

変動する環境 と発生への衝撃

講演者



和多 和宏 北海道大学

学習によって獲得されるソングバード発声行動表現型可塑性：
自らの行動によって駆動される「種としての拘束と個としての自由」



荒川 和晴 慶応大学

生命活動を停止してまで
「乾燥」という環境変化に適応したクマムシ



永野 惇 京都大学

ノイズの海からシグナルをすくい上げるには？：
気象と遺伝子発現の解析から考える



中山 北斗 京都産業大学

変動する環境（温度など）と発生（主に葉）への衝撃
- アブラナ科植物 *Rorippa aquatica* の場合 -



石川 麻乃 国立遺伝学研究所

イトヨにおける日長応答性進化の分子遺伝機構

開催趣旨

生物の発生は通常、変動する外環境に曝されながらもロバストに進行する。一方で、環境由来のシグナルを積極的に取り入れて発生プログラムを変更する例も多数存在し、このような現象は表現型可塑性として知られている。このように、環境情報は発生プログラムにとって排除の対象であると同時に、発生プログラムを変化させ適応度の高い表現型を作り出す要因にもなりうる。では、生物は進化の過程でどのようにして環境情報を発生と切り離し、あるいは結びつけてきたのであろうか。また逆に、発生プログラムの可塑性は、生物進化にどのような影響を及ぼすのだろうか？このような問題意識を研究分野間で共有し、今後の方向性を議論することを目的とし、研究会を実施する。

日時 場所

2014年10月11日（土）12:00 開始

2014年10月12日（日）12:30 終了

国立遺伝学研究所（静岡県三島市）

参加 登録

ポスター発表募集：Evo-devo 青年の会
web ページ上で告知いたします。
<http://evo-devo.net/>

evo-devo



世話人

福島 健児

総研大・基礎生物学研究所

石川 麻乃

国立遺伝学研究所

10月11日(土)

12:00 企画説明

12:15 講演 石川麻乃 (国立遺伝学研究所)
イトヨにおける日長応答性進化の分子遺伝機構

13:15 講演 中山北斗 (京都産業大学)
変動する環境(温度など)と発生(主に葉)への衝撃 -アブラナ科植物 *Rorippa aquatica* の場合-

14:15 講演 永野惇 (京都大学)
ノイズの海からシグナルをすくい上げるには? : 気象と遺伝子発現の解析から考える

15:15 講演 荒川和晴 (慶應大学)
生命活動を停止してまで「乾燥」という環境変化に適応したクマムシ講演

16:15 和多和宏 (北海道大学)
学習によって獲得されるソングバード発声行動表現型可塑性: 自らの行動によって駆動される『種としての拘束と個としての自由』

17:30 ポスター発表・懇親会

20:00 二次会

10月12日(日)

10:00 一般講演 2-3題

11:00 ワールドカフェ形式の全体企画

12:30 閉会

和多 和宏 (北海道大学大学院理学研究院)

学習によって獲得されるソングバード発声行動表現型可塑性：
自らの行動によって駆動される「種としての拘束と個としての自由」

個体間コミュニケーションにおいて、音声を用いたコミュニケーションは多くの動物種で見られ、子育て、求愛や縄張り行動時に個体識別シグナルとして用いられる。ヒトの言語や鳴禽類ソングバードの囀り(さえずり)歌は、生まれもつゲノム情報と生育環境の両方の影響を受け、学習(感覚運動学習)過程を経て獲得される。けれども、種特異性を維持しながら個体ごとに異なる発声行動パターンが、「いつ」・「どのように」獲得されるのか、その際が脳内でどのように表象されているのか、明らかにされていない。

ソングバードは世界中に 3,500 種以上存在し、その各々の囀りに種特異性(種特異的歌)が存在する。脳内にはソングシステムと呼ばれる囀り学習とその生成に特化した神経回路が同定されており、囀り学習に適した学習臨界期が個体発達過程で存在する。「種を超えて保存されている神経回路から、いかにして個体差をもつ種特異的行動パターンが発達過程で学習獲得されるのか」を研究するよい動物・行動モデルになると考え、これまで研究を進めてきた。

今回の発表では、行動依存的なエピジェネティクス制御機構と種特異的学習行動発達、またその破綻によって観察された異常発声表現型に関して紹介させていただく。動物の行動表現型の発達獲得メカニズムの理解には、遺伝・環境要因のみならず、その個体自身が自ら生成する行動、つまり「行動要因」にも十分に配慮した研究の必要性に関して日々考えていることについても議論させていただきたい。

中山 北斗 (京都産業大学・日本学術振興会)

変動する環境（温度など）と発生（主に葉）への衝撃

-アブラナ科植物 *Rorippa aquatica* の場合-

植物の葉の形態が周囲の環境に応答して変化することを異形葉性と呼ぶ。葉の形態は植物にとって適応度に直結する表現型であり、かつこの現象は様々な植物種に見られるにも関わらず、モデル植物の多くは顕著な異形葉性を示さないために、その制御メカニズムの詳細は明らかになっていない。

そこで私たちは、生育環境によって丸い葉と切れ込みのある葉をつくり分けることが知られているアブラナ科植物の *Rorippa aquatica* を異形葉性の制御メカニズム解明のためのモデルとして選び、研究を開始した。これまでの解析の結果、*KNOTTED1-LIKE HOMEBOX* と呼ばれる転写因子を中心とした経路の外部環境による切り換えが、*R. aquatica* の異形葉性の発揮に重要であることがわかってきた。また、*R. aquatica* が複数の条件で異形葉性を示すことを利用し、それら各種条件でトランスクリプトームを行ない、異形葉性に関わる遺伝子制御ネットワークの全体像の理解を試みている。

以上をふまえ、今回の発表では、変動する環境（温度など）が植物の発生（主に葉の形態をモデルケースとして）にどのような衝撃を与え、形態が変化するのか、また、そのような機構がどのようにして獲得されてきたかについて議論したい。

石川麻乃 (国立遺伝学研究所)

イトヨにおける日長応答性の進化とその分子遺伝機構

同じ遺伝型から環境に応じて異なる表現型が生じる『表現型可塑性』は、その制御機構の理解が進む一方、「可塑性の獲得や喪失が、どんな遺伝的变化によって進化するのか」という根本的な問題は明らかにされていない。そこで我々はトゲウオ科魚類のイトヨをモデルとしてこの問題に取り組んでいる。イトヨの生活史は、海と川とを回遊する海型と一生を淡水域で過ごす淡水型に大きく分けられる。海型は祖先型であり、その中から世界各地で派生的な淡水型が繰り返し出現してきた。日長に応じて川を遡上し、繁殖を開始する海型では、雄の繁殖形質が強い日長応答性を示すのに対し、淡水型ではこの日長応答性が失われている。我々は、このイトヨ集団間の日長応答性の違いに注目し、その分子機構と遺伝基盤の解明を行っている。

脳のトランスクリプトーム解析を行うと、海型では短日から長日への移行時に脳内の甲状腺刺激ホルモン (TSH β 2) の発現が急激に下がる一方、淡水型ではこの日長応答性が失われていることが分かってきた。この日長応答性の喪失は、北米集団でも日本集団でも見られ、淡水型で複数回生じたと考えられる。更に、海型と淡水型の F1 個体での TSH β 2 発現変動とアレル特異的発現から、TSH β 2 の日長応答性の喪失は北米と日本で異なる遺伝基盤を持つことが示された。そこで現在、TSH β 2 の eQTL と上流配列のレポーターアッセイを用いてこの分子遺伝基盤の解析を行うと共に、TALEN 法による TSH β 2 ノックアウトイトヨを用いた機能解析を行なっている。

永野 惇 (京大大学生態学研究センター)

ノイズの海からシグナルをすくい上げるには？：気象と遺伝子発現の解析から考える

分子生物学では、実験は通常、均質な実験室環境下で行われる。一方、生物の本来の生育場所は複雑に変動する野外環境である。そのような複雑環境下での遺伝子発現を解析するための方法として、気象データを組み合わせた統計モデリングがある。例えば、統計モデリングによる解析でハクサンハタザオの花成制御遺伝子 *AhgFLC* の発現は過去 6 週間の温度で説明できることが分かった。また、イネの葉のトランスクリプトーム変動は概日時計と気温で大部分が説明できることが分かった。気温や日長など環境情報から季節を知るために必要となる仕組みをシグナル-ノイズ比の観点から検討したところ、それらは統計モデリングの結果得られた野外環境下での遺伝子発現に見られる特徴と一致していた。さらに、その特徴は多くの生物気象学の研究結果とも一致していた。野外を中心とする進化生態学や生物気象学などの成果と、実験室を中心とする分子生物学の成果の統合的な理解のために今後何が必要かを議論できればと思う。

荒川和晴 (慶應義塾大学 先端生命科学研究所)

生命活動を停止してまで「乾燥」という環境変化に適応したクマムシ

水は全ての生物にとって生命活動を行う上で必須であるが、個体サイズが一定以上小さな生物においては、周囲の環境が乾燥する速度に比して移動速度が小さいため、その場に留まって耐える形での適応が観察される。そして、急速な乾燥を伴う過酷な環境においては、完全な脱水に耐えるために一時的な生命活動の停止までもが進化的に獲得されている。陸生のクマムシの多くはこの「乾眠」と呼ばれる機構を持ち、一部の種では数十分という極めて迅速な乾眠移行が可能なのが特徴である。そこで、我々は、同じヤマクマムシ科 (Hypsibiidae) に属しながらも乾眠能力が強い種 (ヨコヅナクマムシ) と弱い種 (ドゥジャルダンヤマクマムシ) を用いてゲノム・トランスクリプトーム・プロテオーム・メタボロームなどのマルチオミクス解析を行うことで、乾眠の分子機構やその進化を明らかにすることを試みている。現在までに、似た部品 (遺伝子セット) を使いながらも、応答のダイナミクスを変化させる事でこれらの種の乾眠移行速度の違いが生じていることが徐々にわかってきた。本講演では、恒常的な代謝活動が見られる「生」、不可逆的な代謝活動の停止である「死」に加え、第三の生命状態と位置づけられる可逆的な代謝活動の停止「乾眠」を研究することによって、生命活動とは何か、という究極の問いに迫りたい。