

第4回「小中高生と最先端研究者とのふれ合いの集い」の報告

公益財団法人 大隅基礎科学創成財団 理事
飯田秀利

ようやく 要約

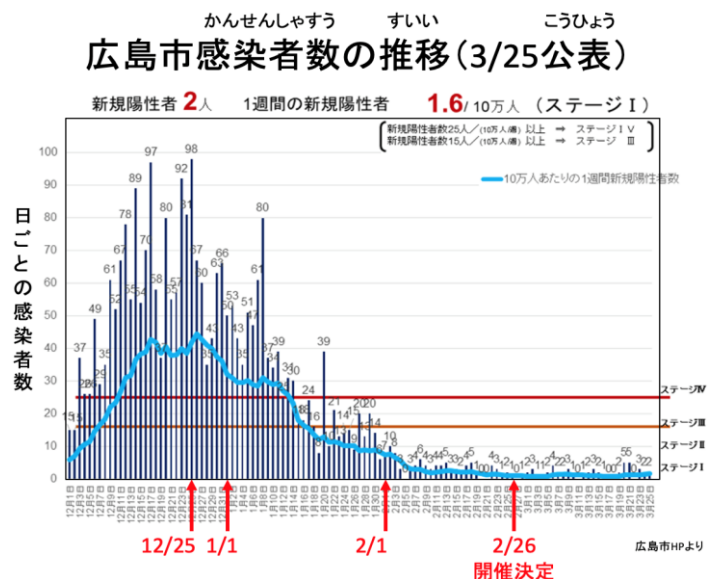
大隅基礎科学創成財団は、2021年3月27日(土)に第4回目の「小中高生と最先端研究者とのふれ合いの集い(以下、集い)」を広島市こども文化科学館で開きました。この「集い」は、大隅良典理事長をはじめ優れた研究者の特別講演と科学体験ブースでの体験をとおして科学のおもしろさを実感してもらうことを目的としています。特別講演では、広島大学長の越智光夫先生が「ワクワクして取り組んだ膝関節外科」と題して、膝関節の治療での工夫をいくつかの具体的な例を交えて講演しました。また、大隅理事長は「生き物の見事なりサイクルのしくみ」というタイトルで、オートファジーのしくみの発見と重要性について講演しました。また、講演後の「科学のおしゃべり」コーナーでは、小中高生が越智先生と大隅先生に質問して科学の話題を楽しみました。科学体験ブースには合わせて14の団体・会社・大学研究室が体験型ブースを設け、午前の部と午後の部に分かれた参加者がさまざまな体験を楽しみました。

1. はじめに

大隅基礎科学創成財団(以下、大隅財団)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ててほしいと考えています。このような考えの基に、2021年3月27日(土)に第4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」は、本来ならば1年前に開く予定でした。しかし、当時、新型コロナウイルスの感染者が全国で増えている時期でしたので、1年間延期しました。

今回の開催も新型コロナウイルスの感染者数は、日本国内で増えている都市もありましたが、広島市では右のグラフに示しましたように、2月9日以降は1日あたりの感染者数が0~5人という低さを維持していましたので、大隅財団は共催の広島市こども文化科学館および協賛幹事の株式会社新興出版社啓林館と2月26日に相談し、開催日に広島市とのその近郊で新型コロナウイルス感染者が増えることはない判断して、



「集い」を開催することを決定しました。

ただし、今回の「集い」では、感染リスク対策は不可欠でした。具体的には、まず、密集を避けるために、抽選制としました。それにより、特別講演の視聴者を会場収容人員の半分(160名)に絞り、指定席制にしました。その上、科学体験ブースへの参加者を午前の部と午後の部に分けました。

また、入館時の検温、開催中のマスク着用の徹底、特別講演会場や科学体験ブースでのアルコール消毒と飛沫防止パネル設置、全館の換気を徹底しました。

このような感染防止対策のためにやりづらさがあったと思われませんが、14もの団体・会社・大学研究室が科学体験ブースを出展したのは、とてもありがたいことでした。

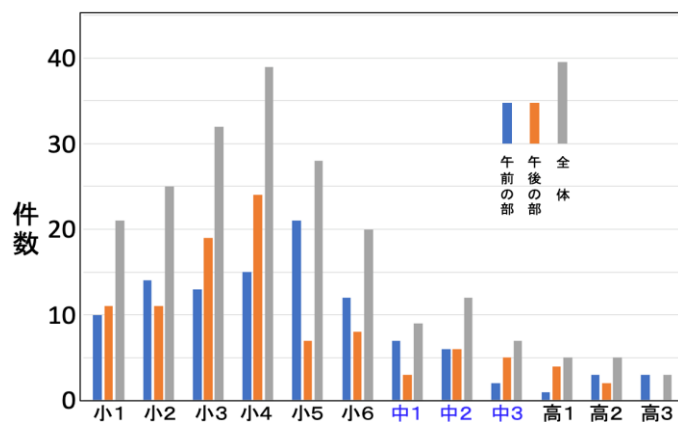
困難を乗り越えての開催当日のタイムスケジュールは以下のとおりでした。

- 9:00 午前の部受付開始
- 9:30 開催のあいさつ
- 9:35 科学体験ブース（午前の部定員 80 名）
- 11:45 午後の部受付開始
- 12:15 越智先生の特別講演
- 12:50 大隅理事長の特別講演
- 13:20 科学のおしゃべり
- 14:00 科学体験ブース（午後の部定員 80 名）[午前の部参加者は退館]
- 16:30 閉会のあいさつ（館内放送）

なお、この「集い」へ応募は、午前の部 108 件、午後の部は 109 件でした。厳正な抽選の結果、午前の部 53 件、午後の部 50 件が当選となりました。それぞれの部で小学生には保護者が同伴します。そのため、当日の欠席者を考慮して、午前の部、午後の部それぞれ 90 名を当選者としました。

学校の学年別の応募件数をグラフにしますと、右の図のようになります。一見して、小学生の応募に比べ、中学生と高校生の応募が少ないことが分かります。この傾向は、第1～3回の「集い」への応募の傾向と同じです。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。

学年別応募件数の分布



2. 越智光夫先生の特別講演

越智先生の特別講演のタイトルは「ワクワクして取り組んだ膝関節外科」でした。越智先生は、「まず、整形外科が直すべき体の部位は大きく分けて7カ所ありますが、そのうちの1つが膝関節です」と講演を始め、膝関節外科医としての創意工夫について以下のように解説しました。すなわち、膝関節外科で治療が難しい所は、靭帯と軟骨の2ヶ所ですが、越智先生は順次その2カ所の治療に取り組みました。



(1) **靭帯治療に取り組む** 切れた靭帯を繋ぐのはとても難しいのですが、越智先生は「島根ループ」と名付けた人工靭帯の補助具を考案して、切れた靭帯を再建することに成功しました。このような画期的な成功にも関わらず、当時の勤務地である出雲市は人口が7万人であり、年間約10人にしか靭帯の手術ができないので困りました。そこで、出雲市とその近郊には高齢者が多いことに着目し、高齢者の悩みの1つである軟骨の治療に取り組むことにしました。

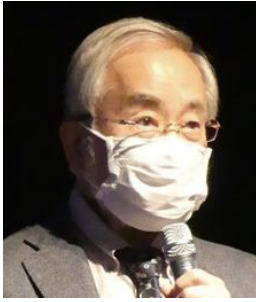
(2) **軟骨治療に取り組む** 怪我などで傷ついた軟骨を修復する上で難しいのは、軟骨には血管がないので自然治癒は起こらないことです。つまり、直すには外科医が軟骨細胞を患部に補ってやらなければなりません。これはたいへん難しいのですが、外国で自家培養関節軟骨細胞移植法が開発されて、少し希望が見えました。ただし、その方法では液体の中に入れた軟骨細胞が漏れ出してしまいます。そこで、越智先生は軟骨細胞をアテロコラーゲンという足場の中で培養し移植する方法を開発しました。次には、磁石を用いる方法で大きく切開しないで治療を行う方法を開発しました。その成功の鍵は、軟骨細胞となる間葉系幹細胞に鉄粉を食べさせ、関節注射で打ち込み、その細胞を磁石で患部に集めることでした。

以上の2つの事例から、越智先生が独創的なアイデアで治療法を開発してきたことが分かります。治療法を新たに考えるという行為は、基礎科学において独創的なアイデアを考えるという行為に共通性があると感じました。

最後に、越智先生は「人生は一度しかない チャレンジ」、「自分で考え、行動を起こす」、「いつも考え、考えつくすこと」というメッセージを小中高生に発しました。さらに、「知好楽」という語句を示し、「これを知る者は、これを好む者に如（し）かず、これを好む者は、これを楽しむ者に如かず」という論語の一節を紹介し、学問において楽しむことの重要性を強調して特別講演を締めくくりました。

3. 大隅良典理事長の特別講演

大隅理事長の特別講演のタイトルは「生き物の見事なりサイクルシステム」でした。私たち人間が資源の限られた地球で持続的に生きていくためには、資源のリサイクルが必要です。では、生き物たちが行なうリサイクルとはどんなものなのでしょうか。



大隅理事長は、まず、父親が広島で育ったので広島には親しみを感じていると述べることから講演を始めました。そして、小学生の参加者が多いことに配慮し、「私の話は君たちには少し難しいかもしれませんが、分からなくても心配いりません。君たちは、科学が進歩してたくさんの方が分かっていると思っている人も多いと思いますが、私の講演を聴いて実は分かっていないことが多いんだなと感じてくれれば良いと思います」と優しくエールを送りました。

また、本題に入る前に科学と技術の違いを説明しました。「科学は自然の法則や構造の発見であり、技術は利便性のための人工物の発明です。両者は互いに影響し合って発展してきましたが、両者は違うことを理解してください。」

生き物のリサイクルとは、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説明しました。

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です。

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、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10日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、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ち、興奮を覚えた」とのことです。

この確信によって、大隅理事長は「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するという着想を得ました。そして、これらの突然変異

株の変異遺伝子を解析すれば、オートファジーに関わる遺伝子群（*AUTOPHAGY* 遺伝子群 = *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はないと考え、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、この功績により 2016 年のノーベル生理学・医学賞を受賞しました。

オートファジー研究の予期せぬ波及効果は、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ことです。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、細菌が感染するとそれを取り除くはたらきや、マウスの寿命などに関わっていることなどを説明しました。

オートファジーの研究は世界中で発展しましたが、まだ分からないことが多くあると、大隅理事長は力説しました。

最後に、「私はオートファジー研究の 32 年間、知的好奇心から進めてきた研究がたくさん幸運に恵まれました。たとえば、たくさんの優れた共同研究者、豊富な研究費のサポート、家族の支えなどに恵まれました。オートファジーにはまだまだ分からないことが多いので、歴史的な使命として私は今でも研究を続け、次の世代にバトンをつなげたい。」と述べました。その上で、「君達へのメッセージ」として 7 つのメッセージを掲げました。そのうちの 1 つを紹介しますと、「人と違うことを恐れずに、自分らしく生きよう」というものがありました。これはまさに基礎科学の独創性に通じるものあり、講演の結びにふさわしいメッセージで講演を終了しました。

4. 科学のおしゃべり

「科学のおしゃべり」というあまり聴き慣れないタイトルは、科学のことについて小中高生が最先端科学者と年齢、経験、立場を超えて自由に和やかに会話する時間帯という意味を込めて名付けました。

参加申込み時の大隅理事長への事前質問は午前の部 33 件、午後の部 31 件もあり、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に質問していただきました。

講演会場での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。

○小学 2 年生「オートファジーをたくさんしたら長生きできますか」

◇大隅理事長「大事な質問ですね。オートファジーを適切にコントロールできたら長生きできるかもしれませんが、しかし、まだ良く分かっていないので、今、世界中の研究者が研究しています。」

○小学6年生「研究をされていて楽しかったことや大変だったことは何ですか。」

◇大隅理事長「研究はいつもうまくいくとは限らないので、苦しい時もあるのですが、たまに新しいことを見つけられた時に喜びを感じます。こういうことの繰り返しが研究というものだと思います。無駄な実験はないんだと思うことが大切です。」

○中学3年生「研究を進める上で大切にしていることは何ですか。」

◇大隅理事長「挑戦をして何かを発見しようという気持ちを大切にしています。最初の疑問に立ち返ることも大切です。」

○中学2年生「不思議に思うことや研究の材料になることを普段から探していますか。」

◇大隅理事長「研究の材料を積極的に探すというより、自然の中で植物や昆虫などを観察すると、たくさん『あれっ』と思うことがあります。皆さんにもそういうことを大切にしてもらいたいと思います。」

○高校2年生「オートファジーの研究をするために酵母を選んだ理由は何ですか。また、『自分はこれをしよう』と決める目安を教えてください。」

◇大隅理事長「オートファジーを研究しようとしたのではなく、酵母を使ってタンパク質の分解を研究していました。その研究結果が当時ほとんど誰も知らなかったオートファジーという現象に結び付いたのです。2つ目の質問に対する答えは、私が酵母で研究しようとしていた頃は、遺伝学が発展し、分子生物学が新たに出てきた時代でした。酵母ならばそれらの研究手法を適用できると考えました。」

○当日の質問者（1）「人が注目しないことを続けるにはどうしたらよいですか。」

◇大隅理事長「自分がおもしろいと思うことを大事にすること。みんなと違うことをして何かを発見をすると、科学が楽しくなります。」

○当日の質問者（2）「もし小学生に戻ったら夏休みの自由研究は何をしますか。」

◇越智先生「最近なかなか植物の名前を覚えられないので、植物の名前を覚えられるような研究をしてみたいです。」

◇大隅理事長「私が研究したいことを述べるのではありませんが、自由研究をする上で重要なことをアドバイスしたいと思います。今の世の中ではインターネットで調べただけで分かったような気分になってしまう人が多いです。これでは勉強とは言えないので、何を研究するにも自分で考えることを心がけてほしいと思います。」

○当日の質問者（3）「失敗したりして、研究を止めたいと思ったことはありますか。」

◇越智先生「手術をしている最中に疑問が湧く時があります。このような時に、どうしたら術後の成績を良くすることができるかとアイデアが湧いてきます。ですから、研究を止めたいと思ったことはありません。」

◇大隅理事長「私も研究をやめたいと思ったことはありません。うまくいかない時、1つの方法に囚われると問題を解決できないので、いろいろな別の方法を試します。山に登る時、1つの道ではなく幾つかの道があるのと似ています。」



以上の質問のほかにたくさんの人が手を上げて質問をしたいと希望しましたが、時間の関係で、質問は科学体験ブースの時間帯に個別にさせていただくことをお願いして、「科学のおしゃべり」のコーナーを終えました。

5. 科学体験ブース

新型コロナウイルス感染防止のために、科学体験ブースを午前の部と午後の部に分けて開催しました。内容はどちらでも同じでした。

科学体験ブースを出展してくださった企業・団体・大学研究室とブースのテーマは以下の表のとおりでした。

これらの科学体験ブースでは、指導員の皆さんが参加者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。

テーマ	協賛団体（五十音順；敬称略）
理科×プログラミング 最新の理科教材を体験	ケニス（株）
コベルコ建機のショベルカーのなぞ！	コベルコ建機（株）
風船電話を作ろう	（株）新興出版啓林館・（一社）理数教育研究所 Rimse
簡単手作りモーターを作ろう！	戸田工業（株）
プログラミング体験・ミクロの世界	（株）ナリカ
見て触れて！ 電子顕微鏡ワールド	日本電子（株）
サイエンスショー 熱い世界と冷たい世界	広島ガス（株）
新展示 PNR-4号発進せよ！	広島市こども文化科学館
小さい生物（微生物）のパワーを観よう	広大院・統合生命科学研究所 鈴木研究室
化学のちからで発泡する入浴剤を作ろう！	広大院・人間社会科学研究科 化学研究室
エビすくいでエビの行動を観察！	広大院・人間社会科学研究科 生物研究室
電気と磁石を利用したスピーカーを作ってみよう	広大院・人間社会科学研究科 物理研究室
卵からどうやって大人になるの？	広大・両生類研究センター 荻野・古野研究室
温めると縮む？ ゴムの不思議を体験しよう！	（株）ミカサ

科学体験ブースで科学体験をしたり、科学の話を視聴したりしている様子の写真を掲載します。



7. 謝辞

科学体験ブースを出してくださった上記の企業・団体・大学研究室の皆様にご感謝いたします。そのほか、以下の企業・団体が協賛または後援してくださいました。お礼を申し上げます。また、「科学のおしゃべり」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の皆様が寄付してくださいました。いただいたご寄付は、感謝し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（五十音順：敬称略）

（有）アイル、コベルコ建機（株）、（株）新興出版社啓林館、スーパーサイエンスミュージアム（SSM）、マツダ（株）、（公財）マツダ財団連携事業科学わくわくプロジェクト、（株）ミカサ、（一財）理数教育研究所 Rimse

後援（敬称略）

広島県、広島県教育委員会、広島市、広島市教育委員会、（株）中国放送