

2020 年度

臨床場面を想定した恐怖条件づけ事
態における復元効果の検討およびエ
クスポジチャー技法の効果を向上さ
せる新たな連合学習モデルの提案

指導教授 澤 幸祐 教授

研究科 文学 研究科

専 攻 心理学 専攻

氏 名 二瓶 正登

目次

1	第1章 不安や恐怖に関する問題への介入に果たす学習心理学の意義および問題点	1
1.1	不安や恐怖に関連した問題の疫学および形成・維持モデル	1
1.1.1	不安と恐怖に関連する問題の概要	1
1.1.2	不安と恐怖の形成および維持に関する恐怖条件づけによる説明	6
1.2	不安や恐怖に関連した問題へのエクスポージャー技法	10
1.2.1	エクスポージャー技法の手続き	10
1.2.2	エクスポージャー技法の介入効果	11
1.2.3	エクスポージャー技法の理論	14
1.2.4	エクスポージャー技法の問題点	16
1.3	介入効果の向上および介入後再発の防止をもたらすための学習心理学的知見の概要	18
1.3.1	消去手続きの効果の促進	18
1.3.2	消去後に生じる反応の再出現	20
1.3.3	消去後再発を軽減するための手続き	25
1.4	消去および消去後再発に関する諸現象の連合学習理論を用いた説明	33
1.4.1	Rescorla-Wagner モデルと Bouton のモデルの概要	34

1.4.2	消去	37
1.4.3	復元	38
1.4.4	自発的回復	40
1.4.5	復帰	40
1.4.6	再獲得速度の変化	42
1.4.7	消去手続きの効果の促進	43
1.4.8	多文脈消去	44
1.4.9	消去手がかりの使用	45
1.4.10	消去時 US 呈示	45
1.4.11	試行間隔の拡張	46
1.4.12	文脈刺激への曝露	47
1.4.13	再発の消去	47
1.4.14	要約	48
1.5	従来の研究の問題点	48
1.5.1	臨床心理学的問題	48
1.5.2	基礎心理学的問題	53
1.6	本研究の目的	54

2	第2章 研究1: 社会的刺激を用いた恐怖条件づけにおけるABA復元効果の検討	56
2.1	方法	56
2.1.1	参加者	56
2.1.2	刺激	56
2.1.3	装置	57
2.1.4	測定	58
2.1.5	手続き	58
2.1.6	統計分析	60
2.2	結果	61
2.3	考察	65
3	第3章 研究2: ABA復元効果を説明可能な既存の連合学習理論による定量的予測の妥当性の検討	70
3.1	方法	70
3.2	統計分析	71
3.3	結果	83
3.4	考察	93

4	第4章 研究3: 従来の連合学習理論の欠点を克服可能な新たな理論およびモデルの提案	97
4.1	新しいモデルの概要	97
4.2	本モデルによる消去後再発に関する諸現象の理解	107
4.2.1	自発的回復	107
4.2.2	復帰	109
4.2.3	再獲得時の学習速度	110
4.2.4	消去の促進	112
4.2.5	消去時 US 呈示	115
4.2.6	消去手がかりの使用および消去文脈とテスト文脈間を類似させる手法	120
4.2.7	多文脈消去	120
4.2.8	消去試行間・試行セッション間間隔の拡張	125
4.2.9	新しい現象の予測	125
4.3	本モデルの意義と課題点	125
5	第5章 研究4: 新たなモデルの妥当性の検討	130
5.1	方法	130

5.2	統計分析	131
5.3	結果	137
5.4	考察	144
6	第6章 総合考察	146
6.1	本研究のまとめ	146
6.2	本研究の意義	147
6.2.1	臨床心理学的観点	147
6.2.2	基礎心理学的観点	151
6.3	本研究の限界点と今後の展望	153
7	引用文献	157
8	付録	192
9	謝辞	194

1 第1章 不安や恐怖に関する問題への介入に果たす学習心理学の意義および問題点

1.1 不安や恐怖に関連した問題の疫学および形成・維持モデル

1.1.1 不安と恐怖に関連する問題の概要

これまで、過度な、あるいは非現実的な不安 (anxiety) や恐怖 (fear) は多様な臨床心理学的不適応状態との関連が示されてきた。不安および恐怖の定義はこれまで多く提案されてきたが、不安は到来するネガティブな出来事への準備に関連する未来志向的気分状態であり、恐怖は存在する、あるいは直後に生じると予測される危険への警告反応と定義されることが多い (e.g., Craske et al., 2009)。恐怖や不安を引き起こす刺激は生物 (e.g., ヘビ) や非生物 (e.g., 高所, 血液) といった外的刺激から、思考や感情 (e.g., 侵入思考), 生理的状态 (e.g., パニック発作) といった内的刺激まで多岐にわたる (Abramowitz et al., 2019)。

ある刺激に対して出現する恐怖反応は大きく分けて 3 種類に分類することが可能である (Lang, 1968)。1 つ目は言語や認知的な反応であり、恐怖感といった主観的な言語報告として表出される。2 つ目は顕在的な行動的反応であり、主に恐怖刺激への回避行動 (avoidance behavior) として表出される。3 つ目は生理学的反応であり、主に交感神経系の賦活の程度によって評価されることが多い。これらの反応はどれも恐怖という単一の情動によって生

じる情動反応とみなされる一方で、ある指標において反応の増加や減少が見られた場合でも他の指標では反応の変化が見られないという指標間の不一致が恐怖に関する多くの研究で報告されている（e.g., Lang, 1968）。また Rachman（1978）は自身の臨床心理学的実践経験から恐怖への介入を行った際の患者の反応として、生理学的変化が最も生じやすく、それに伴って行動的变化が生じ、最後に主観評価が変化していく例が多いことを報告し、指標間の不一致だけでなく変化に対する非同期的な傾向も存在する可能性を指摘している。これらの知見から、恐怖は単一的な存在ではなく複数の成分からなる多次元的な存在であることが仮定されており、こうした見方は恐怖の三系モデル（three-systems model）として知られている（Rachman, 1978; Hugdahl, 1981）。

不安や恐怖は個体の生存にとって適応的な情動である
とみなされる一方で、危険が無い状態において生起する、
あるいは実際の脅威と比べて過度に大きい反応が生起す
る場合、それらが不適応に繋がる場合がある（Abramowitz
et al., 2019）。不安や恐怖が強く影響を及ぼす不適応状態
の代表的な例として、精神障害の診断と統計マニュアル
（DSM-5; American Psychiatric Association, 2013）におけ
る不安症（anxiety disorders）が挙げられる。不安症とは
過剰な恐怖および不安、そして回避行動といった行動的
特徴を有する障害群を指し、恐怖や不安を喚起する対象
や行動的特徴によって診断される障害が決定される。不

不安症は下位分類として、愛着を持つ人物からの分離への恐怖を示す分離不安症 (separation anxiety disorder)、特定の刺激や状況に対して特異的に強い恐怖を示す限局性恐怖症 (specific phobia)、社会的場面や他者からの否定的な評価を受ける状況に対して強い不安を示す社交不安症 (social anxiety disorder)、パニック発作と発作の発生に対する強い不安を示すパニック症 (panic disorder)、公共交通機関内や広い場所、人込みの中といった脱出が困難な状況に対して強い不安を示す広場恐怖症 (agoraphobia)、および広範な出来事に対する強い不安を示す全般不安症 (generalized anxiety disorder) などに分類される。また、社会的交流の中での発語の欠如によって特徴づけられる選択性緘黙 (selective mutism) においても、社会場面内における強い不安が発語の欠如を引き起こす緊張状態の原因となっている場合が多いことから、不安症群の中に含まれている。こうした不安症は精神障害の中でも有病率がかなり高いことが示されており、12か月有病率は18.1%と報告されているなど (Kessler et al., 2005)、多くの人が抱える共通の心理的問題であることが広く認められている。

不安や恐怖と関連する他の障害として、強迫観念と強迫行為の存在によって定義される強迫症 (obsessive-compulsive disorder)、心的外傷的出来事を経験した後に出来事の再体験を含む多様な症状群を呈する心的外傷後ストレス障害 (posttraumatic stress disorder: PTSD)、自身

が重篤な病気にかかっているという強い不安によって特徴づけられる病気不安症 (illness anxiety disorder), 食行動異常を主症状とする摂食障害 (eating disorder) などが挙げられる。DSM-5 において強迫症は侵入的な強迫観念が強い不安を引き起こし, その不安を和らげるために過度な強迫行為を行っているとして定義され, PTSD は過去の心的外傷体験に対する極度の恐怖や再体験症状の発生への不安などによって定義される (American Psychiatric Association, 2013)。病気不安症は重篤な身体疾患に罹患しているというとらわれを中核症状に持つが, 強迫症と強い関連を持っていることが報告されており, 症状の罹患や自身の健康に関する確認行為といった強迫症状が障害の中核であるとみなされている (Abramowitz et al., 2019)。摂食障害においては食行動異常の原因が体重増加に関するネガティブな他者からの評価への恐怖であると報告されている (Butler & Heimberg, 2020)。

それに加え, 直接的に不安や恐怖と関係する障害ではないものの, 疼痛 (pain) の維持プロセスとして痛みに対する恐怖 (fear of pain), 特に運動に対する恐怖 (kinesiophobia) が重要な役割を果たしていることが多くの研究で示され, 疼痛の認知行動モデルとして広く用いられている (e.g., Vlaeyen et al., 1995)。統合失調症 (schizophrenia) においても不安症との併存が多くの患者において確認され (Huppert & Smith, 2005), 不安の強さは統合失調症の症状の強さと正の関係にあることが報

告されている (Lysaker & Salyers, 2007)。それ以外にも身体疾患 (1 型糖尿病: Rechenberg et al., 2016; 2 型糖尿病: Camara et al., 2015), 吃音 (Ezrati-Vinacour & Levin, 2004), 物質関連障害 (Smith & Book, 2008) や神経発達性障害 (知的能力障害: Green et al., 2015; 自閉スペクトラム症: White et al., 2009; 注意欠如・多動症; Schatz & Rostain, 2006) を有している患者において高い不安を有している, あるいは不安症との併存率の高さが報告されており, こうした問題の維持過程において恐怖や不安に関する問題が重要な役割を担っていることも報告されている (e.g., Smith & Book, 2008)。

また, 不安や恐怖の問題は日常生活における困難とも強く関係している。例えば不安症者は生活の質 (quality of life) が健常者と比べ低いことが多くの研究で示されており (e.g., Rapaport et al., 2005; Mendlowicz & Stein, 2000), 特に症状が重くなるほどその低下は著しくなる (e.g., Lochner et al., 2003)。他にも不安症患者, 特にパニック症の患者は健常群と比べて自殺のリスクが高い (Noyes, 1991; Barlow, 2002) ことや, 不安の強さは不眠 (Alvaro et al., 2013) や冠状動脈性心臓病 (Kawachi et al., 1994) といった諸問題のリスク要因であることが示されている。

これらの事実は, 不安や恐怖に関する問題は広範かつ深刻であり, かつ多くの人の社会生活を困難にしている問題であることを示している。そのため応用的な観点か

らは、これらの問題の理解および減少させる方法の開発が急務である。

1.1.2 不安と恐怖の形成および維持に関する恐怖条件づけによる説明

これまで、不安症の形成や維持過程を説明する理論は多く提案されてきた。その中でも特に行動療法 (behavior therapy) や認知行動療法 (cognitive behavior therapy) において、不安や恐怖は恐怖条件づけ (fear conditioning) によって形成されてきたと考えられることが多い (Abramowitz et al., 2019)。恐怖条件づけとは電気ショックなどの生物学的に重要な害をもたらす、無条件反応 (unconditioned response; UR) を生じさせる嫌悪的な無条件刺激 (unconditioned stimulus; US) と条件刺激 (conditioned stimulus; CS) が対呈示された時、以前は生じなかった条件反応 (conditioned response; CR) が CS に対して生じるようになる現象を指し、古典的条件づけ (classical conditioning; Pavlov, 1927) の一種である。

恐怖条件づけがヒトの不安や恐怖の問題と関連することを示した有名な研究として Watson & Rayner (1920) の実験が挙げられる。この実験では 11 か月の幼児に CS として白ネズミ、US として大きな音が対呈示された。その結果、実験前にその幼児は白ネズミへの恐怖を示していなかった一方で、対呈示を数回行った後には強い恐怖反応を示すようになった。このことは、恐怖反応が中性刺

激と US の対呈示という経験によって獲得されることを示している。それ以降、恐怖や不安に関連した諸問題は恐怖条件づけによって獲得されるとする不安症の恐怖条件づけ理論は不安や恐怖に関連した障害の獲得および維持過程を説明する多くのモデルにおいて仮定されるようになった (e.g., Wolpe, 1958; Mineka & Zinbarg, 2006)。

この観点に従うと、限局性恐怖症はある特定の刺激、社交不安症は社会的な刺激と嫌悪的な刺激の対呈示によって形成されると考えられる。実際、限局性恐怖症患者の半数以上が強い恐怖を感じる対象に対して事前の直接的な関連刺激と嫌悪的経験との対呈示を受けた経験を想起可能であり (Öst & Hugdahl, 1981)、社交不安症患者の 93% が過去の他者からのいじめられた経験があり、他のカテゴリーの不安症患者よりも有意に高い数字である (McCabe et al., 2003) ことが報告されている。これらの知見は不安症の恐怖条件づけ理論を支持している。また、パニック症においては US がパニック発作、CS がパニック発作以前および発作時の内受容感覚とした恐怖条件づけが生じていることが仮定され、その結果としてこれらの CS が再度生じたときに CR としてのパニック発作やパニック発作が生じることへの不安が生じるとみなされている (Bouton et al., 2001)。

その一方で、直接的な条件づけ体験を経験していない不安症患者の存在、極度に嫌悪的な体験をしたにも関わらず恐怖や不安反応が上昇しない人の存在、そして恐怖

症者が恐怖を感じる刺激に一定の偏りが見られることなどを根拠として、こうした不安症の条件づけ理論が批判されるようになった (e.g., Öst & Hugdahl, 1981; Poulton & Menzies, 2002)。しかし、これらの批判は多くの条件づけ理論の支持者から、現代の学習理論による条件づけの説明を行うことで解決されると認識されている (e.g., Field, 2006)。

1 点目の批判において、現代の学習理論では直接的な条件づけだけでなく、他者の行動の観察によって学習が生じる代理条件づけ (vicarious conditioning) や他者から得た言語的情報に基づいて学習が生じる言語的伝達 (verbal transmission) などの役割も考慮されており (Mineka & Zinbarg, 2006)、これらの学習が従来の古典的条件づけ手続きと同一であるという説明もなされている (Field, 2006)。この考えにおいて代理条件づけは出来事 (CS) と他者の恐怖反応 (US) の対呈示からなる条件づけである可能性と、出来事 (CS2) と他者の恐怖反応 (CS1) の対呈示からなる 2 次条件づけである可能性が考えられている。どちらの説明が妥当であるかは不明瞭ではあるものの、共に従来の古典的条件づけの枠組みで観察による学習の効果を理解することが可能であることを示している。また、言語的伝達は言語情報を US とみなせば条件づけによる効果として説明することが可能である (Field, 2006)。しかしながら、ヒトの古典的条件づけにおける言語の役割は多様な観点から研究がなされており、

その役割に関しては議論も多い (e.g., De Houwer, 2009) ことから、言語の役割に関する更なる議論は必要であろう。要約すると、不安症の条件づけ理論において直接的な CS と US の随伴呈示は CR を獲得する経路の 1 つではないという見方が主流であるため、恐怖症者における直接的な随伴経験の有無は理論の妥当性に関係しないと考えられている。

2 点目の批判に関しては、CR の強度は多様な要因によって変化することが多くの研究によって明らかにされており、それらの知見に基づいて不安症になるかどうかはトラウマ体験だけでない多様な学習歴や個人差要因によって影響を受けることが仮定されるようになった (Mineka & Zinbarg, 2006; Davey, 1989)。すなわちこの点も理論の妥当性には関係しないとみなされている。

3 つ目の批判点である恐怖対象の偏りに関しては、用いる CS と US における進化的な背景に基づく関連性が CR の形成に重要な役割を担うこと (e.g., Garcia & Koelling, 1966; Ohman et al., 1976)、そして通常の刺激よりも恐怖が獲得されやすく消去されにくい恐怖関連刺激 (fear-relevant stimulus) が存在すること (e.g., Ohman et al., 1976) などが発見されて以降、準備性 (preparedness) による説明、すなわち進化的な背景から、用いられる CS の種類や CS-US 間の生態学的な関係性によって恐怖の獲得や維持のされやすさが異なるという説明がなされるようになった (Seligman, 1970; Seligman, 1971)。これらを

踏まえて、不安や恐怖の獲得や維持における古典的条件づけの役割は重要であることが再認識されている (Mineka & Zinbarg, 2006; Craske et al., 2008)。

1.2 不安や恐怖に関連した問題へのエクスポージャー技法

1.2.1 エクスポージャー技法の手続き

不安や恐怖に関連した問題に関する介入として、認知行動療法は非常に有効であることが多くの研究で示されてきた (e.g., Norton & Price, 2007)。その中でも特に恐怖や不安を誘発する刺激に対して回避行動を取らせずに曝露し続ける方法が効果的であることは古くから示されており、その中でも特に系統的脱感作法 (systematic desensitization) とエクスポージャー技法 (exposure technique) はその介入効果を調べるために多くの研究が行われてきた。

系統的脱感作法とは Wolpe (1958) により体系化された手法であり、イメージへの曝露と漸進的筋弛緩法 (progressive muscle relaxation) などの技法を組み合わせ、刺激への反応を取り除く手法である。エクスポージャー技法とは不安を減少させるコーピングスキルを用いることなく、ネガティブな結果が生じるリスクが客観的に低い不安を引き起こす刺激に対して身体的および心理的接近に導くことを援助する過程と定義される (Abramowitz et al., 2019)。具体的には回避行動や安全確

保行動 (safety behavior) を行わずに恐怖や不安を喚起する刺激への曝露を行うことで、その刺激に対する不安や恐怖の減少をもたらす介入法である。具体的な介入手続きとしては刺激の呈示方法 (現実曝露: in vivo exposure), イメージ曝露 (imaginal exposure), ヴァーチャルリアリティの使用など), 用いる刺激の強さ (フラッディングあるいは段階的曝露), セッション数 (複数セッションあるいは1セッション), 曝露間隔, リラクゼーションの使用などで多様な実施形態に分類することが可能であり, 状況やクライアントが呈する状態によって適切な方法を用いることが出来る (e.g., Abramowitz et al., 2019)。

1.2.2 エクスポージャー技法の介入効果

こうした不安や恐怖を感じる刺激への曝露は認知行動療法において多く用いられる手法であり, 認知行動療法を用いた多くの介入マニュアルに手続きとしてエクスポージャー技法が含まれている (Abramowitz et al., 2019)。それに加えてエクスポージャー技法は単体でも不安や恐怖と関連する障害に対する無作為化臨床試験およびメタ分析の結果が多く報告されており, その有効性が確かめられている。

限局性恐怖症へのエクスポージャー技法は成人および子どもの双方において有効性が確かめられており, クモ, 動物, 注射, および高所への恐怖といった多様な刺激や

状況への恐怖に対して高い介入効果を有すること（Zlomke & Davis, 2008）、および非介入群、プラセボ群、あるいは認知療法や漸進的筋弛緩法といった非エクスポージャー技法的介入と比較しても介入効果が高いことがメタ分析において示されている（Wolitzky-Taylor et al., 2008）。パニック症に対するエクスポージャー技法の効果も多くの研究で確認されている。メタ分析においてはパニック症への認知行動療法の中で認知再構成、呼吸訓練、リラクゼーションといったパニック症への介入において用いられる諸技法の中でも内受容感覚エクスポージャー（interoceptive exposure）技法が寛解および介入への反応性に大きな効果を持つことが報告されている（Pompoli et al., 2018）。社交不安症に対してもメタ分析においてエクスポージャー技法の有効性は示されており、特に認知療法的な技法と組み合わせたときに効果が増加することが報告されている（Mayo-Wilson et al., 2014）。

エクスポージャー技法は上述したような恐怖や不安が比較的特定しやすい問題に有効であるとみなされてきた一方で、全般性不安症のように対象が拡散的である心理的問題に対してはあまり有効であるとみなされてこなかった（Abramowitz et al., 2019）。そのため、全般性不安症者に対するエクスポージャー技法の効果研究は他の障害と比べ少ない。しかし近年、全般性不安症の中核症状に焦点を当てた心配エクスポージャー（worry exposure）技法が開発され、症状の減少に有効であることが報告され

ている (Hoyer et al., 2009)。他にも筆記を用いたエクスポージャー技法 (Goldman et al., 2007) が確立され始めており、全般性不安症に対してエクスポージャー技法が有効であるかどうか検証され続けている段階であるものの、総じて良い介入効果が報告されている。

不安症群以外の精神障害に対してもエクスポージャー技法は有効であることが示されている。特に強迫症および PTSD に関するエクスポージャー技法の効果は古くから確かめられてきた。強迫症へのエクスポージャー技法は大きな介入効果をもたらすことが報告されており、これにより心理社会的介入の効果が乏しかった強迫症への数少ない有効な介入法として注目を浴びるようになった (Abramowitz et al., 2019)。強迫症へのエクスポージャー技法は強迫行為を回避行動とみなしその減少を目的とする反応防止手続きと組み合わせた曝露反応妨害法 (exposure and response prevention) として用いられることが多い (Abramowitz et al., 2019)。メタ分析においては統制群と比べて曝露反応妨害法の介入後では症状が減少し、その効果量は大きいことが報告されている (Olatunji et al., 2013)。また、身体症状症に対するエクスポージャー技法も強迫症と同様に曝露反応妨害法の使用が中心であり、実際の介入時には心理教育 (psychoeducation) や認知再構成法 (cognitive restructuring) と組み合わせられることが多く (Abramowitz et al., 2019)、メタ分析によってその効果が示されている (Cooper et al., 2017)。

PTSD に対するエクスポージャー技法としては主に持続エクスポージャー法（prolonged exposure）が用いられてきた（Foa, 2011）。この方法はセッション内における現実曝露とホームワークとしてのイメージ曝露を組み合わせる手法であり、メタ分析において統制群と比較して大きな効果量を有している（Powers et al., 2010）だけでなく、他の技法を伴わずに単体で用いた場合でも大きな効果量を有することが報告されている（Watts et al., 2013）。

1.2.3 エクスポージャー技法の理論

エクスポージャー技法が効果をもたらす作用機序について、これまで多様な説明がなされてきた（Abramowitz et al., 2019）。その中で有力な説明の1つは、不安や恐怖の獲得と同様に反応の減少も古典的条件づけの枠組みによって説明を行うものである。例えば系統的脱感作法は恐怖刺激が誘発する恐怖反応と拮抗する反応（リラクゼーションなど）を引き起こす刺激を US と対呈示する拮抗条件づけの手法を用いた介入法とみなされることが多い（Wolpe, 1958; Kazdin & Wilcoxon, 1976）。一方でエクスポージャー技法はネガティブな出来事を伴わずに恐怖や不安を感じる刺激に曝露することから、古典的条件づけにおける消去手続き（extinction procedure）の応用であることが仮定されてきた（Craske et al., 2009）。この考えに基づけば、エクスポージャー技法は恐怖が獲得され

た刺激（CS）を嫌悪的な結果（US）と伴わずに呈示することによってCSへの反応が取り除かれるという、消去手続きの臨床応用であると考えられる。この観点は近年の学習心理学の知見や連合学習のアイデアを取り入れた制止学習アプローチ（inhibition learning approach; Craske et al., 2009）として多くの実践や研究に用いられている。

その他にもエクスポージャー技法の効果について多くの理論が提案され、多様な説明がなされている（Abramowitz et al., 2019）。その中でも情動処理理論（emotional processing theory; Foa & Kozak, 1986）は広く受け入れられており、多くの実験研究や介入研究が行われている。情動処理理論においてはエクスポージャー技法の作用機序を恐怖構造（fear structure）の修正、あるいは新たな恐怖構造の生成によって説明する。恐怖構造とは恐怖を感じる刺激、その刺激への反応、および刺激と反応への意味から構成される記憶内のネットワークであり、これらの構造内の要素と一致した情報が呈示された場合に恐怖構造は賦活し、恐怖構造内の反応要素に従って実際の反応が表出される。そしてこの恐怖構造が病理的（刺激要素が多様すぎる、反応要素が不適応的なほど強い、刺激や反応に対して破局的な意味を付与しているなど）な場合、その恐怖構造に基づいた不適応的な反応が表出され、結果として不安症やPTSDと診断されるほどの症状を示す。

この恐怖構造を変化させるためには、恐怖構造を賦活

させたい一方で、恐怖構造に一致しない情報を呈示する必要があると仮定される。すなわち、エクスポージャー技法はこの2つを達成する手段として用いられる。近年では、情動処理理論の提唱者である Foa が古典的条件づけの知見を基に、恐怖構造は修正ではなく新しい恐怖構造の構築であると理論の仮定を変化させる (Foa, 2011) など、理論的な発展は未だ続いている。情動処理理論に基づいた治療法として持続エクスポージャー法があり、上述のように PTSD の代表的な介入法とされている (Rauch et al., 2012)。

1.2.4 エクスポージャー技法の問題点

このように、不安や恐怖を感じる刺激に対して故意に曝露し続ける手法は不安や恐怖に関連する問題に対して広く用いられ、かつ介入効果の高い手法である。その一方で、従来の方法では十分ではない、改善が必要な点も存在する。特に「有効性を示さない人の存在」と「介入後の再発」の2つはエクスポージャー技法にとって重要な問題である (Craske & Mystkowski, 2006)。

1つ目の問題である「有効性を示さない人の存在」は、これまで多くの研究で問題とみなされてきた。例えば不安症者に対する認知行動療法のメタ分析において、介入後の寛解率は障害によって異なるものの、平均して 51% であったことが報告されている (Springer et al., 2018)。このことは、介入を行った不安症患者の半数近くが介入

によって症状が寛解していないことを示しており、臨床実践上大きな問題である。

2つ目の問題は介入後の再発である。不安や恐怖の再発に関してはこれまで多くの研究が行われてきた。例えば不安症においては、症状が減少した後に症状の再発が見られる割合は高く、1年後には症状が回復した39%から75%の患者で再発が見られたことが報告されている（Bruce et al., 2005）。再発の問題においては、介入によって減少した後の再発に関する研究が多く行われ続けてきた。こうした再発は恐怖の回復（Return of Fear: ROF）と呼ばれ、消去された、あるいは減弱された部分的な恐怖の回復と定義される（Rachman, 1989）。例えばエクスポージャー技法を用いた介入の効果は単純な時間経過によって減少することがクモおよびヘビ恐怖（e.g., Rachman & Whittal, 1989）、そしてパブリックスピーキングへの恐怖（Vasey et al., 2012）といった対象で明らかになっている（e.g., Olatunji et al., 2013）。また、ROFは時間経過以外の多様な操作によっても生じることが明らかになっている（e.g., Rachman & Whittal, 1989）。これらの知見は、エクスポージャー技法を用いた介入後の再発がかなり広範かつ多様な状況下で生じる普遍的な現象であることを示している。このことから、介入による不安や恐怖の強度を強く減少させ、かつその効果を長期間持続させる手法の構築は不安や恐怖に関連する問題への介入にとって重要な課題である。

1.3 介入効果の向上および介入後再発の防止をもたらすための学習心理学的知見の概要

上述した 2 つの問題を克服することは、エクスポージャー技法を用いた介入の効果を向上させることに繋がると考えられる。これらの課題を解決するために、これまで恐怖や不安に関する不適応の形成および維持の中核過程とみなされてきた古典的条件づけの知見を用いることは有用であると考えられる。そこで本節においては古典的条件づけの知見を基に、エクスポージャー技法における効果の不足と再発の発生という 2 つの問題をどのような手続きを用いることで克服可能かを概説する。

1.3.1 消去手続きの効果の促進

古典的条件づけの研究において、消去の効果を向上させる方法に関する知見は多く蓄積されている。エクスポージャー技法の効果が消去手続きにおける CR の減弱とみなすのであれば、これらの知見を応用することによってその効果は向上すると考えられる。

一般的に、消去手続きの試行数を増やすことで CR は徐々に減少し、最終的に反応はほとんど生じなくなる (Pavlov, 1927)。このことは、エクスポージャー技法において刺激への曝露を行う回数が反応減少における重要な要因であることを示唆している。一方でこの減少の程度は負の加速度的に変化する、すなわち試行を重ねるごと

にその効果が小さくなっていくことが知られている。そのため、刺激への曝露を行う回数を増加させる場合効果そのものは大きくなるものの、セッションを重ねる度に効果の大きさは徐々に小さくなると考えられる。

また、消去手続きを行う際に CS とは異なる刺激を同時に呈示すると、CS を単独で消去する場合と比べて効果が変わることが知られている。一般に興奮性の連合強度を有する刺激、すなわち CR を生じさせる異なる CS と複合呈示をして消去を行うと、単純な消去手続きや中性刺激と複合させて消去するよりもテスト時の反応が小さくなる、すなわち消去の効果が促進されることが報告されている (Rescorla, 2000; McConnell & Miller, 2010)。このことは、エクスポージャー技法を行う際、恐怖を感じる複数の刺激を同時に呈示することが反応減少にとって効果的である可能性を示している。その一方で、消去手続き時に CS を条件性制止子 (conditioned inhibitor), すなわち他の CR を減弱させる CS と複合させて消去を行うと、CS に対する消去の効果が単独で消去、あるいは中性刺激と複合させて消去を行うよりも小さくなる、すなわち消去の効果が減弱することが報告されており、これは消去からの保護 (protection from extinction) 効果と呼ばれる (Lovibond et al., 2000; Rescorla, 2003)。この現象はエクスポージャー技法時に条件性制止子が同時に存在する場合、介入の効果が減少する可能性を示している。すなわち、エクスポージャー技法をセラピストの存在とい

った US の不在を予期する刺激を出来るだけ伴わせずに行うことにより、介入効果は向上することが予測される。

1.3.2 消去後に生じる反応の再出現

エクスポージャー技法を消去手続きとみなした場合、介入後の再発は消去手続き後の CR の再出現とみなすことが可能である。古典的条件づけの研究において、消去手続き後の特定の操作が CR の再出現をもたらすことが多く報告されている。Bouton (2002) は消去後の CR の再出現をもたらす代表的な現象として自発的回復 (spontaneous recovery)、復元 (renewal)、復帰 (reinstatement)、急速な再獲得 (rapid reacquisition) の 4 つを挙げており、これらは介入後の再発と深く関係している可能性が多くの研究で指摘されてきた (e.g., Rodriguez et al., 1999; Mineka et al., 1999)。

自発的回復とは消去後の時間経過によって、減少した CR が再出現する現象である。この現象は Pavlov (1927) によって最初に報告され、多様な事態で生じる頑健な現象であることが示されている (e.g., Rosas & Bouton, 1996)。Rescorla (2004) は自発的回復の特徴として、効果の大きさは消去後の時間経過の長さに比例して大きくなるが負の加速度的な変化であること (e.g., Quirk, 2002) や消去と自発的回復のサイクルを繰り返すことで自発的回復は徐々に小さくなる (e.g., Rescorla, 2004; Quirk, 2002) ことなどを挙げている。一方で条件づけ後の時間

経過は CR に大きな影響を与えない (e.g., Rosas & Bouton, 1996) ことから, 自発的回復は消去期に学習された内容に特異的な減衰とみなされることが多い (e.g., Bouton, 1993)。自発的回復はエクスポージャー技法を用いた介入後の再発と深く関係していることが指摘されており, 単純な介入後の時間経過のみでも再発が生じることが多くの研究で報告されている (Rachman, 1989)。

復元効果とは, 消去後の内的小および外的な文脈変化によって CR が再出現する現象を指す (Bouton & Bolles, 1979)。復元効果には獲得を文脈 A, 消去を文脈 B, テストを文脈 A で行う ABA 復元 (e.g., Bouton & Bolles, 1979), 獲得を文脈 A, 消去を文脈 B, テストを文脈 C で行う ABC 復元 (e.g., Bouton & Bolles, 1979), 獲得と消去を文脈 A で行った後にテストを文脈 B で行う AAB 復元 (e.g., Bouton & Ricker, 1994) の三種が存在することが知られている。この現象も自発的回復と同様に多くの学習事態で生じる現象であることが報告されており (Bouton & Woods, 2008), 多くの研究で回復の大きさは ABA 復元, ABC 復元, AAB 復元の順で大きいことが示されている (e.g., Thomas et al., 2003; ただし Rosas et al., 2007 も参照)。

復元効果に関する多くの動物実験では文脈操作として実験箱そのものを変える (e.g., Bouton & Bolles, 1979), あるいは実験箱内部の刺激を変える (e.g., Thomas et al., 2003) などの方法が用いられてきた。ヒトの実験におい

ては光の色を変化などによる実験室内の環境変化 (e.g., Vansteenwegen et al., 2005), 刺激が呈示される画面上における背景写真 (e.g., Milad et al., 2005) や背景色 (e.g., Havermans et al., 2005), あるいは薬物状態 (e.g., Bouton et al., 1990) など多様な文脈操作において復元効果が確認されており, 近年ではこれらの操作をヴァーチャルリアリティによって変化させる方法も用いられるようになった (e.g., Dunsmoor et al., 2014)。

また, エクスポージャー技法の効果を検証する実験においても介入後の文脈変化によって刺激に対する恐怖が再出現することが報告されている。例えば Rodriguez et al. (1999), Mineka et al. (1999) および Mystkowski et al. (2002) はクモ恐怖の大学生を対象に 1 セッションのエクスポージャー技法を用いた介入を行い, 介入後のテスト期において一部の指標のみではあったものの, テストをエクスポージャー技法実施時と異なる新規の物理的文脈下で受けた場合において, 反応の再発が見られたことを報告している。また, これと同様の効果は薬物状態を用いた文脈操作でも生じることが報告されている (Mystkowski et al., 2003)。これらの知見はエクスポージャー技法を経験した文脈とは異なる文脈に移動するだけで, 介入によって減少した刺激への恐怖が再出現する可能性を示している。

復帰とは, 消去後に行う US の単独呈示によって CS への反応が回復する現象を指し (Rescorla & Heth, 1975),

多くの実験事態において生じる頑健な現象であることが知られている (e.g., Bouton & Peck, 1988; Brooks et al., 1995; Dirikx et al., 2004)。復帰も復元と同様に文脈の役割が重要であることが報告されている。例えば消去後に US を呈示する文脈とその後のテスト文脈を変化させた場合、復帰は生じなくなることが多くの研究で報告されている (e.g., Brooks et al., 1995)。復帰と類似した現象として、条件づけ後に強度の大きい US の単独呈示を行うことによって CR の強度が増加する US インフレーション効果 (US inflation effect; Rescorla, 1974) があるものの、この現象は文脈変化の影響を受けない一方で復帰は影響を受けることから、両者は異なる現象であることも示されている (Bouton, 1984)。また、ヒトの研究においては CS の感情価も復帰の大きさに影響している (e.g., Dirikx et al., 2004; Zbozinek et al., 2015)、消去の代わりに馴化 (habituation) によって CR を減少させた場合においても US の単独呈示によって CR の再出現が生じる (Sroorsve et al., 2012) ことなどが報告されている。この現象は介入後のトラウマ体験、パニック症においてはパニック発作の経験などによって、介入によって減少した不安や恐怖が再出現する可能性を示している。

急速な再獲得とは消去を行って CR が減少した後に再度 CS-US 対呈示を行うと、CR の獲得が以前より速くなる現象であり、多くの実験で報告されている (e.g., Ricker & Bouton, 1996)。このことは、エクスポージャー技法を

行った後に再度嫌悪的な体験をした場合、即座に元の反応が獲得されることを示唆している。しかし消去後の再獲得試行による学習速度は初めの条件づけ試行よりも遅くなるとする報告 (e.g., Bouton, 1986) も存在しており、どのような要因によって速度が決定されるのかについては未だ不明瞭な部分も多い。蓄積されている研究知見は消去試行数が多い場合 (e.g., Bouton, 1986) および消去文脈と同じ文脈で再獲得試行を行う場合 (e.g., Bouton & Swartzentruber, 1989) で速度が遅くなることを示している。

これらの各現象を生じさせる手続きを組み合わせた場合の効果も多く研究されている。例えば ABA 復元効果を生じさせる手続きと消去-テスト間の遅延を組み合わせて行う場合、個々の手続きよりもテスト時の CR が大きくなることが報告されている (Rosas & Bouton, 1998; Tamai & Nakajima, 2015)。これは ABA 復元効果と自発的回復を組み合わせた例といえ、2 つの手続きを組み合わせることによって加算的な効果が生じることを示している。同様の加算的効果は ABC 復元と自発的回復 (Laborda & Miller, 2013)、復帰と ABA 復元 (García-Gutiérrez & Rosas, 2003) でも報告されている。エクスポージャー技法を実施する場合、介入後に多様な文脈変化や US の再経験が同時に生じる可能性が考えられることから、介入時にあらかじめ個々の現象が生じる可能性のアセスメントや対策について考慮する必要があると考えられる。

1.3.3 消去後再発を軽減するための手続き

上述した自発的回復，復元，復帰および急速な再獲得現象は消去後の CR の再出現をもたらすことから，エクスポージャー技法を用いた介入後に生じる再発と強く関連していると考えられている（Vervliet et al., 2013）。そのため，これらの現象によって生じる反応の再出現を減少させる方法についても多くの研究が行われてきた。本節においてはそれらの手続きの効果を概説し，エクスポージャー技法後の再発を減少させるための具体的な手続きについて検討する。

上述した消去手続きの効果を促進する手続きは，その後の再発の程度へも影響を及ぼすことが多くの研究で報告されている。その中でも消去試行数の増大に関しては多くの研究が行われてきた（e.g., Tamai & Nakajima, 2000）。復元効果においては多くの研究において AAB 復元は減少することが報告されているが（e.g., Tamai & Nakajima, 2000; Rauhut et al., 2001; Rosas et al., 2007），ABA 復元と ABC 復元では減少したとする報告（e.g., Denniston et al., 2003; Krisch et al., 2018）としないとする報告（e.g., Tamai & Nakajima, 2000; Denniston et al., 2003）が混在している。また，自発的回復に関しては減少することが報告されているものの（Diaz et al., 2017），頑健な現象であるかの検討は更なる研究が必要である。

一方で消去試行数の変化は再獲得の速度に影響を与え

ることが頑健な現象として知られており，消去試行数を増大させた場合，再獲得の速度は遅くなることが多くの研究で報告されている（e.g., Bouton, 1986; Bouton & Swartzentruber, 1989）。ただしこの効果は時間経過の影響を強く受けやすく，再獲得試行とテスト試行間の時間を拡張した場合，その効果が減弱される（Leung et al., 2007）。このことから，エクスポージャー技法を行う回数の増加によって恐怖反応の再獲得への抵抗を増加させることが可能であることが示唆される一方で，他の再発現象への効果に関しては未だ明確でない。

刺激を異なる刺激と複合的に消去する手続きが消去後再発に及ぼす影響についても多く研究されている。例えば消去時に条件性制止子と複合消去を行う場合はABA復元が大きくなる一方で，条件性興奮子と複合消去を行った場合では小さくなることが示されている（Thomas & Ayres, 2004）。同様に興奮子との複合消去によってABC復元は減少（e.g., McConnell et al., 2013）することも報告されている。また，複合消去と単独消去を組み合わせで行う場合，同じ試行数を単独消去のみで行うよりも自発的回復が減少することも報告されている（Culver et al., 2015; Rescorla, 2006）。これらの知見は，消去の効果を促進すると，消去後の再発の減少も同様に生じることを示している。しかし，興奮性の刺激との複合消去を行った場合，AAB復元が単独で消去を行うよりも大きくなることが報告されている（Witnauer & Miller, 2012）。このこと

は本手続きが状況によっては再発の程度を悪化させる可能性も存在することを示している。そのため、本手続きの効果がどのような再発現象に有効であるかの更なる検討は必要である。

多くの研究において多文脈消去手続きによる消去後再発への効果も検討されてきた (e.g., Gunther et al., 1998)。多文脈消去とは多くの文脈刺激下で CS の消去手続きを行う方法である。この手続きは多くの研究で復元効果と復帰効果の減少を報告している一方で (e.g., Balooch et al., 2012; Glautier et al., 2013; Gunther et al., 1998; Dunsmoor et al., 2014; Neumann, 2006), そのような結果が得られないとする報告も存在する (e.g., Bouton et al., 2006; Neumann et al., 2007)。この差を説明する要因として消去試行数の影響が考えられており、消去後再発の防止には多文脈消去だけでなく消去試行数の増大手続きを組み合わせることが重要であることが示されている (Thomas et al., 2009; Krisch et al., 2018)。反対に条件づけ試行を多文脈で行った場合、その後の ABC 復元が増加することも報告されており (Thomas et al., 2003), 多文脈下で経験した学習は単独文脈下での学習と比べ他の文脈への般化が促進されると考えられる。

この手続きの効果はエクスポージャー技法を用いた研究 (e.g., Bandarian-Balooch et al., 2015; Oltaunji et al., 2017; Shiban et al., 2013; Vansteenwegen et al., 2007) でもフォローアップ時の恐怖反応の減少をもたらすことが

報告されているが、効果がないとする報告も存在する (Shiban et al., 2015)。この技法を臨床上に応用する場合、セラピールームや病院だけでなく、外や自宅といった多様な文脈下でエクスポージャー技法を多く行うことにより介入後の再発が減少することが予測される。

また、消去手がかり (extinction cue) をテスト時に呈示する手続きの効果も検討されてきた。消去手がかりとは、消去文脈時のみに存在し、かつ他の刺激の到来とは無関連な刺激である。この刺激をテスト文脈に呈示すると自発的回復 (e.g., Brooks & Bouton, 1993), ABA 復元 (e.g., Brooks & Bouton, 1994), ABC 復元 (Bustamante et al., 2016) が減少することが報告されている (ただし Quezada et al., 2018 も参照)。また、消去手がかり自体は制止性の連合強度を有していないことが報告されている (e.g., Brooks & Bouton, 1994)。反対に、獲得時のみに呈示された他の刺激の到来とは無関連な刺激、すなわち獲得手がかりは興奮性の連合強度を有さない一方でテスト時の CR を増強することが報告されている (e.g., Vansteenwegen et al., 2006)。

エクスポージャー技法の効果を検証した研究においても消去手がかりの効果が検証されている。パブリックスピーキングへの恐怖が強い大学生にエクスポージャー技法を用いた研究においては消去手がかりを使用することで ABA 復元 (Culver et al., 2011) および自発的回復 (Shin & Newman, 2017) が減少したという報告と、影響を与え

ないとする報告 (Dibbets et al., 2013) の双方が存在する。この方略の妥当性は更に検討する必要があるものの、臨床場面で用いる場合は、例えばお守りなど手軽に持ち運び可能な刺激を介入時に携帯させておくなどの方法が有効と考えられる。またテスト前にエクスポージャー実施時の状況を想像させる心的リハーサル手続きを行うと、自発的回復および復元効果が減少することが報告されている (Mystkowski et al., 2006, ただし Laborda et al., 2016 も参照)。心的リハーサル手続きの具体的な機序は不明瞭であるものの、この手続きも消去手がかりとして機能している可能性も考えられる。

また、消去時に US を呈示する方法も消去後再発に影響を与えることが示されてきた。消去の定義からも明白なように、通常の消去手続きにおいて CS は US と対呈示されることはない。しかし消去時に US を呈示することによって、その後の再発が減少することが示されてきた (e.g., Laborda & Miller, 2011)。消去時に US 呈示を行う方法として大きく 2 つの手続きが存在する。1 つ目は消去時に CS-US 対呈示を行う、すなわち消去を部分強化 (partial reinforcement) に変更する手続きである。この場合、部分強化の強化率を固定する場合 (e.g., Bouton et al., 2004) と、変化させる場合 (e.g., Gershman et al., 2013) があり、共に自発的回復の減少と再獲得の速度が遅くなることが報告されている (e.g., Thompson et al., 2018)。2 つ目は消去時に US を CS とは非随伴的に呈示する手続

きである (e.g., Rauhut et al., 2001)。すなわち消去時に CS と US の呈示は行う一方で、それらは随伴しないように呈示される。この方法も消去後再発の減少に効果的であると報告されている (e.g., Rauhut et al., 2001; Vervliet et al., 2010) が、前者の方法と比較して再発防止の効果が高いことが示されている (e.g., Bouton et al., 2004)。これらの知見はエクスポージャー技法を実施する際にあえて US を経験することで将来の再発が防止できる可能性を示している。

他にも、消去期の試行間間隔 (inter-trial interval: ITI) を拡張させた場合、その後の ABA 復元と自発的回復、復帰の程度を減少させることが報告されている (e.g., Urcelay et al., 2009; Moody et al., 2006)。ただしこの手続きは自発的回復に影響を与えないとする報告も存在する (Moody et al., 2006) ことから、更なる検討が必要である。この知見をエクスポージャー技法に応用する場合、エクスポージャー技法を行う間隔を出来るだけ空けることが重要であることを示唆している。すなわち刺激への曝露によって反応の減少が見られた後に一度休憩を取る、あるいはその介入の内容について話しを行うなどによって間隔をできるだけ空け、連続的に行わないことが重要である。同時に、これらの知見はセッション間の間隔を広げることが望ましいことも示唆している。この仮説はエクスポージャー技法におけるセッション間間隔の拡張がフォローアップ時の再発を減らすという報告 (Rowe &

Craske, 1998; Tsao & Craske, 2000) によって支持されている。すなわちエクスポージャー技法を行う間隔だけでなく、セッション間の間隔を出来るだけ空けることも再発防止にとっては重要である。

また、CS 以外の刺激、すなわち文脈刺激に対する消去手続きを行うことの効果も多く検証されてきた。しかし、この手続きは消去後再発、特に復元効果に対しては大きな影響を与えない (e.g., Bouton & King, 1983), あるいは復元効果を増加させる (Polack et al., 2013) ことが多くの研究で報告されている (ただし Leon et al., 2012 も参照)。これらの報告は、エクスポージャー技法において単純に条件づけを経験した文脈のみに曝露することは将来の再発の防止には繋がりにくいことを示している。

他にも、消去後再発によって生じた反応を再度消去した場合、その後の再発が減少することがいくつかの研究で報告されている。こうした現象は自発的回復、復帰および ABC 復元後の再消去で報告されており (e.g., Rescorla, 2004; Quirk, 2002; Holmes & Westbrook, 2013), 消去手続きを行う再発現象とは異なる種類の再発現象の防止にも有効である (Holmes & Westbrook, 2013)。このことは、セッション内で故意に再発を生じさせ、それに対してエクスポージャー技法を行うことによって、将来の再発が生じにくくなることを示唆している。

その他にも多様な手続きによって消去後再発の減少が確認されてきた。例えば US の馴化 (habituation) を生じ

させる手続きの効果はこれまで多く検討されており、消去の代わりに US の反復呈示を行い US への馴化を生じさせた場合、消去よりも ABA 復元が小さくなることが報告されている (Leer et al., 2018; Haesen & Vervliet, 2015)。一方で US の強度を徐々に減少させながら単独呈示を行った後に消去を行う場合では ABA 復元に影響を与えないことも報告されている (Leer & Engelhard et al., 2015)。また、消去前に CS を単独呈示することもその後の再発を防止することがいくつかの研究で報告されている (Baker et al., 2013)。しかし効果がない (Drexler et al., 2014; Ishii et al., 2015; Maples-Keller et al., 2017)、あるいは再発を増加させる (Chan et al., 2010) とする報告もあり、その妥当性は未だ不明瞭である。

消去前後にストレス課題を経験することの効果もこれまで多く検討されてきた。消去前に参加者にストレス課題を行わせた場合、その後の ABA 復元が減少することが複数の研究で示されている (Drexler et al., 2018; Meir Drexler et al., 2017, ただし Hamacher-Dang et al., 2013 も参照)。一方で消去後にストレス課題を行わせた場合、ABA 復元および復帰が増加する (Hamacher-Dang et al., 2015) という報告と ABA 復元および自発的回復が減少するという報告 (Merz et al., 2014)、自発的回復は減少するが復元効果は変化しないという報告 (Hamacher-Dang et al., 2013) など、一貫した知見は得られていない。

また、消去文脈をテスト文脈と類似させた場合、復元

効果が減少することが示されている。例えば Bandarian-Balooch & Neumann (2011) は消去文脈とテスト文脈を類似させた場合、ABA 復元の程度が減少することを示している。他にも獲得期と消去期の時間間隔が消去後の再出現、特に自発的回復に影響を与えることも多くの研究で報告されている。例えば獲得期と消去期の間隔を拡張した場合、獲得期の直後に消去を行うよりも ABA 復元および ABC 復元の程度が小さくなり、また自発的回復が減少することが報告されている (Chan et al., 2009; Chang & Maren, 2009; Huff et al., 2009; Merz et al., 2016; Woods & Bouton, 2008)。一方で随伴性判断課題においても獲得期と消去期の間隔を伸ばすことで自発的回復を減少させるものの、ABA 復元の程度は変わらないことが報告されている (Merz & Wolf, 2019)。

ヒトの研究に特化した方法として、言語教示 (verbal instruction) が古典的条件づけの結果に大きく影響を与えることは広く知られており、復元効果に対して影響を与えるとする報告はいくつか存在する (e.g., Raes et al., 2011; Mertens & DeHower, 2016) もの、影響しないとする報告 (Neumann, 2007) もあり、どのような教示が消去後再発の減少をもたらすかについては今後の研究が待たれる。

1.4 消去および消去後再発に関する諸現象の連合学習理論を用いた説明

それでは消去手続きによる反応減少，消去後再発の諸現象，そして消去の効果を促進する手続きと消去後再発の軽減をもたらす手続きの効果はどのように説明することが可能であろうか。心理学において，古典的条件づけに関する諸現象を説明する理論として連合学習理論（associative learning theory）が広く用いられてきた。連合学習理論において条件づけは，経験によって形成される刺激や反応に関する心的表象間の連合によって生じると仮定される。これまで提案された連合学習理論は多岐にわたるものの，消去後再発に関する諸現象を包括的に説明可能な理論は少ない（McConnell & Miller, 2014）。また，消去後再発を防止する方略においてもその効果を一貫して説明できるものはこれまで存在しなかった。

本節においては主要な連合学習理論の中でも消去の効果および消去後再発現象の説明として広く用いられてきた Rescorla-Wagner モデル（Rescorla & Wagner, 1972）と Bouton のモデル（Bouton, 1993）の観点から，消去および消去後再発の効果をどのように理解することが可能かを概説する（仮定を追加した他の理論による説明は McConnell & Miller, 2014 を参照）。

1.4.1 Rescorla-Wagner モデルと Bouton のモデルの概要

Rescorla-Wagner モデルとは CR を生じさせる CS-US 間の連合強度が誤差修正モデルに従い各試行ごとに变化す

ることを仮定している数理モデルである。このモデルにおいて各試行の連合強度の変化量は以下の式によって表現される。

$$\Delta V_{A,t} = \alpha_A \beta (\lambda - \Sigma V_{t-1}) \quad (1)$$

$$V_{A,t} = \Delta V_{A,t} + V_{A,t-1} \quad (2)$$

$\Delta V_{A,t}$ はCSである刺激Aの試行tにおける連合強度($V_{A,t}$)の変化量を表す。 α_A は刺激Aの明瞭度(salience), β はUSの明瞭度を指し, 両者は物理的な特性であると仮定される。 λ はUSの強度を表現しており, 本モデルにおいて連合強度の漸近値として機能する。 ΣV_{t-1} は試行tで呈示された全ての刺激が持つ連合強度の合計値である。このモデルの特徴的な点は学習率が刺激の明瞭度によって決定される点, そして複合条件づけの仮定がなされている点である。

1点目は式1の通り, Rescorla-Wagnerモデルにおける誤差修正規則の学習率はCSの明瞭度とUSの明瞭度の2つのみによって決定されることによって表現される。すなわち注意(e.g., Mackintosh, 1974)や連合可能性(associability; e.g., Pearce & Hall, 1980)といった構成概念は仮定せず, 両刺激の物理的特性のみによって決定される。2点目はある試行における個々の刺激の学習がその試行で呈示された全ての刺激の影響を受けるという仮定で表現される。すなわち, ある試行における予測誤

差の大きさは学習の漸近値（US 強度）と個別の刺激の連合強度の差分ではなく、呈示されている全ての連合強度の加算値との差分によって規定される。この仮定は阻止（blocking）、隠蔽（overshadowing）、過剰予期効果（overexpectation effect）といった複合刺激（compound stimulus）に関する多様な現象の予測や説明を可能にした（詳細は Miller et al., 1995 を参照）。

一方 Bouton のモデル（Bouton, 1993）においては文脈刺激が表出される反応の大きさ、すなわち学習された内容が表出される強度に影響を与えると仮定される。このモデルでは獲得時に興奮性連合が、消去時に CS-no US 連合（制止性連合）、すなわち CS が US の不在を予測する学習が独立に生じることを仮定する。興奮性連合は CR を生じさせる一方で、制止性連合は興奮性連合の効果を減弱させるように働く。しかし制止性連合は興奮性連合と比べ文脈依存的であるため、消去文脈から別の文脈に移動することによって、連合の表出の程度を決定する連合の検索強度が大きく影響を受ける。結果として、消去文脈からの移動によって CR は再び生じることが予測される。この説明は消去だけでなく拮抗条件づけ（counter-conditioning）や潜在制止（latent inhibition）、逆転学習（reversal learning）といった多くの干渉事態（interference paradigms; Bouton, 1993）における学習の文脈依存性への応用も可能とした（Bouton, 1993）。ただし Rescorla-Wagner モデルとは異なり、Bouton のモデルは連合の形成過程の

仮定を行っていないため、獲得された学習の表出に関する規則のモデルであるといえる。

1.4.2 消去

消去に関する従来の連合学習諸理論の仮定は、獲得されてきた興奮性連合の消失とみなすものと、新たな制止性連合の獲得とみなすものの大きく 2 つに分かれる (McConnell & Miller, 2014)。Rescorla-Wagner モデルは前者の仮定を採用しており、CS-US 対呈示によって獲得された連合強度は消去期に連合の形成と同様の誤差修正規則に従い減弱する。すなわち消去手続きによって獲得された興奮性の連合は最終的に消失すると仮定される。一方で Bouton のモデルは後者の仮定を採用しており、消去手続きによって興奮性連合とは異なる制止性連合が同じ CS に対して獲得されることを仮定している。すなわち消去手続きの効果は CS が US の到来と同時に US の非到来という 2 つ目の意味の獲得によって説明される。しかし Rescorla-Wagner モデルとは異なり、両連合がどのような機序で形成されるかの仮定は置かれていないため、消去時にどのような推移で反応が減少していくかは Bouton のモデルでは表現できない。また、複合刺激に関する仮定も置いていないため、複合消去など上述した消去の効果をも促進する手続きは Rescorla-Wagner モデルで扱える一方で (e.g., Rescorla, 2006), Bouton のモデルにおいては不可能である。

1.4.3 復元

復元効果に関する理論的研究は主に Rescorla-Wagner モデルを始めとする、消去は獲得された連合の消失であるという仮定への批判から生じた (e.g., Bouton & Swartzentrube, 1986)。Rescorla-Wagner モデルにおいて復元効果は CS と文脈刺激の複合条件づけの結果であるともみなすことで説明が可能となる。すなわち条件づけ、あるいは消去時に CS-US 間の連合だけでなく文脈刺激と US 間の興奮性あるいは制止性連合の変化が生じる。例えば ABA 復元において、獲得時に CS と同時に文脈 A も興奮性の連合強度を有する。その後の消去時には CS の連合強度の減衰と同時に、中性刺激である文脈 B は条件性制止となる。この結果、消去期に消去からの保護効果が生じ、結果として CS そのものへの連合強度は完全に 0 とはならない。そのため再度文脈 A に戻った場合、文脈 A の連合強度および CS に残存した連合強度の加算により反応は再出現する。ABC 復元も ABA 復元と同様に消去からの保護効果によって説明可能であり、ABA 復元は ABC 復元よりも大きいという知見 (e.g., Thomas et al., 2003) もモデル上の予測と一致する。

しかしこの説明は多くの実験知見と矛盾している。例えば文脈の連合強度は復元効果の大きさに影響を与えない (e.g., Bouton & Swartzentrube, 1986)。このことは文脈の連合強度が復元効果の程度と関連しないことを意味し

ており、復元効果を説明するための Rescorla-Wagner モデルの仮定と一致しない。また、もし獲得時に文脈刺激が連合強度を有するのであれば、その効果は文脈刺激のみが呈示される ITI が文脈刺激への消去手続きとして機能するはずであり、ITI 時に文脈の連合強度は減衰するはずである。しかし獲得時の ITI はその後の ABA 復元と関連しないことが示されている (Carranza-Jasso et al., 2014)。この結果も Rescorla-Wagner モデルの仮定とは一致しない。

Bouton のモデルにおいて、復元効果は制止性連合の検索が形成された文脈に依存的である一方で、興奮性連合の検索は文脈変化による影響を受けないことによって説明される。すなわち復元効果は消去文脈から移動することによって、制止性連合の検索のみが減衰されるために生じるのである。しかし Bouton のモデルは ABC 復元および AAB 復元の差を説明できないという欠点がある (McConnell & Miller, 2014)。すなわち Bouton のモデルにおいては獲得および消去時の文脈とは異なる新規文脈へ消去後に移動した場合、復元効果の程度は同程度になると予測される。しかし多くの研究において ABC 復元と AAB 復元は同程度ではなく、AAB 復元の方が小さくなることが報告されている (e.g., Thomas et al., 2003; ただし Bernal-Gamboa et al., 2012 も参照)。そのため、Bouton のモデルにおいても基本的な復元に関する現象を扱うことはできていない。

1.4.4 自発的回復

Rescorla-Wagnerモデルでは消去後の遅延時間の効果はモデル上で表現されていないため自発的回復を説明できない。しかし Bouton のモデルでは時間経過を文脈として扱うことにより、自発的回復を復元効果の一種とみなす考えを提案した (Bouton, 1993)。すなわち自発的回復を引き起こす消去後の時間経過は、その経過に伴って内的・外的文脈の変化を引き起こしているともみなす。この考えには批判も存在するが (Ricio et al., 1999)、多くの研究で妥当であることが示されている。例えばこの考えに従った場合、物理的な文脈と同時に時間的文脈も変化させた場合、個々の操作よりも大きな文脈変化が生じることから大きな再発が生じることが予測されるが、この予測と合致した結果が報告されている (e.g., Rosas & Bouton, 1998)。

1.4.5 復帰

Rescorla-Wagnerモデルにおいて復帰は文脈の連合強度と CS に残存した連合強度の加算値の表出であると説明可能である。すなわち消去後の US 単独呈示は文脈刺激に対する興奮性連合を形成すると仮定され、その後 CS が呈示された場合、閾値下で残存していた CS の連合強度と増加した文脈の連合強度が加算されることによって CR が表出する。この考えは文脈刺激の連合強度をテスト前

に減少させる，あるいは US 呈示を行った文脈とテスト文脈が異なる場合に復帰が生じなくなるとする結果 (Bouton & Bolles, 1979) とも一致する。

Bouton のモデルにおいて復帰は US 単独呈示によって形成された文脈刺激-US 間の興奮性連合が検索手がかりになっていると説明されることが多い (Bouton & Nelson, 1998)。ただし Bouton のモデルにおいて文脈刺激-US 連合は復帰以外の現象ではほとんど考慮されていない。また，この説明において文脈の連合強度は獲得時には影響を与えない一方で，消去後のみ反応に影響を与えることが仮定されているため (Bouton & Nelson, 1998)，文脈が有する連合は通常の CS が有する連合とは異なる規則によって表出が規定されることを本モデルに追加して仮定する必要がある。それに加えて，消去時に CS と非随伴的に US を呈示する手続きは消去後の再獲得を遅らせることが示されている (e.g., Rauhut et al., 2001) が，US の単独呈示が文脈刺激-US 連合を形成し，かつ消去後にその連合が獲得時の検索手がかりとして機能するのであれば，この手続きは US を単独呈示しない場合と比べてその後の再獲得を促進するはずである。すなわち，Bouton のモデルにおける重要な概念である検索減衰説における復帰の説明とは一致しない知見が多く存在する。また，US によって引き起こされる内的状態が文脈，あるいは手がかり刺激として機能しているという説明がなされることもある (Bouton et al., 2006)。ただしこの説明では，内的刺

激が重要な検索手がかり刺激となるため、US 呈示文脈とテスト文脈が異なる場合でも復帰が生じると予測されるが、この予測は多くの結果と一致しない (e.g., Bouton & Bolles, 1979)。

1.4.6 再獲得速度の変化

急速な再獲得は Rescorla-Wagner モデルにおいて消去後に残存する CS の効果によって説明可能である一方で、消去試行数の増加などがもたらす再獲得の速度が遅くなる現象は説明できない。一方で Bouton のモデルにおいて再獲得を行う文脈が再獲得の速度に強く影響を与えると仮定される。特に再獲得の速度は試行という文脈の影響を受けている、すなわち強化試行と非強化試行がそれぞれ文脈刺激としての機能を果たすという系列理論 (sequential theory; Capaldi, 1994) の考えを文脈刺激に援用した説明がなされる場合が多い (Bouton & Nelson, 1998)。系列理論とは、ある試行における強化、あるいは非強化が次の試行の強化や非強化を予測する事象として機能することを仮定する理論であり、例えば個体が連続強化の後に消去を経験した場合、強化試行の経験は次の強化試行を予測する一方で、非強化試行は次の非強化試行を予測する事象となる。この仮定によって連続強化よりも部分強化の方が消去の獲得が遅れるという、部分強化消去効果 (partial-reinforcement extinction effect) の説明を可能にした (Capaldi, 1994)。

Bouton and Nelson (1998)はこの説明を援用し、強化、あるいは非強化の試行系列を1つの文脈とみなし、直前に経験した試行が文脈刺激として機能するという仮説を提案した。すなわち獲得時のCS-US対呈示試行の系列と消去時のCS単独呈示試行の系列を異なる文脈とみなすことで、消去後の強化試行はCS-US対呈示文脈への帰還が生じ、結果としてABA復元効果が生じていると説明する。この説明は獲得時の文脈に類似している場合再獲得の速度は速くなり、消去文脈に類似していた場合は遅くなる、あるいは消去時におけるUS呈示は消去後再発を減少させるという予測をもたらすが、この予測は多くの研究によって支持されている(e.g., Bouton & Swartzentruber, 1989)。ただし、消去試行数の効果はBoutonのモデルでは仮定されないため、Rescorla-Wagnerモデルと同様に消去試行数の増加による再獲得の遅延は説明できない。

1.4.7 消去手続きの効果の促進

消去試行数の増加や興奮性連合を持つ別の刺激と複合的に消去することによって消去後再発が減少することは、Rescorla-Wagnerモデルにおいては部分的に説明可能な一方で、Boutonのモデルにおいては扱うことができない。Rescorla-Wagnerモデルにおいてこれらの手続きはCSや文脈刺激が有する連合強度を通常の消去以上に減少させることを予測し、その結果として消去後再発や再獲得の

速度が遅くなることを説明できる。ただし本方略は自発的回復を取り除くことが多くの研究で示されているものの (e.g., Culver et al., 2015; Rescorla, 2006), 上述の通り Rescorla-Wagner モデルでは自発的回復を扱えないため, どのような機序で自発的回復が本手続きによって減少するかは説明できない (Coelho et al., 2015)。一方で Bouton のモデルにおいては消去時の連合がどのように形成されるか, および複合刺激の仮定を置いていないため, 制止性連合がこれらの手続きによって促進されるかは不明瞭である。そのため, これらの手続きの効果を説明することは出来ない。

1.4.8 多文脈消去

多文脈消去の効果は両モデルにおいて異なる仮定によって説明できる。Rescorla-Wagner モデルにおいて, 多文脈で消去を行うことは消去からの保護効果を取り除く効果を持ち, 結果としてその後の再発の減少が生じると説明する。例えば ABA 復元の場合, 消去期において文脈 B が条件性制止子となるため, 消去からの保護効果が生じ CS への連合強度はいくらか残存する。一方で多文脈消去を行う場合, 新規文脈への移動によって条件性制止子が不在となるため, 消去からの保護効果が消失する。そのため CS への消去が促進され, 結果として消去後再発の減少を導く。一方で Bouton のモデルにおいては多くの文脈下で消去を行うことによって, それらの文脈内に存在す

る多くの刺激成分が消去を経験し，それによって他の文脈への般化が促進されるという説明を行う（Bouton, 2000）。すなわち，どちらのモデルにおいても多文脈消去の説明は可能である。

1.4.9 消去手がかりの使用

消去手がかりは連合強度を有さないため（e.g., Brooks & Bouton, 1994），その効果は Rescorla-Wagner モデルでは説明できない。しかし Bouton のモデルでは消去手がかりをテスト期に呈示することで消去時の文脈が強く検索され，その結果として消去後再発が減少すると説明を行う。この説明は連合強度を有さない獲得手がかりがテスト期に呈示されたときに消去後再発を増加させるとする知見（e.g., Vansteenwegen et al., 2006）によっても支持される。すなわち Bouton のモデルにおいてこの手続きの効果は連合の検索を促進する刺激として扱うことで説明可能である。

1.4.10 消去時 US 呈示

消去時に US を呈示する効果については Rescorla-Wagner モデルにおいては，文脈への連合強度を増加させることによる消去からの保護効果の減少によって説明できる可能性がある。すなわち US 呈示によって消去文脈に対して強化がなされるため，その後の非強化試行が興奮性の連合強度を有した文脈刺激との複合消去となる。

しかしこの説明は CS と US が非随伴的に呈示される場合に限られる。すなわち，消去時に強化試行を導入する手続きでは CS の連合強度も増加するため，再発防止効果は生じない可能性が高い。また，間接的な説明ではあるものの，US への馴化が生じている可能性も考えられる（Rauhut et al., 2001）。もし US 呈示によって US への馴化が生じた場合，US 強度が減少すると CR も減少する US 低価値化（US devaluation; Rescorla, 1973）が引き起こされる。それによって，その後の CR が減少している可能性もある（ただし Thomas et al., 2005 も参照）。

一方で Bouton のモデルにおいては再獲得速度の変化の説明と同様に，試行系列を 1 つの文脈とみなし，消去時に強化子を呈示する手続きは非強化試行が強化試行と非強化試行の双方を予測する，すなわち一種の多文脈曝露として機能する可能性が提案されている（Bouton, 2002）。この説明は消去時 US 呈示によって強化試行という文脈における獲得文脈と消去文脈間の類似性が増加するため，消去後の再発が減少すると説明できる。

1.4.11 試行間間隔の拡張

消去期の ITI を拡張することの効果は Rescorla-Wagner モデルでは説明できない。Rescorla-Wagner モデルでは消去時の長い ITI は消去文脈に対する消去試行を多く経験すると予測されるが，この手続きはその後の CS への反応に影響を及ぼさない。一方で Bouton のモデルにおいては，

この手続きによって CS が呈示されるまでに経験する時間的文脈を多く経験することから、時間的文脈に関する多文脈消去、あるいはテスト文脈に消去文脈を類似させる手続きの一種であると説明される (Bouton & García-Gutiérrez, 2006)。すなわち Bouton のモデルにおいてこの手続きの効果は説明できる。

1.4.12 文脈刺激への曝露

Rescorla-Wagner モデルにおいてテスト文脈を消去する手続きは消去後再発を減少させることが予測される一方で、Bouton のモデルでは有効でないことが予測される。上述のように、多くの研究では文脈刺激への消去はその後の CR の回復の除去にとって有効でないことが示されている (e.g., Bouton & King, 1983)。この結果は Bouton のモデルの説明の妥当性を支持するものである。

1.4.13 再発の消去

消去後再発を再度消去することは両モデルによってその後の消去後再発が減少することが予測される。Rescorla-Wagner モデルにおいては CS および文脈刺激への再消去が行われるため、以前よりも連合強度の減衰が生じることが予測される。Bouton のモデルにおいてもテスト文脈で消去を行うことによってその文脈下での消去時の検索の程度が強くなり、結果としてその後の消去後再発が減少すると考えられる。

1.4.14 要約

本節では消去，消去後再発およびそれらに影響を与える手続きに関する Rescorla-Wagner モデルと Bouton のモデルそれぞれの説明を行ってきた。上述の通り，両モデルは多様な手続きの効果を説明できるものの，説明できない現象も多く存在する。すなわち，現在提案されている連合学習理論において消去や消去後再発に関する諸現象を包括的に扱える理論は存在しない。

1.5 従来の研究の問題点

1.5.1 臨床心理学的問題

従来の古典的条件づけに関する知見における臨床心理学的観点からの問題点として，知見の応用可能性の低さ，そして消去および消去後再発を統一的に扱うことの出来る連合学習理論の不足という 2 点が挙げられる。1 点目の応用可能性の低さは，上述した多くの研究が行われてきた実験事態がエクスポージャー技法を行う際の実践事態と大きく乖離している事実と関連する。これまで臨床心理学への応用を目的とした恐怖条件づけの研究は多く行われ，その結果は新しい介入法の提案といった多くの示唆をもたらしてきた (Carpenter et al., 2019)。その一方で，それらの研究の多くでは統制可能性や実験の容易さなどの観点から，実験の対象はヒトでなく実験動物が主に用いられてきた。また，ヒトを対象とした研究におい

ても、実験に使用する CS として図形などの恣意的な刺激、US として電気ショックやノイズバーストといった刺激が用いられることが多かった。しかし条件づけ研究において用いる刺激間の生態学的な関連性や刺激が持つ準備性の程度によって結果が異なることが多くの研究で示されており (Seligman, 1970; Seligman, 1971)、応用的な目的のために研究を行う際はそれらを考慮した事態を用いる必要があることが指摘されている (Carpenter et al., 2019)。

そうした指摘を踏まえて、臨床場面を考慮した刺激を用いた復元効果の検討も近年多く行われるようになってきた。しかしこれまで多く行われてきた対象はクモ恐怖といった特定の単一刺激に対する恐怖であり (e.g., Vansteenwegen et al., 2007)、社交不安などの複雑な対象への恐怖や不安に関する研究は少ない。特に消去後再発の検討は介入後の再発にとって重要な知見であるため、臨床場面と類似した実験事態下で生じるかどうかは重要な問いである。

こうした背景から、社交不安の獲得を模した恐怖条件づけ事態として、CS に顔画像、US に怒り顔やネガティブなコメントからなる動画刺激を使用した手続きが開発され、研究がなされるようになった (e.g., Lissek et al., 2008)。この事態においては従来の実験事態と同様に、分化条件づけ (differential conditioning) による反応の増加および消去手続きによる反応の減少が健常者と社交不安

症患者の双方において確認されている (Lissek et al., 2008)。それに加えて、本実験事態の臨床応用可能性の高さから、刺激呈示時の神経活動の評価 (e.g., Pejic et al., 2013)、健常者と患者間の CR の差 (e.g., Tinoco-González et al., 2015)、CS に対する再評価方略の効果 (Blechert et al., 2015)、あるいは CR と回避行動の関係 (e.g., Reichenberger et al., 2017) といった臨床心理学的に重要な研究テーマに関する検討がなされてきた。しかしこれまで本実験事態を用いた消去後再発に関する検討は行われていない。

2 点目の消去および消去後再発を統一的に扱うことの可能な連合学習理論の不足は、エクスポージャー技法による症状減少を増強する方法と介入後の再発を防止するための方法を統一的に説明することが出来ないという問題と関連する。恐怖条件づけの知見や連合学習理論の枠組みをエクスポージャー技法の作用機序に援用している枠組みとして、制止学習アプローチが存在する (Craske et al., 2014)。制止学習アプローチでは近年の恐怖条件づけの知見、あるいは Rescorla-Wagner モデルや Bouton のモデルを始めとする多様な連合学習理論を援用し、エクスポージャー技法内で用いられる諸手続きの効果の説明や新しい技法の提案を行ってきた (Craske et al., 2014)。

しかしその一方で、これらの手続きの効果を統一的な枠組みで理解することは困難であった。例えば、制止学習アプローチにおいては Bouton のモデルに基づきエクス

ポージャー時に CS と no-US 間の連合が形成されると仮定している。すなわちエクスポージャー技法の効果は制止性連合の強度とその検索の強さによって決定されるが、その制止性連合の獲得は誤差修正モデルにより獲得されることを仮定している (Craske et al., 2008)。しかし Bouton のモデルは制止性連合の形成機序に関する仮定を置いていない。すなわち制止学習アプローチでエクスポージャー技法の効果の説明の際の中核概念である制止性連合の形成過程について、制止学習アプローチが中核とする Bouton のモデルでは規定していない。それ以外にも、制止学習アプローチにおいては CS への注意や刺激の明瞭度といった多様なモデルで用いられている概念を多く説明に用いている (Claske et al., 2014)。すなわち、制止学習アプローチは古典的条件づけにおける多様な現象や理論に基づく手法から構成されている一方で、それらの手法を統一的な枠組みで説明することは不可能であった。

また、制止学習アプローチにおいては従来の連合学習理論とは異なる仮定も多く存在する。例えば制止学習アプローチにおいては表出された反応と表出される連合強度は一致しないと仮定されており、反応が減少することが目的ではなく、US に対する予期 (expectancy) が下がることが介入にとって重要であることが仮定されている (Claske et al., 2014)。しかし多くの連合学習理論において予期と反応は直接的な関係にあると仮定されることが

多い (Lovibond & Shanks, 2004; 予期と反応が一致しないという仮定に基づく理論として Miller & Matzel, 1988)。もし多くの連合学習諸理論の仮定に基づくのであれば、エクスポージャー技法によって制止性連合の獲得がなされている場合、反応は減少すると考えられる。

こうした説明の非統一性は、特に介入において重要な点である「介入効果の大きさ」と「介入後の再発」の2点を統一的な枠組みで扱うことが不可能であることを意味し、介入時にどの理論を用いるかによって効果の予測や説明が異なる可能性があるという実践上の重大な欠点を引き起こす。例えば Rescorla-Wagner モデルを用いてエクスポージャー技法の効果を上昇させる方法を演繹する場合、文脈刺激も連合強度を有することが仮定されるため、トラウマティックな出来事が生じた文脈刺激そのものに曝露させることが効果の向上をもたらすために重要であると予測される。一方で Bouton のモデルを用いた場合、Rescorla-Wagner モデルとは反対に文脈刺激のみの曝露は効果をもたらさないことが予測される。その一方で複合刺激を用いた消去に関して Bouton のモデルからは何も演繹されないが、Rescorla-Wagner モデルでは恐怖を感じる別の刺激であれば促進されるが、セラピストの存在といった条件性制止子と一緒に経験する場合は効果が減弱するといった具体的な予測とそれに基づいた制御も可能となる。このように、用いる説明体系によって手続きの効果が異なると予測される、あるいは具体的な効果の予測

に違いがあるような場合が数多く存在する。

しかしこの問題は、消去の効果を促進する方法と消去後再発を防止する方法に関する実験的知見を統一的に扱え、かつ妥当な説明と予測をもたらす理論が存在しなかったため、連合学習理論の立場からは解決することができない。もしこれらを統合して扱える理論と具体的なモデルの提案を行うことが可能であれば、制止学習アプローチにおける説明の統一性に関する欠点は解決し、理論に基づいた効果を上昇させるための方法の提案を行えるようになると思われる。

1.5.2 基礎心理学的問題

従来知見における基礎心理学の問題点として、これまで提唱されてきた連合学習理論を用いた復元効果に関する量的予測が検討されていないこと、そして上述した諸現象を統一的に扱うことの出来る理論が存在しないことの2点が挙げられる。1点目について、これまで復元効果、特にABA復元効果の説明はRescorla-Wagnerモデル、あるいはBoutonのモデルによって定性的な観点から説明されることが多かった。しかし、定量的な観点からモデルによる予測と実験によって得られたデータがどの程度一致するか、そしてどちらのモデルが妥当な予測を行えるかの検討はなされてこなかった。この検討は連合学習の妥当性を検討するために重要な問題である。

2点目は、Rescorla-WagnerモデルとBoutonのモデルが

共に上述した諸現象を統一的に扱えない点である。Bouton のモデルは Rescorla-Wagner モデルと比較すると相対的に消去後再発に関する諸現象を扱うことが可能である一方で、復帰、複合消去 (compound extinction)、あるいは ABC 復元と AAB 復元の区別など説明が困難な現象も存在する。また、Bouton のモデルでは制止学習の獲得機序に関する仮定や連合形成の機序に関する数理的仮定が存在しないため、モデルの定量的予測に関する妥当性を検証することが困難である。すなわちこれらの現象を包括的に扱うことの出来る数理モデルの提案を行うことは連合学習理論研究にとって重要な課題である。

1.6 本研究の目的

こうした背景から、本研究では、エクスポージャー技法のアナログ実験事態下における消去および消去後再発に焦点を当て研究を行う。初めに研究 1 において条件づけ研究の臨床心理学への応用における阻害要因とされてきた方法論的な問題を解決するために、CS と US を社会的刺激とした恐怖条件づけ事態において復元効果が生じるかを検討する。この検討によって、介入後に生じる再発と復元効果の関連について、従来知見以上に強く示唆することが可能となる。

研究 2, 3 および 4 においては消去と消去後再発に関する理論およびモデルに関する妥当性の検討を行い、エクスポージャー技法の効果を向上させるための説明機序と

してどの説明が妥当であるかを検討する。研究 2 においては従来 ABA 復元の説明として多く用いられてきた Rescorla-Wagner モデルと Bouton のモデルのどちらが研究 1 で得られた ABA 復元効果のデータと適合しているかを定量的な観点から検討する。研究 3 においては従来の連合学習モデルの欠点を克服し、かつエクスポージャー技法の効果を向上させることが可能な新たな連合学習理論とそれに基づいた数理モデルの提案を行う。このモデルは従来の連合学習モデルでは不可能であった、エクスポージャー技法の効果を上昇させる方法や再発を防止するための各手法の統一的理解を可能にする。このモデルの妥当性を検証するために消去と消去後再発に関する基本的現象、および消去の効果を増大させる手続きと消去後再発を防止する手法の本モデルを用いたシミュレーションを行い、先行研究によって得られたデータの傾向と一致するかどうかを検証する。研究 4 においては研究 3 で構築されたモデルが従来のモデルと比較して妥当であるかどうかを研究 1 で得られたデータおよび ABC, AAB 復元効果に関するデータとの比較によって検討を行う。

2 第2章 研究1: 社会的刺激を用いた恐怖条件づけにおけるABA復元効果の検討

研究1においては従来の復元効果の研究で多く用いられてきた実験事態と臨床実践上でエクスポージャー技法を行う事態間にある乖離の問題を克服するために、社会的刺激を用いた恐怖条件づけにおいてABA復元効果が生じるかを検討する。

2.1 方法

2.1.1 参加者

大学生および大学院生 64 名（男性 24 名，女性 40 名；平均年齢 21.59 歳（ $SD = 3.66$ ））を対象として実験を行った。本研究のサンプルサイズは G*Power3.1（Faul, Erdfelder, Buchner, & Lang, 2009）を用いて事前に決定された（効果量 = 0.25，検出力 = 0.80，有意水準 = 0.05）。参加者は無作為に実験群（ABA 群）と統制群（AAA 群）に割り当てられた。

2.1.2 刺激

本研究では CS として中性的な顔画像，US として嫌悪的な表情およびネガティブな言語的コメントからなる動画刺激を用いた。先行研究（e.g., Lissek et al., 2008）の手続きと一致させるため，非強化試行において CS の後に中性的な動画刺激（neutral stimulus; NS）を呈示した。

本研究で使用する US および NS を決定するため予備研

究を実施した。予備研究において、初めに俳優が嫌悪的な表情で異なるネガティブな言語的コメントを述べる動画刺激を20種類、俳優が中性的な表情で異なる中性的な言語的コメントを述べる動画刺激をそれぞれ15種類作成した。全ての動画刺激は男性と女性の双方の俳優それぞれで作成し、音量は80db以下(62.9-78.9db)、長さは4秒から6秒とした。予備研究における参加者は大学生および大学院生10名であった。参加者は全ての動画刺激に対する選好および強度に関する評定を求められた。選好は1(快)から10(不快)、強度は1(低い)から10(高い)の10件法で評定を求めた。選好と強度の平均値が両俳優で7以上かつ両俳優間の差が1.5以下のものを本研究におけるUSとして用いた(「どっかいけ!」,「何が悪いかわかってる?」,「お前なんて嫌いだ!」)。また選好の平均点数が両俳優において4点から6点かつ強度が3点以下、そして両俳優の選好と強度の差が1.0以下の3つの動画刺激をNSとして使用した(「もう食べれないや」,「何しようかなあ」,「お腹すいた」)。CSはUSおよびNSに用いた俳優の中性的な顔画像を用いた。ディスプレイ上に呈示された全ての画像および動画刺激の大きさは14.3cm×23.7cmであった。

2.1.3 装置

全ての刺激は19.5インチのディスプレイ(Dell株式会社, E2014HF)上に呈示された。実験はPsychoPy2(version

1.85.3; Peirce, 2007) によって制御された。動画刺激による音声はノイズキャンセリング機能を有したヘッドホン (Bose 株式会社, QuietComfort 35 wireless headphones) を通して呈示された。

2.1.4 測定

CR の測度として US 予期および CS 感情価を用いた。両測度は実験内で画面上に呈示され、マウスを用いて評定を求めた。US 予期は CS の後に US がどの程度来るかの予期の程度を 0(絶対言わない)から 9(絶対言われる)の 10 件法で評価するよう求めた。参加者は実験における全ての CS 呈示 5 秒後に画面下部に出現する尺度への入力を求められた。CS 感情価は両 CS の感情価を測定するため、1(快)から 9(不快)の 9 件法で評定を求めた。CS 感情価を評定する尺度と両 CS が各期の終わりに呈示され、参加者はこの尺度に評定を行うよう求められた。

本研究においては実験事態と強く関連していると考えられる社交不安の個人差を測定するため、実験開始前に日本語版 Fear of Negative Evaluation Scale (SFNE; Leary, 1983; 笹川ら, 2004) への回答を求めた。しかし本研究とは異なる目的(研究 2)で測定されたため、研究 1 では使用しなかった。

2.1.5 手続き

初めに、全ての参加者に本研究の説明がなされ、参加

者は実験参加への同意を書類に記入した。次に参加者は SFNE への記入が求められた。記入が終了した後に実験者より本実験の説明が行われた。実験の説明として、参加者は画面に教示が出現した後、次に嫌悪的な言葉が到来する可能性がどの程度かを予測し（US 予期）評定すること、画面に顔画像に対する評価（CS 感情価）を尋ねる教示が出た際にはその教示に従って評価を行うことの 2 点の実験者より伝えられた。最後に US 予期と CS 感情価の評定法について実験者が教示した。これらの教示において、CS と US の関係性に関する情報は参加者に与えられなかった。

本実験における全ての参加者は獲得期（9 試行）、消去期（18 試行）、そしてテスト期（3 試行）が CS+ と CS- それぞれに対して行われた。獲得期において CS+ は常に US と対呈示される一方で、CS- は常に NS と対呈示された。消去期とテスト期においては両 CS に対して常に NS が対呈示された。AAA 群の参加者は全て同じ文脈（文脈 A）で全ての手続きを経験する一方で、ABA 群の参加者は獲得期とテスト期が同じ文脈、消去期は異なる文脈（文脈 B）で行われた。文脈刺激は画面の背景色（赤あるいは青）によって定義された。

全ての試行において CS が呈示されてから 5 秒後に画面上に US 予期を評定するための尺度が現れ、参加者は US 予期の評定を求められた。この尺度が画面上に出現している間、直前に呈示された CS は残り続けた。US 予期

への評定が完了された直後に CS と尺度が画面上から消失し、US あるいは NS が呈示された。それに加えて、各期の終わりに CS 感情価への評定を求めた。

実験で用いられた文脈刺激および CS に用いられた俳優の性別（男性あるいは女性の俳優）は参加者間でカウンターバランスを行った。ITI は全ての試行において 5 秒から 8 秒の間で無作為に決定された。全ての期において CS+ と CS- は同じ型の CS が 3 回以上呈示されないように設定した上で無作為化する疑似無作為的方法により決定された。3 種類存在する US と NS の呈示順序も同様に疑似無作為的に決定された。本研究は「専修大学人間科学部心理学科・大学院文学研究科心理学専攻 人を対象とした研究倫理委員会」によって承認された（承認番号：16-DL167001-2）。

2.1.6 統計分析

1 人の参加者（ABA 群）はプログラム上のエラーにより消去期のデータが全て記録されていなかったため、全ての分析から除外された。それに加えて記録上のエラーのため、8 名（各群 4 名）を CS 感情価の分析から除外した。そのため分析に用いた最終的な参加者は US 予期において 63 名（男性 23 名，女性 40 名，平均年齢 21.63 歳（ $SD = 3.67$ ）），CS 感情価において 55 名（男性 19 名，女性 36 名，平均年齢 21.38 歳（ $SD = 3.80$ ））であった。

本研究では US 予期と CS 感情価における差を検討する

ため、分散分析を用いた。US 予期において、獲得期において分化恐怖条件づけが生じているか、消去期において反応減少が生じたかどうか、そしてテスト期における反応回復が生じたかを確認するため、各期で群（AAA 群および ABA 群）、CS（CS+および CS-）および試行を要因とした 3 要因の分散分析を行った。

CS 感情価においては群（AAA 群および ABA 群）、CS（CS+および CS-）および測定時期（獲得期後、消去期後およびテスト期後）を要因とした 3 要因の分散分析を行った。全ての分析において球面性の仮定が満たされなかった場合、Greenhouse-Geisser のイプシロンによる修正を行った。また、多重比較においては modified sequentially rejective Bonferroni 法を用いた。有意性検定における有意水準は 0.05 に設定した。

2.2 結果

図 1 に本実験における US 予期の結果を示した。獲得期において、両群ともに CS+への US 予期の値は徐々に増加し、CS-への予期は徐々に減少した。これは有意な CS×試行の交互作用効果が有意であること ($F(3.69, 543.17) = 198.15, p < 0.001, \eta^2_p = 0.76$)、および群×CS×試行の交互作用効果が有意でない ($F = 0.93, p = 0.44, \eta^2_p = 0.02$) という結果によって確認された。次に消去期において CS+への US 予期は試行を重ねるごとに減少しており、この結果は有意な CS×試行の交互作用効果 ($F(2.96, 233.62)$)

= 36.73, $p < 0.001$, $\eta^2_p = 0.38$) によって確認された。消去期の終わりにおいて群間にやや視覚的な差が観察されたものの、群×CS×試行の交互作用効果が有意でなかったことから ($F(2.96, 14.55) = 2.29$, $p = 0.08$, $\eta^2_p = 0.04$), 群間に有意な差は無いことが確認された。この結果は両群において同程度に消去が生じていたことを示している。最後にテスト期において両群間に差が観察され、これは有意な群×CSの交互作用効果によって統計的に支持された ($F = 5.17$, $p = 0.03$, $\eta^2_p = 0.08$)。この結果はABA群において復元効果が観察されたことを示している。

図2にCS感情価の結果を示した。テスト期においてABA群で反応の増加は見られなかった。このことは群×CS×時期の3要因の交互作用効果は有意でなかったことによって確認された ($F(1.29, 68.51) = 1.58$, $p = 0.22$, $\eta^2_p = 0.03$)。すなわち復元効果はCS感情価によって確認されなかった。しかし、有意なCS×時期の交互作用効果が確認された ($F(1.29, 68.51) = 77.00$, $p < 0.001$, $\eta^2_p = 0.59$)。この結果は獲得および消去は両群において生じていることを示している。

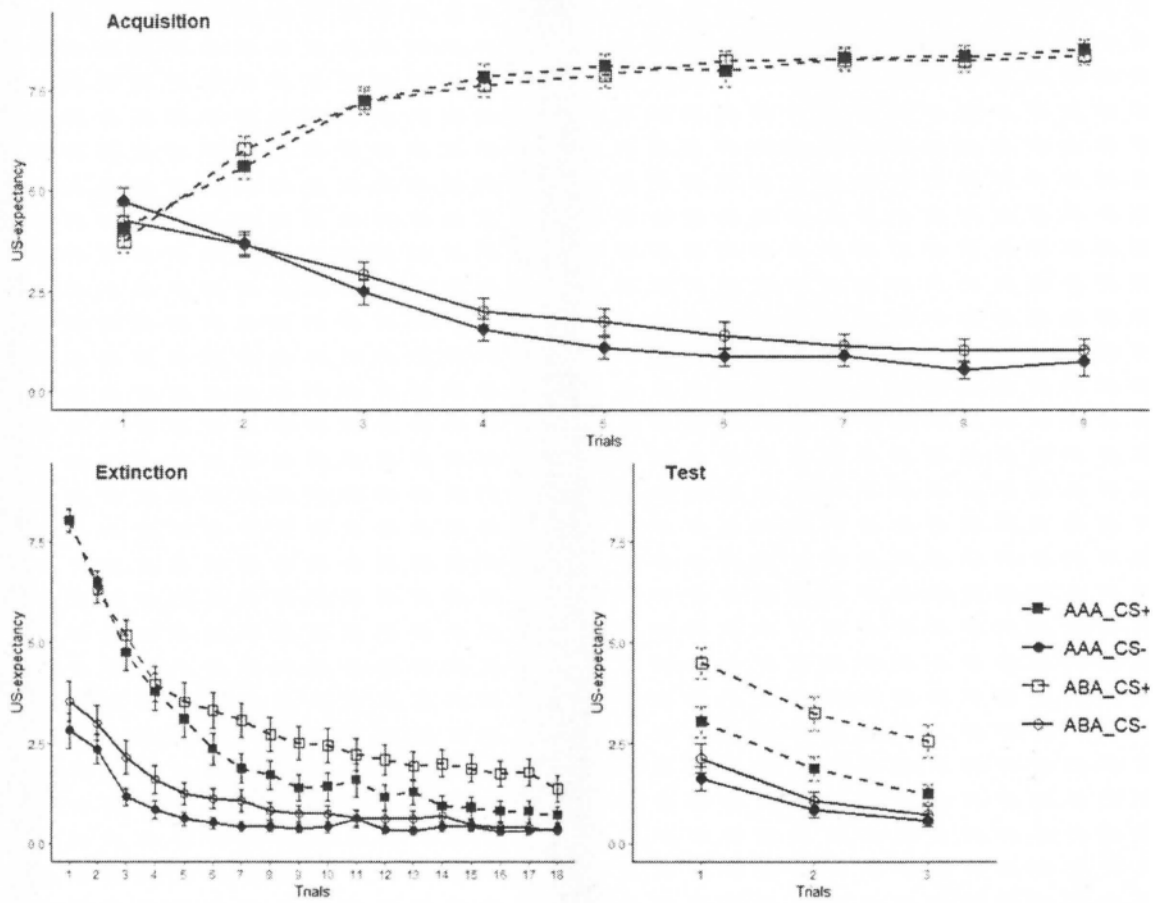


図 1 両群における各試行の US 予期の平均値（エラーバーは標準誤差）

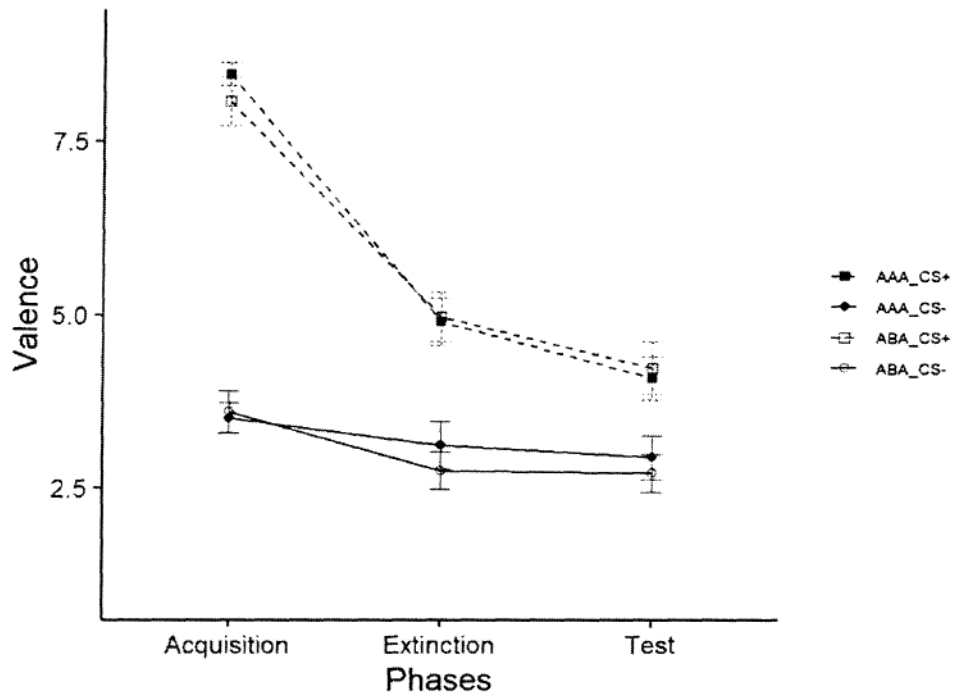


図 2 両群における各期終了時の CS 感情価の平均値（エラーバーは標準誤差）

2.3 考察

本研究においては CS および US に社会的刺激を用いた恐怖条件づけ事態における復元効果の検討を行った。初めの獲得期において、CS+は文脈 A で US と対呈示された。この手続きによって CS+への US 予期およびネガティブな感情価の増加が両群において確認された。次に、CS+は消去期において NS と対呈示された。この際、AAA 群の参加者は獲得期と同じ文脈で消去手続きを行う一方、ABA 群の参加者は新規文脈である文脈 B で消去手続きを経験した。この結果、CS+への US 予期および感情価は両群において減少した。最後に、テスト期において両群とも文脈 A 下において CS へのテストを行った。その結果、AAA 群よりも ABA 群の方が US 予期において CS+への反応は大きかった。すなわち復元効果が確認された。その一方で、テスト期後に測定された CS への感情価は両群で差が見られなかった。このことは感情価において復元効果が生じなかったことを示している。

これらの知見は多様な事態において復元効果が生じる (Bouton & Woods, 2008) という、先行研究の結果を部分的に支持している。それに加えて本実験事態は社交不安の獲得およびエクスポージャー技法による反応減少の実験室アナログ事態であることから、従来の知見よりも強く介入後の再発に復元効果が関与していることを示唆している。この知見は従来提案されてきた復元効果防止方略 (e.g., Boschen et al., 2009) によって、エクスポージャ

一技法後の再発を防止することが可能であることも示唆している。今後の研究において、本実験事態における復元効果防止方略の効果や、社交不安症患者に対するエクスポージャー技法後の再発がそうした方略によって減少するかどうかを検証する必要があるだろう。

本研究において US 予期には復元効果が生じた一方で、CS への感情価においては生じなかった。この測度間での違いは主に方法論的問題と評価条件づけという 2 つの要因によって説明が可能であるかもしれない。方法論的問題の 1 つは文脈刺激の有効性である。ヒトの古典的条件づけの研究において、本研究で使用した画面の背景色は文脈刺激として多く使用されてきた (e.g., Diaz et al., 2017)。その一方で、画面の背景色は文脈刺激として妥当ではないとする指摘も存在する (Dunsmoor et al., 2014)。すなわち、感情価で復元効果が出現しなかったのは、文脈刺激の有効性が低かったためである可能性がある。そのため、実験室の変更 (e.g., Mineka et al., 1999) やヴァーチャルリアリティの使用 (e.g., Dunsmoor et al., 2014) など、より妥当な文脈操作を用いて実験を行うことで、こうした乖離は消失する可能性がある。

CS 感情価において復元効果が出現しなかった異なる方法論的問題の可能性として、US 予期の測定による影響が考えられる。Luck and Lipp (2020) は有意な差ではなかったものの、感情価指標の消去の効果は US 予期と感情価が同時に測定された場合に増加することを報告して

おり，これは US 予期の測定によって CS-US 間の随伴関係に参加者の意識が集中したことによって生じた可能性に言及している。この可能性を踏まえると，本実験でも US 予期と感情価を同一実験内で測定したため，それに伴う随伴関係への意識が感情価評定に影響を与えた可能性がある。他にも US 予期と CS 感情価を測定するための尺度の違い（9 件法 VS 10 件法；1 方向性 VS 双方向性；全試行での評定 VS 各期終了時の評定）などの要因も影響している可能性がある。

上述した方法論的問題が CS 感情価における復元効果の不足に影響を与えている可能性はあるものの，理論的観点による説明，すなわち感情価評定は恐怖条件づけの測度ではなく，評価条件づけ（evaluative conditioning; De Houwer et al., 2001）の測度であったという説明でもこの結果を扱うことが出来るかもしれない。評価条件づけとは CS とポジティブ，あるいはネガティブな刺激を対呈示する手続きであり，その結果として CS の選好が変化する（De Houwer et al., 2001）。古典的条件づけと評価条件づけは手続きとしてかなり類似しているものの，学習される内容は両手続き間で異なることが一般に知られている（De Houwer et al., 2001）。その中でも重要な差異として，評価条件づけによって形成された反応は機会設定（occasion setting; Holland, 1992）による階層的制御を受けないことが報告されている（Baeyens, Crombez, De Houwer, & Eelen, 1996）。この知見は本実験の結果を解釈

する上で重要である。Bouton の説 (Bouton & Swartzentruber, 1986) に従えば、復元効果は文脈が機会設定子 (occasion setter) として機能することによって生じることが仮定されている。もし感情価評定が文脈による制御を受けないのであれば、感情価評定において復元効果は生じないことが予測される。そのため、本研究においても生じなかった可能性がある。

本研究の結果は通常の感情価の先行研究 (Hoffman et al., 2010) とは異なり、消去期において大きな反応の減少が観察された。多くの研究において消去手続きは感情価の減少をもたらさない、あるいは消去の速度が予期学習よりも遅いことが知られている (Hoffman et al., 2010)。本研究において感情価が大きく減少した理由として、中性的な感情価を持つ刺激による拮抗条件づけの影響が考えられる。本研究では消去期において CS の単独呈示ではなく中性刺激との対呈示を行った。この対呈示は感情価に対して消去ではなく、中性的な刺激との拮抗条件づけとして機能した可能性が考えられる。この可能性を支持する知見として、Luck and Lipp (2018) は評価条件づけによって CS をネガティブに条件づけた後、中性的な刺激との対呈示を行った場合、評定値がポジティブに変化することを報告している。このことから、本実験事態における消去手続きは予期と異なり感情価では拮抗条件づけの影響を受けており、その結果として反応減少が従来の報告より強く生じた可能性が考えられる。

要約すると，本研究では社会的刺激を用いた恐怖条件づけ事態において復元効果が生じるか否かを検討した。その結果，CSへの感情価においては復元効果が出現しなかったものの，US予期反応においては復元効果が確認された。この結果は社交不安に対する介入後の再発に復元効果が関与していることを強く示唆するものである。一方で感情価指標における復元効果の不足をもたらす原因は多様な可能性が存在するため，更なる研究が必要である。

3 第 3 章 研究 2: ABA 復元効果を説明可能な既存の連合学習理論による定量的予測の妥当性の検討

研究 2 においては、復元効果を説明する従来のモデルの妥当性の検証を行う。従来の連合学習理論において、復元効果は多様な観点から説明が行われてきた。その中でも代表的な説明として Rescorla-Wagner モデルと Bouton のモデルが挙げられる。この 2 つのモデルは前提とする仮定は大きく異なるものの、どちらも ABA 復元効果を説明可能である。しかしこれまで、両モデルによる定量的な予測がどの程度実際のデータと合致しているかについての検討はされてこなかった。そこで本研究においては両モデルの予測精度を検証するため、両モデルを統計モデルとして記述し、ベイジアン統計モデリングを用いてモデルによる予測とデータとの一致度を検討した。

3.1 方法

用いたデータは研究 1 で得られたものを使用した。それに加えて本研究では実験事態と強く関連していると考えられる社交不安の個人差とモデルで使用するパラメータ間の関係を探索的に検討するため、SFNE の得点を分析に使用した。SFNE は 5 件法 12 項目（順向項目 8 項目、逆転項目 4 項目）からなる尺度であり、社交不安の尺度として国際的に多く用いられるものである。本研究の尺度特性は多くの研究で検討されており、妥当性においては順向項目のみが高い妥当性を有しており、逆転項目の

妥当性は低いことが報告されている (e.g., Rodebaugh, Holaway, & Heimberg, 2004)。また日本語版においても同様の結果が示されている (二瓶ら, 2018) ことから, 本研究では順向項目得点のみを分析に使用した。

3.2 統計分析

本分析を行うにあたり, 初めに両モデルを統計モデルとして記述し, その後統計モデリングによって得られた各モデルから推定されたパラメータとデータとの適合について事後予測分布, WAIC, WBIC の 3 つの観点から比較を行った。

初めに, Rescorla-Wagner モデルの統計モデルとして以下の統計モデルを作成した。初めに, AAA 群における獲得期において, n 番目の参加者における試行 t での連合強度の変化量および連合強度に基づく反応の生成に関する統計モデルは以下に設定した。

$$V_{n,1}^{acq} = Initial_n, \quad V_{n,t}^{acq} = \Delta V_{n,t}^{acq} + V_{n,t-1}^{acq} \quad (3)$$

$$\Delta V_{n,t}^{acq} = \alpha_n^{acq} (\lambda_n - V_{n,t-1}^{acq}) \quad (4)$$

$$Y_{n,t}^{acq} \sim Normal (V_{n,t}^{acq}, \sigma) \quad (5)$$

V_t^{acq} は獲得期における連合強度, ΔV_t^{acq} は獲得期の試行 t における連合強度の変化量を表している。連合強度の変化量は漸近値として機能する US 強度 (λ) と現在の連合

強度の差分に学習率 α^{acq} を乗じた値によって求められる (式 4)。Initial は CS に対する連合強度の初期値である。各試行の US 予期は $Y_{n,t}^{acq}$ によって表され、平均 $V_{n,t}^{acq}$ 、標準偏差 σ の正規分布から得られることを仮定する (式 5)。

次に AAA 群における消去期およびテスト期の統計モデルは以下に設定した。なお AAA 群において消去期とテスト期間に実験手続き上の差は存在しないことから、本モデルでは同一の式で 2 つの期を表現した。

$$V_{n,1}^{ext \& test} = \Delta V_{n,9}^{acq} + V_{n,9}^{acq}, \quad V_{n,t}^{ext \& test} \quad (6)$$

$$= \Delta V_{n,t}^{ext \& test} + V_{n,t-1}^{ext \& test}$$

$$\Delta V_{n,t}^{ext \& test} = \alpha_n^{ext \& test} (0 - V_{n,t-1}^{ext \& test}) \quad (7)$$

$$Y_{n,t}^{ext \& test} \sim Normal (V_{n,t}^{ext \& test}, \sigma) \quad (8)$$

消去期の最初の試行の連合強度は獲得期の最終試行 (9 試行目) の連合強度とその増分 ($\Delta V_{n,9}^{acq} + V_{n,9}^{acq}$) によって表現された (式 6)。消去期およびテスト期において US は呈示されないため、 λ は 0 とした (式 7)。非強化時の学習率は強化時の学習率と異なることが Rescorla-Wagner モデルでは仮定されるため、異なるパラメータとして設定した ($\alpha^{ext \& test}$)。他の仮定は獲得期と同様であった。

次に，ABA 群における統計モデルの作成を行った。獲得期の統計モデルは以下のように設定された。

$$V_{CS,n,1}^{acq} = Initial_n, \quad V_{CS,n,t}^{acq} = \Delta V_{CS,n,t}^{acq} + V_{CS,n,t-1}^{acq} \quad (9)$$

$$\Delta V_{CS,n,t}^{acq} = \alpha_{CS,n,1}^{acq} (\lambda_n - V_{n,t-1}^{acq}) \quad (10)$$

$$V_{ConA,n,1}^{acq} = 0, \quad V_{ConA,n,t}^{acq} = \Delta V_{ConA,n,t}^{acq} + V_{ConA,n,t-1}^{acq} \quad (11)$$

$$\Delta V_{ConA,n,t}^{acq} = \alpha_{ConA,n}^{acq} (\lambda_n - V_{n,t-1}^{acq}) \quad (12)$$

$$V_{n,t}^{acq} = V_{CS,n,t}^{acq} + V_{ConA,n,t}^{acq} \quad (13)$$

$$Y_{n,t}^{acq} \sim Normal (V_{n,t}^{acq}, \sigma) \quad (14)$$

AAA 群と異なり，CS と文脈の連合強度 ($V_{CS,n,t}^{acq}$ と $V_{ConA,n,t}^{acq}$) を別個に推定した (理由は後述する)。Rescorla-Wagner モデルにおいて刺激の複合呈示は各刺激の連合強度の加算値に基づいて CR をもたらすこと，複合刺激呈示時の学習は λ と各刺激の連合強度の合計値の差分によって個々の学習の程度が決定されることが仮定される。そのため，本モデルにおいても CS と文脈の連合強度の合計値によって US 予期の値が決定されること (式 13 および 14)，そして個々の学習の変化量が $\lambda - V_{t-1}^{acq}$ によって決定される (式 10 および 12) ように仮定した。

次に，ABA 群における消去期の統計モデルは以下に設定された。

$$V_{CS,n,1}^{ext} = \Delta V_{CS,n,9}^{acq} + V_{CS,n,9}^{acq}, \quad V_{CS,n,t}^{ext} = \Delta V_{CS,n,t}^{ext} + V_{CS,n,t-1}^{ext} \quad (15)$$

$$\Delta V_{CS,n,t}^{ext} = \alpha_{CS,n}^{ext \& test} (0 - V_{CS,n,t-1}^{ext}) \quad (16)$$

$$V_{ConB,n,1}^{ext} = 0, \quad V_{ConB,n,t}^{ext} = \Delta V_{ConB,n,t}^{ext} + V_{ConB,n,t-1}^{ext} \quad (17)$$

$$\Delta V_{ConB,n,t}^{ext} = \alpha_{ConB,n}^{ext} (0 - V_{ConB,n,t-1}^{ext}) \quad (18)$$

$$V_{n,t}^{ext} = V_{CS,n,t}^{ext} + V_{ConB,n,t}^{ext} \quad (19)$$

$$Y_{n,t}^{ext} \sim Normal (V_{n,t}^{ext}, \sigma) \quad (20)$$

これらの式は CS と文脈 B に対してそれぞれ AAA 群の消去期と同様の仮定で連合強度が変化することを表現している。最後にテスト期の統計モデルは以下に設定された。

$$V_{CS,n,1}^{test} = \Delta V_{n,18}^{ext} + V_{n,18}^{ext}, \quad V_{CS,n,t}^{test} = \Delta V_{CS,n,t}^{test} + V_{CS,n,t-1}^{test} \quad (21)$$

$$\Delta V_{CS,n,t}^{test} = \alpha_{CS,n}^{ext \& test} (0 - V_{n,t-1}^{test}) \quad (22)$$

$$V_{ConA,n,1}^{test} = \Delta V_{ConA,n,9}^{acq} + V_{ConA,n,9}^{acq}, \quad (23)$$

$$V_{ConA,n,t}^{test} = \Delta V_{ConA,n,t}^{test} + V_{ConA,n,t-1}^{test}$$

$$\Delta V_{ConA,n,t}^{test} = \alpha_{ConA,n}^{test} (0 - V_{n,t-1}^{test}) \quad (24)$$

$$V_{n,t}^{test} = V_{CS,n,t}^{test} + V_{ConA,n,t}^{test} \quad (25)$$

$$Y_{n,t}^{test} \sim Normal(V_{n,t}^{test}, \sigma) \quad (26)$$

このモデルは呈示された文脈刺激が文脈 B から文脈 A に変化した以外は消去期と同様であった。テスト期における CS の連合強度の初期値は消去期の最終試行（18 試行目）の連合強度とその変化量，文脈 A の連合強度の初期値は獲得期の最終試行（9 試行目）の連合強度とその変化量を足し合わせたものと仮定した（式 21 および 23）。また，各パラメータの事前分布は以下に設定された。

$$\alpha \sim Beta(1,1) \quad (27)$$

$$Initial_n \sim Normal(\mu_{Initial}, \sigma_{Initial}) \text{ I}[0,] \quad (28)$$

$$\mu_{Initial} \sim Normal(0,100) \text{ I}[0,] \quad (29)$$

$$\sigma_{Initial} \sim Cauchy(0,1) \text{ I}[0,] \quad (30)$$

$$\lambda \sim \text{Normal}(0,10) \text{ I}[0,] \quad (31)$$

$$\sigma \sim \text{Cauchy}(0,5) \text{ I}[0,] \quad (32)$$

これらのパラメータの分布に関する情報をもたらず先行研究は筆者の知る限り存在しなかったため、全てのパラメータにおいて弱情報事前分布を用いた。I[0,]はパラメータが0以下の値を取らないよう設定したことを表している。

今回使用する統計モデルは Rescorla-Wagner モデルとは大きく2つの点で異なる仮定を用いている。1つ目はAAA群においてCSと文脈Aの連合強度を分離していない点である。AAA群においてCSと文脈Aは全ての試行において呈示されているため、これらを分離した場合2つのフリーパラメータが存在し、推定時に収束しない。そのためAAA群におけるCRはCSと文脈Aの合計値によって決定されるよう仮定した。2つ目は学習率パラメータの仮定である。元の Rescorla-Wagner モデルではCSの明瞭度を表す α とUSの明瞭度を表す β によって学習率が規定される。しかしこの仮定を本統計モデルに用いた場合、AAA群における連合強度と同様にフリーパラメータが2つ存在してしまうため1点目同様に推定時に収束しない。そのため、本統計モデルにおいてはCSの明瞭度とUSの明瞭度を掛けたものを学習率 α として推定した。なお両群ともに獲得期と消去期ではUSの明瞭

度は異なると元のモデルで仮定されているため，強化時と非強化時で学習率パラメータを別個に推定した。

また，上述のように Rescorla-Wagner モデルで復元効果を説明する場合，獲得期の ITI 時に文脈 A への消去が生じ，結果として文脈 A が持つ連合強度の減衰が予測されることから，復元効果を説明するためには十分ではない可能性がある。しかし本モデルにおいては ITI がもたらす消去の効果は極度に小さく，連合強度に影響を与えないことを仮定した。

次に Bouton のモデルの統計モデルを作成した。

Rescorla-Wagner モデルは上述のように数理モデルである一方で，Bouton のモデルは数理的な表現が未だなされていない。そのため，初めに Bouton のモデルを数理的に表現し，そのモデルに基づいて統計モデルの作成を行った。この数理モデルにおいて，CR は以下の式によって表現された。

$$CR = Ve + Vi * Relapse \quad (33)$$

この式において Ve は興奮性の連合強度を表し，CS-US の対呈示によって形成される。一方で Vi は制止性の連合強度，すなわち CS-no US 連合の強さを表し，CS が強化された後，非強化試行を経験した時に形成される。このモデルにおいて Ve は正の値， Vi は負の値のみを取り，CR は 2 つの連合強度の合計値によって規定される。CR が興奮性連合と制止性連合強度の合計によって規定され

るとする仮定は、CS-no US 連合の存在を仮定するいくつかのモデルにおいて採用されている (e.g., Pearce & Hall, 1980)。本モデルの特徴は、この仮定に加え V_i の文脈依存性 (*Relapse* 係数) を導入している点にある。

Relapse 係数は文脈変化によって制止性連合の検索の強さが影響を受ける程度を表現しており、0 から 1 の間の実数を取る。この係数は消去文脈とテスト文脈間の類似性によって決定され、類似性が高い場合に高い値を取る一方で、類似性が低い場合は小さい値となる。すなわち両文脈間の類似性が低い場合に復元効果は大きくなる。興奮性連合の検索は文脈変化によって減弱せず、実験に用いられる文脈間の類似性が制止性連合の検索の強さのみに影響を与えるという仮定は Bouton のモデルの中核となる前提であり、多くの実験 (e.g., Bouton & Bolles, 1979; Thomas et al., 2003) によっても妥当性が支持されている。そのため、本モデルはテスト期において消去された CR が両文脈間の類似性が低い場合に出現する一方で、同一文脈の場合には生じないことを予測する。

その上で、 V_e と V_i は誤差修正規則に従って各試行の変化量が規定されることを仮定した。この仮定は Bouton のモデルにおいて採用されていない一方で、制止性連合を仮定するいくつかのモデルにおいては採用されている (e.g., Pearce & Hall, 1980)。本モデルにおいて両連合強度の変化は以下によって規定される。

$$\Delta Ve_t = r_t \alpha_{ve}(\lambda - Ve_{t-1}) \quad (34)$$

$$Ve_t = \Delta Ve_t + Ve_{t-1} \quad (35)$$

$$\Delta Vi_t = (1 - r_t) \alpha_{vi}(0 - Vi_{t-1} + Ve_t) \quad (36)$$

$$Vi_t = \Delta Vi_t + Vi_{t-1} \quad (37)$$

r_t は 2 値変数であり，CS 呈示後に US が呈示されたか否か，すなわち強化の有無を表現するパラメータである。試行 t で CS-US 対呈示が生じた場合 r_t は 1 を取り，呈示されなかった場合は 0 を取る。これは強化された場合にのみ興奮性連合が形成され（式 34），強化されなかった場合にのみ抑制性連合が形成される（式 36）という，Bouton のモデルの前提を表現している。 Ve_t は試行 t における興奮性連合強度を， ΔVe_t はその試行における Ve_t の変化量を表している（式 35）。式 34 は興奮性連合強度の変化量がその試行において呈示された US の強度と Ve_t の差分および学習率 α_{ve} によって決定されることを仮定している。 Vi は抑制性の連合強度を表し，各試行における変化量は興奮性連合強度と同様に ΔVi_t として表現される。この式は Vi の各試行での変化量が $Vi + Ve$ の合計値および学習率 α_{vi} によって決定されることを仮定している。 α_{va} と α_{vi} は興奮性，抑制性連合それぞれの学習率であり， λ は US の強度を表すパラメータである。

次に、このモデルに基づいた統計モデルを作成した。初めに、獲得試行 t における参加者 n の連合強度の変化量は以下に設定された。

$$Ve_{n,1}^{acq} = Initial_n, \quad Ve_{n,t}^{acq} = \Delta Ve_{n,t}^{acq} + Ve_{n,t-1}^{acq} \quad (38)$$

$$\Delta Ve_{n,t}^{acq} = \alpha_n^{acq} (\lambda_n - Ve_{n,t-1}^{acq}) \quad (39)$$

$$Y_{n,t}^{acq} \sim Normal (Ve_{n,t}^{acq}, \sigma) \quad (40)$$

$Ve_{n,t}^{acq}$ は n 番目の参加者における t 試行での CS-US 間の興奮性連合強度、 $\Delta Ve_{n,t}^{acq}$ は連合強度の変化量を表す。上記のモデルに従って、 $Ve_{n,t}^{acq}$ は誤差修正規則に従って連合強度の変化が生じる（式 39）。*Initial* は連合強度の初期値であり、各試行の US 予期は $Y_{n,t}^{acq}$ によって表され、平均 $Ve_{n,t}^{acq}$ 、標準偏差 σ の正規分布から反応が生じると仮定した（式 40）。消去期の連合強度の変化は以下の式が用いられた。

$$Vi_{n,1}^{ext} = 0, \quad Vi_{n,t}^{ext} = \Delta Vi_{n,t}^{ext} + Vi_{n,t-1}^{ext} \quad (41)$$

$$\Delta Vi_{n,t}^{ext} = \alpha_n^{ext} (0 - Vi_{n,t-1}^{ext}) \quad (42)$$

$$V_{n,t}^{ext} = Ve_{n,t}^{acq} + Vi_{n,t}^{ext} \quad (43)$$

$$Y_{n,t}^{ext} \sim Normal (V_{n,t}^{ext}, \sigma) \quad (44)$$

$V_{n,t}^{ext}$ は n 番目の参加者における消去期の t 試行時点での CS-no US 間の制止性連合強度, $\Delta V_{n,t}^{ext}$ は連合強度の変化量を表す。この変化量は獲得期 (9 試行) で形成された興奮性連合 ($Ve_{n,9}^{acq}$) と制止性連合の合計値, そして学習率 α_{Vi} によって決定される (式 42)。最後にテスト期は以下の式で表現された。

$$V_{n,1}^{test} = \Delta V_{n,18}^{ext} + V_{n,18}^{ext}, \quad V_{n,t}^{test} = \Delta V_{n,t}^{test} + V_{n,t-1}^{test} \quad (45)$$

$$\Delta V_{n,t}^{test} = \alpha_n^{ext \& test} (0 - V_{n,t-1}^{test}) \quad (46)$$

$$V_{n,t}^{test} = Ve_{n,9}^{acq} + V_{n,t}^{test} * Relapse_n \quad (47)$$

$$Y_{n,t}^{test} \sim Normal(V_{n,t}^{test}, \sigma) \quad (48)$$

テスト期の連合強度の変化量は消去期同様に US が呈示されないため, 両群とも消去期の式と同一である。しかし ABA 群においては消去期からの文脈変化が生じるため, 消去-テスト文脈間の類似性に従って *Relapse* 係数が制止性連合強度に影響を与える。この係数は 18 試行ある消去期で形成された制止性連合強度 ($\Delta V_{n,18}^{ext} + V_{n,18}^{ext}$) の係数として表現され, これを減衰させるように働く (式 47)。この係数が小さい場合, すなわち両文脈間の類似性が小さい場合, CR の再発が大きくなる。本モデルにおいては AAA 群において文脈変化は生じていないと仮定されるため, 本係数は 1 に固定した。本モ

デルにおいて用いられたパラメータの事前分布は以下に設定した。

$$\alpha \sim \text{Beta}(1,1) \quad (49)$$

$$\text{Initial}_n \sim \text{Normal}(\mu_{\text{Initial}}, \sigma_{\text{Initial}}) \text{ I}[0,] \quad (50)$$

$$\mu_{\text{Initial}} \sim \text{Normal}(0,100) \text{ I}[0,] \quad (51)$$

$$\sigma_{\text{Initial}} \sim \text{Cauchy}(0,1) \text{ I}[0,] \quad (52)$$

$$\lambda \sim \text{Normal}(0,10) \text{ I}[0,] \quad (53)$$

$$\text{Renewal} \sim \text{Beta}(1,1) \quad (54)$$

$$\sigma \sim \text{Cauchy}(0,5) \text{ I}[0,] \quad (55)$$

これらのパラメータの分布に関する情報をもたらす先行研究は筆者の知る限り存在しなかったため、全てのパラメータにおいて弱情報事前分布を用いた。I[0,]はパラメータが0以下の値を取らないよう設定したことを表している。

本分析においてはベイズ推定法を用いてこれらのパラメータの事後分布を推定した。パラメータ推定において、事後分布は Stan (Stan Development Team (2018) : version 2.17) および R (R Core Team

(2016) : version 3.4.2) を用いてマルコフ連鎖モンテカルロ法 (MCMC) によって算出された。MCMC においてイテレーションは 20000, バーンインは 5000, チェイン数は 4, seed 値は 1234 に設定した。全てのパラメータにおいて \hat{R} が 1.10 以下であった場合にそのモデルは収束したと判断した。各モデルの比較には WAIC, WBIC および事後予測分布を用いた。また探索的な目的のために, モデル比較の結果に基づいてより妥当であったモデルにおける全てのパラメータと SFNE によって測定した社交不安の個人差との間の相関係数を求めた。なお本分析では各試行における連合強度の変化量の推定を行うことから, 研究 1 で得られたデータの中で全試行の CR が測定された US 予期の評定値のみを用いた。また CS-の評定値は用いる両モデルともに変化しないことが仮定されるため, 本分析には含めなかった。すなわち, 研究 1 で得られたデータの中で, CS+への US 予期評定のみを使用した。

3.3 結果

今回記述した 2 つの統計モデルに対する全パラメータの推定値はともに収束した。両モデルにおける連合強度 (すなわち V) の事後分布の平均値を図 3 と図 4 に示した。実測値平均 (図 1) との大きな乖離は両モデルともテスト期の AAA 群の反応以外では見られなかった。両モデルによって得られた代表的な事後予測分布の結果を

図 5 に示した（全員の事後予測分布は付録 A-1 および A-2 に添付した）。図 5 の上段 2 名のデータは両モデルから得られた事後予測分布と概ね一致した代表的なものであり、多くのデータでこのような傾向が見られた。一方で下段 2 名のデータは事後予測分布と乖離している傾向が見られた代表的なものであるが、このような傾向を示すデータは少数であった。この結果は、両モデルによる予測の精度は概ね高いことを示している。

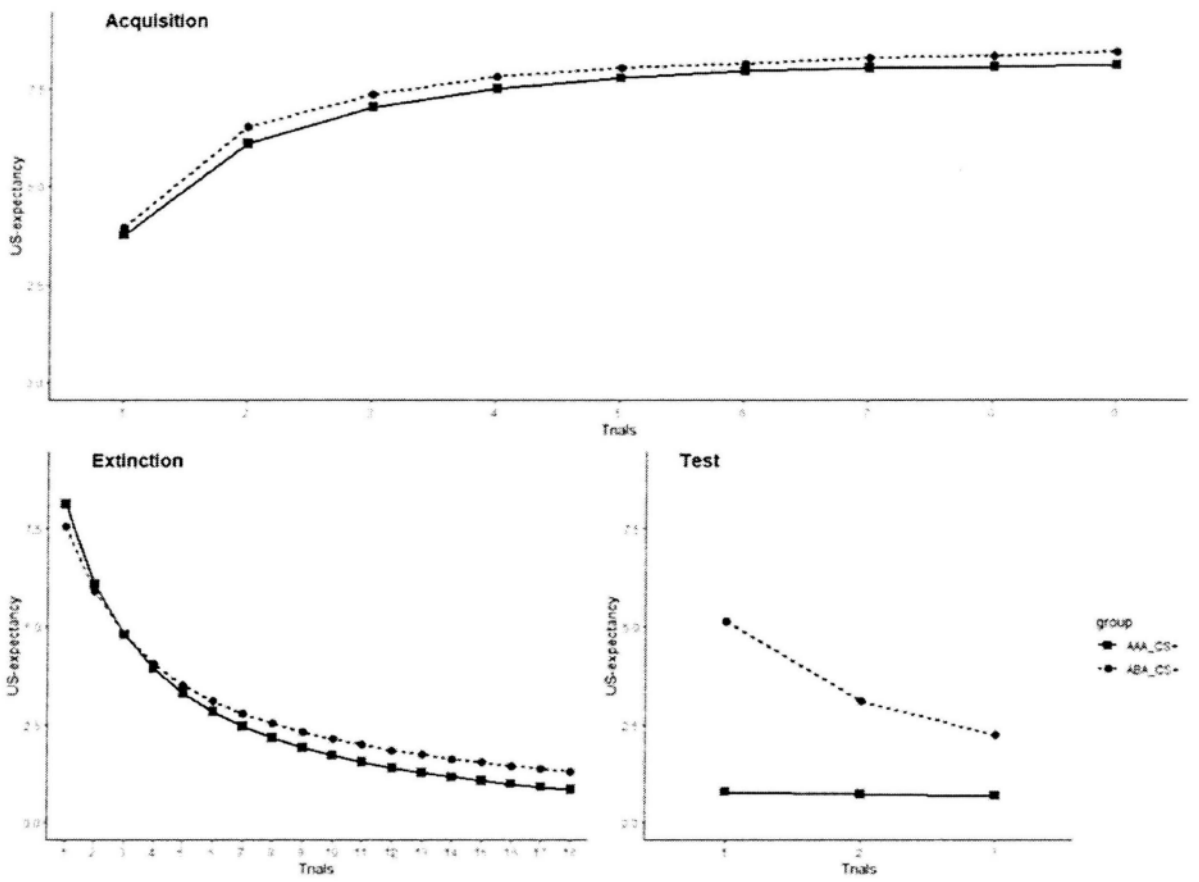


図 3 Rescorla-Wagner モデルに基づいた統計モデルにおける両群の連合強度の推定値平均

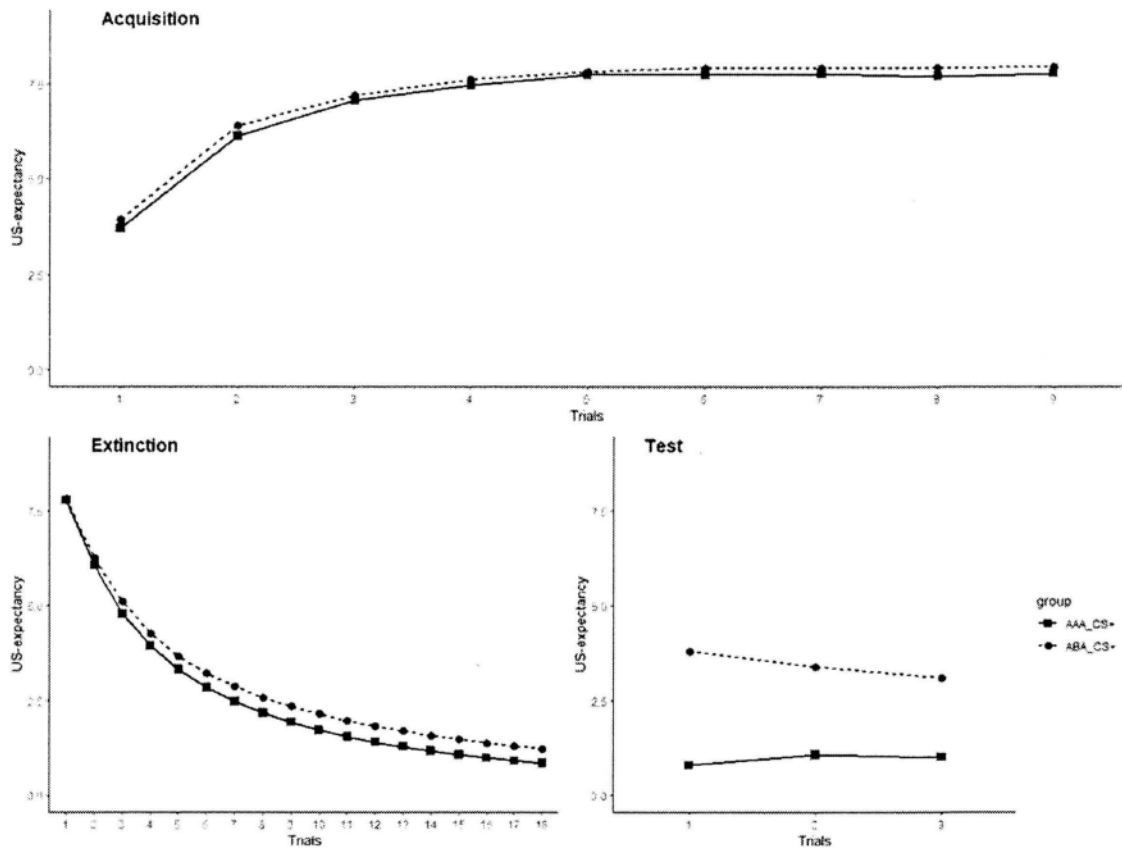


図 4 Bouton のモデルに基づいた統計モデルにおける両群の連合強度の推定値平均

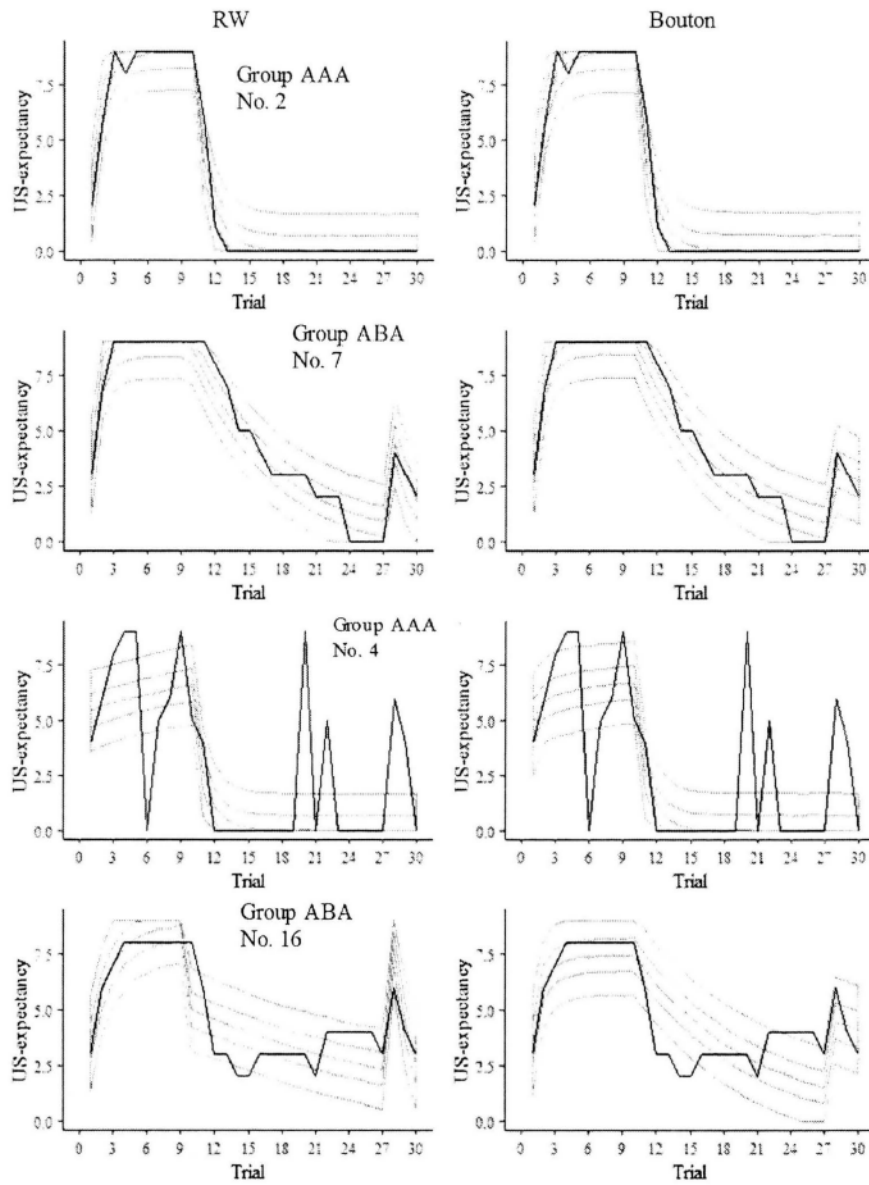


図5 両モデルにおいて推定されたパラメータを用いた事後予測分布と実測値（上段2つのパネルは事後予測分布とデータが概ね一致している代表的な結果，下段2つのパネルは両者が一致しない傾向を示した代表的な結果を表す。濃いグレーが50%信用区間，薄いグレーが95%信用区間，実線が実測値を表す）

次に、WAIC と WBIC を用いた両モデルのモデル比較を行った。WAIC は Bouton のモデルよりも Rescorla-Wagner モデルの方が小さいことが示された (Rescorla-Wagner model = -2.22, Bouton's model = -2.18) 一方で、WBIC は Bouton のモデルの方が小さいことが示された (Rescorla-Wagner model = -117.19, Bouton's model = -122.89)。この結果は予測の観点からは Rescorla-Wagner の方が良い一方で、データとの当てはまりの観点からは Bouton のモデルの方が良いことを示している。モデル比較の結果が一貫しなかったこと、事後予測分布の結果において両モデル間で大きな差は見られなかったことから、SFNE とパラメータ間の探索的な相関分析は両方のモデルのパラメータを用いて検討を行った。

図 6 に SFNE のヒストグラムを示した。SFNE の平均は 25.62、標準偏差は 7.20 であり、得点の分布に大きな偏りなどは見られなかった。表 1 に SFNE と Rescorla-Wagner モデルによって推定されたパラメータ間の相関係数を示した。パラメータ間の相関係数においては大きな効果量 (ABA 群における α_{ConA}^{ext} と α_{ConA}^{test}) および中程度の効果量 (ABA 群における α_{CS}^{acq} と $\alpha_{CS}^{ext,test}$, α_{ConB}^{ext} と λ , $\alpha_{CS}^{ext,test}$ と α_{ConB}^{test} , $\alpha_{CS}^{ext,test}$ と λ , α_{ConA}^{test} と λ) を持つ相関関係が存在した一方で、SFNE との相関係数において中程度以上の効果量を持つ相関関係は存在しなかった。表 2 に SFNE と Bouton のモデルによって推定されたパラメータ間の相関係数を示した。パラメータ間の相関係数におい

ては大きな効果量（ABA群における α_{vi} と λ ）および中程度の効果量（ABA群における α_{ve} と *Renewal*）を持つ相関関係が存在した一方で、SFNE間との相関係数において中程度以上の効果量を持つ相関関係は存在しなかった。

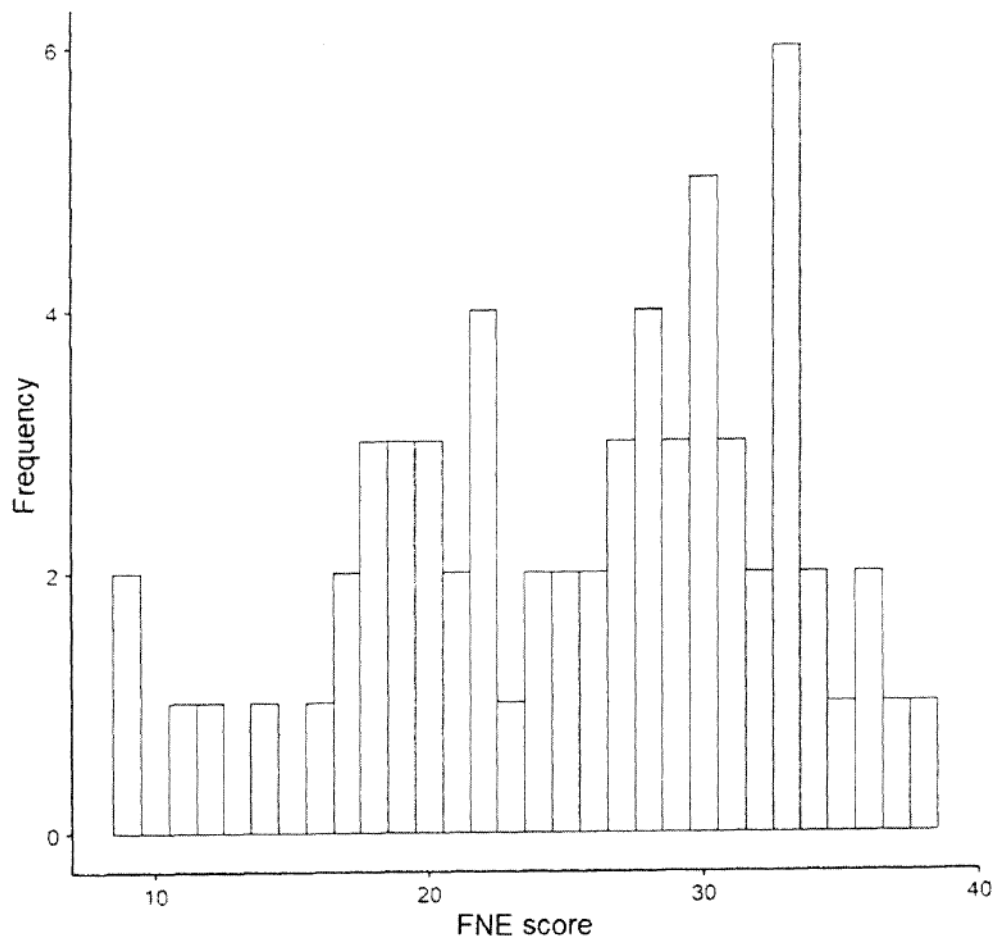


図 6 本分析に用いられた SFNE のヒストグラム

表 1 Rescorla-Wagner モデルによって推定されたパラメータおよび SFNE 間の相関係数

Group AAA

	<i>M</i>	<i>SD</i>	1	2	3	4
1 α^{acq}	0.46	0.24	-			
2 α^{ext}	0.25	0.20	0.15	-		
3 λ	8.97	0.09	0.10	0.04	-	
4 <i>FNE</i>	25.59	6.85	0.12	-0.08	-0.01	-

Group ABA

	<i>M</i>	<i>SD</i>	1	2	3	4	5	6	7
1 α_{con}^{acq}	0.11	0.09	-						
2 α_{CS}^{acq}	0.40	0.24	-0.06	-					
3 α_{con}^{ext}	0.08	0.10	-0.01	0.24	-				
4 $\alpha_{CS}^{ext \cdot test}$	0.13	0.12	0.06	0.41	0.10	-			
5 α_{con}^{test}	0.31	0.19	-0.01	0.29	0.51	0.36	-		
6 λ	8.94	0.01	-0.28	-0.09	-0.34	-0.43	-0.44	-	
7 <i>FNE</i>	25.65	7.67	-0.05	0.08	0.01	-0.04	-0.25	0.10	-

表 2 Bouton のモデルによって推定されたパラメータおよび SFNE 間の相関係数

AAA

	<i>M</i>	<i>SD</i>	1	2	3	4
1 α^{Ve}	0.49	0.22	-			
2 α^{Vi}	0.25	0.20	0.20	-		
3 λ	8.84	0.38	0.26	0.07	-	
4 <i>FNE</i>	25.59	6.85	0.08	-0.08	0.16	-

ABA

	<i>M</i>	<i>SD</i>	1	2	3	4	5
1 α^{Ve}	0.51	0.23	-				
2 α^{Vi}	0.23	0.17	0.28	-			
3 λ	8.72	0.43	0.22	0.55	-		
4 <i>Renewal</i>	0.60	0.21	0.30	0.27	0.26	-	
5 <i>FNE</i>	25.65	7.67	0.003	-0.06	0.04	0.004	-

3.4 考察

本研究の目的は Rescorla-Wagner モデルと Bouton のモデルのどちらが ABA 復元効果に関するデータと適合するか、および予測できるかを検討することであった。分析の結果、両モデルともおおよそデータと適合しており、妥当な予測を行えることが示された。また、モデル比較の結果は一貫しなかった。そのため、本分析のみでは復元効果の説明における両モデルの優劣を決定することは困難であることが示された。今後の研究においては多様な実験事態で同様の比較を行う、あるいはパラメータの操作を生じさせる実験手続きの効果の検討を行うなどによって両モデルの妥当性を更に検証する必要があると考えられる。

両モデルとも概ね妥当な予測がもたらされた一方で、データにおいて確認された AAA 群のテスト期における CR の上昇傾向を表現できなかった。これは両モデルともテスト期の AAA 群では反応の回復が生じないという仮定を置いたためである。この乖離の原因として、実験時の感情価評定が文脈変化の役割を担っていた可能性が考えられる。本実験において、感情価評定は各期の終わりに測定を行った。そのため、AAA 群の参加者を含むすべての参加者において感情価評定が終わった後に以前と異なる随伴関係が呈示されると予測した可能性がある。もしこの可能性が正しければ、AAA 群においてもテスト期において文脈変化による復元効果が生じていた

と考えられる。そのため、今後の研究においては感情価
評定を行わずに同事態での実験を行う必要があると考え
られる。

本研究においては SFNE とパラメータ間の相関分析も
探索的な目的で行った。モデル比較の結果に基づき、各
モデルで相関係数の検討を行った。この結果、両モデル
ともモデル内のパラメータ間において中程度以上の相関
が複数見られたものの、SFNE とパラメータ間の相関係
数で中程度以上の相関係数は確認されなかった。この分
析は探索的であったものの、本実験事態と関係が深いと
考えられる社交不安と今回用いた両モデルにおける学習
の大きさや速さ、復元効果の大きさを規定するパラメー
タとはほとんど関係しないことを示している。

これらの知見は理論的に重要な示唆をもたらすと考え
られる。これまで復元効果がどのような機序によって生
じるかの議論は多くの研究で行われてきた (e.g., Bouton
& Swartzentruber, 1986)。特にこの議論は連合学習理論
における消去の妥当な説明、すなわち消去手続きによる
CR の減少は獲得された連合の消失か新しい連合の獲得
かという点に集中して行われてきた (McConnell &
Miller, 2014)。これまでの研究においては後者のモデル
が支持されることが多かった (e.g., Bouton, 1993) もの
の、それらのモデルによる予測がどの程度正確に復元効
果のデータと適合するか、あるいは予測可能かという観
点からはほとんど検討されてこなかった。筆者の知る限

り，本研究は ABA 復元における両モデルからの予測とデータ間の適合の程度について示した初めての研究である。

今回の分析は各試行の連合強度の変化量の推定を行うため，各期終了後のみで評定を求めた感情価指標を用いず，全試行で評定を求めた US 予期指標のみを使用した。しかし研究 1 で示した通り感情価指標において復元効果は確認されなかったことから，もし感情価と US 予期が同一の機序により生じている場合，両モデルの妥当性に疑義が生じる。これまで，感情価のような評価学習と US 予期のような予期学習が同一のメカニズムによって生じているかという議論は多く行われてきた（e.g., Hoffman et al., 2010）。本研究で用いたデータは復元効果の有無に違いが見られたことから両者が異なる機序によって生じている可能性を示しているものの，両モデルの妥当性を検討するためには更なる評価が必要である。

要約すると，本研究で Rescorla-Wagner モデルと Bouton のモデルに基づいた統計モデルを作成し，ABA 復元効果に関して各モデルによって得られた予測と実際の実験データの比較を行った。その結果，両モデルとも AAA 群におけるテスト期以外については同程度の当てはまりと予測を行うことが可能であることが示された。また探索的な相関分析の結果，社交不安の個人差は本実験事態においてモデルが仮定する学習の強さや学習率，

再発の大きさといったパラメータと関連しないことが示された。

4 第 4 章 研究 3: 従来の連合学習理論の欠点を克服可能な新たな理論およびモデルの提案

研究 3 においては消去や消去後再発に関する従来の連合学習諸理論の欠点を改善するための新たなモデルを構築し、先行研究による知見とどの程度一致するかを検討する。

4.1 新しいモデルの概要

本研究で提案するモデルは研究 2 で提案した Bouton のモデルの数理的表現として表したものの修正版であり、基本的な考えはこれまでの多くの連合学習理論のアイデアに基づいている (Bouton, 1993; Rescorla & Wagner, 1974; Pearce, 1987; Pearce & Hall, 1980; Laborda & Miller, 2012; Capaldi, 1994)。研究 2 では Bouton のモデルの仮定、すなわち消去時の制止性連合の獲得と文脈依存性の仮定に誤差修正モデルを組み合わせることで Bouton のモデルを数理的な表現で示した。しかしこのモデルでは依然として Bouton のモデルの欠点の多くは解消されていない。例えば Bouton のモデルにおいて ABC 復元と AAB 復元は消去文脈から新規文脈に移動すること、そして獲得文脈とテスト文脈間が同一でないことから、同程度の CR の回復が予測される。しかし多くの研究ではそのような結果は報告されていない (e.g., Thomas et al., 2003)。この点は研究 2 で作成した数理モデルにおいてもその欠点は引き継がれている。もし *Relapse* 係数が消去文脈とテ

スト文脈間の類似性によって規定されているのであれば、ABC 復元と AAB 復元を生じさせる手続きともにテスト時において新規文脈への移動による制止性連合の減衰しか生じないため、再発の程度は同程度になることが予測される。また、複合刺激の仮定も行っていないため、複合消去の効果も扱うことは出来ない。

この点を克服するため、本研究においては研究 2 で作成されたモデルの修正を行う。初めに、研究 2 で用いられたモデルにおける連合強度の表出に関する規則(式 33)を以下に修正する。

$$CR_t = Ve_t * S1_t + Vi_t * S2_t \quad (55)$$

式 55 は式 33 と同様に、条件づけ時には興奮性連合が、消去時に制止性の連合が獲得され、反応は両連合の加算値によって決定されることを表現している。しかし本モデルでは連合の検索において獲得文脈とテスト文脈間の類似性(S1),そして消去文脈とテスト文脈間の類似性(S2)が重要であることを前提としている。この類似性は 2 つの連合が獲得された文脈と CS が呈示された文脈がどの程度同一であると個体が認識するかを示す変数である。S1 は興奮性連合の獲得、すなわち CS-US 対呈示を受けた文脈がどの程度 CS が呈示された文脈と類似していると認識するかを表し、S2 は非強化文脈とどの程度類似していると個体が認識するかを表す。類似性は各連合の検索の強さを規定し、類似性が高い場合は強く検索される一

方で、低い場合は検索されにくくなる。要約すると、CSは興奮性の連合強度と制止性の連合強度の2つを独立に有し、それがどの程度表出されるかは両連合の検索強度に従う。そして、各連合の検索の程度は連合を獲得した文脈とCSが呈示された文脈の類似性によって決定される。すなわちCRが「獲得された2つの連合の強度」と「CSが呈示された文脈とその連合が獲得された文脈との類似性」の2つによって規定されることを示している。

この類似性の概念はPearce (1987)の類似性の概念と類似している。しかし本モデルにおける類似性の概念は文脈刺激のみに適用されること、そしてPearceモデルと異なり類似性が般化ではなく各連合が検索される程度のみに影響を与えることが独自の点である。また後述するように、特定の条件下で類似性の値は変化する点も従来のモデルでは仮定されていない、重要な特徴である。

本モデルにおいて各連合強度の変化量の規則を以下の式として定義する。

$$\Delta Ve_t = r_t \alpha^{Ve} (\lambda - \Sigma Ve_{t-1} * S1 + \Sigma Vi_{t-1} * S2) \quad (56)$$

$$Ve_t = \Delta Ve_t + Ve_{t-1} \quad (57)$$

$$\Delta Vi_t = (1 - r_t) \alpha^{Vi} (0 - (\Sigma Vi_{t-1} * S2 + S1 * \Sigma Ve_t)) \quad (58)$$

$$Vi_t = \Delta Vi_t + Vi_{t-1} \quad (59)$$

研究 2 で用いられたモデル (式 34-37) との違いは大きく 2 点あげられる。1 点目は、制止性連合の漸近値は V_e ではなく $\Sigma V_e * S1$ とする点である (式 58)。また V_e と V_i の連合が同時に存在する場合、その試行における変化量は US 強度 (λ) とその文脈下で検索された両連合強度 ($V_e * S1 + V_i * S2$) の合計値によって規定される (式 56, 58)。これらの仮定は、制止性の連合強度が興奮性連合の強度そのものではなく、その文脈下で検索された興奮性連合の強度によって決定されることを意味している。この仮定はこれまで主要な連合学習理論では用いられてこなかったものの、制止性連合は予測された US の省略によって生じる情動反応を含む内的諸刺激と CS との条件づけであるという、従来の制止学習に関する理論 (e.g., Pearce & Hall, 1980) での仮定と一致している。すなわち、CS が呈示された際に個体が予測する US の程度は獲得された興奮性連合の強度ではなく興奮性連合が検索された程度であるため、その不在によって生じる内的な反応も連合強度そのものではなく検索された強さに依存するのである。

2 点目は、複合刺激の仮定を追加したことである。すなわち Rescorla-Wagner モデルと同様、連合強度を有する刺激が複数呈示されている場合、生じる連合強度の変化量は λ からそれらの刺激の合計値の差分によって規定される (式 56, 58)。

これらの仮定に加えて、本モデルにおいて類似性も特定の条件下において連合強度と同様に試行ごとに変化する

ることを仮定する。すなわち，ある連合が形成された後に別の文脈でも同じ連合が形成された場合，対応する連合の型における両文脈間の類似性（興奮性連合であれば S1，制止性連合であれば S2）が増加する。一方で異なる連合が別の文脈で形成された場合，その文脈との類似性は減少する。例えば文脈 A で強化，文脈 B で消去を行った場合，文脈 A-B 間の S1 は減少する。その後 C 文脈で再度強化を行う場合，文脈 A-C 間の S1 は増加する一方で，文脈 B-C 間の S2 は減少する。この仮定は，文脈間の類似性，すなわち 2 つの文脈を似ていると認識するかどうかは経験によって変化することを示している。また，文脈 A で獲得と消去を行い，その後再度文脈 A で再獲得を行う場合，消去時に A-A 間の S1 が減少する一方で，再獲得時には A-A 間の S2 の減少と，S1 の増加が生じる。すなわち文脈が同一である場合でも，異なる型の連合を獲得すると，その文脈で CS が呈示された際に以前とは異なる文脈であると認識するようになる。

この類似性の変化は連合強度と同様に誤差修正規則に従う。具体的に，獲得を文脈 A，消去を文脈 B で行った場合，消去時の S1 は以下のように変化する。

$$\Delta S1_{A,B}^t = \alpha_S (0 - S1_{A,B}^{t-1}) \quad (60)$$

$$S1_{A,B}^t = S1_{A,B}^{t-1} + \Delta S1_{A,B}^{t-1} \quad (61)$$

S の添え字は対応する文脈を指す。すなわち S1_{A,B} は

文脈 A-B 間の興奮性連合に対応した類似性を指す。この場合、2つの文脈で異なる連合が獲得されるため、文脈間の類似性は誤差修正規則に従って試行を経るごとに減少する。 $\Delta S1$, $\Delta S2$ は S1, S2 の各試行における連合強度の変化量を表し α_s は類似性変化の程度を表現する学習率である。

また、その後 C 文脈で再度獲得を行った場合、以下のように類似性は変化する。

$$\Delta S1_{A,C}^t = \alpha_s (1 - S1_{A,C}^{t-1}) \quad (62)$$

$$S1_{A,C}^t = S1_{A,C}^{t-1} + \Delta S1_{A,C}^{t-1} \quad (63)$$

$$\Delta S2_{B,C}^t = \alpha_s (0 - S2_{B,C}^{t-1}) \quad (64)$$

$$S2_{B,C}^t = S2_{B,C}^{t-1} + \Delta S2_{B,C}^{t-1} \quad (65)$$

文脈間の類似性の初期値は多様な要因によって決定されている可能性がある。特に消去前の反応は文脈間の般化がほぼ完全に生じることが示されていることから (e.g., Bouton & Bolles, 1979), S1 の初期値はどの文脈間であったとしても S2 と比べて大きく、極めて 1 に近いと考えられる。すなわち興奮性連合を獲得した文脈は制止性連合を獲得した文脈と比べて、どの文脈とも似ていると認識しやすい傾向にある。この仮定は Bouton のモデルとも同様である。

これらの修正は消去後再発に関する従来の連合学習理論の多くの欠点を克服することができる。例えば本モデルは従来の理論では不可能であった三種の復元効果の大きさの違いを説明することが可能である。ABA復元において、獲得文脈とテスト文脈間の類似性 ($S_{1A,A}$) はほぼ1である一方で、消去文脈とテスト文脈間の類似性は $S_{2B,A}$ である。そのため、文脈 B で獲得した制止性連合はテスト時の文脈 A において $S_{2A,B}$ 倍減衰して表出される。それに加え、制止性連合の漸近値の絶対値は文脈 B において検索される興奮性連合の強度と一致することから、獲得可能な制止性連合の絶対値は興奮性連合の絶対値よりも小さくなる ($V_e * S_{1A,B}$)。この2つの効果が組み合わさり、テスト時に興奮性連合の出力が制止性連合の出力を上回り、結果として強い反応が表出される。

ABC復元の場合、ABA復元と同様の機序によって制止性連合の絶対値は興奮性連合強度の絶対値よりも小さくなる。そのため、テスト時において新規文脈に移動すると、制止性連合は興奮性連合と同程度に減衰されるものの、興奮性連合も微弱ながら減衰が生じる ($V_e * S_{1A,C}$)。そのため表出される CR は上昇するものの、ABA復元よりは小さくなる。重要なことは、本モデルにおいてABC復元とAAB復元では表出時の類似性の値が同一である点である。これは、ABC復元とAAB復元におけるテスト期は、どちらも両連合が獲得された文脈から新規文脈に移動する手続きであり、テスト時の類似性の値は両者で同

一となるためである。しかし ABC 復元と AAB 復元においては、消去時に獲得された制止性連合の強度が異なる。獲得および消去を文脈 A で行った場合、獲得時と同文脈で消去を行うため S_1 はほとんど減衰されず、制止性連合の漸近値の絶対値は λ とほぼ同一である。その一方で ABC 復元の場合、消去期における S_1 は $S_{1A,B}$ であり、文脈 A-B 間の類似性の程度に従って検索される程度は減少する。すなわち、獲得と消去を異なる文脈で行った場合、制止性連合の強度は同文脈で行った場合と比較して小さくなり、結果として ABC 復元よりも AAB 復元の方が小さくなる。

図 7 は本モデルを用いた獲得と消去、図 8 は復元効果のシミュレーションである。図 7 において、消去を獲得と同じ文脈で行うかどうかは消去の推移に大きな影響を与えない。しかし図 8 に示したように、消去後の文脈変化が表出される反応に大きな影響を与えることとなる。これらの予測は多くの知見と一致する (e.g., Bouton & Bolles, 1979; Thomas et al., 2003)。

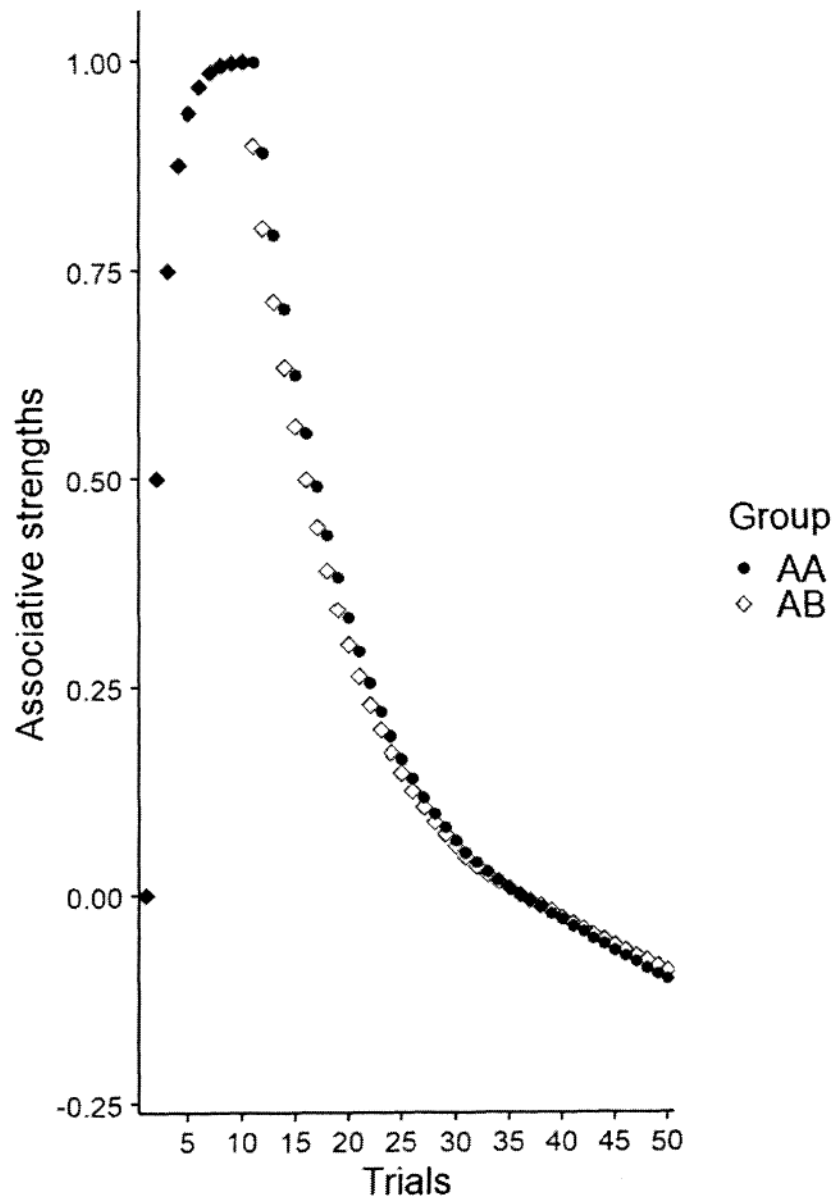


図 7 本モデルによる獲得と消去のシミュレーション

Note: AA は獲得と消去を同文脈で行った場合, AB は両者を別文脈で行った場合を指す。獲得は 10 試行 (1-10), 消去は 40 試行 (11-50), λ は 1, α^{ve} は 0.5, α^{vi} は 0.1, $S1_{A,B}$ は 0.9 と設定した。

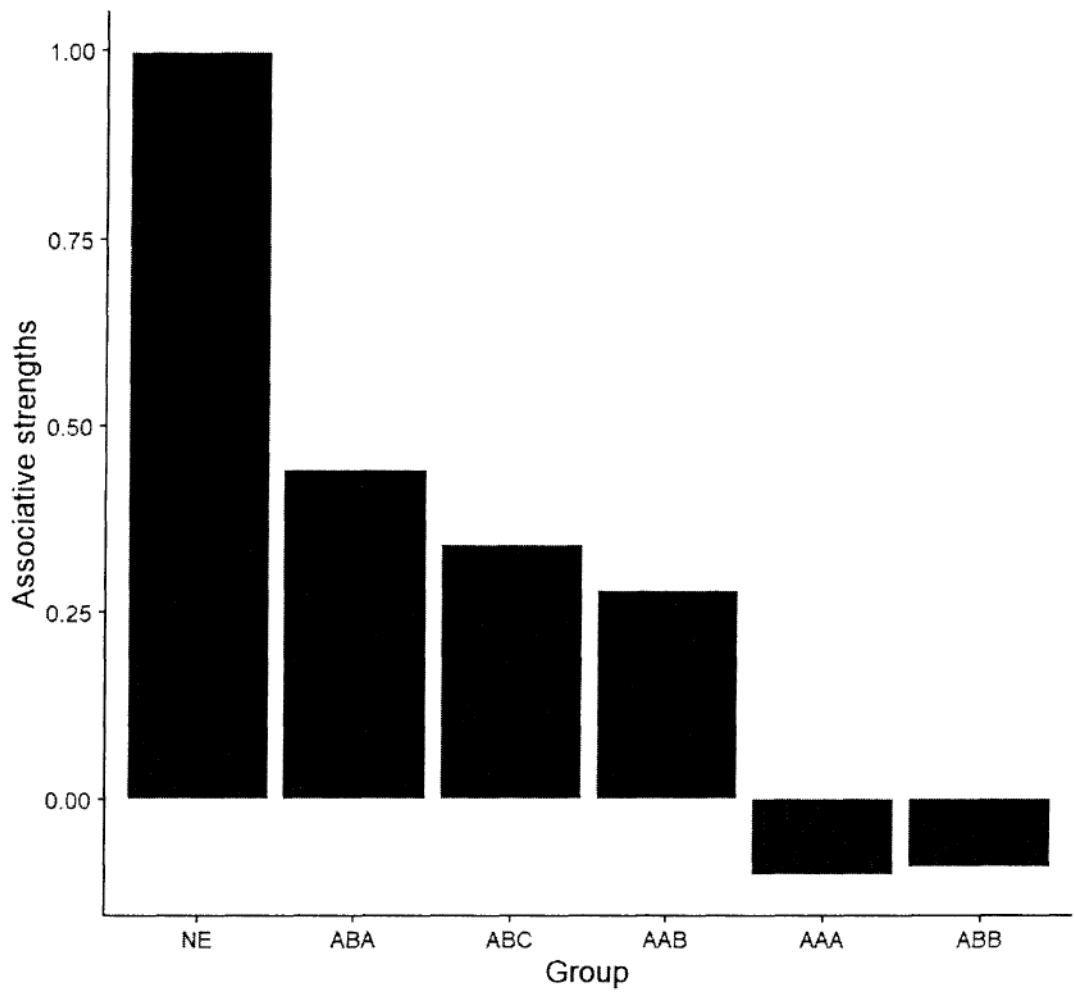


図 8 復元手続きにおけるテスト期のシミュレーション

Note: NE は消去を行っていない統制群を指し，残りの群は獲得期，消去期，テスト期の文脈がそれぞれのアルファベットと対応している。S1_{A,C} は 0.9，S2_{B,A} と S2_{B,C} は 0.8 に設定した。他のパラメータは図 7 と同一であった。

4.2 本モデルによる消去後再発に関する諸現象の理解

本節においては従来統一的な説明が困難であった，上述した復元を除く消去後再発に関する諸現象を本モデルによってどのように説明することが可能かを示す。

4.2.1 自発的回復

本モデルにおいて自発的回復は，時間文脈の変化による復元効果であるとする Bouton (1993) のアイデアと同様の説明を行う。すなわち消去後の時間経過は時間文脈の変化をもたらすことから，自発的回復は消去後に文脈が変化することによって生じる復元効果とみなす。この考えに一致して，Bouton & García-Gutiérrez (2006) は ITI も文脈としての機能を果たすことを示している (Capaldi, 1994 も参照)。すなわち消去の最終試行から時間経過が生じた後に次の試行 (すなわちテスト試行) が行われた場合，事前の ITI 文脈とは異なる間隔で CS が到来することになる。その結果，時間的な文脈変化が生じ，復元効果と同様の機序で消去時の記憶の検索を阻害すると考えられる。この仮定は消去からテスト期までの時間の遅延が大きくなるほど CR の回復も大きくなると本モデルでは予測され (図 9)，従来の知見と一致する (Quirk et al., 2002)。

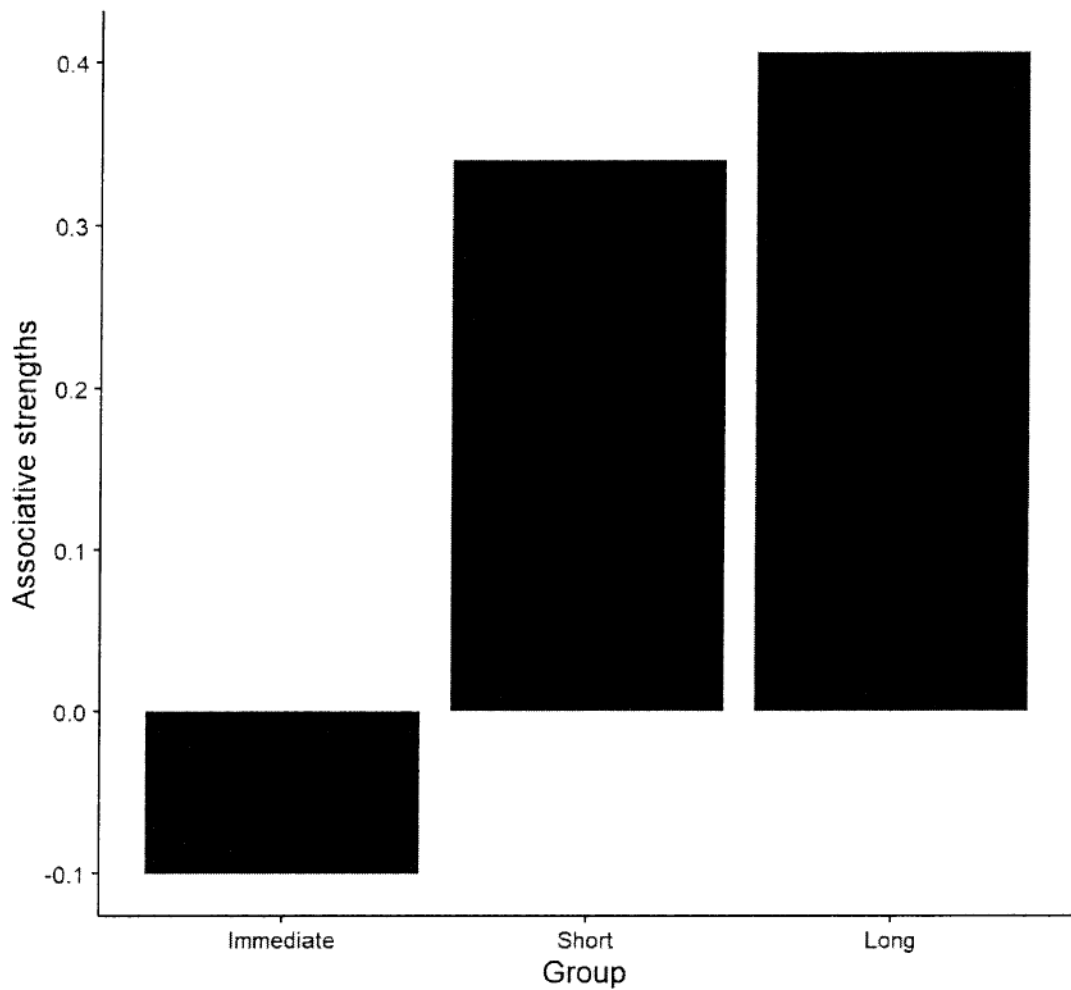


図 9 本モデルに基づく自発的回復のシミュレーション
Note: Immediate は消去直後のテスト，Short と Long はともに消去後からテストまでに遅延時間が存在するが，Short よりも Long の方が長い遅延時間と仮定した場合の値である。Short, Long とともに $V_e * S1_{A,C} + V_i * S2_{A,C}$ で反応が規定されるが，Short の $S1_{A,C}$ が 0.9, $S2_{A,C}$ が 0.8 なのに対し，Long は $S1_{A,C}$ が 0.855, $S2_{A,C}$ が 0.64 と設定した。

4.2.2 復帰

復帰現象に関して、本モデルは文脈刺激の連合強度を重要とみなす Rescorla-Wagner モデルや Bouton のモデルとは異なる説明を行う。本モデルでは US 呈示そのものが一種の文脈刺激であるという仮説に基づいて復帰の説明を行う。この仮説はこれまで古典的条件づけの研究ではあまり検討されてこなかったが、消去期の ITI で US 単独呈示を行った場合、その後の US 単独呈示が CR を減少させるという知見 (Bouton et al., 1993) によって支持されている。この知見は US 呈示そのものが一種の文脈、すなわち強化あるいは非強化に関する記憶の検索手がかりとして機能する可能性を示している。また、道具的条件づけの研究においては強化子や報酬の呈示が弁別刺激として機能し得るという知見は多く存在し (e.g., Trask & Bouton, 2016), その妥当性が支持されている。

この仮説に基づき本モデルでは、復帰効果は US 単独呈示によって、呈示された文脈と獲得文脈間の類似性が高まり、結果として興奮性連合の検索が強くなるために生じると説明する。復帰の理論的説明における重要な現象として、US 呈示文脈とテスト文脈が同一でない場合には復帰は生じないことが挙げられる (e.g., Bouton & Bolles, 1979)。本モデルにおいても US 単独呈示後に新規文脈でテストした場合、その文脈の類似性は US 単独呈示による影響を受けていないため、復帰は生じないことが予測される。

4.2.3 再獲得時の学習速度

本モデルにおける再獲得時の学習速度に関する説明の多くも Bouton のモデルに従う。すなわち再獲得が行われる文脈が獲得文脈と類似していた場合に学習速度は速くなる一方で、消去文脈と類似していた場合は遅くなる。例えば獲得を文脈 A、消去を文脈 B で行った場合、文脈 A-B 間の S1 は類似性の変化規則に従い、初期値から減少する。そのため、再獲得を文脈 B で行った場合、その速度は遅くなると考えられる。言い換えれば、文脈 A、あるいは文脈 C で再獲得を行う場合、文脈 B で行うよりも速く獲得されることが予測される。また、消去文脈とテスト文脈が異なる場合は復元効果が生じ、その効果で漸近値付近に速く到達するようになる。この 2 つの要因が組み合わさることで、再獲得の速度が文脈に依存すると本モデルでは説明する (図 10)。この予測は AAA, ABB, ABA および AAB 手続きで再獲得の速度を検討した先行研究のデータの傾向と一致している (Bouton & Swartzentruber, 1989)。なお、本モデルでは再獲得の漸近値は全ての群で同じとなるため、再獲得試行数を重ねると群間の差は無くなることが予測される。筆者の知る限り、この仮説を直接的に検討した知見は未だ存在しない。

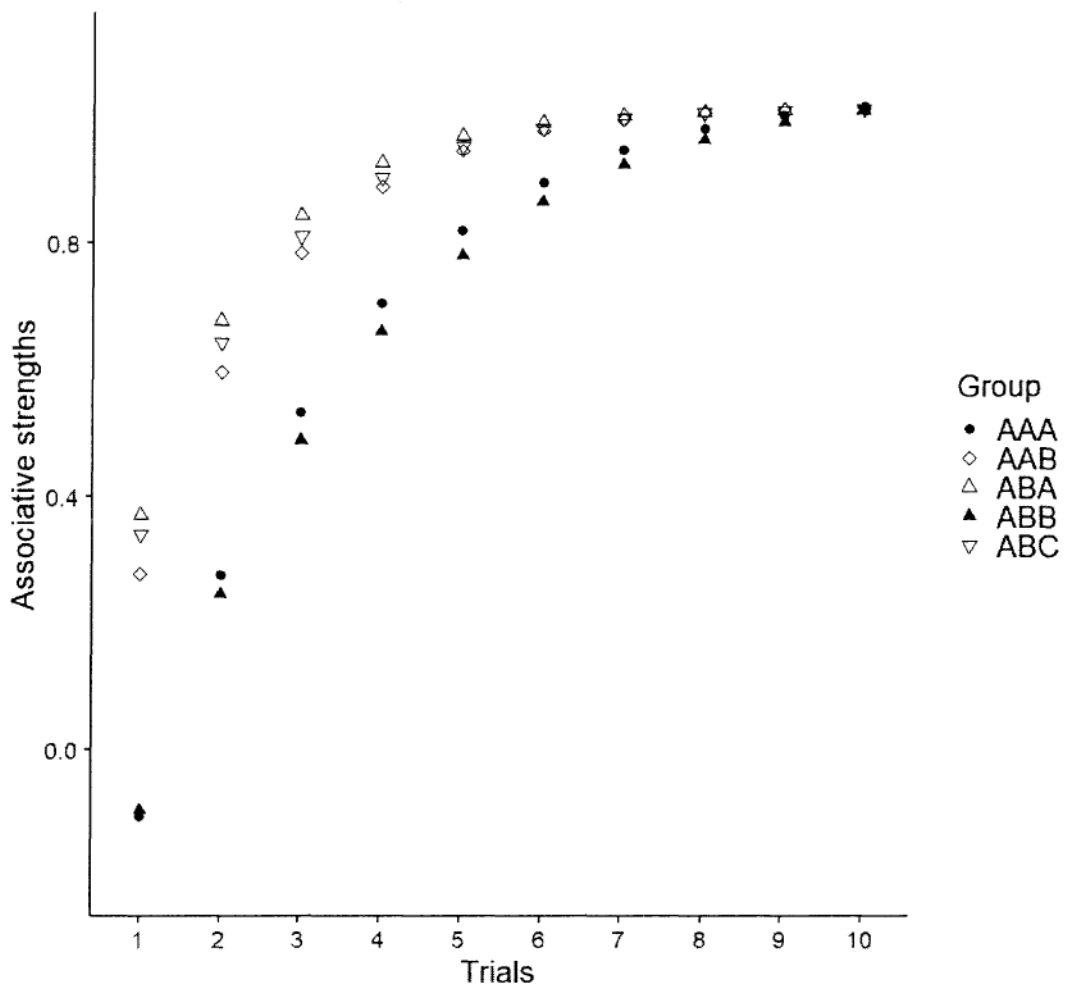


図 10 本モデルによる消去後再獲得（10 試行）のシミュレーション

Note: 群名は獲得，消去および再獲得期のそれぞれを行う文脈を表している。用いたパラメータは全て図 8 と同一であった。

4.2.4 消去の促進

本モデルにおいて、消去試行数を増大させることは制止性連合の強度を増加させる。同時に、消去試行数を増大させた場合、獲得文脈と消去文脈間の S1 を大きく減少させる効果ももたらす。例えば、文脈 A で獲得と消去を行う場合、文脈 A 同士の S1 の減少は消去試行数に比例して大きくなる。すなわち消去試行数を増やす手続きは、将来の文脈 A において興奮性連合が検索されにくくなる効果を持つ。そのため、その後の再獲得が遅くなることを予測する。ただし復元効果に対する消去試行数の効果は制止性の学習が進むにつれ効果は小さくなる。そのため極端に制止性連合の学習が少ない場合を除いて、本方略の効果は生じないと予測される（図 11）。一方で再獲得の速度に対して消去試行数の増加は本モデルにおいて大きな影響を与えることを予測する（図 12）。すなわち本モデルでは従来の研究で示されてきた消去試行数が消去後再発に与える効果を定量的に説明および予測することが可能となる。

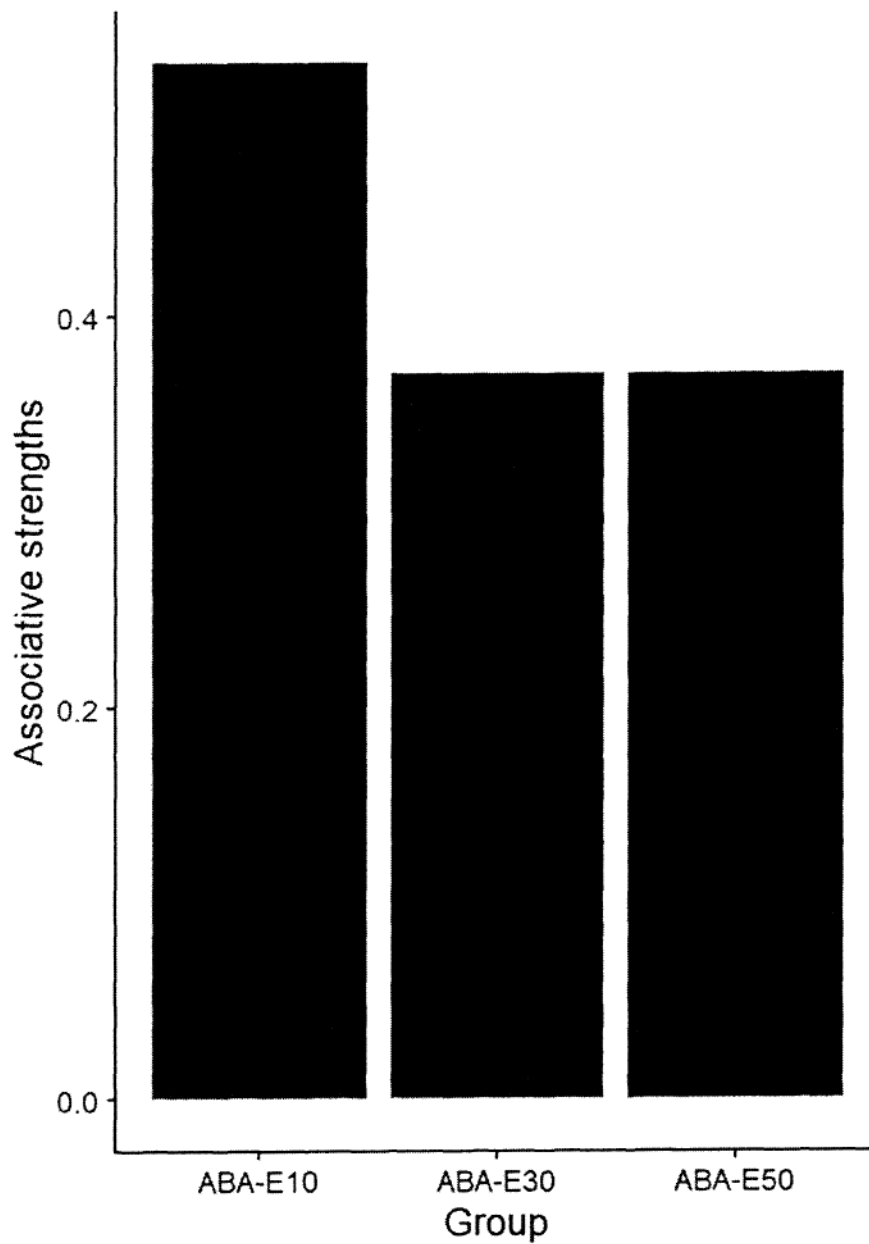


図 11 消去試行を 10 (ABA-E10), 30 (ABA-E30), 50 試行 (ABA-E-50) とした場合の ABA 復元のシミュレーション

Note: 使用したパラメータは消去試行数を除いて図 8 の ABA 群と同様であった。

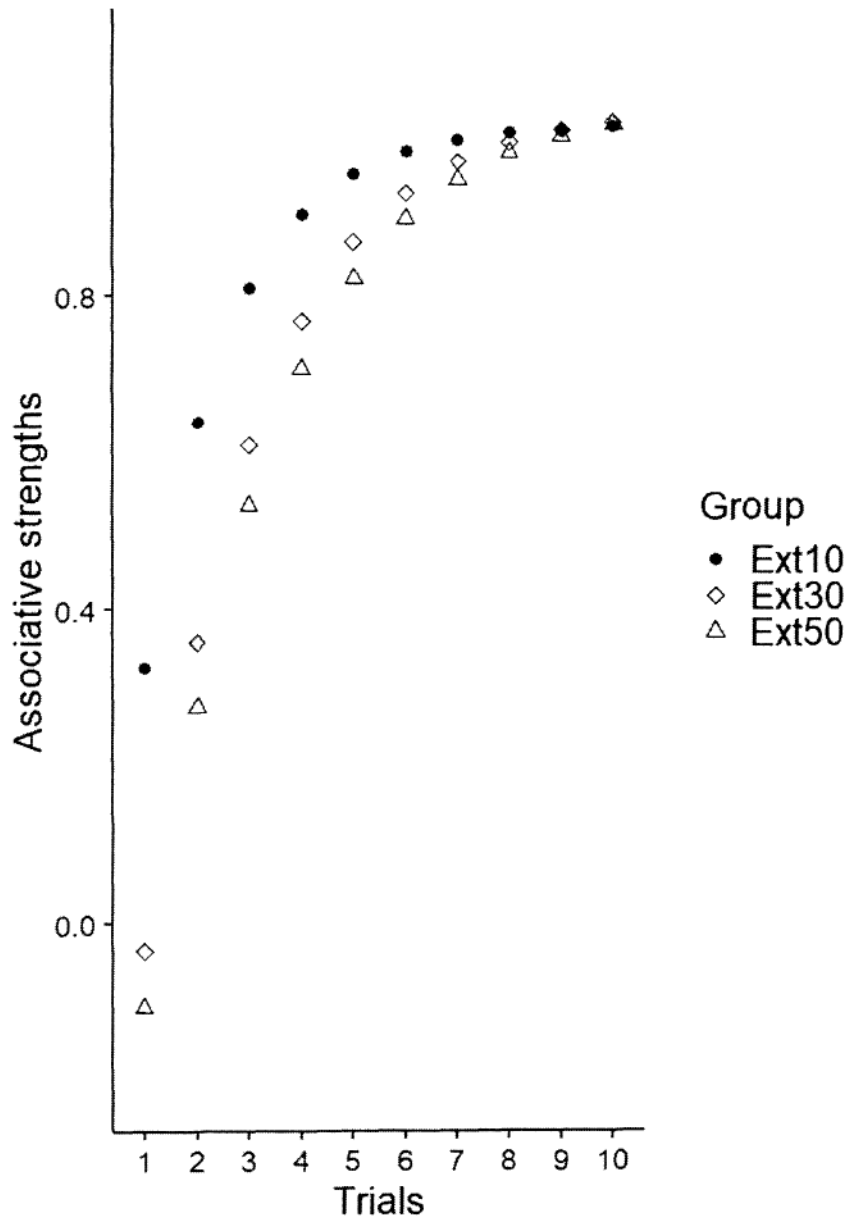


図 12 全ての期を同文脈で行った場合における消去試行 (10, 30, 50) 後の再獲得速度のシミュレーション
Note: 使用したパラメータは消去試行数を除いて図 9 の AAA 群と同一であった。

また、本モデルにおいて複数の刺激が複合的に呈示された場合の CR は、その文脈下で検索された各 CS の興奮性連合と制止性連合の合計値によって規定される。そのため、複合刺激の効果は概ね Rescorla-Wagner モデルと同じ予測となる。制止性の刺激が消去時に存在する場合、消去時に反応の減少は見られるものの、CS に対する制止性連合の獲得の程度は小さくなる。このことは、消去時に制止子が存在する場合、CS に対する制止の阻止が生じているとみなすことも可能である (Soltysik, 1983)。一方で別の興奮性の連合強度を有した刺激を呈示して消去を行う場合、消去時に検索される興奮性連合の強度が増加するため、結果として形成される制止性の連合強度が増加すると説明できる。この説明は Rescorla-Wagner モデルの予測と一致する一方で、本モデルでは消去手続きの効果だけでなく、Rescorla-Wagner モデルでは扱えなかった自発的回復を始めとする消去後再発への影響も包括的に説明できる。

4.2.5 消去時 US 呈示

消去時 US 呈示による再発減少の効果について、本モデルは US 呈示文脈の観点から、消去時の US 呈示が獲得-消去文脈間の類似性の増加をもたらすと説明する。すなわち US の存在が文脈の一部として機能していることから、消去時に US を呈示することによって、US が呈示されていた獲得文脈と消去文脈の類似性が大きくなる。そ

のため、消去時に興奮性連合が強く検索され、結果として強い制止性連合が獲得される。

しかし消去時の CS-US 対呈示、すなわち部分強化は CS への興奮性連合を更に上昇させてしまうという欠点がある。特に反応が減少した状況における CS-US 対呈示は大きな反応の上昇をもたらすことが本モデルで予測される。そのため、この方略は復元効果を取り除くことができない可能性がある。本方略の復元効果や自発的回復への効果は筆者の知る限り自発的回復における 1 例のみ報告されている (Thompson et al., 2018)。そのため、本モデルの予測の妥当性はさらに検討する必要がある。一方で、この手続きは再獲得の速度を遅くすることを本モデルでは予測する。消去時の強化試行は US が存在する文脈下における制止性連合の検索を強める働きがあるため、本方略を用いていない場合に比べて再獲得の速度は遅くなることが予測されるが、この予測は多くの研究結果と一致している (e.g., Bouton et al., 2004)。

一方で非随伴 US 呈示の場合、消去時強化と同様に US が獲得文脈の検索手がかりとなるため、CS 単独呈示時に検索される V_i の強度が増加する一方で、強化はなされないため興奮性連合の変化は生じない。そのため強化試行の導入よりも反応の上昇が大きく抑えられること(図 13)、再獲得だけでなく復元効果など他の再発減少も抑制することが予測される(図 14)。本モデルの予測通り、消去時の US 単独呈示は復元効果を減少させ (Rauhut et al.,

2001), 消去後再獲得も通常の消去や消去時対呈示よりも本方略を用いた方が遅くなることが示されている (e.g., Bouton et al., 2004)。

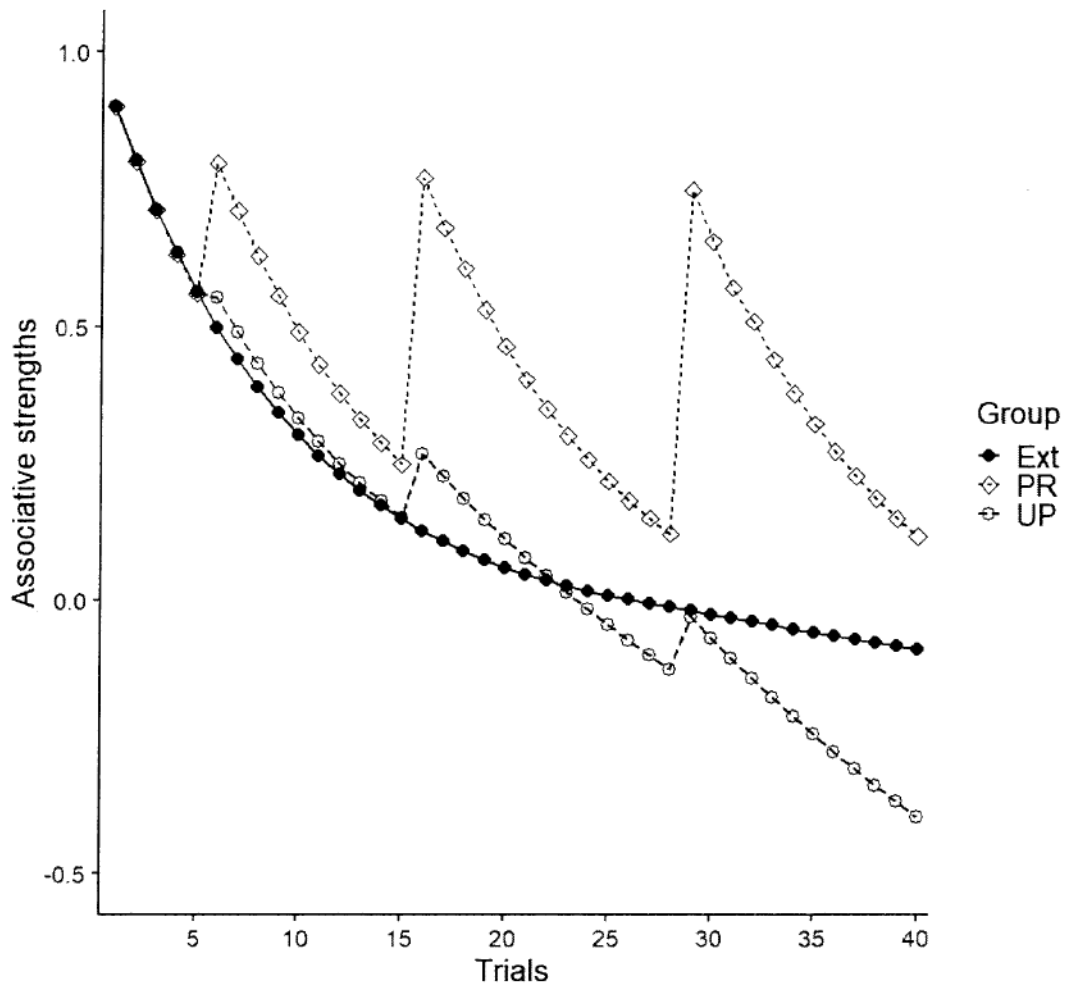


図 13 通常の消去 (Ext), 部分強化 (PR), 非随伴呈示 (UP) の消去試行における学習の推移のシミュレーション

Note: 使用したパラメータは図 8 の ABA 群における消去時と同一であるが, 部分強化群と非随伴呈示群においては 5, 15 および 28 試行時に強化あるいは US 呈示を行ったと仮定した。

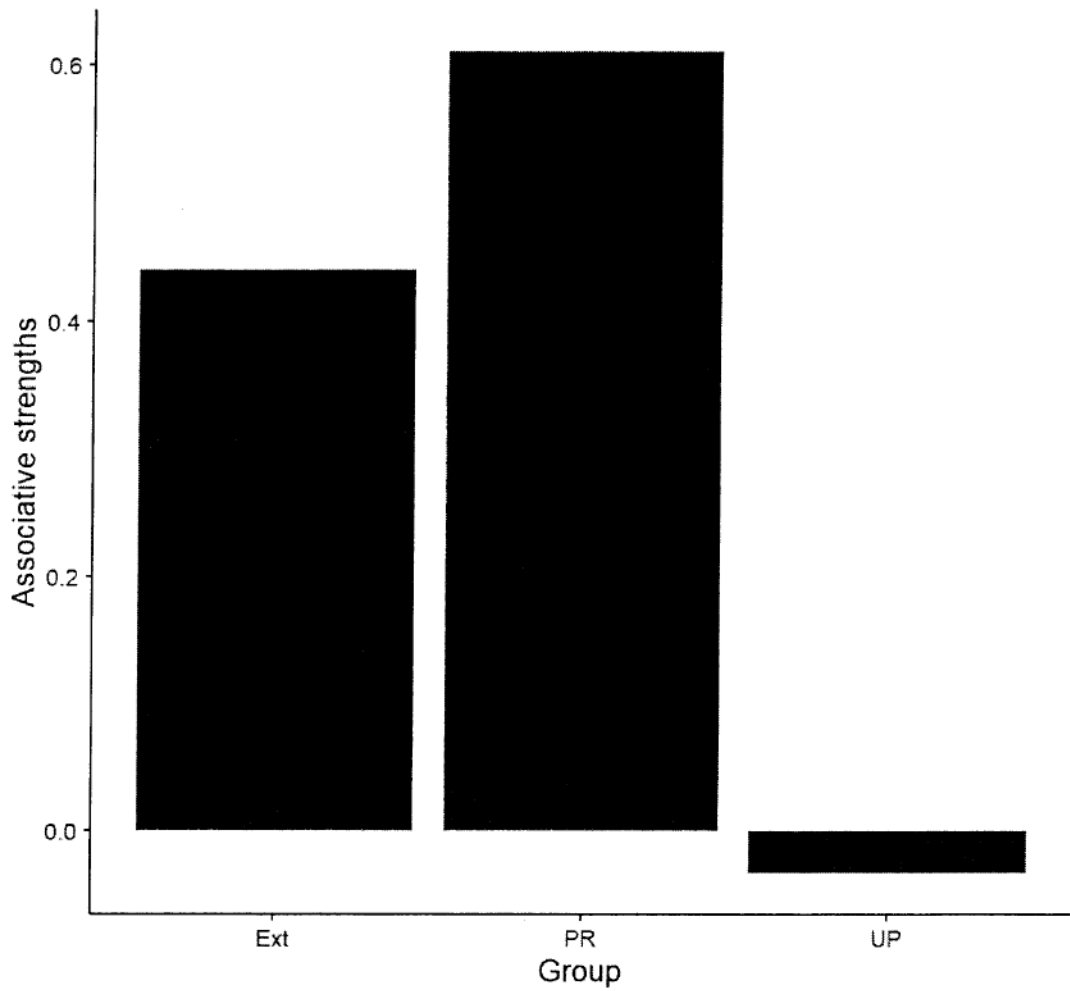


図 14 通常の消去 (Ext), 部分強化 (PR), 非随伴呈示 (UP) における ABA 復元効果のシミュレーション
Note: 使用したパラメータは図 13 と同一であった。

4.2.6 消去手がかりの使用および消去文脈とテスト文脈間を類似させる手法

本モデルにおいて消去手がかりは消去文脈とテスト文脈間の類似性を増加させる刺激であると説明できる。すなわち CS が呈示された文脈がどのような文脈であった場合でも、消去文脈と類似していると認識しやすくなる効果を持つ。このことは本モデルにおいて多様な文脈に対する S2 の増加とみなすことが可能であり、その結果としてテスト時の反応が減少されると考えられる。また、テスト文脈と消去文脈を直接的に類似させることも同様に説明できる。

4.2.7 多文脈消去

本モデルにおいて多文脈消去は、文脈移動によって生じる復元効果（ABC 復元）の消去を繰り返すことによって生じると説明できる。ABC 復元効果によって生じた CR は興奮性連合の増加と無関係である一方で、その後の消去は抑制性連合の増加を導く。これによって、通常の消去手続きによって獲得される以上に抑制性連合を獲得することが可能になり、復元効果や復帰といった消去後再発を取り除くことが予測される（図 15, 16）。この説明の妥当性は消去後に再出現した反応に対して消去を行うと徐々に再発の量は減少するという知見（e.g., Rescorla, 2004）、あるいは復帰を消去するとその後の ABA 復元が減少するという知見（Holmes & Westbrook, 2013）によっ

ても支持される。また、本モデルでは多文脈消去の試行数が少ない場合、更なる制止性連合が獲得される機会を失うため、その効果は減少することも予測される。すなわち本モデルにおいて、多文脈曝露時の試行数は獲得される制止性連合の強度を決定する重要な要因である。この予測は多くの先行研究と一致する（e.g., Thomas et al., 2009）。

ただしこの説明は、視空間的文脈次元を用いた多文脈消去は視空間的文脈次元を文脈とした復元効果を減少させる一方で、時間的文脈次元である自発的回復を減少させないとする報告（Dunsmoor et al., 2014）と一致しない。本モデルでは、多文脈消去によって制止性連合の強度そのものが強くなるため、自発的回復も同様に減少することが予測される。この点に関しては現象の頑健さについて更なる知見の蓄積が必要であるが、この不一致は多文脈消去手続きが文脈間の類似性の般化も同時に引き起こすと仮定することで説明できるかもしれない。すなわちこの手続きは消去時の文脈刺激と共通の刺激成分を持つ他の文脈への般化を促進している可能性がある（Bouton, 2000）。この説明は、視空間的な文脈次元を用いた多文脈消去は、刺激次元が異なる時間的文脈や内的文脈の効果に大きな影響を及ぼしにくいことを示唆する。すなわち、多文脈消去による効果は使用された文脈次元において特に強くなることが予測される。ただしこの仮定は今回のモデルには導入していないため、そうした効果を定量的

に扱うためには更なるモデルの改良が必要である。まとめると、多文脈消去の効果は ABC 復元の消去による制止性連合の増加と、文脈刺激間の般化という 2 つの過程が同時に作用することで消去後再発の減少をもたらしていると考えることが妥当であると考えられる。

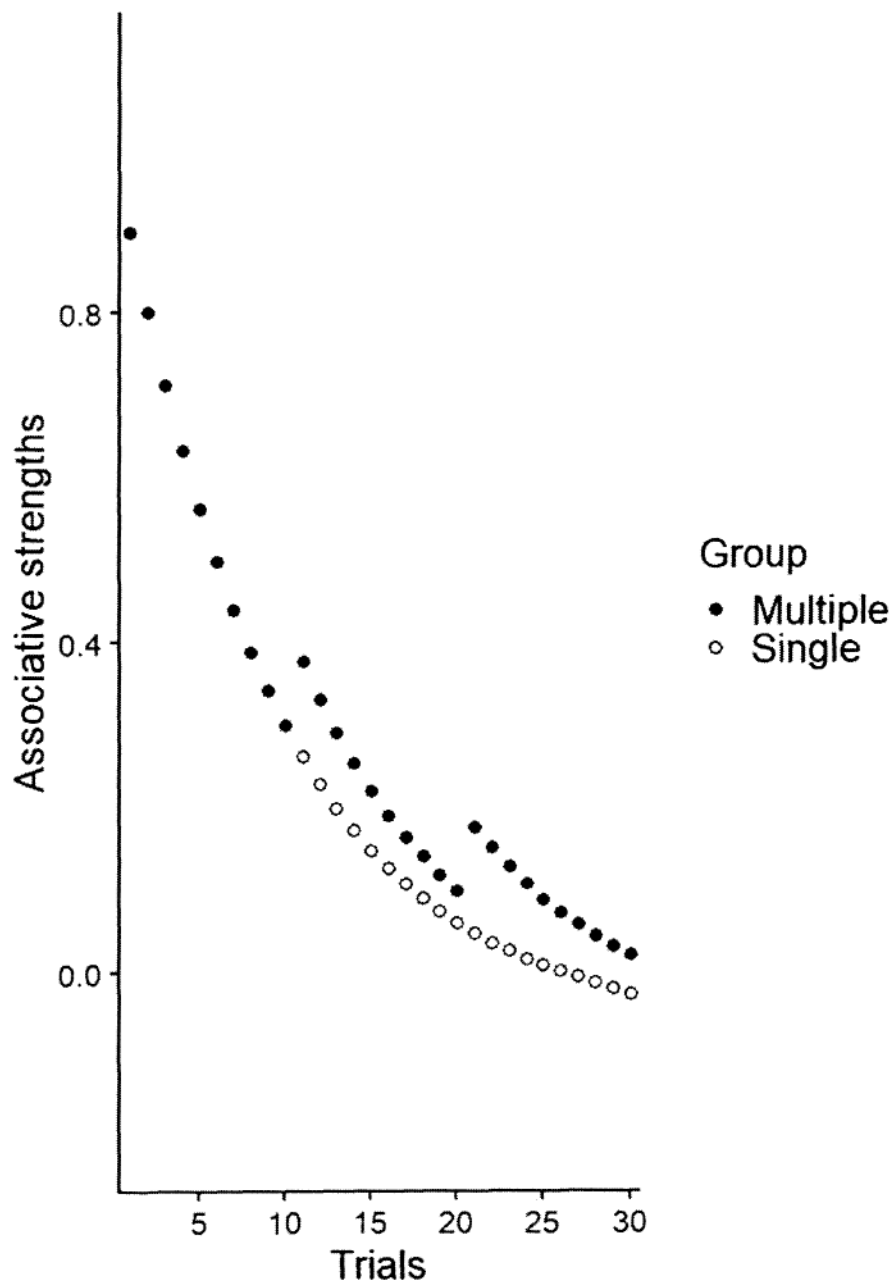


図 15 消去時の単独文脈下での消去と複数文脈下での消去のシミュレーション

Note: 複数文脈条件においては 10 試行ごとに新規文脈へ移動することを仮定した。使用したパラメータは図 8 の ABA 群の消去時と同一であったが、複数文脈条件においては全ての文脈間の S2 を 0.8 と設定した。

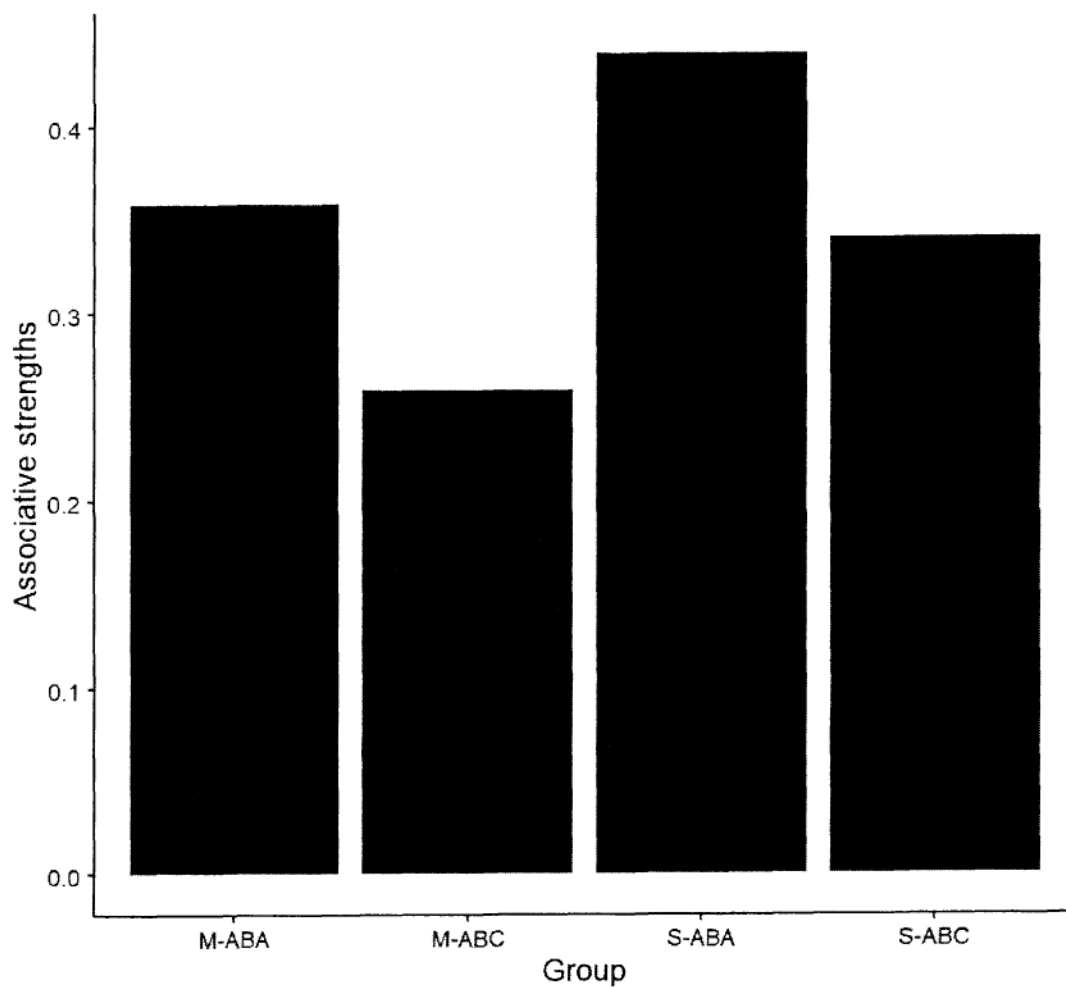


図 16 多文脈消去と単一文脈消去後の ABA 復元および ABC 復元効果のシミュレーション

Note: M は多文脈消去, S は単一文脈消去を表す。使用したパラメータは図 15 と同一であった。

4.2.8 消去試行間・試行セッション間間隔の拡張

本モデルにおける消去試行やセッション間間隔の拡張の効果は Bouton のモデルと同様に，ITI やセッション間間隔が時間的文脈として作用するため，それらを拡張して消去を行った場合，消去文脈と自発的回復のテストを行う時間的文脈における類似性が小さくなるために生じるという説明を行う。すなわち数多くある文脈次元のうち，時間文脈次元における消去-テスト間の距離を近づける手続きであると本モデルでは仮定する。

4.2.9 新しい現象の予測

本モデルにおいて文脈間の類似性は連合の型によって異なるとしている一方で，この類似性の値は刺激や事態間で変化しない。すなわち，文脈間の類似性は他刺激に持ち越される。この仮定は新たな現象を予測する。例えば，事前に文脈 A と文脈 B 間の類似性を異なる刺激を使って増加させておくことで，ABA 復元の減少をもたらすことが予測される。筆者の知る限り，こうした現象は未だ報告されていない。

4.3 本モデルの意義と課題点

本モデルは従来統一的な説明が困難であった消去および消去後再発に関する諸現象について，文脈間の類似性の概念を導入することによって統一的な説明を可能にした。これまで消去後再発に関して多様な説明がなされて

きた一方で、どの説明も包括的にそれらの現象を扱うことができなかつた (McConnell & Miller, 2014)。また、これまで最も支持されてきた Bouton のモデルはパフォーマンスの規則を扱うモデルであり、消去後再発の強さに関する予測という観点からは曖昧な前提も多かつた。その点で本モデルは、これらの現象を統一的に説明できるだけでなく、数理モデルとして表現することで、各試行の推移に関する説明や予測を行うことも可能となつた。

本モデルにおける中核概念である類似性がどのような要因によって規定されているかについては更なる研究が必要である。これまでの研究において、文脈として色相や時間といった客観的に距離を操作可能な文脈が使われることもある一方で、多くは実験室の変化や内的状態といった刺激間の距離の定義が困難な文脈が使用されている。数ある文脈次元の中でも、時間文脈の効果は自発的回復として広く研究が行われてきた。自発的回復は時間の遅延が長いほど大きくなる一方で、その効果は負の加速度的な変化であることが知られている (Rescorla, 2004)。このことは、本モデルにおける類似性が文脈間の距離と線形関係には無いことを示している。今後は文脈間の距離と類似性の関数関係を明確化していく作業も重要であろう。

文脈間の類似性において、これまでヒトの研究においては文脈間の物理的な差よりも概念的に同一かどうかの

方が重要であるとされ、例えば刺激般化の研究においては物理的な類似性よりも心理学的な類似性の影響が強い可能性が指摘されている (e.g., Dunsmoor & Murphy, 2015)。すなわち、類似性は文脈間の客観的に測定可能な距離のみで定まるものではなく、それらがどのように知覚されるか、そしてそれらの刺激に対する学習歴も含めた多様な要因によって決定されていると考えることが自然である。

それでは、どのように類似性の初期値を定式化することが可能であろうか。この問いに明確に答えることは現状では困難であるが、例えば以下の式によって表現することが可能かもしれない。

$$S = 1 - \left(\frac{1}{\exp(D \times B)} \right) \quad (66)$$

式 66 における D は文脈間の客観的な距離を表し、 B は類似性に対する刺激次元に対応したバイアスを指す。この式は D あるいは B の値が大きくなるほど類似性が減少することを表している。すなわち、ある連合を獲得した際の文脈と CS が呈示された文脈間の類似性は、文脈間の客観的な差だけでなくバイアス、すなわち主観的な距離の影響を受けていることをこの式では表している。この仮定は試行に伴う類似性の変化は、学習によって B 、すなわち主観的なバイアスを変化させていると考えることができるかもしれない。

本モデルの異なる理論的課題として、条件性制止の説

明が挙げられる。本モデルでは条件性制止を制止性連合と同一の概念として扱ってきた。しかし消去によって獲得される連合は文脈特異的である一方で、条件性制止子は文脈独立的であることが報告されている (Bouton & Nelson, 1994)。すなわち両者は異なる学習である可能性がある。しかし条件性制止子と本モデルで用いた制止性連合は興奮性連合の表出を阻害するという同一の機能を有していることから、これらの区別はかなり困難な問題である。1つの解決方法は、条件性制止の文脈非依存性が最初に獲得された連合であるために生じるとみなすことである (Bouton & Nelson, 1998)。本モデルでは主に消去手続きに焦点を当てたため、最初に CS が獲得した連合が興奮性の場合のみを扱った。しかし特徴同時負弁別手続きを用いるなどによって最初に条件性制止を獲得し、その後同じ刺激に対して条件づけを行った場合、その依存性は逆転する可能性がある。この仮説通り、初めに制止性連合を獲得した後に興奮性連合を獲得させた場合、興奮性連合も文脈依存的になることが示されている (Fiori et al., 1994)。すなわち本モデルで仮定した「連合の型に依存した S」を「獲得された順序に依存した S」と修正することによって、本モデルにおいて条件性制止の問題は解決される可能性がある (Bouton & Nelson, 1998)。

本モデルは古典的条件づけにおける現象のみを扱ったが、本モデルで扱った多くの現象は道具的条件づけでも同様に生じることが報告されており (レビューとして、

Bouton et al., 2012), その応用可能性は高いと考えられる。しかし道具的條件づけの消去は古典的條件づけと機序が異なることが多くの研究で示されていることから (e.g., Bouton et al., 2016), 道具的條件づけへ応用するためにはモデル上の修正が必要であろう。

まとめると、本モデルは消去及び消去後再発に関して従来の連合学習の理論と比較して多様な知見と一貫した包括的な説明を与えることが可能となった。しかしその一方で、類似性の初期値など未だ不明瞭な点も多いため、本モデルを精緻化するためには今後の更なる研究が必要である。

5 第 5 章 研究 4: 新たなモデルの妥当性の検討

本研究においては研究 3 で構築したモデルの妥当性について、ABA, ABC, AAB 復元効果を検証したデータを用いて、Rescorla-Wagner モデルおよび Bouton のモデルとのモデル比較を行う。上述の通り、Rescorla-Wagner モデルは ABA 復元および ABC 復元の説明は可能であるものの、AAB 復元は生じないことが予測される。一方で Bouton のモデルは ABC 復元と AAB 復元が同程度になることを予測する。新しいモデルでは復元の大きさは ABA, ABC, AAB 復元の順に大きくなることを予測する。

なお本研究は新型コロナウイルス感染症の影響によって実験室内での実験実施が困難となったため、事前の例数設計によって計画した参加者数に達することなく実験を打ち切った。そのため、本研究で使用する予定であった有意性検定の論理に基づく分散分析は本研究の分析に使用しなかった。

5.1 方法

大学生および大学院生 41 名を対象とした。本実験は事前の例数設計に基づき 64 名の参加者を予定したが、上述の理由により 41 名で実験を打ち切った。参加者は無作為に 3 つの実験群 (ABA 群 (12 名), ABC 群 (9 名), AAB 群 (9 名)) と統制群 (AAA 群 (11 名)) に割り当てられた。1 人の参加者 (AAA 群) はプログラム上のエラーによりテスト期のデータが記録されていなかったため、全

ての分析から除外された。そのため分析に用いた最終的な参加者は 40 名（男性 15 名，女性 25 名，平均年齢 21.40 歳（ $SD = 2.13$ ））であった。

本研究における刺激および装置は研究 1 と同じものを使用した。CR の測度として研究 1 と同様に US 予期を測定した一方で，測定そのものが文脈変化としての機能を有する可能性から（研究 1 および 2 を参照），CS 感情価は測定しなかった。AAA 群および ABA 群の手続きも感情価の評価を求める以外は研究 1 と同様であった。ABC 群の参加者は獲得期，消去期およびテスト期全ての文脈を異なる文脈下で行った。AAB 群の参加者は獲得期と消去期を同じ文脈下で行う一方で，テスト期のみを異なる文脈下で行った。実験で用いられる文脈と CS（男性あるいは女性の俳優）は参加者間でカウンターバランスを行った。本研究は「専修大学人間科学部心理学科・大学院文学研究科心理学専攻 人を対象とした研究倫理委員会」によって承認された（承認番号：19-DL167001-2）。

5.2 統計分析

従来復元効果の説明に用いられることの多かった Rescorla-Wagner モデルおよび Bouton のモデルと比べて新しく提案したモデルがどの程度データとの当てはまりが良いかを研究 2 と同様に統計モデルを作成し，ベイズ推定によって事後予測分布，WAIC および WBIC を算出して検討した。

Rescorla-Wagner モデルにおける AAA 群と ABA 群は研究 2 と同一の統計モデルを用いた (式 3-26)。ABC 群の統計モデルは、獲得および消去は ABA 群と同一であり (式 9-20)、テスト期は以下の統計モデルを設定した。

$$V_{CS,n,t}^{test} = \Delta V_{CS,n,t}^{test} + V_{CS,n,t-1}^{test} \quad (67)$$

$$\Delta V_{CS,n,t}^{test} = \alpha_{CS,n,2} (0 - V_{n,t-1}^{test}), \quad (68)$$

$$V_{ConC,n,t}^{test} = \Delta V_{ConC,n,t}^{test} + V_{ConC,n,t-1}^{test} \quad (69)$$

$$\Delta V_{ConC,n,t}^{test} = \alpha_{ConC,n} (0 - V_{n,t-1}^{test}), \quad (70)$$

$$V_{n,t}^{test} = V_{CS,n,t}^{test} + V_{ConC,n,t}^{test} \quad (71)$$

$$Y_{n,t}^{test} \sim \text{Normal} (V_{n,t}^{test}, \sigma) \text{ I}[0,] \quad (72)$$

この仮定はテスト期において消去時の文脈 B ではなく、新規文脈 C の元で CS が呈示されることを表現している。次に AAB 群の統計モデルは以下に設定された。獲得期は ABA 群と同一であった (式 9-14)。消去期は以下のモデルによって表現された。

$$V_{CS,n,1}^{ext} = \Delta V_{CS,n,9}^{acq} + V_{CS,n,9}^{acq}, \quad V_{CS,n,t}^{ext} = \Delta V_{CS,n,t}^{ext} + V_{CS,n,t-1}^{ext} \quad (73)$$

$$\Delta V_{CS,n,t}^{ext} = \alpha_{CS,n,2} (0 - V_{n,t-1}^{ext}), \quad (74)$$

$$V_{ConA,n,1}^{ext} = \Delta V_{ConA,n,9}^{acq} + V_{ConA,n,9}^{acq}, \quad V_{ConA,n,t}^{ext} \quad (75)$$

$$= \Delta V_{ConA,n,t}^{ext} + V_{ConA,n,t-1}^{ext}$$

$$\Delta V_{ConA,n,t}^{ext} = \alpha_{ConA,n,2} (0 - V_{n,t-1}^{ext}), \quad (76)$$

$$V_{n,t}^{ext} = V_{CS,n,t}^{ext} + V_{ConA,n,t}^{ext} \quad (77)$$

$$V_{n,t}^{ext} \sim \text{Normal} (V_{n,t}^{ext}, \sigma) \text{ I}[0,] \quad (78)$$

これらは ABA 群の設定とは異なり，消去期が文脈 A 下で行われていることを表現している。すなわち，9 試行ある獲得期において CS および文脈 A とともに連合強度が増加した後，それらの値を CS および文脈 A の消去期における 1 試行目の連合強度とし，試行を重ねる度に連合強度は誤差修正規則に従って減少する（式 73 および 75）。最後にテスト期の統計モデルは以下に設定された。

$$V_{CS,n,1}^{test} = \Delta V_{CS,n,18}^{ext} + V_{CS,n,18}^{ext}, \quad V_{CS,n,t}^{test} = \Delta V_{CS,n,t}^{test} + V_{CS,n,t-1}^{test} \quad (79)$$

$$\Delta V_{CS,n,t}^{test} = \alpha_{CS,n,2} (0 - V_{n,t-1}^{test}), \quad (80)$$

$$V_{ConB,n,1}^{test} = 0, \quad V_{ConB,n,t}^{test} = \Delta V_{ConB,n,t}^{test} + V_{ConB,n,t-1}^{test} \quad (81)$$

$$\Delta V_{ConB,n,t}^{test} = \alpha_{ConB,n} (0 - V_{n,t-1}^{test}), \quad (82)$$

$$V_{n,t}^{test} = V_{CS,n,t}^{test} + V_{ConB,n,t}^{test} \quad (83)$$

$$Y_{n,t}^{test} \sim normal (V_{n,t}^{test}, \sigma) I[0,] \quad (84)$$

これらはテスト期が新規文脈 B において呈示されていることを表現している。すなわち、テスト期の CS の連合強度の初期値は消去期の最終試行（18 試行目）時の連合強度とその試行における変化量の加算値である一方で、文脈 B の連合強度の初期値は 0 と設定した（式 79 および 81）。また、各パラメータの事前分布は研究 2 と同様の設定を行った（式 27-32）。

次に Bouton のモデルに基づいて統計モデルの記述を行った。ABC 群および AAB 群における Bouton のモデルに基づいた統計モデルおよび事前分布は研究 2 で用いた Bouton のモデルと同一であった（式 38-55）。すなわち、3 つの実験群全てを研究 2 の ABA 群と同一のモデルによって表現した。各パラメータの事前分布は研究 2 と同様の設定を行った（式 49-55）。

研究 3 で提案したモデルの統計モデルは以下に設定された。初めに獲得期は全ての群において以下に設定された。

$$Ve_{n,1}^{acq} = Initial_n, \quad Ve_{n,t}^{acq} = \Delta Ve_{n,t}^{acq} + Ve_{n,t-1}^{acq} \quad (85)$$

$$\Delta Ve_{n,t}^{acq} = \alpha_{n,1}(\lambda_n - Ve_{t-1}^{acq}) \quad (86)$$

$$Y_{n,t}^{acq} \sim \text{Normal}(Ve_{n,t}^{acq}, \sigma) \text{ I}[0,] \quad (87)$$

次に消去期は以下に設定された。

$$Vi_{n,1}^{ext} = 0, \quad Vi_{n,t}^{ext} = \Delta Vi_{n,t}^{ext} + Vi_{n,t-1}^{ext} \quad (88)$$

$$\Delta Vi_{n,t}^{ext} = \alpha_{n,2}(0 - Vi_{n,t-1}^{ext}), \quad (89)$$

$$V_{n,t}^{ext} = Ve_{n,9}^{acq} * S_{1,n} + Vi_{n,t}^{ext} \quad (90)$$

$$Y_{n,t}^{ext} \sim \text{Normal}(V_{n,t}^{ext}, \sigma) \text{ I}[0,] \quad (91)$$

このモデルは消去時に形成される制止性連合の漸近値が9試行ある獲得期で形成された興奮性連合の強度 ($Ve_{n,9}^{acq}$)ではなく、その強度が検索された値 ($Ve_{n,9}^{acq} * S_{1,n}$)となることを仮定している(式89および90)。このモデルにおけるS1はAAA群とAAB群の参加者では同文脈となるため1に固定された一方で、ABC群およびABA群の参加者のS1は推定によって決定されるよう設定した。また全ての群において文脈間の類似性の変化が消去期およびテスト期に生じることが仮定されるが、復元効果の程度には影響を与えないため、本モデルではその仮定は式として使用しなかった。最後にテスト期の統計モデルは以下に設定された。

$$V_{n,1}^{test} = \Delta V_{n,18}^{ext} + V_{n,18}^{ext}, \quad V_{n,t}^{test} = \Delta V_{n,t}^{test} + V_{n,t-1}^{test} \quad (92)$$

$$\Delta V_{n,t}^{test} = \alpha_{n,2} (0 - V_{n,t-1}^{test}) \quad (93)$$

$$V_{n,t}^{test} = V_{n,9}^{acq} * S_{1,n} + V_{n,t}^{test} * S_{2,n} \quad (94)$$

$$Y_{n,t}^{test} \sim Normal(V_{n,t}^{test}, \sigma) \quad I[0,] \quad (95)$$

式 94 における S1 と S2 の値は群によって異なる値として推定された。AAA 群においては S1 および S2 とともに 1 に固定され，ABA 群においては S1 を 1 に固定した一方 S2 は推定によって求めた。ABC 群および AAB 群においては S1 と S2 の双方を推定によって求めた。なお ABC 群におけるテスト期の S1 は消去期の S1 と同じ値になるよう設定された。Ve や Vi の初期値や変化に関する仮定は Bouton のモデルと同様の仮定を用いた。本モデルにおいて用いられたパラメータの事前分布は以下に設定した。

$$\alpha \sim Beta(1,1) \quad (96)$$

$$Initial_n \sim Normal(\mu_{Initial}, \sigma_{Initial}) \quad I[0,] \quad (97)$$

$$\mu_{Initial} \sim Normal(0,100) \quad I[0,] \quad (98)$$

$$\sigma_{initial} \sim Cauchy(0,1) \text{ I}[0,] \quad (99)$$

$$\lambda \sim Normal(0,10) \text{ I}[0,] \quad (100)$$

$$S1 \sim Beta(1,1) \quad (101)$$

$$S2 \sim Beta(1,1) \quad (102)$$

$$\sigma \sim Cauchy(0,5) \text{ I}[0,] \quad (103)$$

これらのパラメータを推定するため、研究 2 と同様にベイズ推定法によってパラメータの事後分布を推定した。分析手順は MCMC においてイテレーションは 20000、バーンインは 5000 に設定した以外は研究 2 と同様であった。

5.3 結果

今回記述した 3 つの統計モデルで用いた全てのパラメータは収束した。初めに、本実験によって得られた各群における各試行で測定された US 予期を図 12 に示す。また、3 つのモデルにおいて推定された全参加者のデータおよび事後予測分布を図 18, 19 および 20 に示した。事後予測分布の結果からは、どのモデルにおいても実測値との大きな乖離は見られなかった。これらの結果は、3

つの統計モデルによって得られた予測値とも実験によって得られたデータと適合したことを示している。

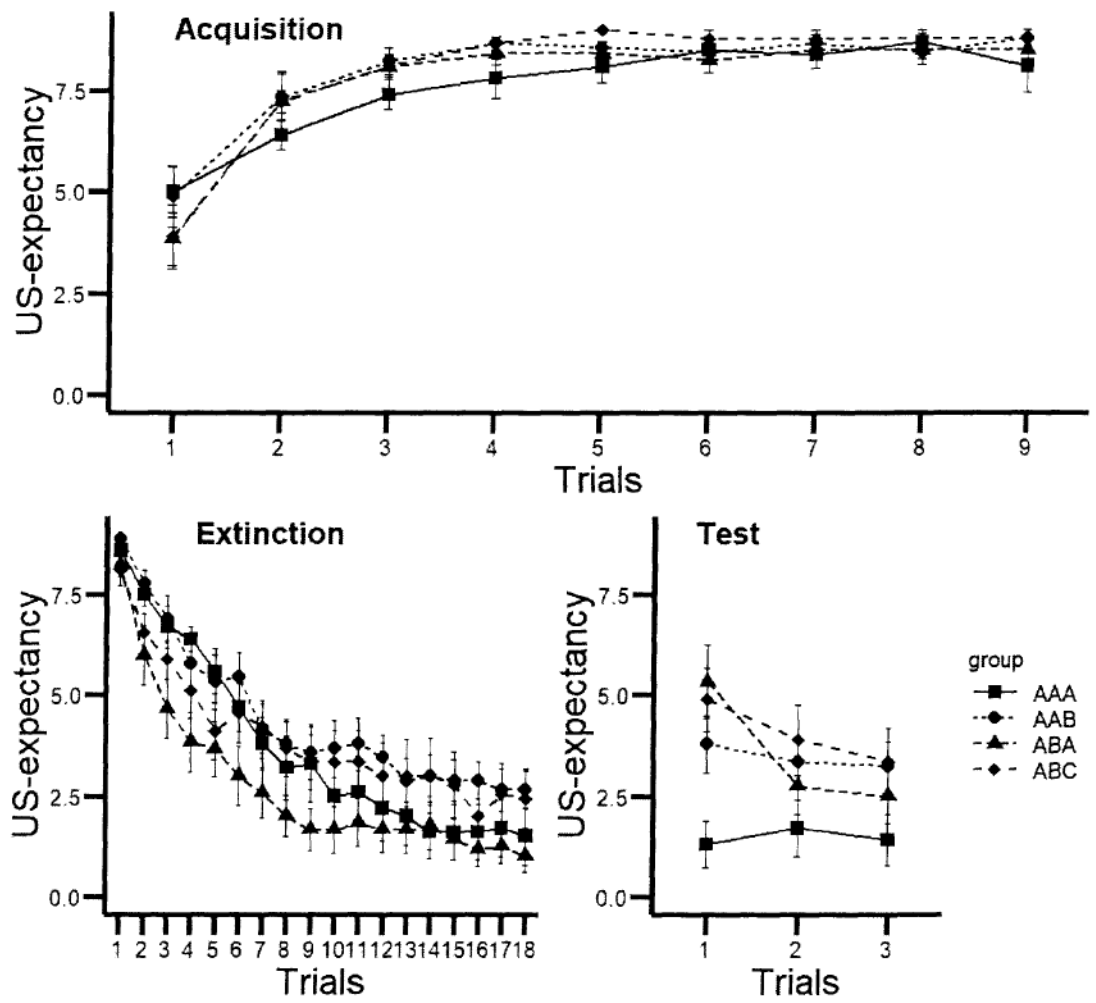


図 17 本実験における全ての群の各試行の US 予期の
 平均値 (エラーバーは標準誤差)

次に，WAIC と WBIC を用いたモデル比較を行った。WAIC の結果は Rescorla-Wagner モデル，新モデル，Bouton モデルの順で小さいことが示された（新モデル = -2.29，RW model = -2.35，Bouton's model = -2.24）。その一方で WBIC は Rescorla-Wagner モデル，Bouton のモデル，新モデルの順で低いことが示された（新モデル = -80.10，RW model = -87.10，Bouton's model = -84.41）。この結果は指標間で結果は一貫しなかったことを示している。

新モデル

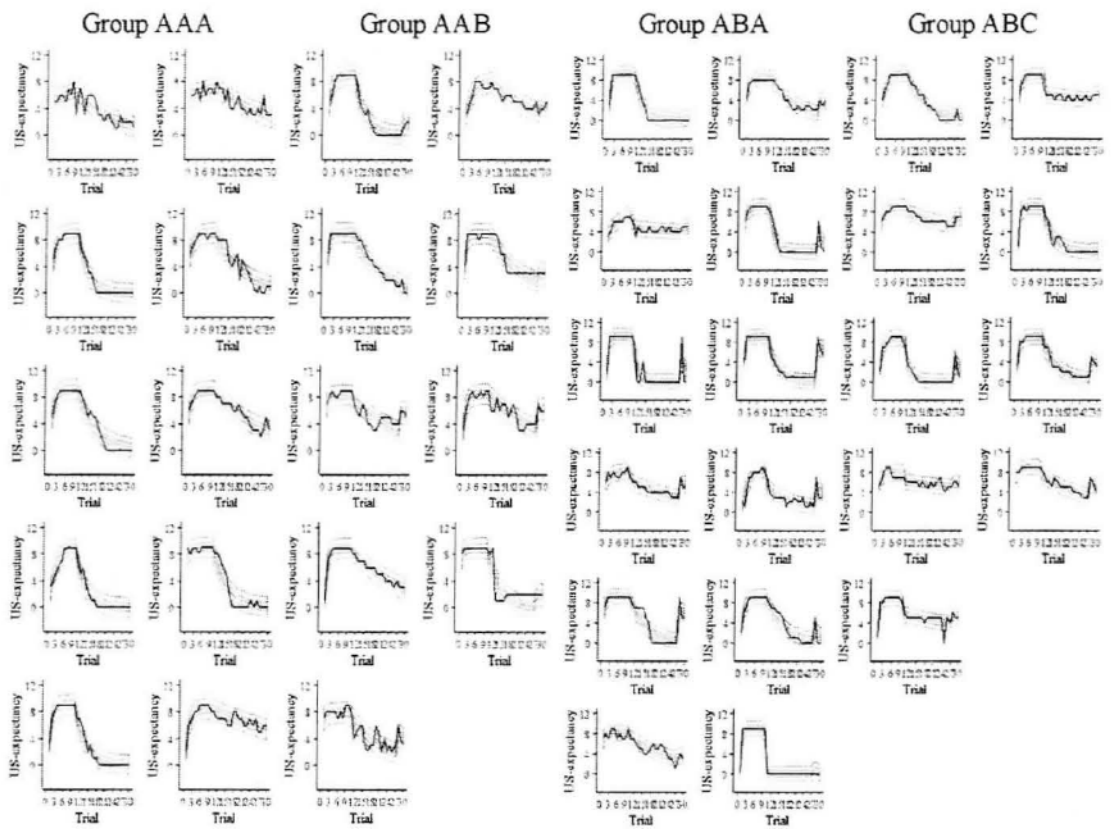


図 18 新モデルにおいて推定されたパラメータを用いたデータと事後予測分布（濃いグレーが 50%信用区間，薄いグレーが 95%信用区間，実線が実測値を表す。）

Rescorla-Wagnerモデル

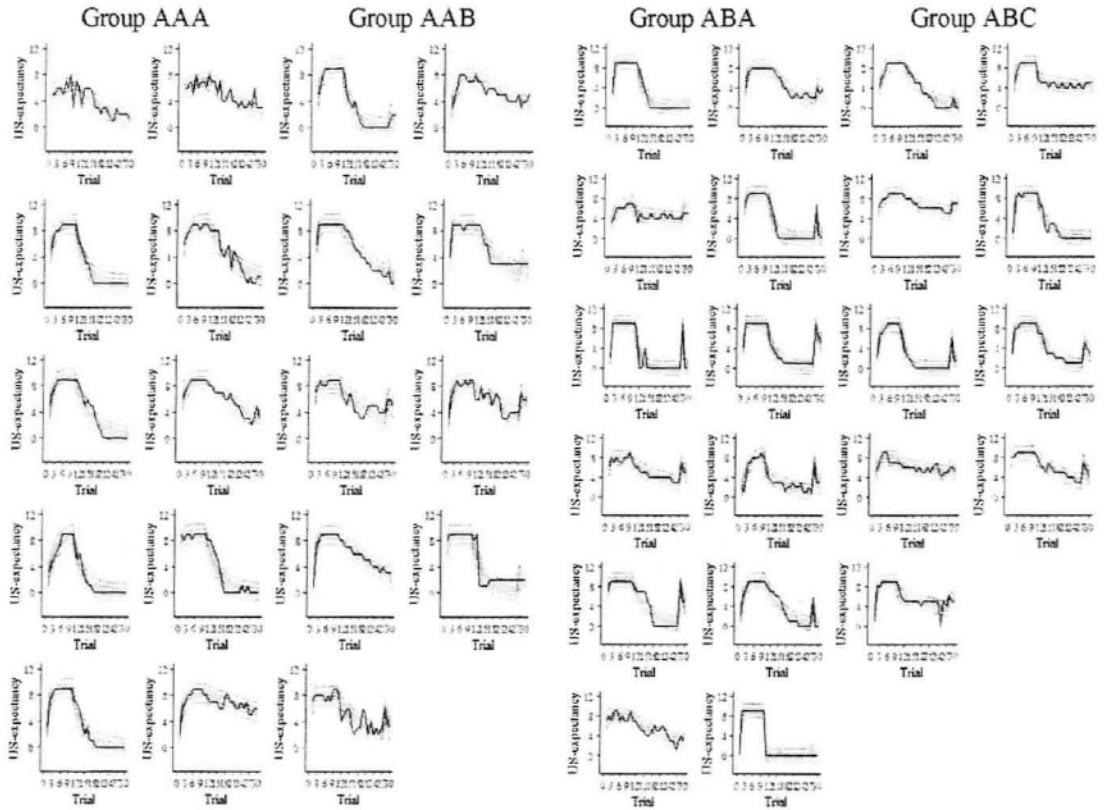


図 19 Rescorla-Wagner モデルにおいて推定されたパラメータを用いたデータと事後予測分布（濃いグレーが 50%信用区間，薄いグレーが 95%信用区間，実線が実測値を表す。）

Boutonのモデル

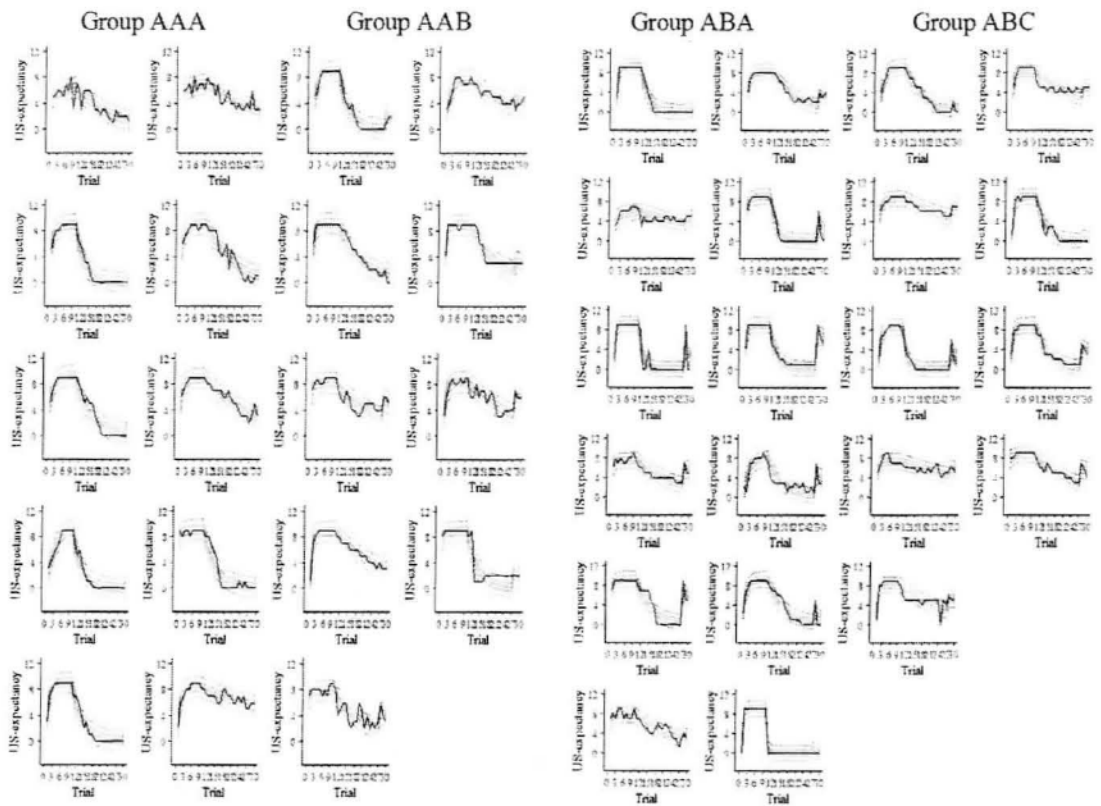


図 20 Bouton のモデルにおいて推定されたパラメータを用いたデータと事後予測分布（濃いグレーが 50%信用区間，薄いグレーが 95%信用区間，実線が実測値を表す。）

5.4 考察

本研究においては三種の復元効果を検討した実験のデータと Rescorla-Wagner モデル, Bouton のモデルおよび新モデルの当てはまりおよび予測精度の比較を行った。その結果, 事後予測分布の結果はどのモデルもデータと概ね高い一致度を示していたこと, そしてモデルとの当てはまりおよび予測の観点においてモデル比較の結果は一貫しなかったことが示された。この結果は各種復元効果を説明することが不可能とされた従来理論において, いくらかの仮定を追加することによって克服可能である可能性が示された。

従来, Rescorla-Wagner モデルにおいては定性的な観点から ABA および ABC 復元効果を扱える一方で, AAB 復元効果の発生を説明することが困難であった。しかし本分析においては Rescorla-Wagner モデルにおいてもいくつかの仮定, 特に消去期において文脈刺激への連合強度が顕著に減少することを仮定することで AAB 復元を扱える可能性が示された。すなわち消去時の文脈への学習率が獲得期とは異なり, CS への学習率よりも大きくなることが仮定された場合に AAB 復元を扱うことが可能である。しかしこの仮定は学習率が刺激の物理的特性によって規定される Rescorla-Wagner モデルの仮定からはかなり困難である可能性がある。一般に非強化時の学習率は US が不在のため, 学習率が強化時よりも低下することが仮定される (e.g., Rescorla & Wagner, 1972)。そのため,

この仮定を追加するためには Rescorla-Wagner モデルの仮定を変更する必要がある。

Bouton のモデルにおいては全ての復元効果が同程度になることを仮定するため、本モデルは 3 つの実験群のテスト期における制止性連合の減衰を単一のパラメータで記述した。すなわちどの群であったとしても復元効果の大きさは Relapse 係数の個人差によって決定されることが仮定された。結果として、本統計モデルでの各種復元効果の差異は群間の手続きによる違いではなく、ランダムなバラつきによって表現された。しかしこの仮定は、これまでの復元効果の大きさに関する比較研究の一貫した傾向と一致しない (e.g., Thomas et al., 2003)。今後の研究においてはランダムなバラつきとして表現するモデルと大きさの順序性を仮定するモデル間のモデル比較を行うなどによって、本統計モデルの妥当性を検証する必要があると考えられる。

研究 3 において提案したモデルは全ての群で妥当な予測を行えることが可能であることが示された。このことは本モデルが復元効果の説明として妥当である可能性を示している。

6 第 6 章 総合考察

6.1 本研究のまとめ

本研究においては従来の研究で不足していた介入場面に類似した実験事態下での復元効果の検討および、エクスポージャー技法の効果の向上および消去後再発を防止するための手法を扱うことの可能な連合学習理論およびモデルの提案を行い、更にそのモデルの妥当性の検討を行った。

研究 1 においては従来の復元効果に関する知見の応用可能性の低さを克服するため、社交不安の獲得とエクスポージャー技法による症状消失を模した実験事態において復元効果が生じるかどうかを検討した。その結果、US 予期において復元効果が確認された。一方で CS 感情価において復元効果は確認されなかった。これらの結果は方法論的な問題の検討や評価学習と予期学習の違いに関する理論的議論は必要であるものの、社交不安に対するエクスポージャー技法後の再発に復元効果が関連している可能性を従来より強く示唆するものである。

研究 2 においては研究 1 で得られたデータを用いて、定量的な観点から ABA 復元効果の説明に多く用いられる Rescorla-Wagner モデルと Bouton のモデルを用いたモデル比較を行った。両モデルを統計モデルとして記述し、それらの予測とデータを比較した結果、事後予測分布は双方のモデルにおいてデータとおおよそ一致しており、予測およびデータとの適合の双方の観点におけるモデル

比較の結果は指標によって一貫しなかった。すなわち、研究 1 の手続きで得られたデータの説明として両モデルの妥当性に大きな差がないことが示唆された。また、両モデルのパラメータと社交不安の個人差に関する探索的な相関分析の結果、社交不安との効果量は全てのパラメータにおいて小さかった。

研究 3 においてはエクスポージャー技法の新たな説明および予測を行うための連合学習モデルの構築を行った。提案したモデルは従来扱われてきた消去の効果の向上と消去後再発を防止可能な多様な手続きを統一的に説明出来ることが示されたため、その点において従来の連合学習理論より優れていると考えられる。

研究 4 においては研究 2 で用いた 2 つのモデルと新しく提案したモデルとの性能の比較を、ABA, ABC, AAB 復元を検討したデータを用いて行った。その結果、復元効果の説明および予測という観点からは事前の予測とは反して従来のモデルの方が妥当である可能性が示された。ただし分析に使用した統計モデルは元のモデルの仮定を厳密に反映することが出来なかったため、復元効果を扱うためには元のモデルの仮定とは異なるいくつかの仮定を導入する必要があることが示された。

6.2 本研究の意義

6.2.1 臨床心理学的観点

臨床心理学的観点からは、本研究はエクスポージャー

技法後に生じる再発が古典的条件づけの復元効果と関連している可能性を従来より強く示唆できたこと、そして新たなエクスポージャー技法の作用機序の説明を与えるための連合学習理論の提案が出来たという2つの点で重要である。

1点目に関して、古典的条件づけにおける消去後再発の代表的現象である復元効果が社交不安の獲得及び介入による消失を模した実験事態でも同様に生じることが示された(研究1)。このことは社交不安へのエクスポージャー技法後の再発に復元効果が関連している可能性を示すものである。これまで古典的条件づけにおける消去後再発と介入後の再発の関係性は示唆されてきた(e.g., Craske et al., 2008)ものの、消去後再発を検討した研究の多くが動物を対象としている(e.g., Bouton & Bolles, 1979),あるいは臨床場面で扱われる刺激とかけ離れたものを使用していたため(e.g., Vansteenwegen et al., 2005),得られた知見の応用可能性は明瞭ではなかった(Carpenter et al., 2019)。そうした点を克服するために、実際のエクスポージャー技法を用いて検討を行った研究も存在する(e.g., Rodriguez et al., 1999; Mineka et al., 1999)一方で、それらのほとんどがクモ恐怖といった限局性恐怖のアナログ実験事態であった。本研究では社交不安という、従来その複雑性から条件づけではなく認知療法的な枠組み(e.g., Clark & Wells, 1995)で理解されることが多かった不安を対象として恐怖条件づけの実験を

行い，条件づけ，消去および復元効果が生じることを明らかにした。このことは，社交不安の獲得，消失および再発についても古典的條件づけの枠組みによって統一的に説明できる可能性を示している。これらの知見は社交不安に対する介入上のアセスメントや介入対象を明確化することが可能になることから，臨床心理学的に有益な知見であると考えられる。特に介入後に文脈が変化するだけで再発に繋がるのが本研究によって示唆されたことから，介入時に再発防止方略（e.g., Boschen et al., 2009）を導入するなどによってその緩和を目指すことが介入にとって必要であると考えられる。

2点目において，これまで古典的條件づけにおける消去や消去後再発の説明に多く用いられてきた Rescorla-Wagner モデルおよび Bouton のモデルが研究1で得られたデータの予測および説明として共に妥当である可能性が示された（研究2）。用いたデータが社交不安の獲得，消失および再発のアナログ的実験事態から得られたことを考慮すると，両モデルともに臨床上の不安やエクスポージャー技法の効果，介入後に生じる再発を統一的に説明および予測するために有用であると考えられる。

一方でこれらのモデルは消去および消去後再発に関する諸現象と合致しない予測をもたらす，あるいは説明が出来ない現象も多く存在するため，これらの現象を包括的に扱うことが可能な新しいモデルを提案した（研究3）。従来報告されているこれらの現象とモデルの予測を比較

した場合，従来報告されている消去の効果を変化させる手続きや消去後再発現象の多くを本モデルは定性的な観点で説明することが可能であることが示された。また社交不安のアナログ実験における各種復元効果を定量的に予測することが可能であることが示された（研究4）。このことは，本モデルがエクスポージャー技法においても応用可能であることを示唆している。すなわち，エクスポージャー技法の効果の向上や再発防止を目的とする場合，本モデルに基づいて制止性連合を大きくする，あるいは文脈の類似性を変化させる介入を行うことによって従来以上の介入効果をもたらすことが可能となると考えられる。

このモデルに基づいたエクスポージャー技法の説明は，これまで古典的条件づけおよび連合学習理論に依拠した説明を行っていた制止学習アプローチ（Craske et al., 2014）の欠点を克服することが可能となる。制止学習アプローチは多様な古典的条件づけの知見や連合学習理論を援用してエクスポージャー技法の説明や技法を考案しているものの，それらの効果の説明は手続きによって用いる理論や概念を使い分けており，統一的な説明は出来ていなかった。この点は採用する理論によって技法の異なる効果を予測してしまうなど，エクスポージャー技法時に用いる際に重大な欠点を引き起こす可能性がある。しかしこの点は本モデルをエクスポージャー技法の基盤に据えることによって解消される。すなわち，本モデル

は従来の連合学習理論では困難であった，制止学習アプローチで扱われる多くの手続きの効果を包括的に説明可能であるため，エクスポージャー技法の作用機序に関する統一的な説明を与えることが出来る。

このモデルはエクスポージャー技法や再発の機序に関する示唆を与えるだけでなく，不安症者における恐怖条件づけの個人差の決定要因に関する示唆も与えることができるかもしれない。これまで，不安症者は獲得期においてCS+に対して健常者より強いCRが生じること，そして消去手続きの効果が小さいことが不安症者における恐怖条件づけのメタ分析で報告されている（Duits et al., 2015）。しかしその理由については明らかではなかった。本モデルに基づいた場合，そうした現象はUSの強さ（ λ ），学習率（ α ），あるいは文脈間の類似性の初期値（ $S1 \cdot S2$ ）といったモデル内のパラメータの個人差によって説明することが可能となる。このことは，不安症者に特有の学習の傾向を説明できるだけでなく，介入時にこれらのアセスメントを行うことによって，エクスポージャー技法をより効果的にするための方法を演繹可能にすることができる。

6.2.2 基礎心理学的観点

基礎心理学的観点からは，本研究は従来提唱された連合学習理論が復元手続きを用いたデータと適合し，かつ予測することが可能であること，および新たなモデルの

提案によって従来のモデルでは統一的に扱うことの出来なかった現象を扱えるようになったことの2つの点で重要であると考えられる。

1点目に関して、これまで復元効果を説明するモデルとして主に Rescorla-Wagner モデルと Bouton のモデルが広く用いられてきた。しかしこれまでの復元効果の理論的研究は主に定性的な説明から得られる予測とデータが一致するかの検討が中心であった (e.g., Bouton & Swartzentruber, 1986)。すなわち理論による説明、あるいはモデルがもたらす予測の検証は有意性検定を用いた差の有無による論証が中心であり、実験内における学習の推移がモデルの予測と合致するかどうかといった試みはほとんどされてこなかった (数少ない例として、連合の概念は扱っていないものの、Gershman et al. (2010) も参照)。しかし本研究では従来数理モデルとして提唱されてきた Rescorla-Wagner モデルだけでなく、定性的なモデルとして表現されてきた Bouton のモデルを数理的に表現したうえで、量的な説明および予測とデータの適合に関する検討を行った。その結果、両モデルとも ABA 復元効果の予測においておおよそ同程度に妥当であり、モデル比較の結果は一貫しないことが明らかになった。このことは両モデルが仮定する学習内容は大きく異なるものの、どちらも獲得、消去および再発の推移を高い精度で予測可能であることを示している。

2点目に関して、研究3において提案されたモデルは

従来困難であった消去と消去後再発の統一的理解を可能にした。これまで提案されてきた多くの連合学習理論においてこれらの現象を統一的に扱うことは出来なかった (McConnell & Miller, 2014)。本モデルでは非強化時に形成される制止性連合の強度の上限がその文脈下で検索される興奮性連合の強度と一致すること、そして文脈間の類似性が試行によって変化することを仮定することで消去および消去後再発に関連する多様な現象の統一的説明を可能にした。加えて、研究 4 において本モデルが各種復元効果のデータを量的に説明および予測することが可能であることが示された。すなわち本モデルは各現象に対する定性的な説明および予測だけでなく、量的な予測も可能であることが示唆された。

6.3 本研究の限界点と今後の展望

本研究は社交不安の獲得に関して直接的な嫌悪体験による条件づけを仮定し、社会的刺激を用いた恐怖条件づけ事態を採用した。しかしながら、社交不安の獲得が全て嫌悪的な社会的刺激との対呈示による古典的条件づけの効果である可能性は極めて低い。例えば社交不安症者において過去のトラウマ経験がないと回答する人が 42.9% 存在すること、15.9% は間接的な経験がきっかけで社交不安が形成されたことが報告されている (Öst & Hugdahl, 1981)。こうした報告は社交不安が直接的な対呈示経験以外の方法によって獲得されている可能性を示し

ている。また、自身の体験によって社交不安の獲得がなされていないと報告する患者も存在する (Öst & Hugdahl, 1981) ことから、条件づけ以外の方法で獲得されている、すなわち生得的に他者からの否定的な評価への恐怖が嫌悪的であるという可能性も考えられる (レビューとして Poulton & Menzies, 2002)。そうした獲得経路の違いは獲得される症状の程度や条件づけの結果に大きな影響を与えないことが示されているものの (e.g., Öst & Hugdahl, 1981; Cameron et al., 2016)、本研究で使用した社交不安に対するエクスポージャー技法の効果を模した実験事態において、直接的なトラウマ体験以外によって獲得された場合でも本研究と同様の結果となるかを検討することは、知見の応用可能性のために重要であると考えられる。

これまでの社交不安に関する研究において、社交不安の中核症状は他者からの否定的な評価への恐怖であることが広く認められており (e.g., Clark & Wells, 1995)、DSM-5 における社交不安を診断するための基準の一つとして定義されている (American Psychiatric Association, 2013)。このことを踏まえると、社交不安は罵倒といった直接的な嫌悪的社会経験よりも、他者から否定的に評価される経験が恐怖条件づけと関連している可能性が高いかもしれない。本研究で用いた US は否定的評価と関連していると考えられるものの、研究 2 において US 強度を表す λ を初め、統計モデルにおけるパラメータと SFNE との間に一貫して相関が見られなかった。この点におい

て、否定的評価への恐怖の獲得をより反映した刺激を用いるなど、本刺激事態以上に社交不安の臨床像と類似した実験事態で検討する必要があるかもしれない。

また、本研究で用いた実験事態は社交不安の獲得、エクスポージャー技法による症状の低減、およびその後の再発を模したアナログ実験であった。そのため、実際の介入場面においてこのような再発が生じるかは明らかではない。エクスポージャー技法を用いた研究ではそのような再発が生じることが多く報告されているものの(e.g., Rodriguez et al., 1999; Mineka et al., 1999), 社交不安に対するエクスポージャー技法の効果はスピーチ不安のみでしか行われていない(e.g., Laborda et al., 2016)。そのため今後は社交不安症へのエクスポージャー技法の使用とその後の再発が再発防止方略によって軽減されるかを検討する必要があると考えられる。

本研究においてエクスポージャー技法の新しい作用機序の説明を与えるモデルを提案した。しかし本モデルを支持する研究の多くは古典的条件づけに関する知見であることは留意が必要である。すなわち、本モデルによる説明や予測がエクスポージャー技法の効果と一致するかは今後の検討が必要である。

また今回分析に用いた3種のモデルで扱われた全ての現象は多くの個体の平均値に基づいて議論されてきた。その一方で、個体の学習の推移が平均値で得られる学習の推移と同一であるかどうかは多くの議論がなされてき

た (e.g., Blanco & Moris, 2018; Gallistel et al., 2004)。例えば Gallistel et al. (2004) は、従来の連合学習理論が仮定してきた学習曲線は個体データを平均化することによって生じる疑似的な現象であり、各個体の学習は従来仮定されてきた学習曲線よりも急激な増加を示すことを報告した。加えて古典的条件づけにおける多くの実験事態のデータから、CR の各試行での増分の記述としてワイブル関数を用いることが妥当であることを報告している。もし個体の学習が平均値の議論に基づいて構築されたモデルと異なる場合、エクスポージャー療法の効果は本モデルの予測とは異なる可能性がある。そのため今後はエクスポージャー療法によって生じる不安や恐怖の減弱が曝露経験ごとにどのような推移を辿るか、あるいはモデルから予測される通りに変化するかを検証する必要があると考えられる。

7 引用文献

- Abramowitz, J. S., Deacon, B. J., & Whiteside, S. P. (2019). *Exposure therapy for anxiety: principles and practice* (2nd ed.). The Guilford Press.
- Alvaro, P. K., Roberts, R. M., & Harris, J. K. (2013). A systematic review assessing bidirectionality between sleep disturbances, anxiety, and depression. *Sleep, 36*, 1059–1068.
- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). Washington, DC: American Psychiatric Association.
(アメリカ精神医学会 高橋 三郎・大野 裕(監訳)
(2014). DSM-5 精神疾患の診断・統計マニュアル
医学書院)
- Baeyens, F., Crombez, G., De Houwer, J., & Eelen, P. (1996). No evidence for modulation of evaluative flavor-flavor associations in humans. *Learning and Motivation, 27*, 200–241.
- Bandarian-Balooch, S., & Neumann, D. L. (2011). Effects of multiple contexts and context similarity on the renewal of extinguished conditioned behaviour in an ABA design with humans. *Learning and Motivation, 42*, 53–63.
- Bandarian-Balooch, S., Neumann, D. L., & Boschen, M. J. (2015). Exposure treatment in multiple contexts

- attenuates return of fear via renewal in high spider fearful individuals. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 47, 138–144.
- Baker, K. D., McNally, G. P., & Richardson, R. (2013). Memory retrieval before or after extinction reduces recovery of fear in adolescent rats. *Learning and Memory*, 20, 467–473.
- Balooch, S. B., Neumann, D. L., & Boschen, M. J. (2012). Extinction treatment in multiple contexts attenuates ABC renewal in humans. *Behaviour Research and Therapy*, 50, 604–609.
- Barlow, D. H. (2001). *Anxiety and its disorders: the nature and treatment of anxiety and panic*. New York: Guilford Press
- Bernal-Gamboa, R., Juárez, Y., González-Martín, G., Carranza, R., Sánchez-Carrasco, L., & Nieto, J. (2012). ABA, AAB and ABC renewal in taste aversion learning. *Psicologica*, 33, 1–13.
- Blanco, F., & Moris, J. (2018). Bayesian methods for addressing long-standing problems in associative learning: The case of PREE. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 71, 1844–1859.
- Blechert, J., Wilhelm, F. H., Williams, H., Braams, B. R., Jou, J., & Gross, J. J. (2015). Reappraisal facilitates extinction in healthy and socially anxious individuals.

Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry, 46, 141–150.

- Boschen, M. J., Neumann, D. L., & Waters, A. M. (2009). Relapse of successfully treated anxiety and fear: theoretical issues and recommendations for clinical practice. *Australian and New Zealand Journal of Psychiatry*, 43, 89–100.
- Bouton, M. E. (1984). Differential control by context in the inflation and reinstatement paradigms. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 10, 56–74.
- Bouton, M. E. (1986). Slow reacquisition following the extinction of conditioned suppression. *Learning and Motivation*, 17, 1–15.
- Bouton, M. E. (1993). Context, time, and memory retrieval in the interference paradigms of Pavlovian learning. *Psychological Bulletin*, 114, 80–99.
- Bouton, M. (2000). A learning theory perspective on lapse, relapse, and the maintenance of behavior change. *Health Psychology*.
- Bouton, M. E. (2002). Context, ambiguity, and unlearning: sources of relapse after behavioral extinction. *Biological Psychiatry*, 52, 976–986.
- Bouton, M. E., & Bolles, R. C. (1979). Role of conditioned contextual stimuli in reinstatement of extinguished fear.

Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes, 5, 368–378.

Bouton, M. E., & García-Gutiérrez, A. (2006). Intertrial interval as a contextual stimulus. *Behavioural Processes*, 71, 307–317.

Bouton, M. E., García-Gutiérrez, A., Zilski, J., & Moody, E. W. (2006). Extinction in multiple contexts does not necessarily make extinction less vulnerable to relapse. *Behaviour Research and Therapy*, 44, 983–994.

Bouton, M. E., Kenney, F. A., & Rosengard, C. (1990). State-dependent fear extinction with two benzodiazepine tranquilizers. *Behavioral Neuroscience*, 104, 44–55.

Bouton, M. E., & King, D. A. (1983). Contextual control of the extinction of conditioned fear: Tests for the associative value of the context. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 9, 248–265.

Bouton, M. E., Mineka, S., & Barlow, D. H. (2001). A modern learning theory perspective on the etiology of panic disorder. *Psychological Review*, 108, 4–32.

Bouton, M. E., & Nelson, J. B. (1994). Context-specificity of target versus feature inhibition in a feature-negative discrimination. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 20, 51–65.

- Bouton, M. E., & Nelson, J. B. (1998). The role of context in classical conditioning: Some implications for cognitive behavior therapy. In O'Donohue W, (eds) *Learning and Behavior Therapy*. Needham Heights, MA: Allyn and Bacon, pp 59-84.
- Bouton, M. E., & Peck, C. A. (1989). Context effects on conditioning, extinction, and reinstatement in an appetitive conditioning preparation. *Animal Learning & Behavior*, *17*, 188-198.
- Bouton, M. E., & Ricker, S. T. (1994). Renewal of extinguished responding in a second context. *Animal Learning & Behavior*, *22*, 317-324.
- Bouton, M. E., Rosengard, C., Achenbach, G. G., Peck, C. A., & Brooks, D. C. (1993). Effects of Contextual Conditioning and Unconditional Stimulus Presentation on Performance in Appetitive Conditioning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section B*, *46*, 63-95.
- Bouton, M. E., & Swartzentruber, D. (1986). Analysis of the associative and occasion-setting properties of contexts participating in a Pavlovian discrimination. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *12*, 333-350.
- Bouton, M. E., & Swartzentruber, D. (1989). Slow reacquisition following extinction: Context, encoding,

- and retrieval mechanisms. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *15*, 43–53.
- Bouton, M. E., Trask, S., & Carranza-Jasso, R. (2016). Learning to inhibit the response during instrumental (operant) extinction. *Journal of Experimental Psychology: Animal Learning and Cognition*, *42*, 246–258.
- Bouton, M. E., Westbrook, R. F., Corcoran, K. A., & Maren, S. (2006). Contextual and temporal modulation of extinction: behavioral and biological mechanisms. *Biological Psychiatry*, *60*, 352–360.
- Bouton, M. E., Winterbauer, N. E., & Todd, T. P. (2012). Relapse processes after the extinction of instrumental learning: Renewal, resurgence, and reacquisition. *Behavioural Processes*, *90*, 130–141.
- Bouton, M. E., & Woods, A. M. (2008). Extinction: behavioral mechanisms and their implications. *Learning and Memory: A Comprehensive Reference* (pp. 151–171).
- Bouton, M. E., Woods, A. M., & Pineño, O. (2004). Occasional reinforced trials during extinction can slow the rate of rapid reacquisition. *Learning and Motivation*, *35*, 371–390.
- Brooks, D. C., & Bouton, M. E. (1993). A retrieval cue for extinction attenuates spontaneous recovery. *Journal of*

Experimental Psychology. Animal Behavior Processes,
19, 77–89.

- Brooks, D. C., & Bouton, M. E. (1994). A Retrieval Cue for Extinction Attenuates response recovery (renewal) caused by a return to the conditioning context. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 20, 366–379.
- Brooks, D. C., Hale, B., Nelson, J. B., & Bouton, M. E. (1995). Reinstatement after counterconditioning. *Animal Learning & Behavior*, 23, 383–390.
- Bruce, S. E., Yonkers, K. A., Otto, M. W., Eisen, J. L., Weisberg, R. B., Pagano, M., ... Keller, M. B. (2005). Influence of psychiatric comorbidity on recovery and recurrence in generalized anxiety disorder, social phobia, and panic disorder: A 12-year prospective study. *American Journal of Psychiatry*, 162, 1179–1187.
- Butler, R. M., & Heimberg, R. G. (2020). Exposure therapy for eating disorders: A systematic review. *Clinical Psychology Review*, 101851.
- Camara, A., Baldé, N. M., Enoru, S., Bangoura, J. S., Sobngwi, E., & Bonnet, F. (2015). Prevalence of anxiety and depression among diabetic African patients in Guinea: Association with HbA1c levels. *Diabetes and Metabolism*, 41, 62–68.
- Cameron, G., Roche, B., Schlund, M. W., & Dymond, S.

- (2016). Learned, instructed and observed pathways to fear and avoidance. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, *50*, 106–112.
- Capaldi, E. J. (1994). The sequential view: From rapidly fading stimulus traces to the organization of memory and the abstract concept of number. *Psychonomic Bulletin & Review*, *1*, 156–181.
- Carpenter, J. K., Pinaire, M., & Hofmann, S. G. (2019). From extinction learning to anxiety treatment: Mind the gap. *Brain Sciences*, *9*, 164.
- Carranza-Jasso, R., Urcelay, G. P., Nieto, J., & Sánchez-Carrasco, L. (2014). Intertrial intervals and contextual conditioning in appetitive Pavlovian learning: Effects over the ABA renewal paradigm. *Behavioural Processes*, *107*, 47–60.
- Chan, W. Y. M., Leung, H. T., Westbrook, R. F., & McNally, G. P. (2010). Effects of recent exposure to a conditioned stimulus on extinction of Pavlovian fear conditioning. *Learning and Memory*, *17*, 512–521.
- Chang, C. H., & Maren, S. (2009). Early extinction after fear conditioning yields a context-independent and short-term suppression of conditional freezing in rats. *Learning & Memory*, *16*, 62–68.
- Coelho, C. A. O., Dunsmoor, J. E., & Phelps, E. A. (2015). Compound stimulus extinction reduces spontaneous

- recovery in humans. *Learning and Memory*, 22, 589–593.
- Cooper, K., Gregory, J. D., Walker, I., Lambe, S., & Salkovskis, P. M. (2017). Cognitive Behaviour Therapy for Health Anxiety: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Behavioural and Cognitive Psychotherapy*, 45, 110–123.
- Clark, D. M., & Wells, A. (1995). A cognitive model of social phobia. In M. Liebowitz & R. G. Heimberg (Eds.), *Social phobia: Diagnosis, assessment, and treatment* (pp. 69–93). New York: Guilford Press.
- Craske, M. G., Kircanski, K., Zelikowsky, M., Mystkowski, J., Chowdhury, N., & Baker, A. (2008). Optimizing inhibitory learning during exposure therapy. *Behaviour Research and Therapy*, 46, 5–27.
- Craske, M. G., & Mystkowski, J. (2006). Exposure therapy and extinction: Clinical studies. In M. Craske & D. Hermans (Eds.), *Fear and learning: Contemporary perspectives*. Washington, DC: American Psychological Association
- Craske, M. G., Rauch, S. L., Ursano, R., Prenoveau, J., Pine, D. S., Zinbarg, R. E., ... Zinbarg, R. E. (2009). What is an anxiety disorder? *Depression and Anxiety*, 26, 1066–1085.
- Craske, M. G., Treanor, M., Conway, C. C., Zbozinek, T., & Vervliet, B. (2014). Maximizing exposure therapy: An

- inhibitory learning approach. *Behaviour Research and Therapy*, 58, 10–23.
- Culver, N. C., Stoyanova, M., & Craske, M. G. (2011). Clinical relevance of retrieval cues for attenuating context renewal of fear. *Journal of Anxiety Disorders*, 25, 284–292.
- Culver, N. C., Vervliet, B., & Craske, M. G. (2015). Compound Extinction: Using the Rescorla–Wagner Model to Maximize Exposure Therapy Effects for Anxiety Disorders. *Clinical Psychological Science*, 3, 335–348.
- Davey, G. C. L. (1989). UCS revaluation and conditioning models of acquired fears. *Behaviour Research and Therapy*, 27, 521–528.
- De Houwer, J. (2009). The propositional approach to associative learning as an alternative for association formation models. *Learning & Behavior*, 37, 1–20.
- De Houwer, J., Thomas, S., Baeyens, F., Houwer, J. De, Thomas, S., & Baeyens, F. (2001). Association learning of likes and dislikes: A review of 25 years of research on human evaluative conditioning. *Psychological Bulletin*, 127, 853–869.
- Denniston, J. C., Chang, R. C., & Miller, R. R. (2003). Massive extinction treatment attenuates the renewal effect. *Learning and Motivation*, 34, 68–86.

- Díaz, M. C., Quezada, V. E., Navarro, V. M., Laborda, M. A., & Betancourt, R. (2017). The effect of massive extinction trials on the recovery of human fear conditioning. *Revista Mexicana de Psicología, 34*, 5–12.
- Dibbets, P., Moor, C., & Voncken, M. J. (2013). The effect of a retrieval cue on the return of spider fear. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry, 44*, 361–367.
- Dirikx, T., Hermans, D., Vansteenwegen, D., Baeyens, F., & Eelen, P. (2004). Reinstatement of extinguished conditioned responses and negative stimulus valence as a pathway to return of fear in humans. *Learning & Memory, 11*, 549–554.
- Drexler, S. M., Merz, C. J., Hamacher-Dang, T. C., Marquardt, V., Fritsch, N., Otto, T., & Wolf, O. T. (2014). Effects of postretrieval-extinction learning on return of contextually controlled cued fear. *Behavioral Neuroscience, 128*, 474–481.
- Drexler, S. M., Merz, C. J., & Wolf, O. T. (2018). Preextinction Stress Prevents Context-Related Renewal of Fear. *Behavior Therapy, 49*, 1008–1019.
- Dunsmoor, J. E., Ahs, F., Zielinski, D. J., & LaBar, K. S. (2014). Extinction in multiple virtual reality contexts diminishes fear reinstatement in humans. *Neurobiology*

of Learning and Memory, 113, 157–164.

- Dunsmoor, J. E., & Murphy, G. L. (2015). Categories, concepts, and conditioning: how humans generalize fear. *Trends in Cognitive Sciences, 19, 73–77.*
- Duits, P., Cath, D. C., Lissek, S., Hox, J. J., Hamm, A. O., Engelhard, I. M., ... Baas, J. M. P. (2015). Updated meta-analysis of classical fear conditioning in the anxiety disorders. *Depression and Anxiety, 32, 239–253.*
- Ezrati-Vinacour, R., & Levin, I. (2004). The relationship between anxiety and stuttering: A multidimensional approach. *Journal of Fluency Disorders, 29(2), 135–148.*
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A.-G. (2009). Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods, 41, 1149–1160.*
- Field, A. P. (2006). Is conditioning a useful framework for understanding the development and treatment of phobias? *Clinical Psychology Review, 26, 857–875.*
- Fiori, L. M., Barnet, R. C., & Miller, R. R. (1994). Renewal of Pavlovian conditioned inhibition. *Animal Learning & Behavior, 22, 47–52.*
- Foa, E. B. (2011). Prolonged exposure therapy: Past, present, and future. *Depression and Anxiety, 28, 1043–1047.*
- Foa, E. B., & Kozak, M. J. (1986). Emotional processing of

- fear: exposure to corrective information. *Psychological Bulletin*, 99, 20–35.
- Gallistel, C. R., Fairhurst, S., & Balsam, P. (2004). The learning curve: Implications of a quantitative analysis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101, 13124–13131.
- Garcia, J., & Koelling, R. A. (1966). Relation of cue to consequence in avoidance learning. *Psychonomic Society*, 4, 123–124.
- García-Gutiérrez, A., & Rosas, J. M. (2003). Empirical and theoretical implications of additivity between reinstatement and renewal after interference in causal learning. *Behavioural Processes*, 63, 21–31.
- Gershman, S. J., Blei, D. M., & Niv, Y. (2010). Context, Learning, and Extinction. *Psychological Review*, 117, 197–209.
- Gershman, S. J., Jones, C. E., Norman, K. A., Monfils, M. H., & Niv, Y. (2013). Gradual extinction prevents the return of fear: Implications for the discovery of state. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 7, 1–6.
- Glautier, S., Elgueta, T., & Nelson, J. B. (2013). Extinction produces context inhibition and multiple-context extinction reduces response recovery in human predictive learning. *Learning & Behavior*, 41, 341–352.
- Goldman, N., Dugas, M. J., Sexton, K. A., & Gervais, N. J.

- (2007). The Impact of Written Exposure on Worry: A Preliminary Investigation. *Behavior Modification*, 31, 512–538.
- Green, S. A., Berkovits, L. D., & Baker, B. L. (2015). Symptoms and Development of Anxiety in Children With or Without Intellectual Disability. *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology*, 44, 137–144.
- Gunther, L. M., Denniston, J. C., & Miller, R. R. (1998). Conducting exposure treatment in multiple contexts can prevent relapse. *Behaviour Research and Therapy*, 36, 75–91.
- Haesen, K., & Vervliet, B. (2015). Beyond extinction: Habituation eliminates conditioned skin conductance across contexts. *International Journal of Psychophysiology*, 98, 529–534.
- Hamacher-Dang, T. C., Engler, H., Schedlowski, M., & Wolf, O. T. (2013). Stress enhances the consolidation of extinction memory in a predictive learning task. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 7, 1–8.
- Havermans, R. C., Keuker, J., Lataster, T., & Jansen, A. (2005). Contextual control of extinguished conditioned performance in humans. *Learning and Motivation*, 36, 1–19.
- Hofmann, W., De Houwer, J., Perugini, M., Baeyens, F., & Crombez, G. (2010). Evaluative conditioning in

- humans: a meta-analysis. *Psychological Bulletin*, *136*, 390–421.
- Holmes, N. M., & Westbrook, R.F. (2013). Extinction of reinstated or ABC renewed fear responses renders them resistant to subsequent ABA renewal. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *39*, 208–220.
- Hoyer, J., Beesdo, K., Gloster, A. T., Runge, J., Höfler, M., & Becker, E. S. (2009). Worry exposure versus applied relaxation in the treatment of generalized anxiety disorder. *Psychotherapy and Psychosomatics*, *78*, 106–115.
- Huff, N. C., Hernandez, J. A., Blanding, N. Q., & LaBar, K. S. (2009). Delayed extinction attenuates conditioned fear renewal and spontaneous recovery in humans. *Behavioral Neuroscience*, *123*, 834–843.
- Hugdahl, K. (1981). The three-systems-model of fear and emotion—A critical examination. *Behaviour Research and Therapy*, *19*, 75–83.
- Huppert, J. D., & Smith, T. E. (2005). Anxiety and schizophrenia: The interaction of subtypes of anxiety and psychotic symptoms. *CNS Spectrums*, *10*, 721–731.
- Ishii, D., Matsuzawa, D., Matsuda, S., Tomizawa, H., Sutoh, C., & Shimizu, E. (2015). An isolated retrieval trial before extinction session does not prevent the return of

- fear. *Behavioural Brain Research*, 287, 139–145.
- Kawachi, I., Colditz, G. A., Ascherio, A., Rimm, E. B., Giovannucci, E., Stampfer, M. J., & Willett, W. C. (1994). Prospective study of phobic anxiety and risk of coronary heart disease in men. *Circulation*, 89, 1992–1997.
- Kazdin, A. E., & Wilcoxon, L. A. (1976). Systematic desensitization and nonspecific treatment effects: A methodological evaluation. *Psychological Bulletin*, 83, 729–758.
- Kessler, R. C., Chiu, W. T., Demler, O., Walters, E. E., & Merikangas, K. R. (2005). Prevalence, severity, and comorbidity of 12-month DSM-IV disorders in the National Comorbidity Survey Replication. *Archives of General Psychiatry*, 62, 617–627.
- Krisch, K. A., Bandarian-Balooch, S., & Neumann, D. L. (2018). Effects of extended extinction and multiple extinction contexts on ABA renewal. *Learning and Motivation*, 63, 1–10.
- Laborda, M. A., & Miller, R. R. (2011). S-R Associations, Their Extinction, and Recovery in an Animal Model of Anxiety: A New Associative Account of Phobias Without Recall of Original Trauma. *Behavior Therapy*, 42, 153–169.
- Laborda, M. A., & Miller, R. R. (2012). Reactivated

memories compete for expression after Pavlovian extinction. *Behavioural Processes*, 90, 20–27.

Laborda, M. A., & Miller, R. R. (2013). Preventing Return of Fear in an Animal Model of Anxiety: Additive Effects of Massive Extinction and Extinction in Multiple Contexts. *Behavior Therapy*, 44, 249–261.

Laborda, M. A., Schofield, C. A., Johnson, E. M., Schubert, J. R., George-Denn, D., Coles, M. E., & Miller, R. R. (2016). The Extinction and Return of Fear of Public Speaking. *Behavior Modification*, 40, 901–921.

Lang, P. J. (1968). Fear reduction and fear behavior: Problems in treating a construct. In J. M. Schlien (Ed.), *Research in psychotherapy* (Vol. 3, pp. 90–103). Washington, DC: American Psychological Association.

Leary, M. R. (1983). A Brief Version of the Fear of Negative Evaluation Scale. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 9, 371–375.

Leer, A., & Engelhard, I. M. (2015). Countering Fear Renewal: Changes in the UCS Representation Generalize Across Contexts. *Behavior Therapy*, 46, 272–282.

Leer, A., Haesen, K., & Vervliet, B. (2018). Beyond extinction: Prolonged conditioning and repeated threat exposure abolish contextual renewal of fear-potentiated startle discrimination but leave expectancy ratings

- intact. *Frontiers in Psychiatry*, 9, 1–12.
- León, S. P., Callejas-Aguilera, J. E., & Rosas, J. M. (2012). Context switch effects and context experience in rats' conditioned taste aversion. *Psicologica*, 33, 15–38.
- Leung, H. T., Bailey, G. K., Laurent, V., & Westbrook, R. F. (2007). Rapid reacquisition of fear to a completely extinguished context is replaced by transient impairment with additional extinction training. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 33, 299–313.
- Lissek, S., Levenson, J., Biggs, A. L., Johnson, L. L., Ameli, R., Pine, D. S., & Grillon, C. (2008). Elevated Fear Conditioning to Socially Relevant Unconditioned Stimuli in Social Anxiety Disorder. *American Journal of Psychiatry*, 165, 124–132.
- Lochner, C., Mogotsi, M., du Toit, P. L., Kaminer, D., Niehaus, D. J., & Stein, D. J. (2003). Quality of Life in Anxiety Disorders: A Comparison of Obsessive-Compulsive Disorder, Social Anxiety Disorder, and Panic Disorder. *Psychopathology*, 36, 255–262.
- Lovibond, P. F., Davis, N. R., & O'Flaherty, a S. (2000). Protection from extinction in human fear conditioning. *Behaviour Research and Therapy*, 38, 967–983.
- Luck, C. C., & Lipp, O. V. (2018). Verbal instructions targeting valence alter negative conditional stimulus

- evaluations (but do not affect reinstatement rates). *Cognition and Emotion*, 32, 61–80.
- Luck, C. C., & Lipp, O. V. (2020). Measuring unconditional stimulus expectancy during evaluative conditioning strengthens explicit conditional stimulus valence. *Cognition and Emotion*, 34, 1210–1225.
- Lysaker, P. H., & Salyers, M. P. (2007). Anxiety symptoms in schizophrenia spectrum disorders: Associations with social function, positive and negative symptoms, hope and trauma history. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 116, 290–298.
- Mackintosh, N. J. (1975). A theory of attention: Variations in the associability of stimuli with reinforcement. *Psychological Review*, 82, 276–298.
- Maples-Keller, J. L., Price, M., Jovanovic, T., Norrholm, S. D., Odenat, L., Post, L., ... Rothbaum, B. O. (2017). Targeting memory reconsolidation to prevent the return of fear in patients with fear of flying. *Depression and Anxiety*, 34, 610–620.
- Mayo-Wilson, E., Dias, S., Mavranouzouli, I., Kew, K., Clark, D. M., Ades, A. E., & Pilling, S. (2014). Psychological and pharmacological interventions for social anxiety disorder in adults: a systematic review and network meta-analysis. *The Lancet Psychiatry*, 1, 368–376.
- McCabe, R. E., Antony, M. M., Summerfeldt, L. J., Liss, A.,

- & Swinson, R. P. (2003). Preliminary Examination of the Relationship Between Anxiety Disorders in Adults and Self-Reported History of Teasing or Bullying Experiences. *Cognitive Behaviour Therapy*, *32*, 187–193.
- McConnell, B. L., Miguez, G., & Miller, R. R. (2013). Extinction with multiple excitors. *Learning and Behavior*, *41*, 119–137.
- McConnell, B. L., & Miller, R. R. (2010). Protection from extinction provided by a conditioned inhibitor. *Learning & Behavior*, *38*, 68–79.
- McConnell, B. L., & Miller, R. R. (2014). Associative accounts of recovery-from-extinction effects. *Learning and Motivation*, *46*, 1–15.
- Meir Drexler, S., Hamacher-Dang, T. C., & Wolf, O. T. (2017). Stress before extinction learning enhances and generalizes extinction memory in a predictive learning task. *Neurobiology of Learning and Memory*, *141*, 143–149.
- Mendlowicz, M. V., & Stein, M. B. (2000). Quality of life in individuals with anxiety disorders. *American Journal of Psychiatry*, *157*, 669–682.
- Mertens, G., & De Houwer, J. (2016). The impact of a context switch and context instructions on the return of verbally conditioned fear. *Journal of Behavior Therapy*

and Experimental Psychiatry, 51, 10–18.

- Merz, C. J., Hamacher-Dang, T. C., & Wolf, O. T. (2016). Immediate extinction promotes the return of fear. *Neurobiology of Learning and Memory*, 131, 109–116.
- Merz, C. J., & Wolf, O. T. (2019). The immediate extinction deficit occurs in a nonemotional learning paradigm. *Learning and Memory*, 26, 39–45.
- Milad, M. R., Orr, S. P., Pitman, R. K., & Rauch, S. L. (2005). Context modulation of memory for fear extinction in humans. *Psychophysiology*, 42, 456–464.
- Miller, R. R., Barnet, R. C., & Grahame, N. J. (1995). Assessment of the Rescorla-Wagner model. *Psychological Bulletin*, 117, 363–386.
- Miller, R. R., & Matzel, L. D. (1988). The Comparator Hypothesis: A Response Rule for The Expression of Associations. In *Psychology of Learning and Motivation* (pp. 51–92).
- Mineka, S., Mystkowski, J. L., Hladek, D., & Rodriguez, B. I. (1999). The effects of changing contexts on return of fear following exposure therapy for spider fear. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 67, 599–604.
- Mineka, S., & Zinbarg, R. (2006). A contemporary learning theory perspective on the etiology of anxiety disorders: it's not what you thought it was. *The American*

Psychologist, 61, 10–26.

- Moody, E. W., Sunsay, C., & Bouton, M. E. (2006). Priming and trial spacing in extinction: Effects on extinction performance, spontaneous recovery, and reinstatement in appetitive conditioning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59, 809–829.
- Mystkowski, J., Craske, M., & Echiverri, A. (2002). Treatment context and return of fear in spider phobia. *Behavior Therapy*, 33, 399–416.
- Mystkowski, J. L., Craske, M. G., Echiverri, A. M., & Labus, J. S. (2006). Mental reinstatement of context and return of fear in spider-fearful participants. *Behavior Therapy*, 37, 49–60.
- Mystkowski, J. L., Mineka, S., Vernon, L. L., & Zinbarg, R. E. (2003). Changes in caffeine states enhance return of fear in spider phobia. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 71, 243–250.
- Neumann, D. L. (2006). The effects of physical context changes and multiple extinction contexts on two forms of renewal in a conditioned suppression task with humans. *Learning and Motivation*, 37, 149–175.
- Neumann, D. L. (2007). The resistance of renewal to instructions that devalue the role of contextual cues in a conditioned suppression task with humans. *Learning and Motivation*, 38, 105–127.

- Neumann, D. L., Lipp, O. V., & Cory, S. E. (2007). Conducting extinction in multiple contexts does not necessarily attenuate the renewal of shock expectancy in a fear-conditioning procedure with humans. *Behaviour Research and Therapy*, *45*, 385–394.
- 二瓶正登, 荒井穂菜美, 前田香, 青木俊太郎, 土屋垣内晶, 岩野卓, ... & 坂野雄二. (2018). Fear of Negative Evaluation Scale 日本語短縮版の因子構造, 信頼性および妥当性の再検討. *不安症研究*, *10*, 54-63.
- Norton, P. J., & Price, E. C. (2007). A meta-analytic review of adult cognitive-behavioral treatment outcome across the anxiety disorders. *Journal of Nervous and Mental Disease*, *195*, 521–531.
- Noyes, R. (1991). Suicide and panic disorder: a review. *Journal of Affective Disorders*, *22*, 1–11.
- Ohman, A., Fredrikson, M., Hugdahl, K., & Rimmo, P. A. (1976). The premise of equipotentiality in human classical conditioning: Conditioned electrodermal responses to potentially phobic stimuli. *Journal of Experimental Psychology: General*, *105*, 313–337.
- Olatunji, B. O., Davis, M. L., Powers, M. B., & Smits, J. A. J. (2013). Cognitive-behavioral therapy for obsessive-compulsive disorder: A meta-analysis of treatment outcome and moderators. *Journal of Psychiatric Research*, *47*, 33–41.

- Olatunji, B. O., Tomarken, A., Wentworth, B., & Fritzsche, L. (2017). Effects of exposure in single and multiple contexts on fear renewal: The moderating role of threat-specific and nonspecific emotionality. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, *54*, 270–277.
- Öst, L. G., & Hugdahl, K. (1981). Acquisition of phobias and anxiety response patterns in clinical patients. *Behaviour Research and Therapy*, *19*, 439–447.
- Pavlov, I. P. (1927). *Conditioned reflexes*. (G.W. Anrep, Trans.). London: Oxford University Press. (Original work published 1926)
- Pearce, J. M. (1987). A model for stimulus generalization in Pavlovian conditioning: variation in the effectiveness of conditioned but not unconditioned stimuli. *Psychological Review*, *94*, 61–73.
- Pearce, J. M., & Hall, G. (1980). A model for Pavlovian learning: Variations in the effectiveness of conditioned but not of unconditioned stimuli. *Psychological Review*, *87*, 532–552.
- Peirce, J. W. (2007). PsychoPy - Psychophysics software in Python. *Journal of Neuroscience Methods*, *162*, 8–13.
- Pejic, T., Hermann, A., Vaitl, D., & Stark, R. (2013). Social anxiety modulates amygdala activation during social conditioning. *Social Cognitive and Affective*

Neuroscience, 8, 267–276.

- Polack, C. W., Laborda, M. A., & Miller, R. R. (2013). On the differences in degree of renewal produced by the different renewal designs. *Behavioural Processes*, 99, 112–120.
- Pompoli, A., Furukawa, T. A., Efthimiou, O., Imai, H., Tajika, A., & Salanti, G. (2018). Dismantling cognitive-behaviour therapy for panic disorder: A systematic review and component network meta-analysis. *Psychological Medicine*, 48, 1945–1953.
- Poulton, R., & Menzies, R. G. (2002). Non-associative fear acquisition: A review of the evidence from retrospective and longitudinal research. *Behaviour Research and Therapy*, 40, 127–149.
- Powers, M. B., Halpern, J. M., Ferenschak, M. P., Gillihan, S. J., & Foa, E. B. (2010). A meta-analytic review of prolonged exposure for posttraumatic stress disorder. *Clinical Psychology Review*, 30, 635–641.
- Quirk, G. J. (2002). Memory for extinction of conditioned fear is long-lasting and persists following spontaneous recovery. *Learning and Memory*, 9, 402–407.
- R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Rachman, S. (1978). Human fears: A three systems analysis.

- Scandinavian Journal of Behaviour Therapy*, 7, 237–245.
- Rapaport, M. H., Clary, C., Fayyad, R., & Endicott, J. (2005). Quality-of-life impairment in depressive and anxiety disorders. *American Journal of Psychiatry*, 162, 1171–1178.
- Rauch, S. A. M., Eftekhari, A., & Ruzek, J. I. (2012). Review of exposure therapy: A gold standard for PTSD treatment. *The Journal of Rehabilitation Research and Development*, 49, 679–688.
- Rachman, S. (1989). The return of fear: Review and prospect. *Clinical Psychology Review*, 9, 147–168.
- Rachman, S., & Whittal, M. (1989). Fast, slow and sudden reductions in fear. *Behaviour Research and Therapy*, 27, 613–620.
- Raes, A. K., De Houwer, J., Verschuere, B., & De Raedt, R. (2011). Return of fear after retrospective inferences about the absence of an unconditioned stimulus during extinction. *Behaviour Research and Therapy*, 49, 212–218.
- Rauhut, A. S., Thomas, B. L., & Ayres, J. J. B. (2001). Treatments That Weaken Pavlovian Conditioned Fear and Thwart Its Renewal in Rats. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 27, 99–114.

- Rechenberg, K., Whittemore, R., & Grey, M. (2017). Anxiety in Youth With Type 1 Diabetes. *Journal of Pediatric Nursing, 32*, 64–71.
- Reichenberger, J., Porsch, S., Wittmann, J., Zimmermann, V., & Shiban, Y. (2017). Social fear conditioning paradigm in virtual reality: Social vs. electrical aversive conditioning. *Frontiers in Psychology, 8*, 1–15.
- Rescorla, R. A. (1973). Effects of US habituation following conditioning. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 82*, 137–143.
- Rescorla, R. A. (1974). Effect of Inflation of the Unconditioned Stimulus Value Following Conditioning. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 86*, 101–106.
- Rescorla, R. A. (2000). Extinction can be enhanced by a concurrent excitator. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes, 26*, 251–260.
- Rescorla, R. A. (2003). Protection from extinction. *Animal Learning & Behavior, 31*, 124–132.
- Rescorla, R. A. (2004). Spontaneous Recovery. *Learning & Memory, 11*, 501–509.
- Rescorla, R. A. (2006). Spontaneous recovery from overexpectation. *Learning and Behavior, 34*, 13–20.
- Rescorla, R. A., & Heth, C. D. (1975). Reinstatement of fear

to an extinguished conditioned stimulus. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 1, 88–96.

Rescorla, R. A., & Wagner, A. R. (1972). A theory of Pavlovian conditioning: variations in the effectiveness of reinforcement and nonreinforcement. In A. H. Black & W. F. Prokasy (eds.), *Classical conditioning II: current research and theory* (pp. 64–99). New York: Appleton-Century-Crofts.

Ricker, S. T., & Bouton, M. E. (1996). Reacquisition following extinction in appetitive conditioning. *Animal Learning and Behavior*, 24, 423–436.

Riccio, D. C., Richardson, R., & Ebner, D. L. (1999). The contextual change paradox is still unresolved: Comment on Bouton, Nelson, and Rosas (1999). *Psychological Bulletin*, 125, 187–189.

Rodebaugh, T. L., Woods, C. M., Thissen, D. M., Heimberg, R. G., Chambless, D. L., & Rapee, R. M. (2004). More information from fewer questions: The factor structure and item properties of the original and brief fear of negative evaluation scale. *Psychological Assessment*, 16, 169–181.

Rodriguez, B., Craske, M. G., Mineka, S., & Hladek, D. (1999). Context-specificity of relapse: effects of therapist and environmental context on return of fear.

Behaviour Research and Therapy, 37, 845–862.

Rosas, J. M., & Bouton, M. E. (1996). Spontaneous recovery after extinction of a conditioned taste aversion. *Animal Learning & Behavior*, 24, 341–348.

Rosas, J. M., & Bouton, M. E. (1998). Context change and retention interval can have additive, rather than interactive, effects after taste aversion extinction. *Psychonomic Bulletin and Review*, 5, 79–83.

Rosas, J. M., García-Gutiérrez, A., & Callejas-Aguilera, J. E. (2007). AAB and ABA renewal as a function of the number of extinction trials in conditioned taste aversion. *Psicologica*, 28, 129–150.

Rowe, M. K., & Craske, M. G. (1998). Effects of an expanding-spaced vs massed exposure schedule on fear reduction and return of fear. *Behaviour Research and Therapy*, 36, 701–717.

笹川智子・金井嘉宏・村中泰子・鈴木伸一・嶋田洋徳・坂野雄二 (2004). 他者からの否定的評価に対する社会的不安測定尺度 (FNE) 短縮版作成の試み—項目反応理論による検討— 行動療法研究, 30, 87-98.

Seligman, M. E. (1970). On the generality of the laws of learning. *Psychological Review*, 77, 406–418.

Seligman, M. E. P. (1971). Phobias and preparedness. *Behavior Therapy*, 2, 307–320.

Schatz, D. B., & Rostain, A. L. (2006). ADHD with comorbid

- anxiety. A review of the current literature. *Journal of Attention Disorders*, *10*, 141–149.
- Shiban, Y., Pauli, P., & Mühlberger, A. (2013). Effect of multiple context exposure on renewal in spider phobia. *Behaviour Research and Therapy*, *51*, 68–74.
- Shiban, Y., Schelhorn, I., Pauli, P., & Muehlberger, A. (2015). Effect of combined multiple contexts and multiple stimuli exposure in spider phobia: A randomized clinical trial in virtual reality. *Behaviour Research and Therapy*, *71*, 45–53.
- Shin, K. E., & Newman, M. G. (2017). Using Retrieval Cues to Attenuate Return of Fear in Individuals With Public Speaking Anxiety. *Behavior Therapy*, *49*, 212–224.
- Smith, J. P., & Book, S. W. (2008). Anxiety and Substance Use Disorders: A Review Prevalence of Comorbid Anxiety and Substance Use Disorders. *Psychiatr Times*, *25*, 19–23.
- Soltysik, S. S., Wolfe, G. E., Nicholas, T., Wilson, W. J., & Garcia-Sanchez, J. (1983). Blocking of inhibitory conditioning within a serial conditioned stimulus-conditioned inhibitor compound: Maintenance of acquired behavior without an unconditioned stimulus. *Learning and Motivation*, *14*, 1–29.
- Springer, K. S., Levy, H. C., & Tolin, D. F. (2018). Remission in CBT for adult anxiety disorders: A meta-

- analysis. *Clinical Psychology Review*, 61, 1–8.
- Stan Development Team (2018). RStan: the R interface to Stan.
- Storsve, A. B., McNally, G. P., & Richardson, R. (2012). Renewal and reinstatement of the conditioned but not the unconditioned response following habituation of the unconditioned stimulus. *Behavioural Processes*, 90, 58–65.
- Tamai, N., & Nakajima, S. (2000). Renewal of Formerly Conditioned Fear in Rats after Extensive Extinction Training. *International Journal of Comparative Psychology*, 13, 137–147.
- Tamai, N., & Nakajima, S. (2015). Return of fear due to context and change, delay of testing, and their interaction. *Mexican Journal of Behavior Analysis*, 41, 155–165.
- Thomas, B. L., & Ayres, J. J. B. (2004). Use of the ABA fear renewal paradigm to assess the effects of extinction with co-present fear inhibitors or excitors: Implications for theories of extinction and for treating human fears and phobias. *Learning and Motivation*, 35, 22–52.
- Thomas, B. L., Larsen, N., & Ayres, J. J. (2003). Role of context similarity in ABA, ABC, and AAB renewal paradigms: Implications for theories of renewal and for

- treating human phobias. *Learning and Motivation*, 34, 410–436.
- Thomas, B. L., Vurbic, D., & Novak, C. (2009). Extensive extinction in multiple contexts eliminates the renewal of conditioned fear in rats. *Learning and Motivation*, 40, 147–159.
- Thompson, A., McEvoy, P. M., & Lipp, O. V. (2018). Enhancing extinction learning: Occasional presentations of the unconditioned stimulus during extinction eliminate spontaneous recovery, but not necessarily reacquisition of fear. *Behaviour Research and Therapy*, 108, 29–39.
- Tinoco-González, D., Fullana, M. A., Torrents-Rodas, D., Bonillo, A., Vervliet, B., Pailhez, G., ... Torrubia, R. (2015). Conditioned Subjective Responses to Socially Relevant Stimuli in Social Anxiety Disorder and Subclinical Social Anxiety. *Clinical Psychology and Psychotherapy*, 22, 221–231.
- Trask, S., & Bouton, M. E. (2016). Discriminative properties of the reinforcer can be used to attenuate the renewal of extinguished operant behavior. *Learning and Behavior*, 44, 151–161.
- Tsao, J. C. I., & Craske, M. G. (2000). Timing of treatment and return of fear: Effects of massed, uniform-, and expanding-spaced exposure schedules. *Behavior*

Therapy, 31, 479–497.

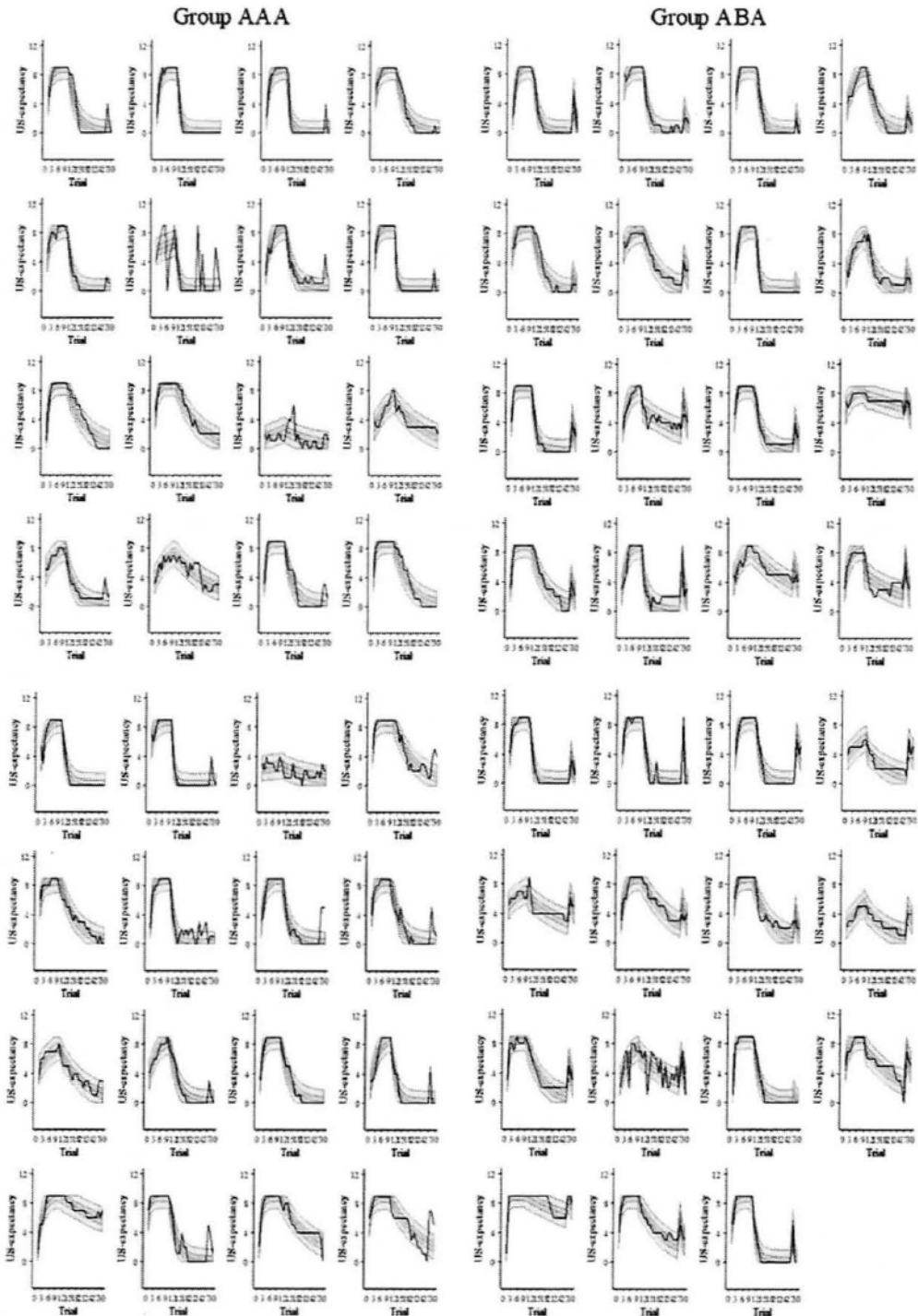
- Urcelay, G. P., Wheeler, D. S., & Miller, R. R. (2009). Spacing extinction trials alleviates renewal and spontaneous recovery. *Learning and Behavior*, 37, 60–73.
- Vansteenwegen, D., Hermans, D., Vervliet, B., Francken, G., Beckers, T., Baeyens, F., & Eelen, P. (2005). Return of fear in a human differential conditioning paradigm caused by a return to the original acquisition context. *Behaviour Research and Therapy*, 43, 323–336.
- Vansteenwegen, D., Vervliet, B., Hermans, D., Beckers, T., Baeyens, F., & Eelen, P. (2006). Stronger renewal in human fear conditioning when tested with an acquisition retrieval cue than with an extinction retrieval cue. *Behaviour Research and Therapy*, 44, 1717–1725.
- Vansteenwegen, D., Vervliet, B., Iberico, C., Baeyens, F., Van den Bergh, O., & Hermans, D. (2007). The repeated confrontation with videotapes of spiders in multiple contexts attenuates renewal of fear in spider-anxious students. *Behaviour Research and Therapy*, 45, 1169–1179.
- Vasey, M. W., Harbaugh, C. N., Buffington, A. G., Jones, C. R., & Fazio, R. H. (2012). Predicting return of fear following exposure therapy with an implicit measure of

- attitudes. *Behaviour Research and Therapy*, 50, 767–774.
- Vervliet, B., Baeyens, F., Van den Bergh, O., & Hermans, D. (2013). Extinction, generalization, and return of fear: a critical review of renewal research in humans. *Biological Psychology*, 92, 51–58.
- Vervliet, B., Vansteenwegen, D., & Hermans, D. (2010). Unpaired shocks during extinction weaken the contextual renewal of a conditioned discrimination. *Learning and Motivation*, 41, 22–31.
- Vlaeyen, J. W. S., Kole-Snijders, A. M. J., Boeren, R. G. B., & van Eek, H. (1995). Fear of movement/(re)injury in chronic low back pain and its relation to behavioral performance. *Pain*, 62, 363–372.
- Watson, J. B., & Rayner, R. (1920). Conditioned emotional reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 3, 1–14.
- Watts, B. V., Schnurr, P. P., Mayo, L., Young-Xu, Y., Weeks, W. B., & Friedman, M. J. (2013). Meta-analysis of the efficacy of treatments for posttraumatic stress disorder. *Journal of Clinical Psychiatry*, 74, 541–550.
- White, S. W., Oswald, D., Ollendick, T., & Scahill, L. (2009). Anxiety in children and adolescents with autism spectrum disorders. *Clinical Psychology Review*, 29, 216–229.
- Witnauer, J. E., & Miller, R. R. (2012). Associative status

- of the training context determines the effectiveness of compound extinction. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 38, 52–65.
- Wolitzky-Taylor, K. B., Horowitz, J. D., Powers, M. B., & Telch, M. J. (2008). Psychological approaches in the treatment of specific phobias: A meta-analysis. *Clinical Psychology Review*, 28, 1021–1037.
- Wolpe, J. (1958). *Psychotherapy by reciprocal inhibition*. Stanford University Press; Stanford, CA
- Woods, A. M., & Bouton, M. E. (2008). Immediate extinction causes a less durable loss of performance than delayed extinction following either fear or appetitive conditioning. *Learning & Memory*, 15, 909–920.
- Zbozinek, T. D., Hermans, D., Prenoveau, J. M., Liao, B., & Craske, M. G. (2015). Post-extinction conditional stimulus valence predicts reinstatement fear: Relevance for long-term outcomes of exposure therapy. *Cognition and Emotion*, 29, 654–667.
- Zlomke, K., & Davis, T. E. (2008). One-Session Treatment of Specific Phobias: A Detailed Description and Review of Treatment Efficacy. *Behavior Therapy*, 39, 207–223.

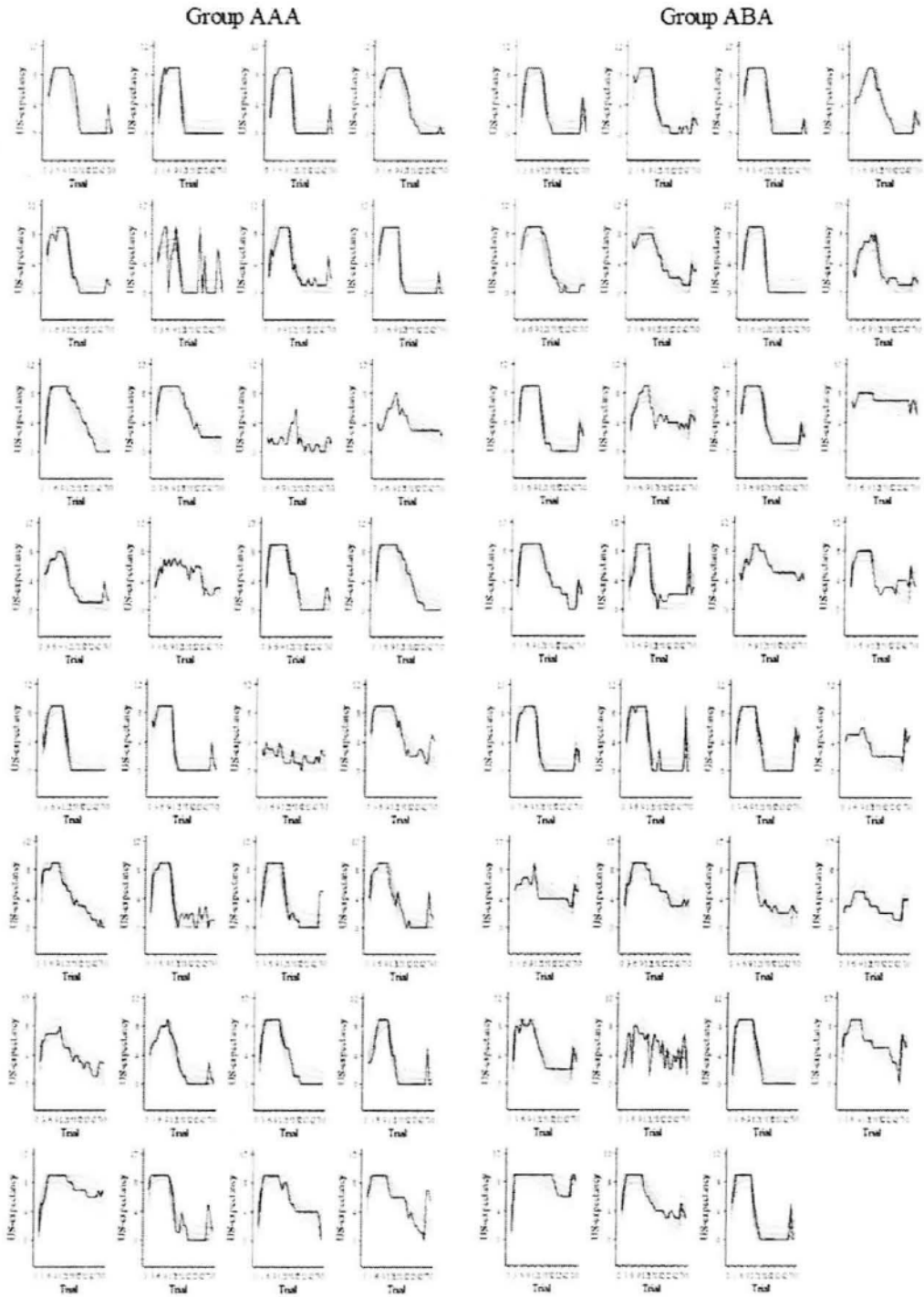
8 付録

Rescorla-Wagner model



付録 A-1 Rescorla-Wagner モデルによって推定された全参加者の事後予測分布

Bouton's model



付録 A-2 Bouton のモデルによって推定された全参加者の事後予測分布

9 謝辞

本博士論文は多くの方々の支えがあって執筆することができた。特に指導教員の澤幸祐先生からは本研究に直接関係するご指摘や助言だけでなく、科学における理論やモデルの意義、科学的知見の実践応用といった幅広い観点からご指導いただき、数多く議論させていただいた。自分の科学観は間違いなくそうした議論の上に成り立っているものであり、自分にとってかけがえのない大きな財産である。本当にありがとうございました。

加えて、共同研究者である北條大樹さんには主に本研究の統計モデルや分析部に関する多大な助言を頂いた。本研究は彼の知識と技術無くして遂行することは不可能であった。また、新潟大学の田中恒彦先生から本研究知見の臨床実践に関して、先輩の石川健太さんから論文執筆や投稿に関して多くの助言を頂いた。本研究に関わっていただき、博士論文という形になるまで議論やコメントをしていただいた皆様に対して、この場を借りて謝意を述べさせていただきたい。

また、同期、先輩、後輩の皆さんにも公私ともに多大な援助を頂いた。特に先輩の栗原彬さん、同期の柚取恵太さんと坂本次郎さん、後輩の安藤正和さん、池田孝恒さん、越智宏朗さん、小山貴士さん、寺沢勇紀さんには公私ともに様々なサポートをいただいた。特に昨今のコロナ禍において、そうしたサポートの重要性を強く感じるようになった。また、本研究は実験に協力いただいた

多くの参加者の皆様の協力が無ければ達成できなかった。そうした皆様に対して、この場を借りて謝意を述べさせていただきます。

最後に、個人的な都合で紆余曲折あった大学院生活の中で、公私ともに貝瀬有里子さんには一貫して援助いただきました。本当にありがとうございました。