

令和 4 年 6 月 1 日現在

機関番号：32634

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18H01105

研究課題名（和文）目的的行動から習慣行動への遷移を支える微視的理論と依存研究への応用

研究課題名（英文）Microscopic theory underlying the transition from goal-directed to habitual behavior and its application to dependence research

研究代表者

澤 幸祐（Sawa, Kosuke）

専修大学・人間科学部・教授

研究者番号：60407682

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,700,000円

研究成果の概要（和文）：自らの行動の結果を予測し、目的をもって行う目的的行動は、長く持続することで行動の結果ではなく刺激環境の制御を強く受ける習慣的行動へと変化することが知られており、習慣的行動はしばしば、依存のような不適応行動へと遷移するとされてきた。本研究の結果、こうした結果は必ずしも頑健なものではなく、訓練回数や行動の結果得られる刺激の種類のみならず、実験環境を構成する刺激などの影響を考慮する必要があることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の目的は、目的的行動から習慣行動へ、また習慣行動から依存への遷移に影響する変数やその背景となる微視的理論の検討に加え、習慣行動から目的的行動へ引き戻すための手続きの探索であった。本研究の結果は、目的的行動から習慣行動への遷移に関してはその頑健性に再検討を促すものであったが、同時に実験事態や種差による影響が可能性として示唆された。今後、習慣行動や依存に関する行動問題への介入を検討する際には、知見の一般性を過大評価せず、介入対象の事例に類似した研究を元に方針を立案する必要があると思われる。

研究成果の概要（英文）：It is well known that goal-directed behavior, which is performed with the goal of predicting the outcome of one's own behavior, can change into habitual behavior, which is strongly controlled by the stimulus environment rather than the behavioral outcome, with extensive training. The results of the present studies indicated that these results are not necessarily robust, and that it is necessary to take into account the effects of not only the number of training sessions and the types of outcome, but also the stimuli comprising the experimental context.

研究分野：学習心理学

キーワード：習慣的行動 目的的行動 依存 連合学習 行動分析

1. 研究開始当初の背景

学習心理学・行動分析学では、行動の変容過程が研究対象となる。例えばラットがエサを得るためにレバー押し行動を獲得する際に何が学習され、何が行動制御しているのかという問題を扱う。具体的には、環境刺激(stimulus; S)・反応(response; R)・結果事象(outcome; O)の三項に注目し、環境刺激と反応の S-R 関係、反応と結果事象の R-O 関係、そして環境刺激と結果事象の S-O 関係を操作することで、行動がどのように変化するのが問われる。この枠組みによれば、我々の行動には、R-O 関係に規定される目的的行動の他に、S-R 関係に規定される習慣的行動というものが存在することになる。例えば、ラットを被験体として、まず「レバーを押すとエサが得られる」こと (R-O 関係) を学習させる。その後、結果事象 (エサ) の価値を減少させると (価値低減操作)、レバー押し行動が減少する。これは、行動とエサ(R-O)関係により行動が制御されていたこと、レバー押しが目的的行動であったことを意味する。しかし一方で、レバー押しを長期間訓練すると、エサの価値低減操作を行ってもレバー押し行動は減少しない。これは、R-O 関係が行動を制御する能力を失い、「結果事象に関わりなく行動が維持される」という段階へ遷移したことを意味する。この段階では、S-R 関係が、行動制御の中核をなす。S-R 関係に規定される行動は「習慣的行動」と呼ばれ、日常においても薬物依存やギャンブルなど、行動が結果の制御を離れて自律化してしまう現象、「依存」に関連が深い。したがって、目的的行動から習慣的行動への遷移要因を探る研究は、基礎と応用の両側面から極めて大きな意義を持つ。

依存は、行動の習慣化により S-R 関係が過剰に行動を制御している状態と見なし得る。近年、学習研究の基礎理論が影響を与えている認知行動療法や応用行動分析などの臨床応用分野では、多くの依存問題が扱われており、習慣行動研究は応用への道筋が比較的明確である。しかし、行動が習慣化する要因については基礎的理解が不十分で、行動理論の精緻化、特に「遷移の際に、どのような事象関係が行動制御を変化させるか」という「微視的」な観点の導入が必要である。これらを踏まえ、本研究では、「習慣行動の形成に関する行動的・神経生物学的な基礎過程は何か」「習慣行動への遷移を遅滞・逆行させることは可能か」という問いに答え、基礎的な研究と合わせて、その応用的示唆も見据えた知見を得ることを目指す。

2. 研究の目的

(1) 研究 1 R-O 関係と S-O 関係の競合

自発行動の習慣化に関して、先行研究から様々な因果的要因が同定されている。これには訓練量や強化スケジュール、並行して経験する強化随伴性の数、ストレスなどが含まれる。しかし、こうした多様な要因がどのような微視的な機序を介して習慣化をもたらすかについて、不明な部分が多い。そこで研究 1 では、自発行動の習慣化すなわち連合構造の変化をもたらす微視的な機序として、事象間の連合的競合を仮定し、これを検証することを目的とした。刺激 (S)・反応 (R)・結果 (O) の三事象が含まれる道具的学習において、S-O 連合と R-O 連合が競合することで R-O 連合の強度が低下し、結果的に R が O の価値に制御されない習慣的性質を獲得するという機序を想定した。

(2) 研究 2 R-O 関係についての微視的理論の検証

R-O 関係については、先行研究によれば、結果事象の提示が反応回数に依存する比率スケジュー

ールと、それが時間経過に依存する時隔スケジュールを比較すると、後者でより習慣行動を形成されやすい。そこで研究2では、これについての系統的なデータを得ることを試みた。そしてそのデータに対し、モデリングを実施し、微視的理論の検証へと進むことを計画した。

(3) 研究3 濫用薬物がR-O関係の学習に及ぼす効果とその神経基盤

習慣化した行動はある場合には依存へと進展する。依存形成の機序については古くから古典的条件づけを基礎とする理論が提唱されてきたが、一方で行動の習慣化という道具的学習の連合理論と依存形成との間には、実験事実および理論の両面でなお隙間が存在する。習慣形成についてその連合・神経機序を微視的に捉えることで、従来の依存に関する古典的条件づけ理論と融合させることができ、これにより習慣から依存への進展を連続的かつ包括的に記述することが可能になると考えられる。これを受け、研究3では習慣から依存への進展を促す要因として、濫用薬物の慢性摂取自体が行動一般に対して過度な習慣過程への依拠をもたらすという先行研究にもとづき、この機序を行動水準および神経回路水準で捉えることを目的とした。この際、薬物の慢性摂取がS-O連合の形成を促進するという、研究1で提案した連合競合仮説を拡張した仮説に基づいて実験を計画した。また、薬物による習慣促進の仮説的な神経基盤として想定した外側手綱核を操作することで、習慣形成の促進、および習慣から目的的行動への再遷移が見られるか検証することを目的とした。

この中で、上記の前半部分について仮説と一致する結果が得られなかったため、これについて追加的検証を行うと同時に、研究3のテーマに沿って新たな計画を立案し、並行して研究を実施した(研究3-2)。具体的には、依存症の特徴である「行動の消し難さ・再発の容易さ」に着目し、消去後に再発する行動の連合構造について実験的に検証することを目的とした。消去された行動が再発する際の連合的な制御過程(S-R過程かR-O過程か)を明らかにすることで、行動再発の微視的な機序を理解するとともに、依存症の治療応用に向けた知見を得ることを目的とした。

(4) 研究4 ヒトの依存症研究への接続

依存の程度を測る指標として本質的価値(essential value)が注目されている。これは、対象となる財の価格の上昇がその消費量をどれだけ減少させるかという、経済学の価格弾力性の概念を利用したものである。そこで研究4「ヒトの依存症研究への接続」については、本質的価値の観点から、様々な物質への依存を、目的的行動から習慣行動への遷移として捉えることを試みた。

3. 研究の方法

(1) 研究1では、変動時隔(VI)スケジュールが変動比率(VR)スケジュールよりも容易に行動を習慣化させるという先行研究に基づき、この効果の連合機序として前者でS-O連合がより強く発達することを想定し、以下の実験から検証した。マウスに対してVIとVRスケジュールによるオペラント訓練を異なる文脈刺激下で並行して行い、訓練前後における2文脈間の滞在割合の変化を文脈条件づけ(S-O連合)の指標として計測した。この実験のために、3区画からなるマウス用実験装置を新たに作成した。被験体は両端区画で実施された個別セッションでノーズポーク反応をVIまたはVRスケジュールで訓練された。スケジュール値は個体内でヨークし、強化率(VRが主スケジュール)および要求反応数(VIが主スケジュール)をスケジュール間でおよそ一致させた。

(2) 研究2では、ハトのキーつつきを用いて、比率スケジュールと時隔スケジュールの強化率(強化数/時)を揃えたうえで、その強化率を約30から約600の範囲で操作し、それぞれの条件に

おける先行給餌による反応率の減少を調べた。また、「微視的理論の検証」として、この実験で得られた反応データを、ベイズモデリングを通して分析した。

(3) 研究3では、マウスに覚せい剤 (2.0 mg/kg メタンフェタミン) の慢性投与を行い、退薬期間を置いたのちに餌強化によるレバー押し訓練を行なった。ランダム比率スケジュールによる訓練を中程度の期間 (実験1) あるいはより短い期間 (実験2) 実施したのちに、事前給餌による低価値化を用いて行動の連合構造を検証した。さらに、再訓練の後に R-O 随伴性を段階的に低下させながら訓練を継続し、この際に随伴性低下に対する反応の追従速度を計測することで、習慣行動のもう一つの指標とした。実験3では、覚せい剤慢性投与の後に多元スケジュールを用いたオペラント訓練を実施し、この際に付随的に獲得された S-O 連合を測るために、レバーの存在しないプローブセッションにおいて弁別刺激提示に対する食餌マガジン進入数の上昇率を計測した。

研究3-2では、ラットのレバー押し反応を対象として、ABA 更新効果 (renewal effect) の実験事態に則り 3 つの実験を実施した。行動の獲得訓練・消去訓練・再発テストをそれぞれ文脈 A・B・A で実施し、この際に獲得訓練の量、および再発テストにて予測される強化子の価値を二つの変数として操作することで、消去後に再発する行動の連合構造を同定した。強化子の低価値化操作には味覚嫌悪条件づけ手続きを用いた。

(4) 研究4では、私たちが日常的に摂取するコーヒーや炭酸飲料等を対象として、本質的価値の点から質問紙を作成した。そして大学生を対象として質問紙を実施し、その依存の程度を測定した。

4. 研究成果

(1) 研究1では、VR と VI のいずれを主スケジュールとした群においても VR スケジュールで有意に高い反応率が得られ、マウスのノーズポーク反応を用いても先行研究の結果を再現することができた。一方で、訓練後の2文脈間の選択テストでは有意な文脈選好が認められず、仮説を支持する結果とはならなかった。2区画に対して付与した文脈刺激の差異が小さく、より明瞭な差を持った文脈刺激を用いる必要性が示唆された。このことは、VR スケジュールでの相対的な高反応率が比較的長期の訓練後に初めて現れたこと、つまり2区画が文脈刺激として分化した機能を獲得するまでに長い期間を要したことからも支持される。現在、この問題点を解決する実験を実施中である。総じて本研究からは、習慣形成におけるスケジュール要因の微視的分析に向けて一定の前進が得られたと言える。現在実施している追加実験を含めて、学術論文として投稿する予定である。

(2) 研究2「R-O 関係についての微視的理論の検証」については次の通りである。時隔スケジュールの方が習慣行動が形成されやすいという先行研究の結果に従えば、反応率の減少は、時隔スケジュールのほうが少ないはずであった。この実験は未だ途中段階であり、計画年度内での完遂はできなかった。しかし現段階での結果に従う限り、比率スケジュールのほうが反応率の減少が少ないという、逆の結果が得られた。これより、比率スケジュールと時隔スケジュールの違いが目的的行動/習慣行動の遷移に影響するというこれまでの知見は、それほど再現性の高い現象では無い現象では無いことが確かめられた。「微視的理論の検証」については、これまでの知見に従えば、(1) 反応はそれが集中的に生起するバウト期とその間の休止期を繰り返すパターンを示す、(2) 先行給餌はバウト期の開始率に選択的に影響し、これにスケジュールの違いは影響しない、ことが予測された。しかし分析の結果、まず(1)の反応パターンについては、部分的にしか支持されなかった。また(2)についても、先行給餌のバウト開始率への選択的影響は

確認されず、反応パターン全体に影響し、かつスケジュール間でも違いが見られた。

以上の通り、研究 2 については、依拠した先行研究の成果がほとんど再現されないという結果が得られた。この再現性の問題の原因として考えられるのは、先行研究ではラットのレバー押しを対象としているのに対し、本研究ではハトのキーつつきを対象としていることであった。ラットという種、あるいはレバーと言う反応検出装置が、これまでの知見に大きく影響している可能性がある。本研究の成果は、ラットのレバー押しのデータに依拠して作られてきた「R・O 関係に関わる目的的行動／習慣行動の遷移」について、その一般性に疑問を示すものとなった。本研究の成果は、海外学術誌に投稿予定である。

(3) 研究 3 では、3 つの実験を通じて、覚せい剤を投与された実験群における習慣形成の促進が確認されなかった。これはラットを用いた先行研究と異なる結果であり、今後、種差を含めた要因の検討を注意深く行う必要がある。一方、随伴性低下に対しては実験群で反応率がより迅速に低下する傾向が認められ、これは S・O 学習と R・O 学習の連合的競合に基づく習慣形成および薬物によるその促進という仮説に一致する結果であった。しかしこの結果を積極的に説明するために実施した実験では、多元スケジュールにおける弁別刺激に対して群間で同程度のマガジン反応の上昇が見られ、したがって S・O 連合が実験群でより強固に形成される証拠は得られなかった。3 つの実験を通じて、覚せい剤による習慣の促進という現象自体が再現されず、そのため予定していた神経回路の操作については年度内に実施することができなかった。現在、上記の行動実験について条件を変えた追試を行なっている。

(4) 研究 4 においては、カフェイン・糖・炭酸が含まれている物質について検討した。そして本質的価値の点からは、この順番で依存性が高いことが示され、この方法論の有効性と今後の発展可能性が示された。ただし、目的的行動から習慣行動への遷移という点については、明確な結果は得られなかった。この成果については、追加の調査によりデータの信頼性を確かめたうえで、国内学会で発表予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 4件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Kono Masanori, Tanno Takayuki	4. 巻 172
2. 論文標題 The effects of ratio and interval schedules on the location variability of pecking responses in pigeons: Application of Bayesian statistical model	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Behavioural Processes	6. 最初と最後の頁 104059 ~ 104059
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.beproc.2020.104059	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 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) 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 Kosaki Yutaka, Pearce John M., McGregor Anthony	4. 巻 28
2. 論文標題 The response strategy and the place strategy in a plus-maze have different sensitivities to devaluation of expected outcome	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Hippocampus	6. 最初と最後の頁 484 ~ 496
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/hipo.22847	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Shinoda Kumi, Kosaki Yutaka, Nagasawa Miho, Kikusui Takefumi	4. 巻 199
2. 論文標題 Measurement of the exploration?exploitation response of dogs through a concurrent visual discrimination task	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Behavioural Processes	6. 最初と最後の頁 104644 ~ 104644
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.beproc.2022.104644	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 Bouchekioua Youcef, Blaisdell Aaron P., Kosaki Yutaka, Tsutsui Kimura Iku, Craddock Paul, Mimura Masaru, Watanabe Shigeru	4. 巻 96
2. 論文標題 Spatial inference without a cognitive map: the role of higher order path integration	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biological Reviews	6. 最初と最後の頁 52 ~ 65
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/brv.12645	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Poulter Steven L., Kosaki Yutaka, Sanderson David J., McGregor Anthony	4. 巻 4
2. 論文標題 Spontaneous object-location memory based on environmental geometry is impaired by both hippocampal and dorsolateral striatal lesions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Brain and Neuroscience Advances	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/2398212820972599	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Bouchekioua Youcef, Kosaki Yutaka, Watanabe Shigeru, Blaisdell Aaron P.	4. 巻 15
2. 論文標題 Higher-Order Conditioning in the Spatial Domain	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Behavioral Neuroscience	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnbeh.2021.766767	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計16件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 Tanno, T., & Orihara, T.
2. 発表標題 Local analysis of the effects of changeover delay on choice in concurrent variable interval schedules.
3. 学会等名 10th International Conference of Association for Behavior Analysis International (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakayama, M., & Kosaki, Y.
2. 発表標題 Effects of pre-exposure to methamphetamine on instrumental conditioning in mice.
3. 学会等名 The 79th annual meeting for the Japanese Society of Animal Psychology
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Miki, R., & Kosaki, Y.
2. 発表標題 Methamphetamine-induced taste aversion/avoidance in mice.
3. 学会等名 The 79th annual meeting for the Japanese Society of Animal Psychology
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fuseya, T., Kakimoto, H., Fujimaki, S., & Kosaki, Y.
2. 発表標題 Chronic nicotine administration increases preference for variability in mice.
3. 学会等名 The 79th annual meeting for the Japanese Society of Animal Psychology
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松井大・山田航太・坂上貴之・丹野貴行
2. 発表標題 動物の反応のパウト/休止パターンに関する時系列モデリング
3. 学会等名 日本心理学会第82回大会.
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 丹野貴行・折原友尊
2. 発表標題 選択変更後遅延と強化子提示が選択行動に及ぼす影響の局所分析
3. 学会等名 日本行動分析学会第36回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yutaka Kosaki, Young-Kon Jang, Young-Joo Joh, Risako Miki, Nanami Murayama
2. 発表標題 Does methamphetamine exposure produce learning under zero contingency?
3. 学会等名 日本動物心理学会第78回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoki Matsuo, Koji Toda, Shun Fujimaki, Yutaka Kosaki
2. 発表標題 Pavlovian conditioning in head-fixed mice
3. 学会等名 日本動物心理学会第78回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Koji Toda, Tomoki Matsuo, Shun Fujimaki, Kazutaka Morita, Youcef Bouchekioua, Yutaka Kosaki
2. 発表標題 Timing and time perception in head-fixed mice
3. 学会等名 日本動物心理学会第78回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 神前裕
2. 発表標題 マウスにおける薬物条件づけ：メタンフェタミンをUSとした複合条件づけにおける場所選好と匂い嫌悪の並立獲得
3. 学会等名 日本心理学会第82回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 神前裕
2. 発表標題 メタンフェタミンをUSとした複合条件づけにおいて同時に獲得される場所選好と匂い嫌悪：薬物依存の心理学的プロセスに対する考察
3. 学会等名 平成30年度 アルコール・薬物依存関連学会合同学術総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hata, Y., Matsui, H., Iguchi, Y. & Sawa, K.
2. 発表標題 A topography of goal-directed action in rats.
3. 学会等名 The 81st Annual Meeting of the Japanese Society for Animal Psychology.
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kosaki, Y., Otsuka, A., & Yamagishi, S.
2. 発表標題 Biology matters: The role of stimulus modality, duration, and context in the production of different types of CR in Pavlovian fear conditioning in mice.
3. 学会等名 The 81st Annual Meeting of the Japanese Society for Animal Psychology.
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nagai, T., & Kosaki, Y.
2. 発表標題 Development of ultrasonic vocalizations to methamphetamine-associated cue in the absence of the drug: a conditioned compensatory response in mice.
3. 学会等名 The 81st Annual Meeting of the Japanese Society for Animal Psychology.
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Suzuki, R., & Kosaki, Y.
2. 発表標題 Abnormal transition of stimulus representation in ketamine-treated mice: An implication for positive symptoms of schizophrenia.
3. 学会等名 The 81st Annual Meeting of the Japanese Society for Animal Psychology.
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 古野 公紀・折原 友尊・丹野 貴行
2. 発表標題 multiple FR FIスケジュールにおける反応の時間的及び空間的次元
3. 学会等名 日本行動分析学会第38回大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔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)	

6. 研究組織（つづき）

	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	神前 裕 (Kosaki Yutaka) (80738469)	早稲田大学・文学学院・准教授 (32689)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
英国	Durham University			
米国	University of California, Los Angeles			
フランス	University of Lille			