



研究領域名 天然物ケミカルバイオロジー：分子標的と活性制御

東北大学・大学院理学研究科・教授 うえだ みのる
上田 実

【本領域の目的】

生物から得られる生物活性分子を天然物リガンドと呼ぶ。これは、生体に特異的な作用を及ぼすように進化した分子であり、生物機能を制御する鍵として働く。我が国では伝統的に、天然物リガンド（天然有機化合物）に関する研究が盛んであるが、ここ数十年は、複雑構造の決定と精密合成といった構造有機化学的な興味がその中心であった。本新学術領域研究は、天然物リガンド本来の魅力に立ち返り、成熟期を迎えたという良い構造有機化学的基盤に、ケミカルバイオロジー、生化学、分子生物学、情報生物学を融合させた「天然物ケミカルバイオロジー」の確立を目指すものである。

【本領域の内容】

天然物リガンドは、生体内で標的タンパク質と結合することが知られており、これは「鍵と鍵穴」の関係にたとえられる。しかし近年、天然物リガンドは、一つの標的タンパク質と結合する「鍵」というよりは、複数の標的タンパク質と結合する「鍵束」として働くことが分かってきた。天然物リガンドが示す生物活性は、複数の「鍵」がもたらす生物活性の総和であり、我々はその中のもっとも「目立つ」活性に注目していたに過ぎない。

「鍵束」であるがゆえの生物活性の複雑さが、天然物リガンドを用いる基礎研究ならびに応用展開の大きな障害の一つとなっていた。一方で、「鍵束」の分解や「親鍵」の構造修飾によって、その標的選択性と活性強度は劇的に変化することも分かってきた。

本領域では、標的同定とリガンド複合体構造の解析によって、「鍵」構造を迅速に同定することで、「鍵束」を論理的に「分解」し、生物機能制御の

ためのツールとして利用するという新しい学理の確立を目指す。「鍵束」の「分解」は、生体における天然物リガンド動態の単純化を実現し、また、「分解」によって得られた「鍵」は、これまで天然物リガンドの基礎ならびに応用研究を阻んできた生物活性の複雑さを克服するための強力なツールとなる。一方で、有機合成化学による「鍵」の構造改変は、自在な活性制御を可能にするであろう。

【期待される成果と意義】

本領域では、いかなる天然物リガンドにも適用可能な標的同定の「定法」を確立し、天然物リガンドの標的同定を容易にする。リガンド／標的複合体構造の解析は、目的とする活性のみを再現した「鍵構造アナログ」の論理的分子設計へと繋がる。天然物リガンド（化学）から標的同定と機能（生物学）を通じて、鍵構造アナログの開発（化学）へと至る本領域は、化学から生物学への展開の成果をさらに化学に還元しうるケム・バイオ・ケミストリーとも言うべきスパイラル的な構造をもつ学問体系を構築する。本学術領域研究を「構造から活性」への転換の契機としたい。

【キーワード】

天然物リガンド：生物から得られる生物活性分子
分子標的：天然物リガンドは、生体内において特定の分子標的と相互作用することで生物活性を示す。

【研究期間と研究経費】

平成23年度－27年度

1,030,500千円

【ホームページ等】

<http://www.chembiochem.jp>

【新学術領域研究（研究領域提案型）】 理工系



研究領域名 太陽系外惑星の新機軸：地球型惑星へ

東京大学・大学院理学系研究科・教授 **はやし まさひこ**
林 正彦

【本領域の目的】

1995年に太陽以外の恒星を公転する惑星（系外惑星）が発見され、私たちに新しい宇宙観をもたらしました。太陽系内の8個の惑星に対し、すでに500個を超える系外惑星が発見されており、その多くは、太陽系の惑星からは想像もできない多様性を示しています。なかには、地球のように岩石でできた惑星も存在します。また、表面に水が液体として（つまり海が）存在できる惑星もあり、生命を宿している可能性もあります。

日本には、「京都モデル」に代表される太陽系形成論の伝統があり、系外惑星の形成理論で世界をリードしています。また世界に先駆けて原始惑星系円盤の電波観測を開始し、最近ではすばる望遠鏡で様々な形の円盤を発見、系外惑星の直接撮影にも成功しました。

このような状況のなか、本領域では、日本における研究をさらに発展させるため、従来の枠を超えた系外惑星の研究を展開します。具体的には、地球のような岩石惑星で、表面に海が存在する可能性のあるものを探索します。また、主星近くにある惑星を直接撮影、分光して大気の特徴を調べると同時に、原始惑星系円盤から惑星ができていく様子を、これまでにない高い解像度で明らかにします。そして、包括的な系外惑星形成理論や惑星大気理論を推進し、観測研究と理論研究を融合することによって、惑星の起源、形成、進化を統一的に理解することを目的とします。

本領域では、天文学と惑星科学の連携を強化し、生命科学など他の分野との連携も模索しつつ、新たな研究領域としての系外惑星科学を確立することも重要な目的です。系外惑星の発見から十数年が経過し、この分野に興味を抱く学生や若手が大幅に増加したことから、世界的フレームワークの中で若手を育成し、将来の系外惑星科学を担う研究者を育てます。

【本領域の内容】

本研究では、以下の計画研究が中核をなします。

A01: ガス惑星の直接撮像・分光と地球型惑星の検出。この研究では、様々な手法を用いて地球型惑星を探索すると同時に、ガス惑星を直接検出、分光して大気の特徴を調べます。

A02: 系外惑星大気の数値モデリングと形成進化理論。この研究では、包括的な惑星大気理論を構築し、分光データを解釈して惑星大気の化学的性質を解明します。

B01: 円盤から惑星へ。この研究では、ALMAやすばるを用いた観測を推進し、円盤から惑星が形成されていく過程を調べます。

B02: ハビタブル地球型惑星の形成理論。この

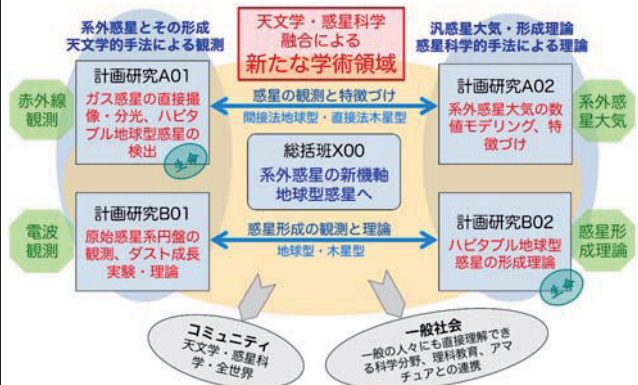


図1 研究領域の概要図

研究では、生命存在が可能な惑星の形成をも含めた惑星形成理論を展開し、観測との比較を通して、包括的な惑星系形成理論を構築します。

【期待される成果と意義】

系外惑星の研究は、「我々はどこから来たのか、我々は何者か、我々はどこへ行くのか（ゴージャン）」という人類の根源的な問いに対して、科学的に答えようとするひとつの試みであり、今世紀の科学研究における最重要課題のひとつとなるでしょう。本領域では、このような基礎科学の分野で、日本が主導的役割を果たし、国際的な貢献を行うための基盤が作られるものと期待しています。

生命存在可能な岩石惑星の探索、系外惑星大気の詳細な分析、手に取るように見えてくる惑星の形成。このようなテーマは極めて興味深いものであり、社会的にも大きな興味を持たれています。

また、ここ10年で系外惑星に興味をもつ高校生が増え、大学で勉強したい、さらに大学院に行って研究したい、という声をよく聞きます。できるだけ多くの大学で、彼らの興味に応えられるようにすることも、本研究の重要な意義だと思っています。

【キーワード】

系外惑星：太陽以外の星の周囲に存在する惑星。これまでに数百個が発見されている。
原始惑星系円盤：若い星の周囲に存在する円盤。この中で惑星が作られる。

【研究期間と研究経費】

平成23年度－27年度

946,800千円

【ホームページ等】

<http://exoplanets.astron.s.u-tokyo.ac.jp/>

【新学術領域研究（研究領域提案型）】
理工系



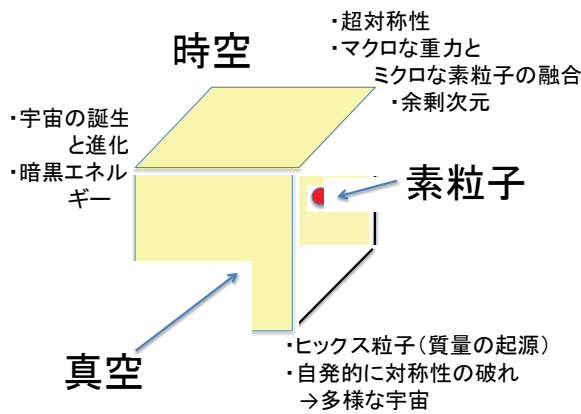
研究領域名 先端加速器 LHC が切り拓くテラスケールの素粒子物理 ～真空と時空への新たな挑戦

東京大学・理学系研究科・准教授

あさい しょうじ
浅井 祥仁

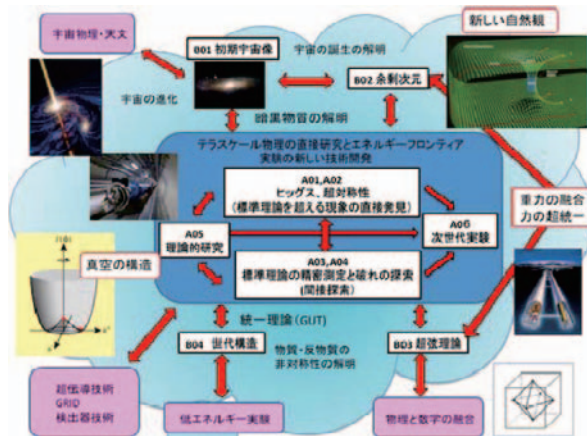
【本領域の目的】

先端加速 LHC (Large Hadron Collider) を用いて、テラスケール（テラ電子ボルトのエネルギースケール）に期待されているヒッグス粒子や超対称性粒子などを発見する。これらの新粒子を通して真空や時空を探り、「物質」や「力」などの従来の素粒子研究を超えて、その入れ物である「真空」や「時空」と「素粒子」の三位一体の新しいパラダイムを構築する。



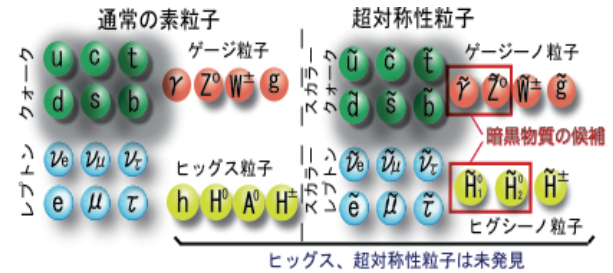
【本領域の内容】

LHC・アトラス実験でのテラスケール研究を行い、ヒッグス粒子や超対称性粒子の確実な発見を行う。（下図：中央の6つの計画研究）その成果を、宇宙、真空の構造、時空の解明、素粒子の世代構造、重力と素粒子、物理と数学への融合、超弦理論などへ展開する。（下図：外周4つの計画研究）これらの成果で素粒子・真空・時空の融合した新たな領域を構成する。



【期待される成果と意義】

(1) ヒッグス粒子の確実な発見。「自発的対称性の破れ」によって、真空にヒッグス場が凝縮し、素粒子の「質量の起源」となったことを示す成果である。また自発的に対称性が破れた真空が自然の多様性の起源であること示し、初期宇宙やインフレーションなどの新たな描像をもたらす。
(2) 標準理論を超えた新たな素粒子現象を発見し、テラスケールの新たな基礎理論を構築する。その中で最も有望視されているのが超対称性である。超対称性は、ボーズ粒子とフェルミ粒子とを交換する最も基本的な対称性である。超対称性粒子は、宇宙の「暗黒物質（ダークマター）」の最も有力な候補であり、その発見は宇宙物理学にも大きなインパクトを与える。



(3) 重力を含む統一理論を完成させる上で鍵となるのが時空次元数の拡張（余剰次元）である。10⁻²⁰m程度のサイズに縮まった余剰次元が存在すれば、アトラス実験で発見出来る。余剰次元や超対称性の発見は、時空の概念を拡張するものであり、これは量子力学と一般相対論を融合する一歩となる。
(4) 次世代のエネルギーフロンティア実験へ向けて、加速器・検出器の基礎技術の研究開発を行う。

【キーワード】

ヒッグス粒子(真空に潜むと考えられている未知の素粒子で、いろいろな素粒子に質量を与える)

超対称性粒子(標準モデルの粒子とスピンの1/2だけ離れた素粒子。超対称性は、空間と素粒子を結びつける対称性であり、標準理論の様々な問題を解決する)

【研究期間と研究経費】

平成23年度－27年度
1,083,800千円

【ホームページ等】

<http://www.icepp.s.u-tokyo.ac.jp/terascale/>

新学術領域研究
(研究領域提案型)

【新学術領域研究（研究領域提案型）】 理工系



研究領域名 有機分子触媒による未来型分子変換

東北大学・大学院理学研究科・教授 寺田 真 浩
てら だ まさ ひろ

【本領域の目的】

有機合成化学は、医薬品、農薬からファインケミカル、さらに機能性材料等の様々な有用物質の合成法を提供することにより、医学、薬学、農学、材料科学などにおける高度な「モノづくり」の原点を支える基礎的かつ重要な研究分野として大きく貢献してきた。しかし、天然資源の乏しい我が国の将来にとって、現段階の学術・技術水準に甘んじることなく、今世紀の最大命題である「希少・枯渇資源の使用回避などを目的とする元素戦略」、「持続可能な循環型社会の確立」に即した最先端の「モノづくり」の科学と技術を開発し、科学技術創造立国として、21世紀も世界的優位性を保つことが肝要である。本領域では、「有機分子触媒」をキーワードとする研究グループを組織し、有益な知的基盤を共有・統合化することで有用物質合成（医薬品、農薬、機能性材料など）におけるトータル効率（低環境負荷、省エネルギー、収率、選択性、工程数など）に優れた方法論を開発し、革新的な科学技術の開拓に基づいた「モノづくり」の新たな未来像の創出を目的とする。

【本領域の内容】

持続可能な「モノづくり」の科学を発展させるための優れた有機分子触媒の開発、ならびに有機分子触媒を用いた効率的・革新的な触媒反応系を開拓し、有用物質の実践的な合成プロセスとして真に優れた分子変換を実現するため、以下の3つの研究項目に携わる研究者を有機的・発展的な連携のもとで組織し本領域研究を推進する（図1）。
A01 班 有機分子触媒の制御システム設計開発（触媒開発）：有機分子触媒の設計開発を主たる研究項目とし、有機分子触媒の新機能創成を図る。実験的なアプローチとともに、計算化学者との組織だった連携のもとで、触媒現象の解明、基質／触媒間の相互作用や活性化の本質を科学的に理解し、触媒設計における指導原理の確立を目指す。
A02 班 有機分子触媒による分子変換システム開発（反応開発）：有機分子触媒による新規反応開発ならびに新手法に基づく分子変換を主たる研究項目とし、これらの開発研究により多彩な分子変換を実現する。計算化学的なアプローチによる反応の機構解析を組み合わせることで、触媒反応系の合理的な構築を目指す。
A03 班 有機分子触媒による実践的有用物質合成（合成法開発）：有機分子触媒を用いて実践的な有用物質合成へと応用展開することを主たる研究

項目とし、A01、A02 班で開発された有機分子触媒あるいは触媒反応系を駆使し、医薬品などの生理活性化合物や機能性材料などの有用物質合成へと展開する。

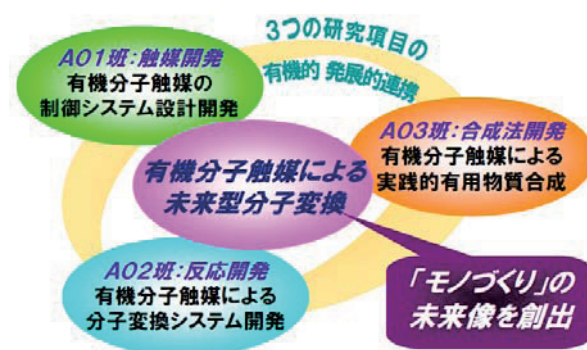


図1 有機分子触媒による「モノづくり」の未来像創出

【期待される成果と意義】

本領域研究の推進により、「高い触媒活性」、「取り扱いの容易さ」、「立体化学制御能」など優れた特性を備えた有機分子触媒の設計開発、さらには、触媒現象の解明によって基質／触媒間の相互作用と活性化の本質を理解し、金属触媒では成しえない分子変換システムの開拓、あるいは新手法に基づく分子変換反応の開発へと結びつける。これら有機分子触媒と触媒反応系を駆使した真に優れた分子変換に基づく実践的な合成プロセスの開発へと展開することで、「有機分子触媒」による分子変換という新たな学術領域を確立するとともに、「モノづくり」の科学の発展に大きく貢献することが期待される。

【キーワード】

有機分子触媒：2000年前後を境に一躍脚光を浴びるようになった触媒機能を有する有機小分子。金属元素を含まないため、生成物への金属の残留、触媒の取り扱いに特殊な設備が必要、希少金属の局在化による価格高騰、などの諸問題に 대응する次世代のクリーンな反応触媒として、学界ならびに産業界から大きな期待が寄せられている。

【研究期間と研究経費】

平成23年度－27年度

1,180,200千円

【ホームページ等】

<http://www.organocatalysis.jp/>
mterada@m.tohoku.ac.jp

【新学術領域研究（研究領域提案型）】 理工系



研究領域名 超高速バイオアセンブラ

大阪大学・大学院基礎工学研究科・教授

あら い たつ お
新 井 健 生

【本領域の目的】

本研究の目的は、生体から取り出した細胞から活性細胞を高速に計測分離し、それらを基盤構造（マトリクス）や血管を含む統制された3次元細胞システムに形成し、組織として機能させるための画期的な方法論（バイオアセンブラ）を創出し、再生医療に役立つ学理を構築することである。in vitro 環境場における3次元細胞システムの創生を目指す挑戦的な試みであり、その創生をマイクロ・ナノ超高速計測制御の方法論を発展させることにより実現する点でも極めて革新的であり、我が国の理工学、医学の学術水準を大幅に向上・強化する。

研究の進め方は、まず(1)有用な活性細胞を選びすぐる超高速計測分離手法と、(2)その細胞から3次元細胞システムを超高速に組み立てる手法を確立し、(3)それらを応用して、医工学的に有用で再生治療のために移植可能な機能する人工3次元細胞システムを創生する、という一連の技術開発と創生の原理解明を提案する。人工3次元細胞システムを構築し、その方法論を発展させることにより、マイクロ・ナノ理工学と組織生命科学の進展と体系化を図る。

【本領域の内容】

3次元細胞システム構築と利用に関わるバイオアセンブラの革新的学術研究と開発を推進するため3つの研究グループを設定し、さらに、領域内・間での共同研究を活発に推進する。

(1) 超高速マイクロ・ナノロボット技術を用いて細胞特性を計測し、3次元細胞システム形成に有用な活性細胞や希少細胞を超高速に分離するための方法論を確立し、体系化するグループ（研究項目 A01：細胞特性計測制御）。

(2) 超高速マイクロ・ナノロボット技術を用いて活性細胞を線・面・立体形状に形成し、積層・ロール・折り紙などの手法を適用して多様な3次元細胞システムに組み立て構築するための方法論を確立し、体系化するグループ（研究項目 A02：3次元細胞システム構築）。

(3) 再生医療に有用な3次元細胞システムの機能や構造を解明し、作製された3次元細胞システムを動物内の組織に移植して機能化を評価し再生医療を革新するグループ（研究項目 A03：3次元細胞システム機能解明）。

これらの計画研究グループと、方法論やターゲットの多様化を図るため、若手の活躍を期待する公募研究の充実を図り、相互の連携・融合を促進

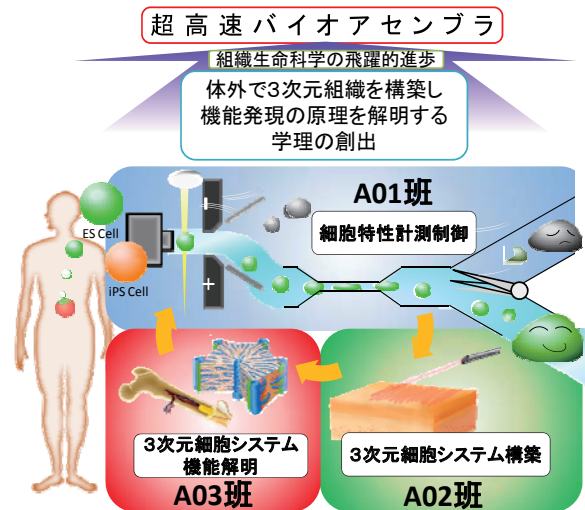


図1 本領域の研究内容と期待される成果

することにより領域を発展させる。

【期待される成果と意義】

本領域「超高速バイオアセンブラ」の発展により、活性細胞の超高速計測分離技術、機能する3次元細胞システムの組み立て技術の体系的な方法論が確立され、3次元組織として機能発現するための増殖と分化誘導の原理が明らかにされる。さらに、ロボット工学では超高速マイクロ・ナノ計測制御という未開の領域への展開、一方、マイクロ・ナノロボティクスが生命・医学研究へ導入されることにより、3次元細胞システムの様々な特徴の理解と構築技術の確立が図られ、再生医療・診断技術が劇的に進展することが期待できる。これにより、ロボット工学・理工学、医学・薬学・生命科学で学術水準の大幅な向上と強化の実現を目指す。

【キーワード】

バイオアセンブラ：3次元細胞システムを形成し、組織として機能させるための方法論やそれを実現するシステム

3次元細胞システム：in vitro で形成した3次元細胞複合体

【研究期間と研究経費】

平成23年度－27年度

1,198,600千円

【ホームページ等】

<http://bio-asm.jp>

【新学術領域研究（研究領域提案型）】 理工系



研究領域名 ナノメディシン分子科学

東京大学・大学院工学系研究科・教授 いし はら かず ひこ
石 原 一 彦

【本領域の目的】

ナノメディシン分子科学は、生体を構成し生命活動を司る細胞環境における分子反応に関わるものです。しかしながら、細胞環境は通常の化学反応環境とは全く異なります。ナノメディシン分子科学では、特殊な細胞環境における分子反応を定量的に理解・考察するために、分子反応パラメータを導出します。すなわち、細胞にフォーカスし、細胞環境での分子反応論の確立、細胞環境の理解、細胞内化学反応様式の理解を基本とする学術と定義します。これにより分子反応場となる細胞を通して生体全体へと連携するシステムを、各次元で、異分野に属する研究者が共通する言葉で理解・考察できるようにします。これには大きく2つの目的があります。一つは、ナノメディシン分子科学の創成により、細胞環境での分子反応パラメータを基盤として、生命反応の理解、病態理解の科学的根拠、医薬品や医療機器創製のための設計に結実し、超高齢社会に対応する安全・安心医療の発展に貢献します。また、バイオ・医療産業の爆発的発展を誘引する工学的情報提供と、将来的にこれを支え、より発展させる人材育成を行います。

【本領域の内容】

研究項目 A01「ナノメディシンの分子科学」では細胞内での反応環境、反応時間、化学反応に関するパラメータの測定原理を考案し、その決定と検証をします。研究項目 A02「ナノメディシンのための分子科学」では、細胞内反応の直接観察より、分子拡散係数などのパラメータの導出と考察をします。研究項目 A03「ナノメディシンを用いた分子科学」では、細胞環境での分子反応パラメータに基づく病態の一義的理解により、治療分子の構造や治療機器の設計法を考察し、分子反応に基づく治療法、治療機器の考案を行います。さらに公募研究を加え、研究班間での共同研究を推進し、未遭遇の知識の結合を誘起し、シームレスな融合によりナノメディシン分子科学を作り上げます。また、分子科学を基盤に工学センスを加味し、医療技術の向上と産業創成で新価値を作り出す研究戦略の実現を進めます。

例えば、細胞環境での分子反応を解明するための機能性分子の創製と、分光学的精密測定、ナノ探針による直接分子間力の測定により分子反応の定量化と検証が可能となります。これらは、生命現象において特徴的な分子反応の不連続性、非線形性の理解に結実します。また、実際の生体環境下での分子反応を解析することで、疾病発症・転移機構の理解や分子情報伝達と組織治癒の相関解明に結実します。これらにより、全ての疾病の原因を細胞環境での分子反応の異常に起因すると考

察し、統一的に理解する新医療原則を提案します。また、細胞周期調整・細胞反応調節分子による根本的疾病治療法・機器の創出へと結実させます。公募研究としては、ナノメディシン分子科学を創成するために欠かせない細胞機能の根源に関わる課題、ナノメディシン分子科学を創成するために必要な課題、計画研究の成果を統合し、相乗的な成果をあげるために役立つ課題、斬新な発想による問題解決の糸口を包含する課題が挙げられます。

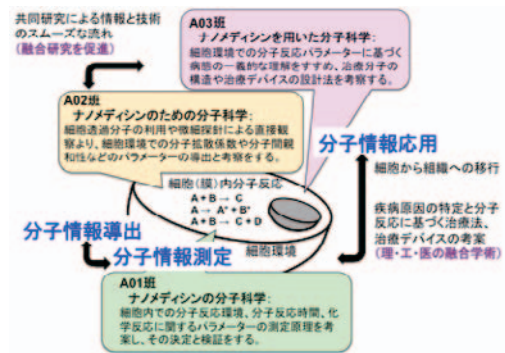


図1 本領域研究における研究内容

【期待される成果と意義】

本領域の推進により、細胞内分子反応の理解と考察が進むことで、正確な分子反応パラメータが得られます。また、革新的化学療法の開拓やコンピュータ創薬の効率化、医療機器創製の促進、iPS細胞など細胞ソースの製造の安定化が実現されます。その波及効果として、細胞環境での分子科学の発展、QOL（生活の質）の向上を目指す低侵襲診断治療の実現、先端医療を創出する新しい工学の確立、医療・医薬品産業の成長と国際的競争力の回復、新しい学術領域を担う研究者の育成などが挙げられます。

【キーワード】

細胞環境：細胞膜、細胞内を総合的に表し、分子反応の場を提供する。
分子反応パラメータ：反応速度定数、活性化エネルギー、拡散定数、結合定数、分子間相互作用力など分子反応に関わる定数のこと。

【研究期間と研究経費】

平成23年度－27年度
901,400千円

【ホームページ等】

<http://www.tmd.ac.jp/nanomedicine>
nanomedicine.ibb@tmd.ac.jp



研究領域名 超低速ミュオン顕微鏡が拓く
物質・生命・素粒子科学のフロンティア

山梨大学・大学院医学工学総合研究部・教授 鳥養 映子

とりかえいこ
鳥養 映子

【本領域の目的】

物質や生命の機能に対して、界面などの境界条件は重要な役割を果たしています。界面はまた、超伝導の増強や、新奇な物性を生む場としても注目されます。本領域では、「超低速ミュオン顕微鏡」を用いた新しい実空間イメージングの方法を確立し、界面において多様な物理・化学・生命現象が現われる機構を解明して、物質設計に役立てる新しい学術領域の開拓を目指します。

加速器で作られる正電荷のミュオンはスピンの揃って、物質内部に埋め込まれると、平均寿命2マイクロ秒で崩壊するまでの間に、隣り合った原子の状態と運動を、高感度で測定します。

「超低速ミュオン顕微鏡」は、物質・生命の研究に最も必要とされる、①深さ方向にナノメータ分解能での連続走査性能を持つ「超低速ミュオン」と、②ミクロンオーダーのビーム径で物質内部の3次元走査性能を持つ「高密度マイクロビーム」の2つの機能を目指す世界初の実験装置です。

生命科学においても生体のイメージングなどの新たな可能性を拓きます。加えて、「超低速ミュオン」をさらに低速化し、「マイクロビーム」をさらに尖鋭化することにより、「標準理論」を越える素粒子/基礎物理のフロンティアを築きます。

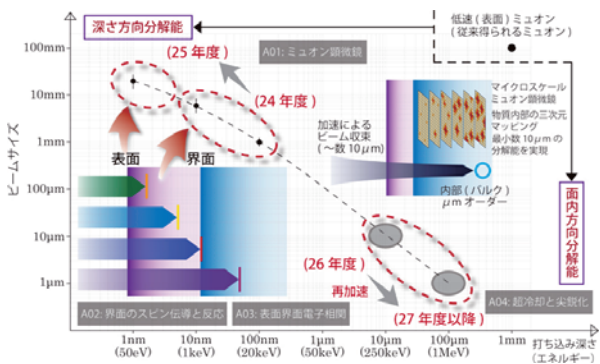


図1. 超低速ミュオン顕微鏡によるイメージングの空間スケールと開発シナリオ

【本領域の内容】

本研究は次の4つの研究計画班と公募研究者で構成します。

- (A01) 超低速ミュオン顕微鏡創成と極微 μ SR：顕微鏡の開発を先導し、微小領域を3次元にマッピングする顕微法を確立することにより、アクチナイド物質、分子性結晶、DNAの性質を解明。
- (A02) スピン伝導と反応：電子や原子などの移動を伴う系のスピン選択性やダイナミクスを解明。

半導体のスピン伝導、触媒化学反応、電気化学を担うイオン伝導、生命反応を司る電子伝達。

(A03) 表面-バルク境界領域におけるヘテロ電子相関：表面からバルクへの境界領域における、ナノからミクロンの長さスケールで生起する共同現象を解明。超伝導、磁性の境界効果等。

(A04) 物質創成の原理を極める超冷却と尖鋭化：世界最強レーザー技術で領域の基盤技術を支え、同時に、顕微鏡のさらなる高度化と、将来のミュオン異常磁気能率の精密測定を目指した超高性能ビームの原理を実証する。

【期待される成果と意義】

表面・界面・薄膜などが関わる諸現象における電子の状態の局所的かつ俯瞰的な理解は、基礎研究とグリーンイノベーションにつながる応用研究の両面に画期的な進展をもたらすと期待されます。

これらの研究を実現するのは、日本が誇る大強度陽子加速器施設（J-PARC）の世界最強パルスミュオンビームと、世界最強全固体パルスレーザー技術です。最高性能顕微鏡を完成させるために、物性、化学、生命、素粒子原子核、加速器、レーザーの広い分野からの知識と技術を結集しました。世界の研究者が熱望する超低速ミュオン顕微鏡によって、J-PARCに界面科学の世界拠点を築きます。

研究機関の協力を得てトライアルユースというビーム枠を用意し、ミュオン実験の初心者、異分野、産業界等の研究者の試験的利用を促進し、この顕微鏡の潜在能力の活用と、展開を図ります。

【キーワード】

ミュオン：正または負の素電荷とスピン 1/2 を持つ素粒子。質量は電子の 207 倍、陽子の 1/9。平均寿命 2.2 マイクロ秒で陽電子または電子をスピン方向に放出して崩壊する。 μ SR法：放出粒子数の方向非対称性から、内部場の分布や緩和を通じて物質の電子状態を微視的に調べる実験方法。

【研究期間と研究経費】

平成23年度－27年度

1, 152, 500千円

【ホームページ等】

<http://slowmuon.kek.jp/>



研究領域名 シンクロ型 LPSO 構造の材料科学
— 次世代軽量構造材料への革新的展開 —

熊本大学・大学院自然科学研究科・教授 かわむら よしと
河村 能人

【本領域の目的】

常識を覆すような高強度を示すマグネシウム合金が我が国で開発され、世界的に注目されている。この合金の強化相は、濃度変調と構造変調が同期した新奇な長周期積層型規則構造（シンクロ型 LPSO 構造 “Synchronized Long-Period Stacking Ordered Structure”）を有している（図1）。この新奇な構造は、その独特の原子配列ゆえに強度をはじめとする多くの新たな物性の発現が期待されているが、形成メカニズムや力学特性・強化原理といった根本的なことが未解明のままである。

本領域の目的は、シンクロ型 LPSO 構造が有する①ユニークな構造、②形成メカニズム、③常識を覆す力学特性と新しい材料強化原理を、最先端の研究手法や世界トップクラスの大型量子線施設を駆使してオールジャパンの体制で世界に先駆けて明らかにすることである。我が国が主導して、この構造に関する新たな材料科学の学術領域を打ち立てることにより、我が国で開発された超高強度 LPSO 型マグネシウム合金のみならず、次世代軽量構造材料への革新的展開に繋げる。

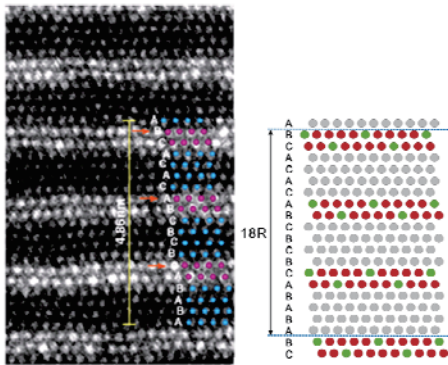


図1 LPSO 型 $Mg_{97}Zn_1Y_2$ 合金中に存在するシンクロ型 LPSO 構造（18R）

【本領域の内容】

本領域では、シンクロ型 LPSO 構造の三大基本課題に対応した以下の 3 つの研究項目を設定し、9 つの計画研究と 24 年度以降の公募研究の推進により目的達成を目指す。

A01: 構造解析と計算科学の融合による LPSO 構造科学の構築

A02: 形成メカニズム解明による LPSO 構造の濃

度・構造変調設計原理の確立

A03: 観察・計測と計算力学による LPSO 構造の変形ダイナミクスの解明と新強化原理の確立

本領域の特徴は、物理・化学・材料・機械を専門とするナノ計測分野、理論計算分野、材料プロセス分野等の知的・技術的資源を結集し、最先端の実験手法と計算科学を用いた組織的な異分野融合研究を推進する点、そして J-PARC や SPring-8 等の大規模な全国共同利用施設を活用した高精度構造解析の「その場実験」をコアにした連携研究を推進する点である。

【期待される成果と意義】

(1) 本領域の発展は、我が国で開発された超高強度 LPSO 型マグネシウム合金の実用化に資するものであり、環境・エネルギー問題の解決に大きく寄与するものと期待できる。また、(2) 形成メカニズムの解明は、シンクロ型 LPSO 構造を強化相にしたチタン合金等の軽金属材料の開発に革新的展開をもたらすと同時に、従来不明であった長周期構造の起源を明確化する材料科学の新分野を開拓するものと期待できる。また、(3) シンクロ型 LPSO 構造のキンク変形の解明は、「キンクバンド強化」という新たな材料強化メカニズムの概念を生み出し、材料の力学物性研究の新局面を切り開くと同時に、キンク変形による高延性セラミック材料の開発にも資することが期待できる。

これらの成果は、産業につながる工学分野の発展をもたらすのみならず、周辺の基礎学問分野にも大きな影響を与え、多岐かつ長期にわたって我が国の科学技術や学術水準の向上・強化に資するものである。

【キーワード】

長周期積層構造、積層欠陥、積層変調、濃度変調、キンク変形、キンクバンド強化、ディスクリネーション

【研究期間と研究経費】

平成 23 年度 - 27 年度

1, 152, 300 千円

【ホームページ等】

<http://www.msre.kumamoto-u.ac.jp/~LPSO/index-j.htm>

rivervil@gpo.kumamoto-u.ac.jp