

令和2年度「学術変革領域研究（B）」新規採択研究領域
に係る研究概要・審査結果の所見

| | | | |
|-----------------|---|-------|--------|
| 領域番号 | 20B101 | 領域略称名 | クオリア構造 |
| 研究領域名 | クオリア構造と脳活動から得られる情報構造の関係性理解 | | |
| 領域代表者名 (所属等) | 土谷 尚嗣 (株式会社国際電気通信基礎技術研究所・脳情報通信総合研究所・客員研究員) | | |

(応募領域の研究概要)

主観的意識が脳からどのように生じるかという問いは、現代科学に残された大きな謎である。しかし「意識そのもの」は、言語に尽くしがたく定義も難しい。そのため従来の意識研究では、何らかの視覚刺激に対する経験を「見えた・見えない」といったの二値的な判断に還元しその神経相関を探る手法が取られてきた。本領域は、従来手法では意識の理解には届かないと考え、ある瞬間の視覚意識クオリアを特徴づけるのに、そのクオリアと様々なクオリアとの関係性を大規模に特徴づける手法を提案する。さらに、この新しい視覚意識実験パラダイムを用いて、脳活動計測と薬理不可操作を行い、脳活動の情報構造解析を組み合わせ、視覚クオリアと脳の情報構造の関係性を明らかにする。本領域の成果は、発達過程・進化の中でどのように意識が生まれ変化していくか、人工知能に意識は宿るか、等の一般社会へも広く還元される大きな問いに対する科学基盤の成立である。

(審査結果の所見)

本研究領域は、心理物理実験、脳活動計測と薬理的介入、情報論的解析を組み合わせることにより、クオリア（主観的意識の質）と脳活動とをつなぐ方法論を確立することを目指した、挑戦的、学際的な提案である。将来的には、より包括的な「意識学」の構築や、人工知能技術、医療工学技術等の分野への波及効果も期待される。

本研究領域の鍵となるアイデアは、クオリアを単体として扱うのではなく、他の様々なクオリアとの関係性によって特徴付け、それと脳活動の構造との対応関係及び因果関係を明らかにしようというものである。これはクオリアそのものの理解にはまだ距離があるものの、従来の意識研究の枠組みを一步進めるものとして評価できる。

一方で、本研究領域では、最初の段階における、心理物理実験によってクオリア間の関係性を十分な規模・精度で特徴付けることが重要であるため、具体的な方法論や、予定どおりに進まなかった場合の対応策などについては、更なる検討が望まれる。

令和2年度「学術変革領域研究（B）」新規採択研究領域
に係る研究概要・審査結果の所見

| | | | |
|-----------------|---|-------|------|
| 領域番号 | 20B102 | 領域略称名 | 限界突破 |
| 研究領域名 | 心脳限界のメカニズム解明とその突破 | | |
| 領域代表者名 (所属等) | 柴田 和久 (国立研究開発法人理化学研究所・脳神経科学研究センター・チームリーダー) | | |

(応募領域の研究概要)

私たちはみな、直面する能力の壁に打ち克ち、自己実現を目指している。しかし、多大な努力や長時間の訓練をもってしても、いずれ克服困難な壁に直面し、限界を突破できないことが多い。本領域が目指すのは、あらゆる人の限界突破を可能にする技術の開発である。この目的のため、病態を抱える患者、健常者、超絶技巧を持つ卓越者を対象に、心理実験と脳計測によって、脳と心によって規定される能力限界のメカニズムを明らかにする。この知見をもとに、人工神経接続、リアルタイム脳情報解読フィードバック、非侵襲脳刺激等の最先端技術を用いて、限界突破法を開発する。また、倫理学・哲学の立場から限界突破を論じ、限界突破法の円滑な社会受容を促進する道筋を提案する。

(審査結果の所見)

本研究領域は、「人間の能力の限界は身体的なものだけでなく心と脳によって規定される」という視点に基づき、心脳限界のメカニズムを解明し、限界突破を実現する方法を開発することを目指す野心的な提案である。対象者の選択も病態、健常、卓越とバランスがよく、手法も認知心理実験、人工神経接続、リアルタイム脳情報解読フィードバック、非侵襲脳刺激等と多彩である。得られる成果は、病態脳における機能回復、音楽家やアスリートなどの卓越者の技能向上など、様々な分野への波及効果が期待できる。

一方で、研究成果が社会に広く受容されることや、「超人間学」の創成へとつながっていくことを目指すのであれば、能力限界が人間存在にとって持つ意味や、その限界を人為的手段で突破することの価値と危険性の両面について、研究倫理の観点にとどまらず、人文科学や社会科学の観点からも、もっと広範に、かつ深く掘り下げて考察することが望まれる。

令和2年度「学術変革領域研究（B）」新規採択研究領域
に係る研究概要・審査結果の所見

| | | | |
|-----------------|--|-------|----------|
| 領域番号 | 20B103 | 領域略称名 | 中近世の宗教運動 |
| 研究領域名 | 中近世における宗教運動とメディア・世界認識・社会統合：歴史研究の総合的アプローチ | | |
| 領域代表者名 (所属等) | 大貫 俊夫 (首都大学東京・人文科学研究科・准教授) | | |

(応募領域の研究概要)

本研究は、中近世において宗教者が司牧／教化のためにどのような新しいメディア（テキスト、図像、巡礼など）を創出し普及させたか、またそれらのメディアがどのような価値観と世界認識の仕方を当該社会にもたらし、その社会をどう統合に導いたのかを解明することで、文明史叙述の刷新を試みる総合的歴史研究である。キリスト教修道制からは観想修道会、托鉢修道会、イエズス会、そしてそれに中世日本寺社を加えて4研究班でこの課題に取り組む。歴史学、美術史学、文学の協同によってテキストと図像の総合的解釈を実現させ、宗教者が生み出したメディアの特質を通時的・共時的に比較し、宗教運動と当該社会との間のダイナミックな影響関係を描く歴史像を新たに提示する。

(審査結果の所見)

個別研究の進展が著しい中近世におけるヨーロッパと日本の宗教運動の研究に横串を刺し、また、歴史学、美術史、文学の各分野の協業によって、テキスト、図像、巡礼などを「メディア」という観点から分析し、世界認識や社会統合にどのような役割を果たしたか、という観点から文明史の叙述を刷新しようとする総合的な歴史研究であり、前例がなく、学術的な波及効果も高いと考えられる。今回の研究計画では、対象地域がヨーロッパと日本に留まっているが、将来的には、中国文化圏、イスラーム文化圏、アフリカ大陸等も視野に入れた世界史的な展開を構想しており、今後の大きな研究の一つの核となる可能性がある。

一方で、ヨーロッパを対象とした研究の部分は個別修道院を単位とした研究組織になっており、日本史側の調査研究との連携が十分ではなく、学問分野としてもやや限定的であるように見受けられ、実際の研究活動の中で、各計画研究等の連携を強化して学術変革領域研究に相応しい研究成果を上げるとともに、研究の幅を更に広げていくことが期待される。

令和2年度「学術変革領域研究（B）」新規採択研究領域
に係る研究概要・審査結果の所見

| | | | |
|-----------------|-------------------------------------|-------|-------|
| 領域番号 | 20B201 | 領域略称名 | 革新ラマン |
| 研究領域名 | 機能性ラマンプローブによる革新的多重イメージング | | |
| 領域代表者名 (所属等) | 神谷 真子 (東京大学・大学院医学系研究科 (医学部)・准教授) | | |

(応募領域の研究概要)

本領域では、ラマン信号の Off/On を精密に制御する分子設計法を世界に先駆けて確立し、さらに本設計法に基づき新規機能性ラマンプローブ群を開発することで、従来法を凌駕する機能での多重ラマンイメージング法の確立を狙う。具体的には、①酵素活性を Activatable かつ同時に多重検出する手法、②洗浄操作なしに標的構造を特異的にライブ多重検出する手法、③多重で超解像イメージングを実施する手法の確立を狙う。本領域は、化学・光学・生物の異なる専門分野の計画研究班から構成され、それぞれが、機能性ラマンプローブ群の創製、高速・多色ラマン分光顕微鏡の最適化と高度化、開発した技術を用いた生物応用に取り組むことで、革新的多重イメージングの実現を目指す。

(審査結果の所見)

本研究領域は、近年注目を集めているラマン分光法を用いたバイオイメージング分野において、ラマン信号を制御することにより多重イメージングを実現する新たな機能性分子プローブ群を世界に先駆けて創出し、既往の蛍光イメージングに代わる新たな生体イメージング技術分野の開拓を目指す挑戦的な提案である。

領域代表者により精密設計・合成される独創的なラマンプローブ分子と、原理実証のための細胞・生体組織モデルを提供する計画研究、それらの特性を最大限に引き出す高速・多色・超解像度イメージングを可能にするラマン分光顕微鏡の開発を担う計画研究が有機的に連動することで、他の追随を許さない革新的な成果の創出につながることを期待される。

ケミカルバイオロジー、電子工学、分子生物学を専門とする若手研究者から成るバランスの取れた異分野融合研究組織が構成されており、本研究領域から創出される成果は、生物学から理工学分野にわたる幅広い研究分野への波及効果が期待できる。

令和2年度「学術変革領域研究（B）」新規採択研究領域
に係る研究概要・審査結果の所見

| | | | |
|-----------------|-------------------------------------|-------|---------|
| 領域番号 | 20B202 | 領域略称名 | DNA 気候学 |
| 研究領域名 | DNA 気候学への挑戦 | | |
| 領域代表者名 (所属等) | 三浦 裕亮 (東京大学・大学院理学系研究科 (理学部)・准教授) | | |

(応募領域の研究概要)

現在の標準である第5世代気候モデルでは雲が最大の不確定要因となっており、台風等の顕著現象や雲-放射相互作用を十分に表現できない。そこで、水がミクロの設計図（雲微物理の方程式）にもとづいて相変化し、マクロな雲の階層構造を創発する第6世代気候モデルを実用化し、この問題を解決する。架空の雲の効果推定から実体の雲の時間発展へと雲の表現を変革することで、気候予測の信頼性を画期的に向上させる。世界をリードする第6世代のプロトタイプ全球雲解像モデルNICAMの気候モデル化と、日本を代表する第5世代気候モデルMIROCの雲解像モデル化を協働で実施し、天気予報と気候予測の接合という困難な課題に独創的なアプローチで挑戦する。さらには、第7世代気候モデルへ向けて、多重階層モデルや汎惑星モデルなどの先鋭的研究も推進する。

(審査結果の所見)

気候モデリングにおける本質的に重要な要素の一つとして雲の挙動とその効果があるが、これまでは雲の階層構造の形成機構が未解明であったため、その正当な評価や計算への実質的導入が困難であった。本研究領域は、その部分を補おうとする野心的な試みであり、従来の限界を超えた高精度モデリングに基づく次世代の気候学の開拓へとつながる期待を抱かせる。

領域代表者及び計画研究の研究代表者や研究分担者のこれまでの実績から判断して、欧米追従ではない日本の研究者による着実でかつ斬新な学術への貢献が期待される。順調に計画が進行すれば、21世紀に世界中で顕在化しつつある異常気象現象の理解と予測に大いに貢献すると期待され、防災や減災に関わるため社会的な波及効果も大きい。

令和2年度「学術変革領域研究（B）」新規採択研究領域
に係る研究概要・審査結果の所見

| | | | |
|-----------------|--|-------|---------|
| 領域番号 | 20B203 | 領域略称名 | 高分子精密分解 |
| 研究領域名 | 高分子材料と高分子鎖の精密分解科学 | | |
| 領域代表者名 (所属等) | 沼田 圭司 (国立研究開発法人理化学研究所・環境資源科学研究センター・チームリーダー) | | |

(応募領域の研究概要)

本学術変革領域では、高分子の分解を物理劣化、化学分解、生物代謝に分割することで、高分子の分解機構が、材料の階層構造と物性に与える影響を明らかにする。さらに、分解性を考慮した新しい高分子設計指針を、国内外そして産業界に対しても示すことを目標とする。高分子材料が利用される幅広い環境を考慮し、生体内、自然環境下などの利用条件下において、物理破壊、化学分解、および生分解・生物代謝がどのように進行し、どの分子的要素が物性や機能に動的に影響するか、実験的に明らかにすることを目指す。実験ではアプローチできない分子論については、実験から得られた情報を基に粗視化のレベルを判断し、計算科学を導入することで明らかにする。本学術変革領域が達成された暁には、環境へ流出しても安全な高分子、安心して長期間生体内で利用できる高分子材料など、分解性を精密に制御する新しい高分子設計指針を示す。

(審査結果の所見)

本研究領域は、高分子の分解という体系的な理解が及んでいない領域に対して、生分解に多くの実績を有する領域代表者が、高分子の合成・物性・理論分野を代表する若手研究者とともに取り組む提案である。

マイクロプラスチック問題が顕在化する中で、分解性を有する環境高分子材料の創出に資する本提案の意義は大きい。また、四つの研究項目に横串を刺すような二つの融合研究課題が設定されており、研究領域としての一体感ある運営も期待できる。

一方で、研究領域の裾野が広く多岐にわたるため、本研究領域では焦点を絞って具体的な成果を上げ、将来的な新しい融合領域の創生を目指してほしい。

令和2年度「学術変革領域研究（B）」新規採択研究領域
に係る研究概要・審査結果の所見

| | | | |
|-----------------|---------------------------------|-------|------|
| 領域番号 | 20B204 | 領域略称名 | 重水素学 |
| 研究領域名 | 重水素学:重水素が示す特性の理解と活用 | | |
| 領域代表者名 (所属等) | 中 寛史 (名古屋大学・物質科学国際研究センター・助教) | | |

(応募領域の研究概要)

本領域の目的は、重水素が示す特性を深く理解し、医薬分子や分子触媒などの物質の機能を精密な重水素化により最大限に引き出す新たな研究領域「重水素学」の創成である。他元素の同位体の場合とは異なり、重水素を導入した物質（重水素化物質）はもとの軽水素置換体と大きく異なる物性を示す事象があり、分子骨格の一部に重水素を導入した医薬分子が新薬として FDA で 2017 年に承認されるなど、国際的にも重水素化物質の設計と活用が活発化している。本研究領域では重水素化物質を (1) つくる（合成法開発）、(2) わかる（理論構築）、(3) はかる（機能開拓）、(4) つかう（代謝研究への利用）の4分野を連動させながら推進することで、既存の学術的知見から予測困難であった重水素化物質の特性を理解するため「重水素学」の学理を築き、持続可能な社会を支えるための課題解決に資する物質群の創出に貢献する。

(審査結果の所見)

本研究領域は、重水素が示す特性を医薬品や機能性材料に活用する「重水素学」を確立しようとする提案である。重水素効果を系統的に理解しようとする試みはほとんどなされておらず、その開発研究における段階も「つくる」「わかる」「はかる」「つかう」と明確である。医薬品などの開発につながる出口戦略を示しつつ、基礎科学としての学術的な興味を中心となっており評価される。

一方で、重水素という限られた研究対象であり、学問としての裾野の広がりが見えにくいという側面があるが、本研究により、四つの研究項目を推進する研究者が連携することでどのような新たな学理が構築されるかを示すことが期待される。なお、異分野の若手研究者が集うことで、様々な角度から研究推進を図る研究体制が組まれている点は評価されるが、これまで系統的な研究がなされていないことから、国際的な視点に立ったアドバイザーからの助言等が必要である。

研究組織については、総括班の役割の一つであるデータベースの構築について、どのようにして構築するのか更なる整理が必要であるとともに、サンプルの機能評価を担当する研究項目 A04 の負担が大きいことが予測されるため、改善策を検討する必要がある。また、理論を担当する研究項目 A02 は定量的な計算手法の開発に取り組む計画となっているが、研究領域発足当初から、現時点で利用できる既存の簡便法も駆使しながら、実験を担当する研究項目との融合研究に積極的に取り組むことが望まれる。

令和2年度「学術変革領域研究（B）」新規採択研究領域
に係る研究概要・審査結果の所見

| | | | |
|-----------------|--------------------------------------|-------|---------|
| 領域番号 | 20B205 | 領域略称名 | 仮想人体構築学 |
| 研究領域名 | 仮想人体構築学：チップ上に再現した臓器からみる全身代謝の分子ネットワーク | | |
| 領域代表者名 (所属等) | 杉本 昌弘 (東京医科大学・医学部・教授) | | |

(応募領域の研究概要)

本領域では、理工学からの人体理解へのアプローチとして、全ての個体応答を数理的に記述する仮想生体の構築を目指し、数理モデルと培養臓器チップを用いて、全身の代謝反応における分子ネットワークを理解するというアプローチの検証を行う。個別の培養臓器チップの生理学性を向上させると共に、それらを血管様の灌流回路で連結して複数臓器チップを作成、高感度オミックス解析にて個体システムの持つ頑強性や脆弱性を観測し、数理モデル化する。臓器チップと数理モデルを相互に発展させ、高精度な仮想人体構築を目指す。これにより、生体の非線形的・動的な応答を再現し、生体が獲得してきた合理性を理解する。以上を通じて本領域では、理工学を基盤としながらも医学・情報学・分析科学・薬学をも包含する新たな学術である「仮想人体構築学」の創設を目指す。

(審査結果の所見)

本研究領域は、高度な培養臓器チップの開発と複数チップの結合による生体モデルの構築と数理モデルを融合し、ボトムアップに仮想人体を構築することを目指した提案である。近年、欧米でも種々の臓器チップを開発して生体现象を解明する手法はブームになっているが、複数種の異種臓器チップの結合により得られる分子情報に基づく数理モデル構築のアプローチは挑戦的である。研究組織の構成も適切であり、今後、多方面への発展が期待できる学術変革に適したテーマとなっている。

一方、臓器チップのパラメータフィッティングや臓器モデルと実際臓器との差異の確認など、前例の無い数多くの課題が存在するため、研究遂行にあたり必要に応じて適宜研究協力者を追加するなど工夫することが望まれる。

令和2年度「学術変革領域研究（B）」新規採択研究領域
に係る研究概要・審査結果の所見

| | | | |
|-----------------|---|-------|----------|
| 領域番号 | 20B206 | 領域略称名 | 革新的超小型衛星 |
| 研究領域名 | 革新的超小型衛星による機動的で高頻度な深宇宙探査領域の開拓 | | |
| 領域代表者名 (所属等) | 船瀬 龍 (国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所・教授) | | |

(応募領域の研究概要)

地球周回ミッションにおいては、2003年に世界で初めて成功した超小型衛星 CubeSat が、当時は取るに足らない機能・性能ゆえに「おもちゃ」と揶揄されつつも、その低コスト・短期開発可能な特長を伸ばす形で爆発的に発展し、何千もの超小型衛星が地球周回軌道を回っている状況をもたらした。本研究領域の目的は、その世界を地球重力圏外の深宇宙領域まで拡張するべく、地球近傍で培われた超小型衛星技術を深宇宙探査へ発展させることである。現状、高頻度で機動的な深宇宙探査が実現できていない障壁は、①深宇宙への打ち上げ機会の少なさ、②探査機の長期ミッション遂行における信頼性の課題、③探査機管制のための地上局数の制限にあり、本研究領域は、キックモーターによって自力で地球周回軌道から脱出し、長期ミッション遂行能力を備えた超小型探査機が、準自律的に軌道決定・軌道制御運用を行えるようにすることでこれらの障壁を解消する。

(審査結果の所見)

低コスト・高頻度の打ち上げが可能なることから超小型衛星を多数用いた宇宙観測が期待されているが、まだ解決すべき技術的課題は数多い。本研究領域は、超小型衛星を用いた深宇宙探査実現の壁となっている三つの課題を取り上げ、解決しようとする極めて画期的な提案である。小型ハイブリッドキックモーターを開発することにより、高頻度の深宇宙探査を可能とするなど具体的な方法論も示されている。また、多額の研究費を必要とする分野にあって、比較的少額の研究費で成果が期待できる研究計画であり、その意味でも大変インパクトのある提案であると評価できる。

本研究領域が推進されることにより、宇宙探査や宇宙物理学に新たな展開をもたらすと同時に、宇宙工学、通信システムなどの分野の融合が促進されることが期待される。

令和2年度「学術変革領域研究（B）」新規採択研究領域
に係る研究概要・審査結果の所見

| | | | |
|-----------------|--|-------|--------|
| 領域番号 | 20B207 | 領域略称名 | 微気象制御学 |
| 研究領域名 | 微気象制御学:微気象の調和的予測と能動的観測の融合による自律制御型社会基盤の創成 | | |
| 領域代表者名 (所属等) | 大西 領 (国立研究開発法人海洋研究開発機構・付加価値情報創生部門(地球情報基盤センター)・グループリーダー) | | |

(応募領域の研究概要)

微気象（建物や人間活動などの影響を強く受ける地表から高度 100m 程度までの気象）は社会が抱える様々な課題に関係しているが、学術的にはほとんど手が付けられていない。本領域は、その予測を世界に先駆けて実現し、その予測情報に立脚した新たな社会サービスの実現可能性を示すことで、自然科学と社会に新たな変革をもたらす。単なる現象の理解と予測では、最終的に新しい社会的価値を生み出すことはできない。各々の社会的課題の解決に有効となる社会基盤の構築が不可欠であり、そこで重要となるのは、各々の課題解決に必要となる「時空間スケールと精度」を的確に捉えた観測・予測・制御の連携技術である。本領域では、まずは観測と予測の融合に焦点を当てて新学術創成の端緒を開く。単に最先端の観測と予測を連携するのではなく、最終目的に応じた適切な「時空間スケールと精度」を共有しながら、価値を生み出す真の融合を実現する。

(審査結果の所見)

本領域研究は、都市空間での微気象の変化をリアルタイムに予測する技術を開発し、都市の生活に大きな変革をもたらすことを目指す提案である。最新のドローン観測データを数値シミュレーションに導入し、さらに AI 技術を融合して気象予測時間を飛躍的に短縮し、リアルタイム予報システムを構築しようとするもので、独創性の高い提案と評価できる。

天然とは異なる地形要素が密集する都市空間での微気象予測の精密化は、国内のみならず世界的に重要な課題であり、防災・減災への貢献は大きい。応用例として都市部での大型プラントの熱的な環境制御を行うなどの具体的な計画も検討されている。

人間の生活に強く関連する領域を定め、予測、観測（計測）、制御に関わる科学技術をシステムとして構築することは現在社会が抱える社会問題を解決でき、社会的なサービスなどへ波及効果も期待できる。

令和2年度「学術変革領域研究（B）」新規採択研究領域
に係る研究概要・審査結果の所見

| | | | |
|-----------------|--|-------|----------|
| 領域番号 | 20B301 | 領域略称名 | 低エネルギー操作 |
| 研究領域名 | 生体分子工学と低物理エネルギーロジスティクスの融合による次世代非侵襲深部生体操作 | | |
| 領域代表者名 (所属等) | 井上 圭一 (東京大学・物性研究所・准教授) | | |

(応募領域の研究概要)

本研究領域では従来の電気刺激、投薬、オプトジェネティクスなどを用いた生体操作法に代わる、光熱・超音波・磁気の三種類の低物理エネルギーが感知可能な新規分子ツール（レーザー分子）開発と、最先端低物理エネルギーロジスティクス法による、新たな生体操作法の創出を目的とする。これにより生体内への器具の導入を必要としない低侵襲かつ、深部組織を含めた細胞レベルでの部位特異的な生体操作に向けた学問領域を創成する。

(審査結果の所見)

本研究領域では、生体深部の非侵襲的操作・治療を可能とする、赤外光、超音波、磁力などの低物理エネルギーを利用した生体活動操作技術の確立を目指している。オプトジェネティクスの概念と応用範囲を拡大しようとする意欲的な提案であり、本目的が達成されれば大規模な新興・融合学術領域となることが期待される。また、各研究計画の相互の関連がよく練られており、個別の研究の集合体ではなく、総合的な融合研究としての計画が立てられている。

一方で、今回の提案は独創的であるが故に期待した成果が得られない、あるいは限られた領域設定期間では技術評価・検証が困難となる可能性もある。この可能性を想定して多角的な検討を行うなど、領域設定期間に応じた更なる工夫が望まれる。

令和2年度「学術変革領域研究（B）」新規採択研究領域
に係る研究概要・審査結果の所見

| | | | |
|-----------------|----------------------------|-------|--------|
| 領域番号 | 20B302 | 領域略称名 | 霊長類発生学 |
| 研究領域名 | 霊長類発生学研究の基盤構築 | | |
| 領域代表者名 (所属等) | 中村 友紀 (京都大学・医学研究科・特定助教) | | |

(応募領域の研究概要)

ヒト胚発生において着床後は、ダイナミックな形態変化を伴いながら原腸陥入や臓器原基形成など“個”の起始に関わる重要な生命現象を開始する時期である。にも関わらず、倫理的問題を含むいくつかの決定的な阻害要因により、この時期のヒト胚発生メカニズムはほぼ未解明である。近年、ヒト着床後胚の発生研究発展に対する機運が世界的に急速に高まっているが、本研究領域提案ではこの先頭に立ち、霊長類を用いた「霊長類着床後胚発生研究の基盤創設」を目指す。

(審査結果の所見)

霊長類の胚発生メカニズムの解明という観点から、カニクイザルとマーモセットを用いて、霊長類試験管内「疑似着床」胚発生モデルの基盤構築と、霊長類研究のための先進的発生工学技術の開発を推進する提案である。ヒトの胚を用いた研究が困難であることから、その研究意義は非常に大きい。

優れた業績と独創性、先駆性を持った研究者による計画研究内の有機的な連携が計画されており、国際的にも高い競争力を持って、波及効果の高い成果が期待される。

令和2年度「学術変革領域研究（B）」新規採択研究領域
に係る研究概要・審査結果の所見

| | | | |
|-----------------|-----------------------------|-------|-------|
| 領域番号 | 20B303 | 領域略称名 | 冬眠生物学 |
| 研究領域名 | 冬眠生物学～哺乳類の低代謝・低体温による生存戦略 | | |
| 領域代表者名 (所属等) | 山口 良文 (北海道大学・低温科学研究所・教授) | | |

(応募領域の研究概要)

哺乳類の冬眠は、未解明のまま21世紀の生理学そして生物学に残された大きな謎のひとつである。本研究領域「冬眠生物学」では、哺乳類の冬眠の分子機構解明に挑む。具体的には、本領域を構成するメンバー独自の画期的発見によって見出された、哺乳類の冬眠の本質を構成する「冬眠・休眠実行を担う分子ネットワーク」の作動原理を、最先端の計測技術および遺伝子工学技術を駆使した分野横断型チームを編成し解析することにより明らかにする。本領域の立ち上げとそれによる研究成果は、長年の謎であった哺乳類の冬眠のメカニズム解明という大きな基礎生物学的価値を有するのみならず、医学・創薬・環境科学を始めとする幅広い研究分野への波及効果をもたらすものである。

(審査結果の所見)

本研究領域は、「冬眠」という、よく知られてはいるがこれまで生理学的ないし分子生物学的解析がほとんど手つかずのまま進んでいなかった現象を取り上げ、独自に冬眠誘導を可能にしたモデル生物を使って研究計画を立て、世界に先駆けた新たな展開を図る意欲的な提案である。少人数の若手研究者で構成される領域組織であるが、「能動的な低代謝、低体温の実現に関わる分子ネットワークの解明」に焦点を当てた研究領域の目的は明確である。

また、各計画研究において、「冬眠誘導」「能動的な低代謝」「温度受容」「概日時計」のそれぞれ特徴ある分子機構の解明を目指しており、それらを統合したところに、「冬眠」を新たな視界から理解するだけでなく、移植臓器の保存や病症の遅延などにおいてその成果を活用するなど将来性や波及効果が期待できる。

分子レベルの解明だけからは、例えば、「冬眠」における中枢神経系の役割を考える上での細胞レベルの機序など、より高次な様相が見えてこないというような懸念はあるものの、この研究組織体制で既にいくつかの予備的な実験にも成功しているとともに、世界をリードする「冬眠バイオロジー」分野の確立に必要なコアの形成を視野に捉えられており、研究領域の目的に向けた着実な研究遂行が期待できる。

令和2年度「学術変革領域研究（B）」新規採択研究領域
に係る研究概要・審査結果の所見

| | | | |
|-----------------|-----------------------------------|-------|-----------|
| 領域番号 | 20B304 | 領域略称名 | 病原体 PLAMP |
| 研究領域名 | 細胞内寄生性病原体の自己・非自己の境界を決める PLAMP の創成 | | |
| 領域代表者名 (所属等) | 山本 雅裕 (大阪大学・微生物病研究所・教授) | | |

(応募領域の研究概要)

本研究で「PLAMP」という新規概念を創成し、病原体感染の中で「非自己化する自己」を探索し、それを認識するセルオートノマス免疫系の作動原理を解明し、寄生虫のみならず細菌やウイルスに対しても当てはまることを示す。さらにそのセルオートノマス免疫系を阻止する様々な病原体の病原性メカニズムの解析によって「セルオートノマス免疫系と他の生命現象との未知のリンク」を探索したいことから、今回、細菌学・細胞生物学の専門家である新崎博士ならびにウイルス学・構造生物学のエキスパートの橋口博士とともに、この学術変革領域研究（B）を行う。

(審査結果の所見)

本研究領域は、病原体の感染によって細胞に生じる宿主由来の分子パターンを PLAMP と名付け、その生理学的な意義を明らかにすることで、従来の感染免疫学とは一線を画す新興領域の創出を目指している。

各計画研究の研究代表者は、先行研究によりウイルス・細菌・寄生虫から異なる PLAMP を見出し、免疫学・細胞生物学・構造生物学的手法を駆使し、病原体と宿主の両サイドから PLAMP の解明に挑む魅力的な提案である。各計画研究の専門性を活かした有機的な連携体制の下、学際的なアプローチが明確であり、新興領域の形成に資する新概念の確立と今後の発展が期待される。

一方で、各々の病原体で異なる PLAMP を研究対象としていることから、各々の病原体に特有の個別の結果が得られる可能性がある。この可能性を想定し、PLAMP として統一的な概念を提唱できるような更なる工夫が望まれる。

令和2年度「学術変革領域研究（B）」新規採択研究領域
に係る研究概要・審査結果の所見

| | | | |
|-----------------|---|-------|----------|
| 領域番号 | 20B305 | 領域略称名 | ハブ決定剛軟因子 |
| 研究領域名 | クラスタ/ハブダイナミズムの決定剛軟因子 | | |
| 領域代表者名 (所属等) | 村山 正宜 (国立研究開発法人理化学研究所・脳神経科学研究センター・チームリーダー) | | |

(応募領域の研究概要)

脳の各領域において、機能的順位が高い細胞が存在し、これはハブ細胞であると考えられている。この細胞は多数の細胞に対して影響力を有することから脳領域間相互作用の効率化に関連していると考えられる。脳機能発現の謎を解き明かすためには、ハブ細胞を軸とした脳領域間相互作用メカニズムの解明が必須である。しかしこの目的の為には、単一細胞レベルでの領野間活動の観察が必要であるが、技術的な限界によりそのような手法は存在しなかった。本研究ではこれを可能とする独自開発した顕微鏡を用い、革新的な問い、すなわち、ハブ細胞が真に領野間情報伝達の効率化に関連するのか、どのような要因によってハブ細胞と運命づけられるのか、ハブ性を基底する形態特徴(剛的特徴)と遺伝子発現特徴(軟的特徴)の解明を目指す。さらに、遺伝子発現データ単独からハブ細胞を逆推定するモデルを構築し、精神疾患においてハブ性の乱れが病態に寄与するのか検証する。

(審査結果の所見)

本研究領域は、領域代表者が開発した国際的優位性を持つ超広視野2光子顕微鏡技術をベースに、脳局所回路で機能的なニューロン集団の中心となるハブ細胞を同定し、その形態学的特徴(剛的特徴)と遺伝子発現プロファイル(軟的特徴)の両面から特性を明らかにし、さらに疾患との関連の解析を進める提案である。ハブ細胞が何かという定義がまだ十分に定まっているとは言えない現状において、ハブ細胞の解明を目指す研究は挑戦的な計画であるが、研究の進展により脳科学にブレークスルーをもたらし、システムレベル、細胞分子レベルの神経科学に大きなインパクトを与えることが期待される。また、神経科学、情報科学、分子生物学の研究者の有機的な連携により研究を進める体制が構築されており、若手研究者の育成も期待される。

なお、研究を進めるにあたっては、どのような細胞がハブ細胞と定義されるかの基盤を固めることが何よりもまず重要である。また、ハブ細胞が固定的なものではなく、行動文脈によって変化する動的なものである可能性も考慮することが望まれる。

令和2年度「学術変革領域研究（B）」新規採択研究領域
に係る研究概要・審査結果の所見

| | | | |
|-----------------|-------------------------------|-------|--------|
| 領域番号 | 20B306 | 領域略称名 | 植物生殖改変 |
| 研究領域名 | 細胞運命操作による植物生殖システムのリモデリング | | |
| 領域代表者名 (所属等) | 丸山 大輔 (横浜市立大学・木原生物学研究所・助教) | | |

(応募領域の研究概要)

植物は、1つの個体の中に2倍体と半数体の組織をもち、半数体組織の一部が増殖・分化して生殖細胞をつくる。メス側では、卵細胞と中央細胞という全く異質の2つの配偶子がつくられ、オス側では2つの精細胞がつくられる。これらが重複受精して、胚と胚乳をつくりだす。こうした植物の生殖細胞は、分化において可塑性や柔軟性をもっており、分化転換しうるフエジーな面をもつことが知られていたが、最新の研究によりその分子基盤である多くの制御因子が明らかにされてきた。本研究領域では、これらの知見を基に、全く新しい独自の配偶子解析技術を駆使し、オス配偶子(A01)とメス配偶子(A02)の分化運命の決定・転換のメカニズムを解明する。植物の体細胞からの生殖細胞の作出、逆に生殖細胞の体細胞への分化転換という細胞運命の操作に挑戦し、植物特有の生殖プロセスの原理の理解と、それによる育種・生殖技術の変革を目指す。

(審査結果の所見)

本研究領域は、重複受精という植物独自の生殖システムに焦点を当て、生殖組織における細胞の分裂や分化の仕組みを解明するとともに、得られた知見を利用して配偶子を含む生殖系列の各細胞の運命操作に挑む意欲的な提案である。植物の体細胞から生殖細胞を人為的に誘導できるようになれば、世代交代の遅い植物種も交配による品種改良の対象にできるため、将来的には育種分野への大きな波及効果が期待される。

オス配偶子とメス配偶子の双方から研究を展開するために、それぞれの組織を対象とした研究で実績があり、かつ容易に模倣できない高い技術やオリジナルのリソースを持った若手研究者によってバランス良く研究領域の組織が構成されている。研究領域内での連携が機能することで国際競争力の高い研究が期待できる。

一方で、研究計画にとって主要な研究データは更なる精査を要し、領域設定期間内に想定通りの研究展開ができるか、やや不確定な部分があることから、着実な成果を生み出すために、第三者からの評価や助言など客観的批評を受ける機会を積極的に設けるなどの工夫が望まれる。

令和2年度「学術変革領域研究（B）」新規採択研究領域
に係る研究概要・審査結果の所見

| | | | |
|-----------------|-----------------------------|-------|-----------|
| 領域番号 | 20B307 | 領域略称名 | パラメトリック翻訳 |
| 研究領域名 | 翻訳速度調節機構を基盤としたパラメトリック生物学の創成 | | |
| 領域代表者名 (所属等) | 土居 雅夫 (京都大学・薬学研究科・教授) | | |

(応募領域の研究概要)

生物はゆるやかな変化に対応する能力として「パラメトリック型」分子機構を備えている。これは0か1のON/OFF制御ではなく、連続的な反応の「velocityの変化」が担う繊細な制御であり、これまでは往々に見逃されてきた。本研究はパラメトリック生物学という新分野の中核として、現在刷新されつつある「翻訳速度の可変性」という概念に着目して翻訳パラメトリック生物学の創成を行う。物理化学から生理学まで大きな階層多様性を持つ4研究班がそれぞれ翻訳速度の定量化・可視化を実現する新規技術を開発し、相互に活用することで翻訳速度を制御する未だ謎の分子機構を多面的な視点から明らかにし、生命の柔軟な機能制御に果たす役割を解明する。

(審査結果の所見)

これまで生体制御は、On-Offの2状態転移タイプとして理解されることが多く、パラメトリックな制御については十分な研究が行われてこなかった。本領域研究は「パラメトリック生物学の創成」を目指し、それを実現する上で、「リボソームによる翻訳制御」に着目している。生物学における新しい原理の発見や、学術上の概念の見直しにつながり得る提案である。

研究能力の高い異分野の研究者で構成されており、各研究者が本提案に取り組む上で相応しい独自の研究方法や研究課題を有している。現在、翻訳制御と生命機能をひも付ける試みは世界で注目されており、細胞生物学全般への波及効果も大きい。

一方、「パラメトリックな翻訳制御」が必要とされる生命現象や、「パラメトリック制御」という概念が翻訳以外のどの生命現象に拡張され得るかについて、今後の研究過程においてより明確にすることが望まれる。

令和2年度「学術変革領域研究（B）」新規採択研究領域
に係る研究概要・審査結果の所見

| | | | |
|-----------------|------------------------------|-------|----------|
| 領域番号 | 20B308 | 領域略称名 | pH 応答生物学 |
| 研究領域名 | pH 応答生物学の創成 | | |
| 領域代表者名 (所属等) | 高橋 重成 (京都大学・白眉センター・特定准教授) | | |

(応募領域の研究概要)

生体は酸化、低酸素、pH 変化など様々なストレスにさらされている。酸化や低酸素に関しては、ストレス感知・適応機構及び生物学的意義が次第に解明されつつある（低酸素生物学：2019年ノーベル賞）。一方で、pH に関する生物学的研究は驚くほど進んでいない。本領域では「pH 応答生物学の創成」を掲げ、生理・医学と海洋生物・進化研究から得られた知見を統合的かつ横断的に理解するという独創的発想の下、pH に対する生物学的理解に変革を起こす。即ち、これまで十分に注目されてこなかった pH ストレス適応機構やシグナル因子としての pH という生物が進化上獲得した本質的機能を、がん、発生、老化、海洋生物、進化の視点から解明することで、エネルギー産生のための電気化学的駆動力や pH 変化がきたす毒性に留まっていた旧来の pH の概念を革新する。得られる成果は基礎医学の進歩のみならず、生物と環境の共生・共進化を議論するさきがけとなる。

(審査結果の所見)

本研究領域は、pH の変動がどのように細胞応答を引き起こし、どのように生物の適応が生じるかという未だに解決できていない問題に対し、遺伝子レベルから細胞生物学レベル、更には進化や地球環境の問題にまで及ぶ包括的な視点から捉えようとするスケールの大きいアプローチである。pH 応答生物学という新しい学問体系を打ち立てようとしていて、低酸素応答、酸化ストレス応答と同様のインパクトを基礎医学にもたらす可能性がある意欲的な提案である。

特に、pH ストレスに関連する転写因子等は見つかっていないため、本研究領域により新たな展開がもたらされることが期待される。環境科学や生命科学の研究者が参画し、対象とする生物はヒトと哺乳類及び海洋生物であり、また、計画研究間で共同研究が計画されており全体としてよく練られた提案となっている。地球温暖化に伴う二酸化炭素の増加による海洋の pH 変化という視点は重要であり、地球規模での幅広い生物学への波及効果が期待される。

一方で、細胞内 pH 応答の研究とサンゴ礁などの環境 pH 応答の研究は質的に異なるため、細胞内 pH と細胞外の pH がどのような関係にあるのかという問いを念頭に置き、各論に陥ることなく統一的概念理論を確立することを期待したい。

令和2年度「学術変革領域研究（B）」新規採択研究領域
に係る研究概要・審査結果の所見

| | | | |
|-----------------|------------------------------------|-------|-------|
| 領域番号 | 20B401 | 領域略称名 | 組合せ遷移 |
| 研究領域名 | 組合せ遷移の展開に向けた計算機科学・工学・数学によるアプローチの融合 | | |
| 領域代表者名 (所属等) | 伊藤 健洋 (東北大学・情報科学研究科・准教授) | | |

(応募領域の研究概要)

組合せ遷移とは、「状態空間上での遷り変り」を数理モデル化・解析する日本発祥のアルゴリズム理論である。その概念は、理論から応用まで多種多様な分野に現れるが、技術利用のハードルは高い。本研究領域では、研究でも実務でも障壁なく、組合せ遷移のアルゴリズム技術を活用するための共通基盤を構築する。計算機科学・工学・数学の三分野から集まった研究者が協働し、組合せ遷移のアルゴリズム基盤、実装技術基盤、数学基盤を構築する。そして、これらの基礎理論をもとに、組合せ遷移の汎用ソルバーを開発し、技術浸透の土台を形成する。実際に、電力の配電制御へ活用することで、より広範な産業応用へ向けたモデルケースを提示する。

(審査結果の所見)

本研究領域は、領域代表者らがこれまで提唱してきた組合せ遷移の理論と応用に焦点を絞ったもので、新規性・独自性も高く、学問分野に新たな変革や転換をもたらすことが期待できる。領域マネジメント体制も適切に組まれており、計画研究間の連携も適切に計画されている。各計画研究の研究計画も具体的・明確になされており、アルゴリズムの基礎理論とその応用の研究として、将来的にはより広い融合領域への発展も期待できる提案となっている。

一方、本研究領域では、応用分野として配電制御システムをただ一つの応用先として計画している。しかしながら当該研究を今後のより広い融合領域への発展・変革へとつなげるためには、一つにとどまらない、情報科学の枠にも収まらない広い応用が必要である。そのため、研究遂行においては、新たな応用先を更に開拓し、組合せ遷移の応用対象を大きく広げることを期待したい。

令和2年度「学術変革領域研究（B）」新規採択研究領域
に係る研究概要・審査結果の所見

| | | | |
|-----------------|---------------------------------------|-------|---------|
| 領域番号 | 20B402 | 領域略称名 | シナジー創薬学 |
| 研究領域名 | シナジー創薬学：情報・物質・生命の協奏による化合物相乗効果の統合理解と設計 | | |
| 領域代表者名 (所属等) | 山西 芳裕 (九州工業大学・大学院情報工学研究院・教授) | | |

(応募領域の研究概要)

複数の薬剤の組み合わせによる相乗効果（薬剤シナジー）を活用した化学療法が、がんや神経変性疾患など多因子疾患に対する有効な治療法として注目されている。しかしながら、薬剤シナジーの制御機構の詳細は不明である。本研究では、薬剤シナジーを体系的に研究する新しい学問領域「シナジー創薬学」を提唱し、情報科学・物質科学・生命科学の協奏によって、薬剤相乗効果の統合理解とその設計手法の構築を目指す。薬剤シナジーの制御機構を生体分子ネットワークの視点から解明し、シナジー効果を有する薬剤群をAIで探索、そしてより高いシナジー効果を生み出す新しい化合物群の構造を自在にAIで設計するための基盤技術を構築する。バイオインフォマティクス、ケモインフォマティクス、有機化学合成、薬理学のエキスパートが結集し、研究者の特性・技術を十分に生かした共同研究を行うことによって、「シナジー創薬学」という新しい研究領域を確立する。

(審査結果の所見)

本研究領域は、複数薬剤による相乗効果をバイオインフォマティクスや医療データ解析の組み合わせにより統合的に理解し、相乗効果を理論的に設計可能とする提案である。社会的にインパクトの大きな創薬というテーマに複数分野の専門家が最新手法を用いて挑んでおり、新領域の開拓が期待される。

また、多剤併用の効果はそもそも相乗的かという本質的な問いから、薬物代謝まで考慮した実用例を出せるのかという懸念は出たものの、こうした研究が今求められており、時宜を得た研究提案となっている。

一方、計画研究の連携はよく練られているものの、領域設定期間の3年間という短期間に理論設計した分子を有機合成・検証するまで到達することには懸念がある。このため、研究計画のタイムスケジュールを見直し、それに基づいた計画研究体制の再構成が必要である。