

令和 元年 6 月 18 日現在

機関番号：15501

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化）

研究期間：2016～2018

課題番号：15KK0123

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（国際共同研究強化）

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

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） 5,500,000円

渡航期間： 13ヶ月

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、Swedish Lottery、協力ゲーム、信用財ゲームを取り上げて、実験室実験と計算機実験によって分析した。主な結果は以下の通りである：(1) 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、(2) 協力ゲームではモデルの設定によって被験者の行動が異なる、(3) 信用財ゲームでは文脈の効果が被験者の行動に影響を与える。

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 Swedish lottery, a coordination game, and a credence good game and then develops the behavioral and learning models of agents by experimental and computational approach.

The main findings are as follows: First, 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. Second, the behaviors of subjects are different from the theoretical models. Third, contextualized markets affected the behaviors of subjects in credence goods game.

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

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、主体による系への意思決定・行動過程を被験者実験と計算機実験によって確立することである。そのために、被験者実験では協力ゲームと信用財ゲームを、計算機実験では Swedish Lottery と Lowest Unique Integer Game を対象に研究を進めた。

3. 研究の方法

(1) Swedish Lottery と Lowest Unique Integer Game (基課題報告書再掲)

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。

一方 Lowest Unique Integer Game では、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。

(2) 協力ゲーム

協力ゲームの一つであるシャプレー値モデルはいくつかのモデルが提唱されている。ここでは Winter (Journal of Economic Literature, 64, pp. 202-220, 1994) と Pérez-Castrillo and Wettstein (Journal of Economic Theory, 100, 274-294, 2001) のモデルをそれぞれ用いて利得の相違がプレイヤーの意思決定と行動にどのような影響を与えるのかを実験経済学的手法により分析した。

(3) 信用財ゲーム

信用財とは財やサービスを利用したとしても、その財やサービスの質を判断できない財であり、財やサービスを供給する側を信用するしかないような財のことを言い、この信用財を実験経済学的手法を用いて性別の違いが意思決定と行動に違いを与えるのかを調べた。

4. 研究成果

(1) Swedish Lottery と Lowest Unique Integer Game (基課題報告書再掲)

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。

一方 Lowest Unique Integer Game 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。

(2) 協力ゲーム

Winter のモデルと Pérez-Castrillo and Wettstein のモデルについて、どちらも四人一組のゲームを考え、四通りの利得を設定した。利得の設定のうち、一つは別の一設定の利得を定数倍したものに、一つは別の二設定の和をとったものにしていく。残りの一設定は独立に設定している。被験者はどちらか片方のモデルについて、四通りの利得設定を全てプレイしてもらった。

現段階では、全体の利得が大きいほど協力が成立しやすい、Pérez-Castrillo and Wettstein のモデルは Winter のモデルほど協力が成立しにくい、被験者は合理的な行動をしておらず、したがって線形性にも加法性にも従わない意思決定をしている、という結果を得た。

(3) 信用財ゲーム

信用財ゲームの実験を行うに当たって、性別の他にプレイヤーの役割、タイプ、それに行動それぞれに二通りの文脈を与えて、それらが意思決定に与える影響を比較した(下表)。

Baseline	Context
Player A	Mechanic
Player B	Consumer
Type 1	Light breakdown
Type 2	Heavy breakdown
Action 1	Light repair
Action 2	Important repair

主な結果は以下の通りである：文脈ならびに金銭的動機づけの与え方が意思決定に与える影響は性別によって異なる、効率的な供給は文脈の与え方にも依存する、特に男性は買い手であれば文脈の効果を高めるのに対し、売り手であれば文脈の効果を下げる。

5 . 主な発表論文等 (研究代表者は下線)

〔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 5 件)

[1] Chessa, M., Hanaki, N., Lardon, A., Yamada, T., "Non-cooperative foundations of the Shapley value: the Winter's demand commitment bargaining problem. An experimental implementation" The 10th International Conference of the French Association of

Experimental Economics (ASFEE), 2019.

[2] Perodaud, M.D., Hanaki, N., Yamada, T., "Discrimination in markets for credence goods: experimental evidences", The 10th International Conference of the French Association of Experimental Economics (ASFEE), 2019.

[3] 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.

[4] Perodaud, M.D., Hanaki, N., Yamada, T., "Discrimination in markets for credence goods: experimental evidences", The 9th International Conference of the French Association of Experimental Economics (ASFEE), 2018.

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

〔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

研究協力者

〔主たる渡航先の主たる海外共同研究者〕

研究協力者氏名: 花木 伸行

ローマ字氏名: HANAKI Nobuyuki

所属研究機関名: Université Côte d'Azur

部局名: GREDEG

職名: Professor

〔その他の研究協力者〕

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。