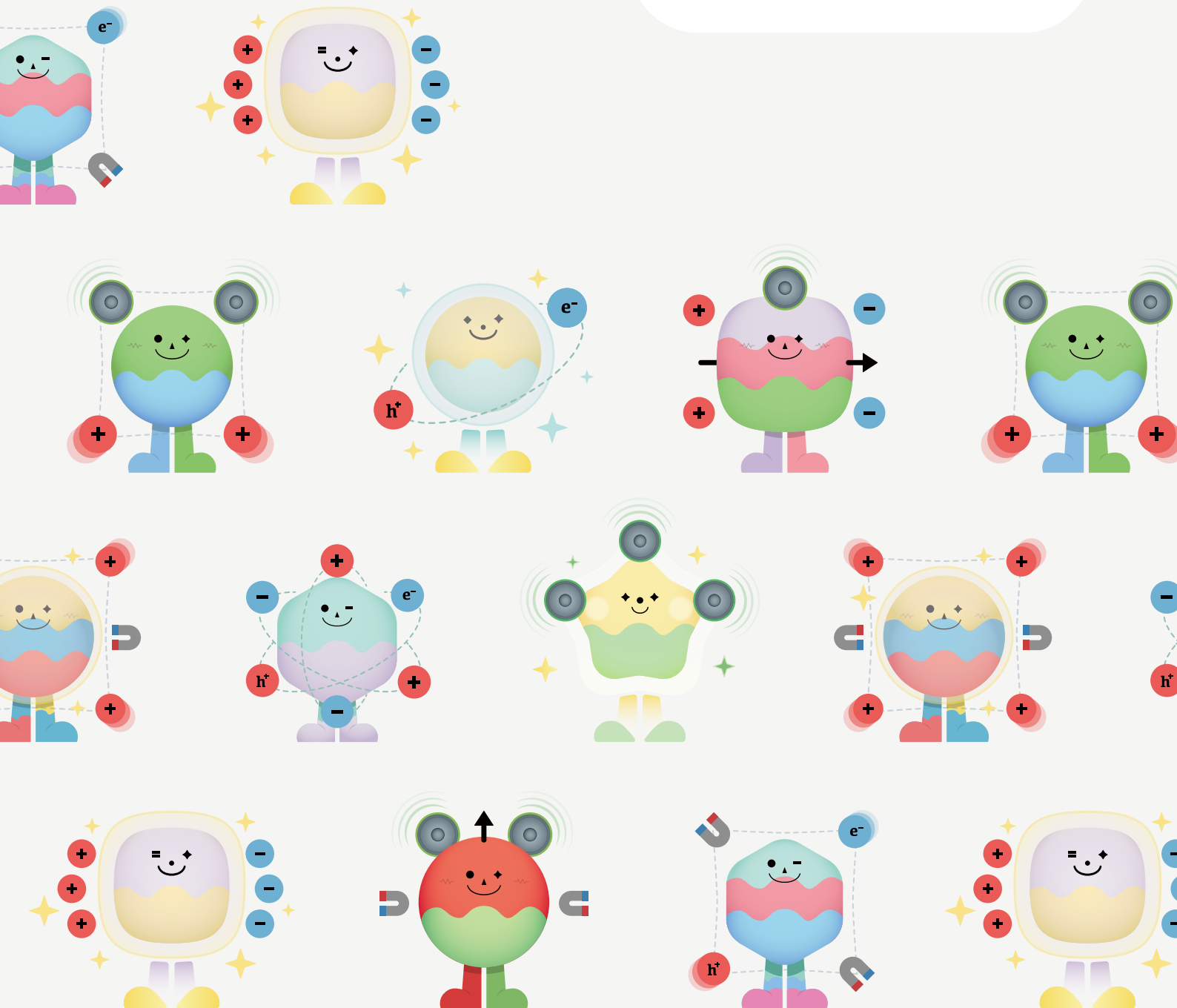




News Letter

キメラ準粒子
March 2025

01



はじめに



領域目標の達成に向けて強力に研究を推進し
新しい研究の芽を見出していくことを目指して

2024年度～2028年度の5年間のプロジェクトとして、学術変革領域研究(A)「キメラ準粒子が切り拓く新物性科学」領域が発足しました。このたび本領域の最初のニュースレターを刊行することができ、大変喜ばしく存じます。本領域は計画班が5班25名のPIから構成されていて、さらに2025年度からは公募班として22名のPIを新たにお迎えして、領域としてますます充実したメンバーとなり、領域目標の達成に向けて強力に研究を推進しています。

マグノン、フォノン、フォトンなど、固体中のさまざまな準粒子の混成は以前より研究されてきました。本領域では、こうした混成準粒子をキメラ準粒子と名付け、それがもたらす物性科学の新地平を切り開くことを目標としています。これまで複合準粒子については、さまざまな関連分野で別個に研究されてきましたが、本領域では、スピントロニクス、メタマテリアル、キラル分子化学をはじめとする関連分野から研究者が参集し、キメラ準粒子科学を総合的・網羅的に開拓することを目標としています。こうした研究対象の代表例としてはキラル(カイラル)な構造による物性現象があります。有機キラル分子でのCISS効果、カイラルな無機結晶での伝導、カイラルなメタマテリアルでの電磁現象など、長さスケールや物質は違っても根底にあるコンセプトは類似しているような例が少なくありません。このように分野間にまたがる現象を分野の壁を越えて議論することで、新しい着想や新規な理解に至ることが期待できます。

学術変革領域研究では、異分野間の融合研究・学際的研究を行うことが強く求められています。本領域では、領域内の交流のためのさまざまな機会を提供して、今まであまり交流がなかった方々の間に研究交流の機会を作り、そこから新しい研究の芽を見出していくことを目指しています。また本領域では領域内の共同研究を促進するとともに、領域外の研究者やコンソーシアムとの交流も積極的に促進していきます。そのために国内外の会議などの主催・共催も積極的に行い、領域の知名度を上げ「キメラ準粒子科学」が浸透していくことを目指しています。なお、領域運営やイベント共催等についてご意見・ご要望を受け付けておりますので、領域代表や総括班メンバーにお寄せくだされば幸いです。

最後に、領域運営にご協力をいただいている全ての方々に感謝申し上げ、今後のご協力をいただきますよう、よろしくお願い申し上げます。

領域代表 村上 修一

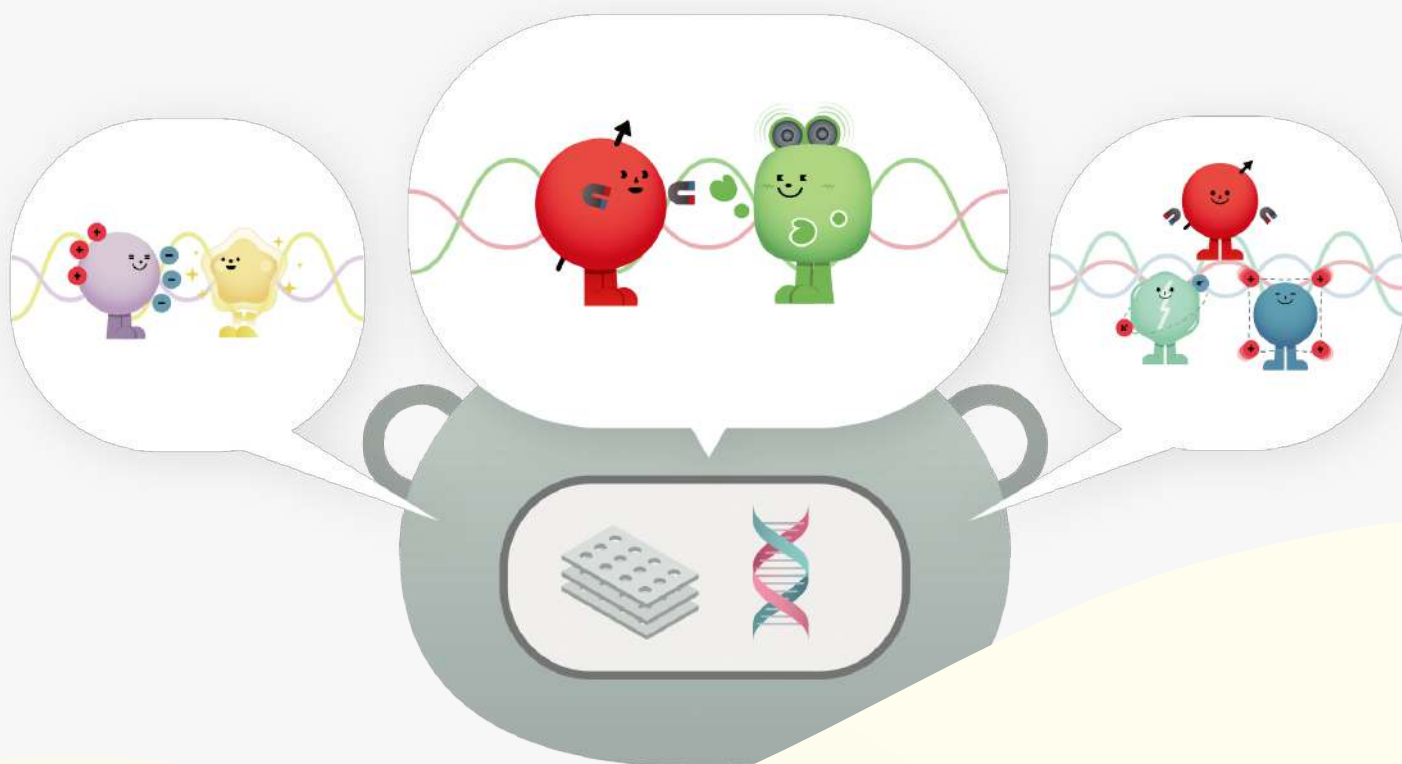
CONTENTS

	キメラ準粒子科学のコンセプト	.....	04
	計画研究紹介		
|	A01班	.....	08
|	B01班	.....	10
|	B02班	.....	12
|	B03班	.....	14
|	C01班	.....	16
	研究会報告	.....	18
	ラボローテーション報告	.....	22
	研究最前線	.....	24
	お知らせ	.....	26
	編集後記	.....	29

異分野を融合させ、キメラ準粒子を科学する

キメラ準粒子科学のコンセプト

私たちが向き合う文部科学省 学術変革領域研究(A)「キメラ準粒子」の研究概要をお伝えします。



キメラ準粒子とは

準粒子とは物質中で粒子のように振る舞う量子力学的存在であり、その発見は近代物理学の最重要成果の一つであって、複雑な物性現象も少数の準粒子の運動として理解できます。例えば熱伝導は主に結晶格子の複雑な振動の伝播が担いますが、これはフォノンと呼ばれる準粒子の拡散で理解できます。同様に光、磁気、誘電分極、プラズマに関連する現象はそれぞれ光子、マグノン、ポラリトン、プラズモンで記述できます。さらにスキルミオン、フェロン等の新奇準粒子も発見されてきました。これらを操る技術としてフォノンクス、フォトンクス、マグノクスなどの分野が形成されてきました。

このような多種類の準粒子を「化学結合」させて新種を創出できれば、自在に目的の物性と機能を実現でき、物質科学に

新展開がもたらされます。ところが実際の準粒子は独立に振る舞う場合が殆どです。2つの準粒子の結合には、時間周期と波長が両準粒子で合致する必要があります。例えばフォノンとマグノンに関して、波長と時間周期の関係を示す線は通常交わらないため(図1左)、独立に振る舞います。このスケール断絶によって、異なるスケールごとに別々の学問領域・技術領域が形成されてきました。ここで、人工的長さスケールの追加によりこの宿命から脱却できる場合があります。例えば図1右のように、薄膜ヘテロ構造の導入により、準粒子スケール間に交点が生まれて準粒子結合を引き起こします。これにより、キメラ準粒子が創り出した、磁気を帯びた音の発生や、磁場による音の遮断など新奇機能を発現できます。

そこで本研究領域では、今までスケール差異から個別に研究されてきたスピントロニクス、キラル分子科学、メタマテリアルの分野を統合して、準粒子を「化学反応」させる包括的枠組みを構築します。すなわち準粒子の「キメラ(融合体)」(図2)を創出し、新学理・新現象を見出すことで、物性研究の根底に変革をもたらします。この、我が国発の新分野「キメラ準粒子科学」の構築が本領域の目的です。これにより準粒子の組み合わせを格段に増やせ、準粒子の特性の別の準粒子への転写や、外場に対し通常と異なる物理量が応答する現象(交差応答)等、単一準粒子で不可能な新奇現象の発見・提案が可能

能となります。ただしスケール断絶のためにキメラ準粒子の生成は容易ではありません。本領域では従来の枠組みを超えた以下の3つの新指針を導入し、スケール断絶の克服を目指します。

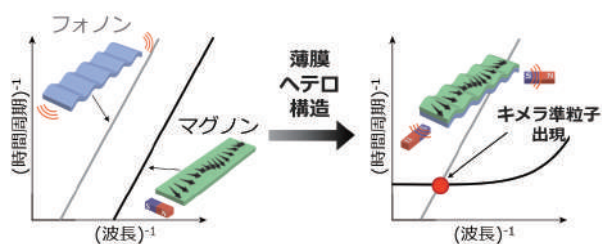


図1 フォノンとマグノンのキメラ準粒子生成

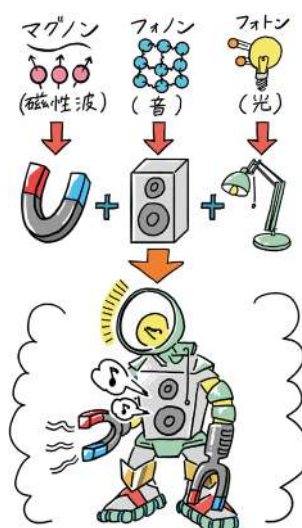


図2 キメラ準粒子のイメージ

キメラ準粒子の生成イメージ



「キメラ準粒子」研究における3つの新指針(図3)

● (1) 人工構造によるキメラ準粒子

薄膜等の単純な構造や複雑な人工構造体を活用します。第一にメタマテリアルを活用します。メタマテリアルとは、金属や誘電体の周期パターンなど人工構造の集合で構成される人工材料であり、近年は、従来の光制御の文脈から、光子以外の個別準粒子を操る方向へ広がりがつつあります。これを準粒子間結合制御に応用すれば、準粒子のキメラ化が可能になります。即ち空間的パターンにより人工スケールを導入し、波数を変調すれば、本来は反応しない準粒子と結合させることができます。第二に空間に閉じ込められた共振器型構造の導入を検討します。系の並進対称性を破ることで波長整合条件が緩和され、更に閉じ込め効果により準粒子の強い混成が起きキメラ準粒子が生まれます。第三に人工構造体の時間的制御により、異なる時間周期を持つ準粒子間をも繋ぐことができます。

● (2) 対称性設計によるキメラ準粒子

系の対称性により準粒子同士の結合の仕方が変わるので、対称性の設計によりキメラ化を制御できます。また別の対称性応用の1つとして、対称性に起因する保存則を通じて準粒子の寿命を延ばすことで、準粒子結合を増大させ、キメラ準粒子を実現します。例えば磁性体中の準粒子であるマグノンとは他の自由度と強く相互作用するにもかかわらず寿命が長いですが、それはマグノンの担う角運動量保存則が減衰を抑制するためです。こうした保存則を利用し、スピンを介した多様なキメラ準粒子を創出できます。

● (3) 物質・分子設計によるキメラ準粒子

準粒子結合の実現のために、物質探索・開発は強力な手段です。無機材料に加え、対称性の破れが顕著な点、非平衡現象を起こしやすい点などの有機分子の特性を、キメラ準粒子科学の有力手法として活用します。例えばCISS(キラル誘起スピン選択性)はキラル分子系で発現し、電流とスピン流のキメラ化の有効手段となります。このCISSを一例とし、本領域では、有機分子やそれと無機物質の組み合わせ、有機-無機ハイブリッド材料等を舞台とし、従来パラダイムでは不可能なキメラ準粒子創製を行います。

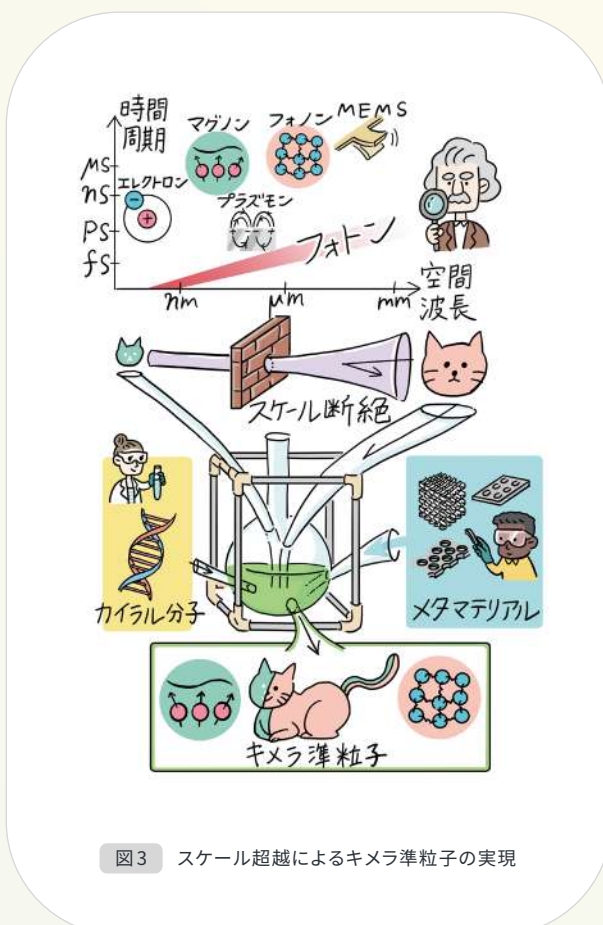
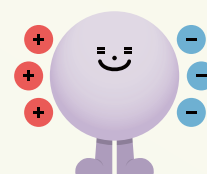


図3 スケール超越によるキメラ準粒子の実現



「キメラ準粒子」の研究領域の構成

このような指針で領域目標を達成するため、図4のように5つの計画研究班があります。上記の研究指針(1)(2)(3)に対応して、B01班「キメラ準粒子のアーキテクチャー」、B02班「キメラ準粒子の物理」、B03班「キメラ準粒子の分子科学」を設けています。またキメラ準粒子の基礎学理構築をA01班「キメラ準粒子の理論」が行います。また応用の立場から新機能探索のため

にC01班「キメラ準粒子のエレクトロニクス」を設け、A01、C01班は領域全体を俯瞰し有機的連携を図ります。この班構成のもと、キメラ準粒子の創製方法の探索と理解・キメラ準粒子の新物性現象の探索・キメラ準粒子特有の萌芽的挑戦的課題の探索などの研究を行います。

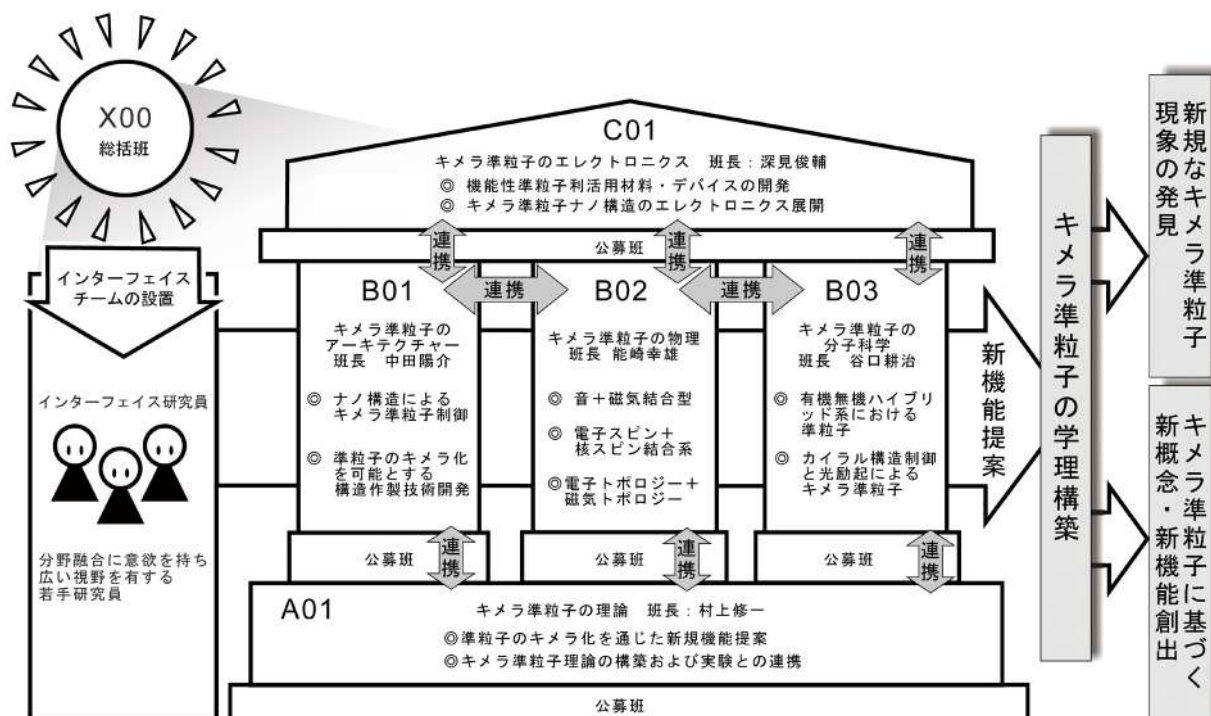
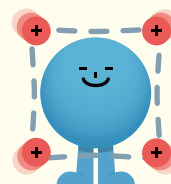
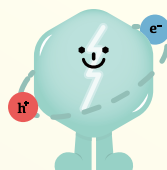
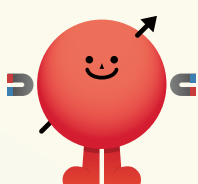


図4 研究領域の構成と連携体制



計画研究紹介

領域の研究を支える研究活動や最新の成果を紹介します。

A01班

「キメラ準粒子の理論」

東京大学大学院工学系研究科

村上 修一

<https://www.ap.t.u-tokyo.ac.jp/teachers/01/entry-652.html>

-Member-

G. E. W. Bauer (東北大学材料科学高等研究所・教授)

永長 直人 (理化学研究所最先端研究プラットフォーム連携 (TRIP) 事業本部、
プログラムディレクタ)

望月 維人 (早稲田大学理工学術院・教授)

森本 高裕 (東京大学大学院工学系研究科・准教授)



教授
村上 修一

はじめに

単一準粒子の性質は昔から研究されて学理もかなり確立されていますが、キメラ準粒子に関しては理解が進んでいません。これは長さや時間スケールの異なる準粒子同士は相互作用させるのが通常困難で、実験でのキメラ準粒子の創製が難しかったからで、実験実証が進まないと理論構築も深化しない状況でした。ところが最近キメラ準粒子の実現への道を拓く実験研究も進み始め、それと並行して理論研究の展開の兆しが見え始めています。そこでA01班では、「キメラ準粒子を記述する理論は何か?」という問いを掲げ、それに答える理論研究を展開します。他の実験班と連携し実験結果の理論的解釈や実験提案を行います。また理論の立場から、今まで研究されている単一準粒子の学理をもとにキメラ準粒子に関する新学理の提案を行います。そのための理論研究目標は以下の3つに分けて説明します。

A キメラ準粒子の構成法提案

ここでは理論の立場から、キメラ準粒子の新しい構成法の提案を目指します。例えば、カイラルな有機分子内において、そのカイラリティが電子の持つ磁性自由度と強く結合する一連の現象 (chirality induced spin selectivity, CISS) に関連して、新しいキメラ準粒子の構成や、その示す新しい物性を理論の立場から予言しB03班と連携して研究します。また、原子層物質のファンデルワールス接合系は設計の自由度と操作性の高さにより、非線形・非相反応の巨大化模索の格好の舞台なので、ここで発現するキメラ準粒子をうまく設計し、非線形電流や非線形スピン流などの新規物性機能の開拓とそれらの制御・巨大化について理論的に研究します。また、カイラルフォノンと呼ばれる角運動量を持つフォノンについて、マグノン、フォノンとのキメラ準粒子の物性を探索します。またB01班と連携しメタマテリアルに基づく構造設計を利用したキメラ準粒子の生成を図ります。

B キメラ準粒子の新規物性の理論予言

フォトン・スピン複合系の理論として、光と結合する電子スピン系の非線形・非平衡量子状態の理論的研究を行います。特に円偏光の持つ角運動量と電子スピンの間の変換に着目し、それに応じて生じるトポロジカルスピネクスチャーの可能性を探り、実験グループとの共同研究を進めます。またフォノン・スピンキメラ準粒子系の理論を構築し、これにより誘起されるホール効果、非相反・非線形現象を調べます。さらに、キメラ準粒子の非線形・非相反応答は、多くの重要な現象を含み応用上も重要です。これらの準粒子のキメラ化による新しい非線形物性機能の開拓、特に、非線形・非相反応答巨大化のための準粒子設計を目指します。

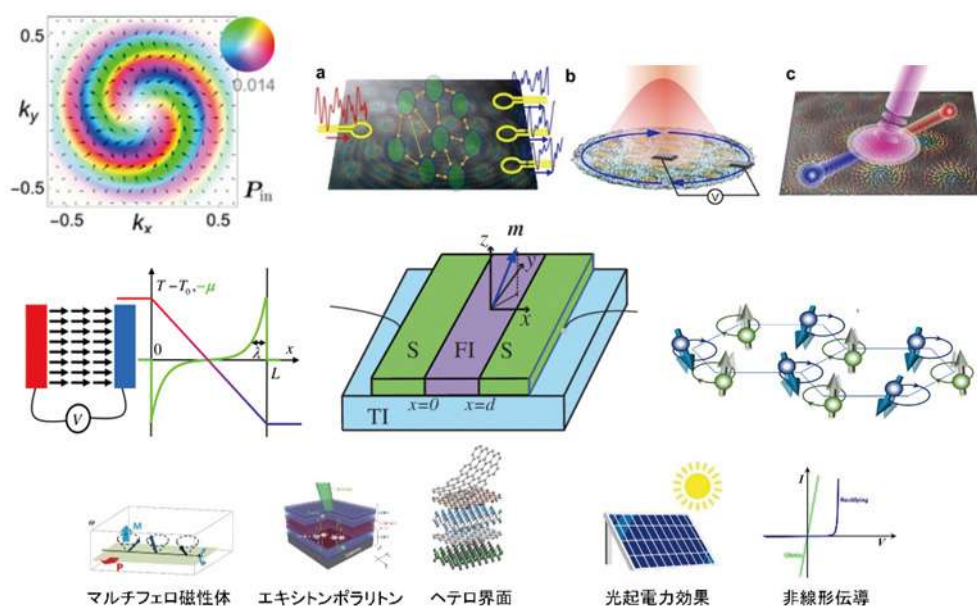
また反転対称性の破れた(マルチフェロ)磁性体においては、電場と磁場の交差相関のために磁気励起がキメラ化し電気分極を伴い、光起電力効果が現れます。本研究では、多様な磁性体でマグノンシフト電流の解析を行い、スピン軌道相互作用に起因しない巨大マグノンシフト電流の提案を行います。また非相反電流応答を理論解析し、巨大化条件や異なる種類のスキルミオン検出方法を探索し、C01班と共同して、マグノンシフト電流やスキルミオンの非相反電流・スピン流の実験的な検証を目指します。またエキシトンとフォトンのキメラ粒子であるエキシトンポラリトン系での非平衡・非線形現象について非エルミート物理の手法を援用し研究を行います。またメタマテリアルにおいてフォトンとプラズモンのキメラ粒子の非線形応答現象についてB01班とともに研究を行います。

C 新規なキメラ準粒子の可能性の探索

本項目では新規な準粒子・キメラ準粒子の可能性を理論的に探索します。例えば最近提案された強誘電体中の準粒子フェロンについて、種々のキメラ準粒子の可能性や物性の予想を行います。また強磁性体と超伝導体の接合系など、異種電子複合系においてキメラ準粒子による非相反・非線形応答の可能性を探ります。またトポロジカル半金属においては、磁性等が電子状態に影響を及ぼすためにそれによるキメラ準粒子が期待され、こうしたトポロジカルな電子構造に起因するキメラ準粒子の可能性を理論的に探索します。

またトポロジカル磁性体は多様な準粒子が現れ、そのキメラ化は多くの可能性を秘めています。こうしたトポロジカル磁性体中のキメラ準粒子が示す新物性現象を理論的に探索・解明し、実験班と協力して機能設計と実証を目指します。特にスピン波と強誘電分極とのキメラ準粒子に起因するマイクロ波等の非相反現象、紐状の3次元トポロジカル磁気構造「スキルミオン弦」におけるスピン波伝導などを探索します。またC01班と連携しスキルミオン等のトポロジカル磁気構造を活用したリザーバー計算の理論設計と性能設計を行います。またトポロジカル磁性体での巨大な創発電磁場を通じたキメラ準粒子形成に伴う豊かな物性現象を探索します。

A01班における理論研究の例



計画研究紹介

領域の研究を支える研究活動や最新の成果を紹介します。

B01班

「キメラ準粒子のアーキテクチャー」

大阪大学基礎工学研究科

中田 陽介

<https://www.ec.ee.es.osaka-u.ac.jp>

-Member-

久保 若奈 (東京農工大学グローバルイノベーション研究院・教授)

中嶋 誠 (大阪大学レーザー科学研究所・教授)

富田 知志 (東北大学高度教養教育・学生支援機構・准教授)

森竹 勇斗 (東京科学大学理学院・助教)



准教授
中田 陽介

B01班の目的は、キメラ準粒子生成のためのリアクター（応場）としてのメタマテリアルの可能性を開拓することにあります。従来、長さや時間スケールの差異のために、異種準粒子間のキメラ化は困難でしたが、その解決手法が多様な分野で独立に研究され始めてきています。本計画では分野毎に個別に研究されてきたスケール超越の方法を、メタマテリアルを反応場と捉える新機軸に統合し（図1）、より一般的な立場から多様なキメラ準粒子を創出します。ここでのメタマテリアルは、空間的な人工構造に限らず、時間的に応答が変化する材料も含めます。こうした空間方向、時間方向に構造を持つメタマテリアルを時空間メタマテリアルと呼びます。時空間メタマテリアルを反応場とすることにより、空間スケール・時間スケールの両方を超越できます。

既存のメタマテリアル分野とは異なり、キメラ準粒子科学では異なるスケールを持つ準粒子が対象となります。このため、キメラ準粒子科学に特化したマルチスケール構造を作り出す必要があります。このために、本班は様々な周波数領域でメタ

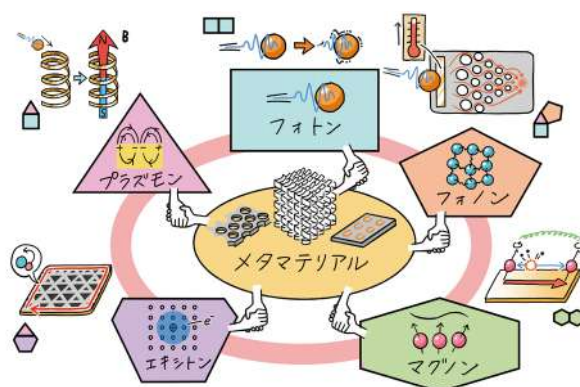


図1 画像のキャプションが入ります

マテリアルを実現してきた研究者で構成されます。富田はマイクロ波領域のメタマテリアル設計を得意とし、中田はマイクロ波からテラヘルツ領域、中嶋はテラヘルツから光領域にかけ

て研究を展開してきています。森竹は光領域のフォトニック結晶の作製技術に長け、久保は光領域でのプラズモニックで数々の成果を挙げています。各班員はそれぞれの研究領域に応じ、様々なスケールのマクロ構造(図2)を扱う技術を有します。これらの知見を統合し、複数スケールを操ることが可能な技術を開発しながら、以下の研究を推進します。

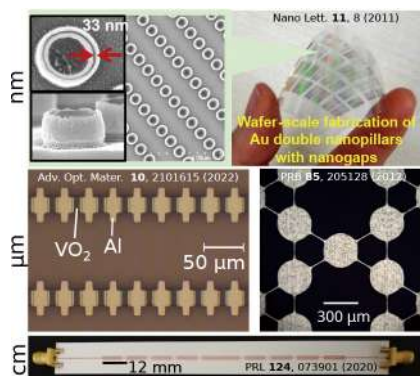


図2 スケールの異なるマクロ構造

1 動的メタマテリアルによる準粒子キメラ (中田)

外部刺激により構造を変化させることが可能な動的メタマテリアルを用い、準粒子のキメラ化を行います。動的性質により準粒子結合条件の切り替えが可能になることに加え、時間変化を積極的に活用し、異なるスケールの周波数を持つ準粒子間に結合を誘起できます。他班の材料グループと最適材料を模索するとともに、構造によって特性を向上させながら、上記の両側面を開拓します。

2 メタマテリアルフォトン-フォノン変換 (久保)

メタマテリアルを介したフォトンとフォノンのキメラ化を通し、空間に存在する熱の局在化・伝搬・拡散・一方向性の制御を目指します。これによりナノ領域に存在する熱の局在・伝搬を人工的に制御し、任意の方向へ排熱することが可能になり、将来的には高集積デバイスの排熱システムの構築に繋がります。また、三次元空間における熱の分布を人工的に制御するこ

とで空間内の熱を回収し、電気へ変換する技術の実現を目指します。

3 非線形プラズモニック準粒子キメラによる強磁場生成 (中嶋)

高強度のレーザーを金属微細構造に照射すると、金属中のプラズマ共振と非線形の効果により直流強磁場が生成できます。このプロセスは入射フォトンにプラズモンがキメラ化し、非線形性が増強されることで周波数変換が引き起こされ、直流フォトンへの変換が生じているとみなせます。こうしたキメラ準粒子科学的手法により強磁場生成を行い、マグノンの量子制御をはじめとする物質科学へも貢献します。磁性材料への展開や、電子線に代表される粒子線の制御など、新たなキメラ粒子生成の展開を試みます。

4 準粒子相互作用の分類に基づく準粒子対生成 (富田)

キメラ準粒子を準粒子のペア(対)と見なし、準粒子対生成のメカニズムを研究します。まず異種準粒子をペアにした準粒子の生成について研究し、特にマイクロ波領域での磁気カイラルメタ分子におけるマグノンとフォトンのキメラ化のメカニズムを解明します。次に場の理論的手法を用いてキメラ準粒子化が可能な組み合わせを網羅的に調べ上げ、新規キメラ準粒子を創出します。さらに時変流を用いて同種の準粒子をペアにした準粒子対生成を試みます。

5 エキシトンとフォトンのトポロジカルなキメラ化 (森竹)

特定の2次元電子材料で形成されるエキシトンは、バレー自由度と呼ばれる角運動量と結びついた自由度を持ちます。一方、こうした電子系のバレー自由度は同様の対称性を持つトポロジカルメタマテリアルにも存在します。両者の空間的スケールは大きく異なりますが、角運動量を保存する相互作用を介し、エキシトンとフォトンのキメラ化が期待されます。本研究では、電子材料と光材料の融合反応場をトポロジカルメタマテリアルで実現し、2次元電子材料のミクロなバレー自由度とメタマテリアル中のマクロなバレー自由度が結合したキメラ準粒子を生成します。

計画研究紹介

領域の研究を支える研究活動や最新の成果を紹介します。

B02班

「キメラ準粒子の物理」

慶應義塾大学理工学部

能崎 幸雄

<http://www.phys.keio.ac.jp/guidance/labs/nozaki/>

-Member-

大谷 義近 (東京大学物性研究所・教授)

小野 崇人 (東北大学工学研究科・教授)

塩田 陽一 (京都大学化学研究所・准教授)

有沢 洋希 (東京大学工学系研究科・助教)



教授
能崎 幸雄

フォノンやフォトンなど「素励起」と呼ばれる擬粒子によって記述される物質中のゆらぎは、揺動散逸定理により物質の応答、つまり物質の様々な機能(伝導特性、熱特性、光学特性など)を支配しています。素励起のダイナミクスを考察することで多くの物質の性質が統一的に理解できるため、素励起を理解し操ることが長く物性物理学の中心課題のひとつでした。我々は、このように物質中の機能を担う擬粒子「素励起」を結合し、複雑な高次構造を作ることにより、物質機能を融合させ新しい機能を創出することを目指しています。素励起の結合を物質中の原子のように階層的にデザインできれば、物質機能を自在に設計できるはずです。B02班では、このような問題意識のもとナノ構造による素励起のデザインやその精密測定法を開発し、素励起複合構造(キメラ)の物理を開拓します。マイクロ機械工学(MEMS)技術と固体薄膜化学を融合し、マイクロ～ナノ加工した磁性体や、半導体、超伝導体、低対称分子を複合化させた新しい超構造を創出することにより、キメラ準粒子の創成に基づく物性機能発現の物理科学を構築します。次に、異物質を閉じ込めたドット共振器による準粒子強結合

(準粒子電磁力学効果を実現)と、異物質空間パターンニングによる超構造(非局所的準粒子結合の実現)の2つの手段を用いて異種準粒子の反応場を実現します。また、音や磁気、電子、核スピン、トポロジーの物性を支配する準粒子を反応させたキメラ準粒子(磁気を帯びた音波や磁気量子、核-電子融合体、電子-磁気トポロジーなど)の新奇物性を解明するため、超精密時間制御された電気・光測定法(ヘテロ同期超高速時間分解分光法)やスピン検出法を新たに開発します。さらに、キメラ準粒子固有の新奇物性を活用し、熱や音、磁気、電気、核スピン、トポロジーを複合的に操る新原理を創成します。

1 巨視的回転運動を介した フォノン-マグノン結合(能崎)

フォノン-マグノン結合の素過程を解析し、キメラ準粒子合成に必要な材料系や高次構造を明らかにします。特に、動的な格子変位に含まれる回転成分と電子の微視的な角運動量

(スピン角運動量や軌道角運動量)の結合を生み出す磁気回転効果に着目します。さらに、フォノン・マグノン結合の物理を非一様・非線形な領域まで拡張することにより、フォノン・マグノン結合型キメラ準粒子の物性解明を目指します。

ギヤを効率的に変換できる材料や構造の研究を進めます。これらの知見をもとに、将来の高機能デバイスの実現につながる新技術の開発を目指します。

2 時間反転対称性の破れたマグノニック・フォノニックバンド構造の創製(大谷)

超格子構造により磁気弾性波のバンド構造を設計することで、疑似的な2次元量子物質であるマグノン・フォノン結合ハイブリッド結晶の作製手法を確立します。また、超格子構造によるバンド工学を駆使し、マグノンとフォノンの相互作用を精密に制御することで、新たな物性を引き出すことを目指します。さらに、バレー状態を利用したキメラ準粒子流の整流効果や、超格子構造のドメイン境界におけるキメラ準粒子の端状態伝導を実現し、ハイブリッド結晶を活用した革新的スピン・波動機能デバイスの開発につなげます。

4 人工反強磁性体を利用したマグノン・マグノンキメラ準粒子の生成(塩田)

二つの強磁性層の磁気モーメントが非磁性層を介して反平行に結合した薄膜構造を持つ人工反強磁性体は、反強磁性体に比べて磁化方向の検出・制御が容易で、さらに材料や膜厚によって自由な物性設計が可能です。本研究では、人工反強磁性体における反強磁性マグノンモードの極性およびそれらの混成状態を利用してマグノン・マグノンキメラ準粒子を生成し、異なる性質を備えた磁気励起の創成や情報メモリや量子情報処理の新原理開拓を目指します。

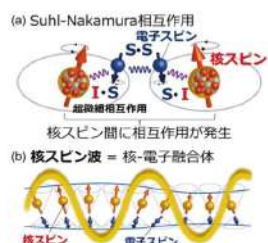
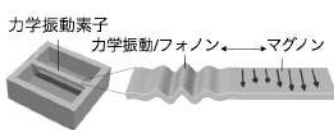
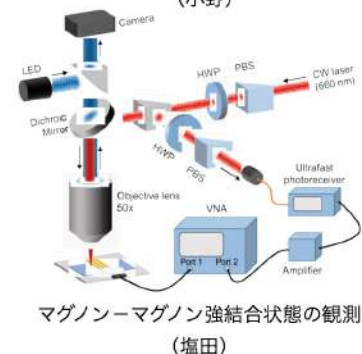
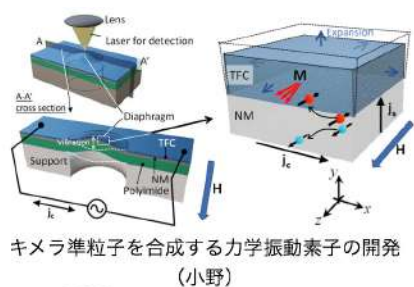
3 キメラ準粒子生成に向けた機械共振器の開発(小野)

力学的な共振器は、物理的な相互作用を力学エネルギーに変換することにより、低エネルギー損失な蓄積が可能です。この特性を活用し、機械共振器と準粒子を結合させ、準粒子に作用する物理的な相互作用を機械振動に変換して検出する技術を開発します。また、機械共振器と準粒子の間でエネル

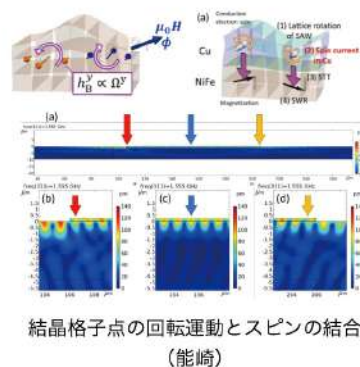
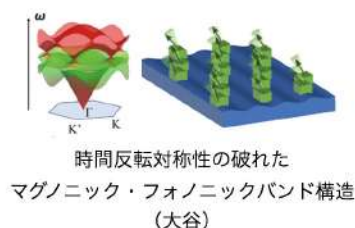
5 キメラ準粒子の結合ダイナミクス観測(有沢)

物質中の磁気弾性相互作用を介して、磁化とひずみ、さらに磁化と力学振動が相互作用します。本研究ではマイクロ波やレーザーを用いた周波数/時間分解測定により、磁気弾性物質中の磁化と力学振動の結合ダイナミクスを開拓します。これらの研究と並行し、マンガン酸化物中の電子スピン-核スピン間の相互作用により発現する電子スピン-核スピン結合状態の制御を目指します。

B02班の研究計画の概要



力学振動スピン波、核スピン波の合成
(有沢)



計画研究紹介

領域の研究を支える研究活動や最新の成果を紹介します。

B03班

「キメラ準粒子の分子科学」

東京科学大学理学院

谷口 耕治

<http://www.oihp.chem.sci.isct.ac.jp/>

-Member-

中村 優男（東北大学理学研究科・教授）

三輪 真嗣（東京大学物性研究所・准教授）

廣部 大地（静岡大学理学部・講師）

安藤 吉勇（東京科学大学理学院・准教授）



教授
谷口 耕治

私たちの班 (B03) では、「キメラ準粒子の分子科学」という研究課題のもと、空間反転対称性の破れた有機分子系や有機-無機ハイブリッド化合物/界面を舞台に、複数の準粒子を結合させた「キメラ準粒子」を生み出し、機能物性開拓を行うことに取り組んでいます。

これまでの固体物性分野において、準粒子操作が行われる舞台はほとんどの場合、物質設計自由度の低い無機物質に限られ、その中でそれぞれの準粒子が独立に扱われてきました。これに対し私たちの班では、有機分子もしくは有機分子を組み込んだ無機物質とのハイブリッド系を用いて、異なる準粒子同士を結合させる柔軟な反応場 (リアクター) を新たに開拓し、単一準粒子では起こりえない新奇物性現象の発見・創出を目指しています。特に、有機分子系特有の高い物質設計性に着目してキラリティや電気分極を精緻に制御し、一般に無機物質では困難な空間反転対称性の破れた系の設計・構築を実現します。このようにして用意された分子性の系を舞台として、非反転対称性が生み出す準粒子結合による物性開拓へと研究展開を試みています。

特に我が国では、キラル分子の合成反応開発、キラル分子のエナントマー分割等に長年の伝統と蓄積があり、これを活かした研究課題を一つの柱に据えています。例えば近年、高度に対称性制御がなされたキラル分子をリアクターとして、CISS (Chirality-Induced Spin Selectivity) と呼ばれる、キラル分子を通過した電子が巨大スピン偏極を獲得する現象などが関心を集めています。このCISSに関しては、最近の研究で、フォノンのような原子・分子振動に関する準粒子との関連性が指摘されており、本研究班では、キメラ準粒子という観点からも興味深い現象の一つとして着目しています。

また最近、極性を持つ非反転対称な分子性結晶などで、電子波動関数の幾何学的量子位相の変化に起因する、シフト電流と呼ばれる低エネルギー散逸性の光電流が注目されています。シフト電流機構により光電流が発生する場合、エキシトンやフォノンといったバンドギャップより小さなエネルギーの準粒子励起を介しても光電変換が可能となると言われており、バンドギャップを超えるエネルギーの光が必要な、従来のp-n接合などを利用する光電変換の効率限界を超越する可能性も

期待されています。特に本研究で着目する分子性材料や有機-無機ハイブリッド化合物では、対称性の制御性に加えて、強いエキシトン吸収等を示すものも多いため、このシフト電流現象もキメラ準粒子物性の有望な候補として研究対象となっています。

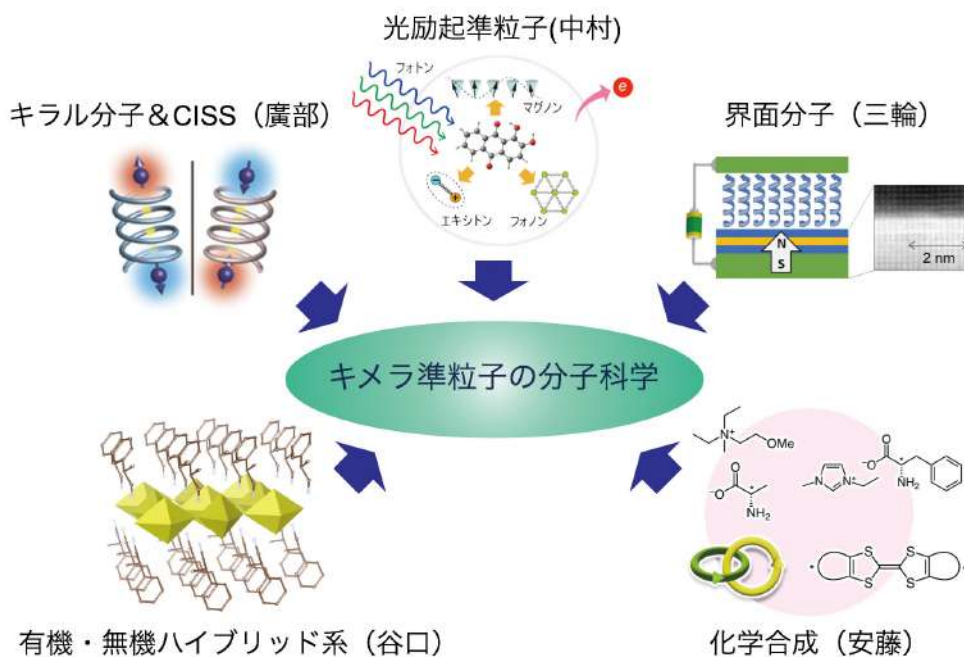
私たちの班では、分子科学(谷口)、有機合成(安藤)、物性物理学(中村)、スピントロニクス(廣部、三輪)のように、異なった専門分野をもつ研究者が集結し、相互に協力し合うことで異分野からの新しい視点・技術の導入を行い、CISSや準粒子シフト電流といった現象の基礎学理の構築からデバイス動作実証までを、一気通貫して実現したいと考えています。具体的にはB03班の組織図に示すように、班員5名が有機的に連携しつつ、各々の得意分野を活かし「キメラ準粒子の分子科学」分野を構築するという形で、研究領域の推進に貢献することを目指しています。現在のところ、大きく分けて(a)キラルな有機-無機ハイブリッド化合物開発とCISSの誘起・メカニズム検証、(b)キラルな有機-無機ハイブリッド界面構築と新奇CISS・非相反現象の開拓、(c)非反転対称な分子系における光励起準粒子を介したシフト電流誘起、(d)キメラ準粒子の創造に向けたキラル分子の合成といった4つの項目について、研究を進めています。具体的に取り組んでいるのは以下に示すような研究です。まず(a)に関しては、谷口と廣部が、低次元構造を持つファンデルワールス型の無機骨格にキラル分子をインターカレートした有機-無機ハイブリッド化合物の物質開発を行い、電流とスピン流のキメラ準粒子現象とも見なせ

るCISSの誘起・メカニズムの検証を行っています。また(b)に関しては、三輪、谷口、安藤が連携して、薄膜やデバイス作製を通じたキラルな有機-無機ハイブリッド界面の構築を行い、これを舞台として、CISSや非相反電子輸送など界面キメラ準粒子現象の開拓を試みています。(c)については、中村と谷口がそれぞれ、ファンデルワールス層状化合物や有機-無機ハイブリッド化合物を用いて、エキシトンやフォノン励起によるシフト電流発生 の検証と、その巨大化を目指しています。最後に(d)に関しては、有機合成化学の専門家である安藤が、研究代表者の谷口を中心に各班員と緊密なコミュニケーションをとりながら、物性研究の目的に沿うキラル分子を精密に設計し供給するというスタイルで研究を進めています。

このように私たちの班では、学際的な研究組織の優位性を活かし、物質設計に立脚した「キメラ準粒子分子科学」の創出を目指しています。



B03班の組織図(イメージ)



計画研究紹介

領域の研究を支える研究活動や最新の成果を紹介します。

C01班

「キメラ準粒子のエレクトロニクス」

東北大学電気通信研究所

深見 俊輔

<http://www.spin.riec.tohoku.ac.jp/>

-Member-

湯浅 裕美 (九州大学大学院システム情報科学研究院・教授)

関真 一郎 (東京大学大学院工学系研究科・教授)

畑中 大樹 (NTT物性科学基礎研究所・主任研究員)

飯浜 賢志 (名古屋大学大学院工学研究科・准教授)



教授
深見 俊輔

現代のエレクトロニクスは物性科学を基礎に発展してきたと言えます。またその物性科学を支える根幹的なコンセプトの一つが準粒子です。

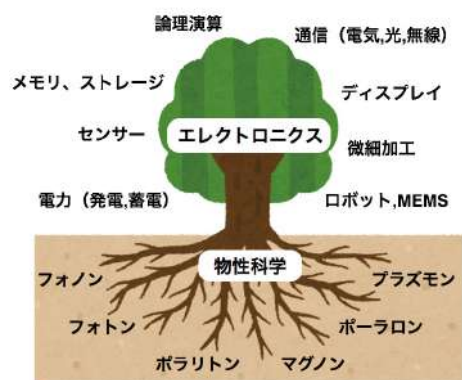


図1 準粒子と物性科学とエレクトロニクスの関係

図1に準粒子と物性科学、エレクトロニクス、およびその応用例の関係を図示しました。物性論の教科書を開くと、熱物性の章ではフォノン、光物性の章ではフォトン、金属物性ではプラズモン、磁気物性ではマグノンを用いて、諸現象が説明されます。そしてそれらを工学利用する分野として、フォノンクス、フォトニクス、プラズモニクス、マグノニクス等が形成され、通信/情報処理/センサー/発電デバイス等として社会で多様な形で利用され、今なお発展を見せています。即ち現代のエレクトロニクスは多様な準粒子の研究に立脚していると言えます。

2024年度に発足した学術変革領域研究(A)「キメラ準粒子が切り拓く新物性科学」は準粒子のキメラ化により新種の準粒子を創出して物性科学に変革をもたらすことを目指しています。そしてその中で本計画研究班「キメラ準粒子のエレクトロニクス」(C01班)は創出されるキメラ準粒子のエレクトロニクス展開に向けた学理構築を担います。

本班はマグノン、フォトン、フォノン、磁気スキルミオンなどの単一の準粒子に基づくデバイス研究でこれまで先駆的な成果を上げてきた研究者で編成されています。本研究課題では班

内、及び他班、あるいは領域外研究者との共同研究を通して、領域全体として工学的に意義の高いキメラ準粒子を創出し、また創出されるキメラ準粒子のデバイス機能を解明してエレクトロニクス展開に向けた道筋を明らかにすることを目標として研究を推進します。これらを通して本領域全体の成果を、将来の情報処理・記憶デバイス、通信デバイス、発電デバイス、量子デバイスなどへと波及させる基盤を形成します。

このような大目標のもと、本班の具体的な役割は以下の2点に集約されます。1つ目は従来の単一準粒子のデバイス研究を極め、キメラ準粒子の創出と理論構築を担当するA01、B01～B03班に対して課題（ニーズ）を提供することです。後述のように本班の班員は領域発足以前から種々の単一準粒子デバイスにおいて様々な研究を展開しています。本領域にてそれを発展させることで単一準粒子では到達できないデバイス機能を実現する上で求められる準粒子物性（課題）を明らかにします。これを他班と共有することで他班の準粒子創出に向けた研究に動機と指針を与えます。2つ目の役割は、B01～B03班の成果として創出されるキメラ準粒子（シーズ）のデバイス機能を実証し、エレクトロニクス展開に向けた理解を構築することです。他班にてメタマテリアル、薄膜ヘテロ構造、有機・無機分子等で創出される、従来にない物性を有したキメラ準粒子のデバイス機能を実証し、デバイス性能の向上に向けた

利用方法を明らかにするとともに、新機能デバイスの原理実証を行います。

図2に本班の構成員と、それぞれが最近研究しているデバイスの例、およびそれらと準粒子の関係、波及が期待される応用先について図示しました。本班は本領域の研究課題に多角的にアプローチして豊富な解が得られるよう、工学系、情報系の部局に属し、異なる得意技術と経験を持った研究者で編成されています。これによって準粒子のキメラ化による多様なデバイスの性能・機能の向上に貢献できます。

C01班が推進する計画研究は、サイエンスとエンジニアリングを繋ぐ役割を担う点に特徴があります。エレクトロニクスはAIの発展に伴うコンピュータの性能の更なる向上という需要と、十分に省エネ化されたIT技術を駆使した社会活動の効率化によるカーボンニュートラル2050の達成という、互いに相反する社会課題に挑む必要があります。エレクトロニクスの根幹が準粒子の研究であることを鑑みると、新種の準粒子の創出をエレクトロニクスに展開しようとする本計画研究は実に社会的な時宜を得たものです。この社会的責任を胸に刻み、社会的価値の高い成果を多数創出できるよう研究を推進してまいります。

波及先

(疑似)量子
コンピュータ

人工知能
ハードウェア

IoT
センサー

エネルギー
ハーベスティング

光電融合

代表者
深見 俊輔
(東北大)

協力者
J. Åkerman
(U. Gothenburg
東北大)

分担者
湯浅 裕美
(九大)

分担者
畑中 大樹
(NTT)

分担者
関 真一郎
(東大)

分担者
飯浜 賢志
(名大)

担当者



デバイス
(例)

確率ビット

インジカタ

熱電変換

フォニック結晶

情報伝送

光電・光磁変換

準粒子

フォノン

マグノン

スキルミオン

フォトン

プラズモン

キメラ化

図2 C01班の構成員が研究するデバイスと関連する準粒子の関係、及び想定される波及先

REPORT OF

研究会報告

新物性科学の創出に向けて若手と第一線研究者が活発な議論をおこないました。

領域キックオフミーティング（領域主催）

開催日 2024年5月30日

会場 東工大蔵前会館ロイヤルブルーホール

キメラ準粒子が切り拓く新物性科学の領域キックオフミーティングが2024年5月30日（木）に東工大蔵前会館ロイヤルブルーホールにて開催されました。本領域の研究代表者・分担者全員に加え、研究協力者の一部とこれらの関連研究室の若手研究者、大学院生も参加し、84名の出席者のもと、活発な質疑・討論が行われました。初めに領域代表から本領域で取り扱うキメラ準粒子の概念について説明されたのち、キメラ準粒子の理論（A01）、キメラ準粒子のアーキテクチャー（B01）、キメラ準粒子の物理（B02）、キメラ準粒子の分子科学（B03）、およびキメラ準粒子のエレクトロニクス（C01）の5つの研究班から、それぞれの研究計画とシーズとなるこれまでの研究成果について、25件の発表が質疑応答を交えながら行われまし

た。メタマテリアルや共振器構造、物質・分子設計、対称性設計により異種準粒子のキメラ化を目指す具体的なアイデアや、その理論構築とデバイス応用について活発な研究討論がなされました。また、班間の交流を活性化するための試みとしてインターフェイス研究員制度の導入や、若手研究者が所属研究室とは異なる研究環境を経験できるラボローテーション制度が紹介されました。キックオフミーティング終了後、東工大つばめテラスにて懇親会が開催され、メタマテリアル、スピントロニクス、キラル分子科学など異なる分野の研究者同士が意見交換し、互いの研究の面白さと意義を知る良い機会となりました。（文責：能崎幸雄）



第1回領域研究会

「物性とメタマテリアルからアプローチするキメラ準粒子科学」開催報告（領域主催）

開催日 2024年11月21日～22日

会場 宮城県仙台市秋保温泉

2024年11月21日～22日にわたり、宮城県仙台市秋保温泉にてB01班、B02班が合同で第1回領域研究会「物性とメタマテリアルからアプローチするキメラ準粒子科学」を開催し、メタマテリアルと物理の観点からキメラ準粒子科学の展開可能

性を議論しました。各研究室所属の学生にも沢山ご参加頂き、研究室を越えた交流に強い刺激を受けたようです。これからの研究展開が楽しみです。(文責:中田陽介)



REPORT OF

研究会報告

新物性科学の創出に向けて若手と第一線研究者が活発な議論をおこないました。

SpinX 2024 : Harnessing Spintronics for Tomorrow's Technology 開催報告(領域共催)

開催日 2024年12月9日～10日

会場 東北大学片平キャンパス

2024年12月9～10日に、東北大学片平キャンパスにて、国際ワークショップ「SpinX 2024: Harnessing Spintronics for Tomorrow's Technology」を開催しました。スピントロニクス(マグノン、スキルミオン、スピン・軌道、...)と他の領域(フォトニクス、フォノニクス、コンピューティング、量子技術、...)の

融合を切り口とした計26件の招待講演がなされ、国内外からの計41名の参加者の間で活発な議論が交わされました。本ワークショップは、東北大学電気通信研究所、同大学学際科学フロンティア研究所、JST-ASPIREとの共催で行われました。(文責: 深見俊輔)



第252回研究会／

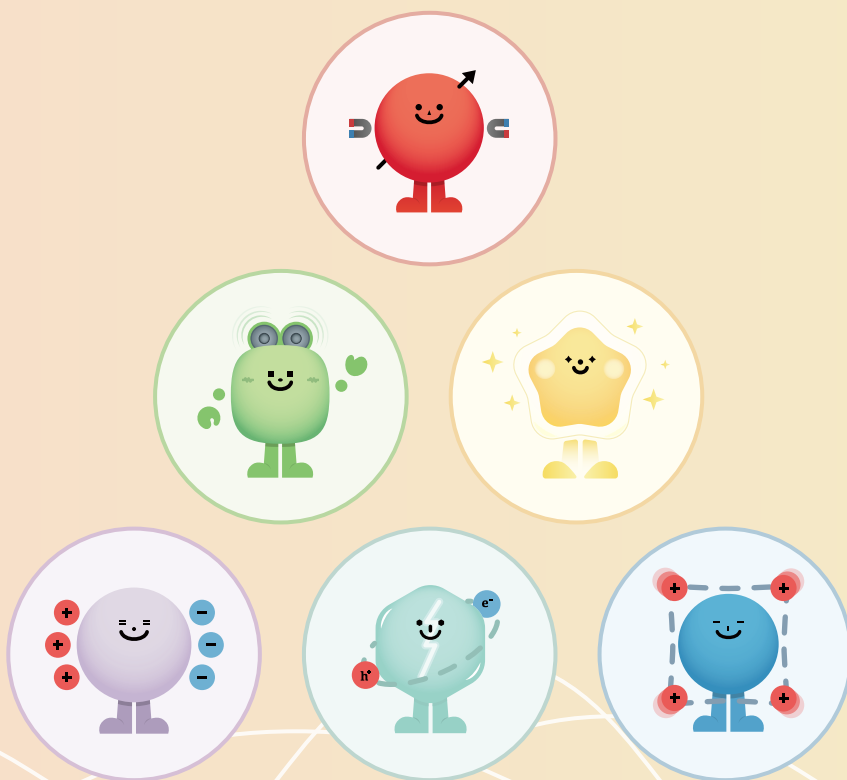
第95回スピントロニクス専門研究会 | 日本磁気学会「キメラ準粒子が切り拓く新物性科学」(領域共催)

開催日 2025年1月29日

会場 ワイムお茶の水

2025年1月29日にワイムお茶の水(ハイブリッド形式)において、第252回研究会／第95回スピントロニクス専門研究会 | 日本磁気学会「キメラ準粒子が切り拓く新物性科学」を本領域と共催で開催しました。領域代表を含めた5名の招待講演者より、回転運動を介した磁性とフォノンの理論的描像、テラ

ヘルツ領域における光と磁性、磁気回転効果によるフォノンとマグノンの結合、キラル誘起スピン、マグノンとフォノンの融合した回路について最新の研究情報が共有され、37名の参加者からは質疑が絶えず、活発な議論が交わされました。(文責：湯浅裕美)



REPORT LAB

ラボローション報告

班を越えたラボ滞在により新たな視点と出会いが新展開を生み出しました。

慶應義塾大学・能崎研究室での滞在研究を体験して

九州大学大学院システム情報科学府電気電子工学専攻 劉楚寒

7月8日から8月9日までの約1ヶ月間、慶應義塾大学理工学部物理学科能崎研究室でオルソゴナル構造の層間磁気結合検証に取り組みました。これまでに我々は、面内磁化膜と垂直磁化膜を積層したオルソゴナル磁気構造において、スピントルク発振周波数を安定的にサブTHzまで上げられることを数値計算で検証していましたが、この構造に所望の層間磁気結合が生じることを検証する必要がありました。そこで、磁化の動的振る舞いに対する知見を豊富に持つ能崎研究室に相談し、試料を郵送して評価頂き、オンラインで議論をするというスタイルで研究を進めてきました。これらの研究を通じて測定方向性が定まって来たことから、今回は層間磁気結合を決める中間層のCr厚さを系統的に変え、Cr膜厚に応じて層間磁気結合が変化することを定量的に調べることにしました。私はこの日に向けて9個の試料を精力的に作製し、これを持って能崎研究室を訪問しました。

実習初日、能崎教授の温かい歓迎を受け、手配いただいた大学の宿泊施設（協生館）に入り、緊張がほぐれました。翌日、山野井助教（現在は専任講師）の指導のもとよいよ測定に取り掛かったのですが、持参した9個すべての試料が素子加工の段階で失敗していたことが判明しました。この1ヶ月のために準備してきたプランが崩れそうになりましたが、何とかしなければならないと考え、持参したオリジナルの薄膜試料を能崎研究室で再度素子加工することにしました。慣れない環境での突貫試作となりましたが、山野井先生や能崎研究室の学生の皆さんの協力もあり、期間内に素子加工（図1）・評価まで終わることが出来ました。図2は、オルソゴナル磁気構造における磁気結合を評価した測定系です。Vector Network Analyzer (VNA) を用いて素子のFMRスペクトルを評価しました。交流磁場がCoplanar Waveguide (CPW) を通じて強磁性材料内のFMRを駆動し、固定磁場下で交流磁場のマイクロ波周波数を走査して、Sパラメータの周波数依存性を測定しました。これにより、マイクロ波の吸収スペクトルが得られます。実験中、山野井先生の助言により、測定結果の信頼性を高めるための実験方法の工夫を学ぶことができました。これらの

経験は私の問題解決能力を向上させただけでなく、研究の基礎力を養う貴重な機会となりました。

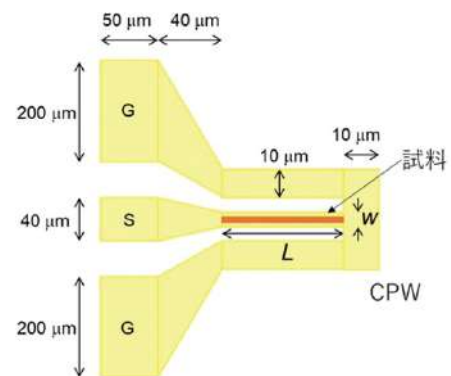


図1 作製した素子の設計図

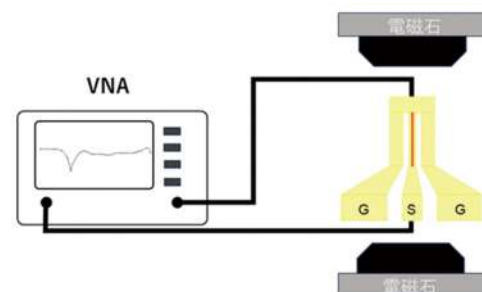
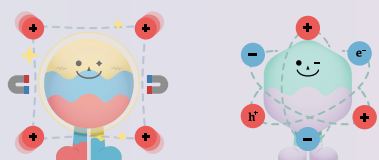


図2 磁気結合評価に用いた測定系の模式図

実習期間中、素子作製や測定を博士論文の執筆と並行して進めたため、自己管理能力が飛躍的に向上したように思います。大変な時も、能崎教授のユーモアを交えた柔らかい指導スタイルと、山野井助教の実験細部に至る親身なサポートが心の支えとなりました。また、研究室のメンバーとのたわいもない会話から専門的な議論まで、知的好奇心を刺激される環境が東京生活を充実させてくれました。このような機会を与えてくださった本領域のラボローテーション制度に感謝いたします。



能崎研究室での歓迎会の様子



九州大学湯浅研究室の集合写真

研究最前線

キメラ準粒子研究の最前線を紹介します。

磁石での波と光が強結合した状態を室温で実現することに成功

B01班 富田(東北大)

準粒子相互作用の分類に基づく準粒子対生成

東北大学高度教養教育・学生支援機構

富田 知志

<https://web.tohoku.ac.jp/sspp/tomita/>

兵庫県神戸市出身。2002年、神戸大学で博士(理学)。理化学研究所博士研究員、JSTさきがけ専任研究員、奈良先端科学技術大学院大学助教を経て、2019年より東北大学理学研究科物理学専攻助教。2021年から現在まで、東北大学高度教養教育・学生支援機構(兼理学研究科物理学専攻)准教授。専門はメタマテリアル科学。旨いものには目がない。



准教授
富田 知志

磁性体でのスピン波の準粒子(マグノン)と光が結合した状態はマグノンポラリトンと呼ばれ、超伝導量子ビットを用いた量子コンピューターの操作に繋がるために盛んに研究されています。これまでの研究では共振器に磁性体を入れ、マイクロ波を当てることで強い結合が実現されてきました(共振器マグノニクス)。これを超える結合比を持つ極めて強い結合(超強結合、結合比0.1以上)を実現するためには、低温の超伝導体が共振器として用いられています。しかし室温で安定した超強結合マグノンポラリトンを作ることができれば、量子コンピューターの操作を室温で実現できる可能性があります。

東北大学大学院理学研究科の三田健太郎大学院生、同大学学際科学フロンティア研究所(大学院工学研究科兼務)の千葉貴裕助教、同大学高度教養教育・学生支援機構の児玉俊之特任助教と富田知志准教授(大学院理学研究科兼務)、京都工芸繊維大学電気電子工学系の上田哲也教授、京都大学大学院工学研究科の中西俊博講師、理化学研究所放射光科学研究センターの澤田桂研究員は、共振器マグノニクスとメタ

マテリアルの融合を試みました。

具体的には絶縁性の磁石であるイットリウム鉄ガーネット(YIG)の円柱による磁性メタ原子を、金属の箱や超伝導体ではなく銅のらせん構造のカイラルメタ原子に挿入し、磁気カイラルメタ分子を作製しました。外部直流磁場を加え、周波数10GHz程度(Xバンド領域)のマイクロ波の透過を測定した結果、カイラルメタ原子に共鳴したマイクロ波と磁性メタ原子のマグノンが結合比0.22で極めて強く結合し、室温で超強結合マグノンポラリトンが実現していることが明らかになりました。この結果は、これまで金属箱や低温を必要としていた超強結合マグノンポラリトンの新しい実現方法として注目されます。さらにカイラルメタ原子と磁性メタ原子での対称性の破れに起因して、メタ分子の上からマイクロ波を照射した場合と、下から照射した場合で透過係数(つまり屈折率)が異なる方向非相反性が確認されました。このような方向非相反性は、光の伝搬方向に依存して屈折率が変化するという意味で、方向依存複屈折と呼ばれます。

今後は、更なる強結合（深強結合と呼ばれる、結合比1以上）状態を目指します。これにより量子コンピューターの操作や新たな量子状態の実現が可能になります。またより強い非相反性を実現することを目指します。これによりマイクロ波の一方向透過が可能になります。さらに我々のメタ分子は、金属の箱が無くとも自立的にマグノンポラリトンを実現できるため、空气中にメタ分子を並べることでマイクロ波にとっての「磁場」のようなものを実現できると期待されます。今回は

マグノンとマイクロ波が結合したポラリトンを研究対象としましたが、マグノン以外の準粒子（フォノン、エキシトン、プラズモンなど）もポラリトンを形成します。メタ原子を組み合わせることで、まるで化学のように新しい準粒子を「合成」することができます。

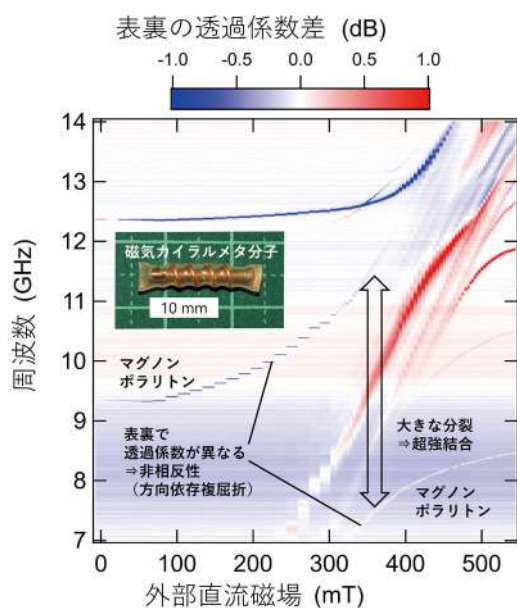
本成果は1月17日、米国物理学会による学術誌Physical Review Appliedに速報論文 (Letter) として掲載されました。

Physical Review Applied 速報論文 (Letter)

<https://doi.org/10.1103/PhysRevApplied.23.L011004>

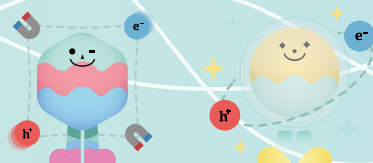
東北大学 2025年 プレスリリース・研究成果

<https://www.tohoku.ac.jp/japanese/2025/02/press20250204-01-magnon.html>



図

磁気カイラルメタ分子の写真と実験結果。マグノンポラリトンが大きく分裂していることから、超強結合状態（結合比0.22）であることがわかる。また表と裏で透過係数が異なることから、非相反性（方向依存複屈折）がある。



お知らせ

1 公募研究班の決定

第一期の公募研究がスタートしました。スピントロニクス、メタマテリアル、分子科学などの研究分野から22名の公募研究代表者が選ばれました。課題は以下の通りです。

研究	課題名	研究者氏名	機関・所属・職名
A01	エクセプション準粒子のキメラ化と動的物性	吉田 恒也	京都大学・理学研究科・准教授
A01	界面相互作用を介したフォノン・マグノン・電子間の情報授受についての理論研究	佐藤 正寛	千葉大学・理学研究院・教授
A01	カイラルキメラ準粒子の探索	岸根 順一郎	放送大学・教養学部・教授
A01	磁気的なパリティの破れを持つ超伝導非一様系で発現する創発電磁現象の理論開拓	渡邊 光	東京大学・理学系研究科・助教
A01	固体中における準粒子間の角運動量変換に関する微視的理論の構築	角田 峻太郎	東京大学・総合文化研究科・助教
B01	異種カーボンポラリトンハイブリッド化によるテラヘルツ・赤外光機能創出と素子応用	河野 行雄	中央大学・理工学部・教授
B01	マグノン-ポラリトンのメタ分子化学：深強結合が拓く量子相転移への挑戦	千葉 貴裕	山形大学・理工学研究科・准教授
B01	キメラ準粒子の高効率生成に向けたメタマテリアル共振器の開発	山野井 一人	慶應義塾大学・理工学部・専任講師
B01	メタマテリアル構造によるグラフェン新奇物性発現・機能デバイス創出	篠崎 基矢	東北大学・材料科学高等研究所・特任助教
B02	非線形キメラ準粒子の探索	大道 英二	神戸大学・理学研究科・准教授
B02	フォノン-マグノン準粒子における動的局所磁気ダンピング変調効果の検証	渡邊 紳一	慶應義塾大学・理工学部・教授
B02	複合的極限外場によるソリトン間相互作用制御とキメラ準粒子創出	石井 裕人	東京大学・物性研究所・助教
B02	フォノン-核スピン波結合の創出	川田 拓弥	東京大学・総合文化研究科・助教
B02	キラル有機超伝導体のCISS効果に伴うスピン偏極磁場の局所測定	下澤 雅明	大阪大学・基礎工学研究科・准教授
B02	ファンデルワールス超構造におけるキメラ準粒子の創出と制御	井手上 敏也	東京大学・物性研究所・准教授
B03	キラルファンデルワールス超格子：キメラ準粒子創出のためのプラットフォームの構築	須田 理行	名古屋大学・理学研究科・教授
B03	プラズモン増強角度フォトンスピホール効果を利用したキラル分子の高感度検出法	田中 拓男	国立研究開発法人理化学研究所・光量子工学研究センター・チームリーダー
B03	キラルな光-物質強結合系の開拓と応用	佐々木 陽一	九州大学・工学研究院・助教
B03	RFを用いたESR-STMによる超伝導体-キラル分子が作るスピン流の観察・制御	米田 忠弘	東北大学・多元物質科学研究所・教授
B03	温度勾配核磁気共鳴法によるカイラルフォノンの観測	藤山 茂樹	国立研究開発法人理化学研究所・開拓研究本部・専任研究員
C01	キメラ準粒子による高機能テラヘルツシフト電流の創出	岡村 嘉大	東京大学・工学系研究科・助教
C01	トポロジカルスピン粒子系における非線形ホール効果の観測とスピントロニクス応用	金澤 直也	東京大学・生産技術研究所・准教授

2 今後の会議予定

第2回 キメラ準粒子領域会議（領域主催）

開催期間 2025年5月22日—23日

開催場所 東北大学片平キャンパス

The 9th A3 Metamaterials Forum 2025（領域後援）

開催期間 2025年7月8日—11日

開催場所 KAIST, Daejeon, Korea

SPICE workshop on chiral phonons（領域共催）

開催期間 2025年7月29日—31日

開催場所 Mainz, Germany

<https://www.spice.uni-mainz.de/chiral-phonons-home/>

2025年 第86回 応用物理学会 秋季学術講演会 シンポジウム（応用物理学会スピントロニクス研究会）（領域共催）

開催期間 2025年9月7日—10日の中の半日（日時未定）

開催場所 名城大学 天白キャンパス&オンライン

※ハイブリッド開催

Emergent phenomena in chimera quasiparticle science（領域主催）

開催期間 2025年9月28日—10月2日

開催場所 San Sebastian, Spain

応物スピントロニクス入門セミナー（領域後援）

開催期間 2025年10月21日—22日

開催場所 東北大学 金属材料研究所

Spintronics Future Prospects Workshop（領域後援）

開催期間 2025年11月11日—12日

開催場所 東京大学物性研究所

<https://miwa.issp.u-tokyo.ac.jp/2025workshop.html>

第19回領域横断研究会（領域共催）

開催期間 2025年11月27日—28日

開催場所 東京大学物性研究所

Chimera in the Alps（領域共催）

開催期間 2026年2月22日—28日

開催場所 Chamonix, France

岩手スピントロニクススクール（領域共催）

開催期間 2026年3月3日—6日

開催場所 岩手

International Symposium on CISS and its Related Phenomena (CISS2027)（領域共催）

開催期間 2027年4月18日—22日

開催場所 大阪

3 ラボローテーション制度への申請方法

ラボローテーションの申請は、随時受け付けています。

領域内の他研究室への学生派遣など積極的な応募を期待しています。

申請書の提出・問い合わせは、chimera-qp@googlegroups.comまでお願いします。

申請書は領域ホームページ (<https://chimera-qp.ee.es.osaka-u.ac.jp/>) の内部向け情報のページから入手可能です。

4 研究成果発表における謝辞 (Acknowledgment) について

本領域の研究費によって得られた成果を出版される際には、以下の例文にありませうな謝辞をお願いいたします。

ただし末尾のXは各計画研究の課題番号で変わります。

課題番号は、計画研究 AO1班: JP24H02231, BO1班: JP24H02232, BO2班: JP24H02233, BO3班: JP24H02234, CO1班: JP24H02235です。

【英文】 This work was supported by JSPS KAKENHI Grant Number JP24H0223X.

【和文】 本研究はJSPS科研費 JP24H0223Xの助成を受けたものです。

なお、複数の計画研究にまたがる成果は、それら全てと総括班(24H02230)にも謝辞をお願いします。

詳しくは、領域ホームページ (<https://chimera-qp.ee.es.osaka-u.ac.jp/>) の内部向け情報のページを参照ください。

5 業績の紐づけについて

本領域では業績一元管理のためにresearchmapを活用します。

これにより、報告書作成、および、領域ホームページにおける業績リスト管理の手間軽減を意図しています。

積極的な成果登録をどうぞよろしくお願いします。

詳細については以下をご覧ください(別途、案内していますID/PWが必要です)。

<https://chimera-qp.ee.es.osaka-u.ac.jp/internal/researchmap-for-members/>

ホームページの「内部向け情報」→「班員向けresearchmap業績登録方法」からアクセスできます。

6 キャラクター・ロゴ・アニメーション素材のダウンロードについて

ホームページの「内部向け情報」の上部の黒いボタンから

「素材ダウンロードページ」 (<https://chimera-qp.ee.es.osaka-u.ac.jp/download/>) に飛べます。

キャラクター、ロゴ、アニメーションの素材をダウンロードいただけますので(別途、案内していますID/PWが必要です)、広報にご活用ください。

編集後記

このたび、学術変革領域「キメラ準粒子が切り拓く新物性科学」のアウトリーチ活動の一環として、ニュースレターの編集を担当いたしました。

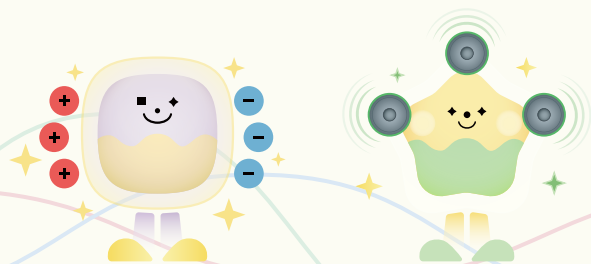
2025年5月の領域会議までの公開を目標に準備を進めてまいりましたが、多くの方々のご協力のもと、無事に本号を発行することができました。ご執筆・ご校閲にご協力くださった皆様に、心より御礼申し上げます。

本領域では、これまで個々に研究されてきたフォトン、フォノン、マグノンといった準粒子同士の反応や融合を通じて、これまでにない物性を創出する新たな研究基盤の確立を目指しています。時間・空間スケールが近く、すでに相互作用が知られている準粒子にとどまらず、スケールの異なる多様な準粒子のキメラ化を実現するには、スケールを超える新たな概念や技術の創出が不可欠です。

本領域では、異なるスケールを主戦場としてきたメタマテリアル科学、スピントロニクス、分子科学の専門家が積極的に連携し、新しい研究領域の開拓に取り組んでいます。今回ご紹介したラボローテーション制度や、研究班間の連携を促進するインターフェース研究員制度も、こうした「キメラ化」を加速させることが期待されています。

次号のニュースレターでは、各研究計画班の最新の研究動向や、第1期公募研究班の紹介を予定しています。今後のコンテンツの充実に向けて、ご意見・ご要望がありましたら、ニュースレター担当（能崎：nozaki@phys.keio.ac.jp）までお気軽にお寄せください。

（文責：能崎幸雄）





文部科学省 学術変革領域研究 (A)

キメラ準粒子

キメラ準粒子が切り拓く
新物性科学