

シンポジウム

モビローム研究のフロンティア Frontiers in mobilome biology

Abstract

自然界に存在する微生物は、その染色体に多様な遺伝子を有することで、それぞれの生育環境に適応していると考えられている。しかし実際には、微生物の細胞内にはウイルスやプラスミドに代表される染色体外の種々の動く遺伝因子も存在し、染色体とこれら遺伝因子の相互応答や直接の配列交換の帰結として、微生物の表現型が現れる。この事実は、微生物はウイルスやプラスミドに代表される、染色体外の種々の動く遺伝因子(=モビローム)を包括した、いわば運命共同体としての“United Genome”により構成され、それぞれの特性を活用することで激変する地球環境に適応してきたことを予想させる。例えば、プラスミド獲得による薬剤に対する耐性獲得現象はその明確な事例であり、一部のモビロームが微生物の進化・適応に寄与することはすでに知られている。では、薬剤耐性遺伝子を含まないプラスミドはどのようなだろうか？モビロームの寄生的な側面が強調されるウイルスではどのようなだろうか？そもそも、モビロームは、どこにどれだけ存在し、どのような機能・動態を示すのだろうか？本シンポジウムでは、こうしたモビロームの種類や機能、動態について、最新の研究成果を新進気鋭の研究者に講演いただき、微生物の進化・適応に、モビロームがどのように寄与してきたのか議論する。

Microorganisms in nature are thought to adapt to their respective environments by possessing diverse genes in their chromosomes. However, a variety of mobile genetic elements (MGEs), including viruses and plasmids, also exist within microbial cells. These extrachromosomal elements interact with chromosomal DNA, sometimes exchanging genetic sequences, which influences the phenotype of the microorganisms. This suggests that microorganisms may be part of a "United Genome" system, where they coexist with MGEs (collectively referred to as the "mobilome") and adapt to the rapidly changing environment on Earth. A clear example of this is the acquisition of drug resistance through plasmid uptake, demonstrating that certain mobilomes contribute to microbial evolution and adaptation. Then, what about plasmids that do not carry drug resistance genes? What is the role of viruses, often regarded as parasitic elements of the mobilome? Furthermore, where and to what extent do these mobilomes exist, and what are their functions and dynamics? This symposium will present the latest research on the types, functions, and dynamics of mobilomes.

Convenor

- ・新谷 政己 (静岡大学)
- ・浦山 俊一 (筑波大学)

Program

- 14:00-14:05 趣旨説明
新谷 政己（静岡大学）
- 14:05-14:25 持続型ウイルスの生態に迫る：菌類をモデルとした宿主集団中での持続型ウイルス維持機構の解析
千葉 悠斗（明治大学）
- 14:25-14:45 モビロームを駆動するファージと細菌の攻防
氣賀 恒太郎（国立感染症研究所）
- 14:45-15:05 実環境中におけるプラスミドの動態解明
徳田 真穂（静岡大学）
- 15:05-15:25 必須遺伝子を捉えてモビロームの進化を解明する
西村 陽介（JAMSTEC）
- 15:25-15:45 臨床と環境を循環する薬剤耐性プラスミドの動態解析
鈴木 仁人（国立感染症研究所）
- 15:45-16:00 総合討論

ゲノムを制するものは微生物学を制する?! ~日本ゲノム微生物学会若手会 出張企画~

Whoever controls genomics controls microbiology! ~ SGMJ wakate session in JSME~

Abstract

「次世代シーケンサー」という語が既に「次世代」感を失い、微生物の分類体系もゲノム情報と切り離せなくなりつつある昨今では、微生物生態学研究にもゲノム科学的手法が不可欠となっています。そこで、本大会では、日本ゲノム微生物学会の若手会世話人を務める日本微生物生態学会会員がコンビーナとなり、出張シンポジウムを開催します。本シンポジウムでは、ゲノム微生物学会で活躍されている、我々コンビーナにとっての憧れの先輩研究者4名をお招きし、最新のゲノム微生物学研究を紹介いただきます。さらにそれらの知見の生態学分野への応用可能性について考えます。

最初の演者のご研究対象は、世界に先駆け日本でゲノムが解読された、日本のゲノム微生物学の代表選手の1つであるシアノバクテリアです。ご講演では、生態学的にも興味深いテーマであるその光利用戦略に関する研究についてご紹介いただきます。

次の演者からは原核生物の自殺機構であるToxin-antitoxinシステムに関する最新研究についてご講演いただきます。Toxin-antitoxinシステムは、プラスミドの維持機構としての日本での発見をその端緒とし、現在は抗ファージ機構の1つとしても大変注目されています。

次の演者からは、細胞形態の多様性に関してご講演いただきます。微生物の細胞の形はどのように決定されているのか、モデル生物である大腸菌の遺伝子変異からその謎に迫る研究をご紹介いただきます。

最後の演者には、近年の非モデル微生物のゲノム情報の急拡大により明らかになりつつある、DNA複製研究の最新知見に関してご講演いただきます。モデル微生物でのDNA複製の研究を出発点に、その多様性にまで迫りつつある研究についてご講演いただきます。

本シンポジウムでご提供する最新知見や議論、そして人的交流が、本学会会員の新たな研究の展開のきっかけとなり、日本の微生物学研究にパラダイムシフトをもたらす起爆剤となれば幸いです。

Convenor

- ・ 富永 賢人：東京大学 新領域創成科学研究科
- ・ 前田 海成：東京工業大学 科学技術創成研究院
- ・ 黒川 真臣：国立遺伝学研究所 情報研究系
- ・ 原(和才) 沙和：農研機構 生物研

Program

- 14:00- Opening remarks
- 14:02- シアノバクテリアの光応答戦略を分子的理解から生態学にどうつなげるか
榎本 元(東京農業大学 応用生物科学部)
- 14:31- 抗ファージ機構として機能するtoxin-antitoxinシステム
倉田竜明(理化学研究所 開拓研究本部)
- 15:00- バクテリアアクチンMreBが生み出す様々な細胞形態
秋山 光市郎(国立遺伝学研究所)
- 15:29- *oriC*構造の種間多様性を支える複製開始システムの柔軟なキャパシティ
尾崎 省吾(九州大学薬学研究院)
- 15:58- Wrap up

水環境工学と微生物生態学の相乗作用による 未来志向の研究を考えてみませんか？

Abstract

生物学的廃水処理や浄水処理に利用されている水環境工学プロセスは、人新世における水循環を支える社会インフラとして昼夜を問わず稼働しています。1990年代にPCR法に基づくクローンライブラリ解析や蛍光 in situ ハイブリダイゼーション解析といった分子生物学的アプローチが水環境工学プロセスの研究にも適用されたことで、他の自然環境と同じく、そのほとんどが難培養性であることが明らかとなりました。それから30年ほどが経過した現在、工夫を凝らした培養、高度な分析・検出技術、環境オミクス解析、数理生態学といった新しいアプローチによる新しい発見が若手研究者から次々に発信されています。近年では、海洋をはじめとする自然環境へのプラスチック廃棄物の拡散が社会問題となるなど、水環境における微生物の新しい生態とその工学的利用についての研究は国内外で精力的に推進されています。そこで、水環境工学に関連する微生物群の挙動や機能の解明に向けた研究がより一層進展することを期待し、将来を担う若手研究者による研究発表と将来展望を議論する場として本シンポジウムを企画しました。水環境工学に馴染みのない微生物生態学研究者の参加も心からお待ちしています。私たちと一緒に水環境工学と微生物生態学の相乗作用による未来志向の研究を考えてみませんか？

後援：公益社団法人日本水環境学会

企画：公益社団法人日本水環境学会 微生物生態と水環境工学研究委員会

Convenor

- ・成廣 隆：産業技術総合研究所 生物プロセス研究部門
- ・春日 郁朗：東京大学 先端科学技術研究センター
- ・久保田 健吾：東北大学 大学院環境科学研究科
- ・堀 知行：産業技術総合研究所 環境創生研究部門

Program

- 14:00~14:05 はじめに
- 14:05~14:23 プラスティスフィア制御によって海洋非生分解性プラスチックを海洋で生分解させる
鈴木 美和 群馬大学食健康科学教育研究センター 助教
- 14:23~14:41 窒素安定同位体トレーサーを利用した N₂O 動態解析の最前線
黒岩 恵 東京農工大学大学院 工学研究科 助教
- 14:41~14:59 バイオフィーム構造と微生物群集から理解する
膜ファウリング発生機構と制御技術開発の展望
三輪 徹 産業技術総合研究所 生物プロセス研究部門 学振 PD
- 14:59~15:17 数理モデルを用いた微生物間相互作用の推測から紐解く異属三菌株の動的共存状態
本荘 雅宏 産業技術総合研究所 環境創生研究部門 ポスドク
- 15:17~15:35 環境サンプルを対象とした簡易で迅速な新規核酸分析法の開発
中島 芽梨 北海道大学大学院環境創生工学専攻 博士課程 3 年次
- 15:35~15:53 培養から見えたメタン酸化細菌と水環境の新しい関係
蒲原 宏実 海洋研究開発機構 超先鋭研究開発部門 学振 PD
- 15:53~16:00 おわりに

環境微生物とバイオものづくり Environmental Microbes in Biomanufacturing

Abstract

バイオものづくりは、CO₂やバイオマス等から微生物や植物などを活用した有用物質生産を行うことで、地球規模での社会的課題の解決と経済成長との両立を目指します。この研究分野では、従来の産業微生物や、以前より着目されるシアノバクテリアや真核光合成プランクトン・藻類は勿論、所謂環境微生物も、遺伝子資源としてだけでなく、新たな産業微生物（ベーシックセル）として期待されています。実際、この分野でもっとも注目を浴びるベンチャー企業のひとつが活用するのは、典型的な環境微生物と言えるCO₂固定菌です。現在、国内においても、企業による研究開発は勿論、JST GteX (革新的GX技術創出事業)やNEDO GI(グリーンイノベーション基金)、NEDO (CO₂有効利用拠点における技術開発)事業等を通し、大学・研究機関等においても、リソース整備、ベーシックセル開発、既存の産業微生物の育種等々、様々な研究開発が進められています。この分野における研究開発は、基礎研究から実用化への距離が極めて近く、GteX、GI両事業でも、CO₂固定微生物や植物との相互作用を行う微生物のゲノム解析を含むリソース整備、更に、それらに関連する環境ゲノム解析が進められています。これらのリソース整備は、バイオものづくりへの貢献は勿論、微生物生態学を含む多様な微生物研究の基盤整備に資するものです。更に、CO₂固定やその周辺代謝における未知機能探索、極限まで微生物機能を引き出す培養技術や制御技術、ベーシックセルに導入される新たな微生物機能の探索等には、微生物生態学を含む基礎研究の貢献が期待されます。本シンポジウム前半では微生物機能探索の現状を紹介すると共に、多様なリソース整備に不可欠な多様な研究者とのウィンウィンな関係構築に向けた双方向の意見交換を行い、後半ではベーシックセルを用いたバイオものづくりや、それに関連する技術開発の試みを紹介します。

後援：

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）

JST・革新的GX技術創出事業（GteX）・バイオものづくり領域「先端的植物バイオものづくり基盤の構築」、「GXを駆動する微生物・植物「相互作用育種」の基盤構築」、「多様な微生物機能の開拓のためのバイオものづくりDBTL技術の開発」

Convenor

- ・布浦 拓郎：JAMSTEC・生命理工
- ・大熊 盛也：理研・JCM
- ・野村 暢彦：筑波大・生命環境
- ・市川 夏子：NITE

Program

- 9:00-9:10 培養だけじゃない! 微生物材料拠点の構築とゲノム情報の活用
*西原 亜理沙・加藤 真悟・大熊 盛也 (理研・JCM)
*Arisa Nishihara, Shingo Kato, Moriya Ohkuma (JCM, Riken)
Beyond just cultivation! Establishing a microbial resource hub by applying genomic information
- 9:10-9:20 化学合成CO₂固定微生物のリソース整備
*森 浩二, 市川 夏子 (NITE,NBRC)
*Koji Mori, Natsuko Ichikawa (NBRC, NITE)
Resource development of chemosynthetic CO₂-fixing microorganisms
- 9:30-9:40 ¹³CをトレーサーとしたCE-MSメタボロミクスによる高確度な微生物代謝経路の再構築
福山 宥斗 (JAMSTEC・生命理工)
Yuto Fukuyama (Cebn, JAMSTEC)
Reconstruction of the most probable metabolic pathway revealed by the novel ¹³C tracer-based metabolomics using CE-MS
- 9:40-9:50 総合討論 Discussions
- 9:50-10:15 高温合成ガス発酵技術の開発
中島田 豊 (広島大大学院・統合生命)
Yutaka Nakashimada (Grad. Sch. Integr. Sci. Life, Hiroshima Univ.)
Development of technologies for thermophilic gas fermentation
- 10:15-10:40 翻訳効率の改変技術開発
加藤 晃代 (名古屋大大学院・生命農学)
Teruyo Kato (Grad. Sch. Bioagr. Sci., Nagoya Univ.)
Development of technology for modifying translation efficiency
- 10:40-11:05 ゲノム編集技術が解き明かす藻類のCO₂濃縮機構
*嶋村 大亮・持田 恵一 (理研・CSRS)
*Daisuke Shimamura, Keiichi Mochida (CSRS, Riken)
Unraveling Algal CO₂ Concentrating Mechanism through Genome Editing
- 11:05-11:30 「GX を駆動する微生物・植物「相互作用育種」の基盤構築
野村 暢彦 (筑波大・生命環境系・筑波大 MiCS)
*Nobuhiko Nomura (Faculty Life Environment. Sci., Univ. Tsukuba & MiCS, Univ. Tsukuba)
Development of Microbe-Plant Interaction Technology for GX

協賛：Socio-Microbiology 研究部会
代謝物解析を通じて覗く環境微生物の世界

Abstract

微生物生態系を構成する要素は生息する微生物、それらの相互作用、そして環境因子（動植物を含む）に大別できる。この全てを一気通貫に解析し理解できてこそ、微生物生態系を真に理解したと言えるのではないだろうか？各要素の解析はメタ解析を用いた微生物叢の解析、単離菌株を用いた相互作用解析、温度や pH 等の環境変化、あるいは微生物—宿主の関係性の解析によって行われてきた。また、インフォマティクスにより情報を統合し、微生物生態系の全貌を解き明かす試みが進められている。しかしながら、1分子レベルの現象と大きな空間構造を持った環境における現象ではそもそもスケールが異なるため、各要素の繋がりは依然としてブラックボックスのまま扱われており、その真相には至らないのが実情である。

そもそも、微生物と環境を紐づけるための共通項は何か？微生物間、微生物—環境因子における情報伝達や相互作用は様々な生体分子を介して行われる。特に細胞外に放出された代謝物を中心とした有機物は生物種を問わずやり取りされることから、微生物生態系で生じる現象を如実に反映した因子であると考えられる。従って、生態系内に存在する代謝物とその動態を解析することが重要だが、核酸やタンパク質とは異なり種特異的な情報を持たないため、代謝物の流れを捉えるのは困難を極める。また、代謝物の存在量は核酸等と比較してごく低濃度であるため、その解析には抽出・濃縮を必要とし微生物生態系全体における平均値を見ることしかできていない。

本シンポジウムでは、微生物とそれを取り巻く環境との関係性の代謝物レベルでの解明に挑む研究を紹介する。さらに、1分子あるいは1細胞レベルでの代謝解析を可能にする技術や数理モデル等の専門家を招き、微生物生態学におけるスケール問題を越えた包括的な理解の可能性を議論することを目的とする。

Convenor

- 鈴木 研志：東京大学
- 岡橋 伸幸：大阪大学
- 西川洋平：早稲田大学
- 阪中 幹祥：京都大学
- 相馬 悠希：産業技術総合研究所
- 石澤 秀紘：兵庫県立大学
- 高野 壮太郎：国立研究開発法人物質・材料研究機構

Program

- 9:00~9:05 はじめに
- 9:05~9:33 大腸菌代謝動力学モデルの安定性と死
姫岡 優介（東大院・理）
- 9:33~10:01 微生物ループから考える溶存有機物の Chemical diversity の起源
春日 郁朗（東大・先端研）、栗栖太（東大院・工）
- 10:01~10:29 微生物の代謝物解析に資する顕微分光計測法の開発と応用
加藤 遼（阪大院・工）
- 10:29~10:57 北方林における土壤微生物群集に対する可溶性有機炭素および土壤理化学
性の影響
磯田 玲華（産総研）
- 10:57~11:25 質量分析イメージングの微生物間相互作用解析への応用
二宮 章洋（東大院・農生科）
- 11:25~11:30 おわりに

建築環境における微生物研究の現状とこれから

Microbial research in the built environment: Present and future.

Abstract

住宅には 20 万種を超える多様な生き物が住んでいるといわれています。従来の建築学分野での研究は、ヒトにとって温熱環境的に快適な環境を提供することに重きが置かれ、現代の住宅はそのような環境をほぼ実現するに至っています。また、内装材料からのホルムアルデヒド等の揮発性有機化合物の放散量の制限や、必要換気量の設定による“空気質指標”も制定され、ヒトの健康へのリスクマネジメントの議論も活発に行われています。一方、このような能動的な汚染物質の低減、清潔・衛生的な環境形成を目標とした衛生動物の排除、滅菌・殺菌による微生物の排除は、住宅内の生物多様性を著しく損ねている可能性は否定できません。

しかし、現代住宅の特徴が反映された微生物群集の実態や、その功罪について建築学分野ではほとんど議論がなされていません。ウイルスやカビ、細菌などの微生物由来成分を含むエアロゾル（バイオエアロゾル）は、僅かな量であっても感染症の重篤化や、喘息などの過敏な呼吸器障害を招く危険性があり、カビなどの微生物の代謝副産物によって生成される MVOC も健康被害を誘発する可能性があることが知られています。

これらを総合的に勘案すると、衛生微生物学的な空気質は人の健康と大きく関わり、従来、建築学分野で推奨されてきた指標（温湿度、二酸化炭素、特定の揮発性有機物質）だけでは、住宅内の空気質環境を把握しきれないと考えられます。長期的な視野での快適、かつ健康でいられる空気質を検証するために、微生物群集も勘案した新たな指標が必要とされています。

以上の観点から、住環境における温湿度制御や空気質、内装材、環境微生物などの異分野の知見を融合し、微生物住環境の観点から安全な空気環境状態を評価する手法、および制御する手法を微生物生態学分野の皆様と共に考える機会を設けることを目的とし、本シンポジウムを開催いたします。

Convenor

- ・丸山 史人：広島大学
- ・中嶋 麻起子：広島工業大学

Program

- 9:00 - 9:15 Opening remarks
- 9:15 - 9:45 住環境における微生物の発生事例とその健康リスク
 渡辺 麻衣子（国立医薬品食品衛生研究所）
- 9:45 - 10:15 住環境における微生物の発生要因と評価法
 橋本 一浩（株式会社エフシージー総合研究所）
- 10:15 - 10:45 Apply ecological theory in understanding indoor microbial assembly
 processes（室内微生物集合過程を理解するための生態学理論の応用）
 殷 悦（広島工業大学）
- 10:45 - 11:15 MetaSUB 国際コンソーシアムによる都市環境の微生物群集に関する研究
 鈴木 治夫（慶應義塾大学）
- 11:15 - 11:30 Wrap up

復元細胞機能学：自然環境に眠る微生物機能の発掘と再構成 A Study of Cellular Function and Evolution through Restorative Approach

Abstract

微生物は多種多様な細胞機能を有しており、地球環境に適応しながらそれぞれの細胞の機能を発達・進化させてきた。これまでに有用な微生物の細胞機能が知られているが実際に培養ができる微生物は1%も満たないといわれており、培養できない微生物の中には、人類が直面する健康や環境、エネルギーなどの諸問題を解決に導ける細胞機能が存在する可能性がある。近年、ゲノム解析技術の飛躍的な向上により、どこにどんな微生物が存在するかを調べることが可能となった一方で、難培養性微生物やそういった微生物の細胞機能を利用する技術は開発途上にある。

このような背景の下、申請者らは新たな学術領域として復元細胞機能学を立ち上げた。復元細胞機能学は、自然環境中の遺伝子資源より新たな遺伝情報を「発掘」し、異種細胞あるいは試験管で「再構成」し、1分子レベルで「可視化」することで新たな細胞機能を評価することを目標としている。本シンポジウムでは復元細胞機能学の分野横断的なアプローチを示すと共に、領域の推進に貢献しうる先端研究を紹介し、微生物生態学との融合を目指した議論を展開する。

Since its birth on Earth, life has developed and evolved diverse physiological functions within the cellular compartment while interacting with the Earth's environment. How did life acquire new cellular functions? In this areas "Restorative Cellular Functions", we aim to understand cell functions and evolutionary principles and develop new cellular functions through the four approaches: "Excavation", "Reconstitution", "Visualization" and "Beyond Nature".

This symposium will present advanced research that could contribute to the promotion of "Restorative Cellular Functions" and discuss its integration with microbial ecology.

Convenor

- 渡辺 智：東京農業大学生命科学部
- 三宅 敬太：東京大学大学院総合文化研究科

Program

- 9:00- Opening remarks
- 9:05- 緑の海仮説: シアノバクテリアと表層環境の共進化
松尾 太郎 (名古屋大学)
- 9:30- 集光性色素合成酵素の網羅的探索により光環境適応と分子進化の関係を解く
今野 直輝 (東京大学)
- 9:55- DNA ナノ構造体上に構築する集光性アンテナ再構成系への挑戦
中田 栄司 (京都大学)
- 10:20- 難培養微生物と休眠・覚醒
青井 議輝 (広島大学)
- 10:50- ミニマルセルを用いた細菌の高次機能の再構成
柿澤 茂行 (産業技術総合研究所)
- 11:20- Wrap up

フィールドワークで解き明かす酵母・糸状菌の生態と適応戦略 Fieldwork Insights into Yeast Ecology and Adaptive Strategies

Abstract

本シンポジウムは、自然界における酵母・真菌類の多様な生態と適応戦略、またそれら微生物が持つ自然界での役割を明らかにすることを目的とする。酵母は真核生物のモデルとして広く学術研究に利用されているだけでなく、昔から発酵生産をはじめとする産業においても重要な微生物であり、私たちの生活には欠かせない存在である。しかし、酵母の「真の生態」についてはまだ多くが未知であり、その多様な生態学的振る舞いや環境適応のメカニズムについての理解は限られている。

特に、バクテリアに比べて酵母の生態学的研究は遅れがちであり、その運動性のない特性から、昆虫や他の動物に依存した分散やさまざまな環境に適応する能力を備えていると考えられているが、その秘めた能力については十分に解明されていない。

本シンポジウムでは、こうした酵母の生態学的研究の遅れを取り戻し、酵母がどのように生きているのか、その生存戦略や多様な適応メカニズムについての最新の研究成果を共有したいと考えている。さらに、本シンポジウムの特色は、フィールドワークを含む実践的な研究者に基づく発表を行うことであり、自然界での酵母の振る舞いを直接観察し、実験室での研究と組み合わせることで、酵母の生態学的な側面をより深く理解することが可能になる。これにより、酵母の多様性やその環境適応能力に関する新たな知見が得られ、酵母の潜在的な利用価値を再評価することができるだろう。本シンポジウムは、微生物生態学の分野において、酵母・真菌の未知なる生態とその多様性を解明するための重要な機会となる。また、酵母研究者が自然界での酵母の生き様を解き明かすことにより、微生物全体の生態学的研究に新たな視点を提供できるに違いない。微生物生態学会の皆様と共に、このシンポジウムを通じて、酵母の生態学的理解を深化させ、さらなる研究の発展に寄与することを期待する。

This symposium explores the diverse ecology and adaptation strategies of yeast and fungi in natural environments. While yeast plays a crucial role in research and industry, its ecological behaviors and adaptations remain unknown. By integrating fieldwork with lab studies, we aim to uncover yeast's survival strategies and ecological roles. The symposium will provide fresh insights into yeast diversity and its potential applications, contributing to advancements in microbial ecology.

Convenor

・清家 泰介：大阪大学・大学院情報科学研究科

Program

- 9:00- はじめに
- 9:03- 腸内酵母の自然史
出川 洋介（筑波大学 山岳科学センター菅平高原実験所）
- 9:27- 葉面に棲息する酵母の類稀な生存戦略に迫る
白石 晃将（京都大学 大学院農学研究科）
- 9:51- 葉面に存在するマイナーな酵母種の正体を探る
柴田 紗帆（千葉大学 真菌医学研究センター）
- 10:15- 黒色酵母にみる侘び寂び：タフな生存戦略と儚い生活史
橋本 陽（理研 BRC JCM）
- 10:39- 人類との接点から酵母の生態を考える
吉川 雄樹（秋田県立大学 生物資源科学部）
- 11:03- 捕食圧が駆動する酵母の孢子形成の進化：ショウジョウバエ体内での適応戦略
清家 泰介（大阪大学 大学院情報科学研究科）
- 11:27- まとめ