



TOHOKU
UNIVERSITY



新領域創成のための 挑戦研究デュオ

Frontier Research in Duo (FRiD)

理事・副学長（研究担当）の挨拶

グローバル化の進展や科学技術の加速的進歩により、現代社会は前例のない変化に直面しています。このようなダイナミックな状況のなか、学術領域においても新しい核形成が起こっています。世界ではEUのHorizon 2020、Horizon Europe等の国際的かつ大規模な共同プロジェクト等が実施されています。このような時代の変革期において、大学では「既成概念の枠を超えた新たな価値の創造」、「新たな研究領域の創成への挑戦」が強く求められております。

本学では、新たな研究推進の取り組みとして、本学のもつ学術の多様性や国際的な活動実績を基盤として、野心的な研究者の自由で独創的な発想による新興・分野融合研究及び世界を先導する研究フロンティアを開拓する挑戦的な研究を支援することを目的とした新たな研究プロジェクト「新領域創成のための挑戦研究デュオ～Frontier Research in Duo(FRID)～」を創設しました。学内公募の中から選定された優れた研究課題に本学の独自財源を使用して研究費を支援することで、将来、世界を先導する新たな研究フロンティアの開拓・新たな研究領域の創成を力強く推進します。

新型コロナウイルス感染症の拡大により、研究活動に影響が生じたことは否めませんが、オンライン等を積極的に活用し、ニューノーマル時代を見据えた新しい研究方法の開発も含め、たゆまない研究活動を行ってまいります。



理事・副学長（研究担当）
高等研究機構長

小谷 元子

研究プロジェクトの概要

支援対象

以下の両方を満たす研究。

- 1 新興・融合研究を分野横断で推進する研究
- 2 10～15年後にトレンドとなり得る研究、若しくは萌芽的な新しいアイデアを生み出すための初期段階にある研究

研究体制

- 1 異なる部局の研究者2～3名を中心に研究グループを構成
- 2 研究グループにおいて研究代表者（主担当）と共同研究者（副担当）を決定
- 3 海外研究機関パートナーを研究協力者に置く

研究期間

5年間

支援内容

研究課題あたり年間500万円～1,000万円を支援



世界を先導する研究フロンティア開拓への挑戦

2019年12月、東北大学は新たな研究領域の創造に挑戦しようとする意欲的な研究課題9件を採択しました。

研究課題一覧

- ▶ 硫黄呼吸の革新的イメージングの開発と応用
- ▶ 神経による腸内フローラ制御を介した健康維持
- ▶ ソフトウェット電極技術に基づく生体イオンロニクス工学の開拓
- ▶ プラズマアグリ ―機能性窒素を活用したサステナブルファーム―
- ▶ ヘリカルスピントロニクスの学理構築
- ▶ 宇宙での生命維持機構の解明に向けた、超小型衛星 Tohoku Univ. Biosatellite Cube (TU BioCube) の開発
- ▶ Quantum Sensing: From Materials to Universe
- ▶ Multi-Sensory Flexible Skin
- ▶ 1 万年間続く持続可能社会構築のための文化形成メカニズムの解明

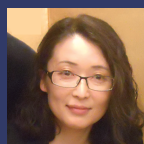
硫黄呼吸の革新的イメージングの開発と応用



研究代表者

医学系研究科

教授 赤池 孝章



共同研究者

加齢医学研究所

教授 本橋 ほづみ



共同研究者

薬学研究科

教授 中林 孝和

海外研究機関 パートナー

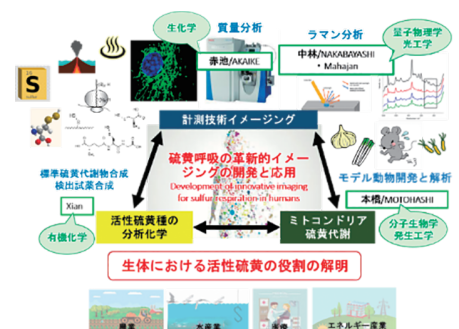
米国 Washington 州立大学 教授 Ming Xian
英国 Southampton 大学 教授 Sumeet Mahajan

生体内に大量に存在している活性硫黄種は、ミトコンドリアにおけるエネルギー代謝において必須の役割を担っている。

タンパク質のシステイン側鎖にも多くの活性硫黄が存在しており、タンパク質の機能発現や機能制御に重要な生理機能を発揮している。活性硫黄研究に立脚して明らかになった新しい生命現象は、生物学・生化学の教科書を書き換えることになる大きな発見であり、生命科学における大変革の端緒となる。

本研究ではラマン分光法を利用して、非侵襲的、非破壊的、かつリアルタイムで、ヒトの生体内の硫黄の代謝状態を評価する最先端の計測技術を開発する。

硫黄代謝イメージングの最先端技術を開発し、生体のエネルギー代謝機能解析を展開することで、根本的な生命のしくみである硫黄呼吸の全容を理解し、人類の健康、疾病および寿命のコントロールを可能にする疾病予防・診断技術や創薬などの治療開発に応用展開する。



最新の研究成果

活性硫黄によるタンパク質劣化防止機構の発見 (2020年1月8日 プレスリリース)

タンパク質中のシステインの活性硫黄によるパースルフィド化が、不可逆的な機能不全からタンパク質を保護していることを明らかにした。本研究は、活性硫黄がタンパク質の劣化を防止するという全く新しい機構を解明したものであり、生化学や細胞生物学・酸化還元生物学等における画期的な発見である。今回の活性硫黄によるタンパク質劣化防止効果の発見により、ヒトにおける老化防止・健

康長寿の確立、および、呼吸器・心疾患、がんなど、酸化ストレスに関わる様々な疾患の診断・予防治療薬の開発が期待される。

本研究成果は、1月1日（現地時間）付で、米国科学誌 Science Advances 誌（電子版）に掲載された。

神経による腸内フローラ制御を介した健康維持



研究代表者

薬学研究科
教授 倉田 祥一郎



共同研究者

生命科学研究科
教授 谷本 拓



共同研究者

農学研究科
教授 北澤 春樹

海外研究機関
パートナー

ドイツ Cologne 大学 教授 伊藤 啓

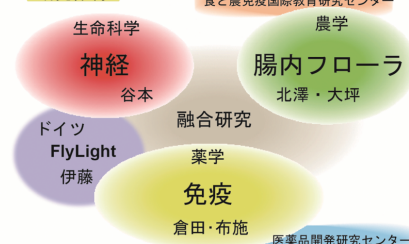
「病は気から」と言われるように、神経系と免疫系との密接な繋がりは、以前より推察されてきた。現に100年ほど前、昆虫を用いて神経系が免疫系に影響を与えていることが示されている (Metalnikov, S. 1924)。しかしその後、神経系による免疫制御に関する研究は、余り進展が見られない。

そこで、近年発展したショウジョウバエの神経操作技術を免疫研究に導入し、腸内フローラを制御することで恒常性 (健康) 維持に関わる神経を同定した。本研究では、この神経による健康維持機構を明らかにし、免疫系の神経支配による恒常性維持機構を明らかにする新しい研究領域を開拓する。そのためには、「免疫」「神経」「腸内フローラ」の研究を融合させる必要があり、本学の3つの研究グループが融合し、目的を達成する。その際、ドイツケルン大学伊藤教授と連携し、「FlyLight」プロジェクトの支援を受ける。

学問的価値

免疫系の神経支配による恒常性維持機構を明らかにする新しい研究領域の開拓

研究体制



最新の研究成果

免疫制御を行う神経回路の構造決定のために、「FlyLight」プロジェクトで作成されたJaneliaGAL4システムを用いたスクリーニングを行った。291システムを用いて、システム毎に異なる神経を抑制したところ、神経抑制によりグラム陰性菌とグラム陽性菌に対する感染抵抗性が低下する系統 (49171系統) を同定した。さらに、同定した神経がどのように腸管免疫を制御し、恒常

性を維持しているかを明らかにするために、腸管において神経に依存して発現が変動する遺伝子を網羅的に解析した。1139遺伝子が同定され、腸内フローラに依存して発現変動する遺伝子もあり、遺伝子発現の観点からも、神経が腸内フローラを制御していることが支持された。

ソフトウェット電極技術に基づく生体イオン트로ニクス工学の開拓



研究代表者

工学研究科
教授 西澤 松彦



共同研究者

病院
特任教授 中川 敦寛



共同研究者

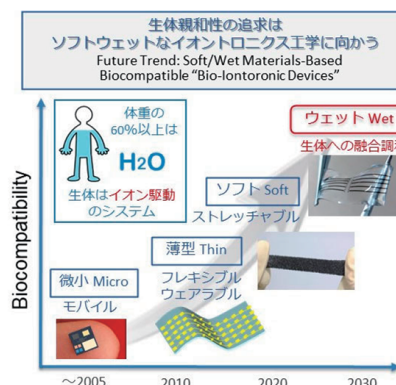
医工学研究科
教授 田中 徹

海外研究機関
パートナー

米国 California 大学 (UCLA) 教授 Ali Khademhosseini
スウェーデン Linköping 大学 教授 Magnus Berggren
中国 北京大学 准教授 Xiaojie Duan ほか

従来の金属-シリコンデバイス (ハード・ドライ・電子駆動) と、生体システム (ソフト・ウェット・イオン駆動) の差異を解消し、構造・機能の調和融合を実現するために、ソフトウェット材料による生体親和性デバイスの製造技術を創成し、生体イオン트로ニクス工学を開拓する。

生体組織のように柔軟なウェット材料であるハイドロゲルのデバイス応用と、酵素反応によるバイオ発電を組み合わせた新機能デバイスの実現がプロジェクトの具体的な目標であり、デバイス工学の15年後のトレンドを先導する成果を発信する。このような「オール有機生体イオン트로ニクスデバイス」の実現に、学内異分野の研究者 (工学・医工学・医学) と世界のトップランナーによる研究体制で臨む。



最新の研究成果

オール有機物のバイオ発電スキンパッチが完成

— 標準モデルの試供と多様なカスタマイズで製品化を目指す (2020年1月29日 プレスリリース)

サンアロー(株)と協力して、酵素によるバイオ発電の機構を搭載したスキンパッチBIPP®を完成させた。皮膚への通電には、水分や薬剤の輸送促進・制汗・疼痛や眼精疲労の緩和などの効果が認めら

れている。オール有機物のBIPP®によって、湿布のような使い捨て日用品としての普及が期待される。9月15日にJ. Phys. Energy誌にオンライン掲載された。

Bio-Iontophoresis Patch (BIPP®)



宇宙での生命維持機構の解明に向けた、「超小型衛星 Tohoku Univ. Biosatellite Cube (TU BioCube)」の開発



研究代表者

生命科学研究所
准教授 日出間 純



共同研究者

工学研究所
准教授 栞原 聡文



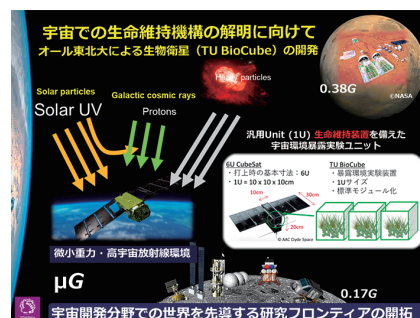
共同研究者

理学研究所
教授 笠羽 康正

海外研究機関
パートナー

米国 Ohio Wesleyan 大学 教授 Chris Wolverton
ドイツ Stuttgart 大学 研究員 Michael Lengowski

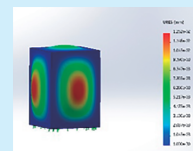
「超小型CubeSat衛星規格」に基づいた汎用Unit (1U) を単位とする生命維持装置を備えた宇宙放射線曝露環境実験ユニット、「Tohoku Univ.Biosatellite Cube [TU BioCube]」を世界に先駆けて開発する。この小型化・標準化によって大学規模でも開発可能な超小型衛星への搭載ペイロード化を容易とし、宇宙実証・実験機会の飛躍的増大を実現する。TU BioCubeは、生きた生物試料を材料に、微小重力、高放射線・高太陽光といった宇宙環境の生物影響を的確に評価できる装置である。この開発は、近い将来地球外環境での居住を目指す人類の生活基盤として必要不可欠な宇宙居住科学のパイオニア的研究を大学規模でも可能とする。本装置の開発は、単に宇宙環境での生物影響研究のみならず、宇宙医学、宇宙環境での生命維持を目的とする装置開発やこれに要する宇宙工学・材料工学などの幅広い発展、さらには国際宇宙ステーションおよび後継施設におけるより有効かつ簡便な生命実験の実現への寄与が期待される。



最新の研究成果

これまでに TU BioCube の概念検討、基本設計に関して、宇宙生命科学研究所コミュニティメンバー、JAXA および複数企業・メーカーとともに実施した。特に主要な要素技術開発項

目である、「Cube 基本構造」、「与圧制御系」、「温度制御系」、「太陽光透過窓」、「生物培養容器システム」、「モニタリング・センサー系」、「生物実験系」に重点をおき進めている。



Quantum Sensing: From Materials to Universe



研究代表者

材料科学高等研究所
主任研究者
Yong P. Chen



共同研究者

電気通信研究所
准教授 大塚 朋廣



共同研究者

ニュートリノ科学研究センター
教授 井上 邦雄

海外研究機関
パートナー

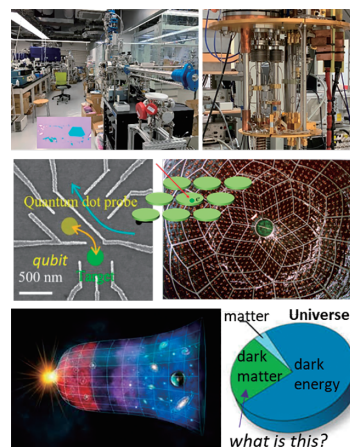
米国 Purdue 大学 准教授 Rafael Lang
助教 Pramey Upadhyaya

Quantum science and technology promise revolutionary advances in many aspects of human life in future. One major focus in this area has been quantum computing based on quantum bits (qubits). However, developing a practical quantum computer with a large number of qubits remains very challenging. One reason is that qubits can be very sensitive to perturbations in the environment. On the other hand, such sensitivity can also be harnessed to turn qubits (even just a small number of them) into powerful “quantum sensors”. Such quantum sensing could offer a more near-term quantum technology (compared to quantum computing) with many useful applications. In this project, we will study quantum sensors --- particularly those based on quantum dots (a platform for qubits), and explore their applications in both materials research (e.g., sensitive measurements of electric and magnetic properties) as well as high energy physics and cosmology (e.g., radiation detection, neutrino research, searching for dark matter and fundamental particles important to understand the universe). The project will bring together researchers from diverse disciplines---ranging from materials science, spintronics to high energy physics---from Tohoku university as well as our overseas partner institution (Purdue University in USA), to develop key scientific capabilities and collaborations to pursue world-leading quantum sensing research.

最新の研究成果

We have used NV centers as room temperature quantum sensors to study magnetic materials and phenomena including magnetic switching, fluctuations and magnons. We have started constructing new experimental

setups to measure semiconductor quantum dots based quantum sensors and 2D/topological quantum materials and effects of radiation in dilution refrigerators.



Multi-Sensory Flexible Skin



研究代表者

材料科学高等研究所

准教授 Joerg Froemel



共同研究者

工学研究科

客員准教授 室山 真徳



共同研究者

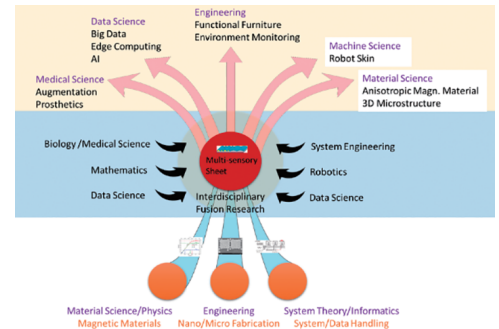
流体科学研究所

Gildas Diguët

海外研究機関
パートナー

ドイツ University Ruhr West 教授 Ioannis Iossifidis
ドイツ Fraunhofer ENAS 教授 Mario Baum

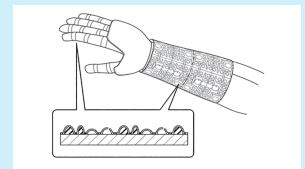
We strive to combine Material Science, Micro-/Nano Sensor Technology, Sensor Network System, Integration of Materials, and Robotics. A bendable, scalable multi-sensory skin will be developed. It has the ability of sensing directional tactile force, magnetic field, pressure, sound, distance, temperature, and heat flux at the same time. It uses the same basic structure and material for all sensory functions. It is expected to open up a large variety of not yet achievable research topics, such as for example safe physical human interaction machines, prosthetics with real sensory experience, human augmentations, remote experience, smart walls and furniture. Each of it could become a hot topic in the future to address pressing challenges in our society. We are sharing a common vision to combine science and engineering as well as fundamental and applied research, leading to new commercialized products and visible improvements to everyday life.



最新の研究成果

We have developed the basic principles of a wearable sensor system, consisting of 3Dmicrostructured soft magnetic thin film and microelectronics capable of edge heavy sensing. By using the giant stress impedance effect various environment parameter can be continu-

ously measured in a relatively simple structure and high spatial resolution. The sensor principle has been proven and the wearable sensor system concept has been submitted as patent. Micromachines, 11, 649 (2020), JP2020-12685



1 万年間続く持続可能社会構築のための文化形成メカニズムの解明



研究代表者

東北アジア研究センター

教授 佐野 勝宏



共同研究者

理学研究科

教授 井龍 康文



共同研究者

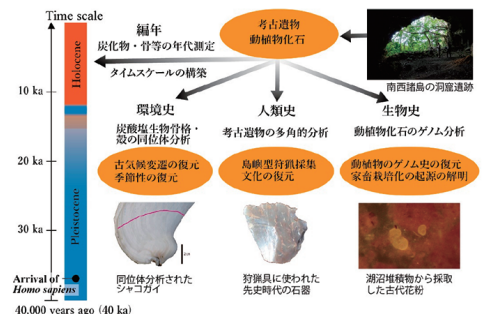
農学研究科

准教授 陶山 佳久

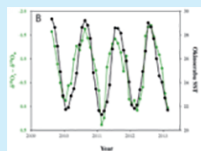
海外研究機関
パートナー

英国 Oxford 大学 教授 Tom Higham

本研究は、島嶼型狩猟採集文化がいかにして形成され、それがなぜ1万年間以上の長期にわたって継続可能であったのかを解明する。この目的を達成するため、考古遺物の分析による島嶼型狩猟採集文化の復元、貝類の同位体分析による古気候変動の復元、現生および古代動植物サンプルのゲノム分析による動植物の家畜・栽培化プロセスの復元をおこなう。この文理融合型の学際研究により、先史時代に資源が限定的であった小さな島々において、人類がいかにして更新世末から完新世にかけての急激な気候変動に適応し、動植物と共生する生存戦略を確立したのかを解明する。本研究は、過去の人類史復元に寄与するだけでなく、限定的な資源環境下における持続可能な生活スタイルを未来に向けて発信することを目指す。



最新の研究成果



本研究は、遺跡から出土したシャコガイ類の殻の酸素同位体比から、当時の古気候を復元する。これを可能にするため、現生シャコガイの一種であるシャゴウの殻(左)の酸素同位体組成—海水温の関係式(シャコガイ温度計)を導

出した(右)。この温度計を用いれば、採取された当時の海水温を±1℃以下の精度で復元することができる。本研究成果は、Paleontological Research 誌でオンライン掲載された。



新領域創成のための
挑戦研究デュオ
Frontier Research in Duo (FRiD)

新領域創成のための挑戦研究デュオのロゴマーク

Frontier Research in Duo

本研究プロジェクトは、世界を先導する研究フロンティアの開拓・新たな研究領域の創成を力強く推進するプロジェクトです。本プロジェクトの略称である「FRiD」を「筆文字」にし、世界に向けて挑戦する様をダイナミックに表現しました。

発行日：2020年12月

発行者：東北大学 研究推進部 研究推進課

〒980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1 戦略本部棟 3F
TEL：022-217-4840 FAX：022-217-4841
E-mail：kenkyo@grp.tohoku.ac.jp