

第41回個体群生態学会大会

プログラム・要旨集

The 41st Meeting of the Society of
Population Ecology

Abstract booklet

京都 同志社大学 寒梅館

2025年9月14日-16日



THE SOCIETY
OF
POPULATION
ECOLOGY

Contents

2025 年京都大会開催にあたって	2
大会案内	3
大会スケジュール	3
大会会場	3
会場アクセス	4
WiFi	4
ポスター	5
クローク	5
懇親会	5
名札 (重要)	5
ポスター賞 (重要)	5
Program	6
September 14	6
September 15	6
September 16	7
Symposium	8
企画シンポジウム Organized Symposium	8
公募シンポジウム Public Symposium	11
奨励賞受賞講演	15
シンポジウム発表要旨	16
ポスター発表リスト	32
ポスター発表要旨	35
参加者名簿	65

2025 年京都大会開催にあたって

2025 年の第 41 回個体群生態学会大会は、京都の同志社大学の施設をお借りして開催する運びとなりました。通常、個体群生態学会大会は 10 月から 11 月の間に開催されることが通例ですが、今回は会場の都合などもあって少し早い 9 月中旬の開催となりました。イレギュラーな日程で、参加者の皆さんや学会事務局に負担を強いてしまったかもしれません。お詫びいたします。

近年はインバウンドで海外からの観光客も多く、また夏場の猛暑もあって、この時期の京都は落ち着いて観光を楽しめるような環境ではないかもしれません。であればこそ、大会に集中してシンポジウムやポスター発表を楽しんでいただけるのではないかと思います。

今回の大会ではバリエーションのあるシンポジウムを開催する予定です。それらは、個体群研究の真ん中というより、個体群生態学と関連する周辺の研究分野との橋渡しを試みて、その可能性を探るような取り組みです。参加者の皆さんと、そうした新しい視点を共有できればと考えています。

この間の大会では、懇親会の開催もままありませんでしたが、今回は飲み放題の懇親会も準備しています。しっかり勉強し、しっかり飲むという個体群生態学会の伝統に則って楽しんでいただけたらと思います。

大会実行委員長 山内 淳

大会実行委員 阿部 真人、西田 貴明、山尾 僚

アドバイザー 伊藤 公一、難波 利幸

大会案内

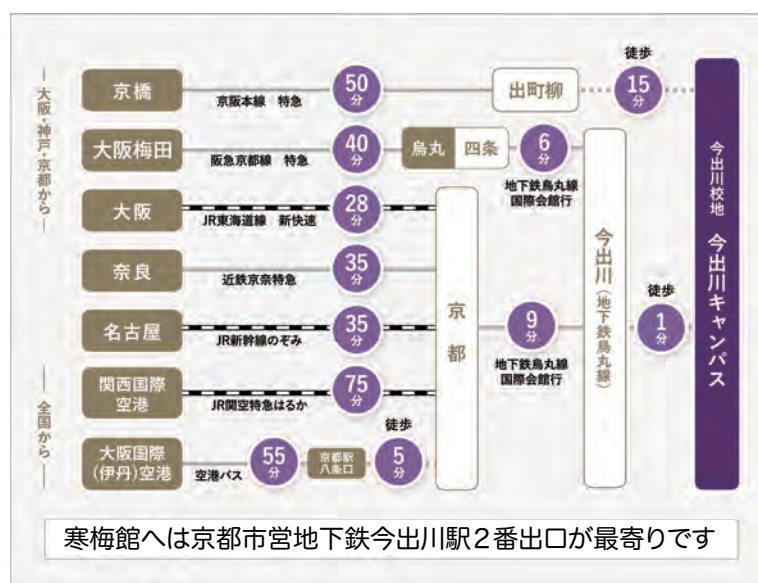
大会スケジュール

Sep. 14		Sep. 15		Sep. 16	
		8:15	registration		
		9:00	Organized symposium 3 「生態学を起点とした ネイチャーポジティブ・NbS の 社会実装の研究の展開」	9:00	Symposium 2 "Non-linear dynamics in structured population models"
		11:30	Poster session core time & Lunch time	11:30	Poster session core time & Lunch time
12:00	registration	14:00	Symposium 1 「気候変動が個体群に与 える影響をゲノムから予 測する」	13:00	Symposium 3 「数理と実証の協働： 経験者は語る」
13:15	Organized symposium 1 「風にのり、動物と共に広がる種 子散布研究 ― 新たなパターンとプロセスが描き 出す陸上生態系の進化史―」	16:00	Award ceremony & lecture	15:00	Symposium 4 「有性生殖の進化生態学」
15:45		16:15		15:15	
16:00	Organized symposium 2 「個体の移動・行動から紐解 く 生態系のダイナミクス」	17:15		17:15	
18:30					Poster award ceremony
		18:00	Banquet		

大会会場



会場アクセス



WiFi

大会会場ではeduroamが使用できます。ただし、同時に使用できる人数に限りがありますのでご配慮ください。

ポスター

A0 サイズのポスターを掲示できます。備え付けの画鋏を使って掲示してください。ポスターは9月14日12時から掲示可能です。9月16日15時までに撤去してください。学会期間中を通して掲示が可能で、張り替えはありません。コアタイムは9月15日11時30分～14時、9月16日11時30分～13時です。

クローク

クロークは9月14日の12時から荷物預かり可能です。クロークの終了は9月14日は18時50分、9月15日は17時30分、9月16日は18時です。懇親会の時間帯はクロークは閉鎖しますので、預けた荷物はそれまでに回収してください。

懇親会

懇親会は9月15日(月)の18時より、大会会場である同志社大学寒梅館の1階のカフェ、「Hamac de Paradis (アマーク・ド・パラディ) 寒梅館」で行います。

名札(重要)

名札については、参加登録の際に作成いただいた Confit の登録システム上の各自のポータルサイトからダウンロードできます。必ず事前に名札ファイルをダウンロードして印刷の上、会場までご持参ください。会場では名札ケースだけを準備しています。持参した名札を挿入してお使いください。

ポスター賞(重要)

当大会ではポスター賞にエントリーした若手研究者のポスターについて、大会参加者の投票に基づいてポスター賞を授与します。大会参加者の皆さんには受付の際にポスター賞の投票用紙をお渡しします。ポスター賞にエントリーしたポスターは、ポスターボードに記したポスター番号に＊印がついています。それらのポスターについて、研究内容、ポスターのデザイン、プレゼンのアピール力などに基づいて3件のポスターをお選びいただき、投票用紙に記載の上、投票くださるようよろしくお願いします。

Program

September 14 (Sun)

13:15 - 15:45 Organized symposium 1 (SO1)

タイトル: 風にのり、動物と共に広がる種子散布研究 — 新たなパターンとプロセス
が描き出す陸上生態系の進化史 —

Organizer: 井上輝紀、山尾僚 (京都大学)

16:00 - 18:30 Organized symposium 2 (SO2)

タイトル: 個体の移動・行動から紐解く生態系のダイナミクス

Organizer: 阿部真人 (同志社大学)

September 15 (Mon, Holiday)

9:00 - 11:30 Organized symposium 3 (SO3)

タイトル: 生態学を起点としたネイチャーポジティブ・NbS の社会実装研究の展開

Organizer: 西田貴明 (京都産業大学)

11:30 - 14:00 Poster session core time & Lunch

14:00 - 16:00 Symposium 1 (SP1)

タイトル: 気候変動が個体群に与える影響をゲノムから予測する

Organizer: 秋田鉄也 (水産研究・教育機構)

16:15 - 17:15 個体群生態学会奨励賞受賞講演

タイトル: 社会的ジレンマの可視化で読み解く共有地の悲劇

Awardee: 伊東啓 (長崎大学 熱帯医学研究所 国際保健学分野)

18:00 - 20:00 Banquet

September 16 (Tues)

9:00 - 11:30 Symposium 2 (SP2)

タイトル: Non-linear dynamics in structured population models

Organizer: 横溝裕行 (国立環境研究所), Samuel Gascoigne (University of Aberdeen),
Christina Hernández (University of Oxford)

11:30 - 13:00 Poster session core time & Lunch

13:00 - 15:00 Symposium 3 (SP3)

タイトル: 数理と実証の協働：経験者は語る

Organizer: 橋本洸哉 (弘前大学)、仲澤剛史 (国立成功大学)

15:15 - 17:15 Symposium 4 (SP4)

タイトル: 有性生殖の進化生態学

Organizer: 一色竜一郎 (総合研究大学院大学)、森田慶一 (理化学研究所 / 総合研究
大学院大学)

17:15 - ポスター賞授賞式

Symposium

企画シンポジウム Organized Symposium

SO1: 風にのり、動物と共に広がる種子散布研究 — 新たなパターンとプロセスが描き出す陸上生態系の進化史 —

Organizers: 井上輝紀、山尾僚（京都大学）

Symposium objective:

陸上生態系の基盤を支える植物の個体群や群集構造、それらの動態を理解するうえで、「移動・分散」は最も本質的かつ重要なプロセスである。Howe and Smallwood（1982）の総説以降、多様な種子散布のメカニズムが報告されており、それらが生態系において果たす役割の重要性に対する認識も一層高まってきている。近年では、種子散布様式の違いが種内・種間相互作用などに影響し、緯度クラインなどのグローバルな群集パターンの形成に寄与していることが明らかになりつつある。本シンポジウムでは、これら最新の知見を集約し、「植物の移動・分散」という視点から陸上生態系を俯瞰することで、新たな研究の方向性を探る。

- **SO1-01:** "Global changes in seed dispersal by animals: how species introductions and defaunation are reshaping seed dispersal networks and ecosystem functioning"

Evan Fricke (Massachusetts Institute of Technology)

- **SO1-02:** "Seed dispersal's impact on evolution of plant cooperative behavior"

Bo-Moom Kim (Kyoto University)

- **SO1-03:** "The effect of fecal microorganisms on seed germination and growth"

Teruki Inoue (Kyoto University)

- **SO1-04:** "Mutualistic interactions as drivers of forest ecosystem evolution"

Akira Yamawo (Kyoto University)

- **SO1-05:** "Integrating multiple approaches to seed dispersal research"

Teturo Yoshikawa (Osaka Metropolitan University)

SO2: 個体の移動・行動から紐解く生態系のダイナミクス**Organizers:** 阿部真人（同志社大学）**Symposium objective:**

生物個体の移動・行動は、採餌、繁殖、天敵回避、社会的相互作用といった個体の適応度に直結する基本的な現象である。これらは個体の生存や繁殖成功に直接影響を与えるだけでなく、個体群レベルの出生・死亡を通じて、個体数の増減、すなわち個体群動態に多大な影響を及ぼすと考えられる。さらに、移動や行動が変化することで、競争、被食・捕食、相利共生といった種間相互作用の強度やパターンが変化し、それが群集構造や生態系機能にまで波及する可能性がある。従来、移動や行動に関する研究は、個体または集団レベルに焦点を当て、行動の適応的意義といった進化的背景の解明を中心に進められてきた。しかし、それらの研究は断片的な観測や限られた条件下での定性的記述にとどまることが多く、移動・行動が生態系全体に及ぼす影響を包括的に理解するには至っていなかったといえる。近年、GPS やテレメトリーによるバイロギングや AI による画像解析などトラッキング技術革新によって、生物の移動・行動を高精度かつ長期間、広範囲にわたって定量的に計測することが可能となりつつある。同時に、空間構造を考慮した個体群動態モデルや、確率論的な移動モデル、ネットワーク解析、エージェントベースモデリングなど、理論的アプローチも発展している。これにより、個体の行動と個体群・群集・生態系レベルの現象をつなぐための実証的・理論的な接続点が見え始めている。本シンポジウムでは、生物個体の移動・行動の定量的な研究を通じて、生態系レベルまで理解を深めようとしている研究者にご講演いただく。個体の移動・行動が個体群動態や種間相互作用に与える影響などについて議論を深め、行動研究と生態系研究をつなぐ新たな視点を共有する機会としたい。

- **SO2-01:** 「生物の移動と個体群動態」

阿部真人（同志社大学）

- **SO2-02:** 「メタ群集での多種共存における”歪んだ”移動分散の効果」

勝原光希（岡山大学）

- **SO2-03:** 「塩分ストレスが淡水性プランクトンの捕食者－被食者動態に与える影響」

柴崎祥太（同志社大学）

- **SO2-04:** 「音響 GPS バイロギングに基づいたコウモリの採餌行動生態の理解」

藤岡慧明（同志社大学）

- **SO2-05:** 「捕食者と被食者の戦略が生み出す生物集団の動きのダイナミクス」

西海望（新潟大学）

SO3: 生態学を起点としたネイチャーポジティブ・NbS の社会実装研究の展開**Organizers:** 西田貴明（京都産業大学）**Symposium objective:**

現在進行中のネイチャーポジティブ、NbS・グリーンインフラに関する社会実装研究プロジェクトに関わる研究者から、研究プロジェクトの内容と社会実装に向けた課題認識を共有し、今後の同領域の一層の推進に向けた研究の方向性や、期待される社会制度のあり方を議論する。今後、さらに社会実装研究に期待される中で、次世代の研究者に向けて、社会実装において求められる多様な分野や主体の連携のあり方を模索したい。

- **SO3-01:** 「ネイチャーポジティブ・NbS の社会動向と本イベントの狙い」
西田貴明（京都産業大学）
- **SO3-02:** 「ネイチャーポジティブをめぐる二つの視点：トップダウンとボトムアップ」
近藤倫生（東北大学大学院）
- **SO3-03:** 「自然の恵みを社会に活かす生態学とその広がり」
吉田丈人（東京大学大学院）
- **SO3-04:** 「グリーンインフラを活かす社会とそれを支える科学・体制・資金」
西廣淳（国立環境研究所）
- **SO3-05:** 「自然共生サイトにおける環境 DNA 分析と希少種の保全にむけた小さなアクション」
源利文（神戸大学）

公募シンポジウム Symposium

SP1: 気候変動が個体群に与える影響をゲノムから予測する

Organizers: 秋田鉄也（水産研究・教育機構）

Symposium objective:

気候変動の進行により、多くの野生生物種が将来的に不適応な環境に直面することが予測されている。こうした変化に対し、個体群の遺伝的構成と将来の環境とのミスマッチを評価する手法として、ゲノミックオフセット法が注目されている。この手法は、現環境に適応した遺伝的構成が将来も維持されると仮定し、環境の変化に伴う不適合の大きさを空間的に定量化するものである。本シンポジウムでは、移動が限定的なスギから移動性の海産生物を対象に、遺伝構造や分散様式の異なる種における応用事例を紹介する。あわせて、ゲノミックオフセットの理論的背景や限界をふまえつつ、保全や資源管理への活用可能性について議論する。

- **SP1-01:** 「ゲノミックオフセット法による遺伝的不適合予測の現状と課題」

秋田鉄也（水産研究・教育機構）

- **SP1-02:** 「将来の気候変動シナリオ下におけるスギの遺伝的脆弱性の予測」

内山憲太郎（森林研究・整備機構）

- **SP1-03:** 「沿岸における環境勾配に関連した局所適応の証拠」

平瀬祥太郎（東京大学）

- **SP1-04:** 「沿岸性魚類へのゲノミックオフセット法の適用」

山本佑樹（水産研究・教育機構）

SP2: Non-linear dynamics in structured population models

Organizers: 横溝裕行 (国立環境研究所), Samuel Gascoigne (University of Aberdeen), Christina Hernández (University of Oxford)

Symposium objective:

This symposium brings together researchers whose work represents significant advances in understanding the complex behavior of populations under changing environments using structured population models. These models—ranging from classical matrix population models (MPMs) to more flexible integral projection models (IPMs)—describe population dynamics based on stage, age, or continuous traits such as size or physiological condition, accounting for the within-population structure often observed in wild populations. By incorporating nonlinear processes into these frameworks, researchers can more accurately capture real-world complexities such as transient dynamics, environmental stochasticity, nonlinear density dependence, and mechanisms of species coexistence.

- **SP2-01:** "Assessing the ecological impacts on *Trillium camschatcense* using exact life table response experiments and interstage flow matrices"

Hiroyuki Yokomizo (National Institute for Environmental Studies)

- **SP2-02:** "Density dependence impacts our understanding of population resilience and recovery"

Christina Hernández (University of Oxford)

- **SP2-03:** "How size-dependent demographic processes affect species coexistence in a changing environment"

Yoichi Tsuzuki (The University of Tokyo)

- **SP2-04:** "Quantifying demographic buffering using stochastic elasticities"

Samuel Gascoigne (University of Aberdeen)

SP3: 数理と実証の協働：経験者は語る**Organizers:** 橋本洸哉（弘前大学）、仲澤剛史（国立成功大学）**Symposium objective:**

生態学の様々な研究分野で、数理と実証の共同研究の重要性が謳われてきた。しかし、いざ共同研究をしたいと思っても、未経験者にはそのハードルは決して低くはない。本シンポジウムでは、コラボしたいけれども敷居が高い、そう感じている研究者の背中を後押しするために、実際に数理と実証の共同研究を行っている若手～中堅研究者を、実証寄りから数理寄りまで幅広くお招きして経験を共有する。発表を通して、数理研究者と実証研究者がどのように協力すれば、より楽しく、より価値のある研究を行うことができるかを考えたい。

- **SP3-01:** 「植物自然史の研究者が数理に出会う」
松本哲也（茨城大学）
- **SP3-02:** 「実証研究者が自分で数理をやってみる」
大崎晴菜（名城大学）
- **SP3-03:** 「実証研究者が数理研究者と科研費獲得するまで」
橋本洸哉（弘前大学）
- **SP3-04:** 「数理の院生が自分でデータを取ってみる」
明石涼（北海道大学）
- **SP3-05:** 「理論と実証の協働から偶然に生まれた私の生物群集観」
仲澤剛史（国立成功大学）
- **コメント:** 「実証研究者からみた数理との共同研究を進めるコツ」
佐藤拓哉（京都大学）

SP4: 有性生殖の進化生態学

Organizers: 一色竜一郎（総合研究大学院大学）、森田慶一（理化学研究所 / 総合研究大学院大学）

Symposium objective:

繁殖に関わる形質は実に多様であり、繁殖形質の進化を駆動する選択圧は、配偶戦略や受粉様式といった繁殖過程における様々な要因に起因することがわかってきた。繁殖形質の進化を詳細に理解するためには、これらの要因を統合的に扱う理論が不可欠だが、繁殖過程を精緻に扱う理論モデル研究は発展途上にある。本研究集会では「繁殖様式における多様性の創出」と「多様な繁殖様式における進化」、さらに繁殖形質の進化に伴う「種多様性の創出」と「種多様性の維持」という4つの視点から最先端の理論研究を紹介し、繁殖形質に関する進化生態学の奥深さを再認識したい。そして、これらの研究を俯瞰的に議論することで、繁殖過程を含む生活史全体を視野に入れたプロセスベースの進化理論の展望と、その生態学的・進化生物学的意義について議論を深めたい。

- **SP2-01:** 「配偶システムの多様化：資源防衛型からレック型への移行」
一色竜一郎（総合研究大学院大学）
- **SP2-02:** 「配偶体と孢子体が混在する個体群に生じる進化」
別所和博（埼玉医科大学）
- **SP2-03:** 「性選択による雑種種分化：理論と実験による統合的理解を目指して」
香川幸太郎（国立遺伝学研究所）
- **SP2-04:** 「外来植物の自殖化に駆動される性比進化がもたらす在来種との共存プロセス」
森田慶一（理化学研究所 / 総合研究大学院大学）

奨励賞受賞講演

受賞者

伊東 啓（長崎大学 熱帯医学研究所 国際保健学分野）

講演タイトル

社会的ジレンマの可視化で読み解く共有地の悲劇

受賞講演要旨

ゲーム理論および進化ゲームは、ヒトを含む生物の協力行動の進化や促進のメカニズムを解明するために精力的に研究されてきた。その中でも 2×2 の利得表（2人プレイヤー：2戦略）で規定されるペアワイズゲームは広く扱われ、協力行動の進化と促進を阻害する社会的ジレンマの理解に大きく寄与してきた。本講演ではまず、私が開発したジレンマ位相面（dilemma phase-plane）という手法を紹介する。この手法は、社会的ジレンマの構造を二次元平面上で可視化する手法であり、互惠ルールの導入が社会的ジレンマをどのように緩和するのか、それに伴いゲーム構造がどのように変化するのかを視覚的に捉えることを可能にする。続いて、この可視化手法を用いて、環境と行動が相互に影響しあう環境フィードバックを伴う進化ゲーム（evolving-feedback game）を俯瞰する。個体の行動が環境を変化させ、その環境変化が再び個体の戦略進化に影響を与えるフィードバックのもとで協力と環境がいかに崩壊し、共有地の悲劇に至るのか、そのダイナミクスとメカニズムを考察し、今後の展望についても議論したい。

シンポジウム発表要旨

SO1-01: Global changes in seed dispersal by animals

Speaker: Evan Fricke

Affiliation: Massachusetts Institute of Technology

Seed dispersal by animals has long shaped terrestrial biodiversity, influencing coevolutionary trajectories, plant distributions, and ecosystem responses to environmental change. Yet this key ecological process is being rapidly transformed by global change. In this talk, I present results of a global synthesis of plant-frugivore interaction data to show how human-driven species introductions and defaunation are altering the structure and function of seed dispersal networks globally. By compiling network data from studies conducted across the world, I demonstrate that biotic homogenization—a pattern well-documented in species occurrence records—is now increasingly evident in species interaction networks. This blurring of historical biogeographic patterns is altering the coevolutionary context in which plant-frugivore mutualisms operate. Incorporating data on the seed dispersal function provided by animals and their changing geographic distributions, I next assess the consequences of bird and mammal defaunation for seed dispersal function. Using trait-based models and global species distribution data, I estimate that defaunation has reduced plants' ability to track climate change by 60%. This loss of climate-tracking dispersal represents a troubling synergy between biodiversity loss and climate change. Together, these studies reveal that seed dispersal networks—once shaped by coevolution and spatial barriers—are increasingly restructured by species introductions and local extinctions. Anticipating the future of terrestrial ecosystems will require accounting for these shifting mutualisms and their cascading ecological consequences.

SO1-02: Seed dispersal's impact on evolution of plant cooperative behavior

Speaker: Bo Moon Kim

Affiliation: Center for Ecological Research, Kyoto University

Roots play a central role in plant competition for belowground resources. In the presence of competitors, plants often exhibit root overproliferation, a behavior explained by game theory as a tragedy of the commons (TOC), where individual-level strategies undermine group benefit. However, some plants can recognize genetically related individuals (kin) and reduce root growth when facing them, thereby avoiding unnecessary competition. Still, how seed dispersal and kin recognition influence the evolution of such cooperative behavior remains unclear.

In this study, we investigated the evolutionary dynamics of cooperation in plants capable of kin recognition. We focused on the effects of seed dispersal range and kin recognition range. Using a spatially explicit model, we assumed that plants adopt one of two root production strategies depending on whether their neighboring competitor is identified as kin or non-kin. Kin recognition was defined by shared ancestry within a certain number of generations. Plant fitness was modeled as the net gain from resource acquisition minus the cost of root production. Seeds were dispersed within a limited spatial range, and we examined how variations in seed dispersal and kin recognition influenced the evolution of cooperative root strategies.

Our results showed that cooperation evolved when both seed dispersal and kin recognition ranges were small, favoring cooperative behavior among nearby relatives. In contrast, when the kin recognition range was large, evolutionary outcomes depended on seed dispersal. With limited dispersal, plants cooperated with kin and responded aggressively to non-kin. With broad dispersal, plants competed even with kin and were moderately aggressive toward non-kin.

These findings suggest that cooperative behavior in plants is shaped by spatial structure and life-history traits such as seed dispersal, offering new insights into the evolutionary ecology of plant competition.

SO1-03: The effect of fecal microorganisms on seed germination and growth**Speaker:** Teruki Inoue**Affiliation:** Kyoto Univ.

More than half of all tree species on Earth rely on endozoochory, a form of seed dispersal in which seeds are ingested and later excreted by animals. During this process, seeds are deposited within the feces of their dispersers. Previous studies have demonstrated that animal feces, rich in nutrients and moisture, can enhance seed germination and seedling growth. Thus, seed deposition in feces is often considered beneficial for plant recruitment via endozoochory. In addition to nutrients and water, feces also contain diverse microorganisms derived from the gut of the disperser. Although the role of beneficial microbes such as mycorrhizal fungi and plant growth-promoting bacteria in plant growth is increasingly recognized, the specific contribution of fecal microorganisms to endozoochory remains largely unexplored. To address this gap, I conducted a germination experiment comparing feces with and without microorganisms. I also performed DNA metabarcoding to characterize microbial communities in the feces, soil samples collected during germination, and seedling root samples collected approximately three months after germination. The results showed that seeds treated with feces containing microorganisms germinated about 15 days earlier than those in other treatments. Additionally, seedlings in the feces treatment grew approximately 8% taller. DNA metabarcoding revealed distinct microbial communities among treatments in soil and root samples. Notably, several operational taxonomic units (OTUs) derived from feces were positively associated with faster germination. In this presentation, I will introduce the results of my current experiments and discuss future research directions to uncover novel microbial-mediated advantages of endozoochory for plants.

SO1-04: Mutualistic interactions as drivers of forest ecosystem evolution**Speaker:** Akira Yamawo**Affiliation:** Kyoto Univ.

Since plants colonized land approximately 470 million years ago, they have developed diverse dispersal modes, including wind, gravity, and animal-mediated dispersal. These strategies facilitated their distribution and played a critical role in establishing terrestrial ecosystems. Various factors, including ecological interactions and environmental pressures have driven the evolution of seed dispersal. My study centers on mycorrhizal symbiosis, prevalent in most plant species. I am exploring its influence on the evolution of seed dispersal modes mediated by intraspecific interactions. I hypothesized that tree species associated with arbuscular mycorrhizal fungi, which often negatively impact conspecific seedlings, are more likely to evolve animal-mediated seed dispersal allowing for longer distances. Conversely, species associated with ectomycorrhizal fungi, which typically benefit conspecific seedling survival and growth, are more likely to rely on wind or gravity for shorter-distance dispersal. To test this hypothesis, I analyzed data from over ten thousand tree species worldwide, examining seed dispersal modes derived from fruit types in relation to their mycorrhizal associations. The results demonstrate a strong evolutionary correlation between seed dispersal modes and types of mycorrhizal symbiosis. Additionally, pollination mode, another key plant dispersal trait, was strongly associated with both seed dispersal and mycorrhizal type. In this talk, I will discuss how the interconnected evolution of seed dispersal, pollination, and mycorrhizal symbiosis has shaped the tree community structures of global forest ecosystems, incorporating the latest findings and insights.

SO1-05: Integrating multiple approaches to seed dispersal research**Speaker:** Tetsuro Yoshikawa**Affiliation:** Osaka Metropolitan University

Seed dispersal has profound impacts on plant ecology and evolution, and plays a crucial role in maintaining ecosystem persistence and resilience. Ecologists have employed a variety of approaches to uncover these wide-ranging effects. In this talk, I will provide a brief overview of the main approaches used in seed dispersal research. I will emphasize the importance of integrating multiple methodologies—such as fieldwork, theoretical modeling, statistical modeling, and natural history knowledge—to advance our understanding of seed dispersal in the future.

SO2-01: 生物の移動と個体群動態**Speaker:** 阿部 真人**Affiliation:** 同志社大学

生物個体の移動は、採餌、繁殖、天敵回避、社会的相互作用といった個体の適応度に直結する基本的な現象である。近年、GPS やテレメトリーによるパイロギングや AI による画像解析などトラッキング技術革新によって、生物個体の移動を高精度かつ長期間、広範囲にわたって定量的に計測することが可能となった。これらの手法で得られた移動軌跡を解析すると、直線的な移動の長さや活動時間の長さ、非活動時間の長さは多くの場合、べき分布に代表されるような裾の重い分布に従うことが明らかになってきた。理論解析の結果から、直線的な移動の長さが裾の重い分布に従うことで餌等を探索する際の効率を向上させるといった、適応度や種間相互作用に直結する性質も明らかになってきている。つまり、移動特性は個体群動態へ多大な影響を及ぼすことは想像に難くない。本講演では、シンポジウムの企画趣旨を述べた後、生物の移動軌跡研究について概観し、個体群動態への影響を数理モデルによって明らかにした研究について紹介する。それらから生物個体の移動特性と個体群動態の関係について議論したい。

SO2-02: メタ群集での多種共存における”歪んだ”移動分散の効果**Speaker:** 勝原 光希**Affiliation:** 岡山大学

移動分散はあらゆる生態系に普遍的なプロセスであり、群集動態を考える上で重要な役割を担っている。特に、移動分散の程度は種間競争の帰結を決定する重要な要因であることが知られており、古典的な研究では、局所的に共存不可能な種のペアで、分散能力の制限が地域的な共存を可能にし得ることが示されている（移動分散の距離が短いほど、共存が促進される）。これまでの研究では、各種が等方的な分散（例、真円状の分散）が仮定されることが多く、異方的で方向性が偏った分散（例、楕円状の分散）が共存可能性にもたらす影響については、ほとんど調べられていない。しかし自然界で真円状の分散カーネルを持つことはむしろ稀であることが期待され、実際に様々な分類群で方角や標高方向に偏った分散カーネルを持つことが報告されている。そこで本研究では、競争関係にある2種の二次元格子空間上のダイナミクスを用い、様々な環境異質性の条件下でシミュレーションを行うことで、楕円状に歪んだ分散が共存を促進するのかどうかについて検証を行った。さらに、現代共存理論の枠組みに基づいて侵入増殖率を分解し、それぞれの共存メカニズム（空間的なストレージ効果、増殖率と密度の共分散）の共存に対する寄与を調査した。結果から、分散の“歪み”の程度は、分散距離と同様に、共存可能性に影響を与えることが明らかになった。具体的には、分散が環境勾配に対して直行する方向にバイアスしている場合には共存が促進される一方で、分散が環境勾配に対して並行する方向にバイアスしている場合には共存可能性が低くなることが示された。本発表では、これらの結果を踏まえて、共存の条件（背景となる生息環境がどのような環境異質性を持つ場合に共存が促進されるのか）やメカニズム（空間的なストレージ効果と増殖率と密度の共分散がどの程度侵入増殖率に寄与するのか）について議論したい。

SO2-03: 塩分ストレスが淡水性プランクトンの捕食者-被食者動態に与える影響**Speaker:** 柴崎 祥太**Affiliation:** 同志社大学

人間活動は多くの生物に悪影響を及ぼしている。例えば、淡水域の塩水化によって淡水性プランクトンの出生率低下や死亡率上昇が報告されている。こうした影響は個体群に直接作用するだけでなく、種間相互作用を変化させることで間接的にも現れる可能性がある。例えば、淡水性緑藻であるクラミドモナスは、捕食者（ワムシなどの動物プランクトン）に対する防御として多細胞からなる凝集体を形成するが、塩分ストレス下でも凝集体を形成する。これらを踏まえると、塩分ストレス下では緑藻の凝集体の形成が促進され、捕食者は、塩分による死亡率上昇と、凝集体形成による捕食速度低下という二重の悪影響を受けると予想される。そこで本研究では、緑藻とワムシからなる被食者-捕食者系において、塩分ストレスが個体群動態に与える影響を評価した。まず、クロレラ (*Chlorella vulgaris*) とクラミドモナス (*Chlamydomonas sphaeroides*) の2種類の淡水性緑藻を、塩分 (0.06M NaCl) を加えた培地と加えていない培地で単独培養した。その結果、塩分ストレス下でクロレラはほとんど凝集体を形成しないが、クラミドモナスは10細胞以上からなる凝集体を形成することがわかった。次に、クラミドモナスとツボワムシ *Brachionus elevatus* を、塩分を加えた培地と加えていない培地で一週間共培養した。これらの個体群動態の時系列データに対し、Lotka-Volterraモデルを当てはめてパラメータ推定を行なった。ツボワムシの死亡率は塩分ストレス下では86%上昇する一方で、クラミドモナスに対する捕食率は15%低下していた。このことから、塩水化は捕食者に直接的かつ間接的に悪影響を及ぼしていることが明らかになった。

SO2-04: 音響 GPS バイオロギングに基づいたコウモリの採餌行動生態の理解**Speaker:** 藤岡 慧明**Affiliation:** 同志社大学

コウモリは超音波で獲物を探索・検知・捕食しながら飛行する。特に、小型の食虫性コウモリは、農業害虫も含まれる小型飛翔昆虫を大量に捕食することが知られている。我々はこれまで、コウモリの採餌飛行時における行動戦略を調べるために野外においてマイクロホンアレイ計測を実施し、コウモリが獲物を次々と捕食するために超音波で次の獲物位置を先読みして効果的な軌道計画を行っていることを明らかにしてきた。しかしながら、これまでに多く行われてきたこのような定点計測では、非常に限られた側面しか計測できないという問題点があった。そこで我々は、近年において小型化が進んでいる GPS バイオロギング技術を食虫性コウモリに応用し、さらに放射超音波の情報も積極的に利用することによって、採餌イベントおよび意思決定過程の分析に基づいたコウモリの大規模採餌行動生態の理解を目指した。本発表では、これまでに得られた我々のバイオロギング研究の成果について紹介し、近年において国際的に問題となっているバットストライク（コウモリの風力タービンへの衝突）および感染症伝播との関りについても考察する。

SO2-05: 捕食者と被食者の戦略が生み出す生物集団の動きのダイナミクス**Speaker:** 西海 望**Affiliation:** 新潟大学

餌を食べること、そして捕食者に食べられないことは、どちらも生存する上で極めて重要な要素である。捕食者と被食者は、これら二つの要素がぶつかり合う関係にあり、互いに相手に打ち勝つように戦術を構築し、長い共進化の道を歩んできた。こうした捕食者と被食者の間の駆け引きに加え、被食者の集団内においては誰が犠牲になるかといった同種内の駆け引きがあり、また捕食者の集団においても限られた餌資源をめぐる駆け引きがある。このようにして、捕食にまつわる形で、様々な個体間の相互作用が繰り返され、それが食物網の根底をなしていると言える。本講演ではこうした相互作用の中で、集団内での利己的な防衛戦術に着目し、カエルやハトなどを題材とした具体例を紹介するとともに、それによって集団の離合集散のダイナミクスがどのように描かれるのかについても紹介する。

SO3-01: ネイチャーポジティブと NbS/グリーンインフラの社会実装の現状と課題**Speaker:** 西田 貴明**Affiliation:** 京都産業大学

近年、ネイチャーポジティブ（Nature Positive）や自然を基盤とした解決策（Nature-based Solutions: NbS）が、国際的な環境政策の中心的概念として注目されている。2022年に採択された昆明・モントリオール生物多様性枠組では、「2030年までに生物多様性を回復軌道に乗せること」が目標として掲げられ、日本国内でも「生物多様性国家戦略2023-2030」において同様の方向性が示されている。こうした中、環境省は、民間や地域の保全活動を認定する「自然共生サイト」制度を創設し、国際目標の達成に向けた保全地を面的に拡大する取り組みを進めている。また、国土交通省では、NbSの国内実装として「グリーンインフラ」政策を展開し、防災・流域治水・都市再生・生態系ネットワーク形成など、多様な分野と連携した自然の機能の活用が推進されている。こうした政策と実践を支える知的基盤として、生態学が果たす役割はきわめて重要である。生態学は、生物多様性の科学的根拠に基づいた空間計画の配置、保全・再生の設計、生物多様性のモニタリングと評価等の基盤情報をもたらす。また、今後は新たな知見や技術の提供にとどまらず、科学と社会をつなぐ先導役・調整役として、地域や政策現場での対話の促進や合意形成、さらには次世代の人材育成においても重要な機能が求められる。本発表では、ネイチャーポジティブおよびNbSに関する国内外の動向と制度的枠組みを概観するとともに、本シンポジウムにおける中心的論点として、生態学を起点とした様々な社会実装研究の展開について議論したい。

SO3-02: ネイチャーポジティブをめぐる二つの視点：トップダウンとボトムアップ**Speaker:** 近藤 倫生**Affiliation:** 東北大学

ネイチャーポジティブが対象とするのは、主に生態系や生物多様性といった自然の要素であり、それに伴い2つの重要な特徴を持つ。第一の特徴はマルチステークホルダー性である。自然は食料、水資源、気候緩和、文化的価値など多様な形で人間社会に貢献し、その利用方法は多様であるため、関与する主体も価値観も多岐にわたる。第二の特徴は地域性である。自然は地域性が強く、特定の場所に根ざして存在しており、その恩恵を最も受けるのも、その変化に最も影響を受けるのも、地域のステークホルダーである。ネイチャーポジティブは、自然資本の持続的な管理と運用の問題として捉えることができるが、これら2つの特徴から、大きく「トップダウン」と「ボトムアップ」という2つの視点が重要となる。トップダウンは、企業や金融機関が自らのサプライチェーンや投資先に潜むリスクと機会を評価し、指標やルールに基づいて行動する枠組みであり、TNFDなどに象徴される。他方、ボトムアップは、自然が存在する現場の視点に立ち、地域の住民や生産者などが主体となって、自然との関係性を持続的に築こうとするものである。両者は空間スケールも論理も異なるため、目標や評価基準にギャップが生じうる。TNFDにおいても地域とのエンゲージメントが求められているが、これはボトムアップの視点をトップダウンに取り込む一つの仕組みと位置づけられる。その橋渡しには、科学的な知見を共有しながら地域で合意形成を進め、地域で設定された目標がトップダウン側に適切に組み込まれる設計が必要である。とくに、生態系の持続的利用を実現するには、持続性に最も強い利害をもつ地域の主体が発言力をもち、ネイチャーポジティブの実現に積極的に関与できるようにすることが、その本質的成功条件となる。学術は、ネイチャーポジティブをめぐる二つの視点を調和的に接続させる際に、いかなる役割を果たすことができるだろうか。

SO3-03: 自然の恵みを社会に活かす生態学とその広がり**Speaker:** 吉田 丈人**Affiliation:** 東京大学

生物多様性や生態系がなぜ大切で守るべき存在なのかについて、生態学者はさまざまな視点と方法により科学的な知を蓄積し、市民や社会にその情報を提供してきた。いわゆる「経済成長」に伴う生物多様性の損失と生態系の劣化に対して数多くの対策がなされてきたにも関わらず、損失と劣化の傾向は継続している。生物多様性と生態系を対象とする学術分野である生態学に多くの期待が集まるのは、この危機感が社会で広く共有されつつあることに由来する。しかし、子供たちの自然体験が減り自然離れが進むなか、将来世代に豊かな生物多様性と健全な生態系を受け継ぐことができるか、その岐路に立っている。生態学は、生物多様性と生態系が守るべき存在であることを、今以上の説得力をもって多くの人々や社会に提示することができるだろう。

「自然の恵みを社会に活かす」という視点は、暮らしや経済が地域の自然に強く依存していた近代以前への郷愁だけでなく、希薄化した人と自然のつながりを再構築し持続可能な社会－生態システムを実現しようとする現在にも不可欠である。さまざまな議論があるにせよ「生態系サービス」の概念はその足掛かりであり、「自然の恵み」という社会概念に科学的な輪郭を与えてくれる。生態系サービスの科学は近年急速に発展しており、例えば、サプライ・ニーズ・フローの概念が実際の評価に適用されつつある。一方、自然の恵みが「一人一人の幸せ」をどう支えているかについても、ウェルビーイングの科学の発展とともに、具体的な分析概念の提示とそれを適用した評価が進められるようになった。

共同研究者と私は、千葉県印旛沼流域に位置する佐倉市を対象に、地域の自然をグリーンインフラと捉え、その機能（生態系サービス）のサプライ・ニーズ・フローとウェルビーイングを構成する各種要素との関連を研究している。本講演では、その学際的・超学際的な研究の最新成果について紹介する。

SO3-04: グリーンインフラを活かす社会とそれを支える科学・体制・資金**Speaker:** 西廣 淳**Affiliation:** 国立環境研究所

本講演では、内閣府 SIP グリーンインフラ課題および環境研究総合推進費「気候変動適応と緩和に貢献する NbS – 流域スケールでの研究 –」と関連して進めている、印旛沼流域におけるグリーンインフラの社会実装に向けた取り組みを紹介する。印旛沼流域では、生態系機能や生物多様性に関する科学的知見を共有する情報基盤の整備とともに、水循環基本法に基づく「印旛沼流域水循環健全化会議」との連携を重視し、流域スケールでの連携体制の構築を進めている。また、自治体ごとの事情に即した地域プラットフォームの形成にも注力しており、たとえば富里市では温暖化対策地域計画に基づく協働体制が、印西市では市と市民団体の共同による「いんざい里山グリーンインフラ推進協議会」が設立された。さらに、地域の多様なステークホルダーをつなぎ、流域スケールでのデータや政策を活用するには中間支援者の役割が不可欠であり、その機能を担う法人（一般社団法人 SODO）を立ち上げ、科学・行政・市民の対話と協働を促進している。これらの活動を通じて、プロジェクト終了後も自立的に機能し続ける体制と資金のメカニズム構築を目指している。本講演では、こうした実践の中で見えてきた課題と展望を共有し、ネイチャーポジティブやグリーンインフラの社会実装における科学と地域の接点のあり方を検討したい。

SO3-05: 自然共生サイトにおける環境 DNA 分析と希少種の保全にむけた小さなアクション**Speaker:** 源 利文**Affiliation:** 神戸大学

30by30 目標の達成に向けて自然共生サイトの認定が進んでおり、2025 年 6 月の時点で合計 328 箇所が認定されている。そのうちのひとつである、「神戸の里山林・棚田・ため池」においては、セトウチサンショウウオやキキョウといった希少な動植物が確認されている。本講演では、自然共生サイトのモニタリング手段として環境 DNA 分析を用いている事例を紹介するとともに、その結果から見えてきた保全上の課題を解決するための小さなアクションについて紹介する。「神戸の里山林・棚田・ため池」にはさまざまな景観要素が含まれているが、我々が対象としているのは、耕作放棄から 40 年以上が経過して森林化した区域と（森林区域）、耕作放棄から 10 年ほど経過したが環境保全団体などの努力で棚田の景観が残された区域のふたつの区域（棚田区域）である。それぞれの区域にセトウチサンショウウオが分布することが知られていたが、とくに森林区域ではその繁殖地である放棄ため池の状態が悪く、同種の個体群の存続が危ぶまれている。そこで、まず両区域のそれぞれ 5-6 のため池を対象とした環境 DNA 分析と水質調査によって、同種の繁殖地の確認及び、その実情を調査した。その結果、調査したすべてのため池をセトウチサンショウウオが繁殖に利用していること、森林地区においては溶存酸素濃度の低下によって、生まれた幼生が上陸に至っていない可能性があることなどが明らかになった。この結果を受け、森林地区のふたつの池でそれぞれ 2023 年と 2024 年の冬に池の底に溜まったリターのかき出し作業を行ったところ、どちらの池も溶存酸素濃度の改善が見られた。さらに、2025 年の 7 月時点で、どちらの池も上陸直前の幼生が生残していることも確認された。環境 DNA 分析と、手作業でできる環境への介入の組み合わせで希少種の保全につながる可能性を示した事例として報告したい。

SP1-01: ゲノミックオフセット法による遺伝的不適合予測の現状と課題**Speaker:** 秋田 鉄也**Affiliation:** 水産研究・教育機構

ゲノミックオフセット（genomic offset）法は、現在の遺伝的組成が現環境に局所適応して最適化されており、それが将来も維持されると仮定した上で、将来予測される環境とのミスマッチ（不適合）の大きさを定量化する手法である。気候変動に対する個体群の遺伝的応答を評価する手法として近年急速に注目されているが、その性能や限界については依然として検証の余地が大きい。

本講演では、まずゲノミックオフセット法の基本的な考え方と計算手法を概説し、これまでにどのような種やデータセット、解析手法で応用されているかについて文献調査の結果を紹介する。続いて、シンポジウムにおける他の 3 名の講演内容を簡単に紹介し、それぞれがゲノミックオフセット法のどのような側面を扱っているのかを事前に俯瞰する。

さらに、シンポジウム後半では、ゲノミックオフセット法の妥当性を評価する目的で行われた既存のシミュレーション研究（Lotterhos 2023, PNAS; Lind & Lotterhos 2024, Mol. Ecol. Resour.）を取り上げ、本手法の限界や解釈上の留意点について検討する。特に、適応領域に限定したマーカーの使用可否、複数の環境因子の扱い方（同時に用いるか絞り込むか）、外挿の影響の程度といった分析設計の違いに着目し、ゲノミックオフセットの予測精度がどのように変動するかを確認する。あわせて、他の予測手法や実験的アプローチがどのように補完的に機能しうるかについても議論したい。

SP1-02: 将来の気候変動シナリオ下におけるスギの遺伝的脆弱性の予測**Speaker:** 内山 憲太郎**Affiliation:** 森林総合研究所

広域に分布する樹木種では、生育環境に対する遺伝的適応（局所適応）が認められることが多い。この背景には、環境応答に関わる適応的遺伝変異（以下、AGV）の空間的な偏在があると考えられるが、AGVの地理的分布や選択圧の空間パターンは依然として不明な点が多い。局所適応が存在する場合、気候変動への応答は地域によって異なると予想されるため、AGVの地理的分布の理解は、局所適応の解明のみならず、将来的な気候変動に対する適応可能性の評価にも重要な問題である。長命な樹木種は、急速な気候変動に対し移住が間に合わず、現在の集団の遺伝変異で対応する必要があると予想される。

スギ（*Cryptomeria japonica*）は、青森県の鱒ヶ沢から鹿児島県の屋久島まで、広範な気候条件下に分布しており、古くから地域環境への適応性が指摘されてきた。本研究では、スギの将来気候下での影響を予測するため、全国のスギ天然林 22 集団・249 個体から得られた 31,676 SNPs を用い、気候変数との関連解析から 240 座の候補 AGV を特定した。次いで、11 の気候変数と AGV のアレル頻度の変化パターンを Gradient Forest モデルにより定量化した。解析の結果、冬季の気温、夏季および冬季の降水量が AGV の地理的分布を説明する主要な要因として抽出された。また、日本海側の多雪地域および太平洋側の多雨地域において、特に強い選択圧が作用している可能性が示唆された。さらに、将来の気候下における AGV の予測分布と現在の分布とのずれ（遺伝的オフセット）を評価した結果、西南日本を中心に、現行の遺伝的構成では適応度が低下するリスクの高い地域が明らかとなった。今後は、産地試験地での形質データとの照合や、考慮されていない環境要因・移住の効果の組み込みを通じて、予測モデルの改善が必要となるだろう。

SP1-03: 日本列島沿岸における環境勾配に関連した局所適応の証拠**Speaker:** 平瀬 祥太郎**Affiliation:** 東京大学大学院農学生命科学研究科

開放的な海洋環境では広範な遺伝子流動が生じるため、地域環境に適応的な変異の固定、すなわち、局所適応は生じにくいと考えられてきた。一方、近年、欧米の沿岸生物種において環境勾配への局所適応を反映した集団構造が存在することが示され、海洋環境下でも局所適応が生じ得ることが広く認識されつつある。日本列島は南北に長く、沿岸域では明瞭な環境勾配が生じているにも関わらず、こうした局所適応の実例は限られている。本講演では、日本列島の沿岸生物種における局所適応を集団ゲノミクス、コモンガーデン実験およびゲノム環境関連解析によって研究した 2 つの事例を紹介する。ハゼ科魚類のシロウオは日本列島の浅海域に広域的に分布する年魚であり、各緯度集団は異なる気候環境に生息している。まず、各緯度集団由来の親魚から得られた孵化仔魚を用いて、共通の飼育環境下で育成するコモンガーデン実験を行った結果、成長速度において緯度と関連した変異が検出され、高緯度集団が高い成長速度を有していることが示された。次に、集団ゲノミクス解析を行った結果、高緯度集団と低緯度集団間での歴史的な遺伝子流動が示唆された一方で、最終氷期における独立した人口学的動態も示唆され、そのような集団動態が局所適応と関連していると考えられた。大型アワビ類であるエゾアワビとクロアワビは、それぞれ *Haliotis discus* に属する寒流系と暖流系の亜種と考えられており、分布域は北部と南部で分かれている。集団ゲノミクス解析は、亜種に対応する 2 つの遺伝的クラスターの存在を示し、それら集団構造は距離による隔離だけで説明することはできなかった。さらに、33 個の環境変数に基づいて算出した地域集団間の環境距離と遺伝距離の間に有意な関連が示され、冗長性分析を用いたゲノム環境関連解析は、秋の平均海水温が集団構造と強く関連していることを示した。

SP1-04: 沿岸性魚類へのゲノミックオフセット法の適用**Speaker:** 山本 佑樹**Affiliation:** 水産研究・教育機構**【研究の背景】**

記録的な海水温の上昇に伴い、近年では海洋生物種の生息地や群集構造が変化し、漁業活動にも大きな影響をもたらしている。特に海水温などの海洋環境変化の影響を受けやすい沿岸性の生物においては、今後の海洋環境の変化が種や集団の存続に大きな影響を及ぼし得る。予測される環境変動に対する集団の脆弱性を明らかにできれば、効果的な保全方策や資源管理政策を講じることが可能となる。近年では、ゲノム情報と生息地の将来環境予測を併用することで、環境変動に伴う遺伝的組成のミスマッチを評価し、各集団の遺伝的脆弱性を評価するゲノミックオフセット (genomic offset) 法が注目を集めている。しかし、海産魚類の野生集団に本方法を適用した事例はわずかで、解析結果に対する妥当性や頑健性は詳しく分かっていない。本研究は、遺伝的集団構造の特徴が異なる沿岸性異体類 2 種を対象にゲノミックオフセット法を適用し、本方法の実用可能性について検討した。

【沿岸性異体類への適用】

マコガレイとマガレイは、主に水深 100m 以浅に生息する定住性の強い沿岸性異体類である。2 万 SNPs 座を超える集団ゲノム解析の結果、両種とも日本列島沿岸に複数の地域集団が形成されていることが明らかになった。マコガレイは主に遺伝的浮動に起因した集団間の大きな分化が認められた一方で、マガレイの分化程度は比較的小さいながらも、集団構造の形成に自然選択の関与が大きいことが示唆された。両種についてそれぞれ Gradient Forest 解析を行い、標本集団間のアリル頻度の差異と環境特性との関係をモデリングし、CO₂排出量の多寡と関連した複数の将来環境変動シナリオの基で各集団の遺伝的脆弱性を調べた。講演では遺伝的集団構造が異なる両種を比較しつつ、解析結果を紹介する。また、サンプル数やマーカーセットを変えた解析結果に基づき、本方法の頑健性についても議論する。

SP2-01: Ecological Impacts on *Trillium camschatcense* via exactLTRE and interstage flows**Speaker:** Hiroyuki Yokomizo**Affiliation:** National Institute for Environmental Studies

Life table response experiments (LTREs) are widely used to decompose differences in population growth rates (λ) into contributions of vital rates, based on stage-structured population matrices. However, conventional LTREs are limited to changes in λ and cannot assess how environmental factors influence the flow of individuals among life stages (interstage flow). To address this limitation, we developed a novel analytical approach that combines exact LTRE with interstage flow matrices, allowing detailed assessment of environmental impacts on population structure and dynamics through stage-specific individual movements. In this study, we applied this framework to long-term demographic data of *Trillium camschatcense*, a perennial forest herb in Hokkaido, Japan. Using exact LTRE and interstage flow matrices, we analyzed how habitat fragmentation and interannual environmental variation influence both population growth and individual flow among life stages. The results showed that habitat fragmentation had only a minor effect on population growth rate. However, in fragmented populations, the flow of individuals remaining in the 1-leaf and 3-leaf stages increased significantly, suggesting prolonged development. Reproductive-stage flows, by contrast, showed no significant change. In contrast, annual environmental variation had a substantial effect on population growth. Warmer years were associated with increased residence in the 1-leaf stage, which strongly contributed to higher λ . These findings suggest that environmental changes can influence population performance not only by altering reproduction or survival but also by modifying developmental transitions and stage durations. Our results demonstrate that combining exact LTRE with interstage flow analysis provides a powerful tool to uncover stage-specific demographic responses to environmental stressors, offering novel insights into how ecosystems respond to fragmentation and climate variability.

SP2-02: Density dependence impacts population resilience and recovery**Speaker:** Christina Maria Hernandez**Affiliation:** Univ. of Oxford

Population regulation is a key component of ecological systems: populations do not grow infinitely. This regulation can occur via various density-dependent factors that can influence the vital rates of growth, survival, and/or reproduction. Despite wide acceptance of the concept of population regulation, the vast majority of structured population models (where individuals are structured by age, size, and/or developmental stage) are density-independent. Here, I present both recent theoretical work on how density dependence impacts demographic resilience and a novel approach to project density-dependent population recovery in data-poor species. In our theoretical virtual species approach, the apparent resilience of populations either increases or decreases with population density, depending on which vital rate is density-dependent. Additionally, density-independent models underpredict recovery time, making them poor indicators of response to disturbance if the underlying processes are density-dependent. We have expanded on this work to explore how researchers and conservationists can and/or should incorporate density-dependent processes into long-term projections of population recovery. Population recovery efforts target species and populations that are at low density, limiting the data available to parametrize density-dependent processes that may influence the recovery process. Using the case study of the Amazonian freshwater turtle (*Podocnemis expansa*) and their recovery from hunting pressure, we have developed generalized tools for population recovery projections in the face of limited information. These tools are available in a user-friendly format to enable conservation managers to explore different scenarios of density-dependent recovery for any species based on available population data, past literature, and expert knowledge. Together, the results of our work will help inform future research and the building of robust practices in nature conservation.

SP2-03: How size-dependent demographic processes affect species coexistence**Speaker:** Yoichi Tsuzuki**Affiliation:** Univ. of Tokyo

Survival and reproduction of an individual are subjected to the combined impacts of abiotic environmental variations and both intra- and interspecific competition throughout the lifespan. Size is an important characteristic that modulates responses to environmental changes and competitive pressure, thereby shaping an individual's vital rates and population dynamics. For example, vital rates of smaller individuals are often more sensitive to environmental changes and are more prone to competition through size-asymmetric competition. While size dependence in the vital rates can be readily incorporated into structured population models, how the presence and strength of size-by-environment and size-by-competition interactions affect species coexistence remains unclear. We used an integral projection model (IPM) and modern coexistence theory to assess how size-dependent responses to environment and competition affect the likelihood of species coexistence in changing environments. We assumed two plant species differing in environmental preference and calculated the invasion growth rate by alternately assigning each species as invader and resident. Our results revealed a nonlinear interaction between the two types of size-dependence: coexistence was enhanced when either competition or environmental response was size-dependent but reduced when both were simultaneously size-dependent. Using life table response experiments to decompose the invasion growth rate, we found that variations in survival rates among large individuals tended to suppress species coexistence while those among small individuals promoted coexistence. The contrasting contribution among sizes is partly due to size-dependent shifts in the curvature of the survival rates along an environment gradient. Our results indicate the crucial role of small individuals, often regarded as unimportant life stages in terms of population dynamics based on the low elasticity, in species coexistence.

SP2-04: Quantifying demographic buffering in a changing world**Speaker:** Samuel Gascoigne**Affiliation:** University of Aberdeen

Increased environmental variability, a key component of global climate change, increases the extinction risk of species across the tree of life. Therefore, quantifying the sensitivity of populations to environmental variability is timely in the face of global climate change. One way to measure the impact of environmental variability is demographic buffering. Demographic buffering quantifies a population's ability to reduce the impact of environmental variability on population growth. Over the past 25 years, researchers have used multiple methods to quantify demographic buffering. However, we do not know which methods are actually effective. Furthermore, of the methods that are effective, we do not know how demographic buffering varies across taxa and environmental regimes. In turn, this talk presents a relatively new method for calculating demographic buffering – *i.e.*, stochastic elasticities. Specifically, the stochastic elasticities of population growth rate with respect to demographic rate variances represents an easy and scalable tool to infer the impact of environmental variability on structured populations. To illustrate its utility, I present multiple case studies where stochastic elasticities have been used to infer how populations across the tree of life may be relatively buffered or sensitive to changing climate regimes. This method for calculating demographic buffering, and the insights it reveals, leaves exciting future research questions for the fields of population ecology and conservation biology.

SP3-01: いち観察者の妄想を数理モデルへ翻訳する：致死的騙し送粉系を扱った研究例**Speaker:** 松本 哲也**Affiliation:** 茨城大学

花と送粉者の相互作用と聞いてまず思い浮かぶのは、花の提供する蜜や花粉を報酬として受け取った昆虫が、花から花へ花粉を運んで飛び回る風景だろう。しかし植物のなかには、送粉者に報酬を渡さずに花粉媒介させる搾取的な送粉様式を持つものも少なくない。これは、報酬を提供する他の花や、昆虫の食糧・産卵場所・交尾相手などに花が擬態して、昆虫を騙すことで成立している。このとき、送粉者は餌や交尾相手の探索時間を浪費するという損害を被るだけだが、ごく一部には送粉に寄与した昆虫の命そのものを奪う、きわめて搾取の強い送粉系も存在する。直感的には、植物が増加すると送粉者を搾取し尽くし絶滅させかねないため、致死的騙し送粉系が長期的に存続するのは難しい。このような送粉系の代表例として、テンナンショウ-キノコバエ系が知られている。雌雄異株植物であるテンナンショウは、雄株がキノコバエ送粉者を捕まえて花粉を付けてから逃がし、花粉を持ったキノコバエを雌株が閉じ込めて花粉を受け取る。重要なのは、雌株は受粉に寄与したキノコバエを二度と逃がさないことだ。一方で、野外では雌株で死んだキノコバエを探すことはそれほど難しくなく、少なくとも我々の観察する時間・空間スケールで送粉系が破綻している様子はない。では、いったい何が致死的騙し送粉系の存続を可能にしているのか？そこで私が注目したのは、テンナンショウの特殊な生活史である。テンナンショウは雌雄異株植物だが、年ごとに各株の性表現は雄→雌へと可逆的に変化しうる。性転換は地下に存在するイモの大きさに依存して生じ、野外集団では小さな個体が多くを占めるため、性比は常に雄に偏っている。つまりキノコバエを「捕殺」する雌株の頻度が低く抑えられていることが、系の存続に重要なのかも知れない。本講演では、発表者の頭に浮かんだこの妄想を、専門家に数理モデルへと翻訳してもらった結果について紹介する。

SP3-02: ハムシの集まり方は進化で説明できた——実証研究者の数理モデル体験記**Speaker:** 大崎 晴菜**Affiliation:** 名城大学

植物と植食性昆虫の相互作用を対象とした実証研究を進める中で、進化や個体群動態を長期的かつ広域的に捉えることの困難さに直面した。特に、植物の空間的に不均一な構造や近隣個体間の相互作用により形成される複雑な環境下で、植食性昆虫が示す採餌戦略の進化や空間分布を連続的に理解するには、実験や観察だけでは限界があると感じた。こうした課題意識を契機として、ポスドク期間に初めて数理的アプローチに本格的に取り組み、進化的プロセスを組み込んだ植物-植食者間相互作用のモデル構築を行った。これにより、実証的にはアプローチが難しかった仮説の検証が可能となっただけでなく、野外調査や栽培実験の設計そのものにも新たな視点がもたらされた。本発表では、実証研究から出発し、理論的アプローチの導入によって得られた視野の拡張と問いの精緻化について、自身の研究経験をもとに紹介する。野外で得られた知見を普遍的な理解へと昇華したいと考える実証研究者に向けて、その意義と可能性を共有したい。

SP3-03: 実証研究者が数理研究者と組んだら、新しい相互作用定量手法が提案できた**Speaker:** 橋本 洸哉**Affiliation:** 弘前大学

生物群集では、捕食-被食などの直接効果と、資源競争のような第3種を介して発現する間接効果が複雑に絡み合っています。そのため、観察データから個々の相互作用を分離・定量するのは困難な課題です。発表者は学生時代から学位取得後しばらくは、植食性昆虫や水田生物を使って生物間相互作用のメカニズムとその生態学的意義について研究してきました。特に、資源競争のような第3種を介して起こる間接効果とそれが群集にもたらす波及効果に注目してきましたが、捕食-被食などの直接的な相互作用に比べ、間接相互作用の理論的な定式化が遅れていることが課題だと感じるようになりました。そうした疑問を旧知の数理研究者であった伊藤公一さん・池川雄亮さんと議論するうち、“生物個体数の変化の加速度には間接効果が現れるのでは？”というアイデアが生まれました。現在は、このアイデアを間接相互作用の理論的な定式化と実データからの間接効果の分離・定量手法に応用するプロジェクトを、伊藤さん・池川さんと共同で進めています。本講演では、このアイデアの概要を紹介するとともに、実証研究者である私が数理研究者と研究を進めることで感じたメリットや課題などについてお話しします。

SP3-04: 数理と実証の垣根を越えて。～数理学生とのフン闘～**Speaker:** 明石 涼**Affiliation:** 北海道大学

数理研究と実証研究の間に垣根はあるだろうか？ 本発表では、研究内容の簡単な紹介、数理生物学若手研究者の最近の取り組み、発表者が行っている数理と実証の協働に向けた取り組みを紹介したい。私は糞虫を対象に理論研究を行っている。具体的には、外来哺乳類侵入における在来糞虫の群集構造変化や、糞虫による種子散布を研究している。加えて、奈良公園にてシカと食糞性昆虫を対象にしたフィールドワークも行っている。奈良公園のシカにはいくつかの糞性状が見られ、その性状に関連した腸内細菌叢の解析と食糞性昆虫への波及効果を調査している。つまり、理論研究と実証研究両方に取り組んできた。両方を行うことの困難や、取り組んでよかったことを共有したい。近年、数理生物学の若手研究者は、数理生物学夏の学校、理論進化生態フォーラムなどの企画運営を積極的に行い、若手研究者同士の交流の場を設けてきた。これらの会から見えてきた、外から見えづらい数理の若手の現状と、協働に向けた提案をお話する。現在、実証研究者を集めた研究集会 East Asia Dung beetle Research Symposium も企画運営している。理論と実証の協働に向けて、理論の学生が実証研究者を集め研究集会を開いた結果をお話する。これらの経験から数理と実証の協働、もしくは両方を組み合わせた研究をするためには、両方を積極的に知り互いを理解すること、それぞれの手法のリミテーションを把握すること、ベストな共同研究者との出会いが重要であると感じた。これらを個人の経験ベースの事例として、反省、後悔、教訓も含めた奮闘の歴史を共有する。

SP3-05: 理論と実証の協働から偶然に生まれた私の生物群集観**Speaker:** 仲澤 剛史**Affiliation:** 国立成功大学

私はこれまで、理論と実証の両面から生態学に取り組んでいました。学部時代は生物自然史の研究室に所属し、現場での観察を重視した研究に親しみました。その後、大学院では数理生態学に転向して博士号を取得し、現在は台湾で理論生態学の研究室を主宰しています。私にとって、実証研究との協働は、数理モデルの新たな着想を得る契機となり、脳内にある抽象的なアイデアを可視化してくれます。こうした協働は、論文業績といった短期的な成果にとどまらず、理論と実証の間に生じるフィードバックを通じて、長期的な研究活動の推進力にもなります。それは時に、思いがけない方向へ視野を広げ、新たな展開を生むこともあります。本講演では、私がこれまでに取り組んできた共同研究の軌跡をたどりながら、自分なりの生物群集観と、そこに至る過程で抱いた葛藤や思考の変化についてお話します。

SP4-01: 配偶システムの多様化：資源防衛型からレック型への移行**Speaker:** 一色 竜一郎**Affiliation:** 総合研究大学院大学

動物の代表的な配偶システムである一夫多妻制は、資源防衛型を祖先形質としてそこからレック型に進化してきたとされるが、その進化条件は議論の最中である。これまでの理論研究では、レック型の実現可能性しか扱われておらず、資源防衛型から進化したことは無視されてきた。そのため、レック型が一夫多妻制の一形態としてどのように進化してきたかを議論できていない。そこで本研究では、それら2つの配偶システムへの選好性の遺伝様式を明示的に組み込んだ数理モデルを構築し、レック型の進化条件について調べた。数値解析の結果、次の4つの進化的動態が存在しうることが明らかになった：(1) レック型のみが進化する場合、(2) 資源防衛型のみが進化する場合、(3) 両者が共存する場合、(4) 資源防衛型の出現と消失が繰り返される場合である。本発表では、これら4つの進化パターンを理論的に解析し、それぞれが生じる条件について整理することで、一夫多妻制におけるレック型の出現条件について議論したい。

SP4-02: 配偶体と孢子体が混在する個体群に生じる進化について**Speaker:** 別所 和博**Affiliation:** 埼玉医科大学

古典的な進化生態学において、しばしば数理モデルはその解析のしやすさから、無性生殖による繁殖を暗黙に仮定し、それは有性生殖の枠組みにおいて haploid 選択のモデルとして解釈される。また集団遺伝学では、古くから個体が diploid であることを明示的に扱う数理モデルが解析されてきた。しかし、大型藻類などでは、しばしば個体群に核相が haploid である配偶体と核相が diploid である孢子体が、生理的に独立した世代として混生することが知られている。本発表では、このような異なる核相クラスが個体群に混在し、それぞれに異なる選択圧が生じる生物でいかなる進化が起こるかについて、これまで私が取り組んできた結果を集団遺伝学の枠組みのもとで紹介する。

SP4-03: 性選択による雑種分化：理論と実験による統合的理解を目指して**Speaker:** 香川 幸太郎**Affiliation:** 国立遺伝学研究所

種が急速に多様化した分類群の多くで婚姻色や求愛歌などのオスの性的装飾が多様化している。性的装飾の多様化を伴う種多様化はいかにして起きるのだろうか？ 本研究では、性選択と雑種形成という2つのメカニズムに注目する。雑種集団では別種由来の遺伝子が組み合わさることで多様な新奇表現型が生じ得る。そこで、もし雑種集団でメスの配偶相手への選好性に新奇表現型が生じれば、オスに作用する性選択が変化し、新奇な性的装飾を持つ新種の形成が促進されると予想した。この予想の妥当性は、進化シミュレーションで確かめられた。この種分化メカニズムの必要条件は、雑種集団で配偶者選好性の表現型が多様化し、性選択の作用が変化することである。この条件が実際の生物で成立し得るかを検証する、現在進行中の試みについても紹介したい。

SP4-04: 外来植物の自殖化に駆動される性比進化がもたらす在来種との共存プロセス**Speaker:** 森田 慶一**Affiliation:** 理化学研究所

植物の自殖化は、新しい生息地への定着を促進する重要な進化的プロセスである。移入先の環境の違いにより、異なる種類の自殖化が起こる。移入先に送粉者が少なく近縁な競争種もいない場合は、開花後に自殖が起こる（遅延型自殖）。一方、送粉者・競争種共に多い場合は、近縁種との交雑を避けるように、開花前に自殖が起こる（先行型自殖）。ここに加えて、自殖化により、花粉-胚生産量比（性比）が胚生産に偏ることが知られている。最近では、性比の偏りは、個体群の維持や多種共存にまで影響することもわかってきた。このように自殖化と多種共存は、性比を介して密接に関わるはずだが、近縁種や送粉者の個体数が変動する状況下での、自殖と性比の共進化動態や、その共進化がもたらす多種共存への影響は未解明のままである。本研究では、送粉過程を明示することで3者の関係をつないだ数理モデリングから、自殖化に伴う性比の偏りが多種共存に与える影響を調べるとともに、プロセススペースの数理モデリングの意義を議論したい。

ポスター発表リスト

(○印は発表者、*印はポスター賞へのエントリーを示します)

P-01: 体サイズの地域差を生じる給餌関連形質の遺伝的変異

○高田 守¹, 松尾 侑紀² (¹ 京都大学, ² 東京都立大学)

P-02: 大規模な人為的攪乱がササの形質変化を介して枯葉の分解と森林棲両生類に及ぼす影響

○片山 昇¹, 長崎 タ¹, 佐藤 来未¹, 岳尾 璃久¹, 河上 智也², 小林 真² (¹ 小樽商科大学, ² 北海道大学)

P-03: 競争に弱いギルド内被食者はギルド内捕食者と共存することも駆逐することもできる

○難波 利幸¹ (¹ 大阪公立大学)

P-04: 寄生物による宿主操作の至近メカニズムとその進化

○佐藤 拓哉¹ (¹ 京都大学)

P-05: 全国の生息密度・被害データに基づくニホンジカ捕獲強化地点の選定

○木村 響¹, 関 香菜子¹, 河崎 裕太¹, 本橋 篤¹, 宮崎 博之¹, 平山 寛之¹, 藤木 大介², 幸田 良介³, 丸山 哲也⁴, 高木 俊², 石塚 謙³, 岸本 康誉¹ (¹ 株式会社野生動物保護管理事務所, ² 兵庫県立大学 自然・環境科学研究所, ³ 大阪府立環境農林水産総合研究所 生物多様性センター, ⁴ 栃木県林業センター)

P-06: MitoCOMON 法: 重複長鎖アンブリコンによる完全ミトコンドリア配列解読法

○古田 芳一¹, 垣田 真奈美¹, 田中 秀典¹ (¹ 株式会社豊田中央研究所)

P-07: 共生微生物を利用した害虫防除メカニズムの解明: 年齢構成モデルによる包括的理解

沼尻 侑子², 陰山 大輔², 〇山中 武彦¹ (¹ 農研機構・農情研, ² 農研機構・生物研)

P-08: 島嶼のクリサキテントウにおける警告色から隠蔽色までの連続的な変異

○鈴木 紀之¹ (¹ 三重大学)

P-09: Environmental variability on Taylor' s law of vole density

○ Saitoh Takashi¹ (¹ Hokkaido University)

***P-10: 生態進化動態で解き明かす mimics without models の創出と維持機構**

○冨塚 暖史¹, 立木 佑弥¹ (¹ 東京都立大学)

***P-11: 在来種が多い場所には外来種は少ないか? ~侵入パラドックスのメカニズム解明~**

○新川 颯輝¹, 冨塚 暖史², 井上 哉太¹ (¹ 東京農工大学大学院, ² 東京都立大学大学院)

P-12: オオヤマザクラの南限とカスミザクラの北限の交雑帯で異なる遺伝的混合と表現型浸透

○永光 輝義¹ (¹ 森林総合研究所)

P-13: 父親の年齢で子の発生運命が変わる: シロアリのエビジェネティック遺伝を実証

○松浦 健二¹, 高田 守¹, 高橋 迪彦^{1,2}, 石橋 朋樹^{1,3}, 田崎 英祐^{1,4}, ルペル オラブ⁵, バーゴ エドワード⁶ (¹ 京都大学, ² 産業総合研究所, ³ 理化学研究所, ⁴ 新潟大学, ⁵ アルバータ大学, ⁶ テキサス A&M 大学)

P-14: 腐肉食は捕食動物種の存続に寄与するか?

○吉田 勝彦¹ (¹ 国立環境研究所)

P-15: パッチ間の移動分散を考慮した繁殖干渉の数値モデル

○池川 雄亮^{1,2,3}, 石神 広太^{1,2,3}, 本間 淳^{1,2,3} (¹ 琉球産経株式会社, ² 沖縄県病害虫防除技術センター, ³ 琉球大学)

P-16: 北アルプス・浅間山山域における高山蝶ミヤマモンキチョウの遺伝的集団構造の解明

○清水 大輔¹, 木下 豪太², 山崎 裕治² (¹ 富山大学大学院, ² 富山大学学術研究部理学系)

***P-17: 都市型フナムシ? 夜間人工光に対する沿岸生物の進化的・可塑的变化の検証**

○佐藤 大気¹ (¹ 千葉大学)

***P-18: シロアリの王室を利用した社会寄生者の給餌獲得戦略と宿主社会構造の地域差への応答**

○中國 大博¹, 矢部 清隆¹, 野呂 拓哉¹, 高田 守¹, 松浦 健二¹ (¹ 京都大学)

***P-19: 土壌微生物群集における代謝的相互作用と競争排除**

○景山 拓矢¹, 東樹 宏和¹ (¹ 京都大学)

P-20: コクヌストモドキの死んだふり行動における他個体との同調

○松村 健太郎¹ (¹ 東京大学)

***P-21: 群れ行動における”異質さ”の効果~連続 Y 字迷路による検証~**

○奥山 登啓¹, 佐藤 大気^{2,3}, 高橋 佑磨² (¹ 千葉大・院・融, ² 千葉大・院・理, ³ 千葉大・IAAR)

***P-22: 河川の空間構造は温暖化でのサケ科魚類の生活史多様性を維持する**

○藤田 翔¹, O'Donnell Matthew⁴, 菅野 陽一郎², Whitley Andrew³, 佐藤 拓哉¹, Letcher Benjamin⁴ (¹ 京都大学, ² コ

ロラド州立大学,³ モンタナ大学,⁴ アメリカ地質調査所)

***P-23: 攻撃個体が集団の摂食量構造に及ぼす二面的作用**

○戸高 倫太郎¹, 高橋 佑磨² (¹ 千葉大・院・融, ² 千葉大・院・理)

***P-24: kin competition が創出するタケササの開花周期と地下茎の地理的傾向**

○梅田 栄作¹, 立木 佑弥¹ (¹ 東京都立大学)

***P-25: シロアリの卵塊形成における季節的な速度と精度のトレードオフは社会寄生の隙を生む**

○昇 佑樹¹, 前田 崇彰¹, 高田 守¹, 松浦 健二¹ (¹ 京都大学)

***P-26: 宿主巢内での共存に対する社会寄生者間の相互作用の影響**

○高石 悠生¹, 高田 守¹, 松浦 健二¹ (¹ 京都大学)

***P-27: シロアリ卵の人工孵化法の確立: カースト分化メカニズムの解明に向けて**

○新沼 尚吾¹, 高田 守¹, 松浦 健二¹ (¹ 京都大学)

***P-28: シロアリの異種混成コロニーにおける個体の特性と社会構造の関係性**

○登坂 優菜¹, 高田 守¹, 松浦 健二¹ (¹ 京都大学)

***P-29: 沖縄島北部の道路環境における野生動物の種構成と活動性**

○丸田 裕介¹, 下地 博之^{1,2}, 鶴井 香織^{1,2}, 辻 和希^{1,2} (¹ 琉球大学大学院農学研究科, ² 琉球大学農学部)

***P-30: Lévy walk が被食者と捕食者の共存に与える影響**

○渡邊 太郎¹, 阿部 真人² (¹ 東京大学, ² 同志社大学)

P-31: ヤスデ類における擬態環を伴う警告色多様化パターンの特性

○田辺 力¹, 本間 淳^{2,3}, 曾田 貞滋⁴ (¹ 熊本大学, ² 琉球産経, ³ 琉球大学, ⁴ 京都大学)

***P-32: 沖縄島におけるゴマダラカミキリ属 3 種類の交雑**

○高橋 壮太郎¹, 鶴井 香織², 佐藤 行人², 永野 惇^{4,5}, 坂巻 孝孝³, 辻 和希² (¹ 琉球大学大学院農学研究科, ² 琉球大学, ³ 鹿児島大学, ⁴ 名古屋大学, ⁵ 慶應義塾大学)

***P-33: 都市—中山間勾配の多様な生育環境間における在来一年草ツユクサ個体群の存続可能性**

○山口 寛登¹, 藤原 日向¹, 中田 和義¹, 勝原 光希¹ (¹ 岡山大学)

P-34: 発育期間に対する人為選択が有効積算温度と発育零点に及ぼす影響

○宮竹 貴久¹, 松村 健太郎² (¹ 岡山大学, ² 東京大学)

***P-35: カダヤシ雌が放出する同種雌を抑制する物質: 飼育水の定量送液実験による検証**

○山崎 展¹, 鶴井 香織^{1,2}, 辻 和希^{1,2} (¹ 鹿児島大学, ² 琉球大学)

***P-36: 寿命進化シミュレーションの IBM による実装**

○矢部 清隆^{1,2}, 松浦 健二¹ (¹ 京大・院農, ² 京大・院卓越)

P-37: 個体群特性の高次遺伝基盤: ウキクサを用いた検証

西川 ことね¹, 佐藤 大気¹, ○高橋 佑磨¹ (¹ 千葉大学)

***P-38: アオウキクサの異系統混合栽培による遺伝的多様性効果の検証**

○河合 叶愛¹, 村中 智明², 高橋 佑磨¹ (¹ 千葉大学, ² 名古屋大学)

P-39: 生態-進化動態と相利系の安定性

藤田 大樹¹, ○江副 日出夫¹ (¹ 大阪公立大学)

P-40: トラップデータによるオス除去法の防除効果推定法—状態空間モデルによる解析—

○本間 淳^{1,2,3} (¹ 沖縄県病害虫防除技術センター, ² 琉球産経株式会社, ³ 琉球大学・農学部)

***P-41: 性淘汰の格子モデル: 空間構造が雌の選り好みの進化に与える影響**

○平野 広大¹, 佐藤 一憲¹ (¹ 静岡大学)

***P-42: シロアリにおける巣のネットワーク構造に応じた生殖虫配置とそのアルゴリズム**

○伊藤 龍之介¹, 三友 光¹, 矢部 清隆¹, 中嶋 聖朗¹, 荒木 聡司¹, 中園 大博¹, 高田 守¹, 松浦 健二¹ (¹ 京都大学)

P-43: ニホンザルの将来予測シミュレーションによる捕獲とバースコントロールの効果予測

○林 航平¹, 平山 寛之¹, 岩田 祐¹, 蔵元 武蔵¹ (¹ 株式会社野生動物保護管理事務所)

***P-44: シロアリの脱皮に伴う脱落を回避する便乗性線虫の戦略**

○勝見 友亮¹, 高田 守¹, 松浦 健二¹ (¹ 京都大学)

***P-45: キイロショウジョウバエの意思決定における遺伝的変異と自発性、発生ゆらぎの効果**

○李 俊濤¹, 高橋 佑磨¹ (¹ 千葉大学)

***P-46: シロアリのトレイル行動における個体間変異とその集団機能上の意義の実証**

○三友 光¹, 武田 光太郎¹, 矢部 清隆¹, 高橋 迪彦^{1,2}, 高田 守¹, 松浦 健二¹ (¹ 京都大学, ² 産業技術総合研究所)

P-47: スミレの種子食性ショウジョウバエの季節的発生消長○中村 祥子¹, 末吉 昌宏¹ (¹ 森林総研)***P-48: 温暖化に伴う樹木群集の Thermophilization と一次生産性への影響**○大同 唯和¹, 紺頼 楓¹, 小野田 雄介¹, 辰巳 晋一¹ (¹ 京都大学)***P-49: 種分布モデルによるイヌワシの生息適地の推定と里山との関係**○西田 亮¹, Miranda Everton¹, Kass Jamie¹ (¹ 東北大学)***P-50: 巣材共生微生物による抗菌防御機能および巣材と営巣地周辺土壌との微生物叢比較解析**○中嶋 聖朗¹, 松浦 健二¹ (¹ 京都大学)***P-51: アゲハチョウ属の幼虫の摂食形質に見られる世代間・世代内の可塑性**○仁平 岳登¹, 鈴木 紀之¹ (¹ 三重大学)***P-52: コロニーが融合するシロアリ個体群に見られる同種排他性の低下とその意義**○道又 啓史¹, 高田 守¹, 松浦 健二¹ (¹ 京都大学)***P-53: 分散媒介者を介して生じる群集の景観依存性：訪花昆虫が運ぶ花蜜内細菌を例に**○永野 裕大^{1,2}, 夏目 佳枝², 宮下 直², 深見 理³, 辻 かおる¹ (¹ 神戸大学, ² 東京大学, ³ スタンフォード大)***P-54: 環境ストレスと初期個体群サイズが進化的救助に与える影響：理論と実証**○川田 尚平¹, 柴崎 祥太^{2,1}, 山道 真人¹ (¹ 国立遺伝学研究所, ² 同志社大学)***P-55: エネルギー地形解析の時系列予測への拡張**○島 玄太¹ (¹ 京都大学)**P-56: Does sex matter in tadpole inducible defence?**○高津 邦夫¹, 長部 有沙¹ (¹ 新潟大学)***P-57: アリー効果を考慮した 2 種競合モデルにおける代替安定性の数理解析**○藤原 杏吏¹, 山口 諒² (¹ 北大・高分子, ² 北大・先端生命)***P-58: アサギマダラ口吻に付く微生物は雌雄で違うのか？ -訪花者の雌雄と花蜜内微生物の分散**○澤崎 朱里¹, 辻 かおる¹ (¹ 神戸大学)**P-59: Temperature rise limits emergence time divergence in two competitors**Zhang YZ¹, Morshed MN¹, Miksanek JR², Heimpel GE³, ○Tuda M¹ (¹ Kyushu Univ., ² Louisiana State Univ., ³ Univ. Minnesota)***P-60: Gut Symbiosis in the Primitive Wood-Feeding Termite *Hodotermopsis sjostedti***○WU ZHAOQI¹, Takata Mamoru¹, Matsuura Kenji¹ (¹ Kyoto University)

ポスター発表要旨 (○印は発表者、*印はポスター賞へのエントリーを示します)

P-01: 体サイズの地域差を生じる給餌関連形質の遺伝的変異

Authors: ○高田 守¹, 松尾 侑紀²

Affiliations: ¹ 京都大学, ² 東京都立大学

体サイズは、種や個体群の特徴を示す最も基本的な形質のひとつであり、寿命や分散距離といった生活史特性に加えて、資源競争や捕食者との関係など、生態学的な側面とも深く関係している。体サイズはさまざまな形質の影響を受けて決まる量的形質であるが、生物的・非生物的要因によって最適体サイズが変化する場合、どんな形質が選択に反応しやすいのだろうか。本研究では、成体の体サイズが主に孵化後に与えられる資源量によって決まる、亜社会性昆虫ヨツボシモンシデムシを用いて、体サイズの個体群間変異の遺伝的背景を調べた。その結果、給餌期間中に発現し、幼虫の成長に影響を及ぼす親および子の形質に遺伝的変異が存在し、それぞれが独立に体サイズに影響を与えることが示された。一方で、卵サイズや孵化時の幼虫サイズには有意な遺伝的変異は確認されなかった。これらの結果は、親による給餌が行われる生物において、給餌量の決定に関与する親子双方の形質の遺伝的変異が、体サイズの地域差をもたらす重要な要因であることを示唆している。給餌量をめぐる親子間の利害対立と家系ごとの形質の共通適応により、個体群内に遺伝的多様性が蓄積されやすくなり、環境変化に応じた進化的応答を可能にしている可能性がある。

P-02: 大規模な人為的攪乱がササの形質変化を介して枯葉の分解と森林棲両生類に及ぼす影響

Authors: ○片山 昇¹, 長崎 夕¹, 佐藤 来未¹, 岳尾 璃久¹, 河上 智也², 小林 真²

Affiliations: ¹ 小樽商科大学, ² 北海道大学

日本の北方林では「掻き起こし」と呼ばれる、重機でササを剥がす施業が行われている。これにより樹木の発達が促される一方で、森林の状態に大きな変化をもたらす。もしこの施業によりササの化学成分が変化すれば、土壌の分解過程や他の生物の発育にも影響を与える可能性がある。そのため、攪乱がササに及ぼす影響と波及効果の解明は、施業の有効性や森林管理において重要である。本研究は、林業施業にともなう大規模攪乱が枯葉の分解過程および森林性生物に与える影響を明らかにすることを目的とした。特に、表土攪乱後のチシマザサの枯葉に生じる形質変化に注目し、その変化が枯葉の分解に及ぼす影響を評価した。また、形質変化が北海道に固有の森林性両生類であるエゾサンショウウオ幼生の成長に与える影響を、チシマザサ枯葉から得た培養水を用いた飼育実験により検証した。結果として、表土攪乱後しばらく（数年）の間、新たに展開したチシマザサ葉のフェノール類濃度が、攪乱を受けていない対照区よりも高いことが示された。フェノール類は植物の防御化合物であるため、これは攪乱後のチシマザサが損傷からの回復過程で防御機構を強化していることを示唆する。この効果は数十年にわたり持続し、概ね 50 年で消失した。さらに、攪乱後 10 年および 50 年経過した地点から採取したチシマザサ枯葉を用いた分解実験では、10 年地点の枯葉は対照区よりも分解速度が遅かったが、50 年地点では有意な差は認められなかった。これらの結果は、林業施業にともなう大規模攪乱が枯葉中のフェノール濃度を通じて、分解過程に数十年単位で影響を及ぼし得ることを示している。また、チシマザサ枯葉から得た培養水中で飼育したエゾサンショウウオ幼生の成長速度は、10 年地点で対照区よりも遅かった。成長に影響する具体的な要因は特定されていないものの、枯葉の形質変化が影響している可能性がある。

P-03: 競争に弱いギルド内被食者はギルド内捕食者と共存することも駆逐することもできる**Authors:** ○難波 利幸¹**Affiliations:** ¹ 大阪公立大学

ギルド内捕食とは、共通の資源を利用する消費者の集まり（ギルド）において、消費者間に起こる捕食のことである。食う側の消費者はギルド内捕食者、食われる側の消費者はギルド内被食者とよばれる。古典的な数理モデルは、(1) ギルド内被食者が存続する必要条件は、ギルド内捕食者に食われるギルド内被食者が資源をめぐる競争において優位であること、(2) 資源の生産性が低いときにはギルド内捕食者が、資源の生産性が高いときにはギルド内被食者が絶滅し、両者が共存するのは生産性が中程度のときのみであること、を予測する。第二の予測については、第一の必要条件が満たされる場合に、捕食者にとっての餌としての資源の好適度が低い場合には、高生産性環境でも被食者と捕食者は共存し（Diehl 2000; Abrams and Fung 2010）、捕食者にとっての餌としての被食者の質が低い場合には、高生産性環境で両者のいずれかが絶滅する双安定性が現れたり、被食者ではなく捕食者が絶滅する可能性が高くなったりする（Namba, Takeuchi, Banerjee 2025）ことが明らかになった。第一の予測が必ずしも成立しないことは、捕食者が被食者を食わない状況でギルド内捕食系は消費型の競争に帰着することから、Armstrong and McGehee (1980) の結果に摂動を加えればほぼ明らかである。また、Abrams and Fung (2010) は、捕食者の被食者への攻撃率が高い場合でも、資源と捕食者の振動系に被食者が侵入することによって、被食者が存続可能であることを明らかにした。しかし、彼らは資源と被食者の系が振動的である場合に、これがギルド内捕食系の存続に及ぼす影響を調べることができていない。本講演では、資源と捕食者、資源と被食者の系の振動がギルド内捕食系の存続に与える影響を統一的に明らかにする。

P-04: 寄生生物による宿主操作の至近メカニズムとその進化**Authors:** ○佐藤 拓哉¹**Affiliations:** ¹ 京都大学

通常、生物個体の形態や行動は、その個体の生存や繁殖に有利になるように制御されているという暗黙の仮定がある。しかし実際には、今日地球上に生息する生物種の約 40% は寄生生物であり、すべての野生動物は少なくとも一種の寄生生物に寄生されていると言われている。野生動物にみられる多様な形態や行動の中には、寄生生物の影響を受けて表現されているものが多く存在する。この顕著な例として、寄生生物の中には、自らの利益（感染率向上）のために、宿主個体の形態や行動を改変—宿主操作—する種がいる。宿主操作は、どのような仕組みで達成され、それはどのように進化してきたのだろうか？ 宿主操作の興味深い例として、寄生生物のハリガネムシ類は、森林や草原で暮らす宿主（カマキリや直翅類等）の体内で成虫になると、自らが繁殖をする水辺に戻るために、宿主を操って入水させてしまう。この宿主操作は 100 年以上も前から知られていたが、その仕組みの解明には至っていなかった。そうした中、我々は近年、ハリガネムシに感染したカマキリでは、水面からの反射光に多く含まれる水平偏光への正の走性が高まり、入水行動に至ることを発見した。さらに、ハリガネムシが、宿主からの大規模な遺伝子水平伝播を受けており、それが行動改変に関与している可能性も見えてきた。

P-05: 全国の生息密度・被害データに基づくニホンジカ捕獲強化地点の選定

Authors: ○木村 響¹, 関 香菜子¹, 河崎 裕太¹, 本橋 篤¹, 宮崎 博之¹, 平山 寛之¹, 藤木 大介², 幸田 良介³, 丸山 哲也⁴, 高木 俊², 石塚 譲³, 岸本 康誉¹

Affiliations: ¹ 株式会社野生動物保護管理事務所, ² 兵庫県立大学 自然・環境科学研究所, ³ 大阪府立環境農林水産総合研究所 生物多様性センター, ⁴ 栃木県林業センター

ニホンジカの分布拡大と生息密度増加により、農林業被害や森林生態系への影響が深刻化している。効果的な被害軽減には現場で得られたデータに基づく戦略的な捕獲強化が必要である。本研究では、環境省の生息密度分布図を活用し、生息密度と被害状況の関係に基づく捕獲強化地域を選定する手法を開発した。

本州以南の5倍地域メッシュを分析単位とし、2014年度から2022年度の生息密度、捕獲数、環境要因、被害データ（森林下層植生衰退度、農業被害アンケート、森林生態系多様性調査）を用いて解析を行った。一般化線形混合モデルにより生息密度と被害の関係を定量化し、生息密度と生息密度平均変化率による4象限分析で地域を類型化した。

解析の結果、生息密度と被害には統計的に有意な関係が認められた。生息密度5頭/km²における深刻な被害発生確率は、森林下層植生衰退度で10.12%、農業被害で11.30%と予測され、被害軽減のための目標生息密度設定が可能となった。また、2014年度に生息密度が高かった地域では減少傾向、低かった地域では増加傾向が確認され、これまでの捕獲強化施策の効果とその地域格差が明らかになった。4象限分析により、全メッシュを「要捕獲強化」「要注意」「捕獲強化継続」「現状維持」の4類型に客観的に分類することが可能となった。

本手法により、被害軽減目標に基づく優先度の明確な捕獲強化地域選定が実現した。今後の戦略的な野生動物管理への応用が期待される。

P-06: MitoCOMON 法：重複長鎖アンプリコンによる完全ミトコンドリア配列解読法

Authors: ○古田 芳一¹, 垣田 真奈美¹, 田中 秀典¹

Affiliations: ¹ 株式会社豊田中央研究所

ミトコンドリア DNA 配列は、種間比較分析および種内比較分析の両方に利用されている。こうした解析に従来短いマーカー配列が使用されているが、全長ミトコンドリア DNA 配列のような、より長い配列を用いることで、種特異的または個体特異的配列の検出可能性が高まり、解析精度が向上することが期待される。しかしながら、従来の全長ミトコンドリア DNA シーケンシング法では、対象種ごとにプライマー設計が必要なことや、ほとんど消化されていないゲノム DNA が必要なこと、コストパフォーマンスをよくするために大量のサンプルが求められること、等の短所がある。本研究では、4本の重複アンプリコンを用いたロングリードシーケンシングによって全長ミトコンドリア DNA 配列を取得する手法、MitoCOMON 法を構築した。幅広い生物分類に適用できるプライマーセットの設計が可能で、かつサンプルの DNA がある程度分解されたテンプレート DNA にも適用可能な手法である。哺乳類および鳥類を対象にプライマーセットを設計し、筋組織由来の DNA サンプルに本手法を適用したところ、高い配列精度で全長ミトコンドリア DNA をアセンブルすることに成功した。また、一部のサンプルでは、D ループ領域の長大な重複配列を保持したままアセンブリが行われ、複雑なゲノム再編を経た領域の配列も正確に構築できることが示された。また、複数の種が含まれている混合サンプルから、それぞれの種の完全ミトコンドリア DNA 配列を構築することにも成功した。本手法により取得される高精度な全長ミトコンドリア DNA 配列は、種の同定や個体識別の解像度を高め、混合試料など実環境下での生態学的モニタリングや保全評価への応用を可能とする実践的なツールとなり得る。

P-07: 共生微生物を利用した害虫防除メカニズムの解明：齢構成モデルによる包括的理解**Authors:** 沼尻 侑子², 陰山 大輔², 〇山中 武彦¹**Affiliations:** ¹ 農研機構・農情研, ² 農研機構・生物研

胞内共細菌ヴォルバキアは、感染オスと非感染メスの交配で細胞質不和合 (CI) を引き起こし、胚致死を誘導する。これにより感染個体の繁殖成功が相対的に高まり、ヴォルバキアは宿主集団内に自動的に蔓延する。近年、ヴォルバキアを害虫防除に応用する試みが進められている。例えば、感染オスをメスと確実に分離できれば、大量放飼によって個体群の絶滅を誘導することが可能となる。また、ヴォルバキアが宿主内の植物病原性ウイルスを抑制する例も報告されており、感染虫による個体群置換によって病害の拡大を抑えられる可能性もある。本研究では、成虫期の空間暗示型の頻度依存的交尾行動と、幼虫期の密度依存的競争を組み込んだ、齢構成微分方程式による個体群モデルを構築し、ヴォルバキアを利用した個体群絶滅および置換のメカニズム解明を試みた。シミュレーションの結果、CIの強度が低く、感染による適応度低下や垂直感染率の不完全さが存在しても、少数の感染個体の放飼により個体群置換が効率的に進行する可能性が示唆された。一方、感染オスだけを放飼する個体群絶滅では、細胞質不和合性が完全であることが不可欠であった。さらに、確実に個体群を絶滅に追い込むためには、野生個体群の安定平衡点個体数を上回る、数百倍規模の放飼が必要となる。また、ごく少数の感染メスが混入しただけでも絶滅は起こらず、むしろ個体群置換が進行してしまう。したがって、ヴォルバキアによる植物病原性細菌の抑制効果が期待される場合には、絶滅ではなく個体群置換を目指す方が有効であると考えられる。

P-08: 島嶼のクリサキテントウにおける警告色から隠蔽色までの連続的な変異**Authors:** 〇鈴木 紀之¹**Affiliations:** ¹ 三重大学

警告色と隠蔽色は対照的な捕食回避戦略であるため、これらの中間的な個体の適応度は低下すると予想される。しかし、自然界では近縁種間だけでなく種内においても警告色と隠蔽色の個体が共存していることがあるため、捕食回避戦略の分化を可能にした遺伝的・生態的なメカニズムが存在するはずである。本研究では、南西諸島のクリサキテントウの紅型を対象に、斑紋の数と大きさを比較し、また、鳥類の色覚モデルにもとづいて翅の色彩を定量化し、背景に対する目立ちやすさ (JND) を算出した。その結果、島嶼間および集団内において、赤味が強く斑紋の大きい個体から背景との区別がつきにくく斑紋の少ない個体まで、連続的な変異がみられた。特に、慶良間諸島では、これまで知られていなかった、斑紋が完全に消失した隠蔽的な個体も観察された。以上の結果から、クリサキテントウでは中間的な形質も維持されており、警告色から隠蔽色への移行も可能であることが示唆された。

P-09: Environmental variability on Taylor's law of vole density**Authors:** ○ Saitoh Takashi¹**Affiliations:** ¹Hokkaido University

Taylor's law (TL) describes the relationship between the variance and mean of population density: $\log_{10}(\text{variance}) \approx \log_{10}(a) + b \times \log_{10}(\text{mean})$. The temporal TL, based on the mean and variance over time for 70 populations of the gray-sided vole in Hokkaido, Japan, was analyzed, considering density-independent effects and environmental variability. The dynamics of vole populations, spanning 23–31 years, were described by a second-order autoregressive model, assuming that a centered density of year t in logarithm (X_t) came from a normal distribution with mean $= (1 + a_{1,j})X_{t-1,j} + a_{2,j}X_{t-2,j}$ and $\text{SD}_j = s_j$, where a_1 and a_2 were density-dependent coefficients and s was the density-independent parameter. The densities from population j satisfied TL: $\log_{10}(\text{variance}_j) \approx 0.141 + 1.731 \times \log_{10}(\text{mean}_j)$, explaining approximately 60% of the variation in $\log_{10}(\text{variance}_j)$. An extended model including s_j^2 improved the model performance, explaining approximately 85% of the $\log_{10}(\text{variance}_j)$ variation; $\log_{10}(\text{variance}_j) \approx -0.475 + 2.068 \times \log_{10}(\text{mean}_j) + 0.273 \times s_j^2$. To explore the origin of s_j^2 , meteorological data (temperature and precipitation) observed in the vicinity of each vole population were analyzed. The approximately 30% of the variation in s_j^2 were explained by the coefficient of variation (CV) of temperature and precipitation. A modified model, replacing σ^2 with CVs, exhibited better performance than the original TL model ($\log_{10}(\text{variance}_j) \approx -0.712 + 1.764 \times \log_{10}(\text{mean}_j) + 4.407 \times \text{Temperature CV}_j + 2.072 \times \text{Precipitation CV}_j$, Adjusted $R^2 = 0.719$). These results reveal a new aspect of the relationship between variance in population density and environmental variability.

***P-10:** 生態進化動態で解き明かす mimics without models の創出と維持機構**Authors:** ○ 冨塚 暖史¹, 立木 佑弥¹**Affiliations:** ¹ 東京都立大学

捕食者にとって無害な餌生物 (mimic) が、有害な生物種 (model) に似ることによって捕食者からの攻撃を回避する戦略は、ベイツ型擬態と呼ばれる。古典的な理論は、mimic が擬態の恩恵を受けるためには捕食者が model の有害性を十分に学習している必要があるため、両種は常に同所的に生息すると考えてきた。しかし、チョウやヘビの調査は、model 生息域から数百 km も離れたところに、mimic が擬態形質を維持しながら生息する例を報告している。このような現象は mimics without models (MWM) と呼ばれ、その生態学的・進化的維持機構は未解決である。

MWM を説明する仮説はいくつか提案されており、現象の生態学的側面あるいは進化的側面に焦点を当てたものに大別される。生態に着目した仮説は、「model と mimic の共存地域」と「mimic のみが生息する model 不在地域」の2つの地域の存在に注目し、両種の環境収容力や捕食者密度が、各地域が創出される条件を作り出すことを指摘している。一方、進化に着目した仮説は「model 不在地域」において、mimic が擬態を維持する進化的要因に焦点を当てている。例えば、捕食者が両地域間を移動することで、model に対する忌避が model 不在地域でも発揮され、mimic の擬態形質が選択されるという仮説がある。

どちらの仮説も妥当に見えるが、各仮説は独立に提案されており、生態と進化の相互作用 (生態進化フィードバック) の可能性を見落としている。野外では、生態学的要因と進化的要因が複雑に相互作用し、MWM の創出条件を形成しているはずである。そこで、本研究では、生態と進化を同時に記述できる生態進化動態モデルを用いてこれまでの仮説を統合的に検証した。その結果、一部の仮説とは異なり、捕食者の移動は制限されていた方が MWM は起こりやすいことが示された。

***P-11:** 在来種が多い場所には外来種は少ないか? ~侵入パラドックスのメカニズム解明~**Authors:** ○新川 颯輝¹, 冨塚 暖史², 井上 哉太¹**Affiliations:** ¹ 東京農工大学大学院, ² 東京都立大学大学院

外来種の侵入は生態系に大きな影響を及ぼす地球規模の問題であり、その空間分布を予測するうえで、生態学的要因の特定が重要とされている。従来、在来種が多いほど外来種の侵入が抑制されるとする仮説と、在来種の多い場所は環境条件が良好で外来種も多くなるとする仮説が併存し、これらが空間スケールによって異なる結果を示す「侵入パラドックス」が存在する。この矛盾の解消には、単なる在来・外来種数の相関だけでなく、環境の空間的不均質性や種の分散特性など、複数要因を統合的に考慮する必要がある。本研究では、このパラドックスのメカニズムを解明することを目的に、格子状メタ群集モデルを用いたシミュレーションを実施し、Grain (計測単位) と Extent (調査範囲) の2種類の空間スケールと生物学的特性が、在来種数と外来種数の相関 (NER) に与える影響を検証した。結果、Grain サイズが大きいほど NER は強くなり、Extent サイズの拡大も相関を高めることが示された。Grain サイズの効果は、Grain 内の環境不均質性が在来種・外来種双方の種数を増加させるためと考えられる。一方、Extent の拡大は新たな環境タイプを取り込み、Grain 間の環境不均質性を高めることで正の相関を増強する。ただし、Extent が一定以上拡大するとその効果は頭打ちとなる傾向も確認された。さらに、Grain サイズが小さい場合、対象分類群の分散能力の強さやメタ群集内に生息する在来種と外来種のニッチの違いによって相関のばらつきが大きくなることも明らかとなった。今回の結果より、侵入パラドックスは Grain 内や Grain 間の環境不均質性と生物学的特性の相互作用によって説明されることが明らかになった。

P-12: オオヤマザクラの南限とカスミザクラの北限の交雑帯で異なる遺伝的混合と表現型浸透**Authors:** ○永光 輝義¹**Affiliations:** ¹ 森林総合研究所

交雑帯における遺伝型・表現型の勾配は、交雑と選択によって異質な環境で異なる。温帯種のカスミザクラと冷温帯種のオオヤマザクラは、標高傾度に沿って交雑帯を形成する。カスミとオオヤマの地理的分布は大きく重なり、日本の広い緯度範囲に渡って交雑帯が位置する。交雑帯における遺伝型・表現型の変異を、オオヤマの南限 (南サイト)、カスミの北限 (北サイト)、両種の中央部 (中サイト) で調べた。

北・中サイトよりも南サイトで、核マイクロサテライト遺伝型におけるカスミとオオヤマの遺伝的分化が低く、両種の交雑個体の割合が高かった。葉のトライコームの密度の種間差は、北・中サイトよりも南サイトで小さかった。同じ標高における開花期は、中サイトでオオヤマがカスミより約7日早く、北・南サイトでは約9日早かった。

これらの結果は、南サイトでのより激しい遺伝的な混合が、開花期の違いが維持されているにもかかわらず、ある葉形質の表現型の浸透をもたらしていることを示している。この知見は、最終氷期以降の温暖化にともない分布が後退してきた南限の交雑帯において、生殖隔離に寄与する形質を除き、遺伝的な混合と表現型の浸透が促進されていたことを示唆する。

P-13: 父親の年齢で子の発生運命が変わる：シロアリのエピジェネティック遺伝を実証

Authors: ○松浦 健二¹, 高田 守¹, 高橋 迪彦^{1,2}, 石橋 朋樹^{1,3}, 田崎 英祐^{1,4}, ルペル オラブ⁵, バーゴ エドワード⁶

Affiliations: ¹ 京都大学, ² 産業総合研究所, ³ 理化学研究所, ⁴ 新潟大学, ⁵ アルバータ大学, ⁶ テキサス A&M 大学

社会性昆虫において、同じ親から生まれた子が働きアリや繁殖個体といった異なるカーストに分化する仕組みには、多くの謎が残されていた。本研究では、ヤマトシロアリ (*Reticulitermes speratus*) を用いて、王の年齢が子のカースト分化に与える影響を検証した。若い王と高齢の王を同条件の女王と交配させた結果、若い王の子は繁殖個体 (ニンフ) になる割合が高く、逆に高齢の王の子は働きアリになる傾向が強かった。さらに精子の DNA メチル化を網羅的に解析したところ、王の年齢によってメチル化パターンが大きく異なり、特に 13 の遺伝子では精子中のメチル化状態と子のカースト分化傾向との間に強い相関が認められた。これらの結果は、DNA 配列の違いではなく、王の加齢に伴うエピジェネティック変化が子の発生運命を左右すること、すなわち世代を越えた「エピジェネティック遺伝」が社会性昆虫にも存在することを実証したものである。本研究は、カースト分化の理解を大きく前進させるとともに、社会性の進化や発生の可塑性を分子レベルで解明する新たな視座を提供する。Takata M. et al. (2025) Transgenerational epigenetic effect of kings' aging on offspring's caste fate mediated by sperm DNA methylation in termites. PNAS 122: e2509506122.

P-14: 腐肉食は捕食動物種の存続に寄与するか？

Authors: ○吉田 勝彦¹

Affiliations: ¹ 国立環境研究所

動物の遺骸を餌とする腐肉食者は多くの動物の分類群で知られている。腐肉食は餌資源としてはもちろん、生態系内の物質循環プロセスにおける重要性はかねてより指摘されている。しかし、餌メニューの中に腐肉を加えることによって捕食性動物種 (肉食動物、雑食動物) の存続にどの程度の寄与があるのかについてはあまり研究されていない。そこで本研究では、生態系進化モデルに腐肉食を導入したコンピュータシミュレーションを行って、腐肉食の効果を解析した。腐肉食がないモデルでは、生態系内の捕食性動物の割合が実際の食物網の半分程度に過ぎなかった。しかし、捕食動物の餌の量を 3.3 % 増加させる程度のわずかな捕食努力量を腐肉に投下することによって、捕食性動物の割合を実測値に近づけることができた。また、シミュレーションの初期状態では、腐肉を利用するのは捕食動物種の半数と設定し、腐肉食を行わない種から腐肉食を行う新種が出現する確率を 10 % としたが、最終的に肉食動物では約 90 %、雑食動物では 75 % が腐肉食が可能な種で占められていた。この結果は、わずかでも腐肉食を行うことが、捕食性動物の生存に強く寄与することを示している。動物の遺骸は、一般には空間的には不均一に、稀に見つかるものである。しかし、動物の死は常に起こるので、時空間を広く見ると、動物の遺骸は常に一定の割合で供給される安定した餌と見なすことができる。実際にシミュレーション中でバイオマスの時間的な変動係数を調べると、捕食性動物が餌とする肉食動物、草食動物それぞれのバイオマスの総量に比べて、腐肉のバイオマス総量の変動係数ははるかに小さく、植物と同程度となっていた。この結果は、腐肉は餌不足になったときの非常食として捕食性動物種の存続を支えていることを示唆している。

P-15: パッチ間の移動分散を考慮した繁殖干渉の数値モデル**Authors:** ○池川 雄亮^{1,2,3}, 石神 広太^{1,2,3}, 本間 淳^{1,2,3}**Affiliations:** ¹ 琉球産経株式会社, ² 沖縄県病害虫防除技術センター, ³ 琉球大学

繁殖干渉 (RI) は、ある種が繁殖行動を介して近縁種の適応度を低下させる種間相互作用である。実証研究では、RI が種の共存を妨げ種の分布の空間的分離を引き起こす可能性が示されてきた。一方、理論研究では、RI が種の共存に与える影響は調べられているが、空間的分布に与える影響については十分に調べられていない。本研究では、RI の関係にある 2 種が 2 つのパッチ間を移動する離散時間の個体群動態モデルを構築した。メスの交尾成功率はパッチ内の自種と他種のオスの個体群密度の比率に依存し、交尾後にそれぞれの種の雌雄は固有の分散率で別のパッチに移動する。その後、各パッチ内のメスの交尾成功率から次の時間の 2 種の個体群密度が決定されると仮定した。RI の効果が相互に十分に小さい (空間構造がない場合に安定な 2 種共存状態が存在する) 条件下で、2 種がそれぞれ別々のパッチに分布している初期状態から 1000 単位時間の数値シミュレーションを行い、2 種の分散率が種の存続と空間分布に与える影響を調べた。2 種の分散率が十分に小さいとき、2 種は 2 つのパッチに分離した状態で共存し、分散率が十分に大きいとき、空間構造がない場合と同じ共存平衡状態に収束した。一方、分散率に大きな種間差があると、分散率の大きい種が両方のパッチで優占し、分散率の小さい種が両方のパッチで絶滅しうることが示された。このような種の排除はメスの分散率が十分に大きいときにみられ、オスの分散率が種の存続に与える影響は小さかった。また、一方の種が他種に与える RI の負の効果をさらに小さくした場合でも、2 種は共存できず前者の種が排除される状態が示された。このような種の排除は、2 種が異なるパッチに分布している初期状態からスタートした場合にのみ見られた。以上より、近縁種の 2 次的接触に伴う RI は従来のモデルで考えられるよりも容易に種の排除を引き起こすことが示唆された。

P-16: 北アルプス・浅間山山域における高山蝶ミヤマモンキチョウの遺伝的集団構造の解明**Authors:** ○清水 大輔¹, 木下 豪太², 山崎 裕治²**Affiliations:** ¹ 富山大学大学院, ² 富山大学学術研究部理理学系

高山蝶ミヤマモンキチョウ *Colias palaeno* は、北アルプスや浅間山の亜高山帯以上に分布し、両山域の集団はそれぞれ固有の亜種 (北アルプス亜種、浅間山亜種) を形成する。筆者らは、これまで景観遺伝学的視点から生態ニッチモデルを使用し、最終氷期後から現在に至るまでの両山域間におけるミヤマモンキチョウ分布域の隔離を推定した (投稿準備中)。また、両亜種に対する mtDNA の遺伝子解析の結果、2 塩基の遺伝的差異が認められ、一定の遺伝的分化が示された。一方、両山域内における遺伝的分化の程度は必ずしも明らかにならなかった。本研究では、ゲノムワイドな SNP を対象とした遺伝子解析によって、両山域内におけるミヤマモンキチョウの遺伝的集団構造と集団史を明らかにすることを目的とした。2020 年から 2023 年にかけて採取したミヤマモンキチョウ 86 個体の翅の一部から、MIG-seq 法を用いて SNP を検出した。STRUCTURE による祖先集団解析の結果、K=2 が最適値となり、ミヤマモンキチョウは 2 つの祖先集団に由来することが示された。そして、PCA 解析および NJ 法による系統解析の結果、遺伝的に分化した 3 つの集団 (北アルプス中央、北アルプス北西、および浅間山) の存在が示唆された。さらに、DIYABC 解析による分岐年代推定では、北アルプスと浅間山集団の分岐に続いて北アルプス中央と北アルプス北西集団が分岐し、これらの分岐が最終氷期以前に生じたとするシナリオが支持された。最終氷期以前にあたる更新世期は、氷期-間氷期サイクルが繰り返された時期であることから、この気候変動によってミヤマモンキチョウ分布域の隔離と再接続が繰り返され、これらの 3 つの集団が形成されたと考えられる。そして、生態ニッチモデルによって示された最終氷期以降の分布域の隔離は、既に遺伝的に分岐していた集団の遺伝的分化を維持・強化した可能性がある。

P-17: 都市型フナムシ? 夜間人工光に対する沿岸生物の進化的・可塑的变化の検証*Authors:** ○佐藤 大気¹**Affiliations:** ¹ 千葉大学

近年の都市開発をはじめとした人間活動の広がりにより起因する夜間人工光 (ALAN: Artificial Light at Night) は、生物の自然な活動サイクルを攪乱する環境要因として大きな注目を集めている。一方で、世界の大都市はいずれも湾岸部に位置するが、夜間光が沿岸生物の活動パターンや生理活性、行動形質およびそれらの進化に与える影響はあまり検証されていない。本研究では、東京湾沿岸部に生息する、近年分類された近縁フナムシ属 (*Ligia*) の2種 (*L. laticarpa*: アオホシフナムシ (以降アオホシ) および *L. furcata*: フタマタフナムシ (以降フタマタ)) に対する ALAN の影響を調査した。野外調査とリモートセンシングデータを用いた解析から、2種の生息環境は明確に異なっていることが明らかとなり、アオホシは夜間光の多い都市部に主に分布していたのに対し、フタマタはより暗い郊外に生息していた。次に、ALAN に対する種特異的な行動および生理応答を明らかにするため、制御された照明条件下で長期飼育実験を行った。ALAN への慢性的な曝露は両種の生存率を高めたが、一方で成長に対しては対照的な影響を示した。両種とも成長が抑制される傾向にあったが、アオホシの方が影響は小さかった。また、活動リズムにも種間で差異が見られ、フタマタは ALAN 曝露により活動量を減少させたのに対し、アオホシは活動量を維持していた。これらの ALAN による異なる影響は、内在性の概日リズムにおいても見られ、ALAN の長期的な生理的影響を示唆している。これらの結果から、ALAN が近縁フナムシ2種の活動リズムに異なる影響を与えること、その違いが両種の生息環境を含めた生態的分化と関連している可能性が示唆された。

P-18: シロアリの王室を利用した社会寄生者の給餌獲得戦略と宿主社会構造の地域差への応答*Authors:** ○中園 大博¹, 矢部 清隆¹, 野呂 拓哉¹, 高田 守¹, 松浦 健二¹**Affiliations:** ¹ 京都大学

社会性昆虫は血縁個体間の利他行動に基づき分業を行い、高度に組織化された社会を築く。その巣内には社会寄生者として知られる多様な生物が生息し、宿主コロニーの資源を利用している。社会寄生者は、王室や育児室、採餌場など、空間的に資源の利用可能性が異なる社会性昆虫の巣内に生息するため、資源搾取戦略の理解には宿主社会の空間構造や社会システムに注目する必要がある。本研究は、ヤマトシロアリの社会寄生者であるシロアリハネカクシが、宿主の王や女王に随伴することで、給餌を多く得る場所である王室に集中して分布することを明らかにした。まず、野外コロニー内での分布を調査した結果、王室およびその周辺に集中していることが判明した。室内実験により、ハネカクシは王と女王が存在する場所に誘引されることが明らかになった。さらに、女王存在下では、ハネカクシはワーカーに対し餌乞いをより頻繁に行い、多くの給餌を受け取ることが示された。これらの結果は、シロアリハネカクシが王や女王の存在を手がかりとして王室に定位し、宿主からの給餌を効率的に得るための戦略を発達させたことを示唆する。加えて、本種の地理的分布を全国規模で調査した結果、青森県以北では本種の存在が確認されなかった。本種が青森県以北で確認されなかった背景には、寒冷地への生理的適応の問題に加えて、宿主コロニーの王室構造の違いが影響している可能性がある。寒冷地に分布するヤマトシロアリでは、繁殖システムそのものが本州以南と異なり、創設王が不在で大量の二次生殖虫が王室を構成することが知られている。このような社会構造では、給餌の対象が多数に分散しているため、王室への定位が給餌獲得に直結しにくくなり、本種の戦略が機能しにくくなると考えられる。これらの知見は、宿主社会構造の違いが寄生戦略の柔軟性や成立条件にどのような制約を与えるかを考察する上で、重要な示唆を提供する。

***P-19:** 土壤微生物群集における代謝的相互作用と競争排除**Authors:** ○景山 拓矢¹, 東樹 宏和¹**Affiliations:** ¹ 京都大学

生物間相互作用は個体群、群集動態に作用する重要な要因である。微生物において生物間の相互作用は代謝的側面から推察することができる。我々は土壤生態系における原核生物群集の動態が、系統的關係やゲノム内の遺伝子レパートリーではなく代謝フラックスに基づく種間關係によって説明されることを紹介する。

P-20: コクヌストモドキの死んだふり行動における他個体との同調**Authors:** ○松村 健太郎¹**Affiliations:** ¹ 東京大学

動物の行動はしばしば個体群密度の影響を受け、さらに他個体の行動に同調する現象がしばしば観察されている。このような行動の同調は、捕食回避として適応的であることが示唆されている。多くの動物における対捕食者戦略として死んだふり行動がある。死んだふり持続時間には大きな個体差があり、最適な死んだふり時間は状況によって異なる場合が多い。そのため、被食者が最適な死んだふり時間は周囲の同種他個体と同調する可能性があると予想されるものの、この仮説を検証した実験研究はほとんどない。本研究では、コクヌストモドキ (*Tribolium castaneum*) において、他個体の存在の有無によって死んだふり時間が変化するかどうか、また他個体の死んだふり時間と同調するかどうかを調査した。本研究では、遺伝的に死んだふり時間が長い (L) 系統と短い (S) 系統を用い、それぞれ単独飼育時および L 個体と S 個体と共存させた場合の死んだふり時間を測定した。結果は、孤独個体の死んだふり時間が、処理と比較して有意に長くなった。さらに、S 個体と同居した個体の死んだふり時間は処理後に有意に短縮したが、L 個体との同居は死んだふり時間に影響しなかった。多くの個体の死んだふり時間が短い場合、死んだふり時間は短く変化するように同調した。本研究は、死んだふり行動の観点から対捕食行動の同調を示した初めての報告となった。

***P-21:** 群れ行動における”異質さ”の効果～連続 Y 字迷路による検証～**Authors:** ○奥山 登啓¹, 佐藤 大気^{2,3}, 高橋 佑磨²**Affiliations:** ¹ 千葉大・院・融, ² 千葉大・院・理, ³ 千葉大・IAAR

多くの生物は自然界で群れて生息している。群れることで個体間の相互作用が強化され、集団の採餌パフォーマンスが向上することが、実証研究や数理モデル、シミュレーションを用いた研究により明らかにされてきた。一方で、このような先行研究の多くは均質な集団を仮定しており、個体間の遺伝的な異質性が集団行動に与える影響については十分に調べられてこなかった。近年の研究では、遺伝的な異質性が集団の採餌効率を非相加的に高めることが示唆されている。ただし、異質性の効果が、どのような条件で、どの程度効果を発揮するかは不明である。そこで本研究では、環境に異質性を伴う Y 字迷路を用いて、集団の遺伝的組成が採餌パフォーマンスに与える影響と、その行動学的メカニズムを検証した。実験には、多様な行動表現型を示す近交系キイロショウジョウバエ 20 系統を用いた。まず、ディスプレイを用いて白、赤、青、緑の 4 つの背景色に対する選好性を評価したところ、各色に対する選好性が系統間で異なることがわかった。そこで色の好みが顕著に異なる 10 系統を選抜し、連続する Y 字迷路内で採餌行動を観察する実験を行なった。単一の系統 6 頭で構成した同質な集団（同質集団）と、2 系統を 3 頭ずつ混ぜて構成した異質な集団（異質集団）を用意し、それぞれについて、白い背景の条件と背景色を通路ごとに色分けすることで迷路内に環境の異質性を導入した条件で、探索行動を 50 分間記録した。その後、迷路の先端に餌を配置し、3 時間での餌摂食量を記録した。その結果、遺伝的に異質な集団では、餌摂食量が非相加的に向上することがわかった。すべての個体の移動軌跡データから、行動の指標と相互作用の指標を算出し、採餌パフォーマンスが向上した行動学的なメカニズムを考察する。

***P-22:** 河川の空間構造は温暖化でのサケ科魚類の生活史多様性を維持する**Authors:** ○藤田 翔¹, O'Donnell Matthew⁴, 菅野 陽一郎², Whitley Andrew³, 佐藤 拓哉¹, Letcher Benjamin⁴**Affiliations:** ¹ 京都大学, ² コロラド州立大学, ³ モンタナ大学, ⁴ アメリカ地質調査所

近年の急速な地球温暖化は、表現型可塑性や進化的適応によって生物の生活史を変化させることが示されてきた。温暖化が進む中、河川内に様々な環境が存在することと、個体が河川内を自由移動できることは生活史の多様性を維持する鍵となる可能性がある。しかしながら、流域全体の空間的異質性や連結性がどのように生活史多様性の維持に寄与するかは理解は不十分である。

本研究では、アメリカ・マサチューセッツ州のウェストブルック川に生息するカワマス (*Salvelinus fontinalis*) とブラウントラウト (*Salmo trutta*) を研究対象とした。両種の 2000 年から 2015 年にかけての 16 世代にわたる標識再捕調査のデータを解析したところ、温暖化の影響が比較的大きい本流でこの傾向が顕著に進むのに対し、水温が比較的低い複数の支流では、成長が遅く長命な「晩熟系」の生活史が維持されていた。その結果、流域全体では集団としての早熟化の進行が緩和されており、河川の空間異質性が、様々な生活史多様性の維持に貢献していることが示唆された。さらに、PIT-tag の移動データにより全体の 15% 以上の個体が本流と支流間を移動していることが確認されており、河川の空間異質性だけではなく、移動が流域全体の生活史多様性の維持に貢献している可能性が見出されつつある。

これらの結果は、流域ネットワーク内の空間的異質性と連結性が、地球温暖化に対して早熟系の生活史への一意なシフトを緩和し、多様な生活史戦略の維持を可能にしていることを示唆しており、長期的な個体群の安定性につながっている可能性がある。

***P-23:** 攻撃個体が集団の摂食量構造に及ぼす二面的作用**Authors:** ○戸高 倫太郎¹, 高橋 佑磨²**Affiliations:** ¹ 千葉大・院・融, ² 千葉大・院・理

動物に普遍的にみられる攻撃行動は、他個体に危害を加え、その行動を妨げたり、適応度を低下させたりするような行動である。ゲーム理論のモデルでは、攻撃的な個体が集団の平均適応度を低下させることが示されている。しかし、現実の生物では、多様な攻撃パターンの個体が存在するうえに、ある個体の不利益は別の個体の利益にもなる可能性があるため、それほど単純ではない。攻撃個体が集団のパフォーマンスへ与える影響の理解には、攻撃パターンの組み合わせに着目した検証が必要である。本研究では、キイロショウジョウバエの DGRP 系統 12 系統を用いて攻撃パターンを定量するとともに、集団レベルと個体レベルの摂食量を定量した。まず、同一系統オス 2 個体の単独系統集団と、異なる系統オス 2 個体の混合系統集団を作成した。円形アリーナに 2 個体を導入し、上方から撮影を行なった。動画から、各個体の追い回す頻度や追い回される頻度を定量することで各系統の攻撃パターンを評価した。次に、攻撃パターンの異なる 3 系統を選び、2 系統ずつ 5 種類の割合で混合した集団を作成した。この集団に対して着色したエサを導入した CaFé assay を実施し、集団レベルの摂食量を測定した。実験後に個体を解剖し、腹部で観察されるエサ領域の面積を測定することで、個体の摂食量を定量した。その結果、混合系統集団では単独系統集団と比べ、摂食量が有意に増減する組み合わせが観察された。一部の組み合わせでは、個体の摂食量が負の頻度依存性を示した。これは、自身とは異なる攻撃パターンをもつ個体が集団内に増えるほど、その個体の摂食量が増加することを意味する。また、攻撃性が高い個体の頻度増加が必ずしも集団の摂食量を減少させるとは限らないことも示している。今後は、個体の詳細な行動解析を進めることで、攻撃パターンの非対称性が集団のパフォーマンスに与える影響を行動的背景から明らかにする。

***P-24:** kin competition が創出するタケササの開花周期と地下茎の地理的傾向**Authors:** ○梅田 栄作¹, 立木 佑弥¹**Affiliations:** ¹ 東京都立大学

タケササ類は発芽後、長期間クローナル成長したのち、一斉開花・枯死する。発芽から開花までの時間は開花周期と呼ばれ、熱帯産の種は開花周期が短く、温帯の種は開花周期が長いという地理的傾向が知られている。興味深いことに、クローナル成長時に形作られる地下茎構造にもまた地理的傾向が指摘されている。熱帯のタケは太く短い地下茎によって稈が叢生する一方、温帯のタケやササは長い地下茎を水平に展開し、稈は散在する。開花周期と地下茎構造は互いに影響し合って進化した、地理的傾向が創出された可能性が考えられる。

本研究では、タケササ類の生活史に基づいて空間明示的な個体群動態モデルを構築し、開花までの時間（開花周期）と、クローナル成長時に娘株を生産する距離（地下茎の長さ）の二つの表現型の進化を同時に検討した。二次元連続空間において、出生と死亡を繰り返しながら、これらの表現型に突然変異が生じる進化シミュレーションを実施した。

その結果、近親者間競争が開花周期と地下茎の長さの両方に影響を与えることが示された。開花周期は、種子繁殖とクローナル成長の効率のバランスで決定され、地下茎が短いと、近親者間競争によってクローナル成長の効率が悪くなり早期に開花することが有利になった。一方、地下茎は近親者間競争を回避するために一般に長く進化するが、地下茎が長いほど生産・維持するコストが増大する場合には、これらのバランスにより地下茎の長さが決定された。開花周期はクローナル成長時に近親者間競争に晒される期間を定めることで、地下茎の長さに影響を与えた。開花周期が短い時には、近親者間競争が表出する前に開花枯死するため、維持コストが小さい短い地下茎へ進化した。これにより、二つの表現型の間には進化的な正のフィードバックが作用し、野外の地理的傾向に一致する、地下茎と開花周期がともに短くなるか、ともに長くなるかの明瞭なパターンが創出された。

***P-25:** シロアリの卵塊形成における季節的な速度と精度のトレードオフは社会寄生の隙を生む**Authors:** ○昇 佑樹¹, 前田 崇彰¹, 高田 守¹, 松浦 健二¹**Affiliations:** ¹ 京都大学

社会性昆虫のコロニーでは、協調的な育児行動が進化しており、卵や幼虫に対する正確な認識と世話、コロニーの存続と繁殖成功に不可欠である。シロアリでは、ワーカーが卵を大きさやフェロモンによって認識し、集めて卵塊を形成するが、その卵塊中からはターマイトボールと呼ばれる、卵に擬態してワーカーの保護を受ける菌核菌 (*Athelia termitophila*) が見つかる。しかし、ターマイトボールの擬態は完全ではなく、自然下で確認されるのは、卵が多量に存在する夏期に限られている。なぜシロアリのワーカーは、ターマイトボールを卵塊中に迎え入れてしまうのだろうか。本研究では、卵塊形成における速度と精度のトレードオフ (speed-accuracy trade-off) に着目し、多量の卵の世話をしなければならない夏期に、認識精度が犠牲になることによって、社会寄生の季節的な隙を生むことをヤマトシロアリ (*Reticulitermes speratus*) を用いることで明らかにした。ガラスビーズ製の擬似卵を用いて、冬期と夏期におけるワーカーの卵運搬行動を比較した結果、卵が存在しない冬期には卵塊形成が遅いものの認識精度は高く、擬似卵の運搬はほとんど見られなかった。一方、卵が豊富に存在する夏期には卵塊形成が迅速である代わりに、多くの擬似卵が卵塊中に含まれていた。さらに、冬期のワーカーにおいても、卵運搬の経験を重ねることで、卵とともに擬似卵も積極的に運搬するようになった。これらの結果は、ワーカーが季節的な文脈に応じて、認識の速度と精度のバランスを可塑的に調整していることを示しており、その行動適応が、皮肉にもターマイトボールによる季節的な社会寄生の成立を可能にしていることを示唆する。

***P-26:** 宿主巣内での共存に対する社会寄生者間の相互作用の影響**Authors:** ○高石 悠生¹, 高田 守¹, 松浦 健二¹**Affiliations:** ¹ 京都大学

社会性昆虫の巣は、温度や湿度が保たれ餌資源が集積される環境であり、巣内に侵入し資源を利用して生活する生物は社会寄生者と総称される。社会寄生者は種数・個体数ともに多いが、全ての宿主巣で見つかるわけではない。従来、社会寄生者の特定の宿主巣における在不在に関する研究は、主に宿主との相互作用に着目してきた。しかしながら特にアリを宿主とする系では、複数種の寄生者が同じ宿主種を利用することも多く、このような状況下では巣内の限られた資源をめぐる寄生者間で種間競争が生じ、寄生の成否に影響を与えている可能性がある。本研究では日本で最も普通に見られるアリ寄生者、クロサアリシミ、サトアリツカコオロギ、クボタアリツカコオロギ (以下シミ、サト、クボタ) を対象に、寄生者間の相互作用が宿主巣における各種寄生者の在不在に与える影響を調査した。野外で 16 種類のアリの巣を調べたところ、シミはトビイロシワアリを含む 8 種のアリに寄生していた一方、サトとクボタはトビイロシワアリ特異的に寄生しており、3 種の寄生者は宿主としてトビイロシワアリを共有していることが分かった。さらに、このトビイロシワアリに着目すると、サトとシミは同一巣内で共存しにくい傾向を示したのに対し、その他の種の共存頻度は各種が独立に宿主巣を選んだと仮定した場合と比較して差はなかった。次に、宿主アリとの相互作用を比較したところ、サトとシミは宿主からの攻撃を受けやすく給餌は受け取れないという類似した傾向を示し、クボタとは異なっていた。この結果は、同じ宿主種を利用する複数寄生種において宿主との関係が類似した種どうして競争が生じ、同一巣内での共存が制限される可能性を示唆している。また一連の調査の中で、関東におけるサトの寄生率が四国と比較して高いことがわかった。本発表ではこの寄生率の差をもたらし生態学的な背景についても考察する。

***P-27:** シロアリ卵の人工孵化法の確立：カースト分化メカニズムの解明に向けて**Authors:** ○新沼 尚吾¹, 高田 守¹, 松浦 健二¹**Affiliations:** ¹ 京都大学

社会性昆虫は、個体が異なるカーストに分化し分業することで繁栄してきた。各個体がどのカーストに分化するかという「分化運命」の決定機構は、社会性の成立を理解する上で重要な課題である。シロアリでは、卵を育てるカーストが異なると、カースト分化の傾向に変化が生じることが報告されており、その背後にあるメカニズムの解明が求められている。しかし、シロアリの卵はワーカーによる世話が不可欠であり、育て親の影響を排除した実験系の構築は従来困難であった。本研究では、シロアリ卵を水中に沈めることで、簡便かつ高い孵化率で人工孵化させる手法を確立した。本手法は、従来法と比較して3割以上高い孵化率を示した。さらに、孵化直前に卵を取り出し、ワーカーに孵化を補助させることで、健全な幼虫を得ることも可能であった。この技術により、育て親の影響を排除した状態で卵を飼育することが可能となり、カースト分化に関わる遺伝的要因と環境要因の効果を個別に評価する道が開かれた。今後、本手法を用いて様々な条件下で孵化および発生過程を比較することで、社会性昆虫におけるカースト分化メカニズムの理解が大きく進展すると期待される。

***P-28:** シロアリの異種混成コロニーにおける個体の特性と社会構造の関係性**Authors:** ○登坂 優菜¹, 高田 守¹, 松浦 健二¹**Affiliations:** ¹ 京都大学

社会性昆虫は、コロニー内で生じる多様なタスクを個体間で分担して行う役割分業が特徴である。分業の様式は種によって異なり、個体が状況に応じて複数のタスクを担う柔軟なものから、各タスクに対して特定の個体が専門的に割り当てられるものまで多様である。どの個体がどのタスクを担うかは、年齢や経験といった個体の特性によって決まることが示されてきた。しかし、分業という現象を理解するためには、個体の特性とタスクとの関連性といった個体レベルでの役割の決まり方だけでなく、社会全体として各タスクにどれだけの個体が割かれるかという社会構造の決まり方にも注目する必要がある。本研究では、行動特性の異なる2種のシロアリ、オオシロアリ（以下、オオシロ）とネバダオオシロアリ（以下、ネバダ）を用いて異種融合コロニーを作成した。その結果、各タスクに特化して長時間従事する個体が現れ、同種のみのコロニーと比較して、役割の専門化が顕著な社会構造へと変化していた。さらに、異種混成コロニーでは、オオシロは集団の中心部で他個体へのグルーミングを多く行い、ネバダは周辺部を移動しながら採餌を行いやすかった。同種のみのコロニーでも、オオシロはグルーミング、ネバダは採餌に長く従事する傾向があり、異種混成コロニーでは両種の行動特性がより極端に発現することが明らかになった。これらの結果は、個々の構成員の特性が、各個体が担う役割のみならず、彼らが属する集団の社会構造にも影響することを示すものである。また、オオシロが巣の中心部で比較的安全なタスクを担い、ネバダがリスクを伴う採餌を行うという役割分担は、一方の種が他方に依存するような労働寄生の構造と類似し、その進化的前段階とみなすことができる。本研究は、分業の進化とその多様性の理解に新たな視座を提供するものである。

***P-29:** 沖縄島北部の道路環境における野生動物の種構成と活動性**Authors:** ○丸田 裕介¹, 下地 博之^{1,2}, 鶴井 香織^{1,2}, 辻 和希^{1,2}**Affiliations:** ¹ 琉球大学大学院農学研究科, ² 琉球大学農学部

ロードキル（轢死）は、人類が地上で脊椎動物を死亡させる主要な直接原因で、適切な対策が講じられない限り、多くの個体群の局所的な絶滅に繋がる可能性がある。琉球列島の沖縄島北部では、在来の食肉目哺乳類が生息しなかったため、陸域環境を利用する動物が他地域と比べて多く、ロードキルが個体群に与える影響が懸念されている。本研究は、沖縄島北部の道路環境を利用する動物群集の詳細や、日周活動性を明らかにし、実際のデータに即したロードキル対策に資する基礎データを蓄積することを目的とする。2024年6月–2025年5月（全329日）に国頭村の沖縄県道2号線および県道70号線（全長約32 km）から選定した計18地点で、赤外線感知型センサーが内蔵され夜間撮影も可能な自動撮影カメラを用いて野生動物の道路出現データを集めた。なお、同種個体が30分以内に連続して撮影された場合は、1回のデータとして扱った。その結果、琉球列島固有種10種を含む18種1,915回の野生動物（哺乳類・鳥類）が撮影された。得られたデータのうち、93.0%（1,781回）は鳥類のもので、リュウキュウハシブトガラス（1,148回）およびヤンバルクイナ（336回）がその大半を占めた。この2種の活動は概ね日中に見られたが、ヤンバルクイナは特に日の出時刻前後に集中していた。加えて、リュウキュウハシブトガラスは通年で観察されたのに対し、ヤンバルクイナは2024年6–10月および2025年4–5月に集中して確認された。また、イエネコ、イエヌ、クマネズミなどの外来種もカメラに捉えられた。さらに、2008年の再発見以降南限個体群となるオキナワトゲネズミの姿が、本調査で確認された。今後は、同様の方法を用いて調査範囲を広げることで、動物種の構成比率や日周活動性の年次変動の有無を探るなどして、効果的な保全策の検討を行う。

***P-30:** Lévy walk が被食者と捕食者の共存に与える影響**Authors:** ○渡邊 太郎¹, 阿部 真人²**Affiliations:** ¹ 東京大学, ² 同志社大学

古くから、生態系の種多様性や安定性を理解するために、個体群動態の駆動メカニズムが理論的に研究されてきた。しかし、生物個体は空間内を移動する特徴をもつにもかかわらず、空間を考慮しない数理モデルが多く、空間構造を考慮したモデルであったとしても、個体がある一定距離の移動や通常のランダムウォークをするという仮定が置かれることが多かった。昨今、動物行動の観測技術の向上により、多くの短い直線移動に加え、まれに極端に長い直線移動が現れる Lévy walk という移動パターンが動物の移動に幅広く見られることが報告されている。動物の移動は種間相互作用を変えうるため、Lévy walk は従来の個体群動態のモデルとは異なる帰結を生む可能性がある。そのため、現実の個体群動態の理解・予測・制御のためには Lévy walk を考慮したモデルを考える必要がある。

本研究では、被食者-捕食者の2種系において Lévy walk が個体群動態に与える影響を解析した。連続的な空間を想定したエージェントベースモデルにおいて、被食者は動かずパッチ状に分布し、捕食者はベキ分布に従う直線移動をもつ移動様式を仮定した。ベキ分布のパラメータであるベキ指数を変化させることで、動き方を直線移動、Lévy walk、通常のランダムウォークと変えることができる。また、捕食者が被食者を発見する確率もパラメータとして設定した。捕食者のベキ指数と発見確率を変化させて個体群動態を解析すると、発見確率によって、捕食者が直線移動や Lévy walk をするときの共存率が高くなり、平衡状態での捕食者の個体数が増えることが明らかになった。これは、直線移動や Lévy walk によってパッチの食い尽くしが防がれているからであると考えられる。

P-31: ヤスデ類における擬態環を伴う警告色多様化パターンの特性**Authors:** 〇田辺 力¹, 本間 淳^{2,3}, 曾田 貞滋⁴**Affiliations:** ¹ 熊本大学, ² 琉球産経, ³ 琉球大学, ⁴ 京都大学

ミューラー型擬態では、複数の種が警告シグナルを共有して捕食者の忌避学習を促し、捕食リスクを減らす。この互恵性は警告シグナルの均一化をもたらすと考えられるが、実際には警告シグナルに多様性が見られ、議論の的となっている。過去に報告のあった擬態環警告色の多様性は、次の二つのパターンに大別される。(1) 地理的多様化：警告色が擬態環構成メンバー間で揃って地理的に異なるもので、ドクチョウ、北米のヤスデ、ヤドクガエルなどで観られる。(2) 集団内多型が関与：擬態環メンバーの一部で集団内多型が生じ、各モルフが別の種と異なる擬態環を構成するもので、ドクチョウで知られる。本研究の対象であるミドリババヤスデ種複合体とアマビコヤスデ属は、日本本土で灰色擬態環を形成している。RAD-seq 系統から、灰色擬態環形成後に、アマビコヤスデ属は灰色のままであるのに対し、ミドリババヤスデ種複合体では灰色集団（種）からオレンジもしくは灰色とオレンジの中間型集団（種）への移行が複数回生じたと推測される。また一集団で中間型とオレンジの2型が生じている。ミドリババヤスデ種複合体でのパターンは、上記の既知パターン(1)(2)と比べて次の特性を持つ：(A) 擬態環構成メンバーの一部（ここではミドリババヤスデ種複合体のみ）で多様化が生じる点や集団内2型が関与している点は、上記(2)の集団内多型パターンと同じであるが、多様性の発生源が(2)では集団内多型にあるのに対して、ここでは主に近縁集団、近縁種間での多様化にある；(B) 警告色多様化が擬態環（灰色擬態環）からの離脱や別の擬態環（オレンジ擬態環）への移行と対応している；(C) 地理的な特性：東海・関西の限られた地域で多様化が著しく、灰色、中間型、オレンジの集団が地理的モザイク状に分布している。これらの特性をもたらす要因として、アバンダンス、同所性、ハエ類捕食寄生などを検討している。

P-32: 沖縄島におけるゴマダラカミキリ属3種間の交雑*Authors:** 〇高橋 壮太郎¹, 鶴井 香織², 佐藤 行人², 永野 惇^{4,5}, 坂巻 祥孝³, 辻 和希²**Affiliations:** ¹ 琉球大学大学院農学研究科, ² 琉球大学, ³ 鹿児島大学, ⁴ 名古屋大学, ⁵ 慶應義塾大学

外来種の侵入は、ときに繁殖干渉による在来種の絶滅や種間交雑による固有種の遺伝子汚染をもたらす。野外におけるそのような種間交雑の研究例は2種間にほぼ限られるが、沖縄島には種間交雑が懸念される、南西諸島固有の在来種であるオオシマゴマダラカミキリ（以下オオシマ）、国内外来種のゴマダラカミキリ（以下ゴマダラ）、外来種のタイワンゴマダラカミキリ（以下タイワン）の3近縁種が生息しており、本研究では上記3種の交雑の実態を形態解析および遺伝解析により調査した。まず、鹿児島本土のゴマダラ×奄美大島のオオシマゴマダラの人為交雑実験により、交雑による形態的同定形質（上翅斑紋の明度、上翅斑紋が占める面積、後胸腹板の黒色部の面積の3つ）の変化を確認した。次に、2020年および2023-2024年に鹿児島本土と沖縄島で収集した141個体を解析した。形態解析の結果、主成分分析により2次元に縮約した3つの同定形質値は、極めて連続的なプロットを示し形態同定が不可能な個体が続出した。遺伝解析ではddRAD-seq法を用いて核の一塩基多型を取得し(2567座位)、STRUCTUREを用いて集団遺伝構造を推定した。尤度と ΔK により推定された3集団($K=3$)がそれぞれどの種に対応するかを、「典型的な同定形質示す個体」と「鹿児島本土の未交雑のゴマダラカミキリ個体」のSNP情報から割り当てた。その結果、沖縄島では3種間で交雑が生じていることが強く示唆された。沖縄島の北端のやんばる周辺では、オオシマとゴマダラの交雑体が多く観察された。その一方で、沖縄島の南端の地域はタイワンの遺伝的特徴を強く示す個体が多数派を占めた。沖縄島の南北両端を除く中間の地域では、ほとんどの個体が3種の遺伝的特徴をある程度併せ持っており、沖縄島において3種の交雑がある程度長い期間続いてきた可能性が考えられた。

P-33: 都市—中山間勾配の多様な生育環境間における在来一年草ツクサ个体群の存続可能性*Authors:** ○山口 寛登¹, 藤原 日向¹, 中田 和義¹, 勝原 光希¹**Affiliations:** ¹ 岡山大学

近年世界的に進行している都市化は、在来植物の多様性に様々な影響を及ぼしている。一般に、都市化に伴う生育地の縮小・分断化や人為的攪乱圧の増加は在来植物の繁殖成功や个体群の存続に負の影響を与えていると考えられている。一方で都市環境下においては、アスファルトの割れ目や側溝の中など、人工物によるユニークな物理環境が局所的に形成されており、こうした環境を生育地とする植物も多い。従来の研究では、都市化の程度が異なる景観間（都市—中山間勾配）の比較から都市環境が植物の繁殖や存続に及ぼす影響を評価したものが多く一方で、都市内部に存在する多様な局所的生育環境が与える影響に着目した例は少ない。そこで本研究では、景観の違い（都市域と中山間地域）および局所的な生育環境の違い（側溝、道路脇、空き地等、農地）と植物个体群の繁殖や存続との関連を明らかにすることを目的とし、都市域から中山間地域にかけて幅広く分布する在来一年草ツクサを対象に、繁殖成功の調査および个体群の追跡調査を行った。追跡調査は2021年から2025年まで継続しており、岡山市北区において、中山間地域から500 × 500 m²、都市域から1000 × 500 m²の調査エリアを各2地点ずつ選定し、それぞれのエリア内で確認された全てのツクサ个体群について局所的な生育環境を記録し、各年の開花の有無を調査した。また2023年には、調査个体群の一部を対象に人工授粉実験と結実率の調査を実施し、繁殖成功の評価を行った。結果から、中山間地域と比較して都市域の个体群で局所絶滅が起こりやすい（存続可能性が低い）ことや、都市域の特に側溝や道路脇に生育する个体群では強い花粉制限を受けていることが明らかになった。本発表では、ツクサ个体群の繁殖成功や存続状況の違いを踏まえ、都市環境下における在来植物のメタ个体群の存続性について議論する。

P-34: 発育期間に対する人為選択が有効積算温度と発育零点に及ぼす影響**Authors:** ○宮竹 貴久¹, 松村 健太郎²**Affiliations:** ¹ 岡山大学, ² 東京大学

害虫の発生タイミングや分布域を推定するために有効積算温度と発育零点は重要な指標である。これらの指標は一般に、昆虫の種によって固有の値があるとされる。しかし昆虫の集団内において形質には変異があり、その変異には遺伝的な要素も含む。これまでに近縁種の間、あるいは異なる地域で採集した同種の昆虫个体群の間で有効積算温度と発育零点が異なるという報告はいくつかの昆虫種でなされており、これらの指標は遺伝的変異により変わることが示唆されてきた。しかし、これらの指標値がどういう選択圧によって進化しうるのかについては研究がなかった。この課題に人為選抜実験を利用することは価値があるだろう。そこで本研究では一定の温度条件下でウリミバエの繁殖開始齢あるいは発育期間に人為分断選択を20世代以上施した系統について5つの異なる温度で飼育して、有効積算温度と発育零点を比較した。その結果、ウリミバエの生活史形質（繁殖開始齢と発育期間）に対する人為選抜は、有効積算温度に大きく影響し、発育零点では発育期間への選択が幼虫期間においてのみ影響を与えることがわかった。つまり生活史形質に選択がかかると、集団の有効積算温度が世代を経て変化する（＝進化する）ことがわかった。

***P-35:** カダヤシ雌が放出する同種雌を抑制する物質：飼育水の定量送液実験による検証**Authors:** ○山崎 展¹, 鶴井 香織^{1,2}, 辻 和希^{1,2}**Affiliations:** ¹ 鹿児島大学, ² 琉球大学

同種や他種の成長を化学物質により促進ないし抑制させる現象をアレロパシーといい、植物では多くの事例が知られる。一方、動物では化学物質の環境中への放出を介した他個体の抑制の知見は種内相互作用に限られる。カダヤシ成魚雌は同種雌の成長や繁殖を抑制する水溶性の化学物質を放出する (Lutnesky & Adkins 2003) とされるが、これに続く関連研究は無い。本研究ではまず、Lutnesky & Adkins(2003)と同様に物質を出させるカダヤシ成魚雌2匹と物質に暴露されるカダヤシ稚魚を水のみ出入りする不透明な容器で隔離して飼育した。対照区では同じ装置でカダヤシの稚魚のみを飼育した。115日間の飼育実験の結果、物質の暴露により、カダヤシ雌は体長、体重、卵巣重量、肝臓重量が有意に低下し先行研究の結果が支持された。しかし、先行研究に倣った「物質を放出させる魚」と「物質に暴露される魚」を隔離しつつ同一の水槽に同居させる方法は、音を含む振動等の影響を排除できていない。そこで、新たな実験装置により水中の物質以外の要因を排除した。50Lの水槽で25匹のカダヤシ成魚雌を飼育し「物質を含む水」を作成した。対照実験区では水道濾過水の溜め水を使用した。これらの水を定量送液ポンプで生後1か月齢の雌のカダヤシが入った4L水槽に約2mL/minのペースで滴下する飼育実験を1か月間行なった。その結果、暴露区のカダヤシ雌は体重の割に卵巣重量が有意に軽くなる傾向を示し、成長量も有意に低下した。一方、肝臓重量は処理区間で有意に異ならなかった。この実験により、カダヤシ雌は水中に同種の成長を抑制する何らかの物質を放出していることが確定的となった。我々は前述の同居実験で、カダヤシ雌成魚と同居させた他種グッピーの稚魚の生存率の低下を明らかにしている。今後、グッピーに対する滴下実験により、物質の他種への作用を検証する。

***P-36:** 寿命進化シミュレーションのIBMによる実装**Authors:** ○矢部 清隆^{1,2}, 松浦 健二¹**Affiliations:** ¹ 京大・院農, ² 京大・院卓越

生物の寿命は、繁殖のタイミングや回数、成長速度など種々の生活史形質と相互作用しつつ、それらの進化に多大な影響を与える要因である。通常、寿命は長ければ長いほど個体の適応度が高くなるが、現実の多細胞生物の寿命はいずれも有限である。この理由としては、生理的トレードオフといった至近要因による制約のほか、高年齢での生存率の向上に対する選択圧が弱まるという“selection shadow”に基づく説明が広く用いられてきた。選択・突然変異・遺伝的浮動の三者の拮抗によって形質進化が制限される状態はdrift barrierと呼ばれ、これが寿命進化を制限するものとされる。本研究では、この理論的枠組みに基づいて、単純な定式化による個体ベースモデルを用いた寿命進化の解析手法を提案する。本モデルでは、平均寿命（あるいは老化速度）を量的形質とみなし、寿命が短くなる方向にバイアスをもつ突然変異を各世代に加えることで、選択圧がどの程度寿命の減少を抑制し得るかを定量的に評価する。シミュレーションの結果、平均寿命は変異の頻度・大きさに応じて一定の値に収束し、それ以上の進化は停止することが確認された。また、集団サイズを変化させて同様の解析を行ったところ、定常的に実現される平均寿命は集団サイズの対数に比例する傾向が観察され、これはdrift barrierの理論的予測とよく一致した。この手法は、一般的な個体ベースモデルの枠組みの範囲に収まる単純な定式化によって寿命進化をシミュレーションできるところに利点がある。特に、寿命を他の形質と連動して進化させたり生理的なトレードオフを組み込んだりすることも容易であり、様々な個別的条件での寿命とその他の生活史形質の進化動態を解析するための有用な手段となることが期待される。

P-37: 個体群特性の高次遺伝基盤：ウキクサを用いた検証**Authors:** 西川 ことね¹, 佐藤 大気¹, ○高橋 佑磨¹**Affiliations:** ¹ 千葉大学

遺伝子は、個体の表現型や適応度に影響を与える。個体群の表現型（個体群パラメータなど）や個体群の絶対適応度も同様に遺伝子の影響を受けるが、個体の表現型の場合とは少し異なる。個体群の表現型に対しては、間接遺伝効果や遺伝的多様性効果（ニッチ分割などに起因する非相加的效果）が働く可能性があるためである。すなわち、各遺伝子型は単独あるいは画一的な状態では機能しないが、他の遺伝子型と共存・相互作用することで個体群の表現型に対する影響が顕在化するという場合があるのだ。本研究では、個体群の表現型に非相加的、創発的に影響を与える遺伝子や遺伝的表現型変異を探索することを目指し、ウキクサ（*Spirodela polyrhiza*）を用いて個体群パラメータを推定するとともに、集団内で多様性が高まることで多様性効果を向上させるような遺伝子の探索を試みた。具体的には、本種の12の地域個体群に由来する系統を用いて、モノカルチャー条件と、2系統ペアによるポリカルチャー条件下で20日間の栽培実験を行ない、撮影した画像を解析して得た個体群成長のデータから、増殖能力を表す主成分と、内的成長率、環境収容力を算出した。これらの指標について、各ポリカルチャーにおける過剰効果と超過剰効果を評価した。過半数の組み合わせで負の過剰効果が認められたが、一部の系統の組み合わせで正の過剰効果や超過剰効果が現れた。染色体上の1,000 bpごとの領域における遺伝的多様性を説明変数、各個体群パラメータの過剰効果あるいは超過剰効果を目的変数とした高次ゲノムワイド関連解析を行なったところ、相乗的な増殖特性の向上の程度を説明する遺伝子の変異として葉緑体関連の遺伝子が数多く見つかった。これらの結果は、光合成特性の個体群内での多様性が個体群の相乗的な生産性向上に重要な役割を果たすことを示唆している。

P-38: アオウキクサの異系統混合栽培による遺伝的多様性効果の検証*Authors:** ○河合 叶愛¹, 村中 智明², 高橋 佑磨¹**Affiliations:** ¹ 千葉大学, ² 名古屋大学

現在、ほとんどすべての農作物は単一品種の大規模な栽培が主流となっている。ただし、遺伝的に均一な個体間では要求する栄養も同じであるため極めて強い個体間競争が起きていると考えられ、生産性や増殖速度が最大化されているとは言い難い。さらに遺伝的に画一的な作物集団は、気候の変動や病害虫の突発的な発生に対して脆弱であり、壊滅的な被害を受けるリスクも高い。一方で、生態学においては、個体群内の多様性が個体群全体の生産性やその安定性といった個体群レベルのパフォーマンスを非相加的に向上あるいは低下させることが知られている。このような現象は「多様性効果」と呼ばれ、近年注目を集めている。遺伝的に異質な個体群を目的に応じてデザインすることができれば、この多様性効果を農業に応用できる可能性があるが、すべての遺伝的多様性がパフォーマンスの向上をもたらすわけではない。そこで本研究では、個体群成長の過程を定量しやすい水生植物であるアオウキクサ（*Lemna aequinoctialis*）において、14の地域個体群に由来する系統を2系統ずつ網羅的に組み合わせる混合栽培の実験を行なった。一定環境下で、培地で満たされた容器内に各系統のフロンドを2枚ずつ導入して培養し、上方から5日間タイムラプス撮影を実施した。得られた画像から緑色のフロンドの総面積を算出し、0日目に対する5日目のフロンド面積の相対面積により増殖速度を推定した。また、多様性効果の指標として、増殖速度に対する過剰効果と超過剰効果を算出した。さらに、混合栽培に用いた14系統について多数の形質について表現型を測定し、各系統間の表現型距離を説明変数、多様性効果を被説明変数とした重回帰分析を行ない、多様性効果の大きさを決定する表現型多様性の特定を試みた。

P-39: 生態-進化動態と相利系の安定性**Authors:** 藤田 大樹¹, ○江副 日出夫¹**Affiliations:** ¹ 大阪公立大学

相利（異種生物個体間の互いに正の相互作用）の典型的な例として、マメ科植物-根粒菌系や種子捕食送粉系など、比較的大型の種の個体（宿主）と小型の種の複数個体（共生者）の間の相利がある。このような系において、宿主に対する貢献なしに宿主から報酬を得ようとする非相利的な共生者の蔓延を防ぎ相利を安定に存続させるためのメカニズムとして、宿主の共生者選択や制裁が考えられてきた。しかし、そのようなメカニズムが無くても存続しているような相利系も存在する。この研究では、共生者の進化動態と宿主および共生者の個体群動態との間の相互作用を考え、宿主による共生者選択や制裁なしで相利が安定に維持される可能性を理論的に探る。

宿主個体群と、相利者と非相利者の2系統からなる共生者個体群を考える。宿主は複数の共生者とランダムに共生し、宿主1個体が共生する共生者数の期待値は共生者と宿主の密度比に等しいとする。共生者のうち相利者のみがコストを払って宿主に利益を与え、宿主はそれに比例した報酬を共生者全員に平等に与える。宿主の適応度は共生者から得た利益に比例し、共生者の適応度は宿主から得た報酬とコストの差に比例する。共生者のうちの相利者の頻度、共生者密度、宿主密度の時間変化を連立微分方程式により解析した。まず宿主密度が一定と仮定した場合、共生者中の相利者頻度と共生者密度は平衡点に収束せず振動する。宿主密度が時間変化する場合、宿主と共生者の個体群に密度効果がなければ宿主と共生者の個体密度はともに発散する。共生者にのみ密度効果がはたらくときは、相利者と非相利者が共存する平衡点（共存平衡点）が存在しても不安定である。いっぽう宿主にのみ密度効果がはたらくときは、宿主個体群の動態の速度が十分に遅いときにのみ共存平衡点が安定となり、相利が安定に維持されるという結果が得られた。

P-40: トラップデータによるオス除去法の防除効果推定法—状態空間モデルによる解析—**Authors:** ○本間 淳^{1,2,3}**Affiliations:** ¹ 沖縄県病害虫防除技術センター, ² 琉球産経株式会社, ³ 琉球大学・農学部

オス除去法（Male annihilation technique: MAT）は、防除対象害虫のオスを強力に誘引する防除資材（誘引剤＋殺虫剤）を広範囲に大量に散布することにより繁殖可能なオスを大量に誘殺、メスの交尾機会を奪うことで繁殖阻害を行う防除法である。ミカンコミバエ *Bactrocera dorsalis* はメチルオイゲノールを誘引剤とした誘殺板の散布により、南西諸島での根絶に成功している一方で、ウリミバエ *Zeugodacus cucurbitae* ではキュールア誘殺板での根絶だけでなく、密度抑圧も難しいことが知られている。また、オス除去法の難点として、防除資材に用いる誘引剤とモニタリングトラップに用いる誘引剤が共通であることと、誘引されるのはオスだけであることが挙げられる。そのため、たとえ防除に伴ってトラップ誘殺数が減少したとしても、それがメスの繁殖を阻害した結果であるかは不明である。つまり、（１）誘殺板によってオス個体数が減少したことによるトラップ誘殺数の減少（防除にはつながっていない「見かけの防除効果」）と、（２）オスの減少によってメスの交尾機会が減少することでの次世代数の減少（「真の防除効果」）の２つの要因がトラップ誘殺数に影響する。そこで、本研究では、オス個体に対する防除が、一定期間後にメス個体数を間接的に減少させる効果を持つと仮定した状態空間モデルを作成し、現在沖縄県で発生しているセグロウリミバエ *Zeugodacus tau* のトラップ誘殺データを用いて、上記（１）と（２）の効果を個別に評価することを試みた。トラップごとの誘殺数と防除圧（誘殺板の散布密度）、トラップ回収間隔を用いて、オスおよびメスの潜在個体数の動態を推定した。

P-41: 性淘汰の格子モデル：空間構造が雌の選り好みの進化に与える影響*Authors:** ○平野 広大¹, 佐藤 一憲¹**Affiliations:** ¹ 静岡大学

クジャクの尾羽のような一方の性だけに発現する形質は、それを他方の性が好むことによる性淘汰によって進化してきたと考えられている。ダーウィンがこのような考え方を提唱して以来、フィッシャーによるシナリオ（ランナウェイ過程：雌の選り好みますます強くなり、ますます息子がセクシィになるように進化する）が示されて、O' Donald (1980) によるモデルが初めて登場した。その後、雌の選り好みにコストがかからない場合には、Lande (1981) の量的形質の遺伝モデルや Kirkpatrick (1982) の 2 遺伝子座-4 対立遺伝子モデルによって、ランナウェイ過程が起こることが示された。また、雌の選り好みにコストがかかる場合には、Pomiankowski たち (1991) が、バイアスのある突然変異を考えることによって解決した。

本研究では、集団が空間上に広く分布している場合に、従来の考え方を適用すると、雄の形質や雌の選り好みが進化するのか、という問題を考える。Day (2000) は、Pomiankowski たち (1991) のモデルを反応拡散型の連続空間上のモデルとして解析した。彼は、最適な雄の形質が空間的に非一様であれば、雌の選り好みにコストがかかる場合でも、フィッシャーのランナウェイ過程が生じることを示した。ここでは、格子モデルを用いて、交配相手を近傍の個体に制限することによって、雄の形質や雌の選り好みの空間的な分布が変化しながら進化していく様子を検討する。

P-42: シロアリにおける巣のネットワーク構造に応じた生殖虫配置とそのアルゴリズム*Authors:** ○伊藤 龍之介¹, 三友 光¹, 矢部 清隆¹, 中嶋 聖朗¹, 荒木 聡司¹, 中園 大博¹, 高田 守¹, 松浦 健二¹**Affiliations:** ¹ 京都大学

社会性昆虫は複数の部屋と通路から構成されるネットワーク状の巣を自己組織化によって構築し、必要に応じて巣構造を作り変えながら生活している。また、構造が動的に変化し続ける巣の内部空間を、繁殖や育児などの役割に応じて使い分けている。こうした生活様式の背景には、個体の行動が巣構造を変化させ、巣構造の変化が個体の行動を変化させるという相互フィードバック機構が存在する。この機構を理解するには、個体の性質や個体間の相互作用による行動の変化が巣構造に与える影響だけでなく、個体が行動する「場」としての巣構造を人為的に操作し、その構造的制約が行動に与える影響を調査する必要がある。本研究は、ヤマトシロアリが巣のネットワーク構造に応じて、卵生産を担う生殖虫の配置を決定することを明らかにした。まず、縦 3 個×横 4 個、計 12 個の部屋を有し、隣接する部屋同士を自在に接続できる装置を用いて、部屋同士の接続パターンが異なる人工巣を複数作成した。各人工巣に生殖虫 12 匹とワーカー 120 匹を導入して 24 時間飼育した後、各部屋における生殖虫、ワーカーの個体数を記録した。その結果、どの接続パターンでも、他の部屋との接続数が最多の部屋およびその周辺に生殖虫が集中することが明らかになった。さらに、個体が巣仲間を誘引する物質を発しながら人工巣内をランダムに移動すると仮定したシミュレーションを行った結果、接続数が最多の部屋およびその周辺で誘引物質の濃度が高くなった。このアルゴリズムは、巣構造によらずネットワークのハブとなる場所を選出可能である。また、そのような場所に生殖虫を配置することは、栄養供給や情報伝達の効率化、多様な避難経路の確保といった観点からも合理的である。本研究は、個体の性質や行動に着目することで発展してきた自己組織化という研究領域に、「場」の物理的構造が個体の行動を規定するという新たな視点を提供するものである。

P-43: ニホンザルの将来予測シミュレーションによる捕獲とバースコントロールの効果予測**Authors:** ○林 航平¹, 平山 寛之¹, 岩田 祐¹, 藏元 武蔵¹**Affiliations:** ¹ 株式会社野生動物保護管理事務所

近年、野生鳥獣による農作物への被害が全国的に深刻化しており、その効果的な対策の一つとして、捕獲による個体数管理が挙げられる。しかし、適切な管理には科学的・計画的なアプローチが不可欠であり、過度な捕獲は種の絶滅リスクを伴う。演者らは、国指定天然記念物「臥牛山のサル生息地」に生息するニホンザルを対象に、将来の個体数変動を予測し、文化財としての価値を維持しつつ被害対策を進めるための管理施策を検討した。なお、臥牛山に生息するサルは天然記念物であることから、非侵襲的な方法による個体数管理も検討するために、バースコントロール（避妊処置）と捕獲による2通りの方法での将来予測を行った。分析対象は実際に被害を出している臥牛山に生息する3つのサルの群れである（A群、B群、野猿群）。不確実性を含む個体数の将来予測に有効なモンテカルロ・シミュレーションを主要な手法とし、サルのメスの年齢構成やオスの群れ間移動を考慮したレスリー行列モデルを組み込んだ。分析では、「捕獲を実施しない場合」、「A群とB群で非選択的に各1頭捕獲」、「A群とB群でオトナメス各1頭捕獲」、「A群とB群のオトナメス各1頭に避妊処置」の4つのシナリオを設定し、今後20年間の個体数変動を予測した。シミュレーションの結果、最も個体数減少に効果が大きかったのは「オトナメス各1頭の捕獲」シナリオで、20年後には合計12頭と最も急速な減少を示した。一方、「オトナメス各1頭に避妊処置」シナリオは、労力や費用が大きいかかわりなく、個体数減少効果が非常に小さいことが示された（20年後41頭）。以上の結果から、個体群の増加を抑制する施策としては、群れのオトナメスの捕獲を実施することが最も確実かつ効果的である。今後は、定期的な個体数把握や現地の実態に合わせたパラメータの継続的な改善が重要な課題である。

***P-44:** シロアリの脱皮に伴う脱落を回避する便乗性線虫の戦略**Authors:** ○勝見 友亮¹, 高田 守¹, 松浦 健二¹**Affiliations:** ¹ 京都大学

生物は地球上のあらゆる環境に進出し、生活の場として利用している。自然界に広く存在する環境として生物の体表も挙げられる。これを利用する便乗性生物は幅広い分類群に見られ、宿主の体表へ定着することで、移動や保護といった利益を享受している。しかし、便乗者は宿主の行動や生理的な変化により宿主上からの脱落のリスクに常にさらされている。なかでも脱皮を行う宿主では、体表組織が一新されるため、定着を維持することが困難となる。本研究では、ヤマトシロアリの口器（小顎および下唇）に便乗する *Oigolaimella* 属線虫の一種が、宿主の脱皮に際して一時的に便乗部位を変化させることで、脱皮による脱落を回避し、便乗を維持する戦略を有することを実証した。本線虫は、宿主であるヤマトシロアリのほぼすべてのコロニーで検出され、ワーカーカーストの個体に偏って便乗していた。ワーカーは周期的な脱皮を行うカーストであり、脱皮による線虫への影響を検証するため、ワーカーの単独飼育を行い、脱皮を経ても線虫が脱落しないことを発見した。さらに宿主の脱皮前後の線虫の便乗部位を詳細に調べた結果、脱皮直前の期間に限り、線虫が宿主の口器から前腸内へ移動することが判明した。本研究は体表を利用する便乗者が宿主の生理状態の変化を体外から感知し、宿主の腸内を退避場所として利用するという特異な便乗戦略を示すものである。本知見は、宿主の脱皮とそれに対する便乗者の行動戦略の解を提示するものであり、便乗性生物の宿主利用戦略に新たな視座を提供する。

***P-45:** キイロショウジョウバエの意思決定における遺伝的変異と自発性、発生ゆらぎの効果**Authors:** ○李 俊濤¹, 高橋 佑磨¹**Affiliations:** ¹ 千葉大学

動物の意思決定には個体差があり、それが集団内の行動多様性を生み出している。こうした個体差の形成には、遺伝的変異に加え、集団内では他個体からの社会的影響により誘導される「自発性」や発生過程でランダムに生じる「発生ゆらぎ」が関わっている可能性がある。そこで本研究では、昆虫に幅広く見られる「走光性」に着目し、個体の意思決定における遺伝的変異と自発性、ゆらぎの効果を定量するため、キイロショウジョウバエの10の単雌系統を用いて、単独条件と集団条件で光選好性を測定した。実験に用いる各系統は同一環境で飼育され、環境要因の影響を最小限に抑えた。環境要因の影響を最小限に抑えるため、実験に用いる個体はすべて一定環境で飼育された。光選好性は、直径30mm程度の円形の通路で構成された暗室と明室を選択させるT字迷路を用いて定量された。単独条件では、各系統の雌雄15頭を対象に2回ずつ実験を行ない、選好性の個体内での一貫性も評価した。集団条件では、同系統の50頭の成虫を導入し、暗室と明室を選んだ個体数の比により、光選好性を評価した。その結果、単独条件では系統間で光選好性の強度に差が見られ、系統内でも個体間のばらつきが確認された。このことは、光選好性の個体差に遺伝的変異と発生ゆらぎが寄与していることを示唆している。一方、集団条件ではすべての系統において光選好性が弱まった。このことは、一部の個体が他個体の意思決定に影響を受けて自発的に意思決定を変えたことを示唆している。これらの結果は、選好性やそれに関連した意思決定においては、遺伝的変異と自発性、ゆらぎのいずれもが関与していることを意味する。種内の行動多様性はこれらの総和としてあるいは、それらの相互作用の結果として成立していると考えられる。今後は、これらの要因により生じる意思決定の個体差が群れや個体群の動態に与える影響を調べる。

***P-46:** シロアリのトレイル行動における個体間変異とその集団機能上の意義の実証**Authors:** ○三友 光¹, 武田 光太郎¹, 矢部 清隆¹, 高橋 迪彦^{1,2}, 高田 守¹, 松浦 健二¹**Affiliations:** ¹ 京都大学, ² 産業技術総合研究所

社会性昆虫では採餌や育児、防衛といった巣の存続に関わる労働を個体間で分業し、効率的に行っている。このような分業には、それぞれの役割に特化した形態や行動パターンと、多数の個体間での情報共有が寄与していると考えられる。トレイルフェロモンは、情報共有手段の一つとして知られており、餌資源や巣を結びつけ、効率的な資源利用と移動を可能にする。しかし、新たな資源の獲得にはフェロモンからあえて逸脱し、未知の領域を探索する個体も必要であり、フェロモンに対する追従行動の持続性には確率的なばらつきや、個体ごとの安定した違いが存在すると予測される。本研究では、トレイルフェロモンを使用して複数の餌資源を行き来するヤマトシロアリを用い、まず野外コロニーから採集した個体でトレイルフェロモン追従行動の持続性を調べた。その結果、1分以内にフェロモンから離脱する個体から50分以上追従を続ける個体まで、追従行動の持続性に大きな分散が見られた。次に、この行動傾向の再現性を調べたところ、離脱しやすい個体と追従を続ける個体は、その性質が持続的に現れることが確認された。さらに、離脱しやすい個体の集団、追従を続ける個体の集団、両タイプが共存する集団を作成し、トンネル掘削試験を行った結果、両タイプが共存する集団で最もトンネル掘削効率が高まることが確認された。加えて、発現量変動遺伝子の探索では、フェロモン追従行動の持続性と関連する候補遺伝子として myotubularin-related protein 3 アイソフォームの発現の関与が示唆された。これらの結果は、トレイルフェロモンに対する行動形質の個体間変異と、その多様性が集団機能を高めることを初めて実証したものである。

P-47: スミレの種子食性ショウジョウバエの季節的発生消長**Authors:** ○中村 祥子¹, 末吉 昌宏¹**Affiliations:** ¹ 森林総研

腐った植物や果物を摂食や繁殖に利用する種が多いショウジョウバエ科にあって、マメショウジョウバエ属には、樹液、菌類、果実、花などを利用する様々な種がある。これらの種は、一般的なショウジョウバエ科昆虫に用いられるような、果実を利用したベイトでは採集できず、都市環境での生息種数も限られている。加えて、産卵基質の特異性により、培地を使った継代飼育ができないため、本属の仲間の生態情報は極めて少ない。発表者らは、あるマメショウジョウバエの仲間がスミレ類の未熟な果実内で未熟種子を食べて成長し、初春から晩秋まで複数回発生することを発見した。本発表では、第一発見場所である多摩森林科学園における寄主スミレ 2 種の種子生産量、両スミレにおけるマメショウジョウバエの寄生率、マメショウジョウバエに対する寄生蜂寄生率の季節変動の観察結果を報告し、マメショウジョウバエの発生活長に影響を及ぼす要因を考察する。

***P-48:** 温暖化に伴う樹木群集の Thermophilization と一次生産性への影響**Authors:** ○大同 唯和¹, 紺頼 楓¹, 小野田 雄介¹, 辰巳 晋一¹**Affiliations:** ¹ 京都大学

温暖化により、各種の生物が最適な温度環境を追って現在よりも高緯度や高標高へ移動する事例が報告されている。こうした生息適地のシフトに伴い、各地の生態系では好温化 (Thermophilization)、すなわち「群集を構成する各種の最適気温を優占度で加重平均した値の上昇」が予想される。一方で、樹木群集の好温化は、実際の気温上昇速度と比べて遅れていることが先行研究で指摘されている。このような気温上昇に対する好温化の遅れを国内で明らかにした研究はない。さらに、こうした気温と生物分布のミスマッチ (気候負債) は、群集の一次生産性の低下に繋がる可能性がある。温暖化に対する樹木の応答を定量化することは、森林の動態予測や生物多様性の保全に役立つと期待される。

そこで本研究では日本全国の天然林を対象に、(1) 気温上昇に対する好温化の遅れを数値化すること、(2) そうした遅れと一次生産性との関係を明らかにすることを目的とした。森林生態系多様性基礎調査で収集された 2009~2018 年の毎木データを使用した。この期間中に出現した 243 種を対象に種分布モデリングを行い、各樹種の分布最頻気温 (DT_{opt}) を推定した。各プロットにおける各樹種の在・不在を応答変数、過去 30 年間の年平均気温を説明変数として、Biomod2 によるアンサンブルモデル解析を行った。各プロットにおいて、 DT_{opt} を各樹種の優占度で加重平均した値 (群集気温指数: CTI) を計算した。CTI の二時点間の差を取ることで好温化の値を求めた。さらに、各プロットの年平均気温と CTI の差で表される気候負債を算出した。その結果、 $0.00679\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{年}$ の好温化が見られた。また、全国平均で $0.01\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{年}$ の気候負債 (気温と CTI のミスマッチ) の進行がみられた。プロットごとの気候負債の傾向や一次生産性との関係について、地域や樹種などの観点からも考察を行う。

P-49: 種分布モデルによるイヌワシの生息適地の推定と里山との関係*Authors:** ○西田 亮¹, Miranda Everton¹, Kass Jamie¹**Affiliations:** ¹ 東北大学

農地、二次林、草原、そして人里からなる日本の伝統的な里山景観は、歴史的に多様な野生生物を支えてきた。イヌワシ (*Aquila chrysaetos*) は北半球に広く分布する頂点捕食者であり、本種は狩りのために、里山のような不均質な環境を狩場として利用することが知られている。本研究では、日本におけるイヌワシ (*Aquila chrysaetos*) の潜在的な分布と、里山景観の空間構造との関係を明らかにすることを目的とした。国内の出現データが限られているため、世界中の出現記録と気温や降水量、標高といった環境変数を用いて、機械学習アルゴリズム MaxEnt による種分布モデル (SDM) を構築した。モデルの複雑性を調整した複数候補から最適モデルを選定し、性能評価には AUC およびヌルモデルによる検定を用いた。その結果、最適モデルは高い予測性能 ($AUC = 0.78$) を示し、ヌルモデルと比較して有意に高い精度を有していた。このモデルに基づき日本全土における潜在分布を推定し、景観の異質性を反映する指標である Satoyama Index との空間的対応を評価したところ、両者の間には正の相関 ($r = 0.58$) が認められた。また特に東北、北陸、北海道など、伝統的な土地利用モザイクが比較的維持されている冷涼な地域で、生息適性が高く予測された。本研究は、イヌワシの生息地において里山の景観の構造が重要な役割を果たす可能性を示唆しており、今後はこの相関の生態学的背景と、人口減少に伴う土地利用・社会構造の変化が猛禽類の分布に与える影響をさらに明らかにする必要がある。本成果は、農村地域における社会動態の変化が生物多様性に与える影響を捉える一助となり、保全優先地域の選定や景観管理戦略の立案に貢献することが期待される。

P-50: 巣材共生微生物による抗菌防御機能および巣材と営巣地周辺土壌との微生物叢比較解析*Authors:** ○中畠 聖朗¹, 松浦 健二¹**Affiliations:** ¹ 京都大学

社会性昆虫は捕食者の攻撃や寄生虫や病原体の侵入からコロニーを物理的に守るため、頑強な巣を構築する。これまで、シロアリの巣に関する研究の多くは物理的防御のための構造という側面に焦点が当てられてきた。しかしながら、構築される巣材にはさまざまな微生物が棲息しておりコロニーの衛生環境を維持する役割を担っている。本研究ではシロアリの巣が有する動的な抗菌防御機構を報告する。この機構では、シロアリが病原菌に感染した死骸を巣材に埋葬することで、巣内に生息する共生細菌による抗菌防御機能が強化される。湿材シロアリ *Hodotermopsis sjostedti* を対象に、巣材および営巣地周辺土壌の細菌叢を 16S rRNA アンプリコン解析により比較したところ、 α 多様性および β 多様性の双方において有意な差異が認められた。また、病原菌に感染させた巣仲間の死骸を提示すると、ワーカーは非感染死骸を共食いによって処理する一方、感染死骸は巣材中に選択的に埋葬した。埋葬後の死骸からは菌糸の発育が抑制されており、埋葬された巣材からは抗生物質産生能をもつ *Streptomyces* 属の放線菌が単離された。さらに、死骸の埋葬により巣材中の *Streptomyces* の存在量が増加し、巣材の抗真菌活性が顕著に向上した。加えて、この *Streptomyces* はシロアリの病原菌の発育を抑制し、病原菌曝露下におけるワーカーの生存率を有意に高めた。これらの結果は、シロアリの死骸処理行動が巣材内の共生細菌との相互作用を促進し、それによって巣の抗菌機能が動的に強化されることを示唆している。本研究は、巣材が「生きた防御壁」として機能することを明らかにし、社会性昆虫における動的な病原体防御機構の理解を深化させるものである。

***P-51:** アゲハチョウ属の幼虫の摂食形質に見られる世代間・世代内の可塑性**Authors:** 〇仁平 岳登¹, 鈴木 紀之¹**Affiliations:** ¹ 三重大学

表現型可塑性には、季節多型のように世代間で発現するものと誘導防御のように世代内で発現するものがある。本研究では、同所的に分布するナミアゲハとナガサキアゲハを対象に、資源利用形質の季節的な変異および個体発生的な変異を調べた。具体的には、(1) メスの産卵場所を調査し、(2) 成虫の季節型に応じた卵サイズと孵化幼虫の形態を測定し、(3) 異なる硬さの葉を孵化幼虫に与えて誘導的な反応を調べた。その結果、ナミアゲハの卵は小さな新葉に多く、夏には一部大きな成葉にも産付されていた一方で、ナガサキアゲハの卵は春夏いずれも比較的大きな成葉に産付されていた。また、ナミアゲハでは夏型の方が春型よりも頭幅が大きかった一方で、ナガサキアゲハでは季節による違いは見られなかった。さらに、ナミアゲハでは葉の硬さに応じた可塑性は見られなかった一方で、ナガサキアゲハの1齢幼虫は硬い葉を食べると2齢幼虫の頭幅が大きくなった。これらのことから、ナミアゲハは世代間の季節変異、ナガサキアゲハは世代内の誘導的な反応によって食草の質の時空間的な変動に対処していると考えられる。

***P-52:** コロニーが融合するシロアリ個体群に見られる同種排他性の低下とその意義**Authors:** 〇道又 啓史¹, 高田 守¹, 松浦 健二¹**Affiliations:** ¹ 京都大学

社会性昆虫は、血縁個体間での利他的な行動の積み重ねによって、複雑な社会構造を形成している。その一方で、非血縁個体による利他行動の搾取を防ぐため、コロニーは他コロニー出身の個体に対し排他性を示す傾向がある。ヤマトシロアリ (*Reticulitermes speratus*) も、通常は血縁関係のある個体のみからなる排他的な単一コロニーを形成する。しかし、移入個体群である北海道においては、複数の異なるコロニー由来の個体が混在する「融合コロニー」の存在が確認されている。本研究では、この融合コロニー化のメカニズムを探るため、排他性の行動的基盤となる他コロニー由来の個体への攻撃性に着目し、北海道個体群の融合コロニーと京都個体群の単一コロニーとの間で比較実験を行った。その結果、北海道個体群では他コロニー由来の同種個体に対する攻撃性がほとんど見られなかった。また、同一個体群内の他コロニー由来の同種個体に対しても、異なる個体群の同種個体に対しても同程度の攻撃性の低下が見られた。一方、他種の個体に対しては北海道個体群でも京都個体群でも最高レベルの高い攻撃性を示し、防衛機能自体は維持されていた。これにより、北海道のコロニーでは同種への排他性のみが喪失しており、これが融合コロニー化の至近的要因であることが示唆された。また、北海道の個体群は、繁殖様式および分散様式の両面において、本州の個体群には見られない特異な社会構造を有していることが先行研究により示唆されている。本研究で示された個体の攻撃性低下と同様に、これらの一見複雑な社会構造の変化も、個体レベルの社会的性質の変化に起因する可能性がある。個体群レベルでの個体の性質の変化を明らかにした本研究は、新しい地域に移入した社会性昆虫における社会システムの変化のメカニズムの一端を示すものである。

***P-53:** 分散媒介者を介して生じる群集の景観依存性：訪花昆虫が運ぶ花蜜内細菌を例に**Authors:** ○永野 裕大^{1,2}, 夏目 佳枝², 宮下 直², 深見 理³, 辻 かおる¹**Affiliations:** ¹ 神戸大学, ² 東京大学, ³ スタンフォード大

生物の分散は生物群集の多様性を維持する主要な機構の1つであり、パッチの連結性などの景観スケールの要因から影響を受ける。分散を他種に依存する生物では、景観スケールの要因が分散媒介者を介して間接的に作用すると考えられるが、その関係はほぼ未解明である。花蜜内に生息する微生物は訪花昆虫を介して分散し、これらの昆虫はパッチ周辺の環境から影響を受けることが知られている。本研究では、ソバの花蜜内細菌群集を対象に、ソバ畑の周辺環境が訪花昆虫を介して細菌の多様性へ及ぼす影響の解明を目的とした。野外調査は2020年9月に長野県飯島町のソバ畑13ヶ所で実施し、昆虫の訪花頻度と花蜜内細菌群集を調べた。まず訪花頻度は、畑周辺の林縁長や畦畔植生に応じて変化していた。次に、昆虫の訪花頻度と細菌の多様性の関係を明らかにするために、野外操作実験と野外パターンの調査を実施した。野外操作実験では、訪花頻度を変化させるために、① 0.4 mm メッシュ袋（小型・大型昆虫排除）、② 4.5 mm メッシュ袋（大型昆虫排除）、③ 袋なしの3つの袋がけ処理を施した。その後、花蜜を採集し、DNAメタバーコーディングにより細菌群集を特定した。また野外パターンとして、袋なし処理の細菌種数と訪花頻度の関係を分析した。その結果、0.4 mm メッシュの処理でも細菌は検出され、アザミウマなどの微小昆虫による分散が示唆された。花蜜内細菌の種数は、操作実験では4.5mm メッシュの袋をかけ、訪花頻度が中程度の場合で最も高く、野外パターンにおいても訪花頻度が中程度のときに最も高くなっていた。従って、ソバ畑の周辺環境は、昆虫を介して花蜜内細菌の多様性に影響を及ぼすことが明らかになった。これらの結果から、自らの分散能力に乏しい生物の多様性維持機構を理解するためには、分散媒介者の密度を決める景観スケールの要因を解明する必要があることが示唆された。

***P-54:** 環境ストレスと初期個体群サイズが進化的救助に与える影響：理論と実証**Authors:** ○川田 尚平¹, 柴崎 祥太^{2,1}, 山道 真人¹**Affiliations:** ¹ 国立遺伝学研究所, ² 同志社大学

現代では人間活動の活発化にともなって環境が急速に変化し、多くの生物が絶滅のリスクにさらされている。近年になって、環境変動に対して生物が迅速に適応進化することで、絶滅を回避する「進化的救助」が起こる可能性があることが明らかになってきた。進化的救助では、環境が変化し始めた時の個体群サイズ（初期個体群サイズ）が大きな影響力を持つ。これは、初期個体群サイズが大きいほど遺伝的多様性が高く、環境の変化に適応している個体が含まれる可能性も高まるうえ、個体群が絶滅する前に環境に適応した個体が突然変異によって出現しやすくなるためである。これまで、単一の環境ストレスを加えた際に、初期個体群サイズが進化的救助の起きやすさに与える影響を調べる研究が多くなされてきた。一方、自然界の生物は温度や塩分濃度など複数の環境ストレスにさらされており、環境ストレスごとに選択される適応形質も異なっている。そのため、進化の過程や進化的救助の生じやすさも環境ストレスごとに異なる可能性がある。そこで本研究では、淡水性単細胞緑藻クロレラ *Chlorella vulgaris* を用いて、初期個体群サイズと環境ストレスの種類が進化的救助に与える影響を比較した。クロレラに対して温度ストレスまたは塩分ストレスを加え、1ヶ月間培養する際に、初期個体群サイズをばらつかせ、進化的救助の生じやすさを比較した。本発表では、実験結果と数理モデルシミュレーションを比較し、環境ストレスの種類や組み合わせが進化的救助に与える影響について議論する。

***P-55:** エネルギー地形解析の時系列予測への拡張**Authors:** 〇島 玄太¹**Affiliations:** ¹ 京都大学

近年、エネルギー地形解析により生物群集の安定性を定量する試みが広まりつつある。本手法は系の状態（ここでは生物群集の種組成）の観測頻度情報から、安定性として解釈可能な観測確率の期待値を算出する。この手法の応用の一つに、群集の変化の予測がある。発表者の研究も含む複数の先行研究で、本手法から求まる指標（Energy Gap）を用いて、群集の変化の規模を予測できると報告されている。また、本手法が初めに提案された神経科学分野においても、時系列動態への適用は一般的である。これは、ある時点での状態が安定であれば変化しづらく、不安定であれば変化しやすいという直感的な理解に基づくものである。しかし、実際には（現状の）エネルギー地形解析は、各状態の安定性を求める際に時系列情報を利用しておらず、時系列情報を明示的に含む予測を出力しない。即ち、本手法の時系列予測への適用を正当化する理論的根拠は不十分である。

本発表では、エネルギー地形解析を拡張し、より理論的に厳密な時系列予測を可能とする方法を提案する。状態間の遷移は、異なる安定性（観測確率の期待値）を持つ各状態からなるマルコフ過程として扱えるため、任意のステップ数後に到達する状態を確率分布として計算可能である。解析的に求めると膨大な計算量が必要となるため、反復シミュレーションにより近似的に確率分布を求める。任意のステップ数後における予測分布の精度を実際の観測値で評価し、最も予測力の高いステップ数を採用する。この新たな提案手法は、変化の規模だけでなく、変化の方向まで予測することができる。さらに、エネルギー地形解析を時系列予測と見做すことで、これまで客観的に明確な基準が存在しなかった二値化パラメータを一意に決定することが可能となる。

P-56: Does sex matter in tadpole inducible defence?**Authors:** 〇高津 邦夫¹, 長部 有沙¹**Affiliations:** ¹ 新潟大学

Inducible defence, the plastic expression of defensive phenotypes in prey in response to predation risk, is considered a cost-saving strategy. The sexual differences in energy investment, such as that associated with reproduction, can lead to sex-specific inducible defence expression; however, little is studied about whether it can occur early in life. To explore this possibility, we conducted a laboratory experiment using montane brown frog tadpoles. Tadpoles were kept individually in the presence and absence of caged predators, dragonfly larvae, until metamorphosis. All metamorphs were sexed by dissection. We will present the relationships among sex, growth and developmental rates, and the induced morphological defence characterised by a higher tailfin depth relative to body length.

***P-57:** アリー効果を考慮した2種競合モデルにおける代替安定性の数理解析**Authors:** ○藤原 杏吏¹, 山口 諒²**Affiliations:** ¹ 北大・高分子, ² 北大・先端生命

ヒトの腸内には、約1000種もの微生物が共存しており、一対一の単純な相互作用にとどまらず、より複雑な高次の相互作用ネットワークを形成する。その結果、腸内細菌叢の構成には個人差があり、各細菌の個体数は体調などによっても変動する。こうした、多様な腸内細菌叢の組成は、生態系に複数の安定した状態が存在しうる「代替安定性 (alternative stable states)」として理解することが可能である。本研究では、腸内環境を簡略化し、2種の細菌が1種の基質を介して競合する生態系として数理モデルを構築した。特に、個体数が少ないときに成長が抑制される「アリー効果 (Allee effect)」に着目し、システムの安定状態に与える影響を調べた。解析の結果、2種の細菌がどちらもアリー効果を持たない場合には、系は常に2種の共存安定に収束した。一方で、2種のうち1種のみがアリー効果を持つ場合には、アリー効果の強度に応じて系の安定状態が変化した。アリー効果がごく弱い場合には、共存安定のみとなり、アリー効果が強い場合、アリー効果を持たない種のみが生き残る、競争排除の状態が唯一の安定状態となった。そして、アリー効果が限られた範囲の強さを持つ場合には、共存安定と競争排除のいずれにも収束しうる、双安定状態が出現した。このときのアリー効果は、成長速度が常に正の値となる「弱いアリー効果 (weak Allee effect)」に相当する。本研究の結果は、弱いアリー効果を持つ種が存在することで、生態系に多様な群集構造が維持されうる可能性を示唆している。また、腸内細菌叢組成の変化が、各細菌の性質に基づく集団的な力学から生じる可能性を数理的に示したものであり、腸内環境の変化予測や治療介入の設計に向けた今後の可能性についても議論する。

***P-58:** アサギマダラ口吻に付く微生物は雌雄で違うのか? -訪花者の雌雄と花蜜内微生物の分散**Authors:** ○澤崎 朱里¹, 辻 かおる¹**Affiliations:** ¹ 神戸大学

花には多様な種から構成される微生物群集が形成されており、訪花者が微生物群集の移入・分散に寄与することが示唆されてきた。また、様々な分類群の訪花者において訪花行動が雌雄で異なることが報告されている。このように、雌雄で訪花行動が異なれば、同種の訪花者であっても雌雄で微生物の分散に異なる影響を与える可能性がある。これを検証するため、本研究では、雌雄で訪花行動が異なる蝶、アサギマダラ (*Parantica sita*) を用いた。アサギマダラの雄は、性フェロモンの産生に必須なピロリジンアルカロイドを産生するヒヨドリバナ属 (*Eupatorium*) に、雌よりも高頻度で訪花する。アサギマダラの口吻に付着する微生物は吸蜜の際に、花蜜内に持ち込まれる。このようにして分散される微生物を調べるために、アサギマダラの口吻に付着する微生物をサンプリングした。また、口吻に付着する微生物群集は、調査地としたフジバカマ (*Eupatorium japonicum*) 園の花蜜内微生物群集の影響を強く受けることが予想されたため、フジバカマ花蜜をサンプリングし、花蜜内微生物群集も調べた。サンプリングは、2023年10月と2024年10月に行った。培地上のコロニーからサンガーシーケンスする方法と、メタバーコーディング解析によって群集構造を定量化した。まだ解析途中ではあるが、*Metschnikowia* 属、*Papiliotrema* 属、*Meira* 属などの菌類が検出された。両年度ともに、口吻に付着する上記菌類のコロニーの出現頻度が雌雄で異なることが分かった。ポスター発表時には、メタバーコーディング解析の結果も共有したい。本研究により、雌雄によって微生物の分散効率が異なることを分かれば、訪花昆虫の雌雄差が花粉の流動だけではなく、多様な種から構成される花蜜内微生物群集にも影響を与えることが示される。

P-59: Temperature rise limits emergence time divergence in two competitors**Authors:** Zhang YZ¹, Morshed MN¹, Miksanek JR², Heimpel GE³, ○ Tuda M¹**Affiliations:** ¹Kyushu Univ., ²Louisiana State Univ., ³Univ. Minnesota

Climate change is expected to strongly impact ectothermic species due to their sensitivity to temperature, with cascading effects on population and community dynamics. We experimentally tested how a 2° C increase in temperature (eT) influences short-term interactions between a host species (the azuki bean beetle) and two competing parasitoid wasps, as well as community dynamics across multiple generations. We hypothesized that elevated temperature would shorten the host's vulnerable period, thereby reducing the divergence in adult emergence times between the two parasitoid species and subsequently lowering parasitism rates.

Under eT, development times were accelerated for both parasitoids and the host, accompanied by reductions in body size. The emergence time of the later-emerging parasitoid species decreased more substantially than that of the earlier-emerging species, resulting in reduced divergence in emergence times (niche difference, d). Niche width (w) increased only in the later-emerging species. While d was influenced by parasitoid density, w remained density-independent. Overall, the niche overlap (d/w) was reduced at eT but did not affect parasitism rates.

Although reduced niche differentiation at eT is predicted to destabilize species coexistence, we found that intraspecific competition was stronger than interspecific competition for both parasitoid species—stabilizing population dynamics of competing species. Additionally, body size declined with increasing intraspecific density in both species, and also with interspecific density in the early-emerging species. Despite decreased emergence time divergence, the concurrent reduction in body size may have mitigated interspecific competition, explaining the lack of change in parasitism rates over one generation. Ongoing experiments will assess whether these plastic changes contribute to the coexistence of species over multiple generations.

P-60:** Gut Symbiosis in the Primitive Wood-Feeding Termite *Hodotermopsis sjostedtiAuthors:** ○ WU ZHAOQI¹, Takata Mamoru¹, Matsuura Kenji¹**Affiliations:** ¹Kyoto University

Termites rely on nutritional symbionts to digest lignocellulosic material, aided by specialized gut microbiota. These symbionts are socially transmitted via trophallaxis, enabling long-term maintenance and potential co-evolution. Lower termites traditionally harbor protozoa, while higher termites depend on bacteria and fungi. However, recent evidence suggests structured bacterial and fungal communities may also exist in lower termites, independently of environmental sources. To explore this, we investigated gut symbiosis in *Hodotermopsis sjostedti*, a basal omnivorous termite. In June 2024, we sampled five colonies on Amami Ōshima Island, Japan, including gut contents, three nest locations, and surrounding soil. Using DNA metabarcoding, we analyzed microbial eDNA to characterize bacterial and fungal communities. Gut microbiota showed consistent bacterial assemblages across colonies, while fungal profiles were less stable and often resembled nest or soil. Alpha diversity indicated low but distinct bacterial richness in guts, implying host filtering. Fungal richness did not differ significantly between guts and nests. Beta diversity supported that gut bacterial communities were host-specific, while fungal ones were more environmentally derived. Taxonomic analysis identified 31 bacterial phyla, dominated by *Spirochaetota* (65.3%). Four species were gut-enriched: *Treponema parvum*, *T. primitia*, *T. azotonutricium*, and *Periweissella beninensis*—the latter newly detected in termites. LEfSe (LDA > 4) highlighted *Periweissella* and *Enterococcus* as gut-associated taxa. Fungal profiling revealed 11 phyla, dominated by *Ascomycota*, with *Mucoromycota* also detected. LEfSe identified three gut-enriched fungal taxa: *Hyaloscypha*, *Lipomyces*, and *Lipomycetaceae*, though their colony-level consistency remains unclear. This study highlights bacterial specificity and fungal variability in a basal termite lineage. Future work will focus on identifying the *Periweissella* species and its potential functional role.

参加者名簿（五十音順） List of Participants

氏 名	発表形式	発表番号	今藤 夏子	—	—
Evan Fricke	企画シンポ	SO1-01	近藤 倫生	企画シンポ	SO3-02
Samuel Gascoigne	公募シンポ	SP2-04	佐藤 一憲	—	—
Christina Hernandez	公募シンポ	SP2-02	佐藤 大気	ポスター	P-17
Bo Moon Kim	企画シンポ	SO1-02	佐藤 拓哉	ポスター	P-04
Kenji Matsuura	ポスター	P-13	澤崎 朱里	ポスター	P-58
Takahisa Miyatake	ポスター	P-34	柴崎 祥太	企画シンポ	SO2-03
Takashi Saitoh	ポスター	P-09	島 玄太	ポスター	P-55
Eisaku Umeda	ポスター	P-24	清水 大輔	ポスター	P-16
ZHAOQI WU	ポスター	P-60	新川 颯輝	ポスター	P-11
明石 涼	公募シンポ	SP3-04	新沼館 尚吾	ポスター	P-27
秋田 鉄也	公募シンポ	SP1-01	鈴木 伸明	—	—
阿部 真人	企画シンポ	SO2-01	鈴木 紀之	ポスター	P-08
荒木 聡司	—	—	須藤 正彬	—	—
李 俊濤	ポスター	P-45	大同 唯和	ポスター	P-48
池川 雄亮	ポスター	P-15	高石 悠生	ポスター	P-26
一色 竜一郎	公募シンポ	SP4-01	高田 守	ポスター	P-01
井出 純哉	—	—	高田 壮則	—	—
伊藤 龍之介	ポスター	P-42	高津 邦夫	ポスター	P-56
井上 哉太	—	—	高橋 壮太郎	ポスター	P-32
井上 輝紀	企画シンポ	SO1-03	高橋 佑磨	ポスター	P-37
井上 雄太	—	—	瀧本 岳	—	—
内山 憲太郎	公募シンポ	SP1-02	田辺 力	ポスター	P-31
江副 日出夫	ポスター	P-39	津田 みどり	ポスター	P-59
大串 隆之	—	—	都築 洋一	公募シンポ	SP2-03
大崎 晴菜	公募シンポ	SP3-02	登坂 優菜	ポスター	P-28
大野 ゆかり	—	—	戸高 倫太郎	ポスター	P-23
奥山 登啓	ポスター	P-21	冨塚 暖史	ポスター	P-10
香川 幸太郎	公募シンポ	SP4-03	仲澤 剛史	公募シンポ	SP3-05
景山 拓矢	ポスター	P-19	中畠 聖朗	ポスター	P-50
片山 昇	ポスター	P-02	中園 大博	ポスター	P-18
勝原 光希	企画シンポ	SO2-02	永野 真理子	—	—
勝見 友亮	ポスター	P-44	永野 裕大	ポスター	P-53
河合 叶愛	ポスター	P-38	永光 輝義	ポスター	P-12
川田 尚平	ポスター	P-54	中村 祥子	ポスター	P-47
川津 一隆	—	—	難波 利幸	ポスター	P-03
神田 有香音	—	—	西海 望	企画シンポ	SO2-05
木村 響	ポスター	P-05	西田 貴明	企画シンポ	SO3-01
胡 雨萱	—	—	西田 亮	ポスター	P-49
			西廣 淳	企画シンポ	SO3-04

仁平 岳登	ポスター	P-51	道又 啓史	ポスター	P-52
昇 佑樹	ポスター	P-25	三友 光	ポスター	P-46
橋本 洸哉	公募シンポ	SP3-03	源 利文	企画シンポ	SO3-05
林 航平	ポスター	P-43	森田 慶一	公募シンポ	SP4-04
平尾 章	—	—	矢部 清隆	ポスター	P-36
平瀬 祥太郎	公募シンポ	SP1-03	山内 淳	—	—
平野 広大	ポスター	P-41	山尾 僚	企画シンポ	SO1-04
深谷 肇一	—	—	山口 寛登	ポスター	P-33
藤岡 慧明	企画シンポ	SO2-04	山崎 展	ポスター	P-35
藤田 翔	ポスター	P-22	山中 武彦	ポスター	P-07
藤原 杏吏	ポスター	P-57	山本 佑樹	公募シンポ	SP1-04
古田 芳一	ポスター	P-06	横溝 裕行	公募シンポ	SP2-01
別所 和博	公募シンポ	SP4-02	吉川 徹朗	企画シンポ	SO1-05
本間 淳	ポスター	P-40	吉田 勝彦	ポスター	P-14
松村 健太郎	ポスター	P-20	吉田 丈人	企画シンポ	SO3-03
松本 哲也	公募シンポ	SP3-01	渡邊 太郎	ポスター	P-30
丸田 裕介	ポスター	P-29			

第 41 回個体群生態学会大会実行委員会

大会委員長

山内 淳（京都大学）

大会実行委員

阿部 真人（同志社大学）・西田 貴明（京都産業大学）・山尾 僚（京都大学）

アドバイザー

伊藤 公一（同志社大学）・難波 利幸（大阪公立大学）