

令和元年6月24日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K16335

研究課題名(和文)次世代進化論に向けた構造存在論の構築

研究課題名(英文)Construction of the structural ontology for the extended evolutionary synthesis

研究代表者

大塚 淳(Otsuka, Jun)

京都大学・文学研究科・准教授

研究者番号：60743705

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：進化において基本となるのは遺伝子であると通常考えられているが、それを越えたよりマクロな単位、例えば「相同性」や「種」といった概念をどのように扱えば良いのかについては議論がなされてきた。本研究では、哲学的/数理的な手法を組み合わせることで、こうした問題にアプローチし、これらの概念に対して明確かつ進化生物学の実践に即した定義を提案した。それに加えて、形式的に表されたそれらの概念が、進化の帰納的推論(予測)において必要不可欠な役割を有することを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

進化生物学の哲学において長らく議論されてきた、「種」や「相同性」といった概念に新たな見方を導入し、結果は当該分野の国際トップジャーナルに複数回掲載された。また、進化生物における数学の役割について、80年代以降続く伝統的な枠組みとは異なる新説を提案し、ケンブリッジ大学出版局からの単著として出版した。これは今後の進化論哲学の一つの参照枠となりうるもので、当該分野における本国のプレゼンスの向上に大きく寄与したと自負している。

研究成果の概要(英文)：While it is widely accepted that genes are the basic unit of evolutionary processes, the role of more macroscopic units such as homology or species in evolutionary theory has been controversial. This research program combined philosophical and mathematical approaches to elucidate the unit of evolution, and proposed clear-cut definitions to these concepts in line with actual scientific practice. In addition, it is discovered that these formalized concepts play an essential role in inductive reasoning and predictions of evolution.

研究分野：科学哲学

キーワード：生物学の哲学 進化の単位 種問題 因果モデル 構造存在論 EES

1. 研究開始当初の背景

進化生物学において、「種」や「相同性」といった概念は長らくその正当性が議論されてきた。とりわけ、これらの概念をどのように定義するのか、また定義したとしてそれはどのような存在論的ステータスおよび認識論的な役割を持つのかについては、多くの生物学者・哲学者が議論してきたところである。とりわけ哲学の文脈では、これは唯名論の問題と結び付けられ、生物「種」は生物集団を超えた普遍的な実在を含意するのか、それとも単なるノミナルなものなのかどうかといった観点から論じられてきた。特にノミナリズムの観点からは、種とは系統樹における特定の枝を指すラベルに過ぎないとされる。これは「種の本質」といった形而上学的な概念を要請しないという利点を持つため広く支持されてきたが、一方で様々な科学的な実践において種や相同性といった概念が有する認識論的な役割を説明することができない、という問題が指摘されてきた。

2. 研究の目的

本研究は、こうした問題に対し、形而上学的な議論を離れて、主に認識論的な観点から、こうした概念が進化生物学の理論においてどのような役割を持ちうるのか、またそれは形式化された数理遺伝学のなかでどのように定義されうるのか、ということをも明らかにすることを目的とした。これによって、こうした概念の「存在論的身分」を形式的・数理的な仕方でも、より厳密に定式化することを目指した。

3. 研究の方法

研究は、これまで従事者が発展させてきた、因果グラフ理論による進化モデルの定式化に基づきすすめられた。すなわち、上述のマクロ的な概念を、変数の同一性としてではなく、むしろ変数間の因果的關係として表すことを試みた。これはより厳密には、因果グラフの部分同型として定義できる。このアイデアを元に、こうした同型性をより厳密に定義し、またそれが進化モデルに対して持ち得る含意を研究するとともに、その存在論的な含意を探った。

4. 研究成果

上述のアプローチにより、これまで進化遺伝学においては等閑視されてきた上述の概念が、そのモデルの中の要素（モデルのもととなる因果グラフの部分）として組み込まれ、またそれによって進化動態に影響を与えるものであるということが明らかになった。また、近年の進化論においては、遺伝子以外の進化的要員を積極的に認めていこうとする「延長された総合 (Extended evolutionary synthesis)」が論じられてきたが、そうした見方が擁する進化単位も、こうしたグラフ同型の概念によって表すことができることを示した。

特に科学存在論の観点からは、近年、要素を存在の基本的単位とみなす考え方に対して、要素が織りなす関係性や構造を存在の単位と据えようとする「構造存在論」という考え方が提唱されてきている。従来の集団遺伝学を特徴づける遺伝子中心主義が基本的に前者の見方に立っているとすれば、本研究によって帰結された、「相同性を因果的構造として定義する」という見方はこの後者の構造存在論に親和的なものである。この観点から、現在論じられている「進化的総合」と「延長された総合」の間の相違は、単に経験的なものではなく、そのもととなる存在論、すなわち何が進化の単位として認められるべきかというパラダイムの違いでもある、ということが明らかになった。

以上の結果を、トップ会議である *Philosophy of Science* 等で発表するとともに、それを論文にしたものが同学会誌に掲載された。また *The Role of mathematics in evolutionary biology* という単著を執筆し、これは近々ケンブリッジ大学出版局から出版される予定である。また、科学哲学分野の主要な研究者の一人である、英国プリストル大学の Samir Okasha 教授と共同研究を行い、共同で論文を執筆した。これは *Philosophical Transactions of the Royal Society B* の特集号に掲載される予定である。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 4 件)

すべて大塚による単著

- . Otsuka, J. (accepted). Species as Models, Philosophy of Science.
- . Otsuka, J. (in press). Ontology, Causality, and Methodology of Evolutionary Research Programs, in Evolutionary Causation: Biological and Philosophical Reflections, Uller, T. and Laland, K eds, The MIT Press.
- . 大塚淳. (2019). 生命と人工知能におけるデザイン問題 (Design problems in life and AI), 『科学基礎論研究』, 46(2): 21-27.
- . Otsuka, J. (2017). The causal homology concept, Philosophy of Science, 84(5): 1128-1139.

〔学会発表〕(計 16 件)

すべて大塚による単身発表

- . 11/24 A holistic account of evolutionary theory, Modeling and Reasoning in the Sciences, Institute of Philosophy of Mind and Cognition, National Yang Ming University, Taiwan
- . 11/3 Species as Models, PSA 2018, Seattle, WA.
- . 6/3 生命について問うとはいかなることか - 日本哲学会でのシンポジウムを受けて, ゲーテ自然科学の集い, 平安女学院大学, 京都
- . 5/20 「生命を問う」とはどういうことか, 日本哲学会シンポジウム特定質問, 神戸大学, 神戸
- . 4/8 進化生物学の存在論:これまでとこれから, 日本生物地理学会大会シンポジウム, 東京大学農学部, 東京
- . 12/16 Are there laws of evolution?, The 7th Asia-Pacific Conference on Philosophy of Science, National Chung-Cheng university, Chiayi, Taiwan
- . 12/13 Are there laws of evolution?, National Yang-Ming university, Taipei, Taiwan
- . 9/17 適応説明のこれまでとこれから, 名古屋哲学フォーラム, 南山大学
- . 9/11 科学モデルとしての生物種概念, 生物学基礎論研究会, 北海道
- . 6/17 生命・知能・理論におけるデザイン問題, 科学基礎論学会シンポジウム, 琉球大学, 沖縄
- . 5/13 From the population thinking to the causal thinking, Altenberg Workshop in Theoretical Biology, Konrad Lorenz Institution, Klosterneuberg
- . 11/4 The Causal Homology Concept, PSA 2016, The Westin Peachtree Plaza, GA.
- . 10/23 現代生物学における「種」と普遍, 関西哲学会, 大阪大学.
- . 9/11 A model-theoretic approach to the species problem, The 6th Asia-Pacific Conference on Philosophy of Science, Kyoto University, Kyoto.
- . 8/18 A model-theoretic approach to the species problem, The philosophy work in progress seminar, the University of Sydney, Sydney.
- . 8/13 Toward an even newer philosophy of biology, Philosophy of Biology at Dolphin Beach X, Moruya, Australia.
- . 6/19 因果的相同概念, 日本科学哲学会, 埼玉大学.

〔図書〕(計 1 件)

. Otsuka, J. (in press). *The Role of Mathematics in Evolutionary Theory*, Cambridge University Press.

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：なし

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号(8桁)：

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：サミール・オカーシャ

ローマ字氏名：Samir Okasha

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。