



OIST

OKINAWA INSTITUTE
OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
GRADUATE UNIVERSITY
沖縄科学技術大学院大学



**新時代の
大学院大学へようこそ**
沖縄科学技術大学院大学

新時代の教育研究を切り拓く

境界線のないサイエンス

沖縄科学技術大学院大学（OIST）は、世界に先駆けて教育研究の在り方を変えようとしています。学部を設けず、全ての研究機器を広く共用し、異なる分野の教員が主導する研究ユニットがワークスペースを共有化するなどの工夫により、共同研究を妨げる障壁が取り除かれ、学際的な研究の機会が生まれます。学生たちは3つの研究ユニットのラボをローテーションで回りますが、そのうち少なくとも1つは専門分野外のラボを選ぶことが義務づけられており、自身が選択した分野での鍛錬を積む一方で、専門外の分野についても学びます。





学長メッセージ

我々人類は今後 30 年間にわたり、先人たちが未だかつて経験したことのない未曾有の変革期を迎えることになります。世界は今まさに第 4 次産業革命の黎明期にあり、人工知能 (AI) やロボット等の技術革新による新たな機械化が、雇用・教育・ヘルスケア、あるいは「人間とは何か」という問いに至るまで、社会生活のあらゆる領域において大きな変化をもたらそうとしています。そうした中、社会は、高齢化や医療問題、都市化、エネルギー・食糧供給など、地球規模で取り組まなくてはならない多くの課題を抱えています。技術革新により社会的ニーズが急速に変化している中で、産官学の連携を一層強化し、これらの諸課題に対処する革新的な解決策を導き出すことが求められます。

産業界における研究開発は、低リスクで一定水準の利益を期待できる場合が多い反面、その投資リターンは限定的です。一方で、学術研究は、ブレークスルー・イノベーションを生み出す源泉となります。安定した研究資金を確保している学術研究機関の科学者たちには、従来の研究領域に変革をもたらすハイリスク・ハイリターンな研究テーマを追求する独創的で自由な研究環境が与えられます。たゆまぬイノベーション創出のためには産学連携が不可欠です。その重要性を認識している大手テクノロジー企業の多くは、トップクラスの大学に対する大規模な投資をおこなっています。沖縄科学技術大学院大学 (OIST) は、このようなトップクラスの大学に発展していくことをめざしています。2017 年、安倍晋三内閣総理大臣は OIST の将来性について、「世界中からノーベル賞クラスの教員とトップクラスの学生があつまっています」と発言されています。本学の発展に伴い、その設立目的である科学技術分野における国際的に卓越した教育研究の遂行と、沖縄の自立的発展への寄与に向けて、政府機関、産業界、そして他の学術機関との連携を強化し、さらに構築していく所存です。

本パンフレットでは、OIST の革新的教育研究活動の一端を紹介しています。本学の幅広い活動や研究成果については、OIST ウェブサイトをご覧くださいとともに、実際に沖縄を訪れて美しいキャンパスをご見学ください。皆さまのご来校を心よりお待ちしております。

OIST 学長

ピーター・グルース



OIST ピーター・グルース学長と学生たち



イノベーション創出に向けて

革新的なイノベーションは未来への鍵であり、OISTはこの取り組みにおいて、変革をもたらそうとしています。国際性と研究の質の高さは、本学の最大の強みであり、世界中から最高水準の人材を集め、幅広い科学の分野でトップレベルの研究を行っています。理論物理学、海洋科学、神経科学、マイクロ流体力学など、OISTには多分野における研究テーマがあり、分野間の隔たりのない教育研究体制が、異なる分野の研究者による協働を促し、学際的な連携を可能にしています。本学では、オープンかつ競争力があり、国際性と学際性を重んじた教育研究の下、イノベーションを創出します。

電力産出量のピークと谷間の間でうまくバランスをとるためには、より多くの風力エネルギーを取り入れる必要があります。遠く離れた場所にある風力発電所（ウィンドファーム）を電力網で繋がれば、電力産出量の変動を平均化することができるかとこれまででは考えられてきました。ところが、実際はそう簡単ではないことがわかりました。

構造物性相関研究ユニットを率いるマヘッシュ・バンディ准教授は、米国テキサス州とアイルランドのウィンドファームのデータを分析し、大西洋を隔てているにも関わらず、この2つの風力タービンは、ほぼ同じタイミングでピークに達したり、最低レベルに達していることを発見しました。特定の風のパターンは長距離にわたる可能性があるため、複数の場所で同じタイミングで同程度の風の乱れが発生することもあるのです。

「相関距離が数百キロメートルといった大きな単位であるため、電力を平均化することは予想以上にやっかいなものであることがわかりました」と、バンディ准教授は語っています。

同准教授の研究では、変動をうまく制御するには限界があることがわかりました。仮に地球上にあるすべてのウィンドファームを繋いで電力を平均化しようとしても、

その変動を完全に排除することはできません。

バンディ准教授は以下のように説明します。「変動の構造を詳しく知ることで、より、より良い電力網を設計することができます。」

物理学者でありエンジニアでもあるバンディ准教授は、身の回りにあるエネルギーの変動を探索する一方で、魚のヒレや鳥の歌の学習を始め、人間の足や日本の屏風にいたるまで、幅広い研究対象があります。このように多分野にわたって研究できる自由度の高さは、バンディ准教授が OIST について最も有難いと感じている部分です。

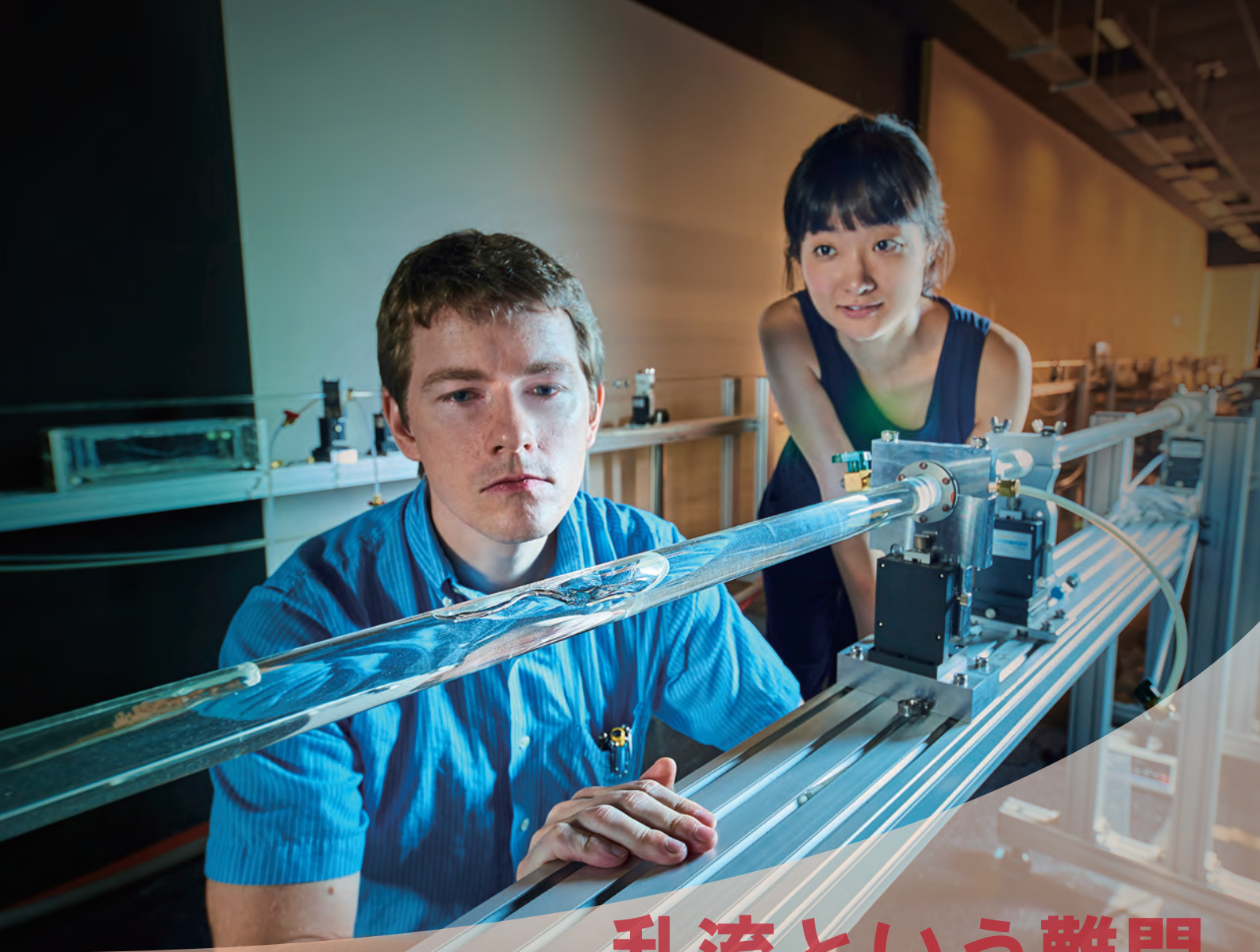
「従来型の学部に分かれている大学では、再生可能エネルギーの変動、足の生体力学、芸術の科学といった、多様な研究テーマを追求することは容易ではなかったでしょう」と、同准教授はコメントしています。

風力変動を克服する

地球上の風力変動の特徴を把握すれば、
より良い電力網が設計できます

マヘッシュ・バンディ准教授は、タービンとプロペラ間の相互作用を利用して、乱気流に巻き込まれることもある航空機の飛行変動を研究する計画です。





乱流という難問

乱流について解明していくことで、台風や、石油とガスのパイプライン輸送に至るまで、様々な現象について洞察を深めることが可能となります

流体力学ユニットでは 3 次元での流れを研究しています。

乱流は、何百年もの間、数学者、物理学者、技術者を困惑させてきた厄介な難問です。中には、乱流を理解することは絶望的で、解決不可能として諦めてしまった学者もいるほどです。

しかし、ピナキ・チャクラボルティ准教授率いる流体力学ユニットでは、諦めずにこの問題に挑んでいます。物理学と工学的アプローチを組み合わせることで、この難題を解き始めているのです。

具体的に説明すると、流体力学ユニットでは、液体または気体が静かに流れる穏やかな状態から、堰を切った川のように、高速かつ、ごちゃ混ぜの状態へと遷移する領域に注目しています。静かな流れについては理解が進んでいるものの、この「乱流へと遷移する流れ」は、数学的に解くのが非常に難しい問題です。

「この遷移状態には、驚くべき奇妙な特徴があります。私たちは実験を行いながら、100 年以上見過ごされてきた遷移流において多くの特徴を見出し始めています」と、チャクラボルティ准教授はコメントしています。

チームはまた、流れが乱流状態になった後、何が起るかを解明したいと考えています。乱流は摩擦に大変な影響を及ぼしますが、影響度については、いまだに謎です。この関係性を理解するため、チャクラボルティ准教授のグループは、連続体物理学研究ユニットと共同で、さまざまな実験を実施しています。研究者たちは、流れを 3 次元で分析するため、長さ 20 メートルのガラス管をカスタムメイドで作製しました。また、流れを 2 次元で研究するため、石鹸の薄膜を

使った装置も使用しています。

これらの実験による結果は、台風の予測精度向上など、幅広い分野での応用の可能性を秘めています。台風と海面との間の摩擦には、台風の進行速度を遅くする効果と同時に、台風の強度を増大させる熱を発生させるという二つの効果があります。

「台風の強度を予測する能力は、台風と海面との摩擦を予測する能力と、非常に密接に関わっています」と、チャクラボルティ准教授は説明します。

また、パイプラインを流れる石油やガスは、摩擦により減速するため、流れを継続させるためにはポンプが必要です。摩擦を少しでも減らすことができれば、ポンプを動かすために必要なエネルギーが少なくて済み、大幅な省エネにつながります。

チャクラボルティ准教授は、「私たちは、摩擦というものがどこから生じているかを理解し始めています。いつの日か、この摩擦を操作して制御する方法を編み出すことができるのではないかと期待しています」と、将来への展望を語っています。

乱流という難問が、絶望的な難題ではなくなっている時代に入っているようです。



自然界にヒントを得た化学

錯体化学・触媒ユニットでは、
自然を見習った、無害の触媒としての新たな金属系分子設計を進めています

オルガ・グラットコブスカヤ研究員が所属する錯体化学・触媒ユニットでは、
産業利用可能な、発光作用の「メカノフォア」や、安価で無毒な触媒を開発しています。

錯体化学・触媒ユニットを率いるジュリア・クスヌディノワ准教授の研究チームは、無害かつ今日の化学工業界で広範に使用されているものよりも安価な触媒を設計しています。

「私たちは最適なシステムを作るため、自然界でどのように触媒作用が働いているかを観察し、類似したものを作製しようとしています」と、クスヌディノワ准教授は語ります。

触媒は、縁の下の力持ちのように化学反応を起こすのを助ける役割をします。同准教授は、燃料から医薬品に至るまで、多くの反応を促進できる金属触媒に特に注目しています。

化学工業界では、イリジウム、ロジウム、ルテニウムなどの有毒で高価な貴金属を含む触媒に往々にして頼っているという現状があります。また、金属分子の周囲にある必要不可欠な「リガンド」はリンを含んでいることがよくありますが、リンは空気中において分子を不安定にさせます。

「自然界は貴金属を使いません。安価な金属とシンプルで安定したリガンドを使うのです」と、クスヌディノワ准教授は続けます。

同准教授らは、地球の地殻中に三番目に豊富に存在する元素であるマンガンをベースにした触媒を設計しました。この触媒は、安価であることに加え、有毒性がありません。また、鉄ヒドロゲナーゼと呼ばれる酵素をモデルとし、マンガンの周囲にシンプルで安定したリガンド構造を合成しました。

このマンガ触媒とリガンドは、非常に効率的に設計されています。ひとつの

触媒で、6,000 に及ぶ分子の二酸化炭素をギ酸塩に変換することができ、さらに様々な実用的燃料や材料に変換することができたのです。しかもこの触媒は、通常よりも低い、わずか 65°C という比較的穏やかな条件下で、これらの反応を促進することができました。

二酸化炭素を実際に利用できる燃料に変換することは、有害な温室効果ガスを再生可能なエネルギー源に変える可能性があるため、非常に魅力のある研究分野です。

クスヌディノワ准教授は、「二酸化炭素は、容易に入手可能で、化学産業で一般的に出る廃棄物のひとつです。この廃棄物が再生可能エネルギーに変わり、化石燃料の代替品として提供することができるのです」と、意気込みを見せます。

同研究ユニットでは、触媒の他にも、「メカノフォア」と呼ばれる分子を合成しており、この材料は、エンジニアが新しい建築材料の強度を検査する際に役立ちます。メカノフォアは、押力や延伸力、他の機械的な力にตอบสนองして光を発するという性質があります。従来の技術では、これらの材料は、一度しか使用できなかったり、次の検査を開始する前に元の状態に戻るのに時間がかかっていましたが、研究チームは、再利用が可能で、しかもミリ秒単位という超高速で元の状態に戻る新しいメカノフォアを設計しました。

クスヌディノワ准教授は、このメカノフォアについて次のようにコメントしています。「物質に対して応力がどのくらい掛かっているかを知ることがその物質が壊れてしまうまでわからず、難しいものです。メカノフォアのセンサー機能は、新しい建築材料に掛かる応力を視覚化するのに役立ちます。」

量子現象というのは、極めて微小の世界で起こる瞬時の現象であるため、実験系の小さな欠陥が、実験結果のわかりにくさにつながってしまうことがあります。そこで量子ダイナミクスユニットを率いるデニス・コンスタンチノフ准教授は、液体ヘリウムを使った電子の実験を行っています。凝縮ヘリウムガスは、他の全ての物質を凍結させるほどの超低温であっても液体のままです。このため、凝縮ヘリウムガスは、汚染の全くない極めて純粋な物質です。また、量子液体の平滑な内部構造という性質により、欠陥も全くありません。

コンスタンチノフ准教授の研究チームは、液体ヘリウムを基板として使用し、液体ヘリウム表面に捕足された電子のふるまいを観察します。本実験における冷凍システムでは、温度を絶対零度付近にまで下げています。

「このシステムは非常にクリーンで、欠陥や不純物がありません。面白い実験結果が見られるなら、実際に何が起きているのかを、あやふやな予測なしで説明することができます」と、コンスタンチノフ准教授は語ります。

対照的に、固体材料には常に欠陥が存在するため、それが実験結果にどのように影響するかを知ることは困難です。コンスタンチノフ准教授らの研究は、このシンプルなシステムを使用して実験を行い、理論を発展させることにより、固体材料中の電子系の奇妙なふるまいの理解に応用することも可能です。

本研究チームではさらに、どのように電子を量子ビットと呼ばれる情報単位として利用するかを含め、ヘリウム上で電子を使った量子コンピューティングについても研究しています。コンスタンチノフ准教授は、電子のスピンと軌道の相互作用に基づいた量子ビットを作ることが可能かどうかを見極めたいと考えています。

電子とヘリウムのシステムは実験には優れていますが、超低温にしなければならないため、新しいテクノロジーの創出向けではありません。OISTは産業界との連携を模索する一方、基礎研究に向けたサポートも数多く提供しています。

「誰もがこのシステムの卓越性を理解していますが、産業上の成果を得ることはできません。そういうわけでこの研究のためには、起業を念頭におかず、純粋な科学に情熱を注がねばなりません。私たちは何が起きているのか解明しようとするこの段階を楽しんでいます」と、コンスタンチノフ准教授はコメントしています。

量子物理学における実験

超低温液体ヘリウム上の電子システムは、量子物理学を研究するには理想的な実験系です

量子ダイナミクスユニットでは液体ヘリウムを用いて、電子についての研究や、電子を情報単位としてどのように使えるかという研究を行っています。

分子の中には、お互いに結合する自律的な集合、つまり自律的に筒状あるいは球形の構造を形成できるものがあります。生体模倣ソフトマターユニットのイエ・ジャン准教授と研究室のメンバーは、様々な刺激に応答して自律的に集合するような分子を設計しようと試みています。このような分子は集合体形成を時間、空間レベルで制御したり、生体内で集合体を形成し、かつ機能を発揮することができます。

ジャン准教授は材料科学において、機能と構造は相関していると言います。また、ナノレベル、あるいはミクロレベルで形態をコントロールできれば、その分子の機能も操作でき、かつ全く新しいアプリケーションを開発できると述べています。

例えば、ジャン准教授らは、紫外線照射により特異的に切断

される化学結合を持つ分子を設計しました。切断された分子は再び自律的に集合し、異なる機能をもつナノ構造体になります。このような分子の持つ、形状変化を引き起こす能力は、生物医学への応用の可能性が大きいと考えられます。

「生物にこのような分子を導入すると、ある一定の形態をもつ集合体になります」と、ジャン准教授は説明します。その上で、「光照射をすることで、安定した集合体を一旦壊し、新たな別の機能を持ちつつも、異なる形態の集合体を形成する分子へと変化することも可能になります」と述べています。

創薬においてこのような概念を利用すると、分子である薬が生体内に存在する組織やがん細胞などの標的に、機能のない状態、すなわち、ほとんど副作用が生じない状態で到達することができるようになります。標的となる場所に到達すると、分子内の化学結合が切断され、形状が変化し、異なる構造を持つ、薬効のある分子となります。

別の例として、ジャン准教授はある分子を設計し、子宮頸がん細胞上に存在する特異的のマーカとなる分子と接触すると、自律的に集合してナノレベルの繊維を形成し、がん細胞の細胞骨格と結合して、がん細胞転移を抑制することに成功しました。

「ナノレベル、あるいはミクロレベルで分子の自律的な集合をコントロールすることは、分子工学において重要な検討課題の一つです。しかし、このことが可能になれば、あらゆる可能性を持つ大変有用なツールを手に入れることになります」と、ジャン准教授は期待を込めて語りました。

形状変化する分子構造

形状を変化させ、標的において機能する分子の自律的な集合という現象は、将来の疾病対策に大いに役に立つ可能性があります

イエ・ジャン准教授率いる生体模倣ソフトマターユニットでは、医療分野に応用可能な自律的に集合する分子の設計を目指しています。

この20年あまり、認知脳ロボティクス研究ユニットの谷津教授は人型ロボットにさまざまな行動ができるよう教示学習を施してきました。時折、ロボットは思わぬ行動を取ることがあります。例えば、ロボットが積み木を拾えずに落としてばかりの様子を見て、谷教授がロボットの両手をつかみ、積み木をうまくつかめるように直接教示した時です。

「ロボットは私の手を違う方向に押し返したのです。ロボット自身に『自由意志』のようなものが生まれていると感じたのは、その時です。」

谷教授は、脳が生まれながらに持っている構造及び機能について、それらが生後の環境との相互作用を通じて、どのように発達していくのか、ロボットを使った実験を通して調べてきました。特に谷教授の興味を引いた問題は、いかにして脳は部分から全体を組み合わせ再構成する能力を獲得しうるのであるかという問いです。人間の複雑な運動パターンは、より簡単な基本的なパターンの組み合わせから作り出されることが分かっています。この様子を観察するために、脳を模倣した神経回路をロボットの中にプログラムで埋め込み、ロボットが学習する過程に、上述のようなことが、どのように実現可能か調べてきました。

「単にモデルを記述するだけでは、そこにどのような自己組織化が起こるのか、またどのような創発的現象が見られるかは予測できません。これらのものは事前に予知できるものではなく、実験をすることにより、そのなかから生まれてくるもののようです」と、谷教授は語ります。

ロボットは、学習を通して、自己の意図的な世界への働きかけに対する、世界で起こることの結果を無意識的に予測しています。予測されていないことが起こると、それはエラーとなり、意識に立ち上り認識されます。ロボットは、予測できなかった新しい状況に対して、世界への働きの意図を変更して対応を図ります。私たち人間もこれに似た行動を取りますが、自閉症患者などは複雑に要素を再構成することや、エラー修正が苦手な傾向があります。谷教授と、彼が率いる認知脳ロボティクス研究ユニットのメンバーは、ロボットがどのように学習し、問題解決をするのかを研究することで、自閉症やその他の疾患について、その基本的メカニズムの理解を深めることを目指しています。

谷教授は、ロボット工学に認知脳科学と哲学を融合させながら研究を進め、実験で得た結果を基に、意識に関する既存の理論の修正を試みます。ロボットが、人間の行動を拒否したり、自分の意思表示をしたりする様子を観察することは、ロボットの自律性を認めつつ、いかにそれらを安全に人間社会と統合させていくのかという、非常に興味深く、かつ重要な問題につながります。

「ロボットが意識を持つようになることを、私たちはもはや止めることはできません。ロボットは自由意志を持ち始めるのです」と、谷教授は語ります。

ロボットの「心」を探る

ロボットへのチュータリングがもたらすもの：
人間及びロボットの意識と自由意志への考察

ロボット工学、認知脳科学と哲学の融合の中で意識の研究を行う
認知脳ロボティクス研究ユニットの谷津教授



脳と動き

脳がどう動きを制御するのかという問いに、ビデオゲームのツールが活かされています

神経活動リズムと運動遂行ユニットでは、運動を研究するため、リアルタイムで動きを捉える技術を使用しています。

多くの神経科学者は、脳内で意思決定を司る部分に興味を持っていますが、神経活動リズムと運動遂行ユニットを率いるマリルカ・ヨエ・ウーシサーリ准教授は、それよりも、脳幹や小脳を含む運動を制御する基礎構造に注目しています。

「私にとって、動きというものはすべての基本です。動きこそ、私たちが脳を持っている唯一の理由です。動かない動物には脳がありません」と、ウーシサーリ准教授は説明します。

歩く、つま先を動かす、コーヒーカップに手をのぼすなどの基本的な動きにおいて、思考が実行まで導かれる過程を理解したいと同准教授は考えています。一見シンプルですが、これらの活動は数多くの筋肉間における、とてつもないレベルの協調性を必要とします。

「いかに簡単に自然な動きが起こるかを真に理解できれば、脳がどのように働くかについて普遍的な仕組みを理解することができると思うのです」と、准教授は続けます。

ウーシサーリ准教授は、コンピュータサイエンス、ビデオゲーム、神経生理学に

おける自身の経歴を活用し、革新的な神経科学実験を構築しています。研究チームでは、ビデオゲームや映画のアニメーション制作に実際に使用されたのと同様のリアルタイムのモーションキャプチャ技術を使用しています。

実験では、円形に設置された複数のカメラが、小型センサーを装備したマウスの動きを完全に捉えます。このシステムでは、リアルタイムの蛍光脳画像法と精密な単一細胞の活動記録とを組み合わせ、マウスの個々のニューロンがいつ働いているかを表示できる仕組みになっています。

「このシステムでは、マウスが非常に自然に振る舞えるので、動きがどのように相互に関連しているかが観察できます」と、ウーシサーリ准教授は述べます。

この実験は、説明するよりも難しい作業です。研究者らが観察し、制御したいニューロンは、脳の深部に埋め込まれているため、アクセスすることは困難です。また複数の技術を組み合わせており、それら一つ一つの作業も難しい場合があります。リスクはあるものの、ウーシサーリ准教授は、いつかこの研究成果が、より優れた人工装具や脊髄損傷治療などの医学的用途につながらないかと、期待に胸を膨らませながら研究を続けています。

海の波は、風や太陽に比べ、平方メートル当たり 100 倍の力を持っています。ですから、多くの国がこの潜在的に巨大な再生可能エネルギー源の利用を試みていることはなんら不思議なことではないのです。

しかし、現在に至るまで、世界のほとんどのプロジェクトは壊れてしまったり、海底へと沈んでしまったり、高価過ぎたりという問題が生じています。新竹積教授によると、こういった問題の主な原因は、波力発電装置のサイズが大きすぎるからだといいます。「小さいものから始めましょう！」と、新竹教授は話します。

「今日、私たちはボーイング 787 型機で飛ぶことができますが、ライト兄弟が初めからこのような大型の飛行機で飛んだわけではないのですから。」

新竹教授と共同研究者らは、量子波光学顕微鏡ユニットにおいて、海岸で作動させる、小型の波力発電機を開発しています。岩礁や海岸に絶えず打ち寄せる波は、小型タービンを勢いよく回して発電します。海岸近くに設置することで、消費者へ電力を届けるための高価なケーブルを短縮できます。

発電機の直径は 35~70 センチで、見かけは風力発電機を連想させますが、荒々しい海洋環境に適應できる装置です。例えば、5 枚のブレードと支柱は、柔軟な作りになっているため、砕け散る波や強い嵐に見舞われても破損しません。

研究チームは、1,000 以上の島々からなるインド洋のモルディブで最初の実証試験を行う予定です。モルディブでは多くの離島でディーゼル発電機を電源とする電灯や空調が使われていますが、気候変動による海面上昇の深刻な危機に瀕しており、2020 年までにカーボンニュートラルを達成すると発表しています。波力エネルギーがモルディブや他の多くの国々における化石燃料の使用を止める手助けとなることを、新竹教授は望んでいます。

初期段階における設置台数は少数ですが、新竹教授と研究チームは、タービンをスケールアップさせ、原子炉一基と同じくらい発電できる波力発電ファームを構築するという野心的な計画を持っています。

「この小さな島から始めようとしている大事なプロジェクトは、地球の持続可能な生活の始まりとなるでしょう」と、新竹教授は希望を込めて語ります。

波力発電

世界のエネルギーが「太陽」、「風」、そして特に「波に」によって賄われる日が来るまで、この素粒子物理学者は、安心して眠ることはできそうもありません

新竹積教授率いる量子波光学顕微鏡ユニットでは、海の波力エネルギーでクリーンな将来を実現しようとしています。

ロボットとネズミの実験で迫る 脳と知能のしくみ

生物実験と理論研究を組み合わせ、脳の理解と人工知能の開拓に挑む

神経計算ユニットで開発したスマートフォンロボットは、車輪の動きに身体がどう応答するかを予測するモデルを学習し、そのシミュレーションによって効率よく起き上がりバランスを取ることができるようになりました。

人間の子どもは、身近にいる数匹の犬と猫を見ただけでその違いを理解し学習することができます。しかし今日の人工知能に犬と猫を見分けさせるには、これは犬、これは猫といった説明付きの画像を何千枚も与える必要があります。

神経計算ユニットを主宰する銅谷賢治教授は、人間の脳がどうやって学習するのかを理解し、またそれによりロボットの学習能力や適応能力を高めることをめざしています。人間レベルの適応能力は、自動運転車やその他の自律型人工知能を実現するには必須のものです。

とりわけ人間が得意なことのひとつに、いろいろな選択肢によって想定されるさまざまなシナリオを脳内でシミュレーションする能力があります。同教授は、ロボットにこの脳内シミュレーションの機能をどう実現し活用すべきかを探っています。

例えば、銅谷教授の研究チームは、普通のスマートフォンに車輪を取り付けることで、加速度センサなどの情報を使って起き上がり、バランスを取ることを学習するプログラムを作りました。このスマートフォン・ロボットは、車輪の回転に自分の身体がどう応答するかという内部モデルを学習し、それを使ったシミュレーションによって、10 回程度のわずかな試行の末にバランスを取れるようになりました。

さらに銅谷教授は、マウスや人の脳を対象にした研究も行っています。MRI や最先端の蛍光顕微鏡などさまざまなイメージング技術を駆使し、

脳内シミュレーションを行う際に脳内のどの部分が活動するのか、そこでは神経細胞がどのように予測と推定を行っているのかを探っています。次なるチャレンジは、それらの脳部位がどのように連携しているのかを明らかにすることです。

「脳内のさまざまな局所回路が、与えられた状況に適應するためにどのように適切に選択され連携するのか。これはまだ解明されていない大きな疑問です」と、同教授は言います。「この疑問に答えるためにどんな理論が必要なのか、どんな実験を行えばいいのかもまだ誰もわかっていないのです。」

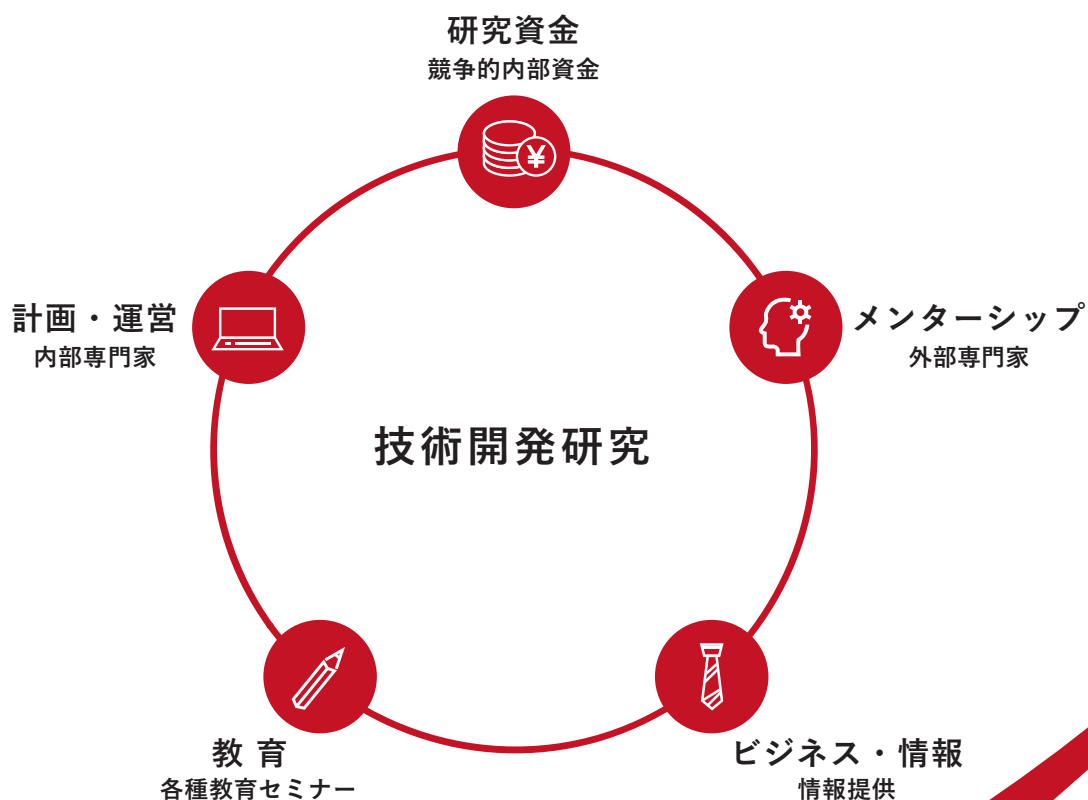
このような課題に挑戦するべく、銅谷教授はいくつもの共同研究に乗り出しています。参画する革新的技術による脳機能ネットワークの全容解明プロジェクト (Brain/MINDS) では、マウスの全脳の結合と活動パターンをデータベース化する目的で研究を進めています。また、このような大規模なデータを利用した解析や全脳レベルのシミュレーションを、2020 年に始動する予定のスーパーコンピュータ「ポスト京」で実現することを目指しています。また同教授は、脳科学と人工知能研究に携わる研究者らが集まる「人工知能と脳科学の対照と融合」という新学術領域プロジェクトを率いています。銅谷教授は、これらの研究者が互いに刺激し合うことで、脳のネットワークの理解とコンピューターの学習アルゴリズムの向上を実現できると確信しています。

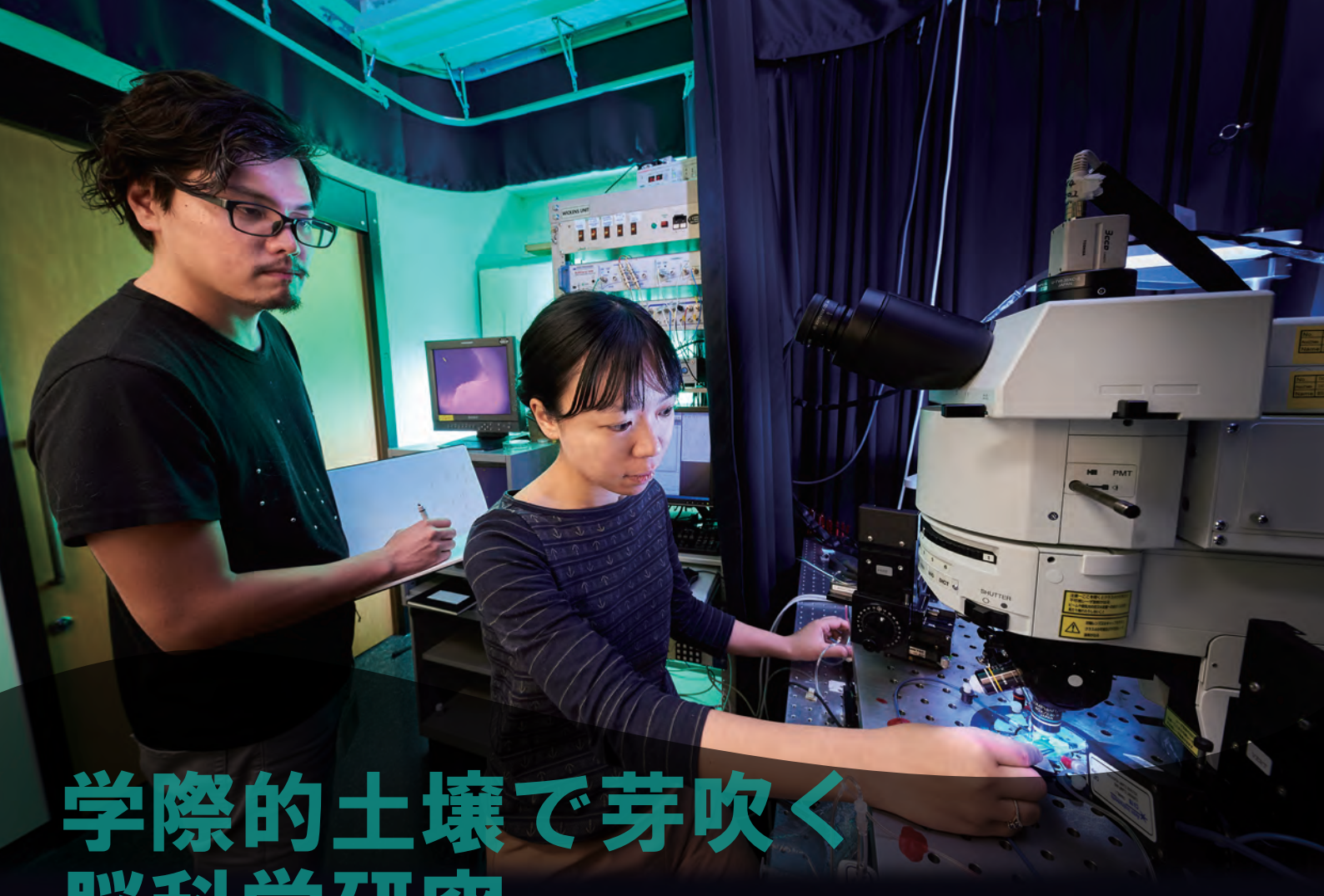
「現在の人工知能の進歩は、脳の働きを模したディープラーニングが基礎となっています。脳科学者と人工知能研究者の共同作業によって学び合えることは今後まだまだたくさんあるはずですよ」と、銅谷教授は語ります。



プルーフ・オブ・コンセプト (概念実証)リサーチ

基礎研究から生まれるイノベーションは、世界が直面する様々な課題解決の鍵を握ります。クリーンエネルギーや医療、環境問題にいたるまで、OISTの研究者たちはこれらの課題に正面から取り組んでいます。技術開発イノベーションセンターでは、研究室から生まれた発明から事業化までの過程における技術的ギャップの橋渡しを支援するために、プルーフ・オブ・コンセプト (POC) プログラムを設立しました。また、OISTでは起業家精神育成や大学発技術を活用したスタートアップの創出支援も行っています。これらの取り組みは、OISTの研究成果の社会的還元につながり、ミッションである「沖縄の自立的発展に貢献」することが期待されています。





学際的土壤で芽吹く 脳科学研究

パーキンソン病など、脳神経疾患に対するドーパミン療法の潜在効果を測ろうと、
脳神経学者と物理学者が共同研究に乗り出しました

2 光子励起顕微鏡を駆使して学習・適応行動の脳内メカニズムを調べる 神経生物学研究ユニットのメンバーたち

学際的研究を創立理念の一つとして掲げる OIST では、単一の研究科・専攻のみを置き、共有・共通機器を推進し、研究棟内の長く伸びた廊下までもが異分野の研究者間で情報交換や連携が誘発されるように設計されています。

その理念が今まさに浸透しつつあります。昼食時の何気ない会話が、神経生物学研究ユニットの脳神経学者と、フェムト秒分光法ユニットの物理学者との共同研究へと発展しました。

「OIST の建築、空間、研究制度がこのような活発な交流を促す重要な鍵となっています」と神経生物学ユニットの主宰者ジェフ・ウィッケンズ教授は言います。「ほとんどの大学では、物理学部と生物学部の建物が分かれているため、両者が昼食を取りながら雑談することは稀です。」

ウィッケンズ教授は、学習や適応の機能を担う大脳基底核という脳内部位で見られる、ドーパミンやアセチルコリンといった神経伝達物質の作用機序を分子レベルで解明しようとしています。脳内でドーパミンが放出されるタイミングは、学習や、基本的な身体動作を含む行動の強化に重要だと考えられています。パーキンソン病では、脳内のドーパミンの量が不足しており、それを補う治療薬が適切なタイミングで投与されれば、より効果的な結果が得られるのではないかと期待されています。

ウィッケンズ教授は、物理学の分野で研究をおこなうケサヴ・ダニ准教授らと協働で、新たなドーパミン放出技法の開発に取り組みました。リボソームと呼ばれる人工の脂質膜小胞にドーパミンを満たし、そこにナノ粒子をアンテナ機能

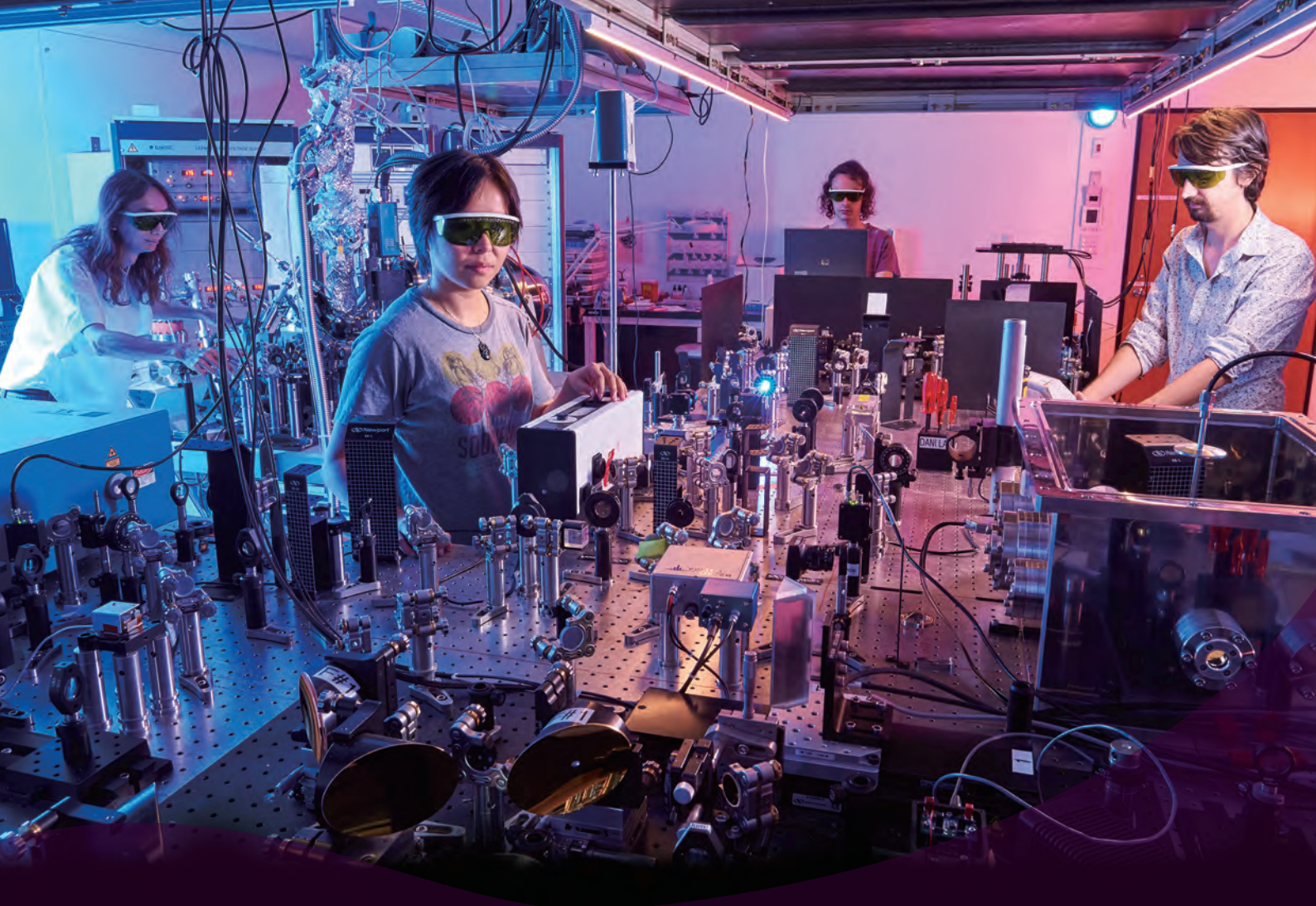
として付与します。そのアンテナに、フェムト秒レーザーを駆使して高強度の光パルスを照射すると、リボソームが少量のドーパミンを放出します。この手法は、超高速の時間分解能を有するため、実際の生体機能のように迅速かつ正確に放出を繰り返すことができます。

「現時点では、ほんの実験段階に過ぎません」とウィッケンズ教授は強調します。「脳内に挿入するには、既存のレーザーでは大きすぎます。しかし、将来的にはデバイスの極小化が進むかもしれません。」

本研究の今後の課題は、この人工薬物送達システムが脳内で正確に機能し、実際の生体機能と同様の身体的反応を引き起こすことができるかを検証することです。成功すれば、本格的な治療への適用法について、具体的な考察が始まります。また、本研究により、パーキンソン病のほか、注意欠如・多動性障害 (ADHD) や統合失調症、薬物依存症など、他の疾患発症機序についても新たな知見が得られるかもしれません。

本学の研究科長も務めるウィッケンズ教授にとって、もう一つ大きな関心を寄せていることがあります。それは、自身の研究でも実証されている学際的な研究の重要性を次世代の科学者に教え、奨励することです。このような新しい科学的思考を身に付けて卒業する OIST の学生たちは、異分野にまたがる革新的な研究を推し進めていくと、ウィッケンズ教授は学生の進路に期待を寄せます。

「次の時代を切り拓くのは私たちではありません。彼ら学生たちです。」



電子が主役の映画撮影

電子の動きを見るには、超高速なレーザーや高性能の電子顕微鏡など、
多様な技術を融合する必要があります

フェムト秒分光ユニットで電子の挙動の映画撮影に使用したレーザー / 顕微鏡システム

1メートルの10億分の1というナノスケールを多くの人は想像できるでしょうが、フェムト秒という概念はどうでしょうか。フェムト秒とは、1000兆分の1秒という、想像を絶する超短時間の世界なのです。

フェムト秒分光法ユニットを率いるケシャヴ・ダニ准教授は、次のように述べています。「装置の小型化が加速し、より高速で装置を稼働させる必要性を我々は感じています。そのような研究ができるかどうかはすべて、ナノスケール、フェムト秒という単位で何が起きているかにかかっているのです。」

高速かつ小規模スケールで起こっていることを直接観察することは困難です。従来のツールでは、空間的または時間的解像度のどちらかが良くても、その両方を同時に達成することはありませんでした。このような難点を克服するため、ダニ准教授の研究チームは、フェムト秒レーザーと電子顕微鏡の2つを組み合わせ、時間と空間の両方のスケールに合わせて電子の動きを捕捉できる強力なシステムを構築しました。

本システムの設計と構築には5年もの歳月を費やしました。まずはフェムト秒レーザーについてですが、このレーザーは、試料中の電子を励起させて測定する超高速の光のパルスを発射します。次に試料を電子顕微鏡内に設置し、電子をナノスケールで画像化します。迷路のように置かれた鏡や結晶、レンズを使い、

レーザー光と電子の両方を誘導、分割、混合させることで、ダニ准教授と研究チームは様々な材料中で動く「電子の映画」を製作できるようになりました。

一例として、研究チームは、太陽電池内の電子の映画をひとつ製作することに成功しました。この映画では、電子が光を吸収した後、ナノスケールの数分の一秒以内に再編成し、太陽電池にエネルギーを与えている様子が映し出されています。

「今後は私たちが開発したこのツールを活用して、装置内や量子材料中の電子の挙動を、ナノスケールおよびフェムト時間スケールで直接視覚化したいと考えています。フェムト・ナノスケールで測定することで、最短のタイムスケールや最小の空間領域で起こりうる量子効果を捕捉することが可能になるかもしれません」と、ダニ准教授は期待に胸膨らませながら語っています。

数学 + 3D印刷 = イノベーション

新たな数学的ツールの使用は、最新の医療機器からおもちゃまで、あらゆる興味深い問題の解決に応用できそうです

数理力学と材料科学ユニットのヨハネス・シュンケ博士が手にしているカライドサイクルは、通常の6つよりも多い数のヒンジで固定されており、多くの分野で応用できる可能性があります。

数理力学と材料科学ユニットを主宰するエリオット・フリード教授の研究グループは、数学的モデルを構築し、シミュレーションや実験を通して、基礎的な物理理論の検証をしています。さらに研究成果を用い、新たな技術を開発しています。

「OIST は、研究の方向性の拡大と統合的なアプローチを進展させる機会を与えてくれました」と、フリード教授は語ります。

同ユニットは、工学、材料科学、物理学、化学、生物学、数学の専門家が集い、複雑なプロジェクトを共同作業で進める非常に学際的なチームです。研究対象のプロセスや現象を特定した後、課題の対処に向けて最も適したツールを選択しています。

その一例として、磁気によって駆動するマイクロ流路ポンプの開発が挙げられます。三つの磁石において、一つの磁石が回転すると他の二つの磁石が動くよう、またその反対に、二つの磁石が回転すると一つの磁石が動くようにするため、それぞれの磁石を三角形上にどう正確に配置すべきかを定めました。さらに、OISTの「プルーフ・オブ・コンセプト（POC）プログラム」の一環として、極めて小さなポンプを3D印刷で製作する予定です。

チームは最終的に、「ラボ・オン・チップ」と呼ばれる医療診断ツールを含むマイクロ流路デバイス内で、このポンプを使用したいと考えています。ポンプは

血液や尿などの管内の流体の流れを正確に制御します。外部に設置された2つの磁石は、デバイスの流路チャンバー内の小さな磁気プロペラを回転させます。これによりデバイス内部には電気部品の必要がなくなり、より頑丈で長持ちするデバイスとなります。

また同ユニットでは、3D印刷を使ったおもちゃの製作も行っています。カライドサイクルは通常、6つの四面体を6つのヒンジでつなげ、ある特定の動きをしながら回転します。フリード教授らは、7つ以上のヒンジでカライドサイクルを作る方法を数学的に解明しました。非対称形は、次世代の台所用ミキサーからキネティック・アートまで、幅広い用途の可能性にあります。

「このカライドサイクルには、多くの基礎的な数学と幾何学の知識が組み込まれています。特に、自分で組み立てるおもちゃにすれば、子供たちのためのすばらしい教育用おもちゃになるでしょう。次世代のルービックキューブになるかもしれませんよ」と、フリード教授は楽しそうに語っています。





排水から栄養を摂りつつ クリーンアップ!

空腹の微生物は、排水から汚染物質を取り除き、
環境汚染や人間の健康リスクを軽減してくれます

生物システムユニットでは微生物燃料電池を利用して、
泡盛の製造過程で副産物として出てくる有機物を含む排水を処理しています。

スコットランドのウイスキー蒸留所、米国のワイナリー、タイのパイナップル工場、そして沖縄の泡盛工場、これらの場所の共通点は何でしょうか？ 実は答えは、微生物を利用して排水を浄化していることです。

イゴール・ゴリヤニン教授とユニット研究者らは、これらの施設の排水から有機汚染物質を除去するため、微生物燃料電池の技術に応用したシステムを開発しました。栄養豊富な排水が処理されずに川や湖、海に放出されると、大量の藻類が発生し、結果的に水中の酸素を減少させ、周辺の生態系を破壊する可能性があります。

微生物は、微生物燃料電池を用いた浄化システムの鍵です。というのも、空腹の微生物が有機物を電気エネルギーに変換してくれるからです。生成されたエネルギーは、装置のポンプおよびデータ処理を含む排水処理システムへの電力供給に役立ちます。

「私たちは各国で異なる種類の微生物を使用していますが、これらの微生物たちが行う仕事は同じです」と、生物システムユニットを率いるゴリヤニン教授は語ります。

沖縄の瑞穂酒造株式会社では、沖縄独特の、米を原料とした蒸留酒である泡盛の

製造において、副産物として出てくる有機物を含む排水を処理する際、研究ユニットの技術は役立っています。ここで使用されている微生物のおかげで、トラックで敷地外に運び出さねばならない排水量が大幅に軽減され、排水管理作業が大幅に削減されました。研究者たちはまた、豆腐工場、養豚施設、油汚染浄化に取り組む環境関連機関とも共同作業をしています。

ユニットの研究者らは、システム効率の改善、材料費やメンテナンス費等のコスト削減、応用範囲の拡大に取り組んでいます。特に、様々な機能における最良の微生物を同定するため、広範な遺伝子解析を行っています。これら微生物は複雑な菌叢（コミュニティ）を形成しているため、研究チームは数百に及ぶ菌種のゲノムを解析し、様々な条件下において増殖する菌種を調べています。

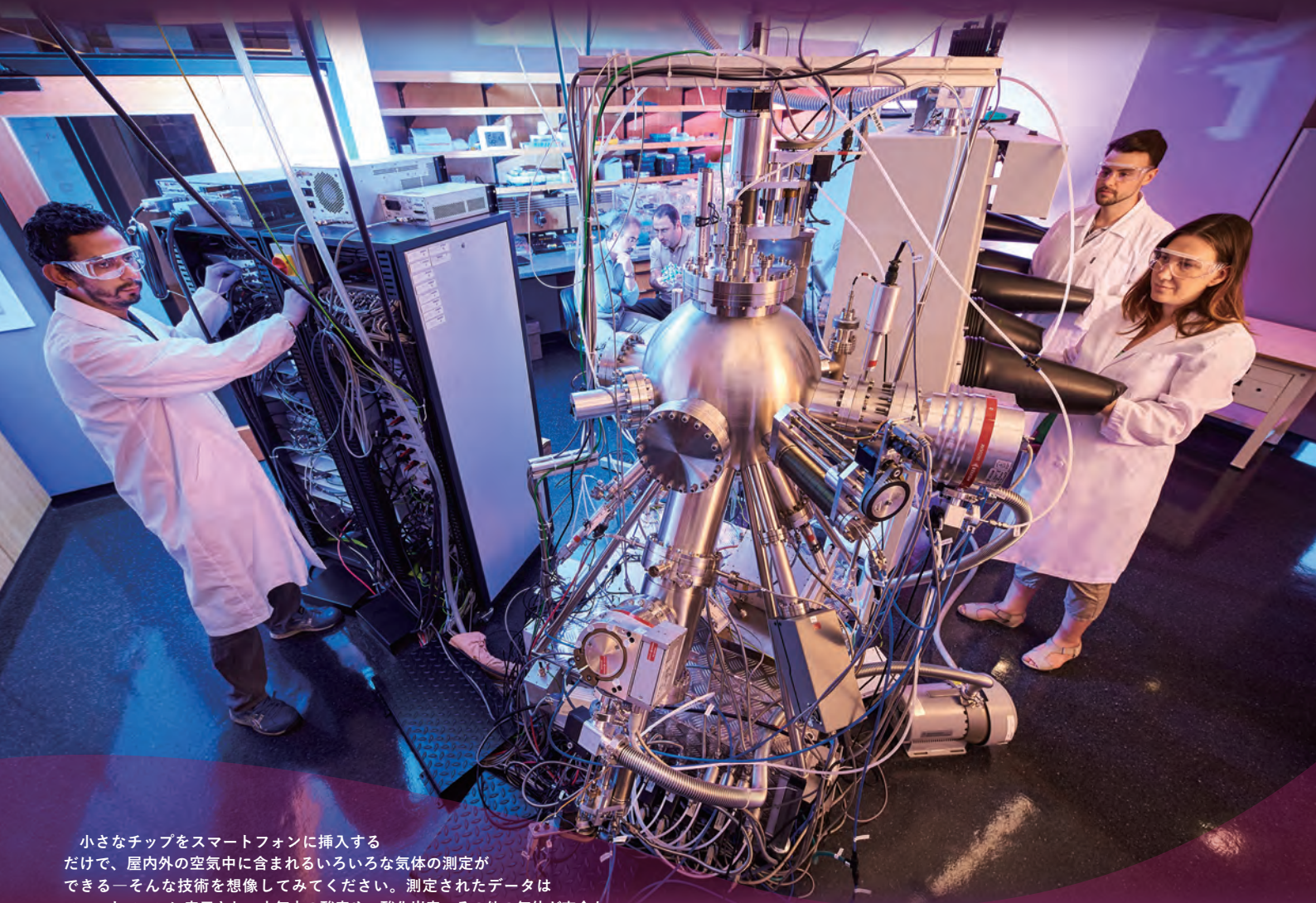
既に当ユニットの微生物燃料電池が数か国で設置されている中、研究チームは、クリーンな水を得るために奮闘している途上国にもこの技術を普及させていきたいと考えています。このシステムは、環境を保護するだけでなく、潜在的に感染症の拡大を抑制する可能性もあるのです。

「病気を治療するよりも予防するほうが安くすむものです。病気になる前に排水を浄化することは、新薬を開発するよりはるかに効果的です」と、ゴリヤニン教授は語っています。

ナノセンサーを すべての人の手に

ナノ粒子を利用すれば、小さくて安価なセンサーで
大気測定と疾患検知をすることが可能になります

クラスター噴射堆積器を操作するナノ粒子技術研究ユニットの研究員たち



小さなチップをスマートフォンに挿入するだけで、屋内外の空気中に含まれるいろいろな気体の測定ができる—そんな技術を想像してみてください。測定されたデータはスマートフォンに表示され、大気中の酸素や一酸化炭素、その他の気体が安全なレベルかどうかがわかるのです。

これは、ナノ粒子技術研究ユニットを率いるムックレス・ソーワン准教授の数ある夢のひとつです。とはいえ、それが実現するのもそれほど遠くありません。この研究グループでは「OIST ブルー・オブ・コンセプト」プログラムの一環として、独自のナノ粒子構造を用いて、このミニチュアサイズの空気測定器を開発しています。今後の課題は、コスト削減効果が見込める作製方法を見いだすことです。

研究チームはまた、特定のタンパク質に結合することで、ある疾患を検知できるナノ粒子で、特定の標識を必要としない「ラベルフリーなバイオセンサー」を作ろうとしています。既存のバイオセンサーと異なるのは、このナノ粒子は、検出の対象となる物質と結びつく際の光信号を発するのに使われる多量の蛍光マーカーを必要としない点です。センサーが敏速であればその分、疾患を早期に発見できる可能性が広がります。

ソーワン准教授の研究チームはこの二種類のセンサーを開発するため、ターゲットの上に材料を付着させるために物理的手法である「吹き付け」を施します。これにより、他の化学的手法を用いるよりも、正確で精密なナノ粒子の研究・設計が可能になります。

「私たちは独自の設計をゼロから行います」と、ソーワン准教授は説明します。「この物理的な方法を用いることで、多くの実験におけるパラメータを柔軟に変更でき、さらに、ナノ粒子のサイズ、形や微細構造をコントロールすることが可能になるのです。」

物理、化学、生物、そして材料科学が融合された本研究に関わる、このナノ粒子技術研究ユニットには、多分野から、そして世界中さまざまな国からやってきたメンバーが集まっています。アルジェリア、インド、中国、韓国、日本、オーストラリア、アメリカ、ペルー、アイルランド、イギリス、スペイン、フランス、オーストリアそしてギリシャというさまざまな国の異文化、アイデアやアプローチ方法の交流は、豊かでチャレンジ精神あふれる環境を生み出しています。このような環境が、ひいては科学へのさらなる興味につながるのです。

「私の研究グループは OIST そのものを映し出しているかのようです。全員が異なる国の出身で、異なる経験を持っています。それらが調和し、科学技術のプロジェクトに向かって一緒に仕事ができるというのは、素晴らしいことではないでしょうか。」

バイオテクノロジー産業では、瞬時に医療診断を行うことが可能な「ラボ・オン・チップ」というコンパクトな分析装置の開発に注目が集まっています。このような分析装置は、血液や尿、唾液等の一滴分のサンプルを用いて迅速に検査できることを目指しています。これにより検査センターへサンプルを送付する手間を省くことができます。さらに瞬時に診断結果を得ることで、細菌やウイルス感染による一般的な疾患をその場で早期発見できるなど、多くの利便性を生み出します。

このようなバイオテクノロジー関連分析装置の開発には、マイクロ・ナノスケールの流体现象の基本的原理を理解することが大切です。OIST マイクロ・バイオ・ナノ流体ユニットのエイミー・シェン教授の研究チームでは、基礎的な研究を積み重ねると同時に、そこで得られた知見をバイオセンサー等の幅広い分野の機器開発に応用することに挑戦しています。

「OIST で基礎科学と応用研究の両方を探求できることをうれしく思います」と、シェン教授は話します。

同研究チームが取り組むある研究プロジェクトでは、「ラボ・オン・チップ」装置の中に予め封入されたバイオレセプター（標的分子を補足するための抗体など）の活性保持が高められた新たな作製方法を開発し、その特許の出願を進めています。また同研究チームでは、分子の質量と電荷を同時に測定できる優れたセンサー素子を開発しました。このセンサー素子によって、検出段階におけるバイオレセプターの正しい配置や、その機能保持の様子を点検することが可能となります。

別の研究プロジェクトでは企業との共同研究を通して、電気を必要しない血液からの

血漿成分の分離方法の開発を進めています。この血漿成分の分離操作は、免疫学的測定を行う前に必要不可欠なものです。さらに同研究チームでは、革新的なバイオフォトニック材料についても開発しています。この材料は、センシング機器の中に組み込み可能なトランスデューサー（物理的な変化量を光や電気信号に変換する素子）と呼ばれるものです。この材料を開発するための工程は、低コストかつ操作が簡便であるため、産業応用に容易に結びつくことが期待できます。

同研究チームは実証実験のプロジェクトとして、これらの新しいバイオフォトニック材料をポータブルな分析装置の中に実装する開発に取り組んでいます。この装置によって、自宅にて患者自身により検査が実施でき、その結果がスマートフォン上に表示されると同時に医師に検査結果を送信できるような機能を実現することを目標としています。

企業との連携を通じて、研究者らは研究の早い段階でコストと性能のバランスを意識することが求められます。仮に研究者らが長さ 20 ナノメートルの高感度な装置を作れたとしても、500 ナノメートルの装置の方が格段に低コストで大量に製造できる場合もあるのです。

「実際の製品を設計する際は、これらすべての要素をよく検討する必要があります」と、シェン教授は説明します。その上で、「このような視点に基づく開発の経験は、ラボのメンバーにとって非常に良い学びの機会となり、彼らの今後のキャリアが学術分野あるいは産業界のいずれの場合であっても役立つものです」と、語っています。

役立つマイクロ流体力学を目指して

医療やバイオテクノロジーのための分析装置を設計するために
基礎的な流体力学や物理学の原理を駆使しています

「ラボ・オン・チップ」装置に必要な要素技術の研究に取り組む
OIST 博士課程学生アイナッシュ・ガリフルリナさん



ペロブスカイトを材料とする新型太陽電池の開発が、今急速に進んでいます。エネルギー変換効率は、ここ 10 年ほどのあいだに 3.8% から 22% 以上に達し飛躍的發展を遂げました。これは、ラボ内の研究で 26% というもっとも高い変換効率を維持している、シリコン製太陽電池の変換効率をしのぐ勢いです。

ペロブスカイトとは、さまざまな化合物から成る特殊な結晶構造をもちます。ペロブスカイト太陽電池は、安価な生成物を用いることができる上、高価な機器を必要としないため、従来のシリコン製太陽電池に比べてより低価格で作製することが可能です。

開発途上にある、このペロブスカイト太陽電池が直面する大きな課題が、その寿命です。ペロブスカイト太陽電池の寿命は、数時間だったものから数千時間まで延ばせるようになったものの、実用化に向け、耐久性のある太陽電池を生産するには、さらなる技術向上が必須です。

エネルギー材料と表面科学ユニットのヤビン・チー准教授率いる研究チームは、ペロブスカイト太陽電池の寿命を延ばし、その性能と生産性を向上させようと日々研究に励んでいます。努力の賜物ともいえるこれまでの研究成果からは、これまでも多くの知見を得ています。

例えば、ヨウ素を含むペロブスカイトの劣化の原因が外的環境の影響だけでなく、ペロブスカイトそのものに含まれるある元素によることを発見しました。ペロブスカイト内のヨウ素成分がガス化し、周辺を容易に移動できるようになるため、ペロブスカイトの構造が破壊されてしまうのです。

「劣化の原因が何かを突き止めることができれば、それらの要因を取り除いたり、少なくとも軽減したりすることができます。その成果をペロブスカイト太陽電池の安定性の向上につなげることができるのです」とチー准教授は語ります。

また研究チームは、本研究結果の実現可能性を検証するための OIST ブルー・オブ・コンセプトプロジェクトで、申請の段階にある生産方法を用い、効率化を見出しました。それは、初期段階で、粉状の材料を使用する代わりにガスを用いることで、低価格で簡単な作製が可能になるのです。

太陽電池開発を取り巻く状況に関心が高まる中、OIST の研究チームではペロブスカイトを用いた LED 照明や光検知器など、多方面での応用に向けた研究が進みつつあります。研究者たちは、現在、エネルギーの生産と貯蔵という、再生エネルギー分野の中でも大きな二つの課題を掲げ、一つに統合された蓄電デバイスの実現に向けて研究を進めています。

ペロブスカイト太陽電池に見出す未来

表面科学に関する基礎研究が、次世代型太陽電池の実現と多方面での応用に発展を遂げようとしています

ペロブスカイト太陽電池を解析するエネルギー材料と表面科学ユニット研究チーム

持続可能な生活空間の アーキテクチャに向けて

蒸暑地域での持続可能なサステナブル・エネルギー・システム実験にとって、
沖縄は最適な環境です

OIST R&D ゾーンに建設された実験棟の前に立つ北野宏明教授は、
持続可能な居住空間の構築を目指しています。

OIST 敷地内にある 19 戸の教員用住宅では、各戸の屋根に設置された太陽光パネルで発電し、その電力を各住宅間で融通し合いながら消費しています。電力は「エネルギー・サーバー」により遠隔で管理され、発電された電力は、必要に応じて一棟の家から別の家へ送られる仕組みです。このオープン・エネルギー・システム（OES）は 2013 年から始動し、持続可能なマイクログリッドでの電力融通実験を行っています。

統合オープンシステムユニットの北野宏明教授は、ソニーコンピュータサイエンス研究所と共同でこのシステムとサーバーソフトウェアの向上に取り組み、発電量と蓄電量のバランスを保ち、安定した電力を供給するために研究を行っています。最終目標は、安定したエネルギーの自立供給が可能な家を作ることです。研究チームは、このような小規模での発電を可能にするマイクログリッドが、遠く離れたコミュニティや小さな島でもクリーンな電力を供給できるようになることを目指しています。

この実証実験は、ここ沖縄で実施することが非常に重要となります。なぜなら、沖縄の亜熱帯気候は、将来的にこのシステムが必要になるような地域の気候に似ており、機器を厳しい環境下に晒して実験することを可能にするからです。

「何よりも驚いたのは、沖縄の塩害でした」と北野教授は話します。「概念的には、もちろん沖縄の塩分を含んだ空気が問題となりうることはわかっていたつもりでしたが、それが予想以上に厳しかったのです。」

このような沖縄の、いわゆる自然インフラは、さらなる共同研究やイノベーションを生んでいます。例えば、北野教授は、インド、中国および東南アジアを含む拡大市場においてエコな家の建築を目指している日本企業、ミサワホーム総合研究所と共同で研究を行っています。沖縄は、日本で唯一、一年中高温多湿な地理的条件にあり、この気候でゼロ・エネルギー・ハウスを包含した持続可能な居住空間を成立させるための新技術を試す機会を提供しています。

OIST R&D ゾーンに建つ実験棟では「カスケード・ソーラーシステム」を取り入れ、電力を作るだけでなく、ソーラーパネル内でたまった熱エネルギーを蓄える機能を備えています。集められた熱エネルギーは電力に変換され、これまでにない除湿システムで利用される仕組みです。実験棟内は冷却水が壁と天井の内側を通過することで涼しく快適な温度が保たれ、多量の電力を消費するエアコンの使用を最小限にすることができます。

「この建物に入る誰もが、快適だと口を揃えて言います」と、蒸暑研究プログラムに携わる、ミサワホーム総合研究所の太田勇環境エネルギーセンター長は述べ、「ミサワホームと OIST 北野教授の OES の技術を融合し、発展途上国で持続可能な家づくりを実現したいです」と、語ってくれました。



OIST 博士課程

沖縄科学技術大学院大学（OIST）の創設メンバーたちは、異なる研究分野が交わる領域で、専門の異なる研究者たちが融合した時に、多くの偉大な科学的発見が生まれると考えていました。5年一貫制のOIST博士課程プログラムは、この理念を基に、学生が、自身の専門的な領域で高度な能力を習得しつつ、量子物理学や、細胞生物学など、全く異なる分野の研究者たちと科学的なコミュニケーションを取る手法を身につけられるように考案されました。教員と学生の半数以上を外国人とし、教育と研究は全て英語で行われています。

● 世界トップレベルの学生の選考

科学研究において、未来のリーダーとなる優れた学生を世界中から募集します。

● 学生一人ひとりを一研究者として尊重

それぞれの学生にあった個別の研究プログラムを、学生と共同で作って上げていきます。研究においてトップレベルの成果を出し、リーダーとして活躍しう独立した科学者として最大限のポテンシャルを発揮できる学生の育成を目指します。

● 論文研究のための最適な環境を提供

各教員が受け持つ指導学生数が少人数に限られ、最先端の研究グループを主宰する教員から質の高いアドバイスが受けられます。また、最先端の研究設備と機器を備え、財源も十分にある研究室で、トップレベルの先輩研究者の指導を受けながら、優れた研究に打ち込めるようにサポートします。

● 充実した生活支援

OISTでは、生活費・医療・住居などの支援を受けることができ、研究と勉学に集中できます。沖縄での生活・研究の両面において、しっかりサポートします。

● 創造力とコミュニケーションを活性化する空間づくり

一人で考えたいときも、誰かとアイデアをシェアしたいときも心地よく過ごせるようにデザインされたスペースを、キャンパス内に多く設けています。

● グローバルネットワークの促進

OISTは世界中の科学者が集まる研究拠点のひとつです。一流の科学者たちによる本学への訪問が、博士課程プログラムを一層充実させています。また、学生たちが若手研究者としての知名度を上げ、輝かしい科学のキャリアを築けるよう、学生と世界を結びつける様々な工夫がなされています。

OIST博士課程では、学生を中心とするアプローチをとっています。学生が研究と勉学において目標を達成できるよう、節目節目で必要となる研究リソースと指導、そして支援を惜しみなく提供しています。



OISTの教育体制と研究文化が育む博士課程では、学生たちがさまざまな研究領域で独自の研究テーマを専門的に研究し、筆頭著者として科学論文を発表する機会を提供します。このような学びの場を通じては、学生一人ひとりには優れたリーダーシップと自立心を備えた科学者へと成長します。

ザファー・ハワッシュ

エネルギー材料と表面科学ユニットで材料工学について学びたいという意欲を持ち、2012年にOISTに入学したザファー・ハワッシュさんは、その後4年間で、筆頭著者として、3つの研究論文を発表するとともに、次世代型太陽電池に関するレビュー論文を発表しました。

「物質科学と材料工学という研究分野では、高性能な装置はもちろんのこと、その装置を利用できる環境にあるかどうかが重要です。以前所属していた研究所では、そのような研究機器へのアクセスが限られていました。一方でOISTでは、研究プロジェクトを遂行するために必要な環境が整っています。また、研究ユニットの指導教授とグループリーダーたちからも多くのサポートを得られました。OIST全体もそうなのですが、研究ユニット自体が非常に学際的で、エンジニアリング、理論物理学、さらには化学を専門とする人材がそろっています。物質科学という分野は、これらの専門性をすべて必要としていて、まさにOISTが提唱する学際的アプローチに合致しているといえます。」



「エイミー・シェン教授は、新たな発想に対して常に前向きです。加えて、OIST が提供するリソースや研究機器をもってすれば、新しい研究コンセプトや仮説の実証に取り組むことができます。常にポストドク研究員のそばで研究のやり方を学ばなくてもよいのです。異なる経歴を持った研究者たちと毎日交流するので時に、日常会話から新たな共同研究につながることもあります。」

サイ シェーフ 蔡 協孚と

シヴァニ・サティッシュ

シヴァニ・サティッシュさんと蔡協孚さんは、ともに 2014 年に OIST 博士課程に入学し、これまでマイクロ・バイオ・ナノ流体ユニットからそれぞれが筆頭著者として研究論文を発表しています。遺伝工学で学んだ経歴を持つシヴァニ・サティッシュさんは、現在、医療診断の効率化をめざしてマイクロ流体装置の開発をしています。一方の協孚さんはバイオフィotonicsで修士号を取得しており、電場上にある細胞がどのように振る舞うのかについて研究しています。



「現在取り組んでいる研究は学部時代とは異なる分野です。これが可能になったのは、OIST では自分の専門領域を拡げ、まったく新しい分野に挑戦することができるからです。エイミー・シェン教授は、私たち学生を常に励まし、丁寧に指導してくださるとともに、創造性を尊重してくださります。1つの研究アイデアが自分の研究プロジェクトとなり、さらには、筆頭著者として最初の論文発表という形で実を結ぶことができました。学内で行われるセミナーの場で発表する機会も得て、そこでは研究をさらに発展させるための、感想や新たなアイデアも多く得ることができました。」

「論文発表で大きな支えになったのは、指導教官の佐藤矩行教授の存在です。同教授の指導のもと、論文の書き方について力をつけるとともに、科学者として自立心も学ぶことができました。OISTでの佐藤教授の研究ユニットの特徴は、各々のメンバーが異なる研究プロジェクトに携わっていることです。それぞれが独自の研究テーマを追求しているため、競争することがなく、お互いをサポートし合う機会が自然と生まれます。さらに特筆すべきは、OISTのシーケンシングセンターが利用しやすく、手厚い研究支援を得られるという点で、こうした環境が、研究成果へと導いてくれました。」

ケネス・バックマン

2012年から2017年までマリンゲノミクスユニットに所属したケネス・バックマンさんは、海洋生態系の中で重要な役割を果たす動物のゲノム配列を解析し、論文筆頭著者として著名な学術誌にその成果を発表しました。



研究環境

環境の保護は、OIST の最優先課題の一つです。キャンパスは起伏のある生い茂った森に囲まれており、亜熱帯気候の大雨で削られた狭い尾根や深い溪谷の連なる立地にあります。環境影響評価から、この谷と溪流が貴重な動植物の生態系を育んでいることが分かりました。そこで、建物は尾根の上だけに建てられ、溪流をまたぐスカイウォークで建物同士を結んでいます。スカイウォークのほか、魚が安心して棲息できる数々の池、高度に効率化した水の利用といった環境への配慮により、第2研究棟は米国グリーンビルディング基準 LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) のシルバー認証を取得しました。

世界水準の研究環境

研究活動

OIST の研究プログラムは、生命科学、物理科学、環境科学、数学などを含む学際的で最先端なものです。OIST が掲げる協働にもとづく分野の壁を越えた研究という使命は、キャンパスのデザインやレイアウトのあらゆる部分にも反映されています。柔軟に研究スペースを設け、研究機器を共用することで、同一の学問分野の研究者たちばかりがかたまることを防ぐ一方で、主要な研究機器を体系化して管理することで、誰もが平等に利用できるようにしています。





リサーチサポート

研究支援ディビジョンは、OISTにおける研究と教育の目標達成に貢献するため、OISTの研究者および学生に対し、優れた共通研究施設と研究支援サービスを提供しています。同ディビジョンの技術系のセクションでは、共通機器や施設の維持管理や操作に関するトレーニング、機器への公平なアクセス、実験デザインや手法・機器の選択に関する相談、データ取得や解析に関する技術支援を行っています。事務系のセクションでは、外部研究資金の申請や共同研究、安全衛生、その他の研究活動への支援を行っています。

実験動物セクション

実験動物セクションでは、学内の実験に必要なマウス、ラット、フィンチ、ゼブラフィッシュ、カエルなどの飼養および管理を行っています。施設はAAALACインターナショナル（国際実験動物管理公認協会）の認証を取得し、飼育には個別ケージ換気システムおよびケージ交換ステーションを採用しています。また、獣医による治療も24時間体制で行えるようにしています。学内外の委員で構成される動物実験委員会が動物福祉に重点を置いた動物実験計画の審査を行う他、年二回、施設の査察および飼養と使用に関するプログラムの審査を行っています。

メカニカルエンジニアリング & マイクロファブリケーション・サポートセクション

メカニカルエンジニアリング・グループと、マイクロファブリケーションおよび材料分析グループで構成されている本セクションでは、以下の技術に関する支援サービスを提供しています。洗練された機械デザイン、機械加工、組み立て方法を用いた研究機器の製作、極低温および真空技術の応用、マイクロ・ナノファブリケーション技術を用いた研究機器の開発、研究用サンプルの材料分析サービスなどです。





沖縄海洋研究支援セクション

OISTの海洋学研究者や共同研究者を支援するために、フィールドワークにおけるサポート、海洋科学研究のための共用機器の維持管理など、様々なサービスを提供しています。OIST マリン・サイエンス・ステーションは、OIST キャンパスから数キロ離れた瀬良垣漁港内に位置し、OIST および外部の研究者が利用する施設です。施設には、屋内外に設置された水槽、海水取水施設、作業場、オフィススペースおよび機器の試験用のプールが備わっています。

DNAシーケンシングセクション

DNA シーケンシングセクションは、ハイスループットのシーケンシングサービスを学内の研究者へ提供しています。これらのサービスには、新規ゲノムシーケンシング、再シーケンシング、RNA シーケンシング、クロマチン免疫沈降シーケンシングなどが含まれます。また実験計画の相談およびライブラリ作成も行っています。従来型の DNA シーケンサー、デジタル PCR およびリアルタイム PCR についての管理と支援も行っています。

イメージングセクション

イメージングセクションでは、学内共通機器である光学顕微鏡および電子顕微鏡を管理・運営しています。電子顕微鏡としては、分析電顕、クライオ電顕、環境制御電顕などの透過電子顕微鏡や、走査電子顕微鏡、連続ブロック表面走査電子顕微鏡、集束イオンビーム／走査電子顕微鏡など、光学顕微鏡では、共焦点レーザー顕微鏡、多光子励起顕微鏡、超解像顕微鏡（SIM、STORM/PALM、STED）、光シート顕微鏡などを備えています。それぞれの専門知識と技術を持つ職員による技術サポートも提供しています。

科学計算及びデータ解析セクション

科学計算及びデータ解析セクションは、OIST 研究員へ高度な高性能演算リソースおよび研究用ストレージリソースを提供しています。個々の研究者との個別相談、短期・長期リサーチプロジェクト用のインフラの整備と管理、演算リソースおよびストレージリソースのモニタリングやメンテナンス、科学ソフトウェアのインストールと管理などの業務を提供しています。メインの演算クラスターである Sango は 436 ノードから成り 10,472 個の演算コアを有しています。またそれとは別に 99 ノード、1,588 個の演算コアを有したテスト用のクラスター Tombo があります。

安全衛生セクション

学内の安全、衛生および環境保護に対する文化を促進させるため、安全衛生セクションでは、研究のプロトコルの審査、学内の審査委員会のサポート、安全に関するコンサルティング、査察やトレーニング、また OIST と外部の官公庁との連絡・調整役等の業務を担っています。安全衛生セクションの業務範囲には、バイオセーフティ、化学物質、放射線、レーザー、野外活動、ラボ廃棄物などの安全管理、規制機器、安全保障輸出、安全トレーニング、職場の安全・衛生、研究倫理および研究公正に関する事項が含まれています。BSL2/3 設備、放射性同位元素設備、および安全に関するコンピューターシステムの管理も行っています。

外部研究資金セクション

外部研究資金セクションは、OIST 研究者に対する外部研究助成金申請に関する情報提供、および助成金申請と受け入れに関する手続きの支援を行っています。加えて、技術移転セクションならびに事業開発セクション、そして統括弁護士オフィスと協力し、他大学・研究機関等との共同研究契約締結に係る支援業務を行っています。

機器分析セクション

機器分析セクションでは、質量分析、核磁気共鳴装置、ラボラトリオートメーション、フローサイトメトリー、遠心分離機などの学内共通機器や設備を管理しています。また、機器使用に関するトレーニングの実施、試料調製、データ取得やデータ解析などに関する技術サポートも行っています。





沖縄は、経済成長著しいアジアの中心に位置する美しい亜熱帯の島です。この穏やかな土地が、世界レベルの大学院大学にふさわしい恵まれた研究環境をもたらし、将来の発展の可能性を高めていきます。想像力豊かな学究精神と最先端の研究設備によって、OIST は沖縄の発展の原動力となる科学的発見を生み出していきます。

ちゅ OKEON 美ら森 プロジェクト

OKEON 美ら森プロジェクトは、OIST の研究者たちが牽引するプロジェクトで、沖縄の陸域環境を測定し、監視し、そして理解するための観測網の構築を目的としています。現在では沖縄本島内全域に、24 カ所の調査区が設置され、それぞれの調査区で沖縄の生態系に関する長期データを収集する装置が稼働しています。本プロジェクトには、サンゴ礁に悪影響を与える堆積物や有害物質の流出をモデル化したり、沖縄固有の豊かな生物多様性をモニタリングし、記録したりすることが含まれます。また、人間活動が沖縄のサウンドスケープに与える影響を調査するため、音声レコーダーも使用しています。

OKEON 美ら森プロジェクトは、沖縄県内の 100 を超える機関や人々の協力のもとに成り立つ、OIST 科学者と沖縄との協働プロジェクトです。

OIST 生物多様性・複雑性研究ユニットでは、OKEON 美ら森プロジェクトの一環として節足動物の調査を行っています。



OKEON 美ら森プロジェクトにおける節足動物の仕分け作業。節足動物は、その生態系の指標であると同時に、多くの生態系機能を司る主役となっていることが知られています。





沖縄への貢献



OIST では、科学の発展とイノベーション創出を追求するだけでなく、研究以外でも沖縄への貢献を目指しています。地元の子どもたちに科学の楽しさを伝えるイベントや、県民の生活を脅かしかねない外来生物種の島への侵入を防ぐ活動など、多岐に渡ります。

また、毎年夏休みに、地元の児童から中学生に至るまで、様々な科学を体験できる「こどもかがく教室」を開催しています。さらに沖縄県内の全高校生を対象とした見学ツアーや、「英語でお仕事」などの短期学習イベントも行っています。









Design by Kaori Serakaki, OIST
Principal photography by Kenji Togo
Additional photography by Pola Lem
Media Section, Communication and PR Division, OIST
Printed in Japan

TRANSFER EDUCATION RESEARCH TECHNOLOGY TRA
UCATION RESEARCH TECHNOLOGY TRANSFER ED
RCH TECHNOLOGY TRANSFER EDUCATION P
GY TRANSFER EDUCATION RESEARCH
UCATION RESEARCH TECHN
ECHNOLOGY TRANSFER
RESEARCH TECHN
UCATION RES
RANSFER P
ARCH
CH



OIST

OKINAWA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY GRADUATE UNIVERSITY
沖縄科学技術大学院大学

〒904-0495 沖縄県国頭郡恩納村字谷茶 1919-1
TEL 098-966-8711
WWW.OIST.JP