

GENSEI-SEIBUTSU

原生生物

第 4 卷 第 2 号 (2021)

目次

新会長の挨拶

園部 誠司（兵庫県立大学）	1
---------------	---

第4回アジア原生生物学会議 (ACOP IV) 開催報告

春本 晃江（奈良女子大学）・洲崎 敏伸（神戸大学）	3
---------------------------	---

第54回日本原生生物学会大会開催報告

有川 幹彦（高知大学）	7
-------------	---

学会賞 受賞者コメント

細谷 浩史（神奈川大学）	10
--------------	----

奨励賞 受賞者コメント

久富 理（山梨大学）	11
------------	----

BPA 受賞者コメント

十亀 陽一郎（福島工業高等専門学校）	12
前多 毬花（奈良女子大学）	
三浦 翔太（室蘭工業大学）	

総 説

寄生性原生生物トリパノソーマおよびトキシプラズマの分子生物学的研究



～研究者の研究生活の記録と若手研究者へのメッセージ～

永宗 喜三郎（国立感染症研究所）	14
------------------	----

活性化委員会からのお知らせ

保科 亮（長浜バイオ大学）	23
---------------	----

学会等開催情報

	24
--	----

学会員による著作物

	24
--	----

若手の会 通信

	25
--	----

事務局からのお知らせ

庶務 福田 康弘（東北大学）・庶務補佐 杉浦 真由美（奈良女子大学）	27
------------------------------------	----

編集委員会からのお知らせ

「原生生物」担当 道羅 英夫（静岡大学）・矢吹 彬憲（海洋研究開発機構）	27
--------------------------------------	----

日本原生生物学会 会長就任のご挨拶

園部 誠司 (兵庫県立大学)

この度会長に選出されました園部です。よろしくお願い致します。私は学位をアメーバ運動の研究で取りましたが、その後植物の細胞骨格の研究を行っていました。その間、何人かの学生がアメーバの研究を行いました。私自身は十数年前に本格的に原生生物の分野に戻ってきました。この学会では原生生物一途の研究者がほとんどで、私のような出戻りが会長をやってもいいのかという危惧もありますが、学会員の皆様に原生生物研究を楽しんでいただける場としての学会を盛り上げていきたいと思っています。

地球上に初めて真核生物が出現して以来、単細胞の個体（原生生物には多細胞生物も含まれますが）であり続け、そのために多くの努力をして生きてきた頑固な生き物です。それゆえに興味深い体制、行動、生態を持っており、研究対象としての興味は尽きません。また、原生生物研究はどちらかというとニッチな学問分野と受け取られがちですが、原生生物は地球上に多数生息し、地球の生態系の維持に不可欠な役割を果たしています。したがってその仕組みを明らかにすることは、今はやりのSDGsに欠かせないものです。

さて、ここで研究を取り巻く状況について考えてみたいと思います。先日、日本分類学会連合の総会に出席しました。私はこの会には全く関与してこなかったのですが、そこで取りあげられていたことの一つに、日本の研究力の低下、というものがありました。特に発表された論文の中での日本の研究者の寄与の割合の低下と博士課程進学者の減少が取り上げられていました。前者においては論文作成に当たって日本の研究者が少しお手伝いをした、という状況が増えているのではないかと分析がありました。日本発信のアイデアが減少しているのでしょうか。学問の進歩という意味ではどの国が主導しようと構わないという考え方もありますが、歴史的に見ると日本独特の、特異なアイデア・手法が大きな貢献をしてきたところも大きく、オリジナリティーのある研究を進めていかなければならないと思います。そのためには若い研究者に頑張ってもらわなければならないわけですが、先に述べたように博士課程進学者が減少しているという問題があります。この問題の最大の要因は博士課程後の進路が確保されていないということだと思いますが、これは国家的な対策が必要なことではあります。しかし、学会としても何ができるのかも考えていかなければならないと思います。もう一つの要因は、教育でしょうか。今では小学校から英語、プログラミングの教科があります。また、経済に関することも取りあげられているようで、投資について学んでいる小学生もいるようです。これらは日々の生活に直結した学習なのでしょう。しかし、現実社会に直結した教育に偏るのも問題だろうと思います。一方で、理科教育はどうなっているのでしょうか。新たな教科が増えた分、実験観察の時間は減っているようです。最近ではパソコン上で実験もできるようですが、それでは本当の理科の楽

しさは味わえないですね。生物に関していえば、見て、触って、いたずらしてなどを通して味わえるものではないかと思います。大人の見方にも問題があります。私は毎年地域の小中学校に出前実験に行っているのですが、私が自身の研究の話をする、先生からしばしば聞かれるのは「その研究は何の役に立つのですか？」というものです。「アメーバ運動のしくみが明らかになると、癌の転移のしくみが明らかになり、転移を防ぐことができるようになります、というのは表向きで、知りたいからやっています。」というのがいつもの答えです。研究は人の役に立つものだ、という人がほとんどだろうと思いますが、せめて理学部に来た学生にはそのような考えを持ってほしくないと思っています。閑話休題。博士課程進学者を増やすのは容易ではありませんが、少なくともその予備軍、すなわち子供たちの教育の場に少しでも理科を滑り込ませることでより多くの理系子供をつくることは重要だと思います。

さて、こうした観点から学会では生物分譲サービスというものを行っています。これは主として学会員の数名が自分が維持している生物を依頼者（主として学校関係者）に分譲するものです。詳しいことはまた場を変えて皆様にご説明したいと思います。毎年300件ほどの依頼があり、多くの教育現場で役立っています。今後この事業を継続的にやっていくためにはいくつかの問題がありますが、学会員の皆様のご協力を仰いで進めていきたいと考えています。先に述べた出前実験ですが、これは顕微鏡（位相差!）とアメーバを持って行ってアメーバがエサを食べるところを見ても



新会長近影

らうものです。子供たちはまず、位相差顕微鏡の見え方に驚き、次いでアメーバがエサを食べる様子に驚いています。大学生と違って素直に驚いてくれるのでやりがいがあります。このような体験は子供にとって重要だと思います。これがどのくらい博士課程進学者を増やすことになるかは???ですが、学会員の皆様にもぜひこのような機会を設けていただきたいと思っています。岩国市のマイクロ生物館ではこうした子供たちへの教育を活発に行っておられます。こちらへも皆様

のご協力をお願いいたします。本学会は若手の活動も活発です。若手の会員の皆様にも、このような取り組みにぜひ積極的に関わっていただければと思います。

最後になりましたが、日本原生生物学会を盛り上げるために、日本の研究力を高めるために、学会員の皆様のご意見をいただきたいと思います。ご遠慮なく私に直接 (sonobe@sci.u-hyogo.ac.jp)、あるいは事務局や評議員の先生方にご連絡いただけたら幸いです。

The 4th Asian Congress of Protistology (ACOP-IV) 開催報告

ACOP-IV 大会長 春本 晃江 (奈良女子大学)
ACOP-IV 実行委員長 洲崎 敏伸 (神戸大学)

第4回アジア原生生物学会議 (The 4th Asian Congress of Protistology: ACOP-IV) が 2021 年 11 月 18 日 (木) から 21 日 (日) にオンラインで開催された。25 の国と地域から 234 名の登録があり、これまでの ACOP の大会参加者数を大きく上回った。大会は、3 つの基調講演 (Plenary lectures), 6 つのシンポジウム, BPA (Best Presentation Award for young researchers) セッション, 2 つのポスターセッション, Young protistologists' association, Business meeting, General assembly から成り、ポスターセッションは SpatialChat, それ以外は Zoom を用いて行われた。いずれのセッションにも多くのアクセスがあり、活発な議論が繰り広げられ盛況であった。図 1 にタイムテーブルを、図 2 に参加者の国別内訳を示す。

開催までの経緯

前回の ACOP は 2018 年に中国の中山大学 (Guangzhou: 広州市) で開催された (大会長: Weibo Song, Zhao-Rong Lun 両氏)。日本の原生生物学会が主催となって今回の ACOP-IV を開催することになった経緯は、原生生物第 3 巻第 2 号 2 頁 (2020) に詳しく説

明させていただいた。評議員会での合意も得られ、準備期間は短かったが、前年度オンラインで行った日韓合同会議のノウハウを活かして準備にあたった。また、今年の年大会は、ACOP 直後 (11 月 21 日ー 11 月 22 日) にオンラインで開催することとなった。

開催が決まると直ちに ACOP International Organizing Committee を組織し、Preparatory Meeting を計 5 回 (3 月 11 日, 4 月 16 日, 8 月 15 日, 9 月 8 日, 11 月 12 日) オンラインで開催した。今回の特徴としては、この委員として、日本、韓国、中国だけでなく、イタリア、ロシア、ウクライナからも委員を出していただけたことである。このためにアジア圏以外の参加者が増え、国際色豊かな大会となった。また、国内の ACOP 準備委員会 (後に「iACOP-IV 実行委員会」と名称変更) を適宜オンラインで開催し、国際の Preparatory Meeting とのすり合わせを行った。実務的な作業を進めるために、組織委員会を作り、多くの作業をお引き受けいただいた。特に、BPA の一次選考においては、選考委員会は園部誠司委員長の下で、各候補者から提出された資料を基に選考をしていただいた。また、プログラム編集委員会は福田康弘委員長の下で、迅速に大会プロ

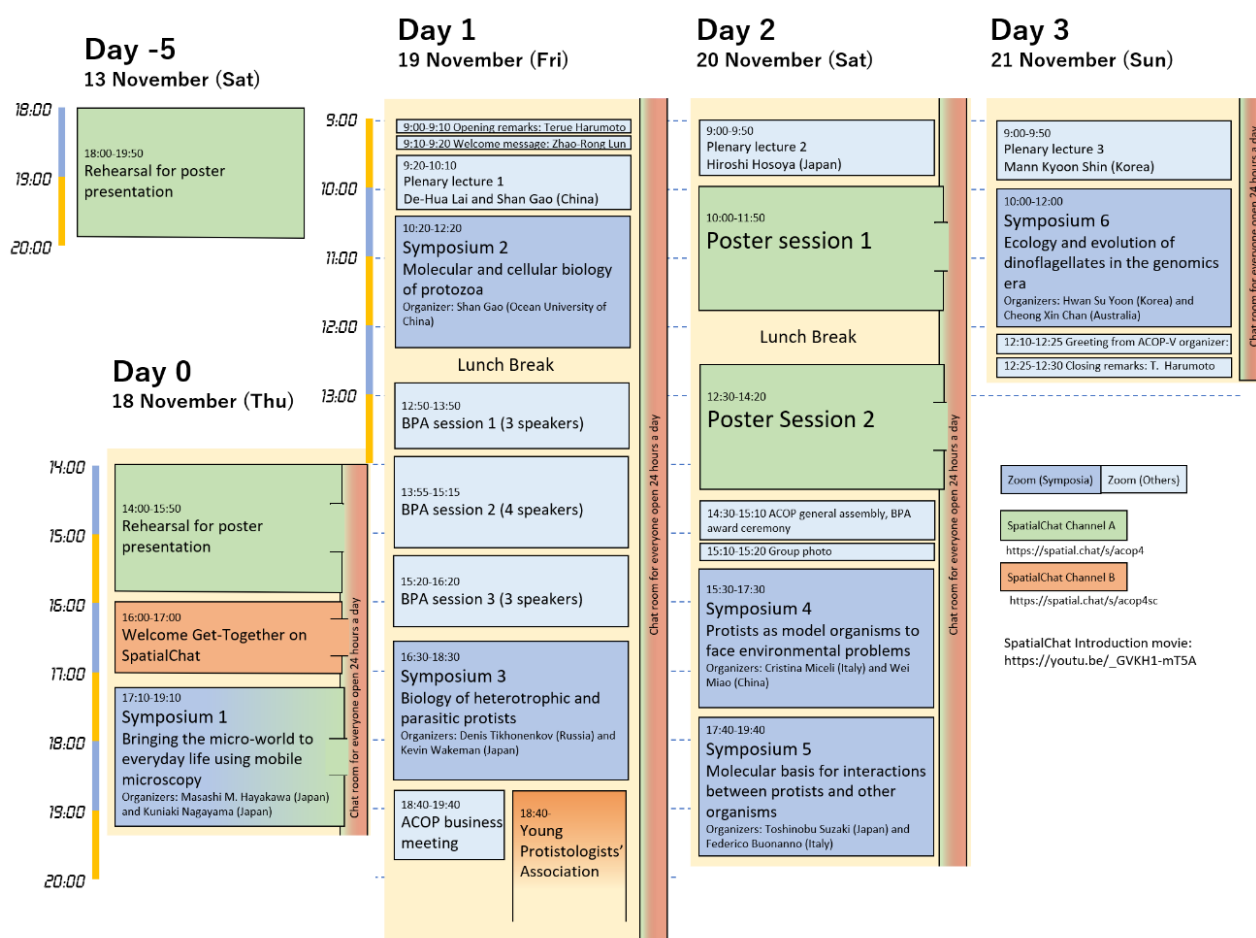


図 1. The 4th Asian Congress of Protistology Timetable

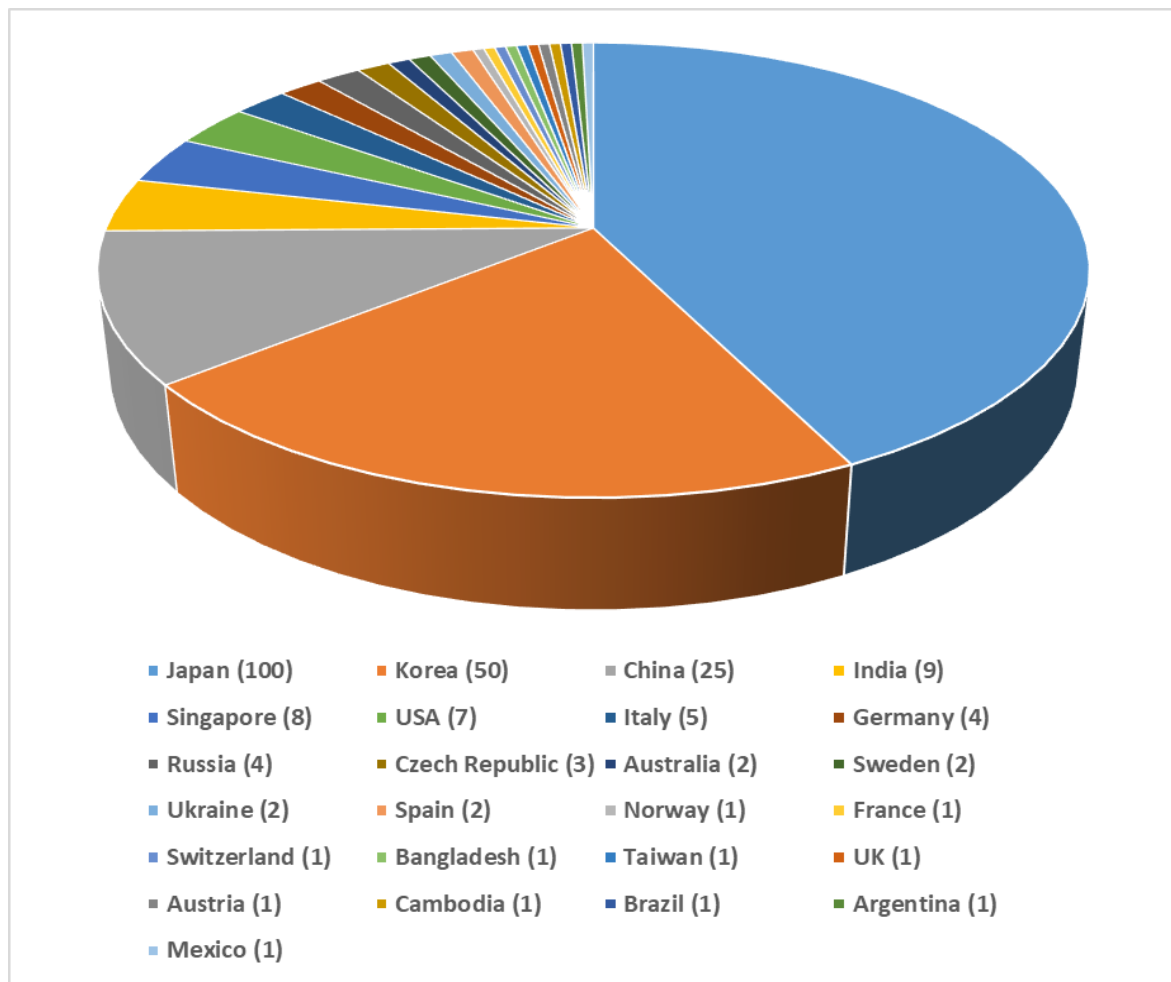


図 2. 参加者の国別内訳

グラムと要旨集の編集作業を進めていただいた。その他、保科亮委員（ホームページ）、有川幹彦委員長（ポスターセッション）、西上幸範委員長（若手企画委員会）にもお世話になった。主に若手から中堅の方々に重要な役割を担っていただいたが、これらの方々のご協力なしには ACOP-IV の成功はなかったであろう。

口頭発表や会議は Zoom で行うこととした。これに関しては、ISOP (International Society of Protistologists) より 500 名までの Zoom ライセンスを1週間使用する許可をいただき、経済的にはたいへん助かった。ISOP に厚く御礼を申し上げたい。ポスター発表をどのようなソフトの下で行うかについては、当初 LINC Biz と SpatialChat の両方を使う予定であったが、SpatialChat の機能が前年よりはるかに良くなってきており、この1つのソフトで必要な操作はすべて可能であることから、SpatialChat 1 つに絞った。ただしこのソフトを初めて使用する方が多いと予想されることから、使い方を説明したビデオを YouTube で参加登録者に公開し、更に大会に先立って、2 回リハーサルの時間を設けた。

苦労した点としては、参加登録は Google Forms を用いて行うように設定していたが、中国では Google にアクセスできないことがわかり、急遽、中国からの参加申し込みをメールで受けることになった。また、前

年、韓国とは日韓合同会議を行っていたため、大会運営の話合いがスムーズに進んだが、中国とのやりとりは難しい面もあった。あらためて国際学会の運営の難しさを感じることも多かったが、関係者の協力の下、無事に大会準備を終えることができた。

大会を振り返って

基調講演 (Plenary lectures) は、中国・日本・韓国で1つずつを担当し、以下の題目と演者で行われた。

1. De-Hua Lai, Zhao-Rong Lun
New characteristics of kinetoplast (mitochondrial) genome and new cytoskeleton protein for its maintenance in *Trypanosoma*.

Yuan Li, Geoffrey Kapler, Yifan Liu, Shan Gao
The cell cycle-dependent oscillation of histone methyltransferase TXR1 is implicated in regulating replication-transcription conflicts.

2. Hiroshi Hosoya
Studies of symbiotic association between green paramecia and their symbiotic algae using feedless culture strain of *Paramecium bursaria*.

3. Shahed UA Shazib, Peter Vdacny, Mann Kyoon Shin
Molecular phylogeny and species delimitation of heterotrich ciliate (Alveolata, Ciliohora, Heterotrichea)

細谷浩史氏の講演は、今年度の日本原生生物学会賞の受賞者講演を兼ねており、日本の年大会の参加者も参加できるようにしたことから、多くのアクセスがあった。Mann Kyoong Shin 氏の講演では、長年にわたる中国の Weibo Song 氏との研究交流の歴史が感動的に語られた。国を超えた友情をはぐくんで来られた氏の熱い思いが伝わってきて、コロナ禍の中で、改めて研究交流の大切さを思った。

シンポジウムは、日本・中国・韓国から 1 つずつと、HP で募集をして申請のあった 3 つを含めた合計 6 つのシンポジウムが行われた。題目とオーガナイザーは以下の表 1 の通りである。参加国が多様であったこともあり、研究発表も分子レベルから生態・進化まで多様であった。

BPA は、対象者は 40 歳未満 (1981 年 9 月 1 日以降に生まれた者) としており、大会の講演要旨と各自の研究のアピール文 (300 ワード以内) の提出を求めた。それらの書類を基に、一次選考を日本の選考委員会で行い、10 名の候補者を選出した。二次選考は、大会当日の口頭発表を基に、中国・韓国・日本より各 3 名から成る (計 9 名) 委員によって行われた。その結果、中国の Bo Pan 氏とイギリスより参加された梁瀬隆二氏が BPA に選ばれた。この結果は General Meeting で大会長より報告された。Bo Pan 氏の発表題目は、「New insights into N⁶-adenine DNA methylation in the unicellular eukaryote *Paramecium*」、梁瀬隆二氏の発表題目は「Attachment plaque development in the haptomonad form of *Leishmania*」で、いずれも今後の研究の発展が期待される。なお、受賞者にはポータブル顕微鏡が贈られ、参加者全員には参加賞として放散虫 *Lychnocanoma magnacornuta* をかたどった銀のストラップが贈られた (後日、郵送)。

2 つのポスターセッションでは、合計 26 題のポスター発表があった (内訳: Cell Biology, Genomics, and Molecular biology 9 題, Ecology, Environmental microbiology, and Epidemiology 7 題, Evolution and phylogeny, and Taxonomy 10 題)。1 つの会場のポスター数も数題に限られていて見やすく、時間も十分に確保されており、あちこちで英語、韓国語、中国語、日本語が飛び交い、有意義なディスカッションができたようだ。

SpatialChat では、適宜ポスターを拡大して見ることもでき、オンサイトのポスター発表よりも見やすいという声も聞かれた。

今回は、SpatialChat による談話室も設置されており、いつでも何人でもそこに行き行って話をすることもできた。国際委員としては次期の日韓合同会議について韓国側の意見を聞きたい、この場を利用して打ち合わせをさせていただいた。

Business meeting では、ACOP International Organizing Committee のメンバーと数名の参加者が集まり、今回の ACOP の報告と次回の ACOP の開始時期・主催者・開催形態について話し合われた。冒頭に、Cristina Miceli 氏 (イタリア原生生物学会評議員) より、ACOP の盛会を祝し、今後は ECOP とも連携していければ、という発言があった。次回の ACOP の開催については種々の意見があり、運営にも参加にも経済的な負担の少ないオンライン開催をメインにしてはどうかという意見や、やはり研究交流には対面での交流がかかせないという意見があり、開催時期は 2023 – 2025 の間のいずれかの年にという意見が多かったが、結局、次回の ACOP については継続審議となった。

General assembly では、大会長より、今回の ACOP-IV の報告と今後の展望が語られ、BPA の受賞者の発表があった。General assembly のあと、参加者の集合写真を撮影した (図 3)。

今大会は、ACOP としては初めてのオンライン開催であったが、オンラインだからこそ、アジアに限らず、世界中から多くの参加者があったとも言える。ただし、時差のため、ヨーロッパの発表者が多いシンポジウムの開催時間を夕方以降に回すなどの調整は必要となった。シンポジウムでの発表中に接続が切れ、演者を交代するなどのハプニングはあったが、大きなトラブルもなく、おおむね順調に運営されていたと思う。一方で、オンラインの国際学会では、当然のことではあるが、時差の問題や、個々のネット環境に全面的に依存していることによる脆弱さ、参加する場所によっては職場や家族の理解が不可欠であること等が浮き彫りとなった。コロナ禍で多くの国際学会が中止や延期となっているこの時期に、オンラインで ACOP を開催した意義は大きい。今回の大会が 1 つの経験とな

	Title	Organizers
Symposium 1	Bringing the micro-world to everyday life using mobile microscopy	Masashi M Hayakawa Kuniaki Nagayama
Symposium 2	Molecular and cellular biology of ciliated protozoa	Shan Gao De-Hua Lai
Symposium 3	Biology of heterotrophic and parasitic protists	Denis Tikhonenkov Kevin Wakeman
Symposium 4	Protists as model organisms to face environmental problems	Cristina Miceli Wei Miao
Symposium 5	Molecular basis for interactions between protists and other organisms	Toshinobu Suzuki Federico Buonanno
Symposium 6	Ecology and evolution of dinoflagellates in the genomics era	Hwan Su Yoon Cheong Xin Chan

表 1. シンポジウムの題目とオーガナイザー

り、今後の ACOP の開催形態の幅が広がるのではないだろうか。

今後の ACOP について

大会の Business meeting で、ACOP 会長の Zhao-Rong Lun 氏によると、大会長を務めたものが次期の ACOP の会長になることが踏襲されてきたとのことで、ACOP-IV 大会後の ACOP 会長は春本晃江会員が務めることとなった。また、Secretary は洲崎敏伸会員が務め、この2名を中心として、International advisory board のメンバー（今回の ACOP International Organizing Committee の委員と Business meeting の出席者等）と共に、次期の ACOP の開催時期、場所、開催形態等について協議を進めることとなった。コロナ禍が過ぎ去っても、今後はオンラインでの大会が選択肢の1つになるであろうことから、今回の経験を今後活かしていきたい。今後 ACOP の果たす役割は大きく、次期 ACOP の開催についてだけでなく、ECOP や ICOP との連携も視野に入れ、今後の在り方についても検討していきたいと考えている。

おわりに

最後に、この大会を開催するにあたり、シンポジウムのオーガナイザーや口頭発表の座長を務めてくださった方々をはじめ、参加して下さったみなさまに厚く御礼を申し上げたい。とりわけ貴重な時間を割いて運営にあたってくださった ACOP International Organizing Committee, iACOP-IV 国内実行委員会、組織委員会の委員の方々には、以下にお名前を挙げて心より感謝を申し上げたい。

ACOP International Organizing Committee

Zhao-Rong Lun (President of ACOP, China), Terue Harumoto (Convener, Committee Chairperson, Japan), Toshinobu Suzuki (Congress Director, Japan), Mikihiro Arikawa (Treasurer, Japan)

Federico Buonanno (Italy), Yao-Yu Feng (China), Shan Gao (China), Liudmyla Gaponova (Ukraine), YoungOk Kim (South Korea), JunMo Lee (China), Wei Miao (China), Kisaburo Nagamune (Japan), Jong Soo Park (South Korea), Mann Kyoon Shin (South Korea), Denis Tikhonenkov (Russia), Jian-Fan Wen (China), Hwan Su Yoon (South Korea)

iACOP-IV 国内実行委員会

春本晃江 (ACOP 大会長・JSP 会長・JSP 国際委員), 洲崎敏伸 (ACOP 組織委員会委員長・JSP 国際委員・JSP 庶務), 永宗喜三郎 (JSP 国際委員), 有川幹彦 (ポスターセッション委員長・JSP 会計), 杉浦真由美 (JSP 庶務補佐), 福田康弘 (プログラム委員長), 保科亮 (ホームページ委員), 西上幸範 (若手企画委員長), 園部誠司 (BPA 選考委員長)

iACOP-IV 組織委員会 (ACOP Local Organizing Committee)

春本晃江 (大会長)

洲崎敏伸 (組織委員会委員長)

プログラム編集委員会: 福田康弘 (委員長)

児玉有紀, 島野智之, 石田秀樹, 廣野雅文, 杉浦真由美, 永宗喜三郎, 小林富美恵, 入子英幸, 矢吹彬憲, 保科亮, 本多大輔, 北出理

ポスターセッション委員: 有川幹彦 (委員長)

保科亮, 洲崎敏伸

若手企画委員会: 西上幸範 (委員長)

松原立真, 柴田あいか, 矢崎裕規, 越後谷駿

BPA 選考委員会: 園部誠司 (委員長)

西上幸範, 永宗喜三郎, 島野智之

ホームページ委員 (集合写真係): 保科亮



November 18-21, 2021. Organized by Japan Society of Protistology and supported by International Society of Protistologists. Congress was held online by Zoom and SpatialChat with 234 participants from 25 countries and region.



ISOP



日本原生生物学会
Japan Society of Protistology

図 3. Group Photo

第54回日本原生生物学会大会開催報告

大会長 有川 幹彦 (高知大学)

2021年1月、第4回アジア原生生物学会議(The 4th Asian Congress of Protistology, ACOP-IV)が日本をホスト国として、オンラインで開催されることが決定しました。これを受けて、学会事務局では、2021年の大会の開催を見送るかどうかの議論がなされました。しかしながら、本学会は昭和42年から現在に至るまで毎年大会を開催しており、その歴史を途切れさせたくないという強い思いから、評議員会での議を経て、2021年も大会を開催することに決まりました。2020年に開催された第53回大会は、JSP/KSOP Joint Meeting 2020 (Kobe2020)として韓国との合同開催であり、公用語が英語であったため、若手学会員や学生会員の皆様にとっては発表のハードルが高かったかもしれません。2021年に大会を開催することで、前年に発表を見送った方々に対して、研究成果発表の場と研究実績を積み上げる場を提供できることも、開催に踏み切った理由の一つです。ACOP-IVが2021年11月19日(金)~21日(日)の日程で開催されることが決まったため、それに引き続き、11月21日(日)~22日(月)の日程で第54回日本原生生物学会大会をオンラインで開催することが決まりました。

大会日程が決まって以降、早速、第54回日本原生生物学会大会実行委員会を組織し、学会事務局やACOP-IV実行委員会(国内委員会)とZoomによる打ち合わせを何度も重ね、擦り合わせを行いました。大会実行委員会の皆様には様々な形でご協力をいただきました。心より感謝の意を表しまして、末尾にお名前を列挙させていただきます。どうもありがとうございました。大会ホームページを作成し、定期的に情報を更新していきました。発表・参加申込の方法やZoom・SpatialChatの使用法なども掲載しましたが、掲載時期が遅い、説明が分かりにくいなど、情報提供において不親切、不十分な点がありました。改めてお詫び申し上げます。

大会には19題の演題登録がありました。ベストプレゼンテーション賞(BPA)対象演題が13題あり、そのうち4題はポスター形式による発表も行ってくださいましたので、ポスター発表は計8題ありました。これに学会賞受賞者講演(ACOP-IVとの共同企画)、奨励賞受賞者講演、口頭発表2題、さらにはACOP-IVのBPA候補者による特別講演4題を加え、計29題もの演題が発表されました。そして78名もの会員の皆様に参加登録をしていただきました。企画・準備段階から大会終了まで継続してご支援いただいた学会事務局や大会実行委員会だけでなく、素晴らしい研究成果をご提供いただいた発表者の皆様、大会のスムーズな進行にご尽力いただいた座長の皆様、そして発表に対して熱心に耳を傾け、熱い議論を展開してくださった全ての参加者の皆様のご協力により、第54回日本原生生物学会大会を盛会裏に終えることができました。この場を

お借りしまして、大会長より関わった全ての方々に對しまして、心より御礼申し上げます。どうもありがとうございました(図1)。例年の大会と比べますと、活性化委員会や若手の会の主催による企画、公開シンポジウム等の企画がなかったことは寂しく思います。また、オンライン開催であったため、若手の会・評議員会合同懇親会や大会懇親会を実施できなかったことは、仕方のないこととは言えとても残念に思います。ACOP-IVに引き続いての開催となったことで、大会の規模を縮小せざるを得ない部分はありました。しかしながら、蓋を開けてみれば、BPA、口頭発表、ポスター発表、そして特別講演と、例年通りのセッションを企画・実施することができ、さらには個々のセッションでは予定時刻を過ぎるほどに白熱した議論が展開されていました。規模は小さくとも決して例年に劣らないほど盛り上がった大会だったのではないかと思います。

総会では、2021年度の日本原生生物学会賞が細谷浩史会員(神奈川大学)へ、日本原生生物学会奨励賞が久富理会員(山梨大学)へ授与されることが報告されました。細谷会員には、ACOP-IVとの共同企画として、基調講演2「Studies of symbiotic association between green paramecia and their symbiotic algae using feedless culture strain of *Paramecium bursaria*」と題し、学会賞受賞者講演を行っていただきました。また久富会員には、特別講演2「原生生物の行動変化に関わる繊毛運動の制御機構の研究」と題し、奨励賞受賞者講演を行っていただきました。BPAには、13題の候補演題の中から、十亀陽一郎会員(福島工業高等専門学校)の「*Colpoda cucullus* 休眠シストの塩耐性: シストは海を渡るだろうか?」、前多毬花会員(奈良女子大学)の「繊毛虫ブレファリズマにおける相補的な接合型細胞が分泌するガモンがジャイアント形成に及ぼす影響」、そして三



図1. モニター越しの大会長挨拶

浦翔太会員（室蘭工業大学）の「変形菌に寄生する祖先的菌類の新しい宿主の報告」の3題が選ばれました。受賞者の皆様、おめでとうございます。大会を通じて皆様のご発表を聞いて思うのは、素晴らしい研究成果だけでなく、スライドデザインやアニメーション、そして分かりやすい説明など、細部に至るまで考え尽くされた発表が多いということです。年々、研究発表の質が高くなっていることを実感しております。素晴らしい研究成果というのは、それぞれの専門分野における最先端の未知の事実を発見することかと思いますが、素晴らしい研究発表というのは、その発見した事実を全ての聴衆が理解できるように説明できているものかと思います。研究成果を理解してもらうために、どのような発表方法の工夫がなされているか、そのような視点で発表を聞くのも学会の一つの楽しみ方かなと思いました。

さらに総会では、全学会員の投票により採択された学会・若手の会のロゴマークがお披露目されました（図2）。デザインを手掛けたのは久富理会員（山梨大学）です。学会ロゴマークは「顕微鏡」、「原生生物／原生生物学（Protists/Protistology）の頭文字P」、「繊毛虫」の3つがモチーフとされており、学会の末長い発展が祈念された配色となっています。一方で、若手の会ロゴマークは学会ロゴマークをベースに「繊毛虫」に替わって「太陽虫」が描かれ、若手の会および若手研究者がより一層飛躍していく様子が表現されています。今後、長年に渡って、これらのロゴマークをあらゆる場面で目にする機会があると思います。その時には、是非、ロゴマークデザインコンセプトを思い出していただきたいと思います。



日本原生生物学会



日本原生生物学会
若手の会

図2. 学会・若手の会のロゴマーク

昨今、オンライン学会やオンライン講演会等への参加機会が増えました。このような学術集会のオンライン開催によるメリット、デメリットに関する議論は多々ありますが、口頭発表やポスター発表のための様々なプラットフォームが開発され、対面式学会と比べて遜色ないほどの高い水準でオンライン学会を実施することが可能となってきたことは、多くの会員の皆様も実感されていることと思います。今大会のオンライン開催においては、大会参加費を無料にできたことや、大会参加登録者はACOP-IVの全てのセッションに自由に参加できるようにしたこと、そして何よりコロナ禍にあって人流に制限がかかる中でも無事に大会を開催でき、研究発表、情報交換、および学術交流ができたことが大きなメリットであったと思います（図3）。一方で、学会のオンライン開催のデメリットのひとつに挙げられるのは、開催地に足を運び、その土地を踏み、風を感じ、文化に触れ、郷土料理を味わ



図3. 集合写真撮影の様子

うといった楽しみ方ができないことです。今大会を高知大会として現地開催ができていれば、2002年の第35回大会（松岡達臣大会長）以来、19年ぶりとなるところでしたが、それが叶わなかったことは大会長としてとても残念に思います。それもあって、閉会の挨拶時に少しお時間をいただき、高知の観光名所や郷土料理などを紹介いたしました（図4）。これに対しては、参加者の方々から、拍手マークを表示していただいたり、「高知のお酒を飲みたい」とのコメントをいただいたりしました。皆様に少しでも高知のことを知ってもらえたことで、将来、大会の高知開催を楽しみにしていただけるようになったのではないかと思います。私も、いつの日か、皆様を高知にお招きできる日を心から楽しみにしております。

最後になりますが、次回の第55回大会は廣野雅文大会長のもと、法政大学小金井キャンパス（東京都）にて対面での開催が予定されています。第53回、第54回と、大会のオンライン開催が続きました。次こそはコロナ禍における幾多の困難を乗り越え、学会員が一同に会し、素晴らしい研究発表に対して熱い議論を交わすことができることを強く願っています。そして、その熱を肌で感じることを今からとても楽しみにしています。

第54回日本原生生物学会大会実行委員会

有川幹彦（大会長）・春本晃江・洲崎敏伸・杉浦真由美・保科亮・西上幸範



図4. 高知紹介スライド

2021 年度 学会賞 受賞者コメント

細谷 浩史 (神奈川大学)

ミドリゾウリムシを用いた真核細胞間共生の成立機構

この度、「ミドリゾウリムシを用いた真核細胞間共生の成立機構」という題目で名誉ある日本原生生物学会賞を戴く事ができ、大変光栄に存じております。入会以来、長年にわたり多くの事を教えて下さった学会関係者の皆さまに心より感謝申し上げます。私は、学部・大学院の専門分野は生化学（ウニ卵）、最初の勤務先は病院付属の研究所（哺乳類臓器、ヒト培養細胞）と、純粋な「原生生物学」とは異なる分野で研究生活をスタートさせました。学部で所属した研究室は細胞分裂を制御する微小管の研究を精力的に行なっておりました。指導教員の酒井彦一先生は細胞骨格繋がりで渡辺良雄先生や重中義信先生と懇意、毎日ウニ卵と格闘する研究室の先輩の間で、沼田（治先生）、洲崎（敏伸先生）という御名前が普通に飛び交う環境で幼少期(?)を過ごしました。大学院では、棘皮動物卵細胞の細胞分裂を制御するアクチン調節タンパク質の研究で学位を取得、就職後は米国滞在の機会を頂き、ヒト培養細胞の取扱いを学びました。その後暫くして異動した大学では、HeLa 細胞（ヒト子宮頸ガン細胞）を使用して、分裂時におけるミオシン II の役割解明に没頭するつもりでした。しかし、所属した研究室には、原生生物学分野の泰斗である高橋忠夫先生（後に西九州大学）、小阪敏和先生が御在籍、私とミドリゾウリムシの運命的な出会い (!) が約束されておりました。暫くたって、ゾウリムシで学位を取得した堀麻希先生が研究室に参加、堀先生の大活躍で HeLa 細胞の分子生物学的取扱いが研究室で盤石のものとなりました。ミドリゾウリムシの面白さにすっかり引き込まれ

た私が、堀先生の陰で何をしていたかと言えば、「暗いとミドリゾウリムシから共生藻が居なくなる」と聞けばミドリゾウリムシを暗闇ですずっと培養（共生藻は減るが居なくなる...）、「光に集まる」と聞けばミドリゾウリムシに光を照射（既報通りにはミドリゾウリムシが移動しない...）、「定常期では増殖が低下」と聞けば、ミドリゾウリムシの大量調整は難しいのでその時だけはテトラヒメナに走り定常期の培地を大量に作成、そこから増殖抑制活性を精製しプロテアーゼ（Tetrain）と同定。高等動物培養細胞では牛の血清が増殖促進の必須アイテムなので、血清をテトラヒメナに作用させたら増殖が促進。増殖促進活性を精製したら、プロテアーゼインヒビター（ $\alpha 2$ -Macroglobulin）と同定され、話の繋がりにびっくりしました。しかし、この手の増殖制御機構は、高等動物培養細胞で以前に解明されてしまっている事を次々に認識..... そういえば、テトラヒメナと血清の結果を論文に纏め投稿したら、「テトラヒメナが生涯哺乳類（の血清）に出会う訳がないだろう!」とお叱りのコメントを referee から頂戴。ともかく「家畜の血液中に感染する絨毛虫が居る」という論文を見つけ出しパスに漕ぎつけた事も昔の思い出です。話をミドリゾウリムシに戻し、ミドリゾウリムシ界は平和、しかも現象は面白い、しかし実験結果の再現性が足りないな.....と感じ始めた頃、現在の職場に異動、こちらでも多くの学生や先生方にお世話になりながら研究を進める事ができました。今回の受賞を励みに、今後も原生生物学の発展にささやかながら貢献できるよう努めて参りたいと存じます。関係の皆様心からお礼を申し上げます。



受賞者近影



(左) ミドリゾウリムシの明視野像
(右) ミドリゾウリムシ共生体の自家蛍光像
(Zool. Sci., 12:807-810, 1995より一部改変)

2021 年度 奨励賞 受賞者コメント

久富 理 (山梨大学)

原生生物の行動反応に関わる繊毛運動の制御機構の研究

この度は名誉ある賞をいただき、大変光栄に思います。ご推薦いただきました西上 幸範先生(北海道大学)をはじめ、選考委員や評議員の先生方に心より御礼申し上げます。

さかのぼること学部3年生の頃、研究室選びに悩んでいた私は、「ゾウリムシのひらき」というユニークな方法で繊毛運動を解析していた野口 宗憲先生(富山大学)の研究室を知り、繊毛はもちろん、原生生物のこともよくわかっていなかったにも関わらず、「ゾウリムシのひらき」という言葉の響きと野口先生の人柄だけで野口研に決めました(「ゾウリムシのひらき」については本学会誌に寄稿した総説 47:13-27, 2014 をご参照下さい)。実際にひらきの状態の繊毛運動を目にした私は、数千本にも及ぶ繊毛が協調して運動する様子がよほど面白いと思ったのか、はじめの頃は研究のためというよりも、繊毛運動を見たいがためだけにひらき作りに没頭していた気がします(ある意味これも研究の一環だったのかも?)。

転機となったのは修士1年に初めて参加した2007年の本学会(富山大会)での3つの出来事です。1つ目は、初めて研究発表をして他の先生方と議論するなど、学会の雰囲気は初めて感じたこと。2つ目は、若手

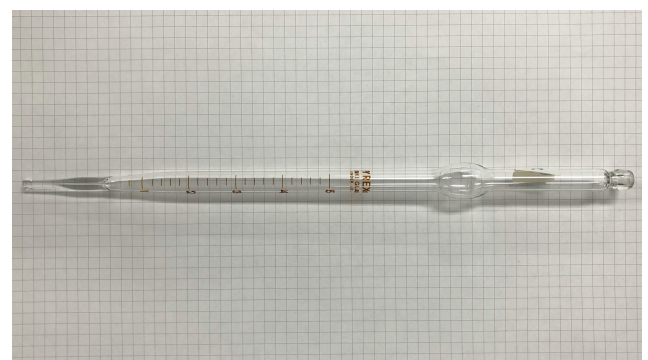
の会を通じて同年代の若手研究者と知り合ったこと(それから2年後に若手の会の役員として運営に携わりました)。そして3つ目は、堀 学先生(山口大学)らとともに共同研究を始めたことです。これらの出来事は研究者を目指すきっかけとなり、その後の私の研究の世界が大きく広がることになった、非常に重要なものだったと思います。

その後は、手(研究手法)を変え、品(生物種)を変えながらも、一貫して繊毛研究を続けてきました。現在の繊毛研究はヒトの病気との関係に注目が集まっていますが、繊毛の内部構造や形成・運動機構など、基盤となる知見の多くは、ゾウリムシ・テトラヒメナ・クラミドモナス・トリパノソーマなどの原生生物を用いて明らかにされたものです。すなわち原生生物なくして繊毛研究の発展はなかったと言えますし、今後の繊毛研究においても原生生物の活躍はまだまだ続くと思います。

最後に、ご指導ご支援頂きました多くの先生方、ならびに学会員の皆様に心より感謝申し上げます。この感謝の気持ちを忘れず、これからの研究に励むとともに、原生生物研究や日本原生生物学会にも貢献していきたいと思っています。今後ともどうぞよろしくお願い申し上げます。



受賞者近影

ゾウリムシのひらき調製用のキャピラリー付
こまごめピペット

2021 年度 BPA 受賞者コメント

Colpoda cucullus 休眠シストの塩耐性：シストは海を渡るだろうか？

十亀 陽一郎（福島工業高等専門学校）

私は、2016 年末に福島高専に赴任し、2018 年頃から本格的に研究活動を再開しました。当時は、ゼロからの再スタートで不安だらけの状況でしたが、研究室の仲間に支えられ、共同研究者の皆様をはじめ多くの方々に助けて頂き、なんとか再スタートをきることができました。その矢先、今回はこのような「ベストプレゼンテーション賞」を受賞することができ、とても嬉しく、光栄に思っています。ありがとうございました。

今回の発表では、*Colpoda* 休眠シストの塩耐性を切り口に、シストの塩耐性獲得のしくみや淡水性単細胞生物における海洋分散の可能性について議論しました。単細胞生物は、たった 1 つの細胞を巧妙に進化させ、地球史上の苛烈な環境変化をしぶとく生き抜いてきました。私も単細胞生物を見習い、これからはしぶとく研究を続けていきたいと思ひます。今後ともよろしくお願ひいたします。

纖毛虫ブレファリズマにおける相補的な接合型細胞が分泌するガモンがジャイアント形成に及ぼす影響

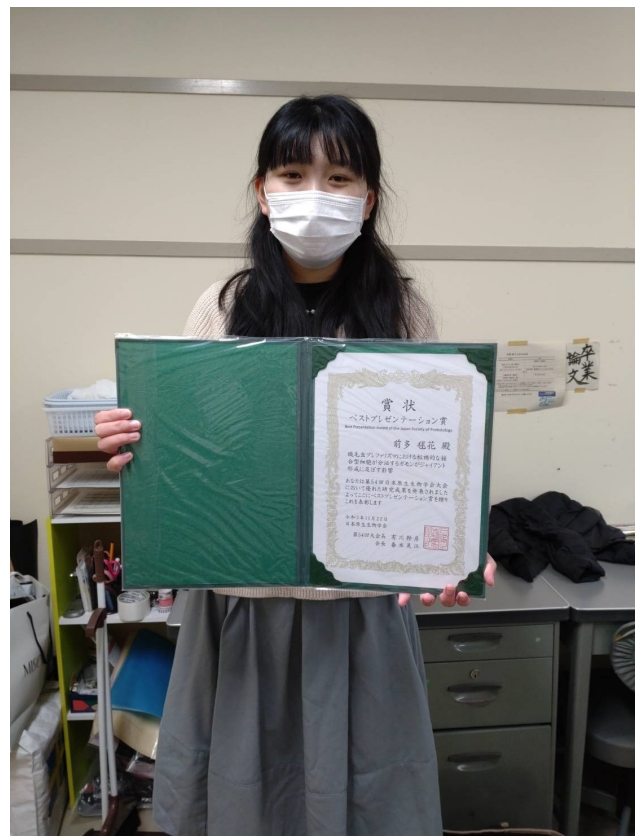
前多 穂花（奈良女子大学大学院）

この度はこのような素晴らしい賞をいただき、大変光栄に存じます。今回発表いたしました研究テーマは、ブレファリズマの貧栄養条件下で見られる現象間に関連性があるのかということに着目しています。接合対形成と共食いによるジャイアント形成を同時に観察したことは今までなかったので、相補的なガモンの作用によってジャイアント形成が抑制されるという結果が出たことに、私自身興味深く感じました。接合が優先的に起こるかもしれないということが、ブレファリズマの生存戦略として何か意味があるのか考えたいと思ひます。

今年度は大会が無事に開催され、皆様に研究発表を聞いていただけて良かったです。オンラインというイレギュラーな形式での開催にご尽力された皆様に感謝申し上げます。また、貴重なご意見やご質問をいただきまして、誠にありがとうございました。今回の交流を生かしてより一層研究に邁進できればと存じます。



高専での恩師 田中利彦教授（右）とともに



受賞者近影

変形菌に寄生する祖先的菌類の新しい宿主の報告

三浦翔太（室蘭工業大学）

この度は、私たちの研究成果と発表を高く評価していただき、素晴らしい賞をいただいたこと大変光栄に思います。当研究室では私を含めて日本原生生物学会で発表したのはわずか2人ですが、今回の大会を経て、後輩たちに良い流れを作ることができたのではないかと思います。

今回評価していただいた研究では、Amoebozoaに属する変形菌に寄生する祖先的菌類の新しい宿主を発見しました。この研究は2009年から始まり、研究室の先輩方や指導教員である矢島先生の研究成果を積み重ね、私の代で祖先的菌類の解明にまた一歩近づくことができました。今後も本菌ならびに変形菌との関係性の解明を目指し調査を進め、その成果をまた次の方へと繋げていきたいと思います。最後になりますが、BPA賞をいただいたことを大変嬉しく思い、ご指導ご助言をいただいた先生と研究室の皆様、そして大会関係者の皆様に感謝の意をお伝えします。この度は誠にありがとうございました。



受賞者近影

総説

寄生性原生生物トリパノソーマおよびトキソプラズマの分子生物学的研究

～一研究者の研究生活の記録と若手研究者へのメッセージ～

永宗 喜三郎

Kisaburo Nagamune

国立感染症研究所 動物寄生部 〒162-0052 東京都新宿区戸山 1-23-1

筑波大学生命環境学系 〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

要旨

私の原生生物学研究は *Trypanosoma brucei* を用いた glycosylphosphatidylinositol (GPI) アンカー生合成機構に関する研究と、*Toxoplasma gondii* における宿主細胞内侵入・増殖機序の解明に関する研究に大別できる。本総説ではそれらの分野の基礎となる分子細胞生物学的基盤について概観するとともに、それらの研究分野における著者の貢献について解説する。また同時に「ポストドクター等 1 万人支援計画」世代の先駆けのひとりとしての自分の経験についても回顧したい。

キーワード:

植物ホルモン, 糖脂質生合成経路, リアノジン受容体, *Trypanosoma brucei*, *Toxoplasma gondii*

はじめに

まず始めにこの度、原生生物学会賞をいただいたことに感謝を申し上げたい。受賞の記念に総説を書けというご指名をいただいたが、ただ無味乾燥な総説を書いても今さら若い皆さんの参考になるようなことも少ないかと思ったので、矢吹彬憲編集長と相談の上、自分の研究人生を振り返り、その当時若き研究者、永宗喜三郎は何をを考えていたか、そしてどう考えて人生の岐路を選択したのかを含めて自分の研究を振り返ってみることとする。別に参考にさせていただくような模範的な研究生活を過ごしてきたわけではないが、若い研究者の進路を選択する上での一助となれば幸いである。電気泳動や酵素反応の待ち時間にコーヒーでも飲みながら、気楽に読んでいただきたい。

はじめの一步からトリパノソーマ研究へ

私の研究活動は、多くの人と同じく卒業研究から始まった。といっても、多くの人と異なり、生意気で自意識過剰であった私は指導教官と気が合わず、隣の研究室の助教授(当時の職階、以下同じ)の先生と酒を

飲むだけの日々を過ごした。そしてその助教授の先生との会話の中で私は「分子生物学」と出会った。分子生物学とは、言うまでもないが、「分子と分子(主にタンパク質同士)の相互作用によってすべての生命現象を記述しようとする」学問であり、この分子生物学的な考え方は、(1) 全く異なる場所で見られるよく似た生命現象には実はよく似た分子間相互作用が認められる、(2) 分子間相互作用は生物種を超えて共通である。つまり、ある生物で認められた分子間相互作用は別の種によく似た生命現象にも存在する、という方向へと発展していた。そしてこの「哲学」は、高校生物から獣医学へと学びを深めていってもなお、生物学とはいかに多くの生命現象についての知識を持っているかであるという博物学的生物学観を持っていた私にとって、非常にセンセーショナルなものであった。助教授の先生がボツリヌス菌の産生する毒素のひとつについての研究をしていたことから、彼のすすめに応じて、私は大阪大学微生物病研究所、細菌血清学部門の博士課程大学院生となり、コレラ菌や腸炎ビブリオの産生する細胞溶解毒素についての研究を始めた。コレラ菌の細胞溶解毒素は、いわゆるシグナルペプチドと毒素本体、そしてその間に挟まれたプロ領域の3つの領域からなる。プロ領域を含んだ状態の毒素は活性が低



Tel: 03-585-1111

E-mail: nagamune@niid.go.jp

Received: 30 Dec 2021; Accepted: 8 Feb 2022.

く、種々のプロテアーゼによりプロ領域は切断され成熟毒素となる (Nagamune et al., 1996) . 私は、この細胞溶解毒素のプロ領域が分子シャペロンの一種である HSP90 と相同性を有し、実際にプロ領域が毒素の立体構造の構築において「分子内シャペロン」として機能していることを明らかにできた (Nagamune et al., 1997).

大学院時代の研究はまさしく私にとって「分子生物学」であり、個人的には面白く実験を進めることができたが、どうも生物学的要素が足りないようにも感じていた。毒素はあくまでタンパク質であり生き物ではない。もう少し「生き物」の研究がしたいと思い、学位取得後の私は同じく微生物病研究所の免疫不全疾患研究分野でポストドクとしてのキャリアをスタートさせることにした。この研究室のボス、木下タロウ教授 (カタカナでタロウが本名) はもともと補体の研究者であった。補体はいわゆる自然免疫の一種で、外界から侵入してきた異物を非特異的に破壊する。そして補体系が自己と非自己の識別に使うのが補体制御因子であり、中でも CD59 と DAF (decay-accelerating factor, CD55) が有名である。一方で、この補体制御因子の機能不全として発作性夜間血色素尿症 (paroxysmal nocturnal hematuria, 以下 PNH) とよばれる病気が知られている。この病気は補体に対する耐性を失った造血幹細胞がクローン性に拡大し、特に赤血球が補体によって破壊される再生不良性貧血を主徴とする疾患である。なぜか夜間に赤血球が破壊され血尿を呈することからこの病名がつけられている。さらにこの主要な2種類の補体制御因子は実は glycosylphosphatidylinositol (GPI) という糖脂質によって細胞膜につなぎ止められていることが知られている。そして木下らのグループは PNH が GPI 生合成遺伝子のひとつである PIG-A 遺伝子の後天的な変異によることを見出したのである (Miyata et al., 1993; Takeda et al., 1993) . このように重要な機能を持つ GPI であるが、実は GPI の存在と構造は、原生生物であるブルーストリパノソーマ (*Trypanosoma brucei*, 以下トリパノソーマ) において発見、決定されたのである。トリパノソーマは variant surface glycoprotein (VSG) とよばれる表面抗原を変異させて宿主の免疫反応から逃れていることが知られているが、この VSG も GPI によって膜にアンカリングされていることが知られている (Borges et al., 2021) . トリパノソーマにおいて VSG は全産生タンパク質のおよそ 1 割を占めているので GPI アンカー型タンパク質の特異的な動態に気づきやすく、また構造の決定や生合成経路の同定が行いやすく、トリパノソーマは GPI 研究のよいモデル生物であると考えられていた。また、さらに同じ寄生性原生生物のマラリア原虫も自身の表面を GPI アンカー型タンパク質で密接に覆っている。一例を挙げるとマラリア原虫がヒトに侵入するステージであるスポロゾイト期の原虫表面は circumsporozoite protein (CSP) で密に覆われており、このタンパク質は最近実用化されつつあるマラリアワクチン RTS, S の標的抗原である (Duffy P. E., 2022) . このように GPI はヒトにおいて

も原生生物においても非常に重要なタンパク質を細胞膜に繋留している。

前置きが長くなった。そのころ木下研では特定領域研究(A)「マラリア制圧の分子論的展開」の公募研究が当たり、マラリア原虫からトリパノソーマの GPI 生合成遺伝子を同定する人員を探していたそうだ。そこにちょうど学位を取得後に職がなくアルバイトで生計を立てていた私がおり、お声がかかったというわけだ。本来であれば、大学院生時代と同じくコレラ菌の研究でアメリカに留学する予定であったのだが、実はそちらの方はグラントの申請が失敗して予算のめどがつかずにご破算になっていたのだ。その結果として、希望していた「生き物」の研究ができるようになり、今につながっているのだから、当に「人間万事塞翁が馬」というやつだと改めて思う。

ところで私が学位を取ったこの時期は、「ポストドクター等 1 万人計画」や「大学院生 10 年間で倍増計画」といった政策の最初期に当たるわけで、私の前の先輩達はほぼ全員が出身ラボの助手になるか学術振興会 (通称学振) の特別研究員のポジションをゲットできるか、さもなくば職を求めて海外に留学するかのいずれかしかなかった時代であり、おそらく私は学振ではない国内ポストドクという経歴を持つほとんど最初の人間であるのではないかと考えている。こんな自分が見聞してきた「闘争の記録」をどこかに文章として残しておきたいと常日頃思っていたので、今回貴重な機会を頂けたことに感謝を申し上げたい。ただ私個人は個別の政策についての是非を意見する立場にはないので、そのあたりは学会の飲み会で若い人たちと語り合うことにしたいと思うに留めておく。いずれにしても、若い研究者の皆さん、別に私は自分が偉いと言うつもりは毛頭ないが、学位取得後半年以上フリーターをしていた私でも研究者人生を全うでき (そうにあ) るのだから、少しくらい職が決まらなくてもまったく気にすることはないですよ。

さて、木下研での研究内容は、既知のヒトや酵母の GPI 生合成遺伝子のアライメントから相同部分をピックアップし、そのアミノ酸配列を元に縮重プライマーを設計し、いわゆる“degenerate PCR 法”によってマラリア原虫からトリパノソーマの遺伝子を増幅させるという今ではなんてことのないプロジェクトなのであるが、その当時はかなりの熟練を必要とする職人技であり、職人としての経験を十分に積ませていただけた。その後、紆余曲折を経て、無事にトリパノソーマの PIG-B オーソログ、TbGPI10 の同定に成功し、さらにその遺伝子のノックアウトを試みることにより、ヒトの細胞レベルでは必須でない GPI 生合成経路が、血流型トリパノソーマにおいて必須であることを証明できた (Nagamune et al., 2000) . つまり、GPI 生合成経路は抗トリパノソーマ薬開発の非常にいい標的になり得ることを世界で初めて示唆できた。

ここで改めて、病原体としてのトリパノソーマについて述べておこう。ヒト・アフリカ・トリパノソーマ症は、サハラ以南のアフリカ大陸に蔓延している感染症で、アフリカ睡眠病、アフリカ眠り病などによれば

ている。その名の通り、感染末期に昏睡状態に陥った患者はまるで眠っているかのように意識を失ったまま命を落としていくのだ。トリパノソーマはマラリア原虫などとは異なり、宿主の細胞内に侵入せず血液中で鞭毛を用いて遊泳したまま活発に2分裂で増殖する。あまりに活発に増殖する結果、詳細な分子メカニズムはいまだ不明であるものの一部のトリパノソーマは血液脳関門を超えて脳脊髄液へと侵入し、中枢神経系で増殖を始めてしまい、その結果、患者は昏睡状態に陥る。トリパノソーマには3つの亜種があり、ガンビアトリパノソーマ (*Trypanosoma brucei gambiense*) は、ヒトおよび家畜、野生動物に感染し、ヒトへの感染は慢性の経緯を辿り、およそ数ヶ月～数年で中枢神経症状を呈する。サハラ以南のアフリカ西部～中部に分布する。それに対してローデシアトリパノソーマ (*Trypanosoma brucei rhodesiense*) はヒトに対して急性感染を引き起こし、およそ数週間～数ヶ月で中枢神経症状へと進行する。分布はアフリカ東部～南部である。これらに対して(狭義の)ブルーストリパノソーマ (*Trypanosoma brucei brucei*) はヒトへの感染は認められず、専ら家畜や野生動物にのみ感染する。このヒト感染の可否を決めている因子について多くの研究者が興味を持ち活発な研究が進められた。結果として、善玉コレステロールや悪玉コレステロールのうち善玉の方、high-density lipoprotein (HDL) の構成成分の一種であるtrypanosome lytic factor (TLF) が同定された。TLFの作用に対して耐性を持つガンビアおよびローデシアトリパノソーマのみがヒトへの感染を成立させることができるのである。TLFの分子組成や作用機構、そして耐性メカニズムなどについて現在ではかなり詳細に明らかとなっている(Stephens et al., 2012)。これら3亜種はすべてツェツェバエという吸血バエによって媒介される。また、私がトリパノソーマを研究していた頃は、アフリカ全土で年間数万～数十万のヒト・アフリカ・トリパノソーマ症が起きているとされていたが、最近では主にツェツェバエに対する対策が奏功し、年間数千件の発症に抑えられてきているようである。トリパノソーマに対するワクチンは存在せず、また治療薬も、特に中枢神経症状を発症した後は有効なものがほとんど存在せず、投薬による副作用での致死率が10%以上にも及ぶようなものであり、安価で安全な抗トリパノソーマ薬の開発が望まれている。

さてここで、ヒト及びいくつかの寄生性原生生物のGPIの構造(図1)と、ヒトとトリパノソーマの生合成経路(図2)を見てみよう。GPIは生物種を問わず非常によく保存された構造を取っていることが分かる(図1)。また、ヒトとトリパノソーマの生合成経路もよく保存されている(図2)。しかし両者の生合成経路間には明らかに異なっている点もある。そのうちのひとつが、完成したGPIをタンパク質に転移するトランスアミダーションのステップである。GPIはphosphatidylinositolに糖をひとつずつ付加して合成され、完成したGPIは、別個に合成されたタンパク質に翻訳後修飾のような形で転移される。GPI修飾を受ける前駆体タンパク質はGPI付加シグナル配列をC末端に

持っており、この配列がGPIトランスアミダーゼとよばれる酵素複合体によって切断され、切断点のオメガサイトとよばれるアミノ酸がGPIの先端に存在するエタノールアミンリン酸に転移される。このオメガサイト周囲のアミノ酸は「小さなアミノ酸」でないといけなことが経験的に知られているのであるが、どうもトリパノソーマでは比較的大きなアミノ酸も許容されるらしい(Eisenhaber et al., 1998)。そこで、「熟練の技術」で同定してきたトリパノソーマのGPIトランスアミダーゼのコンポーネントのひとつ、TbGPI8を用いて免疫沈降を行い、トランスアミダーゼ酵素複合体の組成を解析し、哺乳動物や酵母のものと比較した。その結果、トリパノソーマのGPIトランスアミダーゼは哺乳動物や酵母と共通な3つのコンポーネント(GPI8, GAA1, PIG-T)とトリパノソーマに特異的な2つのコンポーネント(trypanosomatid transamidase 1 (TTA1), TTA2)からなっていることをあきらかにできた(Ohishi et al., 2003; Nagamune et al., 2003; Hong et al., 2006a)。このことからGPIトランスアミダーゼは抗トリパノソーマ薬開発のよい標的となり得る可能性を示唆できた。一方、トリパノソーマGPIの構造は血流型とツェツェバエ腸管内型で異なっており、腸管内型のGPIはイノシトール部分がアシル化されているが、血流型のそれはアシル化されていないことが知られている(図2)。また哺乳動物のGPIは最終的には脱アシル化されているが生合成の途上のものはアシル化されている。このようにGPIのアシル基の有無は生物種やス

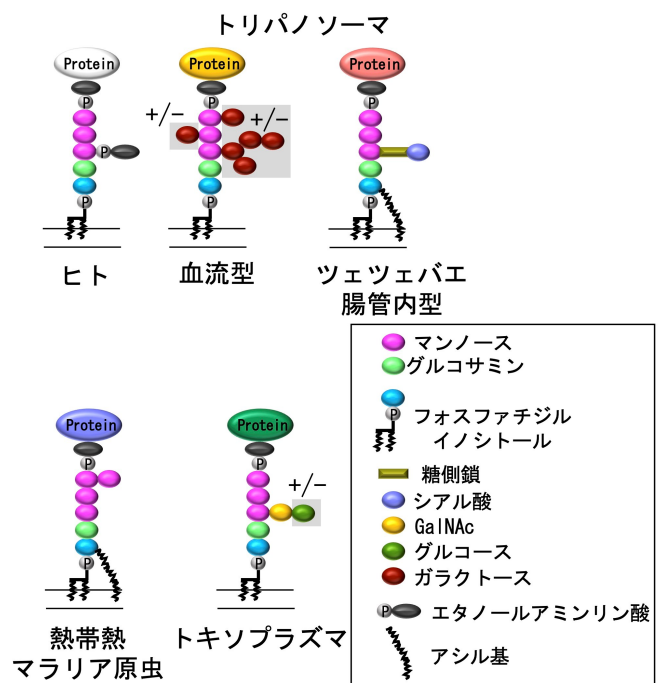


図1. ヒトおよび寄生性原生生物のGPIアンカーの構造とその生合成機構

ヒト、血流型トリパノソーマ、ツェツェバエ腸管内型トリパノソーマ、熱帯熱マラリア原虫、トキソプラズマのGPIの構造を示す。+/-は灰色の部分がある分子もない分子も存在することを示す。

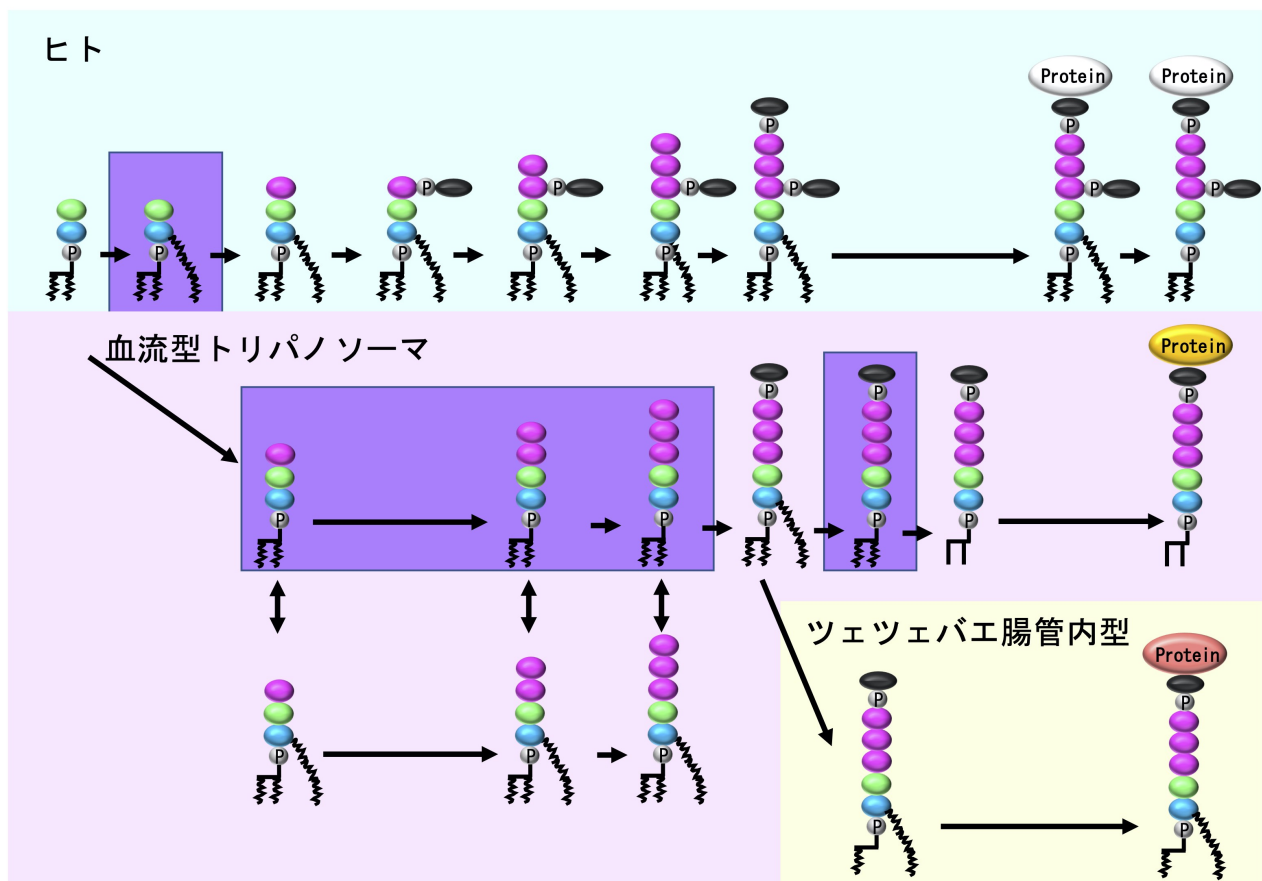


図 2. ヒト，血流型トリパノソーマ，ツェツェバエ腸管内型トリパノソーマの GPI アンカー生合成経路．血流型トリパノソーマの生合成経路にはアシル基を持つ中間体とアシル基を持たない中間体の両方が存在するのに対し，ヒトの経路はマンノースの付加が起こる前にアシル化され，その後トランスアミデーシオンによるタンパク質の付与後に初めて脱アシル化される．血流型トリパノソーマとヒトにおいて紫で示した構造はそれぞれの生物に特異的な中間体である．

テージによって厳密にコントロールされている．私はこの違いの原因となる GPI 脱アシル化酵素を同定し，この酵素遺伝子の発現がトリパノソーマの生活環の中で厳しく調節されており，その発現量を人為的に変化させることはトリパノソーマにとって致死的であることを示し，このイノシトールのアシル化酵素も抗トリパノソーマ薬開発の良い標的となり得ることを示唆してきた (Hong et al., 2006b)．また，ツェツェバエ腸管内型トリパノソーマにおける主要な GPI アンカー型タンパク質の一つに，シアル酸を含む糖鎖からシアル酸を GPI に転移する酵素であるトランスシアリダーゼの存在が知られている．腸管内型トリパノソーマはシアル酸を合成することができないので，この酵素による宿主からのシアル酸転移反応は腸管内型トリパノソーマにとって唯一のシアル酸供給源となっている．私は腸管内型トリパノソーマのツェツェバエ中腸内での増殖に GPI のシアル酸による修飾が必須であることを見出した (Nagamune et al., 2004) ．

このようなトリパノソーマを中心とした GPI アンカー生合成機構や GPI アンカー型タンパク質の機能解析を 8 年間続けた．その間に自分のポジションは，研究生か

ら生物系特定産業技術研究推進機構派遣研究員，任期付き助手，任期なし助手と変わっていった．このタイミングで私は留学をするのであるが，どうしてそういう行動に出たのか，今にして思うと，やはり昔ながらの，研究者は留学して一人前，みたいな固定観念はあったような気がする．また，木下研は助手が順番に留学していき，抜けたところに後任が入る，みたいな好循環があった．この循環のお陰で自分も助手になったのだから，次の人に回さなきゃ，みたいな気持ちもあった．でもたぶん一番強かったのは，外国で暮らしてみることにに対する好奇心のようなものだったと思う．今のご時世，留学してこそ，のような考えは時代遅れなのだろうが，やはり研究者たるのも，好奇心を失ってはいけないような気がするがいかがだろう，若者達よ．

そして，トキソプラズマ研究

さて，留学するにしても何をやろう？ 国際学会などでそんな話をすると，トリパノソーマ GPI 研究のラボからはもういつでも来い，みたいに（当時は）言われていたのだが，実はちょっと乗り気になれなかった．GPI の研究は面白かったのだが，特定の代謝経路だけで

はなく、やはりなんだか「生き物全体」を取り扱っているという実感が少し乏しいように感じていた。それともう一点、当時の日本の寄生虫学研究は、マラリアをやらずに寄生虫学にあらずのような雰囲気があった（と少なくとも私は感じていた）。当時はそれほど日本でのポジションにこだわりがあったわけではないのだが、一応、帰国する可能性も考えるとマラリアを研究していた方が有利なように思えた。ただ、内外問わずマラリア研究のラボの多くからはあまり「生き物全体」の匂いがしないし、みんながやっている対象を研究するのであればマウスや酵母を研究した方がいい（と当時は思っていた。あくまで個人的見解です。ご了承ください）。そういう現状の日本の中で、マラリアと適度な距離感があり、なおかつ誰もあまり対象としていないもの、ということで目についたのがトキソプラズマであった。今でこそ、獣医寄生虫学を中心にそれなりの研究者人口を誇るトキソプラズマ業界であるが、私が留学した 2004 年当時は明らかに日本では「斜陽」の業界であった（と当時は思っていた。しつこいようですが、あくまで個人的見解です）。一方で、世界に目を転じてみると、トキソプラズマ研究は非常に特徴的な実績が積み上げられていた。

ここで、トキソプラズマとその引き起こす感染症、トキソプラズマ症について概説しておこう。詳細については感染研 HP および感染研が刊行している感染症情報誌を参照していただきたい (<https://www.niid.go.jp/niid/ja/kansennohanashi/3009-toxoplasma-intro.html>; 永宗, 2022)。実はトキソプラズマは最も成功した寄生虫のひとつである。というのも全人類の 1/3 以上がすでにトキソプラズマに感染しているからである。もちろん国や地域によって感染率に差があり、例えばブラジルなどは 80~90% 以上、ドイツやフランスなど欧州諸国も 50% 程度の感染率であるといわれている。日本においては最近は大規模な調査が行われておらず詳細は不明であるが、大体 5~10% 程度といわれている。通常、感染の自覚症状はなく、10 人にひとりくらいに風邪様の症状が出る程度である。したがって自身が感染しているかどうかは抗体の有無を検査することによるしかない。トキソプラズマ感染が問題となるのは主に 2 つのケースである。ひとつは既感染者が将来、ガンや臓器移植、AIDS などにより免疫不全に陥った場合である。この場合、感染者の免疫機能によって抑制されていたトキソプラズマが活発な増殖を再開し、致死的な脳炎を引き起こす（後天性トキソプラズマ症）。もうひとつは妊婦が初感染した場合である。その場合、原虫は妊婦が抗体による免疫能を獲得するまで、体内で活発に増殖する。そしてその一環として胎盤を超えて胎児の体内でも増殖し、死産、流産、そして出産できたとしても水頭症、脈絡膜炎による視力障害、脳内石灰化、精神運動機能障害などの症状を呈することがある（先天性トキソプラズマ症）。

トキソプラズマの終宿主はネコ科の動物、中間宿主はヒトを含むほとんどすべての哺乳動物、鳥類である。したがって、トキソプラズマはネコ科の動物に感染したときのみ、腸管内で雌雄に分化し、有性生殖を行

う。有性生殖後の原虫は固い殻をかぶったオーシストとよばれる状態で外界に排出される。オーシストは熱や乾燥などの刺激に耐性を有しており、外界で何年も安定に保持される。したがってネコの糞便から外界に出たオーシストは土壌や水などに広く拡散して存在するようになる。このオーシストの摂取がヒトへの第 1 の感染経路である。オーシストは当然のことながらヒトのみならず、ほとんどの温血動物やネコ科の動物にも感染能を有する。ヒトを含む中間宿主がオーシストを摂取した場合、原虫はその体内に広く拡散、増殖する。先天性トキソプラズマ症はこのタイミングで胎児に移行する。その後、宿主は抗トキソプラズマ抗体の産生を開始し、そのために原虫は増殖を停止し、組織シストという固い殻をかぶった状態となる。組織シストは抗体を通過させず、さらに組織シスト内の原虫はほとんど増殖を停止しているので抗トキソプラズマ薬も作用せず、したがって感染動物は原虫を排除することができず一生感染し続けることとなる。この組織シストを含んだ動物の筋肉や脳を摂食することで原虫は次の宿主へと移行することが可能となる。トキソプラズマの生活環の大きな特徴として、中間宿主—終宿主の経路のみならず、中間宿主—中間宿主の感染も成立することがあげられる。すなわち中間宿主であるヒトには他の中間宿主である「すべての哺乳動物、鳥類」からの感染が可能である。これがヒトへの第 2 の感染経路である。なお、組織シストはオーシストと名前は似ているが別物であり、外界からの刺激に非常に弱いことは強調しておく。組織シストは -12°C 以下での凍結、 67°C 以上への加熱によって死滅する。

当時、トキソプラズマ研究には多くの魅力的なテーマが出そろい、精力的な研究が行われていた。いくつか具体例をあげると、(1) トキソプラズマはトリパノソーマとは異なり、宿主細胞内に寄生し、その中で増殖する。そしてトキソプラズマが感染可能な細胞は基本的にすべての有核細胞である。つまり、トキソプラズマは基本的に「すべての温血動物のすべての有核細胞」に感染できる。この驚異的な宿主特異性の低さの分子生物学的基盤はどこにあるのだろうか。また、(2) 宿主細胞内でトキソプラズマは宿主の遺伝子発現を変化させ、自分の生存環境を自身にとって都合のいいように変化させるのであるがそのメカニズムは？さらにこの頃には、(3) トキソプラズマは宿主細胞のみならず、宿主の行動をも変化させているらしいことがわかり始めてきていた。一体どうやって？(4) どうもトキソプラズマには遺伝型が 3 つしかないようで、病原性の強弱がその遺伝型の違いで規定できているようだ、などである。そしてそれら諸問題の多くは、原虫の運動、宿主細胞への侵入とリンクしているように思えた。

トキソプラズマやマラリア原虫などアピコンプレクサ生物にとって、宿主細胞への侵入は自身の生存にとって必須である。アピコンプレクサ生物の宿主細胞への侵入は、細菌などでよく見られる宿主のエンドサイトーシスを借用したものとは異なり、自身の運動を用いた能動的なものである。そして（当時の理解では少

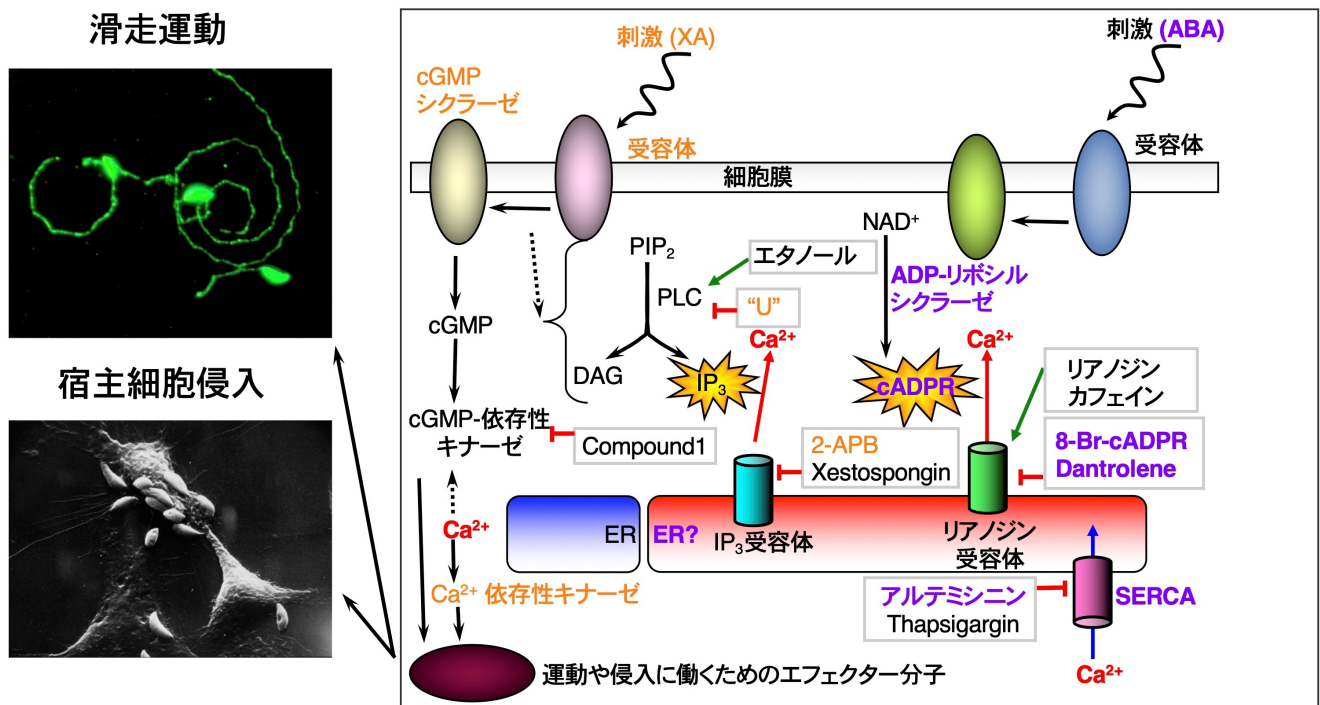
なくとも) トキソプラズマにとって運動には、マイクロネームとよばれる分泌器官からの付着タンパク質群の分泌がリンクしており、マイクロネームタンパク質群は(当時から)何十種類もあると考えられていた(Lebrun et al., 2020). さらにトキソプラズマは、宿主細胞への侵入とは独立して、しかし侵入の際に、別の分泌器官であるロプトリーから多くのタンパク質を宿主細胞へと注入し、そしてこれらの注入されたタンパク質群が遺伝子発現の変化を含む宿主細胞の修飾や病原性の強弱を規定している可能性が議論されていた(Lebrun et al., 2020). このようにトキソプラズマの寄生成立や病原性の規定にとって「原虫の運動」がキーであるということが、様々な論文を読んでいると想起できた。そして原虫の運動は、カルシウムイオン濃度を変化させることによって制御していることが示唆されていた。

ということで、内外の自分を取り巻く現状を理解し、数多くの論文を読んだ結果、トキソプラズマの運動とそれを制御している(ように思われる)カルシウムシグナリングの研究を志し、2004年の5月にアメリカはセントルイスにある Washington University の Dr. L. David Sibley の元へと留学したのであった。当時カルシウムシグナリングについてわかっていたことは以下の通りであろう(図3)。細胞内には Ca^{2+} をプールしている場所があり、それは一般の細胞においては小胞体や液胞である。小胞体にはイノシトール 3 リン酸 (IP_3) 受容体 (IP_3R) という Ca^{2+} チャンネルがあり、 IP_3 の刺激に応じて Ca^{2+} を細胞質内へと放出する。よく似た仕組みとしてリアノジン受容体 (RyR) という Ca^{2+} チャンネルがあり、そちらは cyclic ADP-ribose (cADPR) をセカンドメッセンジャーとして使っている。細胞質内へ放出された Ca^{2+} は sarco/endoplasmic reticulum Ca^{2+} -ATPase (SERCA) という Ca^{2+} ポンプによって小胞体へと回収される。

前述したとおり、その頃の私は“degenerate PCR 法”の職人を自負していたし、トリパノソーマを始めた頃と比べて多くの生物種の遺伝子データもかなり整備されていた。 IP_3R や RyR についての遺伝子情報の蓄積も充分あるように見えた。とりあえず、ボスと相談した上で、2つの受容体のトキソプラズマオーソログの同定を当面のテーマとすることにした。まあこれだけの情報があれば「存在する遺伝子であれば捕まえられるでしょ」というくらいの軽い気持ちで始めてみたのであるが、 IP_3R も RyR も・・・全くとれない。「まずい! なんか大口たたいて日本から来た変なヤツが案の定、口だけだった」なんて思われては渡米1ヶ月にして早くもお先真っ暗だ。実験家としてはまずこういうときは焦らずコントロールを取って条件検討を行う。とりあえず、契約にはなかった SERCA で試してみると・・・できた。続いて遺伝子全領域をクローニングしてみると・・・これもできた。うむ、ライブラリーの質と研究室の環境、実験者の腕には問題ないようだ。ボスとのミーティングは2週間に1度。確か、2ヶ月か3ヶ月たった頃、それまでは住環境や研究環境のセットアップについてのやりとりが主だったボスとの

ミーティングで、つたない英語で思い切って言ってみた。「 IP_3R も RyR も取れません。存在するものであれば私に取れるはずなので、どうも既知のチャンネルとのホモロジーでは取れないのではないかと、いや、大げさに言っている訳ではありません。その証拠に SERCA であればもう全長が取れています。」そしてその日から、プロジェクトの2番目としてトキソプラズマにおける SERCA の性状解析が加わったのである。この SERCA のプロジェクトによって、私はトキソプラズマの運動や細胞侵入、 Ca^{2+} に関する様々なアッセイ法を習得できた(Nagamune et al., 2007a; Nagamune et al., 2007b)。しかし、ボスとの「 IP_3R も RyR も取れません。でも私の技術が悪いんじゃない。なぜなら、これなら取れた、あれなら取れた・・・」というやりとりはその後恒例行事のように毎回続いた。そしてちょうどこの頃、マラリア原虫に続いてトキソプラズマのドラフトゲノムデータが取れてきていて、遺伝子のアノテーションが様々な計算モデルを用いて行われていた。小うるさい日本人はおそらくこのやりとりによって、まだ未発表であったトキソプラズマゲノムのデータにアクセスでき、カルシウム関連の遺伝子のアノテーションを行った。この貢献により、私はトキソプラズマドラフトゲノム完成の論文の著者のひとりに加えてもらえるはずであったのだが、なんと、このプロジェクトは結局論文化されることはなかったのである。私はこの驚きの顛末を一応プロジェクト参加者の末端として聞くことができた。ここでそれを文章化するのは憚られるので、その辺りは今度学会で会ったときの飲み会の席でということで・・・しかし、原生生物の世界でマラリア原虫に続いてゲノムが読まれたのはトキソプラズマであるということだけは、歴史に埋もれてしまわないようここに記しておきたい。そして私個人としてはこの時期のボスとのやりとりの結果を中心として、マラリア原虫、トキソプラズマ、そしてそれらに近縁のクリプトスポリジウムの3種類のゲノムから Ca^{2+} シグナリングに関係する遺伝子の網羅的な同定、比較という内容で論文化できたのでまあ最低限よしとしておこう(Nagamune and Sibley, 2006)。

コンピュータを用いた遺伝子の同定はどちらかというと夜の仕事にしていた。本当であれば昼間の実験機器が混み合う時間にドライな解析をしておいて、人が減ってくる夜間にウエットな実験を入れる方が効率いいのであるが、私が留学した先のセントルイス市は実は全米でも有数の治安の悪さを誇っており、実際2020年の統計でも凶悪犯罪発生件数において、デトロイトに次いで全米ワースト2位であったようである(<https://www.fbi.gov/services/cjis/ucr>)。大体、私がアメリカにいた頃から、この種の統計ではセントルイス、デトロイト、ボルチモアがいつもワースト3を争っていることがほとんどだ。ということで、夜はあまり遅くならないように、例えば銃声が聞こえてきたら(!)、手早くかたづけて帰宅できるようになどと考えると、いつでも「店じまい」できるドライな解析を夜間にする方が安全なのである。ちなみに日本人の大学院生やボスドクの平均的な労働はアメリカでは超勤勉に相当す



私の研究で明らかとなった経路

マラリア原虫の研究からの知見

図 3. トキソプラズマとマラリア原虫におけるカルシウムシグナリング. 緑の矢印は inducer, 赤は inhibitor. 紫色の部分は著者がトキソプラズマを用いた解析で明らかにした部分. オレンジ色はマラリア原虫における知見. それ以外はトキソプラズマにおける知見を示す. これらの生物の細胞内における Ca^{2+} プールは他種生物における知見からおそらく小胞体 (ER) であろうと考えられているが厳密には証明されていない. 本図では“ER?”と示し, ER とは区別して表記する. このようなカルシウムシグナリングが, 滑走運動や宿主細胞侵入の調節機能を担っている (図左). cGMP: cyclic guanosine monophosphate, XA: xanthurenic acid, ABA: abscisic acid; アブシジン酸, PIP_2 : phosphatidylinositol 4,5-bisphosphate, PLC: phospholipase C, DAG: diacylglycerol, IP_3 : inositol trisphosphate, “U”: U73122 (Moudy et al., 2001), compound 1: trisubstituted pyrrole 4-[2-(4-fluorophenyl)-5-(1-methylpiperidine-4-yl)-1H-pyrrol-3-yl] pyridine (Wiersma et al., 2004), NAD: nicotinamide adenine dinucleotide, cADPR: cyclic ADP-ribose, 2-APB: 2-Aminoethoxydiphenylborane, ER: endoplasmic reticulum, SERCA: sarco(endo)plasmic reticulum Ca^{2+} -ATPase

るので気をつけておいた方がいい. あまりにも働きすぎると, アメリカ人の大学院生などが変に勘違いして教会のバザーや謎のパーティーへ拉致されることになる. さて, 昼間に何をしていたのかであるが, 最初は練習として, 共同研究の請負をしていた. RyR の専門家と共同でトキソプラズマの RyR 活性の薬理学的生化学的解析をしていた. これらの解析から RyR 本体の同定はできていないものの受容体活性の存在, そしてセカンドメッセンジャーである cADPR の存在やさらに cADPR 産生酵素および分解酵素活性の存在を生化学的に証明することに成功した (Chini et al., 2005). その際に種々の RyR アゴニストやアンタゴニストを原虫に加えてその反応を見ていたのであるが, その一連の試薬の中に植物ホルモンであるアブシジン酸をコソソリ加えていたのであった. 「コソソリ」というのも, 実はアブシジン酸が植物において cADPR 依存的な遺伝子発現調節を行っているという論文 (Wu et al., 1997) を偶々見つけて, 「アゴニスト・アンタゴニスト注文したいお買い物リスト」の中の一品としてボスに提示し

ていたのであるが, あえなく却下されたものの中にアブシジン酸は含まれていた. リスト化するとかなりの大きな金額となることもあり, 今の私でも却下するであろうからボスの選択は間違いではなかった. しかし, 渡米 2 年目の私はちょうどその頃に額は小さいものの NIH のグラントが当たったところであり, 気が大きくなっていた. そこで私は偶々リストから削除し忘れていたような体でコソソリと買ってしまったのである. 購入してトキソプラズマに振りかけてみると, あら不思議! 見事に cADPR の産生が誘導され, トキソプラズマ細胞質へも Ca^{2+} の放出が誘導された. そしてここを起点として, トキソプラズマが植物ホルモンであるアブシジン酸を産生しており, トキソプラズマはアブシジン酸を原虫の宿主細胞からの脱出のシグナルとしているという結果をまとめて Nature 誌に報告できた (Nagamune et al., 2008).

さてここで, 私がここまで明らかにしてきたトキソプラズマにおけるカルシウム経路 (図 3 紫) を, 他の研究者がトキソプラズマにおいて証明した経路, マラ

リア原虫を用いた研究で明らかになった経路 (図3 オレンジ) を合わせて、アピコンプレクサ生物におけるカルシウムシグナリング経路としてまとめてみることにしよう (図3) . アピコンプレクサ生物においてもカルシウムシグナリング経路は外部からの刺激によって起動する。その刺激物質として以前から知られていたのが、マラリアにおける分化誘導物質である xanthurenic acid (Billker et al., 1998) と今回私が見出したトキソプラズマの宿主細胞外脱出シグナルであるアブシジン酸である。これらの受容体は未同定なのであるが、その刺激はそれぞれグアニル酸シクラーゼと ADP シクラーゼへと伝達される。グアニル酸シクラーゼによって産生された cGMP は、cGMP 依存性キナーゼ、あるいはさらに Ca^{2+} 依存性キナーゼを介してマラリア原虫の性分化を誘導する。また同時にこの経路は IP_3 受容体を介した Ca^{2+} 放出経路も同時に活性化しているようである。 IP_3 経路は哺乳動物の神経細胞などで明らかにされてきた経路で、セカンドメッセンジャーである IP_3 による刺激で、(哺乳動物では) 小胞体にプールされている Ca^{2+} が、 Ca^{2+} チャンネルである IP_3 受容体により細胞質内に放出される。この IP_3 受容体は日本人である御子柴克彦先生により発見された (Hamada and Mikoshiba, 2020) . 小胞体にはもう 1 種類 Ca^{2+} チャンネルの存在が知られており、それがリアノジン受容体である。リアノジン受容体はアブシジン酸の受容体の下流にある ADP-リボシルシクラーゼによって産生された cADP-ribose をセカンドメッセンジャーとして用いて Ca^{2+} の細胞質への放出を行う。したがってアブシジン酸はこちらの経路によって細胞質内 Ca^{2+} 濃度を上昇させる。 IP_3 受容体の阻害剤として 2-Aminoethoxydiphenylborane (2-APB) や xestospongine が、リアノジン受容体の活性誘導剤としてリアノジンやカフェインが、阻害剤として 8-bromo-cADP-ribose や dantrolene が知られている。アピコンプレクサ生物におけるカルシウムプールは厳密には明らかになっていないが、これらの受容体のアゴニストやアンタゴニストが機能することからこれらの受容体の存在が強く示唆され、やはり Ca^{2+} プールは小胞体なのだろうと考えられている。このようにして濃度が上昇した細胞質内 Ca^{2+} が先ほどの Ca^{2+} 依存性キナーゼやその他の Ca^{2+} 結合タンパク質に結合することで細胞運動や細胞分化などの機能を発揮すると考えられている。さてこうして細胞機能の変化に使われた Ca^{2+} は使用後には再びプールに戻らなければならない。この Ca^{2+} の回収に使われるのが SERCA である。SERCA は細胞質内の Ca^{2+} をプール (哺乳動物では小胞体) に輸送する Ca^{2+} ポンプである。Thapsigargin が阻害剤としてよく知られているが、トキソプラズマにおいては抗マラリア薬であるアルテミシニンも SERCA の機能を阻害する (Nagamune et al., 2007b) .

帰国とまとめ

とまあこのあたりで、私は日本に帰国し、筑波大学にテニユアトラックのポジションを与えていただき、さらに国立感染症研究所に異動して今に至るというわけである。こうして改めて自分の研究人生を振り返って

みると、やはり「運」の要素は非常に大きかったといわざるを得ない。しかし同時に運をつかむまでにはそれ相応の努力もしていたように感じる。“The goddess of luck has only bangs” (幸運の女神には前髪しかない) という言葉がある。木下タロウ先生の奥様である圭子さんがよく言っていた言葉であるが、今振り返ってみると、改めて実感として分かったような気がする。幸運はいつ来るかわからないが、いつ来てもいい様に常日頃から準備をしておく。そして来たチャンスに対しては素早く決断して決して逃してはならない。なぜならば幸運の女神には後ろ髪がないのだから、通り過ぎた後からではもう彼女をつかむことはできないのである。と、ちょっと説教臭くなったところで、若い皆さんのご活躍を祈りつつ、そろそろ年寄りの説教はやめにしておくこととする。あれ？電気泳動もそろそろ終わったんじゃないの？さあ、実験、実験！

謝辞

学会賞に推薦してくださいました、法政大学・島野智之教授に深く感謝いたします。また、本総説を執筆する機会を与えてくださいました、矢吹彬憲 和文誌「原生生物」編集長、道羅英夫 前編集長に深く感謝いたします。私の研究人生において様々な示唆、ご指導ご鞭撻を賜りました大阪府立大学・大石巖先生、大阪大学微生物病研究所・山本耕一郎先生、本田武司先生 (いずれも当時)、木下タロウ先生、木下圭子さん、Washington University School of Medicine・L. David Sibley 先生、筑波大学・橋本哲男先生、国立感染症研究所・野崎智義先生 (当時) に深く感謝いたします。

引用文献

- Billker, O., Lindo, V., Panico, M., Etienne, A. E., Paxton, T., Dell, A., Rogers, M., Sinden, R. E. and Morris, H. R. (1998) Identification of xanthurenic acid as the putative inducer of malaria development in the mosquito. *Nature* 392, 289–292. doi: 10.1038/32667.
- Borges, A. R., Link, F., Engstler, M. and Jones, N. G. (2021) The glycosylphosphatidylinositol anchor: a linchpin for cell surface versatility of trypanosomatids front. *Cell Dev. Biol.* 9, 720536. doi: 10.3389/fcell.2021.720536.
- Chini, E. N., Nagamune, K., Wetzel, D. M. and Sibley, L. D. (2005) Evidence that the cADPR signalling pathway controls calcium-mediated microneme secretion in *Toxoplasma gondii*. *Biochem. J.* 389, 269–277. doi: 10.1042/BJ20041971.
- Duffy P. E. (2022) Making a good malaria vaccine better. *Trends Parasitol.* 3, 9–10. doi: 10.1016/j.pt.2021.11.006.
- Eisenhaber, B., Bork, P. and Eisenhaber, F. (1998) Sequence properties of GPI-anchored proteins near the omega-site: constraints for the polypeptide binding site of the putative transamidase. *Protein Eng.* 11, 1155–1161. doi: 10.1093/protein/11.12.1155.
- Hamada, K. and Mikoshiba, K. (2020) IP_3 receptor plasticity underlying diverse functions. *Annu. Rev. Physiol.* 82, 151–176. doi: 10.1146/annurev-physiol-021119-034433.
- Hong, Y., Nagamune, K., Ohishi, K., Morita, Y. S., Ashida, H., Maeda, Y. and Kinoshita, T. (2006a) TbGPI16 is an essential component of GPI transamidase in *Trypanosoma brucei*. *FEBS Lett.* 50, 603–606. doi: 10.1016/j.febslet.2005.12.075.

- Hong, Y., Nagamune, K., Morita, Y. S., Nakatani, F., Ashida, H., Maeda, Y. and Kinoshita T. (2006b) Removal or maintenance of inositol-linked acyl chain in glycosylphosphatidylinositol is critical in trypanosome life cycle. *J. Biol. Chem.* 281, 11595–11602. doi: 10.1074/jbc.M513061200.
- Lebrun, M., Carruthers, V. B. and Cesbron-Delauw, M.-F. (2020) *Toxoplasma* secretory proteins and their roles in parasite cell cycle and infection. In: *Toxoplasma gondii*. The model apicomplexan-perspective and methods. Weiss, L. M. and Kim, K. (ed.). Academic Press, London, pp. 607–704.
- Miyata, T., Takeda, J., Iida, Y., Yamada, N., Inoue, N., Takahashi, M., Maeda, K., Kitani, T. and Kinoshita, T. (1993) The cloning of PIG-A, a component in the early step of GPI-anchor biosynthesis. *Science* 259, 1318–1320. doi: 10.1126/science.7680492.
- Moudy, R., Manning, T. J. and Beckers, C. J. (2001) The loss of cytoplasmic potassium upon host cell breakdown triggers egress of *Toxoplasma gondii*. *J. Biol. Chem.* 276, 41492–41501. doi: 10.1074/jbc.M106154200.
- Nagamune, K., Yamamoto, K., Naka, A., Matsuyama, J., Miwatani, T. and Honda, T. (1996) *In vitro* proteolytic processing and activation of the recombinant precursor of El Tor cytolysin/hemolysin (pro-HlyA) of *Vibrio cholerae* by soluble hemagglutinin/protease of *V. cholerae*, trypsin, and other proteases. *Infect. Immun.*, 64, 4655–4658. doi: 10.1128/iai.64.11.4655-4658.1996.
- Nagamune, K., Yamamoto, K. and Honda, T. (1997) Intramolecular chaperone activity of the pro-region of *Vibrio cholerae* El Tor cytolysin. *J. Biol. Chem.* 272, 1338–1343. doi: 10.1074/jbc.272.2.1338.
- Nagamune, K., Nozaki, T., Maeda, Y., Ohishi, K., Fukuma, T., Hara, T., Schwarz, R. T., Sutterlin, C., Brun, R., Riezman, H. and Kinoshita, T. (2000) Critical roles of glycosylphosphatidylinositol for *Trypanosoma brucei*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 97, 10336–10341. doi: 10.1073/pnas.180230697.
- Nagamune, K., Ohishi, K., Ashida, H., Hong, Y., Hino, J., Kangawa, K., Inoue, N., Maeda, Y. and Kinoshita T. (2003) GPI transamidase of *Trypanosoma brucei* has two previously uncharacterized (trypanosomatid transamidase 1 and 2) and three common subunits. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 100, 10682–10687. doi: 10.1073/pnas.1833260100.
- Nagamune, K., Acosta-Serrano, A., Uemura, H., Brun, R., Kunz-Renggli, C., Maeda, Y., Ferguson, M. A. and Kinoshita, T. (2004) Surface sialic acids taken from the host allow trypanosome survival in tsetse fly vectors. *J. Exp. Med.*, 199, 1445–1450. doi: 10.1084/jem.20030635.
- Nagamune, K. and Sibley, L. D. (2006) Comparative genomic and phylogenetic analyses of calcium ATPases and calcium-regulated proteins in the apicomplexa. *Mol. Biol. Evol.* 23, 1613–1627. doi: 10.1093/molbev/msl026.
- Nagamune, K., Beatty W. L. and Sibley, L. D. (2007a) Artemisinin induces calcium-dependent protein secretion in the protozoan parasite *Toxoplasma gondii*. *Eukaryot. Cell* 6, 2147–2156. doi: 10.1128/EC.00262-07.
- Nagamune, K., Moreno, S. N. and Sibley, L. D. (2007b) Artemisinin-resistant mutants of *Toxoplasma gondii* have altered calcium homeostasis. *Antimicrob. Agents Chemother.* 51, 3816–3823. doi: 10.1128/AAC.00582-07.
- Nagamune, K., Hicks, L. M., Fux, B., Brossier, F., Chini, E. N., Sibley, L. D. (2008) Abscissic acid controls calcium-dependent egress and development in *Toxoplasma gondii*. *Nature* 451, 207–210. doi: 10.1038/nature06478.
- 永宗喜三郎, (2022) トキシプラズマ症. *Infect. Agents Surveill. Rep.*, 43, 印刷中
- Ohishi, K., Nagamune, K., Maeda, Y. and Kinoshita, T. (2003) Two subunits of glycosylphosphatidylinositol transamidase, GPI8 and PIG-T, form a functionally important intermolecular disulfide bridge. *J. Biol. Chem.* 278, 13959–13967. doi: 10.1074/jbc.M300586200.
- Stephens, N. A., Kieft, R., Macleod, A. and Hajduk, S. L. (2012) Trypanosome resistance to human innate immunity: targeting Achilles' heel. *Trends Parasitol.* 28, 539–545. doi: 10.1016/j.pt.2012.09.002.
- Takeda, J., Miyata, T., Kawagoe, K., Iida, Y., Endo, Y., Fujita, T., Takahashi, M., Kitani, T. and Kinoshita, T. (1993) Deficiency of the GPI anchor caused by a somatic mutation of the PIG-A gene in paroxysmal nocturnal hemoglobinuria. (1993) *Cell* 73, 703–711. doi: 10.1016/0092-8674(93)90250-t.
- Wiersma, H. I., Galuska, S. E., Tomley, F. M., Sibley, L. D., Liberator, P. A. and Donald, R. G. K. (2004) A role for coccidian cGMP-dependent protein kinase in motility and invasion. *Int. J. Parasitol.* 34, 369–380. doi: 10.1016/j.ijpara.2003.11.019.
- Wu, Y., Kuzma, J., Maréchal, E., Graeff, R., Lee, H. C., Foster, R. and Chua, N. H. (1997) Abscissic acid signaling through cyclic ADP-ribose in plants. *Science* 278, 2126–2130. doi: 10.1126/science.278.5346.2126.

学会活性化委員会からのお知らせ

委員長・保科 亮（長浜バイオ大学）

就任の挨拶

このたび、学会活性化委員長を拝命いたしました、保科亮と申します。どうぞよろしくお願いいたします。

学会活性化委員会では、現在の、そして今後の原生生物学（会）発展のため、以下の事業を進めております。

①準会員制度の発足

原生生物の認知度を上げるもっとも有力な手段は、小中高等教育現場に原生生物を流布させることです。これまでも、何人もの学会員が近隣の小中学校へ出張講義や展示をおこない、原生生物の魅力を伝えてきました。こうした活動を全国レベルに発展させる手立てとして2018年より発足したのが、準会員制度です。

準会員の対象は、初等・中等教育課程が含まれる学校等の教員の方です。年会費は1,000円で年大会での研究発表を無料でおこなえるほか、下記の「分譲サービス」とも関連しますが、材料生物の分与も受けることができるなど、大きなメリットもあり、2021年11月時点で会員数は23名となりました。

準会員の増加は、将来の原生生物学発展のため、また、年大会を盛り上げるための重要な要素となります。しかし、原生生物学会の準会員制度に関しては、あまり認知されておりません。そこで準会員制度を広報するため、フライヤーの印刷と配布に関してのワーキンググループを立ち上げ、SSH指定校や理数科を有する高等学校、小中学校理科部会、高等学校生物部会等需要が見込まれる学校や理科教員等を対象に、2022年4月末の配布を計画しております。

②分譲サービス

日本原生生物学会は、岩国市マイクロ生物館と連携し、原生生物などのマイクロ生物および、これらの採集・培養・観察のための器具などの分譲サービスを行っています。入金管理に関しては、テラベース株式会社との業務委託契約を結んでおります。①とも関連しますが、準会員は、年間4株のマイクロ生物の無償分譲が受けられます。

③「樋渡文庫」「柳生・重中織毛虫図鑑」の整備

イマチュリンの発見をはじめ、ゾウリムシを用いて生

殖や加齢に関わる研究成果を挙げてこられた故・樋渡宏一先生（東北大学名誉教授・日本学士院会員）が遺された研究論文等について、岩国市マイクロ生物館と協力して同館にて管理・閲覧可能な体制を構築すべく、現在準備を進めております。

また、故・柳生亮三先生（広島大学名誉教授）が書き溜めた数百種の織毛虫の図譜・記録をまとめ、学会のHP内で公開すべく、現在構築を進めております。柳生・重中織毛虫図鑑: <https://sites.google.com/site/atlasofciliates/>

④学会ロゴマークの決定

昨年度、みなさまの投票により、日本原生生物学会、ならびに、日本原生生物学会若手の会のロゴマークを決定いたしました。今後このロゴマークの運用について検討していきます。



日本原生生物学会

Japan Society of Protistology

以上、さまざまな事業展開を始めております。今後の原生生物学会を盛り上げていくうえでも、斬新なアイデアなどありましたら、ぜひ活性化会員へご提案ください。今後ともみなさまのご理解と、ご支援、ご協力を賜りますよう、よろしくお願いいたします。

学会等開催情報

◆国際会議

会議名：The 16th International Congress of Protistology-Joint Meeting of ICOP/ISOP/ISEP

期日：2025年6月22日－27日

開催場所：韓国 ソウル (Sungkyunkwan University：成均館大学校)

連絡先等：大会のHPはこちら (<http://icop2025.org/register/2021/info/sub02.html>)

学会員による著作物

「寄生虫のはなし —この素晴らしき、虫だらけの世界—」

永宗喜三郎・脇 司・常盤俊大・島野智之 (編)

朝倉書店 ISBN 978-4-254-17174-7

2020年発行，全168ページ，価格3,300円 (税別)

「おもしろ ミクロ生物の世界 ミジンコ・アメーバ・ゾウリムシ なかまたちが大集合！」

末友靖隆・著 / 友永たろ・イラスト

偕成社 ISBN 978-4035271604

2019年発行，全80ページ，価格2,800円 (税別)

若手の会 通信

原生生物コラム集

Sarcocystis fayeri vs 馬刺し

面田 彩馨 (神戸大学)

馬刺しは馬肉を薄く切って食べる生肉料理です。2009年から2011年の間に病因物質が不明かつ一過性の嘔吐や下痢の症状を呈する食中毒事例が198件あり、33件で馬刺しを摂食していました。4件で馬刺しの摂食が食中毒の発症について疫学的に有意と考えられ、原因はサルコシスティス・フェアリー (*Sarcocystis fayeri*) と呼ばれるアピコンプレクサ門の原虫が強く疑われています¹⁾。 *S. fayeri* はウマを中間宿主、イヌを終宿主とすることから、2011年より農林水産省はウマの飼養者に対し、飼養施設へのイヌの侵入防止に努めるとともに、給餌施設へのイヌのふん便の混入防止等の措置を講じるよう通知しています。また、*S. fayeri* は -20℃で48時間以上冷凍で感染性が消失することから、現在、国内で流通する多くの生食用馬肉は、生産地で冷凍してから出荷するなどの対策が講じられています^{1, 2)}。ここ5年間の *S. fayeri* による食中毒の発生件数は0-1件³⁾に抑えられ、日本では馬刺しを安全に食すことのできる環境にあります。馬肉の国内生産量は2000年には7,214トンでしたが、2020年には4,025トンまで減少しています⁴⁾。馬肉は100gあたりの脂質が2.5g、タンパク質が20.1gと低脂質、高タンパク質でヘルシーなお肉です (比較として、輸入牛肉のヒレは100gあたり脂質4.8g、タンパク質20.5gです)⁵⁾。筆者は博多に旅行へ行った際、甘めの醤油と生姜やネギといった薬味を添えて馬刺しをいただきました。さっぱりとした癖のない味で、食べやすいお肉でした。たまには鶏・豚・牛ではないお肉も食べてみませんか。

出典 (ホームページは2022年1月4日に利用)

- 1) 「生食用生鮮食品による病因物質不明有症事例についての提言」 (厚生労働省) (<https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001fz6e-att/2r9852000001fzl8.pdf>)
- 2) 「食品安全に関するリスクプロファイルシート (寄生虫)」 (農林水産省) (https://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/risk_analysis/priority/attach/pdf/hazard_microbio-17.pdf)
- 3) 「食中毒統計資料」 (厚生労働省) (https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryou/shokuhin/syokuchu/04.html)
- 4) 「政府統計の総合窓口 (e-Stat)」, 調査項目を調べる一畜産物流通調査 (農林水産省) 「枝肉生産量累年統計」
- 5) 「日本食品標準成分表2020年版 (八訂)」

ソライロコーデ

越後谷 駿 (北海道大学)

好きなアニメキャラクターのグッズを揃え、応援するアイドルのテーマカラーで身の回りを装飾したくなるように、原生生物を研究していると原生生物で自らを染めたくなくなるのも仕方がない。日々ソライロラッパ

ムシを眺める筆者も、当然その衝動に駆られている。

ある日、「ソライロカラー」の服を探していると、アパレル店員さんに声をかけられた。

店員: 「青, お好きなんですか?」

越後谷: 「いや, そういうわけではなくて…。もう少し濃い水色はありませんか?」

店員: 「それでは, こちらの青いセーターなら冬も着られますし, お似合いですよ!」

越後谷: 「うーん, もうちょっと薄い青を探しています…」

買う気がないのかと呆れられそうなので, ついにこう切り出してみた。

越後谷: 「今, 飼っている生き物と同じ色に身をまといたくて…」

店員: 「えー素敵ですね! 何ていう生き物なんですか?」

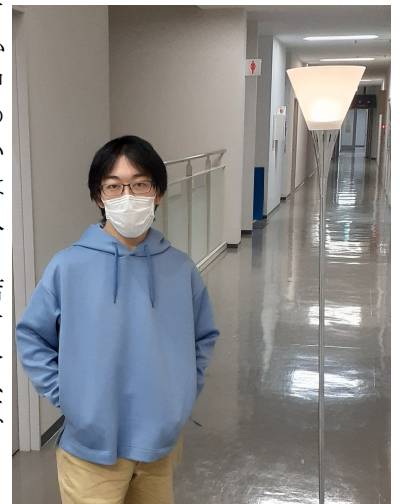
越後谷: 「ソライロラッパムシ. こんなキレイな色をしているんですよ〜」

店員: 「わー, 一匹一匹に名前付けているんですか〜?」

一生に一度も耳にしないであろうアパレル店員に, 自慢気に写真を披露し, 淡水中を優雅に遊泳していること, たった一細胞で生きていけることなどを伝えた。その店員は, 普段着か, 学会用なのか, こっちの色が似ているとか, 親身になって選んでくれた。もちろん, 私のソライロトークに耳を傾けてくれたのも, 接客という理由だと思う。とはいえ, 一生に一度も原生生物と関わらないであろう層に向けて, こういう方法でもアプローチしていけるのだろうか (笑) と, 私は心の中で盛り上がった。その服の色に納得はしていないものの, 「これはいい思い出だ」と購入した。

会計を終え, その店員は「研究, 頑張ってくださいね」と背中を押してくれた。こんな客で申し訳ないと反省しつつも, 納得のいく「ソライロコーデ」

をまた探しに行くの ソライロコーデの執筆者 (左) とラッパムシ型の照明 (右)



コルポータと人間 (私) の休眠形態

島田 雄斗 (高知大学)

皆様, ようやくいくら寒さも緩み, 動きやすい季節になってまいりました (少し堅苦しい挨拶ですね)。さて, いきなりですが, 繊毛虫コルポータとい

う生物をご存知でしょうか。コルポーダは、水環境下では栄養細胞として分裂・増殖を繰り返し、水の干上がりといった環境の悪化を感知すると殻に覆われた球形の休眠シストになります。しかし、コルポーダの栄養細胞をフラスコやシャーレに移し、3、4日すると、環境は悪化していないにも関わらずほぼ全てのコルポーダが休眠シストになってしまいます。休眠シストの状態だと長期の保存が可能で、卒業生が残っていた数年前の休眠シストであっても生きていました。「一体どれだけ休んでいるんだよ!」と突っ込みたくなります。

ある時、私の家族にコルポーダの説明をする時、「人間もその休眠形態になれたりするの?」と言われました。私はかなり突拍子もないことを言っていると思いまし

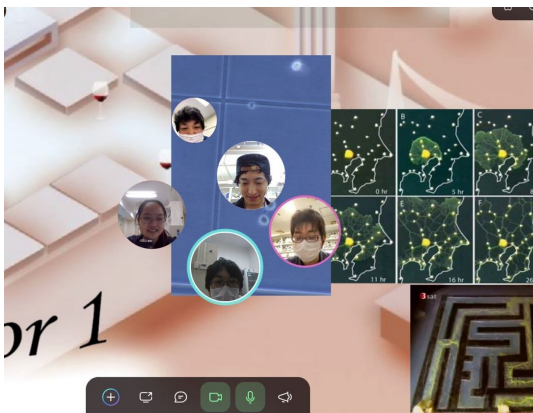


た。しかし、ある朝目覚めると、寒すぎて布団にくるまり、まるで休眠シストのように丸まっている自分がいました。その時、「あつ、これこそが人間の休眠形態かもしれない!」と思いました。私も、布団という名の殻から早く出なければいけないな。

活動報告

学生間の信頼関係を構築するために、2021年7月30日から学生交流会を毎週行ってきました(下左)。日々の雑談から実験、研究の話など、ゆるい雰囲気です。現在は毎週木曜日の18時から開催しています。

「秋の勉強会」で的一幕(下右)。スライドを用いた15分程度の研究発表を行い、他分野・様々な原生生物の研究を学び合いました。普段聞けないこともここで聞こう、楽しく学ぼうをコンセプトに開催しております。2021年10月23日に開催し、5大学から7名参加しました。



日本原生生物学会(JSP)若手の会メンバー募集中!

日本原生生物学会若手の会ホームページ:
<https://youngprotistologists.wixsite.com/youngprotistologists>
 連絡先(越後谷):
e235813sayruan1729s@eis.hokudai.ac.jp

2021年度 若手の会役員

会長: 越後谷 駿(北海道大学)
 副会長: 島田 雄斗(高知大学)
 会計: 面田 彩馨(神戸大学)

現在は、貼って親しみ楽しめる原生生物シール、気軽に遊べるカルタ製作を企画しております!

会長
越後谷 駿(北海道大学 D1)

副会長
島田 雄斗(高知大学 D3)

若手の会の活動に
「ちょっと興味あるかな」
「原生生物を研究する他大学の
学生と関わってみたい」
という方は
是非ご連絡ください!

会計
面田 彩馨(神戸大学 D1)

今後も、研究活動を第一に
若手の会の活動がその「プラスα」に
なることを目指し運営していきます。
ラボの学生さんへのご周知など
ご協力いただけますと幸いです!

事務局からのお知らせ

庶務 福田 康弘 (東北大学)・庶務補佐 杉浦 真由美 (奈良女子大学)

会員の皆様におかれましては、平素より学会の運営にご協力を頂きまして誠にありがとうございます。
2021年11月より園部誠司会長のもと、新たな事務局が発足しました。副会長：堀学、庶務：福田康弘、庶務補佐：杉浦真由美、会計：岩本政明、会計補佐：明松隆彦、編集委員長：石田正樹で担当します。2024年までの3年間、どうぞ宜しくお願いいたします。2022年は学会設立から60年という節目にあたりますが、新型コロナウイルス感染症の世界的流行と重なってしまい

ました。このような時勢の中、会員の皆様におかれましては、研究活動の他にも多くの労力を割かれているかと思います。事務局一同、皆様の研究活動がより充実したものとなるよう、また学会をより一層発展させられるよう、運営に取り組んでまいります。会員の皆様による学会運営へのご理解とご協力を今後も引き続いて賜りたく、あらためてお願いを申し上げます。

編集委員会からのお知らせ

「原生生物」担当 道羅 英夫 (静岡大学)・矢吹 彬憲 (海洋研究開発機構)

和文の学術論文などを掲載するとともに、学会の会報としての役割を担う和文誌として2018年に創刊された「原生生物」も早いもので創刊から4年が経過し、今号で8号目の発行となりました。50年以上の長い歴史をもつ前身誌の「原生動物学雑誌」と比べると、まだまだ歴史は浅いですが、学会員の皆様に原生生物に関する情報発信、討論の場としてご活用いただきながら、ともに発展していくことのできる雑誌であってほしいと願っております。

私は今号をもって退任いたしますが、今後は新体制として、矢吹 彬憲 編集長 (海洋研究開発機構)、柴田 あいか 先生 (立命館大学)、内之宮 光紀 先生 (電力中央研究所) の3名で「原生生物」を担当し

ていただくことになっています。若い力で「原生生物」をますます発展させていってくれることと思いますので、学会員の皆様には、これからも和文の原著論文や総説などの積極的な投稿をぜひお願いいたします。今後とも「原生生物」をよろしく願い申し上げます。

次号、7月発刊予定の和文誌「原生生物」第5巻第1号に掲載する原稿の締め切りは、6月初旬頃を予定しております。それに向けて、ぜひ原稿をご準備いただければ幸いです。

和文誌「原生生物」投稿規定は[こちら](#)

会費等振り込み先

郵便振替口座

郵便振替口座番号：01300-6-103583

加入者名：日本原生生物学会

銀行振り込み口座

ゆうちょ銀行（金融機関コード：9900）

店番：139 カナ店名：イチサンキュウテン（139店）

当座貯金 口座番号：0103583

受取人カナ氏名：ニホンゲンセイセイブツカ ツカイ

原生生物（GENSEI-SEIBUTSU） 第4巻 第2号

2022年2月26日 発行

編集兼発行者 ：日本原生生物学会

発行所 ：日本原生生物学会

事務局 ：庶務担当 福田 康弘，杉浦 真由美

E-mail: gajsp@protistology.jp

編集局 ：〒237-0061 神奈川県横須賀市夏島町 2-15

海洋研究開発機構 生態研究棟内

「原生生物」編集長：矢吹 彬憲

Tel/Fax: 046-867-9498/046-867-9525

E-mail: yabukia@jamstec.go.jp
