

遺伝的アルゴリズムを用いた 意思決定モデルのパラメータ推定

木下寛大[†] 下川哲矢[†] 参沢匡将[†] 岡野芳隆[†]

[†]東京理科大学経営学部経営学科

1. はじめに

伝統的な経済学において、経済人という仮定が置かれてきた。経済人とは、経済活動において自己利益のみに従って行動する完全に合理的な主体を意味し、このような主体のみが存在する経済について理論が展開されてきた。しかし、ここ20年の間に Kahneman and Tversky[1][2]をはじめとした行動経済学に代表されるような、限定合理性を持つ、より現実的な人間を前提とした経済活動を分析する学問が注目されてきた。我々の研究室においても、これまで、投資実験によって、人々の持つリスク下での意思決定バイアスを抽出・分析してきた。

本発表では、まずこの実験の結果について報告し、その後、実験から得られたいくつかの意思決定の特徴（バイアス）が、進化論的な戦略として有効であるか否かを検討する。具体的には、進化淘汰プレッシャーを持つ人工市場シミュレーションを行い、実験によって得られた意思決定の特徴をもつエージェントが、どの程度生き残るのかを分析する。進化論的なプレッシャーは遺伝的アルゴリズム(GA)によってモデル化される。

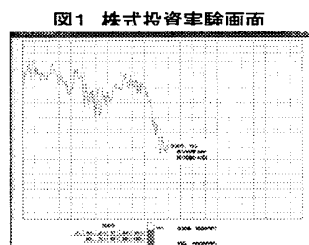
2. 経済学実験

2.1 実験の設定

2007年7月に東京理科大学久喜校舎において下川研究室で経済学実験を行った。

被験者は159名（男性：95人、女性：64人、年齢：18～32歳）、実験の所要時間は90分、謝金として1500円を支払った。

実験は、コンピュータを使って行われ、練習と異なる価格列で構成される2つのセッションで構成さ



れた。被験者は、仮想的な株式への投資を行う。まず、初期資産として100万円を与える。そして被験者は、この総資産のうち「何%を株式に投資するか」という投資比率を決定する。決定された投資比率に応じた金額が株式に投資され、残った資産は預金に回される。なお、預金に回された資産に対する利子率は0%とする。また、株価は10秒毎に更新され、株価の総更新回数は両セッションとも75回とした。

2.2 実験結果

意思決定モデルの候補としては、先行研究で検討されている6つの代表的なファクターに関する22のモデルが採用され、実験データから以下のようなモデルが選ばれた。パラメータの推定は最尤法により、モデルの選択はAICおよびBICによる。

$$i(t) = \phi + \rho \cdot i(t-1) + \delta^{\pm} (r(t-1) - r.p.(t-1)) + \omega^{\pm} (\text{gainrate}(t-1)) \quad -1$$

$$r.p.(t-1) = (1 - \gamma^{\pm}) \cdot r.p.(t-2) + \gamma^{\pm} \cdot r(t-2) \quad -2$$

ただし、

$$\delta^{\pm} = \begin{cases} \delta^{+} & \sim \text{if } r(t-1) - r.p.(t-1) > 0 \\ \delta^{-} & \sim \text{if } r(t-1) - r.p.(t-1) < 0 \end{cases}$$

$$\omega^{\pm} = \begin{cases} \omega^{+} & \sim \text{if } \text{gainrate}(t-1) > 0 \\ \omega^{-} & \sim \text{if } \text{gainrate}(t-1) < 0 \end{cases}$$

$$\gamma^{\pm} = \begin{cases} \gamma^{+} & \sim \text{if } r(t-2) > 0 \\ \gamma^{-} & \sim \text{if } r(t-2) < 0 \end{cases}$$

また、 i は投資比率、 r は株価収益率、 $r.p.$ は参照点、 gainrate は初期資産に対する利益率である。また、 ρ は前期の意思決定が今期の意思決定に与える影響度、 δ は参照点と収益率(実績)の差が意思決定に与える影響度、 ω は取引全体での損益が意思決定に与える影響度、 γ は直近の取引での損益が参照点の修正に与える影響度を意味するパラ

Evolutional Pressure and Decision Biases under the Risk
Kanta Kinoshita[†], Tetsuya Shimokawa[†], Tadanobu Misawa[†],
Yoshitaka Okano[†]
[†]School of Management, Tokyo University of Science

メータである。実験からこれらのパラメータの推定し、以下のような特徴を持つことが実証された。

i) ρ は非常に大きい値となる

前期の意思決定は今期の意思決定に大きな影響を与える。

ii) $0 < \delta^+ < \delta^-$

参照点からのプラス局面とマイナス局面ではマイナス局面の方が意思決定に与える影響が大きい。

iii) $\omega^- < \omega^+ < 0$

取引全体での利益がマイナスの時には株式投資比率を増やす、プラスの時には株式投資比率を減らす傾向にある。また、投資比率に与える影響はマイナスの方が大きい。

iv) $0 < \gamma^- < \gamma^+$

株価上昇局面では下落局面に比べて参照点の修正が大きい。つまり、学習の速度が速い。

2.3 プロスペクト理論との関係

プロスペクト理論は、行動経済学の理論の1つで Daniel Kahneman と Amos Tversky によって提唱された。プロスペクト理論の主な特徴は以下の3つである。

i) 参照点依存性

人々はそれぞれ自分の参照点を持ちそこからプラスかマイナスかで損益を判断している。

ii) 損失回避性

同額の利益と損失ならば、損失の方を過大評価する。

iii) 利益と損失でのリスク態度の非対称性

損益がプラス局面ではリスク回避的になり損失局面ではリスク愛好的になる。

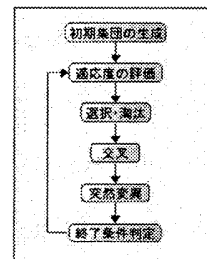
Shimokawa et.al.[5]では、上記の意思決定モデルが、プロスペクト理論の持つ全ての特徴と整合的であることを明らかにしている。その意味で、ここで得られた意思決定モデルは、プロスペクト理論の一つの動学化であるといえる。

3. 遺伝的アルゴリズムを用いた分析

心理学や脳神経科学において、意思決定上のバイアスは、進化論的な観点から説明されることが多い。たとえば Ledoux[6]は、人間の恐怖に関する情動的な行動を、進化論的な生き残り戦略の観点から議論している。ここでは、以上の実験から

得られた意思決定の特徴は、進化の過程で生き残り戦略として獲得されたという仮定の下、GA を用いた人工市場シミュレーションによって検証する。分析は、基本的に図2のような標準的なGAの流れに沿って行った。また、分析において、実験から得られたモデルではパラメータが多いため多少変化を加えたモデルを染色体として与えたエージェントによるシミュレーションを行った。

図2 GA 流れ



具体的なモデルの設定については、発表において報告する。ここでは、選択と淘汰についての詳細のみ説明する。

3.1 選択・淘汰

選択・淘汰は、エリート戦略を採用した。各個体を適応度の高い順にソートし、一定割合の染色体を次世代に引き継ぐ。現実の金融市場において、確率的に選択するルーレットルールよりも、成績の悪い者が確実に淘汰されていく方がより現実的であると考えたからである。

4. 結果

分析の結果、2.3 で挙げたような参照点依存性や損失回避性、リスク態度の非対称性など現在の金融理論では説明できない現象 (Financial Stylized Facts) を、進化論的なプレッシャーを与えた人口市場シミュレーションによって有意に確認出来た。また、エージェントの特徴だけでなく、そこで行われる価格形成においても Financial Stylized Facts を抽出することが出来た。

5. 参考文献

- [1] Daniel Kahneman and Amos Tversky, Prospect theory: An analysis of decision under risk, *Econometrica*, Vol 47, pp 263-91(1979)
- [2] Amos Tversky and Daniel Kahneman, *Advances in Prospect Theory: Cumulative Representation of Uncertainty*, *Journal of Risk and Uncertainty*, Vol 5, Number 4, pp 297-323(1992)
- [3] 俊野雅司 証券市場と行動ファイナンス 東洋経済新聞社
- [4] 北野宏明 遺伝的アルゴリズム① 産業図書
- [5] Shimokawa, Misawa, Okano, Suzuki, *An Augmented Reinforce Learning Model os a Sequential Investment Task*. Mimeo (2007).
- [6] J. LeDoux, *The Emotional Brain: The Mysterious Underpinnings of Emotional Life*. Simon Schuster New York, 1996.