

画像：研究最前線「新しい免疫細胞：ナチュラルヘルパー細胞とは」より

SCIENCE VIEW ②

元素誕生の道筋をたどる質量測定器MRTOF

研究最前線 ④

新しい免疫細胞：
ナチュラルヘルパー細胞とは

研究最前線 ⑧

SPring-8でスピンを見て、
物質の新しい機能を引き出す

特集 ⑫

Making the invisible visible

光量子工学研究領域 緑川克美 領域長に聞く

SPOT NEWS ⑭

- ・思春期特発性側彎症、重症化の原因解明に道
- ・電子スピンの渦「スキルミオン」の生成を理論的に解明

TOPICS ⑮

- ・「理研サイエンスセミナーⅦ・横からみる〇〇、科学をみる角度」開催のお知らせ
- ・新研究室主宰者の紹介

原酒 ⑯

ニンニク入れますか？

元素誕生の道筋をたどる質量測定器MRTOF

2013年7月17日プレスリリース

鉄よりも重い元素は、超新星爆発と呼ばれる、重い星が一生の最期に見せる大爆発の瞬間につくられると考えられている。そもそも元素の種類は原子核中の陽子数で決まる。超新星爆発では大量の中性子がつくられ、原子核が中性子をどんどん吸収して、中性子が陽子よりも極端に多い中性子過剰核ができる。そして中性子がある数まで増えると、電子などを放出するベータ崩壊を起こして中性子1個が陽子に変わり、陽子数が一つ多い新しい元素ができ、そこでまた中性子を吸収する。この過程を繰り返し、一気にウランより重い超重元素の中性子過剰核にまで達する。こうして生成されたさまざまな陽子数と中性子数の中性子過剰核が、ベータ崩壊などを繰り返し、長い年月を経て

ウランまでの安定な重い元素が生成されたと考えられている。

理研の重イオン加速器施設「RIビームファクトリー (RIBF)」は、超新星爆発の短い時間にのみ存在していたと考えられる、さまざまな中性子過剰核をつくり出すことができる。それらの質量を100万分の1という精度で測定して比較することで、ある元素の原子核がいくつまで中性子を吸収し、ベータ崩壊して中性子1個が陽子に変わり新しい元素ができるのかが分かり、元素誕生の道筋をたどることができる。

ただし、それらの中性子過剰核の多くは半減期が0.01~0.1秒と寿命が短い。「寿命の長い原子核ならば、高い精度で質量を測ることができる手法がすでにあります。しかし、0.01秒

質量測定器 (MRTOF) と超低速RIビーム生成装置 (SLOWRI) のプロトタイプ

右側のSLOWRIプロトタイプで減速・冷却した原子核を、左側のMRTOFへ導き、質量を高精度に測定する。

以下の測定時間で100万分の1という精度で質量を導き出す一般的な手法はありませんでした」と仁科加速器研究センター（RNC）低速RIビーム生成装置開発チームの和田道治チームリーダー（TL）。

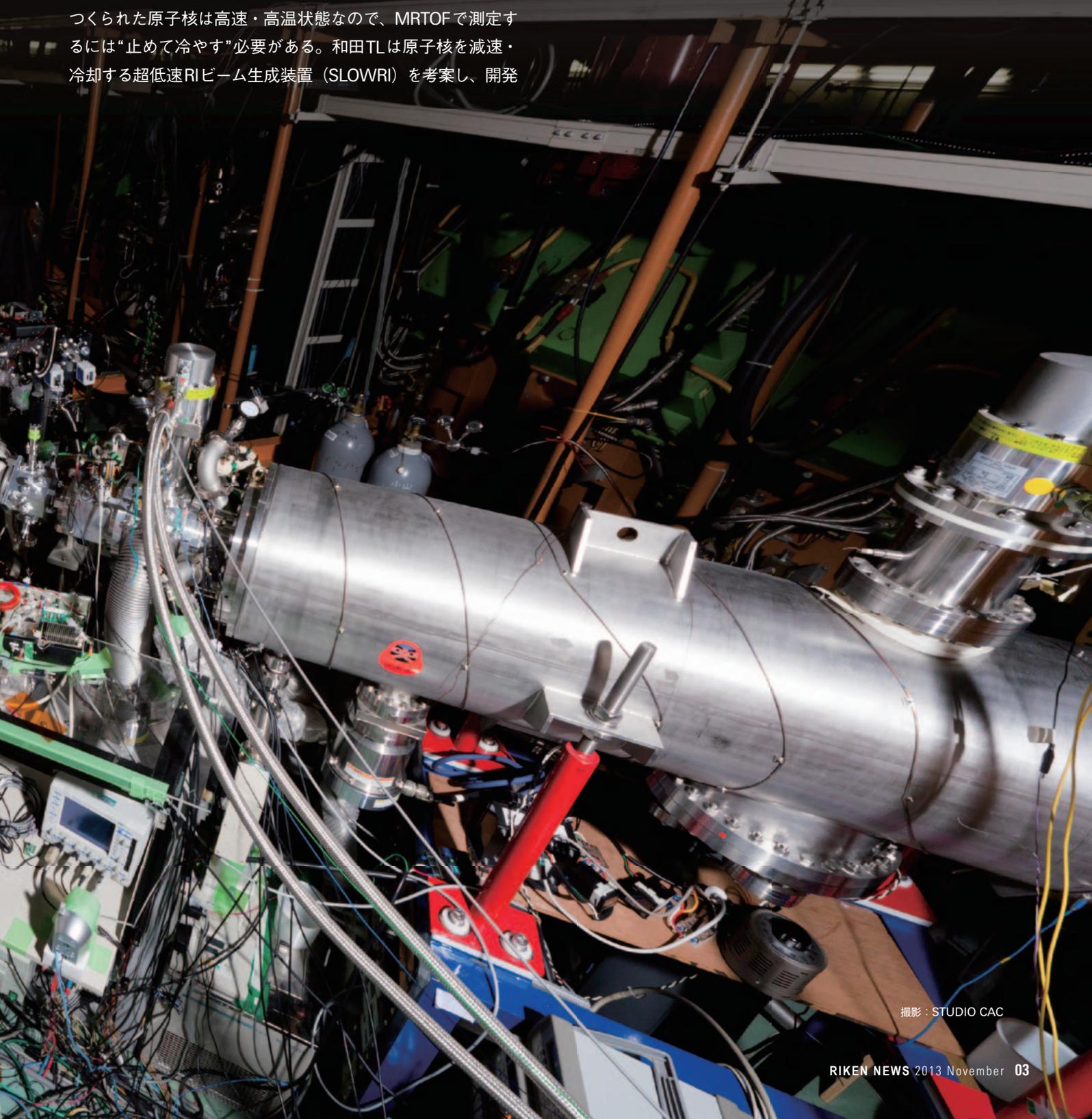
RNCのウォルニック客員研究員は、1990年代に多重反射型飛行時間測定式質量測定器（MRTOF）を考案した。その装置は、2014年に史上初となる彗星への着陸に挑み、ガスなどを観測する探査機「ロゼッタ」に搭載されている。「MRTOFならば、短寿命の原子核の質量を精密に測ることもできると考え、私はウォルニックさんと10年以上前から共同研究を続けてきました」

MRTOFは、装置の中で原子核を数百回往復させて、飛行時間を測定することで質量を精度よく導き出す。ただし加速器でつくられた原子核は高速・高温状態なので、MRTOFで測定するには“止めて冷やす”必要がある。和田TLは原子核を減速・冷却する超低速RIビーム生成装置（SLOWRI）を考案し、開発

を進めてきた。

そして和田TLたちは今年、SLOWRIのプロトタイプにMRTOFをつなぎ、リチウム同位体イオン（ ${}^6\text{Li}^+$ ）の質量を0.008秒の飛行時間で150万分の1の精度で測定することに成功した。「質量がすでに知られているものを使って試験運転を行い、調整を進めているのです。今年度中にSLOWRI本機を設置し、2年以内にMRTOFによる測定を開始したいと考えています。それにより、元素誕生の道筋をたどるのに必要な、たくさんの中性子過剰核の質量を一気に測定することができます。また、ウランよりも重い超重元素の質量を直接測定するプロジェクトも開始しています。今から、とてもわくわくしています」

（取材・執筆：立山晃／フォトンクリエイト）



撮影：STUDIO CAC

2010年、新しい自然免疫のリンパ球が発見された。

ナチュラルヘルパー（NH）細胞である。多くのリンパ球は脾臓やリンパ節に存在しているが、NH細胞は腸間膜など腹腔内の脂肪組織に存在しているユニークなリンパ球である。

NH細胞はどのような細胞で、どのような機能があるのか。

NH細胞の発見者である、統合生命医科学研究センター（IMS）センター長代行であり免疫細胞システム研究グループを率いる小安重夫グループディレクター（GD）に聞いた。

新しい免疫細胞： ナチュラルヘルパー細胞とは

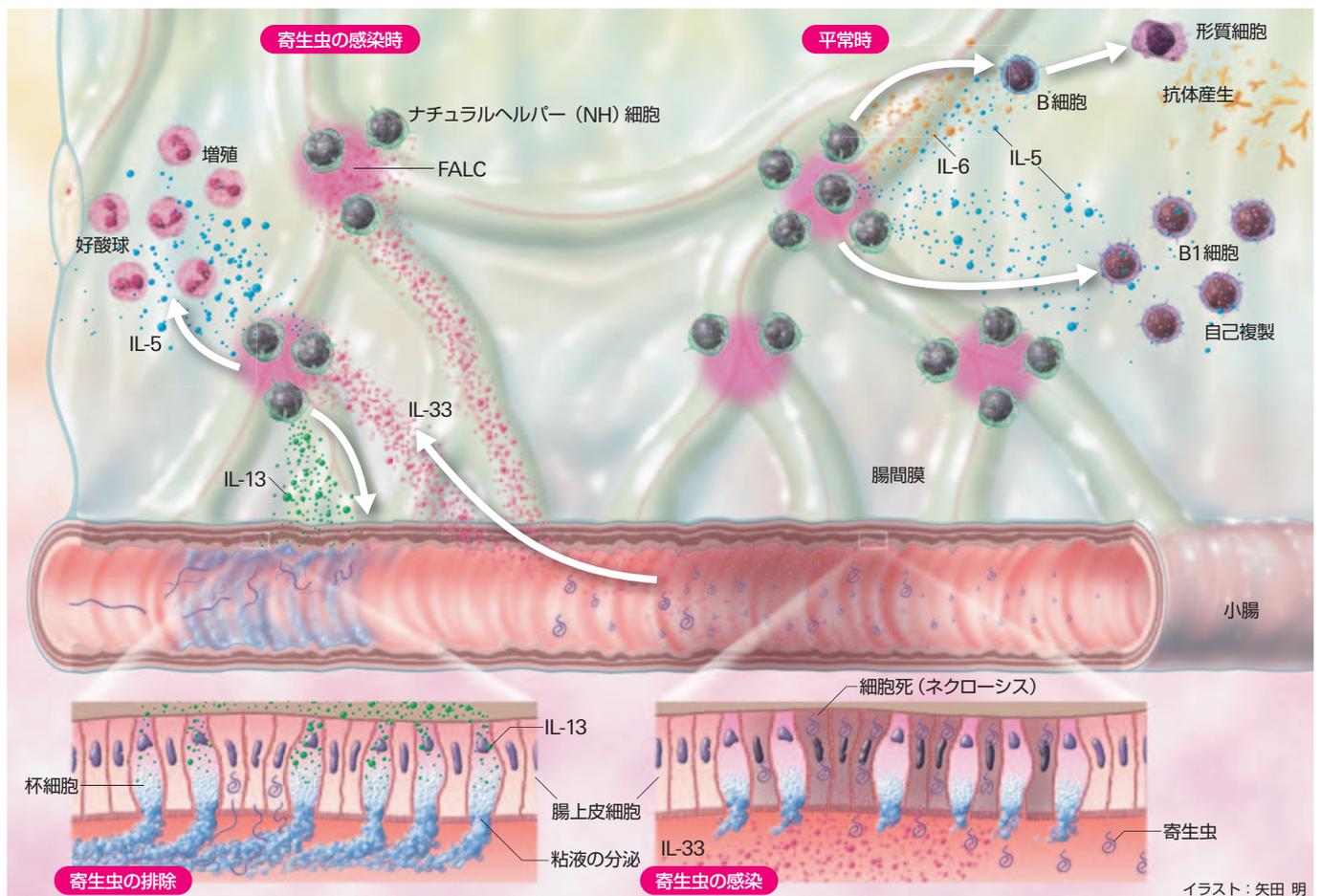
■ 統合生命医科学とは？

小安GDは、2013年4月に設立された統合生命医科学研究センターを、センター長代行として統括している。「一人のヒトに備わる2万3000の遺伝子、10万のタンパク質、300種類の細胞、4種

類の組織、12種類の器官が巧みに相互作用しながら私たちの体の恒常性を保っています」と小安GD。外部の環境、例えば気温が変わっても私たちは生きることができる。それは、外界の環境の変化に対応して体温などの生理状態のバラ

ンスを一定に保つ機能が備わっているからである。それを“恒常性”と呼ぶ。「恒常性のバランスが崩れると病気が発症します。病気の治療法や予防法を開発するには、恒常性が破綻して病気に至るメカニズムを遺伝子・タンパク質・細胞・組織・器官といった階層を超えて統合的に捉えて理解し、また恒常性を保つ仕組みを明らかにしなければなりません。それが“統合生命医科学”です」

病原体の侵入に対する防御を担う免疫システムにおいても、好中球や好酸球



ナチュラルヘルパー細胞の分布と働き

小安重夫（こやす・しげお）

統合生命科学研究センター
センター長代行
免疫細胞システム研究グループ
グループディレクター

1955年、東京都生まれ。理学博士。東京大学大学院理学系研究科博士課程中退。米国ハーバード医科大学准教授などを経て、1995年より慶應義塾大学医学部教授。2011年より理研免疫・アレルギー科学総合研究センター 副センター長、2012年より免疫細胞システム研究グループ グループディレクターを兼務。2013年4月より現職。



などの顆粒球、T細胞やB細胞などのリンパ球、マクロファージや樹状細胞など、さまざまな細胞が関わっている。「免疫システム自体が、バランスを保って成り立っている一つの恒常性システムといえるでしょう。免疫細胞システム研究グループでは、免疫システムが恒常性を保つ仕組みを明らかにし、免疫やアレルギー疾患の治療法や予防法の開発に役立てることを目指しています」

■ 脂肪組織に未知の細胞

小安GDは、1995年から慶應義塾大学医学部の微生物学・免疫学教室で細菌や寄生虫に対する免疫の研究をしてきた。免疫は大きく“自然免疫”と“獲得免疫”に分けられる（図1）。「病原体が侵入すると、まず自然免疫が働きます。自然免疫が病原体を攻撃している間に、侵入した病原体を見分けて特異的に攻撃する獲得免疫が準備され、働き始めます。2種類の免疫システムが時間差で駆動されることで、確実に病原体を攻撃するという巧みな仕組みになっているのです」と小安GDは言う。

獲得免疫については抗体の多様性を説明する遺伝子再構成メカニズムが発見され（1987年ノーベル賞、理研脳科学総合研究センター [BSI] 利根川進センター長）、自然免疫についてはマクロファージや樹状細胞が病原体を認識するToll様受容体が1990年代後半に発見された（2011年ノーベル賞）。これらの発見などによって、免疫システムの理解は大きく進んできた。しかし、小安GDは「寄生虫感染に対する自然免疫につい

ては、21世紀になっても、ほとんど分かっていませんでした」と指摘する。

寄生虫は、サイズが細菌やウイルスよりはるかに大きいため、マクロファージや好中球などの貪食細胞が取り込んで排除することができない。それまでの研究から、寄生虫が侵入すると、腸管にある杯細胞が粘液をたくさん分泌して寄生虫を排出したり、好酸球が増殖して寄生虫を攻撃したりすることは分かっていた。「寄生虫に感染すると早い段階で、細胞間の情報伝達を担うサイトカインの一種であるインターロイキン5（IL-5）やIL-13が分泌されます。それが好酸球の増殖や粘液分泌を引き起こしているのです。寄生虫感染の防御には、IL-5やIL-13が重要らしい」と小安GD。

IL-5やIL-13をつくる免疫細胞といえは、T細胞の一種の2型ヘルパーT（Th2）細胞である。しかし、Th2細胞は獲得免疫の細胞だ。寄生虫に感染したばかりの早い段階では、Th2細胞が働く準備はまだ整っていない。「何がIL-5やIL-13をつくらせているのか。その疑問が、NH細胞発見のきっかけです」

当時、大学院生だった茂呂和世さん（現・免疫細胞システム研究グループ上級研究員）と共にIL-5やIL-13をつくる細胞探しに着手した。「寄生虫の多くは腸に寄生します。そこで、腸の周辺を詳しく調べてみることにしました。研究を始めてしばらくすると、茂呂さんが、腸を腹腔の背中側の壁につなぎ留めている腸間膜の脂肪組織に見たことがない細胞の塊がある、と報告してきました。実は、それがまさにIL-5やIL-13をつくる

細胞、しかも新しい自然免疫リンパ球だったのですが、それが分かるまで5年もかかってしまいました。それは、私が先入観にとらわれ過ぎていたからです」

腸間膜の脂肪組織で見つかった細胞を詳しく調べると、リンパ球の前駆細胞に共通するタンパク質を発現していた。そうした理由から小安GDは、その細胞はリンパ球の前駆細胞の一種であるという仮説を立てた。そして、どのリンパ球になるのかを突き止めようと、研究を進めた。「ところが、2年やっても、どのリンパ球にもなりません。私の仮説が間違っていたのです。それはリンパ球の前駆細胞ではなく、すでに成熟したリンパ球だったのです」

■ ナチュラルヘルパー細胞を発見

リンパ球の前駆細胞であるという仮説を捨て、成熟したリンパ球として、その性質を詳しく調べ始めた。程なくして茂呂さんが持ってきたIL-5やIL-13の産生量のデータを見て、小安GDは驚いた。「3桁違っている、と思いました。多過ぎるのです。しかし、何度調べ直しても結果は同じでした。この細胞は、ほかのリンパ球と比べて大量のサイトカインをつくるのです。この細胞には重要な働きがあるに違いないと確信しました」

その後、この細胞を持たないマウスは寄生虫に感染しても好酸球の増殖や杯細胞の粘膜分泌が起きないこと、正常なマウスからこの細胞を移植すると寄生虫感染に対する免疫反応が起きることを明らかにした。抗原の情報を受け取る抗原受容体がないことから、獲得免疫ではな

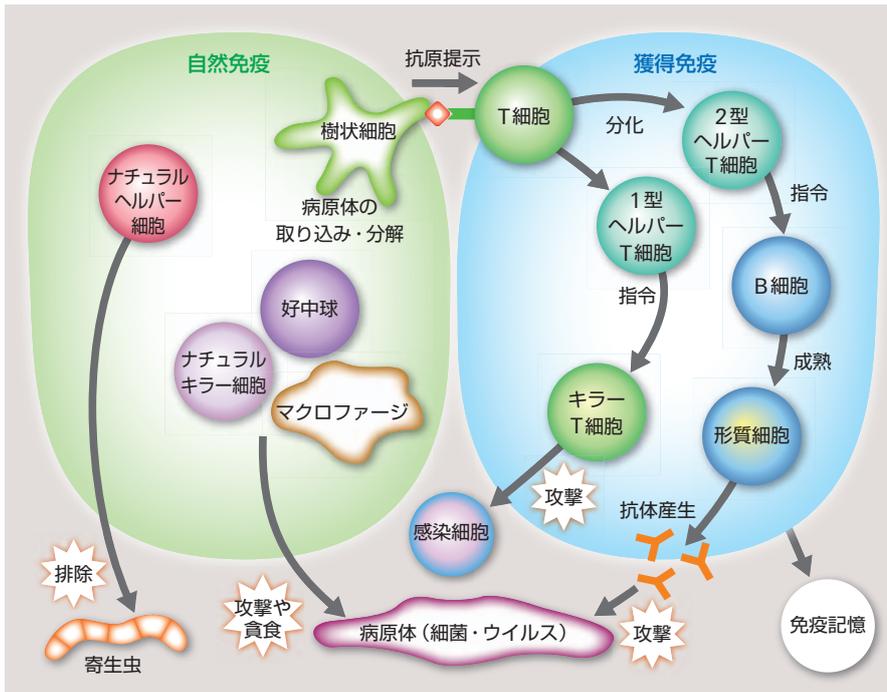


図1 自然免疫と獲得免疫

病原体が侵入すると、まず自然免疫が働きます。マクロファージや好中球が病原体を取り込んで排除し、ナチュラルキラー（NK）細胞が病原体を攻撃する。ナチュラルヘルパー（NH）細胞は主に寄生虫感染に対して働く。樹状細胞は病原体を攻撃する一方で、病原体を取り込んで分解してその一部、抗原を細胞の表面に出す。すると、T細胞が抗原の情報を受け取ることによって獲得免疫が働きだし、1型ヘルパーT（Th1）細胞や2型ヘルパーT（Th2）細胞に分化し、増殖する。Th1細胞から指令を受けたキラーT細胞は病原体に感染した細胞を攻撃する。Th2細胞から指令を受けたB細胞は増殖、成熟し、抗原に特異的な抗体をつくらせて放出して病原体を攻撃する。

く自然免疫の細胞である。そのような細胞は、まだどこにも報告がなかった。

小安GDは、この細胞を“ナチュラルヘルパー（NH）細胞”、それが存在する腸間膜の脂肪組織の領域をFALC（Fat-associated lymphoid cluster）と名付け、新しい自然免疫のリンパ球を発見したと発表（タイトル図）。それが2010年である。

小安GDは、2011年に理研 免疫・アレルギー科学総合研究センター（RCAI）の副センター長となり、2012年に免疫細胞システム研究グループを立ち上げた。「基礎科学特別研究員の審査員やアドバイザー・カウンシルのメンバーをしていたので、理研とは十数年の付き合いがありました。でも、自分が理研で研究することになるとは、正直、思っていませんでした」。なぜ理研に？「RCAIでは、2010年ごろからヒトの免疫研究や融合領域研究を目指したプロジェクトを進めており、免疫研究の日本の拠点として世界的にも高く評価されていました。NH細胞はアレルギー疾患において重要な

役割を果たしていると確信していましたし、脾臓やリンパ節といったいわゆる免疫組織ではなく脂肪組織に存在することから、これまでの免疫の概念を超えた研究の必要性を感じていました。いろいろな分野の研究者と一緒に研究することで相乗効果が得られ、NH細胞の研究が大きく進むと考えたのです」

■ 免疫システムの進化

NH細胞発見のニュースは、免疫学の研究者を驚かせた。「21世紀にもなって新しい免疫細胞が見つかるとは、私自身も思っていませんでしたから」と小安GD。「しかし、既知の細胞だけでは説明できない免疫反応があることに、ほかの研究者も気が付いてはいたのです。だから、ある意味では見つかるべくして見つかったのかもしれませんが、しかし、そのような細胞が脂肪組織に隠れているとは、誰も思わなかったのでしょうか」

獲得免疫のヘルパーT細胞は、Th1細胞、Th2細胞、Th17細胞に大別され

ているが、NH細胞の発見をきっかけに、それぞれに対応する自然免疫のリンパ球があることが分かってきた（図2）。Th1細胞はインターフェロン γ （IFN- γ ）を出してマクロファージを活性化し、細胞内寄生微生物やウイルス感染に対する防御反応に重要である。Th2細胞はIL-5、IL-9、IL-13などをつくり、肥満細胞や好酸球を動員・活性化し、杯細胞からの粘液分泌を介して寄生虫感染防御に対して機能する。Th17細胞はIL-17やIL-22を産生して上皮細胞からの抗菌ペプチド分泌を誘導したり、好中球を動員して細菌や真菌感染に対する防御反応を担う。自然免疫リンパ球は、ナチュラルキラー（NK）細胞がTh1型、NH細胞がTh2型、LTi細胞がTh17型のサイトカインを出す。

生物が最初に持った免疫システムは、自然免疫である。生物が進化しヒトと同じような獲得免疫を最初に手に入れたのは、顎を持つ魚類だと考えられている。「多様なサイトカインを分泌して病原体を攻撃することは、獲得免疫によって可能になったと考えられてきました。ところが、自然免疫でもサイトカインを使った防御を行っていたのではないかと自然免疫リンパ球の発見は、免疫システムの進化にも一石を投じています」

獲得免疫リンパ球は、樹状細胞からの抗原提示を受けてサイトカインを産出する。抗原受容体を持たない自然免疫リンパ球は、何によってサイトカインを出すのだろうか。NH細胞は、IL-33に反応してサイトカインを出す。IL-33は上皮細胞の核内に存在し、外的要因によ

て細胞が死ぬ（ネクローシス）と、細胞外に分泌されることが知られている。細胞死でも、プログラムされた細胞死と呼ばれるアポトーシスでは、IL-33は細胞外に分泌されない。寄生虫に感染すると上皮細胞が損傷して死に、IL-33が細胞外に分泌されるのだ（タイトル図）。

小安GDは、「自然免疫リンパ球は、何らかの環境の異常によって分泌されたサイトカインに反応するのです。警報を察知した自然免疫リンパ球が速やかに防御反応を起こして獲得免疫リンパ球の準備ができるまでつなぐ。実に巧妙な仕組みです」と解説する。

■ ステロイドが効かない重症喘息との関係

「NH細胞は寄生虫に対する防御だけでなく、アレルギー疾患に深く関わっているに違いないと、初期から確信していました」と小安GD。寄生虫感染の防御で起きる好酸球の活性化や粘液の分泌は、アレルギー疾患でも見られるからだ。「現在は、重症の喘息とNH細胞との関係について研究を進めています」

2010年に小安GDがNH細胞の発見を発表した直後、論文を読んだ慶應義塾大学の呼吸器内科の医師、浅野浩一郎 准教授（現・東海大学医学部教授）と加畑宏樹 助教が、「気になることがある」と声を掛けてきたことが始まりだ。聞くと、喘息には二通りあるという。IL-4、IL-5、IL-13の値がすべて高い患者さんと、IL-4の値が低くIL-5とIL-13の値が高い患者さんだ。ステロイドは喘息治療で最も基本になる薬剤だが、重

症でステロイドが効かない患者さんは、後者のタイプが多いという。NH細胞は、IL-4はつくらず、IL-5とIL-13をつくることから、NH細胞と喘息の重症化に関わりがあるのではないかと考えたのだ。

小安GDが理研に籍を移してからも加畑助教と茂呂上級研究員が中心になって共同研究を進めてきた。マウスの喘息モデルを使って実験したところ、ステロイドを投与すると通常は、NH細胞が死んでIL-5とIL-13の産生が抑えられ、治療効果が現れる。しかし、TSLPというサイトカインがあると、ステロイドを投与してもNH細胞は死なず治療効果が出ないことが明らかになった。

「実は、喘息が重症化するとTSLPがたくさん産生されるのです。NH細胞と喘息の重症化との関わりが見えてきました。そこで、TSLPをターゲットにしてみたところ、ステロイドに対する抵抗性が消えることが分かりました。ステロイドが効かない重症の喘息の患者さんの治療が可能になるかもしれません。NH細胞は、さまざまなアレルギー疾患に関わっていることでしょう。それぞれの関わりを明らかにし、治療法や予防法の開発につなげていきたいですね」

■ 脂肪組織の中にある理由

小安GDは「NH細胞は脂肪組織の中になくさんいます。そのことにも何か意味があるのではないかと考えています」と言う。「糖尿病などの生活習慣病では、脂肪組織が炎症を起こしていることが知られています。NH細胞と何か関係がありそうな気がしませんか？」

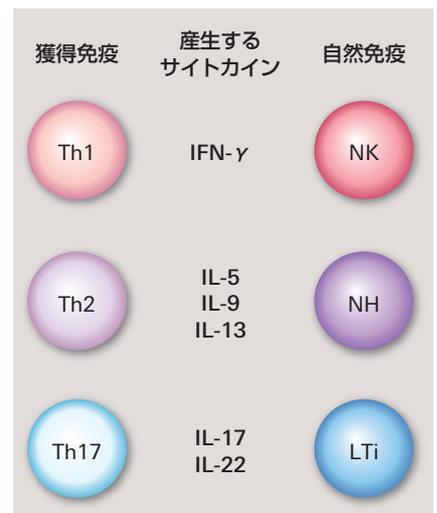


図2 獲得免疫リンパ球と自然免疫リンパ球のサイトカイン産生

獲得免疫リンパ球が誘導されサイトカインがつくられるまでには数日かかるが、自然免疫リンパ球は速やかにつくられる。

NH細胞は、常に微量のサイトカインを産生している。腹腔にあるB細胞の一種、B1細胞の自己複製の維持や、B細胞の抗体産生を促している（タイトル図）。小安GDは、NH細胞が恒常的に産生しているサイトカインは脂肪組織にも働き掛けているはずだと考えているのだ。では、脂肪組織の炎症を抑えているのか、炎症を起こしているのか。それを明らかにしようと、研究を進めている。明らかになったことは、生活習慣病の治療や予防にも役立つだろう。

生活習慣病は、まさに体の恒常性の乱れであり、まさに統合生命医学のテーマの一つである。「どのように体の恒常性を保っているのか。免疫システムを手掛かりにひもといていこうとしています」

（取材・執筆：鈴木志乃／フォトクリエイト）

電力をほとんど使わない大容量メモリーや超高速コンピュータ、
 高効率の太陽電池や熱電変換材料……、持続可能な社会に向けたそれらの
 グリーンイノベーションを実現するには、物質の新しい機能を引き出す必要がある。
 そこで、電子のスピンと呼ばれる自転に似た性質を利用する研究が進められている。
 スピンを利用するには、それを観測する必要がある、従来は主に中性子ビームが
 用いられてきた。しかしその手法では、自転に似たスピンと電子が原子核の周りを回る
 軌道運動を区別できない。有馬孝尚チームリーダーたちは、
 大型放射光施設SPring-8を駆使してスピンと軌道運動を見分けることにより、
 物質の新しい機能を引き出す研究を推進している。

SPring-8でスピンを見て、 物質の新しい機能を引き出す

■ X線でスピンを見る

電子はマイナスの電荷を持つとともに、スピンという自転に似た性質を持ち
 小さな磁石として働く (図1)。物質中に

は電子がたくさんあり、それらのスピ
 ンが一定の向きにそろろうと、物質全体が磁
 石となる。

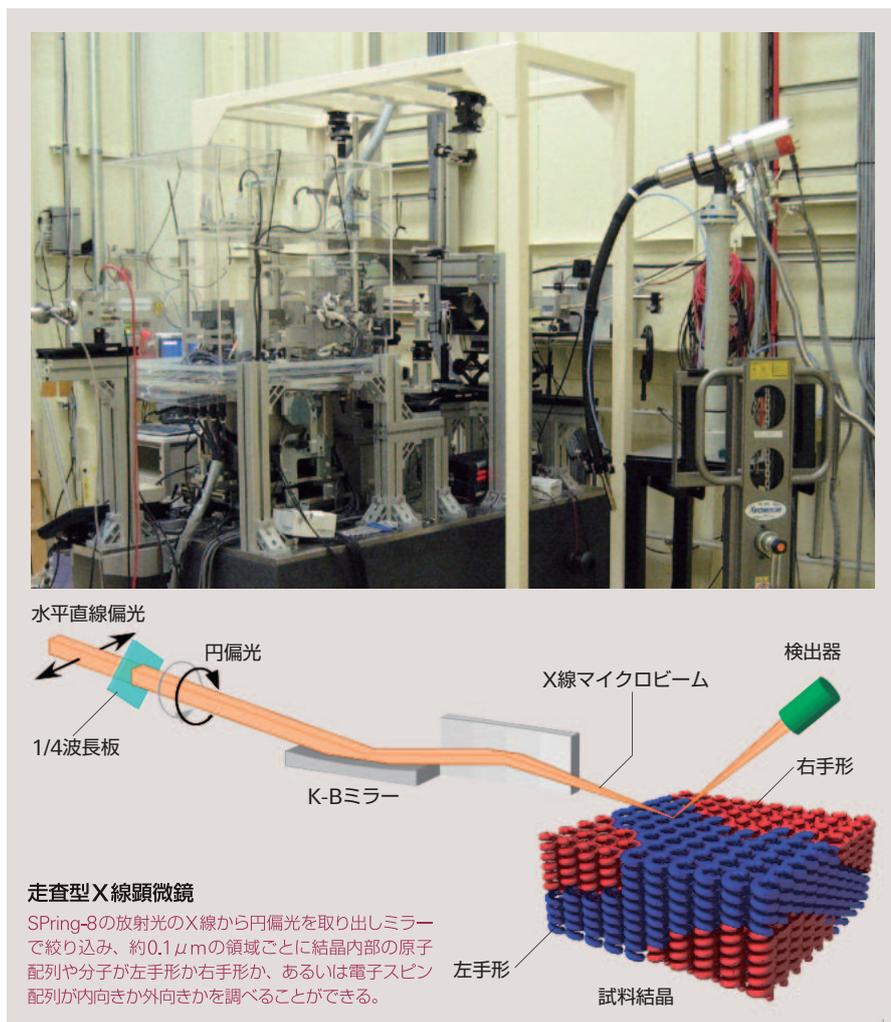
従来のエレクトロニクスでは、主に電

子の電荷が利用されてきた。さらにスピ
 ンも活用することで、これまでにない機
 能や性能を実現する研究が進められて
 いる。そしてスピンの向きが特殊な配列
 になったとき、電気抵抗など物質の性質
 が大きく変わり得ることが分かってき
 た。

そのような研究を進めるには、物質中
 の電子のスピンがどの向きに並んでいる
 のか、スピン配列を見る必要がある。こ
 れまで、電子のスピン配列を調べるに
 は、主に中性子散乱法が使われてきた。
 電子と同じように中性子もスピンを持
 ち、磁石として働く。棒磁石同士を近づ
 けると、それぞれのN極とS極の向きに
 よって働く力が異なるように、中性子
 ビームを物質に当てると、電子のスピン
 配列によって散乱の仕方が異なる。その
 散乱の様子から、物質中の電子のスピン
 配列を見ることができるのだ。

また、X線も物質中の電子のスピン配
 列によって散乱されるので、原理的には
 X線散乱法でもスピン配列を調べること
 ができる。ただし、電磁波であるX線は
 電子の電荷によっても大きく散乱する。
 「X線による観測では電荷による影響が
 大きく、それが邪魔になってスピン配列
 の情報を取り出すことが難しいのです。
 実験室のX線源を使ってスピンを見る研
 究が行われましたが、何日もかけてやっ
 とスピンの見えるという状況で、実用的
 ではありませんでした」と有馬孝尚チ
 ムリーダー (TL)。

そもそも電磁波 (光) は、電界と磁界
 が進行方向に垂直に振動しながら伝わ
 っていく横波だ。太陽光のような普通の電



有馬孝尚 (ありま・たかひさ)
放射光科学総合研究センター
スピン秩序研究チーム チームリーダー

1963年、東京都生まれ。博士(理学)。東京大学大学院理学系研究科物理学博士課程中途退学。筑波大学物質工学系助教授、東北大学多元物質科学研究所教授などを経て、2007年より現職。2011年より東京大学大学院新領域創成科学研究科教授。2013年より理研創発物性科学センター強相関量子構造研究チームチームリーダーを兼務。



撮影：STUDIO CAC

磁波は、進行方向に対して垂直なあらゆる方向に振動する波が混ざっている。そのような波から特定方向に振動する波だけを取り出したものを、偏光と呼ぶ。

「X線によるスピンの観測では、その偏光を用いることで、スピン配列による微弱な散乱を捉えます。ただし、実験室のX線源では、明るくきれいにそろった偏光を取り出しにくいいため、観測に時間がかかるのです。明るくきれいにそろった偏光を取り出すことができる放射光施設が1980年代から世界各地で稼働を始め、偏光X線でスピンを見ることができるようになりました。ただし、中性子で見えたスピンを、X線でも見てみようという研究にとどまっていた」

■ スピンと軌道運動を区別する

2007年、有馬TLは、理研放射光科学総合研究センターにスピン秩序研究チームを立ち上げた。「私たちは、世界最高性能を誇るSPring-8の放射光を駆使して、中性子では見ることのできないスピンをX線で見ることには挑戦することにしました」

中性子では見ることのできないスピンとは何か。「地球が自転しながら太陽の周りを公転しているように、原子では電子がスピンしながら原子核の周りの軌道を回っている、とイメージすることができます(図1)。そもそもスピンの向きにはアップとダウンの2通りがあります。例えばスピンのアップのとき、右回りと左回りの軌道運動があり得ます。そのようなスピンによって生じる磁気と軌道運動によって生じる磁気の和が、電子の磁石

の性質となります。ところが、磁石の性質を利用する中性子散乱法では、電子のスピンと軌道運動を区別できません」

一方、X線の磁場は、電子のスピンと軌道運動とで異なる影響を受けるので区別することができる。2009年、有馬TLたちはSPring-8によってイリジウム(Ir)の酸化物(Sr_2IrO_4)を観測して、イリジウムの電子のスピンと軌道運動を見分けることに成功した。「ただしそれには、波の進行方向が100分の1度という精度で特定方向にきれいにそろった偏光を取り出し、観測する必要がありました」

そして有馬TLたちは、 Sr_2IrO_4 のイリジウムの電子のスピンと軌道運動を見分けることで、奇妙な振る舞いを見いだした。「電子が軌道運動している瞬間と、軌道運動が止まった瞬間で、スピンの向きがひっくり返ることを発見したのです。イリジウムではスピンと軌道運動が変わった結び付き方をしていることが分かったのです。後で紹介するように、この発見をきっかけに、イリジウムは物質研究で大きく注目されるようになりました」

■ 小さな領域ごとにスピンの2通りの状態を読み取る

「スピンと軌道運動を区別できることに加え、X線のもう一つの大きな特徴は、小さな領域のスピンを見ることができる点です。中性子ビームは細く絞込むことが難しいため、せいぜい $100\mu\text{m}$ の領域しか見ることができません。私たちはSPring-8のX線をミラーで絞り込むことで、約 $0.1\mu\text{m}$ の領域ごとの観測に成功

しました」

有馬TLたちは、その技術を用いてまず、スピン配列の観測ではなく、結晶内部の右手形・左手形の分布を調べた。同じ5本の指から成る左手と右手の違いのように、原子の配列や分子の形には、構成要素は一緒でも重ね合わせることができず、鏡に映したときに同じ形になるものがある。有馬TLたちは、三塩化セシウム銅(CsCuCl_3)の結晶をSPring-8のビームラインに導入した走査型X線顕微鏡で観測し、右手形・左手形の原子配列の分布を3次的に明らかにすることに成功した(タイトル図)。

「この観測では、偏光の振動方向が、波が進むとともに回転する円偏光のX線を利用しました。右回りと左回りの円偏光を当てたときに、どちらが強散乱するかで左手形と右手形を見分けたのです。実は、この観測は、ある物質のスピン配列を見るための予備実験として行ったものです」

その物質とは、オスmium(Os)の酸化物($\text{Cd}_2\text{Os}_2\text{O}_7$)である(図2)。この物質は、 -52°C 以下に冷やすと、電気を通しやすい金属から半導体へ変わる。「その電気抵抗の変化は、物質中の電子

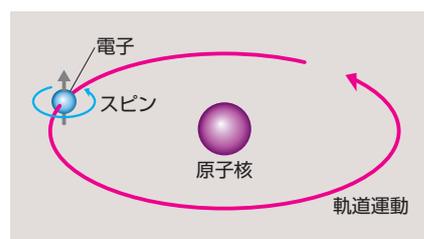


図1 電子のスピンと軌道運動

電子はスピンしながら、原子核の周りを軌道運動する。いずれによっても電子は磁石の性質を帯びる。

オスmium酸化物 (Cd₂Os₂O₇)

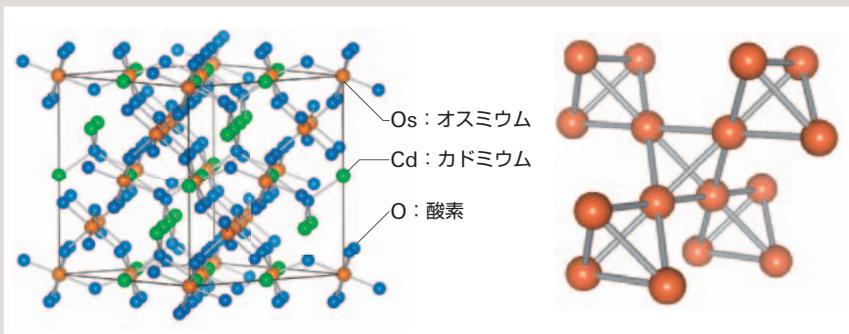


図2 Cd₂Os₂O₇の結晶構造
 左がパイロクロア型と呼ばれる結晶の全体構造。右はオスmium原子だけを抜き出して描いた図。

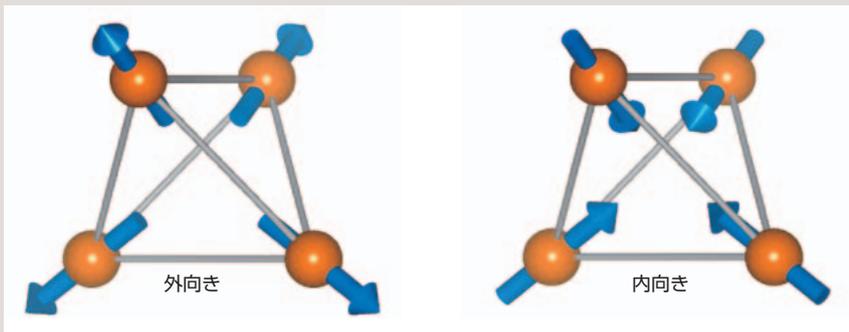


図3 オスmium原子のスピin配列
 正四面体をつくる4個のオスmium原子の電子のスピin配列には、内向きと外向きの2通りがある。

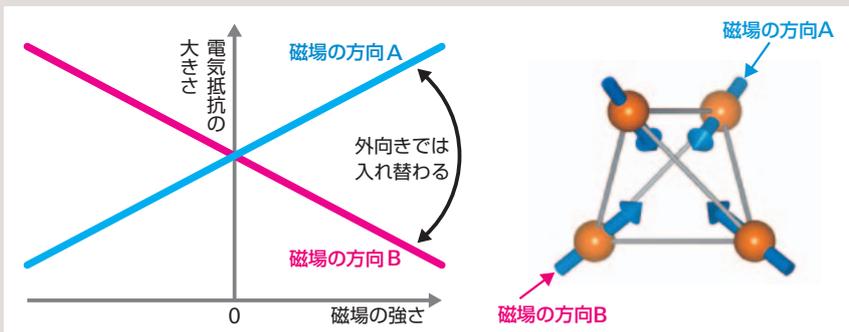


図4 磁場をかける方向で異なる電気抵抗 (予測)
 磁場をかける方向によって、磁場を強くしたときの電気抵抗の大きさの変化が逆になる。さらにスピin配列の内向きと外向きとでその関係は入れ替わる、と予測される。

のスピinが特殊な配列になることが原因ではないか、と私たちは予測しました」

そこで有馬TLたちはまず、円偏光ではなく、特定方向に振動する偏光を使って、この物質のスピinを観測した。「すると4個のオスmium原子がつくる正四面体の電子のスピinが、すべて内向き、あるいはすべて外向きに並ぶらしいことが分かりました」(図3)

本当に、内向きと外向きという2通りのスピin配列が、一つの結晶の中で入れ替わっているのか。「それを確かめるために、CsCuCl₃と同様に、Cd₂Os₂O₇に

ついても走査型X線顕微鏡で円偏光を使って観測しました。右回りと左回りの円偏光を当てたとき、内向きと外向きで散乱の仕方が異なるので、区別できるのです。私たちは、一つの結晶の中で、4個のオスmium原子の電子のスピinが内向きで並ぶ領域と外向きで並ぶ領域の分布を見ることに成功しました」

■ 2つの状態を切り替えて物質の機能を引き出す

前述の通り、電子のスピinの向きが1方向にそろうことで、物質全体が磁石の

性質を示す。パソコンのハードディスクは、その磁石のN極とS極を0と1に対応させて情報を記録している。ただし、そこに強い磁石を近づけると、磁極の向きが変わり記録が失われてしまう。

一方、Cd₂Os₂O₇でオスmium原子の電子のスピinが内向きあるいは外向きに並んでも、スピin同士の磁性は打ち消し合うため、物質全体としては磁石の性質を持たない。内向きと外向きを0と1に対応させることで、強い磁石を近づけても記録が失われないメモリーができる可能性がある。

「これまでのエレクトロニクスでは、磁石のN極とS極、あるいはマイナスとプラスの電荷という2通りの状態を利用してきました。それ以外の“変わった2通りのスピin配列”を利用して物質の新しい機能を引き出す——それが私たちの基本方針です。スピinが内向きと外向きに並ぶCd₂Os₂O₇にも面白い機能があると期待しています」

オスmiumがつくる正四面体の対角線方向から磁場をかけるとき、その方向によって磁場の強さと電気抵抗の大きさの関係が逆向きになる可能性がある(図4)。「磁場の強さで電気抵抗が変わる現象はよく見られます。Cd₂Os₂O₇は磁場の方向で電気抵抗が変わるという、珍しい現象を示すと予測しています。さらにその関係は、スピinの内向きと外向きとで入れ替わるはず。それを利用して、小さな磁場で情報を読み取ることができる省電力メモリーが実現できる可能性があります。まず私たちは、内向きか外向きかを読み取りつつ、2方向からそ

関連情報

- 2013年6月27日プレスリリース
「放射光でキラル物質の3次元透視を実現」
- 2012年5月24日プレスリリース
「『磁石でない磁気記録』を可能にする新しい記録材料の可能性」
- 2009年3月6日プレスリリース
「電子の奇妙な軌道回転を放射光X線で観測」

れぞれ磁場をかけて電気抵抗を測る実験を行う計画です」

さらに、メモリーとして利用するには、内向きと外向きを自在に切り替えて、情報を書き込めるようにする必要がある。「物質の新しい機能を引き出すためには、さまざまな物質で2通りのスピン配列を実現して読み取ること、自在に切り替えること、そして大きな応答を引き出すこと、これら三つが研究の柱となります」

物質に潜む 新しい物理現象を探索する

「中学生のころは気象に興味があり、毎日、ラジオの気象通報を聞いて天気図を描いていました。将来は気象庁に入りたいと思い、高校生のときには気象台に見学にも行きました。やがて天気や気象には物理法則が働いていることを知り、物理学を学ぶことにしました」

東京大学工学部の物理工学科に進んだ有馬TLの興味は、気象学から物性物理へ転じた。「物理の新しい原理や現象が、物質の中に潜んでいることを知り、興味を持ったのです。自分で物質をつくり、面白い現象が潜んでいるかどうか、自分で確かめられることも、物性物理の大きな魅力でした」

そして有馬TLは、物質に潜む新しい物理現象を探索する研究を進めてきた。内向きと外向きのスピン配列を観測したオスmium酸化物の研究は、まったく新しい物理現象の発見につながるかもしれない。Cd₂O₅O₇のオスmiumをイリジウムに置き換えた同じ結晶構造のイリジウム酸化物 (R₂Ir₂O₇: Rはランタノイ

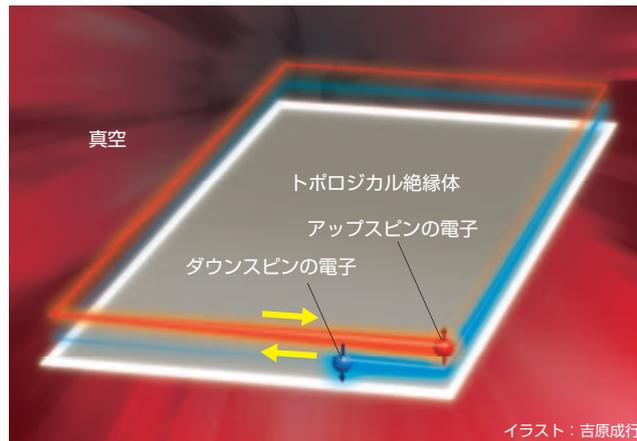


図5 トポロジカル絶縁体

トポロジカル絶縁体の端では、アップスピンとダウンスピンの電子が逆向きに流れ、質量ゼロの粒子として振る舞う。イリジウム酸化物R₂Ir₂O₇の表面やイリジウム原子の電子のスピンが内向きと外向きの領域の境界でも、電子が不思議な振る舞いを示す、と理論家は予測している。

ド系列)がある。「その物質のイリジウム原子の電子のスピン配列を観測したところ、やはり内向きと外向きに並ぶことが分かりました」

その研究は、世界的に大きな反響を呼んでいる。「先ほど紹介したように、イリジウムの電子はスピンと軌道運動が変わった結び付き方をしているため、R₂Ir₂O₇の表面だけに電気が流れたり、スピンの内向きと外向き領域の境界だけで電気が流れたりするという、変わった現象が起きるはずだ、と理論家が予言しているのです」

21世紀に入り、トポロジカル絶縁体という物質の新しい状態が存在することを理論家が予言し、実験で確かめられた(図5)。本来、電子は陽子の1,836分の1という質量を持つが、トポロジカル絶縁体の端や表面では質量ゼロの粒子として流れる、という不思議な現象が起きる(本誌2012年11月号「研究最前線:トポロジカル・カレントで、省電力デバイスの新原理を築く」参照)。

「R₂Ir₂O₇も、トポロジカル絶縁体のよ

うな物質の新しい状態を示すのではないかと理論家たちは期待しているのです。私たちはSPring-8を使って、実験で確かめていくつもりです」

今年4月、物性物理や有機化学、量子計算分野の理論家や実験家が理研に集結して創発物性科学研究センター(CEMS)が設立された。物質の新しい機能を引き出すことで、従来の性能を大きく上回る高効率の太陽電池や熱電変換材料、省電力デバイスを生み出すグリーンイノベーションを実現することが、CEMSの大きな使命だ。

有馬TLは、CEMSに強相関量子構造研究チームを立ち上げた。一方、スピン秩序研究チームは、今年度で7年の期限を終了する。「強相関量子構造研究チームでは、スピン秩序研究チームで築いてきた技術を駆使して、CEMSを含むさまざまな機関の人たちとの共同研究により、いろいろな物質のスピンをSPring-8で見て、新しい機能を引き出す研究を進めていきます」

(取材・執筆: 立山 晃/フォトンクリエイト)

Making the invisible visible——見えなかったものを見る。

光量子工学研究領域が掲げるスローガンである。

理研では、軟X線アト秒パルスレーザーや近接場ナノ光源、テラヘルツ光など、光に関する研究・開発を独自に進めてきた。

それらの先端研究をさらに進めるとともに、研究成果を社会に役立てることを目指し、

2013年4月、光量子工学研究領域 (RAP) を設立。

RAPの特徴や目指すところを緑川克美 領域長に聞いた。

Making the invisible visible

光量子工学研究領域 緑川克美 領域長に聞く

■ 工学を前面に出し、社会の課題を解決する

——光量子工学研究領域を発足させた背景は。

緑川：理研は、半世紀以上も前から日本の光科学の拠点であり続けています。世界初のレーザー発振は1960年5月ですが、その直前から霜田光一先生が理研でレーザーの研究に着手していました。その後、1976年から1997年までレーザー科学研究のプロジェクトが継続され、2005年にはエクストリームフォトリクス研究推進グループが発足し、2008年からは先端光科学研究領域として、光科学研究をけん引してきました。

先端光科学研究領域では、人類が足を踏み入れてこなかった、紫外線より波長の短い軟X線アト秒レーザーや、波長が電波と可視光の間のテラヘルツ光などをつくり、その光を使ってものを見たり分子構造を制御することを目指してきました。そして、光源や計測装置の開発など、一定の目標を達成できました。

そこで今年4月、光の可能性を極限まで追求するとともに、その成果を社会に役立てて人類が抱えるさまざまな課題を解決することを目標に、光量子工学研究領域を設立しました。

——領域名には、どのような考えが込められているのでしょうか。

緑川：この研究領域を立ち上げる検討をしていたとき、野依良治理事長からは「光の研究は社会の役に立ちますよね」と念を押されました。研究成果を社会に役立てるには、実験室内だけでなくさまざまな現場で働く実用的な装置をつくる必要があります。理研は研究成果を形にする工学の高い能力を持っていました。だからこそ、たくさんの理研ベンチャーが生まれたのです。しかし、最近の理研では工学が弱い。私も工学部出身です。今こそ工学を前面に押し出す必要があると考えました。だから、光量子科学ではなく、光量子工学なのです。

実用的な装置の開発を行うために、二つの研究グループ(エクストリームフォトリクス研究グループとテラヘルツ光研究グループ)とは別に、光量子技術基盤開発グループを設けています。研究グループではなく開発グループとしたのは、ものづくりを強く意識したからです。

■ 今まで見えなかったものを見たい

——RAPでは、どのような研究・開発を行うのでしょうか。

緑川：スローガンは「Making the invisible visible」です。私たちは、今まで見えなかったものを見ようとしているのです。見たいのに見えていないものは、いろいろありますが、私たちは大きく四つのターゲットを掲げています(図)。

一つ目が、物質中の電子・原子の動きです。それらの動きが速過ぎて見えないのです。これは私が長年取り組んできたテーマですが、アト秒(10⁻¹⁸秒)という極端に短い時間だけ光るパルスレーザーをつくり、電子の動きを捉えようとしています。

——緑川領域長は、2006年にアト秒パルスレーザーを発生させ、電子を捉えることに成功しています。

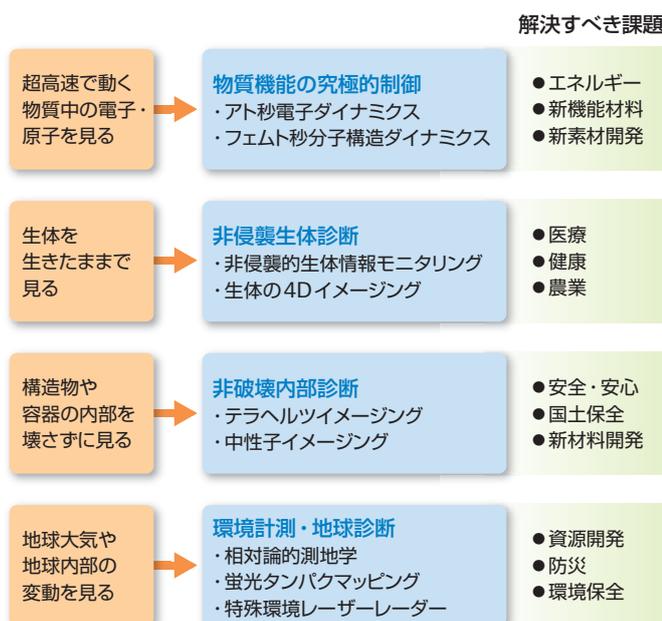


図 光量子工学研究領域が見たいものと課題解決が期待される分野

緑川克美 (みどりかわ・かつみ)

光量子工学研究領域
領域長

1955年、福島県生まれ。工学博士。慶應義塾大学大学院工学研究科電気工学専攻博士課程修了。1983年、理研レーザー科学研究グループ 研究員。1997年、レーザー物理工学研究室 主任研究員。2005年、エクストリームフォトニクス研究推進グループ グループヘッド、テラヘルツ光研究プログラム プログラムディレクター。2008年、先端光科学研究領域 領域長。2013年4月より現職。



緑川: 確かにアト秒パルスレーザーの光源を開発し、その計測にも成功していますが、まだヘリウム原子や水素分子など簡単な原子・分子の電子の動きが少し見えたという程度です。化学反応のときに電子がどう動くのかを見たいのですが、まだできていません。それには、パルスレーザーをもっと短く、もっと強くと、開発に限りはありません。地平を広げていく必要があるのです。それは光科学のすべてに当てはまります。

電子や原子の動きを見ることができれば、それらを理解し、制御することにつながります。物質機能をつかさどる電子や原子を見て制御することで、新しい機能を持つ材料の開発やエネルギー問題などの解決に役立つでしょう。

——二つ目のターゲットは何ですか。

緑川: 生体を生きたまま見ることです。生体を生きたまま観察できる光は、可視から近赤外の光です。しかし、光の分解能は、その波長の半分程度、可視光ならば数百nm程度が限界です。ところが、可視光でも近接場光という光を使うと10nm以下の分解能を実現できるのです。RAPでは、近接場光学顕微鏡や、レーザー研究から生まれた多光子顕微鏡を開発し、非侵襲の生体モニタリングの実現を目指しています。それは、医療や健康、農業に関わる問題解決に役立つでしょう。

構造物や容器の中を壊さずに見ることが、三つ目です。そのために期待されているのが、テラヘルツ光です。テラヘルツ光は、光と電波の両方の性質を持つため、電波のように物質を透過し、光のようにビームとして扱うことができます。難しいといわれていたテラヘルツ光を出す半導体量子素子の開発も進み、テラヘルツ光の利用が一気に進展すると期待しています。

非破壊内部診断では、中性子ビームにも注目しています。

——光科学の中で中性子は異質のように感じます。

緑川: 中性子ビームは、厚さ3cm以上の鉄板や50cm以上のコンクリートを透過し、腐食に関する水の動きを可視化できるので、橋などの大型建造物の内部を調べる検査に使えます。しかし従来、中性子ビームを発生させるには大型の装置が必要で、屋外での利用は不可能でした。そうした中、理研では、全長約15mという小型中性子源 (RANS) の開発が進められてきました。しかし、橋などの点検に使うのは車両に搭載できるくらいまで、さらに小型化するとともに、短いパルスでの動作も必要

になります。中性子ビームとレーザー技術を組み合わせることにより、それが達成できると考えられることから、RANSを開発してきた大竹淑恵チームリーダー (TL、中性子ビーム技術開発チーム) らがRAPに加わることになったのです。テラヘルツ光や中性子ビームによる非破壊内部検査は、安心・安全、国土保全などの課題解決に役立ちます。

四つ目は、地球内部の変動です。時空間エンジニアリング研究チーム (香取秀俊TL) では、100京分の1秒という非常に精度の高い時計「光格子時計」をつくらうとしています。光格子時計では、ストロンチウムが放出する光の周波数を数えることで時間を計ります。時間の進み方は重力ポテンシャルによって変わるので、地下に重い物があれば時間はゆっくり進みます。時計の進みや遅れを見ることで、資源の分布や、火山のマグマが上がってきているかどうかなども分かる、と期待されています。しかし、現在研究に使っている光格子時計は、テーブルほどの大きさがあります。それを小型化し、屋外で使用できる装置の開発まで行くことを目指しています。こうした取り組みは、資源開発や防災などの課題解決に役立つでしょう。

■ 融合によって生み出される技術に期待

——そのほか、特筆すべき研究内容は。

緑川: 生命光学技術研究チーム (宮脇敦史TL) にも注目しています。宮脇TLはこれまで脳科学総合研究センターで、蛍光タンパク質を使ってタンパク質や脳神経の振る舞いを調べる研究をしてきました。その宮脇TLが生命科学だけでなく光学でも研究してみたいと、RAPに加わることになりました。蛍光タンパク質による環境のモニタリングを目指します。例えば、放射性物質と結合する蛍光タンパク質を環境中に散布して光を当てることで、放射性物質の分布を可視化できるかもしれません。

——RAPが扱う範囲はとても幅広いですね。

緑川: 理研はいろいろな分野が相互作用しながら新しいことを生み出すのが得意ですし、私もそれが好きです。RAPでも多様な分野が混ざり合って刺激し合うことで、新しい発見、そして新しい技術が生まれることでしょう。それらの技術によって人類が抱える課題を解決すること。それが私たちの使命です。

(取材・構成: 鈴木志乃/フォトンクリエイト)

思春期特発性側彎症、重症化の原因解明に道

2013年9月5日プレスリリース

理研統合生命医科学研究センター 骨関節疾患研究チームの三宅 敦 研究生と池川志郎チームリーダーは、思春期特発性側彎症（AIS：Adolescent Idiopathic Scoliosis）の重症化に関連する新たなゲノム領域を発見した。側彎症臨床学術研究グループ（松本守雄 慶應義塾大学准教授ら）との共同研究による成果。

側彎症は背骨が横に曲がる疾患である。ヒトの背骨は完全に真っすぐではないが、10度以上曲がっていると側彎症と診断される。曲がり方が大きくなるにつれ、肺機能の低下、腰痛や背部痛などを発症し、さらに重症化すると治療困難となる。側彎症の多くは原因が特定できない特発性のもので、その中で最も発症頻度が高いのが思春期に起きるAISである。AISの発症・進行には遺伝的要因が関与すると考えられ

ており、骨関節疾患研究チームはこれまでに、発症に関連する二つの遺伝子を発見している。

今回、研究グループは重症化の関連遺伝子の同定を目指し、日本人のAIS患者のうち背骨が40度以上曲がっている重症患者554人と対照者1,474人についてゲノムワイド相関解析を実施。その結果、重症AISと非常に強い相関を示す新たなSNP（一塩基多型）を、17番染色体上に1個発見した。さらに確認のため、別の日本人集団と中国人集団でも同様の相関解析を実施、同じ結果が得られた。このSNPは、AISを症状として持つ骨系統疾患の原因遺伝子 *SOX9* と *KCNJ2* に近い、*SOX9* の発現量を調節する領域に存在していた。このことから、*SOX9* の発現量を調節することで側彎が重症化していると考えられる。

今後、発見されたSNPと *SOX9* や *KCNJ2* との関連を詳しく調べることで、AIS重症化のメカニズムへの理解が進むと期待される。

●『PLOS ONE』オンライン版（9月4日）掲載

電子スピンの渦「スキルミオン」の生成を理論的に解明

2013年9月9日プレスリリース

理研創発物性科学研究センター 強相関理論研究グループの永長直人グループディレクターと岩崎惇一 研修生、望月維人 客員研究員（青山学院大学准教授）らは、制限された空間における電子スピンの渦「スキルミオン」の挙動を、大規模シミュレーションを用いて理論的に解明した。

電子は電荷（電気之源）とスピン（磁気之源）という二つの性質を持つ。従来のエレクトロニクスでは主に電荷が利用されてきたが、集積化に限界が見えてきた。そこで、スピンの向きを制御し情報として利用する技術が盛んに研究されている。中でもスピンの渦状に並ぶスキルミオンは構造が安定しており、ナノスケールで集積可能で省電力化も見込めることから、次世代の情報単位として注目されている。これまでに、十分広い空間ならわずかな電流でスキルミオンを動かせることが実験で確認されているが、回路のように制限された空間では実験自体が難しく、その挙動は不明だった。

研究グループは、スキルミオンが回路のような制限された空間でどのような挙動を示すのか、磁気構造の時間変化を記述する微分方程式「Landau-Lifshitz-Gilbert方程式」を用いて

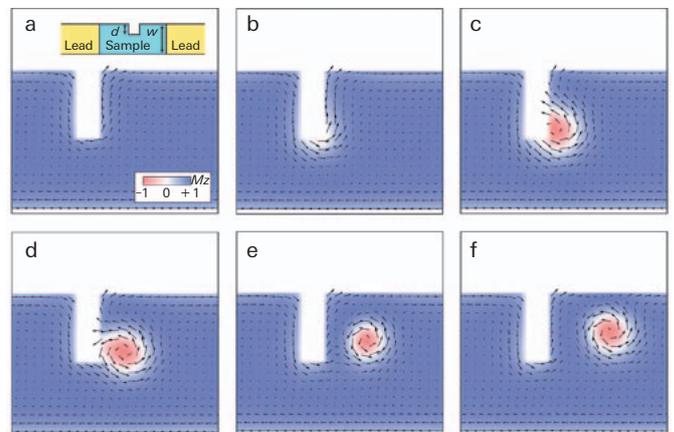


図 スキルミオン生成のシミュレーション

シミュレーションした。その結果、無限に広い空間と違って、摩擦力や結晶中の不純物・欠陥などの影響を強く受けること、また、回路の端でスキルミオンに反発力が働き、反発力を超える電流を流すとスキルミオンが消滅することが分かった。さらに、回路に微小な切れ込みを入れて電流を流すだけで、スキルミオンを簡単に生成できることも分かった（図）。スキルミオンを応用したデバイス設計に理論的指針を与える成果である。

●『Nature Nanotechnology』オンライン版（9月8日）掲載

「理研サイエンスセミナーⅦ・横からみる〇〇、科学をみる角度」開催のお知らせ

皆さんの中には、科学は手の届かない存在だと感じている方がいらっしゃるかもしれませんが、しかし、私たちの生活の中には意外といろんな科学が潜んでいます。

「理研サイエンスセミナー」に足を運んでみてはいかがでしょうか。科学を身近に感じるヒントが得られるかもしれません。「理研サイエンスセミナー」は、科学技術が専門でない方と理研の研究者によるトークセッションです。今回は、モデル・タレントのはなさんが東京と神戸で研究者と対談します。

皆さまのご参加をお待ちしています。

東京会場

テーマ	自然が創るミクロのアート
日時	2013年12月5日(木) 19:00~20:30 (18:30開場)
登壇者	豊岡公徳 上級研究員 (環境資源科学研究センター 機能開発研究グループ)
場所	六本木アカデミーヒルズ49 スカイスタジオ 東京都港区六本木6-10-1 六本木ヒルズ森タワー49階
参加費	無料
申し込み	要事前申し込み(先着120名) 受付期間:2013年10月15日(火)~11月28日(木)
詳細	http://www.riken.jp/pr/events/events/20131205/

神戸会場

テーマ	スーパーコンピュータと天気予報
日時	2014年1月29日(水) 18:30~20:00 (18:00開場)
登壇者	三好建正 チームリーダー (計算科学研究機構 データ同化研究チーム)
場所	神戸国際会館セミナーハウス 大会場 神戸市中央区御幸通8-1-6
参加費	無料
申し込み	要事前申し込み(先着140名) 受付期間:2013年11月18日(月)~2014年1月22日(水)
詳細	http://www.riken.jp/pr/events/events/20140129_2/

問い合わせ 理化学研究所 広報室
TEL:048-467-9954 FAX:048-462-4715
E-mail:riken-science-seminar@riken.jp



はなさん



豊岡公徳
上級研究員



三好建正
チームリーダー

新研究室主宰者の紹介

新しく就任した研究室主宰者を紹介します。

①生まれ年、②出生地、③最終学歴、④主な職歴、⑤活動内容・研究テーマ、⑥信条、⑦趣味

創発物性科学研究センター



統合物性科学研究プログラム
スピン創発機能研究ユニット
ユニットリーダー

関 真一郎 せき・しんいちろう

①1983年 ②大阪府生まれ愛知県育ち ③東京大学
大学院工学系研究科博士課程 ④東京大学、JSTさきがけ
⑤物質開拓を起点としたスピントロニクス
⑥Have the courage to follow your heart and
intuition ⑦音楽、旅行

脳科学総合研究センター



行動・神経回路研究チーム
チームリーダー

Benucci Andrea ベヌッチ・アンドレア

②バドヴァ(イタリア) ③Institute of Neuroinformatics, ETH/University of Zurich (スイス) 神経科学博士 ④UCL Institute of Ophthalmology, University College London (イギリス) ⑤神経活動と視覚認知の関係を解明する ⑥If seeking out a passion does not include a decent amount of fun, you might have picked the wrong passion ⑦カイトサーフィン、美術、天文学

ニンニク入れますか？

山本啓二 やまもと・けいじ

計算科学研究機構 運用技術部門
システム運転技術チーム 特別研究員

神戸の計算科学研究機構にあるラウンジの一角では、月に一回、終業後にクッキングクラブのメンバーが集まりごちそうをつくっている。クッキングクラブは理研共済会公認のサークルで、料理を通して職員の親睦を深める目的で昨年設立された。筆者はそのサークルの部長を務めている。毎月テーマの一つ決めて、メンバーがテーマに合う好きな料理を少なくとも一品、責任を持ってつくる。今までに、タイ、インド、中華、スペイン料理などをつくってきた。料理好きのメンバーで構成されるため、味の評価はとて厳しい。一口味見して無口になったら、どうやらまだ調整が必要ということらしい。研究者とは探究熱心な生き物のようで、よりおいしく、より手間をかけずに料理することを常に考えてしまう。クッキングクラブの場合は研究成果の発表会と化すことたびたびだ。自宅で自主練習もとい試作を繰り返し、それをみんなに食べてもらい、厳しい批評を乗り越えておいしさの高みを目指す。それがクッキングクラブである。

「得意料理は？」と聞かれると、「みそ汁」と答えるだろう。料理を始めたのは物心がついたころかもしれない。格段においしいみそ汁をつくれるようになったのは、一人暮らしを始め、さまざまなみそを試すようになってからだ。同じ時間をかけてつくるなら、“よりおいしく！”を日々目指していた。もちろん“手間をかけず！”は欠かせない。みそもそうだが調味料のグレードを上げる。たったこれだけで驚くほどコストパフォーマンスの高いおいしい料理に仕上がる。研究を重ね、最近では老舗の料亭にも負けないみそ汁がつけられるようになった。毎日おいしいみそ汁が飲めて幸せだ。「君のみそ汁が毎朝飲みたい」と言われる日も来るかもしれない。

最近は料理を趣味とする男性を「料理男子」と言い、「料理男子に関する実態調査」というアンケートでは、約9割の女性がこの料理男子に魅力を感じており、下処理が必要な魚料理などをつくれる男性について「素敵だ」と回



写真・5種類のカレーとナンを前に満面の笑みの筆者

答しているようだ。しかし、クッキングクラブ男子はそんなものではない。魚の下処理以前に、魚を釣ってくるころから始めるのだ。おでんをつくることがあった。もちろん、さつまあげは、前日から漁船に乗って、魚を釣り、それをすり身にしてつくる。コンニャクは、コンニャクイモをゆで、ミキサーで碎き、凝固剤で固めてつくる。研究室で3日かけてじっくり煮込んだおでんの香りはフロア中に広がり、食欲をそそっていたらしい。若干やり過ぎ感是否めない。所内の女性によると、そこまでいくと「めんどくさい男子」になるそうだ。さじ加減アウト！である。料理のとは別物らしい。しかし「おいしい！」と食べていたのは誰だろうか。

こだわりスイッチを押したのはラーメンだ。東京でこよなく愛したラーメンが神戸にはないという切実な問題に、異動してきたメンバーが自分たちで解決しようと動いた。「ないならつくるか!？」の精神である。豚骨をじっくり煮てスープを取り、極太の縮れ麺を打った。麺の食感を再現するにはこだわりと経験が必要だ。朝から水分やかんすいの量を変え、麺の試作を続け、丸一日かけて完成した。トッピングにはもちろん厚切りチャーシューと大量のモヤシ、そしてニンニクである。完成品は東京のそれとしか思えない出来栄であった。感動の瞬間だ。みんな笑みが止まらない。料理はこれだから面白い。

神戸でそのラーメンが食べたくになったら、ぜひクッキングクラブを訪ねてもらいたい。部員は随時募集中である。

寄附ご支援のお願い

理研を支える研究者たちへの支援を通じて、日本の自然科学の発展にご参加ください。

問合せ先 ● 理研 外部資金室 寄附金担当

Tel: 048-462-4955 Email: kifu-info@riken.jp (一部クレジットカード決済が可能です)

理研 寄附金
Support RIKEN

http://www.riken.jp/