

研究領域名	出ユーラシアの統合的人類史学：文明創出メカニズムの解明
領域代表者	松本 直子（岡山大学・社会文化科学研究科・教授）
研究期間	令和元年度～令和5年度
領域概要	<p>人間が物理的に生み出す物質、人間の身体、それらの相互作用の中核にあって文化を生み出す心という三つの視座の下に、出ユーラシアを果たしたホモ・サピエンスの最終到達地域であるアメリカ大陸・日本・オセアニアを対象として、各地域で相互に独立して展開した文明形成期の物質文化に焦点を当て、ヒトに特異的なニッチ（生態的地位）がいかに形成されてきたかを検討する。身体を介した物質と心の相互浸潤モデルに基づく学際的研究により、人工的環境構築によって人間の心、身体、社会がどのように変わったかを分析し、文明を生み出す人間の特異性と文明創出メカニズムを解明する。物質／心、自然／文化、普遍性／多様性といった二元論的見方を超えた新しい研究領域「統合的人類史学」を構築する。</p>
科学研究費補助金審査部会における所見	<p>本研究領域は、ホモ・サピエンスの諸能力が、その種分化の時点から長期の時間を経て爆発的に発達する／発揮されるようになる契機とメカニズムについて、日本発の体系的な取組を意図した提案である。ホモ・サピエンスの種個体群としての拡散の末端であった地域において、様々なファクターに関する動態を解明するという点に顕著な新規性がある。最大の特徴は、数理モデルと人類学・考古学等の人文社会諸領域の研究を融合させることで、文明が創出されるメカニズムをモデル化しようとする壮大なプロジェクトという点である。</p> <p>研究領域の構成は、国際的研究の進展を参照しつつ、既に顕著な展開を見せている研究キープレイヤーとそのチームによって担われており、世界をリードする日本発の研究の展開が期待される。研究期間終了後に発信される成果は、文理融合研究の成功例として学術的にも研究パラダイムの形成に大きく寄与するとともに、社会的に高い注目を集めることが期待される。</p> <p>一方、新学術領域の創成という目的達成のためには、方法論が異なる分野から構成される各計画研究を有機的に連携させ、研究領域の成果として統合する体制の構築が必要である。</p>

研究領域名	量子液晶の物性科学
領域代表者	芝内 孝禎（東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授）
研究期間	令和元年度～令和5年度
領域概要	<p>棒状や円盤状の分子で構成される系では、気体・液体・固体の三態のほかに、液晶と呼ばれる状態が現れるが、近年、様々な固体物質において液晶に類似した電子状態が次々と観測され始めている。このような電子状態は、今までスピン系・強相関金属・超伝導の各分野で独立に研究され、体系的には捉えられていなかった。本新学術領域では、これらを「スピン液晶」・「電荷液晶」・「電子対液晶」と整理し、いずれも量子多体効果によって新しいスケールの構造が自発的に生じる自己組織化的現象である点に着目し、「量子液晶」という新概念によって統一的に取り扱う。異分野の研究の連携により新しい研究手法を開発し、量子液晶の基底状態を解明して、普遍性と多様性の基礎学理を探究する。また、先端技術を駆使して量子液晶の素励起の解明と制御を可能にし、柔軟に変化する液晶の特性と量子性による高速かつ巨大な応答を利用した将来の新技术への基礎を築く。</p>
科学研究費補助金審査部会における所見	<p>本研究領域は様々な物質群で発見されている液晶的な電子状態に着目し、量子多体効果による電子系の自己組織化現象を統一的に取り扱う基礎学理を明らかにすることを目指している。絶縁体、強相関金属、超伝導体などの幅広い物質系において古典液晶系と類似の空間的変調を伴う現象を取り上げ、それらを「スピン液晶」、「電荷液晶」、「電子対液晶」という新奇現象に分類し、これら3種類の液晶状態を「量子液晶」という言葉でまとめ、統一概念を形成することは、物性物理学分野において日本発の潮流を生む学理として期待できる。さらに、量子多体効果により出現する異方的で柔らかな量子液晶の電子状態は外場に敏感に変化し、超高速な巨大応答が期待できるデバイスが出現すると予想され、応用面でも波及効果が期待される。</p> <p>量子液晶という新概念の世界的な浸透を目的とし、量子液晶チャンネル(QLC channel)というホームページ上でのビデオ配信を含めた情報配信が予定されており一定の成果が期待される。</p> <p>研究組織は物質開発、現象の精密測定、理論、制御と機能探索の四つの計画研究から構成され、量子液晶の物理を多面的に研究する構成となっている。一方で、古典液晶物理学の研究者層を厚くし、電子物性物理学と古典液晶物理学の相乗効果により新奇概念を構築することが望まれる。</p>

研究領域名	変わりゆく気候系における中緯度大気海洋相互作用 hotspot
領域代表者	野中 正見 (国立研究開発法人海洋研究開発機構・アプリケーションラボ・グループリーダー)
研究期間	令和元年度～令和5年度
領域概要	<p>中緯度の海洋は大気変動に受動的に変動するだけという従来の気候力学の常識を覆し、強い暖流域と水温前線域は能動的に大気に影響する「気候系の hotspot」であるという申請者らが確立した新パラダイムを、観測研究と数値モデリングの融合により更に深化させる。同時に「大気・海洋変動の予測の可能性」や「地球温暖化」の分野にまで応用し、格段に進展させる。最先端の観測技術と高解像度数値モデリングを駆使し、hotspot における多階層的な大気海洋のスケール間相互作用の理解を進め、それが豪雨・豪雪や爆弾低気圧・台風など顕著な気象現象や海流の予測にどう影響しうるか、その包括的知見を初めて得る。さらに、温暖化した気候系で hotspot が果たす役割や、数値気候モデルでのその再現性が、将来の気候の予測に与え得る不確実性、温暖化した hotspot 近傍での顕著な気象現象の変調に関する知見から、大きな学術的・社会的波及効果を得る。</p>
科学研究費補助金審査部会における所見	<p>本研究領域は、国内の大気・海洋研究者の力を結集して、先端的な観測技術と数値モデリングとの融合研究により、中緯度大気海洋相互作用に特有の多階層的な過程とその間の相互作用の理解を飛躍的に進化させることを目指している。新学術領域研究「気候系の hotspot : 熱帯と寒帯が近接するモンスーンアジアの大気海洋結合変動」(2010-2014 年度) で得られた「気候系の形成と変動に中緯度海洋が能動的役割を果たす」というパラダイムを深化・発展させ、日常生活への影響が大きい異常気象・異常天候の将来予測分野に応用を広げることにも目的としている。日本は「気候系 hotspot」のフロンティアであるという地の利に加え、豪雨や豪雪が人々の生命や財産を脅かすことが増えたように感じられる昨今において、時宜を得た研究提案である。</p> <p>研究組織は時間スケールに基づいて、3 研究項目 9 計画研究に分類されている。各々の研究項目は対応する時間スケールに応じて注目する現象を絞っており、その上で研究項目間の関係を追及する課題別ワーキンググループを組織する試みを通して、効果的な研究成果の創出が期待できる。また、若手研究者連絡会を組織し、若手研究者が高校生・大学生に対して本研究領域の研究内容や研究成果を紹介するなど、社会への成果発信についても期待できる。</p> <p>一方で、この研究分野に対する社会的要請は異常気象・異常天候の予測である。本研究領域の研究成果を、異常気象・異常天候の予測にどのようにつなげていくのかについて検討が必要である。</p>

研究領域名	機能コアの材料科学
領域代表者	松永 克志 (名古屋大学・工学研究科・教授)
研究期間	令和元年度～令和5年度
領域概要	<p>材料内部に存在する点欠陥や粒界、界面、転位などの結晶欠陥は、先進材料の優れた材料特性の発現に重要な役割を果たしている。本研究領域では、材料中の結晶欠陥を機能発現の源となるコア (=機能コア) と捉え、理論計算とナノ計測、モデル試料創製の研究者が一体となり系統的な基礎研究を行うことで、電子・原子レベルから機能コアの新しい材料科学を構築する。また、機能コアの学理の各種材料応用を図るため、光機能材料、エネルギー変換材料、耐熱・耐環境材料、固体イオニクス材料等の各材料分野で高い研究実績を上げている研究者と密接な共同研究を行い、新材料機能の創出や萌芽的新材料の発掘を目指す。</p>
科学研究費補助金審査部会における所見	<p>本研究領域は、従来の材料科学で構造解析の対象とされていた無機材料の結晶欠陥である転位・粒界・界面などを「機能コア」という新しいキーワードで捉え、理論・計測・材料応用を柱として新しい材料創出と物性発現を目指す提案である。関連する過去の採択領域である特定領域研究「機能元素のナノ材料科学」(2007-2011年度)や新学術領域研究「ナノ構造情報のフロンティア開拓ー材料科学の新展開」(2013-2017年度)の成果に対し、新しい実験事実の発見、電子顕微鏡技術の発展、情報科学的手法の適用など、飛躍的な発展性が含まれており、新たな機能材料の創出が期待できる。領域代表者の明確な指針の下に、理論・計測・材料応用に関する有力な研究者が集結しており、優れた研究組織が構成されている。</p> <p>一方で、「機能コア」という新しい用語の定義が一般にはやや分かりにくく、学理の構築や社会への成果発信に当たって、これまでの「欠陥」に対する捉え方との本質的な違いを分かりやすく説明した上で、各計画研究の間でも、その概念を統一的な認識とする必要がある。また、本研究の波及効果の観点から、産業界にとって重要な機能材料として、どのような材料を対象とするのかをより明確に示すことが望まれる。</p>

研究領域名	水圏機能材料：環境に調和・応答するマテリアル構築学の創成
領域代表者	加藤 隆史（東京大学・大学院工学系研究科（工学部）・教授）
研究期間	令和元年度～令和5年度
領域概要	<p>本研究領域では、「材料科学」と「水の基礎科学」の融合により「水」の存在下において環境と調和・相互作用しながら機能を発現する材料を「水圏機能材料」と定義し、その創製に焦点を当てる。有機化学・高分子化学、物理学・精密計測及び計算科学、バイオマテリアル学、工学を含めた広い視点を取り入れ、水と物質の構造・機能関連の基礎学理に依拠した新しい学術体系「水圏機能材料構築学」を創成する。「水」と「材料」の相互作用を分子レベル・ナノ集合レベルで捉え、電子・イオン機能性、バイオ・環境機能性、メカノ機能性を発揮する水圏機能材料を構築する。これにより世界に先駆けた物質・材料学における新学術領域を築く。</p>
科学研究費補助金審査部会における所見	<p>本研究領域は、従来、別々に発展してきた水の基礎科学と機能材料構築学とを融合させ、「水」の存在下で機能する材料を「水圏機能材料」と定義し、その創出を目的としている。「水」は生命活動にも不可欠であり、水と調和できる水圏機能材料の創出は、医療・環境・エネルギー・農業など幅広い分野において重要である。従来の研究において余り焦点を当ててこなかった、水と材料の相互作用の学理に目を向けた研究であり、「分子としての水」の働きや振る舞い（水の分子論）が解明されれば、そのインパクトは大きく、水圏機能材料の設計・創出に大きな発展性が期待できる。</p> <p>本研究領域は、国内を代表する材料科学研究者で構成されており、材料科学分野に大きく貢献すると期待される。また、領域代表者には明確なビジョンと強いリーダーシップが見られることから、研究領域の運営に関して安定性をもたらすことが期待できる。</p> <p>一方で、「水の学理」の構築を実現するために、水そのものに主眼を置いた研究者も含めた、幅広い関連分野の研究者の参画等による、研究内容の強化が望まれる。そのためには、化学合成、物理計測、応用物性のグループ間で、綿密な計画と密接な連携の実行が必要である。</p>

研究領域名	地下から解き明かす宇宙の歴史と物質の進化
領域代表者	井上 邦雄（東北大学・ニュートリノ科学研究センター・教授）
研究期間	令和元年度～令和5年度
領域概要	<p>ニュートリノを伴わない二重ベータ崩壊探索、暗黒物質直接探索、超新星背景ニュートリノ観測、地球ニュートリノ観測を世界最高感度で実施し、「物質はどこから来たのか?」、「星・銀河はどのように作られたのか?」、「元素はどのように作られたのか?」、「どのように地球に行き着いたのか?」という宇宙の基礎的・根源的な謎を解明する『地下宇宙素粒子研究』を展開する。世界トップの極低放射能技術の高度化と先進の低温検出器技術導入による技術基盤の格段の発展により、長期にわたり世界をリードする研究体制を構築する。同時に、各時代を紡ぐ素粒子的宇宙像構築において、核行列要素計算の高精度化・暗黒物質分布見積もり・クーリングを含む超新星理論モデル構築・化学進化への反映、を取り込んだ理論基盤の格段の発展により、各時代の研究を有機的・相乗的に発展させ、時間スケールの長い一連の宇宙の歴史と物質の進化を系統的に解き明かす。</p>
科学研究費補助金審査部会における所見	<p>本研究領域は、極低放射能という共通の課題を持つ複数の実験と理論を組み合わせ、宇宙の歴史と物質の進化を系統的に解明することを目指す。新学術領域研究「宇宙の歴史をひもとく地下素粒子原子核研究」（2014-2018年度）で高い成果を積み上げてきた低放射能雑音の実験技術と環境を活用し、低温検出器技術を更に発展させることにより、ニュートリノのマヨラナ性の検証、暗黒物質候補粒子の探索、超新星背景ニュートリノの探査において世界に先駆けた着実な成果が期待される。今回は新たに地球深部起源のニュートリノ観測を行う計画研究を加えた構成となっており、素粒子物理学から天文学、そして地球物理学に及ぶ幅広い分野の実験と理論の相互作用によって研究が推進される。共通して開発される技術は、本研究領域の基盤となるだけでなく、将来の超高感度探索計画の礎となる。国際的な双方向連携やビジョンも明確である。</p> <p>個々の素粒子研究については十分な実績や研究遂行能力及び発信力が認められる一方で、天文学と地球物理学に関連して期待される成果が限定的なものにとどまることがないよう、多様な計画研究を内包することによって実現できる学理を目指して、複数の計画研究が互いに補強し合う研究領域の運営が求められる。</p>

研究領域名	ハイパーマテリアル：補空間が創る新物質科学
領域代表者	田村 隆治（東京理科大学・基礎工学部材料工学科・教授）
研究期間	令和元年度～令和5年度
領域概要	<p>科学の目的は、自然界に潜む隠れた法則性を見出し、その法則性を取り込む新たなパラダイムを構築することである。結晶では実現し得ない高対称性を有する準結晶の発見は結晶学にパラダイムシフトをもたらしたが、物理学のパラダイムシフトには至っていない。3次元準結晶は6次元周期結晶の3次元断面構造であり、構造を記述するには「補空間」と呼ぶ別の3次元空間が必要となる。本研究領域は、補空間におけるデータ科学を創成・活用し、半導体・セラミックス・ポリマー準結晶、及び、磁性・量子臨界・超伝導準結晶などの新たな準結晶を創製し、異常高温比熱や異常熱伝導をはじめとする、結晶では不可能な、高次元や高対称と密接に関連する諸物性を明らかにする。また、実空間では複雑怪奇な準結晶の原子的挙動、磁気・電子・フォノン状態等を補空間で明快に記述することで、複雑な秩序に潜む隠れた法則性を高次元空間において描き出し、新たな物質科学を創出する。</p>
科学研究費補助金審査部会における所見	<p>本研究領域は、高次元対称性（正10回対称性や正20面体対称性）をもち、無限周期性とは相容れない構造をもつ新たな準結晶を創製し、結晶では不可能な諸物性を明らかにするとともに、実空間における複雑怪奇な準結晶の原子的挙動、磁気・電子・フォノン状態等を補空間で明快に記述することで法則性を描き出し、新たな物質科学を創出することを目指している。</p> <p>これまでの実績に基づいて材料科学、物質科学の新たなパラダイムを構築し、新分野創成を目指す野心的かつ魅力的な提案である。研究計画は良く練られ、学際的なアプローチが明確であり、本研究領域でしか得られない、結晶系とは異なる現象・機能の創出や、従来の物質観を越える新概念の確立が期待される。また、適切な人員配置と体制構築がなされており、若手研究者の育成についても期待できる。</p> <p>一方で、データサイエンスの活用による記述子の発見や新規の材料合成は必ずしも容易ではなく、特に実績の少ない非金属系に拡張する場合、材料固有の問題への取組が必要となることも想定されるため、構造解析、物性解析、予測の各計画研究間の連携やサイクルが適切に回るよう、更なる工夫が望まれる。</p>

研究領域名	蓄電固体デバイスの創成に向けた界面イオンダイナミクスの科学
領域代表者	入山 恭寿 (名古屋大学・工学研究科・教授)
研究期間	令和元年度～令和5年度
領域概要	<p>本研究領域では、イオンが電荷キャリアに含まれる材料 (=蓄電固体材料) のヘテロ・ホモ接合界面で発現する特異なイオンダイナミクスの機構を解明し、イオンを自在に超高速輸送・高濃度蓄積し得る界面構築のための指導原理を確立する。目的達成に向けて、①モデル界面構築、②高度計測、③計算・データ科学、④機能開拓の四つの研究項目の下、化学・物理・情報・材料の異分野にわたる研究を融合し、新たな固体界面科学の学理を構築する。この学理は、全固体電池などの蓄電固体デバイスの飛躍的高性能化という社会的インパクトを与えるだけでなく、既存の概念に捉われない新世代イオンデバイスの創成と更なる創造的学問体系への発展につながる。</p>
科学研究費補助金審査部会における所見	<p>本研究領域は、蓄電固体界面に関する学理を構築し、イオンを自在に高速輸送・高濃度蓄積しうる界面構築のための指導原理を確立しようとするものであり、蓄電固体デバイスの創成に向けた飛躍的な展開が期待される。イオニクスに関する過去の類似の研究プロジェクトからは10年経過し、電池に関連した材料を取り巻く状況も大きく変化している中、電池関係の他のファンディングとは異なる基礎的学理の構築を目指しており、社会的ニーズも高く妥当である。また、界面におけるイオンのダイナミクスの制御は、新しい学理の構築のみならず応用面での価値も高く、産業界や他のプロジェクトへの波及効果も含め、我が国の蓄電デバイスの研究開発に関するプレゼンスの向上を期待させる。</p> <p>研究組織は、界面構築・基礎、計測、理論・計算・データ、応用・機能開拓の四つの研究項目の有機的な連携によって構成されており、領域代表者の運営ビジョンも妥当である。各計画研究も具体的であり、役割や内容も明確である。</p> <p>一方で、理論・計算・データを中心とした研究に関して、イオンのダイナミクスを記述するためのモデルを明確にしながら進めることが望まれる。また、どのような仮説に基づき、どのような学理を構築しようとしているのか、さらには応用展開について、見通しを明らかにすべきである。</p>

研究領域名	マルチモードオートファジー：多彩な経路と選択性が織り成す自己分解系の理解
領域代表者	小松 雅明（順天堂大学・医学（系）研究科（研究院）・教授）
研究期間	令和元年度～令和5年度
領域概要	<p>本研究領域では、多様なオートファジーとそれらによる選択的分解を統合して「マルチモードオートファジー（多経路自食作用）」とし、その分子メカニズム及び生理機能を様々なモデル生物を用いて解明する。それらの情報を基盤に、各オートファジーの連携、誘導の時系列、分解寄与度、機能進化を明らかにし、包括的な自己成分分解の理解を目指す。これらの相互に関連したシステムの研究にはグループを構成して戦略的に研究を進めることが有効かつ必要である。日本には、これらの研究を担ってきた名実ともに世界トップレベルの研究者、そして新進気鋭の若手研究者がそろっている。これらの研究者を各計画研究に配置し、領域の格段の発展と飛躍的な展開のみならず自己成分分解の統合的な理解により新たな学術領域の創生を目指す。</p>
科学研究費補助金審査部会における所見	<p>本研究領域は、多様なオートファジー経路を視野に入れ、オートファジー概念を、動植物を含む多様なモデル生物を用いて拡張し、旧来の学問の枠を超えた新しい研究領域を切り拓こうとする意欲的な提案である。特に、各オートファジー経路間の関係性（選択性、寄与率、相乗・相反性等）の分子機構へ迫ることはオートファジーの全体像の解明に向けた重要なステップであり、世界に先んじて成し遂げるためには、本研究領域のような研究グループ形成が必須である。また、オートファジー研究を国際的にリードする中堅や若手研究者主体の体制になっており、計画研究間及びその関連研究者間の研究連携は用意周到かつ強固であり、革新的な成果が期待できる。公募研究の採択枠を十分に確保することでオートファジー研究分野の裾野を広げること、さらには海外の主要な研究チームとの連携も計画されており、学術的・社会的な波及効果が期待される。</p> <p>一方、研究提案には依然としてマクロオートファジー研究が多く含まれている。公募研究課題としてマクロオートファジー以外の課題を積極的に採択することで、多様なオートファジー経路の研究をバランス良く推進し、統合的に理解することが望まれる。</p>

研究領域名	全能性プログラム：デコーディングからデザインへ
領域代表者	小倉 淳郎 (国立研究開発法人理化学研究所・バイオリソース研究センター・室長)
研究期間	令和元年度～令和5年度
領域概要	<p>命の始まりのゲノム状態である全能性の本質を明らかにするために、受精卵・核移植卵の完全な発生を保証するゲノム塩基配列、エピゲノム、母性因子、核構造、遺伝子発現、胚性因子の各階層・因子の条件と相互作用を同定し、その時間軸に沿った動態を解析する。さらに、これらの結果を実証するために、全能性に関わる制御・構築系の研究を進める。これらの活動により全能性を統合的に理解し、最新の解析技術と我が国独自の発生工学技術を融合させた世界初の全能性研究の一大拠点を創出する。</p>
科学研究費補助金審査部会における所見	<p>本研究領域は、先進的ゲノム解析技術と発生工学の専門家を集めて受精卵における全能性の実体を明らかにしようとする提案である。受精卵の全能性は、言わば生命の根源であることから、その基礎から応用を含めた本提案は極めて重要であり、新学術領域として妥当である。本研究領域で得られる成果は、種を超えた全能性の普遍的な原理に迫るとともに、生殖医療や動物種の保存、畜産分野など幅広い分野での応用が期待される。あわせて、生殖補助医療やゲノム編集などの新規技術における倫理基準・安全性に関する基本情報をもたらすことが期待される。</p> <p>研究領域の体制については、全能性プログラムの解明を共通の課題に設定しつつも多分野の研究者から構成され、多角的な解析や有機的な連携が期待される。また、領域代表者のマネジメント実績は十分であり、領域推進のビジョンも明確で、総括班内における国際活動支援等の役割分担及び活動内容も明確に計画されているなど、着実な遂行が期待できる。全能性獲得のみならず、その消失という重要な視点を加えており、双方向からの機構解明が望まれる。</p> <p>一方、一部の計画研究については、研究領域における位置付けを明確にすることが望まれる。</p>

研究領域名	多様かつ堅牢な細胞形質を支える非ゲノム情報複製機構
領域代表者	中西 真（東京大学・医科学研究所・教授）
研究期間	令和元年度～令和5年度
領域概要	<p>遺伝情報は、ゲノム情報と"非ゲノム情報"との相互作用によって媒介されることが示されつつある。"非ゲノム情報"は、DNAメチル化やヒストン修飾などの共有結合修飾性コード、高次クロマチン構造、広義の転写因子ネットワーク、非コードRNAなど多階層のメカニズムと、階層間の相互作用とによって構成される。しかしながら、非ゲノム情報がどのように複製され、生命現象を制御するするのか、ほとんど解明されていない。本研究領域は、非ゲノム情報が複製される機構の全貌を明らかにし、それらが、細胞分裂や減数分裂に伴って起こる細胞の分化や自己複製などの生命現象をどのように制御するかを解明することを目的とする。</p>
科学研究費補助金審査部会における所見	<p>本研究領域は、DNAやクロマチン上のエピゲノム制御分子の機能解析で国際的な研究成果を上げ世界をリードしている実力ある研究者が集結し、非ゲノム情報の複製機構という重要な生物学課題に対して、その全貌を明らかにしようという、非常に意欲的な提案である。DNAメチル化やヒストン修飾などのエピゲノム情報に加えて、高次クロマチン構造や転写因子ネットワークまでを統合し、さらには、1細胞Hi-C等非常に高度な技術を用いて研究を進めようとしており、新たな知見が得られると期待される。</p> <p>また、研究対象が広範囲に及んでいるが、様々な観点から熟考された個々の研究計画は階層性で良く整理されており、細胞分化などにおいて特に優れた研究成果が期待できる。各計画研究間の強い連携の下、幹細胞の非対称分裂機構の解明にもつながる成果等の実現に期待したい。</p> <p>一方、一部の計画研究において他の計画研究との連携の可能性が不明瞭であるため、領域研究の成果に貢献できるよう、研究領域内の有機的連携の推進が求められる。</p>

研究領域名	細胞システムの自律周期とその変調が駆動する植物の発生
領域代表者	中島 敬二 (奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・教授)
研究期間	令和元年度～令和5年度
領域概要	<p>植物は一生を通じて器官新生と組織パターン形成を繰り返し、その形態と発生動態のあらゆる場面に高度な周期性を示す。この周期性は内的あるいは外的因子により変化し、植物はこれを積極的に利用することで、器官の形態や細胞機能を変化させる。植物の形態や発生動態に現われるこの「可塑的な周期性」は、植物個体の内部に潜在する未知の固有周期とその変調により導出されると考えられるが、固有周期の実体や表現型への表出機構は不明である。我々はこのような学術的背景のもと、植物の形態と発生動態の表出原理を細胞・細胞下レベルの周期と変調の視点から探求する新たな学術領域の創成を着想した。植物科学者・情報科学者・理論生物学者の連携により見えない周期を暴き出し、これをもとに植物の発生原理を再構築する革新的な学術領域を創成する。</p>
科学研究費補助金審査部会における所見	<p>本研究領域は、日本が高い国際的優位性を有する植物発生学の分野において、「細胞の自律的な周期とその変調」という新たな観点に焦点を当て、数理生物学や機械学習、さらには人間拡張工学なども取り込みながら新しい学問領域の創造を目指す、意欲的な提案である。本研究により、植物の潜在的な周期性とその振動子が発見され、発生現象への表出における統一的原理が理解されれば、植物科学全体に大きなインパクトを与えるものと期待される。また、開発を予定している新規測定技術等は、先端的な研究解析手法として他の生命科学分野にも広く適用可能であり、波及効果が期待できる。</p> <p>計画研究組織には、国際的に評価の高い中堅研究者と実力のある若手研究者が配置されており、次の世代につながる体制として評価できる。また、明確なビジョンを持った領域代表者の強いリーダーシップの下、着実な研究推進と領域運営が期待される。総括班の中には、技術支援、国際活動支援、広報活動、若手支援の四つのグループが設置され、いずれも十分に計画されており、領域マネジメント体制は良好である。</p> <p>一方で、計画研究代表者8名のうち情報科学研究者が1名であるため、植物科学と情報科学との更なる連携強化を可能とする研究者の参画が望まれる。</p>

研究領域名	高速分子動画法によるタンパク質非平衡状態構造解析と分子制御への応用
領域代表者	岩田 想 (京都大学・医学研究科・教授)
研究期間	令和元年度～令和5年度
領域概要	<p>生命現象を支えているタンパク質の機能やその機構を理解するためには、タンパク質の中で実際におこっている化学変化や構造変化を追跡することが不可欠である。本申請では、X線自由電子レーザーを用いて、タンパク質の中で起こる非常に早い化学反応などを他の手法では全く考えられない時間分解能と空間分解能を併せ持った分子動画として観察する手法の開発を推進する。本法を多種多様なタンパク質に適用できる汎用的技術として確立するために、有機化学、計算科学、生物物理学などの分野と融合して開発を進め、光によるタンパク質のスイッチ機構の解明、ユニークな反応を触媒する酵素の反応機構等の解明を目指す。また、得られた精密な構造情報を基にタンパク質分子の光制御法の確立など分子制御への応用も展開する。</p>
科学研究費補助金審査部会における所見	<p>本研究領域は、X線自由電子レーザー (XFEL) を用いてタンパク質の非平衡状態における構造変化を解析し、その情報を様々な生物現象に応用することを目的としており、新学術領域研究として、ふさわしい提案である。領域代表者がこれまで取り組んできた光応答タンパク質の研究にとどまらず、光応答が関与しないタンパク質構造変化や化学反応に関しても、ケミカルバイオロジー研究者や分光学を得意とする研究者との融合により解析を可能とする手法を開発することを目的としている点は特筆すべきである。さらに、実験だけでは解明が難しい現象に関しても、計算科学との融合によって明らかにすることを目指しており、確実な技術発展と研究成果が期待できる。将来の創薬研究への展開に向けた基礎研究としての価値も高いと期待される。</p> <p>また、我が国が世界に誇るXFEL施設であるSACLA (Spring-8 Angstrom Compact free electron LAser) を基軸として、その他の放射光施設や研究所との共同研究が計画されており、本研究に関連した国内外の様々な研究者及び研究機関とのネットワークの構築につながる研究領域への発展が期待される。</p> <p>一方で、本研究領域で重要な位置付けとなる計算科学を担当する計画研究については、体制の強化など再構築が必要である。</p>

研究領域名	身体・脳の機能不全を克服する潜在的適応力のシステム論的理解
領域代表者	太田 順（東京大学・人工物工学研究センター・教授）
研究期間	令和元年度～令和5年度
領域概要	<p>本研究領域は、疾患や超高齢化に伴う脳・身体の障害に対処すべく、脳神経科学とシステム工学の学際的融合により、脳の超適応（潜在的適応力）の神経メカニズムを解明し、この数理モデルを構築することを目的とする。超適応（Hyper-adaptation）は、進化や発達の過程で使われなくなった潜在的神経回路等を動員する「生体構造の再構成」と、動員した神経ネットワークの強化を通して行動の適正化を図る「行動遂行則の再編成」によって実現されるという仮説を検証する。我々は、超適応の単なる現象論の羅列を超えた「超適応の科学」という新しい学術体系を確立し、自己の超適応力を最大限に活かして超高齢現代社会で深刻化する脳機能障害やフレイルという喫緊の問題への包括的な対処を可能にする学術的基盤を創成する。</p>
科学研究費補助金審査部会における所見	<p>本研究領域は、人あるいは動物が適応できる範囲を超えたときに必要となるドラスティックな適応に焦点を当て、そのメカニズムを解明しようとする挑戦的な提案である。新学術領域研究「脳内身体表現の変容機構の理解と制御」（2014-2018年度）及び「行動適応を担う脳神経回路の機能シフト機構」（2014-2018年度）」からの発展的な研究課題で、強力な脳神経系の実験グループの成果を基盤に、工学・数理モデル系の研究グループと組み合わせて研究領域を構成している。脱抑制という重要な切り口を据えて、よく考えられた研究計画になっている。本研究領域の成果は、運動機能の疾患や障害の治療への応用が期待でき、世界で加速する超高齢化社会において生じる問題への対応に向けた重要な研究課題の解決を目指すものであることから、新たに研究領域を設定する妥当性は高い。</p> <p>一方で、実験と理論のグループの相互連携の強化や、数理モデル構築の方法論の具体化については、検討が必要である。</p>

研究領域名	「生命金属科学」分野の創成による生体内金属動態の統合的研究
領域代表者	津本 浩平（東京大学・大学院工学系研究科（工学部）・教授）
研究期間	令和元年度～令和5年度
領域概要	<p>鉄、銅、亜鉛をはじめとする幾つかの金属元素は、生体内において、極微量しか存在しないものの、エネルギー変換・物質変換・情報変換系の主役として機能し、全生物の生命を維持するために必須である(生命金属)。生命金属の吸収・輸送・活用といった生体内動態は、厳密に制御されており、その破綻は疾病の原因となる。一方、生物にとって有害な金属元素も多数存在し、それらも生命金属動態を攪乱^{かく}することで毒性を発現している。本研究領域は、生命金属に関連する従来の研究分野を全て統合した生命金属科学を確立し、生命金属の生体内動態を、分子から細胞・個体レベルまで明らかにすることを目的とする。これにより、生命がその進化の過程で獲得してきた、生命活動に金属を有効に活用する戦略、すなわち「生命における金属元素戦略」の解明を目指す。</p>
科学研究費補助金審査部会における所見	<p>本研究領域は、化学、生物学、分析技術、医学などの組合せによって、金属元素が生体内でどのような役割、動態、機能等を有しているかの解明を目指す融合研究を提案している。これまで、種々の金属に関する分子・細胞・個体レベルでの解析は個々の研究領域で行われてきた。本研究領域では、これらの研究を横断的・統合的に実施することで、生命金属の動態について、その維持、破綻^{かく}、攪乱に関する研究を行う。これらの研究によって、生命金属を利用する仕組みや、その破綻による病気の発症機構などの解明に関して大きな展開をもたらす可能性がある。また、生命金属の関与するタンパク質機能についての理解が進むとともに、測定技術の進歩による生体金属の動態解明についての新しい学理の構築が期待される。</p> <p>研究基盤として分子・細胞・測定解析・制御開発の四つのチームを編成し、金属動態の維持・破綻^{かく}・攪乱に関する三つの研究項目に分けて研究を展開する体制になっている。若手研究者を「連携推進研究員」として配置し、これを柔軟に運用するなど、共同研究体制の構築に力を入れている。</p> <p>一方、主目的の一つである金属異常を問題とする疾患の病因と治療に関し、医学的課題に対して取り組む臨床医の参画の必要性について、研究体制の検討が必要である。</p>

研究領域名	情報物理学でひもとく生命の秩序と設計原理
領域代表者	岡田 康志（東京大学・大学院理学系研究科（理学部）・教授）
研究期間	令和元年度～令和5年度
領域概要	<p>生命現象を理解する上で「情報」は重要であるにもかかわらず、物理学の対象として扱うことは困難であった。情報の物理学の理論的研究の進展と生物応用が進みつつある現状と生命現象の情報処理を定量的に計測する技術の成熟を背景に、次世代のフロンティアとして《情報の物理学》理論研究と《生命現象における情報》の実験・計測の融合領域を提案する。生命現象を題材として、情報を力、エネルギーなどと同列に物理的対象として議論する新しい物理学の理論を構築し深化させると同時に、この理論を用いた生命現象の理解を進める。これにより、「生命現象の情報物理学」という新しい学問分野の樹立を目指す。</p>
科学研究費補助金審査部会における所見	<p>生命現象において情報が果たす役割は様々な場面で研究が行われてきた。また、情報は物理学においても重要であり、情報処理における熱力学的コストの問題は最近になって大きな進展を見せている。本研究領域は、情報熱力学を中心する物理学的手法・考え方と生物学における情報を融合し、生命の理解に向けた全く新しいパラダイムを持ち込む可能性がある。国際的な水準から見ても高いレベルで新概念や新技术を創出・先導してきた研究者で構成され、生物学と物理学の当該分野において十分実績のある研究者が、表面的ではなくディスカッションを通じて深く連携できるような工夫がされている。</p> <p>非平衡物理学・情報熱力学を基にした堅固な理論的枠組と、細胞内で実際の情報伝達を担うタンパク質を一分子で計測して生体内での情報の流れを定量的に可視化する実験手法を連携させ、これまで曖昧であった生体内での情報の役割を定量的に扱うことで、生命を特徴付ける情報に基づく機能発現、進化などの現象の奥にある新しい概念など、インパクトの大きい成果とともに我が国が主導する新領域が生み出されることが期待される。</p> <p>一方で、本提案に参画する若手研究者に関し、総括班における人材育成施策や研究遂行における予算管理について精査し、若手人材育成の着実な実施が望まれる。</p>

研究領域名	人間機械共生社会を目指した対話知能システム学
領域代表者	石黒 浩（大阪大学・基礎工学研究科・教授）
研究期間	令和元年度～令和5年度
領域概要	<p>近未来では家電製品やロボットが自律的に活動するようになるとともに、意図や欲求を持ち、意図や欲求を持つがゆえに、それらを利用する人間との間で、言語を用いながら互いの意図や欲求を理解し合い、共生していくという関係を築くことができるようになる。このような世界がまさに、情報化社会の次に来る、人間と知能ロボットや情報メディアが共生する社会である。この新たな共生社会を実現するために、次の四つの研究から成る新たな学術領域を創成する。（対話内容を完全に理解できていない場合も、対話を継続できる対話能力を実現する研究、特定の話題に関する対話理解と対話生成を組み合わせた対話を実現する研究、ロボットが自らの行動決定モデルを構築したり、また、相手の行動決定モデルを推定する機能を実現する研究、実証実験を通して、意図や欲求を持つロボットの人々への影響を研究するとともに、ロボット共生社会における社会規範を提案する研究。）</p>
科学研究費補助金審査部会における所見	<p>本研究領域は、対話型ロボットを開発し、人間と機械（ロボット）が共生できる社会の実現を目指す先駆的な提案である。これからのロボット研究において重要なテーマとなる「対話」に焦点を絞り、社会関係モデルや人間モデルを元に深い対話を可能にするシステムの構築を目指す点は高く評価できる。社会規範を一般的視点から検討する計画や、将来的な法規制にも踏み込んだ計画も含まれており、発展性と波及効果がともに大きいと考えられる。総じて、これまでの優れた研究実績を基盤に、格段に発展した計画となっている。</p> <p>また、人・機械系のより高度な対話システム開発に向けた技術的なビジョンもしっかりしている。実証実験を整備し、若手研究者の育成を行うという総括班の役割も明確である。対話型ロボットの開発研究で実績を有する領域代表者が高い統率力を発揮することで、世界をリードする研究となることが期待できる。</p> <p>一方で、領域代表者の意向が効率的に発揮できる研究体制が組まれていることは本研究領域の強みであるものの、本提案の成否が専ら領域代表者のリーダーシップに委ねられており、短所にもなり得る。領域代表者をバックアップできるような組織作りが望まれる。</p>

研究領域名	超地球生命体を解き明かすポストコッホ機能生態学
領域代表者	高谷 直樹 (筑波大学・生命環境系・教授)
研究期間	令和元年度～令和5年度
領域概要	<p>我々にとって、かけがえのない地球は、地表の環境と多様な生物が複雑に相互作用し恒常性を維持する超地球生命体のシステムを形成している。この理解のためには、あらゆる生物と相互作用し、かつ量的にも、このシステムの中心である微生物を基盤とした新たな生態系を捉える学問が不可欠である。本研究領域では、理工学と微生物学の融合によるポストコッホ技術の創出によって、大部分が未解明とされる微生物種の解明を目指す。さらに、生態学と情報学を駆使した機能インフォマティクスによって、微生物の種と生理機能を基軸とした超地球生命体のポストコッホ機能生態系モデルを創成する。これらを担うポストコッホ機能生態学は、超地球生命体の構築原理の解明を導く新学問であり、持続可能な地球を創成するための環境制御と積極的なデザインの技術へと波及する。</p>
科学研究費補助金審査部会における所見	<p>本研究領域は、微生物学の重要課題である微生物全体の 99%以上を占める未分離・未解明の微生物種（微生物ダークマター）の実態解明と機能の理解に向けて、微生物学、理工学、生態学、情報学が連携してポストコッホ機能生態学の創成に当たるものであり、複合領域として妥当である。革新的なポストコッホ技術の開発と、それを用いた微生物の分離培養、分析技術及びインフォマティクスを取り入れた微生物機能の解明は、国内外に例を見ない独創的・新規的な試みであり、領域推進の計画・方法も極めて優れている。また、根幹となる微生物ダークマターの培養に関して想定される問題点を列挙し、最新技術を用いたハイスループット化による解決を提案しており、このために必要な要素技術（マイクロ培養、識別、分離、培養化）について、計画研究がそれぞれ適切に配置されており、戦略が具体的かつ現実的となっている点は特筆に値する。</p> <p>領域運営に関しては、既に研究領域内で共同研究をスタートさせているなど、綿密な共同研究体制が計画されている。また、領域代表者は国内の関連分野における中心的立場にあり、成果発信にも期待できる。</p> <p>一方で、^{ほじょう}圃場という環境因子が把握しやすいフィールドを各計画研究が共通のフィールドとして研究することにより、効率良く有機的な研究の展開が期待できる反面、生態学的視点や波及効果が限定的となることがないよう慎重な領域運営が望まれる。</p>