

日本数理生物学会 ニュースレター

第110号
2026年9月



目次

松江大会を終えて（大会実行委員長 齋藤保久） 2

2026 年度日本数理生物学会年会 ポスター賞受賞
者参加報告記 3

第 11 回数理生物学交流発表会（佐藤一憲） 5

病原体の適応戦略（2）－社会的キューが駆動する
表現型可塑性の進化－（熊田 隆一） 7

単純な毒性進化から可塑的戦略へ 7

ウイルス間コミュニケーション 7

社会的キューをもつ感染状態 8

一定環境では可塑性は進化しない 9

時間変動によってキューが情報になる 9

空間構造によってキューが情報になる 10

社会的キューが持つ「情報価値」とは何か . 11

おわりに 11

参考文献 12

自著紹介「生態学の教科書：理論×統計×シミュ
レーション」（立木佑弥） 13

学会事務局からのお知らせ 14

2026 年日本数理生物学会総会報告 14

第 21 回 (2026 年度) 日本数理生物学会 研究
奨励賞受賞者のお知らせ 15

会費納入のお願い 16

事務局連絡先 16

編集後記 16

2025 年度決算 17

2026 年度予算執行状況・2027 年度予算 . . . 18

松江大会を終えて

大会実行委員長 齋藤保久*

2026年9月8～10日、第36回日本数理生物学会大会を松江市「くにびきメッセ」にて開催しました。まず、本会の実行委員長として、松江まで足を運んでくださったすべての参加者の皆様に、あらためて御礼を申し上げます。参加登録者数238名。遠路より当地を訪れ、研究発表と議論に加わってくださった皆様のおかげで、実りある三日間となりました。

さて、大会というものは、始まってしまえば案外、何事もなかったかのように進んでいきます。しかし、その「何事もなかったかのように」な状態をつくるまでには、実に多くの仕事があります。今回、本会の実行に携わったのは、私のほか島根大学教員では坂野鋭先生、舞木昭彦先生の二名。日々の大学業務を抱えるなか、両先生とともに松江大会をやり遂げられたことは誇らしく、また嬉しい限りです。そして、実務の大きな部分を担ってくださったオンライン秘書の三島杏奈さん、ならびに学生アルバイトにも心より感謝いたします。

学生アルバイトは、各実行委員がそれぞれ本拠とする学科で折を見つけて声をかけ、最終的に17名が集いました。受付、会場、誘導、その他さまざまな仕事を、それぞれが状況を見ながらこなしてくれた精鋭17名、会期中の大会運営になくてはならない存在でした。もっとも、精鋭は、ただ集めれば精鋭として自励するものではありません。仕事の割り振り、事前の説明、当日の細かな配慮。そのすべてに心を配ってくださったのが、三島さんでした。学生一人ひとりに目を配り、迷いが生じそうなところを先回りして整えて行く。そんな仕事ぶりがあったこそ、17名はそれぞれの持ち味を存分に発揮できました。松江大会が盛会のうちに終わったと評していただけるならば、その陰には、大会会計をはじめ、われわれ教員だけでは行き届かないさまざまな実務を細部にわたり担ってくださった三島さんの存在があります。

三島さんは、前年のACMB-JSMB 2025 京都大会の運営にも携わっておられ、来年9月の第37回日本数理生物学会浜松大会にも携わられます。何をいつまでに準備するのか、どこで思わぬ仕事が生じるのか、学生スタッフに何を伝えておくのか。そうした知恵は、マニュアルだけでは受け継げません。京都で得た経験が松江へ、松江で得た経験が浜松へ、、、。大会を支える知恵の連続性は、学会にとって一つの財産となるで

しょう。本会の実行委員長を務めてみて、大会実務を担える学会員の少ない地方も含め、無理なく大会を開き続けるには、こうした方の存在が大切だと実感しました。大会ごとに実行委員長が運営実務の外部委託を判断し、その担い手を探してお願いするという形よりも、学会として、ある程度継続的に同じ方に大会運営へ携わっていただく仕組みがあれば、地方で大会を引き受ける側にとっても、ずいぶん心強いのではないのでしょうか。

今回の松江大会では懇親会を設けていません。松江のような地方都市には、店人も味も（酒も！）、歩いてゆけるほどの町の中にほどよく集まっています。ならば夜の松江そのものを懇親の場として、それぞれ思い思いに交流していただくのもよからうという、いわば「街全体が懇親会会場」構想！ 実際、会期中には連れ立って町へ出て行かれる参加者の姿を何度も見かけました。ある人は旧知の研究者と、ある人はその日初めて話した人と。店の暖簾をくぐり、そこで研究の続きを話してもよいし、まったく違う話をしてもよい。そんな人々を、松江という小さな町は、町ぐるみで迎えてくれるのです。

5月のニュースレターに「古来、日本海は隔てる海ではなく結ぶ海」と記した松江大会。会期中、「松江に来てよかった」「松江はいいところですね」と何度も声をかけていただき、そのたびに、実行委員長である私の方が励まされ、いつしか、松江という町全体に支えられているような幸福な錯覚の中にいました。松江が、いっそう愛おしくなりました。

*島根大学学術研究院理工学系 数理科学領域

2026 年度日本数理生物学会年会 ポスター賞受賞者参加報告記

今回は、2026 年度日本数理生物学会年会のポスター賞受賞者の方々に、大会参加報告記を執筆していただきました。ポスター賞受賞者の皆様、改めておめでとうございます。

最優秀賞

ポスター P54

佐藤 碧

擬死の数理

～持久戦ゲームからエコエボ動態へ～

佐藤碧¹、山内淳²

¹ 京都大学理学部、² 京都大学生態学研究センター

今回、人生を通して初めて自分の研究を発表させていただきました。京都大学理学部の佐藤碧です。全体を通して、年会期間中に多くの先生方や先輩のお話を聞き、ディスカッションをしていただきました。学部生には身に余る素晴らしい経験ができたと確信しております。

私は擬死(死んだふり)に関する数理モデルを用いた解析・考察について発表させていただきました。1日目からポスターを張っていましたが、数人がその日のうちに声をかけてくださりました。2日目のポスターセッションでは90分通して私のポスターに多くの方が集まっていたいただき、実のあるディスカッションをすることができました。多くの方から「おもしろい」という言葉をいただき、大変光栄でした。また、今回の発表では最優秀賞をいただくことができました。指導教員の山内淳先生をはじめとした普段から議論してくださった皆様の力あって受賞することができました。皆様に深く感謝申し上げます。

ポスター発表も口頭発表も、非常に独創的な発想のものばかりで、今まで以上に数理生物学という分野の広がりやその面白さを実感することができました。特に、学生の先輩方の発表はどれも興味深いテーマで、これから大学院に進学する私にとって大変刺激になりました。また、発表やその後の集まりでも、私の専門外のお話を聞くことができ、自らの視野を一層深めることができました。

今回は数理生物学を愛する皆様と年会で交流することができて大変良い経験でした。来年の年会でも皆様をお目にかかれることを楽しみにしております。最後

にはなりますが、年会を運営してくださった皆様に心より御礼申し上げます。

優秀賞

ポスター P10

安武 達益

適応度最適化と情報理論を繋ぐ嗅覚系進化モデリング

安武達益¹、小林徹也^{1,2}

¹ 東京大学大学院情報理工学系研究科、

² 東京大学生産技術研究所

今回、日本数理生物学会年会に初めて参加させていただきました。私は、「適応度最適化と情報理論を繋ぐ嗅覚系進化モデリング」というタイトルでポスター発表しました。本研究では、生物が環境中の匂い情報をどのように効率よく処理し進化してきたのか、その設計原理を、情報理論と適応度最適化の観点から数理モデルを用いて解析しました。今回の参加で特に印象に残ったのは、さまざまなバックグラウンドを持つ研究者の方々との交流を通じて、研究に対する視野が広がったことです。ポスターセッションでは、私の想像を遥かに超える多くの方々に足を運んでいただき、多角的な視点からのアドバイスを直接いただくことができました。また、他の方々の口頭およびポスター発表を通じて、自分が普段触れる機会の少ない生物学的対象・数理的手法の研究について知ることができ、大いに刺激を受けました。こうした会期中の交流を通じて、数理生物学という分野の奥深さや、皆様の研究に対する熱意を感じることができました。今回得られたさまざまな気づきや刺激は、今後の研究を深めていく上で非常に大きな財産になると感じています。最後に、本大会の企画および円滑な運営にご尽力いただいた先生方、スタッフの皆様に深く御礼申し上げます。

優秀賞

ポスター P59

祖父江 陽介

哺乳類の脳ネットワークの進化

祖父江陽介¹、小林徹也^{1,2}¹ 東京大学情報理工学研究所、² 東京大学生産技術研究所

この度は、2026 年度日本数理生物学会年会の参加報告を執筆させていただく機会をいただき、誠にありがとうございます。

今回私は、島根県のくにびきメッセで開催された日本数理生物学会年会に参加し、初めてポスター発表をさせていただきました。「哺乳類の脳ネットワークの進化」というタイトルで、脳ネットワークの系統を考慮した上での変化を考える研究について発表しました。今回扱った研究はデータ解析を主としているため、数理的なモデルや理論的な考察を中心とした研究が多いという印象を持っていた私にとって、自分の研究をどのように伝えるかは一つの課題でした。そこでポスターでは、用いた解析手法の理論的な背景や数式を丁寧に説明するとともに、専門が異なる方にも研究の目的や面白さが伝わるよう、研究の背景から結果までの流れを意識して構成しました。ポスター発表当日は、さまざまな分野の方々が聞きに来てくださり、研究の改善点や結果の解釈、今後の議論の進め方などについて多くのご助言をいただきました。特に印象に残ったのは、ご質問が解析手法や理論的な部分だけではなく、得られた結果の生物学的解釈にも多く向けられていたことです。数理的に興味深い結果を得ることだけではなく、その結果が生物学的に何を意味するのかを考えることの重要性を改めて感じました。

発表前には、自分の研究がどのように受け止められるのか不安に感じる部分もありました。しかし実際に発表を行い、多くの方々と議論する中で、今後の研究につながるさまざまな可能性を見つけることができました。さらに、今回の発表で賞までいただくことができたことは、大きな励みとなりました。今回いただいたご意見やアドバイスを今後の研究に活かし、より発展させていきたいと思っています。最後になりますが、今回の年会を企画・運営してくださった皆様に、心より御礼申し上げます。

優秀賞

ポスター P43

梅田 栄作

有限集団における

Pairwise invasibility plot の経験的構成

ササタケ類の生活史進化を例に

梅田栄作、立木佑弥

東京都立大学大学院理学研究科生命科学専攻

東京都立大学・数理計算生物学研究室の梅田栄作です。「有限集団における Pairwise Invasibility Plot の経験的構成：ササタケ類の生活史進化を例に」というタイトルでポスター発表を行い、光栄にもポスター賞優秀賞をいただきました。本研究では、従来は理論的な取り扱いが困難だった複雑な進化シミュレーションについて、進化の方向性や安定性を視覚的に予測・解釈できる枠組みを提案しました。ある集団に生じた突然変異体が固定する確率を統計的に解析することで、個体数が変動する有限集団で進化の方向性を評価することができます。さらに、この手法をササタケ類の生活史進化シミュレーションに適用し、その有効性を実証しました。

今回の年会を振り返ると、私にとってこれまでで最も、自分にはない発想を浴びる機会だったと思います。シンポジウムや口頭発表にはできる限り参加し、ポスターも見て回りました。高校生の方や物理学出身の方によるポスター発表、文化進化の発表に新鮮な印象を受けました。自身のポスター発表には、物理学や工学、数学出身の方や、また生物学出身でも自分とは背景や関心の異なる方々が足を運んでくださいました。要点を損なわずに話すことがいかに難しく、また面白いかを体験しました。ポスターの製作過程でも、私からは出てこない視点を数多く提案していただきました。この場を借りて、協力してくださった研究室の皆様と学外の研究仲間にお礼を申し上げます。

最後に、松江での年会を企画・運営してくださった皆様に心よりお礼申し上げます。今回の経験を、これからの研究に活かしていきます。

第 11 回数理生物学交流発表会

2026 年 2 月 22 日 (日)～23 日 (月) 静岡大学浜松キャンパス

https://wpp.shizuoka.ac.jp/kazunorisato/wp-content/uploads/sites/266/2026/02/11th_program20260222_0223rev.pdf

佐藤一憲*

今回は、10 回目という節目の後の第 1 回目という意味でも、新しい試みとして、グループディスカッションをおこないました。2 日目のすべての口頭発表の終了後に、できるだけ興味が重なって、できるだけ所属している大学が異なるように、参加者を 3 つのグループに分けて、自由にディスカッションしてもらおうというものです。もしかしたら参加者の皆さんは戸惑ってしまうのではないかと、という不安もありましたが、どのグループでも和気あいあいと伯仲した議論が展開されていて、参加してくれた皆さんの熱意を改めて感じることができました。30 分という時間の制限を設けていたために、せっかく盛り上がっている議論を途中で打ち切ってもらうことになってしまったことが少し残念でしたので、来年度は色々と改善したいと考えています。

3 名の参加者から参加記を寄せていただきました。お名前の 50 音順に掲載いたします。

■ 野口 定家 (神奈川大学 工学部 経営工学科 学部 4 年)

今回初めて参加させていただきましたが、非常に充実した 2 日間を過ごすことができました。発表させていただいた研究テーマは「間接互惠性の仕組み」についてです。私は経営工学科に所属していることもあり、周囲に自分と近い研究をしている人が少なく、日頃から研究内容を相談したり、議論を交わしたりする機会がなかなかありませんでした。そのため、自分の研究のレベルや内容が数理生物学の中でどのような立ち位置にあるのかが分からず、参加が決まった当初は少なからず不安を感じていました。しかし、他大学の皆様の発表はどれも興味深いお話ばかりで、非常に良い刺激をいただいたとともに、自分がこれまで積み重ねてきた研究の意義を改めて実感することができました。また、自分の研究に近い領域においては、一つの事象に対して自分にはなかった視点やアプローチの事例を目の当たりにし、問題に対する価値観が大きく変わ

る経験となりました。何より一番嬉しかったのは、同じような志を持ち、同じような壁にぶつかっている仲間がいるのだと肌で感じられたことです。この「仲間意識」は、今後の研究生活において大きな心の支えとなり、より一層のやりがいを持って研究に邁進できると確信しています。この 2 日間で得た多角的な視点と貴重な出会いを糧に、自身の研究をさらに深めていきたいと考えております。このような学びの機会をくださった皆様に、心より感謝申し上げます。



発表会場の様子

■ 福岡 駿哉 (名古屋大学 情報学部 自然情報科学部 4 年)

私は今回初めて参加させていただきました。私の発表は「二部グラフ型 4 種ロトカ・ヴォルテラ方程式の数理解析」というタイトルで発表をさせていただきました。この交流会を通して質問や助言等をいただく中で今後の研究の方向をどのように進めていくべきか考えることができ、とても有意義な時間となりました。他大学の皆様の発表はどれも興味深い研究ばかりで交通整理の数理モデルのシミュレーションや入れ子構造、進化理論など同じ「数理生物」でもあまり触れたことのない内容もあり新たな知見が得られました。私自身の研究も色々な方から興味を持っていただきとても嬉しかったです。今後は更なる本モデルの解明のため、自然増殖、自然死亡率と相互作用のパラメータの関係の解明や msy (最大持続生産量) についても言及でき

*静岡大学

ればと思っております。またシミュレーションひとつとってもルンゲクッタと Odeint の使い方やプログラムの組み方の方法について議論を交わせたことも今後の研究に活かしたいと思っております。本交流会を主催いただいた佐藤先生をはじめ関係者の皆様、そして参加された学生の皆様には深く感謝申し上げます。



発表の様子



グループディスカッションの様子

■ 森本 拓真 (関西学院大学大学院 理工学研究科 数理科学専攻 博士前期課程1年)

今回初めて、数理生物学交流発表会に参加させて頂きました。私は『シロアリの蟻塚形成に対する数理モデルと周期解の存在』というテーマで、PDE の限られたモードに関しての研究発表をさせて頂きました。私以外は ODE を中心に研究なさっていたので、ものすごく緊張していたことを覚えています。そんな中、前後で離散力学系を研究なさっていた方と発表の場を共有できたことは、大変嬉しく思います。発表の間やちょっとした休憩時間で交わす言葉の数々は、研究の方向性を再確認し、今後の展望を考える上での良い糧になったと感じています。一方、発表後の質疑応答では、自身の研究における未熟さを痛感しました。分野が異なる方にも、一定量納得を得ることは発表者として必要であると同時に、質問者の疑問を晴らせるかどうか、ある種の研究成果指標であると確信しました。最後に、佐藤一憲先生はじめ、企画・運営に携わっていただいた皆様、ありがとうございました。また、様々な気づきや疑問を与えて下さった発表者の皆様にも、心より感謝申し上げます。

病原体の適応戦略（２）—社会的キューが駆動する表現型可塑性の進化—

熊田 隆一*

単純な毒性進化から可塑的戦略へ

前回の記事 [1] では、病原体の毒性を生活史戦略の一つとして捉え、その進化を考えた。病原体が、宿主内でよく増殖することで、伝播率を高められると考えられる一方、宿主を早く死亡させることにより感染期間が短くなるため、将来の伝播機会を失う。したがって毒性は、伝播を高める利益と感染期間が短くなるコストのトレードオフのもとで進化すると考えられる。

感受性宿主密度を S 、病原体の毒性を α 、毒性に依存する伝播率を $\beta(\alpha)$ とすると、感染宿主一個体あたりの増殖率は

$$\rho(\alpha, S) = \frac{1}{I} \frac{dI}{dt} = \beta(\alpha)S - (d + \alpha) \quad (4.1)$$

と書ける。したがって、毒性への選択は

$$\frac{\partial \rho}{\partial \alpha} = \beta'(\alpha)S - 1 \quad (4.2)$$

によって決まり、宿主密度 S である環境のもとで最適な毒性 α^* は

$$\beta'(\alpha^*)S = 1 \quad (4.3)$$

を満たす。

この式から、最適な毒性は病原体自身の性質だけでなく、宿主密度を介して、病原体が置かれた環境によって変化することがわかる。感受性宿主が多い環境では、毒性を高めて伝播率を上げる利益が大きいため、高い毒性が有利になりやすい。逆に感受性宿主が少ない環境では、伝播率を下げて、現在の宿主を長く利用する低毒性戦略が有利になりやすい。

しかし、現実の感染環境は必ずしも一定ではない。宿主密度は様々な要因で時間的に変化し、一回の流行の中でも感受性宿主は増減する。また空間構造があれば、感染がまだ広がっていない場所と、すでに感受性宿主が消費された場所とが同時に存在する。したがって、病原体が経験する S が時間的・空間的に変化すれば、そのとき有利な毒性も変化する。

では病原体は、自分がどのような環境に置かれているかを識別し、それに応じて毒性を変えることができるだろうか。たとえば、毒性を S に応じて

$$\alpha = \begin{cases} \alpha_H, & S \text{ が多いと予測されるとき,} \\ \alpha_L, & S \text{ が少ないと予測されるとき,} \end{cases} \quad (4.4)$$

として、 $\alpha_H > \alpha_L$ というように、環境に応じて毒性を切り替えることができれば、変動する環境をより効率的に利用できるかもしれない。このように、同じ遺伝子型が環境に応じて異なる表現型を示すことを表現型可塑性と呼ぶ。

ただし病原体は、集団全体の感受性宿主密度 S を直接知ることはいできない。可塑的な戦略が進化するためには、周囲の環境状態を推測するための何らかの手が必要で、すなわちキューが必要になる。

ウイルス間コミュニケーション

環境状態を表すキューと考えられている興味深い例が、バクテリオファージで発見された Arbitrium と呼ばれるウイルス間コミュニケーションである [2]。一部のファージは宿主細菌への感染時に短いペプチドシグナルを放出し、そのシグナル濃度に応じて、宿主を破壊して増殖する溶菌と、宿主ゲノム内に潜伏する溶原化という、感染後の運命決定を変える。

重要なのは、このシグナルがそれ以前に周囲でどれだけ感染が起こったかを反映していることである。感染が繰り返されればシグナルが蓄積するため、高いシグナル濃度は「この場所ではすでに多くの感染が起こった」ことを間接的に示している。また、感染がすでに広がった環境では、利用可能な感受性宿主も少なくなっている可能性が高い。したがって、シグナルは周囲の感染履歴を反映しており、もし感染履歴が感受性宿主の利用可能性と結びつくならば、このシグナルを環境状態の手がかりとして利用できる可能性がある [2]。

このシステムから、より一般的な問いが立てられる。感染宿主や他の病原体の存在・活動によって生じる手がかりを、ここでは社会的キューと呼ぶことにする。すると、こうした社会的キューは、実際に、病原体にとって周囲の感染環境を知るための情報になりうるのだろうか。そして、その社会的キューを利用して自身の表現型を可塑的に調節することは、適応戦略として進化しうるのだろうか。

以下では、筆者らの最近の研究 [3] をもとに、この問題を考えるための最小限の数理モデルを導入する。宿主状態を、病原体に感染したかどうかの「感染状態」に加えて、病原体が生み出す社会的キューを受け取ったかどうかという「情報状態」によって分類し、そのキューがどのような条件で感受性宿主の利用可能性に

* JSPS 海外特別研究員・CNRS 機能生態進化センター（フランス）・長崎大学熱帯医学研究所 客員研究員

関する情報となり、状態依存的な可塑的戦略の進化を生み出すのかを考える。

社会的キューをもつ感染状態

感染状態と情報状態の二つの状態で構造化されている宿主集団を考えよう (図1)。 S_0 は社会的キューを受け取っていない感受性宿主、 S_1 はキューを受け取った感受性宿主である。同様に、 I_0 はキューを受け取っていない感染宿主、 I_1 はキューを受け取った感染宿主である。ここでは、前者をナীব状態、後者を情報状態と呼ぶ。

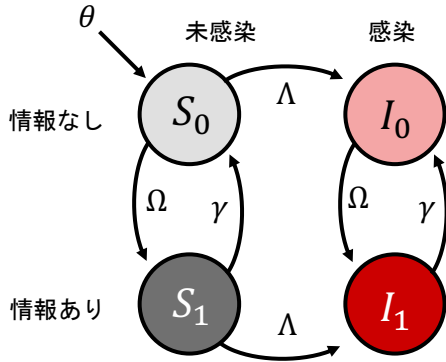


図1: 情報疫学ダイナミクス. [3] から改変

感染は感染宿主から感受性宿主へ伝わる。感染の力は

$$\Lambda = \beta_0 I_0 + \beta_1 I_1$$

で表される。ここで、 β_i は情報状態 i にある病原体の伝播率である。毒性も同様に、ナীব状態では α_0 、情報状態では α_1 と書く。毒性と伝播のトレードオフによって、 $\beta_i = \beta(\alpha_i)$ の関係を仮定する。もし病原体が情報状態によらず同じ毒性を発現するなら、 $\alpha_0 = \alpha_1$ である。一方、 $\alpha_0 \neq \alpha_1$ なら、情報状態に応じた可塑的毒性が進化していると解釈できる。

社会的キューは感染宿主によって生産され、ナীবな宿主を情報状態へ移行させる。その力を

$$\Omega = \omega(I_0 + I_1)$$

と書く。ここで、 ω は情報伝達の強さを表す。情報状態は永続的ではなく、一定の率 γ で失われ、ナীব状態へ戻るとする。このとき、モデルは次のように書ける。

$$\begin{aligned} \frac{dS_0}{dt} &= \theta + rS(1-N) - \Lambda S_0 - \Omega S_0 - dS_0 + \gamma S_1, \\ \frac{dS_1}{dt} &= \Omega S_0 - \Lambda S_1 - (d+\gamma)S_1, \\ \frac{dI_0}{dt} &= \Lambda S_0 - \Omega I_0 - (d+\alpha_0)I_0 + \gamma I_1, \\ \frac{dI_1}{dt} &= \Lambda S_1 + \Omega I_0 - (d+\alpha_1)I_1 - \gamma I_1. \end{aligned} \quad (4.5)$$

このモデルでは、病原体は感染によって宿主の感染状態を変化させる。感受性宿主 S_0 や S_1 は、感染宿主との接触によって I_0 や I_1 になる。また、同時に、社会的キューを伝達することで宿主の情報状態を変化させる。結果として、情報の無いナীব状態 S_0 や I_0 は、感染宿主との接触によって S_1 や I_1 になる。このモデルは、感染宿主が発する社会的キューが、病原体の情報状態を変えるという最小限の構造を捉えている。

侵入解析

前回の記事と同様に、形質 (α_0, α_1) をもつ野生型集団が生態学的定常状態にあるとき、形質 (α_0^m, α_1^m) をもつ変異型が低頻度で侵入する状況を考える。変異型が十分に希少である間は、野生型によって形成された環境をほとんど変化させないため、その初期増殖は線形化された侵入ダイナミクス

$$\frac{d\mathbf{I}^m}{dt} = \mathbf{A}^m(\alpha_0^m, \alpha_1^m; \mathbf{E})\mathbf{I}^m \quad (4.6)$$

によって記述できる。ここで $\mathbf{I}^m$ は変異型病原体の各感染クラスにおける密度ベクトル、 $\mathbf{E}$ は野生型集団によって決まる生態学的環境、 $\mathbf{A}^m$ は変異型の増殖とクラス間遷移を表す侵入行列である。変異型による感染圧は

$$\Lambda^m = \beta(\alpha_0^m)I_0^m + \beta(\alpha_1^m)I_1^m \quad (4.7)$$

と書ける。

本モデルでは病原体は複数の感染クラスをとるため、変異型の侵入可能性は単一クラスの増殖率ではなく、クラス間遷移を含む線形系全体によって決まる。時間に依存しない環境では、侵入行列 $\mathbf{A}^m$ の最大実部をもつ固有値 λ^m を侵入適応度と呼ぶ。 $\lambda^m > 0$ であれば変異型は侵入可能である。変異型の侵入可能性は、侵入行列から次世代行列を構成し、そのスペクトル半径が1を上回るかによって評価することもできる [4]。

なお、これは環境が定常な場合であるが、野生型が周期的な環境を形成する場合にはフロケ指数、より一般の時間変動環境ではリヤプノフ指数を用いることで、同様に長期的な侵入可能性を判定することができる [5]。

この侵入適応度を進化形質について微分することで、形質進化の局所的な方向を与える選択勾配を得ることができる。本モデルでは、クラス特異的な形質の選択勾配を、クラス頻度を用いて以下の形に書くことができる。感染宿主のうち情報状態 i にある病原体の頻度を f_i とし、クラス間遷移を除いたときのクラス i における一個体あたりの増殖率を

$$\rho_i = \beta(\alpha_i)\hat{S} - (d + \alpha_i) \quad (4.8)$$

とする。また、

$$\Delta\rho = \rho_1 - \rho_0 \quad (4.9)$$

とくと、クラス i で発現する毒性 α_i に対する選択勾配は

$$S_i = \underbrace{\hat{f}_i [\beta'(\alpha_i) \hat{S} - 1]}_{T_i} + \underbrace{\Delta\rho \frac{\partial f_1^m}{\partial \alpha_i^m}}_{F_i} \quad (4.10)$$

と書くことができる。 f_1^m は希少な変異型病原体のうち情報状態にあるものの頻度であり、偏微分は野生型の形質の値で評価する。

第1項 T_i は、毒性を変化させたときの伝播率上昇の利益と感染期間短縮のコストを表し、その効果がそのクラスの頻度 $\hat{f}_i$ によって重みづけされている。一方、第2項 F_i は、毒性の変化が病原体のクラス分布を変えることで生じる間接的な選択を表している。したがって、この分解を用いることで、どの生態学的プロセスが毒性進化を駆動するのかを明示的に解釈することができる。

また、一般にクラス構造個体群では、選択勾配を各クラスの頻度（中立変異体の侵入行列の右ゼロ固有ベクトル）と繁殖価（中立変異体の侵入行列の左ゼロ固有ベクトル）を用いて表すことで、どのクラスで生じた形質変化が将来の子孫数にどのように寄与するかを明示的に分解することができる [6, 7]。こちらも生物学的に直感的な理解を得られることが多く有用であることを付け加えておく。

以下では、数学的な詳細は [3] に譲り、この選択勾配が定常環境、時間変動環境、空間構造をもつ環境でどのように変化するかを順に見ていく。

一定環境では可塑性は進化しない

まず、変動環境を考察する前に、環境が時間的に一定で、宿主集団が完全混合（well-mixed）である場合を考える。はじめに、病原体が情報状態によらず同じ毒性 $\alpha_0 = \alpha_1 = \alpha$ を示す非可塑的な戦略を考える。野生型病原体が作るエンデミック平衡における感受性宿主密度を $\hat{S}$ とすると、毒性に働く選択勾配は、前回の記事と同じく

$$S = \beta'(\alpha) \hat{S} - 1 \quad (4.11)$$

となる。第1項は毒性を高めることによって伝播率が上がる利益、第2項は宿主を早く死亡させるコストを表す。したがって、非可塑的な進化的安定戦略（ESS） α^* では

$$\beta'(\alpha^*) \hat{S} = 1 \quad (4.12)$$

が成り立つ。

では、この α^* から、情報状態に応じて毒性を変える戦略は進化できるだろうか。ナীব状態と情報状態それぞれの毒性 α_i ($i \in \{0, 1\}$) に働く選択は、先ほ

ど述べた式 (4.10) で書くことができる。非可塑的 ESS $\alpha_0 = \alpha_1 = \alpha^*$ では、選択勾配の第1項は ESS の条件によってゼロになる。さらに、二つの情報状態で毒性と伝播率が同じ場合には、ナীব状態と情報状態の病原体の増殖率にも差がなく ($\Delta\rho = 0$)、変異によってクラス頻度が変わることの選択への間接的な影響は無いため選択勾配の第2項もゼロになる。したがって

$$S_0|_{\alpha_0=\alpha_1=\alpha^*} = S_1|_{\alpha_0=\alpha_1=\alpha^*} = 0 \quad (4.13)$$

となり、一定で、かつ、よく混ざった環境では、非可塑的 ESS から可塑性は進化しない。^{*}

直感的には、環境変動が無いため、情報状態は、病原体の経験する感染機会の違いを表していない。したがって、ナীব状態でも情報状態でも同じ感受性宿主集団を利用するなら、わざわざ異なる毒性を発現する利益はない。つまり、可塑的な戦略が進化するためには、社会的キューが存在するだけでは十分ではなく、そのキューが病原体の選択環境について情報を持っている必要がある。

時間変動によってキューが情報になる

次に、感受性宿主の供給が時間的に変動する場合を考える。ここでは、外部からの宿主供給率 $\theta = \theta(t)$ が周期 T で変動するとする。すると、感受性宿主が増えた後に感染が拡大し、感染によって感受性宿主が消費され、また再び外部からの流入によって感受性宿主が増えるという周期的で反復的な流行ダイナミクスが生じる。つまり、外部からの流入によってナীবな感受性宿主 $S_0(t)$ が増えると、まず感染が拡大して、ナীবな感染宿主 I_0 が増える。その後、増加した感染宿主から社会的キューが広がることで、情報状態の感染宿主 I_1 が増える。このころには、感染によって感受性宿主はすでに減少している。したがって、情報状態であることは、「現在は感受性宿主が少ない」という環境状態と結びつきやすくなる。

この効果は、時間変動環境における選択勾配の中にも現れる。周期的な環境では、情報状態 i の毒性への選択は

$$S_i^T = \underbrace{\langle f_i \rangle [\beta'(\alpha_i) \langle S \rangle - 1]}_{T_i^T} + \underbrace{F_i^T}_{C_i^T} + \underbrace{\beta'(\alpha_i) \text{Cov}_T(f_i, S)}_{C_i^T} \quad (4.14)$$

と分解できる。ここで $\langle X \rangle$ はアトラクターにおける一周期にわたる時間平均、 $\text{Cov}_T(f_i, S)$ は情報状態の頻度と感受性宿主密度の時間共分散である。なお、本

^{*}実際に、 $\beta'(\alpha) > 0, \beta''(\alpha) < 0$ となるトレードオフの下で非可塑的 ESS がユニークな ESS であることは証明できる。

モデルでは時間変動環境においても、 α^* は非可塑的戦略に限った ESS として保たれる。

一定環境の場合と比べて新しく現れるのが、最後の共分散項 C_i^T である。非可塑的 ESS α^* では、それ以外の項はゼロになる ($T_i^T = F_i^T = 0$) ため、可塑性を生み出す選択は本質的に

$$S_i^T|_{\alpha^*} = \beta'(\alpha^*)\text{Cov}_T(f_i, S) \quad (4.15)$$

によって決まる。

この符号を考えるために、感染集団中の情報状態の頻度 f_1 と感受性宿主のアトラクターでの S をプロットすると、 S は f_1 に対して負に相関していることがわかる (図 2A)。つまり、このモデルでは、情報状態の頻度 f_1 が高い時期ほど感受性宿主が少なくなるため、

$$\text{Cov}_T(f_1, S) < 0 \quad (4.16)$$

となる。一方、 $f_0 = 1 - f_1$ なので、ナীব状態では逆向きの共分散が生じる。その結果、情報状態では毒性を下げる選択が、ナীব状態では毒性を上げる選択が働き、最終的には

$$\alpha_1^{**} < \alpha^* < \alpha_0^{**} \quad (4.17)$$

という可塑的な戦略が進化する。

つまり、感染動態によって、「キューを受け取った状態」と「感受性宿主が少ない状態」との間に統計的な対応関係が作られることで、キューが環境についての情報をコードし、それが可塑的な戦略の進化を促すのである。

また、興味深いことに、環境変動のスピードが中間の場合に、可塑性が強くなることがわかった (図 2B)。変動が速すぎると、感染や情報の動態が環境変化に追いつけず、共分散はほとんど生じない。反対に変動が非常に遅い場合には、それぞれの環境で疫学系がほぼ平衡に達するため、やはり共分散は小さくなる。そのため、環境変動の時間スケールが感染動態や情報伝達の時間スケールと近いときに、共分散と可塑性は最も大きくなる。

空間構造によってキューが情報になる

これまでは環境が時間的に変動する場合に着目してきたが、同じ原理は、時間変動だけでなく空間構造によっても生じる。そこで次に、前回の記事 [1] で取り扱ったように、宿主が二次元格子状に存在し、感染、情報伝達、宿主の繁殖が局所的にも起こる場合を考えてみよう。

感染や情報が集団全体に広がる確率を D 、近傍だけに広がる確率を $1 - D$ とする。 $D = 1$ なら完全混合集団であり、 D が小さいほど空間構造が強くなる。このモデルのもとで進化シミュレーションを行うと、 D が

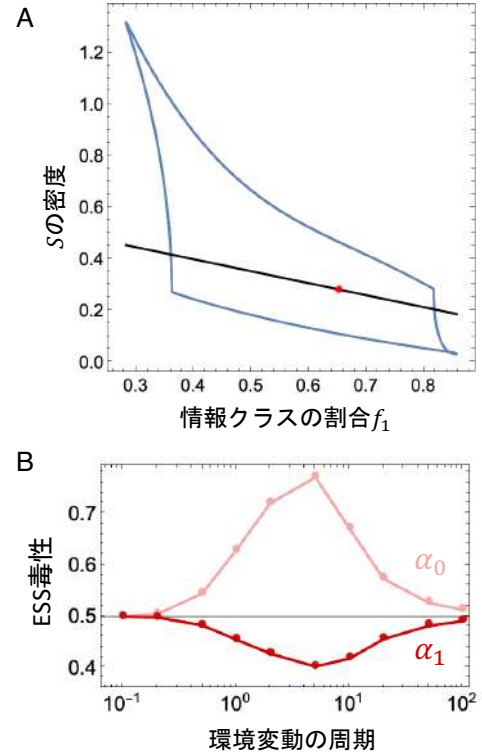


図 2: 変動環境における可塑性進化. A. アトラクターにおける f_1 と S の関係. 両者が負に相関していることがわかる. 黒線は線形回帰を示す. $\text{Cov}_T(f_1, S) < 0$. B. 宿主流入の変動があると可塑的毒性が進化する. [3] から改変。

小さくなるほど、進化する α_0 と α_1 の差が大きくなり、可塑的な戦略が進化することがわかった (図 3A)。これはどのように理解できるのだろうか？

空間構造があると、感染宿主が利用できる感受性宿主の量は集団全体の平均密度だけでは決まらない。病原体のすぐ近くに感受性宿主がどれだけ存在するかが重要になる。病原体が実際に経験する感受性宿主密度は、

$$[S|I] = Dp_S + (1 - D)q_{S/I} \quad (4.18)$$

と表すことができる。ここで p_S は集団全体での感受性宿主の割合、 $q_{S/I}$ は感染宿主の近傍に感受性宿主がいる確率である。

この場合に、クラス特異的な毒性の選択勾配は

$$S_i^S = T_i^S + F_i^S + C_i^S + Q_i^S \quad (4.19)$$

という四つの成分に分解できる。最初の二つは時間変動の場合にも存在した効果である。4つ目の成分 Q_i^S は、空間構造がもたらす血縁競争の効果であり、空間構造のもとで ESS となる毒性を下げる働きを持つ ([8]、また以前の記事 [1] 参照)。三つ目の成分は

$$C_i^S = (1 - D)\beta'(\alpha_i)\text{Cov}_S(\sigma_i, n_S) \quad (4.20)$$

であり、 σ_i は焦点感染宿主が情報クラス i に属するかを表す指示変数である。 C_i^S は、情報状態 σ_i とその場所で利用可能な感受性宿主数 n_S の空間共分散の効果を表している。これは時間変動環境によって存在した C_i^T の空間バージョンである。

実は、解析を行うと、空間共分散の項が可塑性な毒性の進化を駆動していることがわかる*[3]。感染が局所的に広がると、感染がすでに進んだ場所では感受性宿主が消費され、同時に社会的キューを受け取った感染宿主が増える。そのため、空間構造があると一般に

$$\text{Cov}_S(\sigma_1, n_S) < 0 \quad (4.21)$$

となる。これは、 I_0 の周りに比べて I_1 の周りには感受性宿主が少なくなることを意味している（図 3B）。すなわち、情報状態にあることは「周囲に利用可能な感受性宿主が少ない場所にいる」ことの手がかりになる。その結果、時間変動の場合と同様に、情報状態では低い毒性、ナীব状態では高い毒性が進化する。

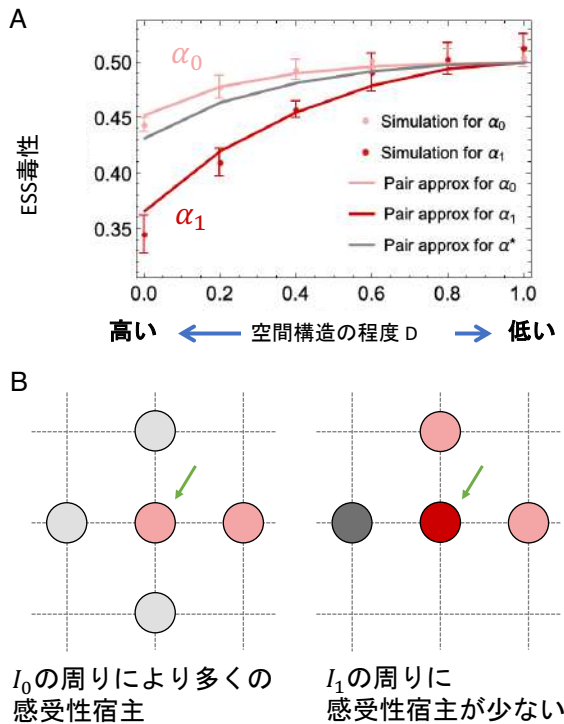


図 3: 空間構造における可塑性進化. A. 空間構造があると可塑性の毒性が進化する. 線はペア近似による予測. B. $\text{Cov}_S(\sigma_1, n_S) < 0$ の直感的解釈. 色は図 1 と対応している.[3] から改変。

*非可塑性 ESS において、形質空間上で選択勾配の各項を幾何学的に比較すると、第三項 C_i^S の示す方向が選択勾配全体の方向と一致する。

社会的キューが持つ「情報価値」とは何か

これらの結果は、病原体にとって何が「情報」になるのかを単純な形で示している。重要なのは、そのキューを受け取ったときに、病原体がどのような環境に置かれている可能性が高いかである。上で見た時間共分散 $\text{Cov}_T(f_i, S)$ と空間共分散 $\text{Cov}_S(\sigma_i, n_S)$ は、キューと環境の間の対応関係を表している。時間と空間という一見異なる環境変動でも、社会的キューと利用可能な感受性宿主との間に共分散を生み出すことで、同じ原理によって可塑性が進化する[†]。また、時間共分散と空間共分散は計算上も対応しており、実際に格子空間上で、特定のセルとその近傍に着目して長時間平均をとり、そこで得られる時間共分散が、定常状態における格子全体で評価した空間共分散と対応することが数値的に確認できる。

ここで興味深いのは、キューが感受性宿主密度を直接測っているわけではないという点である。感染が広がれば感受性宿主が減少する。そのため、「周囲で感染が起こった」という社会的キューは、疫学ダイナミクスから来る統計的相関を介して「利用できる感受性宿主が少ない」という情報へ変換される。病原体は、直接観測できない環境を、他の感染個体が残した手がかりから間接的に知ることができるのである。この意味で、社会的キューの情報価値とはキューそのものに備わった性質ではなく、キューと環境を結びつける生態学的ダイナミクスによって生み出される性質である。

おわりに

本稿では、病原体が他の感染個体の存在を手がかりとして、環境に応じて毒性を変える戦略の進化を考えた。

数理的には、この問題は「情報を受け取ったかどうか」を異なるクラスとして扱うクラス構造個体群モデルの進化として記述することができた。選択勾配を成分ごとに分解して分析することで、可塑性を駆動する進化的な要因を特定することができる。時間変動環境では情報状態と感受性宿主密度の時間共分散が、空間構造をもつ環境では局所的な感受性宿主密度との空間共分散が選択の成分として現れ、可塑性の進化を促進する。このように、クラス構造を基礎として、時間変動や空間構造を加えることで、環境の不均一性がどのように新しい選択圧を生み出すのかを系統的に分解して考えることができる。

Arbitrium のような病原体間コミュニケーションは、単に病原体同士が「会話」する仕組みではなく、感染

[†]ただし、ここで見た空間構造による環境変動は空間構造によって疫学動態から局所的に創発するものであり、宿主の外部からの流入の変動のように外的要因によるものではないことに注意。

履歴を環境中に集団的に蓄積し、その情報を利用するための仕組みとして捉えることができる。また、従来の多くの表現型可塑性の進化の理論的分析では、情報は外から与えられるものであったが、ここでは情報自体が生態学的なプロセスによって生み出されることを具体的に示した。このように、クラス構造個体群を用いた進化生態学的な解析によって、このような生物の環境に対する複雑な適応戦略の進化を分析することが可能になる。

ここまで2回にわたり、病原体の毒性進化の理論を取り上げ、毒性が病原体の適応戦略として理解できることを紹介してきた。このように、疫学ダイナミクスと進化を結びつけ、病原体の感染戦略や、それに対抗する宿主の防御戦略の進化を考える研究領域は、進化疫学 (evolutionary epidemiology) と呼ばれている。

進化疫学の面白さの一つは、同じ宿主-病原体系を、病原体と宿主の両方の視点から眺められることである。病原体の伝播や毒性の進化を考えることもできれば、反対側から、宿主の免疫や抵抗性がどのように進化するかを考えることもできる。いわば、一つの感染ダイナミクスを二度楽しむことができる。さらに、病原体の抗原性進化、宿主免疫システムの進化、複数の病原体間の相互作用など、興味深い問題は数多く残されている。

本稿が、数理モデルを通して病原体や宿主の進化を考える進化疫学という分野に興味をもつきっかけになれば幸いである。

参考文献

- [1] 熊田隆一. 病原体の適応戦略 (1) -毒性進化の基礎-. 日本数理生物学会ニュースレター. **5**月号 (2026).
- [2] Z. Erez, I. Steinberger-Levy, M. Shamir, S. Doron, A. Stokar-Avihail, Y. Peleg, S. Melamed, A. Leavitt, A. Savidor, S. Albeck, et al. Communication between viruses guides lysis-lysogeny decisions. *Nature*. **541**(7638), 488–493 (2017).
- [3] R. Kumata, S. Lion, E. R. Westra, and S. Gandon. Social cues drive the evolution of plastic pathogen virulence in spatially and temporally variable environments. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. **123**(23), e2526952123 (2026).
- [4] A. Hurford, D. Cownden, and T. Day. Next-generation tools for evolutionary invasion analyses. *Journal of the Royal Society Interface*. **7**(45), 561–571 (2009).
- [5] S. Lion and S. Gandon. Evolution of class-structured populations in periodic environments. *Evolution*. **76**(8), 1674–1688 (2022).
- [6] S. P. Otto and T. Day. A biologist's guide to mathematical modeling in ecology and evolution. Princeton University Press, 2007.
- [7] P. D. Taylor. Allele-frequency change in a class-structured population. *The American Naturalist*. **135**(1), 95–106 (1990).
- [8] S. Lion and M. Boots. Are parasites “prudent” in space? *Ecology Letters*. **13**(10), 1245–1255 (2010).

自著紹介「生態学の教科書：理論×統計×シミュレーション」

立木佑弥 *



門脇浩明 立木佑弥 著
共立出版 2025年9月出版
ISBN 978-4-320-05849-1

本書には、あえて「生態学の教科書」という大きなタイトルをつけさせていただきました。これは、本書の執筆に先立ち、著者らが理想とする生態学の教育を一冊の書籍として形にすることを目標に執筆プロジェクトを立ち上げたことに由来しています。

生態学に限らず生物学一般に言えることかもしれませんが、大学教育の現場では、講義、実習、プログラミングがそれぞれ独立した单元として扱われることが少なくありません。しかし、これらを融合した形で学ぶことができるならば、複雑な生態学的現象に対する理論的理解をより深めることができます。そして、その思考プロセスこそが生態学の醍醐味の一つであると考えています。

本書は、章ごとに問題を提示し、その解決過程をたどる形で進みます。統計ソフトRによるプログラムを適宜提示することで、具体的な問題を解決する手段として統計学やシミュレーションを習得できるように構成しました。それぞれの章で扱うトピックの背景には、個体群生態学や空間生態学、群集生態学など、それぞれに独自の学問体系が成立しています。しかし、そのような体系的な記述は、既存の優れた教科書に委ね、本書では、目の前の課題を解決するプロセスの中で技術を習得することを重視しました。また、生態学の教科書としては珍しく、章末問題を設けています。章末問題は数理科学系では一般的ですが、教科書の範

囲を超えて自ら問題を深く探求することこそが、科学的営みの本質であるという考えに基づいています。

生物学には、多様性と普遍性という二つの大きな問題意識があります。なかでも生態学は多様性がどのように創出され、そして維持されるのかという問いに対して普遍的な理解を目指す学問であると捉えることができます。著者自身も数理的手法を道具として生態学研究に取り組む立場から、この大きな目標に少しでも貢献したいと考えています。一方で、研究者として日々の原動力になっているのは、目の前の現象に驚き、試行錯誤しながら考えることそのものの面白さです。

近年はAI技術の発展によって、情報へのアクセスが飛躍的に容易になりました。ふと疑問に思ったことに対しても一定の回答を簡単に得ることができるような時代になってきました。そのような時代だからこそ、著者は、「教科書であっても、ただ知識や学問の作法を羅列したものではなく、著者の考えや思いを伝えるものである」と考えています。本書を通じて、一人でも多くの読者に生態学研究の知的探究の面白さが伝われば嬉しく思います。願わくは、本書が生態学研究を志す誰かの最初の一冊となれば、望外の喜びです。もっとも、そこまで大それたことでなくとも、身近な生き物の姿に少しだけ立ち止まり、「なぜだろう」と考える読者が一人でも増えてくれれば、著者として嬉しい限りです。

*東京都立大学大学院理学研究科生命科学専攻

学会事務局からのお知らせ

学会事務局

2026 年日本数理生物学会総会報告

日本数理生物学会総会について報告いたします。

日時: 2026 年 9 月 9 日 (水) 13:40-14:40

場所: くにびきメッセ・国際会議場

総会に先立ち、山内淳氏 (京都大学) から挨拶がありました。2026 年度の議事概要については、以下の通りです。

■ 座長選出

静岡大学、守田智氏が座長として選出された。

■ 報告事項

(1) 若手支援制度について

- ・ 個別の支援ではなく、年 2 回ほど公募案件を募集して支援に変更
- ・ 2 件の応募に対して 2 件とも採択された

(2) ACMB2027 インド大会

- ・ プレナリーと招待講演者も決定済み
- ・ 運営委員望月敦史氏からの提案：
 - － ACMB の枠組みは大事にしていきたい (第 1 回を日本でできたことは重要)
 - － CIJK の枠組み外からの期待があり、アジアの枠組みでの大会に大きな需要
 - － Asian Society for Mathematical Biology を目指して日本がプレゼンスを示す

(3) 2026 年度奨励賞の受賞者

- ・ 三浦郁修、山本奈央の両氏の受賞が決定

(4) 大久保賞について

- ・ 例年は決まっているはずだったが、SMB の動きが遅く募集・審査に遅れ
- ・ 10 月 1 日を締め切りとして、募集中

(5) KSMB との相互割引制度の廃止報告

- ・ KSMB との相互割引の経緯が不明だったため、KSMB に問い合わせたところ、KSMB は現在相互割引を想定していないことが判明した。そのため、JSMB 側も相互割引を廃止することとなった (予算にかかわることであるため議題においても審議した)
- ・ KSMB 側に適用者が 2 名いるが、この枠での割引かは不明
 - 問い合わせのうえ、KSMB 側に働きかけてもらう運びとなった
- ・ 会場からの意見：

- － SMB が会費を大幅に上げたので、割引の枠も大きくするように働きかけてほしい

(6) biomath-ML への不適切な投稿への対応

- ・ 運営委員で協議の上、無期限の投稿・配信停止措置

(7) biomath-ML 運営の移行

- ・ 現在の ML は奈良女子大学の高橋さんのご厚意で運営がなされている
- ・ 持続可能性の観点から、学会運営への移行を検討

(8) 学会ロゴの作成依頼

(9) ICM2030 の招致サポートレーターを出したが、招致に至らなかった

(10) 法人化に関する検討

- ・ 法人化に向けた動きが来年から本格化
- ・ 立ち上げられる特別委員会の名前等を総会内で議論する必要がある (会則 21 条)

(11) 来年度大会

- ・ 静岡大学 浜松キャンパスで 9/12-9/14 開催予定

■ 議題

(1) 法人化に関するタスクフォース (特別委員会) 立ち上げ

- 概要
 - ・ 法人化自体は前提とせず、法人化に関する情報収集、必要な手続き・費用、組織運営等について検討する
 - ・ 来年総会までに中間報告→2027 年末までに最終報告を取りまとめる予定
 - ・ その翌年 (2028 年) の総会で法人化の実施及び必要な事項について審議
 - ・ 法人化承認が得られれば、2028 年 12 月末までに法人化を行う運びとなる

● 承認事項

- ・ 委員名：法人化に関する調査・検討委員会
- ・ 委員任期：設置承認後から 2028 年 12 月まで
- ・ 活動費：50 万円

● 結果

- ・ 承認された

(2) 会計報告

- 承認事項

- ・ 2025 年度決算報告、2026 年予算執行状況
- ・ 2027 年予算案
- 結果
 - ・ 承認された
- (3) 大久保賞の選考委員について
 - 概要
 - ・ 運営委員からの推薦により、理化学研究所の森下喜弘氏に選考委員就任の打診を行い、内諾を得た
 - 結果
 - ・ 選考委員として承認された
- (4) KSMB との会費の相互割引の取りやめ
 - KSMB との相互割引制度停止は承認された
 - SMB、ECMTB との相互割引は継続することが確認された
- (5) 会場からの意見
 - 再来年の大会開催地が未決定だが、本来は総会での報告事項である。詳しい説明があつて然るべきではないか
 - 事務局より回答
 - * 連絡の不手際により、次々回の開催場所を決められなかった
 - * 運営委員との協議の上、決まり次第報告を行うとして欲しい
 - 事務局提案で了承を得た

第 21 回 (2026 年度) 日本数理生物学会 研究奨励賞受賞者のお知らせ

2026 年度日本数理生物学会研究奨励賞 受賞候補者選考結果について

応募に対し、審査委員各自による書面審査とその後開催した合議審査の二段階で審査を行いました。その結果、研究奨励賞受賞候補者として当委員会は

- 三浦 郁修 氏 (オランダ国立公衆衛生環境研究所 (RIVM) 疾病管理センター)
- 山本 奈央 氏 (New York University Langone Health) を推薦いたします。

受賞理由

三浦 郁修氏は 2020 年 3 月に東京大学から博士号 (工学) を取得後、同年 4 月からオランダ国立公衆衛生環境研究所 (RIVM) 疾病管理センターで日本学術振興会特別研究員 SPD/CPD として研究を行い、2023 年 8 月から同研究所の主任研究員を務め現在に至ります。また 2026 年 4 月から現在まで、長崎大学大学院 熱帯医学・グローバルヘルス研究科の客員研究員を務められています。2023 年 10 月からは JST さきがけ「パン

デミックに対してレジリエントな社会・技術基盤の構築」領域の研究代表者を務めています。

三浦氏の専門は理論疫学であり、エムボックスや COVID-19 といった感染症動態に関する研究を行っています。エムボックスに関する研究では、疫学データと数理モデルを組み合わせることで、感染経路が時間とともに変化していくことを明らかにしました。また疫学データに対するフィッティングによって数理モデルのパラメータを求め、機械学習を適用することで患者ごとの病変推移を定量的に分類する手法を確立しました。これらの研究内容は、数理生物学分野における優れた業績であるだけでなく、複数の感染経路を持つ感染症の予防対策、および個々の患者に応じた適切な治療戦略の設計において、社会的にも重要な指針を提示するものです。

これまで 35 報 (選考時) の研究論文を発表しており、上記のエムボックスに関する研究は「Science Advances」誌や「Science Translational Medicine」誌といった国際的な有力紙に掲載され、国内外で高く評価されています。以上の理由から、当委員会では三浦氏が研究奨励賞受賞候補者にふさわしいとの結論に至りました。

山本 奈央氏は 2023 年 5 月にアリゾナ州立大学から博士号 (応用数学) を取得後、同年 8 月からニューヨーク大学ランゴーン医療センターで博士研究員を務め現在に至ります。

山本氏の専門は理論疫学であり、HIV や COVID-19 に関する研究を行っています。HIV に関する研究に学部生のころから一貫して取り組まれており、近年の研究では HIV 感染から AIDS 発症までの状態遷移をマルコフモデルを用いて予測し、各感染状態に質調整生存年を付与することで、日本における曝露前予防プログラムの有効性を費用対効果の観点から明確に示しました。この研究成果は、数理モデリングを用いて日本の公衆衛生政策に対する経済的・合理的なエビデンスを示したものであり、極めて高い社会的意義を持ちます。COVID-19 に関する研究では、Google Community Mobility Report データと感染症伝播の反応拡散方程式を組み合わせ、アリゾナ州での COVID-19 の広がり方を予測しました。この 2020 年に発表された研究論文は被引用数が 100 を超えるなど、国内外で高い評価を得ています。

これまで 12 報 (選考時) の研究論文を発表しており、学位取得後約 3 年の若手研究者として極めて優れた研究実績を有しています。また、これまで 10 件を超える招待講演を重ねており、その卓越した研究業績は国内外で広く認知されています。以上の理由から山本氏が研究奨励賞受賞候補者にふさわしいとの結論に至りました。

今年度は多数のご応募およびご推薦をいただきました。学会員の皆様におかれましては、今後とも研究奨励賞への積極的なご推薦を賜りますようお願い申し上げます。本賞は若手会員の皆様からの自己推薦による応募も広く歓迎しております。日頃の研究成果を形にする機会として、ぜひ積極的にご応募ください。

日本数理生物学会研究奨励賞選考委員会

瓜生耕一郎 (委員長)、(以下順不同) 中丸麻由子、三浦岳、山口諒、山道真人、若野友一郎

会費納入のお願い

日本生物学会の年会費（1～12月の1年分）は以下の通りです。

正会員 3000 円/年

学生会員 2000 円/年

会員は年会での発表や学会役員選挙における投票を行うことができます。また、会員は数理生物学会年会の登録費割引の特典を受けることができます。今年度や過去の年会費が未納の方は、以下の会員管理システムより会費納入をお願いします。

<https://jsmb.smoosy.atlas.jp/mypage/login>

クレジットカード決済と銀行振込による会費納入が可能となっていますので、是非ご利用ください。会員管理システムの操作方法が不明な場合は、ニュースレター（第 93 号、会員管理システム導入のお知らせ）または学会 HP (<https://jsmb.jp/admissions/>) をご確認ください。

事務局連絡先

幹事長 加茂将史（産業技術総合研究所）

会計 川口勇生（量子科学技術研究開発機構）

幹事 池川雄亮（琉球産経株式会社）

幹事 入谷亮介（理化学研究所）

〒305-8569 茨城県つくば市小野川 16-1

産業技術総合研究所 Email: secretary@jsmb.jp

編集後記

学生時代・ポスドク時代は、あまり数理生物学会ニュースレターの熱心な読者ではなく、送られてきた号も少しめくっただけで本棚の隅に押しやることもしばしばでした。ところが今年の初めに編集委員に就任して以来、編集作業の中で過去のニュースレター記事を参照する機会が増え、改めてその充実ぶりに気づかされました。研究室の学生に読ませたい解説記事、な

かなか聞く機会のない研究への熱い思いが語られた寄稿、今や重鎮の先生方の若かりし頃の姿がうかがえる記述など、今読み返しても興味深いコンテンツが実に多くあります。

現在は第 1 号からすべて PDF 化され、学会ウェブサイト (<https://jsmb.jp/jsmb-newsletter/>) で閲覧できます。パスワード等も不要です。ぜひ時間のあ

る際にも、昔の号も開いてみていただければと思います。過去のニュースレター編集委員の方々の努力に、改めて頭が下がる思いです。自分も少しでもその流れを受け継ぎ、読者の方々に楽しんでいただける誌面を届けられるよう頑張らねばと感じています。（伊藤）

日本数理生物学会ニュースレター No. 110

2026 年 9 月発行

ニュースレター編集委員会

若野友一郎*, 伊藤公一, 野下浩司

(*が委員長)

joe@meiji.ac.jp

明治大学

〒164-8525 東京都中野区中野 4-21-1

発行者 日本数理生物学会

The Japanese Society for Mathematical Biology

<http://www.jsmb.jp/>

日本数理生物学会
2025年度決算

会計幹事 川口 勇生

一般会計		2025年度予算	2025年度決算
収入			
繰越		6,632,000	6,867,245
会費		1,000,000	1,053,800
利子等		0	1,655
計		7,632,000	7,922,700
支出			
ニュースレター		446,000 (*1)	79,283
選挙(含 発送費, 旅費)		100,000 (*2)	77,000
通信費等	通信費	10,000	0
	奨励賞経費	15,000	9,790
	サーバ維持費	30,000	39,600
事務局経費	外部委託	270,000 (*3)	186,499
	会員管理クラウドサービス	330,000 (*4)	339,108
	Web会議システム	23,000 (*5)	0
	ビジネスチャットツール	74,000 (*6)	153,088
	オンラインストレージ	16,000 (*7)	0
	事務諸経費	10,000 (*8)	143,902
特別会計へ		2,000,000 (*9)	2,000,000
小計		3,324,000	3,028,270
予備費(次年度繰越)		4,308,000	4,894,430
計		7,632,000	7,922,700
特別会計		2025年度予算	2025年度決算
収入			
繰越		2,244,000	608,444
繰入(一般会計より)		2,000,000	2,000,000
大会還元金			1,778,064
寄付		0	0
計		4,244,000	4,384,508
支出			
年会大会費(含 託児支援, 旅費)		2,000,000 (*10)	866,450
大久保賞関連		300,000	0
夏の学校支援			165,716
小計		2,300,000	1,032,166
予備費(次年度繰越)		1,944,000	3,352,342
計		4,244,000	4,384,508

備考

- (*1) NL102,103発行費用
 (*2) e投票サイト使用料
 (*3) ロボットペイメント利用料(100,685円)
 及び土倉事務所委託料(85,814円)
 (*4) SMOOSY利用料
 (*5) Zoomアカウントの購入(12ヶ月分)

- (*6) Slackアカウントの購入(12ヶ月分)
 +ACMB-JSMB2025Slack利用料
 (*7) Dropboxの購入(12ヶ月分)
 (*8) 供花代(22,000円)、
 2026年年会会場下見旅費(2名分:116,062円)含
 (*9) 次年度大会費のため特別会計へ繰入
 (*10) 2024年振り込み残額(28,700円)、
 大会Confit清算(717,750円)、
 若手参加費補助(120,000円)

監査報告

日本数理生物学会の2025年度の収支に関する証拠書類を調べ、全て適正に執行され、
決算報告にも誤りがないことを確認しました

会計監事 黒澤 元 2026年 9月 1日

日本数理生物学会
2026年度予算執行状況・2027年度予算

会計幹事 川口 勇生
(執行状況は2026年8月31日現在)

一般会計		2026年度予算	2026年度執行状況	2027年度予算
収入				
	繰越	4,641,000	4,894,430	5,265,000
	会費	1,000,000	1,259,400	1,000,000
	利子等	0	1,924	0
	計	5,641,000	6,155,754	6,265,000
支出				
	ニュースレター	20,000	0	(※1) 20,000
	選挙(含 発送費, 旅費)	100,000	0	(※2) 100,000
	通信費等			
	通信費	10,000	0	10,000
	奨励賞経費	15,000	0	10,000
	サーバ維持費	30,000	39,600	40,000
	特別委員会活動費			500,000
	事務局経費			
	外部委託	270,000	92,248	(※3) 150,000
	会員管理クラウドサービス	340,000	312,180	(※4) 340,000
	Web会議システム	23,000	23,375	(※5) 24,000
	ビジネスチャットツール	74,000	0	(※6) 74,000
	オンラインストレージ	16,000	15,840	(※7) 16,000
	事務諸経費	10,000	3,260	10,000
	特別会計へ	100,000	100,000	(※8) 100,000
	小計	1,008,000	586,503	1,394,000
	予備費(次年度繰越)	4,633,000	5,569,251	4,871,000
	計	5,641,000	6,155,754	6,265,000
特別会計		2026年度予算	2026年度執行状況	2027年度予算
収入				
	繰越	2,306,000	3,352,342	2,252,000
	繰入(一般会計より)	100,000	100,000	100,000
	大会還元金	0	0	0
	寄付	0	0	0
	計	2,406,000	3,452,342	2,352,000
支出				
	年会大会費(含 託児支援, 旅費)	300,000	300,000	300,000
	大久保賞関連	300,000	0	(※9) 300,000
	若手支援	200,000	600,000	(※10) 1,000,000
	小計	800,000	900,000	1,600,000
	予備費(次年度繰越)	1,606,000	2,552,342	752,000
	計	2,406,000	3,452,342	2,352,000

備考

- (※1) バックナンバー保管料
 (※2) 本年は選挙未実施のため、執行予定なし
 (※3) ロボットペイメント利用料
 (※4) SMOOSY利用料
 (※5) Zoomアカウントの購入(12ヶ月分)
 (※6) Slackアカウント利用料(未請求)
 (※7) Dropboxの購入(12ヶ月分)
 (※8) 次年度大会費のため特別会計へ繰入
 (※9) 大久保賞関連旅費
 (※10) 昨年度の総会では夏の学校支援として記載、2件各30万