

# 環境ダイナミクスと経済活動の相互作用に関する計算モデル

山岡 崇仁

有田 隆也

名古屋大学大学院人間情報学研究所

yamaoka@info.human.nagoya-u.ac.jp ari@info.human.nagoya-u.ac.jp

## 1 はじめに

環境問題はここ 30 年以上、最も重要な問題のひとつとして様々な分野で議論されてきている。いくつかの問題は解決されたが、大部分は不幸にも未だ根本的な解決に至っていない。環境問題は、自然環境と人間活動の相互作用から多くの場合起こっており、自然環境の持つダイナミクスと、常に変化する人間活動との相互作用を捉えることは非常に重要であると思われる。しかしながら、既存の研究分野において、特にその相互作用に注目した研究はあまりなされていない。そこで本研究では、自然環境と人間活動の相互作用、とくに生態系としての環境と経済活動を同時に捉えることを可能とし、その相互作用を時間軸に沿って考えられるような計算モデル[1]を提案する。

## 2 モデル

モデルは大きく 2 つの部分モデルよりなりたつ。人間の周囲に存在する環境をモデル化した Environment Model (下図中の下側平面)、その環境の中で、環境との相互作用によって利得を得る経済主体をモデル化した Economic Behavior Model (下図中の上側平面)の二つである。また、平面間の矢印は二つのモデルの相互作用を表す。

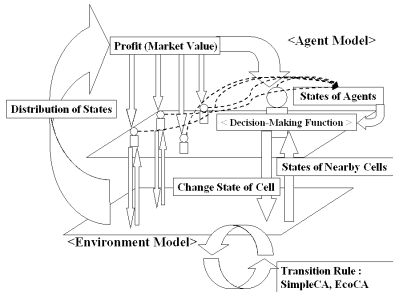


図 1 Image of the model. ColorChanger

Environment Model は、2次元セルオートマトン(CA)に基づいている。CAは、時空間中の系のダイナミクスを捉えるのに適しており、そのダイナミクスは遷移ルールに依存している。つまり、遷移ルールを適当に設定することで、様々な環境を想定した実験が可能である。Economic Behavior Model は、マルチ・エージェントモデルをベースとし、個々のエージェントは Economic Behavior Model のセル上に存在し、周囲の環境の状態とすべてのエージェントの状態を参照して意志決定を行い、環境に影響(状態変化)を与えることによって報酬を得る[2]。それぞれのエージェントに報酬を与える機構は図中の左側から回り込んだ矢印で表されているが、これは広義に捉えれば社会構造を表しているともいえ、この報酬配分機構を変更することで、その環境においての最適な政策の実験を行うことも可能である。

## 3 実験

初期実験として行った実験の結果について述べる。この実験では、Environment Model の遷移ルールとして、近傍のセルと自身における各状態のセル数を重み付けとして確率的に次の状態を決定するルールを採用した。また報

酬配分は、その時点での Environment Model 中のすべてのセルのうちとっているセルのより少ない状態に自分のいるセルの状態を変更したエージェントに対して、より大きな報酬(希少価値)を与えるルールを採用した。Economic Behavior Model のエージェントの意志決定戦略について獲得報酬の多いエージェントを残し、残りを淘汰し、生き残りの突然変異種で補充するという進化実験を行った結果を示す。

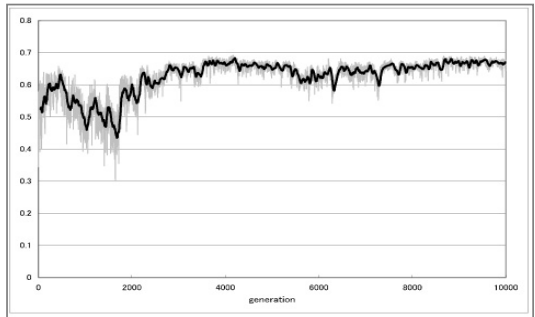


図 4 Average of fitness (profit) of players

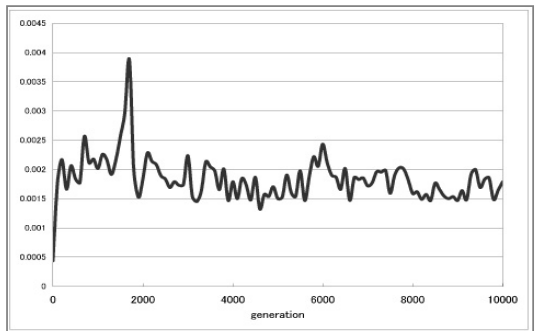


図 5 relative divergence of environment

エージェントの獲得報酬は、世代を経るごとに上昇しているが、その際にエージェントが環境に与える影響には世代間での大きさは大きな変化は見られない。むしろ、大きな変化を与えることとエージェントの報酬の低下がリンクしている。この結果は、開発と環境保全を共存させる可能性を示していると考えられる。

現在、現実の環境の持つダイナミクスにより近い生態系ルールを採用した実験、及び、より現実的な問題に適用できるモデルへの拡張の研究を行っている。

## 参考文献

- [1] Yamaoka, T. and Arita, T. "A Computational Model of the Interaction between Environmental Dynamics and Economic Behaviors", Proceedings of the Sixth International Symposium on Artificial Life and Robotics, 37-40 (2001)
- [2] Akiyama E. and Kaneko K. "Evolution of Cooperation in Social Dilemma - Dynamical Systems Game Approach", Proceedings of the Seventh International Conference on Artificial Life: 185-295. (2000)