

第3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

ようやく要約

おおける を を かがくそうせいさいだれ かっぱら げっかの日)に第 3 回目の「小 中高生と 大隅基礎科学創成財団は、2019年7月15日(月・海の日)に第 3 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、集い)」を京都大学百 周 年時計台記念館で開きました。この「集い」は、小中高生に優れた講演を聴いてもらい、科学体験してもらうこと を目的としました。講演会では、大隅良典理事長が「細胞の見事なリサイクルのしくみ」というタイトルでオートファジーのしくみの発見を重要性について話し、梅田眞郷京都大学 大学院教授が「「朝泣きライオン」が科学者になった」というタイトルで、泣き虫で自信のな かった子がどのようにして科学者になったかを幾つかの 興 味深いエピソードを交えて講演しました。また、講演会終盤では大隅理事長への質問コーナーもあり、子どもたちが科学に関連する率直な質問をしました。科学体験コーナーには 14 の団体・会社が体験型ブースを設け、多数の参加者がさまざまな体験を楽しみました。「集い」への参加者は 1,294名にも達し、たいへん盛況でした。

1. はじめに

大隅基礎科学創成財団は、小中高生が最先端科学に触れ、その研究を実際に行なっている研究者と直に交流することにより、自然科学に興味を持ち、将来研究者になりたいと思う人が一人でも多く育ってほしいと考えています。このような考えの基に、2019年7月15日(月・海の日)に第3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、集い)」を開きました。この「集い」の開催にあたって、京都大学大学院工学研究科の梅田眞郷教授が設立した準備委員会からさまざまなご協力をいただきました。

今回の「集い」は、京都大学の百周年時計台記念館を会場にして、「科学のおもしろさを体験しよう」というメインテーマのもとに開かれました。受付の始まった9:30には下の写真のように長い行列ができ、「集い」への関心の高さが伝わってきました。

今回の「集い」の特徴は、第2回の「集い」と同じように、当財団が用意した講演と生物試料観察だけでなく、14 もの協賛団体が出した科学体験ブースでも科学のおもしろさを体験できたことです。そのタイムスケジュールの概要は以下のとおりでし



た。



10:30~12:50 科学体験(参加者は自由に各ブースで体験できる)・昼食

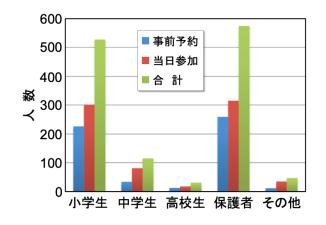
13:00~13:30 講演 大隅良典理事長 (ノーベル生理学・医学賞受賞者)

13:30~14:00 講演 梅田眞郷先生(京都大学大学院教授、「集い」実行委員長)

14:10~16:00 大隅先生への質問・科学体験・科学おしゃべり

なお、この「集い」への全参加者 1,294 名のうち、事前申込みでの参加者 (総数 544 名) の内訳は、小学生 226 名、中学生 34 名、高校生 13 名、保護者 259 名、その他 12 名でした。また、当日参加 (総数 750 名) の内訳は、小学生 301 名、中学生 81 名、高校生 18 名、保護者 315 名、その他 35 名でした (下図参照)。一見して、中高生に

比べて小学生とその保護者の参加者が 多いことが分かります。この傾向は、 前回の「集い」への参加者の傾向と全 く同じであり、様々な機関が調べた「理 科が好きですか」という問いに対して 「はい」と答えた小中高生の割合の傾 向と似ています。したがって、小学生 の「理科好き」を維持し、保護者の意 識を維持する働きかけが大切だと考え られます。





2. 大隅理事長の講演



大隅理事長の講演のタイトルは「細胞の見事なリサイクルのしくみ」でした。私たち人間が、地球上の限られた資源を有効に使って生きていくためには、リサイクルが必要です。では、細胞が行なうリサイクルとはどんなものでしょうか。

大隅理事長は、まず、小学生の参加者が多いことに配慮し、「君たちにとって難しい話

も出てくると思いますが、『知らないことがたくさんあるってことも、楽しいことなんだ』と思って聴いてください」と優しくエールを送りました。

細胞のリサイクルとは、今や誰もが知っているオートファジーのことです。大隅理事長はそのしくみを明らかにするために使った実験生物 (= 酵母) について解説しました。酵母とは、パン、ビール、ワイン、日本酒などを作る微生物として人間に長く利用されてきましたが、実は私たち人間の細胞と基本的に同じしくみをもっているため、基礎研究でよく使われていることを力説しました。

酵母でオートファジーが行われる中心的な場所は液胞です。1980年前後、大隅理事長が酵母で研究しようと考えた時、液胞を研究したいと思ったそうです。その理由は、当時、液胞はほとんど誰にも注目されていなかったからだそうです。「私はほかの人がやらないことをやることが好きなんです」と強調しました。

オートファジーで分解される主要なものはタンパク質です。そこで、大隅理事長はタンパク質について説明しました。タンパク質は 20 種類のアミノ酸からできています。そして、タンパク質はヒトの体の中では非常に多く作られ、同時に非常に多く分解されていることに焦点を当てました。その一例として、血中で酸素を運ぶヘモグロビンというタンパク質は 1 秒間に 1×10^{15} 分子(= 1 千兆分子)も作られ、その同じ数だけ分解されると説明しました。

オートファジーによるタンパク質のリサイクルの素晴らしさについても、大隅理事長は例を挙げて次のように説明しました。秋にイネが緑色から黄色になるのは、緑色の葉の中のタンパク質が分解されて、コメに蓄えられるからです。また遭難した人が



水さえあれば1週間ほど生き延びられるのは体内でタンパク質などのリサイクルができるからです。

以上のような、オートファジー理解のための基礎的な解説をした後、大隅理事長は 酵母を使ってオートファジーのしくみを突き止めた経緯を、研究の着想から実施およ び予期せぬ波及効果について順次解説していきました。

着想は、アミノ酸のもととなる窒素を生育培地から除いて培養した酵母を顕微鏡で観察したら、液胞の中に小刻みに動いている粒がいくつか見えたことに端を発するそうです。この粒は、液胞の中のタンパク質分解酵素ができない突然変異株では非常に良く見えるので、タンパク質分解に必要なものに違いないと確信を持ったとのことです。

この確信は、当時の大隅理事長に次の行動を取らせました。つまり、窒素を除いた 培地で培養しても液胞中にあの粒ができない酵母の突然変異株群を単離して、遺伝子 解析すれば、オートファジーに関わる遺伝子群($\underline{AUTOPHAGY}$ 遺伝子群 = \underline{ATG} 遺伝 子群)とそれにコードされているタンパク質群を特定できる違いないと考え、信念を 持ってその特定のための研究を続けました。

その結果、当時 15 個(現在では 18 個)の ATG 遺伝子を特定することができ、それにコードされるタンパク質のはたらきまですべて突き止めることができました。これはオートファジーのしくみの解明に他なりません。そしてこの解明は、全く新しいタンパク質分解のしくみを解明したことになりましたので、2016 年のノーベル生理学・医学賞に結びつきました。

オートファジー研究の予期せぬ波及効果は、しくみの解明途上ではっきり見えてきました。つまり、酵母の ATG 遺伝子群に良く似た遺伝子群は動物にも植物にもあることが分かったのです。大隅理事長は、オートファジー研究を始めた時、ただそのしくみを知りたいと思って始めましたが、研究が進んでくると、たとえば、オートファジーは、受精卵の中で精子由来のタンパク質を特異的に分解して発生に役立てること、また、有害な外来のタンパク質を特異的に分解して生体防衛に役立てることなど、いくつかその例を紹介しました。

最後に、大隅理事長は「私はオートファジー研究の 30 年間で、いくつかの幸運に 恵まれました。第一に、何人もの優れた共同研究者に恵まれました。また、研究開始 の時は基礎科学に徹し、応用に役立つ研究をしようとは考えませんでしたが、研究が



進んでくると、結果的にいろいろな役立つ研究にも結びつきました」と言って講演を しめくくりました。

3. 梅田眞郷先生の講演

梅田先生の講演のタイトルは「"朝泣きライオン"が科学者になった」でした。梅田先生は、小学生低学年の時、近所の人たちに"朝泣きライオン"と言われていたそうです。なぜそう言われたのでしょうか。そしてそのような子供がどのようにして科学者になったのでしょうか。梅田先生は、泣き虫で能力のない幼少時(と謙遜の気持ちから表現したと思われます)のご自



分の姿に温かな眼差しを向け、その同じ眼差しを会場の小中高生にも向けつつ「今自分に自信がなくても一つのことをやり続けることで、立派な科学者にもなれますよ」と暗示しつつ、温かみのある語り口で講演しました。具体的内容は以下のとおりです。 梅田先生は講演の初めで、まず、ご自分の現在の研究テーマである温度の感じ方と

梅田先生は福島県いわき市小名浜で生まれ、育ちました。小学校に上がる前は近所の三崎公園や木製の船を造る造船所が遊び場で、特に造船所ではオガクズの中にカブトムシの幼虫がいたと声を弾ませ、近くの海岸で母親と貝殻集めをしていたと、のど

温度調節について簡単に述べた後、子供時代に話題を移しました。

かな生活を懐かしみました。

ところが、小学校に入るとそれまで集団生活をしたことがなかったので、なかなか学校生活に馴染めなかったそうです。また、絵描きで星をうまく描けずトラウマとなり、同級生がうまくカスタネットを叩き、歌を歌い、お遊戯を踊る姿を見て、自分はできない子だと思い込み、学校に行くのが嫌だと朝に泣くようになったとのことです。これが、"朝泣きライオン"の由来です。"ライオン"と名付けられたのですから、さぞ大きな泣き声だったことと思われます。

このような"不甲斐ない"梅田少年でしたが、大きな救いが2つあったそうです。まず第一に、ご両親がゆったりとしていて、決して学校に行けとは言わなかったそうです。この時梅田少年は、「周りの人が皆優秀なので、自分は人一倍努力しないといけ



ない」と思ったそうです。このように思ったところが、梅田少年の非凡なところなの だと思います。

もう一つの救いは、3年生から6年生まで学級担任だった杉山豊太郎先生との出会いでした。この先生から放課後に絵をたくさん教えてもらったそうです。その時のエピソードの一つとして、小名浜の港を描いた大きな版画を何日もの時間をかけて一生懸命作ったそうです。この版画は特に賞を取った訳でもありませんが、小学校の中央廊下に長く掲げられていたそうです。何事にも謙遜な梅田先生ですが、この時ばかりは少々誇らしくお話しになったと、筆者には感じられました。

このように、好きなものにはとことんのめり込むという今日の梅田先生の研究姿勢は、既にこの時に表れていたようです。幼少時の話題の最後の締めくくりとして、当時のお父様の言葉を披露しました。その言葉とは、「頭の良い人は掃いて捨てるほどいる、しかし、努力を続けられる人は少ない」です。この言葉は後述の大学生以後の話の布石にもなります。

成長して大学生になった時、自転車部に入ったそうです。小学生以来の性格を反映して、一人でできること、人と競争しないという観点からこの部を選んだそうです。 大学での勉学については、自分は会社に入っても役に立たないと考えて、気持ちは大学での研究に向かったそうです。ただ、当時の優秀な学生は大隅先生も含め皆分子生物学を目指しましたが、梅田先生は当時何だか得体の知れない脂質の研究を選んだとのことです。

大学の研究室に入ると、外国からの留学生も含めなかなか良い雰囲気の研究室でしたが、与えられる研究テーマがなく、皆研究成果が出ないので辛い思いをしたそうです。しかし、このような状況でも、研究課題を自分で決めて進めていくことの快感にどんどん引き込まれていったそうです。

大学院生の時、日々の努力の一環として、朝9時から10時まで英語の本を読む「読書会」を行ったそうです。そして40年が経った今でもそれを続けているとのことです。「1つのことを1日1つでも続けていると心の支えになる。こうしていると自分を追い詰めないで済む。勉強会を続けてきたことが、研究を続けられてこられたことに結びついたと思います」と力説しました。

その上で、梅田先生は座右の銘とも言うべきピューツアー賞受賞ジャーナリストのチャールズ・デュフィグ(Charles Duhigg)の一節を紹介しました。その一節のキー



ワードは small wins です、つまり、小さな勝利です。「ほんのちょっとしたことを成し遂げること、このささやかなことの連続を私もしてきたのかなと思っています」と述べました。そして、小学生時代から今日に至るまで、その都度、その都度、迷いながら生きてきました。そのため、自分らしさとは何かを考えるようになりました」と振り返り、「今でも、自分らしい研究とは何かを考えながら研究しています」と述べました。

その自分らしい研究の1つとして、琵琶湖だけにいるイサザというハゼ科の魚の脂質の研究を紹介しました(下の写真を参照、「WEB魚図鑑」より引用;成魚は8cmくらいの大きさになります)。



琵琶湖は古代湖の1つで長い歴史を持っています。この湖の中で、イサザは、昼は100 m くらいの非常に深い所にいますが、夜になると水生昆虫やプランクトンなどの餌を食べに浮上してきます。梅田先生の研究グループはこのイサザの脂質を調べた結果、琵琶湖にいる他の魚にはほとんど含まれていない DHAと EPAという、健康成分として有名なオメガ-3不飽和脂肪酸が大量に含まれていたことが分かったそうです。しかもその量は海の魚よりも多かったそうです。この不思議な特徴の原因を調べてみると、DHAと EPAは水生昆虫などの餌には含まれていませんでしたが、イサザのお腹の中には DHAと EPAを作る細菌がいることが分かりました。南氷洋にもいることが知られているこの細菌は琵琶湖の湖底深くに住み、イサザがそれを飲み込んでお腹の中で飼っていると推測されました。このようなイサザの脂質の研究から端を発し、イサザの生態および琵琶湖ができた歴史とも密接な関係がありそうな壮大な世界が見えてきました。イサザの脂質の不思議と琵琶湖の歴史が結び付くとは、まさに梅田先生らしい、梅田先生だけの研究と言えそうです。この一例だけからも、梅田先生が小学生の時から続けてきた好きなことを好きなだけするという姿勢の大切さが分かります。

最後に、小中高生に向けて「自分がこの歳になっても研究を続けられているのは、 小学生の時に身の回りにいた生き物に対していだいた不思議だと思った考えが、その



後の道しるべとなったのではないか」と振り返った上で、「皆さんもその時々で思ったことや考えたことをノートに書いておくと良いかもしれません。将来人生の道に迷った時、それが道しるべになるかもしれません」と勧めました。

そして、「私はこの歳になってもまだ道に迷っています。結局のところ、自然を見つめ、自然に生かされていると感じ、自然とともにて生きていきたい。他人にまかせるのではなく、自分で自然を見て、考えることが一番大事なんだと思います」と述べて講演を結びました。

4. 大隅理事長への質問コーナー

事前申込みの際の大隅理事長への質問は42もあり、関心の高さを伺わせましたが、時間の関係で、講演会場でその一部の子どもたちが質問できました。しかし、講演会終了後の科学体験の時間帯に、大隅理事長は多くの小中高生や保護者の質問に長時間にわたって答えました。

講演会場での公開質問と大隅理事長の答えを要約しますと、次のようになります。

○中学2年生「自分自身を食べるはたらきは、植物でもありますか。また、恐竜も 自分自身の一部を食べていたのでしょうか」

◇大隅理事長「『自分自身を食べる』 とはオートファジーを指すのであれ ば、その現象は、植物にもあります。 オートファジーはどのような生物に とっても大切です。植物は動けないの で、特にオートファジーは重要なはず だと思っています。恐竜についての質 間ですが、オートファジーにはたらく 遺伝子が酵母にもヒトもあるという



ことから判断して、オートファジーは恐竜にもあったに違いないと思います」

○小学 6 年生「理科はむずかしくて好きではないのですが、どうしたら好きになれますか」



◇大隅理事長「理科をあんまり難しく考えないで、理科は理屈から積み重ねられているとは考えないで、いろいろな自然現象を身近なことと考えて観察すると面白いと思えるのではないでしょうか」

- ○小学6年生「一番大切な物や事は何ですか」
- ◇大隅理事長「大切なこととは、生きること、自分の人生を楽しむこと、そのためには自分のしていることを楽しいとと思うことが大切だと思います。」
 - ○小学3年生「人生の中で一番好きなアニメはなんですか」
- ◇大隅理事長「最近アニメを見ていませんが、私の子供の時代で印象に残っている のは鉄腕アトムです」
 - ○中学3年生「研究の中で一番大切なことは何ですか」
- ◇大隅理事長「それは、自分で何が知りたいかと考えること。いろいろな考え方があるということを分かることも大切。分かったことから、次の疑問を持つことも大切です」
 - ○「オートファジーはどういう生物から始まったのですか」
- ◇大隅理事長「まだ分かっていません。オートファジーが起きるためには、細胞の中に膜でできた袋を持っていなければなりません。したがって、それを持っている真核生物が生物界に出てきた時、オートファジーが始まったと言えると思います」

5. 大隅理事長と一緒に記念撮影

質問コーナーの後、科学体験ブースに移動した人もたくさんいましたが、会場に残った参加者の皆さんが大隅理事長と梅田先生を囲んで記念写真を撮りました。





6. 科学者との集いと科学体験のブースでの観察・体験

科学体験ブースの部屋には事前申し込みができなかった中高生も自由に入れましたので、たいへんな混雑となり、各ブースの前には長い行列ができました。行列に長時間並ばなければならなかった人には気の毒でした。

それでも小中高生は科学体験ブースでさまざまな体験を楽しんだ様子でした。また、 大隅理事長も各ブースを隈なく周りましたので、小中高生からたくさんの質問を受け たり、記念撮影に気軽に応じていました。









参加者に好評の科学体験ブースを開設した協賛団体のテーマは以下の表のとおりでした(50音順)。

これらのブースでは、指導員の皆さんが参加者に非常に熱心に説明したり、手ほど きをしたりしていました。お陰で、小中高生だけではなく大人も十分に科学体験を楽 しむことができました。



協賛団体(敬称略) テーマ カンタン! 生物学実験 iGEM Kyoto 組み合わせ計量体験 (株) イシダ 4K顕微鏡で見る生命の不思議 カールツァイス(株) 未来という理想を叶える"技術" (一社) 京都試作ネット ふしぎ! 水と油が混ざり合う?! 京都大学マイクロ化学生産研究 コンソーシアム VR (バーチャル・リアリティー)で DNA の 京都大学大学院理学研究科 世界に入ろう SACRA·MACS·技術部 アツガリとサムガリを科学しよう 新学術領域「温度生物学」、 ゲームで体験! 最先端の顔認識技術 (株) センスタイムジャパン 新しいのりもの「ロデム」の体験 (株) テムザック 生命科学の「すごい!」に出会いたい (公財) テルモ生命科学振興財団 ドローンを飛ばそう! (一社) ドローン撮影クリエーター 最新のドローン展示も ズ協会 スマホアプリで多様な生物の世界へ! (株) バイオーム 「はかる」と「わかる」を体験しよう! (株) 堀場製作所 ロボットを作って動かす! (株) ユーシン精機

7. 謝辞

科学体験ブースを出してくださった上記の協賛団体のほか、協力・後援してくださった下記の企業・団体等に感謝いたします(敬称略)。また、科学体験コーナーの終了時に、大隅財団への寄付を募りましたところ、たくさんの小中高生と保護者が寄付してくださいました。いただいたご寄付は、寄付者への感謝の気持ちを抱きつつ、大隅財団の活動のために有効に使わせていただきます。ありがとうございました。



協賛

三洋化成工業(株)、太陽日酸(株)、(株)ダイセル、(株)タクミナ、(株) DFC、(公財)テルモ生命科学振興財団

後援

京都市、京都府、京都市教育委員会、京都府教育委員会、京都市 PTA 連絡協議会、京都府 PTA 連絡協議会、全国連合小学校長会、(公財) 日本理科教育振興協会、京都府私立中学高等学校連合会、京都新聞、NHK 京都放送局、KBS 京都放送局

協力・企画

Words&Arts

最後に今回の「集い」に対して労苦を惜しまず多大のご支援をくださった梅田眞郷先生ならびに梅田研究室を中心に作られた実行委員会の皆様に深く感謝いたします。以下に皆様の集合写真を掲げ、謝意を表します。

