

● 服部 佑佳子 特定准教授

Yukako HATTORI (Program-Specific Associate Professor)

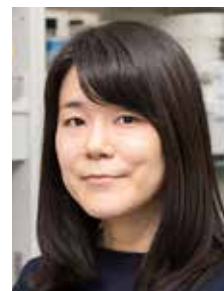
研究課題：動物の発生過程を支える環境適応機構の研究

(Study on environmental adaptation mechanisms underlying animal developmental processes)

専門分野：発生生物学（Developmental Biology）

受入先部局：生命科学研究科（Graduate School of Biostudies）

前職の機関名：京都大学大学院生命科学研究科（Graduate School of Biostudies, Kyoto University）



地球上には多種多様な生物が存在し、それぞれ異なる環境に適応して生きています。例えば、住む環境や食べ物、共生する微生物は、ごく近縁の生物の間でも大きく異なります。しかし、それぞれの生物が持つ遺伝情報におけるどのような違いが生存戦略の多様性を生み出すのか、その詳細はほとんど明らかにされていません。そこで私は、環境の中でも特に栄養に着目し、生物が栄養に適応する仕組みや、その多様性の解明を目指しています。具体的には、自然界での餌の種類（食性）が異なるショウジョウバエ近縁種の間で、栄養適応能力の多様性を生み出す分子機構の解明に取り組んできました。また、野生のショウジョウバエ幼虫の成長には酵母や細菌が必須の役割を担っていることから、それらの機能の解析も進めています。白眉プロジェクトでは、栄養適応に遺伝情報の高次構造（クロマチン）制御が果たす役割や、共生する酵母や細菌が幼虫の器官発生を支える機構の解明を目指します。

A wide variety of organisms inhabit the Earth, each adapting to different environments. For example, habitats, diets, and symbiotic microbes differ greatly even among closely related species. However, it remains largely unknown what differences in genetic information contribute to the diversity of survival strategies. I focus particularly on nutrition as a key environmental factor, aiming to elucidate the mechanisms of nutritional adaptation and its diversity. Specifically, I have been studying the molecular mechanisms that drive the diversity of nutritional adaptation in closely related *Drosophila* (fruit fly) species with different natural diets. Since yeast and bacteria play an essential role in the growth of wild *Drosophila* larvae, I have been analyzing their functions. In the Hakubi Project, I aim to uncover how higher-order regulation of genetic information, particularly through chromatin structure, contributes to nutritional adaptation and how *Drosophila*-associated yeast and bacteria support organ development in larvae.

生物の生存戦略の多様性を生み出す分子メカニズムとは？

生き物の体の中で生じる生命現象を分子レベルで研究する生命科学は、医学、農学、工学など幅広い分野の発展に貢献してきました。しかし、生命科学では、実験室での制御された環境下において、実験が容易なごく少数の「モデル生物」を対象としてきました。一方、自然界に目を向けると、さまざまな環境にすくなく適応する、多種多様な生物種が存在します。そこで私は、このような生命の生存戦略の多様性を生体内の分子レベルで理解することを目指しています。

栄養適応を支える炭水化物への応答機構

環境因子の中でも特に栄養に着目し、モデル生物の一つであるキイロショウジョウバエとその近縁種の食

性の多様性を生み出す分子機構の解明に取り組んできました。キイロショウジョウバエは、自然界では、世界中の人家近くに生息し、様々な果物や野菜を食べる「広食性種」の種です。一方、近縁種のセイシエルショウジョウバエは、インド洋に浮かぶセイシエル諸島にだけ生息し、単一の果物しか食べない「狭食性種」です。これらの種の間で、食べ物の好き嫌いに関わる仕組みの違いなどが報告されてきました。一方で、栄養への適応能力に違いがあるか、あるとすれば、どのような仕組みの違いによるものかは明らかになっていませんでした。そこで、これらのハエが自然界で食べる餌の栄養成分の比較解析を行ったところ、セイシエルショウジョウバエの餌に含まれる炭水化物の量は非常に少ないのに対して、キイロショウジョウバエの餌は低炭水化物食から高炭水化物食まで、大きな幅がある

ことがわかりました。実際、実験室で炭水化物の比率の異なる餌を幼虫に与えると、キイロショウジョウバエの幼虫はどの餌でも蛹になれるのに対して、セイシエルショウジョウバエの幼虫は、高炭水化物食では全く成長できません。解析の結果、広食性種キイロショウジョウバエの幼虫では、摂取した栄養バランスに応じて遺伝子発現や代謝産物の量が調節されることで、様々な餌条件下で成長できることがわかりました(図1上)。一方、狭食性種セイシエルショウジョウバエは、広食性種で働く上記の仕組みが進化の過程で失われており、高炭水化物食を食べた場合には多数の遺伝子発現や代謝産物の量が上昇することを見出しました(図1下)[1]。現在、広食性種では遺伝情報の伝達を担うDNAとタンパク質からなる「クロマチン」の構造の制御が適応に機能している可能性を見出しており、その制御が適応に果たす役割や、種間で制御に違いが生じる分子機構の解明を目指しています。

野生の幼虫の成長を支える共生微生物

また、この解析を進める中で、幼虫の栄養源としての共生微生物の役割を認識しました。自然界でショウジョウバエが食べる果物は、酵母や細菌などの微生物によって発酵しており、これらの共生微生物叢は、野生の幼虫の成長に必須の役割を担っています。そこで、

野生の幼虫が食べていた発酵した果物から微生物を単離し、様々な組み合わせで無菌幼虫に与えて、幼虫の成長に与える効果を解析しました。そして、幼虫の成長に中心的に働く酵母や細菌を特定しました(図2)[2]。そこで今後、これらの酵母や細菌が幼虫の体内で器官発生を支えるメカニズムなどの解明を目指します。

このように、生物の自然界での姿やその多様性に目を向けることで、環境適応を支える新たな分子機構が明らかになりつつあります。白眉プロジェクトでは、多様なバックグラウンドを持つ方々との交流の中で研究を進めることで、わたしたちヒトを含めた生き物が、環境変化や他の生物との相互作用の中で現在まで生き抜いてきた戦略の普遍性と多様性の理解を目指したいと思います。

参考文献

- [1] Watanabe, K. et al. Interspecies Comparative Analyses Reveal Distinct Carbohydrate-Responsive Systems among *Drosophila* Species. *Cell Reports* 28, 2594-2607.e7 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.celrep.2019.08.030>
- [2] Mure, A. et al. Identification of key yeast species and microbe-microbe interactions impacting larval growth of *Drosophila* in the wild. *eLife* 12, RP90148 (2023). <https://doi.org/10.7554/eLife.90148>

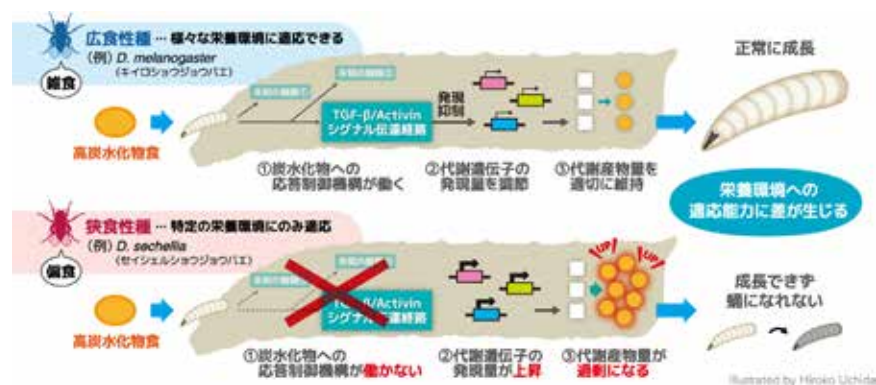


図1. 広食性種の栄養適応を支える炭水化物応答制御機構



図2. 野生のショウジョウバエ幼虫の成長を支える共生微生物叢