



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Environmental Variability and Adaptative Evolution : Insights from Neural-Network-based Artificial Agents and Virus Dynamics
Author(s)	砂川, 純也
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(生命科学)
Dissertation Number	甲第16781号
Issue Date	2026-03-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k16781
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/99626
Type	doctoral thesis
File Information	Junya_Sunagawa_review.pdf, 審査の要旨 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士（生命科学）氏名 砂川 純也

審査担当者	主査	教授 中岡 慎治
	副査	教授 中垣 俊之
	副査	助教 山口 諒

学位論文題名

Environmental Variability and Adaptive Evolution: Insights from Neural-Network-based Artificial Agents and Virus Dynamics

(環境変動と適応進化：ニューラルネットワークを用いた人工エージェントとウイルス動態に基づく知見)

博士学位論文審査等の結果について（報告）

本研究は、生物集団を取り巻く「環境」の違いやその「変化」が、生物の適応進化の軌道と結果にどのような影響を及ぼすかを解明することを目的とした。特に、環境変化に伴い最適状態が移動する中で、集団がどのように適応度を維持し、最適状態を追跡するのかを検証することを目指した。本研究の新規性は、まず第1章で、遺伝的類似性に基づく親選択を導入した新規アルゴリズム (NEAT-HD) を提案し、動的環境下での多様性維持と頑健性獲得のメカニズムを計算論的に示した点にある。

次に第2章では、マルチレベルモデリングを用い、宿主の「接触履歴」という環境要因が、ウイルスの進化（急性感染型 vs 持続感染型）を駆動する主要因であることを理論的に解明した。さらに第3章では、SARS-CoV-2を対象に、数理モデルと実データを組み合わせ、「隔離」というヒトの行動変容がウイルス動態に指向性選択をかけた可能性を実証的に示した点も独創的である。

特筆すべき点として、本研究は、生物に着想を得たアルゴリズム開発（第1章）、持続性ウイルスの起源解明という基礎生物学（第2章）、そしてパンデミック対策とウイルス進化の軍拡競争を予測する公衆衛生学（第3章）という、広範な分野に新規の洞察を提供するものである。これを要するに、本研究は環境と進化の相互作用を計算論的・理論的・実証的に多角的に検証したものであり、基礎研究の発展のみならず、将来の感染症対策という社会的課題に対しても大きく貢献する可能性を示唆する。

よって著者は、北海道大学博士（生命科学）の学位を授与される資格あるものと認める。