

我が国における学術研究課題の最前線

—令和2(2020)年度科学研究費助成事業・大型研究種目・新規採択課題一覧—

特別推進研究
学術変革領域研究 (A・B)
基盤研究 (S)

令和3(2021)年6月

文部科学省

独立行政法人日本学術振興会

まえがき

科学研究費助成事業（科研費）は、人文学、社会科学から自然科学までの全ての分野にわたり、基礎から応用までのあらゆる「学術研究」（研究者の自由な発想に基づく研究）を格段に発展させることを目的とする「競争的研究費」であり、ピア・レビューによる審査を経て、豊かな社会発展の基盤となる独創的・先駆的な研究に対する助成を行うものです。

科研費では、研究の目的・内容や規模に応じて研究種目を設けて、公募・審査が行われていますが、本資料は研究費の規模が大きく評価が高い研究を支援するもので、一人又は比較的少数の研究者により研究が実施される「特別推進研究」や「基盤研究（S）」、複数の研究者グループにより研究が実施される「学術変革領域研究（A・B）」について、令和2(2020)年度の新規採択研究課題等を紹介するものです。

本資料が大学等における研究活動の理解の一助となれば幸いです。

文部科学省研究振興局

(https://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/hojyo/main5_a5.htm)

独立行政法人日本学術振興会

(<https://www.jsps.go.jp/j-grantsinaid/index.html>)

目 次

(頁)

令和 2 (2020) 年度 科学研究費助成事業 特別推進研究 (新規採択課題)

1. 令和 2 (2020) 年度 科学研究費助成事業 特別推進研究 審査結果 (系別)	1
2. 令和 2 (2020) 年度 科学研究費助成事業 特別推進研究 新規課題一覧	2
3. 令和 2 (2020) 年度 科学研究費助成事業 特別推進研究 概要.....	4
【 人文社会系 】	
(1) アジアと欧米 : コミュニケーションの文化差から言語の獲得過程を探る (馬塚 れい子 : 理化学研究所・脳神経科学研究センター・チームリーダー)	4
【 理 工 系 】	
(1) 特殊ペプチド・擬天然物創薬の命題への挑戦 (菅 裕明 : 東京大学・大学院理学系研究科・教授)	5
(2) 非平衡ソフトマター・アモルファス物質の物性解明への力学的自己組織化からの挑戦 (田中 肇 : 東京大学・大学院新領域創成科学研究科・客員共同研究員)	6
(3) フェアリー化合物の科学とその応用展開 (河岸 洋和 : 静岡大学・グリーン科学技術研究所・教授)	7
(4) 分子性強等方性構造の化学構築と機能開拓 (阿波賀 邦夫 : 名古屋大学・理学研究科・教授)	8
(5) 発光シンセサイザー : 究極の発光デバイス創成を目指して (川上 養一 : 京都大学・工学研究科・教授)	9
(6) 非平衡合成による多元素ナノ合金の創製 (北川 宏 : 京都大学・理学研究科・教授)	10
(7) JSNS2 実験による J-PARC 物質生命科学研究施設ニュートリノ研究の発展と展開 (丸山 和純 : 高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・准教授)	11
(8) ミュオン異常磁気能率・電気双極子能率の超精密測定 (三部 勉 : 高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・准教授)	12
【 生 物 系 】	
(1) RNA を基盤とする合成生命システムの創成 (齊藤 博英 : 京都大学・iPS 細胞研究所・教授)	13
(2) 常在細菌叢の動作原理理解に基づく微生物製剤の開発 (本田 賢也 : 慶應義塾大学・医学部 (信濃町) ・教授)	14
(3) 細胞外足場タンパク質によるシナプス・非シナプス機能制御機構の解明 (柚崎 通介 : 慶應義塾大学・医学部 (信濃町) ・教授)	15
4. 令和 2 (2020) 年度 科学研究費助成事業 特別推進研究 審査結果の所見.....	16
(参考) 令和 2 (2020) 年度 科学研究費助成事業 特別推進研究 継続課題一覧.....	22

1. 令和2(2020)年度 科学研究費助成事業 学術変革領域研究(A) 審査結果(区分別)	25
2. 令和2(2020)年度 科学研究費助成事業 学術変革領域研究(A) 新規課領域一覧	26
3. 令和2(2020)年度 科学研究費助成事業 学術変革領域研究(A) 概要	28
【区分Ⅰ】	
(1) 生涯学の創出—超高齢社会における発達・加齢観の刷新 (月浦 崇：京都大学・人間・環境学研究科・教授)	28
(2) 土器を掘る：22世紀型考古資料学の構築と社会実装をめざした技術開発型研究 (小畑 弘己：熊本大学・大学院人文科学研究部(文)・教授)	29
(3) 中国文明起源解明の新・考古学イニシアティブ (中村 慎一：金沢大学・歴史言語文化学系・教授)	30
(4) イスラームのコネクティビティにみる信頼構築：世界の分断をのりこえる戦略知の創造 (黒木 英充：東京外国語大学・アジア・アフリカ言語文化研究所・教授)	31
【区分Ⅱ】	
(1) 動的エキシトンの学理構築と機能開拓 (今堀 博：京都大学・大学院工学研究科・教授)	32
(2) 次世代アストロケミストリー：素過程理解に基づく学理の再構築 (坂井 南美：理化学研究所・開拓研究本部・主任研究員)	33
(3) ダークマターの正体は何か？—広大なディスカバリースペースの網羅的研究 (村山 斉：東京大学・カブリ数物連携宇宙研究機構・教授)	34
(4) 高密度共役の科学：電子共役概念の変革と電子物性をつなぐ (関 修平：京都大学・大学院工学研究科・教授)	35
(5) マテリアルシンバイオシスのための生命物理化学 (山吉 麻子：長崎大学・医歯薬学総合研究科(薬学系)・教授)	36
(6) 超秩序構造が創造する物性科学 (林 好一：名古屋工業大学・大学院工学研究科・教授)	37
(7) 散乱・揺らぎ場の包括的理解と透視の科学 (的場 修：神戸大学・先端融合研究環・教授)	38
【区分Ⅲ】	
(1) グリアデコーディング：脳-身体連関を規定するグリア情報の読み出しと理解 (岡部 繁男：東京大学・大学院医学系研究科・教授)	39
(2) 不均一環境変動に対する植物のレジリエンスを支える多層的情報統御の分子機構 (松下 智直：京都大学・大学院理学研究科・教授)	40
(3) 脳の若返りによる生涯可塑性誘導—iPlasticity—臨界期機構の解明と操作 (狩野 方伸：東京大学・大学院医学系研究科・教授)	41
(4) マルチファセット・プロテインズ：拡大し変容するタンパク質の世界 (田口 英樹：東京工業大学・科学技術創成研究院・教授)	42
(5) DNAの物性から理解するゲノムモダリティ (西山 朋子：名古屋大学・大学院理学研究科・准教授)	43
(6) 素材によって変わる、『体』の建築工法 (井上 康博：京都大学・大学院工学研究科・教授)	44

【 区 分 IV 】

(1) 実世界の奥深い質感情報の分析と生成 (西田 真也：京都大学・大学院情報学研究科・教授)	45
(2) 社会変革の源泉となる革新的アルゴリズム基盤の創出と体系化 (湊 真一：京都大学・大学院情報学研究科・教授)	46
(3) 分子サイバネティクス —化学の力によるミニマル人工脳の構築 (村田 智：東北大学・工学研究科・教授)	47
4. 令和2(2020)年度 科学研究費助成事業 学術変革領域研究(A) 審査結果の所見	48

令和2(2020)年度 科学研究費助成事業 学術変革領域研究(B) (新規採択領域)

1. 令和2(2020)年度 科学研究費助成事業 学術変革領域研究(B) 審査結果(区分別)	59
2. 令和2(2020)年度 科学研究費助成事業 学術変革領域研究(B) 新規領域一覧	60
3. 令和2(2020)年度 科学研究費助成事業 学術変革領域研究(B) 概要	62

【 区 分 I 】

(1) 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 (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) ..	62
(2) 心脳限界のメカニズム解明とその突破 (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) ..	63
(3) 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 (大貫 俊夫：東京都立大学・人文科学研究科・准教授)	64

【 区 分 II 】

(1) 機能性ラマンプローブによる革新的多重イメージング (神谷 真子：東京大学・大学院医学系研究科・准教授)	65
(2) DNA 気候学への挑戦 (三浦 裕亮：東京大学・大学院理学系研究科・准教授)	66
(3) 高分子材料と高分子鎖の精密分解科学 (沼田 圭司：京都大学・大学院工学研究科・教授)	67
(4) 重水素学：重水素が示す特性の理解と活用 (中 寛史：京都大学・大学院薬学研究科・准教授)	68
(5) 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 (杉本 昌弘：東京医科大学・医学総合研究所・教授)	69
(6) 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 (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)	70
(7) 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 (大西 領：東京工業大学・学術国際情報センター・准教授)	71

【 区 分 III 】

- (1) 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
(井上 圭一：東京大学・物性研究所・准教授) 72
- (2) 霊長類発生学研究の基盤構築
(中村 友紀：京都大学・白眉センター・特定准教授) 73
- (3) 冬眠生物学～哺乳類の低代謝・低体温による生存戦略
(山口 良文：北海道大学・低温科学研究所・教授) 74
- (4) 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
(山本 雅裕：大阪大学・微生物病研究所・教授) 75
- (5) クラスタ/ハブダイナミズムの決定剛軟因子
(村山 正宜：国立研究開発法人理化学研究所・脳科学総合研究センター・チームリーダー) . 76
- (6) 細胞運命操作による植物生殖システムのリモデリング
(丸山 大輔：横浜市立大学・木原生物学研究所・助教) 77
- (7) 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
(土居 雅夫：京都大学・大学院薬学研究科・教授) 78
- (8) pH 応答生物学の創成
(高橋 重成：京都大学・白眉センター・特定准教授) 79

【 区 分 IV 】

- (1) 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
(伊藤 健洋：東北大学・大学院情報科学研究科・教授) 80
- (2) 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
(山西 芳裕：九州工業大学・大学院情報工学研究院・教授) 81

4. 令和 2 (2020) 年度 科学研究費助成事業 学術変革領域研究 (B) 審査結果の所見 82

令和 2 (2020) 年度 科学研究費助成事業 新学術領域研究 (研究領域提案型) (継続領域)

- ・ 令和 2 (2020) 年度 科学研究費助成事業 新学術領域研究 (研究領域提案型) 継続領域一覧 93

1. 令和2(2020)年度 科学研究費助成事業 基盤研究(S) 審査結果	99
2. 令和2(2020)年度 科学研究費助成事業 基盤研究(S) 新規課題一覧	100
3. 令和2(2020)年度 科学研究費助成事業 基盤研究(S) 概要	106
【大区分A】	
(1) 人口減少下の初等中等教育:政府個票と自治体行政データを活用した補完的実証分析 (田中 隆一:東京大学・社会科学研究所・教授)	106
(2) 非流暢な発話パターンに関する学際的・実証的研究 (定延 利之:京都大学・大学院文学研究科・教授)	107
(3) 経済停滞と格差拡大:世界経済の危機と統一マクロ理論の構築 (小野 善康:大阪大学・社会経済研究所・特任教授)	108
(4) 行動経済学の政策応用—医療、防災、防犯、労働、教育— (大竹 文雄:大阪大学・大学院経済学研究科・教授)	109
(5) 包括的な金融・財政政策のリスクマネジメント:金融危機から国際関係・災害リスクまで (上東 貴志:神戸大学・計算社会科学センター・教授)	110
(6) 王陵級巨大古墳の構造分析に関する文理融合型総合研究 (清家 章:岡山大学・大学院社会文化科学研究科・教授)	111
【大区分B】	
(1) 陽子半径パズルの解明を目指した極限的低エネルギーでの電子・陽子弾性散乱 (須田 利美:東北大学・電子光物理学研究センター・教授)	112
(2) 三核子系散乱による核子間三体力の完成 (関口 仁子:東北大学・大学院理学研究科・准教授)	113
(3) 大型偏極ターゲットを用いた核子スピンのクォーク構造の解明 (岩田 高広:山形大学・理学部・教授)	114
(4) LHC 超前方光子測定によるグルーオン飽和とQGP生成起源 (中條 達也:筑波大学・数理解物質系・講師)	115
(5) 重力波宇宙物理学の包括的研究 (横山 順一:東京大学・大学院理学系研究科・教授)	116
(6) 最高エネルギーガンマ線天文学の新展開 (瀧田 正人:東京大学・宇宙線研究所・教授)	117
(7) 動的再構成可能なトポロジカルナノフォトニクスの研究 (納富 雅也:東京工業大学・理学院・教授)	118
(8) 真空紫外高分解能レーザー分光学の基盤の構築と反水素レーザー冷却への展開 (桂川 眞幸:電気通信大学・大学院情報理工学研究科・教授)	119
(9) 過去1万年間の太陽活動 (三宅 美沙:名古屋大学・宇宙地球環境研究所・准教授)	120
(10) 水素化物の室温超伝導化とデバイス化の研究 (清水 克哉:大阪大学・大学院基礎工学研究科・教授)	121
(11) 重水素分子で探る星形成の極初期 (立松 健一:国立天文台・野辺山宇宙電波観測所・教授)	122
(12) 電磁トラップを利用したミュオン粒子の質量と磁気モーメントの精密測定と新物理探索 (下村 浩一郎:高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所・教授)	123

(13) 高輝度陽子ビームによる原子核中での明確な中間子質量変化の実験的確立 (小沢 恭一郎：高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・准教授)	124
(14) 中性子過剰核の変形から探る爆発的重元素合成 (西村 俊二：理化学研究所・仁科加速器科学研究センター・先任研究員)	125

【 大区分C 】

(1) 無欠陥ナノ周期構造によるフォノン場制御を用いた高移動度半導体素子 (寒川 誠二：東北大学・流体科学研究所・教授)	126
(2) 強磁性半導体ルネサンスによる新しいスピン機能材料とデバイスの創出 (田中 雅明：東京大学・大学院工学系研究科・教授)	127
(3) 医工学利用に向けた超高感度電子鼻 (田畑 仁：東京大学・大学院工学系研究科・教授)	128
(4) 磁性ナノ粒子のダイナミクス解明が拓く革新的診断治療技術 (竹村 泰司：横浜国立大学・大学院工学研究院・教授)	129
(5) Anomalous 電子によるリライタブル材料強度のナノ力学 (平方 寛之：京都大学・大学院工学研究科・教授)	130
(6) 観測ロケットを用いた極超音速フライトテストベッドの構築と機体推進統合制御の実証 (佐藤 哲也：早稲田大学・理工学術院・教授)	131
(7) 強磁性トンネル接合素子の人工知能応用 (久保田 均：産業技術総合研究所・エレクトロニクス・製造領域・総括研究主幹)	132
(8) 宇宙機用次世代ホールスラスト技術の検証と超高速プラズマジェット生成機構の解明 (船木 一幸：宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所・教授)	133

【 大区分D 】

(1) 非平衡過程の実空間観察手法の転換：TEMによる溶液からの核生成過程の解明 (木村 勇氣：北海道大学・低温科学研究所・准教授)	134
(2) 地球環境変動・資源生成の真に革新的な統合理論の創成 (加藤 泰浩：東京大学・大学院工学系研究科・教授)	135
(3) 原子スケール局所磁場直接観察手法の開発と磁性材料界面研究への応用 (柴田 直哉：東京大学・大学院工学系研究科・教授)	136
(4) 単一分子トランジスタのテラヘルツダイナミクスと量子情報処理技術への展開 (平川 一彦：東京大学・生産技術研究所・教授)	137
(5) ダイヤモンド量子ストレージにおける万能量子メディア変換技術の研究 (小坂 英男：横浜国立大学・大学院工学研究院・教授)	138
(6) 位相制御近接場によるハイブリッド極限時空間分光の開拓 (武田 淳：横浜国立大学・大学院工学研究院・教授)	139
(7) 超濃厚電解液の解析・設計構築とその革新的電析技術への応用 (邑瀬 邦明：京都大学・大学院工学研究科・教授)	140
(8) 原子層人工ヘテロ構造におけるバレースピン量子光学の開拓と応用 (松田 一成：京都大学・エネルギー理工学研究所・教授)	141
(9) フェリ磁性スピントロニクスの学理構築とデバイス展開 (小野 輝男：京都大学・化学研究所・教授)	142
(10) 情報熱力学的スピントロニクスの創成 (鈴木 義茂：大阪大学・大学院基礎工学研究科・教授)	143

(11) ポジトロン断層法の物理限界を克服する全ガンマ線イメージング法の開発 (山谷 泰賀：量子科学技術研究開発機構・放射線医学総合研究所・グループリーダー)	144
(12) 完全構造カーボンナノチューブの創製と応用 (片浦 弘道：産業技術総合研究所・材料・化学領域・招聘研究員)	145
(13) ニューロフォトニクス創成による脳機能の創発原理の探究 (根本 知己：自然科学研究機構・生命創成探究センター・教授)	146
(14) 極限単一アト秒パルス分光法で拓くペタヘルツスケール光物性 (小栗 克弥：N T T物性科学基礎研究所・量子光物性研究部・主幹研究員)	147

【 大区分 E 】

(1) 超触媒を利用した窒素分子からの革新的分子変換反応の開発 (西林 仁昭：東京大学・大学院工学系研究科・教授)	148
(2) ポストナノカーボン科学：ナノ π 空間の精密構造科学 (磯部 寛之：東京大学・大学院理学系研究科・教授)	149
(3) 孤立分子・孤立軌道の特異性に基づく蓄電材料機能の革新 (山田 淳夫：東京大学・大学院工学系研究科・教授)	150
(4) 動的不斉転写に基づく高度な不斉増幅を可能にする動的キラル高分子触媒の開発 (杉野目 道紀：京都大学・大学院工学研究科・教授)	151
(5) 合成糖鎖と糖鎖再構築モデルによる糖鎖機能の解析と免疫制御 (深瀬 浩一：大阪大学・大学院理学研究科・教授)	152
(6) 光エネルギーの高度活用に向けた分子システム化技術の開発 (君塚 信夫：九州大学・大学院工学研究院・教授)	153
(7) キラル分子を光学活性体として得る革新的手法 DYASIN の開発 (友岡 克彦：九州大学・先導物質化学研究所・教授)	154

【 大区分 F 】

(1) 食物アレルギーにおける腸管内脂質代謝異常の統合的解析と分子基盤の解明 (村田 幸久：東京大学・大学院農学生命科学研究科・准教授)	155
(2) 水田土壌の窒素供給力を支える鉄還元菌窒素固定の学術的基盤解明と低窒素農業への応用 (妹尾 啓史：東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授)	156
(3) 植物ミトコンドリアゲノム育種の基盤創出 (堤 伸浩：東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授)	157
(4) イネ NLR 抵抗性遺伝子の機能と進化の解明 (寺内 良平：京都大学・大学院農学研究科・教授)	158
(5) ゲノム免疫：内在性ウイルスの抗ウイルス活性の動作原理解明と機能資源としての確保 (朝長 啓造：京都大学・ウイルス・再生医科学研究所・教授)	159
(6) 食機能実行分子とその機能的相互作用の統合的理解 (立花 宏文：九州大学・大学院農学研究院・教授)	160

【 大区分 G 】

(1) ストリゴラクトンを介した植物の環境情報と成長を統御するシステムの原型と進化 (経塚 淳子：東北大学・大学院生命科学研究科・教授)	161
(2) 大脳スパイン形態可塑性からシナプスメカノバイオロジーの建設と光操作 (河西 春郎：東京大学・大学院医学系研究科・教授)	162

(3) コヒーシンのエンハンソーム制御：転写伸長反応制御の統合的理解に向けて (白髭 克彦：東京大学・定量生命科学研究所・教授)	163
(4) 気孔開度調節のシグナル伝達の解明と植物の成長制御 (木下 俊則：名古屋大学・トランスフォーマティブ生命分子研究所・教授)	164
(5) 脳皮質の構築機構の解明 (仲嶋 一範：慶應義塾大学・医学部・教授)	165
(6) ミトコンドリアの生合成と機能維持を担うタンパク質交通システムの分子基盤 (遠藤 斗志也：京都産業大学・生命科学部・教授)	166
(7) 転写と中核的な生命機能を結びつける高次複合体の構造基盤 (関根 俊一：理化学研究所・生命機能科学研究センター・チームリーダー)	167
【 大区分 H 】	
(1) 脂質代謝酵素 PLA2 ファミリーを基軸とした脂質による生命応答制御の統合的理解 (村上 誠：東京大学・大学院医学系研究科・教授)	168
(2) ヘルペスウイルスの増殖・病態発現に関する統合的分子基盤 (川口 寧：東京大学・医科学研究所・教授)	169
(3) Regnase-1 を介した mRNA 管理機構の包括的理解 (審良 静男：大阪大学・免疫学フロンティア研究センター・特任教授)	170
【 大区分 I 】	
(1) 臓器間ネットワークによる糖代謝恒常性維持機構の解明と糖尿病治療戦略の開発 (片桐 秀樹：東北大学・大学院医学系研究科・教授)	171
(2) 造血幹細胞体外増幅系を用いた幹細胞性・加齢・発癌機構の解析 (中内 啓光：東京大学・医科学研究所・特任教授)	172
(3) 関節組織を繋ぐ要：腱・靭帯ホメオスタシスの分子メカニズムの解明 (浅原 弘嗣：東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・教授)	173
(4) 皮膚における多様な免疫応答の誘導機序と他臓器との免疫学的連関の解明 (梶島 健治：京都大学・大学院医学研究科・教授)	174
(5) 腫瘍血管によるがんの悪性変化の解明とその制御 (高倉 伸幸：大阪大学・微生物病研究所・教授)	175
(6) 白血病難治性の分子機構解明と新規治療法の開発 (前田 高宏：九州大学・大学院医学研究院・教授)	176
(7) 新生児脳におけるニューロン新生とその病態：先端分析技術による統合的理解 (澤本 和延：名古屋市立大学・大学院医学研究科・教授)	177
【 大区分 J 】	
(1) プログラム可能な動的微粒子群「オートマター」の創成と展開 (野村 慎一郎：東北大学・大学院工学研究科・准教授)	178
(2) 多重反射による空中ディスプレイの薄型化と水中 CAVE への応用～魚に映像を見せる～ (山本 裕紹：宇都宮大学・工学部・教授)	179
(3) AI 時代を見据えたプログラム検証技術 (小林 直樹：東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授)	180
(4) 超高速ビジョン・トラッキング技術を用いた次世代情報環境システムの創生 (石川 正俊：東京大学・情報基盤センター・特任教授)	181

(5) 心的イメージの脳情報表現の可視化	
(神谷 之康：京都大学・大学院情報学研究科・教授)	182
(6) 次世代ソフトウェアエコシステムのための基盤・展開技術	
(松本 健一：奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・教授)	183
【 大区分K 】	
(1) 海氷が導く熱・塩・物質のグローバル輸送	
(大島 慶一郎：北海道大学・低温科学研究所・教授)	184
(2) 環境インパクト低減に向けたハロゲン制御技術の体系化	
(吉岡 敏明：東北大学・大学院環境科学研究科・教授)	185
4. 令和2(2020)年度 科学研究費助成事業 基盤研究(S) 審査結果の所見	186
(参考) 令和2(2020)年度 科学研究費助成事業 基盤研究(S) 継続課題一覧	216
【 参考資料 】	
・ 科学研究費助成事業の概要(令和2(2020)年度)	237

特別推進研究

1. 令和 2 (2020) 年度 審査結果 (系別) . . .	1
2. 令和 2 (2020) 年度 新規課題一覧 . . .	2
3. 令和 2 (2020) 年度 概要	4
【人文社会系】	4
【理工系】	5
【生物系】	13
4. 令和 2 (2020) 年度 審査結果の所見 . . .	16
5. 令和 2 (2020) 年度 継続課題一覧	22

□ 令和2(2020)年度 科学研究費助成事業 特別推進研究 審査結果(系別)

特別推進研究の目的・内容 (令和2(2020)年度科学研究費助成事業－科研費－公募要領抜粋)

- (1) 対 象 新しい学術を切り拓く真に優れた独自性のある研究であって、格段に優れた研究成果が期待される一人又は比較的少人数の研究者で組織する研究計画
- (2) 応募総額 2億円以上 5億円まで
1研究課題の応募金額の総額は、5億円程度までを上限の目安としますが、真に必要な場合には、それを超える応募も可能です。
- ※ 応募金額の総額が5億円を超える研究計画の取扱い
必要とする理由を研究計画調書の該当欄に詳細に記入を求め、その必要性について、審査を行います。
- (3) 研究期間 3～5年間
※ 真に必要な場合は、最長7年間までの研究期間で応募可能です。
- (4) 採択予定課題数 10件程度

【新規】

	研究課題数			研究経費の配分額 (令和2(2020)年度) 千円	1課題当たりの配分額 (令和2(2020)年度)	
	応募 件	採択 件	採択率 %		平均 千円	最高 千円
人文社会系	9	1	11.1	77,300	77,300	77,300
理工系	75	8	10.7	840,600	105,075	151,900
生物系	21	3	14.3	254,900	84,967	146,500
合計	105	12	11.4	1,172,800	97,733	151,900

【新規+継続】

	研究課題数 件	研究経費の配分額 (令和2(2020)年度) 千円	1課題当たりの配分額 (令和2(2020)年度)	
			平均 千円	最高 千円
人文社会系	4	270,000	67,500	77,300
理工系	41	3,457,900	84,339	208,500
生物系	16	1,224,400	76,525	146,500
合計	61	4,952,300	81,185	208,500

※ 配分額は直接経費のみ

令和2(2020)年度 科学研究費助成事業 特別推進研究 新規課題一覧

(1) 人文社会系(1課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)		研究課題名	研究期間	R2年度 配分額
					研究期間内の 配分(予定)額
20H05617	まづか れいこ 馬塚 れい子 00392126	理化学研究所・脳神経科学研究センター・チームリーダー	アジアと欧米:コミュニケーションの文化差から言語の獲得過程を探る	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	77,300
					471,100

(2) 理工系(8課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)		研究課題名	研究期間	R2年度 配分額
					研究期間内の 配分(予定)額
20H05618	すが ひろあき 菅 裕明 00361668	東京大学・大学院理学系研究科(理学部)・教授	特殊ペプチド・擬天然物創薬の命題への挑戦	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	85,800
					485,800
20H05619	たなか はじめ 田中 肇 60159019	東京大学・大学院新領域創成科学研究科・客員共同研究員	非平衡ソフトマター・アモルファス物質の物性解明への力学的自己組織化からの挑戦	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	103,000
					373,900
20H05620	かわざし ひろかず 河岸 洋和 70183283	静岡大学・グリーン科学技術研究所・教授	フェアリー化合物の科学とその応用展開	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	151,900
					474,500
20H05621	あわが くにお 阿波賀 邦夫 10202772	名古屋大学・理学研究科・教授	分子性強等方性構造の化学構築と機能開拓	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	141,500
					426,500
20H05622	かわかみ よういち 川上 養一 30214604	京都大学・工学研究科・教授	発光シンセサイザー:究極の発光デバイス創成を目指して	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	111,500
					431,500
20H05623	きたがわ ひろし 北川 宏 90234244	京都大学・理学研究科・教授	非平衡合成による多元素ナノ合金の創製	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	82,600
					486,100
20H05624	まるやま たかすみ 丸山 和純 80375401	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・准教授	JSNS2実験によるJ-PARC物質生命科学研究施設ニュートリノ研究の発展と展開	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	102,800
					474,500
20H05625	みべ つとむ 三部 勉 80536938	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・准教授	ミュオン異常磁気能率・電気双極子能率の超精密測定	令和2(2020)～ 令和7(2025)年度	61,500
					489,400

(3) 生物系(3課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)		研究課題名	研究期間	R2年度 配分額
					研究期間内の 配分(予定)額
20H05626	さいとう ひろひで 齊藤 博英 20423014	京都大学・iPS細胞研究所・教授	RNAを基盤とする合成生命システムの創成	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	65,500
					289,100
20H05627	ほんだ けんや 本田 賢也 60334231	慶應義塾大学・医学部(信濃町)・教授	常在細菌叢の動作原理理解に基づく微生物製剤の開発	令和2(2020)～ 令和7(2025)年度	42,900
					492,900
20H05628	ゆざき みちすけ 柚崎 通介 40365226	慶應義塾大学・医学部(信濃町)・教授	細胞外足場タンパク質によるシナプス・非シナプス機能制御機構の解明	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	146,500
					463,200



研究課題名 アジアと欧米：コミュニケーションの文化差から言語の獲得過程を探る

理化学研究所・脳神経科学研究センター・チームリーダー

まづか れいこ
馬塚 れい子

研究課題番号： 20H05617 研究者番号：00392126

キーワード： 乳幼児音声発達、多言語比較、コミュニケーション文化差

【研究の背景・目的】

近年の研究から、欧米言語、主に英語を学ぶ乳幼児に比べて、日本語を学ぶ乳児の音韻発達が遅い場合が多いことがわかってきた。日本語が例外なのかを調べるため、韓国、タイ、香港の研究者と共同で日本語を含む4カ国語で音素弁別の発達を調べる実験を実施した。その結果、日本語が例外なのではなく、アジアの他の言語でも音韻発達実験の結果は、欧米言語より2ヶ月程度が遅いことがわかった。更に、日本語や韓国語では、語彙の発達も英語と比較して同程度2ヶ月程度遅いこともわかってきた。

地域	言語	主節	従属節	形容詞	リズム	単語韻律
東アジア	日本語	SOV	後置	形名	モーラ	ピッチアクセント
	韓国語	SOV	後置	形名	音節?	無し
東南アジア	中国語	SVO	後置	形名	音節?	4トーン
	タイ語	SVO	前置	名形	音節?	5トーン
北米	英語	SVO	前置	形名	強勢拍	強勢拍
欧州	フランス語	SVO	前置	名形	音節	無し

表1のように日本語、韓国語、タイ語、中国語は統語の特性や音韻特性も様々で、欧米言語との違いを言語特性のみから導出するのは困難である。本研究では、なぜこのような相違が生ずるのかの解明を目的とする。そこで、その文化差によって音韻や語彙の発達の違いをもたらすと仮定し、それを実験的に検証していく。

【研究の方法】

本研究では、母子のコミュニケーションスタイルに文化差が存在することに注目し「欧米乳児の語彙発達が語彙発達に親和性の高い母子コミュニケーションによって促進され、それが音韻の発達にも影響する」という仮説を立て実験的に検証していく。初期の語彙発達には「共同注意」等の社会的要因が重要だが、欧米とアジアの母子コミュニケーションには文化差が存在する。特に欧米型は共同注意を物に向けて物の名前を学ぶ機会が多い、語彙発達に親和的なスタイルである。これが欧米乳児の語彙発達を促進すると仮定する。

表1に示す、欧米2言語（英語、フランス語）とアジア4言語（日本語、韓国語、タイ語、北京語）を学ぶ乳児を対象にし、母語や外国語の弁別、単語の切り出し課題等の音韻発達、共同注意や（図1）など随伴

性など、語彙発達に関与すると想定される課題を実施する。また、母親のコミュニケーションスタイルを観察するために画面上の場面を子供に説明する発話、ものの名前を幼児に教える際の対乳児発話等を録音、解析する。乳児が2歳に達した時点で語彙数を測定してどの要素が2歳時点の語彙数を予測する有効な尺度となるか、その相関に文化差や言語差があるかを吟味し、仮説の妥当性を検証する。



研究はカナダの Simon Fraser 大学、フランスの CNRS、タイの Tammasat 大学、韓国の中央大学、シンガポールの国立シンガポール大学と日本の理研、東京大学、大阪大学、国立国語研究所等の国際共同研究チームで実施する。

【期待される成果と意義】

従来欧米言語を学ぶ乳児の研究を基本に発展してきた言語発達の研究に、アジア言語からの知見を加えることでより妥当性の高い言語発達過程の理解につながる。また、乳幼児の言語発達に母子コミュニケーションスタイルが寄与することが明らかにすることで、乳幼児の言語や社会性の発達をより適切にサポートする保育や教育の改善にもつながる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Tsuji, S., Mazuka, R., Cristia, A., (2020). Communicative cues in absence of a human interaction partner enhance 12-month-old infants' word learning. *Journal of Experimental Child Psychology*.
- ・ Shin, M., Choi, Y., & Mazuka, R. (2018). Development of fricative sound perception in Korean infants: The role of language experience and infants' initial sensitivity. *PLoS One*, e0199045.

【研究期間と研究経費】

令和2年度－6年度 471,100千円

【ホームページ等】

<https://lang-dev-lab.brain.riken.jp>

研究課題名 特殊ペプチド・擬天然物創薬の命題への挑戦



東京大学・大学院理学系研究科・教授

すが ひろあき
菅 裕明

研究課題番号： 20H05618 研究者番号：00361668

キーワード： 特殊ペプチド、擬天然物、中分子、創薬、薬剤探索

【研究の背景・目的】

製薬業界で用いられる「Lipinski rule of 5」は、長きにわたり人類が発見、開発してきた経口性有機小分子の化学構造から導き出された「統計的」経験則である。一方、シクロスポリン A に代表される天然物由来の薬剤は、この上記則が当てはまらない分子でありながら経口剤として開発できた。しかし、天然物は主に抗菌性・細胞毒性をもつ化合物として微生物で産生分泌される物質であり、細胞内ヒト標的タンパク質に高い特異性と結合力をもった化合物として発見できるか否かは偶然に依存せざるを得ない。一方で、申請者が開発した RaPID システムを用いれば、標的タンパク質に高い生理活性と特異性をもった特殊ペプチドを高確率で発見できる。しかし、有機小分子薬剤や天然物のように膜透過性をもつ特殊ペプチドを獲得することは偶然に依存せざるを得なかった。

本特別推進研究計画では、このジレンマを解決すること研究の最大の目標に定める。すなわち、細胞膜透過性を向上させるべく新技術による次世代型特殊ペプチド・擬天然物ライブラリーの構築と細胞内標的タンパク質に対する迅速な活性種探索を行うと同時に、それらの細胞膜透過性、小腸吸収性に対する検討と活性種の統計的・理論的な解析を進める。最終的には「中分子の膜透過性経験則」を導き出し、中分子創薬に新たなパラダイムシフトを起こす。

【研究の方法】

本特別推進研究計画では、これまで申請者が研究室を主宰してきた約 20 年にわたる「特殊ペプチド創薬」研究に区切りを付けるべく、やり残された挑戦的な研究に絞り目標を定め、それらを集大成させる。具体的には、下記の 4 つの研究方法で推進する。

- (1) 細胞膜透過を有する特殊ペプチドの構造膜透過性相関検討による探索基盤の確立
- (2) β 体、 γ 体アミノ酸含有特殊ペプチドライブラリーの翻訳合成と生理活性種探索
- (3) 翻訳後酵素修飾された擬天然物ライブラリーの創製と生理活性種探索
- (4) 特殊ペプチドおよび擬天然物の細胞膜透過性と腸間膜透過性の研究

【期待される成果と意義】

本研究計画では、これまで申請者の研究室で培ってきた遺伝暗号リプログラミングの技術を駆使し、つい最近まで翻訳導入が難しかった β アミノ酸、 γ

アミノ酸を含む特殊ペプチドライブラリーを合成し、RaPID システムで標的タンパク質に強力に結合する特殊ペプチド活性種を迅速探索する新たな挑戦を計画している。また、修飾後酵素により作製した擬天然物ライブラリーを用いて活性種を発見する新たな試みも提案している。これらのライブラリーはこれまでの特殊ペプチドライブラリーよりも高い確率で膜透過性物質を発見できる可能性があり、本計画では発見された化合物の構造活性相関解析から膜透過性の特徴を抽出して、ライブラリーデザインにフィードバックし、さらに膜透過性の優れた分子を発見していく計画である。したがって、ここで得られる研究の成果は、これからの中分子医薬品開発における研究プラットフォームになり、アカデミアはもちろんのこと産業界にも大きなインパクトを与える研究となる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Ribosomal synthesis and de novo discovery of bioactive foldamer peptides containing cyclic β -amino acids; T. Katoh; T. Sengoku; K. Hirata; K. Ogata; H. Suga* **Nature Chemistry**, (2020) DOI: 10.1038/s41557-020-0525-1
- Promiscuous enzymes cooperate at the substrate level en route to lactazole A; A.A. Vinogradov; M. Shimomura; N. Kano; Y. Goto; H. Onaka, H. Suga* **Journal of the American Chemical Society**, in press (2020) DOI: 10.1021/jacs.0c05541
- Introduction to Thiopeptides: Biological Activity, Biosynthesis, and Strategies for Functional Reprogramming; A.A. Vinogradov; H. Suga* **Cell Chemical Biology**, Accepted article (2020) DOI: 10.1016/j.chembiol.2020.07.003
- Ribosomal Elongation of Cyclic γ -Amino Acids using a Reprogrammed Genetic Code; T. Katoh; H. Suga* **Journal of American Chemical Society**, 142, 4965-4969 (2020) DOI: 10.1021/jacs.9b12280

【研究期間と研究経費】

令和 2 年度－6 年度 485,800 千円

【ホームページ等】

<http://www.chem.s.u-tokyo.ac.jp/users/bioorg/index.html>
hsuga@chem.s.u-tokyo.ac.jp

【特別推進研究】

理工系



研究課題名 非平衡ソフトマター・アモルファス物質の物性解明への 力学的自己組織化からの挑戦

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・客員共同研究員

たなか はじめ
田中 肇

研究課題番号： 20H05619 研究者番号：60159019

キーワード： ソフトマター、アモルファス物質、力学的自己組織化

【研究の背景・目的】

ソフトマター、アモルファス物質に代表される周期構造を持たない物質は、結晶とは大きく異なる特異な力学的性質（弾性、降伏・破壊挙動、成型加工性）、熱的性質（比熱、熱伝導特性）を持ち、様々な分野で人類に大きく貢献してきた。これまでの不規則系の構造の研究は、粒子の重心配置構造を軸に行われてきたが、いまだにその構造的特徴は未解明であり、混沌とした状態が続いている。そのため、構造・物性相関の基礎的理解は、結晶に比べ大きく遅れている。我々は、この問題の解決の鍵は、「一見動きがなく固体的に見える構造においても、非平衡状態においては、運動量保存則が系の状態の決定に深く関わっている」点にあると確信するに至った。そこで、従来のアプローチを大きく転換し、「系全体にパーコレートした力学的ネットワークの自己組織化」という全く新しい運動学的視点から、熱力学的・運動学的アプローチを融合することで、ガラスやゲルに代表される非平衡な固体状態にある物質の構造的特徴、さらには、これらの物質が示す普遍的かつ特異な力学的・熱的物性発現の物理的機構の解明に挑戦する。

【研究の方法】

(1) **ソフトマターの力学的自己組織化**：コロイド分散系の相分離ならびにゲル化について、3次元共焦点顕微鏡による一粒子分解能観察と、流体効果を取り入れたシミュレーションとの直接比較を行うことにより、ソフトマターの力学的自己組織化の背後にある普遍的な物理的原理の解明を目指す。

(2) **力学的トポロジーと流動・破壊**：流動下でコロイド・粉体粒子が形成する力鎖のネットワークのトポロジーと流れの関係に着目して、コロイド分散系の非線形レオロジー（シア・シニング、シックニング現象）に、従来と異なる新たな視点から迫る。

(3) **相互作用ネットワークトポロジーに基づくアモルファス物質の物性解明**：結晶は熱力学的にも力学的にも平衡状態にあり、その固体性は構造のもつ周期性によって維持されている。一方、ガラスは熱力学的には非平衡状態にあり、構造に周期性はない。したがって、非晶質固体の構造の固さの起源となる自己組織化の原理が何であるのかは、謎に包まれてきた。我々は、アモルファス物質の固体化は、構造の力学的自己組織化の帰結であるという考え方の下に、アモルファス物質の示す特異な物性の解明を目指す。具体的には、非晶質固体中の空間的な力学的ネットワークの特性を、実験・シミュレーションにより明らか

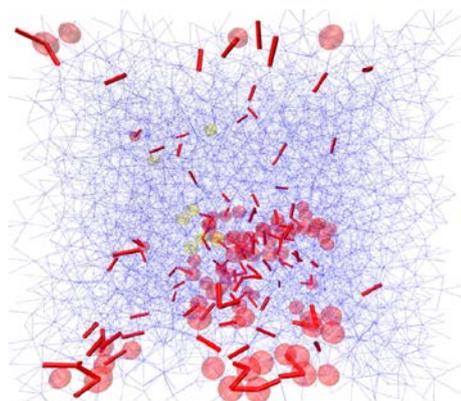


図 力学的ネットワークと不安定化時の粒子運動

にすることで、アモルファス物質特有の弾性発現の機構、破壊機構、さらには、低温における熱伝導や比熱の異常などの長年の未解明問題に挑戦する。

【期待される成果と意義】

非周期構造を持つ材料の最大の特徴は、その特異な力学物性（変形・破壊特性を含む）にある。我々は、力の伝達経路のトポロジーこそが、その物性を支配する最大の構造的因子であると考えている。そこで、これまで考えられてこなかった非周期構造材料の構造化における熱力学的因子と運動学的力学因子の協奏という観点から、構造・物性相関の解明を目指す。これにより、非周期構造材料にまつわる長年の未解明問題の物理的理解の深化がはかれるとともに、不規則構造を持つ高機能材料の開発に新しい潮流をもたらすことができると期待している。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ T Yanagishima, J Russo, H Tanaka, Common mechanism of thermodynamic and mechanical origin for ageing and crystallization of glasses, *Nature Communications* **8**, 15954 (2017).
- ・ H Tsurusawa, M Leocmach, J Russo, H Tanaka, Direct link between mechanical stability in gels and percolation of isostatic particles, *Science Advances* **5**, eaav6090 (2019).

【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 373,900千円

【ホームページ等】

<http://tanakalab.iis.u-tokyo.ac.jp>
tanaka@iis.u-tokyo.ac.jp

【特別推進研究】

理工系



研究課題名 フェアリー化合物の科学とその応用展開

静岡大学・グリーン科学技術研究所・教授

かわぎし ひろかず

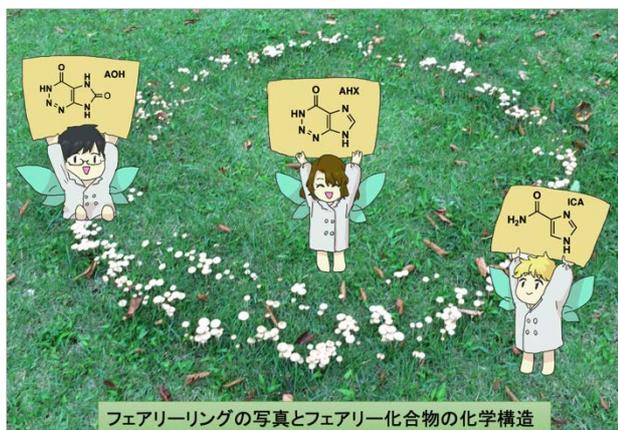
河岸 洋和

研究課題番号： 20H05620 研究者番号：70183283

キーワード： フェアリーリング, フェアリー化合物, 植物ホルモン, キノコ, 天然物化学

【研究の背景・目的】

芝が輪状に周囲より繁茂あるいは生育抑制され、後にキノコが発生する現象を「フェアリーリング(妖精の輪)」という。研究代表者らは、この現象を惹起する2つの物質、2-azahypoxanthine (AHX) とimidazole-4-carboxamide (ICA) をフェアリーリングを引き起こすキノコから得、AHXの植物中での代謝産物2-aza-8-oxohypoxanthine (AOH) をイネから発見した。その後、これらの物質群は植物に普遍的に内生していることがわかり、圃場試験においては農作物の収量を大幅に増加させた。これら3種の化合物(フェアリー化合物、fairy chemicals と総称、FCs と略称)はプリン代謝経路上で生合成されることが明らかになっている。本研究では、この生合成・代謝経路の全容を解明し、あらゆる植物そして菌類に共通な新しいプリン代謝経路を明らかにする。また、植物とキノコを用いてFCsのシグナル因子・受容体解明とそれらの生合成酵素欠損株の作出等によって、活性発現分子機構を明らかにする。以上の検討によってFCsが新しい植物と菌類のホルモンであることを証明する。加えて、農業への実用化を目指し、作物の栽培実験を通して効果と作用機構を検討し、さらに有機合成化学によってより高活性で安全なFCs誘導体を創製する。



・フェアリー化合物の新しい植物ホルモンとしての証明
・フェアリー化合物の農業への実用化への基礎の構築

図1 本研究の全体構想

【研究の方法】

以下に概要を箇条書きにする。

1. FCsの新「植物・菌類ホルモン」としての証明
 - 1.1. FCsのさらなる代謝産物の単離、構造決定を行い、生合成経路の地図を広げる。
 - 1.2. FCsが生理活性を示すシグナル因子、受容体を探索し同定する。イネやシロイヌナズナを用いて、同定されたシグナル因子、受容体の生合成欠損株の作出によって、シグナル伝達経路を解明する。
2. FCの農業分野等での実用化のための基礎研究
 - 2.1. FCsが劣悪環境(高温・低温・乾燥・高塩濃度等)への耐性を植物に付与する分子機構を解明する。
 - 2.2. 有機合成化学によって、より活性が高くより安全なFCs誘導体を創製する。

【期待される成果と意義】

旺文社生物学事典では植物ホルモンは7種とされている。しかし、我が国で発見されたホルモンはジベレリンのみである。FCsが新しいホルモンと認知されれば、我が国オリジナルの2番目の植物ホルモンとなる。また、本研究によってFCsによるイネ、小麦、ジャガイモなどの主食系作物の収量増加効果の分子機構が明らかになれば、FCsの農業への実用化の道を拓くことになるであろう。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

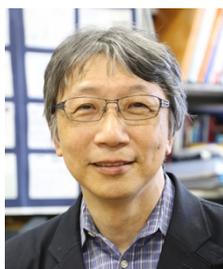
- ・ Choi, J-H., Fushimi, K., Abe, N., Tanaka, H., Maeda, S., Morita, A., Hara, M., Motohashi, R., Matsunaga, J., Eguchi, Y., Ishigaki, N., Hashizume, D., Koshino, H., and Kawagishi, H., Disclosure of the “fairy” of fairy-ring forming fungus *Lepista sordida*, *ChemBioChem*, 11, 1373-1377 (2010)
- ・ 河岸洋和, フェアリー化合物は植物ホルモンか?, 植物の生長調節, 52, 78-84 (2017)
- ・ Kawagishi, H., Are fairy chemicals a new family of plant hormones?, *Proc. Jpn. Acad., Ser. B*, 95, 29-38 (2019).

【研究期間と研究経費】

令和2年度ー6年度 474,500千円

【ホームページ等】

<https://www.agr.shizuoka.ac.jp/c/biochem/index.html>
kawagishi.hirokazu@shizuoka.ac.jp



研究課題名 分子性強等方性構造の化学構築と機能開拓

名古屋大学・理学研究科・教授

あわが くに
阿波賀 邦夫

研究課題番号： 20H05621 研究者番号：10202772

キーワード： 強等方性構造、幾何学的トポロジー、バンドフィリング制御

【研究の背景・目的】

近年、グラフ理論によって炭素の新しい同素体「 K_4 炭素」が提案された。この K_4 炭素は、炭素同素体としてよく知られているダイヤモンド、グラフェンとともに、幾何学において「強等方性」と呼ばれる性質をもっている。これらは、その構造トポロジーを反映した極めて特異なバンド構造を有しており、もしそのフェルミ準位を自由制御できれば、Dirac 電子系を人工構築できる。しかしながら、これを炭素同素体で実現することは不可能に近い。そこで我々は、炭素同素体の結晶構造、つまり強等方性格子をもつ分子結晶でつくる着想を得た。このような分子性強等方格子には、炭素同素体にはない巨大内部空間や Flat Band、酸化還元能などの電子機能が期待される。本研究では、分子性強等方構造の合理的な構築を達成した上で、電気化学的バンドフィリング制御法を確立し、強等方性トポロジーに起因する多彩な電子・スピン機能を引き出し、電子とイオン輸送の協奏する固体電気化学機能を開拓する。



図1 本研究のコンセプト

【研究の方法】

本研究の目的を達成するために、以下の「つくる」「ひきだす」「てらす」の3戦略を立てた。

1. 【つくる】分子性強等方性物質の自在合成

炭素同素体の素構造は、 sp^2 あるいは sp^3 炭素のような C_3 あるいは T_d 対称性をもつ。そこでこの対称性を取り入れた分子によって合理的に構築する。

2. 【ひきだす】電気化学的バンドフィリング制御

分子性強等方性物質のバンド構造は、Dirac cone や Flat Band のような特異なバンド分散を必然的に有する。これらの実験的証拠を得た後、分子性強等方性物質がもつ酸化還元能と巨大内部空間を利用して、固体電気化学反応によるフェルミ準位の自在制御を試みる。

3. 【てらす】Operando 計測システム

我々は、X線吸収スペクトル測定や粉末X線回折、SQUID 磁気測定において、固体電気化学反応下、試料を系外に取り出すことなく計測可能な Operando 計測システムを実装している。やみくもに進むのではなく、これらによって足元を照らしながら研究を進める。

【期待される成果と意義】

本研究では、「強等方性」の数学と物理を化学の力によって繋ぐことにより、トポロジー物質科学の一翼を担う新学術の確立を目指す。具体的には、上記の方法論によって、世界に先駆けて Dirac Cone ならびに Flat Band の自在構築論を確立する。この上で、物性化学の夢と言っても過言ではないバンドフィリング制御の技術を確立し、特異な電子系を自在に創出する。さらに、分子性強等方構造の巨大ポーラス構造を利用し、電子とイオン協奏効果を演出して、既存の蓄電デバイスを凌駕する特性を得る。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ A. Mizuno, Y. Shuku, M. M. Matsushita, M. Tsuchiizu, Y. Hara, N. Wada, Y. Shimizu, and K. Awaga, "3D Spin-Liquid State in an Organic Hyperkagome Lattice of Mott Dimers", *Phys. Rev. Lett.*, **119**, 057201 (2017).
- ・ A. Mizuno, Y. Shuku, and K. Awaga, "Recent Developments in Molecular Spin Gyroid Research", *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **92**, 1068-1093 (2019).

【研究期間と研究経費】

令和2年度－6年度 426,500千円

【ホームページ等】

<http://advmat.chem.nagoya-u.ac.jp>
awaga.kunio@b.mbox.nagoya-u.ac.jp



研究課題名 発光シンセサイザー：究極の発光デバイス創成を目指して

京都大学・工学研究科・教授
かわかみ よういち
川上 養一

研究課題番号： 20H05622 研究者番号：30214604

キーワード： 発光シンセサイザー，半導体3次元構造，次世代フォトニクス

【研究の背景・目的】

近年の窒化物半導体の研究進展はめざましく、InGaN 量子井戸を活性層とする極めて高い効率の青色発光ダイオード (LED) が実用化されている。しかしながら、高電流注入で発光効率の低下する「Droop」現象、活性層の In 組成を増加させた緑色 LED の効率低下といった「Green-gap」問題、活性層の Al 組成を増加させた深紫外 AlGaIn 系 LED の効率低下といった「UV-threshold」問題は未解決であり、高効率・多波長発光制御は次世代の照明応用のために克服すべき重要な課題と位置づけられている。

本研究は、半導体 3 次元構造による発光波長の合成、分極制御・プラズモニクス効果などによる高効率発光に着目し、任意の波長の光を高い輻射再結合確率で発光させる新機能素子 (発光シンセサイザー) の開発を目指す。このことにより、任意の演色性を可能とする究極のテーラーメイド照明光源や高度な加工・環境センシングに求められる深紫外多波長光源を実現する。さらに、光源の多波長・高速スイッチングによる光空間無線通信 (Li-Fi; Light Fidelity) を実証し、次世代通信システムへの基盤を確立する。

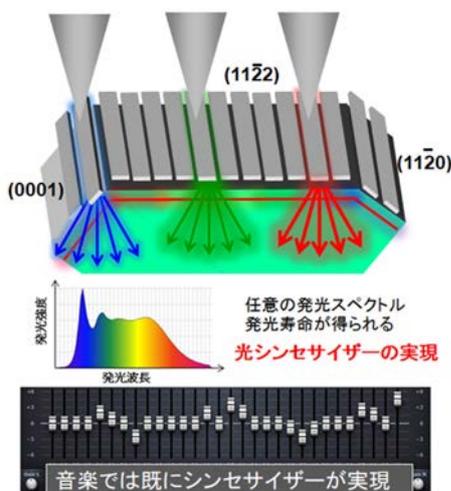


図1 目的とする発光シンセサイザーの概念図

【研究の方法】

3次元 InGaIn (AlGaIn) 構造の多波長制御と高効率発光にむけて、マイクロスケールのポテンシャル揺らぎとナノスケールのポテンシャル揺らぎのそれぞれに分けて取り組んで行くことが有効である。すなわち、前者は 3 次元構造における混晶組成や分極効果の違いによる多波長化に、後者はナノスケールで

の小さな空間階層でのポテンシャル揺らぎによる励起子の局在化を誘起しうるため、高効率化に寄与する。さらに、励起子の分極・局在制御のみならず、励起子からプラズモンへの素励起移動を活用し、発光遷移確率の増強を目指す。このことにより、発光波長の制御、発光効率の増大、発光スイッチ速度の高速化を実現する。

【期待される成果と意義】

発光シンセサイザーによるスペクトル合成が進化すると、図2に示すようにサーカディアンリズムや色温度・演色性の嗜好などに応じて多色発光 LED の発光スペクトルをチューニングするテーラーメイド照明という応用分野が創成される。さらに、深紫外フォトニクス、光高速通信への波及効果も大きい。

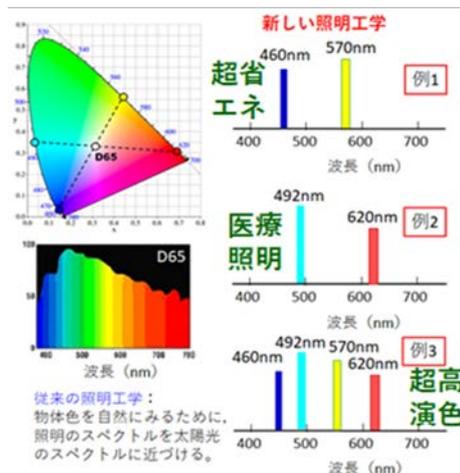


図2 テーラーメイド照明のスペクトル合成例

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

・ Y. Matsuda, M. Funato, and Y. Kawakami, "Polychromatic emission from polar-plane-free faceted InGaIn quantum wells with high radiative recombination probabilities", *Appl. Phys. Exp.* **10**, 071003/1-4 (2017).

【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 431,500千円

【ホームページ等】

<http://www.optomater.kuee.kyoto-u.ac.jp/>
kawakami@kuee.kyoto-u.ac.jp

【特別推進研究】

理工系



研究課題名 非平衡合成による多元素ナノ合金の創製

京都大学・理学研究科・教授

きたがわ ひろし

北川 宏

研究課題番号： 20H05623 研究者番号：90234244

キーワード： 多元素ナノ合金、ハイエントロピー、非平衡プロセス、触媒

【研究の背景・目的】

本研究では、多元素ハイエントロピー効果により、多くの元素種を固溶化させることで、新しいナノ固溶合金を開発すると共に、革新的な触媒機能の創成を行います。研究代表者が独自に開発した、超臨界ソルボサーマル連続フロー合成法により、多種元素を原子レベルで融合させ、新元素、新物質、新材料の探索を徹底的に行います。具体的にはこれまで誰も成功していない、1) 貴金属多元素からなるハイエントロピー固溶ナノ合金の作製、2) 貴金属-卑金属の多元素からなるハイエントロピー固溶ナノ合金、3) 貴金属-卑金属-軽元素の多元素からなるハイエントロピー固溶ナノ合金の作製に挑戦します。さらに、プロセス・インフォマティクス適用により、一貫貫型の革新的プロセス開発を行います。本研究開発により、人間の経験知からでは獲得出来ない、個々の触媒反応に関する「元素の特徴・特性」を機械学習を通して知り得るものと期待されます。

【研究の方法】

非平衡合成、ナノサイズ化、水素プロセス、ソルボサーマル連続フロー合成などの手法を駆使した固溶ナノ合金化技術の確立を徹底的に行います。これまで研究代表者は、ナノサイズ化と非平衡合成の手法を用いることで、バルク状態では決して混じり合うことのない金属元素同士を原子レベルで混合させる研究開発を行ってきました。しかしながら、金属原料溶液の噴霧スプレーにより金属イオンを還元させる手法では、還元スピードの上昇には限界があり、還元性が大きく異なる金属イオン種を瞬時に同時還元させることは難しく、均一に混和させることには成功していませんでした。そこで、水熱反応およびソルボサーマル反応を用いた超高速還元連続合成法（ソルボサーマル連続フロー合成法）を適用することで、超臨界・亜臨界における非平衡状態による固溶合金化技術の確立を行います。ソルボサーマル合成法とは、高温または高圧の溶媒（または超臨界流体）を用いて固体を合成する方法であり、溶媒が水の場合は水熱合成と呼ばれます。この手法を用いると、様々な金属イオンが溶けている溶媒を瞬時に超臨界・亜臨界流体に移行させ、高温・高圧下で各金属イオンを瞬時に金属原子に還元・合金化し、瞬時に室温に冷却させて1 nm級の固溶合金を合成することが出来る手法です。セリアなどの金属酸化物を除き、合金ナノ粒子の合成に関しては数年前までは例が無く、研究代表者が

これまで世界をリードしてきました。研究代表者が独自に開発したソルボサーマル連続フロー合成法の特長は、1) 40 MPa、450°Cまでの加圧・加熱可能、2) エタノールでも300°Cまで還元剤として使用可能、3) エタノール10%まで水希釈しても金属イオンを還元できる、4) 3液混合可能、5) 固溶ナノ合金の安定合成・量産化が可能であるという点にあります。

【期待される成果と意義】

非平衡超臨界・亜臨界ソルボサーマル連続フロー反応プロセスを用いることによって、任意の元素を好きなだけ選び、それらを任意の割合で原子レベルにて混ぜ合わせる事がほぼ可能になることが期待されます。しかし、自由自在性が高まると任意性も格段に高まります。2元系や3元系の合金の組み合わせなら、物質化学者としての物質勘も通用することがありますが、多元系となるともはや経験則は通用しなくなります。そこで、プロセス・インフォマティクスの活用が不可欠となります。超臨界・亜臨界ソルボサーマル連続フロー合成装置を用いて、データ駆動型プロセス開発を実施します。装置の限界性能を極限まで広げ、合成失敗作も学習させることによって、マテリアルズ・インフォマティクスや人間の思考の常識を越える一貫貫型の材料開発が可能になるものと期待されます。この非常識とも言える機械学習により、人間の経験知では知り得ない、個々の触媒反応に関する「各元素の特徴・特性」が浮かび上がるものと期待されます。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Platinum-group-metal High-entropy-alloy Nanoparticles, D. Wu, K. Kusada, T. Yamamoto, T. Toriyama, S. Matsumura, S. Kawaguchi, Y. Kubota, H. Kitagawa, *J. Am. Chem. Soc.*, 142, 32, 13833-13838 (2020).
- New Aspects of Platinum Group Metal-based Solid-solution Alloy Nanoparticles: Binary to High-entropy Alloys, K. Kusada, D. Wu, H. Kitagawa, *Chemistry - A European Journal*, 26, 5105-5130 (2020).

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 486,100千円

【ホームページ等】

http://kuchem.kyoto-u.ac.jp/osscc/j_index.html
kitagawa@kuchem.kyoto-u.ac.jp

研究課題名 JSNS2 実験による J-PARC 物質生命科学研究所施設ニュートリノ研究の発展と展開



高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・准教授

まるやま たかすみ

丸山 和純

研究課題番号： 20H05624 研究者番号：80375401

キーワード： ニュートリノ、ステライルニュートリノ、液体シンチレータ検出器

【研究の背景・目的】

ニュートリノ振動は、2015年に梶田氏とMcDonald氏がノーベル賞を受賞し、脚光を浴びた。これは、ニュートリノがその飛行距離とエネルギーに依存して型（電子、ミュー、タウ、ステライル）を変える現象で、本研究は、未解決の「型変化の中に少量のステライルが含まれるか？」という問題を高い確度で探る。

ステライル型は弱い相互作用をしないニュートリノであり、素粒子標準理論で説明出来ない。ステライル型の存在が確定できれば、大きく定説が覆される。

ステライル型は弱い相互作用を行わないため、その存在の確認は他のニュートリノとの振動を通じてなされる。いくつかの実験でその存在が示唆されているが、決定的な証拠はない状況で、決定的な検証が急務である。現在、その検証に向け、世界でいくつかの実験が行われている。本研究は感度強化を行い、国際競争に勝ち、世界の実験の中で最速で結果を出す。

また、感度強化の一環として行う研究を通じ、物質・生命科学実験施設（MLF）の施設能力向上も狙う。

【研究の方法】

JSNS2 実験のセットアップを図1に示す。J-PARC MLF 3階に既に存在する、水銀標的から24m基線の50トン液体シンチレータ検出器に加え、新規に36m

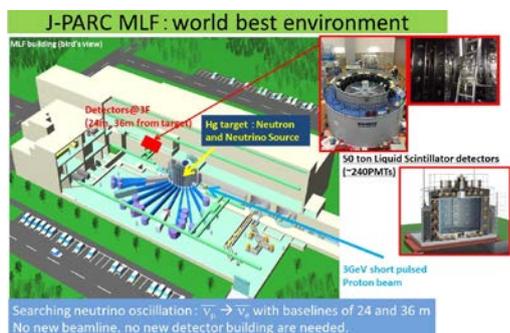


図1：JSNS2 実験のセットアップ

地点に同じ検出器を作製し、追加設置する。水銀標的で生成される大量の反ミュー型ニュートリノが液体シンチレータ検出器で検出されるまでの間、数10mで振動を起こし、反電子型に振動するかどうかを探る。データ取得中の現行検出器に、追加で新検出器を設置し、飛行距離の差による振動と背景事象の違いをより理解し、感度強化することが可能となる。

他、高速中性子背景事象の除去能力が高い液シンへの改良、電子回路の改良、水銀標的前の陽子ビーム最終段収束改良、水銀標的でのニュートリノ親粒子または中性子の生成断面積の精密測定などを行い、ステライルニュートリノ探索の感度強化とともに、別物理の遂行、施設能力向上を展開する。

【期待される成果と意義】

図2で本研究によるJSNS2 実験の感度強化を示す。横軸が反ミュー型が反電子型へ振動する割合で、縦軸が第4質量固有値と他の固有値の差の2乗を表す。斜線部は本研究の予想探索感度であり、水色・

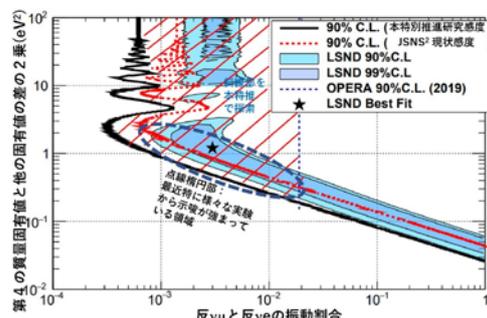


図2：JSNS2 実験の本特別推進による感度強化

青色の部分が先駆実験でステライルが存在する場合の振動の示唆領域である。先駆実験示唆領域について完全な結論を出すことが可能であり、赤の点線で示した現行JSNS2 実験の感度を大きく向上できる。特に、最近示唆が強い領域（図中点線楕円部）に対する感度が強化される。

他、前述の施設能力の向上も行う。更に水銀標的内で別途K中間子2体崩壊で生成される236 MeV単色エネルギーと物質の散乱断面積測定も行う。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ S. Ajimura et al, arXiv:1705.08629 (技術設計書)
- ・ M. Harada et al, arXiv:1310.1437 (実験提案書)

【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 474,500千円

【ホームページ等】

<https://research.kek.jp/group/mlfnu>

【特別推進研究】

理工系



研究課題名 ミュオン異常磁気能率・電気双極子能率の超精密測定

高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・准教授

みべ つとむ

三部 勉

研究課題番号： 20H05625 研究者番号：80536938

キーワード： ミュオン、異常磁気能率、電気双極子能率、超精密測定

【研究の背景・目的】

多くの実験事実と、数学的な整合性を基盤に築き上げられた素粒子標準理論は、様々な素粒子現象を定量的に説明する極めて堅牢な理論である。しかしながら、近年の研究により必然的に素粒子標準理論を超える新しい物理法則（新物理）の存在が要請される。ミュオン異常磁気能率($g-2$ あるいは a_μ)は素粒子標準理論よりも大きな値を持つことが示唆されており、新しい測定が求められている。本研究ではJ-PARCの大強度陽子ビームの特徴を最大限に生かし、新しい実験技術と組み合わせることにより、従来とは異なる研究手法により $g-2$ および電気双極子能率(EDM)の超精密測定を行い、素粒子標準理論と比較することで新物理の存在に迫る。

ミュオン $g-2$ や EDM は未知粒子や相互作用の効果が顕著に現れ得る物理量である。ミュオン $g-2$ は、米国ブルックヘブン国立研究所(BNL)で540ppbの相対精度で測定され、標準理論の予想から誤差の3倍以上大きな値を持つと報告された(図1)。標準理論の計算はそれに用いる過去の膨大なデータによって与えられており、他のデータと無矛盾に標準理論の計算を疑うことはできない。一方、このような精度で $g-2$ を測定したのは唯一 BNLの先行実験のみであり、独立な検証が必要である。本研究では、ミュオンを冷却・加速することにより世界初の低エミッタンスビームを実現し、3次元らせん入射・コンパクト蓄積磁石・高安定度飛跡検出器を用いて従来と全く違う手法を用いた超精密測定を行う。これにより $g-2$ に新物理の効果が見えているのかに決着をつけるとともに、EDM を世界最高精度で探索することが目的である。

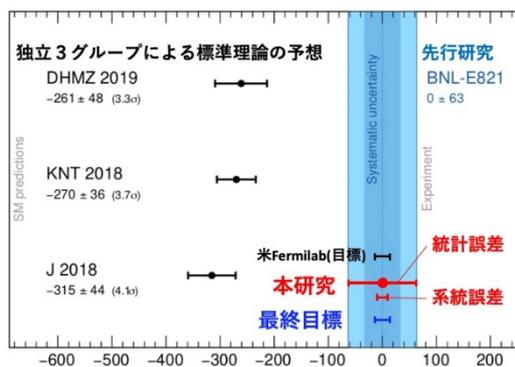


図1 ミュオン $g-2$ の理論予想と実験値の差

【研究の方法】

ミュオンビームは陽子加速器からのビームが標的に原子核反応を起こしてパイオンを生成し、その崩壊により生じるミュオンを捕獲・輸送することにより得られる。これらの過程でビームエミッタンス(位相空間体積)は大きく広がる(1,000 $\pi\text{mm} \cdot \text{mrad}$)ため、高輝度なビームを得ることができない。従来研究ではビームに起因する系統誤差が支配的であった。本研究では、ミュオンを冷却・加速することにより得られる低エミッタンス(1 $\pi\text{mm} \cdot \text{mrad}$)のビームを生成し、これを抜本的に解決する。すなわち、従来は不可能であった高効率入射・収束電場の排除・高い磁場一様性・陽電子飛跡の完全再構成を実現し、従来の系統誤差要因を完全に払拭する。

【期待される成果と意義】

研究期間内に、新しい測定手法を実証し、実験データの収集を開始する。実験装置の準備・調整の後、データ収集を行い、 $g-2$ を統計精度 450 ppb (先行実験と同程度)、系統誤差 70 ppb 以下(先行実験の1/4)で測定し $g-2$ のズレの有無に決着をつけるとともに、EDM を $1.5 \times 10^{-21} \text{e} \cdot \text{cm}$ の感度(先行実験の100倍)で探索する。

現在、BNLの実験機器をフェルミ国立研究所(Fermilab)に移設し、従来と同じ手法で統計精度を100 ppbに改善する実験が行われている。一方、異なる方法で検証できるのは本研究のみであり、研究の意義はFermilabの結果に左右されない。本研究で新手法による測定装置が完成し、目標精度が達成できれば、将来は従来手法の限界(100 ppb)を超えた世界最高精度の実験が可能となる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ M. Abe, et al., Prog. Theor. Exp. Phys. 2019, 053C02 (2019).
- ・ T. Aoyama, et al., arXiv:2006.04822 (KEK Preprint 2020-5) (2020).

【研究期間と研究経費】

令和2年度ー7年度 489,400千円

【ホームページ等】

<http://g-2.kek.jp>
tsutomu.mibe@kek.jp

【特別推進研究】

生物系



研究課題名 RNA を基盤とする合成生命システムの創成

京都大学・iPS細胞研究所・教授

さいとう ひろひで

齊藤 博英

研究課題番号： 20H05626 研究者番号：20423014

キーワード： 合成生物学、RNA、細胞制御、人工細胞

【研究の背景・目的】

RNA を基盤とする生命システムが、細胞の機能制御に果たす役割の多くは未知のままである。また RNA や RNA-Protein (RNP)相互作用は、生命の進化の過程で本質的な役割を果たしたと考えられるが、それらがいかに細胞や生命のシステムを形成するに至ったのか、その構築原理の解明には至っていない。本提案では独自の「RNA・RNP 分子デザイン技術」を活用し、(1) 細胞機能を制御する RNA や RNP 相互作用ネットワークを包括的に同定するとともに、(2) RNP による細胞内構造物 (オルガネラ) の作動原理を解明し、機能性人工 RNP オルガネラを構築する。さらに得られた知見を生かして、(3) 哺乳類細胞や個体で作用する人工の RNA・RNP システムを開発する。同時に、(4) 生命システムの創発原理の解明を目指し、RNA システムに基づく生命起源の探求と人工細胞モデルの創出に挑む。合成生物学、生命化学、細胞生物学、制御工学、生物物理学といった異分野の知識や技術を結集することで、RNA や RNP が司る生命現象を統合的に理解するとともに、医療応用や生命進化の考察に資する人工システムを開発することで、「合成生命システム創生分野」を新たに切り拓く。

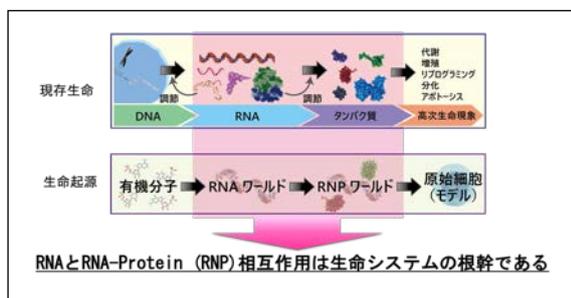


図1 RNA を基盤とする合成生命システム

【研究の方法】

本研究では、独自の RNA や RNP の分子デザイン技術を活用し、RNA や RNP 相互作用からなる未知の生命現象を解明し、その理解をもとに機能性人工オルガネラや人工細胞を創出する。まず、ゲノムから RNA 構造モチーフを抽出できる独自の RNA 構造ライブラリ作成技術を活用し、生命システム形成に寄与する RNP ネットワークや RNP オルガネラの構築原理を解明する。さらに、RNA や RNP を基盤とする人工遺伝子回路や人工オルガネラを設計、構築し、生命システムの進化や構築原理の解明につながる人工細胞モデルを創出する。

【期待される成果と意義】

細胞や個体における新規 RNA/RNP ネットワークを解明し、それらを人為的に改変することで、次世代の産業応用 (医療、ヘルスケア、環境問題など) に幅広く活用できる基盤システムの構築が期待できる。さらに、得られた知見を利用して、分子デザインした人工 RNA や RNP を基盤とする人工細胞を構築し、構成的な生命システムの創出を加速させる。本研究により、RNA/RNP を基軸に据えた「合成生命システム創生分野」を開拓する。

本提案で目指す RNA/RNP による生命システムの制御機構の解明と人工細胞の構築は、次世代産業の開拓に直結する。細胞運命を制御可能な機能性 RNP や人工細胞が創出できれば、次世代医療を担う技術となりえる。将来的には目的に応じて様々な機能を有した人工システムや人工細胞の構築が期待できる。RNA を基盤とする合成生命システムや人工細胞は、医療分野、診断分野、環境分野、農学分野等への幅広い応用が期待される (図2)。

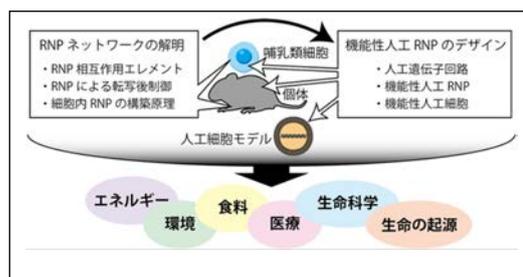


図2 RNA 合成生命システム分野の展望

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Endo K, Hayashi K, Saito H: Numerical operations in living cells by programmable RNA devices *Science Advances*, 5(8):eaax0835. 2019
- Matsuura S, Ono H, Kawasaki S, Kuang Y, Fujita Y, Saito H: Synthetic RNA-based logic computation in mammalian cells. *Nature Communications*, 9:4847, 2018

【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 289,100千円

【ホームページ等】

<https://sites.google.com/view/hirohidesaitolabjp>

【特別推進研究】

生物系



研究課題名 常在細菌叢の動作原理理解に基づく微生物製剤の開発

慶應義塾大学・医学部（信濃町）・教授

ほんだ けんや

本田 賢也

研究課題番号： 20H05627 研究者番号：60334231

キーワード： 常在細菌、ワクチン、大腸がん、抗生物質耐性菌、代謝疾患

【研究の背景・目的】

マイクロバイオーームは基礎臨床双方に極めて重要な研究対象である。細菌培養によらない次世代シーケンス解析が盛んに行われているが、その結果は関連する細菌種を同定するに過ぎない。我々は、こうした「相関関係」解析から一線を画し、細菌培養とノトバイオート技術を組み合わせ、より詳細な「因果関係」の理解を進め、エフェクターとなる菌株コンソーシアムを分離選択する方法を構築してきた。本研究課題ではこれまでの手法を応用し、**1. 免疫疾患・ワクチン**、**2. 多剤耐性菌感染**、**3. 代謝疾患**、**4. がん**、**5. 健康長寿**、に焦点をあてて、細菌叢のなかでどの細菌メンバーが、どのような宿主細胞集団に影響を与えるのかを明らかにする。更に細胞分子メカニズムにまで踏み込むため、本研究では**6. マイクロバイオーーム基盤技術の開発**も進める。特に、難培養菌培養技術を進化させるとともに、常在菌の遺伝子変異株作成のためのツールの開発をすすめる。それによって細菌遺伝子代謝産物をリンクさせ、細菌の動作原理を明らかにする。長期的にはマイクロバイオーームの制御、或いは宿主に作用する機能性分子に着目した予防・治療技術を開発する。

【研究の方法】



図1 エフェクター菌株コンソーシアム分離同定

1. ワクチン：SARS-CoV2 に対する抗体応答・ワクチンレスポンスを増強できる腸内細菌株の同定を目指す。そのため、SARS-CoV2 感染回復者の便と血清を収集する。効果的な特異的抗体応答を示した回復者の便を無菌マウスに投与し、不活化 SARS-CoV2 (すなわちワクチン) を接種し、抗体応答を確認する。抗体応答を増強する細菌株を単離・選択する。

2. 多剤耐性菌感染：健康者の便サンプルから、多剤

耐性菌クレブシエラ菌に対して腸管定着防御に働く 37 菌株を同定したので、そこから、有効な最小菌株サブセットを得る。

3. 代謝疾患：食事への介入が、腸内細菌依存的に、白色脂肪組織において Beige 細胞を強力に誘導することを見出した。この現象に関わる腸内細菌種を同定し、そのメカニズムを明らかにする。

4. がん：大腸がん切除組織の上皮層から 40 菌株分離した。これらの細菌株が、大腸がん発症に影響を与えるのかを、無菌 APC/K-ras マウスに投与して検討する。

5. 健康長寿：百寿者の便には、特殊な二次胆汁酸を代謝合成する細菌種が多く存在する事がわかった。そこで、その責任細菌種を同定する。さらにその胆汁酸の、宿主恒常性維持における機能を解析する。

6. マイクロバイオーーム基盤技術の開発：常在菌の遺伝子変異株作成のためのツールを開発する。宿主の制限酵素に切断されないようなプラスミド配列や、CRISPR-Cas システムを用いる。また、難培養菌単離プロジェクトを促進する。

【期待される成果と意義】

微生物叢は多種多様であるが、宿主との相互作用においてカギとなる微生物はある程度絞られる。ある表現型を指標として、その関連性が強く示唆される微生物集団をノトバイオート技術によって絞り込んだ上で培養するというアプローチが、微生物叢理解を進める上で非常に有効である。本研究では、細菌-宿主間の関係性における詳細な分子細胞メカニズムの理解を進め、細菌コンソーシアムに由来する責任生理活性物質の同定を進める。マイクロバイオータ構成メンバーの動作原理の分子的基盤を明らかにできれば、ヒューマンバイオロジーを人為的に操作することを可能にし、疾患の予防・治療において強力な方法を得ることに繋がる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Tanoue T, Nature. 565(7741): 600-605. (2019)
- ・ Atarashi K, Science. 358:359-365 (2017)
- ・ Honda K, Nature. 535:75-84 (2016)
- ・ Atarashi K, Cell. 163(2):367-80 (2015).

【研究期間と研究経費】

令和 2 年度～7 年度 492,900 千円

【ホームページ等】

<http://www.microbiolimmunol.med.keio.ac.jp/home.html>

【特別推進研究】

生物系



研究課題名 細胞外足場タンパク質によるシナプス・非シナプス機能制御機構の解明

慶應義塾大学・医学部（信濃町）・教授

ゆざき みちすけ

柚崎 通介

研究課題番号： 20H05628 研究者番号：40365226

キーワード： ニューロン、シナプス、神経回路

【研究の背景・目的】

神経細胞は「シナプス」と呼ばれる接着構造によってお互いに結合してさまざまな神経回路を構成する。多くの精神・神経疾患ではシナプスに異常がみられることから、シナプス形成を担う分子群の解明は基礎・臨床神経科学における最重要課題の一つである。

近年、私たちは新しいシナプス形成分子として、細胞外足場タンパク質 (Extracellular Scaffolding Proteins: ESP) という概念を確立した。ESP は神経細胞やグリア細胞から分泌されて、シナプスにて足場として働く。ESP は従来のシナプス形成分子とは異なり、生涯にわたって、神経活動に応じてシナプス再編やシナプス機能を制御する。さらに、神経細胞間や、神経細胞と非神経細胞の間には典型的なシナプスとは異なった接着構造が存在し、ESP はこのような非シナプス性接着構造にも関与することがわかってきた。

本研究では、シナプスおよび非シナプス性接着構造において機能するさまざまな ESP のシグナル伝達機構の解明を進め、さらに ESP の結晶構造を元にして人工的コネクターを開発することによって、神経回路網や非シナプス性接着構造の生理的機能を明らかにし、新しい観点から脳の動作原理および精神・神経疾患の病態の解明を進める。

【研究の方法】

ESP に属するシナプス形成分子として、補体ファミリー分子 (C1q, Cbln1-4, C1ql1-4) や神経ペントラキシン (NPs: NP1, NP2, NPR) が分かっている。本研究では ESP の中でも重要な役割を果たすにもかかわらず、シグナル伝達機構の解明が遅れている C1q, Cbln2, Cbln4, NPs に焦点を当て、それぞれの受容体を同定し機能発現機構を解明する。

また、これまでに非シナプス性接着構造を見出した3つの脳部位 (扁桃体延長領域・線条体・小脳) に焦点を当て、それぞれの接着構造に関与する分子を同定し、非シナプス性接着構造がもつ生理的意義を、神経回路および個体行動レベルにおいて解明する。

これまでに Cbln1 と NP1 の構造的特徴を活かした人工シナプスコネクターCPTXを開発した (図1)。CPTXを小脳失調・アルツハイマー病・脊髄損傷のモデルマウスに投与すると、急速にシナプス形成を誘導することによって、それぞれの病態を回復させた。さらに他の ESP の機能と構造の解明を進めることによって新たな人工シナプスコネクター分子の開発を進め、シナプスや非シナプス性接着構造を特異的に操作することにより、精神・神経疾患や発達障害モデ

ルマウスの病態解明と治療方法の探索を進める。

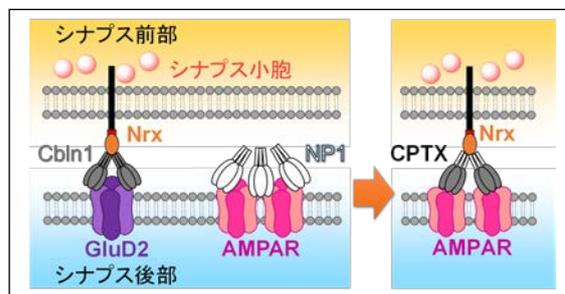


図1 人工シナプスコネクターCPTXの開発

【期待される成果と意義】

近年多くの ESP が報告されているが、その作用や分子機構には不明な点が多い。ESP の受容体や機能の解明を進める本研究によって、シナプス形成・維持機構の理解が大きく進むことが期待される。

非シナプス性接着構造は、中枢神経系におけるアセチルコリン、ドーパミン、セロトニンなどによる遅い神経伝達経路や、腸管や心臓など多彩な効果器を支配する自律神経系にもみられる。シナプスにおいて確立した ESP 研究技術基盤を活かして、これらの非シナプス性接着構造の解明を進めることにより、多くの関連領域に大きなインパクトを与えることができる。と期待される。

また、多くの ESP の構造的知見を蓄積することによって、多彩なシナプス・非シナプス性接着に対する特異性を有する人工コネクターのツールキット開発を進めることによって、精神・神経疾患に対する新しい治療法の開発に繋がることを期待できる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Suzuki K, Elegheert J, Song I, Sasakura H, (他 18 名), Yuzaki M. A synthetic synaptic organizer protein restores glutamatergic neuronal circuits. *Science* 369, eabb4853, 2020.
- ・ Yuzaki M. Two Classes of Secreted Synaptic Organizers in the Central Nervous System. *Annu Rev Physiol* 80:243-262, 2018.

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 463,200千円

【ホームページ等】

<http://www.yuzaki-lab.org>

令和2(2020)年度 科学研究費助成事業 特別推進研究 審査結果の所見

研究課題名	アジアと欧米：コミュニケーションの文化差から言語の獲得過程を探る
研究代表者	馬塚 れい子（理化学研究所・脳神経科学研究センター・チームリーダー）
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第一部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>近年の研究では、英語を学ぶ乳幼児に比べ、日本語などのアジア諸語を学ぶ乳幼児の音韻発達や語彙発達が遅いことが指摘されている。この違いは、言語特性からは説明できず、欧米とアジアの母子コミュニケーションの文化差に起因している可能性がある。本研究は、欧米とアジアの乳幼児期の言語習得において時間差が生じる要因を母子コミュニケーションにおける共同注意に着目して、日本語やタイ語、北京語、韓国語、英語、フランス語を習得する乳幼児の音韻、語彙、語順の発達過程を6か国で比較実験することにより、「乳児の語彙発達が語彙発達に親和性の高い母子コミュニケーションによって促進され、それが音韻の発達にも影響する」ことを検証する。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>従来の言語習得の定説では音韻発達が語彙発達に影響するとされてきたのに対して、本研究は語彙発達が音韻発達に影響するという因果的影響力の機序を逆転させる可能性を秘めている点に独創性がある。また、乳幼児の言語習得はこれまで言語特性の問題として取り扱われる傾向にあったが、本研究では母子コミュニケーションの文化差や社会性との関連で解明するというこれまでにない視点を取り入れている。さらに、乳幼児の音韻発達や語彙発達についてはこれまでは主に英語習得を事例として研究されてきたが、本研究は日本語やタイ語、北京語、韓国語、英語、フランス語の習得過程に関する通文化的実験研究であり、英語中心で行われていたこの分野に変革をもたらすことが期待できる。</p>

研究課題名	特殊ペプチド・擬天然物創薬の命題への挑戦
研究代表者	菅 裕明（東京大学・大学院理学系研究科（理学部）・教授）
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第一部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、研究代表者がこれまで確立してきた非天然アミノ酸単位を含む環状ペプチド（特殊ペプチド）の合成法、評価法を基盤として、中分子創薬の実現を目指し、以下の4項目の検討を通じて、中分子創薬の指針となる経験則を確立する計画である。1）細胞膜透過性を有する特殊ペプチドの構造膜透過性相関検討による探索基盤の確立、2）環β-、環γ-、不飽和環含有特殊ペプチドライブラリーの翻訳合成と生理活性種探索、3）翻訳後修飾された擬天然物ライブラリーの創製と生理活性種探索、4）特殊ペプチド及び擬天然物の細胞膜透過性と小腸吸収性の研究。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>研究代表者のグループは、“特殊ペプチド創薬”のテーマで世界を牽引する役割を担い、独自性の高い技術を確立し、有用な知見を蓄積してきた。本研究では、優れた細胞膜透過性や小腸吸収性を有する分子の発見を目指し、多様な特殊環状ペプチドや擬天然物の創製、評価、探索が徹底して行われる。それらの構造活性相関に関する研究を通じて、経口性中分子創薬を行う上で、その分子構造はいかなる要件を満たすべきか、一つの指針となる経験則が得られる可能性がある。その意味から新しい学術領域を切り拓こうとする明確な指針を持った研究として高く評価される。</p>

研究課題名	非平衡ソフトマター・アモルファス物質の物性解明への力学的自己組織化からの挑戦
研究代表者	田中 肇 (東京大学・生産技術研究所・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第一部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、非平衡ソフトマター・アモルファス物質の構造及び力学的・熱的物性を、従来の熱力学的視点に運動量保存則に基づく力学的視点を取り入れた新しい枠組みで、理論と実験の両面から解明しようとする独創的な研究構想である。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>本研究の推進によって、ソフトマターやアモルファス物質、更には非平衡不規則構造体一般の力学物性・熱物性に統一的な理解を与えるという学術的な重要性が認められると共に、不規則構造体の力学的最適化に関する新しい手法の提案等、物性科学の範疇を越える広範な分野への波及効果が期待される。</p>

研究課題名	フェアリー化合物の科学とその応用展開
研究代表者	河岸 洋和 (静岡大学・グリーン科学技術研究所・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第一部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>研究代表者は、長年にわたって謎とされてきたフェアリーリングの生成に関連し、その原因物質を糸状菌から単離同定し、フェアリー化合物と命名した。それらの新規化合物は普遍的な植物生理活性物質であり、第8の植物ホルモンに位置づけられる可能性もある。本研究は、これらの化合物の生合成機構や植物内動態、活性発現機構を詳細かつ総合的に研究する提案であり、さらに、植物生産性の向上やストレス環境下での植物生育の実現など、農業に関連した実用面での研究項目も掲げられている。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>フェアリー化合物の受容体の解明、生合成酵素欠損株の作成などにより、その活性発現分子機構を解明する試みは、独自性の高い研究として高く評価される。また、本研究の遂行により、植物生理活性物質の基礎学術として重要な知見が蓄積されるものと期待される。さらに、実用化の側面でも、作物の栽培実験を通じた検討に加え、有機合成化学により高活性な誘導体の創製を目指すことにより、農業分野での優れた成果が期待できる。</p>

研究課題名	分子性強等方性構造の化学構築と機能開拓
研究代表者	阿波賀 邦夫 (名古屋大学・理学研究科・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第一部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、分子結晶や金属有機構造体などを用いることにより強等方性格子を有する物質を合成し、これに電気化学的バンドフィリング制御などにより強等方性格子のトポロジーに起因する様々な電子及び電気化学的機能を発現させるものである。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>強等方性格子をもつ物質は特異な電子構造を有しているため、学術的にも応用面においても重要な物質である。本研究は、強等方性格子をもつ多彩な分子性固体を自在に合成し、新たな電子機能を発現させる点で、学術的に高い意義がある。また、これらの物質がもつ巨大内部空間などの特異な構造を活用することにより、スーパーキャパシターや2次電池などの電気化学的機能が実現されることが期待される。</p>

研究課題名	発光シンセサイザー：究極の発光デバイス創成を目指して
研究代表者	川上 養一 (京都大学・工学研究科・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第一部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、窒化物系半導体の結晶面方位を活用した3次元構造制御による発光波長制御(シンセサイザー)、深紫外多波長及び光空間無線通信用光源の実現、並びにその基礎学理の構築を目指すものである。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>窒化物系半導体の結晶成長における分極制御やプラズモニック効果に基づく光エネルギー変換など、結晶化学、光物性、光デバイス工学等の基礎的学術に対する貢献は非常に大きい。また、本研究成果のデバイス化への応用展開においても大きなインパクトが期待され、社会的な波及効果の点で評価される。</p>

研究課題名	非平衡合成による多元素ナノ合金の創製
研究代表者	北川 宏 (京都大学・理学研究科・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第一部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、非平衡合成法(超臨界ソルボサーマル連続フロー合成法)によりハイエントロピー効果で発現する各種多元素ナノ合金を作製し、その触媒機能を系統的に調べることにより、革新的な機能を有する触媒材料を創成することを目指すものである。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>研究代表者らが開発した独自の合成法により多種類の元素からなる特異な触媒機能を持つナノ合金が合成されることが期待される。また、本研究で用いるフロー型合成方法の特徴を活かし、ナノ合金合成過程における多種類の実験パラメータにプロセス・インフォマティクスを適用し、革新的なプロセス開発を達成するという点にも本研究の特色がある。したがって、本研究には触媒反応に関する人間の経験知からでは獲得できない元素特性の理解を得るといった学術的意義がある。</p>

研究課題名	JSNS2 実験による J-PARC 物質生命科学研究施設ニュートリノ研究の発展と展開
研究代表者	丸山 和純 (大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・准教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第一部会 における所見	【課題の概要】 本研究は、J-PARC の物質・生命科学実験施設(MLF)で生成される反ミューニュートリノを用い、MLF 内に液体シンチレータ検出器を新たに設置し、既に稼働を始めている検出器とあわせて、ステライルニュートリノの質量や振動現象に対してこれまでにない知見を得るものである。
	【学術的意義、期待される研究成果等】 ステライルニュートリノは、素粒子標準理論の枠外にあり暗黒物質の候補でもある。36m に設置する新検出器により、その探索感度が2倍以上向上し、米国の LSND 実験や MiniBooNE 実験で示唆されている eV 程度のステライルニュートリノの質量について、世界に先駆けて重要な結論を出すことができる実験となっており、その学術的意義は高い。

研究課題名	ミュオン異常磁気能率・電気双極子能率の超精密測定
研究代表者	三部 勉 (大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・准教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和7(2025)年度
科学研究費委員会 審査・評価第一部会 における所見	【課題の概要】 本研究は、冷却ミュオンの加速による低エミッタンスミュオンビームを実現し、それをミュオン蓄積磁石に入射・測定することで、ミュオン異常磁気能率を超高精度で測定し、素粒子標準模型の高精度検証と標準理論を超える物理の探索を行うものである。
	【学術的意義、期待される研究成果等】 現代の素粒子標準模型において20年来の未解決問題であった、ミュオン異常磁気能率の理論予測と実験値のズレについて、これまでとは異なる全く新しい実験手法により確定的結果を得ることを目的としており、独創性は非常に高い。770ppb という超高精度でミュオン異常磁気能率を測定することが期待され、その結果は標準模型を超えた新しい物理法則の探索、超精密測定における新しい実験技術開発の両面から高い意義をもつものである。

研究課題名	RNA を基盤とする合成生命システムの創成
研究代表者	齊藤 博英 (京都大学・iPS 細胞研究所・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第一部会 における所見	【課題の概要】 本研究は、独自の分子デザイン技術を駆使して RNA と RNA-Protein (RNP)を基盤とする生命現象の理解と人工細胞創生を目指す意欲的な研究である。基礎生物学の理解 (RNP 相互作用ネットワークの包括的理解、RNP による細胞内オルガネラの作動原理の解明) から合成生物学的展開 (機能性人工 RNA/RNP システムの開発、人工細胞モデルの構築) まで、幅広い視点と多彩なアプローチを通して生命システム構築原理の解明と制御を目指すものである。
	【学術的意義、期待される研究成果等】 RNP 相互作用ネットワークの理解から人工細胞モデルの創出まで、その対象は幅広いながらも、RNA/RNP を基軸に据えた野心的かつ挑戦的な研究計画となっている。独自の技術と独創性の高いアイデアが盛り込まれており、基礎から応用にわたって大きな成果を生み出すことが期待される。

研究課題名	常在細菌叢の動作原理解に基づく微生物製剤の開発
研究代表者	本田 賢也 (慶應義塾大学・医学部 (信濃町)・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和7(2025)年度
科学研究費委員会 審査・評価第一部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>近年のメタゲノム解析から、腸内細菌叢に代表される常在細菌叢が、生体のホメオスタシスや様々な疾患と密接に関連することが示されてきた。応募者は疾患と関連して増えている細菌群を同定し、単独でなくコンソーシアムとしてノトバイオト技術で無菌マウスへ投与し、免疫システムに影響する菌株集団を同定することで、腸内細菌叢が疾患を引き起こす動作メカニズムについて研究している。本研究は、1) 免疫・ワクチンに関わる細菌単離、2) 多剤耐性菌を除去する細菌単離、3) 発がんに影響する細菌単離、4) 代謝に影響する細菌単離、5) 健康長寿に影響する細菌単離を柱に推進するものである。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>本研究は国際的フロンティアランナーとしてのみならず、新規分野を開拓する研究として期待される。具体例として、既に研究代表者らによって大腸がん表面に存在する細菌群の同定がなされ、これを無菌マウスに投与することで、回腸末端部で腫瘍が形成されることが確認されている。今後、当該メカニズムが解明されれば、これまでのがん研究とは全く異なる視点からの研究成果が期待できる。</p>

研究課題名	細胞外足場タンパク質によるシナプス・非シナプス機能制御機構の解明
研究代表者	柚崎 通介 (慶應義塾大学・医学部 (信濃町)・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第一部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>応募者が発見し概念として確立した細胞外足場タンパク質について、シナプス及び非シナプスにおけるそのシグナル伝達機構を解明し、さらに、人工コネクターを開発して神経回路の制御を目指そうとする意欲的な研究提案である。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>本研究は、応募者がこれまでに積み上げてきた細胞外足場タンパク質研究の成果に裏打ちされた計画であり、シナプス及び非シナプス接着構造の形成・機能のメカニズムが明らかにされると考えられる。さらに、人工コネクターの開発と応用によって、脳の動作原理や精神神経疾患の病態の解明が大きく進むことが期待される。</p>

令和2(2020)年度 科学研究費助成事業 特別推進研究 継続課題一覧

※所属等は令和2(2020)年5月現在

人文社会系(3課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
17H06086	ひぐち よしお 樋口 美雄 20119001	慶應義塾大学・商学研究科・特任教授	長寿社会における世代間移転と経済格差: パネルデータによる政策評価分析	平成29(2017)～令和3(2021)年度 428,700
18H05204	いしだ ひろし 石田 浩 40272504	東京大学・特別教授室・特別教授	格差の連鎖・蓄積モデルからみたライフコースと不平等に関する総合的研究	平成30(2018)～令和6(2024)年度 470,800
19H05457	おくむら ひろし 奥村 弘 60185551	神戸大学・大学院人文学研究科・教授	地域歴史資料学を機軸とした災害列島における地域存続のための地域歴史文化の創成	令和元(2019)～令和5(2023)年度 316,300

理工系(33課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
16H06284	かとり ひでとし 香取 秀俊 30233836	東京大学・大学院工学系研究科・教授	超高精度光格子時計による新たな工学・基礎物理学的応用の開拓	平成28(2016)～令和2(2020)年度 452,600
16H06285	ひろせ けい 廣瀬 敬 50270921	東京大学・大学院理学系研究科・教授	高圧液体の挙動と初期地球進化	平成28(2016)～令和2(2020)年度 387,500
16H06286	しおかわ かずお 塩川 和夫 80226092	名古屋大学・宇宙地球環境研究所・教授	地上多点ネットワーク観測による内部磁気圏の粒子・波動の変動メカニズムの研究	平成28(2016)～令和2(2020)年度 376,100
16H06287	すみ たかひろ 住 貴宏 30432214	大阪大学・大学院理学研究科・教授	近赤外線重力マイクロレンズ観測による冷たい系外惑星及び浮遊惑星の探索	平成28(2016)～令和2(2020)年度 450,400
16H06288	こばやし たかし 小林 隆 70291317	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・教授	T2K実験の高度化によるニュートリノのCP対称性の測定	平成28(2016)～令和2(2020)年度 418,600
16H06289	おおもり けんじ 大森 賢治 10241580	自然科学研究機構・分子科学研究所・教授	アト秒精度の超高速コヒーレント制御を用いた量子多体ダイナミクスの探求	平成28(2016)～令和2(2020)年度 426,400
16H06290	いとう ゆきしげ 伊藤 幸成 80168385	大阪大学・理学研究科・招へい教授	小胞体糖修飾の統合的ケミカルバイオロジー	平成28(2016)～令和2(2020)年度 319,400
16H06291	おき たいかん 沖 大幹 50221148	東京大学・大学院工学系研究科・教授	グローバル水文学の新展開	平成28(2016)～令和2(2020)年度 340,700
16H06292	あさだ まさひろ 浅田 雅洋 30167887	東京工業大学・科学技術創成研究院・教授	電子の走行と遷移が融合したテラヘルツ放射の解明によるデバイス限界の打破	平成28(2016)～令和2(2020)年度 413,700
16H06293	いしはら たつみ 石原 達己 80184555	九州大学・大学院工学研究院・教授	化学機械応力に立脚する革新的な高性能触媒の創生	平成28(2016)～令和2(2020)年度 380,700
17H06087	わたなべ なおき 渡部 直樹 50271531	北海道大学・低温科学研究所・教授	星間塵表面における分子進化の解明: 素過程からのアプローチ	平成29(2017)～令和3(2021)年度 433,900
17H06088	しげかわ ひでみ 重川 秀実 20134489	筑波大学・数理物質系・教授	サブサイクル時間分解走査トンネル顕微鏡法の開発と応用	平成29(2017)～令和3(2021)年度 453,600

研究課題 番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)		研究課題名	研究期間	配分(予定)額
17H06089	ふじさわ あきひで 藤澤 彰英 60222262	九州大学・応用力学研究所・教授	統合観測システムで解き明かす乱流プラズマの構造形成原理と機能発現機構	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	448,600
17H06090	わだ みちはる 和田 道治 50240560	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・教授	革新的質量分光器を用いた重元素の起源の研究	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	427,100
17H06091	ちやたに なおと 茶谷 直人 30171953	大阪大学・大学院工学研究科・教授	分子活性化を基軸とする次世代型触媒反応の開発	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	427,300
17H06092	みうら まさひろ 三浦 雅博 20183626	大阪大学・大学院工学研究科・教授	炭素-水素結合活性化の化学の深化による有機合成技術の革新	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	388,800
17H06094	いくはら ゆういち 幾原 雄一 70192474	東京大学・大学院工学系研究科・教授	原子・イオンダイナミクスの超高分解能直接観察に基づく新材料創成	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	454,000
18H05205	みさわ ひろあき 三澤 弘明 30253230	北海道大学・電子科学研究所・特任教授	ナノ共振器-プラズモン強結合を用いた高効率光反応システムの開拓とその学理解明	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	477,700
18H05206	よしだ しげる 吉田 滋 00272518	千葉大学・大学院理学研究院・教授	IceCube-Gen2 実験で拓く高エネルギーニュートリノ天文学の新展開	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	411,400
18H05207	ふるさわ あきら 古澤 明 90332569	東京大学・大学院工学系研究科・教授	時間領域多重2次元大規模連続量クラスター状態生成とその応用に関する研究	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	489,200
18H05208	こいはら しんや 腰原 伸也 10192056	東京工業大学・理学院・教授	光と物質の一体的量子動力学が生み出す新しい光誘起協同現象物質開拓への挑戦	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	484,700
18H05209	やしま えいじ 八島 栄次 50191101	名古屋大学・大学院工学研究科・教授	記憶力を有するラセン高分子の創成と究極機能の開拓	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	457,300
18H05210	なかむら みつひろ 中村 光廣 90183889	名古屋大学・未来材料・システム研究所・教授	原子核乾板 - 基礎研究・分野横断研究への21世紀的展開 -	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	455,400
18H05211	ふじまき あきら 藤巻 朗 20183931	名古屋大学・大学院工学研究科・教授	パルスを情報伝達担体とする超低電力100GHz級超伝導量子デジタルシステムの探求	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	473,400
18H05212	ふじわら やすふみ 藤原 康文 10181421	大阪大学・大学院工学研究科・教授	半導体イントラセンター・フォトニクスの開拓	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	490,300
19H05458	ながさき ゆきお 長崎 幸夫 90198309	筑波大学・数理物質系・教授	分子組織化に立脚した革新的医薬品の分子設計	令和元(2019)～ 令和5(2023)年度	481,700
19H05459	なかむら えいいち 中村 栄一 00134809	東京大学・大学院理学系研究科・特任教授	分子および分子集合体の動的挙動研究のための分子電子顕微鏡技術の開発	令和元(2019)～ 令和5(2023)年度	475,200
19H05460	にしはら ひろし 西原 寛 70156090	東京理科大学・研究推進機構総合研究院・教授	二次元共役ポリマー、配位ナノシートの創製とヘテロ構造化による高次機能発現	令和元(2019)～ 令和5(2023)年度	418,700
19H05461	ふじた まこと 藤田 誠 90209065	分子科学研究所・特別研究部門・卓越教授	空間捕捉によるタンパク質の構造・機能制御および高効率構造解析	令和元(2019)～ 令和5(2023)年度	480,000
19H05462	ほり まさる 堀 勝 80242824	名古屋大学・低温プラズマ科学研究センター・教授	プラズマ誘起生体活性物質による超バイオ機能の展開	令和元(2019)～ 令和5(2023)年度	464,100

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)		研究課題名	研究期間	配分(予定)額
19H05463	いたみ けんいちろう 伊丹 健一郎 80311728	名古屋大学・理学研究科 (WPI)・教授	未踏分子ナノカーボンの創製	令和元(2019)～ 令和5(2023)年度	491,500
19H05464	かさはらじろう 笠原 次郎 60312435	名古屋大学・未来材料・システム 研究所・教授	自律圧縮型デトネーション推進機の物理解明: 高 次統合化観測ロケット宇宙飛行実証展開	令和元(2019)～ 令和5(2023)年度	480,900
19H05465	かねみつ よしひこ 金光 義彦 30185954	京都大学・化学研究所・教授	ナノ物質科学と強電場非線形光学の融合による フォニクスの新展開	令和元(2019)～ 令和5(2023)年度	429,300

生物系(13課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)		研究課題名	研究期間	配分(予定)額
16H06294	ぬれき おさむ 濡木 理 10272460	東京大学・大学院理学系研究 科・教授	物理刺激で制御される膜蛋白質の分子機構の解 明	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	433,300
16H06295	さかぐち しもん 坂口 志文 30280770	大阪大学・免疫学フロンティア 研究センター・特任教授	制御性T細胞による免疫応答制御の包括的研究	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	411,500
16H06296	ま けんぼう 馬 建鋒 80260389	岡山大学・資源植物科学研究 所・教授	作物のミネラル輸送システムの統合解析	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	412,500
17H06095	やなぎさわ まさし 柳沢 正史 20202369	筑波大学・国際統合睡眠医科学 研究機構・機構長/教授	フォワード・ジェネティクスによる睡眠覚醒制御機 構の解明	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	423,000
17H06096	ふかだ よしたか 深田 吉孝 80165258	東京大学・大学院理学系研究 科・教授	フレキシブルな概日ロバスト振動体の分子解剖と 個体制御	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	435,800
17H06097	しまだ いちお 嶋田 一夫 70196476	理化学研究所・生命機能科学 研究センター・チームリーダー	核磁気共鳴法による膜タンパク質のin situ機能解 明	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	354,100
17H06098	さいとう みちのり 齋藤 通紀 80373306	京都大学・高等研究院・教授	ヒト生殖細胞発生機構の解明とその試験管内再 構成	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	435,300
18H05213	いのくち かおる 井ノ口 馨 20318827	富山大学・学術研究部医学系・ 教授	アイドリング状態の脳における情報処理メカニズ ム	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	427,200
18H05214	ささき ひろゆき 佐々木 裕之 30183825	九州大学・生体防御医学研究 所・教授	多階層オミックスによる卵子の発生能制御分子 ネットワークの解明	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	391,200
18H05215	なかやま けいいち 中山 敬一 80291508	九州大学・生体防御医学研究 所・主幹教授	幹細胞における細胞周期の制御と代謝系との連 関に関する総合的研究	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	394,400
19H05466	しおみ みきこ 塩見 美喜子 20322745	東京大学・大学院理学系研究 科・教授	piRNA機構の動作原理の統合的理解	令和元(2019)～ 令和5(2023)年度	417,300
19H05467	たかだ まさひこ 高田 昌彦 00236233	京都大学・霊長類研究所・教授	発達障害に関わる神経生物学的機構の霊長類的 基盤の解明	令和元(2019)～ 令和5(2023)年度	391,400
19H05468	つきた さちこ 月田 早智子 00188517	大阪大学・生命機能研究科・特 任教授	生体機能構築基盤としての上皮バリア学の新展 開	令和元(2019)～ 令和5(2023)年度	431,000

学術変革 領域研究(A)

1. 令和2(2020)年度 審査結果(区分別) . . .	25
2. 令和2(2020)年度 新規領域一覧 . . .	26
3. 令和2(2020)年度 概要	28
【区分Ⅰ】	28
【区分Ⅱ】	32
【区分Ⅲ】	39
【区分Ⅳ】	45
4. 令和2(2020)年度 審査結果の所見 . . .	48

□ 令和2(2020)年度 科学研究費助成事業 学術変革領域研究(A)
 審査結果(区分別)

学術変革領域研究(A)の目的・内容 (令和2(2020)年度科学研究費助成事業—科研費—公募要領抜粋)

- (1) 目的 多様な研究者の共創と融合により提案された研究領域において、これまでの学術の体系や方向を大きく変革・転換させることを先導するとともに、我が国の学術水準の向上・強化や若手研究者の育成につながる研究領域の創成を目指し、共同研究や設備の共用化等の取組を通じて提案研究領域を発展させる研究。
- (2) 応募総額 1研究領域の応募金額は、単年度当たり5,000万円以上3億円まで。
 (真に必要な場合は3億円を超える応募も可能。)
- (3) 研究期間(領域設定期間) 5年間(左記以外の研究期間の応募は審査に付さない)
- (4) 採択予定領域数 令和元(2019)年度新学術領域研究(研究領域提案型)の採択数(18研究領域)と同数程度の採択を予定

【新規】

	研究領域数			研究経費の配分額 (令和2(2020)年度) 千円	1領域当たりの配分額 (令和2(2020)年度)	
	応募 件	採択 件	採択率 %		平均 千円	最高 千円
区分Ⅰ	23	4	17.4	279,300	69,825	81,700
区分Ⅱ	93	7	7.5	1,671,100	238,729	256,400
区分Ⅲ	81	6	7.4	1,559,300	259,883	300,000
区分Ⅳ	35	3	8.6	490,700	163,567	240,400
合計	232	20	8.6	4,000,400	200,020	300,000

※ 配分額は直接経費のみ

令和2(2020)年度 科学研究費助成事業 学術変革領域研究(A) 新規領域一覽

(1) 区分 I (4領域)

(単位:千円)

領域番号	領域代表者 (氏名・研究者番号・所属等)		研究領域名	研究期間	R2年度 配分額
					研究期間内の 配分(予定)額
20A101	つきうら たかし 月浦 崇 30344112	京都大学・人間・環境学研究 科・教授	生涯学の創出－超高齢社会における発達・加齢 観の刷新	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	58,300
					759,600
20A102	おばた ひろき 小畑 弘己 80274679	熊本大学・大学院人文社会科 学研究部(文)・教授	土器を掘る:22世紀型考古資料学の構築と社会 実装をめざした技術開発型研究	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	81,600
					379,700
20A103	なかむら しんいち 中村 慎一 80237403	金沢大学・歴史言語文化学系・ 教授	中国文明起源解明の新・考古学イニシアティブ	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	57,700
					550,700
20A104	くろき ひでみつ 黒木 英充 20195580	東京外国語大学・アジア・アフリ カ言語文化研究所・教授	イスラーム的コネクティビティにみる信頼構築:世 界の分断をのりこえる戦略知の創造	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	81,700
					575,700

(2) 区分 II (7領域)

(単位:千円)

領域番号	領域代表者 (氏名・研究者番号・所属等)		研究領域名	研究期間	R2年度 配分額
					研究期間内の 配分(予定)額
20A201	いまほり ひろし 今堀 博 90243261	京都大学・大学院工学研究科・ 教授	動的エキシトンの学理構築と機能開拓	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	201,800
					1,140,800
20A202	さかい なみ 坂井 南美 70533553	理化学研究所・開拓研究本部・ 主任研究員	次世代アストロケミストリー:素過程理解に基づく 学理の再構築	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	206,800
					931,200
20A203	むらやま ひとし 村山 斉 20222341	東京大学・カブリ数物連携宇宙 研究機構・教授	ダークマターの正体は何か?－広大なディスカバ リースペースの網羅的研究	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	255,300
					1,130,500
20A204	せき しゅうへい 関 修平 30273709	京都大学・大学院工学研究科・ 教授	高密度共役の科学:電子共役概念の変革と電子 物性をつなぐ	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	256,400
					1,168,000
20A205	やまよし あさこ 山吉 麻子 70380532	長崎大学・医歯薬学総合研究 科(薬学系)・教授	マテリアルシンバイオシスのための生命物理化学	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	247,000
					1,144,300
20A206	はやし こういち 林 好一 20283632	名古屋工業大学・大学院工学 研究科・教授	超秩序構造が創造する物性科学	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	248,000
					1,155,300
20A207	まとば おきむ 的場 修 20282593	神戸大学・先端融合研究環・教 授	散乱・揺らぎ場の包括的理解と透視の科学	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	255,800
					1,159,100

(3) 区分Ⅲ(6領域)

(単位:千円)

領域番号	領域代表者 (氏名・研究者番号・所属等)		研究領域名	研究期間	R2年度 配分額
					研究期間内の 配分(予定)額
20A301	おかべ しげお 岡部 繁男 60204012	東京大学・大学院医学系研究 科・教授	グリアデコーディング:脳-身体連関を規定するグ リア情報の読み出しと理解	令和2(2020)~ 令和6(2024)年度	299,900
					1,222,400
20A302	まつした ともなお 松下 智直 20464399	京都大学・大学院理学研究科・ 教授	不均一環境変動に対する植物のレジリエンスを支 える多層的情報統御の分子機構	令和2(2020)~ 令和6(2024)年度	300,000
					1,204,200
20A303	かのう まさのぶ 狩野 方伸 40185963	東京大学・大学院医学系研究 科・教授	脳の若返りによる生涯可塑性誘導—iPlasticity— 臨界期機構の解明と操作	令和2(2020)~ 令和6(2024)年度	300,000
					1,247,500
20A304	たぐち ひでき 田口 英樹 40272710	東京工業大学・科学技術創成 研究院・教授	マルチファセット・プロテインズ:拡大し変容するタ ンパク質の世界	令和2(2020)~ 令和6(2024)年度	300,000
					1,211,200
20A305	にしやま ともこ 西山 朋子 90615535	名古屋大学・大学院理学研究 科・准教授	DNAの物性から理解するゲノムモダリティ	令和2(2020)~ 令和6(2024)年度	159,400
					1,140,400
20A306	いのうえ やすひろ 井上 康博 80442929	京都大学・大学院工学研究科・ 教授	素材によって変わる、『体』の建築工法	令和2(2020)~ 令和6(2024)年度	200,000
					1,147,300

(4) 区分Ⅳ(3領域)

(単位:千円)

領域番号	領域代表者 (氏名・研究者番号・所属等)		研究領域名	研究期間	R2年度 配分額
					研究期間内の 配分(予定)額
20A401	にしだ しんや 西田 眞也 20396162	京都大学・大学院情報学研究 科・教授	実世界の奥深い質感情報の分析と生成	令和2(2020)~ 令和6(2024)年度	226,900
					1,150,800
20A402	みなと しんいち 湊 真一 10374612	京都大学・大学院情報学研究 科・教授	社会変革の源泉となる革新的アルゴリズム基盤 の創出と体系化	令和2(2020)~ 令和6(2024)年度	23,400
					856,800
20A403	むらた さとし 村田 智 10334533	東北大学・工学研究科・教授	分子サイバネティクス —化学の力によるミニマル 人工脳の構築	令和2(2020)~ 令和6(2024)年度	240,400
					1,131,500

【学術変革領域研究（A）】

区分 I



研究領域名 生涯学の創出—超高齢社会における発達・加齢観の刷新

京都大学・人間・環境学研究所・教授

つきうら たかし
月浦 崇

領域番号： 20A101 研究者番号： 30344112

【本研究領域の目的】

本研究領域は、従来の「成長から衰退へ」という固定的な発達・加齢観を刷新し、人間の生涯における変化を、社会との相互作用の中で多様な成長と変容を繰り返す生涯発達のプロセス（図1）として明示することを目的とする。そして、人間に関する多様な学問分野を融合することで、新しい学際的研究分野としての「生涯学」を創出する。その目的を達成するため、行動解析を基盤とする認知心理学的研究、脳機能の計測による生理心理学的研究、精神・神経疾患を対象とする臨床心理学的研究、社会調査を基にした社会学的研究、多様な文化を対象としたフィールド調査を基にした文化人類学的研究などの基盤的研究と、それらの基盤的研究の成果を社会実装するための教育学的研究を有機的に連携させ、基礎から応用までの展開を進める多元的な人間研究を実施する。本研究領域の進展により、全世代の人々が豊かな人生を享受できる超高齢社会を実現するための科学的基盤の解明と、その成果を元にした社会実装を行い、新しい生涯観を社会と共有することを目指す。

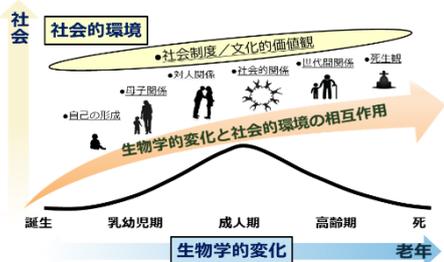


図1 生涯発達概念図

【本研究領域の内容】

本研究領域では、既存の学問分野に留まらない広範で多元的な研究を実施することで、従来の生涯観を刷新するための心理・社会メカニズムの解明とその社会実装を進める。

具体的には、高齢期でも獲得できる認知機能の性質と、高齢期には獲得しにくく衰退・消失してしまう認知機能の性質を若年者との比較の中で実験的に明らかにし、柔軟な可塑性が引き出されるメカニズムを明らかにする（認知心理学、生理心理学）。また、認知機能障害の実態とそれに関わる認知予備力について検討する（臨床心理学）。さらに、多様な実社会において、様々な世代や障害に対する適切な生涯観に依拠しつつ、新たな発達・加齢観の下で育まれる豊かな生涯を支えるために、効果的なソーシャルサポートとはどのようなものかを大規模社会調査から明らかにする（社会学）。そして、知識や技能の獲得過程と成熟過程若しくは消失過程が、文化や生活環境

が違う場所でどのように発現しているのか、社会制度や生態環境によってどのような影響を受けるのか、多様な人類社会においてどのような発達観や加齢観、ライフサイクルがあるのかを多様な社会集団に対するフィールドワークから明らかにし、それらの比較を通して多様な生涯観を相対化することで、新たな生涯観を生み出す社会的要因とその可能性と限界を探る（文化人類学）。その上で、これらの基礎的知見を基盤としつつ、地域や個人に即した社会教育プログラムを実践することで、新たな生涯観の中で実現される社会教育プログラムを実装する（教育学）。このようにして、人間に関する諸科学、すなわち心理学、文化人類学、社会学、教育学等を融合して基礎から応用への展開を進め、更にそれらの研究を循環させることで、従来の発達・加齢観を刷新する新たな「生涯学」を創出する（図2）。

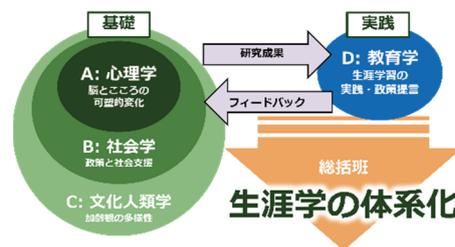


図2 領域の全体構成

【期待される成果と意義】

本研究領域の中心的な成果は、「生涯学」という新しい加齢観に根差した学際的な研究領域を世界に向けて確立することであり、超高齢社会に有益となる新たな生涯観を社会へ提供することである。すなわち、新しい生涯観に裏打ちされた人間発達の実態を明らかにすることで、生涯発達という発想を社会に広め、人間が年齢を重ねていく中でいかに柔軟性と多様性を持つ存在であるかを示せるはずである。また、脳機能の加齢による可塑的変化のメカニズムを理解し、それに基づいた教育法の開発も期待できる。それは同時に、新しい生涯観に基づく豊かな超高齢社会の実現に向けた科学的基盤を提供することでもある。

【キーワード】

（神経）可塑性：神経系が、外的環境や心理学的要因等の影響によって機能的・構造的に変化する性質。

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度－6年度 759,600千円

【ホームページ等】

<https://www.lifelong-sci.jinkan.kyoto-u.ac.jp>



研究領域名 土器を掘る：

22 世紀型考古資料学の構築と社会実装をめざした技術
開発型研究

熊本大学・大学院人文社会科学研究所（文）・教授

おばた ひろき
小畑 弘己

領域番号： 20A102 研究者番号：80274679

【本研究領域の目的】

現代は農耕を基盤とする社会である。旧大陸において人類はおよそ1万～8千年前に野生植物を栽培し始めた。日本においても約3千年前にイネやアワなどの穀物が朝鮮半島から流入し、数千年を経て本格的な農耕社会へ移行した。弥生時代の始まりである。これが教科書で私たちが習った歴史である。しかし、最近の考古学研究では、実は植物栽培は7000年ほど前に縄文人たちの手によって既に行っていたことが明らかになっている。これを明らかにしたのが土器中に残るタネやムシの痕跡であり、この調査法を「圧痕法」と呼ぶ。本手法は既存の歴史観を大きく変える数々の発見をもたらした。

本研究領域は、この手法を発展させ、これまで考古学者が気付かなかった植物栽培や農耕の歴史を雄弁に物語る土器中の生物や植物加工物の痕跡を最新のX線技術やAIを用いて最大限にあぶり出し、栽培の開始や農耕伝播の正確な時期を探るとともに、「農耕化は人類に何ををもたらしたか」という人類的命題にチャレンジするものである。

【本研究領域の内容】

本研究領域は、全国に保管されている整理済み・整理中の土器から軟X線やX線CT機器により新しい情報を発掘し、先の命題に対する答えを導き出すとともに、22世紀を見据えた世界に誇る新たな考古資料学「土器総合分析学」を構築する。これを達成するために、五つの学際的な研究グループを準備した。各グループはそれぞれで先端を極める開発研究を行うとともに、A01グループが供給する基礎資料を共同で分析し、より効果的な分析成果を得よう研究組

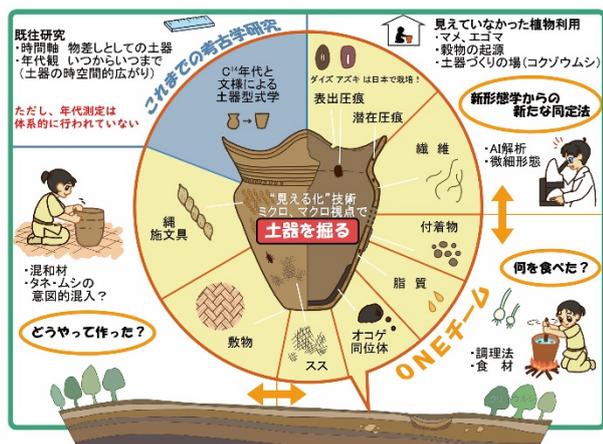


図1. 本領域研究の研究手法と研究対象の概念

織をシステム化した。A01グループはX線機器により、圧痕試料を掘り出し、各グループに供給するという領域研究の要の部分を担当。開発研究では、より効果的な検出法の開発とAIによる種同定法の開発を目指す。A02グループは新形態学を構築する研究計画組織であり、ここには植物学・昆虫学・薬学・貝類学の専門家が集結する。植物利用の実態を解明するとともに、変形・変質試料という考古試料に特化した、従来にはない動植物の同定法の開発を目指す。A03グループは土器の植物性混和材を主な研究対象とし、X線CTを用いた混和材同定法の確立やプラントオパール分析による栽培イネの出現時期や混和材との利用を探る。B01グループは微量炭素の年代測定や脂質分析を行う化学チームである。B02グループは植物種実の年代と土器型式の関係を探り、より精緻な土器編年を作り上げる役目を担う。栽培植物や大陸系穀物がどのように伝播していったかを正確な型式編年網上で検討する、重要な役目を担う。

【期待される成果と意義】

本研究領域は、土器内外の痕跡から植物利用の歴史や社会と人々の暮らしと精神性を復元する「土器総合分析学」を提唱し、その方法の構築と有効性の実証を目指すとともに、植物栽培（農耕化・定住化）の歴史とその人類に与えた影響に関する新たな情報の抽出・分析を試みる。「農耕化が人類に何ををもたらしたのか」、この人類史的命題に答えることは、農業（農耕）を基盤とする現代人類社会の歴史的評価にもつながる。

また、社会的には、日本では発掘件数の減少に伴い、縮小化傾向にある考古学を取り巻く社会に新たな資料分析法を提供することで、新たな設備投資や雇用を生み出すとともに学問の大いなる発展に寄与する可能性がある。そして、その成果を諸外国に対して考古学を深化させてゆく具体的な研究モデルとして示すことで、世界規模の需要も期待できる。

【キーワード】

土器総合分析：考古学と高度な科学技術の協働により、土器から正確で新しい情報を抽出する分析研究

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度－6年度 379,700千円

【ホームページ等】

<http://www.fhss.kumamoto-u.ac.jp/archaeology/earthenware/>



研究領域名 中国文明起源解明の新・考古学イニシアティブ

金沢大学・歴史言語文化学系・教授

なかむら しんいち
中村 慎一

領域番号： 20A103 研究者番号：80237403

【本研究領域の目的】

本研究領域の目的は、新石器時代晩期（紀元前3千年紀後半）の中国に勃興した諸地方文明がやがて黄河中流域へと収斂し、青銅器時代初期（紀元前2千年紀前半）には中国文明として開花する過程を解明することにある。

具体的には、①中国文明形成期において文化的ハイブリディティが果たした役割の究明、②モノの移動の背後にあるヒトの移動の集団・個人レベルでの復元、③初期中国文明の外來要素とプロト・シルクロードの実態解明、の3点が中心的課題である。

これらの目標の達成によって、従来の中国文化論・文明論に刷新を迫り、今後の人類文明の在るべき姿を考える上で“中国四千年の歴史”とも称される中国文明が持つ強靱なレジリアンスの有効性について提言を行い、文理の関連諸科学に考古学の横串を通すことで新たな学問領域を創出する。

【本研究領域の内容】

中国文明起源解明のための考古学の新規戦略（＝イニシアティブ）を提示し、その実践を通じて、中国考古学の長年の懸案と新たな課題を一挙に解決しようとする試みである。具体的には、目に見えるモノから歴史を再構する考古学と、そのモノから目に見えない情報を引き出す考古科学とが対等な立場で協働し、文明形成期の中国における各種威信材の産地及び流通ルートの復元とヒトの移動復元を併せ行う。対象とする威信材は玉器、トルコ石、タカラガイ、ワニ革太鼓、象牙、漆器、特殊土器、水銀朱などである。ヒトの移動については、殉死人骨や供儀人骨など、尋常でない最期を遂げた人骨を主に扱い、その来歴を探る。また、中国文明形成期における西方からのインパクトとその伝播ルートとしてのプロト・シルクロードについて多方面から検討を加え、その実態を解明する。

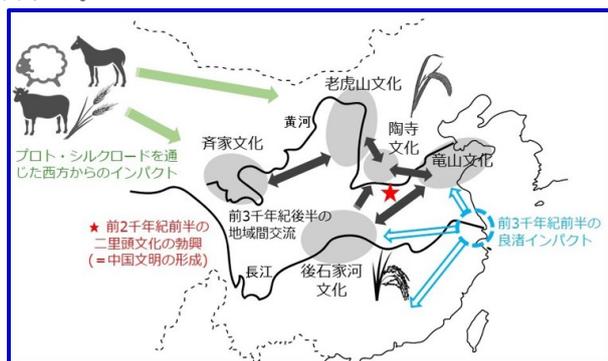


図1 中国文明形成の概念図

【期待される成果と意義】

いわゆる世界四大文明のうち今日まで命脈を保っているのは中国文明のみである。もとより、中国においても洪水などの自然災害はしばしば猛威を振るい、また、大規模な戦乱が絶えず人民を苦しめてきた。それでも、中国文明は途絶えることはなかった。黄河流域の麦作（新石器時代までは雑穀作）、長江流域の稲作、そして西・北方草原地帯の牧畜という、中国文明を特徴付ける生業面での「多重構造」こそが、その強靱なレジリアンスの源泉ではないかと想定される。そうした中国文明の「多重構造」がいかんにして形成されたか、その結果、中国文明はメソポタミア、エジプト、インダスといった旧大陸の初期文明やマヤやインカといった新大陸の諸文明とどのように異なる特質を獲得するに至ったのかを明らかにし、世界各地における文明誕生プロセスの多様な在り方について新たな知見を提示する。

中国において青銅器文明が誕生したのは、新石器時代晩期の地方文明の空白地帯であったと言える現在の河南省である。それは、辺境が中心に転化する過程と言い換えることもできる。そこにはヒト・モノ・情報の融合、すなわち文化的ハイブリディティの獲得が大きく作用しているに違いない。そうであるとすれば、生物学の「雑種強勢」のアナロジーが当てはまる。

その際、中国内の各地方文明の融合ばかりでなく、中国外部、特に中央アジアを経由して、遠くメソポタミア文明、あるいはインダス文明に淵源を辿ることのできる文明要素（ムギ、ウシ・ウマ・ヒツジ、青銅器、馬車等）が伝来した可能性が高いことはこれまで中国考古学では十分に議論されてはこなかった。現代の政治・宗教・民族問題などに規制されることなく、中国史を人類史の中に正當に位置付けることも、本研究領域に与えられた重要な課題である。

【キーワード】

中国文明：紀元前2千年紀前半に黄河中流域に勃興した青銅器時代文明。河南省二里頭遺跡を放射の中心として、様々な文明要素が中国各地に波及し、「中国的世界」が形成された。

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度－6年度 550,700 千円

【ホームページ等】

[https:// www.chugokubunmei.jp/](https://www.chugokubunmei.jp/)

【学術変革領域研究（A）】

区分 I



研究領域名 イスラーム的コネクティビティにみる信頼構築：世界の分断をのりこえる戦略知の創造

東京外国語大学・アジア・アフリカ言語文化研究所・教授

くろき ひでみつ
黒木 英 充

領域番号： 20A104 研究者番号：20195580

【本研究領域の目的】

イスラーム文明には水平方向の人間関係作りに長けてきた特質があります。そのコネクティビティ（関係作り）の蓄積と信頼構築の諸相を明らかにするとともに、そこから得られる暗黙知を、言語化・可視化して戦略知として表現して、現代世界にて深刻化する分断状況を解決するための新たな視座を確立することを目的とします。

イスラームを軸にして、コネクティビティの現場で信頼が創り出されるプロセスを、1400年の時間と地球全体の空間を視野に入れて洗い出します。こうした水平方向の関係作りの問題は、垂直方向の権力関係構築の問題に比べると、イスラーム研究者が何となく意識しつつも、研究の俎上に載せてこなかったものです。また従来の信頼研究においても取り上げられていない、新しい研究領域です。この変革的な領域の課題に対して、諸学問分野の研究者が協働して取り組む、地域研究の大規模プロジェクトです。

【本研究領域の内容】

イスラーム文明は、人々が広域にわたって高い移動性の中で暮らす社会で発展してきました。人・モノ・情報の移動を、「イスラーム経済」「言語・学知の変換」「移民・難民」の観点からコネクティビティの問題として捉えます。通地域的で多元的な文化的環境の中に存在する、様々な境界をどのように越えるのか、そこで他者との間にどのような関係を作り、信頼を構築するのか、がテーマです。

また、信頼が構築される際の、より高い次元での交渉の問題を、「イスラーム国家間関係」「思想戦略」「平和構築」の観点から扱います。ときに厳しい対立関係にある他者であっても、どのようにしたたかな関係作りをして信頼を構築してきたのか、その戦略知を過去から現在の様々な局面の中から探り出す研究を行います。

図1 イスラーム文明—多民族・多宗教 1400年のヨコへの広がり



さらに、近年進展の著しい人文情報学の成果を取り入れて、これらの観点から明らかにされる暗黙知を「見える化」することに挑戦します。この作業を通じて、コネクティビティと信頼構築の研究における新たな問題発見も期待されます。

【期待される成果と意義】

本研究領域に参画する研究者は、日本国内はもちろん、世界各地の関連研究機関や組織との間でのコネクティビティを高め、共同調査・研究を推進して、「イスラーム信頼学プラットフォーム」を形成することを目指しています。こうした研究ネットワークは、本研究領域の研究成果として発表される様々な書籍やオンラインデータなどとともに、今後の世界のイスラーム研究の発展のために重要な基盤を提供することでしょう。また、成果の市民社会への還元も重視して、「シビルダイアログ・キャラバン」という対話の機会も設けます。

50年後の世界ではイスラームがキリスト教を抜いて世界最大の宗教人口になると推測されています。その人口重心はアジア・アフリカ地域にありながらも、イスラーム教徒は今後も世界全域で、コネクティビティを発揮して信頼構築を展開することでしょう。イスラームをめぐっても社会の分断が深刻化する現在、コネクティビティを通じて地球全体の問題に取り組むことにより、今後の国際社会における日本の針路を決めるために必要な、正確なチャートを提供したく考えています。

【キーワード】

コネクティビティ：「つながりをもてること」を意味し、「接続性」とも訳されます。本研究領域ではコネクティビティのアラビア語訳の言葉にある「主体的に動いて関係を作る」という意味で使います。

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度－6年度 575,700千円

【ホームページ等】

<https://connectivity.aa-ken.jp/>
connectivity_jimukyoku@tufs.ac.jp



研究領域名 動的エキシトンの学理構築と機能開拓

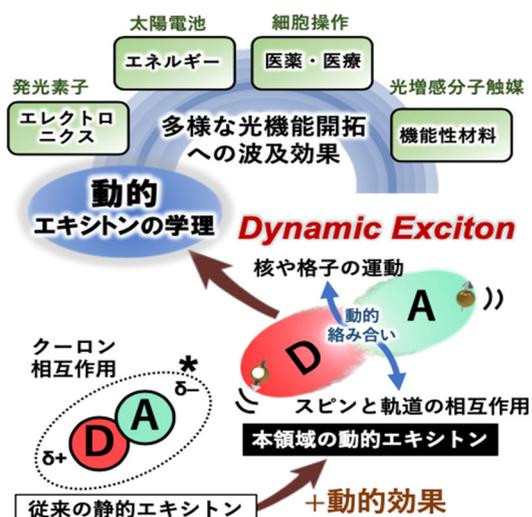
京都大学・大学院工学研究科・教授

いまほり ひろし
今堀 博

領域番号：20A201 研究者番号：90243261

【本研究領域の目的】

光化学は、エレクトロニクス、エネルギー、医薬・医療、機能性材料など現代社会において多様な貢献を期待されている。その根幹を司るドナー・アクセプター(D・A)相互作用では、今まで電荷移動(CT)を、クーロン相互作用による「静的エキシトン(クーロン力によって束縛された電子と正孔の対の状態及びその概念、と定義する)」として捉えてきた(図1左下)。しかし、D・A系ではそれ以外にも、核や格子の運動、スピンと軌道の相互作用などが動的効果として時間発展的に働くために(この状態及びその概念を「動的エキシトン」と定義する)、従来の捉え方では破綻をきたしている(図1右中)。例えば近年、有機太陽電池(OPV)の発展が目覚ましいが、この光起電力、電流発生の仕組みを静的な枠組み(図1左下)で理解するには限界があり、高効率OPV実現の足かせになっている。さらに、光反応初期におけるこの動的効果を正しく理解するための、精密計測や理論体系は未開拓である。従って人類がD・A相互作用を自在に操るにはほど遠い状況にあり、OPV、有機発光素子(OLED)の高性能化のみならず、光を使った医薬・医療、有機材料の新規機能実現の深刻なボトルネックになっている。本研究では、動的エキシトン効果を利用する精緻な分子設計と、計画研究構成員が独自に構築してきた、世界を先導する高分解能計測・理論的精密解析による分野融合により、上記課題を解決する。また光励起CTにおけるスピン状態を含めた、電子状態間の変換による多様な光機能開拓を、動的相互作用の深



い理解に基づく、分子構造と運動性の巧妙な時空間制御で実現する(図1)。

【本研究領域の内容】

本研究領域では、新規D・A分子の創出とD・Aモデル系の学理構築、OLED、OPVの学理構築と機能向上、合成・生命機能開拓(光細胞操作、光増感分子触媒)の研究課題に着目する。分野融合を基盤とする枠組みにより、非線形な動的エキシトン効果を動的エキシトン創成(A01)、解析(A02)、機能(A03)の3グループで評価・解析する。D・A分子の動的相互作用を有効に引き出すA01グループの精緻設計・合成、A02グループによる先端的磁気共鳴法、時間分解分光計測、計算化学手法を用いた、スピンや分子・格子振動による相互作用機構の解明を経て、A03グループの実在系ではD・A相互作用が階層構造を有する多様な複雑系の光機能開拓に直結させる。動的エキシトンの統一的学理構築と多方面への展開により、既存の光化学の枠から飛躍した新興・融合領域分野としての「動的エキシトン学」を興す。

【期待される成果と意義】

本研究領域では広く光化学を中心とする基礎学理の構築を基盤とした広範な異分野融合を目指すとともに、OPVだけでなく、OLED、光増感分子触媒、光細胞操作など多様な機能開拓を実現するものであり、基礎・応用両局面への格段の発展・飛躍的な展開を図る内容である。

【キーワード】

エキシトン：通常は励起状態の電子と正孔の対が静電力によって束縛状態となったものを意味するが、本研究領域では分子D・A系において、励起状態だけでなく、部分的に電荷移動し、かつ励起状態の性質を併せ持つCT状態、及び完全に電子移動した電荷分離状態も含んで包括的に扱う。
有機太陽電池：太陽光・電気エネルギー変換を行うデバイスで、光起電力、電流発生を担う材料が有機系D・A材料から構成される。界面におけるCT状態操作が本研究領域における重要な課題となる。

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度－6年度 1,140,800千円

【ホームページ等】

<https://dynamic-exciton.jp>
imahori@scl.kyoto-u.ac.jp



研究領域名 次世代アストロケミストリー：素過程理解に基づく学理の再構築

理化学研究所・開拓研究本部・主任研究員

さかい なみ
坂井 南美

領域番号： 20A202 研究者番号： 70533553

【本研究領域の目的】

近年、数千を超える系外惑星が発見され、系外惑星系が太陽系とは大きく異なる物理的構造を示すことが分かってきた。一方、ALMA 望遠鏡による観測では、惑星系形成領域で様々な有機分子が捉えられている。天体ごとにその化学組成には大きな違いがあり、原始太陽系の化学環境が必ずしも普遍的なものではなかった可能性が示唆されている。惑星系形成領域における化学的多様性の全貌解明は、生命を育む太陽系環境の起源を辿るためにも重要である。「はやぶさ2」などの始原天体探査によって太陽系物質が詳細に調べられるようになった今、この問題に正面から取り組むことが可能となりつつある。惑星系の多様性や太陽系の物質的起源の統一的描像を得るためには、これまでの、低温低密度な分子雲環境を中心に発展してきた星間化学を刷新し、惑星系形成領域のような、ガスや固体物質の組成が劇的に変化する広範な物理環境に対応できる強固な学術基盤を構築することが求められる。本研究領域は、最先端の分子科学研究との密接な連携の下、この大変革に挑戦し、太陽系の物質的起源の理解を飛躍的に進めるとともに、次世代アストロケミストリーとして新たな学理を創成する。

【本研究領域の内容】

上記目的達成のために下記を行う。

- 1) ALMA 望遠鏡や VLA などの最先端望遠鏡を用いた観測と実験室分光により、惑星系形成領域の化学組成の全貌を明らかにする。また、様々な物理環境にある天体を観測し、その化学組成分布から分子の生成条件等を明らかにする。
- 2) 「はやぶさ2」が持ち帰った始原小天体リュウグウ試料や、隕石などの地球外有機物の組成・構造・同位体などを分析し、再現実験と併せて太陽系形成時の化学環境を解明する。
- 3) 先端の実験手法を用い、分子の内部状態や並進速度を精密に制御し、様々な気相反応の反応速度、反応経路を調べ、温度に敏感な気相反応ダイナミクスの実験的解明に挑む。
- 4) 星間塵表面を模した酸化物表面や氷薄膜表面を製作し、それらの構造・物性を調べるとともに、光走査トンネル顕微鏡により、モデル星間塵表面上での化学反応素過程を単一分子レベルで解明する。
- 5) 実験のみでは推定が困難な反応過程を量子化学計算により明らかにし、計算や実験から得られた素過程パラメータを化学モデルに実装する。星・惑星系形成の物理過程に化学反応ネットワーク計算を組み込

み、天文観測と太陽系の物質的起源をつなぐ基盤を構築する。

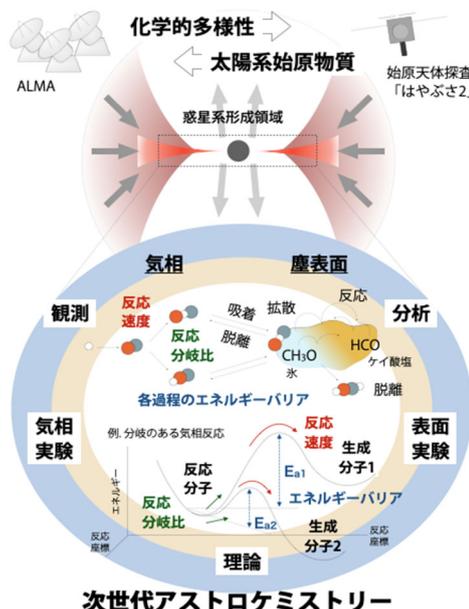


図1. 惑星系形成に伴う物質進化を分子反応素過程に基づいて読み解く。

【期待される成果と意義】

化学反応素過程の理解に基づいて創成される新たな学理は、太陽系の化学的起源解明のみならず、宇宙における様々な物理環境に適応できる。ALMA などで分子輝線観測から天体構造形成を探る化学診断だけでなく、宇宙年齢にわたる物質進化研究へと展開できる。公募研究も広範な分野にわたると期待される。地球惑星科学では、アストロバイオロジーや系外惑星との関係、物質科学では新しい反応場の開発や分子レベルでの光表面化学の開拓などへつながると期待される。

【キーワード】

アストロケミストリー：宇宙における広範な温度・密度環境で起こる化学の総称。星間空間における化学を意味する“星間化学”や、太陽系における地球外物質の化学を意味する“宇宙化学”を包括する。

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度－6年度 931,200 千円

【ホームページ等】

<https://next-astrochem.com>
nextac_admi@ml.riken.jp



研究領域名 **ダークマターの正体は何か？-広大なディスカバリースペースの網羅的研究**

東京大学・カブリ数物連携宇宙研究機構・教授

むらやま ひとし
村山 斉

領域番号： 20A203 研究者番号：20222341

【本研究領域の目的】

ダークマターはその存在が確実であり、宇宙の星や銀河を作った立役者だが、その正体は不明である。今までは素粒子物理学の要請から、約2桁の質量範囲の WIMP パラダイムに研究が集中していたが、2010年代の実験・観測で制限が厳しくなり、WIMP 以外の候補への関心が高まっている。本研究領域では、ダークマターの質量で90桁にわたる広大なディスカバリースペースを網羅的にカバーするため、今までにない多角的な方法で理論から宇宙観測・地上実験にまたがる研究領域を拓くことを目指す。

【本研究領域の内容】

本研究領域では、宇宙の物質の大部分を占めるダークマターの正体を徹底的に解明するために、サイエンスの柱として、「軽いダークマター」、「重いダークマター」、「巨視的ダークマター」を立てた。

提案のポイント：ダークマターは**存在するが、未知の物質**

今までの探索は**ごくわずかな質量範囲**に限定

ニュートリノ 電子陽子 細菌 蚊 人間 富士山 地球 太陽



今まで理論的な偏見に囚われて見てこなかった

ディスカバリースペースにアタック

日本のダークマター研究を変革

既存分野の壁を破る**横断的研究**

既存施設を本来の目的とは異なる形で**有効活用**

図1:ダークマターの候補質量範囲と本領域の関係

理論研究計画（研究項目 A01-A03）では、初期宇宙におけるダークマターの生成機構、実験・観測の提案、さらに理論から導かれる新しい物理を研究する。実験計画研究（B01-B06）では、世界をリードするアイデアに基づく実験・観測の実現、あるいは世界最高の宇宙観測データでダークマターの正体に迫る。具体的には、レーザー干渉計（B01）、すばる分光観測（B02）、広視野かつ高時間分解能天体イメージング（B03）、X線領域の革新的な観測技術（B04）、電子陽電子加速器（B05）、宇宙マイクロ波背景放射（B06）による観測・実験のダークマター研究を実現、展開する。さらに、量子重力理論などのトップダウン的アプローチでダークマターの存在、物理を自然に説明できる究極理論を探る計画研究（C01）、大規模

数値シミュレーションを用い、異なるダークマター候補が及ぼす宇宙の構造形成への影響を調べる計画研究（C02）を配置し、サイエンス間、計画研究間の協奏を実務的に促す。このような組織で、研究計画をまたがるトップダウン型理論研究（C01、C02）とボトムアップ型理論研究（A01-A03）から指針を得て、世界に先駆けた独自の地上実験・宇宙観測の計画研究（B01-B06）によりダークマターの正体の解明を目指す。

【期待される成果と意義】

本研究領域の設定期間内に、今までない世界初のダークマターの制限が求められる。テーブルトップの実験によるアクシオンと新しいゲージボソンについて、日本初の若手のアイデアによる探索を行う。また、JAXA が打ち上げる新しい X 線衛星である XRISM により、ダークマターの崩壊による単色 X 線を探索する。既にすばる望遠鏡に搭載されている HSC という世界最高性能のカメラを用いて、ダークマターの分布の世界最大の3次元分布地図を作り、また原始ブラックホールなどの天体サイズのダークマターを探索する。一方、2023年から観測を開始する現在建設中のすばる超広視野多天体分光器 PFS を用い、矮小銀河の観測から、ダークマターの自己相互作用やドブロイ波長に制限を加える。この PFS データから、 γ 線によるダークマター対消滅の探索についても、その解釈を精緻化する。また、公開される宇宙マイクロ波放射のデータを用い、新たな解析を行うことにより、アクシオンや宇宙晴れ上がり時のダークマターの対消滅の効果を探る。そして、既に稼働を開始した Super KEK-B 加速器での実験に新たなトリガーを組み込むことで、ダークフォトン、SIMP などのダークマターを探索する。これらは期間内に新しい結果が発表できるはずである。

【キーワード】

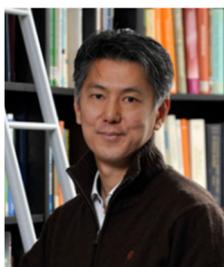
ダークマター：暗黒物質。質量は持つが、光学的に直接観測できない物質で、銀河系内にあまねく存在し、物質とはほとんど相互作用しない。観測事実から間接的にその存在が確実とされるが、いまだ正体不明の物質で、宇宙の星や銀河を作った立役者。

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度-6年度 1,130,500千円

【ホームページ等】

<http://member.ipmu.jp/DarkMatter/>



研究領域名 高密度共役の科学：
電子共役概念の変革と電子物性をつなぐ

京都大学・大学院工学研究科・教授

せき しゅうへい
関 修平

領域番号： 20A204 研究者番号：30273709

【本研究領域の目的】

本研究領域『高密度共役の科学：電子共役概念の変革と電子物性をつなぐ』は、有機化学に基づく分子性物質の設計・分子間空隙の制御・凝縮相における熱ゆらぎ抑制により、新しい分子間電子共役（＝高密度共役）を達成する。同時に、最先端の機能物性科学的評価手法により、得られた高密度共役物質の優れた電子伝導やスピン輸送、特異な電子相関や局在状態に関わる未踏機能の実現を通じて、美しい式・論理を介した“X”-conjugation の学理の確立と普遍化を目指す。

【本研究領域の内容】

新しい分子間電子共役（＝高密度共役）の示す破格に優れた物性と未踏機能について探求し、既存の枠組みを超越する電子共役概念（＝“X”-conjugation）を、次の三つのアプローチによって確立する。

(I) σ ・ π 共役を超越する新しい電子共役の達成

p 軌道を対象とした最初の共役の提案に端を発し、長らく共役の概念は π 結合を中心に発展してきた。さらに、1950 年代に議論され始めた σ 電子の非局在安定化（ σ 共役）、 δ 結合の存在と非局在安定化の可能性、 φ 結合の理論予測など、分子軌道論を基にした新たな共役概念の扉が開かれてきた。しかし、これらの電子共役概念の拡張は、いずれも重元素の高次原子軌道による共役を追求するものであった。これに対し、本研究領域では、“共役”の根本である“電子非局在化によるエネルギー利得”に立ち戻り、炭素を中心とする分子性物質における新たな電子共役の拡張をもって共役概念の変革を目指す。具体的には、有機化学を駆使した分子性物質の周期配列構造中で、1) 分子間空隙の可能な限りの縮小による高密度化、2) 熱ゆらぎを超越する相互作用の導入、3) “空間を電子で埋める”という基本戦略に基づく分子間空隙への電子状態の創り込みにより、既存の共役を超越した高密度共役を創出する。

(II) 破格に優れた物性・未踏機能への挑戦

分子性物質の電気伝導度が示すダイナミックレンジは破格に大きい。これは電荷の輸送特性に当たる電子移動度・有効質量がそもそも広域に変調することに加え、電荷担体及び電子状態の密度が物質に応じて大きく変化し、これらの積によって電気伝導度（＝電子物性）が与えられるからである。実際、幾つかの有機伝導体中において電子・分子の空間充填を制御することで、超伝導体から絶縁体までを同じ物質だけで具現化できることは、他の多くの共役分子性物質の可能性を如実に代弁している。超伝導体から絶縁体まで、あるいは質量ゼロの状態から強い局在を示す巨大有効質量までに至る“破格”のダイナミック

レンジを包括して制御できる可能性を持つことこそが、分子性物質による電子共役構造の本質である。本研究領域では、電子共役構造の本質的な制御と、最先端の機能物性科学的評価手法による各種物性の解明により、未踏機能である軽い電子の極限及び重い電子の極限に挑戦する。

(III) 高密度共役から“X”-conjugation へ
高密度共役が実現された状態において、空隙の中の電子の共役を表す波動関数は、それを取り巻く空間の対称性を反映した“シンプルで美しい式・論理”で表現されるに違いない。このように明確に表現される既存の枠組みを超える分子間共役の概念を“X”-conjugation として提唱し、世界に発信する。

【期待される成果と意義】

分子空隙の可能な限りの縮小による高密度化と、「高密度共役」の概念の下、本「高密度共役の科学」領域では、次の二つの極限に挑戦する。

軽い電子の極限への挑戦：共役分子固体中の 500 $\text{cm}^2 \text{V}^{-1} \text{s}^{-1}$ に達する電子移動度を、高密度化により更に向上させ、「有機化学に基づく高密度共役」と「最先端の機能物性科学的評価手法」の融合によって、既存の無機・酸化物材料を凌駕する優れた電子伝導やスピン輸送性における潜在性を明示する。

重い電子の極限：電子密度の自在制御は、電子間相互作用の精密制御にも直結する。特に、電子同士が互いに強く相互作用する場合に着目し、多体効果により重い電子の極限である電荷・スピンの局在化を分子性物質において実現する。さらに、分子性物質中の超構造の創出により、スピンフラストレーション・電荷フラストレーション・（反）強磁性・（反）強誘電性など重い電子の極限として発現する特異な電子相関と局在状態による物性を具現化する。

最終的に、既存の枠組みを超越する電子共役概念：“X”-conjugation を打ち立て、「軽量性・柔軟性・易加工性」に偏った現状の有機電子材料の設計指針を変革しつつ、分子性物質の示す光電子機能における“破格のダイナミックレンジ”を示す。

【キーワード】

“X”-conjugation：本研究領域の目指す、従来の概念を超越した分子間に広がる新しい電子共役概念

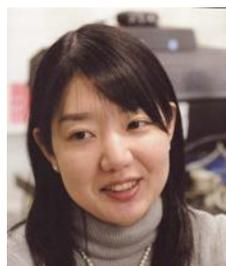
【領域設定期間と研究経費】

令和2年度－6年度 1,168,000 千円

【ホームページ等】

<https://x-con.jp>

X-conjugation-admin@t.kyoto-u.ac.jp



研究領域名 マテリアルシンバイオシスのための生命物理化学

長崎大学・大学院医歯薬学総合研究科（薬学系）・教授

やまよし あさこ
山吉 麻子

領域番号： 20A205 研究者番号： 70380532

【本研究領域の目的】

我々の生体内には、「母体と胎児」あるいは「ヒトと腸内細菌」に代表されるような驚くべき共生形態が存在する。いずれの例においても、“「弱い相互作用」を介した分子間コミュニケーション”が取り入れられることで共生が成立している。一方で近年、バイオ医薬品や生体適合材料など、様々な機能性分子が開発されているものの、これら「非自己物質（マテリアル）」と生体との共生は、真の意味ではいまだ達成されていない。

本研究領域では、生体とマテリアルの共生形態を「物質共生（マテリアル・シンバイオシス）」と定義し、「物質共生とは何か？」という問いに答えるため、これまで「拒絶」・「回避（ステルス）」・「寛容」と呼称されていた生体応答を、「弱い相互作用」を主軸とした物理化学的観点から考察する。さらに、真の物質共生を実現するための基盤を構築することを目的とする。これにより、従来型の「生体機能に打ち勝つ」機能性分子の設計コンセプトに学術的変革をもたらし、「マテリアル・シンバイオシスのための学問分野」を新たに切り拓くことを目指す。

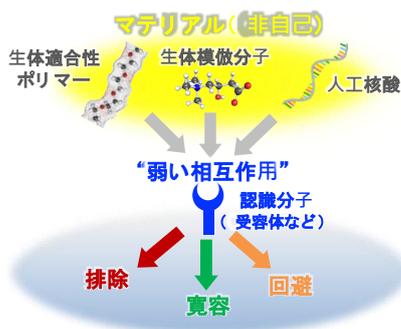


図1. マテリアルと生体分子の間に働く「弱い相互作用」を解明し理解する

【本研究領域の内容】

本研究領域が物質共生の機構を解明する学問分野を切り拓くため、生体が「弱い相互作用」を介してマテリアルを認識するメカニズムを解明することを目標とし、以下に示す三つの研究項目を展開する。

研究項目 A01 では、物質共生のための「弱い相互作用」の測定拠点とする。生体内で起こる速く不安定な相互作用を可視化・定量化することは容易ではないため、イメージング、構造解析、物理化学解析、計算科学等の手法を駆使して、課題の解決を目指す。

研究項目 A02 では、様々なマテリアルと生体分子との相互作用解析を進める。これを基に物質共生に必

要な物理化学的パラメータを抽出し、「物質共生パラメータ」として体系化することを目指す。

研究項目 A03 では、生体が共生生物などの異物を寛容する際に利用している弱い相互作用に注目する。これを材料に組み込んだ新しい物質共生マテリアルを開発する。



図2. 本領域の研究体制

【期待される成果と意義】

従来型のマテリアルの分子設計は、生体に打ち勝ち、生体機能を凌駕することを目指したものが大半であった。また、マテリアルに対する免疫応答に着目すると、既報の多くは抗体やサイトカインの産生に代表される、いわば最終応答を解析することのみに終始していた。すなわち、「なぜそのマテリアルが免疫原性を持つのか？」ということには、これまでほとんど目が向けられていなかった。我々はその作用機序に着目し「物質共生とは何か？」を世界に先がけて解明し定義することを目指す。本研究領域の研究成果により、様々な最先端医薬品や機能性材料に対して認められる課題（免疫原性、悪性腫瘍誘発など）の解決が期待される。

【キーワード】

物質共生：物質と生体の共生形態を本研究領域では「物質共生（マテリアル・シンバイオシス）」と定義する。生体が「弱い相互作用」を介してマテリアルを認識するメカニズムから「物質共生」を理解・解明するところに、本研究領域の大きな特徴がある。

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度－6年度 1,144,300 千円

【ホームページ等】

<https://material-symbiosis.jp>

研究領域名 超秩序構造が創造する物性科学



名古屋工業大学・大学院工学研究科・教授

はやし こういち
林 好一

領域番号： 20A206 研究者番号：20283632

【本研究領域の目的】

様々な材料における機能性の根幹は、母物質と添加元素（ドーパント）の組合せによる協調・協奏現象と言っても過言ではない。そのような中、結晶中のドーパント解析など欠陥の科学も進展し、その理解も大きく進んできた。しかしながら、ドーパントを点欠陥として利用する限り、創出できる機能性には限界がある。

本研究領域では、その限界を打破するために、「超秩序構造」を積極的に利用する。「超秩序構造」とは、異種元素ドーパントや空孔・空隙から構成されるナノ構造体のことを指す。例えば、図 1(a)における、In-Nb-Ti³⁺で構成される構造体は、酸化チタンの誘電率を 1000 倍向上させることに寄与する。通常の単元素ドーピングとは異なり、「超秩序構造」を利用すれば、元素の組合せや立体配置により無限の可能性を追究できる。

一方、図 1(b)は、結晶化前のゼオライトの原子配列であるが、幾何学的に規則性の高い空隙構造を形成する。この空隙構造とドーパントであるアルミニウムの関係はゼオライト触媒の高温耐久性と関連があることが知られている。このような、空隙構造とドーパントとの関係も「超秩序構造」と捉えられ、トポロジー解析によって、ナノスケール秩序となる特徴量が抽出できると考えている。

「超秩序構造」は、他にも幅広い材料群に存在しており、まさしく材料機能性の宝庫とも捉えられる。本研究領域では、「超秩序構造」を正確に決定できる計測、深く理解するための理論、構造制御のための合成プロセスを融合し、材料開発に新たなブレークスルーをもたらすことを目的とする。

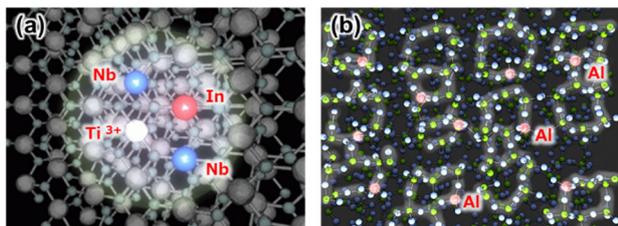


図 1 「超秩序構造」の例。(a):酸化チタンにおけるIn-Nb-Ti³⁺ ナノ構造体。(b):ゼオライト前駆体における結晶トポロジー

【本研究領域の内容】

重点研究対象として、A「ドーパント誘起超秩序構造」、B「空孔・空隙を含む超秩序構造」、C「結晶/アモルファス境界の超秩序構造」を設定している。組織としては、A01 試料グループ、A02 手法グループ、A03 理論グループから構成される。

様々な材料に存在する「超秩序構造」に対し、サイト選択的な量子ビーム技術によって計測し、逆モンテカルロ法などを用いてそれらの構造を正確に決定する。その情報を基に、大規模第一原理計算などを駆使した理論的アプローチによって機能性解明と新規「超秩序構造」の設計に取り組む。また、パーシステントホモロジーに代表されるトポロジー解析などの数学的手法を活用し、「超秩序構造」等、これまで着手されなかった「非周期構造」の記述子の作成についても進める。なお、これらの知見を基に、機械学習などのデータ科学を活用した効率の良い「超秩序構造」材料の探索を推し進め、単なる置換サイトドーピングのような発想を超えた、トポロジー制御による高機能な材料創製への道筋を切り拓く。

【期待される成果と意義】

本研究領域は、ドーパントやガラスなどの非周期構造を決定する上で、世界最高水準レベルである分析・解析技術を有している。「超秩序構造」を対象とした研究を推し進めることにより、更なる分析・解析技術の先鋭化を達成でき、国際的な存在感を確固たるものとできる。

これまで未開拓であった、結晶材料と非晶質材料とをつなぐ、あるいは、その中の特異点を見いだす新興の研究領域と捉えている。従来、接点の少ない分野の人的交流により、新たな学問の創出や若手人材育成が期待される。

応用面においても、幾つかのブレークスルーが期待される。例えば、「従来の 1000 倍の比誘電率と高温安定性を兼ね備えた革新誘電体の創製」、「超耐熱ゼオライト deNOx 触媒」、「100cm²/V·s 移動度の低コスト薄膜トランジスタ」、「割れないスマートフォン用カバーガラス」、「高温高信頼性キャパシタ」などであり、日本の産業発展に貢献できる。

【キーワード】

超秩序構造：ドーパントや空孔・空隙によって形成される特異ナノ構造体を指す。具体的には、異種元素や空孔による複合欠陥、また、アモルファスでもトポロジカル的なオーダーを示すナノスケール原子配列など。

【領域設定期間と研究経費】

令和 2 年度－6 年度 1,155,300 千円

【ホームページ等】

<http://www.hyperordered.org>
khayashi@nitech.ac.jp



研究領域名 散乱・揺らぎ場の包括的理解と透視の科学

神戸大学・先端融合研究環・教授

まとは におさむ
の じょう 修

領域番号： 20A207 研究者番号：20282593

【本研究領域の目的】

光学と、それによって生み出される多様なイメージング法は、自然科学の発展に必要な役割を果たしてきた。しかし、現在の光学をもってしても解明・克服できない重要な課題が、光の直進性を乱す散乱・揺らぎと呼ばれる現象である。波長と粒径で決まる散乱理論は既に確立されている一方、空気や水中、生体などの現実世界にあまねく存在する4次元（3次元+時間）の散乱・揺らぎに関しては、今なおそれらを取り扱う包括的な理論や学理が未構築である。統計モデルによって散乱係数を定義し、数式やシミュレーションを用いた光子伝搬解析によって複雑な経路をたどる光を解析することはできるが、この手法では散乱した光のごく一部の情報しか用いていないため、最先端自然科学への活用は限定的である。

本研究領域では、3次元空間にナノメートルからキロメートルサイズのマルチスケールにあまねく存在する散乱・揺らぎ現象を包括的に理解するとともに、克服することを目的とする。そのために、生体から大気まで現実世界の散乱・揺らぎ媒質を伝搬する光の物理量をことごとく計測し、最新の理論と深層学習を駆使して、マルチスケールに存在する散乱・揺らぎ現象を解明する。さらに、散乱・揺らぎ媒質そのもの、及びその向こうを透視することで、生命科学や天文学などの自然科学、情報通信工学などの工学の諸分野に革新をもたらす。以上の研究の推進により、散乱・揺らぎ現象を取り扱う統一的な融合学術領域として「散乱透視学」の創成が本研究領域の目標である。

【本研究領域の内容】

本研究領域では、実世界の散乱・揺らぎ媒質と光学系、データ処理までを一体化して捉え、光学的可視化技術と数理モデリング手法を融合させることで、散乱・揺らぎ場のマルチスケールイメージングに革新をもたらす「散乱透視学」を創成する（図1参照）。具体的には、現実世界のマルチスケール散乱・揺らぎ媒質である生細胞・組織、地表層空気、大気を伝搬する光が受ける影響やそこに含まれる散乱体の特徴・光学特性を詳細に計測する技術を確認するとともに、それらを数理的に解析・モデル化する数理モデリングを行う。これらによって、散乱・揺らぎを包括的に理解するとともに、克服・活用する技術を確認する。そのために三つの研究項目を設置する。①複雑かつ多様な散乱・揺らぎ場の性質を包括的に解明するとともに、それを補正して透視を達成するためのイメージング手法や光学システムに関する物理的基盤研

究を担う研究項目 A01:物理基盤による散乱透視学、②散乱・揺らぎ場の本質的理解のための数理モデリングと数理的アプローチに関する数理的基盤研究を担う研究項目 A02:数理基盤による散乱透視学、③実世界における散乱・揺らぎ場における計測と、散乱体とその性質の解明、及び透視手法の有効性を検証する研究項目 A03:実問題における散乱透視学。研究項目内及び研究項目間連携により革新的学術領域を切り拓く。

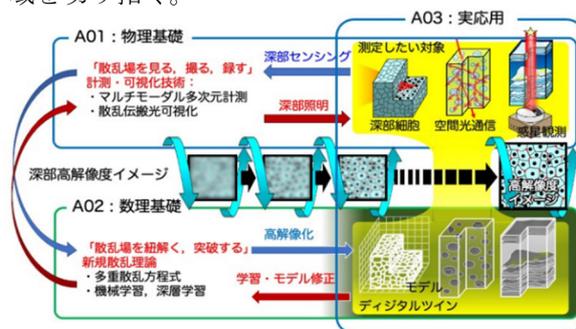


図1 散乱透視学を創成する研究項目と連携

【期待される成果と意義】

本研究領域での研究成果により、3次元空間にナノメートルからキロメートルサイズのマルチスケールにあまねく存在する散乱・揺らぎ現象を包括的に解明する融合学術領域「散乱透視学」を確立することができる。これにより散乱・揺らぎを取り除き、内部にある情報を明らかにすることが可能になる。また、散乱・揺らぎそのものを情報として活用することも可能になる。散乱透視学が変革する学術領域は本研究領域で取り組む生命科学、情報通信工学、天文学に留まらない。マルチスケールに適用可能なため、3次元ナノ材料開発などの物理工学、異常細胞検出や非接触型体調管理などの医科学、インフラ欠陥検査などの保全工学など多岐にわたり、これらの領域で学術変革につながるものと期待する。

【キーワード】

散乱・揺らぎ：光は屈折率が一樣な媒質では直進するが、空間的・時間的に一樣でない媒質では光の直進性が失われ、光の経路が特定できなくなる。

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度－6年度 1,159,100千円

【ホームページ等】

http://www.org.kobe-u.ac.jp/scattering_clairvoyance/



研究領域名 グリアデコーディング：脳-身体連関を規定するグリア情報の読み出しと理解

東京大学・大学院医学系研究科・教授

おかべ しげお
岡部 繁男

領域番号： 20A301 研究者番号：60204012

【本研究領域の目的】

外界の影響により動物の体内環境は刻々と変化し、脳もその影響下にある。従来の脳科学は感覚器・運動器を介しての神経回路と外界との相互作用を重視してきた。一方で、代謝・循環・免疫などの体内環境と脳の相互作用の中心となるのはグリア細胞である。グリア細胞は神経回路と生体の内部環境の間に介在するインターフェースであり、両者の双方向性の相互作用を仲介している。またグリア細胞は脳実質内の神経回路に対して体内環境の情報を表現し、末梢臓器・組織に対しては逆に脳内環境の情報を伝達する。このようなグリア細胞が表現する情報を読み出すこと（デコーディング）ができれば、脳-身体連関の包括的な理解が可能となる。

本研究領域では従来の神経活動計測とは全く異なる計測手法や体内環境の専門家を呼び込み、グリア機能の解析技術の開発を通じてその包括的な読み出しを実現する。そのために次の三つの目標を設定する。

(1) 脳内のグリアと神経回路の間での情報処理を代謝・循環・免疫などの時空間的な動態とも関連させて理解する。

(2) 特にグリア由来のシグナルに注目して外部環境・内部環境・脳の間での多様な機能制御を解明する。

(3) グリア細胞の状態・機能・細胞間シグナル伝達を包括的に読み出す技術（デコーディング技術）を開発し、脳と身体の間での生体情報の統合の理解を目指す。

このような試みにより、グリア細胞の状態を読み出すことで脳-身体間の機能連関を解明し、従来の脳科学の枠に収まらない学問領域を形成する。

【本研究領域の内容】

以下の三つの研究項目を設定し、研究を実施する。

(A01) グリア・神経ネットワークの統合による脳機能発現

脳の発達過程でのグリアによる回路発達の制御機構、成熟脳でのグリアと血管によるエネルギー消費・代謝の制御機構、さらに、FRET バイオセンサーを活用したグリア細胞を含む細胞間での情報伝達の解析を実施する。これらの実験により、グリアと神経回路の機能統合のメカニズムを明らかにする。

(A02) グリアによる脳-身体連関の制御

末梢への侵害刺激の情報は複数の経路から脳に伝えられる。このような脳-身体連関では通常感覚器を介しての速い情報伝達とは異なった機構、特にグリア細胞や免疫細胞を介した機構が働いている。本

研究項目では末梢組織での免疫・炎症反応による脳機能の制御と全身臓器の機能への影響を解明する。

(A03) グリアによる脳-身体連関制御の包括的操作・解析

全脳レベルでの包括的なグリア機能の読み出しや操作を可能とする技術開発を行う。全脳レベルでのグリア細胞の置換技術の開発、組織透明化技術を用いた全脳での全細胞のイメージング手法をグリア機能の解析に応用する。また脳-身体連関に関するエクソソームによる遠距離での細胞間相互作用の役割を明らかにする。

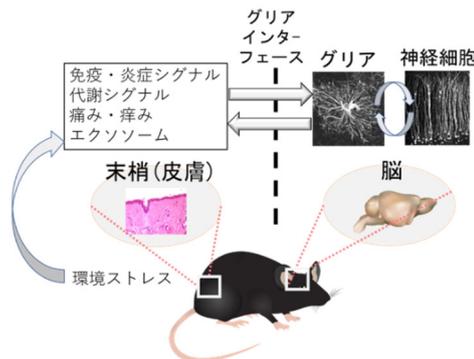


図1 脳-身体連関を制御するグリアインターフェース

【期待される成果と意義】

神経回路についての研究は米国や欧州の大型研究計画によって推進されているが、脳と体内環境を仲介するグリア研究においては組織的な研究開発はいまだ進んでいない。本研究領域によって脳と代謝・循環・免疫などの体内環境の間に介在するインターフェースとしてのグリア細胞の多様な機能が発見され、グリア細胞のコードする情報を読み出すための先進的な技術が開発されることが期待される。この研究領域で生み出されるグリアに関する新しいデータは従来の脳研究とは異なる新しい領域の開拓を実現する一方で、様々な精神・神経疾患の病態の解明にも役立つ情報を提供すると期待できる。

【キーワード】

脳身体連関：免疫や代謝において独立した臓器である脳が、末梢臓器との複雑な機能調節をすることにより個体として機能が維持・発揮される機構。

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度-6年度 1,222,400千円

【ホームページ等】

<http://gliadecode.com/>



研究領域名 不均一環境変動に対する植物のレジリエンスを支える
多層的情報統御の分子機構

京都大学・大学院理学研究科・教授

まつした ともなお
松下 智直

領域番号： 20A302 研究者番号：20464399

【本研究領域の目的】

植物は、芽生えたその地で刻々と変動する環境に晒さらされます。植物を取り巻く環境は土壌栄養や木もれ日のようにモザイク状の空間的不均一性を示し、また乾燥具合の変化のように不規則な時間的変動を伴います。さらに、実際の自然環境では、これらが複合的に変動することも少なくありません。このような環境を生き抜くために、植物は広いダイナミックレンジの環境変動を受け止め、それらに頑健かつ柔軟に適応するという、独自のレジリエンス機構を備えています。しかし、従来の研究は均一条件下での単一な環境応答の解析に留まり、本来の不均一かつ複合的な自然環境への多層的な適応機構を理解するには至っていません。とりわけ、不均一環境条件を扱って初めて見えてくる現象やそこで働く分子機構はほとんど未解明のままです。本研究領域では、時空間的に不均一な環境情報を統御する分子機構とそれを支えるプロテオーム多様化機構に焦点を当てることで植物の環境レジリエンスの本質を解明し、生物の環境適応研究に変革をもたらすことを目指します。

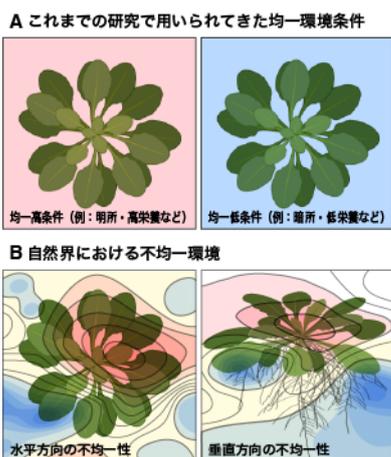


図1 従来の均一環境条件と自然界での不均一環境

【本研究領域の内容】

本研究領域では、不均一環境下において発揮される植物独自の頑健かつ柔軟でダイナミックな適応能力、すなわち環境レジリエンス機構の理解に向けて、これまでの均一環境での植物環境応答研究から一歩踏み出し、実際の自然環境で見られる①環境の空間的不均一性と、②不規則な経時変動、さらにこれらの時空間的に不均一な環境への適応能力を支える分子基盤として、③転写開始点変化を含めた多層的なプロテオーム多様化機構という、三つの独創的な視点

を導入することにより、植物の環境応答研究の方法や概念に変革をもたらすことを目指します。また、自然界で植物を取り巻く環境は、複数の不均一環境レイヤーが積み重なった状態であると考えられ、このような複雑な自然環境への応答の理解はこれまでほとんどなされてきませんでした。本研究領域では、それぞれ異なる環境刺激応答研究のスペシャリストが連携することで、様々な組合せの複合環境への応答機構の解明へと展開していきます。

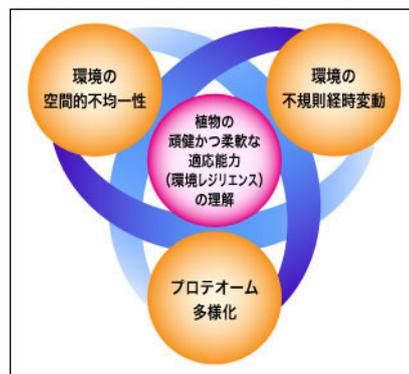


図2 本研究領域で導入する3つの独創的な視点

【期待される成果と意義】

植物の環境レジリエンスを支える分子機構を解明し、新たな研究潮流を生み出す概念の確立が期待されます。さらに、本研究領域を通じて、国際的に活躍する若手研究者の育成も進めていきます。また、将来的には、食糧・エネルギー問題解決への基盤技術構築に貢献する成果が生み出されることが期待されます。これらの研究は、生命の多様な環境情報統御システムの理解につながると考えられます。

【キーワード】

レジリエンス：一般に「絶えず変化する環境に対する、柔軟性と頑健性を兼ね備えたダイナミックな適応能力」のことを意味する。これはまさに、生存に適した環境を求めて移動する動物に対し、移動しないという戦略を選択した植物が見せる生き様そのものであると言える。

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度－6年度 1,204,200千円

【ホームページ等】

<https://plant-resilience.jp>
mat@gr.bot.kyoto-u.ac.jp



研究領域名 脳の若返りによる生涯可塑性誘導—iPlasticity—臨
期機構の解明と操作

東京大学・大学院医学系研究科・教授

かのう まさのぶ
狩野 方伸

領域番号： 20A303 研究者番号：40185963

【本研究領域の目的】

脳機能は生後発達期の経験に大きく影響される。それは、脳機能の基盤をなす神経回路が、生後発達期の特定の時期に外界からの刺激の影響を受けて、再編成されるためである。このような神経回路の可塑性が高い特定の時期を「臨界期 (critical period)」と呼ぶ (図1)。臨界期の経験が神経回路に刻み込まれ、一方、神経回路の可塑性は臨界期が過ぎると著しく低下するために、臨界期の影響は生涯残る。例えば、視覚野の臨界期に片目の視覚を剥奪するとその目は弱視になり、視力は回復しない。したがって、一旦終了した臨界期を大人の脳で再開することができれば、失われた神経機能の回復や新たな脳機能の獲得を促進することが期待できる。

最近、臨界期の時期を早めたり遅らせたりすることや、成熟動物において臨界期を再開できる可能性が示された (図1)。また、脳傷害の後の一定期間、神経回路の可塑性が上昇して機能回復が起きやすい、一種の臨界期が生ずる。本研究領域では、臨界期を、生涯にわたって生じ得る「神経回路の再編成と可塑性が亢進する時期」と捉え直し、臨界期のメカニズムを追及して脳と心の発達の理解を深め、臨界期への介入・操作法を開発して、「脳の若返り」による生涯可塑性誘導 (iPlasticity) の実現を目指す。

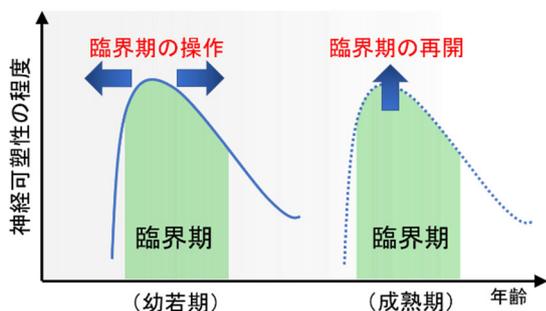


図1 臨界期とその操作・再開

【本研究領域の内容】

その目的達成に向けて、研究項目 A01「発達期の臨界期神経回路再編成のメカニズム」と、研究項目 A02「臨界期の操作・再開と脳傷害後の臨界期のメカニズム」を設定した。A01では、動物やヒトの乳幼児を対象にした独自のモデル実験系を用い、シナプス刈り込み (Synapse Pruning)、興奮性シナプスと抑制性シナプスの強さのバランス (E/I balance)、社会的相互作用 (Social Interaction) との関連に焦点を当てて臨界期のメカニズムを追及する。具体的には、狩野が発達期のマウスの小脳において、神経活動がシナプス刈り込みを制御するメカニズムの解

明とこれに関わる主要分子カスケードの同定を目指す。宮田は、発達期のマウスの視床における感覚経験に依存したシナプス刈り込みに関して、強化されるシナプスと刈り込まれるシナプスの違いを明らかにする。大木はマウスの一次視覚野と高次視覚野において、臨界期に神経細胞がその反応性の多様性を獲得するメカニズムを解明する。内ヶ島は樹状突起スパインの構造可塑性の分子動態の描出と解明を目指す。辻はヒトの乳幼児の母語獲得の臨界期に対して言語経験が与える影響について、定量的解析を行う。

A02では、臨界期の操作・再開と脳損傷からの回復の促進を目指す。ヘンシュは臨界期可塑性における、注意 (attention) や覚醒レベルの影響とそのメカニズムを解明し、成熟動物において臨界期の可塑性を再開する方策を開発する。金丸は臨界期において、ネットワークが注意状態を実現するような非線形ダイナミクスを獲得していくプロセスを数理的に追求する。高橋は脳卒中患者を対象に、縦断的に AMPA 受容体と GABA_A 受容体の脳内分布を PET imaging で測定して、E/I balance の変化を調べることにより、ヒトにおける脳損傷後の機能回復の臨界期の神経回路基盤を追求する。牛場はブレイン・マシン・インタフェースを亜急性期の脳卒中患者に適用し、機能代償回路の形成を促進することを目指す。

【期待される成果と意義】

様々なモデル実験系を用いて研究することで、臨界期の神経回路再編成のメカニズムの理解が格段に進展する。また、自閉スペクトラム症や統合失調症など、神経回路発達の障害が関係する精神神経疾患の病態の理解が進む。臨界期を操作・再開する方策を開発することで、弱視、聴覚障害、言語障害といった神経発達障害の新たな治療につながる可能性がある。特に効果的なリハビリテーションの方法と脳内の E/I balance の評価法の開発によって、脳卒中後の機能回復を飛躍的に促進することが期待できる。さらには、より良い教育や育児へ新たな示唆を与えることや、生体脳に近い新たな AI 開発への端緒を提供できる可能性がある。

【キーワード】

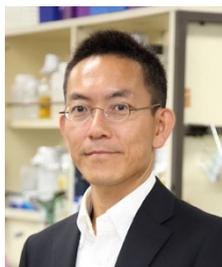
臨界期：神経結合の可塑性が著しく高く、外界からの影響によって神経回路の再編成が起こりやすい生後の限られた時期のこと

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度～6年度 1,247,500 千円

【ホームページ等】

<http://iplasticity.umin.jp/>
rinkaiki@m.u-tokyo.ac.jp



研究領域名 マルチファセット・プロテインズ：拡大し変容するタンパク質の世界

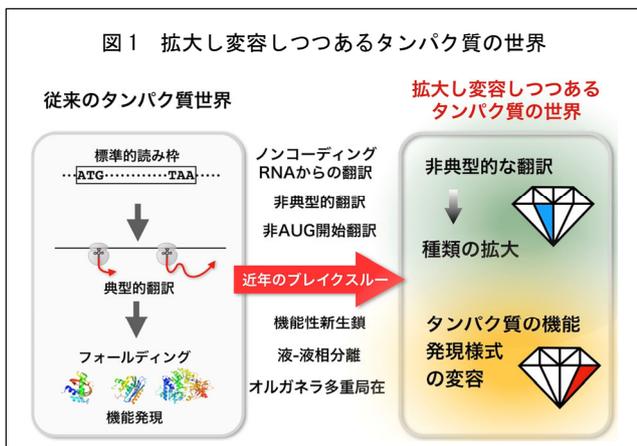
東京工業大学・科学技術創成研究院・教授

たぐち ひでき
田口 英樹

領域番号： 20A304 研究者番号：40272710

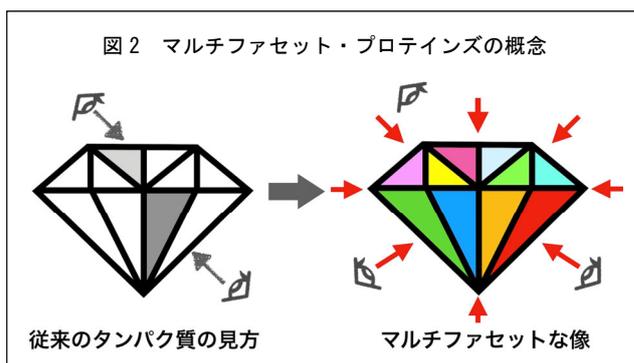
【本研究領域の目的】

ここ数年の間に従来のタンパク質像が大きく変革しつつある。これまでのタンパク質研究は、リボソームが mRNA 内の遺伝子読み枠（ORF）の開始コドンから終止コドンまでを翻訳し、完成したポリペプチド鎖が立体構造を形成して機能するという過程を前提としている。しかし、近年の様々な発見や技術革新によるブレイクスルーから、従来のタンパク質科学の常識が大きく揺らいでいる。例えば、翻訳は、想定されている遺伝子読み枠の開始コドン AUG から始まって淡々とアミノ酸を紡いで終止コドンで終わるだけではない。翻訳はしばしば AUG 以外から始まったり、翻訳伸長途中で止まったりする。質量分析に基づくプロテオミクス解析の技術革新などによってプロテオームを構成するタンパク質のレパートリーは増加の一途をたどっている。また、タンパク質はいつもフォールディングして機能するわけではないこと、特定の場所・特定の構造状態で機能を発揮するだけではないことも分かってきた（図 1）。さらに、こうした従来見過ごされていたタンパク質の世界が神経変性疾患など多くの病気に密接に関わる例が見いだされてきた。



このように、不変と考えられていた「タンパク質の世界」にはこれまで見えていなかった多くの面があり（multifaceted）、我々の認識する世界は拡大し変容しつつある。すなわち、タンパク質を真に理解するには、タンパク質の合成過程、種類、機能発現様式における従来の常識を疑い、これまで欠けていた新たな視点でタンパク質を見直す必要がある。

そこで本研究領域では、タンパク質の世界を多面的に、すなわちマルチファセットに捉え直すことで、従来のタンパク質に関する固定観念を刷新し、新たなパラダイムを構築することを目的とする（図 2）。



【本研究領域の内容】

目的達成のため、以下のような研究を推進する。

1. 非典型的な翻訳動態から産まれるタンパク質の普遍性とその機能
2. 未開拓プロテオームの探索と生理機能
3. 神経変性疾患に関与する非典型的な翻訳とその病態との関連
4. 細胞内タンパク質の機能発現様式
5. 新たな方法論の開発と応用

【期待される成果と意義】

本研究領域で実現するタンパク質研究のパラダイムシフトは基礎的な研究として大きなインパクトをもたらすが、それだけではない。あらゆる生命現象にタンパク質が関わることを考えれば、本研究領域によって新たな視点を導入されたタンパク質の世界はあらゆる生命科学全般へ大きな波及効果をもたらす。さらには、神経変性疾患の病態解明、疾患バイオマーカー、天然に存在しないタンパク質を合理的にデザインする人工タンパク質研究など医療・産業分野にもシームレスにつながり、飛躍的な発展をもたらすと期待される。

【キーワード】

非典型的な翻訳：遺伝子読み枠の開始コドンから始まって終止コドンで終わるだけではない翻訳全般。病気に関わるリピート関連非AUG依存性翻訳(RAN翻訳)も含む。

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度－6年度 1,211,200 千円

【ホームページ等】

<http://proteins.jp>



研究領域名 DNA の物性から理解するゲノムモダリティ

名古屋大学・大学院理学研究科・准教授

にしやま ともこ
西山 朋子

領域番号： 20A305 研究者番号： 90615535

【本研究領域の目的】

DNA 二重らせんの提唱に始まり、ゲノム配列の解読、そしてゲノム編集技術の普及に至る現代のゲノム研究の潮流は、塩基配列情報の複製・分配・修復・組換えの仕組みや、ヒストン修飾を中心としたエピゲノム制御を軸に、ゲノムの情動的側面の制御をハイライトする形で展開されてきた。一方で、DNA のポリマーとしての物理的性質は、ゲノム上で引き起こされるあらゆる現象の基盤となる重要な要素であるにもかかわらず、その理解はほとんど進んでいない。本研究領域では、DNA の構造物性的側面に着目し、DNA 物性理解を通して、ゲノムの真の姿を明らかにすることを目指す。塩基配列情報、DNA 物性、その他の環境諸因子によって多元的に制御されるゲノムの構造や機能の様式を「ゲノムモダリティ (Genome modality)」と定義し、DNA 物性を含む複眼的な視点からゲノムモダリティを理解する。このため本研究領域では、生物学が扱うゲノム研究と、高分子物理学が扱う DNA 物性研究、理論物理研究が融合した新しい学術体系の構築を目指す。

【本研究領域の内容】

本研究領域では、ナノスケールの DNA・ヌクレオソームから、組織や個体にまで及ぶ幅広いスケールを研究対象とする (図 1)。ゲノムモダリティを制御する要因として、DNA の物性に加えて、核内や細胞内環境、広い意味でのタンパク質物性、液-液相分離を代表とする物理化学反応等を想定し、これらの要因がそれぞれのスケールでゲノムモダリティをどのように制御し、染色体やクロマチンの振る舞いを規定するのか、その制御がどのように細胞機能に直結し、その破綻が発生異常や疾患を引き起こすのかを、

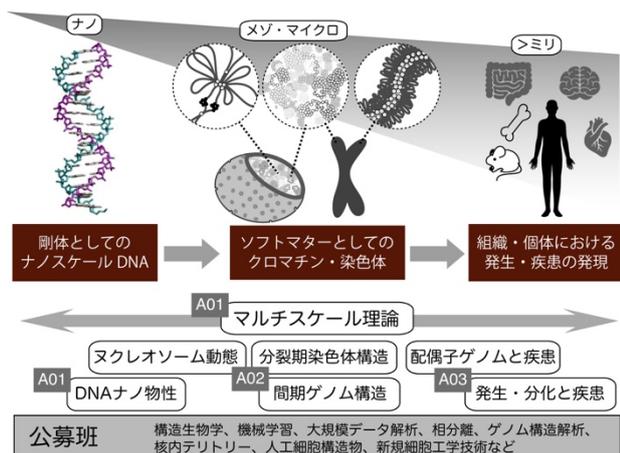


図1 本領域の研究構成

理論・計測・実験の再構成・ゲノミクス等の異なる手法を用いて解明していく。

本研究領域では、ゲノム構造の各階層に応じて三つの研究項目を設け、研究項目 A01「ゲノムモダリティの理論と基盤」では、高分子物理学に基づいたナノスケールゲノム構造形成原理の追求を行うとともに、周辺環境に応じた構造・機能制御原理を理解する。またナノスケールから高次ゲノム構造に至る各階層を理論的に連結するマルチスケール理論構築を行う。研究項目 A02「メゾスケールのゲノムモダリティ」では、ヌクレオソームや DNA ループ構造、クロマチンファイバー/ドメイン構造を含むメゾスケールのゲノム構造の形成・機能原理を DNA 物性的側面に着目して理解する。研究項目 A03「ゲノムモダリティの制御と疾患」では、疾患・生理現象に関連する染色体レベルのマクロスケールのゲノム構造に対して、物理学に基づく形成・機能原理の理解を行う。

【期待される成果と意義】

第一に、本研究領域でゲノム研究分野と高分子物理学研究分野の融合を加速させることにより、従来のゲノム研究では扱われなかった DNA 物性制御因子が新たにゲノム制御のアイコンとなり、DNA 物性を基盤としたゲノム制御の概念が確立される。第二に、本研究領域で得られた成果を集約する統合プラットフォーム「ゲノムモダリティ・スイート」を構築し、パブリックツールとして公開することにより、将来的には変異情報からゲノムの動態や疾患を予測できるツールの開発や、それを利用した疾患治療の可能性が期待される。第三に、本研究領域の推進により、生物・物理両分野に精通した若手研究者の育成が可能となる。新しい融合分野の若手研究者は今後の日本の科学技術の発展を担う重要な人材となることが期待される。

【キーワード】

ゲノムモダリティ：塩基配列情報、DNA 物性、その他の環境諸因子によって多元的に制御されるゲノムの構造や機能の様式

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度－6年度 1,140,400 千円

【ホームページ等】

<https://www.genome-modality.com>
nishiyama@bio.nagoya-u.ac.jp



研究領域名 素材によって変わる、『体』の建築工法

京都大学・大学院工学研究科・教授

いのうえ やすひろ
井上 康博

領域番号： 20A306 研究者番号：80442929

【本研究領域の目的】

家を建てる時、建材を何にするかが重要です。なぜなら、建材の物理的性質によって加工方法や組立て方法が選ばれ、それが最終的な家の形も決めるからです。この事情は、生物の形態形成にも当てはまります。体を構築・維持するには、細胞だけでは剛性が足りないため、サポート素材（カルシウム、コラーゲン、キチン等）が利用されます。このとき、細胞は、素材によって工法を選び、『体』を建築します（図1）。本研究領域では、「非細胞素材の加工」という新しいパラダイムを提示することで、形態形成の原理に挑みます。形態形成の本質を「体＝工作物、細胞＝作業員」と捉えることで、数理モデル化と大規模シミュレーションが容易になり、「マクロな形」と「細胞挙動」の関係が一気に明らかになると考えています。また、このパラダイムは「工業」そのものであるため、工業デザイン技術の生物への応用と、生物で得られた知見の産業応用が期待できます。



『棒』『面』の素材を加工、細胞はその作業員

図1 「形態形成＝非細胞素材の加工」と捉える

【本研究領域の内容】

本研究領域では、総括班の支援の下、三つの研究項目を推進します。

研究項目 A01 では、新たな原理の解明につながる可能性の高い実験系を持つ生物系の研究者から構成され、扱う現象は多様ですが、非細胞素材の加工の点から形態形成の原理に迫ります。研究項目 A02 では、体の形作りを素材の加工の点から数理モデル化・シミュレーションし、形態形成の原理に迫ります。研究項目 B01 では、素材や細胞に対する計測・操作技術の開発から領域研究を促進するとともに、生物の形態形成の原理を工学の理論構築や技術開発に応用します。特に、生物の形が作られる原理やプロセスに着目した新しい工学応用を目指します。

【期待される成果と意義】

「非細胞素材の加工」という新しいパラダイムから、形態形成を理解することにより、本研究領域で扱う対象を超えて、発生現象全般の理解が大きく変革されると期待しています。細胞の貢献は、体の一部とな

ることだけでなく、むしろ、サポート素材の加工、組立てを行う作業員として捉えられ、その挙動を分子レベルから理解することができるようになるでしょう。

また、本研究領域の特徴として、形態形成を素材の加工と規定したことで、工学との親和性が高いことが挙げられます。本研究領域では、発見した生物の原理の工学応用を探っていきます。オタマボヤのハウス形成に見られるような、3D構造をコンパクトな平面として製造・保存する原理は、建築や機械の新しい設計・製造技術につながると期待されます。カイメンの細胞作業員の挙動からは、分業体制で働く多数のドローンなどのシステムへ、新しい分散型制御理論の展開が期待できます。

さらに、本研究領域の研究は、幅広い分野間の連携により進みますので、基礎科学から応用までを俯瞰し、多様な観点で課題発見と解決ができる若手研究者の育成にもつながると期待します。

【キーワード】

サポート素材: 形を保つために必要な素材。例えば、柔らかい団子をピラミッドのように積み上げても、自重で崩れてしまいます。串があれば、こんなタワーも作れます（図2）。このとき、形を作っているのは、サポート素材の串です。



図2 形を保っているのはサポート素材

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度－6年度 1,147,300千円

【ホームページ等】

<https://www.architect-bio.info>



研究領域名 実世界の奥深い質感情報の分析と生成

京都大学・大学院情報学研究科・教授

にしだ しんや
西田 眞也

領域番号： 20A401 研究者番号： 20396162

【本研究領域の目的】

質感は情報科学及び神経科学にとっての重要な研究テーマであり、産業界からの注目も高い。これまでの質感研究から、質感の本質的理解には、感覚器が捉えた入力情報を質感属性変数や質感カテゴリーの言語ラベルに結び付けるような表層的な質感情報処理だけでなく、その背景にある深奥質感と呼ぶべき処理階層を理解する必要がある、との考えに至った。具体的に我々が想定する深奥質感処理とは、(A)質感情報から事物の多面的な生態学的意味や価値を計算する過程。ここには身体内部に情動的な反応を誘発する過程も含まれる。(B)質感と他の感覚属性の統合により外界モデルを脳内に構築することによって、行動の結果を事前に予測し、適切な行動選択をするような過程。(C)質感情報処理が、処理の主体である人間の個性（例えば年齢、脳機能障害、文化背景、経験）によって影響される過程。(D)実際の事物を出発点として、五感で捉えられた感覚情報の処理を介してリアルとフェイクを見極める過程、である。本研究領域では、人間の深奥質感処理を脳認知科学的に解明し、革新的な質感技術を開発し、その結果として質感の総合的理解を深めることを目的とする。

【本研究領域の内容】

計画研究では三つの研究項目を立て深奥質感の謎に迫る（図1）。研究項目 A01「質感機械認識」では、計算機による深奥質感認識の実現を目指す。西野らは、人・物・場の質感を生み出す物理特性、状態、意図、意味的構造などの深奥質感を計算機で視覚的に計算する。岡谷らは、現在の深層学習の限界を克服して、言語ラベル付けが困難な深奥質感の内部表現を推定する。佐藤らは、先端的な物理計測技術を駆使して、芸術作品の本物と模倣の違いがどこにあるかを解明する。

研究項目 B01「質感生体認識」では、人間や動物による深奥質感認識の科学的解明を目指す。神谷らは、脳コーディングの技術を駆使して、脳内の三次元の外界モデルを機能的 MRI によって読み解く。南本らは、DREADD などの最新の神経活動操作法を駆使して、質感から価値を計算する脳内機構を解明する。鈴木らは、臨床神経学の立場から脳機能低下による質感認識の変容から質感認知の神経基盤を解明し、質感環境の改善法を探る。西田らは、心理物理、感覚工学の立場から、視覚・触覚・聴覚・言語のマルチモーダル情報から質感を認識する仕組みを多角的に検討する。

研究項目 C01「質感生成」は深奥質感の生成と編集技術を開発する。岩井らは、ウェアラブルな光変調メガネという新しい技術で、実世界の質感を変調する。渡辺らは、現在のプロジェクションマッピング再現の限界を超



図 1: 研究体制

えた深奥質感操作を実現する。質らは、実素材群のマルチモーダル制御による質感生成と、それに対する人間の質感感覚の研究を行う。

公募研究は、D01「深奥質感の情報科学・情報工学」、D02「深奥質感の認知科学・脳神経科学」の二つの研究項目において、計画研究のテーマを補強し、カバーできないテーマを補完する。

【期待される成果と意義】

先端的かつ学際的な質感研究を発展させることにより、個々の個別分野のみではなし得ず、かつ個別分野を飛躍的に発展させる成果を達成する。情報科学としては、人間のように深奥質感を認識する AI や人間には感じ取れない質感まで認識する技術、実世界の深奥質感を思いのままに操作する技術、リモートコミュニケーションの質を向上する技術、などの開発が期待される。アートにおいては、科学との更なる融合や、本物に極限まで近づくクローン芸術の実現が期待される。心理学、脳神経科学に関しては、深奥質感の神経機構、知覚と感情の関係、人間にとって意味のあるリアリティの本質についての理解が大きく進むものと期待される。臨床医学や生活に関しては、脳機能低下者の生活環境の質の改善や、万人に快適な質感環境の解明が期待される。

【キーワード】

質感：一般的に広い意味を持つ語だが、本領域では、事物や事象の物性、材質、状態、さらには感性的価値を推定する人間の能力を反映した感覚と定義している。

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度～6年度 1,150,800 千円

【ホームページ等】

[https:// www.shitsukan.jp/deep/secretariate_shitsukan2020@googlegroups.com](https://www.shitsukan.jp/deep/secretariate_shitsukan2020@googlegroups.com)



研究領域名 社会変革の源泉となる革新的アルゴリズム基盤の創出と体系化

京都大学・大学院情報学研究科・教授

みなと しんいち
湊 真一

領域番号：20A402 研究者番号：10374612

【本研究領域の目的】

現代の高度情報化社会を動かしているアルゴリズム、すなわち論理的な手続き処理の理論と技法における近年の急速な進展を、様々な分野の科学者・技術者が理解可能な形で広く自由に利用できる学術として体系化し、社会変革の源泉となる基盤研究領域として発展させることを目的とする。近年の圧倒的な計算性能の進歩や未来の革新的デバイス、及び新しい社会的概念や価値観に基づいて、理論と応用を分かりやすく接続する汎用的かつ実用的な定式化モデルを再構築・体系化する。それらを構成する離散構造処理、制約充足、列挙、離散最適化、量子計算理論など、日本が強みを持つ分野を中心としたアルゴリズムの理論と技法の研究を推進し、革新的アルゴリズム基盤として発展させる。

【本研究領域の内容】

本研究領域は、図1に示すとおり、理論と応用を有機的に結合するインタフェースを追究する研究項目A01、A02と、それらを下支えする理論と技法を追究する研究項目B01、B02、B03、B04の合計六つの計画研究、及び全体の企画を行う総括班からなり、さらに17件程度の公募研究を含めて構成する。各計画研究の主な研究内容は以下のとおりである。

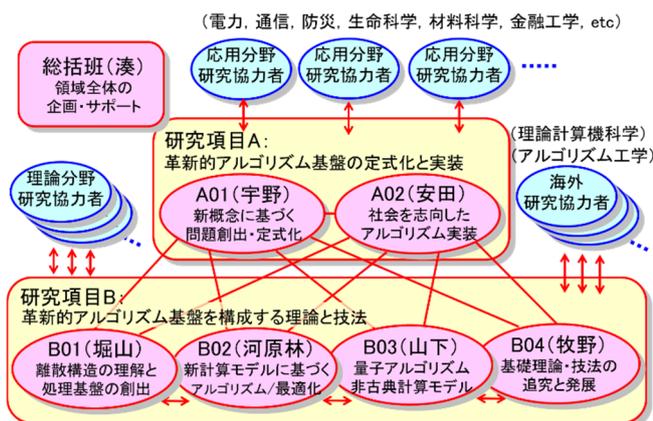


図1 研究体制

A01: 新しい概念に基づいたアルゴリズム・最適化の問題創出とその効率的求解方法の研究 応用分野の研究者の協力を得て、情報学の未来を切り開く新しい問題群を議論し、解くべき課題を定式化する。新しいアプローチによるアルゴリズムを設計する。

A02: 社会を志向した革新的アルゴリズムの実装 領域内で得られた理論的な成果を「社会変革アルゴリズム基盤」として広く社会に利用可能な形として実装し、理論研究者と応用研究者のインタフェース

を構築する。

B01: 大規模離散構造の理解と革新的アルゴリズム基盤の創出 理論及び実装の研究者が互いのマインドを理解しながら、指数関数的に大規模な離散構造に立ち向かい、その構造を利用した列挙、数え上げ、グラフ、文字列処理、SATなどのアルゴリズムの設計技法を研究する。

B02: 新計算モデルにおけるアルゴリズム・最適化 現在の社会課題に適合する新しい計算モデルにおける離散数学・アルゴリズム・最適化分野の基礎研究、及び機械学習分野（主にオンライン最適化、深層学習）の解析、巨大グラフや巨大データを扱う超高速アルゴリズム開発に関する研究を行う。

B03: 量子アルゴリズムの理論と実装を接続する革新的基盤の創出 計算理論の研究知見と量子計算機を実際に利用する研究知見を融合して、古典計算機も活用しながら効果的な量子計算を行うための理論的基盤を創出することを目指す。

B04: アルゴリズム基礎理論の追究・発展

アルゴリズムの性能保証や精度保証、公平性、安定性、均衡性の解析、離散と連続の融合、新しい価値観に基づく計算モデルや計算量解析方法など、計算機科学の基礎理論や技法を追究し、新たな突破口の開拓を目指す。

【期待される成果と意義】

計算機性能の急速な進展や未来の革新的デバイスを見通して、理論と応用を有機的に接続する汎用的な定式化モデルを再構築・体系化する。日本が世界で強みを持つ分野を更に伸ばし、「革新的アルゴリズム基盤」として発展させる。理論と応用が出会う「場」となる研究コミュニティを組織し、競争力の源泉となるアイデアを醸成し続ける。難関国際会議や論文誌等の学術業績はもちろん重要であるが、それだけに留まらず、応用研究者との連携による実問題への適用、様々な学問への間接的貢献、実社会応用による経済的波及効果、及び一般市民への社会的インパクト等を考慮して研究活動を推進する。

【キーワード】

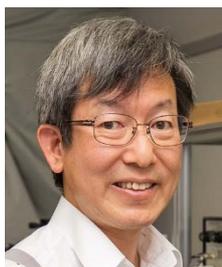
アルゴリズム：計算機のプログラムを正しく効率よく構成するための計算手順や戦略の総称。計算機の処理性能に大きな影響を与える重要技術。

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度－6年度 856,800千円

【ホームページ等】

<https://www.afsa.jp/>
afsa-contact@algo.cce.i.kyoto-u.ac.jp



研究領域名 分子サイバネティクス
—化学の力によるミニマル人工脳の構築

東北大学・工学研究科・教授

むらた さとし
村田 智

領域番号： 20A403 研究者番号：10334533

【本研究領域の目的】

本研究領域の目的は、「いかにして個別の分子材料や分子デバイスをシステムとして組み上げるか」に重点を置いて実施した新学術領域「分子ロボティクス」(2012-16年度)の基本理念を継承しつつ、より大規模な分子システムを構築するための新しい方法論を開拓することにあります。

具体的には、センサ、プロセッサ、アクチュエータなどの異なる機能を持つ分子を、リポソームをはじめとするミクロンサイズの人工細胞（コンパートメント）に実装し、更にこれらを結合することにより、複雑な機能を持つシステムを構築する方法論を開発します。これは、部品を配線で組み合わせる通常のロボットやコンピュータとは異なり、全ての機能を溶液中の分子間の反応としてボトムアップに組み立てる「分子システム工学」ともいべきものです。

【本研究領域の内容】

本研究領域では、ミクロンサイズの人工の知的情報処理分子システム(ケミカル AI, ミニマル人工脳)を構築し、情報処理の例として「パブロフの条件反射」のデモンストレーションを行うことにより分子サイバネティクスの方法論を実証します。そのために以下の研究に取り組みます。

1) それぞれセンサ、プロセッサ、アクチュエータを実装した3種の人工細胞を一定の順序に並べることでできるマイクロ流体デバイスを開発します。そして、並べた人工細胞(図1)に様々な分子刺激を印加してその応答を自動記録する遠隔操作可能な実験システムを開発し、これを領域全体で共有することにより、要素技術の統合を進めます。

2) 外部から与えられる刺激に人工細胞が応答したり、人工細胞の内部の情報を次の人工細胞に伝達し

たりするための分子情報伝達デバイスを開発します。多種類の人工細胞を結合するために、内部溶液を混合しない分子情報伝達機構を実現することが必要になります。

3) 人工的に合成された核酸分子を用いて、記憶と学習機能を持つ分子計算系を合目的に設計する技術を開発し、配列された複数の人工細胞により「パブロフの条件反射」を獲得するデモンストレーションを行います。

4) 情報処理能力に拡張性を与えるため、変形により他のミニマル人工脳と2次的結合(シナプス)を形成することのできるアクチュエータ人工細胞を開発します。

5) 市民参加型イベントの開催や、本プロジェクトに対するメディアやネットの反応の分析を通して、分子サイバネティクスの倫理的・法的・社会的影響(ELSI)の研究に取り組みます。

【期待される成果と意義】

分子サイバネティクスは、多様な分子デバイスをシステムとして組み立てるための汎用性の高い方法論の基盤となる学術分野であり、将来これによって様々な応用システムの構築が可能になることが期待されます。分子サイバネティクスの応用として、例えば、記憶・学習機能を利用したバイオセンサーや、人工細胞と生細胞のハイブリッド培養による人工組織作製、分子ロボット群の制御などが考えられます。

分子サイバネティクスは、サイバネティクス(人工知能学)を化学の原理によって再構築することに相当します。これは、サイバネティクスが分子・物質のレベルに到達するということを意味しており、我々の物質観や生命観そのものを革新する可能性を秘めています。

【キーワード】

分子サイバネティクス：個別の分子材料や分子デバイスを大規模に集積して知的情報処理能力を持つ分子システムを構築する方法論。分子・物質レベルからの人工知能学の再構築。

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度－6年度 1,131,500千円

【ホームページ等】

<https://molcyber.org>
contact@molcyber.org

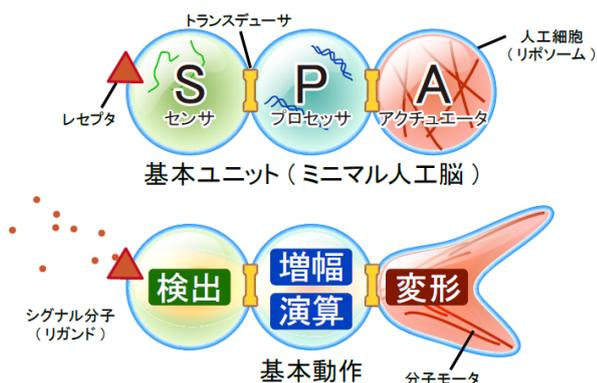


図1 人工知能の化学的な実現

令和2(2020)年度 科学研究費助成事業 学術変革領域研究(A) 審査結果の所見

研究領域名	生涯学の創出—超高齢社会における発達・加齢観の刷新
領域代表者	月浦 崇 (京都大学・人間・環境学研究科・教授)
研究期間	令和2(2020)～令和6(2024)年度
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、2007年に高齢化率が21%を超えて超高齢社会を迎えた我が国において、「高齢脳の可塑性」を切り口とし、心理学(認知、生理、臨床等)、社会学、教育学、文化人類学の研究者がチームを組み、強力な研究体制を構築しており、融合領域の創成と当該学問分野の先端的発展及び飛躍的な展開が十分期待できる。いわゆる生物心理社会モデル(biopsychosocial model)の考え方にのっとり、脳イメージング法を基礎としつつ、知覚・記憶の認知過程、レジリエンス及びウェルビーイングなどの心理過程、高齢者の社会参加の条件分析など幅広い観点と方法論から取り組むものとなっている。さらに、政策学的な観点からの提言を行う体制も整えられ、成果の社会的還元も期待できる。</p> <p>本研究領域では、領域代表者ほかの研究者は、これまでインパクトファクターの高い一流国際誌に多くの論文を発表しており、本研究においても国際的水準に照らして高い研究成果が期待できる。一方で、「生涯学」「発達・加齢観の刷新」の説明のインパクトがやや弱い。既にある老年学や生涯発達心理学をより総合的に考えるのが生涯学の方向性であるが、生涯学の新たな創出や発達・加齢観の刷新を生み出すモーメントなりエネルギーなりが何であるか、心理学、社会学、文化人類学あるいは教育学との協同作業の軸となるものが何かについて、現段階で十分明確な見通しが示されているとは必ずしも言えず、研究を遂行する中でこの諸点を深めていくことが望まれる。</p>

研究領域名	土器を掘る：22世紀型考古資料学の構築と社会実装をめざした技術開発型研究
領域代表者	小畑 弘己 (熊本大学・大学院人文社会科学研究部(文)・教授)
研究期間	令和2(2020)～令和6(2024)年度
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、土器という人類史において広汎に存在する資料を用い、考古学・生物学・分析化学の融合によって、その内部に包摂された情報を抽出し、農耕文化の開始に関わる新たな人類史像を描く研究方法を見いだそうとする独創的な研究と評価できる。日本国内の多くの機関との連携が取られ、研究組織は充実し、多分野の有機的な協力によって目的を達成する研究計画が立てられており、発掘調査が綿密に行われている日本の強みを活かした研究方法として、今後の国内外での展開も期待できる。</p> <p>一方で、「農耕化は人類に何をもたらしたのか」というテーマに挑むためには、日本列島の土器、特に縄文土器を軸とする研究だけでは不十分であり、対象の拡大、更なる方法論の提示が望まれる。また、日本発の研究の優位性をうたう本研究は、研究成果の国際的発信や研究連携も積極的に行うことが望ましい。</p>

研究領域名	中国文明起源解明の新・考古学イニシアティブ
領域代表者	中村 慎一（金沢大学・歴史言語文化学系・教授）
研究期間	令和2（2020）～令和6（2024）年度
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、人類史の中でも注目度の高い中国文明の形成過程について、考古学を軸に自然科学等の手法を駆使し、これまでとは異なる次元の研究精度でその解明に挑もうとする意欲的な提案であり、また、綿密な事前準備と充実した体制作りがなされてきたことが伺える優れた研究計画である。これまでの実績に基づく中国の研究機関との協力関係の構築は特に優れている。</p> <p>研究目的に沿って適切な研究計画が立てられており、考古学を軸として各種分析を組み合わせた各計画研究は優れた国内の研究者を選定し、その組織も充実しており、目的を達成する手段としても十分な準備がなされている。</p> <p>国際的に活躍する若手研究者育成を目的としたプログラムの設定も有益であり、国際的な情報発信、研究成果発表を積極的に行うことを表明している姿勢も評価できる。</p> <p>なお、研究の実施に当たっては、学術変革領域研究としての革新性に留意し、中国文明の起源の解明を軸としつつも既存研究の枠組みにとどまらず、研究プロジェクトを総括して新興複合領域の創生、人類史における文明形成論に発展させる展望を示すことが求められるだろう。</p>

研究領域名	イスラーム的コネクティビティにみる信頼構築：世界の分断をのりこえる戦略知の創造
領域代表者	黒木 英充（東京外国語大学・アジア・アフリカ言語文化研究所・教授）
研究期間	令和2（2020）～令和6（2024）年度
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、ネットワーク、つながり（コネクティビティ）、信頼構築（トラスト・ビルディング）に焦点を当てて新しいイスラーム学を構築しようとする意欲的な学術変革を伴う共同研究であり、今後ますます重要となるイスラーム理解について時機にかなった提案となっている。</p> <p>理論研究と応用的研究にそれぞれ3つの計画研究を配しており、システムティックな構成になっているが、より一層横のつながりの連携と共時的な手法の重視が期待される。その上で、計画研究を可視化する試みとしてのデジタルヒューマニティーズが新たな計画研究（研究項目C01）として立てられているが、対象や分野がやや限定的であるので、歴史研究のみならず、現代イスラーム社会の分析まで含めて、積極的に推進することが望ましい。また、若手・中堅研究者の重点的な参画への配慮も好感が持てるが、成果の公開も含めて、より一層の努力を期待したい。</p> <p>新型コロナ状況が予断を許さない現在の状況は、海外調査の手法やその代替案を含めての検討が今後不可欠になるであろう。</p>

研究領域名	動的エキシトンの学理構築と機能開拓
領域代表者	今堀 博（京都大学・大学院工学研究科・教授）
研究期間	令和2（2020）～令和6（2024）年度
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、光エネルギーの効率的利用を目指して、ドナー分子(D)とアクセプター分子(A)が連結した DA 連結系における局在化した光励起状態（エキシトン）から D+A-電荷励起状態への変換に焦点を当てた提案である。従来の学理であるマーカス理論に基づいたプリミティブな考え方を、定量的で精度の高いものへと進化させようとするもので、目指すところは学術変革領域研究としてふさわしい。それぞれの専門分野において特徴的で高レベルな成果を上げてきた研究者で構成されており、年齢的な多様性も確保されている。領域のマネジメント計画も優れている。</p> <p>全体的にバランスが取れた構成にはなっているものの、理論化学・生物化学・有機光化学分野がやや手薄であるとも思えるので、公募研究でカバーするなどの工夫が望まれる。</p> <p>また、動的エキシトンという概念がやや不明確であり、マーカス理論を下敷きとしつつそれでは扱えないスピン軌道相互作用、分子のコンフォメーション変化などの効果を検討することで、より精密で定量的な議論を可能にする学理を構築するとした方が理解しやすいこと、あまり“動的”という言葉で研究を縛らないこと、にも留意することが望まれる。</p>

研究領域名	次世代アストロケミストリー：素過程理解に基づく学理の再構築
領域代表者	坂井 南美（理化学研究所・開拓研究本部・主任研究員）
研究期間	令和2（2020）～令和6（2024）年度
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、天文学、星間化学及び惑星物質科学を融合したアストロケミストリーに、超大型電波望遠鏡 ALMA による惑星形成領域の観測や、はやぶさ2が持ち帰る炭素型小惑星の試料を用いて、新たな学術変革をもたらすことを計画している。観測や試料分析で好条件にある研究グループが、既存の研究分野を超えての異分野融合研究を推進する計画であり、期待が持てる。</p> <p>観測や理論で明らかにされた星や惑星形成過程の動的進化を含めて、非平衡でかつ従来より中間的溫度・密度領域のアストロケミストリーを追究して、はやぶさ2の持ち帰る試料と照らし合わせることにより、星・惑星形成の多様性の中での太陽系の立ち位置を明らかにする意欲的なプロジェクトである。</p> <p>計画研究が5つとコンパクトであるが、計画研究間の連携を有機的に組織することが肝要である。そのためには、公募研究を活用することが重要である。</p> <p>惑星科学と天文学の本当の意味での学際的研究が花開くことを期待する。このためには、両者の連携を促進するコーディネータ的研究者の存在も必要かどうか検討が望まれる。</p>

研究領域名	ダークマターの正体は何か？- 広大なディスカバリースペースの網羅的研究
領域代表者	村山 斉（東京大学・カブリ数物連携宇宙研究機構・教授）
研究期間	令和2（2020）～令和6（2024）年度
科学研究費補助金 審査部会に おける所見	<p>ダークマターは、宇宙論や宇宙物理学的要請からは、その存在の可能性は極めて高いが、これまでその実態が明らかにされていなかった。従来の探査は、WIMPを想定して重点的に行われてきたが、成功していない。本研究領域は、我が国が既に保有している、または、建設中の世界的レベルの研究施設を軸に、質量にして90桁の範囲に及ぶ総合的探査計画を進める意欲的な提案である。</p> <p>領域代表者や、各計画研究組織の研究遂行能力の高さから判断して、ダークマターの探査が、従来より飛躍的に進展することが期待される。</p> <p>21世紀の物理学の主要課題の一つであるダークマターの実体解明を目指した研究として、学術変革領域にふさわしいものである。</p>

研究領域名	高密度共役の科学：電子共役概念の変革と電子物性をつなぐ
領域代表者	関 修平（京都大学・大学院工学研究科・教授）
研究期間	令和2（2020）～令和6（2024）年度
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分子物質系科学を再考して電子共役概念の変革を行うものであり、新たな学問分野の創出に向けての重要な発展が期待できる。高いレベルの研究者によって最先端のバランス良い体制もできており、学術変革に相応しい提案である。無機物に勝る有機物を作るというゴール感も優れている。さらに、諸分野への波及力もあり、優れた領域研究を形成できると評価する。計測をエンジンとした分子展開研究はこれまでは単独研究では成功しにくい問題点があったが、領域形成の工夫が見られる提案である。</p> <p>一方、高密度共役をどうやって達成するかについては不明瞭な部分があり、隙間を埋める具体的なストラテジーがいくつか必要である。</p>

研究領域名	マテリアルシンバイオシスのための生命物理化学
領域代表者	山吉 麻子 (長崎大学・医歯薬学総合研究科 (薬学系)・教授)
研究期間	令和2 (2020) ~令和6 (2024) 年度
科学研究費補助金 審査部会に おける所見	<p>人工臓器や製剤材料などの非自己物質は、生体内で免疫系により異物と認識される。一方で、母体と胎児の間には免疫寛容という仕組みがある。本研究領域は、この免疫系を制御する仕組みを理解し利用することで、人工マテリアルと生体との「共生」を目指す提案である。母体と胎児の間の免疫寛容や腸内細菌叢の共生に学ぶというバイオマテリアル研究は斬新であり、マテリアル免疫学と呼ぶべき革新的な学術研究領域の創成が期待される。</p> <p>物質と生体の共生状態を研究するために、新たな方法論を解析し (研究項目 A01)、幅広い分子論的視点による弱い相互作用に基づく現象の解明を進め (研究項目 A02)、弱い相互作用を起こすことで達成される応用開発を目指す (研究項目 A03)、という3つの研究項目を設定した構成は適切である。弱い相互作用の時空間イメージング、解離定数 μM レベルでの定量的な解析、免疫寛容を実現する人工高分子の開発、免疫制御ナノ粒子 (トレロソーム) の創製など、いずれも魅力的な目標設定であり、基礎と応用の両面からその成果に期待が持たれる。</p> <p>領域代表者が胎児との共生経験を基に本研究課題を着想したというエピソードも高い評価につながった。</p>

研究領域名	超秩序構造が創造する物性科学
領域代表者	林 好一 (名古屋工業大学・大学院工学系研究科・教授)
研究期間	令和2 (2020) ~令和6 (2024) 年度
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、ドーパントや空孔が起点となって現れる結晶中の局所三次元構造やアモルファス中のネットワーク的秩序構造を「超秩序構造」と呼び、これらを統一的に理解する学理構築を行い、高機能な材料創製への道筋を切り拓くことを目的としており、材料科学研究として新規性ある視点を有している。それぞれの構造を計測するための先端的量子ビーム計測技術を擁しており、対象とする物質としては、金属含有タンパク質への言及もあり、かなり広範に及ぶことにも特徴がある。前身である新学術領域研究「3D活性サイト科学」で、蛍光X線ホログラフィや光電子ホログラフィなどの先端計測技術で結晶中の超秩序構造を見出したことが端緒となり、本研究領域提案において発展・飛躍的に展開している。アモルファスにおける超秩序構造をトポロジーで描像するアプローチを新たに加え、全体としての共通学理創成を、大規模第一原理計算やデータ駆動科学の手法に基づいて実現する領域構成を構築している。</p> <p>ただし、その実効性については必ずしも明確でなく、また、各計画研究の具体的内容が領域代表者の上記方針に十分に沿ったものであるのかどうかについてやや不安があり、コンセプトの深化と適切な研究領域運営が求められる。</p>

研究領域名	散乱・揺らぎ場の包括的理解と透視の科学
領域代表者	的場 修（神戸大学・先端融合研究環・教授）
研究期間	令和2（2020）～令和6（2024）年度
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、散乱・揺らぎ現象を計測し、可視化する手法と数理科学的手法を有機的に融合することで、散乱・揺らぎ現象を包括的に理解するとともに、透視するところまで発展させることによって、散乱透視学を創成し、光学及び自然科学の学術への変革が期待される。</p> <p>特に、この学理を基軸として、天文学、情報通信、生体科学というマルチスケールな領域への展開を進めることで、現状の限界の打破と幅広い分野の応用において、ブレークスルーの実現が期待される。</p> <p>一方、学理の体系化において、新たな数理モデルの構築は、本研究領域の中核を担っており、更なる強化が必要である。</p>

研究領域名	グリアデコーディング：脳-身体連関を規定するグリア情報の読み出しと理解
領域代表者	岡部 繁男（東京大学・大学院医学系研究科・教授）
研究期間	令和2（2020）～令和6（2024）年度
科学研究費補助金 審査部会に おける所見	<p>グリアの情報表現の読み取りにより、脳-身体連関を理解する斬新な発想に基づいた極めて興味深くかつ独創的、挑戦的な研究領域である。当該研究領域の設定目的及び達成目標に沿って、その位置付けや役割が明確になっている。研究項目 A01:グリア・神経ネットワークの統合による脳機能発現、研究項目 A02:グリアによる脳身体連関、研究項目 A03:グリアによる脳身体連関の操作解析を行う3つの研究項目による構成も妥当であり、有機的な連携が期待できる。脳-身体インターフェースとしてのグリア系に着目しつつも、血管、エクソソームなどの様々な非神経機構に着目している点は新規性があり、学術変革が期待できる。また、研究領域の成果から出てくるビッグデータの取り扱いも、脳へのマッピング化を実行し、まとめることにより、大いに活用が期待される。多様な研究技術の共有化に関しても体制を整えており、領域内の技術支援が進むものと考えられる。</p> <p>一方で、膨大なデータのデータベース化や理論面の参加については、更なる検討が望まれる。</p>

研究領域名	不均一環境変動に対する植物のレジリエンスを支える多層的情報統御の分子機構
領域代表者	松下 智直（京都大学・大学院理学研究科・教授）
研究期間	令和2（2020）～令和6（2024）年度
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、新学術領域研究「環境記憶統合」の成果を継承しながらも、植物環境応答研究の従前の方法論を根本から見直し、不均一環境への植物の適応機構の解明を目指すもので、学術変革の名にふさわしい革新的で意欲的な研究提案である。</p> <p>本研究領域のコンセプトは、領域代表者が近年明らかにした、ゲノムワイドな転写開始点変化を介した不均一光環境への植物の適応メカニズムに着想したものである。我が国は植物環境応答研究の分野では高い国際的優位性を持ち、卓越した研究成果を挙げてきたが、これまでの方法論では、専ら、均一な環境条件下での植物の応答を解析してきたため、不均一環境への植物の適応の仕組みは未解明のままである。本研究領域では、上記の不均一な光環境に加え、不均一な土壌の栄養環境や冠水環境、寄生や共生時の生物環境など、不均一な環境変動一般に対する植物の反応を、ゲノムワイドな転写開始点変化を介したプロテオーム多様化の視点から見直し、植物固有の新しい環境応答の概念を構築することを目指している。</p> <p>いずれの計画研究も研究代表者が独自に開拓してきたオリジナリティーの高い研究テーマであり、国際的に高い優位性を持っていることが本研究領域の特徴である。これら多様な環境因子の空間的不均一性と時間的不規則性に対する植物の適応反応を、プロテオーム多様化という共通の機構を通して解明できれば、複雑な自然環境の中での植物の適応戦略解明への新しいアプローチが拓けると期待される。</p>

研究領域名	脳の若返りによる生涯可塑性誘導—iPlasticity—臨界期機構の解明と操作
領域代表者	狩野 方伸（東京大学・大学院医学系研究科・教授）
研究期間	令和2（2020）～令和6（2024）年度
科学研究費補助金 審査部会に おける所見	<p>脳の発達段階には、シナプス刈込みや神経回路再編成を伴う可塑性が高まる臨界期が存在する。近年になり、脳損傷後にも可塑性が一時的に高まる現象が知られるようになり、生後に起こる臨界期が成人で再開できる可能性が示唆されている。本研究領域では、臨界期を理解し操作することで、可塑性の維持や脳損傷から回復する機構などを明らかにするという意欲的な提案に挑戦する。子供の言語発達、自閉症の理解などへの応用も目指している。領域組織は、これまで臨界期研究を世界的にリードしてきた研究者らによって構成されており、多面的な研究を展開することで、「脳の若返り」に関する画期的成果が期待される。脳と心の発達に関する社会的インパクトも大きい。</p>

研究領域名	マルチファセット・プロテインズ：拡大し変容するタンパク質の世界
領域代表者	田口 英樹（東京工業大学・科学技術創成研究院・教授）
研究期間	令和2（2020）～令和6（2024）年度
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、これまでのタンパク質像からは想定できなかった多面的なタンパク質機能を見だし、拡大し変容するタンパク質世界の理解を深めることで、タンパク質科学における新しい常識を確立して、新たな学問領域を開拓しようとする提案である。</p> <p>若手を含めた、様々な手法を持った研究遂行能力が高い研究者が参画しており、それぞれに斬新な問題意識を持った研究課題がバランスよく集約されている。</p> <p>従来のタンパク質の常識が覆されるような知見を基に、その実体や分子機構、生理的な意義を明らかにしようとする点で、従来の学問分野に新たな変革をもたらすという要素は十分に含まれている。</p> <p>一方で、計画研究には広範な対象が含まれているので、計画研究間での円滑な連携促進への工夫が望まれる。また、生化学的・細胞生物学的解析に比べて、研究領域内での構造生物学的解析の役割は限定的であり、例えば、RNA シャペロン仮説の構造生物学的解明などの重要性から、公募研究などを含めた検討が期待される。</p>

研究領域名	DNA の物性から理解するゲノムモダリティ
領域代表者	西山 朋子（名古屋大学・大学院理学研究科・准教授）
研究期間	令和2（2020）～令和6（2024）年度
科学研究費補助金 審査部会に おける所見	<p>従来のゲノム生物学研究は、塩基配列の解析によるゲノム情報や生化学的な解析によるエピゲノム情報のデータによるものであった。それに対し、本研究領域では、DNA の二重らせんの物性、その構造のひずみ・ゆらぎ、あるいはクロマチンや染色体の構造という DNA の物性的な側面からの研究をメインに、ナノスケールからメゾスケール、さらにはマイクロスケールまで「マルチスケール」なレイヤーで領域を推進し、そうして得られたデータを GM Suite という統合データベースとしてまとめ上げ、公表しようとする意欲的な提案である。具体的には、DNA ナノ物性から、ヌクレオソーム動態、コンデンシン・コヒーシンによる染色体構造構築から、配偶子や疾患に関与するゲノム構造、さらには、それらを統合するマルチスケール理論など多岐に渡るもので、大きな展開が期待できる。</p> <p>挑戦的な構想であり、GM Suite のプラットフォーム作成も含め、5年間という限られた年月でどこまで進めることができるか難しい面もあるが、若い領域代表のリーダーシップにより、学術変革領域研究にふさわしい成果を上げていただきたい。</p>

研究領域名	素材によって変わる、『体』の建築工法
領域代表者	井上 康博（京都大学・工学研究科・教授）
研究期間	令和2（2020）～令和6（2024）年度
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、動物の後期発生過程を「建築」に擬え、細胞という「作業員」が非細胞素材を「棒」や「面」に加工し、素材に合った「工法」で変形させて「体」を組み立てる過程と捉え、この工学的視点で発生過程の実験と数理モデルの理論を融合させることにより、動物のマクロな形づくりと細胞挙動との関係を解明しようとする挑戦的で、意欲的な提案である。</p> <p>本研究領域は、二つの新学術領域研究、「秩序形成ロジック」と「生物の3D形態を構築するロジック」を継承したものであるが、遺伝子機能を中心に据えたこれまでの形態形成研究手法を、構造の力学モデルや形の最適化のシミュレーションなどの工学的手法に力点を置くアプローチに切り替えた点は評価でき、発生学に変革を引き起こす研究展開が期待できる。また、領域代表者は先の新学術領域研究で高い研究遂行能力を発揮しており、工学と発生学の融合研究推進に指導力を発揮できると期待される。</p> <p>一方で、本領域がうたっている発生工学の新しいパラダイムの構築を目指すには、単なるバイオミメティクスに陥ることなく、生物一般に対して普遍的に適応可能な形作りの原理の解明が何よりも必要となる。その点で、本研究領域の計画研究対象とする動物種が無脊椎動物に偏っている点には検討の余地がある。公募研究などにより、脊椎動物などの生物種の幅を広げることが望まれる。</p>

研究領域名	実世界の奥深い質感情報の分析と生成
領域代表者	西田 眞也（京都大学・大学院情報学研究科・教授）
研究期間	令和2（2020）～令和6（2024）年度
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、精力的に進められた2つの新学術領域研究プロジェクトによって、質感学という研究領域として確立されつつあり、国際的な優位性がある一方、継続的なプロジェクトとして未解決問題を取り上げるだけではなく、これまでの方向を大きく変革させる研究展開が求められている。そのような方向性を示すキーワードである深奥質感は、表層的質感の奥深く潜んでいる、言語的な表現ができないような本質的質感を、多様な研究分野で取り上げるためには重要な概念であり、認知科学、芸術やデザインなどと結びつけた、学術の変革を導くような展開が期待される。一方で、その定義において計画研究ごとにブレが存在するので、より明確にした上で、研究を推進していくことが必要である。特に、アートから臨床まで網羅する研究項目 C01 で取り扱う質感の生成・編集は、それ以外の項目での定義と比べてかなり異質だと感じられるため、統一した目標に向かうように、有機的な連携が求められる。3研究項目それぞれの中の計画研究間の連携も、公募研究をうまく利用することなどによって、強化することが望まれる。</p>

研究領域名	社会変革の源泉となる革新的アルゴリズム基盤の創出と体系化
領域代表者	湊 真一（京都大学・大学院情報学研究科・教授）
研究期間	令和2（2020）～令和6（2024）年度
科学研究費補助金 審査部会に おける所見	<p>社会のデジタル化においては、その核となる「計算」（コンピューテーション）の設計と活用が重要である。本研究領域は、計算の設計技法であるアルゴリズムの研究を基に、社会活用の観点も包含し、高度な数理科学も用いて計算を構築する新たな学術体系—アルゴリズム基盤—の創出を目指した提案であり、新たな産業を生み出し社会を変えるような計算活用の基礎となることが期待される。領域代表者が率いた ERATO で試み、成功した新たな研究手法である、実装技術層を中心とした共同研究による基礎理論と社会実装をつなぐ研究を組織的に行い、革新的な定式化プラットフォームやアルゴリズム実装手法を進めることで、新たな日本流アルゴリズム設計手法を体系化することが望まれる。</p> <p>また、計画研究代表者の一人が率いた ERATO で成功した若手育成の試みを、本研究領域においても博士研究員育成や公募研究において展開し、日本の情報科学技術とその活用において学術・産業界を牽引する研究者・技術者の育成に期待したい。</p> <p>なお、分野の性格上、目標や成果の示し方が抽象的になる場合もあることは理解できるが、基礎理論が社会実装へ結びついた成果やその手法を具体的に示す工夫が望まれる。</p>

研究領域名	分子サイバネティクス —化学の力によるミニマル人工脳の構築
領域代表者	村田 智（東北大学・工学研究科・教授）
研究期間	令和2（2020）～令和6（2024）年度
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、「化学の力によるミニマル人工脳の構築」という副題を掲げており、従来の研究では達成できていない「化学の原理で作動する微小な知的エージェントを構築する」ことを目標としている。研究計画は、新学術領域研究「分子ロボティクス」（領域代表：萩谷昌己、2012～2016年度）の研究実績を踏まえて、精緻に練られている。具体的には、センサー（S）、プロセッサ（P）、アクチュエータ（A）の要素を持つ基本ユニットをミセル内に構築し、各ユニットの配列を制御する研究（研究項目 A01：統合班）、各ユニット間の情報伝達を開発する研究（研究項目 B01：伝達班）、分子回路を設計する研究（研究項目 C01：学習班）、外部刺激に対して大変型するユニットを構築する研究（研究項目 D01：展開班）である。そして、研究実施体制は、上記の4つのグループに加えて、領域内で密に共同研究を推進すべく4つの拠点で総括班の管理の下、設定されている。以上のように、化学の力で人工的に SPA ユニットの組み立て、学習機能を持つ分子システムを創成する試みは世界的に見ても例はなく、学術変革領域にふさわしい研究提案である。また、研究遂行能力、緻密に計画された研究内容、それを実施する研究体制、いずれの点から見ても本研究領域の推進は大いに期待される。</p> <p>本研究領域の計画研究の構成員は、先の学術領域研究「分子ロボティクス」アメーバ班の構成員を中心とした構成となっており、分子システムに関する豊富な開発実績と経験を有していることは理解できる。しかし、学術領域の発展性という観点からは、若手研究者を含めた新たな人材を積極的に登用することが望まれる。</p>

学術変革 領域研究 (B)

1. 令和 2 (2020) 年度 審査結果 (区分別) . . .	5 9
2. 令和 2 (2020) 年度 新規領域一覧 . . .	6 0
3. 令和 2 (2020) 年度 概要	6 2
【 区 分 I 】	6 2
【 区 分 II 】	6 5
【 区 分 III 】	7 2
【 区 分 IV 】	8 0
4. 令和 2 (2020) 年度 審査結果の所見 . . .	8 2

□ 令和2(2020)年度 科学研究費助成事業 学術変革領域研究(B)
 審査結果(区分別)

学術変革領域研究(B)の目的・内容 (令和2(2020)年度科学研究費助成事業—科研費—公募要領抜粋)

(1) 目的 次代の学術の担い手となる研究者による少数・小規模の研究グループ(3~4グループ程度)が提案する研究領域において、より挑戦的かつ萌芽的な研究に取り組むことで、これまでの学術の体系や方向を大きく変革・転換させることを先導するとともに、我が国の学術水準の向上・強化につながる研究領域の創成を目指し、将来の学術変革領域研究(A)への展開などが期待される研究。

(2) 応募総額 1研究領域の応募金額は、単年度当たり5,000万円以下

(3) 研究期間(領域設定期間) 3年間(左記以外の研究期間の応募は審査に付さない)

(4) 採択予定領域数 学術変革領域研究(A)と同数程度の採択を予定

【新規】

	研究領域数			研究経費の配分額 (令和2(2020)年度) 千円	1領域当たりの配分額 (令和2(2020)年度)	
	応募 件	採択 件	採択率 %		平均 千円	最高 千円
区分Ⅰ	58	3	5.2	61,800	20,600	34,900
区分Ⅱ	238	7	2.9	281,300	40,186	43,100
区分Ⅲ	285	8	2.8	340,700	42,588	43,200
区分Ⅳ	69	2	2.9	79,200	39,600	41,900
合計	650	20	3.1	763,000	38,150	43,200

※ 配分額は直接経費のみ

令和2(2020)年度 科学研究費助成事業 学術変革領域研究(B) 新規領域一覧

(1) 区分 I (3領域)

(単位:千円)

領域番号	領域代表者 (氏名・研究者番号・所属等)		研究領域名	研究期間	R2年度 配分額
					研究期間内の 配分(予定)額
20B101	つちや なおつぐ 土谷 尚嗣 80517128	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	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	令和2(2020)～ 令和4(2022)年度	14,800
					65,000
20B102	しばた かずひさ 柴田 和久 20505979	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	心脳境界のメカニズム解明とその突破	令和2(2020)～ 令和4(2022)年度	34,900
					97,500
20B103	おおぬき としお 大貫 俊夫 30708095	東京都立大学・人文科学研究科・准教授	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	令和2(2020)～ 令和4(2022)年度	12,100
					29,700

(2) 区分 II (7領域)

(単位:千円)

領域番号	領域代表者 (氏名・研究者番号・所属等)		研究領域名	研究期間	R2年度 配分額
					研究期間内の 配分(予定)額
20B201	かみや まこ 神谷 真子 90596462	東京大学・大学院医学系研究科・准教授	機能性ラマンプローブによる革新的多重イメージング	令和2(2020)～ 令和4(2022)年度	42,900
					121,500
20B202	みうら ひろあき 三浦 裕亮 70415991	東京大学・大学院理学系研究科・准教授	DNA気候学への挑戦	令和2(2020)～ 令和4(2022)年度	43,000
					122,000
20B203	ぬまた けいじ 沼田 圭司 40584529	京都大学・大学院工学研究科・教授	高分子材料と高分子鎖の精密分解科学	令和2(2020)～ 令和4(2022)年度	43,100
					122,100
20B204	なか ひろし 中 寛史 70431517	京都大学・大学院薬学研究科・准教授	重水素学:重水素が示す特性の理解と活用	令和2(2020)～ 令和4(2022)年度	43,000
					121,800
20B205	すぎもと まさひろ 杉本 昌弘 30458963	東京医科大学・医学総合研究所・教授	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	令和2(2020)～ 令和4(2022)年度	42,900
					121,900
20B206	ふなせ りゅう 船瀬 龍 70509819	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	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	令和2(2020)～ 令和4(2022)年度	23,900
					102,400
20B207	おおにし りょう 大西 領 30414361	東京工業大学・学術国際情報センター・准教授	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	令和2(2020)～ 令和4(2022)年度	42,500
					119,900

(3) 区分Ⅲ(8領域)

(単位:千円)

領域番号	領域代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究領域名	研究期間	R2年度 配分額
				研究期間内の 配分(予定)額
20B301	いのうえ けいいち 井上 圭一 90467001	東京大学・物性研究所・准教授	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	令和2(2020)～ 令和4(2022)年度
				42,900
20B302	なかむら とものり 中村 友紀 90648429	京都大学・白眉センター・特定 准教授	霊長類発生学研究の基盤構築	令和2(2020)～ 令和4(2022)年度
				43,000
20B303	やまぐち よしふみ 山口 良文 10447443	北海道大学・低温科学研究所・ 教授	冬眠生物学～哺乳類の低代謝・低体温による生 存戦略	令和2(2020)～ 令和4(2022)年度
				43,100
20B304	やまもと まさひろ 山本 雅裕 00444521	大阪大学・微生物病研究所・教 授	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	令和2(2020)～ 令和4(2022)年度
				43,100
20B305	むらやま まさのり 村山 正宜 30578901	国立研究開発法人理化学研究 所・脳科学総合研究センター・ チームリーダー	クラスタ/ハブダイナミズムの決定剛軟因子	令和2(2020)～ 令和4(2022)年度
				43,200
20B306	まるやま だいすけ 丸山 大輔 80724111	横浜国立大学・木原生物学研 究所・助教	細胞運命操作による植物生殖システムのリモデリ ング	令和2(2020)～ 令和4(2022)年度
				39,400
20B307	どい まさお 土居 雅夫 20432578	京都大学・大学院薬学研究科・ 教授	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	令和2(2020)～ 令和4(2022)年度
				43,000
20B308	たかはし のぶあき 高橋 重成 70604635	京都大学・白眉センター・特定 准教授	pH応答生物学の創成	令和2(2020)～ 令和4(2022)年度
				43,000

(4) 区分Ⅳ(2領域)

(単位:千円)

領域番号	領域代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究領域名	研究期間	R2年度 配分額
				研究期間内の 配分(予定)額
20B401	いとう たけひろ 伊藤 健洋 40431548	東北大学・大学院情報科学研 究科・教授	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	令和2(2020)～ 令和4(2022)年度
				37,300
20B402	やまにし よしひろ 山西 芳裕 60437267	九州工業大学・大学院情報工 学研究院・教授	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	令和2(2020)～ 令和4(2022)年度
				41,900



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

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

つちや なおつぐ
土谷 尚嗣

領域番号：20B101 研究者番号：80517128

【本研究領域の目的】

従来の脳科学では、外界の刺激（例えばリンゴという視覚刺激）に対して、どのような脳活動が生じるかという関係性を研究してきた。そのような研究により、外界の刺激という情報を脳がどのように処理しているかという、情報処理のメカニズムに関しては多くのことが明らかになってきている。一方で我々の脳は、単に外界の情報を処理するだけでなく、「リンゴが見えた」という主観的な体験も生み出している。この主観的な体験のことを「意識」と呼ぶ。本研究では、従来の脳科学が取り組んできた外界の刺激と脳活動との関係ではなく、脳活動から生み出される意識と脳活動の関係性を明らかにすることを試みる。

従来までに行われてきた意識の神経相関を見出す研究では、「意識的に視覚刺激が見えたか見えなかったか」や「2つの視覚刺激の内、どちらが意識にのぼるか」といった状況を詳細に検討するものであった。これらは二値的な質を検討したものであり（見えた or 見えない、視覚刺激 AorB）、私たちの視覚体験の質の豊かさに直接的に迫ったものではない。これまで意識の質、すなわちクオリアそのものを対象とする研究がほとんど行われていない理由は、クオリアを定量化するすべを持たなかったことによる。

本研究領域では、ある特定のクオリア（例えば「赤」）そのものを特徴づけようとするのではなく、複数のクオリアを考え（「赤」「青」「黄」）、これらのクオリアの関係性を明らかにするという新しい研究のパラダイムを提唱する。すなわち、モノが何であるかを規定することが難しい場合、そのモノと周囲のものとの関係性を規定することで同じ結果を得るのである。

【本研究領域の内容】

本研究領域では、これまで定義することが難しいとされてきた意識の質・クオリアにアプローチするために、3つの研究班で研究を進める（図1）。A01班は、クオリアとその他のクオリアとの関係性の総体（クオリア構造）を、心理物理学と数理現象学を用いて探ることで視覚クオリアの特徴づけを行う。B01班は、クオリア構造に対応する脳活動部位を脳イメージングを用いて明らかにし、さらに脳活動を薬理操作することでどのようにクオリア構造が変化するかを明らかにする。そして、C01班は、情報理論を用いて脳活動から抽出した情報構造を明らかにし、情

報構造とクオリア構造の関係性を評価する。最終的に視覚クオリア構造と脳活動から抽出した情報構造をつなぐ、これまでにない意識の研究手法を確立する。

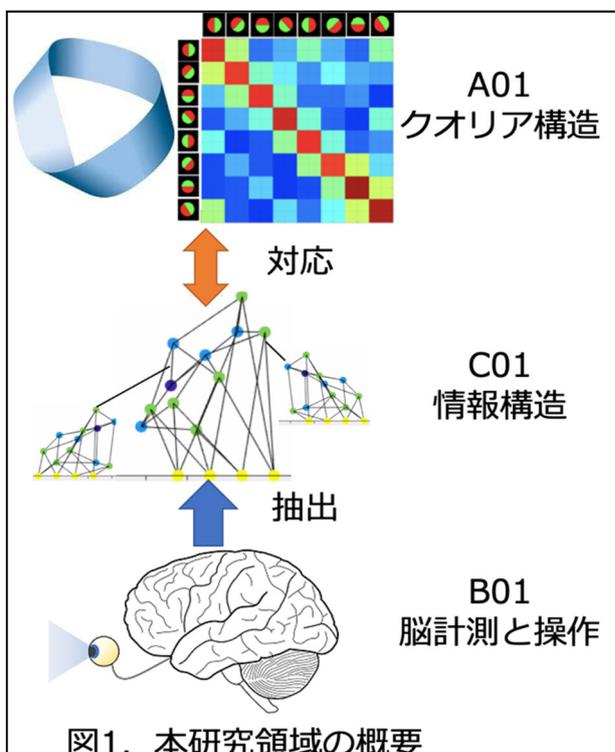


図1. 本研究領域の概要

【期待される成果と意義】

クオリア構造を周囲との関係性によって余すことなく特徴づけることで、私が感じている赤とあなたが感じている赤の同じさを数学的に検証できる可能性が出てくる。そしてこの論理は、個々人の間だけでなく、原理的には動植物・人工物を問わず応用できる可能性がある。

【キーワード】

クオリア：意識の中身・質のこと。視覚・聴覚・触覚・味覚・嗅覚にとどまらず、意識にのぼってくる思考や感情などもすべて含む。

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度－4年度 65,000千円

【ホームページ等】

<https://qualia-structure-en.labby.jp/>

研究領域名 心脳限界のメカニズム解明とその突破



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

しばた かずひさ
柴田 和久

領域番号：20B102 研究者番号：20505979

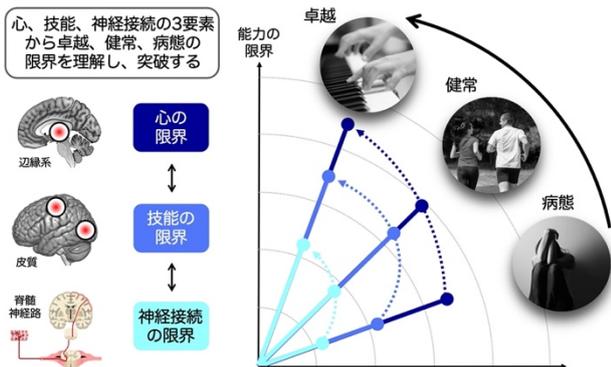
【本研究領域の目的】

本研究領域では、私たちの能力の限界を決める要因の理解と、その理解にもとづく限界突破法の開発を目指します。病態を抱え「生活の質を上げたい」とリハビリに励む患者も、「仕事や勉強をもっと頑張りたい」と思う健常者も、「よりうまくになりたい」と卓越した能力を磨く芸術家やアスリートも、それぞれ訓練によって能力を磨き、自己実現を目指します。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ほとんどです。一方、一握りですが、限界を突破し驚異的な能力や機能回復を見せる人もいます。この限界の仕組みがわかれば、突破法はきっと見えてくる、とわれわれは考えます。

その第一歩として、特に心と脳の産物としての限界に着目し、能力の限界を生み出すメカニズムの理解、限界を突破するための技術の開発、その技術の円滑な社会受容を実現するための倫理・社会的基盤の構築を目指します。本研究領域の関連学問領域は、認知心理学、脳科学、工学、医学、芸術・スポーツ科学、教育学、哲学・倫理学など多岐にわたります。あらゆる人々が直面する限界という問題に学際的アプローチによって取り組み、究極的には、未来に必要な価値と人間観の創出を目指します。

【本研究領域の内容】

本研究領域では、心脳限界を「心」「技能」「神経接続」という異なる3つの限界に分け、実証および理論研究を推進します。この枠組みによって、病態を抱える患者の限界、健常者の限界、芸術家やアスリートに代表される卓越者の限界という、一見まったく異なる限界を3つの要素の組み合わせとして統一的に比較・理解することが可能になる、というのがわれわれの考えです（下図）。



心脳限界を規定する3つのメカニズム

この3つの限界のメカニズムに、各計画研究の代表が得意とする技術を活用して迫ります。具体的には、行動計測、脳活動を可視化する技術、コンピュータシミュレーション、ロボット、ニューロフィードバック、人工神経接続等、さまざまな手法を用いる予定です。

【期待される成果と意義】

本研究領域の研究成果により、心脳限界メカニズムの理解に近づくことができます。またこの理解と本研究領域における技術開発を組み合わせることで、3つの限界を突破するための方法や技術の開発につながる事が期待されます。

さらに本研究領域では、限界突破法が誰にでも利用可能になった未来について考えます。限界突破法による恩恵が当たり前になると、私たちの倫理観や社会規範は大きく揺らぐはずで、恩恵享受による優越感、享受者以外が持つ疎外感や畏怖、不公平感を是正する新しい資源配分論・公衆衛生倫理が必要となるでしょう。一方、限界を基点にした思想の転換により、多様性の許容をもたらす新しい人間観が形成されるとも期待できます。われわれの提案する限界突破に加え、近年さまざまな人間拡張技術やアバター技術が次々に具体化されています。本研究領域は、従来のエンハンスメント論を拡張し、来たるべき未来社会において不可欠となる議論を先回りして展開することで、限界突破法がスムーズに社会に受容される道筋の提案を目指します。

【キーワード】

ニューロフィードバック：
脳活動をリアルタイムでユーザに提示し、ユーザ自身による脳活動の制御を可能にするための技術。

人工神経接続：
コンピュータを介し、異なる脳部位同士、あるいは脳と脊髄などを接続する技術。

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度－4年度 97,500千円

【ホームページ等】

<https://sites.google.com/view/brainlimit/home>
Twitter: @nou_limit

【学術変革領域研究（B）】

区分 I



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

東京都立大学・人文科学研究科・准教授

おおぬき としお
大貫 俊夫

領域番号：20B103 研究者番号：30708095

【本研究領域の目的】

本プロジェクトは、中世・近世のヨーロッパ、アメリカ大陸、日本におけるキリスト教修道制、そして中世日本の寺社を研究対象とし、修道士、仏僧及び神職が多種多様なメディアを創出・活用し、文化・思想的な革新運動を展開したことについて、文化圏横断型の比較研究をするものである。

歴史学とその隣接諸分野の成果を取り入れると、修道士たちは修道戒律、説教などの文書のほか、文学作品、彩飾写本、聖堂装飾、あるいは巡礼などの仕組みも含め、多種多様な形態のメディアを駆使して自らの宗教理念を発信していたことが分かる。しかし、こうした努力がいかにかに社会を統合・規律化し、あるいはまた社会に持続性と弾力性を与えてきたかについては、より体系的な研究が求められる。

修道士や仏僧および神職は、宗教的超越を指向しつつ、司牧／教化を通じた社会変革への意思と行動力によって多種多様なメディアを創造し、社会に対して革新的な世界認識と仕組みをもたらし、社会の持続的発展に貢献したのではないかと。こうした現象を異なる宗教文化の間で共時的・通時的に比較することで、より広い視野から宗教運動と当該社会との間のダイナミックな影響関係が明らかになるのではないかと。本研究領域は、この観点を4つの計画研究班で共有し、各計画研究班は以下の3つの目的を達成して宗教運動の文明史的な意義を体系的に明らかにする。

①中近世において宗教運動を先導した人々は、宗教共同体の内外でコミュニケーションを促進するために、いかなるメディア（媒介物＝文字テキスト、図像、仕組みなど）を創出し普及させたのかを明らかにする。

②宗教者は、①のメディアを通じてどのような言説を宗教共同体の内外に向けて発信し、またどのような価値観と世界認識の仕方を新たにもたらしたのかを明らかにする。

③そして最後に、彼らは①と②を通していかにかに社会の教化を推進し、社会を統合し、文明に変動をもたらしたのかを明らかにする。

【本研究領域の内容】

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。

A01 観想修道会班「観想修道院による「典礼空間」の形成に関する総合的研究」

A02 托鉢修道会班「托鉢修道会の司牧革命におけるメディアの総合的研究」

A03 イエズス会班「イエズス会の近代性に関する批判的考察のための総合的歴史学研究」

B01 中世日本寺社班「中世日本の地域寺社をめぐる遊歴・巡礼・参詣の総合学際的研究」

の4研究班でこの課題に取り組み、研究班ごとに研究会を開催し、研究班を架橋する研究ユニットを組織し、国際共同研究を推進する。歴史学、美術史学、文学という3つの人文学ディシプリン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について歴史像を新たに提示する。

【期待される成果と意義】

本研究領域は単なる比較宗教史研究の延長ではない。宗教運動が世俗社会と緊張関係を持ちつつ、その持続的発展にどのように関わっていたのか、というより大きな枠組みにアプローチするものである。こうした取組みにより、宗教運動を社会の中で実践・継承される英知ととらえ直し、その文明史的意義を総合的に明らかにする新しい学術領域を開拓したい。

【キーワード】

キリスト教修道制：キリストに従いつつ、世俗を離れて、神に対する徹底的の献身を目指す信徒の生活様式のこと。清貧、貞潔、従順を旨とする。観想生活に重点をおくベネディクト会から積極的な宣教活動を行うイエズス会まで組織の特徴は幅広い。
中世の寺社：中世の中央の大寺社（延暦寺、東寺、伊勢神宮など）は国家の保護のもと政治、経済、文化などの諸分野で大きな影響力を行使する一方、全国に末寺末社を持ち、地域住民の平和を祈り、また現世的要求に応える活動を展開していた。

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度－4年度 29,700千円

【ホームページ等】

<https://religious-movements.com>
info.remoproject@gmail.com

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



東京大学・大学院医学系研究科・准教授

かみや まこ
神谷 真子

領域番号：20B201 研究者番号：90596462

【本研究領域の目的】

蛍光イメージング法は、生きた生物試料における様々な生体分子の動態や機能をリアルタイムに観測することができるため、生命科学に欠かせない研究ツールとして汎用されてきたが、蛍光色素の吸収・蛍光スペクトルに一定の幅があるため、同時に検出できる標的分子数が4-5種類程度に限定される。一方で近年、蛍光イメージングの「色数の壁」を打破し、細胞における多数の標的分子や構造を同時検出する手法として、アルキン・ニトリル・ポリリンなどの官能基を有するラマンプローブを用いた多重検出法が注目を集めている。しかしながら、これらのラマンプローブによる多重イメージングには、①10分以上の計測時間を要するため、時々刻々と変化する生体分子情報をリアルタイムに計測することが困難である、②常に同じラマンシフト値・信号強度を示す“Always-On”型のプローブであるため、その用途が細胞内構造のラベル化に限定される、という2つの課題があった。

そこで本研究領域においては、専門分野が異なる3班が密に連携し、新たな機能性ラマンイメージングプローブ群の開発（神谷班：ケミカルバイオロジー）、高速・多色ラマン分光顕微鏡の最適化と高度化（小関泰之班：光学）、開発した技術を用いた生物応用（小幡由明班：分子生物学）に取り組むことで、従来法を凌駕する機能・分解能で多重検出する新たなラマンイメージング法を確立することを狙う。

【本研究領域の内容】

本研究領域では、ラマン信号のOff/Onを自在に制御するプローブ分子設計法を確立し、生きた生物試料中における多数の生体分子の機能や構造を、従来法を凌駕する機能・分解能で多重検出する手法の確立を目指す。具体的には、以下の3課題に取り組む。

課題①：酵素活性のライブ多重イメージング

標的酵素との反応により初めてラマン信号を発するActivatable型ラマンプローブ群を開発し、生きた細胞や組織における複数の酵素活性パターンをライブ多重検出する手法を確立する。

課題②：標的構造のライブ多重検出

標的蛋白・構造へのラベル化によりラマン信号を発するラマンプローブを開発し、洗浄操作なしに標的構造をライブ多重検出する手法を開発する。

課題③：多重超解像イメージング

光スイッチング能を有するラマンプローブ群と、光スイッチングを誘起しラマン信号を微小領域に制

限するラマン光学系を構築することで、多重超解像イメージング法を確立する。

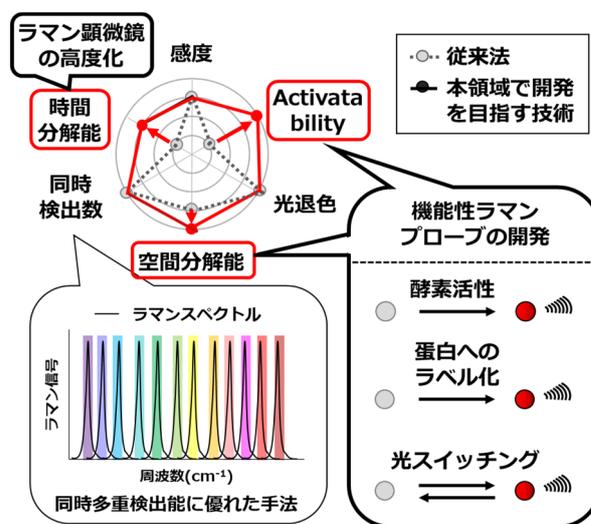


図. 本領域で開発するラマンイメージング法と従来法の比較

【期待される成果と意義】

本研究領域で確立する“機能性ラマンプローブを用いた多重イメージング法”は、生体解析ツールとしてのラマンイメージングの性能を飛躍的に拡張するのみならず、生体イメージング法の可能性を大きく変革するものである。従って、開発する技術の波及効果は多岐の研究分野にわたり、新たな融合研究領域の創生が期待できるとともに、中長期的に見て、社会的・産業的な波及効果も大きいと期待できる。

【キーワード】

・ラマンプローブ：ラマン散乱により検出可能な特有の分子振動を有する分子の総称。異なる分子振動周波数を有するラマンプローブを用いることで、複数の分子の多重検出が可能となる。分子振動スペクトルは蛍光スペクトルより狭いことから、ラマンプローブは多重度を高める上で有利である。

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度－4年度 121,500 千円

【ホームページ等】

<https://sites.google.com/view/i-raman/>



研究領域名 DNA 気候学への挑戦

東京大学・大学院理学系研究科・准教授

みうら ひろあき
三浦 裕亮

領域番号：20B202 研究者番号：70415991

【本研究領域の目的】

「DNA (Deep Numerical Analysis) 気候学への挑戦」では、雲が自発的に組織化して顕著現象を創発する第6世代規格の気候シミュレーションの実現により、気候研究の変革に挑戦します。流体や大気放射に加えて、雲微物理の方程式を連立して解析すれば、気候モデルが表現する雲は、自発的に生成・消滅するようになり、また、広がりや厚みの実体を持つようになります。その結果、雲の集合体である台風や線状降水帯が、気候モデルの中で現実的に振る舞うようになります。さらには、気候予測の最大の困難、雲-放射相互作用が、より深い階層から多くの近似を排して評価できるようになります。

大気現象の顕著な特徴の一つに、生命に類似した多重階層性があります。そこで、本研究領域では、設計図(デオキシリボ核酸; DNA)に従って細胞や器官が自発的に形成される生物の在り方になぞらえ、ミクロの設計図(雲微物理)に従って雲システムの階層構造が発現する、第6世代気候モデルが主役となる新しい気候研究を、「DNA 気候学」と称しました。

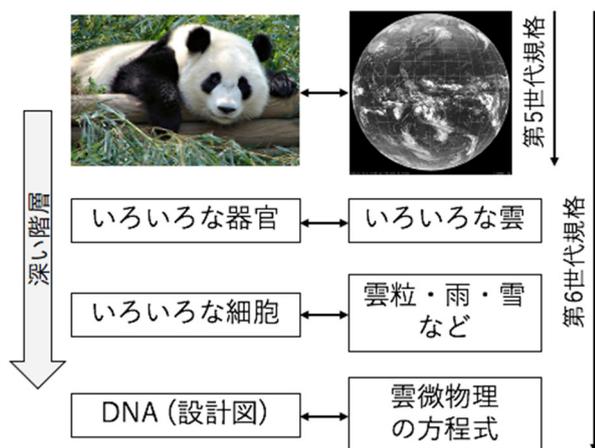


図1: 生物における DNA と雲物理の対応の概念図。

【本研究領域の内容】

日本の気候モデリング分野は、2002年に稼働した地球シミュレータや2011年に稼働した京の恩恵を受け、気候モデル MIROC を用いて IPCC (気候変動に関する政府間パネル) に貢献する一方、第6世代気候モデルのプロトタイプ、全球雲解像モデル NICAM を世界に10年近く先行して実用化しました。

本研究領域では、第6世代気候モデルを実現する方策として、プランAに「全球雲解像モデル NICAM の気候モデル化」を、プランBに「気候モデル MIROC の雲解像モデル化」を設定しています。NICAM と

MIROC の開発者が、切磋琢磨しつつ互いの知見を共有することで、NICAM が得意とする台風やマッデン・ジュリアン振動の季節内の時間スケールと、MIROC が得意とするアジアモンスーンや気候の長い時間スケールを、相補的に接続する狙いです。

さらには、第7世代規格を目指し、地球を惑星の一つに位置づけ、惑星表層の気相・液相・固相の流動現象を計算する汎惑星モデルや、流体现象の階層性を反映させて並列計算効率を飛躍的に高める多重階層モデルなどの先鋭的モデリングに、若手研究者が中心となって挑戦します。

【期待される成果と意義】

エクサスケールコンピュータを見据えて、欧米でも第6世代気候モデルの開発が本格化しており、10年以内に気候予測の標準仕様になると見込まれます。架空の雲の効果推定から実体の雲の数値解析へと雲表現のパラダイムシフトが起こり、WCRP (世界気候研究計画) の掲げるグランドチャレンジの解決につながります。さらには、高信頼度の気候予測の提供を担い、国連の掲げる SDGs (持続可能な開発目標) 等の地球規模課題の解決にも貢献します。

WCRP は、次世代の中心的課題を示す Lighthouse Activities の一つに Digital Earths (地球のデジタルツイン) を掲げました。本研究領域の研究は、Digital Earths 実現へ向けた世界的潮流にも合致します。

【キーワード】

気候モデル：大気・海洋・陸面系のエネルギー収支や水収支に関係する流体力学・熱力学・光学などの物理法則を数値的に解析する数十万行のプログラム。気候予測にはスーパーコンピュータを利用した大規模計算が必要。

第6世代気候モデル：1次元放射対流平衡モデルで静的な雲を仮定した第1世代(1970年頃)、3次元大気循環が加わった第2世代(1980年頃)、静的な海洋が結合した第3世代(1990年頃)、3次元海洋循環が結合した第4世代(2000年頃)と世代分けすると、化学反応や炭素循環を計算する現在の気候モデルは第5世代(2010年頃)。

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度－4年度 122,000千円

【ホームページ等】

<https://dna-climate.org/>
h_miura@eps.s.u-tokyo.ac.jp

研究領域名 高分子材料と高分子鎖の精密分解科学



京都大学・大学院工学研究科・教授

ぬまた けいじ
沼田 圭司

領域番号：20B203 研究者番号：40584529

【本研究領域の目的】

プラスチックをはじめとした高分子材料は、その優れた物性と加工性から、幅広い材料分野に利用されている。一方で、多様な使用環境において、高分子素材の利用中もしくは利用後の分解が深刻な問題を引き起こす例が報告されているように、系統的理解に基づき、高分子の分解を精密に設計および予測することは未だ困難である。これは、高分子の機能性及び物性向上に偏重した長年の研究開発により、高分子の分解に関する系統的な学術研究が停滞したことが一因である。同時に、劣化や分解を抑制し、高分子の安定性を向上させることも容易ではなく、主要な構造材料としての立ち位置を鉄から奪えない科学的な要因である。これらの諸問題は、高分子の分解をマクロレベルから、メソスケールを経由して、分子レベルまで多階層的に理解し、学問的に体系化していないことに起因する。様々な分野で、学理に基づいた高分子設計や高分子材料の安定性・分解性の予測が求められているにもかかわらず、高分子分解の系統的な研究の欠如から、直ぐには実現できない状況に追い込まれている。

本研究領域では、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ことを旨とする（図1）。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長期の目標とする。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。

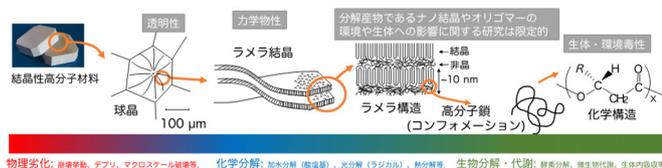


図1 結晶性高分子の分解性の模式図

【本研究領域の内容】

本研究領域は、高分子の精密分解を可能にする学理を構築することを目的として、研究領域の実施に際し、4つの計画研究と2つの融合研究課題を推進する。計画研究は、A01 均一高分子網目を利用した物理劣化の素過程化（物理劣化）、A02 利用環境下における高分子鎖切断の精密設計と時系列解析（化学分解）、A03 分解産物の精密解析と生物環境への影響評価（生物代謝）、及び A04 実効的粗視化による高分子分

解シミュレーション（分解予測）から成る。これらの計画研究を通じて、高分子材料の劣化、摩耗などの物理的破壊過程から、化学的な高分子鎖切断、さらには、分解産物の精密解析と生体や自然環境への影響を一貫して行う。実験的に評価や議論が難しい現象については、計算科学を積極的に利用することで推進する。同時に、4つの研究計画が有機的に連携することで、2つの融合研究課題（P1：時空間効果の学理、P2：均一・不均一構造の学理）に取り組む。P1は、高分子の分解が与える影響を、その時間スケールと空間スケール、つまりは分解速度（分解物の生産速度）と分解濃度に着目して研究を推進する。P2では、高分子の階層構造の有無、つまりは、構造に内在する不均一性を基に、高分子の精密分解に迫る。

審査結果の所見でも指摘されたように、研究対象が広いため、研究成果が発散する可能性がある。そこで、研究対象をある程度絞るため、キックオフシンポジウムなどの議論を通じて、自然環境への影響が危惧されているゴム高分子、及びバイオプラスチックとして利用可能な熱可塑性の生分解性ポリエステルを、研究領域の主たる標的高分子として定め、研究を推進することとした。

【期待される成果と意義】

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材料、さらにクローズド・ループでリサイクル可能な高分子材料など、分解性を精密に設計・制御した高分子を合成・創出する大規模な学術領域へと展開することが期待される。

【キーワード】

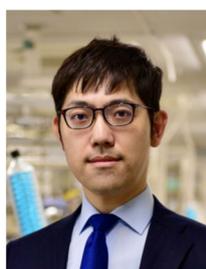
- 高分子材料：人類の生活は多くの高分子材料により成立している。タイヤに代表されるゴム材料、包装材料など多様な利用が認められるプラスチック、衣料の多くを占める化学繊維、そして医療用の高機能材料としても高分子が利用されている。
- 精密分解：高分子の精密合成は長年にわたり研究が進められて来たが、分解過程を体系的に制御する精密分解に関する学理は不十分である。

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度－4年度 122,100千円

【ホームページ等】

http://pixy.polym.kyoto-u.ac.jp/pd/pd_index.html
numata.keiji.3n@kyoto-u.ac.jp



研究領域名 重水素学：重水素が示す特性の理解と活用

京都大学・大学院薬学研究科・准教授

なか ひろし
中 寛史

領域番号：20B204 研究者番号：70431517

【本研究領域の目的】

重水素 (Deuterium, ^2H , D) は軽水素 (Protium, ^1H) の放射性的のない安定同位体として、1931 年に H. C. Urey によって発見された (図 1 左; 1934 年 ノーベル化学賞受賞)。自然界に存在する大半の重水素は、約 137 億年前のビッグバンにより誕生したとされ、地球上では水中に重水として安定的に蓄積されている。他元素の同位体の場合とは異なり、重水素化された物質 (重水素化合物) は、もとの軽水素置換体と大きく異なる物性を示す。例えば、C-D 結合は生体内代謝において C-H 結合よりも 10 倍以上切断速度が遅い。この特性を利用して、分子骨格の一部に重水素を導入した医薬分子 (重医薬品, 図 1 右) が 2017 年に米国食品医薬品局 (FDA) で初めて新薬として承認されるなど、国際的にも重水素化合物の設計と活用が活発化している。本研究領域の目的は、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。



図 1. 軽水素、重水素(左)と重医薬品(右)。

【本研究領域の内容】

本研究領域は、重水素化合物の特性を理解するための学理を築く。そのために、重水素化合物を合成するための新手法を開発し、重水素が示す特性を理論と実験の両面から理解するための方法論を開拓し、さらに重水素化を鍵とした新たな医薬分子の設計指針を提案することを目指す。そこで、次の 4 項目を連動させながら研究を推進し、これまでの分野の枠組みを超えた「重水素学」の学術コミュニティを形成する (図 2)。

- ① **A01 つくる** 重水素化された生体関連物質の合成法を開拓する。
- ② **A02 わかる** 重水素化された物質を量子論的に理解するための理論を構築する。
- ③ **A03 はかる** 重水素化による医薬分子と分子触媒の機能を開拓する。
- ④ **A04 つかう** 重水素化医薬設計に向けて薬物代謝酵素 P450 分子種の特徴を解明する。

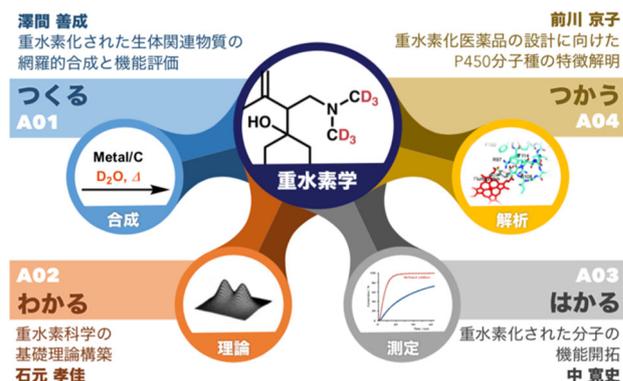


図 2. 四つのアプローチで「重水素学」を拓く。

【期待される成果と意義】

本研究領域では、重水素化合物の合成法並びにその性質に関わる知見を提供する。これによって、持続作用の長い医薬分子や環境耐久性材料など様々な産業における材料開発の指針と基盤を与えることが期待される。また、代謝酵素の種類に応じた重医薬品の合理的な設計指針を提供することで、効能を最大化した医薬品開発の推進に寄与する。

重水素化合物は医薬や触媒に限らず、あらゆる素材分野で利用される。その応用分野は、中性子分光における構造解析ツール、有機 EL や太陽電池などの先端デバイス、NanoSIMS イメージング、脱税防止用の石油識別剤、核融合発電、光ファイバー通信など、多岐にわたる。本領域研究で得られた学術的知見はこれらの関連領域への波及効果も期待できる。

【キーワード】

・ **重医薬品 (heavy drug)**: 重水素で標識された医薬品のこと。医薬分子で代謝を受ける部位の C-H 結合を、より安定な C-D 結合に置換することで代謝を遅らせることができる。薬が安定して効く時間が伸びるため、薬をのむ回数を減らし、副作用も抑えることができる。そのため、患者に負担をかけない、安全な治療法を提供できる。

【領域設定期間と研究経費】

令和 2 年度 - 4 年度 121,800 千円

【ホームページ等】

http://www.pharm.kyoto-u.ac.jp/deut_switch/deuteriumscience@pharm.kyoto-u.ac.jp



【学術変革領域研究（B）】

区分Ⅱ



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

東京医科大学・医学総合研究所・教授

すぎもと まさひろ
杉本 昌弘

領域番号：20B205 研究者番号：30458963

【本研究領域の目的】

理工学からの人体理解へのアプローチとして、生体の様々な応答を数理的に記述する仮想生体の構築を目指す。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。

数理モデルを十分に検証して高精度化し、仮想的に多数の分子間相互作用の挙動を再現できれば、様々な観測情報から生体をシステムとして理解するシステム生物学を目指すデータ駆動型の仮説検証研究が可能となる。人体の理解とともに自由度の高い実験環境の構築を目指す。

これは、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」となると考えられる。

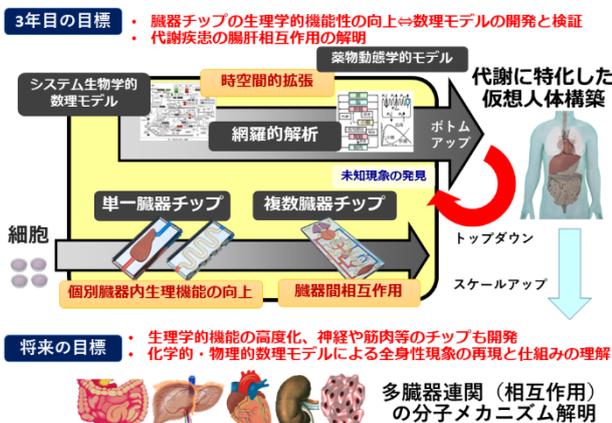


図1 本研究班の概要

【本研究領域の内容】

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し、臓器間相互作用を再現する。これらの臓器内、または臓器間の分子の挙動を高感度オミックス解析を実施し、相互作用を引き起こす因子の特定を行う。数理モデルにて動的な反応を再現するとともに、シミュレーションを通して個体システムの持つ頑強性や脆弱性を観測し、検証する。この一連の研究の循環を繰り返すことで、多臓器関連の分子メカニズムの解明を目指す。

【期待される成果と意義】

数理シミュレーション、高感度解析、臓器チップを活用した本研究領域の研究において以下の2点が期待される成果と意義である。

第1は、本研究領域で構築する新たな人体理解の方法論自体が成果であり、生理学・医学・薬学などへの波及効果大きい。生体外評価系と生物個体応答の乖離の原因が明確化・克服され、医薬品・食品・化学物質などの影響評価、個々の疾患モデルへの利用など幅広い波及効果が期待できる。

第2は、解析手法・数理モデル及び構築する分析手法・実験系である。「実験評価系による評価が行われた高精度な数理モデル」が本研究領域の中心的な成果となる。これらの研究結果を集学することで初めて情報工学によるデータ駆動型生化学を実践できるようになる。

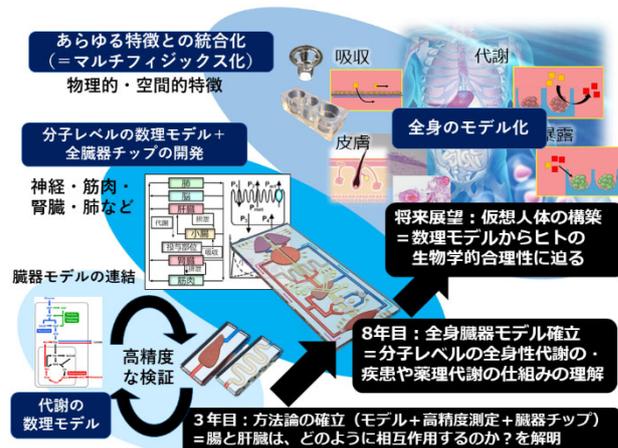


図2 期待される成果と将来展望

【キーワード】

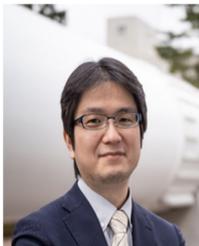
数理モデル、システム生物学、臓器チップ、臓器間相互作用、メタボローム

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度～4年度 121,900千円

【ホームページ等】

<https://www.kasojintai.com/>



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

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

ふなせ りゅう
船瀬 龍

領域番号：20B206 研究者番号：70509819

【本研究領域の目的】

人工衛星等により地球近傍で行われる宇宙開発活動において、2003年に世界で初めて成功した超小型の人工衛星 CubeSat は、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、今では宇宙機関だけでなく大学やベンチャー企業が超小型衛星を用いて宇宙開発に参入し、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ている。

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、深宇宙領域をより容易にアクセスできる場とすることである。

【本研究領域の内容】

現状、超小型衛星による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などの超小型衛星システム自身の課題、③探査機管制のための地上局数の制限、の3つにある。

本研究領域は、これらの障壁を解消するべく、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を目指す。そして、以下の3つの計画研究により、本研究領域を推進する。

計画研究 A01（通称：推進班）

深宇宙へのアクセス性を向上させるキックモーターの研究

計画研究 A02（通称：バス班）

長期の深宇宙ミッションを遂行可能な超小型探査機システムの研究

計画研究 A03（通称：軌道班）

地上局への依存度を減らす準自律的な軌道決定・計画の研究

【期待される成果と意義】

本研究領域の目標は、高頻度に深宇宙探査を実施できない制約を打破することであり、それにより領域としての究極の目標である高頻度で機動的な太陽系探査を実現への道筋をつけることである。今回の研究成果により、少なくとも現状、宇宙機関や大学等

の研究機関によって実施される探査ミッションの数を、予算の制約を考慮しても数10機程度へ増やすことが可能になり、宇宙探査・太陽系探査の世界に新たな地平をもたらすことが期待される。

また、本研究領域がさらに推進されれば、宇宙推進工学にはじまり、多数の宇宙機を低コスト・短期間に設計・製造するためのプロセスの確立や探査機自身が自律的に行動する自律化技術や、限られた軌道力学の専門家でなくとも深宇宙探査の軌道設計が半自動的にできるようにする技術などに至るまで、いわゆる航空宇宙工学プロパーな技術だけでなく、生産工学、設計工学、AI・情報工学等、航空宇宙工学に留まらない多くの分野の融合が進み、究極のゴールである圧倒的に多数の超小型探査機が自在に太陽系を航行する世界の実現も期待される（下図）。



図1 本研究領域の目標と、それを発展させたより大規模な融合領域形成への展望

【キーワード】

超小型衛星：一般に1kg程度から100kg未満程度の重量の人工衛星の総称。従来の人工衛星は大きいもので数トンを超えるものもあり、最新の民生技術等を積極的に取り込んだ小型・軽量・低コストな超小型衛星が2000年代ごろから登場し、発展してきた。

キックモーター：ロケットにより宇宙へ打ち上げられた人工衛星が、さらに加速してより遠くへ到達する軌道に乗るための推進装置（エンジン）。超小型衛星に搭載された事例はまだない。

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度－4年度 102,400千円

【ホームページ等】

<https://www.isas.jaxa.jp/home/smallsat/tra-b/>



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

東京工業大学・学術国際情報センター・准教授

おおにし りょう
大西 領

領域番号：20B207 研究者番号：30414361

【本研究領域の目的】

情報と実社会が高度に融合した未来社会では、様々な自律システムが協調・連携することによって、社会が人間にとってのみ安全で快適であるのではなく、自然と調和した持続可能な状態を保ち続ける（図1）。

このような未来社会を実現するうえで、人間生活に直結する微気象が非常に重要となる。しかし、社会が抱える様々な課題に関係しているにもかかわらず、微気象は学術的にはほとんど手が付けられていない。本研究領域は、その予測を世界に先駆けて実現し、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な「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。本研究領域では、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。



図1：自然と調和した自律制御社会

【本研究領域の内容】

微気象予測のボトルネックを、人工構造物や人間活動の影響までを詳細に考慮できる最先端の超高精細・微気象シミュレーション（図2）にAI技術を融合することで解決する。また、微気象観測のボトルネックについては、協調連携する多数のドローンによる機動性と刻々と変化する環境への適応性を兼ね揃

えた能動的観測により解決する。

最終的に社会に新しい価値を与えるためには、単に現象の理解と予測だけでは不十分である。社会的課題の解決に必要な「時空間スケールと精度」を的確に捉えた観測・予測・制御の連携技術を通じた、真の意味での観測と予測の融合が必要である。本研究領域では、リアルタイム性と適合性を兼ね備えた微気象に対する調和的予測と、機動性と適応性を兼ね備えた能動的観測とを融合した微気象予測システム、及び社会サービス基盤を協調的に構築する。

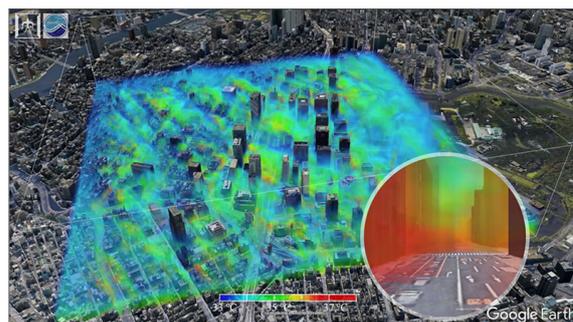


図2：微気象シミュレーション結果の例（東京駅周辺2km四方の3次元気温分布）

【期待される成果と意義】

微気象情報を包含した気象情報インフラにより、ヒトやモノの意思決定及び制御に直結する時空間スケールの情報基盤が構築され、新たなサービスの創出基盤が得られる。特に、ヒト・モノが集中し、社会経済活動が活発に行われる都市街区の微気象に関するリアルタイム予測情報は、様々な社会サービスを通じて大きな社会・経済的価値を創出する。さらに、気象現象と社会ネットワークが同時に扱われることにより、想定外の気象関連災害や事故が起こらない「気象関連災害の犠牲者ゼロ」の安全安心な社会、かつ、自然と調和した持続可能な社会の実現につながる。

【キーワード】

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。

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度－4年度 119,900千円

【ホームページ等】

<https://www.turb.gsic.titech.ac.jp/mmc/>

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



東京大学・物性研究所・准教授

いのうえ けいち
井上 圭一

領域番号：20B301 研究者番号：90467001

【本研究領域の目的】

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（レーザーバ分子）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します。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の創成が期待されます。

【本研究領域の内容】

高等動物は体内にくまなく張り巡らされた神経ネットワークを持ち、なかでもヒトの脳は数百億もの神経細胞から成るといわれています。そしてこのネットワークが生み出す、高度な神経活動によって、私たちの感情や記憶、行動などが制御されています。これまでに電気刺激や形態観察、投薬刺激を用いた研究から、神経活動のメカニズムが分子レベルで明らかにされてきました。また近年、光依存的にイオンを輸送するタンパク質を用いたオプトジェネティクスの登場により、極めて高い時空間分解能で個々の回路の活動を操作し、より高次の神経活動の役割を調べるのが可能となりました。

このように神経生理学分野の研究は、新たな生体操作法の登場によって大きく発展した歴史を持っていますが、ヒトなどの大型の動物の個体深部に存在する神経回路を非侵襲的に操作することはいまだ困難であり、神経ネットワークの完全な理解に向け大きな障害となっています。

そこで本研究領域では、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、生体への侵襲性がなく、深部組織まで届けることが容易な光熱・超音波・磁気の三種類の低物理エネルギーに着目することで、既存の手法では困難であった深部神経回路の非侵襲操作の実現を目指します。そのため、これら低物理エネルギーが感知可能な新規分子ツール（レーザーバ分子）を開発し、遺伝学的にあらゆる細胞種に低物理エネルギー応答性を持たせることを可能にします。さらに低物理エネルギーによる生体操作を統合的に捉えた概念「低物理エネルギーロジスティクス」を提唱し、生体深部の任意の箇所へ多様な物理エネルギーを自在に届ける手法を確立します。これにより体内のレーザーバ分子を高精度に操作し、神経活動の生理的役割やメカニズムを理解する新たな実験的研究手法を提案し、全脳や全身レベルの生体操作に立脚した新たな学問領域の創成を目指します。

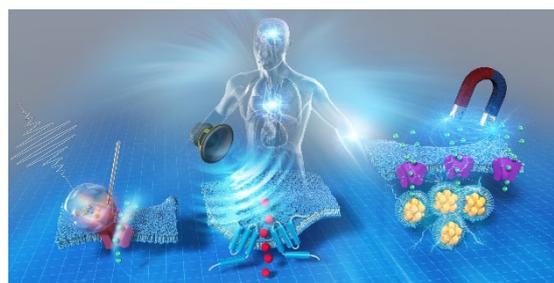


図 低エネルギー生体操作のイメージ図

【期待される成果と意義】

本研究領域では、独自コンセプトによる多数の分子システムの開発を行います。これにより、従来のタンパク質研究とは異なる観点から、外部刺激に対するタンパク質の応答と機能発現との関連について、多くの知見がもたらされます。またレーザーバ分子を用いた生体操作という具体的なテーマのもと、物理エネルギーごとに細分化された知識と技術を体系化する試みは、各分野の最先端技術を他分野に応用する橋渡しのみならず、物理エネルギー技術の融合や新技術創出、物理エネルギーと生体の本質的な相互作用の理解を与えると期待されます。

その他、脳神経回路研究においても、自由行動下にあるマウスやサルなどの神経活動を、直接外部から操作できる、完全ストレスフリーな研究法の実現が可能となります。さらに将来的には本研究領域で開発する技術をヒトに対して応用することで、開頭や体内への器具導入手術の必要のない、極めて患者に負担の少ない治療法の創出につながると期待されます。

【キーワード】

レーザーバ分子：本領域で新たに提案する光熱・超音波・磁気の三種類の低物理エネルギーを高感度に感知し、それに応じてイオンチャネルの開閉などを制御するアクティブな分子系
低物理エネルギーロジスティクス：レーザーバ分子の操作のため、低物理エネルギーを体深部へ高効率・高精度・高時空間分解能で届けることを可能にする新たな物理概念と方法論

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度－4年度 121,900千円

【ホームページ等】

<https://low-energy-manipulation.com/>
low-energy-manipulation@issp.u-tokyo.ac.jp

研究領域名 霊長類発生学研究の基盤構築



京都大学・白眉センター・特定准教授

なかむら ともり
中村 友紀

領域番号：20B302 研究者番号：90648429

【本研究領域の目的】

発生学とは、一つの受精卵から生物個体がどのようなメカニズムで構築されていくかを探求する学問である。ヒト胚は受精直後から発生を始めるが、ヒト胚発生の中でも着床直後は、ダイナミックな形態変化や原腸陥入、臓器原基形成といった“個”の起始に関わる重要な生命現象を開始する極めて根源的な時期である。にもかかわらず、母体が妊娠に気付かない時期であるため着床胚の採取が不可能なことから、ヒト胚を用いた分子レベルでの知見はほぼない。モデル動物を用いた研究でも、主にマウスを用いた研究より顕著な成果が挙げられてきたが、近年の目覚ましい技術発展と知見の蓄積によりマウス-ヒトの種差が看過できないレベルに到達しつつある。またより近縁な非ヒト霊長類(non-human primate; NHP)においても、コストや長い世代時間、少ない産子数を始めとする様々な霊長類特異的な要因により、胚試料の採取は難しい。さらにメカニズム究明に必須である遺伝子改変動物の作出も、昨今の遺伝子編集技術をもってしても依然として困難であり、やはり包括的研究へのハードルは極めて高い。(図1)。

	マウス	非ヒト霊長類	ヒト
着床後胚試料	円筒型 採取可	胚盤構造 採取可能だが極めて困難	胚盤構造 採取不可
利用可能な着床後胚情報	形態情報 遺伝子発現情報 発生メカニズム	形態情報 遺伝子発現情報のみ利用可能	100年前の形態情報のみ利用可能
発生工学技術	遺伝子工学 生殖工学 多種多様に利用可能	可能だが難あり 限定的 ↓ 分子レベル限定的理解	生命倫理的議論 尽くされていない、 技術的にも難あり。 ↓ 分子レベル不可能

図1. 霊長類着床後胚に関する発生学の現状

このように霊長類着床後の胚発生研究は、試料採取の困難さと分子レベルの究明実験の難しさにより長きにわたり進展がなく、100年ほど前に作成された組織学的試料による形態学的知見しかない。本研究領域では停滞した霊長類研究の現状を打開するため、NHPをモデルに霊長類発生研究の基盤創設を目指す。

【本研究領域の内容】

本研究領域では、我が国が誇る二種の NHP、カニ

クイザルとマーモセットを用いて、(A) 子宮内環境を含めた生理的発生現象を正確に再現した霊長類試験管内”疑似着床”胚発生モデル(ex vivo culture system)の構築と(B)霊長類のための革新的遺伝子工学技術の開発を行う。

(A)ではまず生理的発生条件の再構築に向けて、必要最小限の in vivo における胚発生の知見を取得する。そして性周期において成熟期に相当する機能的子宮内環境を再現し、試験管内にて霊長類胚着床モデルを構築する。そして(B)ではこれまでの受精卵に対する遺伝子改変法をベースに改良を行う方法と、遺伝子改変を施した ESC/iPSC を起点として機能的な生殖細胞を誘導するという幹細胞をベースとした方法の二つの方向から発生工学基盤の構築を目指す。

【期待される成果と意義】

我々が目指す霊長類胚の疑似着床モデルと新たな発生工学ツールが揃うことで、試験管内での経時的観察や遺伝子機能破壊実験等の介入実験など、他生物種で行われてきた伝統的な発生研究技法が現実的になり、分子レベルで霊長類胚発生の解明が可能になる。また疑似着床モデルのさらなる拡張により、これまで未知であった霊長類における臓器形成期の研究も、母体も含めた全ての関連細胞種が揃ったシステムとしての包括的研究が可能になると期待される。さらに NHP では in vivo 研究も不可能ではない。従って in vivo - ex vivo - in vitro を横断した研究展開が可能であり、霊長類着床後胚発生学を強力に推進することができるようになる。これらの目標が達成された暁には、霊長類発生学にパラダイムシフトを起こせるのではないかと期待している。

【キーワード】

実験可能な非ヒト霊長類；哺乳類サル目（霊長類）中でヒトを除いた生物種のうち、分子生物学的実験に用いることのできる霊長類。ヒトは霊長類の中でもオランウータン、ゴリラ、チンパンジーとともに大型類人猿(Great Apes)に含まれ、Great Apes は現在侵襲性のある研究に供与することが禁止されている。

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度－4年度 122,000 千円

【ホームページ等】

<https://www.primate-dev-biol.ashbi.kyoto-u.ac.jp/>

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



北海道大学・低温科学研究所・教授

やまぐち よしふみ
山口 良文

領域番号：20B303 研究者番号：10447443

【本研究領域の目的】

哺乳類は内因性の熱産生能と恒温性を有し、寒冷下でも体温を 37°C 付近に維持し活動が可能である。一方で、寒冷に見舞われ食料が枯渇する冬季には、体熱産生のためのエネルギー不足が問題となる。この問題に対し、熱産生を放棄し基礎代謝を下げた低体温状態となり生き延びる現象が、哺乳類の冬眠・休眠である（図 1）。冬眠・休眠は一部の種のみが行うが、霊長類を含めた幅広い分類で観察されるため、哺乳類が普遍的に備える恒温性機構のわずかな変更で冬眠・休眠という特殊な代謝状態が誘導されるとも考えられる。しかし、冬眠・休眠の分子機構の解明は、冬眠動物における因果関係追求実験の困難さから、これまで進んでこなかった。本研究領域では、既存の冬眠研究の困難さを打破する技術を導入することで、その分子機構理解への突破口を創出する。

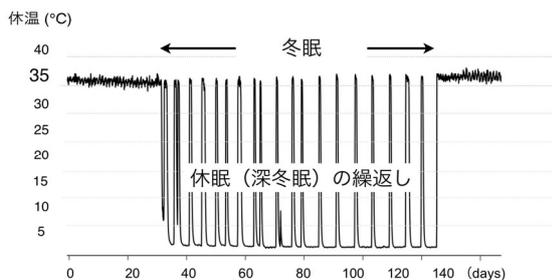


図 1. 哺乳類の冬眠・休眠

【本研究領域の内容】

冬眠動物の飼育、冬眠・休眠・冬眠様状態の誘導、温度受容体、概日時計、遺伝子改変動物作成、ライブイメージング等、独自の解析ノウハウと研究資源を

有する複数の計画研究が連帯して、冬眠・休眠の本質ともいえる能動的低代謝と低体温生理の発動を担う分子ネットワークに焦点を絞り、遺伝子機能・シグナル動態・膜分子動態等の観点から冬眠研究を行う。

領域では、革新性と創造性に富んだ研究会やシンポジウムの開催に尽力する。領域内および冬眠研究に興味を持つ分野外の研究者の理解の助けとなるウェブフォーラムを開設し、情報交換を促進する。

【期待される成果と意義】

長期間の低代謝・低体温状態は、ヒトやラットなどの非冬眠動物では細胞傷害や臓器障害を引き起こし致命的である。しかし、冬眠動物でそうした不具合は見られない。本研究領域は冬眠発動の分子機構に対して、解析の方法論と分子的な手がかりとを提供することでその解明への突破口を開くことで、いまだ黎明期の冬眠研究分野が大きく広がるだけでなく、幅広い分野への波及効果が期待される（図 2）。



図 2. 期待される波及効果

【キーワード】

哺乳類の休眠(Torpor)：低温・飢餓といった極限環境下において、積極的に代謝を抑制する「能動的低代謝」により体熱産生に要するエネルギーを削減し、通常の恒温性から逸脱した低体温となった状態。

冬眠(Hibernation)：数日から数カ月にかけて休眠を繰り返し、冬季を生き延びる現象。

【領域設定期間と研究経費】

令和 2 年度－ 4 年度 122,100 千円

【ホームページ等】

<https://hibernationbiology.jp/>
bunbun@lowtem.hokudai.ac.jp

研究領域名 細胞内寄生性病原体の自己・非自己の境目を決める
PLAMP の創成



大阪大学・微生物病研究所・教授

やまもと まさひろ
山本 雅裕

領域番号：20B304 研究者番号：00444521

【本研究領域の目的】

ウイルス・細菌・寄生虫などの細胞内寄生性病原体の感染に対して、宿主には免疫系が備わっている。これら病原体に対して応答するのが自然免疫系や獲得免疫系である。これらの免疫系では宿主にはない病原体特有のパターンを「自己」と「非自己」の境界線としている。

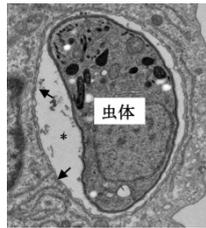


図1：感染細胞内で「寄生胞」(*)の中にあるトキソプラズマ原虫の電子顕微鏡写真。矢印が寄生胞膜。

一方、細胞内の病原体を直接攻撃するセルオートノマス免疫系では、「自己」と「非自己」を何が決定しているのかよく分かっていない。なぜなら、細胞内に侵入した病原体の多くが宿主細胞由来の膜に包まれて存在しており(図1)、『自己に由来する』膜構造を「非自己」と認識している。そこで我々は、この現象が病原体のライフサイクルによって細胞内に作り出された独特のパターンを『非自己』と認識したと考え、この非自己パターンをPLAMP (Pathogen Life cycle Associated Molecular Pattern)と名付けた。

本研究領域ではPLAMPの解析を通じて、自己・非自己の認識機構に新たな概念を作り出すことを目的とする。

【本研究領域の内容】

セルオートノマス系免疫が標的とする「非自己」は元々「自己」に由来するものと考え『PLAMP』という概念を提唱した。一方、病原体には「非自己」を隠すために様々な病原因子を持ち、自身の生存にとって都合の良い環境を細胞内に作り出す。それゆえ、病原体が自身の生存のために細胞内に作り出す分子パターンも広義の『PLAMP』と位置づけられる。そこで、様々な病原体が織りなすPLAMPを実証する。なお、病原菌のPLAMPでは東京薬科大学の新崎博士が、ウイルスのPLAMPでは京都大学の橋口博士が本研究領域に参画する。

また、具体的な研究内容は以下の通りである。

山本)：細胞内寄生性原虫トキソプラズマ・マラリア原虫の非自己化過程のセルオートノマス免疫系による認識機構を様々な手法で解析し、細胞内寄生性病原体の自己・非自己の境目を決めるPLAMPとセルオートノマス免疫系の生理的な重要性を証明する。

新崎)：細胞内発症型細菌であるレジオネラの宿主細胞における生存機構を様々な多角的な手法により解析し、レジオネラによる宿主内自己化PLAMPの分子機構を明らかにする。

橋口)：ウイルス感染の細胞侵入(自己化)と出芽

(非自己化)によるPLAMP生成機構を多角的な手法で解析し、他の生命現象との関連も含めて、病原性ウイルスであるパラミクソ・コロナウイルスに対する病原性制御機構を解明する。

【期待される成果と意義】

本研究領域は、宿主側のセルオートノマス免疫系の解明を通じて、病原体と宿主間に存在する新規のPLAMPの同定と新規病原性メカニズムの解明が期待でき、宿主-病原体間の相互作用の理解が格段に発展することが期待される。さらに、ウイルス・細菌・寄生虫など感染症研究を多角的に推進することで、日本の感染症に対する基礎研究の大きな底上げができ、本邦の感染症分野の国際競争力強化と新型感染症の出現に備える体制構築が期待できる。

また感染免疫学のみならず、「自己」・「非自己」の境目決定に関わる膜融合/分裂は微生物から高等植物・生物まで生体恒常性維持・破綻において極めて重要な役割を果たしている。感染・受精/発生・細胞内外輸送・神経間伝達など非常に大きな生命領域を網羅する現象であり、本研究領域の成果は、生命科学全般に波及効果を持つと期待される。

【キーワード】

セルオートノマス免疫系：病原体が感染した細胞において、細胞内で積極的に病原体の増殖を止め、殺傷する免疫系。自然免疫系や獲得免疫系の活性により放出されたインターフェロンが感染細胞に作用することで強く誘導される。

PLAMP (Pathogen Life-cycle Associated Molecular Pattern)：自然免疫系が認識する非自己としての病原体特有のパターン (Pathogen Associated Molecular Pattern; PAMP) と異なり、病原体が感染した細胞内に作り出される宿主由来の非自己パターン。

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度-4年度 122,300千円

【ホームページ等】

<http://plamp.biken.osaka-u.ac.jp/>
myamamoto@biken.osaka-u.ac.jp



研究領域名 クラスタ/ハブダイナミズムの決定剛軟因子

国立研究開発法人理化学研究所・脳科学総合研究センター・チームリーダー

むらやま まさのり
村山 正宜

領域番号：20B305 研究者番号：30578901

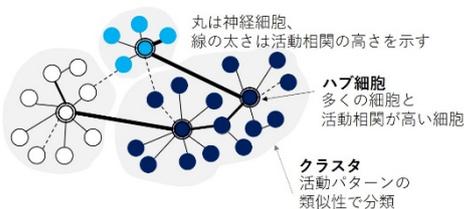
【本研究領域の目的】

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ます。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ます。私たちは、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と考えます。この目的のためには、単一細胞レベルでの領域間活動の観察が必要ですが、技術的な限界によりそのような手法はこれまで存在していませんでした。本研究領域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、ハブ細胞が真に領域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、ハブたらしめる形態特徴(剛的特徴)と遺伝子発現特徴(軟的特徴)の解明を目指します。

【本研究領域の内容】

本研究領域では、広視野 2 光子顕微鏡を用いて、大規模神経活動記録を行います。統計解析により見出されるハブ細胞を決定する剛軟因子、すなわち神経細胞形態(剛)と遺伝子発現変動(軟)を多角的に探索し、脳機能の発現へのハブ細胞の寄与を明らかにするため、以下三つを領域達成目標とし、神経生理・統計物理・バイオインフォマティクス分野の密な連携により研究を推進していきます。

ニューロンをハブたらしめる要因の解明から
脳機能発現の謎に迫る



脳領域間の情報伝達はハブ細胞を介すと効率的になる？なぜ？

新規イメージングシステムを用いた広域・高密度な大規模神経活動記録によって多数のクラスタ/ハブ細胞を同定し、その特性(活動・形態・遺伝子)を解明する。

領域目標

①大規模データ対応クラスタ/ハブ同定アルゴリズム開発：[A] データ取得・ハブ細胞抑制による検証 [B] 神経ネットワーク・クラスタ構造とハブ細胞の推定

②ハブ細胞を規定する要因(形態・遺伝子)の多角的探索：[A] 剛軟因子を抽出する技術基盤開発 [B] ハブ

性決定要因の抽出と生物学的解釈

③疾患モデル応用に向けたトランスクリプトームファーストアプローチによるハブ細胞推定：[A] ハブ/非ハブ細胞分類器の構築 [B] 分類器によるハブ細胞増減疾患の探索

【期待される成果と意義】

精神疾患などに見られる脳機能の破綻の責任因子は未だ同定されておらず、発症機序が解明されていません。領域間コミュニケーションに関わるハブ細胞の決定因子が解明されれば、精神疾患において、ハブ細胞に着目した発症機序解明や新たな治療法の提案が可能となり、精神疾患の早期診断に役立てることが期待されます。また、これまで同定されていなかった精神疾患関連遺伝子群の発見にもつながると期待されます。本領域研究で得られた個々の遺伝子の分子実体を細やかに明らかにしていくという生化学的アプローチを含みます。新たに発見された遺伝子群の分子実態を生化学的に検証することで、これまで知られていなかったマーカ遺伝子の同定につながります。また本研究は、知覚・認知機能・記憶などの脳機能におけるハブ細胞の役目を探索する生理学的アプローチなども含むため、多くの分野の研究者の参画が期待できます。

【キーワード】

広視野 2 光子顕微鏡：生体内の神経活動を蛍光変化として捉える従来の 2 光子顕微鏡の視野は、0.5 x 0.5 mm² 程度でした。領域代表は、この視野を 36 倍まで拡大した広視野 2 光子顕微鏡を開発しています。この顕微鏡を用いることで、16,000 個程度の神経細胞から活動を記録することができます。この細胞数は、現時点では世界最大規模となります。この大規模な記録により、希少なハブ細胞を精度よく、多数記録することができ、細胞レベルでのネットワーク解析が可能になります。

【領域設定期間と研究経費】

令和 2 年度 - 4 年度 122,400 千円

【ホームページ等】

<https://cluster-hub-dynamism.com/>
https://twitter.com/ClusterHub_D



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

横浜市立大学・木原生物学研究所・助教

まるやま だいすけ
丸山 大輔

領域番号：20B306 研究者番号：80724111

【本研究領域の目的】

配偶子は受精によって次世代を作り出す半数体細胞であり、あらゆる生物はこの配偶子を経て新個体を生み出し繁殖する。動物では雌雄の配偶子である卵子と精子が対となって受精する。一方、被子植物では卵細胞と中央細胞という2種類の配偶子が、独立かつほぼ同時に受精する重複受精が起こる。この複数の配偶子による特有の生殖が可能なのは、オス・メスいずれもまず半数体の生殖組織（配偶体）が形成され、その一部が増殖・分化して配偶子が作られるためである。つまり、植物の生殖システムを理解するには、配偶子と、その機能を支える配偶体を含めた生殖組織全体で細胞の分裂や分化の仕組みを解明する必要がある。動物では幹細胞から精子や卵子の作出が可能となり、配偶子形成過程を *in vitro* で解析できるモデル系が確立している。本研究領域ではこのアプローチを植物の生殖組織へと適用し、配偶子を含む各細胞の細胞運命操作に挑むことで、配偶子を生み出す植物独自の原理の理解を目指す（図1）。

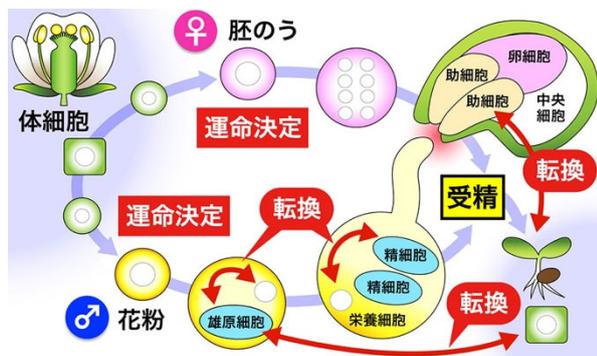


図1 被子植物の有性生殖過程と本領域の目的

【本研究領域の内容】

本研究領域では各計画研究において発見した因子や開発した技術、並びに生物材料を用い、それぞれが異なるアプローチで配偶体の細胞運命操作に挑戦する。山岡班では、体細胞にオス側の生殖細胞としてのアイデンティティを付与する bHLH 転写因子(BNB)の解析を中心に、ゼニゴケとシロイヌナズナという2つのモデル生物を駆使することで、体細胞から配偶子系列細胞を異所的に作り出す細胞運命の操作に挑む。オス側の生殖組織である花粉に注目する水多班では、ベンサミアナタバコをモデルに、遺伝子銃で遺伝子発現を誘導して、前駆細胞から花粉形成の一連の過程を継続観察するライブイメージング手法、さらに、種類別に分取した花粉細胞のオーム解析など、

花粉をターゲットとした独自性の高い技術を基盤とし、精細胞の形成時期や数の操作を試みる。丸山班では、メス側の生殖細胞に注目し、細胞融合によって引き起こされる、これまでにないタイプのプログラム細胞死を助細胞が示すことを発見。この助細胞のプログラム細胞死を抑制した上で、助細胞を体細胞である胚へと転換する現象の理解を目指す。

【期待される成果と意義】

本研究領域では配偶子形成のカギを握る因子を本来発現しない細胞で発現させることで、細胞の分化運命への影響を評価する。この異所的発現を用いる手法によって、従来の変異体解析では示すことが難しかった、特定の細胞を生殖細胞へ転換するための十分条件を明らかにできることが期待される。植物の生殖組織は、各細胞で特異的に発現する遺伝子が同定されつつあり、培養観察や一過的遺伝子発現など *in vitro* の解析系も確立されているため、1細胞を対象とした研究に優れている。このような利点を活かして配偶子を生み出す原理を理解し、さらに細胞の分化運命システムを自在に改変できれば、動物の配偶子形成誘導の成功が導いた生殖技術の変革を、植物育種分野にも起こす契機となる。

【キーワード】

- 配偶体 減数分裂後の半数体細胞が分裂することで形成され、配偶子を形成する植物組織。二倍体の胞子体組織と対を成す。コケ類などの基部植物では胞子体よりも配偶体のほうが大きく、生活環の大半を占めている。陸上進化とともに雌雄の配偶体は小さくなり、被子植物ではわずかな細胞で構成される生殖に特化した組織となった。

- 重複受精 被子植物のメス側の配偶体では卵細胞と中央細胞と呼ばれる形も役割も異なる2種類の配偶子が作られる。一方で、オス側の配偶体である花粉では2つの精細胞が作られる。これらの配偶子がほぼ同時に受精し、種子形成の起点となる現象が重複受精である。受精した卵細胞は次世代の植物体である胚を作り、受精した中央細胞は栄養組織である胚乳を形成する。

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度－4年度 106,100千円

【ホームページ等】

<https://www.remmod-reprod.com>
rprjim@yokohama-cu.ac.jp



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

京都大学・大学院薬学研究科・教授

どい まさお
土居 雅夫

領域番号：20B307 研究者番号：20432578

【本研究領域の目的】

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、これまでは往々にして見逃されてきた。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計画研究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。

【本研究領域の内容】

分子生物学により生体構成要素が同定され、オミックスによりそれらの量的変動が網羅される中、生命の“しなやかさ”の原理の背後にある生命機能のパラメトリック制御の謎が大きな課題として残されている。

自然環境の変化は天変地異でなければ通常連続的で穏やかであり、生物がそのような変化に適応する機構は、0か1のON/OFF制御ではなく、連続的に進む反応のvelocityの変化により担われる。これまでは急激な細胞状態の「リセット」応答が主に研究されてきたが、生命の真の理解のためにはパラメトリック制御を解明することが重要である。

今回我々はこの生命機能のパラメトリック制御の解明に向け、「翻訳」に注目する。

今回我々はこの生命機能のパラメトリック制御の解明に向け、「翻訳」に注目する。

分子生物学の黎明期から翻訳はベルトコンベヤーのような定常的製造装置であるという思い込みが世界的にも支配的であったが、現在そのような考え方が見直され始めている。次世代シーケンサーを用いた昨今の技術革新により、翻訳はむしろ細胞内外の状況に応じて速度を変えるダイナミックレンジの広い可変装置である可能性が浮上してきた。とりわけ、翻訳中のリボソームの数をリード数としてカウントするRibo-Seq法の登場と、RNAの化学修飾を同定する次世代シーケンサー技術、RNA-蛋白質集合体による液-液相分離に基づく翻訳制御や細胞内局



パラメトリックという速度調節の概念は時間生物学の祖となるPittendrighとAschoffが提唱した概念である(1975)。他の生命機構にも敷衍できる基本概念であるが背後の分子原理が不明である。

所制御という概念が、mRNAの制御を従来の「コピー数による制御」から翻訳速度の調節を介した「物理化学的なパラメトリック制御の場」へと変革させるデータをもたらしつつある。

このような現況において本研究領域ではパラメトリック制御の理解に向け次の4課題を行う: 1) 翻訳速度制御を介した睡眠・代謝・体内時計のパラメトリック制御(京大・土居)、2) 新規Disome-Seq: パラメトリックナリボソーム渋滞の網羅的探索(理研・岩崎)、3) 細胞内局所パラメトリック翻訳における物理化学的調節機構の解明(阪大・原田/東大・岡部)、4) 柔軟な神経らしさを作り出すパラメトリック翻訳制御の解明(東大・池内)。翻訳速度の定量化・可視化を可能にする新技術を領域内で共同開発し、その基盤の上に立って上記の研究課題を4計画研究の協働連携体制によって実施する計画である。

【期待される成果と意義】

翻訳速度に可変性をもたらす細胞内機構の本態とそれを構成する複数の制御因子がわかり、生命機能のパラメトリック制御の一端が明らかになると期待される。翻訳は進化的に保存された高度システムであることから、本研究領域で得られる知見や解析技術は他の生命機構の理解にも活用できる可能性が高い。老化、がん、脳神経、免疫、組織再生、エネルギー代謝、さらには植物、菌類、細菌にまで広がる生物種を超えた生命機構の理解に貢献する可能性があると考えられる。

【キーワード】

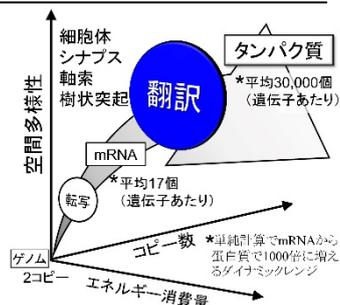
パラメトリック (parametric): パラメトリック制御とは、連続的でゆるやかに変化する変化への生命機能のスピード調節による適応機構をさす。

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度-4年度 122,000千円

【ホームページ等】

<http://parametric-translation.pharm.kyoto-u.ac.jp/>
<https://www.youtube.com/channel/UCL7n9ND9qnpXL CgVHGDpCyQ>
 doimasao@pharm.kyoto-u.ac.jp





研究領域名 pH 応答生物学の創成

京都大学・白眉センター・特定准教授

たかはし のぶあき
高橋 重成

領域番号：20B308 研究者番号：70604635

【本研究領域の目的】

本研究領域では「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。すなわち、がん、発生、老化、海洋生物学、進化という学術変革領域研究ならではの非常にユニークな若手トップランナーを集結し、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 (図 1) 等、生物が進化上獲得した本質的機能を解明することで、エネルギー産生のための電気化学的駆動力や pH がきたす毒性・病態に留まっていた旧来の pH の概念を革新する。

pH ストレス適応機構 (A01, A02)

生体内 pH 場 (A03)

がん(A01)

サンゴ(A02)

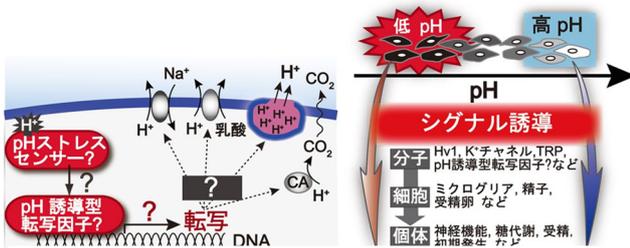


図 1. pH 応答生物学の重要課題

【本研究領域の内容】

本研究領域では、「pH 適応」と「シグナル因子としての pH」という、生物が進化の過程で獲得してきた生命基盤となる機能について、既存の学問分野の枠を超えて解明する。各計画研究 (図 2) の達成目標は以下の通りである。

A01 班：高等生物における pH 応答/適応機構の解明 [高橋、船戸 (分担：圓岡)]

高等生物における pH 応答/適応機構について、強固な pH ストレス耐性を示す、がん細胞を起点に解明する。

A02 班：pH 耐性海洋生物群から迫る pH 適応獲得機構の解明 [栗原 (分担：久保田)]

CaCO₃ を骨格にする海洋生物は低 pH に対して脆弱である点、また我々の血液 pH は脊椎動物誕生時の海水と一致している点から、pH が局所的に低下しているパラオのサンゴや古代有孔虫という「pH 耐性モデル生物」を使用し、低 pH 耐性機構の探索を行う。

A03 班：シグナル因子としての生体内 pH 場の実証 [岡村 (分担：荻沼)]

生体内 pH 場がもたらすシグナル機構と生物学的意義の解明を行う。

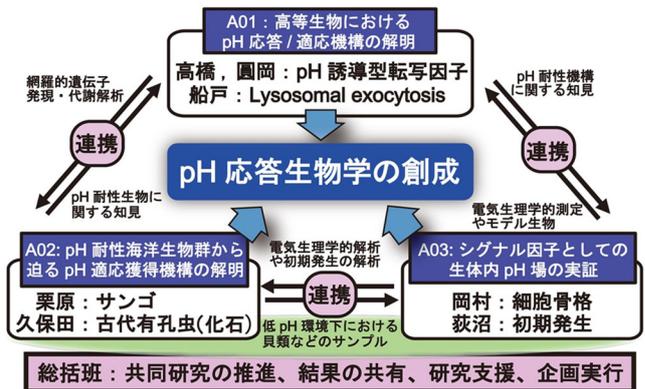


図 2. 領域の組織図

【期待される成果と意義】

(A) 基礎医学への波及効果

低酸素ストレスおよび酸化ストレスの感知・応答機構は、がん、血管新生、発生・幹細胞制御など様々な生命現象の根幹に関わっていることが明らかされている (低酸素感知機構：2019 年ノーベル賞)。このように、pH 応答の分子機構が解明されれば、それを分子基盤として現代の学問の常識を超えた新規生命現象が見えてくるのは間違いない。

(B) 海洋酸性化問題への波及効果

化石燃料の使用に伴い、海洋 pH は今後 100 年で 0.4 ~ 0.6 低下すると予測されている。しかし、海洋酸性化が群集構造の改変や進化という生態系全体への影響を予測することは、現時点では困難である。本研究領域で得られる pH 変動に伴う CaCO₃ 生物の選択と進化の歴史、及び pH 適応機構という生物学的情報は、全く新しい切り口で生物と環境の共生・共進化を議論する第一歩になる。

【キーワード】

ストレス：一般社会においては「苦痛」や「苦悩」を意味する言葉であるが、生命科学においては「生体の恒常性を破綻しうる因子」として使われる。

【領域設定期間と研究経費】

令和 2 年度 - 4 年度 122,000 千円

【ホームページ等】

<https://www.ph-biology.net/>
takahashi@sbchem.kyoto-u.ac.jp



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

東北大学・大学院情報科学研究科・教授

いとう たけひろ
伊藤 健洋

領域番号：20B401 研究者番号：40431548

【本研究領域の目的】

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・解析する新しい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、数学基盤の構築を目指す。そして、組合せ遷移のソフトウェア開発・整備に必要な基礎理論を固めていく。

【本研究領域の内容】

組合せ遷移の例として、電力の配電制御を考えよう。配電網は、複数の経路から電力が供給できるように構成されており、例えば配電網の日本標準モデルには約 10^{58} 通りという膨大な供給経路の選択肢が存在する。この中から、最適な供給経路を算出するだけでも十分難しい。しかし、たとえ最適な供給経路が算出できても、そこへの切替途中で停電を起こすわけにはいかない。したがって、配電制御では、約 10^{58} 通りの供給経路から成る状態空間において、現在の供給経路から最適なものへと、停電を起こすことなく遷移させる切替の操作手順を求めることが要求される。このような「状態空間上での遷り変り」を対象とするアルゴリズム理論が「組合せ遷移」である。



図 1. 配電制御の例

組合せ遷移は、研究・実務の広範な分野に現れ、実際に分野をまたがる横断研究の成功事例も出てきた。しかしながら現在、組合せ遷移の技術は、それを研究する専門家のみが有するものであり、他分野の研究者や実務家は、専門家にアクセスする必要がある。一方で、数式処理であれば Mathematica、組合せ問題であれば SAT ソルバーや IP ソルバーというように、共通のソフトウェアが整備されることで、非専門家が最先端の技術に容易にアクセスできるようになり、自領域内での問題解決が可能となっている。しかし、組合せ遷移に関していえば、まだそのような共通基盤は整備されていない。

本研究領域では、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技術を活用するための共通基盤を構築する。

計算機科学を背景分野とする計画研究 A01 班では、組合せ遷移に対する「アルゴリズム的メタ定理」を構築することにより、組合せ遷移アルゴリズムの自動生成を目指す。

工学を背景分野とする計画研究 B01 班では、組合せ遷移に対する「実装技術」を構築することにより、理論研究と産業応用の共通のコミュニケーション基盤となるソフトウェア開発を目指す。

数学を背景分野とする計画研究 C01 班では、組合せ遷移に対する「数学理論」を構築することにより、組合せ遷移に有効な新しい数理手法の提案を目指す。

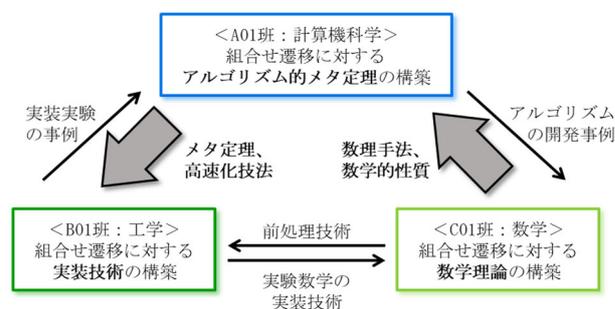


図 2. 班間連携の狙い

【期待される成果と意義】

組合せ遷移は様々な分野に現れるため、研究開発の共通基盤が整備されれば、広範な分野に「計算」の概念が導入できるようになる。本研究領域の研究は、非専門家であっても「計算できること」を広範な分野で増やし、もって当該分野が新たな変革を引き起こす契機を与える。

【キーワード】

- ・ 組合せ遷移: 状態空間上での遷り変りを数理モデル化し、そのアルゴリズムと計算量を解析する研究。

【領域設定期間と研究経費】

令和 2 年度－ 4 年度 123,700 千円

【ホームページ等】

<https://core.dais.is.tohoku.ac.jp/>
core.info@grp.tohoku.ac.jp



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

九州工業大学・大学院情報工学研究院・教授

やまにし よしひろ
山西 芳裕

領域番号：20B402 研究者番号：60437267

【本研究領域の目的】

複数の薬剤の組合せによる相乗効果（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。治療効果の増強だけでなく、個々の薬剤の使用量を減らし、重篤な副作用の発現頻度を低下させるなどの利点があり、これまでの治療法を一新させる可能性がある。しかしながら、やみくもな薬剤の組合せは有害な副作用につながるため、最適な薬剤の組合せを同定する必要があるが、極めて困難である。これまでに報告されてきた薬剤シナジーは、臨床研究で偶発的に発見されたものが多く、疾患特異的な薬剤シナジーの発現メカニズムはよく分かっていない。薬剤シナジーは、薬剤群と生体分子群の相互作用によって生み出されると考えられるが、どの生体分子（治療標的分子）への作用の組合せが薬物シナジーにつながるかは不明である。

近年、物質科学と生命科学の分野では、薬剤や化合物に関する様々なビッグデータ（ゲノム、オミックス、コンビナトリアルケミストリーなど）が創出され、蓄積されてきた。一方で、情報科学の分野では、人工知能（AI・機械学習）の技術の発展が著しい。そこで、物質・生命関連ビッグデータを有効利用し、AIで膨大な組み合わせを探索できれば、薬剤シナジーの研究において突破口となる可能性がある。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。

【本研究領域の内容】

本研究領域が提唱する「シナジー創薬学」は、情報科学で発展著しいAIによるビッグデータ解析を介した、生命科学分野と物質科学分野の連結によって生み出される新しい学問領域となる。生体分子データをAI解析するバイオインフォマティクス、薬剤・化合物データをAI解析するケモインフォマティクス、医療データ解析、予測・設計した化合物の構造を実際に合成できる有機化学合成、予測した薬理作用を細胞レベル・動物レベルで検証できる薬理学を融合させ、本研究領域の研究項目を実現する。研究体制は、AI班、医療データ班、薬理班から構成される。計画研究A01（AI班）では、薬剤の標的分子や新規効能の予測を行う機械学習手法の技術を薬剤の組合せに拡張し、本研究で提案する薬剤の組合せやシナジー効果を予測する機械学習手法を開発する。また、薬剤や生体分子の組合せ問題の数理モデル化と

その理論的解法を開発する。さらに、シナジー効果を持つ化合物の化学構造を予測・設計する。

計画研究A02（医療データ班）では、医療ビッグデータを解析して、疾患予防効果のある薬剤ペアや薬剤組合せを予測するデータマイニング技術を開発する。

計画研究A03（薬理班）では、薬剤群によるシナジー効果を検証する病態モデルを構築し、予測した薬理作用を実験検証する。

【期待される成果と意義】

これまで臨床研究での偶発的発見や限られた薬剤ペアに対する実験的検証に留まっていた薬剤シナジーに対し、本研究では、薬剤全ての組合せをAIで探索することで、これまでのボトルネックであった組合せ爆発の問題を解決できる。

本研究の特色は、疾患特異的な発現異常遺伝子群と薬剤に応答する発現異常遺伝子群を考慮して薬剤シナジーを解析する点にある。薬剤シナジーは、生命システムの動的反応の結果であるため、オミックスデータの活用によって、薬剤シナジーの正確な理解や予測につながる事が期待できる。

薬剤シナジーは多剤併用療法という形で医療に実践されているが、その薬剤選択基準は、医師の経験知に大きく依存しているのが現状であり、疾患の種類や患者の病態に大きく依存する。本研究では、経験知に大きく基づいた従来の多剤併用療法の概念を革新し、科学的根拠に裏付けされた薬剤シナジーによる新しい医療・創薬戦略を確立できる。

がんや認知症など多くの難治性現代病は多因子疾患であり、単剤投与だけでは治療効果が薄いため、薬剤シナジーに基づく多剤薬物療法は切り札となることが期待される。日本のがん罹患者数は89万人、日本の認知症患者数は2012年時点で約462万人にも達している。本研究の成果は、難治性現代病に対する医療に貢献できる。

【キーワード】

薬剤シナジー：複数の薬剤の組合せによる相乗効果

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度－4年度 119,700千円

【ホームページ等】

<http://labo.bio.kyutech.ac.jp/~yamani/synergy/>

令和2(2020)年度 科学研究費助成事業 学術変革領域研究(B) 審査結果の所見

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	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)
研究期間	令和2(2020)～令和4(2022)年度
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、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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>

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	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)
研究期間	令和2(2020)～令和4(2022)年度
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。</p> <p>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。</p>

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	大貫 俊夫（東京都立大学・人文科学研究科・准教授）
研究期間	令和2（2020）～令和4（2022）年度
科学研究費補助金 審査部会に おける所見	<p>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。</p> <p>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。</p>

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	神谷 真子（東京大学・大学院医学系研究科・准教授）
研究期間	令和2（2020）～令和4（2022）年度
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、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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>

研究領域名	DNA 気候学への挑戦
領域代表者	三浦 裕亮（東京大学・大学院理学系研究科・准教授）
研究期間	令和2（2020）～令和4（2022）年度
科学研究費補助金 審査部会に おける所見	<p>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。</p> <p>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。</p>

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	沼田 圭司（京都大学・大学院工学研究科・教授）
研究期間	令和2（2020）～令和4（2022）年度
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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>

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	中 寛史 (京都大学・大学院薬学研究科・准教授)
研究期間	令和2 (2020) ~令和4 (2022) 年度
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、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。</p> <p>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み立てら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。</p> <p>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。</p>

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	杉本 昌弘 (東京医科大学・医学総合研究所・教授)
研究期間	令和2 (2020) ~令和4 (2022) 年度
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。</p> <p>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を追加するなど工夫することが望まれる。</p>

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	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）
研究期間	令和2（2020）～令和4（2022）年度
科学研究費補助金 審査部会に おける所見	<p>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。</p> <p>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。</p>

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	大西 領（東京工業大学・学術国際情報センター・准教授）
研究期間	令和2（2020）～令和4（2022）年度
科学研究費補助金 審査部会に おける所見	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>

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	井上 圭一（東京大学・物性研究所・准教授）
研究期間	令和2（2020）～令和4（2022）年度
科学研究費補助金 審査部会に おける所見	<p>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。</p>

研究領域名	霊長類発生学研究の基盤構築
領域代表者	中村 友紀（京都大学・白眉センター・特定准教授）
研究期間	令和2（2020）～令和4（2022）年度
科学研究費補助金 審査部会に おける所見	<p>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。</p> <p>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。</p>

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	山口 良文（北海道大学・低温科学研究所・教授）
研究期間	令和2（2020）～令和4（2022）年度
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、「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。</p> <p>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。</p> <p>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、より高次の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。</p>

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	山本 雅裕（大阪大学・微生物病研究所・教授）
研究期間	令和2（2020）～令和4（2022）年度
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、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。</p> <p>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 を見出しており、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。</p> <p>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。</p>

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	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）
研究期間	令和2（2020）～令和4（2022）年度
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、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。</p> <p>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。</p>

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	丸山 大輔（横浜市立大学・木原生物学研究所・助教）
研究期間	令和2（2020）～令和4（2022）年度
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、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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>

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	土居 雅夫（京都大学・大学院薬学研究科・教授）
研究期間	令和2（2020）～令和4（2022）年度
科学研究費補助金 審査部会に おける所見	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>

研究領域名	pH 応答生物学の創成
領域代表者	高橋 重成 (京都大学・白眉センター・特定准教授)
研究期間	令和2 (2020) ~令和4 (2022) 年度
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、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。</p> <p>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。</p> <p>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な概念理論を確立することを期待したい。</p>

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	伊藤 健洋 (東北大学・大学院情報科学研究科・教授)
研究期間	令和2 (2020) ~令和4 (2022) 年度
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、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み立てられており、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。</p> <p>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が期待したい。</p>

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	山西 芳裕（九州工業大学・大学院情報工学研究院・教授）
研究期間	令和2（2020）～令和4（2022）年度
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、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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>

新学術領域研究 (研究領域提案型)

令和 2 (2020) 年度 継続領域一覧 93

□ 令和2(2020)年度 科学研究費助成事業 新学術領域研究(研究領域提案型)

※令和2(2020)年度公募以降、継続研究領域の公募研究のみ公募。

新学術領域研究(研究領域提案型)の目的・内容

(令和元(2019)年度科学研究費助成事業—科研費—公募要領抜粋)

(1) 目的 多様な研究者グループにより提案された、我が国の学術水準の向上・強化につながる新たな研究領域について、共同研究や研究人材の育成、設備の共用化等の取組を通じて発展させる。

(2) 応募総額 1研究領域の応募金額は、単年度当たり1千万から3億円程度

(3) 研究期間 (領域設定期間) 5年間

【 継 続 】

	研究領域数
	件
人文・社会系	6
理 工 系	28
生 物 系	18
複 合 領 域	25
合 計	77

令和2(2020)年度 科学研究費助成事業 新学術領域研究(研究領域提案型) 継続領域一覧

人文・社会系(6領域)

(単位:千円)

領域番号	領域代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究領域名	研究期間	配分(予定)額	
1801	さかい けいこ 酒井 啓子 40401442	千葉大学・法政経学部・教授	グローバル秩序の溶解と新しい危機を超えて:関係性中心の融合型人文社会科学の確立	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	529,300
1802	にしあき よしひろ 西秋 良宏 70256197	東京大学・総合研究博物館・教授	パレオアジア文化史学—アジア新人文化形成プロセスの総合的研究	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	664,800
1901	やまぐち まさみ 山口 真美 50282257	中央大学・文学部・教授	トランスカルチャー状況下における顔身体学の構築—多文化をつなぐ顔と身体表現	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	573,300
1902	あさの とよみ 浅野 豊美 60308244	早稲田大学・政治経済学術院・教授	和解学の創成-正義ある和解を求めて	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	243,100
5001	やまだ しげお 山田 重郎 30323223	筑波大学・人文社会系・教授	都市文明の本質:古代西アジアにおける都市の発生と変容の学際研究	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	694,500
5101	まつもと なおこ 松本 直子 30314660	岡山大学・大学院社会文化科学研究科・教授	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	令和元(2019)～ 令和5(2023)年度	1,069,000

理工系(28領域)

(単位:千円)

領域番号	領域代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究領域名	研究期間	配分(予定)額	
2801	ふじおか ひろし 藤岡 洋 50282570	東京大学・生産技術研究所・教授	特異構造の結晶科学:完全性と不完全性の協奏で拓く新機能エレクトロニクス	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	1,103,800
2802	しおのや みつひこ 塩谷 光彦 60187333	東京大学・大学院理学系研究科・教授	配位アシンメトリー:非対称配位圏設計と異方集積化が拓く新物質科学	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	1,168,000
2803	あさい しょうじ 浅井 祥仁 60282505	東京大学・大学院理学系研究科・教授	ヒッグス粒子発見後の素粒子物理学の新展開～LHCによる真空と時空構造の解明～	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	1,017,400
2804	おばら かずしげ 小原 一成 40462501	東京大学・地震研究所・教授	スロー地震学	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	1,070,800
2805	あべ いくろう 阿部 郁朗 40305496	東京大学・大学院薬学系研究科・教授	生物合成系の再設計による複雑骨格機能分子の革新的創成科学	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	1,106,300
2806	いしはら はじめ 石原 一 60273611	大阪府立大学・工学研究科・教授	光圧によるナノ物質操作と秩序の創生	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	1,049,900
2807	かげやま ひろし 陰山 洋 40302640	京都大学・大学院工学研究科・教授	複合アニオン化合物の創製と新機能	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	1,022,800
2901	せきね やすひと 関根 康人 60431897	東京大学・大学院理学系研究科・准教授	水惑星学の創成	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	1,079,400

(単位:千円)

領域番号	領域代表者 (氏名・研究者番号・所属等)		研究領域名	研究期間	配分(予定)額
2902	こたに もとこ 小谷 元子 50230024	東北大学・大学院理学研究科・教授	次世代物質探索のための離散幾何学	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	1,002,900
2903	かとう まさこ 加藤 昌子 80214401	北海道大学・大学院理学研究科・教授	ソフトクリスタル:高秩序で柔軟な応答系の学理と光機能	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	1,012,200
2904	はまち いたる 浜地 格 90202259	京都大学・大学院工学研究科・教授	分子夾雑の生命化学	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	1,215,500
2905	たなか たかひろ 田中 貴浩 40281117	京都大学・大学院理学研究科・教授	重力波物理学・天文学・創世記	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	1,079,000
2906	かけや ひであき 掛谷 秀昭 00270596	京都大学・大学院薬学研究科・教授	化学コミュニケーションのフロンティア	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	1,108,700
2907	かない もとむ 金井 求 20243264	東京大学・大学院薬学系研究科・教授	分子合成オンデマンドを実現するハイブリッド触媒系の創製	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	1,224,600
6001	おりも しんいち 折茂 慎一 40284129	東北大学・材料科学高等研究所・教授	ハイドロジェノミクス:高次水素機能による革新的材料・デバイス・反応プロセスの創成	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	1,135,000
6002	いぬつかしゅういちろう 犬塚 修一郎 80270453	名古屋大学大学院・理学研究科・教授	新しい星形成論によるパラダイムシフト:銀河系におけるハビタブル惑星系の開拓史解明	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	1,109,800
6003	なかや つよし 中家 剛 50314175	京都大学・大学院理学研究科・教授	ニュートリノで拓く素粒子と宇宙	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	1,129,900
6004	あべ えいじ 阿部 英司 70354222	東京大学・大学院工学系研究科・教授	ミルフィーユ構造の材料科学-新強化原理に基づく次世代構造材料の創製-	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	1,179,000
6005	なかむら たかし 中村 隆司 50272456	東京工業大学・理学院・教授	量子クラスターで読み解く物質の階層構造	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	1,169,700
6006	いぬい はるゆき 乾 晴行 30213135	京都大学・工学研究科・教授	ハイエントロピー合金:元素の多様性と不均一性に基づく新しい材料の学理	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	1,169,100
6007	たかはし ただゆき 高橋 忠幸 50183851	東京大学・カブリ数物連携宇宙研究機構・教授	宇宙観測検出器と量子ビームの出会い。新たな応用への架け橋。	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	1,093,000
6101	しばうち たかさだ 芝内 孝禎 00251356	東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授	量子液晶の物性科学	令和元(2019)～ 令和5(2023)年度	1,134,000
6012	のなか まさみ 野中 正見 90358771	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	変わりゆく気候系における中緯度大気海洋相互作用hotspot	令和元(2019)～ 令和5(2023)年度	1,138,000
6103	まつながかつゆき 松永 克志 20334310	名古屋大学・大学院工学研究科・教授	機能コアの材料科学	令和元(2019)～ 令和5(2023)年度	1,098,000
6104	かとう たかし 加藤 隆史 70214377	東京大学・大学院工学系研究科・教授	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	令和元(2019)～ 令和5(2023)年度	1,185,200
6105	いのうえ くにお 井上 邦雄 10242166	東北大学・ニュートリノ科学研究センター・教授	地下から解き明かす宇宙の歴史と物質の進化	令和元(2019)～ 令和5(2023)年度	1,129,500

(単位:千円)

領域番号	領域代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究領域名	研究期間	配分(予定)額
6106	たむら りゅうじ 田村 隆治 50307708	東京理科大学・基礎工学部材料工学科・教授	ハイパーマテリアル:補空間が創る新物質科学	令和元(2019)～ 令和5(2023)年度 791,200 791,200
6107	いりやま やすとし 入山 恭寿 30335195	名古屋大学・工学研究科・教授	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	令和元(2019)～ 令和5(2023)年度 1,127,800

生物系(18領域)

(単位:千円)

領域番号	領域代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究領域名	研究期間	配分(予定)額
3801	みながわ じゅん 皆川 純 80280725	基礎生物学研究所・環境光生物学研究部門・教授	新光合成:光エネルギー変換システムの再最適化	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度 1,057,500
3802	えもと かずお 榎本 和生 80300953	東京大学・大学院理学系研究科・教授	スクラップ&ビルドによる脳機能の動的制御	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度 1,179,100
3803	かげやま りょういちろう 影山 龍一郎 80224369	京都大学・ウイルス研究所・教授	脳構築における発生時計と場の連携	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度 1,181,800
3804	まつもと みつる 松本 満 60221595	徳島大学・先端酵素学研究所・教授	ネオ・セルフの生成・機能・構造	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度 1,064,600
3805	かわおか よしひろ 河岡 義裕 70135838	東京大学・医科学研究所・教授	ネオウイルス学:生命源流から超個体、そしてエコ・スフィアへ	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度 1,061,100
3806	ひがしやま てつや 東山 哲也 00313205	名古屋大学・トランスフォーマティブ生命分子研究所・教授	植物新種誕生の原理—生殖過程の鍵と鍵穴の分子実態解明を通じて—	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度 1,208,400
3901	くろだ しんや 黒田 真也 50273850	東京大学・大学院理学系研究科・教授	代謝アダプテーションのトランスオミクス解析	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度 1,224,700
3902	くらたに しげる 倉谷 滋 00178089	理化学研究所・倉谷形態進化研究室・主任研究員	進化の制約と方向性～微生物から多細胞生物までを貫く表現型進化原理の解明～	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度 1,230,800
3903	うめた まさあき 梅田 正明 80221810	奈良先端科学技術大学院大学・バイオサイエンス研究科・教授	植物の生命力を支える多能性幹細胞の基盤原理	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度 1,166,500
3904	しみず しげおみ 清水 重臣 70271020	東京医科歯科大学・難治疾患研究所・教授	細胞機能を司るオルガネラ・ゾーンの解読	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度 1,214,600
3905	たちばな まこと 立花 誠 80303915	徳島大学・先端酵素学研究所・教授	性スペクトラム - 連続する表現型としての雌雄	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度 1,144,600
7001	はやし(たかぎ) あきこ 林(高木) 朗子 60415271	群馬大学・生体調節研究所・脳病態制御分野・教授	マルチスケール精神病態の構成的理解	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度 1,212,900
7002	はやし かつひこ 林 克彦 20287486	九州大学・大学院医学研究院・教授	配偶子インテグリティの構築	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度 1,181,700

(単位:千円)

領域番号	領域代表者 (氏名・研究者番号・所属等)		研究領域名	研究期間	配分(予定)額
7003	きむら ひろし 木村 宏 30241392	東京工業大学・科学技術創成 研究院・教授	遺伝子制御の基盤となるクロマチンポテンシャル	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	1,181,500
7101	こまつ まさあき 小松 雅明 90356254	順天堂大学・大学院医学研究 科・教授	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	令和元(2019)～ 令和5(2023)年度	1,199,600
7102	おぐら あつお 小倉 淳郎 20194524	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	全能性プログラム:デコーディングからデザインへ	令和元(2019)～ 令和5(2023)年度	1,139,100
7103	なかにし まこと 中西 真 40217774	東京大学・医科学研究所・教授	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	令和元(2019)～ 令和5(2023)年度	1,168,000
7104	なかじま けいじ 中島 敬二 80273853	奈良先端科学技術大学院大 学・先端科学技術研究科・教授	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	令和元(2019)～ 令和5(2023)年度	1,159,900

複合領域(25領域)

(単位:千円)

領域番号	領域代表者 (氏名・研究者番号・所属等)		研究領域名	研究期間	配分(予定)額
4801	かさい きよと 笠井 清登 80322056	東京大学・医学部附属病院・教 授	脳・生活・人生の統合的理解にもとづく思春期から の主体価値発展学	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	1,112,800
4802	おおすみ のりこ 大隅 典子 00220343	東北大学・大学院医学系研究 科・教授	多様な「個性」を創発する脳システムの統合的理 解	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	1,153,000
4803	はしもと こういち 橋本 浩一 80228410	東北大学・大学院情報科学研 究科・教授	生物ナビゲーションのシステム科学	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	1,087,100
4804	たけかわ むつひろ 武川 睦寛 30322332	東京大学・医科学研究所・教授	数理解析に基づく生体シグナル伝達システムの 統合的理解	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	1,022,900
4805	どうや けんじ 銅谷 賢治 80188846	沖縄科学技術大学院大学・神 経計算ユニット・教授	人工知能と脳科学の対照と融合	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	1,119,100
4806	さくらい たけし 櫻井 武 60251055	筑波大学・医学医療系・教授	意志動力学(ウィルダイナミクス)の創成と推進	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	1,153,800
4901	まつしま こうじ 松島 綱治 50222427	東京大学・大学院医学系研究 科・教授	予防を科学する炎症細胞社会学	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	1,195,200
4902	かわむらけんじ 川村 賢二 90431478	国立極地研究所・研究教育系・ 准教授	熱-水-物質の巨大リザーバ:全球環境変動を 駆動する南大洋・南極氷床	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	1,156,200
4903	おかのや かずお 岡ノ谷一夫 30211121	東京大学・大学院総合文化研 究科・教授	共創的コミュニケーションのための言語進化学	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	1,078,400
4904	ふじた なおや 藤田 直也 20280951	(公財)がん研究会・がん化学 療法センター・所長	細胞社会ダイバーシティの統合的解明と制御	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	1,189,600

(単位:千円)

領域番号	領域代表者 (氏名・研究者番号・所属等)		研究領域名	研究期間	配分(予定)額
4905	びとう はるひこ 尾藤 晴彦 00291964	東京大学・大学院医学系研究科・教授	脳情報動態を規定する多領域連関と並列処理	平成29(2017)～令和3(2021)年度	1,235,600
4906	しん けんじん 沈 建仁 60261161	岡山大学・異分野基礎科学研究科・教授	光合成分子機構の学理解明と時空間制御による革新的光一物質変換系の創製	平成29(2017)～令和3(2021)年度	1,146,100
8001	さえき やすし 佐伯 泰 80462779	東京都医学総合研究所・生体分子先端研究分野・副参事研究員	ケモテクノロジーが拓くユビキチンニューフロンティア	平成30(2018)～令和4(2022)年度	1,170,100
8002	きたざわ しげる 北澤 茂 00251231	大阪大学・大学院生命機能研究科・教授	時間生成学—時を生み出すところの仕組み	平成30(2018)～令和4(2022)年度	1,157,200
8003	すずもり こういち 鈴森 康一 00333451	東京工業大学・工学院・教授	ソフトロボット学の創成:機電・物質・生体情報の有機的融合	平成30(2018)～令和4(2022)年度	1,194,200
8004	さいとう なるや 斎藤 成也 30192587	国立遺伝学研究所・集団遺伝研究系・教授	ゲノム配列を核としたヤポネシア人の起源と成立の解明	平成30(2018)～令和4(2022)年度	658,800
8005	でむら たく 出村 拓 40272009	奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・教授	植物の力学的最適化戦略に基づくサステナブル構造システムの基盤創成	平成30(2018)～令和4(2022)年度	1,180,500
8006	きんばら かずし 金原 数 30282578	東京工業大学・生命理工学院・教授	発動分子科学:エネルギー変換が拓く自律機能の設計	平成30(2018)～令和4(2022)年度	1,193,600
8007	ながい たけはる 永井 健治 20311350	大阪大学・産業科学研究所・教授	シンギュラリティ生物学	平成30(2018)～令和4(2022)年度	1,210,100
8101	いわた そう 岩田 想 60452330	京都大学・大学院医学研究科・教授	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	令和元(2019)～令和5(2023)年度	1,064,000
8102	おおた じゅん 太田 順 50233127	東京大学・大学院工学系研究科人工物工学研究センター・教授	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	令和元(2019)～令和5(2023)年度	1,165,800
8103	つもと こうへい 津本 浩平 90271866	東京大学・大学院工学系研究科・教授	「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	令和元(2019)～令和5(2023)年度	1,166,600
8104	おかだ やすし 岡田 康志 50272430	東京大学・大学院理学系研究科・教授	情報物理学でひもとく生命の秩序と設計原理	令和元(2019)～令和5(2023)年度	1,150,100
8105	いしくろ ひろし 石黒 浩 10232282	大阪大学・基礎工学研究科・教授	人間機械共生社会を目指した対話知能システム学	令和元(2019)～令和5(2023)年度	1,088,500
8106	たかや なおき 高谷 直樹 50282322	筑波大学・生命環境系・教授	超地球生命体を解き明かすポストコッホ機能生態学	令和元(2019)～令和5(2023)年度	1,154,300

基盤研究 (S)

1. 令和 2 (2020) 年度	審査結果	99
2. 令和 2 (2020) 年度	新規課題一覧	100
3. 令和 2 (2020) 年度	概要	106
	【大区分 A】	106
	【大区分 B】	112
	【大区分 C】	126
	【大区分 D】	134
	【大区分 E】	148
	【大区分 F】	155
	【大区分 G】	161
	【大区分 H】	168
	【大区分 I】	171
	【大区分 J】	178
	【大区分 K】	184
4. 令和 2 (2020) 年度	審査結果の所見	186
5. 令和 2 (2020) 年度	継続課題一覧	216

□ 令和2(2020)年度 科学研究費助成事業 基盤研究(S) 審査結果

基盤研究(S)の目的・内容 (令和2(2020)年度科学研究費助成事業—科研費—公募要領抜粋)

- (1)対 象 1人又は比較的少人数の研究者が行う独創的・先駆的な研究
 (2)応募総額 5,000万円以上 2億円以下
 (3)研究期間 原則として5年間

【新規】

	研究課題数			研究経費の配分額 (令和2(2020)年度) 千円	1課題当たりの配分額 (令和2(2020)年度)	
	応募 件	採択 件	採択率 %		平均 千円	最高 千円
合 計	685	80	11.7	3,209,800	40,123	114,000

【新規+継続】

	研究課題数 件	研究経費の配分額 (令和2(2020)年度) 千円	1課題当たりの配分額 (令和2(2020)年度)	
			平均 千円	最高 千円
合 計	403	11,416,900	28,330	114,000

※ 配分額は直接経費のみ

令和2(2020)年度科学研究費助成事業 基盤研究(S) 新規課題一覧

○大区分A(6課題)

(単位:千円)

研究課題 番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)		研究課題名	研究期間	R2年度 配分額
					研究期間内の 配分(予定)額
20H05629	たなか りゅういち 田中 隆一 00397704	東京大学・社会科学研究所・教授	人口減少下の初等中等教育:政府個票と自治体行政データを活用した補完的実証分析	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	23,700
					103,000
20H05630	さだのぶ としゆき 定延 利之 50235305	京都大学・大学院文学研究科・教授	非流暢な発話パターンに関する学際的・実証的研究	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	21,600
					112,500
20H05631	おの よしやす 小野 善康 70130763	大阪大学・社会経済研究所・特任教授	経済停滞と格差拡大:世界経済の危機と統一マクロ理論の構築	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	24,800
					135,600
20H05632	おおたけ ふみお 大竹 文雄 50176913	大阪大学・大学院経済学研究科・教授	行動経済学の政策応用—医療、防災、防犯、労働、教育—	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	33,300
					151,400
20H05633	かみひがし たかし 上東 貴志 30324908	神戸大学・計算社会科学センター・教授	包括的な金融・財政政策のリスクマネジメント:金融危機から国際関係・災害リスクまで	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	28,100
					146,400
20H05634	せいけ あきら 清家 章 40303995	岡山大学・大学院社会文化科学研究科・教授	王陵級巨大古墳の構造分析に関する文理融合型総合研究	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	28,100
					150,500

○大区分B(14課題)

(単位:千円)

研究課題 番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)		研究課題名	研究期間	R2年度 配分額
					研究期間内の 配分(予定)額
20H05635	すだ としみ 須田 利美 30202138	東北大学・電子光物理学研究センター・教授	陽子半径パズルの解明を目指した極限的低エネルギーでの電子・陽子弾性散乱	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	36,200
					132,500
20H05636	せきぐち きみに 関口 仁子 70373321	東北大学・大学院理学研究科・准教授	三核子系散乱による核子間三体力の完成	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	57,500
					151,600
20H05637	いわた たかひろ 岩田 高広 70211761	山形大学・理学部・教授	大型偏極ターゲットを用いた核子スピンのクォーク構造の解明	令和2(2020)～ 令和5(2023)年度	77,400
					155,200
20H05638	ちゅうじょう たつや 中條 達也 70418622	筑波大学・数理物質系・講師	LHC 超前方光子測定によるグルーオン飽和とQGP生成起源	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	22,500
					149,800
20H05639	よこやま じゅんいち 横山 順一 50212303	東京大学・大学院理学系研究科・教授	重力波宇宙物理学の包括的研究	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	83,900
					155,700
20H05640	たきた まさと 瀧田 正人 20202161	東京大学・宇宙線研究所・教授	最高エネルギーガンマ線天文学の新展開	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	43,100
					152,300
20H05641	のうとみ まさや 納富 雅也 50393799	東京工業大学・理学院・教授	動的再構成可能なトポロジカルナノフォトニクスの研究	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	30,700
					141,300
20H05642	かつらがわ まさゆき 桂川 真幸 10251711	電気通信大学・大学院情報理工学研究科・教授	真空紫外高分解能レーザー分光学の基盤の構築と反水素レーザー冷却への展開	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	30,100
					112,800

(単位:千円)

研究課題 番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)		研究課題名	研究期間	R2年度 配分額
					研究期間内の 配分(予定)額
20H05643	みやげ ふさ 三宅 美沙 90738569	名古屋大学・宇宙地球環境研 究所・准教授	過去1万年間の太陽活動	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	44,400
					152,400
20H05644	しみず かつや 清水 克哉 70283736	大阪大学・大学院基礎工学研 究科・教授	水素化合物の室温超伝導化とデバイス化の研究	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	30,500
					151,200
20H05645	たてまつ けんいち 立松 健一 40202171	国立天文台・野辺山宇宙電波 観測所・教授	重水素分子で探る星形成の極初期	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	114,000
					158,000
20H05646	しもむら こういちろう 下村 浩一郎 60242103	高エネルギー加速器研究機 構・物質構造科学研究所・教授	電磁トラップを利用したミュ ー粒子の質量と磁気モー メントの精密測定と新物理探 索	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	30,200
					151,100
20H05647	おざわ きょういちろう 小沢 恭一郎 20323496	高エネルギー加速器研究機 構・素粒子原子核研究所・准 教授	高輝度陽子ビームによる原子 核中での明確な中間子質量 変化の実験的確立	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	38,500
					149,800
20H05648	にしむら しゅんじ 西村 俊二 90272137	理化学研究所・仁科加速器科 学研究センター・前任研究員	中性子過剰核の変形から探る 爆発的重元素合成	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	26,400
					146,400

○大区分C(8課題)

(単位:千円)

研究課題 番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)		研究課題名	研究期間	R2年度 配分額
					研究期間内の 配分(予定)額
20H05649	さむかわ せいじ 寒川 誠二 30323108	東北大学・流体科学研究所・教 授	無欠陥ナノ周期構造によるフォ ノン場制御を用いた高移動度半 導体素子	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	17,100
					150,000
20H05650	たなか まさあき 田中 雅明 30192636	東京大学・大学院工学系研究 科・教授	強磁性半導体ルネサンスによる 新しいスピン機能材料とデバイ スの創出	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	37,900
					151,800
20H05651	たばた ひとし 田畑 仁 00263319	東京大学・大学院工学系研究 科・教授	医工学利用に向けた超高感度 電子鼻	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	30,900
					151,200
20H05652	たけむら やすし 竹村 泰司 30251763	横浜国立大学・大学院工学研 究院・教授	磁性ナノ粒子のダイナミクス 解明が拓く革新的診断治療 技術	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	35,000
					151,200
20H05653	ひらかた ひろゆき 平方 寛之 40362454	京都大学・大学院工学研究科・ 教授	Anomalous電子によるリライ タブル材料強度のナノ力学	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	72,100
					154,800
20H05654	さとう てつや 佐藤 哲也 80249937	早稲田大学・理工学術院・教 授	観測ロケットを用いた極超音 速フライトテストベッドの構 築と機体推進統合制御の実証	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	32,500
					150,600
20H05655	くぼた ひとし 久保田 均 30261605	産業技術総合研究所・エレクト ロニクス・製造領域・総括研 究主幹	強磁性トンネル接合素子の人工 知能応用	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	68,500
					154,500
20H05656	ふなき いっこう 船木 一幸 50311171	宇宙航空研究開発機構・宇宙 科学研究所・教授	宇宙機用次世代ホールスラス タ技術の検証と超高速プラズ マジェット生成機構の解明	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	54,000
					146,500

○大区分D(14課題)

(単位:千円)

研究課題 番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)		研究課題名	研究期間	R2年度 配分額
					研究期間内の 配分(予定)額
20H05657	きむら ゆうき 木村 勇氣 50449542	北海道大学・低温科学研究所・ 准教授	非平衡過程の実空間観察手法の転換:TEMIによる溶液からの核生成過程の解明	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	73,100
					154,900
20H05658	かとう やすひろ 加藤 泰浩 40221882	東京大学・大学院工学系研究 科・教授	地球環境変動・資源生成の真に革新的な統合理論の創成	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	104,300
					156,900
20H05659	しばた なおや 柴田 直哉 10376501	東京大学・大学院工学系研究 科・教授	原子スケール局所磁場直接観察手法の開発と磁性材料界面研究への応用	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	8,400
					148,300
20H05660	ひらかわ かずひこ 平川 一彦 10183097	東京大学・生産技術研究所・教 授	単一分子トランジスタのテラヘルツダイナミクスと量子情報処理技術への展開	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	45,900
					146,800
20H05661	こさか ひでお 小坂 英男 20361199	横浜国立大学・大学院工学研 究院・教授	ダイヤモンド量子ストレージにおける万能量子メ ディア変換技術の研究	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	25,900
					150,800
20H05662	たけだ じゅん 武田 淳 60202165	横浜国立大学・大学院工学研 究院・教授	位相制御近接場によるハイブリッド極限時空間分 光の開拓	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	39,000
					146,600
20H05663	むらせ くにあき 邑瀬 邦明 30283633	京都大学・大学院工学研究科・ 教授	超濃厚電解液の解析・設計構築とその革新的電 析技術への応用	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	53,000
					153,000
20H05664	まつだ かずなり 松田 一成 40311435	京都大学・エネルギー理工学 研究所・教授	原子層人工ヘテロ構造におけるパレースピン量子 光学の開拓と応用	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	37,500
					151,000
20H05665	おの てるお 小野 輝男 90296749	京都大学・化学研究所・教授	フェリ磁性スピントロニクスの学理構築とデバイス 展開	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	52,000
					153,200
20H05666	すずき よししげ 鈴木 義茂 50344437	大阪大学・大学院基礎工学研 究科・教授	情報熱力学的スピントロニクスの創成	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	49,000
					147,400
20H05667	やまや たいが 山谷 泰賀 40392245	量子科学技術研究開発機構・ 放射線医学総合研究所・グ ループリダー	ポジトロン断層法の物理限界を克服する全ガンマ 線イメージング法の開発	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	37,700
					151,900
20H05668	かたうら ひろみち 片浦 弘道 30194757	産業技術総合研究所・材料・化 学領域・招聘研究員	完全構造カーボンナノチューブの創製と応用	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	30,900
					151,300
20H05669	ねもと ともみ 根本 知己 50291084	自然科学研究機構・生命創成 探究センター・教授	ニューロフォトニクスの創成による脳機能の創発 原理の探究	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	60,900
					153,800
20H05670	おぐり かつや 小栗 克弥 10374068	NTT物性科学基礎研究所・量 子光物性研究部・主幹研究員	極限単一アト秒パルス分光法で拓くペタヘルツス ケール光物性	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	73,700
					154,900

○大区分E(7課題)

(単位:千円)

研究課題 番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)		研究課題名	研究期間	R2年度 配分額
					研究期間内の 配分(予定)額
20H05671	にしばやし よしあき 西林 仁昭 40282579	東京大学・大学院工学系研究 科・教授	超触媒を利用した窒素分子からの革新的分子変 換反応の開発	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	58,100
					153,600
20H05672	いそべ ひろゆき 磯部 寛之 30302805	東京大学・大学院理学系研究 科・教授	ポストナノカーボン科学:ナノπ空間の精密構造 科学	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	15,000
					149,800
20H05673	やまだ あつお 山田 淳夫 30359690	東京大学・大学院工学系研究 科・教授	孤立分子・孤立軌道の特異性に基づく蓄電材料 機能の革新	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	29,300
					151,100
20H05674	すぎのめ みちのり 杉野目 道紀 60252483	京都大学・大学院工学研究科・ 教授	動的不斉転写に基づく高度な不斉増幅を可能に する動的キラル高分子触媒の開発	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	53,300
					152,700
20H05675	ふかせ こういち 深瀬 浩一 80192722	大阪大学・大学院理学研究科・ 教授	合成糖鎖と糖鎖再構築モデルによる糖鎖機能の 解析と免疫制御	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	66,700
					154,300
20H05676	きみづか のぶお 君塚 信夫 90186304	九州大学・大学院工学研究院・ 教授	光エネルギーの高度活用に向けた分子システム 化技術の開発	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	15,100
					149,900
20H05677	ともおか かつひこ 友岡 克彦 70207629	九州大学・先導物質化学研究 所・教授	キラル分子を光学活性体として得る革新的手法 DYASINの開発	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	47,800
					152,800

○大区分F(6課題)

(単位:千円)

研究課題 番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)		研究課題名	研究期間	R2年度 配分額
					研究期間内の 配分(予定)額
20H05678	むらた たかひさ 村田 幸久 40422365	東京大学・大学院農学生命科 学研究科・准教授	食物アレルギーにおける腸管内脂質代謝異常の 統合的解析と分子基盤の解明	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	32,500
					151,300
20H05679	せのお けいし 妹尾 啓史 40206652	東京大学・大学院農学生命科 学研究科・教授	水田土壌の窒素供給力を支える鉄還元菌窒素固 定の学術的基盤解明と低窒素農業への応用	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	44,000
					152,400
20H05680	つつみ のぶひろ 堤 伸浩 00202185	東京大学・大学院農学生命科 学研究科・教授	植物ミトコンドリアゲノム育種の基盤創出	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	47,900
					152,600
20H05681	てらうち りょうへい 寺内 良平 50236981	京都大学・大学院農学研究科・ 教授	イネNLR抵抗性遺伝子の機能と進化の解明	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	59,300
					118,900
20H05682	ともなが けいぞう 朝長 啓造 10301920	京都大学・ウイルス・再生医科 学研究所・教授	ゲノム免疫:内在性ウイルスの抗ウイルス活性の 動作原理解明と機能資源としての確保	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	31,600
					147,200
20H05683	たちばな ひろふみ 立花 宏文 70236545	九州大学・大学院農学研究院・ 教授	食機能実行分子とその機能的相互作用の統合的 理解	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	32,700
					148,800

○大区分G(7課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)		研究課題名	研究期間	R2年度 配分額
					研究期間内の 配分(予定)額
20H05684	きょうづか じゅんこ 経塚 淳子 90273838	東北大学・大学院生命科学研究所・教授	ストリゴラクトンを介した植物の環境情報と成長を統御するシステムの原型と進化	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	34,300
					151,400
20H05685	かさい はるお 河西 春郎 60224375	東京大学・大学院医学系研究所・教授	大脳スパイン形態可塑性からシナプスメカノバイオロジーの建設と光操作	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	24,800
					150,700
20H05686	しらひげ かつひこ 白髭 克彦 90273854	東京大学・定量生命科学研究所・教授	コヒーシンのエンハンソーム制御:転写伸長反応制御の統合的理解に向けて	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	36,600
					151,800
20H05687	きのした としのり 木下 俊則 50271101	名古屋大学・トランスフォーマティブ生命分子研究所・教授	気孔開度調節のシグナル伝達の解明と植物の成長制御	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	39,800
					143,800
20H05688	なかじま かずのり 仲嶋 一範 90280734	慶應義塾大学・医学部・教授	脳皮質の構築機構の解明	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	32,500
					151,300
20H05689	えんどう としや 遠藤 斗志也 70152014	京都産業大学・生命科学部・教授	ミトコンドリアの生合成と機能維持を担うタンパク質交通システムの分子基盤	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	32,500
					151,300
20H05690	せきね しゅんいち 関根 俊一 50321774	理化学研究所・生命機能科学研究センター・チームリーダー	転写と中核的な生命機能を結びつける高次複合体の構造基盤	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	33,700
					145,500

○大区分H(3課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)		研究課題名	研究期間	R2年度 配分額
					研究期間内の 配分(予定)額
20H05691	むらかみ まこと 村上 誠 60276607	東京大学・大学院医学系研究所・教授	脂質代謝酵素PLA2ファミリーを基軸とした脂質による生命応答制御の統合的理解	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	32,500
					151,300
20H05692	かわぐち やすし 川口 寧 60292984	東京大学・医科学研究所・教授	ヘルペスウイルスの増殖・病態発現に関する統合的分子基盤	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	40,700
					152,100
20H05693	あきら しずお 審良 静男 50192919	大阪大学・免疫学フロンティア研究センター・特任教授	Regnase-1を介したmRNA管理機構の包括的理解	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	44,700
					152,400

○大区分I(7課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)		研究課題名	研究期間	R2年度 配分額
					研究期間内の 配分(予定)額
20H05694	かたぎり ひでき 片桐 秀樹 00344664	東北大学・大学院医学系研究所・教授	臓器間ネットワークによる糖代謝恒常性維持機構の解明と糖尿病治療戦略の開発	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	20,300
					150,400
20H05695	なかうち ひろみつ 中内 啓光 40175485	東京大学・医科学研究所・特任教授	造血幹細胞体外増幅系を用いた幹細胞性・加齢・発癌機構の解析	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	48,100
					152,600
20H05696	あきはら ひろし 浅原 弘嗣 70294460	東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・教授	関節組織を繋ぐ要:腱・靱帯ホメオスタシスの分子メカニズムの解明	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	29,400
					145,000

(単位:千円)

研究課題 番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)		研究課題名	研究期間	R2年度 配分額
					研究期間内の 配分(予定)額
20H05697	かばしま けんじ 栂島 健治 00362484	京都大学・大学院医学研究科・ 教授	皮膚における多様な免疫応答の誘導機序と他臓 器との免疫学的連関の解明	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	28,500
					151,000
20H05698	たかくら のぶゆき 高倉 伸幸 80291954	大阪大学・微生物病研究所・教 授	腫瘍血管によるがんの悪性変化の解明とその制 御	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	32,500
					151,300
20H05699	まえだ たかひろ 前田 高宏 00791972	九州大学・大学院医学研究院・ 教授	白血病難治性の分子機構解明と新規治療法の開 発	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	32,500
					151,300
20H05700	さわもと かずのぶ 澤本 和延 90282350	名古屋市立大学・大学院医学 研究科・教授	新生児脳におけるニューロン新生とその病態:先 端分析技術による統合的理解	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	23,000
					119,900

○大区分J(6課題)

(単位:千円)

研究課題 番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)		研究課題名	研究期間	R2年度 配分額
					研究期間内の 配分(予定)額
20H05701	のむら しんいちろう 野村 慎一郎 50372446	東北大学・大学院工学研究科・ 准教授	プログラム可能な動的微粒子群「オートマター」の 創成と展開	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	19,500
					150,300
20H05702	やまもと ひろつぐ 山本 裕紹 00284315	宇都宮大学・工学部・教授	多重反射による空中ディスプレイの薄型化と水中 CAVEへの応用～魚に映像を見せる～	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	27,400
					144,900
20H05703	こばやし なおき 小林 直樹 00262155	東京大学・大学院情報理工学 系研究科・教授	AI時代を見据えたプログラム検証技術	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	25,200
					146,400
20H05704	いしかわ まさとし 石川 正俊 40212857	東京大学・情報基盤センター・ 特任教授	超高速ビジョン・トラッキング技術を用いた次世代 情報環境システムの創生	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	16,400
					144,900
20H05705	かみたに ゆきやす 神谷 之康 50418513	京都大学・大学院情報学研究 科・教授	心的イメージの脳情報表現の可視化	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	32,500
					151,300
20H05706	まつもと けんいち 松本 健一 70219492	奈良先端科学技術大学院大 学・先端科学技術研究科・教授	次世代ソフトウェアエコシステムのための基盤・展 開技術	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	29,700
					145,400

○大区分K(2課題)

(単位:千円)

研究課題 番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)		研究課題名	研究期間	R2年度 配分額
					研究期間内の 配分(予定)額
20H05707	おおしま けいいちろう 大島 慶一郎 30185251	北海道大学・低温科学研究所・ 教授	海水が導く熱・塩・物質のグローバル輸送	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	37,700
					151,700
20H05708	よしおか としあき 吉岡 敏明 30241532	東北大学・大学院環境科学研 究科・教授	環境インパクト低減に向けたハロゲン制御技術の 体系化	令和2(2020)～ 令和6(2024)年度	57,400
					153,700

【基盤研究(S)】

大区分A



研究課題名 人口減少下の初等中等教育:政府個票と自治体行政データを活用した補完的実証分析

東京大学・社会科学研究所・教授

たなか りゅういち

田中 隆一

研究課題番号: 20H05629 研究者番号: 00397704

キーワード: 教育経済学、少子化、教育行政データ

【研究の背景・目的】

経済学において、初等中等教育は将来の人的資本を形成するための投資であると考えられ、これまで数多くの研究成果が蓄積されてきた。これらの研究は主に第二次世界大戦以降の世界的にも人口の増加が顕著であった時期に行われており、現在、日本を始めとするいくつかの先進国が直面している急速な人口減少局面における研究はまだ多くない。

本研究では、子どもの人的資本形成過程の中でも特に初等中等教育に焦点を当て、教育制度や教育政策が人的資本形成に与える効果を因果推論に裏打ちされた政策評価方法を適用することで実証的に明らかにする。特に、「人口減少下での初等中等教育は、児童生徒の厚生および人的資本形成という観点からどのような制度の下で行われるのが望ましいのか」という問いをたて、それに実証的・定量的に答えてゆくことを目的とする。

【研究の方法】

本研究課題では、以下の6つのより具体的な問いを立てる。①小中学校の統廃合は児童生徒の厚生にどのような影響を与えるのか、②小中学校の教育活動に対する説明責任と裁量権の強化は、子どもの学力と問題行動にどのような影響を与えるのか、③小中学校内での相対的学力の変化は、子どもの学力形成および問題行動にどのような影響を与えるのか、④教育への政策的介入はどの学年において行うのが最も効果的か、⑤高校生の進路決定はどのようにして行われるのか、⑥義務教育年数の増加は、児童生徒に対してどのような長期的影響を及ぼすのか。これらの6つの研究テーマの関係を図示したものが、図1である。

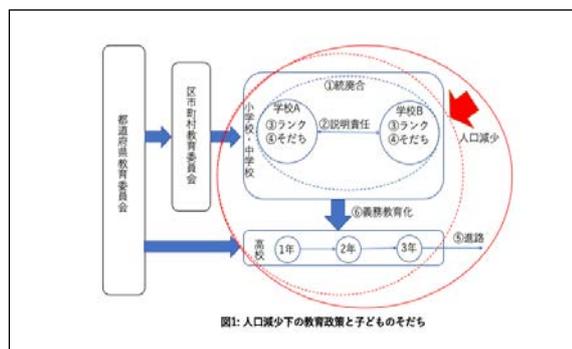


図1: 人口減少下の教育政策と子どものそだち

全研究テーマに共通する研究の方法は、行政および業務個票データを二次利用し、そのデータに因果推論に裏打ちされた統計的手法を適用することで政

策効果を明らかにするというものである。ただし、各研究テーマにより具体的な研究方法は異なる。①小中学校統廃合方法の検証、及び、⑤高校生の進路決定の動学分析では、理論モデルの構造推定と反実仮想実験による分析を行う。また、②小中学校の教育活動に対する説明責任と裁量権の分析と、③相対的学力の影響分析、及び、⑥義務教育年数の増加分析では、回帰不連続デザインの分析手法を用いる。さらに、④教育政策効果の学年ごとの違いの分析においては、自治体教育行政パネルデータを活用した分析を行う。

【期待される成果と意義】

各研究テーマを推進することで、国際査読付き学術雑誌等を通じて研究成果を発表することが期待され、少子高齢化が急速に進む日本のデータを用いた分析結果は、学術的にも国際的にも高い関心を引きつけることが期待される。

さらに、図1で示したように、各研究テーマはそれぞれが密接に関連し合っているため、それらの相互関係を考慮しながら包括的に研究を推進してゆくことにより、人口減少下の日本における望ましい初等中等教育制度のあり方についての知見を得るという意義も併せ持っている。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Fukuda, Shin-ichi and Ryuichi Tanaka ed. *Economics of Education in Japan*, special issue in *Japan and the World Economy* (2019).
- ・ Weese, Eric "Political mergers as coalition formation: An analysis of the Heisei municipal amalgamations." *Quantitative Economics*, 6(2), 257-307 (2015)
- ・ 田中隆一「教育政策における EBPM——データベースの構築によるエビデンスの蓄積と活用」大橋弘編『EBPM の経済学—エビデンスを重視した政策立案』東京大学出版会 (2020)

【研究期間と研究経費】

令和2年度—6年度 103,000千円

【ホームページ等】

<https://sites.google.com/site/ryuichitanaka/home>

【基盤研究(S)】

大区分A



研究課題名 非流暢な発話パターンに関する学際的・実証的研究

京都大学・大学院文学研究科・教授

さだのぶ としゆき

定延 利之

研究課題番号： 20H05630 研究者番号：50235305

キーワード： 非流暢性、言語学、会話分析、日本語教育、言語障害

【研究の背景・目的】

伝統的な言語学は「流暢さ」を、ニュース原稿を読み上げるアナウンサーのようにミスの無いスムーズさと定義した上で、「母語話者は流暢に話す」と仮定してきました。つまり母語話者の発話が非流暢になる場合を例外としてきました。その中で私は、日本語を中心とした発話の非流暢性に1990年代初頭から取り組んできました。研究していてつくづく感じたのは、母語話者の非流暢な発話は現実のコミュニケーションの中ではしばしば非流暢と扱われず、見過ごされ、容認されやすいということです。たとえば誘いを断る場面で「あー」と言いよどむことは、好まれさえします。では、母語話者の非流暢性は「非流暢性の本質」からどの点において、どのように離れているのでしょうか？ この研究では、母語話者の非流暢性を、より非流暢らしいと思われる他の2種類の非流暢性(学習者の非流暢性・言語障害者の非流暢性)と対照することにより、「非流暢性の本質とは何か？」という問いに、現代日本語を中心に取り組みます。

【研究の方法】

上の問題意識は、言語学・会話分析・第二言語教育・言語障害研究という4つの研究分野にまたがっています。それらの分野ごとに作業の方法を紹介します。

作業1(言語学)：日本語母語話者の非流暢な発話の規則性を言語学的に観察し、そこに規則性を見出して抽出・記述します。観察は、質的な観点・量的な観点の双方からおこないます。

作業2(会話分析)：母語話者の非流暢な発話パターンがコミュニケーションの中で、いつ、どのように容認されるのか(あるいはされないのか)を会話分析的手法で明らかにします。

作業3(第二言語教育)：日本語学習者の非流暢性を母語話者の非流暢性と比較対照して特徴を抽出し、学習者の非流暢性がコミュニケーションの中で問題となりやすい要因を特定します。

作業4(言語障害研究)：日本語母語話者・学習者の発話の非流暢性を、言語障害者の発話の非流暢性(吃音、失語症、運動性構音障害、聴覚障害による不明瞭な発音等)と生理学的に観察・比較することによって、それぞれの非流暢性の特徴を明らかにします。

4つの作業の関係は、図1のようになります。

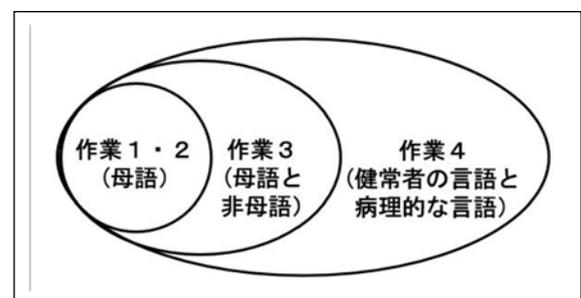


図1 4つの作業の関係

観察結果を検証・精練するために、母語話者のように非流暢に話す音声合成システムを開発することも予定しています。さらに、代表的な非流暢性発話の電子資料館もネット上に開設予定です。

【期待される成果と意義】

発話の非流暢性は、現実のコミュニケーションに遍在する現象であるだけに、その本質の解明は、コミュニケーション研究を大きく進展させる起爆剤になり得ます。本研究は、4つの分野の研究者が1つの問題意識のもとに共働することによって、発話の非流暢性の本質を解明し、新しいコミュニケーション研究の基礎を築こうとするものです。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ 定延利之『コミュニケーションへの言語的接近』東京：ひつじ書房，全356頁，2016.
- ・ 定延利之『文節の文法』東京：大修館書店，全158頁，2018.

【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 112,500千円

【ホームページ】

http://www.speech-data.jp/kaken_hiryu/index.html

研究課題名 経済停滞と格差拡大：世界経済の危機と統一マクロ理論の構築



大阪大学・社会経済研究所・特任教授

おの よしやす
小野 善康

研究課題番号： 20H05631 研究者番号：70130763

キーワード： 資産選好、長期経済停滞、格差拡大

【研究の背景・目的】

2008年のリーマンショック以降、長期経済停滞・資産価格高騰・格差拡大などの問題が起きている。従来の経済理論では、これらを物価調整の遅れや独占力などの財市場の歪み、賃金調整の遅れなどの労働市場の歪み、借り手の信用不足などによる金融市場の歪みなどから説明しようとしている。しかし、2008年以降、これらの歪みが偶然同時に深刻化したとは考えにくい。また、多くの先進国で生産および市場調整の効率化や金融緩和などにより歪みの解消を目指したが、資産価格は膨張しても消費や所得は低迷し、経済格差も拡大している。

本研究では、これらの原因を市場の歪みではなく人間の資産選好に求め、それを取り入れたマクロ経済動学体系を構築して、これらの問題を同時に分析できる統一理論を構築する。さらに、資産選好の性質をアンケートや実験で確かめるとともに、これらの問題を同時に解決する新たなミクロ・マクロの政策パッケージを探る。

【研究の方法】

下記の3つのサブプロジェクトに分けて、本プロジェクトを実施する。

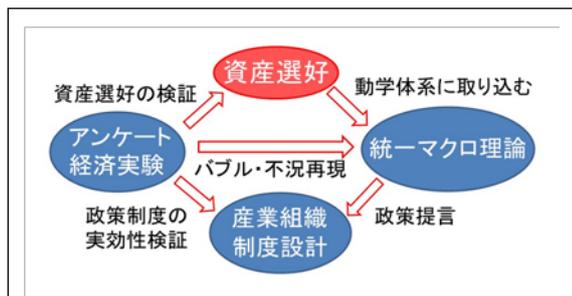


図1 研究テーマの相互関連

サブプロジェクト①：人々の消費への欲望（消費選好）と資産保有に対する欲望（資産選好）の相対的強さから、高度成長から低成長への変遷、豊かな社会の長期経済停滞と資産価格高騰、長期的格差拡大傾向を説明できる統一的マクロ経済理論を構築する。また、それをもとに、これらの問題を総合的に解決するためのマクロ経済政策を提示する。

サブプロジェクト②：大規模なアンケート調査と経済実験により、現実の人間が持つ資産選好の特性を定量的に明らかにする。アンケートでは、回答者の実際の消費額を基準に、仮想的な年収・資産の組み合わせに対応する消費水準を聞き、消費と資産へ

の相対的選好の特徴を調べる。

サブプロジェクト③：資産選好が生む消費低迷下で消費を刺激するための産業政策の立案、総需要不足下での遊休資源活用ための制度設計を行う。人々の欲望を資産から消費に向けるには、消費の魅力を向上させる新製品開発が重要である。企業による生産効率化ではなく新たな需要を生む知識探索を促す組織や市場環境・産業構造の要因を特定し、イノベーション促進のための制度の設計に取り組む。

【期待される成果と意義】

従来、経済停滞、実体経済と金融の乖離、格差拡大などの諸問題は、生産非効率性や市場制度の歪み、情報の不完全性、人々の能力や個性の違いなどから、各要因に応じて別々に説明されてきた。本研究により、これらを消費と資産への相対的選好から統一的に説明できる新たな理論体系が構築される。

これにより、先進諸国が直面し、今後深刻化すると思われる上記の諸問題に総合的に対処できる政策パッケージが立案できると期待される。

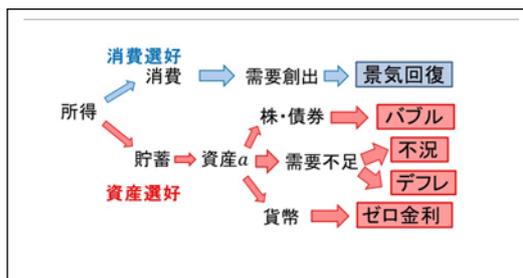


図2 消費・資産選好とマクロの諸問題

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Illing, G., Y. Ono and M. Schlegl, "Credit Booms, Debt Overhang and Secular Stagnation", *European Economic Review*, 108, 78-104, 2018.
- Ono, Y., *Money, Interest, and Stagnation- Dynamic Theory and Keynes's Economics* -, Oxford University Press, 1994.

【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 135,600千円

【ホームページ等】

<https://www.iser.osaka-u.ac.jp/S-Theory2020/ono@iser.osaka-u.ac.jp>

【基盤研究(S)】
大区分A



研究課題名 行動経済学の政策応用
—医療、防災、防犯、労働、教育—

大阪大学・大学院経済学研究科・教授
おおたけ ふみお
大竹 文雄

研究課題番号： 20H05632 研究者番号：50176913
キーワード： ナッジ、医療、防災、労働、教育

【研究の背景・目的】

本研究は、防災、教育、医療、労働、防犯などの政策現場で直面する問題について、アンケート調査、ランダム化比較試験(RCT)、経済実験という行動経済学の手法を用いて、その解決策を検討するものである。行動経済学的特性を利用することで、同じ情報であってもその提示方法を工夫すること(ナッジ)で人々の行動を、本人にも社会にもより望ましいものに変容させることができると考えられている。しかし、どのようなナッジが有効なのかは、地域、年齢、性別などの個人特性や文化特性に依存する。そのため、本研究では日本人の行動経済学的特性を明らかにした上で、様々な政策課題の解決に有効なナッジを見つけ出すことを目指す。また、行動経済学の実務的応用研究を通じて、今まで知られていなかった行動経済学的な基礎的特性を明らかにする。

【研究の方法】

本研究においては、医療、防災、防犯、労働、教育という具体的な政策現場において、どのような行動経済学的介入が有効であるかを、アンケート調査、RCT、経済実験によって明らかにする。

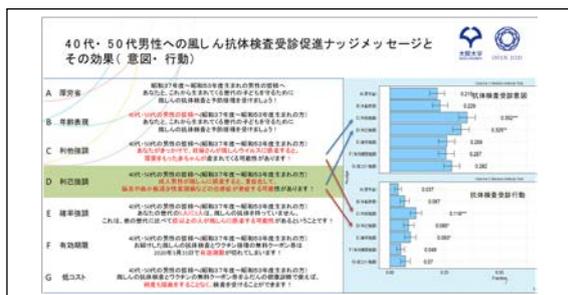


図1 風しん抗体検査受診促進ナッジメッセージの例

有効なナッジを作成するためには、それぞれの現場で人々がどのような過程で意思決定をしているかを検討し、意思決定のどのプロセスでバイアスが生じているために望ましい行動がとれないのかを明らかにする必要がある。その上で、そのバイアスを修正するために、どのような行動経済学的な介入が望ましいかを検討し、実際に介入してその効果検証を行う。

本研究の学術独自性は、医療、防災、防犯、労働、教育のどのプロジェクトにおいても、現場の担当者と共に研究を行うことである。医療では、病院の医師や看護師、防災では地方自治体(広島県)の防災担当者、防犯では警察科学研究所の研究者、労働では複

数の企業の人事担当者、教育では尼崎市と奈良市の教育行政担当者との共同プロジェクトとなる。政策現場で発生している問題点を政策担当者と協議し、その解決策を検討し、問題点を明らかにするための調査を行い、実施可能な介入を行いその効果を検証する。現実に必要なとされている政策課題に基づいて、行動経済学的に効果的だと予想される複数の仮説をRCT、マッチング、DIDなどの標準的な因果推論の手法によって検証する。

【期待される成果と意義】

政策の具体的な課題を解決できるナッジを開発するという現実的な成果に加えて、つぎのような基礎的な問題の解明が期待される。第1に、個人特性や文化特性といった異質性がある場合のナッジの有効性である。第2に、行動経済学的特性の異質性の程度、異質性の形成過程の解明である。第3に、ナッジのタイプによる短期的効果と長期的効果の違い。すなわち、ナッジを様々な社会的課題の解決に応用する際の臨床的な問題を解決するための基礎的・実践的な行動経済学的特性を明らかにすることが本研究の意義である。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】



図2 有効なナッジメッセージの活用

・大竹文雄・平井啓編(2018)『医療現場の行動経済学』東洋経済新報社

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 151,400千円

【ホームページ等】

<http://www2.econ.osaka-u.ac.jp/~ohtake/ohtake@econ.osaka-u.ac.jp>

【基盤研究(S)】

大区分A



研究課題名 包括的な金融・財政政策のリスクマネジメント：金融危機から国際関係・災害リスクまで

神戸大学・計算社会科学センター・教授

かみひがし たかし

上東 貴志

研究課題番号： 20H05633 研究者番号：30324908

キーワード： 金融・財政政策、リスクマネジメント、少子高齢化、外国人労働者

【研究の背景・目的】

2019年10月に消費税率が8%から10%へ引き上げられた。その目的は、財政健全化と社会保障改革とされているが、前者の達成には、政府債務残高の膨張を抑えることが必須である。日本の政府債務残高は1964年以降、半世紀以上にわたり膨張傾向にあり、現在、対GDP比で220%という先進国の中で突出した水準にある。これは、2 第二次世界大戦末期の水準すら超えており、極めてリスクの高い状況にあると考えられる。

現在この債務残高の膨張を支えているのは、日本銀行が継続している広範な緩和政策であり、もはや金融政策と財政政策は表裏一体の関係にある。歴史上、過度の金融緩和はバブルを生み出し、バブル崩壊は金融危機の引き金となっている。さらに、金融危機が拡大し財政破綻に至るパターンも歴史上繰り返されている。

悲劇が繰り返される理由の一つは、バブル崩壊や財政破綻のリスクは直接的には観測できず、そのリスクの存在に関してすら意見が分かれることである。観測できなければ推定すればいいのだが、現在の経済学（特にマクロ経済学の動的確率的一般均衡モデル）における標準的な手法では、社会構造が変化しないこと（定常性）、モデルの解（均衡）の構造も時間とともに変化しないこと（再帰性）が仮定されているため、社会構造が変化しつつある状況でトレンドから大きく逸脱するようなリスクは分析対象になりえないのである。

【研究の方法】

標準的な動的確率的一般均衡モデルとは対照的に、計算社会科学で用いられているエージェント・ベース・モデルには上述のような制約はないが、経済主体の行動が将来の予測に基づかないケースが一般的であったため、経済学で用いられることは稀であった。この点は近年改善されており、過去のデータから学

習し、将来を予測して行動する経済主体を仮定するモデルが登場し始めているが、こういった学習が機能するのは社会構造が変化しない場合に限定される。本研究では、現実的なレベルで将来を予測できる経済主体をモデル化し、少子高齢化や外国人労働者等により社会構造が変化する中でも将来を予測して行動する経済主体からなるエージェント・ベース・モデルを構築し、現実的な政策分析を行う。

【期待される成果と意義】

現在のマクロ経済学の主流的アプローチである動的確率的一般均衡モデルは、アメリカを中心に発展してきたものであるが、日本においてもマクロ経済学における主流的アプローチとなっている。また、このアプローチはマクロ経済学だけでなく、経済学全体の最先端に位置するものと考えられる。しかし、社会構造が時間とともに変化する経済において、トレンドから大きく逸脱するようなリスクを推定するには適しておらず、現在日本が直面している構造変化に起因する諸問題の分析にも適していない。本研究は、マクロ経済学においてなおざりにされてきたとも言える現実的な問題の解決策を提示することにより、国際的に高く評価される可能性が高いと考えられる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Masahiko Shibamoto, Wataru Takahashi, and Takashi Kamihigashi, "Japan's Monetary Policy: A Literature Review and Empirical Assessment," RIEB Discussion Paper DP2020-15, 2020.
- ・ Lise Clain-Chamosset-Yvrard and Takashi Kamihigashi, "International Transmission of Bubble Crashes in a Two-Country Overlapping Generations Model," Journal of Mathematical Economics 68, 115-126, 2017.

【研究期間と研究経費】

令和2年度－6年度 146,400千円

【ホームページ等】

<https://www.rieb.kobe-u.ac.jp/project/risk/index.html>

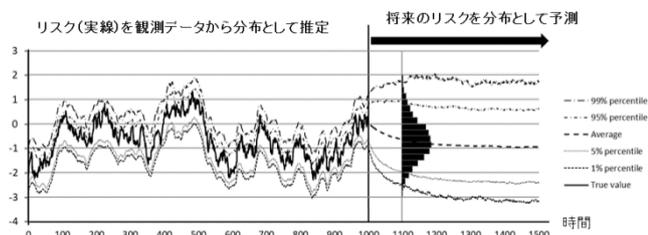


図1 リスクの推定と予測

【基盤研究(S)】 大区分A



研究課題名 王陵級巨大古墳の構造分析に関する文理融合型総合研究

岡山大学・大学院社会文化科学研究科・教授

せいけ あきら
清家 章

研究課題番号： 20H05634 研究者番号：40303995

キーワード： ミュオンラジオグラフィ、王陵、吉備、古墳時代、文理融合

【研究の背景・目的】

本研究は、最新科学と考古学の密接かつ有機的なコラボレーションによって、王陵級巨大古墳の系統的発掘前調査研究の方法を確立し、古墳の内部構造を系統的に研究することにより、古代王権構造とその発展を明らかにしようとするものである。とくにミュオンラジオグラフィと墳丘・埴輪などの外表施設の三次元精密計測を組み合わせた、宇宙線考古学という新しい分野を開拓する。文理融合型研究班を組織して、この新しい系統的発掘前調査の方法を、発掘調査中の古墳で実証する。あわせて、考古学的分析と胎土分析を有機的に合わせた埴輪の研究を行うことにより、新しい次元の埴輪研究を提示する。これらの新手法を総合して吉備地方の三大古墳の構造を明らかにし、新たな王陵像を展開する。

【研究の方法】

本研究は3つの班から構成される。本研究はミュオン班・墳丘班(Lidar班)・埴輪班である。

ミュオン班は、巨大古墳に適したミュオン受容器を製作し、大型古墳に適したミュオンラジオグラフィ法の開発を目指す。

開発と実験を岡山県尾塚古墳にて実施し、機器の調整を計る。調整後、岡山県造山古墳・作山古墳・両宮山古墳にて実際に調査を行う。これらの3古墳は全長200mを超える大型古墳であり、王陵に匹敵する大きさの古墳である。2020年度はおもに機器の開発と実験ならびに調整を行う。21年度に造山古墳、22年度に作山古墳、23年度に両宮山古墳にて実際の調査を実施する。

墳丘班は、Lidarにて墳丘の計測を行う。レーザー3次元計測を実施して正確な墳丘測量図を作成しつつ、古墳に適したLidarの使用法を考察する。さらに

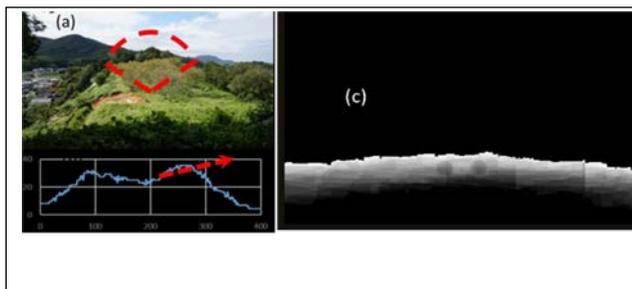


図1 造山古墳におけるミュオンラジオグラフィのシミュレーション

作成した墳丘図を用いて吉備三大古墳と畿内王陵との墳丘の比較を実施する。作成した墳丘図はミュオン班へ提供する。

埴輪班は各古墳から採取された埴輪の化学的胎土分析を実施しつつ型式学的研究を行う。化学分析と伝統的な考古学研究法を組み合わせ、これまでにない新たな埴輪研究を展開する。

【期待される成果と意義】

本研究が成功した暁には、調査と立ち入りに制限のある王陵級巨大古墳の、非発掘による新たな調査法が確立され、内容が不明な古墳も今後その中身が明らかになるであろう。

また、吉備三大古墳の内容を明らかにすることで王陵級古墳の構造が明らかとなり、新たな王陵像を示すことができる。さらに吉備三大古墳と畿内王陵と比較し、畿内王権と吉備の関係を解明する。

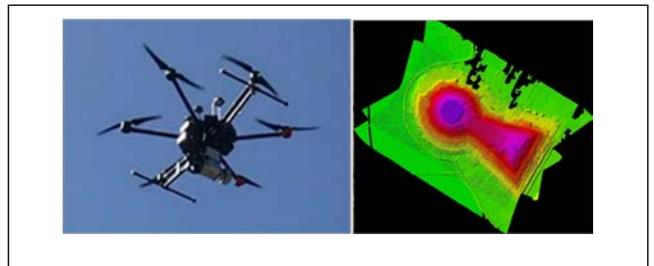


図2 Lidar と作成した造山古墳測量図

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・清家章 2019「古墳時代における王墓の巨大化とその終焉」福永伸哉・上田直弥篇『日本古墳研究リソースを活かした墳丘墓築造と社会関係の国際研究展開』大阪大学大学院文学研究科：pp.19-32
- ・K.Nagamine, "Radiography with Cosmic-ray and Compact Accelerator Muons; Exploring Inner-structure of Large-scale Objects and Landforms", Proc. Jpn. Acad., Ser. B, 92, 265-289 (2016).

【研究期間と研究経費】

令和2年度－6年度 146,400千円

【ホームページ等】

<http://shabun.csv.okayama-u.ac.jp/center/>

【基盤研究(S)】

大区分B



研究課題名 陽子半径パズルの解明を目指した極限的低エネルギーでの電子・陽子弾性散乱

東北大学・電子光理学研究センター・教授

すだ としみ

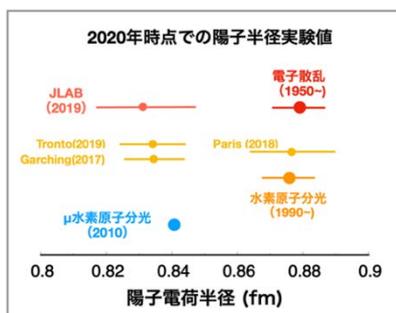
須田 利美

研究課題番号： 20H05635 研究者番号：30202138

キーワード： 電子散乱、陽子電荷半径、史上最低エネルギー、電荷形状因子、断面積絶対値測定

【研究の背景・目的】

高エネルギー電子散乱、水素原子分光実験、そして μ 水素原子（電子を μ に置換した原子）分光実験から決定された陽子の電荷半径が、決定誤差を考慮しても 7σ で 4% も食い違うことが明らかになり、「陽子電荷半径問題（Proton Charge Radius Puzzle）」として Nature 誌や Science 誌の表紙を飾る事態になった。この問題は、陽子の大きさという基本物理量が未確定であるという原子核物理学上の問題にだけでなく、基礎物理定数であるリュードベリー（Rydberg）定数の不定性に直結し、また電子と μ 粒子間の未知の相違の示唆の可能性の指摘もあり現代物理学が解決すべき問題と一つの認識されている。したがって、この問題の指摘以降、多くの追試の努力も行われてきている。昨年、2019年、までに、3つの水素原子分光、そして JLAB での電子散乱で新たに陽子電荷半径が決定された（右図）が、水素原子分光実験ではお互いに矛盾する値を示し、電子散乱のデータは半世紀にわたる電子散乱研究と深刻な不一致を示す値が発表され、混迷は一層深まっている感がある。



本研究は、史上最低エネルギーの電子散乱を実現し、電子散乱としては最も信頼度の高い電荷半径の決定を目標とする。電荷半径は、電荷形状因子の $Q^2 \rightarrow 0$ での微分係数として定義されるため、決定精度向上には可能な限り運動量移行を小さくする必要がある。研究は、東北大学・電子光理学研究センターの大強度 6.0 MeV 直線電子加速器を利用し、極低運動量移行領域 ($0.0003 \leq Q^2 \leq 0.005$ (GeV/c)²) を覆った電子・陽子弾性散乱測定をおこなう。所謂 Rosenbluth 分離法によって電荷半径の情報を含む電荷形状因子を分離・決定し、電荷形状因子の極低運動量移行領域での振る舞いから半径を決定する。

【研究の方法】

本研究では、陽子半径値決定時のモデル依存性を極限まで排除することを可能にする測定を行う。そのため、低エネルギー電子散乱 ($E_e = 20 - 60$ MeV) で、極低運動量移行領域を覆った上で弾性散乱断面

積から電荷形状因子を実験的に分離決定するため Rosenbluth 分離法を導入する。そのためには頻繁なビームエネルギー変更が不可欠であるが、大型・高エネルギー化された最先端の原子核研究用電子加速器施設では実施不可能であり、本研究のみが全ての条件を満たすことができる。

下の写真のように、すでに加速器からの良質な電子ビームを輸送するための新ビーム輸送系ならびに散乱電子を測定する高運動量分解能電磁スペクトロメーター一台は建設済みである。測定断面積精度向上



のための2台目のスペクトロメーターと高品質データ収集のための測定装置高度化を行い 2022年から測定を開始する。

【期待される成果と意義】

世界の原子核研究用最先端電子加速器施設では実施不可能な測定を実施し、陽子半径決定時のモデル依存性を極限まで排することで、電子散乱としては最も信頼度の高い陽子半径値を決定する。本研究により、陽子半径値を確定し、Rydberg 定数の不定性に決着をつけ、そして素粒子物理学の標準理論に関わる電子と μ 粒子の相違についての知見を与える。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ R. Pohl et al., Nature 466 (2010) 213.
- ・ A. Antognini et al., Science 229 (2013) 417.
- ・ T. Suda et al., Journal of Part. Acc. Soc. Japan, 15(2018)52-59.
- ・ T. Suda and K. Tsukada, 原子核研究 61(2017) 87-98.

【研究期間と研究経費】

令和2年度－6年度 132,500千円

【ホームページ等】

<http://www.lns.tohoku.ac.jp>
<http://researchmap.jp/toshimi.suda>
suda@lns.tohoku.ac.jp

【基盤研究(S)】 大区分B



研究課題名 三核子系散乱による核子間三体力の完成

東北大学・大学院理学研究科・准教授

せきぐち きみこ

関口 仁子

研究課題番号： 20H05636 研究者番号：70373321

キーワード： 三体力、偏極陽子、偏極重陽子、少数系、カイラル有効場核力

【研究の背景・目的】

現在、原子核物理学では核子間三体力(三体力)を含めた核力による原子核・核物質の記述が進みつつある。二核子間力(二体力)の確立、二体力をインプットとする第一原理計算の実現により、原子核の定量的な理解には三体力が不可欠であることが明らかになった。これまでに我々は、重陽子・陽子弾性散乱の微分断面積、および偏極分解能の高精度実験と三核子系の厳密理論計算との比較から三体力効果の明確な証拠を示しつつ、既存の三体力モデルの問題点を詳らかにしてきた。近年のカイラル有効場(χ EFT)核力の進展を受け、本研究では、実験から三体力を確定する事を目指す。具体的には、中間エネルギー(入射エネルギーが核子あたり70-300MeV)重陽子・陽子弾性散乱のスピンの相関係数の高精度測定を完遂し、最も確実に実験から供与できる三体力の情報を完全なものとする。実験と理論研究の両輪により、三体力をも含む圧倒的な精度を持つ核力を完成させる事を目指す。

【研究の方法】

本研究では、最も確実に三体力の情報が得られる中間エネルギー重陽子・陽子弾性散乱を三体力決定のプロブとして用いる。実験では、測定の高さ故に系統的な測定がなされなかったスピン相関係数の高精度測定を実現する。併行して χ EFT核力三体力(5次摂動項)の構築と同核力を用いた三核子系理論計算の開発を進める。実験値と理論計算の直接比較から、カイラル有効場核力三体力の低エネルギー一定数を決定する。

スピン相関係数は、偏極重陽子ビームを偏極陽子標的に照射し、散乱の非対称度を測定することで得られる観測量である(図1)。本研究では、偏極陽子の偏極方法としてRIビーム等での実績をもつ芳香族分子(p-Terphenyl, $C_{18}H_{14}$)結晶をベースとする動的偏極核法を採用し、同標的の建設を進める。また、本研究では i) 広い重心系角度にわたる角度分布測定が必須、ii) 偏極微分断面積の方位角分布測定が必須、という要請から、大立体角型の検出器の建設を行う。実験は、高品質な偏極重陽子ビームが得られる理化学研究所RIBFで実施する。

【期待される成果と意義】

本研究により、藤田・宮沢型三体力以外の核子間三体力をも含め、その動的性質が確定し、 χ EFT核力に基づく三体力を含む記述精度の高い核力が構築される。これにより、同核力に基づく原子核の構造、反応、核物質の第一原理計算が実現可能となり、元素合成過程に関与する中性子過剰核の記述、中性子星などに代表される高密度核物質の状態方程式に対して、精度の高い記述・理解の到達が期待される。

また、本研究で行う実験から χ EFT核力の高次数の三体力をも含む低エネルギー一定数が初めて決定される。これらは将来、クォーク・グルーオンのダイナミクスと核子間三体力とを結合させる物理量として重要な役割を果たすと期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ K. Sekiguchi, H. Sakai, H. Witala et al., Phys. Rev. C **65**, 034002 (2002).
- ・ K. Sekiguchi, H. Witala et al., Phys. Rev. C. **96**, 064001 (2017).
- ・ E. Epelbaum, H.-W.Hammer, and U.-G.Meissner. Rev. Mod. Phys. **81**, 1773 (2009).
- ・ E. Epelbaum et al., Eur. Phys. J. A **56**, 92 (2020).

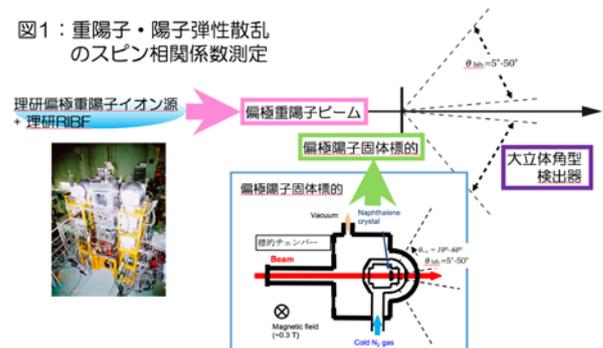
【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 151,600千円

【ホームページ等】

<http://lambda.phys.tohoku.ac.jp/nuclphys2/>
kimiko@lambda.phys.tohoku.jp

図1: 重陽子・陽子弾性散乱のスピンの相関係数測定



【基盤研究(S)】
大区分B



研究課題名 大型偏極ターゲットを用いた核子スピンのクォーク構造の解明

山形大学・理学部・教授

いわた たかひろ
岩田 高広

研究課題番号： 20H05637 研究者番号：70211761

キーワード： 核子スピン、QCD

【研究の背景・目的】

物質はどのようにできているのか？ 物質を構成するのは電子と、原子核を構成する核子（陽子と中性子）である。電子はスピン 1/2 を持つ素粒子で、その性質はよく理解されている。ところが、やはりスピン 1/2 を持つ核子の構造は十分に解明されていない。核子は、スピン 1/2 を持つ素粒子であるクォーク 3 個が軌道角運動量： $L=0$ で結合した複合粒子で、そのスピンはクォークスピンの合成と考えられてきた（クォークモデル）。ところが、クォークスピンの役割が少ないことが分かってきている。結局、クォークスピン以外で核子のスピンの寄与しているものは何か？ は現在も不明で「核子スピンの起源の謎」と呼ばれる重大な問題になっていた。

起源の候補として第一に挙げられたのは相互作用に関与するグルーオンのスピン寄与である。グルーオンはスピン 1 を持つ素粒子で核子スピンの寄与できる。しかし、この測定は難しいため、まだ十分な精度の測定値が得られていない。しかし、この寄与が期待したほど大きくはないことは分かっている。

一方、クォークの軌道角運動量（OAM）にも注目が集まっている。従来のクォークモデルでは核子中のクォークの OAM はあり得ないが、実験データはその存在を示唆しつつある。

【研究の方法】

クォーク OAM の効果は偏極した核子に高エネルギーのミュオンを入射して生成される粒子の左右

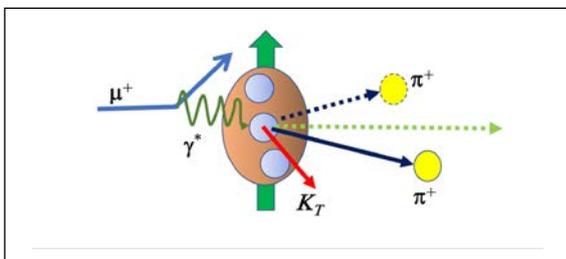


図1 シバース非対称度の測定

非対称に現れる。これはシバース非対称度と呼ばれる（図1）。この非対称度が0でないならば、OAM が存在する一つの証拠と考えられる。私たちは CERN の SPS 陽子加速器からの 160GeV のミュオンを大型偏極標的（図2）に入射して、生成粒子を COMPASS スペクトロメーターでとらえる。また、この測定では核子のテンサーチャージ（TC）を同時に得ることができる。素粒子の標準モデルを超える理論で予想さ

れる核子の電気双極子能率の程度はこの量に依存するので、非常に重要な量として認識されている。

【期待される成果と意義】

原子や原子核の系では構成要素の OAM は基底状態では現れない。基底状態の核子に OAM が存在することが明らかになれば新たなパラダイムの構築につながる。

核子は複数のクォークが強く結合した複雑な系でその理解は QCD（量子色力学）に拠らざるを得ない。現在、QCD 計算を可能にする唯一の方法は分割した時空間で場の量子論を扱う格子 QCD である。この手法は部分的には成功を収めているが、実際に測定を行い、厳しく確認する必要がある。

また、我々の研究は素粒子の標準モデルを超える理論の予想に関わる基本的な量を提供する。これによって、新物理の探索が加速される。



図2 COMPASS 偏極標的とスペクトメーター

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Collins and Sivers asymmetries in muonproduction of pions and kaons off transversely polarised proton., COMPASS, C.Adolph et al., *Phys.Lett. B744 (2015) 250-259*
- ・ Measurement of the Collins and Sivers asymmetries on transversely polarised protons. COMPASS, M. Alekseev, et al., *Phys.Lett. B692:240-246,2010.*

【研究期間と研究経費】

令和2年度－5年度 155,200千円

【ホームページ等】

<https://wwwcompass.cern.ch>
tiwata@sci.kj.yamagata-u.ac.jp

【基盤研究(S)】
大区分B



研究課題名 LHC 超前方光子測定によるグルーオン飽和と QGP 生成起源

筑波大学・数理物質系・講師
ちゅうじょう たつや
中條 達也

研究課題番号： 20H05638 研究者番号：70418622

キーワード： カラーグラス凝縮、QGP、ALICE 実験、LHC 加速器、シリコン電磁カロリメータ

【研究の背景・目的】

素粒子に働く「強い力」を記述する量子色力学 (QCD) において、未発見な状態が存在する。「カラーグラス凝縮 (CGC)」である。この状態は QCD が予言する高密度グルーオン物質であると同時に、高エネルギー重イオン衝突で出現するクォーク・グルーオン・プラズマ (QGP) の初期状態を与え、我々の「強い力」の理解の根源に関わっている。

これまで多くの探査が行われてきたが、明確なシグナルは得られていない。我々は高粒子密度下でも透過プローブを捉えることができる、高精細シリコン電磁カロリメータ検出器「FoCal」を開発した。

今回、この FoCal の一部を LHC 加速器 ALICE 実験の前方に先行して建設設置し、中性中間子測定と既存の ALICE 検出器を駆使することにより、CGC の存在を実験的に探査する。重イオン反応で出現する QGP の生成起源、早期熱化機構を解明する。日本チームが主導する新しい国際共同実験である。

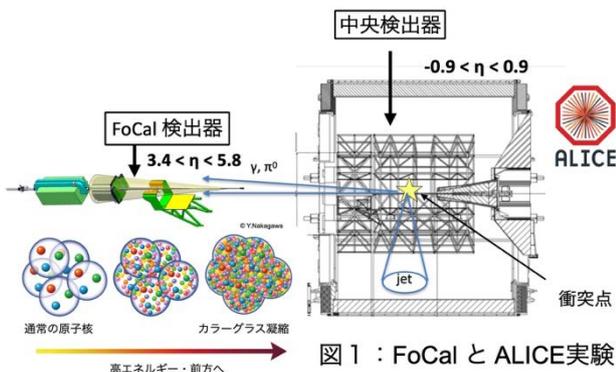


図1：FoCal と ALICE 実験

【研究の方法】

CGC の明確なシグナルを得るためには、(1) 超前方方向 (ビーム軸ゼロ度方向) の測定、(2) 高エネルギーの重い原子核ビームの使用、(3) グルーオン密度に敏感なプローブの識別、の3点が重要である。

そこで本研究では、世界最高エネルギーの鉛原子核ビームを供給することができる加速器 LHC (Large Hadron Collider・CERN 研究所 (スイス)) を用い、ALICE 実験の超前方方向に FoCal を設置し、グルーオン密度に敏感なプローブである光子を世界で初めて捉える。日本がプロジェクトを主導し、FoCal におけるエネルギー測定的主要部である「FoCal-E PAD」検出器を製作する。さらに2024年の LHC 第3稼働機・最終年に、製作した FoCal モジュールの一部

を ALICE 実験に先行して導入し、初期物理データを取得、データ解析を行う。

【期待される成果と意義】

今回導入する FoCal 検出器と、既存の ALICE 検出器群を用いて、主に π^0 中間子とその相関測定から、以下の点を明らかにする。(1) グルーオン密度の飽和がどこで出現するのか (カラーグラス凝縮 CGC の発見)、(2) 小さな衝突系で現れるリッジ構造について、より広範囲な $\Delta\eta$ 領域、かつ透過的なプローブで探査する (QGP 生成の起源、早期熱化機構)、(3) 超前方領域 ($3.5 < \eta < 4.5$) におけるジェット抑制効果の世界初測定 (Pb-Pb)、前方 QGP 流体発展。

これらの知見は、重イオン衝突における QGP 生成メカニズムの全容を明らかにし、量子色力学的相関の新展開が期待される。技術面ではプロトン CT など、新しい医療応用の可能性がある。

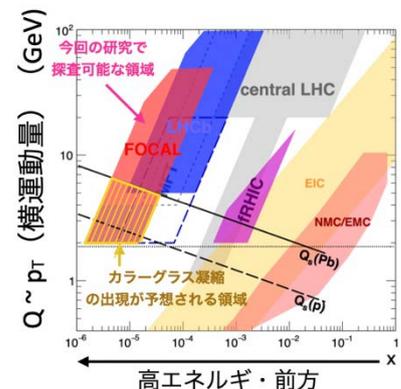


図2：FoCal で探査する新しい領域

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Letter of Intent: A Forward Calorimeter (FoCal) in the ALICE experiment, ALICE Collaboration (T. Chujo et al.), CERN-LHCC-2020-009, LHCC-I-036, ALICE-PUBLIC-2019-005.
- S. Acharya, T. Chujo et al., ALICE Collaboration, "Measurement of charged jet cross section in pp collisions at $\sqrt{s} = 5.02$ TeV", Phys. Rev. D 100 (2019), 092004.

【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 149,800 千円

【ホームページ等】

<http://alice-j.org>
chujo.tatsuya.fw@u.tsukuba.ac.jp

【基盤研究(S)】

大区分B



研究課題名 重力波宇宙物理学の包括的研究

東京大学・大学院理学系研究科・教授

よこやま じゅんいち

横山 順一

研究課題番号： 20H05639 研究者番号：50212303

キーワード： 重力波、データ解析、ブラックホール、連星中性子星、キロノバ、重元素の起源

【研究の背景・目的】

米国の LIGO や欧州の Virgo によってブラックホールや連星中性子星合体からの重力波が続々と検出され、重力波宇宙物理学の時代が幕を開けました。わが国の KAGRA も感度を向上させながら国際共同観測網に加わる準備ができました。本研究計画はまず、①レーザー干渉計の環境チャンネルも採用した独自の解析手法によってノイズを効率的に除去し、KAGRA による重力波の早期初検出を目指します。②この三者のデータによって測定される連星ブラックホールの質量分布関数とパルサーの周期擾乱で観測される長波長重力波背景放射を用いることにより、ブラックホールの起源を明らかにします。③連星中性子星系合体については、マルチメッセンジャー宇宙物理学において光学対応天体となるガンマ線バースト及びキロノバの物理過程を、数値相対論によって明らかにすると共に、その際起こる r プロセス元素合成を計算し、銀河の化学進化の観測と照らし合わせて、金銀などの重元素の起源を明らかにします。以上によって重力波宇宙物理学の喫緊の課題を包括的に解決することを目的とします。

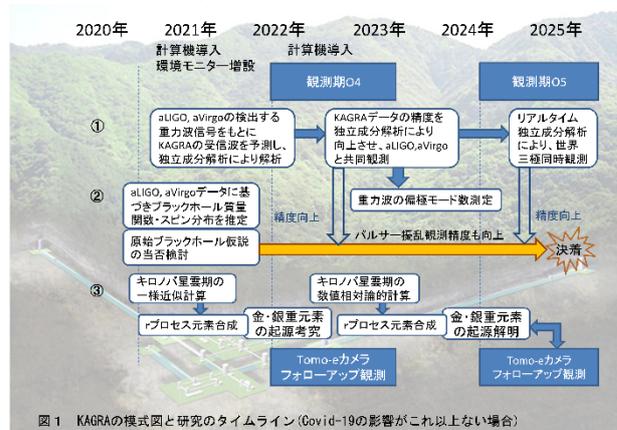
【研究の方法】

まず、KAGRA の加速度計や光てこ、音響モニター、電気ノイズ計等数万チャンネルに及ぶ環境信号とレーザー干渉計の重力波チャンネルとの相関解析及びスペクトル解析を行います。この主要部と重力波チャンネルを合わせてこれらの線形・非線形結合を独立成分分析によって行い、重力波チャンネルからノイズを効率的に除去します。そのデータに重力波検出パイプライン GstLAL を適用し、本研究費で導入する計算機クラスターを用いて KAGRA による重力波信号初検出を目指します。

ブラックホールの起源については、まず質量によって観測可能上限距離が異なることを正しく考慮した真の質量分布関数を求め、ブラックホールの起源が初期宇宙にできた原始ブラックホールであるとの仮説のもとで密度ゆらぎのスペクトルを逆算します。この密度ゆらぎをもとに生成する長波長重力波のスペクトルをパルサーの周期擾乱による制限と比較し、原始ブラックホール仮説が棄却される質量域を明らかにします。

連星中性子星合体後に生成するキロノバのダイナミクスと放射現象を、数値相対論に基づく初期状態の計算、原子核組成の計算、非熱平衡状態での放射過程の計算を本研究費で導入する計算機クラスターで

行うと共に、Tomo-e カメラなどの観測データと比較することによって連星中性子星合体で生成する重元素量を求めます。



【期待される成果と意義】

まず、KAGRA による重力波検出が実現されると、世界三極四台同時観測を行うことによって重力波源の位置決定精度が飛躍的に向上し、ブラックホールの質量などの測定精度の向上や連星中性子星合体の早期追尾観測が可能になります。ブラックホールのデータの集積とパルサーの周期擾乱の観測により、重力波で見つかった連星ブラックホールの起源が初代天体なのか、初期宇宙にできた原始ブラックホールなのか明らかになります。さらに、キロノバの数値計算と観測との比較、そして矮小銀河の観測により、金銀プラチナなどのどれだけが連星中性子星合体によって生成したか明らかになるとともに、原子核物理の素過程にも重要な知見が得られます。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ R. Saito and J. Yokoyama “Gravitational wave background as a probe of the primordial black hole abundance” Phys Rev Lett 102(2009)161101
- ・ K. Hotokezaka et al. “Synchrotron radiation from the fast tail of dynamical ejecta of neutron star mergers” Astrophys J 867(2018)95

【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 155,700千円

【ホームページ等】

<http://www.resceu.s.u-tokyo.ac.jp/~yokoyama/gw.html>
yokoyama@resceu.s.u-tokyo.ac.jp

【基盤研究(S)】 大区分B



研究課題名 最高エネルギーガンマ線天文学の新展開

東京大学・宇宙線研究所・教授
たきた まさと
瀧田 正人

研究課題番号： 20H05640 研究者番号：20202161

キーワード： 宇宙線、ガンマ線、ミュオン粒子、空気シャワー、チェレンコフ光、ポリビア

【研究の背景・目的】

宇宙からは陽子や原子核を主成分とする高エネルギー粒子「宇宙線」が飛来している。宇宙線は、銀河系内の天体で 10^{15} eV (千兆電子ボルト=ペタ電子ボルト、1 PeV) 以上のエネルギーに加速されると考えられている。その起源として超新星残骸・パルサー・ブラックホールなど様々な候補天体が挙げられているが、いまだにその発生源は不明である。PeV は地上に建設された最高エネルギー加速器 Large Hadron Collider (欧州) の加速上限 7TeV を 100 倍以上も上回るエネルギーである。宇宙線の加速には地上の実験室では実現できない極限的な電磁場や重力場が関係しているはずであり、

「どのような天体がどのようなメカニズムで粒子を加速しているのか？」
「宇宙の極限環境では何が起きているのか？」

が本研究課題の核心をなす問いである。本研究では、南米ポリビアのアンデス山脈高地(標高 4700 m) に新しい宇宙線観測装置を建設し、最高エネルギー (sub-PeV 領域: 10^{14} eV - 10^{15} eV) ガンマ線観測による銀河宇宙線加速天体の発見を目指す。「どのような天体」の問いに答え、さらに、そのエネルギースペクトルを明らかにすることで、個々の天体で生起する極限現象の解明につなげる。

【研究の方法】

南米ポリビア共和国のチャカルタヤ宇宙線観測所の近くに、新しい宇宙線空気シャワー観測装置を建設して、天体からの最高エネルギー (sub-PeV 領域) ガンマ線を探索する。

本研究のアイディアの全体像を図 1 に示す。高エネルギー荷電宇宙線やガンマ線が地球大気中で高エネルギー反応を繰り返して生成する粒子群「空気シャワー」を検出し、入射粒子のエネルギーと到来方向を決定できる。しかし、地上のシンチレーション検出器だけでは、圧倒的な到来頻度を持つ荷電宇宙線空気シャワーが雑音になって、天体からのガンマ線を有意に検出できない。ミュオン粒子はハドロン反応を繰り返す荷電宇宙線空気シャワー中には大量に含まれるが、電磁相互作用で発達するガンマ線空気シャワーにはほとんど含まれない。これによって、雑音となる荷電宇宙線空気シャワー事象を除去し、天体からの微弱なガンマ線事象を検出する。

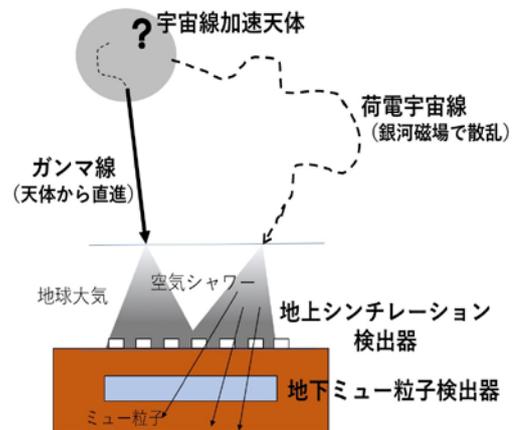


図1 本研究の全体像。地上シンチレーション検出器が空気シャワーの方向とエネルギーを決定し、地下ミュオン粒子検出器が荷電宇宙線雑音を排除する。

【期待される成果と意義】

本研究は南半球初の sub-PeV ガンマ線放射天体発見に十分な感度を持った実験である。南半球からは銀河系中心や多くの超新星残骸など、重要な宇宙線加速候補天体が観測可能であり、世界で初めて、1912 年の宇宙線発見以来の謎である宇宙線加速天体を明らかにすることに飛躍的な貢献をすることが期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ M. Amenomori, ... M. Takita, ..., et al., "First Detection of Photons with Energy beyond 100 TeV from an Astrophysical Source", Physical Review Letters, 123, 051101-1-6, (2019)
- ・ T.K. Sako, ..., M. Takita, ... et al., "Exploration of a 100 TeV gamma-ray northern sky using the Tibet air-shower array combined with an underground water-Cherenkov muon-detector array", Astroparticle Physics, 32, 177-184, (2008).

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 152,300 千円

【ホームページ等】

<https://www.alpaca-experiment.org/>

【基盤研究(S)】

大区分B



研究課題名 動的再構成可能なトポロジカルナノフォトニクスの研究

東京工業大学・理学院・教授

のうとみ まさや

納富 雅也

研究課題番号： 20H05641 研究者番号：50393799

キーワード： トポロジカルフォトニクス、ナノフォトニクス、非エルミート光学、フォトニック結晶

【研究の背景・目的】

固体中の電子の波動関数が波数空間で持つ特殊なトポロジーによって、様々な新奇な性質が発現することが判り、その端緒となった成果は2016年のノーベル賞が授与され、トポロジカル物性と総称される活発な研究分野となっている。近年、この概念が屈折率の周期系であるフォトニック結晶に適用され、興味深いトポロジカルな光学的性質が次々と発見されており、この分野はトポロジカルフォトニクスと呼ばれ研究が活発化している。しかし、光学系におけるトポロジカルな性質はこれまで構造により定まっており、可変ではなかった。本研究では、チューナブルなナノ材料によるナノフォトニクス構造修飾法と、屈折率虚部により大幅に特性が変化する非エルミート光学系を用いて、動的に再構成可能な光トポロジ技術を開発することを目指す。さらに、同技術を用いて制御可能な様々なトポロジカル物性を探索し、それによって導かれる新しい光制御技術を提案することを目指す。

【研究の方法】

本研究では、再構成可能なトポロジカルフォトニクスを実現するために、(1)チューナブルなナノ材料修飾の利用、(2)非エルミート光学系の利用という二つの手法をとる。(1)は相変化などにより屈折率が変化する材料を、フォトニック結晶上に装荷することでトポロジカル相転移を狙うものである。図1(a)に我々が検討を進めている構造の例を示す。ここでは相変化により大きく屈折率が変化する $\text{Ge}_2\text{Se}_2\text{Te}_5$ (GST)薄膜を想定しているが、GSTを適切にパターンニングすることにより、GSTの相転移によってフォトニック結晶が通常バンドギャップを持つ状態からトポロジカルなギャップを持つ状態に相転移することを見出している。本科研費研究では、様々な材料や構造を用いて素子を作製し、多彩なトポロジカル相の制御の実験による実証を狙う。

(2)では、屈折率の実部だけでなく虚部も周期性を持つ非エルミート型の光周期系を用いる。非エルミート光学系のバンド構造には、例外点と呼ばれる不連続点が現れ、特殊なバンド構造が実現することが知られているが、屈折率虚部(即ち利得または吸収に相当)は電流注入などによって大きく変えることが可能であり、チューナビリティが発現する。我々は屈折率虚部の制御により、トポロジカル絶縁相を自由に生成、制御できる構造を発見している(図1(b))。本科研費研究では、この手法を用いて非エルミート

型の再構成可能なトポロジカルフォトニクス構造を研究し、実験による実証を狙う。

また、本研究で開発するチューニング技術を用いて、光のベクトル性に起因するトポロジカル物性であるトポロジカルな偏光特異点を制御することも計画している。

本研究は NTT 物性科学基礎研究所と共同で行う。

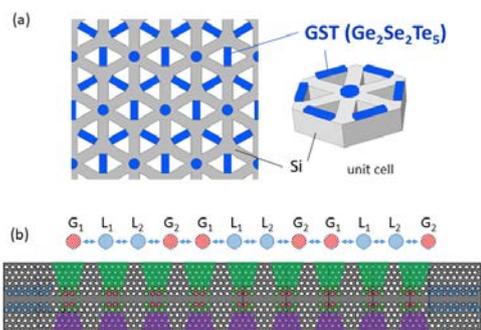


図1 再構成可能なトポロジカルフォトニクス構造。(a)相変化材料装荷型 (b)非エルミート型。

【期待される成果と意義】

トポロジカルフォトニクスの分野では近年次々と新しい性質が見出されているが、本研究で開発する技術によって、この新奇なトポロジカルな特性を自在に制御できるようになれば、新しい光制御技術への発展が期待される。例えば、トポロジカル数に代表されるトポロジカルな性質を動的に制御可能な新たな自由度としてとらえた新しいコンセプトの光デバイス・光制御技術などが考えられる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ K. Takata, and M. Notomi, "Photonic topological insulating phase induced solely by gain and loss," *Phys. Rev. Lett.* 121, 213902 (2018).
- ・ T. Yoda and M. Notomi, "Generation and annihilation of topologically protected bound states in the continuum and circularly polarized states by symmetry breaking", *Phys. Rev. Lett.* 125, 053902 (2020)

【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 141,300千円

【ホームページ等】

<http://notomi-lab.phys.titech.ac.jp>
notomi@phys.titech.ac.jp

【基盤研究(S)】 大区分B



研究課題名 真空紫外高分解能レーザー分光学の基盤の構築と反水素レーザー冷却への展開

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・教授

かつらがわ まさゆき

桂川 眞幸

研究課題番号： 20H05642 研究者番号：10251711

キーワード： 真空紫外単一周波数波長可変レーザー、高分解能レーザー分光

【研究の背景・目的】

光・量子科学はレーザーの極限化技術と共に互いに表裏一体をなし発展してきた。ほぼ全ての領域が開拓されてきたように見える一方で、レーザーの発明から60年近くを経た現代でも全く手つかずのまま残されたレーザー技術の領域がある。真空紫外域(波長 < 200 nm)における単一周波数・波長可変レーザー技術(図1の未踏)はまさにその一つである。

本研究課題はこの未踏領域に应用レベルで利用可能な真空紫外・単一周波数・波長可変レーザー技術を確認することを第一義的に目指す。また、実現される真空紫外レーザーを技術基盤として真空紫外域における高分解能レーザー分光学を開拓し、さらに、その知見をもとに反水素原子をレーザー冷却するための定量的なシナリオを構築することを目指す。

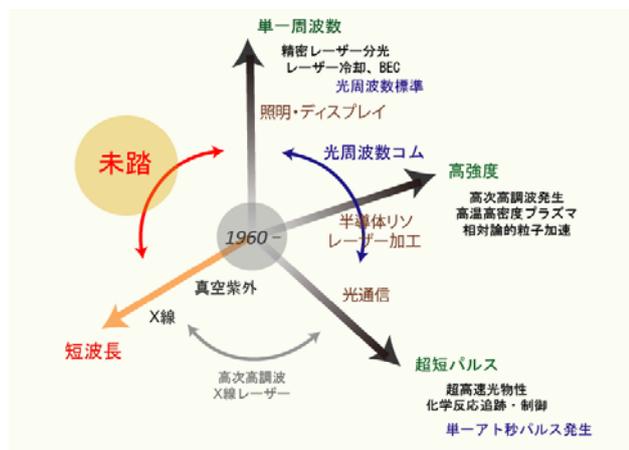


図1 レーザー技術の極限化と相補的に発展する光・量子科学の多様な研究領域

【研究の方法】

非線形光学過程に人為的な位相制御を組込むと量子効率1の非線形波長変換が可能になるということを見出した。これまでに理論的な枠組みを構築し、原理実証実験をおこなった。この研究課題では、これらの成果を気体を媒質とする高次の非線形光学過程に適用することで、真空紫外域において应用レベルで利用可能な単一周波数・波長可変レーザーを実現する。また、実現されるレーザーを用いて、Lyman α 遷移を冷却遷移とする反水素のレーザー冷却のシナリオを、水素原子をテスト媒質とした実験をもとに構築する。

【期待される成果と意義】

ボーズアインシュタイン凝縮に代表される量子凝縮系の物理は、現代物理学における最もホットな話題の一つであろう。周知のように、その前にはレーザー冷却の長期にわたる研究の蓄積があり、さらにそれは高分解能レーザー分光学の基盤の上に発展してきた。振り返るとこの大きな流れの中でいつも主たる物質として扱われてきたのはアルカリ原子であった。しかし改めて考えてみると、アルカリ原子を用いなければならない物理的理由は必ずしも大きく無いように思える。最大の理由は、近赤外～可視の波長域に成熟した(単一周波数波長可変)固体レーザー技術があり、それに最適な物質がアルカリ原子であったということでは無いだろうか。

真空紫外域は光と物質の相互作用が極めて強い波長域である。この研究プロジェクトで進める真空紫外単一周波数波長可変レーザーが実用技術として確立すれば、自ずと真空紫外域における高分解能分光学への道が拓かれ、さらにその先には水素・反水素のレーザー冷却(Lyman α : 121.6 nm)とその精密レーザー分光を通じた基本的な対称性の検証、また核遷移を用いた次々世代の周波数標準(トリウム(Th)の核遷移: 149 nm)など、多様な学問的展開が期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ T. Suzuki, M. Hirai, and M. Katsuragawa, Octave-spanning Raman comb with carrier envelope offset control, **Phys. Rev. Lett.** **101**, 243602 (2008). **表紙**
- ・ J. Zheng and M. Katsuragawa, Freely designable optical frequency conversion in Raman-resonant four-wave-mixing process, **Scientific Reports** **5**, 8874 (2015).
- ・ M. Katsuragawa and K. Yoshii, Arbitrary manipulation of amplitude and phase of a set of highly discrete coherent spectra, **Phys. Rev. A**, **95**, 033846 (2017).
- ・ C. Ohae, J. Zheng, K. Ito, M. Suzuki, K. Minoshima, and M. Katsuragawa, Tailored Raman-resonant four-wave-mixing process, **Optics Express**, **26**, 1452 (2018).

【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 112,800千円

【ホームページ等】

katsuragawa@uec.ac.jp

【基盤研究(S)】 大区分B



研究課題名 過去1万年間の太陽活動

名古屋大学・宇宙地球環境研究所・准教授

みやけ ふさ
三宅 美沙

研究課題番号： 20H05643 研究者番号：90738569

キーワード： 太陽、宇宙線、宇宙線生成核種、樹木年輪、氷床コア

【研究の背景・目的】

太陽フレアやコロナ質量放出は、非常に高いエネルギーを持つ粒子「Solar Energetic Particle (SEP)」を放出する。地球近傍の人工衛星は、しばしば SEP フラックスの急増を観測し、このような現象は SEP イベントとして知られる。大規模な SEP イベントは人工衛星の破壊や宇宙飛行士の被ばく、通信障害等を引き起こし、現在の宇宙開拓時代において大きな脅威になり得るため、その理解を深める必要がある。しかし、1940 年代以前の観測データはなく発生頻度や規模の上限など長期的な発生特性についてよくわかっていない。

過去に発生した超巨大 SEP イベント（観測史上最大の SEP イベントの数十倍規模）の優れた代替データとして、樹木年輪の ^{14}C や氷床コアの ^{10}Be 、 ^{36}Cl といった宇宙線生成核種が知られる。研究代表者は、これまでに宇宙線生成核種の分析から、西暦 775 年や西暦 994 年などの超巨大 SEP イベントの痕跡を発見した（図 1）。これは、我々の太陽でスーパーフレアが発生した可能性を示すだけでなく、現代社会に甚大な影響を与え得る極端太陽現象が将来発生する可能性を示すものである。

本研究は、年輪の ^{14}C と氷床コアの ^{10}Be 、 ^{36}Cl 分析から、過去 1 万年間における最大の SEP イベントの同定と、超巨大 SEP イベントの発生頻度及びその発生特性の解明を目的とする。我々の太陽における発生特性を、太陽型恒星の恒星フレアと比較することで、太陽型恒星における太陽の普遍性と特殊性を評価する。

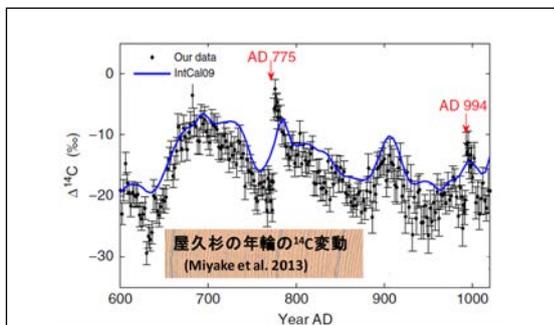


図 1 ^{14}C データにみられる超巨大 SEP イベントの痕跡

【研究の方法】

超巨大 SEP イベントの痕跡を網羅的に検出するため、樹木年輪の 1 年分解能の ^{14}C 分析を過去 1 万年

間について実施する（図 2）。さらに、検出されたイベントの特性を氷床コアの ^{10}Be と ^{36}Cl 分析から明らかにする。

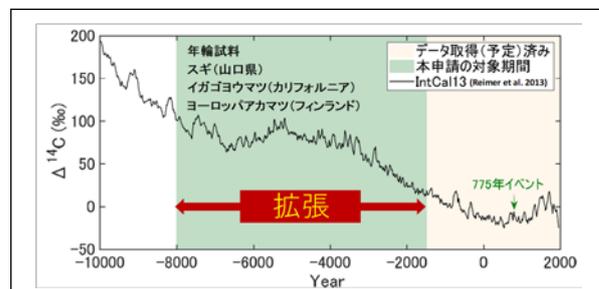


図 2 年輪 ^{14}C 分析の対象期間

【期待される成果と意義】

本計画が達成されることにより、過去 1 万年間の世界に類を見ない長期 ^{14}C 単年データが獲得され、超巨大 SEP イベントの発生頻度と最大の SEP イベントが明らかになる。さらに、過去 1 万年間には太陽活動低調期から活動期まで様々な太陽活動がみられることから、超巨大 SEP イベント発生と太陽活動との関係性の解明が期待される。

得られたデータは、過去の太陽活動を調査する上で重要になるだけでなく、多くの発展性を有する。例えば、本研究は ^{14}C 年代測定に対する基礎データを提供する。急激な ^{14}C スパイクは、1 年での年代束縛点として利用することが可能であり、超高精度 ^{14}C 年代測定や、氷床コア・湖海底堆積物コアの 1 年での同期を可能とする。このような、地域や天然試料のタイプの縛りのない年代指標はこれまでに例がなく画期的なものといえる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ F. Miyake, I. Usoskin, S. Poluianov (Editors), “Extreme Solar Particle Storms: The hostile Sun”, Institute of Physics Publishing (2019).
- ・ F. Miyake, K. Nagaya, K. Masuda, T. Nakamura, A signature of cosmic-ray increase in AD 774-775 from tree rings in Japan, Nature, 486, 240-242 (2012).

【研究期間と研究経費】

令和 2 年度－6 年度 152,400 千円

【ホームページ等】

<http://www.isee.nagoya-u.ac.jp/>

【基盤研究(S)】 大区分B



研究課題名 水素化物の室温超伝導化とデバイス化の研究

大阪大学・大学院基礎工学研究科・教授

しみず かつや
清水 克哉

研究課題番号： 20H05644 研究者番号：70283736

キーワード： 超伝導、高圧合成、水素化物

【研究の背景・目的】

近年、水素化物が高圧力条件下で 200 K を超える超伝導を示すことが実験的に明らかにされ、いよいよ室温超伝導が視野に入ってきたといえる。高圧力下では様々な水素化物において室温またはそれ以上の転移温度の超伝導体になると予測されている。本研究では、高圧力の技術を駆使して、現在その実現に最も近いと考えられる水素化物を対象とし、室温超伝導は実現できるのか、超伝導転移温度はどこまで上げることができるのか、を追究する。そして、室温で動作する超伝導デバイスの形成を目標に、①室温超伝導体を高圧力下で合成すること、②超伝導体によるデバイス回路を高圧装置内で動作させることを目的とする。これまで我々が築いてきた高圧力を用いた物質合成および物性測定技術をより高度に拡張し、室温超伝導の実現にとどまらず、社会実装へ具体的につなげる指針を示すことをめざす。高圧力技術と微細デバイス技術の協同によって、室温超伝導の実現と利用を先導する。

【研究の方法】

水素化物を合成するための出発原料は、元素と水素である。原料となる元素を水素とともに高圧力発生装置：ダイヤモンドアンビルセル (DAC) に封入して圧縮し、高圧力条件下でレーザー加熱等により目的の水素化物を合成する (図 1)。この手法はこれまで多く用いられてきたが、限られた水素化物にのみ合成の報告がされ、他の多くの水素化物は報告がない。これは水素を扱うことに難しさにくわえ、適切な合成 (加熱) 手法の探索が重要であると着眼した。したがって、低温下の加圧、ジュール加熱など新規な合成経路および合成法にチャレンジする。原料元素が複数となる 3 元素の水素化物にはさらに高温の超伝

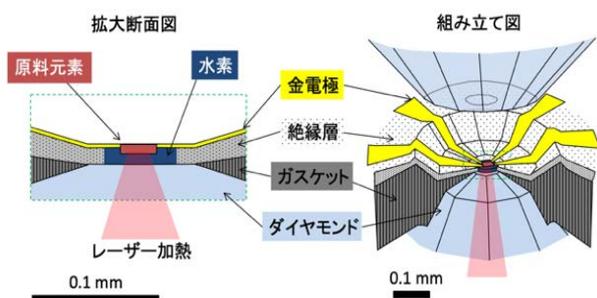


図 1 超伝導水素化物合成法の模式図

導が理論予測されているものがあるなど、様々な金属水素化物の中から理論計算と精密結晶構造解析により候補物質を見極め、高温高圧合成を行う。

これらと同時に、高圧装置内でデバイス形状に成型した超伝導体を合成し、高圧力下の超伝導デバイスの構築を行う。圧力下で動作する超伝導デバイスの研究はこれまでほとんど行われていない。既存超伝導体を用いた動作検証により、圧力下超伝導デバイス構築のノウハウを確立させ、高温超伝導体を超伝導材料としてデバイスへ組み込む。

【期待される成果と意義】

室温超伝導が社会に与えるインパクトは計り知れない。広くエネルギーシステムやエレクトロニクス・通信システムにおいて、人類の将来に大きな影響をもつ重要性をもつ。本研究は、水素化物をその候補として高圧力環境での実現に加えて、高圧力を保持したままの利用に挑戦する。これは、室温超伝導の社会実装への指針を与え、さらには実用に叶う低圧力での実現、そして常圧力下の実現に向けた研究へ発展させる契機となる。本研究が目指す最終形である「室温動作超伝導デバイス」の例として室温で動作する高感度磁気センサーなどが考えられる。

本研究の学術的背景には、「物質の究極の姿の追究」があり、それに基づいて設定した研究課題は「室温超伝導は実現できるのか」そして「それを利用できるのか」の問いに答えることである。物質の極限状態の追究に物理の本質があるという研究代表者の信念に基づき、超高圧力をもちいた室温超伝導実現に挑戦し、その恩恵を享受できるのかを追究することでこの「問い」に答えたい。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ M. Einaga, K. Shimizu *et al.*, “Crystal structure of the superconducting phase of sulfur hydride”, *Nature Phys.* 12, 835–838 (2016).
- ・ M. Sakata, K. Shimizu *et al.*, “Superconductivity of lanthanum hydride synthesized using AlH₃ as a hydrogen source”, *Supercond. Sci. Technol.* 33 (2020) 114004 (6pp).

【研究期間と研究経費】

令和 2 年度－6 年度 151,200 千円

【ホームページ等】

<http://www.hpr.stec.es.osaka-u.ac.jp/shimizu@stec.es.osaka-u.ac.jp>

【基盤研究(S)】 大区分B



研究課題名 重水素分子で探る星形成の極初期

国立天文台・野辺山宇宙電波観測所・教授

たてまつ けんいち

立松 健一

研究課題番号： 20H05645 研究者番号：40202171

キーワード： 星形成、分子雲コア、始動条件、重水素

【研究の背景・目的】

天文学研究において、重水素を含む分子の電波観測の重要性が極めて高まっている。1番目の理由は、人類最強の電波望遠鏡アルマによって、極めて高分解能の観測が可能になったが、ほとんどの分子が(ダストへの吸着などによる) depletion によって存在量が著しく減少し、低温(10-20K)の「星なしコア」(原始星が誕生する前の分子雲コア)の観測が難しいことが判明したからである。気相で形成される重水素を含む分子は depletion の影響を受けにくいことが観測的に明らかにされており、ドップラー効果により速度場が調べることができる分子トレーサとして星なしコアの研究に極めて重要である。

2番目の理由は、特に気相で形成される重水素を含む分子は、星形成の直前直後に最大値を取ることが化学モデル計算で示されているからである。星なしコアでは存在量が単調増加、星形成後に単調減少し、進化段階を明示する。

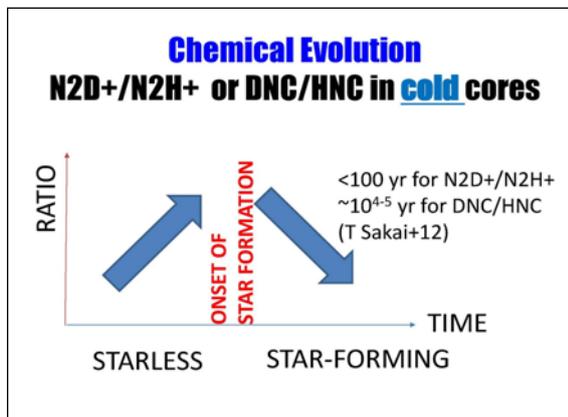


図1 気相で形成される重水素を含む分子の存在量変化の概念図。

【研究の方法】

本研究では、重水素を含む分子の観測を可能にする72-116 GHzの7ビームのマルチビーム受信機を開発し、野辺山45m電波望遠鏡に搭載し、重水素を含む分子を用いた代表的な星形成領域のサーベイ観測を遂行する。7ビームを用い、両偏波を観測するために、初段に72-116 GHzの極低雑音アンプを用いる。受信機の製作・調整に2年間をかけ、3年目は野辺山45m電波望遠鏡を用いた立ち上げ・試験観測を行う。4-5年目には、星形成の規模が大きく異なる、我々の銀河系内の代表的な星形成領域、お

うし座、へびつかい座、オリオン座、赤外線暗黒星雲のサーベイ観測を行い、その違いを分子雲コアの進化を追いつつ比較研究という新しい切り口で研究する。またアルマ望遠鏡を用いた高分解能・高感度 follow-up 観測を提案遂行する。

【期待される成果と意義】

本研究では、我々が確立した重水素比を用いた Chemical Evolution Factor と、原始星のデータを用いて、分子雲コアを「星なしコア初期」、「星なしコア中期」、「星なしコア後期」、「星ありコア」に分類し、分子雲コアの進化を統計的に研究することにより、上記の目標を達成する。

星形成の始動条件が、乱流の散逸、質量降着、磁場の減少、あるいはそれ以外、のいずれであるかを解明する。乱流の散逸であれば、星なしコアの期間に乱流速度の減少が統計的にみられるはずである。質量降着が原因であれば、乱流速度の減少は見られず、コア質量が星なしコアの進化に従って増加する傾向が予測される。Chemical Evolution Factor を用いた統計的研究で、これまでにない研究の進展が期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Ken'ichi Tatematsu, Tie Liu, Gwanjeong Kim, Hee-Weon Yi, Jeong-Eun Lee, Naomi Hirano, et al. "ALMA ACA and Nobeyama observations of two Orion cores in deuterated molecular lines," ApJ, 895, 119 (2020)
- Gwanjeong Kim, Ken'ichi Tatematsu, et al., "Molecular Cloud Cores with High Deuterium Fraction: Nobeyama Single-Pointing Survey," ApJS, 249, 33 (2020)

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 158,000千円

【ホームページ等】

<https://www.nro.nao.ac.jp/~kt/>



研究課題名 電磁トラップを利用したミュオン粒子の質量と磁気モーメントの精密測定と新物理探索

高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所・教授

しもむら こういちろう

下村 浩一郎

研究課題番号： 20H05646 研究者番号：60242103

キーワード： ミュオン、ミュオニウム、ペニングトラップ、スピン

【研究の背景・目的】

素粒子標準模型は物質の基本構成要素とそれらの力学を記述するもので、ヒッグス粒子の発見により理論的だけでなく実証的にも完成した。しかし、模型のパラメタが多すぎることや、暗黒物質の担い手となる粒子が含まれていないことなど、数多くの問題を内包している。それらを解決する素粒子標準模型を超える新物理は必ず存在する。その兆候を探す有効な手段として、本研究では、測定の精度を究極まで高めるという実験手法を採用する。

ミュオンはほどほどの質量と寿命を持ち、標準模型の検証、そして新物理を探索するプローブとして最適である。長く、世界各地でミュオン研究が行われているが、ミュオン自身そしてミュオンを含む物理現象に、素粒子標準模型では説明が困難なものが複数観測されている。

本研究では、ミュオン、特にそのスピンに関する周波数精密測定を複数の物理系で行い、ミュオン粒子そのものの実験的理解を究めることで、新物理探索を目指す。

【研究の方法】

本研究では、ミュオンにかかわる相互に関連した二つの精密測定研究を実施する。

ミュオニウム

これまでの実績の発展として、ミュオニウム（正ミュオンと電子のクーロン束縛系）の磁場下でのゼーマン副準位の高精度測定を実施する。すでに磁場のない状態での基底状態超微細構造測定において、最高精度を達成している。さらに磁場のある状態での測定を実施することで、一桁以上高い精度でのミュオニウムの超微細構造(1ppb)およびミュオンの磁気モーメントと質量(ともに5ppb)を決定する。

ミュオントラップ

ミュオンを電磁トラップ(ペニングトラップ)で捕獲し、トラップ内でのミュオンの運動を観測する。ミュオンペニングトラップは世界初の挑戦で、超低速ミュオンビームを大量に生成できる日本のJ-PARCでのみ可能な実験である。ミュオンの磁場下での周回周波数を測定することで、ミュオンの磁気モーメントと質量を最高精度(2ppb)で決定する。

ミュオントラップ実験では、ミュオンの発生・輸送を、高磁場下で行うため、100%偏極したビームを準備できる。ミュオニウム実験で使用する超伝導磁石は2.9Tまでの均一静磁場を供給でき、超低速ミュオン生成時のスピン偏極ならびにトラップ用静磁場と

しても使用する(図1)。また、超低速ミュオン発生源から測定エリアまでの距離が50cm程度と短く、5keV程度の低い加速電圧でビームロスなく輸送でき、捕獲に必要な電位も5keV程度ですむ。

測定には、ミュオニウム実験と同様に、崩壊陽電子をミュオンのスピンのシグナルとする手法を採用する。陽電子の統計量を確保し高精度を担保する。シミュレーションの結果では、 10^{12} 個のミュオンを観測した場合、統計精度のみで、磁気モーメントを1ppbの精度で決定できる。ミュオンスピンを 180° 反転する操作を加えることで、ミュオンの質量を同様の精度で測定できる。これらはいずれも100日程度のオペレーションで達成可能である。

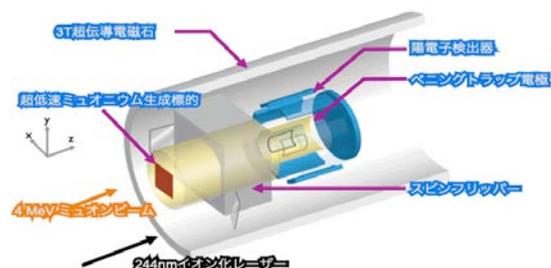


図1 ミュオントラップの実験装置

【期待される成果と意義】

これらの結果を総合し、進行中のミュオニウム $1s$ - $2s$ エネルギー準位差測定、ミュオン異常磁気能率(Muon g-2)測定との比較、様々な理論モデルとの照合によって、素粒子標準理論を超えた新物理の探索を行う。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ K. Shimomura, *Muonium in J-PARC; from fundamental to application* Hyperfine Interactions 233,89-95 (2015)
- ・ H. A. Torii, S. Kanda, K. Shimomura, P. Strasser *et al.* *Precise Measurement of Muonium HFS at J-PARC MUSE*, JPS Conf. Proc. 8 (2015) 025018(1-6).

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 151,100千円

【ホームページ等】

<https://www2.kek.jp/imss/msl/>

【基盤研究(S)】

大区分B



研究課題名 高輝度陽子ビームによる原子核中での明確な中間子質量変化の実験的確立

高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・准教授

おざわ きょういちろう

小沢 恭一郎

研究課題番号： 20H05647 研究者番号：20323496

キーワード： ハドロン質量の起源、カイラル対称性、有限密度 QCD 媒質

【研究の背景・目的】

標準的なクォーク模型では、陽子はクォーク 3 個から構成される。しかし、その質量は単純なクォーク質量の和では理解できない。陽子が $938\text{MeV}/c^2$ の質量を持つのに、その内部にあるクォークは、元々はヒッグス機構によりたかだか数 MeV/c^2 程度の質量しか持たないからである。この質量差は、カイラル対称性の自発的破れにより陽子が動的な質量を獲得するためと理解されている。

この考え方は広く受け入れられた考え方であり、この機構を検証するために、これまでに様々な実験的な試みがなされている。しかし、実験的には、ハドロン質量が環境によって動的に変化するという直接的な証拠は得られていない。測定されたハドロン質量は常に真空中の値と一致し、動的な質量獲得という考えから予想される周囲の環境変化による質量変化が明確に捉えられた例は皆無である。この質量変化を実験的に不定性なく明確に測定する、というのが、本研究課題の目的である。

具体的には、クォークを多数含む有限密度 QCD 媒質である原子核において、中間子質量、特に ϕ 中間子の質量が明確に変化していることを示す。

【研究の方法】

本研究課題では、J-PARC ハドロン実験施設の一次陽子ビームラインと実験装置を完成し、先行実験で



図1 建設中の実験装置

得た統計の 30 倍、73000 個の ϕ 中間子崩壊事象を収集する。図1に建設中の実験装置を示す。

本研究課題で遂行する実験では、J-PARC MR 加速器からの高強度一次ビーム(30 GeV, 最大 0.5×10^{10} protons per second)を、標的起源の電子バックグラウンドを抑えるため物質質量を減らした極薄の原子核標的(放射長で最大 0.5%、鉛標的 $30\ \mu\text{m}$)に照射し、 $1 \times 10^7\ \text{Hz}$ の反応レートに耐える検出器で大立体角をカバーする。そのために、GEM(ガス電子増幅器)

を用いた検出器を採用した。研究代表者を中心に開発した GEM 飛跡検出器と電子同定用のハドロンブラインド検出器(HBD、ガスチェレンコフ検出器の一種)は、本研究で目指す測定に対して十分な性能を持つ。

【期待される成果と意義】

図2で示すように、本研究で測定が期待される質量分布では、自由空間中での ϕ 中間子質量の位置とは異なる位置に原子核中での ϕ 中間子質量が新たなピークとして出現する。この新たなピークを捉えることが ϕ 中間子の質量が原子核中で明確に変化している証拠となる。

さらに、有限温度/密度の媒質中での質量分布の変化から核子内のストレンジクォーク・反ストレンジクォークの凝縮量 ($\langle \bar{s}s \rangle_N$) を評価する。これは、素粒子物性学的には、カイラル対称性の秩序変数である基本的な測定量であり、ダークマター探索の感度評価におけるパラメータでもある。

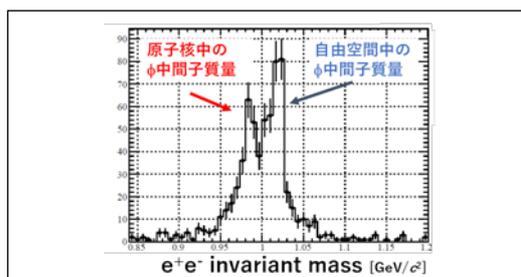


図2 期待される質量分布

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ “Development of a hadron blind detector using a finely segmented pad read-out,” K. Kanno *et al.*, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Vol. A819, 20, 24, 2016
- ・ “Observation of ρ/ω meson modification in nuclear matter,” K. Ozawa *et al.*, Phys. Rev. Lett. 86, 5019, 5022, 2001

【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 149,800千円

【ホームページ等】

<http://high-p.kek.jp>
ozawa@post.kek.jp

【基盤研究(S)】
大区分B



研究課題名 中性子過剰核の変形から探る爆発的重元素合成

理化学研究所・仁科加速器科学研究センター・前任研究員

にしむら しゅんじ
西村 俊二

研究課題番号： 20H05648 研究者番号：90272137

キーワード： 中性子過剰核、重元素合成、 β 崩壊、質量、機械学習、連星中性子星衝突、超新星爆発

【研究の背景・目的】

鉄より重い元素の約半分は高速中性子捕獲と β 崩壊が競合するr-プロセス元素合成が起源とされ、超新星爆発と連星中性子星衝突が有力候補に挙げられている。重力波と電磁波の同時観測により連星中性子星衝突(GW170817)からの電磁波放射現象・キロノバが観測され、ランタノイド元素合成の証拠とされる近赤外光が確認された。一方、金・白金、ウランが合成された証拠は得られていない。r-プロセスで合成されるランタノイドは、質量数 $A=165$ 近傍に特徴的なピーク構造を持つ(図1-a)。しかし、このピーク形成のメカニズムは謎に包まれている。

ランタノイド元素合成には、「原子核変形起因説」^[1]と「アクチノイドの非対称核分裂起因説」^[2]の2つの仮説が存在する。本研究は、**実験**：「原子核変形起因説」に着目し、鍵を握る中性子過剰なランタノイド原子核の質量と β 崩壊のデータ収集を行う。得られた実験データは、**理論**：ニューラルネットワーク・深層学習法を組み合わせた理論に投入し、 β 崩壊、質量の系統性と変形に起因した異常性の探索を行う。実験と理論の協力により構築した大規模な原子核データは、**計算**：現実的なr-プロセス環境を考慮にいたれた重元素合成計算に投入する。以上の研究体制の連携をとることにより原子核変形効果に着目したランタノイド元素合成の検証、さらに中性子魔法数と金・白金を含めた総合的な重元素合成の理解を目指す。

【研究の方法】

r-プロセスの定量的な見積もりを行う際に、中性子過剰核の中性子分離エネルギー(質量)、半減期、遅発中性子放出に関する不確定性が大きな障壁となっている。

①原子核実験：大強度重イオン加速器施設RIBFにおいてウラン・白金の核破砕反応を利用し、ランタノイド元素合成に重要な役割を果たす中性子過剰核を生成する(図1-b)。生成した希少原子核の質

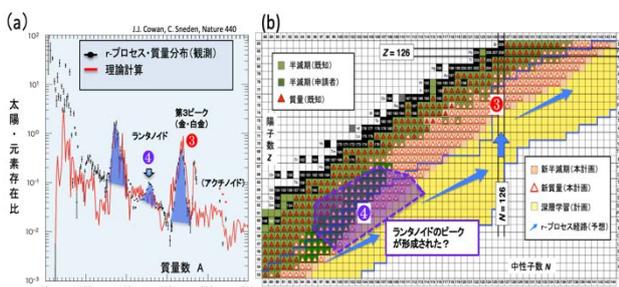


図1 (a) 太陽系の元素存在比, (b) 鍵を握る原子核情報

量、 β 崩壊の情報を効率的に収集するために大型ガスセル装置、 β 崩壊測定装置の導入を行う。

②原子核理論：原子核の振る舞いを考慮に入れた原子核理論に深層学習法を組み込み、新たに得られた実験データの検証、質量、半減期、遅発中性子放出、励起エネルギーの情報から原子核の変形魔法数に関する知見を得る。さらに原子核情報の推定とその不確定性を見積もることにより、未知の原子核領域に拡大した大規模な原子核データの構築を行う。「原子核変形起因説」において想定している変形原子核の異常について調べる。

③計算：ランタノイド、金・白金などの重元素合成量はr-プロセスの強度(電子比 Y_e)に大きく依存する。連星中性子星や超新星爆発の環境を考慮し、構築した大規模原子核データを取り込んだランタノイド元素合成の検証を行う(図2)。

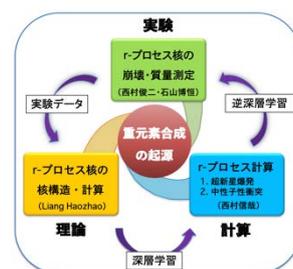


図2 研究体制

【期待される成果と意義】

提案しているランタノイド元素合成の検証は従来の中性子魔法数とは違う切り口となっており、原子核の変形に起因する β 崩壊や中性子分離エネルギーの異常な振る舞いが鍵となる。変形起因説に着目した研究戦略となっているが、かりに変形に起因する原子核の異常性が確認できず、変形起因説を否定する可能性もある。その場合には、「アクチノイド非対称核分裂説」を示唆する結果となり、GW170817における金・白金、ウラン元素合成の間接的な証拠となりえる。ランタノイド元素に加え、金・白金を含めた総合的・定量的な重元素合成研究が期待できる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ [1] R. Surman et al., Phys. Rev. Lett. **79** (1997) 1809.
- ・ [2] S. Goriely et al., Phys. Rev. Lett. **111**, 242502 (2013).

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 146,400千円

【ホームページ等】

<https://ribf.riken.jp/~nishimu/>
nishimu@ribf.riken.jp

【基盤研究(S)】

大区分C



研究課題名 無欠陥ナノ周期構造によるフォノン場制御を用いた高移動度半導体素子

東北大学・流体科学研究所・教授

さむかわ せいじ
寒川 誠二

研究課題番号： 20H05649 研究者番号：30323108

キーワード： 中性粒子ビーム、無欠陥ナノ周期構造、フォノン場制御、フォノン散乱抑制、発熱緩和

【研究の背景・目的】

携帯端末やセンサーなどの情報通信デバイスの高性能化が進み、データ量・通信量の飛躍的な増大が起こっている。この情報爆発に対応するためには、今後も情報処理やデータストレージの大幅な高性能化・省電力化に向けた技術革新が不可欠である。特に半導体集積回路の微細化が進行する中で発熱・放熱の問題が顕著となり、低発熱・低消費エネルギーとなる新構造半導体素子が求められている。電子デバイスのさらなる高速化と発熱の抑制が可能になれば、このような要望に応えることができ、MOS トランジスタのチャネル部におけるキャリアのフォノン散乱を抑制することができれば、本質的に発熱による移動度劣化を起こさないため、2つの要望を同時に満たすことができる。

本提案では、周期的で無欠陥な半導体ナノピラーをマトリックス材料で埋め込んだ複合構造をトランジスタチャネル構造として導入することを提案する。これにより材料やナノピラーサイズ、間隔によってトランジスタチャネル領域でのキャリアのフォノン散乱を抑制し、移動度の劇的な向上と発熱の少ないトランジスタチャネル層が実現可能となる。

【研究の方法】

無欠陥ナノ構造作製技術を用いて、界面ラフネスや欠陥のない超微細サブ 10 nm 周期フォノン結晶ナノピラーを作製して良質なマトリックス材料を埋め込んだ複合材料を作製する技術を確認する。同時に、この複合材料におけるフォノン生成・輸送特性をナノメートルオーダーで検出する技術、エレクトロンおよびフォノンバンドの解析技術の確立を行う。それらを基に、フォノン場やキャリア輸送を自在に制御できる複合材料をチャネル層に採用したトラン

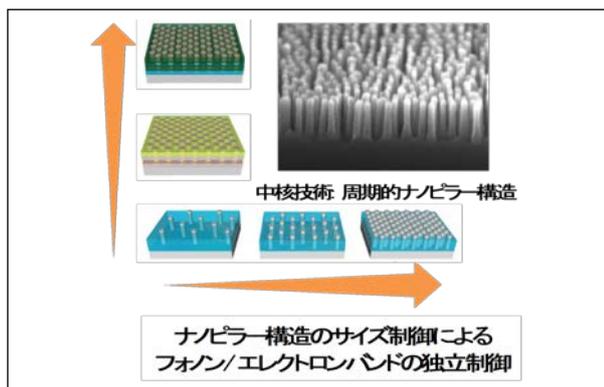


図1 中性粒子ビームによる無欠陥ナノ構造作製技術

ジスタを開発する。

【期待される成果と意義】

これまでにフォノン場制御系における電子輸送を実験的に検討した研究はないため、実験・理論からフォノンバンド・エレクトロンバンド同時制御による電子輸送制御の可能性を探求することは、学術的にも大きな意義があると同時に、新発想の電子デバイスへの可能性を探求する挑戦である。

応用では、高移動度かつ低発熱半導体素子の実現により、計算の高速化が可能になるだけでなく、あらゆる電子機器の省エネルギー化を達成できる。これらにより、エレクトロニクスの飛躍的発展だけでなく、エネルギー・環境問題解決にもつながり、大きな波及効果をもった研究成果が期待される。

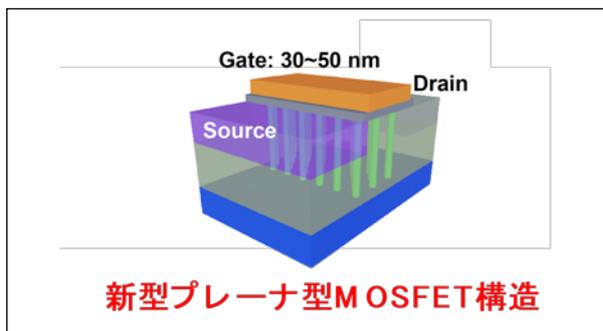


図2 目標とするナノピラー構造含有 MOSFET デバイス

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ K. Endo, S. Samukawa et. al., IEEE Transactions on Electron Devices, Vol. 53,1826 (2006).
- ・ A. Kikuchi, A. Yao, I. Mori, T. Ono and S. Samukawa, J. Appl. Phys. **122** (16), 165302 (2017).
- ・ X. Huang, D. Ohori, R. Yanagisawa, R. Anufriev, S. Samukawa and M. Nomura, ACS Applied Materials & Interfaces **12** (22), 25478(2020).
- ・ T. Harada, T. Aki, D. Ohori, S. Samukawa, T. Ikari and A. Fukuyama, Japanese Journal of Applied Physics 59 (SK), SKKA08 (2020).

【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 150,000千円

【ホームページ等】

<http://www.ifs.tohoku.ac.jp/samukawa/japanese/index.html>



研究課題名 強磁性半導体ルネサンスによる新しいスピン機能材料とデバイスの創出

東京大学・大学院工学系研究科・教授

たなか まさあき
田中 雅明

研究課題番号： 20H05650 研究者番号：30192636

キーワード： 強磁性半導体、スピン、ヘテロ構造、バンド構造、デバイス

【研究の背景・目的】

半導体と磁性体の異なる特長と機能を融合することができれば、磁性体の不揮発性機能を合わせ持つ高速・低消費電力の半導体デバイスを作製することができ、革新的な情報システムの実現が期待される。磁性体と半導体の特長を融合できる新物質として強磁性半導体 (Ferromagnetic Semiconductor; FMS) は最も有望な材料系である。本研究者が実績を挙げってきた(Ga,Mn)As などの Mn 系強磁性半導体のみならず、材料系を大幅に拡張し、Fe を添加した閃亜鉛鉱型 Fe 添加狭ギャップ強磁性半導体の薄膜、量子井戸・ヘテロ構造、ナノ構造を作製し、物性機能を解明・制御して、スピン機能デバイスへ応用展開する。これによってこれまでの強磁性半導体の主な問題点をすべて解決する：1) p 型と n 型の強磁性半導体の両方を実現、2) キュリー温度を室温より上げ、室温強磁性半導体の物性と機能を制御、3) 強磁性発現機構に関する統一的理解を得る。さらに、4) 不揮発性と柔軟な情報処理機能を持つスピントランジスタ、スピン依存バンド構造を用いた量子効果デバイス、トポロジカル状態を用いた機能デバイスなど、低消費電力で動作しかつ革新的な機能デバイスの実現を目指す。

【研究の方法】

- (1) 分子線エピタキシー (MBE) 法による鉄(Fe)系および Mn 系強磁性半導体薄膜の作製
- (2) 強磁性半導体(FMS)超薄膜とヘテロ構造における物性探索と制御、量子効果の検出と制御
- (3) Fe 系および Mn 系 FMS 量子ヘテロ構造の量子化、

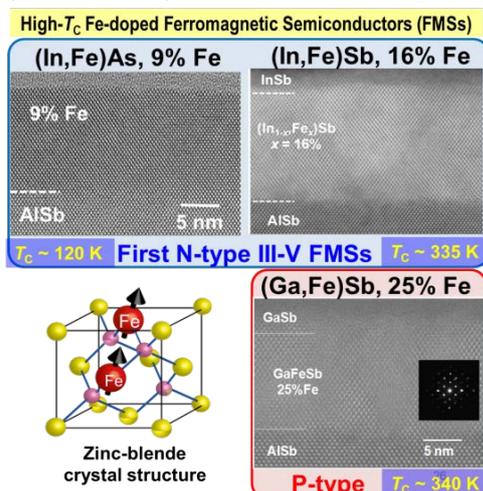


図1 高いキュリー温度(T_C)をもつ Fe 添加 III-V 族強磁性半導体(FMS)

低次元化による巨大スピン物性 (巨大磁気抵抗効果など) の創出と制御

- (4) FMS 量子井戸構造をもつ電界効果トランジスタにおける波動関数制御を用いた磁化制御技術
- (5) 上記実験と共に、理論的な理解を目指した物質設計とデバイス設計
- (6) FMS ヘテロ構造を用いた超低消費電力スピントランジスタの作製と実証

【期待される成果と意義】

本研究により、これまで長年の強磁性半導体における問題点をすべて解決する：すなわち、1) p 型と n 型の強磁性半導体を両方実現する。2) キュリー温度 T_C を室温より上げ、室温で強磁性を示す半導体を実現し、物性機能を最適化、高度化する。3) 強磁性の起源に関する統一的理解と物質設計指針を確立する。さらに 4) 不揮発性と柔軟な情報処理機能を持つスピントランジスタ、スピン依存バンド構造を用いた量子効果デバイス、トポロジカル状態を用いた機能デバイスなど、低消費電力で動作しかつ革新的な高機能デバイスを実現する。強磁性半導体を中心とする材料開発 (”強磁性半導体のルネサンス”を起こすこと) によって、将来の情報技術であるニューロモルフィック・コンピューティング (NC)、モノのインターネット化 (IoT)、人工知能 (AI) に適したデバイスの基盤技術を創ることが期待できる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- K. Takiguchi, L. D. Anh, T. Chiba, T. Koyama, D. Chiba, M. Tanaka, "Giant gate-controlled proximity magnetoresistance in semiconductor-based ferromagnetic/nonmagnetic bilayers", *Nature Physics* **15**, 1134 (2019).
- M. Jiang, H. Asahara, S. Sato, T. Kanaki, H. Yamasaki, S. Ohya, and M. Tanaka, "Efficient full spin-orbit torque switching in a single layer of a perpendicularly magnetized single-crystalline ferromagnet", *Nature Commun.* **10**, 2590 (2019).
- N. T. Tu, P. N. Hai, L. D. Anh, and M. Tanaka, "Heavily Fe-doped n-type ferromagnetic semiconductor (In,Fe)Sb with high Curie temperature and large magnetic anisotropy", *Appl. Phys. Express* **12**, 103004 (2019).

【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 151,800千円

【ホームページ等】

<http://www.cryst.t.u-tokyo.ac.jp/>

【基盤研究(S)】 大区分C



研究課題名 医工学利用に向けた超高感度電子鼻

東京大学・大学院工学系研究科・教授

たばた ひとし
田畑 仁

研究課題番号： 20H05651 研究者番号：00263319

キーワード： 電子鼻、生体ガス、タンデム型ガスセンサ、嗅診、確率共鳴

【研究の背景・目的】

体ガスと健康状態との関係は、古くは嗅診とよばれ医師の感覚や経験に依存し、数値化・客観評価が困難なため本格的な医工学応用が未踏領域であった。

現在医療機関等では、血液やリンパ液、髄液等の生体サンプルを採取して、健康状態の確認や病気の診断を実施している。しかしこれらの生体サンプルは、採取に人体への侵襲や感染リスク、精神的な負担が伴うため、簡便で手軽な非侵襲計測の実現が喫緊の課題となっている。これに対し生体ガス(呼吸、皮膚ガス)は採取が容易で非侵襲で逐次計測が可能であり、個人のリアルタイムなヘルスコンディション、生化学・病態情報を内包している。特に皮膚ガスは(血液由来の情報を含み)無意識に常時皮膚表面から放出されているため、呼吸のように吹きかける動作も必要ない。しかし皮膚ガス計測に必要な ppb (10 億分の 1) さらには ppt (1 兆分の 1) オーダの超高感度な計測機構を有し、ウェアラブル(小型)で繰り返し計測可能な皮膚ガス計測デバイスは現存していない。

本研究では“健康状態/病態と体ガス相関における学術基盤の構築”を目指す。そのための鍵となる技術として、超高感度電子鼻の基盤技術を確立し、常時体調のモニタリングを実現するウェアラブルデバイスとして、皮膚ガスを繰り返し計測可能な小型・超高感度皮膚ガスセンサを実現することを目的としている。

【研究の方法】

本研究では、(1)機能性多孔質材料(ゼオライト)を用いて皮膚ガスを選択的に濃縮すること。(2)濃縮した皮膚ガスをナノ構造制御した半導体式ガスセンサで計測すること。この 2 つの機能を複合した複合機能(タンデム型)ガスセンサにより、1ppb(10 億分の 1)レベルの超高感度化の実現を目指す。加えてさらなる高性能化(ppt (1 兆分の 1))に向け、ガス検出部に 2 層構造(吸着層/検出層)を有する酸化物半導体コア・シェル型ナノロッドや、遺伝子改変したモザイクウイルス鑄型のバイオミネラリゼーションにより自己組織化ナノワイヤを活用する。

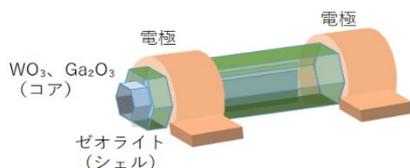


図1 コア-シェル構造ナノロッドによるガス検出

【期待される成果と意義】

複数機能の融合とナノ構造の精密制御、それにより期待される量子効果により高感度化を実現する。

従来の勘と経験から生化学的データに基づく科学的根拠により、早期発見から未病へ、高齢化社会における健康寿命延伸への鍵となる。

(1)高齢者の見守り支援、糖尿病患者・予備軍支援

食事摂取量の極端な低下、認知症患者の食事摂取状況を家族や介護者と共有することで、より適切なケアが可能となる。また糖尿病の診断や経過観察、ケトアシドーシス予防に有効。

(2)各種疾患の予防、病態管理

疾患と密接に関連する皮膚ガスとしてノナナール(肺がん)、メチルメルカプタン(大腸がん)、アセトアルデヒド(食道がん)、一酸化窒素(喘息、気道感染)、アンモニア(肝炎)、水素(腸内フローラ)等が知られている。本申請研究により開発する超高感度皮膚ガスセンサ技術は、これらの病態計測にも極めて有効であると考えられる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Y. Yamada, S. Hiyama, T. Toyooka, S. Takeuchi, K. Itabashi, T. Okubo and H. Tabata, Ultratrace Measurement of Acetone from Skin Using Zeolite: Toward Development of a Wearable Monitor of Fat Metabolism, Anal. Chem., 87(15), 7588-7594 (2015)
- Y. Yamada, S. Hiyama, H. Tabata, Studies on semiconducting gas sensors with WO₃ nanoparticles for skin-emitted acetone detection, IEICE Technical report, 117(101), 9-13 (2017)
- 田畑 仁、生体ゆらぎ物性とエレクトロニクスとの融合、応用物理、86(1)、12-24 (2017)

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 151,200千円

【ホームページ等】

<http://www.bioxide.t.u-tokyo.ac.jp/>
tabata@bioeng.t.u-tokyo.ac.jp

【基盤研究(S)】 大区分C



研究課題名 磁性ナノ粒子のダイナミクス解明が拓く革新的診断治療技術

横浜国立大学・大学院工学研究院・教授

たけむら やすし

竹村 泰司

研究課題番号： 20H05652 研究者番号：30251763

キーワード： 磁性ナノ粒子、磁化ダイナミクス、磁気粒子イメージング、がん温熱治療

【研究の背景・目的】

疾病の早期発見や、患者負担を軽減する治療を実現するための新しい医療技術の開発が常に求められている。本研究では、磁性ナノ粒子を用いる新しい診断治療技術に着目した。

腫瘍等に選択的に集積させた磁性ナノ粒子に体外から交流磁界を印加すると、磁性ナノ粒子自身や、そのなかの磁化が磁界に追従するべく回転する(図1)。この磁性ナノ粒子の応答を体外に設置したコイルへの誘導起電力として検出することが可能である。検出信号を画像化することにより腫瘍等の検出と画像診断を行うのが磁気粒子イメージングである。また、高い周波数の交流磁界を印加すると磁性ナノ粒子が発熱する。この発熱は、がんの温熱治療(ハイパーサーミア)に利用することができる。

交流磁界に対する磁性ナノ粒子の磁化の応答(ダイナミクス)を解明し、実用レベルの新しい診断治療技術を確認することが本研究の目的である。

【研究の方法】

磁性ナノ粒子の2種類の応答(図2)は、交流磁界の周波数などに対する性質が大きく異なる。本研究において開発する計測システムを使用して、この2つの応答を高精度に測定し、磁化ダイナミクスを解明する。磁性ナノ粒子の粒径には分布があり、詳細な測定評価を妨げる要因になっている。磁気分離により特定の粒径群を抽出した磁気分画粒子を使用するこ

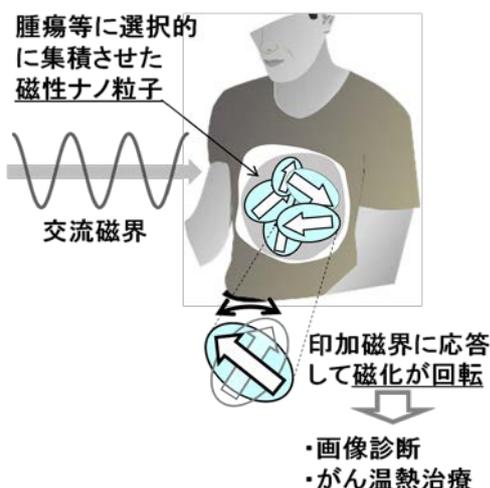


図1 磁性ナノ粒子による画像診断とがん温熱治療

磁化ダイナミクス～粒子回転+磁化回転 =印加磁界に対する磁性ナノ粒子の応答

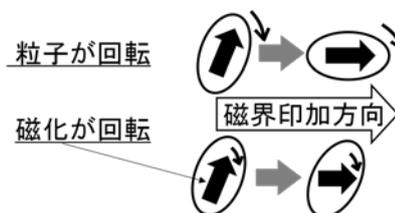


図2 磁性ナノ粒子の応答(磁化ダイナミクス)

と、磁性ナノ粒子の方向をそろえる容易軸配向試料を作製するという独自の手法により解決する。

磁化ダイナミクスの解明により、磁性ナノ粒子の磁気信号及び発熱量が極大となる磁界条件を実験・理論の両面から明らかにする。

【期待される成果と意義】

本研究により、磁性ナノ粒子の画像診断における検出感度及び温熱治療における発熱量を向上させることが期待される。磁気粒子イメージングでは、実用で求められる画像分解能1mmを実現する。またがん温熱治療では、人体サイズのコイルで発生可能なレベルまで磁界強度・周波数を低減させる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Satoshi Ota, Yasushi Takemura, "Characterization of Neel and Brownian relaxations isolated from complex dynamics influenced by dipole interactions in magnetic nanoparticles", The Journal of Physical Chemistry C, Vol. 123, No. 47, pp. 28859-28866, 2019.
- ・ Suko Bagus Trisnanto, Yasushi Takemura, "Modulating relaxation responses of magnetic nanotracers for submillimeter imaging", Applied Physics Letters, Volume 115, Issue 12, 123101, 2019.

【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 151,200千円

【ホームページ等】

<http://www.takemura.ynu.ac.jp/>

【基盤研究(S)】 大区分C



研究課題名 Anomalous 電子によるリライタブル材料強度のナノ力学

京都大学・大学院工学研究科・教授

ひらかた ひろゆき

平方 寛之

研究課題番号： 20H05653 研究者番号：40362454

キーワード： 材料強度、Anomalous 電子、ナノマイクロ材料力学、ナノ力学実験、第一原理解析

【研究の背景・目的】

材料の機械的特性や強度は材料ごとに固有のもの、すなわち素材や組織によって決まる材料定数であり、本質的には変えることができないものと信じられてきた。ところが、研究代表者らは、すべての材料機能発現の根幹である電子に着目し、本来材料が自然に持ち得る電子とは異なる余剰な電子／ホール (Anomalous 電子) を意図的かつ強制的に注入することで、材料の本質的な強度を大きく変化させることを発見した (図1)。

本研究では、Anomalous 電子が原子間結合に干渉することで多様な材料の強度・機械的特性を書き換える根源的なメカニズムを解明して、普遍的な学理を構築することを目的とする。このため、電子量を制御した微小体積試験体への強度実験と量子論的 (第一原理) 解析により、Anomalous 電子による強度変化特性を解明する。さらに、その特異な電子状態を評価し、「電子応力」を抽出する独自理論により、電子的強化機構と法則を解明する。

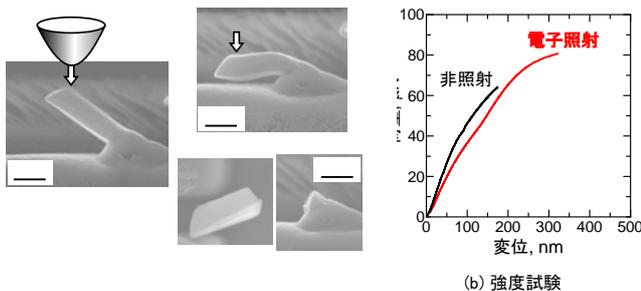


図1 電子が機械的特性に及ぼす影響

【研究の方法】

塑性変形や破壊の素過程は究極的には原子間結合の切断にある。原子間結合強度を直接反映した理想的な強度を評価するため、研究代表者らが行ってきたナノマイクロ構造体に対する強度実験を発展させて、欠陥を極力排除した微小試験体に対する強度実験方法を開発する。さらに、材料中の Anomalous 電子を制御 (注入・保持・吸引) する方法を確立する。これらの方法により、電子を制御した微小試験体に対する各種強度実験を行い、材料強度に及ぼす Anomalous 電子の影響を実証・解明する。

Anomalous 電子による原子間結合状態の遷移とこれに伴う変形機構・破壊モード変化を量子力学的に解析するため、Anomalous 電子注入材の第一原理強度解析を行う。共有結合やイオン結合などの典型材料

に対する解析と個々の電子 (軌道) が受け持つ応力を分解・抽出する独自理論 (電子応力理論) により、Anomalous 電子による強化特性を体系化する。

実験・解析によって得た Anomalous 電子材の強度特性とその電子応力状態解析結果をもとに、強化機構を解明するとともに、Anomalous 電子材の強度に関する力学モデルを構築する。

【期待される成果と意義】

・究極的に微小な粒子である電子/ホールによって巨視的な材料強度を変えうる現象に着目して、この Anomalous (変則的) な現象の機構と法則を解明すること。

・動的な粒子である電子をコントロールすることで、自在に材料強度を書き換えるリライタブル性を提案すること。すなわち、材料を「作る」から機能を「描く」へ材料強度設計に概念的革新をもたらす。

・Anomalous 電子が材料強度に及ぼす影響を解明するための基盤評価技術、すなわち、電子/ホールの注入・評価技術、強度実験方法、電子解析技術、および電子応力理論の概念を確立すること。

・Anomalous 電子の効果は力学特性にとどまらず、電気・磁気特性およびそれらのマルチフィジクス特性に及ぶため、学際的な波及効果を有すること。

これらの実現により、Anomalous 電子による多岐に渡る材料機能設計・創出の新しい学術分野を創ることが期待できる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

・ Hiroyuki Hirakata, Kenta Konishi, Toshiyuki Kondo, Kohji Minoshima, Electron-beam enhanced creep deformation of amorphous silicon nano-cantilever, *Journal of Applied Physics*, Vol. **126**, 105102, 2019.

・ Hiroyuki Hirakata, Kyohei Sano, Takahiro Shimada, Electron-beam irradiation alters bond strength in zinc oxide single crystal, *Applied Physics Letters*, Vol. **116**, 111902, 2020.

【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 154,800千円

【ホームページ等】

<http://msr.me.kyoto-u.ac.jp>

【基盤研究(S)】 大区分C



研究課題名 観測ロケットを用いた極超音速フライトテストベッド の構築と機体推進統合制御の実証

早稲田大学・理工学術院・教授

さとう てつや
佐藤 哲也

研究課題番号： 20H05654 研究者番号：80249937

キーワード： 極超音速機、飛行実験、フライトテストベッド、機体推進統合制御

【研究の背景・目的】

近年、世界的に極超音速機の研究が活発化されている中、我が国では予冷ターボジェットエンジンのシステム実証実験に成功するなど、推進系の開発という面では優位に立っている。一方、我が国には確立された飛行実験手段が存在せず、実飛行環境での機体推進統合形態での実証機会および実験データがほとんどない。

そこで、本研究では、(1)極超音速飛行環境下での機体/推進統合制御技術の実証、(2)我が国独自の自在性の高い飛行試験インフラの開発、(3)航空宇宙輸送分野の研究開発者の育成の3つを目的に掲げ、マッハ5推進風洞実験、飛行実験(HIMICO)を実施する。また、この実験の成功のため、空力、軌道、熱構造、推進に跨がる学際的テーマを数多く含む大型システムを統合する複合最適化技術、外気流との強い干渉を伴う極超音速機の熱防護技術、ロバスト性の高い燃焼器技術、計測技術などを構築する。

【研究の方法】

本研究では、システム研究としての(a)推進風洞実験、(b)飛行実験と付随する学術研究を実施する。

(a)推進風洞実験(図1は、過去に実施したマッハ4でのエンジン燃焼実験(無制御))では、機体/エンジンの相互干渉を評価する。JAXAが保有するラムジェットエンジン試験設備を用い、マッハ5フリージェット条件で実施する。今回は、より厳しい熱環境下で、機体側では操舵翼、エンジン側では可変インテーク、ノズルの形状と燃料流量を同時自動制御する。機体にかかる三分力とエンジン内部の温度、圧力を計測し、飛行実験に必要なデータを取得する。

(b)飛行実験(図2)では、地上で構築した空力、軌道、推進技術、ロバスト誘導制御則の検証として供試体を観測ロケットに搭載し、実飛行環境で機体/推進統合制御実験を行う。推進風洞実験との相違点は、飛行マッハ数、動圧、迎角が非定常的に変化する点であり、本実験により希少な飛行データを取得する。

飛行シーケンスを図2に示す。S-520観測ロケットで高度90kmまで打ち上げ、姿勢制御システム(RCS)によりロケットの姿勢を安定させる。その後、実験機を分離し、動圧が十分に大きくなり次第、空力操舵で機体を引き起こす。滑空しながら、飛行速度、動圧をほぼ一定(Mach 5, 50 kPa)に制御した後、エンジンを作動させ、統合制御を行う。風洞実験、飛行実験で得られたデータは、ロバスト性の高い複合領域最適化理論の妥当性を実証し、研究を加速させる。



図1 マッハ4推進風洞実験

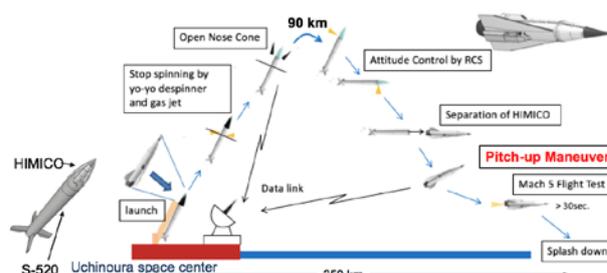


図2 極超音速統合制御実験(HIMICO)

【期待される成果と意義】

期待される成果としては、これまでにない極超音速飛行環境下で機体/エンジンの強い相互干渉を伴う飛行データを獲得することである。また、海外に頼らない自立性、自在性の高い我が国独自の飛行試験インフラを獲得することである。これらの技術は、将来のサブオービタル宇宙機等への適用という点での波及効果もある。

本研究により、我が国の航空宇宙工学分野の研究成果の創出だけでなく、世界を舞台とする熾烈な超超音速機開発競争での躍進となる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・内藤健編著, 最新・未来のエンジン, 朝倉書店, 第II部1 極超音速ターボジェットエンジン(2019).
- ・Sato, T, et al., Program of High Mach Integrated Control Experiment, "HIMICO" using S-520 Sounding Rocket, Transactions of JSASS, Aerospace Technology Japan, to be published.

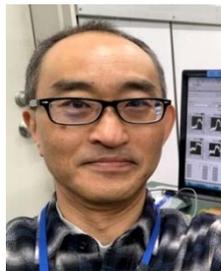
【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 150,600千円

【ホームページ等】

<http://www.waseda.jp/sem-sato/himico/index.html>

【基盤研究(S)】 大区分C



研究課題名 強磁性トンネル接合素子の人工知能応用

産業技術総合研究所・エレクトロニクス・製造領域・総括研究主幹
くぼた ひとし
久保田 均

研究課題番号： 20H05655 研究者番号：30261605

キーワード： 強磁性トンネル接合、人工スピンアイス、ナチュラルコンピューティング

【研究の背景・目的】

現在、インターネットを通してあらゆる物がつながる IoT や画像認識、予測などで人間の能力を上回る人工知能(AI)が急速に普及し市民生活で利用され始めている。そこで行われる高度な情報処理は現在 CMOS 回路をベースとするノイマン型コンピュータとその上に構築されたアルゴリズムが主に担っている。このような情報処理をさらに高度化するためのアプローチの一つとして、ナチュラルコンピューティングが注目されている。ナチュラルコンピューティングは、生命・自然現象に啓発された計算技法であり、これまで分子系、化学反応系を用いた研究例がある。本研究では、強磁性トンネル接合をアレイ状に配列した人工スピンアイスを作製し、ナチュラルコンピューティングに適用する。強磁性トンネル接合は、スピントロニクス分野の代表的なデバイスである磁気抵抗型ランダムアクセスメモリ(MRAM)の中核を担う素子であり、最先端の回路では直径 40 nm 以下と非常に小さく集積性に優れている。また、情報を不揮発に保持できることから省エネルギーでもあり、高性能デバイスとして高いポテンシャルを有している。

【研究の方法】

本研究では、強磁性トンネル接合を用いて人工スピンアイスを形成する。人工スピンアイスとは、人工的なサブミクロンサイズの強磁性体を規則的に配列したもので、隣接する強磁性体の間には静磁気的な相互作用が働く。例えば、図 1 のように楕円形の磁

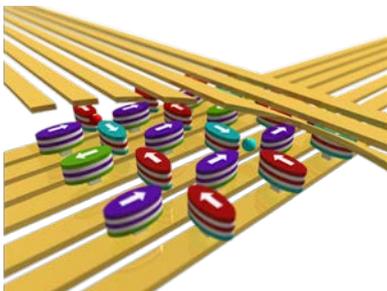


図 1 強磁性トンネル接合を用いた人工スピンアイス

性体が正方格子状に配列した人工スピンアイスでは、磁化の方向に依存して系全体の静磁気的なエネルギーが決まる。多数の磁性体からなる配列の場合には、磁性体の磁化が 2 方向ある楕円の長軸方向のうちどちらを向いてもエネルギー的に不安定になる状態が生じてしまう。これをフラストレーションと呼ぶ。フ

ラストレーションが多数生じているような人工スピンアイスでは、外界からの刺激(入力)に対して敏感に反応(出力)する。この反応が人間の脳内で起こる反応とよく似ているので、人工スピンアイスは自然現象の力を借りて行うナチュラルコンピューティングにとって格好の材料である。このような人工スピンアイスにおける磁気的な状態を理解し、計算に利用するために、本研究ではこれまで自然界にあるスピンアイス結晶を対象として精力的に行われてきた物性物理研究の豊富な知見を取り入れ活用する。

【期待される成果と意義】

本研究を通して残留エントロピー、励起状態であるモノポールのダイナミクスなど人工スピンアイスにおける磁性と計算性能の関係性を解明することができる。また、研究を通して得られた知見に基づき、人工スピンアイスのシミュレーターを設計ツールとして公開し広く利用可能にする。これにより物性物理、物質科学、計算科学の学際領域に新たな研究領域を切り開くことができる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ ナノ磁性体の相互作用を用いたリザーバ計算、野村光、久保田 均、鈴木義茂、日本磁気学会誌まぐね vol. 14, No. 6, 321-328 (2019).
- ・ 強磁性トンネル接合を用いた集積型リザーバ計算モジュール、野村光、久保田 均、鈴木義茂、電気学会誌 Vol. 139, No. 10, 674-678 (2019).

【研究期間と研究経費】

令和 2 年度～6 年度 154,500 千円

【ホームページ等】

<https://unit.aist.go.jp/d-tech/intra/RCECT/index.html>

【基盤研究(S)】 大区分C



研究課題名 宇宙機用次世代ホールスラスト技術の検証と超高速プラズマジェット生成機構の解明

宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所・教授

ふなき いっこう
船木 一幸

研究課題番号： 20H05656 研究者番号：50311171

キーワード： 航空宇宙工学、プラズマ・核融合、宇宙機推進、ホールスラスト、ホローカソード

【研究の背景・目的】

宇宙推進研究の核心は、高速なジェットを生成して宇宙機の軌道変換能力を向上させることにある。ここで着目するホールスラストは、円環状のチャンネルに磁場と電場を印加してプラズマを生成・加速する宇宙機用推進機であり、30km/s までの排気速度を達成可能である。これは地球周辺活動には有効だが、宇宙活動を太陽系内へと拡張するには不十分である。本研究では、火星圏への往復航行や外惑星到達に求められる 40~50km/s の高い排気速度を目指し、過去に実施されたことの無い高い電圧 (1~3kV) と強磁場を印加可能なスラストシステムを実験的に評価して設計最適化を図る。高電圧化することでプラズマ各粒子のエネルギーが上昇し、条件によっては乱流化して排気速度が制約される可能性がある。こうした不安定性物理を解明し、これを乗り越えることでホールスラストの新しい動作領域を開拓し、太陽系を自由に航行可能な時代を実現することを目指す。

【研究の方法】

本研究では、実験的手法により高電圧ホールスラストの排気速度と特性を評価し、排気速度 40~50km/s が可能かどうかを直接的に検証する。目標とする動作領域を従来研究との比較して図1に示した。

本研究では、初の高電圧ホールスラスト実験を行う「初期試験フェーズ」、チャンネルとカソード設計の最適化を行う「設計最適化フェーズ」、最終評価と高排気速度ホールスラストで切り拓く宇宙探査を提示する「最終評価・システム提案フェーズ」の、3ステップにて着実な進展を図る。まず初期試験フェーズでは、高排気速度動作に特化したホールスラストの実験室モデルを製作し、40km/s 以上の高い排気速

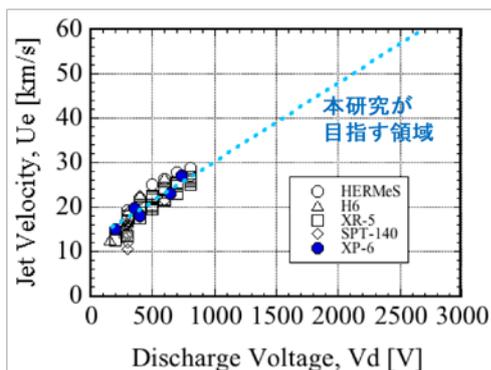


図1 本ホールスラスト研究の位置付け

度が可能であることを実験的に直接検証する。続く最適化フェーズでは、プラズマジェットの排気速度は、動作条件、チャンネル形状や、カソード形態へ依存すると予想されることから、複数の形態で比較検討しながら最適動作点と形状を探る試験を実施して設計最適化を行う。もし排気速度限界があればその物理的解釈をまとめ、推進機の損耗による寿命についても検証する。これらの結果を元に本格的なスラストの設計製作を行い、性能寿命とサブシステム全体の試作評価までを進める。

【期待される成果と意義】

化学エネルギーによらず電気エネルギーを推進剤に投入して高い排気速度を得る宇宙機推進は電気推進またはプラズマ推進と呼ばれ、小惑星探査機「はやぶさ」搭載イオンエンジンでの成功を皮切りに、世界的な広がりを見せている。その一方、イオンエンジンやその他の電気推進の限界も明らかになっており、宇宙推進の根本である「より高密度でより高速なジェットの生成と排気」に立ち返り、新しい領域を切り開く必要があると考えた。本研究は高電圧高排気ジェットの生成により、これまでに無い高い排気速度領域におけるホールスラスト動作に挑戦し、そこでのプラズマ生成と加速の物理を理解し最適化することを目指し、これら成果を基に新ホールスラストを用いた次世代太陽系探査のミッションシナリオを描く。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ I. Funaki, S. Cho, T. Sano, T. Fukatsu, Y. Tashiro, T. Shiiki, Y. Nakamura, H. Watanabe, K. Kubota, Y. Matsunaga and K. Fuchigami, Development of a 6-kW-class Hall Thruster for Geostationary and Interplanetary Missions, Acta Astronautica, 170 (2020) pp.163-171.
- ・ I. Funaki, S. Cho, T. Sano, T. Fukatsu, Y. Tashiro, T. Shiiki, Y. Nakamura, H. Watanabe, K. Kubota, Y. Matsunaga and K. Fuchigami, 1,000-hours Demonstration of a 6-kW Class Hall thruster for All-Electric Propulsion Satellite, Aerospace Technology Japan, 17 (2019) pp.589-595.

【研究期間と研究経費】

令和2年度~6年度 146,500千円

【ホームページ等】

<http://stage.tksc.jaxa.jp/asplab/funaki@isas.jaxa.jp>



研究課題名 非平衡過程の実空間観察手法の転換：TEM による溶液からの核生成過程の解明

北海道大学・低温科学研究所・准教授

きむら ゆうき
木村 勇気

研究課題番号： 20H05657 研究者番号：50449542

キーワード： 核生成、ナノ粒子、透過型電子顕微鏡、その場観察、結晶成長

【研究の背景・目的】

核生成は、原子や分子などが集合して粒子を形成するプロセスで、生成粒子のサイズや数密度、晶癖（形）、結晶構造などを決めるため、そのメカニズムの理解は物質形成において決定的に重要である。例えば、我々が取り扱うテーマだけでも、様々な工業利用における微粒子の合成、貝殻やサンゴなどの生体鉱物の制御機構、宇宙に存在するダストと呼ばれるナノ粒子の生成過程と物質進化、経口投与による薬が溶け残らないようにするための結晶多形制御、気候に関わる雲核の生成などが挙げられる。しかしながら、核生成の物理、化学過程の理解は未だに乏しく、そのために核生成理論も発展途上である。本研究では、「安定核の生成までに何が起きているのか?」、「安定核の生成ルートはどのように決まるのか?」を明らかにするために、溶液中の核生成に影響を与える要因の寄与の程度と物質依存性を解明し、核生成ルートを決めるキーファクターを見つけることを目的とする。

【研究の方法】

水溶液からの核生成の透過型電子顕微鏡“その場”観察実験を軸に、水和層の役割を理解するために、水和層の無いイオン液体溶液と気相からの核生成実験を対照実験として実施する。

水溶液からの核生成の透過型電子顕微鏡“その場”観察実験では、これまでに進めてきた溶液試料を観察できる3つの手法（窓板ホルダー（図1）、溶

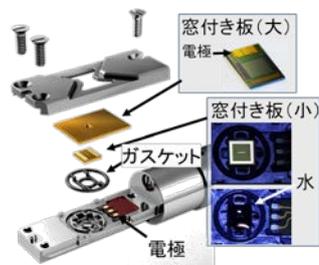


図1 透過型電子顕微鏡に水溶液を導入する3つの手法のうちの一つ。窓付き板2枚の間に溶液を封入する加熱機構付きの窓板ホルダー。中央の切欠き位置にある30 nm厚の非晶質窒化シリコン膜が窓であり、電子線はこの窓を透過して溶液を観察できる。100°Cまでの加熱や観察中に2液を混合できる。

液セル、グラフェン膜)を駆使して、核生成のその場観察実験を行う。透過型電子顕微鏡観察では、結晶の成長速度、形、集合、配列、サイズなどを直接観察でき、加えて電子回折パターンで相同定も同時に行えるため、飛躍的な成果が見込める。ここに、本研究課題で機械学習を用いた新規の非平衡過程の動的観察手法を確立することで、透過型電子顕微鏡を用いた“その場”観察により、溶液から前駆体を経て結晶ができるまでの核生成過程の一部始終を可視化する。

【期待される成果と意義】

本課題では、単に個々の物質や形成条件における成果に留まらず、ナノ粒子の物性の決定や水和層の役割の理解（物質と水の界面エネルギーや界面構造の決定）、粘性の効果、ダイマーの形成といった核生成を支配するキーファクターを理解する点において革新的な基礎科学研究となる。これにより、核生成の理論モデルが構築可能となり、原子や分子から材料を作るボトムアップによるナノ粒子や結晶の生成過程をデザインできる世界の到来が期待される。超新星などで生成する宇宙に存在するナノ粒子の生成プロセスも正しく理解できたり、約半数が難溶性の結晶である薬を溶けやすくするために準安定相を析出させる条件を導出可能になったりと、分野を超えた波及効果が見込まれる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ T. Yamazaki, Y. Kimura, P. G. Vekilov, E. Furukawa, M. Shirai, H. Matsumoto, A. E. S. Van Driessche, K. Tsukamoto, Two types of amorphous protein particles facilitate crystal nucleation, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 114 (2017) 2154-2159.
- ・ Y. Kimura, K. K. Tanaka, T. Nozawa, S. Takeuchi, Y. Inatomi, Pure iron grains are rare in the universe, Science Advances, 3 (2017) e1601992.

【研究期間と研究経費】

令和2年度－6年度 154,900千円

【ホームページ等】

<http://www.lowtem.hokudai.ac.jp/astro/ykimura/index.html>
ykimura@lowtem.hokudai.ac.jp

【基盤研究(S)】
大区分D



研究課題名 地球環境変動・資源生成の真に革新的な統合理論の創成

東京大学・大学院工学系研究科・教授
かとう やすひろ
加藤 泰浩

研究課題番号： 20H05658 研究者番号：40221882
キーワード： 海底鉱物資源、資源探査、グローバル物質循環

【研究の背景・目的】

資源研究のフィールドは、陸から海へと移行しつつある。しかし、海底資源研究は、依然として個別・断片的な成因解明に終始しており、地球システムと資源生成の統合的な描像を描けてはいない。海洋での資源生成およびそれとリンクする環境変動は、様々な元素・物質の全地球スケールでの循環の一側面とみなせる。「なぜ資源がそこにできたのか」という問いに対する答えは、マントルから火山・熱水活動を通じた海洋への元素のインプットと、海洋から海底への元素の沈殿・堆積とその後の海溝への沈み込みによるマントルへのアウトプットを含む「グローバル物質循環」を定量的に解明することで初めて得られる。我々はこれまでの研究により、海洋の70%を占める遠洋域で堆積する「遠洋性粘土」こそが、このグローバル物質循環を解明するキーマテリアルであることを見出した。

そこで本研究では、様々な海域で採取された遠洋性粘土に対して、新たに開発した「化学層序プローブ」を適用することにより、遠洋性粘土に記録された時系列情報をグローバルスケールでマッピングし、地球規模の物質循環のダイナミクスの全容を一気に解明することを目的とする(図1)。

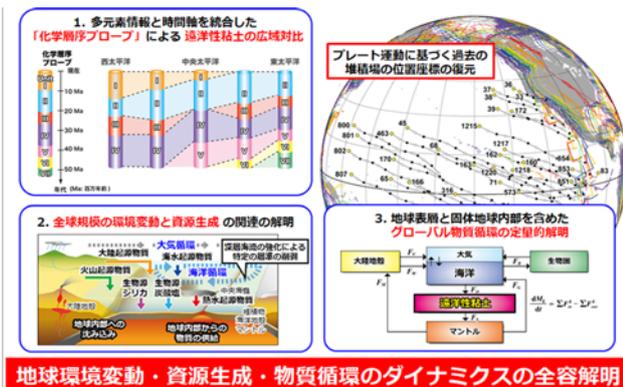


図1 本研究の手法と目的

【研究の方法】

本研究では、多元素情報と年代情報を統合した「化学層序プローブ」により、遠洋性粘土の広域対比・解析を行う。まず、国際深海科学掘削計画(IODP)コアを対象として高精度化学分析を実施し、遠洋性粘土の大規模・高次元地球化学データセットを構築する。次に、Os同位体比とイクチオリス層序を組み合わせることで、遠洋性粘土コアに高精度の時間軸を入れ

る。さらに、様々な海域の遠洋性粘土が持つ全元素情報を対象として、独立成分分析等を用いた高次元データ解析を実施する。これにより、遠洋性粘土の化学組成の時間変化とその原因、さらには堆積層の削剥の記録などを網羅的に把握することができる。

また、得られた遠洋性粘土の全元素情報とその時間変化を組み込んだグローバル物質循環モデルを構築し、大気-海洋系と固体地球の間の物質収支およびそのフラックス変動を定量的に把握する。その一環として有用元素の循環に着目することで、海洋における資源生成メカニズムの全体像を明らかにする。

【期待される成果と意義】

地球表層における様々な元素の収支とそれを支配する因子・プロセスを定量的に明らかにすることで、環境変動と資源生成(有用元素の濃集)の成因的関連の全容が初めて統合的に理解可能となる。これにより、有望な新資源の真に有効な探査指針が得られると期待される。さらに、本研究の対象である遠洋性粘土は、大気-海洋系と固体地球の最も重要なインターフェースでもある。本研究は、このインターフェースの精緻な描像を初めて取得することにより、グローバル物質循環という真に俯瞰的なスケールで、気候変動から火山・マントル活動を含む地球上の諸現象を統合的に説明する理論の創成を目指す。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Kato, Y. et al. "Deep-sea mud in the Pacific Ocean as a potential resource for rare-earth elements." *Nature Geoscience* **4**, 535-539 (2011).
- Takaya, Y. et al. "The tremendous potential of deep-sea mud as a source of rare-earth elements." *Scientific Reports* **8**, 5763 (2018).
- Ohta, J. et al. "Fish proliferation and rare-earth deposition by topographically induced upwelling at the late Eocene cooling event." *Scientific Reports* **10**, 9896 (2020).

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 156,900千円

【ホームページ等】

<http://egeol.geosys.t.u-tokyo.ac.jp/kato>
ykato@sys.t.u-tokyo.ac.jp

【基盤研究(S)】 大区分D



研究課題名 原子スケール局所磁場直接観察手法の開発と磁性材料 界面研究への応用

東京大学・大学院工学系研究科・教授

しばた なおや
柴田 直哉

研究課題番号： 20H05659 研究者番号：10376501

キーワード： 走査型透過電子顕微鏡、電磁場、界面、磁性材料、鉄鋼材料

【研究の背景・目的】

本研究では、研究代表者らが世界で初めて開発に成功した原子分解能磁場フリー電子顕微鏡法をベースとして、磁性材料の局所構造（界面、粒界、表面、転位、点欠陥等）における原子・電子構造と局所電磁場分布の実空間同時観察を実現する新たな原子分解能電子顕微鏡手法を開発する。更に、この手法を磁石材料、スピンドバイス、鉄鋼材料、トポロジカル材料、セラミック材料などの局所界面構造解析に応用することで、原子レベルの局所構造と磁性との相互作用を本質的に明らかにすることを目指す。これにより、局所構造による機能発現メカニズムを本質的に解明し、これまでにない新しい磁性材料設計指針を構築することを目指す。更に、これまで電子顕微鏡による観察が不可能とされてきた原子磁気モーメント、界面磁気構造、電気分極などの直接観察を実現し、最先端計測から磁性材料研究の進展とデバイス応用を強力に牽引し、広く社会・産業界に貢献することを最終的な目的とする。

【研究の方法】

本研究では、研究代表者らが独自開発してきた原子分解能磁場フリー電子顕微鏡を、微分位相コントラスト(DPC) STEM法と高度に融合することにより、超高分解能電磁場定量観察手法の開発を行う。具体的には、多分割型検出器及びピクセル型検出器を用いた電子回折図形の重心定量検出による電磁場定量観察手法開発及び電場・磁場の切り分け手法開発を行うとともに、マルチスライス計算に基づく電磁場

観察理論計算手法を確立し、DPC STEM像から局所電場・磁場を定量的に評価するための基盤技術を確立する。更に、開発した手法を様々な磁性材料界面（希土類磁石、フェライト系磁石、電磁鋼板、スピンドバイス、磁気スキルミオン、酸化物ヘテロ界面等）に応用展開し、局所界面構造による磁性発現メカニズムを解明する。このような研究を通じて、高性能磁性材料開発のための新たな界面設計制御指針の構築を行う。

【期待される成果と意義】

磁性材料における機能特性発現メカニズムを本質的に解明するためには、材料内部の局所構造により誘起された局所電場・磁場構造の解明が不可欠である。これまでの電子顕微鏡による局所構造解析手法では、局所電磁場の原子スケール直接観察は世界的に未踏領域であった。そこで本研究では、原子レベルの局所構造とそれによって誘起された局所電場・磁場の両方の同時計測を可能にする新たな顕微鏡手法を世界に先駆けて開発する。特に、原子スケールの磁場観察は全くの未踏領域であり、顕微鏡学の新たなステージを切り開くことが期待される。更に、本研究では単なる装置・手法開発に留まることなく、一貫通貫に磁性材料界面研究に本開発手法を応用することで、粒界、異相界面、転位、表面等における局所原子構造とその磁性との相関性を本質的に解明し、幅広い磁性材料分野に多大な波及効果をもたらすことを目指す。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ N. Shibata, T. Seki *et al.*, “Atomic resolution electron microscopy in a magnetic field free environment,” *Nature Comm.*, **10**, 2380 (2019).
- ・ N. Shibata, T. Seki *et al.*, “Direct Visualization of Local Electromagnetic Field Structures by Scanning Transmission Electron Microscopy,” *Acc. Chem. Res.*, **50**, 1502-1512 (2017).

【研究期間と研究経費】

令和2年度－6年度 148,300千円

【ホームページ等】

<https://www.saaf.t.u-tokyo.ac.jp/>
shibata@sigma.t.u-tokyo.ac.jp

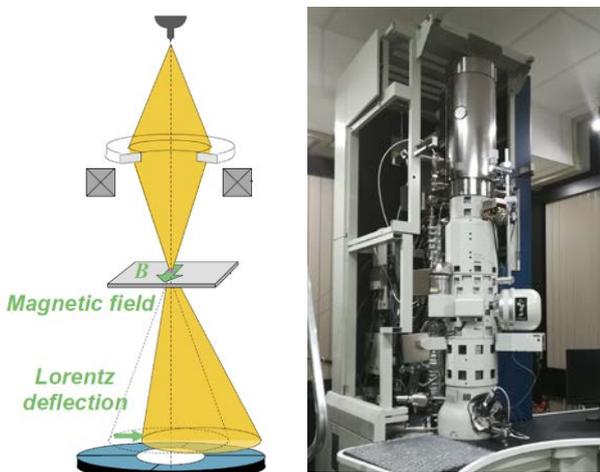


図1 DPC STEM法による磁場観察の模式図
と原子分解能磁場フリー電子顕微鏡



研究課題名 単一分子トランジスタのテラヘルツダイナミクスと量子情報処理技術への展開

東京大学・生産技術研究所・教授

ひらかわ かずひこ

平川 一彦

研究課題番号： 20H05660 研究者番号：10183097

キーワード： 単一分子トランジスタ、テラヘルツ電磁波、量子情報技術

【研究の背景・目的】

近年、単一分子は分子機能をエレクトロニクスに応用できるデバイスとして注目されるとともに、分子振動が量子力学的な機械振動子としての性質を持っており、新しい量子情報処理の媒体となる可能性が検討されている。このような原子スケールの微細なナノ構造中の量子準位や分子振動などの素励起のエネルギーは、おおよそテラヘルツ (THz) 電磁波の光子エネルギーに対応するため、THz 電磁波を用いることにより、ナノ量子構造の物理に関する非常に有用な情報が得られると期待されている。

最近、我々は原子スケールのギャップを有する電極を単一分子に形成し、それらを THz アンテナとして用いることにより、単一分子に THz 電磁波を集光し、単一分子内の励起に由来する極微弱な THz 信号が測定できるようになってきた。ちょうど今、THz 電磁波と極微ナノ構造の相互作用の研究は新しいフェーズに入ったと言えよう。このタイミングを逃さず、極微ナノ構造を舞台として起きる物理を掘り下げるとともに、それらを上手く量子情報処理技術などに応用できないかを検討すべきである。

上記のような背景の下、現在立ち上がりつつある原子スケールの「テラヘルツナノサイエンス」という新しい分野をさらに推進・深化させ、応用への展開可能性を探ることを本研究の目的とする。

【研究の方法】

1) 単一分子のテラヘルツ分光および分子振動と伝導電子の相互作用の解明：分子振動と伝導電子は強く結合しており (Franck-Condon 効果)、THz パルスで分子振動をコヒーレントに制御することにより、電子伝導に量子的な制御を行う基礎を確立するとともに、新しい量子情報処理技術への応用の可能性を探る。

2) 単一分子の核磁気共鳴 (NMR) の抵抗検出と量子情報処理への応用：単一水分子を内包している $\text{H}_2\text{O}@\text{C}_{60}$ 分子を代表例として、フラーレン中に内包された分子や原子の核磁気共鳴を、ナノギャップ電極を用いた抵抗検出で測定し、新しい量子情報を担う媒体としての可能性を探索する。

3) ナノギャップ電極間に生成される超強テラヘルツ電界と電子の相互作用：原子スケールのナノギャップ電極による電場増強効果により「nm 領域・GV/cm オーダーの交流電界」という今までに無い超強電界領域に入ることができ、その中で起きる新規な電子伝導現象を解明する。

4) ナノメカニカルな構造を用いた新規ナノ領域物性検出法の開発：MEMS/NEMS 技術を用いてナノ領域の伝導や THz 分光を高感度に行う新しい技術を開拓する。

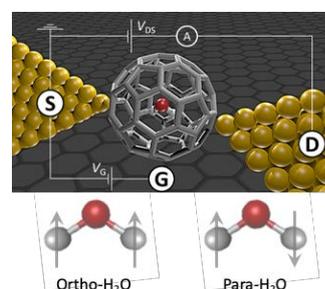


図1 単一分子トランジスタ構造の模式図と単一水分子を内包するフラーレン分子 ($\text{H}_2\text{O}@\text{C}_{60}$)

【期待される成果と意義】

nm オーダーの極微領域の物理と応用は、ちょうど急激に立ち上がろうというフェーズであり、本研究が新しい学問分野が立ち上がる大きな布石となるであろう。さらに、CMOS に代表されるシリコンテクノロジーは、その微細化が限界に近づきつつあり、CMOS を越える新しい素子原理を探索することが急務となっている。

本研究は、電極と分子の持つユニークな物性を合体して、量子情報処理機能など新しい機能を付加したナノデバイスを創出しようという大きな流れの学問的基礎を与えるものである。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ S. Du, K. Yoshida, Y. Zhang, I. Hamada, and K. Hirakawa: "Terahertz dynamics of electron-vibron coupling in single molecules with tunable electrostatic potential", *Nature Photonics*, vol.12, pp. 608-612 (2018).
- ・ K. Yoshida, K. Shibata, and K. Hirakawa: "Terahertz field enhancement and photon-assisted tunneling in single-molecule transistors", *Physical Review Letters*, vol. 115, pp. 138302-1~5 (2015).

【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 146,800千円

【ホームページ等】

<http://thz.iis.u-tokyo.ac.jp>
hirakawa@iis.u-tokyo.ac.jp

【基盤研究(S)】
大区分D



研究課題名 **ダイヤモンド量子ストレージにおける万能量子メディア変換技術の研究**

横浜国立大学・大学院工学研究院・教授
こさか ひでお
小坂 英男

研究課題番号： 20H05661 研究者番号：20361199
キーワード： 量子情報物理、スピントロニクス

【研究の背景・目的】

近年、超伝導量子ビットによる量子コンピュータの開発競争が世界的に本格化しているが、一方で物理的に安全性の保証された暗号通信を可能とする量子インターネットの開発も始まっている。さらに、DNA バンク、ビットコインなどの普及により絶対に漏洩の許されない個人情報の安全な保存に向けた量子ストレージの必要性も急速に高まっている。これらを組み合わせた量子コンピュータネットワークの構築により、分散処理により高速化された分散量子計算、秘匿な入出力が可能な秘匿量子計算、地球規模の重力場望遠鏡、精密地震予測などが可能となる(図1)。その実現には量子コンピュータの心臓部となる超伝導量子ビットとの整合性が高く、長時間量子状態を保持できる大規模な量子ストレージとその量子インターフェース開発が不可欠である。

本研究では、ダイヤモンド窒素空孔中心(NV)の周囲にクラウド状に分布する炭素同位体集団で構成される量子ストレージにおける万能な量子メディア変換技術の確立を目的とする。超伝導量子ビットとの整合性が高く、無磁場下で動作する1Mビット規模の量子ストレージの開発により、量子インターネットで接続された量子コンピュータネットワークによる分散型量子計算や秘匿量子計算などに道を拓き、高度情報化社会に飛躍的進化をもたらす。

【研究の方法】

これまでの研究で、NV近傍の表層炭素を無磁場下で動作する量子メモリーとし、幾何学的量子操作と量子テレポーテーション原理によって光子の量子状態を表層炭素に量子メディア変換する技術を開発した。これに対して本研究では、NV遠方の深層炭素集団を量子ストレージとし、幾何学的デカップリングによる深層炭素の個別量子もつれ生成、単一光子から単一深層炭素への選択的な量子メディア変換、任

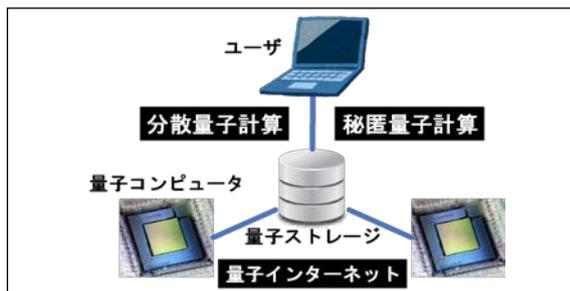


図1 量子ストレージによって量子接続された量子コンピュータネットワークの概念図。

意の深層炭素間の量子もつれ測定、量子符号化によるフォールトトレラント化、NVアンサンブルへの拡張による大規模量子ストレージ化を実現する。

NV中心には欠陥に捕獲された電子とこれに隣接した窒素があり、さらにその周辺に炭素同位体(^{13}C)が電子からの距離に応じて2種類が層状に分布する。これらを量子プロセッサー、量子バッファー、量子メモリー、量子ストレージとして利用し、さらにアンサンブルの利用で大規模化するのが本研究の特徴である(図2)。

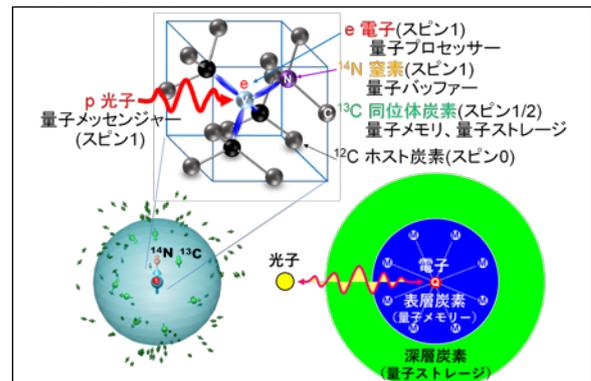


図2 ダイヤモンド中の一つの窒素空孔(NV)中心に付随する電子—表層炭素—深層炭素の階層構造。ハミルトニアン機械学習により、任意の量子操作を可能とする万能な量子メディア変換を行う。

【期待される成果と意義】

完全無磁場下で動作する量子ストレージは超伝導量子ビットとの整合性が高く、量子インターネットで接続された量子コンピュータネットワークによる分散型量子計算や秘匿量子計算などに道を拓く。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Kodai Nagata, Hideo Kosaka*, et.al., "Universal holonomic quantum gates over geometric spin qubits with polarised microwaves", Nature Communications, 9, 3227 (2018).
- ・ Kazuya Tsurumoto, Hideo Kosaka*, et.al., "Quantum teleportation-based state transfer of photon polarization into a carbon spin in diamond", Communications Physics (Nature publishing), 2, 74 (2019).

【研究期間と研究経費】

令和2年度—6年度 150,800千円

【ホームページ等】

<http://kosaka-lab.ynu.ac.jp/>

【基盤研究(S)】

大区分D



研究課題名 位相制御近接場によるハイブリッド極限時空間分光の開拓

横浜国立大学・大学院工学研究院・教授

たけだ じゅん
武田 淳

研究課題番号： 20H05662 研究者番号：60202165

キーワード： テラヘルツ、近接場分光、STM 発光、中赤外パルス

【研究の背景・目的】

極限的な時空間で電子状態や帯電状態を精密制御し、物質の構造や機能を実空間・実時間で自在に操作することは、ナノ科学、材料科学分野にとって最重要課題の1つである。高速化の観点においては、近年、近赤外光パルスのキャリアエンベロープ位相（光電場の位相）を変調することにより、アト秒領域での電子制御が達成された。しかしながら、この手法は、アト秒パルスによる操作や精密に造り込んだナノ構造体によって行われており、現実の多様な物質への適用は難しい。

一方、走査プローブ顕微鏡（SPM）は、物質の多様な現象や機能を高い空間分解能で明らかにする優れた分析ツールとして発展してきた。しかしながら、従来の SPM は時間分解能が低く、エネルギー変換過程などを決定している量子性は見過ごされている。

本研究では、研究代表者等が独自に開発した位相制御テラヘルツ走査トンネル顕微鏡（THz-STM）と STM 発光分光技術を巧みに組み合わせ、原子分解能とフェムト秒の時間分解能でトンネル電流及び発光を検出できる THz-STM 発光分光技術（THz-STL）を構築する。同時に、機能性分子・生体系分子の振動状態をも制御できる中赤外（MIR）近接場を用いた MIR-STM を開発する。そしてこれらを統合し、THz～MIR の周波数帯域において物質の多様な物性を極限の時空間で操作できる“ハイブリッド極限時空間分光技術”を開拓する（図1）。

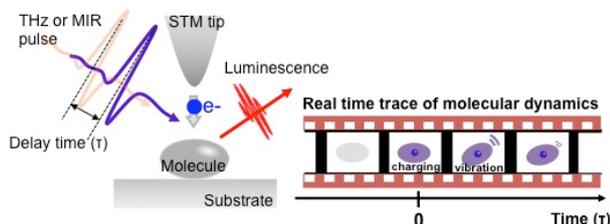


図1 ハイブリッド極限時空間分光の概念図

【研究の方法】

STM 発光分光とは、STM 探針から分子への電荷注入により励起状態を形成し、励起状態からの緩和により得られる微弱発光を検出する分光手法である。位相制御した THz パルスにより電荷注入を超高速に操作することで、超高速時間分解発光測定が可能となり、単一分子の励起状態ダイナミクスが追跡できる。THz 波は強誘電体プリズムと回折格子を用いた

パルス面傾斜法によって発生させ、代表者オリジナルの THz 位相シフタにより任意の位相を付与して THz 波形を制御する。一方、レーザーからの出力を中空光ファイバや非線形結晶を用いて広帯域化し、チャープミラーによりパルス圧縮して 10 フェムト秒程度の超短パルスを発生させる。それを薄い非線形結晶に入射し、差周波発生により位相安定な単一サイクル MIR の発生を行う。これらを統合しハイブリッド化した上で、単一分子の発光寿命計測、生体機能にとって重要な水素結合ネットワークの局所的構造ダイナミクスを追跡し制御する。

【期待される成果と意義】

本研究は、位相制御 THz-STM 発光分光技術を構築し、原子スケールかつフェムト秒の極限時空間で電子輸送及び光学特性を分析・制御できるツールを開発するものである。併せて、MIR 電場駆動の STM を開発し、単分子・単層膜の振動状態ダイナミクスをも追跡・制御できる分光技術に昇華させる。これらは世界に現存しないナノ科学・材料科学・生体科学全般に波及する究極のナノ計測技術となる。

また学術的には、物質科学分野の至上命題である“どこまで微細かつ高速に電子や分子振動を操作して物質の持つ諸物性を量子制御できるのか”の学術的問いへ挑戦するものである。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ K. Yoshioka, I. Katayama, Y. Minami, M. Kitajima, S. Yoshida, H. Shigekawa, and J. Takeda, "Real-space coherent manipulation of electrons in a single tunnel junction by single-cycle terahertz electric fields", *Nature Photon.* **10**, pp. 762-765 (2016).
- ・ K. Yoshioka, I. Katayama, Y. Arashida, A. Ban, Y. Kawada, K. Konishi, H. Takahashi, and J. Takeda, "Tailoring single-cycle near-field in a tunnel junction with carrier-envelope phase-controlled terahertz electric fields", *Nano Lett.* **18**, pp. 5198-5204 (2018).
- ・ H. Mashiko, Y. Chisuga, K. Oguri, H. Masuda, I. Katayama, J. Takeda and H. Gotoh, "Multi-petahertz electron interference in Cr:Al₂O₃ solid-state material", *Nature Commun.* **9**, 1468 (2018).

【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 146,600千円

【ホームページ等】

<http://www.ultrafast.ynu.ac.jp/jun@ynu.ac.jp>



研究課題名 超濃厚電解液の解析・設計構築とその革新的電析技術への応用

京都大学・大学院工学研究科・教授

むらせ くにあき

呂瀬 邦明

研究課題番号： 20H05663 研究者番号：30283633

キーワード： 電析、濃厚電解液、溶液化学、金属錯体、金属組織

【研究の背景・目的】

電解液中の金属イオン種を電気化学的に還元して金属や化合物を得る「電析」は、ものづくりの様々な場面に貢献する要素技術である。研究代表者らは、非常に濃い電解質濃度をもつ電解液を活用する新しい電析技術を提案し、環境調和型3価クロムめっき、新しい電池に向けたアルミニウム析出、太陽電池向けのCu₂O酸化物半導体製膜などで成果を挙げてきた。

超濃厚電解液は、自由な状態の溶媒分子が少ない環境にあり、こういった特殊な環境でのみ安定に生成する金属錯体種が電析挙動や電析物の特性を支配していると考えられるが、詳細が解明されないまま現象論が先行しているのが現状である。

本研究では、金属錯体種の溶液化学的解析や、電析した金属・合金・化合物の組織学的解析や物性解析を通し、電析プロセス全体(図1)を横断的に理解するための基礎知見を得る。電解液中の化学種の平衡関係や、化学種と電析物の相関関係を解明し、実用面で完成度の高い電析物を得るための浴設計に活用するなど、超濃厚電解液のメリットを活かした電析の高度化のために結果を役立てる。

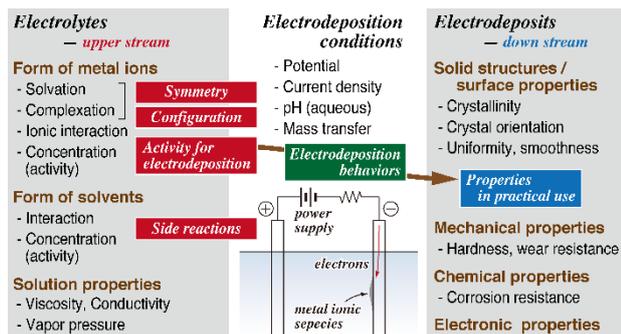


図1 電解液、電析条件、電析物の相関を決める因子

【研究の方法】

研究は、①水和物融体を用いる環境調和型電析、②グライム系DES(深共晶溶媒)を用いるAl電析、③濃厚 α -ヒドロキシ酸水溶液を用いるCu₂O薄膜電析を軸に、溶液化学を専門とする梅林泰宏教授(新潟大学)、ならびに電析金属の組織解析を専門とする中野博昭教授(九州大学)と共同で進める。

溶液中の金属イオン種や溶媒化学種の解析には、振動分光(Raman, FT-IR)、紫外-可視-近赤外分光、核磁気共鳴、質量分析を用いる。スペクトルの多変量解析に加え、分子軌道計算や分子動力学シミュレーションなど、計算化学的手法も併用し、配位環境

や平衡関係を解明する。電析物の組織や形態解析には各種電子顕微鏡法(SEM, TEM, EBSD)を駆使し、同時に皮膜の各種物性も明らかにする。

【期待される成果と意義】

超濃厚溶液は、広く研究されてきた一般的な電解質水溶液ともイオン液体とも異なる新しい溶液系とみなすことができる。電解液、電析条件、電析物のつながりを解明することで、金属析出に適した配位子設計(図2)や、所望する物性をもつ皮膜電析のための浴設計などが可能となる。得られる学理は、次世代の電気めっきや電池といった、社会へ還元できる創造性もち、材料工学の学術の発展に広く貢献する。

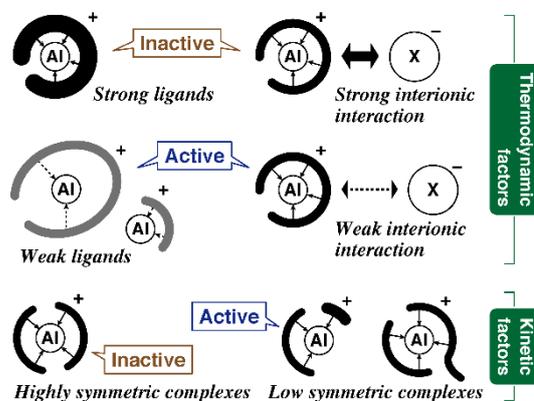


図2 Al電析で想定されるAl錯体と電析性の相関

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ K. Adachi, A. Kitada, K. Fukami, K. Murase, Crystalline Chromium Electroplating with High Current Efficiency Using Chloride Hydrate Melt-based Trivalent Chromium Baths, *Electrochim. Acta*, **338**, 135873/1-8 (2020).
- ・ A. Kitada, K. Nakamura, K. Fukami, K. Murase, Electrochemically Active Species in Aluminum Electrodeposition Baths of AlCl₃/Glyme Solutions, *Electrochim. Acta*, **211**, 561-567 (2016).

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 153,000千円

【ホームページ等】

<http://www.echem.mtl.kyoto-u.ac.jp>



研究課題名 原子層人工ヘテロ構造におけるバレースピ量子光学の 開拓と応用

京都大学・エネルギー理工学研究所・教授

まつだ かずなり

松田 一成

研究課題番号： 20H05664 研究者番号：40311435

キーワード： 原子層物質、量子光学、フォトニクス

【研究の背景・目的】

本研究では、原子層物質科学と量子光学の接点において、光量子情報デバイスに繋がる新たな学術領域である「バレースピ量子光学」を創出することを目指す。近年、急速に研究が進展した単層遷移金属ダイカルコゲナイド (MX_2 : $\text{M}=\text{Mo}, \text{W}, \text{X}=\text{S}, \text{Se}, \text{Te}$) などの新たな原子層物質では、クラマース縮重の破れに起因して、運動量空間でのバレーと電子のスピが結合したバレースピという新たな物理自由度が生じる。これまでの我々の研究によって、バレースピの応用技術であるバレートロンクスにおいて重要な、バレースピ緩和の詳細な物理メカニズム解明とバレースピの外部制御に成功している。これら一連の研究の進展により、バレースピという物理自由度を一つの量子状態として見做して制御する新たな道筋を見出し、その量子状態制御を基礎とした「バレースピ量子光学」という新しい研究への視野が拓けた。

そこで本研究では、これを契機として究極の量子ドットを原子層ヘテロ構造で実現し、光科学・物質科学の接点にある従来の量子光学の枠組みを超えた「バレースピ量子光学」の学理を構築する。更に、それを応用へと橋渡しした「バレースピ量子フォトニクス」という新しい研究へと昇華させることを目的としている。

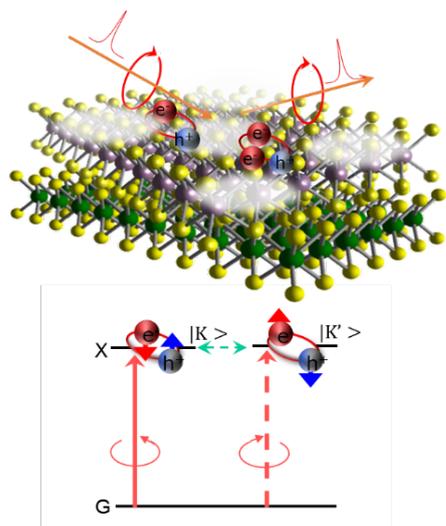


図1 原子層人工ヘテロ構造とそのバレースピ量子システム

【研究の方法】

わずか原子数層からなる原子層物質を積み重ねたヘテロ構造において、モアレなどの新しい形での量子閉じ込めポテンシャルを導入することで、真のゼロ次元（量子二準位系）半導体量子ドットを実現することがわかりつつある。そこで、本研究で提案するバレースピ量子光学の実現に向け、必要とされる要素技術の研究を進める。具体的なアプローチとして、1) 原子層人工ヘテロ量子ドットおよびデバイス作製技術の確立、2) 原子層ヘテロ量子ドットの量子光学現象の開拓、3) バレースピ量子光学に向けた原子層量子ドットの量子制御、4) バレースピ制御を利用した量子情報処理デバイスへの応用、などである。

【期待される成果と意義】

本研究を通してバレースピ自由度のコヒーレンスを長時間維持し、自在な量子制御が可能となれば、量子制御の際の外部との情報インターフェースを有し、また、量子ビット間の相互作用を自在に制御することが可能な、他にはない新しい量子システムを実現しうる。これは、量子演算・暗号通信などの量子デバイス（量子ビット・単一光子源）としての応用への新たな道が拓かれることを意味する。これらバレースピ量子光学を機軸とした研究を通して、学術・応用両面においても新たな研究展開が期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Y. Miyauchi, S. Konabe, F. Wang, W. Zhang, A. Hwang, Y. Hasegawa, L. Zhou, S. Mouri, M. Toh, G. Eda, and K. Matsuda: Evidence for line width and carrier screening effects on excitonic valley relaxation in 2D semiconductors, *Nat. Commun.* **9**, (2018) 2598.
- K. Shinokita, X. Wang, Y. Miyauchi, K. Watanabe, T. Taniguchi, and K. Matsuda: Continuous control and enhancement of excitonic valley polarization in monolayer WSe_2 by electrostatic doping, *Adv. Func. Mater.* **29**, (2019) 1900260.

【研究期間と研究経費】

令和2年度－6年度 151,000千円

【ホームページ等】

<http://www.iae.kyoto-u.ac.jp/conv/matsuda@iae.kyoto-u.jp>

【基盤研究(S)】
大区分D



研究課題名 フェリ磁性スピントロニクス of 学理構築とデバイス展開

京都大学・化学研究所・教授

おの てるお
小野 輝男

研究課題番号： 20H05665 研究者番号：90296749

キーワード： スピントロニクス

【研究の背景・目的】

スピンと電荷の2つの自由度を利用するスピントロニクスは、巨大磁気抵抗効果がハードディスクの読み取りヘッドに利用され、トンネル磁気抵抗効果を利用した不揮発性磁気メモリが開発されるなど、基礎現象の発見がイノベーションに直結する魅力的な研究分野である。

これまでスピントロニクスは強磁性体の磁化を制御することで発展してきたが、強磁性体の2つの特徴である漏れ磁場とギガヘルツ程度の共鳴周波数がスピントロニクスのさらなる発展の障害となっている。漏れ磁場による相互作用は磁気メモリ等の高密度化の障害となり、ギガヘルツの共鳴周波数のためにデバイス動作速度はナノ秒程度に限定されてしまう。このボトルネックを解決するために、漏れ磁場がなく共鳴周波数がテラヘルツ領域にある反強磁性体が注目されている。しかし、反強磁性体は磁場への応答が極めて小さく、研究手段と応用が限定されてしまう。

フェリ磁性体は、2種類の磁気モーメントが反強磁性的に結合しながらも正味の磁化を有する物質である。磁化の大きさは組成や温度で調整可能で、2種類の磁気モーメントが完全に打ち消し合い反強磁性体のように磁化がゼロとなる状況も実現可能である。

研究代表者は、フェリ磁性 GdFeCo 合金が「磁化を持つ反強磁性体として振る舞う」ことを最近見いだした。本研究では、フェリ磁性体の「磁化を持つ反強磁性体」としての振る舞いの普遍性と多様性を明らかにすることで、「フェリ磁性スピントロニクス」という新しい学理を構築し、デバイス応用へ展開することを目的とする。

【研究の方法】

本研究課題の核心をなす学術的「問い」は、フェリ磁性体の新しい側面「磁化を持つ反強磁性体としての振る舞い」は「普遍的なものか?」、そして「革新的デバイス応用へつながるか?」である。

上述の学術的「問い」に答えるために、本研究では、(1)フェリ磁性体の磁化を持つ反強磁性体としての振る舞いの普遍性と多様性を明らかにするとともに、(1)その特徴を活かしたデバイス応用への展開を図ることで、フェリ磁性スピントロニクスの基盤を構築する。具体的には、以下の研究実施項目を設定し遂行する。

(1)フェリ磁性体の磁化を持つ反強磁性体として振る舞いの普遍性と多様性の解明

- (1-1) 角運動量補償温度での磁壁移動速度増大の確認
- (1-2) 角運動量補償温度、磁化補償温度、キュリー温度の関係の普遍性
- (1-3) フェリ磁性体のスピندانピング
- (1-4) 組成変調によるジャロシンスキー守谷相互作用誘起
- (2) 磁化を持つ反強磁性体の特徴を活かしたデバイス応用への展開
 - (2-1) スキルミオンデバイスへの展開
 - (2-2) テラヘルツスピントロニクスへの展開
 - (2-3) 反強磁性スピン波の偏光制御とスピン波磁壁移動

【期待される成果と意義】

フェリ磁性体特有のスピンドYNAMICS (強磁性体のように磁場で誘起できるが、その周波数は反強磁性体と同様のテラヘルツ領域) の普遍性と多様性が明らかとなる。さらに、その特徴を活かしたフェリ磁性スピントロニクスデバイスの基盤技術が構築される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Takaya Okuno et al., “Spin-transfer torques for domain wall motion in antiferromagnetically coupled ferrimagnets”, Nature Electronics 2, 389 (2019).
- ・ Duck-Ho Kim et al., “Bulk Dzyaloshinskii–Moriya interaction in amorphous ferrimagnetic alloys”, Nature Materials 18, 685 (2019).
- ・ Yuushou Hirata et al., “Vanishing skyrmion Hall effect at the angular momentum compensation temperature of a ferrimagnet”, Nature Nanotechnology 14, 232 (2019).
- ・ K.-J. Kim et al., “Fast Domain Wall Motion in the Vicinity of the Angular Momentum Compensation Temperature of Ferrimagnets”, Nature Materials 16, 1187 (2017).

【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 153,200千円

【ホームページ等】

<https://www.scl.kyoto-u.ac.jp/~onoweb/>

【基盤研究(S)】
大区分D



研究課題名 情報熱力学的スピントロニクス of 創成

大阪大学・大学院基礎工学研究科・教授
すずき よししげ
鈴木 義茂

研究課題番号： 20H05666 研究者番号：50344437
キーワード： 磁気スキルミオン、情報熱力学、スピントロニクス

【研究の背景・目的】

これまで、「スピン流」の生成と制御・変換に注力してきたスピントロニクス分野に「情報流(正確には移動エントロピーと呼ばれる)」の概念を導入し、スピントロニクスで扱う電子スピン系(主に強磁性体)における情報熱力学の学理を構築するとともに、より省エネルギーで知的な情報デバイス・システムを構築する基礎を確立する(図1参照)。

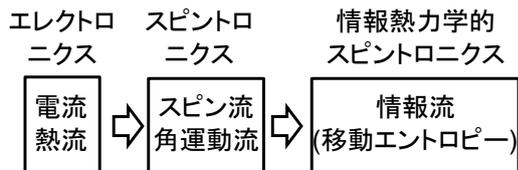


図1 スピン流から情報流(移動エントロピー)を扱うスピントロニクスへのパラダイムシフト。

【研究の方法】

具体的には磁気スキルミオンの熱運動(図2参照)を利用した情報熱機関を実現し、情報熱力学的に見たスピントロニクス素子の性能を明確化するとともに情報熱機関に必要な低消費エネルギーで高感度なセンシング技術を追及する。さらに、これらの応用として超低消費エネルギースピントロニクス計算機の動作を実証する。(図3参照)

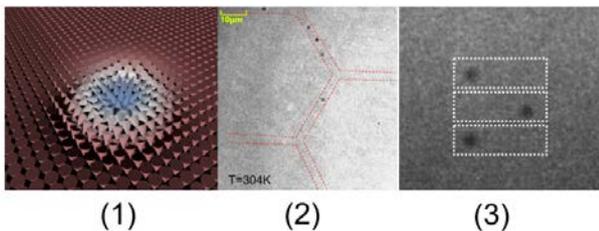


図2 (1) 磁気スキルミオンの磁気構造の模式図。小さな円錐形の頂点は薄膜中の磁化の向き(N極の向き)を示している。(2)局所的なポテンシャル制御を用いて作ったスキルミオンチャネル。スキルミオンはトラップされることなくスムーズに三叉路をブラウン運動により通り抜ける。(3)長方形の井戸に入ったスキルミオン間の相互作用。スキルミオンは等価なエネルギー状態間を熱的に振動する。

【期待される成果と意義】

スピントロニクスの学理と技術を拡張・発展させることによって生物系が行っているのと同程度のエネルギー効率をもち、かつ、ヒトの脳と同程度の情報処理を行うことができるIT機器を実現することが原理的に可能であるかとの「問い」に答えることが本研究の成果となる。

本研究では単に情報熱力学をスピントロニクスに適用するのではなく、情報熱力学を指導原理として、熱力学的限界に迫る素子とシステムを作り出す点に工学的な意義がある。

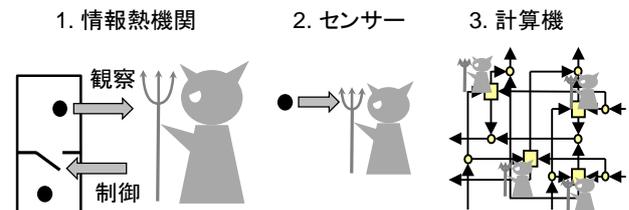


図3 情報熱力学的スピントロニクスの3つの研究開発要素。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- [1] “Skyrmion Brownian circuit implemented in continuous ferromagnetic thin film”, Yuma Jibiki, Minori Goto, Eiiti Tamura, Jaehun Cho, Soma Miki, Ryo Ishikawa, Hikaru Nomura, Titiksha Srivastava, Willy Lim, Stephane Auffret, Claire Baraduc, Helene Bea, and Yoshishige Suzuki, Applied Physics Letters, 117, 082402 (2020).
- [2] “Theory of Skyrmionic Diffusion: Hidden Diffusion Coefficients and Breathing Diffusion”, E. Tamura, Y. Suzuki, arXiv : 1907.06926.

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 147,400千円

【ホームページ等】

<http://suzukilab.jp.org/>

【基盤研究(S)】 大区分D



研究課題名 ポジトロン断層法の物理限界を克服する全ガンマ線イメージング法の開発

量子科学技術研究開発機構・放射線医学総合研究所・グループリーダー

やまや たいが
山谷 泰賀

研究課題番号： 20H05667 研究者番号：40392245

キーワード： ポジトロン断層法、PET、コンプトンカメラ、SPECT、核医学、シンチレータ

【研究の背景・目的】

微弱な放射性核種で目印した検査薬を投与して行うポジトロン断層法（PET）は、糖代謝をはじめ機能画像診断法のゴールドスタンダードとなっているが（図1）、実はごく一部の放射線だけしか活用できていない。そこで本研究では、計測可能なすべての放射線を診断に使う「全ガンマ線イメージング」へのパラダイムシフトを目指す。具体的には、独自法 whole gamma imaging（WGI）を具現化し、多発性骨髄腫への応用について研究する。



図1 ポジトロン断層法（PET）の概要

【研究の方法】

PETに「コンプトンカメラ」機能を追加するのがWGIの基本コンセプトである。具体的には、PET検出器リングの内側に別の検出器リングを挿入し、内側の検出器リングで散乱（コンプトン散乱）し、外側の検出器リングで止まったγ線を計測する。散乱時に失ったγ線エネルギー情報から逆算して、円錐の表面上に検査薬の位置を特定することができる。これにより、従来PETの放射線検出（511 keV放射線ペアの同時計数）と同時に、他のあらゆるγ線も検出できるようになる。本研究のポイントは以下の通り（図2）。

- 核種：従来の ^{18}F から、909 keV γ線も出す新しいPET核種 ^{89}Zr へシフト。
- 撮像原理：同時計数+コンプトンのハイブリッドイメージング法の開発
- 診断原理：従来の糖代謝から、がん特異性に優れた抗原抗体反応に変革。 ^{89}Zr の約3日間の長い半減期が抗原抗体反応の時間スケールに合致。

コンプトンカメラはPETの物理限界の制約を受けないため、理屈上はPETを超える解像度が実現可能であるが、まだ誰もそれを実証できていない。

【期待される成果と意義】

- PETを超える解像度の909 keV γ線コンプトンカメラ画像化技術の確立。そのためには、エネルギー分解能に優れた新しいシンチレータ（放射線を感じる蛍光体）の開発が必要であり、材料科学研究の進展に寄与。
- PETデータとコンプトンデータを融合した新し画像再構成手法の開発。医用画像工学研究の進展に寄与。
- 多発性骨髄腫の早期診断法の開発を医学出口とし、WGI試作装置によるモデル動物撮像により、提案手法を実証する。

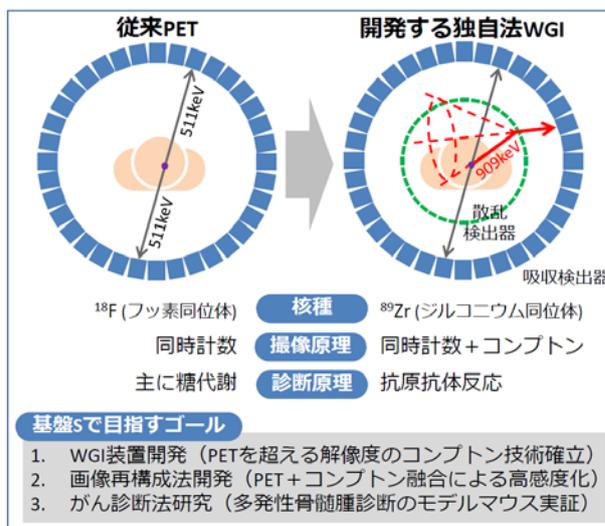


図2 提案する whole gamma imaging (WGI)法の概要

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- T. Yamaya, E. Yoshida, H. Tashima, et al., "Whole gamma imaging (WGI) concept: simulation study of triple-gamma imaging," J. Nucl. Med., vol. 58, no. supplement 1, 152, 2017.
- E. Yoshida, H. Tashima, K. Nagatsu, et al., "Whole gamma imaging: a new concept of PET combined with Compton imaging," Phys. Med. Biol., 65, 125013, 2020.

【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 151,900千円

【ホームページ等】

nirs.qst.go.jp/usr/medical-imaging/ja/study/main.html
yamaya.taiga@qst.go.jp

【基盤研究(S)】
大区分D



研究課題名 完全構造カーボンナノチューブの創製と応用

産業技術総合研究所・材料・化学領域・招聘研究員
かたうら ひろみち
片浦 弘道

研究課題番号： 20H05668 研究者番号：30194757

キーワード： カーボンナノチューブ、構造分離、欠陥修復

【研究の背景・目的】

カーボンナノチューブ (CNT) は、1991 年に多層 CNT が、1993 年には単層 CNT がいずれも日本で発見された。特に単層 CNT は、炭素のみの一原子層からできた直径 1 ナノメートル程度の筒状物質であり、優れた物理的・電気的特性が理論的に予測され、電子デバイスをはじめ様々な分野での応用が期待されている。これを実現するため、多様な構造の混合物として合成される CNT を、精密に構造分離する研究が進められ、現在我々は、20 種類以上の半導体型 CNT を自動で精密分離する事が可能になっている。大量 CNT 合成法と組み合わせることで、構造が制御された単層 CNT を容易に得ることが可能となったが、まだ実用化に至る十分な性能が得られていない。その原因の一つが「欠陥」であることが近年明らかになった。単層 CNT は、炭素原子が共有結合で結びついたネットワーク (網目) で構成されており、すべての原子が表面に位置する構造を持つ。このネットワークを完璧に構築するのは容易でなく、現在得られる単層 CNT には多数の欠陥が含まれている。本研究課題では、「欠陥」を含まない CNT を創出し、CNT 本来の優れた物性を引き出す事を目的とする。

【研究の方法】

本研究では、カラムに注ぐだけで低欠陥の CNT を分離できる新技術を活用する (図 1 参照)。

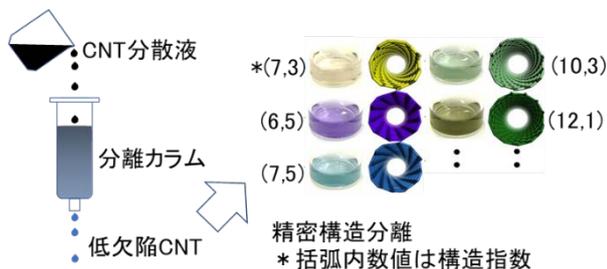


図 1 低欠陥 CNT 分離と構造分離

この技術により、低欠陥の CNT を分取する事が可能になるとともに、原料 CNT の欠陥密度分布を定量的に調べる事が可能である。原料 CNT に対して熱的・化学的な処理を行う事で、欠陥修復がどの程度進化したか精密に調べる事が可能になる。この高感度欠陥検出手法を利用し、これまでは困難であった CNT の欠陥修復に挑戦する。さらにその中から低欠陥のものを選別することにより、完全な構造を持った CNT の実現を目指す。

【期待される成果と意義】

これまで得られた CNT の研究成果は実は欠陥を多く含む CNT に対してのものであった。欠陥を解消する事により、CNT 本来の驚くべき物性を引き出す事が可能になると考えられ、電子デバイスをはじめとした急速な応用展開が期待される。特に、生体透過性が高い近赤外域の高発光効率蛍光材料として、生体造影による病理研究などの応用も期待できる。

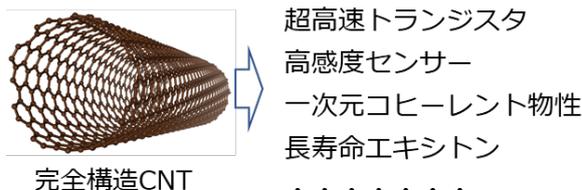


図 2 完全構造 CNT による研究・応用展開

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Y. Yomogida *et al.* “Industrial-scale separation of high-purity single-chirality single-wall carbon nanotubes for biological imaging”, *Nat. Commun.* **7**, 12056 (2016).
- ・ X. Wei *et al.* “Experimental determination of excitonic band structures of single-walled carbon nanotubes using circular dichroism spectra”, *Nat. Commun.* **7**, 12899 (2016).
- ・ H. Liu *et al.* “Large-scale single-chirality separation of single-wall carbon nanotubes by simple gel chromatography”, *Nat. Commun.* **2**, 309 (2011).

【研究期間と研究経費】

令和 2 年度～6 年度 151,300 千円

【ホームページ等】

<https://staff.aist.go.jp/h-kataura/Kiban-S-2020.html>
h-kataura@aist.go.jp

【基盤研究(S)】
大区分D

研究課題名 ニューロフォトニクス創成による脳機能の創発原理の探究



自然科学研究機構・生命創成探究センター・教授

ねもと ともみ
根本 知己

研究課題番号： 20H05669 研究者番号：50291084

キーワード： バイオイメージング、脳神経科学、高機能レーザー

【研究の背景・目的】

「我々の精神活動がどのような神経細胞集団的な活動により実現されているか」を理解したいという問いは、多くの人々を魅了して止まない。即ち、脳の機能の創発原理・作動原理の理解のためには、生きたままの状態 (*in vivo*) で、局所的な神経回路機能とその実体である神経活動の細胞間の伝搬や同期状態を明らかにすることが重要となる。しかし分子・細胞レベルにおいては神経シナプスにおける情報伝達は確率的に生じる一方で、局所神経回路の機能にはネットワーク的な同期性をもった集団活動が不可欠であるとも考えられている。この乖離を越えて真に脳の機能の創発原理・作動原理を理解するためには、神経細胞集団の活動を直接的に可視化し、伝達過程をありのままに定量的に解析することが不可欠である。

【研究の方法】

研究代表者が世界的に牽引し、生体脳・神経系の機能計測に使用している *in vivo* 2光子励起顕微鏡を基盤とし、さらに、波長可変な高出力小型レーザー光源や、補償光学、第2次高調波発生などの光学技術を活用し、生体組織深部で非侵襲的な生体分子の検出や細胞の微細形態の観察を実現する世界初の高速超解像光イメージングを実現する。

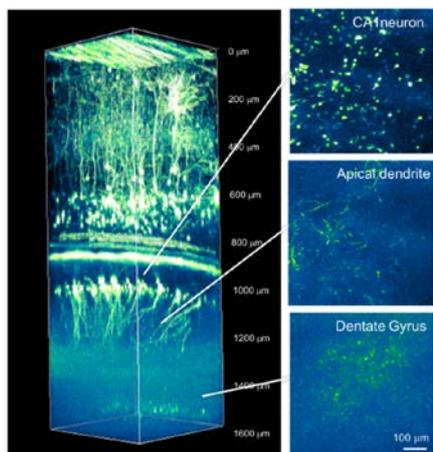


図1 マウス生体脳 *in vivo* 可視化

この革新的な顕微鏡を用いて、マウス生体脳の深部において「ありのまま」の状態、同期的な神経細胞の集団活動や神経伝達物質の開口放出を高精度で可視解析する。さらに、3次元的な神経細胞の微細形態の変化や開口放出の動態をリアルタイムで追跡し、神経細胞・グリア細胞の相互作用による情報伝達機構や脳機能の創発原理の理解へとつなげていく。

【期待される成果と意義】

研究開発する斬新な顕微鏡法により得られる多元

的な神経細胞の応答や同期的な集団活動の変化の解析から、脳内の情報伝達の本質を理解していく。特に、生きた臓器深部での生体分子動態の超解像イメージングが可能とし、神経伝達の本質—シナプス前終末での開口放出関連分子の集積や神経伝達物質自体の放出の検出、シナプス後部での応答を、生きた脳内の神経回路を損なうことなく可視化し解析することが実現できる。加えて、光活性化や薬剤の局所投与を併用することにより精神疾患や糖尿病等の分泌疾患解明、治療にむけた方途を開拓する。

以上のように、本研究課題の推進する新規「ニュー

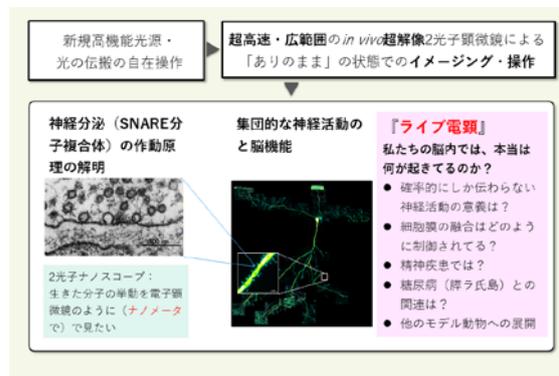


図2 ニューロフォトニクスの目指す内容

「ニューロフォトニクス」は、生体深部イメージングの高度化により、光による生理機能の制御や光細胞治療などのライフサイエンスのイノベーションに資するものである。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ M. Inoue, *et al.*, “Rational engineering of XCaMPs, a multicolor GECI suite for *in vivo* imaging of complex brain circuit dynamics”, *Cell*, **177**:1346-1360.e24 (2019)
- ・ K. Yamaguchi, *et al.*, “*In vivo* two-photon microscopic observation and ablation in deeper brain regions realized by modifications of excitation beam diameter and immersion liquid”, *PLoS ONE*, (2020)

【研究期間と研究経費】

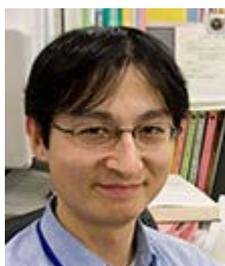
令和2年度—6年度 153,800千円

【ホームページ等】

<https://www.nips.ac.jp/bp/>

【基盤研究(S)】

大区分D



研究課題名 極限単一アト秒パルス分光法で拓くペタヘルツスケール光物性

NTT物性科学基礎研究所・量子光物性研究部・主幹研究員

おぐり かつや
小栗 克弥

研究課題番号： 20H05670 研究者番号：10374068

キーワード： ペタヘルツエレクトロニクス、アト秒科学、光波駆動現象、層状二次元結晶

【研究の背景・目的】

21世紀初頭に発明されたアト秒光源技術、光格子時計技術、そして光位相安定化技術という3つの革新的光技術は、光を、時間領域において 10^{-18} 秒スケールで計測すると共に、周波数領域において 10^{-18} 精度で制御可能な振動電界として取り扱うことを可能にした。光は、もはやエネルギーの塊ではなく、1ペタヘルツ(PHz: 10^{15} Hz)に迫る極めて高い周波数を有し、精密にエン지니어リングが可能な電磁波、すなわち“ペタヘルツ(PHz)波”として再定義できる。この光のパラダイム転換を積極的に活用し、従来の光技術・光科学において、あまりに高い振動数のため無視されてきた光の“電界振動”と固体電子系の“応答”に着目して、新しい物性現象と光-電子機能を創出することが本研究の狙いである。

そのために、本研究では、PHz波の1周期に相当する $100\text{ as} \sim 10\text{ fs}$ 程度の時間スケール(PHzスケール)において、分極、スピン、パレーといった固体電子系の基本自由度が光波電界と相互作用することに由来するアト秒領域における非平衡電子系のコヒーレント応答とその最初期緩和ダイナミクスを明らかにする。その方法論を実験・理論の両面から開拓し、“PHzスケール光物性”という新しい学問領域を切り拓くことを目指す。

【研究の方法】

本研究では、(i)極限単一アト秒分光プラットフォームの開発と物性計測、(ii)高品質二次元結晶など材料作製・評価・プロセス、(iii)第一原理計算・実時間量子シミュレーション、の3要素技術を組み合わせることにより、特異なバンド構造、スピン物性、バンドトポロジーが発現する半導体・磁性体・トポロジカル

絶縁体における光波電界-固体電子系相互作用ダイナミクスを明らかにし、PHzスケールの固体物性を開拓する(図1)。そのために、我々がこれまで開発してきたアト秒時間分解吸収分光・反射分光・角度分解光電子分光(ARPES)技術をベースに、MHz級高繰返し化、高計測感度化、波数空間マッピング、スピン計測といったこれまでにない独自のアト秒時間分解分光技術を開発する。新規分光技術の開発と並行して、グラフェン、遷移金属ダイカルコゲナイトからトポロジカル絶縁体まで広くカバーする二次元結晶・異種材料ヘテロ構造作製の高品質化・大面積化を追求し、材料の多様性に由来する新奇PHzスケール物性を探索する。そして、固体からの高次高調波発生過程など実験を良く再現する結果が得られている時間依存密度行列法(TD-DM)法のスピン自由度記述への拡張など、光波電界-固体電子系相互作用における第一原理計算・実時間量子シミュレーション技法を発展させる。以上のように、計測、材料、理論の3方向からアプローチし、PHzスケール光物性の枠組みを創出する。

【期待される成果と意義】

本研究により、従来の固体光物性で仮定されている包絡線近似や回転波近似といった光波の振幅のみを取り扱う近似の枠組みを超え、振動電界を直接取り扱う、すなわち、振幅と位相の両方を制御ノブとするPHzスケール光物性の学理を、多様な物質群において構築する。これにより、PHz波の極限高速電子操作に基づく新しい光機能の基本原則へと展開し、既存デバイスの応答限界を超えた抜本的高速化へのブレークスルーに繋げる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ K. Oguri, H. Mashiko, T. Ogawa, Y. Hanada, H. Nakano, and H. Gotoh, “Sub-50-as isolated extreme ultraviolet continua generated by 1.6-cycle near-infrared pulse combined with double optical gating scheme,” Appl. Phys. Lett. 112, 181105 (2018).
- ・ H. Mashiko, K. Oguri, T. Yamaguchi, A. Suda, and H. Gotoh “Petahertz optical drive with wide-bandgap semiconductor,” Nature Physics 12, 741 (2016).

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 154,900千円

【ホームページ等】

http://www.brl.ntt.co.jp/J/group_010/group_010.html

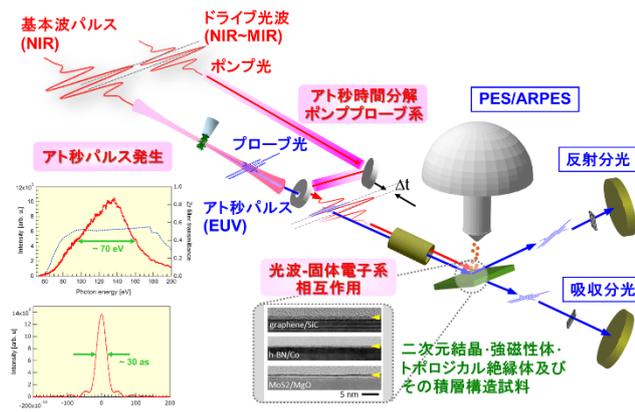


図1 極限単一アト秒分光プラットフォーム

【基盤研究(S)】

大区分E



研究課題名 超触媒を利用した窒素分子からの革新的分子変換反応の開発

東京大学・大学院工学系研究科・教授

にしばやし よしあき

西林 仁昭

研究課題番号： 20H05671 研究者番号：40282579

キーワード： 窒素分子、アンモニア、触媒

【研究の背景・目的】

本研究代表者らは、これまでの過去約15年間に渡り取り組んできた触媒的窒素固定反応の開発に関する研究の集大成として、常温常圧の極めて温和な反応条件下で、窒素ガスから水をプロトン源に用いて触媒的にアンモニアを高効率に合成する手法の開発にごく最近に成功した (Y. Ashida, K. Arashiba, K. Nakajima, Y. Nishibayashi, *Nature*, **2019**, 568, 536)。これまでに達成した研究成果を踏まえて、これまでに開発した一連の触媒を超える「超触媒」の開発とこれを利用した反応性が極めて低い窒素分子の革新的な分子変換反応の開発を達成するための基盤的技術に関する知見を得ることが本研究の主目的である。

主目的と平行して、アンモニアを利用する新局面である「アンモニアをエネルギーキャリア」として利用する方法の開発が求められており、アンモニアからエネルギーを取り出す方法の開発にごく最近に成功した (K. Nakajima, H. Toda, K. Sakata, Y. Nishibayashi, *Nature Chemistry*, **2019**, 11, 702)。これまでに達成した研究成果を踏まえて、これまでに開発した一連の触媒を超える「超触媒」の開発とこれを利用したアンモニア分解反応の開発を達成するための基盤的技術に関する知見を得ることにも取り組む。

【研究の方法】

上述した様にこれまでに達成した研究成果を踏まえて、①アンモニア合成法の開発と②アンモニア分解法の開発に取り組む。

① アンモニア合成法の開発

本研究代表者らは、カルベン骨格を含むPCP型ピンサー配位子を持つモリブデン錯体が触媒的アンモニア合成反応の有効な触媒として働くことを既に明らかにしている。本触媒反応について詳細な知見を得るために、触媒反応の全ての各段階についてDFT理論計算を行うと同時に、触媒反応中に生成する鍵中間体の単離とその化学量論的及び触媒的な反応性を検討する。一連の検討で得られた知見を触媒設計にフィードバックすることでより効率的にアンモニア合成反応を進行させる新しい分子触媒の開発を試みる。

② アンモニア分解反応の開発

本研究代表者らは、ピピリジン配位子を持つルテニウム錯体が触媒的アンモニア分解反応の有効な触媒として働くことを既に明らかにしている。本触媒反応について詳細な知見を得るために、触媒反応の全ての各段階についてDFT理論計算を行うと同時に、

触媒反応中に生成する鍵中間体の単離とその化学量論的及び触媒的な反応性を検討する。一連の検討で得られた知見を触媒設計にフィードバックすることでより効率的にアンモニア分解反応を進行させる新しい分子触媒の開発を試みる。

【期待される成果と意義】

得られる研究成果は、錯体化学や触媒化学などの直接関連する研究分野に対して大きなブレークスルーを与えることをもちろん、有機化学や有機金属化学などの関連する幅広い研究分野に対しても大きなインパクトを与えることが予想される。また、次世代型アンモニア合成法の開発を実現できれば、学術的な成果に留まらず、工業的にも画期的な手法の開発となり、歴史に残る偉業と成り得る。その波及効果は国内に留まらず、世界的に見ても極めて大きいものになると期待される。



【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Molybdenum-Catalysed Ammonia Production with Samarium Diodide and Alcohols or Water, Y. Ashida, K. Arashiba, K. Nakajima, Y. Nishibayashi, *Nature*, **2019**, 568, 536-540.
- ・ Ruthenium-Catalysed Oxidative Conversion of Ammonia into Dinitrogen, K. Nakajima, H. Toda, K. Sakata, Y. Nishibayashi, *Nature Chemistry*, **2019**, 11, 702-709.

【研究期間と研究経費】

令和2年度－6年度 153,600千円

【ホームページ等】

<http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/nishiba/>

【基盤研究(S)】

大区分E



研究課題名 ポストナノカーボン科学：ナノ π 空間の精密構造科学

東京大学・大学院理学系研究科・教授

いそべ ひろゆき

磯部 寛之

研究課題番号： 20H05672 研究者番号：30302805

キーワード： ナノカーボン、有機合成化学、物理有機化学、巨大分子、湾曲 π 共役

【研究の背景・目的】

「ナノカーボンの科学」は、フラーレン (1985)、カーボンナノチューブ (1991)、グラフェン (2004) の発見に端を発す。現在、とくに、巨大なナノカーボンであるナノチューブやグラフェンに寄せられる期待が高まっているが、これらの物質には「分子構造が明確になっていない」という大きな問題がある。これらの巨大ナノカーボンは単一の分子性物質ではなく「混合物 (=化学種)」なのである。

本研究は、明確・一義な構造を持つ新しいナノカーボン分子を設計・合成し、その特性解明に基づく機能開拓を目指すものである。「大きく曲がった π 電子系の特性とはなにか？」を根源的な問いに据え、「新分子・新物質創造」によりその解を追い求めるものである。さらにそこで得られた解を、単に化学分野のみでの理解・価値とするのではなく、広く異分野を含めた視野で捉え、「機能性」という価値に読み替えることを目指す。

【研究の方法】

本研究課題では、以下の3項目を検討項目とし、その三つ巴の研究展開により、「分子性ナノカーボンの科学」を飛躍的に発展させる。

① 多様構造の創造。我々がこれまでに遂行してきたナノカーボン分子合成研究の最大の特徴は、「簡便かつ極めて汎用性の高い分子設計法」にある (図1)。例えば我々が開発した「フェナイン = 1,3,5-三置換ベンゼン」を基本要素とする「ジオデシックフェナインフレームワーク (GPF)」という設計により多様なナノカーボン分子を合成する。とくにその基本骨格としては単純な組成をもつ炭化水素を中心とする。

② 基本特性の解明。「新分子の構造解析」を基本とし、ナノカーボン分子の基本特性の解明を行う。現代の構造解析法を広く活用し、理論化学・計算化学手法を合わせた解析を進める。基本的な先端解析法を新奇分子に当てはめることで、新しい理解・深い理解につなげるものである。

③ 機能性への展開。「大きく曲がった π 電子系の特異な基本特性」を機能性へと展開する。ごく最近、我々は「固体内で、 C_{60} 分子が慣性回転する」ことを見出している。1 ナノメートルサイズの球状分子が、固体中、筒状ホスト内で、200 GHz を超える回転周波数で回転するのである。この超高速回転体を利用した機能性分子機械の開発が本項目の検討内容の一例である。

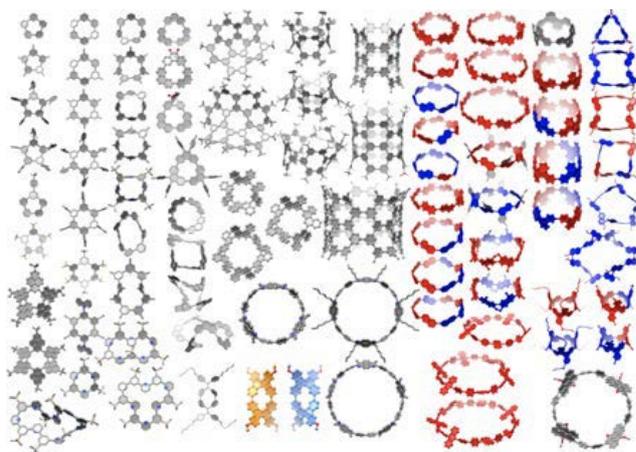


図1. これまでに合成したナノカーボン分子の代表例.

【期待される成果と意義】

カーボンナノチューブ・グラフェンといった巨大なナノカーボン類に対し、明確・一義的な分子構造に基づいた、原子レベル精度の構造論をもたらすことで、新しい特性の発見と理解の深化が望めることは間違いない。本課題終了時には、多様構造の創造・基本特性の解明・機能性への展開という3項目の検討を通して、多種多様な分子構造に基づきナノカーボン分子の特異性・機能性を理解し、以て、次世代の機能物質・材料の設計が可能となるものと考えている。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ "Ratchet-free solid-state inertial rotation of a guest ball in a tight tubular host" Matsuno, T.; Nakai, Y.; Sato, S.; Maniwa, Y.; Isobe, H. *Nat. Commun.* **2018**, *9*, 1907.
- ・ "Finite phenine nanotubes with periodic vacancy defects" Sun, Z.; Ikemoto, K.; Fukunaga, T. M.; Koretsune, T.; Arita, R.; Sato, S.; Isobe, H. *Science* **2019**, *363*, 151-155.

【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 149,800千円

【ホームページ等】

<https://physorg.chem.s.u-tokyo.ac.jp/>
isobe@chem.s.u-tokyo.ac.jp

【基盤研究(S)】
大区分E



研究課題名 孤立分子・孤立軌道の特異性に基づく蓄電材料機能の革新

東京大学・大学院工学系研究科・教授

やまだ あつお
山田 淳夫

研究課題番号： 20H05673 研究者番号：30359690

キーワード： 孤立軌道、孤立分子、蓄電池、電気化学反応、分子動力学計算

【研究の背景・目的】

人類が目指すべき低炭素社会、エネルギー自給自足社会に向けて、再生可能エネルギーの分散利用とその制御技術の重要性が高まっています。本質的に制御不能な再生可能一次エネルギーを電力に変換した上で、需給バランスを最適化し有効利用するために蓄電機能は不可欠です。将来的に建物や住宅レベルでのエネルギー自給自足が確立される際には、蓄電池が移動体用電源としてのみならず、電力需給システムの中核を担う社会インフラとしても広く浸透していくこととなります。

通常、液体や固体の性質はこれらを構成する分子間・電子間の相互作用によって発現します。最近の研究で、周囲との相互作用から隔離された分子や電子を大量に導入することが可能で、これらが非常に特異な性質を示すことや、場合によっては電気を蓄える機能を大幅に改善することが明らかになりました。

本研究では、この新しい現象に着目し、孤立した分子や電子の性質を積極的に制御・活用することで新材料を開発し、蓄電デバイスの飛躍的機能向上を目指します。仕組みの解明には分子や電子の状態を正確にシミュレーションする最先端技術を適用し、材料開発に活かします。

【研究の方法】

エネルギー貯蔵変換に関わる有機電解液、アーク電解液、固体電極材料、及び固液界面において超機能を実現します。具体的には、(1) 電解液中における水分子・有機溶媒分子の孤立化に伴うフロンティア軌道準位の変調を利用した電位窓の拡張、(2) 固体電極中における電子軌道の孤立化に伴う反応電位変調及び電荷貯蔵限界突破を利用した高電圧化・高容量化、(3) 電極/電解液界面の電気二重層における孤立分子生成に伴う誘電率の変調を利用した高密度電荷貯蔵の可能性を追究します。

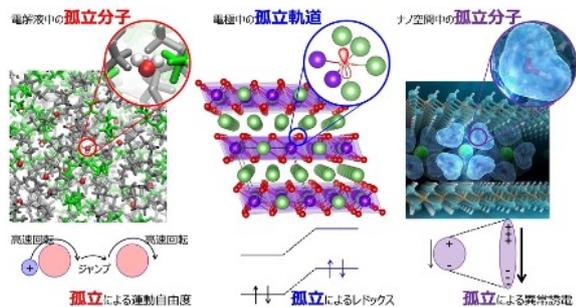


図1 導入される孤立分子・孤立軌道の概念図

【期待される成果と意義】

本研究の最大の特徴は、孤立分子・孤立軌道の大量導入が、溶液濃度制御、合成出発組成といった、きわめて一般的かつ簡便な手法で行われるにもかかわらず、大きく変調されるのが原子や分子の配列構造、ひいては電子状態といった材料物性の本質に関わる部分であるため、物質の基本形態を維持したまま、機能発現が改良レベルをはるかに超えて大きな不連続性を伴う(図2)ことです。すなわち、根底に実現可能性、応用展開性、社会実装性が確固とした前提として存在しつつも、ブレークスルー達成可能性の高い研究戦略であると考えています。

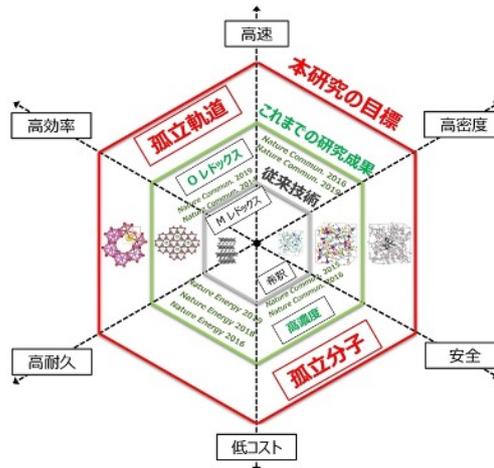


図2 オリジナリティの階層とインパクト。赤線は本研究が追求する機能フロンティア

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Q. Zheng, Y. Yamada, R. Shang, E. Nakamura, A. Yamada, A cyclic phosphate-based battery electrolyte for high-voltage and safe operation, *Nature Energy*, 5, 291-298 (2020)
- ・ T. Sudayama, D. Asakura, X. Shi, B. M. Boisse, E. Watanabe, Y. Harada, M. Nakayama, M. Okubo, A. Yamada, Multibond orbital formation for stable oxygen redox reaction in battery electrodes, *Energy Environ. Sci.*, 13, 1492-1500 (2020)

【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 151,100千円

【ホームページ等】

<http://www.yamada-lab.t.u-tokyo.ac.jp/>



研究課題名 動的な不斉転写に基づく高度な不斉増幅を可能にする動的キラル高分子触媒の開発

京都大学・大学院工学研究科・教授
すぎのめ みちのり
杉野目 道紀

研究課題番号： 20H05674 研究者番号：60252483

キーワード： 不斉合成、キラル触媒、らせん高分子、動的キラリティ、非結合性相互作用

【研究の背景・目的】

触媒の不斉合成は鏡像異性体を触媒によって作り分ける合成方法論であり、新しい医薬品や機能性材料開発の鍵を握っている。この半世紀で選択性や反応多様性の観点から長足の発展を遂げたが、選択性のみならず、触媒効率、再利用性、さらには環境調和性を飛躍的に高めるための新パラダイムが求められている。本研究では、これまでの不斉合成で専ら用いられてきた「非可換キラリティを持つ触媒」に代えて「動的キラリティを持つ触媒」を用いることで、二つの不斉増幅—“弱いキラル相互作用の増幅”と“光学純度の増幅”—を実現し、触媒的不斉合成における新パラダイムを創り出すことを目的としている。

この実現のため、微弱なキラル分子相互作用の自由エネルギー差を巨大な骨格中に集積して、鋭敏にらせん誘起されることが特徴の「動的らせん高分子」を骨格とし、その主鎖上に様々な触媒活性部位を導入したキラル高分子触媒を開発する。容易に入手可能な天然由来の遍在キラル化合物を不斉源とし、「分散力を含む微弱な動的キラル分子相互作用」に基づいた直接不斉転写により左右らせんキラリティの制御を行うことで「弱いキラル相互作用の増幅」を実現する。さらに、この動的らせん高分子骨格特有のMajority-rule 効果を利用して、光学純度（鏡像異性体比）の低い不斉源から高い光学純度の生成物を得る「光学純度の増幅」を実現する。この二つの不斉増幅を掛け合わせることで、低光学純度の遍在キラル化合物を添加するだけで高光学純度の生成物が得られる「自己不斉増幅触媒反応」の開発を進める。

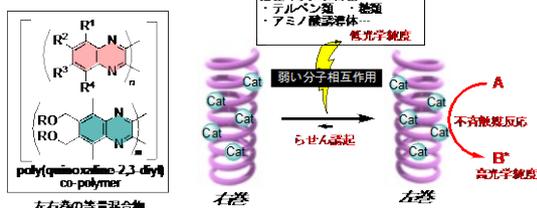


図1 らせん高分子ポリキノキサリンの構造とらせん構造の動的性質を利用したキラリティ可換触媒としての利用

【研究の方法】

既に高選択的キラル触媒として機能することを見出しているらせん高分子ポリキノキサリンを基本骨格とし、動的キラル誘起の最適化と、触媒反応の開発をそれぞれ独立して進め、それぞれにおいて最適化された構造をモジュール的に組み合わせることで、目的とする高分子キラル触媒を開発する。動的らせ

ん誘起を検討するチームと触媒反応開発チームを編成し、前者ではキラル誘起を効果的に行うための高分子構造およびキラル化合物の設計および探索、さらにはらせんの動的性質を制御するための構造の開発を進める。後者においては、従来のキラル触媒では未達成の新規不斉反応の開発を進めるほか、生成物がキラルらせん誘起の効果的なキラルゲストとして働く不斉反応の開発を進める。これらを統合することにより目的とする次世代不斉反応を実現する。

【期待される成果と意義】

「二つの不斉増幅」が可能ならせん高分子触媒の開発により、テルペン類、アミノ酸誘導体、糖誘導体など、「どこにでもある」キラル化合物を不斉源として用いる、新たな触媒的不斉合成システムの実現が期待される。また、このような触媒システムは、物質的な不斉源を用いず、円偏光などの物理的なキラリティを不斉源とする、絶対不斉合成の実現も可能にする。らせん高分子の動的性質と不斉増幅に基づいた、自己不斉増幅触媒反応の開発も、本研究における大きな開発目標である。

本研究は動的らせん高分子の特性を触媒化学に活かそうとする研究計画であるが、本研究を通じて得られた成果は有機合成分野に留まらず、円偏光発光などの機能材料開発、さらには地球上のホモキラリティ発現の起源解明など、多くの研究分野に新しい素材や概念を提供するものとなることが期待される。

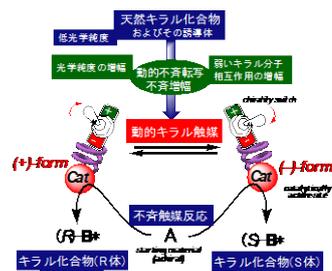


図2 不斉増幅を特徴とする次世代不斉触媒反応の概念図

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Nagata, Y.; Takeda, R.; Sugiyome, M., *ACS Central Science* **2019**, *5*, 1235-1240.
- ・ Yamamoto, T.; Murakami, R.; Komatsu, S.; Sugiyome, M., *J. Am. Chem. Soc.* **2018**, *140*, 3867-3870.

【研究期間と研究経費】

令和2年度—6年度 152,700千円

【ホームページ等】

<http://www.sbchem.kyoto-u.ac.jp/sugiyome-lab/>

【基盤研究(S)】
大区分E



研究課題名 合成糖鎖と糖鎖再構築モデルによる糖鎖機能の解析と免疫制御

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： 20H05675 研究者番号：80192722

キーワード： 糖鎖、複合糖質、化学合成、自然免疫、炎症、がん、アジュバント、ワクチン

【研究の背景・目的】

糖鎖は自然免疫と獲得免疫の両方において、自己と非自己の認識の鍵物質として機能している。我々は、細菌由来自然免疫刺激糖鎖の構造と合成研究を行い、合成糖鎖を用いて糖鎖による免疫活性化と炎症惹起機構を明らかにしてきた。本研究では、化学的手法と生物学的手法を統合した合成生物学手法により、新たな糖鎖認識分子を明らかにし、炎症や免疫応答における糖鎖の新機能を解明する。さらに基礎研究の成果をワクチン開発やがん免疫療法、さらにα線核医学治療などの放射線療法と併用したがんや免疫疾患の治療法を開発することを目的とする。

【研究の方法】

糖鎖は構造上の多様性や不均一性を特徴とし、しばしば複数の活性ユニットを含むため、分子レベルで構造に基づいた生物機能解析は容易ではない。

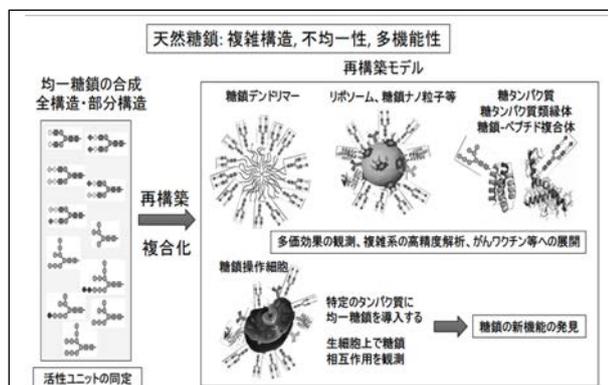


図1 糖鎖機能解明の戦略

本研究は、均一な糖鎖を化学合成し、それらを生物活性試験に供することにより、認識に関与する糖鎖構造(活性ユニット)を明らかにし、さらには糖鎖認識タンパク質との相互作用解析を行うという戦略と、活性ユニットを複合化した再構築モデルを用いることで、細菌由来複合糖質ならびに自己由来糖鎖について、免疫機能を解析するとともに、糖鎖を利用した免疫制御法の開発を目指す。

糖タンパク質糖鎖については、その効率的化学合成法を検討して、種々の糖鎖ライブラリーを構築し、それらを用いた化学的手法と合成糖鎖を導入した生細胞を用いる合成生物学手法により、コアフコース認識分子の探索とその他の糖鎖認識レクチンとの相互作用解析を行う。

宿主免疫を制御する細菌由来のリポ多糖やその活性中心リピドAの合成研究を行い、それらの免疫機能を解析するとともに、その他の免疫調節糖鎖とあわせ、抗原や抗体等との複合体を合成し、新規免疫療法に展開可能な自己アジュバント化ワクチンや、複合化抗体を創製する。

【期待される成果と意義】

炎症や免疫応答における糖鎖機能が解明されるとともに、糖鎖機能を利用した免疫アジュバントの開発、免疫アジュバントと抗原の複合体からなるがんワクチン、炎症性疾患の制御分子としての糖鎖生合成阻害剤、新規ながん免疫療法等の開発が期待される。さらにα線核医学治療などの放射線療法と併用することにより、炎症性腸疾患や膵臓がんなどの難治性疾患の治療法の開発に結びつける。

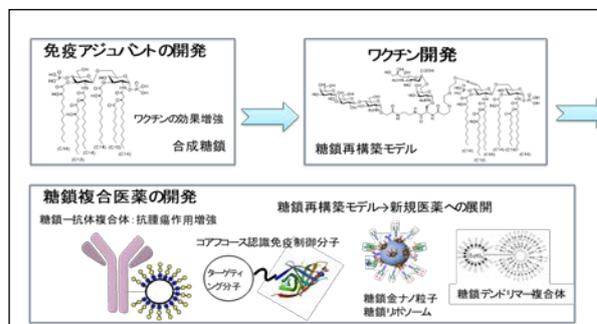


図2 新規免疫療法開発の戦略

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Manabe, Y.; Marchetti, R.; Kabayama, K.; Fukase, K.; Molinaro, A. *et al.*, The Core Fucose on an IgG Antibody is an Endogenous Ligand of Dectin-1. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2019**, *58*, 18697-18702.
- Chang, T.-C.; Manabe, Y.; Kabayama, K.; Lin, C.-C.; Fukase, K. *et al.*, Syntheses and immunological evaluation of self-adjuvanting clustered *N*-acetyl and *N*-propionyl sialyl-Tn combined with a T-helper cell epitope as antitumor vaccine candidates. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2018**, *57*, 8219-8224.

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 154,300千円

【ホームページ等】

<http://www.chem.sci.osaka-u.ac.jp/lab/fukase/koichi@chem.sci.osaka-u.ac.jp>

【基盤研究(S)】

大区分E



研究課題名 光エネルギーの高度活用に向けた分子システム化技術の開発

九州大学・大学院工学研究院・教授

きみづか のぶお
君塚 信夫

研究課題番号： 20H05676 研究者番号：90186304

キーワード： 自己組織化、分子システム化学、シングレット・フィッション、アップコンバージョン

【研究の背景・目的】

チラコイド膜における光機能性分子の高度な分子組織化は、光合成において微弱な太陽光エネルギーの効率的捕集と高度活用。一方、半導体光触媒や太陽電池などの光エネルギー変換材料・デバイスにおいては、太陽光の一部の波長領域しか利用できない問題があり、この問題の解決をはかるための方法論として、(1) ひとつの励起三重項状態から2つの励起三重項状態を生み出すフォトン増幅プロセス“シングレット・フィッション(SF)”ならびに(2) 三重項—三重項消滅(TTA)機構に基づく“フォトン・アップコンバージョン(TTA-UC)”が注目される。

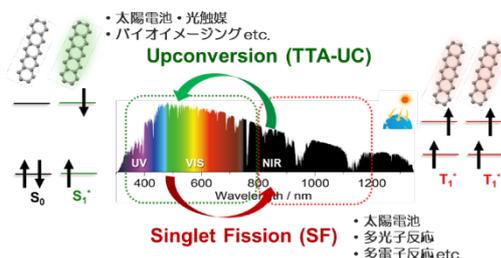


図1 Photon upconversion と Singlet fission

従来、TTA-UC は溶液中におけるドナー(D)、アクセプター(A)分子の拡散を利用して検討されていたが、本代表者らは分子の自己組織化に基づく励起三重項エネルギーマイグレーションを利用して、様々な分子組織系における可視光領域内の分子組織化 TTA-UC を開拓してきた。一方で、より重要な近赤外光(NIR)領域から可視光(VIS)領域、VIS 領域から紫外光(UV)領域への TTA-UC を、精密な分子組織化に基づき実現するための方法論は未だに得られていない。また、デザインされた分子の自己組織化に基づく“分子組織化 SF”は未開拓である。

本プロジェクトでは、高精度電子相関理論、超高速分光ならびにナノプラズモニクスとの分野融合に基づいて、(1) 分子組織化 SF ならびに(2) NIR→VIS 領域における TTA-UC 増強システムの構築を目指す。

【研究の方法】

本研究では主に以下の項目について検討する。

(1) 分子組織化の概念をシングレット・フィッション(SF)分野に展開し、キラルな発色団分子の自己組織化に基づいてSFにおける三重項励起子への分裂を促進・制御する方法論を開拓する。SFを効率化するためには、(i)三重項対の形成を効率化するための“分子配列における対称性の崩れ”と、(ii)生じた2つの励起

三重項状態の再結合を防ぐ三重項エネルギー拡散の両者を満足する必要がある、これらをキラル分子組織化によって実現する(図2a)。キラル発色団集積構造の示すSF特性を超高速分光により評価し、キラル組織化の効果を解明する。

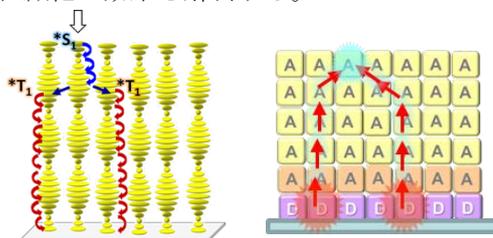


図2 (a) キラル組織化 SF, (b) TTA-UC 増強システム

また、ナノギャップ・プラズモニクスと自己組織化 UC の融合により、低強度の励起光を増強して TTA-UC を起こす方法論を開拓する。ナノギャップ間隔で配列した Ag ナノ結晶アレイ表面に NIR→VIS に $S_0 \rightarrow T_1$ 吸収を示す Os 錯体や有機安定ラジカルを固定化し、その上にアクセプター分子組織を積層することによって、D-A の相対配置を規定した TTA-UC システムを構築する(図2b)。

【期待される成果と意義】

デザインされた分子組織化に基づく SF ならびに NIR→VIS 領域における分子組織化 TTA-UC の実現を通し、分子組織化を基盤とする励起三重項機能の制御と光エネルギーの高度活用に資する学術「分子システム化学」を創成する。精密分子組織化技術に基づく分子システム化学は、光機能の関わる材料化学にイノベーションをもたらすものと期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Y. Yanai, N. Kimizuka, *Acc. Chem. Res.*, **50**, 2487-2495 (2017).
- P. Bharmoria, S. Hisamitsu, Y. Yanai, N. Kimizuka et al, *J. Am. Chem. Soc.*, **140**, 34, 10848-10855 (2018).
- Y. Sasaki, A. H-Takagi, I. Ajioka, N. Yanai, N. Kimizuka et al, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **49**, 17827-17833 (2019).

【研究期間と研究経費】

令和2年度—6年度 149,900千円

【ホームページ等】

<http://www.chem.kyushu-u.ac.jp/~kimizuka/>

【基盤研究(S)】
大区分E



研究課題名 キラル分子を光学活性体として得る革新的手法
DYASIN の開発

九州大学・先端物質化学研究所・教授
ともおか かつひこ
友岡 克彦

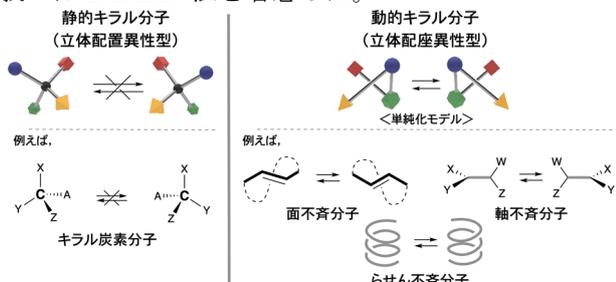
研究課題番号： 20H05677 研究者番号：70207629

キーワード： 動的な不斉誘起、光学活性体、動的キラル分子、静的キラル分子、外的キラル因子

【研究の背景・目的】

キラル分子の一方のエナンチオマーのみを選択的に手に入れることは有機化学の長年にわたる重要課題であり、これまでに膨大かつ様々な手法が開発されてきた。それら既存の手法の大半は、光学分割、もしくは、不斉合成のいずれかであった。これに対して本研究では、第3の方法として動的キラル分子の利用を要とする新手法：DYASIN (ダイアシン)法 [dynamic asymmetric induction (動的な不斉誘起法)] を開発し、それを用いて多様な光学活性キラル分子の簡便調製を目指す。

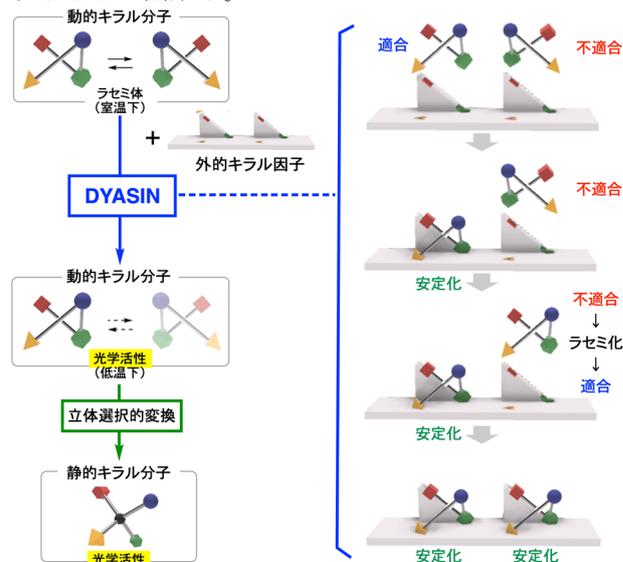
最も代表的なキラル分子であるキラル炭素分子のキラリティーは、炭素周りの「立体配置の違い」によって発現し、その立体化学は熱的に安定であり言わば「静的キラル分子」である。一方、キラル分子には面不斉分子、軸不斉分子、らせん不斉分子などの「立体配座の違い」によるキラリティーを有するものも数多く存在する。それらの中には分子内の結合が回転する、もしくは結合角が変化するというエネルギー障壁が比較的低い立体配座変換によって一方のエナンチオマーから他方のエナンチオマーに変化する分子、言わば「動的キラル分子」に分類されるものも多い。そのような動的キラル分子は従来、「簡単にラセミ化してしまう不安定なキラル分子」と否定的に捉えられることが多く、有機合成化学の観点からは「扱いづらく合成的価値は低い」と見なされてきた。一方、肯定的に捉えるならば、「動的キラル分子のキラリティーはしなやかで外的因子の影響を受けやすい」と評することも出来る。その観点から我々は DYASIN 法を着想した。



【研究の方法】

DYASIN の原理は「動的キラル分子のしなやかな立体化学を外的キラル因子の影響によって変化させ、エナンチオマーの存在比を偏らせて光学活性体とする」というものである。その操作は「ラセミ体の動的キラル分子を適切な溶媒に溶かし、それに固体の外的キラル因子を混ぜて静置する。その後、外的キラル因子を濾別する」と至極簡単である。動的キラル分子と外的キラル因子の相互作用の大きさはエナンチオマーによって異なるために、動的キラル分子のエナンチオマーの存在比に偏りが生じて光学活性になる。なお、DYASIN で得られた光学活性な動的キラル分子はそのままではラセミ化してしまうので、速やか、かつ立体選択的に静的キラル分子に変換してキラリティーを定着させる。動的キラル分子とその変換法は多様であり、両者の組み合わせによって多種多様な静的キラル分子を光学活性体として調製することが出来る。

ル分子と外的キラル因子の相互作用の大きさはエナンチオマーによって異なるために、動的キラル分子のエナンチオマーの存在比に偏りが生じて光学活性になる。なお、DYASIN で得られた光学活性な動的キラル分子はそのままではラセミ化してしまうので、速やか、かつ立体選択的に静的キラル分子に変換してキラリティーを定着させる。動的キラル分子とその変換法は多様であり、両者の組み合わせによって多種多様な静的キラル分子を光学活性体として調製することが出来る。



【期待される成果と意義】

技術面では、従来の光学分割法、不斉合成法と相補的な新しいキラル工学の確立が期待される。なお、DYASIN 法は室温下、空気雰囲気下に簡便に行うことができ工業化にも適している。学術面では動的キラル分子の立体化学挙動の精査、DYASIN の機構研究等を通じてキラル分子化学の学理探求が進むことが期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

1. Preparation of Enantioenriched Chiral Organic Molecules by Dynamic Asymmetric Induction from Outer Chiral Source. Igawa, K.; Kawasaki, Y.; Ano, Y.; Kashiwagi, T.; Ogawa, K.; Hayashi, J.; Morita, R. Yoshioka, Y.; Uehara, K.; Tomooka, K. *Chem. Lett.* **2019**, 48, 726-729.

【研究期間と研究経費】

令和2年度—令和6年度 152,800千円

【ホームページ等】

<http://www.cm.kyushu-u.ac.jp/tomooka/>
ktomooka@cm.kyushu-u.ac.jp

【基盤研究(S)】
大区分F



研究課題名 食物アレルギーにおける腸管脂質代謝異常の統合的解析と分子基盤の解明

東京大学・大学院農学生命科学研究科・准教授
むらた たかひさ
村田 幸久

研究課題番号： 20H05678 研究者番号：40422365
キーワード： 食物アレルギー、生理活性脂質、腸内細菌、免疫

【研究の背景・目的】

生活の近代化による腸内細菌叢の乱れが、食物アレルギーの原因になるとして注目されている。しかし、乱れた細菌叢がどのようにして宿主の免疫バランスを崩し、アレルギー反応を起こしているかは、よく分かっていない。

前研究において我々は、生理活性脂質 PGD₂ が宿主の上皮バリアを強化したり、抗原に対する IgE 産生を促すことでアレルギー反応を調節する重要な分子であることを報告してきた。同時に、食物アレルギーにおける腸内細菌叢の変化と、宿主の脂質産生能の変化に相関性があることを見出した。脂質は腸内細菌と宿主免疫をつなぐ仲介役であり、腸内細菌層の乱れからくる脂質の産生量の変化が、食物アレルギーを誘発する原因となっている可能性がある。

本研究では生理活性脂質を軸にした腸内細菌と免疫の相互関係を統合的に解析し、何がこの関係を乱して食物アレルギーを増やしているのかを明らかにする。また、その分子基盤をも解明して、食物アレルギーの治療につながる新たな免疫調節機構の解明を目指す。

【研究の方法】

本研究では、マウス、ヒトとイヌを対象とし、腸内細菌がいかに宿主の生理活性脂質の産生に影響を与え、「食べる」を支えているかを、明らかにしていく。



図1 細菌叢の乱れが免疫に与える影響の評価と機構の解明、改善方法の提案

具体的には、まず食物アレルギーを罹患しているヒト、イヌ、マウスにおいて、腸内細菌叢の乱れと、宿主の脂質産生異常との相関を明らかにする。次に、マウスを用いた詳細な検討を進め、腸内細菌叢の乱れが、どのようにして宿主の脂質産生や免疫を変化させるか、そのメカニズムを明らかにする。さらには、どの環境要因や生活習慣が、これらの腸内細菌や脂質産生を乱すのか、それを改善するにはどのような方法があるかを探索する。

【期待される成果と意義】

食物アレルギーの患者数は、ここ数十年で数倍に増えている。数十年で我々を取り巻く何が変化し、この病気を増やしているのか分かっておらず、根本的な治療方法の開発にはつながっていない。

本研究では、なぜ、どのように我々の免疫応答が変化したのか、生活習慣や環境が腸内細菌叢と生理活性脂質に与える影響という観点から明らかにしていく。これにより、「安心して食べたいものを食べられる」に貢献したい。

本研究で得られる成果や概念は、食物アレルギーのみならず、腸内細菌叢の乱れが、その発症につながると思われる肥満や糖尿病などの生活習慣病、腸炎や鬱など、幅広い疾患に対する新たな理解や治療方法の提案にもつながる可能性がある。

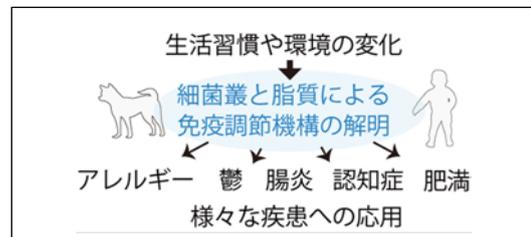


図2 本研で得られる成果の意義

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Therapeutic potential of D prostanoid receptor 1 signal enhancement in a murine model of food allergy. #Nakamura T and #Hirai R, Tachibana Y, Masuko S, Nagata N, *Murata T. J Allergy Clin Immunol. 143(6):2290-2293. 2019.
- ・ 5,6-DiHETE attenuates vascular hyperpermeability by inhibiting Ca²⁺ elevation in endothelial cells. Hamabata T, Nakamura T, Tachibana Y, Horikami D, *Murata T. J Lipid Res. 59(10). 1864-1870. 2018.
- ・ PGD₂ deficiency exacerbates food antigen-induced mast cell hyperplasia. Nakamura T, Maeda S, Horiguchi K, Maehara T, Aritake K, Choi B, Iwakura Y, Urade Y, *Murata T. Nature Communications. 6:7514 2015.

【研究期間と研究経費】

令和2年度－6年度 151,300千円

【ホームページ等】

<http://www.vm.a.u-tokyo.ac.jp/houshasen/index.html>

【基盤研究(S)】 大区分F



研究課題名 水田土壌の窒素供給力を支える鉄還元菌窒素固定の学術的基盤解明と低窒素農業への応用

東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授

せのお けいし
妹尾 啓史

研究課題番号： 20H05679 研究者番号：40206652

キーワード： 窒素固定、鉄還元菌、水田土壌、窒素供給力、窒素肥沃度、低窒素肥料農業

【研究の背景・目的】

土壌の窒素供給力(窒素肥沃度・地力)は農業に不可欠である。「稲は地力でとる」と言われるように、水田土壌には窒素供給力を自律的に維持する高い能力が備わっているが、そのメカニズムは不明であった。土壌の窒素供給経路として土壌微生物による窒素固定がある。我々は近年、最新の解析手法を用いて水田土壌で機能している窒素固定微生物を網羅的に調べた。その結果、水田土壌の優占種でありながら窒素固定への関与が全く注目されていなかった「鉄還元菌」による窒素固定が水田土壌の窒素供給力の根幹である可能性を見出した。さらに、水田土壌から鉄還元菌を分離し窒素固定能を確認した。水田土壌における鉄還元菌窒素固定の学術的全体像の解明を推進する段階にある。一方、現代の食糧生産は窒素肥料によって支えられているが、大量の窒素施肥は水質汚濁や温室効果ガスの発生など、地域および地球環境に悪影響を及ぼす。この問題を解決するためには窒素施肥を低減して環境汚染を最小限に抑えつつ最大の水稻生産を得る農業技術(低窒素肥料農業)を開発することが必要である。

本研究では、鉄還元窒素固定菌の土壌における生態、土壌への窒素固定量、窒素固定の制御要因など、鉄還元菌窒素固定の学術的基盤の構築を行う。それに基づいて、鉄還元菌窒素固定を高め、少ない窒素施肥量で十分な水稻収量を得る土壌管理方法を考案・検証して低窒素肥料農業技術の基礎知見とする。

【研究の方法】

(1) 水田土壌における鉄還元菌窒素固定の学術的基盤解明

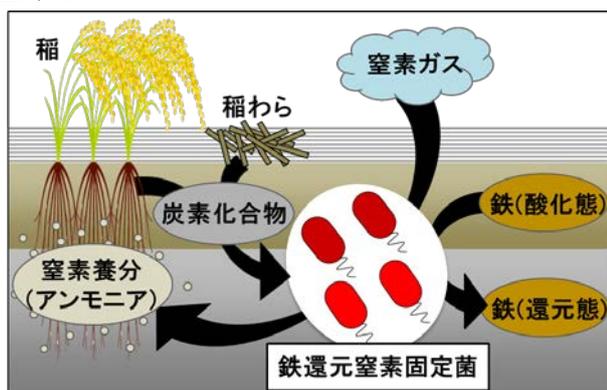


図 水田土壌における鉄還元菌による窒素固定

まず、鉄還元窒素固定菌の生態を明らかにする。水田土壌からの鉄還元窒素固定菌のさらなる分離を進

め、基本的性状解析ならびにゲノム解析を行う。日本各地・世界の水田土壌メタゲノムデータを再解析し、水田土壌の鉄還元窒素固定菌の詳細な群集組成を調べる。次に、鉄還元菌窒素固定の土壌窒素供給力への寄与を解明する。土壌における鉄還元菌による窒素固定量を測定するとともに、水田における鉄還元菌窒素固定の季節変動を調査する。さらに、鉄還元菌窒素固定を制御する環境要因を解析する。稲わらや刈り株の分解に由来する炭素化合物ならびに水稻根の分泌物が鉄還元菌窒素固定に及ぼす影響を調べる。土壌の鉄還元菌窒素固定活性に影響を及ぼすイネ遺伝子を同定するとともに、水田環境の土壌窒素供給力の維持に必須な植物の応答を明らかにする。一方、水田土壌で鉄還元窒素固定菌が呼吸の電子受容体として用いる鉄の形態ならびに還元された鉄の形態を各種の分析法により明らかにする。

(2) 鉄還元菌窒素固定の低窒素農業への応用

上記の(1)で得られた知見に基づいて、水田土壌の鉄還元菌窒素固定の活性を高めて土壌の窒素供給力を向上する土壌管理手法を考案する。室内系実験および野外試験によって土壌管理手法を検証する。

【期待される成果と意義】

本研究により、水田土壌における鉄還元菌窒素固定の土壌学的・微生物生態学的全貌が明らかになり、水田土壌が有している自律的な窒素供給力の維持機構が解明できる。さらに、窒素施肥に由来する環境汚染の改善に寄与する低窒素肥料農業技術の開発につながる事が期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Masuda Y, Itoh H, Shiratori Y, Isobe K, Otsuka S, Senoo K. Predominant but previously-overlooked prokaryotic drivers of reductive nitrogen transformation in paddy soils, revealed by metatranscriptomics. *Microbes Environ.*, 32, 180-183 (2017)
- ・ Masuda Y, Yamanaka H, Xu Z-X, Shiratori Y, Aono T, Amachi S, Senoo K, Itoh H. Diazotrophic *Anaeromyxobacter* isolates from soils. *Appl. Environ. Microbiol.*, 86, e00956-20 (2020)

【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 152,400千円

【ホームページ等】

<http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/soil-cosmology/asenoo@g.ecc.u-tokyo.ac.jp>

【基盤研究(S)】
大区分F



研究課題名 植物ミトコンドリアゲノム育種の基盤創出

東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授
つつみ のぶひろ
堤 伸浩

研究課題番号： 20H05680 研究者番号：00202185

キーワード： 植物ミトコンドリアゲノム、ゲノム編集、オルガネラゲノム育種

【研究の背景・目的】

植物細胞内には核に加えて色素体(葉緑体)とミトコンドリアにもゲノムが存在するが、農作物の栽培化と近代育種において改良に使用されてきた遺伝情報は専ら核ゲノムの遺伝子群であった。ミトコンドリアゲノムはエネルギー生産に必須の遺伝子や現代農業で重用されるハイブリッド F₁ 品種生産に欠かせない細胞質雄性不稔(Cytoplasmic Male Sterility: CMS)の原因遺伝子等をコードしており、基礎科学的にも農業生産的にも重要な研究と改変の対象である。それにもかかわらず、これまでミトコンドリア遺伝子の組換え等の改変技術が不在であったため、手つかずの最後のゲノムとしてとり残されていた。我々は最近ゲノム編集技術の一つ TALEN を用いて植物ミトコンドリアゲノムの特異的な改変(標的遺伝子破壊とゲノム攪乱)に世界で初めて成功(mitoTALEN 法: 図 1)し、大きなブレークスルーを果たした。この技術的優位を足がかりに、未解明かつ独自の謎を多くもつ植物ミトコンドリアゲノム遺伝の基礎的性質を明らかにし、またミトコンドリアゲノム改変集団(変異パネル)を通じて育種応用の潜在性検証と重要農業形質に関与する遺伝子の同定を行い、世界に先駆けて新規 CMS の創出を含むミトコンドリアゲノム育種の基盤を開拓することが本申請の目的である。

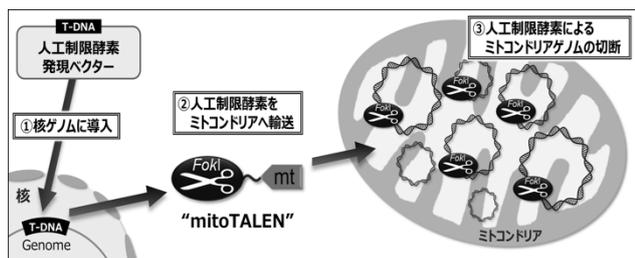


図 1 mitoTALEN 法によるミトコンドリアゲノム改変

【研究の方法】

未だ手付かずの領域である「ミトコンドリアゲノムを利用した育種」を開拓するために、mitoTALEN 法を技術の軸としながら、下記のような 3 つの問いを明らかにする。①植物ミトコンドリアゲノムが制御する育種形質はどの程度存在し、またその原因遺伝子は何か? ②植物ミトコンドリアゲノム上の遺伝子群は、ミトコンドリア・細胞・組織・個体・世代間の各レベルでどのように遺伝するか? ③CMS はどのような分子メカニズムで惹起されるのか? 新たな CMS 原因遺伝子は創出可能か? (図 2)

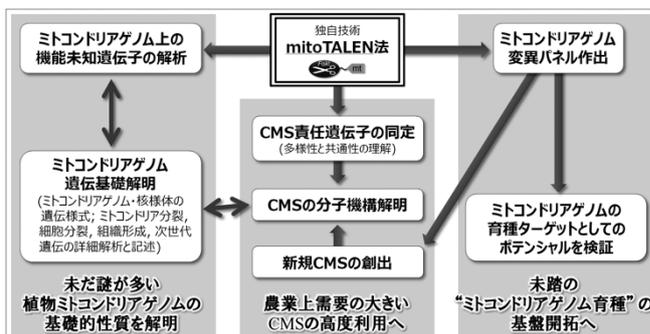


図 2 本研究課題の 3 つの柱とその関係

【期待される成果と意義】

本研究では、これまで不可能だった植物ミトコンドリアゲノムだけに変異導入を行うことで、未知の突然変異体を多数選抜する。これらの中から農業重要形質に関わる変異をみいだすことで、農業/育種利用へのポテンシャルを測る。核ゲノムと異なり、1 つの細胞内で複数のゲノムが存在し、また母性遺伝するミトコンドリアゲノムへの変異が、個体内でどのような表現型を示し、維持し、次の世代に引き継がれるか、その基礎的遺伝伝達様式の解明にもメスをいれる。そして、mitoTALEN 法を用いて未だ最終証明がなされていない各種農作物の CMS 原因遺伝子をそれぞれ同定・証明し、その機能と雄性不稔性惹起の分子機構を解析し、CMS の分子基盤とその共通性多様性を明らかにすることで、生物学的基礎から農業応用に直接繋がる世界初の成果を期待している。

【当該研究課題と関連の深い論文・特許】

- ・ **Kazama T**, Okuno M, Watari Y, Yanase S, Koizuka C, Tsuruta Y, Sugaya H, Toyoda A, Itoh T, **Tsutsumi N**, Toriyama K, Koizuka N and **Arimura S** (2019) Curing cytoplasmic male sterility via TALEN-mediated mitochondrial genome editing. *Nature Plants*, 5: 722-730.
- ・ 特願 2017-24923 (米国 15/895, 118) 植物ミトコンドリアゲノムの編集方法 有村慎一、風間智彦、片山健太、日高朋美、鳥山欽哉、堤伸浩

【研究期間と研究経費】

令和 2 年度-6 年度 152,600 千円

【ホームページ等】

<http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/pmg/>

【基盤研究(S)】 大区分F



研究課題名 イネ NLR 抵抗性遺伝子の機能と進化の解明

京都大学・大学院農学研究科・教授
てらうち りょうへい
寺内 良平

研究課題番号： 20H05681 研究者番号：50236981
キーワード： イネ、いもち病、抵抗性、ゲノム、進化

【研究の背景・目的】

イネは、世界人口の50%以上を支える主食である。子囊菌類いもち病菌によるイネいもち病は、イネの最重要病害の一つである。いもち病防除の最も有効な手法は、イネ抵抗性遺伝子の利用である。病原菌は、感染時に様々なエフェクター分子を宿主に注入し、宿主の防御反応を抑制する。一方、植物の抵抗性遺伝子産物は、特定のエフェクターを認識して強い抵抗性反応を誘導する。抵抗性遺伝子産物に認識される病原菌エフェクターを非病原力(Avirulence)エフェクター(AVR)と呼ぶ。抵抗性遺伝子の大多数は、NLR型受容体タンパク質をコードしている。私たちは、ゲノム情報を駆使して、いもち病菌の3種類のAVR遺伝子、AVR-Pik、AVR-Pia、AVR-Piiを単離し、これらのAVRの宿主標的因子、イネ抵抗性遺伝子Pik、Pia、Piiとの相互作用について調べてきた。3種類のイネ抵抗性遺伝子は、それぞれセンサーNLRとヘルパーNLRと呼ばれる一対のNLRをコードしている(Pik=Pik-1+Pik-2; Pia=RG45+RG44; Pii=Pii-2+Pii-1)。3種類の組合せ全てにおいて、AVRとNLRの相互作用は、センサーNLRタンパク質のIntegrated Domain(ID)を介しておこる(図1)。IDは、AVRが宿主におい

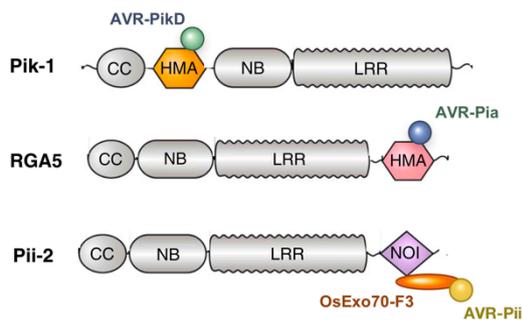


図1. 3種類のイネセンサーNLRによるいもち病菌AVR分子の認識。AVR-PikとAVR-Piaは、それぞれPik-1とRGA5のHMAドメインに結合し、AVR-Piiは、OsExo70-F3に結合して認識される。OsExo70-F3は、Pii-2のNOIドメインに結合する。

て標的としているタンパク質のドメインが、進化の過程でNLRに取り込まれ、AVRセンサーとして機能するようになったと理解される。これら知見を踏まえ、本提案では、(1) NLRのIDのエンジニアリングによる認識特異性の拡大、(2)ペアーNLRの制御と進化解明 (3)AVRの宿主標的因子の機能解明に取り組む。

【研究の方法】

(1)NLRのIDエンジニアリング:Pik-1のHMAドメインの変異型は、AVR-Pik変異型に異なる程度に結合し、認識特異性をもつ。一方全てのAVR-Pik変異型は、宿主標的タンパク質sHMA1に強く結合する。そこでPik-1のHMAドメインをsHMA1タンパク質のHMAドメインと交換することにより、全てのAVR-Pik変異型を認識可能なNLRを作成して高度いもち病抵抗性を実現する。さらにPia/Pias遺伝子座のNLRのID配列はカセット構造を有し、多様である。このID領域に人工配列を挿入して、任意の病原菌AVRを認識可能なNLRエンジニアが可能か検討する。

(2)ペアーNLRの制御と進化:Piaにおいては、ペアーNLRの一方(RGA5)が他方(RGA4)の細胞死誘導機能を抑制することが判明している。一方Pik、PiiではペアーNLRは協調的に機能する。イネのペアーNLRの機能解明を、体系的な遺伝子ノックアウト実験やタンパク質相互作用実験により実施する。

(3)AVRの宿主標的因子:単離済のAVRおよびエフェクターの宿主標的因子同定と機能解明を進める。

【期待される成果と意義】

本課題の成功により、複数のNLR型抵抗性遺伝子による植物抵抗性制御機構とその進化が明らかになり、作物病害抵抗性の改良に大きく寄与することが期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

・ Structural basis of pathogen recognition by an integrated HMA domain in a plant NLR immune receptor. Maqbool A., Saitoh H. et al. (2015) *eLife* doi:10.7554/eLife. 08709.002.

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 118,900千円

【ホームページ等】

<http://www.crop-evolution.kais.kyoto-u.ac.jp>
<http://www.ibrc.or.jp>

【基盤研究(S)】

大区分F



研究課題名 ゲノム免疫：内在性ウイルスの抗ウイルス活性の動作原理解明と機能資源としての確保

京都大学・ウイルス・再生医科学研究所・教授

ともなが けいぞう

朝長 啓造

研究課題番号： 20H05682 研究者番号：10301920

キーワード： 内在性ウイルス、ボルナウイルス、RNA、抗ウイルス

【研究の背景・目的】

私たち生物のゲノムには、ウイルスに由来する遺伝配列が数多く存在している。我々は、2010年にヒトを含む哺乳動物のゲノムにボルナウイルスに由来する遺伝配列(内在性ボルナウイルス)を発見し、哺乳類ゲノムには、これまで考えられてきた以上にウイルス由来の配列が数多く蓄積していることを明らかにした。一方、これまでの我々の解析から、内在性ボルナウイルスの由来する転写産物が、RNAもしくはタンパク質として外来性ボルナウイルスの感染を抑制することを証明した。これらの研究は、私たち哺乳動物もCRISPR/Casシステムに類似したゲノムに内包されたウイルス抵抗性の仕組み(ゲノム免疫)を持つことを示唆している。

そこで本研究では、内在性ボルナウイルスをモデルに、抗ウイルス作用を示す内在性ウイルスの配列的特徴、発現機構、そして抗ウイルスの分子機構を詳細に解明し、ゲノム免疫の動作原理を明らかにすることを目的としている。また、それらの知見を応用し、任意のウイルスへ抵抗性を示すゲノム配列の構築など、科学技術イノベーションの創出を目的としている(図1)。

【研究の方法】

以下の5つの研究項目について解析を行う。

- 1. 内在性ウイルス配列の抗ウイルス活性の動作原理解明：** 内在性ボルナウイルス由来RNAの網羅的発現解析を行うとともに、抗ウイルス活性を持つRNAの動作原理を詳細に明らかにする。
- 2. 内在性ウイルス由来RNAの配列的特徴と発現機構の解明：** 抗ウイルス活性を示す内在性ボルナウイルス由来RNAの構造や修飾など、抗ウイルス活性に関連する配列的特徴を明らかにする。
- 3. RNA配列に基づく抗ウイルス活性の制御機構解明：** 上記の成果に基づいて、内在性ボルナウイルス由来RNAの配列の改変を行い、in vitroでの抗ウイルス活性の操作を試みる。
- 4. 抗ウイルス作用発現のための配列設計：** 内在性ボルナウイルスに種々の変異を導入した細胞株を作製し、抗ウイルス活性の制御を行う。
- 5. ウイルス耐性配列カセットの作製と発現細胞の樹立：** 任意のウイルスに対して抗ウイルス作用を示す配列を人工構築し、発現カセットとして細胞に導入することで、様々なウイルスに抵抗性を示す培養細胞を樹立する。

【期待される成果と意義】

内在性ウイルスによる「ゲノム免疫」の動作原理を解明できるとともに、哺乳動物におけるCRISPR-Cas様機構の発見とその利用につながると考えられる。また、新しい作用原理による抗ウイルス薬とワクチンの開発、そしてウイルスの混入を防ぐ安全な移植細胞やワクチン製造細胞の樹立も期待できる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Horie M, Honda T, Suzuki Y, Kobayashi Y, Daito T, Oshida T, Ikuta K, Jern P, Gojobori T, Coffin JM and **Tomonaga K**. Endogenous non-retroviral RNA virus elements in mammalian genomes. *Nature* 463:84-87 (2010)
- ・ Parrish NF, Fujino K, Shiromoto Y, Iwasaki YW, Ha H, Xing J, Makino A, Kuramochi-Miyagawa S, Nakano T, Siomi H, Honda T and **Tomonaga K**. piRNA derived from ancient viral processed pseudogenes as transgenerational sequence-specific immune memory in mammals. *RNA* 21:1691-1703 (2015)

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 147,200千円

【ホームページ等】

<https://t.rnavirus.virus.kyoto-u.ac.jp/>

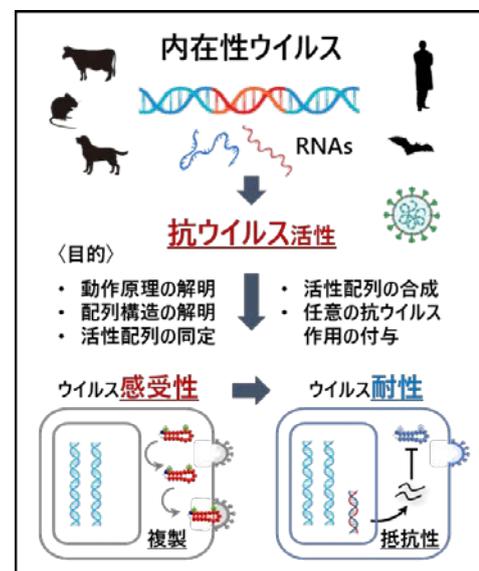


図1 ゲノム免疫の解明と利用

【基盤研究(S)】
大区分F



研究課題名 食機能実行分子とその機能的相互作用の統合的理解

九州大学・大学院農学研究院・教授

たちばな ひろふみ

立花 宏文

研究課題番号： 20H05683 研究者番号：70236545

キーワード： 食機能実行分子、miRNA、食品因子センシング、エピゲノム、機能性フードペアリング

【研究の背景・目的】

生体の維持と発達において最も基本的な生命活動である「食品の摂取」を正しく理解することは、学術的にも社会的にも重要である。申請者はこれまでに、食品因子を生体調節シグナル因子として捉え、そのセンシング機構を明らかにすることで食品因子の生体調節作用のメカニズムの解明を目指してきた。その結果、緑茶カテキン的一种である EGCG の細胞膜センサー-67LR を世界に先駆けて発見するとともに、その作用メカニズム(直接作用経路)を解明した(図1)。一方、難吸収性で末梢組織・細胞に直接的な作用が困難な食品因子の機能性発現メカニズムについては、依然多くが不明である。これらを理解するには、食品に含まれる分子のみならず、生体や微生物を介して産生された代謝物も含め、生体に作用する食由来の分子群を「食機能実行分子」として捉えるとともにその相互関係(機能性フードペアリング)(図2)を統合的に理解する必要がある。これにより、実践すべき食品摂取について科学的エビデンスを提示する。

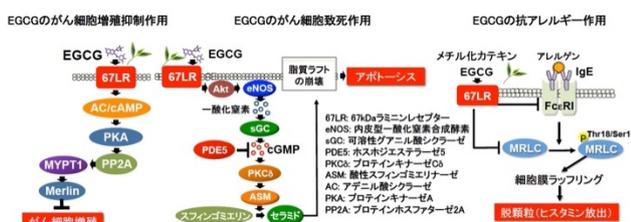


図1 緑茶カテキン EGCG のセンシングメカニズム

【研究の方法】

食品の機能性を理解する上で未解決の課題に対して、ヒト血液中のエクソソーム、機能性 RNA、メタボライト、DNA メチル化等の変化を捉えるリキッドバイオプシーを駆使し、食機能実行分子の実態を明らかにするとともに、食品の摂取前後に生じる生体応答を解析することで食機能実行分子から生体応答に繋がる分子メカニズムを解明する。さらに、食機能実行分子間の機能的な相互作用(機能性フードペアリング)を解析することで食品の機能を包括的に理解する。

具体的には以下の研究項目を実施することで、食機能実行分子の全貌とその生体作用に繋がる分子メカニズムを解明するとともに、食機能実行分子の機能的相互作用を明らかにする。

- 1)食機能実行分子としてのマイクロ RNA
- 2)食機能実行分子としての circular RNA
- 3)食機能実行分子としての食餌性植物マイクロ

RNA

- 4)食機能実行分子としてのメタボライト
- 5)食品因子のエピジェネティックな遺伝子制御とその意義
- 6)腸上皮細胞における難吸収性ポリフェノールセンサーの同定とその機能
- 7)食機能実行分子の機能的相互作用(機能性フードペアリング)の解明

【期待される成果と意義】

食機能実行分子の実態とその作用メカニズムが解明されるとともに、健康維持・増進のために実践すべき食品摂取について科学的エビデンスを提示する「プレジジョン食機能学」のフロンティア研究に位置づけられるものである。

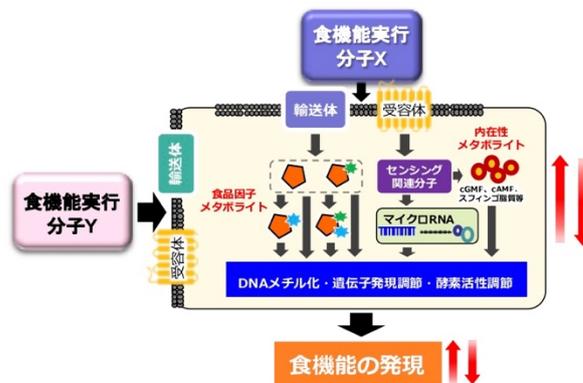


図2 食機能実行分子の機能性フードペアリングモデル

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Kumazoe, M., et al. 67-kDa laminin receptor increases cGMP to induce cancer-selective apoptosis. *J. Clin. Invest.*, 123, 787-799 (2013)
- ・ Yamada, S., et al., Epigallocatechin-3-O-gallate up-regulates microRNA-let-7b expression by activating 67-kDa laminin receptor signaling in melanoma cells. *Sci. Rep.*, 6, 19225 (2016)
- ・ Bae, J., et al., Procyanidin C1 inhibits melanoma cell growth by activating 67-kDa laminin receptor signaling. *Mol. Nutr. Food Res.*, 64, 1900986 (2020)

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 148,800千円

【ホームページ等】

<http://www.agr.kyushu-u.ac.jp/lab/syokuryo/>

【基盤研究(S)】
大区分G



研究課題名 ストリゴラクトンを介した植物の環境情報と成長を統御するシステムの原型と進化

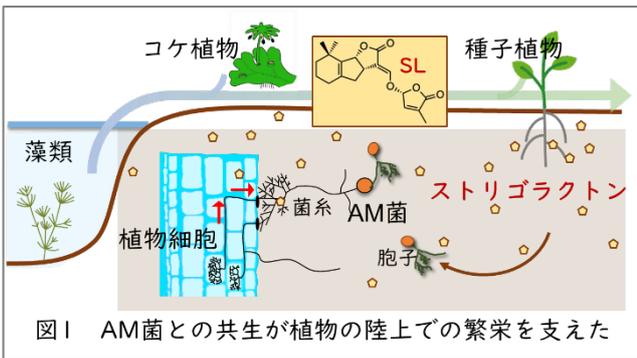
東北大学・大学院生命科学研究科・教授
きょうづか じゅんこ
経塚 淳子

研究課題番号： 20H05684 研究者番号：90273838

キーワード： 植物ホルモン、ストリゴラクトン、AM菌共生、根圏シグナル物質

【研究の背景・目的】

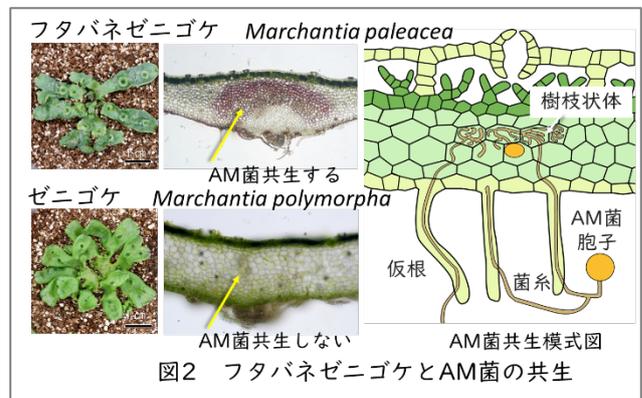
4億年以上前に陸上に進出した植物は、陸上の過酷な環境に適応する仕組みを進化させ、陸上で繁栄してきた。土壤養分が乏しいということも陸上進出において克服すべき問題であったが、植物はAM菌(*Arbuscular mycorrhizal fungi*)との共生システムを進化させることで効率的な養分吸収(特にリン)を可能にした。すなわち、AM菌共生は植物の陸上進出を可能にし、さらにその後の陸上での繁栄を支えてきた。ストリゴラクトン(SL)は根から分泌されて土壤中でAM菌との共生を促進する根圏シグナル物質である(図1)。さらに、種子植物では、SLは個体内で成長を調節する植物ホルモンとしても働く。SLがホルモンとして細胞内でも機能するようになったことにより、植物は絶えず変動する環境の中で土壤からの養分吸収と成長とのバランスをとりつつ最適な成長を実現できるようになった。本研究では、植物がAM菌との共生関係を構築し、それに合わせて成長を調節する仕組みを進化させた道筋を分子レベルで理解することを目的とする。



【研究の方法】

基部陸上植物であるコケ植物を主な研究材料に用い、分子遺伝学的手法、分子マーカーを用いたイメージング、ゲノム科学的手法、有機化学的手法などを駆使して研究を進める。苔類ゼニゴケ属のほとんどの種はAM菌と共生するが、分子遺伝学研究のモデル植物であるゼニゴケは例外的にAM菌共生しない。そこで、AM菌共生するフタバネゼニゴケとゼニゴケを適宜比較しながら研究を進める(図2)。フタバネゼニゴケにおけるSLの機能を詳細に解析し、SLの祖先型の機能は根圏シグナルであるという仮説を検証する。また、私たちが同定した新規SL(Bryosimbiol)が祖先型のSLであることを検証し、これがコケのどの部位で合成され、どこから分泌されるのか明らかにする。SLを分泌する輸送体を単離し、SLが個体外

に分泌される仕組みを明らかにし、さらに、SL合成や分泌のリンによる制御を解明する。植物ホルモンとしてのSLの機能の基になったKL信号伝達系について、このコケ植物における機能を解明する。リガンドKLの同定に挑む。



【期待される成果と意義】

本研究からは、1. 物質を介した生物間コミュニケーションの原型や進化、2. 植物ホルモン進化、3. 植物ホルモン合成、信号伝達の起源や多様化の基盤、4. 養分吸収と成長のバランス制御の原型、などが明らかになるものと期待される。植物の陸上進出は植物の進化にとって画期的であっただけでなく、その後の地球環境をも大きく変えた生物進化の一大事であった。AM菌との共生を介した土壤からの養分吸収と成長のバランス制御機構は、陸上進出以降の植物の繁栄を可能にした突破口であり、本研究から地球が緑の惑星となりえた理由の一端が明らかになる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Kameoka H, Kyojuka J (2018) Spatial regulation of strigolactone function. *J. Exp. Bot.* 69:2255
- ・ Umehara M, Hanada A, Yoshida S, Akiyama K, Arite T, Takeda-Kamiya N, Magome H, Kamiya Y, Shirasu K, Yoneyama K, Kyojuka J, Yamaguchi S. (2008) Inhibition of shoot branching by new terpenoid plant hormones. *Nature* 455: 195

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 151,400千円

【ホームページ等】

<http://www.lifesci.tohoku.ac.jp/PlantDev/>

【基盤研究(S)】

大区分G



研究課題名 大脳スパイン形態可塑性からシナプスメカノバイオロジーの建設と光操作

東京大学・大学院医学系研究科・教授

かさい はるお
河西 春郎

研究課題番号： 20H05685 研究者番号：60224375

キーワード： 学習、記憶、シナプス、可塑性、細胞運動、メカノバイオロジー

【研究の背景・目的】

2000年代に入り急速に発展した大脳シナプス形態可塑性の究明は、透過性に優れた2光子顕微鏡技術による高解像度の組織観察が背景にある。申請者は独自に開発した2光子アンケイジング法を2光子顕微鏡観察と組み合わせ、大脳興奮性シナプスの後部にある直径1 μ mほどの樹状突起棘（スパイン）の微細形態変化を観測し、スパイン形態そのものに可塑性があり個体学習と関係することを証明してきた。本計画では、この研究をシナプス前部の終末にも拡張し、スパインに接続するシナプス前終末に対するスパイン増大の力学作用を明らかにするシナプスメカノバイオロジーを建設する。まず、速い動態変化を示す早期のメカノバイオロジーの究明し、その後続く長期メカノバイオロジーについても、増大シナプス後部・前部を高い精度で標識・光操作するプローブの開発により長期観測を可能にする。こうして個体脳の学習過程のシナプスメカニクスを可視化する前例のない研究を導く。

【研究の方法】

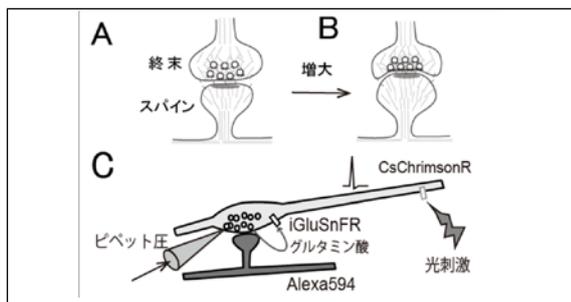


図1 スパインの機械的相互作用

学習に伴い大脳樹状突起では関係するスパインシナプスに増大が起きるが、この際、シナプス前終末を押す効果が出るのが予想されていたが、検証されていなかった。今回、2光子アンケイジング、グルタミン酸センサー、光遺伝学、分泌現象のエンジンを可視化するSNARE/FRETプローブ、Q-dotコート電極を用いることで、軸索を押すとSNAREが複合化し、活動電位による誘発開口放出の成功率が増すことがわかった。この効果は浸透圧刺激でも起き、また、学習刺激に伴うスパイン頭部増大でも起きる。即ち、シナプス前終末には圧感覚・変換機能があり、これによりシナプスは力学的な相互作用をしている。ここで、面白いのは、この圧効果は1分で起きるがその効果

が20分以上持続し、作業記憶の細胞機構として有力な候補が加わった。

学習と行動の関係については、腹側線条体で直接路が汎化的な報酬学習を、間接路が弁別学習を行い、それぞれの際、投射細胞のスパインの増大が起きることがスライスと行動実験を用いて示した。

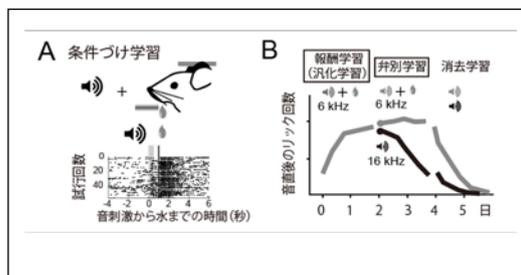


図2 マウスの汎化弁別学習

【期待される成果と意義】

圧効果は短期的な頭部増大より長く持つので、作業記憶能に関係している可能性は高い。本研究においては、まず、終末の圧感覚・変換機能の論文を初めて明かにする論文を公表し、その分子細胞機転を超解像的に明らかにして、その薬理作用や責任分子を特定して、個体の作業記憶との関係が取れる様にしていく。また、側坐核学習のシナプス基盤を確立する。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

Takahashi, N., Sawada, W., Noguchi, J., Watanabe, S., Ucar, H., Hayashi-Takagi, A., Yagishita, S., Ohno, M., Tokumaru, H. & Kasai, H. (2015). Two-photon fluorescence lifetime imaging of primed SNARE complexes in presynaptic terminals and β cells. *Nature Communications* 6:8531.

Iino, Y., Sawada, T., Yamaguchi, Tajiri, M., K., Ishii, S., Kasai, H.* & Yagishita, S.* (2020) Dopamine D2 receptors in discrimination learning and spine enlargement. *Nature* 579: 555-560.

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 150,700千円

【ホームページ等】

<https://www.bm2.m.u-tokyo.ac.jp/>
hkasai@m.u-tokyo.ac.jp



研究課題名 コヒーシンによるエンハンソーム制御：転写伸長反応制御の統合的理解に向けて

東京大学・定量生命科学研究所・教授
しらひげ かつひこ
白髭 克彦

研究課題番号： 20H05686 研究者番号：90273854

キーワード： 染色体高次構造、転写伸長反応、ATP モーター、コヒーシン、エンハンソーム

【研究の背景・目的】

コヒーシンは真核細胞の染色体高次構造制御において中心的な役割を果たすタンパク質複合体であり、近年、ATP 依存的に DNA にループ構造を導入するモーター活性を有することが示されてきている。コヒーシンは姉妹染色分体間接着因子として機能するが、我々はコヒーシンが遺伝子のインシュレーター配列やエンハンサー領域に結合すること、さらにはコヒーシンの役割の一つは遺伝子の転写伸長反応の制御に関わることを明らかにしてきた。その役割はプロモドメインタンパク質 BRD4 や超伸長複合体 AFF4 など既知の転写伸長制御因子と密接に関係しており、発生・分化制御やがん悪性化において重要な

How Cohesin Regulates
Transcriptional Elongation?

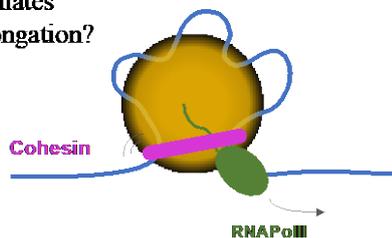


図1 本研究の目的

役割を果たすことが示唆される。近年、一部のエンハンサーDNA 上には「液-液相分離」に支配される不定形で動的な巨大タンパク質ネットワークが形成されていると報告され、弱い相互作用の集積物としてエンハンサー上の複合体(エンハンソーム)を捉え直すことも求められている。本申請課題は、エンハンソームによる転写伸長制御反応を特にコヒーシンに焦点を当てて分子的に理解すること、その生理的意義を明らかにすることを目的とする(図1)。

【研究の方法】

以下の4つのアプローチを取る。(1) 試験管内再構成を用いたエンハンソームにおけるコヒーシン機能の解明:既に HeLa 核抽出液を用いてエンハンソームを再構成することに成功している。定量的ウェスタンブロットに加えて質量分析により集積因子の量とコヒーシンと NIPBL の修飾について網羅的に解析する。コヒーシン除去あるいは変異で DNA 高次構造に違いが生まれているかもしれないためこの点も評価する。形成されたエンハンソームを単離し、高速原子間力顕微鏡(高速 AFM)で直接可視化する。エンハンソームの構造はダイナミックに変化して

いないか、コヒーシンがその変化を誘起するのでないかという点を調査する。(2) 核内エンハンソームの高解像度可視化を通じたコヒーシンの機能解析:(1)の試験管内で得た結果を補完することを目的として、細胞内エンハンサーを対象としたゲノム学的手法を用いた解析を行う。(3) エンハンソームのタンパク質性・非タンパク質性構成因子の網羅的同定:エンハンソームは多様なタンパク質からなる巨大な複合体である。エンハンソーム構成因子として未同定なものがまだある可能性が高いため、新規手法により、質量分析と組み合わせ、エンハンソーム中に存在するタンパク質の網羅的同定を行う。(4) コヒーシン修飾と転写反応への関与:(1)の反応系でコヒーシンおよび NIPBL のリン酸化修飾、アセチル化修飾を調べ、そのエンハンソーム制御への関与を検討する。

【期待される成果と意義】

コヒーシン/NIPBL, AFF4, BRD4 に生じた変異は発生の異常を引き起こすことが知られる。また、血球系を中心とした発がんにも関わっている。エンハンソームによる転写伸長制御は、分化経路の選択や分化状態の維持において不可欠な役割を担っていると予想される。本研究の成果は、これらの疾病の分子レベルでの理解に大きく寄与すると期待される。近年エピジェネティクス経路を標的とした抗がん剤が開発・使用されるようになってきている。転写伸長制御経路も、同様に抗がん剤の標的となりうる。本研究がもたらすエンハンソームの基礎的理解は、将来の創薬開発の礎ともなる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Izumi K, Nakato R, ... Shirahige K*, Krantz ID* (*共責任著者). Germline gain-of-function mutations in AFF4 cause a developmental syndrome functionally linking the super elongation complex and cohesin. *Nat Genet.* 47:338-344, (2015).
- ・ Deardorff MA, Bando M, Nakato R, ... Shirahige K.* HDAC8 mutations in Cornelia de Lange syndrome affect the cohesin acetylation cycle. *Nature.* 489:313-317, (2012)

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 151,800千円

【ホームページ等】

<http://www.iam.u-tokyo.ac.jp/chromosomeinformatics/>

【基盤研究(S)】
大区分G



研究課題名 気孔開度調節のシグナル伝達の解明と植物の成長制御

名古屋大学・トランスフォーマティブ生命分子研究所・教授

きのした としのり
木下 俊則

研究課題番号： 20H05687 研究者番号：50271101

キーワード： 気孔、シグナル伝達、光合成、成長、乾燥耐性

【研究の背景・目的】

植物の表皮に存在する気孔は、植物固有の代謝反応である光合成に必要な二酸化炭素の唯一の取り入れ口であり、刻々と変動する環境にตอบสนองしてその開度を調節している。気孔を構成する一対の孔辺細胞は、光にตอบสนองして気孔を開口させ、ガス交換を促進し、一方、乾燥ストレスに曝されると、植物ホルモン・アブシジン酸にตอบสนองして気孔を閉鎖し、植物からの水分損失を防いでいる。これまでの研究代表者らの研究により、孔辺細胞では、青色光や赤色光にตอบสนองして細胞膜 H^+ -ATPase がリン酸化により活性化され、気孔開口の駆動力を形成することなど、気孔開・閉に関わる重要な分子機構の一端が明らかとなってきた。

本提案では、光にตอบสนองした気孔開口や閉鎖の分子機構を、申請者らのこれまでに培ってきた技術・経験を生かした生理・生化学的、遺伝学的手法やケミカルバイオロジーを駆使して解明する。さらに、これらの知見に基づき気孔開度を人為的に制御することで、植物の成長促進や乾燥耐性の付与の技術確立を目指す。

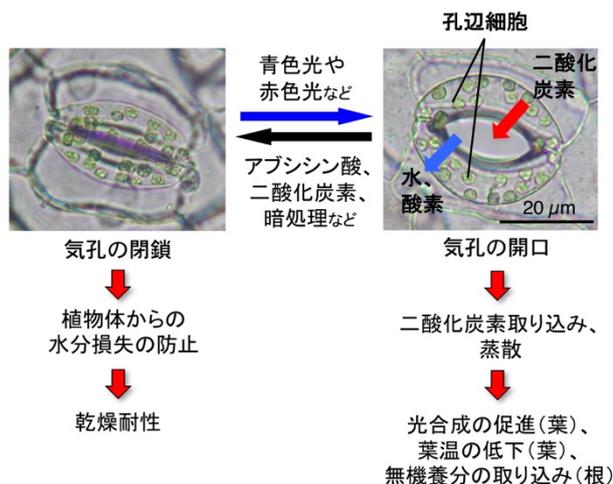


図1 気孔の開閉と働き

【研究の方法】

気孔開・閉のシグナル伝達の解明に向け、以下の研究項目1～3の研究を推進する。

研究項目1、孔辺細胞の H^+ -ATPase のリン酸化制御に関わるキナーゼ・ホスファターゼの解析：光による気孔開口では細胞膜 H^+ -ATPase C末端のリン酸化を介した活性化が必須であるが、この反応に関わるキナーゼやホスファターゼは未だ同定されていない。そこで、ケミカルバイオロジー、遺伝学的・生化学解析を駆使することで、これらの同定を目指す。

研究項目2、網羅的ホスホプロテオミクスや遺伝学的解析による気孔開・閉調節因子の探索：気孔開閉のシグナルにตอบสนองして孔辺細胞内でリン酸化による調節を受ける因子やシグナル伝達因子を探索し機能解析を行い、気孔開・閉の分子機構を解明する。

研究項目3、気孔開度に影響を与える化合物の同定と作用機作の解明：研究代表者らが世界で初めて確立した気孔開度に影響を与える化合物の網羅的スクリーニングをさらに進め、気孔の開・閉のシグナル伝達の分子機構を明らかにする。

研究項目1～3の結果に基づき、気孔開度制御技術の確立とその利用を進める。

研究項目4、気孔開度制御した植物体の成長促進や乾燥耐性の付与：研究項目1～3の研究で明らかとなった気孔開度制御遺伝子や化合物を利用して、有用植物の気孔開度制御を行い、植物の成長や乾燥耐性の表現型の解析を行う。

【期待される成果と意義】

以上の研究を進めることで、気孔開・閉の分子機構を明らかにし、植物の特徴的な環境応答のシグナル伝達系のモデルとして生物学に貢献する。また、これらの基礎的な研究成果に基づいた人為的な気孔開度制御技術の開発にも取り組み、光合成の集大成である農作物による食料生産向上、植物への乾燥などのストレス耐性の付与を進め、農学や植物を利用した低炭素社会の発展に貢献する。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Inoue S, Kinoshita T. (2017) Blue light regulation of stomatal opening and the plasma membrane H^+ -ATPase. *Plant Physiology*, 174, 531-538.
- ・ Wang Y, Noguchi K, Ono N, Inoue S, Terashima I, Kinoshita T (2014) Overexpression of plasma membrane H^+ -ATPase in guard cells promotes light-induced stomatal opening and enhances plant growth. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 111, 533-538.

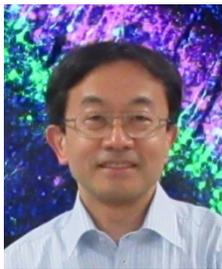
【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 143,800千円

【ホームページ等】

<http://plantphys.bio.nagoya-u.ac.jp>
kinoshita@bio.nagoya-u.ac.jp

【基盤研究(S)】
大区分G



研究課題名 脳皮質の構築機構の解明

慶應義塾大学・医学部・教授

なかじま かずのり
仲嶋 一範

研究課題番号： 20H05688 研究者番号：90280734

キーワード： 脳皮質、発生分化、形態形成、ニューロン、グリア細胞

【研究の背景・目的】

我々の脳には、皮質と呼ばれる特徴的な構造があります。皮質では、脳の表面に無数のニューロン（神経細胞）たちが層構造を作って並んでいます。特に大脳皮質はヒトで大きく発達して様々な高次脳機能を営んでおり、まさにヒトをヒトたらしめている進化の最高傑作とも言われています。

本研究では、主にマウスをモデルとして、脳皮質の三次元的な基本構造が、それを構成する細胞たちの相互作用を通して発生期に構築されていくメカニズムを明らかにすることを目指します。まずは大脳皮質ニューロンが産生されて移動し、それぞれ特異的な機能を担うニューロンへと適切に分化して、脳表面近くで整然と層状に配列していくしくみを明らかにすることを目指します。また、脳においてニューロンより圧倒的に多く存在するグリア細胞のうち、特に脳機能に積極的に関与する主要な構成細胞であるにも関わらず発生過程の知見が乏しいアストロサイトについて、どこでどのように産生され、分化し、皮質内に広く分布していくのかを明らかにすることを目指します。さらに、皮質ニューロンの数を増やすためには、脳表面にシワを作って脳皮質の表面積を増やすことが重要ですが、この組織全体のグローバルな形態変化が、細胞間相互作用などにより制御される可能性の検証を試みます。

【研究の方法】

大脳皮質のニューロンは、脳表面直下に“inside-out”と呼ばれる様式で層構造を作っていきます（図1）。この様式での細胞配置を制御しているのがリーリンという分子で、脳表面にある辺縁帯のカハール・レチウス細胞という分子から分泌されます。私たちは、リーリンを本来と異なる部位で強制発現させる実験により、リーリンが単独でこの“inside-out”様式でのニューロン配

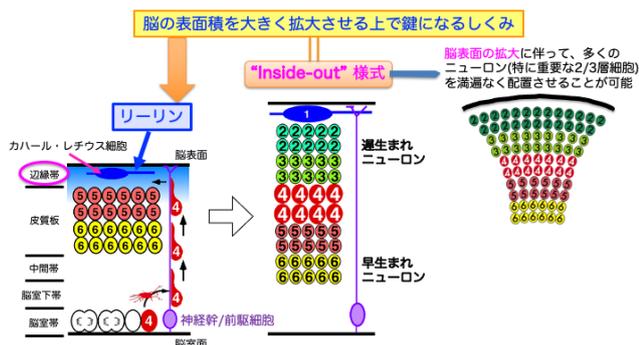


図1 “inside-out 様式”による大脳皮質の形成

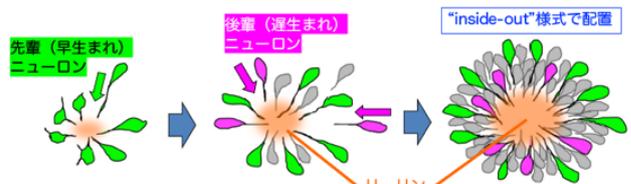


図2 リーリンによるニューロン配置の制御

置を実現していることを見出しました（図2）。そこで本研究では、その分子機構を調べます。また、各ニューロンの最終分化運命が、細胞外因子によって変化することも見出しましたので、その機序を検討します。アストロサイトについては、ニューロンとは全く異なる移動様式を取ることを最近見つけたので、その動態と分化の制御機構を探ります。また、リーリンは脳のシワ形成にも重要な役割を果たしますので、リーリンがその標的細胞にいかなる変化を惹起するのかを調べ、組織全体の形態変化を制御するしくみを明らかにします。

【期待される成果と意義】

様々な精神神経疾患の背景に、発生過程における脳皮質の微細な異常が存在する可能性が近年注目されています。特にリーリンは統合失調症などの関連が具体的に報告されており、本研究の成果はそれら疾患の病態解明に繋がる可能性も期待されます。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Matsunaga, Y., Noda, M., Murakawa, H., Hayashi, K., Nagasaka, A., Inoue, S., Miyata, T., Miura, T., Kubo, K., and Nakajima, K. "Reelin transiently promotes N-cadherin-dependent neuronal adhesion during mouse cortical development." *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 114 (8), 2048-2053 (2017).
- ・ Oishi, K., Aramaki, M., and Nakajima, K. "Mutually repressive interaction between Brn1/2 and Rorb contributes to establishment of neocortical layer 2/3 and layer 4." *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 113 (12), 3371-3376 (2016).

【研究期間と研究経費】

令和2年度－6年度 151,300千円

【ホームページ等】

<https://www.nakajimabio.com>
kazunori@keio.jp

【基盤研究(S)】
大区分G



研究課題名 ミトコンドリアの生合成と機能維持を担うタンパク質交通システムの分子基盤

京都産業大学・生命科学部・教授
えんどう としや
遠藤 斗志也

研究課題番号: 20H05689 研究者番号: 70152014

キーワード: ミトコンドリア, トランスロケータ, クライオ電子顕微鏡, タンパク質輸送

【研究の背景・目的】

ミトコンドリアは、真核生物の細胞でエネルギー産生とともに様々な物質代謝・情報伝達を担い、アポトーシスにも関わる。ミトコンドリアを細胞内でつくり維持するには、ミトコンドリアを構成する1000種あまりのタンパク質をサイトゾルから既存ミトコンドリアに配送し、ミトコンドリア内の不良タンパク質を検出・除去することが必須である。われわれは、タンパク質の配送システムは関与する装置(トランスロケータ)の構成成分の再編成を伴う動的変換により制御されること、ミトコンドリアタンパク質の品質管理システムは単なる分解系ではなく、ERも巻き込んだタンパク質配送のやりなおし(校正)機構として働くことを見出した。

本研究ではこれらの発見を足掛かりとして、出芽酵母を中心にミトコンドリアの交通システムと品質管理システムについて、クライオ電子顕微鏡(EM)による構造解析と構造に基づく生化学的・細胞生物学的解析を一気に進め、タンパク質の交通と品質管理に関する新たな原理を確立する。さらにこれまで不明であったミトコンドリア拡大を促す因子の探索を行う。これらの研究を通じて、ミトコンドリアが細胞内でいかに作られ、維持されるかという根源的問題の分子機構の統合的理解をめざす。

【研究の方法】

本研究で明らかにする「問い」は以下の通りである。

- (1) 外膜トランスロケータの TOM 複合体は、どのようにして1000種類におよぶ多様な基質を間違いなく選別し、膜透過させるのか、(2) 外膜トランスロケータの SAM 複合体はどのように基質のβバレル構造形成を促しつつ外膜への組み込みを実現するのか、(3) ミトコンドリア外膜の AAA-ATP アーゼである Msp1 はどのように配送やり直し(校正)を行うのか、配送やり直しの基質やオルガネラにはどの程度一般

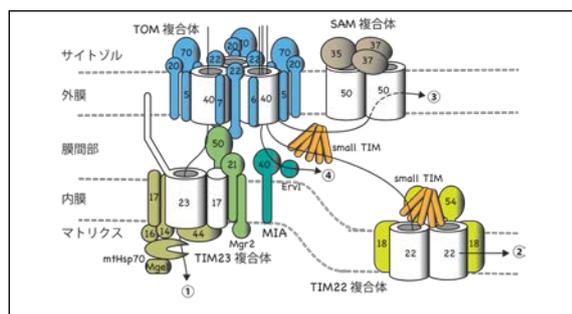


図1 ミトコンドリアへのタンパク質配送経路

性があるのか、(4) ミトコンドリアの配送能力低下でミトコンドリア外膜に蓄積した前駆体の処理について、TOM 複合体-Ubx2 を介した分解と Msp1 による校正はどのように行われるのか、(5) ミトコンドリア量の増加を制御する因子と経路は何か。これらの問いに答えるために、トランスロケータの精密構造解析、機能解析を展開し、*in vivo*, *in vitro* の生化学的、細胞生物学的解析、出芽酵母の利点を生かした分子遺伝学的選別と解析を進める。

【期待される成果と意義】

ミトコンドリアを巡るタンパク質交通システムの研究は、近年のクライオ電子顕微鏡の技術革新により新しいフェーズに入りつつある。本研究でもこうした構造生物学の新しい手法を駆使して、動的な精密構造を解明し、それを基盤として、トランスロケータの基本的な作動原理と調節の分子機構の理解を一気に進めることをめざしている。また、これまで知られていなかった、タンパク質の細胞内配送におけるやり直し(校正)、とくにオルガネラ間での誤配送のやり直しという新しい概念についても、その全貌解明を目指している。また、ミトコンドリアの量を制御する因子の探索同定はミトコンドリア生合成の新たな原理解明にもつながる。こうした結果はミトコンドリアに限定されるものではなく、各オルガネラへのタンパク質の交通全般、細胞内構造形成全般の研究に広くインパクトを与えるものと考えられる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Araiso, Y. *et al.* Structure of the mitochondrial import gate reveals distinct preprotein paths. *Nature* 575, 395-401 (2019).
- ・ Matsumoto, S. *et al.* Msp1 clears mistargeted proteins by facilitating their transfer from mitochondria to the ER. *Mol. Cell* 76, 191-205 (2019).

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 151,300千円

【ホームページ等】

<http://endolab.jp/wp/tendo@cc.kyoto-su.ac.jp>



研究課題名 転写と中核的な生命機能を結びつける高次複合体の構造基盤

理化学研究所・生命機能科学研究センター・チームリーダー

せきね しゅんいち

関根 俊一

研究課題番号： 20H05690 研究者番号：50321774

キーワード： RNAポリメラーゼ、転写因子、ヌクレオソーム、リボソーム、クライオ電子顕微鏡

【研究の背景・目的】

DNAの遺伝情報をRNAに転写する巨大なタンパク質複合体であるRNAポリメラーゼは、細胞内の様々な分子と相互作用し、多くの生命機能を支えるハブとして機能している。真核生物では、RNAポリメラーゼIIによる転写は、エピジェネティクスやシグナル伝達、mRNAプロセッシングといった重要な生命機能と密に連携している。また、原核生物では、RNAポリメラーゼとリボソームは複合体を形成し、転写と翻訳は協調的に行われる。しかしながら、これらの諸機能と転写との接点で形成される複合体が具体的にどのような構造をとっており、どのように機能し、制御と結びついているのかはほとんど分かっていない。近年のクライオ電子顕微鏡解析技術の進歩により、巨大な複合体同士が組み合わさって形成される超複合体の構造や、それらが機能する仕組みを、細胞内での状態に近い状態で捉えることができる時代になってきている。本研究では、RNAポリメラーゼを中心に、ヌクレオソームやエピジェネティクス因子、巨大転写因子、RNAプロセッシング因子、リボソーム等を含めた超複合体の構造解析を行うことで、転写そのもののメカニズムだけでなく、転写とそれに隣接する重要な生命機能との相互関連の構造基盤を解明する。

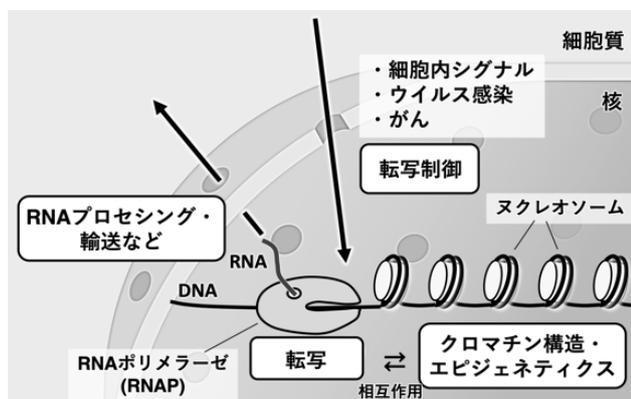


図1. 転写とそれに関連する様々な事象の相互作用

【研究の方法】

本研究では、転写とエピジェネティクスとの関係、高等生物における転写制御、転写とmRNAプロセッシングの連携、細菌における転写と翻訳の共役の分子メカニズムに焦点を当てる。これらの現象に含まれ

る重要な高次複合体を試験管内で再構成し、主にクライオ電子顕微鏡を用いてその構造を明らかにする。試験管内再構成が難しいものについては、細胞から複合体を直接単離精製し、含まれるコンポーネントを質量分析等で同定しつつ、直接構造解析することも試みる。生化学的解析や変異体解析等と組み合わせ、転写とそれを取り巻く種々のプロセスとの相互作用や連携、制御のメカニズムを近原子分解能で明らかにする。

【期待される成果と意義】

生体分子が細胞内でどのように相互作用し、どのような高次の複合体を形成して細胞の機能を支えているのか、その理解は遅れている。本研究では、RNAポリメラーゼを中心に形成される高次複合体の構造解析を行うことで、転写と接点をもつ重要な生命機能(エピジェネティクス、高次転写制御、mRNAプロセッシング、翻訳等)の相互関連の分子メカニズムを解明し、これまでブラックボックスであったクロマチン内での転写や制御の仕組みを原子分解能で明らかにする。高等真核生物の転写制御の研究から、ウイルスやがんの増殖メカニズムに関する重要な知見が得られることも期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Ehara, H.,* Kujirai, T.,* Fujino, Y., Shirouzu, M., Kurumizaka, H.† and Sekine, S.† “Structural insight into nucleosome transcription by RNA polymerase II with elongation factors”, *Science* 363, 744-747 (2019).
- Kujirai, T.,* Ehara, T.,* Fujino, Y., Shirouzu, M., Sekine, S.† and Kurumizaka, H.† “Structural basis of the nucleosome transition during RNA polymerase II passage”, *Science* 362, 595-598 (2018).
- Ehara, H., Yokoyama, T., Shigematsu, H., Yokoyama, S., Shirouzu, M. and Sekine, S.† “Structure of the complete elongation complex of RNA polymerase II with basal factors”, *Science* 357, 921-924 (2017).

【研究期間と研究経費】

令和2年度－6年度 145,500千円

【ホームページ等】

<https://www.bdr.riken.jp/jp/research/labs/sekine-s/index.html>
shunichi.sekine@riken.jp

【基盤研究(S)】

大区分H



研究課題名 脂質代謝酵素 PLA2 ファミリーを基軸とした脂質による生命応答制御の統一的理解

東京大学・大学院医学系研究科・教授

むらかみ まこと
村上 誠

研究課題番号： 20H05691 研究者番号：60276607

キーワード： 脂質、酵素、生体分子、細胞、遺伝子

【研究の背景・目的】

脂質はエネルギー源・細胞膜成分・シグナル物質・体表バリア(脂質の四大機能)として必須の生体成分であり、その質的・量的変化は様々な疾患と関連する。研究代表者はこれまでに、脂質代謝の鍵酵素である PLA₂ 分子群を起点とした脂質代謝の研究を推進し、各 PLA₂ がその個性に基づき脂質の四大機能を巧みに調節し、多様な疾患に関わることを報告してきた(図1)。PLA₂ 分子群の機能の全貌解明は、脂質の関わる生命応答の総理解、更には新規創薬展開に繋がることが期待される。しかしながら、これまでの研究成果は一部の PLA₂ のごく限られた局面における機能しか見ておらず、PLA₂ 分子群の生体内機能の総理解は未だ途上の段階にある。

本研究では、PLA₂ 分子群の遺伝子改変マウスとメタボローム解析を軸とした従来の研究路線を更に発展させるとともに、将来の臨床導出を視野にヒト検体を用いた外挿研究を加速し、生命応答における PLA₂ 脂質経路の役割を総合的に体系化することを目指す。

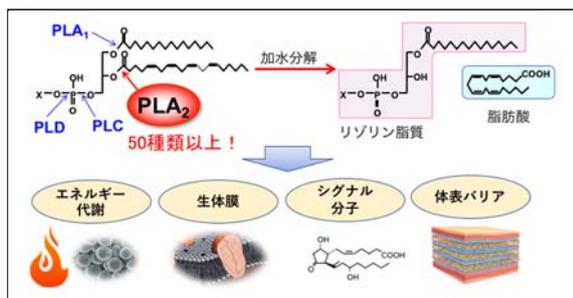


図1 脂質の四大機能と PLA₂ 分子群

【研究の方法】

本研究では、研究代表者が世界に誇る PLA₂ 分子群の遺伝子改変マウス群にリポドミクスを展開し、各 PLA₂ の関わる疾患における責任脂質を同定するとともに、ヒト疾患との相関性を精査する(bench to clinic)。ヒト疾患と相関する PLA₂ 分子群を臨床検体から抽出して動物モデルに演繹し、当該 PLA₂ 脂質経路の機能を検証する(clinic to bench)。更に分子・細胞レベルでの各酵素の機能や調節機構と照合することで、PLA₂ 分子群を起点とした疾患固有の脂質代謝マップの総合的体系化を目指す。本研究では特に、①皮膚疾患、②アレルギー疾患、③代謝・循環器疾患に焦点を絞り、各疾患に関わる新規 PLA₂ 脂質経路の同定を目指すとともに、④既存概念とは異なる PLA₂ の新しい動作原理について解析する。

【期待される成果と意義】

本研究の最大の特色は、解析手段として PLA₂ 分子群の遺伝子改変マウスのラインナップを揃えている点にある。PLA₂ 分子群の遺伝子改変マウスは生体内に隠された未知の脂質ネットワークを同定するための宝の山といえる。これまでの研究路線を更に発展させて脂質の新機能を解明することは、PLA₂ に基づく脂質研究の国際的拠点としての研究代表者の責務である。本研究の学術的独自性は、PLA₂ 分子群の機能解明を通じて脂質による生命応答制御の統一的理解を目指す点にあり、多系統の PLA₂ 欠損マウスを総合的に比較するアプローチは世界に例を見ず、その独創性、新規性、優位性は明らかである。本研究は、様々な疾患に関して脂質の視点から新たな学術的理解を与えると同時に、新しい知的財産の取得や疾患の治療予防法の開発に資するものである。更に、安全な食及び健康長寿社会の実現への貢献、広範な生命科学研究への波及効果が期待される。

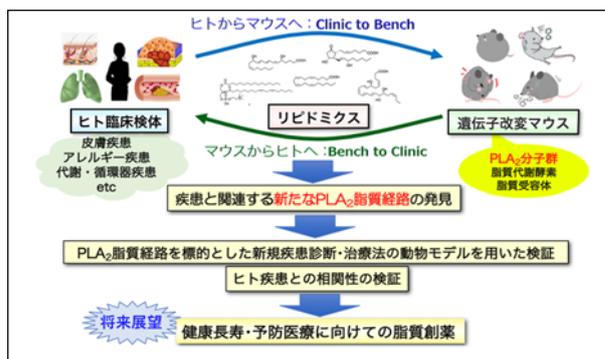


図2 本研究の全体構想

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Taketomi Y, Ueno N, Kojima T, Sato H, Murase R, et al. Mast cell maturation is driven via a group III phospholipase A₂-prostaglandin D₂-DP1 receptor paracrine axis. *Nat. Immunol.* 14, 554-563, 2013
- Sato H, Taketomi Y, Ushida A, Isogai Y, Kojima T, et al. The adipocyte-inducible secreted phospholipases PLA2G5 and PLA2G2E play distinct roles in obesity. *Cell Metab.* 20, 119-132, 2014

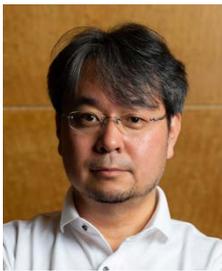
【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 151,300千円

【ホームページ等】

<http://lmmhs.m.u-tokyo.ac.jp/>

【基盤研究(S)】 大区分H



研究課題名 ヘルペスウイルスの増殖・病態発現に関する統合的分子 基盤

東京大学・医科学研究所・教授
かわぐち やすし
川口 寧

研究課題番号： 20H05692 研究者番号：60292984
キーワード： ウイルス、増殖機構、病態発現機構

【研究の背景・目的】

単純ヘルペスウイルス(HSV)は、ヒトに脳炎、粘膜・皮膚疾患、眼疾患といった多様な疾患を引き起こす医学上重要なウイルスである。また、HSV 感染症は、ヒト免疫不全ウイルス感染の危険度を2~4倍に増加させ、認知症の増悪にも関与する。HSV 感染症に対しては、抗ウイルス薬が開発されているが、疾患によってはその効果は十分で無く、ワクチンも開発されていない。さらに、潜伏・再発を繰り返すという特徴から、HSV 感染症の根治は困難であり、アンメット・メディカルニーズが高い。HSV 研究における普遍的な問いである「HSV の増殖・病態発現機構の全体像」は「複雑な感染現象の総和」であることを鑑むと、「細分化された個別の感染現象」のみを解析するだけでは解明には至らないことは想像に難くない。本研究では、研究代表者が長年独自に積み上げてきた多様な HSV 感染現象に関する基礎研究知見を基盤に、先端のテクノロジーにより紐解く各感染現象を、生体レベルの *in depth* 解析に落とし込み、多階層的知見を「HSV の増殖・病態発現機構の全体像」として統合的に理解していくことを目標とする。また、HSV 研究から紐解かれるユニークな知見から、従来のウイルス学の枠に捕らわれない新たな生命現象の解明も試みる。



図1 本研究課題のコンセプト図

【研究の方法】

従来からのウイルス学的手法、分子生物学的手法、細胞生物学的手法、実験動物学的手法に加え、シングルセル解析、近接依存性標識法を用いたイン

ターラクトーム、定量的リン酸化プロテオーム、マイクロバイーム、細胞レベルおよびウイルスレベルでの遺伝子編集スクリーニング等、先端技術を駆使し、本研究を遂行する。

【期待される成果と意義】

HSV は、そのアンメット・メディカルニーズの高さから、長年精力的に研究が推進されている。それにも拘わらず、「HSV の増殖・病態発現機構の全体像」が未だに不明瞭であるのは、「多様な感染現象を俯瞰した形の研究」の欠如が1つの理由であると考えられる。このような研究動向の中、様々な感染現象の多面的解析を遂行し、「ウイルス感染現象の全体像」の解明を推進する本研究(図1)は、国際的にも重要な位置付けにあるだけでなく、当該分野の継続的な基盤構築という点でも高い意義があると考えられる。また、ウイルスを生体プローブとして活用することで、通常の宿主細胞の研究では解明し得ない細胞・生体機構を紐解く本研究のアプローチは、ウイルス学のみならず、一般的な生物学にもインパクトを与える新たな生命現象の解明に繋がる可能性を秘めている。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Maruzuru Y, Ichinohe T, Sato R, Miyake K, Okano T, Suzuki T, Koshihara T, Koyanagi N, Tsuda S, Watanabe M, Arii J, Kato, **Kawaguchi Y**. Herpes simplex virus 1 VP22 inhibits AIM2-dependent inflammasome activation to enable efficient viral replication. *Cell Host & Microbe* 23: 254-65, 2018.
- Arii J, Watanabe M, Maeda F, Tokai-Nishizumi N, Chihara T, Miura M, Maruzuru Y, Koyanagi N, Kato A, **Kawaguchi Y**. ESCRT-III mediates budding across the inner nuclear membrane and regulates its integrity. *Nat. Commun.* 9: 3379, 2018.

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 152,100千円

【ホームページ等】

<http://www.ims.u-tokyo.ac.jp/Kawaguchi-lab/KawaguchiLabTop.html>

【基盤研究(S)】

大区分H



研究課題名 Regnase-1 を介した mRNA 管理機構の包括的理解

大阪大学・免疫学フロンティア研究センター・特任教授

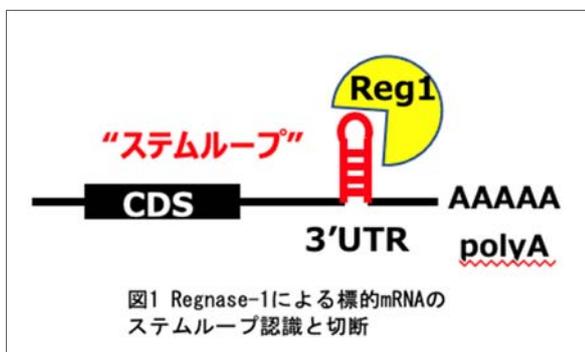
あきら しずお
審良 静男

研究課題番号： 20H05693 研究者番号：50192919

キーワード： Regnase-1、mRNA 安定制御、代謝調節、組織恒常性

【研究の背景・目的】

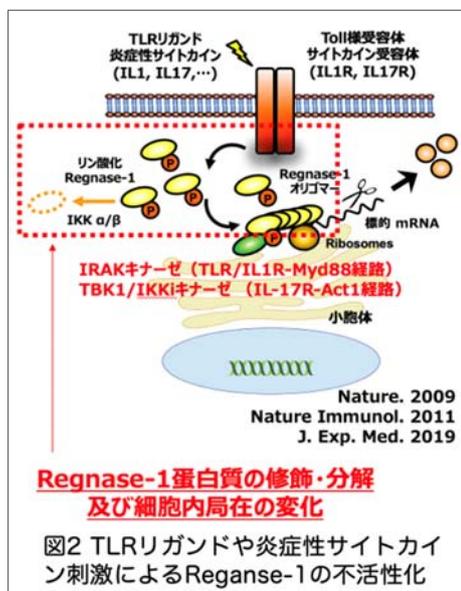
マイクロRNA やノンコーディングRNA の発見から、mRNA 制御機構の研究が盛んになっている。我々は、2009年に *IL-6* mRNA の 3'UTR に結合し、*IL-6* mRNA を分解するエンドリボヌレアーゼ Regnase-1 を同定した(図1)。これまで mRNA 安定性に関与していると報告されてきた RNA 結合蛋白質は、自身ではリボヌレアーゼ活性を持たず、ターゲット mRNA との相互作用を介してそれを exosome へとリクルートすることによって分解を促すもののみであった。哺乳動物で、マイクロRNA 形成に関わるもの他にエンドリボヌレアーゼを有する RNA 結合蛋白質は、Regnase ファミリーしか存在しない。その後の研究で、Regnase-1 は *IL-6* のみならず多くの炎症・免疫応答に関わる mRNA の産生制御に関わっており、炎症・免疫応答において必須の分子であることを明らかにしてきた。さらに、Regnase-1 が炎症・免疫応答以外の様々な代謝過程の制御にも関与していることが明らかになりつつある。Regnase-1 による炎症・免疫応答制御機構は、Regnase-1 の有する機能の一端に過ぎず、これまで知られていない Regnase-1 による mRNA の品質管理機構が数多く存在していると考えられる。本研究では、これまで蓄積された Regnase-1 に関する知見を基にして、様々な臓器における恒常性維持や細胞活性化の制御プロセスに Regnase-1 が関与しているかどうかを調べる。Regnase-1 による mRNA 産生制御のメカニズムに対して包括的かつ総合的に理解を深めることを目的とする。



【研究の方法】

免疫・炎症反応制御の新機構を担う Regnase-1 の生体での役割の全貌を解明するために、細胞・組織特異的ノックアウトマウス、機能ドメイン変異ノックインマウスなどを作製する。これらのマウス由来の免

疫細胞・非免疫細胞を用い、Regnase-1 の役割を検討する。特に、Regnase-1 自身の多彩な制御メカニズム(図2)や代謝における役割について機能解析を行う。また、Regnase-1 のエンドヌクレアーゼ活性を阻害する新規分子や低分子化合物の探索と効果について調べ、創薬への応用の可能性を探る。



【期待される成果と意義】

これまで取り組んできた Regnase-1 による免疫・炎症反応制御に関する知見を深めるだけでなく、代謝制御を含めて理解することで、RNA 生物学の新領域の開拓が期待される。また、Regnase-1 を介した免疫機能を制御する低分子化合物の探索や開発を進めることは、疾患克服に向けて重要である。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Tanaka H et al, J. Exp. Med. (2019)
- ・ Nagahama Y et al, PNAS (2018)

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 152,400千円

【ホームページ等】

<http://hostdefense.ifrec.osaka-u.ac.jp/ja/index.html>

【基盤研究(S)】 大区分 I



研究課題名 臓器間ネットワークによる糖代謝恒常性維持機構の解明と糖尿病治療戦略の開発

東北大学・大学院医学系研究科・教授
かたぎり ひでき
片桐 秀樹

研究課題番号： 20H05694 研究者番号：00344664
キーワード： 臓器間ネットワーク、糖代謝、糖尿病

【研究の背景・目的】

ヒトを初めとする多臓器生物では、血糖値や体重は、一つの臓器だけで決まるものではなく、個体全身の臓器が最適な状況を作るよう連携するシステムが必要であり、そのためには、臓器間の代謝情報のやり取りが欠かせない。研究代表者らは、液性因子に加え、自律神経を中心とした神経ネットワークがこの臓器間の代謝情報のやり取りに重要な役割を果たしていることを明らかとした(図)。特に肝臓からの神経シグナルは、基礎代謝や適応熱産生を制御することでエネルギー代謝を調節するのみならず、膵β細胞の量を制御することで糖代謝の制御にも関与していることが明らかとなっている。これまでに見出したものは、主に肥満状態で慢性的に活性化され、血圧上昇や高中性脂肪血症、高インスリン血症などのメタリックシンドロームの病態発症にも関与しているものであった。

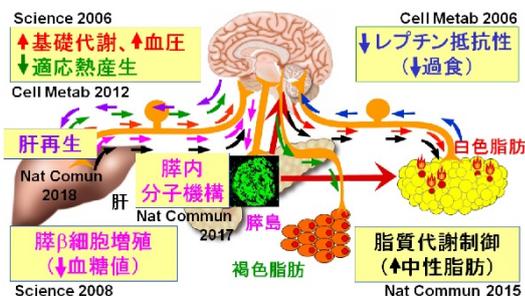


図 代謝に関わる臓器間神経ネットワーク機構

一方で、血糖値の調節を考えると、血糖値を100mg/dLとした場合、成人の全血液量は約5Lであることから、全血液中のブドウ糖量は5g程度と計算できる。これは、食事による大量のブドウ糖流入(一食100g以上)、脳や筋を含めた全身の細胞でのグルコース使用量(数百g/日)を考えると、微々たる量であり、時々刻々極めて精密に調節するメカニズムが存在していることを意味するが、その機構は明らかではない。特に、絶食時の低血糖抑制メカニズムは生体にとって極めて重要なものである。まず肝におけるグリコーゲン分解がその任を担うが、マウスでは数時間で枯渇し日々の明期の半日絶食では糖新生が血糖維持の中心となる。糖利用に比して糖新生が低下する状況はたとえ短時間であったとしても防がねばならないと想定され、全身の糖利用に相当する量の糖新生が、時々刻々、過不足なく行われる精緻な臓器間メカニズムの存在を考える必要がある。本研究では、最新のバイオテクノロジーを活用し、全身の

臓器が協調して糖新生を制御するメカニズムの解明を試みる。

【研究の方法】

糖新生を担うのは、主として肝・腎・小腸と考えられている。そこでこれらの臓器に選択的に誘導性に糖新生律速酵素を欠損させるマウスモデルを作製し、血糖値はもちろん、全身各臓器・組織への影響を検討する。さらに臓器/組織選択的に自律神経を活性化あるいは不活化させる手法を用い、肝と他臓器とをつなぐ臓器間ネットワークについて解明する。さらに、絶食、運動、SGLT2阻害薬投与といった糖新生を亢進させた状況において、全身の糖利用の要求量をどのように肝が認識するのかについて、これらのマウスモデルを用いて解明を進める。

【期待される成果と意義】

本研究は、個体レベルでの糖代謝恒常性維持機構に対し、論理的に想定される臓器間ネットワークに基づく制御機構を発見し、そのメカニズムを解明することを目指している。特に空腹時に低血糖にならず、体の各臓器が消費するブドウ糖量と過不足なくグリコーゲン分解や糖新生が行われるという多臓器生物の生命維持にかかわる根源的なメカニズムの解明につなげたい。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Uno K et al. Neuronal pathway from the liver modulates energy expenditure and systemic insulin sensitivity. *Science* 312: 1656-9, 2006
- Imai J et al. Regulation of Pancreatic β cell Mass by Neuronal Signals from the Liver. *Science* 322: 1250-4, 2008
- Yamamoto J et al. Neuronal signals regulate obesity induced β -cell proliferation by FoxM1 dependent mechanism. *Nat Commun.* 8: 1930, 2017
- Izumi T et al. Vagus-macrophage-hepatocyte link promotes post-injury liver regeneration and whole-body survival through hepatic FoxM1 activation. *Nat Commun.* 9: 5300, 2018

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 150,400千円

【ホームページ等】

<http://www.diabetes.med.tohoku.ac.jp/>

【基盤研究(S)】

大区分 I



研究課題名 造血幹細胞体外増幅系を用いた幹細胞性・加齢・発癌機構の解析

東京大学・医科学研究所・特任教授

なかうち ひろみつ

中内 啓光

研究課題番号： 20H05695 研究者番号： 40175485

キーワード： 造血幹細胞、ex vivo 増幅、クローナル造血、CRISPRgRNA スクリーニング、マルチオミックス解析

【研究の背景・目的】

造血幹細胞は古くから良く研究されていて、多分化能、自己複製、ニッチなど幹細胞生物学の旗艦モデルシステムとして多くの概念を生み出してきた。しかし幹細胞生物学の根幹の原理である分化と自己複製の制御機構の詳細は依然として不明である。ごく最近、我々は血液学の長年の夢であったマウス造血幹細胞を *in vitro* で長期培養して幹細胞としての機能を維持したまま 4 週間で 900 倍以上に増殖させる手法を開発し報告した (Wilkinson et al. Nature 2019)。この手法は世界的に注目され、多くの研究室ですでに追試されている。本研究では我々が開発した造血幹細胞の長期培養増殖法を用いて、これまで得られる数が少なかったため難しかった造血幹細胞を対象とした遺伝子スクリーニングや長期培養後のゲノム変異解析を試み、造血幹細胞の分化と自己複製機構ならびに加齢による血液腫瘍の発症機構の解明に迫る。さらにヒト造血幹細胞の *ex vivo* の増殖を可能にする培養法を確立し、血液学の Holy Grail を達成することを目指す。

【研究の方法】

我々が開発したマウス造血幹細胞の *ex vivo* 増幅系においてもでも、長期培養に伴い機能的な幹細胞の

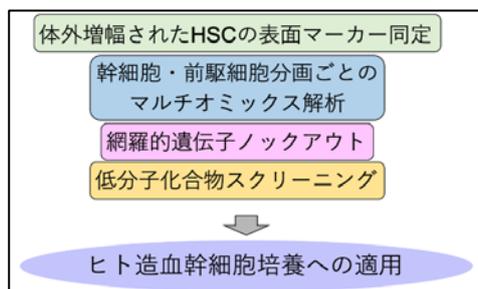


図1 研究のストラテジー

純度は漸減する。まずはFACSと移植実験を駆使して、増幅された幹細胞を純化できる表面マーカーを同定する。

この結果をもとに、真の幹細胞分画を分離し、大量のサンプルが必要なマルチオミックス解析を実施する。同時に、CRISPR/Cas9 ゲノム編集ライブラリーで網羅的に遺伝子ノックアウトを行い、幹細胞性の維持に必要なシグナルを同定する。同定されたシグナルを中心に、低分子化合物等のスクリーニングも実施する。そして得られた知見をヒト造血幹細胞の培養系に適用することで、マウスとの共通点、あるいは相違点から、造血幹細胞の自己複製の本態と、ヒト造血幹細胞増幅に必要な条件の解明を目指す。

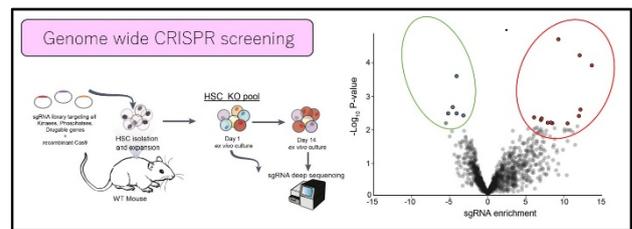


図2 CRISPR ゲノムライブラリーによる網羅的解析

【期待される成果と意義】

造血幹細胞は 50 年以上前から骨髄移植という形で造血器悪性腫瘍や遺伝性血液疾患に対する確立した治療法として臨床応用されているが、HLA がマッチしたドナーを得ること、数を増やすことが困難という問題を抱えている。さらに、加齢に伴う血液腫瘍の増加が遺伝子変異の蓄積と強く関連していること、高齢者の骨髄中には前白血病状態と考えられているクローン性の増殖が高頻度で見られることなどが示されているものの、変異集積から発症に至るメカニズムは不明である。申請者らが開発したマウス造血幹細胞の培養増殖系が可能にした multi-omics 解析を行うことによりこれらの血液学の長年の課題を一挙に解決することが期待できる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

1. Wilkinson AC, Igarashi KJ, Nakauchi H. (2020). Haematopoietic stem cell self-renewal in vivo and ex vivo. *Nat Rev Genet.* 21(9):541-554. "PMID": 32467607.
2. Wilkinson AC, Ishida R, Kikuchi M, Sudo K, Morita M, Crisostomo RV, Yamamoto R, Loh KM, Nakamura Y, Watanabe M, Nakauchi H*, Yamazaki S*. (2019). Long-term ex vivo haematopoietic-stem-cell expansion allows nonconditioned transplantation. *Nature.* 571(7763):117-121. "PMID": 31142833.
3. Yamamoto R, Wilkinson AC, Oechara J, Lan X, Lai CY, Nakauchi Y, Pritchard JK, Nakauchi H. (2018). Large-Scale Clonal Analysis Resolves Aging of the Mouse Hematopoietic Stem Cell Compartment. *Cell Stem Cell.* 22(4):600-607 e604. "PMID": 29625072.

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 152,600 千円

【ホームページ等】

<https://www.ims.u-tokyo.ac.jp/sct/>
nakauchi@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

【基盤研究(S)】

大区分 I



研究課題名 関節組織を繋ぐ要：腱・靭帯ホメオスタシスの分子メカニズムの解明

東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・教授

あさはら ひろし

浅原 弘嗣

研究課題番号： 20H05696 研究者番号：70294460

キーワード： 腱・靭帯、Mkx、運動機能、遺伝子発現

【研究の背景・目的】

腱は筋肉から骨へ力を伝達し、靭帯は関節の適切な可動性と安定性を維持する機能を有している。腱・靭帯は老化とともに組織の恒常性が失われ、その機能が低下する他、その損傷においては、再生能力に乏しいため、完全な機能回復が困難であり、アスリートはもちろん、一般人の日常生活における運動能力の低下の原因となることが多い。また、腱・靭帯の機能低下は、長期的に変形性膝関節症などの運動器疾患を引き起こすことも知られている。

近年、我々を含む複数の研究者によって、転写因子 Mkx が腱・靭帯に特異的に発現し、腱・靭帯の発生に重要な機能をもつことが示されてきた。

これらの知見に基づき、本研究計画においては、腱・靭帯の恒常性維持や再生メカニズムの解明のため、この転写因子 Mkx に注目し、複数の遺伝子改変マウス・ラット作製による研究と一細胞レベルの分子生物学的解析を有機的に組み合わせることで、Mkx を起点とした腱・靭帯における遺伝子発現ネットワークとその生理学的意義を明らかにする。

【研究の方法】

腱・靭帯組織に存在する細胞集団を同定するため、マウスアキレス腱を用いた、1細胞レベルでのトランスクリプトーム解析を行い、腱・靭帯を構成する、それぞれの細胞群を抽出、それぞれの細胞群の機能の特異的な遺伝子発現パターンより検討する。

特に腱組織の恒常性維持を担う腱細胞分画を抽出し、その細胞群において、Mkx を標的としたクロマチン免疫沈降-シークエンス解析、および Mkx 遺伝子のコンディショナルなノックダウンによるトランスクリプトーム解析などを行い、腱細胞における Mkx の遺伝子発現ネットワークを詳細に解析する。

個体レベルでは、腱・靭帯の成熟後の Mkx の機能をコンディショナル Mkx ノックアウトマウス・ラットを用いることで、分子生物学的、組織学的、生理学的に解析する。

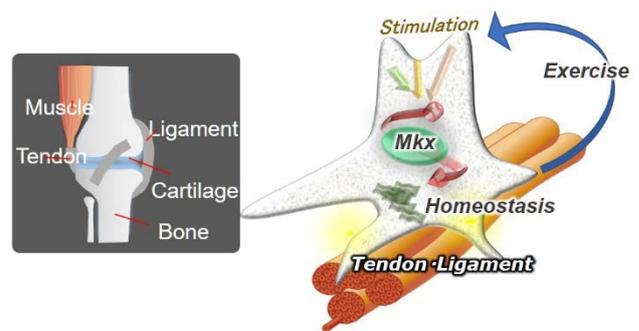
さらに、Mkx の遺伝子発現を強めるカスケードを探索し、その不活化による腱・靭帯の恒常性維持および組織再生の検討を行う。

【期待される成果と意義】

腱・靭帯の損傷の修復に重要な分子機構の解明は、将来的な再建・再生医療への足掛かりとなる可能性がある。

また、適切な運動刺激が運動器の機能向上に及ぼすメカニズムの解明は、動物の運動機能の生理学的な意義に重要な知見をもたらすと思われる。

以上、腱・靭帯の遺伝子・分子レベルでの解析は、運動を司る組織の統合的な理解に寄与し、ヒトの健康寿命の亢進に貢献することが期待される。



関節を構成する腱・靭帯の分子基盤の解明

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Nakamichi R, Ito Y, Inui M, Onizuka N, Kayama T, Kataoka K, Suzuki H, Mori M, Inagawa M, Ichinose S, Lotz M, Sakai D, Masuda K, Ozaki T, Asahara H. Mohawk promotes the maintenance and regeneration of the outer annulus fibrosus of intervertebral discs. *Nat Commun.* 7:12503. 2016
- ・ Suzuki H, Ito Y, Shinohara M, Yamashita S, Ichinose S, Kishida A, Oyaizu T, Kayama T, Nakamichi R, Koda N, Yagishita K, Lotz M, Okawa A, Asahara H. Gene targeting of the transcription factor Mohawk in rats causes heterotopic ossification of Achilles tendon via failed tenogenesis. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 113(28):7840-5. 2016

【研究期間と研究経費】

令和2年度－6年度 145,000千円

【ホームページ等】

<https://www.tmdusystemsbiomedicine.com/>

【基盤研究(S)】

大区分 I



研究課題名 皮膚における多様な免疫応答の誘導機序と他臓器との免疫学的連関の解明

京都大学・大学院医学研究科・教授

かばしま けんじ

梶島 健治

研究課題番号： 20H05697 研究者番号：00362484

キーワード： 免疫学、皮膚科学、アレルギー学

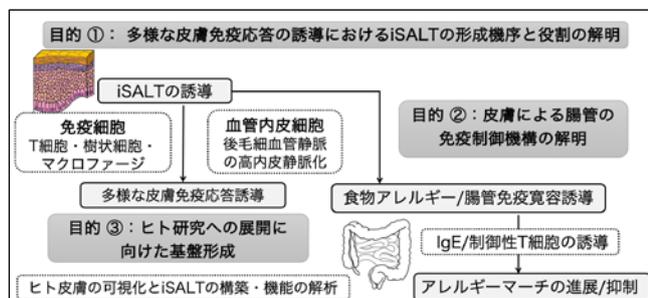
【研究の背景・目的】

外的侵襲に対する皮膚免疫応答機構の解明は、アトピー性皮膚炎をはじめとする皮膚疾患の発症機序の理解のみならず、他臓器での免疫応答の理解に繋がる。申請者は、外的侵襲に対して、皮膚内にリンパ様組織構築 (SALT) が誘導される事を見出し、iSALT と命名した。現在、iSALT の皮膚および全身免疫応答における生理的役割の解明が期待されている。

本研究では、①iSALT の誘導機序と皮膚免疫応答の多様性誘導における iSALT の役割を解明。②iSALT が全身免疫に及ぼす影響を理解。③マウスで得られた知見をヒト研究へと展開し、炎症性皮膚疾患の病態解明と全身免疫制御の起点としての皮膚の役割の解明を目指す。

【研究の方法】

これまでに申請者は Th1 型免疫応答(接触皮膚炎モデル)において iSALT を見だし、その形成に血管周囲マクロファージやそこから産生される CXCL2 が必要であること、後毛細血管静脈領域に生じること、後毛細血管静脈領域には高内皮細静脈 (HEV) が誘導されることなど、iSALT 形成機序の一端を既に解明してきた。しかし、血管周囲マクロファージのどのサブセットが関与するのか、それらの活性化機構、CXCL2 以外の形成因子の関与、HEV の誘導機構など未だ不明な点が多い。特に HEV は、定常状態の皮膚では見られない構造であり、リンパ節での機能と同様に、ナイーブ T 細胞、セントラルメモリー T 細胞などの組織浸潤経路となっている可能性がある。



従って、まず定常状態と接触皮膚炎の状態から皮膚血管周囲マクロファージ、血管内皮細胞を分離し、単一細胞 RNA シークエンス法を用いて解析し、iSALT 形成過程におけるそれら細胞種のサブセット・機能のプロファイリングを行う。そこで得られた結

果をもとに血管周囲マクロファージ活性化誘導因子、iSALT 形成候補因子、HEV 形成候補因子を選定する。候補因子の阻害を特異的阻害薬やそれら因子のコンディショナル欠損マウスなどを用い、iSALT、HEV 形成因子の新規同定を試みる。さらに、各種形成因子の産生細胞について候補細胞の欠損マウスを用いて同定し、iSALT 形成メカニズムの全貌を解明する。

【期待される成果と意義】

本研究では、独自に見出した新たな二次リンパ様構築である iSALT を切口として、皮膚免疫応答の多様性獲得機序の解明や、アレルギーマーチといった皮膚からの全身性アレルギー進展機構に切り込む。さらに、皮膚生体イメージング技術、単一細胞 RNA シークエンス法、質量サイトメトリー解析法などの最先端技術を有機的に組み合わせ、細胞動態の時空間的ダイナミズムや多彩な免疫応答の誘導機序を解明する。

本研究により皮膚からの皮膚免疫・全身免疫制御機構が明らかとされれば、皮膚免疫制御を通じて皮膚疾患のみならず、他臓器での免疫疾患の制御に繋がるのが期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Kabashima K Honda T, Ginhoux F, Egawa G. 2019. The immunological anatomy of the skin. *Nat Rev Immunol* 19: 19-30
- ・ Dainichi T, Kitoh A, Otsuka A, Nakajima S, Nomura T, Kaplan DH, Kabashima K. 2018. The epithelial immune microenvironment (EIME) in atopic dermatitis and psoriasis. *Nat Immunol* 19: 1286-98

【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 151,000千円

【ホームページ等】

<http://www.kuhp.kyoto-u.ac.jp/~skin/index.html>

【基盤研究(S)】

大区分 I



研究課題名 腫瘍血管によるがんの悪性変化の解明とその制御

大阪大学・微生物病研究所・教授

たかくら のぶゆき

高倉 伸幸

研究課題番号： 20H05698 研究者番号：80291954

キーワード： 腫瘍、血管形成

【研究の背景・目的】

VEGF という血管形成に必須といわれてきた分子の阻害だけでは抗腫瘍効果は現定的であることが判明し、従来考えられてきた腫瘍血管形成の機序である、既存の血管から新しい血管が発芽して伸長する、いわゆる発芽的血管新生の概念から脱却した腫瘍血管形成の分子機序の原理を解明し(図1)、その機序に立脚した新しい腫瘍環境の整備法を見出すための概念を創出することを本研究の目的とする。そして、このような新しい血管形成の分子機序の理解の上で、腫瘍環境の変化と同時に生じる、がん細胞の上皮間葉転換などの悪性化の誘導、あるいはその抑制の機序を解明し(図2)、腫瘍生物学における新しい研究分野の創出につなげる。

また、本研究では、幹細胞生物学の解析法を採用し、腫瘍血管形成における幹細胞制御の重要性を証明する。

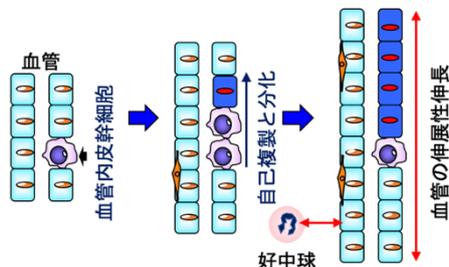


図1 腫瘍における伸展性の血管新生の分子機序解明

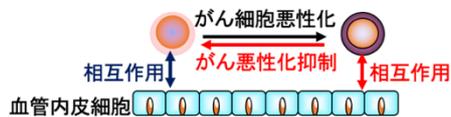


図2 がん悪性化に関わるアンジオクライン機構の解明

【研究の方法】

本研究では、新規腫瘍血管形成メカニズム「血管の伸展による血管新生」の分子機序の解明(図1)と、がんの悪性化に関わるアンジオクライン機構の解明(図2)の2項目に分けて遂行する。研究項目1では、VEGFシグナル系阻害剤に抵抗性を示す担がんマウスモデルを用いて、腫瘍内の血管と腫瘍環境に存在する血液細胞の質的および量的変化を解析し、いわゆる発芽的血管新生に依存しない血管形成において観察される血管変化と、それを誘導する血液細胞との相互作用を解明する。本研究では、2光子顕微鏡を用いたin vivoイメージングにより、

組織変化を4次元的に捉え、血管形成に関わる新しい分子候補に関し、血管の伸展性に与える影響を解析する。さらに、既存の血管内に存在する血管内皮幹細胞様細胞の腫瘍内での分化・増殖に関する機序にも言及する。研究項目2では、腫瘍血管内皮細胞から分泌される分子の中で、すでにかん細胞の悪性化を誘導すること、逆に悪性化を抑制することが判明しつつある候補分子に関して、遺伝子改変マウスの解析による生理的機能を含め、がん細胞及び微小環境に与える影響を詳細にする。

【期待される成果と意義】

本研究は、血管とがん細胞との相互作用を、血管形成によりもたらされる腫瘍微小環境から解明していく研究である。血管形成単独、がん細胞の悪性化を単独のイベントとして解析する研究は国内外でも行われているが、我々は、血管形成の詳細な分子機序の解明を切り口にして、がん細胞の悪性化進展を解析する。がん細胞と血管系細胞との相互作用を分断させることで、がんの悪性化を抑制するような新しい治療法の開発に資する研究成果が創出することが予想される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Naito H, Iba T, (他 11 名) and Takakura N. TAK1 Prevents Endothelial Apoptosis and Maintains Vascular Integrity. *Dev Cell* 48, 151-166 (2019).
- ・ Kidoya H, Muramatsu F, (他 11 名) and Takakura N. Regnase-1-mediated post-transcriptional regulation is essential for hematopoietic stem and progenitor cell homeostasis. *Nat Commun.* 10, 1072 (2019).
- ・ Wakabayashi T, Naito H, (他 14 名) and Takakura N. CD157 Marks Tissue-Resident Endothelial Stem Cells with Homeostatic and Regenerative Properties. *Cell Stem Cell* 22, 384-397 (2018).

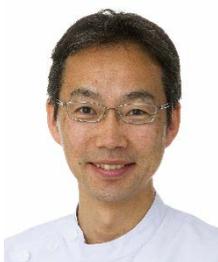
【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 151,300千円

【ホームページ等】

<http://st.biken.osaka-u.ac.jp/>

研究課題名 白血病難治性の分子機構解明と新規治療法の開発



九州大学・大学院医学研究院・教授

まえだ たかひろ

前田 高宏

研究課題番号: 20H05699 研究者番号: 00791972

キーワード: 急性骨髄性白血病、急性リンパ性白血病、CRISPR/Cas9 ゲノム編集技術

【研究の背景・目的】

成人急性白血病の治療成績は、化学療法、分子標的療法、造血幹細胞移植法の進歩にも関わらず、長期生存率は 40%に満たず、新規治療法の開発が急務である。近年の白血病ゲノム解析により、白血病難治性の背景には、細胞および個体レベルでの遺伝子異常があることが明らかとなった。

細胞レベルでの難治性を規定する遺伝子異常として、急性骨髄性白血病 (AML: acute myeloid leukemia) においては、TP53 遺伝子の機能欠失型変異が代表的である。一方、個体レベルでの難治性を規定する要因として、患者個体内での白血病クローンの多様性が挙げられる。遺伝子異常のプロファイルが異なる多種のクローンが個体内に存在することで、治療抵抗性クローンの出現頻度が高まると考えられる。従って、細胞、個体両レベルにおける白血病難治性を克服するためには、各クローンの遺伝子背景に則した薬剤選択、多種のクローンをもれなく駆逐するための、薬剤併用療法のデザインが必要である。

本研究の目的は、CRISPR/Cas9 遺伝子改変技術を用いたスクリーニング法を用いて、白血病難治性の分子メカニズムを解明し、新規治療標的、併用療法の開発に向けた知見を創出することである。

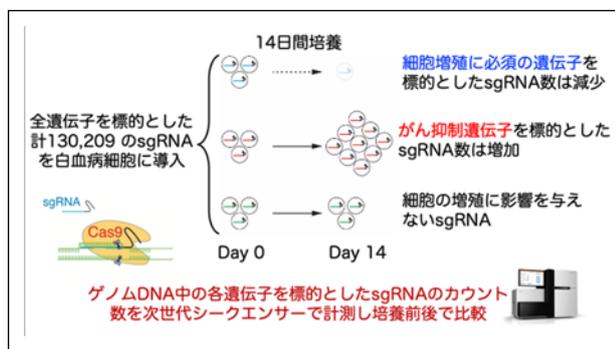


図1 CRISPR/Cas9 スクリーニング

【研究の方法】

特定の遺伝子変異をもつ白血病細胞に特異的な治療標的分子、薬剤耐性因子を網羅的に同定することは、ごく最近まで不可能であったが、CRISPR/Cas9 遺伝子編集技術を応用することで、白血病細胞の生存に関連した遺伝子の合成致死関係、薬剤耐性遺伝子、薬剤併用療法の標的遺伝子を網羅的、かつ機能的に同定することが可能になった (図1)。本研究では、白血病難治性を規定する遺伝子異常を有する白血病

細胞株を用い、各種の白血病治療薬存在下・非存在下で、タンパクをコードする全遺伝子を標的に、CRISPR/Cas9 スクリーニングを行い、新規治療標的、併用療法の候補分子を同定するとともに、難治性の分子メカニズムを解明する。さらに、同定した分子を治療標的とする dTAG 化合物を用いたデグロンによる標的タンパク分解システムを利用し、新規治療法開発に向けた proof of concept (POC) 創出する (図2)。

【期待される成果と意義】

本研究により、難治性白血病に対する新規治療標的の同定、薬剤併用療法法の開発、白血病細胞の増殖、生存、薬剤耐性獲得に関わる分子機構の解明につながる事が期待される。さらに、固形がんを含めた、がん治療全般に応用可能な知見が得られる可能性がある。

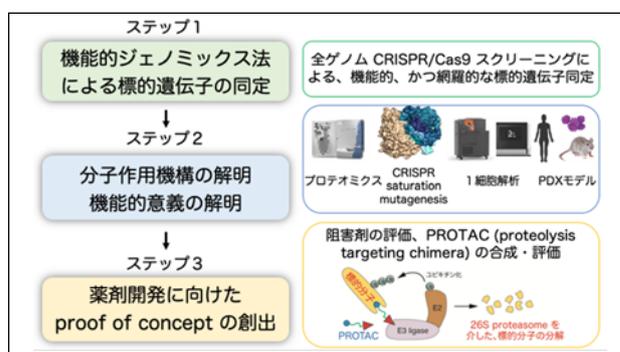


図2 研究の概要

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Masuda T et al. Transcription factors LRF and BCL11A independently repress expression of fetal hemoglobin. *Science*. 2016 Jan 15;351(6270):285-9.
- ・ Yamauchi T et al. Genome-wide CRISPR-Cas9 screen identifies leukemia-specific dependence on a pre-mRNA metabolic pathway regulated by DCPS enzyme. *Cancer Cell*. 2018 Mar 12;33(3):386-400.

【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 151,300 千円

【ホームページ等】

https://www.lab.med.kyushu-u.ac.jp/precision/t_maeda@cancer.med.kyushu-u.ac.jp

【基盤研究(S)】

大区分 I



研究課題名 新生児脳におけるニューロン新生とその病態：先端分析技術による統合的理解

名古屋市立大学・大学院医学研究科・教授

さわもと かずのぶ

澤本 和延

研究課題番号： 20H05700 研究者番号：90282350

キーワード： 新生児脳、ニューロン新生、神経発達、脳疾患、早産

【研究の背景・目的】

我が国では少子高齢化が急速に進み、高齢者では脳血管疾患や認知症の患者数が増加している。一方、周産期医療の発達により未熟な早産児の生存が可能になったが、脳機能に障害のある新生児の割合は増加している。これら脳疾患の根本的な治療方法は未だ確立されていない。

近年、ヒト新生児期の脳でも新しいニューロンが神経幹細胞から継続的につくられていることが明らかになり、これらが正常な脳発達や疾患の病態に関わっていると考えられる。この現象を治療に結びつけるためには、脳細胞の産生すなわち「ニューロン新生」のメカニズム解明が必要である。ニューロン新生のメカニズムは、活発なニューロン新生が起こっている新生児やそのモデルで研究することが重要である。

我々は、長年にわたって生後脳の「脳室下帯」で幹細胞から産生される新生ニューロンの移動・再生の制御機構を研究してきた。正常脳と傷害脳を比較しながら解析することで、新生ニューロンが周囲の細胞と相互作用して移動する様々なメカニズムを見出された。本研究では、新生児脳におけるニューロン新生のメカニズムとその病態について、従来の枠組みを超えた統合的・包括的な研究を行い、その全貌の理解に近づくことを目的とする。

【研究の方法】

本研究では、最近我々が確立した複数の先端解析技術を駆使し、新生児期に移動・成熟する脳細胞と周囲の細胞の相互作用を解明する。三次元電子顕微鏡技術(SBF-SEM)により、幹細胞や新生ニューロンと、周囲の細胞の微細形態を明らかにする。生体微小組織のメタボローム解析法(PESI-MS/MS)やプロテオ

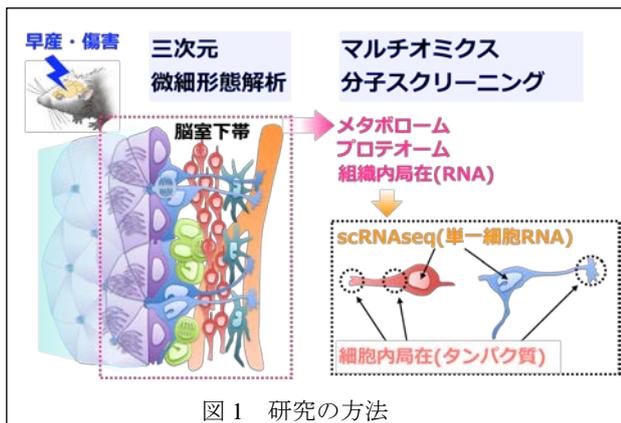


図1 研究の方法

ーム、シングルセル RNA-seq を組み合わせたマルチオミクス解析により、細胞間相互作用を担う分子機構を解明する。AI 技術と数理モデルを用いてこれらのデータを統合する (図1)。

これらを実施するため、4名の研究分担者が参画する。齋藤伸治教授(名古屋市立大学)は早産モデルの評価や小児科医としての臨床医学的助言、木村幸太郎教授(名古屋市立大学)はAI技術による細胞移動パターンと電子顕微鏡画像の解析、財津桂准教授(名古屋大学)はPESI-MS/MSによるメタボローム解析を担当する。

【期待される成果と意義】

本研究によって、周産期・発達期や老化の過程における、脳室下帯の細胞構築と各細胞の微細形態学的特徴の変化を捉えるとともに、そのメカニズムと意義を遺伝子・タンパク質・代謝産物のレベルで包括的に理解することが可能になる。また、この研究の成果は、神経科学の範囲を超え、発生生物学や幹細胞生物学など他の医学・生物学分野にも波及する可能性がある。さらに、早産などによって生じる発達障害の原因解明や予防・治療法の開発にもつながるほか、成人脳の低い再生能力を理解する手がかりを得て、脳梗塞などの難治性神経疾患の新たな治療法の開発に貢献することも期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Jinnou H, Sawada M, Kawase K, ..., Ajioka I, Saitoh S, Sawamoto K. Radial glial fibers promote neuronal migration and functional recovery after neonatal brain injury. *Cell Stem Cell* 22: 128-137 (2018)
- ・ Kaneko N, Herranz-Pérez V, Otsuka T, ..., Kawaguchi Y, García-Verdugo JM, Sawamoto K. New neurons use Slit-Robo signaling to migrate through the glial meshwork and approach a lesion for functional regeneration. *Sci Adv* 4: eaav0618 (2018)
- ・ Sawada M, Ohno N, Kawaguchi M, ..., Nakagawa H, Uemura A, Sawamoto K. PlexinD1 signaling controls morphological changes and migration termination in newborn neurons. *EMBO J* 37: e97404 (2018)

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 119,900千円

【ホームページ等】

<http://k-sawamoto.com/>
sawamoto@med.nagoya-cu.ac.jp



研究課題名 プログラム可能な動的微粒子群「オートマター」の創成と展開

東北大学・大学院工学研究科・准教授

のむら しんいちろう

野村 慎一郎

研究課題番号： 20H05701 研究者番号：50372446

キーワード： オートマター、人工細胞、自己複製、大量生産、電子-分子インタフェース

【研究の背景・目的】

人工細胞構築の研究は、生命が物質からいかに誕生しうのかな、という謎に実証例を与えることと、生物に学んだ新しい物質生産システムの基盤となるキーテクノロジーとして近年非常に注目を集めている。天然細胞の再構成が挑戦的な課題である一方で、細胞のコピーとして自己複製を目指す人工細胞はその限界もまた生物と同様である。一方近年、分子の自己集合体ソフトマター、エネルギー流の中で自発的な運動を示す自己組織体アクティブマターの研究が盛んに行われている。新たな材料が自己複製し、その運動が分子的・電子的に制御可能となったなら、分子スケールからマクロな仕事までを自在に行わせられるようになると期待される。そこで本課題では、天然細胞の模倣とは異なる原理・原則も活用し、プログラム可能・制御可能な自動微粒子群「オートマター」の実現に向けた要素技術の開発と統合を目的とする。

【研究の方法】

本課題の要素技術として4つのサブテーマ1)自己複製能、2)分子制御、3)自動大量生産、4)電子制御-分子インタフェースを挙げ、その実現を目指す。これまでに研究チームが独自に示してきた人工細胞の構築/制御技術、分子ロボット、人工遺伝子PURE(再構成

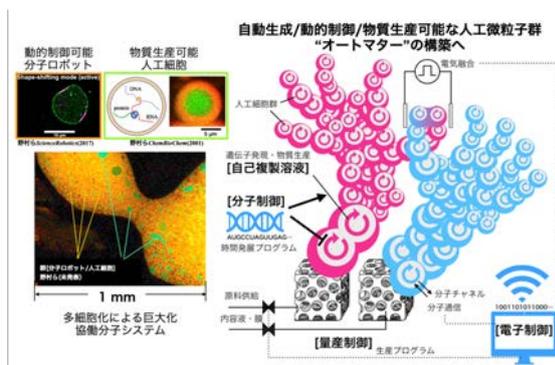


図1 本課題で研究を進める動的微粒子群の概念図。

転写・翻訳システム)発現系、人工分子による細胞機能の制御等の知見を統合して上記の課題に取り組む。サブテーマ1)PUREsystemを用いた翻訳系の諸因子など、100種類程度のタンパク質の同時発現系の構築を目指す。サブテーマ2)RNAプログラムの技術を用いて、外部から入力されるmiRNA信号にしたがい特定分子のPURE発現がON/OFF制御

される時空間制御システムの構築を目指す。サブテーマ3)人工多細胞体の材料分子の供給を制御することで、持続的に人工細胞構造を出力するジェネレータの構築を目指す。サブテーマ4)多細胞構造を構成する分子環境のデザインによって、構造そのものを走化性・走電性センサとして働かせることを目指す。これら要素技術の開発と統合(プロトタイプ構築)を行い、オートマター技術の核として育ててゆく。

【期待される成果と意義】

自己複製する人工細胞溶液の基礎セット、分子制御による遺伝子発現/抑制の自在化技術、電子-分子信号変換の基礎技術、人工細胞の大量生産制御技術等を開発・統合することで、物質科学と生命科学との融合分野における新たな情報科学的基盤の構築に挑戦する。その展開として、望まれる物質・構造を天然細胞に匹敵するような効率で生産し続ける分子システムをブラックボックスなしで利用可能とする応用研究や、既存の生命体とは異なる分子システムを有する生命モデルの基礎研究などへと広がるよう研究を進めたい。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Sato, Y., Hiratsuka, Y., Kawamata, I., Murata, S., Nomura, S.-i. M. 'Micrometer-sized molecular robot changes its shape in response to signal molecules', *Science Robotics*, 2(4), (2017), eaal3735.
- ・ Hayase, G., Nomura, S.-i. M., 'Large-Scale Preparation of Giant Vesicles by Squeezing a Lipid-Coated Marshmallow-Like Silicone Gel in a Buffer', *Langmuir*, 34 (37), (2018), 11021-11026.
- ・ 野村慎一郎, 森谷優貴, 秋吉一成, 'リボソーム/細胞間の分子通信' 日本ロボット学会誌, 28-10, (2010), 28-29.
- ・ Nomura, S.-i. M., Tsumoto, K., Hamada, T., Akiyoshi, K., Nakatani, Y., Yoshikawa, K.*, 'Gene Expression within Cell-Sized Lipid Vesicles' *ChemBioChem*, 4, (2003), 1172-1175.

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 150,300千円

【ホームページ等】

<https://sites.google.com/site/smnomuralaboratory/english>
shinichiro.nomura.b5@tohoku.ac.jp

【基盤研究(S)】

大区分J



研究課題名 多重反射による空中ディスプレイの薄型化と水中 CAVE への応用～魚に映像を見せる～

宇都宮大学・工学部・教授

やまもと ひろつぐ

山本 裕紹

研究課題番号： 20H05702 研究者番号：00284315

キーワード： 空中ディスプレイ、水中ディスプレイ、水中 CAVE、VR バイオロジー

【研究の背景・目的】

「釣り逃した魚は大きい」と言われる通り、水中のものは実際よりも大きく見える。我々は水中の世界を大気中の延長にあるかのように誤解するため、水中の大きさや奥行きを誤って認識する。このことは、水難事故において「浅瀬に見えたので川に入った」と言われることが多い背景でもある。我々は界面で光の屈折が生じることを知識として理解しているつもりであっても、見た目からの大きさや奥行きの推定は大気中で獲得された視覚機能であり、水中に対しては誤認識を補正できないのである。また、水族館において透明な水槽の壁は魚には見えずに、ぶつかることが原因で死に至る事例が問題となっている。そこで本研究では、何もない空中に映像を形成する「空中ディスプレイ」技術在水中に対して応用して、水の流れや魚の動きを妨げることのない世界初の「水中ディスプレイ」を開発する。そのためには光学系のコンパクト化が求められる。

本研究では空中ディスプレイの薄型化を実現する光学系を開発する。薄型化された空中ディスプレイを水槽の中に設置して、水中の没入型映像空間(水中 CAVE)を実現して、魚への水中映像提示の有効性を実験により明らかにすることが本課題の目的である。

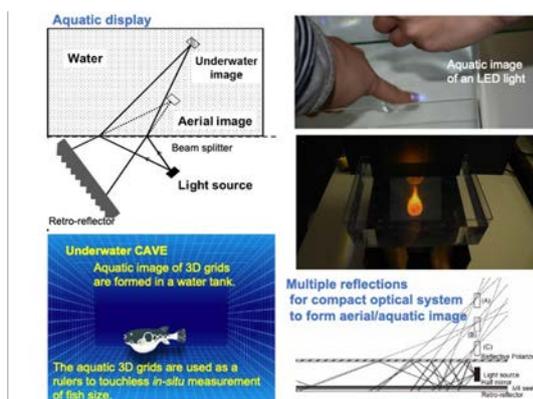


図1 本研究のアプローチ

【研究の方法】

空中ディスプレイの光学系の薄型化および水中ディスプレイを開発するとともに、水中に映像を形成する技術を用いた新しい課題について、光工学・生物学・水産学・感性メディア工学・情報工学の研究者による異分野融合により次の課題を解決する。

本研究のアプローチの概要を図1に示す。光学系の開発においては①再帰反射による空中結像(AIRR)

に偏光変調と多重反射を導入して薄型化を実現する。②水中に対して没入型の映像空間(CAVE)を世界で初めて実現する。

開発された水中映像技術を用いて新しい学術領域の創出に挑む。③水中の映像に対するヒトの奥行き知覚特性を明らかにする。④水中 CAVE システムを魚への刺激映像の提示に用いた行動生物学実験(VR生物学実験、図2)を行う。⑤養殖水槽のリモート監視システムを構築して⑥養殖魚の平均体長・平均体重を推定するシステムを構築する。

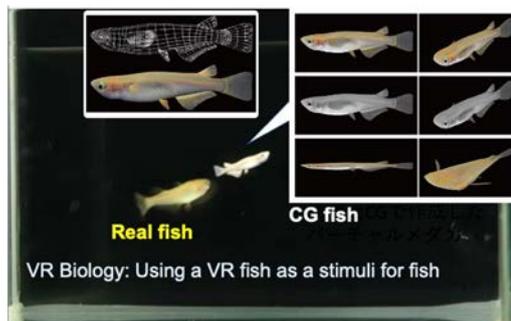


図2 水中ディスプレイを用いた VR Biology 実験

【期待される成果と意義】

水中ディスプレイを用いることで、VR バイオロジーによる新しい生物学実験手法を開発する。また水産養殖において魚にストレスを与えることなく育成状況をモニタリングすることができる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Hirotsugu Yamamoto, Yuka Tomiyama, and Shiro Suyama, "Floating aerial LED signage based on aerial imaging by retro-reflection (AIRR)," Optics Express, Vol.22, Issue 22, pp. 26919-26924 (2014).
- ・ 山本裕紹, 陶山史朗, 水科晴樹他: 空中ディスプレイの開発と応用展開、山本裕紹(監修)、シーエムシー出版、ISBN978-4-7813-1335-1, 2018.

【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 144,900千円

【ホームページ等】

<http://www.yamamotolab.science/kibans2020-2024@yamamotolab.science>



研究課題名 AI時代を見据えたプログラム検証技術

東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授

こばやし なおき

小林 直樹

研究課題番号： 20H05703 研究者番号：00262155

キーワード： 高階モデル検査、プログラム検証、機械学習

【研究の背景・目的】

ソフトウェアの高信頼性を保証するためのプログラム検証技術は従来から重要であるが、近年のAI技術の台頭によって以下の観点から大きな変革を迫られつつある。(1) コンピュータによる社会システムの制御がますます進み、ソフトウェアの欠陥が従来以上に重要な影響を及ぼすため、ソフトウェアの信頼性保証のためのプログラム検証技術の重要性が増している。(2) 一方で、プログラム検証は究極には定理証明の一種であり、その一部にAI技術を活用することによって大きな進展が望める可能性がある。

(3) 人間に代わってAIによってソフトウェアが生成される時代が来ると、ソフトウェアの質および規模に大きな変化がもたらされ、これまでの検証技術では太刀打ちできなくなる可能性がある。そこで、本研究では研究代表者らがこれまで世界をリードして研究してきた高階モデル検査などのプログラム検証技術をさらに発展させつつ、そのボトルネックであった不変条件の発見などに機械学習を導入することによって上記(3)の「規模」の問題に対処するとともに、(3)の「質」の問題に対処するため、確率付きプログラムなど、これまで十分に扱ってこなかったプログラム検証技術の研究に取り組む。

【研究の方法】

次の3つの項目について並行して研究を進める。

(A) 高階モデル検査をはじめとするプログラム検証技術のさらなる発展。

高階モデル検査とは、有用なシステム検証手法としてチューリング賞の対象にもなった「モデル検査」の拡張であり、高レベル言語で記述されたプログラムの有効な検証手法として、本課題の代表者らが10年来、世界をリードして進展させてきたものである。高階モデル検査にはHORSモデル検査とHFLモデル検査の2種類があり、当初は前者に基づいて研究を進めてきたが、最近になってHFLモデル検査に基づく手法がより有効であることが判明した。そこで本項目では、HFLモデル検査に基づくプログラム検証手法の確立・発展および他のプログラム検証手法との融合を進める。また、高階モデル検査の理論に関する重要な未解決問題にも取り組む。

(B) 機械学習技術のプログラム検証への応用。

高階モデル検査は理論上の最悪の計算コストが極めて高い検証手法であるが、これまでの高階モデル検査に関する研究の進展の結果、現在ではプログラム検証器の主なボトルネックは、高階モデル検査自

体よりも検証対象のプログラムの近似に用いる述語の発見などの、ヒューリスティクスが関わる部分になっている。この部分に機械学習の技術を取り入れることでプログラム検証器の性能向上を目指す。

(C) 質の変化したプログラムの検証技術：

機械学習コンポーネントを組み込んだソフトウェアは、これまでのような人間が書いたソフトウェアとは質が異なる。例えば、機械学習コンポーネントが常に正しい答えを出力するわけではなく、確率的に振る舞うシステムとしてモデル化、検証する必要がある。そこで高階モデル検査の拡張として確率付き高階モデル検査の理論を構築するなどの研究を行う。また、実際に機械学習コンポーネントを組み込んだシステムの検証実験を通して新たな課題の洗い出しおよび対処を行う。

【期待される成果と意義】

本研究の推進によって、代表者らのグループが世界をリードして進めてきた高階モデル検査等に基づくプログラムの検証理論・技術の一層の発展につながる。特に機械学習技術の取り込みによってプログラム自動検証の実用性の大幅な進展が期待できる。AI技術の発展に伴ってコンピュータへの依存度が増す社会において、プログラム検証技術への発展を通じたソフトウェアの高信頼化の意義は大きい。

学術的には、高階モデル検査は、プログラム理論、形式言語理論、計算量理論などの多岐にわたる研究テーマであり、それへの取り組みを通して理論計算機科学全体への波及効果が期待できる。また、プログラム検証という機械学習にとつての新しい応用を通して、機械学習技術の発展にも貢献できる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Naoki Kobayashi, Étienne Lozes, Florian Bruse, “On the relationship between higher-order recursion schemes and higher-order fixpoint logic”, Proceedings of POPL 2017, pp. 246-259, 2017
- ・ Naoki Kobayashi, “Model Checking Higher-Order Programs”, Journal of the ACM, 60(3), 20:1-20:63, 2013.

【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 146,400千円

【ホームページ等】

<https://www.kb.is.s.u-tokyo.ac.jp/~koba/hmcai/>

【基盤研究(S)】 大区分J



研究課題名 心的イメージの脳情報表現の可視化

京都大学・大学院情報学研究科・教授

かみたに ゆきやす

神谷 之康

研究課題番号： 20H05705 研究者番号：50418513

キーワード： 認知科学、神経科学、視覚、ブレイン・デコーディング

【研究の背景・目的】

イメージは心の状態を構成する重要な要素である。刺激に誘発される知覚のほか、刺激によらない想起や睡眠中の夢、幻覚もイメージを伴う。錯視のように、刺激の物理的な特徴とは異なるイメージが形成されることもある。これらの多様なイメージは脳内でどのように生成されるのであろうか？従来の心理学や認知神経科学では、心的イメージは間接的な行動指標によって計測され、具体的なイメージ内容を可視化して解析することは困難であった。申請者らは、深層ニューラルネットワークの情報表現を用いた脳情報デコーディングという独自の技術の世界に先駆けて開発し、知覚・想起イメージの一部の可視化に成功している（図1）。本研究では、イメージの階層的信息処理という視点から上述の可視化アプローチを拡張し、錯視や幻覚を含む多様なイメージが生成される脳部位や情報処理方式を解明する。



図1 深層イメージ再構成

【研究の方法】

本研究課題では、感覚野の複数の脳部位にイメージ特徴の階層的表現が存在すると仮定し、多様な心的イメージが、階層的脳情報表現のどのような処理にもとづいて生成されるかを明らかにする。とくに、イメージが表現される階層やボトムアップ/トップダウン処理の違い、リカレントな情報処理の貢献、頭頂葉や前頭前野からの影響に注目する。

イメージは主観的な現象であり、そのことが科学的探求の妨げとなってきた。本研究課題では、研究代表者が開発してきたブレイン・デコーディング技術と深層ニューラルネットワーク（deep neural network, DNN）を融合した脳情報表現可視化技術によって、この問題を克服する。ヒトの脳活動パターンを同じイメージ内容に対応する DNN 階層特徴量として数値化し、DNN 階層特徴量をもとづいて画像を生成することによって、多様な心的イメージの生成プロセ

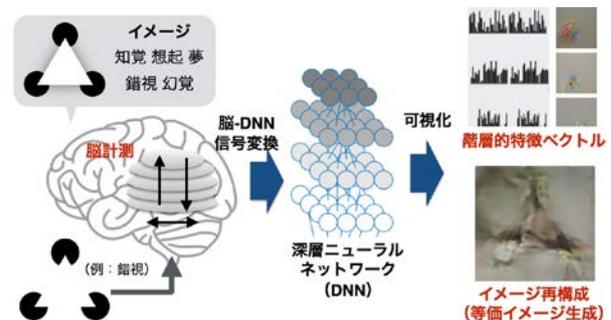


図2 本研究課題のアプローチ

スを可視化する（図2）。

【期待される成果と意義】

本研究課題のアプローチにより、主観的イメージ内容を具現化し、内容や特徴のレベルの詳細な解析が可能となり、心理学、認知神経科学にパラダイムシフトをもたらす可能性がある。また、解読した心的イメージを用いた情報通信やブレイン-マシン・インターフェースの開発、精神疾患患者の心理状態の診断、新たな芸術表現の創出等に寄与することが期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Shen, G., Horikawa, T., Majima, K., Kamitani, Y., 2019. Deep image reconstruction from human brain activity. PLOS Computational Biology 15, 1006633. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1006633>
- Horikawa, T., Kamitani, Y., 2017. Generic decoding of seen and imagined objects using hierarchical visual features. Nature Communications 8, 15037. <https://doi.org/10.1038/ncomms15037>

【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 151,300千円

【ホームページ等】

<https://kamitani-lab.ist.i.kyoto-u.ac.jp/>



研究課題名 次世代ソフトウェアエコシステムのための基盤・展開技術

奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・教授

まつもと けんいち

松本 健一

研究課題番号： 20H05706 研究者番号：70219492

キーワード： ソフトウェア再利用、マイクロサービス、AI 技術応用、ブロックチェーン技術

【研究の背景・目的】

IoT や AI 等の新たなデジタル技術の進展は、ソフトウェアの重要性と多様性をますます高めている。より高い品質のソフトウェアを社会全体で蓄積、共有、循環するための、より一層の技術革新が求められている。

本研究では、AI、自然言語処理、サービス化、ブロックチェーン等の最新デジタル技術を積極的に活用、連携させることで、ソフトウェア開発運用の今日的な技術的課題を解決し、これからのソフトウェアエコシステムを支える技術へと展開する。具体的には、「技術的負債の増加」、「人的資源の不足」、および、「技術情報の多様化」といった技術的課題の詳細な解析とその解決に向けた基盤・展開技術の開発を行う。ソフトウェア開発運用に係る無駄を極力排除することで高い経済性と持続可能性を実現し、より一層の技術革新と新たな技術体系の構築にもつながる創造性の高い成果を目指す。

【研究の方法】

ソフトウェア開発運用の技術的課題を次に示す3つの「学術的問い (Research Question)」として明確に示し、「アップサイクリング」、「適格性」、「外部技術情報とのリンク」といった独自の着想・アプローチに基づく研究開発でその答えに迫る (図1参照)。

RQ1: プロダクト、特に、プログラムコードのアップサイクリングは可能か?

プログラムコードに内在する技術的負債の様態を解明することを通じて、負債とされるコードを価値あるソフトウェア資産 (マイクロサービス等) に転換 (アップサイクリング) することは可能か?

RQ2: 人と AI を適材適所に配置することで人的資源の不足解消は可能か?

ソフトウェア開発運用における人的資源の様態の解明を通じて、開発運用における人と AI の適格性評価 (Competency Evaluation) を実現し、開発運用の生産性向上と開発運用者のスキル転換を促進することは可能か?

RQ3: 外部技術情報ともリンクする堅牢で持続可能な品質管理は可能か?

ナレッジコミュニティや学術論文誌等から得られる外部技術情報を、ソフトウェアプロダクトと紐づけ、改ざんが不可能で第三者検証も可能な形式で保持することで、技術的負債の抑止・低減することは可能か?

研究開発項目	独自技術・アプローチ
プロダクトのアップサイクリング	コードクローン解析 レガシーソフトウェアからのサービス抽出 品質属性に基づくAPI価値考察 ソフトウェアライブラリ間の依存度評価
人とAIの適材適所配置	貢献度等に基づく適格性評価 スキル指標とベンチマーキング ソフトウェアエコシステムのモデル化・可視化
外部技術情報ともリンクする品質管理	ブロックチェーンを用いたソフトウェアビルドプロセス記録・監視法 (特許第6692013号)

図1 研究開発の概要

【期待される成果と意義】

本研究の成果は、ソフトウェア開発運用における3つの概念「再利用」、「人的資源」、および、「品質管理」を拡張し、新たな技術体系の構築につながる。例えば、プログラムコードのアップサイクリングは、ソフトウェア開発運用作業の大半を、「作る、修正する」から「選ぶ」にシフトする。人と AI の適材適所配置は、ソフトウェア開発運用の組織や体制づくりを変革し、より創造的な取り組みとスキルアップを可能にする。そして、外部技術情報ともリンクする品質管理は、学術情報の更なる活用やデジタルトランスフォーメーションの進展にも資することになる。

本研究の意義は、ソフトウェア開発運用者を煩雑な作業から開放すると共に、広範な最新デジタル技術がソフトウェアを核として結ばれる「次世代のソフトウェアエコシステム」を実現することにある。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ C. Tantithamthavorn, S. McIntosh, A. E. Hassan, and K. Matsumoto, "The Impact of Automated Parameter Optimization on Defect Prediction Models," *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol.45, No.7, pp.683-711 July 2018.
- ・ H. Hata, C. Treude, R. G. Kula, and T. Ishio, "9.6 Million Links in Source Code Comments: Purpose, Evolution, and Decay," *Proc. of 41st International Conference on Software Engineering (ICSE 2019)*, pp.1211-1221, May 2019.

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 145,400千円

【ホームページ等】

<https://naist-se.github.io/FIT4NXSE>
fit4nxse@is.naist.jp

【基盤研究(S)】 大区分K



研究課題名 海氷が導く熱・塩・物質のグローバル輸送

北海道大学・低温科学研究所・教授

おおしま けいいちろう

大島 慶一郎

研究課題番号： 20H05707 研究者番号：30185251

キーワード： 海氷生産量、海氷融解量、マイクロ波放射計、バイオリギング、熱塩循環

【研究の背景・目的】

海氷(海水が凍った氷)は、生成・融解時に大きな潜熱輸送を伴うとともに、結氷時に高塩分水を排出し、融解時に淡水を供給するので、その移動によって熱と塩(淡水)の再配分を行う(図 1)。結氷域では、高塩分水により重い水が生成され、それが中深層水を作り密度差による(熱塩)循環を駆動する。高海氷生産域である南大洋で生成される南極底層水は、全海水の30-40%をも占めるが、この底層水生成量が顕著に減じていることが示唆されている(IPCC第5次評価報告書)。現在進行する温暖化のもとで生じているこのような中深層水の変化は、将来、熱塩循環が変わり、地球気候が激変しうる可能性を示唆するものである。中深層水の変化は数十年スケールで生じており、海氷の生成・融解量の変動が引き金になっている可能性が高いが、長期の海氷生成・融解量の変動に関しては全くわかっていない。特に海氷融解に関しては量的に見積る研究はほとんど行われておらず、全球視点での海氷による熱塩輸送量はわかっていない。本研究の目的は、今まで作成されたことのない、海氷生産・融解量の全球データセットを過去45年間分作成し、現在起こりつつある底層水や中層水の変化と海氷による熱塩輸送の関係を明らかにすることである。さらに、海氷生成時に鉄(Fe)を含む堆積物が取り込まれ、海氷融解時に放出され植物プランクトン大増殖を誘起する(図 1)、といった海氷を介しての物質循環のプロセスを明らかにすることも目的である。

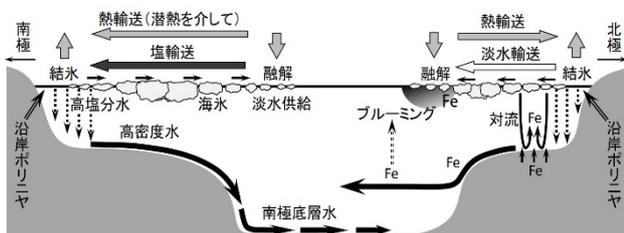


図 1: 海氷を介した熱・塩・物質(鉄等)のグローバル輸送

【研究の方法】

海氷生産量に関しては、代表者らは衛星マイクロ波放射計データを駆使して高海氷生産域である沿岸薄氷域(沿岸ポリニヤ)を検知し海氷生産量を見積るという手法を世界に先駆けて開発した。しかし、全球を対象としたものではなく、期間もマイクロ波 AMSR センサーのある 2003 年以降が中心となっている。本研究では、過去 4 代にわたるマイクロ波センサーによって 1978 年から取得されている衛星データ

に対して、全球に汎用性のある海氷生産量のアルゴリズムを開発し、45 年間のデータセットを作成する。アルゴリズムの比較・検証データには、代表者らが蓄積してきた南大洋・北極海・オホーツク海の沿岸ポリニヤでの係留系データを用いる。一方、今まで行われていなかった海氷融解量の全球規模の見積もりは、衛星マイクロ波放射計データを中心に、熱収支計算、高精度海氷漂流ベクトルデータ等を組み合わせて行う。鍵を握る比較・検証データには、フロート観測やバイオリギング(アザラシ・トドに測器を付ける手法)観測による海氷融解直後のデータを用いる。また、オホーツク海南部をターゲット海域として、砕氷船や漁船チャーターによる集中観測や生物地球化学フロート観測から、春の植物プランクトン大増殖の詳細を明らかにし、海氷融解と物質循環・生物生産の関係の解明をめざす。

【期待される成果と意義】

作成する海氷生産量データセットからは、①南極底層水の生成量の減少、②オホーツク海及び北太平洋の中層水の潜り込み弱体化、③ベーリング海における深層水形成、との関係、海氷融解量データセットからは、④南極中層水の低塩・低密度化との関係等、全球規模の熱塩循環に関わる中深層水の変動と海氷生産・融解の関係が明らかになることが期待される。また、世界初となるこれら全球データセットは、公開することで、様々なモデルの比較・検証・境界条件データに利用されることが想定される。これらにより、わかっていなかった海氷生成・融解の変動による気候変動プロセスの理解が一気に深まると考える。一方、海氷の結氷・融解に伴って生ずる物質(鉄)輸送プロセスの解明が進み、将来的にその知見が海氷生産・融解量データセットに関係づけられると、海氷による物質のグローバル輸送の理解へ繋がる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

・ Ohshima, K. I., S. Nihashi, and K. Iwamoto, Global view of sea-ice production in polynyas and its linkage to dense/bottom water formation. *Geoscience Letters*, **3**:13, doi:10.1186/s40562-016-0045-4, (2016).

【研究期間と研究経費】

令和 2 年度 - 6 年度 151,700 千円

【ホームページ等】

<http://www.lowtem.hokudai.ac.jp/wwwod/~ohshima/>
ohshima@lowtem.hokudai.ac.jp

【基盤研究(S)】
大区分K

研究課題名 環境インパクト低減に向けたハロゲン制御技術の体系化



東北大学・大学院環境科学研究科・教授
よしおか としあき
吉岡 敏明

研究課題番号： 20H05708 研究者番号：30241532

キーワード： ハロゲン、塩素循環、プラスチックリサイクル、演繹的LCA、環境影響評価

【研究の背景・目的】

プラスチックの生産量・使用量・廃棄量は世界的に増加傾向にあり、今後もさらなる増大が見込まれる。そうした中でプラスチックリサイクルを如何に進めていくかは重要な課題の一つであるが、プラスチックリサイクルにおいては、技術手法によらずハロゲン対策が共通のボトルネックとなる。

本研究課題の目的は、プラスチックリサイクルにおいて忌避物質となるハロゲンを「循環資源」と捉え、脱ハロゲン技術を基軸としてその技術展開の可能性を学術的に問うことにある。脱ハロゲン技術は「乾式法」「湿式法」に大別されるが、それぞれの手法の利点を最大化し、使用済みプラスチックが二次原料(再生材)・化学原料・高品質燃料となるためのハロゲン除去・回収・有効利用技術開発を行う。さらに本研究では、技術開発と同時並行で演繹的LCA、国際的技術・政策の最新動向分析を行い、技術導入速度や社会システムとの適合性に関して最適化を目指す学際的研究を行う。

【研究の方法】

本研究では脱ハロゲン技術を基軸とし、そこから展開できる技術手法を探索、要素技術の体系化を試みる。これによりハロゲン循環、プラ有効利用のための技術開発基盤を目指す。この「プロセス開発」研究に加えて、図1の通り、「MFA、LCA」で「プロセス開発」で得られた実測データをもとに物質フロー解析、環境影響評価分析を行う。さらに、「技術・政策国際動向研究」により国内外の法規制、産業界のプラ二次原料利用可能性に関する評価解析を行う。これら三つの専門を異にする研究分野が融合した技術・環境・社会等複眼的アプローチを目指す。

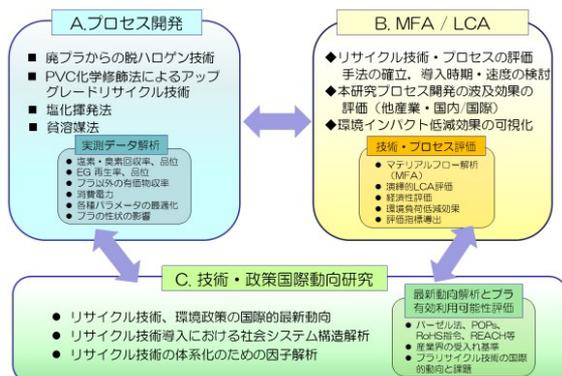


図1 本研究の構成

【期待される成果と意義】

プラスチックの高機能化・複合化が進み、リサイクル時の分離・分別の困難性が高まっている。図2に示す通り、リサイクル工程で忌避物質となる塩素・臭素等のハロゲンを高効率に除去・回収することにより、金属等有用物質の選別純度も上がり、再生資源価値の向上が可能となる。本研究ではプラ循環利用の阻害要因となるハロゲンを循環資源と捉え、脱ハロゲンの最大化の視座のみならずプラ二次資源を産業界で受入れ可能な基準にコントロールする「制御」の視点も加えて脱ハロゲンの最適化を目指す。

さらに、本研究の要素技術の深堀と体系化を通して、環境インパクト低減に寄与するリサイクル技術プロセスの基盤構築に挑む。

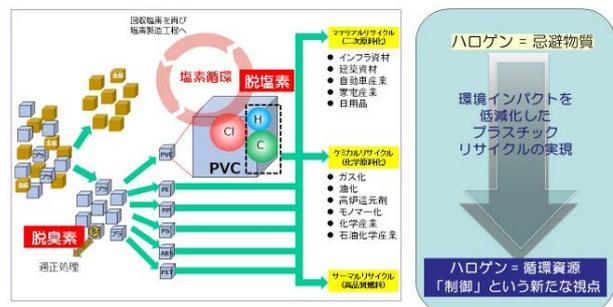


図2 本研究の概要と意義

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Shogo Kumagai, Jiaqi Lu, Yasuhiro Fukushima, Hajime Ohno, Tomohito Kameda, Toshiaki Yoshioka, Diagnosing chlorine industrial metabolism by evaluating the potential of chlorine recovery from polyvinyl chloride wastes-A case study in Japan, Resources, Conservation & Recycling, 133, 354-361, (2018)
- Jiaqi Lu, Siqingaowa Borjigin, Shogo Kumagai, Tomohito Kameda, Yuko Saito, Toshiaki Yoshioka, Practical dechlorination of polyvinyl chloride wastes in NaOH/ethylene glycol using an up-scale ball mill reactor and validation by discrete element method simulations, Waste Management, 99, 31-41 (2019)

【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 153,700千円

【ホームページ等】

<http://www.che.tohoku.ac.jp/~env/index.html>

令和2(2020)年度 科学研究費助成事業 基盤研究(S) 審査結果の所見

研究課題名	人口減少下の初等中等教育:政府個票と自治体行政データを活用した補完的実証分析
研究代表者	田中 隆一(東京大学・社会科学研究所・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、我が国の初等中等教育課程における子供の育成過程を、教育政策や学校制度と人的資本形成との因果関係の解明という分析視座から、つまびらかに検証するものである。政府統計や業務個票データから成る多種多様なマイクロデータの計量経済学的実証分析の諸結果に基づき、人口減少時代を迎えた我が国にとって望ましい初等中等教育の在り方に対する経済学からの知見を提供することとしている。</p> <p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>本研究は、少子高齢化時代を迎えた我が国にとって喫緊の政策課題に、教育経済学や労働経済学分野の最新の理論とデータ解析手法を駆使して取り組もうとするものであり、厳密な実証分析に基礎付けられた有用な事実発見や政策提言の創出が期待できる。特に、学校の説明責任強化や学校統廃合の効果分析は、近未来の教育政策形成過程に対して大きな学術的貢献をもたらす可能性がある。</p>

研究課題名	非流暢な発話パターンに関する学際的・実証的研究
研究代表者	定延 利之(京都大学・大学院文学研究科・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、容認されやすい日本語母語話者の非流暢性と、容認されにくい日本語学習者や言語障害者の非流暢性とを対照することにより、言語学、会話分析、第二言語教育、医学の専門家が学際的かつ実証的に非流暢性の本質を解明しようとするもので、極めて独創的かつ創造的な研究である。</p> <p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>現実の母語話者の発話がしばしば非流暢になり、それがコミュニケーションの中で容認されるという事実に着目し、従来の言語学では逸脱とみなされてきた非流暢性の本質に迫る研究であり、音声言語とは何かを根本的に問い直すことにつながる学術的意義を有するだけでなく、言語教育や音声合成技術におけるイノベーションを起こす可能性も秘めている。</p>

研究課題名	経済停滞と格差拡大：世界経済の危機と統一マクロ理論の構築
研究代表者	小野 善康 (大阪大学・社会経済研究所・特任教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>低成長の長期化と格差問題の先鋭化は、我が国を含む先進諸国共通の悩みである。本研究は、資産選好を織り込んだ新たなマクロ経済モデルの構築によって、標準的理論の欠陥を克服し、なおかつマクロ・ミクロデータ双方を用いた多様な実証研究によって、同モデルの現実適合性を厳密に検証することで、従来のマクロ経済学では効果的な分析がなし得ないこの問題に対して有用な政策提言をもたらすものである。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>低成長、マイナス金利、資産価格の高騰、所得格差の拡大という一連の経済的「病理」を同時に取り扱うことが可能な一般マクロ経済理論の構築を目的とする本研究の実施は、我が国の経済学研究のみならず、国際的にも強い波及効果をもたらす。また、本研究は、行動経済学、イノベーション論及び産業組織論とも強い結び付きを有することから、これら諸分野への高い学術的貢献も期待できる。</p>

研究課題名	行動経済学の政策応用－医療、防災、防犯、労働、教育－
研究代表者	大竹 文雄 (大阪大学・大学院経済学研究科・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>行動経済学はナッジ (典型的には、情報の提示の仕方) によって人々の行動を予測可能な形で変えることができることを明らかにしてきた。本研究は、防災、教育、医療、労働、防犯などの政策的な現場が現在直面している課題を解決することを目指すものである。行動経済学の観点から、それぞれの状況に合わせてどのようなナッジが最も効果的に課題を解決できるのかを、現場担当者との共同作業を通じて得たデータと先端的な因果推論手法を活用して明らかにするとともに、長期的効果を分析可能にするデータベースの構築を行うこととしている。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>行動経済学におけるナッジの一般的な有効性については知られているが、その効果の持続性について十分な検証が行われていない分野や、日本にとって特に必要とされいながら具体的なナッジの提案がこれまでにない分野が多数ある。本研究では地方自治体や病院などとの協力関係を構築して、通常は入手できないようなデータを使って、こうした学術的な課題に取り組むことで、日本社会にとって解決を迫られている重要な課題への具体的な処方箋の提示が期待できる。</p>

研究課題名	包括的な金融・財政政策のリスクマネジメント：金融危機から国際関係・災害リスクまで
研究代表者	上東 貴志（神戸大学・計算社会科学研究センター・教授）
研究期間	令和2（2020）年度～令和6（2024）年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、日本が抱える財政問題や国際関係等におけるトレンドから大きく逸脱するリスクを事前に推定して、適切に対応できる包括的な金融・財政政策を導出する手法を確立するものである。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>事後分布から推定したパラメータによる構築並びに随時修正するモデルから線形・非線形により、将来起こり得る予期せぬリスクを予測する手法を開発することができれば、本研究の学術的意義は大きいものとなる。従来、金融危機や災害、突発的な国際紛争を予測することは困難であったが、本研究の成果がそうしたリスクを事前に予測することに資するのであれば、大きな社会的意義が期待できる。研究代表者及び研究分担者は優れた業績を上げてきており、新規性・独自性に富む本研究を着実に遂行するものと判断する。</p>

研究課題名	王陵級巨大古墳の構造分析に関する文理融合型総合研究
研究代表者	清家 章（岡山大学・大学院社会文化科学研究科・教授）
研究期間	令和2（2020）年度～令和6（2024）年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、ミュオンラジオグラフィという新手法と三次元精密計測を組み合わせた王陵級巨大古墳の非破壊的調査研究手法を確立し、それを駆使して吉備三大古墳の構造を解明しようとするものである。あわせて、考古学的分析と胎土分析を有機的に組み合わせた埴輪の研究も行い、吉備勢力とヤマト王権の相互関係の解明に寄与することを目指している。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>王陵級巨大古墳の非破壊的調査研究手法の確立は、発掘調査が許可されていない我が国の多くの王陵級巨大古墳の構造の解明と、それによる古代史研究の進展に画期的貢献をもたらす可能性が高い。また、開発される非破壊的調査研究手法自体の国際的な普及及び学術的貢献も期待できる。</p>

研究課題名	陽子半径パズルの解明を目指した極限的低エネルギーでの電子・陽子弾性散乱
研究代表者	須田 利美（東北大学・電子光理学研究センター・教授）
研究期間	令和2（2020）年度～令和6（2024）年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究では、陽子の電荷半径が測定手法に依存するという「陽子半径パズル」を解明するため、現有の低エネルギー電子加速器を活用し、非常に小さい運動量移行での低バックグラウンド電子陽子散乱測定によって、陽子形状因子の2つの独立成分も解析モデル依存性を排した測定で決定し、1%の高精度で陽子半径を測定することとしている。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>陽子半径という基本物理量の精度及び信頼性向上に加え、素粒子標準理論の検証にもなる学術的に重要な研究である。問題とされる電荷半径の差異に対して十分な高精度測定であり、陽子半径パズルの解決が期待される。また、Rydberg 定数の精度向上といった波及効果も期待できる。</p>

研究課題名	三核子系散乱による核子間三体力の完成
研究代表者	関口 仁子 (東北大学・大学院理学研究科・准教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>核子間の核力に三体力が必要であることは、本研究グループのこれまでの実験研究においても明らかにされてきた。本研究は偏極ビームと偏極標的を駆使して三核子系散乱におけるスピン相関係数を測定し、カイラル有効場理論に基づく核力模型の枠組みの中で三体力の起源とその表式を解明しようとするものであり、高密度核物質の状態方程式を記述する上でも重要な研究である。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>核力における三体力の理解は、原子核の構造の第一原理計算にとって重要なインプットであることはいままでのない。また、中性子星の中に存在すると考えられる高密度核物質の理解にも不可欠である。本研究で決定するミクロスコピックな核力の情報と、中性子星連星合体からの重力波によるマクロスコピックな情報とを結び付けることができれば、核物質の研究に大きな進展が期待できる。</p>

研究課題名	大型偏極ターゲットを用いた核子スピンのクォーク構造の解明
研究代表者	岩田 高広 (山形大学・理学部・教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和5 (2023)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、クォーク複合系である核子スピンの起源を、CERN での COMPASS 国際共同研究により解明しようとするものである。研究代表者らは偏極重陽子標的の実装を担い、ミュオンと核子の非対称散乱量の測定によってクォークの軌道角運動での寄与を抽出する。さらに、クォークの電気双極子能率の検出にも結び付けることを目指している。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>本研究では、標的となる重陽子の偏極度向上によって、非対称散乱量の測定精度を2倍に向上させる。それにより d クォークの軌道角運動量の寄与を確定することが期待される。さらに、u クォークの結果と合わせてクォークの電気双極子能率に関する情報を獲得することも期待できる。</p>

研究課題名	LHC 超前方光子測定によるグルーオン飽和と QGP 生成起源
研究代表者	中條 達也 (筑波大学・数理物質系・講師)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>高エネルギー重イオン衝突実験において高温のクォーク・グルーオン・プラズマの生成を裏付けるような実験事実が観測される中で、高温な状態への急激な熱化反応機構の理解が大きな課題となっている。本研究では、CERN LHC 加速器の ALICE 実験において、前方に新たな検出器を設置し、カラーガラス凝縮状態の達成について検証することを通して、この課題を解明することとしている。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>国際共同研究として進められている ALICE 実験において、これまでに実績を持つ日本グループがリーダーシップをもって FoCal と呼ばれる前方検出器系を建設する研究である。建設により長距離相関リッジ構造の研究や、カラーガラス凝縮状態の生成機構の解明が大きく進展することが期待できる。また、得られた研究成果は、高エネルギー重イオン衝突における急激な熱化過程という大きな謎の理解に重要な貢献をするものと期待できる。</p>

研究課題名	重力波宇宙物理学の包括的研究
研究代表者	横山 順一 (東京大学・大学院理学系研究科・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	【課題の概要】 本研究は、重力波検出を目指し観測を開始した KAGRA や、欧米の advanced LIGO・advanced Virgo からのデータを解析するため、計算機資源を拡充しデータ精度を向上させるものである。また、重力波に加え、パルサー周期攪乱の観測データ、さらに、数値シミュレーションを組み合わせ、ブラックホールや連星中性子星の合体現象に関わる謎を解明することとしている。
	【学術的意義、期待される研究成果等】 データ解析用計算機資源の拡充に加え、独創的な独立成分解析によりデータ精度を向上させることで、KAGRA における重力波検出の初期成果に貢献すること、また、ブラックホール起源や中性子合体における重元素合成過程の解明につながるなどが期待される。

研究課題名	最高エネルギーガンマ線天文学の新展開
研究代表者	瀧田 正人 (東京大学・宇宙線研究所・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	【課題の概要】 本研究は、PeV にまで達する銀河宇宙線の起源という、宇宙物理学の大問題の一つの解明を目指すものであり、研究代表者らが北半球 Tibet で開発してきた技術を利用して南半球に検出器を建設する ALPACA1/2 の建設整備を行うものである。予備実験である ALPAQUITA を経て、既に現地ボリビアでのインフラ工事が始まっている。本研究により、北天でしか観測されてこなかった PeV 宇宙線を、銀河中心を含む南天にまで広げることで、PeV 宇宙線加速機構の発見につなげることを目指している。
	【学術的意義、期待される研究成果等】 PeV にまで達する銀河宇宙線の起源という、宇宙物理学の大問題を対象としたもので学術的重要性があり、妥当である。また、地下に水チェレンコフ光 μ 粒子検出器を設ける、という独自のアイデアにより、バックグラウンドを除去しガンマ線検出感度を格段に改善するという特色がある。これまでの北天の観測と合わせて不十分だった南天の観測を行うことにより、銀河宇宙線起源について総合的な理解が可能になることを期待する。

研究課題名	動的再構成可能なトポロジカルナノフォトニクスの研究
研究代表者	納富 雅也 (東京工業大学・理学院・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	【課題の概要】 本研究は、研究代表者らが既に開発済みのナノ材料装飾によるナノフォトニクス制御技術及び非エルミート光学周期系の相転移という2つの手法により、トポロジカル相転移をフォトニクスで実現する『動的に再構成可能な光トポロジー系の実現』を目指すものである。
	【学術的意義、期待される研究成果等】 固体物理学で議論されているトポロジカルな性質を、フォトニクスの世界で実現し、フォトニクスの基礎物性に新しい知見を与えるという学術的意義がある。また、トポロジカル相転移の観測、利得損失制御、非エルミート系の特異点制御など、本計画において明確な研究目標が設定されており、研究成果も期待できる。

研究課題名	真空紫外高分解能レーザー分光学の基盤の構築と反水素レーザー冷却への展開
研究代表者	桂川 眞幸 (電気通信大学・大学院情報理工学研究科・教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、真空紫外領域 (波長< 200 nm) において非線形光学の位相制御技術を用いて、量子効率1の非線形波長変換を実現することで、任意の単一周波数、波長可変レーザーを実現し、次々世代の周波数標準と目されるトリウム(Th)原子の核遷移や反水素レーザー冷却など、学術的関心の高い現象の研究に貢献するものである。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>これまで未踏領域であった真空紫外領域に、研究代表者ら独自非線形光学による位相制御技術を取り入れることによって、任意の単一周波数で波長可変レーザーを実現する技術の開発は、レーザー光学 (工学) において画期的なことである。また、基礎物理学のみならず、真空紫外領域の応用分野の新たな開発及び発展が大いに期待できる。</p>

研究課題名	過去1万年間の太陽活動
研究代表者	三宅 美沙 (名古屋大学・宇宙地球環境研究所・准教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究では、高エネルギー粒子が過去どのようなイベントを経て太陽から放出されてきたかを、樹木の年輪や氷床など天然試料に保存された宇宙線生成核種を調査することによって過去1万年間にわたって調査を行うものである。特に、775年に起きたSEP (Solar Energetic Particle) イベントの定量化、巨大なSEP イベントがどのような頻度、規模を持っているかを調べることで太陽活動の経年変化を捉えることとしている。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>太陽からの高エネルギー粒子が地表に到達するSEP イベントの探求は太陽活動の歴史を探る有力な手法であり、本研究の対象である過去1万年にも及ぶ太陽活動の歴史はこれまでの人類の記録に残されていない太陽活動に関する物理を解き明かす鍵となる可能性を秘める。特に、生命にも大きな影響を及ぼす大規模太陽面爆発は太陽系外の恒星で観測されているが、我々の太陽系でも起こり得るかという疑問に対する手がかりを与えるものである。</p>

研究課題名	水素化物の室温超伝導化とデバイス化の研究
研究代表者	清水 克哉 (大阪大学・大学院基礎工学研究科・教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、室温超伝導実現に向けて超高压下での水素化物高温超伝導体の合成並びに超伝導デバイス回路動作の達成とともに、物質開発に関しては計算科学と超高压下での構造解析・測定手法を組み合わせ探索することを課題としている。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>理論による新奇な結晶構造提案及び超高压下での革新的な実験的手法の統合により、室温超伝導の実現が期待できる。また、水素化物の室温超伝導化を目指す挑戦的な技術開発や計算科学に基づく物質探索的な観点から、物質科学の推進において重要な学術的意義を持つものである。</p>

研究課題名	重水素分子で探る星形成の極初期
研究代表者	立松 健一 (国立天文台・野辺山宇宙電波観測所・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】 本研究は、星形成のトリガーは何か、という本質的な問題を解明するため、野辺山4.5m電波望遠鏡での重水素化分子という年代測定の指標を用いた観測により、多数のサンプルの年代測定を行うことで、ALMAの超高感度・高空間分解能で角運動量の進化等の決定的に重要な観測結果を得ようとするものである。</p> <p>【学術的意義、期待される研究成果等】 星間分子雲から星が誕生する過程は電波～赤外線天文学の発展に伴い理解が進んできたが、「何が安定な分子雲コアを不安定にして星形成をトリガーするか」という本質的な問題が残されてきた。重水素化分子の存在量が星形成時に最大値をとるという独自のアイデアに基づく本研究により、その解明が期待される。また、長年稼働してきた実績のある野辺山宇宙電波観測所を活用し、最先端の天文学研究を通じて若手研究者の育成が行われる点も評価できる。</p>

研究課題名	電磁トラップを利用したミュオン粒子の質量と磁気モーメントの精密測定と新物理探索
研究代表者	下村 浩一郎 (高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】 本研究では、J-PARCで発生可能な低速ミュオンを用いて、ミュオニウムの超微細構造並びにミュオンの磁気モーメントと質量をこれまでより1桁以上高い精度で測定すること、及び新しい手法である外部電磁場によりミュオンを閉じ込めるペニングトラップを用い、ミュオンの異常磁気能率を測定し、素粒子の標準模型を越える物理を探索することを目的としている。</p> <p>【学術的意義、期待される研究成果等】 J-PARCの独自性を活かす優れた計画であり、目標とする1桁異常高い精度での超微細構造、ミュオン質量、磁気モーメント比の決定が達成され、現在の素粒子の標準模型を越える物理の探究に重要な手がかりを与えることが期待される。</p>

研究課題名	高輝度陽子ビームによる原子核中での明確な中間子質量変化の実験的確立
研究代表者	小沢 恭一郎 (高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・准教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】 本研究は、真空中でのベクトル中間子質量と比べて、高密度の原子核媒質中で期待される質量スペクトルの変化を、大立体角の飛跡検出器系により、明確な実験結果として確立しようとするものである。ベクトル中間子であるϕ中間子が核内で電子・陽電子対に崩壊するモードを測定することにより、核内での終状態相互作用などの影響を抑制し、これまでになく、高エネルギー分解能かつ高統計の実現を目指している。</p> <p>【学術的意義、期待される研究成果等】 南部理論では、ベクトル中間子の質量はカイラル対称性の自発的破れにより生じていると説明されてきたが、そのことを裏付ける直接的な実験事実はなかった。本研究はその実証へとつながる実験事実をϕ中間子質量スペクトルの原子核内での変化の測定から明らかにしようとするもので、学術的意義は大きい。また、J-PARCの高運動量ビームラインが稼働を始めたところであり、着実な研究成果が期待できる。</p>

研究課題名	中性子過剰核の変形から探る爆発的重元素合成
研究代表者	西村 俊二 (理化学研究所・仁科加速器科学研究センター・前任研究員)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、宇宙での元素の起源、爆発的天体現象による重元素合成(r-プロセス)の解明を目指して、ランタノイド系列核種の生成機構に迫ろうとするものであり、そのために、原子核物理・天体物理に重要な原子核100種の実験データを取得し、変形起因説の実証を狙っている。本研究により得られたデータは機械学習により解析することとしている。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>宇宙での元素の起源の解明は物理学における重要課題の1つであり、本研究が遂行されれば、原子核の変形説と非対称核分裂説の論争に決着をつけ大きな進展が見込まれる。さらに、機械学習の手法と組み合わせることで、より多くの核種に対する理解が得られることも期待できる。また、現時点で世界最高性能の装置を利用して本研究を遂行する意義は高い。</p>

研究課題名	無欠陥ナノ周期構造によるフォノン場制御を用いた高移動度半導体素子
研究代表者	寒川 誠二 (東北大学・流体科学研究所・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究では、独自技術であるシリコンナノピラーによって発熱を抑制し、電界効果トランジスタのチャンネル部でのフォノン散乱を極限まで低減化することとしている。無欠陥周期ナノピラー構造の形成技術の高度化に加え、フォノンの生成・輸送特性の理解を進めることで、デジタル化社会に求められる低発熱かつ高移動度のトランジスタの基盤構築を目指すものである。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>本研究で目指す、数十ナノメートル以下の長さとなるチャンネル部におけるフォノン散乱の抑制には、均一で無欠陥の周期ナノピラー形成技術とともに、ナノスケールでフォノン場を評価・解析する技術の確立が求められる。これらは工学的価値が高い上に、エレクトロンバンドとフォノンバンドの相互理解によって、新たな側面から半導体物性の理解が進むものと期待できる。</p>

研究課題名	強磁性半導体レネサンスによる新しいスピン機能材料とデバイスの創出
研究代表者	田中 雅明 (東京大学・大学院工学系研究科・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究では、従来のマンガン(Mn)系強磁性材料とは異なる鉄(Fe)添加狭ギャップ強磁性半導体により薄膜・量子井戸・ヘテロ構造を作製し、その物性機能を解明・制御することで、新たなスピン機能デバイスの創出を目指す。これにより、将来のニューロモルフィック・コンピューティング、AIに適したデバイスの基盤技術を構築することとしている。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>室温においてn型とp型強磁性半導体ができるFe系強磁性半導体を基盤として、強磁性発現機構を解明し従来の問題点を解決する点において、創造性が極めて高く学術的に推進すべき研究である。また、スピントランジスタ、スピン依存バンド構造を用いた量子効果デバイス、トポロジカル状態を用いた機能デバイスなど、超高速かつ超低消費電力で動作し革新的機能を有する具体的な半導体デバイス応用を提案しており、半導体産業への大きなインパクト・波及効果が期待できる。</p>

研究課題名	医工学利用に向けた超高感度電子鼻
研究代表者	田畑 仁 (東京大学・大学院工学系研究科・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究では、健康状態と皮膚から発生するガスの関係を定量的に計測・解析し、健康状態/病態と体ガスに関する学術基盤の構築を目指し、超高感度臭気センサを開発することとしている。また、機能的多孔質材料で皮膚ガスを選択的に濃縮し、これをナノ構造制御した半導体式ガスセンサで計測することにより、1ppb(10億分の1)レベルの超高感度化を目指している。さらにはナノロッドやバイオミネラリゼーションの活用によりppt(1超分の1)レベルも目指すこととしている。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>ある種の疾患が特有の匂い(アセトンやアンモニア臭)を発することは昔から知られており、最近ではがんも特有な匂いを発していることが注目されている。しかし、その嗅ぎ分けにはイヌ並の嗅覚が必要であり、従来のセンサでは実現不可能であった。本研究によりそのようなセンサが実現されれば、疾患の超早期診断への応用のみならず、臭いを通じた病態解明への貢献、空港等での麻薬探知への活用など社会に与えるインパクトは大きい。</p>

研究課題名	磁性ナノ粒子のダイナミクス解明が拓く革新的診断治療技術
研究代表者	竹村 泰司 (横浜国立大学・大学院工学研究院・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、外部磁場を印加した際の、磁性ナノ粒子の粒子自身の回転と内部磁化の回転のダイナミクスの違いに着目し、腫瘍等の発見につながる生体イメージングや温熱療法へと発展させる基盤の構築を目的としている。そのために、ダイナミクスを高速・広帯域に計測するシステムを構築し、イメージングの感度や温熱療法に必要な発熱量を見積もり、実用化に向けた基礎データを得ることとしている。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>パルス磁界に対する応答として、応答時間の短い内部磁化回転が未解明な部分として残っている。本研究により、数十ピコ秒から10ミリ秒という8桁以上の広帯域にわたり正確にナノ粒子の応答を計測することで、より精度の高いダイナミクスの理解が深まることが強く期待される。このモデル化をベースに、生体イメージングやがん温熱療法等の有効性の検証と向上が望まれる。</p>

研究課題名	Anomalous 電子によるリライタブル材料強度のナノ力学
研究代表者	平方 寛之 (京都大学・大学院工学研究科・教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、余剰な電子 (Anomalous 電子) が原子間結合に干渉することで多様な材料の強度・機械的特性を変化させるメカニズムを解明して、普遍的な学理の構築を目指すものである。電子濃度制御下材料強度試験システムを開発して材料強度の書き換えを定量評価し、さらに、第一原理強度解析と融合して Anomalous 電子材の強度に関する力学モデルを構築し、リライタブル (書き換え可能) 強度設計基盤の創出を図ることとしている。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>研究代表者らが発見した電子照射による材料の機械的特性変化の現象の実態を明らかにしようとするものであり、材料の強度に関する基礎物理の深化への貢献が期待できる。また、電子量の操作による機械的強度の設計に関する実現可能性が提示されており、独創性も高い。</p>

研究課題名	観測ロケットを用いた極超音速フライトテストベッドの構築と機体推進統合制御の実証
研究代表者	佐藤 哲也 (早稲田大学・理工学術院・教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究では、極超音速飛行環境下での機体/推進統合技術の構築、我が国独自の飛行試験インフラの開発、最終的に極超音速環境下で飛行実証することを目指したものである。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>研究代表者の実績等から、欧米に比べて本研究のターボジェットエンジンには優位性がある。また、JAXA で採択された観測ロケット実験と連動した計画であり実現性も認められる。計画している実飛行試験は一回だけなので、実飛行試験よりどのくらいの研究成果が見込めるか不確定な部分はあるが、成功した際の波及効果が期待できる。</p>

研究課題名	強磁性トンネル接合素子の人工知能応用
研究代表者	久保田 均 (産業技術総合研究所・エレクトロニクス・製造領域・総括研究主幹)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究では、高い実績のある強磁性トンネル接合の集積化技術を利用し、人工スピンアイスネットワークを形成することとしている。あわせて、人工スピンアイスネットワークの物理の理解を理論と実験の両面で進めることによって、リザーバー計算機へと展開し、汎用性のある設計ツールの開発も手掛けることとしている。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>各種パラメータを変化させた人工スピンアイスの振舞いの観測を多方面から実施することで、物理現象そのものの理解の深化が期待できる。同時に、これを情報科学的な視点から見直し、適切なモデル化を達成することで、ナチュラルコンピューティング、とりわけリザーバー計算機実現の礎の構築が可能となる。</p>

研究課題名	宇宙機用次世代ホールスラスト技術の検証と超高速プラズマジェット生成機構の解明
研究代表者	船木 一幸 (宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所・教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】 ホールスラストは、円環状のチャンネルに磁場と電場を印加してプラズマを生成・加速する宇宙機用推進機である。本研究では、設計・試作したホールスラスト実機を用いた大幅な高電圧化／高磁場化の実験やプラズマ乱流の解明によって、達成可能な排気速度上限の物理的メカニズムを明らかにし、40～50km/sの超高排気速度ホールスラストを実現することとしている。</p> <p>【学術的意義、期待される研究成果等】 本研究は、数値解析だけでなく高い電圧（1～3kV）とサブテスラ級の強磁場を印加可能な独自に設計・試作したホールスラストによる実証実験を行い、非線形効果を含むスラスト物理現象を解明し、高密度のプラズマ生成とその加速過程を極限までに設計最適化を図ることを目指す点において、独創性・新規性が高く学術的意義も大きい。また、国内外において未到達の領域である排気速度30km/sを越える宇宙機推進技術が単一の機構により実現ができれば大きなインパクトがある。さらには、太陽系内での宇宙活動の拡大という宇宙探査への重要な貢献も期待される。</p>

研究課題名	非平衡過程の実空間観察手法の転換：TEMによる溶液からの核生成過程の解明
研究代表者	木村 勇氣 (北海道大学・低温科学研究所・准教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】 本研究は、高感度検出器を備える透過型電子顕微鏡その場観察において、溶液から前駆体を経て結晶ができるまでの核生成過程の一部始終を、機械学習による核生成領域の推定を組み合わせることで可視化するものである。</p> <p>【学術的意義、期待される研究成果等】 全ての材料創製の鍵となる核生成における鍵ファクターを明確にし、核生成の理論モデルの構築につながることを期待できる。</p>

研究課題名	地球環境変動・資源生成の真に革新的な統合理論の創成
研究代表者	加藤 泰浩 (東京大学・大学院工学系研究科・教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】 本研究は応募者グループが開発した化学相序プローブ法を用いて、様々な場所から採取した遠洋性粘土を分析し、統計的なデータ解析により、地球規模の海洋循環変動及び資源の生成メカニズムをモデル化することを目的としている。</p> <p>【学術的意義、期待される研究成果等】 地中の資源の分布は、マントル活動や海洋循環、気候変動などが有機的に相関し形成されるものであるが、これらを一括してモデル化することができ、資源探索などに大きく貢献することが期待される。</p>

研究課題名	原子スケール局所磁場直接観察手法の開発と磁性材料界面研究への応用
研究代表者	柴田 直哉 (東京大学・大学院工学系研究科・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、応募者らが開発した無磁場対物レンズと、微分位相コントラストSTEM法を併用して、原子スケールにおける磁場の定量解析を実現し、各種磁性材料の界面領域解析に適用することにより、局所的な磁気挙動の本質を解明するとともに、得られた知見を各種磁性材料開発へ応用展開するものである。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>無磁場対物レンズ及び微分位相コントラストSTEM法は応募者らによる世界最先端の独自技術であり、透過型電子顕微鏡の長年の夢である「原子スケールで磁性を見る研究」がついに始まった点は極めて意義深い。希土類磁石、酸化物磁石、スピンドバイス、鉄鋼材料等への展開が計画されており、各分野における基本原理の直接解明、ひいてはそれに基づく工学的な革新的ブレイクスルーが期待できる。</p>

研究課題名	単一分子トランジスタのテラヘルツダイナミクスと量子情報処理技術への展開
研究代表者	平川 一彦 (東京大学・生産技術研究所・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、応募者が世界に先駆けて開発した原子スケールの微小ギャップを持つ金属電極に、単一分子を保持させて分子の性質を計測する技術を発展させ、分子振動と伝導電子の相互作用のテラヘルツ分光計測、フラーレンに内包した分子や原子の核スピンの検出、ナノメカニカル物性計測法等を開発するとともに、新型の情報処理デバイスへの展開の可能性を探索する研究である。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>革新的な計測技術であり、それを発展させることによって得られる新たな知見を基に、単一分子の量子物性の理解と制御に関する新たな学術基盤を構築することが期待できる。また、単一分子を利用した記憶素子など、新しい機能デバイスの基礎となる研究成果も期待できる。</p>

研究課題名	ダイヤモンド量子ストレージにおける万能量子メディア変換技術の研究
研究代表者	小坂 英男 (横浜国立大学・大学院工学研究院・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、ダイヤモンド中の窒素・空孔(NV)中心近傍だけでなく、その周辺の深層炭素原子の核スピンまでも活用し、量子メモリおよび量子ストレージ機能を実現させようとする研究である。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>ダイヤモンド中のNV中心を量子プロセッサや量子バッファ、量子メモリ、量子ストレージに応用しようとするアイデアは数多くあるが、応募者らはNV中心近傍での炭素原子の核スピン操作の実績があり、それを深層炭素原子まで拡張する野心的なテーマである。幾何学的デカップリングによって深層炭素原子へアクセスするアイデアは極めて独創的であり、実現すれば、当該分野に多大なインパクトを与えると同時に、量子ストレージ等の実現性が高まり、万能量子メディア変換技術として広がる可能性がある。</p>

研究課題名	位相制御近接場によるハイブリッド極限時空間分光の開拓
研究代表者	武田 淳 (横浜国立大学・大学院工学研究院・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、応募者らが開発してきた位相制御テラヘルツ走査トンネル顕微鏡 (STM) と世界最高レベルの感度を有する STM 発光分光を組み合わせ、フェムト秒の時間分解能でトンネル電流と発光を検出できるシステムを開発するものである。また、同システムを用い、単一分子の発光寿命計測に世界に先駆けてチャレンジする。同時に、振動ダイナミクスの原子レベル観察を目指し、単分子中赤外近接場を用いた位相制御 STM を構築する。測定対象として水単分子膜を選び、水素結合ダイナミクスの時空間観測を実現する。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>独自に開発した位相制御近接場技術に基づき、量子ダイナミクスの極限時空間計測を目指すものであり、新たな評価軸をもたらすという点で学術的な価値は高い。中でも、単分子の時間分解発光計測は、単分子テクトロニクスへの一つのマイルストーンとなることが期待できる。また、中赤外近接場を用いた原子レベルダイナミクス計測は、エネルギーの散逸・変換過程を直接可視化できるため、将来的には特に生体機能や表面反応の解明に大きく貢献する可能性を秘めている。</p>

研究課題名	超濃厚電解液の解析・設計構築とその革新的電析技術への応用
研究代表者	呂瀬 邦明 (京都大学・大学院工学研究科・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>超高濃度溶液は、通常の電解質水溶液ともイオン液体とも異なり、自由水分率が小さく錯体分率が大きく、イオン相互作用が卓越した電解液である。本研究は、超高濃度溶液からの電析において、1) 電析反応に対して活性な溶存化学種とその形態を解明すること、2) その化学種と電析挙動及び電析物物性との相関を解明すること、により超高濃度溶液における電析の学理を追求するものである。また、研究成果に基づき、工学的に意義のある環境調和型電析の設計の検討も行う。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>超高濃度溶液では、錯体は水和物融体あるいは配位型イオン液体の形を取っていると考えられる。そこで超高濃度溶液の電析における活性な溶存化学種とその形態を調べ、さらに、その化学種と電析挙動の関係を解明することで、得られる電析物物性を理解することができる。このように超高濃度溶液からの電析の学理を体系的に整えることの学術的意義は高い。研究成果は、6価クロムを用いない環境調和型のクロムめっきを、安価な超高濃度溶液で実施することができるほか、Cu₂O 薄膜電析などへの適用が期待できる。</p>

研究課題名	原子層人工ヘテロ構造におけるバレースピン量子光学の開拓と応用
研究代表者	松田 一成 (京都大学・エネルギー理工学研究所・教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】 本研究は、バレースピン量子光学の新しい学理の構築と、それを応用したバレースピン量子フォトニクスの開拓を目指すものであり、原子層人工ヘテロ構造作製の高度化、バレースピン量子光学状態と量子制御、バレースピントン光源などの量子フォトニクスデバイスへの応用を切り拓くものである。</p> <p>【学術的意義、期待される研究成果等】 原子層人工ヘテロ構造のモアレパターンによるゼロ次量子ドットの閉じ込めは新しい光量子情報デバイスの基盤技術となり得るものであり、量子光情報デバイスへの発展が期待できる。</p>

研究課題名	フェリ磁性スピントロニクスの学理構築とデバイス展開
研究代表者	小野 輝男 (京都大学・化学研究所・教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】 応募者らは、フェリ磁性体合金が発現する新しい現象を最近発見しており、本研究では、その普遍性と多様性を探求するとともに、デバイス応用の観点から物性の理解を深化させ、新しい学理を構築するものである。</p> <p>【学術的意義、期待される研究成果等】 フェリ磁性体が磁化をもつ反強磁性体として振る舞うという新しい性質の発見を基に、フェリ磁性体の物性の解明とともに、その利用に関する学術基盤を構築し、更には磁性体による新しいデバイスの創造へと発展するものと期待できる。</p>

研究課題名	情報熱力学的スピントロニクスの創成
研究代表者	鈴木 義茂 (大阪大学・大学院基礎工学研究科・教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】 本研究は、磁気スキルミオンを情報担体とするブラウンian計算機の動作の実証を目指し、革新的超低消費エネルギー情報デバイス・システムを構築する基礎を確立することで、情報熱力学的スピントロニクスの学理を構築しようとするものである。</p> <p>【学術的意義、期待される研究成果等】 磁気スキルミオンのトポロジカル安定性に基づく室温での熱運動を利用した情報熱機関の実現や、従来の磁壁移動素子より数桁低いエネルギー消費で駆動できる次世代省エネルギー素子の実現など、新しい情報熱力学の学理構築が期待できる。</p>

研究課題名	ポジトロン断層法の物理限界を克服する全ガンマ線イメージング法の開発
研究代表者	山谷 泰賀 (量子科学技術研究開発機構・放射線医学総合研究所・グループリーダー)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、がん特異性の高い抗体イメージングに最適な次世代型核種の ^{89}Zr に着目し、PET データとコンプトン散乱事象を同時計測する全ガンマ線イメージング (WGI) の開発を目指している。WGI 用エネルギー分解能 5% の高性能シンチレーターを開発し、多発性骨髄腫への適用を試みる。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>次世代の高感度・高空間分解能撮像装置の根幹をなす要素技術の創製が見込まれ、現行核医学イメージングの中心であるポジトロン断層法を凌駕する臨床用新規大型イメージング装置の開発が可能となり、がんを含む疾患の早期診断に資するものと期待される。</p>

研究課題名	完全構造カーボンナノチューブの創製と応用
研究代表者	片浦 弘道 (産業技術総合研究所・材料・化学領域・招聘研究員)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、応募者らが開発した、単層カーボンナノチューブを結晶欠陥密度の大小で分離精製する技術を発展させるとともに、新たに結晶欠陥を修復する技術を開発して上記分離技術と組み合わせ、結晶品質の優れた単層カーボンナノチューブを創製することを目的としている。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>カーボンナノチューブの結晶欠陥修復という新しい技術を創成できるとともに、理論予測と実験結果の乖離が大きかった単層カーボンナノチューブの電子物性研究を加速し、同物質の物性に関わる確かな学術基盤を構築することが期待できる。また、将来のナノスケールの電子素子の実現に利用可能な知見を創出することが期待できる。</p>

研究課題名	ニューロフォトニクス創成による脳機能の創発原理の探究
研究代表者	根本 知己 (自然科学研究機構・生命創成探究センター・教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、波長可変な高出力レーザー光源や、補償光学、第二次高調波発生などの光学技術を活用して、世界初の高速度超解像光イメージングを実現し、マウス生体脳の深部においてありのままの状態、同期的な神経細胞の集団活動や神経伝達物質の開口放出の高精度での可視化を行う研究である。さらに、3次元的な神経細胞の微細形態の変化や開口放出の動態をリアルタイムで追跡し、神経細胞・グリア細胞の相互作用による情報伝達機能や脳機能の創発原理の理解へとつなげることを目的としている。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>光技術と神経科学が融合した新しい学際的な領域「ニューロフォトニクス」を確立することにより、生体中のありのままの状態で神経活動やそれに関わる生体分子のダイナミクスを可視化し、解析を行い、機能性疾患の診断・治療へとつなげるという意義がある。また、生体深部イメージングの高度化により、光による生理機能の制御や光細胞治療などのライフサイエンスのイノベーションに資するなど、医療、産業などへの寄与も期待できる。</p>

研究課題名	極限単一アト秒パルス分光法で拓くペタヘルツスケール光物性
研究代表者	小栗 克弥 (N T T 物性科学基礎研究所・量子光物性研究部・主幹研究員)
研究期間	令和2 (2020) 年度～令和6 (2024) 年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、これまで応募者らが開発してきたアト秒技術に、繰り返し周波数や中赤外励起といった技術を融合することで、アト秒分光プラットフォームを構築する。また、同プラットフォームに基づき、光波駆動によるブロッホ電子系のダイナミクスをイメージングする技術を確立するとともに、磁気カー効果や磁気円二色性など、アト秒分解能を備えた磁気計測へと発展させる。これにより、半導体や2次元物質、磁性多層膜における非接道論的応答やバンド構造の変化、電界駆動スピン制御といったペタヘルツ領域における固体電子物性の解明を目指すものである。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>1 MHz 級の単一アト秒時間分光を実現し、世界最高時間分解での電子系エネルギー、運動量のダイナミックイメージングを目指すものであり新規性は極めて高い。また、学術的には、光波電界と電子系とのアト秒領域での相互作用を明らかにすることで、従来の包絡線近似の枠組みを超えた新しい固体光物性の創出が期待される。さらに、電子・磁気デバイスの飛躍的な高速化につながる可能性を秘めており、物質科学やエレクトロニクス分野への波及効果も期待できる。</p>

研究課題名	超触媒を利用した窒素分子からの革新的分子変換反応の開発
研究代表者	西林 仁昭 (東京大学・大学院工学系研究科・教授)
研究期間	令和2 (2020) 年度～令和6 (2024) 年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>錯体触媒を用いた窒素のアンモニアへの変換を対象とする研究である。本研究では、研究代表者が開発した電子供与性三座配位子を有する単核及び二核モリブデン錯体を出発点とした錯体触媒の開発、新しい還元剤の設計や電気化学プロセスによる触媒効率の向上、理論計算を併せた反応機構の解明を目指すとともに、アンモニアを選択的に分解する錯体触媒の開発を行うこととしている。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>窒素-アンモニア変換の高いエネルギーコストは地球規模の問題であり、これを温和な条件下で行える均一系触媒の開発は重要である。研究代表者は世界最高の活性を示す錯体触媒を開発した実績を有し、これを格段に向上させることの意義は非常に大きい。また、計算科学を積極的に用い、錯体触媒の作用機構の詳細が解明されることにより、関連諸分野の学術に関わる新しい知見が期待される。</p>

研究課題名	ポストナノカーボン科学：ナノ π 空間の精密構造科学
研究代表者	磯部 寛之（東京大学・大学院理学系研究科・教授）
研究期間	令和2（2020）年度～令和6（2024）年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	【課題の概要】 本研究では、ベンゼンやクリセンといった芳香族分子を組み合わせ、環状や筒状あるいはボウル状など様々な形を持つナノカーボン分子を合成する。これらの分子そのものやこれらの分子の作る π 電子で囲まれた空間の機能を探索することとしている。
	【学術的意義、期待される研究成果等】 簡便な方法を組み合わせることによって巨大ナノカーボン類を単一組成で合成して、その機能を解明しようとする独自性の高い研究である。応用への期待が高まっているカーボンナノチューブやグラフェンに代表される化学的には単一の組成ではない巨大ナノカーボン類の機能の理解にも貢献することが期待される。

研究課題名	孤立分子・孤立軌道の特異性に基づく蓄電材料機能の革新
研究代表者	山田 淳夫（東京大学・大学院工学系研究科・教授）
研究期間	令和2（2020）年度～令和6（2024）年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	【課題の概要】 本研究は、分子間相互作用や軌道間相互作用から解放された孤立分子や孤立軌道を液体中・固体中に高密度に導入し、これらが秘める「電気化学超機能」を電気化学素子の電解液、電極材料及び固液界面において実現しようとするものである。その機能を見極めながら、具体的な数値目標を設定し、高性能な次世代蓄電池の開発を強力に加速することとしている。
	【学術的意義、期待される研究成果等】 本研究は、蓄電池を念頭において、高度に体系化された「凝縮系化学」に対して、「孤立化学」の材料設計指針を確立しようとするものである。孤立種の電気化学超機能に基づく材料設計は挑戦的であり、学術的価値は高く、実験とマルチスケール計算科学手法が連携する点も優れている。また、得られる電気化学超機能を工学的な観点から実現することにより、次世代蓄電池開発に大きく貢献するものと期待される。

研究課題名	動的不斉転写に基づく高度な不斉増幅を可能にする動的キラル高分子触媒の開発
研究代表者	杉野目 道紀（京都大学・大学院工学研究科・教授）
研究期間	令和2（2020）年度～令和6（2024）年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	【課題の概要】 本研究は、キノキサリンポリマーの右及び左巻らせんキラル構造に着目し、動的に制御する方法を開発するものである。この現象を基に高選択性不斉触媒と不斉増幅反応に展開するとともに、自己不斉増幅触媒反応に利用することを検討することとしている。
	【学術的意義、期待される研究成果等】 不斉触媒反応の開発から自己不斉増幅反応及び自己不斉増幅触媒反応の達成を目指した学術的に関心の高い研究である。新しいらせん高分子の開発や人工酵素的な触媒開発の設計なども視野に入れており将来性が高い。また、予備的知見も十分であり、大きな研究成果が期待される。

研究課題名	合成糖鎖と糖鎖再構築モデルによる糖鎖機能の解析と免疫制御
研究代表者	深瀬 浩一 (大阪大学・大学院理学研究科・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】 本研究は、均一な糖鎖の化学合成により糖鎖認識に関与する受容体との相互作用解析で、糖鎖と免疫機能の関係に関して研究代表者が行ってきたこれまでの基礎的な研究成果を、セルフアジュバント抗原ワクチン開発や N-グリカンの機能解明等を通じて糖鎖を基盤とする免疫制御分子を開発する研究に展開するものである。がんや炎症性疾患に関する新たなワクチンや治療薬開発のための基礎的な研究であり、また、化学者と医学研究者の研究組織により実施される学際的な研究である。</p> <p>【学術的意義、期待される研究成果等】 糖鎖化学の合成研究から免疫に関する医学的基礎研究に展開する学術的意義の高い研究であり、糖鎖を基盤とする種々の免疫制御分子の開発を達成することにより、当該分野での化学と基礎医学の学際的領域において波及効果の高い新しい学理探究の研究成果が期待される。また、がんや炎症性疾患に関する新たなワクチンや治療薬開発につながる重要な知見の獲得も期待される。</p>

研究課題名	光エネルギーの高度活用に向けた分子システム化技術の開発
研究代表者	君塚 信夫 (九州大学・大学院工学研究院・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】 本研究は、太陽光エネルギーの有効利用を目指して、近赤外から可視光領域への三重項-三重項消滅によるフォトン・アップコンバージョン (TTA-UC) 及びフォトン増幅プロセスであるシングルレットフィッション (SF) を、自己組織化された分子集合体を構築することによって高い効率で実現化するものである。</p> <p>【学術的意義、期待される研究成果等】 本研究では、(1) 0s 錯体を用いた TTA-UC 分子集合体システムの構築、(2) Ag ナノギャップアレイ上への D-A 分子の配向集積化による TTA-UC の高感度化、(3) キラル集積構造を用いることでの SF の促進、の3つを行うこととしており、いずれも励起三重項の新たな特性を引き出す学術的意義を有しており、また、分子集合体の精緻な構造規制を確立することから自己組織化の学理への貢献も期待される。さらに、本技術は、将来、幅広い分野への応用が期待される。</p>

研究課題名	キラル分子を光学活性体として得る革新的手法 DYASIN の開発
研究代表者	友岡 克彦 (九州大学・先導物質化学研究所・教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、ラセミ化障壁のあまり大きくない動的キラル分子の特性を利用して、ラセミ化を伴う動的な不斉誘起によって光学活性体を得るものであり、光学活性ポリマーなどの外的キラル因子との相互作用を利用するという特徴がある。本研究では、得られた光学活性な動的キラル分子をさらに化学変換することによって、多様な静的キラル分子を光学活性体として得ることも目指している。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>光学活性キラル分子の調製法として動的な不斉誘起を利用する点の独自性が高く、新分野を開く研究である。本研究の進展により、多様なキラル分子が光学活性体として簡単に入手可能になると期待される。</p>

研究課題名	食物アレルギーにおける腸管内脂質代謝異常の統合的解析と分子基盤の解明
研究代表者	村田 幸久 (東京大学・大学院農学生命科学研究科・准教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、様々な疾患で報告される腸内細菌叢の乱れに着目し、腸管内における種々の脂肪酸類の動態異常を誘発する環境要因と食物アレルギー発症機構との関連を解明しようとするものであり、これまでの研究代表者らの研究成果に基づいた研究である。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>社会的要請の高い研究テーマであり、腸管内の細菌叢と脂肪酸類の動態との関係に着目して食物アレルギー発症への影響の解析を行う本研究の学術的意義は高い。また、本研究の推進により、食物アレルギー発症機構を理解する上での基盤となる新たな研究成果を提供することが期待される。</p>

研究課題名	水田土壌の窒素供給力を支える鉄還元菌窒素固定の学術的基盤解明と低窒素農業への応用
研究代表者	妹尾 啓史 (東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、水田稲作の窒素供給力の安定性が、これまで注目されていなかった鉄還元菌による窒素固定によってもたらされているとする研究代表者らの発見に基づき、鉄還元菌による窒素固定と窒素供給力維持機構の学術的基盤解明、さらに、鉄還元菌窒素固定の農業的利用法の開発による低窒素農業への応用を目指すものである。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>畑作に比べ持続性の大きい水田稲作における窒素供給力の解明が期待でき、学術的意義が大きい。また、現在の安定した世界の農業生産を支える窒素肥料の課題とされる、窒素肥料過剰施用による環境汚染や肥料製造時のエネルギーコストの問題についても、解決に大きく寄与する技術の開発が期待できる。</p>

研究課題名	植物ミトコンドリアゲノム育種の基盤創出
研究代表者	堤 伸浩 (東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、研究代表者らが世界に先駆けて開発した、ゲノム編集技術 (mitoTALEN 法) を用いて、未解明の植物ミトコンドリア遺伝の基礎的性質を明らかにし、さらに、ミトコンドリアゲノム改変集団を構築して、育種応用を図り、新規細胞質雄性不稔 (CMS) の創出など、ミトコンドリアゲノム育種基盤の構築を目指すものである。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>本研究は、研究代表者らの開発した独創的技術を用いることにより、今までほとんど手付かずであった、植物ミトコンドリア遺伝の全貌の解明が期待でき、学術的意義は極めて大きい。さらに、研究成果は細胞質雄性不稔の安定的利用につながり、作物育種への大きな貢献も期待できる。</p>

研究課題名	イネ NLR 抵抗性遺伝子の機能と進化の解明
研究代表者	寺内 良平 (京都大学・大学院農学研究科・教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、イネの最重要病害であるイネいもち病を研究対象として、イネいもち病抵抗性遺伝子の機能領域の改変による認識特異性の拡大、抵抗性遺伝子座の進化過程の解析、抵抗性遺伝子のネットワーク制御と負の制御の解析に取り組み、イネの病害抵抗性制御機構とその進化の解明を目指している。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>本研究は、イネいもち病抵抗性遺伝子とその産物の精力的な分子解析によって、病害抵抗性遺伝子の機能とその進化機構の解明を目指す、学術的意義の高いものである。さらに、その研究成果によって、イネいもち病抵抗性育種に限らず、広く作物の病害抵抗性育種に新たな方法論を提供する可能性があり、作物育種への大きな貢献も期待できる。</p>

研究課題名	ゲノム免疫：内在性ウイルスの抗ウイルス活性の動作原理解明と機能資源としての確保
研究代表者	朝長 啓造 (京都大学・ウイルス・再生医科学研究所・教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、細菌の CRISPR-Cas システムに類似したゲノム免疫機構を哺乳動物において探索・解析するなど、内在性ボルナウイルスの抗ウイルス免疫機構を解明することを目指すものであり、研究代表者らのボルナウイルスに関する研究成果に基づく独自性の高い研究である。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>本研究は、内在性ウイルスの抗ウイルス活性の動作原理解明と機能資源としての確保につながるもので学術的に価値が高い。また、進化学においても新たな知見を提供することが期待される。</p>

研究課題名	食機能実行分子とその機能的相互作用の統合的理解
研究代表者	立花 宏文 (九州大学・大学院農学研究院・教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】 本研究は、生体調節作用を有する食品成分やその代謝物を「食機能実行分子」として位置付け、機能性RNAの動態、メタボライト作用、エピジェネティクス制御や難消化性ポリフェノールセンサーの同定などを通して食機能実行因子の本体と調節メカニズムを総合的に理解することを目指すものである。</p> <p>【学術的意義、期待される研究成果等】 本研究により、難消化性成分や微量にしか含まれない食品成分の機能性発現メカニズムの理解につながり、食品の生体調節機能性研究に大きく貢献することが期待できる。また、食品成分間の機能的な相互作用が解明されれば、理想的な食品摂取に関する科学的エビデンスに基づく食品開発に道を拓くことも可能となる。</p>

研究課題名	ストリゴラクトンを介した植物の環境情報と成長を統御するシステムの原型と進化
研究代表者	経塚 淳子 (東北大学・大学院生命科学研究所・教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】 本研究は、ストリゴラクトンの進化的機能分化に注目し、陸上植物が土壌中のアーバスキュラー菌根菌 (AM 菌) との共生関係を成立させ、個体成長を最適化する仕組みを獲得した過程を分子レベルで理解しようとするものである。</p> <p>【学術的意義、期待される研究成果等】 ストリゴラクトンの祖先形質が共生促進であるとする仮説は独創性が高く、種間比較解析から具体的な分子進化機構が明らかになることが期待できる。また、競争優位性のあるコケ植物を研究対象とすることで、ストリゴラクトン信号伝達の原型となったと考えられる KL 信号伝達系の機能解明が飛躍的に進むことが期待される。</p>

研究課題名	大脳スパイン形態可塑性からシナプスメカノバイオロジーの建設と光操作
研究代表者	河西 春郎 (東京大学・大学院医学系研究科・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>脳における学習・記憶を担うのはニューロン間のシナプス伝達効率の変化であるが、細胞メカニズムであるシナプス可塑性はシナプス前部と後部の相互作用によって成立する。本研究では、シナプスによる情報伝達機能がシナプス後部から前部への力学的作用によって影響を受けることを解析し、シナプスメカノバイオロジーと呼ぶ神経作動機序の新たな概念を打ち立てることを目指す。研究には研究代表者が開発した後シナプス標識プローブ AS と、現在開発中の前シナプス標識プローブ BS を利用する。さらに、AS プローブを改良し、多くの研究室での利用に供することとしている。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>研究代表者は当該分野における世界的なけん引者であり、その実績は他の追随を許していない。後シナプスの樹状突起棘(スパイン)が前シナプスの終末を機械的に刺激する力学的効果により開口放出が増加するという研究代表者の提案は挑戦的であり、本研究によって実証されれば、神経科学に大きな変革をもたらすと期待される。また、新規プローブの開発も公開を前提としており、研究分野の発展に有意義である。本研究により、新規な分野創出の契機となる研究成果が得られると期待される。</p>

研究課題名	コヒーシンのエンハンソーム制御：転写伸長反応制御の統合的理解に向けて
研究代表者	白髭 克彦 (東京大学・定量生命科学研究所・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、ゲノムの広大な情報空間から特定の遺伝子を選択的かつ効率的に発現させるエンハンサーの動的な作用機構を追求するものである。研究代表者が独自に開発した試験管内再構成系を用いて、染色体駆動モーター分子コヒーシンの着目し、エンハンソームから転写反応の開始、伸長への分子機構の解明を目指している。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>コヒーシンの手がかりとして個々のエンハンサーにおける分子反応を染色体構造レベルの知見につなげ、統合的な理解を実現することが期待される。試験管内転写系における ATP 水解を制御することで中間反応物の補足を可能にする工夫がなされており、技術的な貢献にも意義がある。</p>

研究課題名	気孔開度調節のシグナル伝達の解明と植物の成長制御
研究代表者	木下 俊則 (名古屋大学・トランスフォーマティブ生命分子研究所・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>気孔は、光合成に必要な二酸化炭素を取り込むだけでなく、水を放出することで、蒸散流をつくる。研究代表者は、青色光により気孔が開くシグナル伝達経路の大枠を解き明かしてきたが、本研究では、未知のシグナルとのクロストークを明らかにし、気孔の開度を最適化する分子戦略を見つけ出す。さらに、環境に応じて適切に気孔の開度を制御することで、より効率の良い光合成を行う作物育種への技術革新を行う。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>植物が複数の因子(青色光、光合成、乾燥)を認識し、気孔の開度を調節するシグナル伝達経路の全貌が解明することは、基礎科学として大変重要である。また、ケミカルバイオロジーなどの技術を駆使して、気孔の開度を最適化する薬剤、遺伝子を明らかにし、研究代表者が既に作出しているポンプ植物を上回る光合成を行う作物の作出につながる技術開発が期待される。</p>

研究課題名	脳皮質の構築機構の解明
研究代表者	仲嶋 一範 (慶應義塾大学・医学部・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究はこれまでの研究代表者の研究に立脚したもので、Reelin タンパク質等による脳皮質の基本構造構築の仕組みの解明を目指している。本研究では、これまで理解されていなかった新しい神経細胞の配置制御機構、さらに脳回の形成機構を解析するとともに、脳細胞の多くをしめるアストロサイトの分散機構についても、その興味深い挙動に着目した解析を行うこととしている。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>大脳皮質形成において未解明の領域に焦点を当てた独創性の高い研究である。多くの予備データの蓄積があり、準備状況は良好である。また、研究代表者らのこれまでの研究実績等から本研究の推進に十分な能力が認められ、今後、皮質形成における神経とグリアの働きの統合的理解が進み、高い研究成果を得ることが期待される。</p>

研究課題名	ミトコンドリアの生合成と機能維持を担うタンパク質交通システムの分子基盤
研究代表者	遠藤 斗志也 (京都産業大学・生命科学部・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>ミトコンドリアの膜透過装置や引き抜き ATP アーゼの分子基盤、ミトコンドリア増殖を助ける未知因子の解明を目指す研究である。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>クライオ電子顕微鏡技術の進展により、構造解析が著しく発展し、本研究のようなミトコンドリア膜透過装置や引き抜き ATP アーゼの分子基盤の解明も可能になった。本研究でこれらの解析を行うことにより、構造や作動機構が未知のミトコンドリア TOM 複合体、SAM 複合体、引き抜き ATP アーゼの作動原理が解明され、ミトコンドリア研究が新しい段階を迎えることを期待する。</p>

研究課題名	転写と中核的な生命機能を結びつける高次複合体の構造基盤
研究代表者	関根 俊一 (理化学研究所・生命機能科学研究センター・チームリーダー)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、クライオ電子顕微鏡の技術を使って、転写とそれに関連する制御過程の相互連関を構造から捉えようとするものである。そのために、RNAポリメラーゼを中心に、エピジェネティクス、転写の一時停止、mRNA修飾との共役、細菌における翻訳、転写終結との共役といった一連の重要な過程をターゲットとする計画となっている。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>本研究で対象とする現象は絞られており、生物学的に重要な問題を含んでいる。さらに、クライオ電子顕微鏡は、技術の進展が著しい分野であり、本研究により生命の根元を握る転写の制御において、超複合体のレベルでの重要な知見を世界に先駆けて発信することが期待できる。また、研究代表者は、これまでに当該分野で優れた研究成果を上げており、国際的な競争力も高いと判断する。</p>

研究課題名	脂質代謝酵素 PLA2 ファミリーを基軸とした脂質による生命応答制御の統一的理解
研究代表者	村上 誠 (東京大学・大学院医学系研究科・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>脂質代謝の制御は生体の恒常性維持において重要であり、その破綻は種々の重篤な疾患の原因となっている。本研究は、この中で鍵となる酵素群であるホスホリパーゼ A2 (PLA2) の網羅的遺伝子改変マウスの解析やリポドミクス解析を行い、新規代謝経路や疾患との関係を明らかにすることにより、PLA2 ファミリーを基軸とした脂質による生命応答制御の統一的理解とともに、ヒト疾患治療への応答も目指すものである。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>本研究によって、遺伝子改変マウスとリポドミクス解析等から PLA2 による脂質シグナルが明らかになり、各種ヒト疾患や病態との関連、更にリン脂質カタボリズムまで、新たな研究展開が期待できる。</p>

研究課題名	ヘルペスウイルスの増殖・病態発現に関する統合的分子基盤
研究代表者	川口 寧 (東京大学・医科学研究所・教授)
研究期間	令和2(2020)年度～令和6(2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>単純ヘルペス感染症は、多数のアンメット・メディカルニーズがある医学上重要な感染症である。本ウイルスの細胞内への侵入、遺伝子発現、細胞内輸送、免疫応答回避機構など複雑な過程を経て発症に至る。本研究は、これらの統合的な全体像を解析することで、ヘルペスウイルスの感染症の全貌を明らかにし、新規治療への応用に結びつけようとするものである。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>研究代表者らは、これまで各国の研究者によって個別に研究が進められてきたヘルペスウイルス感染の各ステップを解析する高い能力を有しているものと判断されることから、本研究が目指す成果が期待できる。また、単にウイルス感染だけでなく、他のウイルスへの応用も視野に入れた細胞生物学的にも非常に重要な知見を含んだ研究である。</p>

研究課題名	Regnase-1 を介した mRNA 管理機構の包括的理解
研究代表者	審良 静男 (大阪大学・免疫学フロンティア研究センター・特任教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、研究代表者がサイトカイン mRNA の分解に働く酵素として発見した Regnase-1 を中心に、免疫・炎症応答に加えて、脂肪代謝や組織恒常性維持における機能とその制御メカニズムを解明することを目的としている。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>細胞腫特異的なノックアウトマウスや部位特異的な変異ノックインマウスの作製と解析、ターゲット mRNA の同定、阻害剤の開発がしっかりと計画されており、Regnase-1 の包括的理解につながる研究課題である。Regnase-1 による免疫・炎症応答制御に関する理解を深めることに加え、Regnase-1 の新しい機能や制御機構の解明を目指すという点で、学術的意義が高い。これまでに知られていない Regnase-1 による mRNA の品質管理機構の解明に資すると共に、RNA 生物学の新たな領域の開拓につながることを期待される。</p>

研究課題名	臓器間ネットワークによる糖代謝恒常性維持機構の解明と糖尿病治療戦略の開発
研究代表者	片桐 秀樹 (東北大学・大学院医学系研究科・教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、臓器間ネットワークの観点よりインスリン分泌の神経制御機構と糖新生制御機構に焦点を当てて糖代謝恒常性維持機構を解明する研究課題である。最新の技術や多くの臓器特異的遺伝子操作マウスを駆使し、糖代謝恒常性維持に関与する主要な臓器の臓器連関を個体レベルで検証し、臨床現場で着想した仮説の検証を目指すものである。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>迷走神経刺激による臓器間ネットワークの神経制御機構の解明は学術的意義が高く、糖新生基質の流れに着目した糖新生機構の解明は独創的である。生体の糖代謝恒常性維持機構の解明により、この破綻病態である糖尿病の成因に立脚した画期的な治療法の開発が期待される。</p>

研究課題名	造血幹細胞体外増幅系を用いた幹細胞性・加齢・発癌機構の解析
研究代表者	中内 啓光 (東京大学・医科学研究所・特任教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】</p> <p>本研究は、研究代表者らが開発した「マウス造血幹細胞(HSC)の in vitro 長期培養技術」を応用し、(1) 加齢等による HSC のゲノム変異の蓄積とクローナル造血の評価及び CRISPR/Cas9 gRNA ライブラリーを用いた網羅的ノックアウトによる白血病関連遺伝子のスクリーニングを実施するとともに、(2) ヒト HSC の同定及び in vivo 増殖手法の開発を目指す提案である。</p>
	<p>【学術的意義、期待される研究成果等】</p> <p>研究代表者ら独自のマウス HSC 長期培養技術を応用すれば、造血系腫瘍発生メカニズムのより詳細な解析が可能となることから、本研究が目指す研究成果が期待できる。また、ヒト HSC の同定と長期培養系を確立できれば、創薬及び再生医療分野におけるインパクトは大きい。</p>

研究課題名	関節組織を繋ぐ要：腱・靭帯ホメオスタシスの分子メカニズムの解明
研究代表者	浅原 弘嗣（東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・教授）
研究期間	令和2（2020）年度～令和6（2024）年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	【課題の概要】 本研究は、腱・靭帯に特異的な転写因子 Mxx の上流カスケードがメカノセンサーとして機能し、その恒常的活性化が、瞬発力など運動機能の向上に結びつくという現象の分子機構を明らかにしようとする独創性の高い研究である。
	【学術的意義、期待される研究成果等】 Mxx の上流カスケードの活性化が運動機能の向上をもたらす機構の解明は、運動器疾患の克服だけでなく、運動機能の増進にも結びつく学術的意義の高い研究であり、社会的波及効果も高い。

研究課題名	皮膚における多様な免疫応答の誘導機序と他臓器との免疫学的連関の解明
研究代表者	椛島 健治（京都大学・大学院医学研究科・教授）
研究期間	令和2（2020）年度～令和6（2024）年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	【課題の概要】 外敵侵襲に対する皮膚免疫応答機構の解明は、アトピー性皮膚炎をはじめとする様々な炎症性皮膚疾患の病態理解に重要である。研究代表者は皮膚病変の発症に伴い皮膚内にリンパ節様の組織構造が形成されることを見いだしており、iSALT(inducible skin-associated lymphoid tissue)と命名している。本研究では、その役割を明らかにする研究に取り組む。また、iSALT を介する腸管の免疫寛容誘導機構の解明にも取り組み、皮膚を物理的・化学的な侵襲から身体を守るための単なるバリアーとしてではなく、重要な免疫器官と位置付け、その役割を明らかにすることとしている。
	【学術的意義、期待される研究成果等】 皮膚を免疫応答の「場」と捉え、新たな概念として iSALT を提唱し、様々な皮膚疾患における免疫学的役割を明らかにすることは近年増加傾向にある炎症性皮膚疾患の病態理解に新たな視点をもたらすものである。また、マウスをモデル動物として用い、最新のテクノロジーを駆使して得られる基礎的な研究成果をヒト皮膚免疫関連疾患の理解へと発展させることは、これらの疾患に対する新たな診断方法や治療法の開発にもつながることが期待される。すなわち、本研究は iSALT をその切り口として皮膚における免疫応答の全貌解明を目指しており、臨床応用を視野に入れた革新的基礎研究である。

研究課題名	腫瘍血管によるがんの悪性変化の解明とその制御
研究代表者	高倉 伸幸（大阪大学・微生物病研究所・教授）
研究期間	令和2（2020）年度～令和6（2024）年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	【課題の概要】 現在臨床的に使用されている腫瘍血管新生を抑制する血管内皮成長因子（vascular endothelial growth factor; VEGF）阻害剤による抗腫瘍効果は限定的である。本研究は、研究代表者が見いだした進展型血管新生の分子機序の解明と、アンジオクラインシグナルの作用機序を解明することにより、腫瘍血管によるがん悪性化の分子機構を明らかにしようとするものである。
	【学術的意義、期待される研究成果等】 研究代表者の独創的な発見である進展型血管新生の分子機序や、アンジオクラインシグナルの作用機序が解明できれば、腫瘍血管を標的とした新たな治療法の開発へつながるものと期待される。

研究課題名	白血病難治性の分子機構解明と新規治療法の開発
研究代表者	前田 高宏 (九州大学・大学院医学研究院・教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	【課題の概要】 本研究は、難治性白血病に対する新規治療法の開発を目指して、研究代表者らが樹立したマウスAML、ALL 細胞株と独自のCRISPR/Cas9 ゲノムワイドスクリーニング系を用いて、現行のキードラッグの耐性機構の解明と並行して、新規併用療法のための標的分子(合成致死性分子)を同定し、同定分子のPOC (Proof Of Concept) 取得と阻害剤の薬効評価を行う計画である。
	【学術的意義、期待される研究成果等】 独自性のあるCRISPR/Cas9 ゲノムワイドスクリーニング系を駆使して、難治性白血病の薬剤耐性機構を解明し、合成致死を狙った新規併用療法の標的分子の同定及び候補薬剤の薬効評価が進めば、新規治療法の開発につながるものと期待される。

研究課題名	新生児脳におけるニューロン新生とその病態：先端分析技術による統合的理解
研究代表者	澤本 和延 (名古屋市立大学・大学院医学研究科・教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	【課題の概要】 本研究は、新生児期に産生され移動・成熟する中枢ニューロンと周囲のグリア・血管細胞との相互作用とその形態学的特性と分子基盤を、独自に開発した三次元電子顕微鏡技術 (SBF-SEM) やメタボローム解析法 (PESI-MS/MS) などの最先端解析技術を駆使して解明し、新生児の脳障害の病態解明など臨床への展開を図ろうとする研究提案である。
	【学術的意義、期待される研究成果等】 ヒトにおいては早産や出産前後の低酸素状態などがその後の児の神経機能予後に影響するため、これらヒト生後脳研究の基礎となる本研究を推進することの重要性は明らかである。また、動物での分子細胞レベルの解析には大きな発展が期待できる。

研究課題名	プログラム可能な動的微粒子群「オートマター」の創成と展開
研究代表者	野村 慎一郎 (東北大学・大学院工学研究科・准教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	【課題の概要】 本研究は、プログラムどおりに自動的に活動し物質生産する人工細胞群として定義される「オートマター」の実現を目指している。
	【学術的意義、期待される研究成果等】 物質工学の分野において、細胞に匹敵するような、望まれる物質・構造を生産し続ける、従来技術にない高度な分子システムを人工的に設計・構築することにより、生体または細胞に近い自律的な「オートマター」を分子レベルから構築する計画は、挑戦的であり、学術的独創性が高い。本研究が目指す「オートマター」の実現のために、要素技術として4つのサブテーマを設定して進める計画は、具体的であり高く評価できる。

研究課題名	多重反射による空中ディスプレイの薄型化と水中 CAVE への応用～魚に映像を見せる～
研究代表者	山本 裕紹 (宇都宮大学・工学部・教授)
研究期間	令和 2 (2020) 年度～令和 6 (2024) 年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	【課題の概要】 本研究は、まず水中に映像を提示することが可能な多重反射・薄型空中ディスプレイを新規に開発し、これを用いた水中 CAVE を構築してヒトと魚に CG 映像を見せることで、水中視覚の知覚特性を解明し、またメダカの行動生物学的研究を行うものであり、さらには、フグの養殖管理タスクに当該映像技術を応用しようとする計画である。
	【学術的意義、期待される研究成果等】 独自の空中ディスプレイを高画質化し、さらに、水中でも利用できるよう小型化する光学系の設計には学術的意義がある。これを用いて提示した水中 CG に対するヒトの映像知覚と魚類の行動特性が明らかとなり、新しい学問領域への展開が期待できる。

研究課題名	AI 時代を見据えたプログラム検証技術
研究代表者	小林 直樹 (東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授)
研究期間	令和 2 (2020) 年度～令和 6 (2024) 年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	【課題の概要】 本研究は、ソフトウェアの信頼性を保証するためのプログラム検証技術に関する研究である。近年、機械学習技術の台頭により、ソフトウェアの質の変化や量の増大に対応できる検証技術が求められている。これらの要請に応えるとともに機械学習技術を用いて高階モデル検査技術の発展を目標としている。
	【学術的意義、期待される研究成果等】 本研究は、プログラム検証問題を高階不動点論理の論理式の真偽値判定問題に帰着して解く HFL モデル検査を用いて、機械学習技術を取り込んだプログラム検証方法や AI 技術によるソフトウェアの質の変化にも対応できる手法の開発を行うもので、理論的にも実用的にも重要な課題である。未解決問題に取り組む理論的研究から検証器の作成や検証実験までを含んでおり、研究成果が期待できるとともに、その波及効果は大きい。

研究課題名	超高速ビジョン・トラッキング技術を用いた次世代情報環境システムの創生
研究代表者	石川 正俊 (東京大学・情報基盤センター・特任教授)
研究期間	令和 2 (2020) 年度～令和 6 (2024) 年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	【課題の概要】 実世界を対象とする情報処理システムの壁として、計算機の視覚機能と人間への情報提示の時間密度が低いという問題がある。本研究は、1,000fps の高速認識処理と提示制御という手法に基づいて、システムの機能限界と人間とのインタラクションの壁を打破することを目的としている。高速形状・運動計測、高速映像・力覚提示とその基盤を強化し、それらを含む全体システムを構成するための学術的体系化を図るとともに、新規の応用分野を創成する。
	【学術的意義、期待される研究成果等】 本研究は、世界的にも極めて新規性の高い機能を開拓してきた研究代表者らによるこれまでの研究実績に基づいて、それらの独自技術の基盤を体系化する計画を有しており、当該工学分野の学術を確立する点において意義がある。本技術により、人間と機械のインタラクションの時空間的ボトルネックが解消され、広く応用に展開され得る成果が期待できる。

研究課題名	心的イメージの脳情報表現の可視化
研究代表者	神谷 之康 (京都大学・大学院情報学研究科・教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	【課題の概要】 本研究は、研究代表者らがこれまで開発してきた脳情報デコーディング技術と深層ニューラルネットワークを融合することによって、脳内の様々な心的イメージを可視化し、イメージが生成される脳部位や情報処理方式を解明しようとするものである。
	【学術的意義、期待される研究成果等】 これまで世界的な成果を上げてきた研究を発展させ、より多様な心的イメージについて可視化の精度を大きく高めるものであり、脳機能の解明に大きく貢献するだけでなく、画期的なブレインマシン・インタフェースの開発や精神疾患診断などへの応用も期待できる。

研究課題名	次世代ソフトウェアエコシステムのための基盤・展開技術
研究代表者	松本 健一 (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2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	【課題の概要】 本研究は、高い経済性と持続可能性を有するソフトウェア開発運用技術の確立を目指し、今日の技術的課題を、技術的負債の増加・人的資源の不足・技術情報の多様化と整理した上で、その解決をプロダクトのアップサイクリング、人とAIの適材適所配置、外部技術情報ともリンクする品質管理、という新しい着想により行うものである。
	【学術的意義、期待される研究成果等】 本研究が実現を目指すソフトウェアエコシステムは社会的に強く望まれているものであり、その波及効果は大きい。3つの課題に対する解決手法はいずれも高い独創性を有するもので、本研究の学術的意義も高い。

研究課題名	海氷が導く熱・塩・物質のグローバル輸送
研究代表者	大島 慶一郎 (北海道大学・低温科学研究所・教授)
研究期間	令和2 (2020)年度～令和6 (2024)年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	【課題の概要】 本研究は、海氷の生成・融解・物質輸送がもつ機能を全球的・長期的に評価して、気候変動や生物生産への影響を明らかにするものである。具体的には、今まで作成されたことのない、海氷生産・融解量のグローバルデータセットを、衛星マイクロ波放射計データを中心に用いて、過去40年間分を作成する。研究は独自の理論、堅実な計画、高い国際的実績に基づいており、国際的、国内的に学術的に意義の大きい重要な課題である。
	【学術的意義、期待される研究成果等】 衛星観測データを用いた過去40年間分の海氷生産量マッピング研究の集大成を完成できれば、海氷の熱・物質移動のグローバル輸送が明らかになる。また、完成したデータベースは広く公開されることから、海洋における炭素吸収量の正確な算定を含めて、数値モデル研究にも貢献することが期待できる。

研究課題名	環境インパクト低減に向けたハロゲン制御技術の体系化
研究代表者	吉岡 敏明（東北大学・大学院環境科学研究科・教授）
研究期間	令和2（2020）年度～令和6（2024）年度
科学研究費委員会 審査・評価第二部会 における所見	<p>【課題の概要】 本研究は、廃プラスチックリサイクルの阻害因子となっているハロゲン族を新たな技術で除去・回収・有効利用して、プラスチックリサイクルの促進に資する研究である。具現化するために、研究はプロセス開発、マテリアルフロー解析・ライフサイクルアセスメント、技術・政策の国際動向分析の3部構成からなり、体系化されている。</p> <p>【学術的意義、期待される研究成果等】 ハロゲン族を資源物質として捉える新しい概念で、プロセス開発においては「脱ハロゲン技術」「溶媒の検討」「化学修飾法」「塩化揮発法」などの開発要素が明瞭であり、研究の革新性・新規性がある。学術的な意義、重要性にとどまらず、社会的な要請や環境面からも研究の価値・必要性は高く、社会に与える波及効果も大いに期待される。</p>

令和2(2020)年度科学研究費助成事業 基盤研究(S) 継続課題一覧

○ 大区分A(12課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
18H05216	たむら よしゆき 田村 善之 20197586	東京大学・大学院法学政治学 研究科・教授	パブリック・ドメインの醸成と確保という観点からみた各種知的財産法の横断的検討	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度 110,700
18H05217	わたなべ つとむ 渡辺 努 90313444	東京大学・大学院経済学研究 科・教授	対話型中央銀行制度の設計	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度 144,500
18H05218	かとう やすし 加藤 泰史 90183780	一橋大学・大学院社会学研究 科・教授	尊厳概念のグローバルスタンダードの構築に向けた理論的・概念的・比較文化論的研究	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度 130,500
18H05219	いけだ たくみ 池田 巧 90259250	京都大学・人文科学研究所・教 授	シナチベット諸語の歴史的展開と言語類型地理論	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度 130,400
18H05220	いけだ よしふみ 池田 栄史 40150627	琉球大学・国際地域創造学部・ 教授	蒙古襲来沈没船の保存・活用に関する学際研究	平成30(2018)～ 令和2(2020)年度 82,600
18H05221	ばば はじめ 馬場 基 70332195	国立文化財機構・奈良文化財 研究所・都城発掘調査部・史料 研究室長	木簡等の研究資源オープンデータ化を通じた参加 誘発型研究スキーム確立による知の展開	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度 96,100
19H05589	こいずみ まさとし 小泉 政利 10275597	東北大学・大学院文学研究科・ 教授	OS言語からみた「言語の語順」と「思考の順序」に 関するフィールド認知脳科学的研究	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度 153,500
19H05590	のざわ さちこ 野澤 祥子 10749302	東京大学・大学院教育学研究 科・准教授	保育の質と子どもの発達に関する縦断的研究-質 の保障・向上システムの構築に向けて	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度 85,500
19H05591	かわい かおり 河合 香吏 50293585	東京外国語大学・アジア・アフリ カ言語文化研究所・教授	社会性の起原と進化:人類学と霊長類学の協働 に基づく人類進化理論の新開拓	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度 130,400
19H05592	ふじい すみお 藤井 純夫 90238527	金沢大学・国際文化資源学研 究センター・特任教授	中東部族社会の起源:アラビア半島先原史遊牧 文化の包括的研究	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度 136,700
19H05593	みやもと かずお 宮本 一夫 60174207	九州大学・大学院人文科学研 究院・教授	東アジアにおける農耕の拡散・変容と牧畜社会生 成過程の総合的研究	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度 70,700
19H05594	みながわ やすよ 皆川 泰代 90521732	慶應義塾大学・文学部・教授	脳・認知・身体と言語コミュニケーションの発達:定 型・非定型発達乳幼児コホート研究	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度 147,300

○ 大区分B(31課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
18H05222	やまもと さとし 山本 智 80182624	東京大学・大学院理学系研究 科・教授	原始惑星系円盤形成領域の化学組成とその進化	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度 144,500
18H05223	どい まもる 土居 守 00242090	東京大学・大学院理学系研究 科・教授	爆発直後からの観測によるIa型超新星の起源解 明	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度 147,400
18H05224	かぎ ひろゆき 鍵 裕之 70233666	東京大学・大学院理学系研究 科・教授	地球・惑星深部における水素の物質科学	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度 148,500

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
18H05225	かのだ かずし 鹿野田 一司 20194946	東京大学・大学院工学系研究科・教授	電子系を舞台とした量子ガラス科学の創成と物性科学への展開	平成30(2018)～令和4(2022)年度 151,400
18H05226	いじま とおる 飯嶋 徹 80270396	名古屋大学・現象解析研究センター・教授	新しいレプトン対称性の破れの探求	平成30(2018)～令和4(2022)年度 147,400
18H05227	まつだ ゆうじ 松田 祐司 50199816	京都大学・大学院理学研究科・教授	強相関量子凝縮相における回転対称性の破れの検証	平成30(2018)～令和4(2022)年度 152,500
18H05228	たかはし よしろう 高橋 義朗 40226907	京都大学・大学院理学研究科・教授	光格子中超低温原子気体の軌道及びスピン自由度を駆使した新量子物性の開拓	平成30(2018)～令和4(2022)年度 144,600
18H05229	すぎやま まさあき 杉山 正明 10253395	京都大学・複合原子力科学研究所・教授	新世代中性子構造生物学の開拓	平成30(2018)～令和4(2022)年度 151,600
18H05230	はたなか きちじ 畑中 吉治 50144530	大阪大学・核物理研究センター・特任教授	中性子電気双極子モーメント探索による時間反転対称性の検証	平成30(2018)～令和4(2022)年度 152,200
18H05231	くの よしたか 久野 良孝 30170020	大阪大学・大学院理学研究科・教授	大強度ミュオン源で解き明かす荷電レプトンのフレーバー転換探索の新展開	平成30(2018)～令和4(2022)年度 148,500
18H05232	くぼ ともあき 久保 友明 40312540	九州大学・大学院理学研究院・教授	マントル遷移層スラブの軟化と深発地震に関する実験的研究	平成30(2018)～令和4(2022)年度 108,400
18H05233	ばんない けんいち 坂内 健一 90343201	慶應義塾大学・理工学部・教授	新しい対称性による数論幾何的単数の創出に向けた戦略的研究	平成30(2018)～令和4(2022)年度 91,900
18H05234	かつかわ ゆきお 勝川 行雄 00399289	自然科学研究機構・国立天文台・太陽観測科学プロジェクト・准教授	気球太陽望遠鏡による精密偏光観測:恒星大気における磁気エネルギー変換の現場に迫る	平成30(2018)～令和4(2022)年度 109,100
18H05235	よっかいち さとし 四日市 悟 20360670	理化学研究所・仁科加速器科学研究センター・専任研究員	原子核中における中間子質量変化の系統的測定によるハドロン質量起源の研究	平成30(2018)～令和4(2022)年度 150,800
18H05236	はつだ てつお 初田 哲男 20192700	理化学研究所・数理創造プログラム・プログラムディレクター	クォークから中性子星へ:QCDの挑戦	平成30(2018)～令和4(2022)年度 91,600
19H05595	やまもと まさのぶ 山本 正伸 60332475	北海道大学・大学院地球環境科学研究科・教授	過去600万年間にわたる大気中二酸化炭素濃度と気候の相互作用の解明	平成31(2019)～令和5(2023)年度 155,500
19H05596	ひの りょうた 日野 亮太 00241521	東北大学・大学院理学研究科・教授	巨大地震の裏側～巨大化させないメカニズム	平成31(2019)～令和5(2023)年度 154,900
19H05597	おがわ たかよし 小川 卓克 20224107	東北大学・大学院理学研究科・教授	臨界型非線形数理モデルにおける高次数理解析法の創造	平成31(2019)～令和5(2023)年度 100,900
19H05598	えすみ しんいち 江角 晋一 10323263	筑波大学・数理解物質系・准教授	高次ゆらぎと粒子相関による高密度クォーク核物質の1次相転移と臨界点観測への挑戦	平成31(2019)～令和5(2023)年度 79,500
19H05599	いしげ かずひろ 石毛 和弘 90272020	東京大学・大学院数理科学研究科・教授	発展方程式における系統的形状解析及び漸近解析	平成31(2019)～令和5(2023)年度 107,500
19H05600	さいとう えいじ 齊藤 英治 80338251	東京大学・大学院工学系研究科・教授	核スピン流の物性科学開拓と核スピン熱電変換	平成31(2019)～令和5(2023)年度 158,700

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
19H05601	さけみ やすひろ 酒見 泰寛 90251602	東京大学・大学院理学系研究科・教授	光格子重元素干渉計による基本対称性破れの発現機構の解明	平成31(2019)～令和5(2023)年度 154,200
19H05602	いわさ よしひろ 岩佐 義宏 20184864	東京大学・大学院工学系研究科・教授	ファンデルワールス・ヘテロ接合の物理と機能	平成31(2019)～令和5(2023)年度 154,600
19H05603	ふじさわ としまさ 藤澤 利正 20212186	東京工業大学・理学院・教授	メゾスコピック量子ホール系の低次元準粒子制御と非平衡現象	平成31(2019)～令和5(2023)年度 153,500
19H05604	かわばた たかひろ 川畑 貴裕 80359645	大阪大学・大学院理学研究科・教授	極端環境下における元素合成過程の解明	平成31(2019)～令和5(2023)年度 132,600
19H05605	はやし よしゆき 林 祥介 20180979	神戸大学・大学院理学研究科・教授	あかつきデータ同化が明らかにする金星大気循環の全貌	平成31(2019)～令和5(2023)年度 145,200
19H05606	うえたけ さとし 植竹 智 80514778	岡山大学・異分野基礎科学研究科・准教授	純レプトン原子のレーザー分光による電弱統一理論精密検証と新物理探索	平成31(2019)～令和5(2023)年度 154,300
19H05607	おぎお しょういち 荻尾 彰一 20242258	大阪市立大学・大学院理学研究科・教授	広エネルギー領域の精密測定による超高エネルギー宇宙線の源と伝播の統一的解釈	平成31(2019)～令和5(2023)年度 155,700
19H05608	とりにい しょうじ 鳥居 祥二 90167536	早稲田大学・理工学術院・名誉教授	CALET長期観測による銀河宇宙線の起源解明と暗黒物質探索	平成31(2019)～令和5(2023)年度 154,800
19H05609	たまがわ とおる 玉川 徹 20333312	理化学研究所・開拓研究本部・主任研究員	X線・ガンマ線偏光観測で開拓する中性子星超強磁場の物理	平成31(2019)～令和5(2023)年度 142,300
19H05610	たるちゃ せいご 樽茶 清悟 40302799	理化学研究所・創発物性科学研究センター・グループディレクター	非可換エニオンの電気的光学的制御	平成31(2019)～令和5(2023)年度 126,800

○ 大区分C(17課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
18H05237	とみた あきひさ 富田 章久 60501434	北海道大学・大学院情報科学研究科・教授	百年以上の超長期秘匿性を保証する情報通信ネットワーク基盤技術	平成30(2018)～令和4(2022)年度 148,200
18H05238	やました しんじ 山下 真司 40239968	東京大学・先端科学技術研究センター・教授	オムニポテントファイバレーザをコアとするデジタルフロンティア光計測の研究	平成30(2018)～令和4(2022)年度 144,800
18H05239	いちむら つよし 市村 強 20333833	東京大学・地震研究所・教授	震災軽減のためのヘテロ解析による地殻イメージング手法の開発とその適用	平成30(2018)～令和4(2022)年度 144,700
18H05240	かわひと しょうじ 川人 祥二 40204763	静岡大学・電子工学研究所・教授	超高速ハイブリッドカスケード光電荷変調による極限時間分解撮像デバイスと応用開拓	平成30(2018)～令和4(2022)年度 147,600
18H05241	きたむら たかゆき 北村 隆行 20169882	京都大学・大学院工学研究科・教授	ナノ構造メタ界面の光学・マルチフィジックス特性設計	平成30(2018)～令和4(2022)年度 150,700
18H05242	かわの さとゆき 川野 聡恭 00250837	大阪大学・大学院基礎工学研究科・教授	機械学習によるナノ粒子流の制御と一分子識別技術への応用	平成30(2018)～令和4(2022)年度 119,000
18H05243	やなぎだ たけし 柳田 剛 50420419	九州大学・先導物質化学研究所・教授	堅牢な分子識別センサエレクトロニクスの学術基盤創成	平成30(2018)～令和4(2022)年度 150,200

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額	
18H05244	いしやま あつし 石山 敦士 00130865	早稲田大学・理工学術院・教授	次世代医療用高温超伝導スケルトン・サイクロトロン の設計原理・開発基盤の確立	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	148,800
18H05245	てらい ひろたか 寺井 弘高 10359094	情報通信研究機構・未来ICT研 究所・上席研究員	超伝導シングルフォトンカメラによる革新的イメー ジング技術の創出	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	149,400
19H05611	たかき こういち 高木 浩一 00216615	岩手大学・理工学部・教授	パルスパワーによる植物・水産物の革新的機能 性制御とその学理深化	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度	153,100
19H05612	さくま あきまさ 佐久間 昭正 30361124	東北大学・大学院工学研究科・ 教授	軽元素を利用した新しい物質合成法の確立と希 土類フリー磁石材料への展開	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度	146,400
19H05613	あおき たかゆき 青木 尊之 00184036	東京工業大学・学術国際情報 センター・教授	自由界面を含む混相流の革新的数値流体シミュ レーション	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度	149,700
19H05614	よしかわ のぶゆき 吉川 信行 70202398	横浜国立大学・大学院工学研 究院・教授	可逆量子磁束回路を用いた熱力学的限界を超え る超低エネルギー集積回路技術の創成	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度	153,500
19H05615	やました たろう 山下 太郎 60567254	名古屋大学・大学院工学研究 科・准教授	量子超越性を実証する超伝導スピントロニクス大 規模量子計算回路の創出	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度	156,600
19H05616	はまや こうへい 浜屋 宏平 90401281	大阪大学・大学院基礎工学研 究科・教授	ゲルマニウムスピンMOSFETの実証	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度	155,500
19H05617	きす たかのぶ 木須 隆暢 00221911	九州大学・超伝導システム科学 研究センター・教授	高温超伝導線材・導体・コイル巻線の評価技術の 体系化と高信頼性マグネットへの展開	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度	153,800
19H05618	ふじむら のりふみ 藤村 紀文 50199361	大阪府立大学・大学院工学研 究科・教授	強誘電体の素励起コヒーレント状態を用いた物性 評価方法の確立とデバイスへの展開	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度	156,200

○ 大区分D(23課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額	
18H05246	たかなし こうき 高梨 弘毅 00187981	東北大学・金属材料研究所・教 授	金属人工格子ルネサンス	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	150,900
18H05247	とみしげ けいいち 富重 圭一 50262051	東北大学・大学院工学研究科・ 教授	分子-固体表面の直接相互作用による新しい固 体触媒活性点の設計・構築	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	146,900
18H05248	あわじ さとし 淡路 智 10222770	東北大学・金属材料研究所・教 授	50T高温超伝導無冷媒超伝導磁石の要素技術開 発	平成30(2018)～ 令和3(2021)年度	146,100
18H05249	いちつぼ てつ 市坪 哲 40324826	東北大学・金属材料研究所・教 授	リチウムイオンと多価イオンが奏でるデュアルイ オン蓄電池に向けた新学理の構築	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	152,800
18H05250	いたたに じろう 板谷 治郎 50321724	東京大学・物性研究所・准教授	次世代極短パルスレーザーによるアト秒科学の新 展開	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	150,300
18H05251	はら みちかず 原 亨和 70272713	東京工業大学・科学技術創成 研究院・教授	電子供与の増幅による低温作動アンモニア合成 触媒の開発	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	146,600
18H05253	たかはし ゆきお 高橋 幸生 00415217	東北大学・多元物質科学研究 所・教授	多次元X線タイコグラフィによる次世代放射光顕 微分光プラットフォームの構築	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	136,400

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額	
18H05254	なかの たかよし 中野 貴由 30243182	大阪大学・大学院工学研究科・教授	骨異方性誘導のための「異方性の材料科学」の構築	平成30(2018)～令和4(2022)年度	148,800
18H05255	たつみさこ まさひろ 辰巳砂 昌弘 50137238	大阪府立大学・学長	全固体イオニクスデバイスにおける電極複合体ダイナミクスの研究基盤確立	平成30(2018)～令和4(2022)年度	143,400
18H05256	あめやま けい 飴山 恵 10184243	立命館大学・理工学部・教授	調和組織材料の革新的力学特性発現機構の解明と次世代構造材料創製指導原理の創発	平成30(2018)～令和4(2022)年度	155,000
18H05257	きむ ゆうす 金 有洙 50373296	理化学研究所・開拓研究本部・主任研究員	走査トンネル顕微鏡で拓く微小極限の光科学	平成30(2018)～令和4(2022)年度	150,600
18H05258	ふじわら あきら 藤原 聡 70393759	NTT物性科学基礎研究所・量子電子物性研究部・上席特別研究員	単電子制御による量子標準・極限計測技術の開発	平成30(2018)～令和4(2022)年度	151,400
19H05619	おりば びーらいと Oliver B. Wright 90281790	北海道大学・大学院工学研究院・教授	Development and quantitative interpretation of acoustic and phoxonic metamaterial devices from kHz to GHz frequencies	平成31(2019)～令和3(2021)年度	107,700
19H05620	すぎもと さとし 杉本 諭 10171175	東北大学・大学院工学研究科・教授	デュアルフェーズエンジニアリングによるIoT社会に貢献する広帯域電波吸収体の創製	平成31(2019)～令和5(2023)年度	122,600
19H05621	こめだ ただひろ 米田 忠弘 30312234	東北大学・多元物質科学研究科・教授	量子情報処理に向けた時間と原子空間分解能を持つスピンコヒーレンス顕微鏡の開発	平成31(2019)～令和5(2023)年度	147,100
19H05622	ふかみ しゅんすけ 深見 俊輔 60704492	東北大学・電気通信研究所・教授	ノンコリニアスピントロニクス	平成31(2019)～令和5(2023)年度	155,500
19H05623	おかべ とおる 岡部 徹 00280884	東京大学・生産技術研究所・教授	チタンの革新的アップグレード・リサイクル技術の開発	平成31(2019)～令和5(2023)年度	155,300
19H05624	のじ ひろゆき 野地 博行 00343111	東京大学・大学院工学系研究科・教授	次世代型デジタルバイオアッセイのための動的フェムトリアクタ技術	平成31(2019)～令和5(2023)年度	138,800
19H05625	あずま まさき 東 正樹 40273510	東京工業大学・科学技術創成研究院・教授	革新的負熱膨張材料を用いた熱膨張制御	平成31(2019)～令和5(2023)年度	155,000
19H05626	しみず ひろし 清水 浩 00226250	大阪大学・大学院情報科学研究科・教授	モデルベース設計を基盤とした指向性進化による高効率細胞プロセス創製の確立と展開	平成31(2019)～令和5(2023)年度	144,200
19H05627	たまだ かおる 玉田 薫 80357483	九州大学・先端物質化学研究所・教授	局在プラズモンシートによる細胞接着ナノ界面の超解像度ライブセルイメージング	平成31(2019)～令和5(2023)年度	149,100
19H05628	みどりかわ かつみ 緑川 克美 40166070	理化学研究所・光子量子工学研究センター・センター長	サブkeV領域のアト秒科学	平成31(2019)～令和5(2023)年度	152,400
19H05629	おおたに よしちか 大谷 義近 60245610	理化学研究所・創発物性科学研究センター・チームリーダー	コヒーレント磁気弾性強結合状態に基づく高効率スピン流生成手法の開拓	平成31(2019)～令和5(2023)年度	137,200

○ 大区分E(14課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
18H05259	のざき きょうこ 野崎 京子 60222197	東京大学・大学院工学系研究科・教授	再生可能資源有効利用に向けた触媒的結合開裂反応の開発	平成30(2018)～令和4(2022)年度 147,900
18H05260	あいだ たくぞう 相田 卓三 00167769	東京大学・大学院工学系研究科・教授	マルチスケール界面分子科学による革新的機能材料の創成	平成30(2018)～令和4(2022)年度 148,800
18H05261	やまぐち しげひろ 山口 茂弘 60260618	名古屋大学・トランスフォーマティブ生命分子研究所・教授	ホウ素π電子系の化学:平面固定化により拓く新機能	平成30(2018)～令和4(2022)年度 149,000
18H05262	きたがわ すすむ 北川 進 20140303	京都大学・高等研究院・物質-細胞統合システム拠点・特別教授	適応性空間の化学 / Chemistry of Adaptable Space	平成30(2018)～令和4(2022)年度 149,500
18H05263	あべ じろう 阿部 二郎 70211703	青山学院大学・理工学部・教授	インコヒーレント非線形光スイッチ分子の学術基盤創生	平成30(2018)～令和4(2022)年度 149,700
18H05264	なかい ひろみ 中井 浩巳 00243056	早稲田大学・理工学術院・教授	光受容タンパク質の量子的分子動力学シミュレーションによる遍在プロトンの機能解明	平成30(2018)～令和4(2022)年度 151,100
18H05265	たはら たへい 田原 太平 60217164	理化学研究所・開拓研究本部・主任研究員	最も先進的な計測と理論の協奏による革新的界面研究の推進	平成30(2018)～令和4(2022)年度 148,400
19H05630	はやし ゆうじろう 林 雄二郎 00198863	東北大学・大学院理学研究科・教授	希少・複雑天然物の大量合成可能な短工程合成による天然物を超える生物活性創出	平成31(2019)～令和5(2023)年度 133,300
19H05631	やました まさひろ 山下 正廣 60167707	東北大学・大学院理学研究科・客員研究者	未踏電子相がもたらす強相関電子系ナノワイヤー金属錯体の機能変革	平成31(2019)～令和5(2023)年度 152,900
19H05632	うらの やすてる 浦野 泰照 20292956	東京大学・大学院薬学系研究科・教授	がん特異的酵素活性の網羅的探索とこれに基づく革新的中性子捕捉療法プローブの創製	平成31(2019)～令和5(2023)年度 154,100
19H05633	ろばーとー きゃんべる Robert E.Campbell 40831318	東京大学・大学院理学系研究科・教授	Directed Evolution of a Palette of Optogenetic and Chemi-Optogenetic Indicators for Multiplexed Imaging of Cellular Metabolism	平成31(2019)～令和5(2023)年度 155,000
19H05634	てらにし としはる 寺西 利治 50262598	京都大学・化学研究所・教授	ナノ元素置換科学:ナノ結晶相の構造変換と新奇機能開拓	平成31(2019)～令和5(2023)年度 155,100
19H05635	ときとう のりひろ 時任 宣博 90197864	京都大学・化学研究所・教授	重いアリアルアニオンが拓く新しい典型元素化学と材料化学	平成31(2019)～令和5(2023)年度 154,700
19H05636	みやさか つとむ 宮坂 力 00350687	桐蔭横浜大学・医用工学部・特任教授	無鉛型高次元ハライドペロブスカイト材料による太陽電池の高効率・高耐久化	平成31(2019)～令和5(2023)年度 151,900

○ 大区分F(8課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
18H05266	あさみ ただお 浅見 忠男 90231901	東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授	根寄生雑草被害低減を目指した化学・生物学基盤の構築と応用	平成30(2018)～令和4(2022)年度 151,600
18H05267	とうはら かずしげ 東原 和成 00280925	東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授	哺乳類におけるプライマーフェロモンの同定と神経生理基盤の解明	平成30(2018)～令和4(2022)年度 147,600
18H05268	まつうら けんじ 松浦 健二 40379821	京都大学・大学院農学研究科・教授	極限寿命生物の活動的長寿を支える抗老化システム	平成30(2018)～令和4(2022)年度 149,600

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額	
18H05269	うえだ かずみつ 植田 和光 10151789	京都大学・高等研究院・特定教授	脂質輸送型ABC蛋白質の謎に迫る	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	148,900
19H05637	ふじわら とおる 藤原 徹 80242163	東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授	植物の栄養感知機構の解明と栄養応答統御	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度	153,900
19H05638	やぎき かずふみ 矢崎 一史 00191099	京都大学・生存圏研究所・教授	植物細胞の脂質分泌の鍵をにぎるバルク輸送マシナリーの分子基盤	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度	127,400
19H05639	たかぎ ひろし 高木 博史 50275088	奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・教授	真菌における一酸化窒素の統合的理解と育種・創薬への応用	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度	153,800
19H05640	よしだ みのる 吉田 稔 80191617	理化学研究所・環境資源科学研究センター・副センター長	革新的化学遺伝学による内在性代謝物の新機能の解明と応用	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度	154,700

○ 大区分G(15課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額	
18H05270	うえだ ひろき 上田 泰己 20373277	東京大学・大学院医学系研究科・教授	哺乳類生体リズム振動体の設計	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	154,100
18H05271	とまり ゆきひで 泊 幸秀 90447368	東京大学・定量生命科学研究所・教授	反応場に着目したpiRNA経路の生化学的解析	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	148,900
18H05272	すずき つとむ 鈴木 勉 20292782	東京大学・大学院工学系研究科・教授	RNA修飾の変動と生命現象	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	149,800
18H05273	ありかわ けんたろう 蟻川 謙太郎 20167232	総合研究大学院大学・先端科学研究科・教授	視細胞間シナプスがつくる波長対比性の神経行動学的解析	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	154,000
18H05274	まつばやし よしかつ 松林 嘉克 00313974	名古屋大学・大学院理学研究科・教授	ペプチドシグナルを介した植物成長の分子機構	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	148,100
18H05275	なかの あきひこ 中野 明彦 90142140	理化学研究所・光子工学研究センター・副センター長	ゴルジ体を中心とした選別輸送機構の超解像ライブイメージングによる完全解明	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	148,300
18H05276	ひらの たつや 平野 達也 50212171	理化学研究所・開拓研究本部・主任研究員	コンデンシンIとIIの分子メカニズムの解明	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	148,800
19H05641	こんどう みちお 近藤 倫生 30388160	東北大学・大学院生命科学研究所・教授	沿岸生態系における構造転換:高度観測と非線形力学系理論に基づく実証アプローチ	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度	153,700
19H05642	おおき けんいち 大木 研一 50332622	東京大学・大学院医学系研究科・教授	多階層光遺伝学による大脳皮質の認知・学習機構の解明	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度	156,200
19H05643	よしむら たかし 吉村 崇 40291413	名古屋大学・大学院生命農学研究科・教授	脊椎動物の季節適応機構の解明とその応用	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度	153,500
19H05644	もり いくえ 森 郁恵 90219999	名古屋大学・大学院理学研究科・教授	光のリアルタイム時空間操作による行動制御機構の解明	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度	121,700
19H05645	すぎた ゆうじ 杉田 有治 80311190	理化学研究所・開拓研究本部・主任研究員	マルチスケール分子動力学シミュレーションによる細胞内分子動態の解明	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度	152,400

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額	
19H05646	とーます まっくひゅー Thomas McHugh 50553731	理化学研究所・脳神経科学研究センター・チームリーダー	Elucidating the Dynamics of Memory	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度	127,900
19H05647	さこう やすし 佐甲 靖志 20215700	理化学研究所・開拓研究本部・主任研究員	細胞膜・膜脂質環境動態と共役した受容体機能制御の包括的理解	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度	117,700
19H05648	えんどう たまお 遠藤 玉夫 30168827	東京都健康長寿医療センター・東京都健康長寿医療センター研究所・シニアフェロー	糖アルコールリン酸修飾のバイオロジー	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度	135,000

○ 大区分H(7課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額	
18H05277	あかいけ たかあき 赤池 孝章 20231798	東北大学・医学系研究科・教授	イオウ依存型エネルギー代謝:イオウ呼吸の発見と生理機能の解明	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	148,700
18H05278	たけうち おさむ 竹内 理 10379092	京都大学・ウイルス・再生医科学研究科・教授	mRNA代謝が司る免疫制御機構の解明	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	148,900
18H05279	あらせ ひさし 荒瀬 尚 10261900	大阪大学・微生物病研究所・教授	ベア型免疫受容体を介した感染・免疫制御機構の解明	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	148,800
19H05649	やまもと まさゆき 山本 雅之 50166823	東北大学・大学院医学系研究科・教授	生体の酸化ストレス応答の分子メカニズム解明とその疾病予防・治療への応用	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度	153,000
19H05650	なかやま としのり 中山 俊憲 50237468	千葉大学・大学院医学研究院・教授	病原性免疫記憶の成立機構の解明ー難治性炎症疾患の病態の理解へー	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度	155,400
19H05651	きたがわ だいじゅ 北川 大樹 80605725	東京大学・大学院薬学系研究科・教授	多様な紡錘体形成マシナリーの統合的解析と次世代型分裂期阻害剤の創生	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度	153,800
19H05652	さいとう かずき 齊藤 和季 00146705	理化学研究所・環境資源科学研究センター・センター長	薬用資源植物の化学的多様性のゲノム起源	平成31(2019)～ 令和5(2023)年度	154,600

○ 大区分I(15課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額	
18H05280	きよの ひろし 清野 宏 10271032	東京大学・医科学研究科・特任教授	消化管の階層的粘膜支持連関システムによる粘膜防御機構の解明	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	147,200
18H05281	しのはら たかし 篠原 隆司 30322770	京都大学・大学院医学研究科・教授	精子幹細胞のアンチエイジング機構の解明	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	148,800
18H05282	くまのこう あつし 熊ノ郷 淳 10294125	大阪大学・大学院医学系研究科・教授	神経・免疫・代謝におけるガイダンス因子の病的意義の解明とその制御	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	147,800
18H05283	こもり としひさ 小守 壽文 00252677	長崎大学・医歯薬学総合研究科・教授	軟骨細胞特異的Runx2エンハンサー制御機構の解明と変形性関節症治療薬の開発	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	148,800
18H05284	すだ としお 須田 年生 60118453	熊本大学・国際先端医学研究機構・卓越教授	ミトコンドリア代謝制御を介した造血幹細胞の自己複製機構	平成30(2018)～ 令和4(2022)年度	140,000

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
18H05285	やまもと かずひこ 山本 一彦 80191394	理化学研究所・生命医科学研究センター・副センター長	多因子疾患における疾患リスク遺伝子多型を用いた病態解析に関する新しい方法論の確立	平成30(2018)～令和4(2022)年度 148,800
18H05286	もろ かずよ 茂呂 和世 90468489	大阪大学・大学院医学系研究科生体防御学教室・教授	2型自然リンパ球による特発性間質性肺炎発症機構の解明	平成30(2018)～令和4(2022)年度 148,200
18H05287	にしむら ゆきお 西村 幸男 20390693	東京都医学総合研究所・認知症・高次脳機能研究分野・プロジェクトリーダー	人工神経接続による運動機能再建と機能回復機序の解明～神経適応から可塑性へ～	平成30(2018)～令和4(2022)年度 113,200
19H05653	いわた あつし 岩間 厚志 70244126	東京大学・医科学研究所・教授	造血幹細胞エイジングを規定するエピジェネティック機構の統合的理解	平成31(2019)～令和5(2023)年度 153,800
19H05654	たなか さかえ 田中 栄 50282661	東京大学・医学部附属病院・教授	骨・関節細胞のダイナミクスと免疫系の制御を包括した統合運動器学の確立	平成31(2019)～令和5(2023)年度 154,300
19H05655	いしかわ ふゆき 石川 冬木 30184493	京都大学・大学院生命科学研究所・教授	微小環境変動に対する細胞応答に着目した治療をめざした抗腫瘍療法	平成31(2019)～令和4(2022)年度 128,100
19H05656	おがわ せいし 小川 誠司 60292900	京都大学・大学院医学研究科・教授	先端ゲノミクスを駆使したがんの初期発生とクローン進化に関わる分子基盤の解明	平成31(2019)～令和5(2023)年度 153,800
19H05657	いしい まさる 石井 優 10324758	大阪大学・大学院生命機能研究科・教授	炎症性骨破壊に関与する病原性破骨細胞の同定とその制御による新規治療法の開発	平成31(2019)～令和5(2023)年度 153,700
19H05658	つだ まこと 津田 誠 40373394	九州大学・大学院薬学研究院・教授	神経障害性疼痛に直結する神経回路動作異常メカニズムの解明と創薬への応用	平成31(2019)～令和5(2023)年度 153,700
19H05659	のだ まさはる 野田 昌晴 60172798	東京工業大学・科学技術創成研究院・特任教授	血圧上昇因子群の脳内作用機構に関する統合的研究	平成31(2019)～令和5(2023)年度 140,500

○ 大区分J(10課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
18H05288	もとむら まさと 本村 真人 90574286	東京工業大学 科学技術創成研究院 教授	知能コンピューティングを加速する自己学習型・革新的アーキテクチャ基盤技術の創出	平成30(2018)～令和4(2022)年度 148,300
18H05289	さきやま かずお 崎山 一男 80508838	電気通信大学・大学院情報理工学研究所・教授	暗号技術によるIoTエコシステムのレジリエンス向上	平成30(2018)～令和4(2022)年度 149,500
18H05290	たにぐち まさのぶ 谷口 正信 00116625	早稲田大学・理工学術院・教授	広汎な観測に対する因果性の導入とその最適統計推測論の革新	平成30(2018)～令和4(2022)年度 140,600
18H05291	かわらばやし けんいち 河原林 健一 40361159	情報・システム研究機構・国立情報学研究所・情報学プリンシプル研究系・教授	巨大グラフとビッグデータ解析の基礎基盤: 理論研究と高速アルゴリズム開発	平成30(2018)～令和4(2022)年度 148,500
19H05660	かげうら きょう 影浦 峯 00211152	東京大学・大学院教育学研究科・教授	翻訳規範とコンピテンスの可操作化を通じた翻訳プロセス・モデルと統合環境の構築	平成31(2019)～令和5(2023)年度 136,700
19H05661	ひろせ みちたか 廣瀬 通孝 40156716	東京大学・先端科学技術研究センター・特任研究員	融合身体VRIによる身体図式変容の心理学的基盤解明と工学的応用	平成31(2019)～令和5(2023)年度 154,200
19H05662	なかじま けんご 中島 研吾 20376528	東京大学・情報基盤センター・教授	(計算+データ+学習)融合によるエクサスケール時代の革新的シミュレーション手法	平成31(2019)～令和5(2023)年度 152,700

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
19H05663	うえの まおみ 植野 真臣 50262316	電気通信大学・大学院情報理工学研究科・教授	信頼性向上を持続するeテスティング・プラットフォームの開発	平成31(2019)～令和5(2023)年度 123,900
19H05664	はしもと まさのり 橋本 昌宜 80335207	大阪大学・大学院情報科学研究科・教授	ミューオン起因ソフトウェア評価基盤技術:実測とシミュレーションに基づく将来予測	平成31(2019)～令和5(2023)年度 156,300
19H05665	ひがしの てるお 東野 輝夫 80173144	大阪大学・大学院情報科学研究科・教授	受動型IoTデバイス網を用いたヒト・モノの状況認識技術の創出	平成31(2019)～令和5(2023)年度 154,000

○ 大区分K(8課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
18H05292	いづか よしのり 飯塚 芳徳 40370043	北海道大学・低温科学研究所・准教授	世界一の確度をもつ過去200年間の沈着エアロゾルのデータベース創成と変遷解明	平成30(2018)～令和4(2022)年度 147,000
18H05293	くまがい よしと 熊谷 嘉人 00250100	筑波大学・医学医療系・教授	環境中親電子物質エクスポソームとそれを制御する活性イオウ分子	平成30(2018)～令和4(2022)年度 150,200
18H05294	ふじた しゅうじ 藤田 秀二 30250476	情報・システム研究機構・国立極地研究所・研究教育系・教授	過去72万年間の気候変動情報を含むアイスコアの物理と層位および「最古の氷」の研究	平成30(2018)～令和4(2022)年度 88,600
18H05295	かまがた よういち 鎌形 洋一 70356814	産業技術総合研究所・生命工学領域・招聘研究員	深部地下圏における根源有機物からの生物的メタン生成機構の解明	平成30(2018)～令和4(2022)年度 148,800
19H05666	ひらの たかし 平野 高司 20208838	北海道大学・大学院農学研究科・教授	熱帯泥炭林のオイルパーム農園への転換による生態系機能の変化と大気環境への影響	平成31(2019)～令和5(2023)年度 119,200
19H05667	ながた とし 永田 俊 40183892	東京大学・大気海洋研究所・教授	凝集体生命圏:海洋炭素循環の未知制御機構の解明	平成31(2019)～令和5(2023)年度 154,300
19H05668	ひやま てつや 檜山 哲哉 30283451	名古屋大学・宇宙地球環境研究所・教授	北極海一大気-植生-凍土-河川系における水・物質循環の時空間変動	平成31(2019)～令和5(2023)年度 154,700
19H05669	たけむら としひこ 竹村 俊彦 90343326	九州大学・応用力学研究所・教授	階層的数値モデル群による短寿命気候強制因子の組成別・地域別定量的気候影響評価	平成31(2019)～令和5(2023)年度 153,900

総合系 (31課題)

○ 情報学(11課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
16H06299	まつい しげゆき 松井 茂之 80305854	名古屋大学・大学院医学系研究科・教授	個別化医療の開発のための統計的方法論の構築とその実践に関する総合的研究	平成28(2016)～令和2(2020)年度 87,500
16H06300	はにゅう たかひろ 羽生 貴弘 40192702	東北大学・電気通信研究所・教授	脳型コンピューティング向けダーク・シリコンロジックLSIの基盤技術開発	平成28(2016)～令和2(2020)年度 127,100
16H06301	ふじた かずお 藤田 和生 80183101	京都大学・大学院文学研究科・名誉教授	心の自立性の獲得-環境から解放された心の進化と発達	平成28(2016)～令和2(2020)年度 142,900
16H06302	ばばぐち のぼる 馬場口 登 30156541	大阪大学・大学院工学研究科・教授	メディアクロウン攻撃を防御するコミュニケーション系	平成28(2016)～令和2(2020)年度 120,700

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
16H06303	しのだ ひろゆき 篠田 裕之 40226147	東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授	非接触での分布触覚提示が生体に及ぼす効果の系統的解明と応用展開	平成28(2016)～令和2(2020)年度 130,700
16H06304	おがた ひろあき 緒方 広明 30274260	京都大学・学術情報メディアセンター・教授	教育ビッグデータを用いた教育・学習支援のためのクラウド情報基盤の研究	平成28(2016)～令和2(2020)年度 140,900
17H06099	こ しんこう 胡 振江 50292769	情報・システム研究機構・国立情報学研究所・アーキテクチャ科学研究系・特任教授	双方向変換の深化による自律分散ビッグデータの相互運用基盤に関する研究	平成29(2017)～令和3(2021)年度 133,500
17H06100	うちだ せいいち 内田 誠一 70315125	九州大学・大学院システム情報科学研究科・教授	機械可読時代における文字科学の創成と応用展開	平成29(2017)～令和3(2021)年度 116,000
17H06101	なかむら さとし 中村 哲 30263429	奈良先端科学技術大学院大学・データ駆動型サイエンス創造センター・教授	次世代音声翻訳の研究	平成29(2017)～令和3(2021)年度 157,100
17H06102	ながはら はじめ 長原 一 80362648	大阪大学・データリテリフロンティア機構・教授	多元コンピューショナル光計測による手術支援応用	平成29(2017)～令和3(2021)年度 115,800
17H06103	さとう けん 佐藤 健 00271635	情報・システム研究機構・国立情報学研究所・情報学プリンシプル研究系・教授	裁判過程における人工知能による高次推論支援	平成29(2017)～令和3(2021)年度 113,600

○ 環境学(6課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
16H06305	かじい よしずみ 梶井 克純 40211156	京都大学・大学院地球環境学術・教授	新規測定法によるHOxサイクルの精密解析とオキシダント・エアゾール研究の新展開	平成28(2016)～令和2(2020)年度 139,600
16H06306	たけだ しゅんいち 武田 俊一 60188191	京都大学・大学院医学研究科・教授	ヒトゲノム編集細胞を使った、化学物質の薬理作用・有害性を解析するシステムの構築	平成28(2016)～令和2(2020)年度 140,900
16H06307	すがさわ かおる 菅澤 薫 70202124	神戸大学・バイオシグナル総合研究センター・教授	ヌクレオチド除去修復におけるゲノムDNA損傷認識の高次制御機構の解明	平成28(2016)～令和2(2020)年度 133,500
16H06308	たかの ひろひさ 高野 裕久 60281698	京都大学・大学院地球環境学術・教授	環境学、医学の両方向からアレルギーの制圧・撲滅をめざす総合的、系統的研究	平成28(2016)～令和2(2020)年度 139,000
17H06104	あべ あやこ 阿部 彩子 30272537	東京大学・大気海洋研究所・教授	過去の大規模な気候変動における氷床・海洋・大気の相互作用の解明	平成29(2017)～令和3(2021)年度 157,600
17H06105	よしだ なおひろ 吉田 尚弘 60174942	東京工業大学・物質理工学院・教授	アイソトポログによる地球表層環境診断	平成29(2017)～令和3(2021)年度 162,400

○ 複合領域(14課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
16H06309	かん ひろのぶ 菅 浩伸 20294390	九州大学・大学院比較社会文化研究院・教授	浅海底地形学を基にした沿岸域の先進的学際研究ー三次元海底地形で開くパラダイムー	平成28(2016)～令和2(2020)年度 126,600
16H06310	かとう てるゆき 加藤 照之 80134633	神奈川県温泉地学研究所・その他部局等・所長	海洋GNSSブイを用いた津波観測の高機能化と海底地殻変動連続観測への挑戦	平成28(2016)～令和2(2020)年度 141,900

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
16H06311	つばき かずひさ 坪木 和久 90222140	名古屋大学・宇宙地球環境研究所・教授	豪雨と暴風をもたらす台風の力学的・熱力学的・雲物理学的構造の量的解析	平成28(2016)～令和2(2020)年度 136,600
16H06312	てい ゆういち 鄭 雄一 30345053	東京大学・大学院工学系研究科・教授	シグナル因子と三次元構造材料を統合する「四次元足場システム」の創製	平成28(2016)～令和2(2020)年度 126,600
16H06313	あきよし かずなり 秋吉 一成 90201285	京都大学・大学院工学研究科・教授	ナノゲルハイブリッド材料の創製と医療応用	平成28(2016)～令和2(2020)年度 133,100
16H06314	くろだ しゆんいち 黒田 俊一 60263406	大阪大学・産業科学研究所・教授	広範囲な生体内部位にウイルス並に感染する汎用型ネオ・バイオナノカプセルの創製	平成28(2016)～令和2(2020)年度 139,100
16H06315	むらた みお 村田 道雄 40183652	大阪大学・大学院理学研究科・教授	生体モデル膜における脂質分子の動的配座とドメイン構造	平成28(2016)～令和2(2020)年度 140,600
16H06316	たくみ とおる 内匠 透 00222092	理化学研究所・脳神経科学研究センター・チームリーダー	自閉症の生物学的統合研究	平成28(2016)～令和2(2020)年度 139,200
16H06317	おかもと ひとし 岡本 仁 40183769	理化学研究所・脳神経科学研究センター・意思決定回路動態研究チーム・チームリーダー	社会的闘争を制御する神経回路機構	平成28(2016)～令和2(2020)年度 142,900
17H06107	しろうず はじめ 白水 始 60333168	東京大学・高大接続研究開発センター・教授	評価の刷新－学習科学による授業モニタリングシステムの開発と社会実装－	平成29(2017)～令和3(2021)年度 154,500
17H06108	こしむら しゆんいち 越村 俊一 50360847	東北大学・災害科学国際研究所・教授	理・工・医学の連携による津波の広域被害把握技術の深化と災害医療支援システムの革新	平成29(2017)～令和3(2021)年度 156,900
17H06109	よこた たかのり 横田 隆徳 90231688	東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・教授	血液脳関門通過性ヘテロ核酸の開発	平成29(2017)～令和3(2021)年度 133,100
17H06110	いのうえ まさゆき 井上 将行 70322998	東京大学・大学院薬学系研究科・教授	巨大複雑天然物群の網羅的創出による未踏創薬モレキュラスペースの開拓	平成29(2017)～令和3(2021)年度 157,800
17H06113	いの ゆういち 飯野 雄一 40192471	東京大学・大学院理学系研究科・教授	行動スイッチを引き起こす分子と神経回路の完全解明	平成29(2017)～令和3(2021)年度 156,800

人文社会系 (12課題)

○ 人文学(6課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
16H06320	たけざわ やすこ 竹沢 泰子 70227015	京都大学・人文科学研究所・教授	人種化のプロセスとメカニズムに関する複合的研究	平成28(2016)～令和2(2020)年度 116,100
17H06114	ながしま ゆうじ 長嶋 祐二 50138137	工学院大学・情報学部・教授	多用途型日本手話言語データベース構築に関する研究	平成29(2017)～令和3(2021)年度 109,200
17H06115	かりまた しげひさ 狩俣 繁久 50224712	琉球大学・島嶼地域科学研究所・教授	言語系統樹を用いた琉球語の比較・歴史言語学的研究	平成29(2017)～令和3(2021)年度 135,600
17H06116	しろやま ともこ 城山 智子 60281763	東京大学・大学院経済学研究科・教授	近代アジアにおける水圏と社会経済—データベースと空間解析による新しい地域史の探求	平成29(2017)～令和3(2021)年度 140,800

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額	
17H06117	たじま いさお 田島 公 80292796	東京大学・史料編纂所・教授	天皇家・公家文庫収蔵史料の高度利用化と日本 目録学の進展—知之の体系の構造伝来の解明	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	157,000
17H06118	なかつか たけし 中塚 武 60242880	名古屋大学・大学院環境学研 究科・教授	年輪酸素同位体比を用いた日本列島における先 史暦年代体系の再構築と気候変動影響評価	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	160,000

○ 社会科学(6課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額	
16H06318	まつだ もとじ 松田 素二 50173852	京都大学・大学院文学研究科・ 教授	「アフリカ潜在力」と現代世界の困難の克服:人類 の未来を展望する総合的地域研究	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	140,000
16H06321	さとう いわお 佐藤 岩夫 80154037	東京大学・社会科学研究所・教 授	超高齢社会における紛争経験と司法政策	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	127,700
16H06322	ふかお きょうじ 深尾 京司 30173305	一橋大学・経済研究所・教授	サービス産業の生産性:決定要因と向上策	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	98,900
16H06323	あかばやし ひでお 赤林 英夫 90296731	慶應義塾大学・経済学部・教授	経済格差と教育格差の長期的因果関係の解明: 親子の追跡データによる分析と国際比較	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	140,400
16H06324	かめだ たつや 亀田 達也 20214554	東京大学・大学院人文社会系 研究科・教授	集合行動の認知・神経・生態学的基盤の解明	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	140,500
16H06325	せきやま かおる 積山 薫 70216539	京都大学・大学院総合生存学 館・教授	ライフスタイルと脳の働き—超高齢社会を生き抜く ための心理学—	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	101,800

理工系 (80課題)

○ 総合理工(15課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額	
16H06327	すがわら やすひろ 菅原 康弘 40206404	大阪大学・大学院工学研究科・ 教授	原子間力顕微鏡を用いた絶縁体表面でのナノ構 造体構築と気体反応メカニズム解明	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	139,100
16H06328	ふじい てるお 藤井 輝夫 30251474	東京大学・生産技術研究所・教 授	マイクロ流体アプローチによる1細胞トランスクリ プトーム解析とその応用展開	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	136,600
16H06329	たけうち しょうじ 竹内 昌治 90343110	東京大学・大学院情報理工学 系研究科・教授	次世代三次元組織培養を実現する細胞ファイバ 工学の創成	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	144,900
16H06330	しらいし まさし 白石 誠司 30397682	京都大学・大学院工学研究科・ 教授	半導体スピカレントロニクス	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	134,400
16H06332	みに せいじ 三谷 誠司 20250813	物質・材料研究機構・磁性・ス ピントロニクス材料研究拠点・ 副拠点長	界面スピン軌道結合の微視的解明と巨大垂直磁 気異方性デバイスの創製	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	145,000
16H06333	すえなが かずとも 末永 和知 00357253	産業技術総合研究所・ナノ材料 研究部門・首席研究員	単原子スペクトロスコーピーの高度化研究	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	130,900
16H06334	ばば としひこ 馬場 俊彦 50202271	横浜国立大学・大学院工学研 究院・教授	イオン感応性を原理とする超高感度ナノレーザバ イオセンサ	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	130,400

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額	
17H06119	むらた やすじろう 村田 靖次郎 40314273	京都大学・化学研究所・教授	ナノスケールラボラトリーの創製と深化	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	160,100
17H06120	おおいわ あきら 大岩 顕 10321902	大阪大学・産業科学研究所・教授	電気制御量子ドットを使った光子—電子スピン相互量子状態変換の研究	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	166,100
17H06121	あんどう としお 安藤 敏夫 50184320	金沢大学・ナノ生命科学研究所・特任教授	極めて柔らかい膜環境にあるタンパク質分子のナノ動態イメージングの実現	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	126,400
17H06122	やまだ ひろふみ 山田 啓文 40283626	京都大学・大学院工学研究科・教授	高分解能原子間力顕微鏡・分光法による生体分子間認識・相互作用力の直接可視化	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	141,900
17H06123	たけや じゆんいち 竹谷 純一 20371289	東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授	単結晶有機半導体中電子伝導の巨大応力歪効果とフレキシブルメカノエレクトロニクス	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	163,300
17H06124	たなか こういちろう 田中 耕一郎 90212034	京都大学・大学院理学研究科・教授	テラヘルツ高強度場物理を基盤とした非線形フォトエレクトロニクスの新展開	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	162,300
17H06125	のだ すすむ 野田 進 10208358	京都大学・大学院工学研究科・教授	近接場熱輻射の帯域制御手法の確立と熱光発電への展開	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	154,900
17H06126	みやけ やすひろ 三宅 康博 80209882	高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所・教授	高輝度ミュオンマイクロビームによる透過型ミュオン顕微鏡イメージング	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	159,300

○ 数物系科学(27課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額	
16H06335	もりわき あつし 森脇 淳 70191062	京都大学・大学院理学研究科・教授	数物理学の観点からの代数幾何学の展開	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	61,700
16H06336	かねこ まさのぶ 金子 昌信 70202017	九州大学・大学院数理学研究科・教授	多重ゼータの深化と展開	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	75,400
16H06337	たかはし あつし 高橋 篤史 50314290	大阪大学・大学院理学研究科・教授	周期の理論と双有理幾何学の融合, ミラー対称性研究の新時代	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	79,900
16H06338	おさだ ひろふみ 長田 博文 20177207	九州大学・大学院数理学研究科・教授	無限粒子系の確率解析学	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	90,100
16H06339	こぞの ひでお 小園 英雄 00195728	早稲田大学・理工学術院基幹理工学部・教授	非線形解析学と計算流体力学の協働による乱流の数学的理論の展開	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	123,600
16H06341	しげやま としかず 茂山 俊和 70211951	東京大学・大学院理学系研究科・准教授	高速掃天観測による連星中性子星合体系の研究	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	98,300
16H06342	よねとく だいすけ 米徳 大輔 40345608	金沢大学・数物科学系・教授	X線突発天体の監視による重力波源の同定とブラックホール形成メカニズムの研究	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	140,800
16H06343	やまなか たく 山中 卓 20243157	大阪大学・大学院理学研究科・教授	K中間子崩壊に潜む新物理の探索	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	133,800
16H06345	いまだ まさとし 今田 正俊 70143542	早稲田大学・理工学術院・上級研究員	強相関物質設計と機能開拓—非平衡系・非周期系への挑戦—	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	85,400

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額	
16H06346	かとう れいぞう 加藤 礼三 80169531	理化学研究所・開拓研究本部・ (加藤分子物性研究室)・主任 研究員	分子性強相関電子系における量子液体の探索と 理解	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	142,600
16H06347	みちばやし かつよし 道林 克禎 20270978	名古屋大学・環境学研究所・教 授	最上部マントルの構造とモホ面の形成過程の研究 ～海と陸からのアプローチ～	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	141,700
16H06348	なかむら みちひこ 中村 美千彦 70260528	東北大学・大学院理学研究科・ 教授	浅部マグマ過程のその場観察実験に基づく準リアル タイム火山学の構築	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	136,100
16H06349	ゆりもと ひさよし 塚本 尚義 80191485	北海道大学・大学院理学研究 院・教授	隕石中の難揮発性包有物の形成速度論に基づく 太陽系最初期の物理化学環境解析	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	140,700
17H06127	さいとう まさひこ 齋藤 政彦 80183044	神戸大学・数理・データサイエ ンスセンター・教授	代数幾何と可積分系の融合ー理論の深化と数 学・数理物理学における新展開ー	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	92,000
17H06128	さえき おさむ 佐伯 修 30201510	九州大学・マス・フォア・インダ ストリー研究所・教授	幾何的トポロジーと写像の特異点論の革新的研究	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	62,800
17H06129	あきやま まさゆき 秋山 正幸 50425401	東北大学・大学院理学研究科・ 教授	すばる望遠鏡トモグラフィー補償光学で明かす銀 河骨格の確立過程	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	161,300
17H06130	こうの こうたろう 河野 孝太郎 80321587	東京大学・大学院理学系研究 科・教授	ミリ波サブミリ波帯輝線銀河の無バイアス探査に 基づく隠された宇宙星形成史の研究	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	163,700
17H06131	てしま まさひろ 手嶋 政廣 40197778	東京大学・宇宙線研究所・教授	CTA大口径望遠鏡アレイによる極限宇宙の研究	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	157,100
17H06132	あおき しげき 青木 茂樹 80211689	神戸大学・大学院人間発達環 境学研究所・教授	気球搭載型エマルジョン望遠鏡による宇宙ガンマ 線未解決課題の解明	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	153,900
17H06133	かんだ のぶゆき 神田 展行 50251484	大阪市立大学・大学院理学研 究科・教授	重力波観測時代に臨む較正標準化とデータ解析 高精度化	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	139,600
17H06134	たじま おさむ 田島 治 80391704	京都大学・大学院理学研究科・ 准教授	史上最大のCMB望遠鏡群で観るビッグバン宇宙 の種火とニュートリノ質量の絶対値	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	161,100
17H06135	みはら さとし 三原 智 80292837	高エネルギー加速器研究機 構・素粒子原子核研究所・教授	大強度パルスミューオンビームで解き明かす荷電 レプトン間のフレーバー混合	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	152,000
17H06136	まえの よしてる 前野 悦輝 80181600	京都大学・大学院理学研究科・ 教授	直流電場・電流:強相関電子系の新しい制御パラ メータ	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	159,000
17H06137	かわむら ひかる 川村 光 30153018	大阪大学・大学院理学研究科・ 教授	フラストレーションが創るスピントクスチャ	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	165,300
17H06138	はつがい やすひろ 初貝 安弘 80218495	筑波大学・数理物質系物理学 域・教授	トポロジカル相でのバルク・エッジ対応の多様性と 普遍性:固体物理学を越えて分野横断へ	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	157,800
17H06139	おかもと はじめ 岡本 創 10333783	九州大学・応用力学研究所・教 授	次世代型アクティブセンサ搭載衛星の複合解析に よる雲微物理特性・鉛直流研究	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	147,900
17H06140	おおむら よしはる 大村 善治 50177002	京都大学・生存圏研究所・教授	宇宙プラズマ中の電磁サイクロトロン波による電 子加速散乱機構の実証的研究	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	133,700

○ 化学(10課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
16H06351	すずき けいすけ 鈴木 啓介 90162940 東京工業大学・理学院・教授	高次構造を有するポリケチド系生理活性天然有機化合物の全合成研究	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	141,800
16H06352	やまご しげる 山子 茂 30222368 京都大学・化学研究所・教授	曲面状 π 共役分子の新しい有機化学と材料科学	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	145,600
16H06354	てらだ まさひろ 寺田 眞浩 50217428 東北大学・大学院理学研究科・教授	基質認識型・超強塩基性有機分子触媒の創製	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	143,500
16H06355	せき たかひろ 関 隆広 40163084 名古屋大学・大学院工学研究科・教授	自由界面のトリガー効果に基づく高分子膜の増幅的変換プロセスの創出	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	138,200
16H06356	すぎやま ひろし 杉山 弘 50183843 京都大学・大学院理学研究科・教授	人工遺伝子スイッチを用いた遺伝子発現の制御と機構の解明	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	133,700
17H06141	あだち しんいち 足立 伸一 60260220 高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所・教授	フェムト秒時間分解X線溶液散乱による分子構造の超高速ダイナミクス of 直接観測	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	154,400
17H06142	やまもと ひさし 山本 尚 20026298 中部大学・総合工学研究所・教授	明日をひらく基質支配の化学反応開発	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	159,200
17H06143	いわさわ のぶはる 岩澤 伸治 40168563 東京工業大学・理学院・教授	二酸化炭素資源化反応の新展開	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	161,300
17H06144	ぐん ちえんびん グン 剣萍 20250417 北海道大学・大学院先端生命科学研究院・教授	犠牲結合原理が導く戦略:金属を凌駕するソフト・ハード複合強靱材料の創製と機能開拓	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	157,000
17H06145	かんの りょうじ 菅野 了次 90135426 東京工業大学・科学技術創成研究院・教授	超イオン導電体の創出	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	129,500

○ 工学(28課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
16H06357	みうら ひでお 三浦 英生 90361112 東北大学・大学院工学研究科・教授	原子配列の秩序性に基づく材料強度科学研究基盤の創成と材料強度劣化損傷因子の解明	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	80,800
16H06358	やまうち かずと 山内 和人 10174575 大阪大学・大学院工学研究科・教授	高精度形状可変ミラー光学系の構築とX線自由電子レーザーのアダプティブ集光	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	141,800
16H06359	むらやま あきひろ 村山 明宏 00333906 北海道大学・大学院情報科学研究科・教授	量子ドットによる光電スピン情報変換基盤の構築	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	142,500
16H06360	ちょう やすお 長 康雄 40179966 東北大学・電気通信研究所・教授	非線形誘電率顕微鏡法を用いた界面電荷輸送現象における諸問題の起源解明	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	149,700
16H06361	おつじ たいいち 尾辻 泰一 40315172 東北大学・電気通信研究所・教授	二次元原子薄膜ヘテロ接合の創製とその新原理テラヘルツ光電子デバイス応用	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	144,600
16H06362	まつい よしひこ 松井 佳彦 00173790 北海道大学・大学院工学研究院・教授	安全良質な水の持続的供給のための革新的前処理-膜分離浄水システム	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	100,800
16H06363	あおき たかよし 青木 孝義 10202467 名古屋市立大学・大学院芸術工学研究科・教授	歴史的建造物のオーセンシティと耐震性確保のための保存再生技術の開発	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	136,300

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
16H06364	ながお ただあき 長尾 忠昭 40267456	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・グループリーダー・MANA主任研究者	ヘテロ接合型人工微細構造による赤外エネルギーハーベスタ	平成28(2016)～令和2(2020)年度 141,400
16H06365	つざき かねあき 津崎 兼彰 40179990	九州大学・大学院工学研究院・教授	常識を破る鉄鋼材料の疲労特性:疲労き裂研究の新機軸	平成28(2016)～令和2(2020)年度 151,000
16H06366	つれかわ さだひろ 連川 貞弘 40227484	熊本大学・大学院先端科学研究部・教授	「第二世代」粒界工学へのブレークスルーのための学術基盤の強化	平成28(2016)～令和2(2020)年度 137,900
16H06367	あじり ただふみ 阿尻 雅文 60182995	東北大学・材料科学高等研究所・教授	超臨界フルイディックセラミクスによるサーマルマネージメント材料創製	平成28(2016)～令和2(2020)年度 140,700
16H06368	のだ すぐる 野田 優 50312997	早稲田大学・理工学術院・教授	簡易・高速プロセスによるソフト電池の創製と、構造変化の可逆化による容量革新	平成28(2016)～令和2(2020)年度 142,900
16H06369	ごとう まさひろ 後藤 雅宏 10211921	九州大学・大学院工学研究院・教授	抗原分子の油状ナノ分散化技術を利用した低侵襲性経皮ワクチンの創製	平成28(2016)～令和2(2020)年度 128,500
16H06370	こいずみ ひろゆき 小泉 宏之 40361505	東京大学・大学院新領域創成科学研究科・准教授	超小型衛星の多目的実用化時代に向けたオールラウンド超小型宇宙推進系の実現	平成28(2016)～令和2(2020)年度 128,800
17H06146	じゆ やん 巨 陽 60312609	名古屋大学・大学院工学研究科・教授	革新的応力場制御による高秩序ナノ空間構造体の創製と展開	平成29(2017)～令和3(2021)年度 161,000
17H06147	かわむら あつお 河村 篤男 80186139	横浜国立大学・大学院工学研究院・名誉教授	効率99.9%級のエネルギー変換が拓く持続的発展可能グリーン社会の実現	平成29(2017)～令和3(2021)年度 138,000
17H06148	たかぎ しんいち 高木 信一 30372402	東京大学・大学院工学系研究科・教授	layer transferによる高移動度材料3次元集積CMOSの精密構造制御	平成29(2017)～令和3(2021)年度 158,900
17H06149	そめや たかお 柴谷 隆夫 90292755	東京大学・大学院工学系研究科・教授	拍動する心筋細胞シートを用いた伸縮性多点電極アレイによる薬物反応の評価	平成29(2017)～令和3(2021)年度 157,100
17H06150	おおすか こういち 大須賀 公一 50191937	大阪大学・大学院工学研究科・教授	昆虫のゾンビ化から紐解く生物の多様な振る舞いの源泉	平成29(2017)～令和3(2021)年度 136,800
17H06151	いかが としはる 伊香賀 俊治 30302631	慶應義塾大学・理工学部・教授	住環境が脳・循環器・呼吸器・運動器に及ぼす影響実測と疾病・介護予防便益評価	平成29(2017)～令和3(2021)年度 159,700
17H06152	ほうの かずひろ 宝野 和博 60229151	物質・材料研究機構・理事(併)磁性・スピントロニクス材料研究拠点・拠点長	実用デバイスに向けたハーフメタルホイスラー合金のスピン依存伝導機構の解明	平成29(2017)～令和3(2021)年度 162,400
17H06153	ほその ひでお 細野 秀雄 30157028	東京工業大学・元素戦略研究センター・特命教授	電子化物のコンセプトと応用の新展開	平成29(2017)～令和3(2021)年度 134,600
17H06154	まきの あきひろ 牧野 彰宏 30315642	東北大学・未来科学技術共同研究センター・教授	次世代完全レア・アースフリー磁石として利用可能なL1 ₀ 規則相の人工的創製研究開発	平成29(2017)～令和3(2021)年度 156,600
17H06155	やすだ ひでゆき 安田 秀幸 60239762	京都大学・大学院工学研究科・教授	三次元時間分解・その場観察を基礎とした凝固組織のダイナミクスの構築と展開	平成29(2017)～令和3(2021)年度 130,200
17H06156	わだ ゆうじ 和田 雄二 40182985	東京工業大学・物質理工学院・教授	マイクロ波誘起非平衡状態の学理とその固体・界面化学反応制御法への応用展開	平成29(2017)～令和3(2021)年度 160,200

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額	
17H06157	おおまさ たけし 大政 健史 00252586	大阪大学・大学院工学研究科・教授	工業用動物細胞を用いた統合バイオプロセスに関する基盤的研究	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	118,400
17H06158	たけやま はるこ 竹山 春子 60262234	早稲田大学・理工学術院・教授	新規生理活性物質生産株の超ハイスループットスクリーニングプラットフォーム構築	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	157,700
17H06159	たかはし ひろゆき 高橋 浩之 70216753	東京大学・大学院工学系研究科・教授	多光子ガンマ線時間/空間相関型断層撮像法の研究	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	158,300

生物系 (41課題)

○ 総合生物(6課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額	
16H06371	やまもと だいすけ 山元 大輔 50318812	情報通信研究機構・未来ICT研究所・上席研究員	神経行動形質を決定付ける遺伝子—環境相互作用の細胞機構	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	140,900
16H06373	はたけやま まさのり 畠山 昌則 40189551	東京大学・大学院医学系研究科・教授	ピロリ菌CagAによる「Hit-and-Run」発がん機構の解明とその制御	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	141,600
16H06374	きくち あきら 菊池 章 10204827	大阪大学・大学院医学系研究科・教授	Wntシグナルネットワークの異常によるがん発症の新規分子機構の解明	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	136,300
17H06160	さかの ひとし 坂野 仁 90262154	福井大学・学術研究院医学系部門・特命教授	嗅覚系を用いた感覚情報の価値付けと出力判断の解明	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	158,800
17H06161	みやした やすし 宮下 保司 40114673	理化学研究所・脳神経科学研究センター・高次認知機能動態研究チーム・チームリーダー	大脳メタ記憶神経回路の解明:光遺伝学による内省の因果的制御	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	161,000
17H06162	にしかわ ひろよし 西川 博嘉 10444431	名古屋大学・大学院医学系研究科・教授	発がんの人種差と免疫応答の関わり方の解明	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	161,700

○ 生物学(9課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額	
16H06375	おおすみ よしのり 大隅 良典 30114416	東京工業大学・科学技術創成研究院・荣誉教授	オートファジーの生理機能の総合的理解	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	143,700
16H06376	あがた きよかず 阿形 清和 70167831	学習院大学・理学部・研究員	再生原理の理解にもとづいて四肢再生を惹起する	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	136,800
16H06377	ふくだ ひろお 福田 裕穂 10165293	東京大学・大学院理学系研究科・教授	維管束幹細胞の多分化能の分子基盤	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	141,800
16H06378	はせべ みつやす 長谷部 光泰 40237996	自然科学研究機構・基礎生物学研究所・生物進化研究部門・教授	植物発生進化のグランドプランとしての細胞分裂軸制御機構とその時空間制御機構の解明	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	150,100
17H06164	あらい ひろゆき 新井 洋由 40167987	東京大学・大学院医学系研究科・疾患生命工学センター・客員研究員	オルガネラ膜特異的脂質環境の細胞内情報発信プラットフォームとしての新機能の解明	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	156,700
17H06165	あきやま しゅうじ 秋山 修志 50391842	自然科学研究機構・分子科学研究所・協奏分子システム研究センター・教授	統合的多階層アプローチによるシアノバクテリア生物時計システムの新展開	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	157,400

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額	
17H06166	さが ゆみこ 相賀 裕美子 50221271	情報・システム研究機構・国立 遺伝学研究所・系統生物研究 センター・教授	生殖細胞の性分化機構	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	156,200
17H06167	ふかがわ たつお 深川 竜郎 60321600	大阪大学・大学院生命機能研 究科・教授	染色体分配到に必須なセントロメアの形成機構の解 明	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	157,100
17H07424	こうち たかゆき 河内 孝之 40202056	京都大学・生命科学研究所・教 授	陸上植物の性分化:遺伝的頑健性と可塑性のメカ ニズム	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	141,500

○ 農学(10課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額	
16H06379	まきの あまね 牧野 周 70181617	東北大学・大学院農学研究科・ 教授	第二の緑の革命をめざす環境保全型超多収イネ の作出	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	108,300
16H06380	たかやま せいじ 高山 誠司 70273836	東京大学・大学院農学生命科 学研究科・教授	植物自家不和合性の分子機構と進化	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	140,800
16H06381	さこ よしひこ 左子 芳彦 60153970	京都大学・大学院農学研究科・ 名誉教授	時空間的探索による一酸化炭素資化菌の包括的 研究とその応用基盤の構築	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	133,100
16H06382	あだち やすひさ 足立 泰久 70192466	筑波大学・生命環境系・教授	フロクキュレーション解析に基づく環境界面工学の 展開	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	102,000
16H06383	まつだ ひろし 松田 浩珍 80145820	東京農工大学・大学院農学研 究院・教授	マスト細胞活性化症候群を基盤とする難治性炎症 性病態の比較動物学的再定義	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	144,900
17H06168	にしやま まこと 西山 真 00208240	東京大学・生物生産工学研究 センター・教授	アミノ基キャリアタンパク質を介する生合成機構の 解明と二次代謝産物構造多様性の拡張	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	160,700
17H06169	あさの やすひさ 浅野 泰久 00222589	富山県立大学・工学部・教授	動植物酵素の異種宿主における可溶性発現技術 の開発とそれらの有用物質生産への利用	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	157,700
17H06170	うちだ こうじ 内田 浩二 40203533	東京大学・大学院農学生命科 学研究科・教授	食を起源とする短寿命分子種の生命基盤	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	157,100
17H06171	ふなかわ しんや 舟川 晋也 20244577	京都大学・大学院地球環境学 堂・教授	「ミニマム・ロスの農業」実現を目指して	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	148,500
17H06172	しらす けん 白須 賢 20425630	理化学研究所・環境資源科学 研究センター・グループディレク ター	植物と病原体の攻防における分子機構	平成29(2017)～ 令和3(2021)年度	156,100

○ 医歯薬学(16課題)

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額	
16H06384	たけもと よしじ 竹本 佳司 20227060	京都大学・大学院薬学研究科・ 教授	糖ペプチドを含有する大・中分子の合成を指向し た革新的合成触媒の開発	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	123,300
16H06385	みうら まさゆき 三浦 正幸 50202338	東京大学・大学院薬学系研究 科・教授	細胞死を起点とした細胞外コミュニケーションの発 動と生理機能	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度	140,900

(単位:千円)

研究課題番号	研究代表者 (氏名・研究者番号・所属等)	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
16H06386	くすみ あきひろ 楠見 明弘 50169992	沖縄科学技術大学院大学・膜協同性ユニット・教授	受容体の超過渡的複合体によるシグナル変換とアクチンによる制御:1分子法による解明	平成28(2016)～令和2(2020)年度 145,500
16H06387	しぶや あきら 渋谷 彰 80216027	筑波大学・生存ダイナミクス研究センター・教授	抑制性免疫受容体による自然免疫応答の制御機構の解明	平成28(2016)～令和2(2020)年度 142,600
16H06388	みやげ けんすけ 三宅 健介 60229812	東京大学・医科学研究所・教授	リソソームでの自然免疫系と代謝系のクロストークに関わる分子細胞基盤の解明	平成28(2016)～令和2(2020)年度 140,900
16H06390	さかい じゅろう 酒井 寿郎 80323020	東北大学・大学院医学系研究科・教授	環境因子とエピゲノム記憶による生活習慣病発症の解明	平成28(2016)～令和2(2020)年度 140,700
16H06391	あかし こういち 赤司 浩一 80380385	九州大学・大学院医学研究院・教授	全てのヒト骨髄性腫瘍が依存する、新規がん幹細胞維持機構の解明	平成28(2016)～令和2(2020)年度 118,500
16H06393	にしむら りこう 西村 理行 60294112	大阪大学・大学院歯学研究科・教授	関節軟骨の生体恒常性の維持および破綻機構の統合的理解に基づく革新的医療技術の開発	平成28(2016)～令和2(2020)年度 139,900
17H06173	うちやま まさのぶ 内山 真伸 00271916	東京大学・大学院薬学系研究科・教授	物質と生命を光でつなぐ分子技術の開発	平成29(2017)～令和3(2021)年度 163,300
17H06174	いわい かずひろ 岩井 一宏 60252459	京都大学・大学院医学研究科・教授	直鎖状ユビキチン鎖を生成するLUBACリガーゼの統括的研究	平成29(2017)～令和3(2021)年度 157,100
17H06175	よしむら あきひこ 吉村 昭彦 90182815	慶應義塾大学・医学部・教授	炎症の終息と組織修復に関与する免疫細胞システムの解明	平成29(2017)～令和3(2021)年度 158,300
17H06176	さとう としろう 佐藤 俊朗 70365245	慶應義塾大学・医学部・教授	オルガノライブラリーの構築による消化器疾患形質の統合的理解	平成29(2017)～令和3(2021)年度 159,000
17H06177	にしなむら りゆういち 西中村 隆一 70291309	熊本大学・発生医学研究所・教授	試験管内ネフロン誘導法に基づくヒト腎臓の病態解明と再構築	平成29(2017)～令和3(2021)年度 157,100
17H06178	やました としひで 山下 俊英 10301269	大阪大学・大学院医学系研究科・教授	神経回路修復医学の創成	平成29(2017)～令和3(2021)年度 158,600
17H06179	いまい ゆみこ 今井 由美子 50231163	医薬基盤・健康・栄養研究所・感染病態制御ワクチンプロジェクト・プロジェクトリーダー	重症ウイルス感染症における高次エピゲノム作動原理の解明と新規治療基盤の確立	平成29(2017)～令和3(2021)年度 150,900

参考資料

科学研究費助成事業の概要（令和 2（2020）年度）	・	2 3 7
1. 科学研究費助成事業の目的・性格	・ ・ ・ ・	2 3 7
2. 研究種目	・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・	2 3 8
3. 予算額等の推移	・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・	2 3 9
4. 科学研究費助成事業の配分状況一覧	・ ・ ・	2 4 0
5. 科学研究費助成事業の配分状況（大区分別）	・	2 4 2

科学研究費助成事業－科研費－の概要（令和2（2020）年度）

1. 科学研究費助成事業－科研費－の目的・性格

科学研究費助成事業（以下「科研費」という。）は、人文学、社会科学から自然科学まで全ての分野にわたり、基礎から応用までのあらゆる「学術研究」（研究者の自由な発想に基づく研究）を格段に発展させることを目的とする「競争的資金」であり、ピアレビューにより、豊かな社会発展の基盤となる独創的・先駆的な研究に対する助成を行うものです。

＜我が国の科学技術・学術振興方策における「科研費」の位置付け＞



2. 研究種目

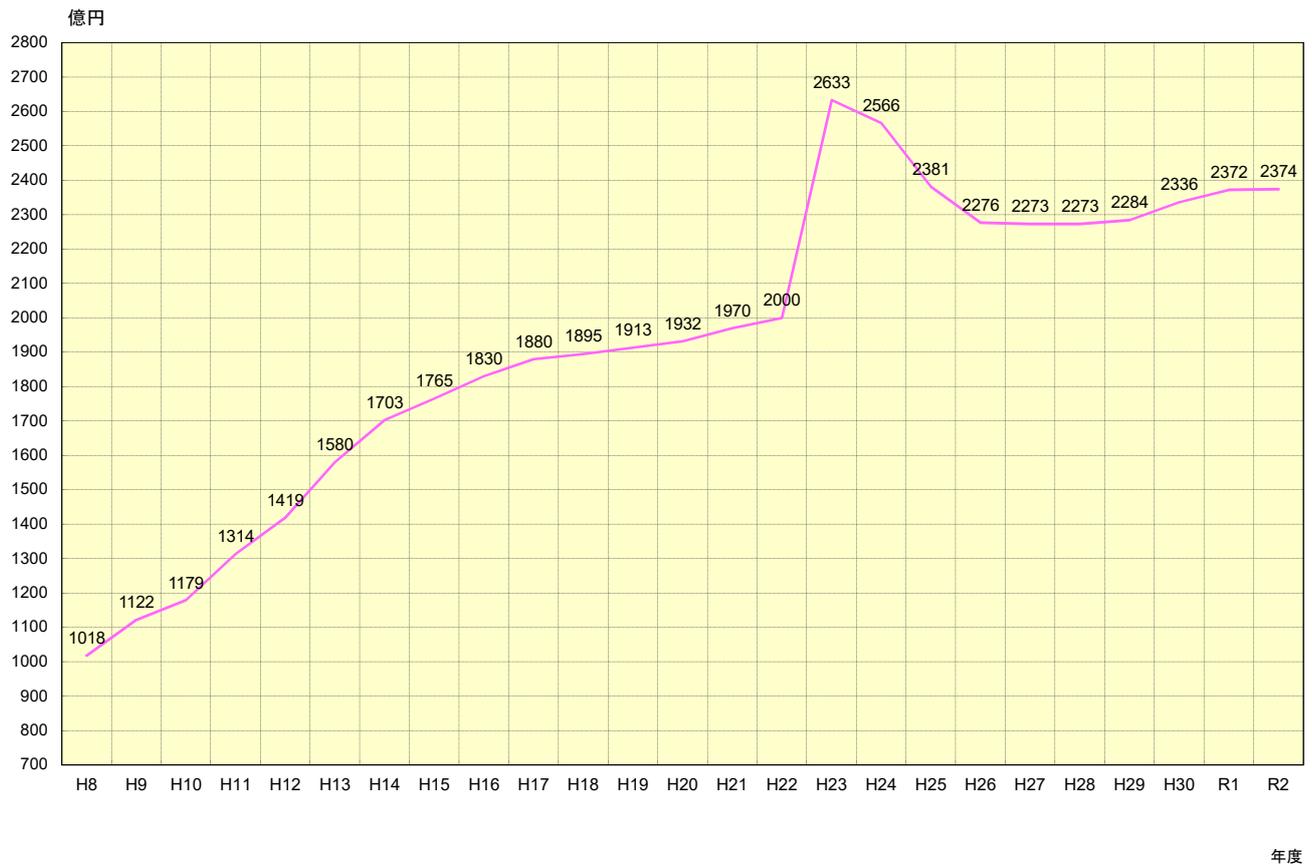
研究内容や規模に応じて研究種目を設定しています。

※令和2(2020)年9月現在

研究種目等	研究種目の目的・内容	補助金・基金の別
科学研究費		
特別推進研究	新しい学術を切り拓く真に優れた独自性のある研究であって、格段に優れた研究成果が期待される1人又は比較的少数の研究者で行う研究(3～5年間(真に必要な場合は最長7年間)2億円以上5億円まで(真に必要な場合は5億円を超える応募も可能))	補助金
新学術領域研究(研究領域提案型)	多様な研究者グループにより提案された、我が国の学術水準の向上・強化につながる新たな研究領域について、共同研究や研究人材の育成、設備の共用化等の取組を通じて発展させる(5年間1領域単年度当たり1,000万円～3億円程度を原則とする) 【令和2(2020)年度公募以降、継続研究領域の公募研究のみ公募】	補助金
学術変革領域研究	(A)多様な研究者の共創と融合により提案された研究領域において、これまでの学術の体系や方向を大きく変革・転換させることを先導するとともに、我が国の学術水準の向上・強化や若手研究者の育成につながる研究領域の創成を目指し、共同研究や設備の共用化等の取組を通じて提案研究領域を発展させる研究(5年間1研究領域単年度当たり5,000万円以上3億円まで(真に必要な場合は3億円を超える応募も可能)) (B)次代の学術の担い手となる研究者による少数・小規模の研究グループ(3～4グループ程度)が提案する研究領域において、より挑戦的かつ萌芽的な研究に取り組むことで、これまでの学術の体系や方向を大きく変革・転換させることを先導するとともに、我が国の学術水準の向上・強化につながる研究領域の創成を目指し、将来の学術変革領域研究(A)への展開などが期待される研究(3年間1研究領域単年度当たり5,000万円以下)	補助金
基盤研究	(S)1人又は比較的少数の研究者が行う独創的・先駆的な研究 原則5年間 5,000万円以上 2億円以下 (A)(B)(C)1人又は複数の研究者が共同して行う独創的・先駆的な研究 (A) 3～5年間 2,000万円以上 5,000万円以下 (B) 3～5年間 500万円以上 2,000万円以下 (C) 3～5年間 500万円以下	(S) 補助金 (A) 補助金 (B) 補助金 (C) 基金
挑戦的研究	1人又は複数の研究者で組織する研究計画であって、これまでの学術の体系や方向を大きく変革・転換させることを志向し、飛躍的に発展する潜在性を有する研究 なお、(萌芽)については、探索的性質の強い、あるいは芽生え期の研究も対象とする (開拓)3～6年間 500万円以上 2,000万円以下 (萌芽)2～3年間 500万円以下	基金
若手研究	博士の学位取得後8年未満の研究者(注)が1人で行う研究 2～5年間 500万円以下	基金
研究活動スタート支援	研究機関に採用されたばかりの研究者や育児休業等から復帰する研究者等が1人で行う研究 1～2年間 単年度当たり150万円以下	基金
奨励研究	教育・研究機関や企業等に所属する者で、学術の振興に寄与する研究を行っている者が1人で行う研究 1年間 10万円以上 100万円以下	補助金
特別研究促進費	緊急かつ重要な研究課題の助成	基金
研究成果公開促進費		補助金
研究成果公开发表	学会等による学術的価値が高い研究成果の社会への公開や国際発信の助成	
国際情報発信強化	学協会等の学術団体等が学術の国際交流に資するため、更なる国際情報発信の強化を行う取組への助成	
学術図書	個人又は研究者グループ等が、学術研究の成果を公開するために刊行する学術図書の助成	
データベース	個人又は研究者グループ等が作成するデータベースで、公開利用を目的とするものの助成	
特別研究員奨励費	日本学術振興会特別研究員(外国人特別研究員を含む)が行う研究の助成 (3年以内(特別研究員-CPD(国際競争力強化研究員)は5年以内))	補助金
国際共同研究加速基金		基金
国際共同研究強化	(A)科研費に採択された研究者が半年から1年程度海外の大学や研究機関で行う国際共同研究。基課題の研究計画を格段に発展させるとともに、国際的に活躍できる、独立した研究者の養成にも資することを目指す(1,200万円以下)【平成30(2018)年度公募以降改称】 (B)複数の日本側研究者と海外の研究機関に所属する研究者との国際共同研究。学術研究の発展とともに、国際共同研究の基盤の構築や更なる強化、国際的に活躍できる研究者の養成も目指す(3～6年間2,000万円以下)	
国際活動支援班	新学術領域研究における国際活動への支援(領域の設定期間 単年度当たり1,500万円以下) 【平成30(2018)年度公募以降、新学術領域研究の総括班に組み込んで公募(平成31(2019)年度公募まで)】	
帰国発展研究	海外の日本人研究者の帰国後に予定される研究(3年以内 5,000万円以下)	

注)博士の学位を取得見込みの者及び博士の学位を取得後に取得した産前・産後の休暇、育児休業の期間を除くと博士の学位取得後8年未満となる者を含む。

3. 予算額の推移



年度	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2
予算額 (億円)	1,018	1,122	1,179	1,314	1,419	1,580	1,703	1,765	1,830	1,880	1,895	1,913	1,932	1,970	2,000	2,633	2,566	2,381	2,276	2,273	2,273	2,284	2,336	2,372	2,374
対前年度伸び率 (%)	10.2	10.2	5.1	11.5	8.0	11.3	7.8	3.6	3.7	2.7	0.8	0.9	1.0	2.0	1.5	31.7	-2.5	-7.2	-4.4	-0.1	-0.1	0.5	2.3	1.5	0.1

4. 令和2(2020)年度科学研究費助成事業の配分状況一覧

(1) 新規採択分

令和2年12月現在

研究種目	研究課題数		採択率 (%)	配分額 (千円)	1課題当たりの配分額	
	応募 (件)	採択 (件)			平均 (千円)	最高 (千円)
科学研究費	[100,258] 102,927	[28,612] 28,314	[28.5] 27.5	[65,391,370] 65,592,300 [19,677,690]	[2,285] 2,317	[150,900] 243,300
特別推進研究	[106] 105	[12] 12	[11.3] 11.4	[1,123,000] 1,172,800 [351,840]	[93,583] 97,733	[150,900] 151,900
新学術領域研究(研究領域提案型)	[5,079] 3,729	[966] 839	[19.0] 22.5	[6,184,070] 2,059,700 [617,910]	[6,402] 2,455	[103,700] 9,000
学術変革領域研究(A)	[—] 1,956	[—] 173	[—] 8.8	[—] 4,000,400 [1,200,120]	[—] 23,124	[—] 243,300
学術変革領域研究(B)	[—] 2,939	[—] 91	[—] 3.1	[—] 763,000 [228,900]	[—] 8,385	[—] 21,000
基盤研究	[60,225] 60,350	[16,931] 16,859	[28.1] 27.9	[42,726,700] 42,682,700 [12,804,810]	[2,524] 2,532	[91,600] 114,000
基盤研究(S)	[659] 685	[81] 80	[12.3] 11.7	[3,114,800] 3,209,800 [962,940]	[38,454] 40,123	[91,600] 114,000
基盤研究(A)	[2,412] 2,519	[605] 611	[25.1] 24.3	[7,116,900] 7,066,900 [2,120,070]	[11,763] 11,566	[35,000] 29,200
基盤研究(B)	[11,396] 12,198	[3,327] 3,393	[29.2] 27.8	[16,862,200] 17,157,300 [5,147,190]	[5,068] 5,057	[13,400] 13,000
基盤研究(C) *	[45,758] 44,948	[12,918] 12,775	[28.2] 28.4	[15,632,800] 15,248,700 [4,574,610]	[1,210] 1,194	[3,100] 3,000
挑戦的研究 *	[11,514] 11,329	[1,469] 1,389	[12.8] 12.3	[3,808,000] 3,933,700 [1,180,110]	[2,592] 2,832	[17,500] 19,000
挑戦的研究(開拓) *	[699] 1,607	[81] 148	[11.6] 9.2	[564,400] 1,071,500 [321,450]	[6,968] 7,240	[17,500] 19,000
挑戦的研究(萌芽) *	[10,815] 9,722	[1,388] 1,241	[12.8] 12.8	[3,243,600] 2,862,200 [858,660]	[2,337] 2,306	[4,800] 4,600
若手研究 *	[19,590] 18,708	[7,831] 7,496	[40.0] 40.1	[10,130,700] 9,497,000 [2,849,100]	[1,294] 1,267	[3,200] 3,200
研究活動スタート支援 *	[3,744] 3,811	[1,403] 1,455	[37.5] 38.2	[1,418,900] 1,483,000 [444,900]	[1,011] 1,019	[1,100] 1,100
国際共同研究加速基金	[1,599] 1,231	[280] 255	[17.5] 20.7	[749,900] 643,000 [192,900]	[2,678] 2,522	[7,100] 11,200
国際共同研究強化(B) *	[1,599] 1,231	[280] 255	[17.5] 20.7	[749,900] 643,000 [192,900]	[2,678] 2,522	[7,100] 11,200
合計	[101,857] 104,158	[28,892] 28,569	[28.4] 27.4	[66,141,270] 66,235,300 [19,870,590]	[2,289] 2,318	[150,900] 243,300

(注1) 「特別推進研究」、「新学術領域研究(研究領域提案型)」、「公募研究」、「学術変革領域研究」(計画研究)、「基盤研究」(特設分野研究を除く)、「挑戦的研究」(特設審査領域を除く)、「若手研究」、「研究活動スタート支援」及び「国際共同研究加速基金(国際共同研究強化(B))」について掲載。

(注2) 「学術変革領域研究」は令和2年度公募から創設。

(注3) []内は、前年度直接経費を示す。

(注4) 【 】内は、間接経費(外数)。

(注5) * は、基金研究種目であるため、「配分額」欄及び「1課題当たりの配分額」欄には令和2年度の当初計画に対する配分額を計上。

(注6) 四捨五入の関係上、合計と内訳の数値が一致しないことがある。

(2)新規採択分(新規採択+継続分)

令和2年12月現在

研究種目	研究課題数		配分額(千円)	1課題当たりの配分額	
	応募(件)	採択(件)		平均(千円)	最高(千円)
科学研究費	[149,988] 156,687	[78,113] 81,983	[163,914,123] 166,839,462 [50,050,564]	[2,098] 2,035	[178,200] 243,300
特別推進研究	[158] 155	[64] 61	[5,168,000] 4,952,300 [1,485,690]	[80,750] 81,185	[178,200] 208,500
新学術領域研究(研究領域提案型)	[6,674] 5,229	[2,561] 2,338	[21,185,325] 16,699,894 [5,009,968]	[8,272] 7,143	[103,700] 80,400
学術変革領域研究(A)	[—] 1,956	[—] 173	[—] 4,000,400 [1,200,120]	[—] 23,124	[—] 243,300
学術変革領域研究(B)	[—] 2,939	[—] 91	[—] 763,000 [228,900]	[—] 8,385	[—] 21,000
基盤研究	[94,617] 96,407	[51,253] 52,842	[106,484,798] 108,449,489 [32,533,572]	[2,078] 2,052	[91,600] 114,000
基盤研究(S)	[988] 1,015	[410] 410	[11,475,800] 11,534,800 [3,460,440]	[27,990] 28,134	[91,600] 114,000
基盤研究(A)	[4,046] 4,130	[2,229] 2,201	[18,913,260] 18,705,400 [5,611,620]	[8,485] 8,499	[35,000] 29,200
基盤研究(B)	[18,113] 19,573	[9,984] 10,715	[37,580,338] 39,963,289 [11,987,712]	[3,764] 3,730	[13,400] 13,000
基盤研究(C) * 1	[71,470] 71,689	[38,630] 39,516	[38,515,400] 38,246,000 [11,473,800]	[997] 968	[3,100] 3,000
挑戦的研究	[13,781] 13,555	[3,736] 3,615	[8,158,500] 8,355,100 [2,506,530]	[2,184] 2,311	[17,500] 19,000
挑戦的研究(開拓) * 1	[874] 1,815	[256] 356	[1,416,300] 2,047,300 [614,190]	[5,532] 5,751	[17,500] 19,000
挑戦的研究(萌芽) * 1	[12,907] 11,740	[3,480] 3,259	[6,742,200] 6,307,800 [1,892,340]	[1,937] 1,936	[4,800] 4,600
若手研究 * 1	[25,653] 30,310	[13,894] 19,098	[16,212,700] 19,917,800 [5,975,340]	[1,167] 1,043	[3,200] 3,200
若手研究(A) * 2、3	[604] 206	[575] 191	[1,839,171] 514,778 [154,433]	[3,199] 2,695	[8,800] 7,000
若手研究(B) * 1、3	[3,808] 720	[3,808] 720	[2,657,800] 326,300 [97,890]	[698] 453	[2,200] 2,100
研究活動スタート支援 * 1	[4,686] 5,209	[2,215] 2,853	[2,207,829] 2,860,400 [858,120]	[997] 1,003	[1,800] 1,100
国際共同研究加速基金	[1,856] 1,761	[537] 785	[1,786,600] 2,676,800 [803,040]	[3,327] 3,410	[11,100] 11,200
国際共同研究強化(B) * 1	[1,856] 1,761	[537] 785	[1,786,600] 2,676,800 [803,040]	[3,327] 3,410	[11,100] 11,200
合計	[151,844] 158,448	[78,650] 82,768	[165,700,723] 169,516,262 [50,853,604]	[2,107] 2,048	[178,200] 243,300

(注1) 本資料は、令和2年度に採択された新規課題に既に採択されている継続課題を加え集計したもの。

(注2) 「特別推進研究」、「新学術領域研究(研究領域提案型)」、「計画研究及び公募研究」、「学術変革領域研究(計画研究)」、「基盤研究」(特設分野研究を除く)、「挑戦的萌芽研究」、「挑戦的研究」(特設審査領域を除く)、「若手研究」、「研究活動スタート支援」及び「国際共同研究加速基金(国際共同研究強化(B))」について集計・掲載。
なお、「挑戦的萌芽研究」は、延長課題(1件)のみであり「科学研究費」、「合計」の欄に計上。

(注3) 「学術変革領域研究」は令和2年度公募から創設。

(注4) []内は、前年度直接経費を示す。

(注5) []内は、間接経費(外数)。

(注6) * 1は、基金研究種目であるため、「配分額」欄及び「1課題当たりの配分額」欄には令和2年度の当初計画に対する配分額を計上。

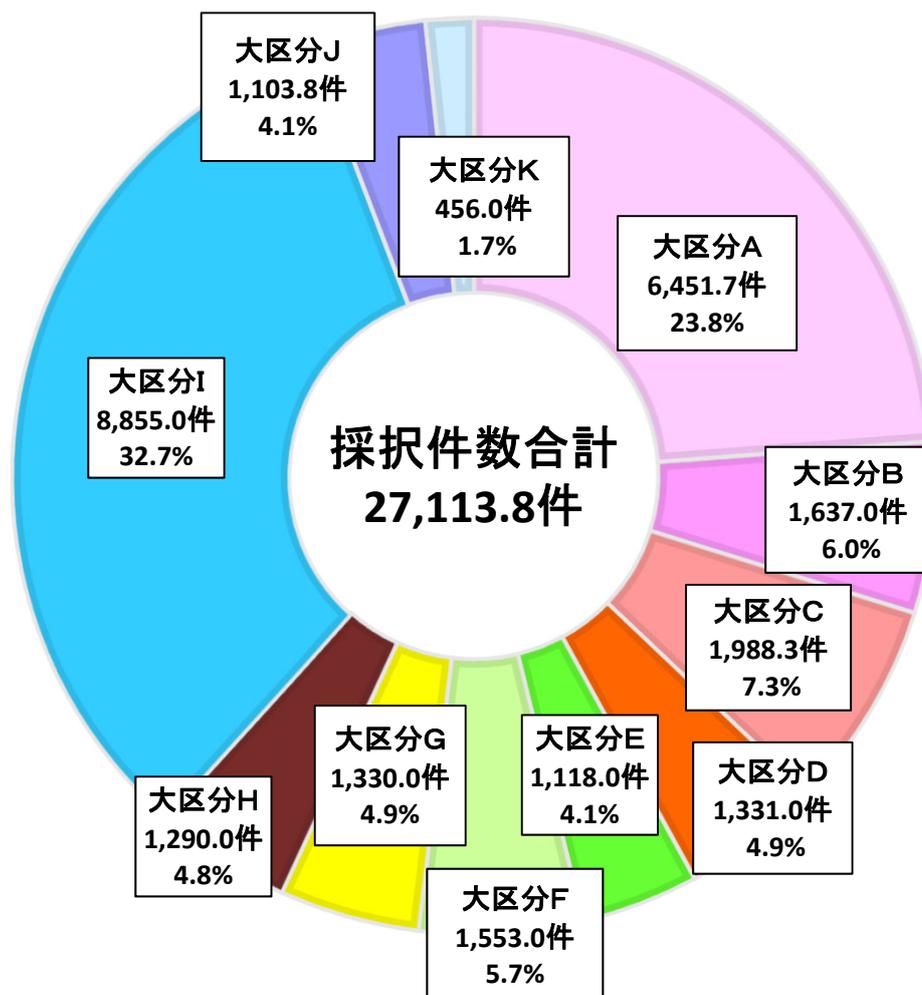
(注7) * 2のうち、平成26年度採択課題は一部基金を措置しているため、「配分額」欄及び「1課題当たりの配分額」欄には令和2年度の当初計画に対する配分額を計上。

(注8) * 3は、継続課題のみ計上。

(注9) 四捨五入の関係上、合計と内訳の数値が一致しないことがある。

5. 令和2(2020)年度科学研究費助成事業の配分状況（区分別）

大区別の採択件数



(注1) 対応する大区分が複数ある中区分及び小区分は、採択件数、配分額を按分して集計している。

(注2) 「特別推進研究」、「新学術領域研究(研究領域提案型)」、「公募研究」、「学術変革領域研究(計画研究)」、「基盤研究」(特設分野研究を除く)、「挑戦的研究」(特設審査領域を除く)、「若手研究」及び「国際共同研究加速基金(国際共同研究強化(B))」について分類。(「研究活動スタート支援」は個別の審査区分により審査をしているため含まない。)

(注3) 四捨五入の関係上、合計と内訳の数値が一致しないことがある。

【本資料に関する問合せ先】

〒100-8959

東京都千代田区霞が関3-2-2

文部科学省 研究振興局 学術研究助成課

(学術変革領域研究(A・B), 新学術領域研究(研究領域提案型)担当)

電話 03-6734-4094

〒102-0083

東京都千代田区麹町5-3-1 麹町ビジネスセンター7F

独立行政法人日本学術振興会 研究事業部 研究助成第二課

電話 03-3263-4254 (特別推進研究担当)

電話 03-3263-4388 (基盤研究(S)担当)