

画像：研究最前線「世界初！iPS細胞を用いた網膜の再生医療へ」より

研究最前線 ⑫

## 塗るだけで高効率に発電できる 太陽電池をつくる

研究最前線 ⑩

## 世界初！iPS細胞を用いた 網膜の再生医療へ

特集 ⑫

## タンパク質チップでその場診断を実現する

FACE ⑪

植物の生きざまの理解を目指す研究者

TOPICS ⑮

・「BIO tech 2014 第13回  
国際バイオテクノロジー展／技術会議」  
出展のお知らせ

・創発物性科学研究センター  
新研究室主宰者の紹介

原酒 ⑯

下村 脩先生がやって来た

近い将来、まったく新しいタイプの太陽電池が  
 実用化され、エネルギー問題の解決に大きく貢献するだろう。  
 有機半導体を塗るだけでつくることができる  
 塗布型の有機薄膜太陽電池（OPV：Organic Photovoltaics）だ。  
 塗布型OPVは薄くて軽く曲げることができ、印刷技術を使って  
 大面積を低コストで製造できるため、建物の壁や車体など、  
 さまざまな場所で利用することができる。瀧宮和男グループディレクター（GD）たちは、  
 塗布型OPVに必要な高性能な半導体ポリマーの研究を進めている。

## 塗るだけで高効率に発電できる 太陽電池をつくる

### ■ 変換効率1%未満が10%超に

メガソーラーと呼ばれる大規模太陽  
 光発電施設の建設が進むなど、太陽電  
 池が急速に普及し始めている。ただし、  
 課題もある。太陽電池でたくさんの電  
 力をつくるには、できるだけ広い面積に  
 設置する必要がある。しかし、現在普  
 及が進んでいるシリコン系の太陽電池

は、高温・高真空の製造工程を必要と  
 するため多くのエネルギーを消費し、製  
 造コストが高い。さらに重くて曲げるこ  
 とができないため、設置場所が屋根や  
 空き地などに限られている。

そこで最近、大きな期待を集め始めた  
 のが、高温・高真空の製造工程を必要

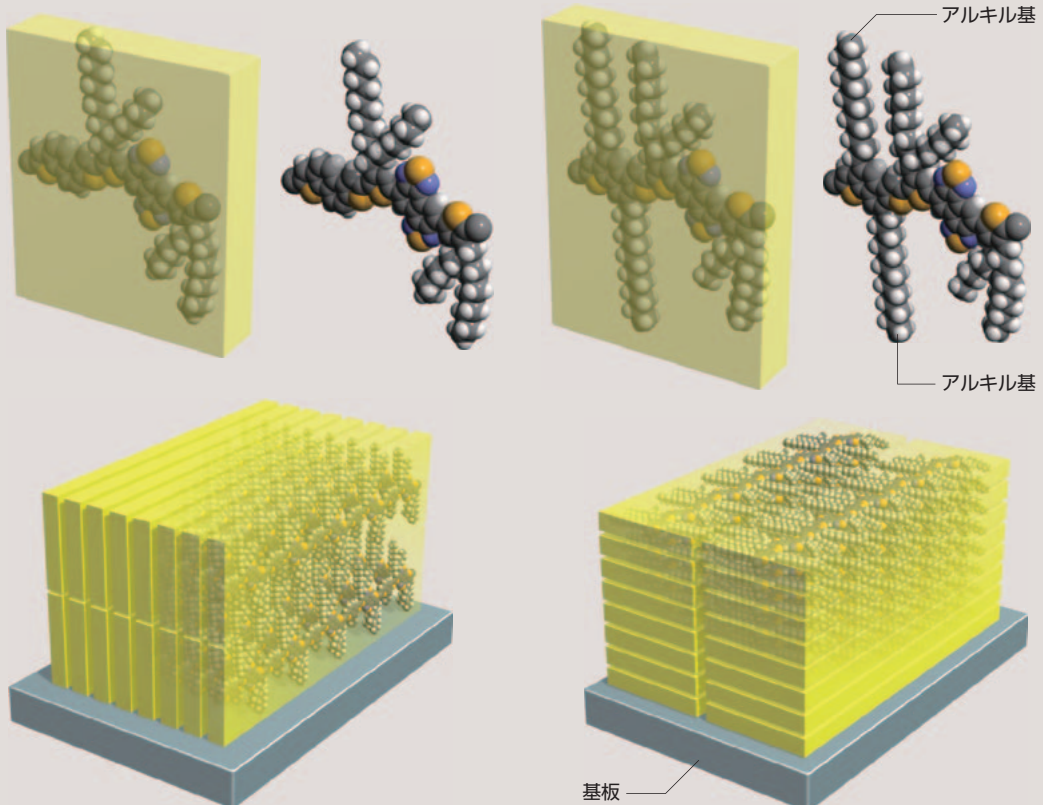
とせず、印刷技術によって大面積を低コ  
 ストで製造できる塗布型OPVだ。薄く  
 て軽いシート状の塗布型OPVは曲げる  
 こともできるので、建物の壁や曲面、車  
 体など、これまで設置が難しかった場所  
 に貼り付けて発電することができる。

有機半導体を塗るだけで太陽電池が  
 できることは以前から実証されていた。  
 しかしつい最近まで、塗布型OPVは実  
 用化には程遠いものだと考えられてき  
 た。「光エネルギーから電気エネルギー  
 への変換効率が1%未満だったからで  
 す」と瀧宮GDは説明する。

現在、普及しているシリコン系の太

#### アルキル基の導入によ る半導体ポリマーの配 向制御

ポリマーの繰り返し構造に、  
 アルキル基を2本導入する  
 ことで、ポリマーが基板に  
 対して横向きに積み重なり、  
 ホールが移動しやすいp型  
 半導体となった。

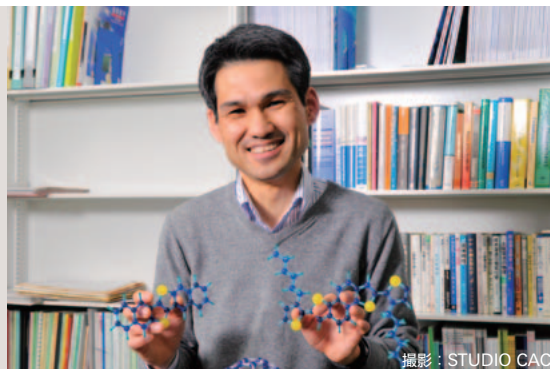




## 瀧宮和男 (たきみや・かずお)

創発物性科学研究センター  
創発分子機能研究グループ  
グループディレクター

1966年、広島県生まれ。博士(工学)。  
広島大学大学院工学研究科工業化学専攻  
博士課程後期修了。デンマーク オーデ  
ンセ大学化学科博士研究員、広島大学  
大学院工学研究科物質化学工学部門(応用  
化学)教授を経て、2012年理研チーム  
リーダー。2013年より現職。



陽電池は、変換効率が20%前後に達している。なぜ、塗布型OPVは効率が極端に低かったのか。

塗布型OPVの発電の基本原理は、シリコン系太陽電池と同じだ(図1)。太陽電池は、n型とp型と呼ばれる2種類の半導体を接合した構造になっている。そこに光が当たると、マイナス電荷の電子とプラス電荷のホール(正孔)が発生する。そして電子はn型半導体を移動して負極へ、ホールはp型半導体を移動して正極にたまり、両極をつなぐと電気が流れるという原理だ。

「有機半導体では、光が当たったときにn型とp型の界面で発生する電子とホールの対が分離しにくく、さらに電子やホールが移動しにくいという問題があります。電極までたどり着ける電子やホールの数が少ないため、塗布型OPVの変換効率は極端に低かったのです」

ところが、1%未満だった塗布型OPVの変換効率は、2000年ごろに1%の壁を破り、2009年には5%を超えた。「そのころから企業が本格的に参入して激しい開発競争を繰り広げています。現在では10%を超えるものが報告され、実用レベルといわれる15%の効率を達成し、製品が販売される日も近いようです」

そのブレークスルーをもたらした研究が1995年に発表された。「n型とp型の有機半導体を混ぜて塗るだけで、それぞれの領域が入り組んだ“バルクヘテロジャンクション構造”ができることが実証されました。この構造だと単純な2層構造よりも界面が広がるため、光を当てたときに電子とホールの対がたくさん

発生し、エネルギー変換効率が向上することが分かったのです」(図2)

### ■ 低分子から高分子ポリマーへ

瀧宮GDは学生のころから、電気を通す新しい有機材料を開発する研究を行ってきた。「炭素、水素、酸素、窒素などから成る有機物は普通、絶縁体です。ただし分子の構造を工夫したり硫黄などを加えたりすると電気を通すようになります。私は、極低温で電気抵抗がゼロとなる超伝導現象を示す、新しい有機材料をつくる研究などを進めていました」

そのような研究を進展させ、瀧宮GDはDNNTという半導体の特性を示す有機材料の開発に成功した(図3上)。それは従来の有機半導体に比べて化学的に安定で、電子が移動しやすく、結晶化しやすいなど、優れた性質を持つ材料だ。

瀧宮GDはDNNTを用いて高性能の有機トランジスタをつくる研究を現在も続けているが、これまでに企業との共同研究によりDNNTを大量に製造する技術も確立している。

「2013年から企業が市販を始め、たくさんの人たちがDNNTを使った研究を進めています。やはり材料は多くの人に

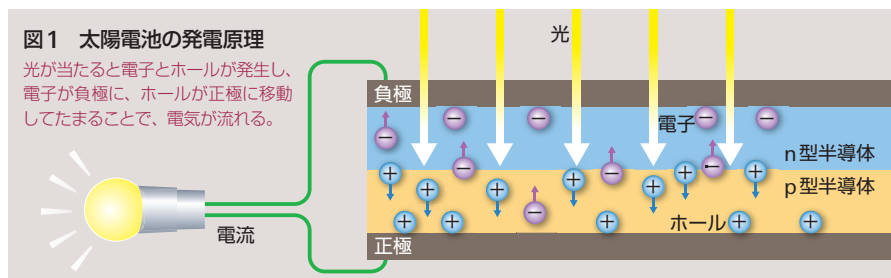
使ってもらわないと役に立たないことを実感しています」

DNNTは、瀧宮GDが塗布型OPVの研究を始めるきっかけともなった。「DNNTは小さな低分子です。そのDNNTの特徴を持つ分子をいくつも長くつないで高分子のポリマーにすれば、塗布型OPVのp型半導体の材料として有望なものになるだろうと考えました」

塗布型OPVのn型半導体の材料としては、炭素がサッカーボール形に並んだC<sub>60</sub>などのフラーレンを一部修飾した有機化合物(誘導体)が使われている。「一方、p型半導体の材料に使われるポリマーにはいくつかの種類がありますが、そのほとんどは結晶化しにくいものです」

塗布型OPVのエネルギー変換効率を向上させるには、できるだけ多くのホールが正極へたどり着くようにする必要があります。それにはp型半導体を構成する半導体ポリマーを隙間なくきれいに並べて結晶化し、ホールが移動しやすくすることが重要だ。

p型半導体として一般に使われている分子の基本構造は、炭素や硫黄がつくる六員環や五員環が並んだ、平面状の分子だ(図3下)。六員環や五員環の頂点



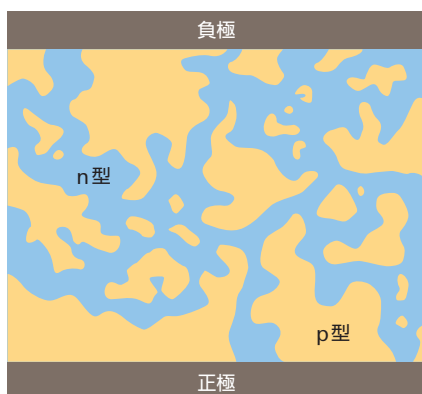


図2 バルクヘテロジャンクション構造

p型とn型の半導体の領域が入り組んで広い界面をつくることで、光を当てたときに界面でホールと電子がたぐざん発生し、エネルギー変換効率が向上する。

にある炭素同士が結合しているだけなので、動きやすく軟らかい。そのためきれいに並びにくく、結晶化しにくいのだ。

一方、DNNTは剛直な板のような分子で、分子同士が強く相互作用して結晶化しやすい。「DNNTでは六員環や五員環が辺でしっかり結合しているため剛直なのです。その特徴を持つ基本構造を長くつなげたポリマーは、塗布したときに大面積で結晶化しやすいはずです」

瀧宮GDは、低分子からポリマー研究へ参入することにした。「ポリマーの研究では、新しい基本構造の分子を開発するという研究があまり行われていないようでした。新しい低分子をつくってきた私たちの技術をポリマー研究に導入すれば、きっと面白い材料ができるはずだと思いました」

瀧宮GDたちは、実際に半導体ポリマーをつくる実験を始めたが、難航した。「ポリマーの合成はできましたが、そこから一定の長さのものだけを精製することがうまくいきませんでした。短いポリマーは性質が異なるので排除する必要があります。結局、自分たちだけではポリマーの精製技術を確立できませんでした」

半導体ポリマーが専門の尾坂 格<sup>いたる</sup> 上

級研究員が2009年に研究室に加わることで、精製の問題は解決された。「彼は電気を通すポリマーの発見でノーベル化学賞を受賞した白川英樹先生の研究室出身です。まさに、うってつけの人物でした」

### ■ 塗るだけでポリマーが横向きに積み重なった

瀧宮GDたちが開発したp型半導体のポリマーは、n型半導体のフラーレンと混ぜても、ポリマー同士が強く相互作用して結晶化した。「ただし、相互作用が強い分、有機溶媒に溶けにくいという問題がありました。それでは印刷技術を適用しにくいので、溶けやすくする必要があります」

瀧宮GDたちは、ポリマー同士の相互作用を少し弱めて溶けやすくするために、炭素と水素が並んだアルキル基を2本、繰り返し構造に導入した(タイトル図右上、図4)。「溶けやすくするためにアルキル基を加えることは、一般によく使われる手法です。私たちのポリマーも溶けやすくなりましたが、それだけではなく驚くべき現象が起きました」

基板上に半導体ポリマー分子を塗ると、普通、平面状のポリマー分子は基板に対して縦向きに並ぶ(タイトル図左下)。「基板という異質なものをなるべく避けようとして縦向きになるのだと考えられます」

ところが、アルキル基を2本加えた半導体ポリマーを塗ると、基板に対して横向きになり積み重なっていることが、大型放射光施設SPring-8による構造解

析で明らかになった(タイトル図右下)。「なぜ横向きになったのか、まだきちんと解明できていません。アルキル基を入れてポリマー同士の相互作用を少し弱くしたことで、基板を避けようとする力も弱まり横向きになったのではないかと推測しています」

それは、p型半導体の材料として理想的な並び方だった。平面状の分子が横向きに隙間なく積み重なることで、ホールが移動しやすくなり、電極にたどり着く確率が高くなるのだ。アルキル基を導入したポリマーは、横向きに並ぶことでエネルギー変換効率が5%から8.2%へ向上した。

現在、軽くて柔軟な有機分子で太陽電池やトランジスタなどをつくる研究が盛んに行われているが、有機分子をいかに望みの向きで並べるかが、性能向上の鍵となっている。「アルキル基により有機分子の向きが変わるという現象は、まったく新しい知見です。どのようなアルキル基を繰り返し構造のどの位置に付けるとポリマーが望みの向きに並ぶのか、原理を探っていきたいと思いま

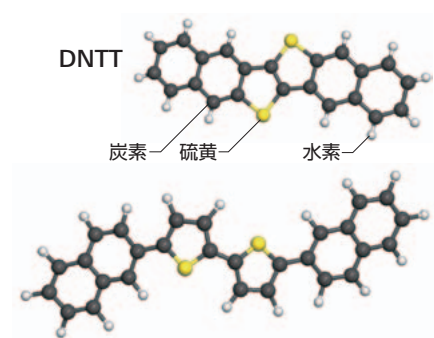


図3 DNNT (ジナフトチエノチオフェン) と一般的なp型有機半導体(下)の構造

#### 関連情報

- 2013年6月4日理研プレスリリース  
「塗るだけできれいに配列する半導体ポリマーを開発」
- 2013年10月7日SPRING-8プレスリリース  
「半導体ポリマーの配向制御技術を開発」

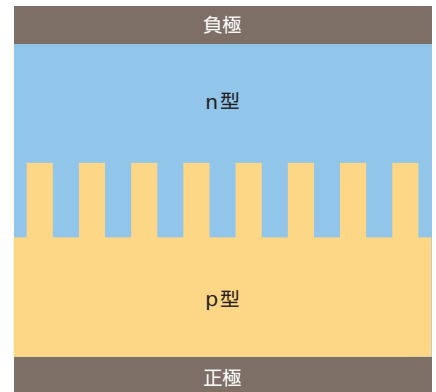


図5 剣山構造

界面が広く、なおかつ界面と電極の距離が近いため、界面で発生したホールと電子が電極にたどり着きやすく、エネルギー変換効率が向上する。

も重要だ。「耐久性や製造方法を検討する段階では、企業との連携が欠かせません」

#### ■有機と無機のハイブリッド

米国の科学雑誌『Science』は、2013年の10大ブレイクスルーの一つに、太陽電池の新しい材料の研究を選んだ。「それは、ペロブスカイトという結晶構造を持つ有機と無機のハイブリッド材料が塗布型太陽電池の材料として有望であることを示した研究です」

ペロブスカイトは、電子が強く相互作用する強相関電子系という無機材料の研究で注目されてきた結晶構造だ。理研創発物性科学研究センター（CEMS）の強相関物理部門では、強相関電子系で変換効率40%の太陽電池の実現を目指している。

「ペロブスカイト以外にも無機と有機を組み合わせることで塗布型太陽電池の有望な材料となる結晶構造があるかもしれない、強相関物理部門の研究者と議論を始めています」

街中の建物の壁や車体がCEMS発の塗布型OPVで覆われる日が来るかもしれない。

（取材・執筆：立山 晃／フotonクリエイト）

す。企業のように高効率化・実用化を目指すだけでなく、新しい分子を設計するための指針を見いだすこと、それが研究機関にいる私たちの役割です」

#### ■ 剣山構造、耐久性、大面積化

塗布型OPVの変換効率を上げるには、p型半導体とn型半導体を混ぜて、発電に理想的な構造にするという課題も待ち受けている。

バルクヘテロ構造は、界面は広いが、電極までの距離が遠い場所も多い。負極からn型半導体の領域が、正極からp型半導体の領域が伸びて、互い違いに入り組んだ「剣山構造」が実現できれば、界面は広く、なおかつ界面のどの場所からも電極までの距離が近くなる（図5）。電極にたどり着ける電子とホールが増えることで、シリコン系太陽電池と同等の20%というエネルギー変換効率の実現も視野に入ってくる。

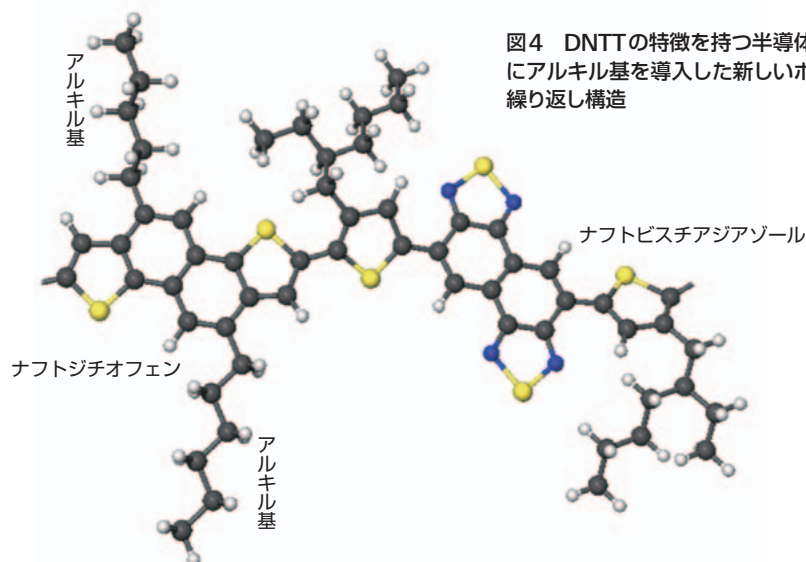
実は塗布型OPVには、変換効率以上

に実用化に向けて大きな障壁になると指摘されている課題がある。耐久性だ。

「一般に使われている半導体ポリマーは結晶化しにくいので、結晶化を促す添加剤を加えています。その添加剤が耐久性を低くする原因になります。結晶化しやすい私たちの半導体ポリマーには添加剤を加えないので、耐久性の面でも優れていると予想しています」

すでに有機半導体を使った有機ELがスマートフォンなどの画面として普及し始めている。「有機半導体を保護する封止技術が確立されているので、塗布型OPVの耐久性の問題も解決できる可能性があります。ただし、塗布型OPVの耐久性はシリコン系太陽電池にはかなわないので、設置場所により使い分けることになるでしょう。塗布型OPVはシリコン系に取って代わるものではなく、太陽電池の可能性を広げるものです」

実用化には、印刷技術を使って低コストで大面積をつくる製造方法の確立





2013年8月から、眼科疾患の一つである<sup>しんしゅつ</sup>滲出型加齢黄斑変性<sup>おうはん</sup>の患者さんを対象としたiPS細胞（人工多能性幹細胞）を用いた臨床研究が始まっている。年内にiPS細胞からつくった網膜色素上皮細胞のシートを1例目の患者さんに移植する計画だ。iPS細胞を用いた臨床研究は世界初である。なぜ世界初となり得たのか。ここに至るまでの道のりを、理研発生・再生科学総合研究センター（CDB）で網膜再生医療研究開発プロジェクトを率いる高橋政代プロジェクトリーダー（PL）に聞いた。「患者さんがハッピーになるために、一日でも早く網膜の再生医療を実現させたい」。そう語る高橋PLは、滲出型加齢黄斑変性の臨床研究を進めつつ、すでにその先の先を見据えた研究に着手している。iPS細胞を用いた網膜の再生医療の最前線を紹介しよう。

## 世界初！ iPS細胞を用いた網膜の再生医療へ

「iPS細胞からつくった網膜色素上皮細胞のシートを滲出型加齢黄斑変性の患者さんに移植する準備を進めています。1例目の移植は年内に行う予定です」

と高橋PL。iPS細胞を用いた世界初の臨床研究として、注目を集めている。

iPS細胞とは、体細胞に数種類の遺伝子を導入することであらゆる細胞に分化

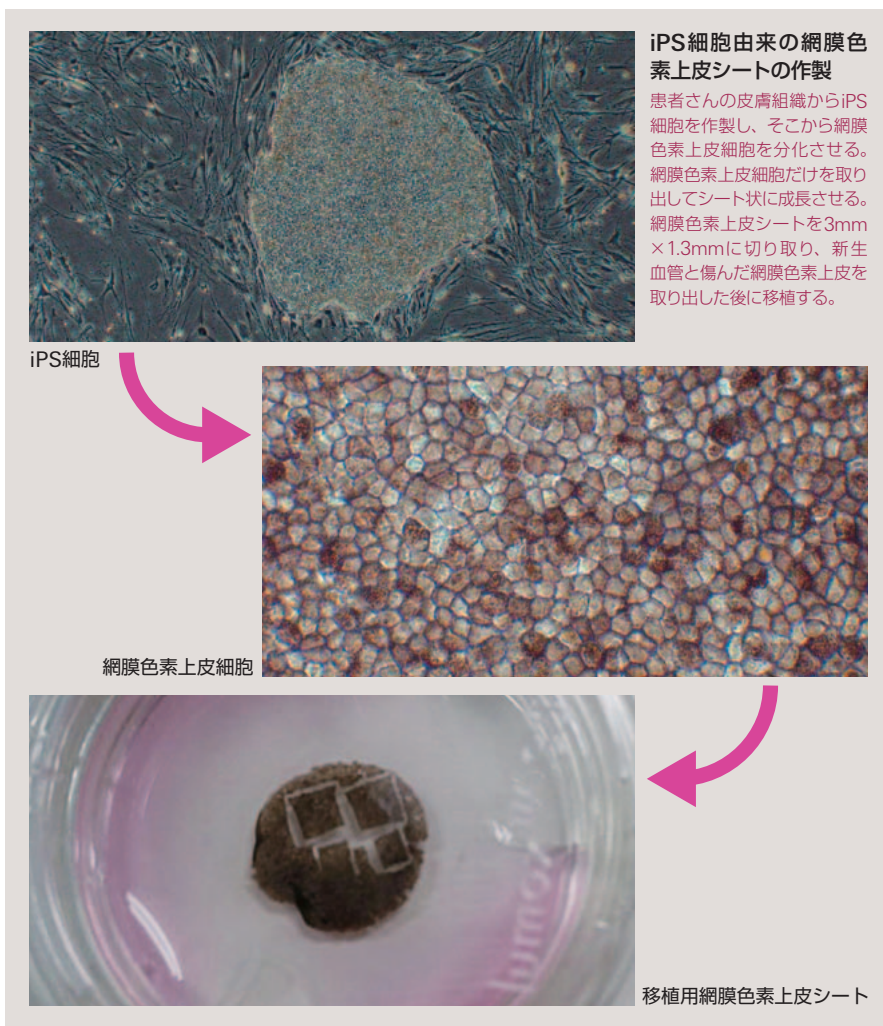
できる多能性を獲得した細胞で、多能性を維持したまま無限に増殖させることができる。この臨床研究では、患者さんの皮膚の細胞を採取してiPS細胞をつくり、iPS細胞を網膜色素上皮細胞に分化させ、それを移植することで、滲出型加齢黄斑変性の治療法の開発を目指す。

### ■ 加齢黄斑変性とは

光は、角膜、水晶体、硝子体を通して、網膜に到達する。網膜は、感覚網膜と網膜色素上皮から成る（図1）。感覚網膜に到達した光の情報は視細胞で電気信号に変換される。その電気信号が視神経細胞などを介して脳へと伝達され、物が見えるのだ。感覚網膜の下には茶色い細胞が並んだ網膜色素上皮があり、余分な光を吸収したり散乱を防いだりすることで、視細胞が効率よく光を受け取れるようにしている。網膜色素上皮には視細胞への栄養補給や老廃物を消化する役割もある。

網膜の中心部に、直径2mmほどの黄斑という領域がある（図1）。黄斑は、網膜において主に細かい物を識別する能力、つまり視力を担っている。黄斑以外の周辺部は、見える範囲つまり視野を担っていて、視力は低い。この黄斑部の機能が加齢に伴って低下し、さまざまな視力障害を起こす病気が、加齢黄斑変性である。日本では50歳以上の方の約1%が罹患するといわれている。

加齢黄斑変性には滲出型と萎縮型があり、今回の臨床研究の対象は滲出型である。滲出型は、網膜色素上皮の下にある脈絡膜から新しい血管が異常発



**高橋政代** (たかはし・まさよ)  
 発生・再生科学総合研究センター  
 網膜再生医療研究開発プロジェクト  
 プロジェクトリーダー

1961年、大阪府生まれ。京都大学医学部卒業。同大学眼科学教室入局。同大学医学部眼科助手、米国ソーク研究所研究員、京都大学医学部附属病院探索医療センター開発部助教授を経て、2006年、理研発生・再生科学総合研究センター網膜再生医療研究チーム チームリーダー。2012年から現職。



撮影：藤牧徹也

生するタイプだ。新生血管は壁が薄いため、血漿成分がにじみ出たり、出血したりする(図2)。すると、網膜色素上皮が傷み、視細胞への栄養補給や老廃物の消化が阻害されて黄斑部の機能が低下してしまう。その結果、視野の中心部で物がゆがんで見えたり、暗く見えたりする。視力が急に低下することもあり、症状の進行が早い。萎縮型は新生血管が発生しないタイプで、進行は遅い。

滲出型加齢黄斑変性の治療法としては、抗VEGF薬を眼球に注射するのが一般的である。VEGFは新生血管の発生や発育を促進する物質で、抗VEGF薬はその働きを阻害して新生血管の発生や増殖を抑えることができる。しかし1~2ヶ月ごとの注射が必要で、また損傷した網膜色素上皮はそのままなので、根本的な治療法にはならない。

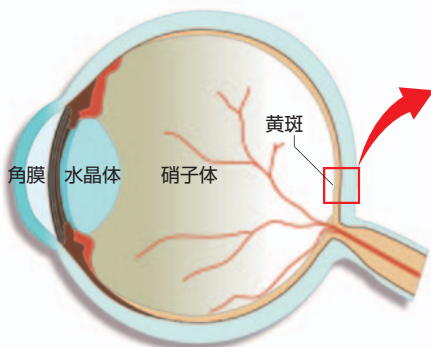
「新生血管と損傷した網膜色素上皮を取り除き、きれいな網膜色素上皮を移植できれば、根本治療になります。実は私たちは、iPS細胞が誕生する前から、細胞移植によって網膜の疾患を治療できないかと考え、研究を進めてきました」

### ■ 細胞移植で網膜機能を再生させたい

きっかけは、偶然だった。「夫(現・京都大学iPS細胞研究所 高橋 淳 教授)が米国のソーク研究所に留学するので、私も付いていきました。留学先は、神経幹細胞の培養に世界で2番目に成功した研究室でした。そこで神経幹細胞の存在を初めて知り、これを使えば網膜の疾患の治療ができると思いました」と高橋PLは振り返る。1995年のことだ。

神経幹細胞とは、神経系の細胞に分化する能力を持った細胞である。網膜も神経幹細胞から生じる。「それは眼科医であれば、ごく自然な発想でしょう。ただし、その研究室にいたのは脳の専門家だけでした。神経幹細胞を目の前で見た眼科医は、おそらく私が世界で初めて。その点ではラッキーでしたね」

高橋PLは、神経幹細胞から視細胞をつくり、それを移植することで網膜疾患の治療を目指す研究に、世界に先駆けて着手した。1997年に帰国してからも研究を続けたが、壁にぶつかった。「神経幹細胞が思うように増えてくれないのです」と高橋PL。「そんなとき、水島 裕先生から声を掛けられました。『そんな増えない神経幹細胞を使うのは、もうやめなさい。これからはES細胞(胚性幹細胞)だよ』と」。ES細胞とは、iPS細胞と同様、あらゆる細胞に分化する能力を持った細胞で、多能性を維持したまま増殖させることができる。水島博士は、薬を患部にピンポイントで届けるドラッグデリバリーシステムの学会やベンチャー企業を立ち上げるなど、日本における新しい治療法の開発に貢献していた。



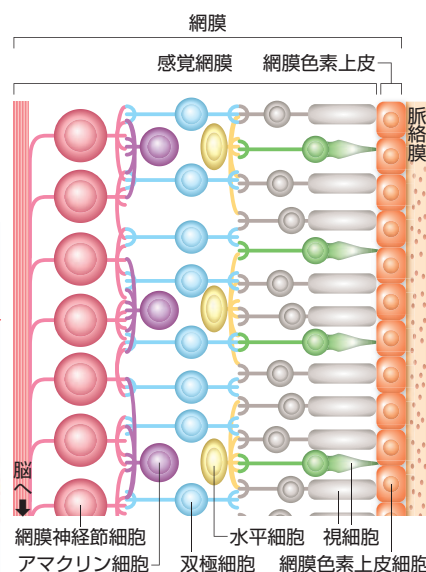
「水島先生の言葉がなかったら、ES細胞を使った研究を始めるのが遅く、今回の臨床研究もずっと遅れていたでしょう。水島先生からは、新しい治療方法を実用化するまでの手順など、今につながる重要なこともたくさん学びました」

### ■ ES細胞から網膜色素上皮細胞

高橋PLがES細胞を用いた研究を始めようと考えていた2000年ごろ、京都大学医学部の同窓会に出席した。そこで、当時は京都大学再生医科学研究所において、現在はCDB器官発生研究グループを率いる笹井芳樹グループディレクター(GD、副センター長)と言葉を交わした。「笹井先生は『ES細胞から脳の神経細胞をつくろうとしている』と言うのです。そんなことができるのかと驚

図1 眼球と網膜の基本構造

網膜は、視細胞などが並んでいる感覚網膜と網膜色素上皮から構成される。網膜色素上皮は茶色い細胞の層で、感覚網膜への栄養補給や老廃物の消化を担っている。





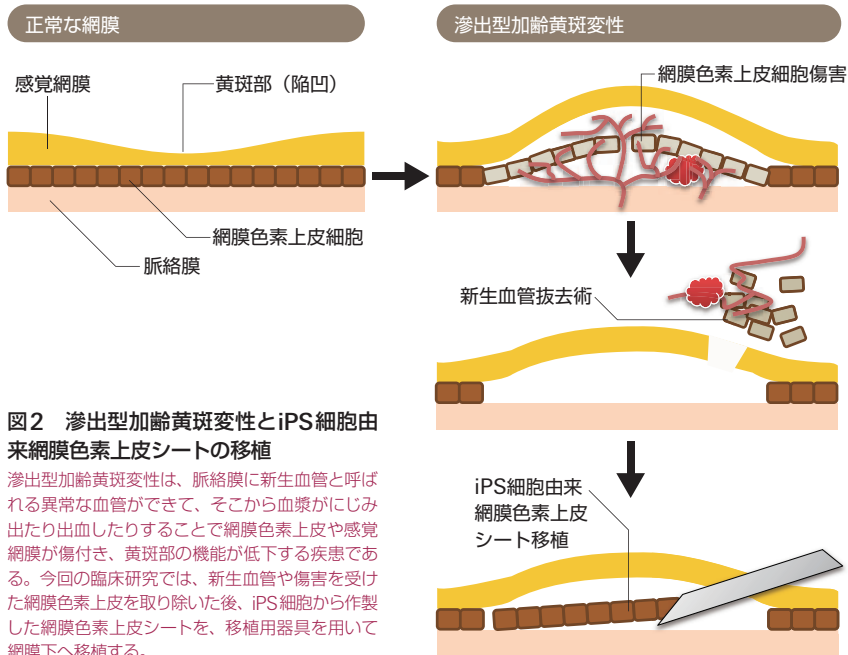


図2 滲出型加齢黄斑変性とiPS細胞由来網膜色素上皮シートの移植

滲出型加齢黄斑変性は、脈絡膜に新生血管と呼ばれる異常な血管ができて、そこから血漿がにじみ出たり出血したりすることで網膜色素上皮や感覚網膜が傷付き、黄斑部の機能が低下する疾患である。今回の臨床研究では、新生血管や傷害を受けた網膜色素上皮を取り除いた後、iPS細胞から作製した網膜色素上皮シートを、移植器具を用いて網膜下へ移植する。

くと同時に、視細胞もつくれるのではないかと思いました。共同研究をするかもしれないね、という話をしました」

しばらくたったある日、笹井GDから連絡があった。「『ES細胞から神経細胞をつくったら茶色の細胞ができたので、見てくれないか』と言うのです。神経系の茶色い細胞と思ったら網膜色素上皮細胞しか考えられません。調べると、間違いなく網膜色素上皮細胞でした。これは治療に使える、と確信しました」。そこで、高橋PLは方針を変えた。ES細胞から視細胞だけではなく網膜色素上皮細胞もつくり、それを移植することで網膜疾患を治療しよう、と。

高橋PLは、CDBに籍を移した笹井GDと共同研究を進め、2004年には、サルES細胞からつくった網膜色素上皮細胞をラットに移植し、視機能が維持されることを確かめた。しかし高橋PLは、手放しで喜んではいなかった。「問題は拒絶反応です」

ES細胞は他人の細胞であり、それからつくった網膜色素上皮細胞を移植すると、拒絶反応を起こす。そのため免疫抑制剤を使う必要があるが、それを投与すると患者は感染症にかかりやすくなってしまいます。目の治療のために、全身を危険にさらすことに躊躇したのだ。また、ES細胞は胚の一部を取り出して

作製するため、倫理的問題も指摘されていた。高橋PLは、ES細胞から網膜色素上皮細胞をつくり治療を目指す研究をいったんやめた。

### ■ iPS細胞の登場。5年で治療に。

当時、高橋PLは京都大学医学部附属病院探索医療センターで研究をしていたが、5年任期で再任はなく、任期切れが迫っていた。病院に戻ったら研究を続けることは難しい。細胞移植による網膜疾患の治療を実現したい、そう強く考えていた高橋PLが移籍先に選んだのが、CDBだった。2006年、CDBで網膜再生医療研究チーム（2012年、網膜再生医療研究開発プロジェクト）を立ち上げた。

その年の8月のことだ。「当時CDBの副センター長をされていた西川伸一先生が、米国キーストンで行われていた学会から帰ってくるや、『すごい発表があったよ』と、とても興奮されていました。京都大学の山中伸弥先生がマウスで皮膚の細胞から多能性を持ったiPS細胞をつくったという話でした。私は正直、それがどれほどすごいことなのか、分かっていませんでした。しかし、あの西川先生があんなに興奮するのだから、間違いなくすごいことだと確信したのです」

iPS細胞は体細胞からつくるため、倫

理的問題は少ない。しかも、自分の細胞からつくったiPS細胞から分化させた細胞を移植すれば、拒絶反応も起きにくい。「iPS細胞を用いた治療を目指そうと決め、論文が発表される前に山中先生のところに行き、『iPS細胞を使わせてください』とお願いをしました。そして、『私は5年後にiPS細胞を用いた治療を行います』と宣言しました」

高橋PLは勢いで「5年」と言ったわけではない。「ES細胞で実用研究の直前まで進めていたので、この後何をすべきか、それには何年かかるか、タイムプランが頭の中にできていました。山中先生は信じておられなかったようですが」

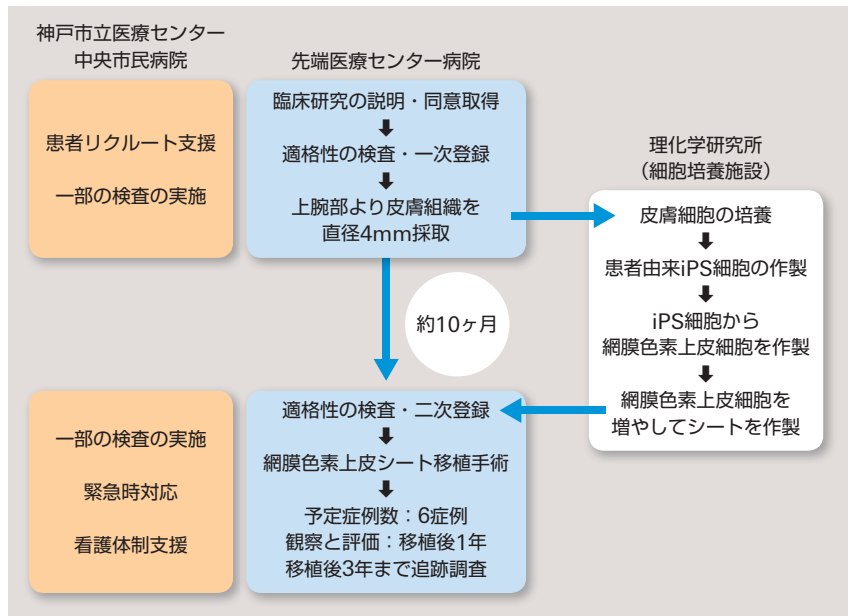
すぐに、山中教授の協力のもと、皮膚の細胞からiPS細胞を作製する技術を学んだ。iPS細胞から網膜色素上皮を分化させる方法は、笹井GDのES細胞から網膜色素上皮を分化させる技術を改変した。そして、質・量ともに十分な網膜色素上皮細胞が得られるようになった。

iPS細胞を治療に使うことについては、がん化が懸念されていた。そこで、マウス、ラット、サルを用いた実験を500例以上行い、iPS細胞からつくった網膜色素上皮を移植してもがん化しないことを確認。また細胞培養に使用するすべての薬剤について、人体に影響のあるものを使っていないか製造工程まで調べて、安全性を徹底的に確認した。

そして2013年2月、理研と先端医療振興財団は共同で、「滲出型加齢黄斑変性に対する自家iPS細胞由来網膜色素上皮シート移植に関する臨床研究」の計画を厚生労働省へ申請。7月に承認され、



図3 臨床研究の流れと実施体制



8月から臨床研究が開始された。高橋PLは「ほぼ5年で申請までこぎ着けました。私は約束を守る女なんです」と笑う。

### ■ 世界初の臨床研究へ

今回の臨床研究の対象は、滲出型加齢黄斑変性の患者さん6人である。抗VEGF薬の治療を受けているが効果が十分でない患者さんに限るなど、いくつかの条件がある。高橋PLは、移植を受けるとどのくらい視力が回復するかと、よく尋ねられるという。「臨床研究の第一の目的は、安全性の確認です。網膜の表面がきれいになることでゆがみが減り、明るくなるかもしれませんが、今回の移植だけでは劇的な視力の改善は期待できません」。そうした現実を理解しているかどうか、対象患者さんを決める際の重要なポイントとなった。

対象患者さんが決まったら、上腕部から直径4mm程度の皮膚を採取し、皮膚の線維芽細胞からiPS細胞を作製する(タイトル図)。そのiPS細胞を網膜色素上皮細胞に分化させ、細胞の形態や遺伝子発現を基準に網膜色素上皮細胞だけを取り出す。そして、網膜色素上皮細胞だけから成るシートをつくる。皮膚を採取してから移植用のシートができるまで、約10ヶ月だ。網膜色素上皮シート作製までの各段階で試験を行い、安全性と品質を確保する。出来上がった網膜色素上皮シートを3mm×1.3mmに切り取り、新生血管と傷んだ網膜色素上皮を取り出した後に移植する(図2)。表紙の画像は、移植用にレーザーでさまざまな大きさや形に切り出した様子である。

手術後1年間は、毎月または2ヶ月に一度、視力検査、眼底検査、画像診断などを行う。網膜の断層を7μmという高解像度で検査できるため、もし移植した細胞が腫瘍化したらすぐに分かり、その場でレーザー治療ができる。2年目以降も年に一度、3年間経過観察を行う。その後も外来でフォローする。

2例目以降は前例の移植から8週間以上の間隔を空け、十分に安全性を確認した後に行うことになっている。1~3例目までは網膜色素上皮シート1枚を移植し、安全性を確認した上で、4~6例目は2枚以上を移植する計画だ。臨床研究は理研と先端医療センター病院、神戸市立医療センター中央市民病院が協力して行う(図3)。

### ■ 治療法をいち早く患者さんへ

なぜ、iPS細胞を用いた臨床研究を世界で初めて実施できたのだろうか。「私たちがさまざまな細胞で研究を進めたことと、山中先生と密に情報交換をさせていただいたことが大きいですね」と高橋PLは答える。「また、西川先生たちが、障害になりそうなことを先回りして解決してくれました。そのおかげで、私は研究を進めることに専念できました」

臨床研究の申請から承認までも異例の速さだった。「審査が速かっただけでなく、国はその後、新しい法律『再生医



図4 網膜色素上皮の移植による滲出型加齢黄斑変性の治療法開発の流れ

療等安全性確保法』をつくり、『薬事法』も改正してくれました。それだけ、iPS細胞などを使った再生医療の実用化への期待が大きいということでしょう」

では、何が高橋PLを突き動かしているのだろうか。「患者さんです」と即答する。高橋PLは、現在も週2日、眼科で診察をしている。「診察のたびに、『新しい治療法はまだですか』と言われます。患者さんと接していると、治療として使えるレベルに到達したら一日でも早く実現したいと考えるのは当然でしょう」

どの段階で臨床研究に踏み出すかの判断は難しい。安全性は高い方がよいが、際限なく追究していけばコストも時間もかかる。それは医療費に跳ね返り、患者さんの時間を奪うことにもなる。「判断ができたのは私自身が眼科医だから」と高橋PLは断言する。「眼科の治療技術はどんどん進展しています。8割くらいの完成度でも、臨床に投げれば、み

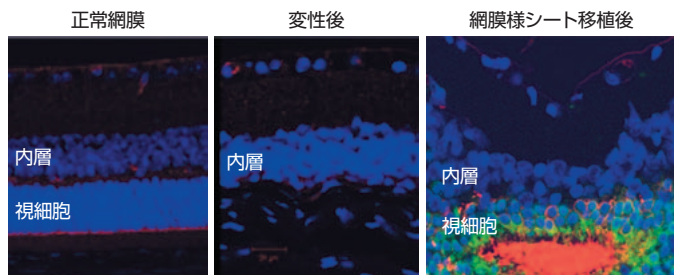


図5 ES細胞/iPS細胞由来の視細胞の移植

網膜色素変性のような疾患では、中央の写真のように視細胞の層が失われる。マウスES細胞/iPS細胞から分化した網膜様シートを網膜変性モデルマウスの網膜下に移植すると、右の写真のように視細胞の層を再構築することができる。緑は緑色蛍光タンパク質で移植細胞、赤はロドプシンで視細胞視物質を示している。

んなで改良してくれるということを知っています。安全性はもちろん確保した上でですが、臨床研究の段階で最高レベルの治療法をつくる必要はないのです」

### ■ 臨床治験、そして事業化へ

高橋PLは、すでに臨床治験、事業化の準備を進めている(図4)。「私は、無駄が嫌いなんです」と高橋PL。しかしそれでは体がいくつあっても足りないのではないかと。高橋PLは笑って答える。「それぞれに秀でた一流の人と組んで任せるのが秘訣ですね」。基礎研究では笹井GDという最強のパートナーがいる。事業化では理研ベンチャー「ヘリオス」を立ち上げ、さらにアメリカのNIH(アメリカ国立衛生研究所)とも事業化に向けた共同研究を進めている。

今、高橋PLが注力しているのが、臨床治験の概念を変えることだ。現在の治験では対象となる疾患は一つで、加齢黄斑変性を対象にした治験は、それ以外の疾患には無効だ。しかし、網膜色素上皮を移植することで治る疾患は、近視性黄斑変性やスターガルト病、バスタ病などいくつもある。疾患ごとに治験していたのでは、時間ばかりかかってしまう。高橋PLは、「網膜色素上皮不全症」という大きなくりで臨床治験を行いたい」と言う。「関係各所と議論をしているところです。加齢黄斑変性の臨床研究が終わってから議論しては遅いのです。料理をするとき、煮物から始めますよね。サラダは最後。食卓に全部並んだときを想像して、時間がかかりそうなことは、早めに手を打っ

ておく。それが私の戦略です」。臨床治験の開始は2015年、事業化は2020年を目指している。

高橋PLが研究として先鞭をつけたES細胞由来の網膜色素上皮細胞による加齢黄斑変性の治療は、米国のベンチャーによって臨床治験中だ。「iPS細胞を使う私たちとES細胞を使う彼ら、どちらの治療法が世界の標準になるのか。今、熾烈な競争の真っ最中なのです」

### ■ 視覚障害に理解を

加齢黄斑変性の患者さんに網膜色素上皮を移植しても、劇的な視力の改善は望めない。しかし、視機能は改善するため、リハビリや補助具を組み合わせることによって、今までできなかったことができるようになる可能性は大きい。「再生医療はリハビリとセットで行われて初めて治療効果が上がるものなのです。患者さんには、そのことを知っていただきたい。そして、皆さんにも視覚障害について知っていただきたい」と高橋PL。

視覚障害には視力障害と視野障害がある。視力障害は、障害物を避けて歩くことはできるが、文字を読んだり書いたりすることができない。視野障害では、文字を読んだり書いたりできる場合もあるが、歩くことができない。白杖を突いている視覚障害者でも文字はよく見えたり切符を買えたりする人もいるのだ。「視覚障害についてよく知られていないため、患者さんたちは誤解を受けて、とても苦しんでいます。見えにくい人がいることを、ぜひ理解していただきたいと思います」

### 関連情報

- 2013年7月30日プレスリリース「『滲出型加齢黄斑変性に対する自家iPS細胞由来網膜色素上皮シート移植に関する臨床研究』の研究開始について」

### ■ 視細胞移植、そして、その先へ

高橋PLは、網膜色素上皮細胞の移植の次の段階として、視細胞の移植を目指している。2011年、笹井GDが、ヒトのES細胞から視細胞を含む網膜を立体的に形成することに成功した。その技術を応用し、マウスのiPS細胞から視細胞のシートをつくって網膜に移植する研究を進めている(図5)。移植したシートは生着し、光に対して応答することも確認できている。視細胞から伸びる軸索がシナプスを形成して、網膜神経節細胞(視神経細胞)と連動できているかどうかを確かめているところだ。視細胞の移植が実現すれば、治療法がない網膜色素変性の治療が可能になる。ただし、網膜色素変性は遺伝子変異が原因なので、患者さん由来のiPS細胞は使えない。拒絶反応が起こりにくい特殊な白血球の型の人からiPS細胞を作製して保管・提供する、京都大学の「iPS細胞バンク」を利用することになるだろう。視細胞移植の臨床研究は5年後を目指している。

「網膜色素上皮、視細胞、脈絡膜を細胞移植で治療することが当面のゴール」と高橋PLは言う。「しかし、電気信号を脳に伝える視神経の再生が残っています。それは残念ながら、まだ難しい。私たちはけもの道をつけるので、ぜひ若い世代に後に続いていただきたいですね」

高橋PLは、英国の科学雑誌『Nature』の「2014年注目の5人」の1人に選ばれている。今年だけでなく、しばらく高橋PLから目が離せない。

(取材・執筆: 鈴木志乃/フォトンクリエイト)



## 植物の生きざまの理解を目指す研究者

環境資源科学研究センター (CSRS) に、植物の生きざまの理解を目指している研究者がいる。生産機能研究グループの木羽隆敏 研究員だ。植物は自分で移動できないため、環境の変化にうまく適応していかなければ生きていけない。植物は環境の変化をどのように捉え、情報を伝え、制御しているのか。そのメカニズムを分子レベルで解明しようとしているのだ。木羽研究員はこれまでに、窒素の濃度が非常に低い環境で硝酸イオンを効率よく吸収して窒素栄養として利用する仕組みや、働きに違いはないとされていた2種類のサイトカイニン的一方だけに地上部の生長を促進する働きがあること(図)などを、次々と明らかにしてきた。「反主流な考え方を好み、性格は意地っ張り。好きな植物は雑草です」そんな木羽研究員の素顔に迫る。



### 木羽隆敏

環境資源科学研究センター  
生産機能研究グループ 研究員

#### きば・たかとし

1975年、山梨県生まれ。博士(農学)。駿台甲府高校卒業。名古屋大学農学部応用生物学科卒業。同大学大学院生命科学研究科生物機構・機能科学専攻博士課程修了。同研究科COE研究員、米国ロックフェラー大学ポストドク研究員を経て、2008年、理研植物科学研究センター生産機能研究グループ研究員。2013年より現職。

自然豊かな山梨県で生まれ育った木羽研究員。「動物が大好きで、昆虫やトカゲ、カエルなどを捕まえてきては家で飼っていました。将来の夢はペットショップの店員でした」。学校の図書室にあった『ファーブル昆虫記』と『シートン動物記』を端から読んでいった。小学4年生のときに1年間、米国インディアナ州で暮らした。「相変わらず、アルマジロを追い掛けたり、弱っていた小鳥やウサギを保護して家で飼ったりしていました。そのころは動物園の飼育員になりたかったですね」

高校生のときのことだ。「母の実家がブドウ農家で、その年は人手が足らず、手伝いに駆り出されました。枝を剪定したり、種なしにするために房を植物ホルモンのジベレリンに浸したりしているうちに、植物に興味を持つようになりました。それまでは獣医になるのもいいなと思っていたのですが」

そして名古屋大学農学部に進学。「大学院に行って研究者になると決めていました。父も祖父も大学で化学の研究をしていた影響でしょう」。植物栄養肥料学の研究室に所属し、窒素が乏しい環境に植物がどのように適応しているのか、窒素応答を研究した。博士課程修了後、COE研究員として念願の研究者としての一步を踏み出した木羽研究員だが、気持ちは暗かった。「農学部では、指導教官や先輩たちが丁寧に

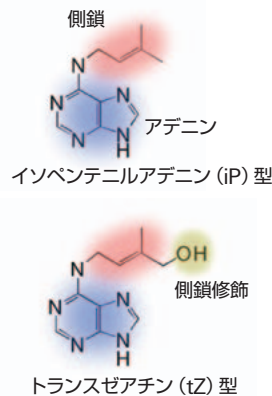


図 tZ型サイトカイニン欠損変異体

サイトカイニンは植物の生長や実りの促進、老化抑制の制御などを担う植物ホルモンで、iP型と、iP型の側鎖が修飾されたtZ型がある。tZ型を欠損させた変異体では葉や茎の生長が著しく悪化することから、tZ型には地上部の生長を促進する働きがあることが分かる。iP型にはその働きはない。

指導してくれます。居心地は良かったのですが、敷かれたレールの上を走っている感じで、研究者として独り立ちできるのだろうかと不安でした。そこで研究者としてやっていけるかを試すために、海外に出ることにしました」

2004年、米国ロックフェラー大学へ。自分でテーマを探して開花や光合成を制御している体内時計に狙いを定め、実験器具も自分で発注し、研究を進めていった。「4年半かかりましたが、昼の長さや光の強さに応じて体内時計を調整する仕組みの一端を明らかにし、論文にまとめることができました。研究者としてやっていける自信もつきました」

2008年、理研植物科学研究センター 生産機能研究グループへ。窒素応答を中心に植物の環境変化への適応のメカニズム解明に取り組んできた。「現在所属しているCSRSは、低窒素肥料での植物生産の増加をミッションの一つとしています。まさに私がやってきたこと。やりがいがありますね」。木羽研究員はここ数年、次々と大きな成果を発表している。「理研に来たときにまいた種が、ようやく実を結び始めました。植物の研究は時間がかかるのが悩みです。しかも、結果は考えた通りにはならない。でも、それが発見につながることもあります。予想外を楽しむこと。それが植物研究を続ける秘訣かな」

趣味は? 「小学生のころから釣りです。釣りは研究と似ています。状況を見極めて条件を変えながら試していく。失敗の連続で、時間もかかる。だからこそ、うまくいったときは、うれしい」。米国に行った年に生まれた長男も一緒に釣りを楽しめるようになった。「好きなことが私と似ているんです。動物が好きだし、散歩に行くと二人で雑草を観察しています」

「植物の生きざまについて、ようやくいくつかの“点”が理解できました。それをつないで“線”にして、さらに“面”にして、立体的に理解したいのです」と木羽研究員。「まだ、ほんの入り口。私は粘り強さが取りえなので、地道に続けていきます」

(取材・執筆: 鈴木志乃/フォトンクリエイト)

かかりつけの医院でアレルギー検査を受けても、結果が分かるのは早くても翌々日だ。それが数年後には、待合室で15分ほど待てばアレルギーの原因が特定され、最適な治療をすぐに受けられるようになるだろう。そのような、“その場診断 (Point of Care Test)” を実現するタンパク質チップ診断システムを、理研創発物性科学研究センター 創発生体工学材料研究チームの伊藤嘉浩チームリーダー (伊藤ナノ医工学研究室 主任研究員) と、理研ベンチャーの(株)コンソナルバイオテクノロジーズの田代英夫代表取締役は、世界で初めて実用化しようとしている。

# タンパク質チップでその場診断を実現する

## ■ “何でも固定化法” で

### どんなタンパク質やウイルスもチップに固定

—タンパク質チップとはどのようなものですか。

**伊藤:** チップ上のスポットごとにさまざまな種類のタンパク質を貼り付けたものです。例えば、スギやブタクサなどの花粉から抽出したタンパク質を貼り付けて、そこに血液を垂らします。もしスギ花粉アレルギーの人ならば、血液中の抗体がスギ花粉由来のタンパク質と結合します。抗体がどのタンパク質と結合したかを発光させて見ることで、アレルギーの原因を特定できます。

—DNAチップと似た原理ですね。

**田代:** DNAチップはさまざまな遺伝子のDNAを貼り付けて、どんな遺伝子が発現しているのかを調べるツールです。私は理研の主任研究員のときに、高感度のDNAチップを開発しました。それを臨床の現場に役立てようとしたのですが、実用化にはいくつかの障害がありました。DNAチップで検査するには、

細胞から遺伝子の情報を持つDNAやRNAを抽出する必要があります。一方、伊藤さんの“何でも固定化法”を使ったタンパク質チップならば、採血した血液をそのまま検体として利用でき、しかも10項目以上の検査が一度に可能です。すぐに結果が出るチップの特長を生かした“その場診断”を実現する「診断薬」になるはずだと、共同研究を進めてきました。

—“何でも固定化法”とはどのような技術ですか。

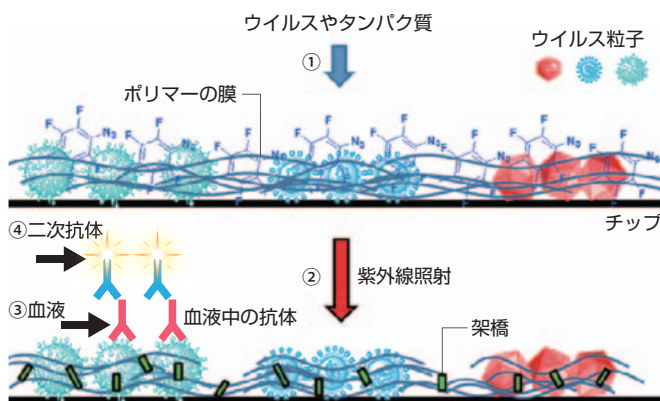
**伊藤:** DNAは4種類の塩基が並んだものです。遺伝子によってその並び方は変わりますが、いずれも同じ方法でチップに固定できます。一方、タンパク質の形は複雑で多様です。タンパク質の中でも抗体ならば固定する手法がありましたが、さまざまなタンパク質を同じ方法では固定できませんでした。そのため、タンパク質チップの実用化は難しいといわれていました。

そのような中、私はタンパク質だけでなく有機化合物であれば何でもチップに固定できる“何でも固定化法”の開発に、2003年に成功しました (図1)。まずチップ上にポリマーの膜を敷き、スポットごとにタンパク質を吹き付けます。そこに紫外線を当てると、ポリマーに化学反応が起きて薄層ゲルが形成され、タンパク質がチップにしっかり固定されます。この方法を使って、アレルギーや自己免疫疾患を診断するタンパク質チップを開発してきました。

—2013年には、さまざまな感染症に対する免疫の有無を調べるタンパク質チップを発表しましたね。

**伊藤:** 固定化法の改良により、タンパク質よりもはるかに大きなウイルスも固定化できるようにしました。はしかや風疹、おたふくかぜ、水ぼうそうなどの不活性化ウイルスを固定したチップに血液 (分離血清) を垂らすことで、どのウイルスに対する抗体があるのか、つまり、どの感染症に対する免疫ができているのか、免疫履歴を診断できるシステムを開発しました。装置の開発は主に田代さんたちが担当しました。

**田代:** 数滴の血液をチップに垂らし、装置にセットしてスイッチを押すだけで、15分ほどで検査結果が表示される全自動の



**図1 何でも固定化法を用いたタンパク質チップの原理**  
 ①ポリマーの膜を敷いたチップのスポットにウイルスやタンパク質を吹き付ける。  
 ②紫外線を照射すると、ポリマーにラジカル架橋反応が起きて薄層ゲルが形成され、ウイルスやタンパク質がチップに固定化される。  
 ③血液を流すと、抗体が特定のウイルスやタンパク質に結合する。  
 ④血液中の抗体に結合する二次抗体を流す。洗浄した後、発光試薬を加えて二次抗体を光らせる。二次抗体の発光をCCDカメラで撮影。発光の度合いも数値化して表示できる (図3)。



関連情報

●2013年12月19日プレスリリース

「免疫履歴がその場で分かるマイクロアレイ診断システムを開発」

撮影：STUDIO CAC

システムにしました(図2)。その検査精度は、現在、検査センターで用いられている酵素免疫測定法(EIA法)とほぼ同じです。しかも、EIA法に比べて試薬や装置の生産コストを8割削減することができます。

**伊藤**：私たちが開発した診断システムは早速、テレビ番組などで紹介されました(図3)。

**田代**：現在、アレルギーや免疫履歴の検査には、注射器で採血した血液を検査センターに送り、後日、検査結果が得られます。その結果を聞くために再び医院に行かなければいけません。タンパク質チップ診断システムがあれば、指先から数滴の血液を採るといふ、痛みのほとんどない採血法で済みます。そして、待合室で待っている間に結果が出るので、その結果に基づいた治療や予防接種をすぐに受けることができるようになります。

——なぜ検査時間が短く精度も高いのですか。

**田代**：伊藤さんが開発した何でも固定化法は、タンパク質やウイルスをチップ上のスポットに高密度で固定できるため、抗体が効率よく結合し、検査時間が短くて済みます。また、スポット以外の部分は何もないので、結合した抗体を光らせて撮影するとき、ノイズが少なく高感度で光を検出することができます。そのため検査精度も高くなります。

**伊藤**：チップ上に敷くポリマーは生体成分と相互作用しにくいものなので、スポット以外のスペースをノイズとなる目的外の生体成分がない状態に保てるのです。

### ■ アレルギー診断チップで世界初の実用化を目指す

——臨床現場で診断に使われるタンパク質チップはまだ実用化された例がないそうですね。

**田代**：水面下で開発を進めている企業があるかもしれませんが、私たちが世界で初めて実用化することになるでしょう。まずは、アレルギー診断チップを製品化する予定です。

**伊藤**：国民の10人に1人以上が花粉症だといわれています。また食物アレルギーでは、アナフィラキシーショックなどとても激しい症状が出るケースがあります。そのようなアレルギー症状の原因物質を、その場で特定できるようになります。

——実用化に向けた課題は何ですか。

**田代**：街の小さな医院に置いてもらえるように装置をさらに小



図2 タンパク質チップ診断システム  
チップに血液(分離血清)を数滴垂らして装置にセットすると、約15分後に右側のパソコン画面に検査結果が表示される(図3)。

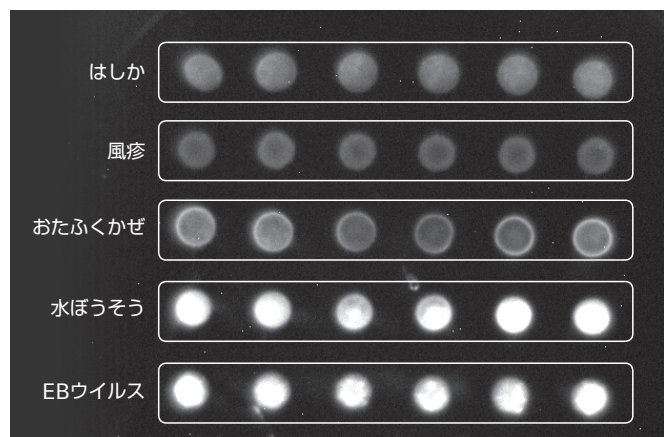
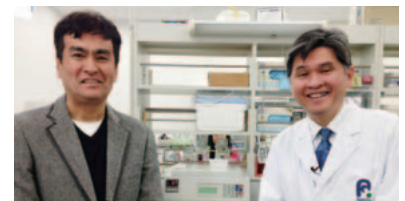


図3 免疫履歴の検査例

2014年3月3日放送のテレビ朝日『モーニングバード』の「アカデミヨシズミ」で紹介された石原良純さんの検査結果(ご本人の承諾済み)。5種類すべてに免疫反応が現れている。





伊藤嘉浩 チームリーダー

田代英夫 代表取締役

型化するとともに、販売価格を100万円以下に、チップも1枚当たり数千円にしたいと思います。実用化するには、検査の精度や安定性の試験を行い、国の承認を受ける必要があります。うまくいけば3年後に販売できます。これは小さなベンチャー企業1社でできる仕事ではありませんので、大手の診断薬企業と事業化のための共同開発を進めています。

### ■ 免疫履歴を調べて感染流行を防ぐ

——2007～08年にははしか、2013年には風疹が流行しました。免疫履歴の診断チップは感染症の流行防止に役立ちますね。

**伊藤：**厚生労働省は、2020年の東京オリンピック・パラリンピックまでに風疹流行をなくすことを目指しています。妊娠中の女性が風疹にかかると赤ちゃんに障害が出てしまうケースがあります。流行を防ぐには、一人一人が自分の免疫履歴を知り、必要な予防接種を受ける必要があります。

**田代：**毎年流行のタイプが変わるインフルエンザも、自分がどのタイプの抗体を持っているのかチップを使って一度に調べることで、その年に予防接種が必要かどうかを判断できるようになるでしょう。

**伊藤：**私たちのタンパク質チップは献血事業にも役立つと思います。現在、献血された血液はエイズや梅毒、B型やC型肝炎ウイルスなどに対する抗体検査が行われ、希望者はその結果を後日知ることができます。私たちのタンパク質チップを使い、はしかや風疹など、さらに多種類の感染症に対する検査を献血のときに行い、それをその場で知ることができれば、献血する人が増え、感染症の流行防止にも役立つと思います。

### ■ タンパク質チップが医療を変える

——タンパク質チップは、医療をどのように変えますか。

**伊藤：**例えば、せきの原因がアレルギーか風邪か、あるいはインフルエンザなのかを抗体を調べて特定できるチップをつくるのが可能です。従来の問診や触診、聴診器による診断に加えて、チップによる検査結果がその場で出れば、科学的根拠に基づいたより的確な診断が可能となり、適切な治療がすぐにできます。

また医師のいない離島や過疎地でも、看護師あるいは自らが

採血して検査し、そのデータを医師に送信して確認してもらう、といった使い方もできるようになるでしょう。将来、さらに装置を小型化できれば、家庭でもさまざまな検査ができるようになるかもしれません。

——現在は診断が難しい病気も、検査できるようになりますか。

**田代：**病気の発症や進行度を知ることができる血液中のタンパク質「バイオマーカー」が基礎科学の進展で次々と発見されています。バイオマーカーさえ分かれば、それと結合する抗体をチップに貼り付けて“その場診断”ができるようになります。

**伊藤：**最近、うつ病のバイオマーカーも報告されています。今まで診断が難しかった精神疾患や認知症なども、チップで診断したり早期発見したりすることができるかもしれません。

——がんの早期発見にも役立ちますね。

**伊藤：**さまざまな種類のがんマーカーを、チップで一度に調べることができます。私たちのチップは予防医療にも貢献できると思います。

**田代：**ただし予防のための検査は原則として保険が適用されません。保険外で数千円程度の費用を払ってでも必要だと多くの人が認める診断チップでなければ普及しません。タンパク質チップで医療を変えるには、現行の保険制度の中でビジネスモデルを描くことのできる優秀なビジネスマンも必要です。

**伊藤：**私たちのタンパク質チップの最大の特長は、最寄りの医院で多項目の検査を一度に行い、従来、検査センターで行うのとほぼ同じ精度ですぐに結果を出せる、省エネルギー・システムであることです。的確な診断がその場でできず手遅れになるケースもあります。“その場診断”は、これからの医療にとって重要です。

携帯電話が普及したように、高精度で手軽にできるその場診断の便利さが当たり前になれば、タンパク質チップは一気に普及する可能性があると思います。大きなことを言えば、私たちは、IBM社の大型コンピュータに対抗してパソコンを世に出したアップル社のスティーブ・ジョブズ氏のような気分です。パソコンで社会が大きく変わったように、タンパク質チップにより新しい医療が展開していくことを期待しています。

(取材・構成：立山 晃／フotonクリエイト)



## 「BIO tech 2014 第13回 国際バイオテクノロジー展／技術会議」出展のお知らせ

理化学研究所は、産業界との連携に向けて「BIO tech 2014 — 第13回 国際バイオテクノロジー展／技術会議 —」に出展し、アカデミックフォーラム内において、ポスター展示および口頭発表を行います。会場では、研究者自らが最先端のバイオテクノロジー研究の成果について説明を行うほか、技術導入・開発に関するご相談も承ります。

多数の方のご来場をお待ちしております！

日時	2014年5月14日(水)～16日(金) 10:00～18:00(最終日は17:00まで)
場所	東京ビッグサイト西3・4ホール (所在地:〒135-0063 東京都江東区有明3-11-1) 最寄り駅:ゆりかもめ「国際展示場正門駅」、 りんかい線「国際展示場駅」
主催	リード エグジビション ジャパン株式会社
入場料	5,000円(下記URLより事前登録された方および招待券を持参された方は無料) <a href="https://contact.reedexpo.co.jp/expo/BIO/?lg=jp&amp;tp=inv&amp;ec=BIO">https://contact.reedexpo.co.jp/expo/BIO/?lg=jp&amp;tp=inv&amp;ec=BIO</a>
詳細	詳細につきましてはBIO tech 2014 公式ホームページをご覧ください。 <a href="http://www.bio-t.jp/">http://www.bio-t.jp/</a>



BIO tech 2014出展の様子

# BIO tech 2014

## 国際バイオテクノロジー展／技術会議

### 発表テーマ一覧

日時・会場	発表テーマ／発表者名
5月14日(水) 13:30～14:00 ACA-5会場	「次世代型アルツハイマー病 モデルマウスの開発と応用」 脳科学総合研究センター 神経蛋白質制御研究チーム 副チームリーダー 齊藤貴志
5月15日(木) 11:00～11:30 ACA-7会場	「ファーマコゲノミクス情報に 基づいた薬物治療の個別適正化」 統合生命医科学研究センター ファーマコゲノミクス研究グループ グループディレクター 蓮田泰誠
5月15日(木) 14:00～14:30 ACA-5会場	「牛白血病ワクチンの実用化」 分子ウイルス学特別研究ユニット ユニットリーダー 間 陽子
5月15日(木) 14:45～15:15 ACA-2会場	「薬剤や食品成分の生体イメージングを 可能とするPET標識化学技術」 ライフサイエンス技術基盤研究センター 生命機能動的イメージング部門 イメージング化学研究グループ 標識化学研究チーム チームリーダー 土居久志
5月16日(金) 11:00～11:30 ACA-4会場	「理研のアカデミア発 創薬・医療技術への取り組み」 社会知創成事業 創薬・医療技術基盤プログラム 事業開発室 マネージャー 山内忠幸

## 創発物性科学研究センター 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



量子表面界面研究ユニット  
ユニットリーダー

**Ji Shuai-Hua** ジィ・シュワホア

①1980年 ②南通市(中国) ③中国科学院物理研究所 Ph.D. in Condensed Matter Physics ④清華大学物理学科 ⑤トポロジカル絶縁体、金属超薄膜超伝導体 ⑥Knowledge is power ⑦卓球、バドミントン



交差相関界面研究ユニット  
ユニットリーダー

**Yu Pu** ユウ・プウ

①1980年 ②天津市(中国) ③カリフォルニア大学バークレー校 Ph.D. in Condensed Matter Physics and Materials Science ④理研 強相関量子科学研究グループ、清華大学物理学科 ⑤強相関電子系、複合酸化物薄膜 ⑥No pains, no gains ⑦卓球、バドミントン

## 下村 脩先生がやって来た

櫻井 紘子 さくらい・ひろこ

脳科学総合研究センター(BSI) 細胞機能探索技術開発チーム  
光量子工学研究領域(RAP) 生命光学技術研究チーム  
アシスタント

2008年ノーベル化学賞の受賞以前から、下村 脩先生は蛍光タンパク質(GFP)の分野で伝説の存在だった。伝説人はひそかに敬うべきと思ひ、宮脇敦史チームリーダー(TL)は下村先生に講演依頼するのを控えていたらしい。2008年以降、下村先生は時の人となった。その多忙さは容易に想像ができ、宮脇TLも私もなかなか招待に踏み切れなかった。もっとも、生物科学に関わる者であれば「GFPの父である下村先生にひと目会いたい」と思うのは至極当然である。

2013年春、長崎大学から宮脇TL宛てにシンポジウムの講演依頼が届いた。講演が決定しプログラムを確認すると、「下村 脩主催」とあるではないか。私の勝手な空想が始まった。「長崎のシンポジウムの前後に和光に来ていただいて、ラボミーティングでみんなと歓談していただいて……」。宮脇チームはGFPととても縁が深いのに、意外なことに、下村先生と面識があるラボメンバーは数名のみだ。宮脇TLに相談し、ファンレターのような招待状を送った。その翌日に返事を頂いた。「10月であれば可能性がありますよ。詳細は長崎で決めましょう」

9月28日長崎、ついに下村先生と明美夫人にお目にかかる。シンポジウムの懇親会で多くの方々に囲まれながら、打ち合わせの時間を割いていただいた。来所日は10月22日に決定。スケジュールは任せてくれるとのこ



写真1 • ノーベル財団のポスターにサインをする下村 脩先生。明美夫人と。

写真2 • ラボミーティング終了後の記念撮影。下村ご夫妻(前列中央)の間、後方が筆者。

と。実際には、実にさまざまな変更を経て、当日のスケジュールは二部構成となった。第一部、宮脇チームのラボミーティングに参加。第二部、理研セミナーでの講演。

第一部のラボミーティングでは、ラボメンバーのうちの8名がそれぞれ5分の持ち時間で研究発表を行った。下村先生からは素朴な質問と優しいコメントを頂いた。私たちにとっては掛け替えのない、あっという間の1時間であった。第二部の講演は、理研の研究者など約250名を前に、幼少期の思い出で始まった。1928年、京都に誕生。佐世保、満州、大阪と引っ越しが続いた。12歳のとき、長崎県諫早で原爆を体験する。そして終戦。戦後の混乱の中、何とか学べる場所を見つけ、与えられた研究に一つ一つ取り組み成果を出していった。アメリカで始めたオワンクラゲの研究では、サンプル収集のために、車で片道5000kmの距離を家族総出で毎夏往復したという。サンプルを収集し始めてから5年後、25万匹のクラゲから抽出したイクオリンの発光物質AF350の構造を解明した。詳細は分からずとも、オワンクラゲ研究のロマンに引き込まれた。本理研セミナーは、多くの方々の協力によって実現できた。さまざまな場面で助言を頂いた大河内 眞BSI副センター長、あらゆるサポートをしていただいたBSI大野清美さん、下山田ちはるさん、広報室の方々に、この場を借りてお礼申し上げたい。

講演終盤に下村先生が発した科学者へのメッセージは、科学者ではない私の胸にも響いている。「皆さん、どんな分野でも興味のある問題に遭遇したときは、積極的にチャレンジしてください。何事もまずやり遂げる自信が大事です。自信はいろいろなことをやり遂げてこそ初めて得られるものです。自信があってこそ、努力ができ、そして、成功が得られるのです」

### 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/>