

「統計力学を用いた進化ゲーム理論」

Evolutionary Game Theory with Statistical Mechanics

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

mitsurukikkawa@hotmail.co.jp

(Resume is Available at: <http://members.ld.infoseek.co.jp/kgu-gse/gakkai/gakkai.htm>)

Keywords: Evolutionary Game, Statistical Mechanics, Ising Model, Percolation

ABSTRACT

本報告は統計力学を用いた進化ゲーム理論の定式化についてである。今まで様々な主体がいて、Game をしている複雑なシステムにおいて、進化ゲーム理論によって記述するとき、Replicator 方程式を使うものや確率進化ゲーム(Stochastic Evolutionary Game)などがあった。これらとは異なる新たな進化ゲーム理論の枠組みを統計力学によって構築した。

具体的に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 [2]の基礎モデルである Sherrington-Kirkpatrick モデルを参考にし、定式化を行った。そのためこの Game は「格子(lattice)」上で行われる。先行研究にあるように最近接(nearest neighbor)、Random Matching という相互作用の仕方に着目し、ゲームを定式化、さらには進化的に安定な戦略(Evolutionary Stable Strategy)の特徴づけを行った。またここでは均衡という概念を相転移(phase transition)して生成するとした。またこの均衡の生成を Percolation を用いて、格子上ではどのような戦略の分布になっているのかをより具体的に考察した。さらに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の一致、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。最後に我々のモデルを Percolation を用いた経済物理学の研究[1]に応用させ、ファイナンスのモデルとしてどのような結論を得られるのかを考察する。

このように物理学の手法を用いて、積極的に社会科学の分野で研究¹し、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] Cont, R. and Bouchaud, J-P. (2000): *Macroeconomic Dynamics*, **4**, pp.170-196.

[2] Diederich, S. and Opper, M. (1989): *Physical Review A*, **39**, pp.4333-4336.

[3] 久保亮五: 「統計力学 新装版」共立出版, 2003 年.

¹ 例えば久保[2]では統計力学の1つのたとえ話として、統計力学を用いてお金の分配の問題を考察し、興味深い結論を得ている。