

公益財団法人 お酒の科学財団
2023 年度研究助成 最終報告書

代表研究者	氏 名	神前 裕	
	所属機関 役職	早稲田大学文学学術院 教授	
研究領域 心理学領域			
研究課題名 慢性的飲酒が行動の習慣制御と代替行動分化強化法の有効性に及ぼす影響の検証			
助成期間		2023 年 4 月～2025 年 3 月	
共同研究者			
氏 名		所属機関および役職	担当分野
藤巻 峻		常磐大学 准教授	行動分析学

研究実績の概要

適切な範囲での飲酒は日常的なストレスの緩和や社会的コミュニケーションの促進など、多くの有益な効果を持つ。その一方で、慢性的かつ多量の飲酒習慣は、時にアルコール依存症へと進展する。アルコールを含む様々な薬物への依存症は、一度回復した後でさえも容易に再発することが大きな特徴である。依存症治療の困難さは、この再発の容易さに由来する部分が大きい。本研究では、これまで別々に研究されてきた 1. 依存の形成と 2. 再発のメカニズムについて、「目的的 (goal-directed)」な過程と「習慣的 (habitual)」な過程による行動制御の区分 (Dickinson, 1985) という学習理論の視点を導入することで、この 2 つの問いを理論的に結びつけ、統合的に検証した。具体的には、慢性的な飲酒によって行動における習慣過程の制御が亢進し、これが飲酒を依存へと進展させ、同時に治療後の再発可能性に寄与するという仮説を、実験的に検証した。研究 I では、慢性的な飲酒習慣と、自発行動における習慣過程の制御との関係性、研究 II では慢性的な飲酒習慣が自発行動の消去抵抗と、消去された自発行動の再発に及ぼす影響を解明することを目的とした。

いずれの研究も、参加者はクラウドソーシングを利用して募集した。参加者にはまず、アルコール依存傾向を評価するために AUDIT への回答を求めた後、行動課題の実施を求めた。本研究では、AUDIT の得点が 7 点以下の被験者を健全群、8 点以上の被験者をアルコール影響群として群分けした。特定保健指導で用いられている「標準的な健診・保健指導プログラム (改訂版)」では、15 点以上を「アルコール依存症疑い」と分類している。しかし予備調査の段階で、クラウドソーシングによる募集では「アルコール依存症疑い」の割合が極端に低かったため、本研究では 8 点以上の被験者をまとめてアルコール影響群とした。研究 I・II とともに、すべての課題を Web 上で遂行できる実験プラットフォームを構築した。AUDIT への回答は Quartics で実施し、行動課題には心理学的測定ソフトウェアの Inquisit を用いた。

研究 I では、依存に進む前段階のより一般的な飲酒習慣を持った人を対象に、慢性的な飲酒の程度と習慣過程による行動制御の程度との関連を検証した。習慣過程による制御の程度を検出するための課題には、二段階逐次意思決定課題(two-step sequential decision-making task; Daw et al., 2011)を用いた。この課題では、参加者は二つの段階から成る選択肢を繰り返し選択する。その中で、得られる報酬の確率構造を内的モデルとして用いて行動を柔軟に変容させるか (目的的)、報酬経験に基づいて固定化された選択を繰り返すか (習慣的) によって、行動傾向を明確に区別することができる。実験の結果、アルコール影響群は健全群よりも行動の固定化傾向が見られ、アルコール摂取が行動の柔軟性に影響を与える可能性が示唆された。その一方で、AUDIT 得点が高いほど、目的的過程と習慣的過程の双方が強まる可能性も示唆された。

AUDIT 得点が高いほど目的的過程の影響が高まるという結果は、先行研究と一致しない新奇な結果であった。例えば Sjoerds et al. (2013)では、習慣過程を検出する行動課

題と fMRI による脳活動計測を併せて実施した結果、アルコール依存患者において習慣過程の亢進ならびに線条体の活動増加を報告しており、本研究の結果とは異なっている。今後の研究では、アルコール依存症の前段階からアルコール依存に至るまでに、目的的過程と習慣過程による行動制御のバランスがどのように変遷するかをさらに検証する必要がある。依存に進む前段階の飲酒習慣を持つ個人を対象とした本研究の成果は、その土台となりうる知見を提供している点において、学術的意義を有している。さらに、本研究で用いた行動課題を応用することで、依存症に進展する危険性のある個人を事前に把握できる可能性がある。この点は、依存症予防という観点から社会的に重要な知見であるといえる。

研究 II では、アルコール摂取量が代替行動分化強化法(differential reinforcement of alternative behavior; DRA)による行動の消去と、その後の再発に及ぼす影響を実験的に検討した。過度な飲酒などの問題行動を減らすためのアプローチとして、認知行動療法では不適切な行動（以下、標的行動）に代わる適切な代替行動を形成し、問題のある標的行動の相対的な減少を狙う DRA などの手法が広く用いられてきた。しかし、DRA に基づく行動変容の効果は必ずしも永続的ではなく、何らかの原因によって代替行動が消失すると、標的行動が容易に再発する。この現象は反応復活(resurgence)と呼ばれ、過去 20 年にわたって膨大な研究が報告されている（総説として Wathen & Podlesnik, 2018）。研究 II ではこの反応復活の実験パラダイムを用い、飲酒習慣が DRA の有効性と持続性に及ぼす影響を吟味した。有効性は DRA を実施した際の標的行動の消失しにくさ（消去抵抗）、持続性は DRA を中止した際の標的行動の復活の程度によって評価した。実験の結果、飲酒習慣によって DRA の有効性に影響しなかったが、アルコール影響群は健全群よりも強い反応復活が見られた。飲酒習慣は DRA の持続性を低め、過度な飲酒行動の再発性を高める可能性を示した点は、本研究の学術的意義として位置づけられる。またこの成果は、アルコール依存症者に対して DRA を適用する際に、再発を防ぐための何らかの施策が必要であることを示唆しており、依存症再発の防止という観点から、社会的重要性を有しているといえる。

今後の研究では、アルコール依存へと進展するプロセスにおいて目的的過程と習慣過程による行動制御のバランスが変容するメカニズムを解明するとともに、アルコール依存症の克服と再発防止を同時に担保できる臨床技法の確立に向けた、基礎的な知見を蓄積していく必要がある。こうした研究を通じて、人々がお酒とうまく付き合う知恵を提供し、お酒と社会の良好な関係構築に寄与する成果を創出することが期待される。

本文

1. 研究開始当初の背景

アルコールを含む中枢作用性薬物に対する嗜好性の発達および慢性的摂取に伴う依存の形成には、認知的なプロセスと非認知的・自動的なプロセスの両者が関与すると考えられている (Tiffany, 1990)。これは学習理論における概念では「目的的行為 (goal-directed action)」と「習慣 (habit)」の区分に相当する (Dickinson, 1985)。前者は、行動がもたらす結果が持つ価値への予測的な参照を伴う「意図的」な行動であり、後者はそうした予測的参照を伴わない、刺激に誘発される自動的な形態の行動である (近年の総説として Balleine & O'Doherty, 2010; Perez & Dickinson, 2020 など)。お酒の摂取が次第に慢性的になり、依存へと進展する機序を理解する上で、上記の 2 種類の行動プロセスの区別ならびにその間の遷移メカニズムを捉えることは極めて重要である。

例えば動物を用いた基礎研究として、Dickinson, Wood, & Smith (2002) はラットに対して餌ペレットまたはエタノール溶液を報酬 (強化子) としてレバー押し行動を訓練したところ、餌ペレットに対するレバー押しは目的的行為の性質を示す一方、エタノール報酬に対するレバー押しは習慣的な性質を強く示すことを見出した。これは、訓練量や強化スケジュールといった実験要因が同等に保たれた場合にも、エタノール摂取行動が容易に習慣化することを示している。さらに、エタノールへの慢性的な曝露自体が、他の報酬 (餌) に対する学習・行動を習慣化させやすくなるという結果もマウスで報告されている

(Renteria et al., 2018)。つまり、アルコールの摂取は習慣化しやすく、またアルコールの慢性摂取自体が行動一般の習慣過程を強める可能性が考えられる。

同時に、依存症はその「消し難さ」、つまり依存対象の探索・摂取行動が一旦消去された後にも容易に再発することを大きな特徴とする。薬物依存治療の困難はこの再発の容易さに由来する部分が多い。心理学において行動の再発は「renewal effect (復元効果)」や「resurgence (反応復活)」と呼ばれるパラダイムで多く研究されてきた。中でも反応復活パラダイムは、問題行動に対する治療場面との関連を明確に見いだすことができるため、臨床的応用を考える上で重要である。しかしその一方で、アルコールの探索・摂取行動を対象に反応復活を検証した研究は驚くほど少なく、基礎的な知見が不足している。

2. 研究の目的

研究 I

上述の通り、動物の基礎研究からは、エタノールの慢性投与によりその後に訓練された餌報酬のためのレバー押し行動が容易に習慣化することが知られる (Renteria et al., 2018)。この機序として、薬物の慢性的な摂取自体が背側線条体の内側と外側での神経伝達のバランスを変化させ、これにより習慣過程の一般的制御亢進につながる可能性が示唆されている。ここから、ヒトにおいても同様に、慢性的なアルコール摂取によって行動の制御における習慣過程の一般的亢進、ならびに線条体での機能的回路変化が生じている可能性が考えられる。実際に、Sjoerds et al. (2013) はアルコール依存患者を対象に習慣過程

を検出する行動課題と fMRI による脳活動計測を併せて実施し、習慣過程の亢進ならびに線条体の活動増加を報告している。しかしこの研究では、アルコール依存の診断を受けた依存症患者が対象となっており、依存に進む前段階の、より一般的な飲酒習慣を持ったヒトの中ですでに同様の変化が生じているかについては不明である。この点はアルコール依存の形成と習慣との因果関係を解き明かす上で重要であると同時に、依存症を予防するという観点からも重要な知見を提供すると考えられる。そこで研究 I では、オンライン実験を通じて、慢性的な飲酒の程度と習慣過程による行動制御の程度の関連を検証した。

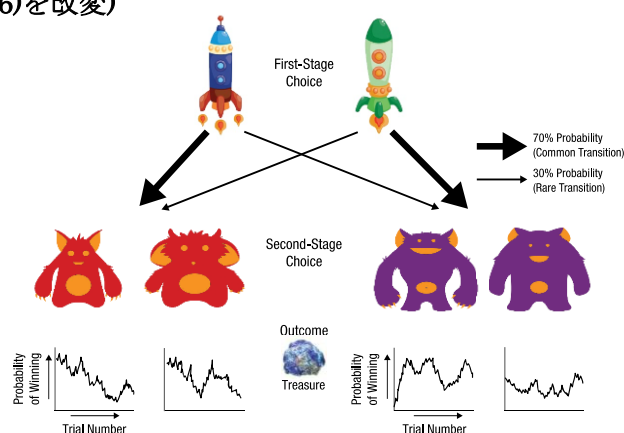
行動課題に関しては、当初はヒトにおける習慣過程の制御を検出する課題として先行研究で用いられてきた、slips-of-action 課題 (de Wit et al., 2012) を用いる予定であった。しかし、改めて先行研究を幅広く調査するとともに、当該課題を用いた予備実験を行った結果、アルコール依存に至らない程度の飲酒習慣を持つ参加者を対象とする本研究の性質上、習慣過程の制御を十分に検出することが困難であると判断した。そのため、習慣過程による制御の程度を検出できる別の課題として、新たに二段階逐次意思決定課題 (Two-step sequential decision-making task; Daw et al., 2011) を採用することとした。

図 1 に、二段階逐次意思決定課題の概略図を示す。この課題では二段階で構成される選択場面を繰り返し経験させる。選択場面 1 では、2 つの宇宙船が提示される。左の宇宙船

は 70% の確率で赤色のエイリアンがいる惑星 (選択場面 2A) へ、30% の確率で紫色のエイリアンがいる惑星 (選択場面 2B) へ遷移した。右側の宇宙船はこの確率が逆転していた。選択場面 2A・2B において一方のエイリアンを選択すると、そのエイリアンから地球では採集できない鉱物を一定の確率でもらえるというカバーストーリーであった。選択場面 2A・2B では、各エイリアンから鉱物をもらえる確率はランダムウォークにより変動した。被験者は実験開始前に、なるべく多くの鉱物をエイリアンからもらうこと、もらった鉱物の合計量に応じて、参加者が受け取れる実際の報酬が変動することが教示されていた。

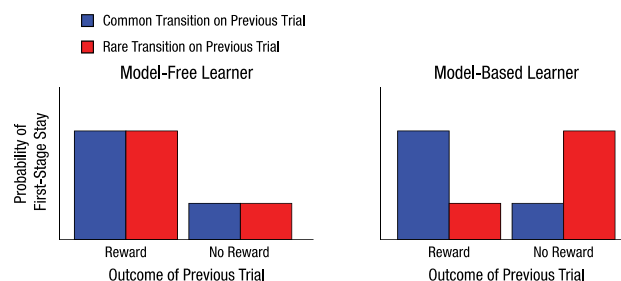
この課題における評価は以下のように行う。選択場面 1 における高確率 (70%) の選択場面への遷移を "common"、低確率 (30%) の選択場面への遷移を "rare" とする。選択場面 2A・2B で、報酬を獲得できた場合は "rewarded"、報酬なしの場合は "unrewarded" とする。N 回目の試行の common・rare、rewarded・unrewarded の組み合わせと、N+1 回目の試行の選択場面 1 における選択が N 回目と同じ (stay) かどうかを分析する。習慣過

図 1. 二段階逐次意思決定課題の概略図(Decker et al. (2016)を改変)



程による制御が優勢である場合には、選択場面 1 からの遷移を考慮せず、選択場面 2 での結果が rewarded であれば stay 率が高く、unrewarded であれば stay 率が低くなるという意思決定方略になると解釈される（図 2 左図）。他方で、目的的過程による制御が優勢な場合、rare 遷移が繰り返される確率が低い

図 2. 仮想的な MF 型と MB 型の行動パターン (Decker et al. (2016)を改変)



ことを予測した選択が行われるため、common-rewarded と rare-unrewarded だった場合に stay 率が高くなるとされている（図 2 右図）。この課題を用いる研究領域では、習慣過程による制御が優勢な場合はモデルフリー（MF）型方略、目的的過程が優勢な場合はモデルベース（MB）型方略と呼ばれる。アルコール依存症者では、MB 型方略の寄与が低下することが報告されている (Gillan et al., 2016)。そのため本研究でも同様の課題を用い、依存に進む前段階のより一般的な飲酒習慣を持った参加者でも同様の傾向が見られるかどうかを検証した

研究 II

応用行動分析学や認知行動療法では、問題行動を減らすための主なアプローチとして、問題行動と同じ機能を持った適切な行動を形成し、問題行動の相対的な減少を狙う代替行動分化強化法（differential reinforcement of alternative behavior; 以下 DRA）などの手法が広く用いられてきた。DRA を用いたアルコール依存症者への介入例としては、例えば仕事のストレス解消のための過度な飲酒を、同じようにストレス解消をもたらすより適切な代替行動（例えばジムで運動する）に置き換えることで、飲酒頻度の相対的な減少を目指す。しかし、DRA に基づく行動変容の効果は必ずしも永続的ではない。例えば、怪我をしてジムでの運動ができなくなってしまうと、飲酒行動の頻度は再び増加してしまう。こうした代替行動の消失に伴う問題行動の再発は反応復活（resurgence）と呼ばれ、過去 20 年にわたって膨大な研究が報告されている（総説として Wathen & Podlesnik, 2018）。

これらの研究は、DRA など代替行動形成に基づくアプローチの発展に向けて、依存症の再発に着目した研究の重要性を強調してきた。しかし、アルコール依存に関連した DRA およびその後の復活を対象とした研究は、ラットを対象とした数例しかない (Podlesnik et al., 2006; Nall et al., 2018)。また、アルコールの慢性摂取は習慣化の促進を含め、行動全般に対して様々な影響を与えるが、DRA の有効性や持続性に及ぼす影響については検証されていない。

そこで研究 II では、反応復活の実験パラダイムを用い、アルコール依存症傾向が高い人ほど、DRA の有効性および持続性が低くなるという仮説を検証した。研究 I と同様に、依存に進む前段階の、より一般的な飲酒習慣を持った参加者に対し、反応復活の実験パラダ

イムに基づいた行動課題 (Ritchey et al., 2021, 2022; Robinson & Kelly, 2020) を実施した。この課題は、画面上でランダムに動くオブジェクトをクリックすれば得点が加算されるという仕組みであった。あるオブジェクト（以下、標的オブジェクト）の選択を標的反応、異なるオブジェクト（以下、代替オブジェクト）の選択を代替反応として定義し、次の3つのフェイズで行動課題を構成した。フェイズ1では、標的反応に対して得点を付与（強化）する一方、代替反応に対しては得点を付与しなかった（消去）。フェイズ2では反対に、代替反応を強化し、標的標的を消去した。この際の標的反応の消去抵抗を DRA の有効性として評価した。フェイズ3では、標的反応と代替反応のいずれに対しても得点を付与しない状況で、標的反応の再発を検証した。この際の再発の程度を DRA の持続性として評価した。フェイズ1は3分、フェイズ2は最大で6分、フェイズ3は1分実施した。フェイズ2は、標的行動の頻度がフェイズ1の80%以下に低下する、あるいは6分経過するという基準のいずれかを満たした場合に終了し、フェイズ3へ移行した。

3. 研究の方法

参加者

本研究の目的上、様々な程度の飲酒習慣を持つ実験参加者を広く募集する必要があったため、クラウドソーシングの仲介会社であるクラウドワークス社のウェブサイト上で参加者を募集した。

クラウドワークス上の仕事募集ページに研究の概要、参加条件、報酬、参加方法（ウェブ上ではお仕事の進め方と表記）、注意事項、そして参加同意書の文面を掲載した（図3）。仕事への参加をもって、研究参加への同意とした。参加者の募集は時期を分けて3回行い、予備実験では300人、本実験1回目と2回目はそれぞれ500人ずつ、合計で1300人を募集した。参加者が重複しないよう、参加者募集画面には前回参加した場合は参加できない旨を記載した。参加後に複数回の参加が認められた場合は、参加者から除外した。下記には2回目の本実験の結果を示す。2回目の本実験で行動課題まで進んだ参加者は119名（男性75名、女性44名）、平均年齢は43.95歳（範囲：21–76歳）であった。

手続き

参加者にはまず、アルコール依存傾向を評価するために AUDIT への回答を求め、回 AUDIT 得点を算出した。本研究では、AUDIT の得点が7点以下の参加者を健全群、8点以上の参加者をアルコール影響群として群分けした。特定保健指導で用いられている「標準的な健診・保健指導プログラム（改訂版）」では、15点以上を「アルコール依存症疑い」と分類している。しかし予備調査の段階で、「アルコール依存症疑い」の割合は10%前後だったため、本研究では8点以上の参加者をまとめてアルコール影響群とした。アルコール影響群の基準に該当する参加者には、行動課題を実施するよう依頼した。行動課題に関しては、最初に二段階逐次意思決定を行い、後日、反応復活課題を行うよう求めた。アル

図3：参加者募集画面の例

コール影響群の基準に該当しなかった参加者については、アルコール影響群と一致する人数の参加者を無作為に抽出し、行動課題を実施するよう依頼した。AUDIT への回答は Quartics で実施し、行動課題には心理学的測定ソフトウェアの Inquisit を用いた。いずれもパソコンやタブレット端末から実施することができた。

4. 研究成果

研究 I

AUDIT 得点に基づいて分類した 2 つの群間の行動パターンを、階層的ロジスティック回帰分析によって比較した。図 4 には二段階逐次意思決定課題における各群の Stay 確率を示す。表 1 には、各群に対して個別に階層的ロジスティック回帰分析を実施した結果を示す。まず健全群において、報酬を受け取った試行の後は Stay 確率が高くなるという報酬の主効果、すなわち習慣的過程（MF 型方略）による行動への影響が確認された ($z = 8.47, p < .001$)。また遷移タイプの主効果 ($z = 4.77, p < .001$) と、common 遷移で報酬を得た場合と rare 遷移で報酬を得なかった場合に Stay 確率が高くなるという、報酬×遷移タイプの交互作用 ($z = -6.19, p < .001$) も確認された。アルコール影響群においても同様に、報酬の主効果 ($z = 9.31, p < .001$)、遷移タイプの主効果 ($z = 4.38, p < .001$)、そして報酬×遷移タイプの交互作用 ($z = -6.66, p < .001$) が有意であった。したがって、両群ともに習慣的過程（MF 型方略）と目的的過程（MB 型方略）の両方が、行動に影響していたといえる。

図 4. 二段階逐次意思決定課題における各群の Stay 確率

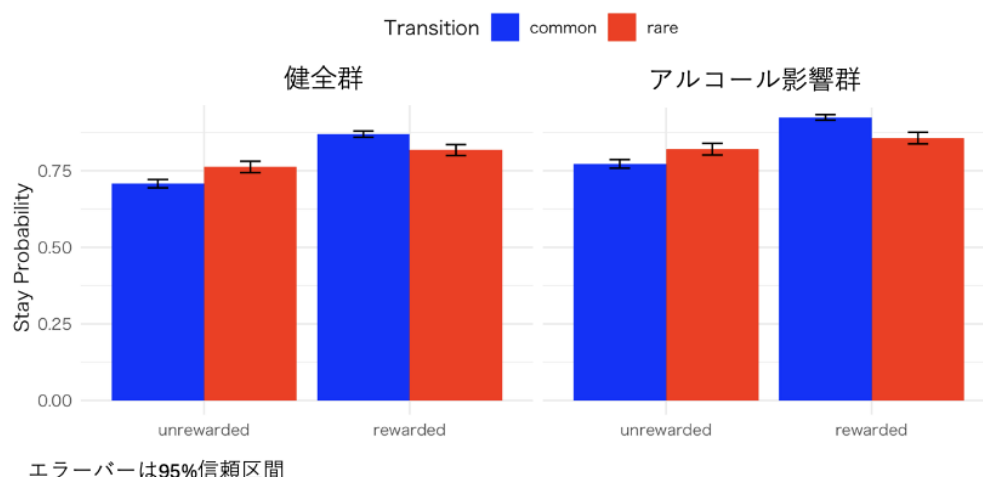


表 1. 各群に対する階層的ロジスティック回帰分析の結果

Group	Term	β	SE	z value	95% CI	p value
健全群	切片	1.098	0.139	7.92	0.827 – 1.37	< .001***
	報酬	2.349	0.277	8.47	1.805 – 2.892	< .001***
	遷移タイプ	0.503	0.105	4.77	0.296 – 0.709	< .001***
	報酬×遷移タイプ	-1.81	0.293	-6.19	-2.38 – -1.24	< .001***
アルコール影響群	切片	1.516	0.162	9.35	1.198 – 1.834	< .001***
	報酬	2.504	0.269	9.31	1.976 – 3.031	< .001***
	遷移タイプ	0.707	0.161	4.38	0.391 – 1.024	< .001***
	報酬×遷移タイプ	-2.274	0.341	-6.66	-2.94 – -1.61	< .001***

両群を統合した分析結果を表 2 に示す。アルコール影響群は健全群よりも全体的な Stay 確率が有意に高かった($z = 2.01, p = .045$)。この結果は、アルコール摂取習慣が強い人ほど行動が習慣化しやすい可能性を示唆している。健全群では報酬と遷移タイプの有意な交互作用が見られた($z = 6.41, p < .001$)ことから、目的的過程 (MB 型方略) が優勢であったと言える。その一方で、健全群とアルコール影響群の間には習慣過程 (MF 型方略) による行動への影響 ($z = 1.24, p = .215$)、目的的過程 (MB 型方略) による行動への影響にも明確な差はなかった($z = -1.52, p = .129$)。

表 2. 統合モデルによる階層ロジスティック回帰分析の結果(群間比較)

Term	β	SE	z value	95% CI	p value
切片	1.097	0.14	7.82	0.822 – 1.372	< .001***
報酬	2.249	0.249	9.03	1.761 – 2.738	< .001***
遷移タイプ	0.537	0.11	4.88	0.321 – 0.753	< .001***
AUDIT 得点	0.426	0.212	2.01	0.01 – 0.841	0.045*
報酬×遷移タイプ(健全群)	-1.765	0.275	-6.41	-2.3 – -1.23	< .001***
報酬×AUDIT 得点	0.458	0.37	1.24	-0.27 – 1.182	0.215
遷移タイプ×AUDIT 得点	0.096	0.167	0.57	-0.23 – 0.424	0.566
報酬×遷移タイプ(アルコール影響群)	-0.617	0.406	-1.52	-1.41 – 0.178	0.129

AUDIT 得点を連続変数として扱った分析結果を表 3 に示す。ここでも、報酬獲得後に同じ選択を繰り返す強い傾向、すなわち強い習慣過程 (MF 型方略) の効果($z = 12.35, p < .001$)が見られるとともに、common 遷移後よりも rare 遷移後の方が、Stay 確率が有意に高かったことが確認された($z = 6.39, p < .001$)。報酬と AUDIT 得点の交互作用は有意ではなかった($z = 6.39, p < .001$)ものの、AUDIT 得点が高いほど習慣過程 (MF 型方略) の効果が強い傾向が見られた。その一方で、報酬と遷移タイプの交互作用の係数は有意な負の値であり($z = -9.08, p < .001$)、強いモデルベース効果があることが確認できた。

表 3. AUDIT スコアを連続変数として扱った階層ロジスティック回帰分析の結果

Term	β	SE	z value	95% CI	p value
切片	1.284	0.107	12.05	1.076 – 1.493	< .001***
報酬	2.459	0.199	12.35	2.069 – 2.85	< .001***
遷移タイプ	0.582	0.091	6.39	0.404 – 0.76	< .001***
AUDIT 得点	0.149	0.107	1.39	-0.06 – 0.357	0.163
報酬×遷移タイプ	-2.044	0.225	-9.08	-2.49 – -1.6	< .001***
報酬×AUDIT 得点	0.352	0.184	1.92	-0.01 – 0.711	0.055
遷移タイプ×AUDIT 得点	0.087	0.083	1.04	-0.08 – 0.25	0.296
報酬×遷移タイプ×AUDIT 得点	-0.327	0.202	-1.62	-0.72 – 0.069	0.106

AUDIT 得点と目的的過程 (MB 学習)、習慣過程 (MF 学習) との関係をさらに吟味するために、線形モデルと 2 次項を含む非線形モデルを用いた分析を行った。AUDIT 得点と目的的過程 (MB 学習) の関係、AUDIT 得点と習慣過程 (MF 学習) の関係を図 5 に示す。情報量基準による各モデルの比較結果を表 4 に示す。モデル間の差が小さいことと、

AIC が線形モデルを支持していることから、2 次項の追加による説明力の向上は限定的であると判断できるため、ここではシンプルな線形モデルを採用する。図 5 より、AUDIT 得点が高くなるにつれて目的的過程（MB 型方略）と習慣過程（MF 型方略）の両方の影響力が増加する傾向が観察された。

図 5. AUDIT 得点と目的的過程（MB 学習）、習慣過程（MF 学習）の関係

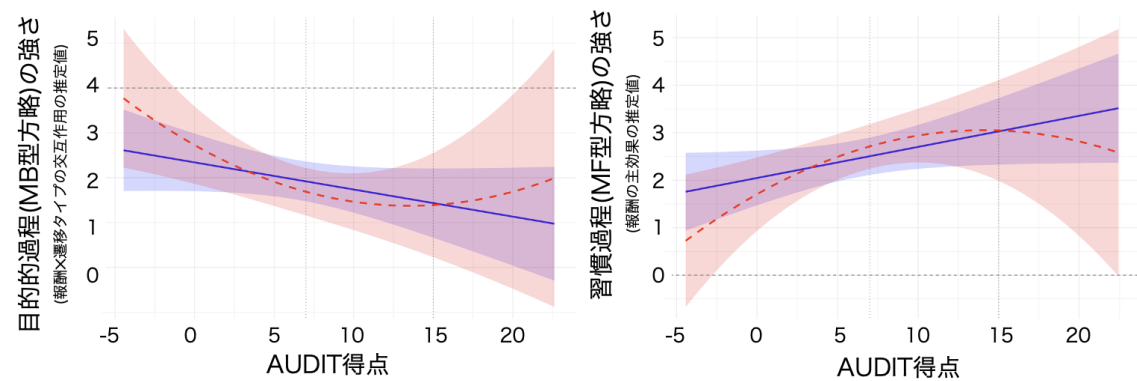


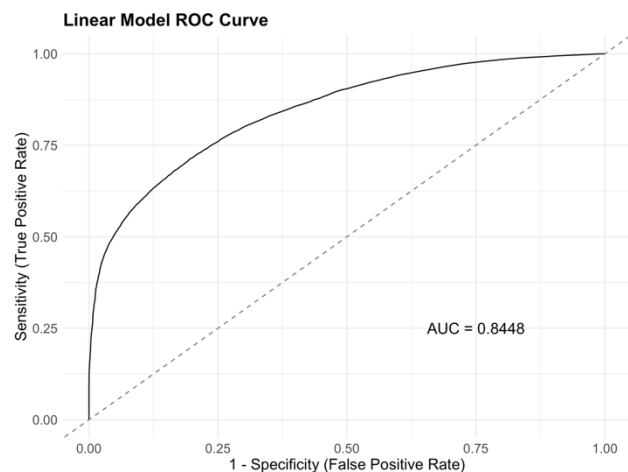
表 4. 情報量基準による線形モデルと非線形モデルの比較

Model	AIC	BIC	LogLik	Deviance
線形モデル	16323.92	16467.91	-8143.96	15445.55
非線形モデル	16316.6	16492.58	-8136.298	15448.25

効果量と信頼区間の分析結果から、目的的過程（MB 型方略）においては係数が-0.327（95%信頼区間: -0.724 から 0.069）であり、AUDIT スコア範囲全体での変化量は-1.572 と推定された。一方、習慣過程（MF 型方略）においては係数が 0.352（95%信頼区間: -0.008 から 0.711）であり、AUDIT 得点の範囲全体での変化量は 1.689 と推定された。これらの結果は、AUDIT 得点が最小値から最大値まで変化した場合に MB 効果が約 1.57 ポイント、MF 効果が約 1.69 ポイント強まることを示している。ただし、いずれも 95%信頼区間がゼロを含んでおり信頼性は限定的である。

線形モデルの予測性能を評価するために ROC 曲線分析を実施した結果、AUC（曲線下面積）は 0.84 であった（図 6）。この値はモデルが参加者の行動パターン（stay/switch）を良好に予測できていることを示しており、報酬・遷移タイプ・AUDIT 得点という変数が、意思決定プロセスの重要な側面を捉えていることを示唆している。

図 6. 線形モデルの予測性能



研究 II

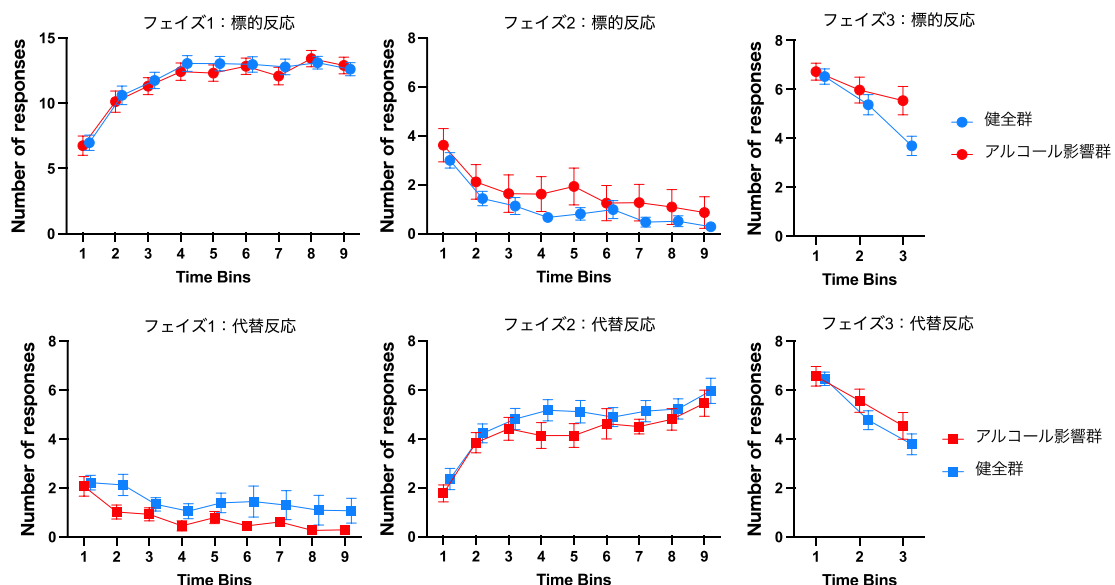
各フェイズにおける反応数の推移を図 7 に示す。フェイズ 1 とフェイズ 3 は 1 ビンあたり 20 秒である。フェイズ 2 は参加者によって所要時間が異なるため、横軸の時間ビンはフェイズ 2 終了までにかかった時間を基準に相対化した。反応数を従属変数とし、時間経過 (Bin) と群 (Group)、およびその交互作用を固定効果、参加者 ID をランダム切片とした一般化線形混合モデル (GLMM) で分析した。分析はフェイズごとに、標的オブジェクトへの反応 (標的反応) と代替オブジェクトへの反応 (代替反応) を分けて行った。

フェイズ 1 の標的反応は時間経過に伴って増加した ($\chi^2(8) = 125.63, p < .001$)。群間の主効果 ($\chi^2(1) = 0.25, p = .62$) およびビンと群の交互作用 ($\chi^2(8) = 2.48, p = .96$) は有意ではなかった。代替反応は時間経過に伴って減少した ($\chi^2(8) = 125.48, p < .001$)。

フェイズ 2 では、標的反応が時間経過に伴って減少した。ビンと群の交互作用が確認された ($\chi^2(8) = 28.53, p < .001$) が、フェイズ 2 の各ビンでの反応数に群間での差はなかった (largest $z = 1.69, p = .09$)。フェイズ 2 の代替反応は、各群ともに時間経過に伴って増加し ($\chi^2(8) = 82.35, p < .001$)、群間での差はなかった ($\chi^2(8) = 4.24, p = .83$)。

フェイズ 2 の最終ビンとフェイズ 3 を含めて標的反応を分析した結果、有意なビンの主効果 ($\chi^2(1) = 145.61, p < .001$) と、ビンと群の交互作用が確認された ($\chi^2(3) = 19.51, p < .001$)。両群ともにフェイズ 3 のすべてのビンにおいて、フェイズ 2 の最終ビンより反応数が多かった (smallest $z = 9.66, p < .001$) ことから、消去された標的反応の復活が確認された。フェイズ 3 における復活の程度を群間で比較すると、最終ビンでのみアルコール影響群の方が健全群よりも標的反応数が多かった ($z = 3.50, p < .001$)。代替反応に関しては、両群ともに時間経過に伴って減少した ($\chi^2(1) = 16.26, p < .001$)。

図 7. 全フェイズにおける各時間ビンの反応回数 (エラーバーは $\pm$ SEM)



5. 結果に対する考察・結論

研究 I

研究 I の目的は、慢性的な飲酒習慣と自発行動における習慣過程の制御との関係性を検証することであった。実験の結果をまとめると、まずアルコール影響群における全体的な Stay 確率の上昇は、行動の固定化傾向を示唆するものであり、アルコール摂取が行動の柔軟性に影響を与える可能性が示された。その一方で、アルコール影響群では報酬の主効果と、目的的過程（MB 型方略）を示す交互作用の絶対値が健全群よりも大きい傾向が見られた。これはアルコール摂取が目的的過程（MB 型方略）を増強する可能性を示唆している。以上より、アルコール摂取習慣が目的的過程（MB 型方略）と習慣過程（MF 型方略）の両方に影響を与えること、さらにその影響は単純な抑制や促進ではなく、より複雑なパターンであることを示唆している。特に注目すべき点は、アルコール摂取量が多い個人において、行動の固定化傾向と同時に目的的過程（MB 型方略）も増強されている可能性である。この結果は、アルコール摂取が目的的過程（MB 型方略）による行動の制御を抑制するという従来の見解（例えば Gillan et al., 2016）と一致しない、新しい知見であった。

研究 II

研究 II の目的は、慢性的な飲酒習慣が自発行動の消去抵抗（DRA の有効性）と、消去された自発行動の再発（DRA の持続性）に及ぼす影響を検証することであった。反応復活課題の結果から、フェイズ 2 で行った DRA では、標的反応の消去抵抗に群間で差が見られなかった。同時に、代替反応の獲得についても群間で差はなかった。このことから飲酒習慣は DRA の有効性に影響しないことが示唆された。この結果は研究 I の結果と整合性がある。上述したように、研究 I ではアルコール摂取が目的的過程（MB 型方略）と習慣過程（MF 型方略）の双方を亢進させる可能性が示唆されている。すなわち、飲酒習慣が強いからといって、必ずしも特定の行動が固定化されるとは言い切れないという結果であり、DRA 中の標的反応の消去抵抗が、群間で同程度であるという結果と矛盾しないといえるだろう。その一方で、フェイズ 3 での反応復活は、最終の時間ビンに限定的ではあったものの、健全群よりもアルコール影響群の方が強かった。この結果は日常的な飲酒習慣が DRA の持続性に影響する可能性を示唆しており、予測と一致する結果であった。

6. 今後の展望

研究 I では、アルコール摂取習慣は習慣過程（MF 型方略）だけでなく、目的的過程（MB 型方略）も同時に亢進させる可能性があることが示唆された。本研究では、先行研究のようなアルコール依存症者ではなく、依存症までは至っていないが、問題飲酒をしている人を標的としていた。アルコール依存症者を対象とした Gillan et al. (2016) で示されたような、習慣的過程（MF 型方略）のみの亢進が見られなかった理由は、依存度の観点から説明できる可能性がある。すなわち、問題飲酒がある程度まで進んだ段階では習慣過程（MF 型方略）と目的的過程（MB 型方略）の双方が亢進した状態となり、アルコール

依存症と診断される状態まで問題のある飲酒習慣が形成されると、習慣過程（MF 型方略）のみがさらに発達していくといった、認知機能の変化が生じる可能性がある。本研究では健全飲酒者と問題飲酒者の比較のみしか行っていないため、現時点ではこの可能性について結論を下すことはできない。また、飲酒習慣が習慣過程（MF 型方略）を亢進させるのか、元々習慣過程（MF 型方略）が亢進した人がアルコール依存に進展しやすいのかといった因果の方向性についても、本研究の結果のみでは判断できない。今後は、アルコール依存症者を含め、問題飲酒の程度と習慣過程（MF 型方略）の関係性をより連続的かつ包括的に分析していく必要がある。この点は、研究 II についての今後の課題でもある。研究 II では、問題のある飲酒習慣は、DRA の有効性には影響しないものの、限定的であるが DRA の持続性に影響することが示唆された。アルコール依存症者において、DRA の持続性がさらに低下するのかどうかは未知であるため、問題飲酒の場合と比較して検証する必要がある。

本研究では、クラウドソーシングを利用して参加者を募集したが、その手法には改善の余地がある。今回利用したクラウドワークス社は 600 万人以上の登録者がいる。しかしそのうちの何割が本研究の募集ページを閲覧したかは明確ではなく、例えば 30 分程度でできる仕事のみを請け負うワーカーばかりが参加した可能性がある。こうした参加者の偏りを少なくするための工夫が、今後の課題として残された。今後はより大規模かつ長期間の募集を行ったり、スクリーニング方法を改良したりするなど、研究参加者の偏りを最小限に抑えた上で、データを蓄積していく必要がある。また、本研究では性別や年齢といった参加者の属性は最低限しか取得しなかったが、飲酒習慣に影響しうる要因を組み込んだ包括的な分析を行っていくことも、今後取り組むべき課題である。

本研究で対象とした「問題飲酒ではあるがアルコール依存症までは至らない程度の飲酒習慣者」は、従来の研究とは異なる標的設定であった。この層を対象としたことは、病院などアルコール依存症者と接触できるフィールドを持たない心理学研究の制約から着想したものである。しかしその制約は同時に、応用的な利点に繋がる可能性を有している。例えば本研究で示唆されたように、アルコール依存症者と依存に至らない程度の問題飲酒者との間で、認知や行動の方略に違いがあるならば、アルコール依存になるリスクを持つ人を早期に発見するためのスクリーニングテストとして、本研究で用いた行動課題などを応用できる可能性がある。習慣過程（MF 型方略）や目的的过程（MB 型方略）といった、自分自身で自覚できない認知的なプロセスから依存症のリスクを見積もることができれば、AUDIT などによる評価と合わせて、より精度の高いスクリーニングが可能になるかもしれない。今後はこうした応用利用も見据えた研究を展開していくことも重要である。

引用文献

- Balleine, B. W., & O'doherty, J. P. (2010). Human and rodent homologues in action control: corticostriatal determinants of goal-directed and habitual action. *Neuropsychopharmacology*, *35*(1), 48–69. <https://doi.org/10.1038/npp.2009.131>
- Daw, N. D., Gershman, S. J., Seymour, B., Dayan, P., & Dolan, R. J. (2011). Model-based influences on humans' choices and striatal prediction errors. *Neuron*, *69*(6), 1204–1215. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2011.02.027>
- de Wit, S., Watson, P., Harsay, H. A., Cohen, M. X., van de Vijver, I., & Ridderinkhof, K. R. (2012). Corticostriatal connectivity underlies individual differences in the balance between habitual and goal-directed action control. *Journal of Neuroscience*, *32*(35), 12066–12075. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1088-12.2012>
- Dickinson, A. (1985). Actions and habits: the development of behavioural autonomy. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences*, *308*(1135), 67–78. <https://doi.org/10.1098/rstb.1985.0010>
- Dickinson, A., Wood, N., & Smith, J. W. (2002). Alcohol seeking by rats: Action or habit? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section B*, *55*(4), 331–348. <https://doi.org/10.1080/0272499024400016>
- Gillan, C. M., Kosinski, M., Whelan, R., Phelps, E. A., & Daw, N. D. (2016). Characterizing a psychiatric symptom dimension related to deficits in goal-directed control. *eLife*, *5*, e11305. <https://doi.org/10.7554/eLife.11305>
- Nall, R. W., Craig, A. R., Browning, K. O., & Shahan, T. A. (2018). Longer treatment with alternative non-drug reinforcement fails to reduce resurgence of cocaine or alcohol seeking in rats. *Behavioural Brain Research*, *341*, 54–62. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2017.12.020>
- Perez, O. D., & Dickinson, A. (2020). A theory of actions and habits: The interaction of rate correlation and contiguity systems in free-operant behavior. *Psychological Review*, *127*(6), 945–971. <https://doi.org/10.1037/rev0000201>
- Podlesnik, C. A., Jimenez-Gomez, C., & Shahan, T. A. (2006). Resurgence of alcohol seeking produced by discontinuing non-drug reinforcement as an animal model of drug relapse. *Behavioural Pharmacology* *17*(4), 369–374. <https://doi.org/10.1097/01.fbp.0000224385.09486.ba>
- Renteria, R., Baltz, E. T., & Gremel, C. M. (2018). Chronic alcohol exposure disrupts top-down control over basal ganglia action selection to produce habits. *Nature Communications*, *9*(1), 211. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-02615-9>

- Ritchey, C. M., Kuroda, T., & Podlesnik, C. A. (2022). Evaluating effects of context changes on resurgence in humans. *Behavioural Processes*, 194, 104563. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2021.104563>
- Ritchey, C. M., Kuroda, T., Rung, J. M., & Podlesnik, C.A., (2021). Evaluating extinction, renewal, and resurgence of operant behavior in humans with Amazon mechanical turk. *Learning and Motivation*, 74, 101728. <https://doi.org/10.1016/j.lmot.2021.101728>.
- Robinson, T. P., & Kelley, M. E. (2020). Renewal and resurgence phenomena generalize to Amazon's Mechanical Turk. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 113(1), 206–213. <https://doi.org/10.1002/jeab.576>
- Sjoerds, Z., de Wit, S., van den Brink, W., Robbins, T. W., Beekman, A. T., Penninx, B. W., & Veltman, D. J. (2013). Behavioral and neuroimaging evidence for overreliance on habit learning in alcohol-dependent patients. *Translational Psychiatry*, 3(12), e337. <https://doi.org/10.1038/tp.2013.107>
- Tiffany, S. T. (1990). A cognitive model of drug urges and drug-use behavior: role of automatic and nonautomatic processes. *Psychological Review*, 97(2), 147–168. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.97.2.147>.
- Wathen, S. N., & Podlesnik, C. A. (2018). Laboratory models of treatment relapse and mitigation techniques. *Behavior Analysis: Research and Practice*, 18(4), 362–387. <https://doi.org/10.1037/bar0000119>

<u>特記事項</u> ＜論文発表＞ なし
＜学会発表＞ なし
＜図書発表＞ なし
＜産業財産権＞ なし