

令和 8 年 1 月 7 日

報道機関 各位

## 複雑に見える攻撃と防御行動は 単純な規則から生じる

### ■ ポイント

- ・動物間で見られる攻撃と防御の行動が、単純な規則の組み合わせから自動的に生じることを数学的なモデルを用いて示しました。
- ・この結果は、複雑に見える行動が、秩序だった規則と個体間相互作用から自然に形成されることを示しています。



### ■ 概要

富山大学学術研究部医学系・アイドリング脳科学研究センターの一橋裕之教授、中村友也准教授と医学部医学科5年の川村雄一郎さんは、捕食者と被食者の個体間相互作用をゲーム理論<sup>※1)</sup>を用いて解析することで、感覚能力の違いに応じて、攻撃行動（追跡・待ち伏せ）と防御行動（逃走・すくみ）の組み合わせが、安定した行動パターン（ナッシュ均衡<sup>※2)</sup>）として体系的に決まることを明らかにしました。本研究成果は、「PLoS Computational Biology」に2025年11月21日（金）（日本時間）に掲載されました。

## ■研究の背景

攻撃と防御は、多くの動物に共通する基本的な行動ですが、それらの行動がどのような原理で決まるのかは十分に解明されていませんでした。特に、感覚能力の違いが、攻撃と防御の選択や安定性にどのような影響を与えるのかについては、統一的な説明はこれまで不足していました。

## ■研究の内容・成果

動物行動の研究における重要な課題の一つは、個体レベルの単純な行動規則と、集団レベルで観察される安定した行動様式との関係を説明することです。この問題に対して、個体ベースモデル<sup>※3)</sup>を用いることで、攻撃と防御の行動がどのような条件下で安定化するのかをゲーム理論を用いて定量的に示しました。また、攻撃と防御の相互作用を、一方の利得が他方の損失になる単純な対立構造に必ずしも還元できないことを明らかにし、双方が利得を得ることを示しました。これは、自然界において相互作用が始まり、持続し、複雑な行動が生じる仕組みを示しています。さらに、攻撃と防御行動が異なる進化の道筋をたどる可能性があることを示しています。

### これまで想定されていなかった結果

Positive-sum interaction



相互作用から両者が利得を得る



感覚形質の獲得は  
被食者に有利に働く

確率的な行動切り替え



柔軟な行動が自然に生まれる

### この研究の意義

- 動物行動の多様性がどのように生じるのかを説明する
- ゲーム理論が生態学と神経科学を結びつける
- 攻撃と防御行動が異なる進化の道筋をたどることを示唆する

## ■今後の展開

本研究は、特定の技術的・社会的な応用を目的としたものではありません。一方で、自然界に普遍的に存在する攻撃と防御という基本的な行動が、どのような条件下で安定して現れるのかを理論的に整理しました。本研究が提供するものは、行動を理解するための概念的かつ数理的な枠組みです。その意味で、野外観察や行動実験において見られる攻撃と防御の多様な振る舞いを解釈する際の参照点として位置づけられます。特定の行動がなぜ選ばれ、安

定するのかを考えるための理論的な背景を与えるものです。

応用の射程は遠いものの、限られた情報のもとで相互作用・競合・回避を行う必要のある群ロボットやマルチエージェント AI など、自律システムの設計にも応用できる可能性があります。

#### 【用語解説】

##### ※1) ゲーム理論

ゲーム理論とは、複数の主体（個体や集団）が互いに影響し合いながら行動を選択する状況を、数学的に分析するための理論です。ここでいう「ゲーム」とは娯楽のことではなく、利得（得や不利）が関係するあらゆる相互作用を指します。

##### ※2) ナッシュ均衡

ナッシュ均衡とは、互いの行動を前提にしたとき、どの個体も自分だけ行動を変えても得をしない状態を指します。つまり、すべての個体にとって「これ以上一方的に行動を変える理由がない」安定した状況です。この概念は数学者のジョン・ナッシュによって定式化されました。

##### ※3) 個体ベースモデル

個体ベースモデルとは、集団全体を平均的に扱うのではなく、一つ一つの個体がどのように行動し、相互作用するかを明示的に記述するモデルです。これにより、個体レベルの単純な規則と、集団レベルの安定した行動との関係を調べることができます。

#### 【論文詳細】

論文名：

Nash equilibrium of attack and defense behaviors between predators and prey

著者：

一條裕之、川村雄一郎、中村友也

掲載誌：

PLoS Computational Biology (2025) Nov 21;21(11):e1013730.

DOI：

<https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1013730>

#### 【本発表資料のお問い合わせ先】

富山大学学術研究部医学系・アイドリング脳科学研究センター

教授 一條裕之

TEL：076-434-7205 Email：[ichiyo@med.u-toyama.ac.jp](mailto:ichiyo@med.u-toyama.ac.jp)