

第6回「小中高生と最先端研究者とのふれ合いの集い」の報告

大隅基礎科学創成財団 理事 飯田秀利

要約

大隅基礎科学創成財団は、2022年9月25日（日）に第6回目の「小中高生と最先端研究者とのふれ合いの集い（以下、ふれ合いの集い）」を兵庫県姫路市にあるアクリエひめじ（姫路市文化コンベンションセンター）で開きました。この「ふれ合いの集い」は、理事長の大隅良典博士をはじめ最先端研究者による講演と科学体験ブースでの観察と実験などとおして科学のおもしろさを実感してもらうことを目的としています。まず、西村いくこ先生（甲南大学・京都大学名誉教授）が「しなやかに生きる植物から学ぶ」と題して講演しました。次に、梅園良彦先生（兵庫県立大学教授）が「できる・できない ～プラナリアから学ぶ再生原理～」と題して講演しました。休憩を挟んだあと、大隅博士が「私のノーベル賞受賞の研究と小中高生に伝えたいこと」と題して講演し、その後小中高生からの質問に答えました。その後、大学、博物館、企業などが出展した科学体験ブースに移動して、実験・観察などの科学体験を楽しみました。

1. はじめに

1) 応募状況 新型コロナウイルスの影響で、「ふれ合いの集い」への参加者希望者が少ないのではないかと心配されましたが、募集を開始してみますと、締め切り期日前に募集人員の200名を超えました。姫路市とその近郊に住む小中高生の科学への関心の高さを象徴するものと考えられます。

姫路での「ふれ合いの集い」はこれまで5回の開催とは異なる興味深い傾向が見られました。それは、参加者の校種別参加者数についてです。図1のように、中学生の参加者が多かったことが分かりました。これまでは、小学生とその保護者がおよそ70%も占めていたのとは大きな違いです。

当日実際に参加した人は185名であり、熱心に科学講演を聴き、科学体験ブースで観察と実験を楽しみました。

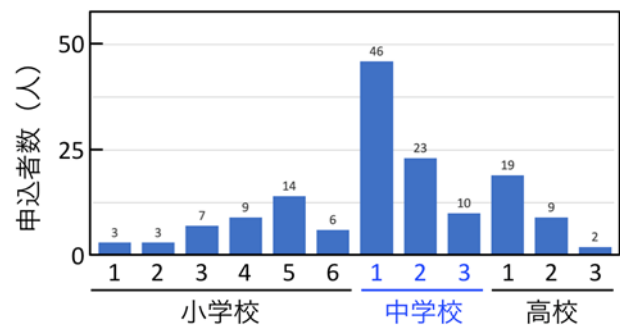


図1 校種・学年別の参加申込者数の分布



大隅理事長の講演を熱心に聴く小中高生

2) 新型コロナ対策 新型コロナウイルスの感染防止のために、入館時のアルコール消毒、開催中のマスク着用、講演と科学体験ブースの会場の換気、飛沫防止パネル設置などを行いました。

3) スケジュール スケジュールは以下のとおりでした。

12:00 受付開始

12:30～12:35 開会あいさつ

12:35～13:10 講演1 西村 いくこ 先生

13:15～13:50 講演2 梅園 良彦 先生

13:50～14:00 休憩

14:00～14:40 大隅 良典 博士との対話

14:40～16:35 科学体験ブース

16:35～16:40 閉会あいさつ

2. 西村いくこ先生の講演

西村先生は日本を代表する植物科学の研究者で、基礎生物学研究所の助手と助教授、京都大学理学部教授、甲南大学理学部教授を歴任され、現在京都大学と甲南大学の名誉教授、および奈良国立大学機構の理事をなさっています。西村先生は、主に植物の液胞や小胞体の形態と働きに焦点を当てて研究してきました。本講演では、西村先生は高校の生物の授業でおなじみの小胞体が、教科書に出ている形とは全く違うことを示しました。つまり、教科書では小胞体は核の周りに静かに存在する層状の構造物のように描かれていますが、西村先生は、小胞体が細胞全体にはりめぐらされたネット状の形をしており、しかも一定方向に動いていることを発見しました。ここで、西村先生は「**観るだけではサイエンスではない**」との考えから、小胞体がどのようなメカニズムで動くのかを研究しました。その結果、アクチンというタンパク質でできたレールの上をミオシン XI というタンパク質でできたモーターに乗って小胞体がまるで電車のように動くことを突き止めました。西村先生は更に、高校の「生物基礎」でもおなじみの原形質流動はこの小胞体の動きによって起こるのではないかと議論を進めました。



また、西村先生は植物の重力屈性と光屈性でもミオシン XI が重要な役割をしていることを説明しました。すなわち、植物が重力の方向または光の方向に曲がる時、ミオシン XI が

曲がり過ぎないようにブレーキの役割をすることを解明しました。

ところで、動物のような免疫系を持たない植物はどのようにして病原菌から身を守っているのでしょうか。西村先生はそのメカニズムも発見し、講演の中で説明しました。植物の液胞の中には抗菌物質とタンパク質分解酵素が入っていることが知られていました。西村先生は病原菌が付着した細胞では液胞の膜と外界に面している細胞膜が融合してトンネルを作り、液胞内の抗菌物質とタンパク質分解酵素を細胞の外に送り出して病原菌を攻撃することを突き止めました。

最後に、西村先生は「**地球のことも考えて...**」と題して、作物生産向上のためのアイデアを自身によるストマジエンの発見とからめて話しました。ストマジエンは光合成に必要な二酸化炭素を取り込むための気孔の数を増やすための新しい植物ホルモンです。興味深いことに、(1)西村先生はストマジエンを多くすると気孔の多い植物ができ、(2)少なくすると乾燥に耐性の植物ができることを突き止めました。つまり、(1)では作物の増産につながり、(2)では乾燥地でも枯れない植物ができます。環境に応じてストマジエンの量を調整すれば、少量の肥料でも作物の増産を期待できます。西村先生は「**植物は地球を救うかも**」と述べて講演を締めくくりました。

3. 梅園良彦先生の講演

梅園先生は地元神戸大学の大学院博士課程を終了後、理化学研究所と徳島大学の研究員を経て兵庫県立大学教授に就任しました。研究は、主にプラナリア（ナミウズムシ）を用いた再生の研究です。特に、プラナリアの再生過程で体の前と後ろを決めるための分子メカニズムの研究(2013; 後述)は有名です。



梅園先生は小中高生に時折質問を投げかけながら以下のように講演を進めました。

たった2cm前後のプラナリアは、100個くらいにずたずたに切られてもすべてが完全なプラナリアに再生します。この優れた再生能力のために、プラナリアは動物の再生のモデルとして研究によく使われています。

プラナリアの写真(図2A)を見て、口はどこにあると思いますか。実は、口は目の先にあるわけではありません。口(咽頭と呼びます)は腹の下にあるのです(図2B)。ストローのようなこの咽頭の働きに関して、梅園先生たちは驚くべき発見をしました。咽頭の働きは脳の支配下にあると誰もが考

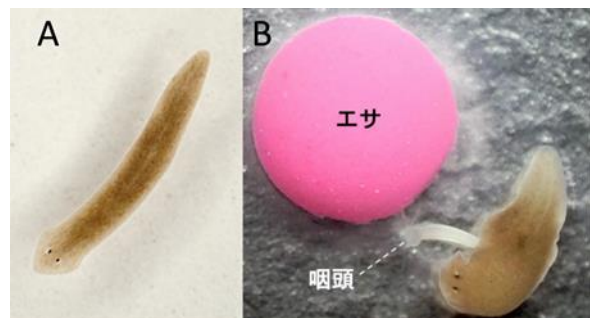


図2 プラナリアの口の位置とエサを食べようとする様子
(梅園研究室のホームページより)

えていましたが、梅園先生たちは切り取った咽頭がエサに食い付くことを発見したのです。つまり、咽頭の働きは脳に支配されていなかったのです。

プラナリアの再生の研究は、ショウジョウバエの遺伝学を確立し、遺伝子が染色体上にあることを発見したことによりノーベル賞を受賞したトーマス・モーガンも行っていました。彼は切ったプラナリアの断片の再生を観察し、もともと頭のあった方から頭が再生され、尾のあった方から尾が再生されることから、生物の体には「物質の濃度勾配＝極性」があるという仮説を提唱しました。モーガンはその後ショウジョウバエの研究に転じたので、極性の実体はおよそ 100 年間もずっと分からないままでした。



このような学問的背景のもと、梅園先生たちは、遺伝子操作など分子生物学的方法を用いて、極性のメカニズムを解明しました。つまり、頭部では頭部再生因子の濃度が高く、尾部では尾部再生因子の濃度が高いことを突き止め、更に頭部再生因子の本体は ERK と呼ばれるタンパク質であり、尾部再生因子はβカテニンと呼ばれるタンパク質であることを明らかにしました。しかも、ERK タンパク質の濃度が頭部で高いので頭ができるだけでなく、尾部では濃度の低い ERK タンパク質の働きをβカテニンが更に抑制することも明らかにしました。これらの発見は、およそ 100 年前に提唱されたモーガンの仮説を実証したことになります。

梅園先生は、これらの研究を語り終えた後、**科学とは、(好奇心+観察) X 思考=新しい発見**であることを力説し、講演を締めくくりました。

4. 大隅良典博士との対話

大隅博士はまず自身のノーベル賞に至るまでの研究を小中高生向けに分かり易く次のように解説しました。

私は小さい時は近所の自然の中でよく遊ぶ子供でした。高校生の時には大学で化学を専攻しようと東京大学に入りました。入ってみると、当時世界的に盛んになってきた分子生物学に引かれてその道に入っていました。



東京大学教養学部の助教授として自分の研究室を持った時、人がやらないことをやりたいと強く思い、酵母の液胞に注目し、当時の流行ではないタンパク質の分解のメカニズムを研究することに決めました。

当時、酵母の液胞はタンパク質などの細胞内物質のゴミタメのような所だと思われているに過ぎませんでした。私が栄養飢餓状態の酵母を顕微鏡で見ましたら、液胞内に丸いツブツブのものが動いているのが見えました。これは一体何だろうと思い、電子顕微鏡で観

察しますと、そのツブツブの中身はまるで細胞質と同じでした。つまり、細胞質の一部がある種の膜に包み込まれて液胞の中に取り込まれ、分解されるのだとの仮説を考えました。この一連の現象は動物のリソソームのはたらきとして提唱されていたオートファジーと同じです。オートファジー (autophagy) という言葉は、自分 (auto) と食べる (phagy) という言葉をつなげた造語です。そのため日本語ではオートファジーを自食作用とも言います。液胞の中のツブツブはオートファジックボディー (autophagic body) と言います。

次に私はこの仮説を分子レベルで検証するために、栄養飢餓状態でも液胞の中にオートファジックボディーの見えない酵母突然変異株を多数取り、その原因遺伝子を明らかにするための研究をしました。ある生命現象の突然変異株を取り、その原因遺伝子を突き止めることを通してその現象の分子メカニズムを解明するというやり方は、分子生物学の常套手段です。たとえば、この手段により、酵母を使って細胞周期とタンパク質分泌の普遍的分子メカニズムが解明されました。

私はこれらの突然変異株を多数単離した後、基礎生物学研究所に移り、優秀なスタッフや十分な研究費に恵まれ、それらの原因遺伝子 (autophagy にちなんで *ATG* 遺伝子と命名) を次々に突き止めて (全部で 18 個の *ATG* 遺伝子 [*ATG1*~*ATG15*])、オートファジーの分子メカニズムのほぼ全容を明らかにしました。その詳細は時間の関係でここでは話ませんが、明らかにした遺伝子群は酵母だけに存在するのではなく、動物と植物にもそれらに良く似た遺伝子群が存在することが分かりました。このことは、私が明らかにした酵母におけるオートファジーの分子メカニズムは、動物と植物のオートファジーにも当てはめることができる普遍的な分子メカニズムだったことを意味します。このことが、私のノーベル賞受賞の重要な理由の一つになったのです。

大隅博士はこのように自身の研究を説明するとともに、小中高生に向けて幾つかのメッセージを与えました。その中でも特に、**問題を解くこと以上に問題を見つけることが大事**であることを強調し、**自分が見つけた問題を大切に追求し続けること**の大切さを説きました。

5. 大隅博士への質問タイム

この時間は、ノーベル賞受賞学者に直接質問ができるというたいへん貴重なチャンスです。小中高生は積極的で、質問は多数ありました。その中には「先生みたいにノーベル賞を取るためには小学生のうちは何をやっておいた方がよいですか」という質問がありました。大隅博士「小学生のうちには科目を何か一つに絞るのではなくて、いろいろなことに目を向けて勉強をするとよいでしょう」とアドバイスしました。また、「これまでの研究で、う



まく行くのか不安になった経験はありますか」という質問もありました。大隅博士は「研究というものはうまく行かないことがほとんどです。うまくいかなかった時、あきらめずに何が原因かを探してゆくうちに、良い方法に行き着くことが多いです。要は自分の考えに自信を持ち、あきらめないことです」と答えました。

会場から合計7つほどの質問に答えました。それでもまだ質問がありましたが、時間の関係で科学体験ブースのコーナーにこの科学イベントは移りました。しかし、大隅博士は講演会場に留まり、小中高生から個別に質問を受けていました（写真右）。



6. 科学体験ブース

大学研究室、科学館、企業から合計8つの科学体験ブースが出展されました。それらのブースのタイトルは以下のとおりでした。小中高生はそれぞれのブースで観察、実験、科学創作を楽しみました（事項の写真）。

梅園良彦研究室（兵庫県立大学）「プラナリアの再生」

吉久 徹研究室（兵庫県立大学）「RNA を見てみよう」

近藤侑貴研究室（神戸大学）「植物の葉っぱの細胞を維管束に変える！？」

石崎公庸研究室（神戸大学）「原始陸上植物 ～コケ植物～ に触れてみよう！」

守屋央朗（岡山大学）「3Dプリンターで作ったタンパク質に触れて考えよう」

姫路科学館（姫路市）「ヒトデの切り絵」

新興出版社啓林館（大阪市）「おもしろ風車をつくろう」

日本電子株式会社（昭島市）「電子顕微鏡でミクロの世界を探検しよう！」



7. 謝辞

興味深い講演をしてくださった西村いくこ先生と梅園良彦先生に感謝いたします。また科学体験ブースを出してくださった石崎公庸先生、梅園良彦先生、近藤侑貴先生、守屋央朗先生、吉久徹先生、姫路科学館、新興出版社啓林館、日本電子株式会社にお礼を申し上げます。

また、協賛、後援または協力をしてくださった以下の団体・企業にお礼を申し上げます。

1) 協賛(五十音順:敬称略)

グローリー (株)、佐和鍍金工業 (株)、山陽色素 (株)、シスメックス (株)、神姫バス (株)、千代田商事 (株)、(公財) 中谷医工計測技術振興財団、日本丸天醤油 (株)、姫路信用金庫、まねき食品 (株)、(株) 安田商会、(株) ヤマノ

2) 後援(敬称略)

兵庫県教育委員会、姫路市教育委員会、姫路商工会議所、神戸新聞社、NHK神戸放送局

(なお、姫路商工会議所には姫路市にかかわりの深い会社からの協賛を得るにあたり多大のご協力をいただきました。ここに謝意を表します)

3) 新聞掲載

本イベント情報は、8月29日(月)と9月26日(月)付けの神戸新聞に掲載されました。掲載に謝意を表します。

以上