

# 実測データに適合するマルチエージェント環境の構築

大竹 麗央

## 1 はじめに

社会や経済を分析する手法として最近広く用いられているものに、マルチエージェント環境を用いたシミュレーション（エージェントベースモデリング）がある [1, 2]. この手法の利点は、理論に基づいた対象記述とともに、シミュレーションの実行によってその理論の検証が可能にある点にある。

エージェントベースモデリングでは、定常状態に収束するように、エージェントの持つ属性の値（パラメータ）を調整し、望ましいマルチエージェント環境を構築する。そのため、構築したマルチエージェント環境でシミュレーションを行い、最終的に形成された社会をもとにパラメータの良し悪しを評価している。

本研究では、定常状態に収束するだけでなく、その定常状態に至るまでのダイナミクスも再現したマルチエージェント環境を構築する。モデルの対象となる社会で実際に観測されたデータを利用し、そのデータに適合するようにマルチエージェント環境のパラメータを調整する。このようにして構築されたマルチエージェント環境は、従来のものに比べて実際の社会の挙動をより忠実に再現できると考えられる。

## 2 逆シミュレーション手法を用いたエージェントベースモデリング

エージェントベースモデリングでは、次の手順によってマルチエージェント環境を構築する。(1) 理論、知見をもとに社会のモデルを構築し、(2) パラメータの初期値を設定してシミュレーションを実行し、(3) 望ましいシミュレーション結果が得られるまでパラメータを調整してシミュレーションを繰り返す。

しかし、設定すべきパラメータが多くなればなるほど、手動での調整は大変となる。この問題点を解消する手法として、倉橋らは「逆シミュレーション手法」を用いたパラメータの自動調整方法を提案している [3].

逆シミュレーション手法によるマルチエージェント環境の構築は、以下の手順で行われる。(1) 理論、知見をもとに社会のモデルを構築し、(2) シミュレーション結果に対する評価関数を決定する。その上で、(3) 評価

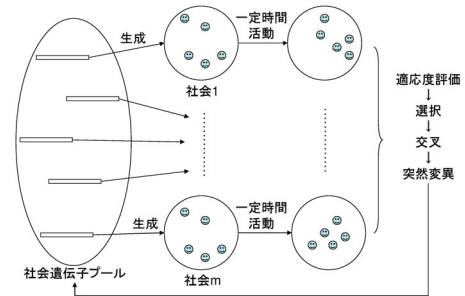


図 1: 遺伝的アルゴリズムを用いたパラメータ調整

関数を目的関数としてシミュレーションを実行し、(4) 得られたパラメータを評価する。

(3) では、遺伝的アルゴリズムを用いている。設定するパラメータは「社会遺伝子」という形で「社会遺伝子プール」に多数格納されている。

遺伝的アルゴリズムを用いたシミュレーションの流れは次のようになる (図 1)。(1) 社会遺伝子プールから複数の社会を発生させ、(2) 各社会において、与えられた社会遺伝子をもとにパラメータの初期値を決定する。(3) 一定期間エージェントが活動を行い、評価関数をもとにその結果を評価する (4) その評価をもとに、社会遺伝子は適応度評価→選択→交叉→突然変異という処理を施され、社会遺伝子プールに帰される ((1)に戻る)。

## 3 実測データとの差分和に基づくモデルの評価関数

エージェントベースモデリングにおいて、できたモデルに対する評価は、モデル化する社会についての先行研究 (理論) によって示された、その特徴を示す「マクロ社会指標」を利用することがほとんどである。この際、従来研究では、一定期間エージェントが活動した後の、定常状態となった社会を評価対象としている。しかし、定常状態だけでなく、どのような経過を経て定常状態に収束したかもモデル化できれば、より実際の社会や経済を模したマルチエージェント環境が構築できることになる。

そこで、本研究では、実際に観測されたデータを利用して、できたモデルに対する評価を行なう。シミュレーション上での各ステップにおける実測データとマルチエージェント環境が出力したシミュレーションデータに対するマクロ社会指標の差の2乗の合計を評価関数（適合度）とする。これにより、その形成過程も実測データと適合するようなマルチエージェント環境を構築することを狙う。

## 4 実験と考察

提案手法の有効性を検証するため、ウェイター問題での実験を行なった。ウェイター問題は立食パーティを題材としたもので、客とウェイターという2種類のエージェントがいる。ウェイターは会場をまわり、飲み物を要求する客がいれば、近くに行き飲み物を渡す。客は、飲み物を持っているときはそれを消費し、持っていないときはある確率でウェイターに飲み物を要求する。

ウェイター問題における社会遺伝子は、客の性格を表す次の4つのパラメータとした。(1) 飲み物の消費速度  $v_d$ , (2) 移動速度  $v_s$ , (3) 飲み物要求確率に関する属性  $p_1, p_2$  (飲み物を要求する確率は、飲み物を飲み終えてからのステップ数を  $t$  とするとき、 $p_1 + p_2 t$  で与えられるものとする)。同一社会においては、すべての客が同じパラメータを持っているものとしている。

また、マクロ社会指標としては、シミュレーション中の各ステップにおける(1) 飲み物を要求している客の平均待機ステップ数、(2) 飲み物を要求している客の数、(3) ウェイターが提供した飲み物の数、の3つを用いる。

社会数 20, エージェント数 113 (客 100, ウェイター 13), 1 シミュレーションあたりのステップ数 500 にて、実測データに提案手法を適用した<sup>1</sup>。100 世代後、用意した3つのマクロ社会指標の時系列変化は図 2, 3, 4 のように進化し、いずれも観測データに近づいていることが確認された。

## 5 まとめ

本研究では、観測されたデータを利用し、そのデータと時系列的な推移が出来るだけ一致するようなマルチエージェント環境を構築するための手法について提案した。今後は、より大規模なデータに対して本手法を適用し、本手法の有効性を検証するとともに、改良

<sup>1</sup>ここでは、シミュレータによって人工的に作成したデータを用いた。

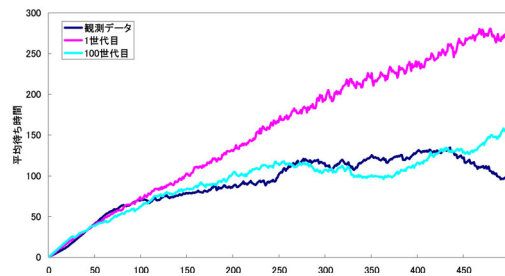


図 2: 平均待機ステップ数の推移

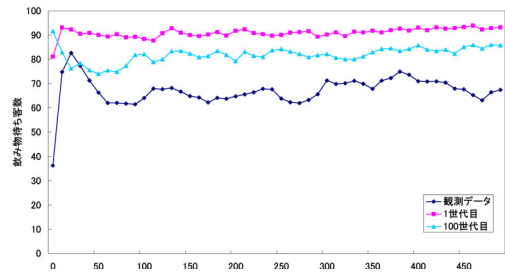


図 3: 飲み物待ち客数の推移

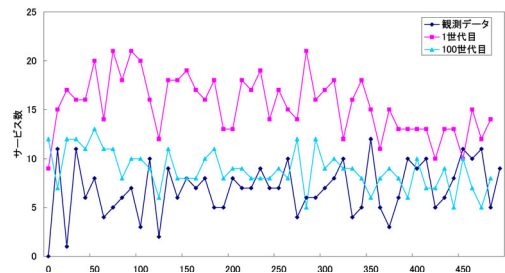


図 4: 提供された飲み物数の推移

点について探って行く。

## 参考文献

- [1] 山影進, 服部正太: コンピュータのなかの人工社会, 共立出版, 2002.
- [2] J. M. Epstein, R. Axtell: Growing Artificial Societies, Brookings Institution Press, 1996.
- [3] 倉橋節也, 南潮, 寺野隆雄: 逆シミュレーション手法による人工社会モデルの分析, 計測自動制御学会誌 Vol. 35, No. 11, pp. 1454-1461, 1999.