

# 書 評

## 生天目 章：ゲーム理論と進化ダイナミクス，pp. 278，森北出版（2004）

ゲーム理論はマルチエージェントシステム（以下、MAS）を定式化し、分析する道具立ての一つとして、計算機科学において重要な位置を占めつつある。本書ではゲーム理論的な観点から、あるエージェント（主体）がほかのエージェントと相互作用しながら意思決定を行う系におけるマイクロ行為と、その結果生じるマクロな帰結との相互作用を、体系的にまとめ、筆者の最近の研究を交えて解説している。MASは人工知能に限らず、物理学や経済学、生物学など複数の分野への貢献が期待されている研究分野であるが、本書はMASの社会科学的小および力学系的な側面に着目しており、MASのこうした側面を学びたい初学者や、ゲーム理論における進化や学習のダイナミクスに興味のある研究者向けの内容となっている。

本書は7章で構成されているが、内容的には前半（第1～4章）と後半（第5～7章）に分けて読み進めるとわかりやすい。前半では『相互作用』を軸にした分類を通して、ゲーム理論とそのダイナミクスの基礎をわかりやすく解説している。後半では「相互作用」の対象を個々の主体間から集団間に広げながら、主体のマイクロ行為の差異の蓄積がどのようにマクロな帰結を複雑にしているかを明らかにしている。

各章を概説すると、第1章ではMASにおける個々の主体の相互作用の連鎖が意図しない結果を引き起こすことを、交通渋滞における創発（emergence）現象を例にとり、説明している。さらに本書における『相互作用』をゲーム理論的環境（協調ゲームや相補ゲームなど）や他主体との関係（全数モデルや局所モデルなど）、そして個々の戦略決定方式（最適反応やメタ戦略など）などから分類し、相互作用を共通の概念とした新しい研究分野や研究課題を概説している。

第2章ではゲーム理論の基本的解説として非ゼロ和ゲームをその利得構造から分類し、それらの均衡解から相互依存関係がもつ特徴を解説している。第3章では進化ゲームを扱う。通常ゲーム理論では主体は完全情報下において完全に合理的に意思決定を行うと仮定するが、進化ゲームでは自然淘汰と突然変異の二つの視点から主体

の戦略を決定する。基本的な個体群ダイナミクスから、進化的安定戦略の概念、レプリケータダイナミクスを解説している。次に第4章では最適反応学習、強化学習、模倣などの学習理論を概説し、学習と均衡解の選択性との関係を中心に展開している。均衡解の選択性とは、あるゲームが複数の均衡解をもつ場合、どの均衡が実現しやすいか、またはそれはどういった条件によるものかを考察する問題である。最後に少数派ゲームおよびEl Farol問題を扱っている。

第5章では異質な主体の相互作用を扱う。ここでの異質な主体とは個々に異なる利得行列および主体間の配置関係が異なる局所モデルを導入することで表現している。そしてこの章の成果から、マイクロレベルの小さな差異の連鎖がマクロレベルに大きな影響を与える、という仮説を立て、残りの章でその仮説の成立条件を示唆している。第6章では異質な集団の交流という視点から集合行為の自己組織化の問題を扱い、第7章では局所モデルに加え、ある時点までに自分と相手をとった戦略の組合せから次回の戦略を決定するメタ戦略を導入し、相手との望ましい関係性が形成されるダイナミクスを明らかにしている。

本書が明らかにした主体間の相互作用が織りなすマイクロ-マクロダイナミクスは、複数のエージェントが協調・競争しながら、全体にとって望ましい目標へと導くためのルール・プロトコル設計（経済学の言葉でいえばメカニズムデザイン）としての応用が今後期待される。現実的なシステムやルールを設計するには、本書が展開する理論や計算機実験はMASの基礎的特徴の理解するうえで有用となるだろう。ただ、本書は相互作用というキーワードで全体をそろえようとするあまり、後半の章において、分類ごとに結果が散らばってしまい、次章への展開がつかみにくい部分がある。しかし、この点にさえ注意すれば、MASの社会科学的小および力学系的な基礎を十分学ぶことができるだろう。

〔岩崎 敦（九州大学大学院  
システム情報科学研究院）〕