

光技術コーディネートジャーナル

OPTRONICS

特集

光技術×バイオ・メディカル

Interview

世界の頭脳が集う亜熱帯の研究機関
—OISTの魅力を気鋭の研究者に聞く

沖縄科学技術大学院大学(OIST) Bernd Kuhn

リーダーズインタビュー

レーザーはより使いやすく、
制御性の高いものでなければいけない(2)

スペクトロニクス(株) 代表取締役社長 岡田穰治 氏

Photo-Tech News & Report

12 kWのマルチモードファイバーレーザーを今年度中にも市場投入へ
—高い信頼性を武器に拡販を目指す

日本最大級の光関連展示会

OPTICS & PHOTONICS International Exhibition

OPIE '20

2020年
4月22日(水)~24日(金)
パシフィコ横浜

OPIE公式アプリ登場!

出展社検索/スケジュール管理に便利



App Store
からダウンロード



GET IT ON
Google Play

No.456

2019 **12**

世界の頭脳が集う亜熱帯の研究機関 — OIST の魅力を気鋭の研究者に聞く

沖縄科学技術大学院大学 (OIST)

Bernd Kuhn



◆ Bernd Kuhn (ベアン・クン)
沖縄科学技術大学院大学 (OIST) 光学ニューロイメージングユニット 准教授

1990-1996 University of Ulm, Ulm, Germany, Diploma (1996)
Physics
1996-2001 Technical University Munich, Munich, Germany, PhD
(2001) Physics
2001-2002 Max Planck Institute of Biochemistry, Martinsried,
Germany
2002-2004 Max Planck Institute for Medical Research,
Heidelberg, Germany
2004-2010 Princeton University, Princeton, NJ, USA

Springer Nature が今年6月に発表した「質の高い論文数」ランキングで、沖縄科学技術大学院大学 (OIST) が9位となり、東大や京大を上回る日本のトップとなった。

耳慣れぬその校名に驚いた人もいるかもしれないが、OISTは2011年に開校した5年一貫制の博士課程を置く大学院大学だ。卓越した教育と研究により、沖縄の自立の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、沖縄振興の観点から国が財政支援を行なっている。

学部を設けず、学際的な1つの研究科と1つの専攻のみを設置し、学生、教員の半数以上は外国人で英語を公用語とするなど、これまでの日本の教育機関に無い組織と、外部資金によらず研究を継続できる体制が、こうした成果を生み出してきたとされる。

今回、OISTでバイオイメージングの研究をしている Bernd Kuhn 氏にインタビューし、その内容と OIST の魅力、そして日本の教育についての考えなどを伺った。

ここではまず、インタビュー中に登場する脳内信号の伝わり方と、その究明に対する Kuhn 准教授の研究成果について簡単に解説する。

脳内のニューロン (神経細胞) 間で信号が伝わる仕組みはこうだ。まずニューロンが発した化学物質を隣のニューロンがその末端で受信して電気信号に変え、その電気信号がニューロンの別の末端まで伝わり、そこから化学物質を発する、という過程を繰り返す。

受信した化学物質が電気信号になるためには、ある電位 (電圧) を超える必要があるが、その電位の事を活動電位 (アクションポテンシャル) と呼ぶ。活動電位は1ミリ秒程度しか持続しないが、Kuhn 准教授の研究成果によって、活動電位を超えた場合と超えていない場合について、0.5ミリ秒のタイムスケールで単一ニューロン

内の電位を可視化する事が可能となった。

— OIST に着任された経緯を教えてください

私はドイツ出身で、マックスプランク生化学研究所とマックスプランク医学研究所で物理化学と生物物理、神経科学分野の研究を行ないました。後にポスドクでアメリカのプリンストン大学に移り神経科学と生物学の研究を行ない、そこで大学でのポジションを探していました。

OIST に招待されて初めて沖縄を訪れたのはちょうどその頃、2009年の8月のことです。当時 OIST はまさに建設中でした。そこで出会った OIST の人々は大変に印象深く、情熱にあふれていましたし、日本の政府が沖縄で OIST を設立するために大きな投資をしていることにも感銘を受けました。

実はその時、EU とドイツの大学からとても条件の良いオファーがあったのですが、私はこれを断り、OIST で研究することにしました。私は一つの専門分野に収まる事なく、ダイナミックでワクワクするような学際的な研究ができる場所で仕事がしたかったからです。ドイツのオファーは生理学の学科でメディカル分野を指向していました。一方で OIST は色々な学問分野間の交流があり、ここなら学際領域の研究が可能だと思ったのです。

私は物理学出身で、その後に物理化学、神経科学を学んだ学際的な環境での経験があるので、OIST は個人的に最適な場所だと感じました。エキサイティングで国際的な場所です。こうした学際的な環境を鮮明に打ち出している事と、研究を支援する日本政府のサポートが、研究機関としての OIST の一番の強みです。もし、優秀なスタッフがいたとしても、経済的な支援が無ければ良い研究はできません。良きスタッフと経済的な支援の両方を備えて、はじめて大きな成果を得ることが可能となるからです。

— OIST の第一印象はどうでしたか?

OIST の人々のあふれる熱意や沖縄の自然の美しさもそうですが、とりわけ印象的だったのは、OIST のような研究機関を造るために政府が大きなコミットメントをしている事です。これは大きな実験だと思います。私自身も大都市に近い場所、ミュンヘンやニューヨークの研



自然豊かな環境に建つ OIST 提供: OIST/東郷憲志

究機関にいましたが、このような研究機関は沖縄という都会から離れた島ではなく、東京近郊に造った方がもっと易しかったはずですよ。

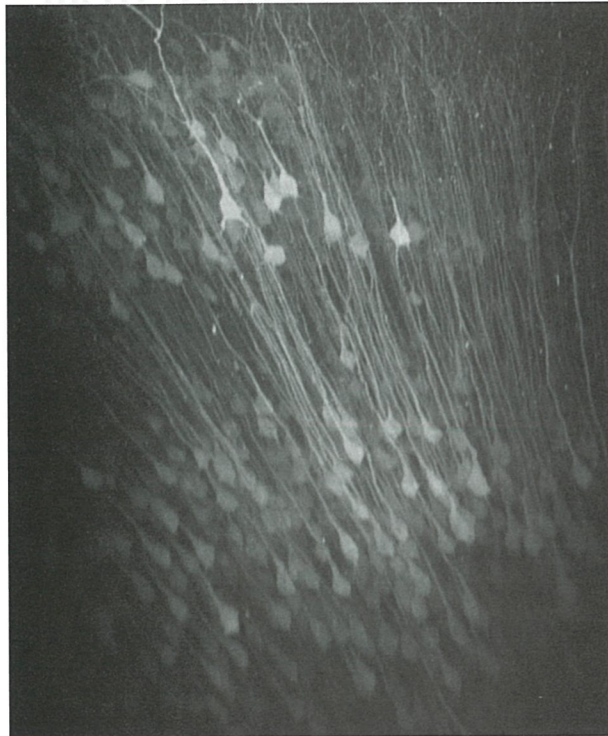
大都市から離れているということは時にチャレンジングですが、あふれる美しい自然の中で心を自由に保ち、研究に集中できます。ドイツの郊外の出身の私は、自然やハイキングをエンジョイしてきました。沖縄にある OIST は私にとって理想的です。

— 研究内容と最新の成果について教えてください

我々は「神経科学」に興味を持っています。つまり、脳内で知覚情報がどのように処理されているかを理解し、そして我々の行動がいかんしてニューロンの活動から発生しているのかを理解したいのです。メインの研究は、脳内のニューロンの活動を可視化し、かつ、それを様々なタイムスケールと行動状態 (Behavioral State) に即して観察する事です。その際にイメージング技術が果たす役割は、ニューロンの活動を可視化できる光学シグナルに変換する事です。

我々の手法は in vivo で2光子顕微鏡を使うもので、覚醒中のマウスに対して行ないます。対象のマウスは実験用トレッドミルの上にいる時も有れば、バーチャルリアリティーシステムの中にもあります。その時のマウスの行動と同時に、我々の手法によって脳内の状況を観察する事ができます。つまり、行動と脳内の信号を結び付けられるのです。

実際には様々な指示薬 (indicator) や分子を使い、ニ



Kuhn研究室が捉えたマウス二次運動野 (M2) in vivo 提供: OIST

ニューロンの活動を光学シグナルに変換します。多くのニューロンサイエンティストがカルシウムイメージング、つまりカルシウムの活動をイメージ化する技術を使っていますが、我々はこの他に独自の大変興味深い分子、タンパク質リン酸化酵素 (プロテインキナーゼ) の活動に着目した技術も用いています。

我々の強みである固有技術は電圧のイメージ化です。電圧シグナルは大抵の場合、脳内で最も速いシグナルです。例えば活動電位 (アクションポテンシャル) はおよそ1ミリ秒の間しか持続しません。このような信号を検出するためには非常に速いイメージング技術が必要となりますが、我々はこの電圧信号をイメージ化する事に専門性を持っています。この技術により覚醒状態の動物において、一つのニューロン内での電圧の変化がどのようなプロセスで広がっていくのか、サブミリ秒のタイムスケールで観察する事ができます。

まとめますと、ある種のシグナルには1ミリ秒しか持続しないものもあれば、別のシグナルには数10秒持続するものもあります。我々はこの様に非常にタイムスケ

ールが異なる信号をイメージ化する手法を研究し、それを脳内のニューロンの活動を可視化する事に応用しているのです。

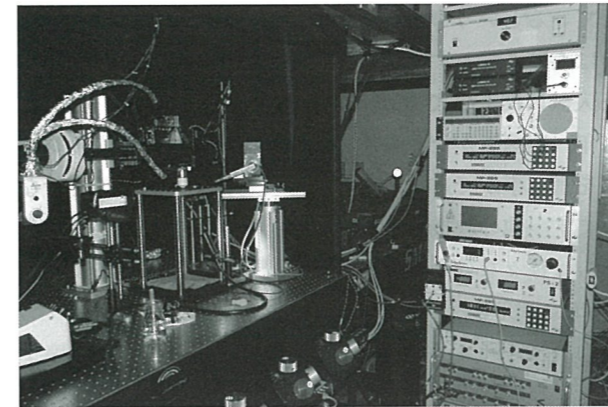
最近の成果ではこの電圧のイメージング技術の開発が最も重要なものです。ここに至るまでは長い時間がかかっていて、実際、この課題に取り組んだのは20年程前、私が大学院の学生の時でした。私は電位イメージング色素の開発にも関わり、それに対してイメージング技術を最適化することで、最終的には単一ニューロンの中の活動を0.5ミリ秒のタイムスケールでイメージ化する事が可能となりました。この評価系や結果については昨年発表しましたが、これが現在でも最も重要な成果だと思っています。

ちなみに研究で使う2光子顕微鏡は我々が自ら組み立てています。様々な部品をそれぞれ異なる顕微鏡メーカーから入手して組み上げました。現在、2光子顕微鏡は3台が組み立ててあり、常にこれらの顕微鏡や実験系の改善、改良を行なっています。

—なぜ、自分達で2光子顕微鏡を作るのですか？

私はポストドクターだった時、2光子顕微鏡の発明者と一緒に仕事をした経験を持っています。自分達で作る事で、我々のイメージングアプリケーションに最適化する事ができるので、市場に出ているものより我々が作った2光子顕微鏡の方が優れていると思います。なぜならメーカー製のものは様々な用途に使用できるように作られていて、応用範囲が広いのです。我々は設計を自分たちの用途に合わせて調整・変更可能ですし、自作すれば光学部品もそれぞれのメーカーから我々の目的に最適なものを選ぶことが可能なのです。実際、我々の顕微鏡に使われている部品のメーカーは、Leica, Olympus, Nikon, Zeiss, Hamamatsu等、多岐にわたっています。

私は研究室の2光子顕微鏡の性能を常に向上させるといふ、ある種のチーフエンジニアとしての役割も担っています。一方で生物学の研究者は、この技術をどの様に使うのか有益なアイデアを持っています。これらの二つの分野の協業がイメージング技術を使った最適な結果を生み出す事につながっています。この事も2光子顕微鏡を自作する目的の一つです。



Kuhn研究室の二光子顕微鏡 提供: OIST

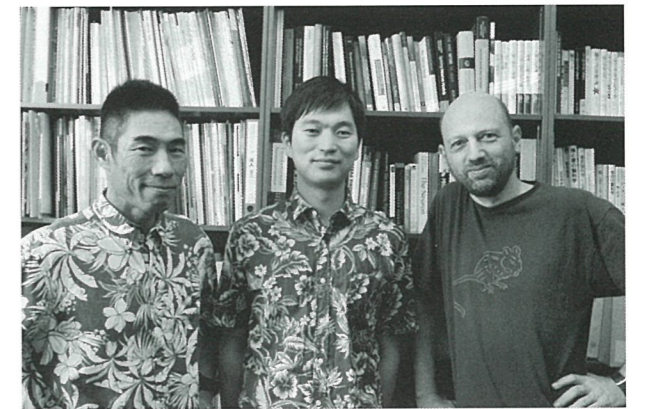
—OISTは大都市から離れていますが、必要なものはどのようにして調達していますか？ ネットで購入する事が多いのでしょうか？

はい。ネットで注文することも多いです。しかし、メンテナンスを含めてベンダーや商社はよくOISTに来ています。光学機器メーカーも定期的に訪問してくれています。

確かにOISTはベンダーの所在地から非常に離れていますが、購入後のサポートについては面白い方法をとっている例があります。大変に高額な機器、例えばレーザーなどを購入した時は、当然メンテナンスを含めたサービス契約を結びます。実際にはどの様に対応するかというと、まず、ベンダーの営業所からその装置にリモートアクセスできる様にします。何か不具合があったときは、装置をインターネット経由でベンダーがオンライン検査することで、どの部品が故障しているのか、離れているベンダーの事務所で特定できるのです。その上で、必要に応じて東京からエンジニアが派遣されてきます。こうして最近では、ベンダーの在る場所から離れていても便利にサービスが維持できる様になっているのです。

—国内の大学や研究機関と共同研究を行なうことはありますか？

もちろんです。実際に日本の幾つかの大学とは緊密に連携しています。連携先の規模についても、東京大学のような大規模の大学や埼玉大学のような中規模の大学とも連携しています。地方の大学とも協業していて、例え



様々なバックグラウンドの研究者が集まる 提供: OIST

ば四国の徳島文理大学や北海道大学にも良き協力者がいますし、奈良先端科学技術大学院大学、福島医科大学などとも緊密な関係があります。

研究機関も同様で、例えば理化学研究所脳神経科学研究センターと関係を持っています。事例を挙げれば、Japanese Bio Optics Meetingという学会が9月に宮崎で行なわれました。私自身がそこで徳島文理大学の教授と共同でシンポジウムを主催して理化学研究所脳神経科学研究センター、北海道大学、ウッズホール海洋生物学研究所から日本人の研究者を招待して講演してもらいました。

—Kuhn先生はどんな研究者と一緒に仕事をしたいと考えていますか？

私の研究室の活動は様々な専門分野にまたがっています。もちろん研究室には神経科学分野の人が多いのですが、生物分野では他にも生物物理学を学んだ人、それから物理学者もいて重要な役割を担っていますし、プログラミングを担当するIT分野のバックグラウンドを持った人もいます。国籍もイギリス、ニュージーランド、インド、エジプト、日本、キプロス、リトアニア、イタリア、台湾からの学生もいました。この様に、様々なバックグラウンドを持った人たちと共に研究をしたいと思っています。現在、私の研究室には12名が在籍しています。もちろん、学生も多いので人数は変動します。



Kuhn研究室のメンバー 提供：OIST

—優秀な人材を採るために心がけていることはありますか？

基本的にはモチベーションの高い人に来てもらおうと思っています。お話しした様に、この研究室に来る人のバックグラウンドは多種多様です。物理学を学んだ人かもしれませんし、生物学のある分野を学んだ人かもしれません。まったく別の分野を学んだ人である可能性もあります。その様な方々と協力・協業するにあたって、私自身は何か新しい事柄を進展させたり前進させたりする事に貢献したいと思っています。

その為に、研究室に入る候補者に対して私はオープンですし、様々な人に来ていただきたいと思っていますが、その条件はモチベーションにあふれ、一生懸命に仕事をする事をいとわないと私が感じとれる人だという事です。その背景には、すべての研究テーマは個々の人に設定さ

れているという事もあります。私の研究室では研究テーマは人によってすべて違って互いに独立しています。

入試に関してですが、我々の大学の学生は優秀です。毎年、応募者がたくさんいますが、その中で最も優秀な人を選ぶ事ができています。その為に多くの面談を行います。他の教授陣も同様に多くの面談を行ない、学生たちは様々な分野の教授と話す経験をする事によってOISTで研究したいという意識があがります。

面談は志願する学生にOISTに来てもらって行ないます。これは費用もかかりますし、人によっては多少の困難も伴いますが、この場所を好きになれるか、ここに来るべき価値があるかをよく理解するために必要なコストだと思います。やはりOISTは大都市から離れていて特殊な環境なので、もちろんそれが好きな人もいますし、適さない人もいますから。

—日本の高等教育の現状をどうご覧になっていますか？

難しい質問ですね。基本的には、日本の学生が優秀である事に感銘を受けています。もちろんポストドクターも優秀です。ただ、日本の学校のシステムは大変に厳格だと思います。大変にタフです。そして、多くの学生が、科学をする事に対するモチベーションを卒業するまでに失ってしまいます。それは、高校や大学の教育システムの間で受けるプレッシャーによってではないかと思っています。結果的に博士号を取る学生がそれほど多くないことが大きな問題で、日本にはもっと多くの博士号を取る学生が必要だと思います。

繰り返しますが日本の学生自体は優秀です。実際、OISTを受験する日本の学生は他の国の学生よりも概して優れています。問題なのは、日本からのOIST受験生が非常に少ない事です。私には日本の学生の多くが学部卒業の時点で疲労してしまっているのではないかと思います。もう研究は止めて関わりを捨て、むしろお金を稼ぎたい、安定した生活が欲しいと思ってしまうのだと想像します。日本の教育システムは、もっと学生に対するプレッシャーを軽減し、モチベーションを与える様になればなりません。

わたしは毎年、地域の小学生を対象にした科学教室で子供達に教えています。1年生、2年生、3年生は皆、興



中学生に講義をするKhun氏 提供：OIST

奮して学び、科学者になりたいという子供もたくさんいます。例えば今年は化石について教えました。ここには化石を探すのに良い場所や海岸がたくさんあるので、貝やサメの歯などの化石を見つけ、子供たちは地球の歴史や生物の進化を学ぶことができます。参加した子供たちは大変に興味を持って熱心に学んでいました。

しかし、大学を卒業するまでは殆ど誰も科学者になりたいとは思わなくなる様です。それはプレッシャーがあまりにも大きいからだだと思います。彼らは、自由に何か面白い事を追求する能力を失ってしまいます。我々の研究活動は、楽しみや興味につながるべきもので、プレッシャーであってはなりません。自らやりたいと思うべきもので、他の誰かに強制されるものではありません。学生は、自分自身のモチベーションを自ら作っていかね

ばならないと思います。そしてそれは、教師から与えられるべきものではないのです。

本土にいる友人の多くは、博士号の学生を引き付けることが難しいと言っています。なぜなら、博士号を取ろうとすると多くの場合、日本ではその費用を学生が払わなければならないからです。他の国では博士号を取るまでの間にサラリーを得る事ができます。学生が25歳になって博士号を取ろうと思った時、親に対して引き続き30歳近くまで経済的な援助を求め続けなければならないのは気が引けるでしょう。OISTはフェローシップを学生に与えているので、学生は博士号を取る間も収入を得る事ができます。もちろんそれほど多くはありませんが、家賃の補助やリサーチアシスタントシップでの収入等もあるので、生活をしていくには十分なレベルです。

特に若い読者に伝えて欲しい事があります。それはもっとOIST、あるいはその他の博士プログラムに参加・受験をして欲しいという事です。もっとエキサイティングで重要な事を行なう事を考えて欲しいと思います。そして年配の読者には、若い人や子供たちがそうな様に意識づけをして欲しいですし、政府はこの様な活動をサポートすべきだと思います。

参考文献 (OIST HPより)

Kuhn研究室の発表論文：<https://groups.oist.jp/onu/publications>
研究に関する記事：<https://www.oist.jp/groups/optical-neuroimaging-unit-bernd-kuhn>

OPTRONICS MOOK

2018年11月1日刊行

光技術×自動車

自動運転/ADASを支える光技術を
様々な視点で幅広く解説

- 体裁 A4判 約170頁
- 定価 15,000円+税
- ISBN 978-4-902312-56-0

★月刊オプトロニクスやOPTRONICS ONLINEに掲載された
業界第一人者の記事を再編集。

★この一冊で光技術の自動車応用が俯瞰できます。

★LiDAR/HUD/センシング/ヘッドランプ等の技術・市場動向から
最新トピックスまで!

光のオンライン書店
<http://shop.optronics.co.jp/>