

【新学術領域研究（研究領域提案型）】 理工系



研究領域名 トポロジーが紡ぐ物質科学のフロンティア

京大大学・大学院理学研究科・教授 **かわかみ のりお**
川上 則雄

研究課題番号：15H05851 研究者番号：10169683

【本領域の目的】

本領域は、物質に内在するトポロジーを基軸として、電子間の相互作用、結晶のもつ対称性、さらには半導体ナノ構造に由来する新奇物性の開拓を行うとともに、トポロジカル量子現象に特有の準粒子を探索・実証し、その背後に横たわる量子凝縮相の物理を解明することを目的としています。

近年、トポロジカル量子現象の研究が世界的潮流になってきましたが、物質科学の基盤概念として真に根付くには、未開拓の部分が多く残されています。特に、

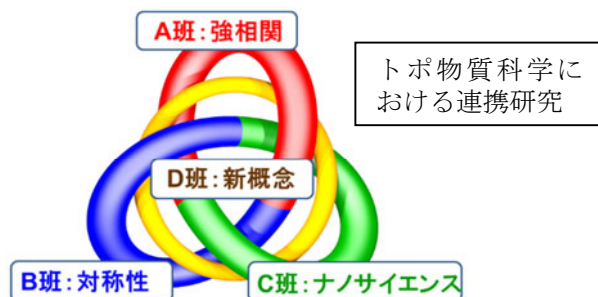
- (1) 現実の物質に多様性と機能性を与える**電子間相互作用**の効果の解明
- (2) 結晶構造の**対称性**に基づくトポロジカル物質の開拓
- (3) **ナノサイエンス**を駆使したヘテロ構造などによるトポロジカル相の人工制御

が、新たな物質開発だけでなく学理構築の鍵となります。これらの研究を総合的に推進することで、分野横断型の研究領域を開拓します。

【本領域の内容】

本領域の研究組織は4班から構成されています。

- A班「トポロジーと強相関」
- B班「トポロジーと対称性」
- C班「トポロジーとナノサイエンス」
- D班「トポロジーと新概念」



このうち A-C 班は物質に即した研究班であり、互いに協力関係を保ちながら、強相関トポロジカル系、半導体トポロジカル系、ナノ構造での人工トポロジカル系などの研究を推進します。これらの連携をさらに強固にする横系の役割を担うのが理論の D 班で、トポロジカル量子現象に関する普遍概念の構築を目標とします。また、A-C 班にも実験に即した理論研究者を配置し、実験と理論の

より密接な連携を図ります。

研究対象は、トポロジカル絶縁体やトポロジカル超伝導体などの典型物質のみならず、量子スピン系や冷却原子系でのトポロジカル相など、広い意味でのトポロジカル量子相を含みます。

領域運営で特に重視しているのが若手育成と国際連携です。このため、「若手励起プログラム」を導入し国際的に活躍できる人材を抜擢し育成します。また、「アライアンスワークショップ」などの国際会議を通して、国際的な連携・共同研究を強力に推進します。

【期待される成果と意義】

本領域の特色は、物性物理の舞台に芽生えてきたトポロジカル量子現象の諸概念を統合することで、個々のトポロジカル量子現象を昇華し、新しい学術としての物質科学の研究舞台を作り上げることです。

期待される成果の具体的な例としては、

1. トポロジカル量子相転移の確立
2. トポロジカル絶縁体・超伝導の統合的理解
3. トポロジカル半金属の実現
4. マヨラナ準粒子の検証

などです。

これらの総合的研究を通して、これまで個々の専門分野ではカバーされていなかった課題を克服し、異分野間の連携を進めることができます。本領域を推進することは、これらの分野にトポロジカル量子現象の基本概念を確立するだけでなく、トポロジーの概念が意識され始めている広い学術分野への波及効果ももたらすと期待できます。

【キーワード】

トポロジー、物質科学、強相関、対称性、ナノサイエンス

【研究期間と研究経費】

平成 27 年度－31 年度
1,003,600 千円

【ホームページ等】

<http://topo-mat-sci.jp/>
tms-office@scphys.kyoto-u.ac.jp

新学術領域研究
(研究領域提案型)



研究領域名 高難度物質変換反応の開発を指向した精密制御反応場の創出

大阪大学・大学院基礎工学研究科・教授

ましま かずし
真島 和志

研究課題番号：15H05795 研究者番号：70159143

【本領域の目的】

有機合成化学は、創薬科学、材料科学、高分子科学などの物質科学を支える基盤科学技術であり、経済的にも見合うレベルで有用化合物を安定供給すること、そして新しい機能・生理活性を有する新規化合物を創製することが求められています。本領域が対象とする触媒反応の開発は、国際的に高い競争力を持っており、その成果はノーベル化学賞（2001年、野依教授：Ru 錯体触媒による不斉水素化反応；2010年、鈴木教授・根岸教授：Pd 触媒による炭素-炭素カップリング反応）として高く評価されています。本研究領域は、可能な限り入手容易で安価な原料利用（例：炭化水素を直接利用する合成反応）、枯渇性資源非依存型の物質変換反応（例：CO₂、O₂、N₂を利用する反応）、環境負荷軽減（例：廃棄物ゼロの高原子効率反応や省エネルギー反応）等の高難度有機合成反応の開発を目指します。そのためには、図1に示すように「反応活性点のみならず、反応活性点と反応に密接に関わるその周辺領域を合わせた『反応場』の検討が極めて重要であり、遷移金属錯体反応場、生体反応場、固体表面反応場等を駆使した革新的な触媒開発が鍵を握っています。本研究領域では特に反応活性点周辺領域に新たに設計した反応性制御部位、基質活性化部位、選択性制御部位等を精密かつ自在に構築することにより、独創的な反応場（高機能・高活性・高選択性触媒）の創出を目指します。

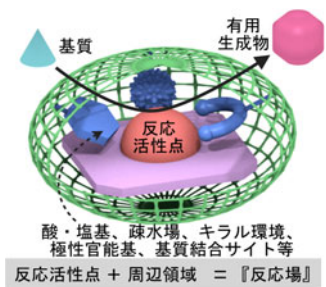


図1. 反応場の概念図

【本領域の内容】

精密制御反応場を創出するための基本戦略として、今まで二次的役割として軽視されがちであった反応活性点近傍の立体構造・電子状態を自在に制御し、新反応の発見や従来達成が困難とされてきた高難度かつ有用な物質変換反応の達成を目指して、次の四つの研究項目を構成します。
 研究項目 A01：高難度有用物質変換反応の開発
 研究項目 A02：精密制御金属錯体反応場の創出
 研究項目 A03：精密制御生体分子反応場の創出
 研究項目 A04：精密制御巨大分子反応場の創出
 本領域では、図2に示すように、研究項目 A01 が新反応開発の中心に位置し、高分子化学、有機金属化学、生体関連化学、固体触媒化学に立脚し

た反応場を用いて高難度物質変換反応の開発に挑戦します。A02、A03、A04 では、金属錯体反応場、生体分子反応場、巨大分子反応場の種類ごとに研究項目を設定し、研究項目に応じて独創的な反応場の開発を行うとともに、共同研究を通じて、新しい反応場による新反応の開発に取り組みます。

【期待される成果と意義】

従来不可能と考えられていた分子変換の実現や、予想もされなかった新反応を開発することは、新しい「有機化学」を切り開くチャンスであり、それ自身が研究上の大きなブレイクスルーです。新反応の開発により、ものづくりが刷新され、医薬、農業、機能性化学品、高分子材料などの合成ルートが一変する大きな発展が期待されます。本領域の意義は、「精密制御反応場」を創出することにより斬新な物質変換手法の発展に大きく寄与することであり、これらの取り組みを通じて、持続可能な社会へ貢献することを目標としています。

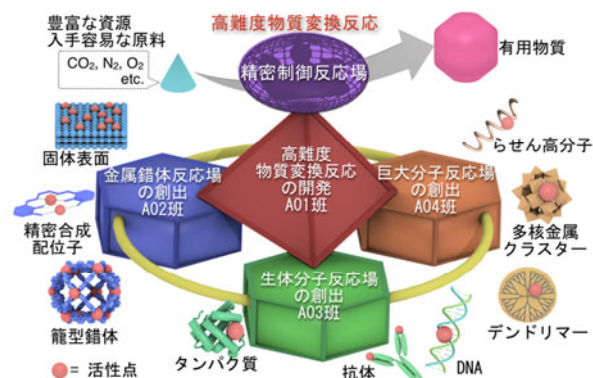


図2. 精密制御反応場を有する触媒による高難度反応開発の概念図および班間の連携

【キーワード】

反応場：反応活性点と反応に関わるその周辺領域
 高難度物質変換反応：従来難しいとされてきた有機合成反応（炭化水素の官能基化、CO₂、O₂、N₂を利用する反応、廃棄物ゼロの高原子効率反応や省エネルギー反応など）

【研究期間と研究経費】

平成 27 年度－31 年度
 1,221,200 千円

【ホームページ等】

<http://precisely-designed-catalyst.jp/>



研究領域名 ハイブリッド量子科学

東北大学・大学院理学研究科・教授

ひらやま よしろう
平山 祥郎

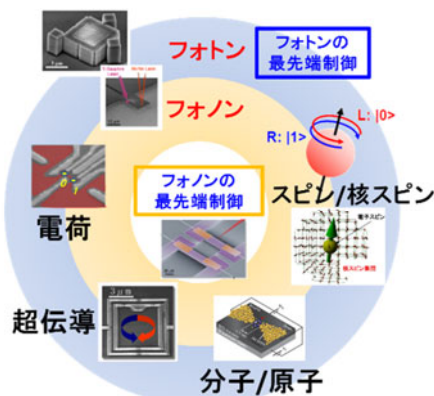
研究課題番号：15H05866 研究者番号：20393754

【本領域の目的】

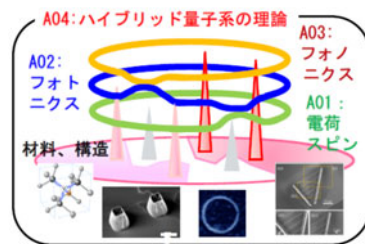
量子構造における電荷、スピンなどの物理量の量子コヒーレント操作を、大規模な量子計算の方向ではなく、Quantum Enabled Technology (QET、量子コヒーレンスの制御によって可能となる科学技術)の実現に結び付けていこうとするのが本領域である。QET の中でも特に注目されている高感度計測の場合、小規模な量子結合であっても、エンタングルメントによる感度の向上が期待できる。QET の実現には、様々な物理量の小規模な量子トランスデューサ機能が必須となる。重要性が昔から指摘されている光子に加えて、最近発展が著しいフォノンの重要性にも着目し、電荷、クーパー対、スピン、核スピン、フォトン、フォノンなど異なる物理量の小規模な量子結合を確立する。

【本領域の内容】

ハイブリッド量子系の基礎と QET を追究する本領域において、研究項目 A01 では、電荷（クーパー対を含む）、スピン、核スピンの量子的な結合の制御と、これらのフォトン、フォノンとの結合を実現する。具体的には、スピンや核スピンのハイブリッド系に着目し、スピンを用いた高感度計測や核スピンの高スピン状態を利用した感度増強の可能性を検討する。さらに、電荷、スピンのフォトン、フォノンによるコヒーレント制御を進める。A02 では光子の高度な制御技術を確立し、フォトンと他の物理量の量子的な結合を目指す。マイクロ波からテラヘルツ、光学帯までのフォトニクスにおいて、電磁波と物質のコヒーレントな相互作用を解明する。A03 ではフォノンの高度な制御技術の確立とフォノンと他の物理量の量子的な結合を実現し、これを異なる物理系間のトランスデューサとして用いる事を目指す。さらに、様々なフォノン共振器を用いたハイブリッドフォノニ



ック構造を作製し、コヒーレンス操作を活用した超高感度計測技術につなげる。A04 では量子的な結合を制御する実験の理論的支持、従来の限界を超える量子高感度計測など新しい量子的機能の提案を行う。さらに、量子トランスデューサの限界を明らかにしてその設計指針を示す。理論は領域全体の方向性を決めるものであり、実験系の研究と強く連携する。また、様々な計測や量子トランスデューサには異なる仕組みが必要であることから、ナノ材料、ナノ構造の研究者を巻き込んで研究を進める。



【期待される成果と意義】

小規模な量子結合系を目指す本領域の研究を推進することで電荷、クーパー対、スピン、核スピン、フォトン、フォノンの既存分野の枠を超えた量子的な結合が実現され、量子高感度計測などの QET が実現される。計測技術は様々な科学、産業の基礎であり、広い範囲での発展性がある。また、様々な物理量の量子的な結合に基づいた基礎研究分野が確立することで、物質間の重力検出など、学術研究としても魅力的な発展が期待できる。本領域を通して、量子情報技術の世界的傾向である QET を日本で加速するとともに、高いノウハウや技術を有する日本の材料研究の新しい出口を提供することに挑戦する。

【キーワード】

ナノマイクロ量子システム、新機能量子材料、量子効果、量子トランスデューサ、量子計測、Quantum Enabled Technology、固体物性、量子情報処理、電荷、スピン、核スピン、フォトン、フォノン

【研究期間と研究経費】

平成 27 年度～31 年度
1,045,300 千円

【ホームページ等】

<http://quant-trans.org/hybridQS>



研究領域名 J-Physics:多極子伝導系の物理

神戸大学・大学院理学研究科・教授 はりま ひさと
播磨 尚朝

研究課題番号：15H05882 研究者番号：50211496

【本領域の目的】

電気伝導などの物質の伝導現象は主に電子が担っている。孤立した電子は電荷とスピンという性質を持っており、電荷とスピンを運ぶことができる。しかしながら、電荷とスピンを持った電子が物質の伝導現象を担うという考えでは解らない多彩な伝導現象がたくさん知られている。

原子に束縛された電子が持つ軌道角運動量はスピン軌道相互作用によりスピンと結合して、全角運動量 \mathbf{J} という性質を持つ。この \mathbf{J} は固体中では周囲からの影響を受けて、多極子と呼ばれる性質を持つ。多極子はスピン軌道相互作用や固体内の環境によって多様な状態を取ることができる、固体での電子のミクロな自由度である。この様な多極子を考えることで、多彩な伝導現象を理解しようというのが、本領域の目的である。

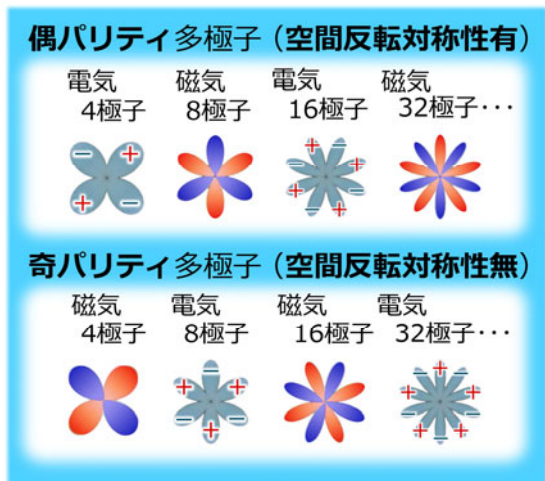
多極子に関わる伝導現象は、多極子が秩序化する系から、電子が比較的自由に振る舞う系まで様々である。それぞれの系の専門の研究者が協力して包括した研究を行うことで、多極子伝導系の学理を創出し、さらに新たな応用へとつながる物質機能を開拓する。並行して、物質科学の中核を担う人材強化と若手育成を行う。

【本領域の内容】

4つの研究項目を設け、それぞれについて計画研究と公募研究で研究を推進する。

A01:局在多極子と伝導電子の相関効果

- 局在性の強い多極子と遍歴性の強い伝導電子の相互作用によって産まれる新しい伝導現象の探索と解明を行う。



図：多極子の例。空間反転対称性が無い時のみ奇パリティ多極子が現われる。

B01:遍歴多極子による新奇量子伝導相

- 遍歴的な性質を持つ多極子由来の超伝導などの新しい伝導現象や秩序状態の原因を解明し、さらに新しい伝導現象の開拓を行う。

C01:拡張多極子による動的応答

- 複数の原子からなる拡張多極子を見だし、精密な物性測定により物質の新しい動的応答を開拓する。

D01:強相関多極子物質の開発

- 多極子自由度が伝導現象に重要な役割を果たす物質、特に高温超伝導体を含む新機能物質の開発を行う。

新物性や新機能には、空間反転対称性のない場合にのみ現われる奇パリティ多極子が重要な役割を果たすと予想される。原子位置に反転中心の無いジグザグ構造やカイラル構造の物質開発を精力的に進め、奇パリティ多極子の役割と新物性の関係を明らかにする。

【期待される成果と意義】

強磁性超伝導体などの非従来型伝導現象が多極子の概念を基に解明され、多極子に基づいた物質開発が可能になる。それらの物質は、マルチフェロイクスやスピントロニクス分野で巨大応答物質として利用され、拡張多極子の概念は機能性分子や生体高分子の分野にも転用が可能である。

多極子に着目し、若手研究者と共に固体物理学にパラダイムシフトを起こすことで、科学技術イノベーションに大きく貢献する。

【キーワード】

スピン軌道相互作用：中心力場中の電子のスピンと軌道角運動量との相互作用。アインシュタインが提唱した相対性理論を考慮したディラック方程式から相対論的補正項として導かれる。

全角運動量：スピン角運動量 \mathbf{S} と軌道角運動量 \mathbf{L} がスピン軌道相互作用によって結合した角運動量。通常 \mathbf{J} で表される。

多極子：電子の電気的あるいは磁気的な空間分布を点対称性などで分類した状態。座標の n 次多項式で表される多極子を n 次の多極子と呼び、 2^n 極子という。

【研究期間と研究経費】

平成 27 年度－31 年度
1,173,100 千円

【ホームページ等】

<http://www.jphysics.jp>



研究領域名 **なぜ宇宙は加速するのか？**
 —徹底的究明と将来への挑戦—

東京大学・カブリ数物連携宇宙研究機構・特任教授

むらやま ひとし
 村山 斉

研究課題番号：15H05887 研究者番号：20222341

【本領域の目的】

宇宙は極初期と現在の二つの時期で加速膨張しているという観測的な証拠が得られている。ニュートン・アインシュタイン以来、重力はあくまでも引力であり、宇宙膨張を減速させる働きのみをもつ。いったい何が宇宙膨張を後押しし加速させているのか？インフレーション、アインシュタインの宇宙定数という「理論」が「説明」に使われているものの、様々な不自然さを抱えており、到底満足できる説明とは言えない。宇宙の加速膨張は、現代物理学の根幹を揺るがす問題である。

本領域の目的は、宇宙膨張の加速の原因の究明、また加速膨張に逆らって銀河・銀河団の形成を引き起こすダークマターの引力とのせめぎ合いを理解することを目的とする。本領域では、この未曾有の大問題に迫るべく、超弦理論から観測・実験、統計解析に至る総合的なアプローチを提案し、すばる望遠鏡を始めとするこれまでにない画期的な観測データと新たなアイデア、それを結ぶデータ解析によって当該研究領域の飛躍的な発展を実現する。

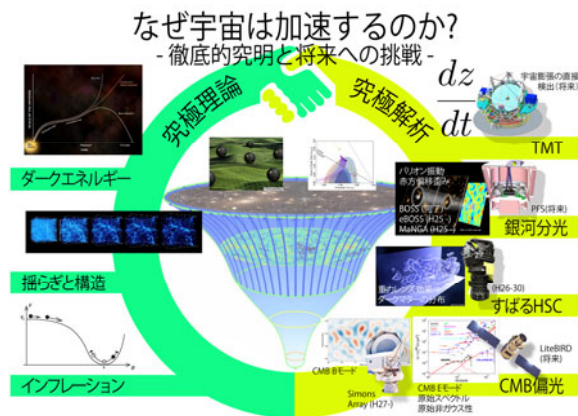
【本領域の内容】

この目的を達成するために本領域では、理論班(A01-A03)、実験班(B01-B04)、究極班(C01, D01)の三つの研究項目を実施する。

- A01 重力理論、素粒子物理学に基づき、インフレーションの物理機構を調べ、その物理の観測可能性について多角的に調べる。
- A02 インフレーション後の宇宙初期におけるダークマターなどの未発見の素粒子生成メカニズムを調べ、宇宙構造の種である原始揺らぎの特徴、揺らぎの進化過程、さらに宇宙の構造形成史を調べる。
- A03 現宇宙の加速膨張の起源・物理を調べる。ダークエネルギーの物理モデルを構築し、また修正重力の可能性を調べ、その2つのシナリオの観測的検証を調べる。
- B01-B04 宇宙背景放射（CMB）実験 Simons Array (H29年度から3台で開始)、すばる望遠鏡 Hyper Suprime-Cam (HSC) イメージングサーベイ (H26に開始し、H31年度まで)、広天域銀河分光サーベイ (BOSS/eBOSS) のデータを用い、これまでの結果に比べ10倍高い精度でインフレーションモデル、ダークエネルギーモデルを制限する。また、日本が主導して進めている将来計画 LiteBIRD CMB 衛星計画、すばる多天体分光装置 Prime Focus Spectrograph、および30m望遠鏡 Thirty Meter Telescope 計画による宇宙の加速膨張の物理を調べるために必要な装置、手法、ソフトウ

エア群の開発を行う。

- C01 超弦理論の観点から、トップダウン的に宇宙の加速膨張の究極理論を調べる。
- D01 多波長宇宙論データから加速膨張宇宙の物理を統一的に制限するための手法、究極的物理解析ツールを開発する。



【期待される成果と意義】

研究期間中に CMB 実験の B モード偏光探索によるインフレーションのエネルギー・スケールについて、HSC による深宇宙のイメージングサーベイからダークエネルギーの時間変化について、また分光銀河サーベイデータからダークエネルギーおよび重力理論の検証の結果を出す。このために、理論・データ解析を分野融合型に発展させ、多波長に渡るデータを結び合わせてサイエンス・アウトプットを最大化する。さらに観測・実験からの結果が理論に跳ね返り、新しい学問分野を創成し、加速膨張の徹底的究明を目指す。本研究は宇宙の創成、運命、構成、法則全てに関わり、何千年にもわたる人類共通の根本的な疑問に答えていくものである。

【キーワード】

宇宙の加速膨張、量子重力理論、一般相対性理論、インフレーション、ダークマター、ダークエネルギー、ニュートリノ、宇宙の構造形成、宇宙背景放射、すばる望遠鏡、TMT、ライトバード

【研究期間と研究経費】

平成 27 年度－31 年度
 1,106,000 千円

【ホームページ等】

<http://acceleration.ipmu.jp>

新学術領域研究
 (研究領域提案型)



研究領域名 **核-マンツルの相互作用と共進化**
 ～統合的地球深部科学の創成～

愛媛大学・地球深部ダイナミクス研究センター・教授

つちや たく
 土屋 卓久

研究課題番号：15H05826 研究者番号：70403863

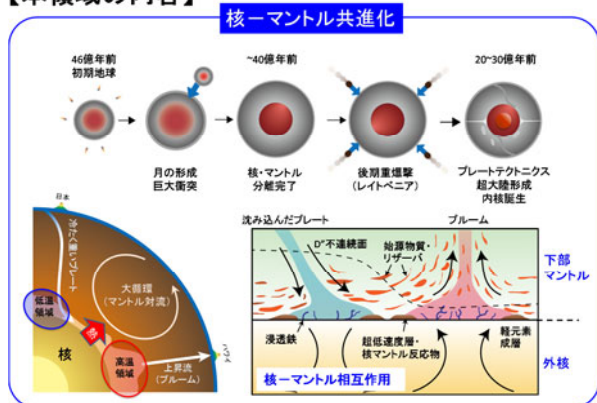
【本領域の目的】

観測と実験の両面から地球深部の構造、物質構成に関する研究は近年著しく進展してきた。しかしながら、地球全体の体積の8割を占めるマンツルの化学組成、残りの2割に相当する核に含まれる軽元素の組成は60年余りに渡って未解決のままである。核とマンツルの境界層領域は、地震学からは活発な対流運動が示唆されているのに対し、地球化学からは地球形成当初の痕跡が46億年もの間、保持し続ける安定領域の存在が示唆されていて、両者の描像は相容れない。また、地球内部の運動を駆動する熱源となる放射性同位体の種類と量も未解明である。

このような地球内部科学における未解決の重要問題は、核とマンツルを結合系としてとらえ、その相互作用を明らかにすることで初めて解明が可能となる。現在、地球中心部に至る温度圧力条件での実験が可能となっており、高精度な地球物理学観測、精密地球化学分析、数値シミュレーション技術も大きく発展している。一方、地球ニュートリノ観測による地球深部における放射性元素分布観測も実用性が高まってきた。

本領域では、地球惑星科学においてそれぞれ独立に大きな進展を遂げてきた研究分野を融合することにより、核-マンツル相互作用と共進化に焦点をあて、地球深部科学における大きな未解決問題を解き明かすことを研究の目的とする。

【本領域の内容】



本領域では、(1)マンツルと核の化学組成と放射性同位体分布、(2)核-マンツル境界領域の不均質構造の起源と安定領域（リザーバー）の関係、(3)外核の化学成層と内核の不均質構造の解明を重要なターゲットとして研究を進める。そのために、多様な分野の研究者が参画する国際的にも例のない幅広い学際的研究組織からなる、5つの研究項目を設定した。A01「物性測定」では核とマンツル

の構造と動的挙動を支配する鉱物学的・物質科学的実験データを収集する。A02「化学分析」ではマンツル由来物質や高圧合成試料の微小領域分析により核-マンツル間の元素分配や同位体分別を制約する。A03「物理観測」では、地震・電磁気・地球ニュートリノ観測技術を駆使し、核とマンツルの動的挙動に関する実証データを取得する。A04「理論計算」は各研究項目で得られたデータを第一原理計算や連続体シミュレーションにより解釈・モデル化するとともに、実験や観測に指針を与える。B01「統合解析」は公募研究からなり、A01からA04の研究項目を複数カバーする分野横断型の実施する。これらにより、領域全体で動的・統合的地球深部科学の創成を目指す。

【期待される成果と意義】

本領域を構成する高圧地球科学と地震学の研究者は従来から連携して共同研究を行っており、単純な組成モデルに基づく地球内部構造の解明に大きく貢献してきた。本領域は従来の地球科学研究の枠を超えた広がりを持ち、我が国が世界を先導する実験・数値高圧地球科学と観測地球物理学分野に加え、精密化学分析を駆使した地球化学や急速に発展しつつあるニュートリノ地球物理学分野の研究者とも連携を展開することにより、地球科学の新たな潮流を創成しうるものである。地球深部での元素分配や同位体分別を実験と理論の両面から決定することにより進化の時間軸を明確にし、地球内部ダイナミクスを支配する核-マンツルの相互作用と共進化の理解が飛躍的に進むと期待される。先進的研究を推進する中で、グローバルに活躍できる人材の育成を推し進めていくことも本領域の大きな意義の一つである。

【キーワード】

マンツル：地球内部の深さ数10kmから2890kmに至る領域。主に固体岩石から成るが、高温のため長時間かけて流動していると考えられている。
 核：地球内部の深さ2890kmから6370km(中心)までの領域。主に熔融鉄合金から成る外核と固体鉄合金から成る内核に分かれている。核とマンツルが接触する地球内部最大の物質境界が、核-マンツル境界。

【研究期間と研究経費】

平成27年度-31年度
 1,091,100千円

【ホームページ等】

<http://core-mantle.jp/>
tsuchiya.taku.mg@ehime-u.ac.jp



研究領域名 反応集積化が導く中分子戦略：高次生物機能分子の創製

大阪大学・大学院理学研究科・教授

ふかせ こういち
深瀬 浩一

研究課題番号：15H05835 研究者番号：80192722

【本領域の目的】

医薬品などの生物機能分子として、低分子と高分子の中間サイズである中分子領域の化合物（分子量 400-4000 程度）が注目されている。この領域の分子は、天然物、糖鎖、ペプチド、核酸医薬など様々な化合物を含んでおり、化学多様性に富んでいる。また中分子は、多点間相互作用に基づいた厳密で多様性のある分子認識が可能であることが大きな特徴である。中分子には、種々の標的タンパク質に対して、「鍵と鍵穴」の認識、タンパク質表面の認識、あるいはその両方を利用した認識など、様々な認識モードが存在しており、複数の標的に同時に作用することで、ダイナミックな生物機能の制御が可能である。この他にも、中分子は、経口投与、細胞膜、血液脳関門透過性を持たせることが可能であるなどの特徴から、中分子は高次生物機能分子として大きな可能性を有している。

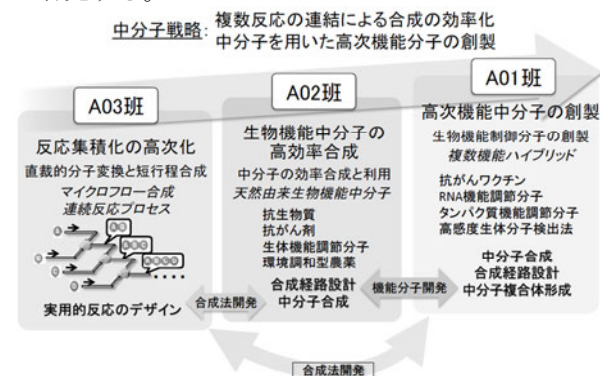
一方、構造の複雑さから、中分子の合成はしばしば困難であり、さらに多段階を要することが中分子の利用の障害になっている。そこで本領域では反応集積化の高次化と革新的合成戦略により生物機能中分子の高効率合成を達成し、さらには高次機能中分子を創製することにより、生物機能分子開発の新たな分野を開くことを目的とする。

【本領域の内容】

本領域では、i)天然由来生物機能中分子の合成、ii)複数分子の複合化による機能集積ハイブリッド中分子の合成、という二つの戦略に基づいて、高次生物機能中分子を創製する。また中分子の効率合成のために、反応集積化による合成の効率化に取り組む。

そのために、A01 班では、糖鎖、核酸、ペプチド、脂質等の生物機能中分子の合成と、複合化による機能集積中分子創製、 π 電子系化合物を利用した新規生物機能分子創製など、高次機能中分子の創製に取り組む。A02 班では、天然物等の生物機能中分子の高効率合成に取り組む。生細胞内合成、酵素合成との反応集積化など、新規な概念や手法に基づく高効率合成も対象とする。A03 班では、マイクロフロー合成を利用した連続反応プロセスの開発と多段階合成を指向した実用的な反応開発を行う。反応連結に伴う諸問題の解決を目指し、様々な反応剤、触媒、および活性種を用いるフロー反応開発、触媒の固定化、官能基や位置選

択的な合成反応開発、フロー反応装置開発について研究する。



【期待される成果と意義】

本領域は、反応集積化による高効率プロセスを実現して、複雑構造の中分子の高効率合成を達成することを第一の目標としている。中分子を実用的に合成可能な範疇とすることで、生物機能分子研究を飛躍的に進展させることができる。

さらには、世界を脅威にさらす感染症や重篤な疾患、あるいは農業生産を危機に陥れる病害虫害などの深刻な社会問題を解決するために、革新的な医薬や診断分子、農薬として、高次生物機能中分子が開発されるものと期待される。例えば、高機能免疫アジュバント、合成ワクチン、細胞選択的抗がん剤、病害虫特異的農薬、成長因子様中分子、分化誘導制御化合物、遺伝子制御中分子、細胞機能制御分子、生体分子高感度検出などであり、将来的には生体情報を検知して生物作用を示すような、インテリジェント生体制御分子の創製が期待される。

【キーワード】

中分子、天然物、糖鎖、ペプチド、 π 電子系化合物、高次生物機能分子、反応集積化、マイクロフロー合成、連続反応プロセス、多段階合成、反応開発、触媒、機能集積化

【研究期間と研究経費】

平成 27 年度～31 年度
1,108,100 千円

【ホームページ等】

<http://www.middle-molecule.jp>
middle-molecule@chem.sci.osaka-u.ac.jp

新学術領域研究
（研究領域提案型）



研究領域名 太陽地球圏環境予測：我々が生きる宇宙の理解とその変動に対応する社会基盤の形成

名古屋大学・太陽地球圏環境研究所・教授 くさの かんや
草野 完也

研究課題番号：15H05812 研究者番号：70183796

【本領域の目的】

現代において、人類の宇宙探査と宇宙利用は急速な広がりを見せています。その結果、太陽と宇宙のダイナミクスは地球環境と人間社会にも重大な影響を与えることが分かってきました。しかし、太陽フレアやコロナ質量放出（CME）などの太陽面爆発の発生機構とその影響に関する詳細なメカニズムは未だ十分に解明されていません。それ故、高度に発達した情報化社会は、将来起き得る巨大な太陽面爆発に起因した激烈な宇宙環境変動に対して潜在的なリスクを抱えています。

一方、太陽地球圏環境変動の原因となる太陽黒点活動は約 11 年の周期で活発化しますが、現在極大期を迎えている第 24 太陽周期は、過去 100 年間で最も黒点数が少ない特異な周期となりつつあります。太陽活動が地球の気象・気候に影響を与えることを示唆する多くのデータがありますが、太陽活動変動と環境影響の原因は未だ解明されていません。その為、気候変動予測における太陽活動の評価には依然として大きな不確実性が伴っています。

本領域は、我が国が世界に誇る最新の観測システムと先進的な物理モデルの融合によって太陽地球圏環境の変動探る分野横断研究を展開し、科学研究と予測研究の相乗的な発展を推し進めると共に、宇宙天気予報を社会的基盤にまで高めることを目的としています。



太陽から放出される巨大なコロナ質量放出の衛星観測像とその結果として地球において現れる太陽地球圏環境変動の様々な社会影響

【本領域の内容】

本領域は宇宙と地球が織りなす複合システムの理解と予測の革新的な進展と現代社会を守る社会基盤の形成を目指した本格的な分野横断研究を実施します。そのため、以下の項目に関する有機的な学際研究を展開します。さらに、その成果を総合して、将来起きる激甚宇宙天気災害に備えるために必要な情報を社会に広く提供します。

- (1) 次世代宇宙天気予報：社会に役立つ予報情報を相互に繋ぐ新たな宇宙天気予報システムの開発
- (2) 太陽嵐の予測：最新の太陽観測と物理モデルを用いて、太陽面爆発の発生と伝搬の予測を実現
- (3) 地球電磁気圏擾乱現象の発生機構の解明と予測：宇宙放射線、電離圏擾乱、地磁気誘導電流などの発生機構の解明と予測を実現
- (4) 太陽周期活動の予測とその環境影響の解明：太陽活動 11 年周期とその気候影響の原因を解明
- (5) 太陽地球圏環境予測のための数理科学研究：複雑な太陽活動とその影響予測を行なうための先進的な数理科学研究を包括的に実施

【期待される成果と意義】

本研究により、太陽フレアの発生機構、地球放射線帯の生成機構、太陽活動の気候影響過程など、これまで未解明であった科学的重要課題の多くを抜本的に解決すると共に、宇宙天気予報の飛躍的な発展を実現することができます。これにより以下の成果を期待できます。

- ①宇宙天気災害と環境変動に対応する社会基盤の形成：日々の宇宙天気予報の信頼性を大きく向上させると共に、激甚宇宙天気災害と環境変動に備える社会システムの構築
- ②将来の宇宙探査への展開：国際的な太陽惑星圏科学ミッションの研究指針と設計への貢献
- ③新たな予測研究への波及効果：科学研究と予測研究の相乗的発展を通して、複雑な時系列データから法則性を抽出する解析方法や高度な同化手法、予測結果の厳格な評価方法などを開発し、環境予測の高度化にも貢献

【キーワード】

太陽、太陽フレア、コロナ質量放出、CME、太陽周期、磁気圏、電離圏、宇宙天気、宇宙気候、気候変動、宇宙放射線、磁気嵐

【研究期間と研究経費】

平成 27 年度～31 年度
649,400 千円

【ホームページ等】

<http://www.pstep.jp/>
kusano@nagoya-u.jp