



FACE「植物の巨大なY染色体の謎に挑む研究者」より

研究最前線 ②

## 飛び抜けた機能を実現して バイオプラスチックの普及を図る

研究最前線 ⑥

## 星・惑星の誕生をめぐる新発見

特集 ⑩

## 人工知能で個人に最適な予防・治療を実現する 医科学イノベーションハブ推進プログラム

FACE ⑬

植物の巨大なY染色体の謎に挑む研究者

TOPICS ⑭

- ・新理事に板倉周一郎氏、小谷元子氏
- ・パネル展「理化学研究所百年」および記念講演会開催のご案内
- ・科学技術ハブ推進本部  
健康生き活き羅針盤リサーチコンプレックス  
推進プログラム 新研究室主宰者の紹介
- ・革新知能統合研究センター  
新研究室主宰者の紹介

原酒 ⑯

日本古来のスマートガジェット!?

私たちの暮らしを支えるプラスチックは、主に石油を原料につくられている。

石油は有限な化石資源であり、燃やすと二酸化炭素が発生して地球温暖化を促進する。

そこで、植物をはじめとする再生可能な生物由来の資源である

バイオマスを原料にしたバイオプラスチックの研究が進められ、21世紀に入り大きく普及すると期待された。

「ところが、その普及は進んでいません。既存のプラスチックに取って代わるには、

飛び抜けて高い機能を実現する必要があります」

そう語る環境資源科学研究センター バイオプラスチック研究チームの

阿部英喜チームリーダー (TL) たちは、分子の構造や並べ方を工夫することで、

耐熱性などに優れたバイオプラスチックを生み出そうとしている。

## 飛び抜けた機能を実現して バイオプラスチックの普及を図る

### ■ 生分解の開始を

#### プラスチックに指令する

東京工業大学の土肥義治 助教授 (現高輝度光科学研究センター 理事長) の研究室で学んだ阿部TLは、土肥助教授が理研に主任研究員として移籍して立ち上げた高分子化学研究室のメンバーに加わった。

「1993年のことです。高分子化学研究室では、微生物に効率よくバイオプラスチックをつくらせる研究が進められました」

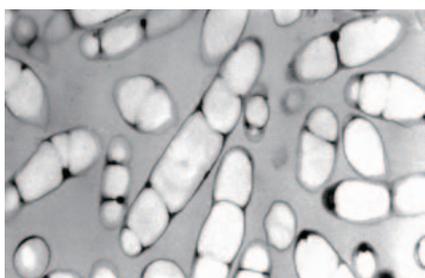


図1 微生物の体内でつくられるPHA  
楕円球状の微生物の中の白い部分がPHA。



図2 PHAでつくった(株)カネカの製品  
撮影: STUDIO CAC

プラスチックをつくるには、分子量の小さい低分子化合物 (モノマー) を長くつなげて、分子量の大きい高分子化合物 (ポリマー) にする必要があります。現在つくられているバイオプラスチックの多くは、バイオマス由来のモノマーを人工的に化学合成でつなげてポリマーにしたものだ。

「一方、微生物の中には、糖や植物油を餌として体内に取り込み、モノマー (ヒドロキシアルカン酸) を長くつなげてポリマーにして、PHA (ポリヒドロキシアルカン酸) というバイオプラスチックをつくるものがあることが、1920年代から知られています」

PHAはエネルギー貯蔵庫の役割を持ち、人間でいえば脂肪のようなものだ。「自然界の微生物は、体重の3割程度までしかPHAを蓄積できません。研究室では生産効率を上げるために、遺伝子組み換えにより体重の8~9割までPHAを蓄積させることに成功しました」(図1)

その技術は、1990年代から共同研究を続けてきた(株)カネカの製品に活かされている。カネカでは現在、植物油を微生物の餌にして年間1,000トンほどのPHAを生産し製品化している(図2)。

その主な販売先は欧州だ。欧州では生ごみのリサイクルが進んでおり、コンポスト (堆肥) 化容器が整備されている。

PHAは土壌中などの微生物によって生分解される性質を持つ。PHA製のごみ袋なら、生ごみを入れてそのままコンポスト化容器に投入できるという利点があるのだ。

軽くて丈夫なプラスチックだが、現在普及しているプラスチックのほとんどは生分解性を持たないため、環境を汚染する要因となっている。海に漂うプラスチックは砕けて微粒子状の「マイクロプラスチック」となり、その表面に有害物質が付着して生態系に大きな影響を与えていると警告されている。そのような問題の解決のためにも、生分解性プラスチックをさらに普及させる必要がある。

現在つくられている生分解性プラスチックの原料は石油由来とバイオマス由来の両方があり、バイオプラスチックの中にも、生分解の性質を持つものと、持たないものがある。

原料が石油由来かバイオマス由来かにかかわらず、モノマーを人工的につなげた生分解性プラスチックは、場所や温度などの条件によって生分解の進み方に違いがある。一方、微生物がつくるPHAは、酸素が乏しい環境など、あらゆる条件で生分解が進むという優れた特徴がある。

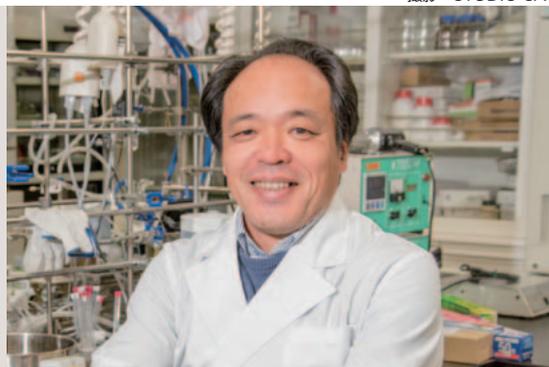
「微生物がつくるPHAは天然にある物質なので、さまざまな微生物が分解できるのでしょうか。一方、人工的に合成された生分解性プラスチックは天然物ではないので、分解できる微生物は限られており、条件によって生分解の進み方に違いが出ると考えられます」

阿部TLはPHAがどのように生分解さ

### 阿部英喜 (あべ・ひでき)

環境資源科学研究センター  
バイオマス工学研究部門  
バイオプラスチック研究チーム  
チームリーダー

1968年、香川県生まれ。博士(工学)。東京工業大学大学院総合理工学研究科化学環境工学専攻修士課程修了。東京工業大学 博士学位取得。1993年、理研高分子化学研究室 研究員補。理研環境分子科学研究推進グループ環境分子材料化学研究チーム チームヘッドなどを経て、2013年より現職。東京工業大学大学院総合理工学研究科 連携教授(兼務)。



れるのか研究を続けてきた。「微生物が持つ分解酵素がPHAを認識して結合し、PHAのポリマーを切断することで生分解が進みます。私たちは、その分解酵素がポリマーの主鎖から枝のように分かれた側鎖を認識して結合することを突き止めました」

生分解性プラスチックをさらに普及させるには、使用中には生分解されず、使い終わったら生分解されるような機能が求められている。

では、使い終わったことをどのようにしてプラスチックに知らせて、生分解が始まるように指令することができるのか。

「私たちの生活環境は普通、中性です。そこで、中性で大きな側鎖を持ち、酸性度が高くなると側鎖の一部の構造が外れて小さくなるようにしたバイオプラスチックをつくりました(図3)。中性の生活環境でプラスチックを使用している間は、側鎖が大きいため、微生物の分解酵素は結合できず生分解は起きません。使い終わった後に、例えば、お酢などを混ぜた酸性度の高い水で洗うと、構造の一部が外れて側鎖が小さくなり、微生物の分解酵素が結合して生分解が始まります。これは一つのアイデアで、さまざまな刺激によって生分解が始まるバイオプラスチックを設計することができるでしょう」

#### ■ 規則正しく並べて耐熱性を高める

現在つくられているバイオプラスチックの多くは、サトウキビやトウモロコシ、イモなどの穀物を原料としている。バイ

オプラスチックの利点は再生可能な資源であるバイオマスを原料に用いることだが、それら穀物の栽培では、農業機械を動かしたり肥料や農薬をつくり出す過程で石油が使われている。さらに、食べることができる穀物を原料に使う限り、食料や飼料と競合してしまう。そこで、「非可食系バイオマス」を原料にバイオプラスチックをつくることが求められている。

非可食系バイオマスとは、間伐材や廃材、古紙、あるいは稲わら、もみ殻、トウモロコシの茎といった農業廃棄物だ。「カネカでも、廃棄される植物油を

微生物の餌にしてPHAをつくらうとしているそうです」

木材は主にセルロース、リグニン、ヘミセルロースから構成されている。その中で最も多く含まれているセルロースは糖が繊維状に長くつながったもので、植物繊維の主成分だ。

紙の原料であるパルプは木材から植物繊維を取り出したものである。最近では、植物繊維をナノ(10億分の1)メートルのサイズまで細かくほぐした「セルロースナノファイバー」を補強材として混ぜることで、鋼鉄の5分の1の軽さで5倍の強度を持つような材料の開発が日

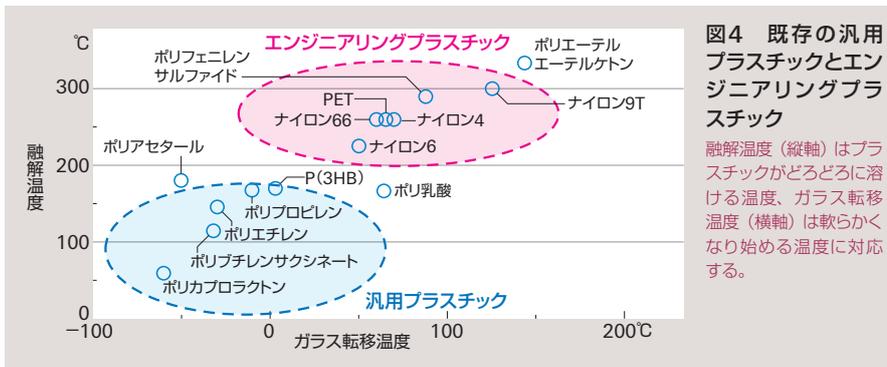


図4 既存の汎用プラスチックとエンジニアリングプラスチック

融解温度(縦軸)はプラスチックがどろどろに溶ける温度、ガラス転移温度(横軸)は柔らかくなり始める温度に対応する。

本を中心に進められている。

そのセルロースを糖に分解して、微生物の発酵により乳酸やエステルなどの脂肪酸化合物をつくり、そのモノマーを長くつなげてバイオプラスチックをつくる研究が行われてきた。

「ただし、脂肪酸化合物からつくったバイオプラスチックは耐熱性があまり高くありません」と阿部TLは指摘する。

身の回りにある袋や容器に使われているポリエチレンなどは汎用プラスチックと呼ばれ、100℃前後の熱で溶ける。「脂肪酸化合物で安価な汎用プラスチックをつくっても石油由来の既存品とコスト競争になってしまいます。それよりも、耐熱性を高めて200℃を超える融解温度のエンジニアリングプラスチックを目指した方が、得策だと思います」(図4)

耐熱性に優れたエンジニアリングプラスチックは、電子機器の筐体や自動車の車体などに使われ、汎用プラスチックに比べて価格が高い。

では、プラスチックの耐熱性を高めるには、どのような方法があるのか。「一つは、プラスチックを構成する原子・分子同士を結び付ける凝集力を高めることです」

阿部TLたちは、セルロースなどから得られるエステルの中に、ナイロンなどで耐熱性を高めるために使われるアミドを入れてポリマーをつくった。「エステルの中にアミドをランダムに入れてポリマーをつくったところ、融解温度は105℃でした。しかし、アミドを規則的に入れると凝集力が高まり、融解温度は260℃に向上しました」(図5)

さらに阿部TLたちは、セルロースなどから得られる乳酸と、微生物由来の3HB(3-ヒドロキシブタン酸)という脂肪酸化合物を、交互につないでポリエステルをつくった。「3HBだけをつなげたポリエステルも融解温度が180℃と高いのですが、乳酸と3HBを規則正しく交互に並べてポリエステルをつくると、分子が密集して凝集力が高まり融解温度は233℃に向上することが分かりました(図6)。分子を規則的に並べることで耐熱性を向上できることが分かってきたのです」

### ■ 未利用のリグニンを原料に超耐熱性を実現する

リグニンは、セルロースに次ぐ木材の主要成分だが、原料としての利用があまり進んでいない。「木材からパルプを分離するときに褐色の液体(黒液)が発生します。それはリグニンが変性したものです。リグニンの多くは燃料として利用されたり廃棄されたりしています。リグニンは分子構造が複雑で、植物種によって分子構造が異なり、低分子に分解することも難しいため、使い勝手が悪いのです。バイオプラスチックの原料として使う研究も、セルロースに比べてリグニンは遅れています」

それでもリグニンには大きな魅力がある、と阿部TLは語る。「凝集力とともに、耐熱性を向上させるもう一つの重要な手法は、高温でも変形しにくい剛直性を持たせることです。リグニン分子には炭素原子6個が正六角形の構造をしたベンゼン環が含まれています。ベンゼン環を含

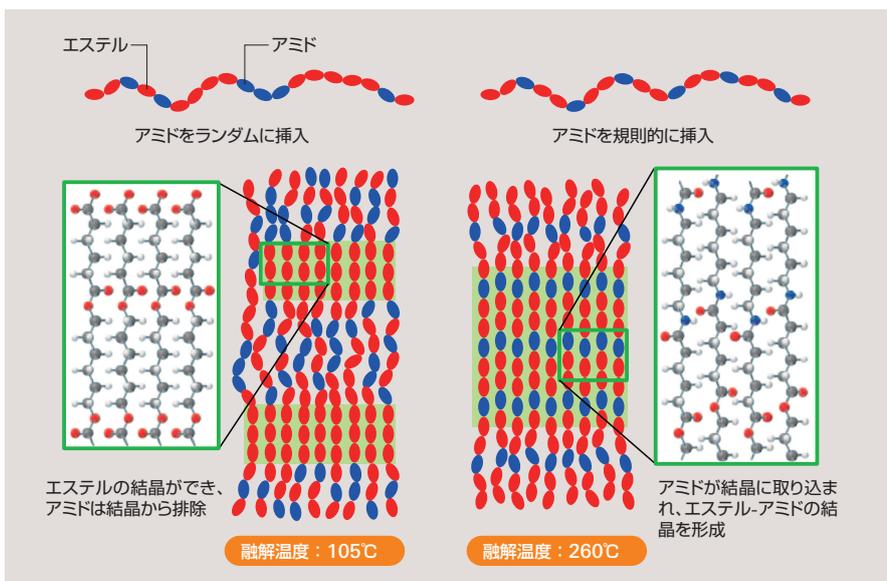
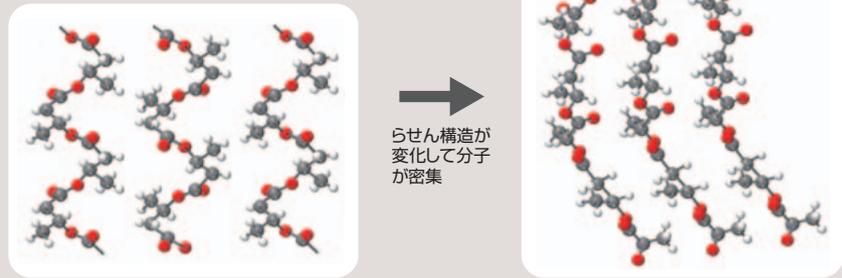


図5 エステルとアミドをつなげたポリマー

アミドをランダムに挿入すると、アミドが結晶から排除されたエステルだけの結晶領域ができて融解温度は105℃にとどまる(左)。アミドを規則的に挿入すると、アミドが満遍なく取り込まれ、エステル-アミドの結晶を形成することで凝集力が高まり、融解温度は260℃に向上した(右)。

図6 3HBと乳酸を交互につなげたポリエステル

3HB単独のポリエステルの融解温度は180℃だが（左）、3HBと乳酸を交互につなげたポリエステルはらせん構造が変化して分子が密集し、凝集力が高まることで融解温度が233℃に向上した（右）。



3HB ポリマーの結晶構造  
(2らせん構造)

融解温度：180℃

3HB-乳酸ポリマーの結晶構造  
(3らせん構造)

融解温度：233℃

む分子は剛直性を持ちます。私たちはリグニンから得られる、ベンゼン環を持つバニリンという分子に着目して、研究を進めています」

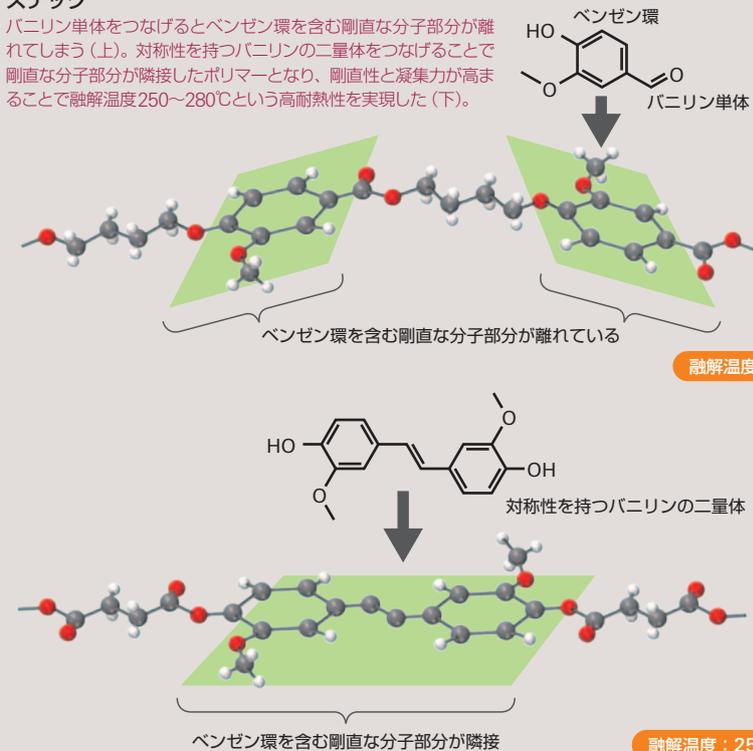
剛直性と凝集力の両方を高めることで耐熱性を大きく向上させることができる。「そのために2個のバニリン分子をつなげた二量体をつくりました」

そのバニリンの二量体を回転させると同じ形となり、回転対称性を持つ。「一般に、対称性を持つモノマーを長くつないだポリマーは凝集力が高くなります。バニリン単体を長くつなげたプラスチックの融解温度は200℃程度ですが、対称性を持つバニリン二量体を長くつなげたプラスチックでは、250～280℃に向上しました」（図7）

その融解温度は、既存のエンジニアリングプラスチックの中でも、上位に属する（図4）。「さらに私たちは、リグニンを原料に既存のエンジニアリングプラスチックをはるかに超える耐熱性を持つバイオプラスチックをつくる研究を続けています」

図7 剛直性と凝集力を高めた高耐熱性バイオプラスチック

バニリン単体をつなげるとベンゼン環を含む剛直な分子部分が離れてしまう（上）。対称性を持つバニリンの二量体をつなげることで剛直な分子部分が隣接したポリマーとなり、剛直性と凝集力が高まることで融解温度250～280℃という高耐熱性を実現した（下）。



融解温度：180℃

融解温度：250～280℃

## ■ 飛び抜けた機能を持つ材料をつくる

研究室でつくったバイオプラスチックを実用化するには何が必要か。「私たちは、『素材』と『材料』という言葉を使い分けています。ここまで紹介してきた私たちの研究は素材づくりです」

例えばレジ袋と荷造りひもは、同じ素材のポリエチレンからつくられているが、物性は大きく異なる。レジ袋はポリエチレンのポリマーがいろいろな方向を向いた膜から成り伸縮性がある。一方、

荷造りひもは、ポリマーの方向をそろえることで、ひもを引っ張る力に対して強度を高めている。

「実際に社会で使われる材料にするには、用途に合わせて、加工したり別の素材と組み合わせて複合材にしたりする必要があります。素材を材料化するには、そのノウハウを持つ企業との連携が欠かせません。バイオプラスチックは環境に優しいといっても、それだけでは石油由来の既存品に取って代わることが難しい

のが現状です。コストダウンも重要ですが、既存品にはない機能、あるいは、はるかに高い機能がなければ、バイオプラスチックの普及は進みません。分子の構造や並べ方を変えれば、従来にない機能を実現できることが分かってきました。私たちは、さらに高い機能の素材づくりを続けるとともに、その素材から飛び抜けた機能を持つ材料をつくり出す取り組みを企業と共同で進めています」

（取材・執筆：立山 晃／フォトンクリエイト）

私たちが住んでいる太陽系は、宇宙の中でどのように誕生したのだろうか。これは、人類が抱き続けてきた大きな問いである。電波望遠鏡ALMAの登場によって、生まれだての星（恒星）の周りにできる「原始星円盤」と呼ばれるガスの円盤の構造や化学組成の分布が初めて詳細に見えてきた。惑星は、その円盤の中でつくられる。「太陽系のような惑星系は、宇宙にたくさん存在するのか。それとも奇跡的な存在なのか。たくさんあるのならば、その誕生の過程は全て同じなのか、多様なのか。それを観測によって明らかにしていきたい」と坂井南美 主任研究員は言う。構造などの物理的な側面と、どのような物質がつくられていくかという化学的な側面の両面から取り組んでいるのが、坂井星・惑星形成研究室の特徴である。星と惑星の誕生過程はどこまで明らかになったのか。研究の最前線を紹介しよう。

## 星・惑星の誕生をめぐる新発見

### ■ 私たちの起源を知りたい

「天文の研究をしたい」。坂井主任研究員は、小学生のときに望遠鏡を買ってもらってからずっと思い続けてきた。大学では物理学を学んだが、天文の研究をしたいという思いが募っていき、大学院進学を前に研究者に相談に乗ってもらった。「天文の何をやりたいの？と聞かれたのです。太陽系の天体、恒星、銀河、宇宙論などいろいろあるよ、と。私は言葉に詰まってしまいました。実は、そこまできちんと考えていなかったのです。私は何を知りたいのだろうと自問し、私たちの起源を知りたいのだと気付きました。そのために太陽や太陽系がどのようにできたのかを研究できる東京大学大学院理学系研究科物理学専攻の山本 智教授の研究室に進みました」

山本研究室では当時、富士山の山頂にサブミリ波望遠鏡を設置して宇宙空間を漂うガスや塵が集まってできる分子雲の観測を行っていた。分子雲は自らの重力で収縮していき、密度が高くなった中心部分に星の赤ちゃん「原始星」が誕生する。周囲のガスは原始星を取り巻く円盤状となり、ガスが回転しながら中心の原始星に流れ込むことで一人前の星へと成長する。このガスの円盤を「原始星円盤」と呼び、太陽程度の質量の星の場合、やがてその中で惑星が形成されると考えられている。「分子雲は星や惑星のもとです。分子雲を観測して星や惑星の成り立ちを解き明かすぞ、と張り切っていたのですが、富士山頂サブミリ波望遠鏡が修士1年の終わりに閉鎖されることになってしまったのです」

### ■ 原始星円盤に有機分子を探す

次の研究テーマを決めあぐねていたとき、山本教授がある論文を教えてくれた。それは、へびつかい座にあるIRAS 16293-2422という若い星の周りに、ギ酸メチルという有機分子が豊富に存在することを発見したという、フランスのグループが2003年に出した論文だった。宇宙空間で有機分子が見つかることは珍しくないが、太陽程度の質量の星の周りから発見されたことで注目を集めていた。有機分子は生命に必須の物質であり、やがて惑星にもたらされる可能性があるからだ。「彼らはスペインにある口径30mのIRAM電波望遠鏡を使い、その星を長時間観測し続けることで有機分子を検出しました。この手法を積分観測と呼び、感度が高くなるので微弱な電波でも検出可能になります。もっと長時間積分観測を行えばほかの原始星でも有機分子を発見できるかもしれない、と私は考えました」

早速、国立天文台の野辺山宇宙電波観測所にある口径45mの電波望遠鏡による100時間の積分観測を計画し、申請した。「100時間というのは異例の長さでしたが、逆にその斬新さが認められ、望遠鏡を使えることに。ペルセウス座にある原始星NGC 1333-IRAS 4Bを観測し、有機分子の検出に成功しました。喜び勇んで、翌年も100時間の積分観測を行いました。ターゲットにはおうし座の

図1 アタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計 (ALMA)

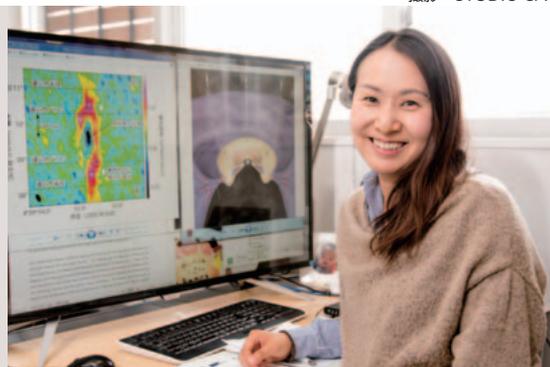
12mアンテナ54台、7mアンテナ12台、合計66台のアンテナ群から成る。アンテナは移動可能で、間隔を広げることで、最大で直径16kmの望遠鏡に相当する分解能を得ることができる。



### 坂井南美 (さかい・なみ)

坂井星・惑星形成研究室  
主任研究員

1980年、高知県生まれ。博士（理学）。東京大学大学院理学系研究科物理学専攻博士課程修了。同大学理学部助教を経て、2015年、理研坂井星・惑星形成研究室 准主任研究員。2017年4月より現職。



L1527を選びました。ペルセウス座の天体より太陽系から近い場所にあり、観測しやすい天体です。当然、有機分子を検出できると期待しますよね。ところが、有機分子は検出できなかったのです」

全ての原子や分子は、その種類に応じて特定の波長の電磁波を出している。電磁波のうち波長が0.3mmより長い電波を観測するのが電波望遠鏡だ。アンテナを観測したい天体に向け、その天体が出している電波を捉える。捉えた電波を波長ごとに分光して強さを示したものを「スペクトル」といい、特定の波長の電波が出ているとピークとなって現れる。それを「スペクトル線」と呼ぶ。スペクトルを解析することで、その天体にどの物質がどれだけあるか、また物質の動きや温度も分かる。L1527の観測データには、有機分子の存在を示すスペクトル線がなかったのだ。

### ■ 原始星円盤の化学組成は多様

「100時間も望遠鏡を使わせてもらって何の成果も出さないわけにはいませ

ん。青くなりながらスペクトルを詳細に解析していきました。すると、探していた有機分子とは異なる分子のスペクトル線が検出されていることが分かりました。それは、炭素原子が直線状に連なった炭素鎖分子と呼ばれるものでした」と坂井主任研究員。炭素鎖分子も有機分子の一種だが、炭素原子の数に対して水素原子が少ない不飽和な分子で、ギ酸メチルなど飽和有機分子とは性質が大きく異なる。「そこで気付いたのです。原始星円盤の化学組成はどれも同じではなく、違いがあるのかもしれない、と」。この成果を裏付ける観測をいくつも行き、博士論文としてまとめ、博士号を取得した。2008年のことだ。

批判もあった。原始星円盤はどれも同じ過程で形成され、似た化学組成を持つというのが、常識だったからだ。「世界中の電波望遠鏡で観測を重ね反論を一つずつつぶしていきましたが、どうしても越えられない問題がありました。分解能です」と坂井主任研究員。分解能とは、観測対象をどの大きさまで見分

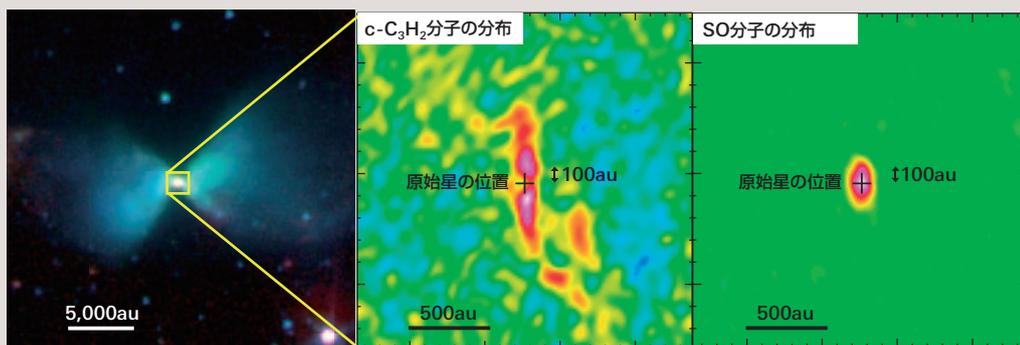
けることができるかという能力をいう。

天文学で距離を表す単位の一つに「天文単位 (au)」がある。太陽と地球との距離が1au (約1億5000万km) で、原始星円盤の大きさはおよそ100auだ。それに対して、当時、このような高感度観測に適した電波望遠鏡の分解能は、大型でも数千auだった。「原始星円盤の数十倍の大きさです。原始星円盤の周りにはエンベロープと呼ばれるガス雲が広がっています。私が観測したのはエンベロープの化学組成であり、そこでは化学組成に違いがあるかもしれないが、原始星円盤だけを観測したら化学組成はどれも同じなのではないか、という指摘に反論することはできません」

### ■ 夢の電波望遠鏡ALMAの誕生

状況が大きく変わったのが2011年だ。「電波天文学者が待ちに待った夢の電波望遠鏡ALMAによる観測が始まったのです」。ALMAの正式名称はアタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計だ (図1)。日本と米国、欧州、チリなどの国際協力

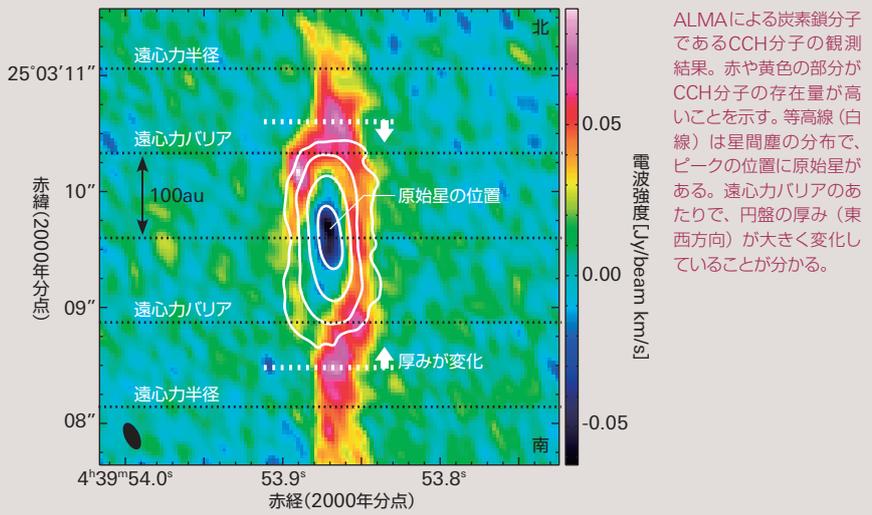
図2 おうし座L1527の原始星円盤における化学組成の変化



スピッツァー画像：J. Tobin/NASA/JPL-Caltec

おうし座L1527は地球から450光年の距離にある。左はスピッツァー宇宙望遠鏡による画像。L1527の原始星円盤は、地球から見ると真横から観測することになる。原始星や原始星円盤から噴き出す分子流によってエンベロープガスが吹き飛ばされ、原始星の光が青白く漏れ出しているのが見えている。右はALMAによる炭素鎖分子の一種c-C<sub>3</sub>H<sub>2</sub>と、SO分子の観測結果。赤や白の部分は電波が強く、存在量が高いことを示す。炭素鎖分子ガスは原始星円盤の端やそれより外側に多く、円盤の内側には存在しないように見える。SO分子ガスは円盤の端で急激に増え円盤の内側にも一部運ばれている。

図3 おうし座L1527の原始星円盤の形



ALMAによる炭素鎖分子であるCCH分子の観測結果。赤や黄色の部分がCCH分子の存在量が高いことを示す。等高線(白線)は星間塵の分布で、ピークの位置に原始星がある。遠心力バリアのあたりで、円盤の厚み(東西方向)が大きく変化していることが分かる。

によって、チリ北部にあるアタカマ砂漠の標高5,000mの高地に建設された。ミリ波など波長の短い電波は大気中の水蒸気に吸収されやすいため、観測には空気が薄く乾燥している場所が適している。干渉計とは複数の望遠鏡を組み合わせて一つの大きな望遠鏡のように観測するもので、ALMAは口径12mのアンテナ54台と7mのアンテナ12台の合計66台から成る。

「ALMAによって分解能は10~100倍向上したので、原始星円盤を詳しく観測することができるようになりました。ALMAで観測すれば、原始星円盤の化学組成が多様なのかどうかを明らかにすることができます。海外の研究者と共同で、おうし座L1527を観測するプロポーザル(提案書)を提出しました」

ALMAでの観測を心待ちにしていた研究者は多く、倍率はおよそ10倍になった。それでも坂井主任研究員のプロポーザルは観測が保証されるAランクで採用された。「何か新しい面白い現象を発見できるかもしれないという漠然とした提案ではなく、議論に終止符を打てるテーマだったこと。しかも原始星円盤の化学組成に多様性があるかを検証するという研究内容の独自性が評価されたのだと思います」

ALMAによる観測は、望遠鏡のあるチリに行く必要はない。プロポーザルが採用されたら、詳細な観測プログラムを

提出すればよいのだ。運用スタッフが天候などを考慮して観測計画を組んで実行し、データの品質などを検査した後、研究者に観測データが提供される。

### ■ 原始星円盤の端で化学組成が変化

L1527の観測は2012年に行われた。「送られてきた観測データを解析して、とても驚きました」と坂井主任研究員。L1527からは予想どおり炭素鎖分子が観測され、飽和有機分子の量は著しく少なかった。これだけでも大きな発見だが、驚いたのには、もう一つ理由がある。

「原始星円盤は分子雲のガスが収縮してできるのだから、円盤のどこを観測しても同じ分子が検出できると考えていました。ところが炭素鎖分子ガスは、原始星から100auの場所、つまり原始星円盤の端やそれより外側には多く存在するものの、円盤の内側には存在していなかったのです。一方、一酸化硫黄(SO)ガスは原始星円盤の端で急激に存在量が増えています。原始星円盤の外側と内側でガスの化学組成が大きく変わっていたのです」(図2)。原始星円盤の端で何が起きているのだろうか。

ガスは回転しながら原始星に向かって落ち込んでいく。このとき、回転運動の勢いに相当する角運動量は保存されるため、原始星に近づいて回転半径が小さくなるほど、回転速度が速くなり遠心力が大きくなる。ガスの遠心力が原

始星の重力より大きくなると、それ以上内側に落ち込むことができなくなる。遠心力と原始星の重力が釣り合う距離を「遠心力半径」という。落ち込むガスには勢いがあるため遠心力半径より少し内側まで入ることができ、その限界を「遠心力バリア」と呼ぶ。「化学組成が変わっていたのは、遠心力バリアの位置でした。落ち込むことができなくなったガスが滞留して密度が高くなります。炭素鎖分子はほかの分子と反応しやすいため化学反応を起こしたり塵の表面に吸着したりして気相中からなくなり、一方で衝突現象によって温度が上昇したことで塵の表面に凍り付いていたSO分子が放出されたと考えられます」

### ■ 原始星円盤の端は膨らんでいた

この結果を受けて坂井主任研究員は、ALMAを用いてさらに詳細にL1527を観測する計画を立て、2015年に観測が行われた。前回の2012年当時は試験運用の段階で、使用できるアンテナは20台ほどだった。2013年に本格運用が開始され、2015年の観測では約40台のアンテナを使用した。アンテナ間の距離を離すほど分解能は高くなり、その間に多くのアンテナを置くほど感度が高くなる。「前回の5倍くらいの分解能でL1527を観測することに成功しました。すると、またしても驚きの結果が得られました。原始星円盤の遠心力バリアの部分が膨らんで厚くなっていました」(図3)。遠心力バリアでは、化学組成だけでなく、物理的な変化が起きているのだ。

温度を調べると、円盤の外側は30K

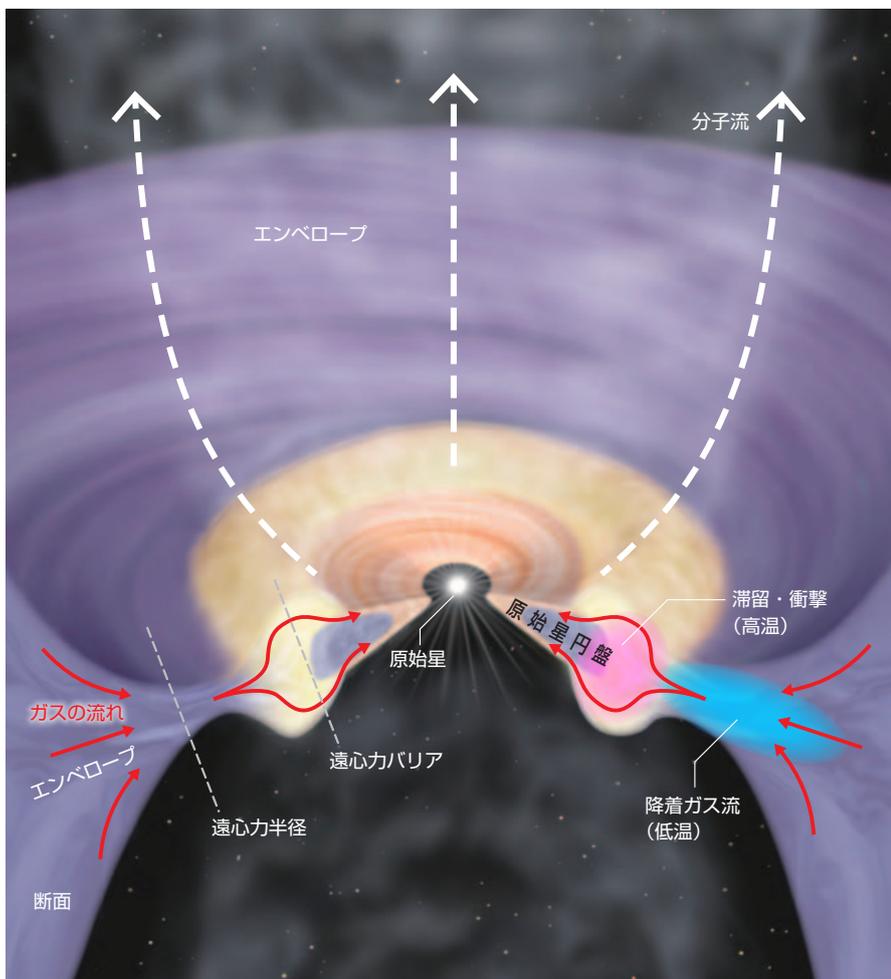


図4 原始星円盤形成の模式図

中心に原始星があり、その周りに原始星円盤が形成されている。原始星円盤の外側にあるエンベロープから落下してきた低温のガスは、原始星の重力とガスの遠心力が釣り合う遠心力半径の少し内側、遠心力バリアで滞留・衝突する。衝撃波によって高温になり、また円盤に対して垂直方向にガスが膨れ出している。その結果、一部のガスが角運動量を持ち去ることで、残ったガスがさらに円盤の内側に入り込むことができる。

( $-243^{\circ}\text{C}$ )であるのに対して、遠心力バリア付近は $190\text{K}$  ( $-83^{\circ}\text{C}$ )と高くなっていた。「落ち込んでくるガスが遠心力バリア付近で停滞するので、密度が高くなって衝突し、衝撃波が発生しているのです。また、膨れるということは、衝突したガスが円盤に対して垂直方向にも移動していることを示しています」と坂井主任研究員は解説する。この円盤の端の膨らみは、原始星円盤の形成についての長年の謎を解き明かすものだった。

物理法則によれば、ガスは遠心力バリアの内側に入り込めない。しかし実際は、遠心力バリアの内側にもガス円盤がある。その矛盾を説明するため、磁場によって角運動量が抜かれることで回転速度が遅くなって遠心力が弱まり、ガスは遠心力バリアの内側にも入り込む

ことができる、と考えられてきた。「遠心力バリアでガスが衝突し、また垂直方向に移動することで、角運動量が放出されます。今回の発見は、磁場がなくても一部のガスが角運動量を放出し残ったガスが遠心力バリアの内側に入り込めることを示したもので、従来の矛盾を解決する大きな成果です」(図4)。今後は、ほかの原始星円盤でも同じ現象が起きているかを調べていく計画だ。

#### ■ 理研で電波天文学に取り組む理由

「最近では原始星円盤の遠心力バリアにおける物理的、化学的な変化に注目した研究を進めてきましたが、一連の研究の発端となった原始星円盤の化学組成の多様性の問題もまだ研究途中です。原始星円盤の化学組成はどれも同じではなく、飽和有機分子に富むものと炭

#### 関連情報

- 2017年2月8日プレスリリース  
惑星系円盤誕生における角運動量問題解決の糸口
- 2016年6月20日プレスリリース  
アルマ望遠鏡で見えてきた化学組成の多様性

素鎖分子に富むものの、少なくとも2種類あることがわかりました。それは分子雲ができてから原始星が生まれるまでの時間が長かったか短かったかに関係しているようです。では2種類だけなのか？それを確かめるために観測例を増やしたいですね」と坂井主任研究員は展望する。「太陽が誕生したときの原始星円盤はどのタイプだったのかもぜひ知りたいです」

坂井主任研究員は2015年、理研に坂井星・惑星形成研究室を立ち上げた。「電波天文学の研究者がどうして理研を選んだの？とよく言われます」と笑う。「私は、天文学では物理学的な側面と物質・化学進化的な側面、両方が重要だと考えています。日本では化学的な側面からの研究は、まだ多くありません。理研で行われている最先端の化学の知見を取り入れることで、今までにない視点で星や惑星の誕生に迫ることができると考えています。だから私は、理研を選んだのです」

最近、分子分光実験も立ち上げ始めた。原始星円盤の観測に重要な分子のスペクトル線の波長を実験室で精度よく測定することで、より詳細な解析に結び付けようとしているのだ。「私の研究室の隣には分光光学の研究室があります。困ったことがあると相談できる環境はとてもいいです。表面化学や分子の反応ダイナミクスの研究者ともぜひ連携したいと考えています」。星・惑星の形成に関わる画期的な発見が理研から生まれることだろう。

(取材・執筆：鈴木志乃/フotonクリエイト)

2016年4月、理研の科学技術ハブ推進本部に

医科学イノベーションハブ推進プログラム (MIH) が発足し、

プログラムディレクター (PD) に小安重夫 理研理事、

副PDに桜田一洋 (株)ソニーコンピュータサイエンス研究所 (Sony CSL) シニアリサーチャーが就任した。

MIHでは、大学病院や医療機関と連携して健康や医療、日常生活などのデータを集め、それを人工知能 (AI) で解析して、

一人一人に適した予防・治療の実現を目指す (図1)。

それをどのように達成するのか、小安PDと桜田 副PDに聞いた。

# 人工知能で個人に最適な予防・治療を実現する 医科学イノベーションハブ推進プログラム

## ■ 基礎研究と臨床をつなぎ個別化医療を実現する

— 理研では、なぜMIHを立ち上げたのですか。

**小安:** ある病気と診断された患者さんたちに同じ薬を使った場合、ある人には効いても別の人には効かないといったことが起きます。ゲノム (全遺伝情報) の解析からその原因を探り、一人一人に適した予防や治療を行う「個別化医療」の実現を目指す基礎研究を、理研ではゲノム医科学研究センター (CGM) を中心に進めてきました。そのCGMと免疫・アレルギー科学総合研究センター (RCAI) を統合して2013年に統合生命医科学研究センター (IMS) が発足、RCAIの副センター長だった私が2015年9月までIMSを率いました。

私たちは、病気の発症メカニズムや、ゲノムの違いによって疾患の発症頻度や薬の効き方が異なる原因について、体外に取り出した細胞を使った実験やマウスなどのモデル動物を使った実験により解明を進めてきました。ただし、モデル動物とヒトには多くの違いがあります。細胞実験や動物実験による基礎研究をどのようにしてヒトに対する個別化医療の実

現につなげていくか、検討を続けてきました。

健康な人や患者さんたちからさまざまなデータが得られています。それらのビッグデータを解析して、それと細胞実験や動物実験による基礎研究を結び付けて、疾患の発症過程や薬剤の効果に違いをもたらす分子機構を理解することで個別化医療の実現を図れないか。あるとき桜田さんとそのような議論をする機会があり、MIHを立ち上げることにしました。

**桜田:** 私はかつて製薬企業で再生医療の実用化を目指していました。そこで、病気が進行した段階から再生医療によって治療する難しさを実感し、早期治療や予防の重要性を再認識しました。新薬の臨床試験にも携わりましたが、患者さんごと、そして細胞ごとに多様性、個性があることを目の当たりにし、個別化医療の必要性についても痛感しました。

社会の高齢化とともに増え続ける医療費の問題を解決するためにも個別化医療を実現して、その人に効く薬だけを投与できるようにできれば費用を抑えられます。また、病気が進行する前に治療や予防をした方が医療費は抑えられるはずで

図1 医科学イノベーションハブ推進プログラムの体制

大学病院や医療機関において患者さんの症状や各種バイオマーカーのデータを、時系列を追って計測する。集積されたデータを匿名化して、医科学イノベーションハブ推進プログラム内でデータを加工・構造化する。臨床から得られた情報と、細胞や動物を用いた基礎研究、新たに取得した生体情報を組み合わせて解析することで、病気の理解を深め、患者さんの状態を細かくグループに分類する (層別化)。データの構造化や病気のグループ分け、パターン化には、理研内で新たに開発していく人工知能を活用する。

このプログラムでは、科学技術振興機構 (JST) の「イノベーションハブ構築支援事業」に採択された「高精度の予測に基づく予防医療の実現に向けた疾患ビッグデータ主導型イノベーションハブ」の構築とともに、2017年度から理化学研究所の「健康・医療データプラットフォーム形成事業」により疾患領域を拡張し、さらに創薬プロセスを最適化する方法論の開発が実施されている。

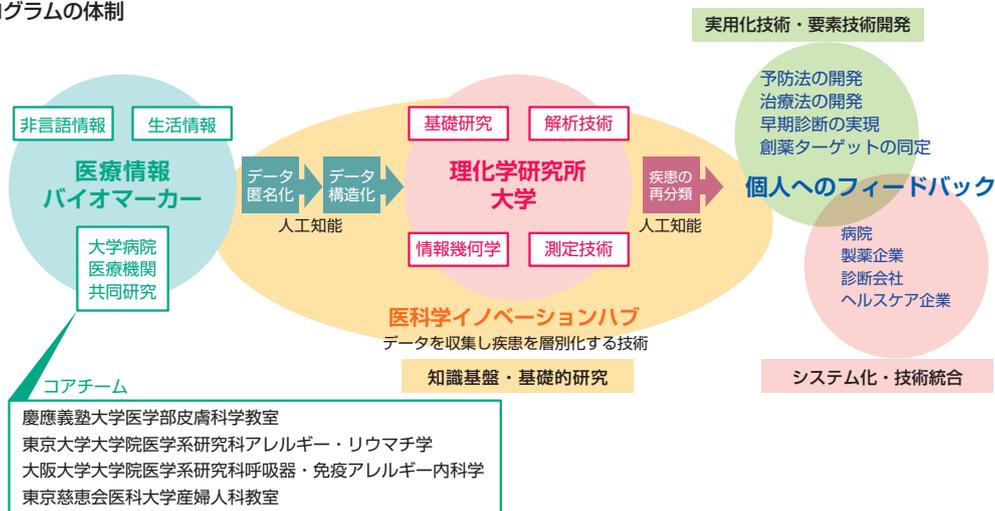
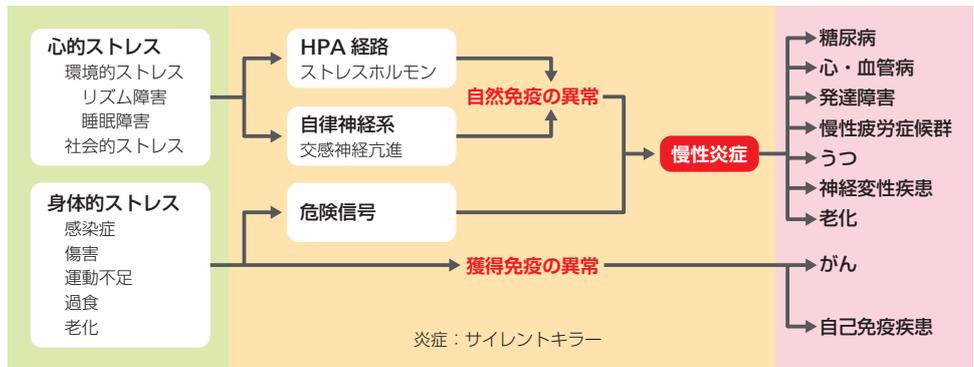


図2 疾患の共通原因となる慢性炎症

さまざまな慢性疾患の共通原因として自然免疫や獲得免疫の異常がある。炎症が生じる原因として心的ストレスや身体的ストレスがある。これらストレスは遺伝要因や環境要因の違いから多様な病気を生み出す。

なお、異物を排除する免疫系は自然免疫と獲得免疫に大別される。生まれながらに備わっている自然免疫は、あらゆる病原体に対してすぐに強力な攻撃を開始する。生まれた後に得られる獲得免疫は、病原体の侵入から攻撃開始まで時間がかかるが、相手を見分けて特異的に攻撃する。



個人の生活の質を考えてもその方が望ましいですね。

私は2008年にソニーコンピュータサイエンス研究所 (Sony CSL) に移籍し、個別化医療を実現するためにAIを用いたデータ解析の新しい手法をつくり始めました。その手法を医学の最先端の研究者の方々と議論しながら実用化するため、理研のMIHに参加することにしました。

### 慢性炎症と遺伝・環境要因による個人差で さまざまな病気が発症

——さまざまな個人差が生じる要因は何ですか。

**小安:** まずはゲノム、遺伝要因です。また、ほとんどの病気の根本原因に免疫による炎症が関わっていることが分かってきました (図2)。遺伝的に異なる別系統のマウスに実験的に同じ炎症を引き起こしても、種類が異なる病気を発症することが知られています。ヒトでも炎症に対する耐性や、炎症に弱い部位が異なり、同じような炎症が起きても病気を発症しない人もいれば、発症する病気の種類が異なることを、私たちはゲノムの解析から学んできました。

肥満は糖尿病の発症リスクを高めますが、欧米では肥満の人の割合が多いのに糖尿病にかかる人が少ないことが知られています。これも明らかに遺伝要因が影響しています。欧米人と日本人では、健康を維持するために摂取しているカロリーの上限が異なるのです。日本人の間でも個人差があるでしょう。「適正体重を保ち、食事は腹八分、酒もタバコもやめて、適度な運動を心掛けましょう」と言われても、それらを全て実践できる人は少ないですね。たくさん食べたい人なりに健康を維持する方法があるはずですよ。

個人差を生み出すものには、遺伝要因に加えて環境要因があります。まったく同じゲノムを持つ一卵性双生児の場合、一方の人が関節リウマチや糖尿病を発症しても、もう一方が発症する確率は3~4割です。発症しなかった残りの6~7割は環境要因が違っていたと考えられます。環境要因の中でも、腸内細菌が病気の発症に大きな影響を与えていることが分かってきました。

**桜田:** さらにエピジェネティクスと呼ばれる遺伝子の発現パターンの記憶があります。生活習慣などによりエピジェネティ

クス状態が影響を受け、ある遺伝子が発現しやすくなったり、逆に発現しにくくなったりすることで病気が発症します。

**小安:** 慢性炎症と遺伝要因、そして腸内細菌やエピジェネティクスといった環境要因に着目することで、さまざまな病気の本質を理解し、一人一人の健康状態や病状の推移など、未来を高い精度で予測できるようになるでしょう。

### データをパターンによってグループ分けして 未来を予測する

——どのようにして一人一人の未来を予測するのですか。

**桜田:** 従来の医学は、ある病気と診断された患者さんたちの「平均像」をターゲットに、同じ治療をしていました。しかし、同じ病気だと診断された患者さんたちでも発症原因が異なり、いくつかのグループに分かれると考えられます。

まず、同じ病気だと診断された患者さんのデータをAIで解析して、「情報幾何学」という数学に基づく手法でパターンを発見します。そのパターンをもとに患者さんのグループ分けを行います。AIによる機械学習は画像解析から発展しました。カメラが笑顔を検出して自動的に撮影する「スマイルシャッター™」という機能がありますね。機械は笑顔を言葉ではなく図形パターンとして学習しています。同じように患者さんのさまざまなデータをパターンによってグループ分けします。

また、それぞれのグループの患者さんたちの病状が全て同じ時間変化を示すわけではなく、さらにいくつかのグループに分かれます。それぞれのグループの患者さんにある薬を投与したときの効果はどうだったか、生活習慣のどこを改めたら病状が改善したかなどを機械学習して、病状の時間変化のパターンも見いだします。そのような学習を積み重ねることで、学習したデータと似たパターンを示す人にとって最適な予防や治療法を、高い精度で予測できるようになります。

MIHがスタートした2016年、まずアトピー性皮膚炎と診断された患者さん50人ほどの検査データを解析しました。すると3種類の指標でグループ分けをすることができました。

**小安:** その指標の一つが、免疫グロブリンE (IgE) でした。これはアトピー性皮膚炎と関連することがよく知られている抗体と呼ばれる糖タンパク質の一種です。ほかの2種類の指

桜田一洋 副プログラム  
ディレクター（左）  
と、小安重夫プログ  
ラムディレクター。



標は、私たち免疫学者が予想していなかったものです。これまで考えられていなかった仕組みでも、アトピー性皮膚炎が発症することが示唆されました。実際にその2種類の指標がアトピー性皮膚炎に関わっているのかどうか、細胞や動物を用いた実験で確かめようとしているところです。そのような研究により、予防や検査、治療薬の新しいターゲットが見つかり、既存の薬が効かなかったグループの患者さんたちにも有効な予防・治療法を開発していくことができるでしょう。

桜田さんが開発したAIによる解析手法が、細胞実験や動物実験を用いた基礎研究と臨床を結び付け、個別化医療の実現に有効だという感触を早速、得ることができ、とても感謝するとともに、方向性が間違っていないと確信しました。AIは先入観なしにデータの解析を行い、新しい発症メカニズムの仮説を示してくれるのです。

## ■ 自己免疫疾患・発達障害・がんをターゲットに

——アトピー性皮膚炎のほかに、MIHではどのような病気を対象に研究していく計画ですか。

**桜田**：2016年度は、アトピー性皮膚炎や、関節リウマチなどの自己免疫疾患、卵巣腫瘍の研究を大学病院や医療機関と連携して始めました（図1）。2017年度は、がん免疫と発達障害に対象を広げて研究を進めていきます。

がんによって抑制された免疫系の攻撃力を回復させる薬（抗PD-1抗体など）が、優れた治療効果を示しています。ただし、この薬も効く人と効かない人がいます。がんを攻撃する免疫系にも個人差があるからです。これまでのがん研究により、がんの発症と関わるさまざまな遺伝子変異が見つかりました。そのようながんの多様性に加えて、がんを攻撃する免疫系の個人差を研究する必要があります。それをAIによるデータ解析を駆使して進めていきます。

——発達障害も免疫に関わっているのですか。

**桜田**：妊婦さんが感染症にかかったり強いストレスを受けたりすると、母親の体内で免疫による炎症が起きて、それが胎児の免疫系や脳の発達に影響を与えるケースがあると考えられています。脳の発達がうまく進まずに生まれた乳幼児は、1日24時間周期のリズム（概日リズム）が乱れて、睡眠障害が起き

るケースがあります。すると、それが脳の発達に影響を与えるという悪循環に陥ります。発達障害の症状は2歳までに現れます。早い段階で適切な予防医療を施せば、一部の発達障害については発症を防ぐことができる可能性があります。妊娠から2歳になるまでの「人生最初の1,000日間」が重要なのです。妊婦さんのゲノムのタイプや炎症レベル、乳幼児の睡眠パターンから発達障害になる可能性を予測して、早い段階で予防できるようにしていきたいと思います。

人生最初の1,000日間で、発達障害だけでなく、人生のさまざまなステージで発症する病気の原因がつけられると考えられます。最初の1,000日間に一人一人に適切な予防医療を行うことで、生涯にわたり病気の発症を予防することができるでしょう。

## ■ 病気になる前に病院に行く時代に

——MIHの取り組みによって、医療はどのように変わりますか。

**桜田**：家庭や職場など身の回りに健康状態をモニターするセンサーがあり、そのデータがわかりつけのお医者さんのところに送られます。そのデータをAIが解析して現在の健康状態を見極めて未来予測を行い、その結果を参考にして、お医者さんは病気になる前に病院に来るように連絡します。病院ではその人に最適な予防医療を施します。現在は病気になってから病院に行きますが、将来は病気になる前に病院に行くようになるでしょう。

——そのような未来をいつごろ実現できますか。

**小安**：実用レベルの予測精度を達成するために、どれくらいのデータをAIに学習させる必要があるのかは実際に進めてみないと分かりませんが、5年後にはAIの解析システムのプロトタイプを世に出し、10年以内には普及させたいですね。そのために、このプログラムは大学病院や医療機関との連携が欠かせません。また、AIによる病気のグループ分けで得られる情報を製薬企業や診断会社、ヘルスケア企業に提供して、新しい予防や検査、治療法の開発に役立ててもらいます。そのような、さまざまな医科学イノベーションを生み出すためのハブ（中核）の役割をMIHは担っていきます（図1）。

（取材・構成：立山 晃／フォトクリエイト）

## 植物の巨大なY染色体の謎に挑む研究者

植物にはおしべとめしべを別々の個体に付けるグループがあり、ヒトと同様にXとYの2種類の性染色体を持ち、XY型は雄、XX型は雌となる。その中には、Y染色体のサイズがヒトのY染色体の10倍以上になるものがある。

巨大Y染色体はゲノムが大きく、かつ配列の反復が多いためゲノム配列の決定は難しく、研究が進んでいない。

仁科加速器研究センター生物照射チームの風間裕介 協力研究員(以下、研究員)は、巨大Y染色体を持つ植物の代表であるナデシコ科のヒロハノマンテマに「重イオンビーム」を照射して遺伝子を欠損させたさまざまな変異体をつくることで、性染色体の進化やY染色体にある性決定遺伝子を明らかにしようとしている。2017年1月からは1年間の予定で、英国のオックスフォード大学へ。「よく観察することを心掛けています。実験で得られたデータから必ず新しい情報を取るんだ、という根気強さには自信があります」そんな風間研究員の素顔に迫る。



### 風間裕介

仁科加速器研究センター  
生物照射チーム  
協力研究員

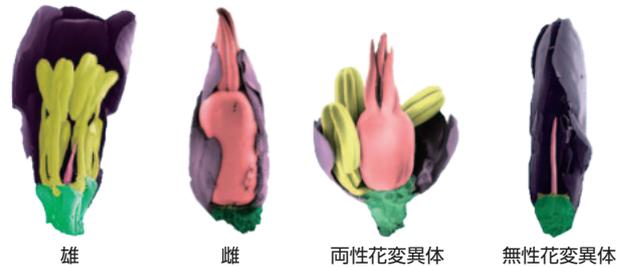
かざま・ゆうすけ

1977年、東京都生まれ。博士(生命科学)。埼玉大学理学部生体制御学科卒業。東京大学大学院新領域創成科学研究科先端生命科学専攻博士課程修了。理研生物照射チームリサーチアソシエイト、基礎科学特別研究員などを経て、2014年より現職。

「実験が大好きな子どもでした」と風間研究員。チラシを入れた封筒に「金一封」と書いて自宅2階のベランダから落とし、通行人の反応を調べたことも。「実験というより、いたずらです」と笑う。そんな風間研究員がヒロハノマンテマの巨大Y染色体の研究を始めたのは、大学院修士課程からだ。「染色体に興味がありました。中でもY染色体が巨大で、一つの個体におしべとめしべを付ける両性花から進化して間もないと考えられているヒロハノマンテマは、研究対象として面白そうだったのです。すでに知られていた遺伝子に蛍光標識を付け、Y染色体上の遺伝子の位置を顕微鏡で調べていきました。しかし時間もかかるし、詳細な位置までは分かりません。そこで、重イオンビームを照射して変異体をつくり、それを解析してみようと思ったのです」

重イオンビームとは、ヘリウムより重い原子から電子を剥ぎ取った重イオンをまとめて加速したものだ。それを照射すると、一部の遺伝子が欠損し、効率よく変異体ができる。変異体を調べることで、欠損した遺伝子の機能などが分かる。「重

図 ヒロハノマンテマの変異体の顕微鏡写真『Scientific Reports』より転載



イオンビームでさまざまな生物の変異体をつくっていた生物照射チームの阿部知子チームリーダーに相談すると、試してみましよう、ということに。すると、いきなり変異体のできたのです。これはいける!と確信し、理研で研究を始めました」

花粉に炭素イオンのビームを照射し、受粉させ、できた種子を育てて花を咲かせ、花の器官の形態が変わった変異体を探す。それを繰り返し、おしべとめしべを両方持つ両性花や、どちらも持たない無性花などの変異体を40個体作製(図)。そして、各変異体についてどの遺伝子が欠損しているかを調べた。1回のビーム照射で複数の遺伝子が欠損した場合、それらの遺伝子は近くにあると考えられる。その条件を満たす遺伝子の並び順を推定するために「巡回セールスマン問題」を応用したプログラムを物理学者の協力を得て開発。そして、Y染色体上の遺伝子の位置情報を記した遺伝子地図の作成に成功した。以前作成したX染色体の遺伝子地図と比較した結果、Y染色体は進化の過程で遺伝子の並び順が逆になる「逆位」を起こしていることが分かった。

「めしべの発達を抑制する機能を持つ領域と、おしべの発達を促進する機能を持つ領域がY染色体のどこにあるかは分かりました。次は、その領域にあるどの遺伝子が性を決定しているのかを突き止めたい。そのためにオックスフォード大学に来たのです」。この大学の共同研究者はヒロハノマンテマのゲノム研究の先駆者で、現在はY染色体の全ゲノム配列の決定を進めている。「私が持っている変異体と彼が持っている塩基配列のデータを組み合わせることで、性決定遺伝子をはじめ性染色体のさまざまな謎が解けると期待しています」

英国では家族5人で暮らしている。「週末には庭の手入れをしています。実は、植物の種類についてはあまり詳しくありません。子どものころから昆虫はよく採っていたのですが」と風間研究員。「でも、大学で植物の研究をしていると近所の人に話してしまったので、素敵な庭にしなればというプレッシャーが……。子どもたちと一緒に球根を植えたりしています。『パパ、植物のこと何も知らないね。一緒に図鑑を見てもっと勉強しよう!』と言われながら」

(取材・執筆:鈴木志乃/フotonクリエイト)

## 新理事に板倉周一郎氏、小谷元子氏

2017年4月1日、理化学研究所の理事に、板倉周一郎氏、小谷元子氏が就任しました。当研究所の発展に尽力された加藤重治氏は2017年3月31日をもって退任しました。



### 板倉周一郎 (いたくら・しゅういちろう)

1985年、東京大学工学部卒業。2007年、京都大学大学院エネルギー科学研究科博士課程修了。博士(エネルギー科学)。1985年、科学技術庁採用。外務省在フランス日本国大使館一等書記官、東京大学生産技術研究所教授、内閣府参事官(資源配分・国際担当)(政策統括官[科学技術政策担当]付)、文部科学省 科学技術・学術政策局 基盤政策課長、同省大臣官房政策課長などを経て、2015年8月～2017年3月、同大臣官房審議官(研究開発局担当)。



### 小谷元子 (こたに・もとこ)

1983年、東京大学理学部卒業。1990年、東京都立大学大学院理学研究科理学博士。東邦大学理学部講師、マックスプランク研究所(ドイツ)客員研究員、東北大学大学院理学研究科数学専攻助教授、同教授などを経て、2012年より同原子分子材料科学高等研究機構長。2016年3月より総合科学技術・イノベーション会議議員(非常勤)。

## パネル展「理化学研究所百年」および記念講演会開催のご案内

理研創立百周年(2017年3月20日)を記念して、バンドー神戸青少年科学館でパネル展「理化学研究所百年」と講演会を行います。

今回のパネル展では、理研設立から現在までの歴史や、現在の研究体制、研究内容、研究成果から製品化された商品例、さ

らに、兵庫県内で研究活動を行っている多細胞システム形成研究センター、ライフサイエンス技術基盤研究センター、計算科学研究機構、放射光科学総合研究センターを紹介します。7月22日(土)、23日(日)には記念講演会も開催します。ご来場をお待ちしております。

### パネル展

会場	バンドー神戸青少年科学館 1階 プロロージュ
会期	7月20日(木)～8月23日(水)
主催	バンドー神戸青少年科学館、理化学研究所
開館時間	7月20日 9時30分～16時30分 7月21日～8月23日 9時30分～19時
休館日	開催期間中はなし
展示室 入館料	大人(18歳以上):600円、小学・中学・高校生:300円 ※展示室入館料でパネル展もご覧いただけます。 URL <a href="http://kobe-kagakukan.com/">http://kobe-kagakukan.com/</a>

### 講演会

会場	バンドー神戸青少年科学館 新館地下ホール
開催日	7月22日(土) 講師:竹市雅俊(多細胞システム形成研究センター 高次構造形成研究チーム チームリーダー)
	7月23日(日) 講師:横川三津夫(計算科学研究機構 客員主管研究員、神戸大学大学院システム情報学研究科 教授)
	※時間、講演内容、申し込み方法など詳細は、後日ホームページでご案内します。

## 科学技術ハブ推進本部 健康生き活き羅針盤リサーチコンプレックス推進プログラム 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

### 融合研究推進グループ



共同利用設備構築・利用促進ユニット  
ユニットリーダー

### 喜井 勲 きい・いさお

①1978年 ②愛媛県 ③東京工業大学大学院生命理工学研究科博士課程 ④東京工業大学助教、京都大学医学部特定助教 ⑤リン酸化酵素に対する阻害剤の研究 ⑥常に考え続ける



健康計測解析チーム  
チームリーダー

### 水野 敬 みずの・けい

①1978年 ②熊本県 ③大阪市立大学大学院医学研究科システム神経科学 ④大阪市立大学、理研ライフサイエンス技術基盤研究センター ⑤多世代疲労科学研究 ⑥絶対的価値感 ⑦サッカー

## 革新知能統合研究センター 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

### 目的指向基盤技術研究グループ



医用画像解析チーム  
チームリーダー

**佐藤一誠** さとう・いっせい

②東京都 ③東京大学大学院情報理工学系研究科博士課程修了、博士(情報理学) ④東京大学情報基盤センター助教を経て現在、東京大学大学院新領域創成科学研究科講師 ⑤機械学習の理論と応用 ⑥何事も楽しむ ⑦子どもの写真および動画撮影



遺伝統計学チーム  
チームリーダー

**田宮元** たみや・げん

①1969年 ②奈良県 ③名古屋大学大学院理学研究科博士後期課程 ④徳島大学、山形大学、東北大学 ⑤ゲノムコホートの遺伝統計学 ⑥打って反省、打たれて感謝 ⑦散歩



病理情報学ユニット  
ユニットリーダー

**山本陽一朗** やまもと・よういちろう

②長野県 ③東北大学大学院医学系研究科博士課程医学専攻修了、医学博士 ④東北大学、信州大学、ハイデルベルク大学(ドイツ)、メイヨークリニック(米国)など ⑤AIを用いた次世代がんコンパニオン診断システムの開発と細胞形態情報を含む医療ビッグデータの統一的分析 ⑥現在と未来の患者さんのために一刻も早く役立つ研究を ⑦将棋、ピアノ

### 汎用基盤技術研究グループ



探索と並列計算ユニット  
ユニットリーダー

**美添一樹** よしぞえ・かずき

①1974年 ②東京都 ③東京大学大学院理学系研究科情報科学専攻博士課程単位取得退学、博士(情報理工学) ④富士通研究所、中央大学、科学技術振興機構、東京大学 ⑤探索アルゴリズム(最近は大規模並列探索アルゴリズム)、ゲームAI ⑥速さは強さ ⑦囲碁、ボードゲーム



高次元統計モデリングユニット  
ユニットリーダー

**山田誠** やまだ・まこと

①1980年 ②静岡県 ③総合研究大学院大学複合科学研究科統計科学専攻博士後期課程 ④東京工業大学、NTTコミュニケーション科学基礎研究所、Yahoo Labs、京都大学 ⑤高次元非線形解析 ⑦娘と遊ぶ、ゲーム

### 社会における人工知能研究グループ



科学技術と社会チーム  
チームリーダー

**佐倉統** さくら・おさむ

①1960年 ②東京都 ③京都大学大学院理学研究科博士課程 ④三菱化成生命科学研究所、横浜国立大学、東京大学 ⑤科学技術社会論、科学コミュニケーション論 ⑥健康第一、学業第二 ⑦音楽鑑賞

©青木 登



知能社会応用チーム  
チームリーダー

**松尾豊** まつお・ゆたか

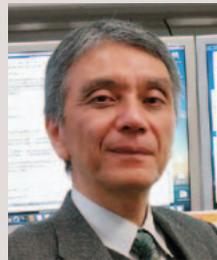
①1975年 ②香川県 ③東京大学大学院工学系研究科電子情報工学専攻博士課程 ④産業技術総合研究所、スタンフォード大学(米国)、東京大学大学院工学系研究科准教授、同特任准教授 ⑤人工知能、ウェブマイニング、深層学習 ⑥努力 ⑦スポーツ



人とAIのコミュニケーションチーム  
チームリーダー

**西田豊明** にしだ・とよあき

①1954年 ②京都府 ③京都大学大学院工学研究科情報工学専攻 ④奈良先端科学技術大学院大学教授、東京大学教授、京都大学教授 ⑤会話情報学 ⑥楽しい夢を現実に ⑦テニス



創造活動支援における人工知能倫理チーム  
チームリーダー

**堀浩一** ほり・こういち

①1956年 ②長崎県 ③東京大学大学院工学系研究科博士課程修了 工学博士 ④国文学研究資料館、東京大学先端科学技術研究センター、東京大学大学院工学系研究科 ⑤創造活動支援システムを中心として人工知能研究何でも ⑥不見万里道 但見万里天 ⑦落語を聴くことなど



分散型ビッグデータチーム  
チームリーダー

**橋田浩一** はしだ・こういち

①1958年 ②愛媛県 ③東京大学大学院理学系研究科情報科学専攻博士課程 ④電子技術総合研究所、新世代コンピュータ技術開発機構、産業技術総合研究所、東京大学 ⑤認知科学、自然言語処理、人工知能、PDS(パーソナルデータストア) ⑥楽しくない研究は卑しい ⑦絵画、彫刻、料理

## 日本古来の スマートガジェット!?

田中信行 たなか・のぶゆき

生命システム研究センター 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 研究員

まずは、少しクイズから。

「ご祝儀に〇〇を配る」

「今日は寒いなあ。〇〇でも巻こうか」

「今日は暑いなあ。〇〇でもかぶろうか」

「高座で〇〇に扇子で書き付けるしぐさ」

「銭湯に行きますよ。小物は〇〇に入れていきなさい」

さて、〇〇に共通して入るモノは???

順に見ていきますと、祝儀は金、寒けりゃマフラー、暑けりゃ帽子でしょ? と言いたところ。落語好きの方は、「高座」という単語にピンときたかもしれません。最近の銭湯は充実していてタオルもバスタオルもドライヤーも貸してくれたりしますが、実際これ一本で十分だったりします。正解は「手拭い」です。歌舞伎などの伝統芸能や力士の世界ではご祝儀や名刺代わりに紋が入った手拭いを配ったりします。実は家族に日本舞踊をやっていた者がいましたので、実家に大量の手拭いがあり、そんな家で育ったせいかどうかは分かりませんが、すっかり手拭いマニアになってしまいました。

防寒防暑には意外と役に立つもので、さすがにスーツには似合わないかもしれませんが、冬など首筋に手拭いを巻いておくだけで、ずいぶん寒さが和らぎます。自転車乗りには意外と手拭い好きが多いように思います。夏場などは手拭いをかぶっておけば額から流れ落ちる汗を止めておいてくれます。かく言う私も自転車大好き人間で、毎日の通勤はもちろんのこと、週末ともなればロングライドに出掛けるのですが、手拭い1枚持っていくと、かさばらずハンカチにもタオルにもバンダナにもなって便利です。アウトドア一辺倒かと言われるとそうでもなくて、寄席に足を延ばしたりするのですが、身一つで何人もの登場人物を演じ分ける落語家さんが高座に持っていく数少ない小道具の一つが手拭いです。何役も演じるの



手拭いコレクションの一部

は人も小道具も同じ。手拭いだって、手紙になったり、財布になったり。まあ汗を拭くなど、手拭いは手拭いとして使われることが多いような気がしますが……。

ちなみに、手拭いは長い布を裁断してつくられているのですが、裁断された端は切りっ放しになっています。これは、布の端で水分がたまってしまふのを防ぎ乾きやすくするためだそうで、よくほつれてしまうのですが、かがったりせずに、ほつれた糸ははさみで切ってあげてください。そんな布の末端の処理一つでぬれ具合なんて変わらないよ、と思われるかもしれませんが、水は比較的大きな表面張力を持っているので、布地の端が分厚いと滴がなかなか離れてくれません。私の研究は、こういったさまざまな物質のぬれをテーマとしており、最近では幹細胞の分化とぬれとの関係に取り組んでいるのですが、表面科学などの学問がない時代でも、昔の人は布地の切り方一つでぬれという現象をうまく制御していたのだなと感心します。

手拭いはたった1枚の布切れなのですが、使い手の工夫次第で多様な用途があります。昔は赤ちゃんのおしめや布を裂いてはたきとして使われていたそうです。また、しゃれたアクセサリーとして、あるいは祭礼のときにほっかむりしたりねじり鉢巻きにしたりするように、日常生活のありとあらゆる場面に登場するスマートなアイテムだったのでしょ。シンプルでも創意工夫で用途多様というのは、普段の研究でも役に立つ哲学だと感じていますし、私の研究も多様なニーズに応えられるように研さんを積んでいきたいと思う今日このごろです。

### 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: kifu-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/>