

特集にあたって

吉村 仁 (静岡大学), 伊東 啓 (長崎大学)

生物学における動物行動の研究は、意思決定理論やゲーム理論など、オペレーションズ・リサーチ (以下 OR) とも深く共通する研究分野といえる。

行動と OR の関係は、古くはゲーム理論にさかのぼることができる。ゲーム理論はジョン・メイナード・スミスによって進化生物学に導入され、進化的安定戦略の概念が提唱されるに至ったが、これは OR やマイクロ経済学に逆輸入されることで分野に大きな影響を与えた。また、その基礎となる期待効用論も 1980 年代初頭に動物の採餌行動の研究に導入され、特にリスク感受性の研究で活用されている。同じころ、リチャード・ベルマンの動的計画法が動物のさまざまな行動ダイナミクスに応用されたことで、それまで理由のわからなかったダイナミックな行動の最適性が確認された。一方、近年の動物生態学では、コンピュータ・シミュレーションが盛んに使用されている。行動連鎖をシミュレーションによって再現したり、行動を模倣したロボットを作成することで動物行動の最適性を探る試みである。

本特集では、これらの新しい発展も含めて、生物の行動で見られる近年の数理的アプローチを六つ紹介する。ここではそれぞれの記事について簡単に紹介する。

まず、水元惟暁氏 (沖縄科学技術大学院大学) からは、シロアリのランデブー探索の研究をご紹介いただく。OR でも取り扱われる探索の最適化理論であるが、水元氏はシロアリの女王と王の出会いの探索行動を研究し、シロアリが予測される最適探索を実現していることを実証した。どの生物にとっても雌雄の出会いは偶然に依存する深刻な問題であり、シロアリの行動探索が最適化を果たしている事実は当然なのかもしれない。

土畑重人氏 (東京大学)、一ノ瀬元喜氏 (静岡大学)、藤澤隆介氏 (九州工業大学) の 3 氏からは、アリの集団採餌を模倣した群ロボットシステムの研究を紹介いただいた。これはロボットの群れの集団行動を観察することで、その行動から逆に集団行動の原理を引き出すだけでなく、ロボット工学・進化生物学を統合する“生物を複雑適応系システムと捉えた”新しい試みといえる。

守田智氏 (静岡大学) には、パンデミック対策でも使われている感染症拡散モデルの基本数理を概説していただいた。感染症モデルは、古くはカーマックとマッ

ケンドリックのモデルにまでさかのぼることができる歴史のある分野だが、近年はネットワーク科学の発展により益々興隆している。その複雑ネットワークの黎明期からネットワーク構造の解析に取り組んできた守田氏が、この分野の全貌を丁寧に概説している。

一ノ瀬元喜氏と間宮安曇氏 (三菱電機 (株)) には、繰り返しゲームで近年プレスとダイソンによって発見されたゼロ行列式戦略という、それまでに見られなかった戦略の展開に観測エラーや割引因子を加えた近年の新しい展開を概説してもらった。このテーマは冒頭で述べた進化ゲームへの拡張以来、進化生物学の主要なテーマとしても扱われており、行動進化では外せない課題である。

伊東啓 (長崎大学) は谷本潤氏 (九州大学) とともに、社会的ジレンマを可視化する技法を紹介する。協力行動の促進を阻害する社会的ジレンマは、いかに緩和されるのだろうか。ここでは、二つある社会的ジレンマの強度を測定して、五つの互惠ルールがいかに社会的ジレンマを緩和するのかを図から視覚的に御覧に入れる。

最後にわれわれと岡部拓也氏 (静岡大学) から、動的効用理論の新展開としてアレのパラドックスの解法を紹介する。まずわれわれは、ベルマンの最適性原理を資産の確率過程に当てはめ、最終資産の最大化から導かれる動的効用関数を開発している。これを用いると、アレのパラドックスは破産回避に効用関数を組み合わせた際の必然的結果として現れることがわかる。この解法は、従来の効用理論が静的比較理論で最適化モデルではなかったことも示している。

このように本特集では、ヒトを含めた動物行動の研究自身から最新的话题を提供いただいた。本特集を通じて、ご自身の OR 研究へと応用発展に繋がれば望外である。

最後になるが、本特集「行動と OR」は、先行して 67 巻 1 号に掲載された特集「生物と OR」の第二弾として打ち出されたものである。よって、生物の生態や進化に焦点を合わせた研究の数々については特集「生物と OR」に紹介されているので、是非そちらも合わせてご一読いただきたいと思う。