



研究領域名 進化の制約と方向性

～微生物から多細胞生物までを貫く表現型進化原理の解明～

理化学研究所・倉谷形態進化研究室・主任研究員

くらたに しげる
倉谷 滋

研究課題番号：17H06384 研究者番号：00178089

【本領域の目的】

生物は決してランダムに多様化しているのではない。発生プログラムの変更や形態進化の変更には、不均一さや変わりにくい部分が認められる。しかし従来、生物進化のこのような側面へのアプローチは容易でなく、まともに扱われてこなかった。本研究では、この制約と揺らぎをさまざまなレベルで検出し、個体間差や環境変化による表現型変化など短期的な時間スケールで観察される表現型揺らぎと、長期的な時間スケールで起こる表現型進化の制約や方向性がどのように相関するのかを実験的に解明する。その結果に基づいて制約進化理論の適用範囲の検証と修正を行い、どのような要因が表現型進化に制約と方向性をもたらすのかを明らかにし、最終的には、自然淘汰理論、中立進化理論を包含し、生物進化をより包括的に説明できる理論の構築を目指す。

進化的な制約・方向性



表現型ゆらぎ

図1：研究目的の概略

【本領域の内容】

[1] 表現型の揺らぎ、そして擾乱や環境摂動に対する表現型の応答を定量的に測定し、揺らぎ・応答関係を基盤とした遺伝子発現変動と表現型変動の関係について実証データを集積する。具体的には、遺伝子発現と表現型の揺らぎ、摂動に対する遺伝子発現と表現型変動の応答、胚形態の揺らぎと解剖学的パターンの揺らぎなどを記述、定量する。遺伝子発現に影響するエピジェネティック制御もこの解析対象となりうる。

[2] 異種間での表現型比較により、進化過程でどの表現型形成過程に制約が存在したかを推定する。それら表現型に関わる制御遺伝子や発生パターンを明らかにし、表現型創出プロセスがどのように揺らぎ・応答するかを解析する。また、可能な系については進化実験を行い、表現型進化の方向にかかる制約を定量的に解析し、さらにはそのような制約を生み出す遺伝子ネットワークを明らかにすることにより、遺伝子発現の揺らぎ・応答を解析する。

[3] [1&2] の結果と進化シミュレーションの統合により、生物進化における制約と方向性を説明する新たな進化理論を構築する。遺伝子、細胞、個体といった多数の要素が相互作用する多階層のシステムの進化シミュレーションを行い、表現型の揺らぎと

進化可能性の関係を求めることで、発生過程の進化可能性や共生可能性を理論的に表現し、実験データ解析の基礎を構築する。さらに、制約を生み出す分子的基盤や細胞ネットワークの理解を取り入れ、様々な階層において揺らぎ・応答関係が成り立つ条件を明らかにする。

【期待される成果と意義】

本領域の大きな特徴は、統計物理学を背景とした理論生物学研究（揺らぎ応答進化理論）を取り込むことにより、これまで各論の域を超えることが困難であった表現型の制約や方向性に関する進化を、統一的な視点から理解しようとする点にある。すでに、計画班代表である金子と古澤による理論研究から、遺伝子発現揺らぎや環境応答などの表現型可塑性が、進化可能性と制約の出現に深く関与することが示唆されており、計画班の間での共同研究が大きな発展をもたらすと期待される。かつては、素粒子物理学も、宇宙全体の運命や全体像と直接関係するとは考えられていなかったが、理論と観測の統合が極微と巨大にまたがる2つの世界を結びつけた。本課題においても、階層を超えた統合を理論研究が担うことが極めて重要な柱となる。このように生物学や物理学、そしてそれらの融合領域を先導する研究者が一丸となり、革新的な進化理論の構築をめざすのが本プロジェクトであり、分野融合研究の創成につなげることにより、進化学全般の地平を大きく広げるであろう。

【キーワード】

進化生物学、進化発生学、進化形態学、実験進化学、理論生物学

【研究期間と研究経費】

平成 29 年度－33 年度
1,230,800 千円

【ホームページ等】

<http://constrained-evo.org/>