

科学研究費補助金「学術変革領域研究(A)」
(令和6年度～令和10年度)

「キメラ準粒子が切り拓く新物性科学」
(領域番号24A204)
公募研究募集説明会

<https://chimera-qp.ee.es.osaka-u.ac.jp>

領域代表

村上修一 (東京工業大学理学院)

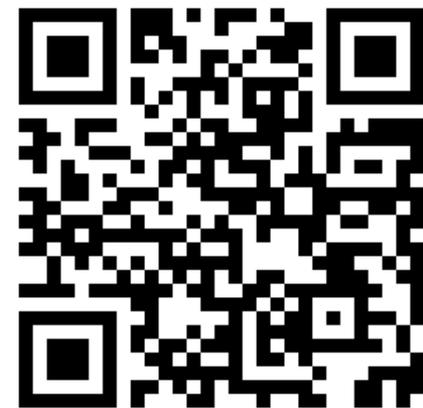


本日の説明会の録画および本資料をHPで後日公開します。

公募研究に多くの方々のご応募をお待ちしています。

- 研究分野やこれまでの研究歴によらず応募を歓迎します。
- なんらかの意味で領域の目的に資する研究であれば結構です。
(本日紹介した研究内容は、公募研究の募集範囲を限定するものではありません)

<https://chimera-qp.ee.es.osaka-u.ac.jp>



学術変革領域研究 (A)

多様な研究者の共創と融合により提案された研究領域において、これまでの学術の体系や方向を大きく変革・転換させることを先導するとともに、我が国の学術水準の向上・強化や若手研究者の育成につながる研究領域の創成を目指し、共同研究や設備の共用化等の取組を通じて提案研究領域を発展させる研究（5年間1研究領域単年度当たり5,000万円以上3億円まで）

「キメラ準粒子が切り拓く新物性科学」(R6-R10)

A01: キメラ準粒子の理論

村上修一 (東工大)、Gerrit Bauer (東北大)、永長直人 (理研)、望月維人 (早大)、森本高裕 (東大)

B01: キメラ準粒子のアーキテクチャー

中田陽介 (阪大)、久保若奈 (農工大)、中嶋誠 (阪大)、富田知志 (東北大)、森竹勇斗 (東工大)

B02: キメラ準粒子の物理

能崎幸雄 (慶大)、塩田陽一 (京大)、大谷義近 (東大・理研)、小野崇人 (東北大)、有沢洋希 (東大)

B03: キメラ準粒子の分子科学

谷口耕治 (東工大)、中村優男 (理研)、三輪真嗣 (東大)、廣部大地 (静大)、安藤吉勇 (東工大)

C01: キメラ準粒子のエレクトロニクス

深見俊輔 (東北大)、湯浅裕美(九大)、畑中大樹 (NTT)、関真一郎 (東大)、飯浜賢志 (名大)

1.キメラ準粒子とは



準粒子

- 物質中で粒子のように振る舞う量子力学的存在
- 物性科学の基本概念
=複雑な物性現象を少数の準粒子の運動として理解できる

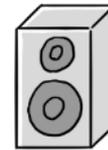
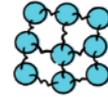
光
(フォトン)



フォトニクス



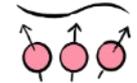
振動、音
(フォノン)



フォニクス



磁気
(マグノン)



マグノクス

長さ (メートル)

ミリ~マイクロ
(マイクロ波) (光)

マイクロ

マイクロ~ナノ

時間 (秒)

ピコ

マイクロ

ナノ

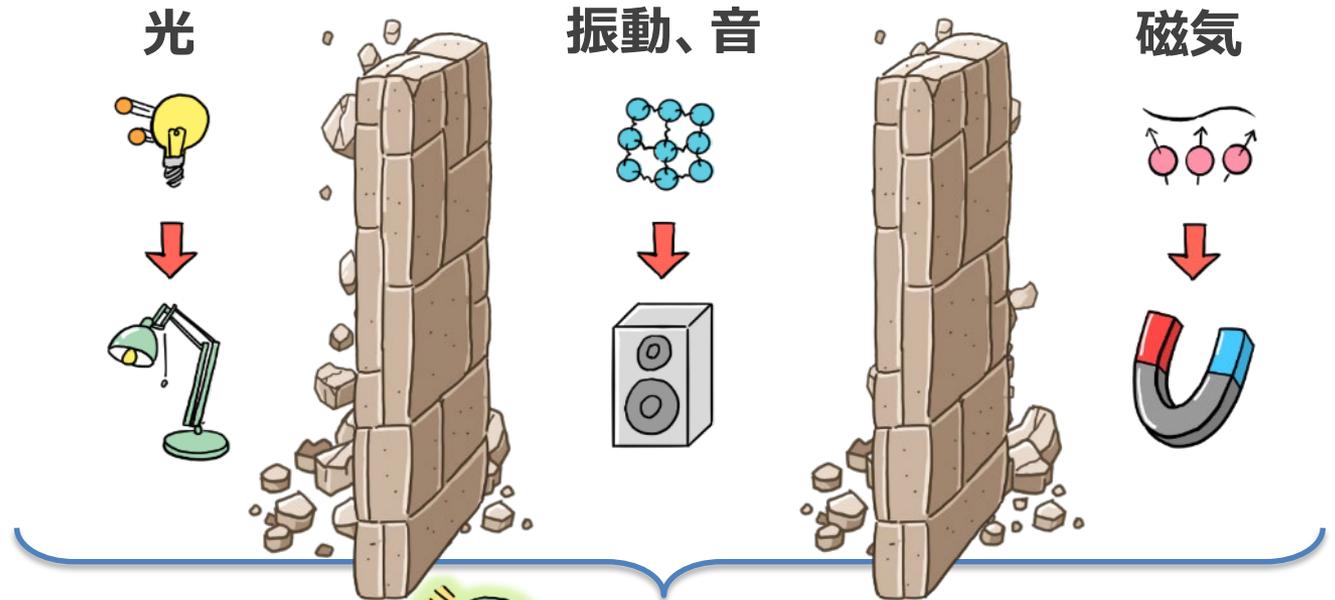
時間・空間スケールが異なる準粒子はほぼ独立にふるまう

1.キメラ準粒子とは

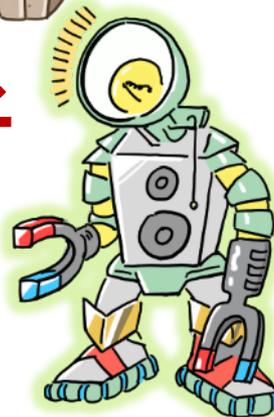


準粒子

- 物質中で粒子のように振る舞う量子力学的存在
- 物性科学の基本概念
=複雑な物性現象を少数の準粒子の運動として理解できる



キメラ準粒子

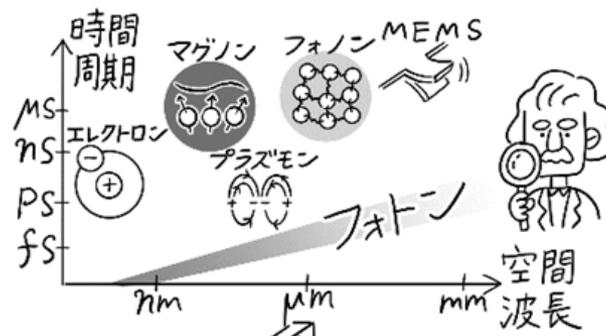


物性を自在に設計
=物性科学の新パラダイム

(※キメラ=融合体)

1.キメラ準粒子生成への指針

時間・空間スケールが異なる準粒子はほぼ独立
=キメラ準粒子の創出は容易ではない



各準粒子に固有の時間・空間スケールを変えられれば **(スケール超越)**
キメラ準粒子が創出できる

→ 従来の枠組みを超えた新指針を導入!
(次ページ以降で説明)

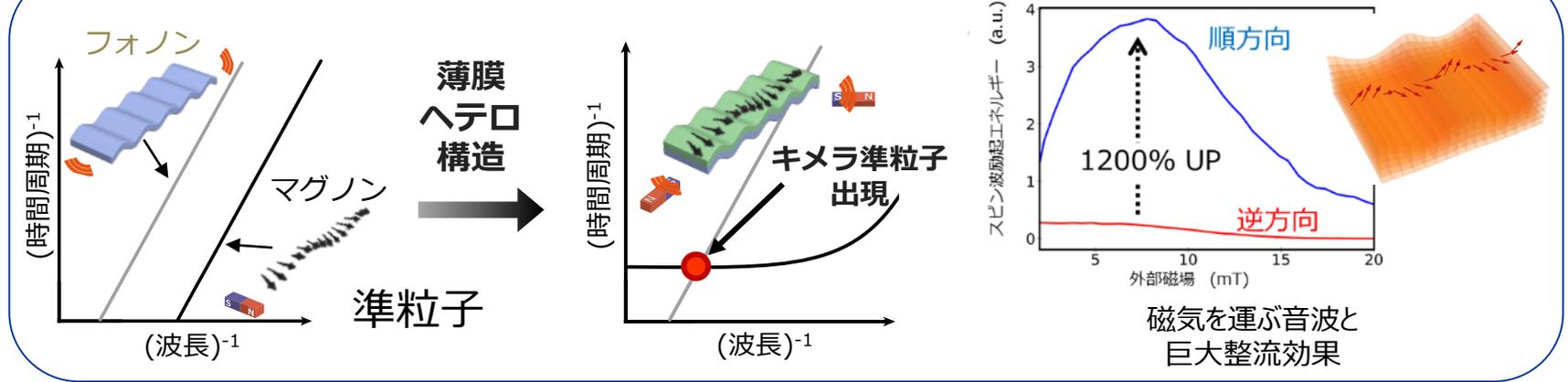
※以前の研究では、簡単なキメラ準粒子に関する単発的な研究に限られていた。
本領域ではこうしたキメラ準粒子を分野横断的に自在にデザインする点がカギ

1.キメラ準粒子生成への指針(1)：共振器構造、積層構造

準粒子を空間に閉じ込める

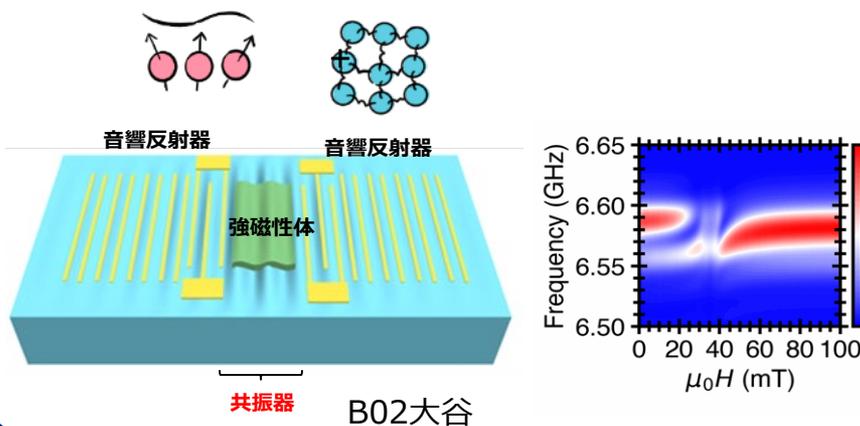
波長整合条件が緩和 + 準粒子の強い混成 → キメラ準粒子

積層構造 ⇒ 準粒子の分散関係を交差

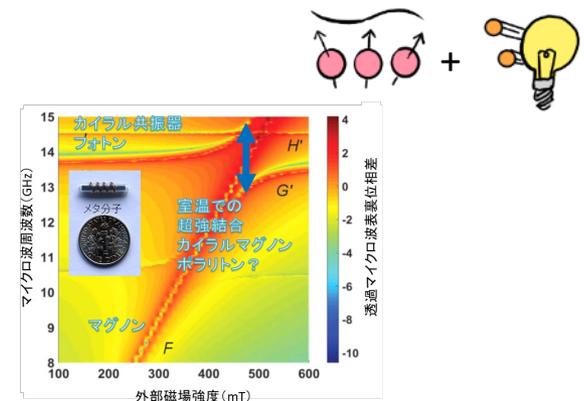


共振器構造 ⇒ 準粒子同士を強く結合

(例1) 強結合マグノン・フォノンキメラ準粒子



(例2) メタ分子での超強結合マグノンポラリトン



金属カイラル構造での光学活性 + 磁性体での磁気光学効果

B01富田

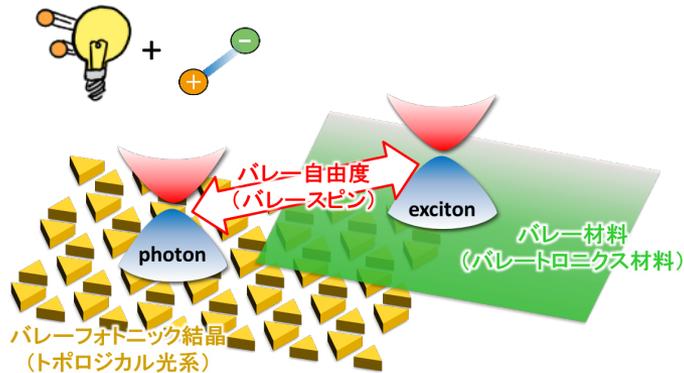
1. キメラ準粒子生成への指針(2) : 人工構造による準粒子キメラ

メタマテリアル : 空間・時間にわたり様々な人工スケールを導入

空間スケール : 金属や誘電体の2次元・3次元周期パターン
→波の回折によりキメラ化促進

時間スケール : 人工構造体の時間的制御

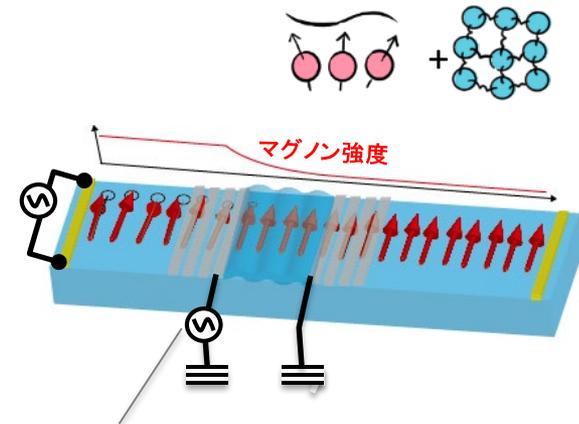
(例1) フォトニック結晶を用いた
光子-エキシトンキメラ準粒子



B01森竹

トポロジカルメタマテリアルを設計
→キメラ準粒子の生成
→ バレースピンを介した新しい光状態

(例2) 動的制御によるマグノン・フォノンキメラ準粒子



パラメトリック振動印加
-->フォノン共振発生

C01畑中

→ マグノンスイッチ (トランジスタ)
(スイッチング、捕捉・読み出し、群速度変調…)

1. キメラ準粒子への指針(3) : 物質・分子設計による準粒子キメラ

有機分子の特性 (対称性の破れが顕著、非平衡現象を起こしやすい等)
→ キメラ準粒子科学の舞台として有望

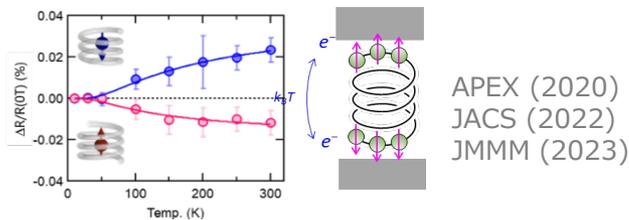
キラル誘起スピン選択性 (CISS)

キラル分子を通過する電子が巨大スピン偏極を得る現象

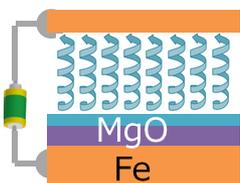
=さまざまな準粒子の特異な協奏現象



熱励起CISSの観測



CISS磁気抵抗効果



従来の学説を覆す発見
= CISSの普遍的な理解へ

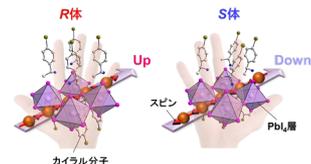
有機・無機ハイブリッド系

物質デザインの余地が大きい
= キメラ準粒子科学の舞台として有望

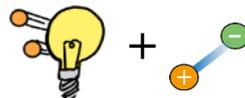
B03谷口

光電流効果

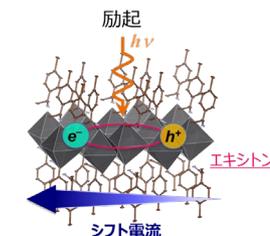
カイラリティ制御 (不斉合成, 光学分割)
→ スピン偏極光電流



エキシトン励起によるシフト電流生成



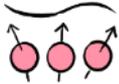
自由キャリアを介さない
光電流生成



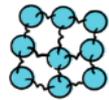
非反転対称2D-OIHP

1. キメラ準粒子研究の目的

- スケールの相違から3分野で独立に研究されてきたことを統一的に扱い、キメラ準粒子の新現象の発見・新学理構築を目指す
- キメラ準粒子の創出 → エレクトロニクスに新展開



マグノン
(磁化の運動)



フォノン
(結晶格子の振動)



フォトン
(光・電磁波)



エキシトン
(電子とホール)の対

...

これらの準粒子は互いに全く異なる

→ こうした準粒子からキメラ準粒子がどのように作れるか？
作られた準粒子がどんな性質を持つか？

キメラ準粒子は新現象の宝庫

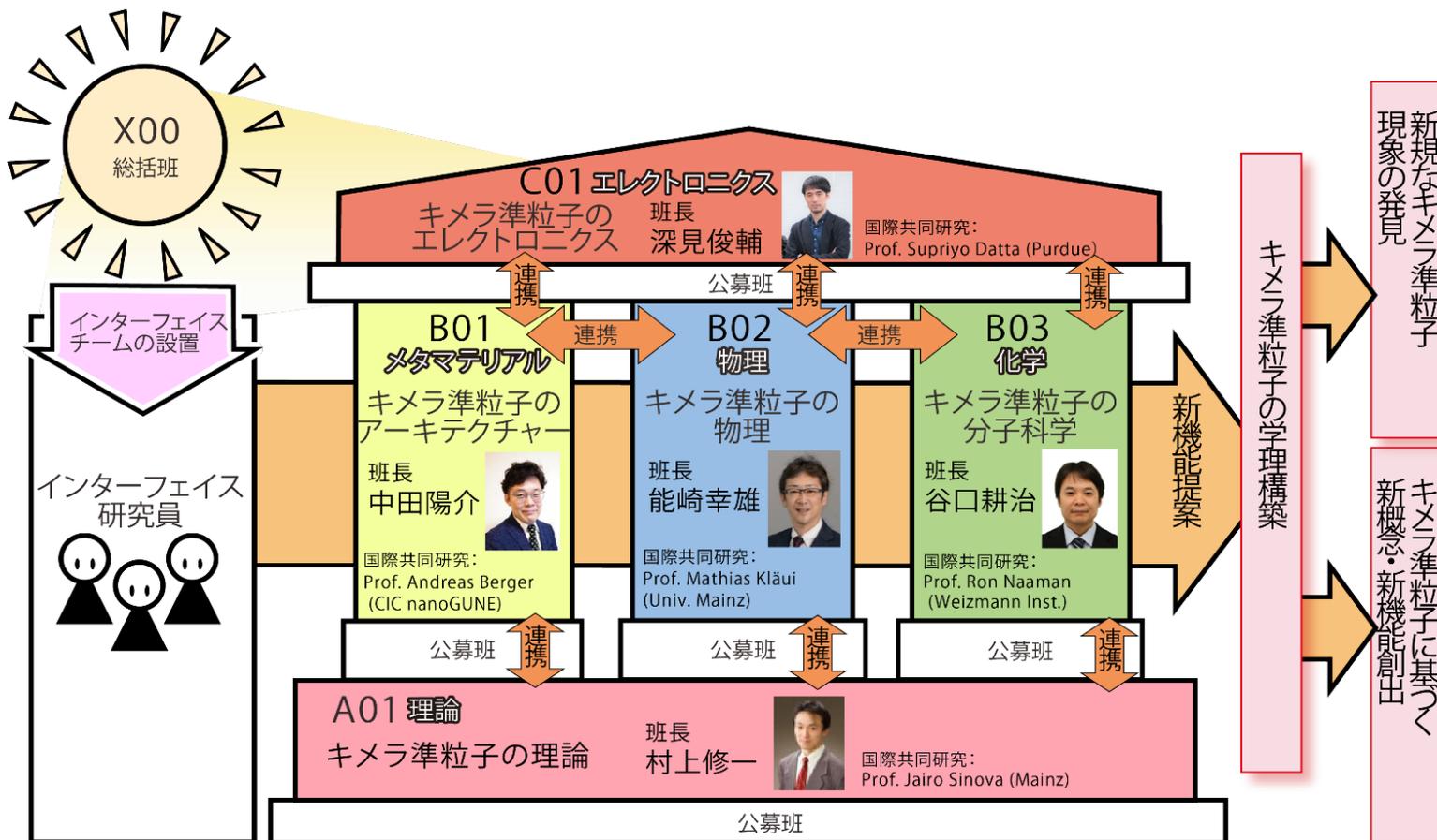
- 準粒子の多様な組み合わせ → 新しい組み合わせを追究しその学理の構築へ
 - 単一準粒子の特性を別の準粒子へ転写
 - 外場に対して通常と異なる物理量が応答
- 新しい物性現象・物質機能へ

2. 本領域の構成・班構成と連携体制

キメラ準粒子科学の中心3分野

= B01(メタマテリアル)、B02(スピントロニクス)、B03(カイラル分子)

全体をA01(理論)、C01(エレクトロニクス)の2班が俯瞰



2. 本領域の構成・班構成と連携体制

A01: キメラ準粒子の理論

村上修一 (東工大)、Gerrit Bauer (東北大)、永長直人 (理研)、望月維人 (早大)、森本高裕 (東大)

B01: キメラ準粒子のアーキテクチャー

中田陽介 (阪大)、久保若奈 (農工大)、中嶋誠 (阪大)、富田知志 (東北大)、森竹勇斗 (東工大)

B02: キメラ準粒子の物理

能崎幸雄 (慶大)、塩田陽一 (京大)、大谷義近 (東大・理研)、小野崇人 (東北大)、有沢洋希 (東大)

B03: キメラ準粒子の分子科学

谷口耕治 (東工大)、中村優男 (理研)、三輪真嗣 (東大)、廣部大地 (静大)、安藤吉勇 (東工大)

C01: キメラ準粒子のエレクトロニクス

深見俊輔 (東北大)、湯浅裕美(九大)、畑中大樹 (NTT)、関真一郎 (東大)、飯浜賢志 (名大)

+ 公募研究 (R7-8年度、R9-10年度)

4. 公募研究の募集について

- https://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/hojyo/boshu/1394561_00012.htm
- 研究期間：令和7-8年度の2年間
- 研究費(本領域について)：
 - 単年度上限300万円×採択目安11件
 - 単年度上限200万円×採択目安11件
- 各研究機関により締め切りは異なる
(学振締め切り9月18日だが研究機関締め切りはそれより早い)
- 2025年2月中旬 審査結果通知

4. 公募研究の募集について

- 採択率(R6年度) :
- https://www.jps.go.jp/j-grantsinaid/27_kdata/index.html

学術変革領域研究(A)公募研究新規分:区分(II)

応募1027件、採択256件 (25%)

(各領域ごとに審査するので、実際の競争率は領域で異なる)

基盤研究(B): 磁性・超伝導および強相関系

応募103件、採択28件 (27%)

基盤研究(C): 磁性・超伝導および強相関系

応募145件、採択38件 (26%)

若手研究: 磁性・超伝導および強相関系

応募62件、採択24件 (39%)

学術変革領域研究(A)公募研究の特徴

他種目との重複制限がかなりゆるい

1人2件まで応募・受給可能

令和7(2025)年度
科学研究費助成事業
科研費 公募要領
学術変革領域研究(A) (公募研究)
46ページ

学術変革領域研究(A)の公募研究の内容

キメラ準粒子が切り拓く新物性科学

<https://chimera-qp.ee.es.osaka-u.ac.jp>

領域略称名: キメラ準粒子
領域番号: 24A204
設定期間: 令和6(2024)年度~令和10(2028)年度
領域代表者: 村上 修一
所属機関: 東京工業大学理学院

① 領域の概要

現代社会を支える電子デバイスの機能は物質中の「準粒子(物質中で粒子のように振る舞う量子力学的存在)」に由来する。多彩な準粒子の発見は物性物理学の最重要成果の一つであり、これによって複雑な物性現象をごく少数の準粒子の運動として理解できるようになった。例えば、結晶格子の振動、光、磁気、誘電分極、プラズマに関連する現象はそれぞれフォノン、フォトン、マグノン、ポラリトン、プラズモンで記述できる。このような多種多様な準粒子を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、物質科学全体に新展開がもたらせる。ところが実際の準粒子同士は、時間スケール・空間スケールの相違などにより独立に振る舞う場合がほとんどである。そこで本研究領域では、人工構造、物質・分子設計、対称性設計など様々なスキームの導入により、独立に研究されてきた準粒子同士を「化学反応」させて「キメラ(融合体)」を創出し、キメラ準粒子の物性、機能性を明らかにする。これにより物性研究の根底に変革をもたらし、高機能電子/光/量子/エネルギーデバイス実現に向けた新基盤を形成する。このような「キメラ準粒子科学」の構築が本研究領域の目的である。キメラ準粒子科学により準粒子の組み合わせを格段に増やせるのみならず、単一準粒子の特性の別の準粒子への転写や、外場に対して通常と異なる物理量が応答する現象(交差応答)を可能とし、単一準粒子で起こりえない新規物性現象の発見・提案が可能となる。本研究領域の研究課題を大別すると、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・挑戦的課題の探索の三つである。

② 公募する内容、公募研究への期待等

上記の領域の趣旨に鑑み、キメラ準粒子科学構築に資する研究計画を、公募研究として広く募集する。研究計画調書には領域の目的にどのように資する計画か具体的な説明をいっしゅうしていただきたい。自由な発想に基づく新しい研究の方向性を模索するため、公募研究としては挑戦的要素を重視し、既存の枠にはめず様々な研究の芽を広く募集し、領域研究の活性化につなげたい。

そのため公募研究は、本研究領域の計画研究にある分野に限定せず、多様な分野から広く募集する。想定している主な分野は、物性物理学・材料工学・電気電子工学・ナノマイクロ科学・応用物理物性・応用物理工学・物理化学・有機化学・高分子有機材料・無機材料科学・情報科学・情報工学など多岐にわたる。異分野同士の連携を通じて本研究領域に広がりを持たせることを目指す。

また公募研究においては、萌芽的研究や斬新で独創的な着想に基づく研究提案を歓迎する。失敗をおそれず挑戦的な研究課題に挑むことを期待する。また計画研究の研究と相補的な研究や、班間連携を促進する研究、複数の班にまたがる研究を積極的に募集し、計画研究との共同研究を促進したい。また研究期間内に領域内の研究者と積極的に交流や議論を行い、それが申請段階でも想定していなかったような、さらに新しい研究の着想につながることを期待する。

本研究領域での計画研究は以下の研究項目番号に対応する5班からなっており、公募研究もこの5班のどれかに属する形となる。ただしこれは公募研究として募集する内容を制限するものではない。複数の班にかかわる公募研究計画など、どの研究項目番号に属するか決まらぬ場合にも、暫定的にいずれかの研究項目番号を指定していただきたい。

- A01班「キメラ準粒子の理論」: キメラ準粒子の新学理の理論提案を行い、他班の実験結果の理論的解釈や実験提案を行う。
 - B01班「キメラ準粒子のアーキテクチャ」: キメラ準粒子生成のための反応場としてのメタマテリアルの可能性を開拓する。
 - B02班「キメラ準粒子の物理」: キメラ準粒子の輸送物性や動力学を体系的に調べ、キメラ準粒子物性物理を開拓する。
 - B03班「キメラ準粒子の分子科学」: 分子科学の立場から、分子や界面の特性を利用したキメラ準粒子科学を行う。
 - C01班「キメラ準粒子のエレクトロニクス」: エレクトロニクス応用の観点からキメラ準粒子の機能性を解明する。
- 予算規模としては、比較的大型(単年度当たりの上限額300万円)の子算による実験研究のほか、少額の子算(単年度当たりの上限額200万円)での小規模な実験研究・理論研究・萌芽的着想に基づく準備的研究も募集する。

③ 公募する研究項目、応募上限額、採択目安件数

研究項目番号	研究項目名	応募上限額(単年度当たり)	採択目安件数
A01	キメラ準粒子の理論	300万円	11件
B01	キメラ準粒子のアーキテクチャ		
B02	キメラ準粒子の物理		
B03	キメラ準粒子の分子科学	200万円	11件
C01	キメラ準粒子のエレクトロニクス		

① 領域の概要

現代社会を支える電子デバイスの機能は物質中の「準粒子(物質中で粒子のように振る舞う量子力学的存在)」に由来する。多彩な準粒子の発見は物性物理学の最重要成果の一つであり、これによって複雑な物性現象をごく少数の準粒子の運動として理解できるようになった。例えば、結晶格子の振動、光、磁気、誘電分極、プラズマに関連する現象はそれぞれフォノン、フォトン、マグノン、ポラリトン、プラズモンで記述できる。このような多種多様の準粒子を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、物質科学全体に新展開がもたらせる。ところが実際の準粒子同士は、時間スケール・空間スケールの相違などにより独立に振る舞う場合がほとんどである。そこで本研究領域では、人工構造、物質・分子設計、対称性設計など様々なスキームの導入により、独立に研究されてきた準粒子同士を“化学反応”させて「キメラ(融合体)」を創出し、キメラ準粒子の物性、機能性を明らかにする。これにより物性研究の根底に変革をもたらし、高機能電子/光/量子/エネルギーデバイス実現に向けた新基盤を形成する。このような「キメラ準粒子科学」の構築が本研究領域の目的である。キメラ準粒子科学により準粒子の組み合わせを格段に増やせるのみならず、単一準粒子の特性の別の準粒子への転写や、外場に対して通常と異なる物理量が応答する現象(交差応答)を可能とし、単一準粒子で起こりえない新規物性現象の発見・提案が可能となる。本研究領域の研究課題を大別すると、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・挑戦的課題の探索の三つである。

② 公募する内容、公募研究への期待等

上記の領域の趣旨に鑑み、キメラ準粒子科学構築に資する研究計画を、公募研究として広く募集する。**研究計画調書には領域の目的にどのように資する計画か具体的な説明をいれていただきたい**。自由な発想に基づく新しい研究の方向性を模索するため、公募研究としては**挑戦的要素を重視し、既存の枠にはめず様々な研究の芽を広く募集し、領域研究の活性化**につなげたい。

そのため公募研究は、**本研究領域の計画研究にある分野に限定せず**、多様な分野から広く募集する。想定している主な分野は、物性物理学・材料工学・電気電子工学・ナノマイクロ科学・応用物理物性・応用物理工学・物理化学・有機化学・高分子有機材料・無機材料科学・情報科学・情報工学など**多岐にわたる**。異分野同士の連携を通じて本研究領域に広がりを持たせることを目指す。

また公募研究においては、**萌芽的研究や斬新で独創的な着想に基づく研究提案を歓迎**する。失敗をおそれず挑戦的な研究課題に挑むことを期待する。また**計画研究の研究と相補的な研究や、班間連携を促進する研究、複数の班にまたがる研究を積極的に募集し、計画研究との共同研究を促進**したい。また研究期間内に領域内の研究者と積極的に交流や議論を行い、それが申請段階でも想定していなかったような、さらに新しい研究の着想につながることを期待する。

本研究領域での計画研究は以下の研究項目番号に対応する5班からなっており、**公募研究もこの5班のどれかに属する形**となる。ただしこれは**公募研究として募集する内容を制限するものではない**。複数の班にかかわる公募研究計画など、どの研究項目番号に属するか決めにくい場合にも、**暫定的にいずれかの研究項目番号を指定**していただきたい。

A01班「キメラ準粒子の理論」:キメラ準粒子の新学理の理論提案を行い、他班の実験結果の理論的解釈や実験提案を行う。

B01班「キメラ準粒子のアーキテクチャ」:キメラ準粒子生成のための反応場としてのメタマテリアルの可能性を開拓する。

B02班「キメラ準粒子の物理」:キメラ準粒子の輸送物性や動力学を体系的に調べ、キメラ準粒子物性物理を開拓する。

B03班「キメラ準粒子の分子科学」:分子科学の立場から、分子や界面の特性を利用したキメラ準粒子科学を行う。

C01班「キメラ準粒子のエレクトロニクス」:エレクトロニクス応用の観点からキメラ準粒子の機能性を解明する。

予算規模としては、**比較的大型(単年度当たりの上限額300万円)の予算による実験研究**のほか、**少額の予算(単年度当たりの上限額200万円)での小規模な実験研究・理論研究・萌芽的着想に基づく準備的研究**も募集する。

③ 公募する研究項目、応募上限額、採択目安件数

研究項目番号	研究項目名	応募上限額 (単年度当たり)	採択目安件数
A01	キメラ準粒子の理論	300万円 200万円	11件 11件
B01	キメラ準粒子のアーキテクチャ		
B02	キメラ準粒子の物理		
B03	キメラ準粒子の分子科学		
C01	キメラ準粒子のエレクトロニクス		

質問：

公募研究では300万円規模と200万円規模の2つが設定されており、実験研究ですとどちらにも応募可能とお見受けしました。

- ・300万円規模と200万円規模で別々に順位づけしてそれぞれに採択するのか、それとも公募研究の課題全てを同列に並べて評価の高いものから採択し、応募金額に応じて割り振っていくのか
- ・上記と関連して、予算規模によって評価の視点が少し変わることはあるのか

回答：

審査の詳細については、公募要領に掲載されている情報以外をお答えすることができません。

公募要領p.59

学術変革領域研究（A）（公募研究）」については、研究領域ごとの専門委員会（評価者は領域外の研究者を含め構成する予定。）において、各評価者が2段階にわたり書面審査を行います。合議審査は行いません。

- ① 1段階目の書面審査においては、研究項目ごとに分担して書面審査を行います。
- ② 2段階目の書面審査においては、1段階目の書面審査において他の評価者が付した審査意見も参考にしつつ、全評価者が書面審査を行います。

・300万円規模と200万円規模で別々に順位づけしてそれぞれに採択するのか、それとも公募研究の課題全てを同列に並べて評価の高いものから採択し、応募金額に応じて割り振っていくのか

→ これは審査の方法にかかわるので詳細な回答は控えさせていただきます。ただ、公募要領に「採択目安件数」という言い方がされていることからわかる通り、ある程度は2グループ別々に審査しますが、同列での審査結果も加味するため、実際の採択件数が「採択目安件数」からずれることがあります。

・上記と関連して、予算規模によって評価の視点が少し変わることはあるのか

→ 審査の評価項目は決まっていますので、その意味で予算規模によらず評価の視点は同じです。

公募研究に多くの方々のご応募をお待ちしています。

- 研究分野やこれまでの研究歴によらず応募を歓迎します。
- なんらかの意味で領域の目的に資する研究であれば結構です。
(本日紹介した研究内容は、公募研究の募集範囲を限定するものではありません)
 - ✓ キメラ準粒子に関する研究
 - ✓ 個別の準粒子に関する研究
 - ✓ キメラ準粒子や単一の準粒子の舞台となる材料創成や計測技術
 - ✓ そのほかなんでも

<https://chimera-qp.ee.es.osaka-u.ac.jp>

