

パンデミック後日本とアジアの持続的社會經濟復興のための戦略的国際研究アライアンス

	研究代表者	東京大学・大学院経済学研究科・教授 <b>澤田 康幸 (さわだ やすゆき)</b> 研究者番号：40322078
	研究課題情報	課題番号：22K21341 研究期間：2022年度～2028年度 キーワード：パンデミック、SDGs、EBPM、人材育成

この国際共同研究の重要性・面白さは何か（研究の目的と意義）

●パンデミックからの復興と持続可能な開発を目指す

世界を巻き込んだ巨大災害、新型コロナウイルス感染症は、災害がくらしやビジネスを破壊し、雇用と多くの人の命を奪うことを浮き彫りにした。現在の流動的な世界情勢は、パンデミックからの復興にさらなる多大なリスクをもたらしている。多くの場合、社会の弱者や零細企業、そして開発途上国ほど深刻な影響を受けている（図1）。全世界的な社会経済の目標である持続可能な開発目標（SDGs）を達成するためには、日本、アジアと世界の開発途上国における災害リスク、レジリエンス、発展の持続性について深く理解するためのエビデンス（科学的証拠）を蓄積し、そうしたエビデンスに基づいて適切な対策を設計し、タイムリーに実施してゆくことが必要不可欠である。本研究は、エビデンスに基づいた政策形成と政策形成を通じたエビデンス構築を両輪で推進する、戦略的研究アライアンスを形成するものであり、きわめて緊急性が高く社会的意義が大きい。

●三つの柱で企業・政府・暮らしの復興支援

従来のマイクロデータに加え、企業や政府の業務データ、衛星や携帯電話・SNSなどから得られる革新的データを基に、三つの柱で復興支援の為の実証・政策研究と人材育成を遂行する。

- (1) 新型コロナウイルス感染症の社会経済的影響についての実証研究。
- (2) パンデミックから復興し、SDGsを達成するための政策研究。
- (3) 国際競争力ある研究者育成のためのハイレベルの国際学術連携の復活。



注：アジア開発途上国とは34の開発途上加盟国平均を意味する。2018年について、インドの推定値は世界銀行モデルに基づく2015年の1人あたり平均支出額、2015～2018年の1人あたりGDP成長率、2011～2012年家計消費調査からの分布を外挿。  
出所：Bulan, Joseph, Rana Hasan, Arturo Martinez, and Iva Sebastian, 2020, "COVID-19 and Poverty: Some Scenarios." アジア開発銀行経済調査・地域協力局によって作成された未発表論文。Manila.

図1 アジアの開発途上国における貧困人口推移

日本とアジアにおけるパンデミック後の持続的社會經濟復興のための戦略的国際研究アライアンス形成  
International Strategic Research Alliance for Sustainable Socio-Economic Recovery from the COVID-19 Pandemic in Japan and Asia



図2 研究全体のイメージ

誰がこの国際共同研究を行うのか（優れたグループによる国際共同研究体制）

●世界最先端の学際的政策研究グループを形成

日本側では、東京大学大学院経済学研究科付属・政策評価研究教育センター（CREPE）を拠点に、多数の国際的大型プロジェクト統括・国際機関のスポークスパーソン経験を持つCREPEセンター長をPIとする。PNASやNature Sustainabilityなどの一般的科学雑誌、American Economic Reviewなどの経済学のトップジャーナルなどに顕著な国際的研究実績を多数有し、先端学術研究のみならず、政府・自治体や民間企業・NGOと広く共同研究を行ってきたメンバーの構成により研究を推進する。

海外の連携研究機関であるハーバード大学（公衆衛生大学院Ichiro Kawachi教授のグループ）・ロンドン大学UCL（Christian Dusmann教授のグループ）とのこれまでの連携関係を土台に、ハイレベルの実証・実験研究を共同で推進し、質の高い国際共同論文を生産するとともに、相互に若手研究者を派遣し、世界の学界で戦える若手研究者を育成する。また、アジアにおける政策研究と実践のため、国際機関であるアジア開発銀行（Albert Parkチーフエコノミスト率いる経済調査・地域統合局）との共同研究・連携を推進する。

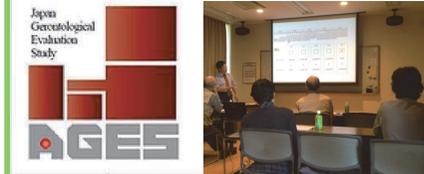


図3 日本老年学的評価研究機構（JAGES）プロジェクトの一環でハーバード大学イチローカワチ教授のグループと共同で実施した実験研究



図5 2022年12月にUCL等と東京大学で共同開催した国際会議



図4 ADBと共同開催予定の国際学術会議

どのように将来を担う研究者を育成するのか（人材育成計画の内容）

●高度人材プログラムの実績

これまでCREPEでは、学術支援職員・学術専門職員をフルタイムで雇用し、研究者が学術研究に専念できる環境を整えており、すでにEBPMの文脈において大学院生がトレイニー・リサーチアシスタント（RA）として雇用され、多数の実証研究プロジェクトに関わった実績がある。研究人材育成活動がCREPEのEBPM活動の中に埋め込まれ、強い補完性を生んできた。その中核として、2017年より東京大学大学院経済学研究科所属の大学院生を対象として、政策評価高度人材育成プログラムを実施し、選抜された優秀な大学院生に対し、①研究発表等参加を義務とした上で奨励金を提供、②センター所属教員や研究員と共同での実地トレーニングを通じた高度人材育成を行ってきた。当初3年間の24名のRAは、Journal of Health EconomicsやJournal of Population Economicsなどのトップジャーナルに論文を出版する一方、カリフォルニア大学バークレー校、ニューヨーク大学、ロンドン大学（UCL）、ノースウェスタン大学、コーネル大学等の博士課程進学という目覚ましい実績をあげ、中期的な国際人材還流に大きく貢献することが期待されている。

●「高度人材育成先端プログラム」の新たな計画

これまでの人材育成プログラムは、コロナの影響もあり2020年度からは中断されているが、こうした実績を元に、EBPMのみならずPBEMも射程に据え、より組織的に政策実践プロジェクトの組成からソリューション提供までの全過程を学ぶ「高度人材育成先端プログラム」の仕組みを再構築する。新たに対象をトップの学部（卒業）生にも拡大し、近年欧米で幅広くみられる「ブレイクthroughリサーチャー（ブレイクドク）」を日本で先駆けて導入する。政策担当者、民間人材も大学と社会をつなぐ双方向リカレント教育の対象として位置づけ、センターにおける産学官民実践活動の柱とする。

期間を通じて特任研究員8名（フルタイム6名・パートタイム2名）程度、RA12名程度を雇用する予定である。さらには、パートナー機関であるハーバード大学・ロンドン大学・ADBに加え、東京大学国際交流協定に基づき、大学院生・ポスドク研究員や若手研究者の中長期海外派遣による人材育成と緊密・組織的な教育研究連携関係の構築を目指す。

低エントロピー高分子網目材料の設計と機能創出

	研究代表者	北海道大学・大学院先端生命科学研究院・教授 <b>グン 剣萍 (ぐん ちえんぴん)</b> 研究者番号：20250417
	研究課題情報	課題番号：22K21342 研究期間：2022年度～2028年度 キーワード：ソフトマター、高分子、低エントロピー、ゲル

この国際共同研究の重要性・面白さは何か（研究の目的と意義）

●ソフトマターとは？  
ソフトマターとは、液晶・水ゲル・生体組織などの構造柔軟性を有する物質群であり、金属・セラミックスなどのハードマターとはその構造・性質を全く異なる。ソフトマターは約30年前に確立した若い材料概念であり、既存の物理・化学・生物を超えた学際的学問分野である。ソフトマターは、その構造柔軟性から次世代の動的機能材料・生体調和材料として工業的・医学的に注目されており、各国で高性能ソフトマターの研究開発が盛んである。またソフトマターの社会的需要・価値が高まる中、学際的なソフトマター開発を広い視野で推進出来る研究者の育成が世界的に喫緊の課題であり、実際に各国で取り組みが始まっている。以上のことから、ソフトマター分野を国際的にリードする研究者の組織的養成は、日本の科学的プレゼンスを高めるために、高い優先度を持って取り組むべき課題である。

●低エントロピー高分子網目材料（LeNet）とは？  
ゲル・エラストマーは、運動性が高い網目状の高分子からなる、高い柔軟性を持ったゴムのような材料である。一般的なゲル・エラストマーは、その網目鎖がコイル状に縮んだ高エントロピー材料である。この高エントロピー状態では、材料の本質的な力学特性が化学構造に依存しないため、その本質的な力学機能を化学の視点から制御することは難しい。一方で本研究では、網目鎖が極度に伸長されたゲル・エラストマーを、新規ソフトマター「低エントロピー高分子網目材料」(Low entropy polymer network, LeNet)として定義する(図1)。本材料は、網目鎖が大きく伸長された低エントロピー状態にある。この低エントロピー状態に由来し、LeNetの本質的な力学特性はその化学種に大きく依存するようになる。本研究では、このような特異な特性を有する高分子網目材料であるLeNetの合成法を確立する。さらに、化学構造を基に設計された強靱ゴム様材料・力誘起化学反応によって機能化する材料・マイクロ構造が制御されたソフト複合材料など、多様な革新的機能性LeNetを創出し、社会に提供することを目指す(図2)。

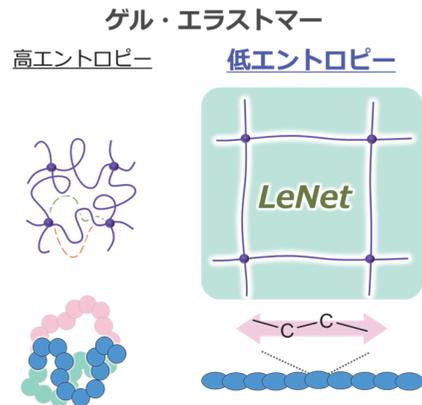


図1 LeNetとは、網目鎖が大きく伸長した高分子網目材料のことである

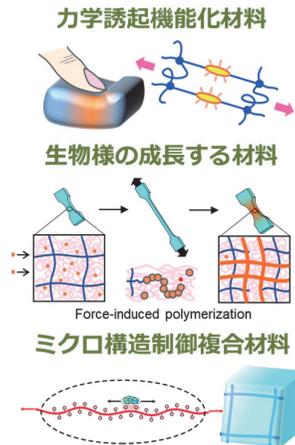


図2 本研究で生み出される多様な機能性LeNetの例示

誰がこの国際共同研究を行うのか（優れたグループによる国際共同研究体制）

本共同研究は、北海道大学グループらによって開発されてきた優れた高分子網目材料群の設計原理を基に、米国チーム(Duke大学等)、欧州チーム(パリ市立工業物理化学学校(ESPCI)等)の最先端技術・理論を取り入れて行われる。米国、欧州チームはそれぞれ、メカノケミストリー、ソフトマター力学の第1人者によって率いられた極めて強力なチームである。ソフトマター研究には分野横断的な知見が必要であるが、これら日米欧グループはソフトマター分野において以前から国際共同教育研究体制を構築し、多くの成果を残してきた。日本チームは材料設計・構造解析・医療応用に、米国チームは高分子理論・化学に、欧州チームは力学物性の測定と解析に卓越しており、各拠点はこれら知見を本研究遂行のために提供する。この多様な知見の結集により、ソフトマターの合成、解析、機能化、応用を全て網羅した強固な共同研究組織の構築が期待出来る。

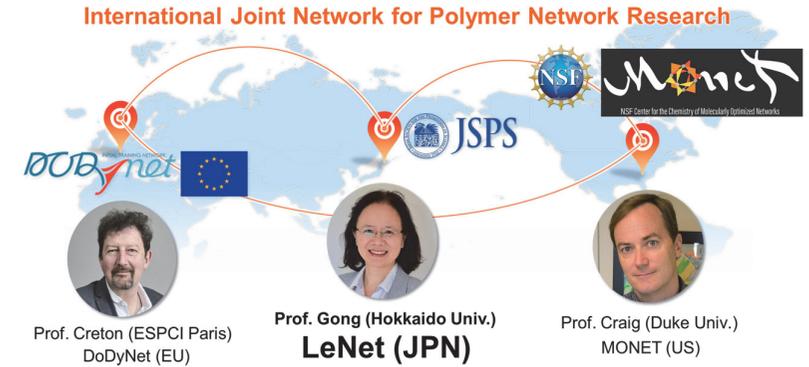


図3 本国際共同研究は、日本、米国、欧州チームの優れた知見を結集して行われる

どのように将来を担う研究者を育成するのか（人材育成計画の内容）

日米欧の3拠点が異なる得意分野を有することを活かし、ソフトマターの合成・測定・解析を網羅的に理解する研究者を、日本・海外の教員による学際的体制で育成する。日本では主に材料設計原理・構造解析を、海外ではその精密物性測定・モデル化・化学的機能化を習得する。海外研究先は、米国チームでは既存の共同研究ネットワークを通して10大学を、欧州チームでは同様に7大学を選定可能である。

日本から海外へは、期間内に16名程度の若手学生・研究者の派遣を想定している(図4)。博士課程(DC)では日本で新規材料を創製し、在学中の短期海外派遣で海外拠点の技術を学ぶ。博士研究員(PD)では、日本で得られた材料を海外拠点での技術により解析・高機能化する。育成期間中は研究実施場所にかかわらず、リモートシステムを最大限に活用し、日本・海外の教員による共同指導を行う。このようなプログラムにより、ソフトマターの合成・解析・応用の全てに高いレベルで精通した、将来のソフトマター学問分野をリードする研究者グループを育成し、国際的なプレゼンスを示す。

海外からの若手研究者受け入れも期間中に多数行う(これまでに受け入れ実績多数)。海外拠点の事情に応じ、1～3か月の短期インターンシップからより長期の滞在まで柔軟に対応可能である。

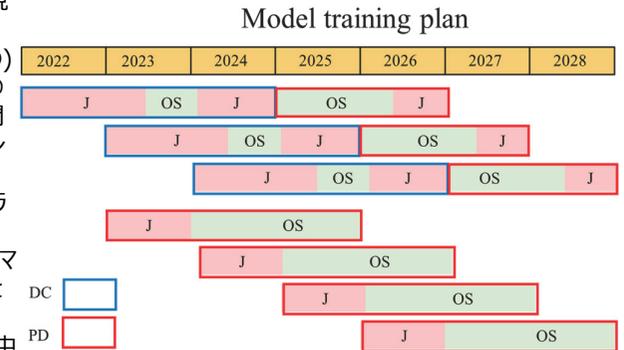


図4 研究者育成計画。図中のJは日本での研究、OSは海外機関での研究を意味する。派遣期間は個々の事情に合わせて柔軟に変更する。

全身電子皮膚による人間のデジタル化

	研究代表者	東京大学・工学系研究科・教授 <b>染谷 隆夫 (そめや たかお)</b> 研究者番号：90292755
	研究課題情報	課題番号：22K21343 研究期間：2022年度～2028年度 キーワード：ウェアラブル、生体情報、フィードバック、行動変容、e-skin、国際比較

この国際共同研究の重要性・面白さは何か（研究の目的と意義）

●研究背景  
モノのインターネット（IoT）の最前線では、計測対象がモノからヒトへと広がり、身につけて生体情報を計測するウェアラブルセンサが急速に発展している。様々な生体信号が簡単に計測できるようになり、ウェアラブルの応用範囲が拡大している。その技術トレンドは、3点に集約できる。第一に、短時間の計測から、長期の連続観察へと移行している。第二には、単一パラメータの計測からマルチモーダル計測へのトレンドである。第三のトレンドとして、データの利活用方法への検討が進む。どうすれば、ひとびとの行動を有効に変えられるかというひとびとの行動を有効に変えられるかというデータの活用方法へと研究の力点が移りつつある。

●研究目的  
本研究では、人間の生体情報を全身で高精度に計測し、かつフィードバック機能を有する究極の全身のe-skinを開発し、行動変容を促すための適切なフィードバックを提供することを目的とする（図1）。全身e-skinは、パーソナル・カスタマイズするための服型の情報プラットフォームであり、人の体型に合わせて各センサやデバイス、伸縮性の配線の位置を自由に配置できる。全身e-skinは、装着時の不快感なく、単に着るだけという簡単なユーザビリティで、日常的な活動中における運動機能、心肺機能、体温、接触圧力といった複数の生体情報を高精度で長期間計測できる。また、振動や電気による物理刺激の機能を兼ね備えている。長期間のデータ計測により、様々な生体情報や行動変化の正確な解析が可能であり、データに基づいて人にフィードバックすることで人の行動を変容させる。

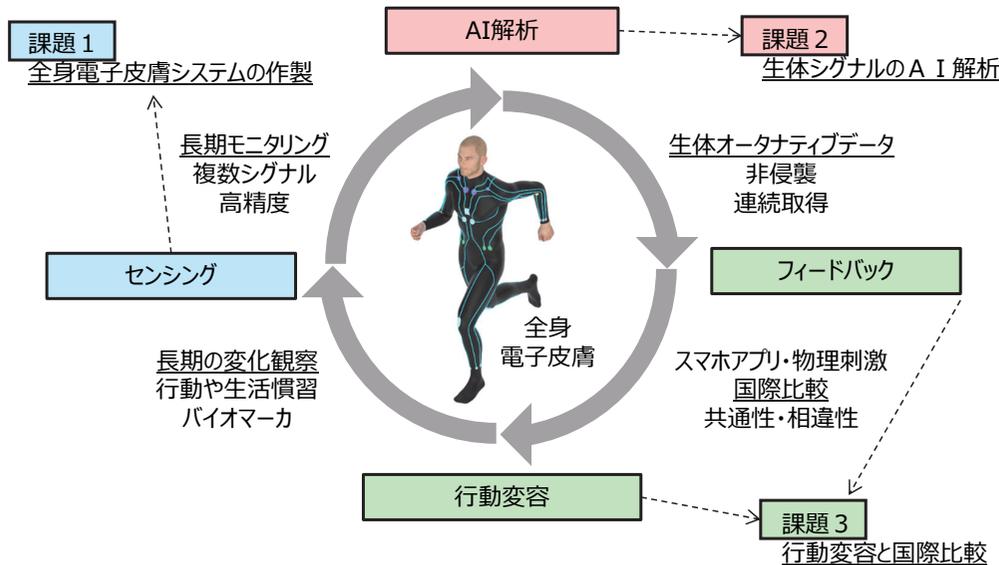


図1 本研究の俯瞰図。本研究では、全身e-skinによって人間の行動がどのように変化するかを可視化する。

誰がこの国際共同研究を行うのか（優れたグループによる国際共同研究体制）

●日本側研究者

**伸縮性デバイス**

横田知之 東大 准教授

バイオイメージャー  
✓テキスタイル型センサ  
✓フレキシブルセンサ

**非侵襲生体計測**

川原圭博 東大 教授

大面積給電シート  
✓IoTセンシング  
✓無線給電

**ビッグデータ・AI解析**

松尾豊 東大 教授

ディープラーニング  
✓AI解析  
✓ビッグデータ

**新機能性材料**

福田憲二郎 理研 専任研究員

フレキシブル太陽電池  
✓伸縮性ハイブリッド実装  
✓フレキシブル電源

**臨床研究**

岩部美紀 東大 特任准教授

生活習慣病の治療薬  
✓バイオマーカーの探索  
✓臨床試験

**研究代表**

染谷隆夫 東大 教授

**津本浩平** 東大 教授

分子モダリティの設計  
✓ケミカルセンシング  
✓バイオセンサ

**李成薫** 東大 講師

感覚に影響しないセンサ  
✓ナノメッシュ型センサ  
✓全身電子皮膚の製造

●海外の共同研究者

**Aaron Voon-Yew Thean**  
シンガポール国立大学

超低消費電力チップ

**David Franklin**  
ミュンヘン工科大学

運動科学と認知科学

**Xenofon Strakosas**  
リンショーピング大学

フレキシブル化学センサ

どのように将来を担う研究者を育成するのか（人材育成計画の内容）

本研究課題では、以下の3つの方策によって若手研究者を育成する。

【リソースの有効な配分】  
アイデアをクイックに実行に移せるように、設備の共有化と若手の交流をセットにしたモデルを提示し、装置の稼働率を上げるだけでなく、連携を促進する上での有効性を実証する。さらに、クイックなトライによって、前向きな見通しが得られた課題については、迅速かつ柔軟に予算措置をすることによって、国際競争を制するよう研究の規模拡大を加速させる。

【多様で優秀な人材同士の交流】  
情報発信力を強化して、優秀な若手人材を集める。異業種連携チームを編成し、チーム内連携を円滑にする。さらに、優良企業との連携を通じてキャリアパスを拡大することによって、最優秀の留学生を引き寄せる。国際シンポジウム及び若手サマーキャンプを実施し、海外への研究者派遣・海外の研究者招聘を進める。

【難問に挑む文化の醸成】  
どんなに優秀な人材が集まり、リソースが効率的に投入されても、オリジナリティの高い研究へのリスペクトがなければ、良い学術成果は産み出されない。そのため、人が行っている研究は自分はやらないというマインドセットチェンジが重要である。オリジナリティへの挑戦を厭わない若手研究を激励し、若手に裁量を可能な限り委譲し、PIの経験でリスクを最小化する。

太陽系に広がる惑星環境における前生命化学進化と分子システム誕生の多様性の解明

	研究代表者	東京工業大学・地球生命研究所・特定教授 <b>廣瀬 敬 (ひろせ けい)</b> 研究者番号：50270921
	研究課題情報	課題番号：22K21344 研究期間：2022年度～2028年度 キーワード：惑星形成・進化、固体惑星探査、生命起源、非平衡・複雑系

この国際共同研究の重要性・面白さは何か（研究の目的と意義）

我々の棲む地球や私たち生命はいかにして誕生したのだろうか？宇宙に生命を宿す星は存在するのだろうか？—これらはガリレオの時代以降、誰もが一度は発する素朴で深い問いであり、“我々は何者が”という究極の問いにも通じる自然科学の根源的問題である。実は、この「地球や生命の起源、宇宙における生命」に関する問いへの大きな進展が、この10年以内に起きるであろうことが、大きな期待感をもって予想されている。

探査機「はやぶさ2」は地球などの惑星の材料物質である小惑星からサンプルを持ち帰り、太陽系が始まった最初期の情報が物的証拠とともに得られている。火星では探査車が、かつての湖に溜まった泥の堆積物の上を走り回り、有機物を含むサンプルを採取している。このサンプルは、2030年代には地球に持ち帰られる予定である。

しかし、これらの華々しい探査が行われれば、「地球や生命の起源、宇宙における生命」に関する問いにすぐ答えが得られるわけではない。探査で得られるのはデータであり、それが何を意味するかを理解する上で、「惑星の表層環境の誕生・進化や、そこでの生命誕生前の生命にいたる化学進化」に関する室内実験、数値計算など、地道な基礎研究に立脚した理論を欠かせない。具体的には、火星サンプルのなかに有機物が見つかったとしても、それが生命の痕跡なのか、あるいは生命とは無関係の有機物であるのか、理論的な解釈なしには判断できない。このような理論的な解釈を行うためには、地球や火星、太陽系の惑星がどのような材料物質から成り、大気や海洋といった表層環境がどのように形成し、これら表層環境は惑星間でいかに異なるのかを知る必要がある。さらに、それら多様な惑星環境で起きる有機物の生成がどのようなものか、地球外の“あつる生命”はどのような物質から成るのかといった知見が必要となる。我々は、地球や生命の起源のシナリオを実証料に基づいて構築し、地球外サンプルのもつ意味を理解して地球外生命に迫ることを目的とし、理論と実証が連携関係を構築する。



図1 惑星の形成過程の条件の違いが多様な表層環境を生み、そこでの独自の有機物の生成が生じることを示すイメージ図。各段階に対して、それを実証する太陽系探査が計画されている。

誰がこの国際共同研究を行うのか（優れたグループによる国際共同研究体制）

本研究では、図2のような国際共同研究の枠組みを構築することで、基礎研究からなる理論と太陽系探査による実証の両輪体制を構築する。まず、理論については、世界トップレベル研究拠点(WPI)の東京工業大学・地球生命研究所(ELSI)を中核とし、これを補強する海外トップ拠点(コートダジュール天文台、ニールス・ボーワ研究所等)と国際連携する。ELSIでは天文学から生物学までの分野融合を10年に渡って醸成させ、世界をリードする成果を次々と開花させた高い実績がある。一方で、探査を中心とした実証に関しては、日本・JAXAが世界をリードする「はやぶさ2」等の小天体探査の主要メンバーを中心として、日本単独ではまだ行うことの難しい火星本体や木星や土星の氷衛星の探査について、NASAジェット推進研究所を始めとする海外トップ宇宙拠点と強力な国際連携を構築する。具体的には、JAXAでは「はやぶさ2」の帰還サンプルの分析などを行い、海外宇宙機関では、探査データを解析する、一大国際研究ネットワークを構築する。

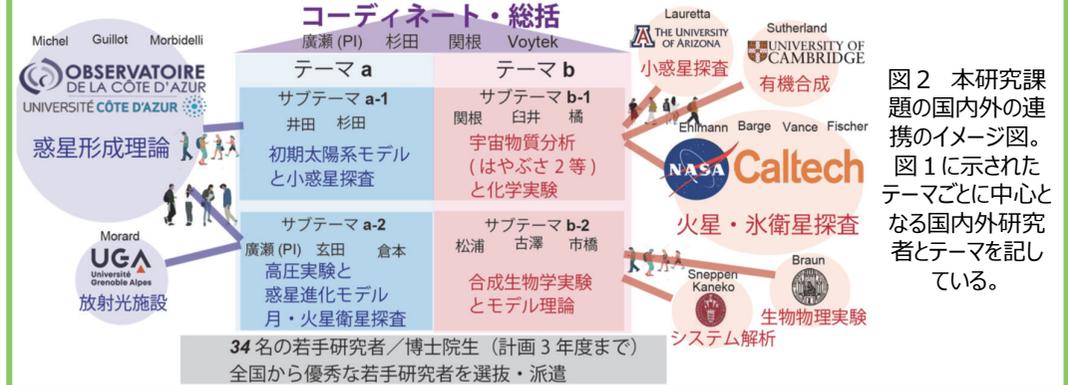


図2 本研究課題の国内外の連携のイメージ図。図1に示されたテーマごとに中心となる国内外研究者とテーマを記している。

どのように将来を担う研究者を育成するのか（人材育成計画の内容）

本研究には11名の研究代表者・分担者以外に、少なくとも計画2年度目までに34名の若手研究者・博士課程院生が研究協力者として参画し、その後も平均30名の若手が参画する。それぞれが図2、3の研究課題(a-1)～(b-2)に対応した海外連携先に長期派遣され、国際的に高い学術的な価値のある成果の創出を行う。これに加えて、海外拠点からも5名程度の日本への渡航を支援して効果的に人材交換を行う。

さらに本研究計画では、分野全体のさらなる国際化・研究水準の高度化のため、代表者や分担者の所属機関に留まらず、広く全国から優秀な若手を集め、海外連携先に長期派遣する。具体的には、関連学会の若手奨励賞や学生賞の受賞者を中心にこの機会を広く呼び掛け、若手の研究を国際展開する長期滞在をサポートする。加えて、我々は所属機関(東工大ELSI、JAXA宇宙研)にデュアトラック教員ポストを準備しており、本研究課題で高い成果を挙げ、国際的に活躍する若手研究者の自立をサポートする。このポストを利用して、国際的な研究コミュニティの中核を担う研究者の育成と、その基盤の中長期的な維持発展につながる体制を構築する。これによって、図3のような天文学・地球惑星科学から、化学・生命科学までがひとつなぎに連携した研究グループを構築し、既存の学術分野の枠にとらわれず、これを打ち破って新しい知の地平線を開拓できる国際的な人材を育成していく。



図3 本研究課題の各テーマとそれぞれの連携を示した図。各テーマが連携することで、既存の学術分野の枠を超える人材を育成する。

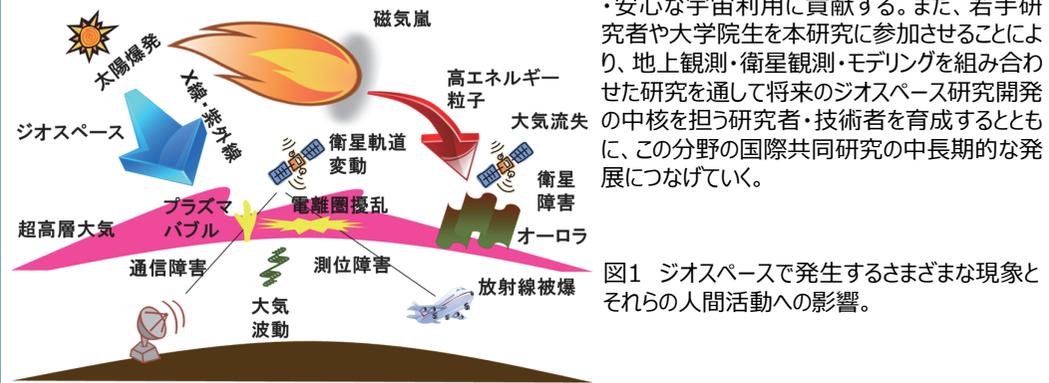
## 国際地上観測網と人工衛星観測・モデリングに基づく ジオスペース変動の国際共同研究

	研究代表者	名古屋大学・宇宙地球環境研究所・教授 <b>塩川 和夫 (しおかわ かずお)</b> 研究者番号：80226092
	研究課題 情報	課題番号：22K21345 研究期間：2022年度～2028年度 キーワード：ジオスペース、宇宙天気予報、オーロラ、プラズマバブル、電離圏

### この国際共同研究の重要性・面白さは何か（研究の目的と意義）

#### ●研究の概要

地球のまわりの宇宙空間（ジオスペース）とそれにつながる超高層の地球の大気は、国際宇宙ステーションや測位・通信衛星が飛翔し、人類の宇宙利用のために広く使われている空間である。この領域は、太陽から常に吹き付けている高速プラズマ流（太陽風）や、気象現象など対流圏の変動から伝わってくる大気波動によって、常に大きく変動している。地球規模で発生するジオスペースの変動を理解し、その変動を予測していくためには、国際共同による研究観測が必須である。本研究では、日本が保有する世界に他に類を見ないジオスペース・超高層大気の国際地上多点ネットワーク観測網と、ジオスペースを飛翔する日本や欧米の最新の科学衛星による観測グローバルなモデリングを組み合わせ、ジオスペース変動研究とその予測のさらなる国際化・高度化をはかり、安全



・安心な宇宙利用に貢献する。また、若手研究者や大学院生を本研究に参加させることにより、地上観測・衛星観測・モデリングを組み合わせた研究を通して将来のジオスペース研究開発の中核を担う研究者・技術者を育成するとともに、この分野の国際共同研究の中長期的な発展につなげていく。

図1 ジオスペースで発生するさまざまな現象とそれらの人間活動への影響。

#### ●研究の動機と手法

ジオスペースの研究手法には、地上からのリモートセンシングと人工衛星による直接観測がある。地上観測は各種の物理量のモニタリングを可能にするが、遠方からのリモートセンシングであるために計測にはさまざまな制約がある。一方、人工衛星はその場のプラズマや電磁場を直接計測できるが、一つの場所にとどまることができないので、時間変化と空間変化を区別することができない。ジオスペースの変動を理解するためには、この両者を組み合わせて図2のように総合的な計測を行うとともに、数値シミュレーションなどのモデリングを組み合わせることで観測の不足を補い定量的な評価を行うことが求められているが、そのような研究は、人的資源の不足や多種多様なデータを統合的に扱うことの難しさから、これまで十分に行われていなかった。

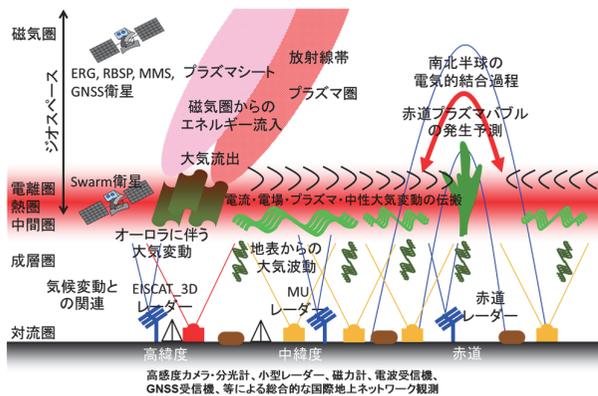


図2 ジオスペースの変動とそれらを計測する本研究の国際地上ネットワーク・人工衛星の観測機器・領域。

### 誰がこの国際共同研究を行うのか（優れたグループによる国際共同研究体制）

本研究の提案主体である名古屋大、京都大、九州大、国立極地研究所のグループは、図3に示すように世界で他に類を見ないグローバルで総合的なジオスペースの国際地上観測ネットワークを有し、これを運用している。本研究では、この国際地上観測ネットワークを日本側の柱として、海外共同研究者(Co-I)のStolle教授(ドイツ)を中心として欧州宇宙機関ESAが運用している電離圏探査衛星(Swarm)、海外Co-IのKistler教授(米国)を中心として米国航空宇宙局NASAやESAが運用しているジオスペース探査衛星(RBSP, MMS, FAST, Cluster)、JAXAが打ち上げて運用しているジオスペース探査衛星(ERG)などの人工衛星観測と、海外Co-IのLu博士(米国)を中心として米国で開発されている熱圏電離圏モデル(TIEGCM)、日米共同で開発されてきた放射線帯粒子モデル(RAM)などのモデリングを組み合わせた国際共同研究を推進する。これにより、地上・衛星観測、モデリングの三位一体の研究を通してジオスペース変動の理解と予測を推進するとともに、安全・安心で持続的な宇宙開発・宇宙利用に貢献していく。

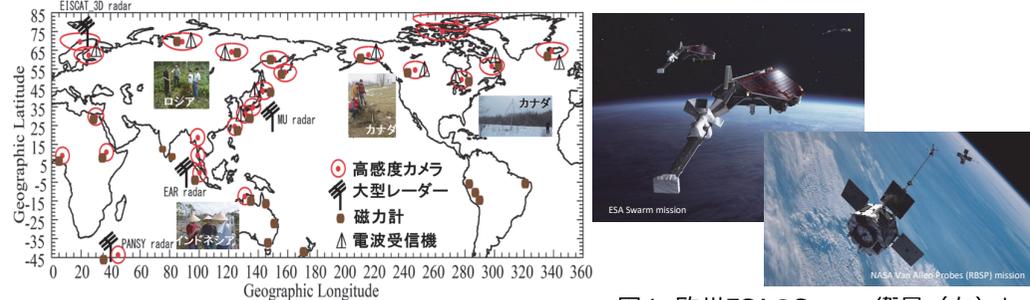


図3 日本が運用する国際地上観測ネットワークの観測点。

図4 欧州ESAのSwarm衛星(左)と米国NASAのRBSP衛星(右)。

### どのように将来を担う研究者を育成するのか（人材育成計画の内容）

#### ●国際的な人材育成

本研究では、新たに雇用するポスドク研究者5名を含む10名の若手研究者、11名の大学院生が参加する予定である(令和4年度採択時点)。さらに本予算を使って、博士後期学生8名を新たにリサーチアシスタント(RA)として国際公募し雇用することで、経済負担の心配なく博士後期課程の研究に専念できるようにして、若手の研究人材を増やしていく。これらの若手研究者や大学院生が海外Co-Iや海外研究協力者の研究機関に滞在することで、地上のみならず衛星観測とモデリングという異なる視点から研究課題にアプローチできる広い視野を持って自立した研究者を育成する。また、海外Co-IのKistler教授は、クロスアポイントメントで名古屋大学に毎年数か月滞在し、日本での人材育成にも貢献する。さらに若手研究者や大学院生を海外でのフィールド観測に参加させることにより、フィールド観測を武器とした研究者を育てる。また、国際組織SCOSTEPと連携し、定期的に国際スクールを開催して国際的な人材の発掘と育成を行う。さらに日本から派遣するだけでなく、関連海外機関に所属している大学院生や若手研究者の日本への招聘も行い、将来の国際共同研究の礎とする。

表1 本研究で予定している国際人材育成プログラム。

	人数
PD研究員雇用	5名/年
博士後期学生のRA雇用	8名/年
海外派遣(3か月—1年間)	2人年/年
海外からの招聘(3か月間)	5名/年
海外フィールド観測	5名/年
年あたり合計	25名/年
初年度除く6年間合計	150人年



図5 研究代表者らが2018年にインドネシアで開催した国際スクールの集合写真。

動的要素効果デザインによる未踏分子機能の探究

	研究代表者	名古屋大学・物質科学国際研究センター(WPI)・教授 <b>山口 茂弘 (やまぐち しげひろ)</b> 研究者番号：60260618
	研究課題情報	課題番号：22K21346 研究期間：2022年度～2028年度 キーワード：元素効果、触媒、機能マテリアル、バイオ機能

この国際共同研究の重要性・面白さは何か（研究の目的と意義）

●元素の個性を生かしたトータルデザインにより分子の機能を追求

この国際共同研究では、現代社会の持続的な発展への化学からの貢献を目的に、有用物質の高効率合成を実現する触媒の開発、材料科学や生命科学に革新をもたらす機能マテリアルの創製、さらには生体分子システムの機能制御を標的に掲げる。本研究の面白さ・強みは、元素の個性に着目した高度な分子デザインにある。元素の個性を決定づける種々の要素（元素効果）が、機能の発現が求められる環境やエネルギー状態において、どのように変化し、相互に関わりあって分子の機能につながるのかをトータルに理解することは、化学の本質的な課題である。本研究では、元素効果のダイナミックな変化と分子機能との関わりを深く理解し、その変化を統合的に考える「動的要素効果デザイン」をもとにした学際的融合研究により、触媒、機能マテリアル、バイオ機能の追求に挑む。

●三つの空間／エネルギー状態を対象に、新分子技術の創出に挑戦

鍵となる元素効果のダイナミックな変化の様相は、標的とする分子機能により異なる。触媒機能の追求では、遷移状態での反応活性空間が対象となる。その精密設計をもとに、高活性触媒の創出に挑む。特に光の活用に取り組み、光で駆動される革新的な有機触媒や光半導体触媒の開発により、カーボンニュートラルの達成へ貢献する。また、機能マテリアルの開発では、分子機能の中でも特に光機能に焦点をあてる。鍵となる励起状態空間での元素効果を最先端の量子化学計算により理解するとともに、合成化学を組み合わせたアプローチにより、秀逸な光機能分子を創出する。ここでの重点課題は、多様な元素を組み込んだヘテロ電子系の開発である。得られる分子を、有機発光デバイスや蛍光イメージングへ応用し、その有用性を実証する。さらに、従来材料では実現できない分子機能の獲得を目指し、特異なナノ空間の活用に取り組む。その対象として、金属-有機格子（MOF）や、タンパク質の疎水ポケットに着目し、新たな機能の付与や制御を目指す。

●学際的なアプローチによる分子デザインの学理構築

本研究は、前人未踏の物質変換や、細胞内現象の超高精度可視化、生体機能の人工制御等を可能にする点で先端性を有する。加えて、対象となる空間やエネルギー状態に個別的な、そして究極的には、それらを超えた「動的要素効果デザイン」の学理の確立を目指す。このアプローチの実現には、物質創製の土台となる合成化学と、深い理解を与える高精度量子化学計算に加え、新たな分子機能を生み出すために触媒、光化学、材料化学、タンパク工学、生物化学などの多分野の学際的な組み合わせが必要であり、これらの広範な領域をカバーした研究チームを組織した。本研究では、各々の分野で世界を牽引する研究グループが、若手研究者が介在する形で融合に取り組むことにより、この統合的な研究課題の達成に挑む。

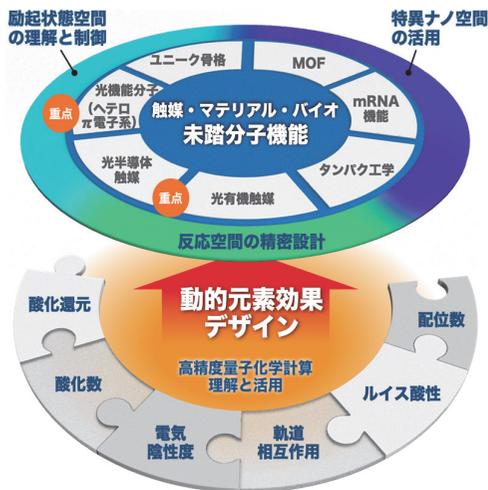


図1 分子特性を決定づける元素効果の動的変化の理解と活用（動的要素効果デザイン）による挑む触媒・マテリアル・バイオ未踏機能の創出

誰がこの国際共同研究を行うのか（優れたグループによる国際共同研究体制）

●歴史と実績に裏付けられ、かつ刷新された研究グループ

本国際共同研究では、名古屋大学の物質機能を基盤とする8研究グループと、ドイツ・ミュンスター大学、スペイン・カタロニア化学研究所（ICIQ）、ドイツ・フランクフルト大学の研究者を結集させ、総勢20グループからなる国際研究体制のもと、「動的要素効果デザイン」という統一的な視点から革新的な機能分子系の創出に挑む。この研究グループの強みは、確固たる連携の歴史に裏付けられている点である。名古屋大学物質科学国際研究センターとミュンスター大学有機化学研究所とは、これまで20年来の強力な連携の実績を築いてきた。ドイツ人学生受入総数70名をはじめとする双方向的な人材交流は、80報近い国際共著論文として結実してきた。この偉大な伝統を引き継ぎつつも、本研究で標的とする触媒・マテリアル・バイオ機能の学際的 pursuit に最適になるように、物質機能研究や理論研究で実績を持つ研究者や新進気鋭の若手女性研究者を加え、メンバーを従来から刷新した。この新陣容は相補性が高く、新骨格創製からその有用性の実証までを含めた融合研究を一気通貫に効果的に展開できる。加えて、光駆動触媒およびヘテロ電子系の創製で世界をリードするICIQの研究者とフランクフルト大の研究者が加わることで、これらの重点課題を強力に推進する体制を整えた。

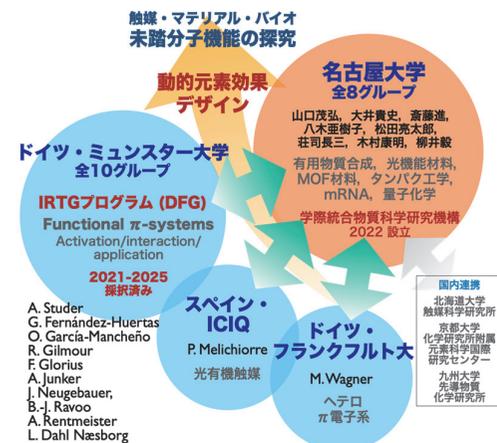


図2 総勢20グループからなる国際共同研究体制

どのように将来を担う研究者を育成するのか（人材育成計画の内容）

●実践的な国際研究経験をもとにした人材育成

本研究には、常時6名の博士研究員・特任助教と、18名の博士学生が参加する。本経費で雇用する若手研究者は、3,4年の期間を前提に研究テーマを設定し、名古屋大学と相手国とを研究ステージに合わせて1年程度の単位で行き来しながら融合研究を進める。また、博士学生の人材育成では、3ヶ月程度の派遣を博士論文研究の進捗に合わせて実施する。単なる共同研究ではなく、若手研究者や博士学生が名古屋大学／海外機関の両方のグループに属する形で融合研究を進めることが、研究の加速においても、また人材育成の観点でも鍵になる。博士研究員・特任助教3名／年、博士学生6-8名／年の中長期派遣を行う。この研究の実践的推進以外に、以下の取組により、人材育成を支援する。

- 若手共創研究提案の募集：採択者には研究費を支援し、自立性を涵養。
- 日独バディ制度：毎年6名のミュンスター学生が6ヶ月ずつ滞在するという双方向性の交流体制が確立できている。それらの学生と名古屋大学生とがタッグを組んで研究に向かうバディ制度を実施。
- チュートリアルコースの開催：異分野の考え方や課題・手法を学ぶ。
- 海外PIとの1on1ディスカッション：ジョイントシンポジウム時に実施。主体性を育み、融合研究を常に考える機会を提供。

●国内の大学間連携事業とも相乗的に推進する

本国際共同研究は、2022年に名古屋大学に設立した「学際統合物質科学研究機構」の国際連携の中核事業として推進する。この組織は、名古屋大学と、北海道大学触媒科学研究所、京都大学化学研究所附属元素科学国際研究センター、九州大学先端物質化学研究所との連携を加速させることをミッションとしている。この事業と相乗的に進めることにより、研究の学際的展開を強化するとともに、若手人材のより複眼的な育成につなげられる。若手共創ワークショップ等への参加を通して、北海道大学、京都大学、九州大学を含めた4大学の若手研究者と交流・切磋琢磨する機会も提供する。

スーパーBファクトリー研究による素粒子物理学フロンティアの開拓と若手研究者の育成

	研究代表者	名古屋大学・素粒子宇宙起源研究所・教授 <b>飯嶋 徹 (いじま とおる)</b> 研究者番号：80270396
	研究課題情報	課題番号：22K21347 研究期間：2022年度～2028年度 キーワード：素粒子（実験）、素粒子（理論）、加速器、粒子測定技術

この国際共同研究の重要性・面白さは何か（研究の目的と意義）

●世界最先端の加速器実験で「消えた反物質の謎」の解明に迫る

物質を構成する基本粒子には電荷を逆転させた**反粒子**（例えば電子に対しては陽電子）が存在し、138億年前の宇宙誕生時には、ビッグバンの莫大なエネルギーから粒子と反粒子が同数作られたはずである。ところが、現在の宇宙は物質（粒子）で構成されており、反物質（反粒子）は見当たらない。どのようにして反物質は消えたか？ 我々は、茨城県つくば市の高エネルギー加速器研究機構（KEK）で**スーパーBファクトリー（SuperKEKB/Belle II）**実験を進め、この「消えた反物質の謎」の解明を目指す研究を進めている。この研究の先駆けとして、私たちは、KEKのBファクトリー実験（1999年開始）において、B中間子と呼ばれる粒子と反B中間子の崩壊の違い（**CP対称性の破れ**）を発見した（2001年）。そして、その違いが素粒子標準理論に組み込まれている**小林-益川理論**の予言どおりであることを検証し、これが両氏の2008年ノーベル物理学賞受賞につながった。しかしながら、見つかった対称性の破れは小さすぎて消えた反物質の謎を説明できていない。この説明には**標準理論を超えてさらに初期の宇宙を描ける新しい物理理論**が必要と考えられる。

現在私たちは、実験装置の性能を大幅に増強したスーパーBファクトリー実験を進め、標準理論を超える新しい物理の探究を進めている（2019年に本格的に始動）。この実験で用いるSuperKEKB加速器では、「**ナノビーム衝突**」と呼ばれる極小サイズの電子ビームと陽電子ビームを衝突させる画期的な衝突方式により、世界最高の衝突性能（**ルミノシティ**）を更新中である。そして、衝突点に設置されたBelle II実験では、今後約10年間に先行実験の50倍に達する大量の**B中間子やタウレプトン**の崩壊データを収集し、標準理論からのズレや標準理論では起こらない現象の観測による新物理の証拠の発見を目指している。

本研究では、この目標を達成するために、国内外の実験-加速器-理論研究者の協力により、同実験の衝突性能を究極的に高めるとともに詳細なデータ解析と理論的な考察を進めてゆく。そして、新物理の証拠を発見するとともに、それがどのような新しい物理理論で説明できるかを探っていく。こうした研究により、これまでよくわかっていなかった**初期の宇宙の姿を明らかにし消えた反物質の謎の解明に迫りたい**。

- 日本発で世界を先導するスーパーBファクトリー
  - 世界最高ルミノシティのSuperKEKB加速器
  - 小林-益川の流れを汲む理論研究
  - 世界最高感度のBelle II 実験

Beyond the Standard Model: 標準理論(SM)を超える物理

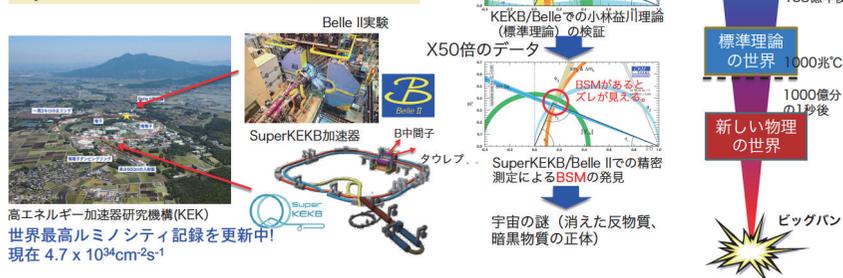


図1 SuperKEKB/Belle II実験における素粒子物理学研究

誰がこの国際共同研究を行うのか（優れたグループによる国際共同研究体制）

●日本がホストする世界有数の加速器国際共同実験

SuperKEKB/Belle II実験は、**世界中の27の国・地域から1100名を超える研究者が集結する世界有数の加速器国際共同研究**であり、加速器の運転は日本のKEKが責任をもって行い、Belle II実験の推進（建設、運転、データ解析）は、参加国がサブ検出器や資金、計算機資源を持ち寄って進んでいる。そして、本研究代表者の飯嶋徹（Belle IIスポークスパーソン）をはじめとする日本の研究者がプロジェクトマネージャー、サブ検出器やデータ解析のグループリーダーを務めるなど**日本が先導する国際共同研究**である。

●本研究で海外研究拠点との双方向の研究交流を強化

実験は日本で行っているが、Belle II 実験の各サブ検出器の開発やデータの解析は全世界的に進んでいる。今後さらに衝突性能を高め、実験結果から新しい理論を引き出すには、世界中の加速器、理論研究者との協力も重要である。そのために、本研究で日本から海外に向かう流れを作り出し、**海外の研究拠点との双方向の研究交流を強化**する。本研究には、研究代表者と分担者6名、研究協力者として若手研究者・大学院生各10数名が参画する。海外からは、フランスのIJCLab、ドイツのDESY、スイスのCERNをはじめとする7カ国18名の研究者、さらに国内研究機関からも18名の研究者が協力して最先端の研究とともに人材育成を進める。



図2：Belle II 国際共同実験



図3 本研究の研究体制

どのように将来を担う研究者を育成するのか（人材育成計画の内容）

●実験と加速器、実験と理論をつなぐ国際的なリーダーの育成

今後の素粒子物理学の発展のためには、実験-加速器-理論の連携を強め、お互いの専門知識を共有するとともに豊かな国際経験をもって将来の国際共同研究をリーダー人材の育成が重要である。

本研究では、そのための人材育成プログラムとして、①**ポストドク雇用**（海外研究機関での研究を推奨）、②**海外若手派遣**（長期：6ヶ月以上、短期：2ヶ月以上6ヶ月未満）を実施し、この際の研究テーマは、それまでの研究をより先鋭化させる（先鋭型）、加速器などの新たな研究テーマにチャレンジするもの（転換型）、実験-理論の連携研究を進めるもの（連携型）が可能な設計としている。さらに③**国内インターン**（2ヶ月以上6ヶ月未満）では、KEKや大学の協力教員がメンターとして協力し、若手が新たな専門性を習得する機会を創出、④**若手プロジェクト研究**により、若手が自ら研究を提案し自身の裁量と責任で進める研究を支援する。こうした人材育成により、**将来の国際共同プロジェクトで日本人研究者が主導的役割を果たせるようになる**。

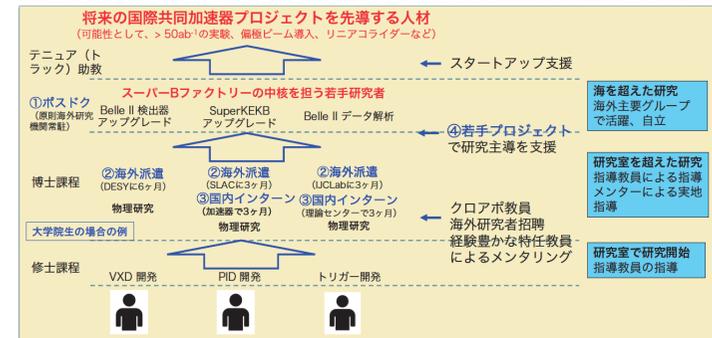


図4 本研究による国際共同研究を先導する人材育成プログラム

触媒概念の融合に基づく分子設計と持続可能な物質変換・材料開発

	研究代表者	大阪大学・工学研究科・教授 <b>林 高史 (はやし たかし)</b> 研究者番号：20222226
	研究課題情報	課題番号：22K21348 研究期間：2022年度～2028年度 キーワード：触媒、酵素、持続可能な物質変換、化学エネルギー源、バイオエコミー

この国際共同研究の重要性・面白さは何か（研究の目的と意義）

●研究の目的と重要性

持続可能な社会における物質変換には触媒は欠くことのできないツールである。特に、安価な原料や持続可能な資源から高機能物質（高分子材料、電子材料、医薬品等）や化学エネルギー源（水素、メタノール等）への変換、高分子（プラスチックやバイオマス）の分解による低分子の有用物質への変換は、今日の合成化学および生物工学における重要な課題であり、その課題解決には優れた触媒や触媒を巧みに扱うプロセス開発が重要である。したがって、これまで化学およびバイオのそれぞれの分野で独自に高いレベルで発展を遂げている触媒開発について、両分野の協働がさらなる大きなインパクトを与えるものと期待される。本研究では、日本とドイツのそれぞれの強みと課題を共有し、化学とバイオの学際的な国際共同研究を通じて、最新の触媒技術を用いた物質変換と材料の開発を精力的に実施するとともに、触媒の学術的概念の融合を目的としている。

●研究の概要

本研究は化学（有機化学、触媒化学、錯体化学、高分子化学）とバイオ（酵素工学、プロセス工学、ゲム工学、医工学）および計算科学や機械学習を巻き込んだ学際領域において、図1に示すような触媒をキーワードとする物質変換や触媒設計、化学エネルギーの生産技術開発、そして生体適合性医療材料の開発を主な目標とした国際共同研究を実施する。ポイントはどの課題においても、化学とバイオが協働することによって、斬新な触媒の創製や持続可能な物質変換に寄与するプロセス開発に展開することをめざす。たとえば人工金属錯体をタンパク質に埋め込む新しい生体触媒の創製や、データサイエンスを駆使した触媒設計や酵素改変、遍在小分子から人工光合成による化学エネルギー源の生産、あるいは微生物と化学触媒を駆使した生体適合性医療材料の開発を実施する。

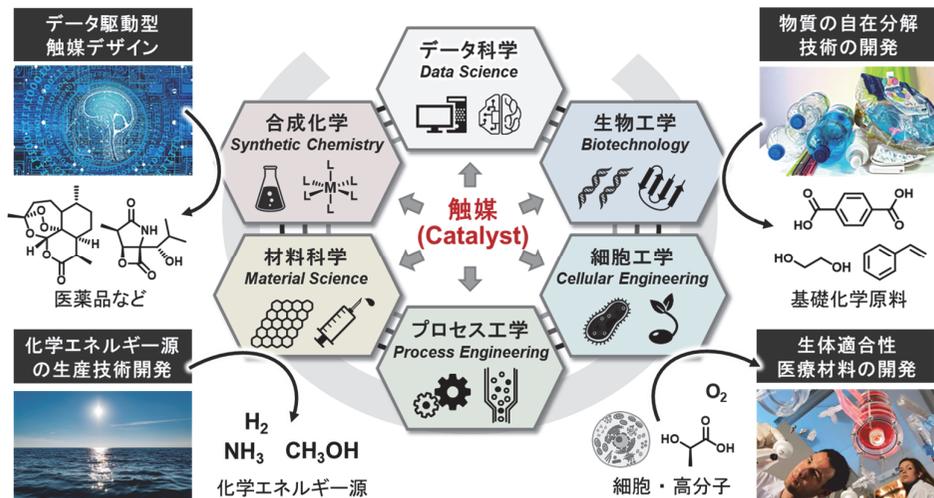


図1 研究全体の概念図

誰がこの国際共同研究を行うのか（優れたグループによる国際共同研究体制）

●本国際共同研究に至った経緯

大阪大学とアーヘン工科大学は、2010年からJSPS日独共同大学院プログラムとDFGが支援するSeleCaプログラムによって、化学とバイオの両分野の研究者が集い、大学院生の交流を中心とした教育プログラムを実施してきた。その結果、プログラム期間内に双方それぞれ30名を超える学生の派遣が行われた。今回の研究課題では、共同研究の推進と若手研究者の育成に焦点をあて、本研究代表者（林）と、ドイツ側のリーダー（Schwaneberg）以外のメンバーはすべて50歳以下の若手で構成されたチームで、次世代に繋がる長期的な共同研究体制を築く。

●共同研究体制概要

図2に示すように、大阪大学側は主に触媒化学や高分子化学を専門とする6名、アーヘン工科大学側は生物工学や計算科学を主に専門とする7名の研究者で国際共同研究を実施する。お互いに専門分野が異なるため、それぞれの専門分野を持ち寄り、異分野・学際分野の研究を軸とした化学とバイオのそれぞれの触媒の概念を融合し、持続可能な物質変換とバイオエコミーに貢献できる成果を共同でめざす。

日本側については、本研究代表者の林は、過去10年で30報を超える国際共著論文を有し、そのうちの1/3は、アーヘン工科大学のグループとの共著である。分担者はそれぞれ若手のリーダーとして国際的にも高く評価されている。ドイツ側もリーダーのSchwanebergは、Bio4MatProと称する企業も巻き込んだ超大型の研究組織を運営し、バイオエコミーを推進している。Herres-Pawlisは、欧州の生物無機化学の若手リーダーとして活躍している。

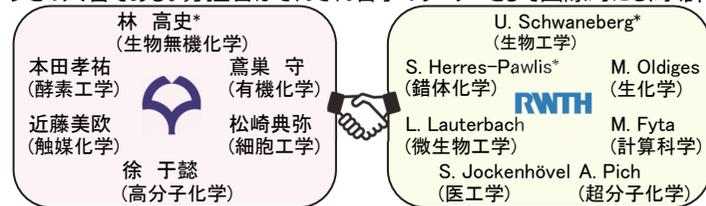


図2 チーム概要

どのように将来を担う研究者を育成するのか（人材育成計画の内容）

●早期キャリア研究者育成の計画

博士研究員を研究期間中に計12名程度雇用し、それぞれ2年程度の長期間アーヘン工科大学の共同研究のパートナー研究室に派遣して、共同研究の推進と、将来の独立研究者をめざす育成を図る。また、研究代表者・分担者に所属する博士後期課程の学生を、研究期間中のべ36名程度アーヘン工科大学に派遣し、グローバル感覚の育成を図る。一方、アーヘン工科大学側からも博士研究者や学生を積極的に招へいする。

●具体的な取り組みの例

- ✓ 研究代表者・分担者と共に研究を遂行している若手研究者（助教・講師等）も、アーヘン工科大学に短期で派遣し、共同研究の打ち合わせと共に、講義やセミナー講演を促す。
- ✓ 大阪大学とアーヘン工科大学間で、本研究課題に関連する若手（博士研究員、博士課程学生、助教等）による「若手研究者ミーティング」を年に3回程度オンラインで開催し、両者の研究発表と共に交流を深める。ファシリテーターも両大学の若手研究者に委ねる。
- ✓ 1年に一回程度、どちらかの大学でジョイントシンポジウムを開催し、博士研究者や学生にも発表の機会を与えて、プレゼンテーションの上達と研究交流の促進をめざす。
- ✓ アーヘン工科大学に派遣する博士研究者については、滞在中に関連国際会議に出席させ、口頭での発表の機会を与える。

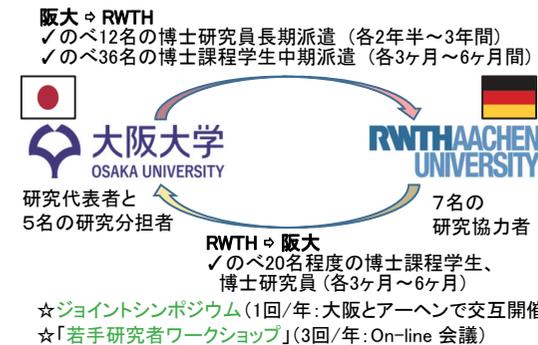


図3 人材交流計画

宇宙における天体と構造の形成史の統一的理解

	研究代表者	国立天文台・ハワイ観測所・教授 <b>宮崎 聡 (みやざき さとし)</b> 研究者番号：20290855
	研究課題情報	課題番号：22K21349 研究期間：2022年度～2028年度 キーワード：銀河、初代星、可視光望遠鏡、持続可能な育成制度

この国際共同研究の重要性・面白さは何か（研究の目的と意義）

●宇宙で最初に生まれた天体に迫る

本研究計画では、宇宙で最初に生まれた星がどのように誕生し、銀河や超大質量ブラックホールを形成し、どのように現在の豊かな構造を織りなすのかという、人類と宇宙の起源を問う根源的な問題を可視光～赤外線の天文観測データを用いて解決するのが目的である。すばる望遠鏡のHSCサーベイ（PI 宮崎）は、10億年前から今日までの宇宙の進化を明らかにする研究において重要な役割を果たしてきた。HSCサーベイの成果は、日本天文学会誌の論文PASJのインパクトファクターを倍増させるのに大きく貢献してきた。今後10年間で、天文学の光学・赤外線観測は劇的に変化する。すばるのような8m望遠鏡は30mの巨大望遠鏡に、2.4mのハッブル宇宙望遠鏡は2021年に打ち上げられた6.5mジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡に引き継がれる。これらの巨大望遠鏡を駆使することで、宇宙で最も遠い（最古の）天体に到達できると期待される。

●次の10年で何をすべきか？

我々はこれまですばる望遠鏡のHSCサーベイという国際共同研究で世界をリードしてきた。HSCサーベイで得たモーメンタムを維持し、世界をリードし続けるためには、これまで培ってきた経験や知識を最大限生かして、米国や欧州が主導する次世代望遠鏡の共同研究に参加することが必要不可欠である。国際先導研究では、次世代望遠鏡にアクセスのある研究機関と密接に関わり、若手を中心に共同研究を発展させ、国際共同研究の中で中核的な役割を果たす人材を育成する。

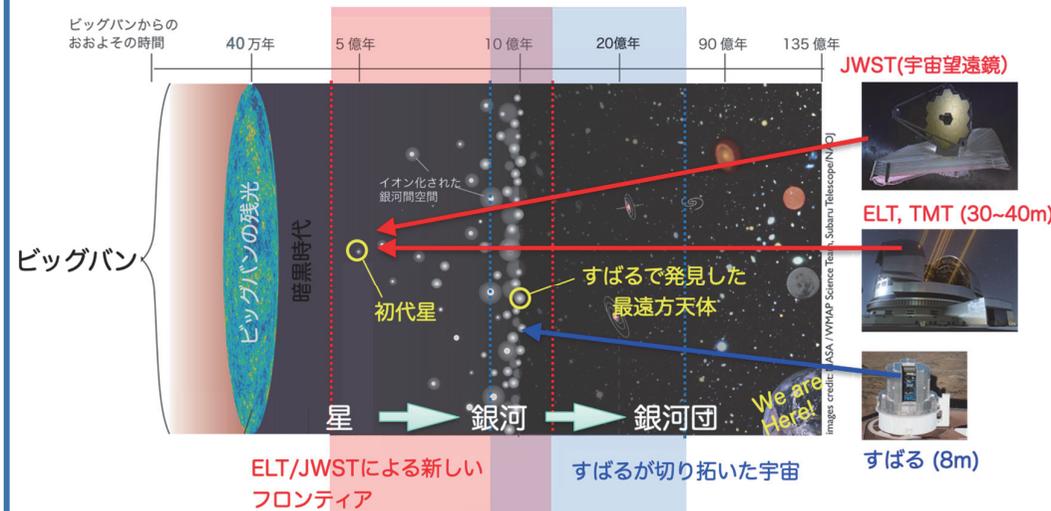


図1 研究の概要図

誰がこの国際共同研究を行うのか（優れたグループによる国際共同研究体制）

日本側のチームは11名のファカルティスタッフで構成されており、全員が豊富な国際共同研究の経験を持ち、観測・理論あるいは装置開発で世界第一線の研究成果を保持している。相手国の研究機関は世界トップレベルの研究機関であり、我々は既に多様な共同研究の実績を持っている。

PI 宮崎(天文台)：全体の監督・助言（HSC PIとしての豊富な経験を活用）



図2 日本側のチームと海外機関との関係

どのように将来を担う研究者を育成するのか（人材育成計画の内容）

我々の若手育成プログラム「M3eX」は、最初の派遣ではシニアメンター（代表・分担者）が若手の研究者と一緒に渡航し、共同研究をサポートする。ここで経験を積んだ若手研究者は、約2年後には若手メンターとして次に来る若手研究者の支援を行う。シニアメンターは徐々に介入の機会を減らし若手同士で育成を循環させる。このような持続可能な育成プログラムにより、代表や分担者が所属する機関以外にも若手研究者を派遣し、日本の天文学コミュニティ全体に波及させる。最終的には長期・短期の滞在を含めてのべ100名程度の若手研究者を滞在させる計画である。

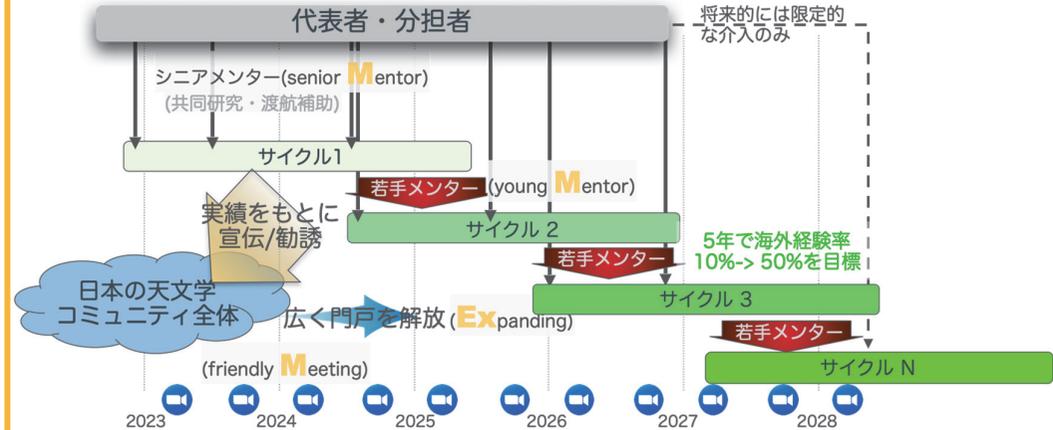


図3 持続可能な若手育成プログラム M3eX

国際協力によるミュオン素粒子物理研究の新展開

	研究代表者 <b>三原 智 (みはら さとし)</b> 研究者番号：80292837
	研究課題 情報 課題番号：22K21350 研究期間：2022年度～2028年度 キーワード：ミュオン、レプトンフレーバー、大強度ミュオンビーム、ミュオン加速

この国際共同研究の重要性・面白さは何か（研究の目的と意義）

本研究では、新たに構築する国際協力体制によりミュオン素粒子物理を強力に推進する(図1)。3つの世界最高感度のミュオン素粒子実験で新物理発見を目指すとともに、大強度・高輝度ミュオン源と測定技術の開発を行い、新物理全容解明を可能にする次世代実験の実現を目指す。一連の研究過程を通じて次世代実験を担う優秀な若手人材の育成も図る。

本研究では、ミュオン素粒子実験を究極の感度で実現し、理論研究と照らし合わせて新物理のシナリオを絞り込み、素粒子物理学の将来を照らす道標を得る。素粒子の振る舞いを精密に測定すると、量子力学の高次効果を通して、遥かに高いエネルギーで起こる未知の現象を垣間見ることができる。これは、量子力学の不確定性関係により許される一瞬だけ、実際より何桁も大きなエネルギーが実現されるからである。

スイス・ポールシェラー研究所(PSI)・東京大学素粒子物理国際研究センター(ICEPP)・大強度陽子加速器施設J-PARCの協力により、ミュオンの荷電レプトンフレーバー数の保存の破れ(cLFV)を世界最高精度で探索する2つの実験(COMET実験・MEG II実験)、異常磁気能率(g-2)と電気双極子能率を超精密測定する実験(g-2/EDM実験)を行う。これらに加えて、より高感度のミュオンの稀過程やミュオンEDMの探索実験の検討やヒッグス粒子を大量に生成し精密測定が可能な新しい計画として正負ミュオンの衝突型加速器実験やミュオン-電子衝突型加速器実験の可能性を検討する。本研究の学術成果、開発する基盤技術、理論的な考察を組合せて、将来計画を具体的に検討することも本研究の目的である。

本研究の研究成果は物質・地球科学研究、原子物理・物質科学研究、半導体ソフトウェア研究など広く応用が可能である。

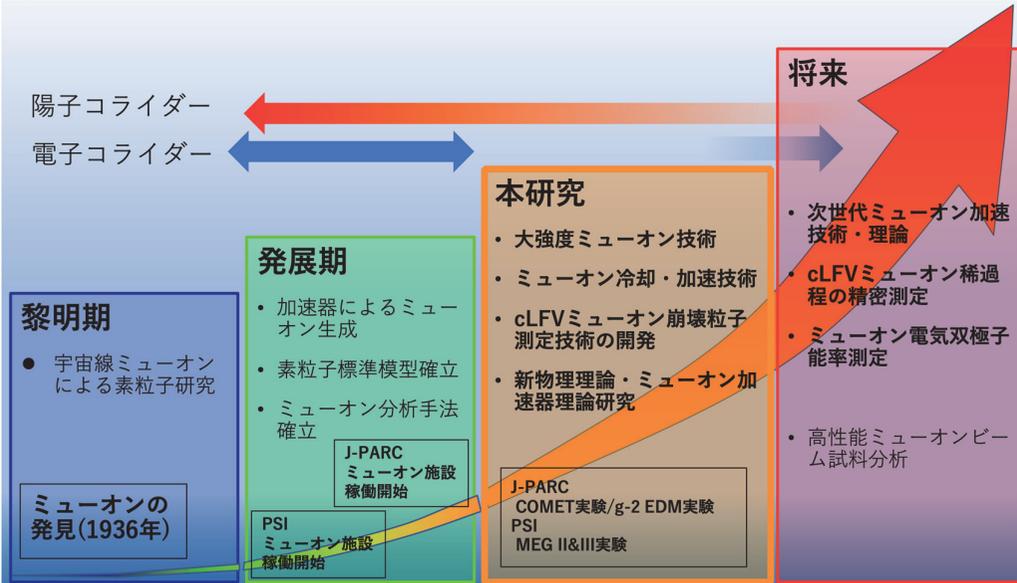


図1 本研究の位置付けとビジョン

誰がこの国際共同研究を行うのか（優れたグループによる国際共同研究体制）

これまでKEK・PSI・ICEPPの3研究機関はミュオンを用いた素粒子研究を牽引してきた(図2,3)。本研究では、これらの機関がタッグを組み、国際的な協力の枠組みを作る。世界最大強度・最高輝度のミュオン源およびその測定技術の開発はこの協力によって初めて可能となる。本研究の基盤アイデアは、これまで進めてきた既存の研究プロジェクトで培われた知見に基づいている。これを現行研究から切り離れた独立研究と位置づけ、若手人材が主体的に進める体制で実施する。若手人材が国際協力により次世代の素粒子研究やその応用に関する技術基盤を形成することにより、分野全体のさらなる国際化の推進と中核を担う研究者の育成を行う。

本研究はミュオン実験の多様性、相補性を駆使して、新物理現象の発見、さらに新物理の全容解明に向け素粒子物理研究の次の段階を目指す。このためグローバルなネットワーク的国際研究をミュオン研究の世界的拠点であるPSIと構築し、基盤技術の開発を行いながら次世代の実験を実現する。

ICEPPとPSIはMEG実験とその後継実験であるMEG II実験を通じて20年来の密接な交流がある。KEKとPSIは2019年に学術交流協定を締結し、2022年4月にはKEKとPSIで研究会も開催した(図4)。この研究会には両研究機関の首脳陣も出席し、今後のKEKとPSIの技術協力の体制を確認した。本研究で直ちに国際共同研究を開始する準備は整っている。



図2 PSI-J-PARCが共同開発したミュオン生成回転標的

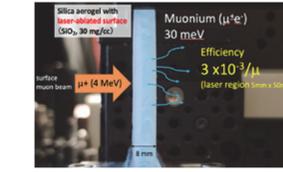


図3 KEKが開発しPSIで使用されたミュオン生成回転標的

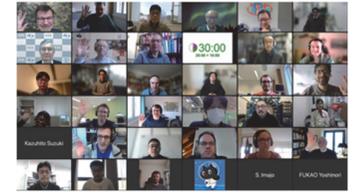


図4 2022年4月に開催したKEK-PSI技術ワークショップ

どのように将来を担う研究者を育成するのか（人材育成計画の内容）

本研究では、共通の実験基盤技術の開発とそれを駆使した実験の遂行、実験結果に関する理論的研究を通じて若手育成、人材交流を図る。国際共同研究の枠組みで研究テーマの立案・実施・発表という一連のプロセスを行い国際性豊かな若手人材を育成する。このために若手研究員を雇用しPSIや欧州の関連機関に長期派遣する。研究を進める上では開発項目それぞれに研究費を配分し、研究員の裁量で研究が推進できる体制を構築する。具体的には、若手研究員をコアとする5-10人程度の研究グループをそれぞれが形成し、日本の大学院生とスイス・ETHチューリッヒ校やイタリア・ピサ大学の大学院生をメンバーとする。若手研究員はスイスに長期滞在することを基本とする。日本からは、東京大学に加えて、国内大学の大学院生がPSIに長期滞在する(図5)。

各開発項目には研究代表者と分担者がメンターとしてチームに参加し助言を行う。研究期間中研究員らは進捗状況と研究成果を国際会議で発表する。本研究では進捗状況を全体で共有する定例の国際ワークショップの開催を予定している。ワークショップではシニア研究者によるチュートリアル講演を行い、大学院生が最先端の技術・研究に速やかに取組める知識を提供する。また、PSIで若手研究員や大学院生を中心とする定例研究発表会や輪講を企画し、英語での議論を習熟させる。このような取り組みにより我が国の中核を担う若手研究者の育成を行う。

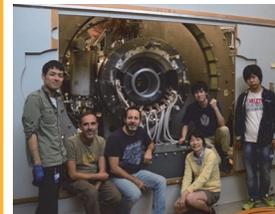


図5 MEG II実験で活躍する若手研究者



図6 3年に一度PSIで開催する素粒子物理の国際ワークショップ(研究代表者・分担者・若手研究者を含む多数が参加)

睡眠の謎に挑む：睡眠神経科学者のグローバルネットワーク構築

	研究代表者	筑波大学・国際統合睡眠医科学研究機構・教授 <b>柳沢 正史 (やなぎさわ まさし)</b> 研究者番号：20202369
	研究課題情報	課題番号：22K21351 研究期間：2022年度～2028年度 キーワード：睡眠、神経生物学、脳機能、創薬科学

この国際共同研究の重要性・面白さは何か（研究の目的と意義）

●本国際共同研究の目指すところ

本国際共同研究は、筑波大学国際統合睡眠医科学研究機構（IIIS）を中心に、神経生物学研究者のグローバルネットワークを構築し、**睡眠の謎**、すなわち**睡眠の存在意義とその制御機構を解明**することを目的としている。睡眠は誰もが毎日経験する行動であり、一生の3分の1の時間を占める。睡眠欲求は本能的なものであるが、その機能や調節機構は実はまだ十分に解明されていない。睡眠は心身の健康を維持するために不可欠だけでなく、睡眠不足が蓄積される（睡眠負債）と、うつ病、肥満、生活習慣病、認知症や癌のリスクまでも高まることが疫学的研究によって証明されている。十分な睡眠は日中の効率的な活動にも重要であるにもかかわらず、日本国民の睡眠不足は労働者人口あたり先進国の中で最悪で、そのために年間1,380億ドルもの経済的損失が発生していると言われている。睡眠に関する医学的、社会的問題を解決するためには、まず、睡眠に関する根本的な疑問に答える必要がある。そのためには、IIISの神経生物学研究者を結集するだけでは不十分で、我々と異なる研究能力や技術を補完し合う世界中の神経生物学者の協力・支援が必要である。そこで、4つの領域にまたがる神経生物学の重層的な国際共同研究体制を構築し、**睡眠の謎の解明**につながるブレイクスルーを生み出し、人々の健康と生活の質の向上につながる社会貢献を目指す。



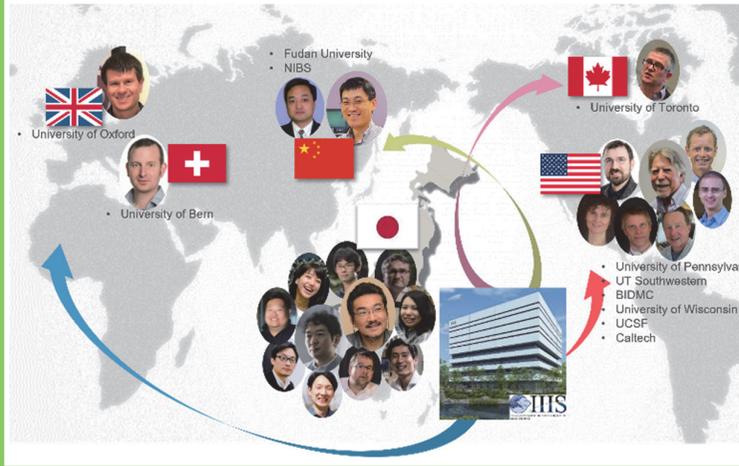
- 睡眠の究極の謎に迫る ～睡眠・覚醒調節機構を分子・細胞レベルで解明～  
海外パートナー：  
Louis Ptacek, University of California San Francisco (USA)  
Zhi-Li Huang, Fudan University (China)  
Robert Greene, The University of Texas Southwestern Medical Center (USA)
- 眠りに導く神経回路を解きほぐす ～睡眠の効果や断眠の悪影響を操作可能に～  
海外パートナー：  
Thomas E. Scammell, Harvard Medical School (USA)  
Antonie Adamantidis, University of Bern (Switzerland)  
Paul Frankland, University of Toronto (Canada)  
David Prober, California Institute of Technology (USA)  
Chiara Cirelli, University of Wisconsin-Madison (USA)  
Vladislav Vyazovskiy, University of Oxford (UK)
- 脳と身体の“意識”に迫る～脳の機能を知ることによって普段の生活を心地よく～  
海外パートナー：  
Giulio Tononi, University of Wisconsin-Madison (USA)  
Qinghua Liu, National Institute of Biological Sciences (China)
- 新しい方法論に挑む ～革新的ツールで睡眠・覚醒制御機構を解体～  
海外パートナー：  
Dirk Trauner, University of Pennsylvania (USA)

図1 IIISの分担研究者とタッグを組む海外パートナーと研究テーマ

誰がこの国際共同研究を行うのか（優れたグループによる国際共同研究体制）

●睡眠神経科学者のグローバルネットワーク

**睡眠の謎の解明**という挑戦に頑強に抵抗している疑問や、最近の知見によって新たに生まれた疑問に答えるために、我々は、睡眠科学の国際コミュニティのあらゆる専門知識を結集して、国際共同研究を計画する。この共同研究は図1にも掲げた神経生物学の4つのテーマ、すなわち、i) 分子・細胞神経生物学、ii) 神経回路・システム神経生物学、iii) 認知・行動神経生物学、iv) 化学神経生物学から構成され、遺伝子、タンパク質（神経ペプチド、受容体、キナーゼ、リン酸化酵素、アダプター、転写因子など）、細胞（ニューロン、基底核細胞など）、脳の核や領域間の神経回路、行動、化学プローブや医薬品など、さまざまなレベルの問



題に、国際的に第一線で活躍している脳神経科学者（図2）とタッグを組み、日本の睡眠研究の底上げも狙う。

国際共同研究実施にあたり、日本側からは図3に示す若手研究者を派遣し、海外パートナーからは、専門的な技術・知識の提供を国際シンポジウムへの招へいやweb会議を介して行う。

図2 海外パートナーとのグローバルネットワーク

どのように将来を担う研究者を育成するのか（人材育成計画の内容）

●日本の優れた若き頭脳を世界へ

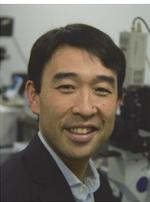
最近のCOVID-19による感染拡大や、世界各地でのテロの影響もあり、海外を行き来する活動がし辛くなった一般的な風潮のなか、研究者においてもその傾向は強く反映され、国内で安定したポジションを得る競争が激化している現状も相まって、海外留学を希望する若手研究者は激減している。しかし、国際的な環境に身を置き、異文化に触れながら切磋琢磨する経験は何事にも代えがたい。海外経験が豊富な研究代表者および分担者らはこの問題を深く受け止め、この国際共同研究加速基金の支援のもとに海外パートナーと強い協力体制を築き、国際的な若手人材育成に全力で取り組む。

具体的には、毎年4名の若手研究者を海外パートナーのラボへ2-3年の期限で派遣する。翌年にはまた新しく4名が留学。3年目には最大で総勢12名を海外に在籍させる計画である。留学中の日本側からのサポートとして、IIISで毎週行われている研究進捗会(WIP)ならびに論文輪読会(Dojo)に留学先から参加させ、研究進捗等の発表の機会を頻繁に与え、定期的なフィードバックを励行する。現時点で、直近の数年間に23名もの若手研究者が派遣希望の意思を示している。



図3 IIISから世界へ羽ばたく若き頭脳

植物生殖の鍵分子ネットワーク

	研究代表者 <b>東山 哲也 (ひがしやま てつや)</b> 研究者番号：00313205
	研究課題 情報 課題番号：22K21352 研究期間：2022年度～2028年度 キーワード：植物生殖、鍵分子ネットワーク、分子科学、大規模データ科学、次世代国際リーダー

この国際共同研究の重要性・面白さは何か（研究の目的と意義）

●実験室（分子科学）とフィールド（大規模データ科学）をつなぐ

植物は地球上の様々な環境に進出して生態系の基盤をつくってきた。様々な環境への進出に欠かせなかったのが生殖様式の進化である。急激な気候変動が進むなか、種多様性および食糧生産の維持のためにも、植物生殖の理解は急務である。

植物の生殖は、栄養成長から生殖成長に大きく切り替わる段階から、生殖系列の形成、受精、個体発生にいたるまで、様々なメカニズムの素過程からなる。それぞれの素過程を遂行するための重要な鍵分子群が植物内に散りばめられ、それらが複合鍵のように次々に機能していくことで、雌雄ゲノムが交じり合った次世代の誕生という扉が開く。この鍵分子群がつくるネットワークを、ここでは「鍵分子ネットワーク」と呼ぶ。鍵分子ネットワークは、進化、適応、育種の過程で変化し、また変動する野外環境においても柔軟に変化する。植物生殖の研究は、1) 分子科学と、2) 大規模データ科学において大きな進展を見せている。ミクロな分子の作動原理と、マクロな自然環境で駆動する植物のシステムが明らかになりつつある。しかしその両者が結びついた例はわずかである。「鍵分子ネットワーク」を解明するため、これら両分野を融合しながら大型研究を推進する（図1）。

●植物生殖の鍵分子ネットワークを解く

本研究の核心的な問いは、「進化、適応、育種の観点から、植物生殖において鍵分子ネットワークを構成する重要な鍵分子とその機能は何か？」という問いである。これまで個別に行われてきた鍵分子の解析を、フィールドでの大規模データ科学との双方向の解析により、鍵分子ネットワークの解明へと繋げる。多くの知見を得るとともに、画期的な技術・装置・データベース・数理モデルを創出する。特に、1)環境応答、2)ゲノム柔軟性、3)細胞間コミュニケーション、4)生殖

発生という、植物ならではの重要な4つの重要課題に注目し、緊密な連携とネットワークングにより研究を推進する（図2）。

これに加え、分子科学の 1)イメージング、2)ケミカルツール、3)構造解析、4)ゲノム編集、大規模データ科学の 5)フィールドサイエンス、6)マルチオミクス、7)モデリングの、7つのテクノロジーユニットを設置し、連携と異分野融合をはかる。日本の強みとも言えるユニークな植物のモデル化も推進する。

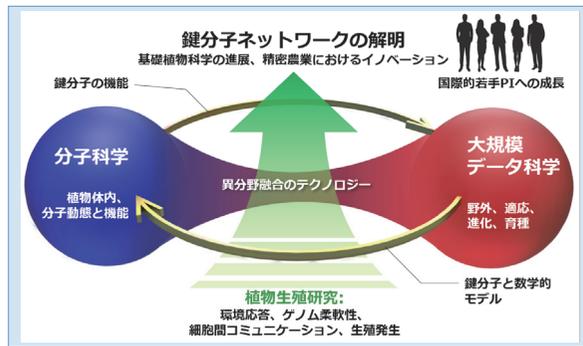


図1 プロジェクト概要

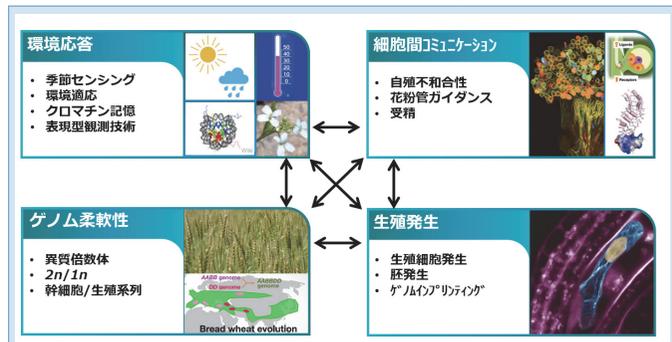


図2 4つの重要課題とネットワークング

誰がこの国際共同研究を行うのか（優れたグループによる国際共同研究体制）

●日欧のトップ研究者達を結集した、強い連携による国際異分野融合研究

日本からは、既に本プロジェクトの枠組みの一部で共同研究を推進する第一線の研究者10名が、PIおよびCo-PIとして参加する。さらに異分野融合を強化するために、ヨーロッパから、東大及び京大との強い連携のあるスイスのチューリッヒ大を柱に、距離的にも緊密な連携が可能な範囲で6か国、8研究機関から、違った強みをもつ第一線の研究者21名が参加する（図3）。日本との強固な連携のもとでプロジェクトを進めるために、日本とヨーロッパに、それぞれ強いリーダーシップを誇る Director と Vice Director を配置するのが大きな特徴である（図3）。

海外のコア拠点としては、スイス・チューリッヒ大（代表 Dr. Grossniklaus (Vice-Director)）、イギリス・ジョンインズセンター（代表 Dr. Dodd）、オーストリア・グレゴールメンデル研究所（代表 Dr. Berger）を設置する。日欧の31名の研究者が、4つの重要課題のユニットと、7つのテクノロジーユニットに参画し、一丸となって国際異分野融合研究を推進する。

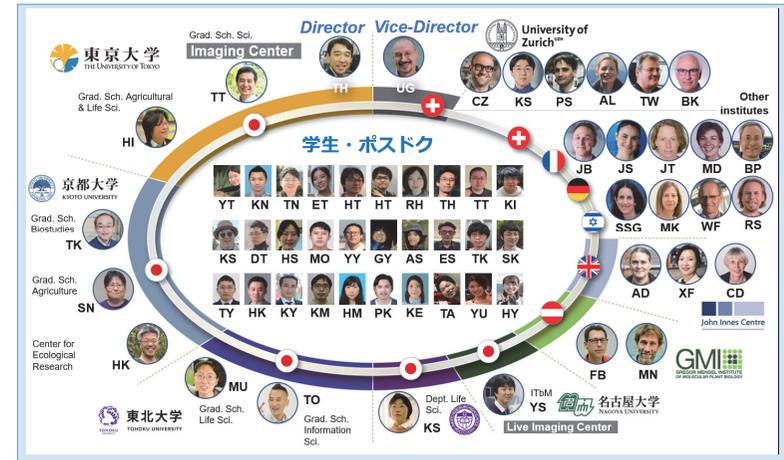


図3 組織構成

どのように将来を担う研究者を育成するのか（人材育成計画の内容）

●人材育成の鍵となる3つの戦略

植田を留学支援センター長に配置するなど、ロールモデルを身近に示しながら多くの優れた人材を育成する。国内PI・Co-PIの男女比は8:2（女性20%）、海外の研究協力者の男女比は14:7（女性33%）であり、様々なキャリアステージのトップ研究者を含むよう組織した。さらに大林を広報センター長に配置し、メンバーの活躍を強力に発信することでビジビリティを向上する。毎年30名の学生・ポストドクが参画し、短期・長期に派遣される。

1)ネットワーク、2)異分野融合、3)挑戦、の3点を人材育成の鍵とする（図4）。「ネットワーク」では、主体性、積極性、PI指向をもたらす大きな原動力とする。学生・ポストドクが、段階を踏みながらネットワークを拡大できるように設計する。ヨーロッパ側の教員やラボメンバーも積極的に日本に受け入れる。これにより国際ネットワークを強化するとともに、学生・ポストドクがシームレスにネットワークを拡大できるようにする。「異分野融合」は、吸収力の高い学生・ポストドクにこそ最適であり、壁を超える力とキャリアアップのチャンスを与える。国内ネットワークを入口に、国内外での泊まり込みで実技も学べるテクニカルワークショップなど複数の学び機会を提供、あるいは自ら企画させ、分子科学と大規模データ科学の両者を駆使できる次世代人材を多く育てる。「挑戦」はPIを目指すうえで鍵となる。本プロジェクト内でin-house grant制度を立ち上げ、新たな取り組みを積極的に促す。本プロジェクトに参画する海外研究者（身分は問わない）との共同研究であることを条件に、異分野融合性を重視して、海外PIとともに重点的予算配分の審査を行う。採択に至らない場合もフィードバックにより成長を促す。

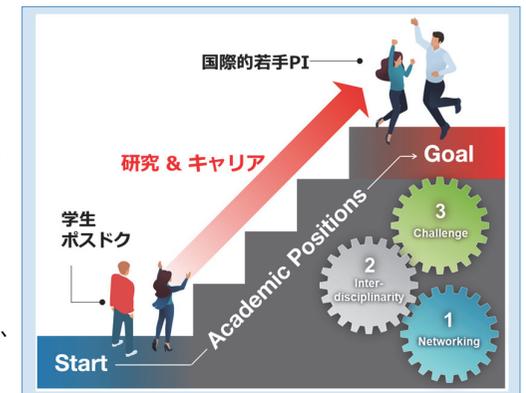


図4 人材育成の鍵となる3つの戦略

記憶メカニズムの多次元解析 nmからメゾスケール/ミリ秒から日スケールまで

	研究代表者	京都大学・大学院医学研究科・教授 <b>林 康紀 (はやし やすのり)</b> 研究者番号：90466037
	研究課題情報	課題番号：22K21353 研究期間：2022年度～2028年度 キーワード：記憶、シナプス可塑性、神経回路

この国際共同研究の重要性・面白さは何か（研究の目的と意義）

我々はほんの一瞬の体験を、何年経っても思い出すことができる。このような記憶の性質は多くの科学者を魅了してきた。記憶を理解するには、空間軸はnmからcmまで、時間軸もミリ秒から日単位という、スケールを跨いだ現象の理解が必要である。そこで記憶を中心とした脳の動作原理の解明という共通の関心を持つ、本邦7研究室とフランスと米国の各機関が集結し「記憶メカニズムの多次元解析 - nmからメゾスケール/ミリ秒から日スケールまで」という共通テーマのもと研究を推進する。

日本チームは、現在最先端をいくシニア研究者および今後活躍が期待できる40代の若手にもかかわらず国際的経験が豊富な人材を含めた。一方、海外拠点としてはボルドー神経科学研究所（IINS）とMax Planck Florida神経科学研究所（MPFI）を選定した。IINSは、特にシナプスのnmレベルの解析で世界最先端を走る。MPFIは、システム神経科学と行動神経科学で高い評価を得ている。

若手研究者を相互に交流させることで、互いに協力し合うだけでなく、頭脳循環を図る。共通の関心を持つ一方、独自のアプローチで補完し合う研究室が一つの傘下に入ることで、相乗的効果が期待でき、この分野への科学的な貢献が得られ、世界的な影響力を持つと期待される。従って、この共同研究を新たなレベルに拡大することで、世界的なインパクトを与え続けることができるのは間違いない。このように本提案は、技術、アイデア、研究者を混合する強力なプラットフォームを確立し、新しい研究の方向性の創出と次世代研究者の育成を触媒するものである。

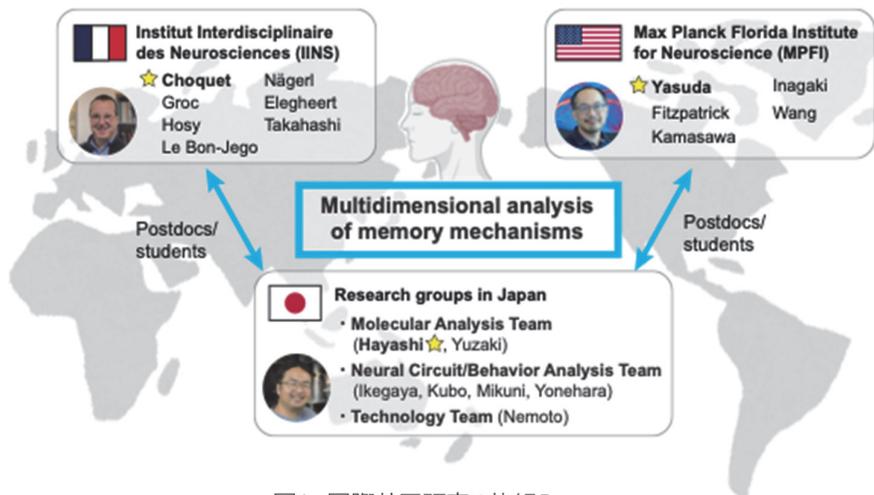


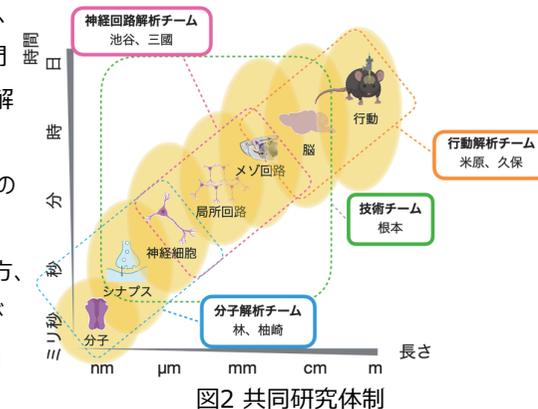
図1 国際共同研究の枠組み

誰がこの国際共同研究を行うのか（優れたグループによる国際共同研究体制）

記憶研究の現状と将来展望を踏まえ、空間軸がnmからメゾスケールまで、時間軸がmsecから日までと、記憶の多次元性を反映した提案をする。7研究室は分子解析チーム（林、柚崎）、回路・行動解析チーム（池谷、久保、三國、米原）、技術開発チーム（根本）に分かれる。分子解析チームはシナプス可塑性のナノスケールの分子機構に主眼を置く一方、新しい分子解析技術を回路・行動解析チームに提供する。神経回路・行動解析チームは、記憶に伴う神経回路の再構成をシナプス可塑性に重点を置き解析していく一方、分子解析チームに対して有用なプローブや操作技術などのアイデアを出す。

IINSはDaniel Choquetら、14名の主任研究員、合計150名のメンバーを擁す。ボルドー大学の一部門であるボルドーニューロキャンパスと連携し、シナプスの解析で業績を上げている。MPFIは、安田涼平とFitzpatrickが主宰し、8名の主任研究員と約80人のスタッフを擁す。

このように3つのチームがそれぞれの研究を進める一方、国際先導研究の枠組みを活かして、国内拠点および海外拠点と相互交流することによって、新しい技術開発と研究を強力に推進する。



どのように将来を担う研究者を育成するのか（人材育成計画の内容）

毎年、参加研究室の学生・ポスドクから選抜された2-3名の長期フェローを2年間派遣・受入れる。また短期（半年間）のフェローを毎年若干名派遣・受入れる。博士課程の学生の場合、卒業に必要な授業をオンラインで受講できるように留意する。毎年公募を行い、運営委員の協議により選考を行う。選考は、応募者の研究計画、面接、指導教官の推薦状、受入研究者の熱意などをもとに行う。現時点では、2年間としているが、進捗状況に応じて延長することも柔軟に対応する。ここでいう学生とは、学生、ポスドク、任期付きでない研究者・教員を含む。

チームの学生およびポスドクが、プロジェクト期間中またはそれ以降に独立したテニュアトラック教員として雇用され、独立した研究プログラムを確立できるよう努力する。メンターをはじめとするチーム内のシニア研究者は、国内外でのテニュアトラック教員への就職活動に対してアドバイスや相談に応じる。研究者が独立した後、研究室を立ち上げるために必要な設備や最低限のランニングコストに相当する資金を提供する。またシニア研究者は若手研究者に高額な機器の利用を提供する。若手研究者は、研究室の立ち上げ段階において、日本チームや海外パートナーの複数のシニア研究者から綿密な指導を受けることができる。メンターとチームの他のシニア研究者は、若手研究者が科学的・経済的に自立できるように、論文や助成金の執筆を支援する。

組織免疫寛容・恒常性導入による自己免疫・炎症性疾患治療法開発

	研究代表者	大阪大学・医学系研究科・教授 <b>竹田 潔 (たけだ きよし)</b> 研究者番号：20309446
	研究課題情報	課題番号：22K21354 研究期間：2022年度～2028年度 キーワード：免疫疾患

この国際共同研究の重要性・面白さは何か（研究の目的と意義）

●免疫系異常による疾患の克服へ！  
外部の病原体等から人の身体を守る免疫系は、アクセルである活性化メカニズムとブレーキである抑制メカニズムのバランスをうまく調節することで機能している。しかし、近年はこの相反するメカニズムの調和がとれず、過剰な活性化メカニズム、あるいは微弱な抑制メカニズムによる異常な免疫状態となることによる疾患が増加している。本国際共同研究では、最先端技術を用いた応用研究・異分野研究を展開し、ヒト免疫機構を解明し、ひいては、活性化と抑制のバランスを取り戻すことにより、現在において治療困難であるヒト自己免疫・炎症性疾患に対する革新的治療法の開発を行う。

●最先端技術により解明するヒトの免疫機構  
これまでの詳細な免疫機構の解明は、マウスを用いて行われてきた。しかし、ヒトの免疫機構は必ずしもマウスと同一ではない。ヒト疾患の克服にはヒト由来試料を用いる必要があるが、これまでの実験技術ではヒトから提供される少量の試料では解析を行うことは不可能であった。近年急速に進歩した次世代シーケンサー技術を用いた単一細胞解析技術およびインフォマティクスによる解析技術により少量のヒト由来試料でも十分な解析が行えるようになった。従って今、ヒト免疫システムを支えるメカニズム研究、それに基づいた治療法開発が、待望されている。本研究では、イメージング技術等の異分野融合研究を進めることで新規メカニズムを解明し、さらにヒト疾患治療法の開発を国際的な研究ネットワークを用いて強く推進する。

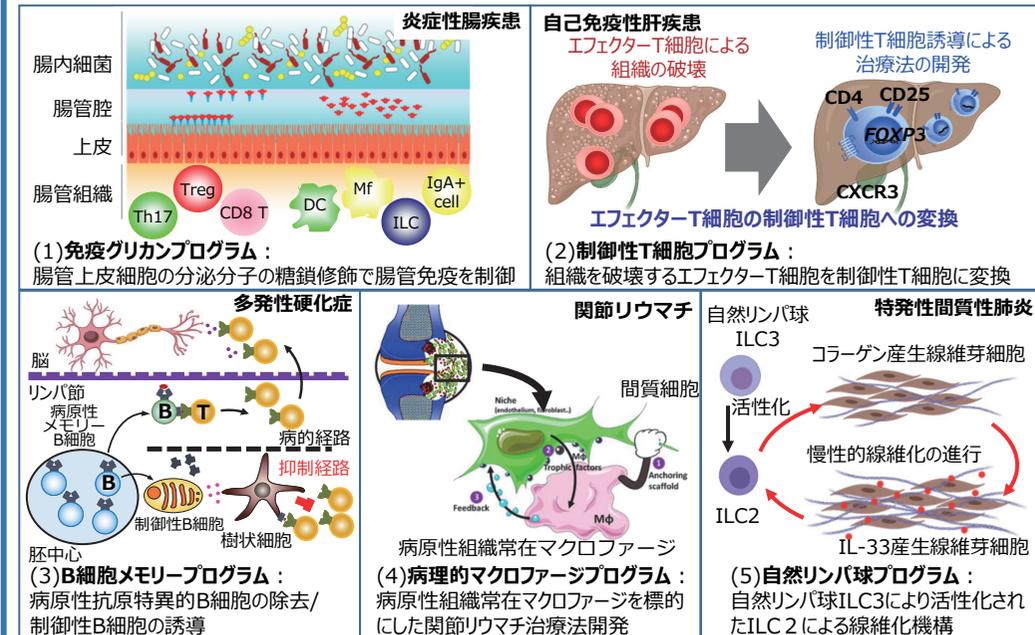


図1 本研究で推進する5つの研究プログラム

誰がこの国際共同研究を行うのか（優れたグループによる国際共同研究体制）

●日本の基礎免疫学研究者と海外の臨床免疫学研究者による国際研究ネットワークによる共同研究推進  
日本側研究者は世界トップレベルの基礎免疫学研究レベルを誇る大阪大学免疫学フロンティア研究センター(IFReC)に所属する基礎研究者であり、主に細胞やマウスなどを用いて研究を行っている。研究代表者である竹田潔は、腸内細菌による免疫制御にこれまで著しい貢献があり、IFReC拠点長として多くの国際研究機関との連携をリードしている。研究グループには制御性T細胞の発見者でありこの分野の世界的権威である坂口志文、メモリーB細胞の先駆的研究者である黒崎知博、新規イメージング法を用いて病的骨破壊細胞を発見した石井優、および自然リンパ球を発見しその機能解明に貢献する茂呂和世が参加している。一方、海外研究者は実際に免疫異常による疾患に苦しむ患者を対象として極めて優れた研究実績をもつ臨床研究者、および日本側研究者とは異なる視点で研究を進める微生物学あるいは基礎免疫学研究者である。本研究では、このような学際的研究を通じて、臨床研究者から患者由来試料の提供を受け、基礎研究者がこれまで実施不可能であった詳細な解析を行う。その解析結果をマウスを用いた実験等を通じて検証し、疾患に関するヒト免疫機構を明らかにし、それを臨床研究に役立てる。



図2 本研究を可能とする大阪大学IFReCを中心とする国際研究ネットワーク

どのように将来を担う研究者を育成するのか（人材育成計画の内容）

日本側研究者では、世界的に優れた基礎研究実績を有する5チームに所属する17名の若手研究者が参画する。これらの若手研究者が次世代の免疫学を担う研究者となるには、多様なアイデア・技術に直接触れることで研究の幅を広げ、多くの人的ネットワークを形成することが必要である。これには海外での研究経験を積むことが望ましく、本研究課題の実施にあたり連携する海外研究機関に長期的に派遣する。日本の所属研究機関と海外連携機関のそれぞれの得意分野や技術の両方取得することによって、唯一無二の研究者として育成する。これにより、若手研究者にとってはキャリア形成の上で大きなアドバンテージとなる。

研究においては、本研究課題に関連する独自研究の実施を推奨し、本研究での研究費の配分を行い、また、積極的な外部資金獲得を推奨し支援を行う。若手研究者を加えた研究グループのミーティングを半年に一度開催し、若手研究者の研究進捗報告を行いシニア研究者によるメンタリングを行う。特に博士研究員に対しては、その自立を促す研究マネジメントの視点を加えたメンタリングを行う。

IFReCではInternational School on Advanced Immunologyを開催している。これは極めて優秀な学生が参加することから、同世代若手研究者の将来にわたる人的ネットワーク構築に極めて有用であるため、積極的な参加を求める。その他のIFReCが提供する渡航費支援、優秀な若手研究者の採用プログラム、独立研究者への登用プログラムを通じて本研究課題における若手研究者の育成を図る。



図3 世界の優秀な若手研究者が集結する International School on Advanced Immunology

国際的なバイオロギング研究の先導による人為起源海洋環境ストレスの影響解明

	研究代表者	国立極地研究所・生物圏研究グループ准教授 <b>渡辺 佑基 (わたなべ ゆうき)</b> 研究者番号：60531043
	研究課題情報	課題番号：22K21355 研究期間：2022年度～2028年度 キーワード：海洋動物、行動、生理、環境応答

この国際共同研究の重要性・面白さは何か（研究の目的と意義）

人間の活動が世界中の海洋生態系を変えている。しかし、海で暮らす動物たちがどのような影響を受けているのか、現場の状況を知るのには難しい。近年、動物の体に小さな計測機器を取り付ける「バイオロギング」と呼ばれる手法が発展し、動物の環境応答を現場で調べることが可能になった。この研究では、海生哺乳類、海鳥類、ウミガメ類、大型魚類などに計測機器を取り付け、行動パターン、体内の状態、周囲の環境を詳細に計測する。代表的な5種の海洋環境ストレス（水温上昇、海氷減少、貧酸素化、海洋汚染、海中騒音）に対し、研究にふさわしい動物を選んで機器を取り付け、データを取得する。動物の繁殖成功率、リモートセンシングによる環境計測など、バイオロギング以外の手法で得られた情報と組み合わせ、解析を行う。この研究の目的は、個々のストレスおよび複数のストレスの相互作用が海洋動物や生態系に与える影響を明らかにすることである。

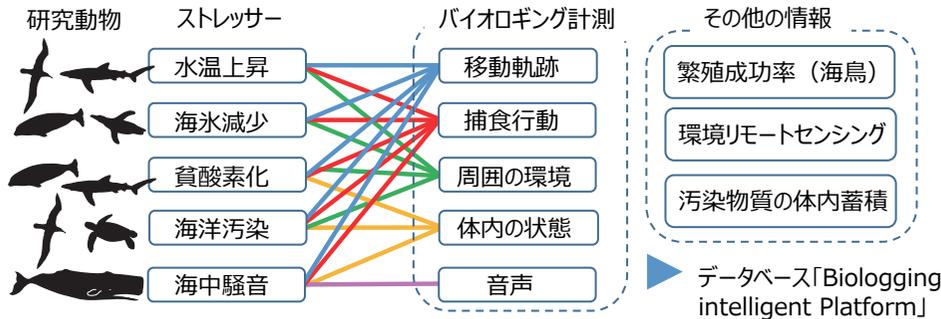
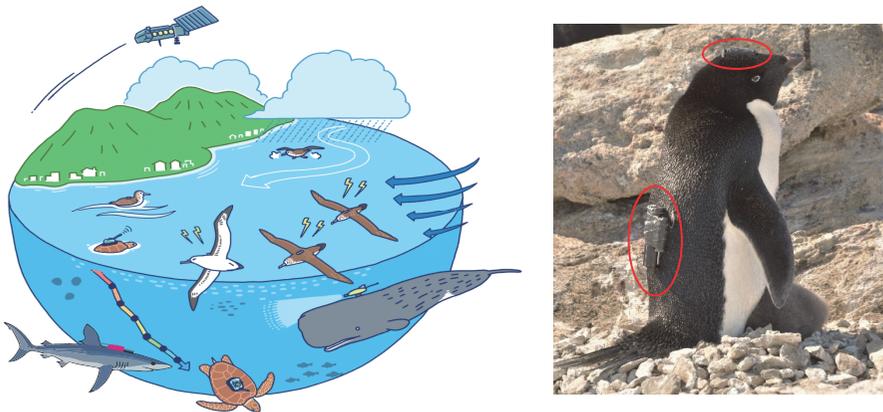


図1 様々な海洋動物に計測機器を取り付けて環境応答を計測する

誰がこの国際共同研究を行うのか（優れたグループによる国際共同研究体制）

バイオロギングの分野で世界をリードする渡辺佑基（国立極地研究所）がこの研究を主導する。研究分担者として、同じくバイオロギングの分野で顕著な業績があり、しかし研究対象動物や専門知識が互いに異なる高橋晃周（極地研）、佐藤克文（東京大学大気海洋研究所）、坂本健太郎（東大大海研）、青木かがり（東大大海研）、庄子晶子（筑波大学）が参画する。バイオロギングの機器開発担当として、高橋英俊（慶応義塾大学）が参画する。それに加え、毎年、日本の大学院生とポスドク研究員計21名程度の参画を予定している。海外共同研究者として、米国、カナダ、英国、フランス、オーストラリアから、バイオロギングの分野で顕著な業績のある7名の研究者が参画する。このチーム構成により、ペンギン、アホウドリ、アザラシ、クジラ、ウミガメ、サメなどの様々な海洋動物を、極地を含む世界中のいろいろな海域で調べることができる。



図2 この研究の国際ネットワーク

どのように将来を担う研究者を育成するのか（人材育成計画の内容）

この研究では、日本の海洋環境科学の未来を担う若手研究者を育成するため、7年間で計15名のポスドク研究員を最大3年間の任期で雇用する。雇用期間の一部を、海外共同研究者の所属する研究機関（図2の赤）や関連する野外調査地（図2の緑）で過ごしてもらい、バイオロギングの手法を用いた海洋動物の研究を自主的に進めてもらう。また、博士課程の大学院生も同じように海外に派遣し、現地の海外共同研究者や大学院生とともに研究を進めてもらう。研究チームの広い国際ネットワークと高い専門技術・知識を生かして、日本の若手研究者に国際共同研究の経験を積ませ、その後、テニユア研究職に就くことをサポートする。



図3 ポスドク研究員の雇用計画