

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 17 日現在

機関番号：32685

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2014～2015

課題番号：26885075

研究課題名(和文) 選択行動・意思決定現象への進化論的モデルの展開

研究課題名(英文) Evolutionary theory in choice and decision making

研究代表者

丹野 貴行 (TAKAYUKI, TANNO)

明星大学・人文学部・助教

研究者番号：10737315

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：選択行動・意思決定研究における標準モデルである「価値」モデルに問題を提起し、その代替案として、進化論の視点を取り入れたコピーイストモデルを提示した。選択行動の基本現象に、各選択肢への選択割合は、その選択肢からの報酬割合に一致するというマッチング法則がある。本研究では、コピーイストモデルの方がより正確にマッチング法則を予測できることが示された。この結果は、選択行動・意思決定の変容は選択肢の「価値」の変容というよりも、新たな行動パターンの形成として捉えられることを示唆している。

研究成果の概要(英文)：The prevailing view of choice and decision making is the “value” based model. Present study proposed the evolutionary model (named the copyist model) as an alternative idea on the choice and decision making. One basic phenomenon of choice is the matching law in which relative choice frequency for one alternative matches relative reward frequency from that alternative. The results showed that the copyist model more accurately predicts the matching law than the value based model. This results suggests that changes in choice behavior can be considered as the shaping of new behavior pattern rather than the value-learning.

研究分野：実験心理学・行動分析学

キーワード：選択行動 意思決定 マッチング法則 強化スケジュール

1. 研究開始当初の背景

(1) 報酬に基づく選択行動・意思決定現象の研究は、同じ目的を共有する心理学、経済学、計算機科学、神経科学などの連携による神経経済学(neuroeconomics)の誕生を経て、近年著しい発展を遂げている。神経経済学は「価値」の解明を目指して全体が組織化されており、その研究方略は(A)ヒトや動物を対象とした心理学的実験による選択行動データの取得、(B)そのデータを「価値」概念により説明する数理モデルの構築、(C)数理モデル内の「価値」と対応する神経活動の同定、の3つの段階で構成されている(Sugrue et al., 2005)。

(2) このように、報酬に基づく選択行動・意思決定研究では「価値(value)」概念が基本に据えられている。しかしながら、「価値」概念による選択行動の説明は本当に適切なのだろうか。

2. 研究の目的

(1) 本研究では、価値概念を基本とするモデル、すなわち価値モデルでは説明困難な行動現象を指摘し、その代替モデルとして、進化論の視点を取り入れたコピーイストモデルを提出する。

(2) コピーイストモデルは、個体を行動ユニットの集合体とみなし、報酬は各ユニットの淘汰(選択)に関わると捉える。価値モデルでは、そうした行動ユニットが事前に規定され、その価値を変容させることで、選択行動を説明する。これに対しコピーイストモデルは、そのユニットの性質そのものの変容として、選択行動を捉えるのである。

(3) 本研究では、動物実験を中心として得られてきた先行研究のデータを整理した。そして、そのデータに対するコピーイストモデルの予測精度を検証した。

3. 研究の方法

(1) 選択行動の基本現象に「マッチング法則」がある。マッチング法則とは、ある選択肢への選択回数割合は、その選択肢から得られる報酬回数割合に一致するという現象である。マッチング法則は、Herrnstein (1961) による最初の報告以降、ラット、ハト、サル、ヒトを用いた数多くの実験において再現されている。

(2) しかしながら、このマッチング法則が成り立つためには、次の2つの条件を満たす必要がある。1つめは、左右のスケジュールを揃えるということである。例えば、一方の選択肢は時間経過に依存して報酬を呈示(時隔スケジュール)し、もう一方の選択肢は選択回数に依存して報酬を呈示する(比率スケジュール)場合には、後者の選択肢を優先的

に選択するというバイアスが生じてしまう。2つめは、切替遅延の挿入である。両選択肢のスケジュールが時間経過依存である場合、選択を切り替えるという行動(左右左右と続ける)が頻発するようになり、「選択」行動を正確に測ることができない。これを防ぐために、選択肢を切り替えた直後の数秒間、報酬呈示を遅延するという切替遅延が導入される。言い換えると、マッチング法則研究においてバイアスや切替行動の頻発は除外すべき外乱変数、あるいは例外事項なのである。

(3) 本研究では、この例外事項であるバイアスと切替行動の頻発という2つの現象に注目した。バイアスや切替行動に関わる先行研究のデータ(e.g., Herrnstein & Heyman, 1979; Temple et al., 1995)を整理し、それをコピーイストモデルにより説明することを試みた。

(4) コピーイストモデルは、申請者がすでに2012年に発表したものである(Tanno & Silberberg, 2012)。もともとコピーイストモデルは、選択肢が1つしか存在しない単一選択肢場面において、時隔スケジュールと比率スケジュールを比べた場合、後者でより単位時間当たりの選択頻度が多くなるという現象を説明するために作られた。コピーイストモデルは、この現象を次のように説明する。すなわち、時隔スケジュールでは、ある選択と次の選択の間にある程度の時間をおいたほうが、次の選択に報酬が伴う確率が高くなる。これに対して比率スケジュールではこうした随伴性は存在しない。これより、時隔スケジュール下ではゆっくりとした選択行動のパターンが形成され、これが選択頻度の減少をもたらすという訳である。

(5) この2012年の段階でのコピーイストモデルは、マッチング法則についても、限定的ながらその説明に成功していた。本研究はこれを拡張し、マッチング法則に関わる様々な場面においても、コピーイストモデルがそこでの選択行動を予測できることを示すものであった。

(6) コピーイストモデルの基本メカニズムは次の通りである。コピーイストモデルでは、個体は300個の行動ユニット集合体として表現される。各ユニットは、「いつ」そして「どこ」に選択行動を行うかという情報を保持している。選択行動の実際の出力にあたっては、300個の行動ユニットのうち1つが抽出される。この抽出では、「いつ」の長さとその抽出のされやすさが反比例するという重みづけが加えられる(「いつ」に要する時間が長い行動ほど、より時間のかかる行動であり、そうした時間のかかる行動は抽出されにくいという考え方に基づいている)。こうして

1つの行動ユニットが抽出された後、行動の変動性を表現するための乱数を加えた上で、実際の選択行動が出力される。その後、もしこの選択行動に報酬が伴った場合、報酬呈示の直前の行動パターンが、「いつ」と「どこ」という情報に縮約されたうえで、300個の行動ユニット集合体に更新される。

(7)本研究ではこのコピーイストモデルの様々な拡張を試みた。そして最終的に到達したのが、「滞在/切替」という行動ユニット情報の付加であった。すなわち、これまでは「いつ」と「どこ」のみであったが、これに加えて、次の選択行動はその直前の選択行動から見て「滞在(選択肢を変えない)/切替(選択肢を変える)」のどちらなのかという情報を付加した。この新たなメカニズムを加えた上で、上記(3)で整理されたデータに適合するよう、コピーイストモデルがもつフリーパラメータの値を様々に調整した。

4. 研究成果

(1)コピーイストモデルは、選択行動の基本法則であるマッチング法則をシミュレートすることができた。

(2)同時に、その成立における例外事項とされていた2つの行動現象についても、そのシミュレートに成功した。例外事項の1つめは、一方の選択肢に時隔スケジュールを、もう一方の選択肢には比率スケジュールを配置すると、選択行動はマッチング法則に従わず、比率スケジュールへのバイアスを示すという現象である。コピーイストモデルは、この現象を、単一選択肢場面での場合と同じように説明する。すなわち、時隔スケジュールでは「いつ」が長いほど報酬が伴いやすいため、選択頻度が低い行動パターンが形成される。一方比率スケジュールではそうした報酬の随伴性は存在せず、これが比率スケジュール側へのバイアスにつながるのである。

(3)例外事項の2つめは、両選択肢に時隔スケジュールを配置すると、選択肢間の切替行動を頻発するようになり、選択行動を測定することができないという現象である。コピーイストモデルに従えば、時隔スケジュールではその性質上、切替行動の直後に報酬が呈示されやすいため、そうした切替行動パターンが形成されたと説明される。

(4)また、切替遅延を系統的に操作した Temple et al. (1995)のデータは、切替遅延を2秒にすることでマッチング法則が成り立ち、かつそれ以上の切替遅延を延長は何らの効果ももたないことを示している。コピーイストモデルはこの点についてもシミュレートすることに成功した。これより、コピーイストモデルはマッチング法則に関わる諸現象について、質的なレベルのみならず、量

的なレベルでも高い精度でその予測に成功したと言える。

(5)コピーイストモデルの成功は何を意味するのか。コピーイストモデルのメカニズムは、報酬呈示の直前の行動パターンが、その後繰り返されるというものである。これより、報酬呈示は行動パターン(ユニット)の「形成」に関わるのであって、選択行動の価値の「増強」に関わるのではないということが示されるのである。

(6)これが単なる言いかえではないことは、マッチング法則の例外事項の説明可能性から明らかである。この「形成」の観点に立たない限り、なぜ比率スケジュール側にバイアスが生じてしまうのか、あるいはなぜ切替遅延を導入しないと切替行動が頻発してしまうのかについて、説明することができない。コピーイストの視点に立てば、この2つの例外事項は「例外」でも何でもなく、行動パターンの形成の1つの帰結なのである。

(7)本研究の成果は、「価値」に依拠してその発展を続けている神経経済学への問題提起ともなる。前述のとおり、神経経済学は次の3つの段階で構成されている。すなわち、(A)ヒトや動物を対象とした心理学的実験による選択行動データの取得、(B)そのデータを「価値」概念により説明する数理モデルの構築、(C)数理モデル内の「価値」と対応する神経活動の同定、の3段階である。本研究からは、この(B)に関して、「価値」概念に基づく数理モデルの構築には問題が示された。そしてこれは(C)に関して、その「価値」との相関から神経活動の役割を探る方略も間違っている可能性を示している。脳内で「価値」なるものが本当に存在しているのだろうか。少なくとも、マッチング法則に関わる報酬頻度の行動への影響に関しては、「価値」によりそれを説明するのは誤りであるように思われる。

<引用文献>

- Herrnstein, R. J. (1961). Relative and Absolute strength of Response as a Function of Frequency of Reinforcement1, 2. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 4, 267-272.
- Herrnstein, R. J., & Heyman, G. M. (1979). Is matching compatible with reinforcement maximization on concurrent variable interval, variable ratio?. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 31, 209-223.
- Sugrue, L. P., Corrado, G. S., & Newsome, W. T. (2005). Choosing the greater of two goods: neural

currencies for valuation and decision making. *Nature Reviews Neuroscience*, 6, 363-375.
Tanno, T., & Silberberg, A. (2012). The copyist model of response emission. *Psychonomic bulletin & review*, 19, 759-778.
Temple, W., Scown, J. M., & Foster, T. M. (1995). Changeover delay and concurrent-schedule performance in domestic hens. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 63, 71-95.

丹野 貴行 (TANNO Takayuki)
明星大学・人文学部・助教
研究者番号：10737315

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

坂上貴之・丹野貴行 (2015). 強化スケジュールによる行動の制御と解析 - IRTの分析から見えるもの 行動分析学研究, 30, 69-75.

Tanno, T., Silberberg, A., & Sakagami, T. (2015). The copyist model and the shaping view of reinforcement. *Behavioural Processes*, 114, 72-77.

Tanno, T., & Silberberg, A. (2015). Inter-response-time reinforcement and relative reinforcer frequency control choice. *Learning & Behavior*, 43, 54-71.

〔学会発表〕(計3件)

丹野貴行 (2015). 並立 VRVI 及び並立 VRVR スケジュール下でのコピーイストモデル II の振る舞い 日本心理学会第 79 回大会. (於名古屋国際会議場)

丹野貴行 (2014). 小講演：強化率による従事時間の制御と強化スケジュールによる局所反応率の制御 日本心理学会第 78 回大会. (於同志社大学)

丹野貴行 (2014). シンポジウム：条件づけと連合学習研究の新しい発展 強化と目標志向行動 - (話題提供者) 日本心理学会第 78 回大会. (於同志社大学)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計0件)

取得状況 (計0件)

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者