

RIKEN

NEWS

No.431 May 2017

5



研究最前線「世の中にない独創的なデバイスをつくる」より

研究最前線 ②

急冷で電子の「準安定相」を生み出す

研究最前線 ⑥

世の中にない独創的な デバイスをつくる

特集 ⑩

革新知能統合研究センターの研究戦略

杉山 将 AIPセンター長に聞く

FACE ⑬

iPS細胞で精神疾患の克服に挑む研究者

TOPICS ⑭

- ・ニホニウム (Nh) 命名記念式典を開催
- ・理研百周年・BSI 20周年記念シンポジウム「脳科学と社会の未来」開催報告

原酒 ⑯

仕事と山と海と友達と

創発物性科学研究センター (CEMS)

動的創発物性研究ユニットの賀川史敬ユニットリーダー (UL) は、物質の性質を探索する物性物理学にまったく新しい視点を持ち込もうとしている。「これまでの物性物理学では、温度や圧力、磁場が決まれば、物性を左右する電子状態は各物質で一つに決まると考えられてきました。ところが、物質を急速に冷やすと、普通とは異なる電子状態『準安定相』の物性が現れることが分かってきました」(図1・図2)
賀川ULは物性物理学の新分野を開拓して、超省電力型メモリーの開発に貢献しようとしている。

急冷で電子の「準安定相」を生み出す

■「電荷のガラス」を発見

物質を急冷する実験を続けている賀川UL。なぜ急冷に着目したのか。「それは2012年にさかのぼります。私は東京

大学で、温度を下げると電気が少し流れる半導体から電気が流れない絶縁体に変わる θ -(BEDT-TTF)₂RbZn(SCN)₄ (以下、 θ -RbZn) という物質の測定をし

ていました。この物質を少し速く冷やすと、普通は絶縁体になる温度でも、半導体のままであることが知られていました。それがなぜなのか不思議に思い、私はその物質の電子状態を調べてみることにしました。すると、普通はその温度では物質中の電子が規則正しく並んで身動きが取れない絶縁体になるはずなのに、少し速く冷やしたものは不規則に並んでいることが分かりました。動くことができる電子がわずかにあるため、半導体になっていたのです」(図2)

θ -RbZnは、電子同士が強く相互作用する「強相関電子系」というタイプの物質だ。「強相関電子系ではマイナス電荷を持つ電子同士が強く相互作用して反発し合っています。そのため、ある温度以下になると互いになるべく離れた位置になるように規則正しく並んだ『電荷の結晶』をつくります。電荷の結晶は、その温度・圧力で最も安定な状態、安定相です」

一方、少し速く冷やしたときに現れた電荷が不規則に並んだ状態は、ガラス状態に似ている。窓ガラスやコップなどに使われるガラスの原料を高温に熱して液体にした後、ゆっくり冷やすと原子・分子が規則正しく並んで結晶になるが、急に冷やすと不規則な並びのまま固まりガラス状態になる(図3)。

「室温・大気圧では、結晶が最も安定な状態(安定相)で、ガラス状態は準安

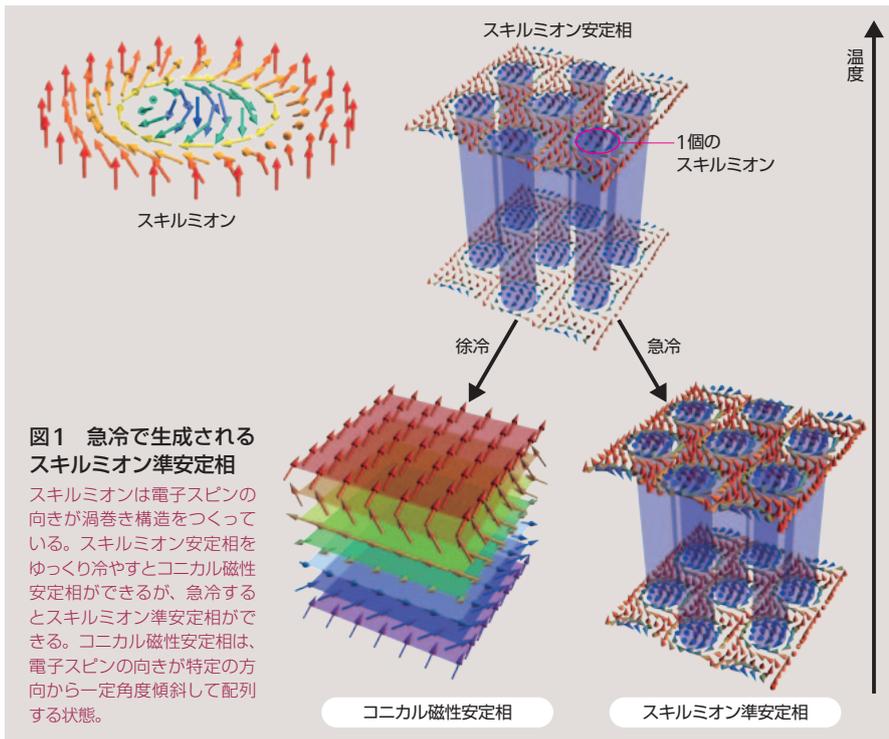


図1 急冷で生成されるスキルミオン準安定相

スキルミオンは電子スピンの向きが渦巻き構造をつくっている。スキルミオン安定相をゆっくり冷やすとコニカル磁性安定相ができるが、急冷するとスキルミオン準安定相ができる。コニカル磁性安定相は、電子スピンの向きが特定の方向から一定角度傾斜して配列する状態。

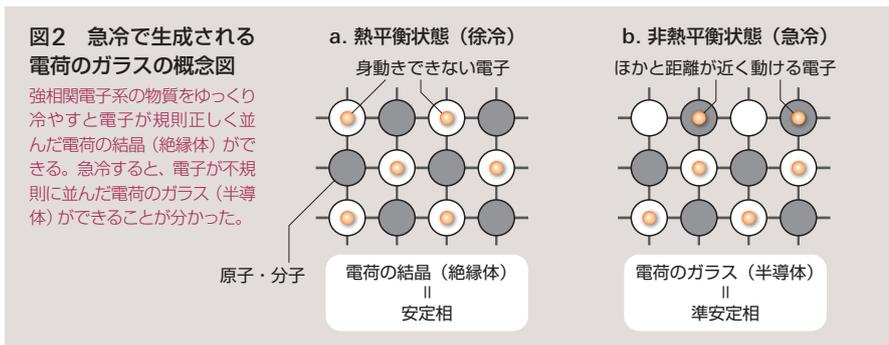


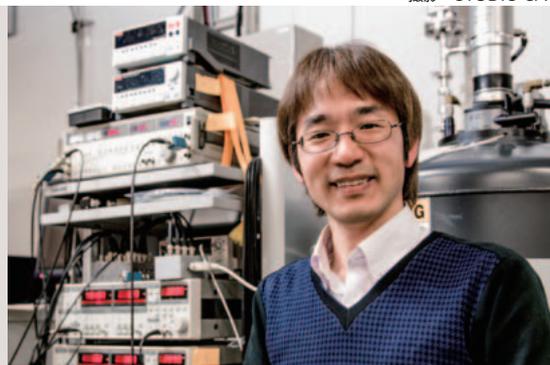
図2 急冷で生成される電荷のガラスの概念図

強相関電子系の物質をゆっくり冷やすと電子が規則正しく並んだ電荷の結晶(絶縁体)ができる。急冷すると、電子が不規則に並んだ電荷のガラス(半導体)ができることが分かった。

賀川史敬 (かがわ・ふみたか)

創発物性科学研究センター
動的創発物性研究ユニット
ユニットリーダー

1979年、千葉県出身。博士（工学）。東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻博士課程修了。科学技術振興機構ERATO+倉マルチフェロイクスプロジェクト研究員、東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻 講師などを経て、2013年より現職。



定な状態（準安定相）です。数千年～数億年以上の長い間に周囲から熱エネルギーを得て原子・分子の並び替えが起き、準安定相のガラス状態は安定相の結晶へ少しずつ変化していきます。電子が不規則に並んだ状態は『電荷のガラス』だといえます。電荷のガラスも準安定相で、長い時間をかけて周囲から熱エネルギーを得て、安定相に変わっていくと考えられます」

■ 地上に天然ダイヤモンドがある訳

賀川ULは、電荷のガラスのような電子の準安定相を理解するために、ダイヤモンドにも着目した。「ダイヤモンドと鉛筆の芯にも使われる黒鉛は、どちらも炭素の結晶ですが、炭素原子の並び方が異なります。地球深部の高温・高圧のマントルでは炭素の集まりはダイヤモンドが安定相ですが、地上の室温・大気圧下では黒鉛が安定相で、ダイヤモンドは準安定相です」

ではなぜ、地上に住む私たちは天然のダイヤモンドを手にすることができるのか。「地球深部でできたダイヤモンドが、激しい噴火活動によって短時間のうちに地表に運ばれて急冷されるからです。準安定相のダイヤモンドから安定相の黒鉛へ炭素原子の並び替えが起きるには、周囲から相応の熱エネルギーを得る必要があります。しかし噴火の過程で急冷されるとその熱エネルギーを得る時間がないため、冷たい地上でも準安定相のダイヤモンドのままなのです。ただし、数億年以上の長い時間をかけて周囲（室温）から微弱な熱エネルギーを得

て、地上のダイヤモンドも少しずつ安定相の黒鉛に変わっていきます」(図4)

■ 急冷で電子の準安定相をつくる

ガラスやダイヤモンドのような準安定相は、周囲から熱エネルギーを得ることで安定相に変わっていく。やがて相変化の進行が止まった「熱平衡」という状態になる。熱平衡状態では、温度・圧力が決まれば、原子・分子の並び方は一つの安定相に決まる。

物質を急冷すると、安定相以外の状態が実現し、相変化が進行し得る「非熱平衡」の状態となる。非熱平衡状態では、ガラスやダイヤモンドのような準安定相が現れるのだ。

「従来の物性物理学は、熱平衡状態で現れる電子の安定相を中心に調べてき

ました。温度や圧力、磁場が決まれば、電子状態は一つだけに決まると考えられてきたのです。私は、急冷によって非熱平衡状態にすることで、電荷のガラスのような、さまざまな電子の準安定相を生み出すことができるはずだ、と考えました」

物性の実験で使われる一般的な装置では、冷却速度は毎分1～10度程度だ。「私が2012年に実験した θ -RbZnは、たまたま毎分1度程度の冷却速度でも電荷のガラス、準安定相が現れる物質だったのです」

結晶とガラス状態の例を見ると、窓ガラスなどの主成分である二酸化ケイ素はゆっくり冷やしてもガラス状態になるが、水は毎秒1000万度ほどの冷却速度で急冷しないとガラス状態（アモルファスア

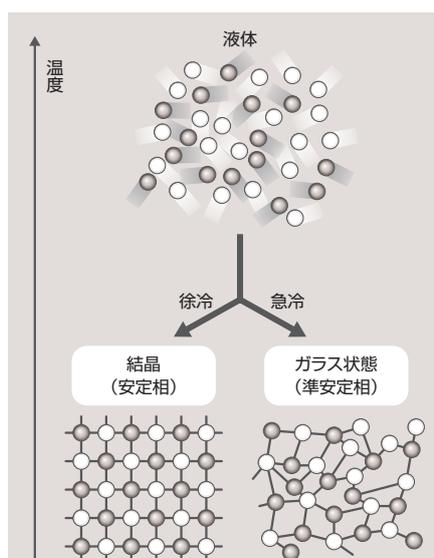


図3 ガラス原料の相変化

ガラス原料を高温に熱して液体にした後、ゆっくり冷やすと原子・分子が規則正しく並んだ結晶となる。急冷すると不規則に並んだガラス状態となる。

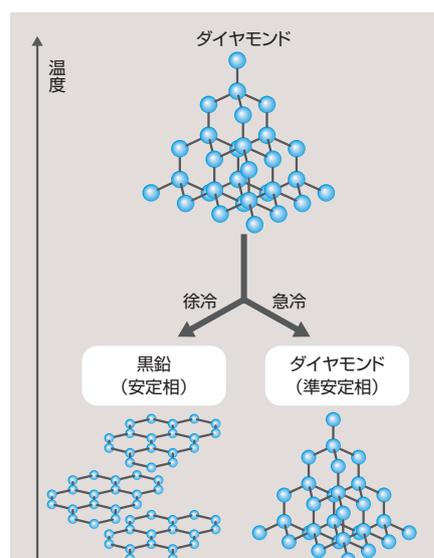
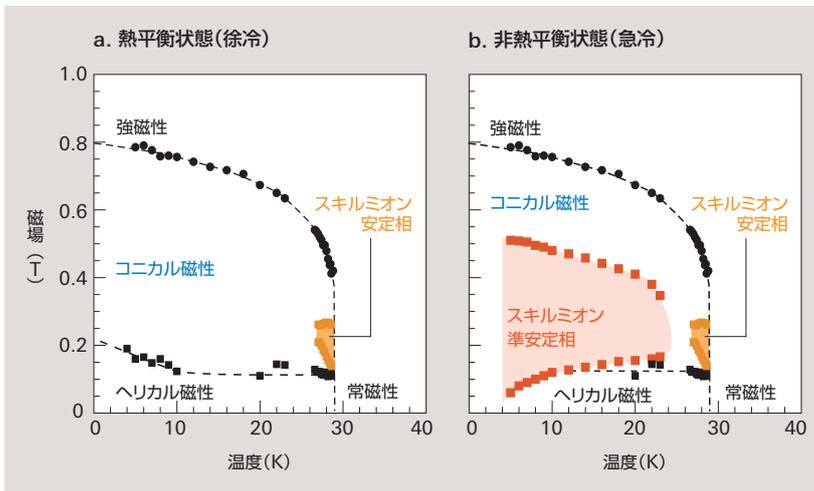


図4 炭素結晶の構造変化

高温・高圧で安定なダイヤモンドをゆっくり冷やしながら常圧にすると黒鉛になるが、急冷するとダイヤモンドのままとなる。

図5 スキルミオンを生成できるMnSiの温度領域

各温度・磁場での安定相が実現している熱平衡状態では、スキルミオンを生成できる温度領域は27~29K付近に限られる。急冷で非熱平衡状態をつくり出すと、スキルミオンを生成できる温度領域は23K以下に広がった。



イス)にならない。「電子の準安定相が現れるのに必要な冷却速度も、物質によって大きく異なると考えられます」

2013年、理研CEMSに動的創発物性研究ユニットを立ち上げた賀川ULは、物質をさまざまな冷却速度で急冷して、どのような電子の準安定相が現れるかを調べる実験を始めた。「私の知る限り、それを系統的に調べた人は、これまで世界に誰もいません。冷却速度が電子状態を左右する重要な因子だとは考えられていなかったのです」

■ スピンの準安定相を実証

パルス電流により物質を瞬間的に加熱すると、その後の熱の拡散により毎秒数百から数千度という冷却速度で急冷することができる。

賀川ULたちは、2012年に実験を行った θ -RbZnだけでなく、電荷の結晶をつくるほかの物質も急冷すると電荷のガラスになり得ると考えた。「パルス電流を使って θ -(BEDT-TTF)₂TiCo(SCN)₄という強相関電子系の物質を毎秒1,000度の速度で急冷しました。この物質は、245K (0K = -273.15°C) 以下では電荷の結晶ができることが知られています。ところが急冷すると、やはり電荷のガラスが現れました」

電子は電荷とともにスピンを持つ。スピンは電子の自転に例えられ、自転に右回りと左回りがあるように、スピンにも向きがある。スピンは磁力の源だ。磁石では、多くの電子スピンの同じ向きにそろって磁力が発生している。

ただし、磁石を加熱すると、スピンの

向きがばらばらになり、磁力を失ってしまう。スピンの並び方も、温度や磁場によって安定相が変わるのだ。

「私は、急冷することでスピンの並び方にも準安定相が現れると予想しました。そこで、電子スピンがつくるスキルミオンを例に、スピンの準安定相があることを実証することにしました」

スキルミオンは、電子スピンの向きが図1左のような渦巻き構造をつくり、安定した1個の粒子のように振る舞う。このスキルミオンを利用することで電力をほとんど消費しない超省電力型メモリーができると期待され、CEMSをはじめ世界中で盛んに研究が進められている。

2015年には、CEMSなどの国際共同研究グループにより、室温でスキルミオンを生成できる物質が発見された。ただし、スキルミオンを応用する際、大きな課題がある。非常に限られた温度・磁場領域でしかスキルミオンが現れないことだ。例えば、2009年にスキルミオンが最初に観察された物質であるマンガンシリコン (MnSi) では、薄膜にしない限り、27~29Kの温度領域でしかスキルミオンを生成できなかった(図5a)。

賀川ULたちは、パルス電流によりMnSiを27~29Kに加熱してスキルミオン安定相をつくった後、急冷してスキルミオンが現れる温度領域が変わるかどうかが調べる実験を繰り返した。「すると、毎秒100度を超える冷却速度で急冷すると、23K以下の広い温度領域でスキルミオンが現れました。普通は『コニカル磁

性』という別のスピンの並び方が安定相である温度領域です。急冷されることで、スキルミオン安定相からコニカル磁性へスピンの向きが組み替わるのに必要な熱エネルギーと時間が得られず、スキルミオンの準安定相が現れたと考えられます」(図1右・図5b・図6①~②)

急冷することでスピンの並び方についても準安定相が生成できることを、賀川ULたちは実証したのだ。

■ 超省電力型メモリーの実現を目指す

メモリーをつくるには、少なくとも二つの状態を切り替える必要がある。電源を切っても情報が保持される不揮発メモリーとして普及しているDVD-RWは、レーザーによって加熱し、冷却速度の違いで結晶とガラスの状態をつくり分け、それぞれの状態を0と1に対応させて情報を書き換えている。

賀川ULたちは、MnSiのスキルミオン準安定相をコニカル磁性安定相に切り替える実験を行った。「スキルミオンの安定相と準安定相の間、23~27K付近はスキルミオン準安定相にとっては十分な熱エネルギーが得られる温度で、少しの時間滞在すればスキルミオン準安定相はコニカル磁性安定相になります。スキルミオン準安定相が実現しているMnSiに、23~27Kの温度になるようにパルス電流を10秒間流すことで、コニカル磁性安定相に切り替えることができました」(図6③~④)

DVD-RWのように原子・分子の配置

関連情報

- 2016年10月21日『RIKEN Research』(Research Highlight)
‘Snap freezing’ produces different state
- 2015年10月13日プレスリリース
パルス電流によるスキルミオンの生成・消去に成功

■ 電子の準安定相の原理を探る

電子は電荷やスピンの他に、もう一つ重要な性質を持つ。原子や分子の中を電子が回る軌道だ。

「軌道の形(軌道自由度)も温度や圧力、磁場によって決まる安定相があります。軌道の形についても、急冷によって非熱平衡状態にすることで、今までに知られていない準安定相ができると予想して、現在、実験を進めているところです」

さらに賀川ULたちは、電荷・スピン・軌道のそれぞれの準安定相ができる原理を探っていくつもりだ。

「ガラス状態になりやすい二酸化ケイ素とガラス状態になりにくい水があるように、電子の世界でも準安定相のできやすさは、物質によって大きく異なると予想されます。しかし、準安定相のできやすさが何によって決まるのか、原理が分かっていません。急冷で電子の準安定相をつくる実験は私たちが始めたばかりなので実験データが少なく、理論研究もまだ始まっていません」

超省電力型メモリーに適した材料を開発するためにも、実験と理論研究を進めて、電子の準安定相ができる原理を探る必要がある。

「うれしいことに、私たち以外の研究グループも急冷実験を始めつつあります。今までにない面白い現象を理論家の人たちに示して関心を引き付けたいですね」

理研CEMSで今、まったく新しい物性物理学が始まっている。

(取材・執筆：立山 晃／フォトンクリエイト)

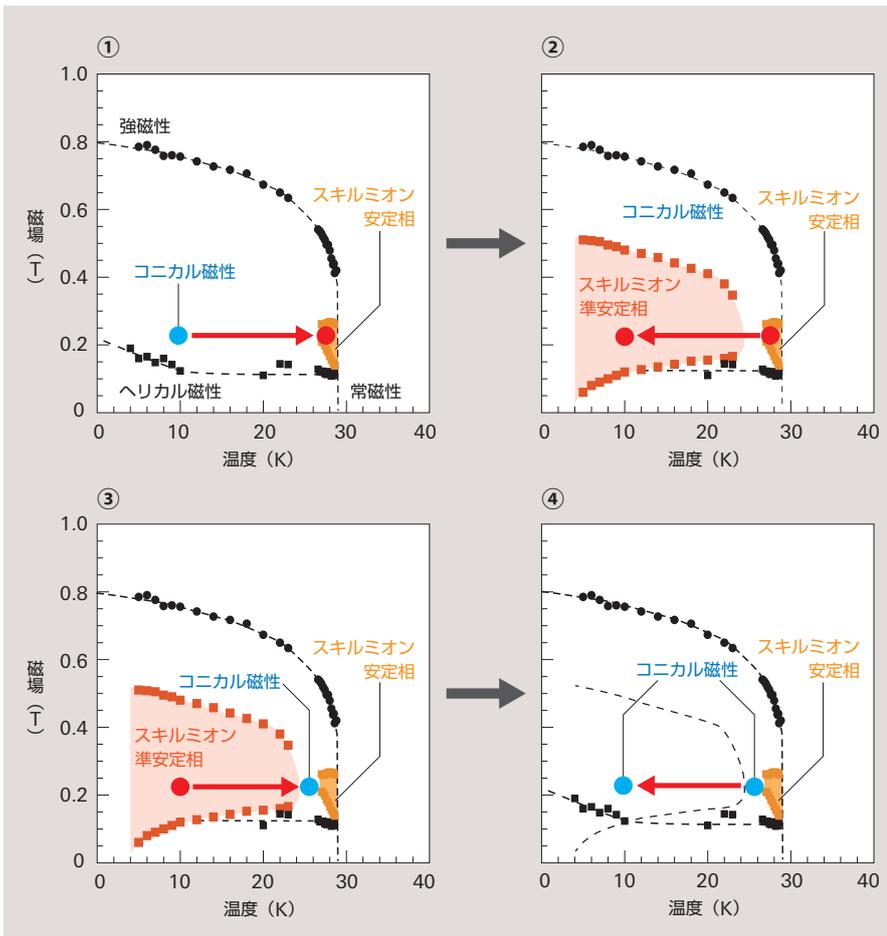


図6 MnSiのスキルミオン準安定相とコニカル磁性安定相の切り替え

コニカル磁性が安定相である条件(温度:10K、磁場:0.22T)において、27~29Kになるようにパルス電流を流して、スキルミオン安定相をつくる(①)。スキルミオン安定相を経由して急冷されるとスキルミオン準安定相ができる(②)。次に、23~27Kになるようにパルス電流を流すとコニカル磁性安定相に戻る(③)。パルス電流の終了後に10Kまで急冷され、そのままコニカル磁性安定相が維持される(④)。

を変えて結晶とガラス状態を切り替える方法に比べて、電子の状態を切り替える方法では、電力消費がはるかに少ないメモリーを実現できる可能性がある。「原子・分子の配置を変えるには、原子・分子の結合をいったん切断するためのエネルギーが必要です。一方、電子の安定相と準安定相の切り替えは、原子・分子の結合を壊さずに行えます」

情報の書き換え速度はどうか。「電子は原子・分子よりもはるかに軽い粒子なので、原子・分子の配置を変えるよりも速い速度で、電子の安定相と準安定相を切り替えられる可能性があります。DVD-RWには、ガラス状態になりやすい材料が使われています。ガラス状態に少し熱を加えるだけで素早く結晶に戻るため、情報を高速で書き換えられるのです。同じように電子の準安定相になりやすい物質は、DVD-RWよりも

高速で情報を書き換えられる材料となる可能性があります」

DVD-RWは何度も情報の書き換えを繰り返すと、やがて書き換えがうまくできなくなる。原子・分子の配置の組み替えを何度も行うと、媒体に欠陥ができやすくなるためと考えられている。「電子の準安定相を利用するメモリーは、原子・分子の結合を壊さないで、書き換えによる劣化も起きにくいでしょう」

では、単位面積当たりの情報の集積度はどうか。「図2に示した電荷の結晶と電荷のガラスの概念図では、電子4個分のスケールに注目するとどちらの配置も変わらない領域があり、二つの状態の違いを表現できていません。二つの状態を表現できる最小のスケールで集積度の原理的な限界が決まります。集積度をどれくらい高くすることができるかは、今後の研究課題です」

「深みのある独創的な研究をしていきたい」と

生命システム研究センター (QBiC) 集積バイオデバイス研究ユニットの田中 陽 ユニットリーダー (UL) は言う。

最近では、シビレイ発電機やミミズポンプを開発し、大きな注目を集めている。

また、バイオ実験の次世代化を可能にするデバイスの開発も、集積バイオデバイス研究ユニットのミッションである。

独自の超薄板ガラスの加工技術を駆使し、基板だけでなくバルブやポンプまで

全て超薄板ガラス製のマイクロ流体チップを世界に先駆けて実現した。

独創的なデバイスは、いかにして生まれるのか。その開発研究の現場を紹介しよう。

世の中になかった独創的なデバイスをつくる

■ 生物の細胞や組織を部品として使う

シビレイ発電機、ミミズポンプ。そんな風変わりなデバイス (装置) を開発したのが、田中ULだ。「難しくても分らないではなく、面白い! と皆さんに感じてもらえる研究も必要だと思うのです。生物の細胞や組織は、多彩な機能を持っていて、なんて素晴らしいのだろう。そう気付いたことが、シビレイ発電機や

ミミズポンプの研究の始まりです」

例えば、肝臓の細胞は、アルコールなど体に害のある物質を無害化する機能を持っている。1個の小さな細胞がやっていることを人がやろうとすると、蒸留装置をいくつも組み合わせると巨大な装置になってしまう。「細胞と、人がつくることができるデバイスの間には、天と地ほどの開きがあります。だとしたら、生物

の細胞や組織を部品として使うことで、新しい原理で動く画期的なデバイスができるのではないかと考えたのです」

■ シビレイ発電機を開発

地球温暖化対策として、原因となる二酸化炭素を排出しないエネルギー源への転換が求められている。微生物などが有機物を分解するときに出るエネルギーを電気として取り出すバイオ燃料電池も、クリーンで安全なエネルギー源として注目されている。しかし、取り出せる電力は非常に小さい。

そこで田中ULらは、もっと効率よく電気を取り出せる生物がないか、探してみることにした。「電気を発生する生物といえば、デンキウナギですね」と田中UL。デンキウナギは、ウマを感電させてしまうほどの強い電気を発生する。「しかし、デンキウナギの生息地は南アメリカなので、日本で手に入れるのは難しそうです。ほかを調べていくと、シビレイという魚も電気を発生して、獲物をまひさせたり敵から身を守ったりすることが分かりました。シビレイは日本近海にも生息し、漁の網にかかることもあるそうです。手に入れやすそうなので、シビレイを使った研究を始めることにしました」

それが2010年ごろのことだ。シビレイはどういう生物なのか、どうしたら入手できるのか、一つずつ調べていっ

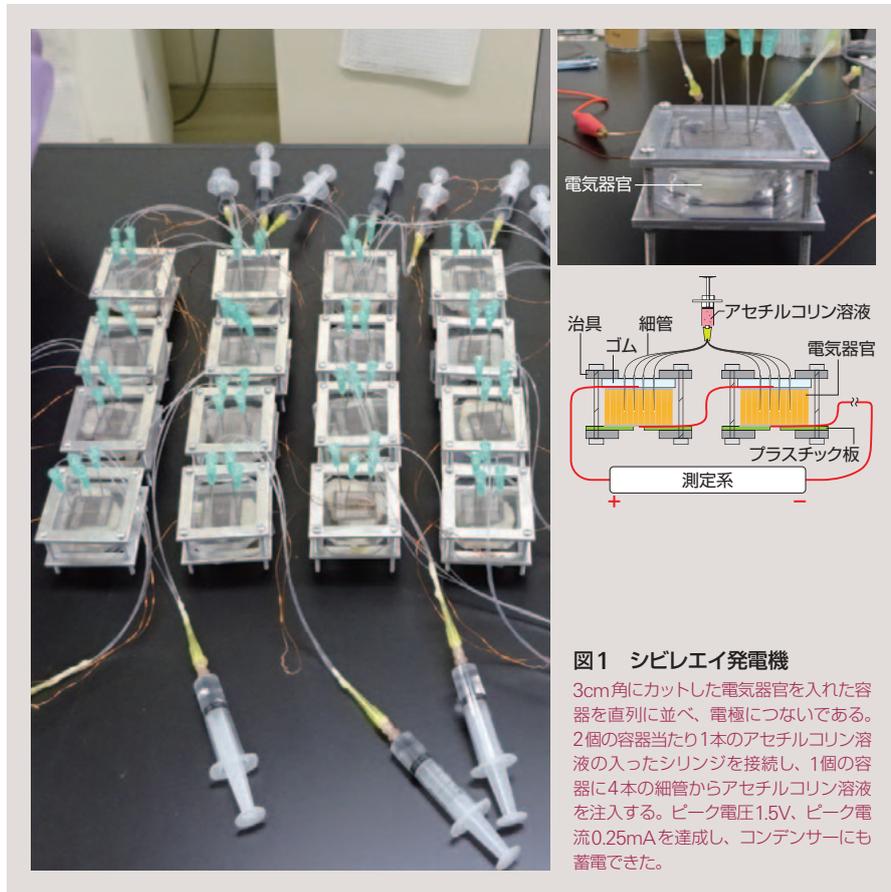


図1 シビレイ発電機

3cm角にカットした電気器官を入れた容器を直列に並べ、電極につないでいる。2個の容器当たり1本のアセチルコリン溶液の入ったシリンジを接続し、1個の容器に4本の細管からアセチルコリン溶液を注入する。ピーク電圧1.5V、ピーク電流0.25mAを達成し、コンデンサーにも蓄電できた。

田中 陽 (たなか・よう)

生命システム研究センター
細胞デザインコア 合成生物学研究グループ
集積バイオデバイス研究ユニット
ユニットリーダー

1980年、大阪府生まれ。博士(工学)。東京大学大学院工学系研究科応用化学専攻博士課程修了。東京大学大学院工学系研究科応用化学専攻助教などを経て、2011年より現職。大阪大学大学院生命機能研究科招聘准教授を兼任。



た。「ほかの人から見たらデバイスの研究開発をしているようには見えませんよね。でも、研究開発というのはそういうもので、手探りの期間がとて長いのです。だからこそ、最初のアイデアが非常に重要になります」

シビレエイは、左右の胸びれの付け根に一つずつ電気器官がある(図2)。電気器官には、発電細胞がたくさん積み重なった「電気柱」と呼ばれる構造が多数並んでいる。獲物を見ついたり敵に襲われたりすると、神経線維の末端から神経伝達物質のアセチルコリンが放出され、発電細胞の細胞膜にあるイオンチャンネルというイオンの通り道を刺激する。すると、細胞外にあるナトリウムイオンが一気に細胞内に流れ込み、電流が発生するという仕組みだ。1個の細胞で発生する電流はとても小さい。しかし、発電細胞が積層して電気柱となり、さらに電気柱が集積することで電圧が高くなり、大きな電流が発生するのだ。

田中ULは、生きたシビレエイを宅配便で取り寄せ、頭部を圧迫して発生する電気を計測してみた。しかし電気信号は得られなかった。「輸送中に弱ってしまったからかもしれないと考え、シビレエイが取れる三重県南伊勢の漁港へ出掛けて行って実験することにしました」。取れたばかりのシビレエイの頭部を圧迫すると、10ミリ秒以下という短時間ではあるが、ピーク電圧19V、ピーク電流8Aの電気が出て、LEDを点灯することもできた。

そしていくつかの実験を経て、シビレエイから電気器官を取り出してデバイス

に組み込むことに成功(図1)。具体的には、シビレエイの電気器官を3cm四方に切り、容器に固定する。神経系の代わりに、電気器官に針を刺してアセチルコリン溶液を注入するようにしてある。その容器を16個直列につないで電極を接続すると、生きたシビレエイ自体よりは低いものの、ピーク電圧1.5V、ピーク電流0.25mAを達成。さらに、その電力はコンデンサーに蓄電され、電池のように利用できることを実証した。

2016年5月、「シビレエイ発電機」と名付けて発表すると、大きな反響があった。「たくさんの人に面白いと思ってもらえたことは、とてもうれしいですし、狙いどおりです。科学はエンタテインメントの要素も重要だと、私は考えています」

一方で田中ULは、「原理を実証できたという段階で、まだ夢の第一歩」と言う。シビレエイの電気器官をそのまま使うことは、現実的ではない。数を集める

のが大変な上に、腐ってしまうからだ。「実用化するには、シビレエイの発電細胞、電気器官と同じ機能を持つデバイスを人工的につくる必要があります。しかし、仕組みが分かっていることと製作できることは別問題で、そこには大きなギャップがあります。非常に難しいですが、いろいろな分野の研究者と協力して挑戦しようとしているところです」

「シビレエイの電気器官の素晴らしい点は、体内でつくられるATP(アデノシン三リン酸)というエネルギーだけで高効率な発電を実現していることです。このデバイスは、環境発電機としてさまざまな応用が考えられます」と田中ULは展望する。環境発電とは、周りにあるわずかなエネルギーを電力に変換する発電技術だ。例えば医療分野では、病態に関わる成分をモニターするセンサーや、薬剤を体内に定期的に放出するシステムを、体内で稼働させることが将来的

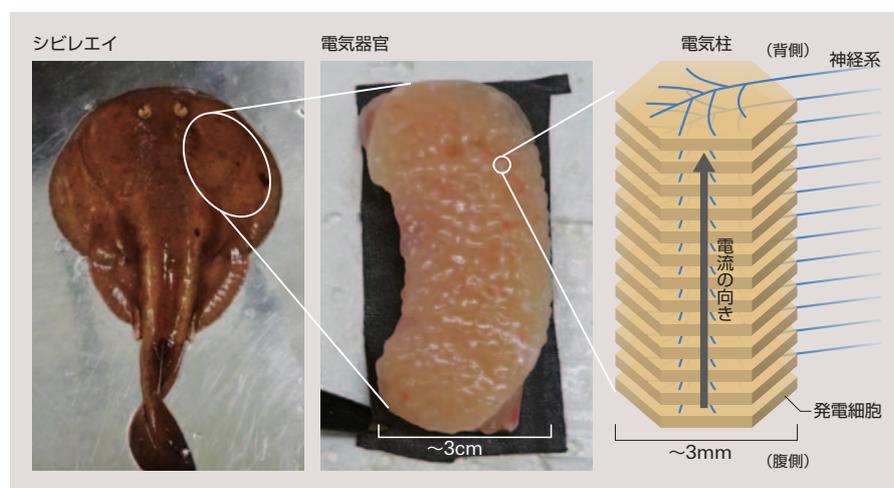


図2 シビレエイの電気器官

シビレエイは、日本の本州中部以南の沿岸、東シナ海などの浅海の砂地に生息する。捕食・防御のための電気器官を左右の胸びれの付け根の一つずつ持つ。電気器官は、発電細胞が積み重なった電気柱がたくさん並んでいる。

関連情報

- 2016年10月17日プレスリリース
ミミズの筋肉を搭載した小型ポンプを開発
- 2016年5月31日プレスリリース
シビレイ発電機
- 2014年5月27日プレスリリース
超薄板ガラスのマイクロ流体チップ内電動ポンプを開発
- 2013年4月24日プレスリリース
超薄板ガラスのバルブを作製、全てガラス製のマイクロ流体チップ実現

に検討されている。しかし、そのシステムに電力を供給する方法が課題になっていた。シビレイの発電原理を用いたデバイスと組み合わせれば、電池やケーブルによる電力供給が不要になる。

■ ミミズの筋肉シートを用いたポンプ

2016年10月にはミミズポンプを開発したと発表。「私は、大学院博士課程在学中の2006年に、ラットの心筋細胞シートを用いたポンプを開発しました。その発展型です。心筋細胞より簡単に取り出すことができ、収縮・弛緩する機能を持つ組織はないかと探し、ミミズの体壁筋という筋肉に目を付けたのです」と田中UL。ミミズにはたくさんの体節があり、それを交互に動かすことで移動する。体節を動かしているのが体壁筋だ。ミミズポンプは、まず基板となるマイクロ流体チップ上に幅・深さ0.2mmの

流路と直径3mmのチャンバーと呼ばれる溝を微細加工技術で作製し、チャンバーの上にプッシュバーという構造物を置く。プッシュバーを覆うようにミミズの筋肉シートを載せて針で固定する(図3)。この筋肉シートに電気パルスで刺激を与えると、筋肉シートが収縮し、プッシュバーが下がってチャンバー内の液体が押し出される。電気パルスが流れていないときは筋肉シートが弛緩し、プッシュバーが上がってチャンバー内に液体が流れ込む。それが繰り返されることで、ポンプとして機能する。

筋肉シートの収縮力、収縮するまでの応答時間、流量は、既存のマイクロポンプに匹敵する。また、ミミズポンプは筋肉シートの刺激に電気を用いているが、動作のエネルギー源は生物がつくり出すATPだ。栄養や酸素を含む培養液の中に入れておくだけで動く。普通の機械で

はあり得ない、画期的なデバイスである。ミミズポンプの開発について発表すると、インターネットのニュースサイトのトップページにも掲載され、1,000件を超えるコメントが付いた。「この研究成果は、新しい現象を発見したとか、世界初の技術を実現したというものではありません。しかし、そうしたものだけが最先端の科学ではありません。最先端の科学は、難解なものとは限らず、また身近にもあるのです。それを多くの人に知っていただくきっかけになったのではないかと考えています」

■ バイオ実験の次世代化を実現する

集積バイオデバイス研究ユニットでは、生物の機能に注目して革新的な原理のデバイスを開発するほかに、もう一つのミッションがある。「バイオ実験の次世代化を実現するデバイスの開発です。特に超薄板ガラスを使ったデバイス開発に力を入れています」と田中UL。

現在のバイオ実験は、たくさんの人が手を動かして、人海戦術的に行われている。人が処理できる数には限りがあり、また実験者の技量によって結果が変わることもある。そこで、自動化によって効率的に、そして再現性の高い結果が得られるシステムが求められている。またバイオ実験では、1細胞、1分子を観察・操作することが目標になっている。そのためには、デバイスの小型化、効率を上げるための集積化も必要だ。それらが、バイオ実験の次世代化である。

バイオ実験では、混合、反応、精製、検出など一連の工程を効率よく高速に

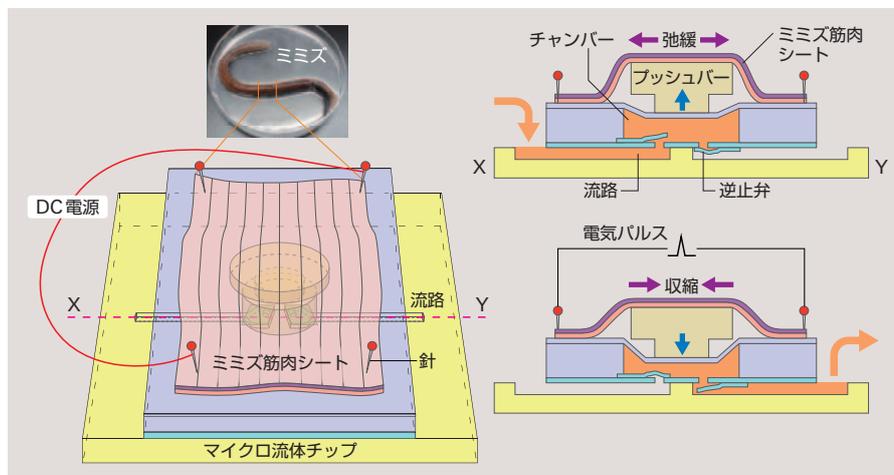


図3 ミミズポンプの構造と送液原理

ポンプの土台となるマイクロ流体チップ上に微細加工技術により流路とチャンバーを作製する。チャンバーの上にプッシュバーを置き、フトミミズを輪切りにして開いた筋肉シートを載せて針で固定する。筋肉シートが弛緩しているときはプッシュバーが上がって、流路からチャンバーに液体が流れ込む。電気パルスで刺激を与えると筋肉シートは収縮し、プッシュバーが下がってチャンバー内の液体が逆止弁から押し出され、右側の流路へ送られる。

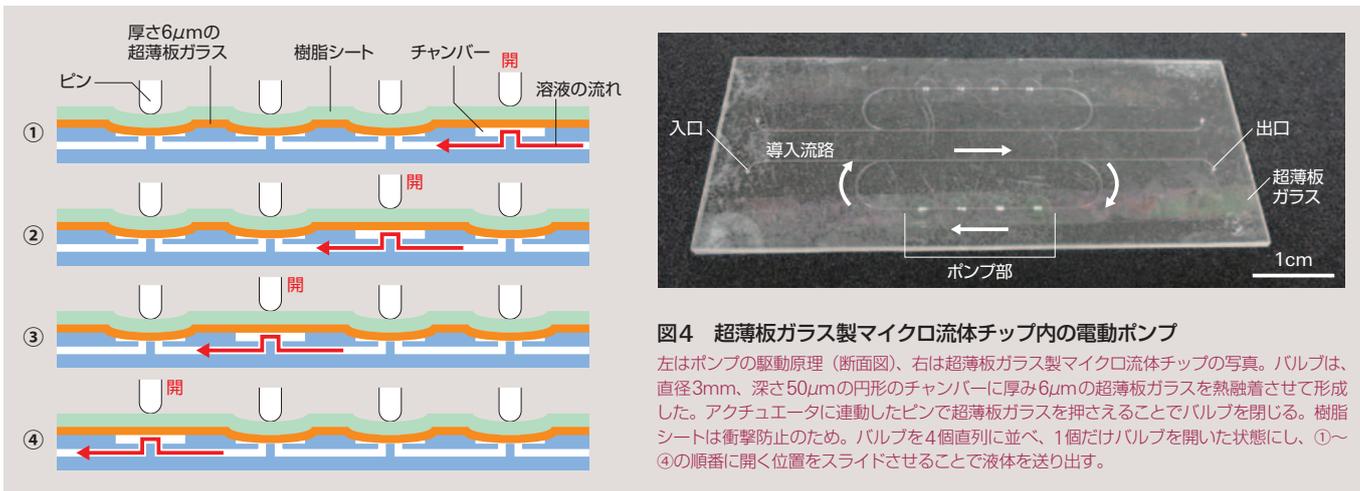


図4 超薄板ガラス製マイクロ流体チップ内の電動ポンプ

左はポンプの駆動原理（断面図）、右は超薄板ガラス製マイクロ流体チップの写真。バルブは、直径3mm、深さ50μmの円形のチャンバーに厚み6μmの超薄板ガラスを熱融着させて形成した。アクチュエータに連動したピンで超薄板ガラスを押さえることでバルブを閉じる。樹脂シートは衝撃防止のため。バルブを4個直列に並べ、1個だけバルブを開いた状態にし、①～④の順番に開く位置をスライドさせることで液体を送り出す。

行うことができる「マイクロ流体チップ」という小型デバイスが使われている。数cm角の基板に幅・深さ1mm以下の流路を形成したもので、ポリジメチルシロキサン (PDMS) などの樹脂製が多い。溶かした樹脂を型に流し込んで固めるだけで、微細な形状も容易につくることができるからだ。しかし樹脂には、有機溶媒と反応しやすい、細胞やタンパク質が付着しやすい、細胞選別のために照射する超音波を吸収してしまうなどの欠点がある。そのため、試料の操作や分析が正確にできないことが問題になっていた。

ガラスは、ほとんどの溶媒・溶質と反応せず、樹脂に見られるような欠点はない。しかし、硬く、重く、割れやすいという別の欠点がある。薄いガラスならば、軽く、柔軟性も高くなる。だが、微細加工は非常に難しい。だから、多少難があっても樹脂製のデバイスが使われてきたのだ。

「私が大学院時代に所属していた研究室は、ガラスの微細加工技術を持つ、数少ないグループでした。そこで身に付けた技術が、私たちの強みです。さらに新たな加工技術も開発することで、さまざまなマイクロ流体チップを実現してきました」

■ 超薄板ガラスのバルブとポンプを開発

まず取り組んだのが、ガラス製のバルブである。マイクロ流体チップ上の流体を制御するには、水道の蛇口のように流

したり止めたりできるバルブが必要だ。樹脂製のマイクロ流体チップでは、チャンバーの上に配置した樹脂の膜を上からピンで押し付けて変形させることでチャンバーをふさいで流れを止める。しかしガラスは硬くて変形させることが難しいため、ガラス製のマイクロ流体チップでもバルブには柔軟な樹脂の膜が使われることが多かった。それではガラス製流体チップの利点が十分に活かせないため、ガラス製のバルブが切望されていた。

2013年、田中ULは厚さ6μmの超薄板ガラスを用いてバルブを作製し、全てがガラス製のマイクロ流体チップを実現。難しかったのは、ガラスとガラスの貼り合わせだという。薬剤に浸してガラスの表面を洗浄した後、750℃に加熱して融着させ、ひずみが出ないように徐々に温度を下げていく、という方法を確立した。「薬剤に投入ただけでも表面張力による外圧で割れてしまうので、ガラスを固定する治具も開発しました。薬剤の滴を切る方向、冷却速度など、一つ一つ試行錯誤しながら最適の条件を見つけていきました」と田中ULは説明する。「論文には手法を記載しますが、手が覚えている動作まで全てを文章にすることは不可能です。だから、ほかの人が論文のとおりによってもできないことがあります。科学の最先端、特に工学分野の最先端は、そういうものなのです」

2014年には、バルブ4個を直列に並べた超薄板ガラスのマイクロ流体チップ

を開発 (図4)。コンピュータ制御のアクチュエータを使って高速でピンを動かしバルブを1個ずつ順番に開いていくと液体が送り出され、ポンプとして機能する。

さらに2016年には4μmの超薄板ガラスを用いたマイクロ流体チップの開発に成功。顕微鏡観察のときは試料の表面をカバーガラスで覆うのだが、近年急速に普及してきた超高解像度顕微鏡では対物レンズから試料までの距離を非常に小さくする必要があり、カバーガラスの厚みが問題になる。開発したマイクロ流体チップならば、試料を覆うガラスの厚さは従来のカバーガラスの100分の1ほどなので、超高解像度顕微鏡の性能が十分に発揮できる。「さらにバルブやポンプを組み合わせたマイクロ流体チップを集積化すれば、たくさんの試料を一度に観察でき、大幅な効率化を実現できるでしょう」

「将来的には、さまざまな技術を組み合わせることで世の中になかった新しい発想の高機能かつ洗練されたデバイスをつくっていききたい」と田中ULは言う。超薄板ガラスマイクロ流体チップにミミズポンプの原理を用いたデバイスを組み込むことができれば、電源なしでATPだけで駆動するポンプが実現する。また、シビレイ発電機の原理を用いたデバイスと組み合わせれば、環境中のわずかなエネルギーから電力をつくり出して利用することも可能だ。「これからも、深みのある独創的な研究をしていきたいですね」

(取材・執筆：鈴木志乃/フotonクリエイト)

文部科学省が総務省および経済産業省と連携して進める

「人工知能／ビッグデータ／IoT／サイバーセキュリティ統合プロジェクト (AIPプロジェクト)」の実施を担う研究開発拠点として、理研に2016年4月、「革新知能統合研究センター (AIP)」が設立された。

同年7月には、機械学習の理論と応用研究で世界的な成果を上げてきた東京大学の杉山 将 教授がAIPセンター長に就任した。

AIPでは、「日本が強いサイエンスの分野をさらに強化」「国内の社会課題解決に貢献」

「10年後を見据えた基礎研究を推進」「人工知能の社会的影響を議論」

「人材育成を重視」という五つの研究戦略を掲げている。

杉山センター長に、それぞれの研究戦略について聞いた。

革新知能統合研究センターの研究戦略

杉山 将 AIPセンター長に聞く

——最近、囲碁ソフトや車の自動運転、会話するロボットなど、私たちの身の回りのさまざまな場面でAI (人工知能) の話題を耳にします。AIPでは何を指すのですか。

杉山: 世界では、2000年ごろにAIブームが始まりました。米国などの巨大IT企業が優秀な人材を世界中から集め、巨額な投資を続けてきました。ところが日本はそのブームの波に乗らず、AIの研究者は限られた人数しかいない状況です。今さら海外の巨大IT企業と同じことをやっても勝負になりません。日本独自の戦略が必要です。

■ 研究戦略1 日本が強いサイエンスの分野をさらに強化

——AIPでは、AI技術をどのような分野に応用することを目指すのですか。

杉山: 巨大IT企業の後追いにならない分野で応用研究を進めます。その一つが、日本が最前線を走っているサイエンス分野です。例えば、iPS細胞を用いた医療や青色発光ダイオードのようなものづくり、機能材料開発の分野などが考えられます。最先端の専門家と組んでそれらの分野にAI技術を導入することにより、日本のサイエンスの強みをさらに強化します。

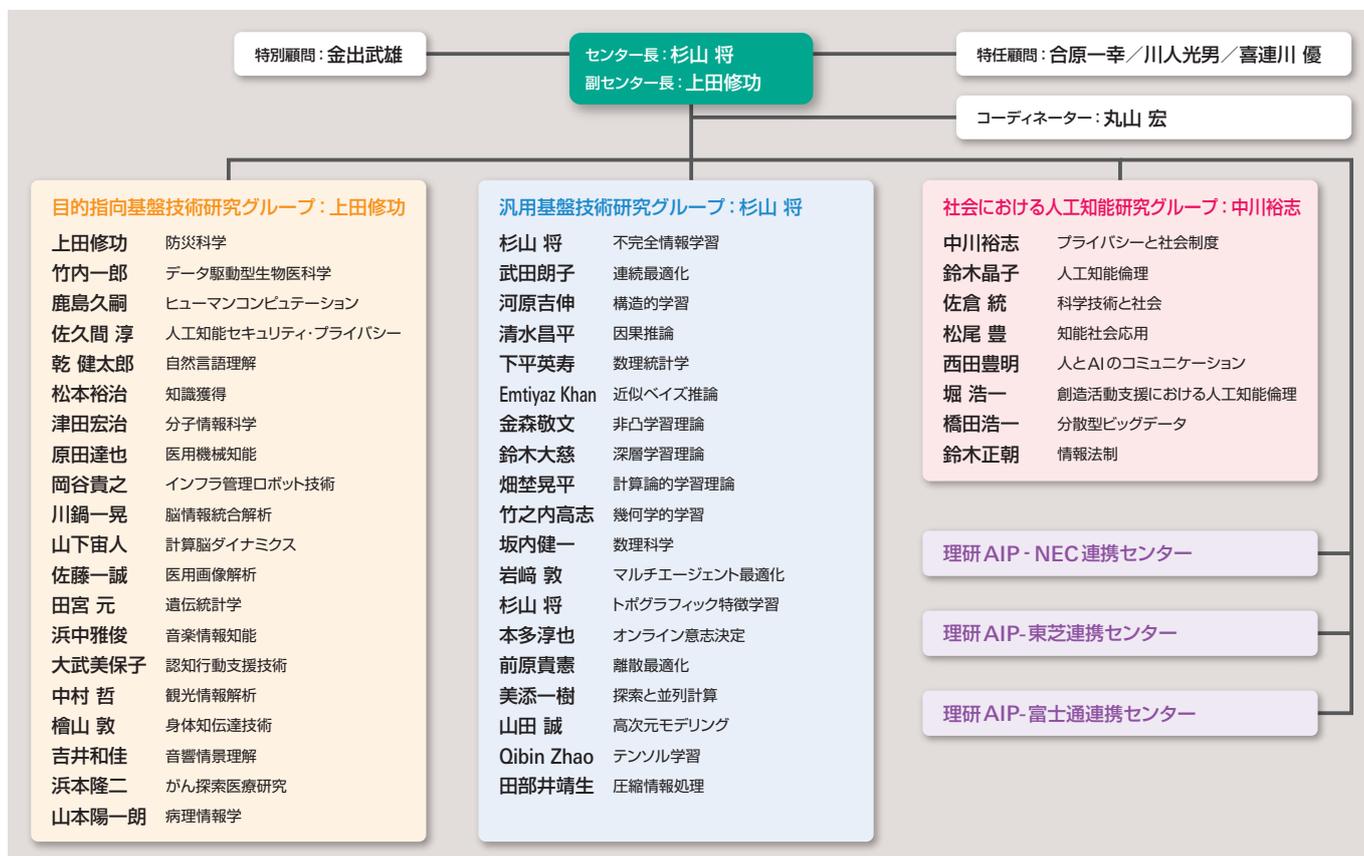


図1 革新知能統合研究センター (AIP) の組織

2017年4月1日現在

杉山 将 (すぎやま・まさし)

革新知能統合研究センター
センター長

1974年、大阪府生まれ。博士(工学)。東京工業大学大学院情報理工学研究科博士課程修了。東京工業大学大学院情報理工学研究科 助手、同准教授を経て、東京工業大学大学院新領域創成科学研究科 教授。2016年7月より現職。



— AI技術を導入することにより、具体的にどのような研究成果が期待できますか。

杉山：よくそのような質問をされるのですが、それは応用分野のそれぞれの専門家に考えていただく部分です。私たちの役割は、各分野の課題を解決するための方法論をつくること、具体的には計算手順(アルゴリズム)の開発です。それは外からは見えにくい部分、高度な数学を駆使するため一般の人には理解が難しい研究で、なかなか評価されません。そのような、見えにくく分かりづらい研究にも、支援をしていただきたいのです。

■ 研究戦略2 国内の社会課題解決に貢献

— ほかに、海外の巨大IT企業の後追いにならない応用分野はありますか。

杉山：わが国の社会課題の解決に貢献する分野です。その一つが、超高齢社会へ向けた医療サポートです。AI技術を医療に役立てる研究は世界中で進められていますが、日本人のデータを集め、日本人に適した医療システムを構築する上で、海外の巨大IT企業が直接のライバルになる可能性は低いでしょう。

半世紀前の高度経済成長期に大量につくられた橋やトンネル、高速道路などのインフラの老朽化対策も、わが国が直面している大きな課題です。また、台風や地震・津波などの自然災害の多い日本において、被害を最小限に抑え、復旧を迅速に進める社会システムの構築が強く求められています。ただし、それらの課題解決は、必ずしも莫大な経済的利益に結び付くものではないため、海外の巨大IT企業が手を出しにくい分野であり、国のプロジェクトとしてしっかり取り組むべきテーマです。

AIPには、三つの研究グループをつくりました(図1)。国内の社会課題解決への貢献や、日本が強いサイエンスの分野をさらに強化する取り組みなど、特定の応用分野に特化した基盤技術の開発は、「目的指向基盤技術研究グループ」が中心となって進めます。

■ 研究戦略3 10年後を見据えた基礎研究を推進

— 「汎用基盤技術研究グループ」ではどのような研究を進めるのですか。

杉山：AIの基礎研究です。AIの応用研究の多くは予算規模の

勝負になりつつありますが、基礎研究は個人のアイデアで勝負ができます。例えば、トップレベルの棋士を破り話題となった囲碁ソフト「AlphaGo」は、小さなベンチャー企業の少数の研究者による成果です。

基礎研究の当面のテーマの一つは、「深層学習(ディープラーニング)」です。2006年に最初の論文が発表された機械学習の手法である深層学習がAI研究にブレークスルーをもたらし、現在、さまざまな分野に深層学習の技術が導入されつつあります。しかし、深層学習によりなぜ精度良く学習ができるのか、その原理は理論的にほとんど分かっていません。その原理を解明して、深層学習の性能や効率の向上を図ります。

現状の深層学習で何かの答えを導くには、ビッグデータによる学習が必要です。少ないデータや不完全なデータ、ノイズのある情報からは精度良く答えを導き出せないという課題があります。深層学習では太刀打ちできない難題も多いのです。「汎用基盤技術研究グループ」では10年後を見据えて、そのような難題を解決できる、まったく新しい次世代AI基盤技術の開発を目指します。

■ 研究戦略4 人工知能の社会的影響を議論

— AI技術が進展することで、人間の仕事が奪われると心配する声もありますね。

杉山：AI技術をどのように活用していくべきか、社会的な合意が必要です。そのために、AI技術が社会に浸透する際の倫理的・法的・社会的な影響を議論する必要があります。その議論に必要な情報をAIPから発信していきたいと思っています。また、AI技術の進展に伴うプライバシーやセキュリティー、倫理に関する課題の中には、技術的に解決できるものもあります。AIPではそのような課題解決を目指した技術開発も進めていきます。

AIPの立ち上げに際して、私はさまざまな立場の方々と話し合い、AIの社会的影響について真剣に議論する必要があることをあらためて実感しました。そこで、この問題について専門に取り組む「社会における人工知能研究グループ」を立ち上げました。

今のAIの社会的影響の議論の中には、研究の現状から飛躍したようなものも感じています。私たちには、AI技術に

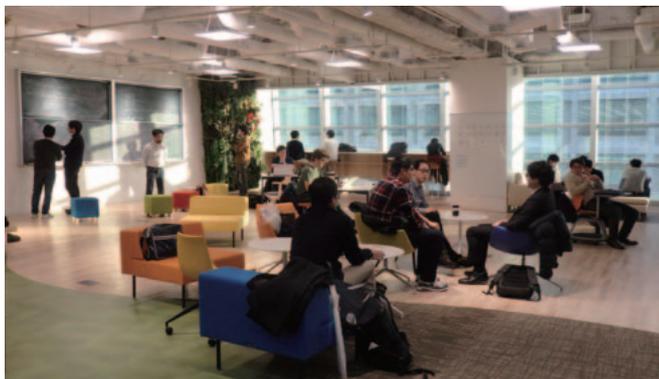


図2 AIP研究拠点のディスカッションルーム



関する正しい情報を社会に提供していく責務があると考えています。

■ 研究戦略5 人材育成を重視

——人材育成についてはどのように進めますか。

杉山：AIなど情報科学の研究の主役は、大学院生や30代のポスドク（博士研究員）です。ところが日本では若手のAI研究者が圧倒的に不足していて、ポスドクを雇いたいと思っても人を集めるのが難しい状況です。私は東京大学に移籍するまで、2003年から11年間、東京工業大学で研究室を主宰しましたが、修士課程から博士課程へ進んだ日本人学生は一人もいませんでした。博士課程にもたくさんの学生がいましたが、ほとんどが海外からの留学生でした。日本には情報科学分野の研究員のポストが少ないので、みんな修士課程を修了すると企業に就職するのです。

AIPには、博士課程を修了したばかりのポスドクが、10年間、じっくり腰を据えて研究に没頭できるポストを用意します。少なくとも情報科学分野でそのような研究環境は、日本では初めてだと思います。「AIPで研究がしたい！」と博士課程に進む学生が増えるようにしたいですね。

世界的な成果を上げ、人材育成を進めるためにも、多くの優秀な若手にAIPに来てもらい、切磋琢磨（せつさくさくま）してもらう必要があります。まず、世界的に名の知られた研究者たちにチームリーダーに就任してもらいました。そして2016年秋、「この人たちと一緒に研究をしたい若者よ集え」と研究員の募集を始めたところ、優秀な若手がどんどん集まってきました。また現在、数十の企業から共同研究の申し込みがあり、すでに、日本電気(株) (NEC)・(株)東芝・富士通(株)の3社とそれぞれ連携センターを開設しています。それら連携企業から研究者やエンジニアがAIPに集まっています。

■ 刺激し合い、新しいアイデアを生み出す

——AI研究で成果を上げるには何が必要ですか。

杉山：「人」が全てです。私はセンター長就任を打診されたとき、一つだけ条件を出しました。日本全国、世界各国から人が

来やすい場所にオフィスをつくってください、とお願いしたのです。2017年1月、東京駅に近い日本橋1丁目にAIPの研究拠点がオープンしました。優れたアイデアを生み出すには刺激が必要です。そのために人が集まり議論することができる環境を用意したのです(図2)。

応用研究では、それぞれの応用分野の専門家と、その分野に興味を持つAI研究者がそろわないと研究をスタートできません。AIの応用範囲は基礎科学からビジネスまで多岐にわたるため、企業や大学・研究所、理研内部の研究者など、さまざまな人たちとの連携が鍵になります。そして応用プロジェクトを通して、AIPの三つの研究グループが連携していきます。

——基礎研究において、次世代のAI基盤を担うような新しい技術をどうやって生み出すつもりですか。

杉山：それには「ギャンブル」を行う覚悟が必要です。優秀な人たちを集めてとがった研究をしてもらい、100人のうち1人も画期的なアイデアを生み出せれば、大成功です。

AI研究は、研究を一つ一つ積み上げていけば新しい技術を完成できる、というものではありません。ずっとゼロの状態、ある日突然、アイデアが出て完成することが多いのです。その間、文献を読んだり人と議論したり、一人でひたすら考え込んだりする日々が続きます。こうすればアイデアが出るというレシピはありません。何年かけてもアイデアが出ない場合もあれば、短期間で突然、素晴らしいアイデアが生まれる場合もあります。それが、AI研究を含む情報科学の研究スタイルがほかの自然科学の分野と異なる点で、外から分かりにくい要因の一つです。特にAIの基礎研究は、何をやっているのかですら、高等数学を使わずに説明するのは困難です。ただし、そのようなAIの基礎研究にも、米国などの巨大IT企業は多額な投資を続けてきたのです。

私たちは、それら巨大IT企業に負けない成果を上げるために、ここで紹介した五つの研究戦略のどれかに偏ることなく、全てに力を入れていきます。幸い、多くの優秀な人たちがAIPに集まってきており、陣容を整え、本格的に研究をスタートさせています。

(取材・構成：立山 晃/フォトンクリエイト)

iPS細胞で精神疾患の克服に挑む研究者

精神疾患の患者さんの脳の中で何が起きているのか、それを直接調べることはこれまで難しかった。患者さん由来のiPS細胞（人工多能性幹細胞）から脳の細胞をつくり、統合失調症の病因解明を進めている研究者がいる。脳科学総合研究センター（BSI）分子精神科学研究チーム（吉川武男チームリーダー）の豊島 学 研究員だ。「手を動かすことが好きで、実験は面白い」と語る豊島研究員の素顔に迫る。



豊島 学

脳科学総合研究センター
分子精神科学研究チーム
研究員

とよしま・まなぶ

1981年、秋田県生まれ。博士（工学）。長岡技術科学大学大学院工学研究科生物統合工学専攻博士後期課程修了。2010年、理研脳科学総合研究センター分子精神科学研究チーム 研究員。同チーム 基礎科学特別研究員を経て、2015年より再び同チーム 研究員。

「秋田工業高等専門学校に進学したのは、中学生のときの体験入学で設備がそろっている実験室を見て、ここで早く専門的な実験をしてみたいと思ったからです」。豊島研究員は、さらに長岡技術科学大学に進み、聴覚系の神経回路の仕組みを調べている研究室に入った。「学部4年生の10月から翌年2月にかけて、BSI分子精神科学研究チームでインターンシップとして最先端の研究を体験しました。『絶対、研究者になりたい!』と思ったのは、そのときです」

2010年、分子精神科学研究チームの研究員に。「iPS細胞を使った研究を始めることになりました。当時、BSIにはiPS細胞を扱っている人がいなかったの、慶應義塾大学の岡野 栄之 教授の研究室に通い技術を学びました」

分子精神科学研究チームの主な研究テーマは統合失調症だ。それは人口の約1%が発症する精神疾患だが、いまだに病因解明が十分に進んでいない。「病気のモデルマウスを使った研究や、患者さんの死後脳の分析が行われてきましたが、患者さんの生きた脳の中で何が起きているのか直接調べることができませんでした。これが病因解明を難しくしています。iPS細胞の技術を使えば、患者さん由来の脳の細胞をつくり、詳しく調べることができます」

22番染色体の長腕11.2という領域の一部が欠失していると、統合失調症の発症率が大きく上昇することが知られている。豊島研究員たちは、そのタイプの統合失調症の患者さん

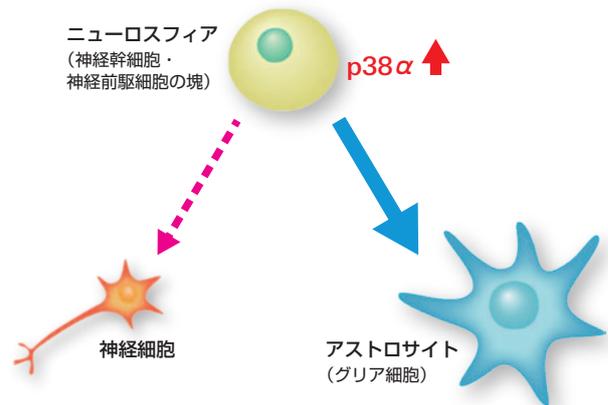


図 22番染色体長腕11.2領域の欠失による脳細胞の分化異常

この欠失を持つ患者さん由来のニューロスフィアは健常者に比べて約30%小さくなった。また、特定のマイクロRNAの発現量が低下、p38αの発現量が上昇して、アストロサイトに分化する割合が増え、神経細胞の割合が減った。さらにその神経細胞の突起は通常より短く、細胞の移動能が低くなった。

から皮膚細胞を提供してもらい、iPS細胞を作製。そこから神経幹細胞と神経前駆細胞の塊「ニューロスフィア」をつくり、さらに脳の細胞に分化させた。

「脳の細胞には神経細胞とグリア細胞があります。患者さん由来のニューロスフィアを分化させると、健常者に比べて神経細胞の割合が10%ほど低く、アストロサイト（グリア細胞の一種）の割合が10%ほど高くなりました。ニューロスフィアを調べてみると、炎症やストレスに反応するp38αタンパク質の発現量が上昇していることが分かりました」（図）

脳の形成期における神経細胞とグリア細胞の割合の異常が、統合失調症が発症する基盤となっている可能性がある。「患者さん由来のニューロスフィアにp38α阻害剤を加えて分化させると、神経細胞とアストロサイトの割合の異常が改善しました。現在の統合失調症の薬の多くは、神経伝達物質をターゲットにしたものです。p38αは薬や診断マーカーの新しいターゲットになる可能性があります」

統合失調症に関わる遺伝子は100種類以上あると報告されている。「問診により統合失調症と診断された患者さんたちは、病因によっていくつかのタイプに分かれると考えられます。統合失調症の多くは10代後半以降に発症するので、発症前どのタイプか診断マーカーで調べ、タイプごとの予防薬で発症を防ぐことができるかもしれません。私たちはそれを目指して、iPS細胞やゲノム編集の技術を駆使した研究を進めています」

ネコ1匹と暮らす豊島研究員。「休日には、マカロンやシフォンケーキなどお菓子づくりにいそしんでいます。うまくできるとうれしいですね。成功や失敗の原因を分析してノートに付けています」

（取材・執筆：立山 晃/フォトンクリエイト）

ニホニウム (Nh) 命名記念式典を開催

2017年3月14日、日本学士院にて、皇太子殿下のご臨席を仰ぎ、ニホニウム命名記念式典を開催しました。

記念式典は東京芸術大学の学生の弦楽四重奏による国歌奏楽で厳かに始まり(写真1)、松本 紘 理研理事長が関係する方々への感謝の意を表するとともに今後の決意を述べました(写真3)。

そして、皇太子殿下より「高校2年生のときの化学の夏休みの宿題は元素の周期表を30枚以上手書きで書くというものでした。大変な思いをして書いたその周期表に『ニホニウム』という日本の研究グループを発見者とする元素が一つ加わったということ



写真1 式典の様子(国歌奏楽)



写真2 式典開催に当たって、お言葉を述べられる皇太子殿下。



写真3 式辞を述べる松本理事長。左はタラソバIUPAC会長。



写真4 式典後、取材に応じた森田 グループディレクター(左)と、オガネシアン ロシア核研究合同研究所教授*。

*加速器を用いた超重元素合成の先駆者で、ロシア核研究合同研究所で発見された114番元素はフレロビウム、115番元素はモスコビウム、118番元素は教授自身の名を冠したオガネソンとロシア由来の名称となっている。森田グループディレクターは、1992～94年にオガネシアン教授のもとで実験に参加し、超重元素研究の教えを受けた。

に感慨を覚えます。元素は、物質から成るこの世界の構成要素であり、これを探求することは、人類の科学の基礎をより豊かにするものです。このような基礎研究のさらなる深化が、科学技術と社会の発展に大きく貢献することを期待しています。本日の式典を一つの契機として、科学技術が今後とも国境を超え、人々の協力によって発展し、世界人類の将来にとって有益なものとなることを願います」とのお言葉を頂きました(写真2)。

続いて、ナタリア・タラソバ 国際純正・応用化学連合(IUPAC) 会長(写真3)が、「化学は、限られた数の元素という音符で奏でる自然の音楽であり、宇宙の無限の美しさを創造します。このシンフォニーにおける人間の立ち位置とは何でしょうか。私は日本の『花鳥風月』という言葉をもってそれに答えます。自然の美しさを楽しみ、その過程で自分自身について知るので。科学者たちは、周期表の第7周期以降の新しい元素への探究を続けています。今後も人類の繁栄のために、理研の共同研究グループが果敢に努力され、素晴らしい発見をもたらしてくれることを願っております」という言葉とともに、113番元素の元素名を「nihonium (ニホニウム)」、元素記号を「Nh」との命名宣言を行いました。

そして、森田浩介 理研超重元素研究グループ グループディレクター(九州大学大学院理学研究院教授)がニホニウム命名経緯を説明するとともに、先輩科学者への敬意の念と、長きにわたり声援を送ってくださった日本国民の皆さまへの感謝の意を表しました。

その後、ご来賓の松野博一 文部科学大臣(水落敏栄 文部科学副大臣代読)、鶴保庸介 内閣府特命担当大臣(科学技術政策)(石原宏高 内閣府副大臣代読)、ブルース・マッケラー 国際純粋・応用物理学連合(IUPAP) 会長、ユーリ・オガネシアン ロシア核研究合同研究所教授、塩野 宏 日本学士院長、大西 隆 日本学術会議会長(川合眞紀 第三部幹事代読)より祝辞を頂きました。

式典後、森田グループディレクターは、「慣習としてグループのリーダーのみが顕彰されることが多いですが、ニホニウム発見で頂いたさまざまな賞は、研究グループ全員で頂いたものです。共著者の皆さんに心から感謝しています」と共同研究者にあらためてお礼の言葉を述べました。

式典開催の経緯

2015年12月31日(日本時間)、新元素(元素番号113番)の合成・発見に対し、森田浩介グループディレクターが率いる研究グループに、アジアの国として初めて命名権が与えられることが発表されました。これを受けて、同研究グループはIUPACに対して元素名(nihonium)および元素記号(Nh)を提案しました。IUPACはパブリックレビューを実施した後、2016年11月30日、113番元素名「nihonium(ニホニウム)」と元素記号「Nh」を正式に決定したことを発表しました。

このため、これまでの元素名決定の国際的前例にのっとり、IUPAC会長による命名宣言を行うとともに、研究グループの功績を紹介し協力いただいた関係者に謝意を示すために記念式典を開催することと致しました。

理研百周年・BSI20周年記念シンポジウム「脳科学と社会の未来」開催報告

2016年12月10日、コクヨホールにて行われた理研百周年と脳科学総合研究センター（以下BSI）20周年を記念するシンポジウム「脳科学と社会の未来」は、会場参加者約300名、ストリーミング視聴による参加者延べ450名と盛況のうちに終了しました。会場には理研の100年にわたる発展とBSIの20年の歩みを紹介する年表や、参加者からのコメント・質問を掲示する「コメント広場」などが展示され、注目を集めました。シンポジウムは松本 紘 理研理事長のあいさつで幕を開け、続いて登壇した文部科学省 戸谷一夫 文部科学審議官（現・文部科学事務次官）がBSIが発足した当時を振り返りました。

利根川 進 理研BSIセンター長による「理研BSI20年の歩みと未来の展望」では、初代センター長である伊藤正男氏の尽力により設立したBSIが、2代目センター長 甘利俊一氏のもとで国際的な地位を確立し、3代目センター長である利根川氏が進めた改革を経て、世界の脳科学をリードする研究機関へと成長した歴史を紹介しました。また近年の著しい研究費の削減など日本の脳科学が直面している問題にも触れ、将来への危機感を示しました。最後に、記憶や親子関係の脳メカニズムなどBSIの研究成果をいくつか紹介し、脳の基礎研究が私たちの社会や生活と密接につながっていることを強調しました。

第2部の講演会では、京都大学の伊佐正教授とサイエンス作家の竹内 薫氏による進行のもと、東京大学 宮下保司教授、東京大学 合原一幸教授、高知工科大学 西條辰義教授、京都大学 山中伸弥教授、BSI西道隆臣チームリーダー、BSI宮脇敦史 副センター長が講演を行いました。

「脳科学に期待すること」と題したパネルディスカッションでは、利根川センター長と講演者6名に、九州大学 神庭重信教授、東北大学 大隅典子教授、BSI岡本 仁、加藤忠史 両副センター長を加え、意識・心・個性といった難問から、精神・神経疾患の克服、AIと脳の未来といった社会の関心が高い問題まで、活発なディスカッションが行われました。参加した学

生から寄せられた「脳科学に進みたいが、日本の現状は?」「日本の脳科学が世界で抜きんでは?」という質問に、前日まで米国にいたという山中教授は「米国は研究者の社会的地位が高く、富裕層の寄付が政府だけでは支えられない研究を支えている」と述べ、研究に対する社会の期待の違いを指摘しました。利根川センター長は「日本の脳科学はいい線いっているが、層が薄い。イノベーションへの投資に偏り、基礎研究が先細っている現状では、研究者を目指す若い人たちの意欲がくじかれてしまう」と危機感を示しました。「これは生命科学全般で起きている

現象」と山中教授は視点を広げ、すぐに成果の出ない基礎研究も政府の資金や民間の寄付で支えて国の力にすることの重要性を説きました。

最後に竹内氏が「科学は楽しい」と発信し、子どもたちが科学に興味を持てるよう裾野を広げていくことが大切だと述べると、伊佐教授も「懸念はもちろんあるが、サイエンスの未来は明るいと感じている。われわれ研究者は、皆さんの期待に応えるべく、脳研究を力強くけん引していかなければならないと感じている。ぜひこれからも脳科学研究を支えていただければ」と締めくくりました。



シンポジウム終了後、記念の一枚。



会場を埋める参加者の皆さんとパネルディスカッションの様子

※シンポジウムの詳細レポートならびに一部ビデオはBSI 創立20周年特設サイトをご覧ください。

<http://www.riken-bsi20.jp/>



仕事と山と海と友達と

関亦克彦 せきまた・かつひこ

ライフサイエンス技術基盤研究センター

生命機能的イメージング部門 創薬化学基盤ユニット 研究員

理研の門をくぐったのは、20世紀末のこと。植物機能研究室にて、「植物ホルモンの生合成・代謝の選択的阻害剤の探索」の研究課題に没頭しました。武者修行の後、現在は創薬化学基盤ユニットにて、「進行性骨化性線維異形成症の治療薬の開発」に取り組んでいます。これらの研究目的は、生物に効果的な新しい物質を合成し、その合成化合物の有効性や安全性を検証することです。具体的には、研究調査から始まり、情報の分析、化合物設計と合成展開、化合物の分析技術や生物学的評価を駆使して、公表可能なレベルへと落とし込みます。

私の趣味は登山とサーフィンです。趣味は気楽ですが、やはり目標は設定して、達成したいものです。山と接する際は、まず天気予報で情報収集します。天候不順の際は、上級者同行でも、安全第一の登山計画を立てます。参加者全員で目標を擦り合わせます。一方で、天候に恵まれた日は、挑戦的なルートを選びます。人気のある登山ルートでは道迷いすることはまれですが、人気のない山では、道迷いすることもしばしばあります。迷子になってしまう前に分岐点まで引き返し、ルートを確認します。時間に余裕があれば、再び目的地を目指しますが、体調に問題がある場合は、帰路に就き、次回への課題となります。ザイルを含め装備は重要で、整備不良により目的地に到達できないこともありました。

海でも、天気予報の確認は欠かせません。風や波の状況を把握して、目的地へ向かいます。予想が外れ、波が立っていないときもあります。海底の砂の付き方で、波がブレイクする場所が変わるので、ポイントまで行って確認しなければなりません。大概是、波の流れを観察することで、自分の入水位置を決めます。広大な海でも、人気のあるポイントは波乗りの激しい競争が繰り広げられます。変化しやすい波のブレイクを予測し、同調し、波をつかまえます。自分の体調と技術に合わせて波を選ぶ必要があります。



筆者近影：2014年冬、栃木にて(上)、2017年冬、千葉にて(下)。

ですが、仲間との議論による技術向上も楽しみの一つです。登山と同様に、道具は、自分に適当なものを選ぶ必要があります。ボードの選択を間違え、一向に上達しない時期がありました。資金もありませんので、減量して身体をボードに合わせましたが。

趣味でも研究と同じく知行合一で、情報収集と分析、PDCA（計画・実行・評価・改善）サイクルを回すことにより、技術や装備が向上し、多様な山行や海行へ展開できるようになりました。また、趣味を通じた交流により、仕事や生き方に対する考え方の幅は、大きく広がりました。計画失敗後、どう成功につなげるか。競争が激しい領域にどう参入するか。急変する状況下での、臨機応変になすべき課題の抽出行為。困難な状況を乗り越える方法は、地球が教えてくれているような気がします。仕事や趣味を通じて出会った人たちと共に目標に到達した際には、真に理解し合えます。そこから新たな展開へと進んでいければと思います。「原酒」のバトンをありがとう。

創立百周年記念事業への寄附金のお願い

創立百周年（2017年）の記念事業へのご支援をお願いします。

問合せ先 ● 理研 外部資金室 寄附金担当

Tel : 048-462-4955 Email : kifuf-info@riken.jp

理研 寄附金
Support RIKEN

理化学研究所 創立百周年
RIKEN 100th Anniversary



<http://www.riken.jp/>