

平成29年度沖縄振興推進調査  
「沖縄におけるイノベーション・エコシステム形成に向けた実践的調査」

## OIST研究活動等資料

平成30年 3月



株式会社 日本経済研究所  
Japan Economic Research Institute Inc.

---

この冊子に記載される情報および研究事例は一般的な参照目的に限られます。技術的な内容、写真、表およびその他の情報は一般に公開されているデータを基に作成者の許可を得た上で、沖縄科学技術大学院大学の職員との連携を通じて編集されたものです。また、冊子作成時の情報は限られたものであるため、技術的な内容を実際の製品として利用できることを保証するものではありません。この冊子で述べられている見解および意見は各作成者のものであり、沖縄科学技術大学院大学の方針や立場を反映するものではありません。

# はじめに

内閣府沖縄振興局では、沖縄の参考となる国内外のイノベーション・エコシステム形成への取組を調査・分析するとともに、沖縄におけるエコシステム形成に関わる様々なプレイヤーとの意見交換等を実施し、今後の沖縄におけるエコシステム形成を検討する際の基礎資料を作成することを目的として調査事業を実施した。

当該調査事業の実施に当たっては、沖縄におけるエコシステム形成において重要な一翼を担うことが期待される沖縄科学技術大学院大学（OIST）の研究活動等を十分に踏まえる必要がある。そのため、各プレイヤー等へOISTの研究活動等を十分に把握してもらった上で意見交換を実施することが重要であるため、OISTの研究活動等を分かりやすくまとめた資料を作成し、活用することとした。

本資料は、上述の主旨に基づき、当該調査事業の一環として、各プレイヤーとの意見交換等に活用することを目的に、OISTの研究活動等を分かりやすくまとめた資料である。

なお、本資料の作成は、内閣府沖縄振興局の委託を受けて、株式会社日本経済研究所が実施した。また、資料作成の一部については、株式会社日本経済研究所からの委託を受け、公益財団法人未来工学研究所が実施した。

最後に、本資料の作成に当たり多大なご協力をいただいたOIST技術開発イノベーションセンターの方々に感謝申し上げます。

# 目次

OIST.....	4
技術開発イノベーションセンター.....	6

## 研究紹介

### Life Science

ガンの転移を阻害する発光性分子（ルテニウム錯体）.....	9
標的指向型ドラッグデリバリーシステム.....	11
巨大シナプス培養用培地添加物.....	13
自己免疫疾患を引き起こす悪性Th17細胞の分化のメカニズム.....	15
脂肪を燃やす遺伝子（Ucp1）の転写後制御のしくみ.....	17
リボザイム変異体の作製・分析技術.....	19
沖縄県産難消化米.....	21
マイクロ流体デバイス内の生体分子パターンニング技術.....	23

### Marine Science

沖縄マリン・サイエンス・センター.....	25
オキナワモズクの全ゲノム解読.....	27

### Environment

OKinawa Environmental Observation Network（OKEON）.....	29
微生物燃料電池.....	31

### Renewable Energy

再生可能エネルギー利用における予実乖離の防止.....	33
低コスト高効率の有機物太陽電池の研究開発.....	35
オフ・グリッド配電システム.....	37
波力発電機の開発.....	39
マイクロ流体、再生可能エネルギー、航行推進に応用可能な新しい非接触磁気カップリング... ..	41

### ICT

モバイル機器用スマートガスセンシングプラットフォーム.....	43
知能システムにおける効率の良い目標推定.....	45
量子コンピューティングに向けての新量子システム.....	47

# 沖縄科学技術大学院大学 (OIST)

沖縄科学技術大学院大学 (OIST) は、国際的に卓越した科学技術に関する教育及び研究を実施することにより、沖縄の自立的発展と、世界の科学技術の向上に寄与することを目的としています。

## 基本コンセプト

- **世界最高水準 (Best in the World)** : 世界トップクラスの英知を結集し、世界最高水準の科学技術に関する研究及び教育を行います。
- **柔軟性 (Flexible)** : 政府の規制に沿った柔軟な組織運営を行うほか、政府の資金提供のもと、自主性と運営の柔軟性を保持し、世界トップクラスの大学院大学を目指します。
- **国際性 (International)** : 教員と学生の半数以上を外国人とし、公用語は英語とします。
- **世界的連携 (Global Networking)** : 世界の、とりわけアジア・太平洋地域における科学者のネットワークの中心地として発展しながら、世界のトップクラスの大学や研究機関と連携して研究教育や共同研究を行います。
- **産学連携 (Collaboration with Industry)** : 企業との共同研究や研究成果の産業化に取り組むことにより、企業の集積を促し、知的・産業クラスターを形成します。

## キャンパス (沖縄県国頭郡恩納村)

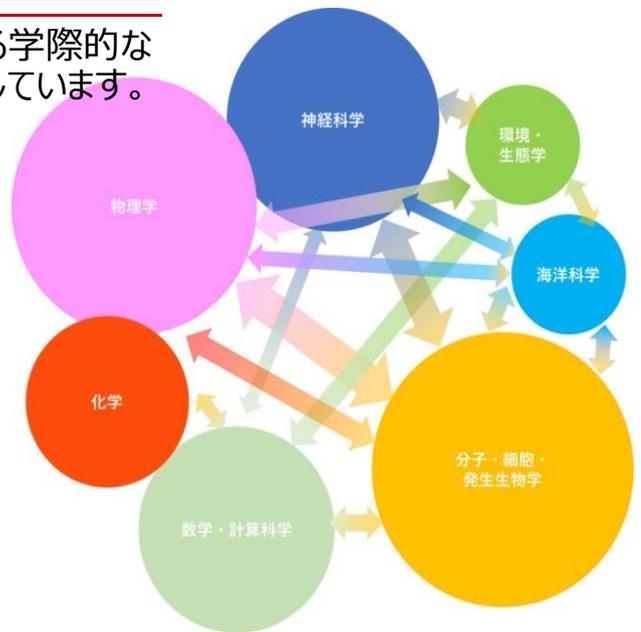


# 研究分野

7つの分野を1つの研究科に集約し、分野の垣根を越える学際的な研究を推進しています。現在、59の研究ユニットが活動しています。

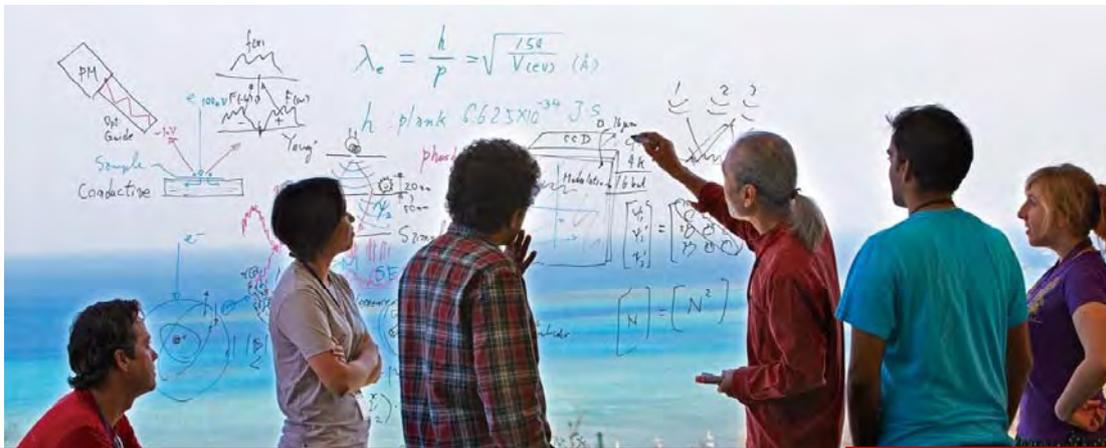
(2017年8月時点)

- 物理学
- 化学
- 神経科学
- 海洋科学
- 環境・生態学
- 数学・計算科学
- 分子・細胞・発生生物学



# 教育

5年間の特色ある博士課程プログラムを提供しています。



**国際的な教育・研究環境**  
英語での教育  
新学期は9月スタート

**最先端の科学教育**  
世界トップレベルの  
教員による少人数体制

**学際的な教育の推進**  
3つの異なる分野の  
ラボローテーション

# 学生・職員数

1,028名の学生・職員が50か国以上から集まっています。(2017年10月時点)



	日本人	外国人
教員	22	39
学生	28	129
研究員	154	232
事務職員	360	64

# 技術開発イノベーションセンター

技術開発イノベーションセンターは、沖縄でグローバルなイノベーションエコシステムを育み、R&Dに基づいた新事業および新産業を創出することを目的としています。

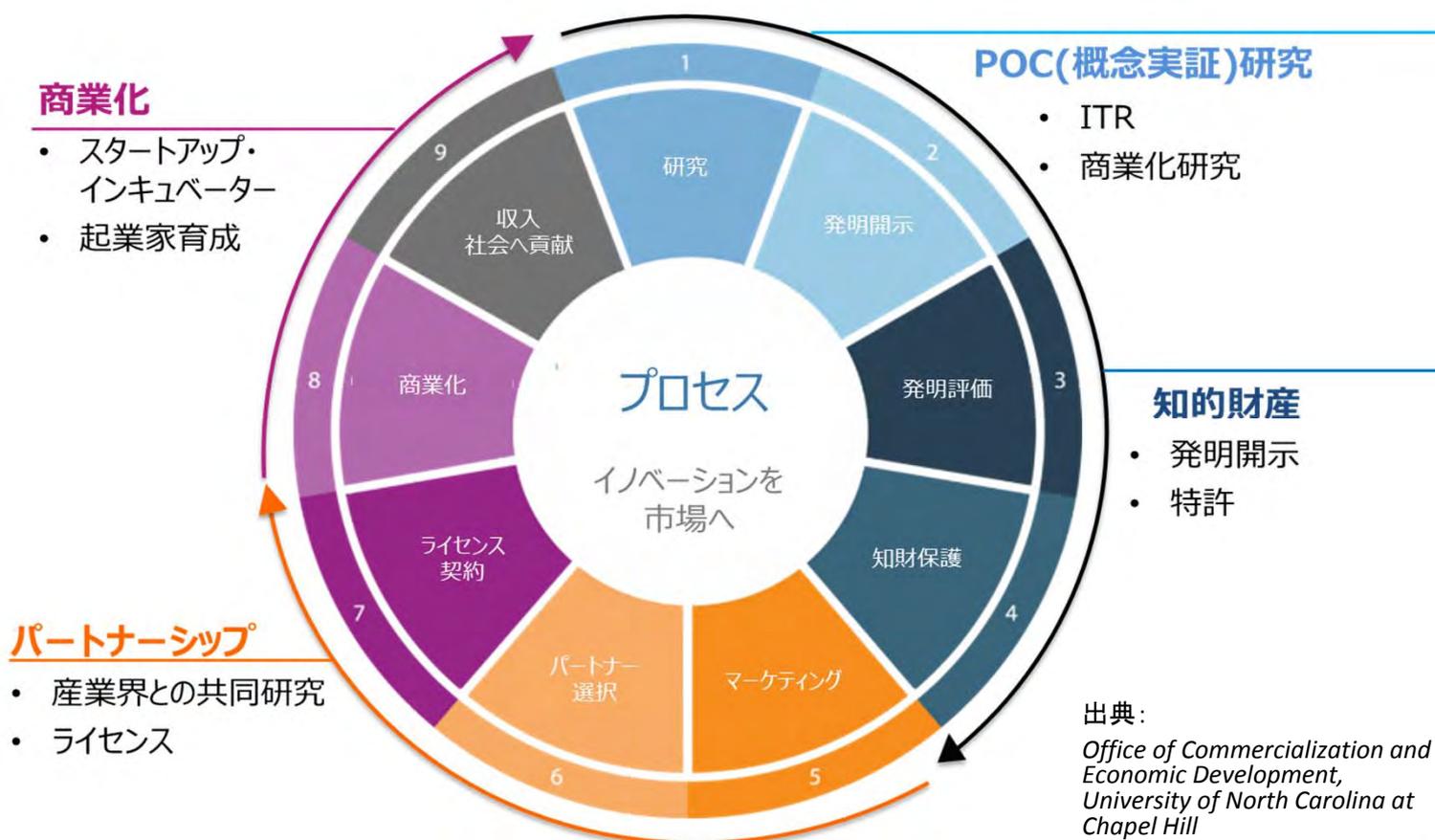
## 組織

技術開発イノベーションセンターは、OISTにおける産学連携や技術移転活動に関わるワンストップショップオフィスとして、研究室から生まれる発明を社会的・経済的利益をもたらすイノベーションに発展させるべく活動しています。

- **技術移転セクション**：OIST研究者による発明から強固な知的財産ポートフォリオを構築し、それらの技術を元に、商業化を目的とする既存企業に対するマーケティングを行います。
- **事業開発セクション**：OISTの研究者と企業との連携を促進し、受託研究・共同研究契約の交渉や新規事業の立案を行います。
- **R&Dクラスタープログラムセクション**：OISTの研究室で生まれる様々な発明が商業化されるまでの道のりを、多面的にサポートします。また、科学技術分野における沖縄の更なる発展にOISTが中心的な役割を担い、寄与することができるよう、R&D活動を促進します。

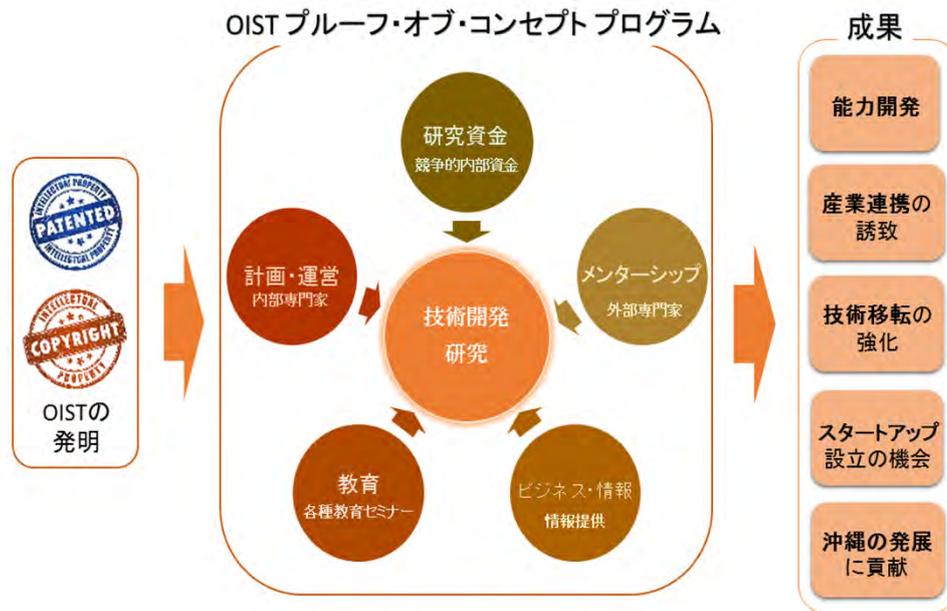
## 取組

研究成果の知財化・商業化に関する一連の支援を行っています。



# Proof Of Concept (概念実証) プログラム

OISTのPOCプログラムは、研究室での発見と商業化との技術面および資金面のギャップへの橋渡しを支援するために設計された競争的内部資金拠出プログラムで、社会におけるOISTの研究の影響力を強化することを目的としています。



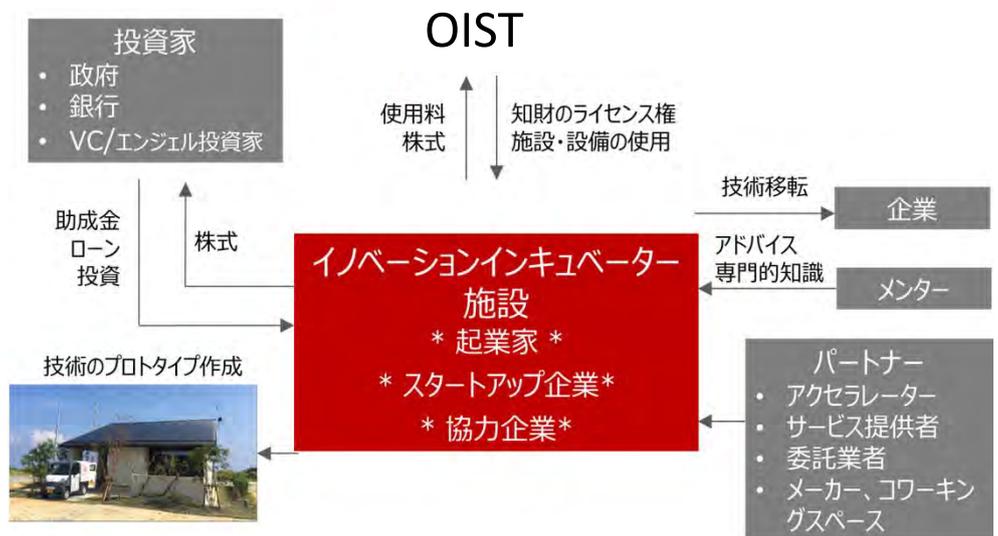
## OIST発ベンチャーの創出

OISTは沖縄における高成長のベンチャービジネスの創生も推進しており、ネットワークの構築や起業家活動の促進を目的としたセミナーやワークショップを開催しています。さらに、OISTの研究から派生する有望なプロジェクトの直接的な支援も行っています。

2014年には、分子構造解析サービスを提供する**沖縄プロテイントモグラフィー株式会社**が、第1号OIST発ベンチャーとして誕生しました。現在、微生物燃料電池を用いた廃水処理技術を基にした第2号OIST発ベンチャーの設立に向け準備を進めています。

## OISTにおけるイノベーション・エコシステム形成に向けた今後の取組

OISTでは、起業家やスタートアップ企業が集まる拠点となるインキュベーター施設の設置を計画しています。ラボやオフィスの提供に加え、財務や法務的なサポートなどソフト支援を行うことで、OISTの優れた研究成果やその他の革新的なアイデアを商業化につなげるアクセラレータープログラムの提供も検討しています。



# 研究紹介

# ガンの転移を阻害する発光性分子 (ルテニウム錯体)

## ガンの転移を防ぐ新しい治療開発への期待

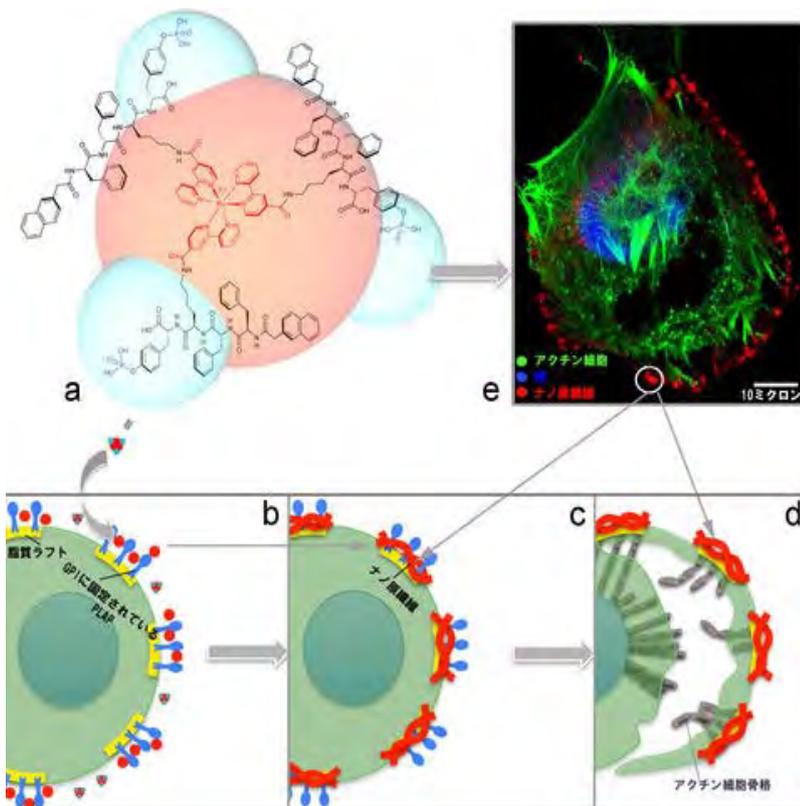
### 研究の背景

ガン細胞が発生した場所から移動して、遠隔部位に再び腫瘍を形成する転移は、健康上の大きな脅威です。ガン細胞の細胞遊走（細胞の移動運動）を阻害するため、ガン細胞に特異的、あるいは高発現する分子の研究が行われてきましたが、ガン治療に有効な標的分子を同定することは困難でした。

### 研究の内容

細胞の形態維持や細胞遊走には、細胞内の線維構造である細胞骨格が必要です。細胞骨格は細胞表面の脂質ラフトに結合しています。OISTでは、この脂質ラフトと相互作用することで、細胞遊走を阻害する発光性分子（ルテニウム錯体）を作製することに成功しました。この発光性分子は、子宮頸ガン細胞の脂質ラフト上に高発現している酵素「グリコシルフォスファチジルイノシトールアンカー胎盤性アルカリフォスファターゼ（GPI-anchored PLAP）」と選択的に結合し、自律的に集合してナノレベルの繊維（ナノ繊維）を形成します。脂質ラフト上のナノ繊維の形成によりさらに脂質ラフトが繋ぎ止められていきます。その結果、細胞と細胞外マトリックスを結合する接着斑が発達し、細胞周縁部がピン止めされたように固定されて細胞の運動が阻害されます。それに対してがん細胞は固定されている領域から逃れようとして細胞骨格を発達させますが、細胞骨格による機械的な力が最終的に細胞を破裂させます。

発光性分子の構造に改変を加えることで、異なる種類のガン細胞を標的にすることも可能です。動物の体内で、実際の腫瘍にも効果があることが分かれば、ガン治療に新しい風穴を開けることができます。（Cell Press社の「Chem」誌に掲載）



発光性分子による細胞遊走の阻害：  
a) 発光性分子は、ルテニウム錯体（赤色）を中心にリン酸基（水色）のついたペプチド分子が3個結合したものの。b) 発光性分子はガン細胞の脂質ラフト上のPLAPと反応しリン酸基を失い、c) 自己集合してナノ繊維を形成し、ガン細胞の周縁部で細胞を固定する。d) ガン細胞が逃れようと細胞骨格を過剰に発達させた結果、細胞が破裂し死滅する。e) 子宮頸ガン細胞の免疫染色による細胞破裂の可視化。

## 応用例/今後の発展

- 動物実験による発光性分子の効果の検証
- 異なる種類のガン細胞を標的とする発光性分子の作製

## 共同研究・技術移転の可能性

- バイオ医薬品関連委託研究会社：発光性分子の提供

## 研究ユニット紹介

### 生体模倣ソフトマターユニット

ユニットリーダー：イエ・ジャン 准教授

自然は、ナノからマクロに近いスケールの構造を組み合わせ、階層化することで物質を設計し、多くの場合、人工物質では達成困難である、特徴のある特性の組合せを作り出しています。生体模倣ソフトマターユニットの課題は、このような素晴らしい物質の組織化の機構を理解し、天然に存在する物質や生命体の構造、特性、または、性能を模倣した、新しい人工物質を開発することです。

#### <関連する研究テーマ>

より効果的な光線力学療法のための光感受性物質の作製

脳腫瘍の治療に用いられる光線力学療法では、光感受性物質を含む薬剤を血中に注射した後、薬剤が集積した細胞に光を照射すると、薬剤中の光感受性物質が活性酸素を放出し、細胞を死滅させます。光線力学療法は、ガン細胞を含む領域に対して局所的に作用し、周囲の正常な細胞にダメージを与えずにすむ精密な標的療法です。

一方で、光線力学療法の更なる改善のため、より効果的な光感受性物質の研究が続けられており、生体模倣ソフトマターユニットでは、光感受性物質を構成するルテニウム錯体に天然アミノ酸であるタウリンを結合させた新しい光感受性物質の作製法の仮説を提唱しました。ガン細胞を用いた実験の結果、タウリン修飾型ルテニウム錯体は、従来の機能を維持したまま、細胞内に効率よく取り込まれ、光を照射した際に大量の活性酸素を産出することが分かりました。更に、ガン細胞の中でも特に脳腫瘍に有効であることが明らかになりました。（「イギリス王立化学会が出版する「Chemical Communications」に掲載）



研究ユニットホームページ：<https://groups.oist.jp/ja/bsmu>

# 標的指向型ドラッグデリバリーシステム

## 新しい治療法の実現に向けた薬物輸送システムの開発

### 研究の背景

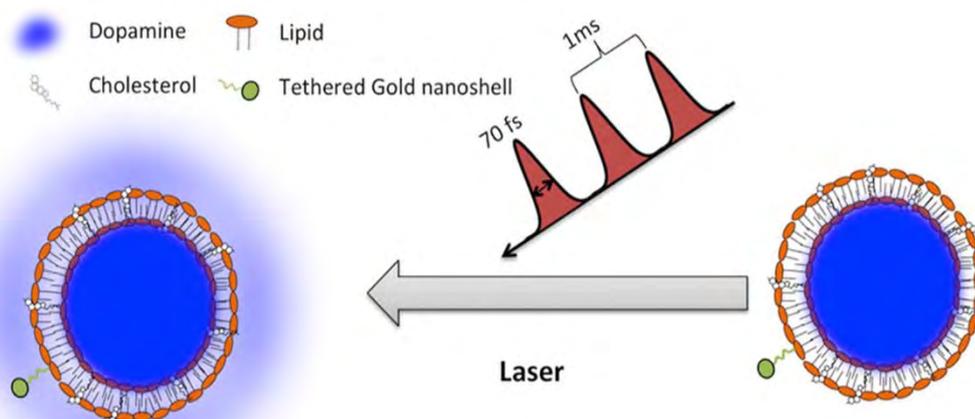
現在の医薬品投与方法では、薬が全身に運ばれるため、薬を必要としない組織や臓器にまで影響が及び、厄介な副作用が生じてしまいます。近年大きく進歩したナノテクノロジーと生物学により、医薬品や化合物を目標の組織や病原体などに特異的に作用させる標的指向型のドラッグデリバリーシステム (Drug Delivery System :DDS) の可能性が拓け、早期の実用化が期待されています。

### 研究の内容

神経変性疾患であるパーキンソン病では、神経伝達物質であるドーパミンの不足により、体の動きに障害が現れます。OISTでは、神経生物学と物理学の分野を超えた学際的研究により、レーザーを用いてドーパミンを自在に繰り返し放出する方法を発見しました。

その方法とは、まず、リポソームと呼ばれる脂質もしくは脂肪のカプセルにドーパミンを閉じ込め、金ナノ粒子を繋ぎ止めます。カプセルにフェムト秒レーザーを照射すると、レーザーのエネルギーが金ナノ粒子に吸収された後リポソームに伝達され、カプセルが開いて中のドーパミンが放出されます。レーザーの強度と照射時間を調節することにより、リポソームが開いている時間の長さ、つまりドーパミンの放出量を緻密にコントロールできます。また、レーザーによりリポソームが破壊されることがないため、内包したドーパミンを繰り返し放出するよう制御することも可能です。

今後、生体組織や動物生体を用いた実証が進み、正常な脳でドーパミンが分泌されるパターンを模倣・再現できれば、パーキンソン病の治療に大きな進展をもたらします。パーキンソン病に限らず、幅広い種類の薬や化合物、天然由来化合物を、必要な場所に、必要な量・タイミングで狙い通りに放出する技術は、医療分野の新たな可能性を広げます。(電子ジャーナル「Scientific Reports」に掲載)



(右) ドーパミンを内包し、金ナノ粒子を繋ぎ止められたリポソームのカプセル。  
(左) リポソームがレーザーにより活性化され、ドーパミンを放出する。

## 応用例/今後の発展

- 生体組織や動物生体を用いたレーザー活性化リポソームの実証
- 他の疾患におけるDDSターゲットの同定

## 共同研究・技術移転の可能性

- 当技術の共同研究・ライセンスにご興味のある企業からのお問合せ受付中

### 特許情報

PCT/JP2014/083496 「METHOD FOR CONTROLLED RELEASE WITH FEMTOSECOND LASER PULSES」 (米国：15/103,423 欧州：14870369.7)

## 研究ユニット紹介

### 神経生物学研究ユニット

ユニットリーダー：ジェフ・ウィッケンス 教授・研究科長

神経生物学研究ユニットの目標は、脳における学習の神経メカニズムを解明することです。同ユニットは学習経験の結果、シナプスで起こる物理的な変化、またこれらの変化が、行動に関する神経的基盤として特に重要な役割を果たしているドーパミンについて研究をしています。同ユニットではさらに、パーキンソン病や注意欠陥多動性障害といった疾患に対するより良い治療法の開発を目指しています。

研究ユニットホームページ：<https://groups.oist.jp/ja/nru>

### フェムト秒分光法ユニット

ユニットリーダー：ケシャヴ・ダニ 准教授

フェムト秒分光法ユニットでは、強力で超高速なレーザーパルスを用いて、物質の光学的特性を研究しています。ユニットのメンバーたちは、透明でフレキシブルな電子機器向けにグラフェンやその他の二次元物質の研究、光触媒および太陽エネルギー利用のための半導体研究、そして生物学および医薬のための超高速レーザーパルス応用の研究を行っています。

研究ユニットホームページ：<https://groups.oist.jp/ja/fsu>



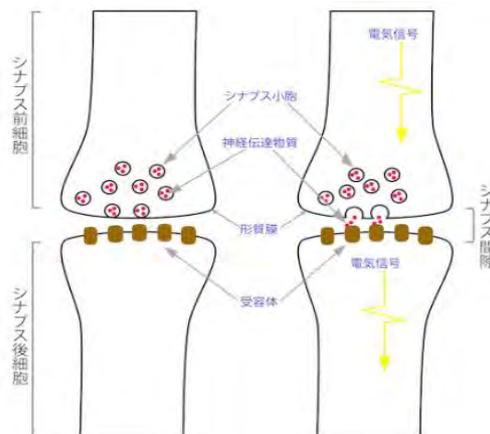
# 巨大シナプス培養用培地添加物

## シナプス研究の進展に貢献する巨大シナプスの培養技術

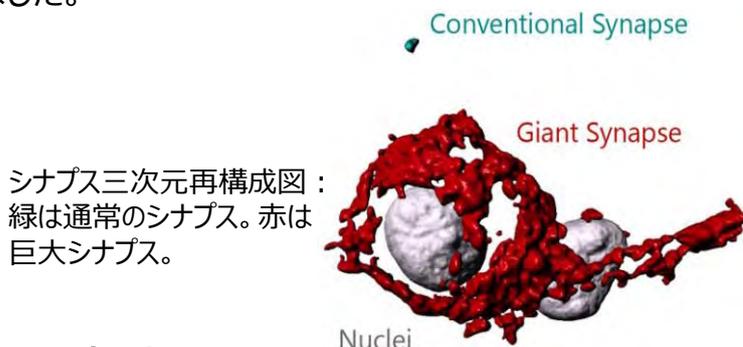
### 研究の背景

神経細胞間での情報伝達は、2つの神経細胞の接点であるシナプスを介して行われます。アルツハイマー病やパーキンソン病のような神経変性疾患の初期段階にシナプスの機能不全が起こることが示唆されており、シナプス機構の解明は、これらの疾患の治療薬の開発につながります。

しかし、通常のシナプスは極小であり、高性能の顕微鏡でも内部の動態を観察するのは困難です。マウスの脳切片を使用すれば、脳幹にある大型シナプス（ヘルドのカリックス/calyx of Held）を観察できますが、脳切片を実験に使用できるのは最長1日であり、また切片の細胞密度が高いため単一のシナプスを用いた実験ができないなどの制約がありました。



シナプス：電気信号が神経細胞の末端に達すると、シナプス小胞から「神経伝達物質」と呼ばれる化学物質がシナプス間隙に放出される。放出された神経伝達物質が、次の神経細胞の細胞膜にある受容体に結合し電気信号が生ずることで、神経細胞間での情報の受け渡しが行われる。

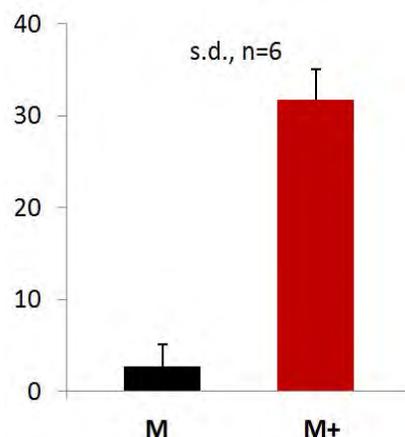


### 研究の内容

OISTでは、巨大シナプスの形成に必要な特異的要素の発見により、ヘルドのカリックスに形態学的・生理学的に近い性質をもつ大型シナプスを培養できる培地添加物の開発に成功しました。

培養したシナプスは、体積比で通常のシナプスの2,000倍のサイズがあり、これまで難しかった単一シナプスを用いた高解像度イメージング実験や、神経細胞の遺伝子発現を操作しその影響を記録するような長期実験（30日程度まで可）、in-vitro試験による効率的な薬剤スクリーニングが可能となります。

巨大シナプスの培養技術は、神経回路の形成や発達におけるシナプスの働きの解明を目指す研究に新たな可能性を提供します。シナプス機能不全のメカニズムの究明が進めば、神経疾患の新規治療薬の開発が加速することが期待されます。（「Journal of Neuroscience」に掲載）



シナプス形成評価：標準培地使用時(M)と本発明サプリメント添加時(M+)。縦軸は巨大シナプス（ヘルドのカリックス）の数/35mm培地プレート。

## 応用例/今後の発展

- 新規神経伝達経路特定用モデル
- アルツハイマー病やパーキンソン病等神経疾患の新規治療薬ターゲットの同定

## 共同研究・技術移転の可能性

- 試薬メーカー（細胞培養技術）：プレート内での体内に近い環境における巨大シナプス（中枢神経系、聴覚系、視覚系、神経近接部等）の培養
- バイオ医薬品関連委託研究会社：パーキンソン病、アルツハイマー病、注意欠陥過活動性障害等の神経系疾患の新薬の開発を目的としたin-vitro試験用シナプスの提供

### 特許情報

PCT/JP2012/002129 「神経細胞培養用培地及びインビボ様シナプス形成増強神経細胞モデルの製造方法」（日本：特許2014-547209 米国：14/388,340 欧州：12872506.6）

## 研究ユニット紹介

### 細胞分子シナプス機能ユニット

ユニットリーダー：高橋智幸 ディスティンクィッシュト プロフェッサー（フェロー）

細胞分子シナプス機能ユニットでは、シナプスにおける神経伝達物質の放出を制御するメカニズムを解明するため、巨大なシナプスであるがゆえにシナプス前細胞およびシナプス後細胞の電気信号を同時に測定できる、ヘルドのカリックスを研究しています。シナプス伝達に関する知見により、ニューロン間の情報伝達をより深く理解できると考えられます。



#### <関連する研究テーマ>

シナプス前末端内における小胞輸送のしくみの解明

神経伝達物質の放出が損なわれると、様々な神経疾患を引き起こすことが知られています。神経伝達物質はシナプス小胞により運搬されており、小胞の輸送に問題が生じている可能性があります。巨大シナプスを用いて小胞の移動軌跡を追跡することで、シナプス前末端内における小胞の動きはこれまで考えられていたような単純拡散によるランダムなものではなく、特定の目標に向かって能動的に動く可動性をもつことが分かりました。さらに小型のシナプスとの比較実験により、小胞の動きがシナプスの種類とサイズ、および小胞を形成する分子によって異なることが明らかになりました。（「eLife」に掲載）

パーキンソン病発症のメカニズムの解明

神経変性疾患であるパーキンソン病の発症には神経細胞におけるタンパク質「 $\alpha$ シヌクレイン」の過剰な発現が関連することが分かっています。巨大シナプスを用いた実験により、過剰な $\alpha$ シヌクレインが神経伝達の持続維持を損なうことを明らかにし、その毒性のメカニズムを同定しました。（北米神経科学学会が発行する「The Journal of Neuroscience」のオンライン版に掲載）

研究ユニットホームページ：<https://groups.oist.jp/ja/cmsfu>

# 自己免疫疾患を引き起こす悪性Th17細胞の分化のメカニズム

## 画期的な自己免疫疾患の治療法の開発につながる新たな分子メカニズムの発見

### 研究の背景

細菌やウイルスなどの病原体の侵入から身体を守る自己防御機能を「免疫」といいます。免疫システムが正常に機能しなくなると、自分の生体成分や細胞を「異物」と認識して攻撃し、関節リウマチや、潰瘍性大腸炎、多発性硬化症といった自己免疫疾患を発症します。これらの疾患は先進国で特に増加傾向にあり、日本でも70～80万人の関節リウマチの患者がいるとされています。多くの自己免疫疾患は国が選定する指定難病であり、その治療法の開発は重要な課題となっています。

これまでに、免疫細胞であるヘルパーT細胞（リンパ球）の一種「Th17細胞」が、自己免疫疾患の発症に密接に関与することが明らかになっています。ただし、Th17細胞には良性和悪性があり、腸に多数存在するTh17細胞が腸の正常な働きの維持を助ける一方、悪性に分化すると極めて高い炎症誘導能力をもちます。したがって、良性のTh17細胞ではなく、悪性のTh17細胞のみをピンポイントで狙う自己免疫疾患の治療法の開発が世界中で進められています。

### 研究の内容

胸腺で産生されたヘルパーT細胞（ナイーブT細胞）からTh17細胞への分化は、複数のサイトカイン（TGF- $\beta$ やIL-23等）により誘導されます。特に、IL-23は、ナイーブT細胞から悪性Th17細胞への分化に関わるとともに、良性のTh17細胞を悪性のTh17細胞へと分化させることで自己免疫疾患を誘発することが知られています。しかし、IL-23がどのような分子メカニズムで悪性Th17細胞の分化を促進するのかはわかっていませんでした。

OISTでは、Th17細胞に発現する283個の転写因子タンパク質を調べ、IL-23による悪性Th17細胞の分化誘導に、転写因子「JunB」が必要であることを明らかにしました。一方、マウスを使った実験で、良性Th17細胞の分化にはJunBが必要ないことも分かりました。

このことから、JunBは、有害なTh17細胞のみを狙い、且つ、良性のTh17細胞に影響を与えない、副作用の少ない新たな自己免疫疾患の治療標的となる可能性があります。自己免疫疾患に関して現在治療の中心となっているのは、免疫システム全体を抑制するものですが、この治療法では、患者の体が病気と戦う能力を低下させてしまうという問題があります。今回の研究成果は、こうした現状に新たな道をもたらすものと言えます。（英科学誌「Nature Communications」に掲載）



Th17細胞の分化と機能：  
ナイーブT細胞が抗原と反応するときにサイトカインの刺激が加わることで異なる機能をもつTh17細胞の分化が誘導される。

## 応用例/今後の発展

- Th17細胞におけるJunBによる転写制御メカニズムの解明
- Th17細胞の多様な機能とJunBの関わりの解明

## 共同研究・技術移転の可能性

- 製薬企業との共同研究: JunBの活性をコントロールする薬剤の同定

## 研究ユニット紹介

### 免疫シグナルユニット

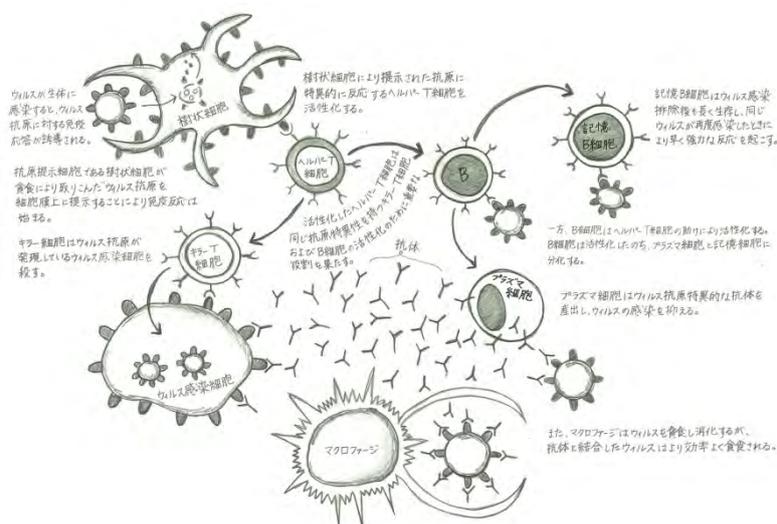
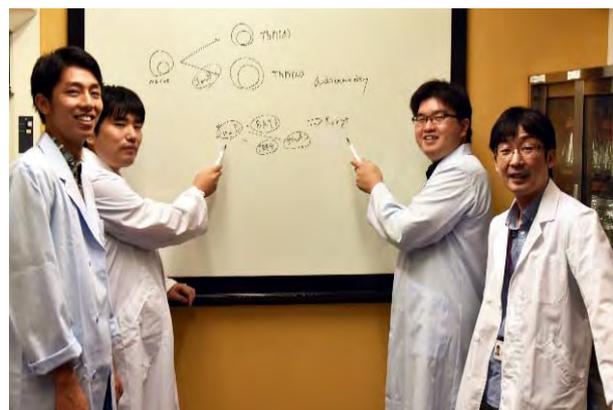
ユニットリーダー：石川裕規 准教授

全ての動植物は感染および疾病に対抗するため、自然免疫系、または非特異的免疫系を持っています。自然免疫系の細胞と異なり、獲得免疫系の細胞は1度出会った病原体を記憶します。免疫シグナルユニットでは、より効率的なワクチンの開発を目的とし、自然免疫系によって獲得免疫系の細胞が活性化され、免疫記憶が形成される仕組みを研究しています。

#### <関連する研究テーマ>

自然免疫系の分子的機構の解明

全ての動物・植物は、何らかの形で非特異的な自然免疫系を持っています。これは生命体にとって感染や疾病に対抗するための最初の直接的な武器と言えます。この自然免疫系は、獲得免疫系より進化的に古いと考えられています。後者の獲得免疫系は、4億5,000万年以上前に最初の有顎脊椎動物で進化したと考えられている特異的な防御システムです。最初に病原体に反応するのは必ず自然免疫系で、これが獲得免疫系を活性化させます。両者がペアとして働いて初めて、免疫系は身体を守ることができます。「STING（インターフェロン遺伝子刺激因子）」は、免疫細胞の反応を制御する重要な遺伝子であり、STINGを欠失したノックアウトマウスでは、自然免疫系全体が病原体から自らを防御する力を失い、最弱レベルの感染に対してすら、死に至るような高い感受性を示します。



免疫細胞の役割 (画：バネッサ・シパーニ)

# 脂肪を燃やす遺伝子（Ucp1）の転写後制御のしくみ

## 最新遺伝子研究による脂肪燃焼促進メカニズムの解明

### 研究の背景

肥満は糖尿病、高血圧、心疾患、癌など生活習慣病の危険因子であり、世界的な問題となっています。しかしながら、これまでに安全で効果的な治療法は確立されておらず、対策は健康的な生活習慣や運動、食事制限などの個人努力に限られています。

体型・代謝に関係する遺伝子は、これまで100種類近く確認されており、その1つである「Ucp1 (Uncoupling protein 1)」遺伝子により、脱共役タンパク質1 (UCP1) が合成されます。UCP1は、褐色脂肪細胞のミトコンドリア内で、蓄えられた脂肪を原料として熱を発生させる働きがあります。肥満に伴いUCP1が減少し、その減少により熱が発生しにくくなることで脂肪蓄積が進み、さらに肥満が進行することが明らかになっていますが、UCP1の増減がどのように行われているのか、遺伝子レベルでの詳しいメカニズムは分かっていませんでした。

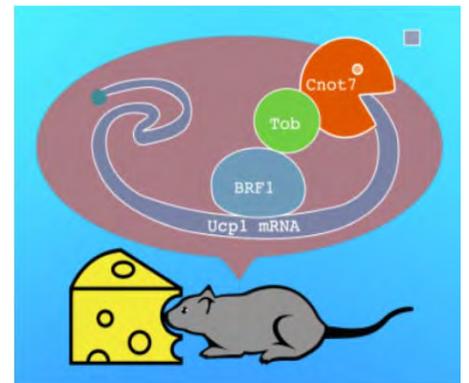
### 研究の内容

DNAの遺伝情報はメッセンジャーRNA (mRNA) にコピーされ (転写)、mRNAの情報をもとにタンパク質が合成されるため (翻訳)、mRNAは遺伝子の発現量をコントロールする重要な物質です。OISTでは、マウスの脂肪組織を用いた実験により、Cnot7とTobというタンパク質がUcp1のmRNAに結合し分解することで、Ucp1遺伝子の発現が抑制され、結果として脂肪燃焼が妨げられることを解明しました。

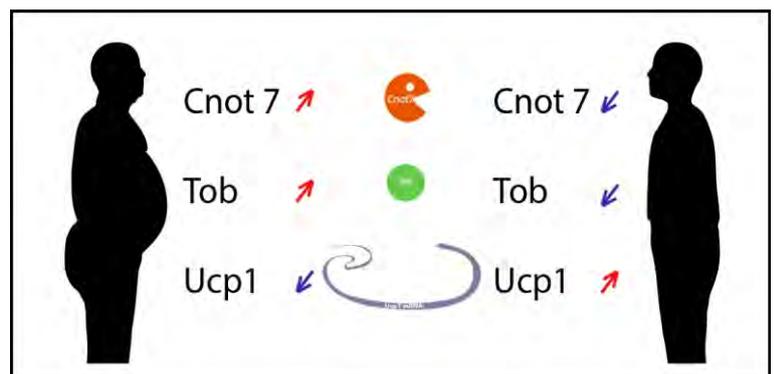
肥満マウスの脂肪組織では、Cnot7とTobを合成する遺伝子の発現量が増える一方、これらの遺伝子の欠損マウスでは、脂肪組織におけるUcp1遺伝子の発現量が顕著に増加し、通常のマウスと比べて同じ量の高カロリー食を食べなくても、肥満になりにくい傾向を示しました。

Cnot7とTobの働きを阻害し、Ucp1のmRNA分解を抑制する化合物の特定が進めば、抗肥満薬の創成につながる可能性があります。また、逆にUcp1のmRNA分解を促進し、家畜の体重を増量させるなど、畜産等への応用も期待できます。

(Cell Pressのオープンアクセス電子ジャーナル「Cell Reports」に掲載)



Cnot7、TobによるUcp1 mRNAの分解：Ucp1のmRNAの減少は、Cnot7とTobにより仲介される。



遺伝子レベルでの肥満のメカニズム：

肥満に伴いCnot7とTobの量が増加し、Ucp1 mRNAの量は減少する。このことは、痩せた人においてはCnot7とTobの量が少なく、Ucp1 mRNAの量が多いことを示唆している。

## 応用例/今後の発展

- 脂肪燃焼を促進する化合物の同定

## 共同研究・技術移転の可能性

- バイオ医薬品関連委託研究会社：阻害化合物の候補に関する物質移転協定（MTA）
- 製薬企業：抗肥満薬の共同開発

## 研究ユニット紹介

### 細胞シグナルユニット

ユニットリーダー：山本雅 教授

細胞シグナルユニットでは、マウスモデルを用いながら、がん、神経疾患、免疫疾患、および糖尿病、肥満などの様々な疾患の原因を分子レベルで解明しようとしています。そのために、環境からの刺激に応答して引き起こされる細胞内生化学反応に焦点をあて、その制御に関わる遺伝子の発現を制御する機構、つまりmRNA分解機構に着目して研究を進めています。

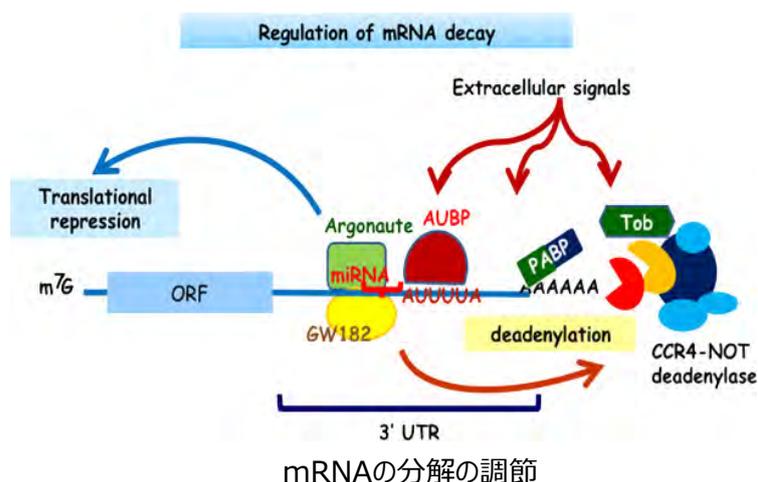
#### <関連する研究テーマ>

CCR4-NOT複合体の生理学的役割の解明

Cnot7を含む少なくとも11個のサブユニットから構成されるCCR4-NOT複合体は、転写調節因子としてmRNAの脱アデニル化（mRNAの分解）に重要な働きを担っています。CCR4-NOT複合体の各サブユニットの遺伝子を欠損させたノックアウトマウスを作成・解析することで、CCR4-NOT複合体がエネルギー代謝や精子形成など広範囲にわたる生命現象に関わることが明らかになっています。

#### プログラム細胞死の分子メカニズムの解明

計画的な細胞の自死を「プログラム細胞死（PCD）」といい、維持や分裂ができない古い細胞や有害な可能性のある細胞を除去するなど、生体の発育や組織の恒常性を維持する上で重要なしくみです。一方、PCDによる過剰な淘汰で神経変性が起こると、ハンチントン病、アルツハイマー病、パーキンソン病などの難病を発症します。CCR4-NOT複合体のサブユニットであるCnot3の欠損が、PCDの一種であるネクロプトーシスを誘導することが明らかになり、リウマチ性関節炎や乾癬などの一部のヒト炎症性疾患が、CCR4-NOT複合体の調節不全に起因している可能性が示されました。



# リボザイム変異体の作製・分析技術

## リボザイム研究における新たなメソッドの開発

### 研究の背景

DNAの塩基情報はRNAに写し取られ、そのRNAの情報をもとにタンパク質が合成され、タンパク質は酵素として、生体内の様々な化学反応を触媒しています。1980年代初頭、触媒として働くRNA酵素（リボザイム）が発見され、RNAが遺伝情報と生体内反応の両方を扱うことが明らかにされました。その後、脊椎動物を含む様々な生物にリボザイムが存在することが分かってきましたが、その役割や機能の多くは未だ解明されていません。

リボザイムの構造や特性を研究する際、通常、リボザイムの特定の塩基を別の塩基に置き換えた変異体を作製し、当該変異による機能面等の変化について検証します。「一塩基変異体」とは元のリボザイムと比べて一つの塩基が、「二塩基変異体」とは元のリボザイムと比べて二つの塩基が異なるリボザイムのことを言います。例えば、48塩基からなる比較的小さいリボザイムでも、合計10,296種類もの一塩基および二塩基変異体が存在しますが、これまでの技術では、一度の実験でせいぜい数十種程度の変異体しか作製できませんでした。したがって、研究者は、変異対象としてごく一部の部位を恣意的に選択する必要があり、機能的に重要な多くのリボザイム変異体を見逃してしまう可能性があったのです。

### 研究の内容

OISTでは、高性能DNA配列解析装置を用いて、特定のリボザイムについて網羅的に変異体を作製し、それらの機能を検証する方法を開発しました。この新しい方法を用いて、イネのゲノムの中から見つかった「ツイスター型リボザイム」における全ての一塩基および二塩基変異体を作製し、その触媒活性を測定することで、リボザイムの活性に重要な塩基を特定しました。また、作製した多くの変異体が活性を示したことから、リボザイムが変異に対して非常に耐性が高いことも分かりました。

今後、リボザイムの機能の解明が進めば、その知見を応用し、生きている細胞やウイルスの遺伝子発現を制御する技術が開発され、将来的には遺伝子治療や再生医療などの進歩につながる事が期待されます。

(Angewandte Chemie 誌に掲載)



本研究で使用された「ツイスター型リボザイム」の三次元構造

## 応用例/今後の発展

- リボザイムによる遺伝子発現の制御
- 遺伝子治療や再生医療への応用

## 共同研究・技術移転の可能性

- 当技術の共同研究・ライセンスにご興味のある企業からのお問合せ受付中

## 研究ユニット紹介

### 核酸化学・工学ユニット

ユニットリーダー：横林洋平 准教授

DNAやRNAを含む核酸は生物を形作る基盤の一つです。核酸は、遺伝情報の保持、触媒、分子認識等の優れた化学的機能を示します。本ユニットでは核酸の多様な機能を活用して、試験管、デバイス、そして生きた細胞内で働く機能性核酸(DNA、RNA、および人工核酸)の設計と合成を行います。

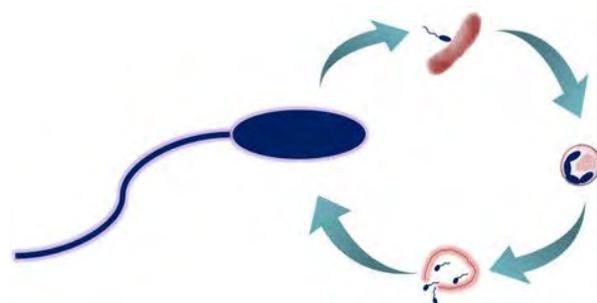


### <関連する研究テーマ>

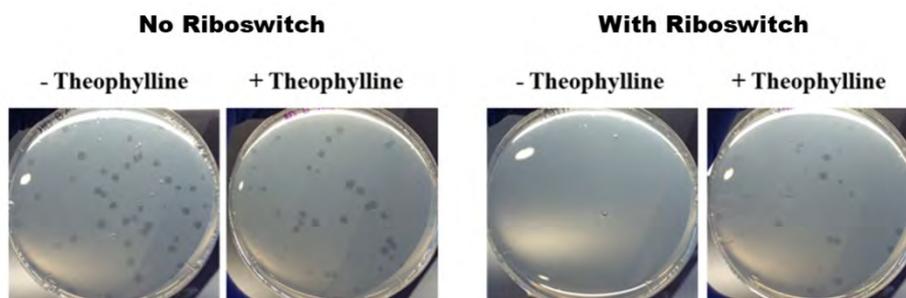
新たな抗生物質の開発に向けた捕食性細菌の研究

抗生物質に対する細菌の耐性が増し、結核や淋病などの感染症の治療が困難になる中、「生きた抗生物質」と呼ばれる捕食性細菌に注目が集まっています。微小肉食細菌のブデロビブリオ・バクテリオヴォルスは、人間にとっては無害な細菌ですが、大腸菌やサルモネラ菌、レジオネラ菌などの悪性のグラム陰性菌と呼ばれる捕食対象を死滅させます。現在、ブデロビブリオ・バクテリオヴォルスの捕食のタイミングと範囲を制御するための遺伝子操作技術の開発を進めています。

(アメリカ化学会が発行する ACS Synthetic Biologyに掲載)



ブデロビブリオ・バクテリオヴォルスによる細菌の捕食



ブデロビブリオ・バクテリオヴォルスとその餌となる大腸菌を入れたシャーレ

# 沖縄県産難消化米

## 沖縄県産難消化米で生活習慣病予防を目指す

### 研究の背景

近年沖縄県では、男女共に肥満率が高く、県民の生活習慣病予防が喫緊の課題とされています。米などの炭水化物は、消化の過程でブドウ糖に分解され、主要なエネルギー源として利用されますが、過剰なブドウ糖は肥満や糖尿病をはじめとする生活習慣病の原因となります。

ブドウ糖に分解されにくいデンプンを多く含む品種を難消化米といい、約30年前に九州大学で「アミモチ」が開発されました。アミモチは、従来の米と比べ食感も硬く、味も劣っており、また、沖縄で栽培した場合の収穫量は、気候等の影響により、本州と比べ約半分まで減少します。

White rice

OIST new rice



Amiromochi

Yugafumochi

米粒：  
白米（左上）、アミモチ（左下）、  
ゆがふもち（右下）、OISTで開発  
された新品種米（右上）。

### 研究の内容

OISTでは、県の委託事業である「生活習慣病を予防・改善する沖縄県産高機能米開発」プロジェクト（2015年フード・アクション・ニッポン・アワード部門優秀賞（研究開発・新技術部門）受賞）において、アミモチと沖縄の気候に適した地産の品種である「ゆがふもち」を交配し、亜熱帯性の気候でも高い収穫量が得られる難消化性の新品種米を開発しました。次世代ゲノムシーケンサーを用いた分子解析・ゲノム解析による効率的な選抜作業と、人工気象器による栽培期間の短縮により、プロジェクト開始から3年に満たない期間で圃場実験も開始しています。

さらに、琉球大学医学部、大阪府立大学、石川県立大学等と連携し、新品種米の有益性の評価を進めており、マウスを用いた実験評価では、血糖値の上昇の抑制、コレステロール値の低下、肝臓への脂質蓄積の減少が確認され、琉球大学医学部附属病院と共同でヒトでの臨床試験も行っています。

新品種の難消化米は様々な食品に応用可能であり、米粉を利用した加工品の開発も始まっています。沖縄県に限らず世界中で、2型糖尿病などを含む生活習慣病が問題となっている中、食事制限を必要としない減量法への応用など、病気を防ぐ有効手段として難消化米の価値が高まっています。



新品種米の圃場実験場：  
2015年に新品種米の圃場実験を  
開始。

## 応用例/今後の発展

- 難消化米を用いた健康食品の開発等による難消化米の市場形成

## 共同研究・技術移転の可能性

- 食品加工会社：難消化米を用いた加工品の開発
- 医療関連会社：糖尿病等生活習慣病予防を目的とした臨床実験

特許情報

品種登録出願中

## 研究ユニット紹介

### 植物エピジェネティクスユニット

ユニットリーダー：佐瀬英俊 准教授

遺伝子は生物の外見および活動を決定しますが、遺伝子もまた制御を受けています。エピジェネティクスとはある遺伝子が活性状態であるかどうか、すなわちその遺伝子が生物に影響を及ぼすかどうかを決定するメカニズムについて研究する分野です。植物エピジェネティクスユニットでは、シロイナズナおよびイネにおけるエピジェネティックな制御を研究しています。また、次世代シーケンシングテクノロジーによって得たゲノム情報を応用し、イネの品種改良に取り組んでいます。

#### <関連する研究テーマ>

転写因子の影響を抑えるメカニズムの解明

遺伝情報を持たない「ジャンクDNA」は人間のゲノム全体の98%を占めており、ジャンクDNAの多くは転移因子、もしくは「動く遺伝子」と呼ばれる遺伝子群に由来しています。転移因子はゲノムの中を動き回り無作為に自身を挿入するため、遺伝子の発現が変わり、多くの場合は遺伝病の原因になるなど有害な影響をおよぼします。入り込んできた転移因子に別の分子が結合し、元と異なる配列がmRNAに転写されるのを止める防御メカニズムが知られていますが、シロイナズナを使った実験により、IBM2と名付けられたタンパク質が、転移因子に接合することで、正常なmRNAの転写が進むことを発見しました。（「Nature Communications」に掲載）



研究ユニットホームページ： <https://groups.oist.jp/ja/peu>

# マイクロ流体デバイス内の 生体分子パターンニング技術

## ナノスケールの新技術がもたらす臨床検査応用への 大きな期待

### 研究の背景

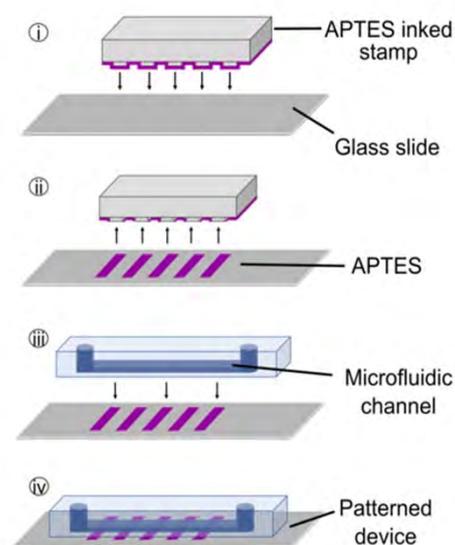
病気に罹患することで生体内に増えたり減ったりする特定の物質をバイオマーカーといい、疾患の状態や治癒の程度の指標として使われています。医療現場では、患者の生体サンプル中のバイオマーカーを簡便かつ迅速に、低コストで検知できる臨床検査キットが求められており、近年ではマイクロ流体デバイスが内蔵されたキットが利用されています。血液や尿などの体液を検査キットに注入すると、キットのセンサー表面にあらかじめ配置されたバイオレセプター（タンパク質）により体液中のバイオマーカーが捕捉され、捕捉されたバイオマーカーに結合する蛍光色素を添加すれば、そのシグナルの強弱からバイオマーカーの濃度が算出できます。

バイオレセプター分子は、マイクロコンタクト・プリンティング（Microcontact printing:  $\mu$ CP）技術により、デバイスの基板表面に転写・配置されますが、この技術をDNA分子等を対象とするナノスケールに適用した場合、スタンプ形状の変形やバイオレセプターのダメージが発生し、検査結果が影響を受けるという問題がありました。

### 研究の内容

OISTでは、マイクロ流体デバイス内にバイオレセプターのパターンを作製する新しい手法として、マイクロ/ナノ・プリンティング技術を開発しました。手順としては、まず、バイオレセプターを捕捉する水溶性のインク（APTES：ケイ素と酸素の化合物）を基板に転写し、形成されたAPTES分子のパターンにバイオレセプターを捕捉させます。この技術を利用すると、ナノスケールのパターンニングを行う際のバイオレセプター分子の活性低下等の課題を回避でき、保存可能期間が長い高機能解像度の生物検定（バイオアッセイ）システムを高速かつ低コストで生産できます。また、1つのスタンプで異なる種類のバイオレセプター分子が配置された基板の作製が可能となり、癌のように一度に多くのバイオマーカーの検査を必要とする複雑な臨床検査への貢献が期待できます。

（イギリス王立化学会が発行する「Analyst」に掲載）



マイクロ/ナノ・プリンティング技術：  
(i)スタンプの表面にAPTES溶液を塗布し、(ii)ガラス基板の表面に押しつけAPTES分子を転写し、(iii)パターンが形成されたガラス表面にマイクロ流路構造を組み合わせ、(iv)各流路のAPTES分子のパターン部分にバイオレセプターを結合させると検査キット等のセンサー素子が完成する。

## 応用例/今後の発展

- ナノスケールのDNA分析、タンパク質分析
- 業務用マイクロ接触プリンター等との接合によるマイクロ流体統合装置の開発
- 低容量な応用
- ポイントオブケア診断法の確立

## 共同研究・技術移転の可能性

- 診断医療機器メーカー等へのライセンスング

### 特許情報

PCT/JP2017/003621 「MICRO- AND NANOCONTACT PRINTING WITH AMINOSILANES: PATTERNING SURFACES OF MICROFLUIDIC DEVICES FOR MULTI- PLEXED BIOASSAYS」 (米国：仮出願62/290,067)

## 研究ユニット紹介

### マイクロ・バイオ・ナノ流体ユニット

#### ユニットリーダー：エイミー・シェン 教授

マイクロ・バイオ・ナノ流体ユニットでは、複雑流体や複合流を使って、バイオテクノロジーやナノテクノロジー、エネルギー分野において応用可能な形態構造をもつ物質の作製に取り組んでいます。同ユニットでは、手のひらサイズのマイクロ流体プラットフォームを用いて、ナノスケールやミクロスケールにおける流体力学、質量運搬、流体の運動量、流体エネルギー、流体の反応過程について調べています。マイクロ流体プラットフォームのような斬新な装置デザインは、個々の細胞の特性や、発生生物学、神経科学への理解を深めるのに役立つ可能性をもっています。

そして、流体運動や特性を理解することで、疾病治療のための適当な化合物を同定するドラッグ・スクリーニングや、病気の診断、食の安全、エネルギー分野におけるバイオセンサーや化学センサーの開発に繋がることが期待されます。

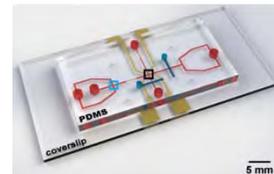
#### <関連する研究テーマ>

##### マイクロスケールにおける高分子溶液の流動挙動の解明

マイクロ流路内の微小空間における微少流体、特に生物由来の複雑流体の振る舞いについては未だ十分な理解が得られていません。溶液中において流れにより変形した高分子がもとの形状に戻るまでの時間（緩和時間）は、溶液中の高分子の分子運動を特徴づける重要な物理量ですが、少量および希薄溶液の緩和時間の測定は困難でした。新たなマイクロ流体デバイスを設計・開発したことで、そのような溶液の緩和時間を測定し流動特性を明らかにすることが可能となりました。（米国物理学協会が発行する「Journal of Rheology」に掲載）



マイクロ流体デバイス：  
流路内で様々な溶液  
の混合分離や化学反  
応を行う。



# 沖縄マリン・サイエンス・センター

## 沖縄周辺の熱水噴出孔及びサンゴ礁に生息する海洋生物への海流の影響の解明

### 研究の背景

沖縄マリン・サイエンス・センター（OMSC）は、OISTが設立した研究コンソーシアムです。沖縄県内の大学や研究機関に所属する研究員や学生から成るメンバー（会員）により構成されます。OMSCのメンバーは、OISTの最先端の研究施設・機器を利用することができます。

#### 目的

沖縄には、サンゴ礁や熱水噴出孔、黒潮、マングローブといった独特の海洋環境があります。OMSCは、OISTが擁する世界最高水準の研究資源（施設・機器・人材）を活用し、沖縄に海洋科学分野の卓越した研究拠点を形成することを目的としています。

#### OISTマリン・サイエンス・ステーション （マリン・ステーション）

OISTの臨海実験研究施設は恩納村キャンパスから近い瀬良垣漁港内に立地し、海洋生物のサンプル採取やその長期飼育が可能です。また、物理的・生物学的・化学的条件を変えてサンゴの反応を見る管理実験などの研究を行なうことができます。学内外の研究者が利用可能です。

#### 沖縄海洋観測システム

沖縄に生息するサンゴ礁の生態系をリアルタイムで継続的に観測するため、これまでケーブル式海洋観測システムが2台導入されています。海洋環境の物理的・生物学的・化学的变化をモニタリングし、プランクトン濃度の時間的変化を記録するための水中カメラも設置されています。毎月数回、海水サンプルを採取・保管し、水中センサーの精度確認およびサンプル処理を行っています。OISTと共同研究を行う研究者がセンサーを持参することも可能で、その接続及びメンテナンスはOISTが行います。観測データの保存も可能なため、海洋観測装置の試験サイトとしても最適です。

### 研究の内容

- 1) 地球温暖化や海洋酸性化がサンゴ礁の生態系へ及ぼす影響の調査
- 2) 熱水噴出域に生息する深海生物を研究することで地球生命の起源を探索

#### 現在のプロジェクト

- 沖縄近海のサンゴ礁の継続的なリアルタイム・モニタリングを可能とする深海観測システムの開発
- 民間企業や他研究機関の研究船を利用した熱水噴出域の調査

各施設



- 1 OISTメインキャンパス  
マリンセンター（第3研究棟内）  
ゲノムシーケンサー  
高性能電子顕微鏡  
高性能コンピューター  
質量分析計等
- 2 OISTシーサイドハウス  
セミナールーム  
ゲスト用宿泊施設  
メインキャンパスから約2km
- 3 沖縄海洋観測システム1号機  
メインキャンパスから約50km
- 4 沖縄海洋観測システム2号機  
メインキャンパスから約47km
- 5 OISTマリン・サイエンス・ステーション  
メインキャンパスから約8km

## 応用例/今後の発展

- 海底資源開発（海底下から金属資源を引き上げる海洋掘削作業）の際に、熱水噴出孔周辺に生息する固有種を保全するための実効性の高い計画の策定
- 海洋掘削を伴う資源開発の影響から生態系を守る取組の強化

## 共同研究・技術移転の可能性

- 海洋研究のテクノロジーコアとして、国内外の研究者がOMSCに参加可能
- 沖縄独自の海洋環境の調査に対する専門的アドバイス、共同研究が可能

## 研究ユニット紹介

### 海洋生態物理学ユニット

ユニットリーダー：御手洗哲司 准教授

海洋生態物理学ユニットでは、沖縄周辺の熱水噴出孔およびサンゴ礁に生息する海洋生物に、海流が与える影響について研究しています。本ユニットでは、漂流ブイ、集団遺伝学、コンピュータモデリング、波力で駆動する遠隔操作探査機、および物理的な海洋観測の手法を用い、黒潮海流のマッピング、深海生物の幼生分散の追跡、サンゴを食害するヒトデ発生源の探索、およびプランクトン発生状況のモニタリングを行っています。

### <関連する研究テーマ>

熱水噴出域に生息する深海生物の幼生分散の定量化

深海には、最高で摂氏400度にもなる熱水が海底から噴出する熱水噴出孔とよばれる、いわば「海底温泉」が存在します。そこにはユノハナガニ (*Gandalfus yunohana*) やカイレイツノナシオハラエビ (*Rimicaris kairei*) など熱水噴出域固有の生物群が生息しています。これらの生物は、熱水噴出孔から湧き出る各種の化学物質を食料にして生存しています。そのような環境にある生態系の理解と保全に役立てるため、共同研究先と連携し、熱水噴出域に生息する深海生物の幼生分散の定量化を行いました。（結果は米国アカデミー紀要 (PNAS) で報告）



研究ユニットホームページ： <https://groups.oist.jp/ja/mbu>

# オキナワモズクの全ゲノム解読

## モズク養殖・産業利用に向けて

### 研究の背景

国内で養殖されるモズクの99%以上は沖縄県で生産されており、その9割以上はオキナワモズクです。沖縄県ではモズクの大量養殖に成功し、重要な水産品のひとつとなっています。2006年にはオキナワモズクの生産量は年間約2万トン、出荷価格ベースの市場規模は約50億円に達しました。しかしながら、2010年には生産量が1万トンを下回り、その後は1万トンから2万トンの間で変動しながら推移しています。生産量を変動させる主な原因は、冬場の日照不足などといった天候の影響ではないかと考えられています。オキナワモズクを生産を安定させることは喫緊の課題となっています。

また、オキナワモズクを含む褐藻類は、海洋での生物の棲家となる藻場を構成し、沿岸域生態系の最も重要な要素となっています。モズクを含む褐藻について知ることは、藻場に生息する生物の多様性を保護することにもつながります。



海で養殖されているモズク（伊是名島）



オキナワモズク

### 研究の内容

OISTと、沖縄県水産海洋技術センター（沖縄県糸満市）などは、沖縄で養殖が盛んなオキナワモズクのゲノム（全遺伝情報）解読に初めて成功しました。

ゲノムはすべての遺伝情報が詰め込まれた、生物を知る上で欠かすことのできないものです。しかしながら、オキナワモズクなどの褐藻を含む藻類のゲノム情報は、わずかしが解読されていません。そこで研究チームは、その第一歩として、オキナワモズクのゲノム解読に取り組んだ結果、オキナワモズクのゲノムは他の褐藻に比べて小さく、遺伝子数も少ないことが明らかになりました。また、褐藻に特徴的なヌメリ成分に多く含まれ、健康機能性が報告されている多糖類のひとつ「フコイダン」の合成に関わると考えられる遺伝子の一部が融合していることが明らかになりました。

沖縄のモズク養殖現場における最大の課題は生産を安定させることですが、生産が不安定な要因は環境の影響が大きいと考えられています。本研究の共同研究相手である県水産海洋技術センターでは、今後はモズクの交雑技術開発に取り組み、様々な環境に対応できる品種育成を進める計画です。今回解読されたモズクの全ゲノム情報は、交雑した株を客観的に判断する技術として有意義に活用できると期待されています。

## 応用例/今後の発展

- モズクの交雑技術開発
- モズク類の養殖技術
- 「フコイダン」などの機能性成分を高含有する株の選抜等による新品種の開発・改良
- 褐藻全体の進化プロセスの解明

## 共同研究・技術移転の可能性

- ゲノム情報を利用したモズクの付加価値向上が期待されており、その実現のためには民間企業との共同研究が必要です。
- また、上記のように、生産安定のための品種育成を進める予定であり、その技術移転が今後期待されます。

## 研究ユニット紹介

### マリンゲノミクスユニット

ユニットリーダー：佐藤矩行 教授

海洋生物のゲノムを探索することで、大規模進化、および生態系内における、生物間の関係の解明に役立ちます。マリンゲノミクスユニットは、大きなゲノムを高速に探索する技術を有しており、世界で初めてサンゴ、褐虫藻、および軟体動物の遺伝子配列を解読した研究室となりました。また、本ユニットではヒトとヒトデをつなぐ共通祖先が存在する証拠も発見しています。

#### <関連する研究テーマ>

ニハイチュウの動物系統分類学的位置の解明

次世代型シーケンサーを活用することで、ニハイチュウ（二胚動物）がらせん動物（螺旋卵割動物）の仲間で、その共通祖先から生まれてきたものであり、らせん動物のもう一つの寄生動物門である直泳動物に最も近縁であることを解明しました。（本論文はZoological Lettersに公表）

オニヒトデのゲノム解読

オーストラリアの研究者と共同で、沖縄とオーストラリア・グレートバリアリーフの二箇所から、サンゴを食い荒らすオニヒトデのゲノムを解読し、オニヒトデ同士が種に特異的なコミュニケーションに使っていると思われるタンパク質の候補の同定に成功しました。（本研究成果は、英国の科学誌Natureに掲載）



研究ユニットホームページ： <https://groups.oist.jp/ja/mgu>

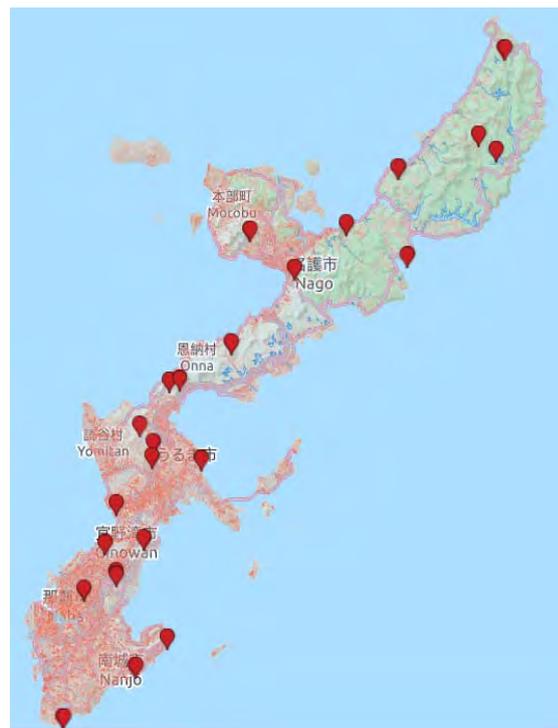
# OKinawa Environmental Observation Network/OKEON

## 沖縄の環境変化のモニタリングとその影響の解明

### 研究の背景

気候変動や動植物の生息地の荒廃、外来種の侵入・拡散などの環境変化を監視し、未来に与える影響を理解することは、世界的に重要な課題です。

OISTでは、OKinawa Environmental Observation Network(OKEON) を設立し、「OKEON 美ら海プロジェクト」の下、沖縄陸域環境モニタリングシステムと、それを活用する地元の大学や高校、博物館、行政などとの協働ネットワークの構築を進めています。



### 研究の内容

OKEON美ら海プロジェクトでは、自然の変化や人為的改変が沖縄の自然環境の現在、未来に与える影響を知るため、沖縄本島の全域に展開するモニタリングサイトやその他の調査地において、遺伝子解析システムや地理情報システム、そしてこれらの情報を統合し、共有するデータベースシステムなどの最新の技術を活用した研究を行っています。

調査地：  
本島の北から南までを網羅する24のモニタリングサイトでは、通年で昆虫や気象データ、哺乳類や鳥類の分布や出現を記録している。

- **節足動物モニタリング**：島内全域24ヶ所のモニタリングサイトに、それぞれ3基の飛翔性昆虫捕獲器（SLAMトラップ）を設置して、通年で採集を行います。各調査地の昆虫相やその季節変化、さらに年変化を明らかにして、現在の自然環境とその変化を、昆虫を使って解析・追跡します。
- **音声モニタリング**：環境中の音声を記録することで、鳥類を始めとする生物の分布や活動の季節変化を明らかにします。
- **遺伝子解析**：集められた大量のサンプルの遺伝子を解析する技術を整備します。これにより、沖縄の生物多様性のなりたちを、遺伝子レベルにまで掘り下げてひも解きます。
- **カメラトラップ**：哺乳類を始めとした動物の分布やその活動を記録します。中南部における、自然環境への外来種の影響などを解明するための基礎資料を提供します。
- **気象観測**：調査区内の風速、風向、降水量、気温、湿度、土壌温度、土壌水分、日射などを通年で記録します。これにより、よりきめ細かく調査区内の気象変化を記録し、生物活動の季節変化の解明などに役立てます。
- **地理情報システム**：沖縄本島内の土地利用や植生の現況を把握します。さらに、過去から現在までの変遷を追跡することにより、陸域環境の時間的変化を明らかにします。また、データを活用したシミュレーションによる環境変化の予測にも役立ちます。

## 応用例/今後の発展

OKEONを活用した各種プロジェクトの企画・立上げを進めており、2つ目のプロジェクトとして、沖縄県と（一社）沖縄県環境科学センターとの連携の下、ヒアリのモニタリングが始まっています。

## 共同研究・技術移転の可能性

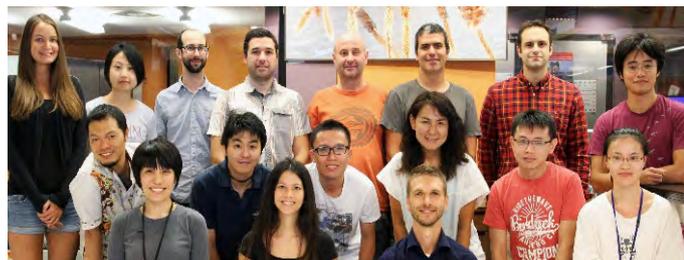
地元沖縄の大学や高校、博物館、そして行政などと、研究協力から自然環境教育協力まで幅広い連携を通じて、次世代の環境共生型社会の実現に貢献します。

## 研究ユニット紹介

### 生物多様性・複雑性研究ユニット

ユニットリーダー：エヴァン・エコノモ 准教授

生物多様性・複雑性研究ユニットは、生物学的多様性がどのような生態学的・進化プロセスを経て創出され維持されるのか？という問題を探究しています。本ユニットでは、どのように種が進化、移動、そして環境に適応するのかという問題に対し、理論・フィールドワーク・実験室的アプローチのすべてを駆使して研究しています。現在は、太平洋諸島におけるアリ群集の動態、アリ全種の世界的多様性パターン、アリ種の中でも超多様化したオオズアリ属のマクロ進化のプロジェクトに重点を置いています。



研究ユニットホームページ： <https://groups.oist.jp/ja/bbu>

### 生態・進化学ユニット

ユニットリーダー：アレキサンダー・ミケエフ 准教授

進化は生命科学を統一する原理です。近年の技術的進歩は進化学に革命を起こし、歴史上の重要な問いに新しい知見をもたらしました。生態・進化学ユニットでは、最新のテクノロジーを活用して幅広い研究課題に取り組んでいます。本ユニットが扱う研究課題は、共生生物の共進化、景観遺伝学を用いた草食動物の宿主適応、コカミアリのカーストにおいて侵襲性に影響を与えるゲノム変異、ハキリアリとハキリアリが栽培するキノコの共進化、およびマムシ毒のプロテオミクスなどがあります。今後のプロジェクトでは、野外および博物館に収蔵されている標本の大規模シーケンシングを行い、生態学と進化の主要テーマを結びつけたいと考えています。



研究ユニットホームページ： <https://groups.oist.jp/ja/evolution>

# 微生物燃料電池

## 世界の廃水処理問題を軽減する水処理技術

### 研究の背景

工場や事業所から出る廃水は生態系に大きな環境影響をもたらします。沖縄の地場産業である泡盛産業や養豚・養鶏などの畜産業では、大量の有機廃水を排出します。これらの廃水処理するための排水施設の運転コストや保全コストは決して安くはなく、企業や事業者にとって経営を圧迫する課題となっています。

### 研究の内容

OISTでは、環境汚染物質を含む廃水を浄化しながら、その過程で発電も行う「微生物燃料電池」と呼ばれる装置を開発しました。装置には特別な微生物が内包されており、装置内部を廃水が通過するとき、廃水中の有機物を分解します。さらに、分解の際発生する電子を電極に渡すことにより、電力を作り出します。本装置は、稼働に必要とする以上のエネルギーを生み出すためコストもかからず、またメンテナンスも容易であるため、実用的な技術として非常に期待されています。

2016年には、科学技術振興機構（JST）の大学発新産業創出プログラム（START）に採択され、現在、沖縄県内の泡盛醸造所において、廃水処理能力の向上や微生物から産出されるエネルギー利用の効率化に取り組んでいます。また、装置内の微生物の組み合わせを変え、様々な種類の廃水に対し、安定して長時間稼働できる微生物燃料電池の開発にも成功しています。泡盛醸造所のほか、養豚場やスコットランドのウイスキー蒸留所、そして米国カリフォルニアのワイナリーなど、国内外で実証実験を進めています。

持続可能なエネルギー創出とともに廃水処理を行い、コストも低く、扱いも容易な本技術は、産業界だけでなく発展途上国での飲み水の浄化などにも有効であり、世界中の水資源の改善に貢献すると考えられます。



OISTの生物システムユニット内にある微生物燃料電池



沖縄県内の泡盛醸造所に設置した微生物燃料電池

## 応用例/今後の発展

- 廃水処理能力の向上や微生物から産出されるエネルギー利用の高効率化
- 異なる種類の廃水に対応するための微生物の特定
- 微生物の分解反応で産出される窒素やリンなどの物質を回収・除去する技術の開発

## 共同研究・技術移転の可能性

- 当技術の共同研究・ライセンスにご興味のある企業からのお問合せ受付中

### 特許情報

米国：仮出願62/464,736

## 研究ユニット紹介

### 生物システムユニット

#### ユニットリーダー：イゴール・ゴリヤニン 教授（アジャンクト）

生物システムユニットでは、微生物が廃棄物を分解しその過程でエネルギーを放出する装置の研究を行っています。この取り組みは、泡盛蒸留所、養豚および養鶏場、砂糖工場、市町村の下水処理施設といった沖縄の基幹産業にとって、経済面および環境面でプラスになります。

#### <関連する研究テーマ>

##### 養豚場廃水の浄化

養豚などの農畜産業からは、有機物質や悪臭を放つ物質、その他の物質を含んだ多量の汚水が排出されます。通常、排水処理・再利用には曝気が行われ、一部は肥料として利用したり、海外では特定の沼地や湿地に溜めて自然に浄化させたりする方法があります。沖縄のように養豚場の多い地域では、排水処理や再利用の課題を抱えており、OISTでは、微生物燃料電池による廃水の浄化に取り組んでいます。（「Scientifica」に掲載）



研究ユニットホームページ： <https://groups.oist.jp/ja/bsu>

# 再生可能エネルギー利用における 予実乖離の防止

## 発電量変動がもたらす、収益ロス及び送電系統の 不安定化の防止への貢献

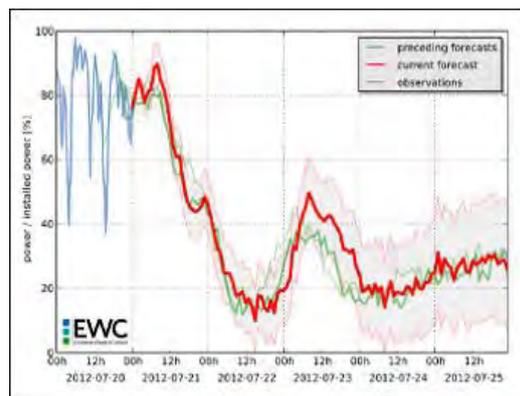
### 研究の背景

再生可能エネルギーのエネルギー量は、その時々での自然の状態により変動します。火力発電や原子力発電とは違って、再生エネルギーはその生産量をコントロールすることはできません。また、電力網には蓄電装置がないため、生産されたエネルギーはすぐに消費されなければならず、そうでなければ電力網を破綻させてしまう危険を伴います。特に風の強い日では、風力による発電量の急激な上昇により、電力網の許容量をオーバーして停電になることが知られています。

このため、再生可能エネルギーの利用に際し、発電設備のオペレーター（発電事業者等）は、適切に設備の運転制御を行うため、また送電網を発電量の不安定性から守るために、予報モデルを使い計画期間における発電量の変動を予測します。

ただし、これらのモデルによる予報の正確性には限界があることから、不適切な運転制御や過剰供給を招き、その結果として、電力の過不足による送電系統の不安定化を引き起こしています。

また、これらの予報モデルは、オペレーターによる発電量変動への対応と効率的な設備運転のほかに、電力取引市場におけるトレーダーの意思決定にも利用されています。



これまでEWC (European Weather Consult) が作成していた予測モデル。再生可能エネルギーの予測データと実際の発電量のデータが示されている。青線は発電実績値、赤線は5日間予想値、緑線はそれ以前における予想値、影で示される部分は5日間予想値の信頼区間を表している。時系列が進むにつれ、予想の信頼区間の幅が大きくなり、信頼度が低下していることが分かる。

### 研究の内容

OISTのマハッシュ・バンディ准教授が開発した新たな予報モデルは、再生可能エネルギー利用の際の予報における時系列と発電量の誤差の定量化を可能とし、予報モデルを修正・改善することで、発電量の変動がもたらす収益ロスの防止および送電系統の不安定化防止につなげることができます。

予報モデルの利点は、1) 最小限のデータ（時系列での発電量予想と実際の発電量）の活用での予報誤差分析が可能であること、2) データのサンプル周期を自由に設定可能であることです。

## 応用例/今後の発展

- 再生可能エネルギー観測データ（ビッグデータ）を活用することで、再生可能エネルギー全般に関する発電電力量の正確な予測モデルの構築
- 再生可能エネルギーの事業性評価手法への貢献

## 共同研究・技術移転の可能性

- 当技術のライセンスにご興味のある企業等からのお問い合わせを受付中
- 実現可能性の検証を目的とした実環境データによる概念実証の結果の提供が可能

### 特許情報

PCT/JP2016/000950「再生可能エネルギーの変動に対する予測誤差を決定するシステムおよび方法」（日本：2017-542194）

## 研究ユニット紹介

### 構造物性相関研究ユニット

ユニットリーダー：マハッシュ・バンディ 准教授

構造物性相関研究ユニットは、ソフトマター物理学、応用数学、力学、およびそれらの生物学的な問題への応用に幅広い関心を持つ実験グループです。ユニットの研究者たちは、巨視的な、非相対論的物質およびその相互作用に関する全般的な分野で研究を行っています。現在は、界面流体力学、粉粒固体、およびヒトの足の生物学的メカニズムに関する問題に関心を持っています。



### <関連する研究テーマ>

風力変動のスペクトラムの研究

各国政府が、今後数十年に渡って安定的に供給できる石炭火力エネルギーを徐々に減らしていく努力をする中で、安定して再生可能エネルギーを供給することは益々重要な課題になっていきます。再生可能エネルギーの供給量の変動を削減し、安定したエネルギー供給を管理するために、なぜエネルギー供給に変動が起きるのか、エネルギー生産の変動そのものの特性を理解することが必要です。（風力変動の統計学的特質を説明した単著論文をPhysical Review Letters誌に発表）

研究ユニットホームページ：<https://groups.oist.jp/ja/ciu>

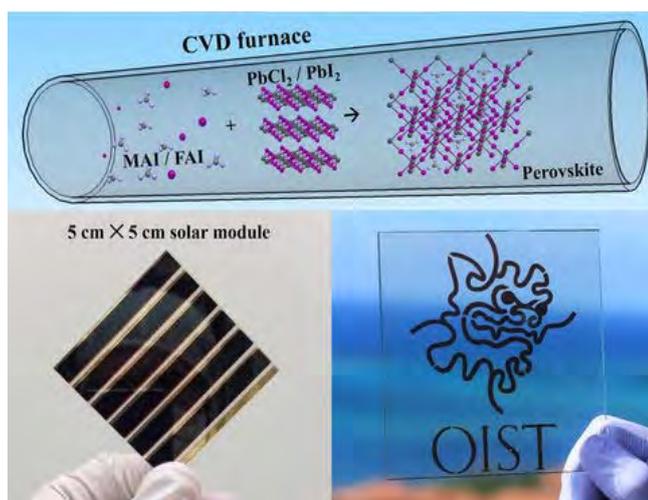
# 低コスト高効率の有機物太陽電池の研究開発

## 化学蒸着によるペロブスカイトフィルムの大量生産の実用化

### 研究の背景

次世代太陽電池の有力候補として、ペロブスカイト太陽電池があります。ペロブスカイト太陽電池はまだ研究開発の段階ですが、現在主流のシリコン太陽電池の変換効率と同等レベルの成果が生まれている点と、高温や真空の製造工程を必要とせず、大半を常温常圧環境での塗布プロセスで製造できるという利点のため、製造コストの大幅な削減ができるというメリットがあります。一方、デメリットとして、安定性が低く劣化が早い、電池モジュールの大型化が困難であるという問題がありました。

ヤビン・チー准教授が率いるエネルギー材料と表面科学ユニットでは、ハロゲン化ペロブスカイトフィルムを使用した太陽電池を開発しました。この太陽電池は従来のものより効率が向上し、安定化と大型化にも貢献する技術となっています。



上図はペロブスカイトフィルムが化学蒸着（CVD）技術を用いてどのように作製されるかが描かれている。左下図はCVD技術を用いて作製されたペロブスカイトの太陽電池モジュール、右下図は、同技術を用いたOISTのロゴ付きのペロブスカイトである。

### 研究の内容

同ユニットでは、有機金属のハロゲン化ペロブスカイトMAPbI<sub>3</sub>のアニーリング（焼きなまし）工程後にメチルアミン溶液を使用すると、結晶粒界に関わる問題を軽減できることを発見しました。結晶粒界とは、結晶領域において隙間として現れるもので、電荷再結合につながる可能性があり、ペロブスカイトフィルムにおいてよくみられる問題で、効率が下がる原因となるものです。結晶粒界を融着させた新たなアニーリング工程後の処理は、荷電再結合を減らし、18.4%という高い変換効率を示しました。さらに、同処理を行なったペロブスカイトフィルムは高い安定性と再現性を実現し、産業用の太陽電池製造に役立つことが実証されました。

ペロブスカイトフィルムは研究室で小規模に作製するのは比較的容易ですが、大量生産での複製には困難が伴います。同ユニットでは、大型の太陽電池とFAPbI<sub>3</sub>ペロブスカイトのモジュールの作製において、コスト効率の高い化学蒸着法を用いました。これまで研究されていたものは、0.3cm<sup>2</sup>未満というサイズでしたが、今回作製された太陽電池とモジュールは、従来型よりもかなり大型で12cm<sup>2</sup>になります。さらに、この太陽電池モジュールは耐熱性も強化され、相対的に高い効率を維持しています。多くのペロブスカイト太陽電池はサイズが大きくなると効率がかなり低くなるので、この特徴は特筆すべきものです。本研究がペロブスカイト太陽電池の実用化に大きく貢献したといえます。（Journal of Materials Chemistry A誌に論文が掲載）

## 応用例/今後の発展

ユニットでは、ある特別なペロブスカイトにおける分解生成物の発見の研究成果を発表しており、ペロブスカイト太陽電池の効率や大型化に加え、寿命の問題にも取り組んでいます。この分野におけるさらなる研究で、コスト効率の良い再生可能エネルギー利用の夢が現実のものになることを目指しています。

## 共同研究・技術移転の可能性

- ペロブスカイト太陽電池製造および評価の周辺技術を含む特許技術多数あり
- 太陽電池メーカーへのライセンス可能

### 特許情報

PCT/JP2015/005541「ペロブスカイトベースのデバイス用ドーピング操作正孔輸送層」（日本：2017-523004）、PCT/JP2015/004078「低圧化学気相成長に基づくペロブスカイト膜および製造方法」（日本：2017-509804）、PCT/JP2015/003450「マルチソース堆積に基づくペロブスカイト膜の製造システムおよび製造方法」（日本：2017-505580）、PCT/JP2015/002041「太陽電池用途向けペロブスカイト膜の製造システム及び製造方法」（日本：2016-565516）

## 研究ユニット紹介

### エネルギー材料と表面科学ユニット

ユニットリーダー：ヤビン・チー 准教授

エネルギー材料と表面科学ユニットでは、コスト効率が高く大面積の、有機材料（プラスチック）で作られる光を電力に変えられるフィルム（有機薄膜太陽電池）を開発しています。このような有機薄膜太陽電池は軽量かつ柔軟です。また、新聞紙を印刷するような、roll-to-roll方式による製造を想定して開発が進められています。そのため窓や壁、その他の表面を覆う太陽電池になるでしょう。

本ユニットでは最新の超高真空装置およびクリーンルームデバイス加工施設を使用し、太陽電池を構成する様々な個々の材料の性質および材料間の界面・表面における相互作用を研究しています。研究成果を元に、材料選択や構造を最適化して太陽電池としての性能向上に取り組んでいます。



### <関連する研究テーマ>

- ペロブスカイト太陽電池の性能向上に関する研究
- ペロブスカイトLED照明の作製

研究ユニットホームページ： <https://groups.oist.jp/ja/emssu>

# オフ・グリッド配電システム

## 再生可能エネルギーからの安定的で効率的な電気供給

### 研究の背景

再生可能エネルギーの将来像には、オープンエネルギーシステム（OES）と呼ばれる汎用性の高いエネルギーの生産・分配システムの運用が見込まれています。OESは、大型発電所による集約型の発電や電力輸送とは異なり、風力や太陽光等の再生可能エネルギー源を用いて戸建て住宅や地域コミュニティ、町村といった小規模事業者による発電・分配を可能にします。OESは、エネルギーの生産・分配をローカル化することにより、再生可能エネルギーの供給安定化を図り、先進国の化石燃料依存からの脱却を後押しすると期待されています。

また、クーラーが生活必需品であるモンスーン気候などの蒸暑地域は、アジア地域に広がっていますが、人口増加が著しく、今後CO<sub>2</sub>排出量が大きく増えることが予想されています。日本においても、産業部門のエネルギー消費量がこの30年間に2割近く減少しているにもかかわらず、住宅部門のエネルギー消費量は2倍になっているため、今後の成長が見込まれる国々においては、住宅部門におけるエネルギー消費には長期的な対策がよりいっそう必要になると考えられます。

### 研究の内容

OISTオープンエネルギーシステムでは、計19戸の住宅の屋根に取り付けられたソーラーパネルで発電し、各家庭にはエネルギーサーバーが配置されています。サーバー間で直接情報をやり取りするため、複数の家庭が電力を融通し合い、使用者の需要に応じて電力が自動的に分配されます。余剰電力は、ソニーが開発したオリビン型リン酸鉄を用いたリチウムイオン電池（Phospho-olivines Lithium Ion battery）に貯蔵され、日射量の少ない日に使用することができます。また、管理者が発電量と消費量をリアルタイムで監視し、分配される電力供給の状況を把握することができます。このようなシステムにより、OISTの教員宿舎には2014年12月から途切れることなく安定したオフグリッドの電力供給が続けられています。

また、OISTはサステナブルリビング実験棟・設備を利用して、ミサワホームと共同研究のもと「サステナブルリビングプロジェクト」を進めています。アジア・アフリカ・中東において、電気や水などのインフラが未だ整備されていない地域においても、快適な暮らしができる住環境を提供することを目的として、実験棟の屋根に設置した88枚の太陽電池で発電された電力（最大出力7kW）と、実験棟の外に設置した2機の風力発電機（各1kW）で発電した電力を直流（DC）のまま蓄電し、直流エアコン、直流家電に使用させるという住宅内直流給電システムを実証していきます。



OISTの教員宿舎に設置された  
直流送電網システム



OISTサステナブルリビング実験棟

## 応用例/今後の発展

「サステナブルリビングプロジェクト」は、アジア・アフリカ・中東において、電気や水などのインフラが未だ整備されていない地域においても、快適な暮らしができる住環境を提供することを目指しています。OIST内で行っているオープンエネルギーシステムズとともに、再生可能エネルギーを最大限に利用した仕組みを島嶼地域や発展途上国のコミュニティへ導入することを目指しています。

## 共同研究・技術移転の可能性

現在、「サステナブルリビングプロジェクト」では、(株)ミサワホーム総合研究所および(株)ピューズとの共同研究を実施しており、また、OISTの教員宿舎に設置された直流送電網システムは、ソニーコンピュータサイエンス研究所と共同で設計しました。今後、OISTをサステナブル研究の主要機関に育て、同研究分野のR&Dクラスターを構築する中で、大学等研究機関や企業との国際的な協力拡大や、スタートアップ企業の設立を目指します。

## 研究ユニット紹介

### 統合オープンシステムユニット

ユニットリーダー：北野宏明 教授（アジャクト）

ヘルスケアとサステナビリティは、現代の地球規模の課題として特に重要な問題です。これらは、生体とエネルギーや交通システムなどの社会システムという高度に統合化されたオープン・システムです。統合オープンシステムユニットでは、これらのオープンな複雑システムに関する基礎的な原理を理解し、その知識を現実世界に応用することを目指しています。これからは、我々の活動である Garuda Alliance や Sustainable Living を通しても国際的に展開されます。

#### <関連する研究テーマ>

- オープンエネルギーシステム
- 交換可能電池を利用した、電気自動車のためのマイクログリッドシステム
- 高湿度地域における維持可能な生活



研究ユニットホームページ：<https://groups.oist.jp/ja/obu>

# 波力発電機の開発

## 安価でクリーンなエネルギーによる持続可能な未来

### 研究の背景

化石燃料のエネルギー利用は産業革命を後押しし、その後の技術発展に寄与してきました。しかし、その埋蔵量には限りがあり、低炭素社会への転換に向けた取り組みが急務となっています。石油・石炭などのエネルギー資源が底をつく日はもうすぐそこまで来ています。

太陽光および風力発電は、エネルギー革命の旗手と言えますが、世界のエネルギー消費量が増加の一途をたどるなか、必要な電力を全てこの2つのエネルギー源だけで賄うことは不可能だということが分かってきました。

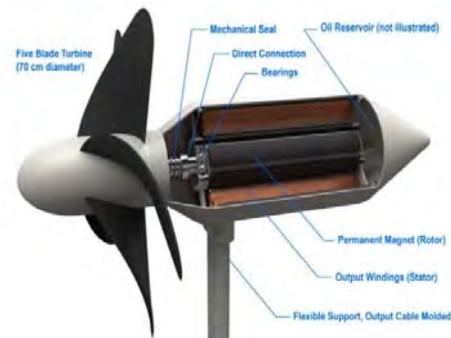
それらの解決策となりうる有効なエネルギー源のひとつが海岸に打ち寄せる波の力である波力です。

### 研究の内容

2013年に開始したThe Wave Energy Converter (WEC = 波力発電機) プロジェクトでは、消波ブロックやサンゴ礁など、海岸線近くの波の起きる場所に、発電タービンを設置します。これらの場所では、発電タービンが理想的な波にさらされ、クリーンで再生可能なエネルギーを産出するのみならず、侵食から海岸を保護することにも一役買うことができます。

発電タービン自体は、激しい波の威力だけでなく台風のような極端な気象にも耐え得るように設計されています。羽根は注意深く計算されたスピードで回転し、羽根の間に生物が巻き込まれても、逃げるように設計されています。

現在、新竹教授と研究チームの研究者たちは、プロジェクトの第1段階を完了し、初の商業実験用として、実寸の半分のサイズの羽根を搭載した直径0.35mのタービンを設置する準備をしています。このプロジェクトでは、2つの波力発電機を設置し、LEDを点灯させる実証実験を行う予定です。



5枚のタービンの羽根は、波を受けて軸を中心に回転する。軸は永久磁石発電機に取り付けられており、波力エネルギーを使用可能な電力に変換するタービンの一部となっている。セラミックスでできたメカニカルシールは、内部の電気部品を塩害から保護する。



並んだ小型の波力発電機は、砕け散る波から生じる渦の流れを利用して発電する。(イメージ図)

## 応用例/今後の発展

日本本土の海岸線の30%は、テトラポッドと防波壁で覆われており、これらを特殊な消波ブロックと防波壁に置き換えれば、海岸を保護すると同時に、消波ブロックに設置した発電タービンで、エネルギーを産出することができます。本土の海岸線のわずか1%を利用するだけで、約10ギガワット（原発10基分に相当）のクリーンで再生可能なエネルギーを産出することが可能です。

## 共同研究・技術移転の可能性

- 当技術の共同研究・ライセンスにご興味のある企業からのお問合せ受付中

### 特許情報

PCT/JP2015/003576 「波エネルギー変換器」（日本：2017-501431）

## 研究ユニット紹介

### 量子波光学顕微鏡ユニット

#### ユニットリーダー：新竹積 教授

量子波光学顕微鏡ユニットが新たに組み立てた低エネルギー電子顕微鏡は、レンズを用いず、DNAおよびウイルスの鮮明なホログラムを作成できます。この新技術により、時間を要する結晶学的な手法を用いる必要がなくなり、1分子の画像をサブナノメートル分解能で得られると期待されています。これとは大きく様相が異なる再生エネルギー発電プロジェクトでは沖縄の地理的条件を生かし、海のエネルギーの電力化について研究しています。

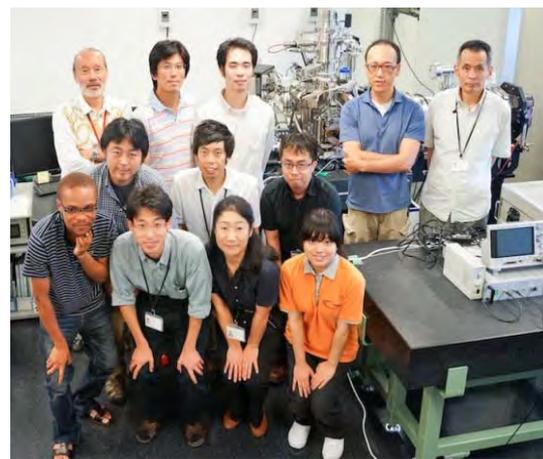
#### <関連する研究テーマ>

##### 1. 生物研究向け、原子分解能の顕微鏡技術の開発

1. 電子のコヒーレント散乱とデジタルホログラフィーを利用する新しい原理の原子分解能の顕微鏡開発
2. 膜タンパクのナノ結晶をFIBにより成形し、低エネルギー電子線回折により解析を行う新しい電子線結晶構造解析の技術開発
3. 全く新しい原理によるX線顕微鏡の技術開発

##### 2. 波力により発電するための技術開発

##### 3. レーザー干渉計による生命活動観測



研究ユニットホームページ：<https://groups.oist.jp/ja/qwmu>

# マイクロ流体、再生可能エネルギー、 航行推進に応用可能な 新しい非接触磁気カップリング

## 非接触磁気ギアの新たな可能性

### 研究の背景

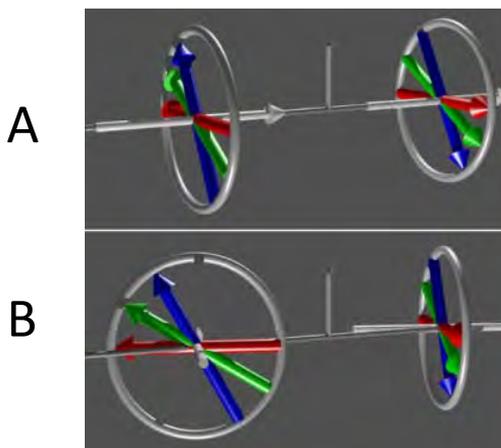
従来の機械式ギアは、歯車と歯車が直接かみ合っただけで動力を伝えます。そのため、振動や騒音、ギアの磨耗による塵の発生といった問題や、定期的に潤滑油を差したり、歯車を交換するなどのメンテナンスが必要といった欠点があります。

### 研究の内容

鉄、ホウ素、ネオジムからなる合金から成る強力な永久磁石を使用することにより非接触型の磁気ギアを構成し、従来型の接触型のギアの欠点を解消します。

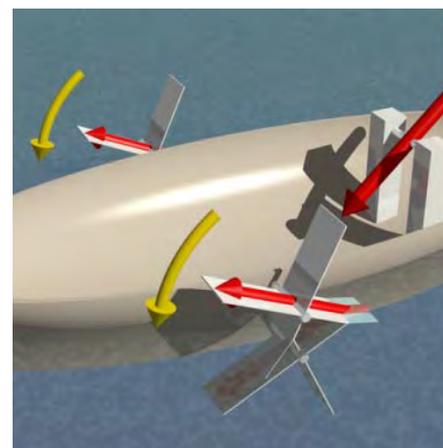
また、入力軸と出力軸の傾斜角度を自由に設定することを可能とし（左図B）、2つの磁石の配置によっては、3つ目の磁石を特定の位置に追加し、滑らかな連結を保つことが可能となります（右図）。

引っかかりなく均一な動作を生み出せる滑らかな磁気結合がもたらす可能性は大きく、ナノ技術、マイクロフルイデックス、ロボット工学などへの応用が期待されます。



A) 従来型の構成：回転する2つの磁石(赤、緑、青色の矢印)がひとつの回転軸(灰色の矢印)を共有。こうした機構が最新式のミルク泡立て器やフードミキサー、化学実験に使用する磁気攪拌器などに使用されています。

B) この研究で得られた構成のひとつ：回転する2つの磁石の回転軸(灰色の矢印)が互いに直角になっています。



相互に作用する3つの磁石(赤色の矢印)で駆動するパドル船のモデル。2つの磁石がパドルに、もう1つが駆動装置に接続されています。駆動装置の磁石の回転に従ってパドルが動きます(黄色の矢印)。

Life Science  
Marine Science  
Environment  
Renewable Energy  
ICT

## 応用例/今後の発展

- ナノ技術、マイクロフルイディクス、ロボット工学などへの応用
- 試作品を使った実証試験で理論を検証

## 共同研究・技術移転の可能性

- 当技術の共同研究・ライセンスにご興味のある企業からのお問合せ受付中

### 特許情報

米国：15/846,565

## 研究ユニット紹介

### 数理力学と材料科学ユニット

ユニットリーダー：エリオット・フリード プロフェッサー

ソフトマターは複数の原子や分子で構成されている物質を研究対象とし、急速に進展を遂げている比較的新しい研究分野です。一般的にソフトマターとは、マイクロ-メゾスコピック領域に属する構造単位を持ち、その名の通り、変形しやすい物質の事を指します。数理力学と材料科学ユニットでは統計力学、連続体力学、微分幾何学、漸近解析、分岐理論、および大規模な計算科学処理など、あらゆる手法を統合し、基礎から応用まで幅広く研究しています。現在、円盤状高密度リポタンパク質、穿孔脂質二重膜、自己推進力をもつエージェントであるバクテリアの懸濁液、表面上の液滴の蒸発・凝結状態下における三相境界線ダイナミクスなどを研究内容として活動しています。



### <関連する研究テーマ>

ソフトマターの適用分野の拡大

表面張力、キルヒホッフ・プラトー問題、ソフトな物の安定性、流動パターンなどの分野の「ソフトマター」を広く扱っていきます。

研究ユニットホームページ：<https://groups.oist.jp/ja/mmmu>

# モバイル機器用スマートガスセンシングプラットフォーム

## 均一な鉄ナノキューブの作製方法

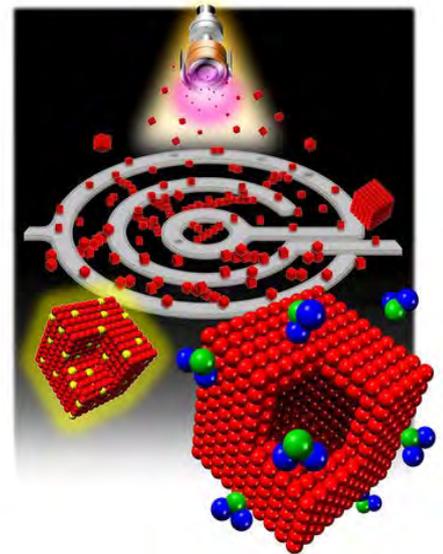
### 研究の背景

古くから科学者たちはナノ粒子について理解しようと試みてきました。その中でもナノキューブの作製は、バイオセンサーやガスセンサーとして応用できる可能性があることから、とりわけ注目されてきました。ナノ粒子は、物理的または化学的手法で作製することができますが、物理的手法の有利な点は、化学的手法で通常見られる有機物質による汚染がない点です。ただ、物理的手法では均一な大きさのナノキューブを必要量作製することは困難という課題がありました。スマートガスセンシングプラットフォーム(SGSP)は、消費者および産業用アプリケーションで一酸化炭素(CO)、酸素(O<sub>2</sub>)、アンモニア、フッ素、窒素酸化物などのガスを監視し、スマートフォンやタブレットとのシームレスな接続を可能にするワイヤレス機能を有するプラットフォームです。均一な鉄ナノキューブが作成可能になれば、二酸化窒素のSGSPとしての電子デバイスが製造可能となります。

### 研究の内容

ガス検知装置の小型化を狙いとしたSGSP用電子デバイスの製造を可能とするために、OIST研究者らは、マグネトロン・スパッタ不活性ガス凝集法を用いて独自の鉄ナノキューブを作製する方法を導き出しました。その方法とは、最初にアルゴンガスを熱し、プラズマイオン化します。そして、今回目的の物質は鉄であるため、鉄のターゲットの後ろに磁石を適切に設置します。これによりプラズマの形状を操作し、アルゴンイオンが確実にターゲット(スパッタの標的)に照射するように定めます。この結果、ターゲットから鉄原子がはじき出され(スパッタが起こる)、アルゴン原子と、また鉄原子同士が互いに衝突することでナノ粒子を形成します。磁場を制御することで、プラズマの精密な操作をし、均一な鉄ナノキューブを作製することを可能にします。

センサーへの応用には、均一であるということが要件となります。ナノキューブの作製段階において、そのサイズ、形状そして数量をコントロールする方法が必須ですが、上記方法により大量生産に応用可能な、物理的手法による均一な鉄ナノキューブを作製することが可能となり、二酸化窒素のSGSPが可能となりました。



マグネトロン・スパッタ不活性ガス凝集法を用いた鉄ナノキューブ作製及び、二酸化窒素センサーにナノキューブを利用する様子を図で表現

## 応用例/今後の発展

鉱業、医療施設、産業プロセスと管理、建築技術と快適性、家庭用NOX検知などへの応用が可能です。

## 共同研究・技術移転の可能性

- ガスセンサーメーカーと共同研究、ライセンス契約可能

### 特許情報

PCT/JP2017/024566「鉄ナノキューブに基づいた超高感度な二酸化窒素ガスセンサー」

## 研究ユニット紹介

### ナノ粒子技術研究ユニット

ユニットリーダー：ムクレス イブラヒム・ソーワン 准教授

数十～数百万個の原子が集まってできるナノメートルのサイズの集合体をナノクラスター／ナノ粒子といいます。ナノメートルサイズにおいて、材料がもつ化学的組成や粒子サイズを制御することにより物理的・化学的性質を、操作することができます。金属のナノクラスターは、触媒反応やナノ電子デバイス、医工学技術への応用が期待され、特に関心を集めています。当研究ユニットでは、1種類または2



種類の金属からなるナノクラスター／ナノ粒子、そしてコア-シェル構造のナノクラスター／ナノ粒子を、マグネトロンスパッタリング法を用いた気相成長によりさまざまな粒径で作成するとともに、それらの構造特性、磁性、電子状態、化学的性質、そして応用技術について研究を行っています。

### <関連する研究テーマ>

ナノクラスターの応用分野の拡張

スーパーハイパワーシリコン電池、リュクルゴス・カップ、COナノセンサー、ナノワイヤーなどへ応用分野を拡大していきます。

研究ユニットホームページ：<https://groups.oist.jp/ja/ndu>

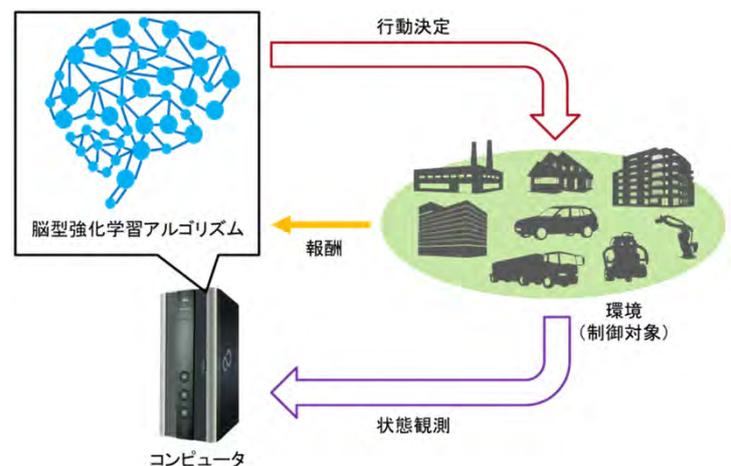
# 知能システムにおける効率の良い 目標推定

## 自律的に調整可能な強化学習アルゴリズムの開発

### 研究の背景

データに基づいて様々なタスクの遂行器を作成する機械学習は、画像認識や音声認識の分野で実用化も進み、現在のAI技術の中心となっています。その中でも、行動に対する報酬をもとに、試行錯誤を通じて環境に適応した行動選択方策を獲得させる強化学習は、昨今、様々な成功事例によって注目を浴びています。

人間の脳は、様々な情報から本質的なものを選んだり、過去の学習を新しい問題の解決に役立てたり、特定の状況に適した行動とより確実に安全な行動を随時切り替えたりすることで、応用力のある学習を実現しています。例えば、人は雑踏の中でも、自分の行きたい方向に応じて注意すべき人や障害物を瞬時に特定して衝突を避けることができます。また、将棋をある程度指せる人はチェスの上達も早いことが一般的であり、将棋の対局中、定跡どおりに指すか深く手を読むか、局面に応じた切り替えが可能です。しかし、従来の強化学習は、注目すべき情報をあらかじめ設計者が指定したり、問題ごとに学習をやり直したりする必要があるといった課題があり、実社会での適用は限られていました。



本共同研究の成果イメージ

### 研究の内容

OISTと富士通研究所では、このような脳の学習方法に着目し、最新の脳科学の知見に基づいてそのメカニズムを取り入れることで、従来の強化学習で人手により調整していた部分もAIが自律的に調整可能となる、より応用力のある強化学習アルゴリズムを開発する共同研究を開始しました。

具体的には、主に、実用化に向けた課題の中でよりニーズの高い以下の3つの分野における新技術を開発しました。

1. 動的に変化する大量データの中から強化学習に適した情報を自動的に抽出する技術
2. 過去の経験を別の問題の行動選択方策へと生かす転移学習技術
3. 複数の方策から状況に応じて行動を選択する協調・並列強化学習技術

OISTの銅谷賢治教授の研究チームは、脳科学の観点から神経計算機構の数理モデル化を行い、強化学習アルゴリズムへ反映し、富士通研究所は、最適化、制御工学の観点からアルゴリズム考案に参加し、同時に、計算資源を最大限活用する実装手法を開発しました。

## 応用例/今後の発展

OISTと富士通研究所は、大量の入力情報への対応と、環境変化へのフレキシブルな対応や保守的な対応など、複数の方策を並列に学習させ行動選択に生かすという課題に取り組みます。また、共同研究の成果を元に、ICTシステム管理、エネルギーマネジメントなどの実社会での応用において、人手による設定・調整なしで、環境に適応した方策をより効率的にコンピュータに獲得させるAIソリューションの開発を目指します。

## 共同研究・技術移転の可能性

- エネルギー・マネージメント・システム関連企業へのライセンス

### 特許情報

PCT/JP2017/004463 「DIRECT INVERSE REINFORCEMENT LEARNING WITH DENSITY RATIO ESTIMATION」 (米国：15/425,924)

日本：2016-066470「ハイブリッド車両システム、ハイブリッド車両システムの制御装置及びハイブリッド車両システムの制御方法」、2016-066572「作業車両」

## 研究ユニット紹介

### 神経計算ユニット

ユニットリーダー：銅谷 賢治 プロフェッサー

神経計算ユニットでは、トップダウン的な理論モデルとボトムアップ的な生物学実験の融合により、人間の心の生物学的基盤を理解することを目的としています。

#### <関連する研究テーマ>

脳と環境の数理モデル化と実証実験

標記研究テーマでは、人間の心の生物学的基盤を、トップダウン的な理論モデルとボトムアップ的な生物学実験の融合により理解することを目的とします。近年の分子生物学の進歩により、統合失調や抑うつなど様々な精神障害と関連する分子や遺伝子が明らかにされつつあります。しかしそれら障害の多くは、複数の分子や遺伝子の環境との複雑な相互作用の結果として引き起こされます。

そのような相互作用を理解するには、脳と環境のダイナミクスを含む数理モデル化と、そのコンピュータシミュレーションやロボット実験が不可欠です。

そこで本研究では、次の3つの主要な課題に取り組みます：

1. 細胞や分子、遺伝子の複雑なネットワークをモデル化するための、新たな数理的手法の開発。
2. ドーパミン、セロトニンなどの神経修飾物質系の機能とダイナミクスの、神経生理実験による検討。
3. 動的な環境下での自己保存、自己複製に必要な適応機構と、その誤動作の可能性のロボット実験による探索。

本研究はこれら理論的・生物学的・工学的なアプローチを組み合わせることにより、動的システムモデルの新たなソフトウェア、人の感情にも似た高度な適応機能をもつロボット、さらに心の障害の治療と予防のための新たなアプローチの開発を目指します。



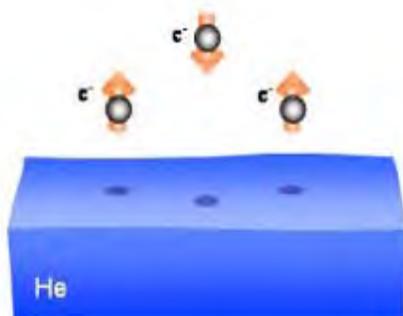
# 量子コンピューティングに向けての 新量子システム

## 液体ヘリウムシステムを用いた同一量子ビットの作成

### 研究の背景

量子コンピュータの将来像については、専門家はもちろん、多くの企業や政府機関の間で注目の話題となっています。従来の二進法の「1」と「0」の「ビット」でデータをトランジスタやメモリ内で演算・保存する代わりに、量子コンピュータの世界では、原子、イオンまたは電子などの系を「量子ビット」として用い、1と0を同時にとる（重ね合わせ）状態も含む無限の組み合わせで演算します。

固体を用いた量子コンピュータの研究での問題の一つに、材料内の欠陥や不純物が個々の量子ビットの機能にランダムに影響を与えるため、完全に同一の量子ビットを作り出すことが非常に困難であることがあります。



液体ヘリウム上の  
電子は自由に移動し  
制御が容易

### 研究の内容

OISTの量子ダイナミクスユニットでは、液体ヘリウム表面に浮かぶ電子の特性を活用した超小型のデバイスを作成し、液体ヘリウム上の電子が量子コンピュータ実現のための新たな候補になることを発見し、量子コンピュータの早期実現の可能性を高めました。液体ヘリウムの系は純粋で欠陥がなく、完全に同一の量子ビットを作り出すことが理論上可能であり、また、他のシステムではほとんど不可能ともいえる電子の移動が、液体ヘリウムを用いた系では可能となるからです。

液体ヘリウム表面上の電子を量子コンピュータに活用するには、ヘリウム表面上の個々の電子を隔離することと、電子の動きやスピンといった量子的自由度をコントロールする必要があります。また、別の場所に電子を動かす必要がある場合もあるため、電子とヘリウム表面の間の相互作用の物理を理解することも重要となります。

液体ヘリウム上の電子は2次元（2D）の結晶を形成することが可能であり、またこの結晶がヘリウム表面に沿って移動する際、電子と表面波の間の相互作用により特有の現象が起きることは、これより前に発見されていました。しかし、OISTの研究者らは、これらの現象が電子結晶の大きさによりどのように影響されるのかを世界で初めて探求し、比較的少数の電子からなる二次元電子結晶をひとつだけ隔離するため、電子トラップが組み込まれた超小型のチャンネルを持つデバイスを作成しました。このデバイスの電極の一つに交流電圧を印加することで、電子結晶を液体ヘリウム表面上で移動させます。この電子の動きが鏡像効果でもう一つの電極に電流を誘起するため、その電流を市販の電流増幅器とロックイン検出器を用いて測定することで検知できます。

## 応用例/今後の発展

- 可動性のある量子ビットを用いたグリーンかつ集積可能な系の実現
- 量子コンピュータ

## 共同研究・技術移転の可能性

- 当技術の共同研究・ライセンスにご興味のある企業からのお問合せ受付中

## 研究ユニット紹介

### 量子ダイナミクスユニット

ユニットリーダー：デニス・コンスタンチノフ 准教授

電子などの粒子が十分に狭い領域に閉じ込められている場合、波動としての性質が顕著になります。その振る舞いを理解するには、量子力学的な説明が必要になります。明確な軌道に沿って移動する古典力学的物体とは異なり、このような粒子は確率密度と不確定性原理により説明されます。量子ダイナミクスでは、古典力学と電磁気学では十分に説明することのできない粒子の運動を扱います。当ユニットでは、興味深い多くの量子現象の基本となる複雑な多粒子系について研究しています。実験により確認された現象を論理的に説明することにより、量子情報処理の実現など、さまざまな用途への応用を目指しています。

#### <関連する研究テーマ>

光磁気輸送およびスピン共鳴による、平衡状態から大きく離れた極低温複雑量子系の研究

極低温原子ガス、固態ナノ構造、ナノ光デバイス、次世代ナノデバイスなどへの展開が可能です。



量子実験に用いた超伝導磁石

研究ユニットホームページ：<https://groups.oist.jp/ja/qdu>

<問合せ先>

内閣府沖縄振興局

TEL:03-5253-2111

〒100-8914 東京都千代田区永田町1-6-1

個別の研究内容についてご質問等のある方は、以下の問合せ先までお願いいたします。

沖縄科学技術大学院大学 技術開発イノベーションセンター

〒904-0495 沖縄県国頭郡恩納村字谷茶1919-1

E-mail : [tls@oist.jp](mailto:tls@oist.jp)

<https://groups.oist.jp/ja/tdic>