

令和元年6月19日現在

機関番号：15501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K01180

研究課題名(和文) 内生的かつ動的な社会・経済システムにおける主体の意思決定・行動にかんする研究

研究課題名(英文) Study on decision-making and behavior of economic agents in endogenous and dynamic social and economic systems

研究代表者

山田 隆志 (YAMADA, Takashi)

山口大学・国際総合科学部・准教授

研究者番号：90401570

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：研究課題の目的は、多種多様な主体が存在する社会・経済システムを対象に、主体による系への意思決定・行動過程を主に計算機実験によって確立することである。そのために、「オンライン広告枠オークション」と「Swedish Lottery」を用いてモデル化した。このうち、「オンライン広告枠オークション」では勝率が低いと予想された価格帯においては入札をせずに余った予算を勝利が見込まれる価格帯や他の時間帯へ振り分けた方がいいのではないかという結果を、「Swedish Lottery」では一人だけが勝つような市場設定の方が条件を満たした全員が勝つような市場設定よりも参加者が多くなるという結果を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

エージェントの意思決定・行動モデルが確立されると、説得力が高く、利用者が容易に理解することができ、検証と評価が可能な社会システム研究の方法論の構築が期待される。また、事例分析や数理モデルなどで表現しにくい社会現象を操作可能なモデルとして実現し、領域専門家が自由に利用できる環境が提供される。

研究成果の概要(英文)：The objective of this project is to establish the framework of agent-based computational economics methodology for the social and economic systems with heterogeneous agents. For this, the researcher picks up ad-auction and Swedish lottery and then develops the behavioral and learning models of agents.

The main findings are as follows: First, it would be better not to bid when it is less likely to win in ad-auction. Second, there are more participants in the Swedish lottery where only one player could win than that where there is a possibility that plural participants may earn rewards.

研究分野：社会シミュレーション

キーワード：モデリング 意思決定 異質性 学習

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

マルチエージェント経済学 (Agent-based Computational Economics; ACE) とは、限定合理的かつ異質な複数の主体(エージェント)間の相互作用に注目してボトムアップに社会・経済現象をモデル化し、分析する分野である。けれども、エージェントの機能を同定し、適切な ACE モデルを設計するためには、複雑な社会・経済現象における個人や組織の行動・学習過程を明らかにする必要があるにもかかわらず、現在のところ、各分野における概念規定や結果解釈、抽象度の粒度等においてパラダイムの相違によってモデリングの基盤作りは難しいままである

2. 研究の目的

研究課題の目的は、多種多様な主体(企業や個人)が存在する社会・経済システムを対象に、主体による系への参加・不参加を含めた系への意思決定・行動過程と系の規模ならびに結果との相互作用を主に計算機実験によって確立することである。そのために、戦略的ではあるが均衡と他者の情報の入手可能性で性質の異なる「オンライン広告枠オークション」と「Swedish Lottery」を用いて、そこでのエージェントの意思決定と行動を分析しモデル化する。

3. 研究の方法

(1) オンライン広告枠オークション

オンライン広告枠オークションで入札者がどのような意思決定をしているかを実データを用いて分析する。Web 広告枠オークションにおいては入札者は他者の入札履歴を事後的に観測できることが知られている。そのため、どのような時(曜日・時間帯、ユーザが広告をクリックした頻度、競合他社の履歴、自分が過去にどれだけ勝ったか)にオークションに参加する/しないのか、オークションに参加しないときはその後の入札行動に影響を与えるのか、入札額は外部条件に依存するのかに着目する。その後、実証分析の結果に基づいた ACE モデルを設計し、計算機実験を行う。

(2) Swedish Lottery

Swedish Lottery ではプレイヤーは他者の行動を観察できない代わりに参加者数(と選んだ数字の分布)と勝ち数字が公表されている。そのため、プレイヤーは過去の自らの行動とゲームの結果から自分が次にゲームに参加するか、参加する場合はどの数字を選ぶのかを実証研究で得られた結果に基づいて ACE モデルを設計し、計算機実験を行った。モデル化に当たっては Swedish Lottery だけでなく、通常のロトくじの実証研究で分かっていること(ニアミス、Anticipatory Regret、キャリアオーバーの効果)を採用した。

4. 研究成果

(1) オンライン広告枠オークション

まず、手元にある実データ(360 ウェブサイト、7日間)をウェブサイト毎に勝率を求め、その分布より競合他社の数を推定した。次に、競合他社が入札行動が同一であるという仮定の下、その入札分布をウェブサイト、時間帯、そして価格帯毎に自らの入札回数と勝った回数、そして勝ったときの支払額を用いて実数値遺伝的アルゴリズムを用いて推定した。最後に、推定された入札分布を用いて、オークションの計算機実験を行った。具体的には、実験の開始時点でウェブサイト、時間帯、価格帯毎に期待訪問者数を計算してそれに基づいて予算を決定する。入札者はその制約の下で実際の訪問者に対してどの価格帯で入札すべきかを整数計画法により決定し、それに従って入札をする。入札に勝利した場合は二位価格を支払う。一方、競合他社が入札行動は推定された入札分布しかいないため予算制約を設けずに入札させることにした。一日が終わった時点で実数値遺伝的アルゴリズムにより、再度競合他社が入札分布を推定した。その結果、勝率が低いと予想された価格帯においては入札をせずに余った予算を勝利が見込まれる価格帯や他の時間帯へ振り分けた方がいいのではないかという予想を得た。

(2) Swedish Lottery

モデル化にあたって、エージェントは過去の参加人数、勝ち数字、選んだ数字と勝ち数字との差(絶対値)、キャリアオーバー、自分の勝敗、自分の損益といった情報を用いてくじを購入するかどうかを決定する。これらの履歴を参照する長さはエージェントによって異なる。さらに、参照する情報への反応はエージェントごとに異なると仮定したため、これを表現するためにファジィシステムを採用した。さらに、前のラウンドに自分が選んだ数字が勝ち数字であるにも関わらず購入しなかった場合には購入する確率を上げ、前のラウンドに勝ち数字が存在せ

ず自分が購入しなかった場合には購入する確率を下げるようにした (Anticipatory Regret)。ラウンドの終わりにはどの数字を選ぶかの学習モデルによる更新を四種類用意した。エージェントはこれらの行動ルールを必要に応じて遺伝的アルゴリズムにより更新させた。一方、くじの市場は一人だけが勝つような設定 (市場 A) と、自分が選んだ数字が他者が選んでいなければ勝つような設定 (市場 B) の二種類を採用した。ただし、後者はより小さな数字を選んだエージェントがより多くの賞金を得る。計算機実験にあたり、エージェント数は 10, 100, 1000、選べる数字の数はエージェント数の 1/2, 1/5 とした。その結果、市場 A の参加率はエージェント数と選べる数字の数には依存しないのに対し、市場 B ではエージェント数が増えると参加率が下がる、同時に、時間の経過とともに参加率も下がる、市場 A と B どちらでもエージェント数が少なければ時間の経過とともに誰も勝てない状況がより多く発生する、どの設定でもエージェントはより多くの情報を利用しようとし、一方で行動ルールの更新を避けるようになる、Anticipatory Regret の変化は市場 B では減少するのに対し、市場 A ではあまり変化しない、を観察した。

(3) その他

Lowest Unique Integer Game の追加実験として、典型的な学習・行動モデルによって記述されるエージェントを多数用意して進化ゲームの形式による競争 (アクセルロッドのトーナメント) を行わせた。ここでは各学習・行動モデルの成績に応じて次の世代での個体数が決まるもので、成績が振るわなかった学習・行動モデルは死滅するというものである。この計算機実験をプレイヤー数が 3 である場合と 4 である場合で行ったところ、一変数型強化学習モデルと常に 1 を出すエージェントの成績が良い、常に 2 を出すエージェントはプレイヤー数が 4 であるときのみ生き残る、が観察された。また、一変数型強化学習モデルの行動は多様性があるときには出す数字を変えないのに対し、多様性が失われると出す数字を変える回数がより多くなる。さらに、プレイヤー数が 3 のときには少しずつ勝てなくなるのに対し、プレイヤー数が 4 のときにはある世代までは勝つ回数が減っていきそれ以降は少しずつより勝てるようになっている (Fig. 1)。

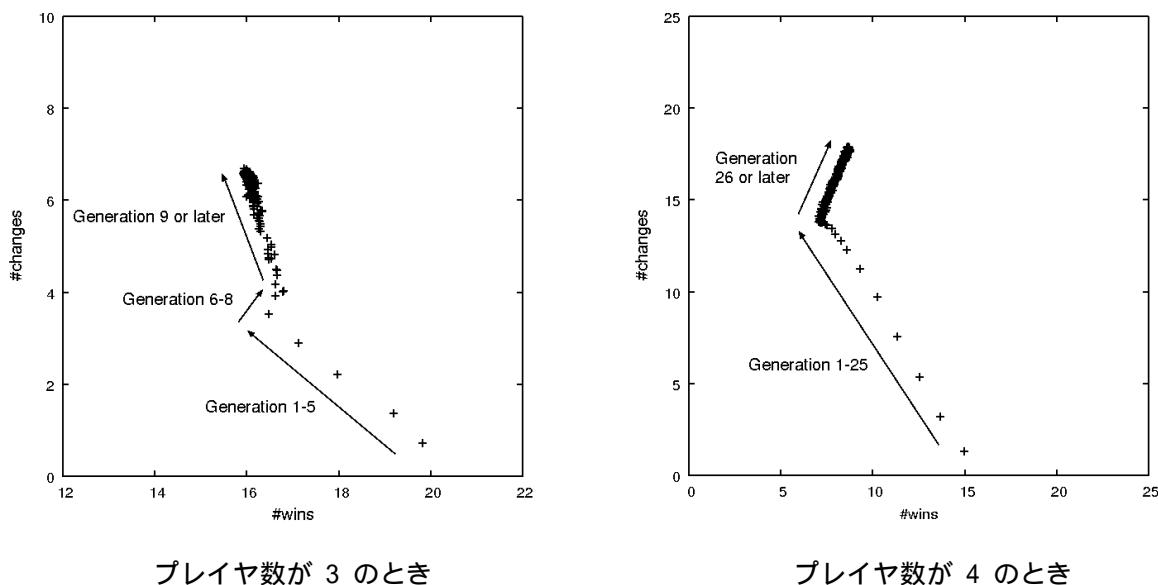


Fig. 1: 一変数型強化学習モデルの行動 (横軸: 勝った回数, 縦軸: 変えた回数)

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 2 件)

[1] Yamada, T., "Behavioral Heterogeneity Affects Individual Performances in Experimental and Computational Lowest Unique Integer Games," *Frontiers in Physics - Interdisciplinary Physics* Vol. 5, pp. 65-79, 2017. (査読あり)

[2] Yamada, T., Hanaki, N., "An experiment on Lowest Unique Integer Games," *Physica A* Vol. 463, pp. 88-102, 2016. (査読あり)

[学会発表] (計 3 件)

[1] Yamada, T., "Evolutionary competition in small-size lowest unique integer games" 10th International Conference on Agent-based Approaches in Economic and Social Complex Systems (AESCS 2018), USB メモリ, 2018.

[2] Yamada, T., "Laboratory experiment and evolutionary competition in lowest unique integer games," 12th Artificial Economics Conference (AE 2016), online, 2016.

[3] Nabeta, T., Yamada, T., Yamamoto, G., Yoshikawa, A., Terano, T., "Exploration of good strategies in real-time bidding," 9th International Conference on Agent-based Approaches in Economic and Social Complex Systems (AESCS 2015), USB メモリ, 2015.

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号(8桁)：

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。