



文部科学省科学研究費助成事業

新学術領域研究（2019年度－2023年度）

Hypermaterials News Letter Vol.2

CONTENTS

新たなフェーズへ！ ～領域代表からのメッセージ	2
新メンバーの紹介～公募班 （2020年4月～2022年3月）	3
公募班（2020年4月～2022年3月）研究紹介	4
会議・研究会等の報告	14
2020年度上半期 活動記録	19
今後の予定	19



新たなフェーズへ！

Tomorrow is always fresh, with no mistakes in it yet.

L. M. Montgomery

研究領域代表者

田村 隆治

東京理科大学 基礎工学部・教授

新学術領域「ハイパー物質」が発足して、はや1年3ヶ月が経ちました。準結晶や近似結晶といった、補空間を含む高次元空間で統一的に記述される物質群をさす新たな物質概念、「ハイパーマテリアル」もこの間かなり定着してまいりました。本領域のこれまでの歩みを振り返ると、半年以上に及ぶコロナ禍にあって、特に実験系の研究者は研究の中断を余儀なくされ、当初の予定通り研究が進まず頭を悩ませてきたことは想像に難くありません。それでも、本領域が発足してから4回に及ぶ領域会議、9回にわたるセミナーを通じて、異分野の研究者間の交流が次第に活性化され、リモートながら水面下で連携研究の機運が芽生えていることは嬉しい限りです。一例を挙げると、本新学術領域の連携の目玉の一つである **A03班(データ科学)** によるハイパーマテリアル予測はこの一年で大きな進展を見せ、**A01班(物質合成)** において新たなハイパーマテリアルが得られていることは喜ばしい限りです。

さて、今年度より20名の公募班メンバーが加わり、お陰様で領域は2倍に拡大しました。本ニューズレターでは公募班の顔ぶれを紹介しておりますが、計画班には無い合成手法・アイディア・計測手法を有する公募班の参画により、ハイパーマテリアル物質群の拡大とその理解の深化に向けて大きく弾みがつくものと期待しております。新学術領域研究の最大の魅力は、専門の全く異なる、これまで没交渉だった研究者同士が半ば強制的に(!?)密接に連携することで、思いもよらなかった成果が生まれることにあります。そのためには議論の場が必要不可欠ですが、不幸中の幸いか、このコロナ禍ですっかり定着したリモート会議ツールを積極的に活用していきたいと考えています。去る9月には総括班では3日間かけてZoomによる一斉サイトビジットを実施しました。(オンサイトでは到底無理なことです。)ご存知の通り、本新学術領域は補空間における新物質科学の創成を一つの目的に掲げています。新たに加わった公募班も交えて、「補空間にどんな法則があるのか」引き続き活発な議論を期待しています。

最後に、総括班ではMaterials Transactions 誌にハイパーマテリアル特集号を企画し、本領域の成果をひろく国内外に発信することにいたしました。詳細については、今後領域ホームページ等を通じてご案内しますので、ご期待いただければと思います。今後とも、本新学術領域「ハイパー物質」に、ご指導、ご鞭撻のほど、よろしくお願いいたします。

新メンバーの紹介

専門分野

研究課題

▶ 公募班 A01
ハイパーマテリアルの合成



井手上 敏也

東京大学
工学系研究科 助教

■ ファンデルワールス結晶
ナノ構造における輸送現象および光物性

■ 2次元ファンデルワールス
スハイパーマテリアルの創出
と電荷輸送・光物性開拓



柚原 淳司

名古屋大学
工学研究科 准教授

■ 表面科学

■ 金属酸化物準結晶薄膜
の創製と構造解明



山本 勝宏

名古屋工業大学
工学研究科 准教授

■ 高分子科学・小角X線
散乱

■ ブロック共重合体の球
状ミクロ相分離構造にお
ける準結晶および近似結
晶の発現機構



山浦 一成

物質・材料研究機構
国際ナノアーキテクトニクス
研究拠点 (MANA)
グループリーダー

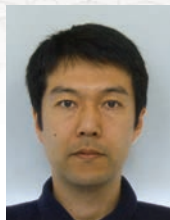
■ 固体化学

■ 高圧急冷法を用いた酸
化物系ハイパーマテリア
ルの探索

公募班 [2020年4月—2022年3月]

2020年4月、本領域では新たに20名の公募班メンバーを迎え、領域の規模も2倍に拡大しました。計画班には無い合成手法・アイディア・計測手法を有する公募班の参画により、ハイパーマテリアル物質群の拡大とその理解の深化に向けて領域一丸となってがんばって参ります。

▶ 公募班 A02 ハイパーマテリアルの構造



湯蓋 邦夫
九州大学
工学研究院 学術研究員
■ 金属結晶学
■ 整合・不整合多重周期をもつ第13族元素ハイパーマテリアルの構造秩序



松本 正和
岡山大学
異分野基礎科学研究所 准教授
■ 理論化学
■ ソフト準結晶の形成機構の理論研究



Stellhorn Jens Rüdiger
広島大学
先進理工系科学研究科 助教
■ X線ホログラフィーによる物理空間の構造決定
■ 物理空間における準結晶の直接局所構造決定



吉澤 俊介
物質・材料研究機構
先端材料解析研究拠点 研究員
■ 表面科学・低温物性
■ 幾何学的位相解析によるフェイゾンイメージング

▶ 公募班 A03 ハイパーマテリアルのインフォマティクスとhidden orderの探索



義永 那津人
東北大学
材料科学高等研究所 (VWPI-AIMR) 准教授
■ ソフトマテリアルの数値
■ フェイズフィールドドク
■ スタル法による準結晶の
■ 構造形成解析と目的構造
■ のモデル推定



永井 佑紀
日本原子力研究開発機構
システム計算科学センター
副主任研究員
■ 物性理論・超伝導
■ 準結晶における機械学
■ 習分子シミュレーション
■ 手法の確立とその有限温
■ 度物性の解明

▶ 公募班 A04 ハイパーマテリアルの物性とhidden orderの探索



亀岡 聡
東北大学
多元物質科学研究所 教授
■ 金属触媒材料
■ ナノカーボン合成反応
■ を利用したハイパー物質
■ 表面の状態解析と新奇触
■ 媒機能創出



那波 和宏
東北大学
多元物質科学研究所 助教
■ 磁性・中性子散乱
■ 近似結晶を舞台とする
■ トポロジカル電子物性の
■ 創出



鈴木 通人
東北大学
金属材料研究所 准教授
■ 物性理論
■ クラスタ多極子法に
■ による準結晶の磁気構造と
■ 物性現象の研究



村上 雄太
東京工業大学
理学院 助教
■ 非平衡物性理論・強相
■ 関電子系・超伝導
■ 準結晶系における高次
■ 高調波発生と光誘起ダイ
■ ナミクスの理論研究



大熊 哲
東京工業大学
理学院 教授
■ 低温物性実験
■ ハイパーボルトックス
■ マター



手塚 真樹
京都大学
理学研究科 助教
■ 凝縮系物理理論
■ 非エルミート・ハイ
■ パーマテリアルの理論



関山 明
大阪大学
基礎工学研究科 教授
■ 固体光電子分光・強相
■ 関電子物性
■ 強相関準・近似結晶の
■ 偏光制御光電子分光によ
■ る電子物性における軌道
■ 対称性の役割



坂井 徹
兵庫県立大学
物質理学研究科 教授
■ 物性理論・計算物理学
■ ハイパーマテリアルで
■ 実現する新奇な量子スピ
■ ン相を探索する理論的・
■ 計算科学的研究



酒井 志朗
理化学研究所
創発物性科学研究センター
上級研究員
■ 強相関電子系・超伝導
■ 準結晶におけるフラク
■ タル金属・超伝導の理論
■ 研究

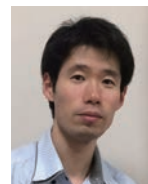


幸坂 祐生
理化学研究所
創発物性科学研究センター
上級研究員
■ 固体物性
■ ミスフィット層状カル
■ コゲナイドにおける高次
■ 元電子状態の実空間分光

公募研究
A01

2次元ファンデルワールスハイパーマテリアルの創出と電荷輸送・光物性開拓

研究代表者 井手上 敏也 東京大学 助教



剥離した2次元ファンデルワールス結晶を捻り角度を持たせて積層させた界面や、対称性の異なる2次元結晶を積層させたファンデルワールス結晶ヘテロ界面(図1)では、一般に並進対称性が破れており、元々の2次元結晶とは異なる電気伝導特性や光学特性が生じることが知られている。

本研究では、このような非周期的構造を持つ様々な界面(ファンデルワールスハイパーマテリアル)

を作製して、非周期的2次元構造に由来する特徴的な電荷輸送・光物性の開拓に取り組む。非周期的構造を持つファンデルワールス結晶界面をハイパーマテリアルの視点で捉え直すことで、2次元ファンデルワールス結晶研究とハイパーマテリアル研究のそれぞれで発展してきた知見や手法を積極的に融合させ、両分野の飛躍的發展と新規分野の創出を目指す。

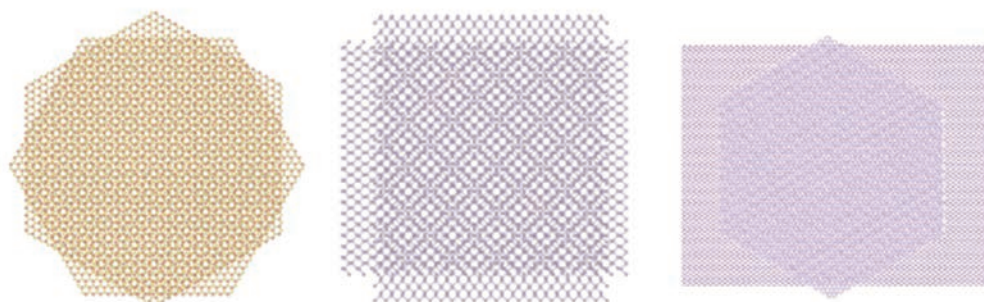


図1 周期性を持たないファンデルワールス結晶界面の模式図。捻り積層界面や、ファンデルワールス結晶ヘテロ界面では、一般に並進対称性が破れており、元々の結晶とは異なる特徴的な電気伝導特性や光学特性が生じることが期待される。

公募研究
A01

金属酸化物準結晶薄膜の創製と構造解明

研究代表者 柚原 淳司 名古屋大学 准教授



近年、Pt(111)表面上において酸化物準結晶超薄膜が形成されることが明らかとなった。

本研究計画では、Ba-Ti-O 準結晶薄膜を簡易な方法で作製する手法を開発すると共に、準結晶薄膜を構成する基本クラスターと同じ基本クラスターからなる近似結晶を作製し、この基本クラスターの組成と構造を実験的複合解析手法と計算機シミュレーションにより明らかにする。

具体的には、低速電子回折、オージェ電子分光法、X線光電子分光法、走査型トンネル顕微鏡(STM)、ラザフォード後方散乱法からなる複合解析手法と第一原理計算による近似結晶クラスター構造のエネルギー安定性の評価、さらには、実験STM像とシミュレーションSTM像の比較から基本クラスターの構造を明らかにし、準結晶の構造の解明へと展開する。

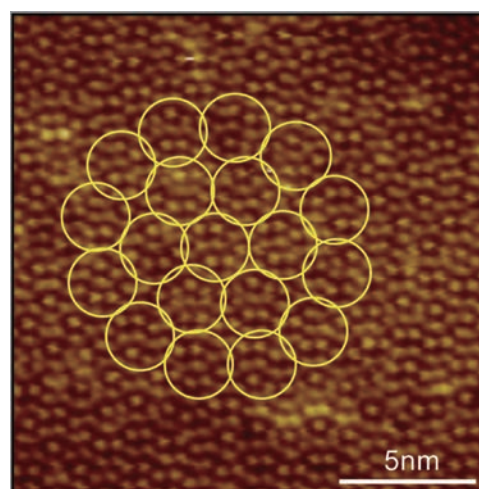


図1 Ba-Ti-O 準結晶薄膜のSTM像

公募研究
A01

ブロック共重合体の球状マイクロ相分離構造における準結晶および近似結晶の発現機構

研究代表者 山本 勝宏 名古屋工業大学 准教授



互いに非相溶な二種類の高分子鎖の片末端同士が化学結合で連結した高分子ブロック共重合体 (BCP) が相分離により形成する球状マイクロ相分離構造は、一方の構成高分子の体積分率が10~20%程度のとき、その成分からなる球状ドメイン(ミセル様構造)を形成する。多くの場合、この球状ドメインの凝集による空間配列に秩序性を持つ場合、体心立方格子状に配列することが知られている。しかし、まさにこの10年間あまりで、BCP および BCP に第三成分(高分子)を混合した系で、このマイクロドメインの空間配列において、12回対称準結晶やその近似結晶が発見された。我々は、これまで BCP に第三成分の高分子鎖を混合した系で、Frank-Kapser σ 相(近似結晶)を発見し、 σ 相への相転移過程において12回

対称性を持った準結晶が形成することを突き止めている。独自の BCP 系に加え、世界での研究論文報告例(数例)等を基に、準結晶・近似結晶の発現機構に関係する BCP の構造パラメータ(分子量、成分、柔軟さに依存し球状マイクロドメインのサイズや形の制御が期待されている)を変えた多種の BCP を合成し、新たにハイパーマテリアルを見出していく。

本研究では、高分子ブロック共重合体が形成する準結晶や近似結晶の発現が普遍的であることを実験的に立証し、それらの構造形成機構を明らかにしていく。さらには、金属系準結晶形成機構との相違点・類似点を議論し、全物質系において準結晶形成の普遍性の理解と、形成機構を解き明かすことに資するものとした。

公募研究
A01

高圧急冷法を用いた酸化物系ハイパーマテリアルの探索

研究代表者 山浦 一成 物質・材料研究機構 グループリーダー



1984年に準結晶が発見されてからこれまで合金系が研究の主流を占めてきた。2010年代に準結晶の超伝導や反強磁性や量子臨界現象が国内研究者らによって次々と発見され、新学理：ハイパーマテリアルの創出が始まったが、依然として主流は合金系だ。本課題では、特に材料化に向う発展性を担保するために酸化物系ハイパーマテリアルの新規開拓に取り組む。具体的には、2013年に白金基板上に合成

された酸化物強誘電体のナノスケール準結晶を参考として、さらに NIMS の高温高圧合成技術を活用するなどして新規開拓を目指す。酸化物系ハイパーマテリアルの安定バルク体の合成を検討する。現状では合成指針が確立していないため、目標達成まで多くの困難があると思われるが、新学術領域研究関係者からのご指導を受けながら、少しでも克服したい。

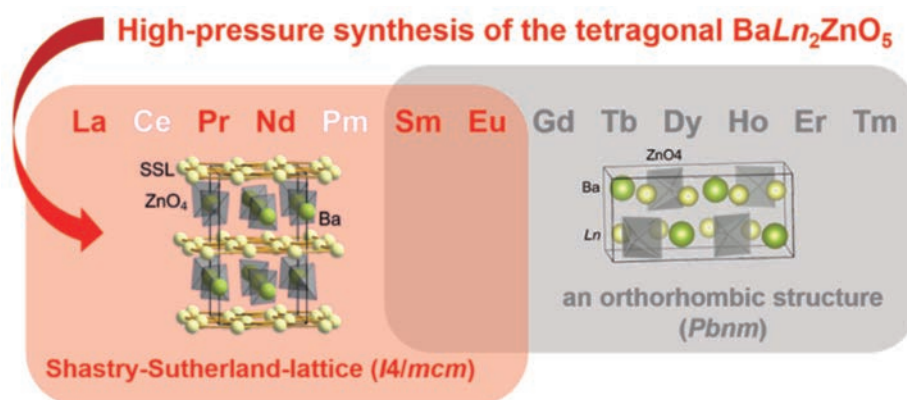


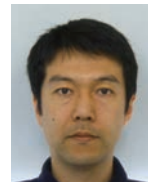
図1 元素置換範囲を高圧法で拡張したシャストリー・サザーランド格子を持つ層状酸化物の模式図 (Y. Ishii *et al.*, J. Solid State Chem., Submitted). シャストリー・サザーランド格子は2種類の菱形タイルを敷き詰めたペンローズ格子に近接しているため、菱形タイルの形状を変化させて準周期性の発現の有無を検証する。

公募研究

A02

整合・不整合多重周期をもつ第13族元素 ハイパーマテリアルの構造秩序

研究代表者 湯蓋 邦夫 九州大学 学術研究員



複雑な結晶構造をもつ第13族元素化合物をターゲットにして、局所構造の精密決定から原子集団の特徴抽出まで先端的構造解析法を駆使して、従来の単結晶構造解析法では難しいハイパーマテリアルの特殊構造の解析を行う。電子顕微鏡による原子分解能元素マッピングをベースとした極局所構造解析法、放射光を利用したX線異常散乱 (Anomalous

X-ray Scattering : AXS) 法と Reverse Monte Carlo (RMC) シミュレーションをドッキングした AXS-RMC 法を協働的に併用して、第13族元素化合物中の短距離秩序構造 (Short Range Ordering : SRO) とそれらの連結様式 (中距離秩序構造 (Medium Range Ordering: MRO)) に新しい構造秩序 (図1) を見出すことを目指す。

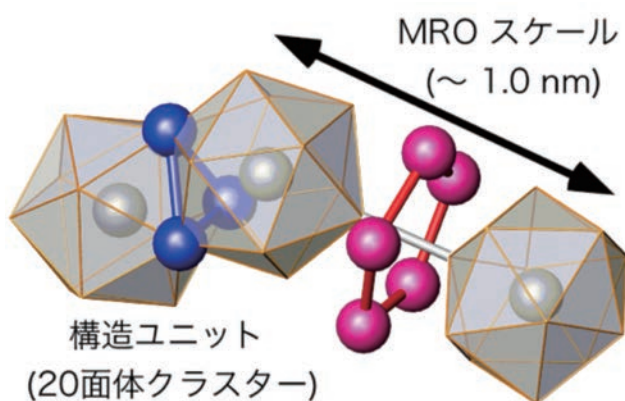


図1 構造ユニット：SRO (20面体クラスター) の連結様式 (MRO)

公募研究

A02

ソフト準結晶の形成機構の理論研究

研究代表者 松本 正和 岡山大学 准教授



どのような金属を、どんな配合で混ぜれば準結晶が作れるかという知識は蓄えられてきた。しかし、これまでのところ、「なぜ準結晶になるのか」という問いには答えられていない。

本研究では、計算機シミュレーションを用いた構成的アプローチにより、準結晶になるように相互作用

用をチューニングするとともに、自由エネルギーの評価を行い、準結晶の起源に迫る。また、水和物結晶 (ハイドレート) ではすでに σ 相の結晶が得られ、その熱力学的な理由付けもなされている。これに NH_4 をドーピングする結晶工学的手法により、水素結合性準結晶の創製に挑む。

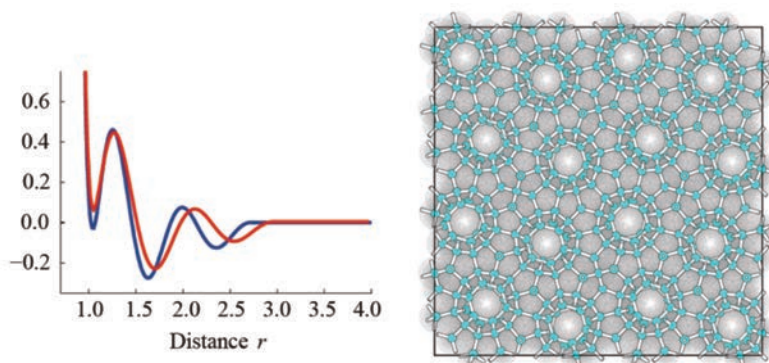


図1 左 Engel らの単原子モデルシミュレーションで準結晶になった相互作用 (赤) とならなかった相互作用 (青) の比較。わずかな違いが運命を左右する。M. Engel *et al.*, Nat. Mater. (2014); 右 酸素ハイドレートの TS-1 (σ) 型結晶構造。M Matsumoto and H Tanaka, J. Phys. Chem. B 115 (2011) 8257-8265

公募研究
A02

Direct local structure determination of quasicrystals in physical space

研究代表者 **Stellhorn Jens Rüdige** 広島大学 助教



This project plans to contribute to the understanding of the structure of hypermaterials using x-ray holography measurements. With this technique, element-specific and direct information (i.e. without the need for an *a-priori* model or data refinement) on the three-dimensional structure in physical space can be obtained.

For hypermaterials, this method enables a view of the averaged structure around constituent elements. The holography approach aims to establish a new way to visualize the intricate structures of hypermaterials and to support existing models with complementary experimental data.

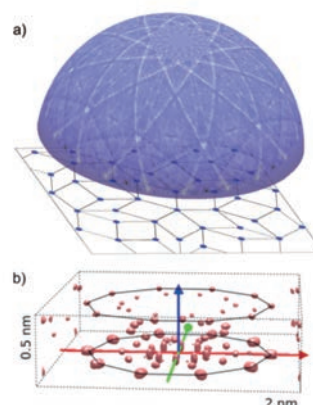


Fig. 1. An overview about the principle of x-ray fluorescence holography. (a) The interference of scattered x-rays in a sample (shown here as a Penrose-tile model) forms a hologram that can be measured by observing fluorescent x-rays (exemplarily shown by an experimental hologram of a decagonal Al-Ni-Co quasicrystal, measured at BM02 / ESRF). (b) The real-space reconstruction of the average structure around a Ni atom, where typical features of the Al-Ni-Co phase can be observed, like the 20 Å cluster indicated with the black decagons.

公募研究
A02

幾何学的位相解析による フェイゾンイメージング

研究代表者 **吉澤 俊介** 物質・材料研究機構 研究員



原子分解能で表面構造を観察しながら分光測定ができる走査トンネル顕微鏡は、二次元物質研究における強力な実験手法である。幾何学的位相解析とよばれるフーリエ変換を利用した変位検出手法と組み合わせれば、結晶格子の微小な歪みや欠陥と電子状態との相関を詳しく研究できると期待される。

本公募研究では、非周期構造と超伝導が共存する二次元物質に着目し、走査トンネル顕微鏡を使って結晶構造と電子状態の関係を調べる。とくに非周期結晶特有のフェイゾンに由来する結晶格子変形が超伝導ギャップに与える影響を調べ、非周期結晶における超伝導状態の理解につなげる。

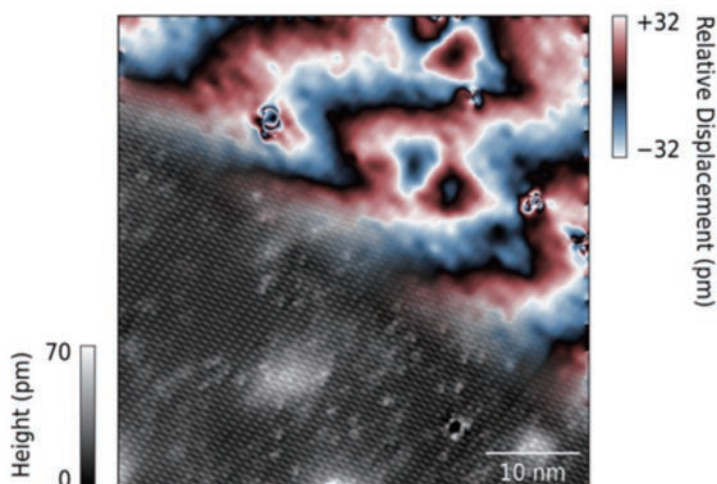


図1 インジウム原子層の走査トンネル顕微鏡画像(左下)と、幾何学的位相解析を拡張して解析した基板と原子層の相対変位マッピング(右上)。

公募研究

A03

フェイズフィールドクリスタル法による 準結晶の構造形成解析と目的構造の モデル推定

研究代表者 義永 那津人 東北大学 准教授



フェイズフィールドクリスタルモデル(PFC)は、非線形偏微分方程式によって、空間的に周期的なパターンを密度場として表現するものである(図1)。転位や回位を含む周期構造からのずれも得られることができる。このモデルでは、自由エネルギー汎関数の関数形をデザインし、例えば二つの長さスケールを持たせることによって準結晶を再現することができる。

本研究では、PFCを用いて準結晶を安定に生成する条件を探索する。ベイズ推定を用いて、ターゲットとなる画像パターンから、このパターンを再現する数理モデルを推定する。例として、図1(c)では十二回回転対称性を持った二次元準結晶を再現するモデルを推定し、そのモデルからパターンを生成したものである。ターゲットとなるパターンとほぼ同じものが再現できることを示している。

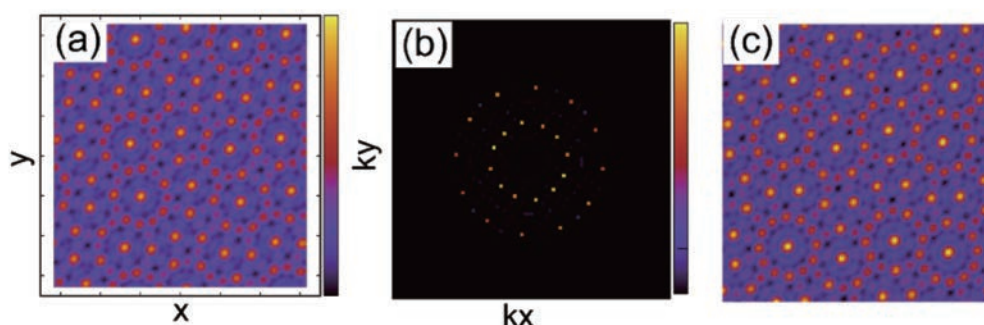


図1 ターゲットに用いた十二回回転対称性を持つ二次元準結晶 (a) とそのフーリエ変換したもの (b)。波数空間において、異なる長さスケール(波数)にそれぞれ12個のピークを持つ。(c) 推定した最適なパラメータを持つ偏微分方程式によって生成したパターン。

公募研究

A03

準結晶における機械学習分子 シミュレーション手法の確立と その有限温度物性の解明

研究代表者 永井 佑紀 日本原子力研究開発機構 副主任研究員



準結晶は3次元実空間上で周期構造を持たない為、通常の第一原理計算ができない。そのため、近似結晶と呼ばれる、準結晶と局所的構造が似ているが周期をもつ結晶が調べられてきた。一方、たとえ第一原理計算が実行できたとしても、第一原理計算は基底状態、すなわち絶対零度における物性を調べる手法であるため、それらの物質の温度依存性を調べるができない。本研究では、準結晶や近似結晶に対する機械学習分子シミュレーション手法を開発し、準結晶や近似結晶の有限温度での物性の解明を目指す。

有限温度の物性を調べる有力な手法として分子動力学法(MD)がある。しかしながら、MDでは原子間に働く力を仮定する必要がある、その力の精度評価が困難であった。近年では、この問題を解決するために、第一原理計算によって原子間力を評価する

第一原理MDが登場した。この手法は高精度であるが、時間ステップごとに第一原理計算を行う必要があり、莫大な計算量が要求される。最近、私は、第一原理MDと厳密に同じ精度を保証する機械学習分子シミュレーション手法「自己学習ハイブリッドモンテカルロ法(SL-HMC)」(arXiv:1909.02255)を提案した。

SL-HMCには二つの用途が存在する。上述した精度保証されたシミュレーションの実行と、高精度機械学習ポテンシャル生成である。SL-HMCによって、有限温度における準結晶あるいは近似結晶の相図や、フォノン状態密度などの物性値が計算可能である。また、得られた高精度ポテンシャルを他班に提供し、気軽に利用可能にしたい。その他、高次元性を利用した機械学習シミュレーション法の確立も目指している。

公募研究
A04

ナノカーボン合成反応を利用した ハイパー物質表面の状態解析と 新奇触媒機能創出

研究代表者 亀岡 聡 東北大学 教授



本研究では、ハイパーマテリアルの代表格である準結晶・近似結晶合金の触媒材料への応用展開を目指し、表面構造と触媒反応特性(“実条件下”での)の相関性を評価・解析する。

本研究においてターゲットとする反応は、次世代の基盤材料として期待されているナノカーボン(カーボンナノチューブやカーボンナノファイバー等の総称)の合成である。この合成反応は活性サイトとなる触媒金属種の状態(表面状態)に非常に敏感であり、形成するナノカーボンの構造・形態は触媒表面の活性点構造ならびに自身の反応履歴を見事に反映する。そこで、このことを逆手に取りナノカーボン合成反応が表面状態(活性点構造)を知るための

プローブとして用いることで、準結晶・近似結晶合金(例えば、Al-Ni-Co, Al-Cu-Co, $\text{Al}_{13}\text{Fe}_4$, $\text{Al}_{13}\text{Co}_4$)表面に存在する触媒活性金属(Fe, Co, Ni, Cuなど)を活性サイトとして合成されるナノカーボンを詳細に解析することで表面構造と反応特性の因果関係を直接的に検証しようというのが本研究の最大の特長である。さらに、本研究では、ハイパーマテリアル(準結晶・近似結晶合金)とオーディナリーマテリアル(結晶合金)で合成されたナノカーボンの形態や構造の相違を詳細にキャラクター化することでハイパーマテリアルに由来する新奇なナノカーボンの構造や特性の発現(hidden order)ならびに新たな機能性カーボン材料の開発に繋げていきたい。

公募研究
A04

近似結晶を舞台とする トポロジカル電子物性の創出

研究代表者 那波 和宏 東北大学 助教



トポロジーとはある形に変形を加えても保たれる普遍的な性質を指す。電子の波動関数は波数空間上で形を持っていると見なすことができ、この形を基にトポロジカルな分類がなされる。周期系においては電子バンドの帯びるトポロジーを磁気秩序によって制御しようという試みが進んでおり、特に非共線的な磁気秩序の発現による巨大異常ホール効果の発現が注目されている。

近年、近似結晶についても非共線的な磁気構造を示す物質群が見つかった(図1)。本研究ではホール抵抗測定による電子物性の再検証、中性子散乱実験による磁気構造の決定等により、近似結晶を舞台にトポロジカル電子物性を創出することを目指す。将来的には準結晶の電子物性と高次元空間におけるトポロジーとの関連付けなど新しい物理的解釈の発見につながると期待される。

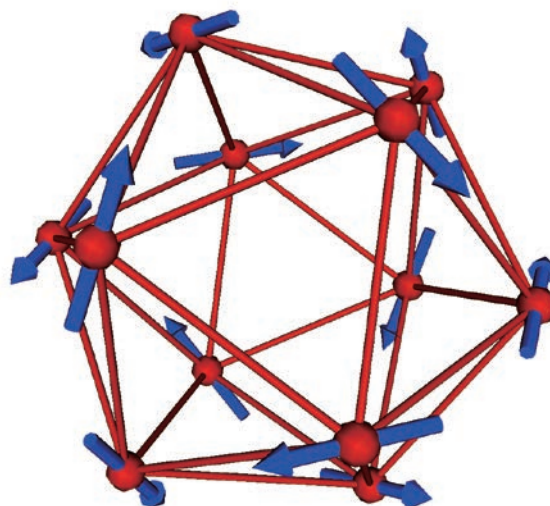


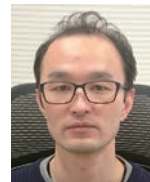
図1 Au-Al-Tb 近似結晶における二十面体クラスタのスピン配置(T. J Sato *et al.*, PRB 100, 054417 (2019).)

公募研究

A04

クラスター多極子法による 準結晶の磁気構造と物性現象の研究

研究代表者 鈴木 通人 東北大学 准教授



結晶においては近年、反強磁性体で発現する物性現象の応用を目指した研究が積極的に展開され、準結晶研究においても、近似結晶で反強磁性・強磁性の発現が報告され、純粋な準結晶における磁気秩序の発見が待たれており、磁性の研究が重要な位置を占めています。結晶における磁気秩序の多くは、結晶対称性に適合した、高対称なスピン配列で秩序することが知られるため、結晶構造の持つ対称性に適合する磁気構造の分類が重要になります。

本研究では、このような磁気構造の分類・生成手法として私がこれまでの研究で考案したクラスター多極子法を、準結晶の磁気構造の解析手法として拡張し、準結晶における磁気秩序現象の発見に先立って、準結晶の磁気構造の解析と磁気秩序のもとで発現する物性現象に対する実用的な理論基盤を築くことを目指します。クラスター多極子法は結晶の

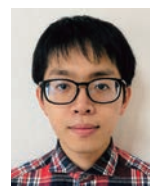
磁気構造に対する多極子展開を明確に定義する目的で考案しましたが、結晶対称性に適合する磁気構造を系統的に生成することができるため、近似結晶のように、空間群のもとで複数の等価な原子サイトを有する、複雑かつ高対称な結晶の磁気構造解析には特に有用です。また、多極子との対応が結晶の点群操作の変換性から決まるため、準結晶に特有の点群に適合する形で理論を拡張することで、準結晶の磁性現象に対する強力な解析手法になると期待しています。また理論的には、磁気構造の準周期との適合性や高次元結晶との対応にも興味があります。準結晶についてはまだまだ不勉強な点が多いため、この2年間で準結晶の構造・磁性の研究に関わる領域研究者の知見を拝借しつつ、研究を進めていければと思います。

公募研究

A04

準結晶系における高次高調波発生と 光誘起ダイナミクスの理論研究

研究代表者 村上 雄太 東京工業大学 助教



近年、超伝導相を示す準結晶系や半導体となる近似結晶系などの新規物性を示す物質が見つかり、準結晶の物理は新しい展開を見ている。これまで、準結晶系は抵抗率や比熱などの静的な物理量による特徴付けが多くなされてきた。一方、通常結晶の物質では強い光と物質の相互作用により、高次高調波発生(周波数 Ω の入射光に対して $n\Omega$ の光が放射される現象)や超伝導中の集団励起モードである Higgs モードなどが観測され、動的な性質を通してバンド構造や秩序相の特徴が捉えられるようになってきた。

本研究では、通常結晶において発展してきた非平衡物性を背景に、準結晶系の特徴を掴む新しい切り口として、準結晶系における非平衡物性を考える。

特に、準結晶系における高次高調波発生と超伝導の光誘起ダイナミクスを理論的に研究し、準結晶系に特徴的な動的性質を明らかにする。具体的には、数値計算を用いて、フィボナッチ格子やペンローズ格子上の電子モデルの理論解析を行い、準結晶性に起因する特異な振舞を探索する。高次高調波発生の起源は電子の空間運動であるため、準結晶の持つ特異な空間構造やそれを反映した準結晶特有の臨界状態や Confined 状態が高次高調波発生に大きな影響をもたらすことが期待出来る。また、超伝導相の非平衡状態では、通常の結晶では見られない集団励起やドメイン構造が生じると予想出来、これにより準結晶中の超伝導相を特徴付け出来ると期待する。

公募研究

A04

ハイパーボルテックスマター

研究代表者 大熊 哲 東京工業大学 教授



超伝導渦糸系は互いに斥力を及ぼし合う理想的な2次元多粒子系とみなせる。温度、磁場やピン止め特性を変えることにより格子、ガラス、液体と自由に静的構造を変化でき、電流により多彩な駆動力を印加し、電圧によりダイナミクスを精密に測定できる。一般に乱れた初期配置をもつ多粒子系に交流せん断力を印加すると、衝突を繰り返すうちに次の衝突を避ける配置に自己組織化する。駆動振幅 d が小さいときは、終状態は衝突が全く起こらない可逆フローとなる。 d を増やすと終状態へ至る緩和時間は増大し、終配置はより組織化される。ところが d が閾値 d_c を越えると、終状態は常に衝突が起こる乱れた不可逆フローとなる。緩和時間が d_c で臨界発散をすることから、非平衡相転移—可逆不可逆転移(RIT)—の存在が明らかになった。これはコロイド

系で初めて見出され、我々の渦糸系で普遍性が検証された。

本研究では RIT 点で出現が予想される Hyperuniform 構造と呼ばれる、短距離で液体的、長距離で固体的となる構造を初めて実証すると共に、渦糸間相互作用が構造に及ぼす影響を明らかにする。さらに終状態へ至る渦糸配置の過渡変化も観測し、乱れの中から秩序化が如何に進むかという普遍的問いに答える。そのため、走査トンネル分光と輸送測定を同時に実現可能な装置を世界に先駆け開発する。2次元という限られた自由度における渦糸配置の運動による組織化と RIT の精緻な実験を通し、バルク物質よりシンプルな2次元不規則系に隠された規則性の発見とその探索法を明らかにし、非平衡現象からの視点も含め本領域研究に貢献する。

公募研究

A04

非エルミート・ハイパーマテリアルの理論

研究代表者 手塚 真樹 京都大学 助教



非エルミートなハミルトニアンで記述される開放量子系は古くから調べられてきましたが、近年研究がますます盛んになっています。たとえば外場によりサイト間ホッピングが左右で不均衡なタイトバインディング模型や、粒子の損失や観測の効果で相互作用に虚部があるような場合を考えると非エルミートなハミルトニアンを考えることになります。このような非平衡な状況は冷却気体系や光共振器などですでに実験されています。また、平衡状態の強相関電子系の有効模型としても、準粒子の有限の寿命に対応して、虚部を含むハミルトニアンが出現します。

本公募研究では、準周期系・準結晶系で非エルミートなハミルトニアンを考え、特に相互作用の効果を考慮して、どのような秩序相が現れるかを予測し、どう実験的に実現するかの提案を目指します。1次元準周期系について密度行列繰り込み群などで調べ

るほか、2次元3次元の準結晶系、あるいは準周期的に積層されたような系についても、実空間動的平均場理論などの数値的手法で解析します。

なお、私はこれまで準周期系に関し、冷却気体系の超流動や、トポロジカル相の端状態としてのマヨラナフェルミオンの出現、トポロジカルな輸送現象であるサウレスポンピングなどについて研究してきました。このほか、最近では、ブラックホールとホログラフィック対応する量子力学系である SYK 模型や、1次元原子気体に距離の冪に従うような相互作用を入れて実効的に空間次元を上げた系などを調べてきており、これらも、空間次元の異なる系の間の対応を調べるという意味で、ハイパーマテリアルの研究とつながるところがあるのではないかと考えております。

公募研究

A04

強相関準・近似結晶の 偏光制御光電子分光による電子物性における軌道対称性の役割

研究代表者 関山 明 大阪大学 教授



この度は、新学術領域ハイパーマテリアルの公募研究に採択いただきましてありがとうございます。私自身はこの分野の新参者ですので自己紹介を兼ねて研究動機を説明します。これまで(現在も)私は主に重い電子系希土類化合物の光電子分光による微視的電子構造の研究を行ってきました。強相関電子系の中でも、希土類4f電子状態はバルクと表面で大きく異なります。そこで「バルク敏感光電子分光」を志向した結果、現在では高輝度シンクロトロン放射光を用いた硬X線光電子分光を進めています。この中で、X線偏光を切り替えてスペクトルを測定すると「軌道分解」的な電子構造研究が硬X線励起だからこそ有用であることが分かり、ダイヤモンド移相を用いた偏光制御光電子分光を進めた結果、(多分)この分野の第一人者といえるようになってきたと思っています。さて、この過程で「逆格子空間における

波数ないしは遍歴描像」と「実空間における軌道対称性ないしは局在描像」という対比が重い電子系では常に顔を出します。そして議論の上で時に並進対称性を露わに考えずに済む場面があります。これはこれで大変面白いのですが、ではこの対比はハイパーマテリアルではどうなるのだろうか？これまでのハイパー物質の角度分解光電子分光では、3次元での並進対称性はないもののどうやら波数は電子構造記述の上で意味をもつ物理量になっているようです。ではその時に、純粋な実空間情報であり補空間をどう利用できるのかわからない軌道対称性は？というのが素朴な疑問です。まだこの分野は右も左もわからず、具体的にどうやって研究を進めるか模索中で大変恐縮ですが、是非ともよろしくお願いいたします。

公募研究

A04

ハイパーマテリアルで実現する 新奇な量子スピン相を探索する 理論的・計算科学的研究

研究代表者 坂井 徹 兵庫県立大学 教授



高温超伝導の起源として提唱された量子スピン液体の実現を目指す研究が、理論・実験両面から精力的に進められている。近年では、従来の秩序相とスピン液体相の中間ともいべきスピネマティック相も注目され、とくに従来の長距離秩序が生じにくいフラストレーションを持つ周期系を中心に探索が続いている。このような新奇な量子スピン相の舞台としては、周期性を持たないハイパーマテリアルは、より有力な候補物質となり得ることが期待される。そこで、ハイパーマテリアルにおいて、量子スピン液体・スピネマティック相などの新奇量子スピン相の最初の発見を目指して、理論計算に基づいて候補物質を探索し、検証実験を提案するとともに、周期系とは異なる新しい物性を予測することが本研究

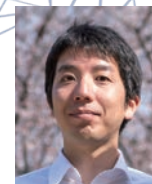
の目的である。

本研究代表者のグループは、従来の研究において、スーパーコンピュータを利用して、世界最大規模のシステムサイズの量子スピン系を数値的厳密対角化で計算するコードを開発しており、どのような格子系にも適用できる。さらに、独自の有限サイズスケリング法も確立している。これらの手法を用いて、ハイパーマテリアルにおける量子スピン液体・スピネマティック相などの新奇な量子スピン相の理論予測を行い、検証実験の提案を目指す。とくにA04班の主題である hidden order の候補として、トポロジカル秩序・ネマティック秩序などを想定している。

公募研究
A04

準結晶におけるフラクタル金属・超伝導の理論研究

研究代表者 酒井 志朗 理化学研究所 上級研究員



周期結晶におけるフェルミ液体論や Bardeen-Cooper-Schrieffer 理論では、フェルミ面上の電子が主役である。一方、周期性のない準結晶ではフェルミ面が定義できない。それにもかかわらず、多くの準結晶は金属的であり、また最近、超伝導を示す準結晶も発見されている [1]。

そこで本研究の目的は、準結晶の金属・超伝導状態の電子構造と基本的物性を理解することである。特に電子間相互作用下での電子状態に興味がある。右図は、ペンローズ格子上的金属及び超伝導状態で

の計算結果であり、電子密度や超伝導秩序変数がフラクタル的空間模様を形成していることがわかる [2]。このようなフラクタル的非一様性をもった金属・超伝導状態が、フェルミ液体や BCS 超伝導体と異なるどのような物性を示すか数値計算を通して研究する。

[1] K. Kamiya *et al.*, Nature Communications **9**, 154 (2018).

[2] S. Sakai, N. Takemori, A. Koga, and R. Arita, Phys. Rev. B **95**, 024509 (2017).

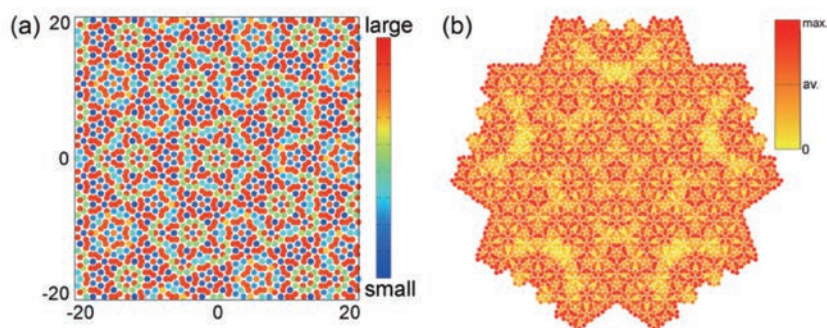


図1 2次元ペンローズ格子上の (a) 金属状態と (b) 超伝導状態の計算結果。(a) では各サイトの電荷密度が、(b) では各サイトの超伝導秩序変数がカラープロットされている。金属状態は斥力拡張ハバード模型、超伝導状態は引力ハバード模型に基づいて計算された。

公募研究
A04

ミスフィット層状カルコゲナイドにおける高次元電子状態の実空間分光

研究代表者 幸坂 祐生 理化学研究所 上級研究員



準結晶に代表される非周期結晶は、高次元超空間における周期結晶(「ハイパーマテリアル」)の物理空間における断面として記述される。この高次元性は、フェイゾンや4次元整数量子ホール効果など、新しい自由度とそれに伴う新しい現象を生み出す。これらの高次元現象は、準結晶や人工的な非周期ポテンシャル中の光・冷却原子気体において報告されてきた。そして、電子系については、内部自由度・電子間相互作用・電子-ボゾン相互作用が関係し、さらに多様な現象が期待できる。本研究では、世界最高レベルの安定性を有する走査トンネル顕微鏡を用いた分光イメージング測定により、電子状態を実空間解像することで電子系の高次元現象を探索する。

走査トンネル分光イメージング測定は、原子分解

能で電子状態を解像できる強力な分光法である。しかし、その特長を活かすためには測定に適した試料を選ぶ必要がある。そこで、金属伝導と優れたへき開性の両方を示す物質として、ミスフィット層状カルコゲナイド($\text{PbSe}_{1.16}(\text{TiSe}_2)_2$)に着目する。この物質は複合結晶の1種であり、三角格子層(TiSe_2 層)と四角格子層(PbSe 層)が積層した構造を持つ。そして、各層の格子定数比が無理数に極めて近く、積層面内の1方向に周期性が失われた理想的な高次元結晶に近い特徴を有する。そこで、この物質を出発点として、格子歪みやキャリア濃度を変えた試料を系統的に走査トンネル分光イメージング測定し、新奇高次元電子物性の開拓を目指す。

会議・研究会等報告

第2回領域会議(第24回準結晶研究会)

開催場所：東北大学 知の館 3階 講義室

開催日：2020年2月18日～20日

主催：新学術領域ハイパーマテリアル：補空間が創る新物質科学

共催：東北大学 知の創出センター

協賛：物質・デバイス領域共同研究拠点、人・環境と物質をつなぐイノベーション創出ダイナミック・アライアンス



<http://wcp-ap.eng.hokudai.ac.jp/hyper2nd/index.html>

藤田 伸尚 (東北大学)

第2回領域会議(兼、第24回準結晶研究会)は、東北大学 知の創出センターの協力を得て同「知の館」を会場として2020年2月18日～20日に開催されました。計画班メンバーによる研究報告に加え、一般講演やポスターセッション、さらには「若手研究者

のための特別セッション」と題して海外から3件、国内から1件の招待講演を含む9件の英語講演が行われました。総勢58名にご参加いただき、活発な議論と情報交換の機会となりました。



総勢58名。活発な議論と情報交換の機会となりました。



計画班メンバーによる研究報告。質疑も活発に行われました。



ポスターセッション。若手研究者も活躍しました。



海外の第一線の研究者を交えた議論も、盛んに行なわれました。

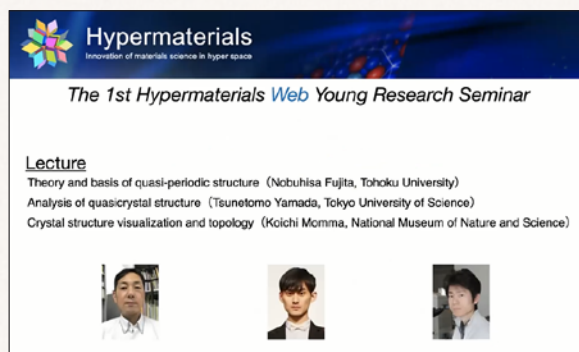
第1回 ハイパーマテリアル Web 若手研究会

Zoomにて開催

開催日：2020年5月28日

廣戸 孝信 (物質・材料研究機構)

2020年5月28日、第1回 ハイパーマテリアル Web 若手研究会が開催されました。第1回は、「ハイパーマテリアルの構造」をテーマとして、藤田先生(東北大学)より「準周期構造の理論的基礎」、山田先生(東京理科大学)より「準結晶構造の解析」、門馬先生(国立科学博物館)より「結晶構造の対称性、トポロジー、可視化」というタイトルで講演いただきました。



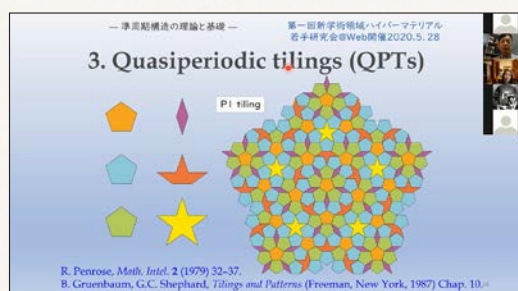
講師の先生方：藤田 伸尚先生(東北大学)、山田 庸公先生(東京理科大学)、門馬 綱一先生(国立科学博物館)

藤田先生の講演では、高次元周期格子から準周期タイリングを生成する3つの数学的手法(Section法、Cut-and-project法、Dual-grid法)について詳細にご説明いただきました。山田先生の講演では、現実の正20面体準結晶にフォーカスし、単結晶X線回折法を用いた構造決定の詳細と、その適用事例として、 $i\text{-ScZn}_{7.33}$ の構造解析結果のご紹介を頂きました。門馬先生の講演では、結晶の構造可視化に関する数学的な基礎とともに、結晶構造可視化ソフトウェアVESTAを用いた描画について説明を頂きました。

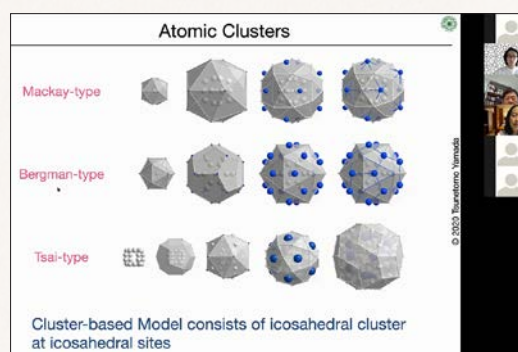
コロナ禍を受けてのWeb開催ということで、受講者・講師の先生方の双方でそれぞれのやりづらさもあったかと思いますが、多くの受講者から積極的に質問が寄せられるなど、ハイパーマテリアルの構造に対する関心の高さが伺えるとともに、限られた状況ながらも最大限の双方向型のコミュニケーションも生まれていた点はとても印象的でした。参加者は総勢67名となり、当初計画されていた研究会(24名の参加予定)を参加者数の点で大きく上回り、学生・若手研究者のみならず、世代を問わず多くの研

究者も参加していたことも、Web開催の思わぬ利点と思われます。

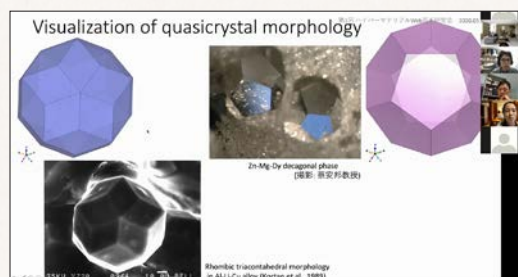
一方で、計画されていた学生・若手研究者の交流イベント(研究紹介・グループディスカッション)が延期されてしまった点は残念でした。しかし、研究会後のオンライン懇親会は、10名という小規模ながらも、普段はあまり深く考えたことがない部分についても、山田先生や北原先生(東京大学)からもよりかみ砕いた解説を頂くことができました。そのため、ハイパーマテリアルの構造について従来よりも一層深く理解でき、有意義な研究会となりました。



藤田 伸尚先生(東北大学)の講演「準周期構造の理論と基礎」より



山田 庸公先生(東京理科大学)の講演「準結晶構造の解析」より



門馬 綱一先生(国立科学博物館)の講演「結晶構造の可視化とトポロジー」より

第3回領域会議(公募班会議)

Zoomにて開催

開催日:2020年5月19日

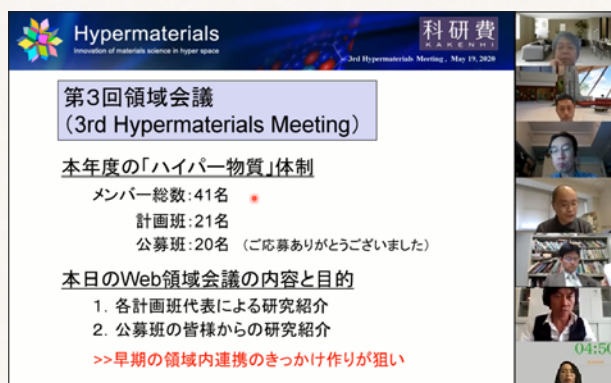
竹森 那由多(岡山大学)

本年4月に20件の公募研究が採択され、本学術領域がほぼ2倍に拡大しました。

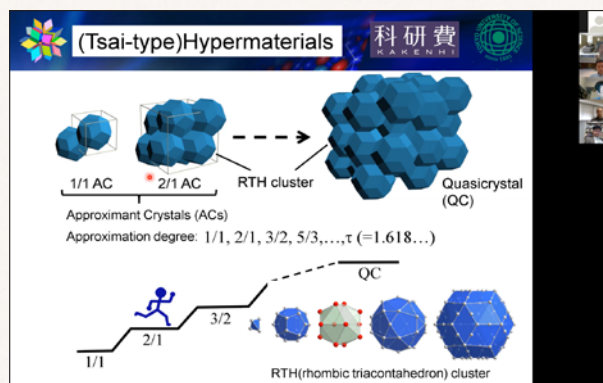
本学術領域では、計画班や公募班などの枠組みにとられない融合研究を強く推奨しておりますが、4月7日には7都道府県で緊急事態宣言が発令され、16日には全都道府県に拡大されたこともあり、オンラインで議論の機会を持つことが困難になる状況が長期間続くことが危惧されました。

そこで、2020年5月19日にオンライン会議において、総勢54名の方にご参加いただきキックオフミーティングを開催しました。

各研究計画班の代表者による研究紹介、公募研究者によるこれまでとこれからの研究紹介の説明がありました。計画班及び公募班の研究者双方にとって相互理解の良い機会となりました。



4月7日には7都道府県で緊急事態宣言が発令され、急速オンライン会議でのキックオフミーティングとなりました。



田村 隆治先生(東京理科大学)の講演“Synthesis of Hypermaterials”より



オンラインミーティングのため、全体写真はスクリーン上のキャプチャとなりました。

第4回領域会議

Zoomにて開催

開催日:2020年7月15日~17日

木村 薫 (東京大学)

2020年7月15日(水)~17日(金)に東京大学本郷キャンパスで予定されていましたが、新型コロナウイルスの影響で、第3回に続いてオンライン開催となりました。研究計画班および公募研究班の代表者・分担者全員による最初の研究会となり、総勢79名の方にご参加いただきました。オンラインだとスライドは見やすく、声も聴き易いのですが、コーヒープレイクや昼食時に、個別の交流をすることができないことが問題でした。そこで、Zoomのブレイクアウトセッションを使って、懇親会と個別ディスカッション・セッションを設け、個別の交流の機会としました。また、今回も評価者の先生方からの貴重なご講評をいただきました。

発表演題紹介

ハイパーマテリアルの合成(A01班)計画班

S. Suzuki (Tokyo Univ. Sci.)

"The emergence of ferromagnetism and anti-ferromagnetism in Tsai-type 2/1 approximants"

Y. Iwasaki (Univ. Tokyo)

"Search for higher order semiconducting approximants"

Y. Muro (Toyama Pref. Univ.)

"Search for rare-earth based dodecagonal quasicrystals"

T. Yamada (Tokyo Univ. Sci.)

"Software development for structure models in hyperspace"

ハイパーマテリアルの合成(A01班)公募班

T. Ideue (Univ. Tokyo)

"Anomalous photovoltaic response at the van der Waals heterointerfaces"

J. Yuhara (Nagoya Univ.)

"Growth and structural analysis of metal oxide-based quasicrystal thin films"

K. Yamamoto (Nagoya Inst. Tech.)

"Formation mechanism of quasicrystals and their approximants in spherical microphase-separated structures of block copolymer"

K. Yamaura (NIMS)

"High-pressure synthesis, crystal structure, and magnetic properties of the Shastri-Sutherland-lattice oxides $\text{BaLn}_2\text{ZnO}_5$ (Ln = Pr, Sm, Eu)"

ハイパーマテリアルの構造(A02班)計画班

H. Takakura (Hokkaido Univ.)

"A novel periodic approximant to icosahedral quasicrystals"

N. Fujita (Tohoku Univ.)

"Mesoporous silica with 12-fold symmetry formed through the packing of spherical micelles"

K. Momma (Nat. Museum of Nature and Science)

"Searching approximant crystals from crystal structure database"

T. Watanuki (QST)

"Present status of Bragg coherent X-ray diffraction imaging at QST"

N. Matsuura (CROSS)

"Study of gap structure in the lattice dynamics of quasicrystal AlPdMn "

T. Hiroto (NIMS)

"Low/high temperature powder XRD experiment for hypermaterials"

ハイパーマテリアルの構造(A02班)公募班

K. Yubuta (Kyushu Univ.)

"Structure of $\text{ScRh}_3\text{B}_{0.6}$ compound"

M. Matsumoto (Okayama Univ.)

"Theoretical study on the formation process of soft quasicrystals"

J. R. Stellhorn (Hiroshima Univ.)

"X-ray holography for quasicrystals - a theoretical approach"

S. Yoshizawa (NIMS)

"Moiré structure of atomic-layer indium on silicon surface"

ハイパーマテリアルのインフォマティクスと hidden order の探索(A03 班) 計画班

R. Yoshida (Inst. Statistical Mathematics)

"Exploring new materials through adaptive design of experiments"

E. Fujita (Univ. Tokyo)

"Comparison of ternary phase diagrams on literature and quasicrystal compositions predicted by machine learning"

N. Takemori (Okayama Univ.)

"Theoretical investigation of physical properties of weak-coupling quasiperiodic superconductors"

K. Nozawa (Kagoshima Univ.)

"First-principles study of surfaces of hypermaterials"

ハイパーマテリアルのインフォマティクスと hidden order の探索(A03 班) 公募班

N. Yoshinaga (Tohoku Univ.)

"Model selection of target quasicrystalline patterns using phase field crystal models"

Y. Nagai (JAEA)

"Trying to construct machine learning potentials"

ハイパーマテリアルの物性と hidden order の探索 (A04 班) 計画班

K. Deguchi (Nagoya Univ.)

"Magnetism on diluted Au-Al-(Yb,Lu) quasicrystals and approximants"

A. Koga (Tokyo Inst. Tech.)

"Antiferromagnetically ordered state in the two-dimensional quasiperiodic lattices"

Y. Takagiwa (NIMS)

"Thermoelectric properties of Al-Pd-Re-Fe quasicrystals and approximants synthesized by spark plasma sintering method"

T. Sugimoto (Tokyo Univ. Sci.)

"Mean-field analysis of Bose-Hubbard model on Penrose lattice"

Y. Hashizume (Tokyo Univ. Sci.)

"Lambda conjugates and geometric structures in fractal systems"

S. Nakamura (Chuo Univ.)

"Study of quasicrystals from the perspective of higher-dimensional spacetime and field theories"

K. Edagawa (Univ. Tokyo)

"Phasons and high-temperature specific heat of quasicrystals"

ハイパーマテリアルの物性と hidden order の探索 (A04 班) 公募班

S. Kameoka (Tohoku Univ.)

"Surface characterization of hypermaterials using nanocarbons synthesis reaction and creation of their novel catalytic functions"

K. Nawa (Tohoku Univ.)

"Search for anomalous Hall effect in quasicrystal approximant with non-coplanar magnetic structure"

M. Suzuki (Tohoku Univ.)

"Magnetic structure analysis for approximants based on cluster multipole theory"

Y. Murakami (Tokyo Inst. Tech.)

"Toward nonlinear optics for quasicrystals"

S. Okuma (Tokyo Inst. Tech.)

"Dynamic ordering and reversible-irreversible transition"

M. Tezuka (Kyoto Univ.)

"Non-hermitian quantum mechanics and hypermaterials"

A. Sekiyama (Osaka Univ.)

"Target of the photoemission study of strongly correlated hypermaterials"

T. Sakai (Univ. Hyogo)

"Novel quantum phase transition of the Shastry-Sutherland model"

S. Sakai (RIKEN)

"Multifractal metals in extended Hubbard model on Penrose lattice"

Y. Kohsaka (RIKEN)

"Real-space spectroscopy of high-dimensional electronic states in misfit layered chalcogenides"

2020 年度上半期 活動記録

受賞



研究支援賞を受賞

物質・材料研究機構 グループリーダー 松下 能孝 (A02班) が令和2年度科学技術分野の文部科学大臣表彰において研究支援賞を受賞しました。

受賞者： 松下 能孝 (A02班)
国立研究開発法人物質・材料研究機構
技術開発・共用部門 材料分析ステーション
化学分析・X線回折グループ グループリーダー
業績名： X線回折法を用いた物質開発および人材育成支援に対する貢献
受賞日： 2020年4月7日



第41回 本多記念研究奨励賞を受賞

物質・材料研究機構 独立研究者 高際 良樹 (A04班) が第41回 本多記念研究奨励賞を受賞しました。

受賞者： 高際 良樹 (A04班)
国立研究開発法人物質・材料研究機構
エネルギー・環境材料研究拠点 独立研究者
対象研究： IoT 社会を支える微小温度差発電技術の研究
受賞日： 2020年11月6日



ミッション・イノベーション チャンピオンプログラムに選出

物質・材料研究機構 独立研究者 高際 良樹 (A04班) がCOP21において立ち上げられたクリーン・エネルギー分野の研究開発投資を促進する国際的なイニシアティブであるミッション・イノベーションの表彰制度「ミッション・イノベーション チャンピオンプログラム」に選出されました。

受賞者： 高際 良樹 (A04班)
国立研究開発法人物質・材料研究機構
エネルギー・環境材料研究拠点 独立研究者
対象研究： IoT 社会を支える分散型独立電源の技術開発
受賞日： 2020年6月12日

開催セミナー・イベント

第8回・第9回ハイパーマテリアルセミナー

開催日時： (第8回)2020年7月20日、(第9回)7月31日
開催方法： Zoom によるビデオ会議
講演題目： 準結晶の構造秩序とフェイズン
講師： 枝川 圭一氏 (東京大学 生産技術研究所 教授)

総括班によるサイトビジットを実施

開催日時： 2020年9月7日、23日～25日、10月7日
内 容： 総括班による計画班メンバーを対象としたサイトビジットを実施しました。

今後の予定

2020年	10月 1日	第10回ハイパーマテリアルセミナー (講師：綿貫 徹氏) をオンラインで開催予定。
	10月15日	第11回ハイパーマテリアルセミナー (講師：R. Ghadimi 氏) をオンラインで開催予定。
	11月26日	第12回ハイパーマテリアルセミナー (講師：草場 穰氏) をオンラインで開催予定。
	12月 8日～10日	第5回領域会議をオンラインで開催予定。
2021年	1月12日	第13回ハイパーマテリアルセミナー (講師：井手上 敏也氏) をオンラインで開催予定。
	2月24日	第14回ハイパーマテリアルセミナー (講師：村上 雄太氏) をオンラインで開催予定。
	3月 4日～ 5日	第25回準結晶研究会をオンラインで開催予定。
	(開催時期 調整中)	Aperiodic2021 Workshop : Aperiodic order and Physical Properties for beginners (International School for Hypermaterials) を開催予定。(開催場所は東京を予定。)
	(開催時期 調整中)	第1回領域国際会議 (Aperiodic2021 Sapporo) を北海道大学 工学部フロンティア応用科学研究棟 鈴木章ホールで開催予定。



新学術領域研究「ハイパーマテリアル：補空間が創る新物質科学」
ハイパーマテリアル News Letter **Vol.2**

編集委員 出口 和彦
松浦 直人
山田 庸公
室 裕司
藤田 伸尚
吉田 亮
枝川 圭一

発行：新学術領域研究「ハイパーマテリアル」事務局
〒125-8585 東京都葛飾区新宿6-3-1 東京理科大学 基礎工学部 材料工学科 田村研究室
TEL. 03-5876-1410
Email hyper-office@rs.tus.ac.jp
領域ウェブサイト <https://www.rs.tus.ac.jp/hypermaterials/index.html>
発行日：2020年9月30日

