JT Biohistory Research Hall

「問い」を発掘する場

JT 生命誌研究館　年報 2023

Annual Reports 2023
JT Biohistory Research Hall

目　次

はじめに　館長　永田和宏 …… 1

ようこそ JT 生命誌研究館へ！ …… 2

Ⅰ　総括報告 …… 3

館長報告　永田和宏 …… 4

顧問報告　吉田賢右 …… 6

顧問報告　近藤寿人 …… 8

名誉館長メッセージ　中村桂子 …… 10

Ⅱ．共創事業報告 …… 18

Ⅲ．表現セクター　活動報告 …… 26

表現ディレクター …… 27

表現セクター …… 28

Ⅳ．研究セクター　活動報告 …… 63

研究ディレクター …… 64

細胞・発生・進化研究室 …… 68

昆虫食性進化研究室 …… 80

系統進化研究室 …… 94

形態形成研究室 …… 113

Ⅴ．発表 …… 126

Ⅵ．事務セクター …… 142

Ⅶ．ＪＴ生命誌研究館について …… 144

はじめに

館長　永田 和宏

1993 年に、岡田節人先生を初代館長として創立された JT 生命誌研究館は、2023 年に創立 30 周年の節目を迎え、5 月と 9 月に、それぞれ東京と高槻で記念行事（シンポジウム、祝賀会等）を開催いたしました。特に高槻会場では、会場（高槻城公園芸術文化劇場・北館・文化ホール）の定員 600 席が受付開始からすぐに満席になるなど、岡田節人、中村桂子両館長のもと、展開してきた 30 年の活動が、着実に地元に根を下していることをはっきりと感じさせてくれたことでした。

5 月 27 日の東京会場では、中村名誉館長のお話「生命誌版『ピーターと狼』と共に歩んだ 30 年」と演奏に、山極壽一先生と私の対談「科学のおもしろさをみんなと共有したい」が続きました。9 月 30 日の高槻会場では、山極壽一先生の講演「人類の飛躍と没落　―共感社会と言語のもたらした世界」に続き、山極先生、小説家の小川洋子さん、それに私が加わった鼎談「科学を私たちの言葉で」を行ないました。この結果、複数のメディアで取り上げられ、大きな反響を得ることができました。

今回の記念行事のもう一つの目玉は、研究セクターの自主的な提案で実現した、シンポジウム「ゲノムが紡ぐ生きものの個性と関係性」の開催であったでしょう。JT 生命誌研究館の基盤でもある研究活動を広く知ってもらうことと、同じ分野の全国の研究者に当館に集まってもらって、広く深く意見交換をすることを意図したこのシンポジウムは、30 周年記念行事に花を添えるだけではなく、サイエンスの面でも大きな収穫を得ることにもなりました。

JT 生命誌研究館は、「生命論的世界観に基づく『科学的知』の創造と、その社会への還元」をミッションとして掲げ、科学を、音楽や芸術を楽しむように楽しんでいただく、「科学のコンサートホール」として楽しんでいただくことを大切に考えてきました。それに加えて、来て、見て、楽しんでいただくだけではなく、自ら問いを発することによって積極的に科学に参加していただきたいという思いから、JT 生命誌研究館が『問いを発掘する場』として来館者に意識していただきたいとも願っております。

科学は一方的に知識を伝えるものではなく、共に考えるというところにこそ、そのおもしろさがあり、意義があると考えております。そして科学的事実としてわかっていることに、素朴な疑問を持つところに、若い世代が真に科学に興味を持ってもらえる契機があると考えております。教科書などで勉強し、わかっていると思っていたコトのすぐ横に、こんなにもまだわかっていないことがあるのだと気づくことは、科学への興味と、科学をより深く勉強してみたいと思える契機として、もっとも大切なものであります。専門家も一般の方々も、共に考え、共に問うための場として、いっそう研究活動を、そして、その表現活動を充実させていきたいと考えております。

JT 生命誌研究館は、この数年、大きく動きはじめております。個々の活動については本報告書で詳しく述べますが、常設展示に加えて、企画展示を年に二度ほど関連するテーマを設定して開催しております。また、JT 生命誌研究館の 4 階に「Ω食草園」があり、日々、チョウとその幼虫、植物との共生の実態が、実際に目で確認できるようになっております。これは、当館のベースとなっている、あらゆる生命の地球という場における共生ということを考えるうえで、きわめて稀な、貴重な財産でもあります。JT 生命誌研究館が社会へ発する大きなメッセージの一つとして、食草園の社会への普及ということにも一層、力を入れていくための準備を進めております。そのためにスタートした、和歌山県白浜のアドベンチャーワールドとの共創事業も軌道に乗り、同様の共創事業が複数の自治体ともスタートしようとしております。

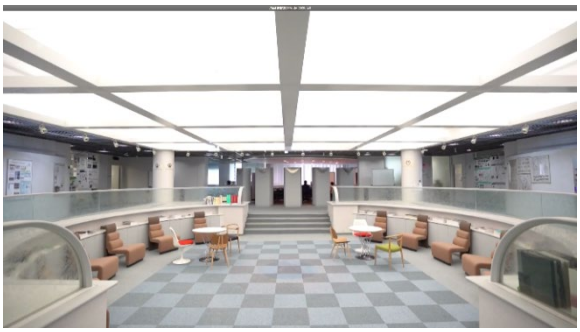
創立 30 周年を機に、JT 生命誌研究館のより一層の飛躍・発展を目指し、館員一同、活動に邁進してまいります。

ようこそ　JT 生命誌研究館へ！

JT 生命誌研究館は、大阪府高槻市にあります。1993 年の設立以来、「自然の一部である私たちが健全に生きてゆく礎は、自然を深く知ることにある」と考えて、小さな生きものにも愛おしく目を向け、一つ一つの生きものがどのように生まれ、ほかの生きものと関わり合いながら、それぞれの世代をつないでいるのかを探っています。

生命誌の階段（1F エントランス）
階段の１段が約１億年です。38 億年の生きものの歴史を足でたどり、永い時間を実感できます。生きものの 38 億年の歴史を多様性と共通性の２つの切り口からたどる展示です。

展示ホール（1F、2F）
展示ホールは、研究から見えてきた生きものの世界を楽しむ場です。正確に、楽しく表現した展示を通して「生きているって　どういうこと？」を感じ、考え、語り合いましょう。そのための催しもあります。



実験室フロア（3F）
3 階にある実験室フロアでは、チョウ、クモ、コバチ、カエルなど生きものたちを見つめて、生きものが、どのように生まれてくるのか（個体発生）、どのように多様な生き方をするようになったのか（進化）、そして、生きもの同士がどのように関わり合っているのか（生態系）を探っています。

Ω食草園（4F）
屋上には、小さな庭があります。チョウの成虫が蜜を吸う花と、幼虫が好んで葉を食べる植物（食草）を育てる「食草園」です。四季を通じて、さまざまな虫たちがここを訪れ、植物と昆虫の関わり合いのドラマを演じています。研究と日常をつなぐ生きた展示です。

Ⅰ．総括報告

館長報告

館長　永田 和宏

2023 年度に館長として大きな力を注いだのは、JT 生命誌研究館の創立 30 周年記念行事であった。初代館長の岡田節人先生、二代目館長の中村桂子先生の指導のもと、順調に発展してきた当館の現在の姿を、広く社会に知ってもらうためにも、記念行事を成功させることは必須の要請でもあった。地元高槻だけではなく、全国発信を計るために、記念シンポジウムと記念祝賀会を東京と高槻の 2 会場で開催することとした。

「はじめに」でも述べたように、両会場とも多くの聴衆に恵まれ、成功のうちに幕を閉じることができたのは何よりのことであった。この記念行事を通じて当館の骨格である研究セクター、表現セクター、事務セクターの 3 つの部門が緊密な連携を取りつつ事に当たったのは、当館創立以来の精神が受け継がれてきていることを実感させるものであり、改めて歴代館長の岡田先生・中村先生をはじめとする、歴代の館員の方々の努力に敬意を表するところである。

2021 年度よりスタートした、当館 1 階展示スペースにおける企画展示は、「生きものの時間」というテーマを 2022 年度、2023 年度を通して設定した。2022 年度の「生まれるまでの時間」、「生まれてからの時間」に続いて、2023 年度は、「生まれるまでの時間」、「生まれてからの時間」を展示した。常設展示のほかに、年間企画としてテーマを設定し、そのテーマに沿って、半年程度の展示期間を設けて種々の話題を提供することによって、来館者にリピーターとして、何度も当館に足を運んでもらえるようにと考えている。

この年間テーマと連動する形で、「生命誌から生命科学の明日を拓く」と題して公開シンポジウムを開催してきた。2020 年度は、山中伸弥氏（iPS 細胞研究所所長）、中村桂子氏（JT 生命誌研究館名誉館長）との鼎談、2021 年度は、大隅良典氏（東京工業大学栄誉教授）との対談、2022 年度は、今森光彦氏（昆虫写真家）との対談を行なってきた。2023 年度は、30 周年記念行事の一環として、山極壽一氏（総合地球環境学研究所所長、前京都大学総長）、小川洋子氏（小説家）との鼎談を行なった。

この公開シンポジウムとは別に、年間テーマに沿った館長対談も企画し、季刊「生命誌」に掲載している。2023 年度は、京都法然院　梶田真章貫主と「仏教の時間・生命の時間」をテーマに対談を行なった。このあと、館長として法然院における講演会に招かれ、本堂で講演を行なった。

このように年間企画展示と対談シリーズに加え、レクチャーシリーズ「生命誌の日」が充実してきたことも特筆すべきトピックである。吉田ディレクターを中心に、研究セクターが主体となって企画し、当館研究員の他、外部から講師を招き、毎月一回公開で講演会を開催している。興味深い研究の最前線を、一般参加者にもわかりやすく講演してもらうことによって、質問も多く、活発な場として JT 生命誌研究館の新たな展開が顕在化している。特に常連となっている小学生が、毎回鋭い質問を発している光景は、当館の目指すところを端的に表しているようでもあり、微笑ましいなかに頼もしさも感じさせる景となっている。

JT 生命誌研究館は、4 階屋上に「Q食草園」を有しており、昆虫と植物との共生関係を実際に見て、手で触れてもらうのに絶好の、人気の場となっている。2022 年以来、この食草園を外部に広げる動きを活発化しており、2023 年は、アドベンチャーワールド（和歌山県西牟婁郡白浜町）ふれあい広場に、当館の食草園をモデルとした、「チョウのファミリーレストラン」が開園した。さらに食草園の発想を世に広める活動は、近藤顧問を中心に、事務セクター、表現セクターの緊密な連携のもと、地元高槻市池田市、教育機関、公共施設に呼びかけているところである。

食草園では、一般の人々にもチョウなどの昆虫と植物がいかに共生をはかり、いかに多様な関係性を築いているかを、実地に体験してもらうことができ、これは SDGs の可視化としても大きな意味を持つものになる

と考えられる。このように、地道に、着実に食草園の魅力とその意義について理解を得ながら全国展開していくことは、JT 生命誌研究館の社会的使命を実現するだけではなく、JT グループの社会貢献活動の認知度を上げるとともに、JT のイメージアップにもつながるものと期待される。

JT 生命誌研究館は、2022 年 12 月 11 日にアドベンチャーワールドと“Smile パートナーシップ連携協定”を締結し、両社の共創メンバーによる合同プロジェクトが本格的に始動し、アドベンチャーワールドでのイベント、出張展示、JT 生命誌研究館における講演会等、初年度の共創の取り組みを実現した。また、社内窓口体制・プロジェクト体制を構築し、アドベンチャーワールドの共創の取り組みも含め、共創事業として、高槻市、大阪市、池田市等、外部の組織・団体との協働に積極的に取り組み、JT 生命誌研究館の諸活動を紹介するとともに、当館の知名度・認知度向上に取り組んだ。

私が館長に就任して 4 年になるが、研究ディレクター、表現ディレクター、総務部長を中心に研究セクター、表現セクター、事務セクターの協力のもと、JT 生命誌研究館の活動が大きく動きはじめているのを実感している。2024 年度は、創立 30 周年を経て、新たな歩みを踏み出すべき年になる。これを機により一層の飛躍・発展を目指し、館員一同、活動に邁進していきたい。

館長という立場と重なりつつ、学術活動や対外活動も依然継続している。

日本医療研究開発機構（AMED）による大型プロジェクト、CREST/PRIME 研究の「プロテオスタシスの理解と革新的医療の創出」領域の研究開発総括（プログラムスーパーバイザー、PS）としての活動は既に 4 年目に入っている。CREST15 課題、PRIME（若手）30 課題がすべて決定し、2022 年からは、第 1 期に選定した 15 課題のサイトビジットのため、全国の大学や研究機関へ直接出向いて進展について発表を聞き、アドバイスを行なった。また、科学研究費補助金学術変革領域では、「マルチファセット・プロテインズ」（代表、田口英樹）、「非ドメイン型バイオポリマー」（代表、中川真一）、「ケモユビキチン」（代表、佐伯泰）、「マルチモードオートファジー」（代表、小松雅明）の 4 領域で評価委員、総括班員を委嘱され、班会議や国際会議、評価会議などに参加するなどの活動を行なった。

このような研究統括、アドヴァイザーとしての研究活動のほかに、個人の研究者としての活動としては、2023 年中に、*Nature Comm.*, *Cell Reports*, *PNAS* など impact factor の高い雑誌に 4 報の原著論文を発表し、多くの学会で特別講演、マイスターズレクチャーなどを行なった。

国際誌 Scientific Reports のエディターとして、常時論文の審査や採択の決定を行うほか、ロレアル・ユネスコ女性科学者奨励賞の生命科学部門の審査委員長としての活動も、20 年近くになっている。2023 年からは、わが国の女性科学者に贈られる最高の賞でもある猿橋賞の選考委員も委嘱されている。

その他、大学、高等学校、各地の教育委員会や校長会での教育や研究に関する講演、また各地の自治体、地域団体などの主催による、「生き方や生命、生命科学の基礎」などに関する講演など、JT 生命誌研究館を知っていただくため、館長としてできるだけお引き受けするようにしてきた。これからも体力の限界を考慮しつつ、可能な限り対応してゆきたい。

顧問から報告

顧問　吉田 賢右

顧問の役目は、JT 生命誌研究館で進行する諸活動について、適時、相談にのり意見を述べること、対外的には JT 生命誌研究館の活動に関連して講演や意見を発表し、交流をおこなうことである。

１．研究について

顧問として当館の現在の研究を以下のようにとらえて、研究を激励してきた。

①研究対象について

当館の４研究室では、小動物を使用し発生、種の分化、生物間の相互作用の分子細胞生物学的研究をおこなってきた。小動物は、クモ、コバチ、チョウ、オサムシ、プラナリアなどで大きな飼育施設を設ける必要ない。また一般の方々にもなじみのある小動物で、開かれた展示スペースを持ち、社会への発信する当館でおこなう研究には好適な生きものである。これらの小動物は、生理現象の分子的な機構がシンプルであることが多く、その点でも当館のような小さな研究グループの研究に向いていると考えている。

②研究手段の最近の進歩

以前は、小さな動物から核酸（遺伝子）やタンパク質を分析可能な量だけ得ることは大変困難な作業であり、ショウジョウバエなどのモデル動物を中心に研究が進んできた。しかし、最近では、様々の微少量実験キット、分析の高度化、特にゲノム解析の汎用と高度化、大量のデータの解析技術、などの発達によって、野生種を扱うことによって、より深く面白い研究ができるようになった。

③チョウ、ハチの研究

昆虫は、非常に多くの種に分化して高度の能力を発達させており、世代交代が早いため、種分化や遺伝学の研究に向いている。蘇研究室および尾崎研究室では、その分子生理と種相互の関係の中で種分化が起きる過程を研究している。最近では、種の中の一部の集団が「ある植物（の成分）を忌避するようになることで元の種との分離が進む」という可能性を分子生理学的に追跡するなど、個別の研究でありながら、一般の学理に展開できそうな研究が進行している。

④クモの研究

「単純な卵からどのようにして複雑な成体ができていくのか」は、生物学の大問題である。クモの卵からの発生観察系を立ち上げた小田研究室では、胚発生の最初期から数千の遺伝子の時空間的な発現の追跡に成功しつつあり、それらの相互作用のシークエンスとして発生過程を解き明かそうという重要な研究が進行している。

⑤プラナリアの研究

生体のさまざまな器官や組織は、幹細胞が分化して形成される。その過程の詳細な理解は、重要な課題である。一般に幹細胞分化は、複線的な経路に多数の制御因子が複雑に絡んでくる現象であるが、橋本研究室ではプラナリアにおいては再生にともない単純で直線的な幹細胞分化が起こっていることを確認している。さらに研究を進めるには、プラナリアの遺伝子導入やノックアウトの技術の確立が必要である。

２．アウトリーチ活動について

JT 生命誌研究館のホームページに「顧問室の窓」というページを設け、様々なテーマについて、事実（データ）と論理と想像力で（つまり科学的に）考えるとこういうことではないか、ということを掲載してきた。科学的な思考とは、「過去現在起きていることを法則的に理解することによって、これからのことをできるだけ正しく予測しよう」ということである。2023 年には 6 編を掲載した。

大阪大学、大阪医科薬科大学の学部生に、生命のエネルギーの SDGs 的な機構を講義した。同様の講演を関西協豊会でも実施した。当館を訪れる高校生の団体にも同様の話をした。

大隅基礎科学創成財団の研究資金援助対象者の選考をおこない、有為で将来性のありそうな研究を激励し援助した。タンパク質分野の科研費新学術研究の発表会やセミナーに参加し、いろいろ学ぶとともに、研究の進行にコメントした。

30 周年記念行事での閉会の挨拶において、「JT 生命誌研究館を支える JT（日本たばこ産業（株））の社会貢献はもっと評価されるべきである」と聴衆に強調した。

顧問報告

顧問　近藤 寿人

１．顧問・表現ディレクターとしての活動

顧問の重要な役割の一つは、館員と館長の間の意思の疎通を円滑にし、JT 生命誌研究館全体の活動に連携性を持たせることである。特に、兼務する表現ディレクターの立場から、JT 生命誌研究館全体の活動を盛り上げるように努めた。この点については、表現セクターのところで述べる。

JT 生命誌研究館の運営や館員全体の日々の活動についての情報交換および協議の場は、四半期ごとの「BRH コンベンション」（館員全員が集まり館運営のトピックスや計画について意見交換）、月 2 回交代で開催される幹部会・幹部連絡会（各セクター管理職が全員出席）などがある。顧問として、それらの会議で発言し、諸課題に対応した。

吉田顧問と分担して各研究室の月例セミナーに参加するなど、研究セクターでの研究の進展状況をリアルタイムで把握することに努めた。

２．30 周年記念行事の企画・実行を全館で連携して行うための活動調整

2023 年は、東京（5 月 27 日、5 月 30～6 月 11 日）と高槻（9 月 30 日、10 月 1 日）で、30 周年記念行事を実施した。前者では名誉館長が育んで来られた本館の足跡、後者では現在および未来への活動に焦点をあてた。いずれも、研究セクター・表現セクター・事務セクターがそれぞれの発想を束ねながら、準備・実施作業を有機的に連携させるために「30 周年ワーキング」を組織し、その主査を務めた。その結果、いずれの行事も館員のアイデアを組み込み、内容を充実させることができた。これらの行事を通して、館員が協力しあい、全体として盛りあがった。

３．実験の安全管理：遺伝子組み換え実験・動物実験の３年ごとの更新

実験動物管理者・遺伝子組換え実験安全主任者として、これらの実験の適正な管理と実施に努めた。

毎年定期的に実施している安全講習会では、法令の要点について解説し、適正な実験の実施を指導した。この講習会は、実験研究者以外の館員も参加しており、身近な話題も織り交ぜながら、法令や社会の変化とこれら実験安全管理の必要性を語っている。2023 年は、来館者を迎える肺魚を話題のきっかけとして取り上げ、遺伝子操作実験・動物実験が解明した肺の発生機構を述べ、魚の肺と陸上動物の肺の発生の連続性を説明した。

「動物実験規程」、「遺伝子組換え実験安全管理規程」は、いずれも 2020 年に新たに制定あるいは改訂されたものであるが、実験の承認期間が最長で３年であることから、今期は実験の終了報告と更新の手続が集中した。いずれも審査委員（外部委員　大阪医科薬科大学学長　佐野浩一先生を含む。）による審査が完了している。

動物使用実績については、「動物実験の指針」に基づき、研究課題ごとに年間の動物使用実績を外部委員（評価委員）に提出し、評価委員の審査を受ける。それぞれの動物実験から得られた研究成果と合わせて、2 月に提出したところである（当館では、すべての多細胞動物を実験動物の対象としている）。

４．身近な、植物と動物の相互依存を観察する場としてのチョウの「食草園」を、自治体等の SDGs 活動の中に広める活動

2022 年から、JT 生命誌研究館のアウトリーチ活動の一環として、当館が 20 年来育んできた食草園を館外にも設置する提案を、共創活動のパートナーに対し提案した。特に連携協定を締結した（株）アワ

ーズとは、2023 年 3 月にアドベンチャーワールドで本格的な食草園「チョウのファミリーレストラン」を共同で開設し、観察会やトークショー、通期にわたる出張展示を実施した。

「街に緑を」といったスローガンで街に植栽を行うことは、自然を身近なものにする第１歩であるが、町の植栽は、昆虫などの身近な動物が育ち、生活する場をも提供している。植栽を舞台として、動物と植物が生きものとしての相互依存（関わり・駆け引き）関係が四季を通じて演じられる。それを観察すれば、SDGs でも謳われている生物の多様性の意義を体感できる場となる。食草園は、動物と植物の相互依存の場を凝縮した形で提供する観察ステーションであり、「街に緑を」をさらに一歩進めた、ヒトと自然の対話の場所である。このような観点から、「食草園」に関心を示した地方自治体や学校に「食草園」開設のノーハウを提供し始めた。2024 年には高槻市役所に高槻市としての食草園が開設される予定である。

５．教育活動

高校生以上の学生、教員、生物学愛好者、専門家を対象に、季刊誌ネット版で「発生生物学の静かな革命」を連載している。2023 年には以下を掲載した。

VOL.5　再生専用の細胞を用いない、私たちの組織の再生
VOL.6　肺の発生にまつわる、2 つの話題
VOL.7　培養皿の中の幹細胞は、発生の「時」を止めている
VOL.8　動物の形の多様性という名の変奏曲集 I.　目と顔と手

６．学術活動

- ナショナルバイオリソースプロジェクト「ニワトリ・ウズラ」運営委員長
- JST さきがけプログラム「多細胞システムにおける細胞間相互作用とそのダイナミクス」の領域アドバイザー
- 日本発生生物学会運営委員会監事
- Genes to Cells の associate editor, handling editor（3 報の審査・評価）
- eLife 誌への投稿論文などの査読（5 件）
- 科学研究費補助金による実験研究の実施と原著論文 1 報の発表
- 著書 Molecular Basis of Developmental and Stem Cell Regulation――Classical Models Revised. ISBN：978-3-031-39026-5 を Springer-Nature 社（Heidelberg）から刊行（印刷中）

名誉館長からのメッセージ

名誉館長　中村桂子

昨年の報告書を読み直し、今年もほとんど同じことを書くことになると思いました。一言で表すなら生命誌はますます社会に求められているという実感が増しているということです。生命誌という知は社会一般のものになりつつあると言ってよいでしょう。

それだけに BRH という組織がその先駆的存在として何を考え、何を実行し、何を発信していくかということがとても大事になっています。創立 30 周年を前にして、館員と研究館に関心を持って下さる外部の研究者＊（感謝のほかありません）とが会合を持ち、語り合った記録は非常に意義深いものになっています。そこでは身近な生物を対象にする研究を通して大きなテーマに挑戦する独自性、外部の知恵を借りて未知の部分を掘り起こす努力、哲学を持つなどの BRH らしさの重要性が再確認されています。30 年前とは研究の状況も社会も変化しており、改めて具体的に何をするかを考える必要性を感じます。館にいる一人一人がこのような意識を持つことが大事であり、30 周年を機として話し合いの会が館員から提案されたことは高く評価できます。ただ、これからを考えることは容易ではありませんので、館内で常に話し合いが行われることが重要でしょう。

私は館外で、同じように、これからを考え、行動しています。時には BRH へ行っての話し合い（邪魔にならないように）をしながら、さまざまな人々に生命誌という知に関心を持ち、理解し、自身の学問や生活に取り入れていただく活動を続けていきたいと思っています。

※外部参加者（五十音順、敬称略）

入江直樹（東京大学大学院理学系研究科生物科学専攻）
大島一正（京都府立大学生命環境科学研究科、新自然史科学創生センター）
工樂樹洋（国立遺伝学研究所，ゲノム・進化研究系）
倉谷滋（理化学研究所生命機能科学研究センター）
清水裕（国立遺伝学研究所）
二階堂雅人（東京工業大学生命理工学院）
深津武馬（産業技術総合研究所生物プロセス研究部門）
古瀬幹夫（生理学研究所生体機能調節研究領域）
松野健治（大阪大学大学院理学研究科生物科学専攻）
松前ひろみ（東海大学医学部）
三井優輔（基礎生物学研究所，分子発生学研究部門）
安岡有理（理化学研究所生命医科学研究センター）

１．30 周年という年

30 年間、BRH としての活動を続け、独自の知とそれを具体化する場を創ることができたことについては感謝の言葉しかありません。一緒にゼロから創ってきた若い仲間たち、応援して下さった外部の研究者、その他、活動に参加して下さったさまざまな分野の方達、そして何よりも BRH の意義を理解して財政的にまた精神的に支えて下さった JT の方々のお陰です。

30 年間の実績を館員の皆でまとめて広く社会の皆さまに見ていただき、そのうえでこれからを考えるという、10 周年、20 周年に続く発表の機会が持てなかったのは残念でした。しかし、個人的には、BRH の基本コンセプト、その独自性、具体的な活動を含めて話し、「生命誌版 ピーターと狼」を上演して表現の重要性を示す場をいただけたのはありがたいことでした（2023.5.27、浜離宮朝日ホール）。

幸い、そこで出したコンセプトや方法論への関心から、JT 本社で同じ内容での講演の機会をいただきました。生命誌が、企業としての JT のこれからを考えようとしている方達に関心を持っていただけたのは、「お役に立てた」と言えそうで、30 年間を共に歩んだと実感しました。

中村桂子コレクション全 8 巻の最終巻『生命誌研究館とは ― 奏でる』が発刊されました。若い館員には是非これを通して BRH がどのような人によってどのような願いをこめて生れ、ここまで来たかを知っていただきたいと思います。

2．KYOTO 地球環境の殿堂

1997 年に開催された地球温暖化防止京都会議（COP3）では、二酸化炭素やメタンなど 6 種類の温室効果ガスの先進国での排出削減について、法的拘束力のある数値目標を定めた「京都議定書」が採択されました（2005 年発効)。そして 2010 年、京都には本来「人間は自然の一部であり、自然の中で生かされている」という考え方があるとして、「KYOTO 地球環境の殿堂」が創設されました。これは、京都府、京都市、京都商工会議所、環境省、大学共同利用機関法人人間文化研究機構、総合地球環境学研究所、公益財団法人国際高等研究所、公益財団法人国立京都国際会館という、さまざまな立場の組織が協力して創られたところに大きな意味があります。

以来、毎年、地球環境の保全への貢献を顕彰してきましたが、2023 年 14 回にあたり生命誌研究館の活動がその対象になりました。とくに環境問題をとり上げたり、保全活動をしてきたわけではありませんが、「人間は生きものであり、自然の一部」という事実を基本にした生命誌としての世界観が、環境問題を考えるうえで重要であると認められたことになります。生命誌研究館としては、この評価をありがたく受け止め、今後、環境問題の解決には制度・技術と共に、恐らくそれ以上に世界観の転換が重要であることを発信して行くことが大事であると認識を新たにいたしました。

同時に殿堂入りしたフランスのジル・クレマン（庭師・修景家・小説家）さんは、庭は設計してつくるものではなく、時間と共に変化し動いていくものであり、その動きには、植物、動物が絡み、庭師も来園者も、それら全体をとり巻く環境も関わっているという考え方をしています。ヴェルサイユ宮殿の庭をフランス人の求める庭と受け止めてきましたが、それとは異なるとてもダイナミックな考え方があることを知り感銘を受けました。クレマンさんは「地球という庭」という考え方も出されています。その底にある自然の中での人間のあり方は、まさに生命誌の考えと重なると感じ、同時の殿堂入りというこの機会にビデオを通しての話し合いによって、それを確認できました。

動く庭という考えから生れるのは時間への関心です。近代科学技術社会は、効率を求めるあまり時間を切ります。生きものは時間を紡ぐものと言ってもよく、時間を切ることは生きることの質を落します。また土への関心も重なっており、土の重要性を共有しました。今や東洋と西洋という区別は無意味であり、人類としての自然とのつき合い方が見えてきていると思います。

11 月 18 日の表彰式では高校生と話し合い、山極壽一氏（総合地球環境学研究所所長、BRH 評価委員）を混えたシンポジウムでは「生命誌」のこれからに多くの示唆をいただきました。高校生が生命誌の世界観を理解したうえで、自分の考えを組み立てていくすばらしさに出会い、未来が楽しみになりました。

今後の BRH の活動の中の一つに、SDGs 活動に象徴される地球環境問題への向き合い方に対して「生命誌的世界観の提唱」をし、生きものとして考えることの重要性を示していく役割が見えてきました。

3．生命誌的生命観への道

3－1　生命誌の中の人間

「人間は生きものであり、自然の一部である」ということを小さな生きものたちの声を聴くことによって理解していくという BRH の活動では、直接人間について考える作業は行ないにくいところがあります。自由の身になった立場を活かして「生命誌の中の人間の生き方」という課題を考え、それを 2021 年、

2022 年に Web で連載しました（トイビト）。2023 年にそれに手を加えて書籍にする作業を行いました。発行は 2024 年になりますが、「生きものとしての人間」の進む本来の道を考えています。

3−2　土に注目 —— 生きものとしての土木、農業

「生きものとしての人間」の進む道をつくるには 1 万年ほど前の農業革命のところから考え直す必要があると考えるようになりました。切り口は「土」です。生きものとして生きるには土の力に気づかなければなりませんが、農耕の歴史は、作物に注目して作られてきました。収量が高く、育てやすく、美味しいものをどのように作るかについての努力に比べて土の重要性に気付いたのはつい最近になってからです。

土は、狩猟採取時代から住居と土器として生活を支えました。農耕に入り、土の力で作られた作物を火で調理し、土器（現在では陶磁器）に盛って食べることになり、人間生活の基本ができました。近代技術は足元にある土をアスファルトやコンクリートで舗装することで日常を土から離しました。土木工事は、土と木とありますが、現在のそれは土や木から離れています。すべて利便性を求めてのことです。しかし、多発している土砂崩れなどの原因解析から、21 世紀の暮らしはもう一度土と木を活かすものにすることが求められることが分ってきました。農業も同じです。今世界的に不耕起農業、つまり土の力を活かす農業が注目されています。

生命誌を基本に置いて「生きものとしての土木」、「生きものとしての農業」を実践する人々が少しづつ生れています。北海道から九州まで、さまざまなグループの活動が進んでいます。これまでの近代化の道とは別の、生命誌が求める本来の道を歩き、新しい社会をつくる動きになると期待しています。

4．あなたが生きものであることを学ぶ農業

「生きものとしての農業」は、食べものをつくることと食べることを一体化し、原点は地産地消、自給自足を保証することで成立します。二酸化炭素の大量排出によって地球沸騰化と言われる事態を引き起こしている現代の暮らし方は見直さなければならないのは当然です。その方向を脱炭素社会などと言っていますがとんでもない。要は、「私たちもその一つである炭素化合物の循環でできている地球という星の生態系を維持する暮らし方」が必要です。まず農耕をその形にして、そこで生産した豊かな食べものを、フードロスなどなしに美味しくいただくところから始めることです。

その一つとして、小学校農業科をつくり（現在喜多方市と美唄市）、「あなたが生きものであることを学ぶ農業」を行っています。美唄市についてはその意図を明確にした教科書を作りました（図１）。さまざまな地域で、食と農に関する活動をしている組織の方達で、生命誌に関心を持ち、「あなたが生きものであることを学ぶ農業」を実践して下さる方々が増えていること、この活動の広がりに尽力して下さる方が出てきていることはありがたいことです。

（図１）

５．土の中にある風（空気）と水の道を活かす土木

「生きものとしての土木」という切り口の提案を受けての具体的活動がいくつか始まっており、期待しています。二つほど実例を示します。

● NPO 法人地球守（代表理事 高田宏臣）

2011 年の東日本大震災以降、土地を傷めない土木工法と傷んだ自然環境の再生に取り組んでいます。高田氏の考え方と具体的活動は「土中環境」（建築資料研究社）にまとめられています。2024 年 1 月 1 日に起きた能登半島の震災でも分るように、現代文明の弱点が顕在化する傾向にあります。ここで「大地と共に生きてきた古人が経験的に身につけてきた知恵」を活かすことの大切さが見えてきたとして、とくに「土」に注目した土木を実施しています。宮城県石巻市の平地の松づくり、鳥取県大山の環境再生、東京都世田谷区の等々力渓谷など興味深い現場です。私も勉強会や現場に参加しています。

● （株）コイシ（代表取締役 小原文男）

大分県にある小規模の建設会社ですが、小原社長は故郷の三浦梅園を尊敬し自然の中に暮らすことの大切さから生命誌に関心を持ち、考え方を仕事に活かして下さっています。「つちみずきの会」という勉強会で土木業界の人々に考え方を広める活動にも熱心です。具体的技術としては、土中も含めての 3 次元測量技術を持ち、その土地の詳細な情報をもとにした施工をすることで、自然を活かすという劃期的な工事をしています。こちらも勉強会に参加しています。二例共、周囲への広がりを積極的に意図しており、いつかこのような土木が日本列島での主流になることを期待しています。

６．これからの人への期待 —— 子どもたちや若者たち

子どもたちのために活動している方達からの生命誌への関心が高くなっていることを実感する一年でした。今年とくに強く感じたのは、学校の先生方の意識が、いのち、生きることという課題を生徒たちと一緒に考えたいというところに来ているということでした。小学校では『いのちのひろがり』（福音館書店）を使い、中学校・高等学校では『科学はこのままでいいのかな 進歩？いえ進化でしょ』（ちくま Q ブックス）を使って、「理科の時間に生きているとはどういうことかを考えよう」という授業をしました。理科の先生は、生命については、DNA、タンパク質など物質のはたらきを知識として教えること、生態系の話をすることだけに終っているところがあります。いのち、生きることなどは、国語や社会のテーマです。現代社会では、理科の時間にこそいのちという課題を考えさせたいという提案は、先生方に肯定的に受け入れていただけましたし、生徒さんたちも新鮮な気持で生命誌に向き合ってくれました。世界観の転換の重要性の指摘はこれからも積極的に進めていきます。

エピソードを一つ。2 月に福岡科学館で行った生命誌の催しに参加した小学校３年生の健太郎君が、「生きているってすごいこと」ということに気づき、生命誌に関心を持ちました。5 月の 30 周年の会には家族で上京し、「時代に流されずに、今自分が一番大事と思うことをやろう」というメッセージをしっかり受け止めてくれました。12 月になって、「SDGs 家族会議」という催しで、生命誌の考えを活かし、広い宇宙の中の自分として生きることの大切さを訴える発表の中でオカリナ演奏を入れたという DVD を送ってくれました。音楽が表現の一つとして大事だと思ったからだという説明付きで。小さなことですがこの積み重ねが生命誌の広がりだと思います。

７．「La vita Nuova － 新たな生」－韓国アーティスト崔在銀との協同

2023 年 10 月 14 日～2024 年 1 月 28 日に銀座エルメスビルで開催された韓国アーティスト崔在銀の展覧会のテーマです。

崔さんは、生命誌の始まりから共に考えてきた仲間であり、BRH 開館時に階段下に展示した作品「生・瞬」の作者です。彼女は今、「大地の夢プロジェクト」という朝鮮半島の 38 度線地域の歴史と自然を活

かしたプロジェクトを進めており、私も一緒に考え続けてきました。これはまだまだ続くプロジェクトですが、本年、大きなメッセージが出され、私もそこに一文を書きましたので、この 30 年間の一つのまとめとして報告します。生命誌として非常に大事な活動であり、たくさんのメッセージが入っています。

【「La vita Nuova−新たな生」ここにありという声が聞こえる】

「La vita Nuova−新たな生」。今これほど強く求められている言葉はないのではないでしょうか。近代文明は自然を操作し、大量のエネルギーを用いて大量のものをつくる便利な生活を求めてきました。その結果起きたとしか言えない気候変動は、この夏の連日の猛暑で誰にも実感されるものでした。そのような中で、テレビのニュースでは、森の食べ物が少なくなったために街中をうろついて餌を探すクマの映像の後に、ガザの病院を攻撃するイスラエル軍が映し出されます。私たちは生きるということに真剣に向き合っているのだろうか。人間とはどのような存在と考えたらよいのだろう。日々悩みながら、何もできない自分が惨めで悲しくなります。

そこで新たな生、本物の生を求めずにはいられません。長い間生きものの研究に関わってきた者としては、新たな生は、私たち人間が地球に暮らす多様な生きものの一つであり自然の一部であるという事実から始まると考えるほかないと思っています。

そこで、新たな生に向けて動き出すには、まず死と向き合わなければなりません。「白い死」。会場に置かれたのは、白化したサンゴです。奄美大島で、船底がガラスになっている船に乗り、海中の美しい景色を楽しんだことがあります。色とりどりのサンゴの間を泳ぐ熱帯魚たちの可愛らしさに、思わず声をあげました。海底にしっかり根をおろしたサンゴ（動物なのですが、成体になると動きません）が小さな魚たちを守っている澄んだ海は、美しさそのものでした。サンゴは共生している褐虫藻が光合成によってつくり出す養分で生きています。藻の方もサンゴからミネラルなどをもらっており、ここにはみごとな共生関係ができているのです。ただそれには、適温、きれいな水、適切な量の太陽光という条件が不可欠です。これまで美しいサンゴ礁の世界が見られた奄美や沖縄などの海が、高温や汚れでサンゴと褐虫藻の共生が難しい状態になってきているのです。藻のいないサンゴは白化し、そのままではいつか死にます。まさに「白い死」です。さまざまな形をした白いサンゴは、造形物としては美しい。しかしそこにあるのは死であり、白化がなぜ起きたかを探っていけば、そこには最初に述べたような、自然から離れた私たち人間の暮らしが見えてくるのです。科学技術で利便性を求め、金融資本主義でお金を動かし、新自由主義で格差を生み出す暮らしを高度な文明と呼ぶ生き方は本物だろうか。白いサンゴは強い口調で問いかけます。

崔在銀は、初めて出会った 199 1 年以来 30 年、私の仕事である「生命誌」に強い関心を示し、様々な問いを出してくれました。生命誌は、地球上の多様な生きものたちはどれも 40 億年ほど前に海の中にいた祖先細胞から進化してきた仲間であり、すべての生きものたちの関係と進化の過程、つまり歴史を調べることで「生きているとはどういうことか」を考える知です。もちろん人間も生きものの一つですから、ここで明らかになった生きものの歴史物語の中で行動しなければなりません。現代文明の問題点は、生きものであることを忘れた人間の行動にあるのです。崔さんはこの考え方を基本に芸術活動を続けており、科学と芸術という枠を超えた仲間です。

「La vita Nuova−新たな生」はこの流れの中で生まれた作品です。彼女は、どのような場合にも「美しさ」を基本に置きます。「白い死」と題されたサンゴの山を見て、このテーマをこれだけ美しく表現し、強く訴えることのできるアーティストがいるだろうか、この力こそ今求められているものだと強く思いました。そして、現代文明の死の先にある「新たな生」の探求が不可欠だとも。崔さんと共有した時間は、常にこれを求めるものでした。この展覧会はその過程を追い、今確かに見えてきている生を指し示すものです。小さな会場ですが、そこには長い時間と大きな広がりが詰め込まれています。

始まりはワールド・アンダーグラウンド・プロジェクト（World Underground Project）です。特製の

和紙をアジア・アフリカ・欧州など世界各地の地中に埋めた後、掘り出して地上の空気に触れることによって起きる変化を定着させました。それぞれの土から出した紙には個性があり、まさにその土地が生み出したものです。とはいえ、そこに崔さんが紙を埋めなければその色合い、その形は現れなかったわけで、土を生かしながらもそこにあるのは人間の創造力です。自然への操作こそが人間の力であるとしてきた従来の「生」のあり方とは異なり、あるがままの自然から美や知を引き出すという「La vita Nuova−新たな生」への第一歩です。そこに現れた色や模様の違いは、その土地に暮らす人々の日常、文化の差違につながっているに違いありません。新たな生への道はこの多様性を求めます。

彼女が紙に付着した微生物に注目し、それらを培養したところ、肉眼では見えないみごとな小宇宙が現われました。土は鉱物と見られがちですが、生きものなしでは生まれません。46 億年前に生まれた星としての地球は海と岩石でできており、土はありませんでした。その後、風化で砂ができ、生物の力によって土が生じ、そこから今のような森のある緑の地球へと変化してきました。土をつくったのは、さまざまな微生物やミミズのような小動物たちです。どんな生物がいるかは地域によって異なります。崔さんが地中から取り出した紙には、土の歴史、つまりその土地ができてきた長い時間が書き込まれているのです。

時間。これは崔さんにとって、また「新たな生」にとって重要な要素です。

「白い死」は、効率のみに価値を置いて時間を追い出した現代文明がもたらしたものです。彼女の展覧会は常に、物理学者イリヤ・プリゴジンの次の言葉に支えられています。

「あなたの作品に一貫して流れるのが、20 世紀末の科学の主要テーマである時間の不安定な感覚であるのが印象的です。創造とは、時間のもつ建設的役割の証です。時間を幻想とみなす古典科学は終わりました。時間こそが私たち人間が自然に属することを示しているのです」

プリゴジンはノーベル化学賞受賞者で、従来の科学が対象を固定的に捉えていたのに対し、時間による柔軟な変化こそ重要であるという考え方を示しました。プリゴジンと私の科学者としての話合いを聞いた崔さんは、そこに自分のアートの基本があると感じてブリュッセルに彼を訪ね、多くを学んできました。これが、彼女の以後の活動を生み出し、「La vita Nuova−新たな生」の原点となりました。彼女のアートは常に第一級のサイエンスに支えられているのです。

今崔在銀は、「大地の夢プロジェクト（Dreaming of Earth Project)」というとてつもなく大きな夢の実現に向けて走り始めています。それは「Nature Riles　自然国家」をめざすものであり、私はこれを今世界で最も大事なプロジェクトと受け止めています。忘れもしません。1989 年 11 月にベルリンの壁が崩壊し、これで東西の冷戦が終わり、自由で平穏な社会が生まれると未来への期待を抱いた時に、「一つの国の中に境界が残っているところがまだ存在する」と崔さんが呟いたのです。「On the Way」だと。それからは、そのことを考え続け、映画の製作も手伝いました。板門店の 38 度線は、思いがけず高さ 10 ㎝にもならないコンクリートで引かれていました。決してこれを越えてはならない。うっかりこの向こうへ足を出したら死しかない。そう思いながら見るその境界を、小さなアリが南から北へ、北から南へと歩いていました。人間はアリより賢いと言えるのだろうか。そう問わずにはいられませんでした。自然に境界はない。二人の頭に刻み込まれた言葉です。

そのなかである日、とんでもない話を聞かされました。韓半島（Korea　Peninsula）で 1950 年から 1053 年まで続いた戦争が 1953 年 7 月 27 日に休戦となった時、北緯 38 度を走る全長 248 ㎞の軍事境界線が引かれました。そしてその南北 2 ㎞ずつ、つまり 4 ㎞の幅で非武装地帯（PMZ）がつくられたのです。ここに１５０万発を越える地雷が埋められ、南北間での緊張が続いていることはよく知られています。一方、70 年間人間の手が入らなかったために、2800 余種の動植物が棲息する、みごとな自然の場になっているという皮肉な状況が生み出されてもいるのです。

この実態を活かし、DMZ を政治や軍事でなく自然という切り口で見るプロジェクトを立ち上げようと思う。ここを自然国家にするのだ。まっすぐこちらを見つめながらの言葉でした。自然に境界はないと

いう言葉を壮大な構想につなげていく彼女の語りを聞いた時、そのみごとさに感嘆し、興奮したのを思い出します。彼女の他にこのような視点を持てる人がいるでしょうか。その後、この構想の具体化の中で、大胆と繊細、広大と緻密、論理と情緒など、一見対立するものが渾然と同居する彼女の頭から次々と生まれてくる提案に、驚き続けています。そしてそこにはいつも、生きもの 40 億年の歴史物語である生命誌が生かされていることに喜びを感じています。

DMZ の中でもとくに平野と山岳が接する美しい地域であり、千年前に秦封国の群域地であったところを選び、そこにつくるシードバンク、知識バンク、空中庭園が構想の核です（地面には１５０万発の地雷がありますので)。希少動植物 146 種、絶滅危惧種 101 種、保護種 81 種がいると言われるこの地を「自然国家」とし、自然生態系の研究、その保全などに努めます。シードバンクに集められた種を包み込んだ土の球 シードボム（Seed Bomb）を空中から投げて、この地をより豊かな自然の国になるようにしていきます。シードボム（Seed Bomb）は、自然農法を実践してきた福島正信が考え出したものです。さまざまな分野に学ぶ心の広さは彼女の特徴です。「自然国家」では、自然についての研究を進め、結果を知識バンクに蓄積します。人々はそれらの成果によって生まれていく本物の自然を楽しみながら、空中庭園を散策します。そこには、自然国家こそが本来の国家であると考える世界中のアーティストの作品が並びます。想像しただけで胸の動悸が速まります。これこそ「La vita Nuova−新たな生」です。

この構想が進められてきたこの 10 年の間、朝鮮半島における政治情勢は揺れ動きました。南北間の緊張が少し緩んだ頃、「大量の鉄条網をもらってしまったのだけれどどうしよう」という電話がかかってきました。韓半島（Korea Peninsula）の 38 度線には幾重もの鉄条網が張られていることは、どなたも御存知でしょう。実はこの鉄条網が、陸上だけでなく海中にも張られているのです。緊張緩和の中で海中の鉄条網が引き上げられ、崔さんに送られてきたのでした。スマホの画面に現れた鉄条網の山。「とんでもないもの貰ったものね」。何の知恵も出せない私は、彼女の出した答えに、眼を丸くするしかありませんでした。

2019 年、原美術館で開催された「Nature Rules 自然国家：Dreaming of Earth Project」では、一室に黒光りする長方形の鉄板が緩やかなカーブを描いて飛び石のように並べられました。誰もがその上を歩けるように。閃光を放って解けていく鉄条網の写真があります。本来往来し合い、語り合うはずの家族や同朋を分断し、お互いを求める気持ちから境界を越えようとして命を落とした人もある鉄条網です。それが、誰もが気持ちよく歩ける平らな、もちろん棘などない板になって置かれているのです。何の変哲もない鉄の板の美しかったこと、そして歩き心地のよかったこと。錬金術という言葉がありますが、まさにそれです。もちろんそこではたらくのは魔法の力ではなく、崔在銀というアーティストの思惟と創造の力です。芸術はこれほどの力を持ち得るのです。この力を信じようと、この時強く思いました。政治力でも経済力でも軍事力でも無い、本当の人間の力を生かす社会でありたいと願って生命誌という知を創ってきましたが、これこそ人間の力だという具体を目の前にして、芸術の重要性を再認識しました。彼女が DMZ と向き合ってきた時間が、その力を生んだとも言えます。

存在そのものがアーティストであるとしか言えない崔さんは、事実を徹底的に知ることを求める人でもあります。10 年間人の手が入らなかった自然とされる DMZ とその周辺の自然を徹底的に調べ、実は近辺の森が伐採され荒らされていることを知ります。実態を知らなければならないと、生態系の基本をつくる植物について専門家の知恵を借り、新しい技術を駆使して調べた植物図は、唯一無二の作品です。よくぞこれだけのことを調べあげたものだと感嘆する他ありません。

そしてそれが「ある詩人のアトリエ」という、これ以上静かな美しさはない作品を生みました。DMZ にある小さな草花の一つ一つにはもちろん名前があります。普段は見過ごされ、時に雑草などと一括りにされることもある草花の名前を調べ、それを書き込むという行為は、冷静な理性と温かい詩情に支えられ、私たちが普段気づかずにいる大切なものを呼び起こします。ここで一つ一つの草花の名前を書く時、崔さんはそれを友と呼ぶのです。彼女の理性と詩情を共有する人々も、もちろん友です。こうして

「新たな生」への道はつくられていきます。そこにどれだけ美しい光があるか。現代社会はそれに気づかず、小さな美しい生きものを踏み潰して前へと進んできました。崔在銀というアーティストを通してこの美しさに気づかされた私たちは、もう元へは戻れません。彼女はこの道を共に歩む人たちに名前で呼びかけながら、「La vita Nuova−新たな生」へ向けての道を、凛とした立ち姿を見せながら歩いていきます。それを見ながら一緒に歩ける幸せを感じています。

この展覧会のテーマであるエコロジーは、現代社会の見直しにとって重要な視点です。ただこの言葉を用いる時に、自然を環境と捉え、自身を自然の外にあるかの如くに考える人が多いのが気になります。そうではありません。繰り返しますが、私たち人間は生きものとして自然の中にいるのです。国の中に越えられぬ境界線をもつという厳しい体験から、崔さんは、私たちは「自然国家」で生きているのであり、 Nature Rules のもとで暮らしていく覚悟をしようと呼びかけます。そこは決して安穏と過ごせる楽園ではありません。ただそこは、“いのちあるもの”が主人公であり、“生きること”を大切にします。生命誌を仕事とする私は、崔在銀が DMZ で試みる「自然国家」がいつか地球全体に広がることを願っています。いのちは大切という基本がありながら、いのちあるものを食さなければ生きていけないという日常を考えただけで、Nature Rules は複雑であり、矛盾を抱え込んだものであることは明らかです。私たち人間が生きものとして、矛盾のある複雑さの中でいのちを慈しみながら生きていけるようにと、自然界は人間に深い思いやりの心と想像力（創造力はここから生まれます）とを与えてくれたことが、最近の研究ではっきりしてきました。この二つを持っていれば、自然国家の約束事の中でみごとに生きられるはずだと自然は考えたのでしょう。そうに違いありません。

白いサンゴが藻との共生を取り戻し、さまざまな植物たちがそれぞれの名を誇りとしながら花をつけ、大地の夢が実現するように生きることは、人間にとってそれほど難しいことではないはずだ。自然はそう語っています。そこには鉄条網も地雷もありません。もちろんミサイルも核兵器も。あるのはシードボム（Seed Bomb）だけです。この展覧会は「La vita Nuova−新たな生」の始まりとなる。そんな明るい未来を思い描かせる力がここにはあります。

【GINZA MAISON HERMÈS　Le Forum】
ダイアローグ 1「新たな生」崔在銀展（Dialogue 1 "La Vita Nuova" Jaeeun Choi）展
カタログより

８．「科学者が人間であること」（岩波新書）について

今年、嬉しかったことです。

2011 年 3 月 11 日の東日本大震災の後、地震・津波という自然災害だけでなく、それによって起きた原子力発電所の事故による被害に出会い、科学という世界に身を置く者として何を考え、何をしたらよいのかが分らず、考え込みました。結局、私は生命誌を考えていくしかないと思い、その時の気持をそのまま書いたのが「科学者が人間であること」です。

実は、1981 年に始まった岩波新書赤版が 2000 冊になることを記念して、「時代の輪郭」としてロングセラー30 冊を選び、その一冊に『科学者が人間であること』が入りました。赤版の第一冊目である大江健三郎著『新しい文学のために』、宇沢弘文著『社会的共通資本』、見田宗介著『社会学人間 ― 人間と社会の未来』、暉峻淑子著『豊かさとは何か』など生命誌にとっても大事な著書と共にロングセラーになったのは、本当に嬉しいことです。生命誌は、今必要とされ、これからも役割を持つものとして社会に存在するよう、更に内容を充実していかなければならないと心を引き締めました。BRH の活動がその中核になるのであり、今後に期待します。そのためにはその活動が生きものであることと重なっていることが不可欠です。フラットでオープン。これを具現化する場であれば、そこからは必ず本当に大事な、新しいことが生れてくるはずです。

Ⅱ．共創事業報告

共創事業　報告

顧問　近藤 寿人

2023 年度は、社内窓口体制・プロジェクト体制を構築し、アドベンチャーワールド（和歌山県西牟婁郡白浜町）との共創の本格的な始動、食草園の展開、外部の組織・団体との協働に取り組んできた。

１．アドベンチャーワールドワールドとの共創活動

JT 生命誌研究館は、2022/12/11 に株式会社アワーズ（アドベンチャーワールド）と“Smile パートナーシップ連携協定”を締結し、2023 年は JT 生命誌研究館とアドベンチャーワールドの合同プロジェクト（共創メンバー）としての共創の取り組みを本格的に始動・展開した。

※株式会社アワーズ：アドベンチャーワールドの運営等を事業としている企業

【Smile パートナーシップ連携協定】

幅広い分野における相互の交流の活性化を促し、「生命（いのち）」について問いを発掘する場を多くの人に提供し、「生命（いのち）」を大切にする社会の創造を目的とし、互いの長所を生かした様々な手法で「生命（いのち）」について考える場を企画・展開。

＜協定内容＞

（1）生物の多様性や不思議の発信に関すること
（2）教育の推進に関すること
（3）人財の育成に関すること
（4）学術の推進に関すること
（5）研究の推進に関すること
（6）その他、前条の目的達成に資すること

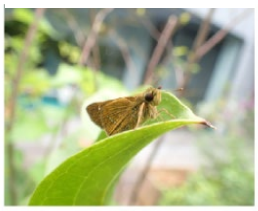
当館 1F　協定書を展示

＜アドベンチャーワールドにて＞

①食草園　チョウのファミリーレストラン　オープン

2023/3/18　　アドベンチャーワールド

イチモンジセセリ　　チャバネセセリ



②SPRING FES 2023　『生きものの不思議にせまろう！お食事チョウ査隊』

2023/3/25・26　　アドベンチャーワールド　　2 日間 4 回開催　聴講：140 名　参加：25 名

JT 生命誌研究館の紹介、JT 生命誌研究館研究員・AW 飼育員によるお話

「食草園　チョウのファミリーレストラン」紹介、

JT 生命誌研究館研究員による解説、アゲハの幼虫の紹介　等

③JT 生命誌研究館特別イベント　『わくわく虫とり☆虫博士になろう！』
　トークイベント　『食草園で観察されたチョウたち』
　2023/7/27　　アドベンチャーワールド

④アドベンチャーワールド食草園ミニガイド&トークイベント『チョウと動物の冬じたく』
　2023/11/11　　アドベンチャーワールド
　ミニガイド：80 人程度参加　　トークイベント：300 人程度参加

⑤展示　『食草園が誘う昆虫と植物のかけひきの妙』
　2022/12/11～2023/5/31　　アドベンチャーワールド

⑥『JT 生命誌研究館の紙工作展』　　紙工作 33 点展示
　2023/10/12～2023/12/11　　アドベンチャーワールド

⑦JT 生命誌研究館監修　食草園　つながりを見つめる写真展

『チョウのファミリーレストランで出会う小さな生命（いのち）』

2023/6/4～2023/8/29　　アドベンチャーワールド

食草園で撮影した生きものの写真、チョウのペーパークラフト、チョウの標本を展示

⑧『生命誌絵巻』 設置

2023/9/27～　　アドベンチャーワールド

お土産物売り場入り口正面に設置

（縦 2.59m×横 3.5m）

＜JT 生命誌研究館にて＞

⑨講演　『ペンギンの時間』

–アドベンチャーワールドでは聞けないアドベンチャーワールドの話 1–

2023/4/15　　JT 生命誌研究館

講演者：アドベンチャーワールドスタッフ

会場：50 名　ライブ配信：272 名　アーカイブ配信：1,096 回

⑩講演　『パンダの時間』

–アドベンチャーワールドでは聞けないアドベンチャーワールドの話 2–

2023/12/2　　JT 生命誌研究館

講演者：アドベンチャーワールド副園長

会場：81 名　ライブ配信：345 名　館内視聴者：　6 名

２．食草園の展開

以下の趣旨で、2022 年以来、JT 生命誌研究館 4 階で培ってきた食草園の発想を世に広めるべく、個人から自治体までを対象として誘う活動をしている。

2022 年 7 月から 2023 年 3 月の間、うめきた開発（大阪市）「うめきた外庭 SQUARE 食草園　～バタフライガーデン～」をオープンした。また、2023 年春には、アドベンチャーワールド　ふれあい広場に JT 生命誌研究館の食草園をモデルとした「チョウのファミリーレストラン」を開園し、反響を呼んだ。

その実績をもとに、地元である高槻市、教育機関、公共施設等に呼びかけているところである。

【食草園の展開】

食草園は、JT 生命誌研究館において 20 年に亘って育まれてきたΩ食草園の経験をもとに、昆虫と植物の共存のすがたを例として、生きものの営み、日常の中の生命（いのち）のつながりを感じてもらう場所として提案し展開する。食草園には様々なチョウが姿を見せ、訪れたチョウが卵を産み、幼虫が育ち、また羽化した親蝶が次世代につなげる・・・という自然の生きものの生き様をじかに観察する場所であり、春夏秋冬をとおして折々の変化の舞台である。提案・展開する対象は、個人から学校、NPO 法人、自治体など様々で、各に応じた食草園の形がある。生きものの多様性の上地成り立つ『共生』を知り、『共生』を考えるきっかけをも与える。

【うめきた外庭 SQUARE 食草園　～バタフライガーデン～】
2022/7/16～2023/3/10　　大阪市（うめきた開発）

【食草園の準備・検討状況】

大阪府高槻市
京都府立鴨沂高等学校　　自然学部（部活動）
高槻市立富田小学校　　創立 150 周年記念　「食草園プロジェクト」
京都府立植物園　　「開園 100 周年　サポーター制度」応募

３．外部の組織・団体との協働

アドベンチャーワールドとの共創の取り組みの他、高槻市、大阪市、池田市等、外部の組織・団体との協働に積極的に取り組んだ。JT 生命誌研究館の諸活動を紹介するとともに、本館を世に認知させることに努めた。

①出展　『うめきた開発　「チョウの食草園」』
（うめきた外庭 SQUARE）
2023/3/4　　大阪市
紙工作・チラシ配布　　150 枚
JT 大阪支社　協働

②出展　『高槻 JAZZSTREET』
2023/5/3・4　高槻市
紙工作・チラシ配布　　800 枚
JT 大阪支社　協働

③出展　『中之島リバーフェスタ』
2023/5/5　　大阪市
紙工作・チラシ配布　　400 枚
JT 大阪支社　協働

④出展　『池田の自然展』
2023/7/24～28　池田市
展示用パネル掲示（当館活動紹介、食草園紹介）、食草園タッチディスプレイ設置
来場者 900 名程度
JT 大阪支社　協働

⑤出展　『KITAKU WORK WORK EXPO 2023』（北区ワクスポ 2023）
2023/11/11　大阪市
展示用パネル掲示（当館活動紹介、食草園紹介）、食草園タッチディスプレイ設置
来場者 540 名　　チラシ等配布数 200 枚
JT 大阪支社　協働

⑥『「食草園が誘う昆虫と植物のかけひきの妙」上映会＆村田監督アフタートーク』
2023/10/7　東京都練馬区（大泉図書館）
来場者 40 名程度
JT 東京支社　協働

⑦『JT 生命誌研究館のペーパークラフトを使った工作会』

大泉図書館 ふゆのおたのしみ会

2023/12/10　東京都練馬区（大泉図書館）

参加者　29 名（4 歳～小学生）

保護者含め 40 名程度

JT 東京支社　協働

⑧出展　『こども科学博 2023「生命のキセキ」』

2023/8/4～6　京都市

紙飛行機ワークショップ

来場者 6,000 名

公益財団法人稲盛財団　協働

Ⅲ．表現セクター 活動報告

【表現セクターミッション】

多様な表現媒体を活用して“生命を知る”知を社会と共有する。

１．表現ディレクター報告

表現ディレクター　近藤 寿人

2023 年度は、JT 生命誌研究館の創立 30 周年にもあたり、表現セクターはそれにまつわる様々な活動の一翼を担う重要な役を果たすとともに、表現セクターの新たな発展の年でもあった。以下に表現セクターの 2023 年度の活動を概括する。

1. 東京での 30 周年記念行事として、5 月 27 日（土）に浜離宮朝日ホール（東京都中央区）で、「創立 30 周年の集い」を実施した。また、5 月 30 日から 6 月 10 日の間、「たばこと塩の博物館」（東京都墨田区）で出張展示「生き物の不思議をたのしむ」を開催するとともに、研究セクターと連携して同所で延べ 4 日間の「研究員レクチャー」を開催した。

   高槻市では、9 月 30 日（土）に高槻城公園芸術文化劇場・文化ホールで「創立 30 周年記念シンポジウム　―生命誌から生命科学の明日を拓く IV」を開催、10 月 1 日（日）に研究セクターが中心となって企画した「30 周年公開シンポジウム　ゲノムが紡ぐ生きものの個性と関係性」につなげた。

2. これらの活動を広く発信する 30 周年記念 WEB サイトを開設、また「集い」や「シンポジウム」でお渡しする冊子を制作した。

3. 「季刊生命誌」と「企画展示」は、創立 30 周年を飾るべく 2022 年から 2023 年わたって『生きものの時間』を統一テーマとして取り上げて、それを 4 期に分けた。

   2023 年の季刊生命誌は、「進化の時間」と「生命誌の時間」をテーマとして編集した。

4. まず「季刊生命誌」上で基本的な考え方を示した上で、それを視覚に訴える展開として当館１階展示ホールで「企画展示」を行なった。2023 年は「生まれてからの時間」と「進化の時間」について展示した。

5. 当館 1 階展示ホール奥の小展示室では、企画展示とは別に、JT 生命誌研究館らしさを出した小展示を行ない、展示にアクセントをつけた。

6. ホームページは、JT 生命誌研究館からの外部発信、読者からのフィードバックという、本館の活動を支える重要な機能であり、年々充実させている。2023 年は、創立 30 周年記念行事の舞台上のイベントや、毎月のように開催された公開講演等を YouTube 配信するとともに、それを YouTube 動画としてアーカイブ化して、豊富なコンテンツを充実した。

7. 食草園での観察を楽しむための新しい展示や、自ら食草園を作ろうとする人のためのガイドブックを制作するなど、食草園を通じて来館者を（生々しい）生きものの世界へ誘うルートを切り開いた。

8. 当館 1 階の展示ホールでの生きものへの興味を引き出す展示、様々な外部イベントへの出張展示、自主制作映画の全国での上映など、多彩な活動を展開した。

9. これらの活動に、2022 年秋、2023 年春から表現セクターに加わった新メンバーが大きな力を発揮してチーム力を高めてくれたことも大きな収穫であった。

２．活動報告

チーフ	平川 美夏	
研究員	齊藤 わか	星野 敬子
	中井 彩香	奥井 かおり
	後藤 聡	村田 英克
館内案内スタッフ	渡辺 喜美子	藤原 正子
	室園 純子	太田 見恵
	助友 伸子	

JT 生命誌研究館は、小さな生きものと向き合い、そこから生まれる「問い」から生きものの本質を探る研究を行い、それを表現することで皆に広げ、「生きもの」を知り、「生きている」を考えることを通して、私たち人間も自然の一部として「生きる」ことを考える活動を行なっている。

表現セクターは、研究員の交代があり、2022 年 11 月より奥井、2023 年 3 月より後藤が加入した。また、展示ガイドスタッフも 2022 年末に太田、2023 年に助友が加わりフレッシュなメンバーで活動を行なった。

2023 年、JT 生命誌研究館は創立 30 周年を迎えた。節目の年として更なる活動の展開を見据えながら、30 周年のさまざまな行事や活動に全力で取り組んだ。東京の創立 30 周年記念行事と「たばこと塩の博物館」での出張展示、高槻での記念シンポジウムと館内で開催した研究セクター主催のシンポジウムと、多くのイベントと関連する発信活動を行なった。同時に季刊「生命誌」と連動した展示を制作し、展示ホールやホームページの日常の活動にも一層力が入った。共創事業に前向きに取り組み、新たなパートナーの開拓など、JT 生命誌研究館をよりよく知ってもらうための多様な表現を工夫した。

季刊「生命誌」は、年 4 回発行し、112 号・113 号は、昨年に引き続き「生きものの時間」をテーマとして、生命誌の真髄である「進化の時間」を取り上げた。114 号、115 号では、30 年の活動を振り返り学問における生命誌と当館のこれまでの研究の集大成である「生命誌の時間」を特集した。

当館 1F 展示ホールの企画展示は、季刊誌で取り上げたテーマと連動し、「生まれてからの時間」、「進化の時間」を開催し、生命誌を代表する「生命誌絵巻」をシンボル展示として立体にした。続く「生命誌の時間」の制作も完了し、前年の企画展示「生まれるまでの時間」とともに展示ホール全体を使った 4 回シリーズの展示に仕上がった。

企画展示室では、当館の活動が生み出した財産ともいえる「紙工作」や「食草園」を活用して 1 月～2 月は「食草園写真展」、3 月～5 月は「JT 生命誌研究館の紙工作展」を展開した。7 月～12 月は、中村名誉館長の著作絵本の原画展を行なうなど、さまざまな展示を柔軟に行なうことができるアイディアのトライアルの場として活かしていく。

30 周年に培った経験を活かし、「生命誌」をより広く、社会に向けて発信していきたい。

２−１．JT 生命誌研究館　創立３０周年記念行事

担当　表現セクター

１．科学の未来と生命誌　〜創立 30 周年の集い〜

5 月 27 日（土）東京の浜離宮朝日ホール・音楽ホールに於いて、創立 30 周年の集い「科学の未来と生命誌」を開催した。永田和宏館長による開会挨拶に続いて、前半は、生命誌の提唱者である中村桂子名誉館長が登壇し、JT 生命誌研究館の設立から今に至る思い、これからへの期待を込めた 30 分の講話及び音楽と語りによる生命誌の表現「生命誌版『ピーターと狼』」を上演した。後半は、JT 生命誌研究館の研究と表現を伝える短編映像「生きもの愛づる人々Ⅲ.」の上映に続き、当館の外部評価委員である山極壽一総合地球環境学研究所所長と永田和宏館長が「科学のおもしろさをみんなと共有したい　―答えより問いを求めて―」と題して対談を行なった。対談では、未来に向けて、社会の中の生命科学、そして、生命科学の中の生命誌に求められる役割を語り合い、来場者に支持を訴えた。

東京での 30 周年記念行事は、これまで 30 年間ご支援をいただき現在、関東方面で活躍されている研究者、媒体関係者、その他関係者を中心に、広く一般の方々をお招きし、謝意を表すという趣旨で実施した。結果、77 名の招待者と、206 名の一般参加があり、交流することができた。

左から：山極先生と永田館長・中村名誉館長講演・語りと演奏「生命誌版ピーターと狼」

左から：山極先生と永田館長（対談）・懇親会会場・小泉光臣社長ご挨拶

２．生命誌から生命科学の明日を拓く Ⅳ　～創立 30 周年記念シンポジウム～

9 月 30 日（土）高槻城公園芸術文化劇場・北館・文化ホールに於いて、創立 30 周年シンポジウムを開催した。永田和宏館長による開会挨拶に続いて、前半は、山極壽一総合地球環境学研究所所長による基調講演「人類の飛躍と没落　―共感社会と言葉のもたらした世界」を行ない、壮大な人類史を俯瞰しつつ、現代社会の問題提起と、JT 生命誌研究館に対する期待をお話いただいた。これに続き、永田館長、山極先生、小説家の小川洋子氏による鼎談「科学を私たちの言葉で」を行なった。鼎談では、「言葉」を巡る様々な討論を通して、文明社会のこれからを来場者とともに考えた。ホワイエには、JT 生命誌研究館の研究を紹介する出張展示やポスター等を展示し、休憩時間には来場者と館員が交流した。

高槻での記念行事は、これまで 30 年間ご支援をいただいた地域の方々への謝意を表すとともに、今の活動を知っていただくことを趣旨とした。公益財団法人高槻市文化スポーツ振興事業団との共催事業、高槻市、高槻市教育委員会の後援事業として実施し、公共の広報媒体の掲載により、当館の存在を訴求した。また、学術面でのつながりを重視し、研究コミュニティにも広く周知した。106 名の招待者と、409 名の一般参加者に来場いただき、懇親会では高槻市長をはじめとする地域の文化、教育関係者、アカデミアの有識者との交流を深めることができた。

左から：会場の様子・濱田剛史市長／永田和宏館長ご挨拶・基調講演（山極壽一先生）

左から：鼎談（山極先生・小川氏・永田館長）・鼎談より（小川洋子氏）・懇親会会場

２−２．30 周年記念催し「たばこと塩の博物館」出張展示
「生きものの不思議をたのしむ」

担当:表現セクター

東京都墨田区にある「たばこと塩の博物館」にて、JT 生命誌研究館創立 30 周年を記念して、当館のこれまでの活動を伝える出張展示&研究レクチャー「生きものの不思議を楽しむ」を開催した。

１．出張展示・映像

●開催概要

会期

2023 年 5 月 30 日（火）〜6 月 11 日（日）

場所

たばこと塩の博物館

1 階ワークショップルーム

●内容

「生命誌と出会う」

JT 生命誌研究館の館長と名誉館長の挨拶文をはじめ、30 年のあゆみを俯瞰した年表を掲示した。また“生命誌の 3 つの表現”として、「生命誌絵巻」「新生命誌絵巻」「生命誌マンダラ」、さらに部屋の中央には本企画展示のシンボルとして「立体生命誌マンダラ」を展示した。季刊生命誌カード、年報、チラシなど、当館を紹介する資料の配布コーナーも設けた。

「生命誌を映す −映像上映−」

生命誌の 3 つの表現を紹介する映像。当館で活動する 4 つの研究室の研究内容の紹介映像を上映した。

「紙工作で生命誌に触れる」

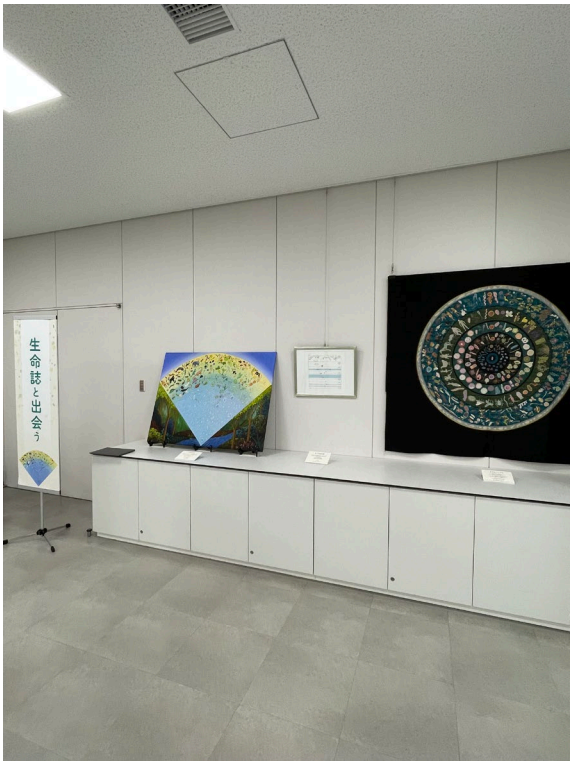
これまで発行された季刊「生命誌」カードの紙工作の中から一部を展示した。触って動かせる「からくり古生物」のシリーズなどは、実際に触って体験できるようなブースも設けた。

「植物を育てる 蝶が訪れる −食草園−」

当館 4 階にある展示「Ω食草園」に訪れる生きものの写真をパネルで掲示し、食草園特設サイトのインタラクティブ展示と併せて、チョウと食草の関係について紹介した。また、チョウと食草の紙工作（シロチョウ科、アゲハチョウ科）の配布を行なった。

「生命誌と出会う」

立体生命誌マンダラと「生命誌を映す」



生命誌の３つの表現

「紙工作で生命誌に触れる」

「植物を育てる　蝶が訪れる」

紙工作体験ブース

２．研究員レクチャー

●開催概要

日程

2023 年 6 月 3 日（土）、6 月 4 日（日）、6 月 10 日（土）、6 月 11 日（日）

場所

たばこと塩の博物館　3 階視聴覚ホール

●内容

6 月 3 日（土）

蘇 智慧（系統進化研究室 室長）※

11：00～12：00

「イチジクとイチジクコバチの持ちつ持たれつの関係」

13：30～14：30

「歩く宝石・オサムシはなぜ、どうやって飛ぶことをやめたのか？」

15：00～16：00

「イチジクとイチジクコバチの持ちつ持たれつの関係」

※荒天の影響で講師が現着できず、急遽オンラインでの開催とした。

6 月 4 日（日）

尾崎 克久（昆虫食性進化研究室 室長）

11：00～12：00

「アゲハチョウに教わる昆虫と植物のかけひき」

13：30～14：30　同上

15：00～16：00　同上

6 月 10 日（土）

小田 広樹（細胞・発生・進化研究室 室長）

11：00～12：00

「節足動物繁栄の原点をクモの研究から探る」

13：30～14：30　同上

15：00～16：00　同上

6 月 11 日（日）

橋本 主税（形態形成研究室 室長）

11：00～12：00

「かたちとは何か（科学哲学）」

13：30～14：30

「脊索動物の形づくり」

15：00～16：00

「細胞周期と細胞分化 -脊椎動物はどのように出現したのか？-」

レクチャー会場の様子

2－3．30 周年記念 WEB サイト

担当:齊藤わか

JT 生命誌研究館の創立 30 周年を記念する特設 WEB サイトをホームページのコンテンツとして作成した。ここから、30 年の活動記録と館長、名誉館長のメッセージを効果的に発信すると同時に、記念行事の案内や参加者受付を効率的に行なった。また、4 つの研究室が各自発信していた研究活動の成果にアクセスしやすくするため、このサイトに入口を集約した。開催後の報告（講演内容、鼎談の記録動画等）等を随時更新し、年間を通じて発信した。

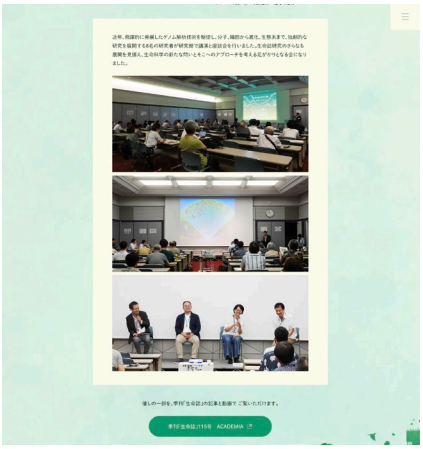
トップのビジュアルは、「30」の文字をバックにこれまでの館員の活動や展示、出版等の写真を豊富に配置するデザインにした。このデザインは、30 周年に関連する対外発信のシンボルとして、チラシやパンフレットにも活用し、紙媒体・WEB ともに統一感のある告知活動をすることができた。

本サイトからは、30 周年記念に関連する行事の記録の全てにアクセスが可能であり、当館の活動のアーカイブとして今後も活用する。シンボルの「30」の背景写真は、30 周年行事も加え更新した。

トップのビジュアル

永田館長からのご挨拶

催し情報の告知



催しの開催報告

2－4．30 周年記念行事　広報・配布資料の作成

担当:表現セクター

JT 生命誌研究館創立 30 周年に関連する催しの周知に向け、事前に全国の教育機関や博物館にポスターやチラシなどを配布した。また、当日の参加者に対して、プログラムや当館の紹介資料を配布した。

また、JR 高槻駅改札前のデジタルサイネージで広告を行なったほか、日経サイエンス、高槻市や劇場（市民ホール）の広報誌に掲載した。この結果、高槻会場では、受付開始後 3 週間を待たずに一次募集が定員に達し、再開後も数日で会場の定員数に達した。

事前広報資料

（左上）5 月 27 日開催

「科学の未来の生命誌」　チラシ：3,500 部 ポスター ： 300 部

（右上）9 月 30 日開催

「生命誌から生命科学の明日を拓くⅣ」　チラシ：4,500 部

（左下）たばこと塩の博物館「研究員レクチャー」　チラシ：3,500 部

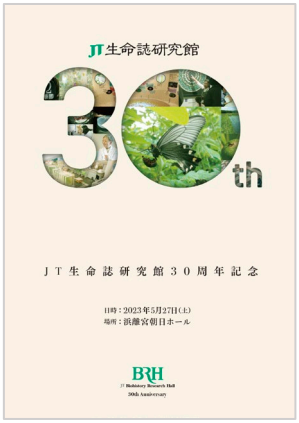
（右下）10 月 1 日開催

「ゲノムが紡ぐ生きものの個性と関係性」　チラシ：2,000 部　ポスター：100 部

当日配布資料

当日のタイムテーブルや出演者、当館の活動紹介などを掲載したパンフレットを東京会場（500 部）、高槻会場（600 部）それぞれで配布した。その他、季刊「生命誌」112/113 号、2022 年度年報も配布した。9 月の高槻での催しでは、5 月の東京会場で中村桂子名誉館長が行なった「生命誌版『ピーターと狼』と共に歩んだ 30 年」の講演内容をまとめた冊子を全員にお持ち帰りいただいた。

・当日パンフレット（一部抜粋）



・「生命誌版『ピーターと狼』と共に歩んだ 30 年」の冊子（一部抜粋）　（700 部制作）

2-5．季刊生命誌「生きものの時間」

担当：齊藤 わか、中井　彩香、全スタッフ

季刊「生命誌」は、生命誌の発信の基盤として、開館当初から制作している季刊紙である。生命誌の今を伝える「年間テーマ」を設定しているが、2022 年・2023 年は、創立 30 年を迎えるにあたり、「生きもの」の「生まれ」「生を営み」「続く」という特徴の本質である「時間」に注目し、「生きものの時間」をテーマに定め 2 年間かけて表現した。自然が育む生きものを知る科学としての「生命誌」をさまざまな記事をとおして読者に届けるとともに、JT 生命誌研究館の 30 年間の歩みとこれからの展開を知っていただくことを心掛けた。

今年度も、記事の全文を掲載する WEB 版（季刊誌本体）を年 4 回した。記事のエッセンスまとめた、カード版は、春夏、秋冬の合併号として 2 回発行し、定期購読登録者や来館者、イベント参加者に無料配布した。

季刊「生命誌」は、創刊 30 年を経て、WEB ページには 800 以上の記事の蓄積があり、最新号とともに豊かなアーカイブを再訪できる構成となっている。

1．季刊生命誌「生きものの時間 2」の構成

2023 年度は、「生きものの時間 2」として第 3 期目となる 112・113 号では「進化の時間」を取り上げ、38 億年の歴史を刻んだゲノムを切り口として特集し、最終章（第 4 期）となる 114・115 号では、「生命誌の時間」をテーマに、30 周年を迎えた JT 生命誌研究館の足跡を振り返るとともに、創立記念行事の記事を大きく取り上げた。

「進化の時間」をテーマとした 112・113 号では、永田和宏館長と法然院貫主の梶田真章氏が対談を行い、宇宙の時間「劫」から「刹那」という一瞬の時間を考え、この世界を生きることについて語り合った様子をトーク記事にまとめた。

研究記事の導入では、生きものの進化の道のりを近年のゲノム研究の成果から解説した。研究紹介では、海に残った動物であるサンゴ、陸上で生きるしくみをつかんだ植物、そして最後に上陸した脊椎動物に焦点を当てた研究を取り上げ、カードでは年表と裏表合わせて、私たち生きものがたどって来た 38 億年といわれる時間を考えた。

114 号・115 号では、「生命誌の時間」をテーマに JT 生命誌研究館の 30 年を振り返った。

東京と高槻で開催した 30 周年記念の催しから、（東京）「科学の未来と生命誌」より中村桂子名誉館長の「生命誌版『ピーターと狼』と共に歩んだ 30 年」、（高槻）「生命誌から生命科学の明日を拓くⅣ」より山極壽一氏の講演、小川洋子氏、永田和宏館長を加えての鼎談の記録を誌面にした。

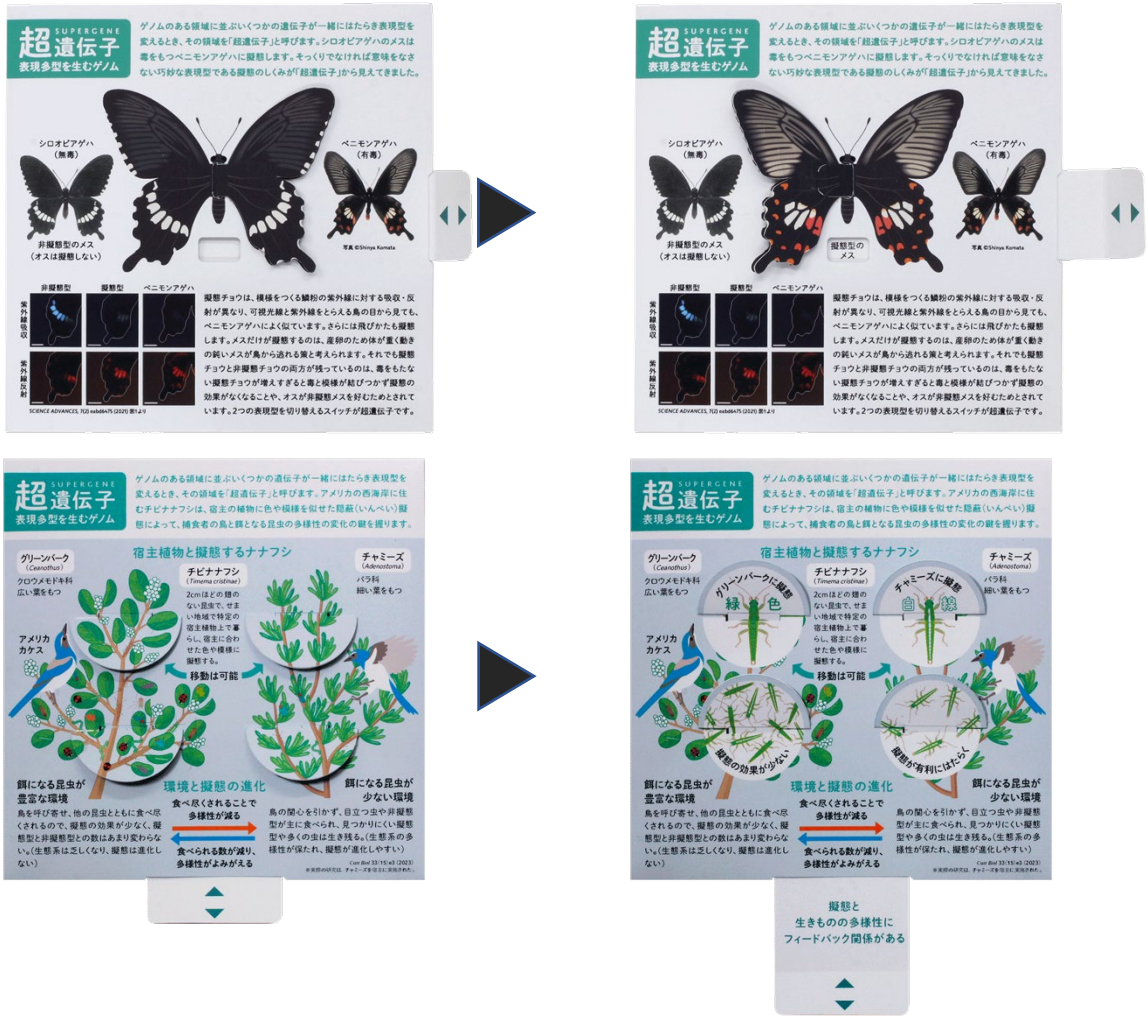
さらに JT 生命誌研究館で開催した「ゲノムが紡ぐ生きものの個性と関係性」の座談会より、研究者の生の声を収録した。

研究を伝えるリサーチ記事では、30 年前に JT 生命誌研究館がゲノム研究を始めるきっかけとなったオサムシ研究のこれまでとこれからの展望をまとめた。

WEB 版（季刊誌本体）では、記事に関わる記録動画も編集・公開し、多面的に楽しめるしかけとした。また WEB 版独自の記事として、発生生物学を牽引してきた近藤寿人顧問による連載「発生生物学の静かな革命」も継続している。

また、前年同様、季刊誌の全記事を PDF 形式で公開し、印刷冊子として利用できるようにし、30 周年記念の催しでは中村名誉館長の記事を記念の印刷物として配布した。

季刊「生命誌」カード（年 2 回発行）の特長を活かした表現である紙工作は、同種内での多様性を生み出す「超遺伝子」による表現型の変化を、プルタブのしかけで動かして確認する「シロオビアゲハ」と「チビナナフシ」を作成した（下の写真）。



２．2022 年「生きもの時間」全体の記事の構成

112 号「進化の時間」

パースペクティブ

ゲノムから見る生命誌の時間

（JT 生命誌研究館 表現セクター）

連　載

発生生物学の静かな革命 vol.5

近藤寿人（JT 生命誌研究館顧問）

紙工作

シロチョウ科（チョウと食草カレンダー）

他

30 周年のごあいさつ

113 号「進化の時間」

トーク

仏教の時間・生物の時間

梶田真章×永田和宏

リサーチ

・海の豊かさを支えるサンゴの普遍と多様

新里宙也（東京大学）

・コケの細胞分裂にみる上陸の姿

小藤累美子（金沢大学）

石川雅樹（基礎生物学研究所）

・哺乳類の鼻をつくった顔の進化

東山大毅（東京大学）

連　載

発生生物学の静かな革命 vol.6　　近藤寿人（JT 生命誌研究館顧問）

紙工作

シロオビアゲハ（プルタブ「超遺伝子」）、アゲハチョウ科（チョウと食草カレンダー）

ニュース

「たばこと塩の博物館」出張展示&レクチャー　　企画展「生きものの時間」（第三期）

114 号　「生命誌の時間」

パースペクティブ

「生きている」を知る学問でたどる

–生命誌の時間

JT 生命誌研究館 表現セクター

スペシャルストーリー

生命誌版 『ピーターと狼』と共に歩んだ 30 年

中村桂子（JT 生命誌研究館名誉館長）

連　載

発生生物学の静かな革命 vol.7　近藤寿人（JT 生命誌研究館顧問）

紙工作

シジミチョウ科（チョウと食草カレンダー）

ニュース

30 周年公開シンポジウム開催

115 号 「生命誌の時間」

シンポジウム

生命誌から生命科学の明日を拓くⅣ

山極壽一×小川洋子×永田和宏

アカデミア

ゲノムが紡ぐ生きものの個性と関係性

リサーチ

オサムシ研究のこれまでとこれから

蘇 智慧（JT 生命誌研究館 研究セクター）

連　載

発生生物学の静かな革命 vol.8　近藤寿人（JT 生命誌研究館顧問）

紙工作

チビナナフシ（プルタブ「超遺伝子」）、タテハチョウ科（チョウと食草カレンダー）

ニュース

「大澤省三先生を偲ぶ会」を開催しました

「生命誌かるた」絵札づくりが進行中！

企画展示「生きものの時間―生命誌の時間―」

3．カードの誌面の例（114・115 号）

表紙

SYMPOSIUM

SYMPOSIUM JT生命誌研究館創立30周年記念

BIOHISTORY 114 | 115

生命誌から生命科学の明日を拓くⅣ

JT生命誌研究館は、創立以来、ゲノムを切り口として38億年の生命の歴史と関係性を探る研究を続けています。同時に、研究の魅力を皆と共有したい、音楽やスポーツのように、科学を文化として楽しんで欲しい、という思いから、科学的知を基盤として社会へ発信する。そんな姿勢を貫いてきました。創立30周年記念のシンポジウムでは、お二人のゲストをお迎えして、自然環境の中の人、進化という時間を生きるヒト、そして言葉を扱うヒトという視点から「生きものとしての人間」を捉え直すことで、次への一歩としたいと思っています。（永田和宏）

講演

人類の飛躍と没落

―共感社会と言葉のもたらした世界

山極壽一 総合地球環境学研究所所長

人類の進化700万年は3つのエポックがありました。700万年前に人類は二足で歩き始めて森林から草原へと進出。200万年前には脳が大きくなり始め、誕生の地アフリカを出た集団はユーラシアへと進出。そして万から10万年ほど前に言葉もしゃべり始めて、再びアフリカから全大陸へと広がり始めた。それ以前を少し振り返ってみると、人類の祖先である類人猿は2000万年ほど前にアフリカの熱帯雨林に登場しました。その後、類人猿以外のサルが種も数も増やし、現在ではサルが80種、類人猿はたったの4種。類人猿はサルに比べて消化能力と繁殖能力が劣っていたために追い詰められて数を減らしたのです。

サルも類人猿も他の動物と違って毎日食べなくてはいけません。どこで何をどうやって、いつ誰と食べるのか、消化能力が弱い類人猿は、誰と食べるかに注力しました。類人猿はチンパンジーもゴリラも、体の大きな強いオスが持っている食物を体の小さいメスや子に分けます。とくに人類だけが進化したサバンナでは食物が分散しています。最強な者が遠くまで出掛けて、自分の必要以上のものを集めて持ち帰り、皆で分け合って食べる。それができたのは仲間を信頼する気持ちが芽生えたからで、そのおかげで現代人は誰がつくったかもわからない食物を食べることができるわけです。

直立二足歩行で自由になった手で食物を運ぶことが共感力を人類にもたらした。これが人間社会の基本だというのが私の仮説です。二足で立ち上がったことで、喉頭が下がり様々な音声を発することができるようになった。さらに上半身と下半身を別々に動かして自在に身体表現ができる。踊りです。音楽的な声と踊りは、同調と共感をさらに強化する効果があったはずです。

共感力は共同による子育てにも見られます。人間は、声と身体による音楽の能力を共同保育によって強化しました。赤ちゃんはお母さんが癒える度に泣きます。危険が迫るからです。すると周囲の大人たちは世話をする。人間の赤ちゃんは生まれつき共同保育をしてもらえる特徴を持っているわけです。赤ちゃんをあやす時に語り掛ける声は、世界共通の特徴を持った音の連なりです。赤ちゃんは言葉の意味でなくトーンやピッチを聞いています。赤ちゃんに語り掛ける音楽的な声が大人の間に普及して音楽になったという仮説があります。音楽は、お母さんと赤ちゃんの間に生じるような効果を広めた、皆と一緒に乗り越えていく精神です。これが人間社会を強くしたのですね。

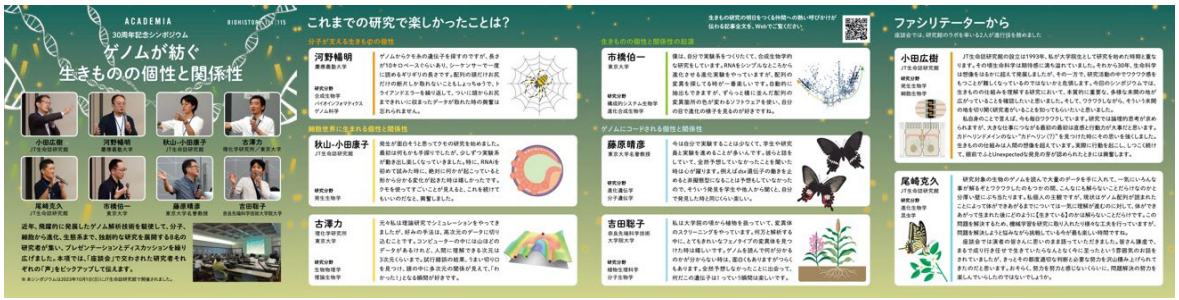
人間の本質は、実は音楽的コミュニケーションで結びついた身体の共鳴による共感力であり、家族と複数の家族を含む社会を編成する認知能力ではないでしょうか。しかし、人間の心身は、せいぜい150人からなる小規模な社会の暮らしに適応しています。7万から10万年前から用いるようになった言葉は、そうした小規模な社会や文化をつなぐ役割を果たしたけれど、実は信頼関係を伴っていないのではないか、我々は、700万年に及ぶ進化の時間の99%を占める狩猟採集の生活で培ったシェアリング＆コモンズという文化的土壌の上で、わずか1万2000年前に始まった食料生産による定住と所有を原則とする社会に生きています。これはまだ心身に染みつくには至りません。

音楽的コミュニケーションはアナログです。時間の流れを必要とする形式です。そこではリズムが重視され、それは同調や共鳴を要請する。その後にできた言葉というものは、世界を切り取る手段です。分類する、識別する。そして、遠くにあって見ることのないもの、体験できなかった過去の出来事を言葉によって伝えることができる。言葉はさらに、現実にはないものまで物語として想像させることができる。考える手段となり、新たなものを創造する手段となった。でも言葉は切り取って伝えますから抽象化という作用がある。これは言葉が音楽と違うところです。

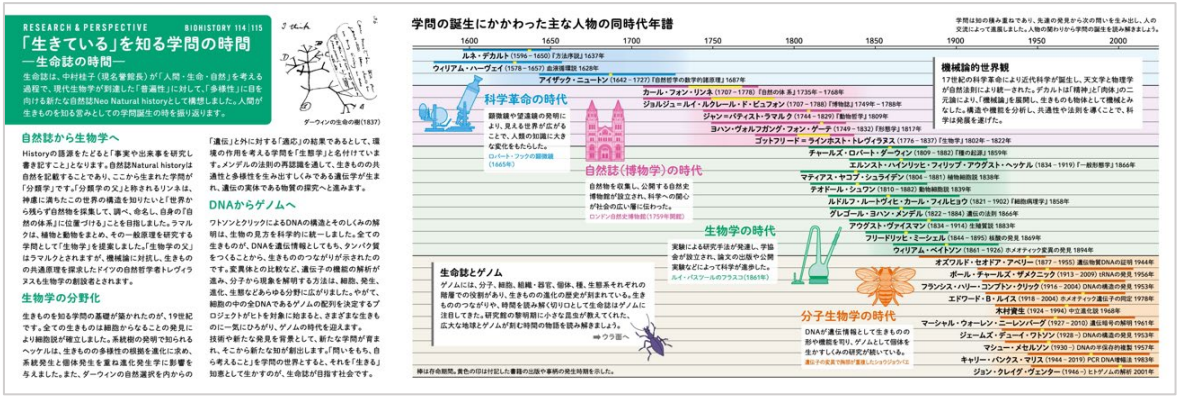
今、様々な情報通信技術によって自由に動ける時代を迎えました。第二のノマド、遊動の時代だと思います。そうすると、実は、食料生産が始まる時代より前に戻って、人類進化の大半を占めてきた狩猟採集時代の精神世界に戻れるのではないかと私は希望を抱いています。定住や所有がなくなって、代わりにシェアが増える。共有財、コモンズが増える。そうすることで、グローバル化によって一元化したものの価値や基準を脱して、個人と個人との間で新たな価値をつくれる時代を迎えるのではないかと思っています。

SPECIAL STORY

ACADEMIA



RESEARCH & PERSPECTIVE



NEWS

BRH NEWS 2023 WINTER
BIOHISTORY 114 | 115
「大澤省三先生を偲ぶ会」を開催しました
7月22日、「大澤省三先生を偲ぶ会」が、昆虫DNA研究企業19回研究集会のシンポジウムとして、研究院で開催されました。昨年5月に逝去された大澤省三先生は、研究院の初代顧問として、世界中の昆虫愛好家と協力しながら、オサムシの大規模なDNA解析研究プロジェクトを率い、さまざまな進化の様式を発見されました。今会ではアマチュア・プロを問わず大澤先生と共に過ごした研究者や関係者13名が登壇し、先生の業績と人柄を語りました。研究院を象徴する研究を牽引され、若い人たちの憧れであった大澤先生の存在の大きさを改めて感じました。
大澤省三先生（撮影：大西亮司）
大澤先生に囲んで命名された新種 Shinocyrtoidius osawai
大澤先生への思い を語る参加者たち
「生命誌かるた」絵札づくりが進行中！
昨年選定した読み句に合わせた絵札づくりを進めています。広大な宇宙から身近な生きもの、小さな細胞まで、さまざまな場面を描いた絵札と合わせることで、句に詠まれた情景がよりよく浮かび、「そうだったのか！」という自然への驚きも増しそうです。遊びながら、さらなる問いが生まれてくる「生命誌かるた」を目指します。
読み句の選の結果はこちら

BRH NEWS 2023 WINTER
BIOHISTORY 114 | 115
アドベンチャーワールドに「生命誌絵巻」が登場！
昨年より連携協定を結んでいる、和歌山県のアドベンチャーワールドのエントランスホールに、研究院のシンボルである「生命誌絵巻」が高さ約2.5mの大きさで登場しました。パーク内の食草園「チョウのファミリーレストラン」と共に、ぜひお立ち寄りください。
チョウと食草カレンダー「タテハチョウ科」ダウンロード版公開中
身近なチョウと植物の関係を伝えるチョウと食草カレンダーを季節ごとに公開しています。12月からはタテハチョウ科を公開中です。解説では、ツマグロヒョウモンとゴマダラチョウ、それぞれの幼虫の冬の過ごし方に注目しました。お部屋に飾って、チョウの話をに思いを馳せてみましょう。
ダウンロードはこちら
企画展示「生きものの時間 ―生命誌の時間―」を開催します
2024年1月開始！
生命誌は、ゲノムを切口に生きもの全体に関を向ける、新たな自然誌として構想されました。本展示では、DNAや細胞から進化を研究し、それを新しい形で表現してきた研究院30年の歩みに加え、自然誌から分子生物学に至る学問の誕生の時間を振り返り、さまざまな時代の自然を見る眼差しに学びます。また、開館当時から継続してきたオサムシの世界的なDNA解析の研究成果から見える、進化の物語もご紹介します。
季刊生命誌114 | 115 2023秋・冬
2023年12月1日発行
非生命誌研究院
生命誌とは？ 生きものを考えるセクター
編集発行：JT生命誌研究館 ／ 印刷：精文印刷工業株式会社

２−６．企画展示「生きものの時間」

担当:奥井かおり、平川 美夏

JT 生命誌研究館の展示ホールを来館の度に新鮮な印象を与え、何度も訪れたい魅力的な場所とするため、2021 年度より企画展示を開催している。

2022 年度より２年に渡り、創立 30 周年記念に因む企画として、「生きものの時間」を取り上げた企画展示を 4 回行った。

各回のテーマは、季刊「生命誌」の記事と連動しており、2022 年度の「生まれるまでの時間」「生まれてからの時間」に続き、2023 年度は「進化の時間」「生命誌の時間」（展示開始は 2024 年 1 月）を制作した。

第２回　生まれてからの時間

（2023 年 1 月～7 月開催、制作は 2022 年度）

2022 年 7 月より開催した第 1 回「生まれるまでの時間」に続き、生きものが生まれ出てからの一生の中での時間を考える展示を行なった。

1. 季刊「生命誌」から「生まれてからの時間」

季刊「生命誌」110 号のパースペクティブ記事の「個体が刻む一生の時間」、111 号の３つの研究記事「リズムに合わせてからだを動かすしくみ」、「植物が刻む体内時計」、「細胞に見る老化のライフサイクル」を解説するバナーを展示し、「生まれるまでの時間」と合わせて、生きものの一生の時間をさまざまな側面から表現した。

2. 生命誌レクチャー　1 月 21 日（土）

第２回企画展示開始に合わせて、「生まれるまでの時間」の研究紹介の著者である八木田和弘・京都府立医科大学教授によるレクチャー「生きものの成り立ちと時間」を開催した。

第３回　進化の時間（2023 年 7 月～12 月開催）

「生きものの時間」として、生命誌が考えるゲノムに刻まれた歴史としての種以上の大きなグループの出現や特別な体の構造や機能の発達など生きものの進化についての長い時間を考えた。

1. 立体生命誌絵巻

「進化の時間」のシンボル展示として生命誕生から 38 億年の進化の歴史を描き生命誌の考えを示した生命誌絵巻を立体生命誌絵巻として作成した。リボード製の人がくぐれるアーチ型のオブジェであり、地質年代を考慮した階層に分け、扇の要の最初の細胞を 1 番奥に置き、そこに目が引き寄せられるようにライトアップで示した。

2. 季刊「生命誌」から「進化の時間」

季刊「生命誌」112 号からパースペクティブ「ゲノムから見る生命誌の時間」と 113 号の３つの研究紹介の記事「海の豊かさを支えるサンゴの普遍と多様」、「コケの細胞分裂にみる上陸の姿」、「哺乳類の鼻をつくった顔の進化」をベースに生命の進化史の中での出現の時代と現存の生きものの研究を重ねあわせた年表をイメージしたバナー型展示を制作した。

3. 映像「生命誌版ピーターと狼」

東京で開催した 30 周年記念行事である「科学の未来と生命誌」で上演した生命誌版『ピーターと狼』の編集動画を上映する。原曲はプロコフィエフであるが、生命誌版は「時間の坊や」が冒険する生命進化の物語であり、「進化の時間」の映像表現である。

4. 絵本「いのちのひろがり」

松岡達英　原画展

中村桂子名誉館長が文章を、松岡達英氏が作絵を手がけた生命進化の物語の絵本「いのちのひろがり」の原画を松岡氏より寄贈いただき「進化の時間」の展示として併催した。

第４回　生命誌の時間

「生きものの時間」の最後は、30 周年を迎える JT 生命誌研究館の時間に目を向ける。生命誌は生命科学を日常へと広げることで人の営みとしての学問を包含する知として発想された。学問と研究館での研

究の歩みを辿った。

1.「生きている」を知る学問でたどる生命誌の時間
　生きものとその進化を考える科学としての学問の歴史をその時代を担った人物から見た。生命誌の着想の原点である「自然誌」から始め、現代のゲノム研究へと進む時間の中で、人の一生の重なりがどのように学問に影響を与えたのかを考える年表を展示した。

2. オサムシ研究のこれまでとこれから
　当館が最初に取り組んだオサムシ研究は、飛ばないオサムシの DNA の解析からわかる種分化と地形の成立が重なり、生物と自然の歴史を物語る研究成果となった。常設展示である「自然の中で時間を紡ぐ生きものたち」で紹介したオサムシ研究に、その後の研究の進展を加えた展示を制作し、標本をリフレッシュした。

3.「大澤省三先生の机」展
　一昨年 5 月に逝去された当館のオサムシ研究を率いた初代顧問　大澤省三先生を偲び、大澤先生が手ずから製本された自著論文や著作を図書室の一隅に配架した。当館の研究史の実際の記録として「生命誌の時間」に併設し手に取れる。

4. JT 生命誌研究館 30 年年表
　20 周年で制作した年表を 30 周年版としてリニューアルし、その後の 10 年の研究、表現の活動とできごとをまとめた。

生まれてからの時間解説バナー

進化の時間　解説バナー

立体生命誌絵巻

生命誌版『ピーターと狼』

『いのちのつながり』原画展

「生まれるまで」「生まれてから」継続展示

「生命誌の時間」バナー

「生命誌の時間」新展示

2−7．企画展示室

担当:奥井 かおり

当館 1 階展示ホール奥にある小展示室では、期間ごとに内容を入れ替え、さまざまな展示を行なっている。メインとなる企画展示と連動した展示の場合もあれば､独立した内容の展示を行なうこともあり、いずれにおいても館全体の展示をより多様にするとともに、新しい表現の試みの場にもなっている。

2023 年度は、「食草園写真展」、「JT 生命誌研究館の紙工作展」、「絵本「いのちのひろがり」松岡達英原画展」を開催した。

1.「食草園写真展」

開催期間：2023 年 1 月 21 日〜2 月 15 日

企画展示「生きものの時間-生まれてからの時間-」の開催に合わせ、四季を通して食草園の日々の姿を紹介する Instagram で使用した写真と言葉を中心に、食草園の写真展示を行なった。2021 年度に開催した企画展示「食草園が誘う昆虫と植物のかけひきの妙」の展示も一部活用し、食草園を多方面から楽しめる内容を目指した。

2.「JT 生命誌研究館の紙工作展」

開催期間：2023 年 3 月 1 日〜5 月 13 日

JT 生命誌研究館の紙工作は、2002 年に季刊「生命誌」がカードの形態となったことをきっかけにおまけとして誕生し､これまでに 80 種類を超えるオリジナルの紙工作が開発されている。

本展示では、60 種類の紙工作と、制作に関わるペーパーエンジニアの坂啓典氏および現在紙工作の開発を担当している平川チーフのインタビュー映像を展示した。また、空間演出として、紙工作の展開図を壁面展示したほか、アホウドリ、ゴリラの頭骨、カニクイザルの紙工作を実際と近い大きさで制作した。

「JT 生命誌研究館の紙工作展」は、当初より出張展示を想定して設計している。当館での展示終了後には、「たばこと塩の博物館」（東京）にて行なった創立 30 周年を記念した催し「生きものの不思議をたのしむ」（5/30-6/11）の展示の一部として､「アドベンチャーワールド」(和歌山県)では「JT 生命誌研究館の紙工作展」（10/12-12/11）として出張展示を行ない、紙工作を通して生きものの不思議や魅力を伝えるとともに、JT 生命誌研究館の存在を伝える場ともなった。

紙工作は本年の展示用に、開発者である坂氏が組み立て、一点一点をアクリルケースに入れた。これは、展示だけでなく運搬や保管の際にも破損を防ぐ仕様となっている。JT 生命誌研究館の表現活動を象徴する紙工作の活用と新たな展開を、今後もさらに進めていきたい。

3.「絵本「いのちのひろがり」松岡達英原画展」

開催期間：2023 年 7 月 29 日〜12 月 28 日

中村桂子名誉館長が文章を、自然絵本作家の松岡達英さんが絵を手がけた絵本「いのちのひろがり」(福音館書店・2015 年) の原画が当館に寄贈されたことを受け、原画とともに絵本の世界観を楽しむ企画展示を開催した。中村名誉館長のやさしい文章と、柔らかくも生命の力強さを感じる松岡氏の絵を通して、日常からはじまる私たち生きものの約 40 億年の進化のあゆみを見つめることができる展示である。出版された絵本では見ることのできない、原画の端の部分を見せる演出を試みたことが今回の展示のこだわりの一つである。

出張展示が可能であるが、外光の入らない環境での展示が望まれる。館内、館外を問わず、繰り返し開催していきたい。

1.「食草園写真展」

2.「JT 生命誌研究館の紙工作展」

3.「絵本「いのちのひろがり」松岡達英　原画展」

2−8．インターネットの活用と発信

担当：齊藤 わか　ほか表現セクター

1．JT 生命誌研究館ホームページの発信

ホームページは、JT 生命誌研究館のインターネット上での顔であり、研究発表や催しなどの最新のニュースを届けると共に、館の開館時間、展示など来館者のための基本情報や、読み物である季刊「生命誌」など、今の活動と足跡とを広く発信している。

月 2 回、催しのお知らせや、館員からのメッセージを発信している。また研究室のページは、随時館員の手によって最新の論文や研究成果の情報を更新している。

●ホームページの運用

月 2 回の定期更新を通して、トップページには、新着情報やおすすめコンテンツを掲載している。2022 年末よりトップページの「生命誌絵巻」のスペースを活用して、アクセスした際に館内写真が映し出される仕組みとすることで（下の写真）、季節ごとに、最新の企画展示や季節の食草園の写真を表示し、当館のおすすめの展示の認知に役立てた。2023 年度は、全体で 126 万件のアクセスがあった。よく見られているページの上位は、季刊「生命誌」の記事が多数を占めるが、「研究館へ行く」などの交通情報、「生命誌って何？」など当館の理念の説明も順位が高く、当館への関心の高さを反映しているとみられる。

トップページの画面遷移

●画像投稿システムの活用

2022 年度に作成した画像投稿システムを活用し、読者が写真を投稿するキャンペーンを行なった。企画展示「JT 生命誌研究館の紙工作展」に連動して、読者に自身で作った「紙工作のある風景」の写真を投稿するキャンペーンを行なったが、2023 年度は、BRH カードに組み立てキットの付録がなかったこともあり投稿数が伸び悩んだため、一昨年から好評のテーマ「チョウや植物」の写真を募集に切り替えた。投稿者へのプレゼント等の特典はなかったが多数の投稿が寄せられた。今後もより多くの方に参加いただけるようなテーマを検討していきたい。

企　画：紙工作のある風景　投稿募集！
会　期：2023 年 5 月 2 日～7 月 31 日
投稿数：8

企　画：チョウや植物の写真を撮って投稿しよう！
会　期：2023 年 8 月 1 日～9 月 30 日
投稿数：94

●「みんなの広場」の運用

「みんなの広場」は、インターネット上の語り合いの場である。2023 年度もおよそ 100 件の投稿があった。本年度も「研究館より」に対するコメントが多かったが、館内外を含む催しに参加した方から後日、心のこもった感想を寄せていただくことが増えた。このような投稿を見た人が「催しに参加してみよう」と思ってくれるような、良い循環が生まれるのではないかと期待している。今後も適切に運用していきたい。

●メールマガジンの発行

ホームページの更新日にあわせて、最新情報をお届けするメールマガジンを発行している。現在、登録者数は少しずつ伸び続け、約 7300 件（2024 年 1 月時点）に達した。読者の反応は良好で、本年度も催しの申し込みや投稿募集などの企画では、配信してから早期に人数が集まるなど手応えを感じている。正確かつわかりやすい情報発信を続けていきたい。

2．ソーシャルメディアによる発信

ソーシャルメディアを利用して親しみやすく研究活動を発信し、JT 生命誌研究館を身近なものとして関係を築くことを試みている。

●LINE

新規開設国内の利用者数が最大である SNS、LINE の公式アカウント（@brh_official）を 2022 年度より運用している。本年度は、「友だち登録数」が 1,000 名を超えた。月 2 回、催しや季刊誌の発行情報、最新の研究活動についての情報をビジュアルバナーで伝えた。そのほか、夏休み期間中は来館時にもらえるプレゼントクーポンを配信した。これが好評だったため秋まで延長し、夏と秋あわせて 170 名の方に来館プレゼントをお渡しした。

友だち登録数：1,018（2024 年 1 月時点）

LINE のビジュアルバナーの例

来館時に使えるプレゼントクーポン

●YouTube の活用

催しの記録映像や生命誌の映像作品、季刊誌の取材映像や研究活動の動画など、YouTube サイトから配信を行なっている。2023 年度は、30 周年の催しやアドベンチャーワールドの講演の記録映像も配信し、「現地参加の予約が取れなかったので後日動画を見たい」というご要望に応えることができた。2020 年度に催しや研究動画の配信を始め、2021 年度からは毎年 300〜400 人ずつチャンネル登録者が増え、現在は 1,115 名（2024 年 1 月時点）となっている。

最近は、催しの記録映像について「どこで見られますか」というお問い合わせが増えており、記録配信の認知度が上がっていることを実感している。一方、このような問い合わせがあるということは、目当ての動画が見つけづらいということでもある。2022 年度に動画をカテゴリ別に表示するなどの整理を行なって、動画の一覧ページを見やすくしたが、2023 年度は、それ以上にタイトル数が増えたため、再び見にくくなっていることが一因と考えている。今後、さらに見やすい整理方法を検討するとともに、ホームページからの導線も整えていきたい。

YouTube チャンネルトップページ

2－9．Ω食草園

担当:中井 彩香、奥井かおり、展示ガイドスタッフ

4 階の屋上にあるΩ食草園は、自然のチョウの訪れをまつ庭である。毎年さまざまな吸蜜植物と食草を植え、一年を通して来館者がチョウの生態と研究を知り楽しむことのできる場づくりを行なってきた。展示としては一般来館では窓ガラス越しにしか見ることはできないが、予約来館や催しの際は来館者も中に入ることができる。

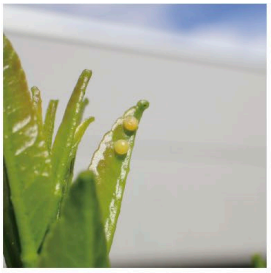
食草園には、ミカンやキハダなど、さまざまなチョウの幼虫が食べる食草だけでなく、ブットレアなどの蜜源植物を植えることで花の蜜を吸いにさまざまなチョウが訪れる、まさにチョウのレストランである。そうして訪れたチョウが卵を産み、幼虫が育ち、自然にくらす様子が観察できる。

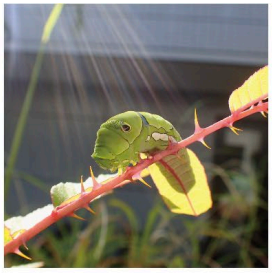
1．2023 年に食草園に訪れた生きもの（Instagram「食草園の毎日」より）

2023 年度は、食草園に訪れるチョウの種類は多くなかったものの、たくさんのチョウが訪れることにより、1 種類のチョウにおけるさまざまなステージを観察することができた。それぞれの生きものの特徴が伝わるように撮影し、コメントとともに Instagram「食草園の毎日」を週 2-3 回の頻度で更新を続けている。フォロワーからは、写真に対するコメントだけでなく、自宅での観察記録などをお知らせしてくれる投稿もあり、コミュニケーションの場になっている。

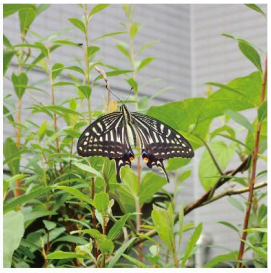
フォロワーは前年度よりも 139 人増加し、686 人となっている(2024 年 1 月 24 日現在)。

●今年訪れたチョウ（一部紹介）

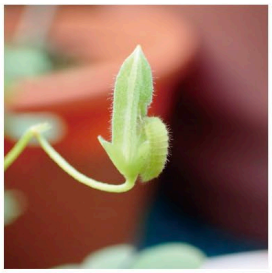

ナミアゲハ(卵)

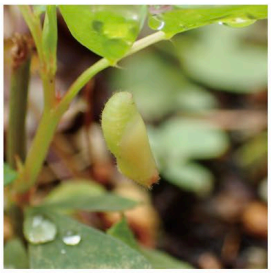

ナミアゲハ(幼虫)

ナミアゲハ(蛹)


ナミアゲハ(成虫)

ヤマトシジミ（卵）

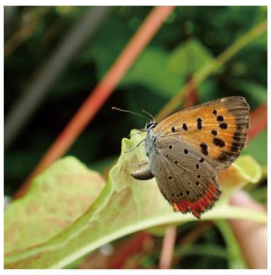

ヤマトシジミ(幼虫)


ヤマトシジミ(蛹)

ヤマトシジミ(成虫)

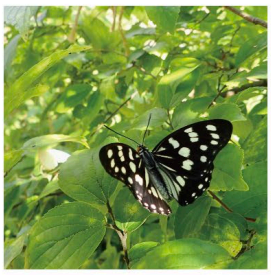
ベニシジミ（卵）

ベニシジミ（幼虫）

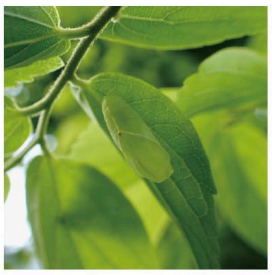

ベニシジミ（成虫）

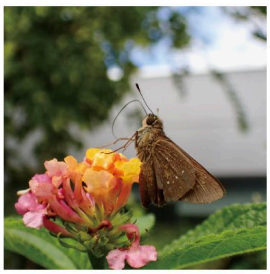
ゴマダラチョウ（幼虫）

ゴマダラチョウ（蛹抜け殻）

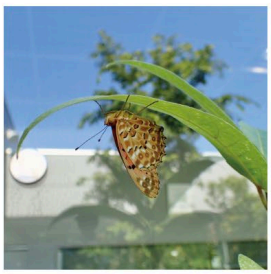

ゴマダラチョウ（成虫）

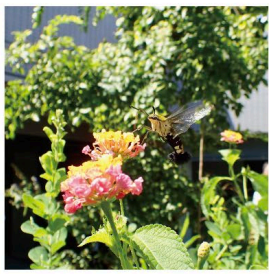
テングチョウ（幼虫）


テングチョウ（成虫）


セセリチョウ

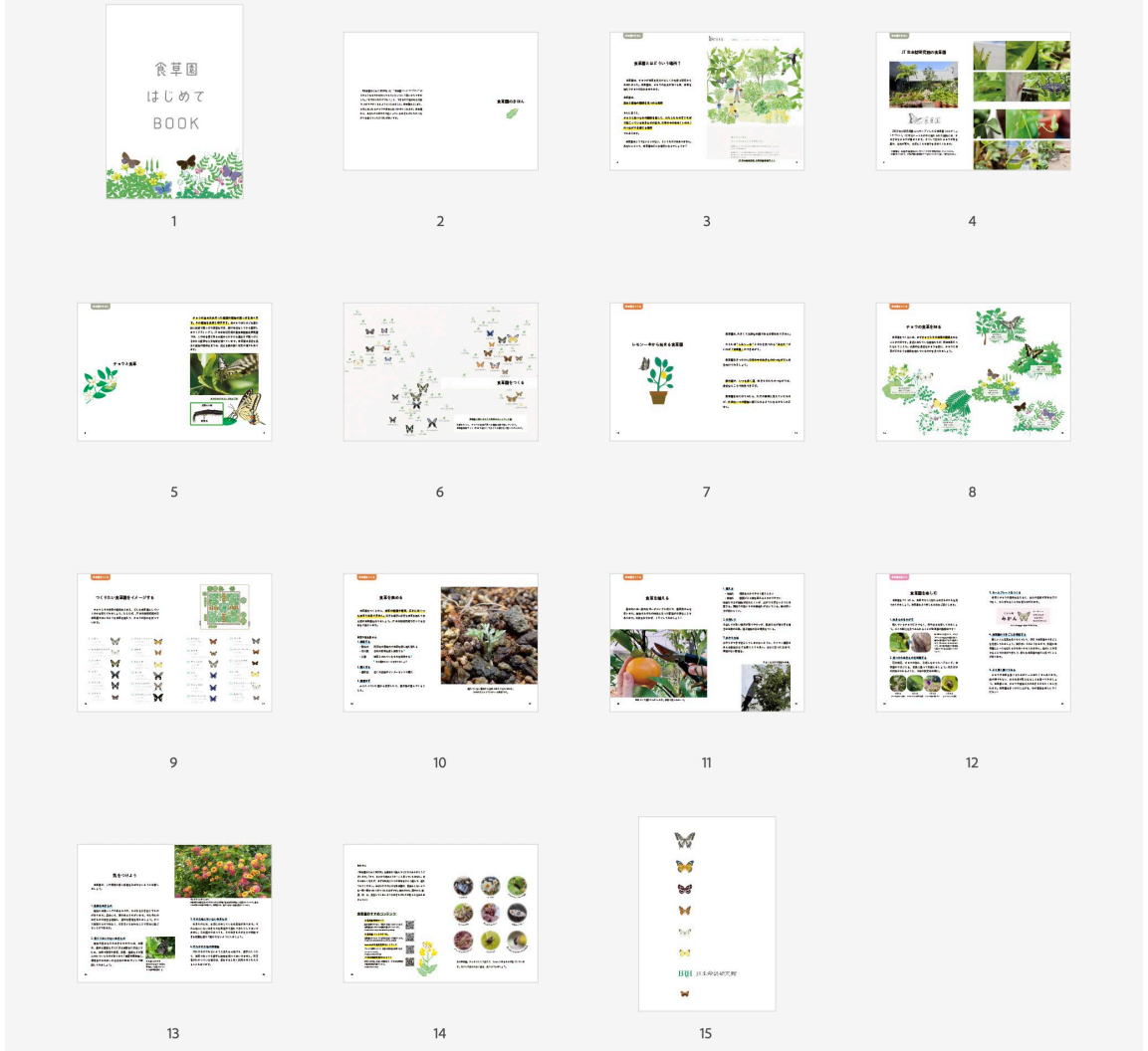
ツバメシジミ


ツマグロヒョウモン


オオスカシバ

2．『食草園はじめて BOOK』の作成

20 周年を迎えた「Ω食草園」は、JT 生命誌研究館以外での展開が始まっている。そこで、食草園を初めて知る方や、自分で食草園を作ってみたいと思う方の手引書として『食草園はじめて BOOK』を作成した。「食草園とはどういう場所なのか」「チョウと食草の説明」「食草園の楽しみ方」などを可愛いイラストや、これまで食草園で撮影したたくさんの写真を使って解説する A5 サイズの冊子である。優しい語りと挿絵で絵本のように楽しめるこの冊子を手に取った方が、食草園をきっかけに日常の中で起こっている生きものたちのつながりを感じてもらえることを期待している。



上：表紙・中央ページ　　下：全体構成

２-１０．展示ホールの生きもの

担当：後藤 聡、平川 美夏

１．ナナフシ

展示ホールの奥で、ヤエヤマトガリナナフシを飼育している（注：従来、アマミナナフシの名称で展示をしていたが、再検証によりヤエヤマトガリナナフシであることが判明）。15 年以上にわたって飼育を続けており、擬態や再生といった生存戦略を教えてくれる生きものとして、来館者に親しまれている。出張展示でも活用しており、ケースの外から枝に扮したナナフシを探したり、手に触れたりして、生きものを身近に感じていただいている。

2023 年度には、コロナ感染拡大防止策規制緩和により、「高槻ジャズストリート」、「中之島リバーフェスタ」、「うめきた外庭 SQUARE」、「あくあぴあふれあいフェスタ」、「たかつき産業フェスタ」などで多くの方に鑑賞いただくことができた。また、アドベンチャーワールドでは、昨年に引き続き出張展示に合わせて、解説パネルと共に長期にわたって飼育・展示を行なっていただくことができ、人気を博している。今後も外部の催しなどで積極的に活用していきたい。

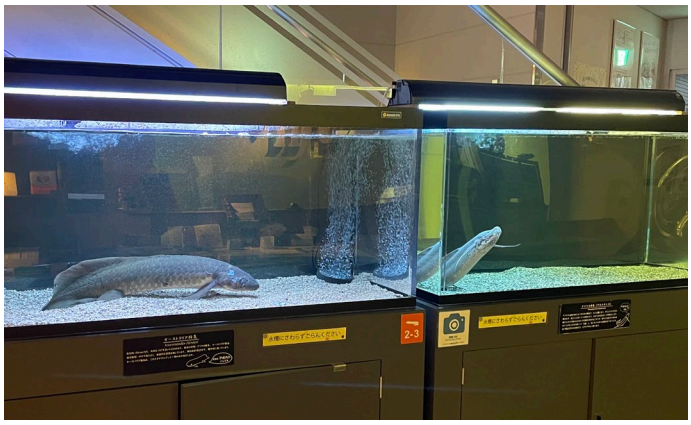
アドベンチャーワールドでの展示の様子

うめきた外庭 SQUARE での展示の様子

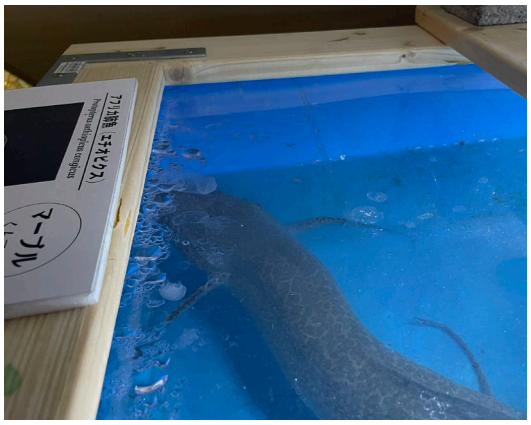
２．肺魚

肺で呼吸をする肺魚は、魚類よりも四足動物と近縁であるとされ、地球上にわずか６種が残る古代の性質をもつ系統である。当館では、オーストラリア肺魚（Neoceratodus forsteri）とアフリカ肺魚（Protopterus annectens）の２種の肺魚を、展示ホール入口を入ってまず目に入る受付前の水槽で飼育している。オーストラリア肺魚は、肺が片方であり主に鰓で呼吸をしているが、アフリカ肺魚は人と同じ対の肺をもち、水上に鼻先を出して呼吸する。両者を比較することで、生きものの上陸の進化を考えるきっかけとなる生体展示である。

以前、展示をしていたアフリカ肺魚（Protopterus aethiopicus）は、巨体のため水槽確保が難しいので、階段下のたらいで飼育している。「骨と形」展示の隙間から見ることができるので、バックヤードを覗く気分が味わえる。



肺魚の展示水槽



バックヤードの肺魚

2−１１．展示案内プログラムについて

担当:奥井かおり、中井 彩香、展示ガイドスタッフ

JT 生命誌研究館は、生きものの展示と研究を通してすべての人が「生きている」ことについて考える場である。来館者が訪れる展示ホールには、大きく 2 つの意味を持つ。

1 つめは、生命誌が、「あなた」の日常と重なることを実感する場である。生命科学研究が遠い場所の話ではなく日常のつながったところにあるということを実感してもらいたいと考えている。

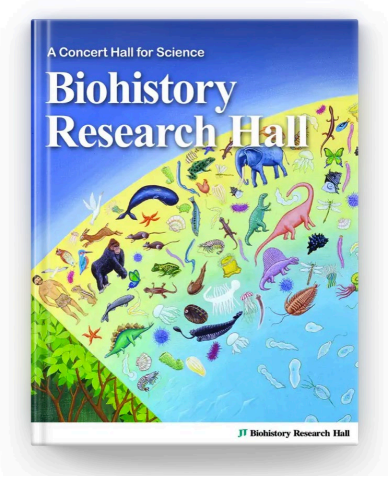
そして 2 つめが、生きもの研究、生命科学の問いを発掘する場である。問いを発掘するためには“わかる”だけでなく“わからない”を理解する必要がある。展示ホールは、「問う」ために必要な理解、“ここまでわかっている”を表現する場でもある。展示ガイドスタッフの語りにより、これらをより深く来館者に伝えることができると確信している。

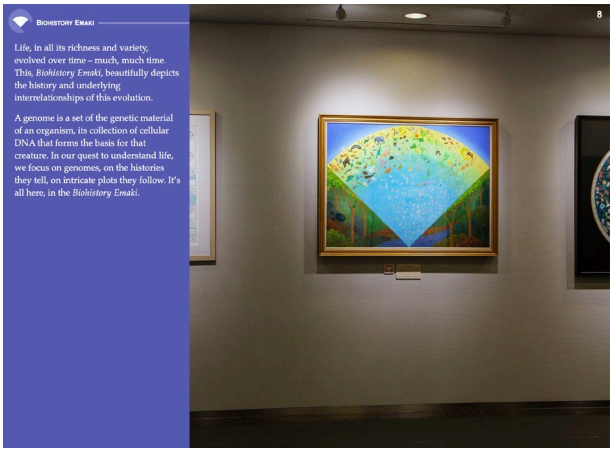
１．展示案内補助ツールの更新

来館者に提供できるツールの一つとして、電子ブック(iBooks)がある。無料でダウンロードができる電子ブックは 2017 年に日本語版、2019 年に英語版を作成しているが、それ以降の展示物の変更を反映できていなかったため、この度日本語版・英語版ともに、更新作業をおこなった。

併せて、館内の音声ガイドの英語版を新たに制作する準備を進めている。

また、経年劣化により日焼けしたキャプションを刷新するにあたり、現場で日々来館者に解説を行なっている展示ガイドスタッフとともに、内容の見直しを行なった。





２．予約来館の経年変化とアンケート結果の総括

展示ガイドプログラムの最後に、アンケート記入の協力をお願いしている。団体のその後のスケジュールによるところもあるが、枠内にびっしりと感想を書いてくれることも少なくない。コメントは全てガイドスタッフが読み、またデータとして記録・保存している。コロナによる来館状況の変化から現状を把握するため、過去 10 年の実績を表にまとめた。結果、コロナ禍前と同程度の予約数に回復していることがわかった。

2023 年度のアンケートの定量結果では、展示案内ガイドで予約来館した人の約 8 割が初めての来館であることがわかった。男女比はおよそ女性 6 : 男性 4 で、約 7 割が大阪府下からの来館であった。平日のみの実施のため、学生と高齢者が主な層であることが確認できた。プログラム内容についての満足度は高い一方、1 割は「どちらでもない」と回答していることは課題として受け止める必要がある。

月ごとの展示案内ガイド予約件数(キャンセル分含む)

	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	平均	平均(2020・2021除外)
1月	7	6	1	4	4	4	5	2	2	1	3.6	3.9
2月	5	3	0	3	7	4	2	2	2	2	3.0	3.4
3月	4	4	2	0	8	7	5	10	7	4	5.1	6.1
4月	5	2	0	0	2	5	4	5	8	2	3.3	4.1
5月	7	9	0	0	7	2	5	6	5	4	4.5	5.6
6月	7	7	0	0	4	3	4	6	4	3	3.8	4.8
7月	6	6	7	0	7	13	5	6	10	7	6.7	7.5
8月	10	9	6	0	3	4	6	8	8	5	5.9	6.6
9月	5	7	2	0	9	13	9	9	9	9	7.2	8.8
10月	8	14	7	1	11	7	5	7	11	10	8.1	9.1
11月	7	2	12	6	6	11	5	10	5	8	7.2	6.8
12月	4	9	8	1	4	9	4	6	4	10	5.9	6.3
計	75	78	45	15	72	82	59	77	75	65	64.3	72.9

(注)

2020 年 2 月 28 日から 6 月 1 日まで臨時休館/2020 年 6 月 2 日から時短・事前予約制で開館/

2020 年 8 月 15 日から通常開館/2020 年 10 月 1 日から展示案内プログラム予約開始/2021 年 4 月 27 日から 6 月 21 日まで臨時休館

展示案内ガイド 2023 年度アンケート結果(自由記述を除く)

来館経験	回答人数	全体パーセント
初めて	828	79.2%
2 回目以降	212	20.3%
無回答	5	0.5%
回答人数	1045	100.0%

性別		
女	587	57.5%
男	421	41.3%
無回答	12	1.2%
回答人数	1020	100.0%

住まい		
大阪府	432	43.3%
高槻市	263	26.4%
それ以外	303	30.4%
回答人数	998	100.0%

年齢	回答人数	全体パーセント
～10	8	0.8%
～20	282	27.0%
～30	31	3.0%
～40	16	1.5%
～50	28	2.7%
～60	47	4.5%
～70	159	15.2%
～80	262	25.1%
～90	49	4.7%
無回答	163	15.6%
回答人数	1045	100.0%

展示案内プログラムについて	回答人数	全体パーセント
満足	912	89.1%
どちらでもない	109	10.7%
不満	2	0.2%
回答人数	1023	100.0%

研究館の展示について		
満足	920	91.1%
どちらでもない	89	8.8%
不満	1	0.1%
回答人数	1010	100.0%

日常につながると思いますか？		
思う	883	89.2%
思わない	107	10.8%
回答人数	990	100.0%

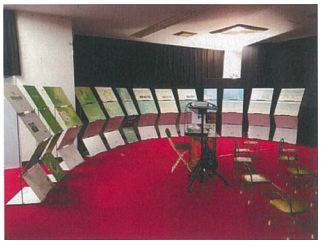
２−１２．「お届け生命誌ボックス」「いのち愛づる館の物語り」の活用

担当 齊藤わか・村田英克

「お届け生命誌ボックス」「いのち愛づる館の物語り」は、館外で JT 生命誌研究館の活動を伝え、展示や研究の魅力に触れてもらうための組み立て式のパネルセットである。2023 年度も希望のあった施設・団体にこれら出張展示の貸し出しを行なった。あわせて希望する団体には、会場で活用できる映像作品 DVD（「What’s DNA」「細胞が語る細胞の物語」）も貸し出した。学校、図書館の計 3 件の貸出を実施した。展示に合わせて映像の上映会を開催したり、ボランティアがついて説明を行なったりと、各貸出先の趣旨に沿うよう工夫して活用いただいた。また、出張展示を直接引き取りに来られた団体には館内を案内したり、当館の取り組みを紹介したりする機会が得られた。生命誌の活動を広く発信していくために、今後も出張展示を活用する。

貸出先一覧（2023 年）　◇…お届け生命誌ボックス　◆…いのち愛づる館の物語り　○…映像作品

貸出先	日程	使用目的	来場者数（人）	利用展示
千葉工業大学先進工学部生命科学科	8 月 3 日～7 日	オープンキャンパスでの展示として使用	−	◆○
池田市立五月山児童文化センター	11 月 9 日～16 日	センターが主催する「科学まつり」内での展示として使用。	約 60	◇◆
貝塚市民図書館	11 月 29 日～1 月 9 日	図書館内での展示として使用	約 40	◆○



五月山児童文化センター展示

貝塚市民図書館　展示（左）・上映会場（右）

貸出先の担当者のご感想（抜粋）

- ●オープンキャンパスにて展示させていただきましたが、今回も高校生だけでなく多くの見学者に大変好評でした。（千葉工業大学先進工学部生命科学科）
- ●市民の方からも、「面白かった」・「また開催してほしい」等の声をいただきました。（貝塚市民図書館）
- ●（前略）深く意味は分からなくても、展示の楽しさ・美しさやそこに載る絵や図、写真などはきっと長く子ども達の記憶に残り、いつかテント点が繋がる日があれば嬉しいことだと思います。ありがとうございました！（池田市立五月山児童文化センター）

２−１３．記録映画「食草園が誘う昆虫と植物のかけひきの妙」
～JT 生命誌研究館の魅力を伝える～

担当　村田 英克

JT 生命誌研究館の約 1 年間の活動を表現セクターの視座から綴った記録映画「食草園が誘う昆虫と植物のかけひきの妙」は、2022 年度夏期より興行館を中心に全国各地で上映を行なった。本作封切り公開から半年が経過した 2023 年度春期以降は、地方の映画祭や公共施設での自主上映会への作品提供に切り換えて上映を行なってきた。

2023 年度は、興行館 2 館、映画祭 1 件、自主上映会 2 件で上映され、320 名の鑑賞者があった。映画鑑賞の場では、主催者の要望や会場となる施設の特性にあわせて、当館のチョウの食草園を紹介するツールの提供、関連グッズの販売、写真展、トークイベント等を工夫して行なった。

練馬区立大泉図書館「チョウのための庭」食草園写真展（左：外観、右：施設内）

上映会場での関連グッズ、配布物の陳列（シアターセブン、ゆふいん文化・記録映画祭）

当館での映画鑑賞会（左：施設看板、中：上映＆トーク会場、右：食草園見学）

上映場所		上映期間	イベント	来場者
大阪	シアター・セブン	3 月 25 日 ～3 月 31 日	3 月 25 日、26 日　監督トーク	56 人
富山	ほとり座	4 月 22 日 ～4 月 28 日	3 月 22 日、23 日　監督オンライントーク 3 月 22 日　食草園ライブ中継	55 人
大分	ゆふいん文化・記録映画祭（招待上映）	7 月 8 日	上映後監督トーク	70 人
大阪	JT 生命誌研究館（自主上映会）	9 月 16 日	上映後食草園ツアー	99 人
東京	練馬区立大泉図書館（自主上映会）	10 月 7 日	上映後監督トーク	第 1 回　19 人 第 2 回　21 人

自然生態系を支える生物資源の循環や多様な生きものの共生を考える糸口として、身近なチョウと食草の関係に注目する本作の提案は、私たちの社会、日常の生活が、生きもののつながりの中にあることを改めて喚起させ、一般の人々に SDGs への貢献を促す効果も期待されることから、いくつかの地方自治体や公共施設の主催による上映会・鑑賞会の企画も、次年度の実施に向けて進行している。

1 月には、熊本県と（公財）熊本県緑化推進委員会が主催する「森林ボランティア活動報告会・交流会」で本作鑑賞と関連グッズを用いたイベントを実施。さらに東京都杉並区主催による「杉並サイエンスラボ IMAGINUS」での鑑賞会、東京都国分寺市教育委員会主催による鑑賞会の企画検討が進められている。同時に、各自治体に食草園の設営を提案する館長特命プロジェクトを推進する過程で、本作鑑賞会についても、行政関係者や市民に向けた効果的な理解増進の方策の一つとして提案を続けている。当館の活動拠点である高槻市に於いては、既に、高槻市長、教育委員会委員長による本作内覧を経て好評を得ている。

また、緑の募金記念事業に採択された高槻市立富田小学校の「ビオトープ（自然の循環と日常生活の重なり）」を学習する庭の整備では、学校関係者による本作への共感から「チョウの食草園」を前面に打ち出して、2024 年 2 月末完成を目標に、児童と共に庭づくりを進めている。加えて、各自治体で検討が進んでいる食草園の設置については、それぞれの実情に適応して多様な食草園の在り方が検討されている。そのように食草園が広がっていく様子を伝える次の生命誌の映像作品にまとめるために、各々の経緯についても映像として記録している。

【高槻市　市長室から頂戴した本作へのコメント】

生命誌のドキュメンタリー映画では、研究館の皆様の情熱、展示の背景、何より植物と昆虫の関係の巧妙さ、能もミックスされての構成の妙だと思いますが、最後まで楽しく拝見させていただきました。JT 生命誌研究館が高槻市にあることは誇らしいことだと思いました。

【2023 年 10 月 4 日　高槻市立富田小学校　5 年生「いまと未来の時間」の授業】

２−１４．医工薬学三学連環科学教育研究機構共同講義「生命誌講義」

担当：平川美夏　他

「生命誌講義」は、2004 年より医療従事者教育課程において医学概論一部として大阪医科大学医学部の一年生を対象として開始した。2011 年より大阪薬科大学、関西大学工学部の医工薬三学連環科学教育研究機構の共通講義として提供され、大阪医科薬科大学（旧大阪医科大学）で講義を行ない、他大学は遠隔講義システムを利用したネットワークで受講する３点連携講義である。

医学・薬学教育は、国際基準に基づく高度な共通知識や技術の習得が必須であり、教養や人間教育の時間が狭まる中で、現代科学の進歩を受け入れながら、人間は自然の一部であり生きものとして生きる生命論的な世界観を身につけることを目的としている。永田館長、吉田顧問、秋山研究員（大阪医科薬科大学非常勤講師兼務）による特別講義と、人間の一生を「生まれる」「育つ」「暮らす」「老いる」「死ぬ」の５つのライフステージから考える「ライフステージ医療」の講義を組み合わせ、受講者には毎回ミニレポートを課し、７回の講義の後、JT 生命誌研究館の展示ホールを見学してレポートをまとめる、考えることを重視した内容である。医学部１年生の１単位（8 講義）は必修科目、薬学部、関西大学は選択科目となっている。

2024 年度の受講者は、医学部 112 名、薬学部 25 名、関西大学 3 名であった。

日 時	内 容	担 当
10 月 16 日(月)14:40〜16:20	生命誌とは何か、ライフステージ医療	平川美夏
10 月 23 日(月)14:40〜16:20	特別講義：タンパク質の一生	永田和宏館長
10 月 30 日(月)14:40〜16:20	特別講義：細胞呼吸と ATP 合成	吉田賢右顧問
11 月 6 日(月)14:40〜16:20	特別講義：研究館の研究から	秋山−小田康子講師
11 月 13 日(月)14:40〜16:20	「生まれる」「育つ」	平川美夏
11 月 20 日(月)14:40〜16:20	「暮らす」「老いる」	平川美夏
11 月 27 日(月)14:40〜16:20	「死ぬ」まとめ	平川美夏
12 月 1 日(金)〜28 日(木)	JT 生命誌研究館 来館	

講義風景（11 月 6 日）

社会に開かれた活動報告

日程	対象者	場所	行事名・内容	定量実績
2023/2/3	中学二年生	高槻市立 芝谷中学校	「キャリア学習」の講師として課題 発表会参加、評価	36 人
2023/2/11	一般 親子連れ	JT 生命誌研究館	オープンたかつき「生命の不思議に 触れる」プログラム提供 （公益社団法人高槻市観光協会）	10 人
2023/3/4	一般 親子連れ	うめきた外庭 SQUARE	「チョウの食草園」ブース出展 （JT 大阪支社協働）	ｷｯﾄ配付 150 組人
2023/4/1 ～5/31	高校生	千葉県 習志野高等学校	「細胞展」映像 DVD の授業での活用	約 100 人
2023/5/1	一般	NHK 大阪放送局	「関西ラジオワイド」 関西時の人出演	
2023/5/3 ～5/4	一般 親子連れ	高槻城公園	「高槻 JAZZ ストリート」ブース出展 （JT 大阪支社協働）	来場 4,225 人 ｷｯﾄ配布 800 組
2023/5/5	一般 家族連れ	中之島バンクス	「中之島リバーサイドフェスタ」 ブース出展（JT 大阪支社協働）	約 400 人
2023/6/10	一般 家族連れ	あくあぴあ芥川 高槻市 自然博物館	「あくあぴあふれあいフェスタ」 ブース出展	来場約 1,100 人 ｷｯﾄ配布 150 組
2023/6/10	大学生	京都産業大学	キャリアプランニングセミナー講師	26 人
2023/6/10 2023/6/24	大学生	京都産業大学	キャリアプランニングセミナー講師 として授業を実施	各回 26 人
2023/7/24 ～7/28	一般 親子連れ	池田市役所 1F ロビー	「池田の自然」展 「チョウの食草園」ブース出展 （JT 大阪支社協働）	来場 約 900 人
2023/8/4 ～8/6	一般 親子連れ	みやこメッセ （京都市勧業館）	こども科学博 2023「生命のキセキ」 紙工作「空飛ぶ生きもの大作戦」 ワークショップ開催 （主催：稲盛財団）	来場 6,300 人 約 4,000 人
2023/8/19 8/25・8/31 9/13・9/16	大学生	JT 生命誌研究館	京都産業大学インターンシップ 受け入れ	1 人
2023/8/20	学生 一般	亀岡国際 交流会館	亀岡 Global Session 「生命誌のお話」	約 150 人 （OL 視聴）
2023/9/20	中学二年生	高槻市立 芝谷中学校	「キャリア学習」の講師として 授業実施と課題提示	30 人
2023/10/4	小学校 五年生	高槻市立 富田小学校	探求授業の講師として 「いまと未来の時間」を実施	31 人
2023/11/8	高校二年生	滋賀県立 守山高等学校	「総合的な探究の時間」取材協力	1 人
2023/11/11	親子連れ	安満遺跡公園	「たかつき産業フェスタ」 ブース出展	来場 12,000 人 ｷｯﾄ配布 700 組
2023/11/11	学生 一般	大阪市 梅田スカイビル	夢キタ万博 「KITAKU WORK WORK EXPO」出展 「チョウの食草園」ブース （JT 大阪支社協働）	来場 540 名 ｷｯﾄ配布 200 組
2023/11/18	SDGs 関連 企業、教育 関係者等	京都市 国際会館	京都府主催 「KYOTO 地球環境の殿堂」ブース出展	400 名
2023/12/10	親子連れ	東京都練馬区 大泉図書館	「ふゆのおたのしみ会」紙工作ワー クショップ（JT 大阪支社と共同）	40 人

Ⅳ．研究セクター 活動報告

【研究セクターミッション】

ユニークなアプローチで、生命の本質に迫る発見をし、新たな知を創る。

研究ディレクター報告

研究ディレクター　吉田 賢右

研究ディレクターは、研究セクター全体の統括として研究の助言、予算管理、マニュアル整備、人材育成、コンプライアンス遵守に関する業務を行っている。セクター共通の問題・課題に対しては、研究室間の意見の取りまとめや分担決定をしている。また、外部発信および研究実験に伴う様々な事務や作業などを調整し、承認する立場である。

１．成果発表、外部研究費、

①当年度（2023年1-12月）の研究成果

出版論文数：6報

学会発表　：日本応用動物昆虫学会（3月）、日本生態学会（3月）、昆虫DNA研究会（7月）、
日本発生生物学会（7月）、日本動物学会（9月）、日本分子生物学会（12月）

②競争的外部研究資金

2023年の受給件数　6件、1,231万円/年　　内、新規獲得件数　2件（748万円/3年）

２．外部発信

①館内の催し

「生命誌の日」（第３土曜）に展示ホールで以下の催しをおこなった。

開催月	演目	演者
1月	生き物の成り立ちと時間	（京都府立医科大学） 八木田 和弘氏
2月	寄生蜂の宿主乗っ取り大作戦	（筑波大学） 島田 裕子氏
3月	動物の食性と味覚の進化	（明治大学） 戸田 安香氏
4月	イチジクコバチの顕微鏡観察と花選好性実験を 体験してみよう	JT生命誌研究館 蘇研究室
6月	生き物らしさをコンピューターで再現しよう	JT生命誌研究館 小田研究室

開催月	演目	演者
7月	蝶の多彩な擬態と進化	（東京大学） 鈴木 誉保氏
8月	カブトムシvs.ホタル むし界の人気者の不思議に迫る	（基礎生物学研究所/総合研究大学院大学） 新美 輝幸氏 （中部大学） 大場 裕一氏 JT生命誌研究館 蘇 智慧

10 月	ゲノムから見る生物の進化	（国立遺伝学研究所） 北野 潤氏、工樂 樹洋氏、 仁木 宏典氏 JT 生命誌研究館 橋本 主税
11 月	かたちとは何か？	JT 生命誌研究館 橋本 主税

②シンポジウム、館外での講演

研究セクターが主体となり、以下のシンポジウム・講演を実施し、最先端の研究内容を現場の様子や興奮を交えて報告し、活発な議論を交わした。

開催日	シンポジウム・講演	開催場所
6 月 3 日・ 4 日 6 月 10 日・11 日	研究員レクチャー	たばこと塩の博物館 （東京都墨田区）
7 月 22 日・23 日	昆虫 DNA 研究会 第 19 回研究集会 シンポジウム「大澤省三先生を偲ぶ」	JT 生命誌研究館 （於 JT 医薬総合研究所 セミナーホール）
10 月 1 日	30 周年公開シンポジウム ゲノムが紡ぐ生きものの個性と関係性	JT 生命誌研究館 （於 JT 医薬総合研究所 セミナーホール）

③オープンラボ

	参加者
水槽室見学	25 名 / 3 回
気軽に研究室訪問（クモの研究）	33 名 / 8 回
昆虫の生態観察・実験	40 名 / 1 回

④「共創事業（アドベンチャーワールド）」への支援

共創メンバーとして、尾崎研究員が 3 月、7 月、11 月にアドベンチャーワールドにおいて観察会・トークイベントを実施した。

⑤ホームページ

CMS 機能を駆使し、各研究室で「ラボ日記」の更新・研究成果の解説、質疑応答等、わかりやすい発信を継続した。

3．人材育成

提携している大阪大学大学院から派遣されている大学院生4名の指導を行った。この他、当館研究員は、大学招聘教授、非常勤講師として、大学および高等学校で講義をおこなっている。

4．教育への貢献

①団体来館する高等学校、シニア大学、企業研修での講義・講演

②学校の「探求授業」、部活動に対する支援

愛知県名城大付属高等学校、東京都大妻中学・高等学校、京都府龍谷大学附属平安高等学校、
東京都立大学、大阪府高槻高等学校、大阪府追手門学院高等学校、奈良県立医科大学、
神戸大学理学部、大阪医科薬科大学、甲南大学理工学部

５．研究安全管理

安全衛生法の改正に対応し、リスクアセスメント対象物質が増加したため、リスク評価とばく露低減策の更新をおこなった。また、所定のラベル表示、取扱場所での掲示、作業記録についても徹底している。

①化学薬品の安全な取り扱い

全館員を対象に説明会および意見聴取会を年２回実施した。

②毒物・劇物

化学物質管理責任者（総務部長）による棚卸を年２回、室長の相互点検を３ヶ月に１度おこない、管理が適切に実施されていることを確認している。

③危険物（消防法）

ラボ毎に保有制限量を設け、毎月月末に当館の総量を確認している。

④研究機器等の安全性

３ヶ月に１度、職場巡視をおこない、危険可能性のある箇所について改善している。

⑤有機溶剤および特定化学物質の作業環境（空中濃度）測定

専門業者が半年に１度実施し、いずれの化学物質も検出限界以下であることを確認した。

⑥特殊健康診断

対象者に年２回の検診を実施し、産業医の従事許可を得ている。

上記、研究安全管理について年に１度、JT による監査を受けており、その結果を安全衛生委員会および取締役会に報告している。

６．研究事務管理

当館の研究セクターは、研究員７名、大学院生４名、研究補助員５名からなる小規模な組織であるが、大きな研究施設とほぼ同様の研究事務が発生する。競争的外部研究資金の増加による購買・報告業務等、事務業務が増加したため、2022 年から研究事務員を配置している。この他に事務セクターでは、経理、固定資産・消耗品の棚卸、廃棄物関連業務、法改正に対応した内規整備・文書管理及び社員教育等の支援をしている。引き続き、事務業務を適切に分担する等、研究員が研究に集中できる環境の確保に努めていきたい。

研 究 室 紹 介

「生きている」を支える基本は細胞です。私たちはそれを出発点に発生・進化・生態系という切り口で、チョウ、クモ、コバチ、カエルなど生きものたちの物語りを読み解いています。
卵（一つの細胞）からクモやカエルの形ができていく発生、昆虫の多様性や植物との共進化、チョウの食草選択など興味深いテーマがたくさんあります。

ハエとクモ、そしてヒトの祖先を知ろう

細胞・発生・進化研究室

私たちがモデル生物として開拓したオオヒメグモを中心に細胞や形作りの仕組みを調べ、昆虫や脊椎動物と比べることによって、動物多様化の根底に存在する基本原理を探ります。

チョウが食草を見分けるしくみを探る

昆虫食性進化研究室

チョウは食草の選び方を生まれながらにして知っています。本能のしくみを分子の言葉で理解し、どの様な変化が進化を引き起こしたのか解明します。

DNA から進化を探る

系統進化研究室

進化研究の原点は観察と比較です。分子レベルの比較、表現型の比較、そして分子から表現型に至る過程の比較を通して、進化・種分化のきっかけとメカニズムを探ります。

カエルとイモリのかたち作りを探る

形態形成研究室

脊椎動物の「かたち作りの進化」を、細胞増殖と分化そして組織移動の観点から、カエル・イモリ・プラナリアを用いて考えています。

ハエとクモ、そしてヒトの祖先を知ろう

細胞・発生・進化研究室

脊索動物と節足動物の共通祖先を理解する

ハエとクモ、そしてヒトの祖先を知ろうラボ
室長　主任研究員　小田 広樹
派遣研究員（さきがけ）　秋山-小田康子
奨励研究員　藤原 基洋
研究補助員　野田 彰子
大阪大学大学院生　赤岩 孝憲
大阪大学大学院生　丹羽 将之
大阪大学大学院生　根岸 錬

1. 概要

生き物のからだの形は多様であり、その多様性は特徴と進化的経緯に基づいてグループに分類されてきた。節足動物はからだの軸全体にわたって体表に反復性をもつ、種が極めて豊富な動物グループである。しかし、同じグループの中であっても、からだの形ができる過程（プロセス）は多様にかつ大胆に進化してきたことが、オオヒメグモと昆虫の胚発生の仕組みを比較した私たちの研究から見えてきた。節足動物の胚発生のプロセスがどうして多様化できたのか、そして、その多様化が意味することは？　同様の問いは、細胞と細胞をつなぐ分子の構造にも向けられる。例えば、脊椎動物と昆虫では、からだの形作りに共通に重要な、細胞間接着を担うクラシカルカドヘリンという分子の細胞外構造が大きく異なる。それぞれの生き物にとって重要なプロセスや構造は生物種間で保存されると考えられがちであるが、必ずしもそうではない。私たちは、動物系統が多様に分岐してきた仕組みを理解するための鍵がこれらの問いの中にあるのではないかと考え、研究を進めてきた。これまでにオオヒメグモ胚を用いた個々の細胞の全遺伝子発現解析を実現し、本年度の研究で、クモ胚においてからだの軸に沿って異なる細胞状態が生み出されるプロセスを数学的手法を用いて解析するための技術的土台を作ることができた。そして、この実験側からの方法論の確立に加えて、理論側からも研究を進めた。具体的には、コンピュータ上に構築した仮想多細胞体を、細胞力学系と反応拡散系に基づく数値計算によって、クモ胚らしい形とパターンを生み出す取り組みである。本年度、遺伝子発現と細胞運動を連係させる仕組みを組み込むとともに、遺伝システムに倣って発生プロセスの進化をテストできる技術的土台を構築した。私たちが開発しているクモの解析プラットフォームは、これまでに研究が進んできた昆虫や脊椎動物との客観的な比較を可能にするものであり、発生プロセスの多様性を生む仕組みの理論基盤の解明に貢献できると考えている。さらに本年度、細胞間をつなぐカドヘリン分子の構造と機能の研究にも大きな展開があった。分子架橋剤を使った実験により、溶液中におけるカドヘリン分子間の近接部位に関するデータが得られてきた。意外なデータであったが、もし正しければ、脊椎動物と昆虫の接着構造の違いを知る大きな手がかりになりうると考えている。以下に、研究背景と合わせて本年度の研究の具体的な取り組みと進捗を報告する。

2. 研究背景

地球上にはいろいろな形の多様な生物種が存在する。なかでも動物は、進化の結果として、種によって多様な形態が見られる。動物のからだは「細胞」という基本単位の集合で構成されており、発生とい

う過程（プロセス）において、細胞が様々な能力を発揮し、適切に振る舞うことによってからだの形態を形作る。生きものの細胞にどんな性質や能力があることによって、それほどまでの多様化が可能なのか、私たちの素朴な疑問である。

動物のからだを形作るプロセスには大きく分けて２つのタイプがある。ひとつは細胞の増え方を厳密に制御し、個体間で不変の系譜で細胞の運命を決めるタイプ（モザイク型）、もうひとつは細胞が柔軟に相互作用することで取るべき運命を細胞間で互いに調整しながら決めるタイプ（調節型）である。前者のタイプは一般に、からだを構成する細胞数が少なく、発生のスピードが速く、ゲノムが小さな動物種が多いことから、実験室での研究に利便性があり、発生の研究材料としてよく使われてきた。それに対して、後者のタイプは発生がゆっくりで、大きなゲノムを持つことが多く、特に無脊椎動物ではそのようなタイプの種は発生の研究材料に使うには難しさがあった。その中私たちは、胚発生を1日で終える汎用モデル生物キイロショウジョウバエ（*Drosophila melanogaster*）と対比する目的で、胚発生に６日を要するオオヒメグモ（*Parasteatoda tepidariorum*）を新たなモデル生物として独自に開拓し（図1）[1]、両者の間の胚発生の仕組みの違いを解明してきた[2-6]。

節足動物門の中でショウジョウバエは昆虫類、オオヒメグモは鋏角類に分類され、互いに系統的に離れている。

２つの分類群の共通祖先は５億年以上前に遡る。これまでの私たちの発見は、同じ節足動物としてハエとクモでは胚中期の形態や遺伝子発現に類似が見られながらも、その類似形質が築かれるまでの胚初期の発生プロセスは細胞・分子のレベルで大きく異なることを意味した。動物進化の過程でなぜ、そしてどうやって、初期の発生プロセスが大きく変われたのか、変わったのか、この問いに実験と理論の両面から取り組むことで動物の多様化と、ゲノム情報に関連づけられる細胞の性質・能力の関係を解明したいと考えている。

オオヒメグモはすでにゲノムが読まれ[7]、遺伝子配列情報が非昆虫節足動物の中でとりわけ充実している。それらのリソースを最大限活用した形で、オオヒメグモ胚のシングルセル（単細胞）レベルの遺伝子発現解析を強力に押し進めると共に、コンピュータ上にクモ胚を模擬した球形多細胞体プラットホームを構築し、発生と進化のプロセスの数理モデリング解析に取り組んできた。

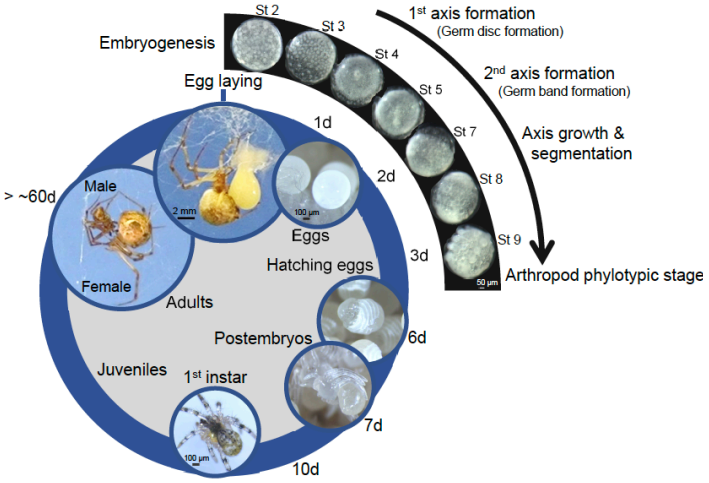


図 1. オオヒメグモの初期胚発生とライフサイクル
(Oda and Akiyama-Oda, 2020, *EvoDevo* 11, CC BY 4.0)[1]

私たちは、動物胚の発生プロセスに加え、動物の形態形成において細胞間接着装置の主要成分として重要な役割を果たす、クラシカルカドヘリンの細胞外領域の分子構造にも、動物系統間で大きな違いがあることを見出してきた[8]。ゲノムに基づく比較解析から、節足動物門内において分子長の大きい祖先型から遺伝子重複を経て、分子長の小さい派生型が誕生したと考えられた[9,10]。脊椎動物へ向かった系統でも、左右相称動物として共通の祖先型から独立に分子長の小さい別の派生型クラシカルカドヘリンが誕生したことを示唆するデータが得られている[9]。これらのデータに基づいて私たちは、クラシカルカドヘリンが分子長の大きい状態を祖先状態として動物系統ごとに段階的に短縮化した分子進化モデルを提案してきた[8]。しかし、この提案は新たな問いを生んだ。なぜ形態形成に重要なクラシカルカドヘリンが多様な欠失を許容できたのか？　分子長の異なる祖先型と派生型の間で接着のための構造的仕組みに違いがあるのか？　もし違いがあるならば、その違いが動物進化の過程でクラシカルカドヘリンの分子機能や他の細胞システムに影響しなかったか？　これらの問いに取り組むべく、ショウジョウバエの祖先型カドヘリン（DNカドヘリン）と派生型カドヘリン（DE

カドヘリン）の構造と機能を比較する解析を行なってきた[11,12]。高速原子間力顕微鏡を用いた構造解析では、脊椎動物のクラシカルカドヘリンとは異なる構造的特徴が明らかになり、分子長の違いを反映した祖先型分子と派生型分子の構造的違いが可視化された（図2）[12]。培養細胞やマイクロビーズを用いた集合実験では接着に関わる候補領域が特定され、接着の仕組みにおける祖先型と派生型の間の関係も部分的に明らかになった[11,12]。しかし、昆虫を含め脊椎動物では、クラシカルカドヘリンが接着分子として働いている状態の分子構造を解析することができておらず、細胞間を繋ぐ分子と分子の接着界面がどのような構造基盤で実現しているのか不明のままである。このことに関して、DNAオリガミ技術を用いた取り組みと分子架橋剤を用いた取り組みによって進展があった。

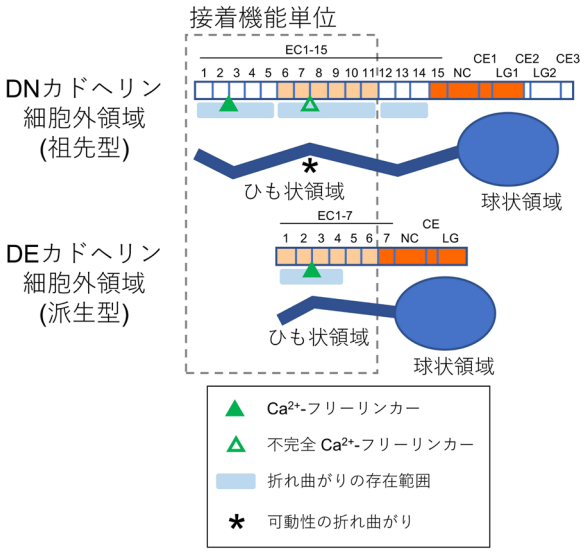


図 2. ショウジョウバエの祖先型と派生型クラシカルカドヘリンの構造的特徴と機能単位を示した模式図
(Nishiguchi and Oda, 2021, *JCS* 134, CC BY 4.0)[12]

3. 本年度の取り組みと進捗

(1) シングル核RNA-seqによる縞パターン形成の解析

節足動物の胚では前後軸上に繰り返しの縞パターンの遺伝子発現が観察される。これは体節構造の基盤となるものだが、その形成方法は動物により異なっている。これまでの研究で、オオヒメグモ胚の縞パターン形成では、平面に並んだ外胚葉細胞シートに頭部、胸部、後体部の３領域で異なるダイナミクスを示す３種類の波のような遺伝子発現が見られることを示したが[4,5,13]、この時にはたらいている分子のネットワークに関してはまだほとんど分かっていない。卵の最初の極性形成から３種類の波の動態による縞パターン形成までを実現する分子ネットワークを明らかにすることを目指し、ゲノム上にアノテートされた全遺伝子に対して胚を構成するひとつひとつの細胞における発現とその時間変化の解析を進めている。これまでに、縞パターン形成期前のステージ5後期の胚と、縞パターン形成期のステージ7の胚を用いて、シングル細胞RNAシーケンシング(RNA-seq)およびシングル核RNA-seqを行った[14]。これらの実験では、内胚葉、中胚葉、外胚葉に相当する細胞を区別できただけでなく、UMAP上に外胚葉の細胞集団において前後軸方向のパターンを再構成することができた。特に、ステージ7のシングル核データでは、*hh*や*msx1*などの遺伝子の縞パターンの発現が再現された。

本年度は、昨年度に引き続き、縞パターン形成期（ステージ7）のオオヒメグモ胚を用いたシングル核RNA-seqのデータ解析を進めた。UMAP平面上での外胚葉細胞のパターンを1次元の軸上に展開する方法を開発し、この方法により、ゲノム上の全遺伝子に対して80個の点で構成される発現プロファイルを取得した（図3）。取得した発現プロファイルにおける発現量の平均値と最大値・最小値の差を利用して遺伝子の分類を行なったところ、約200の遺伝子が前後軸方向に特徴的なパターンをもつものとして抽出された。解析の結果、これらの遺伝子がUMAP上で前後軸方向のパターンを再構成するのに十分な情報を含んでいることが分かった。また、抽出された遺伝子の発現プロファイルの各点における微分の値から、発現の変化や発現領域の境界の情報も取得できた。これらのことは、今回抽出された遺伝子によって縞パターンを含む前後軸パターンの全体像を解析できることを示唆している。現在、シングル核RNA-seqのデータ解析手法の確立に関する論文を執筆中である。さらに、細胞レベルで時間変化を解析するための方法も開発しているところであり、兄弟胚を胚盤期から胚帯期にかけて2時間おきにサンプリン

グして取得した時系列のシングル核RNA-seqデータを、今回確立した手法と合わせて解析することで、パターンの形成過程の解明に取り組んでいきたいと考えている。また、卵に明確な形態的非対称性が見られない胞胚期から、非対称性が現れ、胚盤が形成されるまでのごく初期の胚や、*hh*遺伝子と*msx 1*遺伝子のそれぞれのノックダウン胚からのシングル核RNA-seqデータの取得も進行中である。これらの解析によりオオヒメグモ胚のパターン形成過程の全貌が明らかとなり、その形成のメカニズムにも迫れると考えている。

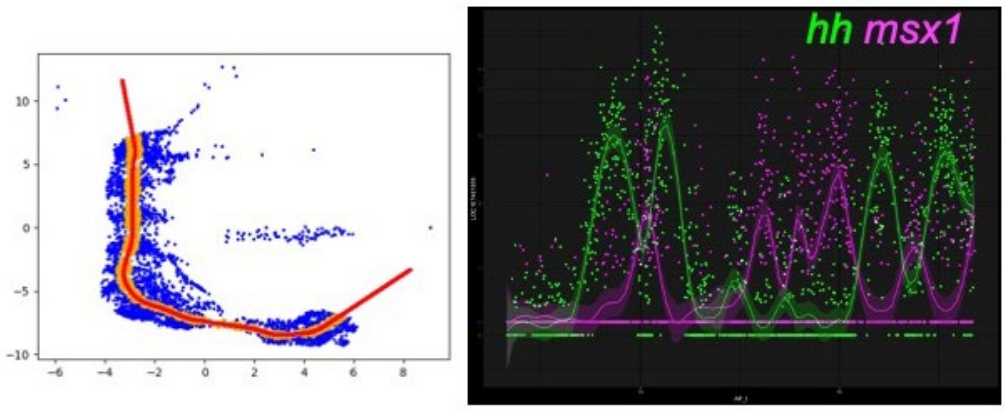


図 3. 一次元の軸上に展開した *hh* と *msx1* の発現プロファイル（未発表）

(2) オオヒメグモ胚をモデルとした多細胞体パターン形成の数理解析

オオヒメグモを含む節足動物は分節化された体軸を共通して形成する。一方で、その初期胚発生の過程は多様性に富んでいる。いくつかの個々の種で分子発生生物学に基づいた解析が行われ、初期胚発生を制御する具体的な仕組みは明らかにされてきた。しかし、その違いが進化の過程でどのように生じたのかを包括的に解析する手段は乏しい。そこで、2020年度から、数理を土台とした多細胞体上での遺伝子発現のパターン形成の解析を可能とする数理モデルの構築を開始し、2022年8月に国際科学雑誌にて発表した[15]。そこでは、オオヒメグモの初期胚をモデルとし、体軸形成までの初期胚発生を再現できるCell vertex modelをベースとした数理モデルを構築した。体軸方向に対応するように個々の細胞に細胞極性を与えることで、オオヒメグモの体軸形成までの胚の形状変化の再現に成功した（図4）。

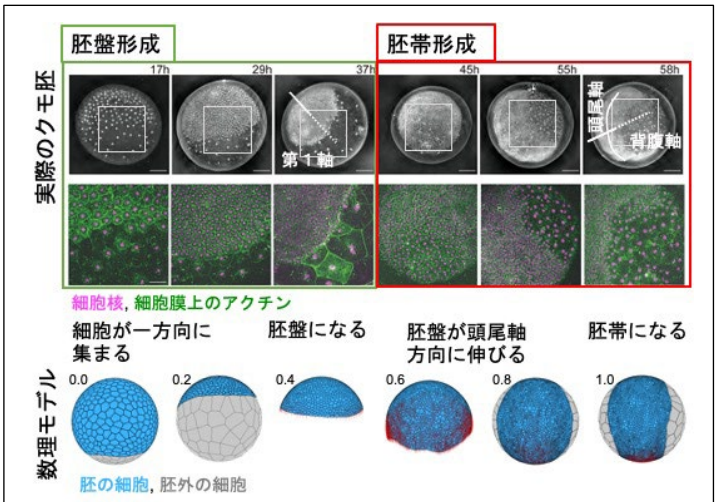


図 4. クモの初期胚発生を再現した数理モデル

(Fujiwara et al., 2022, *Front. Cell Dev. Biol.* 10. CC BY 4.0)

本年度 2023 年は、この多細胞体の数理モデルと遺伝子発現のパターン形成を再現する反応拡散モデルを組み合わせることで、多細胞体の動きと遺伝子発現のパターン形成を相互作用させる数理モデルへと拡張させた。加えて、構築した多細胞体の動きと遺伝子発現パターン形成の数理モデルを進化シミュレーションへと発展させることにも成功した（図 5）。現在は、この数理モデルを用いて、オオヒメグモ胚をモデルに体軸形成までの初期胚発生を再現する条件や仕組みの探索を進めており、節足動物における初期胚発生過程の進化・多様化の過程の理解を目指している。

(3) オオヒメグモにおける RNA 干渉実験の技術改良

オオヒメグモでは RNA 干渉実験を行うことで、標的遺伝子の発現が抑制された数百の卵を得ることができる [1]。そのため、機能的な遺伝子の発見に有用な手法の一つになっている。以前は炭酸ガスでオオヒメグモに麻酔をかけてから注射をしていたが、麻酔から覚醒せず死ぬ個体がいるという問題があった。この問題を解決するために炭酸ガスを使用せず、クモの上からネットを被せて動きを制限する手法に変更した。この改良によって麻酔が原因で死ぬ個体がいなくなり、注射の効率が上がった。今後はこの手法を用いた RNA 干渉実験でオオヒメグモの初期発生に重要な遺伝子の探索を進めていきたい。

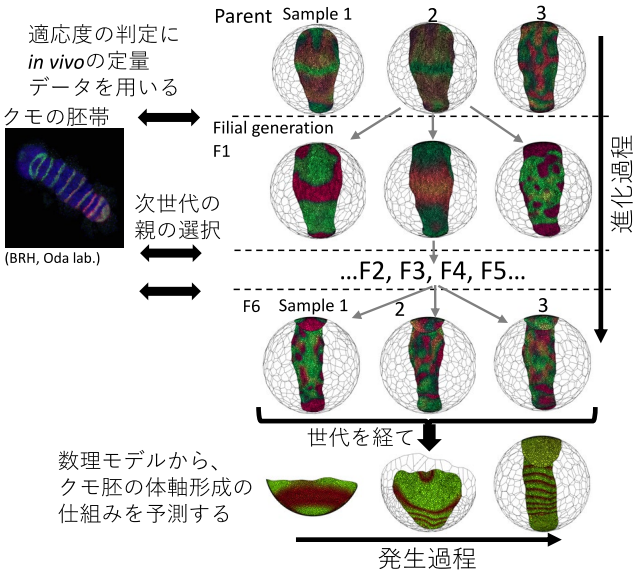


図 5. 進化シミュレーションによるクモ胚での体軸形成の多様化の仕組みの探索（未発表）

(4) オオヒメグモのデータベースの整備

私たちはオオヒメグモ及び関連する動物種で蓄積するデータや実験技術を世界中の誰もが研究や教育に便利に利用できるように、データベースを構築し、運営している（https://www.brh2.jp/）。本年度、このデータベースにオオヒメグモと他の生物種の遺伝子の進化的関係を調査するためのひとつの機能を加えた。その機能では、オオヒメグモの遺伝子IDを単独、またはリストで入力すると、NCBIが提供している代表的な生物種の遺伝子セットとオオヒメグモの遺伝子セットの間で双方向のBLAST検索を行い、それぞれの検索のトップヒットがリストで出力される。この機能により、入力したオオヒメグモ遺伝子のオルソログの候補が他の生物種に存在するかどうかを調べることができる。また、オルソログが存在しない場合でも他の生物のどの遺伝子と配列が最も近いかがわかる。検索対象の生物種は、イワガネグモ、サソリ、カブトガニ、甲殻類（エビ、ヨコエビ、ケンミジンコ、ミジンコ）、昆虫類（ト

図 6. オオヒメグモのデータベースの一部（https://www.e-celldev.jp/pt_spider3/）

リボリウム、ショウジョウバエ)、軟体動物(二枚貝)、脊椎動物（マウス)、頭索動物（ナメクジウオ)、半索動物（ギボシムシ)、棘皮動物（ヒトデ、ウニ)、刺胞動物(イソギンチャク)、カイメン、立襟鞭毛虫、植物（シロイヌナズナ)、酵母である。検索結果の配列IDにはNCBIのデータベースへのリンクを貼っており、効率よく情報を取得できる。本年度追加した機能は、オオヒメグモの任意の遺伝子配列の起源や進化的保存性、系統特異性などを調査することを容易にする機能となっている。現在私たちの研究室では、シングル核遺伝子発現解析などにより、オオヒメグモ胚の発生過程で生じる様々な細胞状態を特徴づける遺伝子が遺伝子IDのリストとして得られているが、このように遺伝子IDを元に遺伝子の特徴や由来を調べたいときにも非常に便利な機能となっている。

(5) DNAオリガミとビオチン-ストレプトアビジン系を用いたカドヘリンの構造と機能の解析

節足動物における派生型クラシカルカドヘリンのひとつである、ショウジョウバエのDEカドヘリンの分子構造を、DNAオリガミ構造体を利用して、本来働いている状態と近い形で電子顕微鏡下で観察できるようにするための実験系の確立に取り組んだ。この取り組みは、数年前から三重大学の鈴木勇輝博士と生命創成探究センターの西口茂孝博士との共同研究で行なってきた。発想としては、多数のカドヘリン分子が細胞表面に並んで機能するのと同じ様に、カドヘリン細胞外領域の断片を平板状にデザインしたDNAオリガミの側面に並べて連結することによってそのカドヘリン断片を介して２つのDNAオリガミを接着させることができるのではないか、と考えた。このアイデアを実現するには、１）機能しうるカドヘリン断片が精製できること、２）そのカドヘリン断片とDNAオリガミを高効率で連結できること、３）対象物の観察が構成成分や狭雑物によって邪魔されないこと、などが求められる。これらの条件をクリアするために、精製過程でカドヘリン断片に対して物理的、化学的負荷がかからないこと、カドヘリン断片とDNAオリガミの連結に結合力が非常に強いビオチン-ストレプトアビジン相互作用を使用すること、フリーのビオチン及びストレプトアビジンを確実に除くこと、観察に最適な分子数や分子数比率を検討すること、などを入念に確認しながら実験手順を確立した。カドヘリン断片のビオチン化には転移酵素の活性をもつSNAPタグを用いたが、100%のカドヘリン断片をビオチン化できたことをゲルシフトで確認した。そして、ビオチン化したカドヘリン断片がカルシウム依存性の接着活性を保持していることをストレプトアビジン標識マイクロビーズ（SAビーズ）を用いた集合アッセイで確認した。さらに、SAビーズに結合するビオチン化カドヘリン断片の分子数の計測から、SAビーズがカドヘリン断片を介して集合する条件において隣接カドヘリン断片の平均距離が20nm程度であることが概算された（ただし、この概算はカドヘリン断片がSAビーズ表面で均一に分布していることを仮定している）。デザインした平板状のDNAオリガミ（120 nm x 17 nm）は、ひとつの側面に等間隔に21.5nmおきに5個、または7.2nmおきに14個のビオチン修飾部位を配置させることができる。これら２種類のDNAオリガミ構造体をDNAオリガミ5xbio/SA及びDNAオリガミ14xbio/SAと呼ぶ。アニーリングによって構造化したビオチン修飾部位をもつDNAオリガミは過剰量のSAと反応させた後にアガロースゲル電気泳動で切り出し精製を行うことによって、ビオチン化分子を連結（ドッキング）可能な、２種類のDNAオリガミ構造体を準備した（図7）。

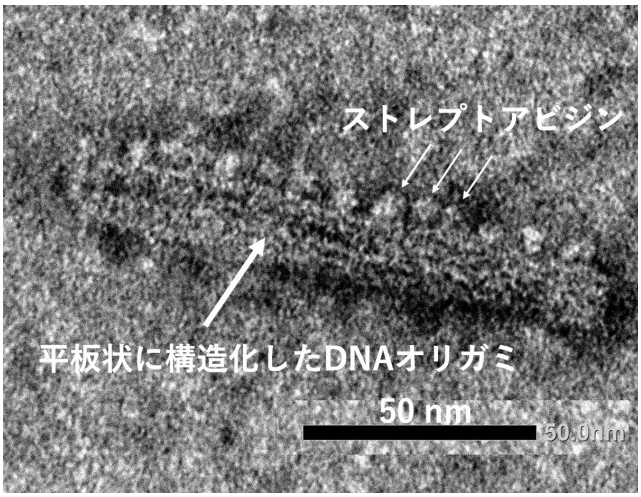


図 7. DNA オリガミ 14xbio/SA の電子顕微鏡像 （未発表）. ストレプトアビジン（SA)にビオチン化したカドヘリン断片をドッキングさせることができる.

準備したDNAオリガミ構造体（濃度0.08nM）はビオチン化カドヘリン断片（濃度400nM）と混ぜると短時間（10分以内）でドッキングすることをゲルシフトで確認した。個々のカドヘリン断片の構造観察を目的として、DNAオリガミ5xbio/SA（濃度0.08nM）に、ビオチン化したDEカドヘリンの細胞外領域全体の断片（DEectW-SNAP-bio、濃度40nM）をカルシウムイオン存在下で混ぜて2分後に負染色を行い、透過型電子顕微鏡で観察を行った。ひとつのコントロールとして、同じ細胞外領域全体の断片をカルシウムイオン非存在下で観察し、もうひとつのコントロールとして、細胞外領域の一部を欠いた断片（DEectD-SNAP-bio）の観察をカルシウムイオン存在下で行なった。その結果、DNAオリガミのbio/SA部位に捕捉されたDEectW-SNAP-bio分子を観察することができ、分子構造が基部と遠位部に大きく分けられ、その基部と遠位部の境の位置で分子が鋭く屈曲しうることが示唆された。単量体分子の分子像に加え、二量体と解釈しうる分子像も観察された。それらの分子像の中には、対称に近い形で21.5nm離れた隣り合う２つのbio/SA部位に捕捉された分子も見つかった。これらの分子像は結合部位と基部の位置関係からDEカドヘリンのシス結合を反映している可能性が考えられるが、このことを確定させるだけの十分な根拠は得られなかった。それでも、DNAオリガミを活用した観察手法はDEカドヘリンの細胞外領域を介した分子間相互作用について具体的な手がかりを提供した。

さらに、カドヘリン断片が実際に接着因子として機能する様子を観察することを目的として、DNAオリガミ14xbio/SA（濃度0.08nM）に、ビオチン化したDEカドヘリンの細胞外領域全体の断片（DEectW-SNAP-bio、濃度40nM）をカルシウムイオン存在下で混ぜて5時間インキュベーションし、5分間高速振盪した後に負染色を行い、透過型電子顕微鏡で観察を行った。ひとつのコントロールとして、同じ細胞外領域全体の断片をカルシウムイオン非存在下で同じ処理を行なった。もう一つのコントロールでは、細胞外領域の一部を欠いた断片（DEectD-SNAP-bio）を使ってカルシウムイオン存在下で同じ処理を行なった。その結果、いずれの実験群及び対照群においてもカドヘリン断片を介して対合するDNAオリガミを見出すことができた。対合したDNAオリガミは、定量化はできなかったものの、DEectW-SNAP-bioのカルシウムイオンありの実験群において対照群よりも高い頻度で観察された。そこで、対合したDNAオリガミ間の距離を計測して定量的比較を行なったところ、DEectW-SNAP-bioのカルシウムイオンありの実験群においてDNAオリガミ間の距離が有意に大きい傾向があることが分かった。その距離の中間値は32nmであり、多くのカドヘリン断片が屈曲状態で観察されていることを考え合わせると、カドヘリン断片が重積した状態でDNAオリガミの間に収まっていることが示唆された。この状態は当初想定したカドヘリンの働き方とは異なるが、DEカドヘリンの細胞外領域が多価の相互作用によって複雑にクラスターを形成する可能性があることを示唆しているかもしれない。無脊椎動物カドヘリンのクラスター形成の仕組みについては、次に示す別の実験で解析を進めている。

(6) 細胞外領域を介したカドヘリンの分子間相互作用の解析

脊椎動物のクラシカルカドヘリンは細胞外領域の膜遠位部を介したシスとトランスの結合によってクラスターを形成し、細胞間を機械的につなぐアドヘレンスジャンクションの形成と機能に貢献することが考えられているが、無脊椎動物のクラシカルカドヘリンでは進化的経緯の違いに起因して細胞外領域のドメイン構成が大きく異なり、分子間で、どの部分を使ってどのような相互作用をしているかはほとんどわかっていない。本年度、ショウジョウバエDEカドヘリンの細胞外領域部分断片の精製物が分子架橋剤と反応させると二量体を多く含む多量体が生成されることを見出し、理化学研究所のプロテオミクス研究技術支援を利用して、単量体及び二量体のクロスリンク質量分析によって分子内及び分子間の架橋部位を特定した。分子内架橋部位の特定はこれまで原子間力顕微鏡の観察で示唆されていたEC1とEC4/E5連結部の近接性を補強した。この離れたドメイン間の近接性は二量体分子にも保持されていることが示唆された。他方、分子間架橋部位の特定はEC1とEC5及びEC6の間の近接性を示唆した。そこで、AlphaFold2で予測されるDEカドヘリンの３次元構造モデルを3Dプリンターで複数個造形し、特定した分子間架橋部位のリジン残基の位置関係を調べたところ、検出された２つの分子間架橋は空間的に離れているが２つの分子の間で共存しうることが分かった。

さらに、分子架橋剤と反応させたDEカドヘリン分子断片をネガティブ染色で電子顕微鏡観察を行なったところ、分子架橋剤未処理の分子断片と比べて長さが約1.5倍のものを多く含む構造体が観察された。観察された構造体の中には紐状に伸びた40nm以上の長さをもつものも存在していた。これらの構造体がカドヘリンの接着機能と関係するのかを明らかにするために、架橋した状態のDEカドヘリン断片において、どの部分にカドヘリン細胞外領域の基部があるのか、どの領域で分子断片が互いに接触しているのかを実験的な手法で調べていきたい。DEカドヘリンの細胞外領域部分断片に対して行なった分子架橋実験と同様の実験をショウジョウバエの祖先型のカドヘリンであるDNカドヘリンに対しても行なった。架橋部位の特定と架橋分子の電子顕微鏡観察を完了しているが、DEカドヘリンのデータよりも複雑であり、解釈が難しくなっている。それでも、クラシカルカドヘリン分子の祖先的な構造と働き方について重要な手掛かりを提供している可能性があることから、DEカドヘリン同様に実験的手法を駆使してDNカドヘリンの構造-機能解析に取り組む。

タンパク質の構造と機能の関係を解析する一般的な方法のひとつとして、タンパク質にアミノ酸変異を導入して機能への影響を調査する方法があるが、DEカドヘリンの細胞外領域に対してこの方法の適用を開始した。これまでにEC2に導入した1アミノ酸変異がDEカドヘリンの接着能を大きく低下させることを見出した。AlphaFold2の構造予測からはこのアミノ酸部位が分子内ドメイン間の相互作用に関わる可能性があることが考えられた。今後、接着能に影響を与えるアミノ酸変異をできる限り網羅的に特定し、無脊椎動物のクラシカルカドヘリンの機能を支える構造的仕組みの解明につなげていきたい。

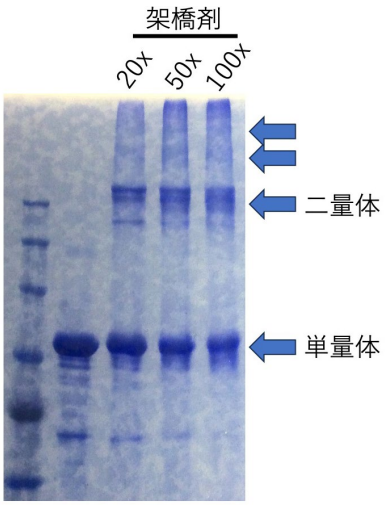


図 8.　分子架橋剤による DE カドヘリン細胞外領域断片の多量体検出（未発表）

4. 終わりに

オオヒメグモ胚のシングル核解析で取得した数値データだけを使って節足動物門の特徴である反復パターンが再構成できることがわかったことを受けて、精細な解析を可能にするため、時間を細かく追ったデータの取得に力を注いだ。解析の方が追いついていない状況であるが、得られたデータセットを活用して、節足動物門の起源と進化を数学的に解析できるプラットフォームの構築を目指していきたい。カドヘリンの構造と機能の解析については、本年度のデータから、検証すべき斬新な仮説が生まれているので、技術面の習得と試行錯誤をしながら、その仮説検証に注力したい。

参考文献

1. Oda, H., Akiyama-Oda, Y.(2020). The common house spider *Parasteatoda tepidariorum*. *Evodevo* 11, 6. https://doi.org/10.1186/s13227-020-00152-z
2. Akiyama-Oda, Y., Oda, H.(2006). Axis specification in the spider embryo: *dpp* is required for radial-to-axial symmetry transformation and *sog* for ventral patterning. *Development* 133, 2347–57. https://doi.org/10.1242/dev.02400
3. Akiyama-Oda, Y., Oda, H.(2010). Cell migration that orients the dorsoventral axis is coordinated with anteroposterior patterning mediated by Hedgehog signaling in the early spider embryo. *Development* 137, 1263–73. https://doi.org/10.1242/dev.045625
4. Kanayama, M., Akiyama-Oda, Y., Nishimura, O., Tarui, H., Agata, K., Oda, H., 2011. Travelling and splitting of a wave of hedgehog expression involved in spider-head segmentation. *Nat Commun* 2, 500. https://doi.org/10.1038/ncomms1510
5. Akiyama-Oda, Y., Oda, H.(2020). Hedgehog signaling controls segmentation dynamics and diversity via *msx1* in a spider embryo. *Sci Adv* 6. https://doi.org/10.1126/sciadv.aba7261
6. Iwasaki-Yokozawa S, Nanjo R, Akiyama-Oda Y, Oda H. (2022) Lineage-specific, fast-evolving GATA-like gene regulates zygotic gene activation to promote endoderm specification and pattern formation in the Theridiidae spider. *BMC Biology* 20:223. https://doi.org/10.1186/s12915-022-01421-0
7. Schwager, E.E. et al.(2017). The house spider genome reveals an ancient whole-genome duplication during arachnid evolution. *BMC Biol* 15, 62. https://doi.org/10.1186/s12915-017-0399-x
8. Oda, H., Takeichi, M.(2011). Evolution: Structural and functional diversity of cadherin at the adherens junction. *J Cell Biol* 193, 1137–46. https://doi.org/10.1083/jcb.201008173
9. Oda, H., Tagawa, K., Akiyama-Oda, Y.(2005). Diversification of epithelial adherens junctions with independent reductive changes in cadherin form: identification of potential molecular synapomorphies among bilaterians. *Evol Dev* 7, 376–89. https://doi.org/10.1111/j.1525-142X.2005.05043.x
10. Sasaki, M., Akiyama-Oda, Y., Oda, H.(2017). Evolutionary origin of type IV classical cadherins in arthropods. *BMC Evol Biol* 17, 142. https://doi.org/10.1186/s12862-017-0991-2
11. Nishiguchi, S., Yagi, A., Sakai, N., Oda, H.(2016). Divergence of structural strategies for homophilic E-cadherin binding among bilaterians. *J Cell Sci* 129, 3309–19. https://doi.org/10.1242/jcs.189258
12. Nishiguchi, S., Oda, H.(2021). Structural variability and dynamics in the ectodomain of an ancestral-type classical cadherin revealed by AFM imaging. *J Cell Sci* 134, jcs258388. https://doi.org/10.1242/jcs.258388
13. Hemmi N, Akiyama-Oda Y, Fujimoto K, Oda H. (2018). A quantitative study of the diversity of stripe-forming processes in an arthropod cell-based field undergoing axis formation and growth. *Dev Biol* 437:84–104. https://doi.org/10.1016/j.ydbio.2018.03.001
14. Akiyama-Oda Y, Akaiwa T, Oda H. (2022) Reconstruction of the Global Polarity of an Early Spider Embryo by Single-Cell and Single-Nucleus Transcriptome Analysis. *Front. Cell Dev. Biol.* 10: 933220. https://doi.org/10.3389/fcell.2022.933220
15. Fujiwara M, Akiyama-Oda Y, Oda H. (2022) Virtual spherical-shaped multicellular platform for simulating the morphogenetic processes of spider-like body axis formation. *Front. Cell Dev. Biol.* 10: 932814. https://doi.org/10.3389/fcell.2022.932814Re: Your Findings at ICMRN-2024

社会に開かれた活動報告

日程	対象者	場所	行事名・内容	定量実績
2023/1/1 ～ 2023/12/31	世界の 学術研究者	学術雑誌	国際学術誌に発表した論文の本年度の被引用数 （BRH 所属で発表した論文を google scholar citations で集計）	134 件
2023/1/1 ～ 2023/12/31	インター ネット 利用者	BRH Data Resources サイト	BRH ゲノム研究データベース (https://www.brh2.jp) の利用者、アクセス数	利用者数 日本: 239 海外: 346 総表示数 1,302
2023/1/1 ～ 2023/12/31	インター ネット 利用者	BRH ホームページ	細胞･発生･進化研究室ページ全体 https://www.brh.co.jp/research/lab04/ 同英語トップページ https://www.brh.co.jp/en/research/lab04/	View 数 15,721 英語:371
2023/1/1 ～ 2023/12/31	インター ネット 利用者	BRH ホームページ	小田(3)、秋山(3)、藤原(3) ラボ日記 ※カッコ内本年度の執筆数 https://www.brh.co.jp/salon/blog/?category=999&labo=3	過去執筆分を含めた View 数 6,642
2023/1/1 ～ 2023/12/31	研究者、 学術雑誌	研究者 ネットワーク	小田 2 件、秋山 2 件 国際学術誌論文査読	計 4 件
2023/1/1 ～ 2023/12/31	研究者、 財団	研究者 ネットワーク	小田,秋山 1 件 依頼グラント審査 海外 1 件、国内 3 件	計 3 件
2023/2/16 2023/11/11	大学院生	大阪大学	小田 学位審査　修士主査 0 件、 修士副査 0 件、博士副査 1 件	計 1 件
1/7・3/30 6/3・10/7 11/3・12/9	事前予約の 一般市民	BRH 小田ラボ	「気軽に研究室訪問」 イベント（６日８回開催）	33 名 （17 組）
2023/1/20	事前登録した研究者、学生、一般	JT 生命誌研究館 （外部 Zoom で接続）	外部研究者セミナーの開催とライブ配信、講師　安岡有理氏（理化学研究所研究員）発生ゲノミクスで探る脊椎動物の進化過程	ｵﾝﾗｲﾝ参加 71 名
2023/3/23	基礎生物学研究所、プリンストン大学	プリンストン大学、アメリカ	秋山 第３回基礎生物学研究所-プリンストン大学合同シンポジウム　招待講演	約 90 名
2023/4/30	事前予約の 一般市民	大阪大学 豊中キャンパス	小田、根岸、西岡 いちょう祭出展	150 名
2023/6/10	来場者	たばこと塩の 博物館	小田 たばこと塩の博物館での講演	31 名
2023/6/17	事前予約者	JT 生命誌研究館 および YouTube 配信	ワークショップ 「生きものらしさをコンピュータで再現しよう！」開催	15 組 23 名 視聴者 46 名
2023/7/27 ～7/28	科学技術 振興機構 関係者	京都ホテル	国際シンポジウム「多細胞システムにおける細胞間相互作用とそのダイナミクス」においてポスター発表	約 50 名
2023/8/1 ～8/3	研究者	明治大学、東京	第 6 回山田シンポジウム（明治大学先端数理科学インスティチュート主催）で藤原と赤岩がポスター発表	未特定
2023/9/7	研究者	山形大学	小田 日本動物学会第 94 回大会　口頭発表	未特定
2023/9/9	一般	山形大学	小田 日本動物学会動物学ひろばへの出展	587 名

日程	対象者	場所	行事名・内容	定量実績
2023/10/1	研究者 & 一般	JT 生命誌研究館 (JT 医薬総研 ｾﾐﾅｰﾎｰﾙ)	生命誌３０周年公開シンポジウム 「ゲノムが紡ぐ生きものの個性と関係性」	来場者 51 名 YouTube 視聴者 平均 54 名
2023/4/11 ～7/19	医学生	奈良県立 医科大学	秋山 学生実習（非常勤講師）24 回	120 名
2023/7/5	大阪大学 大学院生	大阪大学	小田 大阪大学大学院講義	26 名
2023/8/23 ～8/25	大学学部生 および 大学院生	甲南大学 理工学部	小田 甲南大学および大学院　集中講義	52 名
2023/11/6	医学生他	大阪医科薬科 大学	秋山 生命誌講義、講師担当	142 名
2023/12/18	研究者	神戸大学理学部	藤原 神戸幾何学セミナーでの招待講演	10 名
2023/6/17 ～ 2023/12/31	インター ネット 利用者	BRH ホームページ Google Colab 藤原アカウント	2023/6/17 のワークショップに関するプログラミングの説明ページを公開 https://www.brh.co.jp/research/lab04/modeling/ https://colab.research.google.com/drive/1BuecEsejVW4i1JuDwuJ0skkH44wznmmf?hl=ja	381 views
2023/1/1 ～ 2023/12/31	インター ネット 利用者	GitHub 藤原アカウント	クモ胚をベースとした数理モデルのプログラムコード(C++)のページ https://github.com/Motohiro-Fujiwara/spherical_vertexmodel_spider	7 views, 3 clones (23/12/27-24/1/9)
2023/6	利用者	ホームページ	「みんなの広場」への ワークショップに関連のコメントに対応	1 名
2023/1/1 ～ 2023/12/31	高校教師 および 高校生	メール	小田、藤原、生きものを材料とした数理解析のテーマに関する相談への対応（高校生の課外活動）	4 件
2023/9	研究者	メール	投稿論文(Fujiwara, Akiyama-Oda, Oda 2022 Front. Cell Dev. Biol.)への質問対応	1 件
2023/10	高校生	JT 生命誌研究館	小田 府内高等学校の探究学習への協力 （インタビュー）	1 件

チョウが食草を見分けるしくみを探る

昆虫食性進化研究室

アゲハチョウの食草選択と進化

チョウが食草を見分けるしくみを探るラボ
室長　研究員　　尾崎 克久
研究員　　宇賀神 篤
研究補助員　　廣嵜 由利恵

1. 概要

昆虫と植物がどのように関わり合っているのか理解するため、両者の間を取り持つ植物化学物質に注目している。アゲハチョウのメス成虫は産卵する直前に植物の表面に前脚で触れ、産卵するか否かを“判断”している。前脚にある化学感覚毛で植物化学物質を感じ取り、食草を正確に選択しているのである。
しかし、化学感覚毛内にある味覚神経が活動した際、そのシグナルがどのような経路を経て産卵という出力に至るのかはまだ理解されていない。脚で植物に触れたときに起きている神経の活動を理解する取り組みについて報告する。幼虫にとっては、食草と認識して食べることと同様に、食べた植物が持つ防御物質を解毒できるかどうかも重要である。昆虫に対して毒性を示す化学物質に注目してアゲハチョウと植物の関係を俯瞰すると、新しい進化の歴史が見えてきた。機械学習を用いた毒性による植物の分類で、アゲハ属に安全と推測された非食草を幼虫に食べさせた場合について、予備的な実験を行ったので報告する。

2. はじめに

「環境」という言葉を聞くと、気温や地形など非生物的なものをイメージする人が多いのではないだろうか。実際には、食う・食われる、病気になるなど、生物の生死には他の生物の存在が強く影響している場合が多い。単独で生存できる生命は存在せず、<u>他の生物との関係こそが重要な環境要因</u>である。それでは、生物同士がどのように関わり合いながら「生きている」のだろう？この謎の一端を解き明かすために、アゲハチョウと食草の関係について、生態学・分子生物学・情報学など様々な角度から研究に取り組んでいる。

アゲハチョウの仲間は全て植食性で、基本的に幼虫は特定の植物だけを餌として利用する。成虫は花の蜜を飲むので植物を食べることはないのだが、メス成虫は幼虫が食べられる葉を選んで産卵する。成虫にも幼虫にも植物が作る化学物質の存在は重要で、メス成虫は前脚にある化学感覚毛で植物を“味見”して産卵場所を選択し、幼虫は植物が作る防御物質（毒性化合物）を解毒できるか否かが生存に強く影響する。これらのことから、植物化学物質をキーワードとして、昆虫と植物の関わり方を読み解くことができると考えている。

3. 2023 年度の取り組み

3-1. 成虫の前脚全体で感じる“味”（2023 年度研究計画 2，担当：尾崎）

<u>研究の背景</u>

昆虫の感覚システムは、刺激の入力に対して特定の反応が起きるというシンプルな仕組みを前提として考えられてきた。我々のこれまでの研究では、主に個々の味覚細胞や遺伝子レベルでの知見を深めることに焦点を当ててきたが、これらの要素がどのように相互作用し、総合的な味覚情報となって産卵という出力に至るのかはまだ理解されていない。メス成虫が幼虫のために食草を選ぶ際の味覚機構は、次世代の生存にとって重要な役割を持つことから、昆虫と植物が相互に関わり合いながら「生きている」関係を読み解く手がかりになるだろう。

数種のアゲハチョウについては、食草の生葉と同等に人為的な産卵行動を誘導することができる「産卵刺激物質」が解明されている[1,2]。例えば、

クロアゲハの場合はミカン属植物から見つかっている5種類の植物化学物質を適切な割合でブレンドし、プラスチック製の模造葉に塗布したものをメス成虫に触らせることで卵を産ませられる。これに加えて、クロアゲハについては強力な「忌避物質」が知られている[3]。産卵刺激物質のブレンド溶液に極微量のフェラムリン1種類を混合しただけで、クロアゲハの産卵は著しく抑制される。フェラムリンは、ミカン科植物でありながらクロアゲハが利用しないキハダ属植物に多く含まれる植物化学物質である。複雑かつ慎重な産卵刺激物質の入力を、たった1種類の入力で完全に止めてしまう忌避物質の認識は、どのような仕組みになっているのだろうか。

仮説として、大枠では 2 種類の仕組みが考えられた。

1 忌避物質が産卵刺激物質の入力を遮断または阻害する
2 忌避物質によって発したシグナルが産卵刺激物質と同時に入力されて高次な処理が行われる

実験方法

どちらの仕組みなっているのか確認するため、感覚毛単位で味覚神経の活動を観察することができる「チップレコーディング法」による電気生理実験を行った（図1)。

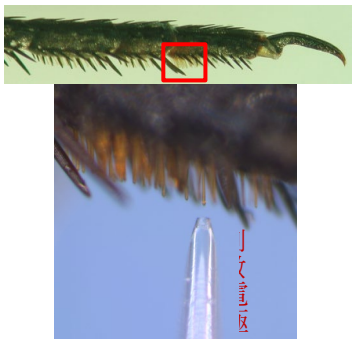


図 1 チップレコーディング法による電気生理実験の例

チップレコーディング法とは、植物化学物質等の刺激溶液を充填した刺激電極で感覚毛の先端に触れることで、味覚神経の活動によって生じた微弱な電気信号を計測するという実験方法である。

我々の過去の研究により、発生する電圧が異なる3種類の味覚神経が存在し、その3種類が同時に活動する組み合わせで産卵刺激物質を混合すると卵を産ませられることを報告している[4]。

結果

ショウジョウバエの脚の味覚感覚子は配置が決まっており、各感覚子に含まれる味覚神経の種類も決まっているため、「感覚子地図」や「味覚神経地図」が作成されている。しかし、アゲハチョウの味覚感覚毛は配置や数に個体差があり、含まれる味覚神経もランダムであるため、特定の味覚神経を狙って刺激することは困難である。実験では、刺激電極で前脚味覚感覚毛にランダムに触れていくことになる。

単独の産卵刺激物質溶液で刺激を行った場合、おおよそ 30～70%の感覚毛から応答が得られるのに対し、忌避物質であるフェラムリンで刺激をした場合には 90%を超える感覚毛から応答が観察された。単独の植物化学物質による刺激では、基本的に 1 種類の電圧の応答が観察される。フェラムリンでの刺激では、高い電圧の応答が観察された。

ミカンの葉から抽出した化学物質溶液で刺激を行った場合、ほぼ全ての味覚感覚毛で応答が観察された。観察された電圧も、複数種類であることが大多数であった。

ミカン葉抽出物にフェラムリンを混合した溶液で刺激を行った場合、観察された電気信号のスパイクはこれらの結果を足し合わせたようなものになった（図2)。この結果は、キハダ葉抽出物(クロアゲハが産卵しないミカン科植物で、フェラムリンを高濃度に含む)による刺激の結果に類似する（図2)。

以上の結果から、忌避物質は産卵刺激物質の入力を遮断したり阻害したりするのではなく、産卵刺激物質と同時に味覚神経を活動させていると考えられる。つまり、仮説2が正解である可能性が高い。アゲハチョウが前脚で植物に触れた際には、複雑な情報を脳など中枢系に送り、複数のシグナルを統合して高次な情報処理が行われ、卵を産むか産まないかの“判断”が行われている可能性が示された。アゲハチョウの植物に対する選好

姓(好み: 好き・嫌い・興味なし)は、産卵刺激物質が存在すれば「美味しそう」と感じ、無ければ興味を示さず、忌避物質があったら「不味い」と感じるといった単純なものではないと考えられる。これまでの取り組みでは、味覚神経の機能や発現する受容体遺伝子といった細分化することで理解を深めようとしてきたが、多数の味覚感覚毛から同時に入力される情報の処理について、総合的に理解を深める必要があるだろう。産卵したメス成虫と、植物化学物質に触れていないメス成虫を用い、中枢系の神経活動を解析するため、空間トランスクリプトームや複合オミックス解析などの新技術の導入を視野に入れて、今後の研究に取り組みたい。

教師無し機械学習を用いた電気生理スパイク解析ソフトの開発

ドラミングによって前脚が葉に触れたときに発生する味覚神経のシグナルを、1個体分の脚全体で解析する必要があると考えた。ナミアゲハの味覚神経が発するスパイクの電圧は、高電圧(1～1.5mV)・中電圧(0.6～0.8mV)・低電圧(0.2～0.4mV)の3種類に分類できる[4]。しかし、1個体あたり20本程度の味覚感覚毛からデータを取得し、感覚毛1本あたり数十から100本程度あるスパイクを手作業で分類するのは労力が大きい。加えて、電圧の範囲には個体差も観察され、上記の定義した範囲から若干ずれる場合もある事が、解析作業の難易度を押し上げている。種の違いによっても範囲に変動がある可能性も考えられる。そこで、教師無し機械学習によってその都度、1個体分のデータから下記の解析を行うソフトウエアを開発した。

1 スパイクを何種類に分類するのが適切なのか判定する
2 スパイクグループの境界線をどこにするのが適切なのか判定する

電圧のピーク情報のみを含むデータでクラスタリングを行った場合、データによっては計測開始から終了までの前半と後半といった分類が行われる場合もあった。それが適切なグループ分けとは

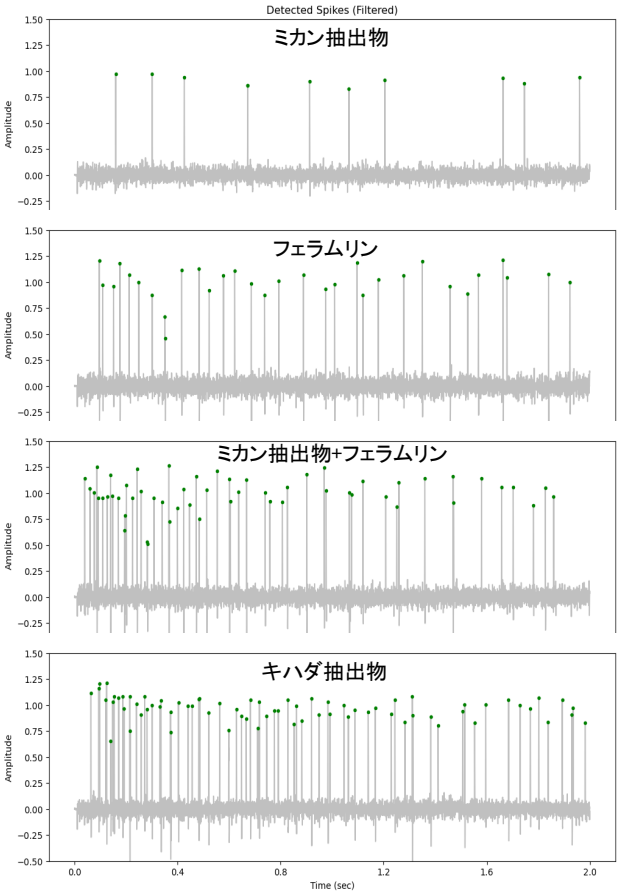


図 2 電気生理実験で検出した活動電位

思わなかったため、計測開始後にスパイクが発生した時間と、前のスパイクから対象スパイクが発生するまでの間隔(周期性)を加えてデータとして用いた。以下、ミカン抽出物でナミアゲハの味覚感覚毛を刺激した結果を示す。

周期性を含むスパイクデータから、階層クラスタリング法によって2～9のグループに分けた場合のシルエット係数を算出し、シルエット係数が最大になるクラスター数でスパイクの電圧を分類した（図 3)。多くの場合はクラスター数が 3 または 4 で最大のシルエット係数が観察された。

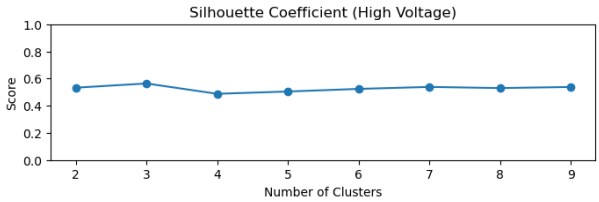


図 3 算出されたシルエット係数

クラスター毎に色分けしてスパイクを表示すると、高電圧・中電圧・低電圧の 3 種類、または、こ

れら 3 種類に超高電圧を加えた 4 種類に分類された（図 4)。各電圧グループの電圧範囲は、以前の報告[4]をおおよそ再現していることから、教師なし機械学習による分類は、解析に慣れた科学者が手作業で行う分類と同等であると考えられる。どの電圧の味覚細胞が活動するかは、感覚毛毎に異なった。３種類の味覚細胞が同時に活動する感覚毛もあれば、ほぼ１種類のみが活動する感覚毛もあった。

この解析ソフトを開発したことにより、客観的な基準でグループ分けされた 1 個体単位のデータで味覚神経の活動を解析することが可能になる事に加えて、解析作業が大幅に高速化できるため、研究の進展につながることに期待できる。実験とデータ解析とプログラミングを一人で行うことで、全てに深い理解と経験を持つからこその成果と言えるだろう。

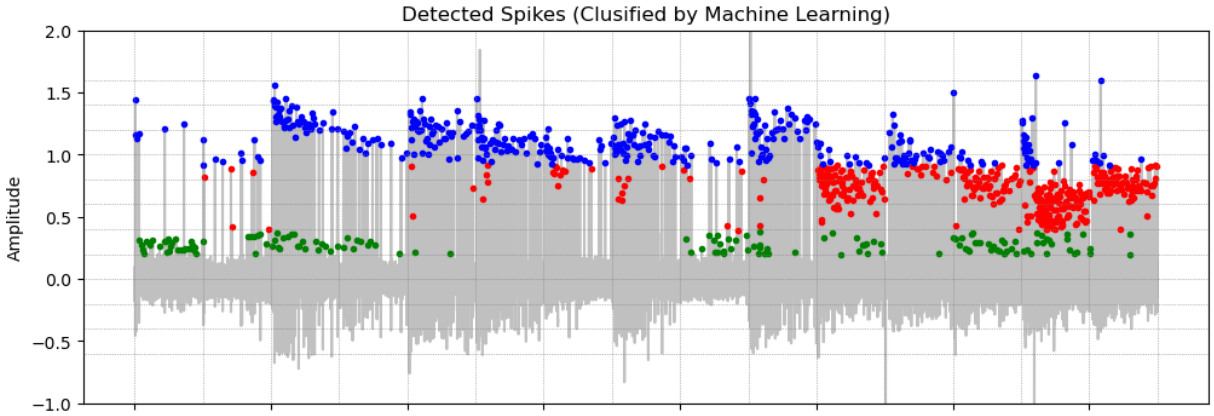


図 4 教師なし機械学習を用いたスパイクの分類

縦の線一目盛りにつき、味覚感覚毛１本のデータ範囲を示す。

青: スパイク数: 389　電圧 平均: 1.1211 mV　最高: 1.6397 mV　最低: 0.9143 mV

赤: スパイク数: 420　電圧 平均: 0.7109 mV　最高: 0.9119 mV　最低: 0.3928 mV

緑: スパイク数: 149　電圧 平均: 0.2733 mV　最高: 0.3766 mV　最低: 0.2002 mV

3-2.　非食草の成分が幼虫生存率に与える影響（2022 年度活動報告 4 から継続，担当：尾崎）

研究背景

昨年度、チョウと植物と化学物質の関係を教師なし機械学習で解析し、「チョウは毒性(植物が生産する防御物質)が似た植物を利用している」という結果を報告した。この内容で論文を投稿した結果、約 4 ヶ月の審査期間を経て残念ながら却下となった。査読者からのコメントで、「幼虫が実際に、食草と毒性が似た食草ではない植物(非食草)を食べられるかどうかを実験する」ことが提案された。

しかし、非食草を生の葉で幼虫に与えても、ほとんどの場合は餌として認識することができずに餓死してしまうため、摂食実験によって生存率を確認するのは極めて難しい。

そこで、人工飼料を用いることにした。当研究室では、人工飼料を用いてアゲハチョウを累代飼育し[5]、生葉飼育と同等の生存率・発育速度で年間を通じてほぼ同じコンディションのチョウを用意している。人工飼料は、市販の基礎資料に食草の葉を乾燥させた粉末を混ぜて作成するので、非食草の粉末を添加することで容易に幼虫に食べさせることができる。

生存率を比較する実験は繊細な結果になる事が多いと予想されるため、入念な予備実験でしっかりとした条件検討を行う必要がある。条件検討の途中段階ではあるが、これまでに得られた知見について報告する。

実験に用いた非食草

植物名	防御物質	アゲハ類が利用	分類群
アカシア	フラノクマリン	共通祖先	マメ科
マルバハギ	フラノクマリン	×	マメ科
アシタバ	フラノクマリン	キアゲハ	セリ科
ウマノスズクサ	アリストロキア酸	ジャコウアゲハ	ウマノスズクサ科

初齢用人工飼料の組成(g)

添加物	基礎資料	食草粉末	添加量
標準	1.0	1.0	-
比較区	1.2	0.8	-
アカシア	1.0	0.8	0.2
マルバハギ	1.0	0.8	0.2
アシタバ	1.0	0.8	0.2
ウマノスズクサ	1.0	0.8	0.2

各人工飼料に、20 個体ずつの初齢幼虫を放した。飼育実験は各試験区につき 3 反復行った（計 60 個体）。

結果

理想的には成虫が羽化して次世代を残せるかまで観察するべきであるが、4 齢に到達した時点での生存率を報告する。標準組成の餌を与えた場合は、90%の幼虫が生存し、正常な発育が観察された。それに対し、アリストロキア酸を防御物質とするウマノスズクサの粉末を 20%混入した餌を与えた場合、4 齢に到達した個体はなく全滅した。フラノクマリンを防御物質とするアカシア、マルバハギ、アシタバの粉末を混入した餌を与えた場合、31.7～46.7%の幼虫が 4 齢に到達した。比較区の幼虫の生存率が 58.3%と、標準組成で育てた場合と比べて低下した（図 5）。

これらの結果から、食草であるミカン科とは毒性が大きく異なるウマノスズクサの影響は極めて強く見られるが、毒性が近い(フラノクマリン類を防御物質として利用している)植物を混入してもある程度生存できる可能性が示唆された。ただし、比較区として設定した組成では、非食草の粉末を添加していないにも関わらず幼虫の生存率が低下した。標準組成よりも食草粉末の割合が低く、やや“薄味”であったことが影響している可能性がある。アカシア、マルバハギ、アシタバを混入した試験区も同様に“薄味”であったことから、生存率が低下した原因が非食草粉末の混入であったか判断が難しい結果となった。

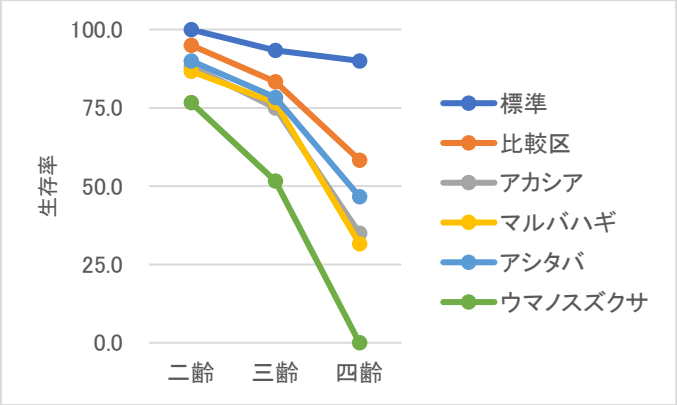


図 5 発育時期毎の幼虫生存率

今後、食草粉末の割合は標準量と同じにし、非食草粉末を混入した場合の生存率を観察することで、適切な実験条件を見つける必要がある。

3-3. 幼虫の解毒機構に関する研究（2020 年度活動報告 2 から継続，担当：宇賀神）

研究背景

植物は分類群ごとに多様な二次代謝産物を生成し，一部を防御物質として利用している。そのため，食植性昆虫が植物を餌とするには，それぞれの防御物質に対する対処能が必要となる。一方で，食植性昆虫の種分化の過程では，それまでとは異なる植物種

を利用するようになる「食草転換」が重要な役割を果たすと考えられている[6,7]。では，従来の食草と異なる植物種を利用できるようになる仕組みとはどのようなものだろうか？過去の生態学的研究において，食草転換における毒性化合物の類似性の重要性が繰り返し指摘されてきた[8,9]。しかし，系統的に離れた植物を食草として利用する近縁な昆虫種を対象に，解毒機構の共通性を検証した研究例は乏しい。

アゲハチョウ属は，構成する 200 余種のうち約 80%がミカン科植物を食草とする。残りの一部に，ミカン科と系統的に縁遠いセリ科植物を利用するグループが存在する（図 6）。分子系統解析からは，セリ科食種はミカン科食種の一部に由来することが支持されている[10,11]。また，ミカン科とセリ科は二次代謝産物としてフラノクマリン類を含有するという特徴を共有する[12]。昆虫にとって，フラノクマリン類は細胞内で核酸の合成を阻害する毒性化合物である。これらのことから，セリ科食種のフラノクマリン解毒機構が祖先となったミカン科食種に由来する可能性が指摘されている[13]。しかし，アゲハチョウにおけるフラノクマリン解毒機構の研究は，北米に分布するセリ科食のメスクロキアゲハで盛んに実施されてきたものの[14,15]，比較検証可能なミカン科食種の知見は存在しなかった。そこで，我々は，東アジアに広く分布するミカン科食種であるナミアゲハを用い，幼虫が持つフラノクマリン解毒機構に関して解析を開始した。

2022 年度までに，２つのシトクロム P450 (CYP) 6B 遺伝子がフラノクマリン摂取により顕著に発現上昇することを明らかにした。CYP6B 遺伝子群は，昆虫において，植物化学物質や農薬といった外界から取り込まれた化学物質の代謝・解毒機構の中心を担っている。2023 年度は，これら２つの遺伝子（*CYP6B1* と *CYP6B5k*）が幼虫の生育にどの程度寄与しているのか明らかにするため，CRISPR/Cas9 によるゲノム編集幼虫を作成し機能解析に取り組んだ。

結果

産卵直後の卵に対し２つの遺伝子に対するガイド RNA を同時にインジェクションした場合，孵化した G0 幼虫は変異アレルと野生型アレルを併せ持つ変異モザイクとなる（図 7A）。しかし，1%キサントトキシン（フラノクマリン類の１つ）添加飼料で飼育した際の野生型アレル由来転写産物の発現量は，無処理群および GR1（成虫の寄主認識に必要な味覚受容体遺伝子，ゲノム編集のコントロールとして使用）編集群と比べて有意に低下していた（図 7B）。そこで，次に G0 幼虫を 5 日間飼育し，体サイズを比較した。その結果，キサントトキシン存在時にのみ，*CYP6B1* と *6B5k* の編集幼虫の体サイズが他の 2 群より有意に小さかった（図 7C）。広範に CYP を阻害する薬剤であるピペロニルブトキシドを使用した解析でも同様の生育遅延が観察された。

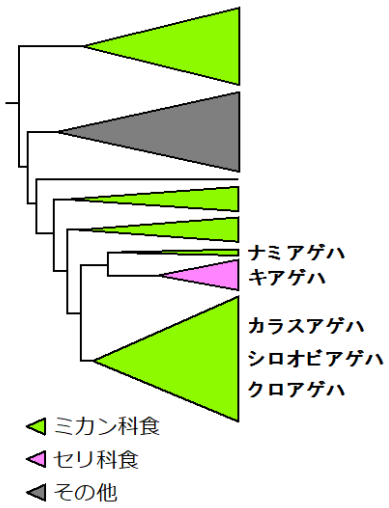


図 6. アゲハチョウ属の系統関係の概略図
文献 5 と 6 を基に作成。右端に日本に生息する代表的な種を記した

以上から，フラノクマリン摂取により発現が誘導される CYP6B 遺伝子が，幼虫のフラノクマリン耐性に確かに寄与することが明らかとなった。
セリ科食のメスクロキアゲハでは，*CYP6B1* と *6B3* の 2 つの遺伝子がフラノクマリン類摂取時に発現上昇する。培養細胞を用いた解析からは，これらがいずれもフラノクマリン類を代謝することも報告されている[14,15]。*CYP6B3* はセリ科食種において *CYP6B1* の遺伝子重複によって生じたパラログである[15]。*CYP6B5k* に関する解析はセリ科食種でなされておらず，この遺伝子の機能の進化的保存性は不明であるものの，本研究の結果を踏まえると，セリ科食アゲハのフラノクマリン解毒機構はミカン科食アゲハが持っていたもの（少なくともその一部）に由来すると考えられる。そして，この解毒機構の共通性は，食草転換において植物同士の毒性化合物の類似性が重要であることをあらためて支持する。

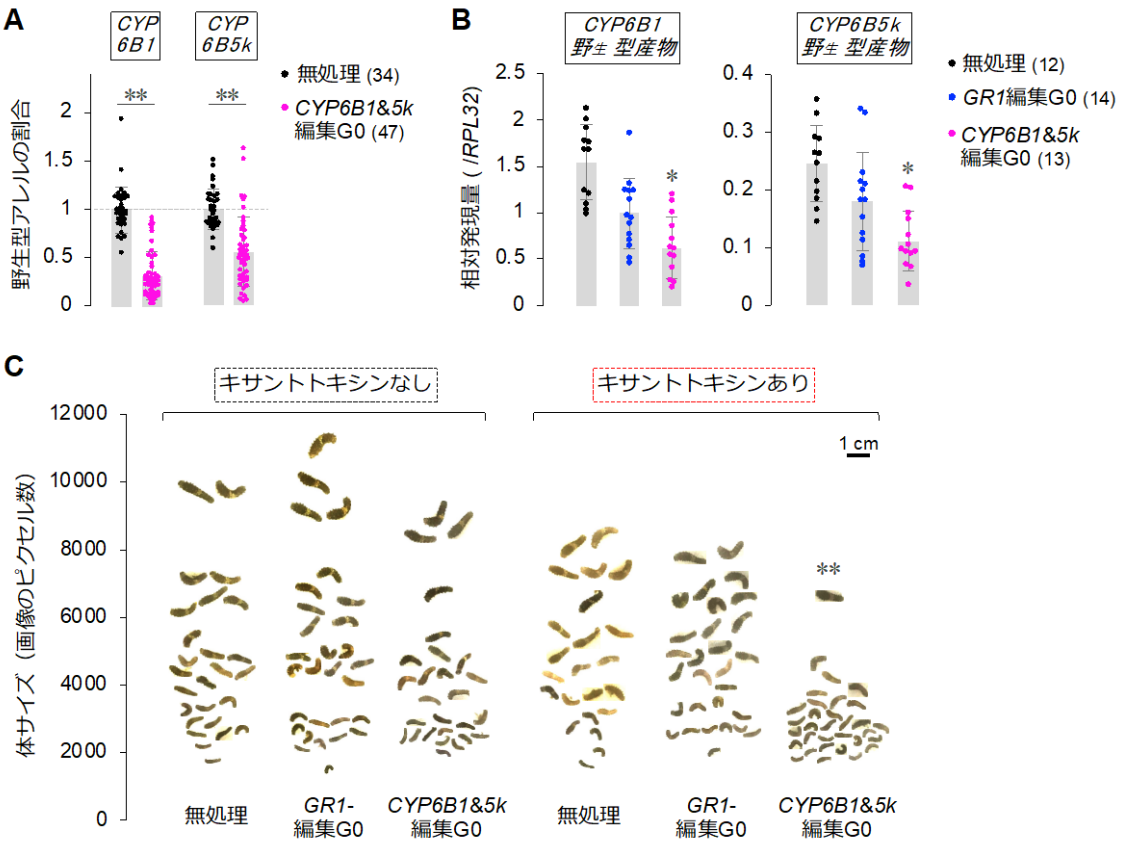


図 7. ゲノム編集 G0 幼虫を用いた機能解析
(A)全身における野生型アレルの割合。(B)キサントトキシン添加飼料摂食時の野生型アレル由来転写産物の発現量。(C)ゲノム編集 G0 幼虫を 5 日間育てた際の体サイズ

3-4. 産卵管における化学物質受容に関する研究（2023 年度研究計画 3，担当：宇賀神・廣岑）

メス成虫は，植物の葉に産卵する前に前脚を葉の表面に激しく叩きつける「ドラミング」をおこなう。一般的に，この行動が食草認識における最終かつ最重要過程と考えられており，当研究室においても前脚を中心に研究を実施してきた[4,5]。しかし，前脚の味覚感覚子で高発現する Odorant-binding protein (OBP) 遺伝子が産卵管の一部でも発現している様子が観察されたことから[16]，産卵管においても何らかの植物化学物質受容がなされている可能性を想定した。2022 年度より研究を開始しており，産卵管表面の顕微鏡観察により，味覚感覚子としての特徴を有する構造が腹側外縁部に左右各 10 本ずつ分布することが明らかとなっている（図 8A）。2023 年度は，行動学的解析と産卵管に高発現する化学感覚関連遺伝子の解析を実施した。

まず初めに，前脚と同様に「食草か否か」の識別に寄与する可能性を検証した。プラスチック製の模造葉を使用し，一方の面にミカン葉抽出物を，他方の面に様々な物質を塗布した。ミカン側を前脚で触れさせると腹部が屈曲し，露出した産卵管が反対側に接触する（図 8B）。この状態で産卵行動を観察したところ，産卵管が非寄主植物の抽出液や苦味物質の溶液に触れた場合でも全ての試行で産卵が確認された。前脚が非寄主植物や苦味物質に触れた場合には産卵は生じないことから，「食草か否か」の識別は前脚が担っており，産卵管は食草の選択に寄与しないと考えられる。

次に，2020 年度に実施した RNA-seq 解析の結果をもとに，産卵管で高発現する化学感覚関連遺伝子を探索し，2 つの OBP 遺伝子を候補として取得した。そのうち 1 つは味覚感覚子の基部に発現し(図 8C)，発現量が性成熟や交尾経験依存に上昇することが明らかとなった（図 8D）。

こうした興味深い発現パターンを示すことから，産卵管における OBP 遺伝子の役割について注目したい。

謝辞

本研究の遂行にあたり、伊丹市昆虫館・坂本昇様、角正美雪様から昆虫資料と植物資料を提供して頂いた。北海道旭川市の水口浩之様から昆虫資料を提供して頂いた。アドベンチャーワールドの山之内克紀様、JT 生命誌研究館表現セクターの皆様、ガイドスタッフの皆様から植物資料を提供していただいた。フランス国立農学研究所・Frederic Marion-Poll 名誉教授から、個人で開発されている電気生理実験のシグナル取得ソフトウエア dbWave の最新バージョンを提供していただいた。多大な協力に感謝する。

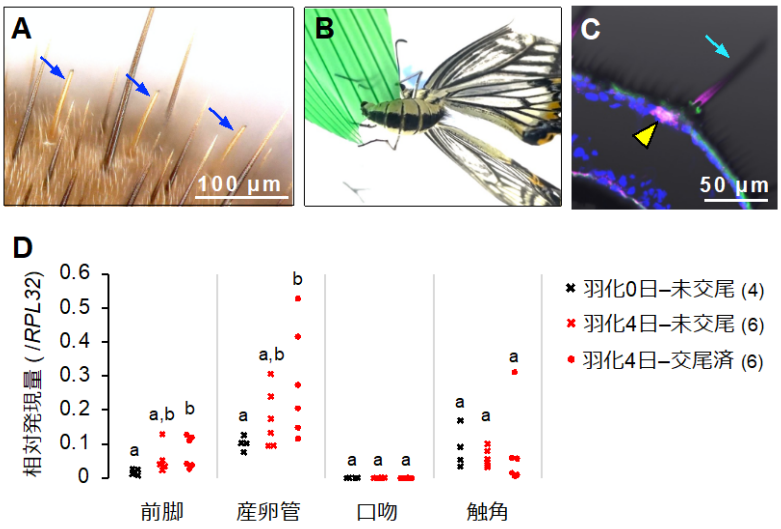


図 8. 産卵管に高発現する OBP 遺伝子の解析

(A)腹側外縁部に局在する味覚感覚子様の構造（矢印）。(B)行動実験の様子。前肢と産卵管が模造葉の異なる面に触れている。(C)蛍光 *in situ* hybridization により可視化した味覚感覚子基部における発現（矢頭）。(D)羽化後の日齢および交尾経験の異なる個体における発現量

引用文献

1. Honda, K. Identification of host-plant chemicals stimulating oviposition by swallowtail butterfly, Papilio protenor. *Journal of Chemical Ecology* **16**, 325–337 (1990).

2. OHSUGI, T., NISHIDA, R. & FUKAMI, H. Multi-Component System of Oviposition Stimulants for a Rutaceae-Feeding Swallowtail Butterfly, Papilio xuthus(Lepidoptera:Papilionidae). *Appl Entomol Zool* **26**, 29–40 (1991).

3. Honda, K., Ômura, H., Chachin, M., Kawano, S. & Inoue, T. A. Synergistic or Antagonistic Modulation of Oviposition Response of Two Swallowtail Butterflies, Papilio maackii and P. protenor, to Phellodendron amurense by Its Constitutive Prenylated Flavonoid, Phellamurin. *Journal of Chemical Ecology* **37**, 575–581 (2011).

4. Ryuda, M. *et al.* Gustatory Sensing Mechanism Coding for Multiple Oviposition Stimulants in the Swallowtail Butterfly, Papilio Xuthus. *J Neurosci* **33**, 914–924 (2013).

5. Ozaki, K. *et al.* A gustatory receptor involved in host plant recognition for oviposition of a swallowtail butterfly. *Nat Commun* **2**, 542 (2011).

6. Forbes, A. A. *et al.* Revisiting the particular role of host shifts in initiating insect speciation. *Evolution* **71**, 1126–1137 (2017).

7. Allio, R. *et al.* Genome-wide macroevolutionary signatures of key innovations in butterflies colonizing new host plants. *Nat Commun* **12**, 354 (2021).

8. Ehrlich, P. R. & Raven, P. H. BUTTERFLIES AND PLANTS: A STUDY IN COEVOLUTION. *Evolution* **18**, 586–608 (1964).

9. FUTUYMA, D. J. & KEESE, M. C. Herbivores: Their Interactions with Secondary Plant Metabolites. 439–475 (1992) doi:10.1016/b978-0-08-092545-5.50017-1.

10. Zakharov, E. V., Caterino, M. S., Sperling, F. A. H. & Schultz, T. Molecular Phylogeny, Historical Biogeography, and Divergence Time Estimates for Swallowtail Butterflies of the Genus Papilio (Lepidoptera: Papilionidae). *Systematic Biol* **53**, 193–215 (2004).

11. Condamine, F. L. *et al.* A comprehensive phylogeny and revised taxonomy illuminate the origin and diversification of the global radiation of Papilio (Lepidoptera: Papilionidae). *Mol. Phylogenetics Evol.* **183**, 107758 (2023).

12. Games, D. E. The natural coumarins: Occurrence, chemistry and biochemistry. *Endeavour* **7**, 49 (1983).

13. Berenbaum, M. COUMARINS AND CATERPILLARS: A CASE FOR COEVOLUTION. *Evolution* **37**, 163–179 (1983).

14. Cohen, M. B., Schuler, M. A. & Berenbaum, M. R. A host-inducible cytochrome P-450 from a host-specific caterpillar: molecular cloning and evolution. *Proc. Natl. Acad. Sci.* **89**, 10920–10924 (1992).

15. Wen, Z., Rupasinghe, S., Niu, G., Berenbaum, M. R. & Schuler, M. A. CYP6B1 and CYP6B3 of the Black Swallowtail (Papilio polyxenes): Adaptive Evolution through Subfunctionalization. *Mol. Biol. Evol.* **23**, 2434–2443 (2006).

16. Ugajin, A. & Ozaki, K. Coexpression of Three Odorant-Binding Protein Genes in the Foreleg Gustatory Sensilla of Swallowtail Butterfly Visualized by Multicolor FISH Analysis. *Frontiers Insect Sci* **1**, 696179 (2021).

社会に開かれた活動報告

日程	対象者	場所	行事名・内容	定量実績
2023/1/6	読者	オンライン	尾崎 日本薬学会会報 MedChem News から依頼があった原稿を提出	不特定多数
2023/1/15	一般	館内	宇賀神 一般の予約来館者向けに研究紹介	24 名
2023/2/4	一般	オンライン	尾崎 みんなの広場で寄せられた質問に回答: トランスクリプトーム解析に関連して	1 名
2023/2/4	一般	オンライン	尾崎 みんなの広場で寄せられたコメントに回答: ラボ日記「広がる食草園」に関して	1 名
2023/2/17	大学院生	オンライン	尾崎 メールで寄せられた、アゲハチョウの産卵刺激物質に関する質問に回答	1 名
2023/2/23	一般	オンライン	宇賀神 Silverback Films（イギリスの映像制作会社）からの熱殺蜂球に関する問い合わせに対応	1 社
2023/3/14	学会員	摂南大学	宇賀神 応用動物昆虫学会小集会にて講演	約 60 名
2023/3/17	一般	ハイブリッド	尾崎 JT 生命誌研究館レクチャー「動物の食性と味覚の進化」運営	来館 35 名 ｵﾝﾗｲﾝ 40 名
2023/3/25 ・3/26	一般	アドベンチャーワールド	尾崎 春休み特別イベント「食草園開園記念: お食事チョウ査隊」開催	約 140 名
2023/3/28	研究者	オンライン	尾崎 みんなの広場で寄せられた質問に回答: トランスクリプトーム解析に関連して	1 名
2023/4/4	大学院生	BRH	廣嵜 来館見学	1 名
2023/4/13	一般	オンライン	尾崎 みんなの広場で寄せられた質問に回答: 観察したチョウに関連して	1 名
2023/5/6	一般	オンライン	尾崎 みんなの広場で寄せられた質問に回答:チョウの産卵に関連して	1 名
2023/5/9	一般	オンライン	尾崎 みんなの広場で寄せられた質問に回答: 観察したチョウに関連して	1 名
2023/5/10	一般	オンライン	尾崎 みんなの広場で寄せられた質問に回答: 人工飼料を用いた飼育に関連して	1 名
2023/6/4	一般	たばこと塩の博物館	尾崎 生命誌レクチャー	28 名
2023/6/7	一般	オンライン	尾崎 みんなの広場で寄せられた質問に回答: ナミアゲハとキアゲハの雑種交配に関連して	1 名

日程	対象者	場所	行事名・内容	定量実績
2023/6/9	一般	オンライン	尾崎 みんなの広場で寄せられた質問に回答: 観察したチョウの食性に関連して	1 名
2023/6/10	一般	JT 生命誌研究館	尾崎 高校生の探究学習を支援する NPO「じぶん未来クラブ(三菱みらい育成財団)」のメンター大学生が来館し、団体が発行する新聞記事作成のためのインタビューを受けた	来館 1 名 新聞の対象 不特定多数
2023/6/18	一般	JT 生命誌研究館	尾崎 アゲハチョウの生態について熱心に自由研究を行っている小学生が来館、助言を行なった	2 名 (親子)
2023/6/20	一般	オンライン	尾崎 みんなの広場で寄せられた質問に回答: ナミアゲハとキアゲハの雑種交配に関連して	1 名
2023/6/23	一般	電話	尾崎 NHK 大分放送局制作デスク西山氏より、電話にてアゲハチョウと食草に関する取材を受けた	不特定多数 テレビ・ラジオ・公式 Twitter による話題提供
2023/6/26	一般	オンライン	尾崎 アドベンチャーワールド広報担当者より問い合わせがあり回答、公式 Twitter/Instagram の豆知識として投稿: カバの体表面で給水行動を行うアゲハチョウについて	1 名 Twitter: 8.8 万表示 Instagram: 7,000 Likes
2023/7/5	一般	オンライン	尾崎 みんなの広場で寄せられた質問に回答: 産卵実験ショーの舞台裏に関連して	1 名
2023/7/15	科学者 一般	JT 生命誌研究館 オンライン	尾崎 シンポジウム「虫の会（拡張版）第 2 回」開催	(BRH) 科学者 18 一般 47 (ｵﾝﾗｲﾝ) 科学者 12 一般 65 合計 132 名
2023/7/19	一般	オンライン	尾崎 みんなの広場で寄せられた質問に回答: 猫の糞でパドリング行動をしていたアゲハチョウについて	1 名
2023/7/19	一般	オンライン	尾崎 みんなの広場で寄せられた質問に回答: アゲハチョウ幼虫の代替食について	1 名
2023/7/24	科学者 一般	冊子	宇賀神 ミツバチサミット 2023 スペシャルブック依頼原稿提出	不特定多数
2023/7/27	一般	アドベンチャーワールド	尾崎 夏休みイベント「わくわく虫とり☆虫博士になろう！」開催	イベント 18 名 トーク 100 名程度

日程	対象者	場所	行事名・内容	定量実績
2023/8/1	科学者	雑誌	尾崎 執筆依頼があったコラムが出版: 日本薬学会発行「MEDCHEM NEWS」8 月号 Coffee Break 「チョウと植物を強固に結びつけている絆の正体は味覚」	不特定多数
2023/8/4	科学者	オンライン	尾崎 論文の査読結果を提出: Insect Biochemistry & Physiology	不特定多数
2023/8/5	科学者	オンライン	尾崎 エディターとして査読結果を著者に通知: DNA Research	不特定多数
2023/8/10	一般	JT 生命誌研究館	尾崎 館内講演: シニア自然大学校	17 名
2023/8/17	一般	オンライン	宇賀神 みんなの広場に寄せられた質問に回答: 雌雄モザイク個体について	1 名
2023/8/17	一般	オンライン	尾崎 メールで寄せられた質問に回答: 内容: 人工飼料でナミアゲハを飼育した結果を自由研究として提出したい。ラボのコンテンツを参考にして卵を 60 個産ませ、52 匹が孵化、人工飼料で飼育して 45 匹が羽化した。	2 名 (小学生と母親)
2023/8/24	一般	オンライン	尾崎 質問フォームで寄せられた質問に回答: 自宅ベランダで観察したアゲハチョウの生態について 11 問	2 名 (小学生と母親)
2023/8/24	一般	オンライン	尾崎 みんなの広場に寄せられた質問に回答: ナミアゲハの幼虫が別個体の卵の周囲を忌避する行動について	1 名
2023/8/25	一般	オンライン	尾崎 みんなの広場に寄せられた質問に回答: ナミアゲハ蛹の猛暑耐性について	1 名
2023/8/29	一般	オンライン	尾崎 みんなの広場に寄せられた質問に回答: ナミアゲハが蛹化する際の移動について	1 名
2023/8/31	一般	オンライン	尾崎 みんなの広場に寄せられた質問に回答: ナミアゲハが羽化する時間帯について	1 名
2023/10/12	一般	BRH	尾崎 館内講演: 茨木市 追手門学院高校	39 名
2023/10/26	一般	オンライン	尾崎 みんなの広場に寄せられた質問に回答: アゲハの人工飼料飼育について	1 名
2023/10/26	一般	JT 生命誌研究館	宇賀神 館内講演: 長崎県佐世保北中学校	40 名
2023/11/11	一般	アドベンチャーワールド	尾崎 食草園ミニガイド	80 名
2023/11/11	一般	アドベンチャーワールド ・オンライン	尾崎 トークイベント 「チョウと動物の冬仕度」	現地 300 名 オンライン 4.379 名
日程	対象者	場所	行事名・内容	定量実績

日程	対象者	場所	行事名・内容	定量実績
2023/12/2	一般	JT 生命誌研究館	尾崎 アドベンチャーワールドによる講演「パンダの時間」運営	(BRH) 81 名 (ｵﾝﾗｲﾝ) 345 回 館内モニタ 6 名
2023/12/7	科学者	神戸国際会議場	尾崎 分子生物学会：ポスター発表	現地 約 40 名
2023/12/8	科学者	神戸国際会議場	尾崎 分子生物学会：シンポジウム「虫の会(まじめ版)」運営	約 200 名

DNA から進化を探る

系統進化研究室

昆虫と植物の相互作用と進化・種分化およびオサムシの後翅の退化的進化に関する研究

DNAから進化を探る　系統進化研究室
室長　主任研究員　蘇 智慧
研究補助員　佐々木 綾子
研究補助員　加藤 貴範
大阪大学大学院生　西岡 樹里

地球上には、数千万種の生物が存在していると推測されている。バクテリア、菌類、植物、動物、一見して何の関係もない生物たちでも、その起源を探ってみるとただ1つの共通祖先に辿り着く。これほど多種多様な生物がどのようにして共通祖先から進化してきたのだろうか。生物学の最も基本的なこの問題を理解するために、我々は時間軸における生物の進化過程と空間軸における生物間の相互作用に焦点を当てて研究を進めてきた。また、形態進化を理解するために、昆虫の翅の退化的進化機構の解明も行っている。

1 イチジク属植物を始めとする生物の相互作用と進化・種分化

はじめに

昆虫と被子植物はそれぞれ陸上で最も多様化した生物群で、その多様化は互いに相互適応的な関係を築くことによって促されてきた。その顕著な例がイチジク属植物（*Ficus*; 以下、イチジク）とイチジクコバチ科（Agaonidae; 以下、コバチ）との共生関係である。体長約2 mmのコバチは、イチジクの唯一の送粉者（花粉を運ぶ）である。

イチジクは、東南アジア・アフリカ・中南米など熱帯を中心に約850種が分布している。日本はイチジクの分布域の北限にあたり、南西諸島を中心に16種が生育している。イチジクは花嚢とよばれる袋状の閉じた花序をつけ、その内側に多数の花を咲かせる。コバチは、この花嚢に入り花粉を媒介すると同時に花に産卵する。ふ化した幼虫は虫こぶ（昆虫が改変した植物の組織）の中で成長し、次世代のコバチが花嚢内で羽化・交配する。その後、雄コバチは花嚢中で生涯を終えるが、雌コバチは花粉を身につけて別の花嚢へと移動することで次の受粉と産卵が成立する。このように、イチジクとコバチは、繁殖において互いに必須とする「絶対共生」関係を構築している。また、この絶対共生系は、種特異性が高く、その多くは「1種対1種」、つまり1種のイチジクに1種のコバチのみが対応している。

このような種特異性の高い絶対共生系は、一見して進化の袋小路にあるようにも見えるが、イチジク属はクワ科で、最大種数を誇る属であり、陸上植物でも最も種多様性の高い属の1つである。同じクワ科に属する姉妹群のCastilleae族はイチジク属とほぼ同様な分布域を有しているが、約60種しか含んでおらず、イチジク属の種数の10分の1以下である（Moe et al., 2012）。

イチジクとコバチの絶対共生こそがその種多様性に貢献しているのではないかと我々は考えている。生物の多様性は種分化の繰返しによって生じるので、イチジク―コバチ絶対共生系における種分化機構の理解が最も重要な課題である。

また、イチジクと相利共生関係にある送粉コバチの他に、様々な動物がイチジクの果実や花嚢に依存して生活していることも知られている。そのため、イチジクが熱帯森のキーストンkeystoneであると

も指摘されている(Shanahan et al., 2001)。その中で昆虫類に限って言えば、送粉を担わないゴール形成者や送粉コバチの寄生者・癭食者、寄生者の高次寄生者を含む「非送粉コバチ相」(Bain et al., 2015)があり、また、送粉コバチのメスを捕食するクロツヤバエ(Okamoto et al., 2012)や、送粉コバチや非送粉コバチを捕食するアリ類もいる(Bain et al., 2014)。このように、イチジクは実に多くの昆虫類と相互作用「網」を形成している。しかし、この相互作用網に対する総合的理解があまり進んでいない。特に日本国内におけるイチジクと関連のある非送粉コバチとアリ類を調べた研究例は少ない。このような状況は、イチジクや送粉コバチ、その他の生物との相互作用によって形成される生態系の実態や進化・種分化機構への理解を妨げる。

以上に述べた背景のもとに、本研究は、格好な実験場である台湾・琉球列島に分布しているイチジクとそれに共生しているコバチを始めとする昆虫類を中心に、分子系統、集団遺伝、形態分類、遺伝子発現など多角的な側面から、イチジク属を中心とする共生関係の構築・維持機構と進化・種分化機構の解明を目指して複数の研究課題を実施している。ここでは 2023 年度に行った研究テーマについて報告する。

1-1. イチジクとコバチの機能的共進化と種分化

「はじめに」で述べたように、イチジク―コバチ絶対送粉共生系は種特異性が高く、共進化と共種分化のモデル系として多くの研究がなされてきた。しかし、これまでの研究から共進化と共種分化の強い証拠はあまり得られていない。

我々が台湾―琉球列島に分布するイチジク属の 1 種であるオオバイヌビワ *F. septica* とそのコバチ *Ceratosolen* sp.を調べたところ、台湾、石垣島と沖縄本島の間で植物の花の匂いの化学成分に違いがあることが判明した。花の匂いはイチジクとコバチの種特異性を維持するための最も重要な要素であるため、コバチの寄主植物に対する識別機能も地域間で異なっている可能性があると考えられる。そこで、花の匂いに対するコバチの選好性テストを行った。その結果、石垣島コバチは石垣島植物の花の匂い、沖縄本島コバチは沖縄本島植物の花の匂いをそれぞれ好み、逆には互いに忌避することがわかった。また、コバチの花選好性の違いをもたらした花の匂い物質を特定するために、花の匂いに含まれる主要な物質および石垣花と沖縄花の間で含有量の異なる物質を用いて、コバチによる選好性テストを行った。その結果、両地域のコバチが明らかに異なる選好性を示す化学物質があることが判明した。特に、ゲラニルアセトンは、石垣島の花の匂いに全く検出されていないが、コバチはそれに対して忌避する、興味深い結果が得られた（2022 年報告）。この結果は寄主植物の花の匂いの変化に対するコバチの適応進化では解釈できない。ゲラニルアセトンに対する石垣コバチの忌避機能の進化によって、ゲラニルアセトンを有する寄主植物が石垣島集団から淘汰されたと考えるのが妥当であろう。本研究の結果から、寄主植物とコバチの間に互いに適応進化していることが示唆され、我々はこれをイチジクとコバチの「機能的共進化」と呼ぶことにした。この共進化が進むことによって、石垣島と沖縄本島間で、植物もコバチも生殖隔離が生じ、共種分化が起きることが予想される（図１）。

また、植物とコバチの集団遺伝解析を行ったところ、植物の方は石垣島と沖縄本島の間に僅かな遺伝的分化が検出されたが、コバチでは遺伝的分化が殆ど見られなかった。これはイチジクとコバチの「機能的共進化」が極めて最近に生じたことを示唆している。この共進化の分子的メカニズムまたは遺伝的基盤を解明するために、今年は沖縄本島、石垣島と

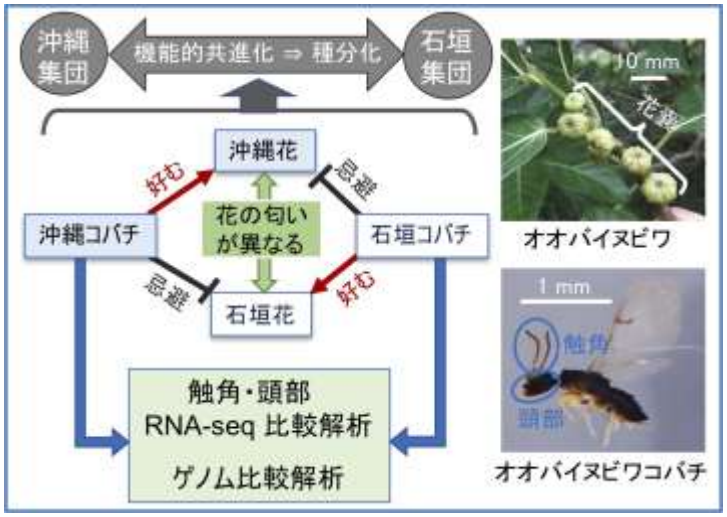


図１．イチジクとコバチの「機能的共進化」と共種分化。

台湾のコバチの触角と頭部の発現遺伝子の網羅的比較解析とゲノム比較解析を行っている。昆虫の化学感知に関わる遺伝子群を中心に、イチジクの花に対するコバチの識別機能の進化に関わる候補遺伝子（群）とゲノム領域の特定を目指している。

1-1-1. RNA-seq のアセンブリとアノテーション

RNA-seq 解析用のサンプルは石垣島、沖縄本島、台湾のオオバイヌビワから採集されたコバチの触角と頭部をそれぞれ 3 サンプルずつ用いた。トリミングツール Trimmomatic を用いてアダプター配列と低クオリティリードを除去し、Trinity を用いて de novo アセンブリを行なった（表１）。アセンブリの結果、311,262 のコンティグが生成された。
Trinity の付属スクリプトを用いて最長の isoform を抽出し､それを CD-HIT でクラスタリングしたものを unigene とした。unigene コンティグに Transdecoder を用いて CDS 領域の推定を行った。この際に、NCBI の配列データベースである NR およびタンパク質データベースである Pfam へのアノテーションを行い、最適な CDS 領域の推定を行なった。その後、推定された CDS 領域のアミノ酸配列に対して、Web サービス EggNOG-mapper を用いて機能アノテーションを付加した。
また、3 集団を同時にアセンブルする手法では、各集団間の塩基配列の違いが確認できなかったため、各集団のサンプルを用いて個別にアセンブルを行なった。手法は 3 集団アセンブリを行なった際とほぼ同様だが、最長の isoform を選択すると相同配列の比較がうまくできなかったため、unigene を用いず、すべての isoform を含んだ状態で解析を行なった。
EggNOG-mapper によって付加された GO term の結果から、どのような機能の遺伝子が多く検出されたかを円グラフにまとめた。GO term はそれぞれの遺伝子産物の特性によって 3 種類に大別される。Biological Process は生物学的な反応、Molecular Function は分子的な機能､Cellular Component は機能する細胞区画を示す（図２）。

表 1. オオバイヌビワコバチ *Ceratosolen* sp. の RNA-seq のアセンブリ結果。

Assembly	# of transcripts	Total assembled bases (bp)	Min. contig length (bp)	Avg. contig length (bp)	Max. contig length (bp)	N50	GC(%)
IS Pop	164,448	144,289,752	181	877.4	27,099	1,439	37.85
OK Pop	164,413	160,897,269	182	978.6	25,900	1,722	36.91
TW Pop	248,945	216,069,772	187	867.9	36,974	1,353	36.62
3 Pops (IS+OK+TW)	311,262	284,783,263	184	914.9	27,197	1,460	35.97

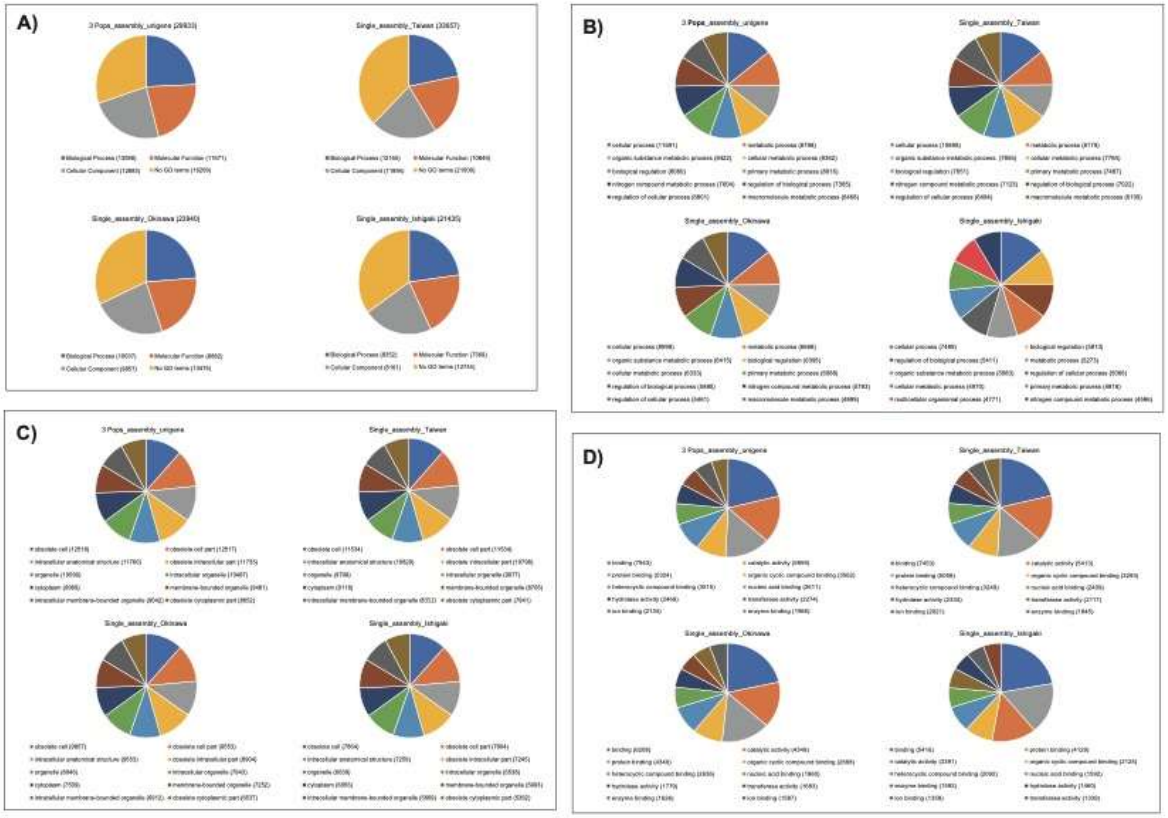


図２．オオバイヌビワコバチ *Ceratosolen* sp. の RNA-seq のアセンブリから推定された遺伝子のアノテーションの結果。

1-1-2. 遺伝子発現の網羅的比較解析

3 集団間の発現量を比較には 3 集団を同時にアセンブリした結果を用いた。前述の unigene データを用いると相同性の高い配列の差を見落とす可　能性があったので、まず、アセンブリ結果に salmon を用いて各サンプルをマッピングし、そのマッピング結果から Corset を用いてコンティグをクラスタリングし、それぞれのクラスターのリードカウントを発現量として算出した。この発現量データから Web サービスである TCC-GUI を用いて各集団の遺伝子発現の傾向を比較すると共に、集団間で発現量が有意に異なるクラスターを検出した。TMM によるリードカウントの正規化を行い、R パッケージである edgeR を用いた。検出されたクラスターに属するコンティグを Corset の付属スクリプトで逆引きしてリスト化し、これを発現変動遺伝子と定めた。検出された発現変動遺伝子の配列に対して Blast2GO を用いてアノテーション及び GO enrichment 解析を行なった。BLAST および InterProScan を用いて配列にアノテーションおよび GO term を付加し、その結果からどのような機能の遺伝子が発現変動遺伝子に含まれていたのかを推定した。

1-1-2-1. 各集団間比較における発現変動遺伝子

Corset を用いてクラスタリングしたクラスターの発現量を 3 集団の触角および頭部で比較した結果、まず触角と頭部では発現している遺伝子の傾向が大きく異なることが分かった。また、石垣島および沖縄の 2 サンプルは触角と頭部の発現傾向が似ていたが、残り一つの沖縄サンプルは触角頭部共に台湾の集団に近い発現傾向を示した（図３）。

沖縄および石垣島コバチの触角における発現遺伝子の比較を行なったところ、石垣コバチで高発現しているクラスターが 204 に対して、沖縄コバチで高発現しているクラスターが 987 であった。この際、特に沖縄のコバチではサンプル毎の発現量差が大きかったため、1 サンプルだけでのみ発現が確認され、他のサンプルでは発現がみられなかった遺伝子については解析から除外した。

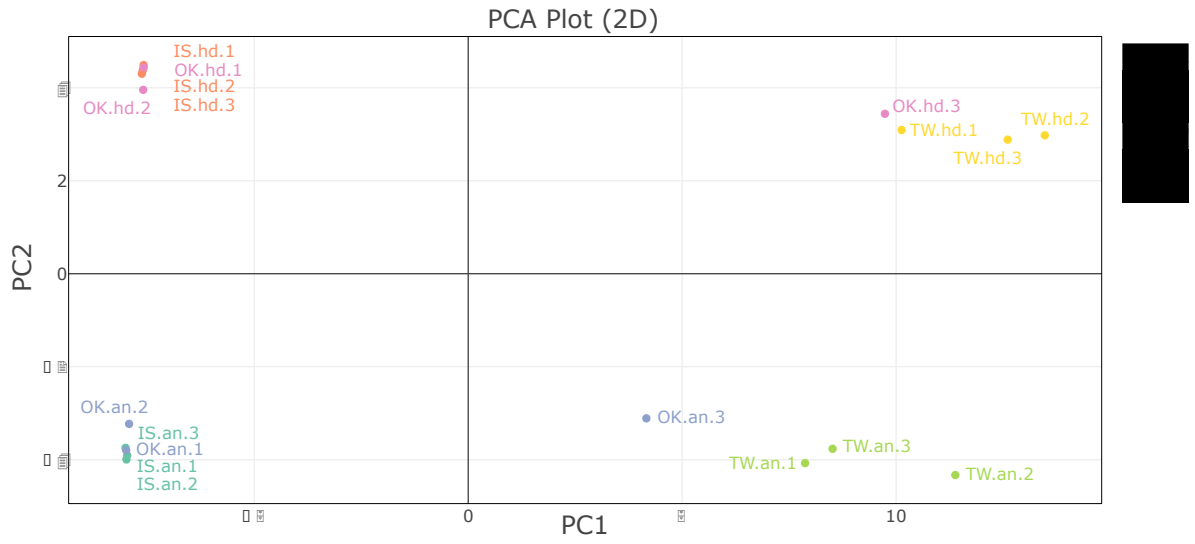


図３．オオバイヌビワコバチの発現遺伝子の主成分分析。IS, 石垣；OK, 沖縄；TW, 台湾。hd, 頭部；an, 触角。

図４は石垣および沖縄コバチ間での発現変動遺伝子について、レベル３に属する GO term のノードスコアを円グラフにしたものである。Biological Process から、変動のあった遺伝子の多くは代謝系に関連することが示唆された。沖縄コバチについては特に代謝に関連する GO term のスコアが高かった。また、石垣島コバチに特徴的な点として、ウイルス関連の GO term(viral genome replication, viral life cycle)がみられた。この GO に該当する遺伝子は沖縄コバチの触角では発現が全くなく、石垣島コバチが感染している何らかのウイルス由来のものと考えられる。Molecular function ではどちらも organic cyclic compound binding が最も高いスコアを示した。酵素活性に関わる GO term も双方で高いスコアを示したが、石垣島コバチでは酸化還元酵素のみが高スコアであるのに対し、沖縄コバチでは転移酵素､加水分解酵素次いで酸化還元酵素であり、それぞれ発現変動している酵素の種類が異なることが示唆され、特に沖縄コバチでは多様な酵素が石垣コバチより有意に高発現していることが示唆された。Cellular Component では membrane が高いスコアを示し、今回検出された遺伝子の多くが細胞膜上で機能する遺伝子であることが示唆された。

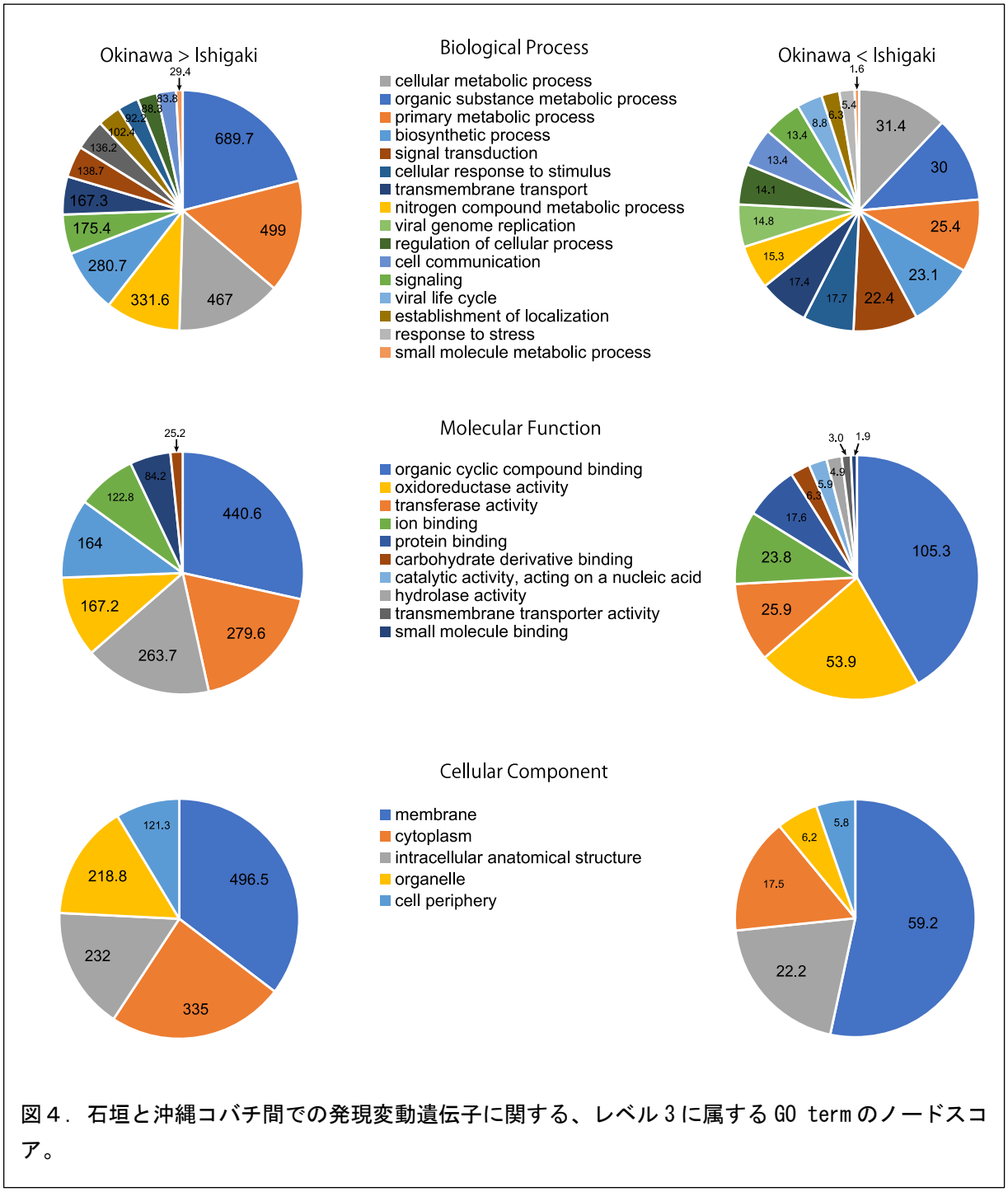


図４．石垣と沖縄コバチ間での発現変動遺伝子に関する、レベル３に属する GO term のノードスコア。

個々の発現変動遺伝子を見ていくと、コバチの嗅覚機能に関連している可能性がある遺伝子が確認された。まず、Odorant binding protein(OBP)遺伝子の中に石垣島コバチでのみ発現がみられるものがあった。OBP の機能は明確になっていない部分も多いが、匂い物質を受容体に輸送すると考えられており、コバチの匂い認識に影響していると考えられる。また、Gustatory receptor(GR)遺伝子には沖縄コバチの方が高発現しているものがあった。昆虫の GR の中には嗅覚受容体として機能するものもあることから、これもコバチの匂い認識に関係する可能性が高い。また、石垣島コバチで発現量が大きかった遺伝子として細胞内情報伝達に関わる G タンパク質の調節を行う酵素であるアデニル酸シクラーゼ(Adenylate cyclase type 8)や化学物質の分解に関与する Cytochrome P450(CYP450) 6a、沖縄コバチで発現量が大きかった遺伝子として、酸化還元酵素である SDR family なども興味深い遺伝子として挙げられる。今回検出された遺伝子は代謝系に関連し特定の物質との結合や酵素活性機能を持つものが多く含まれて

いたことから、匂いの構成物質に対する分解能の違いが匂い認識に影響している可能性についても検討していきたい。また、今後台湾の集団との比較も同様に実施する予定である。

1-1-2-2. 嗅覚受容体(Odorant Receptor ： OR)類似遺伝子の配列変異

塩基およびアミノ酸の変異がコバチの嗅覚受容に影響を与えている可能性を考え、各集団の OR 類似配列を探索し、塩基配列およびアミノ酸配列の比較を行なった。前述した、3 集団を同時にアセンブルする手法では、各集団間の塩基配列の違いが確認できなかったため、各集団のサンプルをそれぞれアセンブリし、その後 Transdecoder で推定した CDS 配列を CD-HIT でクラスタリングすることで 3 集団に共通する OR 類似配列を検出した。その結果、22 の OR 類似配列を検出し、7 つの配列で塩基配列に差異がみられた。さらに、その内 3 つの配列についてはアミノ酸の変異を伴う非同義置換であった。ただし、リガンドが明確な OR は少なく、今回検出された OR 類似配列がどのような機能を有するのか、またアミノ酸配列の変異がその機能にどのような影響を与えるのかは今後の課題である。

1-1-3. コバチの花識別の操作実験

上に述べたように、沖縄本島と石垣島のコバチの花選好性が明らかに異なる。その選好性が遺伝的に決まっているのか、それとも育った花嚢の環境によるのかを検証するために、コバチの花識別の操作実験を下記のように考案した。石垣島の植物を沖縄本島で挿木を行い、その花嚢に沖縄のコバチを操作的に侵入させる。そこで育った次世代のコバチに対して、沖縄と石垣の花を用いて選好性実験を行う。沖縄の花を選好し石垣の花を忌避する結果が得られれば、コバチの花選好性は遺伝的で、その逆の結果であれば、育つ環境の影響によると考えられる。勿論、どちらでもなく、はっきりしない結果になる可能性もある。琉球大学の傳田哲郎博士との共同研究で実験を進めている。琉球大学での挿木はなかなかうまくいかないため、BRH で成功した挿木を車に乗せてフェリーで琉球大学に運び、現在琉球大学の温室で育てており、花嚢も付き始めている（図５）。2 月には コバチを花嚢に侵入させる実験を予定している。

図５．オオバイヌビワの挿木（琉球大学の温室）。

1-2. ガジュマルコバチの種分化と起源

ガジュマル *F. microcarpa* は日本に生育する３種の雌雄同株のイチジクのうちの１種で、東南アジアや中国大陸にも広く分布している。分布の北限は九州の屋久島である。我々の以前の研究（Azuma et al., 2010）から、八重山のガジュマルには 2 種の送粉コバチ（*Eupristina* spp.）がいる可能性が示唆されていた。しかし、それはサンプルの数と調査範囲が限られていたため、結論は出ていない。そこで、台湾から琉球列島の全分布域をカバーしたサンプルを採集し、分子系統解析と集団遺伝解析、さらに形態解析を行い、台湾―琉球列島に分布するガジュマルには３種（暫定的に Clade 1, Clade 2, Clade 3 としている）の送粉コバチがいることを明らかにした（2021，2022

年度の報告書参照)。これら３つの Clade の起源と成立過程を理解するために、今年は大陸のサンプルを追加して解析を行った。その結果、追加したサンプルは、全て Clade 3 に入ることが判明した（図６）。これらの結果と推定した分岐年代に基づいて、３つの Clade の成立過程を考察した（図７）。Clade 1 は台湾―琉球列島固有系統であることと、Clade 2 との分岐が約 700 万年前であることを考えると、Clade 1 は台湾が大陸から分岐することによって成立した系統であろう。その後、台湾から琉球列島へ北上し、屋久島まで分布拡大したと思われる。ミトコンドリア cytB 遺伝子のハプロタイプ解析の結果では、台湾の集団は最も遺伝的多様性が高く、北上していくにつれて集団の遺伝的多様性が減少していることも判明している（2022 年度報告)。この結果も Clade 1 の成立過程を支持している。Clade 2 は、海南島から台湾、与那国島と西表島に分布しているが、大陸からは検出されていない。今年追加したサンプルの採集範囲の広さ（図６）を考えれば、Clade 2 は恐らく大陸には存在していないだろう。従って、Clade 2 は海南島から直接台湾に侵入し、西表島まで広がった可能性が高い。ただ、大陸から Clade 2 が絶滅した可能性も否定できない。Clade 3 につては、海南島・中国大陸を始め北アフリカのチュニジアまで広く分布していることが判明している。特に台湾と大陸で全く同じ配列を有する個体も検出されているので、極めて最近に大陸から台湾に侵入してきたと思われる（図７)。また、昨年度の報告でも言及していたが、これら３つのクレードの間で、触角にある感覚子の数に違いが観察された以外、形態的違いは見つかっていない。その感覚子数の相違が寄主植物の識別に関わっているかを解明するのは今後の課題ではあるが、台湾では３つの系統のコバチが同所的に生息しており、また植物の同一株から Clade 1 と Clade 2 のコバチが採集されているので、これらのコバチは寄主植物に対する識別機能に違いは生じていないだろう。

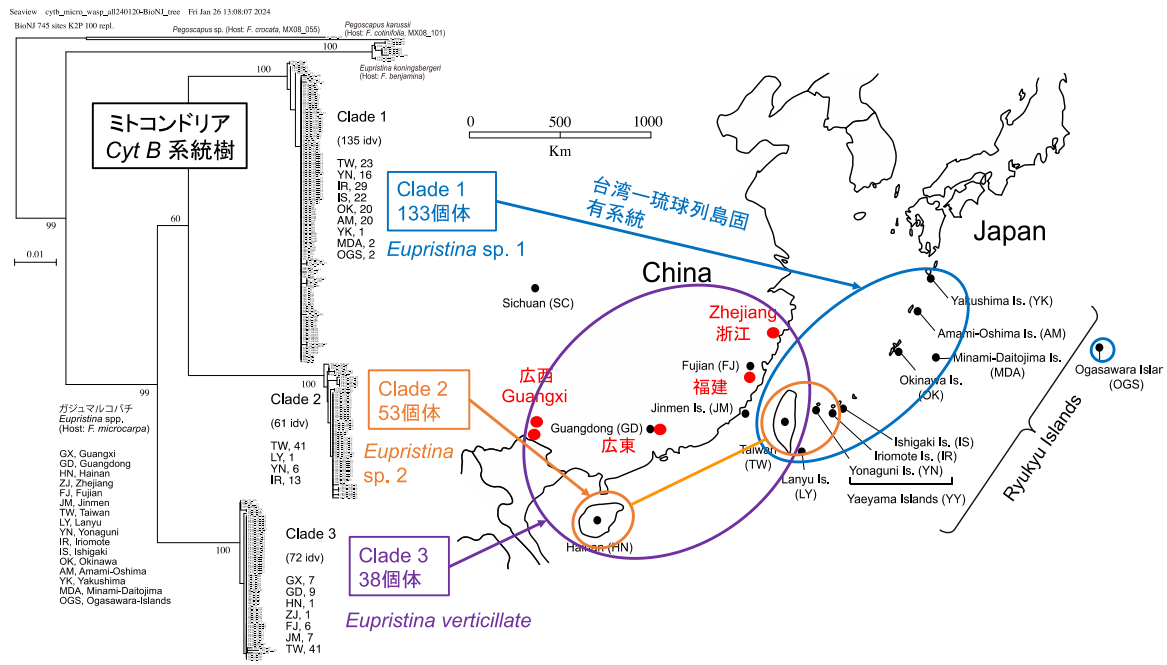


図６．ガジュマルコバチの系統関係（左）とその分布域（右）。赤の地点は今年度追加したサンプリングの場所である。サンプリングは中国科学院華南植物園と台湾中興大学の共同研究者の合同調査による。

おわりに

ここ数年間、台湾―琉球列島を「実験場」として、そこに分布するイチジクとそのコバチを材料にし、進化・種分化のプロセスとメカニズムの解明を行ってきた。2022 年には、コバチの寄主転換による種分化のプロセスを明らかにした（Su et al., 2022）。2023 年度には下記の成果を得た。１）中国大陸から台湾―琉球列島に分布するガジュマルの送粉コバチについて、中国大陸のサンプルの追加解析によって、３つの Clade（３種）の成立過程を明らかにすることができた。２）オオバイヌビワとそのコバチについて、両者の間に機能的共進化が生じていることをこれまでの研究で明らかにしたが、今年度は、この機能的共進化とそれによる種分化の遺伝基盤と分子機構の解明を目指して、コバチの頭部・触角 RNA-seq 解析とゲノム比較解析を進めてきた。これまでの解析結果では、まだはっきりした結論はできないが、沖縄集団と石垣集団間で、発現が異なる興味深い遺伝子が検出された。今後はゲノム配列の比較解析も行い、絶対共生系における進化と種分化を生態、形態と分子の多側面から統合的に理解したい。３）イチジク属植物の花嚢に生息するコバチ以外の昆虫類について、今年は、共同研究者とともに、タマバエの調査解析を行い、新属新種の記載論文を投稿することができた。

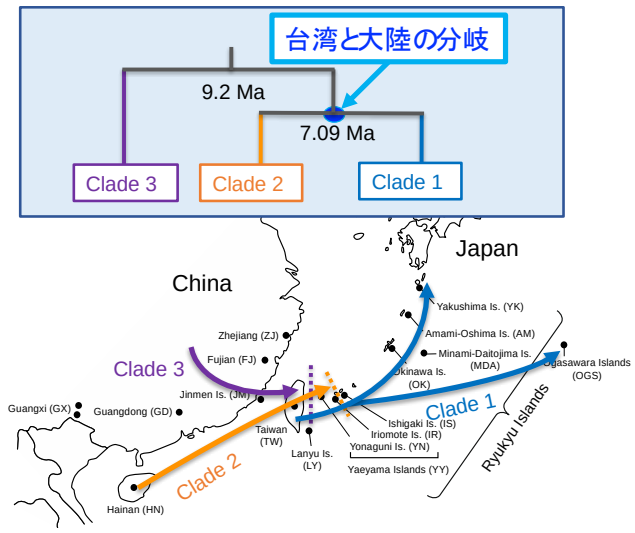


図７. ガジュマルコバチの系統分岐年代と成立。

２ 植食性昆虫の非寄主植物の識別

はじめに

植食性昆虫では、幼虫が寄主植物を摂食できるよう、メス成虫が多くの植物の中から限られた寄主植物を選択して産卵する必要がある。一般的に鱗翅目昆虫は産卵選択の際、前脚で葉の表面をたたくような仕草（ドラミング）によって、前脚の味覚感覚子にある味神経細胞（GRN）が葉表面の産卵刺激物質を感じ取ることで、産卵するか否かを判断する。一方で一部の植食性昆虫では、特定の非寄主植物に含まれる産卵抑制物質を認識することで、産卵行動が抑制されることも知られている。本研究では、産卵抑制物質は特定の非寄主植物に限らず、広く非寄主植物に含まれており、産卵刺激物質同様に産卵選択に重要な存在であると仮説を立て、産卵刺激物質と産卵抑制物質がそれぞれ同定されているナミアゲハを用いて、非寄主植物における産卵抑制作用について調べた。また、本研究は大阪大学大学院生 西岡樹里の研究テーマで、尾崎克久と宇賀神篤両博士の協力のもとで進めている。

2-1. 非寄主植物による産卵行動抑制の検証

非寄主植物に広範囲にわたって産卵抑制作用が存在するのかを検証するために、科の異なる複数のナミアゲハの非寄主植物を用いて産卵行動実験を行った。それらの非寄主植物には、コクサギ（ムクロジ目ミカン科）、ウマノスズクサ（コショウ目ウマノスズクサ科）、マルバハギ（マメ目マメ科）、クスノキ（クスノキ目クスノキ科）、パセリ（セリ目セリ科）５種を選択した。実験手法としては、一度ミカン葉の抽出液を塗った人工葉をナミアゲハのメス成虫に提示して、産卵興奮状態を誘導したうえ、水のみ、と非寄主植物葉の抽出液を塗った人工葉を提示して、産卵行動率の低下を測定した。その結果、寄主植物のミカン人工葉とサンショウ人工葉には、すべての個体がすべての試行で産卵行動を示した。水人工葉には全試行のうち 30%ほどが産卵行動を示した。これに対して非寄主植物 5 種では、すべての個体で１度も産卵行動が観察されなかった。また、パセリは、すべての個体が１度も腹曲げを行うこともなかった。パセリ以外の 4 種

でも、腹を曲げたのは全試行のうち20%程度であり、ほとんどの個体が腹曲げを行わなかった（図８）。本研究の結果から、ナミアゲハは寄主植物以外の植物を広く認識し、積極的に産卵を忌避していると考えられる。

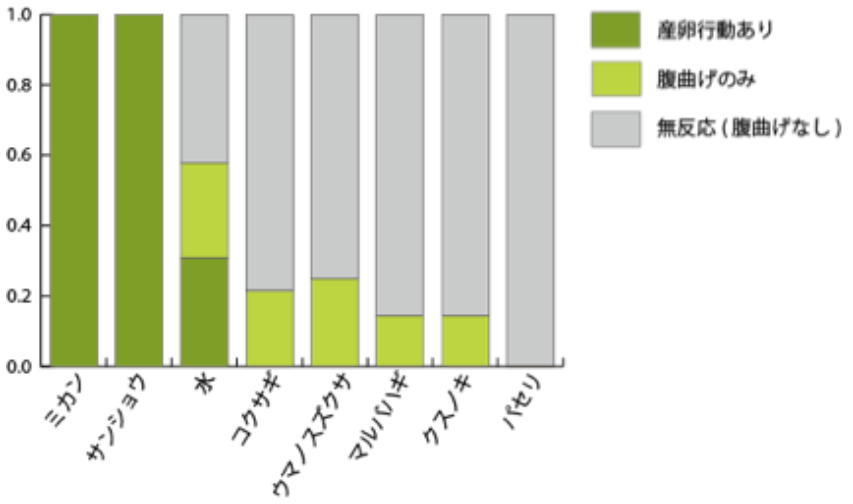


図８．７種の植物を提示した際の産卵行動の割合。ミカン葉抽出液を塗布した人工葉を提示した直後、産卵行動が過剰に誘発されている状態のメス成虫に、寄主植物２種、非寄主植物５種、水を吹きかけたのみの人工葉のいずれかを提示し、産卵行動を観察した。行動は、産卵管を露出し産卵行動を行ったか、軽く腹を曲げたのみか、無反応かの３段階で評価した。ミカン、水 n=16（試行 26 回）、サンショウ n=5（試行 10 回）、コクサギ n=10（試行 14 回）、ウマノスズクサ n=11（試行 16 回）、マルバハギ n=10（試行 14 回）、クスノキ n=10（試行 14 回）、パセリ n=5（試行 10 回）。

2-2. 寄主植物と非寄主植物に対する前脚味覚感覚子の電気生理学的比較解析

寄主植物葉と非寄主植物葉の抽出液、それと両者の混合液をそれぞれナミアゲハに提示して、前脚の味覚感覚子の電気生理的応答パターンを測定した。寄主植物、非寄主植物には、ミカン、コクサギ、ウマノスズクサを用いた。ミカンと非寄主植物の混合液の比率は 1:1 になるよう調整した。実験の結果、それぞれの刺激に対するスパイクの振幅とスパイク数は、予想以上にばらつきが大きいため、単独や少数の実験結果による比較は困難であった。従って、多くの実験を重ね、それらの結果をまとめて比較することとした。図９はスパイクの高さとスパイク数のヒストグラムを示している。ミカンとコクサギまたはミカンとウマノスズクサでは、スパイクの高さの割合はいずれも有意に異なった。また、植物単体の応答と混合物の応答を比較したところ、ミカンとコクサギ混合時のスパイクの高さの割合は、ミカン、コクサギのいずれとも有意に異なった。ミカンとウマノスズクサ混合時のスパイクの高さの割合は、ミカンに似ている傾向があり、ウマノスズクサとは有意に異なった。

今回の電気生理実験で複数の寄主植物と非寄主植物を解析対象とした結果、味覚感覚子にある神経細胞での応答に寄主植物か否かでの区別は見られなかったことから、ナミアゲハは寄主か否かの選択を、末梢での入力の段階で区別するのではなく、様々な二次代謝物質の情報を受容し中枢で統合することで区別している可能性がある。ナミアゲハは、産卵直前に行うドラミングにより複数の感覚子で同時に植物に触れる。このときに感覚子ごとに様々な異なる物質を感知していると考えられる。その情報を中枢で統合し、寄主植物か否かの判断がなされるのではないだろうか。今後は、胸部神経節や食道下神経節といったより高次の段階における神経活動の調査が必要と考える。

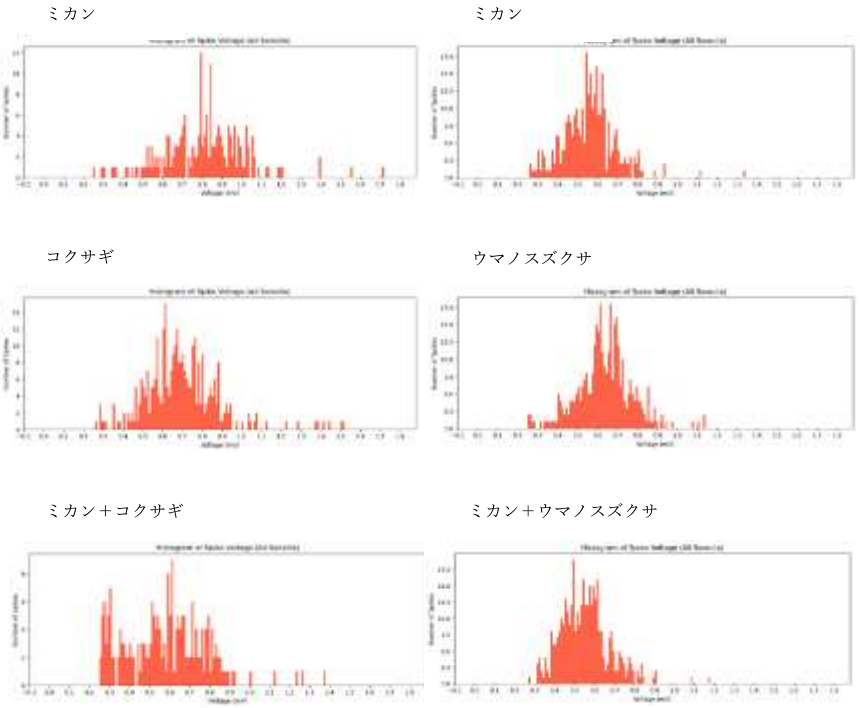


図９．寄主植物、非寄主植物とその混合物で刺激した際に応答したスパイクの高さとスパイク数。測定したすべての感覚子のスパイク数データを合計し、横軸をスパイクの電圧、縦軸をスパイク数としたヒストグラム。コクサギは 4 個体 10 本の感覚子、ウマノスズクサは 4 個体 12 本の感覚子を用いた。

３ オサムシの後翅の退化的進化に関する研究

<u>はじめに</u>

生物の進化過程において、新しい機能・形態が獲得される一方、獲得形質の喪失も生じる。昆虫の進化過程では、翅の獲得が最重要な進化イベントではあるが、現生の昆虫類には翅が退化して飛翔機能を喪失したものも少なくない。この退化的進化を遺伝的・分子的に理解するのが本研究の目的である。

オサムシ（亜科）は後翅退化によって飛翔機能を喪失した代表的な昆虫群である。我々のこれまでの研究により、オサムシの退化後翅の形態は分類群（系統）により異なり、正常な後翅をもち飛翔できるオサムシ群から系統的に離れるほど、その後翅の退化程度が大きく、最も離れているセダカオサムシ族は後翅が完全に消失していることが判明している（図 10）。

つまり、オサムシの後翅退化は、遺伝的な要因によってそれぞれの分類群で独立的に生じた可能性が高い。従って、オサムシは生物の機能・形態の喪失を研究するための格好な材料である。本研究は正常な後翅を持つオサムシ群と後翅の退化形態が異なる代表的な分類群を用いて、後翅退化の発生過程の解明と関連する候補遺伝子の特定を行い、飛翔機能喪失の遺伝基盤と分子機構の進化の解明を目指している。

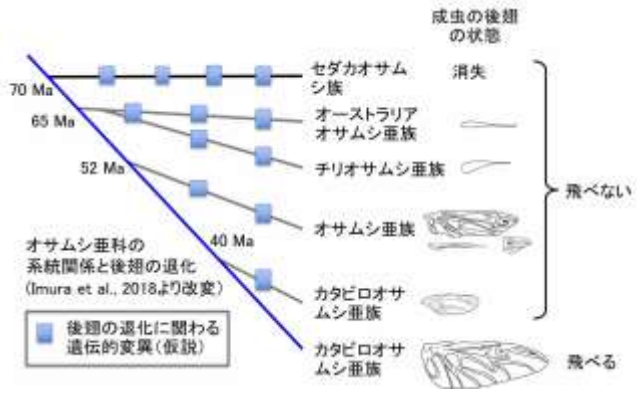


図 10. オサムシ亜科の系統関係と後翅の退化。

3-1. 研究材料

本研究に用いたオサムシは、❶ 正常な後翅を持ち飛翔できるカタビロオサムシ、❷ 後翅が針状型に退化したヤコンオサムシ、❸ 後翅が均等萎縮型に退化したマイマイカブリ、❹ 後翅が部分的に退化しているアカガネオサムシである（図 11）。

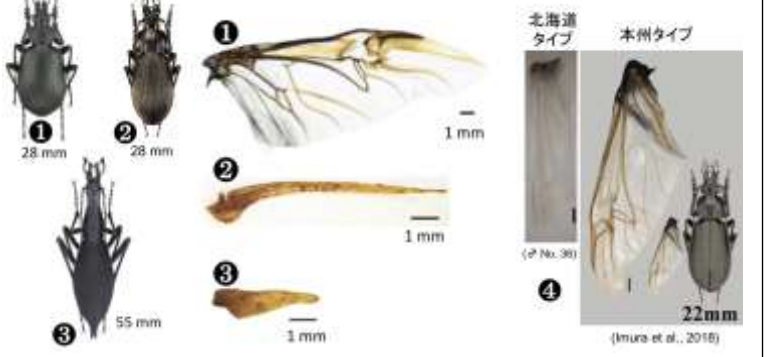


図 11. 本研究に用いたオサムシ種とその後翅の形態。

3-2. オサムシの後翅退化の発生過程

これまでに観察した結果、前蛹期の後翅原基について、サイズと形態に明白な違いは観察されなかったが、クロカタビロオサムシの正常後翅原基は翅脈がより明確であるように見えた。また、退化後翅原基の中でマイマイカブリは最も翅脈が不明瞭であった。

一方、蛹期ではカタビロオサムシの後翅は発生の進行につれて、翅脈間の組織が形成され、膜の中で翅が発達するが、退化後翅は、蛹期 0 日目では翅組織が膜の中で一杯になっていたが、2 日目では翅組織の退縮が観察された。蛹４日目では、退縮がほぼ完了し、後翅の形態もほぼ成虫時のものと同様な形になった。また、組織切片による観察では、クロカタビロオサムシの正常後翅では、毛細気管のある２層の細胞層が観察されたが、退化後翅では細胞層が見られず、毛細気管も正常ではなかった。

3-3. RNA-seq 解析による遺伝子発現の比較解析

3-3-1. オーソログの探索と後翅退化に係る候補遺伝子の推定

オサムシ 4 種の幼虫および蛹の後翅原基から抽出した RNA サンプルを用いて RNA-seq を行なった。オサムシの RNA-seq データはコバチとは異なり、4 種別々に de novo アセンブリを行なっているため、corset のようなクラスタリングソフトを使うことができない。そこで、4 種間のアセンブリ結果から、対応する遺伝子を検討してから比較した。コンティグに対して BLAST による UniprotKB および HMMER による Pfam へのアノテーションを行い、コンティグ内の CDS 配列を推定した。また、各種の推定された CDS のアミノ酸配列を用いて EggNOG-mapper による機能アノテーションを行なった。これらの結果から、種間でアノテーション結果が同じ CDS 配列を有するコンティグを対応遺伝子と定め、その後の解析に用いた。salmon を用いてマッピングおよび発現量推定を行い、4 種間で発現量比較を行なった。この比較結果から、クロカタビロオサムシでのみ発現量が大きい遺伝子として Serum Response Factor(SRF)および Apoptosis Inhibitor 5(API5)を、逆にクロカタビロオサムシでのみ発現量が小さい遺伝子として Antichymotrypsin(act)、small nuclear ribonucleoprotein(snr)、Serine protease Persephone(spp)、Tubulin beta 1 chain(tbc)を候補遺伝子として選定し、RNAi による機能検証も実施した（下記参照）。

しかし、その後各コンティグへのマッピング結果について IGV を用いて確認したところ、1 つのコンティグの中に複数の CDS 配列が存在し、そこに異なるリードがマッピングされることで推定発現量が上昇しているコンティグが存在した。こうしたエラーを避けるために、発現量の比較対象をコンティグ単位から CDS 領域単位に変更し、Salmon によるマッピングおよび発現量推定については CDS 配列をインデックスにして解析をやり直した。また、大量に存在する冗長な配列に対応するために、オーソログ探索が可能なネットサービス OrthoVenn3 を用いて 4 種の CDS 配列のクラスタリングを行い、同クラスターに含まれた CDS 配列を対応するオーソログと定めた。発現量については、クラスター内に含まれる同種の CDS 配列のリードカウントを累計したものを、各クラスターにおけるその種の発現量と定めた。種内で配列が全く同じとなる CDS 配列については、リード

カウントを行う前に CD-HIT を用いて統一した。その結果、4 種で共有されていたクラスター数は 10,602 であった。クラスターでの発現量を比較した結果、RNAi に用いた遺伝子を含むクラスターの中で発現量に差が見られたのは srf および tbc の 2 遺伝子であった（図 12）。

図 12. 後翅の発生過程における srf（上２段）と tbc（下２段）の発現パターン。

3-3-2. 比較する発育時期の検討

以前、エゾアカガネオサムシの翅形成関連遺伝子の発現量推定を行った際に、多くの遺伝子が前蛹前期から後期にかけて発現量が低下し、蛹化後に再び上昇するという傾向が明らかになった。オサムシの翅形成関連遺伝子各オサムシのサンプルは前蛹前期、前蛹後期、蛹化から 0、2、4、6、9 日目をサンプリングしたものであるが、4 種のオサムシは蛹期の長さが異なるため、単純に蛹化後日数が同じサンプルを比較するのは不適切である可能性があった。そこで、各クラスターの発現量をヒートマップに表し、4 種間で発現傾向の比較を行なった。その結果、蛹期における遺伝子の発現量が高くなる時期に差異があることが明らかになった。また、翅形成関連遺伝子に限らず、多くの遺伝子が後翅では同様の発現パターンを示すことが明らかになった。クロカタビロオサムシとヤコンオサムシは蛹化後 2-4 日目にかけて発現量が大きくなる遺伝子が多いのに対し、アカガネオサムシでは蛹化後 0-2 日目、マイマイカブリでは 4-6 日目にかけて発現量が大きくなる遺伝子が多かった。この結果を受けて、クロカタとヤコンは蛹化後 4 日目、アカガネは蛹化後 2 日目、マイマイカブリは蛹化後 6 日目の発現量をそれぞれ比較対象に定めた。

3-3-3. クロカタビロオサムシとヤコンオサムシの蛹化 4 日目の発現遺伝子比較

4 種の中でも、クロカタビロオサムシとヤコンオサムシは遺伝子発現のピークがほぼ同じであったので、どちらも蛹化後 4 日目のデータを用いて発現量比較

を行なった。コバチの発現量比較の時と同様に、TMM による正規化を行った後に edgeR によってクロカタビロオサムシで発現が有意に上昇している遺伝子クラスターを検出した。その後、検出されたクラスターに含まれるクロカタビロオサムシの配列だけを抽出し、Blast2GO によるアノテーションおよび GO enrichment 解析を行なった。また、アノテーション結果を参照して、特に翅形成遺伝子に関連する遺伝子が含まれているかを調べた。その結果、RNAi に用いた srf 遺伝子を含むクラスターをはじめ、19 の翅形成関連遺伝子を含むクラスターが該当していた。

また、先行研究によって推定される翅形成の遺伝子ネットワークと照合すると、今回検出された翅形成関連遺伝子の多くは翅脈および翅脈間組織の形成に関わる遺伝子であった（図 13）。この結果は細かい翅脈が消失し、棒状に変化するヤコンの翅の退化様式と合致しており、これらの遺伝子の発現が低下することが後翅の退縮に関係している可能性がある。今後は、他の成長段階および別の種との比較も順次行なっていく。

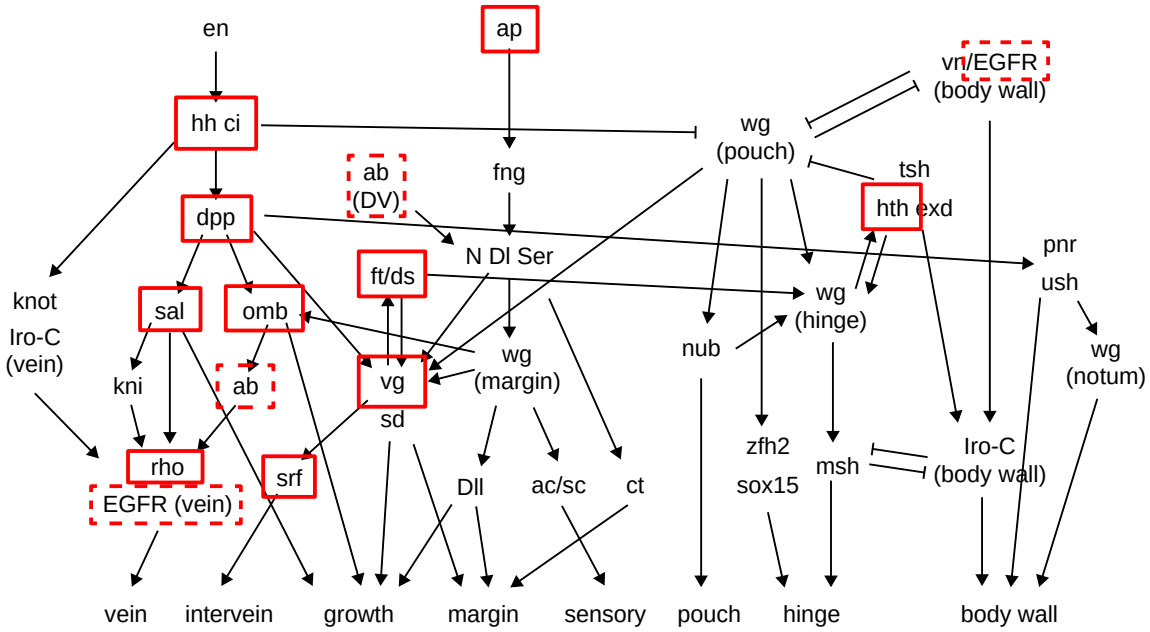


図 13. 昆虫の翅形成関連遺伝子の推定ネットワーク（Linz et al., 2023 より改変）。クロカタビロオサムシの正常後翅に比較して、ヤコンオサムシの退化後翅で発現が有意に低下した遺伝子は赤で囲んでいる。点線の囲み：ネットワークに二箇所に出ている遺伝子。

3-4. RNAi による候補遺伝子の機能検証

上記に述べたように、正常後翅で発現量が大きい２遺伝子（srf と api5）を、逆に正常後翅で発現量が小さい４遺伝子（act、snr、spp、tbc）を候補遺伝子として選定し、RNAi による機能検証を試みたが、その後の解析法の改善によって srf と tbc の２遺伝子のみにおいて発現の差異が検出された。RNAi の実験は、飼育したオサムシの個体数が不足していたうえ、実験法の確立も兼ねていたため、予定した実験の一部しかできず、予備的なものであった。

クロカタビロオサムシでは、srf と api5 を用いて実験を行った。srf の場合、３齢幼虫 12 匹に注射したが、９匹は蛹になる前に死亡した。残りの３匹も蛹化ができたものの、羽化までいかず、蛹期で死亡した。死亡した個体の後翅形態を観察したところ、RNAi の影響が見られたものとあまり見られないものがあった（図 14a）。api5 の場合、同様に３齢幼虫 12 匹に注射したが、９匹は蛹になる前に死亡した。残りの３匹のうち、１匹は蛹化中に死亡、１匹は蛹期に死亡、１匹は正常羽化ができた。RNAi による後翅形成への影響が見られなかった（図 14b）。また、蛹 0 日目に注射した１匹は、羽化したものの、右後翅に液泡が入って、うまく畳み込めることができなかった。左後翅は正常に見えた（図 14c）。

ヤコンオサムシでは、act、snr、spp、tbc４遺伝子を用いてRNAi実験を行った。actの場合、３齢幼虫18匹に注射し、全個体が正常に蛹化した。そのうちの5匹に蛹0日にsnrを追加注射した。actのみ注射した13匹のうち、9匹はRNA抽出用や固定サンプル用に使用し、残りの4匹のうち、1匹は羽化中に死亡したが、3匹は正常に羽化した。前翅・後翅ともに異常が見られなかった（図15a)。一方、snrを追加注射した5匹は、1匹を固定サンプル用に使用したほか、残りの4匹は全て羽化中に死亡した。後翅の形態にあまり異常が見られなかったが、前翅には大きく退縮が見られた（図15b)。

sppの場合、３齢幼虫19匹に注射し、17匹が正常に蛹化した。そのうちの2匹（蛹0日）にsnrを、3匹（蛹0日）にtbcを追加注射した。追加注射していない12匹のうち、9匹はRNA抽出用や固定サンプル用に使用し、残りの3匹は正常に羽化した。前翅・後翅ともに異常が見られなかった（図 15c)。一方、snrを追加注射した2匹は、1匹（蛹8日目）を固定サンプル用に使用し、残り1匹は羽化中に死亡した。後翅の形態にあまり異常が見られなかったが、前翅には大きな退縮が見られた（図15d)。また、tbcを追加注射した3匹は、1匹（蛹8日目）を固定サンプル用に使用し、残り2匹は羽化中に死亡した。前翅は黒くなっていたので、観察は困難だが、正常前翅より小さかった。後翅は退縮が若干不完全であった（図15e)。

tbc単独注射の場合、３齢幼虫18匹に注射したが、4匹のみが正常に蛹化した。残りの14匹は、3匹を幼虫RNA抽出用にした以外、全て幼虫期に死亡した。蛹化した4匹も全て羽化までいかず、蛹期に死亡した。蛹期の後翅を観察すると、退縮がより進んで短くなったように見えた（図15f)。また、蛹0日に3匹に注射したが、1匹（蛹8日目）を固定サンプル用に使用し、1匹は蛹期中に、1匹は羽化中に死亡した。上述したspp+tbc注射と同様に、後翅の退縮が若干不完全だった（図15g)。

snr単独注射の場合、３齢幼虫15匹に注射したが、1匹のみが正常に蛹化した。残りの14匹は、3匹を幼虫RNA抽出用にした以外、全て幼虫期に死亡した。蛹化した1匹も羽化中に死亡した。後翅は針状に見えた（図15h)。また、蛹0日に4匹に注射したが、1匹（蛹8日目）を固定サンプル用に使用し、残りの3匹のうち、2匹は羽化中に死亡し、1匹は正常に羽化した。前翅では、退縮が観察されており、後翅では退縮の不完全が見られた（図15i, 15j)。特に正常に羽化した個体の後翅は、少し薄い膜が付いていた（図15j)。

以上のように、RNAiの実験の結果からはっきりした結論はできないが、snrとtbcの発現を抑えることによって、後翅の退縮が若干不完全になっている一方、前翅では逆に明白な退縮をもたらしていることが判明した。

図14. RNAiによる後翅の形態形成への影響。正常後翅をもつクロカタビロオサムシを実験に用いている。

図 15.　RNAi による後翅の形態形成への影響。退化後翅をもつヤコンオサムシを実験に用いている。

おわりに

進化過程における生物の機能・形態の喪失は昆虫に限ったことではないが、飼育可能で発生過程も観察できる材料はあまり多くない。オサムシはこれらの条件を満たしている貴重な材料である。これまでの研究結果から、オサムシの後翅退化は蛹期の発生過程で組織の形成が正常にできないことと、組織の退縮によって生じることが判明した。また、RNA-seq による発現遺伝子の比較解析の途中結果から、これまでに知られている昆虫の翅形成関連遺伝子の多くにおいて、正常後翅と比べて、退化後翅では発現が低下していることが判明した。

今後は、翅形成関連遺伝子群の他に、アポトーシス関連遺伝子群、昆虫変態のホルモン系関連遺伝子群、そして組織形成の構造遺伝子群など様々な関連遺伝子群の発現量変動を調べ、後翅退化に関わる遺伝子群の特定を目指したい。

引用文献

Abouheif, E., Wray, G.A. (2002) Evolution of the gene network underlying wing polyphenism in ants. Science 297: 249-252.

Azuma, H., Harrison, R.D., Nakamura, K., Su, Z.-H. (2010) Molecular phylogenies of figs and fig-pollinating wasps in the Ryukyu and Bonin (Ogasawara) islands, Japan. Genes Genet. Syst. 85: 177–192.

Bain, A., Harrison, R.D., Schatz, B. (2014) How to be an ant on figs. Acta Oecologica 57: 97-108.

Bain, A., Tzeng, H-Y., Wu W-J., Chou, L-S. (2015) *Ficus* (Moraceae) and fig wasps (Hymenoptera: Chalcidoidea) in Taiwan. Botanical studies 56:11.

Brisson, J. A., Ishikawa, A., Miura, T. (2010) Wing development genes of the pea aphid and differential gene expression between winged and unwinged morphs. Insect Mol. Biol. 19: 63–73.

Cook, J. M., Segar, S. T. (2010) Speciation in fig wasps. Ecol. Entomol. 35: 54–66.

Cornille, A., Underhill, J.G., Gruaud, A., Hossaert-McKey, M., Johnson, S.D., Tolley, K.A., Kjellberg, F., von Noort, S., Proffit, M. (2012) Floral volatiles, pollinator sharing and diversification in the fig-wasp mutualism: insights from Ficus natalensis, and its two wasp pollinators (South Africa). Proc. R. Soc. B 279: 1731–1739.

Cruaud, A. et al. (2012) An extreme case of plant–insect codiversification: figs and fig-Pollinating wasps. Syst. Biol. 61: 1029–1047.

Imura, Y., Tominaga, O., Su, Z.-H., Kashiwai, N., Okamoto, M., Osawa, S. (2018) Evolutionary history of carabid ground beetles with special reference to morphological variations of the hind-wings. Proc. Jpn. Acad., Ser. B 94: 360-371.

Kusumi, J., Azuma, H., Tzeng, H.-Y., Chou, L.-S., Peng, Y.-Q., Nakamura, K., Su, Z.-H. (2012) Phylogenetic analyses suggest a hybrid origin of the figs (Moraceae: Ficus) that are endemic to the Ogasawara (Bonin) Islands, Japan. Mol. Phylogenet. Evol. 63: 168–179.

Nishida, R., Ohsugi, T., Fukami, H., Nakajima, S. (1990) Oviposition Deterrent of a Rutaceae-feeding Swallowtail Butterfly, *Papilio xuthus*, from a Non-host Rutaceous Plant, *Orixa japonica*. Agric. Biol. Chem. 54: 1265-1270.

Moe, A.M., Clement, W. L., Weiblen, G.D. Rapid evolution of pollinator-mediated plant reproductive isolation. *in* R. S. Singh, J. Xu, and R. J. Kulathinal, eds. Rapidly evolving genes and genetic systems, Oxford Univ. Press, Oxford, U. K. (2012).

Okamoto, T., Macgowan, I., Su, Z-H. (2012) Predation on the pollinating fig wasp of *Ficus erecta* by larvae of *Silba* sp. (Diptera: Lonchaeidea). Entomol. Sci. 15: 288-293.

Ryuda, M., Delphine, C.L., Yamada, A., Frédéric M.-P., Yoshikawa, H., Tanimura, T., Ozaki, K. (2013) Gustatory Sensing Mechanism Coding for Multiple Oviposition Stimulants in the Swallowtail Butterfly, *Papilio Xuthus*. The Journal of Neuroscience 33: 914–924.

Shanahan, M., So, S., Compton, S., Corlett, R. (2001) Fig-eating by vertebrate frugivores: a global review. Biol. Rev. 76: 529-572.

Su, Z.-H., Iino, H., Nakamura, K. Serrato, A., Oyama, K. (2008) Breakdown of the one-to-one rule in Mexican fig-wasp associations inferred by molecular phylogenetic analysis. Symbiosis 45: 73–81.

Su, Z.-H., Sasaki, A., Kusumi, J., Chou, P.-A., Tzeng, H.-Y., Li, H.-Q., Yu, H. (2022) Pollinator sharing, copollination, and speciation by host shifting among six closely related dioecious fig species. Communications Biology 5, 284.

Wachi, N., Kusumi, J., Tzeng, H.-Y., Su, Z.-H. (2016) Genome-wide sequence data suggest the possibility of pollinator sharing by host shift in dioecious figs (Moraceae, *Ficus*). Mol. Ecol. 29: 5732-5746.

Wang, G., Cannon, C.H., Chen, J. (2016) Pollinator sharing and gene flow among closely related sympatric dioecious fig taxa. Proc. R. Soc. B 283:20152963.

Wang, G. *et al*. (2021) Genomic evidence of prevalent hybridization throughout the evolutionary history of the fig-wasp pollination mutualism. Nat. Commun. 12:718.

社会に開かれた活動報告

日程	対象者	場所	行事名・内容	定量実績
2023/1/6	一般 （自然観察グループ）	JT 生命誌研究館	館内講演ミニレクチャー 「イチジクとイチジクコバチの話」	参加者 約 20 名
2023/4/4	一般	JT 生命誌研究館 ホームページ	ラボ日記「沖縄のイヌビワコバチは休眠できるのか」	
2023/5/2	研究者		論文査読 Proceedings of the Japan Academy, Series B	
2023/5/20	一般	JT 生命誌研究館	生命誌の日 「実験・体験・ラボ見学」	参加者 40 名
2023/5/28	研究者		論文査読 Molecular Biology and Evolution	
2023/6/3	一般	たばこと塩の博物館	研究員レクチャー 「イチジクとイチジクコバチの持ちつ持たれつの関係」 「歩く宝石・オサムシはなぜ、どうやって飛ぶことをやめたのか？」	参加者 30 名ほど
2023/7/22 ・7/23	研究者・ 一般	JT 生命誌研究館	主催「昆虫 DNA 研究会　第 19 回研究集会」および「大澤省三先生を偲ぶ」シンポジウム	参加者 105 名
2023/7/25	高校生	テレビ （NHK E ﾃﾚ）	テレビ出演「NHK 高校講座　生物基礎 遺伝子と私たち」	多数
2023/8/1	一般	JT 生命誌研究館 ホームページ	ラボ日記「昆虫 DNA 研究会 第 19 回研究集会　～大澤省三先生を偲ぶ～」	
2023/8/19	一般	JT 生命誌研究館	生命誌の日　研究員レクチャー「ホタル vs.カブトムシ：むし界の人気者の不思議に迫る」	来館者 81 名 オンライン 73 名
2023/9/24	研究者・ 大学院生	八王子市	講演「イチジク属植物とイチジクコバチ絶対共生系の種特異性と柔軟性」 木村資生記念進化セミナー（第 4 回）	参加者 50 名ほど
2023/10/17	シニア 自然大学校	JT 生命誌研究館	館内講演 「植物と昆虫の共生関係のお話」	参加者 約 20 名
2023/11/11 2023/11/14	一般	JT 生命誌研究館 ホームページ	質疑応答 「みんなの広場」へのご意見	
2023/11/15	一般	JT 生命誌研究館 ホームページ	ラボ日記「琉球大学キャンパスのギランイヌビワとコバチ」	
2024/2/28	研究者・ 大学生	琉球大学	講演「イチジク属植物とイチジクコバチの共生と共進化」	参加者 30-50 名 予定

カエルとイモリのかたち作りを探る

形態形成研究室

脊椎動物の原腸形成、プラナリアの自切、そしてプラナリアとオタマジャクシの共生に関する研究

カエルとイモリのかたち作りを探るラボ
室長　主任研究員　橋本　主税
奨励研究員　佐藤　勇輝
研究補助員　守　翔子

0. はじめに

生命誌研究館に参加した当初、「両生類の原腸形成」と「脊椎動物の発生過程での *hes* 遺伝子の働き」の二本柱で研究を開始し、少しずつ形を変えながら現在まで続いている。これが生命誌研究館での最後の報告になるので、20 年余りにわたる研究の全体像を踏まえつつ今年度の成果について以下に報告する。

今年度は、両生類の原腸形成に関する知見から、脊索動物に共通する組織運動や胚領域の普遍性についての論文を公表した。さらに、プラナリアの自切と*hes*遺伝子の関係を探るため自切を誘導できる飼育条件の検討を行なった。また、プラナリアとオタマジャクシの共生についての興味深い現象を見出したので予備実験として条件検討を行なった。

1. 原索動物の初期胚発生とは

「両生類の原腸形成モデル」は前世紀初頭から世界中で信じられており、現在でも世界中の教科書に掲載されているが、我々はこの「教科書モデル」とは異なる「新しいモデル」を論文として公表した [1, 2]。さらに、このモデルに立脚すると脊索動物全体の原腸形成運動を総合的に説明できることを提唱してきた。このモデルをさらに検証するために、胚の背側構造の形成に必要な胚領域を決定する研究を昨年度から始め、初期原腸胚の予定神経と背側中胚葉を含む極めて狭い部分のみが背側構造を形成するのに十分であることを見出して、今年度論文として公表した [3]。これらの結果から、まったく異なるように見える脊索動物の原腸形成運動も基本的には共通の機構によっていることが明らかとなり、一見して立体的に見える両生類の背側構造形成過程は鳥類の発生と同様に、実は細胞移動によって平面が再配列されたのちに折り畳まれる過程であることが示唆された（図 1）。また、ツメガエルの胞胚の植物半球は羊膜類の卵黄に相当し、胞胚腔の屋根は st. 0 のニワトリ胚のコラーの鎌や epiblast に相当する胚領域である可能性についても提案することができた（図 2）。これらの事実は、我々がかねてから主張してきた組織運動の共通性のみならず、初期胚が持つ胚領域においても脊索動物に普遍的であることを示すと考えている。

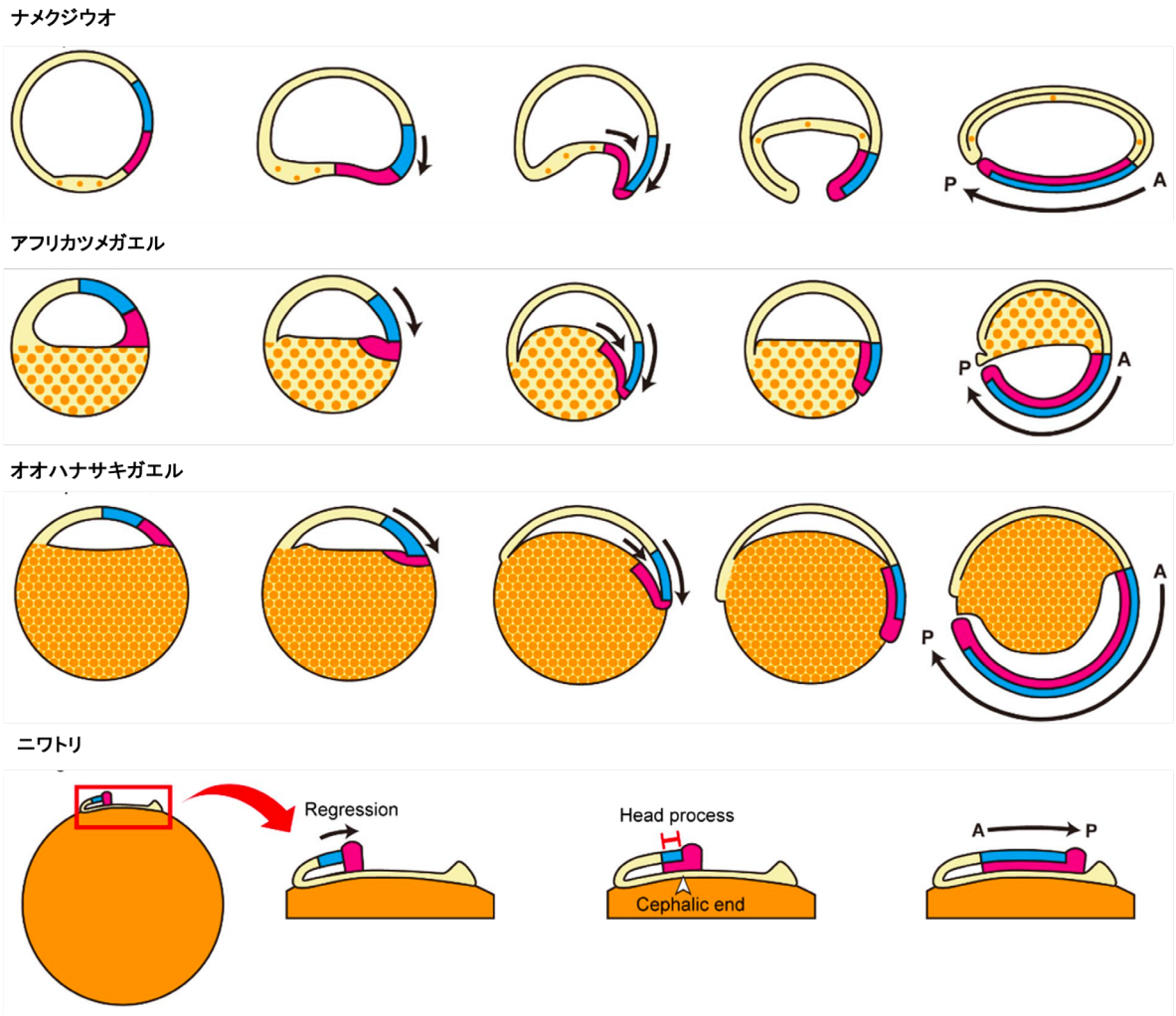


図 1 脊索動物における原腸形成運動
頭部から尾部方向へと体軸が伸長する

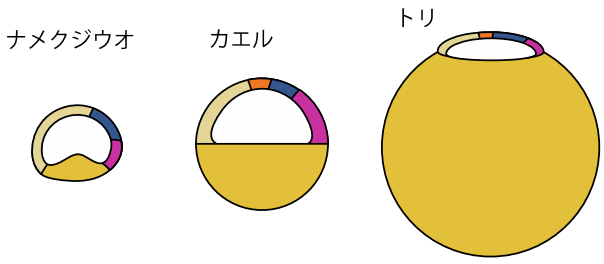


図 2 脊椎動物の原腸形成モデル
胞胚には脊索動物に共通する機能領域が見られる

2. プラナリアにおける自切機構の解明

序

*hes*ファミリーに属する遺伝子はヒドラから脊椎動物や節足動物に至る多くの動物に存在が確認されている。胚発生期におけるこれらの遺伝子の発現は組織境界によく観察される。脊椎動物では神経―表皮境界や中枢神経領域の境界(たとえばisthmusやロンボメア境界など）で発現することが知られており[4]、体節形成にも重要な役割を持つことも示されている。ツメガエル神経堤やプラコード形成の研究からHESタンパク質が細胞を未分化に保つために機能していることを私たちは明らかとした[5, 6]。これらの結果から、*hes*が発現した領域のみで未分化な領域が形成され、周囲の分化した細胞との間に境界が形成される可能性が考えられる。

プラナリアの体内には全能性幹細胞が広く分布しプラナリアの高い再生能力を担っている。プラナリアの細胞のうち分裂できるのは幹細胞のみであり、分化過程に入った幹細胞は細胞分裂を停止する。この過程は不可逆的であるため、分裂過程に入った幹細胞は止まることなく最終分化まで完遂すると考えられている。最終分化に至った細胞には寿命があり一定期間ののちに死ぬため、プラナリア個体の中では一定の割合で細胞が減るが、幹細胞が恒常的に分化することによってそれを補う仕組みが存在する。幹細胞の分化にはERKシグナルが重要であると考えられているが、我々の研究から分化誘導シグナルを受け取って実際に分化するためには幹細胞の分裂を止めることが必要であることが示され、細胞周期が一義的に細胞の分化・未分化を制御することが明らかとなった[7]。これは、脊椎動物の神経堤細胞での分化・未分化の制御機構と基本的に等しい。

ヨーロッパ産プラナリア*Schmidtea mediterranea*（以下*S. mediterranea*）ゲノム上に３種の*hes*関連遺伝子が見つかっており、それらはすべて幹細胞で発現している（分化細胞には発現が見られない）ため、脊椎動物の神経堤細胞などで見られたように幹細胞の未分化性を維持するために働いている可能性が考えられるが、後述するように、プラナリアでは*hes*の機能阻害が成功しておらず、*hes*がプラナリアの幹細胞の維持に機能しているかは現時点では定かではない。

結果

プラナリアを人為的に切断した時、切断面付近の幹細胞は精力的に分裂をすることでその領域に存在する幹細胞の数を増やす。その後、切断面には分化過程に入った細胞からなる再生芽と呼ばれる構造が形成される。したがって、この時の切断面は一番外側に分化を開始した細胞(再生芽)が、その下に積極的に分裂を繰り返す幹細胞の層が存在することとなる（図3)。

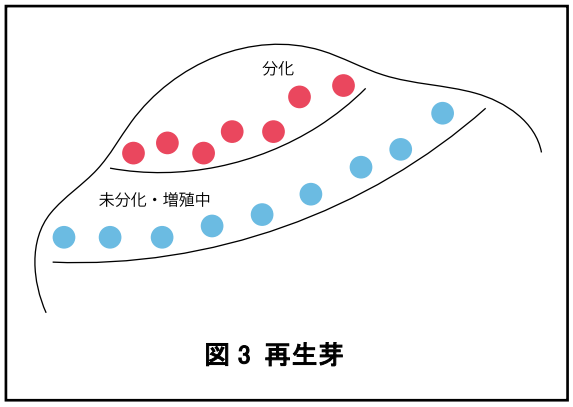


図 3 再生芽

*S. mediterranea*を人為的に切断した直後から*hes1*の発現は爆発的に上昇し、その上昇の効率は一般的な幹細胞のマーカー遺伝子として知られる*piwi*や増殖細胞のマーカー遺伝子である*mcm*・*pcna*などと比べても有意に高い（*piwi*や*mcm*などは1.5倍程度なのに対し、*hes1*では4倍を超える）ことから、再生時に起こる幹細胞数の増加に加えて、幹細胞内での*hes1*の発現自体も上昇していると考えられる。これらの事実は、*hes1*の機能が再生過程に重要であることを示唆している。また、RNAi法を*hes1*に対して行なった結果、過剰な自切が引き起こされることが観察されたことから、*hes1*が自切の制御に何らかの影響を与えることが示唆されている。しかし、RNAi法により*hes1*のmRNAの量は爆発的に増加していることから、過剰な自切は、*hes1*の働きを抑制した結果ではないと考えられる。一般にHESタンパク質は自身のプロモーター配列に結合してその転写を抑制することが知られているので、dsRNAによって定常状態での*hes1*の発現の状態に変化を及ぼしたためではないかと考えられる。また、HESタンパク質はフィードバック制御により自身の発現振動をもたらし、振動によ

って生じた「波」が脊椎動物の体節形成を制御することが知られているので、体節形成と同様に「*hes1*の発現の波」が自切過程にも重要な意味を持つのかもしれない。

*S. mediterranea*を人為的に切断し、qPCR法により切断面での*hes1*の発現量の変化を経時的に調べた結果、切断後6時間で*hes1*の発現は切断直後の６倍にまで上昇し、切断から12時間後には*hes1*の発現は切断直後の10倍にまで跳ね上がってピークを迎え、その後は徐々に下がっていくことがわかった。細胞分化のマーカー遺伝子である*ndk1*（脳）や*eya*（眼）の発現は切断後12時間から上昇を始め、4日目で定常状態に達した（図4）。切断後3時間で発現量が上昇することから、*hes1*の発現には新たな転写因子の発現を伴わず、また、*hes1*と入れ替わる形で分化マーカー遺伝子の発現が起こることから、切断の物理的刺激を再生過程に繋げる遺伝子カスケードを促すトリガーとしての役割を転写因子である*hes1*が担っている可能性が示唆される。

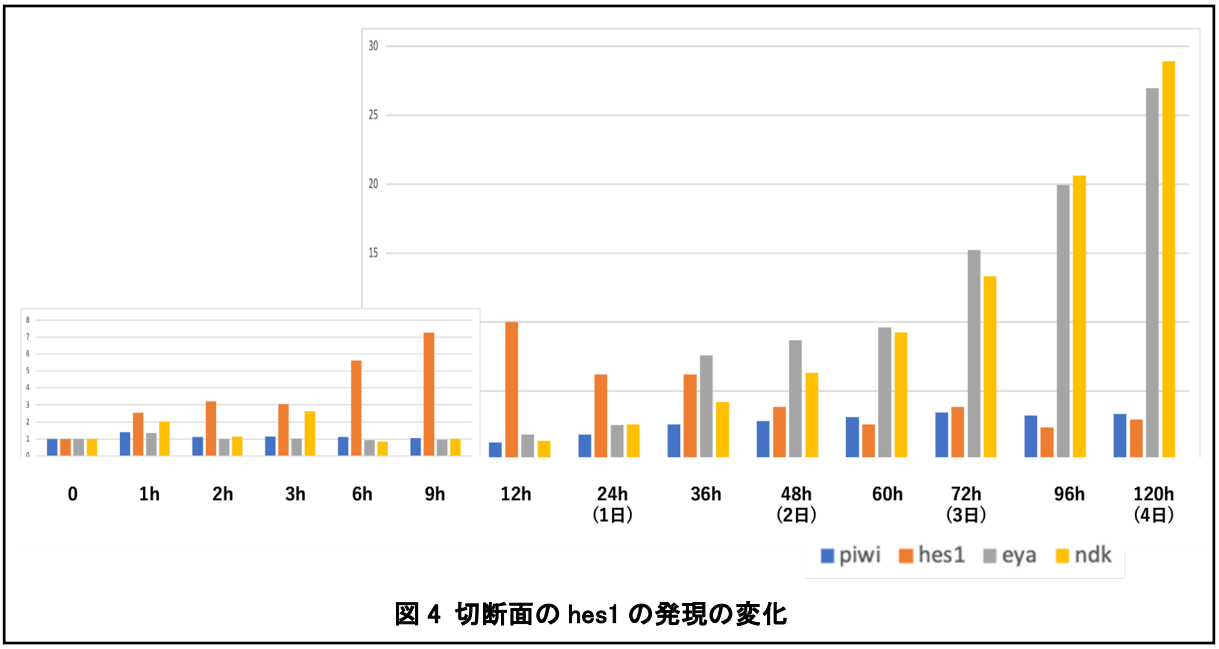


図 4 切断面の hes1 の発現の変化

*S. mediterranea*のゲノム上には３種の*hes*関連遺伝子が見つかっているが、日本産プラナリア*Dugesia japonica*（以下*D. japonica*）のゲノム上に*hes2/3*の存在は確認できるものの*hes1*の存在は認められない。HESタンパク質は、N-boxと呼ばれる共通の配列を認識すると一般には考えられているので、もしプラナリアの自切・再生過程に*hes*の働きが必須であるならば、*S. mediterranea*における*hes1*の機能を*D. japonica*では*hes2/hes3*が補っている可能性が考えられる。そこで、*D. japonica*を人為的に切断し経時的に*hes2/3*の発現量をqPCRにより確認したところ、*S. mediterranea*と同様に*D. japonica*でも*hes2/3*の発現の上昇は見られなかったことから、*D. japonica*では*S. mediterranea*とは異なる自切の制御機構が存在する可能性が示唆される。実験室では、*S. mediterranea*に比べて*D. japonica*の方が自切の頻度は極端に低いことが知られているが、これは*hes1*が自切の制御に働いているかどうかの違いなのかもしれない。

次に、*S. mediterranea*において人為的切断後の再生と自切後の再生に時間的な差異があるかについて調べた。まず、*S. mediterranea*を　人為的に切断し眼の再生がおきるまでの時間をみたところ、自切による断片では、自切後５日目にはピンホールのように極めて小さな黒い点を確認することができたのに対して、人為的切断では小さな黒い点は切断後6日目で初めて確認することができた。これは、人為的な切断では、切れた瞬間に再生の過程が起動するのに対し、自切では物理的切断の前には再生過程が始まっていることを示唆する。しかし、24時間ごとの観察であることや眼の色素形成を目視によって確認しているなど解析自体の解像度は決して高くないため、正確にどれくらいの時間差が存在するのかについて

は分化マーカー遺伝子の遺伝子発現の時期を確認する必要がある。そのため、眼や脳特異的分化マーカー遺伝子の発現をqPCR法によって確認しようと試みたが、自切の瞬間のプラナリア個体を得ることが難しく実験に十分な個体数を得ることができなかった。次に、自切と人為的切断による切断面における*hes1*の発現をqPCR法により調べた。人為的切断後1時間で*hes1*の発現の上昇が確認できたのに対して自切では物理的切断が起こった時にはすでに高い*hes1*の発現があった（図5）。この結果から、自切においては物理的切断が起こる前に予定切断面において*hes1*の発現が始まっている、あるいは*hes1*発現細胞（すなわち幹細胞）の密度がその領域で増加していることが示された。 切断後0・2・6時間での*hes1*の発現を人為的切断と自切の間で比較したところ、人為的切断よりも自切の方が*hes1*の発現開始時間が2〜6時間程度早いことが推測できた。

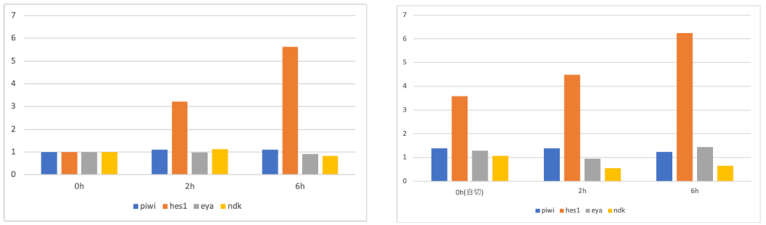


図 5 人為的切断と自切での hes1 の発現

これまでは、プラナリアは自力で体を切断し、その切断片を再生させることで自切が完了するとこれまで考えられてきたが、これらの結果から、まず物理的な切断が生じる前の「自切予定領域」に*hes1*の発現が起こり、それが自切のトリガーになっていることが予想される。たとえば、*hes1*の発現に伴い再生過程が起動し、プラナリア個体内に再生芽の形成が始まることでその領域に潜在的な頭部と尾部が潜在的に形成され、頭部—尾部接着領域周辺での接着性が弱まり、結果として物理的な切断が起こる可能性が考えられる。この考え方は多個員説（polyzooids theory）に近い[8]。再生芽の潜在的形成まで待たなくても、未分化で接着性の弱い幹細胞が予定分裂面周辺で一過的に増殖することでその領域の接着性が弱まり結果として自切に至るという説明でも構わない。とにかく、*hes1*の局所的発現にともなって再生過程が潜在的に起こり、その結果として自切が誘導されるということである。

3. 自切機構解明のための飼育条件の検討

序

上述のように、通常の飼育条件において自切の瞬間を確認することが極めて難しく、自切後経時的に実験に用いられるに足る量の個体を収集することが困難であるため、自切を誘導できる飼育条件の開発が必要である。同様に、自切による物理的切断の時には既に*hes1*遺伝子の発現が上昇しており、自切が起きる前に*hes1*の領域特異的な発現が始まっていることが示唆される。自切前の*hes1*の発現がいつどの領域で起きているのかを解析するには、自切が起こる直前のプラナリアを実験に用いる必要があるのだが、自切直前のプラナリアを外部形態から識別することは困難である。このため自切を誘導できる飼育条件の検討を行なった。なお、人為的切断と自切による再生過程の時間的な差は、*hes1*・*eya*・*ndk*などの発現量や眼の形成の時期から鑑みて、2〜6時間程度と予測できるため、遅くとも12時間以内に少なくとも半数以上のプラナリアが自切を起こす条件を探さなければならない。さらに、体長1.2cmを超えるプラナリアを常時実験に供給することは困難であること、また我々のところでは体長１cmを超えるプラナリアのwhole mount in situ hybridization法が確立していないため、体調1cm以下のプラナリアを用いて自切を誘導できる条件を見つけることを試みた。

実験

23℃の恒温槽を用いたため基本的に実験は遮光状態で行なわれた。実験には6cmφのシャーレを用い、それぞれ実験あたり10個体のプラナリアを使用して（シャーレあたり1個体の場合には10シャーレを、5個体の場合には２シャーレを、10個体の場合には1シャーレを一回の実験とした）、独立して３回実験を行なって得られた結果を個体数で割り、自切が起こる1匹あたり数をグラフの縦軸に置いた。また、断食状態に置かれると自切頻度が高まることから、特に記さない限り実験中は給餌をしない。

結果

１・給餌頻度

連続して給餌をしていた*S. mediterranea*を断食状態に置くと、体長1.5cmを超える個体を用いた場合には断食後2日以内に最初の自切が起こることが示された（図6）が、体長1cmのプラナリアでは給餌の有無による自切頻度の変化は認められなかった。

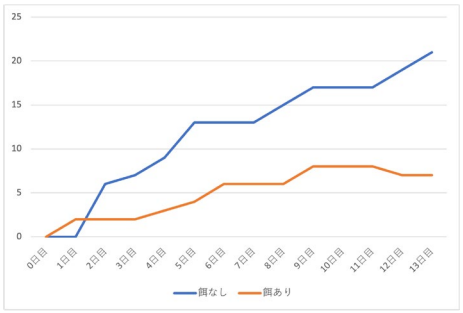


図 6 給餌の有無による自切の頻度

1.5cm 長の S.med を用いた実験

２・個体密度

6cmφシャーレ中に体長1cmのプラナリアをそれぞれ1匹・5匹・10匹入れて断食下で飼育したところ、1匹単独で飼育したプラナリアは飼育2日目に25%、3日目に50%、1週間後には90%超の個体が自切をすることがわかった（図7）。

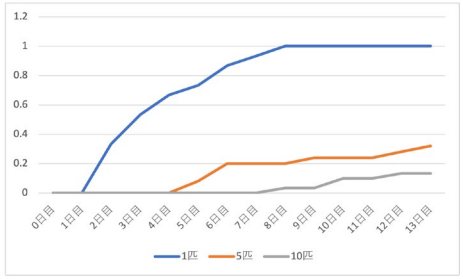


図 7 個体密度による自切の頻度

これらの結果から、特に記載しない限り6cmφシャーレに１個体ずつ飼育する条件で以下の検討を行なった。

３・頭部切断

一部のプラナリアでは、頭部を人為的に切断することによって自切が誘導されるという報告があるため、*S. mediterranea*においても頭部切断により自切が誘導されるかについて検証を試みた。*D. japonica*では頭部切断が有意に自切を誘導する効果が見られた（図8A）ものの、*S. mediterranea*においては頭部切断による自切の誘導は一切見られず、むしろ頭部切断が自切を抑制しているように見られる（図8B）。

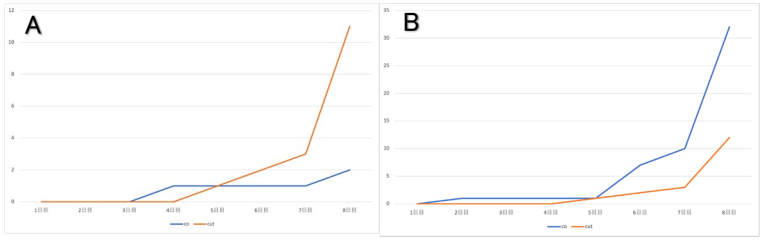


図 8 頭部切断による自切頻度

(A) D.jap での結果。(B) S.med での結果。

ここまでの結果から、断食条件・低密度の条件で自切を有意に誘導できることが明らかとなったが、すべて実験開始後最短でも2日を要することや、実験動物の過半数が自切するにはさらに数日を要するため、今回の実験の目的である「12時間程度で自切を誘導できる条件」を見出すにはいたらなかった。

次に自切を積極的に抑制する条件下で飼育後、抑制条件から解放することで自切を誘導できるかについて調べた。一つの環境要因によって自切が抑制される場合、自切できる生理的条件が体内で整っているプラナリアをその環境下に置いて強制的に自切を抑制し、瞬間的にその環境要因を取り除くことで自切の引き金を瞬間的に引くことができるのではないかという発想である。

４・明暗

プラナリアの自切は夜間に多く見られることが知られている。これは光が自切を妨げていることを意味するのかもしれない。実際に光刺激によって脳内で合成されるメラトニンがプラナリアの自切を阻害しているという説があり、頭部切断によりメラトニン合成をできなくしたプラナリアでは自切が促進されるとの報告もあるため、光照射が自切に及ぼす効果について調べた。まず、明暗が自切に及ぼす影響

について調べた。6cmφシャーレに*S. mediterranea*個体を単体で飼育している条件において、明条件（水槽ライト 30cm アクアリウムライトをシャーレから10cmの距離から照射し続けた）では、２週間経過後12匹中1匹も自切をしなかったが、アルミホイルで光を遮断した条件で飼育したところ2日目で最初の自切が、8日目では12匹すべての個体の自切が確認できた（図9）。この結果は、光照射が積極的に自切を阻害していることを示唆する。遮光8日目で全てのプラナリアの自切が確認できたことから、光照射条件下で２週間飼育した後にアルミホイルで光遮断して自切の起こり具合を観察したところ、光遮断後4日経過した後でもまったく自切を観察することができなかった。この結果は、少なくとも*S. mediterranea*種では、光照射による自切の抑制が、自切そのものの阻害ではなく、自切に至る体内条件の整備を妨げていることを意味するのかもしれない。また、光照射下で飼育したプラナリアでは、表皮がボロボロになっている状態が観察されることから、光照射によって自切が抑制されるのは、自切そのものの制御機構の抑制ではなく、プラナリアに生理的な何らかのダメージを与えることによって「弱った」結果として自切を起こすことができなかったためとも考えられる。ただ、光照射が自切そのものを抑える可能性は否定されないため、光照射の条件を変えることで更なる検討が必要かもしれない。ただ、上述の通り、*S. mediterranea*では頭部を切断することにより自切を誘導することができないばかりか、むしろ頭部切断が自切を積極的に抑制している結果が得られていることから、「メラトニン説」は、たとえば*D. japonica*など一部のプラナリアでは支持されるが、*S. mediterranea*には当てはまらないのかもしれない。

５・ワセリン

自切過程を撮影すると、頭部と尾部を容器に接着させて前後に張力をかけることで物理的に切断させている映像を見ることができる。ここから、容器の内面にワセリンを塗布し容器表面へのプラナリアの接着力を弱めて張力を発生させない状況を作り、生理的には自切を起こせる状態になっているプラナリアが物理的な条件によって自切できない状態を作ることができるかもしれない[9]。そうであれば、ワセリン塗布した容器で一定時間飼育したのちにワセリンが塗布されていない条件下で飼育することにより短時間で自切が誘導されることが期待できると考えた。結果は、ワセリンを塗布した容器で飼育した*S. mediterranea*は、通常条件で飼育したものと比べて有意に自切が抑制されていることがわかった（図10）。ワセリン塗布の容器で７日間飼育したプラナリアを通常条件下に移し飼育したところ、4日目で一個体の自切も観察できなかった。今回の飼育条件検討の目的は、遅くとも12時間以内に自切する条件を見つけることであるため、ワセリンを用いた自切誘導も目的には適わない結果となった。

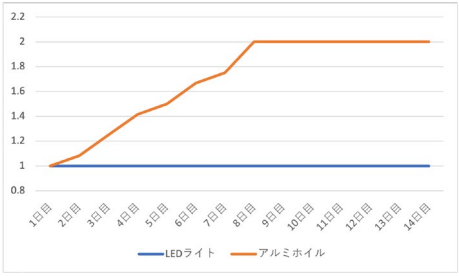


図 9 明暗による自切の頻度

これらの実験結果から言えることは、断食・低密度の条件下で自切が起こりやすいことや、継続的に明条件に置くことで自切を抑制することは示されたものの、どの条件によっても実験開始から最初の自切まで早くても2日を要すること、実験に用いた個体のうち過半数が自切するのにはさらに数日を要することから今回の実験に適合しない結果となった。また自切を抑制する条件から一気に解放した場合も、即座に自切が誘導されることはなかった。

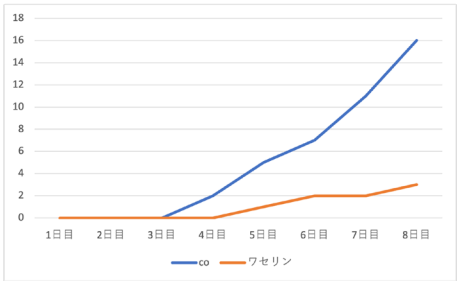


図 10 ワセリン塗布が自切に及ぼす効果

4. プラナリアとオタマジャクシの共生関係について

序

我々の飼育条件で*S. mediterranea*は、体調が1cmを超えるくらいから自切を始めるため、一定の大きさの個体を安定に獲得することが難しい。しかし、*S. mediterranea*の飼育条件を検討している過程で、ツメガエルのオタマジャクシと共存させることで２cm以上の大きさまで*S. mediterranea*を生育できることを偶然に発見した。さらに、ツメガエルのオタマジャクシもプラナリアと共存させることにより、草食性のオタマジャクシが動物性の餌(赤虫)のみで生育できることも示された。ツメガエルのオタマジャクシが動物性の餌だけで飼育できること、オタマジャクシとの共存でプラナリアが大きく生育できることから、研究室の飼育環境でプラナリアとオタマジャクシの共生系が成立している可能性が示されたこととなる。そこで、プラナリアとオタマジャクシがどのように互いの生育に影響し合うのかについて確かめた。

結果

１・プラナリアがオタマジャクシの生育に与える効果の検証

ツメガエルのオタマジャクシは草食性であり、動物性の餌では飼育できないが、プラナリアと共存している状態では、赤虫（プラナリアの餌）しか与えなくても生育することができた。この場合のオタマジャクシは何を栄養源としているかについて調べた。

11cmφ深さ10cmの円柱形のプラスチック容器に入れた0.2xBirth液中で体長1cmのオタマジャクシ20匹をさまざまな条件で飼育した。まず、餌を与えない条件でオタマジャクシがどれくらい生存可能かについて検証した。計３回の独立した実験を行ない、餌のない状態でもオタマジャクシは２週間生き続けられたが、２週間を超える頃から死に始め３週間を待たずに全滅することを確認した。実験に用いたオタマジャクシは、実験の直前まで餌（青汁）を食べているため、２週間程度でその効果が失われるのであろうと推測できる。次に、冷凍赤虫を餌とできるのかについて確認した。赤虫のみが存在する飼育環境においては水だけで飼育した場合と同様に３週間ほどでオタマジャクシは死滅した。1cm大のオタマジャクシにとって赤虫は大きすぎる可能性を考え、赤虫を乾燥させたのちに乳鉢で粉にしたものをオタマジャクシの餌として加えた場合には餌を与えない場合よりも早く死滅した。このことは、赤虫の体内成分はオタマジャクシにとってむしろ害を及ぼすことを示している。次に赤虫のみを餌として飼育したプラナリアの排泄物をオタマジャクシの飼育環境に加えた。通常の餌である「青汁の粉」の存在下と同様に３週間を超えてもオタマジャクシは生き続けた（図11A)。しかし、プラナリアの飼育水（排泄物を濾過したもの）のみでは絶食させた場合同様に飼育後３週間でオタマジャクシは死滅した。これらの結果から、赤虫を餌としたプラナリアの排泄物がオタマジャクシの餌となり得ること、その際にはプラナリアの存在は不要であることが明らかとなった。ただし、通常の餌である青汁粉を与えた場合に比べて、プラナリア排泄物を餌として与えたオタマジャクシは有意に小さい（青汁を餌とした場合には２週間後に1.8倍、４週間後には2.7倍に達したのに対し、プラナリア排泄物を餌とした場合には２週間後に1.4倍、４週間後には1.8倍の成長であった(図11B))。

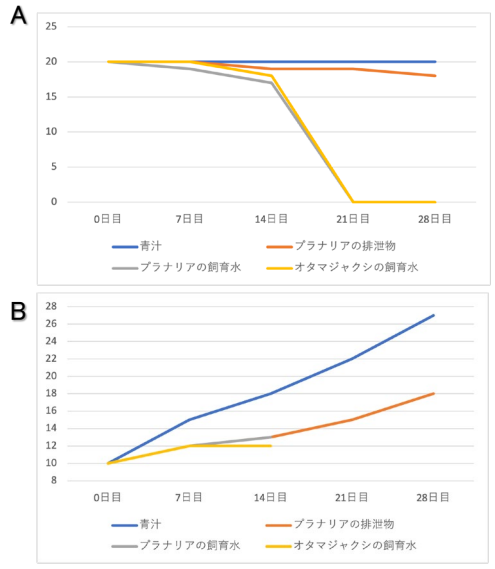


図 11 プラナリアがオタマジャクシの成長に与える影響
(A) オタマジャクシの生存数。(B) オタマジャクシの頭部から尾部先端までの長さ(mm)。

これらの結果から、オタマジャクシにとってプラナリア排泄物の栄養価は青汁よりも低いことがわかる。また、プラナリア排泄物を餌としてその後も飼育を続けたところ変態するに至った。このことから、青汁に比べて栄養価は低いもののプラナリアの排泄物のみで生育には十分な栄養があることがわかる。今回は赤虫のみを餌として実験を行なったため、オタマジャクシの排泄物そのものにオタマジャクシの栄養となる成分が含まれているのかもしれない。しかし、オタマジャクシは赤虫のある成分（例えばクチクラなど）を食して生育することができるが、赤虫の体液に含まれる成分がオタマジャクシにとって害であるため、そのままでは餌にできず、プラナリアが赤虫の体液を吸収分解することで有害成分が無毒化され、結果としてオタマジャクシの餌となり得たという可能性も残る。この可能性を検証するために、レバーなど他の餌を食べた際に出る排泄物で同じ効果が得られるかについては今後の検証が必要となる。また、これは*S. mediterranea*に特異的に見られる現象なのか、他のプラナリアでも同様のことが起こるかについても検証は必要であろう。ただ、事実としてプラナリア（*S. mediterranea*）とオタマジャクシを共存させ、そこに赤虫を加えることでオタマジャクシがカエルにまで生育できることは示された。

２・オタマジャクシがプラナリアの生育に与える効果の検証

プラナリアの生育に対するオタマジャクシの影響を調べた。体長1cmの*S. mediterranea*10匹をプラスチック容器（8W15D6H）に入れ、１プラナリアのみ・２プラナリア＋オタマジャクシ・３プラナリア＋オタマジャクシ＋赤虫・４プラナリア＋赤虫という条件下で飼育し、プラナリアの体長を経時的に測定した。オタマジャクシはステージ40～45のものを用い、毎週一度、容器あたり10匹ずつ加えた。また、新たにオタマジャクシを加える際には前の週に入れたオタマジャクシとすべて入れ替えた。餌となる赤虫は週２回（火・金）、太く真っ赤なものを選別して3匹ずつ給餌し、新たに給餌する際には前回加えた赤虫の残骸は取り除いた。なお、すべての容器の水は実験終了まで入れ替えを行なわなかった。実験開始後２週間に至るまでオタマジャクシ存在下（２および３）でプラナリアは大きく成長を続け、２週間後には1.4cmに達したのに対し、オタマジャクシ非存在下で飼育したプラナリアでは赤虫を餌として供与したものであってさえ体調が小さくなっていった(図12A)。また、体長が1.4cmを超えたプラナリアは実験開始後３週間を超える頃から盛んに自切を引き起こした（図12B)。

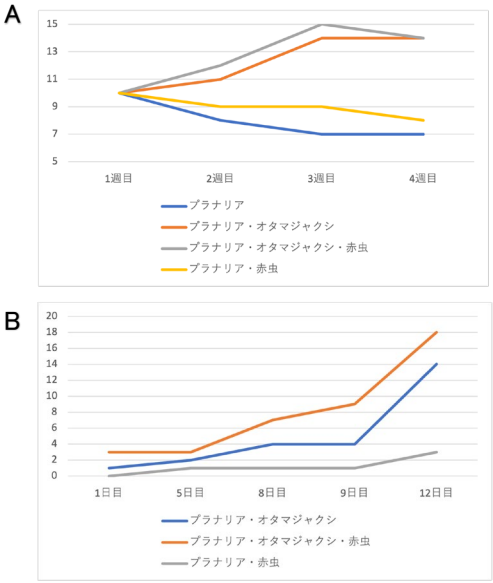


図 12 オタマジャクシがプラナリアに与える影響
(A) プラナリアの体長の変化(mm)。(B) 自切の回数。

この結果は、体長1cmを超える*S. mediterranea*は自切しやすいという結果とも矛盾しない。また、オタマジャクシのみを飼育していた溶液中（オタマジャクシ非存在下）でプラナリアを飼育してもプラナリアは大きく成長しなかったことから、オタマジャクシそのものの存在がプラナリアの成長に何らかの影響を与えていることが考えられる。一つの可能性としてプラナリアがオタマジャクシを餌としていることが考えられる。加えたオタマジャクシは１週間の実験期間中でどんどん弱っていき実験途中に毎週1匹程度は死ぬ。この実験に用いたオタマジャクシは胚発生を終えたばかりでまだ餌を食べていないものであり、餌のない環境でさらに１週間おかれることで「餓死」したのではないかと推測できる。毎週この1匹のオタマジャク

シをプラナリアが食餌することで大きく成長しているのかもしれない。ただ、オタマジャクシは死んだとしても一週あたり1匹程度であるため、10匹のプラナリアが食餌するのに十分だとも思いづらいが、赤虫の有無に関わらずオタマジャクシ共存下でプラナリアが有意に大きく育っているという事実は、何らかの栄養を摂取していると考えるしかなく、飼育環境下にはオタマジャクシ以外に候補が見つからないのも事実である。胚発生が終わりギリギリ泳ぎ始めたばかりのオタマジャクシの体内には栄養豊富な卵黄成分が残っており、それがプラナリアの栄養源となった可能性も考えられるため、オタマジャクシになってから十分時間が経ち、餌も食べて元気なオタマジャクシを用いてあらためて実験を行なう必要もある。

おわりに

20年余りの生命誌研究館での活動を振り返ると、反省もたくさんあるが新しい発見も少しはできたように思う。

移籍当初から現在に至るまで取り組んできたテーマの一つとして、「脊索動物の形づくりの共通性」があげられる。両生類の原腸形成モデルは前世紀初頭、日本では戦前から現在に至るまで世界中の教科書に掲載されており世界的に広く認められてもいる。我々は、この「世界中で受け入れられているモデル」では説明できない現象がいくつも存在することをツメガエルの胚発生を研究する過程で見出し、新しいモデルを構築するに至った。このモデルの見地に立つと、これまでは正反対であると考えられてきた鳥類と両生類の原腸形成を統一的に理解でき、さらには脊索動物全体に共通する組織運動が見えてきた。私たちは、このモデルの基本となるアイデアを2002年に公表し、2015年には完全版を公開したが研究の世界からの反応は皆無であった。しかし、今年公開した論文がきっかけとなって2015年の論文が世界中から読まれはじめており、我々のモデルも近いうちに世界から受け入れられることを期待している。

JT生命誌研究館で行なってきたもう一つのテーマとして、「形態形成と*hes*遺伝子の関係」がある。ツメガエルの*hes*ファミリー遺伝子の一つXhairy2は、脊椎動物に特有の領域（頭部オーガナイザー・脊索前板・神経堤・プラコード）で特異的に発現する。これらの領域の胚発生学的な特徴として、構成する細胞は胚発生の比較的後期になるまで細胞分化を行なわないことが挙げられる。これらの特徴に関して、少なくとも神経堤とプラコードの細胞においてXhairy2が細胞周期を維持し分化を抑制することで形成されることを示すことができた。この研究成果から導かれた「細胞周期が細胞の分化・未分化を制御している」との仮説はプラナリアを用いて実証することができた。

*hes*ファミリーに属する遺伝子は一般に組織境界に発現することが知られている。同時にhesは細胞周期を維持するという証拠もいくつかの発生現象で示されている。我々が見出した「細胞周期が分化・未分化の制御を行なう」という現象も含めて考え合わせることで、境界形成にも分化・未分化の制御が深く関わっている可能性が示されるかもしれない。すなわち、*hes*が発現した場所で未分化な領域が形成され、周囲に存在する分化した細胞との間に質的な差異が形成されるということである。例えば、卵割期から後期胞胚までのツメガエル胚のすべての細胞で母性因子としてのEPカドヘリンタンパク質の発現が確認されるが、神経分化が誘導される時期になるとEPカドヘリンの発現は徐々に消え、神経の運命を担った細胞ではNカドヘリンの、表皮運命を持つ細胞ではEカドヘリンの発現が始まるが、Xhairy2が特異的に発現する「神経―表皮境界領域」では母性カドヘリンの発現は次第に消えていく。NカドヘリンとEカドヘリンはそれぞれhomophilicな結合を促した結果、Eカドヘリンを発現する細胞は表皮となって胚の全表面を覆い、Nカドヘリンを発現する細胞は胚の内面に潜り込み神経管を形成する。境界領域ではXhairy2の働きにより、受精卵が持つ全能性をそのまま受け継ぐ細胞が何にも分化することなく「神経堤細胞」となり、胚の内部に入って未分化状態を保ちながらバラバラに胚体内を遊走できると説明できる。今後は、これまで知られている境界形成に関わる現象について、細胞分化制御の視点から改めて考え直してみたい。

プラナリアでは方法論の問題から、*hes*遺伝子が細胞周期に関わっているかどうかを明らかにすることはできなかったが、細胞周期が細胞の分化・未分化を制御するというアイデアを実際に証明することができた。*hes*遺伝子が細胞周期を制御するかについての検討の過程で、*S. mediterranea*の自切に*hes1*が関与していると考えられる傍証を見出した。一般にプラナリアは自らの体を切断することによって無性的に増殖するが、一部のプラナリアでは自切が周期的に起こることが知られており、一本の長い棒状の組織を横断する形で断片を形成する現象は脊椎動物の体節形成に見かけ上よく似ており、境界形成の一つのパターンと考えることもできる。個々の体節が切断される過程に*hes*が深く関わっていることが知られており、ヨーロッパ産プラナリアの自切に*hes*が関与しているという点でも体節形成と質的に同様な制御機構の存在が期待される。

時間の関係で実際に検証できなかったが、プラナリアの自切を抑制する化合物の候補としてメラトニンが挙げられている。我々の実験結果から、*S. mediterranea*の自切にメラトニンが何らかの影響を与えうるかについては多少懐疑的にはなるが、飼育液中にメラトニンを添加するだけで自切を抑制できるとすれば、メラトニンの有無により自切を人為的に誘導できる可能性がある。低温（10℃程度）条件では自切が起こりにくいという報告もあるため、飼育温度の影響も今後調べる意味はある。また飼育温度の変化も検証してみたい点である。今年度の検証から、自切を起こしやすい条件と起こしにくい条件はある程度見出すことができた。これらの条件とともに、メラトニンや温度（変化）の影響などもの組み合わせることで人為的に自切を制御できる条件を決定できたら、自切と*hes*遺伝子との関係性について新しい知見が見出せるかもしれない。

ツメガエルのオタマジャクシとプラナリアとの共生関係については、今年度新たに発見した現象であり解析すると面白いテーマになりうると考える。赤虫を餌とした*S. mediterranea*の排泄物がツメガエルのオタマジャクシの栄養源として働くことが分かっただけであり、他に検証すべき課題はたくさん残されている。ただ、実験室内の小さな環境で行うことができる実験であり、共生現象の解析にはいろいろと面白い可能性のあるテーマだと感じる。

JT生命誌研究館での橋本の研究はこれで幕を閉じるが、これらのデータを今後さらに進められることを期待している。

文献

(1) Koide, T., Umesono, K. and Hashimoto, C. (2002) "When does the anterior endomesoderm meet the anterior-most neuroectoderm during Xenopus gastrulation?" *Int. J. Dev. Biol.* 46: 777-783
(2) Yanagi T., Ito K., Nishihara A., Minamino R., Mori S., Sumida M. and Hashimoto C. (2015) “The Spemann organizer meets the anterior-most neuroectoderm at the equator of early gastrulae in amphibian species” *Develop. Growth Differ.* 57, 218-231
(3) Sato Y., Narasaki I., Kunimoto T., Moriyama Y. and Hashimoto C. (2023) “The complete dorsal structure is formed from only the blastocoel roof of *Xenopus* blastula: insight into the gastrulation movement evolutionarily conserved among chordata.” *Dev. Genes Evol.* 233, 1-12
(4) Tsuji, S., Cho, K. W. Y. and Hashimoto, C. (2003) "Expression pattern of a basic helix-loop-helix transcription factor Xhairy2b during Xenopus laevis development." *Dev Genes Evol.* 213: 407-411
(5) Nagatomo K. and Hashimoto C. (2007) "Xenopus hairy2 functions in neural crest formation by maintaining cells at mitotic and undifferentiated state" *Dev.Dyn.* 236:1475-1483
(6) Murato Y. and Hashimoto C. (2009) "Xhairy2 functions in Xenopus lens development by regulating p27xic1 expression" *Dev. Dyn.* 238:2179-2192
(7) Sato Y., Umesono Y., Kuroki Y., Agata K., and Hashimoto C. (2022) “Proliferation maintains the undifferentiated status of stem cells: the role of the planarian cell cycle regulator Cdh1” *Dev. Biol.* 482, 55-66
(8) Child C.M. (1941) Patterns and problems of development, Univ. Chicago Press.
(9) Okugawa K.I. (1955) “On the supernumerary sexual organs of Dugesia japonica (Duges), induced by the low temperature. Bull.Kyoto Gakugei Univ., Ser.B, 6, 1-14

社会に開かれた活動報告

日程	対象者	場所	行事名・内容	定量実績
2023/1/7	高校教員	名城大附属 高等学校	「考える力を引き出す問題」を作ってみよう	15 名
2023/1/14 ・1/20	来館者	JT 生命誌研究館 水槽室	水槽室見学	5 名
2023/1/14	高校生	JT 生命誌研究館	高等学校理科部との 共同研究・研究指導	3 名
2023/2/11	オープン 高槻 予約来館者	JT 生命誌研究館 水槽室	水槽室見学	20 名
2023/5/21	高校教員	JT 生命誌研究館	教員研修会	11 名
2023/6/10	中学・高校生・教員	大妻中学高等学校	探究授業	22 名
2023/6/11	一般聴衆	たばこと塩の 博物館	研究員レクチャー（３回）	150 名
2023/6/12	大学生・ 大学院生・ 教員	東京都立大学	生命科学教室セミナー	50 名
2023/6/22	高校 2 年生	高槻高等学校	数理探究授業	34 名
2023/7/26	高校教員	神奈川県立総合 教育センター	神奈川県高等学校教科研究会・ 理科部会　研修会	38 名
2023/8/3	高校生・ 高校教員	JT 生命誌研究館	研究打ち合わせ	3 名
2023/8/21- 22	高校教員	福山暁の星女子 中学高等学校	広島県私学教育研修会	18 名
2023/8/30	研究者	基礎生物学 研究所	基生研セミナー	10 名
2023/10/11	シニア自然 大学聴講生	大阪市 産業創造館	シニア自然大学校・ 講座部マイスター・講義	30 名
2023/10/21	来館者	JT 生命誌研究館	JT 生命誌研究館・遺伝研共催 シンポジウム	55 名
2023/11/18	来館者	JT 生命誌研究館	研究員レクチャー	55 名
2023/11/20	高校生・ 高校教員	龍谷大附属平安 高等学校	探究授業	23 名

Ⅴ．発　表

発　表

１．著書・共著・対談集など

永田和宏

（2023）『中村桂子コレクション第８巻「奏でる 一 生命誌研究館とは」』藤原書店
（解説対談）

（2023）『京都芸術大学「京都学④」 ～京都で育まれてきた日本の伝統と文化』京都新聞出版センター

近藤寿人

Hisato Kondoh “Molecular Basis of Developmental and Stem Cell Regulation ――Classical Models Revised” ISBN：978-3-031-39026-5 , Springer Nature (印刷中)

中村桂子

（2023）『中村桂子コレクション：いのち愛づる生命誌８ 生命誌研究館とは』藤原書店

蘇智慧

（2022）『虫の進化と多様性【遺伝学の百科事典：13 遺伝と多様性】』
日本遺伝学会編集　丸善出版株式会社（共著）

２．論文・総説

永田和宏

“Redox states in the endoplasmic reticulum directly regulate the activity of calcium channel, inositol 1,4,5-trisphosphate receptors”
Shohei Fujii 1, Ryo Ushioda and **Kazuhiro Nagata**
Proc. Natl. Acad. Sci. USA

”The oxidative folding of nascent polypeptides provides electrons for reductive reactions in the ER”
Kaiku Uegaki, Yuji Tokunaga, Michio Inoue, Seiji Takashima, Kenji Inaba, Koh Takeuchi, Ryo Ushioda, **Kazuhiro Nagata**
Cell Rep. 42：112742, 2023

”Mechanistic characterization of disulfide bond reduction of an ERAD substrate mediated by cooperation between ERdj5 and BiP”
Xiaohan Cai; Shogo Ito; Kentaro Noi; Michio Inoue; Ryo Ushioda; Yukinari Kato; **Kazuhiro Nagata**; Kenji Inaba
J. Biol. Chem. 299：105271, 2023

“HSP47 levels determine the degree of body adiposity”
Jihoon Shin, Shinichiro Toyoda, Yosuke Okuno, Reiko Hayashi, Shigeki Nishitani, Toshiharu Onodera, Haruyo Sakamoto, Shinya Ito, Sachiko Kobayashi, Hirofumi Nagao, Shunbun Kita, Michio Otsuki, Atsunori Fukuhara, **Kazuhiro Nagata** & Iichiro Shimomura
Nature Communications volume 14, Article number: 7319 (2023)

近藤寿人

Kae Nakamura, Yusaku Watanabe, Claire Boitet, Sayaka Satake, Hideaki Iida, Koya Yoshihi, Yasuo Ishii, Kagayaki Kato, and Hisato Kondoh “Wnt signal-dependent antero-posterior specification of early-stage CNS primordia modeled in EpiSC-derived neural stem cells” Frontiers in Cell and Developmental Biology (2023年11月受理)

秋山-小田康子、小田広樹

「パターン形成の 1 細胞解析」細胞　第 55 巻第 7 号 (2023.6.23)

蘇智慧

Arimoto, K., Yukawa, J., Yafuso, M., Sasaki, A., Su, Z.-H., (2024) A new genus and two new species of Cecidomyiidi (Diptera: Cecidomyiidae) inhabiting the fig wall of Ficus subpisocarpa and Ficus caulocarpa (Moraceae) in Japan and Taiwan with reference to distribution range, behavior, and genetic data. Entomological Science, in press.

橋本主税

Sato Y., Narasaki I., Kunimoto T., Moriyama Y. and Hashimoto C. (2023) “The complete dorsal structure is formed from only the blastocoel roof of *Xenopus* blastula: insight into the gastrulation movement evolutionarily conserved among chordata.” *Dev. Genes Evol.* 233, 1-12

Kashima M, Komura R, Sato Y, Hashimoto C, Hirata H (2023) "A resource of single cell gene expression profiles in a planarian *Dugesia japonica*" *Develop. Growth Differ*.

３．評論・随筆

（１）新聞

永田和宏

「第 64 回毎日芸術賞 受賞者 5 人の業績　永田和宏さん　亡き妻　思慕あふれ」毎日新聞（2023. 1. 1）
「毎日芸術賞の人々　亡き妻へ伝える生き様」毎日新聞（2023. 1. 5）
「５人に毎日芸術賞贈呈」毎日新聞（2023. 2. 10）
「第 64 回毎日芸術賞贈呈式 受賞者喜びの声」毎日新聞（2023. 2. 20）
「歌人・永田和宏さん 出身の高島で講演 幼少期や妻の闘病語る」京都新聞（2023. 3. 18）
「【天眼】忘れてはならないが、蘇らせてはならない言葉」京都新聞（2023. 3. 19）
「【地球 80 億人の時代に】 個人の生活の質 社会が考える」読売新聞（2023. 4. 4）
「【いま、語る】陛下の「声」読み取りたい」京都新聞（2023. 5. 6）
「歌会始の意味　国民と皇室の接点」北日本新聞（2023. 5. 7）
「国民と皇室の接点」埼玉新聞（2023. 5. 12）
「歌会始の意味　国民と皇室の接点に」茨城新聞（2023. 5. 14）
「河野裕子さんの歌碑完成 御船町役場 町出身の歌人直筆刻む」熊本日日新聞（2023. 5. 21）
「IP３受容体 活性制御 酸化酵素還元酵素 ゲノム編集で変化解析 京都産大」日刊工業新聞（2023. 5. 23）
「国民と皇室が鑑賞し合う」信濃毎日新聞（2023. 5. 26）
「河野裕子さんの歌碑建立 故郷の熊本県御船町 遺族ら除幕式」西日本新聞（2023. 6. 2）
「【天眼】 啓発って教えないことだったんだ」京都新聞（2023. 6. 4）

「科学と人間社会の関係は JT 生命誌研究館 創立 30 周年で「集い」」毎日新聞（2023.6.7）
「河野裕子さん歌碑建立で講演会 御船町」熊本日日新聞（2023.6.7）
「永田和宏さんと山極寿一さんが科学を語る　生命誌研究館 30 年で集い」朝日新聞デジタル（2023.6.8）
「【天眼】「飛び火」する科学のおもしろさ」京都新聞（2023.8.20）
「笑い・元気 AI にはできぬ言葉遊び」朝日新聞（2023.8.30）
「JT 生命誌研究館 30 周年シンポ 3 氏が鼎談「科学を私たちの言葉で」」京都新聞（2023.10.9）
「JT 生命誌研究館 30 周年シンポ「科学」社会へどう語る 小説家・小川洋子さんら座談会」毎日新聞（2023.10.13）
「JT 生命誌研究館 30 周年シンポで鼎談「言葉の力」考え直すとき」中日新聞（2023.10.13）
「【ひと】 JT 生命誌研究館館長 永田和宏さん： 科学は文化「表現」に力 自然への問いを楽しむ」毎日新聞（2023.10.18）
「【天眼】AI と連歌を巻く」京都新聞（2023.11.5）
「京都政経懇 暮らしと歌、身近に 「言葉の力」テーマ 永田和宏さん語る」京都新聞（2023.11.22）

中村桂子

「【座談会】生命美開眼の世紀 生命誌研究館 中村桂子名誉館長を迎えて」未来共創新聞（2023.1.1）
「2023 年日経優秀製品・サービス賞 審査員から　中村桂子・JT 生命誌研究館名誉館長」日経産業新聞（2023.1.4）
「【対談】生命の多様性と死と巡って JT 生命誌研究館名誉館長 中村桂子・兵庫県立人と自然の博物館名誉館長 岩槻邦男」
『KOSMOS ― こすもす 第 10 号』公益財団法人 国際花と緑の博覧会記念協会（2023.2.1）
「人間も自然の一部 歴史考え ひらめいた“生命誌”言葉から思い現実化」京都新聞(2023.4.3)
「総合学習に「農業科」小学校で全国 2 例目 美唄市オリジナル読本完成」日本農業新聞（2023.5.17）
「科学と人間社会の関係は　JT 生命誌研究館 創立 30 周年で“集い”」毎日新聞（2023.6.7）
「“人間は生きものであり、自然の一部”生命誌研究館 名誉館長中村桂子さんと考える」北海道新聞（2023.7.22）
「農業で育てる共感力 札幌 美唄市などが講演会」北海道新聞（2023.8.7）
「小学校農業科 道内でも広がれば JT 生命誌研究館 中村桂子さん（札幌市内のホテルで開かれた講演会「教育の原点としての農業」から）」北海道新聞（2023.9.20）
「生物に下等も高等もない 地球環境の殿堂 表彰記念講演」京都新聞（2023.11.23）

書評欄連載　毎日新聞【今週の本棚】

「『イノチノウチガワ』ヤン・パウル・スクッテン文（実業之日本社）」（2023.1.7）
「『あつまる細胞 体づくりの謎』竹市雅俊著（岩波科学ライブラリー）」（2023.2.11）
「『世界を変えた 100 の手紙 上・下』リン・ソルター著（原書房）」（2023.3.25）
「『会話の科学』ニック・エンフィールド著（文藝春秋）、『ムラブリ』伊藤雄馬著（集英社インターナショナル）」（2023.5.6）
「『自選随筆集 野の果て』志村ふくみ著（岩波書店）」（2023.6.17）
「『人間非機械論 サイバネティクスが開く未来』 西田洋平著（講談社選書メチエ）」（2023.7.29）
「『カイエ・ソバージュ』 中沢新一著（講談社選書メチエ）」（2023.9.9）

「『Savoir & Faire　土』 エルメス財団編（岩波書店）」（2023.10.28）
「『未知なる地球　無知の歴史十八－十九世紀』＝アラン・コルバン著、築山和也・訳」
（2023.12.9）

（２）雑誌他

永田和宏

「【京を歩けば 私の京都（２）】 吉田山」『三洋化成ニュース』三洋化成（2023.1）
「歌会始関連記事」週刊朝日、AERAdot（2023.1）
「北大阪ミュージアムネットワーク・シンポジウム 基調講演“コロナ禍における文化と日常”」『館報２３』吹田市立博物館（2023.1.31）
「歌会始選者が感嘆 「歌人・愛子さま」を生んだ早期教育」『週刊文春』文藝春秋（2023.2.2）
「【私の生き方】 恋と短歌とタンパク質　私の人生のいちばんの意味は？」『公研』公益産業研究調査会（2023.2.8）
「愛子さま圧倒的「文章の天才」 短編小説と論文 全文公開（お歌へのコメント）」『女性セブン』小学館（2023.2.9）
「【京を歩けば 私の京都（３）】大文字山」『三洋化成ニュース　』三洋化成（2023.3）
「関西私大助成シンポジウム 2022「学習と学問 ―大学教育とは―」」『私大政策』京滋地区私立大学教職員組合連合（2023.3）
「私の近江、湖国の歌」『湖国と文化』（公益財団）びわ湖芸術文化財団（2023.4.1）
「【学術の風景】 思いがけない読者との出会い」『学術の動向』日本学術会議（2023.4.1）
「【京を歩けば 私の京都（４）】御土居」『三洋化成ニュース』三洋化成（2023.5）
「オーディオブック 講和」『オーディオブック 講和』VOOK（2023.6）
「【京を歩けば 私の京都（５）】 荒神橋」『三洋化成ニュース』三洋化成（2023.7）
「Special Section In Memoriam, Takashi Yura 1929-2022（責任編集）」『"Cell Stress and Chaperones" Volume28 Number4 July 2023』Cell Stress Society International（2023.7）
「"Preface to the special memorial section for Takashi Yura" K.Nagata」『"Cell Stress and Chaperones" Volume28 Number4 July 2023』Cell Stress Society International（2023.7）
「第 34 回ありのまま生活福祉講座 永田和宏氏「言葉のちから」」『自立』社会福祉法人ありのまま舎（2023.7.14）
「「夏の思い出」をお歌に？ 皇室のお歌ご指南役が語る「愛子さまとお歌」」『Yahoo！ニュース』（2023.7.24）
「両陛下の「お歌」ににじみ出るお人柄 令和になってからの「変化」とは？」『Yahoo！ニュース』（2023.7.25）
「蕎麦湯に初めて出会ったころ」『季刊「新そば」』北白川書房（2023.8.8）
「批判精神を持ち、わからないことを見つけ、解明する ― 学び問うことの大切さを！」『大阪革新懇だより』大阪革新懇（2023.8.10）
「わが嵯峨野高等学校 ― おもしろい先生ばかりだった」『嵯峨野高等学校 70 周年記念誌』嵯峨野高等学校（2023.8.13）
「【京を歩けば 私の京都（６）】 鴨川デルタ（最終回）」『三洋化成ニュース』三洋化成（2023.9）
「よくやったねと言ってやりたい」『medical forum CHUGAI』株式会社ライフサイエンス（2023.12.18）

中村桂子

「“農業を学ぶ”から“農業で学ぶ”へ　小学校における“農業科”教育の道を拓く挑戦（次なる”百年の計”への道）」『ドキュメントレポート「美唄市小学校”農業科”スタートまでの 10 ヶ月」』一般財団法人 HAL 財団（2023 年発行）

「生命誌研究者・中村桂子さんと考える「本当の豊かさ」”妹”たちへ贈るメッセージ」『サライ』小学館（2023.3）

「【60～80 代の 4 人に聞く「心に元気をくれる絵本」】絵本は一生を支えてくれる友達。子どもと一緒に読んだ絵本が、今を生きるヒントをくれます。」『ハルメク 3 月号』株式会社ハルメク（2023.3）

「【巻頭インタビュー】「私たち生きもの」として。」『循環とくらし』一般社団法人 廃棄物資源循環学会編集委員会（2023.3.31）

「生命誌研究の中村桂子さんに聞く、日本の息苦しさの正体「生きもの目線」の哲学①」『YAMAP MAGAZINE（Web）』YAMAP MAGAZINE（2023.5.3）

「生命誌研究・中村桂子さんと語る、弱さを活かして生きのびる方法「生きもの目線」の哲学②」『YAMAP MAGAZINE（Web）』YAMAP MAGAZINE（2023.5.4）

「映画『銀河鉄道の父』公式サイト：コメント」（2023.5.5）

「中村桂子氏講演 子どもは生きものということを忘れずに」『紙芝居文化の会会報 41 号』紙芝居文化の会（2023.6）

「【各界からの提言・科学】40 億年もつながるかけがえのない命」『【報告集】授かるいのち 未来につなごう！』お腹の赤ちゃんとお母さんを応援しよう実行委員会（2023.7.13）

「【特集】生きている不思議を見つめて すべての生きものの根っこは一つにつながっている」『いのちの環』日本教文社（2023.7.14）

「中村桂子さんインタビュー」『さつき会 ～ 東大女子ネットワーク・コミュニティ～（Web）』さつき会 ～ 東大女子ネットワーク・コミュニティ～（2023.7.14）

「中村桂子さんからのメッセージ：中村桂子 いのち愛づる生命誌講座（その 2）美唄会場 札幌会場」『中村桂子さんからのメッセージ：中村桂子 いのち愛づる生命誌講座』美唄市教育委員会（2023.7.28）

「【賢人論】生命誌研究者 中村桂子 「生きものとして生きる」それが私の生き方です」『みんなの介護』（Web）みんなの介護（2023.9）

「授かるいのち 未来につなごう！7 月 13 日”生命尊重の集い”「40 億年もつながるかけがえのない命」『生命尊重ニュース』生命尊重センター（2023.9）

「第 56 回 夏期講座開講“生きものである人間がどう生きるか”中村桂子先生」『川崎大師だより』川崎大師（2023.10.1）

「インタビュー：「生きものとして生きる」それが私の生き方です」『賢人論』（Web）老人ホーム検索サイト「みんなの介護」（2023.10.2）

「第 35 回作楽 Café より“私たち生きものの中の私”という原点 ― コロナ禍、異常気象、戦争の中で」『作楽』お茶の水女子大学附属高等学校同窓会（2023.10.15）

「“生命誌”から生きかたを考える」『月刊みんなねっと 11 月号』公益社団法人 全国精神保健福祉会連合会（2023.10.25）

「ダーウィンが生涯をかけて探究した『ミミズと土』を読み、現代文明の見直しを」『日本アスペン研究所 エッセイ』（Web）日本アスペン研究所（2023.12）

「【特別講演】子どものからだと心の危機の克服を目指して（講演録）」『子どものからだと心 白書 2023』子どものからだと心・連絡会議（2023.12.10）

JT 生命誌研究館ホームページ連載「ちょっと一言」

「30 周年で一皮むける生命誌を」（2023.1.6）
「根っこと幸せ」（2023.1.17）
「杜人がつくってくれた風の道と水の道」（2023.2.1）
「改めて“生きものとして”という言葉を」（2023.2.15）
「生きているってすごいこと」（2023.3.1）
「役に立“生命誌”」（2023.3.15）
「さまざまに続いていく」（2023.4.4）
「栗山監督の言葉に生命誌の願いを重ねて」（2023.4.18）
「30 周年に思うこと」（2023.5.2）
「生命誌を思う時やはり気になるのは戦争です」（2023.5.16）
「30 周年はとても面白い年です」（2023.6.1）
「30 周年の会を持ちました」（2023.6.15）
「戦争がなくならない理由を探さず、なくなる考え方を提案します」（2023.7.4）
「“KYOTO 地球環境の殿堂”をご存知ですか」（2023.7.19）
「大きな存在の大切さを実感した半日」（2023.8.1）
「北海道まで暑いのは残念でしたが、農業科へ向けての熱気は嬉しかったです」（2023.8.16）
「“平和”という言葉を考える」（2023.9.1）
「“脱炭素”という言葉について」（2023.9.15）
「もう少し危機意識を持たなければいけないのではないかと」（2023.10.4）
「人間は戦争が好き・・・言葉に気を付けましょう」（2023.10.17）
「夕焼けがきれいでした」（2023.11.1）
「ちょっと嬉しいことがありました」（2023.11.15）
「若いお仲間ができました。楽しみです。」（2023.12.1）
「“生きものとしての○○”を考えた 30 周年」（2023.12.15）

Web 連載　NPO スローライフ・ジャパン【学会コラム＜緑と絆の木陰＞】

「最近、生命誌への関心が広がっていることを実感します。」（2023.1.24）
「土木って土と木ですし、これで杜という字ができます。」（2023.2.21）
「土木の次は古民家」（2023.3.21）
「＜生きものとしての土木＞を考え始めたの（１）」（2023.4.18）
「＜生きものとしての土木＞を考え始めたのは（２）」（2023.5.16）
「手仕事をしなくなったら人類は滅びるのではないか」（2023.6.13）
「水あっての生きもの、共感あっての人間」（2023.7.11）
「美唄市小学校農業科―地域に根ざし、暮らしに学ぶー」（2023.8.8）
「昔を思い出しましょうというお言葉に甘えて」（2023.9.5）
「食べもの大丈夫かしら」（2023.10.3）
「20 年で一つの姿が」（2023.10.31）
「生きものに規格品はないのですけれど」（2023.11.28）
「最後の最後、やはり人間のことを考えます」（2023.12.26）

蘇智慧

2023 年昆虫 DNA 研究会第１９回研究集会を終えて. 昆虫 DNA 研究会ニュースレター　No.39, 32-36. (2023)

４．学会などの発表

（１）特別講演・シンポジウム講演等

永田和宏

日本リンパ浮腫学会 講演「レジリエンスを支える言葉の力」（2023.3.4 大阪）
細胞生物学会 若手の会 講演「“質問力”を鍛えよ」（2023.6.27 奈良）
日本臨床腫瘍学会 公開講座「患者と家族を支える言葉の力」（2023.7.29 福岡）
日本生化学会 シンポジウム 生化学の先輩・先達から聞く「生化学の面白さ・楽しさ」（2023.11.1 福岡）
日本肝臓学会 講演「ｺﾗｰｹﾞﾝ特異的分子ｼｬﾍﾟﾛﾝ Hsp47：発見から未解決の問題まで」（2023.12.7 京都）

近藤寿人

Yusaku Watanabe, Kae Nakamura, Hisato Kondoh “The anteroposterior regionality of the CNS is determined by the Wnt signal input levels when neural stem cells develop from the epiblast” 56th Annual meeting of JSDB（第 56 回日本発生生物学会年会）仙台　2023 年 7 月 25 日
Hisato Kondoh “Sox2 enhancers N2 and N1 pave the way to the understanding of embryonic neural development” 6th International Workshop on SOX transcription factors. Broadbeach, Queensland, Australia. 2023 年 10 月 23 日
「脳発生の最初の大まかな領域特性は、Wnt シグナル強度の緩やかな違いで与えられる」日本発生生物学会:Wnt 研究会 2023. 神戸　2023 年 12 月 9 日

中村桂子

日本ウィルス学会学術集会 特別講演「生命誌の中のウィルス」（2023.9.26　宮城）

小田広樹

小田広樹、赤岩孝憲、秋山-小田康子、オオヒメグモゲノムを基盤としたバイオインフォマティクスリソースの構築、日本動物学会第 94 回大会（2023.9.7, 山形）

秋山-小田康子

Akaiwa, T., Oda, H., Akiyama-Oda, Y.
Reconstruction of segmented body pattern in single-nuc analysis of spider embryos. *The 3rd NINS-Princeton Joint Symposium* (2023.3.23, プリンストン、アメリカ)

藤原基洋

Fujiwara, M., Akiyama-Oda, Y., Oda, H. A mathematical model based on spider embryo for testing evolutionary pathways for arthropod body plans. 日本発生生物学会第 56 回大会 (2023. 7.23-25, 仙台)
Fujiwara, M., Akiyama-Oda, Y., Oda, H. A mathematical model based on spider embryo for testing evolutionary pathways for arthropod body plans. 第 6 回山田シンポジウム (2023. 8.1-3, 東京)
藤原 基洋, 秋山-小田 康子, 小田 広樹, 節足動物の体軸形成の多様化の進化過程を探る理論研究 (2023.9.8, 札幌)

赤岩孝憲

Akaiwa, T., Oda, H., Akiyama-Oda, Y. Genome-based, quantitative dissection of the arthropod segmented body

plan using single-nucleus RNA sequencing of spider embryos. 第 6 回山田シンポジウム(2023.8.1-3, 東京)

宇賀神 篤

Figure1 のためのデータ解析：チョウの味覚関連遺伝子の機能解析のために
第 66 回日本応用動物昆虫学会大会　小集会「NGS データ解析をやってみよう」 3 月 14 日

廣嵜由利恵・宇賀神篤・尾崎克久・仁川成男

アゲハチョウの産卵管における化学物質受容の分子機構に関する解析
昆虫 DNA 研究会　第 19 回研究集会　2023 年 7 月 23 日

西岡樹里・宇賀神篤・尾崎克久・蘇智慧

ナミアゲハの産卵抑制機構　　昆虫 DNA 研究会　第 19 回研究集会　2023 年 7 月 23 日

宇賀神篤・宮下怜・尾崎克久

ミカンがなければセリを食べればいいじゃない？ゲノム編集 G0 幼虫を用いたミカン科食アゲハの解毒酵素遺伝子の機能解析　　本動物学会第 94 回大会　2023 年 9 月 9 日

尾崎克久・松本夏史・小寺正明

アゲハチョウの食草転換は毒性が似た植物に限られる　-教師なし機械学習を用いた類似性解析-
第 46 回日本分子生物学会年会　2023 年 12 月 7 日

尾崎克久

アゲハチョウ: 親の好き嫌いと子の事情
JT 生命誌研究館 30 周年記念シンポジウム　2023 年 10 月 1 日

蘇智慧、楠見淳子

「台湾・琉球列島に分布するガジュマルコバチの分岐年代と生物地理」
第 67 回日本応用動物昆虫学会（2023.03.12-15、摂南大学・枚方市）

蘇智慧

「大澤先生とのオサムシ研究とその後」
昆虫 DNA 研究会第 19 回研究集会 大澤省三先生を偲ぶ　シンポジウム
（2023.07.22-23、JT 生命誌研究館）

５．講演・講義・シンポジウム

（１）講演

永田和宏

福岡市科学館 矢原館長と対談「科学はおもしろい～見方を変えれば不思議だらけ」（2023.1.21 福岡）
正岡子規記念館 鼎談「歌の家」（2023.1.28 愛媛）
高槻市教育フォーラム「知の敬意を置き忘れないために」（2023.2.4 大阪）
高島市藤樹の里記念館 講演会「ことばの力―言葉で自分の思いを伝えられますか？」
（2023.2.12 滋賀）

若山牧水青春短歌賞 授賞式講評（2023.2.18 宮崎県）
山上憶良短歌賞 講演会（2023.2.23 鳥取）
京都産業大学 FD フォーラム「学習から学問へ：大学における教育とは」
（2023.2.25 オンライン）
NHK 全国短歌大会（2023.3.11 東京）
NHK 学園「歌を詠む意味」（2023.4.7 東京）
JT 医薬総合研究所　新入社員向け講演会（2023.4.12 大阪）
講演 “Reciprocal regulation of calcium channel IP3R and pump SER CA2b by oxidoreductases in the ER”SFB1035 Conference “Conformational Transitions of Proteins”（2023.5.2-6 イタリア）
“Proteostasis in the ER”（2023.5.8 イタリア）
JT 生命誌研究館 30 周年記念行事 山極壽一氏と対談（2023.5.27 東京）
ありのまま生活福祉講座 講演会「言葉の力」（2023.6.10 宮城）
好日全国大会 講演会（2023.6.15 京都）
城陽市民大学 講演会「ことばの力」（2023.7.4 京都）
NHK 学園生涯学習講座 現代短歌セミナー「作歌の現場から」（2023.8.18 オンライン）
高槻市民環境大学 講演「タンパク質の一生：コラーゲンってなに？」（2023.8.31 大阪）
しまね文芸フェスタ 2023 講演「表現することで変わっていく〈私〉」（2023.9.17 島根）
NHK 学園スクーリング「歌の読み方 詠み方」（2023.9.23 東京）
法然院 講話「言葉の力」（2023.9.24 京都）
朝日カルチャーセンター京都 講演（2023.10.21 京都）
マルチファセット班領域会議 若手の会 講演「半生を分子シャペロンとともに」（2023.10.24 北海道）
朝日 AI 短歌イベント（2023.10.28 東京）
鳥医薬品（株） 新入社員研修（2023.11.16 オンライン）
国民文化祭 講演「ことばの力」（2023.11.19 石川）
京都政経文化懇話会「言葉の力」（2023.11.21 京都）
NHK 学園鼎談（2023.12.15 オンライン）
CCBT（シビック・クリエイティブ・ベース東京）トークイベント講演「人間という器と言葉」（2023.12.19 東京）

中村桂子

『大地再生講座』主宰 風の道、水の道実践 矢野智徳氏　「水と風の道の作り方」講習会（2023.1.14　東京）
調布市図書館 講演会（2023.2.2　東京）
福岡市科学館　開館 5 周年記念ワークショップ「生きているってどういうこと？ 理科の時間に考えてみよう」（2023.2.12　福岡）
株式会社コイシ 35 周年記念コイシ塾 「生きものとしての土木」（2023.2.13　大分）
認定 NPO 法人カンガルーの会 講演会（2023.2.25　神奈川）
松下政経塾 講演会（2023.3.2　神奈川）
地球守ラジオ『生きものとしての土木』研究会 第一回「神奈川県大磯町町道の施工について」（2023.4.12　オンライン）
【文化講演会／宇城】「生きている実感のある社会を地域から ──生命誌で考える──」（2023.4.16　熊本）

松岡達英絵本原画展関連イベント：恐竜博士・真鍋真×生命誌研究者・中村桂子 講演会
（2023.5.13　群馬）
公益財団法人 国際文化会館 講演会（2023.5.16　東京）
NPO スローライフ・ジャパン フローライフの会（2023.5.20、21　京都）
メリーゴーランドレクチャー2023 生命誌研究者 中村桂子「毎日を自分らしく生きる――”私たち生きもの”という気持ちで ――（2023.6.11　三重）
日本仏教鑽仰会【密教夜話】「“私たち生きものの中の私”として生きる ―― 生命誌で考える――」（2023.6.17　東京）
（午前:小学生向け）世田谷区立山崎小学校　道徳授業地区公開講座【いのちのひろがり】「”私たち生きもの”の中の私」（2023.7.1　東京）
（午後:保護者向け）世田谷区立山崎小学校　道徳授業地区公開講座【いのちのひろがり】「”私たち生きもの”の中の私」（2023.7.1　東京）
地球守ラジオ『生きものとしての土木』研究会「生きものとしての土木 - 生命誌の視点から-」（2023.7.1　オンライン）
JT 本社 講演「生命誌研究館 30 年 ――出会いが創った新しい知 ――」（2023.7.5　東京）
生命尊重センター「生命尊重」の集い（2023.7.13　東京）
いきいき大学「生きものとして生きることの大切さ -コロナ、異常気象、戦争の中で-」（2023.7.24　千葉）
安田侃彫刻美術館アルテピアッツァ美唄：中村桂子　いのち愛づる生命誌講座「あなたが生きものであることを学ぶ農業」（2023.7.28　北海道）
安田侃彫刻美術館アルテピアッツァ美唄：中村桂子 いのち愛づる生命誌講座「教育の原点としての農業 - 異常気象、コロナ、戦争の中で -」（2023.8.20　北海道）
川崎大師 第 56 回夏期講座「生きものである人間がどう生きるか」（2023.8.21　神奈川）
松下政経塾 リベラルアーツ講座 「生きものとしての人間 ―― 生命誌の視点から ――」（2023.8.22　神奈川）
市民公開講座 第 22 回 ウィルス学夏の学校 みちのくウィルス塾（2023.9.23　宮城）
崖線みどりの絆・せたがや 講演会「生きものとしての人間 ―― 老いを愛づる―― 」（2023.10.1　東京）
親子読書地域文庫全国連絡会 第 24 回全国交流集会 記念講演「生きものである私が読む書物 ―― 自然と本：――生命誌の視点から――」（2023.10.7　東京）
School Food Forum2023 ――地域でつなぐ農と食――（2023.10.15　徳島）
かわさき市民アカデミー 人間学再論（2023.11.2　神奈川）
ときめき講演会「生きものとして考える地域づくり - 生きているってすばらしい -」（2023.11.3　高知）
令和 5 年度 田園自然再生活動の集い 基調講演「私たち生きものの中の私 ―― 田園自然の暮らしこと未来 ――」（2023.12.13　東京・オンライン）
公益財団法人 滋賀県獣医師会 10 周年記念【人・動物・環境の健康フェア】「生きものすべての幸せあっての私の幸せ ―― ワンヘルスをめざして ――」（2023.12.17　滋賀）
NPO スローライフ・ジャパン【さんか・さろん】「これからのスローライフ ”私はこう思う”」（2023.12.19　オンライン）
地球守ラジオ『生きものとしての土木』研究会 第 7 回 特別編　JT 生命誌研究館名誉館長・中村桂子さん＆東京工業大学リベラルアーツ研究教育院教授・中島岳志さん＆高田宏臣「生きものとしての土木のこれから　砂防堰堤調査を通して」（2023.12.25　オンライン）

小田広樹

大阪大学大学院　生物科学特論（2023.7.5）

甲南大学 理工学部 集中講義（2023.8.23-25）

秋山-小田康子

大阪医科薬科大学　生命誌講義「動物の発生の違いを考える：縞パターンの形成」(2023.11.06 大阪)

奈良県立医科大学　基礎生物学実習　非常勤講師

蘇智慧

大阪大学理学研究科「生物科学特論 B3」(2023.04.19　豊中キャンパス)

琉球大学理学部集中講義「DNA で探る系統と進化」(2024.02.28-29　那覇)

橋本主税

高校教員研修「考える力を引き出す問題」を作ってみよう（2023.1.7 愛知）

高校教員研修「実践!単元またぎ思考」（2023.5.21 JT 生命誌研究館）

たばこと塩の博物館　研究員レクチャー（2023.6.11　東京）

東京都立大学「生命科学教室セミナー」（2023.6.12　東京）

神奈川県高等学校教科研究会・研修会　(2023.7.26 神奈川)

広島県私学教育研修会（2023.8.21-22 広島）

基生研セミナー（2023.8.30 愛知）

研究員レクチャー「形とはなにか」(2023.11.18 BRH)

（2）講義

永田和宏

龍谷大学 講演「知の体力と問う力」（2023.5.17 京都）

大阪医科薬科大学 生命誌講義「生命科学的死生観：ﾀﾝﾊﾟｸ質の一生」（2023.10.23 大阪）

吉田賢右

大阪大学 医学部 生化学講義「細胞呼吸と ATP 合成」（2023.12.4 大阪）

大阪医科薬科大学 生命誌講義「細胞呼吸と ATP 合成」（2023.10.30 大阪）

中村桂子

市川学園 実況中継『土曜講座』「生命科学で ”人間とはなにか”を考えるには ── 科学はこのままでよいのだろうか ──」（203.6.3　千葉）

海城中学高等学校 道徳授業内講義 「どう生きるかを理科から考える ― 人間は生きもの ──」（2023.12.1　東京）

秋山-小田康子

大阪医科薬科大学　生命誌講義「動物の発生の違いを考える：縞パターンの形成」（2022.10.24 大阪）

橋本主税

大妻中学高等学校　探究授業（2023.6.10 東京）
高槻高校　探究授業（2023.6.22 大阪）
シニア自然大学校講座部マイスター講義（2023.10.11 大阪）
龍谷大学附属平安高校 探究授業（2023.11.20 京都）

（3）シンポジウム

永田和宏

JT 生命誌研究館 30 周年記念シンポジウム「生命誌から生命科学の明日を拓くⅣ」鼎談
（2023.9.30 大阪）

中村桂子

JT 生命誌研究館 30 周年記念行事 講演「ピーターと狼と歩んだ 30 年」
（2023.5.27　東京）
公益財団法人全国学校農場協会 講演会「21 世紀の教育の原点に農業を ── 生命誌からの提言 ──」（2023.6.9　東京）
全国水源の里連絡協議会 第 16 期総会 特別講演会「水あっての生きもの、共感あっての人間 ── 生命誌から”水源の里”を考える ──」（2023.7.19　東京）
「みなとから考える横浜のまちづくり」シンポジウム（2023.8.27　神奈川）
国立科学博物館 国際シンポジウム『われわれはどこから来て、どこへ行くのか ── そのストーリーと新たな博物館の可能性』「生命誌が語る生きものとしての人間 ── 切り口になるもの・ゲノム ── 」（2023.10.9　東京・オンライン）
花と緑の博覧会 50 周年記念シンポジウム（2023.11.14　東京）
KYOTO 地球環境の殿堂 殿堂入り者　表彰式・シンポジウム 記念講演「人間は生きものという原点から地球環境を考える ──生命誌の視点──」（2023.11.18　京都）

小田広樹

生命誌 30 周年公開シンポジウム 「細胞をつなぐ構造と仕組みが生む多様性」
（2023.10.1 JT 生命誌研究館）

秋山-小田康子

生命誌 30 周年公開シンポジウム 「細胞がつくるパターンの動的変化」
（2023.10.1 JT 生命誌研究館）

橋本主税

JT 生命誌研究館・国立遺伝研共同企画シンポジウム「ゲノムから見る生物の進化」（2023,10,21 JT 生命誌研究館）

（4）その他

永田和宏

歌会始（2023.1.18）

６．テレビ・ラジオ出演

（１）テレビ

永田和宏

「BS1 スペシャルほんたうに俺でよかつたのか」NHK BS1（2023.1.6、1.26）
「歌会始」NHK（2023.1.18）
「めざまし８（歌会始インタビュー）」フジテレビ（2023.1.19）
「皇室日記」日本テレビ（2023.1.22）
「皇室ご一家」フジテレビ（2023.1.29）
「皇室の窓 スペシャル」BS テレビ東京（2023.4.16）

中村桂子

「サンデーモーニング」TBS（2023.7.15）
「視点・論点」NHK（2023.9.18）

蘇智慧

「NHK 高校講座　生物基礎　遺伝子と私たち」
「E テレ」2023.7.25 放送

７．学会活動、社会貢献活動等

永田和宏

盛岡大学客員教授
日本医療研究開発機構（AMED）CREST/PRIME 研究「プロテオスタシス」研究統括（プログラムスーパーヴァイザー）
文部科学省　科学研究費助成金　新学術領域研究「ケモテクノロジーが拓くユビキチンフロンティア」外部評価委員・総括班員
文部科学省　科学研究費助成金　新学術領域研究「マルチモードオートファジー：多彩な経路と選択性が織り成す自己分解系の理解」外部評価委員・総括班員
文部科学省　科学研究費補助金　学術変革領域研究（A）「マルチファセットプロテインズ」外部評価委員・総括班員
文部科学省　科学研究費補助金　学術変革領域研究（A）「非ドメイン型バイオポリマーの生物学」外部評価委員・総括班員
ロレアル－ユネスコ女性科学者日本奨励賞審査委員長
安田記念医学財団　理事
大隅基礎科学創成財団　評議員
Scientific Reports, Editor
日本細胞生物学会　名誉会員（元学会長）
日本生化学会　評議員
日本結合組織学会　評議員

日本臨床ストレス応答学会　アドバイザー
京都府立嵯峨野高等学校「スーパーサイエンスハイスクール」運営委員会委員長
高槻高等学校「スーパーサイエンスハイスクール」運営委員会委員
自然科学研究機構　教育研究評議会評議員
たかつき能楽を楽しむ会　顧問
湯川秀樹旧宅の保存と活用を願う市民の会　顧問

吉田 賢右

大阪大学 医学部　非常勤講師
文部科学省　科研費　新学術領域「マルチファセットプロテインズ」アドバイザー
大隅基礎科学創成財団　審査委員長
日本タンパク質科学会　名誉会員
東京都総合医学研究所　外部評価委員

近藤寿人

近藤寿人
ナショナルバイオリソースプロジェクト「ニワトリ・ウズラ」運営委員長
JST さきがけプログラム「多細胞システムにおける細胞間相互作用とそのダイナミクス」領域アドバイザー
日本発生生物学会運営委員会監事
Developmental Biology, Editorial Board
Genes to Cells, Associate Editor

中村桂子

公益財団法人 一ツ橋綜合財団　評議員
公益財団法人 放送文化基金　評議員
公益財団法人 下中記念財団　評議員
公益財団法人 松下幸之助記念志財団　評議員
公益財団法人 旭硝子財団　評議員
日経優秀製品・サービス賞 審査委員会　委員
フジサンケイグループ 地球環境大賞 顕彰制度審査会　委員

小田広樹

大阪医科薬科大学 生物安全管理委員会外部委員

秋山-小田康子

奈良県立医科大学　基礎生物学実習　非常講師

尾崎 克久

科学誌 DNA Research 編集委員

蘇智慧

昆虫 DNA 研究会幹事

８．外部資金獲得状況

近藤寿人

科学研究費補助金　基盤 C（代表）2021 年度～2024 年度
課題名：頭部形成を制御する転写因子 OTX2 の、エピブラストでの新しい機能の解明

宇賀神篤

継続
チョウの食草選択的産卵行動における「食草品質検査器官」としての産卵管の役割の解明
科学研究費補助金（基盤研究 C), 2022 年-2024 年, 代表者

新規採択
ミツバチの攻撃を解発する警報フェロモン「酢酸イソアミル」の受容と合成機構の解明
公益財団法人サントリー生命科学財団 SUNBOR GRANT, 2023 年-2025 年, 代表者

小田広樹

科学研究費補助金　基盤 C 一般(分担) 2020 年度～2023 年度
シングルセル解析による体節形成の多様性を統合する分子基盤の解明

科学研究費補助金　基盤 C 一般(代表) 2022 年度～2024 年度
昆虫を系統づける細胞間接着構造の解明と機能分子デザインへの応用

秋山-小田康子

戦略的創造研究推進事業、個人型研究（さきがけ）2020 年 11 月～2024 年 3 月
縞パターン形成の多様性を生み出すネットワーク
科学研究費補助金　基盤 C 一般(代表) 2020 年度～2023 年度
シングルセル解析による体節形成の多様性を統合する分子基盤の解明

蘇智慧

基盤研究（C）（代表）
研究課題：絶対送粉共生系における機能的共進化・共種分化の統合的解明
課題番号：23K05883
研究期間：2023 年度～2025 年度

基盤研究（B）（分担）
研究課題：植物と送粉者の種特異性における化合物のブレンドとキラリティーの役割
課題番号：21H02562
研究期間：2021 年度～2024 年度

基礎生物学研究所共同利用研究
課題名：オサムシの後翅退化の分子機構の進化の解明
分　類：NIBB-individual
年　度：2023 年度

VI. 事務セクター

【事務セクターミッション】

会社の持続的成長のため、経営と現場、ステークホルダーをつなぎ、
事業を支える

わたくしたちは、経営と事業、研究部門・表現部門を強力にサポートする事務の専門的集団です。

事務セクターの業務は、館の運営・コンプライアンスの推進・従業員教育・総務業務・経理業務・秘書業務・受付業務等、多岐にわたっており、それぞれの業務において適正な取り組み、安定したサービスの提供、従業員サービスの向上に努めております。

また、宣伝・広報・イベント開催等の活動の支援と協力を積極的におこなっています。

Ⅶ. JT 生命誌研究館について

JT 生命誌研究館　概要等

来館者実績・グッズ販売実績

SDGs への貢献

JT 生命誌研究館　概要等

【設立経緯　沿革】

1980 年	総合研究開発機構 NIRA の下河辺理事長（元国土庁事務次官）が三菱化成生命科学研究所の中村桂子氏に「科学技術と人間」をテーマにした報告書を 5 年間でまとめるよう依頼。
1987 年 7 月	中村氏が「生命誌研究館の提案」を掲げた報告書を NIRA へ提出し、これを現実に作りたいと訴える。 下河辺理事長が JT の長岡社長と水野繁氏を紹介。
1990 年 6 月	生命誌研究館の設立が決定 ＜決定理由＞ JT は NIRA の提案に基づき検討した結果、JT の企業理念「生き生きとした時間をすべての人に提供する生活文化産業」に合致し、企業としての社会文化活動の実践としても適切であると判断し、高槻市に建設を決定。 ＜高槻市に設立した理由＞ 資産の有効活用のため、旧高槻工場の跡地に医薬総合研究所を建設するにあたり、併設することとした。また、この地区は京大、阪大をはじめとする大学や国立研究所、博物館も多く、開かれた活動を目指すため適切であると判断し、文化・学術都市を指向する高槻市の意向と街の活性化につながるという地域の声も受けて設立を決定した。
1991 年	生命誌研究館設立準備室設置（東京・虎ノ門）
1993 年 4 月	株式会社生命誌研究館を設立 ＜株式会社とした理由＞ 新しい試みである生命誌研究館の自由な活動を担保するため、財団ではなく株式会社とした。
1993 年 11 月	生命誌研究館開館 ＜生命誌研究館紹介＞ 生命科学と多分野の学問研究との架け橋となる研究機関であり、一般来館者に開かれた文化施設でもある。
1997 年 7 月	JT 生命誌研究館に館名変更

【JT 生命誌研究館 ミッション】

生命論的世界観に基づく「科学的知」の創造と、その社会への還元

〈解説〉

JT 生命誌研究館：JT Biohistory Research Hall

人間も含めてのさまざまな生きものたちの「生きている」様子を見つめ、そこから「どう生きるか」を探す新しい知が「生命誌」“Biohistory”です。私たち人間を含む生きものの長い長い歴史物語でもあります。

地球上の生きものたちは 38 億年前の海に存在した細胞を祖先とし、時間をかけて進化し、多様化してきた仲間です。すべての生きものが細胞の中に、それぞれが 38 億年をどのように生きてきたかの歴史をしるすゲノム DNA を持っています。ゲノム DNA は、壮大な生命の歴史アーカイブです。その歴史物語を読み解き、美しく表現することで、生きものの魅力を皆で分かち合い、生きることについて考えていく場が「研究館」“Research Hall”です。

生命論的世界観

人間だけが特別の生物なのではなく、細菌（バクテリア）や植物、動物を含めて、多くの生き物の一つ、自然の一部であることを基本的な考え方とするのが、JT 生命誌研究館の持つ「生命論的世界観」であります。その上に立って、自然を知り、自然を壊すことなく、しかも他の生物とヒトとの違いを認識するところから、いかに自然のなかで人間独自の社会、生き方を培っていくのか、その大切さを模索してまいります。

科学的知の創造と、その社会への還元

発生、進化、生態系に的を絞った 4 つの研究室と、サイエンスの知の喜びを一般社会に還元しようとする表現部門が一体となりユニークな活動をしている小さな集団ではありますが、「科学的知」の創造をいつまでも大切にしていくこと、その成果等を社会へ発信し、共有し続けていくことが JT 生命誌研究館の使命であると考えています。

【会社概要】

社名 館名	株式会社生命誌研究館（Biohistory Research Hall） JT 生命誌研究館
代表取締役社長	小泉光臣
所在地	大阪府高槻市紫町 1-1
HP	https://www.brh.co.jp/
設立	1993 年 4 月設立、同年 11 月開館
資本金	1 千万円（日本たばこ産業株式会社の全額出資）
事業内容	日本たばこ産業株式会社から、JT 生命誌研究館の運営を受託 企業文化活動として生きものを通じて自然・生命・人間について考える機会を提供 ・ 研究成果の発表 ・ ワークショップ、セミナーの参加 ・ JT 生命誌研究館の記録・活動を紹介 ・ 展示物制作・展示 ・ ホームページの運営 ・ オリジナルグッズの制作・販売、季刊誌等の印刷物の制作 ・ JT 生命誌研究館の一般公開 ・ 各種イベント開催、文化施設等のイベント参加、出張展示 ・ その他

従業員数	34 名（2023 年 12 月現在）	
役員	代表取締役社長 代表取締役 取締役 取締役館長 監査役	小泉光臣 妹川久人 廣渡清栄 永田和宏 西崎朱美
歴代館長	1993/10～ 2002/ 4～ 2020/ 4～	岡田節人 中村桂子 永田和宏

【事業・活動内容】

1. 研究部門　～ユニークなアプローチで、生命の本質に迫る発見をし、新たな知を創る～

生命の基本単位は細胞です。JT 生命誌研究館では、小さな動物の細胞を出発点に「進化、発生、生態系」という切り口で生命誌を読み解く基礎研究をおこなっています。

また、研究成果を国内外の専門雑誌、学会で発表しています。その他、シンポジウム、オープンラボの主催、高等学校の科学・理科クラブへの研究指導等、アウトリーチ活動をおこなっています。

＜研究室の紹介＞

(1) 細胞・発生・進化研究室　～ハエとクモ、そしてヒトの祖先を知ろう～

私たちがモデル生物として開拓したオオヒメグモを中心に細胞や形作りの仕組みを調べ、昆虫や脊椎動物と比べることによって、動物多様化の根底に存在する基本原理を探ります。

(2) 昆虫食性進化研究室　～チョウが食草を見分けるしくみを探る～

チョウは食草の選び方を生まれながらにして知っています。本能のしくみを分子の言葉で理解し、どの様な変化が進化を引き起こしたのか解明します。

(3) 系統進化研究室　～DNA から進化を探る～

進化研究の原点は観察と比較です。分子レベルの比較、表現型の比較、そして分子から表現型に至る過程の比較を通して、進化・種分化のきっかけとメカニズムを探ります。

(4) 形態形成研究室　～カエルとイモリのかたち作りを探る～

脊椎動物の「かたち作りの進化」を、細胞増殖と分化そして組織移動の観点から、カエル・イモリ・プラナリアを用いて考えています。

2. 表現部門　～多様な表現媒体を活用して“生命を知る”知を社会と共有する～

研究は論文発表では終わらず、誰でも楽しめるよう美しく表現するところまでを含むという考えから、研究内容を様々な媒体がもつ特徴を活かして社会へわかりやすく発信して

います。科学も、音楽や絵画のように人の心に伝わるものでなければ社会に入りこむことはできません。スタッフ一人一人が考え、議論し、ものづくりのプロと協力して作品をつくり上げます。JT 生命誌研究館では、独自で美しいものをつくる、この姿勢で表現を通して生きものを考えるという挑戦をしています。そして、生きものを基本に置く社会づくりにまでつなげて参ります。

3. JT 生命誌研究館の一般公開

1F、2F の展示ホールを入館無料で公開（自由に見学）しています。館内の展示・映像作品から、生きもの研究が物語る生命誌の世界をじっくりお楽しみいただけます。また、スタッフによる展示ガイドもおこなっており、”JT 生命誌研究館の活動”と”展示の見どころ”を紹介しています（ご利用には事前予約等条件があります)。

開館時間　　毎週火曜～日曜日 10：00～16：30
休館日　　毎週月曜日、年末年始（12 月 29 日～翌年の 1 月 4 日）

4. 書籍・オリジナルグッズの制作・販売

生命誌に関する書籍、グッズを制作し、館内グッズコーナーで販売しています。また、ホームページからも通信販売でお求めいただけます。

5. 研究成果等を社会へ広く発信

- 国内外の専門雑誌、学会でのシンポジウム・ワークショップを通じて研究成果を発信
- グッズ、カード式刊行物を通じて科学を発信
- 科学を物語として伝える展示による発信
- 科学と芸術を融合したオリジナル作品（映像・朗読劇等）の上映・上演による発信

6. イベントの開催

皆様に、研究を身近に感じていただく、研究現場（実験をしたり考えたり）を実感いただくことを目的とした参加型のイベントを開催しています。また、実験講習会、ワークショップ、その他特別イベント等も開催しています。

＜研究員レクチャー＞

研究員が、探求と発見の日々、進行形の研究、そこで考えたこと、苦労話などを語るイベント。

＜オープンラボ＞

「実験室フロア」で実験の見学・体験、生きものの観察、研究員との語り合い等、皆様に生きもの研究の現場を体験いただけるイベント。

＜サマースクール＞

皆様に JT 生命誌研究館の一員となっていただき、実験したり、考えたり、話し合ったり、表現したり、研究員が取り組んでいる課題に一緒に取り組んだりする等、研究員を体験いただけるイベント。

＜シンポジウム＞

研究員がゲストを迎え、講演やトークでテーマを深めるイベント。

7. 研究指導　大学院生の受け入れ

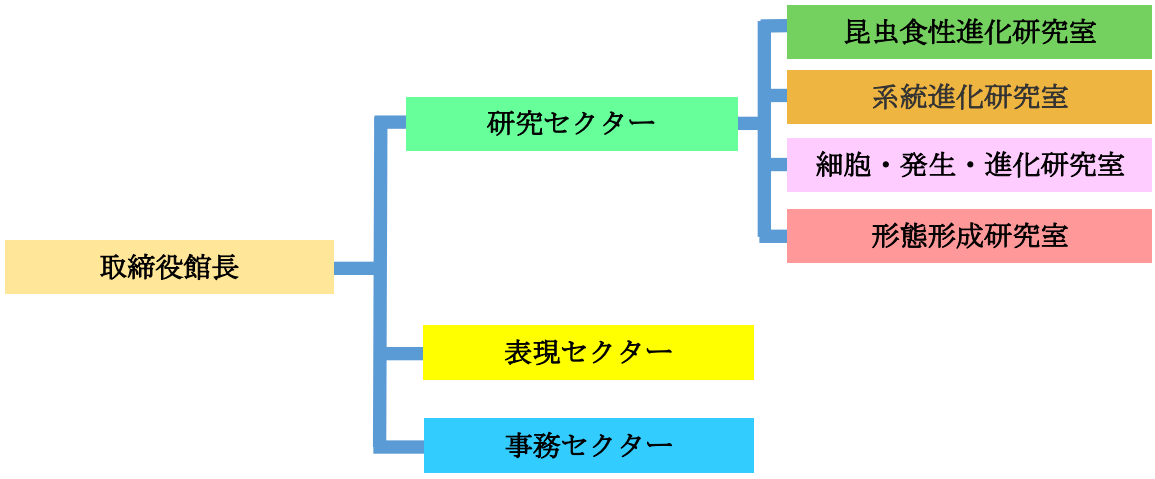
JT 生命誌研究館は大阪大学大学院理学研究科生物科学専攻の連携講座として大学院生を受け入れ、大学院生は、連携招聘教員の指導のもと研究をおこないます。

研究指導の他、日常的に自然全体を見渡して研究する、あるいは研究について学外のさまざまな方と直接お話をするといった機会も提供しています。

8. 対外イベントへの出展

- 高槻市観光協会、高槻市のイベントに参加（出展）
- 他の博物館、文化施設、教育機関での出張展示、ワークショップ

【組織図】



【従業員数（2023 年 12 月現在)】

研究セクター	13 名	
表現セクター	11 名	
事務セクター	10 名	
計	34 名	

※上記従業員のほか、大阪大学大学院の院生は研究をおこなっています。

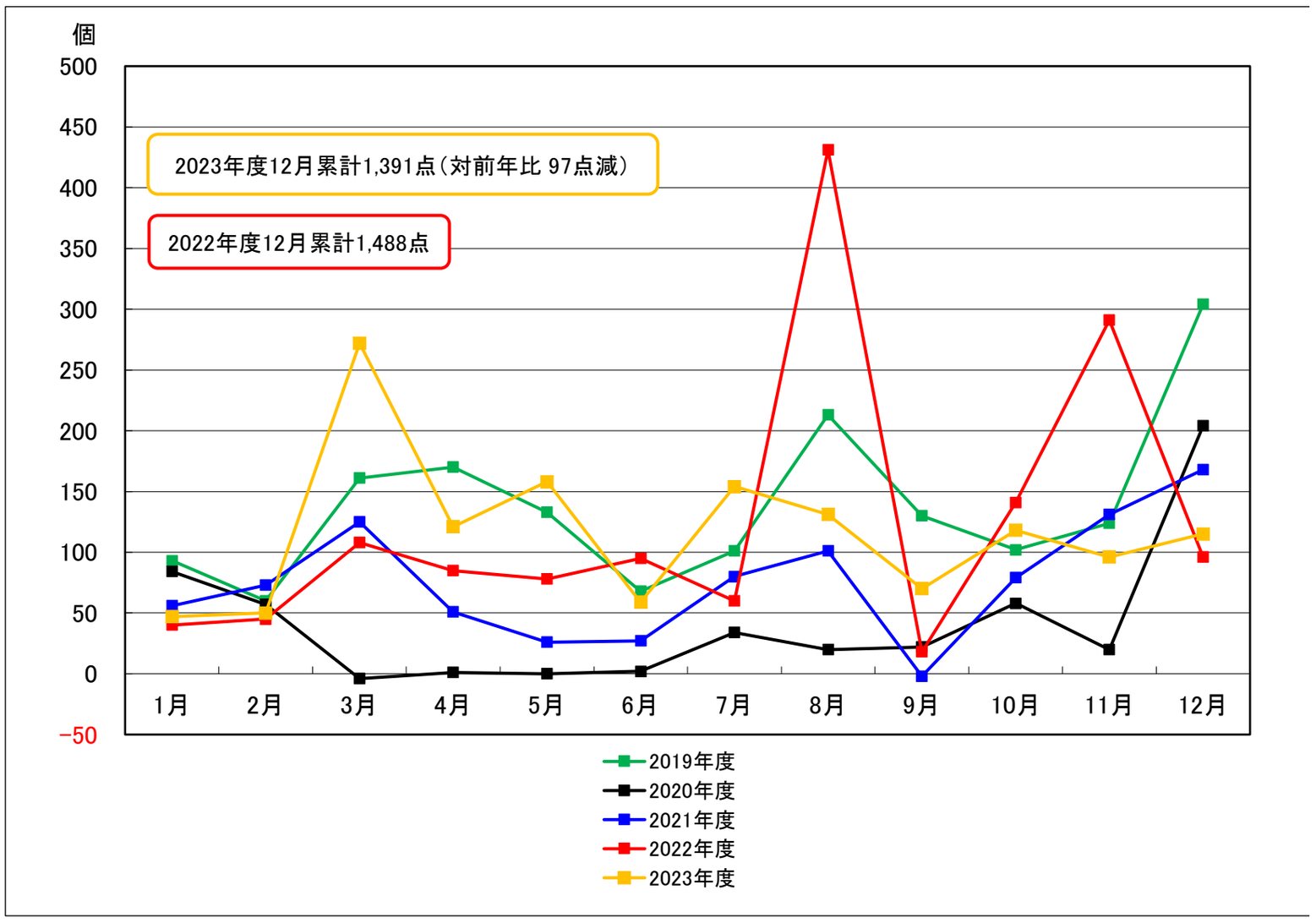
月別来館者数実績

	前年実績			2023年度実績			営業日数	主な予約来館者
	一般来館	予約来館	月間計	一般来館	予約来館	月間計		
1月	333	72	405	450	131	581	23	1/6トンボのメガネ、1/15練り天・おでん「山城」、1/17大阪府高齢者大学校「人生100年時代のサイエンス科」、1/18大阪府高齢者大学、高齢者大学、1/20大阪府高齢者大学
2月	410	21	431	504	146	650	24	2/1京都府立洛北高等学校附属中学校、2/2自癒研究会、2/7たかつき市民カレッジ、2/8シニア自然大学校 シティカレッジ部総合文化科、2/24千里金蘭大学・食物栄養学科
3月	623	9	632	1,166	106	1,272	27	3/9自癒研究会、3/22星槎国際高等学校フリースクールいずみ、3/23奈良工業高等専門学校、Nanyang Polytechnic、3/30わいず倶楽部高槻・島本交流会(読売新聞交流団体)
4月	693	19	712	1,428	19	1,447	27	4/4京都産業大学・生命科学部、4/7関西ペイント・住友電工、医薬総研支部 組合本部
5月	740	145	885	819	160	979	25	5/5華頂女子高校　理科部、5/9大阪市中央卸売市場本場食品衛生協会、阪急阪神不動産、5/12NPO法人大阪府民カレッジ高槻校、5/16NPO法人大阪府民カレッジ吹田校、たかつき市民カレッジ、京都産業大学、5/22JTCS大阪支社、5/23枚方里山の会、5/29JT役員等
6月	389	119	508	491	139	630	26	6/2大阪府立芥川高校、6/6一般財団法人環境事業協会、6/9如是公民館稲穂塾、6/14高槻教育文化センター、6/20武庫川女子大学薬学部健康生命薬科学科、6/24エディパーク、6/27大阪高齢者大学、6/28大阪教育大学
7月	600	149	749	985	145	1,130	26	7/4池田市役所環境政策課、7/19大谷中学校①、7/21大谷中学校②、高槻地区災害防止協議会研修、7/25ご家族、7/26ご友人、7/28Too井出様他3名、7/29高槻市PTA協議会Dブロック交流会
8月	885	97	982	1,134	186	1,320	27	8/1兵庫県立附属高校、8/2守口市教育研究会、8/3高槻市こども会連合会、大阪府立園芸高校、8/10シニア自然大学校、8/18民間学童放課後ベースわくわく、大阪大学大学院理学研究科技術職員、8/22ウィズユー茨木、8/23JT監査役、8/25ご家族、8/31たかつき市民環境大学
9月	509	111	620	645	48	693	25	9/13意賀美(おがみ)神社総代会、9/20JT IR広報部、9/22熊本高等専門学校、9/26個人、9/29大阪府高齢者大学校　エンジョイICT科
10月	618	168	786	565	173	738	24	10/4島根県立出雲高等学校、10/11高槻稲穂塾下見、10/12大手門学院高校、10/17スピカ倶楽部、10/20大阪府高齢者大学同窓会枚方、10/26長崎県立佐世保北中学校、10/27大阪府立芥川高等学校
11月	594	47	641	587	110	697	25	11/10ボランティア団体、11/16神戸大学技術職員研修、11/17高槻稲穂塾ひよしクラブ、11/21高槻稲穂塾、11/28桜丘・桜丘北・川越地区委員会
12月	608	153	761	679	178	857	24	12/6愛媛県立松山南高等学校、12/7シニア自然大学、12/13シニア自然大学、12/26個人
合計	7,002	1,110	8,112	9,453	1,541	10,994	303	

年度別来館者数実績

年度	営業日数	来館者数 A	営業月数 B	月平均 A/B	備考
1993年度(617	99	617	5	123	11月3日~3月31日
1994年度 6,407	245	6,407	12	534	
1995年度 6,615	245	6,615	12	551	
1996年度 5,948	246	5,948	12	496	
1997年度 5,884	248	5,884	12	490	
1998年度 5,465	248	5,465	12	455	
1999年度 6,743	247	6,743	12	562	
2000年度 6,069	245	6,069	12	506	
2001年度 5,949	247	5,949	12	496	
2002年度 6,912	248	6,912	12	576	
2003年度 6,166	251	6,166	12	514	
2004年度 8,440	248	8,440	12	703	
2005年度 6,359	246	6,359	12	530	
2006年度 6,283	247	6,283	12	524	
2007年度 6,841	249	6,841	12	570	
2008年度 7,665	249	7,665	12	639	
2009年度 8,964	249	8,964	12	747	
2010年度 9,159	248	9,159	12	763	
2011年度 7,609	249	7,609	12	634	
2012年度 11,332	255	11,332	12	944	
2013年度(7,273	258	7,273	12	606	
2014年度(8,503	198	8,503	9	945	決算期変更(4-3月→1-12月)
2015年度(9,706	258	9,706	12	809	
2016年度 11,250	257	11,250	12	938	
2017年度 9,612	259	9,612	12	801	
2018年度 9,853	259	9,853	12	821	
2019年度 10,460	259	10,460	12	872	
2020年度 2,931	187	2,931	9	326	2月28日～5月31日　コロナ対応により臨時休館
2021年度 4,795	232	4,795	11	436	4月27日～6月21日、8月23日～9月13日、21日、28日臨時休館
2022年度 8,112	305	8,112	12	676	
2023年度 8,515	230	10,994	12	916	
累計		228,916			

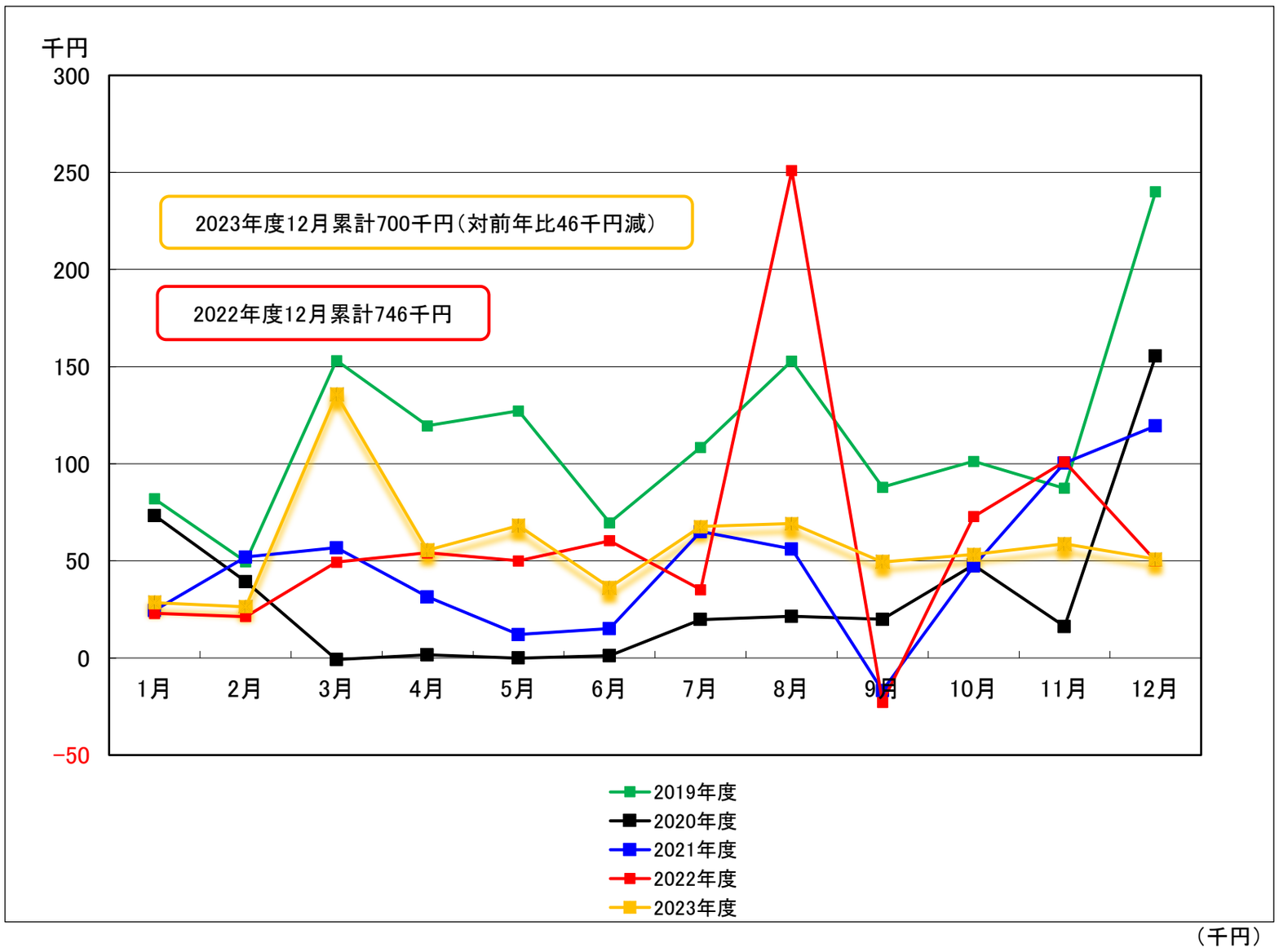
■グッズ・書籍の販売数量



（個）

区　　分	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年度計
2019年度	93	60	161	170	133	68	101	213	130	102	124	304	1659
2020年度	84	57	-4	1	0	2	34	20	22	58	20	204	498
2021年度	56	73	125	51	26	27	80	101	-2	79	131	168	915
2022年度	40	45	108	85	78	95	60	431	18	141	291	96	1488
2023年度	47	50	272	121	158	59	154	131	70	118	96	115	1391

■グッズ・書籍の売上金額



（千円）

区　　分	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年度計
2019年度	82	50	153	120	127	70	109	153	88	101	87	240	1,379
2020年度	73	39	-1	2	0	1	20	21	20	48	16	155	395
2021年度	25	52	57	31	12	15	65	56	-17	47	100	119	563
2022年度	23	21	49	54	50	60	35	251	-23	73	101	50	746
2023年度	29	26	136	56	68	36	68	69	49	53	59	51	700

※販売数量・売上金額のマイナス値は取引先からの返品による。

JT 生命誌研究館の SDGs への貢献

JT 生命誌研究館は、1993 年の設立以来一貫して、生物種の多様性の重要性と、それに立脚した社会の持続可能性について訴えてきました。「SDGs」は 2015 年 9 月に国連で採択され、社会課題解決へ向けた世界共通目標になりましたが、それに先んじた活動です。

これまでの活動をさらに発展させることによって、今後も「SDGs」の広がりに対して貢献してまいります。

生物多様性の大切さ

地球上の生物は全て、約 38 億年前に生まれた共通祖先の末裔です。また、どの生物も細胞内にある DNA で命を繋いできました。

生物は 38 億年の時間を掛けて、一千万種近くと推定されるまでに多様化しました。

「ヒト」は他の生物と同様に本来は「自然の一部にすぎない存在」なのですが、科学技術を高度に発達させたことにより、自分たちが「特別の存在」であると考えるようになりました。

豊かな地球は生物の多様性により保たれています。しかし、この多様性は生物の繋がりの絶妙なバランスの上に成り立っており、バランスが崩れ一旦破壊されると元に戻すことは難しいと言われています。

「ヒト」は有史以来、自然と共に生活を営み地球に対して大きな負荷を掛けることはありませんでしたが、科学技術を利用した近年の爆発的な拡大を続ける経済活動に伴う過度な負荷により、生物の多様性が急速に失われてきています。「ヒト」の活動により地球は今まさに危機に瀕しているのです。

社会全体が生物の多様性についてその重さを認識し、行動を変えれば危機を脱する可能性があります。

JT 生命誌研究館には、生物の「共通性」と「多様性」に関する展示物が豊富にあるだけでなく、様々なコンテンツ(設備・映像・図書・スタッフによる館内案内・イベント等)も有します。更に、生物の「共通性」と「多様性」について他にはないユニークな視点から、また分かり易く説明をすることができる研究者が在籍していますので、生命科学を扱う研究者の間では一目置かれる存在です。

このように JT 生命誌研究館は「ヒト」が「特別の存在」ではないことに気付くための、そして生物の多様性の大切さ・かけがえのなさについて考えるための契機を提供することができる場所であると自負しております。

BRH が貢献する「SDGs 目標」

陸の豊かさも守ろう

海に生まれ陸にも広まったとされる生命体は、38 億年の年月をかけて、一千万種を超えるといわれる多様な生物種に発展してきました。このようにして生まれた生物種の多様性によって、(1)生物種の住み分け、(2)生物種間の共生、(3)生物種間のバランスの取れた食物連鎖――これらが安定して営まれるようになり、各々の生物種を繁栄させてきました。生物全体の生存戦略の成果といえます。

JT 生命誌研究館は、設立時より時代を先取りして、この生物種の多様性の重要性、さらにその中でのヒトの在り方について、学術的な基盤をもとに社会の洞察を促す活動を展開してきました。当館では、常設展示の場で、初期の生命体から、さまざまな生き物が生み出されてきた地球上の歴史を、標本やパネルを用いて具体的に示すとともに、館内案内スタッフによる「巡回ツアー」で一つ一つの展示の意義を説明しています。また、生き物の多様性に関わる最新の研究を調査・発掘して、その現状を平易な表現で社会と共有する活動を、積極的に行っています。さらに、生物種の住み分けや共生など、生物の多様性の重要性を実感させるコンテンツについて、特別企画展を開催、映像を制作して上映、季刊誌やホームページ上での定期的な掲載などを行っています。

当館の４つの研究室では、生物の多様性を生み出してきた進化についての研究を進めています。「昆虫食性進化研究室」では、チョウが種ごとに幼虫の食草を変えて住み分けるために、それぞれの母チョウが卵を産みつけるべき植物を瞬時に見分ける、鋭敏な感覚機構の進化を研究しています。「系統進化研究室」では、イチジク属の種ごとに異なった寄生バチに花粉を運ばせるという共生関係が、どのように進化してきたのかを研究しています。「細胞・発生・進化研究室」では、クモと昆虫の発生の仕組みの違いを、ゲノムの変化の観点から研究しています。クモは、海から上陸した節足動物の祖先の一つであるカブトガニに近縁であり、海から上陸したばかりの節足動物から、どのようにして多様な昆虫が進化していったのかを示す研究です。「形態形成研究室」では、両生類を中心に脊椎動物種ごとの発生の仕組みを比較しています。脊椎動物が海から陸へと生活圏を変えるに伴って卵から親に発生する基本的なプロセスは維持しながらどこを変化させてきたのかを研究しています。これらの、生物が多様化する由来を明らかにする研究の成果は、専門誌に発表するだけでなく、ホームページ上で平易に解説し、一般社会人向けの講演を行い、さらに以下に示す様々な方法で、社会に浸透させています。

近代以降のヒト社会の大きな変化によって、ヒトが生物の共生の破壊者になりかねない今、当館が発するメッセージは、SDGs の目標の一つである「陸の豊かさも守ろう」についての科学的な根拠となっています。また、当館も一員である JT グループの使命を記した「JT グループミッション」は、『私たち JT グループの使命。それは、自然・社会・人間の多様性に価値を認めお客様に信頼される「JT ならではのブランド」を生み出し、育て、高め続けていくこと。』を掲げており、多様性に価値を認めることを前提としています。上述した生物の多様性の大切さが示すことは、自然・社会・人間も多様性を持つことの大切さを示す根拠にもなっています。

海の豊かさを守ろう

生命体は海に生まれ、植物、動物の順で陸に上がってきましたが、陸上の生物はなお海の豊かさに、そしてまた海も陸上の生き物の営みに、相互に依存しあっています。その結果、(1)生物種の住み分け、(2)生物種間の共生、(3)生物種間のバランスの取れた食物連鎖は、海と陸とを繋いだ地球規模のスケールで行われています。豊かな森林と生物相を源とする川によって海の生物資源が栄えています。

地上を覆う森林が CO2 を吸収する（グリーンカーボン）とともに、海洋の豊富なプランクトンや藻類も CO2 を吸収する（ブルーカーボン）ことによって地球の温暖化が抑制されています。ブルーカーボンを効率よく生み出すのは、サンゴ礁など多様な動物と植物が共生する海の世界である一方、地球の温暖化はその共生社会を容赦なく破壊します。

JT 生命誌研究館がさまざまなメディアを用いて発信している科学的な情報は、上で述べた、海の生き物の多様性の維持の重要性にも向けられています。

質の高い教育をみんなに

JT 生命誌研究館の表現セクターおよび研究セクターは、最先端の科学を基礎として、生物の多様性に関わる様々な課題について、いろいろな切り口から掘り下げ、それらの現状について社会に発信しています。季刊誌やホームページでのわかりやすく噛み砕いた解説のほか、さまざまな「質の高い教育をみんなに」を与える活動を行っています。

先に述べた「巡回ツアー」の参加者の多くは、「社会人学級」の一環として、来館された方々です。また、大学・高等学校・中学校からの「学外学習」として来館されたグループに対しては、館長・顧問・研究員がそれぞれのレベルに応じた講演を行うとともに、研究の場としての当館を紹介しています。また、様々な参加者を対象とした対外講演を定期的に開催して、当館が関わる諸分野の現状について解説しています。特に若い世代に向けては、サマースクールやオープンラボなどの形で、科学の現場を体験する機会を提供しています。

住み続けられるまちづくりを

JT 生命誌研究館は、国内外の関係機関(博物館、研究機関、教育機関、行政、地域、企業等)が主催する様々な文化活動やイベントへ、できる限りの機会を捉えて積極的に参加しています。パネル展示・映像上映・出張講演等を行い生物の多様性の重要性についての理解を広め洞察を促すことにより地域貢献しています。また、当館４階のルーフガーデンに設置した「Ω食草園」は、生物の共生という学術的なメッセージを持った植生区画を都市空間に導入した実例として注目され、高槻市の知名度およびイメージ向上の一翼を担っています。

産業と技術革新の基盤をつくろう

全世界が合意した 2030 年までに達成すべき SDGs による未来像と現状の間に大きなギャップがあり、このギャップを埋めるためには社会の在り方を変えるイノベーション創出が不可欠です。産業界における科学研究の促進や社会インフラの構築においても「持続可能性」は優先課題であり、JT 生命誌研究館は、この課題解決に向けての基礎研究を行っています。

パートナーシップで目標を達成しよう

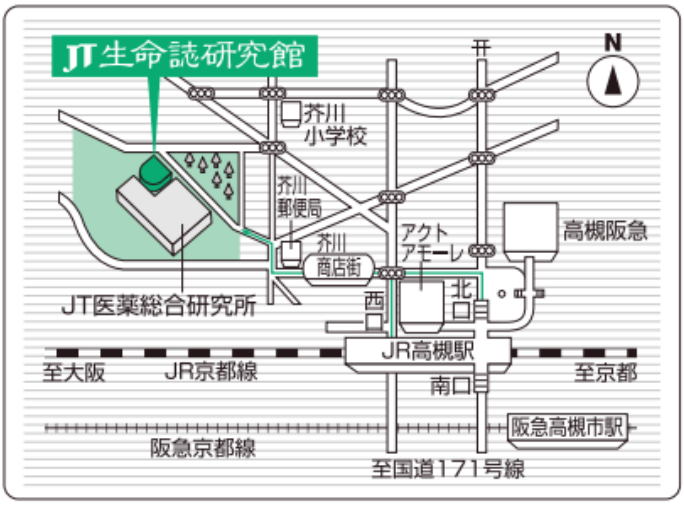
JT 生命誌研究館は、設立以来、国内外の関係機関と連携し「生物種の多様性に立脚した持続可能社会の構築」の重要性を唱えてきています。また、一貫したメッセージを学術研究の国際的な公開や、ホームページ国際版によって発信することでグローバルなレベルでの様々な施策に規範を与えています。

人間は自然の一部であり、地球 38 億年のいのちのつながりを経て存在し、多様性豊かな自然の中で生かされています。全ての人を取り残さず、SDGs が目指す持続可能な社会の実現に貢献するため、JT 生命誌研究館は下記の活動に取り組んでいます。

JT生命誌研究館

〒569-1125　大阪府高槻市紫町 1-1
Tel：072-681-9750（代表）　www.brh.co.jp

開館時間　10：00-16：30　入館無料
休館日　　毎週月曜日
　　年末年始（12 月 29 日-翌年の 1 月 4 日）
　　臨時休館/休館はホームページで
　　ご確認ください。
交通　　JR 京都線高槻駅より徒歩 10 分
　　阪急京都線高槻市駅より徒歩 18 分
　　JR のご利用が便利です。



「問い」を発掘する場
JT 生命誌研究館 年報 2023 年度版

発行日　　2024 年 06 月 15 日