

「空間構造を持った進化ゲーム理論」

Evolutionary Game Theory with Spatial Structure

Graduate School of Economics, Kwansei Gakuin University D3, 吉川 満

mitsurukikkawa@hotmail.co.jp

(Resume is Available at: <http://kikkawa.cyber-ninja.jp/index.htm>)

Keywords: Evolutionary Game, Statistical Mechanics, Agent Based Simulation

ABSTRACT

本報告は統計力学を用いた進化ゲーム理論の定式化し、さらにその空間性に着目したものである。吉川[2]では今まで様々な主体がいて、Game をしている複雑なシステムを統計力学の枠組みによってゲーム理論を構築し、その均衡の特徴づけを行っている。

この吉川[2]では Game は「格子(lattice)」上で行われており、最近接(nearest neighbor)の主体やランダムにマッチして Game を行う。そこでは統計力学で最も簡単な Ising モデル、さらには先行研究の 1 つである Diederich and Opper [1]の基礎モデルである Sherrington-Kirkpatrick モデルを参考にした。特にこのモデルにおいて「均衡(equilibrium)」という概念を相転移(phase transition)して生成するとした。そこで Coniglio, et al.[1] (相転移と Percolation の同値性に関する定理)を用いて、純粋戦略の均衡が生成していないパラメータ領域においてどのような戦略の分布となっているのかを調べた。

また静学の枠組みであったモデルを Master 方程式を用いて、動学化を行い、Replicator 方程式に対応する方程式の導出を行った。その結果伝統的な進化ゲーム理論とある変数の大きさによって、一致する場合としない場合があることが分かった。また無限人のゲームでは戦略が一致するという純粋戦略の均衡の生成は起こらない、さらに周りのゲームと影響し、Quenched 系の場合には多重均衡が生じることが分かった。

最後にこの理論モデルをシミュレーションする際、今まで決定論の方程式(Replicator Eq.) をある「事実」を用いることによって、確率的な方程式に直し、シミュレーションを行った。この考えを用いると、この構築した理論モデルは Agent-Based Simulation の理論モデルと考えることができる。

以上のような研究を通して、既存の研究とは異なる新たな研究の方向性を提案する。

主要参考文献:

- [1] Coniglio, A., Nappi, C.R., Peruggi, F. and Russo, L. (1976): *Communications in Mathematical Physics*, **51**, pp. 315-323.
- [2] Diederich, S. and Opper, M. (1989): *Physical Review A*, **39**, pp.4333-4336.
- [3] 吉川満 (2008) : 『京都大学数理解析研究所講究録』, 印刷中.
- [4] Willson, Will (2000): *Simulating Ecological and Evolutionary Systems in C*, Cambridge University Press.