

# 人間－環境－社会システムにおける協調創発過程と ネットワーク互惠に関する基礎研究

小窪, 聡

<https://hdl.handle.net/2324/2236284>

---

出版情報 : Kyushu University, 2018, 博士 (工学), 課程博士  
バージョン :  
権利関係 :



氏 名 : 小窪 聡

論 文 名 : 人間-環境-社会システムにおける協調創発過程とネットワーク互恵に  
関する基礎研究

区 分 : 甲

### 論 文 内 容 の 要 旨

地球温暖化, 大気汚染, オゾン層破壊, 資源の枯渇, 所得格差, 交通渋滞など世界を苦しめている環境問題や社会問題に対してどのような向き合えばよいだろうか. これらの問題では様々な事象が複雑に絡み合っているため, 個別の事象に対して解決策を導き出したと思っけていても, 想定していなかった別の問題が発生する場合や, そもそもその解決策を試行できない場合もある.

そのため, 社会問題や環境問題は, 相互に作用している多数の要素集合体 (システム) により発生している事象とみなすべきである. この世界には, 個人間, 個人の集合体である社会間, 個人と社会, 個人や社会とそれらを取り巻く環境など, 様々な相互作用で満ちている. つまり, このような要素 (集合体) 間, そして, 異なるスケール間での相互作用を統合的なシステムとして見なし, 考察することが求められる. これを「人間-環境-社会システム」と呼ぶ.

このようなアプローチは複雑系の科学として知られている. 複雑系の科学では, システムの各構成要素の特性を見ただけでは予想もできないような創発現象に着目される. この創発現象の背景には, 構成要素が限られた資源をめぐる互いに競争を繰り返している状況があるという. 資源の枯渇などあらゆる事象については言うまでもないが, 一見, 全く関係のないような事象にも当てはまる. また, 複雑系の科学によりシステムを考察する場合に, 無視できない重要な条件がもう一つある. それは, システムの構成要素やシステムそのものが過去の結果を記憶し, その記憶の影響を受けて以降の振る舞いが決まることである.

これらの複雑系の科学の特性を考慮するためには, ゲーム理論 (進化ゲーム) が有効である. ゲーム理論は, 複数の意思決定主体がそれぞれの意思決定に対して相互に作用している状況を取り扱うもので, 上述した創発現象の背景にある状況に当てはめることができる.

現実の社会で起きている社会問題や環境問題をシステム (複雑系) として考え, 進化ゲームを適用することで要因を分析して具体策により解決まで導くことが, このアプローチにおける重要な目的の一つである. 具体的な事象に着目して議論を展開している文献は既に多数存在するが, 本論では, このアプローチの基礎部分に着目する. なぜなら, 実際の問題に当てはめて導き出した見解の正当性は基礎部分の正当性に大きく左右されるが, 残念ながら現時点ではこの基礎部分に関する知見が十分であるとは言い難いからだ

本論の構成は以下の通りとなる. まず第1章にて本研究の背景及び目的を示す. 第2章にて, 本論の核となる進化ゲームについて, その基礎となるゲーム理論から順を追って説明する. 続いて, 第3章では, 進化ゲームからは少し離れるが, 複雑系の科学における創発現象の一例として筆者が新たに開発した交通流におけるマルチエージェントシミュレーションモデルを紹介する. 構成要素である車両特性 (動きのルール) の一部分をより現実的と思えるものに変えただけで, 既往モデルでは再現できなかった渋滞相 (車という要素の集合体の振る舞い) の創発に結び付くことを示す. そして, 第4章では, ゲーム理論 (進化ゲーム) を論じる際に最も重要なパラメータとなるジレンマ強さのスケールリングについて触れる. まず, 従来のスケールリングの定義を紹介し, 問題点を提起

する。さらに、その問題点を解決できる新たな定義を提案し、正当性を示す。さらに、第5章では、進化ゲームの意思決定における選択肢（戦略と呼ばれることが多く、本論でも戦略と呼ぶ。詳細は第2章に記す）の定義方法について記す。従来は戦略を離散的に定義しているが、連続的に定義することでシステムの均衡点が異なることを明らかにする。第6章では、協調創発機構の中でも近年特に注目を浴びているネットワーク互恵（空間型ジレンマゲームとも呼ばれる）の素過程について述べる。ネットワーク互恵における協調創発のメカニズムについて時刻歴データに着目して考察を行い、協調が創発するためには何が重要であることを明らかにする。