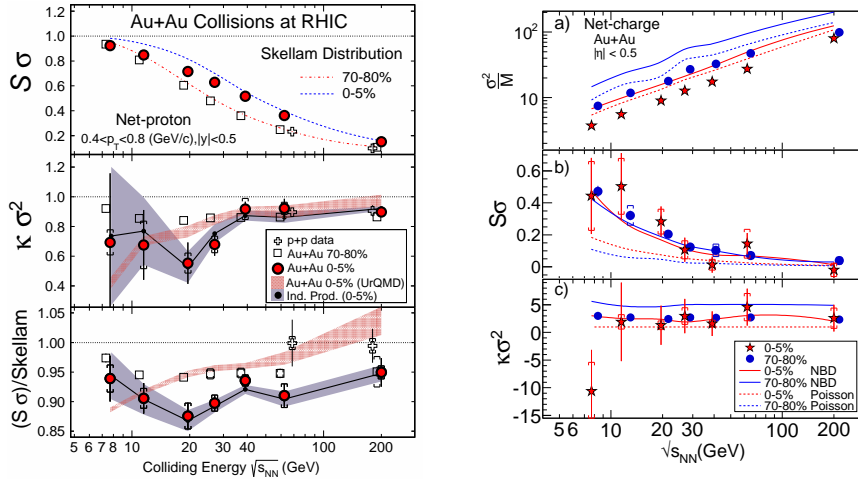


図 20 QCD 臨界点探索研究。左図：正味陽子分布の高次キュムラント（論文 2）。右図：正味電荷分布の高次キュムラント（論文 3）。

2、論文 3) 臨界点近傍では高次揺らぎが統計的 (ポアソンの) 揺らぎから大きくずれることが予想されており、特に正味陽子数分布 (図 20 左) ではビームエネルギー 20 GeV 付近で統計的揺らぎからのずれが観測され、ビームエネルギーに対して非単調的振る舞いを示したが、正味電荷数分布 (図 20 右) では、系統的不確かさの範囲内で優位なずれは観測されなかった。

(3) ジェットを用いた QGP 阻止能の研究

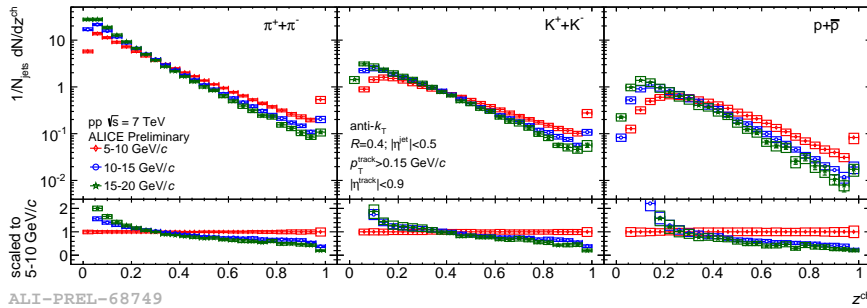


図 21 ジェットを用いた QGP 阻止能の研究。粒子識別したジェット破碎分布関数を、3つのジェット運動量領域で示す。

ジェットを用いた QGP 阻止能の研究を行うための準備的測定として、CERN-LHC の $\sqrt{s} = 7$ TeV 陽子・陽子衝突において、ALICE 実験でジェット内の荷電 π 、K 中間子、陽子 + 反陽子分布を測定した。1 ジェットあたりの π 、K 中間子、陽子 + 反陽子の生成量を、ジェット運動量に対する相対運動量 $z^{ch} = p_{T,particle}/p_{T,jet}^{ch}$ に対する依存性として、3つのジェット運動量領域で示した。K/ π 比が z^{ch} に対して単調増加するのに対し、 p/π 比は $0.5 < z^{ch} < 0.6$ 領域で最大値を示し、ジェット内の leading バリオン生成の抑制を示唆している。(論文 4)

(4) 稀少 RI リングプロジェクト

理化学研究所の RI ビームファクトリー (RIBF) の大型基盤実験装置の一つとして稀少 RI リング (Rare-RI Ring) の R&D を行ってきた。稀少 RI リングは、RIBF 棟の K4 室に設置され製作が始まっている。キッカー磁石の最大 rigidity を 6 Tm にするために、キッカー磁石 3 台を新たに増設するとともに、個別入射のための同軸管の開発と製作を行った。さらに、 ^{241}Am からの α 粒子を蓄積するため

の整備を行い、 α 粒子の蓄積実験を行った。また、稀少 RI リングで飛行時間の測定により不安定核の質量測定を行うための、検出器開発を行った。検出器に求められる条件は、1)100ps 以下の時間分解能、2) 高い検出効率、3) 電荷変化が起こらない、4) アクセプタンスが非常に大きいことである。検出器はアルミナイズドマイラー膜とマイクロチャンネルプレート (MCP) を組み合わせたものである。ビームがアルミナイズドマイラー膜を通過したときに発生する二次電子を電場と磁場を用いて MCP へと誘導し、信号を読みだす。放射線医学総合研究所の HIMAC において ^{84}Kr ビームを用いた性能評価では、予備的な値ながら、時間分解能 $\sigma \sim 60\text{ps}$ を得るとともに、検出効率として約 55% を得た。

(5) 不安定核の核モーメントと荷電核半径の測定

大阪大学核物理研究センター (RCNP) で磁気双極子モーメント測定実験および符号を実験的に測定する β -NMR 法の開発を進めている。不安定核の磁気モーメント測定には β -NMR 法が有用である。しかし従来の β -NMR 法では右回転、左回転の磁場が合わさった振動磁場を用いているため、どちらの回転磁場が NMR に寄与したか判別することが出来ず、得られるのはその絶対値のみである。符号決定のためには回転磁場が必要であり、これまでに陽子の磁気モーメントの符号測定で回転磁場を用いて正の符号を確認することが出来た。また、 ^{40}Sc の核磁気モーメント測定、及び、 ^{20}F の核磁気モーメントの符号測定の原理実証実験を行った。

不安定核ビームを用いた様々な実験により、安定核には見られない不安定核特有の性質があることが分かってきた。その一つとして挙げられるのがスキン構造である。スキン構造とは、不安定核の表面に陽子もしくは中性子が層のように分布する構造である。安定核では陽子と中性子は一様に分布するため、このような構造は見られない。不安定核のスキン構造を理解するには、原子核内での陽子と中性子の分布をそれぞれ独立に導出することが重要である。標的中心で約 300 MeV/nucleon の $^{34-36}\text{Ar}$ 、約 265 MeV/nucleon の $^{25-28}\text{Si}$ の荷電変換断面積、部分荷電変換断面積、チャージ ピックアップ反応断面積を測定した。また、荷電変換断面積と、すでに測定されている平均二乗根荷電核半径から、Glauber model 計算を用いて平均二乗根陽子半径を導出するために $0.89 < N/Z < 1$ の N/Z 補正項を導出した。

(6) 格子 QCD シミュレーションによる有限温度・有限密度 QCD の研究

金谷らは、新潟大学江尻准教授、広島大学梅田准教授、理化学研究所初田教授らとの共同研究で、改良 Wilson 型クォークを用いた格子 QCD シミュレーションによる有限温度・密度 QCD の研究を推進した。 $N_F = 2 + 1$ QCD (u,d,s クォークの動的効果を正しく取り入れた格子 QCD) の物理点近傍における状態方程式計算のための配位生成を推進するとともに、状態方程式の評価に必要なベータ関数を QCD の多変数空間で精度よく決定する手法として、多重点再重み付け法によるベータ関数評価の試験を行った。

多重点再重み付け法による QCD ベータ関数

有限温度・有限密度 QCD の状態方程式や物理量の温度・密度依存性を計算するためには、理論のパラメータ空間内の「等物理線 (Line of Constant Physics: LCP)」と、LCP 上でパラメータの格子間隔依存性をあらかず「ベータ関数」の情報が必要である。QCD は、ゲージ結合定数 (β) と複数のクォーク質量 (κ) や化学ポテンシャル (μ) を基本パラメータとして持つが、クォークは u, d, s の 3 種類は含める必要があり、多数の基本パラメータを扱う必要がある。u クォークと d クォークの質量差を無視する近似 ($N_F = 2 + 1$ QCD) では、これらはゲージ結合定数に相当する β と、u, d および s クォーク質量に相当するホッピングパラメータ κ_{ud} と κ_s で与えられる。このような高次元のパラメータ空間で LCP やベータ関数を精度よく評価することは簡単ではない。それを解決するために「多重点再重み付

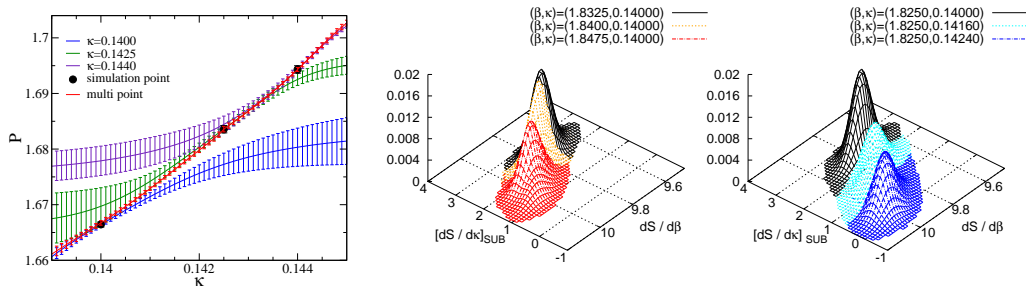


図 22 $N_F = 2$ QCD における多重点再重み付け法の試験研究 [論文 73]。左図：改良ブラケット $P = c_0 W^{1 \times 1} + 2c_1 W^{1 \times 2}$ の期待値の $\beta = 1.825$ における κ 依存性。黒丸は、3つのシミュレーション点における観測結果。紫、緑、青は、3点それぞれのデータによる単純な再重み付け法の結果。赤は、3点のデータを多重点再重み付け法により結合して計算した結果。中央および右図：作用の β 微分、 κ 微分のistogramのパラメータ依存性。

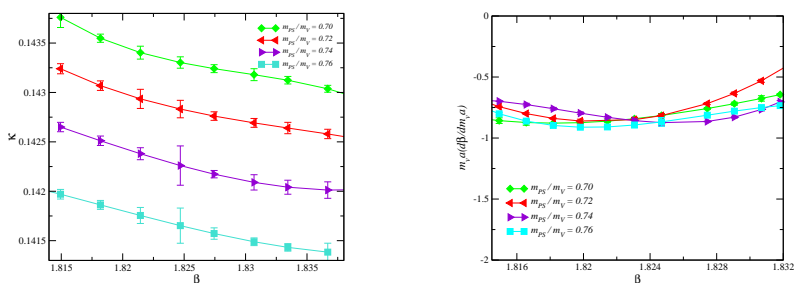


図 23 格子 QCD シミュレーションによる有限温度・有限密度 QCD の研究：多重点再重み付け法による、 $N_F = 2$ QCD の等物理線 (左図) と、ゲージ結合パラメータに関するベータ関数 (右図) に関する中間結果。[論文 73]

「重み付け法 (multi-point reweighting 法)」を検討し、密度ゼロの $N_F = 2$ QCD (u, d クォークの動的効果のみ取り入れた QCD) の場合に試験研究を行った (論文 73)。

系のパラメータ依存性を調べる有力な方法として、再重み付け法 (reweighting 法) がよく使われるが、有限温度・有限密度 QCD の研究で要求されるような、パラメータ空間の広い領域に応用することには困難が伴う。図 22 左に、改良ブラケット P の κ 依存性を示す。黒丸は 3つのシミュレーション点における観測結果で、紫、緑、青は、それぞれのシミュレーション点のデータを使って再重み付け法を使って計算した P の κ 依存性の予言をあらわす。パラメータを大きく動かすと観測結果を再現できないことがわかる。誤差評価も信頼性が低く、このまま LCP やベータ関数の計算に使うことは難しい。これは、再重み付け法に必要なヒストグラムを、各シミュレーション点での期待値近傍でしか信頼できる評価ができず、期待値が大きく動く事に対応するようなパラメータの大きな変化に対応できないという「重ねあわせ問題」による。

多重点再重み付け法では、重ねあわせ問題を解決するために、複数のシミュレーションデータを統合して再重み付けする。各シミュレーション点のヒストグラムが、互いに十分重ね合わさっていれば、それらをまたぐ広いパラメータ領域で、信頼できる再重み付けが可能となる。方法の詳細は論文 73 を参照。図 22 左の赤線で、3つのシミュレーション点 (黒丸) のヒストグラムを合わせて多重点再重み付け法により計算した結果を示す。多重点再重み付け法により、シミュレーション点の観測結果 (黒丸) をスムーズに繋ぎ、シミュレーション点の間の領域も含め、広いパラメータ領域で信頼性と精度の高い結果が得られることが確認される。以上は κ 方向の再重み付けだが、LCP とベータ関数の計算には、 β 方

向にも再重み付けする必要がある。図 22 中央と右に、再重み付け法に必要な量である作用の β 微分、 κ 微分のヒストグラムの、 β および κ 依存性を示す。これらは相互に有意に重なりあっており、これらのデータを多重点再重み付け法組み合わせることにより、パラメータ空間の広い領域で、精度の高い結果が得られることがわかる。それに基づいて計算した $N_F = 2$ QCD の LCP とベータ関数の結果の一部を、図 23 に示す。これらにより、手法の有効性を確認した。

〈論文〉

1. A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (PHENIX Collaboration), "Measurement of the higher-order anisotropic flow coefficients for identified hadrons in Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}}=200$ GeV", arXiv:1412.1038 (2014) Submitted to Phys. Rev. Lett.
2. L. Adamczyk, H. Masui *et al.* (STAR collaboration), "Energy Dependence of Moments of Net-proton Multiplicity Distributions at RHIC", Phys. Rev. Lett. **112** (2014) 3, 032302.
3. L. Adamczyk, H. Masui *et al.* (STAR collaboration), "Beam energy dependence of moments of the net-charge multiplicity distributions in Au+Au collisions at RHIC", Phys. Rev. Lett. **113** (2014) 092301.
4. B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Charged jet cross sections and properties in proton-proton collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV", Phys. Rev. D **91** (2015) 11, 112012.
5. J. Adam, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Rapidity and transverse-momentum dependence of the inclusive J/ψ nuclear modification factor in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=5.02$ TeV", JHEP **1506** (2015) 055.
6. J. Adam, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Measurement of dijet k_T in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=5.02$ TeV", Phys. Lett. B **746** (2015) 385-395.
7. J. Adam, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Measurement of jet suppression in central Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=2.76$ TeV", Phys. Lett. B **746** (2015) 1-14.
8. J. Adam, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Two-pion femtoscopy in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=5.02$ TeV", Phys. Rev. C **91** (2015) 034906.
9. J. Adam, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Forward-backward multiplicity correlations in pp collisions at $\sqrt{s}=0.9, 2.76$ and 7 TeV", JHEP **1505** (2015) 097.
10. S. Esumi, "Soft physics results from the PHENIX experiment", PTEP **2015** (2015) 3, 03A104.
11. J. Adam, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Centrality dependence of particle production in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=5.02$ TeV", Phys. Rev. C **91** (2015) 6, 064905.
12. B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Inclusive photon production at forward rapidities in proton-proton collisions at $\sqrt{s}=0.9, 2.76$ and 7 TeV", Eur. Phys. J. C **75** (2015) 4, 146.
13. B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Production of inclusive $\Upsilon(1S)$ and $\Upsilon(2S)$ in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=5.02$ TeV", Phys. Lett. B **740** (2015)

- 105-117.
14. A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (PHENIX collaboration), "Charged-pion cross sections and double-helicity asymmetries in polarized p+p collisions at $\sqrt{s}=200$ GeV", *Phys. Rev. D* **91** (2015) 3, 032001.
 15. A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (PHENIX collaboration), "Search for dark photons from neutral meson decays in p+p and d + Au collisions at $\sqrt{s_{NN}}=200$ GeV", *Phys. Rev. C* **91** (2015) 3, 031901.
 16. B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Event-by-event mean p_T fluctuations in pp and Pb-Pb collisions at the LHC", *Eur. Phys. J. C* **74** (2014) 10, 3077.
 17. B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Technical Design Report for the Upgrade of the ALICE Inner Tracking System", *J. Phys. G* **41** (2014) 087002.
 18. B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Upgrade of the ALICE Experiment: Letter Of Intent", *J. Phys. G* **41** (2014) 087001.
 19. B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Exclusive J/ ψ photoproduction off protons in ultra-peripheral p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=5.02$ TeV", *Phys. Rev. Lett.* **113** (2014) 23, 232504.
 20. B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Multiplicity dependence of jet-like two-particle correlations in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=5.02$ TeV", *Phys. Lett. B* **741** (2015) 38-50.
 21. A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (PHENIX collaboration), "Cross section and transverse single-spin asymmetry of η mesons in $p\uparrow+p$ collisions at $\sqrt{s}=200$ GeV at forward rapidity", *Phys. Rev. D* **90** (2014) 7, 072008.
 22. B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Production of $\Sigma^\pm(1385)$ and $\Xi^0(1530)$ in proton-proton collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV", *Eur. Phys. J. C* **75** (2015) 1, 1.
 23. B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Multiparticle azimuthal correlations in p-Pb and Pb-Pb collisions at the CERN Large Hadron Collider", *Phys. Rev. C* **90** (2014) 5, 054901.
 24. B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Suppression of $\Upsilon(1S)$ at forward rapidity in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=2.76$ TeV", *Phys. Lett. B* **738** (2014) 361-372.
 25. B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Beauty production in pp collisions at $\sqrt{s}=2.76$ TeV measured via semi-electronic decays", *Phys. Lett. B* **738** (2014) 97-108.
 26. B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Measurement of electrons from semileptonic heavy-flavor hadron decays in pp collisions at $\sqrt{s}=2.76$ TeV", *Phys. Rev. D* **91** (2015) 1, 012001.
 27. A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (PHENIX collaboration), "Cross section for b-bbar

- production via dielectrons in d+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}}=200$ GeV", Phys. Rev. C **91** (2015) 1, 014907.
28. A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (PHENIX collaboration), "Low-mass vector-meson production at forward rapidity in p+p collisions at $\sqrt{s}=200$ GeV", Phys. Rev. D **90** (2014) 5, 052002.
 29. A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (PHENIX collaboration), "Centrality dependence of low-momentum direct-photon production in Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}}=200$ GeV", Phys. Rev. C **91** (2015) 6, 064904.
 30. B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Suppression of $\psi(2S)$ production in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=5.02$ TeV", JHEP **1412** (2014) 073.
 31. B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Neutral pion production at midrapidity in pp and Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=2.76$ TeV", Eur. Phys. J. C **74** (2014) 10, 3108.
 32. A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (PHENIX collaboration), "Measurement of K^{0S} and K^{*0} in p+p, d+Au, and Cu+Cu collisions at $\sqrt{s_{NN}}=200$ GeV", Phys. Rev. C **90** (2014) 5, 054905.
 33. A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (PHENIX collaboration), "Heavy-quark production and elliptic flow in Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}}=62.4$ GeV", Phys. Rev. C **91** (2015) 4, 044907.
 34. B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Measurement of prompt D-meson production in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=5.02$ TeV", Phys. Rev. Lett. **113** (2014) 23, 232301.
 35. B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Transverse momentum dependence of inclusive primary charged-particle production in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=5.02$ TeV", Eur. Phys. J. C **74** (2014) 9, 3054.
 36. B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Azimuthal anisotropy of D meson production in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=2.76$ TeV", Phys. Rev. C **90** (2014) 3, 034904.
 37. B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Measurement of visible cross sections in proton-lead collisions at $\sqrt{s_{NN}}=5.02$ TeV in van der Meer scans with the ALICE detector", JINST **9** (2014) 11, P11003.
 38. A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (PHENIX collaboration), "Measurement of long-range angular correlation and quadrupole anisotropy of pions and (anti)protons in central d+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}}=200$ GeV", Phys. Rev. Lett. **114** (2015) 192301.
 39. A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (PHENIX collaboration), "Measurement of $\Upsilon(1S+2S+3S)$ production in p+p and Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}}=200$ GeV", Phys. Rev. C **91** (2015) 2, 024913.
 40. B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Freeze-out radii extracted from three-pion cumulants in pp, p-Pb and Pb-Pb collisions at the LHC", Phys. Lett. B **739** (2014) 139-151.
 41. B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), " $K^{*0}(892)$ and

- $\phi(1020)$ production in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=2.76$ TeV", Phys. Rev. C **91** (2015) 2, 024609.
42. B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Measurement of quarkonium production at forward rapidity in pp collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV", Eur. Phys. J. C **74** (2014) 8, 2974.
 43. A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (PHENIX collaboration), "Inclusive double-helicity asymmetries in neutral-pion and eta-meson production in $\vec{p}+\vec{p}$ collisions at $\sqrt{s}=200$ GeV", Phys. Rev. D **90** (2014) 1, 012007.
 44. B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Performance of the ALICE Experiment at the CERN LHC", Int. J. Mod. Phys. A **29** (2014) 1430044.
 45. A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (PHENIX collaboration), "Azimuthal-angle dependence of charged-pion-interferometry measurements with respect to second- and third-order event planes in Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}}=200$ GeV", Phys. Rev. Lett. **112** (2014) 22, 222301.
 46. B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Production of charged pions, kaons and protons at large transverse momenta in pp and Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=2.76$ TeV", Phys. Lett. B **736** (2014) 196-207.
 47. A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (PHENIX collaboration), "Centrality categorization for $R_{p(d)+A}$ in high-energy collisions", Phys. Rev. C **90** (2014) 3, 034902.
 48. A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (PHENIX collaboration), "System-size dependence of open-heavy-flavor production in nucleus-nucleus collisions at $\sqrt{s_{NN}}=200$ GeV", Phys.Rev. C **90** (2014) 3, 034903.
 49. B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Centrality, rapidity and transverse momentum dependence of J/ψ suppression in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=2.76$ TeV", Phys. Lett. B **734** (2014) 314-327.
 50. B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (ALICE collaboration), "Measurement of charged jet suppression in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=2.76$ TeV", JHEP **1403** (2014) 013.
 51. A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (PHENIX collaboration), "Heavy-flavor electron-muon correlations in p+p and d+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}}=200$ GeV", Phys. Rev. C **89** (2014) 3, 034915.
 52. S.S. Adler, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake *et al.* (PHENIX collaboration), "Transverse-energy distributions at midrapidity in p+p, d+Au, and Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}}=62.4-200$ GeV and implications for particle-production models", Phys. Rev. C **89** (2014) 4, 044905.
 53. L. Adamczyk, H. Masui *et al.* (STAR collaboration), "Long-range pseudorapidity dihadron correlations in d+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}}=200$ GeV", Phys. Lett. B **747** (2015) 265-271.
 54. L. Adamczyk, H. Masui *et al.* (STAR collaboration), "Effect of event selection on jetlike correlation measurement in d+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}}=200$ GeV", Phys. Lett. B **743** (2015) 333-339.
 55. X. Sun, H. Masui, A.M. Poskanzer, A. Schmah, "Blast Wave Fits to Elliptic Flow Data at $\sqrt{s_{NN}}=7.7-2760$ GeV", Phys. Rev. C **91** (2015) 2, 024903.
 56. N.M. Abdelwahab, H. Masui *et al.* (STAR collaboration), "Isolation of Flow and Nonflow Correlations by Two- and Four-Particle Cumulant Measurements of Azimuthal Harmonics in $\sqrt{s_{NN}}=200$ GeV Au+Au Collisions", Phys. Lett. B **745** (2015) 40-47.

57. L. Adamczyk, H. Masui *et al.* (STAR collaboration), "Charged-to-neutral correlation at forward rapidity in Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}}=200$ GeV", Phys. Rev. C **91** (2015) 3, 034905.
58. L. Adamczyk, H. Masui *et al.* (STAR collaboration), " $\Lambda\Lambda$ Correlation Function in Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}}=200$ GeV", Phys. Rev. Lett. **114** (2015) 2, 022301.
59. L. Adamczyk, H. Masui *et al.* (STAR collaboration), "Observation of D^0 Meson Nuclear Modifications in Au+Au Collisions at $\sqrt{s_{NN}}=200$ GeV", Phys. Rev. Lett. **113** (2014) 14, 142301.
60. L. Adamczyk, H. Masui *et al.* (STAR collaboration), "Beam-energy dependence of charge separation along the magnetic field in Au+Au collisions at RHIC", Phys. Rev. Lett. **113** (2014) 052302.
61. H. Agakishiev, H. Masui *et al.* (STAR collaboration), "Event-plane-dependent dihadron correlations with harmonic v_n subtraction in Au + Au collisions at $\sqrt{s_{NN}}=200$ GeV", Phys. Rev. C **89** (2014) 4, 041901.
62. L. Adamczyk, H. Masui *et al.* (STAR collaboration), "Dielectron azimuthal anisotropy at mid-rapidity in Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}}=200$ GeV", Phys. Rev. C **90** (2014) 6, 064904.
63. L. Adamczyk, H. Masui *et al.* (STAR collaboration), "Beam-Energy Dependence of the Directed Flow of Protons, Antiprotons, and Pions in Au+Au Collisions", Phys. Rev. Lett. **112** (2014) 16, 162301.
64. L. Adamczyk, H. Masui *et al.* (STAR collaboration), "Dielectron Mass Spectra from Au+Au Collisions at $\sqrt{s_{NN}}=200$ GeV", Phys. Rev. Lett. **113** (2014) 2, 022301, Phys. Rev. Lett. **113** (2014) 4, 049903.
65. L. Adamczyk, H. Masui *et al.* (STAR collaboration), "Suppression of Υ production in d+Au and Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}}=200$ GeV", Phys. Lett. B **743** (2015) 537-541.
66. L. Adamczyk, H. Masui *et al.* (STAR collaboration), " J/ψ production at low p_T in Au+Au and Cu+Cu collisions at $\sqrt{s_{NN}}=200$ GeV with the STAR detector", Phys. Rev. C **90** (2014) 2, 024906.
67. A. Ozawa, T. Moriguchi *et al.*, "Charge-changing cross sections of ^{30}Ne , $^{32,33}\text{Na}$ with a proton target", Phys. Rev. C **89** (2014) 044602.
68. M. Takechi, A. Ozawa *et al.*, "Evidence of halo structure in ^{37}Mg observed via reaction cross sections and intruder orbitals beyond the island of inversion", Phys. Rev. C **90**, (2014) 061305(R).
69. T. Moriguchi, A. Ozawa *et al.*, "Density distribution of ^{14}Be from reaction cross-section measurements", Nucl. Phys. A **929** (2014) 83-93.
70. T. Komatsubara, A. Ozawa *et al.*, "Excited states above the proton threshold in ^{26}S ", Eur. Phys. J. A (2014) **50**: 136.
71. T. Yamaguchi, A. Ozawa *et al.*, "Cherenkov light detection as a velocity selector for uranium fission products at intermediate energies", Nucl. Inst. and Meth. in Physics Research A **766** (2014) 123-125.
72. Y.G. Ma, A. Ozawa *et al.*, "Different mechanism of two-proton emission from proton-rich nuclei ^{23}Al and ^{22}Mg ", Physics Letters B **743** (2015) 306-309.
73. Ryo Iwami, S. Ejiri, K. Kanaya, Y. Nakagawa, T. Umeda, D. Yamamoto (WHOT-QCD Collaboration), Multipoint reweighting method and beta functions for the calculation of QCD equation of state, PoS (LATTICE 2014) (2015)

〈著書・総説等〉

1. Busch Oliver, "Profiling jets with ALICE", CERN Courier, 27 Jan (2014), 1-2 月号

〈研究成果発表〉

[国際会議]

1. 江角晋一 for the PHENIX collaboration, 「Emission angle and particle mass dependence of HBT Interferometry in Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}}=200$ GeV」, Quark Matter 2014 (Darmstadt, Germany, 2014 年 5 月 19-24 日) (一般講演)
2. 益井宙 for the ALICE collaboration, 「Measurements of Jets and Photons in Heavy Ion Collisions at the Highest Beam Energy during the LHC-Run 2 by ALICE」, 2014 Joint Workshop of the France-Japan (TYL/FJPPL) and France-Korea (FKPPL) Particle Physics Laboratories (Bordeaux, France, 2014 年 5 月 26-28 日) (一般講演)
3. 中條達也 for the ALICE collaboration, 「Calorimetry in ALICE at LHC」, TIPP 2014, International Conference on Technology and Instrumentation in Particle Physics 2014 (Amsterdam, Netherlands, 2014 年 6 月 2-6 日) (一般講演)
4. 江角晋一, 「Experimental results from RHIC」, ATHIC 2014, The 5th Asian Triangle Heavy Ion Conference (Osaka, Japan, 2014 年 8 月 5-8 日) (招待講演)
5. 中條達也, 「Experimental status of heavy-ion collisions at LHC」, ATHIC 2014, The 5th Asian Triangle Heavy Ion Conference (Osaka, Japan, 2014 年 8 月 5-8 日) (招待講演)
6. 益井宙 for the ALICE collaboration, 「Future perspectives of the ALICE experiment and detector upgrade」, ATHIC 2014, The 5th Asian Triangle Heavy Ion Conference (Osaka, Japan, 2014 年 8 月 5-8 日) (招待講演)
7. 益井宙, 「Azimuthal Anisotropy for Multi-strange Hadrons as Penetrating Probe in High-Energy Heavy-Ion Collisions at RHIC」, High Energy Strong Interactions: A School for Young Asian Scientists (Wuhan, China, 2014 年 9 月 22-26 日) (招待講演)
8. 江角晋一, 「Study of Hot QCD matter at RHIC and LHC」, HAWAII 2014, Fourth Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of the American Physical Society and The Physical Society of Japan (Hawaii, USA, 2014 年 10 月 7-11 日) (招待講演)
9. 益井宙, 「Beam Energy Scan at RHIC」, HAWAII 2014, Fourth Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of the American Physical Society and The Physical Society of Japan, mini-workshop "Quark Gluon Plasma and Future Directions in Heavy Ion Physics at RHIC and LHC" (Hawaii, USA, 2014 年 10 月 7-11 日) (招待講演)
10. 中條達也 for the ALICE collaboration, 「Forward Calorimetry in ALICE at LHC」, HAWAII 2014, Fourth Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of the American Physical Society and The Physical Society of Japan (Hawaii, USA, 2014 年 10 月 7-11 日) (一般講演)
11. 小沢顕, 「Mass measurement with Rare-RI Ring」, HAWAII 2014, Fourth Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of the American Physical Society and The Physical Society of Japan (Hawaii, USA, 2014 年 10 月 7-11 日) (招待講演)

12. 中條達也 for the ALICE collaboration, 「The ALICE computing upgrade project and network in Asia」, AFAD 2014, 6th Asian Forum for Accelerators and Detector (NSRRC, Taiwan, 2015年1月26日) (一般講演)
13. 益井宙, 「Recent flow results at RHIC」, GNR workshop, Flow and heavy flavour workshop in high energy heavy ion collisions (Inchon, Korea, 2015年2月24-26日) (招待講演)
14. 中條達也 for the ALICE collaboration, 「Introduction to France-Japan collaboration, Forward Calorimeter: Physics」, France-Japan workshop on physics analysis in the ALICE experiment (Sainte-Maxime, France, 2015年3月14-15日) (一般講演)
15. Ryo Iwami, S. Ejiri, K. Kanaya, Y. Nakagawa, T. Umeda, D. Yamamoto (WHOT-QCD Collaboration), 「Multipoint reweighting method and beta functions for the calculation of QCD equation of state」, The XXXII International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2014) (Columbia University, New York, USA, June 23-28, 2014).

[国内学会・研究会]

1. 江角晋一, 「QM2014: 全体の包括」, 第25回 Heavy Ion Cafe 並びに第19回 Heavy Ion Pub 合同研究会「QM2014 から探る QCD 物質の最前線」(名古屋大学 ES 総合館 6 階, 2014年6月6日) (招待講演)
2. 中條達也, 「ALICE の forward 物理」, ハドロン散乱ゼロ度測定勉強会 (名古屋大学研究所共同館 5 階, 2015年3月2日) (招待講演)
3. 江角晋一, 「クォーク核物質部門の研究」, 第1回 CiRfSE ワークショップ (筑波大学 総合研究棟, 2015年3月12-13日) (基調講演)
4. Bucsh Oliver, 「LHC-ALICE experiment and Jet physics」, 第1回 CiRfSE ワークショップ (筑波大学 総合研究棟, 2015年3月12-13日) (招待講演)
5. 中條達也, 「LHC-ALICE 実験でのコンピューティング (Computing in LHC-ALICE)、75GB/s 生データに挑戦! 次世代 LHC 重イオン衝突実験におけるパイプラインデータ処理と世界分散計算機網」, 日本物理学会 第70回年次大会 (早稲田大学, 2015年3月21-24日) (招待講演)
6. 江角晋一, 「第1題: p_T 分布、Flow、2体相関 (ridge 含む)、3体相関、第2題: フロー (粒子相関) とゆらぎ」, チュートリアル研究会「重イオン衝突の物理: 基礎から最先端まで」(理化学研究所 和光, 2015年3月25-27日) (招待講演)
7. 中條達也, 「第1題: 前方の物理 (実験)、第2題: ジェットの物理 (実験)」, チュートリアル研究会「重イオン衝突の物理: 基礎から最先端まで」(理化学研究所 和光, 2015年3月25-27日) (招待講演)
8. 益井宙, 「Glauber、粒子多重度、中心度、揺らぎなど」, チュートリアル研究会「重イオン衝突の物理: 基礎から最先端まで」(理化学研究所 和光, 2015年3月25-27日) (招待講演)
9. 小沢顕, 「RI ビーム飛行時間検出器の開発」, 「固体水素標的を用いた陽子ドリップライン近傍核生成法の開発」, 平成25年度 HIMAC 共同利用研究成果発表会 (放射線医学総合研究所, 2015年4月21-22日) (一般講演)

4 環境エネルギー材料研究拠点 活動報告

拠点長 鍋島 達弥 (数理物質系化学域 教授)

環境エネルギー材料研究拠点では、高効率なエネルギー変換や物質変換およびエネルギー貯蔵、さらには再生可能エネルギーの高効率利用を可能にする革新的物質・素材・材料開発に関する先導的な研究を行い、持続可能な社会の構築に貢献することをミッションとしている。また独自の基礎的で萌芽的な研究と応用研究をつなぐ学理の構築も本拠点の重要な使命である。本拠点は物質変換材料研究部門とエネルギー変換・貯蔵部門の二つの部門からなるが、異分野融合による研究の推進を旨とし、逆問題研究推進室、計算科学研究センター、特に学際物質科学研究センターとの密接な連携や、つくば地区にある高エネルギー加速器研究機構、物質・材料研究機構、産業技術総合研究所との積極的な連携にも重きを置いている。本拠点はこのような活動を通してつくば地区の環境エネルギー研究のハブ的役割も担う。

(1) 物質変換材料研究部門の研究

ヘテロダイン走査トンネル分光計測法 (heterodyne scanning tunneling spectroscopy, HSTS) という新しい局所精密計測手法を開発した。この手法を用いることで、これまでは計測できなかった物質の様々な重要な微細構造情報にアクセスできるようになり、新しい物性の発見が可能となると期待される。その他、 π 共役高分子マイクロ球体からの共鳴発光現象を発見した。発生した光をキャビティー中に効率よく閉じ込めて増幅させる、高分子レーザー発振素子への展開が期待される成果である。

(2) エネルギー変換・貯蔵部門の研究

次世代二次電池であるナトリウムイオン電池の正極材料の研究を推進した。層状酸化物の拡散係数の決定に成功したり、イオンモデルを層状酸化物の起電力に適用して安定かつ高性能なナトリウムイオン正極材料の開発に貢献する成果を得た。またバルクヘテロジャンクション型有機薄膜太陽電池のドメイン構造と分子混合を明らかにし、エネルギー変換効率が分子混合率に強く依存すること証明するなど、今後の有機薄膜太陽電池の開発に極めて有用な知見を得た。

[国際会議]

1. 2015 CENIDE-CNMM-TIMS Joint Symposium on Nanoscience and -technology、平成 27 年 3 月 16、17 日にドイツの Duisburg-Essen 大学で本シンポジウムを開催した。TIMS と CENIDE および台湾国立清華大学の CNMM の共催であるが、二つの部門関係者が中心となり、活発な発表及び質疑応答が行われた。学生によるポスター発表もあり、研究交流と人材育成の両面から非常に有意義な活動となった。次回は TIMS が世話人となってつくばで開催の予定である。

[国内学会・研究会]

1. 平成 26 年度 TIMS 研究交流会を平成 26 年 9 月 5 日、大学会館で開催した。TIMS のメンバーによる 4 件の講演と、特別講演として旭化成 (株) フェローの吉野彰氏による「リチウムイオン電池 現在・過去・未来」が行われた。TIMS 主催の講演会であるが、二部門と連携しながら企画を行ったものである。学外からも多くの参加者があり、拠点および TIMS の広報活動としても有意義であった。

- 平成 27 年 3 月 12、13 日の第 1 回 CiRfSE ワークショップでは、本拠点の二つの部門がそれぞれの研究分野に関わるワークショップを開催した。物質変換材料研究部門からは、中村部門長による環境エネルギー技術における触媒研究の重要性や部門の研究内容および今後の方向性の説明に続き、触媒解析のための新規に開発したヘテロダイン S T S、高分子からなる光デバイス、金触媒の活性発現メカニズム、直接アリアル化による高分子合成法、第一原理計算による触媒シミュレーションという触媒関連の 5 件の発表が行われ、触媒の学理と応用に関する広範な研究が紹介された。エネルギー変換・貯蔵部門のテーマである有機系太陽電池について、主に、色素増感太陽電池、有機薄膜太陽電池、ペロブスカイト型太陽電池の 3 つに関して、色素増感太陽電池のノウハウを活かしたペロブスカイト型太陽電池のエネルギー変換効率の向上についての基調講演、および、有機薄膜太陽電池に関して 3 件、ペロブスカイト型太陽電池に関して 1 件の講演が行われた。また守友部門長から部門の研究の方向性とこれまでの研究成果の概要の説明、中核教員の西堀による、国際テニュアトラックを駆使した量子ビーム利用世界拠点戦略についての説明と最新の研究成果の報告があった。
- CiRfSE ワークショップに引き続き 3 月 13 日の午後から、物質変換材料研究部門が企画したミニ研究会を行った。均一系触媒によるギ酸合成、不均一系触媒によるメタノール合成および光触媒による CO₂還元について 3 件の講演があった。この研究会は日本表面科学会主催「CO₂還元触媒ワークショップ」でもあり、学外、特に企業からの参加者が 13 名 あるなど、外部からの参加者も多く、活発な質疑応答が行われた。

〈その他特記事項〉

- 全学戦略枠の西堀教授と共同で研究を行う国際テニュアトラック教員（笠井秀隆助教）を選考し、平成 27 年度よりデンマークオーフス大学のアイバーセン教授との国際連携の実施を決定した。環境エネルギー材料研究における国際放射光利用拠点の形成に向けて活動を開始した。

4.1 物質変換材料研究部門

部門長

中村 潤児（数理物質系物質工学域 教授）

構成教員

神原 貴樹（数理物質系物質工学域 教授）

山本 洋平（数理物質系物質工学域 准教授）

連携教員

Stephan Barcikowski（ドイツ University of Duisburk-Essen 教授）

王 貴昌（中国 南開大学化学部 教授）

吉信 淳（東京大学物性研究所 教授）

森川 良忠（大阪大学大学院工学研究科 教授）

近藤 剛弘（数理物質系物質工学域 准教授）

物質変換材料部門では、環境エネルギー材料の学理（表面科学）と応用に関する研究を行なっている。平成 26 年度の特筆すべき成果として、i) 固体表面の単一原子の量子状態の測定を可能にするヘテロダイン走査ト

ンネル分光法の開発に成功した。ii) 工業触媒反応の分野で初となる Eley-Rideal 型反応機構を見出した。iii) 非白金カーボンアロイ触媒の活性点を解明した。iv) π 共役高分子マイクロ球体からの共鳴発光現象を発見した。以下、具体的にその内容を記す。

(1) ヘテロダイン走査トンネル分光計測法の開発

研究グループは、ヘテロダイン走査トンネル分光計測法 (heterodyne scanning tunneling spectroscopy, HSTS) という新しい局所精密計測手法を開発した。この方法により、これまで困難であったテラヘルツ波の信号やノイズレベルの強度しかない微弱信号を原子レベルの空間分解能と高いエネルギー分解能で検出することが可能になった (論文 2)。

物質の原子 1 つ 1 つを識別してその性質を調べる研究はこれまでに盛んに取り組みられてきている。しかしながら、テラヘルツ波の信号やノイズレベル (-174 dBm レベル近くの強度の信号) の強度しかない微弱な信号を検出する分光技術の開発は難しく、未だに成し遂げられていない課題であった。その主な原因は、物質の原子 1 つ 1 つを識別するための信号検出感度と、エネルギー分解能の低さにある。これまでの試みでは、検出感度を上げるための刺激が計測対象に擾乱を与え、計測ができなくなってしまうという問題があった。

本研究グループは、微弱信号を高感度に検出する方法として、アルマ宇宙望遠鏡の検出技術に着目した。アルマ望遠鏡では、宇宙遠方からの極微弱なテラヘルツ波信号を窒化ニオブチタン/絶縁体/窒化ニオブチタン接合部へ導波し、ヘテロダイン検出という信号検出方法により計測している。この接合部の形やサイズは、原子 1 つ 1 つを観る走査型トンネル顕微鏡 (STM) の探針と試料間の接合部分と良く似ている。そこでヘテロダイン検出法を走査型トンネル顕微鏡に導入し、極めて高い信号検出感度を備え、エネルギー分解能が高く、計測対象に擾乱を与えずに原子レベルの空間分解能を実現する、新しい局所精密分光計測技法として HSTS 計測法を開発した。

開発した HSTS 計測法では、2 つの入力交流信号 f_1 と f_2 のヘテロダインミキシングを STM の探針と試料の間の接合部分で生じさせ、 f_1 と f_2 の周波数の差を持つ信号 f_3 を生起する (図 24)。 f_3 は 1 eV~1 neV までの幅広いエネルギー領域、すなわち 1 MHz~1 PHz までの幅広い周波数領域に、任意の強度で発生させることができる。発生させた f_3 信号は、ラジオをチューニングするように動かすことができる。この f_3 信号を用いて測定対象と共鳴吸収やヘテロダインミキシングを起こさせて信号を高感度に検出することで、1 peV のエネルギー分解能と原子レベルの空間分解能で精密分光を行う。例えば、固体表面上のスピンのラーモア歳差運動と呼ばれる運動や分子の回転や振動モードを、非破壊かつ無擾乱で高感度に計測することができる。

本研究で開発した HSTS 計測法により、物質の原子 1 つ 1 つを識別しながら、それぞれの原子の性質を高速かつ精密に計測することが可能となった。今後、物理化学、物質科学、生命科学などの様々な分野で HSTS 計測法が用いられ、これまでは計測できなかった物質の様々な重要な微細構造情報にアクセスすることで新しい物質の性質を発見することが期待される。

(2) 固体高分子型燃料電池カソード電極触媒の白金代替材料開発の研究

固体高分子型燃料電池のカソード電極触媒の白金代替材料として期待されている窒素含有炭素材料の活性点とメカニズムを解明するための研究を推進した。窒素含有触媒には 2 つの代表的な窒素種 (ピリジン型窒素とグラファイト型窒素) が存在しており、どちらがカソード電極で起こる酸素還元反応 ($O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$) の触媒活性点として機能しているかが分かっておらず論争となっていた。そこで、本研究グループはピリジン型窒素のみを有する触媒や、グラファイト型窒素のみを有する触媒を

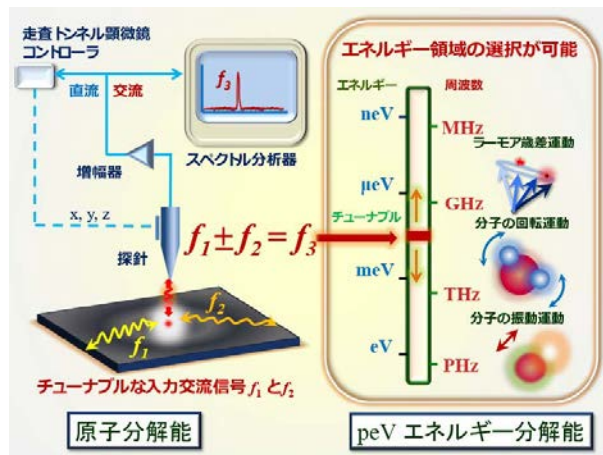


図 24 ヘテロダイン走査トンネル分光 (HSTS) 計測法の模式図

それぞれモデル触媒として高配向性熱分解グラファイト (HOPG) を用いて新たに作成し、電気化学試験を行うことにより触媒活性点の同定を試みた。また、グラフェン粉末を用いて作成した窒素ドーピンググラフェンでも同様の解析を行った。これらの研究の結果、触媒活性点はピリジン型窒素によって形成されていることを突き止めた。また、二酸化炭素をプローブとして用いた昇温脱離計測 (TPD) や反応前後での触媒の詳細な解析により、ピリジン型窒素の隣の炭素がルイス塩基点となっており、ここが酸素還元反応の触媒活性点となっている可能性を見出した。現在、これらの成果を論文にまとめている。

(3) CO₂ からメタノールを合成する新規触媒開発の研究

Cu 触媒における触媒反応メカニズムを明らかにする CO₂ 分子線実験と、新規触媒を探索するグラフェン触媒研究を推進した。

CO₂ 分子線実験

本研究グループはこれまでの研究により、銅系触媒を用いた CO₂ の水素化によるメタノール合成の第一段階であるフォルメート (COOH) 生成反応 ($\text{CO}_2 + \text{H}(\text{a}) \rightarrow \text{COOH}(\text{a})$, (a) は触媒表面に吸着した分子) が、CO₂ 分子と触媒上の水素原子との直接衝突で進行する Eley-Lideal 機構 (ER 機構) と呼ばれる反応機構で進行する可能性を見出してきた。現在知られている触媒反応の反応機構のほとんどは Langmuir- Hinshelwood 機構 (LH 機構) と呼ばれる機構であり、ER 機構で生じると報告されている化学反応は稀であり現実の実用触媒反応とは程遠いものばかりであることが知られている。もしフォルメート生成反応がこれまでの予測通り ER 機構で進行するならば、CO₂ 分子にのみ直接エネルギーを与えることで反応を効率的に進行させることが可能となる。そこで、Cu 触媒表面でのフォルメート生成反応が ER 機構で進行することを明らかにすることを目的として、気体分子の並進・振動エネルギーを制御することができる超音速分子線技術を用いて、CO₂ 分子に直接エネルギーを与えてフォルメート生成を低温の触媒表面上に生成させる実験を行った。この結果、Cu 単結晶モデル触媒表面を 170 K という低温に保持しておいても、CO₂ の並進エネルギーと振動エネルギーを増加させるとフォルメート生成が起こることが明らかとなり、フォルメート生成反応が ER 機構型の反応プロセスで Cu 表面上に形成することが明らかとなった。現在、これらの成果を論文にまとめている。

グラフェン触媒研究

他の触媒担体では見られないグラフェン担体特性を調べて、触媒粒子が自発的に生成する機構を明らか

にした。そこで重要なポイントはグラフェンのゼータ電位でありグラフェンの荷電状態が触媒形成を左右する。現在、これらの成果を論文にまとめている。また、メタノール合成に対する活性についてグラフェン担持触媒 (Cu を含む) をサーベイしたがいずれも極めて活性が低かった。これはグラフェンの強い担体効果と考えられる。また、グラフェンに複数の触媒金属を担持して電気化学的メタノール合成を行う実験を開始した。また、放射光を用いた分光実験を開始した。

(4) π 共役高分子マイクロ球体からの共鳴発光現象の発見

π 共役高分子は、電荷輸送特性・発光特性・エレクトロクロミズムなど、光電子デバイスにおける有力な有機材料の一つとして注目されている。その中で、発生した光をキャビティー中に効率よく閉じ込めて増幅させる、高分子レーザー発振素子実現に向けた研究も多く行われている。光増幅法の一つとして、高屈折率な材料で構成する球体内部で光を全反射させて閉じ込める方法がある。このようにして増幅させた光は Whispering Gallery Mode (WGM) 発光と呼ばれる。本研究では、様々な π 共役高分子からなる自己組織化マイクロ球体 1 粒子からの発光測定と詳細な解析を行った。

これまでに我々は、 π 共役交互共重合体を溶液中での自己組織化により球状構造体を定量的に形成することを見出している (図 25 a-h)。作製した球の分散液を、 SiO_2 (200 nm) /Si 基板上にスピコート法 (1000 rpm, 30 s) により滴下した後、大気下で乾燥し、球を基板表面に固定した。発光スペクトルは、波長 405 nm レーザーをマイクロ球のエッジ部分に照射し測定した。さらに、得られた WGM 発光と理論計算との整合性、連続照射による耐久性評価、曲率による Q 値プロットによる WGM 発現の閾値の測定を行った。

得られた球状構造体において、直径が $2 \mu\text{m}$ 以上の球体から、鋭い周期的な発光を観測した (図 25 i-l)。粒径が大きくなるにつれ、鋭い発光の間隔が狭くなり、密集したスペクトルへと変化した。このような鋭い発光は、球内部で全反射しながら閉じ込められた光の干渉による WGM 発光と呼ばれる。共役系高分子は、発光波長領域における屈折率 (n_{Polymer}) が 1.6-1.8 程度と、空気の屈折率 (n_{Air}) と比較して大きいことから、球内部において球面に沿う方向に発生した発光は全反射し、外に出ることなく球の最大直径を周回する。1 周旋回したところで光の位相が一致する場合に光波が強め合う。このような干渉による光強度の増強の条件は次式 $h\pi d = nl$ (1) で表される。 h はポリマーの屈折率、 d は球の直径、 n は整数、 l は発光波長を表す。また、理論との整合性や球の表面を Ti でコートする事で WGM 特性の低下を大幅に低減することを見出した。

(5) 極性側鎖を有するペプチドの β シート形成と集積構造に関する検討

一般に、荷電アミノ酸を多く含むオリゴペプチドは β シート構造を形成しにくい。もし β シートの上下面に正および負に荷電した側鎖を分離して配置することができれば、 β シート面を介して大きな分極が生じる。このことから、荷電表面への選択的な吸着や光学・誘電特性を示す生体材料が期待できる。本研究では、正および負電荷を帯びやすいアミノ酸であるリシン (K)、グルタミン酸 (E) と、無極性アミノ酸であるバリン (V) を組み合わせてペプチドを合成し、それらの β シート形成について系統的に検討した。電荷分離型ペプチド β シートを構築するため、上述の 3 種類のアミノ酸を用い、以下の 3 条件を満たすペプチドを合成した。[1] シーケンスの奇数および偶数番目に E および K (もしくはその逆) を配置し、残りの部位に V を配置する。[2] 全体のネットチャージをゼロにするために E と K を同数個導入する。[3] アミノ酸残基数を奇数個とする。これにより、平行および逆平行 β シートいずれの場合でも正・負に荷電した側鎖が β シートの上下面に分離して配列する。これら 3 つの条件を満たすペプチド 18 種類を Fmoc 固相ペプチド合成法により合成した。

合成したペプチドを MeOH 中で自己組織化し、それらを乾固して得た粉末状態におけるペプチドの集

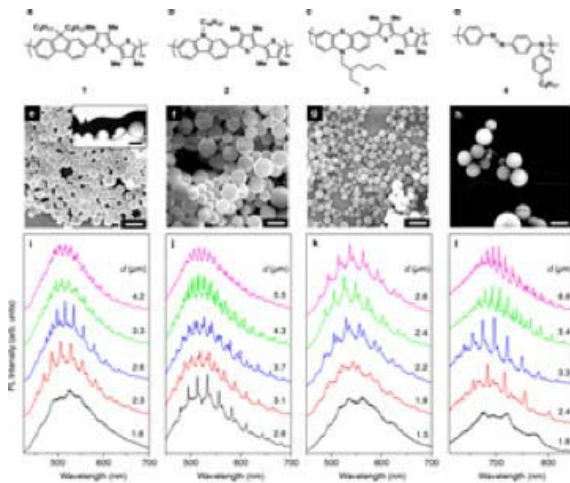


図 25 (a-d) π 共役交互共重合体の分子構造、(e-h) 自己組織化による球体形成、(i-l) 球体 1 粒子からの WGM 発光。

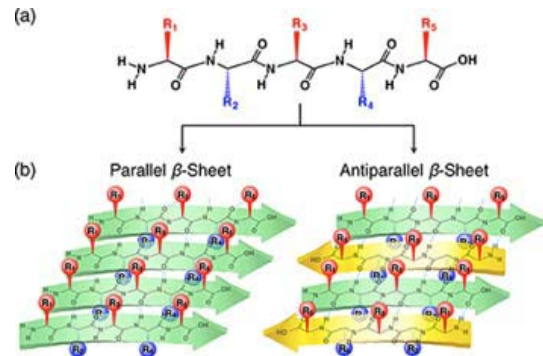


図 26 (a) ペンタペプチドの分子構造と、(b) 平行および逆平行 β シートの模式図。

合様式について検討した結果、E と K を 1 組み、ペプチドの N 末端を Fmoc 基で修飾した 12 種類の Fmoc ペンタペプチドは、 β シートの形成が示唆された。また、 β シート構造の形成を示すナノファイバーや、溶媒のゲル化が観測された。一方、E と K を 2 組み Fmoc ペンタペプチドは、シーケンスにより異なる集合挙動を示した。EK ペアの中に V を挿入した配列 (Fmoc-3) は、XRD に $d = 4.7 \text{ \AA}$ の回折ピークと FT-IR に Amide I バンドを示し、ファイバー形成も観測された。一方で、EK ペアが隣接した配列では β シート構造に由来するピークが観測されず、ファイバー形成も見られなかった。すなわち、EK ペアを V により分離することで β シート形成が誘起されると帰結できる。

次に、Fmoc ペンタペプチドの MeOH 溶液を、 β シート形成を確認するための蛍光試薬であるチオフラビン T (ThT) を含む水溶液に添加し、蛍光測定を行った。その結果、シーケンスの中央に V が配置するいくつかの Fmoc ペンタペプチドは強い蛍光を示し、水中で E と K の側鎖が荷電した状態になっても β シート構造を保持していることが示唆される。逆平行 β シートを形成した際、シーケンスの中央に荷電側鎖が存在すると β ストランド間の電荷の反発により β シート構造が解離してしまうが、シーケンスの中央に V が配置する場合、荷電側鎖間距離が大きくなり、電荷の反発が抑えられたことが要因であると考えられる。 β シート形成アルゴリズム (TANGO) による計算からも同様の結果が得られ、アミノ酸配列と β シート形成の関連性が明確に示された。

〈論文〉

1. Marcus Lau, Ina Haxhiaj, Philipp Wagener, Romuald Intartaglia, Fernando Brandi, Junji Nakamura, Stephan Barcikowski, Ligand-free gold atom clusters adsorbed on graphene nano sheets generated by oxidative laser fragmentation in water, Chemical Physics Letters, 610-611, 256-260 (2014)
2. Eiji Matsuyama, Takahiro Kondo, Haruhiro Oigawa, Donghui Guo, Shojiro Nemoto, Junji Nakamura, Principles and Application of Heterodyne Scanning Tunnelling Spectroscopy, Scientific Re-

- ports 4, 6711 (2014).
3. Yuta Nohara, Junpei Kuwabara, Takeshi Yasuda, Liyuan Han, and Takaki Kanbara, Two-Step Direct Arylation for Synthesis of Naphthalenediimide-Based Conjugated Polymer, *J. Polym. Sci.: Part A: Polym. Chem.*, **52**, 1401-1407 (2014).
 4. Hiroya Honda, Yasuyuki Ogawa, Junpei Kuwabara, and Takaki Kanbara, Emission Behavior of Secondary Thioamide-based Cationic Pincer Platinum(II) Complexes in Aggregate State, *Eur. J. Inorg. Chem.*, 2014, 1865-1869.
 5. Takuya Yamagata, Junpei Kuwabara, and Takaki Kanbara, Synthesis and Photophysical Properties of Diketopyrrolopyrrole-based Near-infrared Dyes, *Heterocycles*, **89**, 1173-1181 (2014).
 6. Natsuko Uchida, Ruoxi Zhi, Junpei Kuwabara, and Takaki Kanbara, Template-directed Synthesis of Macrocyclic Aminopyridines: Azacalix[n](2,6)pyridines (n = 3, 4), *Tetrahedron Lett.*, **55**, 3070-3072 (2014).
 7. Junpei Kuwabara, Takeshi Yasuda, Seong Jib Choi, Wei Lu, Koutarou Yamazaki, Shigehiro Kagaya, Liyuan Han, and Takaki Kanbara, Direct Arylation Polycondensation: A Promising Method for the Synthesis of Highly Pure, High-Molecular-Weight Conjugated Polymers Needed for Improving the Performance of Organic Photovoltaics, *Adv. Funct. Mater.*, **24**, 3226-3233 (2014).
 8. Hiroya Honda, Junpei Kuwabara, and Takaki Kanbara, Aggregation-induced Emission Behavior of a Pincer Platinum(II) Complex Bearing a Poly(ethylene oxide) Chain in Aqueous Solution, *J. Organomet. Chem.*, **772-773**, 139-142 (2014).
 9. Masahiro Kuramochi, Junpei Kuwabara, Wei Lu, and Takaki Kanbara, Direct Arylation Polycondensation of Bithiazole Derivatives with Various Acceptors, *Macromolecules*, **42**, 7378-7385 (2014).
 10. Hikaru Yamada, Minoru Kukino, Zhi An Wang, Ryo Miyabara, Nobutaka Fujimoto, Junpei Kuwabara, Kiyoto Matsuishi, and Takaki Kanbara, Preparation and Characterization of Green Reflective Films of Polyaniline Analogs Containing Azobenzene Units, *J. Appl. Polym. Sci.*, **132**, 41275/1-7 (2015).
 11. Naoto Takase, Junpei Kuwabara, Seong Jib Choi, Takeshi Yasuda, Liyuan Han, and Takaki Kanbara, Microwave-Assisted Polycondensation of 4-Octylaniline with Dibromoarylene, *J. Polym. Sci.: Part A: Polym. Chem.*, **53**, 536-542 (2015).
 12. Junpei Kuwabara, Kohtaro Yamazaki, Takuya Yamagata, Wataru, Tsuchida, and Takaki Kanbara, The Effect of Solvent in Direct Arylation Polycondensation of Substituted Thiophenes, *Polym. Chem.*, **6**, 891-895 (2015).
 13. Wei Lu, Junpei Kuwabara, Masahiro Kuramochi, and Takaki Kanbara, Synthesis of Bithiazole-based Crystalline Polymers via Pd-Catalyzed Direct C-H Arylation, *J. Polym. Sci.: Part A: Polym. Chem.*, **53**, 1396-1402 (2015).
 14. Junpei Kuwabara, Masaru Sakai, Qiao Zhang, and Takaki Kanbara, Mechanistic Studies and Optimisation of a Pd-catalysed Direct Arylation Reaction Using Phosphine-free Systems, *Org. Chem. Front.*, **2**, 520-525 (2015).
 15. Kenichi Tabata, Daniel Braam, Soh Kushida, Liang Tong, Junpei Kuwabara, Takaki Kanbara, Andreas Beckel, Axel Lorke, Yohei Yamamoto, "Self-Assembled Conjugated Polymer Spheres as

- Fluorescent Microresonators” *Sci. Rep.*, 4, 5902/1-5 (2014).
16. Toru Nakayama, Taro Sakuraba, Shunsuke Tomita, Akira Kaneko, Eisuke Takai, Kentaro Shiraki, Kentaro Tashiro, Noriyuki Ishii, Yuri Hasegawa, Yoichi Yamada, Reiji Kumai, Yohei Yamamoto, “Charge-Separated Fmoc-peptide b-Sheets: Sequence?Secondary Structure Relationship for Arranging Charged Side Chains on Both Sides” *Asian J. Org. Chem.*, 3, 1182?1188 (2014).
 17. Yohei Yamamoto, Liang Tong, “Spherical assemblies formed from π -conjugated alternating copolymers having fluorene and thiophene components” *IOP Conf. Series: Mater. Sci. Eng.*, 54, 012014 (2014).
 18. Tatsuya Mori, Hikaru Igawa, Daichi Okada, Yohei Yamamoto, Kei Iwamoto, Naoki Toyota, Seiji Kojima, “Broadband Terahertz Time-Domain Spectroscopic Study on Form II Polyvinylidene Fluoride” *J. Mol. Struct.*, 1090, 93?97 (2015).
 19. Vakayil K. Praveen, Yohei Yamamoto, Takanori Fukushima, Koji Nakabayashi, Yoshihide Tsunobuchi, Shin-ichi Ohkoshi, Kenichi Kato, Masaki Takata, Takuzo Aida, “Translation of assembling trajectory by preorganisation: A study of the magnetic properties of 1D polymeric unpaired electrons immobilised on a discrete nanoscopic scaffold” *Chem. Commun.*, 51, 1206?1209 (2015). (Inside Back Cover)

〈著書・総説等〉

1. Take-aki Koizumi and Takaki Kanbara, Cross-coupling polymerization, “Organometallic Reactions and Polymerization”, Series: Lecture Notes in Chemistry, Vol. 85, Chapter 8, p.271-301, Kohtaro Osakada Ed., Berlin Heidelberg, Springer-Verlag (2014).
2. 内田奈津子, 桑原純平, 神原貴樹, 有機強塩基として機能する環状アミノピリジン化合物: アザカリックス [3] ピリジン, *ペトロテック*, 37, 819-823 (2014).
3. Junpei Kuwabara and Takaki Kanbara, Development of Synthetic Method for π -Conjugated Polymers via Direct Arylation Polycondensation, *J. Synth. Org. Chem., Jpn.*, (有機合成化学協会誌, Special Issue in English, Accounts) 72, 1271-1278 (2014).
4. Ken Okamoto, Junpei Kuwabara, and Takaki Kanbara, Secondary Thioamides as Multidentate Ligands for Functional Metal Complexes, *Chem. Lett.*, (Highlight reviews) 44, 102-110 (2015).

〈研究成果発表〉

[国際会議]

1. Junji Nakamura, “Catalytic Activation of CO₂ and Methanol Synthesis”, 2015 CENIDE-CNMM-TIMS Joint Symposium on Nanoscience and Technology, University of Duisburg-Essen (Germany), March 16, 2015.(招待講演)
2. Junji Nakamura, “Landau levels of bilayergraphene observed for a nitrogen-doped HOPG surface under a zero magnetic field”, Gordon Research Conferences, Bates College (USA), June 16-19, 2014. (ポスター)

3. Jiamei Quan, Tetsuya Ogawa, Takahiro Kondo, Junji Nakamura, “Dynamics of CO₂ Activation on Cu Surfaces” , 30th European Conference on Surface Science (ECOSS30), Kervansaray Lara Convention Center (Turkey), September 2, 2014. (一般講演)
4. Riku Shibuya, Donghui Guo, Syohei Morohoshi, Takahiro Kondo, Junji Nakamura, “Lewis base sites formed on nitrogen-doped graphite model catalysts identified by CO₂ adsorption” , 30th European Conference on Surface Science (ECOSS30), Kervansaray Lara Convention Center (Turkey), September 4, 2014. (一般講演)
5. Takahiro Kondo, Donghui Guo, Taishi Shikano, Tetsuya Suzuki, Susumu Okada, Junji Nakamura, “STS observation of Landau levels of bilayer-graphene at the nitrogen-doped HOPG under the zero magnetic fields” , 30th European Conference on Surface Science (ECOSS30), Kervansaray Lara Convention Center (Turkey), September 4, 2014. (一般講演)
6. Rikson A. Siburian, Takahiro Kondo, Junji Nakamura, “Pt/Graphene Electro - catalysts for Fuel Cells” , The 6th International Conference on Recent Progress in Graphene Research (RPGR) , Taipei (Taiwan), Howard Civil Service International House, September 24, 2014. (一般講演)
7. Xiaorui Zhang, Wataru Oki, Takahiro Kondo, Junji Nakamura, “Graphene Synthesis by Improved Wet Method with Excellent Exfoliation” , The 6th International Conference on Recent Progress in Graphene Research (RPGR) , Howard Civil Service International House, Taipei (Taiwan), September 24, 2014. (ポスター)
8. Donghui Guo, Riku Shibuya, Shohei Morohoshi, Chisato Akiba, Takahiro Kondo, Junji Nakamura, “Edge Density Controlled Nitrogen-doped Graphite as a Carbon Alloy Model Catalyst of ORR in Fuel Cells” , The 6th International Conference on Recent Progress in Graphene Research (RPGR) , Howard Civil Service International House, Taipei (Taiwan), September 24, 2014. (ポスター) (Poster award 受賞)
9. X. Zhang, A. Okonogi, T. Kondo, J. Nakamura, “Formation of Palladium Nano Clusters on Reduced Graphene Oxide Served as the Catalyst of Methanol Synthesis” , The 7th International Symposium on Surface Science (ISSS-7), Shimane Prefectural Convention Center, Shimane (Japan), November 3, 2014. (ポスター) (The Best Poster Award)
10. H. Kiuchi, R. Shibuya, T. Kondo, D. Guo, J. Nakamura, H. Niwa, J. Miyawaki, M. Kawai, M. Oshima, Y. Harada, “X-ray absorption study of nitrogen doped graphite upon CO₂ adsorption” , The 7th International Symposium on Surface Science (ISSS-7), Shimane Prefectural Convention Center, Shimane (Japan), November 4, 2014. (ポスター)
11. J. Quan, T. Ogawa, T. Kondo, J. Nakamura, “Direct Evidence for Eley-Rideal Mechanism of CO₂ Hydrogenation on Cu surface” , The 7th International Symposium on Surface Science (ISSS-7), Shimane Prefectural Convention Center, Shimane (Japan), November 4, 2014. (一般講演) (Travel Award)
12. Amaha Yuuka, Oyama Takahiro, Quan Jiamei, Kondo Takahiro, Nakamura Junji, “A new reactor for the methanol synthesis using a supersonic CO₂ and H₂ mixture jet” , The 7th International Symposium on Surface Science (ISSS-7), Shimane Prefectural Convention Center, Shimane (Japan), November 6, 2014. (ポスター)
13. D. Guo, R. Shibuya, S. Morohoshi, C. Akiba, T. Kondo, J. Nakamura, “Edge density controlled

- nitrogen-doped graphite as a carbon alloy model catalyst of ORR in fuel cells” , The 7th International Symposium on Surface Science (ISSS-7), Shimane Prefectural Convention Center, Shimane (Japan), November 6, 2014. (ポスター)
14. Y. Morito, R.Y. Kosaka, T. Fujitani, T. Kondo, J. Nakamura, “Observation of local electronic states on a TiOx/Au(111) surface” , The 7th International Symposium on Surface Science (ISSS-7), Shimane Prefectural Convention Center, Shimane (Japan), November 6, 2014. (ポスター)
 15. R. Shibuya, D. Guo, S. Morohoshi, T. Kondo, J. Nakamura, “Identification of Lewis base sites on Nitrogen doped graphite model catalyst by CO₂ adsorption” , The 7th International Symposium on Surface Science (ISSS-7), Shimane Prefectural Convention Center, Shimane (Japan), November 6, 2014. (ポスター)
 16. Tetsuya Ogawa, Q. Jiamei, T. Kondo, J. Nakamura, “Synthesis of Formate Species on Cu Surface using CO₂ Molecular Beam” , American Vacuum Society (AVS) 61th International Symposium & Exhibition, The Baltimore Convention Center (USA), November 11, 2014. (ポスター)
 17. Takahiro Kondo, R. Shibuya, S. Morohoshi, D. Guo, J. Nakamura, “Lewis Base Sites on the Nitrogen-Doped Graphite Surfaces Probed by CO₂ Adsorption” , American Vacuum Society (AVS) 61th International Symposium & Exhibition, The Baltimore Convention Center (USA), November 14, 2014. (一般講演)
 18. Xiaorui Zhang, Takahiro Kondo, Junji Nakamura, “Nanoscale Palladium Clusters Formed on Reduced Graphene Oxide” , Functionality of Organized Nanostructures 2014 (FON'14), Miraikan Hall (Japan), November 27, 2014. (ポスター)
 19. Takaki KANBARA, Junpei KUWABARA, Take-aki KOIZUMI, “Design of Cyclometalated Ruthenium Complexes in Aerobic Oxidation of Imidazolines” , 26th International Conference on Organometallic Chemistry (ICOMC 2014), Sapporo, Japan, July 2014 (Poster).
 20. Junpei KUWABARA, Masaru SAKAI, Takuya YAMAGATA, Takaki KANBARA, “Mechanistic Study and Optimization of Pd-catalyzed Direct Arylation Reaction Using Phosphine-free System” , 26th International Conference on Organometallic Chemistry (ICOMC 2014), Sapporo, Japan, July 2014 (Poster).
 21. Naoto Takase, Junpei Kuwabara, Seong Jib Choi, Takeshi Yasuda, Liyuan Han, Takaki Kanbara, “Microwave-Assisted Polycondensation of 4-Octylaniline with Dibromoarylene using Pd-catalyzed C-N Coupling Reaction” , KJF-ICOME2014, Tsukuba, Japan, September 2014 (Poster).
 22. Masahiro Kuramochi, Junpei Kuwabara, Wei Lu, Takaki Kanbara, “Direct Arylation Polycondensation of Bithiazole Derivative with Various Acceptors” , KJF-ICOME2014, Tsukuba, Japan, September 2014 (Poster).
 23. Zhian Wang, Junpei Kuwabara, Takaki Kanbara, “Turning reflection color of polyaniline analogs film by introducing a dye unit” , KJF-ICOME2014, Tsukuba, Japan, September 2014 (Poster).
 24. Yohei Fujie, Junpei Kuwabara, Takaki Kanbara, “Selectivity of reaction sites for direct arylation polycondensation in bithiophene derivatives” , KJF-ICOME2014, Tsukuba, Japan, September 2014 (Poster).
 25. Junpei Kuwabara, Takeshi Yasuda, Seong Jib Choi, Wei Lu, Koutarou Yamazaki, Shigehiro Kagaya, Liyuan Han, Takaki Kanbara, ” Synthesis of Highly Pure, High-Molecular-Weight Conju-

- gated Polymers by Direct Arylation Polycondensation for Improving the Performance of Organic Photovoltaics” , The 10th SPSJ International Polymer Conference (IPC 2014), Tsukuba, Japan, December 2014.
26. Hitoshi Saito Junpei Kuwabara, Takaki Kanbara, “Synthesis of Fluorene-based π -Conjugated Polymers via Sequential Bromination and Direct Arylation Polycondensation” , The 10th SPSJ International Polymer Conference (IPC 2014), Tsukuba, Japan, December 2014 (Poster).
 27. Toru Nakayama, Taro Sakuraba, Akira Kaneko, Kentaro Tashiro, Yohei Yamamoto, “ β -Sheet Formation of Polar Fmoc-Pentapeptides for Arranging Polar Side Chains On Both Sides” , NIMS Conference 2014, Tsukuba, Japan, July 2014 (Poster).
 28. Liang Tong, Soh Kushida, Junpei Kuwabara, Takaki Kanbara, Yohei Yamamoto, “Spherical Assemblies from π -Conjugated Alternating Copolymers: Size Control, Optoelectronic Properties, and Self-Organized Arrays” , NIMS Conference 2014, Tsukuba, Japan, July 2014 (Poster).
 29. Kenichi Tabata, Daniel Braam, Soh Kushida, Liang Tong, Junpei Kuwabara, Takaki Kanbara, Andreas Beckel, Axel Lorke, Yohei Yamamoto, “Self-Assembled Microspheres from π -Conjugated Alternating Copolymers as Fluorescent Resonators” , NIMS Conference 2014, Tsukuba, Japan, July 2014 (Poster).
 30. Yohei Yamamoto, “Functional Polymer Photonic Crystals – π -Conjugated Polymer Microspheres as Fluorescent Resonators?” , Tsukuba Nanotechnology Symposium (TNS2014) , Tsukuba, Japan, July 2014 (Poster).
 31. Tatsuya Mori, Daichi Okada, Yohei Yamamoto, Kei Iwamoto, Naoki Toyota, Seiji Kojima, “Terahertz time-domain spectroscopic study on form II PVDF and PVDF-TrFE” , EUCMOS2014, Dusseldorf, Germany, August 2014.
 32. Yusuke Aikyo, Kenichi Tabata, Soh Kushida, Daichi Okada, Yohei Yamamoto, “Hybrid of Polymer Spheres with Nanocarbon” , IWP2014, Tsukuba, Japan, September 2014 (Poster).
 33. Tsukasa Mizutaru, Toru Nakayama, Taro Sakuraba, Yohei Yamamoto, “Metal-Coordinated Peptide β -Sheet Assembly” , IWP2014, Tsukuba, Japan, September 2014 (Poster).
 34. Daichi Okada, Yohei Yamamoto, “*b*-Phase Transformation of Poly (Vinylidene Fluoride) and their Colloidal Crystallization” , IWP2014, Tsukuba, Japan, September 2014 (Poster).
 35. Soh Kushida, Daniel Braam, Kenichi Tabata, Junpei Kuwabara, Takaki Kanbara, Axel Lorke, Yohei Yamamoto, “Whispering Gallery Mode Photoemission from π -Conjugated Polymer Spheres with High Reflective Index” , IWP2014, Tsukuba, Japan, September 2014 (Poster).
 36. Yusuke Wakikawa, Tadaaki Ikoma, Yohei Yamamoto, Takanori Fukushima, “Time-resolved Magnetophotoconductance Study on Carrier Dynamics in Low-dimensional Molecular Assembly of Hexabenzocoronene” , SPINOS2014, Himeji, Japan, October 2014.
 37. Tsukasa Mizutaru, Toru Nakayama, Taro Sakuraba, Yohei Yamamoto, “Metal-Coordinated Peptide β -Sheets for Artificial Photosynthesis” , International Conference on Artificial Photosynthesis (ICARP2014), Awaji, Japan, November 2014 (Poster).
 38. Yohei Yamamoto, “Resonant Photoemission from Self-Assembled π -Conjugated Polymer Microspheres” , International Conference on Artificial Photosynthesis (ICARP2014), Awaji, Japan, November 2014 (Poster).

39. Daichi Okada, Seiichi Furumi, Masaki Takeguchi, Yohei Yamamoto, “Ferroelectric Colloidal Crystals from Partially α -Phase Poly(Vinylidene Fluoride) Nanospheres” , The 2nd International Symposium on the Functionality of Organized Nanostructures 2014 (FON ’ 14), Tokyo, Japan, November 2014 (Poster).
40. Soh Kushida, Daniel Braam, Kenichi Tabata, Kosuke Shibasaki, Masashi Kijima, Axel Lorke, Yohei Yamamoto, “Resonant Emission from Highly-Fluorescent π -Conjugated Polymer Microspheres” , The 2nd International Symposium on the Functionality of Organized Nanostructures 2014 (FON ’ 14), Tokyo, Japan, November 2014 (Poster).
41. Kenichi Tabata, Daniel Braam, Soh Kushida, Liang Tong, Axel Lorke, Yohei Yamamoto, “Spherical Resonators from Self-Assembled π -Conjugated Polymers” , The 2nd International Symposium on the Functionality of Organized Nanostructures 2014 (FON ’ 14), Tokyo, Japan, November 2014 (Poster).
42. Daichi Okada, Hideki Kaneko, Katsuhiko Kato, Seiichi Furumi, Masaki Takeguchi, Yohei Yamamoto, “ α -Phase Transformation of Poly(Vinylidene Fluoride) Nanosphere and their Colloidal Crystallization” , The 10th International Polymer Conference (IPC2014),Tsukuba, Japan, December 2014.
43. Soh Kushida, Daniel Braam, Kenichi Tabata, Kosuke Shibasaki, Masashi Kijima, Axel Lorke, Yohei Yamamoto, “Whispering Gallery Mode Photoemission from Highly Fluorescent π -conjugated Polymer Spheres” , The 10th International Polymer Conference (IPC2014),Tsukuba, Japan, December 2014.
44. Kenichi Tabata, Daniel Braam, Soh Kushida, Liang Tong, Junpei Kuwabara, Takaki Kanbara, Andreas Beckel, Axel Lorke, Yohei Yamamoto, “Whispering Gallery Mode Photoemission from π -Conjugated Polymer Microspheres” , The 10th International Polymer Conference (IPC2014),Tsukuba, Japan, December 2014.
45. Daniel Braam, Kenichi Tabata, Soh Kushida, Robert Niemöller, Günther M. Prinz, Yohei Yamamoto, and Axel Lorke, “Whispering Gallery Modes in Copolymers Spheres” , DPG, Berlin, Germany, March 2015.
46. Toru Nakayama, Yohei Yamamoto, “Self-Assembly and Adsorption Properties of Fmoc-Peptide bearing Charged Side Chains” , CENIDE-CNMM-TIMS Joint Workshop, Duisburg, Germany, March 2015.
47. Yohei Yamamoto, Kenichi Tabata, Soh Kushida, Junpei Kuwabara, Takaki Kanbara, Daniel Braam, Axel Lorke, “ π -Conjugated Polymer Spheres as Fluorescent Microresonators” , CENIDE-CNMM-TIMS Joint Workshop, Duisburg, Germany, March 2015.
48. Toru Nakayama, Taro Sakuraba, Yohei Yamamoto, “Self-Assembly and Adsorption Properties of Fmoc-Substituted Short Peptide bearing Charged Side Chains” , 11th International Conference of Computational Methods in Science and Engineering (ICCMSE 2015), Athens, Greece, March 2015 (Poster).
49. Soh Kushida, Daniel Braam, Axel Lorke, Yohei Yamamoto, “Whispering Gallery Mode Photoemission from Self-Assembled Poly-para-phenylenevinylene Microspheres” , 11th International Conference of Computational Methods in Science and Engineering (ICCMSE 2015), Athens, Greece,

March 2015.

[国内学会・研究会]

1. 中村潤児, 「表面反応概論」「モデル触媒概論」基礎講座「第5回表面化学チュートリアル」2014年9月29日・30日, 筑波大学総合研究棟B(茨城)(招待講演)
2. 中村潤児, 「固体触媒によるCO₂の活性化とメタノール合成」ACT-C CO₂還元・資源化ワークショップ, 2015年1月13日, 富士ソフトアキバプラザ(東京)(招待講演)
3. 中村潤児, 「CO₂の触媒の活性化とメタノール合成」公益社団法人新化学技術推進協会(JACI)先端化学・材料技術部会 高選択性反応分科会講演会, 2015年2月2日, 新化学技術推進協会(JACI)A,B会議室(東京)(招待講演)
4. 近藤剛弘, 「ドーピングをしたグラファイトに出現する特異な電子状態と物性」岡山大学異分野融合研究育成事業シンポジウム, 2014年8月19日, 岡山大学(岡山)(招待講演)
5. 神原貴樹「直接的アリアル化反応を利用した高分子半導体の合成」高分子学会関東支部第58回湘北地区懇話会講演会、横浜、2014年11月(招待講演)。
6. 神原貴樹「直接的アリアル化反応を利用した高分子半導体の合成」筑波大学数理物質融合科学センター第1回ワークショップ、つくば、2015年3月(依頼講演)。
7. 近藤剛弘, 諸星翔平, 佐治俊輔, 白田勇人, 藤谷忠博, 中村潤児, 「窒素ドーブグラフェンの酸素還元活性とCO₂吸着特性」第2回酸化グラフェンシンポジウム, 2014年6月24日, 熊本大学(熊本)(一般講演)
8. Xiaorui Zhang, Akinori Okonogi, Wataru Oki, Takahiro Kondo, Junji Nakamura, 「Preparation of Non-Stacked GNS and Cu/GNS, Pd/GNS Catalysts」, 第2回酸化グラフェンシンポジウム, 2014年6月24日, 熊本大学(熊本)(ポスター)
9. 小川哲矢, 全家美, 近藤剛弘, 中村潤児, 「超音速CO₂分子線によるCu表面でのフォルメート生成メカニズムの解析」第114回触媒討論会, 2014年9月26日, 広島大学東広島キャンパス(広島)(ポスター)
10. 天羽優花, 小山貴裕, 全家美, 近藤剛弘, 中村潤児, 「超音速CO₂/H₂混合ジェットを用いる新規フォルメート合成反応装置の開発」第114回触媒討論会, 2014年9月26日, 広島大学東広島キャンパス(広島)(ポスター)
11. 渋谷陸, 郭東輝, 諸星翔平, 近藤剛弘, 中村潤児, 「CO₂吸着法による窒素ドーブグラファイトモデル触媒のルイス塩基点の同定」第114回触媒討論会, 2014年9月26日, 広島大学東広島キャンパス(広島)(ポスター)
12. 諸星翔平, 郭東輝, 渋谷陸, 佐治俊輔, 近藤剛弘, 中村潤児, 「窒素ドーブHOPGモデル触媒の酸素還元反応活性とCO₂吸着特性」第114回触媒討論会, 2014年9月25日, 広島大学東広島キャンパス(広島)(一般講演)
13. 大木亘, 張曉瑞, RIKSON, Sibirian, 近藤剛弘, 中村潤児, 「グラフェン担持Pdナノクラスター触媒の反応特性」第114回触媒討論会, 2014年9月26日, 広島大学東広島キャンパス(広島)(一般講演)
14. 森戸裕二郎, 高坂よしのり, 藤谷忠博, 近藤剛弘, 中村潤児, 「TiO_x/Au(111)表面の局所電子状態観測」第114回触媒討論会, 2014年9月26日, 広島大学東広島キャンパス(広島)(一般講演)
15. 新田晋史, 佐治俊輔, 渋谷陸, 近藤剛弘, 中村潤児, 「窒素ドーブグラフェンによる二酸化炭素の吸着」第28回日本吸着学会研究発表会, 2014年10月24日, 北海道大学フロンティア応用科学研究棟(北海

- 道) (一般講演)
16. 全家美, 小川哲矢, 近藤剛弘, 中村潤児, 「Dynamics of CO₂ Hydrogenation on Cu surfaces at low temperature」第 34 回表面科学学術講演会, 2014 年 11 月 8 日, 島根県立産業交流会館 (くにびきメッセ) (島根) (一般講演)
 17. KOSAKARAFEL YOSHINORI, 森戸裕二郎, 藤谷忠博, 近藤剛弘, 中村潤児, 「TiO_x/Au(111) 表面の局所電子状態観測」第 34 回表面科学学術講演会, 2014 年 11 月 8 日, 島根県立産業交流会館 (くにびきメッセ) (島根) (一般講演)
 18. 渋谷陸, 郭東輝, 諸星翔平, 近藤剛弘, 中村潤児, 「窒素ドーブグラファイトモデル触媒におけるルイス塩基点」第 34 回表面科学学術講演会, 2014 年 11 月 8 日, 島根県立産業交流会館 (くにびきメッセ) (島根) (一般講演)
 19. Jiamei Quan, Tetsuya Ogawa, Takahiro Kondo, Junji Nakamura, 「Eley-Rideal Type Mechanism for Formate synthesis from CO₂ Hydrogenation on Cu surfaces」表面界面スペクトロスコーピー 2014, 2014 年 12 月 5 日, 関西セミナーハウス (京都) (一般講演)
 20. 松山英治, 近藤剛弘, 大井川治宏, 郭東輝, 根本承次郎, 中村潤児, 「ヘテロダイン走査型トンネル分光 (HSTS) の原理と応用」表面界面スペクトロスコーピー 2014, 2014 年 12 月 5 日, 関西セミナーハウス (京都) (一般講演)
 21. 渋谷陸, 諸星翔平, 郭東輝, 近藤剛弘, 中村潤児, 「窒素ドーブグラファイトモデル触媒のルイス塩基点」表面界面スペクトロスコーピー 2014, 2014 年 12 月 5 日, 関西セミナーハウス (京都) (一般講演)
 22. 渋谷陸, 近藤剛弘, 中村潤児, 「グラファイト系炭素の酸塩基性の起源」第 41 回炭素材料学会年会, 2014 年 12 月 10 日, 大野城まどかぴあ (福岡) (一般講演)
 23. 近藤剛弘, 「グラファイトの電子状態制御による新規触媒の創成」元素戦略/希少金属代替材料開発 第 9 回合同シンポジウム, 2015 年 2 月 24 日, 東京国際フォーラム (東京) (一般講演)
 24. 松山英治, 近藤剛弘, 大井川治宏, 郭東輝, 根本承次郎, 中村潤児, 「ヘテロダイン走査型トンネル分光 (HSTS) の原理と応用」日本化学会 第 95 春季年会 (2015), 2015 年 3 月 26 日, 日本大学理工学部船橋キャンパス (千葉) (一般講演)
 25. 桑原純平、神原貴樹「有機薄膜太陽電池材料の高純度化と製造コスト低減を可能にする合成法の開拓」第 3 回 JACI/GSC シンポジウム、東京、2014 年 5 月。
 26. 桑原純平、山崎光太郎、神原貴樹「各種置換基を導入したチオフェンをモノマーとする直接アリール化重縮合の最適化」第 63 回高分子学会年次大会、名古屋、2014 年 5 月。
 27. 藤浦健斗・桑原純平・神原貴樹「グアノシン-シチジン間の水素結合を利用した発光性超分子ポリマー」第 63 回高分子学会年次大会、名古屋、2014 年 5 月。
 28. 齋藤仁志、桑原純平、神原貴樹「連続的な臭素化-直接的アリール化反応に基づく π 共役系高分子合成法の開拓」第 63 回高分子学会年次大会、名古屋、2014 年 5 月。
 29. 志水大和、野原雄太、桑原純平、神原貴樹「直接アリール化重縮合における複素 5 員環化合物の反応性の評価」第 63 回高分子学会年次大会、名古屋、2014 年 5 月。
 30. 藤江陽平、倉持政宏、桑原純平、神原貴樹「直接的アリール化重縮合におけるピチオフェンの反応位置選択性」第 63 回高分子学会年次大会、名古屋、2014 年 5 月。
 31. Naoto Takase, Junpei Kuwabara, Seong Jib Choi, Takeshi Yasuda, Liyuan Han, and Takaki Kanbara, “Microwave-Assisted Polycondensation of 4-Octylaniline with Dibromoarylene”, 第 2 回有機系太陽電池つくば地区研究会、つくば、2014 年 6 月。

32. 桑原 純平「高純度な共役高分子材料の低コスト製造」イノベーション・ジャパン 2014、東京、2014年9月.
33. 桑原 純平、野原 雄太、神原 貴樹「高純度な π 共役高分子の合成と太陽電池特性の評価」第 63 回高分子討論会、長崎、2014 年 9 月.
34. 柳弘太、桑原純平、神原貴樹「Ru 錯体触媒を用いた 5-ヒドロキシメチル-2-フルフラールの酸素酸化反応」第 4 回 CSJ 化学フェスタ 2014、東京、2014 年 10 月.
35. 山脇和馬、桑原純平、神原貴樹「長鎖アルコキシ基を導入した NCN ピンサー型白金錯体の発光特性と凝集挙動」第 4 回 CSJ 化学フェスタ 2014、東京、2014 年 10 月.
36. 齋藤仁志、桑原純平、神原貴樹「連続的な臭素化—直接的アリール化反応に基づくフルオレン骨格を有する π 共役系高分子の合成」第 29 回 高分子学会関東支部茨城地区「若手の会」交流会、つくばみらい、2014 年 10 月.
37. 藤江陽平、桑原純平、神原貴樹「直接的アリール化重縮合におけるピチオフェン誘導体の反応位置選択性」第 29 回 高分子学会関東支部茨城地区「若手の会」交流会、つくばみらい、2014 年 10 月.
38. 桑原純平、山脇和馬、神原貴樹「NCN ピンサー型 Pt 錯体の金属-ピリジン間へのイソシアニドの挿入反応」日本化学会 第 95 春季年会 (2015)、船橋、2015 年 3 月.
39. 柳弘太、桑原純平、神原貴樹「Ru 錯体触媒を用いた 5-ヒドロキシメチル-2-フルフラールの酸素酸化反応」日本化学会 第 95 春季年会 (2015)、船橋、2015 年 3 月.
40. 川崎龍矢、高瀬直人、桑原純平、神原貴樹「水素結合によって二量化するジケトピロロピロール誘導体の特性評価」日本化学会 第 95 春季年会 (2015)、船橋、2015 年 3 月.
41. 岡田大地、金子英樹、加藤克洋、山本洋平、「ポリフッ化ビニリデンナノ粒子のベータ相化とコロイド結晶化」第 63 回高分子学会年次大会、名古屋、2014 年 5 月 (ポスター).
42. 櫛田創、桑原純平、神原貴樹、山本洋平、「狭バンドギャップパイ共役高分子の自己組織化」第 63 回高分子学会年次大会、名古屋、2014 年 5 月 (ポスター).
43. 田畑顕一、Daniel Braam、童亮、櫛田創、桑原純平、神原貴樹、Axel Lorke、山本洋平、「パイ共役高分子マイクロ球からの Whispering Gallery Mode 発光」第 63 回高分子学会年次大会、名古屋、2014 年 5 月 (ポスター).
44. 櫻庭太郎、中山徹、石井則行、山本洋平、「極性側鎖を有する Fmoc オリゴペプチドの β -シート形成に関する検討」第 63 回高分子学会年次大会、名古屋、2014 年 5 月.
45. 中山徹、櫻庭太郎、金子暁、富田峻介、高井英輔、白木賢太郎、田代健太郎、石井則行、山本洋平、「極性側鎖を有するペントペプチドの β -シート形成と集積構造に関する検討」第 63 回高分子学会年次大会、名古屋、2014 年 5 月.
46. 童亮、櫛田創、桑原純平、神原貴樹、佐伯昭紀、関修平、山本洋平、「 π 共役交互共重合体からの球状集合体形成と主鎖構造の相関に関する検討」第 63 回高分子学会年次大会、名古屋、2014 年 5 月.
47. 中山徹、櫻庭太郎、金子暁、高井英輔、白木賢太郎、山本洋平、富田峻介、田代健太郎、石井則行、「電荷分離型ペプチド β シート : Fmoc ペントペプチドによる 2 次構造形成とアミノ酸配列に関する検討」平成 26 年度繊維学会年次大会、東京、2014 年 6 月 (ポスター).
48. 山本洋平、「共役系高分子マイクロ球体による光捕集と共鳴発光現象」新学術領域 2014 年度全体会議、那須、2014 年 8 月.
49. 櫛田創、Daniel Braam、田畑顕一、柴崎浩輔、木島正志、Axel Lorke、山本洋平、「高発光性パイ共役高分子マイクロ球体による特異な発光特性」第 75 回応用物理学会秋季学術講演会、札幌、2014 年 9 月

- (ポスター).
50. 田畑顕一、佐々木貴之、山本洋平、「磁場下での有機蒸着膜作製と電界効果移動度の向上」第75回応用物理学会秋季学術講演会、札幌、2014年9月(ポスター).
 51. 田畑顕一、Daniel Braam、童亮、榊田創、桑原純平、神原貴樹、Axel Lorke、山本洋平、「発光性共振器としての自己集合化共役高分子マイクロ球体」第75回応用物理学会秋季学術講演会、札幌、2014年9月.
 52. 金子暁、山本洋平、「電解重合法による狭バンドギャップ高分子の合成」第63回高分子討論会、長崎、2014年9月.
 53. 榊田創、田畑顕一、柴崎浩輔、木島正志、山本洋平、「高発光性パイ共役高分子によるマイクロ球体形成と特異な発光特性」第63回高分子討論会、長崎、2014年9月(ポスター).
 54. 童亮、桑原純平、神原貴樹、山本洋平、「パイ共役高分子球体アレイの自己形成」第63回高分子討論会、長崎、2014年9月(ポスター).
 55. 櫻庭太郎、中山徹、富田峻介、石井則行、山本洋平、「荷電オリゴペプチドにおけるアミノ酸配列と β シート構造形成の関連性」第63回高分子討論会、長崎、2014年9月(ポスター).
 56. 中山徹、田代健太郎、山本洋平、「荷電側鎖を有するFmocペプチド β シートの表面吸着特性」第63回高分子討論会、長崎、2014年9月(ポスター).
 57. 岡田大地、金子英樹、加藤克洋、古海誓一、竹口雅樹、山本洋平、「ポリフッ化ビニリデンナノ粒子によるコロイド結晶の構築とベータ相化」第63回高分子討論会、長崎、2014年9月.
 58. 田畑顕一、Daniel Braam、童亮、榊田創、桑原純平、神原貴樹、Axel Lorke、山本洋平、「発光性共振器としてのパイ共役高分子マイクロ球体」第63回高分子討論会、長崎、2014年9月.
 59. 童亮、桑原純平、神原貴樹、山本洋平、「基板表面でのパイ共役高分子球体の自己形成」第4回CSJフェスタ、東京、2014年10月(ポスター).
 60. 岡田大地、金子英樹、加藤克洋、古海誓一、竹口雅樹、山本洋平、「ポリフッ化ビニリデンナノ粒子の β 相化とコロイド結晶化」第4回CSJフェスタ、東京、2014年10月(ポスター).
 61. 田畑顕一、童亮、榊田創、桑原純平、神原貴樹、山本洋平、Daniel Braam、Axel Lorke、「パイ共役高分子球体からなる発光性マイクロ共振器」第4回CSJフェスタ、東京、2014年10月(ポスター).
 62. 岡田大地、金子英樹、加藤克洋、山本洋平、「ポリフッ化ビニリデンナノ粒子のコロイド結晶化と強誘電化」第29回高分子学会関東支部茨城地区若手の会交流会、つくば、2014年10月(ポスター).
 63. 榊田創、ダニエルブラーム、田畑顕一、桑原純平、神原貴樹、アクセルロルケ、山本洋平、「高屈折率パイ共役高分子マイクロ球体による特異な発光特性」第29回高分子学会関東支部茨城地区若手の会交流会、つくば、2014年10月(ポスター).
 64. 童亮、桑原純平、神原貴樹、山本洋平、「基板表面での共役高分子球体アレイの自己形成」第29回高分子学会関東支部茨城地区若手の会交流会、つくば、2014年10月(ポスター).
 65. 中山徹、山本洋平、「電荷分離型ペプチド β シートの基板表面への吸着特性」第29回高分子学会関東支部茨城地区若手の会交流会、つくば、2014年10月(ポスター).
 66. 田畑 顕一、Daniel Braam、榊田 創、童 亮、桑原 純平、神原 貴樹、Andreas Beckel、Axel Lorke、山本 洋平、「パイ共役高分子球体からのWGM発光」第29回高分子学会関東支部茨城地区若手の会交流会、つくば、2014年10月.
 67. 山本洋平、「 π 共役高分子球体の光機能」CUTEセミナー、三重、2014年11月.
 68. 山本洋平、「高分子マイクロ球体の光・電子機能」エスケー化研セミナー、大阪、2014年11月.

69. 山本洋平、「高分子集合体の機能発現」高分子関西支部若手研究会、神戸、2014年11月.
70. 山本洋平、「パイ共役ポリマーナノ粒子による発光フォトニック結晶の構築」徳山財団研究助成成果報告会、つくば、2014年12月.
71. 山本洋平、古海誓一、「 π 共役高分子マイクロ球体からの共鳴発光」新学術領域「人工光合成」第3回公開シンポジウム、東京、2015年1月（ポスター）.
72. Yusuke Aikyo, Kenichi Tabata, Soh Kushida, Daniel Braam, Junpei Kuwabara, Takaki Kanbara, Takahiro Kondo, Junji Nakamura, Dao Duy Thang, Satoshi Ishii, Tadaaki Nagao, Axel Lorke, Yohei Yamamoto, “ π -Conjugated Polymer Microspheres Covered by Graphene Oxide”, 第48回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム、東京、2015年2月.
73. 山本洋平、「高発光性 π 共役高分子球体による共鳴発光と球体間エネルギー伝搬」物質・デバイス共同研究拠点 特定研究テーマ A03「革新的グリーン化学システム構築へ向けたマテリアルサイエンス」平成26年度研究集会、東京、2015年3月.
74. 岡田大地、古海誓一、竹口雅樹、山本洋平、「ポリフッ化ビニリデンナノ粒子からなるコロイド結晶の構築と β 相化」第62回応用物理学会春季学術講演会、平塚、2015年3月.
75. 榎田創、Daniel Braam、田畑颯一、柴崎浩輔、Dao Duy Thang、石井智、長尾忠昭、桑原純平、神原貴樹、木島正志、Axel Lorke、山本洋平、「高発光性 π 共役高分子球体によるWGM発光とエネルギー捕集」第62回応用物理学会春季学術講演会、平塚、2015年3月. 76. 田畑颯一、Daniel Braam、榎田創、童亮、桑原純平、神原貴樹、Axel Lorke、山本洋平、「自己組織化 π 共役高分子マイクロ球体からのWGM発光」第62回応用物理学会春季学術講演会、平塚、2015年3月. 77. 山本洋平、「 π 共役高分子球体からの共鳴発光現象」第1回数理工学融合センターワークショップ、つくば、2015年3月

4.2 エネルギー変換・貯蔵物質部門

部門長

守友 浩（数理物質系物理学域 教授）

構成教員

西堀英治（数理物質系物理学域 教授）

笠井秀隆（数理物質系物理学域 国際テニュアトラック助教） デンマーク国オーフス大学在駐

連携教員

小林 航（数理物質系物理学域 助教）

小島隆彦（数理物質系化学域 准教授）

櫻井岳暁（数理物質系物理工学域 准教授）

丸本一弘（数理物質系物質工学域 准教授）

安田剛（数理物質系客員准教授/物質・材料研究機構 主任研究員）

駒場慎一（数理物質系客員教授/東京理科大学 教授）

荒川裕則（数理物質系客員教授/元東京理科大学 教授）

雨宮健太（数理物質系客員教授/高エネルギー加速器研究機構 教授）

関口 章（数理物質系化学域 教授）

秋本克洋（数理物質系物理工学域 教授）

新井達郎 (数理物質系化学域 教授)
岡田 晋 (数理物質系物理学域 教授)
重田育照 (数理物質系物理学域 教授)
小野田雅重 (数理物質系物理学域 准教授)
池沢道男 (数理物質系物理学域 准教授)
大塩寛紀 (数理物質系化学域 教授)
末益 崇 (数理物質系物理工学域 教授)
柳原英人 (数理物質系物理工学域 准教授)

エネルギー変換・貯蔵物質部門では、全学戦略枠として西堀英治教授と西堀氏と研究を行う国際テニュアトラック教員 (笠井秀隆助教) を迎え入れた。デンマークオーフス大学のイベルセン教授に海外 PI を依頼し、笠井氏を 2 年間の予定で派遣している。本部門は、笠井氏の海外派遣、等を通じて、放射光科学分野における堅固な国際ネットワークを構築し、エネルギー環境物質分野における国際放射光利用拠点を目指す。

エネルギー変換・貯蔵物質部門では、エネルギー環境物質のサイエンスを切り開くために特徴ある研究を目指している。今年度は、(1) ナトリウムイオン二次電池正極材料の拡散係数の決定、(2) 二次電池の起電力へのイオンモデルの適用、(3) プルシャンブルー類似体を用いたリチウムイオン二次電池正極材料の開発、(4) 有機薄膜太陽電池における電荷生成効率の分光学的決定法、(5) ヘテロ分子界面における電荷注入の観測、(6) 走査型透過 X 線顕微鏡による有機薄膜太陽電池の分子混合の観測、(7) 配位高分子材料における超高速イオン貯蔵、(8) 放射光 X 線回折データを用いた電子密度解析の研究、(9) 分子性新材料の構造決定の研究、(10) 機能性酸化物の構造科学研究、等の研究成果を挙げた。

(1) 二次電池の研究

リチウムイオン二次電池は、スマートフォンやタブレットなどのモバイル機器、そして、電気自動車を実現するエネルギー・デバイスである。しかしながら、我が国は、二次電池の主原料であるリチウムを全て輸入に頼らざるを得ない。資源の安全保障を確立するためには、リチウムを豊富な元素であるナトリウムに置換したナトリウムイオン電池の開発が急務である。そこで、次世代二次電池であるナトリウムイオン二次電池の正極材料の研究を推進した。

層状酸化物の拡散係数の決定

レーザーアブレーション法で層状酸化物薄膜 ($P2\text{-NaCoO}_2$ 、 $P2\text{-NaMnO}_2$ 、 $O3\text{-NaCoO}_2$) を成膜し、複素インピーダンス測定を行った。ランデルス等価回路で解析を行い、ナトリウムイオン拡散係数とイオン電荷移動抵抗をナトリウム濃度と温度の関数として決定した。この実験により、ナトリウム化合物のナトリウムイオン拡散係数がリチウム化合物 ($O3\text{-LiCoO}_2$) のリチウムイオン拡散係数より大きいこと、を明らかにした。(論文 1,2,3,4)

起電力へのイオンモデルの適用

トランスの提唱したイオンモデルを層状酸化物 ($O3\text{-NaMO}_2$: $M = \text{Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni}$) の起電力に適用した。その結果、Ti - Cr 酸化物では電子が遷移金属から引き抜かれ、Mn - Ni 酸化物では電子が酸素から引き抜かれることが、分かった。こうした物質描像、安定かつ高性能なナトリウムイオン正極材料の開発に貢献する。(論文 5)

プルシャンブルー類似体を用いたリチウムイオン二次電池正極材料の開発

(Mn,Co)-プルシャンブルー類似体固溶体薄膜を作製し、構造物性、電子状態、電気化学物性の詳細を

調べた。固溶化による、構造相転移を抑制できることが明らかとなった。(論文6)

(2) 太陽電池の研究

有機薄膜太陽電池は高いエネルギー変換効率 (≥ 0.1) を示し、また、ロールツーロール等の製造が可能であるため、次世代太陽電池として期待されている。物質・材料研究機構との共同研究体制で、次世代有機薄膜太陽電池の電荷ダイナミクスを研究を推進した。

電荷生成効率の分光学的決定法

有機薄膜太陽電池では、光励起による励起子生成 → 励起子の解離・電荷の生成 → 電荷の輸送・回収、といった複雑なプロセスで発電が起こっている。我々は光子一個あたりの生成電荷の数を分光学的に決定する方法を提案し、最も典型的な有機薄膜太陽電池である P3HT/PCBM に適用した。(論文7)

ヘテロ分子界面への電荷注入

両性分子 SubPc は、高効率有機太陽電池材料として注目を浴びている。SubPc/C60 および SuBPc/6T ヘテロ型太陽電池を作製し、デバイス特性を明らかにした。さらに、系統的な超高速分光を行い、C60 層から SubPc 層への電子注入、および、6T 層から SubPc 層への正孔注入を分光学的に観測した。(論文8)

走査型軟 X 線顕微鏡による分子混合の観測

走査型軟 X 線顕微鏡による F8T2/PC71BM バルクヘテロジャンクション型有機薄膜太陽電池のドメイン構造と分子混合を明らかにした。さらに、アニール温度を変えた BHJ 型太陽電池を作製し、エネルギー変換効率、電荷生成率、ドメインサイズ、分子混合率、を系統的に調べた。その結果、エネルギー変換効率が分子混合率に強く依存することが明らかとなった。(論文9,10)

(3) イオン貯蔵の研究

配位高分子化合物はナノポーラスな構造を有するので、その空隙に様々なイオンを貯蔵したり放出したりできる。この可逆イオン貯蔵性能は、放射性セシウムの除去・濃縮等に有効である。そこで、配位高分子化合物の可逆イオン貯蔵性能を開拓した。

超高速イオン貯蔵

鉄欠損を導入したプルシャンブルー類似体薄膜が、イオン半径の大きな Rb イオンを超高速でインタカレートすることを発見した。詳細な解析により、イオンインターカレーションが固体/液体界面におけるイオン電荷移動抵抗で律速されていることが明らかとなった。(論文11)

(4) 構造物質科学の推進

第三世代放射光施設である SPring-8 等を高度利用して、エネルギー環境物質を中心とした構造物質科学の推進する。笠井市の海外派遣、等を通じて、放射光科学分野における堅固な国際ネットワークを構築し、エネルギー環境物質分野における国際放射光利用拠点を目指す。

電子密度解析

二つの酸素に挟まれた空間に水素が位置する Hydrogen Maleate の水素位置、水素電子密度分布の解明を SPring-8 の単結晶ビームラインを使って行った。単結晶回折データの測定と多極子展開解析により、通常の独立原子モデルの構造解析では検出が不可能な水素位置を決定することに成功した。このデータを、西オーストラリア大との共同研究により開発中の Hirshfeld atom 法で解析し、水素位置、水素の電子密度分布を精密に得ることに成功した。(論文13)

分子性新材料の構造決定

熱電特性を示す金属錯体一次元鎖の構造および第二高調波発生を示したドナー・アクセプター接合分子の構造を単結晶 X 線回折により決定し、機能の起源について議論した。また、フェロセン・アントラキ

ノン共役接合錯体の微粉末から開発した遺伝的アルゴリズムによる構造決定法を利用して3次元構造を決定することにも成功した。(論文 14,15)

機能性酸化物の構造科学研究

ワンステップの水熱合成法により簡便かつ安価に W ドープ量を制御して合成された VO₂ ナノロッドの構造および W ドープに伴う相転移温度評価を放射光 X 線回折により調べた。ドープ量の増加に伴う相転移温度の変化を決定するとともに、仕込み組成と生成物の W ドープ量を精密に評価した。この研究は中国科技院との国際共同研究である。(論文 16)

〈論文〉

1. T. Shibata, Y. Fukuzumi, W. Kobayashi, and Y. Moritomo, "Fast discharge process of layered cobalt oxides due to high Na⁺ diffusion", *Sci. Rep.*, 5, 9006 (2015)
2. T. Shibata, W. Kobayashi, and Y. Moritomo, Erratum "Sodium ion diffusion in layered Na_xCoO₂" [*Appl. Phys. Express* 6, 097101 (2013)], *Appl. Phys. Express*, 8, 029201 (2014)
3. T. Shibata, W. Kobayashi, and Y. Moritomo, Erratum "Sodium ion diffusion in layered Na_xMnO₂ (0.49 < x < 0.75): comparison with Na_xCoO₂" [*Appl. Phys. Express* 7, 067101 (2014)], *Appl. Phys. Express*, 8, 029202 (2014)
4. T. Shibata, W. Kobayashi, and Y. Moritomo, "Sodium ion diffusion in layered Na_xMnO₂ (0.49 < x < 0.75): comparison with Na_xCoO₂", *Appl. Phys. Express*, 7, 067101 (2014)
5. W. Kobayashi and Y. Moritomo, "Ionic model approach to battery voltage of Na_xMO₂", *J. Phys. Soc. Jpn.*, 83, 104712 (2014)
6. Y. Kurihara and Y. Moritomo, "Electrochemical, structural, and electronic properties of Mn-Co hexacyanoferrates against Li concentration", *Jpn. J. Appl. Phys.* 53, 067101 (2014)
7. Y. Moritomo, K. Yonezawa, and T. Yasuda, "Effect of temperature on carrier formation efficiency in organic photovoltaic cells", *Appl. Phys. Lett.*, 105, 073902 (2014)
8. Y. Takahashi, T. Yasuda, K. Yonezawa, and Y. Moritomo, "Carrier injection dynamics in heterojunction solar cells with bipolar molecule", *Appl. Phys. Lett.*, 106, 123902 (2015)
9. Y. Moritomo, T. Yasuda, K. Yonezawa, T. Sakurai, Y. Takeichi, H. Suga, Y. Takahashi, N. Inami, K. Mase, and K. Ono, "Fullerene mixing effect on carrier formation in bulk-hetero organic solar cells", *Sci. Rep.*, 5, 9483.
10. Y. Moritomo, T. Sakurai, T. Yasuda, Y. Takeichi, K. Yonezawa, H. Kamioka, H. Suga, Y. Takahashi, Y. Yoshida, N. Inami, K. Mase, and K. Ono, "Molecular mixing in donor and acceptor domains as investigated by scanning transmission X-ray microscopy", *Appl. Phys. Express*, 7, 052302 (2014)
11. T. Shibata and Y. Moritomo, "Ultrafast cation intercalation in nanoporous nickel hexacyanoferrate", *Chem Comm.*, 50, 12941 (2014)
12. B. Bryant, Y. Moritomo, Y. Tokura, and G. Aeppli, "Temperature and field dependence of magnetic domains in La_{1.2}Sr_{1.8}Mn₂O₇", *Phys. Rev. B*, 91, 134408 (2015).
13. M. Woinska, D. Jayatilaka, M. A. Spackman, A. J. Edwards, P. M. Dominiak, K. Wozniak, E. Nishibori, K. Sugimoto and S. Grabowsky, "Hirshfeld atom refinement for modelling strong

- hydrogen bonds." *Acta Cryst.* A70, 483 - 498 (2014)
14. M. Shimada, Y. Yamanoi, T. Matsushita, T. Kondo, E. Nishibori, A. Hatakeyama, K. Sugimoto, and H. Nishihara, "Optical Properties of Disilane-Bridged Donor-Acceptor Architectures: Strong Effect of Substituents on Fluorescence and Non-linear Optical Properties." *J. Am. Chem. Soc.* 137, 1024 - 1027 (2015)
 15. E. Nishibori, S. Aoyagi, M. Sakata, R. Sakamoto and H. Nishihara, "Crystal structure of (Z)-1-(ferrocenylethynyl)-10-(phenylimino)anthracen-9(10H)-one from synchrotron X-ray powder diffraction." *Acta Cryst.* E70, 573 - 576, (2014)
 16. R. Chen, L. Miao, H. Cheng, E. Nishibori, C. Y. Liu, T. Asaka, Y. Iwamoto, M. Takata and S. Tanemura, "One-step hydrothermal synthesis of $V_{1-x}W_xO_2$ (M/R) nanorods with superior doping efficiency and thermochromic properties." *Mater. Chem. A*, 3, 3726 - 3738 (2015)

〈著書・総説等〉

1. 技術情報協会「放射性物質の吸着・除染および耐放射線技術における材料・施工・測定の新技術」2014/11/28, 633頁, 守友 浩 担当箇所 163 - 169
2. 技術情報協会「次世代蓄電池の【最新】材料技術と性能評価」2013/12/27, 829頁, 守友 浩 担当箇所 695 - 700

〈研究成果発表〉

[国際会議]

1. Y. Moritomo, High Na-ion diffusion constant in cathode materials for SIBs, CENIDE-CNMM-TIMS Joint Symposium (Duisburg, 2015/3/17) (招待講演)
2. Y. Moritomo, Structural and electronic properties of several cathode materials for sodium-ion secondary batteries, TNS'14 (Tsukuba, 2014/7/26)(招待講演)
3. E. Nishibori, Structural Studies of Functional Materials Using Synchrotron X-Ray Diffraction, CENIDE-CNMM-TIMS Joint Symposium, (Duisburg, 2015/3/17) (招待講演)
4. E. Nishibori, Application of maximum-entropy electrostatic potential in Materials Science, Congress and General Assembly of the International Union of crystallography (Montreal, 2014/8/5-12) (招待講演)
5. K. Yonezawa, Y. Moritomo, T. Sakurai, T. Yasuda, Y. Takeuchi, H. Kamioka, H. Suga, Y. Takahashi, Y. Yoshida, N. Inami, K. Mase, and K. Ono, 「Domain Structure of F8T2/PC71BM Blend Film as Investigated by Scanning Transmission X-ray Microscope (STXM)」, KJF-ICOME2014(Tsukuba, 2014/9/22-24)(ポスター)
6. M. Takachi, Y. Fukuzumi, and Y. Moritomo, 「Diffusion constant of Li^+/Na^+ in Prussian Blue analogues」, CENIDE-CNMM-TIMS Joint Symposium (Duisburg, 2015/3/16-17)

[国内学会・研究会]

1. 守友 浩「エネルギー変換・貯蔵部門」CiRFSE シンポジウム (つくば, 2015/3/12) (招待講演)
2. 西堀英治「Current Status of Accurate structural studies by Synchrotron X-ray Diffraction.」日本顕微鏡学会第 70 回記念学術講演会 (幕張メッセ国際会議場, 2014.5.12) (招待講演)
3. 守友 浩、柴田恭幸、小林航、西堀英治「層状酸化物 AMO₂ の電子レベルの構造解析」第 55 回電池討論会 (京都, 2014/11/19) (一般講演)
4. 守友 浩、栗原佑太郎「Co-Mn プルシアンブルー類似体の電気化学特性」第 55 回電池討論会 (京都, 2014/11/20) (一般講演)
5. 高地 雅光、守友 浩「プルシアンブルー類似体のイオン拡散係数」第 55 回電池討論会 (京都, 2014/11/21) (一般講演)
6. 柴田 恭幸、小林 航、守友 浩「Na_xMO₂(M = Co, Mn) 薄膜における電気化学特性」第 55 回電池討論会 (京都, 2014/11/19) (一般講演)
7. 小林 航、守友 浩「イオンモデルによる O₃ 型層状酸化物の電位の考察」第 55 回電池討論会 (京都, 2014/11/19) (一般講演)
8. 柴田恭幸、小林 航、守友 浩「O₃ 型 NaCoO₂ 薄膜の電気化学特性」第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 (札幌, 2014/9/17) (一般講演)
9. 柴田恭幸「Sodium ion diffusion in layered Na_xCoO₂」第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 (札幌, 2014/9/17) (応用物理学会論文奨励賞受賞記念講演)
10. 柴田 恭幸、濱口 純、守友 浩「Ni プルシアンブルー類似体における高速インターカレーション」第 62 回応用物理学会春季学術講演会 (平塚, 2015/3/12) (一般講演)
11. 柳田 歩、柴田 恭幸、小林 航、守友 浩「P2 型 Na_xCoO₂ 薄膜電極の放電曲線のレート依存性」第 62 回応用物理学会春季学術講演会 (平塚, 2015/3/11) (一般講演)
12. 赤羽 隆弘、柳田 歩、小林 航、守友 浩「P2 型 Na_xMO₂ の結晶構造の温度依存性」第 62 回応用物理学会春季学術講演会 (平塚, 2015/3/11) (一般講演)
13. 高橋 洋輔、米澤 宏平、安田 剛、守友 浩「両極性低分子を用いたヘテロ接合型薄膜の電荷ダイナミクス」第 62 回応用物理学会春季学術講演会 (平塚, 2015/3/12) (ポスター)
14. 米澤宏平、上岡隼人、安田剛、韓礼元、守友浩「Carrier Formation Efficiency in Organic Photovoltaic」NIMS Conference 2014 (つくば, 2014/7/1-3) (ポスター)

〈その他特記事項〉

1. 守友 浩、柴田恭幸「ナトリウムイオン二次電池用負極、ナトリウムイオン二次電池、リチウムイオン二次電池用負極、リチウムイオン二次電池」、筑波大学、特願 2014-222946、2014/10/31
2. 守友 浩、濱口純、柴田恭幸「水溶性放射性物質の除去・濃縮装置および水溶性放射性物質の除去・濃縮方法」、筑波大学、特願 2014-259441、2014/12/22
3. 守友 浩、柴田恭幸「電圧駆動素子、電池、表示装置、磁性制御装置および反転対称性制御装置」、筑波大学、特 5590516、2014/8/8
4. 守友 浩、中田文也「プルシアンブルー類似体の作成方法」、筑波大学、特 5700382、2015/2/27
5. 守友 浩、五十嵐一泰「不揮発性エレクトロクロミック素子およびカチオンの移動を制御する方法」、筑波大学、特 5641363、2014/11/7

5 逆問題研究推進室 活動報告

推進室長

磯崎 洋 (数理物質系数域 教授)

構成教員

秋山 茂樹 (数理物質系数域 教授)

千原 浩之 (数理物質系数域 教授)

金子 元 (数理物質系数域 系国際テニユアートラック助教)

連携教員

青嶋 誠 (数理物質系数域 教授)

竹山 美宏 (数理物質系数域 准教授)

田崎 博之 (数理物質系数域 准教授)

照井 章 (数理物質系数域 准教授)

梁 松 (数理物質系数域 准教授)

矢田 和善 (数理物質系数域 助教)

(1) 統計部門：高次元データに関する統計的研究

遺伝子ネットワークの推定を高速化し、高次元データの識別問題に精度を保証するための統一的な理論と方法論を構築した。計算量が膨大なネットワーク推定のために拡張クロスデータ行列法を開発し、高次元データに対して低い計算コストで検定統計量を作り、精度を保証できるようにした。高次元データの分類器を統一的に扱う理論を構築し、最適性を論じ、分類器の推定、精度に関する一貫性・漸近正規性、変数選択に至るまで、統一的な理論と方法論を与えた。

2014年11月10-12日の3日間、日本学術振興会科学研究費による研究集会「Workshop on Statistical Methods for Large Complex Data」を本学で開催し、80名程度の参加者が集い、活発な議論が交わされた。

(2) 数理解析部門：多様体上の幾何解析と逆問題

非コンパクトなりーマン多様体やオービフォールドにおいてS行列から多様体を再構成する逆問題に成功した。六角格子等の例を含む摂動された格子上的シュレーディンガー作用素のスペクトル理論を構築した。一般のバーグマン型変換に付随した調和振動子の一般化に相当する2階微分作用素やその固有関数系等について考察し、通常の調和振動子の場合に知られた事実を一般化した。

アフィンヘッケ代数の変形を用いて、可積分な確率過程を構成することに成功し q-Hahn 系と呼ばれる離散時間確率過程の連続時間極限が得られることを示した。

2014年1月14日から16日まで沼津においてシンポジウム「解析学の耳袋」を開催し、偏微分方程式論の最近の研究成果の発表と情報交換を行った。

(3) 幾何部門：多様体上の積分幾何学

複素構造を持つ空間内の実部にあたる二つの空間の交叉の形を利用して、積分幾何学における交叉積分公式を適用し実部の体積の評価を得た。コンパクト型 Hermite 対称空間の二つの実形の交叉、複素 Grassmann 多様体内の実 Grassmann 多様体の場合の研究、ならびに複素旗多様体の対蹠集合と二つの実形の交叉に関する研究を行った。

(4) 代数部門：ランダムネスと数論

代数的数の N 進展開について、digit のランダム性の証拠を与えた (金子)。この研究は高次元数値積分の準モンテカルロ法に用いられる low discrepancy を持つ数列を生成するのに役立つ。自己アフィンタイリングの平行移動作用に関する力学系を調べた (秋山)。これが純離散スペクトルを示し、さらに強非周期性を持つ場合は準結晶の非常によいモデルとなる

〈論文〉

統計部門

1. Aoshima, M., Yata, K. A distance-based, misclassification rate adjusted classifier for multiclass, high-dimensional data, *Annals of the Institute of Statistical Mathematics* 66 (2014), 983-1010.
2. Aoshima, M., Yata, K. Asymptotic normality for inference on multisample, high-dimensional mean vectors under mild conditions, *Methodology and Computing in Applied Probability* 17, Issue 2 (2015), 419-439.
3. Aoshima, M., Yata, K. Geometric classifier for multiclass, high-dimensional data, *Sequential Analysis, Stein (1945)'s 70 Year Celebration Issue* (2015), in press.
4. K. Ohara, S. Tajima, A. Terui. Developing Linear Algebra Packages on Risa/Asir for Eigenproblems (Extended abstract). *Proceedings of the 4th International Congress on Mathematical Software (ICMS 2014)*. *Lecture Notes in Computer Science* 8592, Springer, 2014, 321-324.

数理解析部門

1. Hiroyuki Chihara, Fourth-order dispersive systems on the one-dimensional torus, *Journal of Pseudo-Differential Operators and Applications*, Vol 6 (2015), 237-263.
2. Hiroyuki Chihara and Eiji Onodera, A fourth-order dispersive flow into Kaehler manifolds, *Zeitschrift fuer Analysis und ihre Anwendungen* Vol 34, (2015), 221-249.
3. Song Liang, A Mechanical model of Brownian motion with uniform motion area, *J. Math. Sci. Univ. Tokyo* 21 (2014), 1-100
4. Yoshihiro Takeyama, A deformation of affine Hecke algebra and integrable stochastic particle system *J. Phys. A*, 47, 2014 年 10 月,
5. Yoshihiro Takeyama, A discrete analogue of periodic delta Bose gas and affine Hecke algebra *Funkcial. Ekvac.*, 57(1) 107-118, 2014 年 4 月.
6. H. Isozaki, Y. Kurylev and M. Lassas, Recent progress of inverse scattering theory on non-compact manifolds, *Contemporary Mathematics*, 615 (2014), 143-163.
7. H. Isozaki and H. Morioka, A Rellich type theorem for discrete Schroedinger operators, *Inverse Problems and Imaging*, 8 (2014), 475-489

幾何部門

1. O. Ikawa, M. S. Tanaka and H. Tasaki, The fixed point set of a holomorphic isometry and the intersection of two real forms in the complex Grassmann manifold, *Springer Proceedings in Math-*

- ematics and Statistics, 106 (2014), 319-327
2. H. Iriyeh, T. Sakai and H. Tasaki, Lagrangian intersection theory and Hamiltonian volume minimizing problem, Springer Proceedings in Mathematics and Statistics, 106 (2014), 391-399
 3. H. Tasaki, Sequences of maximal antipodal sets of oriented real Grassmann manifolds, Springer Proceedings in Mathematics and Statistics, 106 (2014), 515-524
 4. M. S. Tanaka and H. Tasaki, The intersection of two real forms in Hermitian symmetric spaces of compact type II, J. Math. Soc. Japan 67 (2015), 275-291
 5. H. Tasaki, Estimates of antipodal sets in oriented real Grassmann manifolds, International Journal of Mathematics 26 no.5 (2015), 1541008-1-12
 6. O. Ikawa, M. S. Tanaka and H. Tasaki, The fixed point set of a holomorphic isometry, the intersection of two real forms in a Hermitian symmetric space of compact type and symmetric triads, International Journal of Mathematics 26 no.5 (2015), 1541005-1-32
 7. M. S. Tanaka and H. Tasaki, Correction to: “The intersection of two real forms in Hermitian symmetric spaces of compact type”, to appear in J. Math. Soc. Japan
 8. H. Iriyeh, T. Sakai and H. Tasaki, On the structure of the intersection of real flag manifolds in a complex flag manifold, to appear in Advanced Studies in Pure Mathematics

代数部門

1. Hajime Kaneko, Takeshi Kurosawa, Yohei Tachiya, Taka-aki Tanaka, Explicit algebraic dependence formulae for infinite products related with Fibonacci and Lucas numbers, Acta Arith. 168 (2015), 161-186.
2. Shigeki Akiyama and Attila Pethő, On the distribution of polynomials with bounded roots, I. Polynomials with real coefficients, Journal of Mathematical Society of Japan, Vol. 66, No. 3 (2014) 1-23,
3. Shigeki Akiyama and Jeong-Yup Lee, The computation of overlap coincidence in Taylor-Socolar substitution tiling, Osaka Journal of Mathematics, vol. 51 (2014) 597-607.
4. Shigeki Akiyama and Attila Pethő, On the distribution of polynomials with bounded roots II. Polynomials with integer coefficients, Uniform Distribution Theory, vol. 9 (2014) no. 1, 5-19.
5. Shigeki Akiyama, Mean divisibility of multinomial coefficients, Journal of Number Theory, vol. 136 (2014) no. 3, 438-459,
6. Shigeki Akiyama and Jeong-Yup Lee, Overlap coincidence to strong coincidence in substitution tiling dynamics, European J. Combin. Volume 39, July 2014, Pages 233-243
7. Shigeki Akiyama, A family of non-sofic beta expansions, Ergodic Theory and Dynamical Systems. Published Online 2014.
8. Shigeki Akiyama, Franz Göhler and Jeong-Yup Lee, Determining pure discrete spectrum on some self-affine tilings, Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science, vol. 16:3 (2014) 305-316.
9. Shigeki Akiyama, Laszlo Aszalás, Lajos Hajdu, Attila Pethő, Correlation clustering of graphs and integers. Infocommunication Journal, 6 (2014), 3–12.

〈著書・総説等〉

統計部門

1. M. Aoshima and K. Yata, Statistical inference for high-dimension, low-sample-size data, Sugaku translation, American Mathematical Society (2014), in press.

数理解析部門

1. H. Isozaki and Y. Kurylev, Introduction to spectral theory and inverse problem on asymptotically hyperbolic manifolds, MSJ Memoires, Vol 32, Mathematical Society of Japan (2014).

代数部門

1. Shigeki Akiyama, Valerie Berthe, Hui Rao, Takao Komatsu, Numeration and Substitution 2012., RIMS Kokyuroku Bessatsu B46

〈研究成果発表〉

[国際会議]

統計部門

1. Aoshima, M., Quadratic-Type Classifications for Non-Gaussian, High-Dimensional Data, Second Conference of the International Society of NonParametric Statistics, Cadiz, Spain, June 13, 2014 (招待講演)
2. Yata, K., Aoshima, M., Quadratic-Type Classifications for High-Dimensional Data, The 3rd IMS Asia Pacific Rim Meeting, Taipei, Taiwan, July 2, 2014 (招待講演)
3. Aoshima, M., High-Dimensional Quadratic Classifiers in Non-Sparse Settings, Workshop on Statistical Methods for Large Complex Data, Kaohsiung, Taiwan, March 13, 2015 (基調講演)

数理解析部門

1. Hiroyuki Chihara, Fourth-order linear dispersive systems and dispersive flows into Riemann surfaces, Geometric and Singular Analysis, ポツダム大学 2015 年 2 月 9 日～2015 年 2 月 13 日 (招待講演)
2. Isozaki Hiroshi, 8 月 19 日 Spectral properties for Laplacians on non-compact manifolds with general ends, Inverse Problems and Related Topics (Euler Institute, St. Petersburg) (招待講演)
3. Isozaki Hiroshi, 11 月 28 日 Problemes inverses et domaines associes (Aix-Marseille University) Inverse scattering on non-compact manifolds with general metric (招待講演)
4. Yoshihiro Takeyama, A deformation of affine Hecke algebra and integrable stochastic particle system, From Macdonald Processes to Hecke Algebras and Quantum Integrable Systems, Institut Henri Poincare, 2014 年 5 月 28 日, (招待講演)

代数部門

1. Kaneko Hajime, p-adic expansions of algebraic irrational numbers、準結晶の数学的モデルとその周辺 (Mathematical Model of quasi-crystals and related topics)、京都大学数理解析研究所、2014年10月27日
2. Kaneko Hajime, Arithmetical properties of p-adic numbers related to numerical systems, Analytic Number Theory 8211; Distribution and Approximation of Arithmetic Objects、京都大学数理解析研究所、2014年10月31日
3. Kaneko Hajime, On the beta-expansions of algebraic numbers by a Pisot or Salem number beta、Diophantine Analysis and Related Fields 2015、桐生市市民文化会館、2015年3月6日
4. Shigeki Akiyama, Discretized Rotation: Intersection of number theory and dynamical system International Conference of Discrete Mathematics and Applied Sciences Bangkok, Thailand 2014年5月22日 (招待講演)
5. Shigeki Akiyama Mathematics on quasi-crystal structure Sapporo summer conference on dynamics of patterns in materials science Research Institute for Electronic Science(RIES), Hokkaido University, Sapporo, Japan 2014年8月1日 (招待講演)
6. Shigeki Akiyama Beyond the Pisot Conjecture: an outlook Lorenz Center Workshop, The Pisot Conjecture Leiden (Netherland) 2014年9月5日 (招待講演)
7. Shigeki Akiyama Beta expansion with rotation 華中師範大学セミナー武漢, 中国 2015年3月23日 (招待講演)
8. Shigeki Akiyama Invariant measures of rotational beta expansions 華中科技大学セミナー, 武漢, 中国 2015年3月27日 (招待講演)

[国内学会・研究会]

統計部門

1. 青嶋 誠, 高次元データの分類 – 判別分析とクラスター分析の諸問題と高次元現象, The Applied Statistics Workshop 2014, 東京大学, 2014年12月19日 (招待講演)
2. 青嶋 誠, High-dimensional quadratic classifiers in non-sparse settings, 研究集会「大規模統計モデリングと計算統計」, 東京大学, 2015年2月7日 (招待講演)
3. 矢田和善, 青嶋 誠, Principal component analysis based clustering for high-dimension, low-sample-size data, 第9回日本統計学会春季集会, 明治大学, 2015年3月8日 (招待講演)
4. 照井章. 最適化問題としての数式・数値融合計算. ワークショップ”Intersection of Pure Mathematics and Applied Mathematics VIII: Special”, 九州大学伊都キャンパス, 2015年2月20日. (招待講演)
5. 照井章. 最適化問題としての近似 GCD: 過去, 現在, 未来. ワークショップ: 近似代数とその周辺領域, Kobe Studio Seminar for Design, 神戸大学大学院人間発達環境学研究科, 2014年11月23日. (招待講演)

数理解析部門

1. 千原浩之, A Bargmann transform associated with a certain class of second-order elliptic differential operators, 第10回 非線型の諸問題, 大分県中小企業会館, 2014年9月17日~2014年9月19日 (招待講演)

2. 千原浩之, Fourth-order linear dispersive systems and dispersive flows into Riemann surfaces, The 12th Linear and Nonlinear Waves, ピアザ淡海 (滋賀県立県民交流センター, 2014 年 11 月 12 日～2014 年 11 月 14 日 (招待講演))
3. 千原浩之, 分散型写像流の幾何解析, スペクトル・散乱 前橋シンポジウム, 前橋工科大学, 2015 年 1 月 10 日～2015 年 1 月 12 日 (招待講演)
4. 竹山美宏, Algebraic construction of integrable stochastic system, 数学・物理における可積分性の諸相, 大阪市立大学, 2015 年 3 月 10 日, (招待講演)

幾何部門

1. 田崎博之, 複素旗多様体内の二つの実形の交叉, 部分多様体論・湯沢 2014, 湯沢グランドホテル, 2014 年 11 月 20 日-22 日 (招待講演)
2. 田崎博之, Antipodal sets in oriented real Grassmann manifolds 2015 年 02 月 15 日, Hakata Workshop 2015, Reference Eki Higashi Building at Hakata (招待講演)

代数部門

1. 金子 元、フィボナッチ型初期値線形回帰数列の解析数論への応用、第 12 回日本フィボナッチ協会研究集会、東京海洋大学、2014 年 8 月 24 日
2. 金子 元、On the beta-expansions of algebraic numbers for a Pisot or Salem number beta、数論とエルゴード理論、金沢大学サテライト・プラザ、2015 年 2 月 8 日
3. 秋山茂樹 準結晶の数理とタイル張り 東北大 WPI-AIMR セミナー 東北大 2014 年 6 月 26 日 (招待講演)
4. 秋山茂樹 概周期構造とタイル張り力学系複素解析的ベクトル場・葉層構造とその周辺 京都教育大 2014 年 12 月 14 日 (招待講演)
5. 秋山茂樹 Almost periodicity and coincidences in tiling dynamics I, II 数論とエルゴード理論, 金沢大学サテライト・プラザ 2015 年 2 月 7 日 (招待講演)
6. 秋山茂樹 Beta expansion with rotation Workshop on “ β -transformation and related topics” 九州大学伊都キャンパス 2015 年 3 月 10 日 (招待講演)

6 活動実績等資料

6.1 センター規則

○国立大学法人筑波大学数理物質融合科学センター細則

〔平成26年9月1日〕
数理物質系部局細則第8号

改正 平成26年数理物質系部局細則第9号
平成27年数理物質系部局細則第4号

国立大学法人筑波大学数理物質融合科学センター細則
(趣旨)

第1条 本部局細則は、数理物質科学の国際研究拠点の実現を目指し、数理物質系に設置する数理物質融合科学センター（以下「センター」という。）の組織及び運営に関し、必要な事項を定めるものとする。

(目的)

第2条 センターは、物質の本質の統一的理解を数理的手法によって進める世界的研究拠点を形成し、宇宙史の統一的理解と、環境エネルギー材料の研究による新物質の創出を飛躍的に推進させることを目的とする。

(センター長)

第3条 センターにセンター長を置く。
2 センター長は、センター業務を所掌しセンターの研究を統括する。

(センターの構成員)

第4条 センターにセンター長のほか次の表の左欄の者を置き、その職務は右欄のとおりとする。

融合研究企画室長	センター長が兼務し、融合研究企画室の業務を所掌し、逆問題推進室の研究を統括する。
宇宙史国際研究拠点長	宇宙史国際研究拠点の業務を所掌し、宇宙史国際研究拠点の各部門の研究を統括する。
環境エネルギー材料研究拠点長	環境エネルギー材料研究拠点の業務を所掌し、環境エネルギー材料研究拠点の各部門の研究を統括する。
逆問題研究推進室長	逆問題研究推進室の研究を中心的に進める。
部門長	宇宙史国際研究拠点、環境エネルギー材料研究拠点の各部門における研究を中心的に進める。
構成教員	宇宙史国際研究拠点、環境エネルギー材料研究拠点の各部門及び逆問題研究推進室の研究を進める。
連携教員	必要に応じて逆問題研究推進室長または部門長と連携し研究を進める。

(組織)

第5条 第2条の目的達成のため、センターに次の管理組織、研究組織及び支援組織を置く。

- (1) 管理組織
 - ① センター運営室

- ② 融合研究企画室
 - (2) 研究組織
 - ① 宇宙史国際研究拠点
 - ア 南極天文部門
 - イ 素粒子構造部門
 - ウ クォーク・核物質部門
 - ② 環境エネルギー材料研究拠点
 - ア エネルギー貯蔵・変換物質部門
 - イ 物質変換材料部門
 - ③ 逆問題研究推進室
 - (3) 支援組織
 - ① 共用施設室
 - ② 連携支援室
- 2 研究組織及び支援組織に関し必要な事項は、センター長が別に定める。

(センター運営室)

第6条 センター運営室は、次の業務を行う。

- (1) センターの運営に関すること
 - (2) 研究拠点の研究の実施に関すること
 - (3) 研究拠点の研究の広報に関すること
- 2 センター運営室は、次に掲げる者で組織する。
- (1) センター長
 - (2) 宇宙史国際研究拠点長
 - (3) 環境エネルギー材料研究拠点長
 - (4) 逆問題研究推進室長
 - (5) 部門長
 - (6) 数理物質系長
 - (7) その他センター長が指名する者

(融合研究企画室)

第7条 融合研究企画室は、センター運営室のもと次の業務を行う。

- (1) 研究拠点間の研究連携及び研究連携の検討
 - (2) 研究拠点間の研究融合及び研究融合の検討
 - (3) 研究拠点の研究のサポート
- 2 融合研究企画室は、次に掲げる者で組織する。
- (1) 融合研究企画室長
 - (2) 宇宙史国際研究拠点長
 - (3) 環境エネルギー材料研究拠点長
 - (4) 逆問題研究推進室長
 - (5) その他センター長が指名する者

(センター長の任期)

第8条 センター長の任期は、2年とし、再任を妨げない。ただし、任期の途中で欠員となつた場合の後任の任期は、前任者の残任期間とする。

- 2 センター長は、センター構成員及び次条の運営協議会委員から選出するものとする。
- 3 センター長の選考は、センター運営室の議を経るものとし、手続きについては別に定

める。

(センター運営協議会)

第9条 センターに、センターの管理運営を協議するためセンター運営協議会（以下「協議会」という。）を置き、次に掲げる事項を審議する。

- (1) センターの運営方針に関する重要事項
- (2) センター事業の実施状況の点検及び評価に関する重要事項
- (3) その他センター長が必要と認める事項

2 協議会は、次の者で組織する。

- (1) センター長
- (2) 研究担当副学長の指名する者 若干名
- (3) 研究拠点長
- (4) 学外の学識経験者 若干名
- (5) 数理物質系長
- (6) センター長が指名する本学の職員 若干名

3 前項の他に、センター長が必要と認める教職員をオブザーバーとして出席させることが出来る。

4 協議会に議長を置き、委員の互選により選出する。

5 議長は、協議会を主宰する。

6 議長に事故があるときは、あらかじめ議長の指名する委員がその職務を代行する。

(協議会委員の任期)

第10条 前条第2項第2号、第4号及び第5号の委員の任期は、2年とする。ただし、任期の終期は、委員となる日の属する年度の翌年度の末日とする。

2 後任の委員の任期は、前任者の残任期間とする。

3 前2項の委員は、再任されることができる。

(事務)

第11条 センターに関する事務は、数理物質エリア支援室が行う。

(雑則)

第12条 この部局細則に定めるもののほか、センターの運営に関し必要な事項は、別に定める。

附 則

1 この部局細則は、平成26年9月1日から施行する。

2 第8条第1項及び第2項の規定にかかわらず、当分の間、センター長は数理物質系長をもって充てる。

附 則

この部局細則は、平成26年10月17日から施行する。

附 則

1 この部局細則は、平成27年4月1日から施行する。

2 平成26年数理物質系部局細則第8号附則第2項の適用については、平成27年3月31日までとする。

6.2 競争的資金獲得状況

構成員名	研究代表者名	区分	種目	課題番号	研究題目・寄附の目的等	金額(分担金)
中井 直正		科研費補助金・学術研究助成金	基盤研究(A)	26247019	大規模電波カメラによる「あかり」北極域の掃天観測	¥16,900,000
中井 直正		受託事業	2. 日本学術振興会「研究成果の社会還元・普及事業(ひらめき・ときめきサイエンス)」	BBD26017	自作の望遠鏡で宇宙を見よう	¥403,000
中井 直正		受託研究	自然科学研究機構国立天文台委託事業	ABD26019	大学間連携VLBI観測事業に係る研究 ー 先端的天文学研究の推進ー「高精度VLBI観測による銀河系の構造及び進化の解明」	¥5,507,000
久野 成夫		受託研究	自然科学研究機構国立天文台委託研究	ABD26150	野辺山45m鏡および筑波大30cm鏡による銀河面サーベイ観測の推進	¥4,550,000
中井 直正		その他	国立極地研究所平成26年度研究プロジェクト		ドームふじ基地における赤外線・テラヘルツ天文学の開拓	¥1,850,000
中井 直正		その他	4. 国立極地研究所南極観測事業費(一般研究観測)		南極からの赤外線・テラヘルツ天文学の開発	¥4,365,000
金 信弘		科研費補助金・学術研究助成金	新学術領域 計	25105007	宇宙背景ニュートリノの崩壊探索に用いる超伝導赤外線検出器の開発	14,950,000 円
受川 史彦		科研費補助金・学術研究助成金	基盤研究(C)	25400295	ハドロン衝突における重いクォーク生成の物理	1,690,000 円
原 和彦		科研費補助金・学術研究助成金	基盤研究(C)	25400294	アトラス実験でのヒッグス湯川結合の測定	1,174,000 円
受川 史彦	徳宿 克夫	科研費補助金・学術研究助成金	新学術領域 計	23104002	ヒッグス粒子の発見による素粒子の質量起源の解明	13,000,000 円
原 和彦	坪山 透	科研費補助金・学術研究助成金	新学術領域 計	25109006	高輝度加速器実験のための素粒子イメージング	8,190,000 円
石橋 延幸		科研費補助金・学術研究助成金	基盤研究(C)	70211729	弦の場の理論を用いた超弦理論・D-ブレーンの研究	1,040,000 円
佐藤 勇二		科研費補助金・学術研究助成金	基盤研究(C)	24540248	重力ノージ理論双対性の可積分構造に基づいたグルーオン散乱振幅の研究	910,000 円
金 信弘		その他			ニュートリノ崩壊探索	4,000,000 円
金 信弘	守友浩, 金信弘, 末木啓介	その他			STJ 検出器開発	650,000 円
原 和彦	守友浩, 金信弘, 末木啓介	その他			SOI 検出器開発	350,000 円
石橋 延幸		受託研究		ABD27011	素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理分野にかかる学術研究動向に関する調査研究	1,300,000 円
三明 康郎		科研費補助金・学術研究助成金	基盤研究(B)	25287048	粒子・ジェット方位角相関測定によるグルーオン衝撃波の探索	¥2,300,000
中條 達也		科研費補助金・学術研究助成金	基盤研究(B)	25287047	LHC-ALICE 実験・前方光子検出器のための高速読み出し系の開発	¥6,717,000
中條 達也		科研費補助金・学術研究助成金	日本学術振興会 二国間交流事業・共同研究(フランス(CNRS) との共同研究)	BBD26030	電磁カロリメータ検出器によるクォーク・グルーオンプラズマ超高温相の物性研究	¥2,500,000
中條 達也		共同研究	日仏素粒子物理学研究所 (FJPLP-TYL)		Measurements of Jets and Photons in Heavy Ion Collisions at the Highest Beam Energy during the LHC-Run 2 by ALICE	4,000 円(フランス研究機関のみ)
中條 達也	杉立徹	科研費補助金・学術研究助成金	基盤研究(S)	26220707	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	¥3,500,000
小沢 顕		科研費補助金・学術研究助成金	挑戦的萌芽	26610056	不安定核電気双極子モーメント測定への挑戦	¥2,200,000
江角 晋一		科研費補助金・学術研究助成金	日米科学技術協力事業		RHIC における高エネルギー重イオン衝突実験 (PHENIX)	¥18,700,000
江角 晋一		科研費補助金・学術研究助成金	新学術領域(公募研究)	25105504	高温高密度クォーク物質のQCD臨界点探索	¥1,820,000
中村 潤児		科研費補助金・学術研究助成金	新学術領域研究(研究領域提案型)	26107507	ホウ素ドーブラフェンの局所電子状態の解明と制御	¥2,400,000
中村 潤児		受託研究			エネルギー選別型反応制御とナノカーボン担持触媒設計	¥21,350,000
中村 潤児		共同研究			脱水素触媒の研究	¥1,080,000
中村 潤児		その他			多孔質炭素材料の研究に関する学術指導	¥300,000
中村 潤児		その他			陽極酸化アルミナ担体に白金触媒を担持する方法に関する学術指導	¥272,000
中村 潤児		その他			量子ドットに関する研究に係る学術指導	¥300,000
中村 潤児		その他			炭素材料の触媒分野への応用に関する学術指導	¥300,000

中村 潤児		その他			炭素材料に関する学術指導	¥300,000
中村 潤児		その他			炭素材料、触媒材料および燃料電池反応に関する学術指導	¥900,000
山本 洋平		科研費補助金・学術研究助成金	若手研究(A)		発光性および強誘電性ポリマーナノ粒子による新しいフォトニック結晶の構築	¥4,600,000
山本 洋平		科研費補助金・学術研究助成金	新学術領域研究(公募研究)		生体分子による新しい光電変換系の構築	¥1,500,000
山本 洋平		その他	若手ICT研究者等育成型研究開発 フェーズI		共役系高分子マイクロ球体によるレーザー発振素子の開発	¥2,030,000
山本 洋平		共同研究	物質・デバイス領域共同研究拠点		イオン性分子を用いた炭素材料の高分散化と電子・光機能の発現	¥300,000
山本 洋平		その他	つくばナノテク拠点産学連携人材育成プログラム 筑波大-NIMS連携研究		機能性ポリマーフォトニック結晶	¥750,000
守友 浩		科研費補助金・学術研究助成金	挑戦的萌芽		ブルシャンブルー類似体へのナトリウムイオンインターカレーション	140万
守友 浩		受託研究	A-STEP		水溶液中アニオンの高速・高密度貯蔵技術の開発	40万
守友 浩		奨学寄附金	三菱財団		ネットワークポリマー正極材料におけるリチウムイオン動力学の研究	200万
小林航		奨学寄附金	東燃ゼネラル石油研究奨励・奨学財団		イオンモデルに基づいた高性能ナトリウムイオン電池正極材料の開発	100万
小林航		奨学寄附金	熱・電気エネルギー技術財団		層状遷移金属化合物における電気化学ゼーベック効果の研究	100万
西堀英治		科研費補助金・学術研究助成金	挑戦的萌芽研究		ナノビーム回折による精密原子配列決定法の開発	20万
西堀英治		奨学寄附金	双葉電子記念財団		エネルギー材料のマルチスケール構造可視化システムの構築	90万
青嶋 誠		科研費補助金・学術研究助成金	基盤研究B	22300094	高次元データの理論と方法論の総合的研究	¥3,200,000
青嶋 誠		科研費補助金・学術研究助成金	挑戦的萌芽研究	26540010	ビッグデータの統計学・理論の開拓と3Vへの挑戦	¥800,000
青嶋 誠	赤平 昌文	科研費補助金・学術研究助成金	基盤研究B	23340022	統計的推測における非正則構造の解明とその応用	¥50,000
青嶋 誠	赤平 昌文	科研費補助金・学術研究助成金	挑戦的萌芽研究	24650146	統計的実験とその応用の新開拓	¥50,000
青嶋 誠	イリチュ美佳	科研費補助金・学術研究助成金	基盤研究C	26330033	多次元クラスター尺度構成法によるビッグデータ解析とその社会的応用	¥50,000
千原 浩之		科研費補助金・学術研究助成金	基盤研究B	23340033	擬微分作用素と幾何解析	¥3,400,000
磯崎 洋		科研費補助金・学術研究助成金	基盤研究B	25287016	多様体上の逆散乱理論の新局面-格子からオービフォールドまで	¥3,000,000
磯崎 洋	山口 孝男	科研費補助金・学術研究助成金	基盤研究B	21340013	幾何解析的手法による収束・崩壊現象の解明	¥200,000
秋山 茂樹		科研費補助金・学術研究助成金	基盤研究C	24540012	置換規則力学系のピソ予想	¥1,000,000
秋山 茂樹	小松 和志	科研費補助金・学術研究助成金	基盤研究C	23540141	準結晶構造における制御点集合を用いた近似グリッドの構成	¥100,000
秋山 茂樹	木上 淳	科研費補助金・学術研究助成金	基盤研究B	26287017	フラクタルにおける代数的・幾何学的構造と解析の相互的な関わりの研究	¥200,000
照井 章		奨学寄附金			「数式処理」に対する研究助成	¥1,000,000
梁 松		科研費補助金・学術研究助成金	若手研究B	25800056	結晶確率モデルのハミルトン力学系による導出およびそれにおける相対効果の影響	¥800,000
田崎 博之		科研費補助金・学術研究助成金	基盤研究C	24540064	対称空間の対称集合の研究およびその拡張と応用	¥1,300,000
竹山 美宏		科研費補助金・学術研究助成金	基盤研究C	26400106	可積分系に現れる差分方程式の代数解析	¥1,000,000
矢田 和善		科研費補助金・学術研究助成金	若手研究B	26800078	高次元漸近理論の統一的研究	¥800,000
矢田 和善	青嶋 誠	科研費補助金・学術研究助成金	基盤研究B	22300094	高次元データの理論と方法論の総合的研究	¥250,000
矢田 和善	青嶋 誠	科研費補助金・学術研究助成金	挑戦的萌芽研究	26540010	ビッグデータの統計学・理論の開拓と3Vへの挑戦	¥50,000

6.3 共同研究・受託研究

構成員名	相手先機関	金額	期間	内容
中井 直正	大学共同利用機関法人自然科学研究機構	5,507,000	2014年4月1日～ 2015年3月31日	大学間連携VLBI観測事業に係る研究 ー先端的天文学研究の推進ー「高精度VLBI観測による銀河系の構造及び進化の解明」
佐藤 勇二	Hungarian Academy of Sciences (ハンガリー)	2,470,000 円 (平成26年度)	2013年4月-2015 年3月	ゲージ理論/重力理論双対性における可積分性と強結合ゲージ理論ダイナミクス
中村 潤児	南開大学(中国)	なし	2003 - 現在	金属表面での触媒反応の理論的研究
中村 潤児	産業技術総合研究所	なし	2011 - 現在	炭素系触媒の機能解析
中村 潤児	東京大学	なし	2012 - 現在	メタノール合成触媒の表面科学的研究
中村 潤児	大阪大学	なし	2012 - 現在	メタノール合成触媒の表面科学的研究
中村 潤児	デュースブルク・エッセン大学(ドイツ)	なし	2012 - 現在	金属ナノ粒子の触媒応用
山本洋平	物質・材料研究機構		2012～	ペプチド固相合成と自己組織化
山本洋平	物質・材料研究機構		2014～	孤立共役高分子の自己組織化
山本洋平	物質・材料研究機構		2014～	高分子マイクロ球体の顕微蛍光スペクトル
山本洋平	東京工業大学		2010～	イオン液体/液晶の構造と物性に関する研究
山本洋平	東京工業大学		2014～	π 共役 dendrimer の自己組織化
山本洋平	大阪大学		2012～	高分子集合体のマイクロ波電導度測定
山本洋平	高エネルギー加速器研究機構		2012～	強誘電ポリマーやペプチド集合体の構造解明
山本洋平	デュースブルグ・エッセン大学		2012～	高分子球体のナノ計測
山本洋平	理化学研究所		2013～	強誘電高分子コロイド結晶のフォトニック特性
守友 浩	KEK/PF		2010～現在	配位高分子ナトリウムイオン電池材料の開発と機構解明
守友 浩	KEK/PF		2012～現在	層状酸化物ナトリウムイオン電池材料の開発と機構解明
守友 浩	KEK/PF		2012～現在	強相関化合物へのイオン導入と物制御電
守友 浩	KEK/PF・NIMS・AIST		2013～現在	STXMによる有機系太陽電池のナノ構造解明
守友 浩	SPring-8		2010～現在	配位高分子ナトリウムイオン電池材料の開発と機構解明
守友 浩	SPring-8		2010～現在	層状酸化物ナトリウムイオン電池材料の開発と機構解明
守友 浩	物質・材料研究機構		2010～現在	有機薄膜太陽電池の電荷生成機構解明
守友 浩	物質・材料研究機構		2013～現在	ペロブスカイ型太陽電池の電荷生成機構解明
守友 浩	MIT(アメリカ)		2013～現在	層状酸化物ナトリウムイオン電池材料の開発と機構解明
守友 浩	台湾放射光(台湾)		2013～現在	層状酸化物ナトリウムイオン電池材料の電子状態
西堀 英治	西オーストラリア大学(オーストラリア)		2014～現在	実験電子密度の解析法開発の研究

西堀 英治	リバプール大学(イギリス)		2012～現在	新規誘電体の放射光を用いた構造科学の研究
西堀 英治	オーフス大学(デンマーク)		2000～現在	エネルギー材料の放射光を利用した構造科学研究
西堀 英治	中国科学技術院(中国)		2013～現在	VO2ナノ粒子および熱電変換材料の構造評価
西堀 英治	東京大学		2005～現在	ドナー・アクセプター共役接合錯体の構造決定の研究
西堀 英治	東京大学		2014～現在	単成分からなる分子性金属の物理と構造相関
西堀 英治	日本大学		2008～現在	単成分からなる分子性金属の物理と構造相関
西堀 英治	理化学研究所		2014～現在	スキルミオン結晶の圧力効果
磯崎 洋	ロンドン大学(英国)		2014年6月26日-6月30日	多様体上の波動方程式に関する逆散乱問題
磯崎 洋	マルセイユ大学(フランス)		2014年11月16日-11月30日	マックスウエル方程式の逆散乱問題
青嶋 誠	国立台湾大学(中華民国)		2014年11月8日-11月12日	高次元非線形データの多様体上の漸近理論の研究
青嶋 誠	ノースカロライナ大学(米国)		2015年2月19日-2月25日	超高次元データの識別問題の研究
青嶋 誠	Academia Sinica(中華民国)		2015年3月11日-3月15日	大規模複雑データのランダム行列の研究
秋山 茂樹	京都大学数理解析研究所		2014年10月27日-10月29日	準結晶の数学的モデルとその周辺
金子 元	グルノーブル大学(フランス)		2015年1月6日-1月7日	ディオファントス幾何に関する研究
金子 元	リヨン大学(フランス)		2015年1月8日-1月10日	関数体上の超越数論に関する研究
矢田 和善	中山大學(中華民国)		2015年3月11日-3月15日	大規模複雑データにおける研究
秋山 茂樹	ウィーン工科大学(オーストリア)		2014年8月26日-8月31日	自己アフィンタイルのトポロジーと境界のパラメータ付け
秋山 茂樹	華中科技大学(中国)		2014年3月17日-4月2日	置換規則のRecognizability

6.4 研究員・研究生等の受け入れ

構成員名	研究生等氏名	職名・学年	国籍	受入期間
中井 直正	Zhou Bin	外国人研究生	中国	2014.4.1-2015.3.31

6.5 各種受賞等

構成員名	共同受賞者名	賞名	受賞課題・受賞論文名	受賞年・月・日	団体名
中井 直正		ひらめき☆ときめきサイエンス推進賞	自作の望遠鏡で宇宙を見よう	2014年8月3日	日本学術振興会
郭東輝(Guo Donghui)		Best poster award (The 6th International Conference on Recent Progress in Graphene Research (RPGR2014))	Edge Density Controlled Nitrogen-doped Graphite as a Carbon Alloy Model Catalyst of ORR in Fuel Cells	2014.9.25	National Taiwan University / National Taiwan
張曉璣(Zhang Xiaorui)		The Best Poster Award (The 7th International Symposium on Surface Science (ISSS-7))	Formation of Palladium Nano Clusters on Reduced Graphene Oxide Served as the Catalyst of Methanol Synthesis	2014.11.3	日本表面科学会
山本洋平		平成26年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞	優れた光電子機能を示す分子集合体材料の創成に関する研究	2014.4	
山本洋平		筑波大学若手教員特別奨励賞		2014.6	
愛敬雄介		International Conference on Science and Patent (IWP2014) ポスター進歩賞	Hybrid of Polymer Spheres with Nanocarbon	2014.9	
岡田大地		International Conference on Science and Patent (IWP2014) 優秀ポスター賞	β -Phase Transformation of Poly(Vinylidene Fluoride) and their Colloidal Crystallization	2014.9	
榑田創		International Conference on Science and Patent (IWP2014) 優秀ポスター賞	Whispering Gallery Mode Photoemission from π -Conjugated Polymer Spheres with High Refractive Index	2014.9	
田畑顕一		第75回応用物理学会秋季学術講演会 講演奨励賞	発光性共振器としての自己集合化共役高分子マイクロ球体	2014.9	
榑田創		第63回高分子討論会 優秀ポスター賞	高発光性 π -共役高分子によるマイクロ球体形成と特異な発光特性	2014.9	
岡田大地		第4回CSJフェスタ 優秀ポスター賞	ポリフッ化ビニリデンナノ粒子の β 相化とコロイド結晶化	2014.1	
田畑顕一		第4回CSJフェスタ 優秀ポスター賞	π -共役高分子球体からなる発光性マイクロ共振器	2014.1	
榑田創		第29回高分子学会関東支部茨城地区若手交流会 優秀ポスター賞	高屈折率 π -共役高分子マイクロ球体による特異な発光特性	2014.1	
榑田創		The 2nd International Symposium on the Functionality of Organized Nanostructures 2014 (FON '14) Excellent Poster Award	Resonant Emission from Highly-Fluorescent π -Conjugated Polymer Microspheres	2014.11	
守友 浩	高橋洋輔	数理物質科学研究科長表彰		2015.3	
守友 浩	高地雅光	2015 CENIDE-CNMM-TIMS Joint Symposium poster award		2015.3.17	
守友 浩	柴田恭幸	第36回応用物理学会論文奨励賞	Sodium Ion Diffusion in Layered Na_xCoO_2 、Appl. Phys.	2013.7.18	応用物理学会

6.6 学会活動・各種委員等

構成員名	役職名など	組織名	任期
中井 直正	欧文研究報告編集顧問	日本天文学会	2014.4.1-2015.3.31
久野 成夫	欧文研究報告編集委員	日本天文学会	2014.4.1-2015.3.31
中井 直正	電波専門委員会委員	国立天文台	2014.4.1-2015.3.31
中井 直正	電波専門委員会VLBI小委員会委員	国立天文台	2014.4.1-2015.3.31
久野 成夫	電波専門委員会ALMA小委員会委員	国立天文台	2014.4.1-2015.3.31
久野 成夫	電波専門委員会野辺山プログラム小委員会委員	国立天文台	2014.4.1-2015.3.31
中井 直正	先端技術専門委員会委員	国立天文台	2014.4.1-2015.3.31
中井 直正	客員教授	国立極地研究所	2014.4.1-2015.3.31
石橋 延幸	日本学術振興会学術システム研究センター専門委員	日本学術振興会	3年
石橋 延幸	PTEP 編集委員	日本物理学会	
佐藤 勇二	グローバルネットワークへの参加	欧州の学際研究教育ネットワーク「Gauge Theory as an Integrable System (GATIS)」(http://gatis.desy.eu/)	2013年1月 - 現在
佐藤 勇二	日本物理学会素粒子論領域運営委員	日本物理学会	2013年9月 - 2014年9月
金谷 和至	共同利用課題審査委員会委員	高度情報科学技術研究機構	2014.4-2015.3
金谷 和至	平成26年度Nanotech CUPAL選定・評価委員会委員	つくばイノベーションアリーナ	2014.11-2015.3
中村 潤児	日本表面科学会触媒表面科学部会幹事	日本表面科学会	2008 - 現在
中村 潤児	協議員	日本表面科学会	2014.6 - 2016.3
中村 潤児	TIAナノグリーンワーキング委員	TIAナノグリーン	2011 - 現在
中村 潤児	Surface Science誌Editorial Board	Elsevier	2012.1 - 現在
中村 潤児	Surface Science Report誌Editorial Board	Elsevier	2012.1 - 現在
中村 潤児	触媒学会つくば地区講演会 世話人	触媒学会	2012.4 - 2015.3
中村 潤児	触媒学会東日本支部幹事	触媒学会	2012 - 現在
中村 潤児	北海道大学触媒化学研究所センター共同利用・共同研究拠点課題等審査専門委員会	北海道大学	2012.4 - 現在
中村 潤児	北アフリカセンター運営委員	筑波大学	2012.4 - 2015.3
中村 潤児	NIMSオープンイノベーションセンター推進会議構成員	NIMSオープンイノベーションセンター	2014.4 - 2015.3
中村 潤児	「通電加熱式MCH脱水素反応器開発第三者アドバイザー委員会」委員長	株式会社アルミ表面技術研究所	2014.9 - 2015.3

山本 洋平	客員研究員	物質・材料研究機構	2010～
山本 洋平	客員研究員	産業技術総合研究所	2013～
西堀 英治	SACLA利用研究課題審査委員会委員	(公財)高輝度光科学研究センター	2013.4～2015.3
西堀 英治	SPring-8利用研究課題審査委員会レフリー	(公財)高輝度光科学研究センター	2013.4～2015.3
西堀 英治	企画幹事	SPring-8ユーザー協同体	2014.4～現在
西堀 英治	JST戦略的創造研究推進事業ERATO追跡評価委員	科学技術振興機構	2014.9～2015.1
秋山 茂樹	代数学分科会運営委員	日本数学会	2014年12月-2015年6月
青嶋 誠	日本統計学会代議員	日本統計学会	2013年6月-2015年5月
青嶋 誠	学会活動特別委員	日本統計学会	2013年6月-2015年5月
青嶋 誠	統計教育委員会委員	日本統計学会	2011年6月-現在
照井 章	日本数式処理学会第24回大会実行委員長	日本数式処理学会	2014年12月-2015年6月
照井 章	大会プログラム委員	日本数式処理学会	2014年7月-現在
照井 章	論文誌“Communications of the Japan Society for Symbolic and Algebraic Computation”編集委員	日本数式処理学会	2014年7月-現在
照井 章	RIMS研究集会“数式処理とその周辺分野の研究”研究提案者, 副代表者	京都大学数理解析研究所	2014年11月-現在
照井 章	国際会議 ISSAC 2014 (International Symposium on Symbolic and Algebraic Computation) 会計責任者, 現地組織委員	神戸大学	2013年11月-2014年7月
竹山 美宏	教育委員会専門委員	日本数学会	2012年7月-2015年6月

6.7 新聞等報道・特記事項

構成員名	共同発表者名	新聞・雑誌名	報道内容	年・月・日
中井 直正		大学院受験案内2015(晶文社)	研究室訪問「電波望遠鏡を駆使して宇宙誕生の神秘に迫る」	2014/4/30
中井 直正	国立天文台、国内大学等	NHK	BS コズミックフロント「スパイラル・ミステリー 5つの渦がひもとく宇宙の謎」	2014年5月8日
中井 直正		東京新聞、神戸新聞等	「南極 天体観測に好条件」	2015/1/5
守友 浩		日刊工業新聞	電荷生成効率決定法を確立	2014.8.16
守友 浩		日刊工業新聞	分子混合の境界ナノ構造	2014.4.17

筑波大学 数理物質系
数理物質融合科学センター

Center for Integrated Research
in Fundamental Science and Engineering
(CiRfSE)

〒305-8571

茨城県つくば市天王台 1-1-1

URL: <http://www.pas.tsukuba.ac.jp/~CiRfSE/>

email: CiRfSE@pas.tsukuba.ac.jp

phone: 029-853-3724

fax: 029-853-6305