

JADCI

News



No.48 2018.6.1

Contents

2 ご挨拶

日本比較免疫学会会長 日本大学 中西 照幸

3 第30回学術集会のご案内

5 Topic

Let's see how an ISDCI Congress works!

九州大学大学院 中尾 実樹

8 私の実験動物 #4

ヤツメウナギ

岩手医科大学 いわて東北メディカル・メガバンク機構 須藤 洋一

11 留学体験記 -ドイツにおけるポスドク生活- -第3回 ドクターコースの環境の違い-

Friedrich-Loeffler-Institut 山口 卓哉

12 実験のコツ #3

-電子顕微鏡用試料調製のコツ-

(株)マリン・ワーク・ジャパン 海洋研究開発機構 多米 晃裕

13 事務局からのお知らせとお願い

Collection #4

ヤツメウナギ





ご挨拶

日本比較免疫学会会長
日本大学生物資源学部
中西 照幸

新年度の慌ただしい時期も過ぎて大型連休も終了し、やっと普段の仕事に戻りホッとしている方が多いのではないのでしょうか。会員の皆様には、日頃より学会の運営にご支援・ご協力を賜り感謝申し上げます。

まず、昨年 12 月に発行した JADCI News No.47 以降の学会の取り組みについてお伝えします。今期の重点課題として取りあげている他学会との連携については、生体防御学会とはニュースレターの交換が順調に行われており、先日生体防御学会の News Letter 最新号を会員の皆様に配信したところです。合同学術集会の開催については前号でお知らせした通り、平成 31 年度の学術集会を生体防御学会との合同学術集会(九大川畑俊一郎教授が集会長、平成 31 年 9 月初旬開催予定)として開催することになっています。なお、学術集会への相互の参加等を含めた両学会の連携・協力の強化については、生体防御学会会長が琉球大の松崎先生から東北大の赤池先生に代わりましたが、両学会とも基本路線には変更がないことから、引き続き話し合いを進めていきたいと考えています。

他学会との連携・協力も大切ですが、本学会自体の強化・拡大も重要な課題となっています。先日会員名簿をお送りしましたが、本年 2 月末現在の会員数は 119 名です(その後卒業のため 1 名退会)。現会員の所属分野については表 1 のようになっています。ご覧のように、多様な分野の研究者が参加している

ユニークな学会といえます。会員の所属分野の割合は 20 年前と比べてもほとんど変わっていませんが、会員数については 10 年前と比べ 50 名余り減少しています。これについては、“幽霊会員”を最近整理したことによるもので実質的な会員数にはそれ程変化はないと考えられます。個人的には会員数の増減についてはあまり気にする必要はないと思いますが、魅力的な研究を担う若手の研究者の育成は組織の維持・活性化には必須です。吉田会長並びに笠原会長の時より、若手会員を対象とした各種学会賞の新設や学術集会における座長への若手研究者の起用、JADCI News や学会ホームページの刷新など、学会の活性化を図ってまいりましたが、さらに一層の努力が求められています。

比較免疫学会の設立に際しては、それまでの理学部の動物学関係者を中心とした「比較免疫学シンポジウム」から医・薬・農・水産学まで輪を広げ、1989 年の学会設立から当初の 5 年間に農・水産系を中心に 100 名から 200 名と会員数が大きく増加しました。最近、次世代シーケンスやゲノム編集技術がラ

イフサイエンスにおける基礎研究から臨床に至る広範囲な分野で広く普及し若い研究者を惹きつけています。我々が対象としているマイナーな動物においても高度な研究が出来る時代となってきました。時代の流れに迎合したり翻弄されたりすることを潔しとはしませんが、これまでの本学会の伝統を踏まえつつ、このような流れを取り込んで学会の再生・発展につなげていければと思います。今後も引き続き会員の皆様のお知恵を拝借しつつ、新しい視点の導入も含め学会の活性化を図っていききたいと思います。

本年は 6 月 17 日から 21 日に米国のニューメキシコ州サンタフェにて第 14 回国際比較免疫学会が開催されます。これに伴い国際比較免疫学会との連携・強化と若手研究者育成のため古田トラベルアワードを募集します。若手研究者の皆さんは奮ってご応募ください。また、本年度の学術集会は、森友忠昭教授を集会長として日本大学生物資源科学部(藤沢市)にて開催されます。詳細につきましては、本号の案内をご覧ください。出来るだけ多くの皆様と学会の会場でお目にかかれることを願っております。

表1 学会設立時より 10 年ごとの所属分野ごとの会員数の推移

分野	1989年	1999年	2008年	2018年
医学系	32 (32%)	40 (20.2%)	35 (20.2%)	22 (18.6%)
理学系	20 (20%)	23 (11.6%)	25 (14.5%)	19 (16.1%)
農・水産学系	18 (18%)	52 (26.3%)	40 (23.1%)	30 (25.4%)
薬学系	6 (6%)	9 (4.5%)	9 (5.2%)	8 (6.8%)
教養・教育系	3 (3%)	15 (7.6%)	12 (6.9%)	11 (9.3%)
国公立研究所	14 (14%)	21 (10.6%)	19 (11.0%)	7 (5.9%)
外国会員	0 (0%)	10 (5.1%)	12 (6.9%)	11 (9.3%)
その他	7 (7%)	28 (14.1%)	21 (12.1%)	10 (8.5%)
合計	100 (100%)	198 (100%)	173 (99.9%)	118 (99.9%)

分野の分類は、第 20 回学術集会記念誌“飛翔”の記事に準ずる。
1989 年、1999 年及び 2008 年のデータは、“飛翔”の記事より転用。

日本比較免疫学会 第30回学術集会のご案内

JADCI



日本比較免疫学会 第30回学術集会

The 30th Scientific Meeting of the Japanese Association for Developmental & Comparative Immunology

会期：平成30年 8月20日（月） - 22日（水）

会場：神奈川県藤沢市 日本大学生物資源科学部 湘南キャンパス 1号館 121講義室

学術集会長：森友 忠昭

日本大学獣医学科 魚病/比較免疫学研究室 教授

シンポジウム「免疫細胞とその起源」

演題登録：6月27日迄

日本比較免疫学会 第30回学術集会事務局 日本大学生物資源科学部獣医学科 魚病/比較免疫学研究室
事務局長 片倉 文彦〒252-0880 神奈川県藤沢市亀井野1866 E-mail: nuvettfish@gmail.com Tel: 0466-84-3381 Fax: 0466-84-3380

皆様方におかれましては益々ご清祥のこととお慶び申し上げます。この度、第30回日本比較免疫学会学術集会を、平成30年8月20日（月）から22日（水）までの3日間、日本大学生物資源科学部湘南キャンパス（神奈川県藤沢市）にて開催する運びとなりました。記念すべき第30回目の学術集会として、ご参加いただく皆様にとって有意義な集会となるよう、関係者一同鋭意準備を進めております。

近年の免疫学の進展により、哺乳類においても古典的な免疫細胞の分類に当てはまらない新たな細胞種が次々と発見されています。生体の免疫システムを真に理解するには、従来知られた免疫細胞と新たな免疫細胞との役割分担やそれら細胞の産生機構を知ることが欠かせません。そこで、シンポジウムでは「免疫細胞とその起源」と題し、種々の免疫細胞の役割や造血幹細胞の運命制御について、3名の先生方にお話をいただく予定です。会場での議論を通じて、免疫学における最近の進歩を比較免疫学分野へ導入し、免疫システムの普遍性や特殊性ならびに進化についての理解を共有する場としたいと期待しております。

ります。シンポジウムの他にも、無脊椎動物から魚類、哺乳類の免疫機構をテーマとした「教育講演」や「特別講演」を予定しております。

学術集会開催地の藤沢は、富士山を望む江ノ島や湘南海岸を有する風光明媚な東海道の宿場町として古くから賑わいました。大会会場となる日本大学生物資源科学部は、夏の海岸沿いの喧騒から少し離れた、緑の多い落ち着いた雰囲気のカンパスです。本学術集会では活発な議論と交流の場として魅力ある集会を目指しております。皆様のご参加を心からお待ちしております。

学術集会長 森友 忠昭

日本大学生物資源科学部獣医学科
魚病／比較免疫学研究室

日本比較免疫学会 第30回学術集会のご案内

【日程と概要】

- 8月20日(月)
 - <午後> 開会の辞
一般講演
教育講演 前仲 勝実(北海道大学教授)
- 8月21日(火)
 - <午前> 一般講演
 - <午後> 総会、古田賞、奨励賞、優秀論文賞発表
ならびに表彰
古田賞受賞者講演
古田優秀論文賞受賞者講演
教育講演 廣野 育生(東京海洋大学教授)
酒井 正博(宮崎大学教授)
特別講演 笠原 正典(北海道大学教授)
記念撮影
懇親会 日本大学生物資源科学部
本館ガレリア階「スエヒロ」
- 8月22日(水)
 - <午前> シンポジウム
「免疫細胞とその起源」
田久保 圭誉
(国立国際医療研究センター研究所)
茂呂 和世(理化学研究所)
邊見 弘明(和歌山県立医科大学)

【参加費・懇親会費】

- 参加費
 - 正会員:5,000 円
 - 博士課程後期学生:3,000 円
 - 修士(博士課程前期)・学部学生:無料
- 懇親会費
 - 正会員:4,000 円
 - 博士課程後期学生:3,000 円
 - 修士(博士課程前期)・学部学生:無料

【振込先(※切:6/27)】

- ゆうちょ銀行で払込取扱票をご利用の場合
口座記号番号:00280-8-105186
口座名称:第30回日本比較免疫学会学術集会
- ゆうちょ銀行以外からお振り込みの場合
銀行名:ゆうちょ銀行
金融機関コード:9900
店番:0二九店(ゼロニキュウ)店(029)
口座番号:当座 0105186
口座名称:第30回日本比較免疫学会学術集会

【参加・演題申込(※切:6/27 必着)】

参加申込書の全ての項目について、必要事項を E-mail の本文中に書き込み、**学術集会事務局**(nu-vetfish@gmail.com)に送信してください。参加申込書は、以下からダウンロードできます。

→ [参加申込書ダウンロード](#)

講演要旨(一般講演)(A4 版 1 枚)は和文または英文で作成し、「**pdf と MS-word ファイルの両者**」を、E-mail の添付ファイルで**学術集会事務局**に送信してください。講演要旨の見本は、以下からダウンロードできます。

→ [要旨見本ダウンロード](#)

【発表要領】

PC 用液晶プロジェクターを使用します。USB メモリー対応のパソコン(PowerPoint2013/Windows10)を用意しますので、PowerPoint ファイルを事前にコピーするか、ご持参のメディアを接続して投影していただくことになります。試写用のパソコンを会場受付に用意しますので、事前に動作のご確認をお願いいたします。ご自分の PC の接続をご希望の方は、事前にその旨ご連絡ください。

最寄り駅までの路線図



会場までの経路



Topic



Let's see how an ISDCI Congress works!

九州大学大学院 農学研究院
ISDCI 前会長
中尾 実樹

本年6月17～21日に、米国ニューメキシコ州サンタフェで第14回の国際比較免疫学会学術集会 (ISDCI Congress) が開催されます。この機会に、ISDCI という学会組織、ISDCI Congress がどう動いているか、ご紹介したいと思います。(このような文章を寄稿する機会を下さいました JADCI 役員の皆様に感謝申し上げます。)

ISDCI とはどんな学会？

国際比較免疫学会 (International Society of Developmental and Comparative Immunology) は、世界の比較免疫学研究者が所属する国際学会です(その沿革・歴史についてはホームページ (<http://www.isdci.org/>) を参照してください)。学会活動の2本柱は、公式ジャーナル Developmental and Comparative Immunology (Elsevier 社、Impact Factor = 3.218) の刊行と、学術集会の開催です。DCI の刊行自体は、その編集委員会 (Editorial Board) と出版社によって運営されていますので、会員が参加している感覚は少ないので、学術集会こそが ISDCI そのものの活動といっても過言ではないでしょう。

会員になると DCI を On-Line で購

読できます。総合大学に所属する方は、その図書館が On-Line Journal 契約を結んでいるかもしれませんので、大きな特典とは感じないかもしれませんが、大きく差が出るのは、Congress の参加費が ISDCI 会員には安く設定されることでしょう。その他、ポスドク等の情報がメール配信 News 等で得られます。

学会役員は、会長 (President)、次期会長 (President Elect)、前会長 (Past President)、地域代表の副会長 (Vice President: VP for the Americas, VP for Europe, VP for Asia and Oceania)、会計幹事 (Secretary -Treasurer)、そして教育担当幹事 (Secretary-Education) の8名です。(加えて、ISDCI Historian という名誉職があります。) 役員は、3年に一度、Congress の開催年の3月ごろに ISDCI 一般会員による選挙で改選されます。ただし、特に会長については、選挙で選ばれるのは President Elect です。President Elect は、3年間 President を補佐しながら仕事を覚え、3年後に自動的に President となり ISDCI の運営に中心的な役割を果たします。さらに3年後に会長の任期を終えると、Past President に移行して次の President の補佐職に戻ります。合計9年間、ISDCI のためのサービス

が続くわけです。もちろんどの役員にも手当はつきません(笑 | 泣)。

役員に立候補するためには、2名の推薦者 (Seconders) が必要です。候補者本人の自己紹介・抱負と2名分の推薦文が会員に配信され、メールによって投票します。すでに2018年の選挙は終わりました。さて、どなたでしょう？

ISDCI Congress ってどんな国際会議？

ISDCI が3年に一度開催する学術集会です。世界20カ国以上から250～400人の比較免疫学研究者が集います(2012年に福岡で開催した時は、日本を含む21カ国から280人が参加しました)。毎回4～5日の会期で、毎日、朝一番の基調講演 (Plenary Lecture) に引き続き、午前・午後にわたって2～3会場に別れた口頭発表セッションが開かれます。また、会期中の1、2日に、別途ポスターセッションも開催されます。海外開催では、ポスターセッションには Free Drink (ワイン、コーヒーなど) が振る舞われ、議論がより活発になるようです。(残念ながら福岡開催時には、Water のみでした...)

会期の中日には、半日の遠足 (Excursion) が企画されることが常です。今年のサンタフェでも、3ルートから選んで参加できます。手っ取り早く観光ができて、知り合いも増えて楽しいですよ。

Congress の開催場所はどうやって決まる？

開催場所と集会長は、3年前の Congress で決まります。ISDCI 役員が、集会長と開催地を会員から募集するのです。応募者は、Congress 期間中に開かれる役員会 (Executive Meeting) で招致のプレゼンテーションを行います。その土地の様子 (訪問したくなる場所か?)、世界からのアクセス (極端に不便ではないか)、会場 (便利な設備か)、およその予算の目処・想定される参加費などを説明してアピールします。かなり細かい質疑のあと、役員だけによる議論を経て、挙手投票で次期開催地が決まります。結果は、その後に開催される総会 (General Meeting) で ISDCI 会長 (President) から賑々しく発表されます。もしかしたら ISDCI Congress で参加者が最もドキドキして興奮する瞬間かもしれません。

Congress に参加すると、まず日本人研究者が仲良くなれます

海外で開催の学会に行くと、国内学会ではあまり面識のなかった日本人研究者が集って (吹き溜まって?)、国内においてよりもずっと親しくなるという効果があります。遠路はるばるやってきた高揚感など、特別な気持ちがそれを後押しするのかもしれません。特に学生や若手の方々にとっては、いつもは近寄りがたいシニアな研究者へのアプローチが容易になります。国内では眼にしない、フランクな楽しい一面に接することもできると思います。これを生かさないう手はありません。決して同



じ年代の似た境遇同士で固まらないようにしましょう。

でもやはり外国人研究者と知り合いましょう！

国際学会で日本人同士の距離は確かに縮まりますが、それではせっかく国際学会に出かけた意味がありません。自分の英会話能力は棚に上げて、どんどん外国人研究者に突っ込んでいきましょう。どこ？それはもう、Pub です。最終日の懇親会 (Banquet/Gala Dinner) では遅いです。最初の2、3日のうちに、飲み屋にたむろしている ISDCI 参加者のグループに混じっていきましょう。私が知る限りで、ISDCI 研究者が ISDCI Congress に参加する最大の目的は、仲間と飲むことです。その仲間は、旧知の仲間以外に、新たに知り合う仲間も含みます。特に海外から参加する若手は、そうやって ISDCI の著名な研究者にアプローチし、自分を売り込み、ポスドクの伝手を探しています。次に DCI に論文を投稿したときに、Editor あるいは Reviewer に「あー、あいつかあ」と思い出させる効果を期待できるかもしれません。ついでに言えば、会期中ずっと呑んでいて、まともに寝てない参加者も結構居ます。3年に一度しかないこのお祭りを力いっぱい楽しんでいるの

でしょうね。ついでに、自分が読んだことのある論文の著者、投稿したジャーナルの編集者 (Editorial Advisory Board members) など、「すごいなあ」と思っていた先生の、酔っ払っている様を含めた人間性を知ることとも意外と楽しいものです。

フォークダンス、社交ダンスなどの催しがある集会もあります。国内では無理でも、海外では素直に楽しめますよ。

General Meeting をお忘れなく！

大変残念なことに、学術集会中に開催される General Meeting への出席者が、日本人参加者では (特異的に) 著しく低いのが実情です。ISDCI という学会がどのように運営され、どんな問題を抱え、どんな展望をもっているか、に関する報告と議論に接することは、とても重要です。特に若い方々にとっては、自分の英語力に厚みをつける効果も期待できます。何より、次期開催地発表という盛り上がりを感じることができます。(質的には、オリンピック開催地決定の瞬間に近いです。)

ISDCI Congress 2012@Fukuoka の思い出



2012年7月に福岡で開催された ISDCI Congress は、アジアでは初めてでした。2009年 ISDCI Congress@ブラハでの役員会で、私が招致のプレゼンを行いました。なぜ招致に立候補したか？それは、単にアジア初は日本であるべき、と思ったからです。たまたま、当時、VP-Asia and Oceania を務めていたので、集会長したら？と ISDCI の友人からも背中を押されました。私は役員でしたが、招致候補者でもありましたので、選考の議論には参加していません。ただ、結果として僅差で福岡がニューメキシコに勝った、と聞かされました。(今回、そのニューメキシコでの開催ですね。)

会場を、当初予定していた福岡国際会議場から、ISDCI 役員からの強い要望を受けてヒルトンシーホークホテルに変更したこと、前年に311 東日本大震災＆原発災害が起こったこと、そしてかなりの円高が続いたことによって、財政的には大変苦労し、例えば基調講演の先生方

に十分なお礼をさしあげられないなどのご迷惑をおかけしてしまいましたが、なんとか集会を終えられて、「燃え尽きた感」を覚えるほどホッとした記憶があります。集会長としてたくさんの思い出と反省点がありますが、二つのエピソードを紹介させていただきます。

一つは、集会のロゴマークです。公式アートデザイナーとして柚本智軌先生の奥様、柚本純さんに、デザインをお願いしたところ、「千代紙細

工」を基調としたすばらしいロゴを創ってくださいました。このロゴは、集会参加者への記念品であるメモ帳や枴にも生かされました。

二つ目は、運営を手伝ってくれた学生諸君の頑張りです。私のラボと九大理の川畑先生のラボの皆さんが、一生懸命運営をサポートしてくれました。会場でのタイムキーパー、照明・マイク係、Congress 記念 T シャツの販売、受付業務など、多岐にわたる仕事に、参加者の皆さんに喜んでもらえることを第一目標として細かい気配りをもって取り組んでくれました。学生諸君にとって、有意義な経験となったとしたら望外の喜びです。

以上、とりとめのめない長文になってしまいましたが、ISDCI の雰囲気を感じていただけたら幸いです。2018年の参加登録はすでに終わってしまいましたが、次回 2021 年には、さらに多くの JADCI の皆さんが参加してくださることを祈っています。その ISDCI 2021、開催地はどこでしょうね？



広報からのお願い

広報では、会員の皆様からの JADCI News へのご寄稿を募集しております！実験動物の紹介や、実験手法のちょっとしたコツの紹介は、レギュラーコンテンツとして継続中です。皆さまのご寄稿をお待ちいたしております。その他、エッセイ、JADCI へのご意見・ご提言をはじめ、書評や書籍の紹介、論文紹介なども歓迎いたします。また、会員のユニークな取組み(研究だけでなく教育も含め)についても紹介していきたいと考えています。自薦・他薦問いませんので、どうぞよろしくお願いいたします。ご寄稿の際は、事務局(jadci2office@gmail.com)までお寄せ下さい。

私の実験動物 #4

ヤツメウナギ

岩手医科大学
いわて東北メディカル・メガバンク機構
須藤 洋一

ヤツメウナギ、という動物名を耳にして、その姿をすぐに思い浮かべられる方は少ないかもしれない。多くの場合、説明してもウナギの一種、という誤解をされてしまいがちである。しかし、ヤツメウナギは、形状は確かに「うなぎ」状ではあるが、分類上は円口類という、極めてユニークで原始的な脊椎動物の一群を占めている。円口類はその起源の古さから、脊椎動物の進化史を明らかにする上で、唯一無二と言っていい価値を持つ。縁あってこの動物に関わってから10年以上が経ち、今回このような機会を頂いたので、ここではヤツメウナギを中心に、円口類研究の魅力と、これを扱う上での難しさについて、僭越ながらご紹介させていただきたい。

ヤツメウナギはウナギではない

土用の丑の日に大量消費される、いわゆる一般の「うなぎ」は、脊椎動物のうちの硬骨魚類に分類される。一方、硬骨に対し、軟骨から出来た骨格を持つ魚もあり、これらを軟骨魚類と呼ぶ。エイやサメなどが該当し、一般に硬骨魚類より原始的な特徴を持つ。ヤツメウナギとヌタウナギを含む円口類は、軟骨魚類よりさらに古い時代に出現した脊椎動物であり、現存する脊椎動物の中では、最も古い。「ヤツメ(八目)」という名称は目の後ろに並んだ7対の鰓孔が目のように見えることに由来しているとされる。この呼び名もあってか、一般に「目によい」と言われており、健康食品として扱



図1 カワヤツメ(成体)

われることもある。実際に、生ヤツメウナギの可食部 100g あたりのビタミン A(レチノール)量は、8200 μg と、同条件のウナギ(2400 μg)より高い(文部科学省『食品成分データベース』)。

この動物は頭部に顎が発達しない点で、他の脊椎動物と決定的に異なる。彼らの口は円い吸盤のような形状をしており、円口類の名称の由来とされる(図1)。これら円口類を含め、顎を持たない脊椎動物の一群を「無顎類」と呼び、それ以外の「有顎類」と区別する。現在、無顎類に属するのは円口類のみだが、化石記録によれば、かつては甲冑魚などが存在していた(P. Janvier, *Nature*. 2015)。円口類に関しては、良好な3億年以上前の化石が見つかっており、当時から今まで、形態的にあまり変化していないことがわかっている(R. W. Gess *et al.* *Nature*. 2006)。ヌタウナギとヤツメウナギは同じ円口類に属す

るが、この2群が分岐した時期は古く、分子時計による推定では、分岐後4~6億年程度は経過している(S. Kuraku *et al.* *Zoolog. Sci.* 2006)。現在までに、ヌタウナギ類は76種、ヤツメウナギ類は39種が確認されている(FAO. "Lampreys of the world", 2011; L. Knapp *et al.*, *Aquat. Conserv.* 2011)。両者は生理的にも異なり、ヤツメウナギの体液は海産の硬骨魚類のように、海水に対し低張($\sim 0.7 \times \text{PBS}$ に相当)だが、ヌタウナギは海産無脊椎動物のように、等張に近い($\sim 3.5 \times \text{PBS}$ 相当)。ヌタウナギは一般に大陸棚から深海にかけての海底に住んでいるが、ヤツメウナギは川で生まれ海を回遊する。

また、他の興味深い特徴として、円口類では染色体放出という現象が知られており、体細胞系列の細胞が分化する過程で、生殖細胞系列の持っていた染色体のうち、一部

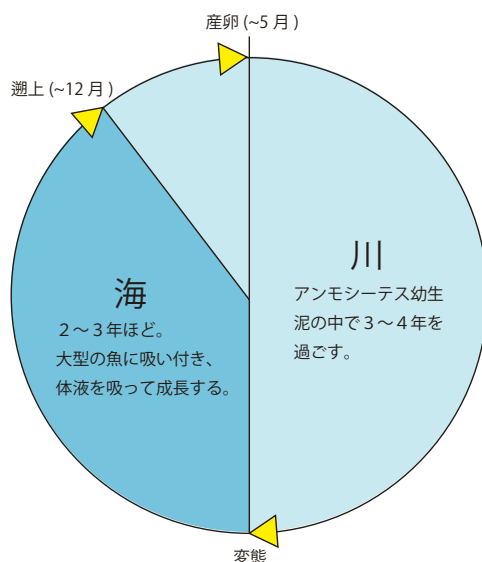


図2 ヤツメウナギの生活環

を捨ててしまう（後藤友二ら，生物工学，2015）。捨てられる染色体には特徴的な型の 5S rRNA 遺伝子が存在しており，染色体放出によって，使用する 5S rRNA の型を切り替えていると考えられている。

実験動物としてのヤツメウナギ

ヤツメウナギを使った研究は多岐にわたるが，実験動物として選ぶとなると，いくつかの大きな問題に直面する。ここでは，今後のヤツメウナギを利用した研究の進展のためにも，あえて，そうした点も交えて紹介し，問題の共有を図りたい。

1. 採取と飼育

実験動物として致命的なことに，ヤツメウナギにおいて，卵から飼育し，成体まで育て，また卵を生むまで飼う，いわゆる「完全養殖」を成すことは非常に難しい。その最大の理由は，彼らのライフサイクルが8年程度にもなり，性成熟に長い時間がかかるためである。日本の一般的なヤツメウナギの一種，カワヤツメ (*Lethenteron camtschaticum*) は春に川で卵を生み，アンモシーテス幼生として砂に潜って数年を過ごし，やがて変態し若い成体になる。

幼生は目が発達しておらず，体も濁った黄色～赤色をしているが，成体になると目がはっきりと現れ，体色も美しい銀色になる。その後，海へ降り，大きな魚に吸い付いて体液を吸うなどしながら，さらに数年をかけて成長する。十分に成熟した個体は，雪の降る頃，川を遡上し，そこで春まで待ち，概ね，水温む5月頃に卵を産んで一生を終える（図2）。スナヤツメ (*L. reissneri*) に代表されるように，種類によっては，一生を川で過ごすものもある。成体を研究に供する場合は，時期は限られるが，入手は比較的容易である。消費量は少ないものの，食品としての需要があるため，主に北海道や新潟などの日本海側で，遡上してきたものが漁獲され，販売されている。こうして漁獲された個体を水槽で飼育することは可能だが，餌も取らず，衰弱するばかりであるので，長くとも数ヶ月が限度である。また，漁獲した成体から得られた卵を人工受精させ，飼育することもできる。ただし，受精率を上げるためには卵の成熟を十分に見極めるなど，コツが必要なようだ。免疫学の研究には，成体か，主に孵化して3～5年の幼生を使うことが多い。この時期の幼生は成体より飼

育が容易で，条件を整えれば変態するまで，一年以上は飼育できる。幼生は砂に潜れるよう，大型の水槽に細かい砂を厚く敷き，餌はドライイーストを水に溶いて適宜与えておく。成体は体が大きく，血液量が多いが，幼生に比べると免疫応答が鈍く，免疫記憶も作られにくいようだ。この3～5年ほどの幼生は，アメリカでは入手が容易であるが，日本では難しく，ルートは極めて限定的である。私自身，学生時代から，何人か知り合いの先生のつてを頼って，採取してくださる方を探しているのだが，未だに国内で安定的に幼生を入手する方法を見つられていない。そもそも数が多い生き物ではないものの，なんとか幼生を安定的に得る手段を見つけたいものだ。

2. 分子細胞学的手法

ヤツメウナギは，カワヤツメとアメリカに多いウミヤツメ (*Petromyzon marinus*) のゲノムが解読され，公開されている (J. J. Smith *et al.*, Nat. Genet. 2013; T. K. Metha *et al.*, PNAS. 2013)。まだ抜けている領域はあるようだが，この点は心強い。トランスジェニックに関しては，たとえ遺伝子を改変しても，そこから免疫学の実験に使う大きさまで育てることが難しいため，初期の幼生を使うのでなければ，まだ現実的ではない。もう一つの問題としては，培養細胞が樹立されていない。動物の入手が不確実な分，せめて細胞系だけでもと思い，何度か試みたが，あまりうまく行かなかった。研究で用いる特異抗体は，当然ながら自作が基本である。ヤツメの研究を発表していると，ネズミを用いておられる方から，「CD○○は見ましたか」などとアドバイスを頂くことは多いが，そういう分子の多くがヤツメウナギでは保存されていないか，あったとしても抗体を作るところから始める必要がある。

ヤツメウナギを利用する魅力

このように、多くの問題点があるにせよ、それをなんとかしたいと思わせるほどに、この動物は魅力的である。免疫学においては、以前から、ヤツメウナギには免疫記憶があり、血清中に抗体のような物質を作ることが知られていたが、その分子的背景は解らなかった。2004年に米国の Max Cooper らは、ヤツメウナギの「抗体」の正体は、我々ヒトから軟骨魚類までが抗体として用いている免疫グロブリンではなく、可変型リンパ球受容体 (VLR) という、全く異なる分子であること発見した (Z. Pancer *et al.* Nature. 2004)。VLR は免疫グロブリンと無関係な分子でありながら、機構は違えど、遺伝子断片の組み換えを行う。VLR はヌタウナギでも見つかり、円口類免疫系は概ね共通のメカニズムを持っていると考えられている(図3)。

円口類免疫系には他にも興味深い点がある。これらは MHC、RAG など、有顎類の免疫系に欠かせない分子を持っていないようなのだ。つまり、マウスやヒトなどで見られる獲得免疫系は、円口類と軟骨魚類との間で出現し、ほとんど一気に成立したようなのである。この変化は、進化上あまりに急激に起こったため、宇宙誕生時の大爆発になぞらえて、「免疫学的ビッグバン」と呼ぶこともある (M. F. Flajnik *et al.* Nat. Rev. Immunol. 2018)。

宇宙の誕生に謎が尽きないように、獲得免疫系の成立にも謎が多

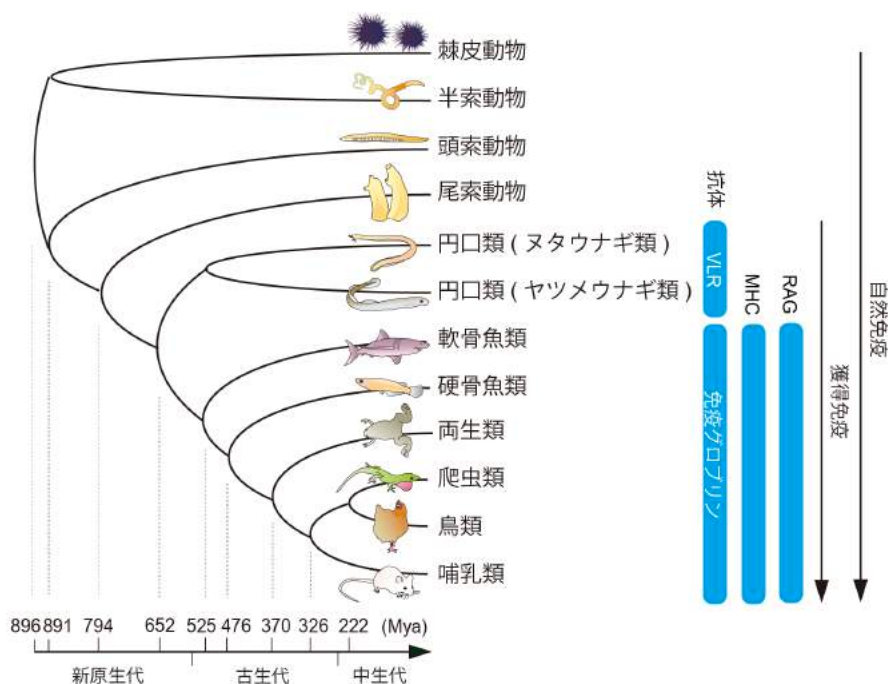


図3 免疫系の進化

い。疑問が多い割に技術的に可能なことは少なく、そこがヤキモキさせられるところではある。しかし、ヒトやマウスにおける免疫系の理解では重要な分子が、ヤツメウナギ免疫系では必ずしも保存されていない様子を見ていると、梢だけを見

ていても木を理解したことにはならないのだということを考えさせられる。ヒトやマウスの研究で洗練された免疫系の理解を、より大局的な視点から見つめ直すことができるとい意味で、これは本当にかげがえのない動物だと思うのである。



著者プロフィール

須藤 洋一 (Sutoh Yoichi)

2007 年に新潟大学大学院自然科学研究科(井筒ゆみ研究室)でアフリカツメガエルやサンショウウオの免疫と変態を研究し、修士(理学)取得。北海道大学大学院医学研究科(笠原正典研究室)に移り、ヤツメウナギと出会う。2011 年、同大で博士(医学)取得。学振研究員(DC2、PD)、北大学術研究員を経て、2013 年からポスドクとしてエモリー大学医学部(Max Cooper 研究室)に移り、ヤツメウナギ漬けの 4 年間を過ごす。2017 年に帰国し、岩手医科大学いわて東北メディカル・メガバンクにて特命助教。スパコンを使ったヒトゲノム解析を表の顔としながら、岩手の川にヤツメがいないか、密かに探し回る日々を送る。

留学体験記 -ドイツにおけるポスドク生活-



第3回 ドクターコースの環境の違い

Friedrich-Loeffler-Institut
山口 卓哉

所属先のフリードリヒ・レフラー研究所 (FLI)では、数多くの若手研究者が研究活動に励んでいます。研究所の方針によりポスドクは少なく、ドクターコースの学生が大半です。こちらでは、生物系のバックボーンを持つ学生がその分野で企業への就職を目指す際は博士号が必須なようで、日本よりも多くの学生がドクターコースに進んでいる印象があります。そこで今回は、彼らと話す中から見てきた、日本とドイツの大学院生の環境や教育の違いについて触れてみたいと思います。

ご存知の通り、日本では、博士号を取得するために大学院に進学する必要があります(論文博士もありますが、現状なくなりつつあります)。進学する訳ですから相当な額の学費を納めなくてはなりません。日本学術振興会や大学等から給与と給付型の奨学金を受けられる場合もありますが、全員が対象となるわけではありません。一方ドイツでは、学位取得のために大学に在籍する必要がありますが、学費はほとんどかかりません。大学所在地の都市の規模によって額は上下しますが、年間 2-10 万円程度の学費で、かなり強烈的な学割パワー(学生食堂や公共交通機関の優待など)の恩恵に与ることができます。加えて、ドクターコースの学生は受け入れ先の Principal Investigator (PI) が獲得したプロジェクト付きの人件費によって雇用されるので、全員がきちんとした給与を受けることになり、普通に“仕事”をしているイメージです。契約期間内においては有給休暇や労働時間などについては PI と同等の権利が許されており、ほとんどの学生は毎

年 2-3 週間程度のまとまった休暇をエンジョイしています。中には産休・育休を取得して子育てをするケースもありました(その間プロジェクトは凍結となり、その分だけ契約期間が延長される)。このように、ドイツのドクターコースの学生は経済・労働環境の面などにおいて大変好待遇であり、このことが多くの学生をドクターコースへと進ませる一因となっているようにも考えられます。

しかし、“教育”の観点から見ていくと、一転して厳しい現実が見えてきます。日本では、3 年間ないしは 4 年間の定まった期間内に、指導教官の指導のもとで研究し、学位論文を執筆して Defense を行うことにより、学位取得までの全てのステップが完了します。一方ドイツでは、雇用元プロジェクトの期間満了とともに大学院生の契約期間が終了になります。プロジェクト期間内は実験遂行や学術論文の執筆に追われるため、学位取得まで完了することはまれ(私のまわりでは皆無)です。すなわち、プロジェクト終了後に各自で学位論文を完成させ、学位取得を目指す必要が生じます。契約期間が終了した後は国から失業補償を一定期間受けることができるため、生活に困窮することなどはないようですが、自分自身の学位論文執筆

の思い出に照らしてみると、ラボから離れた環境で学位論文を完成させるのは大変な困難が想像できます。実際に、論文の完成を見ることなく途中で挫折してしまう大学院生の数は少なくないようです。加えて、プロジェクトの期間についても差があり、通常 3 年間で行われるドクターコースですが、時としてそれ未満の短期間のプロジェクトでも見切り発車的に学生を雇うことがあり、教育を行う環境としては不安定な要素が少なくありません。

このように、給料や福利厚生など好待遇であり、考え方によっては院生時代からポスドクと同様の危機感を持ちながら活動することができるドイツのスタイルは、優秀な研究者の独り立ちを促進していく上で優れていると見ることができます。一方で、自分自身のドクターコース時代を振り返ってみても、特に研究活動を始めたばかりの大学院生には、日本のシステムのような、契約期間に左右されずに腰を据えて研究活動に専念できる環境もまた重要だと考えることもできます。将来的に日本のドクターコース学生の環境が変わっていくとしても、この点は変わらず維持されてほしいと個人的には思いますが、皆さんはいかがでしょう。

表 日本とドイツのドクターコース学生の環境の違い

	日本*	ドイツ・FLI
大学院生の身分	学生	大学に学籍があるが仕事をしているイメージ
学費(一年当たり)	約90万円	2-10万円程度
収入(ヶ月当たり) 手取り額	奨学金 約12万円 RA/TA給与 約6万円	給与 およそ25万円
期間	3年または4年	基本3年だがプロジェクト次第で増減
	博士号取得まで	大抵の場合、学位論文執筆は契約期間終了後

* 日本の学費と収入は当時の筆者のデータによる。

実験のコツ #3

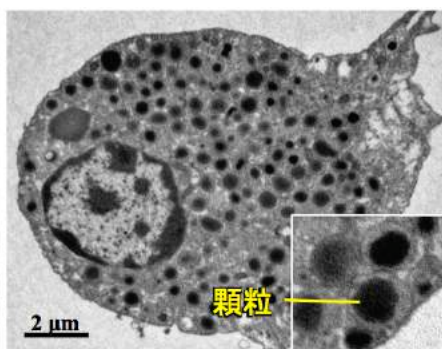
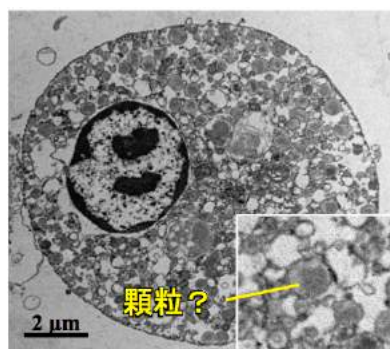
電子顕微鏡用試料調製のコツ

(株)マリン・ワーク・ジャパン
海洋研究開発機構 電子顕微鏡室
多米 晃裕

電子顕微鏡は、ウイルスの発見や細胞小器官の構造の理解など、生物学の発展に大きく貢献し、今尚、その技術は発達し続けています。私事ですが、社会人博士前期・後期課程を経ながら、本業として続けてきた電子顕微鏡技士は、今年で 10 周年を迎えました。これまで、深海を含む海洋のウイルスや細菌、原生生物、貝類、頭足類、多毛類、甲殻類、魚類を扱い、培ってきた手法も多々ありますが、やはり、最初の固定で全てが決まることを実感します。透過型電子顕微鏡で細胞内を観察した際に、「時間をかけて頑張ったのに、細胞の中身が白く抜けて、論文では使えない...」、と落胆した経験をお持ちの方は少なくないと思います。この原因の多くは、固定液の浸透が不十分であることや、緩衝液(特に浸透圧)が生物に合っておらず、細胞内の物質の流出により破損したためと考えられます。緩衝液は非常に重要ですが、生物や実験者によって異なります。私も苦労しましたが、

検討や経験から導き出した秘伝の緩衝液をお使いになる方が良いと思います。

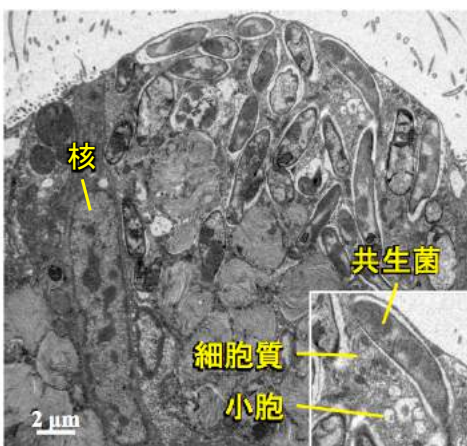
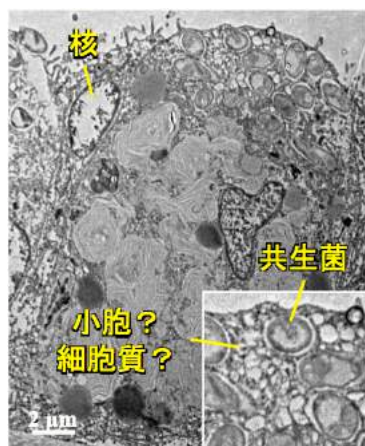
今回は、「緩衝液も合わせて、手順通りに行ったのに、なんか白く抜けてしまう」、こんな時に試して頂きたいコツの紹介です。それは、「グルタルアルデヒド(GA)固定液に入れたまま、試料調製を行う直前まで冷蔵庫で保存しておく」、ということです。もしすぐに調製を行う場合でも、GA 溶液に入れてから少なくとも数日は置いておくことをおすすめします。2 時間または Overnight(12 時間)で固定後、緩衝液で洗浄して保存することが通例ですが、以前、事前の洗浄を忘れた試料を観察した際に、こちらの方が良いと感じたことがきっかけです。諸々心配することはあるかと思いますが、2009 年頃から本法を取り入れてきて、出来上がりは良いと感じます。今まで試行錯誤してみたけど、何か上手くいかない時は、是非試してみてください。



シンカイヒバリガイ血球の透過型電子顕微鏡像

左図: 2.5% GA/人工濾過滅菌海水 (FASW) で 2 時間固定後、FASW で洗浄し、数日 4℃で保管した試料。細胞質基質が失われ、全体的に白く抜けており、小胞が多いように見える。

右図: 2.5% GA/カコジル酸緩衝液に浸漬したまま、2 週間程 4℃で保管した試料。細胞質基質が均一に保たれ、細胞内小器官の保存性も良く、顆粒が高密度に存在する事が分かる。



シンカイヒバリガイ鰓上皮細胞(共生菌細胞)の透過型電子顕微鏡像

左図: 2.5% GA/FASW で 12 時間固定後、FASW で洗浄し、数日 4℃で保管した試料。膜系は保存されているが、細胞質および核基質が失われ、白く抜けており、小胞と細胞質、共生菌を包む膜の区別がつかない。

右図: 2.5% GA/FASW に浸漬したまま、約 1 ヶ月 4℃で保管した試料。細胞質および核基質が保たれ、共生菌が小胞内に局在することが明確である。

事務局からのお知らせとお願い

●年会費納入のお願い

平成30年度までの年会費を、メール便にてお送りしました「年会費振り込み用の用紙(年会費の記載があります)」を用いてお振り込みください。

✓ 一般会員: 5,000 円

✓ 学生会員: 3,000 円

◇ 博士課程以上の学生。学生証のコピーを郵送、あるいはスキャンイメージをメールで事務局までお送りください。指導教員のお名前と所属をご記入ください。

修士課程までの学生は年会費免除です。但し、入会手続きは行ってください。学生証のコピーを郵送、あるいはスキャンイメージをメールで事務局までお送りください。

郵便局備え付けの振替用紙をご利用の場合は下記の情報をご記入ください。

振替口座記号番号: 00730-0-42105

加入者名: 日本比較免疫学会

※ XX 年度年会費と明記してください。

●第30回学術集会(神奈川県)への参加・発表申込

第30回学術集会が、平成30年8月20日(月)から22日(水)に、日本大学生物資源科学部(湘南キャンパス)にて開催されます。皆さまのご参加・ご発表をお待ち申し上げます。メール便にてお送りしました「参加費振込用の用紙(日本比較免疫学会第30回学術集会の記載があります)」を用いて参加費・懇親会費をお振り込みください。会則により、学術集会の講演者は本学会の会員に限ることが定められております。第30回学術集会で初めて発表する方は入会手続きをお願いいたします。

●第31回学術集会の予定

会期: 平成31年 9月初旬予定(第1候補: 9/4-6)

学術集会長: 川畑俊一郎先生

(九州大学大学院理学研究院)

第30回日本生体防御学会学術総会との合同開催を予定しています。

●所属・住所が変わったらご連絡を！

所属や住所に変更が生じた場合には、事務局まで至急ご連絡下さい。メールか Fax でお願いいたします。書式は特にありませんので、「氏名、住所、所属、電話/Fax 番号、メールアドレス」をご連絡下さい。

●新会員の入会を歓迎いたします！

皆様のお近くに、比較免疫学にご興味の方がおられましたら、本学会への入会をぜひともお勧めいただけますようお願い申し上げます。メールで下記の情報を事務局までお知らせ下さい。

年会費(一般の個人会員: 5,000 円、博士後期課程院生: 3,000 円、入会金なし)の振替用紙を郵送いたします。

1. 氏名
2. 氏名(ローマ字)
3. 所属
4. 連絡先(所属先か自宅かを明記して下さい)
郵便番号・住所・電話/Fax 番号
5. E-mail アドレス
6. 専門分野
7. 学生会員の場合は、指導教員の名前と学生証のコピーあるいはスキャン画像

発行者

日本比較免疫学会長 中西 照幸

**事務局**

庶務担当 末武 弘章

住所 〒917-0003

福井県小浜市学園町1-1

福井県立大学 海洋生物資源学部

海洋生物工学研究室内

電話 0770-52-9600

Fax 0770-52-6003

E-mail jadci2office@gmail.comWeb <http://plaza.umin.ac.jp/~jadci>**編集**

広報担当 古川 亮平