

令和 2 年 6 月 16 日現在

機関番号：32612

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K18713

研究課題名(和文)ヒトの報酬スケジュールのための新たな実験プラットフォームの開発と展開

研究課題名(英文)Development and deployment of a new experimental platform for human schedule performances

研究代表者

坂上 貴之(Sakagami, Takayuki)

慶應義塾大学・文学部(三田)・名誉教授

研究者番号：90146720

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,900,000円

研究成果の概要(和文)：私たちの行動はそれに後続する報酬(強化)/損失(弱化)により制御される。本研究では、人間を対象としてこれに関する心理学実験を容易に行える実験プラットフォームの開発と展開を目指した。ProcessingやVisual Basicにより実験プラットフォームを構築し、これをWeb上からアクセス可能な環境を整えつつ、「強化(報酬)スケジュール」、「迷信行動」、「反応復活」といった典型的な行動実験を行った。その結果、上記の方法論に基づくプラットフォームの開発はデータ収集に有効である一方で、安定した行動データを得るには、実験実施上のいくつかの工夫が必要であることも示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

私たちの行動を、直接には触れることのできない「心」のなせる業としてではなく、種々の環境条件の結果として考えることは、人間社会の様々な問題の解決に大きく寄与する。本研究で開発した実験プラットフォームは、人間の行動がいかにそれに後続する報酬/損失により左右されるのかを調べるツールである。その方法論にWeb実験も含めることで、実験データの取得もより容易なものとさせている。その完成には今後も継続した改善を必要とするが、こうしたツール・方法論を整備していくことは、上記の観点に基づく人間行動研究を大いに刺激し発展させていくであろう。

研究成果の概要(英文)：Human behavior is controlled by subsequent rewards(reinforcement)/ losses (punishment). We aimed to develop and deploy an experimental platform that can easily conduct psychological experiments on humans. We built an experimental platform using Processing and Visual Basic that can be accessed on the Web, and conducted typical behavioral experiments such as "reinforcement (reward) schedule", "superstitious behavior", and "resurgence". The results showed that while the development of the platform based on the above methodology was effective for data collection, a number of modifications are necessary to obtain stable behavioral data.

研究分野：行動分析学

キーワード：強化スケジュール 迷信行動 反応復活 Web実験 行動分析学 人間行動

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 強化子(報酬)の提示による行動変容を扱う強化(報酬)スケジュールは、学習心理学における重要な研究分野の一つである。動物を用いたスケジュール研究は1950年代に本格的に開始され、多くの重要な行動原理が明らかにされてきた(丹野, 2018)。またそこで得られた成果は、人間における心理臨床、教育、労働、環境デザインといった分野に広く応用されてきた。なお、報酬という用語は刺激にも事態にも使用されるので、ここでは刺激には強化子、事態には強化を使うこととする。

(2) 他方、人間を対象とした強化スケジュール研究では、研究実施上の制約と、人間特有の言語による影響が無視できない変数として議論され続けてきた。前者について、基礎的なスケジュール研究では、動物を対象として、半年から一年、場合によってはそれ以上にも及ぶ長い期間スケジュールを経験させることで研究される。しかし人間を対象とした場合に、そうした長期間の実験実施は困難である。後者について、ヒトはスケジュール下での反応遂行について言語の影響を多分に受けることが知られており、例えば実験者の被験者に対する不用意な教示や、自ら生成した言語的なルールが、報酬による行動変容を阻害してしまう。これらの問題の解決は、基礎と応用との距離をより近いものとし、強化スケジュール研究のさらなる発展を導くであろう。

2. 研究の目的

(1) 本研究では、人間を対象とした強化スケジュール研究をより容易に実施可能な実験プラットフォームを開発することを目的とした。

(2) 具体的な課題としては、WEB参加型実験プラットフォームの構築と、人間行動を対象とする場合に必須となる各種の実験手続きの整理、の2点とした。前者の は、人間を対象とした場合での長期間の実験実施を目指したものであった。後者の は、そうしたWEB参加型の実験プラットフォームでの実験手続きを模索しつつ、動物を対象として得られてきた実験データを、人間を対象としても得られることを目指すものであった。

3. 研究の方法

(1) WEB参加型実験プラットフォームの構築に関しては、ネットワーク回線を通じてWEBページにアクセスし、そこに被験者情報(パスワード等)を入れることで実験参加するタイプのものであった。実験参加に当たっては、iPad等のタブレットを貸与し、それに対する指押し反応という形をとった。動物を対象としたスケジュール研究で一般的に用いられている、変動比率(VR)スケジュール、変動時隔(VI)スケジュール、固定時隔(FI)スケジュールを実施した。それぞれ、変動するが平均してN回の反応に対して強化子が提示される、変動するが平均してM秒経過後の初発反応に対して強化子が提示される、毎回固定されたL秒経過後の初発反応に対して強化子が提示されるという構造となっていた。これら3種類のスケジュールを、毎日それぞれ5分から10分程度、そして合計で10日間から14日間の期間で実施した。被験者側からすれば、それぞれのセッション日で都合の良い時間にWEBページにアクセスし、実験に参加できるという形であった。研究者側からすれば、被験者の反応や強化子提示の時間記録がサーバーに保存され、それにアクセスしてデータを取得する形であった。

(2) 実験手続きについては、実施期間、1日の実施時間、全体の報酬量、ポイント表示の仕方などについて、試行錯誤と実験を繰り返しつつ調整していった。また、これについて特記すべき点として、実験のカバーストーリーがあった。これは、上述のスケジュールを経験するに当たり、被験者に課す作業の目的、求める反応、得られる強化子の具体的なデザインを指す。人間を対象とした研究において、適切なカバーストーリーの設定は、そこで得られる反応遂行に大きく影響する。とりわけ本研究のような、長期間の実験参加を要求する場合には、いわゆる「飽き」を回避するためにも、重要なものとなる。これについて検討を重ねた結果として、処理スピードはそれほど速くはないが、Windows、MacOS、Linuxなど複数のOSで実行可能で、容易にWEB上に移行できる言語であり、その開発に時間がかからず、外部機器との接続も可能であるという理由で「Processing」というMITのMedia Labが開発した言語を使うこととした。実際、ヒト相手の反応を取得する目的ならば、かなり十分な応答性能を持ち、ヒト相手では必須であるグラフィックでの表現が多彩でかつ容易であり、マウスやキーボードからの反応取得も簡便で開発時間もかからず、JavaScript版p5.jsの使用によりWEBでの実験も可能であった。具体的なカバーストーリーとして

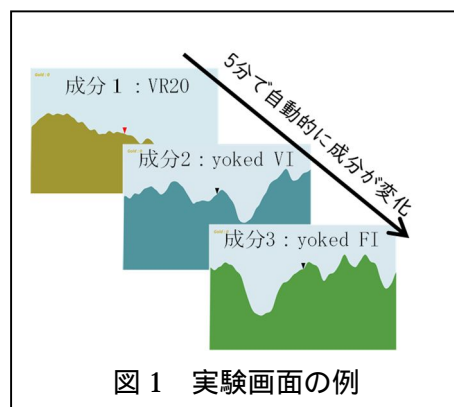


図1 実験画面の例

は、例えば、図1のようなスケジュール場面を設定した。金の採掘と獲得の物語とし、採掘機が野山を駆け巡って「探索」し、いろいろな場所で採掘した結果、ある場合には金を「発見」して、それを「獲得」すべく地面を掘るといったものであった。

(3) 実験手続きのもう一点として、純粋に動物の実験データと人間での実験データの再現として、反応復活現象と迷信行動に関する研究も実施した。反応復活とは、一度消去されたはずの反応が条件次第で再度出現してしまう現象である。Visual Basicで実験プラットフォームを構築し、こちらについては実験室において実験を実施した。迷信行動とは反応に非依存的に提示される強化によって、個体が特異的な行動の連鎖を自発する現象であり、ある場合にはそれが儀式的であることからヒトの迷信的振る舞いの形成の原理と考えられている実験的事態を言う。これについては後に述べるように、すでにあるカバーストーリーに基づくProcessingプログラムの発展形としてヒトを対象とした実験室実験を行った。

4. 研究成果

(1) WEB参加型実験プラットフォーム：いくつかの実験間で、最大で14日間の実験期間でも脱落者が現れることはなかった。これより、「WEB参加型」という形により、人間を対象とした場合でも長期間の実験実施が可能であることが示された。人間を対象とした基礎的なスケジュール研究において、こうした長期間の実験実施は大変にめずらしく、データそのものが貴重な成果になると考えられる。

(2) 強化スケジュール：上記(1)の結果として得られた反応遂行は、動物実験でのそれ(Matsui, Yamada, Sakagami, & Tanno, 2018)をある程度再現することができた。すなわち、VRスケジュールとVIスケジュールでは前者で反応率が高く、またFIスケジュールにおける報酬提示後の休止が長くなった。しかしながら、動物実験では個々の個体の水準で得られるこの結果について、人間でのそれは平均値で得られたという程度であった。これについて、全体の実施期間、1日の実施時間、全体の報酬量、ポイント表示の仕方といった様々な変数を操作したが、それほど大きな影響はなかった。これより、今後この方向性をさらに発展させるためには、言語的な影響についても配慮するなどして、被験者間の行動のばらつきに配慮する設計の必要性が示された(藤巻・丹野・井垣・坂上, 2018; 丹野・藤巻・井垣・坂上, 2019)。

(3) 反応復活：2018年の研究(Fujimaki & Sakagami, 2018)では、Visual Basicで構築した実験プラットフォーム上で、キーボードを押して2桁の数字を入力し、得点の獲得を目指すという単純な課題で反応復活が生じるかどうかを検討した。その結果、得点を獲得できる頻度が高いほどより堅調な反応復活が見られた。

2019年の研究(井垣・山岸, 2019)では、同じくVisual Basicで構築した実験プラットフォーム上で、反応復活研究ではこれまで検討されることの少なかった、負の強化手続き(得点除去の阻止)の効果と、個体内比較(強化スケジュールが個体内で切り替わる混成スケジュールの採用)の効果を検討し、ヒトを対象とした反応復活研究の適用範囲の拡張を試みた。成果として、個体内比較に関しては、提示型強化を用いた条件で、先行研究と同様に強化率の高い成分で強い反応復活が見られ、ヒトを用いた反応復活研究のためのプラットフォームの有効性が確認された。一方、除去型強化が用いられた場合は、提示型強化を用いた先行研究の結果と反対の傾向が確認された。今後、強化子提示のタイミングを提示型強化と除去型強化で連動させる手続きを用いるなど、より精度を高めた研究によって、除去型強化手続きの効果の再検討する必要性が示唆された。

(4) 迷信行動：2018年の研究(大森・原田・坂上, 2018)では、画面上で横方向に移動し続ける曲線(探索している地形を表現している)を見ながら任意のタイミングでボタンを押し、得点の獲得を目指すゲームを一定時間遂行してもらい、地形の形状と反応のタイミングの関係、さらに獲得される得点の変動幅の影響を検討した。その結果、得点変動幅の効果は確認されなかったが、反応時の地形の形状の特徴とその時間的变化が観察された。その特徴は参加者間で異なっていたが、特に地形が谷形となる形状での反応が初期に頻発し、その後減少していく傾向が共通して観察された。2019年の研究(大森・原田・坂上, 2019)では、同じゲーム素材を用い、新たなゲーム構成要素として「背景音楽のテンポ」「地面を示すドット模様の有無」を操作し、1)テンポに対応して反応頻度が変化するか、2)ドット模様の付加によって地形と反応タイミングとの関係が強められるか、を調べた。その結果、テンポに応じた反応頻度の変化は一部の参加者にのみ観察され、ドット模様の付加は地形と反応タイミングとの関係性をむしろ弱める傾向が示唆された。また、反応頻度が高い参加者においてはゲーム要素の変化への感受性が乏しくなる傾向が顕著に見られ、反応を抑制する手続きの必要性が明らかとなった。

引用文献

- Fujimaki, S., & Sakagami, T. (2018). Resurgence, Behavioral Variability, and Probability of Reinforcement in Humans. The 44th Annual Convention of the Association for Behavior Analysis International, San Diego, USA, 28, p.279.
- 藤巻峻・丹野貴行・井垣竹晴・坂上貴之 (2018). 強化スケジュールのWEB実験プラットフォーム構築の試み 日本基礎心理学会第37回大会.
- 井垣竹晴・山岸直基 (2019). 個体内比較による負の強化で維持された反応復活の検討 流通経済大学流通情報学部紀要, 23, 13-23.
- Matsui, H., Yamada, K., Sakagami, T., & Tanno, T. (2018). Modeling bout-pause response patterns in variable-ratio and variable-interval schedules using hierarchical Bayesian methodology. *Behavioural Processes*, 157, 346-353.
- 大森貴秀・原田隆史・坂上貴之(2018). ゲーム遂行場面での刺激特性と反応特徴の関係. 日本基礎心理学会第37回大会.
- 大森貴秀・原田隆史・坂上貴之(2019). ゲーム遂行場面での刺激特性と反応特徴の関係 2. 日本基礎心理学会第38回大会.
- 丹野貴行 (2018). 行動分析学におけるモデル研究の一事例 コピーイストモデル 行動分析学研究, 32, 153-167.
- 丹野貴行・藤巻峻・井垣竹晴・坂上貴之 (2019). 強化スケジュールのWEB実験プラットフォーム構築の試み(2) 日本基礎心理学会第38回大会.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Matsui Hiroshi, Yamada Kota, Sakagami Takayuki, Tanno Takayuki	4. 巻 157
2. 論文標題 Modeling bout-pause response patterns in variable-ratio and variable-interval schedules using hierarchical Bayesian methodology	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Behavioural Processes	6. 最初と最後の頁 346 ~ 353
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.beproc.2018.07.014	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 井垣竹晴、山岸直基	4. 巻 23
2. 論文標題 個体内比較による負の強化で維持された反応復活の検討	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 流通経済大学流通情報学部紀要	6. 最初と最後の頁 13 ~ 23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 丹野貴行	4. 巻 32
2. 論文標題 行動分析学におけるモデル研究の一事例 コピーイストモデル	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 行動分析学研究	6. 最初と最後の頁 153-167
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 藤巻峻、丹野貴行、井垣竹晴、坂上貴之
2. 発表標題 強化スケジュールのWEB実験プラットフォーム構築の試み
3. 学会等名 日本基礎心理学会第37回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井垣竹晴、山岸直基、丹野貴行、藤巻峻、坂上貴之
2. 発表標題 ヒトを対象とした反応復活の制御要因の検討
3. 学会等名 日本基礎心理学会第37回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shun Fujimaki, Takayuki Sakagami
2. 発表標題 Resurgence, behavioral variability, and probability of reinforcement in humans
3. 学会等名 Association for Behavior Analysis International (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大森貴秀・原田隆史・坂上貴之
2. 発表標題 ゲーム遂行場面での刺激特性と反応特徴の関係
3. 学会等名 日本基礎心理学会第37回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大森貴秀・原田隆史・坂上貴之
2. 発表標題 ゲーム遂行場面での刺激特性と反応特徴の関係 2
3. 学会等名 日本基礎心理学会第38回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 丹野貴行・藤巻峻・井垣竹晴・坂上貴之
2. 発表標題 強化スケジュールのWEB実験プラットフォーム構築の試み(2)
3. 学会等名 日本基礎心理学会第38回大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計8件

1. 著者名 Igaki Takeharu, Romanowich Paul, Sakagami Takayuki	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 203
3. 書名 Diversity of Experimental Methods in Economics (Experiments in Psychology: Current Issues in Irrational Choice Behavior)	

1. 著者名 大森 貴秀、原田 隆史、坂上 貴之	4. 発行年 2017年
2. 出版社 慶應義塾大学出版会	5. 総ページ数 100
3. 書名 ゲームの面白さとは何だろうか	

1. 著者名 坂上 貴之、井上 雅彦	4. 発行年 2018年
2. 出版社 有斐閣	5. 総ページ数 328
3. 書名 行動分析学	

1. 著者名 日本基礎心理学会（監修）坂上貴之他5名（責任編集）	4. 発行年 2018年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 591
3. 書名 基礎心理学実験法ハンドブック	

1. 著者名 日本行動分析学会（編）武藤崇他4名（編纂委員）坂上貴之（編纂顧問）	4. 発行年 2019年
2. 出版社 丸善	5. 総ページ数 839
3. 書名 行動分析学事典	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	丹野 貴行 (Tanno Takayuki) (10737315)	明星大学・心理学部・准教授 (32685)	
研究分担者	藤巻 峻 (Fujimaki Shun) (80811421)	慶應義塾大学・文学部（三田）・講師（非常勤） (32612)	
研究分担者	井垣 竹晴 (Igaki Takeharu) (30434426)	流通経済大学・流通情報学部・教授 (32102)	