

領域番号	3902	領域略称名	進化制約方向性
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～		
研究期間	平成29年度～令和3年度		
領域代表者名 (所属等)	倉谷 滋（国立研究開発法人理化学研究所・生命機能科学研究センター・チームリーダー）		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>生物の多様な表現型は不均一で偏っている。現代進化論の総合説は、突然変異やそれによって生じた表現型がどのように集団内に広がり、進化に寄与するかを説明したが、多様化の方向性を説明する理論にはいたっていない。かつて観念論的な議論はあったが、定量・理論・実験・情報解析が一丸となった実効的な研究推進体制で検証されたことはない。これについて、計画班の金子を中心とした過去のプロジェクトは、生物個体が持つ表現型の揺らぎの変化方向が進化的多様性の方向と相関するという独自の物理学理論、「揺らぎ応答進化理論」を提唱した。この理論を発展させれば、表現型特性がどのように進化に影響を与えるかを説明する可能性がある。本領域は、さまざまな生物の多様な表現型を対象とし、進化にみられる制約と方向性を定量的に計測、短い時間スケールで観察される表現型揺らぎと長期的時間スケールで起こる表現型進化の制約や方向性の相関を明らかにし、揺らぎ応答進化理論の適用範囲の検証と修正を行いつつ、表現型進化の制約と方向性の機構的理解を目指す。これを通じ、従来の進化理論を包含する新理論の構築を目論む。このアプローチは、過去に起こった生物進化にのみフォーカスした従来の研究とは異なり、現在、そして未来の生物の表現型進化の方向性を予測するものでもあり、国際的にも類似の研究例はほとんどない。生物学と物理学の融合が分子生物学を誕生せしめたように、進化生物学と理論物理学の融合が、新しい進化学を生み出せると考える。本領域の目的が達成され、より包括的な進化理論を構築できれば、生物学全体への大きな波及効果は必然となる。</p>		
	<p><u>(2) 研究の進展状況及び成果の概要</u></p> <p>発足から2年、制約進化理論の構築も進展を見せつつある。本領域は、[研究1] 表現型の揺らぎ・環境応答の定量解析、[研究2] 進化的制約・方向性の定量解析、[研究3] 制約進化理論の構築、の3項目を含む。[研究1] では、比較的単純な分子/単細胞系に加え、多細胞生物や生態系を用いた実験系においても揺らぎの定量解析が実現し、揺らぎ応答進化理論の検証が俎上に乗りつつある。[研究2] では、細胞レベルでは、進化実験を用いた進化的制約の定量が進み、短時間スケールでの発現量の摂動と、長時間スケールでの進化的制約の関係について定量解析が進んでいるほか、多細胞生物の発生過程に関しても、様々な系で進化的制約の定量解析が進行中。さらに、実験生態系レベルでの状態揺らぎと進化的制約の関係が定量的に明らかになると期待される段階にある。[研究3] では、金子らを中心として行われた理論研究が中心となる。それは、表現型進化のポテンシャル理論、階層進化理論、進化発生対応の理論を含み、それらは進化シミュレーションと理論解析を通じて進展と展開が見込まれ、今後実験的に検証を行っていく予定となっている。以上の研究活動の結果として多くの論文が著名国際誌に掲載、もしくは印刷中の運びとなった。</p>		

<p>科学研究費補助金審査部会 における所見</p>	<p>A (研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの進展が認められる)</p>
	<p>本研究領域は、自然淘汰理論や中立進化理論を中心とする現代進化論の総合説で説明できない、進化の多様性の制約や方向性の偏りの機構的背景の解明を目指すものである。これを通じて新しい進化理論の構築を目指しており、新学術領域研究（研究領域提案型）にふさわしい非常に野心的な研究となっている。</p> <p>物理学理論研究者と進化生物学研究者が理論・実験・大規模情報解析を進めている点が評価できる。表現型の揺らぎを分子・細胞・多細胞形態・生態系レベルで評価・定量化する試みは先進的なものであり、成果も着実に上がりつつある。多様な材料を用いて、実験及び理論の両面で研究が進捗していることも評価できる。</p> <p>一方、テーマが多岐にわたっているため、仮説をそれぞれの例に結びつけて全体として新たな統一原理を構築できれば、意義のある進化研究になると考えられる。また、研究領域内での用語の解釈や用法の統一、そしてそれらを周囲に詳細に説明する一層の努力、観察研究に留まらない分子機序の裏付けのある研究展開を求めたい。</p> <p>現時点で、技術支援も理論支援も機能しており、国際連携も進んでいる。本研究領域の進捗が今後の進化学の発展に大きな影響を及ぼすと考えられ、今後も一層の研究推進を期待したい。</p>