

【学術変革領域研究（A）】

共進化表現型創発：延長された表現型の分子機構解明（共進化表現型創発）

	研究代表者	東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授 勝間 進（かつま すすむ）	研究者番号：20378863
	研究課題 情報	課題番号：24A303 キーワード：延長された表現型、寄生、共生、進化生物学、生態学	研究期間：2024年度～2028年度

なぜこの研究を行おうと思ったのか（研究の背景・目的）

●研究の全体像

これまでの生物学では、生物個体の表現型（形や行動）は、通常、自らの持つ遺伝情報によって作り出されると想定される。一方で、自然界では、ある生物の遺伝情報が、他の生物の表現型を創発する興味深い現象「延長された表現型」が見られる（図1）。

「延長された表現型」は自然界では普遍的に見られ、行動操作・生殖操作・形態操作・発生操作といった寄生的な表現型操作から、相利共生における表現型変容まで実に多様である（図2）。このような現象は、操作する生物と操作される生物の間の、種を超えたお互いの遺伝情報に基づく相互作用によって実現されるはずである。しかし、これらの現象の分子メカニズムについてはほとんど理解されていない。本研究では、多種多様な生物間の相互作用に潜む表現型操作に注目し、従来の生命科学研究からは到達しがたい、精妙かつ多様な表現型制御のメカニズムを解明する。その理解を通じて、「共進化分子発生生態学」という、ミクロからマクロまでを包括する新たな学問領域の確立を目指す。

「延長された表現型」の創発

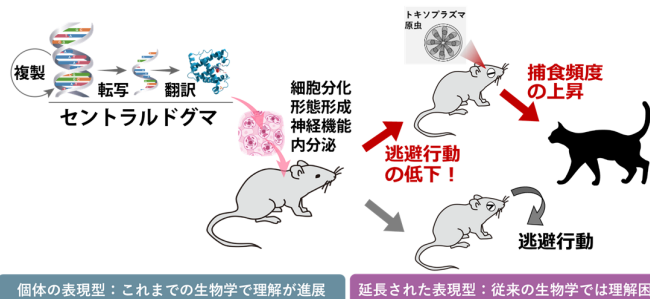


図1 「延長された表現型」とは？

マウスは通常、猫の匂いに忌避反応を起こす。しかし、細胞内寄生原虫であるトキソプラズマに感染すると、猫の匂いに対する反応は減弱する。自然界ではこの現象によって、マウスが猫に捕食されやすくなり、トキソプラズマが本来の宿主である猫に移行できるようになる。寄生生物による行動操作の一例である。



図2 「延長された表現型」の多様な例

【行動操作】ハリガネムシによる宿主カマキリの行動操作、【生殖操作】ボルバキアによる宿主アワノメイガのオス殺し、【形態操作】カメシによる宿主植物の虫こぶ形成、【発生操作】寄生蜂による宿主ショウジョウバエの飼い殺し、【共生表現型変容】共生細菌による宿主クロカタゾムシの外骨格硬化

この研究によって何をどこまで明らかにしようとしているのか

ある生物の遺伝情報によって別の生物に創出される表現型、すなわち「延長された表現型」は、一般の人々にも注目される興味深い現象であり、古くから多くの研究が存在する。しかし、これらの現象の多くは、分子レベルでの研究に向いていない「非」モデル生物でみられることから、分子メカニズムの追究が困難だった。しかし近年、様々な技術の発展により、非モデル生物における分子生物学・生化学の研究が可能になり、特に日本から本分野をリードする成果が出てきている。



図3 「延長された表現型」の分子機構の概念図

内生生物（エンドビオント）は、自身の遺伝子に基づいて産生するエフェクターを用いて、ホストの標的シグナルカスケードに介入し、さまざまな表現型を創発する。本領域では、行動操作、生殖操作、形態操作、発生操作、そして共生的な表現型変容について研究を実施する。様々な寄生生物、共生生物と宿主の組み合わせを用いた研究を実施し、多階層における共通原理や多様性・進化的制約を調べる。

我々の学術変革領域研究では、果敢なチャレンジを続ける日本人研究者が参集し、宿主の内部に入りこむ内生生物による宿主の延長された表現型の分子機構解明に挑む。

具体的には、（1）内生生物のエフェクターの同定、（2）宿主シグナル経路の同定、そして（3）表現型創発の解明を目指す（図3）。研究体制としては、これらの研究は「行動操作」、「生殖操作」、「形態操作」、「発生操作」、そして「表現型変容」の5つの項目に分けるが、お互いに有機的に関連しながら研究を進める。さらに、寄生的関係と相利共生的関係の両方を扱うことで、生物間相互作用における表現型共進化の共通性・多様性・進化的制約を包括的に理解する（図4）。

本領域の最終目標は、内生生物が宿主の表現型を創出するメカニズムを解明し、生物個体を越えた階層に拡張した生物学「共進化分子発生生態学」を確立することである（図3）。

寄生共生にみられる 対抗的な表現型操作

vs

相利共生にみられる 協調的な表現型変容

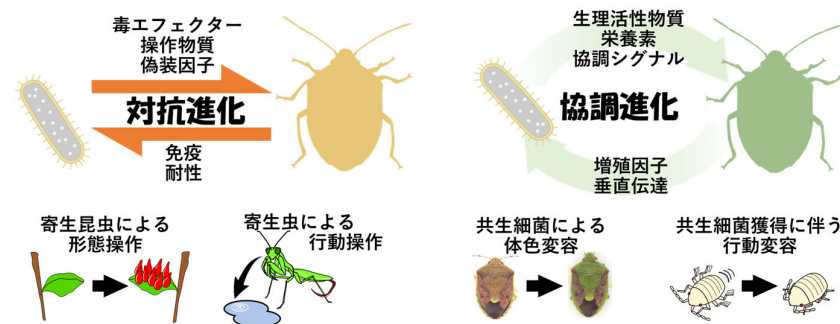


図4 表現型共進化の理解に向けて

寄生的関係で見られる対抗的な表現型操作から相利共生的関係で見られる協調的な表現型変容までを広く比較することで、近接的な生物間相互作用における表現型共進化を包括的に理解する。

ホームページ等

領域ホームページ <https://www.extended-phenotype.org/>
領域X(旧Twitter) https://twitter.com/extended_pheno