

2013 年度

関西学院大学審査 博士学位論文

回顧的再評価に関する実験心理学的研究
— 随伴性判断と古典的条件づけを中心に —

関西学院大学大学院文学研究科

沼田恵太郎

要旨

環境から事象間の随伴性を抽出し、それに基づいて意思決定を行う能力は、我々の生存に必要不可欠であり、知能の重要な側面を担う。しかし、このような人間の知的営みは常に合理的であるとは限らない。本論文は「回顧的再評価」とよばれるヒトの推論能力・現象について吟味した、一連の心理学実験とその理論的考察をまとめたものである。

回顧的再評価とは、新たに獲得した知識に基づいてそれ以前に獲得していた情報の価値を更新する、いわば「過去を振り返る」推論である。たとえば、海老と牡蠣を食べて腹を下したとする。このとき、われわれは「海老も牡蠣も危険かもしれない」と判断する。しかし、その後に海老だけを食べて腹を下せば、「海老は危険だが、牡蠣は安全だ」と判断するであろう。このことは「海老は危険だ」という新たな知識にもとづき、以前に獲得していたはずの「牡蠣は危険かもしれない」という判断が下方修正されたことを意味する。一方、海老と牡蠣を食べて腹を下した後に、海老だけを食べて体に異常がなければ、我々は「海老は安全だが、牡蠣は危険だ」と判断するであろう。この場合は、「海老は安全だ」という新たに獲得した知識に基づいて、以前に獲得していた「牡蠣は危険かもしれない」という判断が上方修正されたことを意味する。これらの例は手がかりの価値が回顧的に変化したことを示しており、それぞれ、「逆行阻止」や「隠蔽解除」と呼ばれる現象に相当する。

こうした推論能力は、ヒトの推論全般を研究テーマとする思考心理学の分野はもとより、学習心理学分野においても連合学習理論の枠組みで研究されてきた。それは連合学習理論が、ヒトを含む多くの動物に共通する基本的な知識獲得のしくみを明らかにしようとするものだからである。とりわけ「逆行阻止」や「隠蔽解除」の現象は、生活体が直接に観察していない事象についても学習を行うことを示していることから、これまで連合学習理論の試金石として用いられてきた経緯がある。

ただし、回顧的再評価に関する過去研究の多くでは、これらの現象を説明する数理モデルの構築に力点が置かれており、どのような条件下で回顧的再評価が生じるか、という生起要因の検討は十分ではなかった。本論文は、ヒト成人（大学生や大学院生）を対象に行った合計16の心理学実験により、回顧的再評価の生起条件と、その背後にある心理メカニズムの解明を目指したものである。

第1章の序論では、まず知識獲得についての研究史を Bacon や Pascal から説き起こし、

経験主義哲学から連合主義心理学，条件反射学，現代連合学習理論までの流れを述べている。その後，現代連合学習理論における主要なテーマである手かかり競合の諸現象，特に「順行阻止」と「隠蔽」について説明している。また，その発展形である「逆行阻止」と「隠蔽解除」に触れ，それらが回顧的再評価という研究文脈で重要な現象であることを過去研究に言及しつつ論じている。最後に，それらを説明する「連合形成モデル」「因果帰納モデル」「命題推論モデル」を紹介し，それらの関連性や位置付けについて解説している。

第2章から第5章は実験篇であり，章ごとに異なった実験設定が用いられている。第2章の研究Ⅰは，「随伴性判断」と呼ばれる実験事態で行われた5つの実験で構成されている。具体的には Waldmann & Holyoak (1992) の研究に範をとり，複数の事象間の関係を観察させる課題を用いながら，教示によって予測学習と診断学習の状況を作り出している。予測学習の状況では「事象の観察順序と因果関係が一致する」ことが教示され，診断学習の状況では「事象の観察順序と因果関係が一致しない」ことが教示される。実験1は架空人物の身体状態と環境要因の関連を観察するというカバーストーリーの下で順行阻止を，それ以降はボタンの点灯と警報器作動の関連を観察するというカバーストーリーの下で順行阻止（実験2），逆行阻止（実験3 a，3 b），隠蔽解除（実験4）の現象を吟味している。これらのうち，逆行阻止と隠蔽解除が回顧的再評価の現象であり，これらの実験によって予測学習の状況では回顧的再評価が生じ，診断学習の状況では回顧的再評価が生じにくいことが明らかになった。実験5は実験3 aや3 bと同様に逆行阻止を吟味したものだが，主観評定に加えて fMRI による脳活動の測定も行っており，予測学習の状況では診断学習の状況よりも，大脳の右側前頭前野や線条体などの「予測誤差」に関連する脳部位が賦活することを報告している。

第3章の研究Ⅱもまた随伴性判断事態であったが，De Houwer & Beckers (2002) に倣い，ミサイル（原因事象）による戦車破壊（結果事象）の効果を判定する課題を用いて，結果事象の強度の操作が「2次の回顧的再評価」の現象に及ぼす影響を検討している。なお，「2次の回顧的再評価」とは，たとえば，海老と牡蠣を食べて腹を下してから，牡蠣と雲丹を食べて腹を下し，その後，海老だけを食べて腹を下せば，「海老は危険だが，牡蠣は安全だ」といった推論（1次の回顧的再評価）に加えて，「だから雲丹は危険だ」と推論されることをいう（なお，海老と雲丹の関係は間に牡蠣を挟んだ間接的な関係であるために，

「2次の回顧的再評価」と呼ばれており、「回顧的再評価が連鎖的に生じること」を示している)。ここでは5つの実験(実験6から実験10)により、結果事象の強度を明示することが2次の回顧的再評価の出現に影響することを示した。

第4章の研究Ⅲでは、インベーダーから地球を防衛するというゲーム様の課題で、インベーダーの乗るUFOへの攻撃反応(ボタン押し)の抑制を指標として、センサー点灯(手がかり事象)とUFOからの攻撃(結果事象)の関係性判断を調べた。この実験設定はMolet, Leconte, & Rosas (2006)の実験を参考にした古典的条件づけの事態である。分化条件づけを検討した第1実験(実験11)や順行阻止を検討した第2実験(実験12)では、事象間の随伴性に関する主観評定とボタン押しの抑制率(行動指標)が概ね一致することを示した。しかし、逆行阻止を検討した第3実験(実験13)では、主観評定でのみ逆行阻止が確認されたものの、抑制率(行動指標)では逆行阻止が見られなかった。このことから、回顧的再評価における主観評定と行動指標の乖離が示唆された。

第5章の研究Ⅳでは、皮膚電気活動を指標とした古典的条件づけ事態での3つの実験を報告している。実験設定はMitchell and Lovibond (2002)を参考に行っている。まず第1実験(実験14)で分化条件づけ手続きを用いて条件づけの獲得を示した後、結果事象(電撃)の「加算性」に関する教示がヒトの順行阻止(実験15)や逆行阻止(実験16)にどのような効果を及ぼすかを検討している。主たる知見として、「手がかりが2つあると電撃の強さは高まる」と教示した群で逆行阻止は生じ、「手がかりが2つあっても電撃の強さは変わらない」と教示した群では逆行阻止が生じなかったことが挙げられる。これらの実験では、主観評定である電撃予期と生理指標である精神性発汗に一致が認められた。

第6章は結論であり、第2章から第5章で述べられた実験結果をまとめ、回顧的再評価の心理学的メカニズムについて考察した。研究Ⅰでは「因果の知識」、研究Ⅱでは「結果の強度」、研究Ⅲでは「反応の形態」、研究Ⅳでは「結果の加算性」が、回顧的再評価の生起条件であることが示され、本研究の知見の多くは「命題推論モデル」の考えで上手く説明できることが示唆された。この事実は、回顧的再評価の現象が低次の自動的処理ではなく、高次の操作的処理の水準で生じること示しており、当該領域における最新の見解とも一致していた。また第6章では最後に、回顧的再評価という実験パラダイムの連合学習研究における有益性や近接領域との関連、今後、期待される展開について述べた。

目次

	頁
第 1 章 序論 _____	1
第 1 節 知識の獲得と学習	1
第 1 項 知識はどのように獲得されるか?	1
第 2 項 経験主義から連合心理学へ	2
第 2 節 連合学習をめぐる諸問題	5
第 1 項 接近性と随伴性	5
第 2 項 手がかり競合	12
第 3 項 回顧的再評価	15
第 3 節 回顧的再評価の説明理論	20
第 1 項 全体の概要	20
第 2 項 連合形成モデル	21
第 3 項 因果帰納モデル	29
第 4 項 命題推論モデル	36
第 4 節 高次認知と記述のレベル	41
第 1 項 連合学習から高次認知へ	41
第 2 項 記述言語としての連合学習	44
第 3 項 回顧的再評価の神経基盤	46
第 5 項 本研究の目的と概要	47
第 2 章 研究 I : 因果の知識が回顧的再評価に与える影響—随伴性判断 事態を用いて _____	 52
第 1 節 因果の知識は手がかり競合を調整するか?	52
第 1 項 因果学習における手がかり競合の非対称性	52

第2項	先行研究	55
第2節	実験1：因果の知識は順行阻止を調整するか？	60
第1項	目的	60
第2項	方法	61
第3項	結果	66
第4項	考察	67
第3節	実験2：因果の知識は順行阻止を調整する	68
第1項	目的	68
第2項	方法	68
第3項	結果	72
第4項	考察	74
第4節	実験3a：因果の知識は逆行阻止を調整するか？	75
第1項	目的	75
第2項	方法	75
第3項	結果	78
第4項	考察	79
第5節	実験3b：因果の知識は逆行阻止を調整する	82
第1項	目的	82
第2項	方法	82
第3項	結果	83
第4項	考察	84
第6節	実験4：因果の知識は隠蔽解除を調整する	86
第1項	目的	86
第2項	方法	86
第3項	結果	87

第4項	考察	88
第7節	実験5：因果の知識は逆行阻止を調整する—fMRI研究	90
第1項	目的	90
第2項	方法	90
第3項	結果	94
第4項	考察	100
第8節	総合論議	102
第1項	結果の要約	102
第2項	仮説の是非	104
第3項	今後の展望	105

第3章 研究Ⅱ：結果の強度が回顧的再評価に与える影響—随伴性判断

事態を用いて 110

第1節	回顧的再評価は連鎖的に生じるか？	110
第1項	思考は刻々と変化する	110
第2項	連合形成モデルの問題点	111
第3項	2次の回顧的再評価	112
第4項	拡張コンパレータ仮説	113
第5項	先行研究	118
第6項	確率対比モデル	120
第7項	結果の強度と最大性	122
第2節	実験6：結果の強度が最大下であれば2次の回顧的再評価 は生じる—逆行／順行手続きを用いた場合	123
第1項	目的	123
第2項	方法	124

第 3 項	結果	128
第 4 項	考察	130
第 3 節	実験 7：結果の強度が最大下であれば 2 次の回顧的再評価	
	は生じる—逆行／逆行手続きを用いた場合	130
第 1 項	目的	130
第 2 項	方法	131
第 3 項	結果	131
第 4 項	考察	133
第 4 節	実験 8：結果の強度が最大であっても 2 次の回顧的再評価	
	は生じる—逆行／順行手続きを用いた場合	134
第 1 項	目的	134
第 2 項	方法	134
第 3 項	結果	135
第 4 項	考察	137
第 5 節	実験 9：結果の強度が最大であっても 2 次の回顧的再評価	
	は生じる—逆行／逆行手続きを用いた場合	137
第 1 項	目的	137
第 2 項	方法	137
第 3 項	結果	138
第 4 項	考察	140
第 6 節	実験 10：結果の強度を明示しなければ 2 次の回顧的再評価	
	は生じない—逆行／順行手続きを用いた場合	140
第 1 項	目的	140
第 2 項	方法	140
第 3 項	結果	141

第 4 項	考察	.....	144
第 7 節	総合論議	.....	144
第 1 項	結果の要約	.....	144
第 2 項	仮説の是非	.....	146
第 3 項	今後の展望	.....	147
第 4 章	研究Ⅲ：反応形態が回顧的再評価に与える影響—古典的条件づけ		
	事態を用いて	—————	149
第 1 節	回顧的再評価はなぜ生じるか？	.....	149
第 1 項	随伴性判断事態の特異性	.....	149
第 2 項	主観報告と行動指標	.....	151
第 3 項	条件性抑制と条件性回避	.....	152
第 2 節	実験 11：分化条件づけ技法を用いた連合過程の検証	....	156
第 1 項	目的	.....	156
第 2 項	方法	.....	157
第 3 項	結果	.....	165
第 4 項	考察	.....	169
第 3 節	実験 12：条件性抑制事態における順行阻止の検証	.....	170
第 1 項	目的	.....	170
第 2 項	方法	.....	171
第 3 項	結果	.....	172
第 4 項	考察	.....	175
第 4 節	実験 13：条件性抑制事態における逆行阻止の検証	.....	176
第 1 項	目的	.....	176
第 2 項	方法	.....	177

第 3 項	結果	178
第 4 項	考察	181
第 5 節	総合論議	182
第 1 項	結果の要約	182
第 2 項	仮説の是非	184
第 3 項	今後の展望	186

第 5 章 研究Ⅳ：結果の加算性が回顧的再評価に与える影響—古典的条件 づけ事態を用いて 188

第 1 節	精神性発汗で回顧的再評価は生じるか？	188
第 1 項	皮膚電気条件づけ	188
第 2 項	皮膚電気条件づけ事態の特異性	189
第 3 項	結果の加算性	190
第 4 項	先行研究	191
第 5 項	演繹推論モデル	195
第 2 節	実験 14：不安水準と古典的分化条件づけ—皮膚電気活動を 指標として	196
第 1 項	目的	196
第 2 項	方法	196
第 3 項	結果	201
第 4 項	考察	206
第 3 節	実験 15：結果の加算性は順行阻止を調整する	207
第 1 項	目的	207
第 2 項	方法	207
第 3 項	結果	209

第 4 項	考察	215
第 4 節	実験 16：結果の加算性は逆行阻止を調整する	216
第 1 項	目的	216
第 2 項	方法	216
第 3 項	結果	218
第 4 項	考察	224
第 5 節	総合論議	224
第 1 項	結果の要約	224
第 2 項	仮説の是非	225
第 3 項	今後の展望	228
第 6 章	結論	230
第 1 節	本研究のまとめ	230
第 1 項	実験 1 から実験 5 のまとめ	230
第 2 項	実験 6 から実験 10 のまとめ	232
第 3 項	実験 11 から実験 13 のまとめ	232
第 4 項	実験 14 から実験 16 のまとめ	233
第 5 項	現時点での結論	234
第 2 節	回顧的再評価のメカニズム	236
第 1 項	命題推論モデルの説明	236
第 2 項	因果帰納モデルの拡張	244
第 3 項	連合形成モデルの拡張	246
第 4 項	「連合」とは何か？	249
第 3 節	連合学習の研究ツールとしての回顧的再評価	251
第 1 項	回顧的再評価の学術的意義	251

第 2 項	生涯発達へのアプローチ	251
第 3 項	比較認知へのアプローチ	252
第 4 節	近接領域への貢献	252
第 1 項	心理臨床との関連	252
第 2 項	精神医学との関連	253
第 3 項	神経科学との関連	255
第 5 節	期待される展開	256

References

謝辞

付記

第1章 序論

第1節 知識の獲得と学習

第1項 知識はどのように獲得されるか？

かつて、17世紀の哲学者 Pascal (1670/1973) は、その遺著『パンセ』の中で「人間は考える葦である」と記した。この言葉は、人間は水辺に生える葦のように弱い存在であるが、考える力をもつ点で他の動物よりも秀でていて、という意味に解されている。考える力、すなわち思考の称賛である。しかし彼は、同じ書物の中でこうも記している。「思考——人間の全ての尊厳は思考のうちに存する。しかし、この思考とは何であるか？それはなんと愚かなものであることか！」。この言葉は人間の思考、すなわち精神の働きそのものは尊いものであるが、しばしば奇妙なふるまいをみせる、という意味に読める。このような主張と関連して、人間はどのように誤った考えを抱くのか、またどのように物事を正しく知ることができるのかという疑問は、人類の歴史の中で繰り返し問いかけてきた。

たとえば、Bacon (1620/1978) はその著書『ノヴム・オルガヌム』の中で、人間が自然のしもべであることを強調した。そしてそのふるまいを観察、推測することで得た知識を精神の道具として活用することを主張した。この主張は、人間は自然のふるまいという結果からそれを制御する原因を探ることで、意図する結果を生み出すことができる、という意味に解されており、「知識は力なり」の格言でも知られている。それ以前の西洋哲学で用いられたのは、普遍的な前提から個別的な結論を得るという演繹法であったが、Bacon (1620/1978) の主張以後は、これに加えて個別的な事例から普遍的な法則をみいだすという帰納法も用いられるようになり、それは現在の科学的方法論の基盤の一つとなっている。そして、物事の理解において観察などの経験を重視するこのような考えはやがて、哲学や心理学において中心的な役割を果たすことになる。

そもそも、経験が人間性を形づくる上で重要な役割を果たしていることは、古代の哲学的な省察においても指摘されていた。そして、これらの哲学者たちが行っていたのは、思考をはじめとする人間のあらゆる意識体験を観念という心的要素に分解し、理解することであった。観念論や認識論とも関連するこのような思想は、古代ギリシアにおける Platon の著作『テアイテトス』や、その弟子 Aristoteles の『靈魂論』の中にもその原型をみることができる(田中, 1966; 山本, 1966)。前者の考えでは観念が事物から離れて存在すること、後者の考えではそれらが分かちがたく結びついていることを強調する点で異なるが、人間が見ることができるのは事物そのものではなくその観念であり、それらが結びつくことによって新しい知識やものの見方が獲得されると考える点では共通している。

以後の哲学は現代に至るまでこれらの考えの影響を色濃く残しており、同時にそれに対する批判をも生み出した¹。しかし、そうした風潮の中にあっても、観念と観念の結びつき、すなわち観念連合によって人間の意識体験を説明しようとする試みそのものは近代哲学においてさらなる発展をみせ、やがては経験主義 (empiricism)、あるいは連合主義 (associationism) とよばれる体系を築きあげることになる。

第 2 項 経験主義から連合心理学へ

とりわけ 17 世紀以降のイギリスにおいては、このような経験主義の問題は人間考察の中心的議題であった。たとえば、Hobbes (1651/1992) はその著書『リヴァイアサン』の中で、観念の連合が目的論的にではなく機械論的に形成されることを主張し、その心理的作用と生理的作用についても言及を行った。

¹ その好例としては、「我思う、ゆえに我あり」で知られる 17 世紀フランスの哲学者 Decartes (1637/1997) の著書『方法序説』があげられる。これらの立場では人間がもつ理性を重要視し、さらにその材料となる観念は生得的であると考えられる。このような思想は合理主義 (rationalism) と呼ばれ、しばしば経験主義や連合主義の考えと対比される。

また、Locke (1690/1968) は著書『人間悟性論』の中で、最も簡単な要素である単純観念が結びつくことで高度な過程である複雑観念が成立するとし、経験がなければこうした観念そのものが形成されず、その状態は完全な白紙であるという「タブラ・ラサ」の考えを主張した。この頃から経験主義の一部は連合主義の考えへと移行していくことになる。さらに、Hume (1739/1995) は著書『人間本性論』において Locke の考えを発展させ、(1) 観念連合は似通ったもの、(2) 時間的・空間的に接近しているもの、(3) 原因と結果に相当するもの同士で成立するとした。また、これらの連合により関係、様相、実体の3種類の複雑観念が形成されると主張した²。この他にも、Barkley や Hartley, Mill 親子, Bain や Spencer をはじめ、多くの哲学者が連合主義に属するとされる。

Warren (1921/1951) によると、連合主義の史的発展は4つの時期に分けることができる (Figure 1-1)。第1期は準備時代で、Aristoteles に始まり、Hobbes

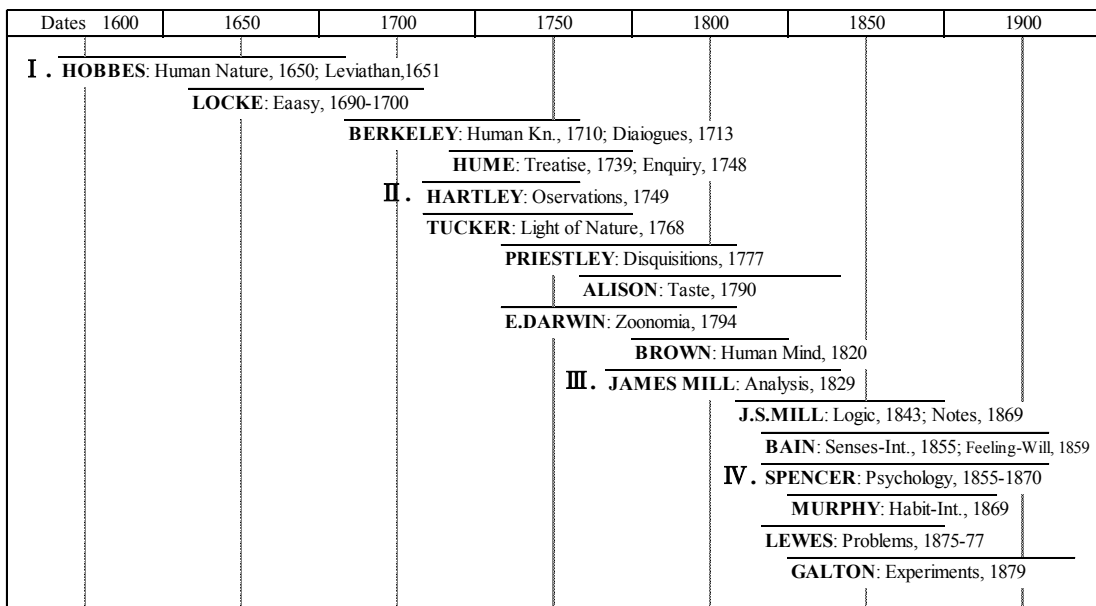


Figure 1-1. 連合心理学の年表 (Warren, 1921/1951 より一部抜粋)。第1期の Aristoteles を除き、イギリス経験主義を中心として第4期まで記載した。

² ただし、ヒュームはこれら(1)類似、(2)近接、(3)因果の三つの性質のうち、原因と結果の関係である(3)因果だけは客観的に存在しない主観的なものであることを主張しており、後にこの概念を近接の一種とみなしている。

を通して Hume に終わる。第 2 期は 1749 年に Hartley が『人間観察』を出版してから、1829 年に J. S. Mill の『人間精神の現象の分析』が出るまでの間で、連合心理学 (association psychology) が作られたのはこの時期とされる。また、神経生理の知識が進んだ第 3 期とは、Mill 親子や Bain らが連合心理学を完成させた時代である。第 4 期は 1855 年に Spencer が『心理学原理』初版を出版してから、Darwin の進化論を心理学に取り入れ、連合の法則を種族経験にまで拡大した時代である。

今日では連合学習 (associative learning) とよばれる研究分野の基本発想は、このような哲学の長い歴史の上に準備されたと考えることができる。そして、その考えの一部は 20 世紀のはじめ頃に、大脳生理学と動物行動学という異なる自然科学の領域でほぼ同時期に実証されることになる。帝政ロシアの生理学者 Pavlov (1897/1902) による古典的条件づけの発見、および、アメリカの心理学者 Thorndike (1898) による道具的条件づけの発見である。前者は刺激と刺激を対呈示する手続き、後者は生体の行動に刺激を随伴呈示する手続きであり、これらの手続きの考案により、それまで外部からは観察することができなかった連合形成の過程を、間接的ではあるが観察できるようになった³。

しかしながら、連合学習の研究が隆盛するに伴って、当初は機械論的で自動的なものとみなされてきた連合形成の背景に、目的論的で操作的な側面が存在することが指摘されるようになった⁴。すなわち、条件づけ手続きによって形成されるであろう「連合」とは何か、またそれは思考などの意識体験をどのように説明するのかという問題への関心が、まさにいま急速に高まりつつある。

³ 心理学文献データベースである Psycho Info[®]によると、条件づけの技法を用いた研究論文は、2013 年 3 月現在までに 5 万本を超える膨大な数に上っており、その記録は現在も更新され続けている。なお、この数字は検索語である“conditioning”を本文中に含む論文数と対応したものであり、その中で同語をタイトルに含む論文数は 1 万本に上る。

⁴ 連合形成の機械論的な解釈は、Hobbes (1651/1992) を中心に展開されてきた伝統的なものであり、その背景には生体を一種の機械としてみなす、Descartes (1637/1997) の認識論や動物機械論の影響があるとされる。経験主義や連合主義は合理主義とは異なる立場に基づくが、人間観の一部はその影響を広く受けている。

本研究では、連合学習理論の試金石として用いられてきた「回顧的再評価」という現象に関する知見を実験的手法で収集し、それらを過去研究と比較することで、上記の問題について詳細に検討していくことを試みる。この作業により、回顧的再評価のメカニズム、ひいては思考などの高次認知について、より深い理解が得られることを期待する。次節からは連合学習研究についての一般的な概説を行い、本研究で報告するいくつかの現象が、膨大な過去研究の中でどのような場所に位置するのかを概説していくことにする。

第2節 連合学習をめぐる諸問題

第1項 接近性と随伴性

(1) 接近性 「パヴロフの犬」という言葉がある。帝政ロシア時代の生理学者 I. P. Pavlov はイヌの消化腺活動に関する研究において、唾液分泌量と分泌時間が口の中に 入れられた食餌の種類と量の関数であることを発見した (Pavlov, 1897/1902)。また、彼はその研究を通じて、餌皿をみたり、飼育員の足音をきいたりしただけでも、イヌが唾液を分泌することを見出した。すなわち、食物などの生物学的に重要な刺激に誘発される反応は、それに時間的に接近して呈示された刺激によっても誘発されるようになる。この現象は、現在では古典的条件づけ (classical conditioning) として広く知られている⁵。

古典的条件づけの実験事態では、無条件反応 (unconditioned response: UR) を喚起する刺激、すなわち無条件刺激 (unconditioned stimulus: US) に先行して、条件刺激 (conditioned stimulus : CS) を呈示する。このような操作を繰り返すと、条件刺激に対してはそれまでに見られなかった反応、すなわち条件反応

⁵ その他の行動変容における基本原理として、道具的条件づけ (instrumental conditioning) があげられる。これは、レバー押しなどの行動に対して食物などの報酬を呈示する手続きであるが、紙幅の関係のためこれ以上は触れない。なお、古典的条件づけと道具的条件づけという用語は Hilgard and Marquis (1940) に基づいているが、その他にもパヴロフ型条件づけとソーンドイク型条件づけという用語や (Rescorla, 1967)、レスポンド条件づけとオペラント条件づけという用語がある (Skinner, 1938)。

(conditioned response: CR) が出現するようになる。たとえば、「パヴロフの犬」の事例においては、餌皿の外観や飼育員の足音は条件刺激，肉粉などの食物は無条件刺激，唾液分泌は条件反応，あるいは無条件反応に相当することになる⁶。そして，こうした実験事態において重要となるのは，もしも条件刺激と無条件刺激が対呈示されなければ，条件反応は生じることはないという客観的な事実である。このことから，Pavlov は古典的条件づけにおける最も基本的で重要な手続きを，条件刺激と無条件刺激の対呈示とした (Pavlov, 1927)。

しかし，実際に条件反応が獲得されるか否かは，条件刺激と無条件刺激の対呈示の他に，さまざまな要因の影響を受ける。Pavlov (1927) は「古典的条件づけはどのような状況下で成立するか」という問題を明らかにするために，条件刺激と無条件刺激を対呈示する際の時間的布置を，Figure 1-2 に示す 4 種類に大別した。たとえば，(a) 延滞条件づけ (delay conditioning) では，条件刺激は無条件刺激に時間的に先行して呈示され，かつ条件刺激の呈示は少なくとも無条件刺激が呈示されるまで持続する。(b) 痕跡条件づけ (trace conditioning) では，条件刺激が無条件刺激に先行呈示されるが，その呈示は無条件刺激が

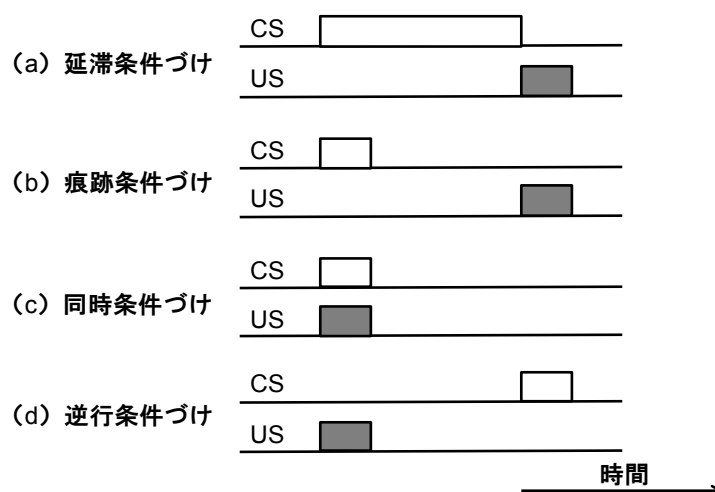


Figure 1-2. 条件刺激と無条件刺激の時間的布置による手続きの分類.

⁶ 実際の実験では，条件刺激としてメトロノームの音などが用いられた。

呈示される前に終了する。なお、延滞条件づけと痕跡条件づけでは、条件刺激の呈示は無条件刺激の呈示に先行することから、これらをまとめて順行条件づけ (forward conditioning) と呼ぶことも多い。また、(c) 同時条件づけ (simultaneous conditioning) では、条件刺激と無条件刺激は同時に対呈示される。そして、(d) 逆行条件づけ (backward conditioning) では、条件刺激と無条件刺激の布置が逆転し、無条件刺激が時間的に条件刺激に先行して呈示されることになる。

一般に、条件反応の獲得は延滞条件づけにおいて最も良好であり、痕跡条件づけはこれに次ぐことが多い。さらに、これらの手続きを用いた場合は、条件刺激と無条件刺激の刺激間間隔 (inter-stimulus interval: ISI) が長くなるにつれ、条件反応の獲得は困難となる。これらの事実は、条件刺激と無条件刺激が時間的に近いほど条件反応の獲得は容易であることを示しており、古典的条件づけの成否に関して刺激間の接近性 (contiguity) が重要な役割を果たすことを示唆していた⁷。そして、このような考えによれば、条件刺激と無条件刺激の間に遅延時間の存在しない同時条件づけの手続きにおいて、条件反応の獲得は最も容易となるはずである。しかし、実際には同時条件づけにおいて条件反応の獲得は良好ではなく、これらの順行条件づけ (forward conditioning) に次ぐことが多い。また、もしも延滞条件づけや痕跡条件づけと同じ刺激間間隔であったとしても、逆行条件づけでは条件反応の獲得そのものが困難となる⁸。これらの事実は、接近の法則 (law of contiguity) だけでは古典的条件づけの諸現象を説明できないことを示しており、「条件刺激が無条件刺激に先行する」という時間順序 (temporal order) もまた、重要であることを示唆していた。

⁷ 古典的条件づけの実験事態では、試行間間隔は固定ではなく一定の区間内で変動させることが多い。試行間間隔を固定した場合は、その時間経過が条件刺激の一つとして作用するためである。この現象は、時間的条件づけ (temporal conditioning) と呼ばれており、刺激間間隔の長い延滞条件づけや痕跡条件づけの場合にもみられる (土江, 2003)。

⁸ こうした逆行条件づけに関する見解は一般に考えられているものであり、対呈示の回数や刺激間間隔、または実験事態や被験体となる動物の種類によっては、逆行条件づけでも条件反応がみられるという見解もある (漆原, 1999)。

しかしながら、このような接近性に関する知見は、「古典的条件づけはどのような状況下で成立するか」という疑問に多くの示唆を与えるものであった。Pavlov はその他にも、条件反応の消去などの諸現象についても研究を行い、刺激間に形成される連合には興奮 (excitation) と制止 (inhibition) の 2 種類があることを見出した。また、これら二つの過程がバランスよく機能することによって、はじめて生活体の行動が適応的に維持されるという考えを主張した。ここでいう興奮連合とは条件反応を発生させる、いわばプラスの過程であり、制止連合とは条件反応を抑制する、いわばマイナスの過程である。彼はこれらの概念によって古典的条件づけを説明することで、精神の根源である脳の働きを理解できると考えた。このような考えについては様々な議論がなされたものの (e.g., Hull, 1943/1960, Tolman, 1932, Skinner, 1938; Watson, 1930/1942), 古典的条件づけを生活体が環境に適応するための機構として捉える発想そのものは、後の研究 展開に大きな影響を与えた。そして、その思想は 1960 年代に入り、条件刺激が持つ情動的価値を重視する立場へと受け継がれていくことになる⁹。

(2) 随伴性 Rescorla (1966) によると、古典的条件づけが成立するか否かは条件刺激と無条件刺激が時間的・空間的に接近していることに加えて、その条件刺激が無条件刺激の到来や非到来の信号として機能していることが重要となる。たとえば、同時条件づけよりも順行条件づけで条件反応の獲得が良好なのは、条件刺激が無条件刺激の到来を知らせているからかも知れない。また、逆行条件づけにおいて条件反応が獲得されないのは、条件刺激が無条件刺激の非到来を知らせているからかも知れない。この当時は、コンピュータの出現とそれに伴う情報理論の発達によって (e.g., Shannon & Weaver, 1949), 生活体は

⁹ Garcia, Kimeldorf, and Koelling (1955) の味覚嫌悪条件づけの発見により、ほぼ同時期に古典的条件づけに関して生得的傾向を重視する立場が出現する。この実験事態では条件刺激と無条件刺激の間に長期遅延があっても学習が成立するため、当初は接近性の法則に疑問を投げかけるものとして注目がなされたが、現在ではこのような考えは否定されている。

刺激の入力と反応の出力をつなぐ情報処理体と捉えられるようになっていた。こうした研究文脈の中で、古典的条件づけは環境内の事象間の関係に関する情報、あるいは知識を生活体が獲得していく過程として再解釈されることになる。

この立場においてとりわけ重要視されたのは、時間的に前後する条件刺激と無条件刺激の間の相関関係、すなわち随伴性 (contingency) の概念であった。たとえば、古典的条件づけにおける条件刺激と無条件刺激の間の相関関係は、Figure 1-3 の左に示す随伴性テーブルによって記述することができる。図中の (a) は条件刺激と無条件刺激の対呈示、(b) は条件刺激の単独呈示、(c) は無条件刺激の単独呈示、(d) はどちらも呈示しないことの出現頻度、とそれぞれ対応する。そして、条件刺激がもつ信号としての価値は、条件刺激が呈示されたときに無条件刺激が呈示される確率 ($P(US|CS)$) と、条件刺激が呈示されなかったときに無条件刺激が呈示される確率 ($P(US|noCS)$)、の相対的な関係によって規定される。

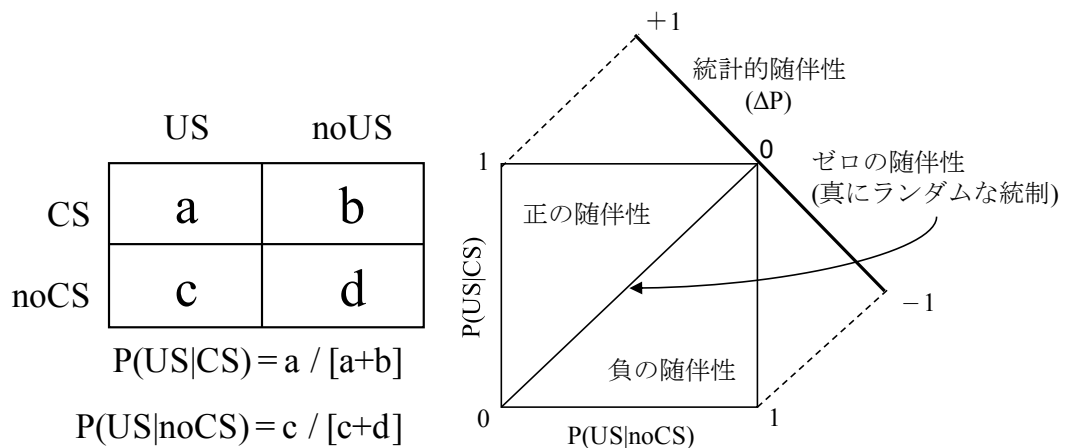


Figure 1-3. 随伴性テーブル (左パネル) と随伴性空間 (右パネル). セル a からセル d までの頻度情報は $P(US|CS)$ と $P(US|noCS)$ の 2 種類の条件付き確率に変換され、その大小関係は ΔP および随伴性空間上の一点として表現される.

これら 2 種類の条件付き確率は相互に独立であり，条件刺激と無条件刺激の随伴関係は，全てこれらで表現できることになる。Rescorla (1967) はこの考えに基づき，前者の確率が後者より大きい場合を正の随伴性（positive contingency）と呼び，このような状況では条件刺激が無条件刺激の到来を知らせるために，条件興奮（conditioned excitation）が生じると予測した。逆に前者の確率が後者よりも小さい場合を負の随伴性（negative contingency）と呼び，このような状況では条件刺激が無条件刺激の非到来を知らせるため，条件制止（conditioned inhibition）が生じると予測した。

また，Rescorla (1967) によると，条件反応の強度はこれらの条件付き確率の差分が正であるか負であるかに依存する。そのため，仮に両者が等しい場合は，条件刺激は無条件刺激の到来や非到来について何も知らせないため，いかなる条件づけも生じないことを予測した¹⁰。なお，このような随伴性は Figure 1-3 (9 頁) の右に示す随伴性空間（contingency space）の一点として表現することができる（Gibbon, Berryman, & Thompson, 1974）。図の縦軸は $P(US|CS)$ を，横軸は $P(US|noCS)$ を示しており，対角線は両者の確率が等しい条件を表している。そのため，もしも点が対角線より左に位置すれば正の随伴性，右に位置すれば負の随伴性，対角線上に位置すれば随伴性がないことを意味することになる。なお，Rescorla (1967) では直接言及していないが，上記で述べた随伴性の程度は $P(US|CS)$ と $P(US|noCS)$ の差分である ΔP によっても表現することができる（式 1 参照）。

$$\Delta P_{US|CS} = P(US|CS) - P(US|noCS) = \frac{a}{a+b} - \frac{c}{c+d} \quad (\text{式 1})$$

¹⁰ 彼はこのような状況を設定することは，非連合的な要因，すなわち条件刺激や無条件刺激を呈示することによるアーティファクトを統制するための最適な手続きであるとし，これを真にランダムな統制手続き（truly random control: TRC）と呼んだ。ただし，この手続きを用いたとしても，訓練の初期には僅かながらも条件興奮がみられるという報告もあり，この際は種々の変数を考慮する必要があることが指摘されている（北口，1996）。

こうした随伴性の考えは、Pavlovの興奮連合と制止連合の概念とも一致するものであった。また、その後の研究によって、イヌだけでなく（e.g., Rescorla, 1966; Rescorla & Lolordo, 1965）、ラット（e.g., Rescorla, 1968, 1969）やハト（e.g., Durlach, 1983; Hearst, Bottjer, & Walker, 1980）をはじめとする動物の行動、さらにヒトの条件性情動反応（e.g., Furedy, 1971; Solanto & Katkin, 1979）なども随伴性に影響されることが明らかとなった。また、これらの研究とほぼ同時期に、ヒトの判断など比較的高次な認知過程との関連も指摘されるようになった（e.g., Alloy & Abramson, 1979; Jenkins & Ward, 1965; Ward & Jenkins, 1965）。ヒトがどのように随伴性を認識するかを検討する実験事態は、現在では随伴性判断（contingency judgment）とよばれている。

随伴性判断とは、ヒトを対象として、「ああすればこうなる」という事象間の随伴性の学習過程を検討する実験事態である¹¹。実際の実験では、被験者は特定のカバーストーリー下において、時間的に先行する手がかり（cue）と後続する結果（outcome）の共生起の情報を与えられ、それに続いてこれらの事象間の関係についての評定（rating）、あるいは主観報告（self report）を求められる。これらの課題構造のうち、手がかりと結果を対呈示するという手続きは古典的条件づけにおける条件刺激と無条件刺激の対呈示の類似とみなせることが指摘されている（e.g., Allan, 1993; Shanks, 1993; 嶋崎, 1994）。また、過去研究では動物の条件反応と同様、ヒトが行う判断もまた随伴性に敏感であることが示されており（e.g., Baker, Berbrier, & Vallee-Tourangeau, 1989; Shanks, 1985a, 嶋崎, 1999）、ヒトと動物に共通のメカニズムも示唆されている。随伴性判断という新しい実験事態の構築を経て、ヒトや動物の連合学習研究はさらに普及していくこととなる（e.g., De Houwer & Beckers, 2002a; Shanks, 2007; 嶋崎, 2003）。

¹¹ 随伴性判断の課題には、古典的条件づけだけでなく、道具的条件づけに類似したものもあり、多種多様なバリエーションが存在する。その方法論的な解説としては、澤・栗原・沼田・永石（2011）や嶋崎（2003）が参考になる。

第2項 手がかり競合

前節までに述べた接近性や随伴性の問題，あるいはその検証では，主として一つの条件刺激と一つの無条件刺激を対呈示するという，比較的単純な手続きを用いていた。それは環境統制のために，実験で操作する対象を可能な限り，単純化する必要があったためだと推察される。しかしながら，ヒトや動物が生きている現実世界では，ある無条件刺激に対して特定の条件刺激が明示されるという状況はきわめて稀である。むしろ，一般には一つの無条件刺激が呈示された場合，その前後には無数の条件刺激があり，その中の顕著なものが条件刺激として機能するようになると考えた方が妥当である。現代連合学習理論の正否は，手がかり競合 (cue competition)，あるいは刺激競合 (stimulus competition) とよばれる現象群を，いかに多く説明できるかにかかっているといても過言ではない。

手がかり競合とは，ある条件刺激が無条件刺激と対呈示されているにもかかわらず，それ以外に別の条件刺激も存在しているために，条件反応が認められないことをいう。これらの諸現象では対呈示を行ったにもかかわらず，特定の条件刺激には条件反応がみられないため，接近性の原理や関連する知見に疑問を投げかけることになる。また随伴性の指標である $P(US|CS)$ や ΔP からの逸脱を示すため，一見すると随伴性の考えとも合致していないようにも感じられる。刺激間競合には様々なバリエーションがあるが，Table 1-1 (13 頁) ではその中でも代表的な現象の手続きを条件反応の獲得と対応して示している。以下では，手がかり競合の好例である隠蔽と阻止の現象について解説する。

(1) 隠蔽 隠蔽 (overshadowing) とは，複数の条件刺激を複合して無条件刺激と対呈示した場合に，それぞれの条件刺激に対する反応が，各条件刺激を単独で無条件刺激と対呈示した場合に比べて小さくなる現象である。たとえば，

Pavlov (1927) はイヌの唾液条件づけ事態で、音と光の複合刺激 (AX) と肉粉を対呈示し、その後、複合刺激の要素である光刺激 (X) に対する唾液分泌量を調べた。その結果、光刺激 (X) に対する分泌量は、それを単独で肉粉と対呈示した統制群よりも小さくなった。しかしながら、条件づけの標的となる光刺激は、無条件刺激である肉粉とは常に対呈示されていた。この現象は当初、弱い光刺激 (X) が強い音刺激 (A) によって覆い隠されたために生じたと考えられた。

ただし、隠蔽の現象についてはこの他にも刺激般化など様々な説明が可能であり (e.g., Pearce, 1987), その生起メカニズムについては未だ不明な点も多い。そのため、ラットの条件性抑制 (e.g., Blaisdell, Bristol, Gunther, & Miller, 1998; Denniston, Savastano, Blaisdell, & Miller, 2003; Mackintosh, 1976; Oberling, Bristol, Matute, & Miller, 2000) や味覚嫌悪条件づけ (e.g., Batsell & Best, 1993; Schachtman, Kaspro, Meyer, Bourne, & Hart, 1992; Taylor & Boakes, 2002), あるいはヒトの随伴性判断 (e.g., Gluck & Bower, 1988; Lopez, Cobos, & Caño, 2005; Price & Yates, 1993; Waldmann, 2000, 2001) などの実験事態で、膨大な数の実験が行われてきた。それらの研究の詳細についてはここでは触れないが、近年は後述する阻止の対照群, あるいは対照条件として用いられることも多い。

Table 1-1

Designs of Cue Cmpetitions

Group	Phase 1	Phase 2	Test	Results
Ctrl		X—US	X?	CR
Ov		AX—US	X?	CR
FB	A —US	AX—US	X?	CR

Note: OV = overshadowing; FB = forward blocking, Ctrl =backward blocking, respectively.

Letters indicate names of the CS. Fonts of CR means CR sizes to the CS.

(2) 阻止 阻止 (blocking) とは、あらかじめ条件刺激と無条件刺激を対呈示しておく、その後この条件刺激と別の条件刺激を複合して対呈示した際、付加された条件刺激に対する条件反応が小さくなる現象である。たとえば、Kamin (1968, 1969a, 1969b) はラットの条件性抑制事態において、フェイズ 1 では音刺激 (A) と電撃の対呈示を行い、続くフェイズ 2 では音と光の複合刺激 (AX) と電撃を対呈示した。その後、テストフェイズにおいて複合刺激 AX の要素である光刺激 (X) に対する恐怖反応を測定したところ、その量はフェイズ 1 を行わなかった統制群のものよりも小さくなった。この現象は当初、条件刺激による無条件刺激の予期と実際の間はずれ、すなわち驚き (surprise) によって説明された。たとえば、実験群のラットはフェイズ 1 の訓練によって、刺激 A が電撃を予期するようになっている。このため、フェイズ 2 で与えられる電撃はラットに驚きを生じさせない。一方、統制群のラットはフェイズ 1 の訓練を受けていないために、フェイズ 2 で複合刺激 AX に電撃が与えられた際に驚きが生じ、刺激 A だけでなく刺激 X に対しても古典的条件づけが成立することになる。

阻止という現象の発見は、それまでの古典的条件づけの考えに衝撃を与え、後述する Rescorla and Wagner (1972) のモデルをきっかけとした、連合学習理論のパラダイム・シフトを促した。しかしながら、阻止の生起メカニズムについては隠蔽と同様に様々な説明が可能であり、ラットの条件性抑制 (e.g., Dickinson, Hall, & Mackintosh, 1976; Mackintosh, 1975; Rescorla, 1981) や味覚嫌悪条件づけ (e.g., Batson & Best, 1979; Domjan & Best, 1980; Kwok & Boaks, 2012), ヒトの随伴性判断 (e.g., Chapman & Robins, 1990; Dickinson, Shanks, & Evenden, 1984; Shanks, 1985b; Williams, Sagness, & McPhee, 1994) などの実験事態で知見が蓄積されてきた。

(3) **手がかり競合の理論的意義** これらの現象は「生活体がどのように情報の取捨選択を行うか」という問題を明らかにする上で重要であるといえる。なぜなら、これらの諸現象は条件刺激がもつ信号機能を、その背後にある刺激や過去の履歴との相互作用の中で検証する必要があることを示すためである。たとえば、阻止で条件反応がみられないのは、フェイズ1の訓練により刺激Aが電撃の信号となっているために、刺激Xはあってもなくてもいい冗長(redundant)な刺激だったからかも知れない(e.g., Kamin, 1968, 1969a, 1969b)。このような解釈は刺激間の接近だけが重要なのではなく、ある刺激が情報価をもつか否かが重要であるという、情報理論の考えを支持している。

第3項 回顧的再評価

ヒトを含む生活体は一度目にしたものを記憶し、それを後に取り出して別の場面で関連付けることができる。それは経験に裏打ちされた過去の情報でも可能である。このように、後天的な学習で得た情報を使って判断を行うことは思考などの高次認知とも関係が深く(e.g., Baker & Mercier, 1989), 1980年代以降はこうした回顧的再評価(retrospective revaluation)の諸現象に関する実験的検討が盛んに行われるようになった。

回顧的再評価とは、新たに獲得した知識に基づいてそれ以前に獲得した情報の価値を更新する、いわば「過去をふりかえる推論」である。これらの諸現象は刺激間競合と同様に、接近性の原理や随伴性の考えに疑問を投げかけている。しかしながら、この事態において最も興味深いのは、訓練されていないはずの条件刺激に対する条件反応や手がかりに対する評価が刻々と変化する点である。回顧的再評価の事態には様々なバリエーションが存在するが、Table 1-2(16頁)ではその中でも代表的な現象の手続きを隠蔽と対応して示している。以下では、回顧的再評価の好例である逆行阻止と隠蔽解除の現象について解説する。

(1) **逆行阻止** 逆行阻止 (backward blocking) とは阻止の手続きを逆転させたものであり、複合刺激と無条件刺激を対呈示した後に、一方の条件刺激のみを無条件刺激と対呈示すると、訓練されていない他方の条件刺激に対する条件反応が減弱する現象である。Shanks (1985b) はコンピュータを用いたヒトの随伴性判断課題において、フェイズ 1 では砲弾の発射と地雷原の通過の複合刺激 (AX) によって戦車が爆発することを呈示し、続くフェイズ 2 では地雷原の通過 (A) のみでも戦車が爆発することを呈示した。その後、テストフェイズにおいて複合刺激 AX の要素である砲弾の発射 (X) と戦車の爆発との関係性を被験者にたずねたところ、その評定値はフェイズ 2 を行わなかった統制群よりも小さくなった。この現象について、Shanks (1985b) はフェイズ 2 における手がかり A と結果の対呈示によって、手がかり X が阻止されたために生じたと考えた。

逆行阻止の現象は当初、随伴性判断の実験事態で多く確認されたが (e.g., Chapman, 1991; Wasserman & Berglan, 1998; Vadillo, Castro, Matute, & Wasserman, 2008), 一部, 電撃を用いた皮膚電気条件づけでも報告例がある (Mitchell & Lovibond, 2002)。また, 動物ではラットの条件性抑制 (e.g., Denniston, Miller, & Matute, 1996; Miller & Matute, 1996; Pineno, Urushihara, & Miller, 2005; Urushihara & Miller, 2010) や条件性風味選好 (e.g., Balleine, Espinet, & González, 2005),

Table 1-2
Designs for Retrospective Revaluations

Group	Phase 1	Phase 2	Test	Results
Ov	AX-US		X?	CR
BB	AX-US	A -US	X?	CR
UOV	AX-US	A	X?	CR

Note: OV = overshadowing; BB = backward blocking, UOV = unovershadowing, respectively.

Letters indicate names of the CS. Fonts of CR means CR sizes to the CS.

味覚嫌悪学習 (e.g., Dwyer, 1999), ハチの食餌条件づけ (e.g., Blaser, Couvillon, & Bitterman, 2004) などの事態でも確認がなされている。

ただし、一般に動物で逆行阻止を確認することはヒトよりも難しいと考えられており、この現象の再現に失敗したという報告も多くなされている (e.g., Kawai & Kitaguchi, 1999; Kawai, Nishida, & Imada, 1998; Miller, Hallam, & Grahame, 1990; Nakajima & Kawai, 1997)。なお、近年までは感性予備条件づけなどの無条件刺激の生物学的重要性 (biological significance) を弱める手続きを用いない限り、逆行阻止は生じないと考えられてきた (e.g., Denniston et al., 1996; Miller & Matute, 1996)。しかしながら、Urushiara and Miller (2010) は順行・逆行条件づけの手続きを用いた逆行阻止の確認に成功しており、高次条件づけの手続きがこの現象を確認するために必須ではないことを報告している。Urushiara and Miller (2010) は無条件刺激の性質が逆行阻止を決定すると考えたのに対し、Balleine et al. (2005) では条件刺激の性質が重要であることを主張している。これらの知見は逆行阻止が様々な実験変数によって影響されることを示唆している。

また、近年の研究ではヒトの随伴性判断の研究においても、逆行阻止の現象が種々の実験変数に影響されることが示されている。たとえば、Booth and Buehner (2007) は教示によって手がかりの性質を変化させることで逆行阻止が減弱することを示唆しており、Vandorpe, De Houwer, and Beckers (2007) は結果の強度を操作することで逆行阻止が減弱することを示している。これらの研究では連合学習ではなく、後述する因果帰納などの認知的な考えを検証したものであるが、いずれも逆行阻止の生起が実験パラメーターに依存することを強調した点で共通している。逆行阻止の現象については、ヒトや動物を対象とした様々な研究がなされてきたものの、未だその包括的な理解に至っていない。

(2) 隠蔽解除 隠蔽解除 (unovershadowing) あるいは隠蔽からの解放 (release from overshadowing) は逆行阻止の手続きを一部変更したものであり、複合刺激と無条件刺激を対呈示した後に、一方の条件刺激のみを単独呈示すると、訓練されていない他方の条件刺激に対する条件反応が増強する現象である。たとえば、Kaufman and Bolles (1981) はラットの条件性抑制事態において、フェイズ1で音と光の複合刺激 (AX) と電撃の対呈示を行い、続くフェイズ2で音刺激 (A) のみを単独呈示した。その後、テストフェイズにおいて複合刺激 (AX) の要素である光刺激 (X) に対する恐怖反応を測定したところ、その量はフェイズ2を行わなかった統制群のものよりも大きくなった。この現象は、フェイズ2におけるAの単独呈示、すなわち消去によって、Xへの隠蔽が解除されたと解釈できる。

なお、隠蔽解除の現象はラットの条件性抑制だけでなく (e.g., Kaufman & Bolles, 1981; Matzel, Schachtman, & Miller, 1985), ヒトの随伴性判断 (e.g., Larkin, Aitken, & Dickinson, 1998; Aitken Larkin, & Dickinson, 2001) や皮膚電気条件づけなどの実験事態でも確認されている (e.g., Lovibond, 2003)。たとえば、Lovibond (2003) では教示によって被験者の構えを変化させることで逆行阻止が減弱することが示されており、隠蔽解除の現象もまた様々な実験変数の影響を受けること示唆されている。しかしながら、隠蔽や阻止といった一般的な手がかり競合の現象と比べるとその報告数は十分ではなく、逆行阻止と同様に今後のさらなる検討が期待される。

(3) 手がかり競合の理論的意義 回顧的再評価に関する研究は連合学習理論の精緻化という観点から、非常に重要だといえる。なぜなら、Tabel 1-3 (19頁参照) が示すようにこれらの現象は、現在提案されている多くのモデルの中でも特定のものでは説明できないためである。これらの事実は回顧的再評価

の事態が連合学習理論の試金石であることを端的に示しており， Miller and Matzel (1988) 以降， この現象が理論検証の中心議題となっていることも示唆している。また， 先に述べたように， 回顧的再評価の諸現象は「ヒトと動物を隔てるものは何か？」という問題を考える上でも， 観察していないはずの手がかりについて学習が生じるという， 接近の法則や随伴性の考えとの不一致を検討する上でも興味深い示唆を含んでいる。今後の展望として， 古典的条件づけおよび随伴性判断の研究文脈における， 回顧的再評価のさらなる検証が期待される。

Table 1-3

Associative Accounts for Cue Competition Phenomena

	OV	FB	BB	UOV
Rescorla and Wagner (1972)	○	○	×	×
Mackintosh (1975)	○	○	×	×
Pearce and Hall (1980)	○	○	×	×
Wagner (1981)	○	○	×	×
Pearce (1987)	○	○	×	×
Miller and Matzel (1988)	○	○	○	○
Van Hamme and Wasserman (1994)	○	○	○	○
Dickinson and Burke (1996)	○	○	○	○
Denniston, Savastano, and Miller (2001)	○	○	○	○

Note : OV = overshadowing; FB = forward blocking, BB = backward blocking; UOV = unovershadowing, ○ = predictable, × = unpredictable for cue competition phenomena.

第3節 回顧的再評価の説明理論

第1項 全体の概要

これまでの連合学習研究では、回顧的再評価の現象に関して様々な説明が試みられてきた。それらは後述する (a) 連合形成と (b) 因果帰納、あるいは (c) 命題推論の3種類のモデルに大別される。(a) 連合形成モデルでは、環境内にある事象の生起や非生起の情報は連合強度 (associative strength) という形態で累積的に縮約され、保持されることを仮定する。この立場では、ヒトと動物の実験事態や実際に観察される現象の類似から、両者に共通の学習過程が存在することを仮定しており、研究成果の比較が主要な興味の対象となることも多い。一方の (b) 因果帰納モデルでは、事象の生起や非生起の情報は基本的には頻度情報として保持されることを仮定する。この立場では、ヒトを一種の直観的統計学者 (intuitive statistician) と捉え、評定の段階で手がかりと結果の条件付き確率を計算することで随伴性判断が行われると考える。(c) 命題推論モデルの考えでは、環境内の事象に関する情報は「A は B である」といった命題知識 (propositional knowledge) に変換され、保持されることを仮定する。この立場では、ヒトを一種の論理的推論者 (logical reasoner) と捉え、三段論法のように命題知識を組み合わせることで、随伴性判断が行われることを強調する。

これらの立場では古典的条件づけや随伴性判断の過程に関して「どのように情報処理が行われているのか」、あるいは「何が計算されるのか」に関する仮定が大きく異なっている。しかし、これら全てが事象間の関係性に関する情報、あるいは知識の獲得方法に言及しているため、どの説明が包括的であるかがしばしば議論の対象となる (e.g., De Houwer & Beckers, 2002a; Shanks, 2007)。こうした理論的な問題に関しては、現在もなお活発な議論が行われているが、いずれの考えが最も有力であるかについては明確な決着をみていない。次項では、はじめに、連合形成モデルの考えについて解説していく。

第2項 連合形成モデル

連合形成モデルの基本発想は、イギリスの哲学者 Hume (1739/1995) の観念連合をめぐる省察に影響を受けている。Hume は連合形成に関していくつかの自然的関係を重要視したが、その中でも特に因果性 (causality) については批判的な考察を行っている。彼によると、因果性とは (1) 二つの事象が時間的・空間的に接近しており、(2) その一方の事象がもう一方の事象に先行し、(3) それらが一貫して共生起するときに形成される主観的な信念そのものであり、人間の外に存在する自然的性質ではない。これらの条件は、接近 (contiguity)、継起 (temporal priority)、恒常的连接 (constant conjunction) と呼ばれており、これまでに述べてきた接近性や随伴性の問題とも密接な関係がある。またこのような条件で形成される観念連合は一般に直観的で自動的な過程であり、ヒトと動物に共通であると考えられている。連合形成モデルではこのような考えを承継し、「どのように連合が形成されていくか」という過程を表現することに重きを置く、記述的 (descriptive) な立場をとることが多い。

たとえば、Rescorla and Wagner (1972) は Bush and Monsteller (1951) の誤差修正の枠組みを拡張し、動物の古典的条件づけにおいて条件刺激と無条件刺激の間に連合強度が獲得される過程を、式2のように公式化した。

$$\Delta V_i = \alpha_i \beta (\lambda - \sum V_T) \quad (\text{式2})$$

ΔV_i は条件刺激と無条件刺激の連合強度の変化量、 α_i は原因についての学習率パラメーター、 β は結果についての学習率パラメーターを表しており、それぞれ、0 から 1 の範囲で正の値をとる。たとえば、これらの刺激が共生起した時は $\lambda=1$ となり、連合強度は増加する。また、条件刺激のみが生起した時は $\lambda=0$ となり、連合強度は減少する。 $\sum V_T$ は既に獲得されている連合強度を

表し、訓練の初期など、この値が小さいほど連合強度の変化量は大きくなる。

このモデルでは、対呈示処置を受けた条件刺激が、試行毎に「無条件刺激の到来に関する予測誤差 ($\lambda - \sum V_T$)」を「条件刺激と無条件刺激の明瞭度 ($\alpha_i \cdot \beta$)」の分だけ獲得していくことを仮定する。しかしながら、その最大の特徴は以下のように複数の条件刺激が予測誤差を奪い合うことを想定する点にある。

$$\Delta V_A = \alpha_A \beta (\lambda - \sum V_{AX}) \quad (\text{式 3})$$

$$\Delta V_X = \alpha_X \beta (\lambda - \sum V_{AX}) \quad (\text{式 4})$$

$$\sum V_{AX} = \sum V_A + \sum V_X \quad (\text{式 5})$$

ΔV_A と ΔV_X は条件刺激と文脈の連合強度の変化量、 α_A と α_X はそれぞれの学習率パラメーター、 $\sum V_A$ と $\sum V_X$ はそれぞれの刺激について既に獲得されている連合強度を表している。これらの式から明らかなように、連合強度は刺激間で共有されており、相互に影響を与えあうことになる。条件刺激の背景にある文脈を条件刺激の一種とみなすことで、Figure 1-3 (9 頁) に示したような随伴性テーブルや随伴性空間と同等の予測を行うことができる (Figure 1-4)。

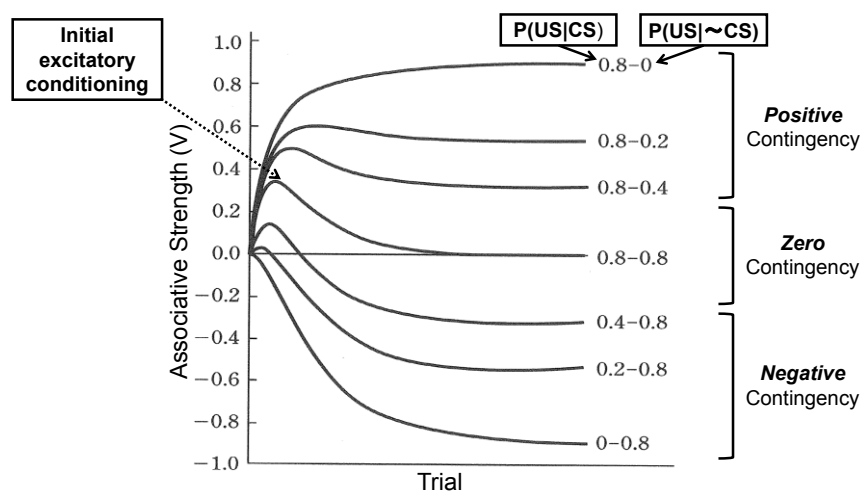


Figure 1-4. RW モデルによるシミュレーション (中島・獅々見, 2003). 条件刺激を CS_X , 文脈刺激を CS_A として, $\alpha_X = 0.5$, $\alpha_A = 0.1$, $\uparrow\beta = 0.1$, $\downarrow\beta = 0.5$ の場合.

また、これらの仮定により、隠蔽や阻止などの刺激間競合の現象を容易に説明することができる。たとえば、隠蔽の手続きで刺激 X の条件反応が弱まるのは、訓練時に刺激 A が呈示されたことにより、刺激 X が十分に連合強度を獲得できなかったためと考える。また、阻止の手続きで刺激 X に条件反応がみられないのは、フェイズ 1 の訓練で刺激 A が十分な連合強度を獲得していたため、フェイズ 2 の訓練で刺激 X が連合強度を獲得できなかったと考える。ただし、このモデルでは、当該の刺激が呈示されない限りその連合強度が更新されることはないため、逆行阻止や隠蔽解除の手続きで隠蔽以外の現象が生じることを予測することができない。これは多くの連合形成モデルに共通の問題であった。

(1) 修正 Rescorla-Wagner モデル この問題を解決するために、Van Hamme and Wasserman (1994) は Rescorla-Wagner モデルに一つの修正を加えた。それは過去に複合された履歴を持つ場合に限り、一方の刺激のみが呈示されると「そこにあるはず」のもう一方の刺激が想起されるという仮定である。想起された刺激の学習パラメーター α_x は -1 から 0 の範囲で負の値をとるため、実際に呈示された刺激とは逆方向に連合強度が更新されていくことになり、逆行阻止 (Figure 1-5 左) や隠蔽解除 (Figure 1-5 右) の現象を説明することができる。

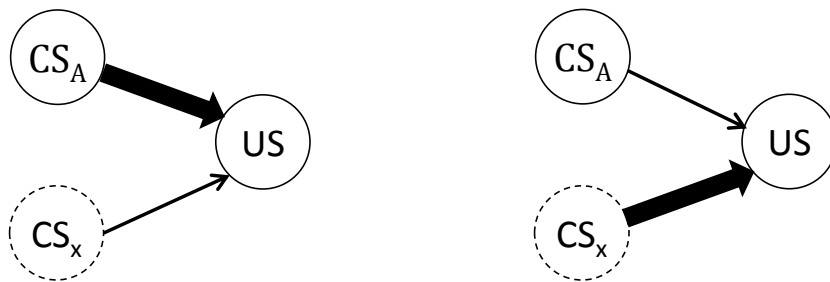


Figure 1-5. 修正版 RW モデルによる逆行阻止 (左側) と隠蔽解除 (右側) の予測. 左側はフェイズ 2 で CS_A と US の連合が増強すると、そこにあるはずの CS_X と US の連合が減弱していく様子を示している。また、右側はフェイズ 2 で CS_A と US の連合が減弱すると、そこにあるはずの CS_X と US の連合が増強していく様子を示している。

また、その他の著名な連合形成モデルとして、Wagner (1981) の SOP モデルや Miller and Matzel (1988) のコンパレータ仮説がある。これらの考えは Rescorla and Wanger (1972) よりも複雑であるが、より広範囲の現象を説明可能であり、その後の理論展開に大きな展開を与えた。なお、前者の修正には Dickinson and Burke (1996) が、後者の拡張としては Denniston, Savastano, and Miller (2001) や Stout and Miller (2007) があり、回顧的再評価を含む様々な現象を説明するために用いられている。次に修正 SOP モデルの概要について述べる。

(2) 修正 SOP モデル Wagner (1981) の SOP モデルでは、古典的条件づけの諸現象について「記憶」の観点から予測を行う。このモデルでは、記憶組織を記憶ノードによって構成されるグラフ構造と想定しており、記憶ノードは方向性を持った連合リンクによって互いに結合しており、それぞれが環境事象に対応していると考えられる。SOP モデルでは、記憶を 3 段階に分けて捉えている。A1 状態 (第 1 状態)、A2 状態 (第 2 状態)、I 状態 (不活性状態) である (Figure 1-6 左)。A1 状態は活発な短期記憶、A2 状態は比較的の不活発な短期記憶、I 状態は長期記憶に相当し、記憶ノードの個々の要素はこのいずれかの状態にある。記憶ノードは刺激の呈示で活性化し、時間経過により徐々に不活性化していく。

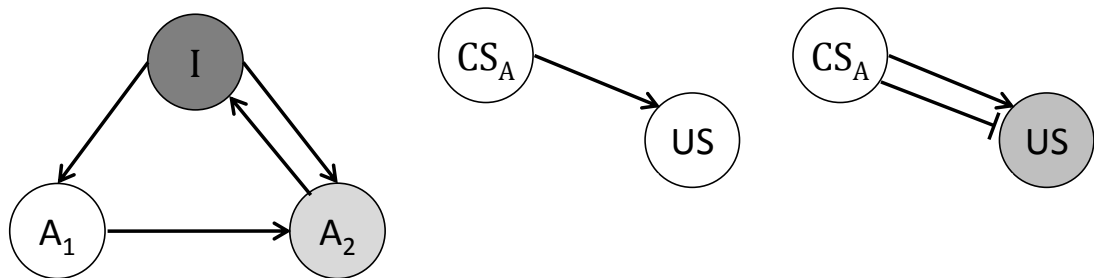


Figure 1-6. SOP モデルの模式図。左側はノードの活性状態の変化を、中央は興奮連合の形成を、右側は抑制連合の形成をそれぞれ示す。これらの仮定により、獲得 (中央) や消去 (右側) による条件反応の変化が予測される。

たとえば、一般的な古典的条件づけの獲得の手続きに関して、このモデルでは条件刺激が呈示されたことでそれに対応するノードが I 状態から A1 状態に活性化し、無条件刺激が呈示されたことで無条件刺激に対応するノードも A1 状態に活性化すると考える。また、このように二つのノードが A1 状態になると、それらの間に興奮連合が形成されると考える。一度連合が形成されると、ある刺激の呈示はもう一方の刺激のノードを A2 状態に自動的に移行させるため、消去のように条件刺激のノードが A1 状態にあり、無条件刺激のノードが A2 状態にある場合は制止連合が新たに形成されることになる (Figure 1-6 右, 24 頁)。その後、興奮と制止連合の総和により条件反応の多寡が決定される。

ただし、このモデルではある刺激がその他の刺激に対してもつ連合強度が変化するの、その要素が A1 状態に活性化された場合のみであると仮定しているため、ある刺激が呈示されておらず I 状態にあるか、あるいは A2 状態に活性化されている場合は、その刺激が他の刺激に持つ連合強度が変化することはない。このことは、SOP モデルでは回顧的再評価の諸現象を予測できないことを意味している。これは Rescorla-Wagner モデルでも指摘されていた問題であった。

この問題を解決するために、Dickinson and Burke (1996) は SOP に一つの修正を加えた。それはある刺激が A2 状態に活性化されている場合には、その他の刺激がその刺激に対してもっている連合強度を変化させるという仮定である。たとえば、ある刺激が呈示されておらず条件刺激のノードが A2 状態にあったとしても、無条件刺激のノードが A2 状態にあれば興奮連合が、A1 状態にあれば制止連合が形成されると考える。すなわち、このモデルでは条件刺激のノードが A1 状態にあるか A2 状態にあるかに関わらず (I 状態は除く)、無条件刺激のノードの状態と一致していれば興奮連合が、不一致であれば制止連合が形成されると考える。このような仮定を採用することにより、逆行阻止 (Figure 1-7 左, 26 頁) や隠蔽解除 (Figure 1-7 右, 26 頁) の現象を説明することができる。

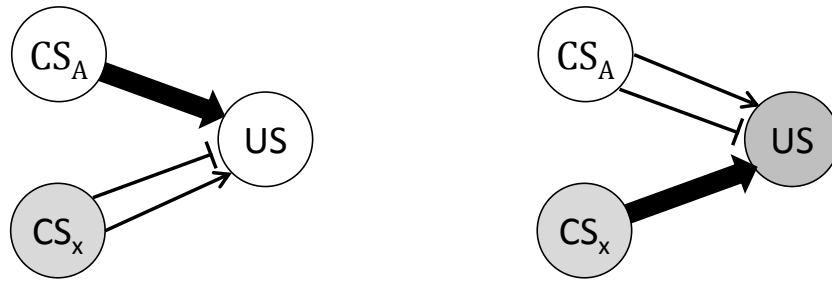


Figure 1-7. 修正版 SOP モデルによる逆行阻止（左側）と隠蔽解除（右側）の予測。

左側はフェイズ2の経験により CS_A と US が A1 状態に移行すると、そこにあるはずの CS_X は A2 状態に移行し、US との間に制止連合を形成することを示す。また、右側はフェイズ2の経験により CS_A が A1 状態に、US が A2 状態に移行すると、そこにあるはずの CS_X は A2 状態に移行し、US との間に興奮連合を形成することを示す。

(3) **コンパレータ仮説** Rescorla-Wanger モデルや SOP モデルをはじめとする多くの連合学習理論が、条件づけの獲得過程を予測するのに対し、Miller and Matzel (1988) のコンパレータ仮説は、条件づけによって獲得された知識の遂行過程を予測する。Figure 1-8 左 (27 頁) はコンパレータ仮説の模式図を示す。この仮説では条件反応を出力するためには、三つの連合リンクの強さを考慮する必要がある。Link 1 はターゲット刺激と無条件刺激の連合リンクである。ここでの比較刺激とはターゲット刺激 (i.e., CS_X) とは別に条件づけ訓練時に存在する刺激のことです (i.e., CS_A)。この図によると、条件反応が出力されるのは Link 1 が他の二つのリンクよりも相対的に強いためと考えられる。

たとえば、逆行阻止の事態では、ターゲット刺激は条件刺激 X、比較刺激は条件刺激 A となる (Figure 1-9 上段, 27 頁)。フェイズ1で複合条件づけを行うことにより、Link 1, Link 2, Link3 が形成されるものの、フェイズ2で比較刺激のみが無条件刺激と対呈示されることによって、Link 3 の強さは Link 1 に比べると強くなることが想定される。つまり、相対的に Link 1 が弱いリンクとなるため、ターゲット刺激に対する CR は出力されないことになる。

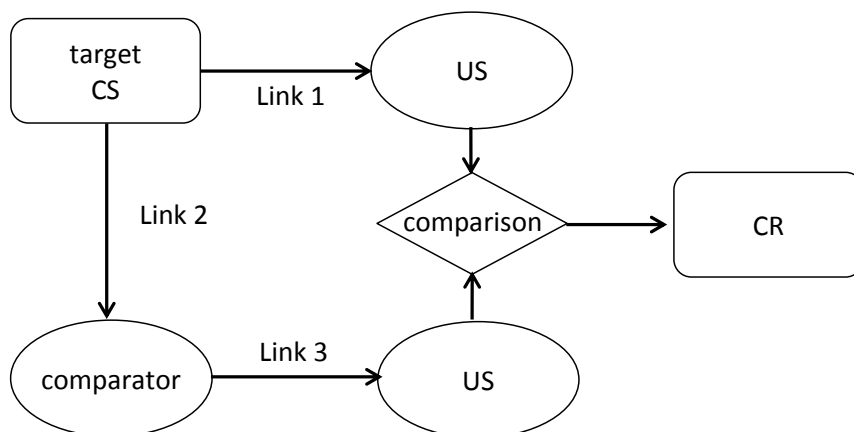


Figure 1-8. コンパレータの概念図 (Miller & Matzel, 1988). 四角はテスト刺激や測定された反応を, 楕円は刺激の表象を示す. テスト期で呈示されたターゲット刺激 CS_X と US 表象の連合 (Link 1) は, 要素間連合 (Link 2) がある競合子 CS_A と US 表象の連合 (Link 3) と比較され, それらより強ければ条件反応が出力されることになる.

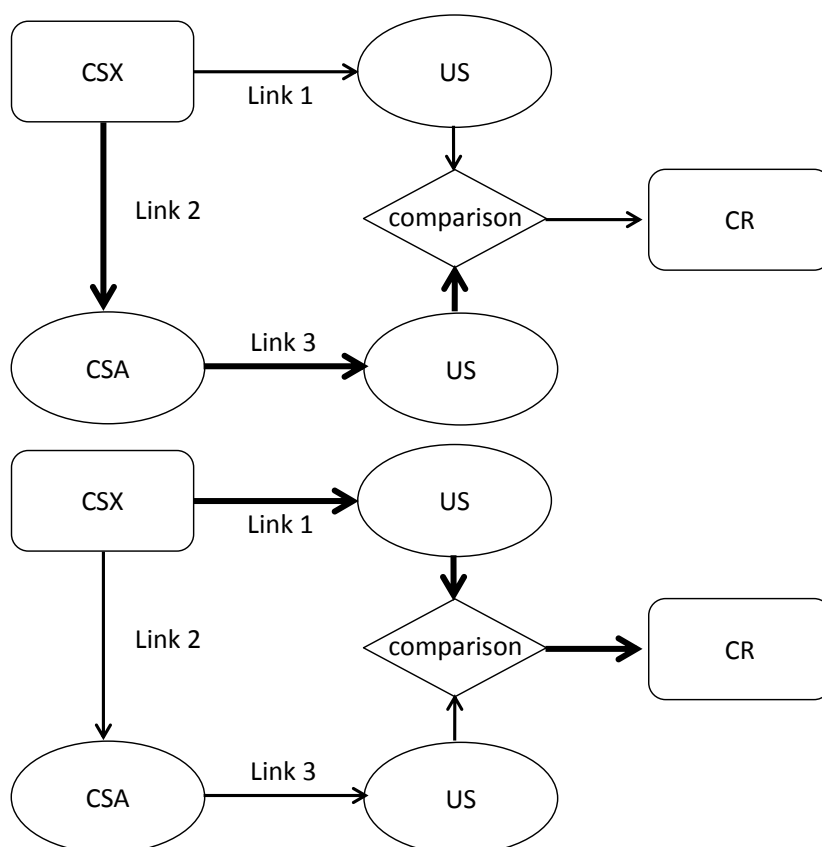


Figure 1-9. コンパレータによる逆行阻止 (上段) と隠蔽解除 (下段) の予測. 上段では CS_X に条件反応が出力されず, 下段では出力される過程が示されている.

また、隠蔽解除の場合はフェイズ1で複合条件づけを行うことにより、Link 1, Link 2, Link3が形成されるが、フェイズ2で比較刺激のみが単独で呈示されることにより、Link 3の強さはLink 1に比べると弱くなることが想定される。そのため、相対的にLink 1が強いリンクとなるため、ターゲット刺激に対するCRが出力されることになる (Figure 1-9下段, 27頁)。逆行阻止や隠蔽解除に関して、獲得過程を予測・説明する修正Rescorla-Wangerモデルや修正SOPモデルでは、ターゲット刺激 (i.e., CS_X) はほとんどCRを喚起しない、「学習の失敗」と解釈するのに対して、コンパレータ仮説ではターゲット刺激 (i.e., CS_X) において条件反応が喚起されないのは、「学習されてはいるが、条件反応として上手く遂行 (出力) されなかった」と解釈する。つまり、コンパレータ仮説ではそれぞれの刺激について学習はなされていると考える点にその最大の特徴がある。

(4) 連合形成モデルの特徴

上述のように、連合形成モデルには知識の入力と出力に当てたものの2種類があり、各々がユニークな予測を行う。ただし、連合形成モデルの多くは動物の古典的条件づけを対象としたものであり、本来はヒトの随伴性判断など高次認知の問題を説明するための枠組みではない。しかしながら、手がかりを条件刺激、結果を無条件刺激、評定値を条件反応の類似とみなした場合、その考えを随伴性判断に援用することができる (e.g., Van Hamme & Wasserman, 1994)。たとえば、Dickinson and Burke (1996) は形成された連合は「AはBである」という命題、判断と等価であることを示唆している。これらの考えはヒトと動物の学習研究に架け橋を提供する他、一見複雑に感じられる知識獲得の過程を節約的に説明する点で優れており、従来の学習研究に大きな発展をもたらした。ただし、この立場では連合形成のみで連合学習の諸現象を説明するため、後述の時間順序や因果構造 (causal structure) に関する諸問題を解決できない。因果

推論など高次認知の研究で見出されてきた多くの実験事実を説明するためには、この立場をさらに発展させていく必要がある。

第3項 因果帰納モデル

因果帰納モデルの基本発想は、ドイツの哲学者 Kant (1781/1797) の因果性をめぐる省察に影響を受けている。Kant は観念連合に関して経験を超越するア priori な知識を重要視し、因果性はその好例であるとした。彼によると、人間が因果に関する信念を獲得するためには経験が重要である一方で、その対象となる事象のどちらが原因 (cause) で、どちらが結果 (effect) であるかの事前知識が必要であり、その多くは生得的なものとされる。このような考えは経験論と生得論を統合するという意味でも重要であるが、人間の認識そのものは人間が認識できる範囲の外にその起源があるという「コペルニクスの転回」をもたらした点でも重視される。

ただし、一般にこのようなメカニズムはヒトで特有にみられる直観的な過程だと考えられており、因果推論の方法とも関係が深い。表象計算モデルではこのような考えを承継し、刺激入力を計算することで反応出力を導き出すことに重きを置く、規範的 (normative) な立場をとることが多い。以下ではその好例である因果モデル理論と Power PC モデルについて解説する。

(1) **因果モデル理論** Waldmann and Holyoak (1992) は、帰納推論に関する Cheng and Novick (1990, 1992) の確率対比モデル (probabilistic contrast model : PCM) を発展させ、因果モデル理論 (causal model theory) を提唱した¹²。その特徴は以下で述べる 4 点に集約される。

¹² 因果モデル理論の内容やその適用範囲については、Waldmann and Holyoak (1992) 以降、いくつかの変遷を経ている (e.g., Waldmann, 2000, 2001; Waldmann & Holyoak, 1997; Waldmann & Walker, 2005)。ここでは随伴性判断の研究に変革をもたらした、オリジナルの考えについて紹介する。

第1にこのモデルでは、手がかりと結果を潜在原因（potential cause）と結果（effect）とみなす。この仮定によって、統計的随伴性の一種である ΔP の程度は、潜在原因と結果の因果関係の強度と対応することになる。たとえば、事象 X を潜在原因、事象 Y を結果事象とする。これらの間の ΔP は主効果対比（main-effect contrast）と呼ばれ、Figure 1-3（9頁）左の随伴性テーブルと以下の式6によって計算される。これは従来 of 計算方法と同じであり、 ΔP の値が1に近いほど、その潜在原因が結果を引き起こす可能性は高くなる。

$$\Delta P_{Y|X} = P(Y|X) - P(Y|\sim X) = \frac{a}{a+b} - \frac{c}{c+d} \quad (\text{式6})$$

第2に、このモデルでは潜在原因が複数ある場合、それらは相互に影響を与え合うと考える。しかし、主効果対比の考えでは、それぞれの潜在原因について独立に計算されるため、複数の潜在原因が結果にどのような影響を与えるかを明らかにすることはできない。これは Jenkins and Ward（1965）や Rescorla（1967）など、従来 of 随伴性概念にもみられる特徴である。そのため、この立場では主効果対比に加え、交互作用対比（interaction contrast）の概念が用いられる（e.g., 嶋崎, 1995）。これは Figure 1-10 左の随伴性テーブルと式7（31頁）により計算される。ここでは二つの潜在原因を $X1$ と $X2$ 、結果事象を事象 Y とする。

X 1	X 2	Y	~Y	X1	X2	Y	~Y
+	+	a	b	+	+	a(24)	b(0)
+	-	c	d	+	-	c(24)	d(0)
-	+	e	f	-	+	e(0)	f(0)
-	-	g	h	-	-	g(0)	h(48)

Figure 1-10. 交互作用対比の随伴性テーブル（左側）と記述例（右側）。“+”はその事象が生起したことを，“-”はその事象が生起しなかったことをそれぞれ示す。

$$\begin{aligned} \Delta P_{X_2X_1} &= \Delta P_{X_2|X_1} - \Delta P_{X_2|\sim X_1} = (P_{X_2X_1} - P_{\sim X_2X_1}) - (P_{X_2\sim X_1} - P_{\sim X_2\sim X_1}) \\ &= \left(\frac{a}{a+b} - \frac{c}{c+d}\right) - \left(\frac{e}{e+f} - \frac{g}{g+h}\right) = \frac{a}{a+b} - \frac{c}{c+d} - \frac{e}{e+f} + \frac{g}{g+h} \quad (\text{式 7}) \end{aligned}$$

ここで、 $\angle P_{X_2|X_1}$ と $\angle P_{X_2|\sim X_1}$ はそれぞれ事象 X1 が生起している場合と、非生起の場合の事象 X2 と結果事象 Y の条件付き随伴性を表している。この交互作用対比によって、二つの潜在原因が共生起した場合に、結果が生起する確率が導き出される。そして、ここで重要となるのは、この交互作用対比を算出するためには、(1) $P_{X_2X_1}$ 、(2) $P_{\sim X_2X_1}$ 、(3) $P_{X_2\sim X_1}$ 、(4) $P_{\sim X_2\sim X_1}$ からなる 4 つの条件付き確率が算出されておかなければならないという制約である。もしも、頻度情報の不足により、これらのうちの一つでも算出できない場合、交互作用対比は計算不可能になる。

たとえば、一般的な隠蔽の手続きでは、ターゲット刺激である CS_X は X2 に、比較刺激である CS_A は X1 に相当する。この場合、(1) $P_{X_2X_1}$ と (4) $P_{\sim X_2\sim X_1}$ は算出できても、(2) $P_{\sim X_2X_1}$ と (3) $P_{X_2\sim X_1}$ は算出することができない。なぜなら、それぞれの潜在原因は単独で呈示された経験をもたないためである。これと同様に一般的な阻止の手続きでは (3) $P_{X_2\sim X_1}$ が算出できないことになり、因果関係の判断ができない曖昧 (ambiguous) な状態となることが予測される。また、この立場では評定までの試行の呈示順序を考慮しないために、逆行阻止の現象は順行阻止と同様に説明される (Figure 1-10, 30 頁右)。

第 3 に、このモデルではヒトは観察の時間順序ではなく、「潜在原因は結果を引き起こす」という因果の方向性 (causal directionality) にしたがって、因果関係の強度を判断すると考える。たとえば、はじめに火事という原因候補の生起を観察し、その後で煙という結果の生起を観察するという状況ではそれらの間に因果関係を見出すことは容易である (i.e., 予測学習)。しかし、その逆に煙という結果の生起を観察し、その後で火事という原因候補の生起を観察する

という状況であっても、ヒトはその間に因果関係を見出すことができる (i.e., 診断学習)。それは因果の方向性についての事前知識の働きによって、煙という事象の前には火事という事象が生起していたと考えるためである。

そして、第4にこうした因果構造の違いによって、対比される条件付き確率の組み合わせが変化すると考える。たとえば、事象 X1 と X2 が潜在原因であり、事象 Y が結果である予測学習の状況では、二つの潜在原因は相互に影響を与え合うために交互作用対比が計算される (Figure 1-10, 30 頁左)。しかし、事象 X1 と X2 が結果で事象 Y が潜在原因である診断学習の状況では、二つの結果が影響を与え合うことはないため、主効果対比が独立に計算される (Figure 1-11)。第3と第4の特徴は、Cheng and Novick (1990, 1992) にない最大の変更点であり、課題の因果構造によっては手がかり競合が生じないことを示している。

ただし、これらのうち交互作用の考え方は非常に複雑であり、後に焦点セットの変更という概念が用いられるようになる (e.g., Cheng and Holyoak, 1995)。焦点セットとは文脈によって参照する頻度情報に変化する、いわば学習の構えに相当する (Figure 1-12, 33 頁)。この場合は、予測学習の場面で計算されるのは主効果対比のみとなるが、Figure 1-13 (33 頁) に示すように計算対象の随伴性テーブルの内容が変化しており、因果状態の欠如としての隠蔽や、曖昧性の切除 (disambiguation) としての順行・逆行阻止や隠蔽解除の現象を説明できる。

	Y	~Y
X1	a	b
~X1	c	d

	Y	~Y
X2	a	b
~X2	c	d

Figure 1-11. 因果モデル理論による診断学習の説明。左パネルと右パネルは X1 および X2 と Y の随伴性がそれぞれ独立に計算される様子を示す。

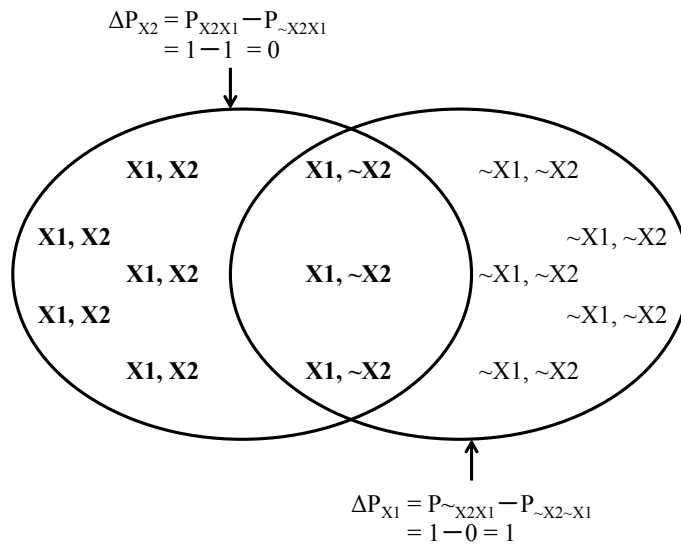


Figure 1-12. $X1X2 \rightarrow Y, X1\sim X2 \rightarrow Y$ の焦点セット. 順行・逆行阻止の例に相当する.

楕円は潜在的な焦点セット, 太字は結果事象である Y が生起した試行を示す.

	Y	~Y
X1X2	a	b
X1~X2	c	d

	Y	~Y
X1X2	24	0
X1~X2	0	0

	Y	~Y
X1X2	24	0
X1~X2	24	0

	Y	~Y
X1X2	24	0
X1~X2	0	24

Figure 1-13. 焦点セットを援用した因果モデル理論の説明. 上段左は手がかり競合や回顧的再評価の事態での焦点セットを示す. 上段右は隠蔽の例であり, P_{X2X1} と $P_{\sim X2X1}$ を対比できないため, ΔP_{X2} が算出できないことを示す. 下段左は順行阻止あるいは逆行阻止の例であり, P_{X2X1} と $P_{\sim X2X1}$ の対比により ΔP_{X2} がゼロとなることを示す. 下段右は隠蔽解除の例であり, P_{X2X1} と $P_{\sim X2X1}$ の対比により ΔP_{X2} が 1 となることを示す.

(2) Power PC モデル Cheng (1997) は、因果モデル理論を拡張し、Power PC モデルを提唱した¹³。その最大の特徴は共生起情報から推定した因果関係の強さが、 ΔP ではなく *power* で表現される点である。この考えでは ΔP は *power* を算出するための一要素であり、*power* の算出は式 8 と式 9 の 2 式に基づくことになる。なお、ここでは潜在原因を事象 C、結果事象を事象 E とする。式 8 は正の随伴事態を示しており、式 9 は負の随伴事態を示している。前者は発生的因果力 (generative causal power)、後者は抑制的因果力 (preventive causal power) と呼ばれ、それぞれ ΔP に異なる補整が行われているのが見てとれる。

$$power = \frac{\Delta P}{1 - P(E \sim C)} \quad (\text{式 8})$$

$$power = \frac{-\Delta P}{P(E \sim C)} \quad (\text{式 9})$$

これらの考えを採用することにより、隠蔽解除の確認が逆行阻止よりも容易であるという事実を説明できる (Figure 1-14, 35 頁)。潜在原因を事象 C1 と C2、結果事象を事象 E とすると、手がかり競合や回顧的再評価のターゲット刺激は C2 に、比較刺激は C1 に相当する。この場合、隠蔽解除の手続きではセル a と d の頻度が記載されるため、分母である $1 - P(E \sim C)$ は必ず正の値をとるが、逆行阻止の手続きではセル a と c しか頻度が記載されないため、分母である $1 - P(E \sim C)$ は 0 となり、*power* が計算不可となる天井効果 (ceiling effect) が生じることになる。そのため、逆行阻止の手続きでは隠蔽と同様の判断がなされることになり、逆行阻止の現象は生じ難いと考える。ただし、この考えは $P_{C_2C_1}$ と $P_{\sim C_2C_1}$ の値が 1 である連続強化の場合に限定される。部分強化である場合は分母である $1 - P(E \sim C)$ は 0 にならないため、天井効果が生じないためである。

¹³ その拡張として、Novick and Cheng (2004) がある。この立場のうち抑制的因果力の考えについては White (2005) がベイズ推定の観点から批判を行っており、理論の適用範囲については Luhmann and Ahn (2005) が批判を行っている (その反論として、Cheng and Novick, 2005)。

(3) 因果帰納モデルの特徴 これまで述べてきたように、因果帰納モデルには様々なバリエーションがあり、連合形成モデルとは異なる観点から回顧的再評価の説明を行う。ただし、これらの説明は一般に随伴性判断を対象としたものであり、古典的条件づけにおける条件反応、あるいは非言語行動の出力に適用されることは想定されていない。ところで、確率対比モデルと PowerPC モデルは、観察した共生起情報から因果関係を帰納する機構を公式化した、計算モデルの一種とみなすことができる。近年は PowerPC 理論における発生的因果力の考えが、Pearl (2000/2001) の因果ベイズネット (causal Bayes Net) の特殊なタイプと同等であることが指摘されており (Glymour, 2001, 2003)、この観点から PowerPC 理論を因果ベイズネットと関連づける試みもなされ始めている

	E	~E		E	~E
C1C2	a	b	C1C2	24	0
C1~C2	c	d	C1~C2 |	0	0
	E	~E		E	~E
C1C2	24	0	C1C2	24	0
C1~C2	24	0	C1~C2 |	0	24

Figure 1-14. Power PC モデルによる手がかり競合と回顧的再評価の説明。上段左はその模式図を示す。上段右は隠蔽の例であり、 $P_{C_2C_1}$ と $P_{\sim C_2C_1}$ が対比できないため、 ΔP_{C_2} も Power も算出できないことを示す。下段左は阻止あるいは逆行阻止の例であり、 $P_{C_2C_1}$ と $P_{\sim C_2C_1}$ の対比により ΔP_{C_2} は 0 となるが、分母も 0 となるために Power が算出できないことを示す。下段右は隠蔽解除の例であり、 $P_{C_2C_1}$ と $P_{\sim C_2C_1}$ の対比により ΔP_{C_2} は 1 となり、Power も 1 となることを示す。

(e.g., Griffith & Tenenbaum, 2005; Lu, Yuille, Liljeholm, Cheng, & Holyoak, 2008)。

ただし、因果ベイズネットは複数の事象の因果関係をグラフ構造と条件付き確率で表す数学的手法、あるいは知識の表現方法に過ぎず、本来はヒトや動物の行動を説明するための枠組みではない。興味深いことに、近年は因果ベイズネットの心理学的なモデルとしての有用性も主張されつつあり (e.g., Gopnik, Glymour, Sobel, Schulz, Kushnir, & Danks, 2004), ラットなどの動物もその予測に従うことが示唆されている (e.g., Blaisdell, Sawa, Leising, Waldmann, 2006)。

このような考えについては、Morgan (1903) の公準を援用した批判もなされており (e.g., Dwyer, Starns, & Honey, 2009; Dwyer & Burgess, 2011), 連合形成モデルを拡張することで説明可能だという主張もある (e.g., Kutlu & Schmajuk, 2012)。その一方で、この考えがヒトや動物の行動を予測するための有用な枠組みであることは事実であり、連合学習の研究動向にも多大な影響を与えたことは間違いない。その心理学的な妥当性については、さらなる検証が必要である。

第4項 命題推論モデル

命題推論モデルの基本発想は、イギリスの哲学者J. S. Mill (1843/ 1949) の帰納と演繹をめぐる省察に影響を受けている。J. S. Millは社会科学の方法論に関して論理学を重視し、帰納法によって発見された経験法則を再度現象の予測に適用して法則の心理性を確認するという、逆演繹法を確立したことで知られている。彼によれば、因果性とは(1)同時に存在する複数の現象が斉一な仕方に関係し、(2)その一方の事象がもう一方の事象に先行したときのこれらの関係のことをいう。すなわち、彼にとって原因とはそれ自体観察可能なものであり、ある事実常に先行するものであった。彼は原因の概念を帰納の全理論の根本とし、重要視した。これらの条件は共存 (coexistence), 継起 (succession), と呼ばれており、これまでに述べてきた接近性や時間順序の問題とも密接な関係

がある。また、このような条件で形成される命題は意識的で操作的な過程であり、一般にはヒトに特有のもの考えられている。命題推論モデルではこのような考えを承継しており、「どのように命題推理がなされるか」という過程を表現することに重きを置く、規範的な立場がとられることが多い。

たとえば、De Howuer (2009a, 2009b) は、いくつかの因果帰納モデル (e.g., Cheng, 1997; Cheng & Holyoak, 1995; Waldmann & Holyoak, 1992) を参考に、阻止や逆行阻止などの競合現象を説明できる、演繹推理に基づく考えを提唱した。

もしも、逆行阻止の手続きにおけるフェイズ1の経験 (i.e., AX+) を命題として表現すると、「CS_A または CS_X は US の原因である」ということになる。また、フェイズ2の経験を (i.e., A+) を命題として表現すると、「CS_A は US の原因である」ということになる。そして、その後のテストの結果 (i.e., A-) を命題として表現すると、「CS_X は US の原因ではない」ということになる。これらを順に並べると、以下のような三段論法がなされたことになる。

- (1) CS_A または CS_X は US の原因である (大前提)。
- (2) CS_A は US の原因である (小前提)。
- (3) したがって、CS_X は US の原因ではない (結論)。

これらのうち、(3) の結論は一見論理的であるように見えるが、その通りではない。なぜなら、大前提となる(1)の内容のうち、「または」が英語で“and/or”と記述される場合と等価であれば、これらは包含的論理和を示すことになり、一方が原因であったとしても、他方が原因であることもあり得るためである。つまり、この場合は CS_A が US の原因であるといつて、それ自体は CS_X が US の原因ではないことを意味しないことになる。一方、「または」が英語で“xor”と記述される場合と等価であれば、これらは排他的論理和を示すことになり、

もう一方が原因であったならば、他方が原因ではないことが証明できる。この場合は CS_A が US の原因であるならば、必然的に CS_X が US の原因でないことが導かれることになる。すなわち、大前提である (1) をどのように捉えているかによって、阻止や逆行阻止が生起するか否かが決定されることになる。

一方、隠蔽解除の手続きにおけるフェイズ 1 とフェイズ 2、テストの結果を命題として表現すると、次のような推論がなされることになる。

- (1) CS_A または CS_X は US の原因である (大前提)。
- (2) CS_A は US の原因ではない (小前提)。
- (3) したがって、 CS_X は US の原因である (結論)。

この場合の (3) の結論は、逆行阻止の例と異なり、論理的である。なぜなら、大前提である (1) の「または」がどのような意味に解されたとしても、一方が原因でなかったならば、他方が原因であることが決定されるためである。このような説明から示唆されるように、隠蔽解除の現象は被験者がどのような推論の大前提をもっていたとしても生じるため、逆行阻止よりも再現が容易であることが予測できる。この点は前節で述べた因果帰納モデルに類似している。ただし、逆行阻止の現象を説明するために相互排他性を必要する点において、命題推論の考えは因果帰納モデルよりも循環論的であるようにも思われる。

De Houwer (2009a, 2009b) はこの問題を回避するために、(1) の大前提そのものは以前の経験によって獲得された推論の結果であるという仮定を付加した。たとえば、実験を開始する前に「もしも CS_A と CS_X のどちらもが原因であるならば、US の強度はそれらが単独で呈示されるよりも強くなる」、という教示あるいは訓練を被験者に与えたとする。そして、逆行阻止の場合はフェイズ 1、順行阻止の場合はフェイズ 2 の時点で AX+ のように、「US の強度はそれらが

単独で呈示されるよりも強くならなかった」という経験をさせたとする。その場合は以下のように「したがって CS_A と CS_X のどちらもが原因ではない」という結論がこの時点で導かれることになり、「 CS_A と CS_X のどちらもが原因ではない」という相互排他的な判断の枠組みが獲得されることを予測できる。

- (a) もしも CS_A と CS_X のどちらもが原因であるならば、US の強度はそれらが単独で呈示されるよりも強くなる (i.e., if p then q)。
- (b) US の強度はそれらが単独で呈示されるよりも強くならなかった (i.e., not q)。
- (c) したがって、 CS_A と CS_X のどちらもが原因ではない (i.e., therefore not p)。

彼は (a) を結果の加算性 (outcome additivity), (b) を結果の最大性 (outcome maximality) と定義し、前者は実験前の教示や訓練、後者は課題の刺激強度によって操作できることを示した (e.g., Vandorpe et al.s, 2007)。たとえば、ヒトでは AX+ 試行の結果を呈示する際、その強度を最大 (i.e., 10/10) から最大下 (i.e., 10/20) に弱めることで、手がかり競合が顕著にみられることが示されている (Beckers, De Houwer, Pinéno, & Miller, 2005)。また、ラットなどの動物では結果の強度が加算される事前訓練 (i.e., A+, B+, AB++) によって順行阻止の効果が強まることが報告されている (Beckers, Miller, De Houwer, & Urushihara, 2006)。このことは (a) や (b) の命題が、実験手続きにより後天的に獲得されたことを示唆しており、命題推論の考えが循環論でないことを示している¹⁴。

¹⁴ 本論文では命題推論モデルの内容として三段論法の例をあげたが、De Houwer (2009a) では言語表象を用いた推論すべてがこの立場に含まれると主張している。この立場では結果の最大性に関する予測などいくつかの点で因果帰納モデルと類似の予測を行うため、両者を対応付ける試みもなされている。ただし、De Houwer (2009a) では Waldmann & Holyoak (1992) や Cheng (1997) との対応を指摘しつつも、因果ベイズネットとの関連については、ヒトの能力で実行できる範囲を超えているとして、慎重な姿勢をとっている。

なお、De Houwer (2009a) によると、前項で述べた時間順序や因果の方向性の影響もまた命題推論モデルで説明することができる。たとえば、はじめに原因候補の生起を観察し、その後で結果の生起を観察する予測学習の状況では、手がかり AX と結果の対呈示は「手がかり A または X は結果の原因である」という命題を獲得させることになる。このときの「または」がどのような意味に解されるかは、(a) 結果の加算性 (i.e., 実験前の教示や訓練), (b) 結果の最大性 (i.e., 課題で経験する結果の強度) によって左右される。その過程は前述の CS_A や CS_X の古典的条件づけの例と同様である。しかしながら、はじめに結果の生起を観察し、その後で原因候補の生起を観察する診断学習の状況では、手がかり AX と結果の対呈示は「手がかり A は原因の結果である」という命題と、「手がかり X は原因の結果である」という命題を独立に獲得させることになる。そのため、後者では前者とは異なり、手がかり競合や回顧的再評価の現象は生じないことになる。

なお、近年では命題推論の考えは連合形成モデルと並び、好き－嫌いの学習である評価条件づけ (evaluative conditioning) をも含めた広範な行動の記述・予測のための枠組みとして用いられつつある (e.g., De Houwer, 2007; De Houwer, Thomas, & Baeyens, 2001; 片桐, 2001; 中島, 2006a, 2006b)。ただし、この立場の予測は連合形成や因果帰納モデルに比して質的であり、一般には量的な予測に適していないと考えられている。また、命題推論モデルを支持する証拠 (e.g., 結果の最大性や加算性) についての研究は、ヒトの随伴性判断事態や (e.g., Beckers et al., 2005; De Houwer, 2002; De Houwer and Beckers, 2003; Vandorpe et al., 2007), 古典的条件づけ事態の研究を含めても僅かであり (e.g., Mitchell & Lovibond, 2002; Lovibond, 2003), その予測的妥当性についてはさらなる検証が必要である。

第4節 高次認知と記述のレベル

第1節 連合学習から高次認知へ

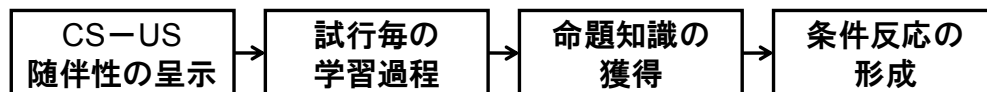
これまで見てきたように、古典的条件づけや随伴性判断の実験事態では、その背景にある学習の機構を説明するために様々なモデルが提案されてきた。それらは連合学習の諸現象を理解するためには必要不可欠なものであり、今後の研究展開に多くの示唆を与えるものであることは間違いない。しかし、連合形成と因果帰納、命題推論モデルは異なる基本発想に基づくものであり、その適用範囲は必ずしも同一ではない。たとえば、連合形成モデルの中心概念である連合強度は非言語行動である条件反応の出力を説明するためのものである。また、因果帰納モデルの中心概念である条件付き確率や ΔP は、評定値などの言語化可能な命題知識の出力と対応することが仮定されている (e.g., Lovibond, 2003; Lovibond and Shanks, 2002)。このような反応形態に関する議論は、回顧的再評価のメカニズムを探る手がかりになるとともに、連合学習と高次認知との関係を知るための足がかりになる。

たとえば、ヒトを対象とした古典的条件づけの実験事態では、被験者に言語報告を求めることができる。これは動物の実験事態にはない特徴である。とりわけ眼瞼条件づけや皮膚電気条件づけの研究文脈では、条件刺激と無条件刺激の随伴性意識 (contingency awareness) を測定することにより、条件反応の出力に関する活発な議論が展開されてきた。以下では当該領域における随伴性意識の役割をめぐる議論を整理し、連合学習と高次認知の関係について考察する。

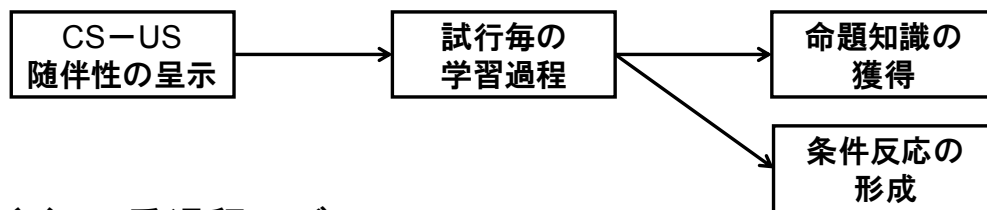
たとえば、Lovibond and Shanks (2002) や Lovibond (2003) は随伴性意識に関する文献をまとめ、考えられる条件反応の形成過程を Figure 1-15 (42 頁) に示す三つの型に分類した。(a) 命題モデル (propositional model) では、試行毎の学習過程によって獲得された随伴性意識が条件反応を形成することが仮定されている (Lovibond, 2003; De Houwer, 2009a, 2009b)。このモデルでは、対呈

示によって得られた条件刺激と無条件刺激の連合が、「もし A ならば B である」という抽象化された命題知識を形成すると考える。たとえば、「条件刺激があるならば無条件刺激がある」という言語表象が形作られることが、命題知識の獲得に相当する。この場合は当然のことながら、命題知識の反映である随伴性意識が生じなければ、条件反応は生じないことになる。一方、(b) 連合モデル (associative model) では対呈示により試行毎の学習過程が働き、その結果として随伴性意識と条件反応が独立に形成されることが仮定されている (Dickinson & Burke, 1996; Dickinson, 2009)。このモデルでは、対呈示によって形成された条件刺激と無条件刺激の連合が、「もし A ならば B である」という抽象化された命題知識を形成すると考える。この場合、随伴性意識は条件反応の原因とはみなされないことになる。そして、(c) 二重過程モデル (dual-process model) では対呈示によって高次の (顕在的な) 学習過程と低次の (潜在的な) 学習過程が働き、前者により随伴性意識が、後者により条件反応が形成されることが

(a) 命題モデル



(b) 連合モデル



(c) 二重過程モデル

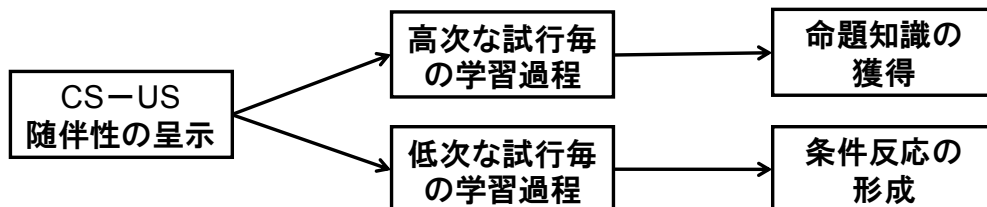


Figure 1-15. 随伴性意識の役割に関する三つのモデル (Lovibond & Shanks, 2002).

命題知識の獲得の位置づけがそれぞれ異なっている。

仮定されている (Razran, 1955; Squire, 1992)。この場合、条件反応は低次の学習過程に基づいて形成されるため、高次の学習過程の結果である随伴性意識が生じなかったとしても、条件反応は生じることになる。なお、これらのうち、(c) 二重過程モデルのような構造は、Pavlov (1932) が提唱した第 2 次信号系 (second signaling system) と第 1 次信号系 (first signaling system) の考えとも類似しており (Figure 1-16), 言語の役割を重視したモデルとして捉えることができる (e.g., Windholz, 1988)。

以上を要約すると、(a) や (b) のモデルでは随伴性意識と条件反応との一致、(c) のモデルではこれらの不一致を容易に説明できることになる。また、(a) のモデルは前節の命題推論モデル、(b) は連合形成モデルと対応するもの、(c) は連合形成モデルや因果帰納モデルのハイブリッドモデルとしても解釈できよう。その後の研究において、彼らは一貫して (a) のモデルを支持しているものの (Mitchell, De Houwer, & Lovibond, 2009), 近年では (c) のモデルを支持する知見も得られており (Shultz & Helmstetter, 2010), その見解は一致していない。

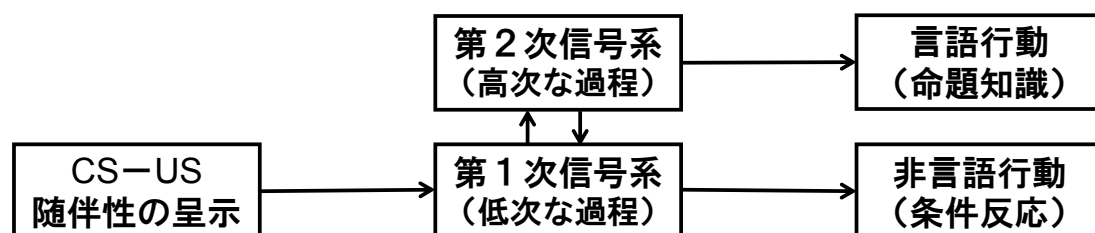


Figure 1-16. 第 1 次信号系と第 2 次信号系の相互作用。二つの系は互いに影響を与え合うことが想定されており、第 2 次信号系は一般にヒトの特有のものだと考えられている。なお、第 1 次信号系は CS1- US などの 1 次条件づけ、第 2 次信号系は CS2-CS1 のような高次条件づけと解されることもあるが、これは正しい用法ではない。第 1 次信号系は刺激の対呈示のような言語に基づかない学習、第 2 次信号系は教示のような言語に基づく学習と対応するものである。

なお、このような議論は眼瞼条件づけの研究文脈でも活発になされているものの、未だ結論は得られていない (e.g., Manns, Clark, & Squire, 2002; Wiens & Öhman, 2002, Shanks & Lovibond, 2002)。回顧的再評価の生起メカニズムや、連合学習と高次認知の関係を模索していくためには、随伴性判断事態だけでなく、皮膚電気条件づけをはじめとするヒトの古典的条件づけ事態をさらに活用していく必要がある。

第2項 記述言語としての連合学習

Marr (1982) は著書『*Vision*』の中で、生活体が行う情報処理は三つの水準で記述できるとした。第一は「なぜそのような計算が必要か」という計算理論 (computational theory) の水準であり、脳が全体として何を計算するかを考察する必要性を指摘した。また、第二は「その計算がどのような方法により行われるのか」という表現とアルゴリズム (representation and algorithm) の水準であった。第三は「そのアルゴリズムを実現するための神経機構は何か」というハードウェアによる実現 (hardware implementation) の水準であった。Marr (1982) はこうした思想のもとに、視覚系の計算目標を2次元の網膜像から3次元の奥行きを復元することと考え、理論的モデルの構築を目指した。本項では、これまでに紹介してきた連合学習、因果帰納、命題推論モデルがどの記述水準としてみなされるかを議論する。

Cheng (1997) によると、彼女が提唱した Power PC モデルや確率対比モデルは第一の水準である「計算理論」に包含される。また、彼女は Rescorla and Wagner (1972) をはじめとする連合学習モデルの多くが第二の水準である「表現とアルゴリズム」に包含されるとした。たとえば、このモデルでは条件刺激の背景にある文脈を条件刺激の一種とみなすことで、Figure 1-3 (9頁) に示した随伴性テーブルや随伴性空間と同等の予測を行うことができる。これは ΔP モデル

が「計算理論」、Rescorla-Wagner モデルが「表現とアルゴリズム」という異なる水準にあっても、その構成概念は同じという稀有な例である。なお、近年では Rescorla and Wagner (1972) などの連合形成モデルはドーパミン神経系の挙動を予測することが報告されており (e.g., Schultz, 1998; Schultz & Dickinson, 2000) , 現在も相互に連携が図られている。このような試みは第三の水準である「ハードウェアによる実現」とみなすことができる。ただし、第一と第二の水準に関する知見と比べると、第三の水準にもとづく知見はごく僅かである。

なお、De Houwer (2009a) では Rescorla-Wagner モデルをはじめとする連合形成モデルと命題推論モデルを「表現とアルゴリズム」として位置付け、これらの考えが相互に排他的であることを強調している。一方、Pineno and Miller (2007) は連合形成モデルを「表現とアルゴリズム」として位置付けたものの、命題推論モデルを Cheng (1997) と同じ「計算理論」に位置付けている。また、このような現象の記述レベルの問題に関し、澤 (2012) はコンピュータのプログラミング言語を引き合いに出しつつ、Rescorla-Wagner などの連合形成の考えを「中間言語」、Cheng (1997) や De Houwer (2009a) などの命題推論の考えを「高水準言語」として位置付けている。

このように、命題推論モデルに関しては研究者間でその位置付けが定まっておらず、コンセンサスもとられていない。これは命題推論の考えがきわめて抽象的であることによると考えられる。一般には命題は被験者の意識に上った「内省言語」と捉えられるが (e.g., 澤, 2012), その一方では De Houwer (2009a) が指摘したように、意識に上らない随伴性の記述と捉えることもできる。これらの考えが互いに相容れない排他的なものであるか否かについては議論の余地があると考えられる。また、以上の記述レベルに関する議論は、学習理論を精緻化する上でも重要な視点だと考えられる。

第3項 回顧的再評価の神経基盤

Corlett, Aitken, Dickinson, Shanks, Honey, Honey, Robbins, Bullmore, and Fletcher (2004) は手がかりを食物, 結果をアレルギー反応とした随伴性判断の実験を行い, 逆行阻止や隠蔽解除が生起する際に右側前頭前野 (right prefrontal cortex, rPFC) や腹側線条体 (ventral striatum) など, 予測誤差 (prediction error) と関連する部位が賦活することを報告している。なお, 予測誤差の概念は Rescorla and Wagner (1972) など誤差修正を学習に基盤に据えた連合形成モデルとの関連が深く, ドーパミン神経系の挙動を予測するための枠組みとしても有効だと考えられている (e.g., Schultz & Dickinson, 2000)。このような知見はその他に超条件づけ (superconditioning) をはじめとする様々な事態でも支持されており (e.g., Truner, Aitken, Shanks, Sahakian, Robbins, Schwarzbauer, & Fletcher, 2004), 一般性の高いものだと思われる。また, 最近の研究として, San-Galli, Decorte, Marchand, and Di Scala (2011) はラットを対象とした回顧的再評価の実験を行い, テスト時では腹内側前頭前野 (ventromedial prefrontal cortex, vmPFC) の一部である下辺縁皮質 (infralimbic cortex, IL) が, 強く賦活することを見出している。これらの研究では一貫して連合形成モデルとの整合性が主張されており, その実現可能性の高さが強調されることが多い。

ところで, ヒトや動物の行動を予測するための理論を構築するために, 生活体にとって実現が不可能なハードウェアを要求することは, 心理学的なモデルを模索する上での問題である。生活体が実際に用いている可能性が低いアルゴリズムを考案することに工学的な意義がみとめられたとしても, 心理学の視点から評価されることはない。手がかり競合や回顧的再評価を含む広範な現象の説明を目指すだけでなく, そのモデルによって想定される情報処理が, ヒトや動物の能力に一致するか否かを考慮する必要がある。随伴性判断や古典的条件づけの事態を用いた神経科学的な研究は, その一助となるかも知れない。

しかし、前述のようにこれらの神経科学的な検証は少数しかなされておらず、回顧的再評価の神経基盤についても未だ不明な点が多い。Corlett et al. (2004)をはじめとする脳血流動態の分析は、連合形成、因果帰納、命題推論モデルの仮定している情報処理がどのようなハードウェアで実現されているかを考える足がかりとなる。また、これらの試みは随伴性判断や古典的条件づけの過程を説明するモデルの妥当性を考えるためにも有効だと考えられる。行動実験による理論検証に加え、その神経基盤を探っていく必要があると考えられる。

第5節 本研究の目的と概要

第1章では連合学習の枠組みと諸問題について紹介し、本研究で扱う回顧的再評価の現象とその理論的説明について概観した。以上で述べてきたように、回顧的再評価については、連合形成モデル、因果帰納モデル、命題推論モデルの三つの考えが提唱されているものの、いずれがより包括的な考えであるかは決着していない。また、そもそもヒトの学習過程がこれら単一の考えで説明できるか、それとも複数を仮定しなければ説明できないか、という疑問も明らかにされていない。これらの問題を解決するためには学習理論の妥当性の検証に加え、ヒトの学習過程を詳細に記述する必要があると思われる。

本研究の目的は回顧的再評価の実験的検討を通じ、その背景にある学習の機構について考察を行うことであった。具体的には、研究Ⅰから研究Ⅳまでの四つの研究を行った。研究Ⅰと研究Ⅱでは、随伴性判断の事態を用いて、連合形成モデルと因果帰納や命題推論などの認知モデルの妥当性を検証した。研究Ⅲでは古典的条件づけの事態を用いて、連合形成モデルと因果帰納や命題推論などの認知モデルの妥当性を検証した。また、研究Ⅳでは古典的条件づけの事態を用いて、連合形成、因果帰納、命題推論の三つのモデルを比較検討した。

なお、研究Ⅲと研究Ⅳではヒトの学習が単一過程に基づくか、二重過程に基づくかをあわせて検証した。これらの試みにより、随伴性判断と古典的条件づけを含む包括的な学習モデルを提案できると考えた。以下に各研究の概要を示す。

(1) **研究 I** 研究 I の目的は、回顧的再評価の諸現象が教示によって影響されるか否かを検討することであった。そのために、随伴性判断と高次認知との関連を示した先行研究 (e.g., Waldmann & Holyoak, 1992) と同様の実験課題を用い、因果の知識が逆行阻止や隠蔽解除を調整するか否かを検証した。第 3 節第 3 項の Figure 1-10 (30 頁) や Figure 1-11 (32 頁) で示したように、Waldmann and Holyoak (1992) の因果モデル理論では、先に原因候補の生起を観察し、その後で結果の生起を観察する予測学習の状況では手がかり競合が生じることを予測するが、先に結果の生起を観察し、その後で原因候補の生起を観察する診断学習の状況では手がかり競合が生じないことを予測する。これは De Houwer (2009a, 2009b) の命題推論モデルなどを含め、連合形成を除く認知的な立場に共通の予測である。他方、Van Hamme and Wasserman (1994) をはじめとする連合形成モデルは因果の枠組みを仮定しないために、観察順序にしたがってどちらの状況でも手がかり競合が生じることを予測する。こうした時間順序、あるいは因果構造の問題は、学習理論に優劣をつける点で重要な意義をもつ。

研究 I では事象の性質を教示によって操作し、順行阻止 (実験 1 と 2)、逆行阻止 (実験 3a と 3b)、隠蔽解除 (実験 4) の現象が、因果の知識によって調整されるか否かを検証した。また、逆行阻止の現象については fMRI を用いて、その神経基盤を検証した (実験 5)。この試みにより、回顧的再評価がどのようなハードウェアで実現されているかを明らかにでき、それは学習理論を検証するための一助となると考えた。

(2) **研究Ⅱ** 研究Ⅱの目的は、結果の強度が回顧的再評価に影響を与えるか否かを検討することであった。具体的には、先行研究 (De Houwer & Beckers, 2002b, 2002c) を参考に、随伴性判断の事態で、2次の回顧的再評価とよばれる現象が結果の強度により影響されるか否かを検討した。第3節第3項の Figure 1-14 (35 頁) で示したように、Cheng (1997) などの因果帰納の考えでは、逆行阻止におけるフェイズ1 (e.g., AX+) とフェイズ2 (e.g., A+) の学習が連続強化の場合は、「どの原因候補も結果を発生させ得る」という天井効果が生じ、Xの評定値が低下し難いことを予測する。近年の研究では、このような天井効果は結果の強度を操作することで減弱することが示唆されているため (e.g., Vandorpe et al., 2007), 研究Ⅱでは結果の強度が逆行阻止などの回顧的再評価に与える影響を明らかにする。研究Ⅱの実験1と実験2では結果の強度を低めて最大下にし (i.e., 10/20), 実験3と実験4では結果の強度を高めて最大にした (i.e., 20/20)。また、実験5では結果の強度を明示せずに、2次の回顧的再評価が再現されるかを検証した。これらの試みによって、研究Ⅰとは異なる実験事態で、連合形成モデルと因果帰納や命題推論などの認知モデルの優劣を比較できると考えた。また、それぞれの立場に含まれる種々の考えの中でも、より予測的妥当性の高いモデルを選択できると考えた。

(3) **研究Ⅲ** 研究Ⅲでは動物の古典的条件づけの研究で一般的に用いられてきた条件性抑制の手続きをヒトに応用し、その実験事態を動物に類似させることを試みた。その目的は、随伴性意識と条件反応が同様に回顧的再評価を反映するか否かを調べることであった。第3節第2項 (21 頁) で示したように、連合形成モデルのうち、Rescorla and Wagner (1972) や Wagner (1981) では条件反応で回顧的再評価がみられることを予測できないが、その修正版である Van Hamme and Wasserman (1994) や Dickinson and Burke (1996) では条件反応

で回顧的再評価がみられることを予測できる。一方, Waldmann & Holyoak (1992) や Cheng (1997) では随伴性意識において回顧的再評価がみられることを予測できる。

研究Ⅲでは, 実験 1 で条件反応を測定できる新たな実験事態の妥当性を検証し, 実験 2 では順行阻止, 実験 3 では逆行阻止の現象が条件反応と随伴性意識という異なる測度で再現されるか否かを検証した。これらの試みにより, どのモデルが実験結果をよく説明できるか, また, 古典的条件づけの背景にある学習過程が単一過程であるか, 二重過程であるかを検証できると考えた。

(4) 研究Ⅳ 研究Ⅳでは恐怖や不安の測度である皮膚電気活動を用いた古典的条件づけの実験を行い, 先行研究である Mitchell and Lovibond (2002) を参考に, 結果の加算性の教示が回顧的再評価を調整するか否かを検討した。第 3 節第 4 項 (36 頁) で示したように, De Houwer (2009a) の命題推論モデルでは実験前に「もしも CS_A と CS_X のどちらもが原因であるならば, US の強度はそれらが単独で呈示されるよりも強くなる」という教示を被験者に与えると, 逆行阻止の場合はフェイズ 1, 順行阻止の場合はフェイズ 2 の時点で AX+ のように, 「US の強度はそれらが単独で呈示されるよりも強くなかった」ことを経験するために, この時点で「したがって CS_A と CS_X のどちらもが原因ではない」という結論が導かれることになる。すなわち, 相互排他的な判断の枠組みが獲得されるため, 結果の加算性を教示された群では, 教示されていない群よりも逆行阻止の現象は顕著となることが予測できる。なお, 加算性を教示された群の結果は Van Hamme and Wasserman (1994) や Dickinson and Burke (1996) などの連合形成モデル, 教示されていない群の結果は Cheng (1997) などの因果帰納モデルでも予測できるが, これらの考えは命題推論モデルとは異なり, 二つの群の結果を包括的には予測できないことになる。

研究Ⅳでは実験 1 で恐怖や不安を反映する新たな実験事態の妥当性を検証し、実験 2 では順行阻止、実験 3 では逆行阻止の現象が条件反応と随伴性意識の異なる測度で再現されるか否かを検証した。これらの試みにより、どの学習理論が実験結果をよく説明できるか、また、古典的条件づけの背景にある学習過程が単一過程であるか二重過程であるかを検証できると考えた。

次章からは、上記で述べたように四つの研究の成果を報告していく。各研究は独立しているもの、それぞれの実験で得られた結果はその目的を相互に補うものである。この点に関しては、各研究の総合論議において随時考察を行っていくことにする。そして、最後に結論では四つの研究の知見を総括し、それらを包括的に説明できる枠組みについて考察する。また、本研究がもつ近接領域への貢献と、当該領域においてなされるべき今後の研究展開について議論する。

第2章 研究I：因果の知識が回顧的再評価に与える影響

—随伴性判断事態を用いて¹⁵

第1節 因果の知識は手がかり競合を調整するか？

第1項 因果学習における手がかり競合の非対称性

因果関係の知識を獲得することにより、過去に起きた事象の説明や、未来に生じる事象の予測が可能となる (Pearl, 2000/2001)。因果関係の知識が獲得される過程については、これまで因果推論や随伴性判断という表題のもとで盛んに研究が行われてきた (e.g., De Houwer & Beckers, 2002a; Shanks, 2007, 嶋崎, 2003)。因果関係の知識を得るためには結果の後に原因候補を観察する診断学習 (diagnostic learning) と、原因候補の後に結果を観察する予測学習 (predictive learning) の二つの方法が存在する (Figure 2-1)。たとえば、前者は発熱の後にウイルスの存在を知らされること、後者は発熱の後に異常行動が生じること、の様に考えれば理解しやすい。

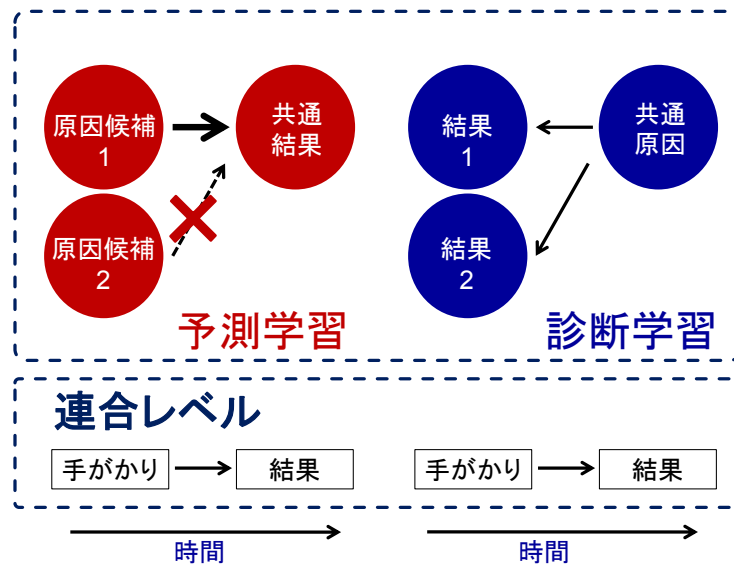


Figure 2-1. 予測学習と診断学習の因果構造。予測学習群では手がかり競合は生じるものの、診断学習群では手がかり競合は生じないことになる。

¹⁵ 研究Iで得られた知見のうち、実験1は沼田・嶋崎 (2010a)、実験2、実験3a、実験4の三つは沼田・嶋崎 (2011a)、実験5は Numata, Komatsu, Uetsuki, Kakigi, Yokoyama, and Sato (2012) を通じて学会発表しており、いずれも審査あるいは投稿準備中である。

どちらの方法も事象間の因果関係を把握するために有用であるが、ここではこれらの状況に依存して、ヒトの行う推論が動的に変化し得ることを見逃してはならない。たとえば、Waldmann and Holyoak (1992) は教示 (i.e., 先行事象が原因候補であるか否か) によって因果の方向性を操作する巧妙な実験を行い、いわゆる手がかり競合の現象が予測学習群のみで生じ、診断学習群では生じないことをみいだしている。彼らは順行阻止の手続きを用いた実験を行い、被験者に馴染みのあるカバーストーリーを用いた実験 2 では手がかり競合の非対称性を確認できなかったものの、被験者にとって新奇なカバーストーリーを用いた実験 3 では手がかり競合の非対称性の確認に成功している。これらの知見にもとづき、彼らは因果の方向性や構造に関する先行知識がその後の学習を導くという、因果モデル理論を提唱した。因果の枠組みとその役割を重視するこれらの考えは、その後に Power PC モデル (Cheng, 1997) や命題推論モデル (De Houwer, 2009a) などの理論的発展を促した点で大きな意義をもつ。

ただし、この主張について問題がないとはいえない。なぜなら、手がかり競合の非対称性については、確認が容易であるという報告と (e.g., Booth & Buehner, 2007; Waldmann, 2000, 2001; Waldmann & Walker, 2005), 容易でないという報告 (e.g., Arcediano, Matute, Escobar, & Miller, 2005; Matute, Arcediano, & Miller, 1996; Price & Yates, 1995) が混在しているためである (Figure 2-2, 54 頁)。後者の立場では、因果の方向性に関する教示を施したとしても、ヒトは時間的に先行する事象を一貫して原因候補と知覚することが示唆されている。このような知見は因果モデル理論よりも、むしろ因果の枠組みを仮定しない連合形成モデル (e.g., Rescorla & Wagner, 1972) を援用することで、上手く説明することができる。しかしながら、手がかり競合の非対称性そのものは、因果の方向性を仮定しない連合学習の考えでは説明することができず、Waldmann & Holyoak (1992) 以降、二十年以上にわたる理論闘争の中心となっている。

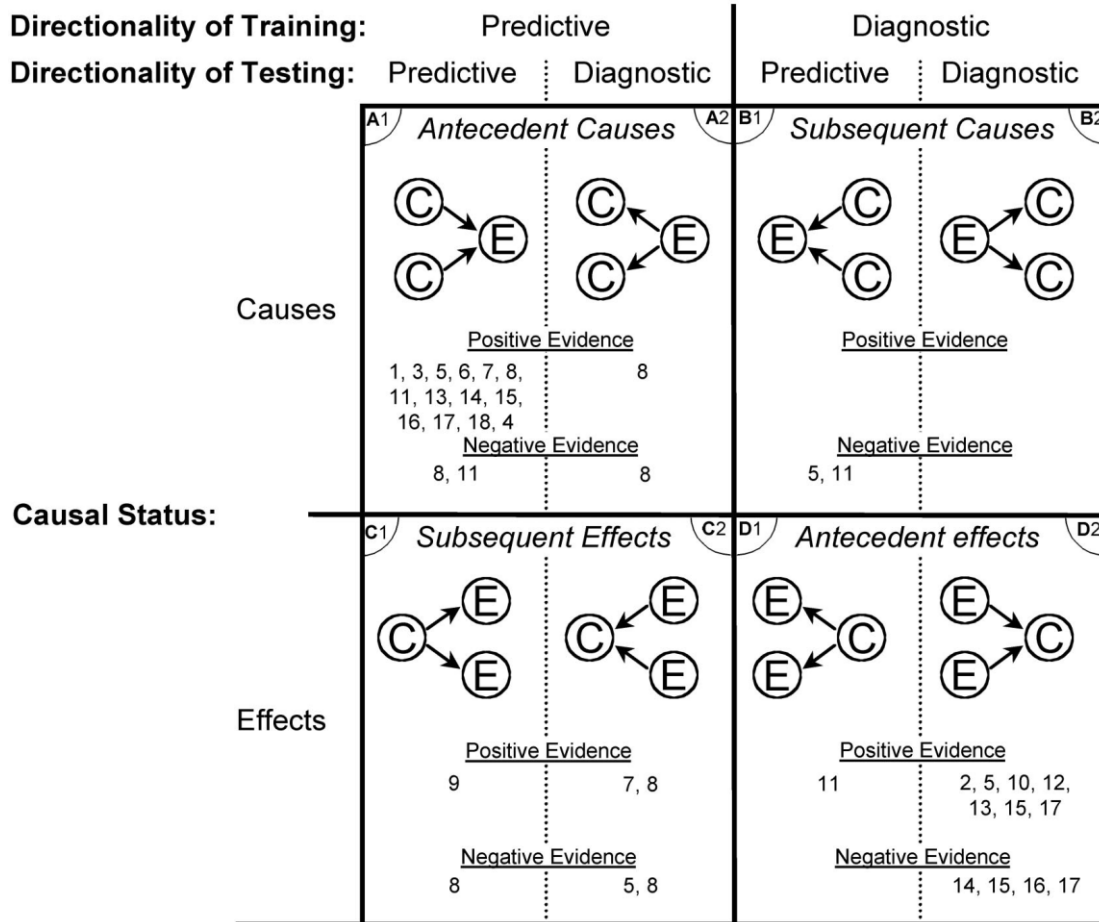


Figure 2-2. 手がかり競合の非対称性に関する過去研究の分類 (Arcediano et al., 2005). 左側は時間的に先行する手がかりが原因候補の場合、右側は手がかりが結果の場合、上段は原因候補が複数で結果が単独の場合、下段は結果が複数で原因候補が単独の場合を示す。また、“Positive Evidence”は手がかり競合が生じたこと、“Negative Evidence”は手がかり競合が生じなかったことを示す。なお、“1”はBaker, Mercier, Vallee-Tourangeau, Frank, and Pan (1993), “2”はChapman (1991), “3”はChapman & Robbins (1990), “4”はCobos, Canō, López, Luque, and Almaraz (2000), “5”はCobos, López, Canō, Almaraz, and Shanks (2002), “6”はDickinson et al. (1984), “7”はEsmoris-Arranz, Miller and Matute (1997), “8”はMatute et al. (1996), “9”はMiller and Matute (1998), “10”はPrice and Yates (1993), “11”はPrice and Yates (1995), “12”はShanks (1991), “13”はShanks and López (1996), “14”はVan Hamme, Kao, and Wasserman (1993), “15”はWaldmann and Holyoak (1992), “16”はWaldmann (2000), “17”はWaldmann (2001), “18”はWasserman (1990), と報告とそれぞれ対応する。

このような観点から、手がかり競合の非対称性がみられるか否かという問題は、随伴性判断の背景にある学習過程を検討するために重要だと考えられる。また、予測学習と診断学習における随伴性判断の差異がその他の実験デザインでもみられるか否かは未だに明らかにされていない。そのため、逆行阻止や隠蔽解除などの回顧的再評価の現象は Waldmann and Holyoak (1992) などの知見の一般性を検証する上でも有効だと考えられる。

そこで、研究 I の実験 1 と実験 2 では再現性が疑問視されている Waldmann and Holyoak (1992) と同様の実験を行い、予測学習群と診断学習群において手がかり競合の非対称性がみられるか否かを検討した。また、実験 3 と実験 4 では実験 1 や 2 の拡張として、逆行阻止や隠蔽解除を題材に回顧的再評価でも非対称性がみられるか否かを検討した。さらに、実験 5 では逆行阻止の事態を用いて、回顧的再評価とその神経基盤の関連を検証した。次項では実験の報告へと移る前に、先行研究である Waldmann and Holyoak (1992) と類似の研究である Booth and Buehner (2007) を紹介し、その解釈について述べる。

第 2 項 先行研究

Waldmann and Holyoak (1992) の実験 1 では、「架空人物の身体状態と環境要因の関連を観察する」というカバーストーリーを用いて、手がかり競合の非対称性が生じるか否かを検討した。時間的に先行する手がかりが原因候補であることを強調する予測学習群では、「外観の異常が特殊な感情反応を引き起こすか」を観察するように教示し、時間的に先行する手がかりが結果であることを強調する診断学習群では、「外観の異常が特殊なウイルスにより引き起こされたか」を観察するように教示した。実験 1 のフェイズ 1 では P(predictor), C(constant off), U (uncorrelated) の三つの手がかりを呈示し、手がかり P のみが後続事象を予報する様子を観察させた。また、フェイズ 2 ではこれらに加えて手がかり

R (redundant) が P と共に呈示される様子を観察させた。その結果、予測学習群では手がかり R (i.e., 体重変化) が結果 (i.e., 感情反応) を引き起こす可能性は低く評価されたが、診断学習群では R が結果 (i.e., ウイルス) により引き起こされた可能性は僅かに低く評価されたのみであった (Figure 2-3)。これらの事実は、因果関係に関する教示が順行阻止に影響したことを示唆していた。

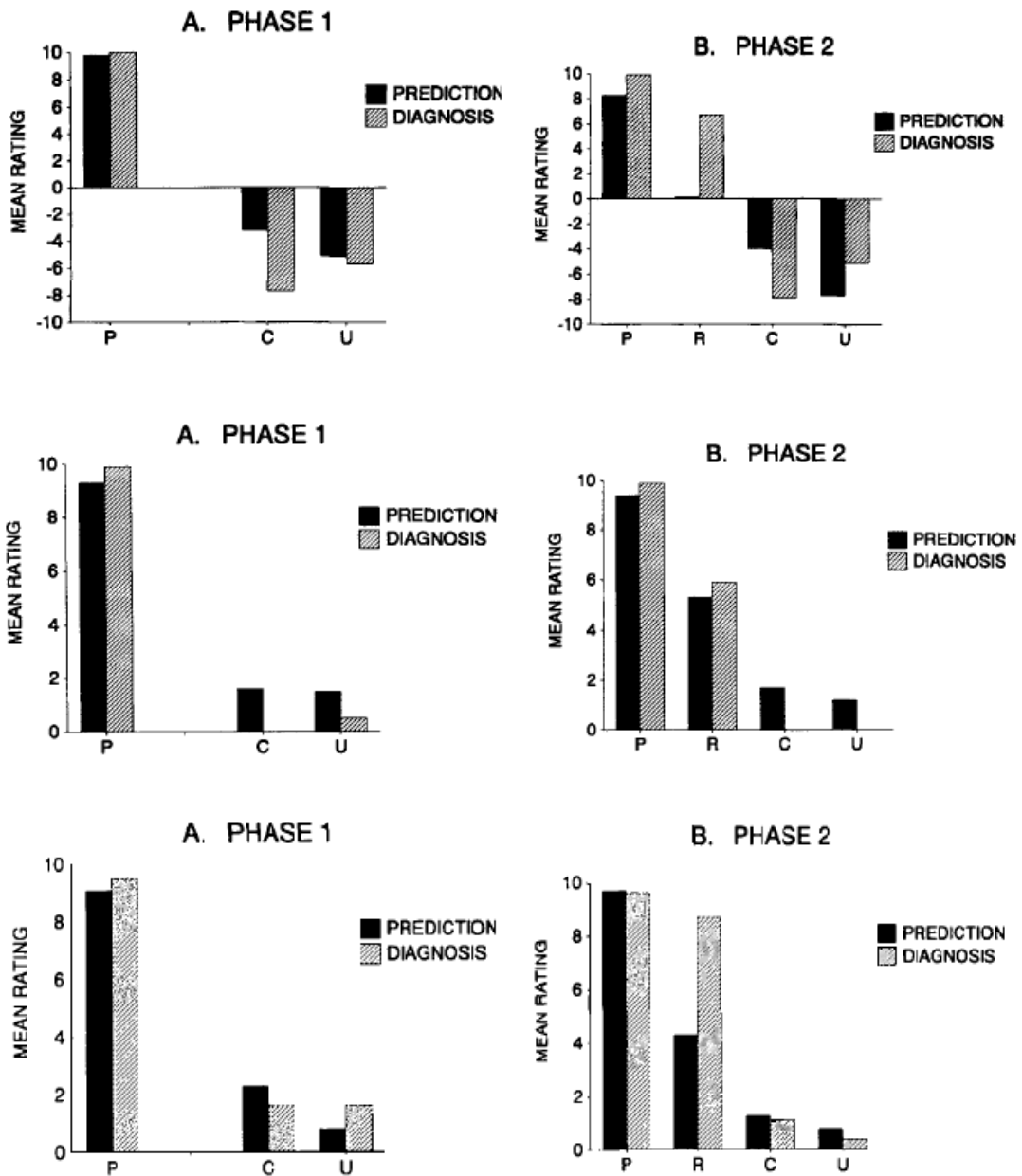


Figure 2-3. Waldmann and Holyoak (1992) の結果. 上段は実験 1, 中段は実験 2, 下段は実験 3 を示す. また, 左パネルは評定試行 1, 右パネルは評定試行 2 を示す.

しかし、これらの群間の差異は、手がかりを評価させる際の質問文の違いによって生じたのかも知れない。たとえば、実験1の予測学習群では「外観異常が感情反応を引き起こすか」を質問したのに対し、診断学習群では「外観異常がウイルスによって引き起こされたか」を質問していた。因果の教示ではなく、テスト時に求められる推論の方向性の違いにより、手がかり競合が影響された可能性は否定できない。そのため、Waldmann and Holyoak (1992) は実験2で、実験1の質問文を因果性から予測性を尋ねる内容に変更した。具体的には、各群で「外観異常が感情反応（あるいはウイルス）を予測するか」を評価させた。この変更により、テスト時に求められる推論の方向性は統制されることになる。その結果、予測学習群と診断学習群の双方で順行阻止がみられた (Figure 2-3, 56 頁)。この事実は実験1でみられた手がかり競合の非対称性が質問のタイプによって影響されたことを示唆していた。

Waldmann and Holyoak (1992) は実験2における診断学習の結果を、課題のストーリーが日常場面に近いことで生じた、アーティファクトであると考えた。すなわち、実験2の手がかり R は体重であったが¹⁶、こうした身体状態の変化は不規則な生活などウイルス以外の要因によっても生じ得るため、被験者は R が結果を予測するか否かを低く見積ったと仮定した。そのため、実験3では日常とは異なるカバーストーリーを用いて、順行阻止が因果の知識に調整されるか否かを検討した。実験3の予測学習群では「ボタンの点灯が警報機を作動させるか否か」を観察するよう教示し、診断学習群では「ボタンの点灯は警報機の作動により生じるか」を観察するよう教示した。デザインは実験2と同じであり、各群には「ボタンの点灯が警報機の作動を予測するか」を評価させた。

¹⁶ Waldmann and Holyoak (1992) では手がかりの役割をカウンターバランスしていない。たとえば、実験1と実験2における手がかり P は「発汗」、C は「皮膚」、U は「姿勢」、R は「体重」の表記で固定されていた。また、実験3における手がかり P は「ボタン2」、C は「ボタン1」、U は「ボタン3」、R は「ボタン4」の表記で固定されていた。後続の研究である Booth and Buehner (2007) や本研究の実験1から実験5では、手がかりの役割をカウンターバランスしている。

その結果、予測学習群では順行阻止が生じたものの、診断学習群では順行阻止は生じなかった。このことから、Waldmann and Holyoak (1992) は (a) 因果の知識が手がかり競合を調整すること、(b) 随伴性判断の背景には Rescorla and Wagner (1972) などの連合学習の考えが仮定する“低次の過程”だけでなく、因果帰納の考えが仮定する、メンタルモデル (mental model) のような“高次の過程”があることを指摘している。

しかしながら、前項で指摘したように Waldmann and Holyoak (1992) の結果は頑健ではなく、彼らの見解が妥当であるか否かについては多くの議論がなされている。この論争の背景には後続する研究がいずれも Waldmann and Holyoak (1992) と異なる独自の実験事態を構築していたことがあるのかも知れない (e.g., Arcediano et al., 2005)。また、Shanks and López (1996) は、Waldmann and Holyoak (1992) の結果に、そもそも信頼性があるのかを疑問視している。これらの問題の一つの解決策として、最初の報告である Waldmann and Holyoak (1992) と同様の事態を用いて知見を蓄積していく必要があると考えられる。

たとえば、Booth and Buehner (2007) は実験 1 で Waldmann and Holyoak (1992) の実験 3 に類似した実験を行い、彼らの結果を再現することに成功している。実験課題のカバーストーリーやデザインは先行研究と同様であり、質問文は各手がかりが結果を予測するか否かを尋ねるものであった。その結果、予測学習群では順行阻止が生じたものの、診断学習群で順行阻止は生じなかった (Figure 2-4, 59 頁)。このことは、(a) 手がかり競合の非対称性がみられたこと、(b) Waldmann and Holyoak (1992) の実験 3 が信頼できることを示唆していた。

また、Booth and Buehner (2007) は実験 1 の一般性を検証するため、フェイズ 1 とフェイズ 2 の手続きを置換し、因果の知識が逆行阻止に影響するか否かを検討している。カバーストーリーは実験 1 と同様であったが、実験 2 のフェイズ 1 では手がかり P と R だけが後続事象を予報する様子を観察させ、フェイ

ズ 2 では手がかり P のみが後続事象を予報する様子を観察させた。その結果、予測学習群で逆行阻止が生じたものの、診断学習群でも弱い逆行阻止が生じた。このことは、(a) 回顧的再評価の現象は診断学習の状況でも生じること、(b) それは因果帰納モデルや命題推論モデルでは説明できず、むしろ連合形成モデルで上手く説明できることを示しており、実験 1 の結果とは一致していない。

これらの先行研究の知見を踏まえると、手がかり競合の非対称性は再現可能だと思われるが、その在り方は実験デザインによって異なるように見受けられる。このことは、逆行阻止などの回顧的再評価の現象が順行阻止とは異なるメカニズムで生じること示唆している。しかしながら、Booth and Buehner (2007) に続く研究は見当たらず、なぜ診断学習の状況でも逆行阻止が生じたかは現在も明らかにされていない。この問題については、さらなる検証が必要である。

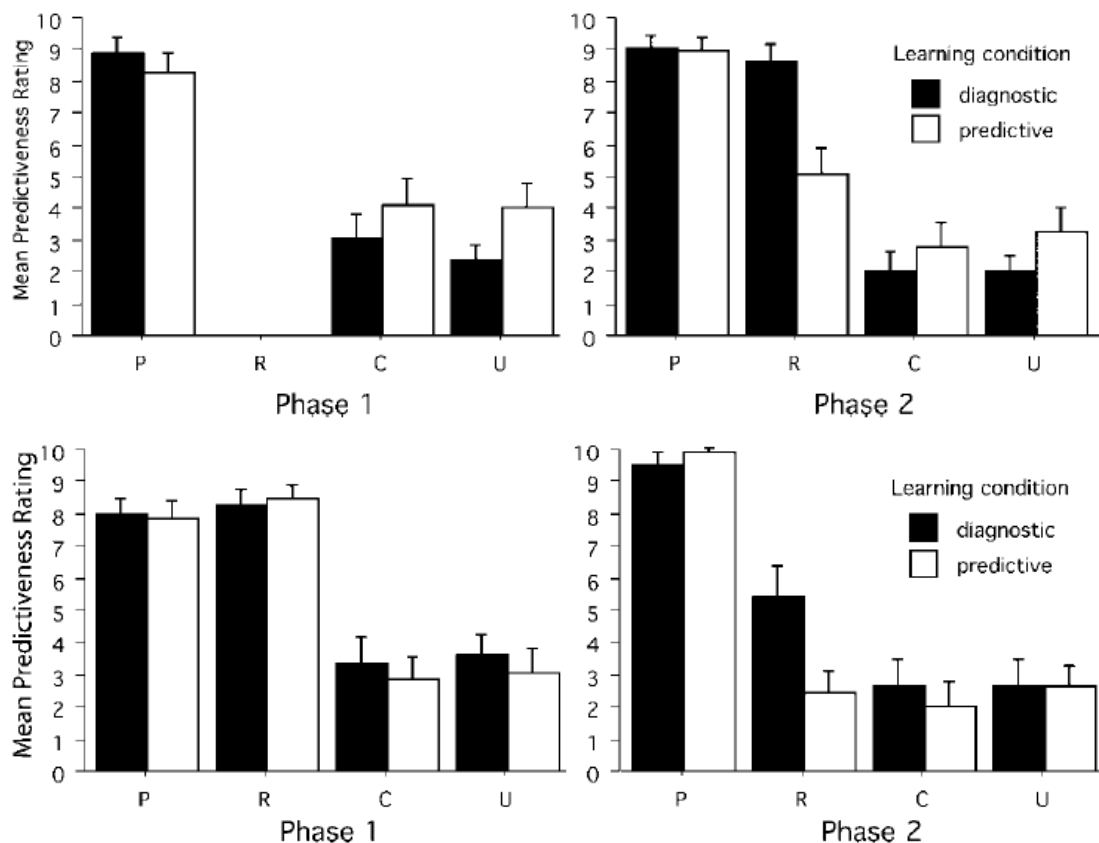


Figure 2-4. Booth and Buehner (2007) の結果。上段は実験 1，下段は実験 2 を示す。

また、左パネルは評定試行 1，右パネルは評定試行 2 を示す。

第2節 実験1：因果の知識は順行阻止を調整するか？

第1項 目的

実験1では Waldmann and Holyoak (1992) の実験2を参考に、手がかり競合の一種である順行阻止が、因果の方向性に関する教示によって群間で異なるか否かを検証した Table 2-1 に示された実験デザインに従い、課題を構成した。実験1では Waldmann and Holyoak (1992) の実験2と同様に、予測学習群の被験者には「第三者の外観異常（原因候補）が観察者の感情反応（結果）を引き起こすか否か」について、診断学習群の被験者には「患者の外観異常（結果）がウイルス（原因候補）によって引き起こされたか否か」について観察するよう求めた。これは被験者が日常の随伴性をもち込みやすい課題だと考えられる。もしも、彼らの実験2と同様の結果が得られるのであれば、診断学習群の被験者は患者の外観異常という結果について、不規則な生活習慣など隠れた原因を想定するため、順行阻止様の傾向が生じることになる。すなわち、診断学習群では予測学習群と順行阻止が同様に生じるため、実験1では手がかり競合の非対称性はみられないことが予測される。

Table 2-1
Design of Experiment 1 and 2

Phase 1	Rating 1	Phase 2	Rating 2
12P \bar{C} \bar{U} +		12PR \bar{C} \bar{U} +	
12P \bar{C} U+	P? C? U?	12PR \bar{C} U+	P? R? C? U?
12P \bar{C} \bar{U} -		12P \bar{R} \bar{C} \bar{U} -	
12P \bar{C} U-		12P \bar{R} \bar{C} U-	

Note : Letters indicate names of the cues. Numerals indicate numbers of the trials. “+” and “-” signs indicate presence and absence of the outcome, respectively.

第2項 方法

(1) **被験者** 24名の大学生(男子12名,女子12名)であった。平均年齢は21.3歳(19歳から23歳)であり,いずれの被験者も本実験で用いた実験課題,および類似の課題に関する先行経験はなかった。被験者は無作為に予測学習群と診断学習群の2群に半数ずつ割りあてた。

(2) **装置** 実験課題の制御はパーソナルコンピュータ(DIMENSION-8400 DELL 社製)を用いて行った。パーソナルコンピュータにはマウス(M-FG2UP2RRD ELECOM 社製)および17インチカラーディスプレイ(LCD-AD171F-T I-O DATA 社製)を接続した。被験者は簡易遮音室内の机上に設置されたディスプレイの前方約60cmの位置に着席し,実験課題を遂行した。

(3) **手続き** 被験者を実験室内で着席させた後,印刷された教示文を手渡した。教示の内容は予測学習群と診断学習群で異なっていた。予測学習群で用いた教示は次の通りであった。下線部は群間で大きく異なる部分を示す。

①**フェイズ1** “ピーターは,心理学研究室のAルームで働き始めました。最近の心理学研究では,ヒトの外観が,それを観察した人物に新しい感情反応を生じさせることが判明しています。観察者の感情反応は直接目で見ることができませんが,心理生理学の装置を用いることで,間接的に測定することができます。ピーターの仕事は,観察者を心理生理学的に測定し,感情反応の有無を確認することです。観察者が見る外観は,「発汗」・「皮膚」・「姿勢」の三つです。課題ではそれぞれの外観について異常があるか否かについての情報が与えられ,その後,感情反応の有無が表示されます。これを1試行とします。1試行は,イコール観察者1人分のデータです。各外観について,異常があった場合は緑色,異常がなかった場合は青色で,表示されます。それぞれの試行で与えられ

た情報の全てが重要になります。あなたの課題はそれらの実験の様子を観察して、それぞれの外観が感情反応の有無を予測するか否かを評価することです。”

②フェイズ 2 “メアリーは、ピーターが働き始めた同じ日に、同じ心理学研究室の B ルームという違う部屋で働き始めました。メアリーの仕事は、ピーターと同様に観察者を心理学的に測定し、感情反応の有無を確認することです。しかし、メアリーが確認する外観は、「体重」の一つだけです。試行に関しては、フェイズ 1 と同様ですが、画面上に A ルームと B ルームが上下に分かれて表示されます。各外観について、異常があった場合は緑色、異常がなかった場合は青色で、表示されます。それぞれの試行で与えられた情報の全てが重要になります。あなたの課題はそれらの実験の様子を観察して、それぞれの外観が感情反応の有無を予測するか否かを評価することです。”

また、診断学習群で用いた教示は次の通りであった。

①フェイズ 1 “ピーターは、病院の中の A ルームで働き始めました。最近、あるウイルスが原因となって引き起こされる新たな病気が広まっています。そのウイルスは直接目で見ることはできませんが、外観に異常が見られることによって、間接的に確認することができます。ピーターの仕事は、それらの異常が見られる外観を確認し、ウイルスの有無を検査することです。確認する外観は、「発汗」・「皮膚」・「姿勢」の三つです。課題では、それぞれの外観について異常があるか否かについての情報が与えられ、その後、ウイルスの有無が表示されます。これを 1 試行とします。1 試行は、イコール検査を受けに来た 1 人分のカルテです。各外観について、異常があった場合は緑色、異常がなかった場合は青色で、表示されます。それぞれの試行で与えられた情報の全てが重要になります。あなたの課題はそれらの試験の様子を観察して、それぞれの外観がウイルスの有無を予測するか否かを評価することです。”

②フェイズ 2 “メアリーは、ピーターが働き始めた同じ日に、同じ病院の B ルームという違う部屋で働き始めました。メアリーの仕事は、ピーターと同様に異常が見られる外観を確認し、ウイルスの有無を検査することです。しかし、メアリーが確認する外観は、「体重」の一つだけです。試行に関しては、フェイズ 1 と同様ですが、画面上に A ルームと B ルームが上下に分かれて表示されます。各外観について、異常があった場合は緑色、異常が無かった場合は青色で、表示されます。それぞれの試行で与えられた情報の全てが重要になります。あなたの課題は、それらの試験の様子を観察してそれぞれの外観がウイルスの有無を予測するか否かを評価することです。”

被験者がこれらの教示文を読んだ後、カバーストーリーの内容や実験手続きについて被験者が理解していることを確認し、課題の実施を求めた。

(4) デザイン 各フェイズは 48 試行の観察試行からなっており、フェイズ 1 では $\overline{PCU}+$, $\overline{PCU}+$, $\overline{PCU}-$, $\overline{PCU}-$ を各 12 試行呈示した。また、フェイズ 2 では $\overline{PRCU}+$, と $\overline{PRCU}+$, $\overline{PRCU}-$, $\overline{PRCU}-$ を各 12 試行呈示した。フェイズ 1 の直後には評定試行 1 を挿入し、P (predictor), C (constant off), U (uncorrelated) の各手がかりがどの程度結果を予測するかを訊ねた。フェイズ 2 の直後には評定試行 2 を挿入、R (redundant) への評価を追加し、各手がかりがどの程度結果を予測するかを訊ねた。評定試行 2 における R の評定値は順行阻止が生じているか否かを検証するための標的刺激として、P の評定値は R への比較刺激となっているか否かを検証するために用いた。C は一度も手がかりとして呈示されたことのない刺激であり、連合形成モデルの考えではこの手がかりには何の学習も成立しないことになる。また、U は因果帰納モデルの考えでは随伴性が 0 であり、結果とは無関係な手がかりとなる。手がかりの外観への割り当ては被験者間でカウンターバランスし、試行の呈示順序は被験者間で

無作為化した。各フェイズの終了後には評定試行と数分間の休憩を挿入した。

(5) 課題 Waldman and Holyoak (1992) の実験 2 を参考に作成した。具体的には、被験者は PC 上のディスプレイに表示される外観の異常と、感情反応の有無の関係を観察した。実験課題はコンピュータを用いたビデオゲームの形態であり、観察試行と評定試行の 2 種類の試行からなっていた。実験開始後、画面上では外観の異常に引き続き、感情反応の有無、あるいはウイルスの有無などの結果を呈示した。被験者はこのような試行を何回か観察した後、外観の異常が感情反応の有無やウイルスの有無を予測するか否かについて評定を行った。外観の異常は全部で 4 種類あり、それぞれ単独で呈示、あるいは 2 種類の組み合わせで呈示した。

観察試行では最初、画面中央に 1 本の水平線が引かれており、その水平線より上半分を A ルームの区画とした (Figure 2-5, 65 頁)。区画内には、緑または青で塗り潰されたテキストボックス (縦 3.3 cm, 横 6.0 cm) を三つ等間隔に配置した。ボックスの内側には発汗・皮膚・姿勢の文字を左から順に表示した。

フェイズ 2 ではこれらに加えて、画面の下半分に B ルームの区画を加え、体重という文字を表示したボックスを一つ配置した。この時点で被験者は開始ボタンをクリックして、実験を開始した。実験の開始後、外観を示すボックスが緑 (i.e., 異常あり) または青 (i.e., 異常なし) に点灯し、その後には画面中央に結果の有無が書かれた画面を呈示した。手がかりと結果はそれぞれ 2 秒ずつ呈示し、試行間隔は特に設けなかった。手がかりの呈示から結果の呈示が終了するまでを 1 試行とし、各フェイズ 48 試行を行った。

評定試行では画面中央に外観の異常の評価を指示するメッセージを表示し、被験者に評定用紙を手渡した。評定用紙には“先ほど行った観察をもとに、それぞれの外観が感情反応の有無を予測する程度を評価してください”, あるいは

「先ほど行った観察をもとに、それぞれの外観がウイルスの有無を予測する程度を評価してください」という文章と具体的な評定の例、評定尺度を示した。

評定尺度は約 10cm の水平な直線で、左端、右端のそれぞれに短い垂直線が示し、それぞれに 0, 10 とラベルをつけた。左端の下には「全く予測しない」という文字を、右端の下には「完全に予測する」という文字を記した。評定用紙の中央にはその対象となる外観の種類を示しており、被験者は外観 1 種類につき 1 枚、フェイズ 1 では 3 枚、フェイズ 2 では 4 枚の評定用紙にそれぞれの外観が結果を予測する程度を記入することを求めた。外観についての評定は被験者が鉛筆で尺度に縦線を記入することで実施した。被験者が発汗から皮膚、あるいは発汗から体重までの順番で、全ての尺度に縦線を記入することによって評定値が確定し、評定試行が終了した。

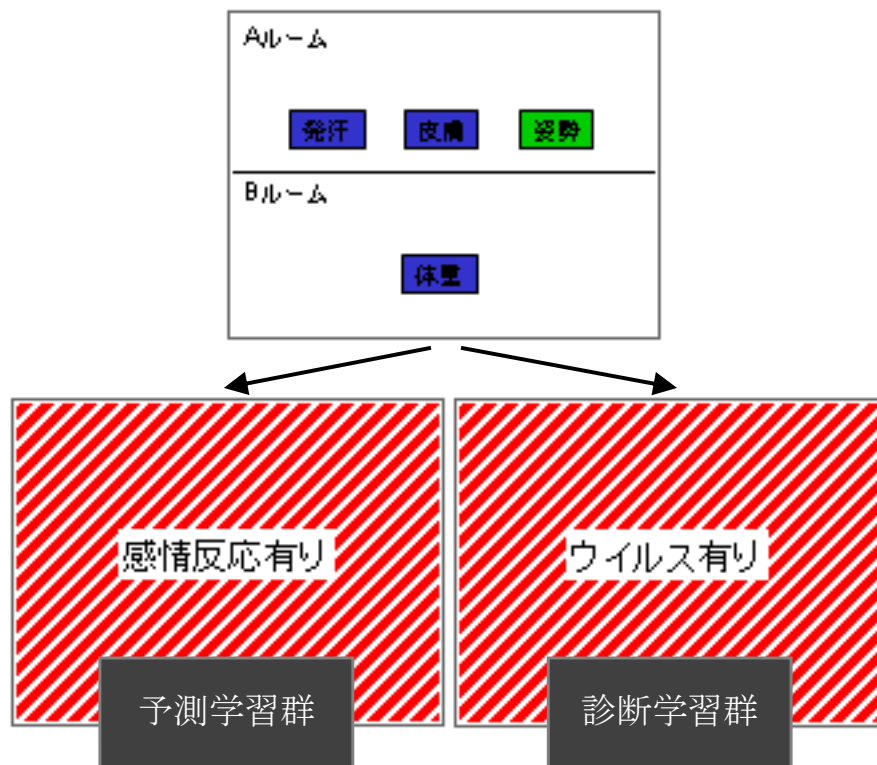


Figure 2-5. 実験課題の一例(実験 1). 手がかりは予測学習群と診断学習群で共通だが、結果は群間で異なっている。被験者は課題実施前に、あらかじめ因果の方向性を教示される。

(6) **結果の処理** 評定試行 1 では群 (2) ×手がかり (3) の分散分析を行い、予測学習群と診断学習群の等質性を検証した。また、評定試行 2 では群 (2) ×手がかり (4) の分散分析を行い、計画された比較として R の群間に対応のない *t* 検定を行った。これは各群で順行阻止が生じたか否かを検証するために実施した。いずれの分析も有意水準は 5%であった。

第 3 項 結果

(1) **2 間の等質性の検討** Figure 2-6 の左パネルは評定試行 1 における各手がかりの評定値、右パネルは評定試行 2 における各手がかりの評定値を示す。Figure 2-6 から明らかなように、評定試行 1 における P, C, U の評定値は群間で一致し、P と 10 との間にも大きな差はみられない。

評定試行 1 の評定値について群 (2) × 手がかり (3) の分散分析を行ったところ、手がかりの主効果がみられたものの ($F = 17.31, df = 2/44, p < .001$)、群の主効果 ($F < 1, df = 1/22$) と群と手がかりの交互作用 ($F < 1, df = 2/44$) はみられなかった。手がかりの主効果の下位検定として、Ryan 法を用いた多重比較を行ったところ、C と U 以外の全ての組み合わせで有意な差がみられた。これらの事実は手がかりの評定に関して 2 群が等質であったこと、また被験者の評定の枠組みが統制されたことを示している。

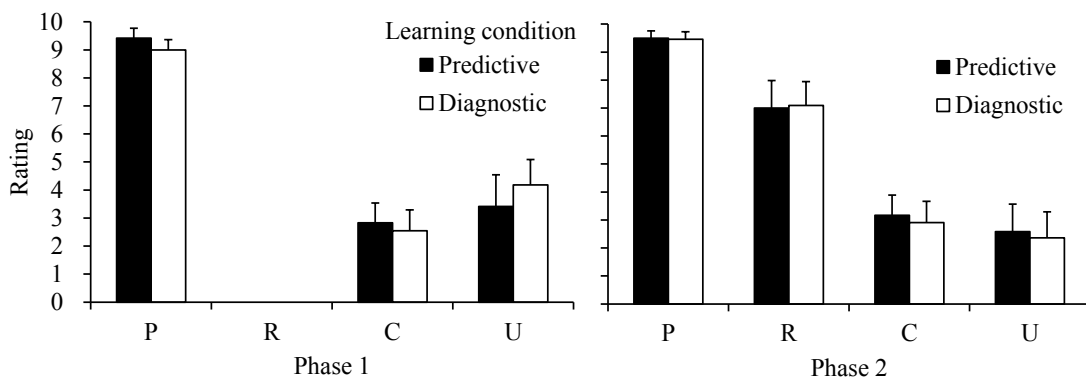


Figure 2-6. 各手がかりの平均評定値 (実験 1)。エラーバーは標準誤差を示す。

(2) 順行阻止の検討 Figure 2-6 (66 頁) から明らかなように、評定試行 2 における R の評定値は P よりも低く、C や U よりも高い。また、この傾向は群間で一致しており、大きな差はみられない。

評定試行の評定値について群 (2) × 手がかり (4) の分散分析を行ったところ、手がかりの主効果がみられたものの ($F = 10.88, df = 3/66, p < .001$)、群の主効果 ($F < 1, df = 1/22$) と群と手がかりの交互作用 ($F < 1, df = 2/44$) はみられなかった。手がかりの主効果の下位検定として Ryan 法を用いた多重比較を行ったところ、C と U 以外の全ての組み合わせで有意な差がみられた。また、計画された比較として、R の群間に対応のない t 検定を行ったところ、有意な差はみられなかった ($t < 1, df = 22$)。これらの事実は予測学習群と診断学習群の双方で順行阻止が生じたこと、また群間に差がなかったことを示していた。また、いずれの群でも P と R、R と U の間にも差がみられたことから、実験 1 で生じた順行阻止が部分阻止であることが示唆された。

第 4 項 考察

実験 1 では Waldmann and Holyoak (1992) の実験 2 を参考に、手がかり競合の非対称性が再現されるか否か検討を行った。その結果、予測学習群と診断学習群で順行阻止が観察され、その傾向について群間で違いはみられなかった。この結果は先行研究と同様であり、実験 1 で作成した実験課題が妥当であることを示唆していた。また、この事実は手がかり競合の非対称性が実験課題のカバーストーリーによって調整されたことを示唆しており、診断学習群において被験者が日常の随伴性を実験場面に持ち込んだ可能性を示していた。たとえば、手がかり R に相当する体重の変化は、特定のウイルスによらずに生じることが推測できるため、これらの間の因果関係の学習成績が低下したのかも知れない。このような日常の随伴性の一般化、あるいは結果の隠れた原因を排除するため

には、被験者にとって新奇な場面を想定するカバーストーリーを用いる必要がある。そのため、実験 2 ではカバーストーリーを変更して再度実験を行う。

第 3 節 実験 2：因果の知識は順行阻止を調整する

第 1 項 目的

実験 2 では Waldmann and Holyoak (1992) の実験 3 を参考に、手がかり競合の一種である順行阻止が、因果の方向性に関する教示により、群間で異なるか否かを検証した。Table 2-1 (60 頁) に示された実験デザインに従って、課題を作成した。なお、実験 2 では Waldmann and Holyoak (1992) の実験 3 と同様に、予測学習群の被験者には。「ボタンの操作 (原因候補) が警報機の作動 (結果) を引き起こすか否か」について、診断学習群の被験者には「ボタンの点灯 (結果) が警報機の作動 (原因候補) によって引き起こされたか否か」を観察するよう求めた。実験 2 で用いるカバーストーリーは被験者にとって新奇なものであるため、隠れた原因を排除できることが想定された。すなわち、実験 2 では実験 1 とは異なり、予測学習群では順行阻止が生じ、診断学習群では順行阻止は生じないという、手がかり競合の非対称性がみられると予測した。

第 2 項 方法

(1) **被験者** 24 名の大学生 (男子 12 名, 女子 12 名) であった。平均年齢は 20.6 歳 (19 歳～22 歳) であり, いずれの被験者も本実験で用いた実験課題, および類似の課題に関する先行経験はなかった。被験者は無作為に予測学習群と診断学習群の 2 群に半数ずつ割りあてた。

(2) (3) **装置および手続き** 実験課題や内容を除き実験 1 と同様であった。実験 2 では被験者を実験室内で着席させた後, 印刷された教示文を手渡した。

教示の内容は予測学習群と診断学習群で異なっていた。予測学習群で用いた教示は次の通りであった。なお、下線部は群間で異なる部分を示す。

①フェイズ1 “ピーターは、銀行の中の A ルームを警備する仕事を始めました。午後には彼は、警報器が作動しているか確認することを依頼されています。しかし、残念なことに、どのボタンを点灯させると警報器が作動するのか、誰も彼に教えていませんでした。そこで、彼はボタンを点灯させたり、消灯させたりして、警報機が作動するのか、試してみることにしました。課題では、まずそれぞれのボタンが点灯したか否かについての情報が与えられます。ボタンが点灯した場合は緑色、点灯しなかった場合は青色でボタンが表示されます。ボタンが表示された後、与えられた情報に基づいて、警報器が作動したか否かを予測して下さい。もしも、警報機が作動していると思うならば「Y キー」を、警報器が解除されていると思うならば「N キー」を押して下さい。その後、「正解」または「不正解」、といった正誤のフィードバックが与えられます。初めは、予測するのが難しいと思いますが、あまり悩まず手早くキーを押して下さい。ボタンの点灯から正誤のフィードバックまでを 1 試行とします。1 試行は、イコール 1 日です。それぞれの試行で与えられた情報の全てが重要になります。あなたの課題は、彼らの仕事を観察し、それぞれのボタンが警報機の状態を予測するか否かを評価することです。”

②フェイズ2 “メアリーは、ピーターが A ルームで働き始めた同じ日に、B ルームという違う部屋で警備の仕事を始めました。メアリーは、ピーターの試みに気づけなかったため、彼女もまた、どのボタンが点灯すると警報器が作動するのか試すことにしました。B ルームにはいくつかボタンがありますが、彼女が確認したのは、一つのボタンだけです。試行に関してはフェイズ1と同様ですが、画面上に A ルームと B ルームが上下に分かれて表示されます。A ルームは、先ほどのフェイズ1と同じ部屋です。ボタンが点灯した場合は緑色、

点灯しなかった場合は青色でボタンが表示されます。ボタンが表示された後、与えられた情報に基づいて、警報器が作動したか否かを予測して下さい。もしも、警報機が作動していると思うならば「Y キー」を、警報器が解除されていると思うならば「N キー」を押して下さい。その後、「正解」または「不正解」といった正誤のフィードバックが与えられます。あなたの課題は、彼らの仕事を観察して、それぞれのボタンが警報機の状態を予測するか否かを評価することです。”

また、診断学習群で用いた教示は次の通りであった。なお、実験 2 では下線部以外は共通であるため、ここでは群間で異なる下線部のみを示した。

①フェイズ 1 “ピーターは、銀行の中の A ルームを警備する仕事を始めました。午後には彼は、警報器を作動させておくことを依頼されています。彼は警報器の状態が、特定のボタンによって示されることを知っています。しかし、残念なことに、どのボタンが警報器の作動を示すのか、誰も彼に教えていませんでした。そこで、彼は警報器を作動させたり解除させたりして、どのボタンが点灯するのか試してみることにしました。”

②フェイズ 2 “メアリーは、ピーターが A ルームで働き始めた同じ日に、B ルームという違う部屋で警備の仕事を始めました。メアリーは、ピーターの試みに気づかなかつたため、彼女もまた、警報器を作動させるとどのボタンが点灯するのか試すことにしました。”

被験者がこれらの教示文を読んだ後、カバーストーリーの内容や実験手続きについて被験者が理解していることを確認し、課題の実施を求めた。

(4) デザイン 実験 1 と同様であった。

(5) 課題 Waldmann and Holyoak (1992) の実験 3 と同様であった。具体的には、被験者は PC 上のディスプレイに表示されるボタンの点灯と、警報機の状態の関係を観察した。実験課題はコンピュータを用いたビデオゲームの形態であり、観察試行と評定試行の 2 種類の試行からなっていた。実験開始後、画面上ではボタンの点灯に引き続き、警報機の状態を呈示した。被験者はこのような試行を何回か観察した後、ボタンの点灯が警報機の状態を予測するかどうかについての評定を行った。ボタンは全部で 4 種類あり、それぞれ単独で呈示、あるいは 2 種類の組み合わせで呈示した。

観察試行では、画面中央に 1 本の水平線が引かれており、その水平線より上半分を A ルームの区画とした (Figure 2-7)。区画内には、緑または青で塗り潰されたテキストボックス (縦 3.3 cm, 横 6.0 cm) を三つ等間隔に配置した。

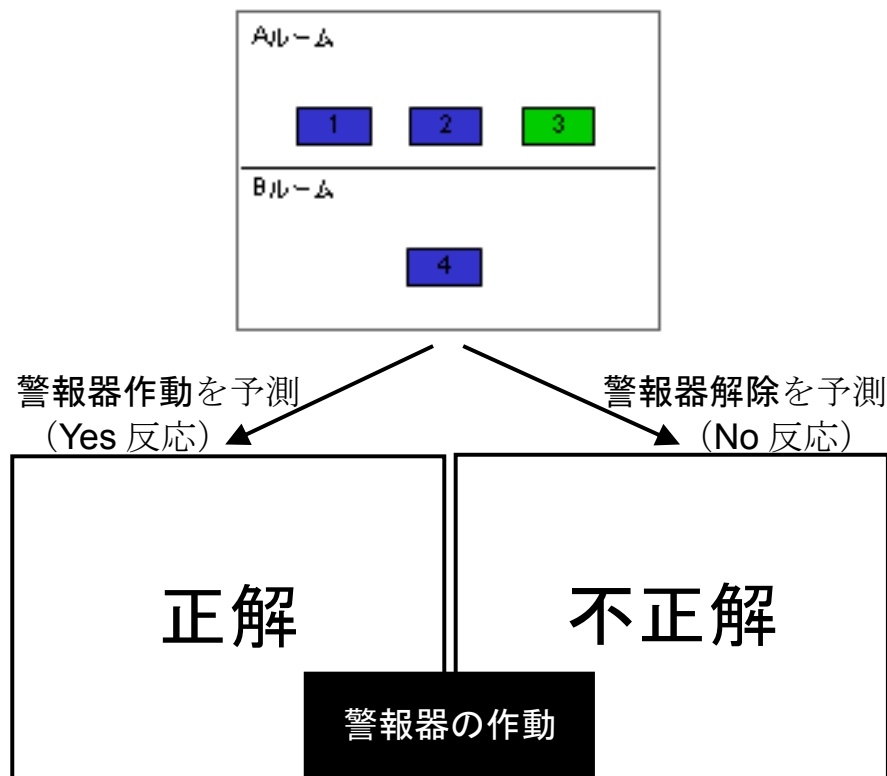


Figure 2-7. 実験課題の一例 (実験 2 から実験 4 で共通). 先行事象と後続事象は予測学習群と診断学習群で共通している. 警報機の作動は Yes/No 判断には左右されない. 被験者は課題実施前に、あらかじめ因果の方向性を教示される.

ボックスの内側には 1 から 3 までの数字を左から順に表示した。フェイズ 2 ではこれらに加えて、画面の下半分に B ルームの区画を加え、4 という数字を表示したボックスを一つ配置した。この時点で被験者は開始ボタンをクリックして、実験を開始した。実験の開始後、ボタンを示すボックスが緑 (i.e., 点灯) または青 (i.e., 消灯) に変化し、その後には画面中央に結果の有無が書かれた画面を呈示した。手がかりの呈示は被験者が Yes/No 反応を終了するまで実施した。結果はそれぞれ 2 秒ずつ呈示し、試行間隔は特に設けなかった。

評定試行では画面の中央に外観異常の評価を指示するメッセージを表示し、被験者に評定用紙を手渡した。評定用紙には「先ほど行った観察をもとに、それぞれのボタンが警報機の状態を予測する程度を評価してください」という文章と具体的な評定の例、および評定尺度を示した。評定尺度は約 10cm の水平な直線で、左端、右端のそれぞれに短い垂直線を示し、それぞれに 0, 10 とラベルをつけた。左端の下には「全く予測しない」という文字を、右端の下には「完全に予測する」という文字を記した。評定用紙の中央にはその対象となるボタンの種類を示しており、被験者にはボタン一つにつき 1 枚、フェイズ 1 では 3 枚、フェイズ 2 では 4 枚の評定用紙にそれぞれのボタンが警報機の状態を予測する程度を記入することを求めた。各ボタンについての評定は被験者が鉛筆で尺度に縦線を記入することによって行った。被験者が 1 から 3, あるいは 1 から 4 までの順番で、全ての尺度に縦線を記入することによって評定値が確定し、評定試行が終了した。

(6) **結果の処理** 実験 1 と同様であった。

第 3 項 結果

(1) **2 間の等質性の検討** Figure 2-8 (73 頁) の左パネルは評定試行 1 にお

ける各手がかりの評定値，右パネルは評定試行 2 における各手がかりの評定値を示す。Figure 2-8 から明らかなように，評定試行 1 における P，C，U の評定値は群間で一致し，P と 10 との間にも大きな差はみられない。

評定試行 1 の評定値について群 (2) × 手がかり (3) の分散分析を行ったところ，手がかりの主効果 ($F = 41.77, df = 2/44, p < .001$) と群の主効果がみられたが ($F = 4.30, df = 1/22, p < .05$)，群と手がかりの交互作用はみられなかった ($F = 1.45, df = 2/44$)。手がかりの主効果の下位検定として，Ryan 法を用いた多重比較を行ったところ，C と U 以外の全ての組み合わせで有意な差がみられた。これらの事実は手がかりの評定の枠組みが統制されたこと，その在り方が群毎に異なっていたことを示唆している。

(2) 順行阻止の検討 Figure 2-8 から明らかなように，評定試行 2 における R の評定値は予測学習群では P よりも低く，C や U よりも高い。しかし，診断学習群では R と P の間に差はみられない。

評定試行 2 の評定値について群 (2) × 手がかり (4) の分散分析を行ったところ，手がかりの主効果 ($F = 32.19, df = 3/66, p < .001$)，群と手がかりの交互作用がみられた ($F = 3.48, df = 3/66, p < .001$)。群の主効果はみられなかった ($F < 1, df = 1/22$)。群と手がかりの交互作用について単純主効果検定を行ったところ，

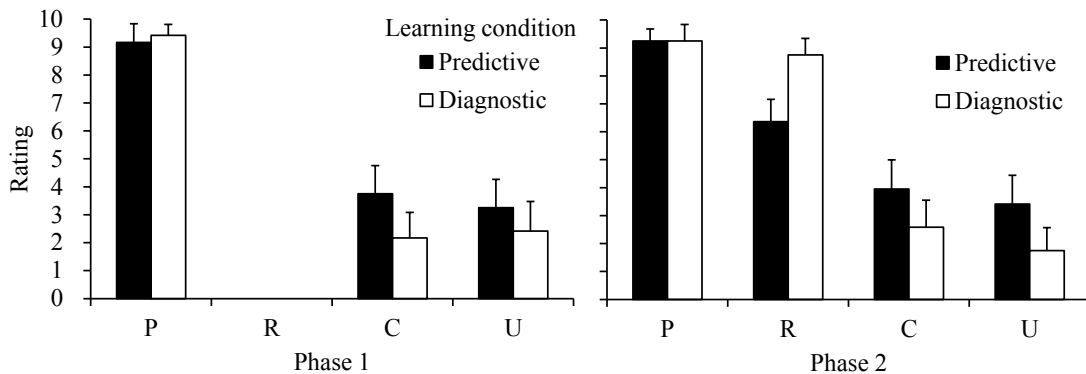


Figure 2-8. 各手がかりの平均評定値 (実験 2)。エラーバーは標準誤差を示す。

Rにおける群間が有意であり ($F = 4.76, df = 1/88, p < .05$), Cにおける群間が有意傾向であった ($F = 3.35, df = 1/88, p < .10$)。また, 各群における手がかりが有意であった ($F_s \geq 10.18, df_s = 3/66, ps < .001$)。各群における手がかりについて Ryan 法を用いた多重比較を行ったところ, 予測学習群では P と R に有意な差が, R と C, R と U には有意傾向がみられたが, 診断学習群では P と R には有意な差がみられなかった。また, 計画された比較として, R の群間に対応のない t 検定を行ったところ, 有意な差がみられた ($t = 2.24, df = 22, p < .05$)。これらの事実は予測学習群のみに順行阻止が生じたこと, それが部分阻止であることを示していた。

第 4 項 考察

実験 2 では Waldmann and Holyoak (1992) の実験 3 と同様の手続きを用いて, 手がかり競合の非対称性が再現されるか否か検討を行った。その結果, 予測学習群でのみ順行阻止が観察され, その強度が部分阻止であったことが示された。また, 診断学習群では順行阻止は観察されなかった。これらの結果は先行研究の知見が実験 2 でも再現されたことを示しており, 実験 2 で作成した実験課題が妥当であることを示している。また, 実験 2 では実験 1 と異なり, 手がかり競合の非対称性がみられたことから, 因果の知識の影響はカバーストーリーの種類によって異なることが示唆された。このことは, 結果について隠れた原因を想定するか否かが, 診断学習群で阻止が生じるための境界条件であることを示唆していた。なお, これらの事実は Waldmann and Holyoak (1992) など因果帰納モデルの予測と一致するものであり, Rescorla and Wagner (1972) や Van Hamme and Wasserman (1994) など連合形成モデルの予測に反するものであった。実験 3a では実験 2 の一般化可能性を検討するために, フェイズ 1 とフェイズ 2 を置換し, 逆行阻止が因果の知識により調整されるか否か, 実験を行う。

第 4 節 実験 3a : 因果の知識は逆行阻止を調整するか？

第 1 項 目的

実験 3a では実験 2 を拡張し、回顧的再評価の一種である逆行阻止が、因果の方向性に関する教示によって、群間で異なるか否かを検証した。具体的には、実験 2 のフェイズ 1 とフェイズ 2 を入れ替え、課題を再構築した (Table 2-2)。カバーストーリーは実験 2 と同様であった。もしも、Waldmann and Holyoak (1992) などの因果帰納モデルが示唆するように、手がかり競合の非対称性が頑健な現象であるならば、実験 3a では実験 2 と同様に逆行阻止の事態でも群間の非対称性がみられるはずである。

第 2 項 方法

(1) 被験者 24 名の大学生 (男子 12 名, 女子 12 名) であった。平均年齢は 20.3 歳 (19 歳~23 歳) であり、いずれの被験者も本実験で用いた実験課題、および類似の課題に関する先行経験はなかった。被験者は無作為に予測学習群と診断学習群の 2 群に半数ずつ割りあてた。

Table 2-2

Design of Experiment 3a, 3b, and 5

Phase 1	Rating 1	Phase 2	Rating 2
12PR $\bar{C}\bar{U}$ +		12P $\bar{C}\bar{U}$ +	
12PR $\bar{C}U$ +	P? R? C? U?	12P $\bar{C}U$ +	P? R? C? U?
12 $\bar{P}\bar{R}\bar{C}U$ -		12 $\bar{P}\bar{C}U$ -	
12 $\bar{P}\bar{R}\bar{C}\bar{U}$ -		12 $\bar{P}\bar{C}\bar{U}$ -	

Note : Letters indicate names of the cues. Numerals indicate numbers of the trials. “+” and “-” signs indicate presence and absence of the outcome, respectively.

(2) (3) 装置および手続き 教示の一部と試行の呈示順序を除き、実験 2 と同様であった。なお、予測学習群の教示で変更したのは次の下線部であった。その他の課題の流れやボタンの点灯色などの説明は、群間で共通であった。

①フェイズ 1 “ピーターとメアリーは同じ日に、銀行の中のある別々の部屋を警備する仕事を始めました。ピーターは A ルーム、メアリーは B ルームの担当です。午後には彼らは、警報器が作動しているか確認することを依頼されています。しかし、残念なことに、どのボタンを点灯させると警報器が作動するのか、誰も彼らに教えていませんでした。そこで、彼らはボタンを点灯させたり、消灯させたりして、警報機が作動するのか、試してみることにしました。”

②フェイズ 2 “メアリーが仕事を辞めてしまったため、ピーターは一人だけで警報機が作動しているか確認することにしました。メアリーの代わりが見つからなかったため、B ルームのボタンを押す人は誰もいませんでした。ピーターは、A ルームにあるどのボタンを点灯させると警報機が作動するのか、調べる努力を続けました。”

また、診断学習群で変更したのは次の部分であった。なお、実験 3 では下線部以外は群間で共通であるため、ここでは両方で異なる下線部のみを示した。

①フェイズ 1 “ピーターとメアリーは同じ日に、銀行の中のある別々の部屋を警備する 仕事を始めました。ピーターは A ルーム、メアリーは B ルームの担当です。午後には彼らは、警報器を作動させておくことを依頼されています。彼らは、警報機の状態が、特定のボタンによって示されることを知っています。しかし、残念なことに、どのボタンが警報器の作動を示すのか、誰も彼らに教えていませんでした。そこで彼らは、警報機を作動させたり、解除させたりして、それぞれの部屋のどのボタンが点灯しているのか、確認することにしました。”

②フェイズ 2 “メアリーが仕事を辞めてしまったため、ピーターは一人だけで警報機を作動させることにしました。メアリーの代わりが見つからなかったため、B ルームのボタンを確認する人は誰もいませんでした。ピーターは、A ルームにあるどのボタンを警報機の作動を示すのか、調べる努力を続けました。”

被験者が共通部分を含めた全ての教示を読んだ後、カバーストーリーの内容や実験手続きについて被験者が理解していることを確認した。

(4) **デザイン** 各フェイズは 48 試行の観察試行からなっており、フェイズ 1 では $\overline{PRCU}+$ と $PRCU+$ 、 $\overline{PRCU}-$ と $PRCU-$ を各 12 試行呈示し、フェイズ 2 では $\overline{PCU}+$ と $PCU+$ 、 $\overline{PCU}-$ と $PCU-$ を各 12 試行呈示した。また、フェイズ 1 の直後には評定試行 1 を挿入し、P, R, C, U のそれぞれの手がかりがどの程度結果を予測するかを訊ねた。フェイズ 2 の直後には評定試行 2 を挿入し、各手がかりがどの程度結果を予測するかを訊ねた。各手がかりのボタンへの割り当ては被験者間でカウンターバランスし、各試行の呈示順序は被験者間で無作為化した。各フェイズの終了後には評定試行と数分間の休憩を挿入した。

(5) **課題** 実験 2 と同様であった。

(6) **結果の処理** 評定試行 1 では群 (2) ×手がかり (4) の分散分析を行い、予測学習群と診断学習群の等質性を検証した。また、評定試行 2 では群 (2) ×手がかり (4) の分散分析を行い、計画された比較として各群における R に評定試行間に対応のある t 検定を行った。これらは各群で逆行阻止が生じたか否かを検証するために実施した。いずれの分析も有意水準は 5%であった。

第3項 結果

(1) 2間の等質性の検討 Figure 2-9の左パネルは評定試行1における各手がかりの評定値，右パネルは評定試行2における各手がかりの評定値を示す。Figure 2-9から明らかなように，評定試行1におけるP，R，C，Uの評定値は群間で一致し，PとRの評定値はCとUの評定値よりも大きい。

評定試行1の評定値について群(2)×手がかり(4)の分散分析を行ったところ，手がかりの主効果($F=31.04, df=3/66, p<.001$)がみられたものの，群の主効果($F<1, df=1/22$)や群と手がかりの交互作用($F<1, df=3/66$)はみられなかった。手がかりの主効果の下位検定として，Ryan法を用いた多重比較を行ったところ，PとRおよびCとU以外の全ての組み合わせで有意な差がみられた。これらの事実は手がかりの評定に関して2群が等質であったこと，また評定の枠組みが統制され，PとRに相互隠蔽が生じたことを示唆している。

(2) 逆行阻止の検討 Figure 2-9から明らかなように，評定試行2におけるRの評定値は予測学習群では評定試行1よりも低く，診断学習群では評定試行1との差はみられない。フェイズ2の評定値について群(2)×手がかり(4)の分散分析を行ったところ，手がかりの主効果がみられたが($F=45.39, df=3/66, p<.001$)，群の主効果($F<1, df=1/22$)と群と手がかりの交互作用($F=1.95, df=$

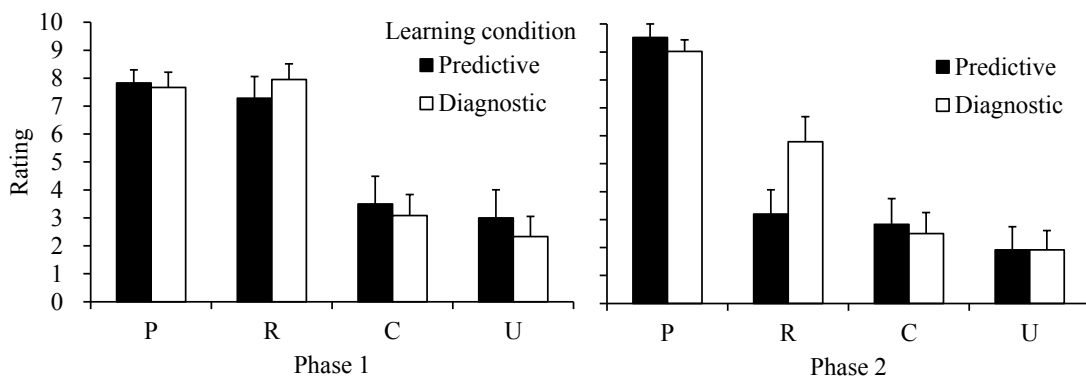


Figure 2-9. 各手がかりの平均評定値 (実験 3a). エラーバーは標準誤差を示す。

3/66) はみられなかった。手がかりの主効果の下位検定として Ryan 法を用いた多重比較を行ったところ, C と U 以外の全ての組み合わせで有意差がみられた。

また, R の評定値について群 (2) × 評定試行 (2) の分散分析を行ったところ, 評定試行の主効果 ($F = 17.99, df = 1/22, p < .001$) がみられ, 群の主効果 ($F = 3.79, df = 1/22, p < .10$) が有意傾向であった。群と評定試行の交互作用 ($F < 1, df = 1/22$) はみられなかった。計画された比較として, 予測学習群における評定試行間, および診断学習群における評定試行間に対応のある t 検定を行ったところ, それぞれ有意な差がみられた ($ts \geq 2.28, dfs = 11, ps < .05$)。また, 各群の R と C, あるいは R と U に対応のある t 検定を行ったところ, 予測学習群では有意な差はみられず ($ts < 1, dfs = 11$), 診断学習群ではともに有意な差がみられた ($ts \geq 2.51, dfs = 11, ps < .05$)。これらの事実は二つの群で逆行阻止が生じたこと, 予測学習群の逆行阻止が完全阻止であることを示していた。

第 4 項 考察

(1) 結果の要約 実験 3a では実験 2 のフェイズ 1 とフェイズ 2 を置換し, 因果の知識が逆行阻止を調整するか否かについて検討を行った。もしも, 因果帰納モデル (e.g., Waldmann & Holyoak, 1992) の予測が妥当であれば, 実験 3 でも群間で非対称性がみられ, 連合形成モデル (e.g., Van Hamme & Wasserman, 1994) の予測が妥当であれば, 非対称性はみられないはずである。その結果, 実験 3 では群間で非対称性がみとめられた。このことは前者の因果帰納モデルの予測を支持していると考えられた。しかしながら, 実験 3a では診断学習群で逆行阻止がみられ, また予測学習群の逆行阻止の強度は実験 2 よりも強い完全阻止であった。因果の教示によって R の評定値に違いがみられたという事実は, 因果モデル理論の予測と一致するが, 実験 3 の診断学習群で逆行阻止が生じたことは連合形成モデルの予測と一致すると考えられる。これらの点を考慮する

と、巨視的には因果帰納の考えが有力だと思われるが、微視的には連合形成の考えの方が有力な点も存在することになる。これらの結果は Waldmann & Holyoak (1992) とは異なっており、過去研究である Booth and Buehner (2007) の結果とは一致していた。

(2) 仮説 1: 教示仮説 しかしながら、実験 3a で実験 2 とは異なる結果が得られた背景には、フェイズの置換に伴う教示などの微細な変化があるのかも知れない。たとえば、実験 3a のフェイズ 2 の前には手がかり R が呈示されないことを強調するため、「メアリーが仕事を辞めた」旨の教示を各群共通に行った。このような教示の変更により、R の評定値が両群で低下したことは否定できない。この教示により、予測学習群では「フェイズ 2 ではボタン R が押されないこと」、診断学習群では「フェイズ 2 ではボタン R が点灯しないこと」、が強調された可能性がある。この場合、予測学習群のフェイズ 2 で観察した警報機の作動はボタン P に帰属できること(あるいはボタン R に帰属できないこと)が強調され、診断学習群では警報機が作動してもボタン R は点灯しないことが強調されることになる。前者は P や R の明瞭度が高まったこと、後者では R に消去が生じたこととして理解できるかも知れない。たとえば、実験 3a の予測学習群で強い逆行阻止が生じたのはフェイズ 2 で R が目立っていたため、診断学習群で弱い逆行阻止が生じたのはフェイズ 2 の R が消去されたため、といった認知的な解釈も考えられる。連合形成モデルや因果帰納モデルを用いた理論検証を行うためには、実験 3a で得られた結果が教示の変更によるアーティファクトであるか否かについて、検証を行う必要がある。

そのため、実験 3b では実験 3a の教示を変更し、逆行阻止がみられるか否かについて再度実験を行う。実験 3b では「フェイズ 2 では手がかり R は観察されなかっただけである」ということを強調するように教示を変更することで、

実験 3a でみられた判断の傾向, すなわち予測学習群の完全阻止と診断学習群の部分阻止は減弱することが予想される。すなわち, フェイズ 2 での手がかり R の存在を強調することで, 予測学習群では弱い逆行阻止が生じ, 診断学習群では逆行阻止は生じないはずである。もしも, 教示の変更により, 実験 3a の被験者が手がかり R という原因候補をフェイズ 2 で排除していたことが実験 3b で明らかになれば, 実験 3a の知見は実験 2 と矛盾するものではないことになる。

(3) 仮説 2: 評定仮説 また, 実験 3a で実験 2 と違う結果が得られたのは, フェイズ 2 では観察していない R に対して評定を求めたことがあるのかも知れない。たとえば, この実験 3a の課題では手がかり R に回顧的に推論を求めたことによって, R の評定値が低くなった可能性も否定できない。このことは, 実験 3a でみられた予測学習群や診断学習群での R の評定値の低下が, そこにあるはずの手がかりに評定を求めたことのアートیفクトであることを示唆する。この考えを検証するためには, 実験 3a とは異なる回顧的再評価の事態を用いた検討を行う必要がある。

そのため, 実験 4 では実験 3a のデザインを変更し, 因果の知識が隠蔽解除を調整するか否かについて検討を行う。隠蔽解除は逆行阻止とは違い, フェイズ 2 の経験によって R の評定値が増加する現象である。もしも, 実験 3a の評定試行 2 で, 観察していないはずの R に評定を求めたことにより逆行阻止様の傾向が生じたのであれば, 実験 4 では隠蔽解除の現象は生じないはずである。一方, 実験 3a における各群の R の評定値の低下が, 評定手続きによるアートیفクトでないならば, 実験 4 では実験 2 と同様に群間の非対称性がみられることが予想される。

第 5 節 実験 3b：因果の知識は逆行阻止を調整する

第 1 項 目的

実験 3b では実験 3a の教示を変更し、回顧的再評価の事態である逆行阻止が、因果の方向性に関する教示によって群間で異なるか否かを検証した。実験 3b では実験 3a と同様のカバーストーリーとデザインを用いた。もしも、実験 3a でみられた予測学習群と診断学習群の評定値の低下が、フェイズ 2 で「メアリーが仕事を辞めた」旨の教示によるものであれば、この部分を変更することで、それらの傾向が消失するはずである。そのため、実験 3b のフェイズ 2 では手がかかり R は除去されたのではなく、外見上みられないだけであることを強調した。この操作により、実験 3b では実験 2 と同様の非対称性がみられるはずである。

第 2 項 方法

(1) 被験者 24 名の大学生および大学院生 (男子 12 名, 女子 12 名) であった。平均年齢は 22.0 歳 (20 歳～24 歳) であり、いずれの被験者も本実験で用いた実験課題、および類似の課題に関する先行経験はなかった。被験者は無作為に予測学習群と診断学習群の 2 群に半数ずつ割りあてた。

(2) (3) 装置および手続き 教示の一部を除き、実験 3a と同様であった。なお、予測学習群の教示で変更したのは、フェイズ 2 における以下の部分であった。その他の部分は実験 3a と共通であった。

“メアリーと連絡が取れなくなってしまったため、ピーターは一人だけで警報機が作動しているか確認することにしました。メアリーとの連絡ができなくなったため、B ルームのボタンを確認することはできませんでした。ピーターは、A ルームにあるどのボタンを点灯させると警報機が作動するのか、調べる努力を続けました。”

また、診断学習群で変更したのは次の下線部であった。

“メアリーと連絡が取れなくなってしまったため、ピーターは一人だけで 警報機を作動させることにしました。メアリーの代わりが見つからなかったため、B ルームのボタンを確認する人は誰もいませんでした。ピーターは、A ルームにあるどのボタンを警報機の作動を示すのか、調べる努力を続けました。”

被験者がこれらや共通部分の教示を読んだ後、カバーストーリーの内容や実験手続きについて被験者が理解していることを確認した。

(4) (5) (6) デザインおよび課題、結果の処理 実験 3a と同様であった。

第 3 項 結果

(1) 2 間の等質性の検討 Figure 2-10 の左パネルは評定試行 1 における各手がかりの評定値、右パネルは評定試行 2 における各手がかりの評定値を示す。Figure 2-10 から明らかなように、評定試行 1 における P, R, C, U の評定値は群間で一致し、P と R の評定値は C と U の評定値よりも大きい。

評定試行 1 の評定値について、群 (2) × 手がかり (4) の分散分析を行ったところ、手がかりの主効果 ($F = 60.56, df = 3/66, p < .001$) がみられたものの、群の主効果 ($F < 1, df = 1/22$) と群と手がかりの交互作用 ($F < 1, df = 3/66$) はみ

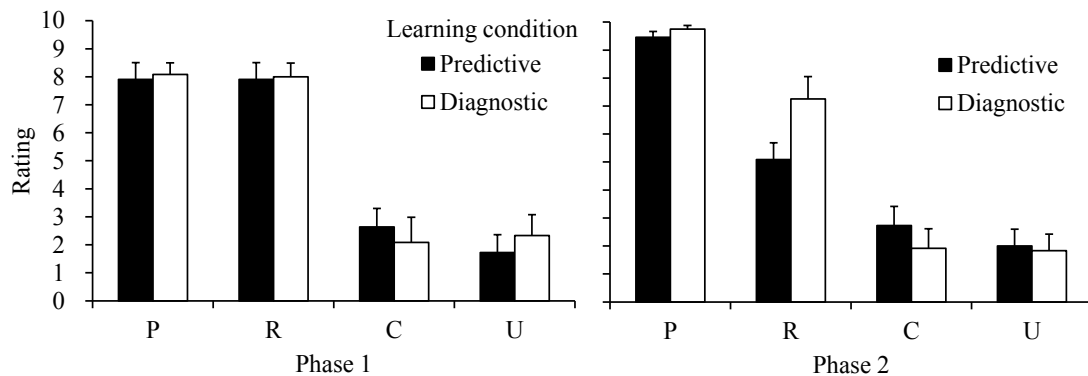


Figure 2-10. 各手がかりの平均評定値 (実験 3b). エラーバーは標準誤差を示す。

られなかった。手がかりの主効果の下位検定として、Ryan 法を用いた多重比較を行ったところ、P と R および C と U 以外の全ての組み合わせで有意な差がみられた。これらの事実は手がかりの評定に関して 2 群が等質であったこと、評定の枠組みが統制され、P と R に相互隠蔽が生じていたことを示唆している。

(2) 逆行阻止の検討 Figure 2-10 (83 頁) から明らかなように、評定試行 2 における R の評定値は予測学習群では評定試行 1 よりもやや高く、診断学習群では評定試行 1 との差はみられない。評定試行 2 の評定値について群 (2) × 手がかり (4) の分散分析を行ったところ、手がかりの主効果がみられたものの ($F = 73.19, df = 3/66, p < .001$), 群の主効果はみられなかった ($F = 1.03, df = 1/22$)。群と手がかりの交互作用は有意傾向であった ($F = 2.59, df = 3/66, p < .10$)。手がかりの主効果の下位検定として、Ryan 法を用いた多重比較を行ったところ、C と U 以外の全ての組み合わせで有意な差がみられた。

また、R の評定値について群 (2) × 評定試行 (2) の分散分析を行ったところ、評定試行の主効果 ($F = 13.42, df = 1/22, p < .01$) と群と評定試行の交互作用 ($F = 4.38, df = 1/22, p < .05$) がみられた。群の主効果はみられなかった ($F = 2.67, df = 1/22$)。計画された比較として、予測学習群における評定試行間、および診断学習群における評定試行間に対応のある t 検定を行ったところ、前者では有意な差がみられたものの ($t = 3.62, df = 11, p < .01$), 後者では有意な差はみられなかった ($t = 1.29, df = 11$)。これらの事実は予測学習群でのみ逆行阻止が生じたことを示しており、実験 3b でも群間の非対称性が生じたことを示唆していた。

第 4 項 考察

(1) 結果の要約 実験 3b では実験 3a の教示を変更し、因果の知識が逆行阻止を調整するか否か検討を行った。その結果、実験 3b では実験 3a とは異なり、

予測学習群でのみ逆行阻止がみられ、診断群では逆行阻止はみられなかった。また、予測学習群の逆行阻止の強度は部分阻止であった。これらの知見は、実験 3a での各群のフェイズ 2 における R の評定値の減少が、実験 2 から 3a への教示の変更によるという、教示仮説（仮説 1）が正しいことを示していた。

（2）**仮説 1：教示仮説** 実験 3a のフェイズ 2 では「メアリーが仕事を辞めた」旨の教示を、実験 3b では「メアリーと連絡がとれなくなった」旨の教示を行った。前者の教示は、予測学習群ではフェイズ 2 でボタン R が押されなかったこと、あるいはボタン R が点灯しなかったことを意味するが、後者の教示ではボタン R の操作や確認の作業が外見上見えなかったことが強調されており、含意する内容が大きく異なっている。たとえば、実験 3a ではこのような表現の違いによって、予測学習群と診断学習群の R に消去のような傾向が混入し、実験 3b には混入しなかったのかも知れない。これらの事実は、過去研究である Booth and Buehner (2007) にはない新しい知見であり、逆行阻止が因果の知識により調整されることを示していた。また、その過程は Van Hamme and Wasserman (1994) などの連合形成モデルではなく、Waldmann and Holyoak (1992) などの因果帰納モデルによって包括的に理解できることを示唆していた。

（3）**仮説 2：評定仮説** 実験 4 では実験 3b のデザインを一部変更し、因果の知識が隠蔽解除を調整するか否かについて検討を行う。隠蔽解除は逆行阻止とは違い、フェイズ 2 の経験によって R の評定値が増加する現象である。もしも、実験 3b でみられた群間の非対称性が一般的なものならば、回顧的再評価の事態である隠蔽解除でも同様の傾向がみられるはずである。しかし、実験 3a で指摘したように、手がかり R に回顧的推論を求めたこと自体で評定値が低下するならば隠蔽解除は生じず、むしろ逆行阻止様の傾向がみられるはずである。

第 6 節 実験 4：因果の知識は隠蔽解除を調整する

第 1 項 目的

実験 4 では実験 3b のデザインを変更し、回顧的再評価の一種である隠蔽解除が、因果の方向性に関する教示によって群間で異なるか否かを検証した。具体的には、フェイズ 2 の強化試行と非強化試行の内容を逆転させた (Table 2-3)。もしも、回顧的推論を求めること自体が R への評定値を減少させるのであれば (仮説 2：評定仮説)、実験 4 ではどちらの群でも隠蔽解除は生じず、むしろ逆行阻止様の傾向が生じることが予想される。

第 2 項 方法

(1) 被験者 24 名の大学生 (男子 12 名, 女子 12 名) であった。平均年齢は 20.9 歳 (18 歳~23 歳) であり、いずれの被験者も本実験で用いた実験課題、および類似の課題に関する先行経験はなかった。被験者は無作為に予測学習群と診断学習群の 2 群に半数ずつ割りあてた。

(2) (3) 装置および手続き デザインを除いて、実験 3b と同様であった。

Table 2-3
Design of Experiment 4

Phase 1	Rating 1	Phase 2	Rating 2
12PR \bar{C} \bar{U} +		12P \bar{C} \bar{U} -	
12PR \bar{C} U+	P? R? C? U?	12P \bar{C} U-	P? R? C? U?
12 \bar{P} \bar{R} \bar{C} U-		12 \bar{P} \bar{C} U+	
12 \bar{P} \bar{R} \bar{C} \bar{U} -		12 \bar{P} \bar{C} \bar{U} +	

Note: Letters indicate names of the cues. Numerals indicate numbers of the trials. “+” and “-” signs indicate presence and absence of the outcome, respectively.

(4) **デザイン** 各フェイズは 48 試行の観察試行からなっており、フェイズ 1 では $\overline{PRC}U+$, $\overline{PRC}U+$, $\overline{PRC}U-$, $\overline{PRC}U-$ を各 12 試行呈示し、フェイズ 2 では $\overline{PC}U-$, $\overline{PC}U-$, $\overline{PC}U+$, $\overline{PC}U+$ を各 12 試行呈示した。また、フェイズ 1 の直後には評定試行 1 を挿入し、P, R, C, U のそれぞれの手がかりがどの程度結果を予測するかを訊ねた。フェイズ 2 の直後には評定試行 2 を挿入し、各手がかりがどの程度結果を予測するかを訊ねた。各手がかりのボタンへの割り当ては被験者間でカウンターバランスし、各試行の呈示順序は被験者間で無作為化した。各フェイズの終了後には評定試行と数分間の休憩を挿入した。

(5) (6) **課題および結果の処理** 実験 3a や 3b と同様であった。

第 3 項 結果

(1) **2 間の等質性の検討** Figure 2-11 の左パネルは評定試行 1 における各手がかりの評定値、右パネルは評定試行 2 における各手がかりの評定値を示す。Figure 2-11 から明らかなように、評定試行 1 における P, R, C, U の評定値は群間で一致し、P と R の評定値と C と U の評定値の間には差がみとめられる。評定試行 1 の評定値について群 (2) × 手がかり (4) の分散分析を行ったところ、

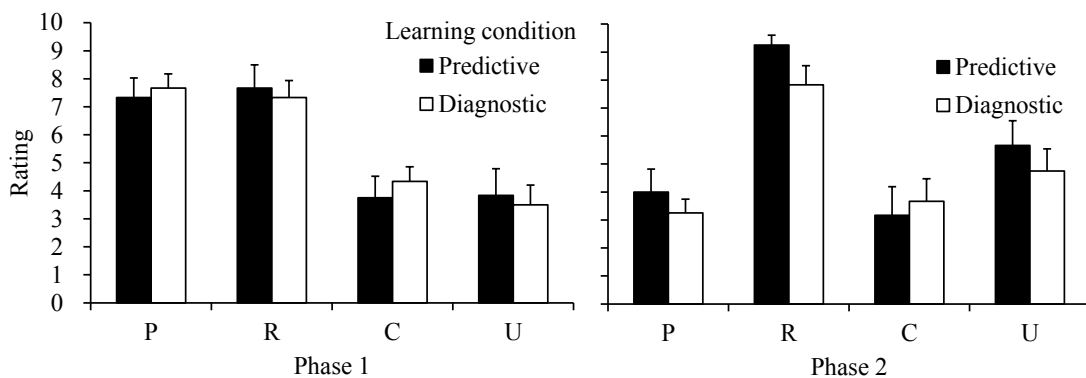


Figure 2-11. 各手がかりの平均評定値 (実験 4). エラーバーは標準誤差を示す.

手がかりの主効果 ($F = 17.06, df = 3/66, p < .001$) がみられたものの、群の主効果 ($F < 1, df = 1/22$) や群と手がかりの交互作用 ($F < 1, df = 3/66$) はみられなかった。手がかりの主効果の下位検定として、Ryan 法を用いた多重比較を行ったところ、P と R および C と U 以外の全ての組み合わせで有意な差がみられた。これらの事実は手がかりの評定に関して 2 群が等質であったこと、評定の枠組みが統制され、P と R に相互隠蔽が生じていたことを示唆している。

(2) 隠蔽解除の検討 Figure 2-11 (87 頁) から明らかのように、評定試行 2 における R の評定値は予測学習群では評定試行 1 よりもやや高く、診断学習群では評定試行 1 との差はみられない。評定試行 2 の評定値について群 (2) × 手がかり (4) の分散分析を行ったところ、手がかりの主効果がみられたものの ($F = 17.88, df = 3/66, p < .001$)、群の主効果 ($F = 1.99, df = 1/22$) と群と手がかりの交互作用 ($F < 1, df = 3/66$) はみられなかった。手がかりの主効果の下位検定として、Ryan 法を用いた多重比較を行ったところ、C と U 以外の全ての組み合わせで有意な差がみられた。

また、R の評定値について群 (2) × 評定試行 (2) の分散分析を行ったところ、評定試行の主効果に有意傾向がみられ ($F = 3.68, df = 1/22, p < .10$)、群の主効果 ($F = 1.46, df = 1/22$) と群と評定試行の交互作用 ($F < 1, df = 1/22$) はみられなかった。計画された比較として、予測学習群における評定試行間、および診断学習群における評定試行間に対応のある t 検定を行ったところ、前者では有意な差がみられたものの ($t = 2.23, df = 11, p < .05$)、後者では有意な差はみられなかった ($t = 1.48, df = 11$)。これらの事実は予測学習群でのみ隠蔽解除が生じたことを示しており、実験 4 でも群間で非対称性が生じたことを示唆していた。

第 4 項 考察

実験 4 では実験 3b のデザインを変更し、因果の知識が隠蔽解除を調整するか否か検討を行った。その結果、実験 4 では実験 3b と同様に、予測学習群のみで隠蔽解除がみられ、診断学習群では隠蔽解除はみられなかった。このように因果の教示により、隠蔽解除に違いがみられたという事実は、過去研究 (e.g., Booth & Buehner, 2007) にはない新しい知見であり、実験 2 や 3b と同様、連合形成モデルというよりは、むしろ因果モデル理論による予測と一致するものであった。また、実験 4 の結果から、実験 3a でみられた各群のフェイズ 2 における R の評定値の減少が、観察していない手がかりに評定を求めたことによるのではないことが確認された。すなわち、評定仮説 (仮説 2) が正しくないことが示された。

以上のように、これまでで実施した実験から、(1) 手がかり競合の非対称性が頑健な現象であること、(2) 因果帰納モデルのみで実験 1 から実験 4 までの結果が説明できること、がそれぞれ示された。これらの事実は Waldmann and Holyoak (1992) の報告以降、当該領域でなされてきた因果の枠組みを巡る論争 (e.g., Arcediano et al., 2005; Booth & Buehner, 2007; Matute et al., 1996; Price & Yates, 1995; Waldmann, 2000, 2001; Waldmann & Walker, 2005) を決着するものであり、ヒトが因果性に敏感である可能性を支持している。また、因果帰納モデルや命題推論モデルなどの認知的な立場を支持している。当該領域での研究論文は、単一理論の検証についてのものが多いが、上で述べたように既に確立された理論やモデルの比較を行うこともまた、人間行動を理解するために重要な視点だと考えられる。続く実験 5 では逆行阻止の現象について再度実験を行い、実験 3b の知見が再現されるか否かを検討する。また、その過程でどのような情報処理が行われているかを明らかにするために、事象関連 fMRI を用いて神経基盤を調査する。

第 7 節 実験 5：因果の知識は逆行阻止を調整する—fMRI 研究

第 1 項 目的

過去研究として Corlett et al (2004) は、手がかりを食物、結果をアレルギー反応とした随伴性判断の実験を行い、回顧的再評価の生起に関して右側の前頭前野や腹側線条体といった予測誤差に関連する部位が賦活することが示されている¹⁷。予測誤差の概念は連合形成モデルとの関連が深く (e.g., Rescorla & Wanger, 1972; Van Hamme & Wasserman, 1994), ドーパミン神経系の挙動を予測する枠組みとして有効とされてきた (e.g., Schultz & Dickinson, 2000)。

ところで、彼らの実験課題は食物を原因候補、アレルギー反応をその結果とした、予測学習のカバーストーリー的一种とみなすことができる。この事態で回顧的再評価がみられることは、Waldmann and Holyoak (1992) などの認知的な考えとは矛盾しないものの、その過程で予測誤差と関連する部位が賦活するという事実は、彼らが仮定した情報処理様式とは異なるアルゴリズムの存在を示唆している。実験 5 では実験 3b にもとづき、回顧的再評価の一種である逆行阻止が、因果の方向性に関する教示によって群間で異なるか否かを検証する (Table 2-2, 75 頁)。また、事象関連 fMRI を併用することで、逆行阻止の現象とその非対称性のメカニズムについて接近することを試みた。

第 2 項 方法

(1) **被験者** 24 名の大学生および大学院生 (男子 12 名, 女子 12 名) であった。平均年齢は 23.6 歳 (21 歳~27 歳) であり、いずれの被験者も本実験で用いた実験課題, および類似の課題に関する先行経験はなかった。被験者は無作為に予測学習群と診断学習群の 2 群に半数ずつ割りあてた。

¹⁷ Corlett et al (2004) の行動データでは隠蔽解除は示されたが、逆行阻止は示されなかった。この研究では回顧的再評価と「驚き」の関連を検証することに焦点が当てられており、逆行阻止や隠蔽解除の現象を、隠蔽などの統制条件と比較、効果検証することに重きを置いていない。

(2) (3) **装置および手続き** 実験課題のカバーストーリーや内容を除き、実験 3b と同様であった。実験 5 では被験者を実験室内の MRI 装置 (Achieva 1.5T Philips 社製) に搬入した後、教示文を PC と投影機によって眼前に描写した。教示内容は予測学習群と診断学習群で異なり、それらを被験者に示しながら、実験者が口頭で読み上げた。実験 5 で用いた教示は実験 3b とほぼ同じであったが、課題の変更に伴って Yes/No 反応に関する部分を変更した点で異なっていた。

(4) **デザイン** 実験 3b と同様であった。

(5) **課題** 実験 3b とほぼ同様であったが、実験実施上の制約のため、Yes/No 反応を求めない課題に変更した。具体的には、被験者は PC 上のディスプレイに表示されるボタンの点灯と、警報機の状態の関係を観察した。実験課題はコンピュータを用いたビデオゲームの形態であり、観察試行と評定試行の 2 種類の試行からなっていた。実験開始後、画面上ではボタンの点灯に引き続き、警報機の状態を呈示した。被験者はこのような試行を何回か観察した後、ボタンの点灯が警報機の状態を予測するか否かについての評定を行った。ボタンは全部で 4 種類あり、それぞれ単独で呈示あるいは 2 種類の組み合わせで呈示した。

観察試行では最初、画面中央に 1 本の水平線が引かれており、その水平線より上半分を A ルームの区画とした (Figure 2-12, 92 頁)。区画内には、緑または青で塗り潰されたテキストボックス (縦 3.3 cm, 横 6.0 cm) を 4 つ等間隔に配置した。ボックスの内側には 1 から 4 までの数字を左から順に表示した。フェイズ 2 ではこれらに加えて、画面の下半分に B ルームの区画を加え、4 という数字を表示したボックスを一つ配置した。実験の開始後は、ボタンを示すボックスが緑 (i.e., 点灯) または青 (i.e., 消灯) に変化し、その後は画面中央に結果の有無が書かれた画面を呈示した。

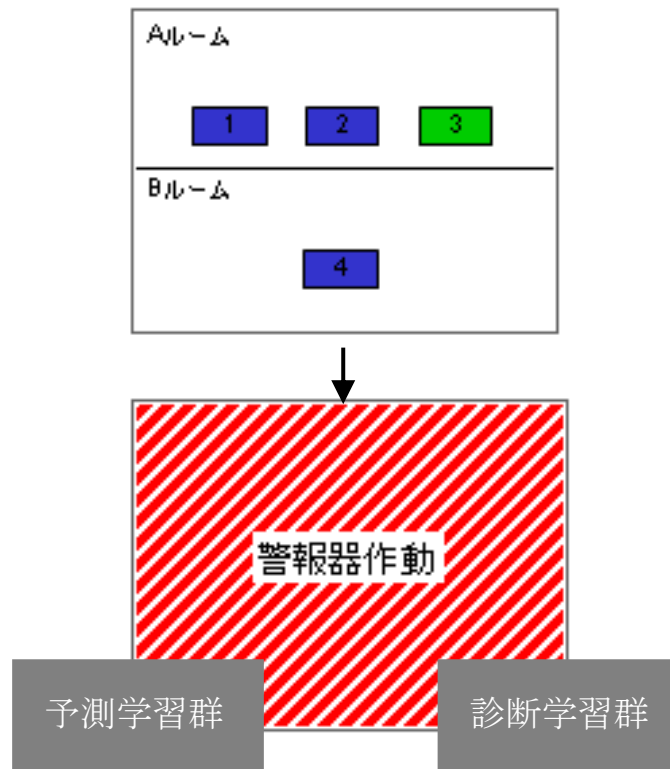


Figure 2-12. 実験課題の一例（実験 5 のみ）。先行事象と後続事象は予測学習群と診断学習群で共通している。被験者は課題実施前、あらかじめ因果の方向性を教示される。

手がかりと結果はそれぞれ 3 秒ずつ呈示し，試行間隔は特に設けなかった。評定試行では被験者を MRI 装置，および実験室外に移動させ，被験者に評定用紙が手渡しされた。評定用紙の内容は実験 2 から実験 4 までと共通であった。

（6）**反応記録** 被験者を MRI 装置に入れ，脳血流動態を測定した。その際は被験者に貴金属類を体から取り外し，検査着に着替えるよう依頼した。なお，脳画像の撮像には，兵庫県立西播磨総合リハビリテーションセンターの所有する，1.5 テスラ MRI 装置 (Achiva 1.5T MRI Scanner PHILIPS 社製) を用いた¹⁸。

¹⁸ 実験 5 の実施については，兵庫県立西播磨総合リハビリテーションセンターの植月静先生，柿木達也先生，横山和正先生の協力を得た。また，MRI の撮像に関しては，同センターの宗佐郁先生と田中修也先生の支援を得た。ここに記して感謝する。

撮像シーケンスはグラディエントエコー (gradient , GRE) 法に属する FFE (fast field echo) であった。撮像パラメーターのうち、繰り返し時間 (repetition time, TR) は 3000ms, エコータイム (echo time, TE) は 50ms, スライス厚 (thickness) は 4mm, スライス間ギャップ (gap) は 0mm, 計測視野 (field of view, FOV) は 192mm×192mm, マトリクスサイズ (matrix size) は 64×64, スライス枚数 (slices) は 30 枚, スライス方向 (direction) は transverse, フリップ角度 (flip angle, FA) は 90deg, 解像度 (in-plane resolution) は 3×3 mm, バンド幅 (band width) は 1711.2Hz, 加算回数 (number of excitation, NEX) は 1 回であった。統計解析には MATLAB 7.0.4 (MathWorks 社製), および解析ソフト SPM 8 (ロンドン大学製) と MarsBar を用いた。撮像画像の下処理は, 菊池・妹尾・安保・渡邊・米本・大場・新見・山田 (2012) を参考に行った。課題開始前には脳構造画像を撮影し, 終了後に教示と課題を行った。各フェイズが終了すると被験者を実験室の外へ出し, 随伴性の評定を求めた。

(7) **結果の処理** fMRI データに関しては, 全体脳 (whole brain) と関心領域 (region of interest, ROI) の解析を行った。全体脳については群 (2) ×フェイズ (2) ×手がかり (4) の 3 要因 FFA (full factorial analysis) を行い, これらの 2 次の交互作用がみられた部位を求めた (uncorrected, $p < .005$)。この分析は課題内容の変化に応じて賦活した脳部位を抽出するために行った。また, 関心領域については FFA で有意であった部位について各観察試行の賦活量を求めた。この分析は各観察試行において強化や消去をはじめ, 予測誤差と関連する活動がそれぞれの部位でみられたか否かを確認するために実施した。行動データである評定値については, 群 (2) ×評定試行 (2) ×手がかり (4) の 3 要因分散分析を行い, 5%水準で有意になるか否かを検討した。

第3項 結果

(1) 行動データ (評定値) Figure 2-13 の左パネルは評定試行 1 における各手がかりの評定値, 右パネルは評定試行 2 における各手がかりの評定値を示す。Figure 2-13 から明らかなように, 評定試行 1 における P, R, C, U の評定値は群間で一致した。また, P と R の評定値と C と U の評定値の間には大きな差がみられた。評定値について群 (2) × 評定試行 (2) × 手がかり (4) の分散分析を行ったところ, 手がかりの主効果 ($F = 62.57, df = 3/66, p < .001$), 評定試行と手がかりの交互作用 ($F = 14.11, df = 3/66, p < .001$), 群と評定試行と手がかりの 2 次の交互作用 ($F = 6.03, df = 3/66, p < .01$) がみられた。2 次の交互作用について単純交互作用の分析を行ったところ, R における群と評定試行 ($F = 11.74, df = 1/88, p < .001$), および各群における評定試行と手がかり ($F_s \geq 5.44, df_s = 3/66, ps < .01$) が有意であった。R における群と評定試行の単純交互作用について, 単純・単純主効果の分析を行ったところ, 評定試行 2 における R にのみ群間で差がみられた ($F = 4.26, df = 1/176, p < .05$)。これらの事実は評定試行 1 の手がかりの評定に関して 2 群が等質であったこと, 評定試行 2 では予測学習群の R には逆行阻止が生じ, その強度が部分阻止であったことを, それぞれ示している。予測学習群に弱い逆行阻止が生じ, 診断学習群では逆行阻止が生じなかったという事実は実験 3b と同様の知見であった。

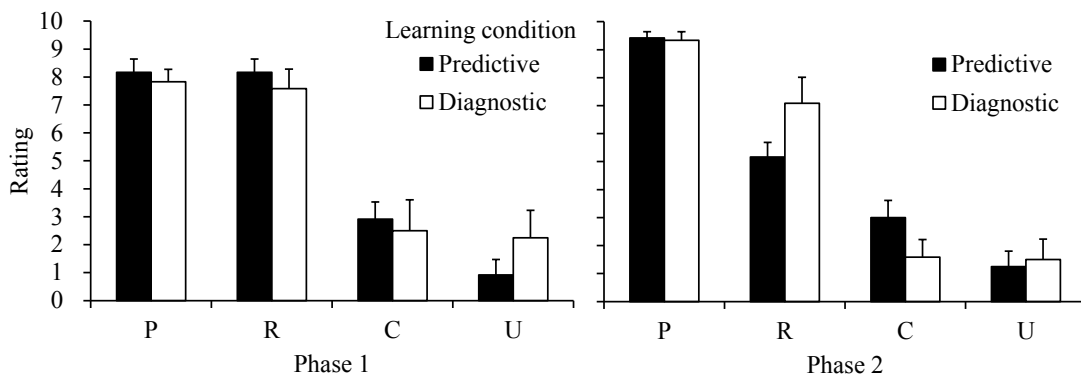


Figure 2-13. 各手がかりの平均評定値 (実験 5). エラーバーは標準誤差を示す。

(2) fMRI データ

①全体脳 Table 2-4 と Figure 2-14 (96 頁) は FFA の結果, 課題全体で脳血流動態が変化した部位を示している。なお, Table 2-4 には賦活した部位のうち, 白質 (神経線維) に相当する部分を除外し, 灰白質 (神経細胞) のみを記載した。Table 2-4 と Figure 2-14 (96 頁) から明らかなように, 全体脳では左半球よりも右半球で賦活した部位は多く, またその内訳は前頭前野 (frontal gyrus) や線条体の一部である尾状核 (caudate), また扁桃体 (amygdala) や島 (insula) など, 予測誤差や情動に関連する部位で顕著であった。これらの事実は, 評定値データで因果の非対称性がみられた背景に, 予測誤差や情動のメカニズムが関与していた可能性を示している。また, これらの結果は過去研究である Corlett et al. (2004) の知見を支持しており, 逆行阻止の生起と報酬系の働きが密接であることを示唆していた。

Table 2-4

Results of Full Factorial Design Analysis

MNI XYZ	Zscore	Cerebrum Lobe	Region	Matter	Area
56 -34 4	3.16	Right	Temporal Middle Temporal Gyrus	Gray	Brodmann area 22
24 56 4	4.62	Right	Frontal Superior Frontal Gyrus	Gray	Brodmann area 10
22 16 60	3.94	Right	Frontal Middle Frontal Gyrus	Gray	Brodmann area 6
30 28 56	3.70	Right	Frontal Superior Frontal Gyrus	Gray	Brodmann area 8
-16 -8 26	3.61	Left	Sub-lobar Caudate	Gray	Caudate Body
-20 -4 -22	3.58	Left	Limbic Parahippocampal Gyrus	Gray	Amygdala
42 -60 48	3.07	Right	Parietal Inferior Parietal Lobule	Gray	Brodmann area 40
0 6 -12	3.39	Left	Limbic Anterior Cingulate	*	*
10 -18 70	3.55	Right	Frontal Superior Frontal Gyrus	Gray	Brodmann area 6
-56 4 -22	3.38	Left	Temporal Middle Temporal Gyrus	Gray	Brodmann area 21
58 10 38	3.35	Right	Frontal Middle Frontal Gyrus	Gray	Brodmann area 9
8 38 24	3.33	Right	Limbic Anterior Cingulate	Gray	Brodmann area 32
36 -26 -6	3.29	Right	Sub-lobar Caudate	Gray	Caudate Tail
2 20 44	3.25	Right	Limbic Cingulate Gyrus	*	*
44 12 6	3.11	Right	Sub-lobar Insula	Gray	Brodmann area 13

Height threshold: $F = 4.43, p < 0.005$ (uncorrected); Degrees of freedom = [3.0, 176.0].

Extent threshold: $k = 20$ voxels; FWHM = 8.7 8.7 8.7 mm mm mm; 4.3 4.3 4.4 {voxels}.

Expected voxels per cluster: $\langle k \rangle = 10.016$; Volume: 1369344 = 171168 voxels = 1934.7 resels.

Expected number of clusters: $\langle c \rangle = 25$; Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; resels = 81.92.

FWEp: 11.728, FDRp: Inf.

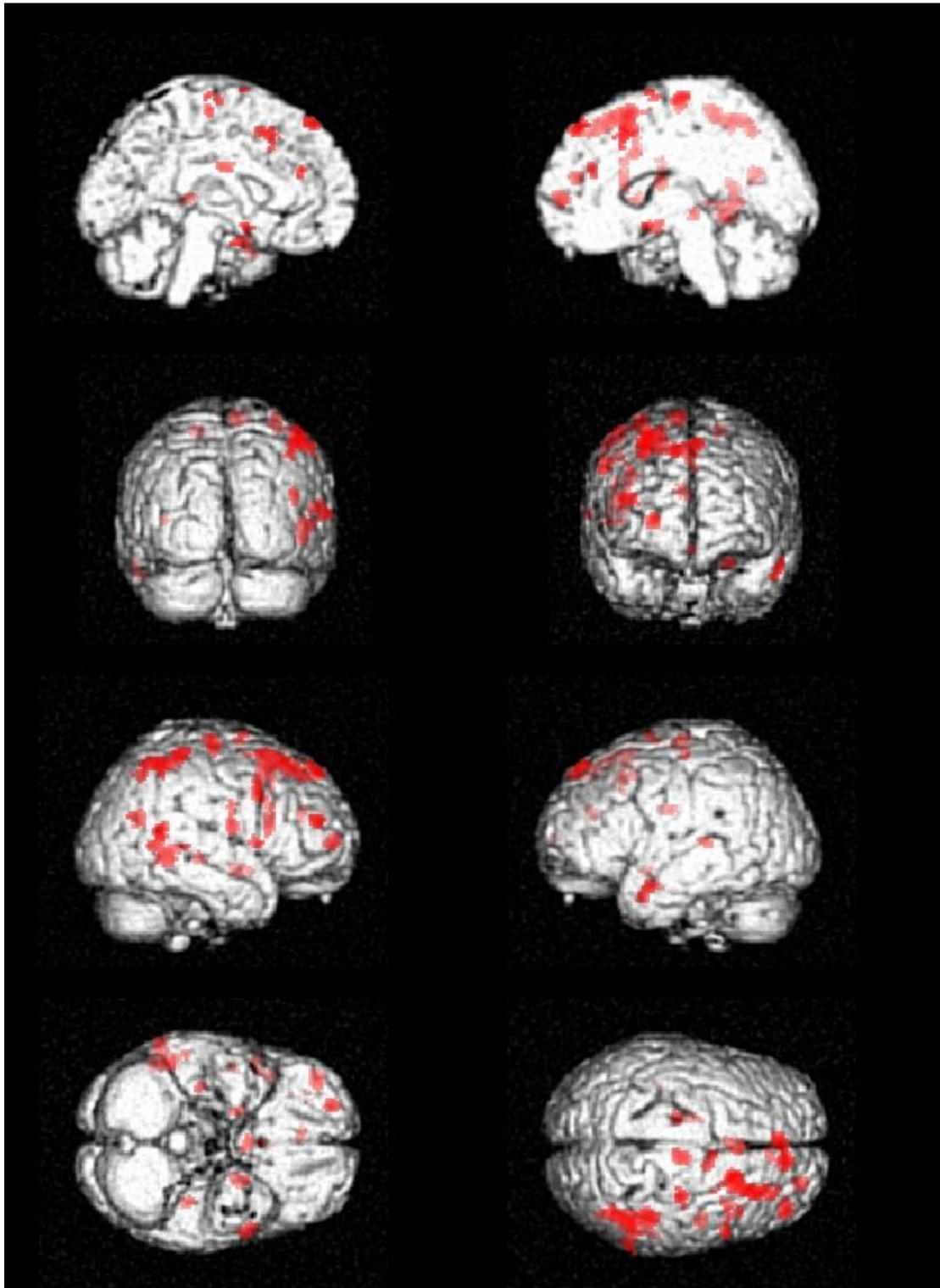


Figure 2-14. 全体脳分析 (i.e., FFA) の結果。全体的に左半球よりも右半球で賦活した部位が多い。また、最上段で示されているように、大脳皮質だけでなく、大脳基底核に属する部位の賦活も顕著にみられる。

②関心領域 1 Figure 2-15 と Figure 2-16 は FFA を行ったところ、課題内容の変更に応じて脳血流動態が変化した右側前頭前野の位置と各観察試行の賦活量を示している。

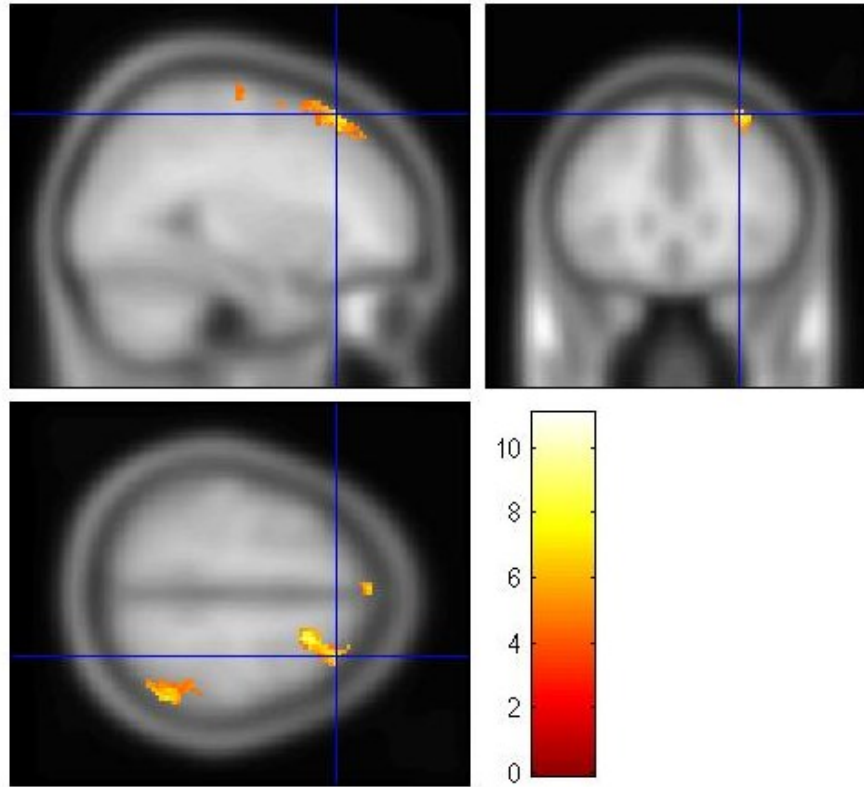


Figure 2-15. ROI の対象とした右側前頭前野 (x, y, z = 30, 28, 56). Corlett et al. (2004)

でみられた賦活領域に近似している。

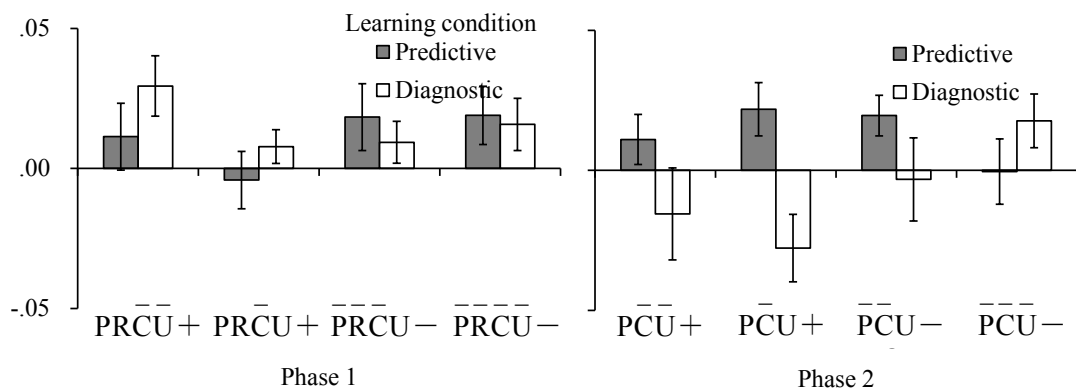


Figure 2-16. 右側前頭前野 (x, y, z = 30, 28, 56) の観察試行における平均賦活量. エラーバーは標準誤差を示す. アルファベットは手がかりの種類を, 正負号は結果を示す.

Figure 2-16 (97 頁) の左パネルはフェイズ 1 における各観察試行の賦活量，右パネルはフェイズ 2 における各手がかりの評定値を示す。Figure 2-16 (97 頁) から明らかなように，フェイズ 1 でいずれの観察試行でも群間に差はみられない。しかし，フェイズ 2 では $\bar{PCU}+$ と $\bar{PCU}+$ において，予測学習群では診断学習群よりも大きな賦活がみられた。

右側前頭前野 ($x, y, z = 30, 28, 56$) の賦活量について，群 (2) × フェイズ (2) × 手がかり (4) の分散分析を行ったところ，手がかりの主効果 ($F = 3.67, df = 1/22, p < .10$) とフェイズと手がかりの交互作用 ($F = 2.44, df = 3/66, p < .10$) が有意傾向であり，群とフェイズと手がかりの 2 次の交互作用 ($F = 6.90, df = 3/66, p < .01$) がみられた。2 次の交互作用について単純交互作用の分析を行ったところ， $\bar{PRC}\bar{U}+$ ($\bar{PC}\bar{U}+$)， $\bar{PRC}\bar{U}+$ ($\bar{PC}\bar{U}+$)， $\bar{PRC}\bar{U}-$ ($\bar{PC}\bar{U}-$) における群とフェイズ ($F_s \geq 4.50, dfs = 1/88, ps < .05$) が有意であり，各群におけるフェイズと手がかり ($F_s \geq 2.44, dfs = 3/66, ps < .08$) が有意であった。 $\bar{PRC}\bar{U}+$ ($\bar{PC}\bar{U}+$)， $\bar{PRC}\bar{U}+$ ($\bar{PC}\bar{U}+$)， $\bar{PRC}\bar{U}-$ ($\bar{PC}\bar{U}-$) における群とフェイズの単純交互作用について，単純・単純主効果の分析を行ったところ，フェイズ 2 における $\bar{PC}\bar{U}+$ に群間で差がみられ ($F = 17.16, df = 1/176, p < .001$)，フェイズ 2 における $\bar{PC}\bar{U}+$ と $\bar{PC}\bar{U}-$ の群間が有意傾向であった ($F_s \geq 3.45, dfs = 1/176, ps < .10$)。これらの事実は右側前頭前野の活動に関して，フェイズ 1 の観察試行では 2 群が等質であったこと，フェイズ 2 では $\bar{PC}\bar{U}+$ と $\bar{PC}\bar{U}+$ など，R がない強化試行で予測学習群が診断学習群よりも顕著に賦活したことを，それぞれ示している。

③ 関心領域 2 Figure 2-17 (99 頁) は FFA を行ったところ，課題内容の変更に応じて脳血流動態が変化した左側尾状核の各観察試行の賦活量を示している。Figure 2-17 (99 頁) の左パネルはフェイズ 1 における各観察試行の賦活量，右パネルはフェイズ 2 における各手がかりの評定値を示す。図中の記号の意味は

②関心領域 1 と同様であった。Figure 2-17 から明らかなように、フェイズ 1 ではいずれの観察試行でも群間に差はみられないが、フェイズ 2 では $\bar{P}\bar{C}\bar{U}+$ と $\bar{P}\bar{C}U+$ で、予測学習群では診断学習群よりも大きな賦活がみられた。

左側尾状核 ($x, y, z = -16, -8, 26$) の賦活量について、群 (2) × フェイズ (2) × 手がかり (4) の分散分析を行ったところ、手がかりの主効果 ($F = 6.37, df = 1/22, p < .05$) がみられ、群とフェイズと手がかりの 2 次の交互作用 ($F = 5.39, df = 3/66, p < .01$) がみられた。2 次の交互作用について単純交互作用の分析を行ったところ、 $\bar{P}\bar{R}\bar{C}\bar{U}+$ ($\bar{P}\bar{C}\bar{U}+$) や $\bar{P}\bar{R}C\bar{U}+$ ($\bar{P}C\bar{U}+$) における群とフェイズの単純交互作用が有意であり ($F_s \geq 4.85, dfs = 1/88, ps < .05$)、予測学習群におけるフェイズと手がかりの単純交互作用が有意であった ($F = 4.77, df = 3/66, p < .01$)。 $\bar{P}\bar{R}\bar{C}\bar{U}+$ ($\bar{P}\bar{C}\bar{U}+$) と $\bar{P}\bar{R}C\bar{U}+$ ($\bar{P}C\bar{U}+$) における群とフェイズの単純交互作用について、単純・単純主効果の分析を行ったところ、フェイズ 2 における $\bar{P}\bar{C}\bar{U}+$ と $\bar{P}C\bar{U}+$ に群間で差がみられた ($F_s \geq 4.34, dfs = 1/176, ps < .05$)。これらの事実は左側尾状核の活動に関して、フェイズ 1 の観察試行では 2 群が等質であったこと、フェイズ 2 では $\bar{P}R+$ と $\bar{P}R\bar{C}+$ の強化試行で予測学習群の方が診断学習群よりも顕著に賦活したことを示している。

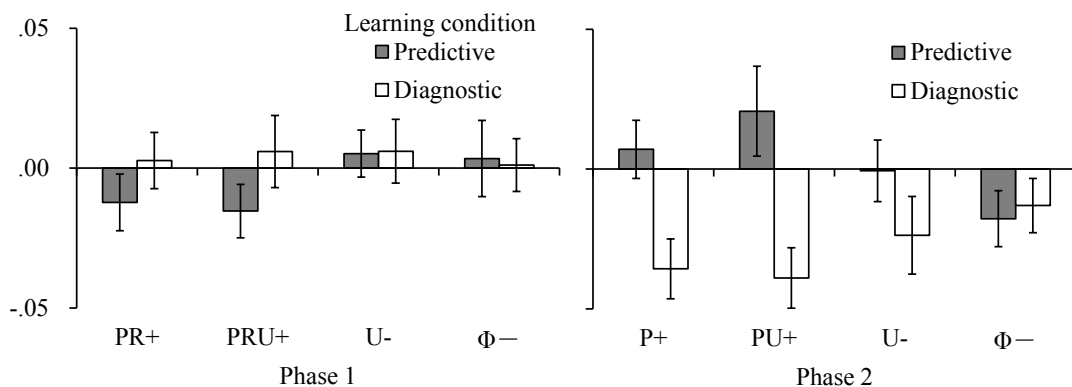


Figure 2-17. 左側尾状核 ($x, y, z = -16, -8, 26$) の観察試行における平均賦活量。エラーバーは標準誤差を示す。アルファベットは手がかりの種類を、正負号は結果を示す。

以上の結果から、fMRI データでは右側前頭前野 ($x, y, z = 30, 28, 56$) と左側尾状核 ($x, y, z = -16, -8, 26$) で、フェイズ 2 の $\bar{PCU}+$ と $\bar{PCU}+$ に関して群間差がみられた。これらの事実は予測学習群では診断学習群よりも、フェイズ 2 において予測誤差の修正に関する部位が賦活したことを示唆している。

第 4 項 考察

(1) **結果の要約** 実験 5 では実験 3b を参考に、回顧的再評価の一種である逆行阻止が因果の方向性に関する教示によって群間で異なるか否かを検証した。また、事象関連 fMRI を併用することで逆行阻止とその非対称性のメカニズムについて神経科学的に接近することを試みた。その結果、評定値データでは、予測学習群のみで弱い逆行阻止がみられ、診断学習群では逆行阻止はみられなかった。このことから、Yes/No 判断の有無やそれに伴う教示の変更など、若干の手続きの変更があったとしても、因果の非対称性が再現できることが示唆された。因果の教示によって逆行阻止に違いがみられたという事実は先行研究 (Waldmann & Holyoak, 1992) の知見を支持していた。また、診断学習群で逆行阻止がみられなかったという事実は、実験 3b と同様であり、類似の研究である Booth and Buehner (2007) とは異なっていた。これらの知見は Van Hamme and Wasserman (1994) などの連合形成モデルというよりは、むしろ Waldmann and Holyoak (1992) などの因果帰納モデルの予測と一致するものであった。

また、実験 5 では fMRI データを分析したところ、前頭前野と線条体の一部である尾状核で群間差が顕著であった。このことから、予測学習群では報酬予測誤差にもとづく漸次的な学習メカニズムが作用した可能性が示された。この事実は、因果の非対称性の背景では、因果帰納モデルというよりはむしろ連合形成モデルに類似した情報処理が働いていることを示唆する。これらは Waldmann and Holyoak (1992) や Booth and Buehner (2007) などの過去研究に

ない新しい知見であり、手がかり競合の非対称性の過程を示した点でも重要である。なお、随伴性判断事態を用いて回顧的再評価の神経基盤を調べた Corlett et al. (2004) では隠蔽解除の再現に成功したものの、逆行阻止の再現には失敗していたことから、実験 5 の知見は逆行阻止の脳内メカニズムの一端を明らかにした、唯一のヒト研究として位置付けることもできよう。

(2) **実験 5 から得られる示唆** また、評定値データの結果をも考慮すると、教示による予測と診断の操作、とりわけ診断学習群の手続きは、手がかり競合や回顧的再評価が生じない一種の統制群（統制条件）として活用できる可能性がある。このことは、因果性の操作が連合学習の過程を検証する上で有用であることを示唆している。診断学習群では「結果」の後に「原因候補」を観察することになるが、これは前述の逆行条件づけの類似としてもみなせるかも知れない。今後の展望として、実験 5 をさらに発展させていく必要がある。

ただし、脳血流動態の分析結果のみをもって、特定の理論を支持することはできない。たとえば、実験 5 の評定値データの分析では、因果帰納モデル (e.g., Waldmann & Holyoak, 1992) を支持する結果が得られている一方で、連合形成モデル (e.g., Van Hamme & Wasserman, 1994) を支持する結果は得られていない。少なくとも、被験者が行った情報処理の過程に言及するためには、このような行動的側面を無視することはできない。たとえば、Table 2-4 (95 頁) に示された脳部位には前頭前野などの高次な処理と関連する箇所が多く、これらが予測誤差ではなく、確率計算や命題推論といった認知過程と対応していた可能性も否定できない。むしろ評定値データと fMRI データをあわせて考えると、前者よりも後者の方がより蓋然性の高い解釈であるようにも思われる。評定値のデータから得られた知見と fMRI のデータから得られた知見がどのように対応するかについては、以後さらに分析を加えていく必要がある。

第 8 節 総合論議

第 1 項 結果の要約

(1) **研究 I の概要** 研究 I の目的は随伴性判断の事態を用いて、因果の教示が回顧的再評価に影響を与えるか否かを検討することであった。その準備として、実験 1 と実験 2 を行い、それらに続いて実験 3a から実験 5 を行った。

実験 1 では再現性が疑問視されている Waldmann and Holyoak (1992) の実験 2 と同様の実験を行い、予測学習群と診断学習群で手がかり競合の非対称性がみられるか否かを検討した。具体的には、実験前の教示によって被験者がもつ因果の知識を群間で操作し、順行阻止が生じるか否かを検証した。その結果、「刺激の観察順序は因果関係と一致する」ことが教示された予測学習群だけでなく、「刺激の観察順序は因果関係とは一致しない」と教示された診断学習群でも弱い順行阻止がみられた。このことは Waldmann and Holyoak (1992) の実験 2 が再現されたことを示していた。この結果は、実験 1 の被験者が実験課題に日常の随伴性、あるいは隠れた原因を想定したことで生じたと考えられた。

実験 2 では Waldmann and Holyoak (1992) の実験 3 と同様の実験を行い、予測学習群と診断学習群で手がかり競合の非対称性がみられるか否かを検討した。その結果、予測学習群のみで弱い順行阻止がみられ、診断学習群では順行阻止はみられなかった。このことは Waldmann and Holyoak (1992) の実験 3 が再現されたことを示しており、手がかり競合の非対称性が頑健な現象であることを示唆していた。なお、これらの非対称性は実験 2 のカバーストーリーが被験者にとって新奇であり、隠れた原因の混入が抑制されたために生じたと考えられた。実験 1 と実験 2 の知見は、因果モデル理論の予測と全般的に一致していた。

実験 3a では実験 2 のフェイズ 1 とフェイズ 2 を入れ替えて実験を行い、予測学習群と診断学習群で逆行阻止の非対称性がみられるか否かを検討した。その結果、因果の非対称性がみられたものの、予測学習群だけでなく診断学習群で

も逆行阻止が示された。このことは、類似の研究である Booth and Buehner (2007) と同様であり、因果モデル理論の予測に反して、診断学習の状況でも逆行阻止が再現されたことを示していた。この傾向は連合形成モデルの予測と一致していた。ただし、これらの傾向は (a) フェイズ 2 の教示や、(b) 評定試行 2 で R に回顧的推論を求めたことで生じたアーティファクトである可能性も示された。

実験 3b では実験 3a の教示を一部変更して実験を行い、予測学習群と診断学習群で逆行阻止の非対称性がみられるか否かを検討した。その結果、予測学習群では弱い逆行阻止がみられたものの、診断学習群では逆行阻止は生じなかった。このことは、実験 3a で二つの群に逆行阻止がみられたことが、(a) フェイズ 2 の教示によって生じたことを示していた。

実験 4 では実験 3b のフェイズ 2 における強化試行と消去試行を入れ替え、予測学習群と診断学習群で隠蔽解除の非対称性がみられるか否かを検討した。その結果、予測学習群では隠蔽解除がみられ、診断学習群ではみられなかった。このことは、実験 3a でみられた逆行阻止が (b) 評定試行 2 で R への評定を求めたこと、のアーティファクトではないことを示していた。実験 3b と実験 4 の結果は、過去研究 (e.g., Booth & Buehner, 2007) にはない新しい知見であり、因果帰納モデルの予測と一致するものであった。

実験 5 では実験 3b を発展させ、回顧的再評価の一種である逆行阻止の現象が因果の方向性に関する教示によって群間で異なるか否かを検証した。具体的には、事象関連 fMRI を用いることで、逆行阻止とその非対称性について神経科学的に接近することを試みた。その結果、実験 3b と同様に、評定値データでは予測学習群でのみ逆行阻止がみられ、診断学習群には逆行阻止はみられなかった。このように、因果の教示によって逆行阻止に違いがみられたという事実は、本研究の実験 3b を支持するものであり、因果モデル理論の予測と一致するものであった。しかし、fMRI データでは、前頭前野と線条体の一部である尾状

核に群間差がみられたことから、予測学習群では予測誤差、あるいは連合形成モデル (e.g., Van Hamme & Wasserman, 1994) の想定するアルゴリズムに似た情報処理が働いていた可能性が指摘された。ただし、評定値データの結果を考慮すると、これらの脳部位が賦活したことは、確率判断や命題推論などの高次認知を反映した可能性があることも考えられた。これは過去研究にない、新しい知見であった。

第 2 項 仮説の是非

以上のように、研究 I では (a) 実験 1 以外の全ての実験で因果の教示による影響がみられ、(b) 全般的に Waldmann and Holyoak (1992) の因果モデル理論を支持する結果が得られた。このことから、随伴性判断事態でみられる回顧的再評価の諸現象は、因果帰納モデルや命題推論モデルなどの認知的な考えで広く説明できることを示唆された。実験 5 の脳血流動態の分析で得られた知見は、これまで「ハードウェアによる実現」と対応づけられてこなかった、因果帰納や命題推論などの認知的な考えに実態を与え得るものかも知れない。

ただし、これらの立場は神経科学的な支持に乏しく、Corlett et al. (2004) や San-Galli (2011) をはじめとする過去研究を考慮する限り、実験 5 で行った脳血流動態の分析結果は、連合形成の考えを支持すると考えた方が、現時点では適当だと思われる。一つの可能性として、予測学習群では連合形成モデル (e.g., Van Hamme & Wasserman, 1994)、診断学習群では因果帰納モデル (e.g., Cheng, 1997) と対応する二重の情報処理が働いていたのかも知れない。これは第 1 章第 4 節で述べた、二重過程モデルの考えと類似している (Figure 1-15, 42 頁)。脳血流動態に関する知見の蓄積と共に、既存の連合形成モデルの考えを発展させ、因果の非対称性を説明し得る理論を構築することが必要である。

第3項 今後の展望

研究 I で実施した五つの実験から、(1) 手がかり競合の非対称性が頑健な現象であること、(2) 因果モデル理論を援用すれば全ての実験結果を説明できることが示された。これらの事実は、連合形成モデルというよりは、むしろ因果帰納モデルなどの認知的な考えを強く支持していた。このことは当該領域における因果の枠組みを巡る論争 (e.g., Arcediano et al., 2005; Booth & Buehner, 2007; Matute et al., 1996; Price & Yates, 1995; Waldmann, 2000, 2001; Waldmann & Walker, 2005) に決着を示すものとして位置付けることができる。しかしながら、その一方で、実験 3a を含めた一部には連合形成モデルを支持する知見も散見されており、新たな問題を提起している。その一つには、実験 3a から実験 5 のフェイズ 1 でみられてきた、相互隠蔽の問題がある。

(1) **相互隠蔽** 序論の第 4 節や研究 I の第 1 節で述べたように、因果帰納モデルなどの認知的な立場では予測学習の状況では手がかり競合が生じることや予測するが、診断学習の状況では手がかり競合の生起を予測することはできない。このことは実験 3a から実験 5 の回顧的再評価の事態で、予測学習群と診断学習群の双方で相互隠蔽が示されてきたこととは不一致であるように見える。むしろ、これらの結果は因果の枠組みを仮定しない、連合形成モデルによって上手く説明することができる。これらの事実は連合形成モデル (e.g., Van Hamme & Wasserman, 1994) の考えに、拡張の余地が十分に残されていることを示唆する。実験 5 の予測学習群で前頭前野や線条体が活性化したという事実は、連合形成の基本的な立場を支持するものとして位置付けることができる。

(2) **阻止の強度** ところで、Waldmann and Holyoak (1992) の実験 3 や Booth and Buehner (2007) の実験 1 が示すように、随伴性判断でみられる阻止の強度

は弱いことが多い。この傾向は部分阻止と呼ばれており、研究 I では実験 4 を除く全ての実験でも再現されている。過去研究では、一部ではあるが部分阻止の現象を Rescorla and Wagner (1972) など連合形成モデルが予測する強い阻止、すなわち完全阻止と区別しようとする見解も散見される。たとえば、Melz, Cheng, Holyoak, and Waldmann (1993) は、部分阻止の現象は連合形成モデルでは説明できず、Cheng and Novick (1990, 1992) などの確率対比モデルで上手く説明できると主張した。このような考えは第 1 章第 3 節で述べた因果帰納モデルの予測とも一致する (Figure 1-10, 30 頁右)。その一方で、Shanks (1991, 1993) は学習が十分ではない漸近値下の状況であれば、連合形成モデルでも部分阻止の現象が予測できると報告している (Figure 2-18)。しかしながら、このようなシミュレーションの知見をもってしても、診断学習の状況では阻止が全く生じないことを説明することはできない。このような観点からも、手がかり競合の非対称性は、学習理論の検証を行う上で魅力的な題材であると考えられる。

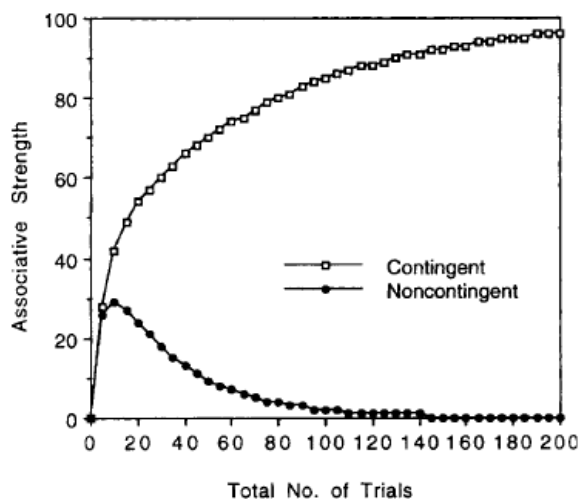


Figure 2-18. コネクショニストモデルによるシミュレーション (Shanks, 1991, 1993). Rescorla and Wagner (1972) と等価なアルゴリズムに基づき、手がかり A と結果の連合強度を計算している。なお、Contingent は AB→Outcome と B→No-Outcome を含み、A が結果の予測子となる状況、Noncontingent は AB→Outcome と B→Outcome を含み、A が結果の予測子とならない状況を示す。

(3) **過去研究との違い** ところで、Shanks (1991) や Chapman (1991) などの過去研究では、診断学習に相当するカバーストーリー下でも弱い順行阻止や逆行阻止が生じることが示されている。このことは、研究 I の実験 2 や実験 3b などで得られてきた診断学習群の傾向とは、不整合であるように感じられる。一方、Waldmann (2000, 2001) では阻止だけでなく、相互隠蔽もまた予測と診断など因果の教示により調整されることが示唆されている。研究 I と過去研究の間にみられる、これらの知見の不一致はどのように解釈すべきであろうか？

(4) **独立変数の差異** その一つの解答は独立変数の違いである。研究 I の実験 1 や実験 2 で示したように、順行阻止などの手がかり競合の現象は教示やカバーストーリーなどの変数によってその在り方を大きく変える。近年では、Melchers, Üngöl, and Lachnit (2005) は、カバーストーリーの内容が順行阻止の強度に影響することを見出している。また、Vallée-Tourangeau, and Murphy (2008) では随伴性の提示方法、Mutter, Strain, and Plumlee (2007) では高齢者など被験者の母集団が判断に影響することが示されている。

かつて Arcediano et al. (2005) が指摘したように、当該領域で因果の非対称性が論争の対象となった背景には、過去の研究で用いられてきたカバーストーリーや刺激などの変数が、それぞれに異なっていたことがあるかも知れない。たとえば、Waldmann and Holyoak (1997) は因果構造を適切に教示できていたか否かが、過去研究における知見の不一致を理解する鍵概念であることを主張している。近年はこの考えを支持する知見も提出されており、手がかり競合の非対称性が様々な操作の影響を受けることが示唆されている (e.g., Waldmann and Walker, 2005)。今後の展望として、これまでに用いられてきた実験事態を整備し、研究成果の比較のための共通の基盤づくりを行う必要がある。

(5) **従属変数の差異** また、Waldmann and Holyoak (1992) の実験 1 と実験 2 で示されたように、手がかり競合の非対称性は、どのように随伴性を問うかという質問のタイプにも影響される。たとえば、Matute, Arcediano, and Miller (1996) は評定を求める際の質問文の内容によって、手がかり競合の強度が異なることを示している。また、Arcediano, Ortega, and Matute (1996) は、手がかりと結果の因果性、あるいは予測性の評価を尺度上の判断でなく、非言語行動 (i.e., 条件性抑制) として測定することを試みている。なお、Lovibond and Shanks (2002) や Mitchell and Lovibond (2002) は眼瞼反射や皮膚電気反射などの生理反応もまた、手がかり競合や回顧的再評価の現象を査定することに言及している。過去研究との比較に関しては、独立変数だけでなく従属変数の違いをも考慮する必要がある (e.g., 沼田, 2011)。

(6) **現時点での結論** 研究 I で報告してきたように、因果の知識は手がかり競合や回顧的再評価の生起を調整する。この傾向は非常に頑健であり、課題における Yes/No 判断の有無や (i.e., 実験 3b と実験 5), 実験デザインの変更 (i.e., 実験 2 と 3a, および実験 3b と実験 4) には左右されない、一般化可能性の高いものである。しかしながら、その在り方は独立変数や従属変数などのパラメータや課題の認知的負荷の関数だとみなすことができる。研究 I と過去研究との違いは、このような観点から包括的に理解できると考えられる。今後は研究 I とは異なる実験事態を用いることで、どのような実験変数が因果の知識による影響を左右するのか、検討していく必要があると考えられる。

多くの思考・学習現象を包括的に説明できるモデルの構築は、生活体の行動の予測や記述、更には情報処理のメカニズムに対する新たな視点を提供する。研究 I で行った実験は手がかり競合や回顧的再評価に関する証左を提供しているが、このような試みは随伴性判断の過程、あるいはヒトの思考・学習過程を

説明し得るモデルの探索や理論の精緻化に貢献できるものと思われる。今後の展望として、回顧的再評価を生じさせる条件の探索やより高次の回顧的再評価の確認も含め、さらに実証的データに基づく検討を進めていく必要がある。

(7) 研究 I から得られる示唆 手がかり競合の非対称性の例が示すように、思考や学習の在り方は課題構造、特に因果の方向性に関する事前知識によって変化する。しかしながら、その事前知識は先天的なものではなく、教示という過去の経験によって後天的に獲得したものである。かつて Kant (1781/1979) が指摘したように、経験に先立つという意味において因果の知識はアプリアリなものであるが、研究 I の知見が示すように、そのこと自体は人間が生まれる前から有していたものではない。このことはむしろ、Hume (1739/1995) などの経験重視の考えで理解できるようにも思われる。種々の実験変数がヒトの判断に影響することはその証左としてみなせるかも知れない。因果の枠組みがどのように獲得され、またそれがどのようにその後の学習や思考を調整するのかについては、さらに検討を行っていく必要があると考えられる。

第3章 研究Ⅱ：結果の強度が回顧的再評価に与える影響

—随伴性判断事態を用いて¹⁹

第1節 回顧的再評価は連鎖的に生じるか？

第1項 思考は刻々と変化する

回顧的再評価の諸現象は学習理論の検証だけでなく、思考がどのように変化していくかを査定するための有用なツールとなり得る。たとえば、海老と牡蠣を食べて、腹を下したとする。この時点では、我々は海老と牡蠣のどちらが食あたりの原因か判断できない。しかし、その後海老だけを食べて腹を下せば、ヒトは海老が危険で、牡蠣は安全ではないと判断する。この例における牡蠣の再評価は回顧的再評価の一種である逆行阻止と対応する。ただしこの場合、海老が危険だからといって牡蠣が安全という保証はどこにもない。なぜなら、腹痛を伴った経験は海老で顕著であるものの、そのこと自体は牡蠣が食あたりの原因でないことを意味しないためである (e.g., 川合・久保 (川合), 2008)。にもかかわらず、ヒトはしばしばこの非論理的な判断を行う (e.g., Shanks, 1985b; Chapman, 1991; Vadillo et al., 2008)。ところが、動物における回顧的再評価の報告は少数であり (e.g., Miller & Matute, 1996; Urushihara & Miller, 2010), むしろ海老が危険であれば、牡蠣も危険であると判断されることが多い (e.g., Kawai & Kitaguchi, 1999; Nakajima, 2004; Nakajima & Kawai, 1997)。この場合は、少なくとも条件推論として動物の判断が正しいことに疑いの余地はない。

回顧的再評価の事態には逆行阻止の他にも、隠蔽解除と呼ばれる現象も含まれる。たとえば、海老と牡蠣を食べて、腹を下したとする。この時点では、ヒトは海老も牡蠣のどちらが食あたりの原因か判断できない。しかし、その後海老を食べても腹を下さなければ、ヒトは海老が安全で牡蠣は危険だと判断する。

¹⁹ 研究Ⅱで得られた知見のうち、実験6と実験7は沼田・嶋崎 (2009a), 実験8から実験10の三つは沼田・嶋崎 (印刷中) で公刊している。また、これらの結果は沼田・嶋崎 (2008a) と Numata and Shimazaki (2008b) を通じて学会発表している。

逆行阻止の例と同様、この例における牡蠣の評価は海老の評価とトレードオフの関係にある。ただし、隠蔽阻止の場合は、食あたりの原因を牡蠣だけに帰属できることになるため、この現象が生起することは逆行阻止とは異なり、条件推論として正しいことになる。なお、隠蔽解除についてはヒトと同様（e.g., Larkin et al., 1998; Aitken et al., 2001）、動物の報告も豊富であり（e.g., Kaufman & Bolles, 1981; Matzel et al., 1985）、一般に逆行阻止よりも再現が容易であると考えられている。これらの現象は、生活体の行っている情報処理が多様であること、およびその在り方が時間経過により柔軟に変化することを示唆している。

このように回顧的再評価には様々なバリエーションがあり、その中には逆行阻止や隠蔽解除よりも複雑で高次の現象も含まれている。次節からはその好例とされる2次の回顧的再評価（second-order retrospective revaluation）の現象について、連合形成モデルの発展を踏まえながら解説していく。

第2項 連合形成モデルの問題点

逆行阻止や隠蔽解除の例において最も興味深い点は、食あたりという結果と対呈示（あるいは非対呈示）されていないにもかかわらず、牡蠣という手がかりの評価が変化したことにある。つまり、回顧的再評価の現象は手がかりが存在しない状況でも、その手がかりについての学習が成立することを示している。回顧的再評価の現象に関して、いくつかの連合学習理論は各手がかり（i.e., 海老と牡蠣）が過去に複合された場合にのみ、それらの評価がトレードオフの関係になることを予測できる。たとえば、Van Hamme and Wasserman（1994）の修正 Rescorla-Wagner モデルや Dickinson and Burke（1996）の修正 SOP モデルでは、「ある手がかり（i.e., 海老）が呈示されるとそこにあるはずの他方の手がかり（i.e., 牡蠣）が想起され、呈示された手がかりとは逆方向に評価が変化していく」と考える（Figure 1-5 と 1-7, 23 頁と 26 頁）。また Miller and Matzel（1988）

のコンパレータ仮説では、「ある手がかり (i.e., 牡蠣) の評価が求められると、その他の手がかり (i.e., 海老) の評価との比較が行われ、これらの価値が相対的に判断される」と考える (Figure 1-9, 27 頁)。前者はターゲット (i.e., 牡蠣) が評価を獲得する段階に、後者はターゲットの評価を表出する段階に焦点を当てたモデルといえるが、これらの考えは評価対象となる手がかりが別の手がかりと複合されたことがある、という過去の履歴を必要とする点では共通している。ところが興味深いことに、近年では逆行阻止や隠蔽解除の現象は、ターゲットとなる手がかりが競合子となる手がかりと過去に複合されなくても生じることが示されており (De Houwer & Beckers, 2002b, 2002c)、これらの連合形成モデルをさらに発展させていく必要があることが示されている。

第 3 項 2 次の回顧的再評価

たとえば、海老と牡蠣を食べて、腹を下したとする。また、次の日には牡蠣と烏賊を食べて、再び腹を下したとする。この時点では、ヒトはいずれの食材が危険か判断できない。しかし、その後海老だけを食べて腹を下せば、ヒトは海老が危険で、牡蠣は安全だと判断する。さらに、牡蠣が安全なのであれば、烏賊は危険だと判断する。この例における烏賊は海老と複合された経験をもたない。にもかかわらず、海老が危険だという判断は海老を媒介して、烏賊の評価に影響を与えたことになる。この例における牡蠣が安全だという再評価は 1 次逆行阻止 (first-order backward blocking) と呼ばれ、烏賊が危険だという再評価は 2 次隠蔽解除 (second-order unovershadowing) と呼ばれる。他方、もしも最終日に海老が安全だということを経験した場合、ヒトは海老が安全で、牡蠣は危険だと判断する。さらに、牡蠣が危険なのであれば、烏賊は安全だと判断する。この例における牡蠣の再評価は 1 次隠蔽解除 (first-order unovershadowing) と呼ばれ、烏賊の再評価は 2 次逆行阻止 (second-order backward blocking) と呼

ばれる。なお、これらの現象が「2次」という名称を冠するのは、海老と烏賊が牡蠣を媒介とする2次的（間接的）な関係にあることによる。これらの例が示すように、1次の回顧的再評価と2次の回顧的再評価は対称的な関係にあり、それぞれ、回顧的再評価の現象が連鎖的に生じることを示唆している。なお、過去研究において2次隠蔽解除と2次逆行阻止の現象はヒトで再現されているが（Griffiths, Sobel, Tenenbaum, & Gopnik, 2011; Melchers, Lachnit, & Shanks, 2004; Macho & Burkhardt, 2002）、動物でも一部（2次逆行阻止のみ）確認されたという報告もある（Denniston et al., 2003）。2次の回顧的再評価の現象は、Van Hamme and Wasserman（1994）や Dickinson and Burke（1996）、Miller and Matzel（1988）の考えでは説明することができず、その後の連合形成モデルの発展を促した点でその学術的意義は大きい。次項では新しい連合形成モデルである拡張コンパレータ仮説（e.g., Denniston et al., 2001; Stout & Miller, 2007）について紹介する。

第4項 拡張コンパレータ仮説

拡張コンパレータ仮説は、2次の回顧的再評価を「ターゲットとなる手がかり（i.e., イカ）の評価は別の手がかり（i.e., 牡蠣）の評価と比較されるが、この手がかり（i.e., イカ）の評価はその他の手がかり（i.e., エビ）の評価と相対的に判断されたことで変動する」と考える。

Figure 3-1（114頁）は拡張コンパレータ仮説の模式図を示す。この考えでは Miler and Matzel（1988）と同様に、条件反応を出力する際には三つの連合リンクの強さを比較するが（Figure 1-8, 27頁）、そのうちのLink 2とLink 3にさらなる比較過程を追加している。たとえば、Link 2の強さはさらなる比較過程（i.e., Link 2.1, Link 2.2, Link 2.3）によって決定される。Link 2.1は、ターゲット刺激と1次比較刺激の連合、Link 2.2はターゲット刺激と2次比較刺激（1次比較刺激とは異なる刺激）の連合、Link 2.3は2次比較刺激と1次比較刺激の連合を示す。

この考えでは、Link 2.1がLink 2.2およびLink 2.3よりも相対的に強い時にLink 2の連合が強くなるとしている。これと同様に、Link 3の強さはLink 3.1, Link 3.2, Link 3.3の比較過程によって決定されることになる（Link 3.1は1次比較刺激とUSとの連合、Link 3.2は1次比較刺激と2次比較刺激の連合、Link 3.3は2次比較刺激とUSの連合を示す）。Link 3.1が、Link 3.2およびLink 3.3よりも相対的に強い時にLink 3の連合が強くなるとしている。

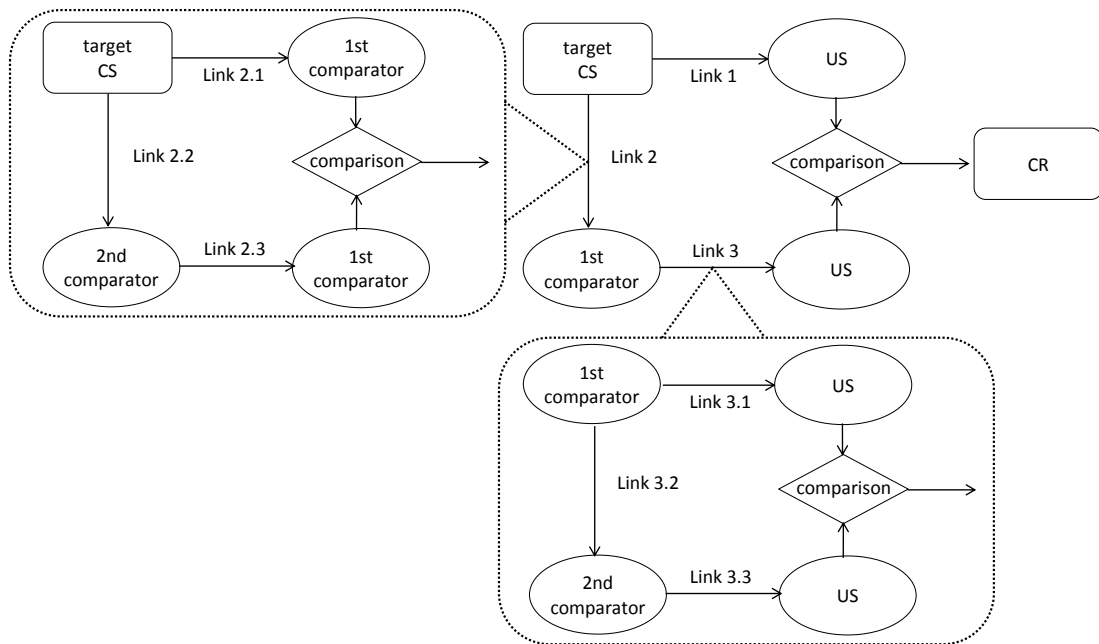


Figure 3-1. 拡張コンパレータ仮説の概念図 (Denniston et al., 2001; Stout & Miller, 2007).

四角はテスト刺激や測定された反応，楕円は刺激の表象，点線部分は2次の比較過程をそれぞれ示す．テスト期で呈示されたターゲットCSとUS表象の連合（Link 1）は，ターゲットCSと要素間連合（Link 2）をもつ1次比較刺激とUS表象の連合（Link 3）と比較され，それらより強ければ条件反応が出力されることになる．ただし，ターゲット刺激と1次比較刺激との連合（Link 2）は，ターゲット刺激と1次比較刺激の表象との直接的な連合（Link 2.1）と，2次比較刺激を媒介とした（Link 2.2）1次比較刺激の表象との間接的な連合（Link 2.3）の比較によって調整される。これと同様に，1次比較刺激とUS表象の連合（Link 3）は，1次比較刺激とUS表象の直接的な連合（Link 3.1）と，2次比較刺激を媒介とした（Link 3.2）US表象との間接的な連合（Link 3.3）の比較によって調整される。

Figure 3-2の上段は2次隠蔽解除, 下段は2次逆行阻止の場合に適用した拡張版コンパレータ仮説の模式図である。ターゲット刺激は海老, 1次比較刺激は牡蠣, 2次比較刺激は烏賊, 無条件刺激は食あたりと対応する。フェイズ1で海老と牡蠣を食べて腹を下したことは2次比較刺激と1次比較刺激の複合強化, フェイズ2で牡蠣と烏賊を食べて再び腹を下したことは1次比較刺激とターゲット刺激の

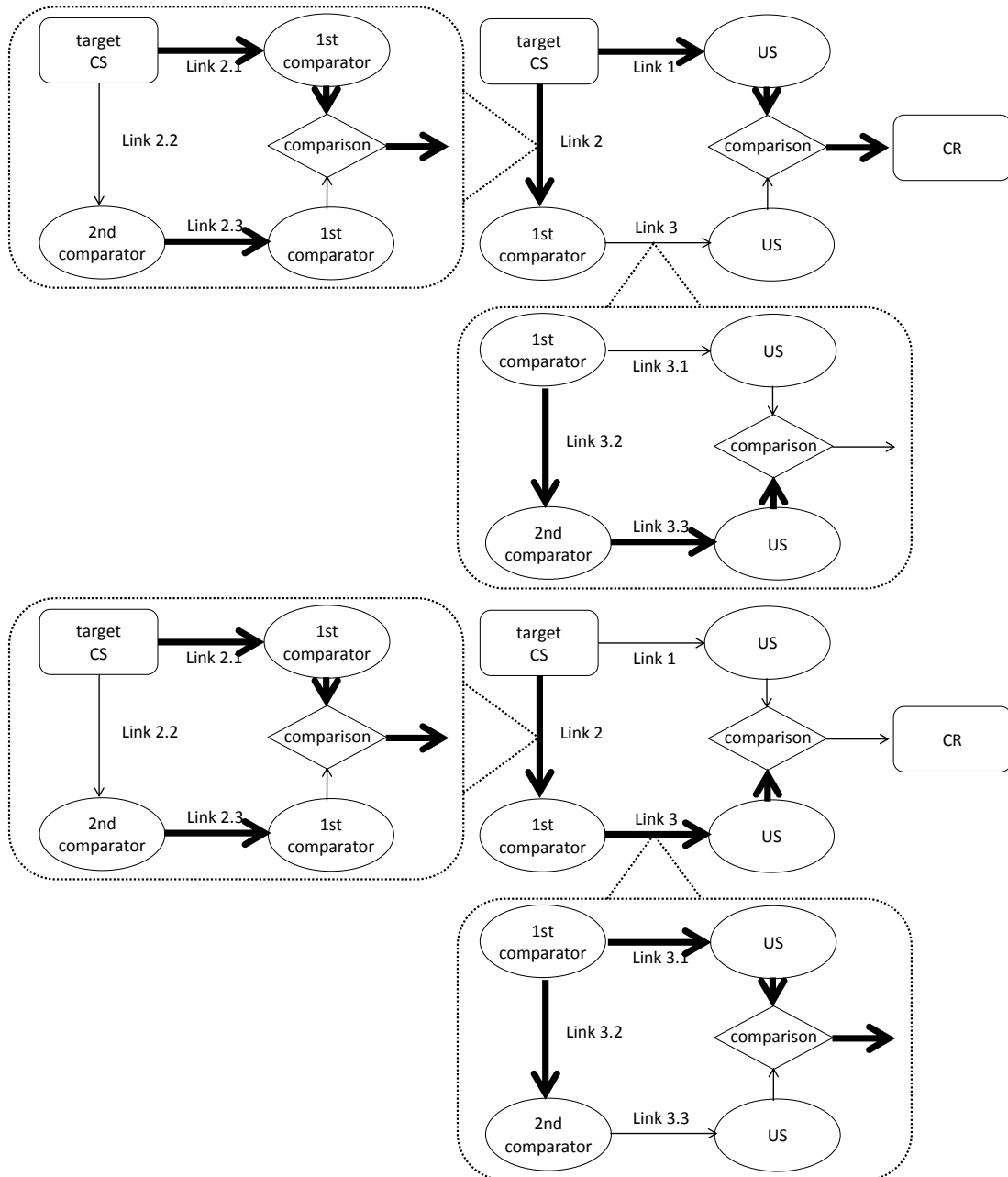


Figure 3-2. 拡張コンパレータ仮説による2次隠蔽解除(上段)と2次逆行阻止(下段)の予測。上段では条件反応が出力され, 下段では出力されない過程が示されている。

複合強化、その後、フェイズ3で海老だけを食べて腹を下したことは2次比較刺激の単独強化（腹を下さなかったことは2次比較刺激の単独強化）の試行と対応することになる。

たとえば、フェイズ1で2次比較刺激（海老）と1次比較刺激（牡蠣）が複合で強化された場合、2次比較刺激と1次比較刺激の連合（Link 2.3 と Link 3.2）と各刺激とUS表象（食あたり）の間に連合が形成される（Link 3.1 と Link 3.3）。しかし、その後のフェイズ2において1次比較刺激（牡蠣）とターゲット刺激（烏賊）が複合で強化された場合、1次比較刺激とターゲット刺激の連合（Link 2.1）と各刺激とUS表象の間に連合が形成される（Link 1 と Link 3.1）。この時点ではLink 2.1はLink 2.2やLink 2.3よりも相対的に強いため、Link 2の連合は強いことになる。さらに、1次比較刺激とUS表象の連合（Link 3.1）は2次比較刺激を媒介した（Link 3.2）USとの間接的な連合（Link 3.3）よりも相対的に強いため、Link 3の連合は強いことになる。その結果、Link 1よりもLink 2とLink 3の連合が相対的に強くなり、ターゲット刺激である烏賊が示す条件反応は1次比較刺激よりも小さいことが予測される。なお、フェイズ1とフェイズ2を経験した時点でのターゲット刺激への条件反応の予測は、2次隠蔽解除と2次逆行阻止の場合で共通である。

2次隠蔽解除の場合、フェイズ3では2次比較刺激（海老）が単独で強化されるため、それらの表象の連合（Link 3.3）が相対的に強くなり、1次比較刺激（牡蠣）とUS表象の連合（Link 3.1）は2次比較刺激（海老）を媒介した（Link 3.2）USとの間接的な連合（Link 3.3）と拮抗することになる。すなわち、Link 3の連合は弱くなる。この時点でLink 2とLink 3の連合よりもLink 1が強くなり、ターゲット刺激（烏賊）が示す条件反応は1次比較刺激（烏賊）のそれよりも大きいことが予測される。他方の2次逆行阻止の場合、フェイズ3では2次比較刺激（海老）が単独で消去されるため、それらの表象の連合（Link

3.3) は相対的に弱くなり、1次比較刺激(烏賊)とUS表象の連合(Link 3.1)は2次比較刺激(海老)を媒介した(Link 3.2)USとの間接的な連合(Link 3.3)よりも強いことになる。すなわち、Link 3の連合は強くなる。この時点でLink 1よりもLink 2とLink 3の連合が強いことになり、ターゲット刺激である烏賊が示す条件反応は1次比較刺激よりも小さいことが予測される。これらが2次隠蔽解除と2次逆行阻止に関する拡張コンパレータの説明である。

この仮説は古典的条件づけの諸現象を予測するために考案されたものであり、その他の連合学習理論にはないユニークな予測をする。はじめに、拡張コンパレータ仮説では試行の呈示順序は2次の回顧的再評価に影響しないと考える。なぜなら、このモデルでは各手がかりの評価はいずれもテスト時に行われることが仮定されており、学習内容が同じであれば、どのような順番でそれを訓練したか、ということは考慮されないためである。この点は Miller and Matzel (1988)と同様の特徴である。

たとえば、(1)エビと牡蠣を食べて腹を下す、(2)牡蠣とイカを食べて腹を下す、(3)エビだけを食べて腹を下す、ということを経験するとイカは危険だという判断、すなわち2次隠蔽解除が生じると考えられるが、拡張コンパレータ仮説では、(1)牡蠣とイカを食べて腹を下す、(2)エビと牡蠣を食べて腹を下す、(3)エビだけを食べて腹を下す、のようにこれらを異なる順序で経験したとしても2次隠蔽解除が生じることを予測する。また、第2にこのモデルでは評価の比較という情報処理は、動物とヒトで共通のものだと考える。たとえば、随伴性判断の基本的手続きでは、手がかりと結果の共生起の事例や頻度の情報を与えられた後、二つの事象間の随伴性の評定を求められる。このような随伴性判断の課題構造は、動物の古典的条件づけ手続きにおける条件刺激と無条件刺激の対呈示と類似している。このような視点から、拡張コンパレータ仮説の考えを高次認知の課題である随伴性判断に適用することができる。

第 5 項 先行研究

De Houwer and Beckers (2002b, 2002c) は、「ミサイルの発射が戦車の破壊を引き起こすか否かを観察する」というカバーストーリーを用いた随伴性判断の実験を行い、2 次の回顧的再評価の再現性について検証した。彼らは手がかりとして新型のミサイルを、結果として戦車の破壊を、文脈として架空の試験場を用いた。Table 3-1 はその実験デザインを示す。たとえば、C+群と C-群ではフェイズ 1 でミサイル C と T₁を同時に発射すると戦車の破壊が生じることを観察させる（以下 CT₁+試行とする，“+”は結果の生起を表す）。続くフェイズ 2 では、ミサイル T₁とミサイル T₂を同時に発射すると戦車の破壊が生じることを観察させる（以下、T₁T₂+試行とする）。そして、最後のフェイズ 3 では C+群ではミサイル C と単独で発射すると戦車の破壊が生じる（以下、C+試行とする）、C-群では戦車の破壊が生じないことを観察させた（以下、C-試行とする，“-”は結果の不生起を表す）。その結果、T₂の評定値は C-試行を行った群よりも C+試行を行った群で高くなった。これらの評定値の変化は 2 次の回顧的再評価によるものと考えられ、回顧的再評価が連鎖的に生じたことを示唆するものであった²⁰。

Table 3-1

Design of De Houwer & Beckers (2002b, 2002c)

Group	Phase1	Phase2	Phase3	
C+	CT ₁ +	T ₁ T ₂ +	Rating 1	C+ Rating 2
C-	CT ₁ +	T ₁ T ₂ +	Rating 1	C- Rating 2

Note: All phase in both conditions also included A+ and B- trials. + and - stand for the presense and absense of, the outcome, respectively. De Houwer & Beckers (2002b) required only rating 2.

²⁰ De Houwer and Beckers (2002b, 2002c) のデザインにおける手がかり C は拡張コンパレータ仮説における 2 次比較刺激，T1 は 1 次比較刺激，T2 はターゲット刺激に相当する。

ところで、この現象において重要となるのは、Cと複合された経験を持たないT₂が、後のCの強化（あるいは消去）の影響を受けた点である。すなわち、この現象はヒトが過去に複合されなかった手がかりについても学習を行い得ることを示唆している。しかし、彼らの結果は、C+試行を伴う群（C+群と略）のT₂の評定値と、C-試行を伴う群（C-群と略）のT₂の評定値の比較によって検討されたものであった。したがって、彼らはこのT₂の評定値の差異が、C+群の効果によるものか（i.e., 2次隠蔽解除）、C-群の効果によるものか（i.e., 2次逆行阻止）、あるいはその両方なのかを特定することができなかった。

この問題を解決するため、De Houwer and Beckers（2002c）では、C+またはC-試行の前後でT₂を評定する手続きを被験者内で付加した。その結果、C+試行の前後でT₂の評定値は増加し、C-試行の前後でT₂の評定値は減少した（Figure 3-3）。前者は2次隠蔽解除、後者は2次逆行阻止が生じたことを示しており、先行研究であるDe Houwer and Beckers（2002b）で得られた結果がC+群とC-群、その両方の効果によって生じたことを示唆していた。ここでいう2次隠蔽解除とはC+によってT₁が阻止されたため（1次逆行阻止）、過去にT₁と複合されたT₂の隠蔽状態が解除されることを、2次逆行阻止とはC-によってT₁の隠蔽状態が解除されたために（1次隠蔽解除）、過去にT₁と複合されたT₂が阻止されることを示しており、Figure 3-3の傾向と一致していた。

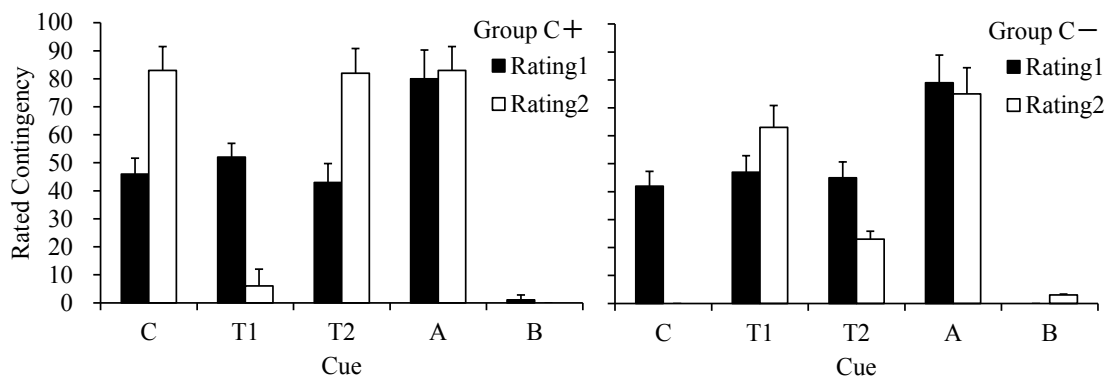


Figure 3-3. De Houwer and Beckers（2002c）の実験結果. エラーバーは標準誤差を示す.

第6項 確率対比モデル

先に述べたように拡張コンパレータ仮説 (Denniston et al., 2001; Stout & Miller, 2007) は, De Houwer and Beckers (2002c) で2次隠蔽解除と2次逆行阻止が観察されたこと (i.e., C+群とC-群), フェイズ1とフェイズ2を入れ替えても2次の回顧的再評価みられたこと (i.e., RC+群とRC-群) を共に説明できる。なぜなら, このモデルでは試行の呈示順序はターゲットである T_2 の評価に影響しないことを予測するためである。ただし, これらの予測は拡張コンパレータ仮説に限定されるのではなく, ヒトの推論モデルを援用することでも行うことができる。

たとえば, 帰納推論を予測する確率対比モデル (Cheng & Holyoak, 1995) やその拡張版である Power PC モデル (Cheng, 1997) では, 拡張コンパレータ仮説と同様, 試行の呈示順序の影響がないことを予測する。なぜなら, これらの考えでは確率対比などの表象計算は随伴性を評価する段階で行われることが仮定されており, どのように被験者が随伴性テーブル内の頻度情報を収集したかという問題は考慮されないためである。

たとえば, 確率対比モデルや Power PC モデルでは (1) CT_1 と $C\sim T_1$, (2) T_1T_2 と $T_1\sim T_2$, および結果の生起と不生起の関係を 2×2 の随伴性テーブルで記述することで, 2次逆行阻止や2次隠蔽解除が生じることを予測する (Figure 3-4, 121 頁)。De Houwer and Beckers (2002b, 2002c) におけるフェイズ1の CT_1+ 試行と, フェイズ3の $C+$ 試行 (あるいは $C-$ 試行) の情報は, 上記の (1) の随伴性テーブルに記述され, はじめに T_1 の ΔP が算出される。なお, フェイズ2における T_1T_2+ 試行の情報は (2) の随伴性テーブルに記述されるが, このままでは T_2 の ΔP を算出できない。なぜなら, T_2 は単独で呈示された経験をもたないためである。この立場では, $T_1\sim T_2$ の欄に算出した T_1 の ΔP を導入することで, T_2 の ΔP や power が算出されると考える (De Houwer & Beckers, 2002a)。

これらの考えにより、フェイズ 3 が終了した時点で、C+群には 1 次逆行阻止 (Figure 3-4, 上段左) と 2 次隠蔽解除 (Figure 3-4, 下段左) が、C-群には 1 次隠蔽解除 (Figure 3-4, 上段右) と 2 次逆行阻止 (Figure 3-4, 下段右) が、それぞれ生じることを説明できることになる²¹。

	E	~E		E	~E
CT ₁	10	0	CT ₁	10	0
C~T ₁	10	0	C~T ₁	0	10
	E	~E		E	~E
T ₁ T ₂	10	0	T ₁ T ₂	10	0
T ₁ ~T ₂	0	0	T ₁ ~T ₂	0	0

Figure 3-4. 確率対比モデルや Power PC モデルを援用した De Houwer and Beckers (2002b, 2002c) の説明. 左側は C+群 (2 次隠蔽解除), 右側は C-群 (2 次逆行阻止) の模式図を示す. 上段左では P_{CT_1} と $P_{C\sim T_1}$ を対比でき, T_1 の ΔP が算出できる. ただし, 下段左では頻度情報の不足により $P_{T_1\sim T_2}$ が算出できず, T_2 の ΔP が算出できないことになる. De Houwer and Beckers (2002a) によると, 焦点セットの変更を認めることで P_{CT_1} と $P_{C\sim T_1}$ の対比の結果が $P_{T_1\sim T_2}$ に代入され, $P_{T_1T_2}$ と $P_{T_1\sim T_2}$ の比較によって T_2 の ΔP が算出されることが説明される. また, 上段右では P_{CT_1} と $P_{C\sim T_1}$ を対比でき, T_1 の ΔP が算出されるが, 下段右では頻度情報の不足により $P_{T_1\sim T_2}$ が算出できず, T_2 の ΔP は算出できないことになる. この場合も焦点セットの変更を認めることで P_{CT_1} と $P_{C\sim T_1}$ の対比の結果が $P_{T_1\sim T_2}$ に代入され, $P_{T_1T_2}$ と $P_{T_1\sim T_2}$ の比較によって T_2 の ΔP が算出される. このような説明により, 2 次の回顧的再評価が説明される.

²¹ Macho and Burkhardt (2002) も類似の計算方法を用いて, 2 次の回顧的再評価を説明している。

第7項 結果の強度と最大性

ところで、De Houwer and Beckers (2002a)によると、確率対比モデルや Power PC モデルなど認知的な考えでは拡張コンパレータ仮説とは異なり、1次や2次の回顧的再評価を確認するためには、結果の強度、あるいは結果の最大性を明示するという操作が必要となる。たとえば、De Houwer and Beckers (2002b, 2002c) の C+群では CT_1+ 、 T_1T_2+ 、C+試行がいずれも連続強化で構成されているために、実験課題の中では手がかりの種類に関係なく常に結果 (i.e., 戦車の破壊) が生じていることになる。その場合は「どのミサイルを発射しても戦車が爆発している」ことになるために天井効果が生じ、戦車の破壊という結果を特定の手がかり (i.e., ミサイル) に求めることができなくなる。これまでに1次の回顧的再評価の事態では、結果の強度を低めたり、その最大値を高めることで天井効果が抑制され、逆行阻止や隠蔽解除の強度が強まることが報告されており (e.g., De Houwer, 2002; Vandorpe et al., 2007), それらの知見は2次の回顧的再評価に関しても有効だと考えられる。

たとえば、De Houwer and Beckers (2002b, 2002c) では、結果として戦車の破壊を明示する際に“爆発の規模=10/20”というメッセージを表示していた。このように結果の強度が小さい、あるいは結果の最大値が大きいことを明示したことによって天井効果が弱まり、2次隠蔽解除や2次逆行阻止がみられた可能性がある。もしも、確率対比モデル (Cheng & Holyoak, 1995) や Power PC モデル (Cheng, 1997) にもとづく予測が妥当であれば、結果の強度を“爆発の規模=20/20”のように高める、あるいは“爆発の規模=10/10”のように結果の最大値を低めることで、2次の回顧的再評価は減弱すると考えられる。また、結果の強度に関するメッセージを表示しないことによっても天井効果が生じることが予測されるため、この場合でも、結果の強度を強くした場合と同様に、2次の回顧的再評価は減弱することが予想される。

研究Ⅱの目的は De Houwer and Beckers (2002c) と同様の実験を行い、結果の強度を操作することが2次の回顧的再評価に影響を与えるか否かを検証することであった。実験6と実験7では先行研究に倣って(i.e., “爆発の規模=10/20”), 彼らと同様の結果が得られるか否かを検討した。実験8と実験9では、結果の強度を先行研究が用いたもの(i.e., “爆発の規模=10/20”)から大きくすることで(i.e., “結果の規模=20/20”), 2次の回顧的再評価が減弱するか否かを検討した。また、実験10では、結果の強度を明示しないことで2次の回顧的再評価が減弱するか否かを検討した。実験6, 実験8, 実験10は先行研究のC+群とC-群と同様のデザインであったが、実験7と9はフェイズ1とフェイズ2の順序を入れ替えたRC+群とRC-群のデザインを用いた。

第2節 実験6：結果の強度が最大下であれば2次の回顧的再評価は生じる

—逆行／順行手続きを用いた場合

第1項 目的

実験6では De Houwer and Beckers (2002c) の結果が再現されるか否かを検討するために、彼らと同様のデザインを用いて実験を行った (Table 3-2)。

Table 3-2

Design of Experiments 6 to 10

Experiment	Group	Phase1	Phase2	Rating1	Phase3	Rating2
6, 8, 10	C+	10CT ₁ + ^(a)	10T ₁ T ₂ + ^(a)		C + ^(a)	
	C-	10CT ₁ + ^(a)	10T ₁ T ₂ + ^(a)	C? T1? T2?	C - ^(b)	C? T1? T2?
7, 9	C+	10T ₁ T ₂ + ^(a)	10CT ₁ + ^(a)		C + ^(a)	
	C-	10T ₁ T ₂ + ^(a)	10CT ₁ + ^(a)		C - ^(b)	

Note: Letters show names of the cues; numerals show numbers of the trials; stand for the presense and absense of the outcome, respectively. Within each phase, five A+/B- trials were contained, and trial types were intermixed. (a) Outcome intensity was "10/20" in experiment 6 and 7, was "20/20" in experiment 8 and 9, was not shown in experiment 10; (b) outcome intensity was "0/20" in experiment 6, 7, 8, and 9, was not shown in experiment 10.

具体的には、フェイズ 1 に CT₁+試行、フェイズ 2 に T₁T₂+試行、フェイズ 3 に C+（あるいは C-）試行を呈示した。したがって、実験 6 における 2 次の回顧的再評価は、“フェイズ 3→フェイズ 1→フェイズ 2”の内容について行われることになる。ここでは再評価が生じるであろうフェイズの時間順序にしたがって、このような試行の呈示方法を“逆行/順行手続き”と呼称しておく。また、実験 6 では彼らの手続きにしたがって、結果が生じた際にその強度が最大下であることを明示した（i.e., 10/20）。Power PC モデル (Cheng, 1997) や命題推論モデル(De Houwer, 2009a) によると、結果の強度が課題中に最大下であることにより、C, T₁, T₂ の評価は相互に排他的となるため、先行研究と同様に 2 次の回顧的再評価が生じると予測される。

第 2 項 方法

(1) 被験者 16 名の大学生（男子 8 名，女子 8 名）であった。平均年齢は 21.8 歳（19 歳から 24 歳）であり、いずれの被験者も本実験で用いた実験課題、および類似の課題に関する先行経験はなかった。被験者は無作為に C+群と C-群の 2 群に半数ずつ割りあてた。

(2) 装置 実験課題の制御はパーソナルコンピュータ(DIMENSION- 8400 DELL 社製) を用いて行った。パーソナルコンピュータにはマウス(M-FG2UP2RRD ELECOM 社製) および 17 インチカラーディスプレイ(LCD-AD171F-T I-O DATA 社製) を接続した。被験者は簡易遮音室内の机上に設置されたディスプレイの前方約 60cm の位置に着席し、実験課題を遂行した。

(3) 手続き 被験者を実験室内で着席させた後、印刷された教示文を手渡した。教示の大要は次の通りであった。

“このゲームには5つの新型ミサイルが登場します。これらのミサイルはそれぞれ特殊な素材を用いて作られており、どのような効果を持っているのかはわかっていません。したがって、走行する戦車に向けてそれぞれのミサイルを発射したとしても戦車の破壊を引き起こすか、あるいは引き起こさないかは全くわかりません。ゲームではミサイルの発射による戦車の破壊の実験が繰り返して行われます。あなたの課題は、何回かの実験の結果を観察して、戦車の破壊に対するミサイルの効果を評定することです。

実験は全部で60回行われ、各々の実験では一つ、あるいは二つのミサイルをテストします。ミサイルの効果を評定するよう指示する画面が出てきたら、今までの実験の結果を参考にして、評定用紙にミサイルの効果を評定してください。なお、このゲームでは二つのミサイルが同時に発射されることがありますが、この二つのミサイルは同じ時間に正確に発射されると仮定してください。したがって、どちらかのミサイルがもう一方よりも先に着弾するということはありません。”

被験者がこれらの教示文を読んだ後、練習試行として数試行の観察試行と1試行の評定試行を実施し、手続きや操作方法について被験者が理解していることを確認した。また、各フェイズが独立でないことを強調するために、練習課題の終了後に各フェイズが連続していることを口頭で被験者に伝えた。

(4) **デザイン** 各フェイズは20試行の観察試行からなっており、フェイズ1ではCT₁+が10試行、フェイズ2ではT₁T₂+を10試行、フェイズ3ではC+群ではC+試行を、C-群ではC-試行をそれぞれ10試行呈示した。各フェイズの残りの10試行は、A+が5試行、B-が5試行からなっていた。C+群はフェイズ3の経験によって手がかりT₂の評定値が増加すること、すなわち2次隠蔽解除を検証するために、C-群はフェイズ3の経験によって手がかりT₂

の評定値が減少すること，すなわち 2 次逆行阻止を検証するために被験者間要因として設定した。各フェイズの残りの 10 試行は，A+が 5 試行，B-が 5 試行からなっており，A+試行は評定の上限を，B-試行は評定の下限を形成するためのものであった。各手がかりのミサイルへの割り当ておよび各試行の呈示順序は被験者間で無作為化し，フェイズ間には数分間の休憩を挿入した。また評定試行 1 (Rating1) はフェイズ 2 の後に，評定試行 2 (Rating2) はフェイズ 3 の後に挿入し，それぞれの評定試行では五つの手がかり全てについての評定を求めた。

(5) 課題 De Houwer and Beckers (2002c)で用いられたものと同様であった。被験者にはミサイルの発射あるいは非発射と，戦車の破壊あるいは非破壊の二つの 2 値事象の生起事例を観察し，戦車の破壊に対するミサイルの効果を評定することを求めた。実験課題はコンピュータを用いたビデオゲームの形態であり，観察試行と評定試行の 2 種類の試行からなっていた。実験開始後，画面上ではミサイルの発射に引き続き，戦車の破壊あるいは非破壊などの結果を呈示した。被験者はこのような試行を何回か観察した後，戦車の破壊に対するミサイルの効果の評定を行った。ミサイルは全部で 5 種類あり，各ミサイルは単独で発射，あるいは 2 種類の組み合わせで発射された。

観察試行では最初，画面の中央に戦車の軌道を示す白色の直線，画面の下部にミサイルの発射の状態を示す五つの灰色の正方形のミサイル発射ランプ，および開始ボタンを示す灰色の長方形を表示した。発射ランプの内側には 1 から 5 までの数字を左から順に表示しており，これら五つのミサイル発射ランプのそれぞれが，C, T₁, T₂, A, B, の 5 種類の手がかりのいずれかと対応した。この時点で被験者は開始ボタンをクリックして，実験を開始した。実験の開始後，戦車 (幅約 4.0cm, 高さ 2.0cm) が軌道上の左端に表示され，画面右方向へ

移動を開始した。この直後、戦車の移動と同時に五つのミサイル発射ランプのうちの一つ、あるいは二つが白く点灯し、ミサイルが発射した。戦車の破壊が生じたときは、ランプの点灯 2 秒後に戦車が消失し、その後破壊の様子を示す赤い楕円を 1 秒間、“爆発の規模=10/20” というメッセージを 3 秒間表示した。戦車の破壊が生じなかったときには戦車は消失せず移動を続行し、ランプの点灯 3 秒後より “爆発の規模=0/20” というメッセージを 3 秒間表示した。また、戦車はランプの点灯より 6 秒間軌道上を移動し、軌道の右端に達すると画面から消失した。このように戦車が破壊されるときもされなかったときも 1 回の観察試行は約 6 秒で終了した。なお、爆発の規模を示すメッセージは結果の強度を統制するために表示し、戦車が破壊されたときは常に “爆発の規模=10/20” というメッセージを、戦車が破壊されなかったときは常に “爆発の規模=0/20” というメッセージを表示した (Figure 3-5)。

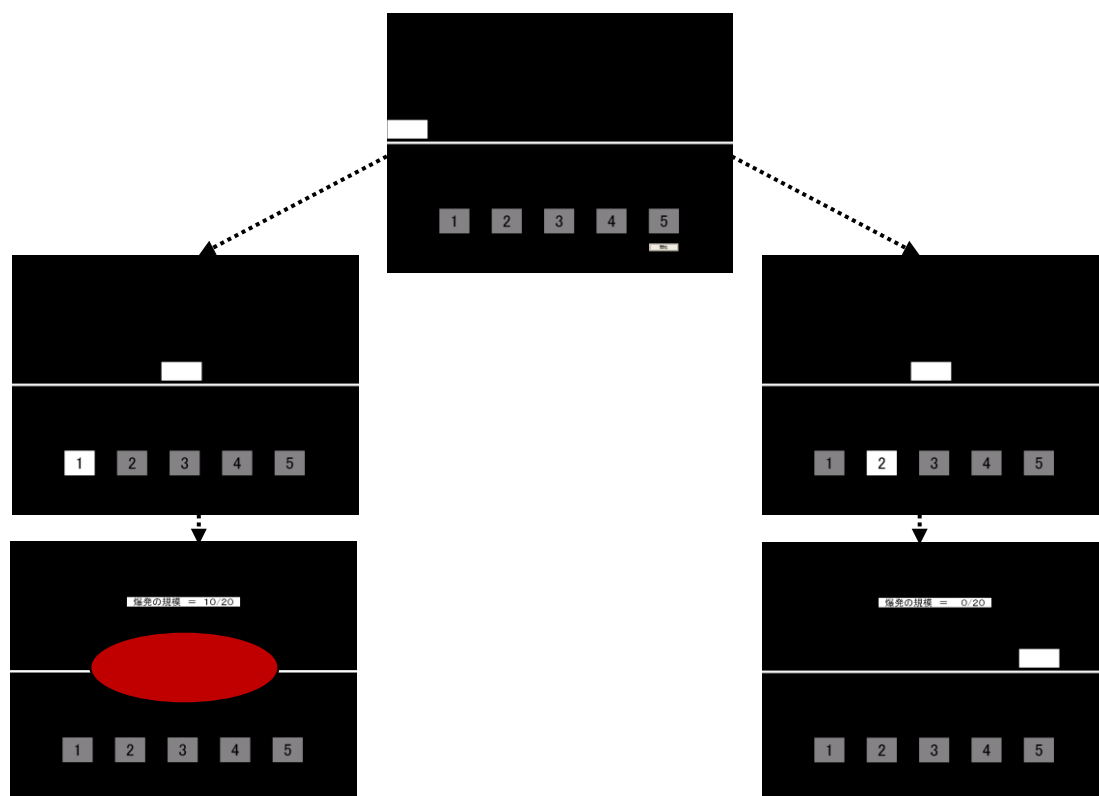


Figure 3-5. 実験課題の一例。左側は結果の生起の様子、右側は不生起の様子を示す。

評定試行では画面の中央にミサイルの評定を指示するメッセージを表示し、被験者に評定用紙を手渡した。評定用紙には“これまでに行った観察をもとに、戦車の破壊に対するミサイルの効果を評定してください”という文章と具体的な評定の例、および評定尺度を示した。評定尺度は約 10cm の水平な直線で、左端、右端のそれぞれに短い垂直線を示し、それぞれに 0, 100 という数字を示した。左端の下には“ミサイル X の発射は戦車の破壊に効果がない”という文章を、右端の下には“ミサイル X の発射は戦車の破壊に効果がある”という文章を、それぞれ示した。文章の“X”の部分にはミサイルの番号が示されており、被験者にはミサイル 1 種類につき 1 枚、合計 5 枚の評定用紙に各ミサイルの効果の程度を記入することを求めた。ミサイルの効果の評定は被験者が鉛筆で尺度に縦線を記入することで行った。

(6) **結果の処理** フェイズ 1 では群 (2) × 手がかり (5) の分散分析を行い、C+群と C-群の等質性を検証した。また、フェイズ 2 では T_1 と T_2 の評定値について、群 (2) × 評定試行 (2) の分散分析を行い、1 次の回顧的再評価と 2 次の回顧的再評価が生じたか否か検証した。いずれも有意水準は 5%であった。

第 3 項 結果

(1) **2 群の等質性の検討** Figure 3-6 (129 頁) の左パネルは C+群の評定値を、右パネルは C-群の評定値を示す。Figure 3-6 (129 頁) から明らかなように、評定試行 1 における C, T_1 , T_2 , A, B の評定値は群間で一致し、A と 100 との間、および B と 0 との間にも差はみられない。評定試行 1 の評定値について群 (2) × 手がかり (5) の分散分析を行ったところ、手がかりの主効果がみられたものの ($F = 166.63, df = 4/56, p < .001$)、群の主効果 ($F < 1, df = 1/14$) と群と評定試行の交互作用 ($F < 1, df = 4/56$) はみられなかった。

手がかりの主効果の下位検定として、Ryan法を用いた多重比較を行ったところ、CとT2以外の全ての組み合わせで有意な差がみられた。これらの事実は手がかりの評定に関して2群が等質であったこと、A+試行とB-試行によって評定の枠組みが統制されたことを示している。

(2) 1次の回顧的再評価の検討 Figure 3-6から明らかなように、C+群におけるT₁の評定値は評定試行1に比べて評定試行2で減少し、C-群におけるT₁の評定値は評定試行1に比べて評定試行2で増加している。T₁の評定値について、群(2)×評定試行(2)の分散分析を行ったところ、群の主効果($F=47.01$, $df=1/14$, $p<.001$)と評定試行の主効果($F=10.46$, $df=1/14$, $p<.01$)、および群と評定試行の交互作用がみられた($F=119.84$, $df=1/14$, $p<.001$)。交互作用について単純主効果検定を行ったところ、C+群の評定試行間($F=100.57$, $df=1/14$, $p<.001$)とC-群の評定試行間($F=29.74$, $df=1/14$, $p<.001$)が有意であった。前者は1次逆行阻止が生じたことを、後者は1次隠蔽解除が生じたことを示している。

(3) 2次の回顧的再評価の検討 Figure 3-6から明らかなように、T₁とは対照的にC+群におけるT₂の評定値は評定試行1に比べて評定試行2で増加し、

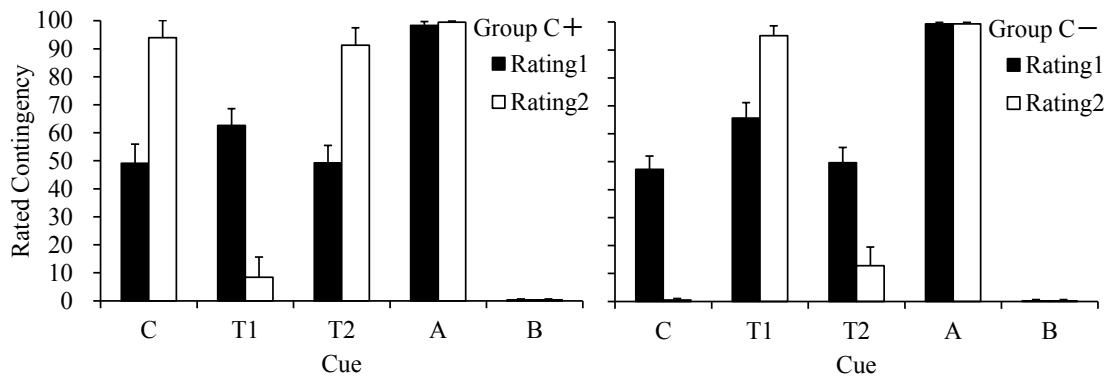


Figure 3-6. 各手がかりの平均評定値 (実験 6). エラーバーは標準誤差を示す。

C-群における T_2 の評定値は評定試行 1 に比べて評定試行 2 で減少している。 T_2 の評定値について、群 (2) × 評定試行 (2) の分散分析を行ったところ、群の主効果 ($F = 52.01, df = 1/14, p < .001$) と群と評定試行の交互作用がみられた ($F = 41.35, df = 1/14, p < .001$)。評定試行の主効果 ($F < 1, df = 1/14$) はみられなかった。交互作用について単純主効果検定を行ったところ、C+群の評定試行間 ($F = 23.45, df = 1/14, p < .001$) と C-群における評定試行間 ($F = 18.08, df = 1/14, p < .001$) が有意であった。前者は 2 次隠蔽解除が生じたことを、後者は 2 次逆行阻止が生じたことを示している。

第 4 項 考察

実験 6 では De Houwer and Beckers (2002c) と同様の手続きを用いて、2 次の回顧的再評価が再現されるか否か検討を行った。その結果、2 次隠蔽解除と 2 次逆行阻止が観察され、2 次の回顧的再評価の生起が確認された。これらの事実は、先行研究の知見が研究 II でも再現されたことを示しており、作成した実験課題が妥当であることを示している。実験 7 ではこの知見の一般性を検討するために、試行の呈示順序を操作して実験を行う。

第 3 節 実験 7：結果の強度が最大下であれば 2 次の回顧的再評価は生じる

—逆行／逆行手続きを用いた場合

第 1 項 目的

実験 7 では C+群と C-群のフェイズ 1 とフェイズ 2 を入れ替えてもなお、2 次隠蔽解除と 2 次逆行阻止が再現されるか否かを検討した (Table 3-2, 123 頁)。具体的には、フェイズ 1 に T_1T_2+ 試行、フェイズ 2 に CT_1+ 試行、フェイズ 3 に C+ (あるいは C-) 試行を呈示した。したがって、実験 7 における 2 次の回顧的再評価は、“フェイズ 3→フェイズ 2→フェイズ 1” の内容について行わ

れることになる。なお、本稿では再評価が生じるであろうフェイズの大小関係にしたがって、このような試行の呈示方法を“逆行／逆行手続き”と呼称する。また、実験 7 では実験 6 と同様に、結果が生じた際、その強度が最大下であることを明示した (i.e., 10/20)。

第 2 項 方法

(1) **被験者** 16 名の大学生 (男子 8 名, 女子 8 名) であった。平均年齢は 22.0 歳 (21 歳～23 歳) であり、いずれの被験者も本実験で用いた実験課題、および類似の課題に関する先行経験はなかった。被験者は後述する RC+ 群と RC- 群の 2 群に半数ずつ割りあてた。

(2) (3) **装置および手続き** 試行の呈示順序を除き実験 6 と同様であった。

(4) **デザイン** 各フェイズは 20 試行の観察試行からなっており、フェイズ 1 では CT₁+ が 10 試行、フェイズ 2 では T₁T₂+ が 10 試行、フェイズ 3 では RC+ 群では C+ 試行が、RC- 群では C- 試行がそれぞれ 10 試行呈示された。なお、RC+ と RC- という名称は、実験 6 のフェイズ 1 とフェイズ 2 を置換したことによる。各フェイズの残りの 10 試行は、A+ が 5 試行、B- が 5 試行からなっていた。各試行の呈示順序は被験者間で無作為化し、フェイズ間には数分間の休憩を挿入した。

(5) (6) **課題および結果の処理** 実験 6 と同様であった。

第 3 項 結果

(1) **2 群の等質性の検討** Figure 3-7 (132 頁) の左パネルは RC+ 群の評定

値を、右パネルには RC-群の評定値を示す。Figure 3-7 から明らかなように、評定試行 1 における C, T₁, T₂, A, B の評定値は群間で一致し、A と 100 との間、および B と 0 との間にも大きな差はみられない。評定試行 1 の評定値について群 (2) × 手がかり (5) の分散分析を行ったところ、手がかりの主効果がみられたものの ($F = 212.35, df = 4/56, p < .001$), 群の主効果 ($F = 2.26, df = 1/14$) と群と評定試行の交互作用 ($F = 2.51, df = 4/56$) はみられなかった。手がかりの主効果の下位検定として、Ryan 法を用いた多重比較を行ったところ、C と T₂ 以外の全ての組み合わせで有意な差がみられた。これらの事実は手がかりの評定に関して 2 群が等質であったこと、A+試行と B-試行によって評定の枠組みが統制されたことを示している。

(2) 1 次の回顧的再評価の検討 Figure 3-7 から明らかなように、RC+群における T₁ の評定値は評定試行 1 に比べて評定試行 2 で減少し、RC-群における T₁ の評定値は評定試行 1 に比べて評定試行 2 で増加している。T₁ の評定値について、群 (2) × 評定試行 (2) の分散分析を行ったところ、群の主効果 ($F = 244.48, df = 1/14, p < .001$) と評定試行の主効果 ($F = 11.64, df = 1/14, p < .01$), および群と評定試行の交互作用がみられた ($F = 119.23, df = 1/14, p < .001$)。交互作用について単純主効果検定を行ったところ、RC+群における評定試行間 ($F =$

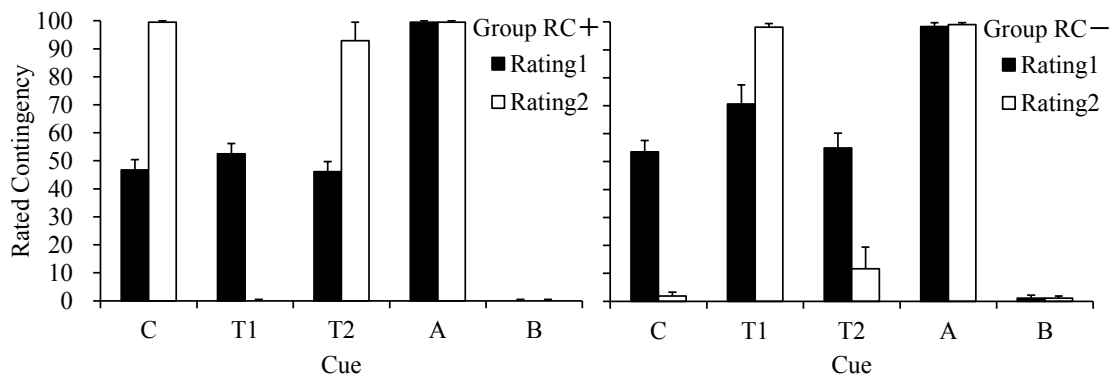


Figure 3-7. 各手がかりの平均評定値 (実験 7)。エラーバーは標準誤差を示す。

102.70, $df = 1/14$, $p < .001$)と RC-群における評定試行間($F = 28.18$, $df = 1/15$, $p < .001$)で有意な差がみられた。前者は1次逆行阻止が生じたことを、後者は1次隠蔽解除が生じたことを示している。

(3) 2次の回顧的再評価の検討 Figure 3-7 (132頁) から明らかなように、 T_1 とは対照的に RC+群における T_2 の評定値は評定試行1に比べて評定試行2で増加し、RC-群における T_2 の評定値は評定試行1に比べて評定試行2で減少している。 T_2 の評定値について群(2) × 評定試行(2)の分散分析を行ったところ、群の主効果 ($F = 43.43$, $df = 1/14$, $p < .001$) と群と評定試行の交互作用がみられた ($F = 61.24$, $df = 1/14$, $p < .001$)。評定試行の主効果 ($F < 1$, $df = 1/14$) はみられなかった。交互作用について単純主効果検定を行ったところ、RC+群の評定試行間($F = 33.05$, $df = 1/14$, $p < .001$)と RC-群の評定試行間($F = 28.28$, $df = 1/14$, $p < .001$)で有意な差がみられた。前者は2次隠蔽解除が生じたことを、後者は2次逆行阻止が生じたことを示している。

第4項 考察

実験7では実験6の一般性を検討するために、試行の呈示順序を変更して、2次の回顧的再評価の検討を行った。具体的には、実験6におけるフェイズ1とフェイズ2を置き換えて実験を行った。その結果、2次隠蔽解除と2次逆行阻止が観察され、2次の回顧的再評価の生起が確認された。これらの事実は、実験6や先行研究の知見と一致しており、2次の回顧的再評価が頑健な現象であることを示唆していた。しかし、実験7と実験6に関して、試行の呈示順序の効果はみられなかった。このような試行の呈示順序に関する直接的な検討は、本研究の実験7がはじめてのものであり、De Houwer and Beckers (2002c) などの先行研究にない新しい知見であった。なお、試行の呈示順序が2次の回顧的

再評価に影響しないという事実は、拡張コンパレータ仮説や確率対比モデル、Power PC モデルの予測と一致していた。実験 8 では実験 6 をさらに拡張し、結果の強度を変更してもなお 2 次の回顧的再評価がみられるか否かを検討する。

第 4 節 実験 8：結果の強度が最大であっても 2 次の回顧的再評価は生じる

—逆行／順行手続きを用いた場合

第 1 項 目的

実験 8 では結果の強度による影響を検討するために、実験 6 のデザインを変更して実験を行った (Table 3-2, 123 頁)。具体的には、結果が生起した際に、その強度が最大であることを明示した (i.e., 20/20)。Power PC モデル (Cheng, 1997) や命題推論モデル (De Houwer, 2009a) によると、結果の強度が最大であれば天井効果が生じるため、2 次の回顧的再評価は減弱することが予測される。なお、実験 8 では実験 6 と同様に、フェイズ 1 に CT₁+ 試行、フェイズ 2 に T₁T₂+ 試行、フェイズ 3 に C+ (あるいは C-) 試行を呈示する、“逆行／順行手続き”を用いた。

第 2 項 方法

(1) 被験者 16 名の大学生 (男子 8 名, 女子 8 名) であった。平均年齢は 20.3 歳 (18 歳～22 歳) であり、いずれの被験者も本実験で用いた実験課題、および類似の課題に関する先行経験はなかった。被験者は無作為に C+ 群と C- 群の 2 群に半数ずつ割りあてた。

(2) (3) 装置および手続き 実験 6 と同様であった。

(4) デザイン 実験 6 と同様であった。

(5) 課題 結果の強度を除き、実験 6 と同様であった。実験 8 では爆発の規模を示すメッセージを結果の強度が最大であることを明示するために表示した。戦車が破壊されたときは常に“爆発の規模=20/20”というメッセージを、戦車が破壊されなかったときは常に“爆発の規模=0/20”というメッセージを表示した。

(6) 結果の処理 実験 6 と同様であった。

第 3 項 結果

(1) 2 群の等質性の検討 Figure 3-8 の左パネルは C+群の評定値を、右パネルは C-群の評定値を示す。Figure 3-8 から明らかなように、評定試行 1 における C, T₁, T₂, A, B の評定値は群間で一致し、A と 100 との間、および B と 0 との間にも大きな差はみられない。評定試行 1 の評定値について群 (2) × 手がかり (5) の分散分析を行ったところ、手がかりの主効果がみられたものの ($F = 138.10, df = 4/56, p < .001$), 群の主効果 ($F = 1.99, df = 1/14$) と群と評定試行の交互作用 ($F = 1.90, df = 4/56$) はみられなかった。手がかりの主効果の下位検定として、Ryan 法を用いた多重比較を行ったところ、C と T₂ 以外の全ての組み合わせで有意差がみられた。これらの事実は、手がかりの評定に関して 2 群が

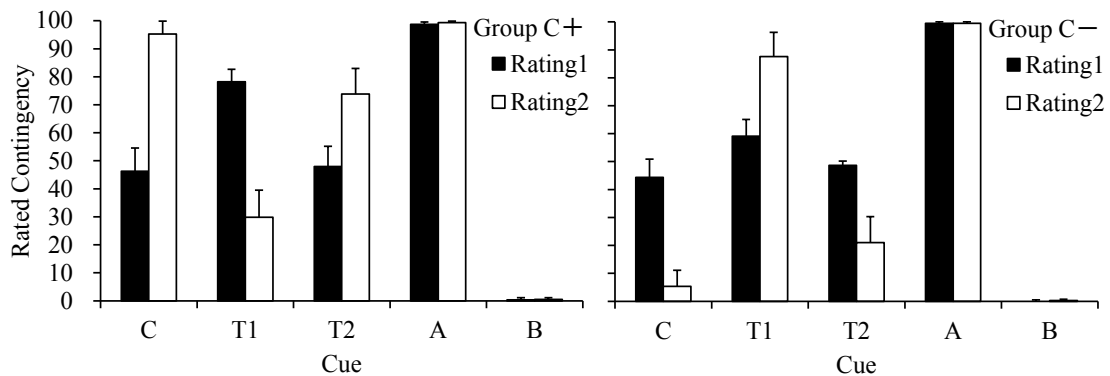


Figure 3-8. 各手がかりの平均評定値 (実験 8). エラーバーは標準誤差を示す.

等質であったこと、A+試行とB-試行によって評定の枠組みが統制されたことを示している。

(2) 1次の回顧的再評価の検討 Figure 3-8 (135頁) から明らかなように、C+群における T_1 の評定値は評定試行1に比べて評定試行2で減少し、C-群における T_1 の評定値は評定試行1に比べて評定試行2で増加している。 T_1 の評定値について、群(2)×評定試行(2)の分散分析を行ったところ、群の主効果($F = 11.14, df = 1/14, p < .01$)と群と評定試行の交互作用がみられた($F = 22.98, df = 1/14, p < .001$)。評定試行の主効果はみられなかった($F < 1, df = 1/14$)。交互作用について単純主効果検定を行ったところ、C+群の評定試行間($F = 18.20, df = 1/14, p < .001$)とC-群の評定試行間($F = 6.32, df = 1/14, p < .05$)で有意な差がみられた。前者は1次逆行阻止が生じたことを、後者は1次隠蔽解除が生じたことを示している。

(3) 2次の回顧的再評価の検討 Figure 3-8 (135頁) から明らかなように、 T_1 とは対照的にC+群における T_2 の評定値は評定試行1に比べて評定試行2で増加し、C-群における T_2 の評定値は評定試行1に比べて評定試行2で減少している。 T_2 の評定値について、群(2)×評定試行(2)の分散分析を行ったところ、群の主効果($F = 17.24, df = 1/14, p < .001$)と群と評定試行の交互作用がみられた($F = 12.39, df = 1/14, p < .01$)。評定試行の主効果はみられなかった($F < 1, df = 1/14$)。交互作用について単純主効果検定を行ったところ、C+群の評定試行間($F = 5.80, df = 1/14, p < .05$)とC-群における評定試行間($F = 6.61, df = 1/14, p < .05$)で有意な差がみられた。前者は2次隠蔽解除が生じたこと、後者は2次逆行阻止が生じたことを示している。

第4項 考察

実験8では実験6のデザインを変更し、2次の回顧的再評価の検討を行った。具体的には、結果の強度を最大下 (i.e., 10/20) から最大 (i.e., 20/20) に変更し、実験を行った。その結果、2次隠蔽解除と2次逆行阻止が観察され、2次の回顧的再評価の生起が確認された。これらの事実は、結果の強度を高めたことが2次の回顧的再評価に影響しなかったことを示唆していた。実験9では実験7を進展させ、結果の強度による影響がみられる否かについて再度検討を行う。

第5節 実験9：結果の強度が最大であっても2次の回顧的再評価は生じる

—逆行／逆行手続きを用いた場合

第1項 目的

実験9では結果の強度の影響を検討するために、実験7のデザインを変更して実験を行った (Table 3-2, 123頁)。具体的には、結果が生起した際に、その強度が最大であることを明示した (i.e., 20/20)。なお、実験9では実験7と同様に、フェイズ1に T₁T₂+ 試行、フェイズ2に CT₁+ 試行、フェイズ3に C+ (あるいは C-) 試行を呈示する、“逆行／逆行手続き”を用いた。

第2項 方法

(1) **被験者** 16名の大学生 (男子8名, 女子8名) であった。平均年齢は21.5歳 (20歳～23歳) であり、いずれの被験者も本実験で用いた実験課題、および類似の課題に関する先行経験はなかった。被験者は無作為に RC+群と RC-群の2群に半数ずつ割りあてた。

(2) (3) **装置および手続き** 実験7と同様であった。

(4) デザイン 実験 7 と同様であった。

(5) 課題 結果の強度を除き，実験 7 と同様であった。実験 9 においても爆発の規模を示すメッセージを結果の強度が最大であることを明示するために表示した。戦車が破壊されたときは常に“爆発の規模=20/20”というメッセージを，戦車が破壊されなかったときは常に“爆発の規模=0/20”というメッセージを表示した。

(6) 結果の処理 実験 6 と同様であった。

第 3 項 結果

(1) 2 群の等質性の検討 Figure 3-9 の左パネルは RC+ 群の評定値を，右パネルは RC- 群の評定値を示す。Figure 3-9 から明らかなように，評定試行 1 における C, T₁, T₂, A, B の評定値は群間で一致し，A と 100 との間，および B と 0 との間にも大きな差はみられない。評定試行 1 の評定値について群 (2) × 手がかり (5) の分散分析を行ったところ，手がかりの主効果がみられたものの ($F = 82.95, df = 4/56, p < .001$)，群の主効果 ($F < 1, df = 1/14$) と群と評定試行の交互作用 ($F < 1, df = 4/56$) はみられなかった。手がかりの主効果の下位検定とし

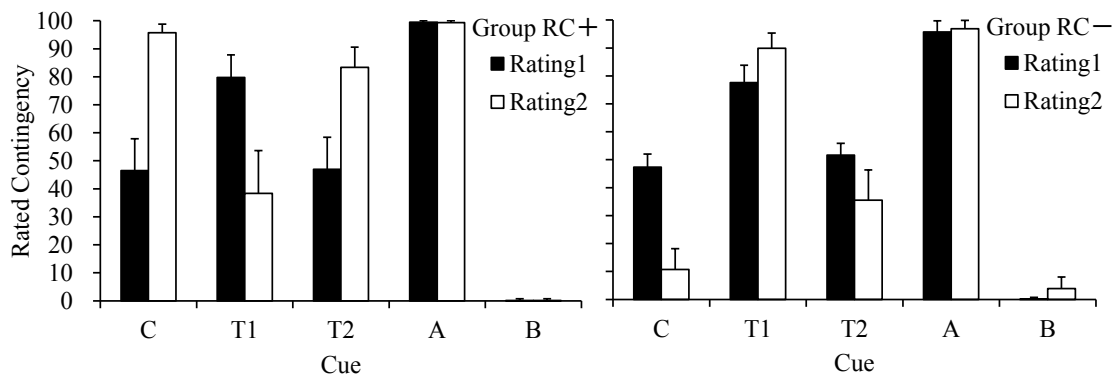


Figure 3-9 各手がかりの平均評定値 (実験 9)。エラーバーは標準誤差を示す。

て、Ryan 法を用いた多重比較を行ったところ、C と T2 以外の全ての組み合わせで有意な差がみられた。これらの事実は手がかりの評定に関して 2 群が等質であったこと、A+ 試行と B- 試行によって評定の枠組みが統制されたことを示している。

(2) 1 次の回顧的再評価の検討 Figure 3-9 (138 頁) から明らかなように、RC+ 群における T₁ の評定値は評定試行 1 に比べて評定試行 2 で減少し、RC- 群における T₁ の評定値は評定試行 1 に比べて評定試行 2 で増加している。T₁ の評定値について群 (2) × 評定試行 (2) の分散分析を行ったところ、群の主効果 ($F = 4.79, df = 1/14, p < .05$) と評定試行の主効果 ($F = 6.51, df = 1/14, p < .05$)、および群と評定試行の交互作用がみられた ($F = 22.96, df = 1/14, p < .001$)。交互作用について単純主効果検定を行ったところ、RC+ 群の評定試行間で有意な差がみられたものの ($F = 26.27, df = 1/14, p < .001$)、RC- 群の評定試行間では有意な差はみられなかった ($F \leq 2.31, df = 1/14$)。前者は 1 次逆行阻止が生じたことを、後者は 1 次隠蔽解除が生じなかったことを示している。

(3) 2 次の回顧的再評価の検討 Figure 3-9 (138 頁) から明らかなように、T₁ とは対照的に RC+ 群における T₂ の評定値は評定試行 1 に比べて評定試行 2 で増加し、RC- 群における T₂ の評定値は評定試行 1 に比べて評定試行 2 で減少している。T₂ の評定値について群 (2) × 評定試行 (2) の分散分析を行ったところ、群の主効果 ($F = 6.19, df = 1/14, p < .05$) と群と評定試行の交互作用がみられた ($F = 10.86, df = 1/14, p < .01$)。評定試行の主効果 ($F < 1, df = 1/14$) はみられなかった。交互作用について単純主効果検定を行ったところ、RC+ 群の評定試行間で有意な差がみられたものの ($F = 10.42, df = 1/14, p < .01$)、RC- 群の評定試行間では有意な差はみられなかった ($F < 1, df = 1/14$)。前者は 2 次隠蔽解除

が生じたこと、後者は2次逆行阻止が生じなかったことを示している。

第4項 考察

実験9では実験7のデザインを変更し、2次の回顧的再評価の検討を行った。具体的には、結果の強度を最大下 (i.e., 10/20) から最大 (i.e., 20/20) に変更し、実験を行った。その結果、2次隠蔽解除が生じたものの、2次逆行阻止は観察されなかった。これらの事実は実験7の知見とは異なっており、RC一群でのみ結果の強度の影響が生じたことを示唆している。このことは、結果の強度を高めたことが一部ではあるが2次の回顧的再評価に影響したことを意味する。実験10では実験6を拡張し、結果の強度そのものが明示されていない場合でも2次の回顧的再評価がみられる否かについて検討を行う。

第6節 実験10: 結果の強度を明示しなければ2次の回顧的再評価は生じない —逆行/順行手続きを用いた場合

第1項 目的

実験10では結果の強度による影響を検討するために、実験6のデザインを変更して実験を行った (Table 3-2, 123 頁)。具体的には、結果が生起した際に、強度そのものを明示しなかった。Power PC モデル (Cheng, 1997) や命題推論モデル (De Houwer, 2009a) によると、結果の強度が明示されなければ、天井効果が生じるため、2次の回顧的再評価は減弱すると予測される。なお、実験10では実験6と同様、フェイズ1にCT₁+試行、フェイズ2にT₁T₂+試行、フェイズ3にC+ (あるいはC-) 試行を呈示する、“逆行/順行手続き”を用いた。

第2項 方法

(1) 被験者 16名の大学生 (男子8名, 女子8名) であった。平均年齢は

21.0 歳 (19 歳～28 歳) であり、いずれの被験者も本実験で用いた実験課題、および類似の課題に関する先行経験はなかった。被験者は無作為に C+群と C-群の 2 群に半数ずつ割りあてた。

(2) (3) 装置および手続き 実験 6 と同様であった。

(4) デザイン 実験 6 と同様であった。

(5) 課題 結果の強度を除き、実験 6 と同様であった。実験 10 では爆発の規模を示すメッセージを表示しなかった。そのため、戦車が破壊されたときは、戦車の消失と破壊の様子を示す赤い楕円のみを表示した。また、破壊されなかったときは、戦車が消失せず、移動を続行する様子のみを表示した。

(6) 結果の処理 実験 6 と同様であったが、実験 10 では 1 次と 2 次の回顧的再評価の効果を比較するために、実験 (5) × 群 (2) × 手がかり (2) の分散分析を行った。有意水準は 5%であった。

第 3 項 結果

(1) 2 群の等質性の検討

Figure 3-10 (142 頁) の左パネルは C+群の評定値を、右パネルは C-群の評定値を示す。Figure 3-10 (142 頁) から明らかなように、評定試行 1 における C, T₁, T₂, A, B の評定値は群間で一致し、A と 100 との間、および B と 0 との間にも大きな差はみられない。評定試行 1 の評定値について群 (2) × 手がかり (5) の分散分析を行ったところ、手がかりの主効果がみられたものの ($F = 152.70$, $df = 4/56$, $p < .001$), 群の主効果 ($F < 1$, $df = 1/14$) と群と評定試行の交互作用 ($F < 1$,

$df = 4/56$) はみられなかった。手がかりの主効果の下位検定として、Ryan 法を用いた多重比較を行ったところ、C と T2 以外の全ての組み合わせで有意な差がみられた。これらの事実は手がかりの評定に関して 2 群が等質であったこと、A+ 試行と B- 試行によって評定の枠組みが統制されたことを示している。

(2) 1 次の回顧的再評価の検討 Figure 3-10 から明らかなように、C+ 群における T₁ の評定値は評定試行 1 と評定試行 2 で減少しておらず、C- 群における T₁ の評定値は評定試行 1 と評定試行 2 で増加していない。T₁ の評定値について、群 (2) × 評定試行 (2) の分散分析を行ったところ、群の主効果 ($F = 2.64, df = 1/14$) と評定試行の主効果 ($F < 1, df = 1/14$)、群と評定試行の交互作用 ($F = 1.64, df = 1/14$) はみられなかった。これは 1 次逆行阻止と 1 次隠蔽解除が生じなかったことを示している。

(3) 2 次の回顧的再評価の検討 Figure 3-10 から明らかなように、C+ 群における T₂ の評定値は評定試行 1 と評定試行 2 で増加しておらず、C- 群における T₂ の評定値は評定試行 1 と評定試行 2 で減少していない。T₂ の評定値について、群 (2) × 評定試行 (2) の分散分析を行った結果、群の主効果 ($F < 1, df = 1/14$) と評定試行の主効果 ($F < 1, df = 1/14$)、群と評定試行の交互作用 ($F = 3.30,$

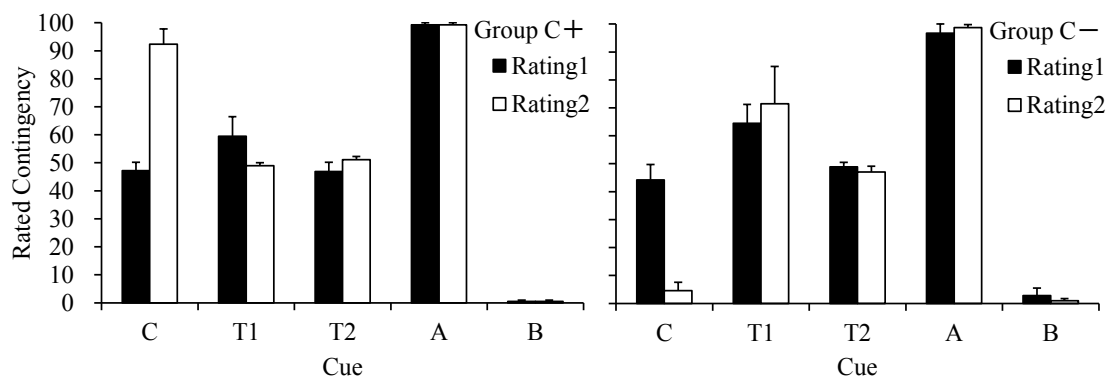


Figure 3-10. 各手がかりの平均評定値 (実験 10)。エラーバーは標準誤差を示す。

$df = 1/14$)はみられなかった。これは2次逆行阻止と2次隠蔽解除が生じなかったことを示している。

(4) 回顧的再評価の効果検証

Figure 3-11 は実験 6 から 10 までの回顧的再評価の効果を示す。縦軸は評定試行 2 と評定試行 1 の差分の絶対値を、横軸は効果の名称を示す。なお、1stBB は 1 次逆行阻止、1stUOV は 1 次隠蔽解除、2ndBB は 2 次逆行阻止、2ndUOV は 2 次隠蔽解除とそれぞれ対応する。Figure 3-11 から明らかなように、実験 6 から 9 のそれぞれの効果は実験 10 のそれより大きい。評定試行 2 と評定試行 1 の差分値について、実験 (5) × 群 (2) × 手がかり (2) の分散分析を行ったところ、実験の主効果 ($F = 8.86, df = 4/70, p < .001$)と群の主効果($F = 5.83, df = 1/70,$

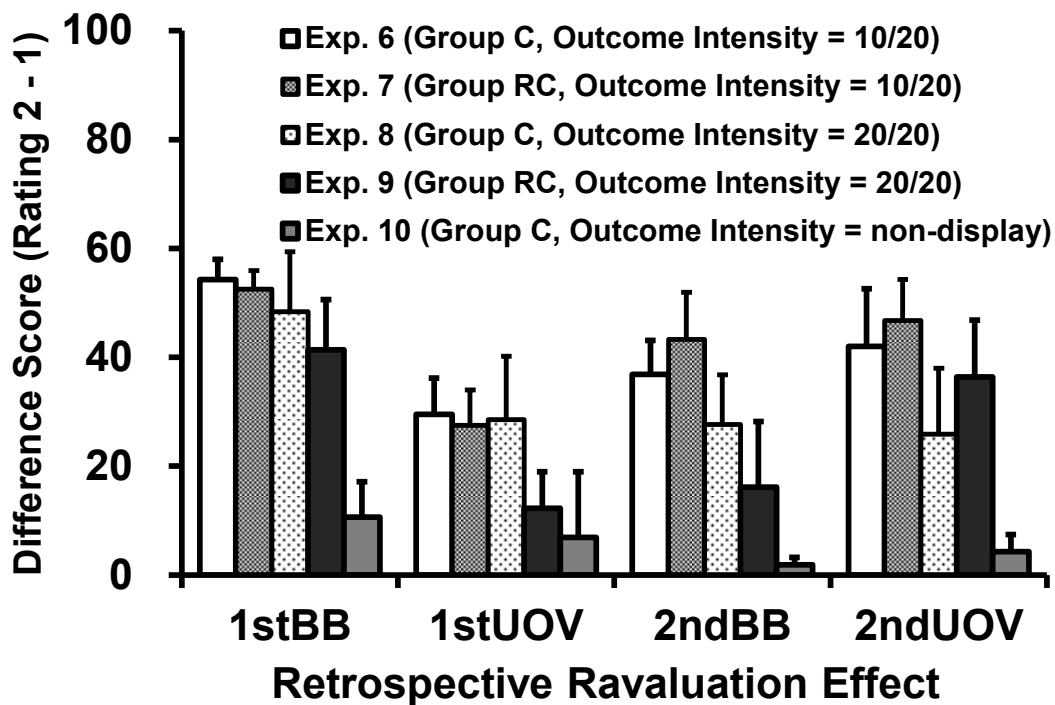


Figure 3-11. 各実験における評定試行 2 と評定試行 1 の差分 (絶対値). 1stBB は C+群の T₁, 1stUOV は C-群の T₁, 2ndBB は C-群の T₂, 2ndUOV は C+群の T₂ と対応する. エラーバーは標準誤差を示す.

$p < .05$), 実験と手がかりの交互作用($F = 3.33, df = 4/70, p < .05$), 群と手がかりの交互作用がみられた($F = 4.38, df = 4/70, p < .05$)。手がかりの主効果($F \leq 2.78, df = 1/70,$), 実験と群の交互作用($F = 1.15, df = 4/70$), 実験と群と手がかりの2次の交互作用($F = 1.89, df = 4/70$)はみられなかった。実験の主効果について Ryan 法を用いた多重比較を行ったところ, 実験 10 とそれ以外の全ての組み合わせで有意な差がみられた。これらの事実は, 結果の強度を明示しなければ 1 次と 2 次の回顧的再評価は生じないこと, および結果の強度や試行の呈示順序の操作が 2 次の回顧的再評価に影響しなかったことを示唆している。

第 4 項 考察

実験 10 では実験 6 のデザインを変更し, 2 次の回顧的再評価の検討を行った。具体的には, 結果の強度を明示せずに実験を行った。その結果, 2 次隠蔽解除と 2 次逆行阻止はともに観察されなかった。また, 実験 10 とその他の実験結果を比較したところ, 結果の強度を明示しなければ 2 次の回顧的再評価は生じないことが確認された。ただし, この比較では結果の強度を操作したと試行の呈示順序を操作したことの影響はみられなかった。総合論議では, これらの実験結果を要約し, 仮説の是非と今後の展望について述べる²²。

第 7 節 総合論議

第 1 項 結果の要約

研究 II では随伴性判断の事態を用いて, 結果の強度を操作することが 2 次の回顧的再評価に影響を与えるか否かを検討した。実験 6 と実験 7 では先行研究と同様の刺激パラメーターを用いて, 2 次の回顧的再評価がみられるか否かを

²² 本研究の実験 6 と 7 を除く三つの実験は, それぞれ異なる時期に行われていたため, 実験間で比較を行うことは望ましいことではない。試行の呈示順序や結果の強度の効果を比較するためにはこれらを群間で操作する必要がある。本研究ではこれらの要因の影響を探るため, 探索的に実験間比較を行った。

検証した。実験 8 と実験 9 では結果の強度を大きくすることで、また、実験 10 では結果の強度を明示しないことで、2 次の回顧的再評価が減弱するか否かを検証した。その結果、実験 6 と実験 8 では、CT₁+試行と T₁T₂+試行を含む二つのフェイズの後に、T₂と結果の随伴性の評定が C+試行を含む第 3 フェイズが伴うことで高くなること（2 次隠蔽解除）、および C-試行を含む第 3 フェイズが伴うことで低くなること（2 次逆行阻止）が示された。これらの知見は回顧的再評価が連鎖的に生じたことを示しており、結果の強度を高めたことが 2 次の回顧的再評価に影響しなかったことを示唆していた。また、実験 7 と実験 9 では、実験 6 の最初の二つのフェイズ（CT₁+試行と T₁T₂+試行）の順序を入れ替えると 2 次逆行阻止は生じず、2 次隠蔽解除のみが生じることが示された。これらの知見は、結果の強度を高めたことが RC-群でのみ 2 次の回顧的再評価に影響したことを示唆していた。そして実験 10 では、実験 6 から 9 までで明示してきた結果の強度を示すメッセージを除去して、実験 6 と同様の実験を行った。その結果、実験 10 では 2 次逆行阻止と 2 次隠蔽解除は再現されなかった。この事実は研究 II で用いた実験課題では、結果の強度を明示しなければ 2 次の回顧的再評価は生じないことを示していた。これらの事実は先行研究である De Houwer and Beckers (2002c) にはない新しい知見であった。

また、実験間比較において実験 10 と全ての実験の間に回顧的再評価の効果に差がみられたこと。このことは結果の強度を明示しなければ 2 次の回顧的再評価は生じないことを支持しており、PowerPC モデル (Cheng, 1997) や命題推論モデル (De Houwer, 2009a) の考えと一致していた。ただし、実験 8 や実験 9 では RC-群を除く全ての群で 2 次の回顧的再評価がみられ、それらの効果に差はみられなかった。このことから、これらのモデルでは研究 II の実験 6、実験 7 と実験 10 の結果を説明できるが、実験 8 と実験 9 の結果を説明できないことが示された。

第 2 項 仮説の是非

研究Ⅱの実験 10 より、結果の強度を明示しなければ、2 次の回顧的再評価は減弱することが明らかとなった。この事実は拡張コンパレータ仮説というよりは、むしろ確率対比モデルや Power PC モデルをはじめとする推論モデルを支持していると考えられる。ただし、実験 8 と実験 9 で結果の強度の操作が 2 次の回顧的再評価に部分的にしか作用しなかったという事実は、これらの考えでは説明することができなかった。なぜなら、実験 8 や実験 9 で行った結果の最大性の操作 (i.e., 20/20) は結果の強度を最大まで高めているという点で、Vandorpe et al. (2007) が行った最大性の操作 (i.e., 10/10) と同等とみなせるため、これらの実験で 2 次の回顧的再評価がみられたという事実はこれらの推論モデルの予測とは一致しないからである。

しかしながら、実験 8 や実験 9 での報告は、結果の強度の操作が 2 次の回顧的再評価に影響を与えないということだけをただちに結論づける訳ではない。なぜなら、De Houwer and Beckers (2002b, 2002c) および研究Ⅱで用いた結果の強度は、最大下の場合で“10/20”，最大の場合では“20/20”と明示されたのに対し、Vandorpe et al. (2007) などの過去研究では最大下の場合では“10/20”，最大の場合では“10/10”という異なるメッセージが明示されていたためである。すなわち、Vandorpe et al. (2007) などの過去研究では、結果の規模を示すメッセージの分母を小さくすることで結果の最大性を操作していたのに対し、本研究では分子を大きくすることで結果の強度を大きくしていた。このような結果の強度の操作方法の違いが、実験 8 や実験 9 に影響を与えていた可能性も否定できず、研究Ⅱで行った結果の強度の操作が妥当であったか否かについては、検討の余地があると考えられる。

もしも、実験 8 や実験 9 の操作が妥当でなかったと仮定すれば、研究Ⅱで得られた知見は確率対比モデルや Power PC モデルなどの認知的な立場を支持す

ることになり、単一理論による包括的な理論を行うことが可能になる。結果の強度の問題についてはさらなる検証が必要である。研究Ⅱで得た知見の全てを包括的に説明することは現時点では困難であるが、さらなる実験事実の収集がその作業を可能にすることは間違いない。本研究の対象となった2次の回顧的再評価は学習理論を査定するツールとして、有用な現象であると考えられる。

第3項 今後の展望

ところで、フェイズ1が終了した評定試行1の段階では研究Ⅱの全ての実験で T_1+ の評定値がCと T_2 よりも高くなっている。この傾向は先行研究であるDe Houwer and Beckers (2002c)でもみられている。このような現象は確率対比モデルやPower PCモデルというよりは、むしろ拡張コンパレータ仮説など連合形成の考えとよく適合しているように見える。なぜなら、確率対比モデルやPower PCモデルでは、確率の対比にもとづいて推論が行われることが仮定されているため (Figure 3-4, 121 頁)、確率の計算に用いる頻度の情報が大きいか否かというサンプルサイズの問題は考慮されないためである (反論としてLiljeholm & Cheng, 2009)。一方、拡張コンパレータ仮説では頻度の法則にしたがって、それぞれの手がかりと結果が連合すると考えるため、フェイズ1の時点で最も多く結果と対呈示された T_1 の評価が、Cや T_2 よりも高くなることを容易に説明する (Figure 3-2, 115 頁)。このように、本研究の結果については巨視的には確率対比モデルやPowerPCモデルによる解釈が妥当だと思われるが、微視的には拡張コンパレータ仮説の考えでよりよく説明できる部分もあることになる。研究Ⅱの実験6と実験7、実験8と実験9でほぼ同様の結果が得られたという事実は、試行の呈示順序が2次の回顧的再評価に影響しないという点で、推論モデルだけでなく拡張コンパレータ仮説の予測をも支持している。拡張コンパレータ仮説によるシミュレーションの実施は今後の課題である。

動物の古典的條件づけ研究（e.g., Miller & Matute, 1996; Urushihara & Miller, 2010）では、感性予備条件づけなどの手続きを用いて、結果の生物学的重要性を小さくしなければ逆行阻止の現象は生じないことが指摘されている。本研究で行った結果の強度の操作、あるいは Vandorpe et al. (2007) で行った結果の最大性の操作は、動物の条件づけ事態でなされてきた手続きの類似としてみなすことができるかもしれない。ただし、研究Ⅱにおいては結果の強度を明示することが2次の回顧的再評価に影響を与えることが示された一方、強度の変化による影響はみられなかった。今後の展望として、結果の強度や最大性の効果を再検討し、その一般性について検証する必要がある。また、我々の日常生活では“10/20”のように最大値が示されることは少なく、むしろ結果の強度のみが示されることが多いようにも思われる。こうした日常場面の認知や外的妥当性の問題についても、今後は検討していく必要がある。

かつてイギリス経験主義の祖である Locke (1690/1968) は、著書『人間悟性論』の中で、「いかなる人の知識も、その人の経験を越えるものではない」と述べた。研究Ⅱで示してきたように、ターゲットとなる手がかりの評価は (i.e., T_1 と T_2)、その他の手がかりの評価を獲得したことによっても変化する。しかし、その変化は手がかりを直接に経験して得た評価 (i.e., $C+$ や $C-$) よりも、曖昧で柔軟なものである。2次の回顧的再評価の例が示すように、我々ヒトの思考の在り方は時間の経過によって変化する。しかしながら、その在り方は全て、過去と現在の経験内容によって決定づけられるのである。

第4章 研究Ⅲ：反応形態が回顧的再評価に与える影響

—古典的条件づけ事態を用いて²³

第1節 回顧的再評価はなぜ生じるか？

第1項 随伴性判断事態の特異性

環境と生活体の相互作用は、主に情報の入力としての随伴性の抽出と、情報の出力としての意思決定に大別される。これらは表裏一体の関係であり、そのどちらも環境適応に関して重要な能力であることに疑いの余地はない。しかしながら、これらの機能は常に合理的であるわけではなく、一見した限りはしばしば客観確率や命題論理からの逸脱を示す。第2章（研究Ⅰ）と第3章（研究Ⅱ）ではその好例である回顧的再評価の検討を通じて、その背景にある学習機構について考察を行ってきた。これまでの実験の結果、この現象が因果の知識や結果の強度の関数であり、連合学習というよりはむしろ、因果帰納や命題推論の考えにより包括的に説明できることを明らかにしてきた。しかしながら、これらの知見だけでは「回顧的再評価はなぜ生じるか？」という問題に明確な解答を提出できたとはいえない。この問題を解決するためにはさらなる実験的事実の収集や学習理論の検証に加え、新しい枠組みを導入していく必要がある。

一般的に、随伴性判断の事態では被験者は手がかり（e.g., 空が曇る）と結果（e.g., 雨が降る）の二つの事象の共変動の事例や頻度の情報を与えられた後、これらの事象間の関係の評定（e.g., 尺度上の判断）を求められることが多い。このような随伴性判断の課題構造は、動物の条件づけにおける条件刺激と無条件刺激の対呈示と類似しており、隠蔽（e.g., Pavlov, 1927; Gluck & Bower, 1988）や順行阻止（e.g., Kamin, 1968; Shanks, 1985b）など、両者で類似した現象も数多く確認されてきた。またこのような類似が見られることを背景に、動物の連

²³ 研究Ⅲで得られた知見のうち、実験11は沼田・嶋崎(2009b)とNumata and Shimazaki(2010b)、実験12と実験13の二つは沼田・嶋崎(2011b)を通じて学会発表しており、いずれも審査あるいは投稿準備中である。

合形成モデルを援用，あるいは拡張して随伴性判断の過程を説明することが試みられてきた（e.g., Dickinson & Burke, 1996; Van Hamme & Wasserman, 1994）。

これらの試みはヒトと動物の学習研究の架け橋を提供している他，複雑に感じられるヒトの学習機構を節約的に説明できる点で優れており，従来の学習研究に大きな発展をもたらしたといえよう。しかし，随伴性判断の課題構造は動物の条件づけと決して同じではなく，結果の性質や反応の形態など，外見的にはいくつかの点で明らかに異なる（Figure 4-1）。逆行阻止の再現がヒトで容易である一方で動物では困難であるという問題は，そうした実験事態の差異とも関連していると思われる（e.g., 嶋崎，2009）。なお，一つの種の研究で得られた知見が，もう一方の種においても再現されるか否かという問題は，学習理論の一般性という観点だけでなく他領域への応用という観点からも重要となる。

第4章では，実験事態の差異の一つである反応形態に着目し，随伴性の評定と条件反応が一致するか否かについて検討を行う。このことは，前述の例における空が曇ると雨が降るという尺度上の判断（随伴性判断）と，曇り空をみて傘を持参するという行動（意思決定）の対応関係を検証することに他ならない。次項では，随伴性判断の指標となる主観報告とその使用をめぐる議論に触れ，続いて当該領域において行動指標を測定した先行研究について概観する。

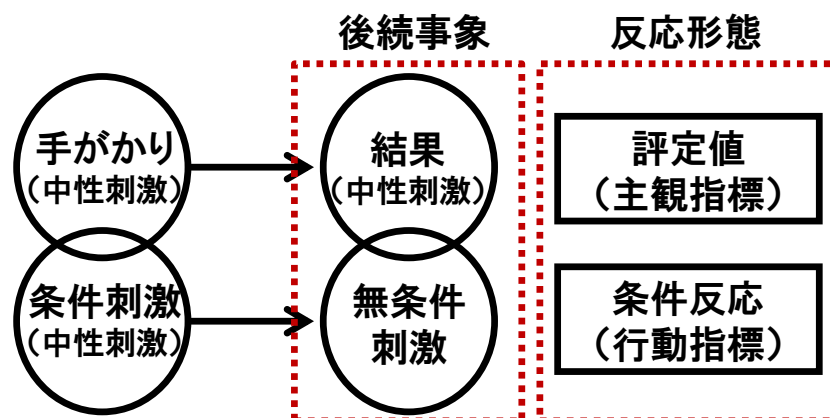


Figure 4-1. ヒトの随伴性判断（上段）と動物の条件づけ（下段）の実験事態。後続事象の感情価と反応形態が外見的には異なっている。

第2項 主観報告と行動指標

随伴性判断の実験事態では、被験者が随伴性を検出しそれを出力する場合、随伴性の方向（i.e., 正か負か）や随伴性の強度の評定が行われることが多い。しかし、被験者は日常生活において、検出した事象間の随伴性を評定するという経験をもたない。そのため、実験で随伴性を評定させるときは、随伴性を片方の事象がもう一方の事象に対して持つ、“効き目”や“予測力”などに置き換えて評定を求めることが多い。随伴性の評定は尺度上の数値により評定値として表されるが、その尺度には単方向のものや双方向のものがある。単方向のものは事象間の随伴性の強度のみを問うものであるが、双方向のものは強度と随伴性の方向性の両方を問うものである。一般に、随伴性の評定にはこのどちらかが用いられることが多い。なお、尺度の違いによる評定値への影響に関しては、いくつかの先行研究において双方向のものを評定尺度として用いる方が随伴性の強度は過大評価されることが報告されている（e.g., Neunaber & Wasserman, 1986）。また、近年の研究では評定を求める際の質問文の内容が被験者に影響を与えることが示唆されており（e.g., Arcediano et al., 2005; Matute et al., 1996; Vadillo, Miller, & Matute, 2005; Waldman & Holyoak, 1992）、評定値を従属変数として用いる際は尺度の方向性や質問文の構成などといった環境の統制に十分に配慮することが必要となる。

評定手続きに関する問題点として嶋崎・津田・今田（1988）は、日常場面における生活体の評定経験の欠如を例にあげ、新しい従属変数を考案すべきであると主張している。嶋崎ら（1988）によると、われわれは日常場面において事象間の随伴性を検出したとしても、それを何らかの値に変換して表出することはほとんどなく、むしろ検出された随伴性に基づいて何らかの行動を行っていることが多い。そのため、実験事態において検出した随伴性を外部から観察可能なものに顕在化する評定手続きは被験者にとって非常に不自然であり、それ

故に何らかの統制不可能な要因が働く可能性も否定できないと主張している。このような可能性を排除するため、近年の連合学習研究では、評定値ではなく抑制反応 (e.g., Arcediano, Escobar, & Matute, 2001; Arcediano, Matute, & Miller, 1997; Arcediano, Ortega, & Matute, 1996; Matute & Pineno, 1998; Neson & Sanjuan, 2006) や回避行動 (e.g., Molet, Callejas-Aguilera, & Rosas, 2007; Molet, Leconte, & Rosas, 2006) などの行動指標を測定することが少数ではあるが試みられており、古典的条件づけ事態の一つとして普及しつつある。

第3項 条件性抑制と条件性回避

連合学習の過程を行動指標によって測定しようとする試みでは、抑制反応や回避行動などさまざまな測度が用いられる。しかし、ここで重要となるのはこれらの行動指標が1試行毎の学習を鋭敏に反映する点である。たとえば、Arcediano et al. (1996) は、動物の古典的条件づけ研究において一般的に用いられる条件性抑制 (Estes & Skinner, 1941) の手続きをヒトに応用した実験を行い、ヒトを対象とした古典的条件づけ実験の意義を強調している。彼らの実験はPCを用いたビデオゲームの形態であり (Figure 4-2, 153 頁), 被験者はビデオゲームの課題としてスペースキーを押し続けなければならない。しかし、結果の呈示時にスペースキーを押すと得点を失うため、被験者は結果を信号する手がかりが呈示された際はキー押し反応を抑制しなければならない。彼らの課題では、結果はPCディスプレイ上の画面の点滅であり、手がかりは課題中の背景色の変化であった。なお、従属変数として後述する Annau and Kamin (1961) の抑制率 (suppression ratio) を用いた。その結果、Figure 4-2 (153 頁) から明らかなように手がかり A の呈示中はキー押し反応の抑制がみられ、手がかり B の呈示中はみられなかった。これらの事実は、抑制率が手がかり-結果間の随伴性や、その弁別を反映することを示唆している。

しかしながら、彼らの実験でみられた手がかり A に対するキー押し反応の抑制は、動物の古典的条件づけにおける条件性抑制と同一ではない。なぜなら、彼らが結果として用いている画面の点滅は、無条件にはキー押し反応の抑制を生じさせないためである。すなわち、彼らの課題では画面の点滅時にキーを押すと得点が失われるため、画面の点滅時と背景色の変化時にキー押し反応が抑制されるようになる。この点を考慮すると、この課題における条件性抑制は、道具的条件づけによって獲得された抑制反応が、手がかりに転移したものであると考えることができる。この問題に関しては慎重な議論が必要であるが、Arcediano et al. (1996) が指摘したように倫理的に受け容れ可能な強度のノイズや電撃といった嫌悪刺激をヒトに用いたとしても凍結などの無条件性の抑制を確認することが困難であるという事実を考慮すると、道具的条件づけによって結果に価値を与えるという手続きは簡便で信頼性に富む方法であると思われる。

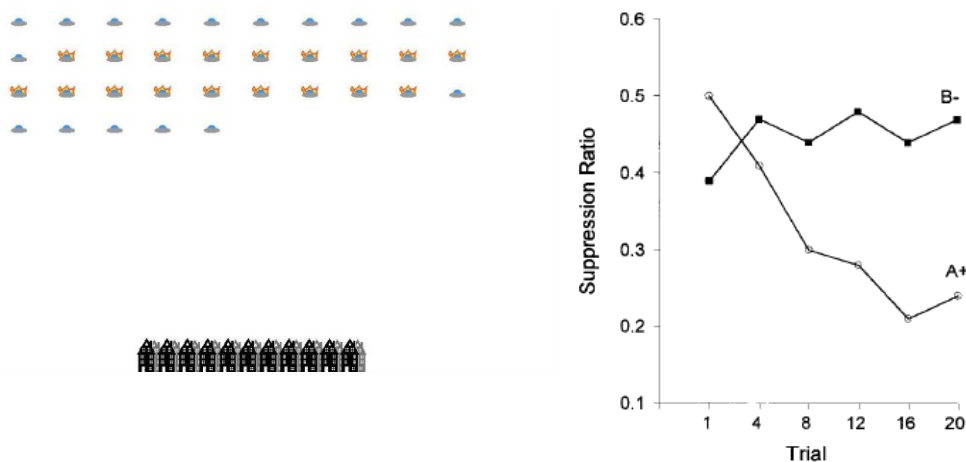


Figure 4-2. Arcediano et al. (1996) の課題 (左パネル) と実験結果 (右パネル)。課題では被験者がスペースキーを押すことによってインバーダーが撃退され、得点を与えられる。手がかりは背景色の変化、結果は画面の点滅であった。また、実験結果の縦軸は抑制率を、横軸は試行数を示している。抑制率が 0 のときは完全抑制、0.5 のときは無抑制を示し、行動指標である条件性抑制の程度が高ければ高いほど抑制率は小さい値をとる。

また、Molet et al. (2006) は動物の道具的條件づけ研究で用いられる条件性回避 (e.g., Rescorla & Solomon, 1967; Solomon & Wynne, 1954) の手続きをヒトに応用した実験を行い、回避行動の獲得と消去に成功している。彼らの実験は PC を用いたビデオゲームの形態であり (Figure 4-3), 被験者は課題遂行のためにスペースキーを押し続けなければならない。しかし、結果の呈示時には得点を失うため、被験者は結果を信号する手がかりの呈示時にはキー押し反応を抑制し、自機を画面の左端か右端に移動させなければならない。この課題では、結果は PC ディスプレイ上のインベーダーの攻撃であり、手がかりはセンサーの点灯色、従属変数は Annau and Kamin (1961) の抑制率であった。

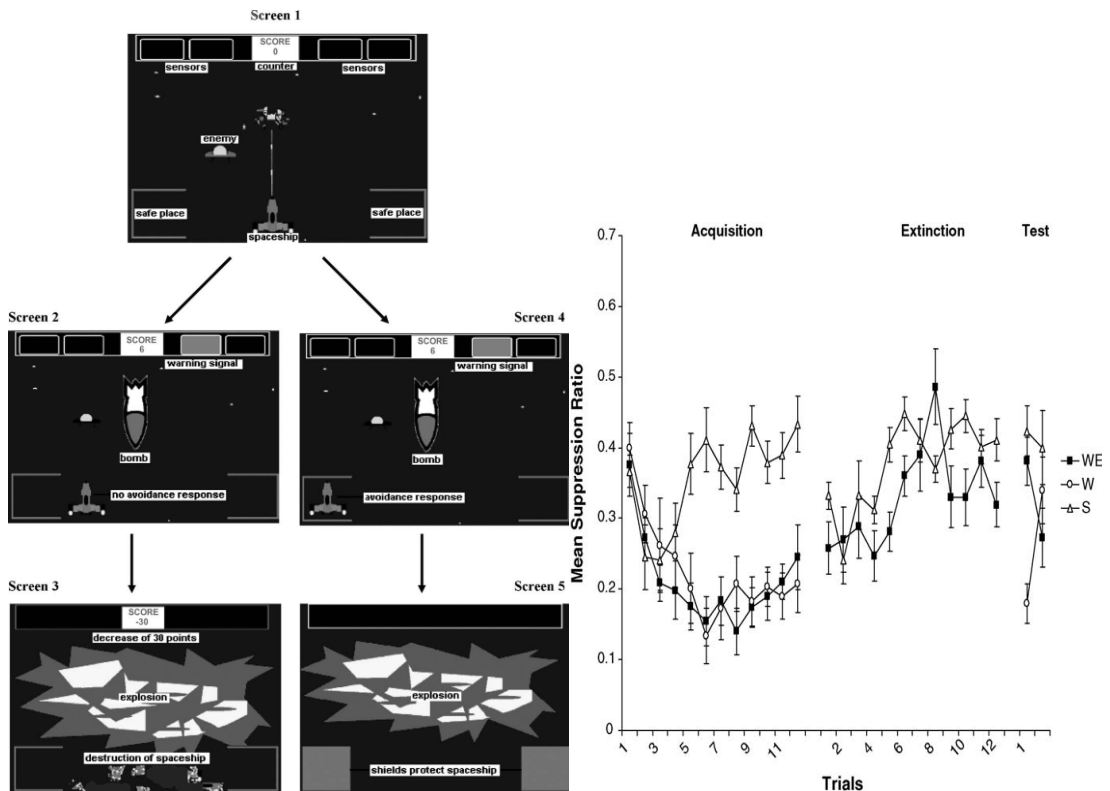


Figure 4-3. Molet et al. (2006) の課題 (左パネル) と実験結果 (右パネル)。課題では被験者がスペースキーを押すことによりインベーダーが撃退され、得点を与えられる。ただし、インベーダーからの攻撃の回避に失敗すると、得点が大幅に失われる。手がかりは画面上部のセンサーの点灯であり、結果は画面中央の爆弾の呈示であった。なお、実験結果の縦軸は抑制率を、横軸は試行数を示している。

その結果、Figure 4-3 (154 頁) から明らかなように、獲得期では手がかり W および WE の呈示中はキー押し反応の抑制がみられ、手がかり S の呈示中にはみられなかった。また、消去期では手がかり WE および S の呈示中にはキー押し反応の抑制はみられず、テスト期では手がかり W のみにキー押し反応の抑制がみられた。これらの事実は W に獲得、WE に消去がみられたことを示しており、抑制率が条件づけの獲得だけでなく消去も反映することを示唆している。

なお、これらの知見で重要となるのは、古典的条件づけの手続きによって、道具的行動であるキー押し反応に抑制がみられたという実験事実である。こうした知見は、ヒトを対象とした随伴性判断や古典的条件づけ研究の新たな展開を示す試みであるといえよう。しかしながら、これらの研究では刺激－刺激間の随伴性（あるいは連合強度）がいかにして獲得されるのかを検討することを目的としたものが多く、現在のところ順行阻止や逆行阻止などの競合現象に焦点を当てた研究はほとんど見当たらない。

また、これらの試みの多くでは、従属変数として抑制反応や回避行動のみが測定されることが多く (e.g., Arcediano et al., 2001; Arcediano et al., 1997; Arcediano et al., 1996; Matute & Pineno, 1998; Molet et al., 2007; Molet et al., 2006; Neson & Sanjuan, 2006; Vadillo, Barcena, & Matute, 2006), それらの反応と随伴性判断研究の主要な従属変数である評定値が対応するか否かは未だ明らかにされていない。このような反応形態の差異に関する問題は、「回顧的再評価はなぜ生じるか？」という問題を検討していく際に重要となることが予想される。また、学習過程が単一であるのか、あるいは複数であるのか、という問題を検討する上でも有用であろう。

これらの点から、第 4 章では回顧的再評価と反応形態の関係について検討を行う。第 2 節ではその準備として、Molet et al. (2006) を参考に実験課題を作成し、分化条件づけ (i.e., 弁別学習) がみられるか否かについて検討を行う。

第 2 節 実験 11：分化条件づけ技法を用いた連合過程の検証

第 1 項 目的

実験 11 では Molet et al. (2006) を参考に実験課題を作成し、分化条件づけがみられるか否かを検討した。実験課題では、攻撃ボタン押し反応が一定の間隔で強化される中 (FI0.3 秒 LH0.2 秒)、センサーの点灯とインベーダーの攻撃が繰り返し対呈示 (あるいは非対呈示) される。被験者はインベーダーの攻撃による減点 (-30 点) を回避するため、攻撃ボタン押し反応を抑制して、防御ボタン押し反応を行わなければならない。この実験では抑制率に加えて、回避行動の指標として防御ボタン押し反応を測定する。この防御ボタン押し反応の測定により、抑制率が回避行動を反映しているか否かが明らかとなる。また、条件づけの終了後にはセンサーの点灯 (i.e., 手がかり) とインベーダーの攻撃 (i.e., 結果) の随伴性の評定を求めた。評定値の測定により、行動指標と主観報告が一致するか否かが明らかとなる。

しかしながら、この課題における防御ボタン押し反応に、“何回以上防御ボタンを押せば減点が回避されるか” という条件 (強化スケジュール) を随伴させることが適切であるかはまったくの未知であった。Molet et al. (2006) の実験では、回避行動 (攻撃ボタン押し反応を中止し自機を画面端に移動させること) には常に減点の阻止が随伴するが (負の強化)、一方、本研究の防御ボタン押し反応への連続強化スケジュールの適用は適切でないことが予想された。

本研究では、被験者に防御ボタン押し反応の強化スケジュールを知らせないが、仮に実験を通じて“1 回でも防御ボタンを押せば減点を回避できる”こと²⁴が学習された場合、防御ボタン押し反応は 1 回に止まり、試行の経過に伴う行動変容の査定が困難となることが予想される。また、この場合は攻撃ボタン

²⁴ FI は固定間隔 (fixed interval) の略称であり、一定時間が経過して被験者の反応が有効になるまでの時間を示す。また、LH は反応時間制限 (limited hold) の略称であり、被験者の反応が有効となる時間に制限を設けるものである。

押し反応の抑制は生じ得ない。これらの点を考慮すると、本研究の目的である行動指標と主観報告の差異を詳細に検討するためにも、予備実験として適切な防御ボタン押し反応の強化スケジュールを模索する必要があると考えられる。

そこで、実験 11 では防御ボタン押し反応を促進する強化スケジュールについても検討を行う。具体的には、センサーの点灯中に 5 回以上の防御ボタン押し反応を行えば減点を回避できる 5+ 群と、センサーの点灯中に 10 回以上の防御ボタン押し反応を行えば減点を回避できる 10+ 群の 2 群を設定し、どちらの強化スケジュールが防御ボタン押し反応を促進するかを検討する。なお、10 という数値は 5 秒間のセンサー点灯中に攻撃ボタン押し反応が強化される最大値と対応し、5 という数値はその半数と対応する²⁵。実験 11 の独立変数は防御ボタン押し反応の強化スケジュールと対応する群 (2) × 手がかり (2) × 試行 (10) の 3 種類であり、従属変数は攻撃ボタン押し反応の抑制 (抑制率) と防御ボタン押し反応、随伴性の評定値の 3 種類であった。

第 2 項 方法

(1) **被験者** 32 名の大学生 (男子 16 名, 女子 16 名) であった。平均年齢は 21.4 歳 (20 歳から 23 歳) であり、いずれの被験者も本実験で用いた実験課題および類似の課題に関する先行経験はなかった。被験者は裸眼または矯正で正常な視力を有しており、色弱など色の識別に関する障害をもたなかった。なお、被験者は無作為に 5+ 群と 10+ 群の 2 群に半数ずつ割りあてた。

(2) **装置** 実験課題の制御はパーソナルコンピュータ (DIMENSION- 8400 DELL 社製) を用いて行った。パーソナルコンピュータにはマウス

²⁵ “一定時間内に X 回以上反応すれば強化が得られる” という強化スケジュールは、間隔高反応率分化強化 (interval differential reinforcement of high rate of responding : interval DRH) と呼称される。

(M-FG2UP2RRD ELECOM 社製) および 17 インチカラーディスプレイ (LCD-AD171F-T I-O DATA 社製) を接続した。被験者は簡易遮音室内の机上に設置されたディスプレイの前方約 60cm の位置に着席し、実験課題を遂行した。

(3) 手続き 被験者を実験室内で着席させた後、印刷された教示文を手渡した。教示の大意は次の通りであった。

“このゲームには地球侵略をたくらむ UFO が登場します。あなたの課題は、新型の宇宙船を操縦し、できるだけたくさんの UFO を撃退することです。宇宙船には UFO を自動追尾するレーザーガンと UFO の攻撃を防ぐバリアーが搭載されており、これらの装備を使うことによって効率良く UFO を撃退することができます。また、宇宙船には UFO の攻撃を予測するセンサーがいくつか搭載されていますが、これらのセンサーは特殊な素材を用いて作られているため、どのような結果を予測するのかわかっていません。したがって、センサーが点灯したとしても、UFO の攻撃を予測するか、予測しないかは全くわかりません。このゲームではセンサーの点灯と UFO の攻撃が繰り返し行われますが、どのセンサーの点灯が UFO の攻撃を予測するのか、UFO を撃退しながら、観察してください。なお、このゲームでは二つのセンサーが同時に点灯することもあります。この二つのセンサーは同じ時間に正確に点灯されると仮定してください。また、UFO との戦闘後はセンサーの点灯が UFO の攻撃をどのくらい予測するかを評価する画面が表示されます。この画面が出てきたら、それまでの体験を参考にして、センサーの点灯について評価してください。”

被験者がこの教示を読んだ後、練習課題として 100 体のインベーダーを撃退する攻撃ボタン押し訓練 (50 秒) と、1 回の手がかり (白色のセンサーの点灯) と結果 (インベーダーの攻撃と減点) の対呈示を実施し、実験手続きや課題遂行について被験者が理解していることを確認した。なお、攻撃ボタン押し訓練

の結果（100体のうち何体を撃退したか）は被験者にフィードバックし、フィードバックの直後に手がかりと結果の対呈示を行った。手がかりと結果の対呈示は、被験者にインベーダーの攻撃の内容を把握させるために行われ、手がかりとして用いられた白色のセンサーの点灯は、研究Ⅲのいずれの課題においても使用しなかった。またこれらの練習課題の後に、実験課題を実施した。

（4）**デザイン** 実験課題でははじめに条件づけ期として、手がかり A と結果の対呈示、あるいは手がかり B と結果の非対呈示を各 10 試行呈示した。手がかり A と B は試行経過に伴う二つの行動指標やその後の評定値の分化、すなわち弁別を検証するために被験者間要因として設定した。センサーの点灯は赤と緑の 2 種類であり、各手がかりのセンサーの点灯への割り当ては被験者内でカウンターバランスし、各試行の 呈示順序は被験者間で無作為化した。また、センサーの点灯位置は被験者間で疑似的に無作為化した（各手がかりは左端と右端で 3 回ずつ、中央の二つでは 2 回ずつ割り当てた）。これは結果の手がかりをセンサーの点灯位置ではなく、センサーの点灯色に限定するためであった。

条件づけ期の後には評定が用意され、被験者は全ての手がかりについての評定を求められた。各手がかりの評定順序は被験者間でカウンターバランス した（i.e., AB あるいは BA）。なお、この評定期の時点で手がかり A と結果の条件付き確率 $P(O|C)$ は 1 となり、B と結果の条件付き確率 $P(O|C)$ は 0 となるこの課題では試行間間隔がセル d として数えられるため、A や B と結果の ΔP はこれらの条件付き確率に近似する。手がかりについての評定が全て終了した後、被験者に防御ボタンを押した理由など実験についての内省報告を求めた。

（5）**課題** コンピュータを用いたビデオゲームの形態であり、条件づけ期と評定期からなっていた。被験者はディスプレイ上に出現するインベーダーを

撃退し、できるだけ多くの得点を獲得するように求められた。実験課題では、はじめに画面の上下に宇宙船のコントロールパネルを示す灰色の長方形（幅 35cm，高さ 3.5cm）が表示された（Figure 4-4，左パネル）。画面上部のパネルにはセンサーを示す 4 つの黒色の円（幅 2.6cm，高さ 2.8cm），および得点カウンターを示す灰色の長方形（幅 7.8cm，高さ 2.8cm）が表示されており，画面下部のパネルには攻撃ボタンと防御ボタンを示す白色の長方形（幅 5.2cm，高さ 1.75cm），および開始ボタンを示す白色の長方形（幅 3.25cm，高さ 1.75cm）が表示されていた。本実験では色を伴ったこれら 4 つのセンサーの点灯がインベーダーの攻撃を予測する手がかりとなる。被験者はこの時点で開始ボタンを押して，実験を開始することができた。実験が開始されると，インベーダー（幅 3.25cm，高さ 3.5cm）があらかじめ設定された 12 ヶ所の出現ポイントのうちいずれか 1 ヶ所に 0.2 秒間表示された（Figure 4-4，中央パネル）。もしも，被験者がインベーダー表示時に攻撃ボタンを押したならば，インベーダーが撃退され，得点カウンターに 1 点が加算された（Figure 4-4，右パネル）。なお，インベーダーの撃退表示はインベーダーの表示時間の終了とともに消失した。

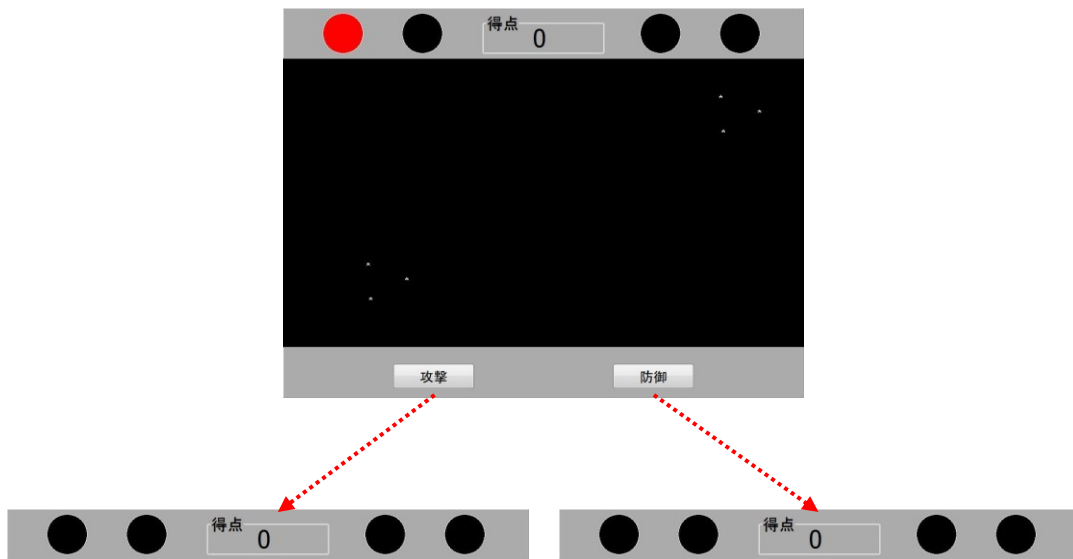


Figure 4-4. 実験課題の初期画面（左パネル）とインベーダーの出現と撃退の例（中央パネルと右パネル）。一定時間毎にインベーダーは出現し，撃退すると爆発エフェクトとともに得点カウンターに 1 点が追加される。

また、もしも被験者がインベーター表示時に攻撃ボタンを押さなかったならば、インベーターは表示時間の終了とともに消失する。なお、インベーターの撃退の有無にかかわらず、インベーター消失の 0.3 秒後には、直前に出現した 1ヶ所を除く 11ヶ所の出現ポイントのうちいずれか 1ヶ所に、新たなインベーターが表示された。なお、この様子は所謂“もぐらたたき”に類似していた。

また、課題ではインベーターの表示とは独立に 4つのセンサーのうちいずれか一つ、あるいは二つが平均して 20 秒（範囲：15 秒～25 秒）の Offset-Onset 間隔で 5 秒間点灯した。インベーターの攻撃が随伴したときは、センサーの点灯の直後に画面が 0.8 秒間点滅した後に（10 flash/1s）、宇宙船の破壊を示す黄色い図形（幅 13cm, 高さ 7cm）が 0.2 秒間表示され、得点カウンター内の得点から 30 点が減点された。もしも、センサーの点灯中に 5 回以上（i.e., 5+群）、あるいは 10 回（以上 i.e., 10+群）の防御ボタンが押されたならば、被験者はインベーターの攻撃を回避することができた。インベーターの攻撃を回避した場合はセンサーの点灯直後に画面が 0.8 秒間点滅するものの、その後宇宙船の破壊や減点は表示されない。また、被験者は実験画面の点滅中、すなわちインベーターの攻撃の最中に防御ボタンを押すことはできなかった。なお、インベーターの攻撃が随伴しなかったときには画面は点滅せず、宇宙船の破壊や減点は表示されなかった。なお、本実験ではインベーターの攻撃の有無にかかわらず、センサーの点灯開始から点灯終了までの 5 秒間を 1 試行として定義した（Figure 4-5, 162 頁）。

インベーターとの戦闘（i.e., 条件づけ期）の終了後、実験画面には手がかりの評定を指示するメッセージと共に評定尺度を表示した。具体的には、画面に“このセンサーはどのくらい敵の攻撃を予測しますか？”という文章と評定尺度を表示した（Figure 4-6, 163 頁）。評定尺度は約 20cm の水平な直線であり、



5+ or 10+

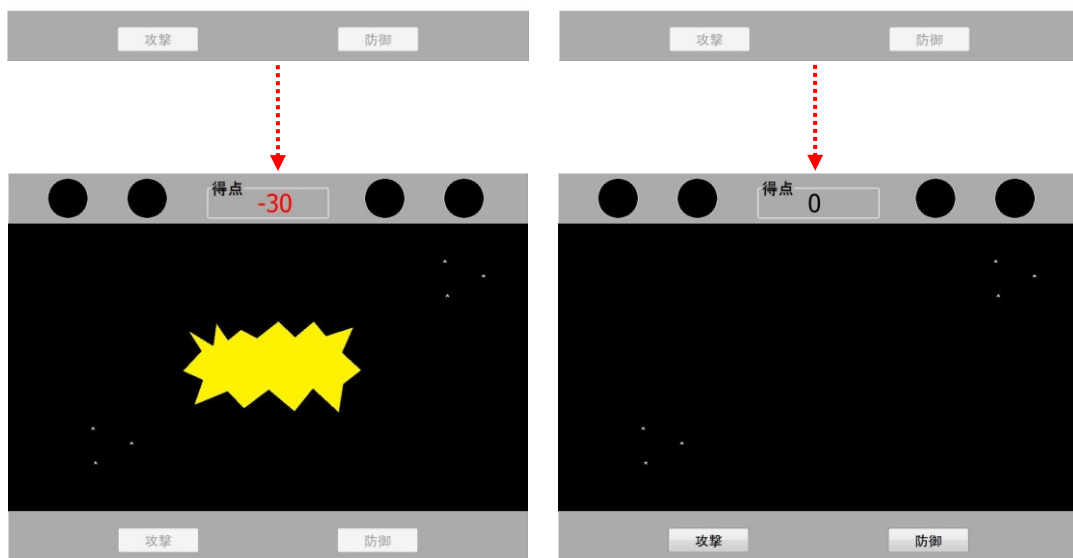


Figure 4-5. センサーの点灯からインベーダーの攻撃, 回避失敗, 回避成功までの流れ.
 上段はセンサーの点灯, 中段はインベーダーの攻撃, 下段は回避失敗と成功を示す.
 被験者は結果であるインベーダーの攻撃までに, センサーの点灯を手がかりに防御
 ボタンを一定の回数以上を押すことで, 減点を阻止することができた.

左端、右端のそれぞれに短い垂直線が示され、それぞれに 0, 100 とラベルが付加されていた。左端の下には“全く予測しない”という文章が、右端の下には“完全に予測する”という文章が、それぞれ表示されていた。手がかりの評定時には画面上部の 4 つのセンサー、あるいは二つのセンサーのうちのいずれかが色を伴って点灯し、被験者はそれまでの経験をもとにそれぞれのセンサーの点灯がインベーダーの攻撃を予測する程度を評定することを求められた（手がかり 1 種類につき 1 回）。手がかりの評定は被験者が評定尺度上のポイントを移動させることによって行われた。被験者が“次へ”と記載されたボタンを押すことによって評定値が確定し、その他の手がかりの評定へ移行した。全ての手がかりの評定が終了すると、画面上の全ての表示が消滅し、画面の中央に“終了”と記載されたボタン（幅 3.25cm, 高さ 1.75cm）が表示され、実験課題が終了した。

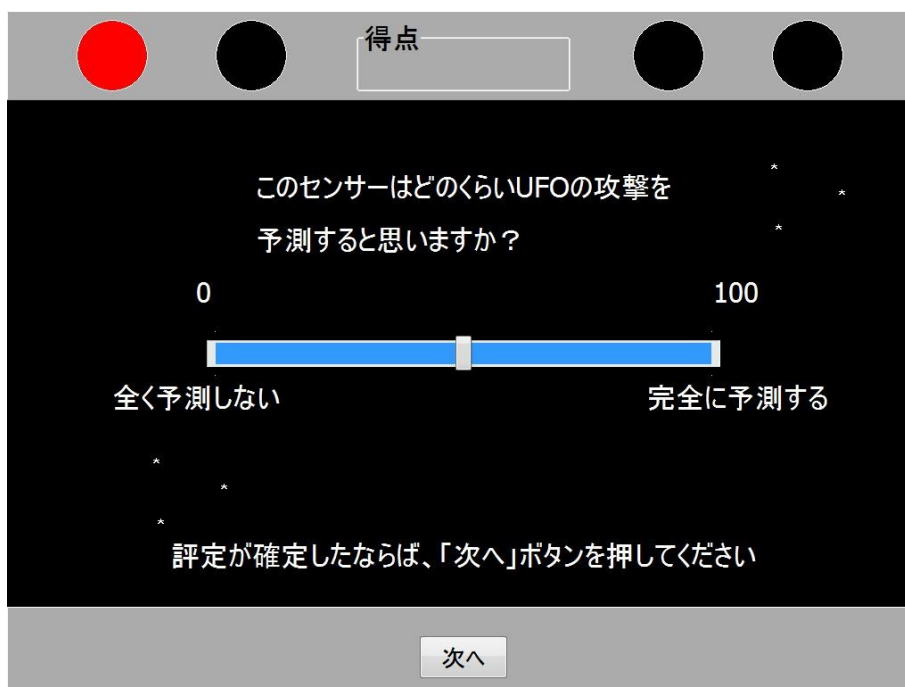


Figure 4-6. 手がかりの評定を指示するメッセージと評定尺度。手がかりの評定は評定尺度上のポイントを移動させることによって行われた。

(6) 結果の処理

本実験では条件づけの指標として、Annau and Kamin (1961) の抑制率、防御ボタン押し反応、評定値を用いた。抑制率は手がかり呈示直前の 5 秒間の攻撃ボタン押し反応数を *Pre*、手がかり呈示中の攻撃ボタン押し反応数を *Post* とし、式 10 により求めた。求めた値は、0 が完全抑制（完全に学習した状態）、0.5 が無抑制（全く学習していない状態）を意味する。なお、抑制率は *Pre* と *Post* から算出した比率であるが、本実験では統計的検定を行う際、抑制率に逆正弦変換を施さなかった²⁶。これは逆正弦変換を実施したとしても、統計的仮説検定の結果に変化がみられなかったためであった。

$$\text{Suppression Ratio} = \frac{\text{Post}}{\text{Pre} + \text{Post}} \quad (\text{式 10})$$

また、回避行動の指標として、手がかり呈示直前の 5 秒間の防御ボタン押し反応数を *Pre*、手がかり呈示中の防御ボタン押し反応数を *Post* とし、前者から後者を減算した差分値を求めた（式 11）。

$$\text{Difference Score} = \text{Post} - \text{Pre} \quad (\text{式 11})$$

なお、評定値は条件づけ期の後に求めた尺度上の随伴性判断であった。具体的には、本実験における評定値はセンサーの点灯がもつインベーダーの攻撃への“予測力”と対応することになる。なお、本実験におけるセンサーの点灯とインベーダーの攻撃は被験者の行動とは無関係に生じるため、5+群と 10+群では同程度の評定値がみられることが予想された。

実験 11 では抑制率と回避行動について、群 (2) × 手がかり (2) × 試行 (10) の分散分析、随伴性の評定値には群 (2) × 手がかり (2) の分散分析を行った。いずれも有意水準は 5%であった。

²⁶ 抑制率などの比率を従属変数とする際は、その値が等分散性の仮定を満たすか否かを十分に考慮する必要がある。逆正弦変換は値の等分散性を保証するためにしばしば行われる、変数変換の一つである。

第3項 結果

(1) 攻撃ボタン押し反応の抑制率 Figure 4-7 (166 頁) の上段は 5+群と 10+群の攻撃ボタン押し反応の抑制率を示す。Figure 4-7 (166 頁) の上段から明らかのように、各群における手がかり A の抑制率は 1 試行目から 2 試行目にかけて大きく減少し、2 試行目から 10 試行目にかけて緩やかに減少する。また、各群における手がかり B の抑制率は 1 試行目から 10 試行目にかけて緩やかに増加する。なお、A の抑制率は 1 試行目のみ群間で一致するものの、2 試行目から 10 試行目にかけては 10+群よりも 5+群で小さくなる。一方、B の抑制率では全ての試行において群間で差はみられない。抑制率について群 (2) × 手がかり (2) × 試行 (10) を要因とした分散分析を行ったところ、手がかりの主効果 ($F = 124.68, df = 1/30, p < .001$) および試行の主効果 ($F = 3.28, df = 9/270, p < .05$)、群と手がかりの交互作用 ($F = 7.6, df = 1/30, p < .01$)、手がかりと試行の交互作用 ($F = 15.81, df = 9/270, p < .001$) がみられた。群の主効果 ($F = 2.53, df = 1/30$) と群と試行の交互作用 ($F < 1, df = 9/270$)、群と手がかりと試行の 2 次の交互作用 ($F = 1.19, df = 9/270$) はみられなかった。群と手がかりの交互作用について単純主効果検定を行ったところ、A の群間 ($F = 9.20, df = 1/60, p < .01$)、5+群と 10+群における手がかり ($F_s \geq 35.35, dfs = 1/30, ps < .001$) が有意であった。また、手がかりと試行の交互作用について単純主効果検定を行ったところ、1 試行目の手がかり間に単純主効果はみられず ($F = 2.35, df = 1/300$)、2 試行目から 10 試行目の手がかり間 ($F_s \geq 41.62, dfs = 1/300, ps < .001$)、A と B における試行 ($F_s \geq 5.24, dfs = 9/540, ps < .001$) が有意であった。これらの事実は、10+群よりも 5+群において抑制率が小さくなること、手がかり A と B の弁別がなされたこと、その弁別が 2 試行目の時点でなされたことをそれぞれ示していた。

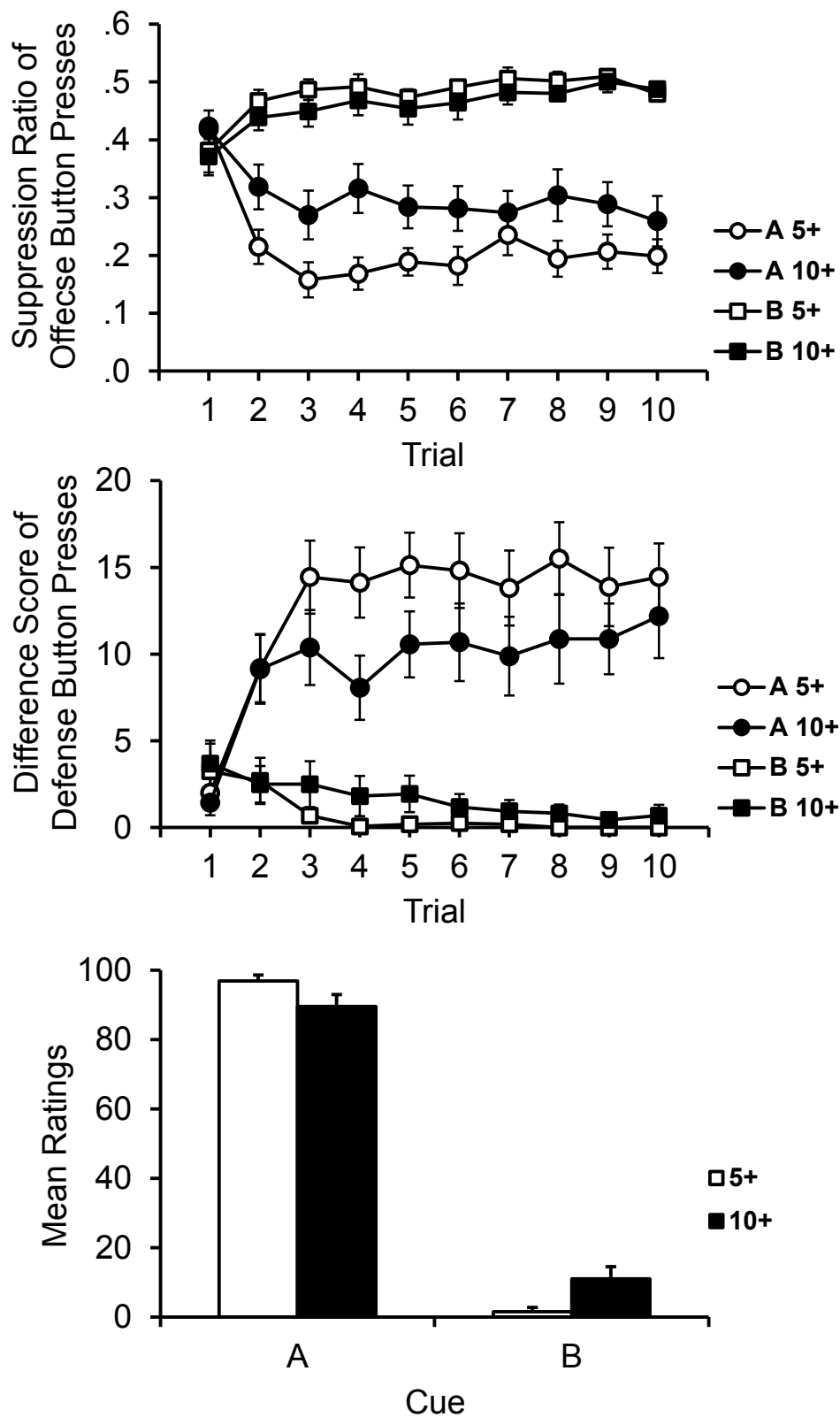


Figure 4-7. 実験 11 における攻撃ボタン押し反応の抑制率（上段），防御ボタン押し反応の差分値（中段），随伴性の評定値（下段）。エラーバーは標準誤差を示す。

(2) 防御ボタン押し反応の差分値

課題全体における回避成功数は5+群が平均7.8回 ($SD = 2.51$), 10+群が平均4.7回 ($SD = 3.27$) であり, 対応のない t 検定を行ったところ, これらの間には有意な差がみられた ($t = 2.94, df = 30, p < .01$)。Figure 4-7 (166 頁) の中段は5+群と10+群の防御ボタン押し反応の差分値を示す。Figure 4-7 (166 頁) の中段から明らかなように, 各群における手がかり A の差分値は1試行目から2試行目にかけて大きく増加し, 2試行目から10試行目にかけて緩やかに増加する。また, 各群における手がかり B の差分値は1試行目から10試行目にかけて緩やかに減少する。なお, A の差分値は1試行目のみ群間で一致するものの, 2試行目から10試行目にかけては10+群よりも5+群で大きくなる。一方, B の差分値では全ての試行において群間差はみられない。差分値について群(2) × 手がかり(2) × 試行(10)を要因とした分散分析を行ったところ, 手がかりの主効果 ($F = 71.75, df = 1/30, p < .001$) および試行の主効果 ($F = 6.02, df = 9/270, p < .001$), 手がかりと試行の交互作用 ($F = 19.28, df = 9/270, p < .001$) がみられ, 群と手がかりの交互作用 ($F = 3.31, df = 1/30, p < .08$) に有意傾向がみられた。群の主効果 ($F < 1, df = 1/30$) および群と試行の交互作用 ($F < 1, df = 9/270$), 群と手がかりと試行の2次の交互作用 ($F = 1.50, df = 9/270$) はみられなかった。群と手がかりの交互作用について計画された比較を行ったところ, A の群間 ($F = 8.10, df = 1/60, p < .01$), 5+群と10+群における手がかり ($F_s \geq 27.83, df_s = 1/30, ps < .001$) が有意であった。また, 1試行目における手がかりに有意な差はみられず ($F = 1.34, df = 1/300$), 2試行目から10試行目における手がかり ($F_s \geq 18.75, df_s = 1/300, ps < .001$), A と B における試行 ($F_s \geq 2.11, df_s = 9/540, ps < .05$) に有意な差がみられた。これらの事実は, 10+群よりも5+群において差分値が大きくなること, 手がかり A と B の弁別がなされたこと, その弁別が2試行目の時点でなされたこと示していた。

(3) 随伴性の評定値 Figure 4-7 (166 頁) の下段は 5+群と 10+群の随伴性の評定値を示す。Figure 4-7 (166 頁) の下段から明らかなように、10+群と 5+群における手がかり A の評定値はその上限である 100 に近似し、手がかり B の評定値はその下限である 100 に近似している。しかし、A の評定値は 10+群よりも 5+群で大きく、B の評定値は 10+群よりも 5+群で小さくなる。評定値について、群 (2) ×手がかり (2) を要因とした分散分析を行ったところ、手がかりの主効果 ($F = 546.71, df = 1/30, p < .001$) および群と手がかりの交互作用 ($F = 5.15, df = 1/30, p < .05$) がみられたが、群の主効果 ($F = 2.49, df = 1/30$) はみられなかった。群と手がかりの交互作用について単純主効果検定を行ったところ、A と B の群間 ($F_s \geq 3.81, dfs = 1/60, ps < .05$), 10+群と 5+群の手がかり間 ($F_s \geq 222.87, dfs = 1/30, ps < .001$) に単純主効果がみられた。これらの事実は、手がかり A と B の弁別がなされたこと、10+群よりも 5+群で評定値が分化することを示唆していた。

(4) 被験者内相関 Table 4-1 (169 頁) は各指標間の相関を示す。左下部は 5+群、右上部は 10+群の結果と対応する。Table 4-1 (169 頁) から明らかなように、5+群では 10+群よりも抑制率と差分値の組み合わせ以外で相関係数は大きくなるものの、ともに全ての指標間で有意な相関がみられた ($rs \geq \pm .68, ps < .05$)。これらの事実は、攻撃ボタン押し反応の抑制率と防御ボタン押し反応の差分値が同一の行動 (i.e., 回避行動) を測定していること、これらの行動指標と主観報告である評定値が、ともに連合 (あるいは随伴性) の獲得過程を反映していること、また行動指標で分化の小さかった 10+群では指標間の相関が低くなること、をそれぞれ示していた。このことは実験 11 で測定した三つの指標が同様に弁別学習、あるいは分化条件づけの獲得を反映することを示していた。

Table 4-1*Within-Subject correlations between measures*

Measures	Correlations		
	Sup. Ratio	Diff. Score	Rating
Sup. Ratio		-.90*	-.69*
Diff. Score	-.83*		.68*
Rating	-.87*	.82*	

Note: Coefficients in the bottom left on the table are based on 5+ Group subjects (n = 16); coefficients in the top right of the table are based on 10+ Group subjects (n = 16); Sup. Ratio = suppression ratio of the offense button press on the tenth trial, Diff. Score = difference score of the defense button press on the tenth trial.

*p < .05.

第4項 考察

実験 11 では Molet et al. (2006) を参考に実験課題を作成し、分化条件づけがみられるか否かを検討した。また、適切な防御ボタン押し反応の強化スケジュールを 5+群と 10+群を設定することで検証した。その結果、三つの指標全てで 5+群と 10+群でともに分化条件づけが観察され、さらに 5+群では 10+群よりも分化量が大きいことが示された。

これらの事実から、(a) この実験課題に妥当性があること、(b) 防御ボタン押し反応には“センサーの点灯中に 5 回以上の反応をすれば減点を回避できる”という強化スケジュールを随伴させることが適切であることが明らかとなった。また、被験者内相関から、(c) 攻撃ボタン押し反応の抑制率と防御ボタン押し反応の差分値が同一の行動 (i.e., 回避行動) を測定していること、(d) これらの行動指標と主観報告の一種である評定値が連合 (あるいは随伴性) の獲得過程を反映していること、がそれぞれ示唆された。実験 12 では実験 11 のデザインを変更し、ヒトを対象とした古典的条件づけ事態で順行阻止がみられるか否かについて検討を行う。

第3節 実験12：条件性抑制事態における順行阻止の検証

第1項 目的

実験12ではヒトの条件性抑制事態において順行阻止が生じるか否かを検討した。具体的には、要素期（フェイズ1）ではAをインベーターの攻撃と対呈示し、Bはインベーターの攻撃と非対呈示する（Table 4-2）。また、複合期（フェイズ2）ではAXとYZをインベーターの攻撃と対呈示し、CDはインベーターの攻撃と非対呈示する。そして、テスト期とその後の評定期では、それまでに登場した7つの手がかりをそれぞれ単独で呈示する。もしも、抑制率が順行阻止を反映するのであれば、テスト期ではXに対する抑制率の値はYやZよりも大きくなることが予想される。また、随伴性の評定値が順行阻止を反映するのであれば、評定期ではXの評定値はYやZよりも小さくなることが予想される。

Table 4-2
Design of Experiment 12

Element		Phase			
Stimulus	No. of Trials	Compound		Test	
		Stimulus	No. of Trials	Stimulus	No. of Trials
A+	6	AX+	4	A-	2
				X-	2
		YZ+	4	Y-	2
				Z-	2
B-	6	CD-	4	B-	2
				C-	2
				D-	2
					2

Note: Letters A to D and X to Z refer to cues; + and - refer to the presence and absence, respectively, of outcome after the cue. Within each phase, trial types were intermixed.

第 2 項 方法

(1) **被験者** 16名の大学生(男子8名,女子8名)であった。平均年齢は20.3歳(18歳~22歳)であり,いずれの被験者も本実験で用いた実験課題,および類似の課題に関する先行経験はなかった。被験者は裸眼または矯正で正常な視力を有しており,色弱など色の識別に関する障害をもたなかった。

(2)(3) **装置および手続き** 実験課題の構成を除き実験11と同様であった。

(4) **デザイン** 課題は Table 4-2 (170 頁) に示されたデザインに基づいて作成した。フェイズ 1 では A+ と B- をそれぞれ 6 試行呈示し, フェイズ 2 では AX+, YZ+, CD- をそれぞれ 4 試行呈示した。また, テスト期では A から D と X から Z までの 7 つの手がかりをそれぞれ 2 試行単独呈示した。これらの手がかりは複合条件づけに伴う行動指標や評定値の減少, すなわち隠蔽や順行阻止を検証するために被験者内要因として設定した。センサーの点灯は赤, 橙, 黄, 緑, 青, 藍, 紫の 7 種類であり, 各手がかりのセンサーの点灯への割り当て, および各試行の呈示順序は被験者間で無作為化した。また, センサーの点灯位置は被験者内でカウンターバランスした(各手がかりは中央の 2 か所に 5 回ずつ割り当てられた)。また, テスト期の直後には評定期を挿入し, 被験者に 7 つの手がかりについての評定を求めた。各手がかりの評定順序は被験者間で無作為化した。

(5) **課題 実験** 11 で記述されたものと基本的に同様であった。ただし, 実験 12 ではセンサーの点灯位置を画面上部の 4 か所から中央の 2 か所に限定した。これは被験者の手がかりへの知覚を促すために実施した。また, 実験 12 では防御ボタン押し反応の強化スケジュールとして実験 11 における 5+ 群と同じものを用いた。これは抑制率の取り得る範囲を大きくするためであった。

(6) **結果の処理** 実験 12 では実験 11 で用いた三つの指標のうち、抑制率と評定値のみを用いた。これは実験 11 において、攻撃ボタン押し反応の抑制率と防御ボタン押し反応の差分値が同一の行動 (i.e., 回避行動) を測定していることが示唆されたためであった。実験 12 では抑制率のフェイズ 1 について手がかり (2) × 試行 (6), フェイズ 2 について手がかり (3) × 試行 (4), テスト期について手がかり (7) × 試行 (2) の分散分析を行った。随伴性の評定値には手がかり (7) の分散分析を行った。いずれも有意水準は 5% であった。テスト期の抑制率と評定期の評定値について、相関係数を求めた。

第 3 項 結果

(1) 攻撃ボタン押し反応の抑制率

① **フェイズ 1** Figure 4-8 (173 頁) の上段左はフェイズ 1 の抑制率を示す。Figure 4-8 (173 頁) の上段左から明らかなように、フェイズ 1 では A の抑制率は 1 試行目から 2 試行目にかけて減少し、2 試行目から 6 試行目にかけて緩やかに減少する。また、B の抑制率は 1 試行目から 6 試行目にかけて緩やかに減少する。A と B の抑制率は 1 試行目でのみ一致するものの、2 試行目から 6 試行目にかけては B よりも A で小さくなる。フェイズ 1 の抑制率について手がかり (2) × 試行 (6) の分散分析を行ったところ、手がかりの主効果 ($F = 57.72, df = 1/15, p < .001$) と手がかりと試行の交互作用 ($F = 10.38, df = 5/75, p < .001$) がみられたものの、試行の主効果 ($F = 1.2, df = 5/75$) はみられなかった。手がかりと試行の交互作用について単純主効果検定を行ったところ、1 試行目の手がかりに単純主効果はみられず ($F < 1, df = 1/90$), 2 試行目から 4 試行目の手がかり ($F_s \geq 13.95, df_s = 1/90, p_s < .001$), A と B における試行 ($F_s \geq 6.74, df_s = 5/150, p_s < .05$) で有意であった。これらの事実はフェイズ 1 で手がかり A と B の弁別がなされたこと、その弁別が 2 試行目の時点でなされたことを示していた。

②フェイズ2 Figure 4-8 の上段中央はフェイズ2の抑制率を示す。Figure 4-8の上段中央から明らかなように、フェイズ2ではAXやYZの抑制率は1試行目から4試行目にかけてほとんど変化していない。また、CDの抑制率は1試行目から4試行目にかけて増加する。なお、AXやYZ、あるいはCDの抑制

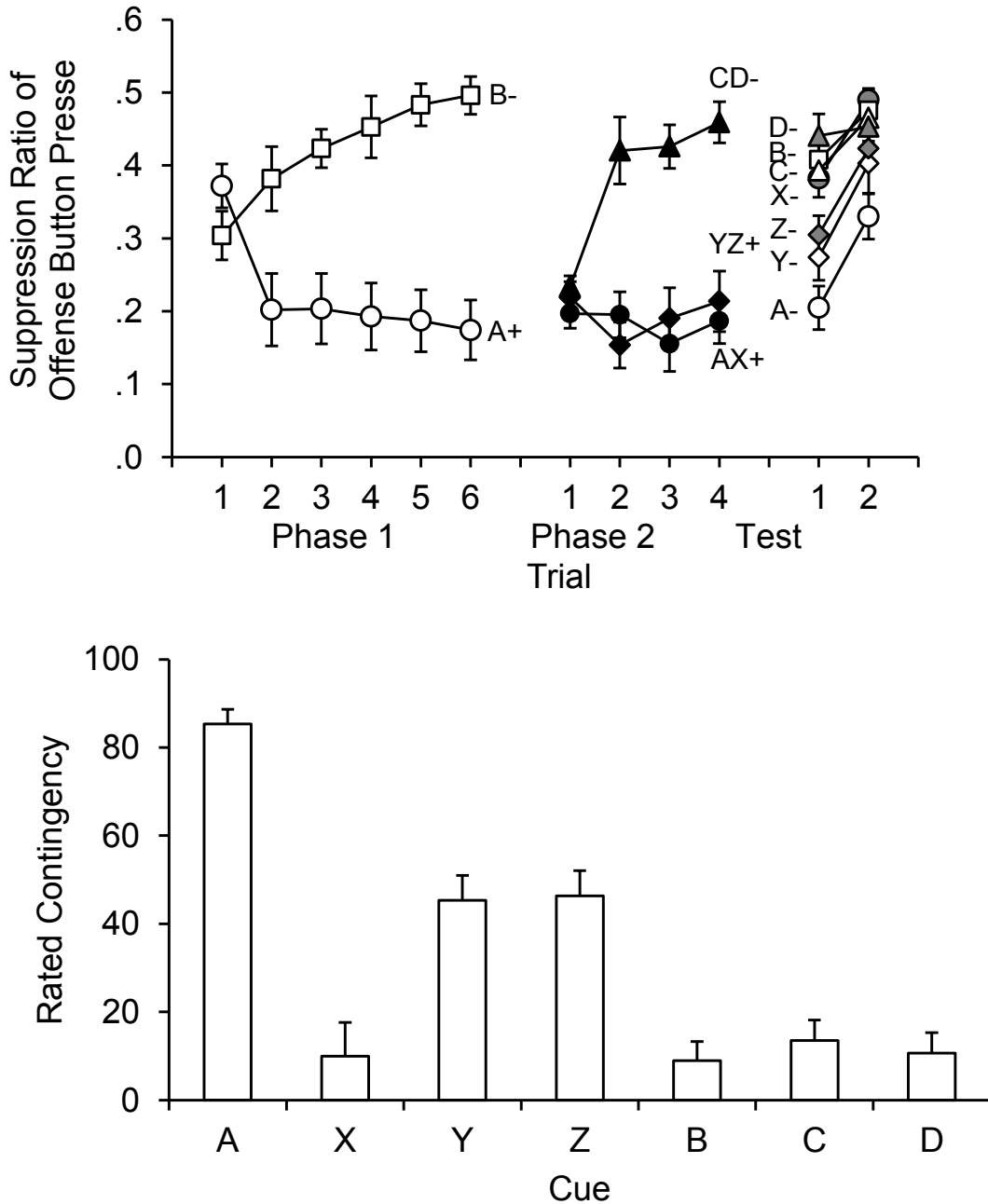


Figure 4-8. 実験 12 における攻撃ボタン押し反応の平均抑制率（上段），随伴性の平均評定値（下段）。エラーバーは標準誤差を示す。

率は 1 試行目でのみ一致するものの、2 試行目から 4 試行目にかけては前者の二つよりも後者で大きくなる。フェイズ 2 の抑制率について手がかり (3) × 試行 (4) の分散分析を行ったところ、手がかりの主効果 ($F = 46.98, df = 2/30, p < .001$) と試行の主効果 ($F = 4.13, df = 3/45, p < .05$), 手がかりと試行の交互作用 ($F = 9.58, df = 6/90, p < .001$) がみられた。手がかりと試行の交互作用について単純主効果検定を行ったところ、1 試行目の手がかり間に単純主効果はみられず ($F < 1, df = 2/120$), 2 試行目から 4 試行目の手がかり間 ($F_s \geq 32.54, dfs = 2/120, ps < .001$), CD における試行のみ ($F_s \geq 6.56, dfs = 3/135, ps < .001$) が有意であった。これらの事実は、フェイズ 2 では各手がかりの弁別がなされたこと、その弁別が 2 試行目の時点でなされたこと、をそれぞれ示していた。

③テスト期 Figure 4-8 (173 頁) の上段右はテスト期の抑制率を示す。Figure 4-8 (173 頁) の上段右から明らかなように、テスト期の 1 試行目では A の抑制率が最も小さく、Y と Z, X と B~D の順に大きくなる。ただし、Y と Z の間や X と B~D の間には大きな差はみられない。テスト期の抑制率について手がかり (7) × 試行 (2) の分散分析を行ったところ、手がかりの主効果 ($F = 13.16, df = 6/90, p < .001$) と試行の主効果 ($F = 51.04, df = 1/15, p < .001$) がみられたものの、手がかりと試行の交互作用 ($F = 1.89, df = 6/90$) はみられなかった。手がかりの主効果について Ryan 法を用いた多重比較を行ったところ、(a) A と Y および A と Z の間に有意な差がみられ、(b) Y と X および Z と X の間にも有意な差がみられた。また、(c) X と B から D の間にはいずれも有意な差はみられなかった。(a) の結果は、Y と Z に隠蔽がみられたこと、(b) の結果は X に順行阻止がみられたことを、(c) の結果は X への順行阻止が完全阻止であったことを示していた。

(2) 評定期

Figure 4-8 (173 頁) の下段は評定期の結果を示す。Figure 4-8 (173 頁) の下段から明らかなように、A の評定値が最も大きく、それに続いて Y と Z, X と B~D の順番で大きくなる。ただし、Y と Z の間や X と CBD の間には大きな差はみられない。テスト期の抑制率について手がかり (7) の分散分析を行ったところ、手がかりの効果 ($F = 81.1, df = 6/90, p < .001$) がみられた。手がかりの効果について Ryan 法を用いた多重比較を行ったところ、(a) A と Y および A と Z の間に有意な差がみられ、(b) Y と X および Z と X の間にも有意な差がみられた。また、(c) X と B から D の間にはいずれも有意な差はみられなかった。(a) の結果は、Y と Z に隠蔽がみられたこと、(b) の結果は X に順行阻止がみられたことを、(c) の結果は X への順行阻止が完全阻止であったことを示していた。

(3) 被験者内相関 テスト期第 1 試行目の抑制率と評定期における評定値との間に有意な負の相関がみられ ($r = -.57, p < .01$)、テスト期第 2 試行目の抑制率と評定値の間に有意な負の相関がみられた ($r = -.47, p < .01$)。これらの事実は抑制率と評定値が同様の学習過程を反映することを示していた。

第 4 項 考察

実験 12 ではヒトの条件性抑制事態において順行阻止がみられるか否かを検討した。その結果、テスト期 (抑制率) と評定値のそれぞれで手がかり X への順行阻止が確認された。また、これらの指標では X への完全阻止がみられた。これらの事実は、研究 I の実験結果や過去の知見を支持するものであり (e.g., Kamin, 1968; Shanks, 1985b), Rescorla and Wagner (1972) をはじめとする既存の学習理論の予測とも合致する。このことから、研究 III で作成した実験課題の

妥当性が支持された。また、実験結果より順行阻止などの手がかり競合現象に関しては、行動指標 (i.e., 抑制率) と主観報告 (i.e., 随伴性判断) が一致することが示唆された。このことは、ヒトの学習が二重過程というよりは、むしろ単一過程で記述できることを示唆していた (Figure 1-15, 42 頁)。実験 13 では実験 12 をさらに拡張し、逆行阻止がみられるか否かについて検討する。

第 4 節 実験 13 : 条件性抑制事態における逆行阻止の検証

第 1 項 目的

実験 13 では実験 12 におけるフェイズ 1 とフェイズ 2 の順序を置換し、ヒトの条件性抑制事態において逆行阻止が生じるか否かを検討した。具体的には、複合期 (フェイズ 1) では AX と YZ をインバーダーの攻撃と対呈示し、CD はインバーダーの攻撃と非対呈示する (Table 4-3)。また、要素期 (フェイズ 2)

Table 4-3
Design of Experiment 13

Phase					
Compound		Element		Test	
Stimulus	No. of Trials	Stimulus	No. of Trials	Stimulus	No. of Trials
AX+	4	A+	6	A-	2
				X-	2
YZ+	4			Y-	2
				Z-	2
CD-	4	B-	6	B-	2
				C-	2
				D-	2

Note: Letters A to D and X to Z refer to cues; + and - refer to the presence and absence, respectively, of outcome after the cue. Within each phase, trial types were intermixed.

では A をインベーターの攻撃と対呈示し、B はインベーターの攻撃と非対呈示する。テスト期とその後の評定期では、これまでに登場した 7 つの手がかりがそれぞれ単独で呈示される。もしも、抑制率や随伴性の評定値が逆行阻止を反映するのであれば、テスト期では X に対する反応は Y や Z よりも小さくなり、評定期では X に対する評定は Y や Z よりも大きくなることが予想される。

第 2 項 方法

(1) **被験者** 16 名の大学生 (男子 8 名, 女子 8 名) であった。平均年齢は 21.3 歳 (19 歳~24 歳) であり、いずれの被験者も本実験で用いた実験課題、および類似の課題に関する先行経験はなかった。被験者は裸眼または矯正で正常な視力を有しており、色弱など色の識別に関する障害をもたなかった。

(2)(3) **装置および手続き** 実験課題の構成を除き実験 12 と同様であった。

(4) **デザイン** 課題は Table 4-3 (176 頁) に示されたデザインに基づいて作成した。フェイズ 1 では AX+, YZ+, CD- をそれぞれ 4 試行呈示し、フェイズ 2 では A+ と B- をそれぞれ 6 試行呈示した。また、テスト期では A から D と X から Z までの 7 つの手がかりをそれぞれ 2 試行単独呈示した。これらの手がかりは複合条件づけに伴う行動指標や評定値の減少、すなわち隠蔽や逆行阻止を検証するために被験者内要因として設定した。センサーの点灯は赤, 橙, 黄, 緑, 青, 藍, 紫の 7 種類であり、各手がかりのセンサーの点灯への割り当ておよび各試行の呈示順序は被験者間で無作為化した。また、センサーの点灯位置は被験者内でカウンターバランスした (各手がかりは中央の 2 か所に 5 回ずつ割り当てられた)。また、テスト期の直後には評定期を挿入し、被験者に 7 つの手がかり全てについての評定を求めた。各手がかりの評定順序は被験者間で無作為化した。

(5) (6) 課題および結果の処理 実験 12 とほぼ同様であった。抑制率のフェイズ 1 について手がかり (3) × 試行 (4), フェイズ 2 について手がかり (2) × 試行 (6), テスト期について手がかり (7) × 試行 (2) の分散分析を行った。随伴性の評定値には手がかり (7) の分散分析を行った。いずれも有意水準は 5% であった。テスト期の抑制率と評定期の評定値について、相関係数を求めた。

第 3 項 結果

(1) 攻撃ボタン押し反応の抑制率

①フェイズ 1 Figure 4-9 (179 頁) の上段左はフェイズ 1 の抑制率を示す。Figure 4-9 (179 頁) の上段左から明らかなように、フェイズ 1 では AX や YZ の抑制率は 1 試行目から 2 試行目にかけて大きく減少し、2 試行目から 4 試行目にかけては緩やかに減少する。また、B や CD の抑制率は 1 試行目から 4 試行目にかけて増加に減少する。なお、AX や YZ, あるいは B や CD の抑制率は 1 試行目でのみ一致するものの、2 試行目から 4 試行目にかけては前者二つよりも後者二つで大きくなる。フェイズ 1 の抑制率について手がかり (3) × 試行 (4) の分散分析を行ったところ、手がかりの主効果 ($F = 40.83, df = 2/30, p < .001$), 試行の主効果と手がかりと試行の交互作用 ($F = 13.8, df = 6/90, p < .001$) がみられたが、試行の主効果はみられなかった ($F = 2.83, df = 3/45$)。手がかりと試行の交互作用について単純主効果検定を行ったところ、1 試行目の手がかり間に単純主効果はみられず ($F < 1, df = 2/120$), 2 試行目から 4 試行目の手がかり間 ($F_s \geq 15.2, dfs = 2/120, ps < .001$), 各手がかりにおける試行 ($F_s \geq 6.56, dfs = 3/135, ps < .001$) が有意であった。これらの事実は、フェイズ 2 では各手がかりの弁別がなされたこと、その弁別が 2 試行目の時点でなされたことをそれぞれ示していた。

②フェイズ2 Figure 4-9の上段左はフェイズ1の抑制率を示す。Figure 4-9の上段左から明らかなように、フェイズ1ではAの抑制率は1試行目から4試行目にかけて緩やかに減少しする。また、Bの抑制率は1試行目から2試行目にかけて大きく増大し、2試行目から6試行目にかけて緩やかに減少する。なお、

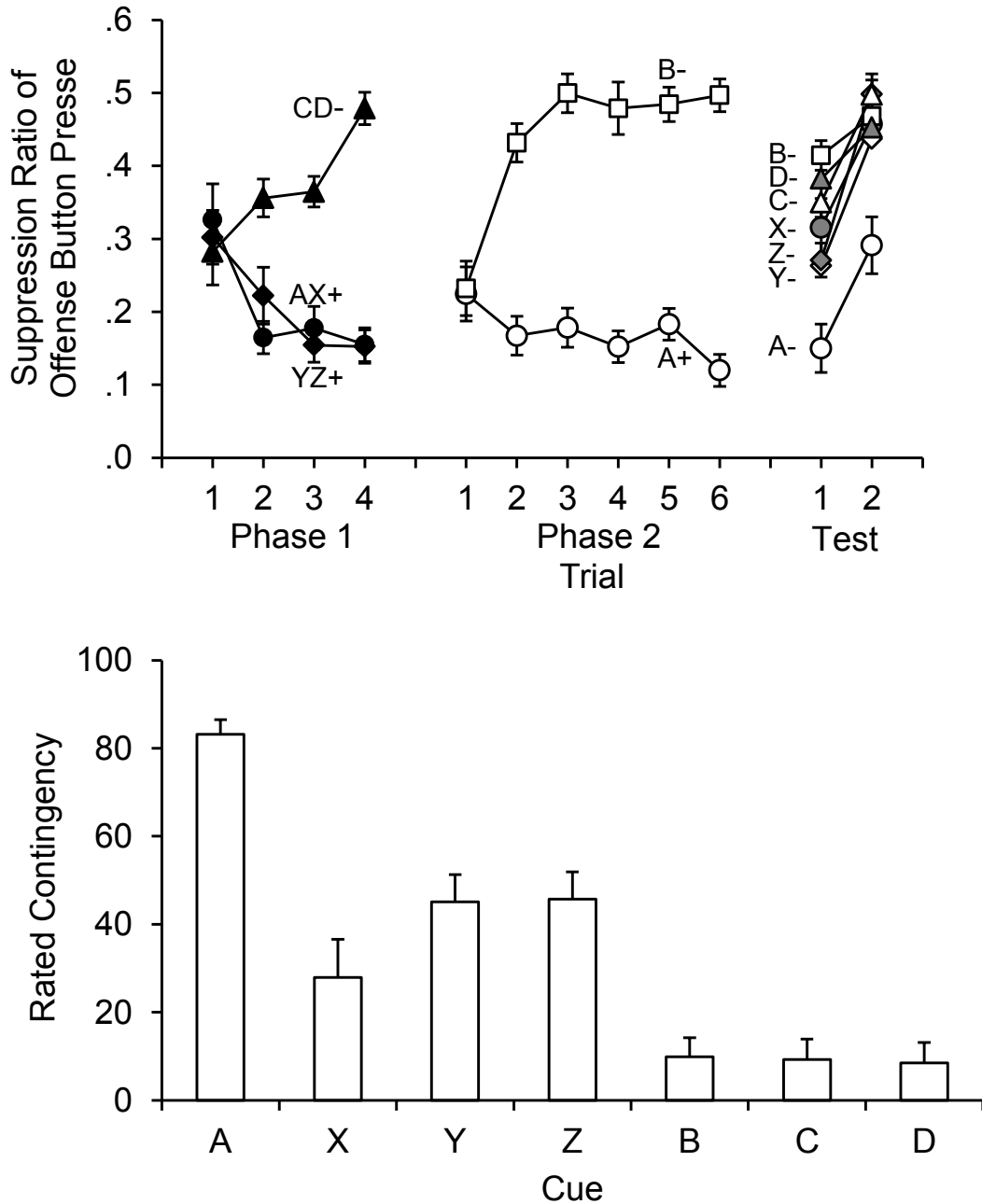


Figure 4-9. 実験 13 における攻撃ボタン押し反応の抑制率(上段)と随伴性の評定値(下段)。エラーバーは標準誤差を示す。

A と B の抑制率は 1 試行目でのみ一致するものの、2 試行目から 6 試行目にかけては B よりも A で小さくなる。フェイズ 2 の抑制率について手がかり (2) × 試行 (6) の分散分析を行ったところ、手がかりの主効果 ($F = 199.20, df = 1/15, p < .001$), 試行の主効果 ($F = 5.90, df = 5/75, p < .001$) と手がかりと試行の交互作用 ($F = 18.79, df = 5/75, p < .001$) がみられた。手がかりと試行の交互作用について単純主効果検定を行ったところ、1 試行目の手がかりに単純主効果はみられず ($F < 1, df = 1/90$), 2 試行目から 4 試行目の手がかり ($F_s \geq 61.88, dfs = 1/90, ps < .001$), A と B における試行 ($F_s \geq 2.42, dfs = 5/150, ps < .05$) で有意であった。これらの事実は、フェイズ 1 では手がかり A と B の弁別がなされたこと、その弁別が 2 試行目の時点でなされたこと、をそれぞれ示していた。

③テスト期 Figure 4-9 の上段右 (179 頁) はテスト期の抑制率を示す。Figure 4-9 (179 頁) の上段右から明らかなように、テスト期の 1 試行目では A の抑制率が最も小さく、Y と Z, X と B から D の順に大きくなる。ただし、Y と Z の間や X と B から D の間には大きな差はみられない。テスト期の抑制率について手がかり (7) × 試行 (2) の分散分析を行ったところ、手がかりの主効果 ($F = 12.19, df = 6/90, p < .001$) と試行の主効果 ($F = 46.17, df = 1/15, p < .001$), 手がかりと試行の交互作用 ($F = 2.59, df = 6/90, p < .05$) がみられた。手がかりの主効果について Ryan 法を用いた多重比較を行ったところ、(a) A と Y および A と Z の間に有意な差がみられたものの、(b) Y と X および Z と X の間には有意な差はみられなかった。また、(c) X と B, X と C, X と D の間にはいずれも有意な差がみられた。(a) の結果は、Y と Z に隠蔽がみられたこと、(b) と (c) の結果は X に逆行阻止がみられなかったことを、それぞれ示していた。

(2) 評定期

Figure 4-9 の下段 (179 頁) は評定期の結果を示す。Figure 4-9 (179 頁) の下段から明らかなように、A の評定値が最も大きく、それに続いて Y と Z, X と B から D の順番で大きくなる。ただし、Y と Z の間や X, B, C, D の間には大きな差はみられない。テスト期の抑制率について手がかり (7) の分散分析を行ったところ、手がかりの効果 ($F = 70.35, df = 6/90, p < .001$) がみられた。手がかりの効果について Ryan 法を用いた多重比較を行ったところ、(a) A と Y および A と Z の間に有意な差がみられ、(b) Y と X および Z と X の間にも有意な差がみられた。また、(c) X と B から D の間にいずれも有意な差がみられた。(a) の結果は、Y と Z に隠蔽がみられたこと、(b) との結果は X に逆行阻止がみられたことを、(c) の結果は X への逆行阻止が部分阻止であったことを、それぞれ示していた。

(3) 被験者内相関 テスト期第 1 試行目の抑制率と評定期における評定値との間に有意な負の相関がみられ ($r = -.46, p < .01$)、テスト期第 2 試行目の抑制率と評定値の間に有意な負の相関がみられた ($r = -.45, p < .01$)。これらの事実は抑制率と評定値が同様の学習過程を反映することを示唆していた。

第 4 項 考察

実験 12 ではヒトの条件性抑制事態において逆行阻止がみられるか否かを検討した。その結果、テスト期 (抑制率) では手がかり X への逆行阻止はみられなかったものの、評定値では手がかり X への逆行阻止 (部分阻止) がみられた。評定値において部分阻止がみられるという知見は、第 2 章 (研究 I) の結果を支持しており、因果帰納モデル (e.g., Waldmann & Holyoak, 1992; Cheng, 1997) や演繹推論モデル (e.g., De Houwer, 2009a) の考えとも一致するが、これらの立場では抑制率において逆行阻止がみられなかったことを説明すること

はできなかった。一方、抑制率において逆行阻止がみられなかったことは伝統的な連合学習の考え (e.g., Rescorla & Wanger, 1972) やこれまでの先行研究の知見 (e.g., Nakajima & Kawai, 1997; Holland, 1990) と一致しているが、その一方でこれらの立場では評定値で逆行阻止がみられたことを説明できなかった。

これらの事実より、回顧的再評価の現象に関して抑制率などの行動指標と評定値などの主観報告が乖離したことが示された。このことは、従属変数が潜在的なものであるか顕在的なものであるか、または非言語行動であるか言語行動であるかという、反応形態の差異が回顧的再評価と関与することを示唆しており、単一過程よりも二重過程モデルの考えを支持していた (Figure 1-15, 42 頁)。

第 5 節 総合論議

第 1 項 結果の要約

研究IVの目的は、ヒトの古典的条件づけ事態で、反応形態が回顧的再評価に影響を与えるか否かを検討することであった。そのための準備として、実験 11 と実験 12 を行い、続いて実験 13 を行った。

実験 11 では Molet et al. (2006) を参考に実験課題を作成し、実験を行った。具体的には、抑制率を最大化する適切な実験条件を模索するために、手がかりの呈示中に 5 回以上の代替行動 (防御ボタン押し反応) を行えば結果の嫌悪性を減弱できる 5+ 群と、手がかりの呈示中に 10 回以上の代替行動を行えば結果の嫌悪性を減弱できる 10+ 群の 2 群を設定し、どちらの群において課題遂行の抑制率 (攻撃ボタン押し反応) や評定値の分化が顕著であるかを検討した。その結果、10+ 群よりも 5+ 群で抑制率と評定値の分化が顕著であることが示され、防御ボタン押し反応を促進する強化スケジュールとして 5+ 群のそれが適当であることが示唆された。また、指標間の相関の分析から防御ボタン押し反応という行動指標の出力が随伴性の評定に影響を与えることが示唆された。

実験 12 では実験 11 で見出された刺激パラメーターを用いて、条件性抑制事態において順行阻止が生じるか否かを検討した。その結果、抑制率と評定値で順行阻止が確認され、相関分析を行ったところ、二つの指標間には高い負の相関がみられた。これらの実験結果より順行阻止など手がかり競合の現象に関しては行動指標 (i.e., 抑制率) と主観報告 (i.e., 随伴性判断) が一致することが示された。また、ヒトの学習が単一過程であることを強調する連合モデル、あるいは命題モデルが支持された (Figure 1-15, 42 頁)。

実験 13 では実験 12 における訓練順序を変更し、条件性抑制事態において逆行阻止がみられるか否かを検討した。その結果、抑制率では逆行阻止はみられなかったものの、評定値では逆行阻止がみられた。しかし、相関分析を行ったところ、二つの指標間には高い負の相関がみられた。評定値において逆行阻止がみられるという知見は、第 2 章 (研究 I) の実験結果を支持しており、因果帰納 (e.g., Waldmann & Holyoak, 1992; Cheng, 1997) や命題推論 (e.g., De Houwer, 2009a) の考えとも一致していた。しかし、これらの立場では抑制率で逆行阻止がみられなかったことを説明することはできなかった。一方、抑制率において逆行阻止がみられなかったことは伝統的な連合学習の考え (e.g., Rescorla & Wanger, 1972) やこれまでの先行研究の知見 (e.g., Nakajima & Kawai, 1997; Holland, 1990) と一致しているように思われたが、これらの立場では評定値で逆行阻止がみられたことを説明できなかった。これらの実験結果より逆行阻止など回顧的再評価の現象に関しては行動指標 (i.e., 抑制率) と主観報告 (i.e., 随伴性判断) が不一致であることが示された。このことから、「回顧的再評価はなぜ生じるか」という疑問については、「随伴性判断という主観報告をその測度としているから」という一つの解が提出されたことになる。これらの結果を踏まえ、次項では研究 III で得られた知見を包括的に説明することを試みる。

第2項 仮説の是非

(1)二重過程モデルによる説明 研究Ⅲのうち、実験13で得られた結果は、回顧的再評価の現象に関して、抑制率などの行動指標と評定値などの主観報告が乖離することを示しており、実験で求められる反応が潜在的なものであるか顕在的なものであるかという、反応形態の差異がその生起と関与することを示唆していた。たとえば、評定値という顕在的な指標とベースライン反応の抑制という潜在的な指標は異なる情報処理を反映しているのかも知れない。

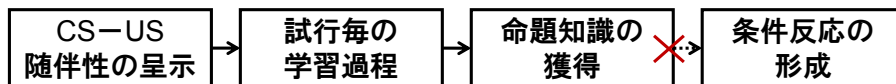
ところで、Collins & Shanks (2002) はこれまでの随伴性判断研究の知見を包括的に説明するためには、単一でなく複数の機構を仮定する必要があることを示唆している。また、Lovibond & Shanks (2002) は既存の学習理論の立場を概観し、人間行動を理解するためには単一過程による説明の他に、それらを組み合わせた二重過程モデルを考慮する必要があることを述べている。一つの可能性として、回顧的再評価は操作的処理の段階 (e.g., 因果帰納や命題推論) で生じ、動物で頑健にみられる媒介学習などの現象は自動的処理の段階 (e.g., 連合形成) で生じているのかも知れない。このような二重過程モデルによる説明が妥当か否かについては、今後のさらなる検証が必要である。

(2)単一過程モデルによる説明 ただし、実験13の結果を精査する限りは、少なくとも研究Ⅲの実験結果に関しては、連合モデルや命題モデルなどの従来の単一過程モデルを拡張することでも解釈が可能であるように思われる。第一の理由は、実験11と実験12では二つの指標間に高い相関がみられており、このことは少なくとも分化条件づけや手がかり競合の現象に関して、これらの指標が共通の学習過程を反映したと考えられるためである。また、実験13の抑制率と評定値では手がかりXにのみ指標間で異なる傾向がみられたものの、指標全体では高い相関がみられており、これらの指標に共通の学習過程が示唆され

ている。このことは実験 11 と実験 12 の結果を支持していると考えられる。そして、第二の理由は手がかり AX が過去に強化されたことで回避行動が習慣化、あるいは固定化し、X に攻撃ボタン押しの抑制を引き起こしたことが考えられるためである。たとえば、実験 13 の終了後に各被験者にテスト期で X に回避行動を示した理由を訊ねると、16 人中 13 人が“危険とは思わなかったが、減点が怖いのでとりあえず防御ボタンを押した”旨の回答を行い、残る 3 人はその動機を言語化することができなかった。これらの内省報告を考慮すると、実験 13 で測定した抑制率には、過去経験のため回避行動が固定化されたという、“保守的な行動傾向”が混入していたと考えることができる。

第 3 章第 1 節でも指摘したように、研究Ⅲで測定した抑制率は、無条件性の抑制が手がかりに転移したものではなく、むしろ道具的条件づけにより獲得された回避行動を反映したものだと考えられる。実験 13 でみられた指標間の不一致は、従属変数として一種の回避行動を測定したことによるアーティファクトかも知れない。たとえば、Figure 1-15 (42 頁) に示した単一過程モデルのうち、(a) の命題モデルでは、命題知識は獲得されたものの、それが条件反応の形成に影響しなかったために指標の不一致が生じたと解釈できる。また、(b) 連合モデルでは、試行毎の学習過程は共通であるものの、指標がもつ感度(seisitivity)の違いにより、指標の不一致が生じたと解釈できる (Figure 4-10)。

(a) 命題モデル



(b) 連合モデル

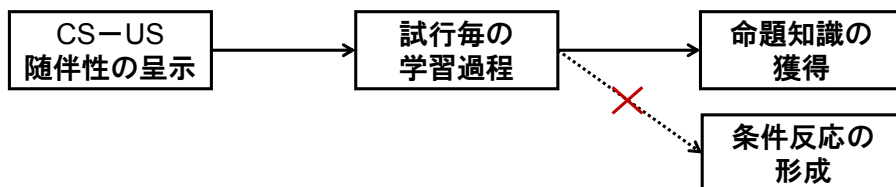


Figure 4-10. 単一過程モデルによる指標間の不一致の説明。×印は影響がないことを示す。

かつて、Morgan (1903) は「低次の心的な能力によって説明可能なことは、高次の心的な能力によって解釈してはならない」と述べた。研究Ⅲの知見は連合モデル、命題モデル、二重過程モデルのいずれでも解釈することができるが、節約性の観点では二重過程よりも、むしろ連合モデルや命題モデルなどの単一過程モデルによる説明が適当であるとも考えられる。

第3項 今後の展望

最近の研究として、Hannah, Crump, Allan, and Siegel (2009) は逆行阻止の現象が知識の入力段階ではなく、出力段階で生じることを報告している。彼らは精神物理学における信号検出理論 (signal detection theory, SDT) を随伴性判断事態に適用した実験を行い、阻止の現象が随伴性の感度 (i.e., d') ではなく、反応バイアス (i.e., θ) のパラメーターによって記述できることを示唆している。この他にも、彼らは当該領域で盛んに検討されてきた結果の密度バイアスや抑うつリアリズムなどの判断の偏りを実験的に検討し、これらの諸現象が反応バイアスによって生じたことを主張している (e.g., Allan, Hannah, Crump, & Siegel, 2008; Allan, Siegel, & Tangen, 2005; Allan, Siegel, & Hannah, 2007; Crump, Hannah, Allan, & Hord, 2007; 沼田・堀・中島, 2012; Perales, Catena, Shanks, & González, 2005)。これらの研究は、ヒトや動物が示す判断の偏りを情報の入力と出力に分けて分析する必要を強調したものと位置付けることができる。

ところで、知識の出力を重視するという考え方そのものは、阻止などの現象を反応の失敗とみなす拡張コンパレータ仮説 (e.g., Denniston et al., 2001; Stout & Miller, 2007)、確率対比の失敗とみなす Power PC モデル (e.g., Cheng, 1997)、演繹推理の失敗とみなす命題推論モデル (e.g., De Houwer, 2009a) にも通じると思われるが、これらの立場では反応形態など、知識の出力方法による差異に言及していない (嶋崎, 2009)。そのため、これらの単一過程モデルでは二重過

程モデルとは異なり，回避行動の固定化という補助仮説を用いなければ，研究Ⅲの結果全てを説明することはできない。

このような研究動向を鑑みると，研究Ⅲでみられた指標間の不一致に関して単一過程モデルの適用にあたって，従属変数の測定に伴うアーティファクトを考慮するという考え方そのものは，そう的外れなものではないように思われる。もしも，このような考えが正しければ，道具的行動を伴わない，単純な古典的条件づけ事態を用いることによって，主観報告以外の指標でも回顧的再評価がみられることが予想される。また，実験 13 でみられた“保守的な行動傾向”は動物の古典的条件づけ事態で指摘されてきた生物学的重要性の類似としてみなすことができるかも知れない。自律神経系などの不随意反応を指標とした古典的条件づけの事態では電撃などの強い結果事象を用いるため，生物学的重要性の影響についても検討することが可能となる。今後の展望として，不随意反応を指標とした古典的条件づけ研究のさらなる発展が望まれる。

第5章 研究Ⅳ：結果の加算性が回顧的再評価に与える影響

—古典的条件づけ事態を用いて²⁷

第1節 精神性発汗で回顧的再評価は生じるか？

第1項 皮膚電気条件づけ

現代学習理論の正否は手がかり競合や回顧的再評価の現象をどれだけ多く説明できるかにかかっている。これらの現象は、「対呈示の回数が増えるほど条件づけは強まる」という直観や実験事実に反するものであり、条件刺激がもつ機能をその背景となる文脈との相互作用の中で検討していく必要を示している。また、これらの現象はヒトの随伴性判断や動物の条件づけ事態の他にも、様々な実験事態で確認がなされており、その一つとして皮膚電気活動 (electrodermal activity: EDA) を指標としたヒトの古典的条件づけに関する研究がある。

たとえば、ヒトは精神的に緊張すると手に汗をかく。このような精神性の発汗は生活体が緊急時に対処する行動、すなわち闘争—逃走反応 (fight- or-flight response) と密接に関連するといわれており (e.g., Cannon, 1929), 生活体の生存にとって重要な機能を担う。闘争時の手掌発汗は手から離れないように道具をしっかりと握るという目的に適うものであり、逃走時の足底発汗は地面をける際の摩擦を大きくするという目的に適うものである。また、肌が汗で濡れば切り傷をはじめとする外傷を受け難くなる利点もある。なお、このような精神性発汗は太古の祖先の名残、つまり環境に対する行動的適応による進化の産物と考えられている (e.g., Edelberg, 1972)。これら精神性の発汗を電氣的にとらえたものが皮膚電気活動であり、交感神経支配下の汗腺活動を電氣的に測定し、被験者の情動状態や認知活動・情報処理過程を分析・評価する方法として用いられてきた (e.g., Boucsein, 1992; 新美・鈴木, 1986)。また、恐怖や不安とい

²⁷ 研究Ⅳで得られた知見のうち、実験 14 は沼田・宮田 (2013) を通じて学会発表しており、現在、投稿準備中である。実験 15 と実験 16 は 2014 年の国内外の学会で発表する予定であり、こちらも投稿を予定している。

った情動反応の指標として現在も広く用いられている (e.g., 沼田・宮田, 2011)。

皮膚電気活動の条件づけは、皮膚電気条件づけ (electrodermal conditioning) と呼ばれる。皮膚電気条件づけに用いられる条件刺激としては、純音やブザーなどの聴覚刺激、図形や表情などの視覚刺激が一般に用いられる。例えば、Hovland (1937) は純音の場合、1000Hz で閾値より 40dB 大きい音を標準として用いている。また、最近では Schiller, Monfils, Raio, Johnson, and LeDoux (2010) が、青色や緑色の四角形を条件刺激として用いている。他方、無条件刺激としては、指先や手首への電気刺激が最も一般的である。そのため、皮膚電気条件づけの実験は、ほぼ全てが不快なものを条件づける、嫌悪性条件づけ (aversive conditioning) の事態となる。電気刺激が広く用いられることの背景には、(1) 刺激強度の決定が容易であること、(2) 安定した無条件反応が喚起され、無条件刺激に対する慣れ (habituation) が生じにくいことなどの理由がある。実験に対する倫理的な配慮から無条件刺激として強音を用いることもあるが、この場合は慣れが大きいという難点がある。なお、無条件刺激として電気刺激や強音を用いた実験事態は恐怖条件づけ (fear conditioning) と呼ばれることも多い。

第 2 項 皮膚電気条件づけ事態の特異性

これまで、皮膚電気条件づけの実験事態では、隠蔽と順行阻止 (e.g., Kimmel & Bevill, 1991, 1996; Hinchy, Lovibond, & Ter-Horst, 1995; Pellon & Montano, 1990; Pellon, Montano, & Sanchez, 1995), 逆行阻止 (Mitchell & Lovibond, 2002) と隠蔽解除 (Lovibond, 2003) について研究が試みられてきた。ただし、順行阻止に関して条件反応の完全阻止が示された研究は僅かであり (Mitchell & Lovibond, 2002), 多くの研究では部分阻止が示されたに過ぎない (e.g., Kimmel & Bevill, 1991, 1996; Hinchy et al., 1995; Pellon & Montano, 1990; Pellon et al., 1995)。また、阻止そのものの確認に失敗した例も複数報告されていることから

(e.g., Davey & Singh, 1988; Lovibond, Siddle, & Bond, 1988) , 皮膚電気条件づけの事態で阻止を確認することは容易ではないという見解もある (Arcediano, Ortega, & Matute, 1996) 。しかし, この事態を用いた研究は随伴性判断と比較すると少数であり, その再現可能性に関してはさらなる検証が必要である。

また, 逆行阻止の現象は順行阻止と同様にラットの恐怖条件づけの実験で見出されたものであるが (Kamin, 1968), 近年までは無条件刺激の生物学的重要性を弱める手続きを用いない限り, この現象は生じないと考えられてきた (Denniston, Miller, & Matute, 1996; Miller & Matute, 1996; Urushihara & Miller, 2010)。しかしながら, 皮膚電気条件づけの研究文脈では, そのような手続きを用いなくてもこの現象が生じたという報告が, 僅かながら報告されている (Mitchell & Lovibond, 2002)。その研究例は依然として十分とはいえないものの, 生物学的重要性や「ヒトと動物を隔てるものは何か?」という問題を考える上でも, 皮膚電気条件づけに関する知見は興味深い示唆を含んでいる。

第3項 結果の加算性

De Houwer (2009a) は結果の加算性を被験者に教示することで, 随伴性判断だけでなく皮膚電気条件づけの事態でも順行阻止や逆行阻止の現象がみられると指摘している。結果の加算性とは第1章第2節(36頁)でも述べたような, “もしも条件刺激 A と X のどちらもが原因であるならば, 無条件刺激の強度はそれらが単独で呈示されるよりも強くなる” という, 前提のことである。

たとえば, 実験を開始する前に (1) もしも条件刺激 A と X のどちらもが原因であるならば, 無条件刺激の強度はそれらが単独で呈示されるよりも強くなる (i.e., if p then q) という教示を被験者に与えたとする。そして, 逆行阻止におけるフェイズ1, 順行阻止におけるフェイズ2のように, AX+試行より (2) 無条件刺激の強度はそれらが単独で呈示されるよりも強くならなかった (i.e.,

not q) という経験をさせたとする。その場合、(3) したがって A と X のどちらも原因ではない (i.e., therefore not p), という結論がこの時点で導かれることになり, “条件刺激 A と X のどちらかが原因である” という相互排他的な判断の枠組みが形成されることを説明できる。

また, 逆行阻止におけるフェイズ 2, 順行阻止におけるフェイズ 1 の A+ を, “A は原因である” という命題の獲得と捉えると, 相互排他的な判断の枠組みと “A は原因である” という前提を組み合わせることで, “したがって, X は原因ではない” という結論が得られることになり, 阻止が生じることを説明できる。ただし, これらの演繹推理は結果の強度が最大である場合は, 成立しなくなる。これらの予測は第 3 章 (研究 II) と同様であるが, 因果帰納モデル (e.g., Waldmann & Holyoak, 1992; Cheng, 1997) とは異なり, 命題推論モデルでは結果の最大性と加算性の効果を包括的に説明することができる。

第 4 項 先行研究

Mitchell and Lovibond (2002) は実験 1 で Table 5-1 に示すデザインを用いた実験を行い, 結果の加算性を教示された群で順行阻止が生じ, されなかった群

Table 5-1
Design of Experiment 1 in Mitchell and Lovibond (2002)

Phase					
Element		Compound		Test	
Stimulus	No. of Trials	Stimulus	No. of Trials	Stimulus	No. of Trials
A+	2	AB+	2	A+	1
		CD+	2	B-	1
E-	1	E-	1	C-	1
F-	1	F-	1	E-	1
EF-	1	EF-	2	F-	1

Note: Letters A to F refer to conditioned stimuli; + and - refer to the presence and absence, respectively, of electric shock after the conditioned stimulus. Within each phase, trial types were intermixed, except A+ was presented first on test to all participants.

では順行阻止は生じないことが示されている。また、この傾向は電撃予期（随伴性判断に相当）と皮膚電気活動の二つの指標で同様であることが示されている（Figure 5-1）。これらの事実は、（1）結果の加算性についての教示が順行阻止を調整すること、（2）電撃予期と皮膚電気活動が類似した学習過程を反映すること、をそれぞれ示している。

さらに彼らは、フェイズ1とフェイズ2を置換した逆行阻止のデザインを用いた実験2を行い（Table 5-2, 193頁）、結果の加算性を教示された群では逆行阻止が生じ、されなかった群では逆行阻止が生じないことを報告している。この傾向は実験1の結果を支持しており、（1）結果の加算性についての教示が逆行阻止を調整すること、（2）電撃予期と皮膚電気活動が類似した学習過程を反映すること、を示していた（Figure 5-2, 193頁）。なお、Mitchell and Lovibond（2002）のうち、加算性を教示された群の結果は連合形成モデルの改訂版（e.g., Dickinson & Burke, 1996; Van Hamme & Wasserman, 1994）、されなかった群の結

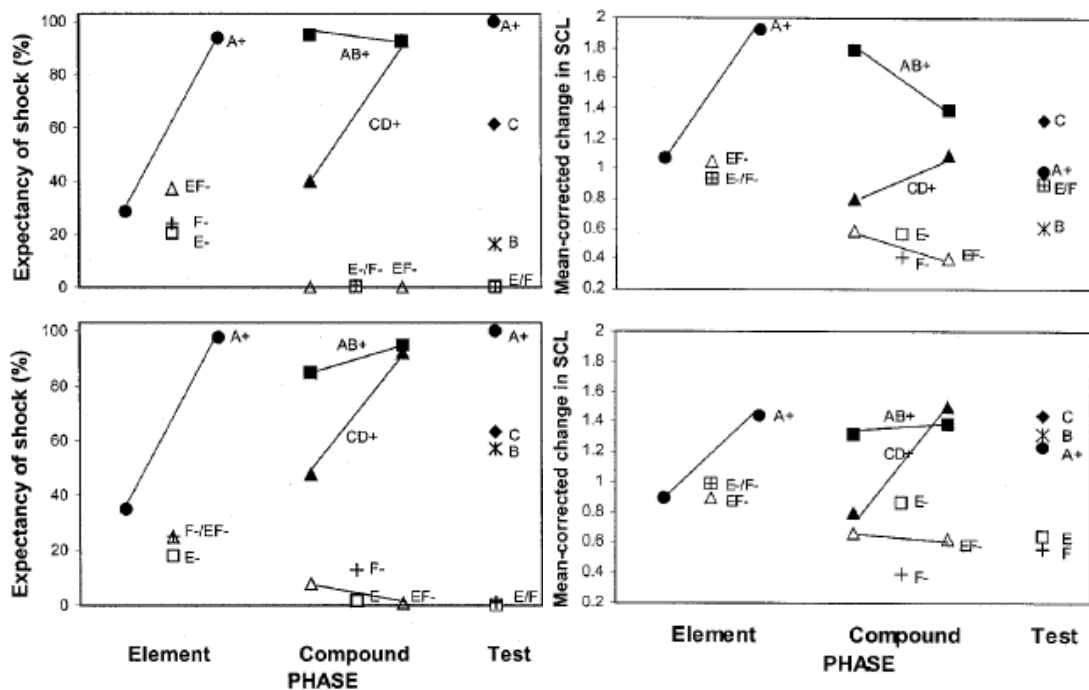


Figure 5-1. Mitchell and Lovibond（2002）の実験1の結果。左パネルは電撃予期，右パネルは皮膚電気反応，上段は加算群，下段は非加算群をそれぞれ示す。

果は Power PC モデル (e.g., Cheng, 1997) の予測と一致するが, これらの考え
 では二つの実験結果を十分に理解することはできなかった。そのため, Mitchell
 and Lovibond (2002) はより認知的なアプローチが必要であるとして, De Houwer
 (2009a) の先駆けとなる演繹推論モデルを提案した。

Table 5-2

Design of Experiment 2 in Mitchell and Lovibond (2002)

Phase					
Compound		Element		Test	
Stimulus	No. of Trials	Stimulus	No. of Trials	Stimulus	No. of Trials
AB+	2	A+	2	A+	1
CD+	2			B-	1
E-	1	E-	1	C-	1
F-	1	F-	1	E-	1
EF-	2	EF-	1	F-	1

Note: Letters A to F refer to conditioned stimuli; + and - refer to the presence and absence, respectively, of electric shock after the conditioned stimulus. Within each phase, trial types were intermixed, except A+ was presented first on test to all participants.

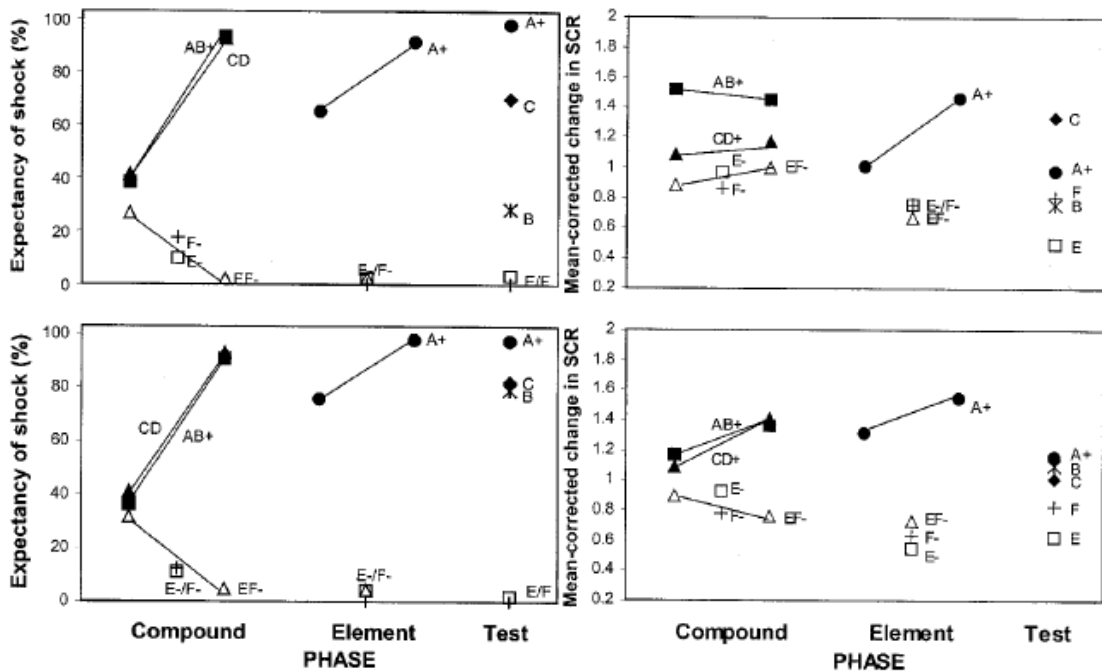


Figure 5-2. Mitchell and Lovibond (2002) の実験 2 の結果. 左パネルは電撃予期, 右パ
 ネルは皮膚電気反応, 上段は加算群, 下段は非加算群を示す。

Mitchell and Lovibond (2002) によると、実験 1 のフェイズ 2 と実験 2 のフェイズ 1 の情報によって、次のような演繹推論がなされることになる。これらのうち、(a) は実験前の教示によって獲得されたもので、(b) と (c) の結論は条件刺激 A と X を複合強化した時点で獲得されたものである。当然のことながら、(a) が獲得されるのは実験 1 と実験 2 の加算群だけであり、非加算群では獲得されないことになる。そのため、非加算群では実験 1 のフェイズ 2 や実験 2 のフェイズ 1 の経験を経てたとしても、(c) の結論は得られない。この点は群間の結果の差異を理解するために重要である。

(a) もしも CS_A と CS_X のどちらもが原因であるならば、US の強度はそれらが単独で呈示されるよりも強くなる (i.e., if p then q)。

(b) US の強度はそれらが単独で呈示されるよりも強くならなかった (i.e., not q)。

(c) したがって、 CS_A と CS_X のどちらもが原因ではない (i.e., therefore not p)。

このように CS_A と CS_X の一方だけが原因であるという推論がなされるため、実験 1 と実験 2 の加算群ではテスト期の段階で次のような推論がなされることになる²⁸。これらのうち、(1) は (c) の結論と対応し、(2) は実験 1 のフェイズ 1 や実験 2 のフェイズ 2 における条件刺激 A の単独強化に相当する。なお、(1) の「または」は英語で “xor” と記述される場合と同等である。(3) の結論は CS_X への条件反応が小さいこと、または電撃予期が小さいことと対応する。

(1) CS_A または CS_X は US の原因である (大前提)。

(2) CS_A は US の原因である (小前提)。

(3) したがって、 CS_X は US の原因ではない (結論)。

²⁸ Mitchell and Lovibond (2002) は逆行阻止の動物での再現例が稀であることに言及しつつも、推論プロセスはヒトと動物で類似しており、それらの知見の違いは質的というより量的な差異として捉えるべきであると主張している。なお、彼らはこうした主張の裏付けとして、Denniston et al. (2001) の拡張コンパレータ仮説を挙げており、連合形成モデルであるこの立場の基本発想が、比較的単純な条件付き推論メカニズムの記述とみなせることを指摘している。

第 5 項 演繹推論モデル

Mitchell and Lovibond (2002) によると、(3) の結論が得られるのは実験 1 と実験 2、すなわち順行阻止と逆行阻止のデザインで同様であり、CS_x への条件反応、あるいは電撃予期の多寡は実験間で共通であることになる。ただし、後続の考えである De Houwer (2009a) によると、これらの演繹推論がなされるか否かは実験課題の認知的負荷など、さまざまなパラメーターの影響を受けるとされる (e.g., De Houwer, 2002; De Houwer & Beckers, 2003)。順行阻止と逆行阻止の手続きにおいて、CS_x への阻止の強度が異なるという過去研究の知見はこのような仮定を採用することで、説明することができる。ただし、どのような実験変数が演繹推論に影響するかについては、これまでにほとんど研究されておらず、その支持は十分とはいえない。

なお、近年では結果の強度が加算されるという事前訓練 (i.e., A+, B+, AB++) によって、ラットの順行阻止が増強するという実験事実も報告されており (e.g., Beckers, Miller, De Houwer, & Urushihara, 2006)、結果の加算性に関する手続きの効果が種を超えてみられることも示唆されている。このように、ヒトと動物の学習研究に新たなブレイクスルーを生じさせた点で、命題推論モデルの学術的意義は大きい。しかしながら、こうした結果の加算性に関する研究はこれまでに僅かしか行われておらず、その一般性についてはさらに検討を行っていく必要があると考えられる。

研究 IV では結果の加算性が回顧的再評価に与える影響について検討を行う。第 2 節ではその準備として、皮膚電気条件づけ事態において、分化条件づけがみられるか否か検討を行う。また、これらの検討を通じて、条件反応を構成する成分とその心理学的機能について検討を行う。第 2 節の検討により、条件反応を構成する「各反応成分が何を反映しているか？」を検討することができ、回顧的再評価を検討するために適切な従属変数を選択できると考えた。

第2節 実験14: 不安水準と古典的分化条件づけ—皮膚電気活動を指標として

第1項 目的

皮膚電気条件づけの事態では、複数の刺激のうち、あるものは無条件刺激と対呈示し、その他は無条件刺激と対呈示しないことにより、条件反応の分化がみとめられる。このような分化条件づけの手続きは、“生活体がいかに情報の取捨選択を行うか”という疑問を解決するために、これまで盛んに用いられてきた (e.g., Pineles, Orr, & Orr, 2009)。先行研究の一つとして Lovibond (1992) は、皮膚電気活動を指標とした分化条件づけの実験を行い、条件反応における一過性と持続性の成分が、注意や予期など異なる認知過程を反映することを示している。また、後者の持続性の成分が不安などの情動喚起を説明することを示唆している。実験14では Lovibond (1992) を参考に実験課題を作成し、不安水準と分化条件づけの関係を検討した。独立変数は群(2) × 条件刺激の種類(2) × 試行数(2) の3種類であり、従属変数は条件刺激への一過性反応(FIR/SIR) と持続的水準(Δ SCL)、電撃予期の4種類であった。

第2項 方法

(1) 被験者 37名の大学生(男子10名、女子27名)であった。平均年齢は20.3歳(18歳から22歳)であり、いずれの被験者も本実験で用いた実験課題および類似の課題に関する先行経験はなかった。被験者は裸眼または矯正で正常な視力を有しており、色弱など色の識別に関する障害をもたなかった。被験者は日本語版 STAI (清水・今栄, 1981) における状態不安の中央値によって、高不安群 ($N=18$) と低不安群 ($N=19$) の2群に割りあてた。実験14では被験者は半数ずつに分割できなかったため、状態不安の中央値 (i.e., 40) に相当する被験者のデータは低不安群に含めた。

(2) (3) **材料および装置** 被験者は簡易遮音室内の机上に設置された 19 インチカラーディスプレイ(E193FPc DELL 社製)の前方約 60cm の位置に着席し、実験課題を遂行した。条件刺激の呈示は遮音室外に設置されたパーソナルコンピュータ(OPTIPLEX755 DELL 社製)を用いて行った。条件刺激にはディスプレイに呈示される赤色と白色の 10cm 四方の正方形 2 種類を用いた。四角形は画面中央に配置され、背景は黒色であった。無条件刺激には右手首への触覚刺激を用いた。なお、触覚刺激は 50pulses/s で 0.5 秒間呈示した。無条件刺激の呈示には、刺激アイソレータ(ML180 ADInstruments 社製)と付属電極を使用した。これらは簡易遮音室外のパーソナルコンピュータ(Dimension4700c DELL 社製)に接続、操作された。なお、電極を装着する際は、装着部をウエットティッシュで拭いた後、スキンピュア(YZ-0019 日本光電社製)と綿棒を用いて角質を除去した。水分が残らないよう拭き取った後に、電極を装着した²⁹。

(4) **課題** 被験者を実験室内で着席させた後、印刷された教示文を手渡しした。教示の大要は次の通りであった。

“目の前の画面には四角形が一つ、あるいは二つ出現します。しばらくすると四角形は消え、「+」の画面（注視点）に戻りますが、時間を空けて次の四角形が表示されます。四角形には色の違いによっていくつか種類がありますが、それらには触覚刺激を伴うものと、伴わないものがあります。触覚刺激は特定の四角形が消えると同時に呈示されますので、この点に注意してください。あなたの課題はどの四角形の後に触覚刺激が到来するかを把握することです。それぞれの四角形が出るたびに、「触覚刺激が来る」「来ない」を判断し、わかった段階で左か右のボタンを押してください。もしも、判断に自信がない場合は、

²⁹ 皮膚電気活動の測定は Fowles, Christie, Edelberg, Grings, Lykken, and Venables (1981) による米国精神生理学会の勧告に基づいて実施した。

無理にボタンを押す必要はありません。”

被験者がこの教示を理解していることを確認した後に、実験課題を実施した。被験者には PC ディスプレイ上に出現する 2 種類の四角形を観察し (i.e., A+ / B-), そのどちらが危険信号であるか判断することを求めた (各 2 試行)。四角形の配色は赤と白のどちらかであり, その役割は被験者間で無作為化した。なお, 四角形はディスプレイの左側と右側のどちらかに呈示され, その位置は被験者内でカウンターバランスした。これは条件刺激を四角形の呈示位置ではなく, その配色に限定するためであった。四角形の呈示時間は平均 20 秒 (10 秒から 30 秒) で, A+ の呈示が終了した直後にのみ, 右手首に電撃を呈示した。試行間隔は平均 40 秒 (30 秒から 50 秒) であり, 試行の呈示順序は被験者間で疑似的に無作為化した。

(5) **手続き** 実験参加の同意を得た後, 日本語版 STAI (清水・今栄, 1981) を実施した。その後は電撃の強度調整に移行し, 極限法の上昇系列により, “痛みはないが不快な強さ” を被験者毎に決定した (範囲: 0mA~10mA)。続いて教示と図形への馴致を行い, これらが全て終了した後に, 課題を実施した。

(6) **反応記録** 左手の第 2 指 (人差し指) と第 3 指 (中指) に使い捨て電極 (PPS-EDA TEAC 社製) を装着し, 通電法 (0.5V 定電圧) によって, 皮膚コンダクタンス反応を測定した。皮膚コンダクタンス反応の測定には計測器 (DA-3b Vega Systems 社製) を用いた。また, 2 種類の四角形のどちらが危険信号であるかの判断 (電撃予期) を, 右手掌部に握った二つのボタン (MLA192 Push Button Switch ADInstruments 社製), その一方を押すことで求めた (Figure 5-3, 199 頁)。これらの反応記録と解析にはデータ収録装置 (ML880 PowerLab 16/30 ADInstruments 社製) と解析用ソフトウェア (Chart 5 ADInstruments 社製),

パーソナルコンピュータ(Dimension4700c DELL 社製) を用いた。なお、これらの反応のサンプリングレートは 10Hz であった。

(7) **結果の処理** 実験 14 では条件づけの指標として、第一間隔反応 (first interval response, FIR), 第二間隔反応 (second interval response, SIR), Δ SCL (delta skin conductance level), 電撃予期 (shock expectancy) を用いた (Figure 5-4, 200 頁)。FIR は皮膚コンダクタンス反応のうち、条件刺激の呈示 1 秒後から 4 秒後までの振幅値を、SIR は 4 秒後から 9 秒後までの振幅値をとした。

また、条件刺激の呈示 10 秒後から呈示終了までの期間 (Post) と呈示直前の 10 秒間 (Pre) の平均値の差分値を Δ SCL として算出した (式 12)。FIR と SIR を算出する際は、振幅値に 1 を加えたものを対数変換し、 Δ SCL を算出する際は P2 と P2 に対数変換を施した後に減算を行った。前者は取り得る値の最小値を 0 にするため、後者は変換前の差分値が負の値をとり得るために行った³⁰。

$$\Delta SCL = Post - Pre \quad (\text{式 12})$$

さらに、条件刺激の呈示 10 秒後から呈示終了までの期間 (Post) における被験者のボタン押し時間 (Push) を電撃予期として算出した (式 13, 200 頁)。

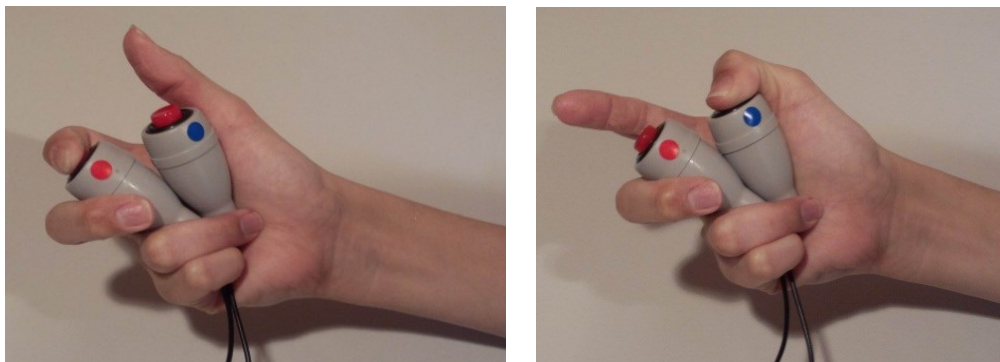


Figure 5-3. 電撃予期の判断. 2 種類の四角形のどちらが危険信号であるかを右手掌部に握った二つのボタンの一方を押すことで求めた. 左側は電撃の到来を予期している様子, 右側は電撃の非到来を予期している様子をそれぞれ示す.

³⁰ これらの分析は Lovibond(1992) に準じており, 皮膚電気活動の分析で広く用いられている。

$$Shock Expectancy = \frac{Push}{Post} \quad (\text{式 } 13)$$

電撃予期については電撃の到来に関して算出された値に+1を掛け、また、電撃の非到来に関して算出された値に-1を掛け、これらの合計値を分析対象とした。すなわち、ある条件刺激の呈示に対して、“電撃がくる”と判断された時間と“電撃がこない”と判断された時間の総和を求めた³¹。

実験 14 では FIR, SIR, ΔSCL, 電撃予期について、群 (2) × 手がかり (2) × 試行 (10) の分散分析、随伴性の評定値には群 (2) × 条件刺激 (2) × 試行 (2) の分散分析を行った。また、各指標における分化量の群間比較 (対応のない *t* 検定) と各指標の相関分析、不安水準の群間比較 (対応のない *t* 検定) を実施した。不安水準の群間比較は、日本語 STAI (清水・今栄, 1981) による分類が妥当であったか否かを判定するための操作チェックとして実施した。いずれの分析もその有意水準は 5% であった。

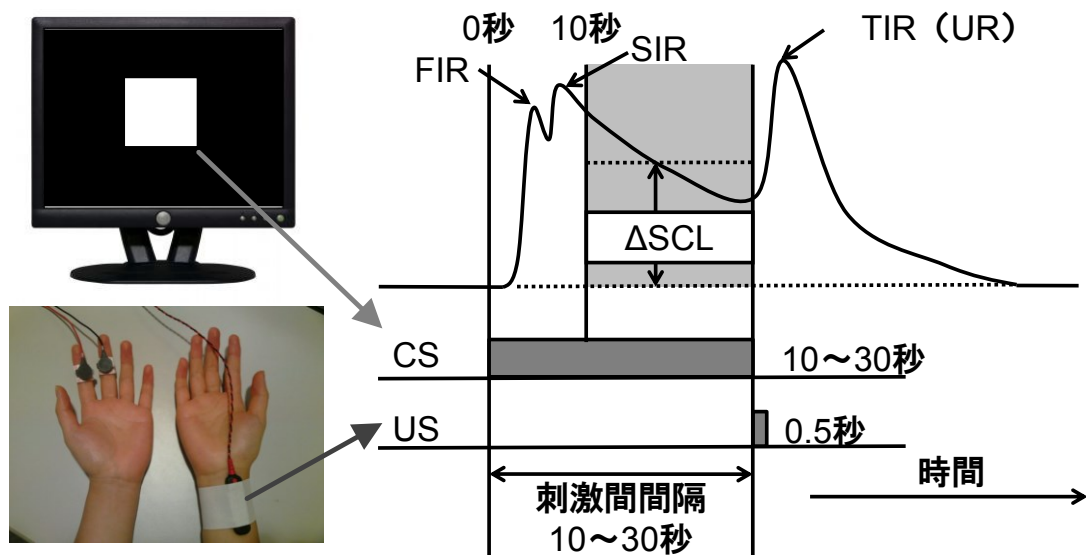


Figure 5-4. 条件刺激と無条件刺激の時間的布置 (右側). 一過性 (FIR と SIR) と持続性の条件反応 (ΔSCL) は時間で区別される. 左上は条件刺激, 右下は無条件刺激の呈示の様子を示す.

³¹ 電撃予期の算出は Corlett et al (2004) 参考に、ボタンの押し間違いを考慮して行った。

第3項 結果

(1) FIR Figure 5-5 (202 頁) の最上段は高不安群と低不安群の FIR を示す。Figure 5-5 (202 頁) の最上段から明らかなように、高不安群における条件刺激 A の FIR は 1 試行目から 2 試行目にかけて緩やかに増加し、B の FIR は 1 試行目から 2 試行目にかけて緩やかに減少する。しかし、低不安群の FIR について A や B の試行毎の変化はみられない。FIR について群 (2) × 条件刺激 (2) × 試行 (2) を要因とした分散分析を行ったところ、群の主効果がみられ ($F = 6.07$, $df = 1/35$, $p < .05$)、群と条件刺激の交互作用が有意傾向であった ($F = 2.95$, $df = 1/35$, $p < .10$)。計画された比較として、各群における 2 試行目の条件刺激間に対応のある t 検定を行ったところ、高不安群では有意傾向がみられたものの ($t = 1.83$, $df = 17$, $p < .10$)、低不安群では有意な差はみられなかった ($t = 1.24$, $df = 18$)。これらの事実は、高不安群の FIR が全体的に低不安群よりも高いこと、および高不安群でのみ A と B の分化がみられたことを示していた。

(2) SIR Figure 5-5 (202 頁) の 2 段目は高不安群と低不安群の SIR を示す。Figure 5-5 (202 頁) の 2 段目から明らかなように、高不安群における条件刺激 A の SIR は 1 試行目から 2 試行目にかけて増加し、B の SIR は 1 試行目から 2 試行目にかけては変化しない。この傾向は低不安群においても同様であった。SIR について群 (2) × 条件刺激 (2) × 試行 (2) を要因とした分散分析を行ったところ、条件刺激の主効果 ($F = 11.34$, $df = 1/35$, $p < .01$) と試行の主効果 ($F = 10.18$, $df = 1/35$, $p < .01$)、条件刺激と試行の交互作用 ($F = 2.95$, $df = 1/35$, $p < .10$) がみられ、群の主効果 ($F = 4.12$, $df = 1/35$, $p < .10$) と群と条件刺激の交互作用 ($F = 2.89$, $df = 1/35$, $p < .10$) が有意傾向であった。計画された比較として、各群における 2 試行目の条件刺激間に対応のある t 検定を行ったところ、高不安群で有意な差がみられ ($t = 3.63$, $df = 17$, $p < .01$)、低不安群でも有意な差

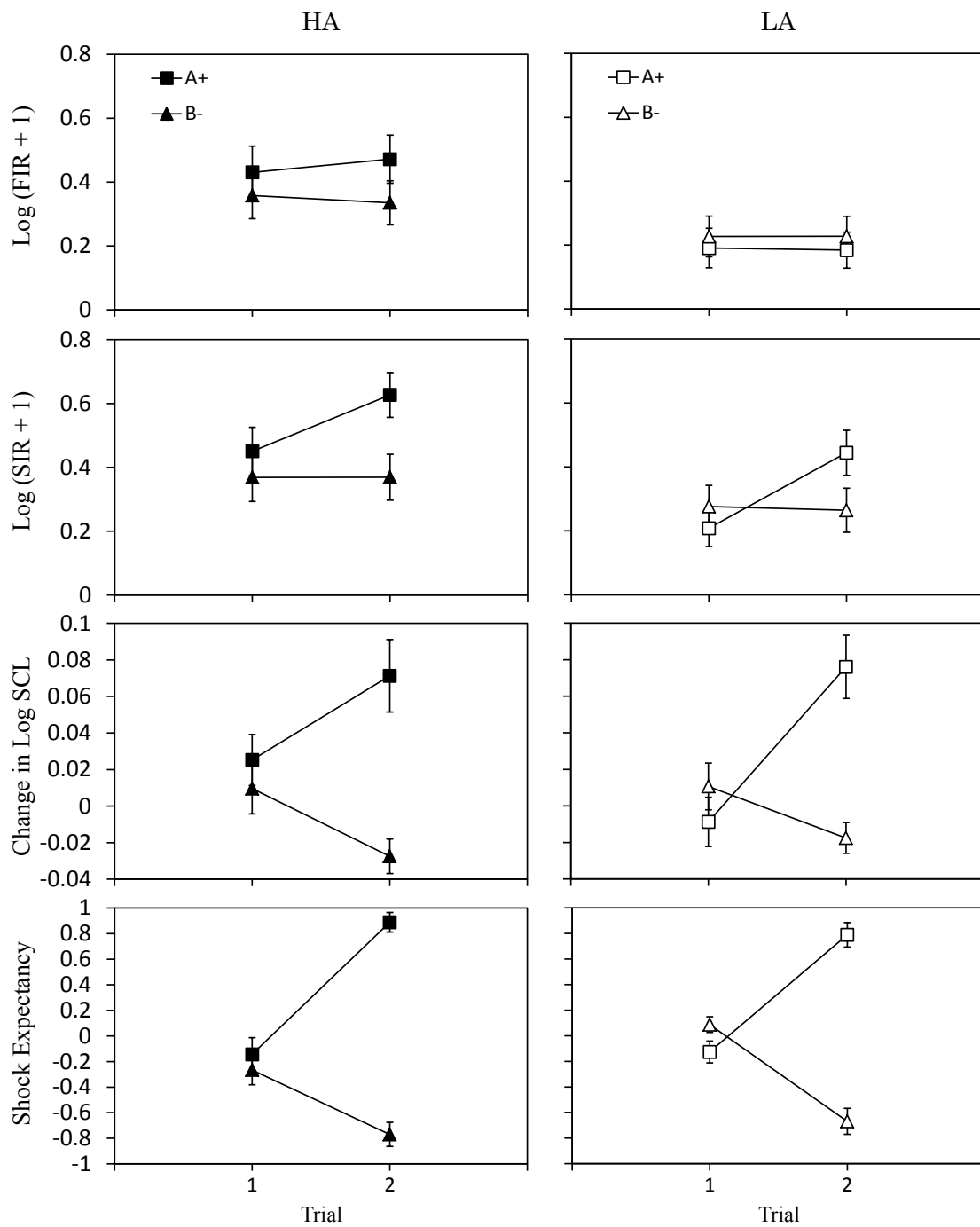


Figure 5-5. Log FIR (最上段), Log SIR (2 段目), Δ SCL (3 段目), および電撃予期 (4 段目) の結果. 左パネルは高不安群 (HA; $N = 18$), 右パネルは低不安群 (LA; $N = 19$), エラーバーは標準誤差を示す. もしも各パネルの値が正であれば, その反応は大きいことになる. なお, log FIR や log SIR の最小値が 0 であるのに対し, Δ SCL や電撃予期の最小値は負の値をとる.

がみられた ($t = 2.99, df = 18, p < .01$)。これらの事実は、高不安群の SIR が全体的に低不安群よりも高いこと、および高不安群と低不安群で A と B の分化がみられたことを示していた。

(3) Δ SCL Figure 5-5 (202 頁) の 3 段目は高不安群と低不安群の Δ SCL を示す。Figure 5-5 (202 頁) の 3 段目から明らかなように、高不安群における条件刺激 A の Δ SCL は 1 試行目から 2 試行目にかけて増加し、B の Δ SCL は 1 試行目から 2 試行目にかけて減少する。この傾向は低不安群においても同様であった。 Δ SCL について群 (2) \times 条件刺激 (2) \times 試行 (2) を要因とした分散分析を行ったところ、条件刺激の主効果 ($F = 17.08, df = 1/35, p < .001$) と条件刺激と試行の交互作用 ($F = 21.83, df = 1/35, p < .01$) がみられ、試行の主効果 ($F = 3.80, df = 1/35, p < .10$) が有意傾向であった。計画された比較として、各群における 2 試行目の条件刺激間に対応のある t 検定を行ったところ、高不安群で有意な差がみられ ($t = 4.37, df = 17, p < .001$)、低不安群でも有意な差がみられた ($t = 4.79, df = 18, p < .001$)。これらの事実は、高不安群と低不安群で A と B の分化がみられたことを示していた。

(4) 電撃予期 Figure 5-5 (202 頁) の 4 段目は高不安群と低不安群の電撃予期を示す。Figure 5-5 (202 頁) の 4 段目から明らかなように、高不安群における条件刺激 A の電撃予期は 1 試行目から 2 試行目にかけて増加し、B の電撃予期は 1 試行目から 2 試行目にかけて減少する。この傾向は低不安群でも同様であった。電撃予期について群 (2) \times 条件刺激 (2) \times 試行 (2) を要因とした分散分析を行ったところ、条件刺激の主効果 ($F = 164.42, df = 1/35, p < .001$) と群と条件刺激の交互作用 ($F = 5.16, df = 1/35, p < .05$)、試行の主効果 ($F = 8.09, df = 1/35, p < .01$)、条件刺激と試行の交互作用 ($F = 77.75, df = 1/35, p < .001$)

がみられた。計画された比較として、各群における2試行目の条件刺激間に対応のある t 検定を行ったところ、高不安群で有意な差がみられ ($t = 4.23, df = 17, p < .001$)、低不安群でも有意な差がみられた ($t = 5.57, df = 18, p < .001$)。これらの事実は、高不安群と低不安群の双方で A と B の分化がみられたことを示していた。

(5) 分化量の群間比較 Figure 5-6 は2試行目における A+ と B- の差分値、すなわち分化量を標準化した値を示す。Table 5-6 から明らかなように、FIR では高不安群の分化量は低不安群よりも大きくなるものの、その他の指標では大きな違いはみられない。群間の分化量について対応のない t 検定を行ったところ、FIR では有意な差がみられたものの ($t = 2.06, df = 35, p < .05$)、その他の指標では有意な差はみられなかった ($ts < 1, dfs = 35$)。これらの事実は、不安水準の高低が一過性反応である FIR の分化を促進したことを示唆している。

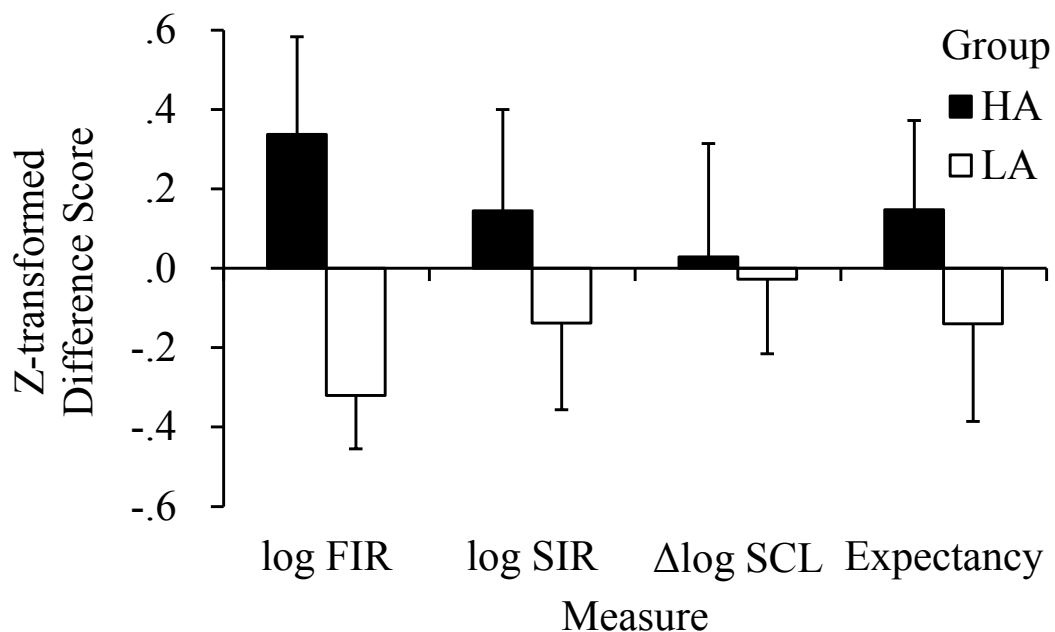


Figure 5-6. 各指標における分化量の標準化得点。黒棒は高不安群、白棒は低不安群の結果を示す。また、エラーバーは標準誤差を示す。

(6) 被験者内相関 Table 5-3 は各指標間の相関を示す。Table 5-3 から明らかのように、高不安群（左下）では FIR と SIR に有意な相関がみられ ($r = .88$, $p < .05$), SIR と Δ SCL および Δ SCL と電撃予期の間の相関は有意傾向であった ($r_s \geq .41$, $p_s < .10$)。また、低不安群ではこれらの指標間にいずれも有意な相関がみられた ($r_s \geq .58$, $p_s < .05$)。これらの事実は、 Δ SCL が電撃予期を反映すること、SIR が FIR や Δ SCL それぞれの成分を反映することを示していた。このことは条件刺激の呈示後の時間経過に伴って、条件反応の成分が反映する認知過程が変化することを示唆している。

(7) 不安水準の群間比較

高不安群の状態不安は平均 45.06 点 ($SD = 3.78$), 低不安群は平均 34.58 点 ($SD = 4.18$) で、対応のない t 検定を行ったところ、これらの間には有意な差がみられた ($t = 7.76$, $df = 35$, $p < .001$)。ただし、被験者毎に調整された電撃の強度は高不安群が平均 1.97mA ($SD = 1.712$), 低不安群は平均 2.05mA ($SD = 0.83$) で、対応のない t 検定を行ったところ、有意な差はみられなかった ($t < 1$, $df = 35$)。

Table 5-3

Within-Subject correlations between measures over trials

Correlations				
Measures	log FIR	log SIR	Δlog SCL	Expectancy
log FIR		.80*	.37	-.03
log SIR	.88*		.63*	.23
Δlog SCL	.36	.44†		.58*
Expectancy	.19	.35	.41†	

Note: Coefficients in the bottom left on the table are based on HA subjects ($n = 18$); coefficients in the top right of the table are based on LA subjects ($n = 19$); log FIR = log first interval response, log SIR = log second interval response, Δ log SCL = log changes in skin conductance level. † $p < .10$. * $p < .05$.

また、実験課題が開始された時点での皮膚コンダクタンス反応の基線は高不安群が平均 $11.34 \mu\text{S}$ ($SD = 6.61$)、低不安群は平均 $5.21 \mu\text{S}$ ($SD = 5.54$) であり、対応のない t 検定を行ったところ、これらの間には有意な差がみられた ($t = 2.66$, $df = 35$, $p < .01$)。また、状態不安の得点と皮膚コンダクタンス反応の基線には有意な相関がみられた ($r = .47$, $p < .05$)。これらの事実は、(1) 高不安群では低不安群よりも状態不安の得点が高く、(2) 皮膚コンダクタンスの基線が高いこと、ただし (3) 群間には電撃の強度には違いがないこと、また (4) 状態不安の得点と皮膚コンダクタンスの基線が相関すること、をそれぞれ示していた。

第4項 考察

実験 14 では Lovibond (1992) を参考に新たな実験課題を作成し、不安水準と分化条件づけの関係を検討した。その結果、4 つの指標のうち、FIR のみで高不安群で低不安群よりも条件反応の分化が顕著であった。これは不安水準が一過性の条件反応を促進することを示唆していた。なお、本研究で測定した不安水準は実験開始直後の発汗と相関することから、このような FIR の特性は被験者の発汗量、あるいは情動水準の基線に依存することが示された³²。また、指標間の被験者内相関より、 ΔSCL が電撃予期を反映すること、条件刺激呈示後の時間経過に伴って条件反応が内包する認知過程が変化することが示された。これらの事実は一過性の条件反応が条件反応への注意と、持続性の条件反応が無条件反応への予期と対応することを示唆しており、条件反応がもつ心理学的な機能を明らかにした点で重要である³³。実験 15 では実験 14 のデザインを変更し、皮膚電気条件づけ事態で順行阻止がみられるか否か検討を行う。

³² 今田 (1975) や投石・今田 (1980) は、ヒトや動物が示す条件性情動反応 (conditioned emotional response, CER) はその情動水準の基線 (basal emotional level, BEL) に依存すると指摘している。この傾向は言語・非言語行動のみならず、生体生理現象でも同様だと考えられる。

³³ 条件反応がもつ機能の分析については、古武・宮田 (1973) や鴨野・宮田 (1974)、鴨野 (1992) が詳しい。皮膚電気条件づけの方法論的変遷については、沼田・宮田 (2011) が参考になる。

第3節 実験15：結果の加算性は順行阻止を調整する

第1項 目的

実験15では皮膚電気条件づけ事態で順行阻止が生じるか否かを検討した。フェイズ1の要素条件づけ期では条件刺激Aを無条件刺激と対呈示し、Bは無条件刺激と非対呈示する(Table 5-4)。また、フェイズ2の複合条件づけ期では、複合刺激AXとYZを無条件刺激と対呈示し、BCは無条件刺激と非対呈示する。そして、テスト期ではAのみを無条件刺激と対呈示し、XとY、あるいはBとCがそれぞれ単独で呈示する。もしも、電撃予期や皮膚コンダクタンス反応が順行阻止を反映するのであれば、テスト期ではXに対する反応はYよりも小さくなることが予想される。ただし、Mitchell and Lovibond (2002)によると、これらの傾向は後述の非加算群ではみられず、加算群のみでみられるはずである。

第2項 方法

(1) 被験者 32名の大学生(男子10名、女子22名)であった。平均年齢は20.1歳(18歳~22歳)であり、いずれの被験者も本実験で用いた実験課題、および類似の課題に関する先行経験はなかった。被験者は、裸眼または矯正で

Table 5-4
Design of Experiment 15

Element		Phase		Test	
Stimulus	No. of Trials	Stimulus	No. of Trials	Stimulus	No. of Trials
A+	2	AX+	2	A+	1
		YZ+	2	X-	1
B-	2			Y-	1
		B-	2	B-	1
		BC-	2	C-	1

Note: Letters A to C and X to Z refer to conditioned stimuli; + and - refer to the presence and absence, respectively, of electric shock after the conditioned stimulus. Within each phase, trial types were intermixed, except A+ was presented first on test to all participants.

正常な視力を有しており、色弱など色の識別に関する障害をもたなかった。被験者はその半数ずつを加算群と非加算群の2群に割りあてた。

(2)(3) **材料および装置** 条件刺激の配色を除き、実験14と同様であった。

(4) **課題** 実験14で記述されたものと基本的に同様であった。課題はTable 5-4 (207頁)に示されたデザインに基づいて作成した。要素条件づけ期ではA+とB-を2試行ずつ呈示し、複合条件づけ期ではAX+, YZ+, B-, CD-を2試行ずつ呈示した。テスト期ではA+を1試行、BとC、XとYの4つの条件刺激を1試行ずつ単独呈示した。これら条件刺激は複合条件づけに伴う電撃予期や皮膚コンダクタンス反応の減少、すなわち隠蔽や順行阻止を検証するために被験者内要因として設定した。四角形の配色は赤、黄、緑、青、紫、白の6種類であり、各条件刺激の四角形への割り当て、および要素条件づけ期と複合条件づけ期の試行の呈示順序は被験者間で疑似的に無作為化した。

また、条件刺激の配置は被験者内でカウンターバランスした(PC画面の左右どちらかに半数ずつ割り当てた)。なお、テスト期の1試行目はA+で固定し、その他の条件刺激を単独呈示する順序は被験者間で無作為化した。なお、実験15では実験14で用いられた教示とは別に、加算群と非加算群で異なる教示が付け加えられた。加算群で付加された文章の内容は次の通りであった。

“この実験では通常よりも、強い触覚刺激が呈示されることがあります。たとえば、同時に呈示された四角形のどちらもが危険信号である場合、そのペアにはそれぞれが一つだけ呈示されたときの、およそ2倍の強さの触覚刺激が伴います。このとき、触覚刺激の長さは通常 of 2倍程度となります。もしも、ピンク色とオレンジ色の四角形がそれぞれ一つだけで触覚刺激を伴っていた場合、これらのペアには通常 of 倍の長さの触覚刺激を伴います。”

なお、非加算群で付加された文章の内容は次の通りであった。

“この実験では呈示される四角形の役割は、課題で一貫しています。たとえば、同時に呈示された四角形のどちらもが危険信号である場合、そのペアには必ず触覚刺激が伴います。このとき、触覚刺激の長さは通常どおりとなります。もしも、ピンク色とオレンジ色の四角形がそれぞれ一つだけで触覚刺激を伴っていた場合、これらのペアには必ず触覚刺激を伴います。”

実験 15 では被験者がそれぞれの教示を理解していることを確認した後に、実験課題を実施した。

(6) (7) 反応記録および結果の処理 実験 14 と同様であった。ただし、実験 15 では**実験 14** で用いた 4 つの指標のうち、電撃予期と Δ SCL のみを用いた。これは実験 14 において、電撃予期と Δ SCL がともに無条件刺激の予期を反映することが示唆されたためであった。実験 15 では、はじめに群間が等質であるか否かを検討するために不安水準の群間比較（対応のない t 検定）を行った。次に、 Δ SCL と電撃予期について、フェイズ 1 では群 (2) \times 条件刺激 (2) \times 試行 (2)、フェイズ 2 では群 (2) \times 条件刺激 (4) \times 試行 (2)、テスト期では群 (2) \times 条件刺激 (4) の分散分析を行った。テスト期では計画された比較として条件刺激 X に対応のない t 検定を行った。そして、その後に電撃予期と Δ SCL の相関分析を実施した。いずれの分析もその有意水準は 5% であった。

第 3 項 結果

(1) 不安水準の群間比較 加算群の状態不安は平均 39.75 点 ($SD = 7.81$)、低不安群は平均 40.19 点 ($SD = 5.78$) であり、対応のない t 検定を行ったところ、これらの間には有意な差はみられなかった ($t < 1$, $df = 30$)。また、調整された電撃の強度は加算群が平均 1.91mA ($SD = 0.96$)、非加算群は平均 2.03mA

($SD = 1.05$) であり、対応のない t 検定を行ったところ、有意な差はみられなかった ($t < 1, df = 30$)。この事実は加算群と非加算群の状態不安に違いがないこと、すなわち、二つの群の情動水準が等質であることを示していた。

(2) 電撃予期

①要素条件づけ期 Figure 5-7 (211 頁) の上段は加算群、下段は非加算群の電撃予期を示す。Figure 5-7 (211 頁) の左側から明らかなように、各群の要素条件づけ期では A の電撃予期は 1 試行目から 2 試行目にかけて大きく増加する。また、B の電撃予期は 1 試行目から 2 試行目にかけて緩やかに減少する。要素条件づけ期の電撃予期について群(2) × 条件刺激(2) × 試行(2)の分散分析を行ったところ、条件刺激の主効果 ($F = 112.09, df = 1/30, p < .001$)と試行の主効果($F = 5.81, df = 1/30, p < .001$)、条件刺激と試行の交互作用($F = 96.21, df = 1/30, p < .001$) がみられた。条件刺激と試行の交互作用について単純主効果検定を行ったところ、1 試行目の条件刺激に単純主効果はみられず ($F < 1, df = 1/60$)、2 試行目の条件刺激 ($F = 205.63, df = 1/60, p < .001$)、A と B における試行間 ($F_s \geq 42.39, df_s = 1/60, p_s < .001$) で有意であった。これらの事実は、要素条件づけ期では A と B に分化がみられたこと、その分化が 2 試行目の時点でなされたこと、これらの傾向に群間差がないことを示していた。

②複合条件づけ期 Figure 5-7 (211 頁) の中央から明らかなように、各群の複合条件づけ期では、AX や YZ の電撃予期は 1 試行目から 2 試行目にかけて増加する一方、B や BC の電撃予期は 1 試行目から 2 試行目にかけて変化しない。複合条件づけ期の電撃予期について群(2) × 条件刺激(4) × 試行(2)の分散分析を行ったところ、条件刺激の主効果 ($F = 202.72, df = 3/90, p < .001$)と試行の主効果($F = 12.61, df = 1/30, p < .001$)、条件刺激と試行の交互作用($F = 19.84, df = 1/30,$

$p < .001$) がみられた。条件刺激と試行の交互作用について単純主効果検定を行ったところ、1 試行目と 2 試行目における条件刺激 ($F_s \geq 96.01$, $dfs = 3/180$, $ps < .001$), YZ における試行のみ ($F = 67.72$, $df = 1/120$, $p < .001$) が有意であった。

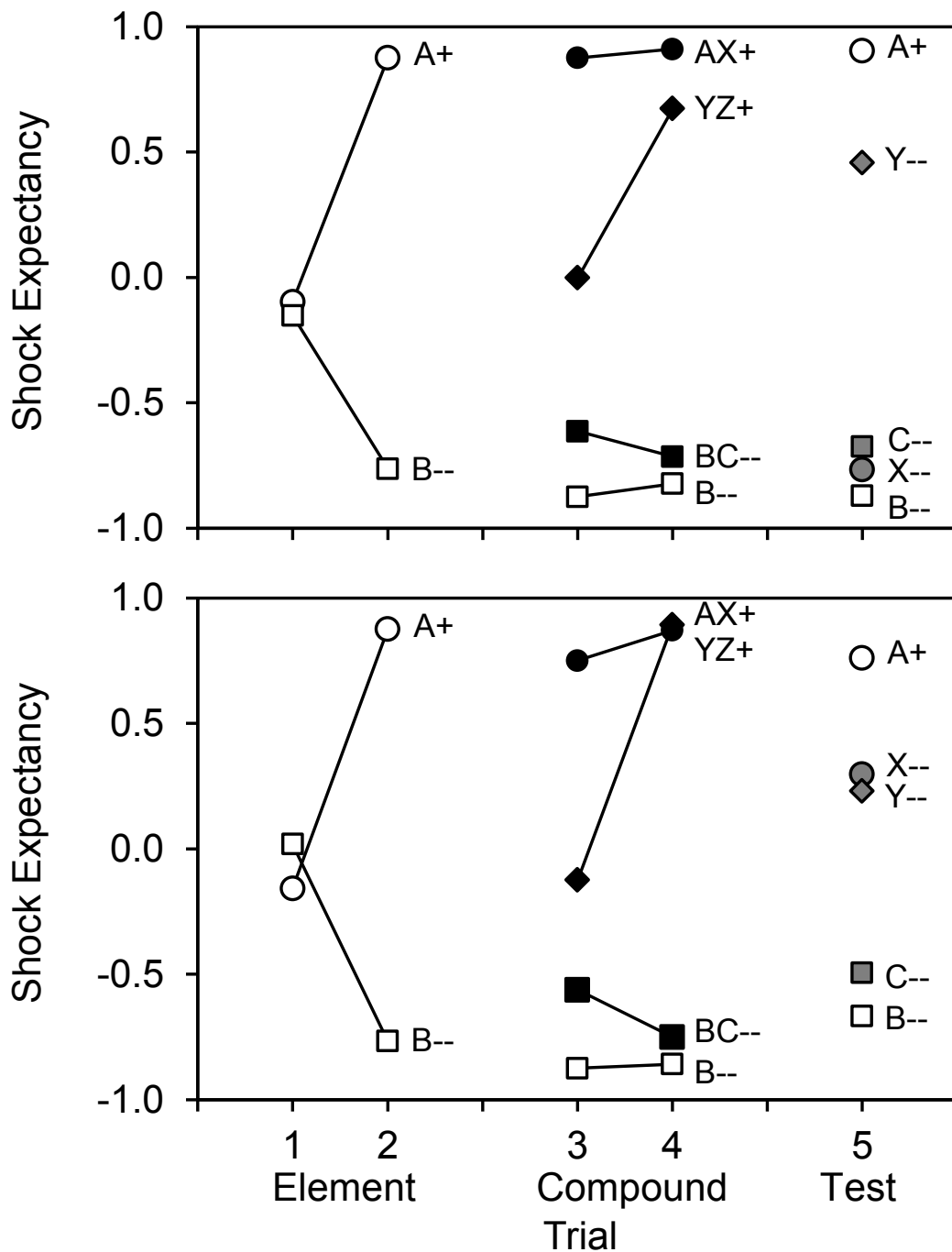


Figure 5-7. 実験 15 における電撃予期の結果。上段は加算群 (Additive Group; $N = 16$), 下段は非加算群 (No-Additive Group; $N = 16$) を示す。

これらの事実は、複合条件づけ期では各条件刺激に分化がみられたこと、その分化が1試行目時点からなされていたこと、複合刺激YZに獲得がみられたこと、これらの傾向に群間差がないことをそれぞれ示していた。

③テスト期 Figure 5-7 (211 頁) の右側から明らかなように、加算群のテスト期ではAとY、CとX、Bの順番に電撃予期は大きくなる。また、非加算群ではAとX、YとC、Bの順番に大きくなる。これらのうち、Xについては加算群では非加算群よりも大きく減少している。テスト期の電撃予期について群(2) × 条件刺激 (5)の分散分析を行ったところ、群の主効果 ($F = 6.43, df = 1/30, p < .05$)と条件刺激の主効果($F = 38.40, df = 4/120, p < .001$), 群と条件刺激の交互作用($F = 5.31, df = 4/120, p < .001$) がみられた。群と条件刺激の交互作用について単純主効果検定を行ったところ、各群における条件刺激 ($F_s \geq 15.17, df_s = 4/120, p_s < .001$), Xにおける群間のみ ($F = 24.24, df = 1/150, p < .001$) が有意であった。なお、各群における条件刺激についてLSD法を用いた多重比較を行ったところ、加算群ではXとB、XとC、BとCを除く全ての組み合わせで、非加算群ではXとY、BとCを除く全ての組み合わせで有意な差がみられた。これらの事実は、(a) 加算群と非加算群でYに隠蔽がみられたこと、(b) 加算群ではXに順行阻止がみられ、その強度が完全阻止であったこと、(c) 非加算群ではXに順行阻止はみられず、その評価は隠蔽と同程度であったこと、を示していた。また、計画された比較として、Xについて群間で対応のないt検定を行ったところ有意差がみられた ($t = 4.30, df = 30, p < .001$)。この事実は、(d) 結果の加算性の教示により順行阻止が調整されたことを示していた。

(3) ΔSCL

①要素条件づけ期 Figure 5-8 (213 頁) の上段は加算群、下段は非加算群の

Δ SCL を示す。Figure 5-8 の左側から明らかなように、各群の複合条件づけ期では A の Δ SCL は 1 試行目から 2 試行目にかけて増加する。また、B の Δ SCL は 1 試行目から 2 試行目にかけて減少する。複合条件づけ期の Δ SCL について

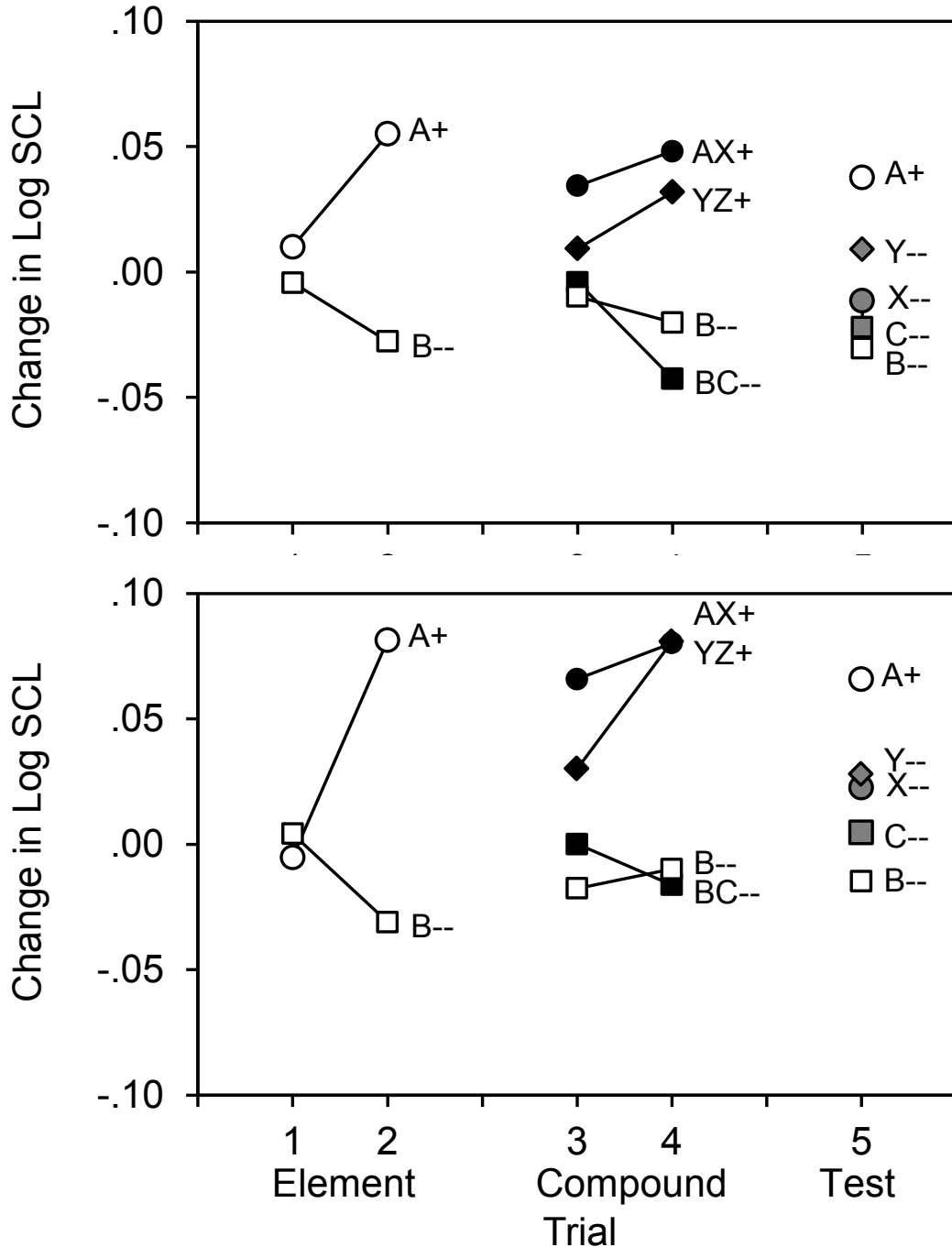


Figure 5-8. 実験 15 における Δ SCL の結果。上段は加算群 (Additive Group; $N = 16$), 下段は非加算群 (No-Additive Group; $N = 16$) を示す。

群(2) × 条件刺激(2) × 試行(2)の分散分析を行ったところ、群の主効果($F = 7.60$, $df = 1/30$, $p < .01$)と条件刺激の主効果($F = 12.83$, $df = 1/30$, $p < .001$), 条件刺激と試行の交互作用($F = 26.06$, $df = 1/30$, $p < .001$) がみられた。条件刺激と試行の交互作用について単純主効果検定を行ったところ、1 試行目の条件刺激に単純主効果はみられず ($F < 1$, $df = 1/60$), 2 試行目の条件刺激 ($F = 36.55$, $df = 1/60$, $p < .001$), A と B における試行間 ($F_s \geq 7.74$, $dfs = 1/60$, $ps < .01$) で有意であった。これらの事実は、要素条件づけ期では A と B に分化がみられたこと、その分化が 2 試行目の時点でなされたこと、これらの傾向に群間差があることを示していた。

②複合条件づけ期 Figure 5-8 (213 頁) の中央から明らかなように、各群の複合条件づけ期では AX や YZ の ΔSCL は 1 試行目から 2 試行目にかけて増加する。また、B や BC の ΔSCL は 1 試行目から 2 試行目にかけて減少する。複合条件づけ期の ΔSCL について群(2) × 条件刺激(4) × 試行(2)の分散分析を行ったところ、条件刺激の主効果 ($F = 11.14$, $df = 3/90$, $p < .001$)がみられ、群の主効果 ($F = 3.85$, $df = 1/30$, $p < .10$)と条件刺激と試行の交互作用($F = 2.67$, $df = 3/90$, $p < .10$) が有意傾向であった。条件の主効果について Ryan 法を用いた多重比較を行ったところ、AX と YZ, BC と B 以外の組み合わせ全てで有意差がみられた。これらの事実は、複合条件づけ期では各条件刺激に分化がみられたこと、これらの傾向に群間差がないことをそれぞれ示していた。

③テスト期 Figure 5-8 (213 頁) の右側から明らかなように、加算群のテスト期では A と Y, X と C, B の順番に ΔSCL は大きくなる。また、非加算群では A と Y, X, C と B の順番に大きくなる。これらのうち、X については加算群では非加算群よりも大きく減少している。テスト期の ΔSCL について群(2) ×

条件刺激 (5)の分散分析を行ったところ、条件刺激の主効果のみがみられた($F = 5.66, df = 4/120, p < .001$)。条件刺激の主効果について LSD 法を用いた多重比較を行ったところ、X と B, X と C, B と C を除く組み合わせで有意差あるいは有意傾向がみられた。これらの事実は、(a) 加算群と非加算群で Y に隠蔽がみられたことを示していた。また、計画された比較として、X における群間に対応のない t 検定を行ったところ有意差がみられた ($t = 2.85, df = 30, p < .01$)。この事実は、(b) 加算群でのみ順行阻止が生じたこと、(c) 非加算群では順行阻止が生じなかったこと、(d) 結果の加算性に関する教示によって順行阻止が調整されたこと、をそれぞれ示唆していた。

(4) 被験者内相関 テスト期の電撃予期と ΔSCL について相関分析を実施したところ加算群で有意な正の相関がみられ ($r = .37, p < .01$)、非加算群でも有意な正の相関がみられた ($r = .48, p < .01$)。これらの事実は電撃予期と ΔSCL の二つの指標が同様に順行阻止を反映することを示唆していた。

第 4 項 考察

実験 15 では皮膚電気条件づけ事態において順行阻止が生じるか否かを検討した。その結果、テスト期では電撃予期には加算群で条件刺激 X への順行阻止がみられ、非加算群では順行阻止はみられなかった。また、 ΔSCL には加算群で条件刺激 X への順行阻止の傾向がみられ、非加算群では順行阻止はみられなかった。これらの結果は Mitchell and Lovibond (2002) の実験 1 を支持しており、研究 IV で用いた刺激パラメーターが妥当であることを示していた。また、実験 15 では主観報告 (i.e., 電撃予期) と生理指標 (i.e., ΔSCL) とが一致することが示された。実験 16 では実験 15 をさらに拡張し、皮膚電気条件づけ事態で逆行阻止がみられるか否かについて検討を行う。

第4節 実験16：結果の加算性は逆行阻止を調整する

第1項 目的

実験16では実験15のフェイズ1と2の順序を置換し、皮膚電気条件づけ事態で逆行阻止が生じるか否かを検討した。フェイズ1の複合条件づけ期では複合刺激AXとYZを無条件刺激と対呈示し、BとBCは無条件刺激と非対呈示した（Table 5-5）。フェイズ2の要素条件づけ期では条件刺激Aを無条件刺激と対呈示し、Bを無条件刺激と非対呈示した。そして、テスト期ではAだけを無条件刺激と対呈示し、XとY、BとCを単独で呈示した。もしも、電撃予期や皮膚電気活動が逆行阻止を反映するならば、テスト期のXに対する反応はYよりも小さくなることが予想される。また、Mitchell and Lovibond（2002）によると、この傾向は非加算群ではみられず、加算群のみでみられるはずである。

第2項 方法

(1) 被験者 32名の大学生（男子8名、女子24名）であった。平均年齢は19.9歳（範囲：18歳～22歳）であり、いずれの被験者も本実験で用いた実験課題、および類似の課題に関する先行経験はなかった。被験者は裸眼または矯正で正

Table 5-5
Design of Experiment 16

Phase					
Compound		Element		Test	
Stimulus	No. of Trials	Stimulus	No. of Trials	Stimulus	No. of Trials
AX+	2	A+	2	A+	1
YZ+	2			X-	1
				Y-	1
B-	2	B-	2	B-	1
BC-	2			C-	1

Note: Letters A to C and X to Z refer to conditioned stimuli; + and - refer to the presence and absence, respectively, of electric shock after the conditioned stimulus. Within each phase, trial types were intermixed, except A+ was presented first on test to all participants.

常な視力を有しており、色弱など色の識別に関する障害をもたなかった。被験者の半数ずつを加算群と非加算群の2群に割りあてた。

(2) (3) **材料および装置** 実験15と同様であった。

(4) **課題** 実験デザインを除き、**実験15**で記述されたものと基本的に同様であった。課題はTable 5-5 (216頁)に示された実験デザインに基づいて作成された。複合条件づけ期ではAX+, YZ+, B-, CD-を2試行ずつ呈示し、要素条件づけ期ではA+とB-をそれぞれ2試行ずつ呈示した。また、テスト期ではA+を1試行、BとC、からXとYの4つの条件刺激を1試行ずつ単独呈示した。これらの条件刺激は複合条件づけに伴う電撃予期や皮膚コンダクタンス反応の減少、すなわち隠蔽や順行阻止を検証するために被験者内要因として設定した。四角形の配色は赤、黄、緑、青、紫、白の6種類であり、各条件刺激の四角形への割り当て、および要素条件づけ期と複合条件づけ期の試行の呈示順序は被験者間で疑似的に無作為化した。また、条件刺激の配置は被験者内でカウンターバランスされた(PC画面の左右どちらかに半数ずつ割り当てた)。テスト期の1試行目はA+で固定し、その他の条件刺激を単独呈示する順序は被験者間で無作為化した。実験16で用いられた教示は実験15と同様であった。

(5) (6) (7) **手続きおよび反応記録、結果の処理** **実験15**と同様であった。実験16では**実験15**と同様に、電撃予期と Δ SCLのみを用いた。実験15では、はじめに群間が等質であるか否かを検討するために不安水準の群間比較(対応のない t 検定)を行った。次に、 Δ SCLと電撃予期について、フェイズ1では群(2)×条件刺激(4)×試行(2)、フェイズ1では群(2)×条件刺激(2)×試行(2)、テスト期では群(2)×条件刺激(4)の分散分析を行った。テス

ト期では計画された比較として条件刺激 X に対応のない t 検定を行った。また、電撃予期と Δ SCL の相関分析を実施した。いずれの分析もその有意水準は 5% であった。

第 3 項 結果

(1) 不安水準の群間比較 加算群の状態不安は平均 38.69 点 ($SD = 6.22$)、低不安群は平均 41.31 点 ($SD = 3.74$) であり、対応のない t 検定を行ったところ、これらの間には有意な差はみられなかった ($t = 1.32, df = 30$)。また、調整された電撃の強度は高不安群が平均 1.48mA ($SD = 0.52$)、低不安群は平均 1.88mA ($SD = 1.53$) であり、対応のない t 検定を行ったところ、有意な差はみられなかった ($t = 1.24, df = 30$)。この事実は加算群と非加算群の状態不安に違いがないこと、すなわち二つの群の情動水準が等質であることを示していた。

(2) 電撃予期

①複合条件づけ期 Figure 5-9 (219 頁) の上段は加算群、下段は非加算群の電撃予期を示す。Figure 5-9 (219 頁) の左側から明らかなように、各群の複合条件づけ期では AX や YZ の電撃予期は 1 試行目から 2 試行目にかけて増加する。また、B や BC の電撃予期は 1 試行目から 2 試行目にかけて減少する。複合条件づけ期の電撃予期について群(2) × 条件刺激(4) × 試行(2)の分散分析を行ったところ、条件刺激の主効果 ($F = 73.10, df = 3/90, p < .001$)と試行の主効果 ($F = 5.21, df = 1/30, p < .05$)、条件刺激と試行の交互作用 ($F = 32.11, df = 1/30, p < .001$) がみられた。条件刺激と試行の交互作用について単純主効果検定を行ったところ、1 試行目と 2 試行目における条件刺激 ($F_s \geq 4.67, df_s = 3/180, ps < .01$)、4 つの条件刺激における試行間 ($F_s \geq 9.97, df_s = 1/120, ps < .01$) が有意であった。

これらの事実は、複合条件づけ期ではそれぞれの条件刺激に分化がみられたこと、その分化が1試行目時点からなされていたこと、AXとYZに獲得がみられたこと、これらの傾向に群間差がないことをそれぞれ示していた。複合条件

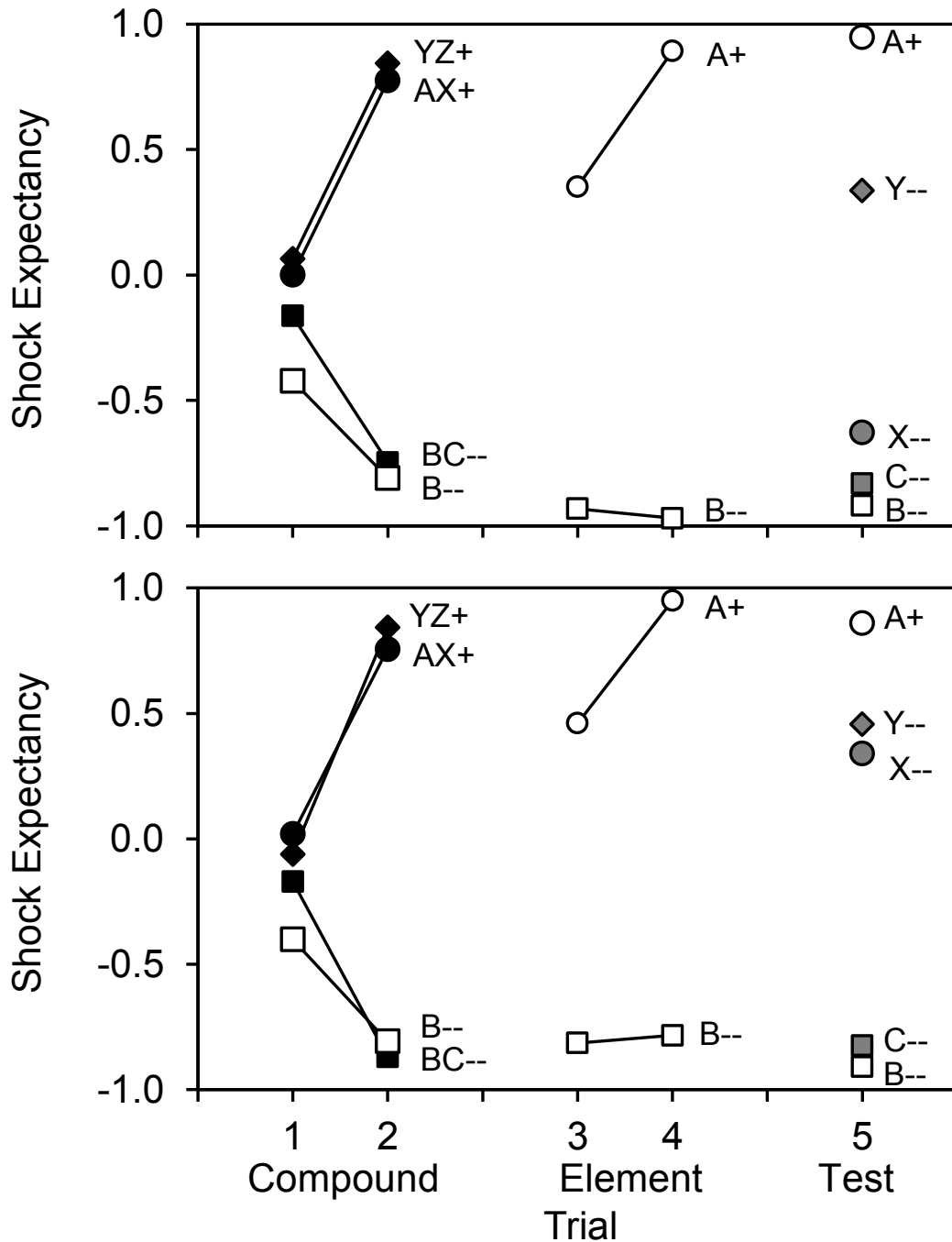


Figure 5-9. 実験 16 における電撃予期の結果。上段は加算群 (Additive; $N = 16$), 下段は非加算群 (No-Additive; $N = 16$) を示す。

づけ期で1試行目から分化が生じたのは、試行の呈示順序によって一種のギャンブラーの錯誤が生じたためと考えられた³⁴。

②要素条件づけ期 Figure 5-9 (219頁)の中央から明らかなように、各群の要素条件づけ期ではAの電撃予期は1試行目から2試行目にかけて大きく増加する。また、Bの電撃予期は1試行目から2試行目にかけて緩やかに減少する。複合条件づけ期の電撃予期について群(2)×条件刺激(2)×試行(2)の分散分析を行ったところ、条件刺激の主効果 ($F = 495.26, df = 1/30, p < .001$)と試行の主効果 ($F = 22.88, df = 1/30, p < .001$), 条件刺激と試行の交互作用 ($F = 19.98, df = 1/30, p < .001$) がみられた。条件刺激と試行の交互作用について単純主効果検定を行ったところ、1試行目と2試行目の条件刺激間 ($F_s \geq 205.45, dfs = 1/60, ps < .001$), Aにおける試行間 ($F = 42.59, df = 1/60, p < .001$) で有意であった。これらの事実は、要素条件づけ期ではAとBに分化がみられたこと、その分化が1試行目の時点でなされたこと、これらの傾向に群間差がないことを示していた。これは複合条件づけ期のAX強化により、1試行目からAの反応が大きいことを示していた。

③テスト期 Figure 5-9 (219頁)の右側から明らかなように、加算群のテスト期ではAとY, XとC, Bの順番に電撃予期は大きくなる。また、非加算群ではA, YとX, CとBの順番に大きくなる。これらのうち、Xについては加算群では非加算群よりも大きく減少している。テスト期の電撃予期について群(2)×条件刺激(5)の分散分析を行ったところ、群の主効果 ($F = 6.14, df = 1/30,$

³⁴ たとえば、ある被験者がAX+試行をはじめに経験したとする。その場合、次がどのような試行であるか被験者には未知である。このような状況では、被験者の多くは「電撃が来たからこの次は来ないだろう」と推論する。逆にBC-試行をはじめに経験した被験者は、第2試行で「電撃は来なかったから次は来るだろう」と推論する。これらの傾向は Mitchell and Lovibond (2002) でも報告されており、ギャンブラーの錯誤 (gambler's fallacy) と呼ばれている。

$p < .05$)と条件刺激の 主効果($F = 107.29, df = 4/120, p < .001$), 群と条件刺激の交互作用($F = 8.17, df = 4/120, p < .001$) がみられた。群と条件刺激の交互作用について単純主効果検定を行ったところ, 各群における条件刺激 ($F_s \geq 55.65, dfs = 4/120, ps < .001$), Xにおける群間のみ ($F = 37.46, df = 1/150, p < .001$) が有意であった。なお, 各群における条件刺激についてLSD法を用いた多重比較を行ったところ, 加算群ではXとB, XとC, BとCを除く全ての組み合わせで, 非加算群ではXとY, BとCを除く全ての組み合わせで有意な差がみられた。これらの事実は, (a) 加算群と非加算群でYに隠蔽がみられたこと, (b) 加算群ではXに逆行阻止がみられ, その強度が完全阻止であったこと, (c) 非加算群ではXに逆行阻止はみられず, その評価は隠蔽と同程度であったこと, を示していた。また, 計画された比較として, Xについて群間で対応のない t 検定を行ったところ有意差がみられた ($t = 4.43, df = 30, p < .001$)。この事実は, (d) 結果の加算性の教示により逆行阻止が調整されたことを示していた。

(3) Δ SCL

①複合条件づけ期 Figure 5-10 (221 頁) の上段は加算群, 下段は非加算群の Δ SCL を示す。Figure 5-10 (222 頁) の左側から明らかなように, 各群の複合条件づけ期ではAXやYZの Δ SCLは1試行目から2試行目にかけて増加し, BやBCの Δ SCLは1試行目から2試行目にかけて減少する。複合条件づけ期の Δ SCLについて群(2) \times 条件刺激(4) \times 試行(2)の分散分析を行ったところ, 条件刺激の主効果 ($F = 11.95, df = 3/90, p < .001$)がみられ, 条件刺激と試行の交互作用($F = 8.41, df = 3/90, p < .01$) がみられた。群の主効果 ($F = 3.34, df = 1/30, p < .10$) が有意傾向であった。条件刺激と試行の交互作用について単純主効果検定を行ったところ, 1試行目における条件刺激で有意な差はみられず ($F < 1, df = 3/180$), 2試行目における条件刺激に有意な差がみられた ($F = 19.79, df = 3/180$,

$p < .001$)。また、各条件刺激における試行間に有意差あるいは有意傾向がみられた ($F_s \geq 3.39, df_s = 1/120, p \leq .07$)。これらの事実は、複合条件づけ期では各条件刺激に分化がみられたこと、その傾向に群間差がないことを示していた。

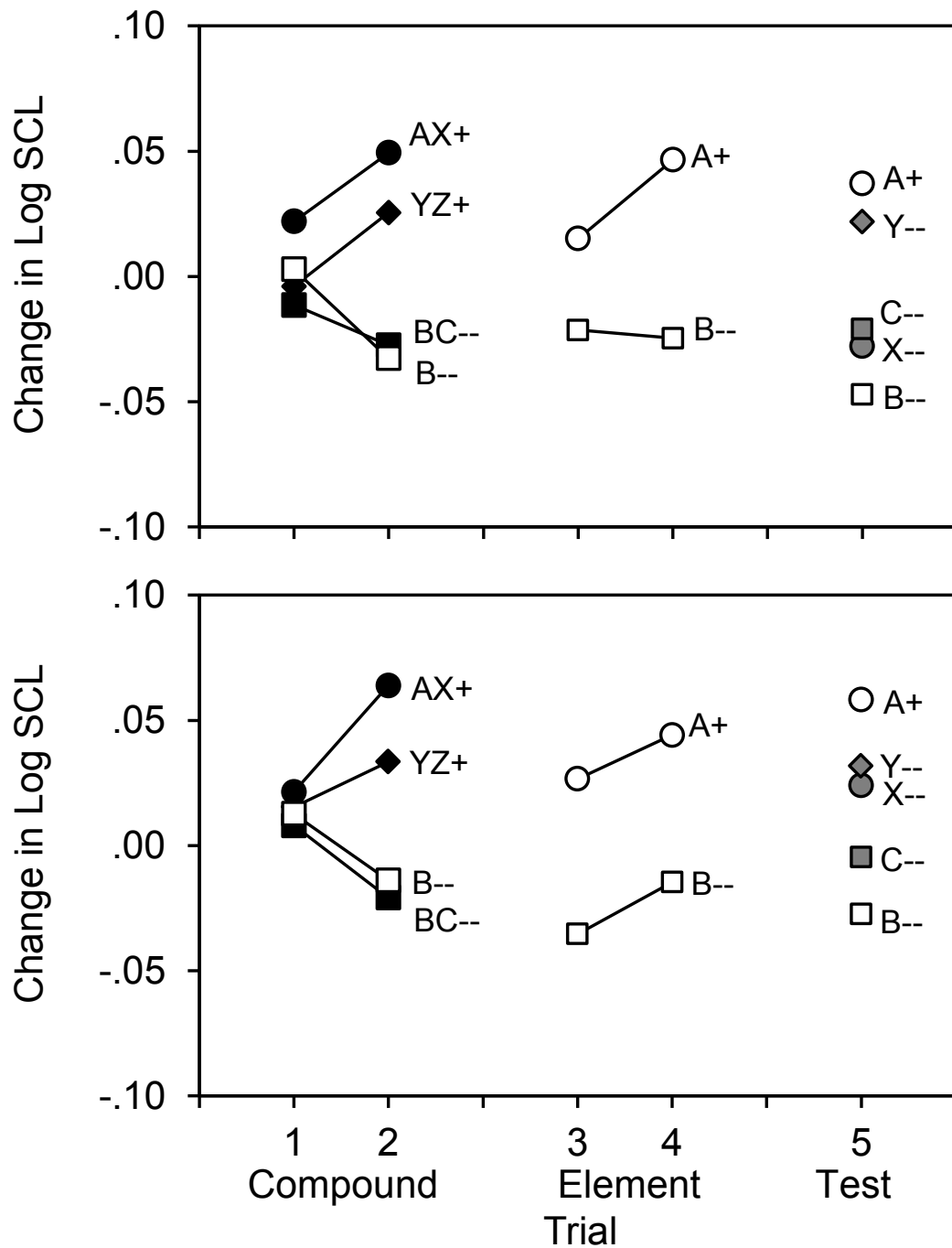


Figure 5-10. 実験 16 における ΔSCL の結果。上段は加算群 (Additive; $N = 16$)、下段は非加算群 (No-Additive; $N = 16$) を示す。

②要素条件づけ期 Figure 5-10 (222 頁) の中央から明らかなように、各群の要素条件づけ期では A の Δ SCL は 1 試行目から 2 試行目にかけて増加し、B の Δ SCL は 1 試行目から 2 試行目にかけて減少する。要素条件づけ期の Δ SCL に群(2) × 条件刺激(2) × 試行(2)の分散分析を行ったところ、条件刺激の主効果 ($F = 19.58, df = 1/30, p < .001$)と試行の主効果($F = 6.25, df = 1/30, p < .05$) がみられた。これらは、要素条件づけ期では A と B に分化がみられたこと、その分化が 1 試行目の時点でなされたこと、その傾向に群間差がないことを示していた。

③テスト期 Figure 5-10 (222 頁) の右側から明らかなように、加算群のテスト期では A と Y, C と X, B の順番に Δ SCL は大きくなる。また、非加算群では A と Y, X と C, B の順番に大きくなる。これらのうち、X の反応は加算群では非加算群よりも減少していることがわかる。テスト期の Δ SCL について群(2) × 条件刺激(5)の分散分析を行ったところ、群の主効果 ($F = 12.22, df = 1/30, p < .01$) と条件刺激の主効果がみられた ($F = 8.57, df = 4/120, p < .001$)。条件刺激の主効果について LSD 法を用いた多重比較を行ったところ、A と Y, Y と X, X と B, X と C, B と C を除く組み合わせで有意差あるいは有意傾向がみられた。また、計画された比較として X における群間に対応のない t 検定を行ったところ有意差がみられた ($t = 2.70, df = 30, p < .05$)。この事実は、(a) 加算群でのみ逆行阻止が生じたこと、(b) 非加算群では逆行阻止が生じなかったこと、(c) 結果の加算性の教示により逆行阻止が調整されたこと、を示していた。

(4) 被験者内相関 テスト期の電撃予期と Δ SCL について相関分析を実施したところ加算群で有意な正の相関がみられ ($r = .36, p < .01$)、非加算群でも有意な正の相関がみられた ($r = .44, p < .01$)。これらの事実は電撃予期と Δ SCL が同様に逆行阻止を反映することを示唆していた。

第4項 考察

実験 16 では皮膚電気条件づけ事態において逆行阻止が生じるか否かを検討した。その結果、テスト期の電撃予期と ΔSCL のそれぞれで条件刺激 X への逆行阻止が確認された。また、これらの指標のうち、電撃予期では X への完全阻止がみられた。これらの結果は、実験 15 を支持しており、先行研究である Mitchell and Lovibond (2002) の実験 2 を支持していた。また、実験 16 では実験 15 と同様に、電撃予期などの主観報告と ΔSCL など皮膚コンダクタンス反応が一致することが示された。

第5節 総合論議

第1節 結果の要約

研究IVの目的は、皮膚電気活動を指標としたヒトの古典的条件づけ事態で、結果の加算性が回顧的再評価を調整するか否かを検討することであった。そのための準備として実験 14 と実験 15 を行い、その後に実験 16 を行った。

実験 14 では皮膚電気活動を指標とした分化条件づけの実験を行い、不安水準と分化条件づけの関係を検討した。また、条件反応を構成する一過性と持続性成分が注意や予期など異なる認知過程を反映するか否かを調査した。その結果、高不安群と低不安群で分化条件づけがみられ、(a) 不安水準が一過性の条件反応の分化を促進すること、(b) この傾向が被験者の発汗量あるいは情動水準の基線に依存すること、(c) 持続性の条件反応が無条件反応への予期を、(d) 一過性の条件反応が条件反応への注意を反映することがそれぞれ示された。

また、実験 15 では皮膚電気条件づけ事態で順行阻止が生じるか否かを検討した。その結果、テスト期の電撃予期と ΔSCL のそれぞれで条件刺激 X への順行阻止が確認された。ただし、Mitchell and Lovibond (2002) の実験 1 と同様に、これらの傾向は加算群のみで確認され、非加算群では確認されなかった。なお、

加算群の電撃予期と ΔSCL では X への完全阻止がみられた。このことから研究 IV で用いた刺激パラメーターが妥当であることが示唆された。また、実験 15 では主観報告 (i.e., 電撃予期) と生理指標 (i.e., ΔSCL) の一致が示された。

そして、実験 16 では皮膚電気条件づけ事態で逆行阻止が生じるか否かを検討した。その結果、テスト期の電撃予期と ΔSCL で条件刺激 X の逆行阻止が確認された。また、電撃予期と ΔSCL の逆行阻止の強度は完全阻止であった。これらの事実は、実験 15 の結果と同様であり、Mitchell and Lovibond (2002) の実験 2 を支持していた。また、実験 16 では実験 15 と同様に、主観報告である電撃予期と生理指標である ΔSCL の一致が示された。

ところで、研究 IV に関して、Van Hamme & Wasserman (1994) や Dickinson and Burke (1996) などの連合形成モデルでは、加算群で順行・逆行阻止が生じたことを説明できるが、非加算群で順行・逆行阻止が生じなかったことを説明できない。なぜなら、この立場では加算性が教示されたか否かに関わらず、逆行阻止が生起することを予測するためである。一方、確率計算による因果帰納モデル (e.g., Cheng, 1997) では、非加算群で逆行阻止が生じなかったことを説明できるが、加算群で逆行阻止が生じたことを説明することはできない。なぜなら、この立場では加算性が教示されたか否かに関わらず、逆行阻止の不生起であることを予測するためである。実験 15 と実験 16 の結果は、結果の加算性という因果の枠組みが手がかかり競合や回顧的再評価の生起に重要な役割を果たすことを示しており、Mitchell and Lovibond (2002) や De Houwer (2009a) の命題推論モデルのみがその結果を包括的に説明できることを示唆していた。

第 2 項 仮説の是非

(1) 単一過程モデルによる説明 研究 IV で実施した三つの実験では、電撃予期などの主観報告と ΔSCL などの皮膚コンダクタンス反応の反応パターンが

一致することが示された。このことは実験 14, 実験 15, 実験 16 の相関分析で電撃予期と ΔSCL に正の相関がみられたことから支持される。このことから、研究Ⅳで行った三つの実験については、連合と命題の二重過程というよりは、むしろ命題推論による単一過程での説明が妥当であることが示唆される (Figure 1-15, 42 頁)。なぜなら、第 1 項で述べたように、実験 15 と実験 16 の加算群の結果は連合形成モデル (e.g., Dickinson & Burke, 1996; Van Hamme & Wasserman, 1994), 非加算群の結果は因果帰納モデル (e.g., Cheng, 1997) を援用することでも説明できるが、これらの包括的な理解は命題推論モデル (e.g., De Houwer, 2009a) でしか行えないためである。なお、非言語行動である条件反応と言語行動である主観報告が概ね一致するという知見は第 4 章 (研究Ⅲ) でも報告されており、その蓋然性は高いと思われる。以上より、研究Ⅳの知見に関しては、命題推論を軸とした単一過程による説明が妥当だと考えられる。

(2) 二重過程モデルによる説明 ところで、実験 15 や実験 16 の結果を考慮する限りは、研究Ⅳの結果に関して二重過程モデルを援用することも不可能ではない。なぜなら、各実験の加算群の結果は連合形成モデルの予測と一致し、非加算群の結果は因果帰納モデルの予測と対応するためである。加算性の教示がなされたことで、二重過程のうち低次の試行毎の学習過程が働き、順行阻止や逆行阻止が生じたのかも知れない。また、加算性が教示されなかったことで、高次の試行毎の学習過程が働き、順行阻止や逆行阻止が生じなかったのかも知れない。教示の内容こそ異なるが、因果の知識によって順行・逆行阻止が調整されるという事実は第 2 章 (研究Ⅰ) でも示されており、節約性の観点では好ましくないものの、教示により学習過程が調整された可能性も考えられる。

ただし、仮に教示によって学習過程が調整されたとしても、Razran (1955) や Squire (1992) の二重過程モデルの考えをそのまま研究Ⅳに適用することは

困難である (Figure 5-11)。なぜなら、研究IVで行った三つの実験では、主観報告である電撃予期と条件反応である皮膚コンダクタンス反応に、高い一致が認められたためである。たとえば、第1章第4節(41頁)で述べた、Lovibond and Shanks (2002) の二重過程モデルでは、高次な試行毎の学習は命題知識の獲得、低次な試行毎の学習は条件反応の形成のみと対応することが仮定されている。この考えに従うと、加算性の教示がなされた群で低次な試行毎の学習過程が働いたならば、順行・逆行阻止は条件反応のみでみられることになる。一方、加算性の教示がなされなかった群で、高次な試行毎の学習過程が働くのであれば、順行・逆行阻止が生じないのは命題知識のみとなる。このように、Lovibond and Shanks (2002) の二重過程モデルでは従属変数と学習過程が完全に対応しているため、結果の不一致しか予測することができない。この問題を解決するためには、彼らの考えを拡張し、高次な試行毎の学習過程と条件反応、低次な試行毎の学習過程と命題知識との間に新たなパスを引く必要がある。

新たに提案した (d) 拡張された二重過程モデルでは、二つの学習過程が命題知識の獲得と条件反応の形成の双方と対応することで、結果の一致を説明

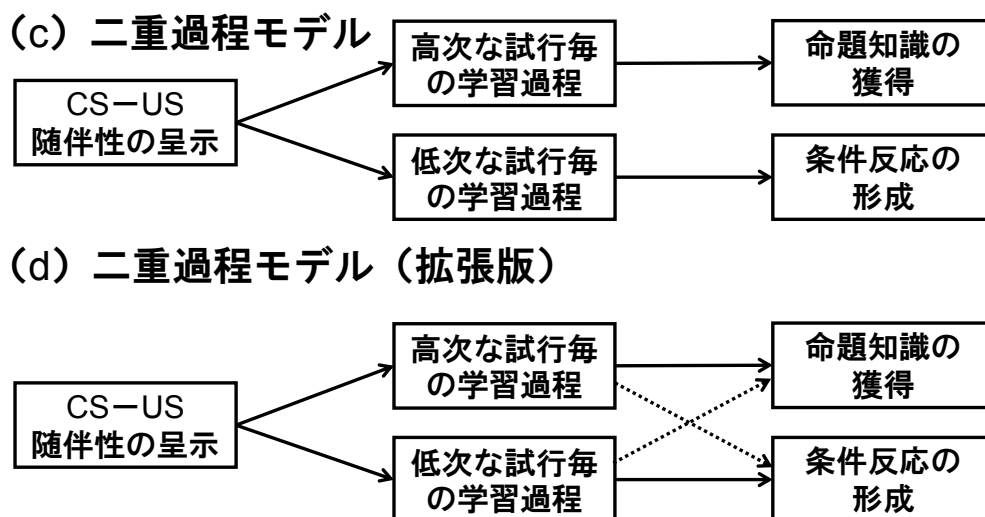


Figure 5-11. 二重過程モデルの提案. 上段は Razran (1955) や Squire (1992) を参考に Lovibond and Shanks (2002) が作成したものを再掲した. 下段はその拡張版を示した.

できる。たとえば、加算性の教示がなされた群では低次の試行毎の学習過程(e.g., Dickinson & Burke, 1996; Van Hamme & Wasserman, 1994) が働き、条件反応と命題知識の二つに影響するのかも知れない。その場合、加算群では順行・逆行阻止が電撃予期と ΔSCL でみられることが説明される。一方、加算性の教示がなされなかった群では、高次の試行毎の学習過程が働き (e.g., Cheng, 1997), 命題知識と条件反応の二つに影響することになる。その場合、非加算群では電撃予期と ΔSCL で順行・逆行阻止が生じないことが説明される。このように、二重過程モデルを発展させることでも、研究IVの結果は解釈できることになる。

ただし、このような二重過程モデルの拡張は非常に複雑であり、理論の節約性の観点から好ましいこととはいえない。また、各学習過程が異なる従属変数に影響するという仮定を加えることは、指標間の不一致を説明してきた従来の(c)の考え (e.g., Lovibond & Shanks, 2002; Lovibond, 2003) の利点を損ねているようにも見受けられる (Figure 5-11, 227 頁)。研究IVに関してこの拡張モデルと命題推論を基軸とした単一過程モデル (i.e., 命題モデル) は同じ予測を行うため、少なくとも現時点では比較的単純な後者を採用すべきだと考えられる。

第3項 今後の展望

第1章第2節(15頁)で述べたように、皮膚電気条件づけの事態では順行阻止や逆行阻止を再現した例は少数であり (e.g., Kimmel & Bevill, 1991, 1996; Hinchy, Lovibond, & Ter-Horst, 1995; Mitchell & Lovibond, 2002), 過去の研究では阻止の確認に失敗した例も複数報告されている (e.g., Davey & Singh, 1988; Lovibond, Siddle, & Bond, 1988)。研究IVのように順行阻止や逆行阻止を確認したという事実は非常に珍しいものであり、その学術的意義は大きいと思われる。

なお、過去研究として沼田・宮田(2011)は、皮膚電気条件づけの研究が随伴性判断の研究に比して少ない背景に、(1)阻止をはじめとする基本的な刺激

競合の確認が難しいこと、(2) 被験者の条件反応と言語報告との間にしばしば不一致がみられるために結果全体の包括的な説明が難しいこと、の2点を指摘している。前者は皮膚電気活動という指標がきわめて鋭敏であること、後者は被験者の意識性を統制できないことに起因する問題だと考えることができる。これらの2点は、手がかり競合や回顧的再評価の現象についてパラメトリックな検証を行う上で、大きな障壁となっているように感じられる。

しかしながら、研究Ⅳの実験15や実験16で示されたように、刺激パラメータや教示を工夫することで、皮膚電気条件づけは学習理論の検証をするための魅力的な実験事態ともなり得る。たとえば、指標が鋭敏であるということは実験結果に様々な要因が交絡する危険性を孕むものの、それと同時に学習過程の微細な変化を詳細に査定できる可能性をも含んでいる。また、指標間の不一致には包括的な説明に困難を伴うものの、その知見は「条件反応はどのように生じるか？」という疑問に対する答えを提出するための足掛かりになる。むしろ、第4章(研究Ⅲ)でも指摘した「回顧的再評価はなぜ生じるか？」などの未解決の問題を明らかにするためには、この事態を積極的に活用していく必要があるとさえいえるだろう。

かつて、古典的条件づけの研究は「つばきとひきつりの心理学(spit-and-twitch psychology)」と揶揄された(中島, 2013)。しかし、第1章第2節(8頁)で解説したように、1960年代以降になって認知的な視点から再解釈されるようになった。現在では多くの連合心理学者は古典的条件づけをヒトや動物が環境内にある事象間の関係に関する情報、あるいは知識を獲得するための情報処理の一種だとみなしている。研究Ⅳの知見は刺激の対呈示により、言語化可能な命題知識が形成された可能性を示しており、古典的条件づけの認知的解釈の好例として位置付けることもできよう。今後の展望として、皮膚電気条件づけの研究文脈における、手がかり競合や回顧的再評価のさらなる検討が期待される。

第 6 章 結論

第 1 節 本研究のまとめ

第 1 項 実験 1 から実験 5 のまとめ

回顧的再評価の現象は現代連合学習理論の試金石であり、ヒト学習における不合理を創発するものとしても重要である。保守的な判断を下しがちな動物とは対照的にヒトは容易に過去の判断を覆すが、その背景には様々な要因が考えられる。本研究の目的は、回顧的再評価の実験的検討を通じ、その背景にある学習の機構について考察を行うことであった。Table 6-1 (231 頁) には研究 I から研究 IV までに行った 16 の実験結果の要約を示している。

研究 I の実験 3a から実験 4 では、随伴性判断の事態において、回顧的再評価がカバーストーリーの影響を受けるか否かを検討した。具体的には、実験前の教示によって被験者がもつ因果の知識を群間で操作し、逆行阻止や隠蔽解除の回顧的再評価が生じるか否かを検証した。その結果、「刺激の観察順序がそれらの因果関係と一致する」ことを教示した予測学習群ではこれらの現象がみられたものの、「刺激の観察順序はそれらの因果関係とは一致しない」ことを教示した診断学習群ではこれらの現象はみられなかった。これらの事実から、「回顧的再評価はなぜ生じるか」という疑問について、「手がかりが結果を引き起こすという事前知識があったから」という一つ目の答えが提出された。

また、実験 5 では fMRI を用いて実験課題中の脳血流動態を分析した。その結果、評定値データで逆行阻止を示していた予測学習群では診断学習群よりも前頭前野や線条体など予測誤差と関連する脳部位が賦活することが示された。このことから、予測学習群では Van Hamme and Wasserman (1994) などの連合形成モデルに類似した情報処理が示唆された。ただし、評定値データはいずれの実験も Waldmann and Holyoak (1992) など因果帰納の考えを支持していたため、上述の脳血流動態が推論などの高次認知を反映している可能性も残された。

Table 6-1

Summary of present series of researches

研究	実験	目的	結果	考察
I : 因果の知識が回顧的再評価に与える影響—随伴性判断事態を用いて	1	因果の知識は順行阻止を調整するかを検討	予測学習群: 順行阻止あり(弱) 診断学習群: 順行阻止あり(弱)	隠れた原因を排除していない可能性
	2	カバーストーリーを変更して実験1を再検討	予測学習群: 順行阻止あり(弱) 診断学習群: 順行阻止なし	因果の知識は順行阻止を調整する
	3a	因果の知識は逆行阻止を調整するかを検討	予測学習群: 順行阻止あり(強) 診断学習群: 順行阻止あり(弱)	教示によりアーティファクトが混入した可能性
	3b	教示の一部を変更して実験3aを再検討	予測学習群: 逆行阻止あり(弱) 診断学習群: 逆行阻止なし	因果の知識は逆行阻止を調整する
	4	因果の知識は隠蔽解除を調整するかを検討	予測学習群: 隠蔽解除あり(弱) 診断学習群: 隠蔽解除なし	因果の知識は隠蔽解除を調整する
5	逆行阻止の神経基盤をfMRIを用いて調査	予測学習群: 逆行阻止あり(弱) 診断学習群: 逆行阻止なし	逆行阻止の生起は前頭前野や帯状回, 線条体など予測誤差に関連する脳部位の賦活を伴う	
II : 結果の強度が回顧的再評価に与える影響—随伴性判断事態を用いて	6	2次の回顧的再評価がみられるか否かを検討	C+群: 2次隠蔽解除あり C-群: 2次逆行阻止あり	2次の回顧的再評価を再現
	7	試行の呈示順序が2次の回顧的再評価に影響するか否かを検討	RC+群: 2次隠蔽解除あり RC-群: 2次逆行阻止あり	試行の呈示順序は, 2次の回顧的再評価に影響しない
	8	結果の強度が2次の回顧的再評価に影響するか否かを検討	C+群: 2次隠蔽解除あり C-群: 2次逆行阻止あり	結果の強度を高めても, 2次の回顧的再評価は減弱しない
	9	結果の強度が2次の回顧的再評価に影響するか否かを検討	RC+群: 2次隠蔽解除あり RC-群: 2次逆行阻止なし	結果の強度を高めることで, 2次の回顧的再評価は減弱する
	10	強度の明示が2次の回顧的再評価に影響するか否かを検討	C+群: 2次隠蔽解除なし C-群: 2次逆行阻止なし	結果の強度を明示しなければ, 2次の回顧的再評価は生じない
III : 反応形態が回顧的再評価に与える影響—古典的条件づけ事態を用いて	11	条件反応の分化がみられるか否かを検討	抑制率: 分化条件づけあり 評定値: 分化条件づけあり	すべての指標で, 条件反応の分化を再現し, 実験課題の妥当性を確認
	12	順行阻止がみられるか否かを検討	抑制率: 順行阻止あり(強) 評定値: 順行阻止あり(強)	順行阻止を再現し, 言語行動と非言語行動の一致を確認
	13	逆行阻止が見られるか否かを検討	抑制率: 逆行阻止なし 評定値: 逆行阻止あり(弱)	抑制反応が習慣化されたことで, 逆行阻止が減弱した可能性
IV : 結果の加算性が回顧的再評価に与える影響—古典的条件づけ事態を用いて	14	条件反応の分化がみられるか否かを検討	高不安群: 分化条件づけあり 低不安群: 分化条件づけあり	すべての指標で, 条件反応の分化を再現し, 実験課題の妥当性を確認
	15	結果の加算性が順行阻止を調整するかを検討	加算群: 順行阻止あり(強) 非加算群: 順行阻止なし	結果の加算性は順行阻止を調整, 主観報告と生理反応の一致を確認
	16	結果の加算性が逆行阻止を調整するかを検討	加算群: 逆行阻止あり(強) 非加算群: 逆行阻止なし	結果の加算性は逆行阻止を調整, 主観報告と生理反応の一致を確認

第2項 実験6から実験10のまとめ

研究Ⅱでは研究Ⅰを発展させ、回顧的再評価が連鎖的に生じるか否かを検討した。研究Ⅰの予測学習に類似したカバーストーリーを用いて、試行の呈示順序や刺激の強度が2次の回顧的再評価に与える影響を検証した。その結果、(a) 回顧的再評価が連鎖的に生じること (i.e., 2次の回顧的再評価), (b) この現象が試行の呈示順序の影響を受けないこと, (c) 刺激の強度がその生起に影響を与えること, が明らかとなった。ただし, (c) の影響に関してはこれに反する実験事実も得られていることから, その妥当性についてはさらなる検証が必要であることが示唆された。これらの事実から, 「回顧的再評価はなぜ生じるか」という疑問について, 「結果の強度を明示したから」という二つ目の解答が提出されたことになる。

なお, 研究Ⅱのうち実験8と実験9を除く三つの実験については, 拡張コンパレータ仮説 (e.g., Denniston et al., 2001; Stout & Miller, 2007) などの連合形成モデルよりも, Power PC モデル (e.g., Cheng, 1997) や De Howuer (2009a) などの推論モデルで上手く説明できると考えられた。ただし, この研究では前者のコンパレータ仮説 (e.g., Denniston et al., 2001; Stout & Miller, 2007) を用いたシミュレーションを行っておらず, この考えを否定することはできなかった。

第3項 実験11から実験13のまとめ

研究Ⅲでは古典的条件づけ研究で一般的に用いられる条件性抑制の手続きをヒトに応用し, その実験事態を動物に類似させることを試みた。実験課題はコンピュータを用いたインベーダーゲームの形態であり, インベーダーを撃退するために行われるボタン押し反応 (i.e., ベースライン反応) が, インベーダーからの攻撃を予報するセンサーの点灯によりどの程度抑制されるかが, 条件づけの評価の指標となる。これらの行動指標と随伴性の主観報告を測度として

逆行阻止がみられるか否かを検討したところ、主観報告でのみ逆行阻止がみられ、行動指標では逆行阻止は示されなかった。これらの事実から、「回顧的再評価はなぜ生じるか」という疑問について、「随伴性判断という主観報告をその測度としているから」という三つ目の答えが提出された。

なお、主観報告で逆行阻止がみられたという知見は、第2章（研究Ⅰ）の実験結果を支持しており、因果帰納（e.g., Waldmann & Holyoak, 1992; Cheng, 1997）や命題推論（e.g., De Houwer, 2009a）の考えと一致していたが、これらの立場では行動指標で逆行阻止がみられなかったことを説明できなかった。他方、行動指標で逆行阻止がみられなかったことは伝統的な連合学習の考え（e.g., Rescorla & Wanger, 1972）と一致していたが、これらの立場では主観報告で逆行阻止がみられたことを説明できなかった。

このような指標間の不一致は、(a) 各指標が異なる学習過程を反映した結果であるか、(b) 過去経験によってボタン押し反応の抑制が固定化されたことで生じた可能性が考えられた。これらのうち、(a) は回顧的再評価が操作的処理の段階（e.g., 因果帰納や命題推論）で生じ、動物で頑健にみられる媒介学習などの現象が自動的処理の段階（e.g., 連合形成）で生じるという、二重過程モデルの考えと対応する（Figure 1-15, 42 頁）。他方、(b) は連合モデルや命題モデルなどの単一過程モデルの考えと対応する。研究Ⅲではどちらの立場が正しいかについて、明確な結論を下すことはできなかったものの、被験者の内省報告や理論の節約性の観点から、(b) の考えが適当だと考えた。

第4項 実験14から実験16のまとめ

また、研究Ⅳの実験16では皮膚電気活動を指標とした古典的条件づけの実験を行い、結果の加算性が逆行阻止を調整するか否かを検討した。その結果、「条件刺激が二つあると無条件刺激の強さは高まる」と教示した加算群で逆行

阻止は生じたものの、「条件刺激が二つあっても無条件刺激の強さは変わらない」と教示した非加算群では逆行阻止は生じなかった。この事実から「回顧的再評価はなぜ生じるか」という疑問について、「手がかりが複数あると結果が強くなるという、足し算の発想があったから」という四つ目の答えが提出された。

なお、Van Hamme & Wasserman (1994) や Dickinson and Burke (1996) などの連合形成モデルでは加算群で順行・逆行阻止が生じたことを説明できるが、非加算群で順行・逆行阻止が生じなかったことを説明できなかった。また、確率計算による因果帰納モデル (e.g., Cheng, 1997) では、非加算群で逆行阻止が生じなかったことを説明できるが、加算群で逆行阻止が生じたことを説明することはできなかった。なお、これらの傾向は主観報告だけでなく、条件反応である皮膚電気活動でも同様に観察された。すなわち、研究Ⅳでは研究Ⅲと異なり、主観指標と行動指標が同一の学習過程を反映していることが示唆された。これに対して、二重過程モデルを拡張することで (Figure 5-11, 227 頁), 実験 14 から実験 16 の結果を説明できる可能性が示されたものの、この考えは非常に複雑であり、Shanks and Lovibond (2002) や Lovibond (2003) など、従来の考えの利点を損ねることも指摘された。以上の事実から、研究Ⅳの知見に関しては、命題推論を軸とした単一過程による説明が妥当だと考えられた。この知見は研究Ⅲと概ね類似しており、二重過程モデルではなく、単一過程モデルの考えを支持していた。

第 5 項 現時点での結論

以上をまとめると、研究Ⅰと研究Ⅳの知見は回顧的再評価の諸現象が因果の枠組みにより調整されること、研究Ⅱと研究Ⅲの知見はこの現象が結果の強度などの独立変数や、反応形態などの従属変数に影響されることを示したことになる。これらの知見を総括すると、本研究でみられた回顧的再評価の諸現象は、

低次の自動的処理ではなく、むしろ高次の操作的処理の水準で生じたと結論づけることができる。このことは回顧的再評価という判断の偏りが、実際には、高度な認知過程の産物であることを示唆していた。このような解釈は Rescorla and Wagner (1972) や Van Hamme and Wasserman (1994) よりも、Cheng (1997) や De Houwer (2009) などの認知的な考えとよく適合するように思われる。

なお、研究Ⅳで示した結果の加算性による影響は、Waldmann and Holyoak (1992) や Cheng (1997) などの因果帰納モデルよりも、De Houwer (2009a) の命題推論モデルで上手く説明することができた。研究Ⅰから研究Ⅳの知見を考慮する限りは、命題推論モデルが最も包括的な枠組みであると結論できる。

また、研究Ⅰから研究Ⅳまでの評定値は研究Ⅱの一部 (e.g., 実験 7 や実験 8) を除くほぼすべてがこのモデルの予測と一致をみせており、研究Ⅲと研究Ⅳでは実験 13 を除く実験で、非言語行動のデータもその予測に従うことが示された。ただし、例外である実験 13 についても、“回避行動の固定化” というノイズの混入を過程することで、命題推論の考えを援用した説明は可能であった (Figure 4-10, 185 頁)。このことから、現時点では Figure 6-1 に示す命題推論の考えを唯一の軸とした、単一過程によるヒト学習の解釈が妥当であると考えられる。

以上、本研究の結果より、(a) 連合学習理論の試金石として用いられてきた「回顧的再評価」の現象が命題推論モデルで説明できること、(b) ヒトの学習が命題推論という単一過程に基づくこと、が示された。

(a) 命題モデル

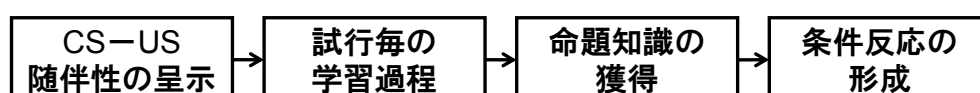


Figure 6-1. 命題モデル。Lovibond and Shanks (2002) が示したものを再掲した。この考えでは単一の学習過程が命題知識の獲得や条件反応の形成に影響することになる。

第 2 節 回顧的再評価のメカニズム

第 1 項 命題推論モデルの説明

前節で述べたように、本研究でみられた回顧的再評価の現象は低次の自動的処理ではなく、むしろ高次の操作的処理の水準で生じたと考えることができる。本項では De Houwer (2009a, 2009b) の命題推論モデルが本研究の結果をどのように説明するかを議論したい。

(1) 研究 I 実験 3a, 実験 3b および実験 5 の評定値データでは、因果の方向性に関する教示が逆行阻止を調整することが示された。命題推論の考えをこの実験デザイン (Table 2-2, 75 頁) に適用すると、予測学習群ではフェイズ 2 で以下の推論がなされることになり、ボタン R の評定値の低下を予測できる。

- (a) ボタン P またはボタン R の点灯は警報器の作動の原因である (大前提)。
- (b) ボタン P の点灯は警報器の作動の原因である (小前提)。
- (c) したがって、ボタン R の点灯は警報器の作動の原因ではない (結論)。

ただし、研究 I では結果事象は警報機が作動するか否かの 2 値でしか示されず、またボタン P やボタン R は連続強化を受けているために天井効果が生じる可能性がある。このことは因果帰納モデルの予測とも一致しており (Figure 1-14, 35 頁)、

(a) が相互排他的であるか否かが統制されないことを意味する。そのため、これらの実験では阻止の強度は弱くなることが予想される。

診断学習群では、フェイズ 1 のボタン PR の点灯と警報機の作動の対呈示は、「ボタン P の点灯は警報機の作動の結果である」という命題と、「ボタン R の点灯は警報機の作動の結果である」という命題を独立に獲得させることになる。そのため、フェイズ 2 のボタン P の点灯と警報機の作動の対呈示は、前者であ

る「ボタン P の点灯は警報機の作動の結果である」という命題の確からしさを高めたとしても、後者である「ボタン R の点灯は警報機の作動の結果である」という命題とは無関係であることになる。

これらの実験ではボタン PR の他にも、U と C の二つのボタンを用いていた。ボタン PR の点灯が警報機の作動と必ず対呈示されるのに対し、ボタン U の点灯は半数しか対呈示されず、ボタン C の点灯は課題で一度も呈示されなかった。そのため、各群では「ボタン U の点灯は警報機の作動の原因（あるいは結果）である」という命題の確からしさは半数分高められ、残り半数分は低められることになる。また、「ボタン C の点灯は警報機の作動の原因（あるいは結果）である」という命題はそもそも獲得されていないことになる。このように、実験 3a、実験 3b および実験 5 の評定値データは説明される³⁵。

また、実験 4 の評定値データでは、因果の方向性に関する教示が隠蔽解除を調整することが示された。命題推論の考えをこの実験デザイン（Table 2-3, 86 頁）に適用すると、予測学習群ではフェイズ 2 で以下のような推論がなされることが予想される（フェイズ 1 の推論内容は逆行阻止のデザインと同じである）。

- (a) ボタン P またはボタン R の点灯は警報器の作動の原因である（大前提）。
- (b) ボタン P の点灯は警報器の作動の原因ではない（小前提）。
- (c) したがって、ボタン R の点灯は警報器の作動の原因である（結論）。

ボタン U とボタン C の命題については、逆行阻止と同様である。このように、実験 4 の評定値データは説明されることになる。

³⁵ これらの説明はフェイズ 1 とフェイズ 2 を置換した実験 1 と実験 2 にも同様に当てはまる（Table 2-1, 60 頁）。ただし、カバーストーリーは異なる実験 1 の診断学習群では、ウイルスの他に隠れた原因が想定されるため、「外観異常 R はウイルスの結果である」という命題の確からしさは低下することが予想される。

(2) 研究Ⅱ 実験 6 と実験 7 の評定値データでは、研究Ⅰの予測学習群に相当するカバーストーリー下で、2次隠蔽解除や2次逆行阻止が生じることが示された。命題推論の考えをこれらの実験デザイン (Table 3-2, 123 頁) に適用すると、C+群やRC+群ではフェイズ3で、以下のような推論がなされることが予想される。すなわち、手がかりが複数あったとしても、一つの場合よりも結果の強度が高くないことで、手がかりが相互に排他的であることが推論される。

- (x) もしもミサイル C と T_1 の発射のどちらもが原因であるならば、戦車の破壊はそれらが単独で発射されるよりも強くなる (i.e., if p then q)。
- (y) 戦車の破壊はそれらが単独で発射されるよりも強くならなかった (i.e., not q)。
- (z) したがって、ミサイル C と T_1 のどちらもが原因ではない (i.e., therefore not p)。

こうして導かれた (z) の結論に基づき、予測学習群ではフェイズ3で以下のような推論がなされることになり、ミサイル T_1 の評定値の低下を予測できる。これらのうち、(c1) の結論は次の (b2) の小前提と対応することになる。

- (a1) ミサイル C またはミサイル T_1 の発射は戦車の破壊の原因である (大前提)。
- (b1) ミサイル C の発射は戦車の破壊の原因である (小前提)。
- (c1) したがって、ミサイル T_1 の発射は戦車の破壊の原因ではない (結論)。
- (a2) ミサイル T_1 またはミサイル T_2 の発射は戦車の破壊の原因である (大前提)。
- (b2) ミサイル T_1 の発射は戦車の破壊の原因ではない (小前提)。
- (c2) したがって、ミサイル T_2 の発射は戦車の破壊の原因である (結論)。

これらの説明は、Figure 3-4 (121 頁) に示した確率対比モデルの説明と類似しており (e.g., De Houwer & Beckers, 2002a), “C が結果の原因であれば, T₁ は結果の原因ではない”, “T₁ が結果の原因でなければ, T₂ は結果の原因である”, という推理とも類似している。De Houwer (2009a) では, 命題の確からしさは $P(US|CS)$ や $P(Outcome|Cue)$ などの条件付き確率と対応し, それらの対比が命題推論の過程に相当することが示唆されている。ただし, 条件付き確率がどのような組み合わせで対比されるかは, 教示や経験などの様々な変数で変更されると主張している。

なお, C-群や RC-群では (a1) から (c2) までの内容は以下のように変更される。このように, 実験 6 や実験 7 の評定値データは説明されることになる。

- (a1) ミサイル C またはミサイル T₁ の発射は戦車の破壊の原因である (大前提)。
- (b1) ミサイル C の発射は戦車の破壊の原因ではない (小前提)。
- (c1) したがって, ミサイル T₁ の発射は戦車の破壊の原因である (結論)。
- (a2) ミサイル T₁ またはミサイル T₂ の発射は戦車の破壊の原因である (大前提)。
- (b2) ミサイル T₁ の発射は戦車の破壊の原因である (小前提)。
- (c2) したがって, ミサイル T₂ の発射は戦車の破壊の原因ではない (結論)。

ところで, 実験 8 と実験 9 では結果の強度が最大であり, 実験 10 では結果の強度は明示されない。そのため, 結果の強度に天井効果が生じ, 前述の (y) は獲得されず, (z) の結論も得られないことになる。そのためこれらの実験では C, T₁, T₂ は相互に排他的にならず, 2 次隠蔽解除や 2 次逆行阻止の現象は生じ難いことが予測される。

研究 II では実験 8 と実験 9 でも 2 次の回顧的再評価がみられたため, これらの予測との一致は示されなかったが, もしも二つの実験の結果の強度の操作が

妥当でなかったとするならば、その結果は命題推論の考えでも解釈可能だと思われる。なお、研究Ⅱの五つの実験では、ミサイル CT₁ の他にも、A と B の二つのミサイルを用いていた。ミサイル A の発射が戦車の破壊と必ず対呈示されるのに対し、ミサイル B の発射は戦車の破壊と必ず非対呈示された。そのため、各群では“ミサイル A の発射は戦車の破壊の原因である”と、“ミサイル B の発射は戦車の破壊の原因ではない”という命題が獲得されることになる。このように、研究Ⅱの評定値データは説明されることになる。

(3) 研究Ⅲ 実験 13 の評定値データでは、研究Ⅰの予測学習群に相当するカバーストーリー下で、逆行阻止が示された。命題推論の考えをこの実験デザイン (Table 4-3, 176 頁) に適用すると、フェイズ 2 では以下のような推論がなされることが予想される。すなわち、手がかりが複数あったとしても、一つの場合よりも結果の強度が高くないことで、手がかりが相互に排他的であることが推論される。

(x) もしもセンサー A と X の点灯のどちらもが原因であるならば、インベーターの攻撃はそれらが単独で呈示されるよりも強くなる (i.e., if p then q)。

(y) インベーターの攻撃はそれらが単独で呈示されるよりも強くならなかった (i.e., not q)。

(z) したがって、センサー A と X の点灯のどちらもが原因ではない (i.e., therefore not p)。

こうして導かれた (z) の結論に基づき、実験 13 ではフェイズ 2 で以下のような推論がなされることになり、センサー X の評定値の低下を予測できる。

- (a) センサーA またはセンサーX の点灯はインベーターの攻撃の原因である
(大前提)。
- (b) センサーA の点灯はインベーターの攻撃の原因である (小前提)。
- (c) したがって、センサーX の点灯はインベーターの攻撃の原因ではない
(結論)。

ただし、これらの予測は主観報告である評定値データとは一致するものの、行動指標である抑制率の値とは一致しなかった。これはフェイズ1を経験することにより、センサーX に対する回避行動が固定化したことで、「センサーX の t 点灯がインベーターの攻撃の原因ではない」という命題が非言語行動として出力されなかったためだと考えられる。また、なお、実験13ではセンサーAX の他にも、YZ, B, CD の五つのミサイルを用いていた。センサーY や Z はどちらがインベーターの攻撃の原因であるか判断できない曖昧な手がかりであり、センサーB, C, D はいずれもインベーターの攻撃の原因ではないと結論されることになる。このように、実験13の結果は包括的に説明されることになる。

(4) **研究IV** 実験16の加算群では、研究Iの予測学習群に相当するカバーストーリー下で逆行阻止が示された。命題推論の考えをこの実験デザイン (Table 5-5, 216 頁) に適用すると、フェイズ2では以下のような推論がなされることが予想される。

- (x) もしも CS_A と CS_X のどちらもが原因であるならば、US の強度はそれらが単独で呈示されるよりも強くなる (i.e., if p then q)。
- (y) US の強度はそれらが単独で呈示されるよりも強くならなかった (i.e., not q)。

(z)したがって、 CS_A と CS_X のどちらもが原因ではない(i.e., therefore not p)。

こうして導かれた(c)の結論に基づき、加算群ではフェイズ2で以下のような推論がなされることになり、 CS_X の結果予期や皮膚電気活動の低下を、予測することができる。

(a) CS_A または CS_X はUSの原因である(大前提)。

(b) CS_A はUSの原因である(小前提)。

(c)したがって、 CS_X はUSの原因ではない(結論)。

非加算群では、上記のうち(a)が獲得されないため、フェイズ1の経験を経てたとしても、(c)の結論は得られない。そのため、非加算群では CS_X がUSの原因であるか否かが判断できない曖昧な状況となり、結果予期や皮膚電気活動が低下しないことを予測できる。

なお、実験16では CS_{AX} の他にも、 CS_{YZ} 、 CS_B 、 CS_{BC} を用いていた。 CS_{YZ} はどちらがUSの原因であるかが判断できない曖昧なものであり、 CS_B や CS_{BC} はいずれもUS原因ではないと結論されることになる。このように、実験16の結果は包括的に説明されることになる。

(5) **まとめ** 以上の実験的事実は、回顧的再評価の説明理論として命題推論モデルが最も有力であることを示している。それは、本研究に関してこのモデルが最も多くの実験結果を説明できることに基づく。なお、この考えは一見すると、研究Iの実験5などの神経科学的な知見とは対応していないようにもみえるかも知れない。報酬系の働きと命題推論の働きはどのように関連付けられるべきであろうか。たとえば、この問題に関してDickinson (2009)は、彼らが

提唱した修正SOPモデル (Dickinson & Burke, 1996) が連合形成により言語化可能な命題が創発されることに言及していることに触れ、連合形成モデルの多様性を強調している。このような連合形成と命題推論の考えの類似は、実験5の結果を解釈するための一助となるかも知れない。これらの学習理論の妥当性については、今後さらに検証を行っていく必要がある。

なお、De Houwer (2009a, 2009b) ではこれらの推論は“高次で操作的な”過程に基づくものであり、“低次で自動的な”過程とは異なるものとして位置付けられている。このことは命題推論モデルが後者の存在を否定するものではないことを強調すると共に、ヒトを対象とした実験事態では“高次で操作的な”過程が有力であることを示唆しているようにも思われる。近年は実験で用いる手がかりの数 (e.g., De Houwer & Beckers, 2002c) や評定を求める回数 (e.g., Collins & Shanks, 2002) などにより、ヒトの判断が影響を受けることが示唆されている。今後の展望として、どのような実験変数が“高次で操作的な”過程に影響するのかを詳しく調査していく必要があると考えられる。

命題推論モデルによる説明は比較的抽象的であるものの、本項で示したように新たな現象の発見 (i.e., 結果の最大性や加算性) にもつながる生産的な枠組みである。その証左として、このモデルは多くの動物研究 (e.g., Beckers et al., 2006) や、ヒト研究 (e.g., Beckers et al., 2005; De Houwer, 2002; De Houwer and Beckers, 2003; Mitchell & Lovibond, 2002; Lovibond, 2003; Vandorpe et al., 2007) を生み出してきた。また、この枠組みは随伴性判断や古典的条件づけだけではなく、評価条件づけなど近接領域の知見までをも包括的に説明する点でも優れているといえる (e.g., De Houwer, 2007)。命題推論モデルの心理学的な妥当性については、様々な実験事態を用いて、さらに検証を加えていく必要があると考えられる。

第2項 因果帰納モデルの拡張

De Houwer (2009a, 2009b) の命題推論モデルで特徴的な点は、(1) 因果構造を区別すること、(2) 結果の強度や最大性の影響を説明できること、(3) 結果の加算性の影響を説明できること、三点にあるといえる。これらのうち、(2) や (3) は Rescorla and Wagner (1972) や Van Hamme and Wasserman (1994) などの連合形成モデルでも扱うことができるが、その一方で、この立場では (1) を扱うことができない。むしろ、(1) の因果構造の問題については、Waldmann and Holyoak (1992) や Cheng (1997) などの因果帰納モデルでの説明が容易である。本項ではその新しい立場である因果ベイズネットの考えに触れる。

因果ベイズネットは複数の事象間の因果関係を非循環有向グラフ、その強さを条件付き確率で表す統計的手法である。近年では、統計学や哲学、人工知能などの学問領域をはじめ、学習や推論のモデルとしても用いられつつある (e.g., Pearl, 2000/2001)。このモデルではグラフのノードは事象を表し、それらが矢印を用いたリンクによって結び付けられる (Figure 6-2)。リンクの方向性は、一般に因果の方向性と解釈される。この枠組みでは、事象間の因果関係を有向グラフでネットワークとして表現し、リンクの方向性にしたがってベイズの定理に基づく計算を行うことで、不確実な事象の生じ易さやその可能性を予測することができる (e.g., Glymour, 2001, 2003)。

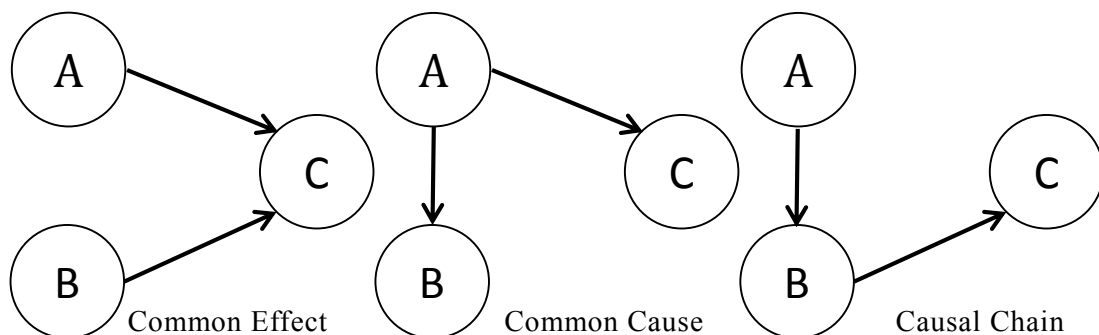


Figure 6-2. 3 事象を用いた非循環有向グラフの例。いずれのモデルでも、各リンクを辿っても元のノードには戻らないこと（非循環的であること）が示されている。

これらのうち、左側の Common Effect Model は研究 I における予測学習の状況に相当し、中央の Common Cause Model は研究 I の診断学習の状況に相当する。右側は Causal Chain Model と呼ばれ、古典的条件づけの事態では 2 次条件づけや感性予備条件づけに相当する³⁶。これらの構造に基づいて、事象の数に対応する変数全体の結合分布を確率によって計算することになる。

各モデルの計算内容は異なっており、式 14 は Common Effect Model、式 15 は Common Cause Model、式 16 は Causal Chain Model に対応している。近年の研究では、ヒト幼児だけでなく (e.g., Gopnik, Glymour, Sobel, Schulz, Kushnir, & Danks, 2004), ラットなどの動物もこのような因果構造を区別し得ることが示唆されている (e.g., Blaisdell, Sawa, Leising, Waldmann, 2006)。

$$P(A, B, C) = P(A) \cdot P(B) \cdot P(C | A, B) \quad (\text{式 14})$$

$$P(A, B, C) = P(A) \cdot P(B | A) \cdot P(C | A) \quad (\text{式 15})$$

$$P(A, B, C) = P(A) \cdot P(B | A) \cdot P(C | B) \quad (\text{式 16})$$

グラフ構造を仮定することは、Waldmann and Holyoak (1992) や Cheng (1997) の因果帰納モデルと共通だが、これらが条件付き確率の“引き算”で因果関係の強さを計算するのに対して、この立場では条件付き確率やその“掛け算”で因果関係の強さを計算する点で異なっている。因果ベイズネットの心理学的な妥当性についてはさらなる検証が必要であるが、ここで重要となるのはグラフ構造によって計算方法が変化するという制約である。因果ベイズネットにより、結果の最大性や加算性の影響を説明する試みは現時点ではなされていないが、計算方法を洗練していくことで、さらに広汎な予測を提案できるかも知れない。

³⁶ 「A ならば B (if)」「B ならば C (then)」「A ならば C (therefore)」のような三段論法を仮定することで、命題推論モデルでは因果ベイズネットにおける causal chain model と類似の予測を行うことができる。

第3項 連合形成モデルの拡張

(1) コネクショニストモデル 前項で述べた因果構造の問題について, Baetu and Baker(2009)は Causal Chain Model における $A \rightarrow B \rightarrow C$ の結び付きの強さは, Rescorla and Wagner (1972) などのデルタ・ルールを援用した, コネクショニストモデルでも説明できることを示した。Figure 6-3 には彼らが提案する自動連合子 (auto-associator) の構造を示している。左パネルは六つのユニットを用いた自動連合子であり, 各ユニットの間に双方向のリンクが引かれている様子を示している。また, 右パネルは自動連合子による Causal Chain Model の解釈を示している。彼らはこのモデルを用いて, 「A ならば B (if)」「B ならば C (then)」「A ならば C (therefore)」といった推論が, 単純なデルタ・ルールにより創発されることを指摘している。この問題と関連して, Baker, Maetu, and Murphy (2009) や Barberia, Baetu, Murphy, & Baker (2011) では命題推論モデルが多産的な枠組みであることを認める一方で, 生活体がその通りの情報処理を行っているか否かを疑問視しており, ヒトの学習の背景では, 自動連合子など連合形成モデルに類似した情報処理が行われていることを示唆している。

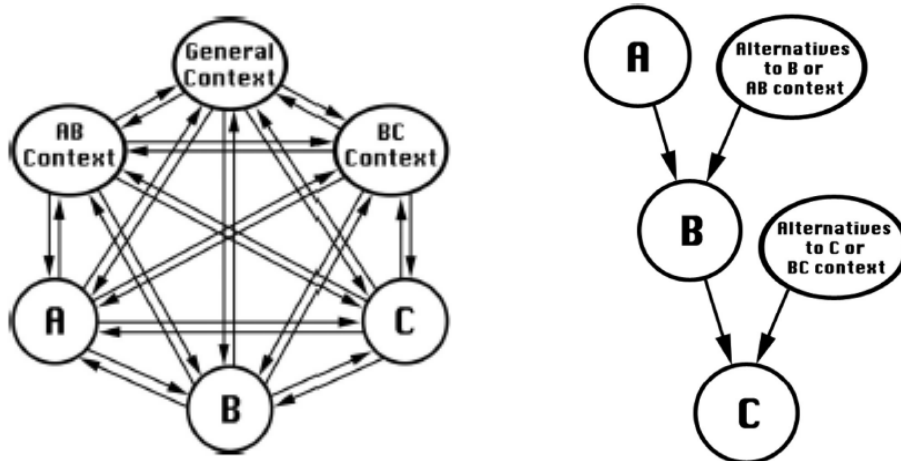


Figure 6-3. 自動連合子モデル (Baetu & Baker, 2009). 手がかりを複合した文脈を背景に仮定することで, 因果ベイズネットにおける Causal Chain Model や命題推論モデルと同等の予測が可能であることが示唆されている。

また、Baetu and Baker (2010) や Baetu and Baker (2012) は、De Houwer (2009a, 2009b) の命題推論モデルでは、制止条件づけの現象を十分に説明できないことを指摘しており、この考えを理論的なアルゴリズムとしてみなすべきではないと主張している。Baetu and Baker (2009) をはじめとする一連の研究では、自動連合子の考えと Causal Chain Model や Common Effect Model とを関連づけている一方、Common Cause Model との関係には言及していない。しかしながら、このように連合形成モデルを発展させていくことで、因果構造の問題を含めて、命題推論モデルと同等の説明を行うこともできるかも知れない³⁷。

(2) 現象の予測と条件の記述 以上のように、連合形成モデルは因果構造の違いを含めた包括的な説明を目指し、複雑化の一途を辿っている。しかし、広範囲の現象を説明するためにモデルを複雑化させることで、比較的単純で節約的とされてきた連合形成モデルの利点が損なわれているようにも感じられる。本研究の研究 I や研究IVで議論されたような、因果の方向性や結果の加算性の教示によって異なる学習過程が働くという考え方は、単一の連合形成モデルを複雑化させるよりは、むしろ節約的であるように思われる。

たとえば、ひとつの可能性として、研究 I の予測学習群で Van Hamme and Wasserman (1994) に相当するような情報処理が働き、診断学習群では Rescorla and Wagner (1972) に相当する情報処理が働いたのかも知れない。これと同様に、研究 III や研究IVの加算群でも同様に要素間連合を通じた連合強度の更新が生じ、非加算群では間接的な連合強度の更新は生じなかったのかも知れない。

³⁷ なお、最近では Ktulu and Schmajuk (2012) が連合学習におけるニューラルネットワークモデルを提唱しており、Causal Chain Model だけでなく Common Cause Model の下で行われる確率計算による予測もまた、彼らの連合的な考えで説明できることを報告している。

研究Ⅱの知見を除く本研究の全ての知見は、知識の入力を重視する連合モデル、そのルールの変り方が状況によって変化することを認めれば、既存のものを組み合わせることでも理解することができる。

ところで、因果ベイズネットのようにグラフ構造の変化によって計算方法が変化するという制約は、既存の連合形成モデルには含まれていない。なぜなら、連合形成モデルの基本的立場では、事象間の因果関係は刺激の連合によってアポステリオリに形成されることが仮定されているためである。しかし、ノードやユニットなどの多くの潜在変数を組み込んだ複雑な連合形成モデルを構築することと、因果の枠組みの影響をアプリオリに仮定した学習理論ではどちらが節約的であろうか。この問題については議論が必要であるが、過去の連合学習の知見を参照する限りは、事象間の関係性に関する事前知識は古典的条件づけの在り方に少なからず影響を与えているように見える(e.g., Garcia et al., 1955)。この点を考慮すると、実験の状況によって連合形成のルールが変化するという考え方は、的外れなものではないかも知れない。

ただし、こうした提案をしたとしても、なぜ状況によって連合形成の規則が変わるか、ということが積極的に説明されない限り、命題推論モデルの考えが有力であることに違いはない。少なくとも現時点では、回顧的再評価のメカニズムとして、推論などの高次で操作的な過程を想定しなければ、本研究を含む当該領域で得られてきた知見を説明することはできない。

なお、本研究で示してきたように、回顧的再評価を含む連合学習の諸現象は、独立変数や従属変数を含む種々の変数に影響される。どのような変数が生活体の行動に影響するかを詳細に記述していくことは、モデルの検証のみならず、ヒト学習を理解する包括的な枠組みを構築することにもつながる。どのような条件下で回顧的再評価が生じるか、またその機序は何か、さらに検証していく必要があると考えられる。

第4項 「連合」とは何か？

前項でも述べたように、回顧的再評価などの条件づけ効果の説明については、連合形成という伝統的な考えよりも命題推論という認知的な考えが一般的となりつつある。しかし、これらの考えが相互に排他的であるか否かについては様々な見解がある (e.g., Pineno & Miller, 2007)。そもそも「連合」と「命題」の概念はどのように異なるのだろうか。本項ではこの問題について考察する。

Hall (2002) によると、「連合」とは記憶にある心的表象の結びつきだと考えられている。たとえば、多くの連合形成モデルでは、古典的条件づけの事態で観察された現象を、概念的神経系 (conceptual nervous system) の変化、すなわち心的表象の結びつきの変化を反映するものとして位置付けているとされる。すなわち、連合形成モデルの基本的立場では、連合学習の諸現象は脳内で起こった出来事そのもの、あるいはそのモデルであるとみなされていることになる。

この問題と関連して Shanks (2007) は、伝統的な連合主義の立場では、一度連合された心的表象は分離したり計算することはできないと考えるのに対し、現代の認知主義の立場では、心的表象は別個であり、その間の計算は可能だと考えたと主張している。なお、前者の考えでは、記憶にある心的表象の結びつき、すなわち「連合」は自動的に形成されるものであり、意識的に操作するものではないことになる。

また、別の視点では連合とは環境の「記述」そのものであり、実体を持たない目に見えない概念間の結びつきではない、とみなすこともできる。この考えにおける「連合」は、「命題」と類似の意味となる。この点だけを考慮すれば、連合と命題を分ける必要はないのかも知れない。ただし、De Houwer (2009a, 2009b) では「連合」と「命題」を環境内の随伴性の異なる表現だと捉えており、それぞれを“低次で自動的”な処理、あるいは“高次で操作的”処理によって形成されるものとして位置付け、これらを同一視していない。

これらの問題と関連して重視されるのは第1章第4節で述べた、随伴性意識を巡る問題である。研究Ⅲの実験11や研究Ⅳの実験13でも指摘したものの、随伴性意識が条件形成（変容）の前提条件であるか否かについては、未だ明確な解はえられていない。これらの間には相関が認められることも多いが、因果関係を結論する十分な証左は得られていない。近年では随伴性意識と条件反応の一致により高次な認知過程のみが存在するという見解と、不一致により条件毎に複数の過程が働くという見解もある（e.g., Mitchell, Lovibond, & De Houwer, 2009）。「命題」推論の過程が働くか否かは、2次課題やタイムプレッシャーなどの「認知的負荷」や、試行数や刺激間隔といった「課題要求」、無条件刺激の強度や明瞭度などの「動機づけ」の関数として捉えるべきなのかも知れない。

ところで、ラットの因果推論（e.g., Beckers, Miller, De Houwer, & Urushihara, 2006; Blaisdell, Sawa, Leising, & Waldmann, 2006）の報告は動物からヒトを切り離すことへの挑戦であると同時に、動物の学習の背景にも「命題」推論の過程があることを示唆している。このことは、推論という過程がヒトと動物に共通する情報処理である可能性を示唆する。ただし、こうした理解はMorgan（1903）も批判した、過剰な心的能力を動物に求める姿勢とみなされるかも知れない。この点は慎重に議論する必要があるが、「命題」推論の考えは、今後、ヒトと動物の学習を理解する上でひとつの枠組みになるかも知れない。

なお、命題推論の考えは、Rescorla（1967）をはじめとする古典的条件づけを事象間の関係に関する情報、あるいは知識を獲得するための情報処理の一種とみなす立場を踏襲したものと位置付けることもできる。「連合」とは何か？という問題について答えを提出するのは容易ではないが、本研究や近年の研究動向を踏まえると、「連合」と「命題」は類似の実験操作によって共に影響を受けるものの異なる概念や過程として扱うべきであり、ヒトの学習においては後者の過程が優位に働くと結論することができる。

第3節 連合学習の研究ツールとしての回顧的再評価

第1項 回顧的再評価の学術的意義

ところで、逆行阻止や隠蔽解除などの回顧的再評価の現象は、生活体が新たに獲得した情報にもとづいて、それ以前に獲得した情報の価値を変化させることを示している。この現象において最も興味深いのは、(1) 直接的には結果との対呈示がないにもかかわらず手がかりに対する反応が変化する点、(2) その生起がさまざまな実験事態や刺激パラメーターに依存する点、(3) ヒトでは再現が容易だが動物ではその確認が困難である点、にあると考えられてきた。

第2項 生涯発達へのアプローチ

たとえば、(1) の指摘と関連して、逆行阻止の現象は因果ベイズネットによってヒトの学習過程を説明しようとする試みの中でも、主要な研究テーマとして位置づけられてきた (e.g., Kruschke, 2006; Kruschke & Denton, 2010)。この試みでは、発達の問題を調査するためにこの現象を用いることも多い (e.g., Beckers, Van den Broeck, Renne, Vandorpe, De Houwer, & Elen, 2005)。たとえば Sobel, Tenenbaum, and Gopnik (2004)では “ブリケット探知機” と呼ばれる課題を用いて、4 歳児は逆行阻止を行うものの、3 歳児ではその傾向はみられないことを報告している。また、Beckers, Vandorpe, Debeys, & De Houwer (2009)は Sobel et al. (2004) と同様の課題を用いて、3 歳児では隠蔽解除がみられることを報告している (ただし、この研究では逆行阻止はみられなかった)。最近では 24 ヶ月児でも回顧的再評価を行い、視線追従課題を用いれば 8 ヶ月児でも同様の推論を行うことも示唆されている (Sobel & Kirkham, 2006, 2007)。

また、Mutter, Atchley, and Plumlee (2012) は 65 歳以上の高齢者と 20 歳前後の大学生を対象とした実験を行い、高齢者では回顧的再評価がみられないことをみだしている。この研究では訓練期に関して大学生と高齢者の間に違いは

みられないものの、その後のテストや刺激の再認課題において成績の低下が認められることから、彼らは高齢者における記憶想起の失敗がこの結果を生じさせたと結論づけている。

このように回顧的再評価の現象は、ヒトの学習や推論(Beckers et al, 2005)、神経系の活動(Corlett et al., 2004)の研究だけでなく、乳幼児や児童の推論発達(Beckers, Van Den Broeck, Renne, Vandorpe, De Houwer, & Eelen, 2005)、加齢や生涯発達の問題を含めたさまざまな認知過程を調べるために用いられている。

第3項 比較認知へのアプローチ

また、(3)の指摘と関連して、Penn and Povinelli (2007)は逆行阻止に関して得られてきた知見を例に挙げ、動物が示す高次認知は連合に基づくものか、あるいはヒトと同様のある種の萌芽的な推論装置のようなものを有しているのかを議論している。これらの事実は「目に見えないものを我々がどのように認識しているか」という素朴な疑問を検討するために、回顧的再評価の諸現象が有用であることを示している。学習理論の検証という枠組みを超えた多産的な事態として、またヒトや動物がどのように進化してきたかを理解するための事態として、現在も多くの回顧的再評価の研究が進められている。

第4節 近接領域への貢献

第1項 心理臨床との関連

ヒトで逆行阻止を再現した Shanks (1985b)の報告から、すでに30年近くもの年月が流れた。その後の幾度かの理論的変遷を経て、学習理論研究は大きく変化している。前節で述べたように、回顧的再評価の諸現象は理論検証という目的では常套手段となりつつあり、近年は学習理論の問題のみならず、加齢・発達や神経科学、あるいは比較認知の問題と結びつきながら、多くの発見を生

み出す実験パラダイムとしても用いられている。興味深いことに、近年は逆行阻止についての基礎研究の立場から、心理臨床などの応用場面への提言もなされており（漆原，2010），この現象の重要性はますます高まっているといえる。その理由は第5章（研究IV）で報告したような恐怖条件づけの問題と、手がかり競合や回顧的再評価の諸現象が密接に関わっていることに他ならない。

近接領域への貢献に関して、研究IVをはじめとする恐怖条件づけの問題に取り組むことは今後の課題である。恐怖条件づけがどのように獲得され、あるいは消去されるかについては、その歴史こそ古いものの未解明の点が多い。たとえば、研究IVの実験15や実験16では結果の加算性を操作することで、随伴性の評価や精神性発汗への順行・逆行阻止がみられたが、このような試みは恐怖条件づけの獲得過程を理解するために有効であると考えられる。また、これらの研究は心理臨床場面での認知的介入が行動に影響を与えること、すなわち認知行動療法の一つのモデルとみなすことができるかも知れない。Lovibond（1993）は条件づけ手続きと認知行動療法の関連を指摘している。条件づけの研究から社会貢献を目指すためには、恐怖条件づけの問題を避けて通ることはできない。

第2項 精神医学との関連

一昨年のはじめ、世界で最も権威のある学術雑誌の一つである *Nature* の巻頭を「精神障害の10年 (A decade for psychiatric disorders)」という論説が飾った。世界的にも精神疾患研究の重要性の認識が高まっている好例であろう。しかしながら、精神障害者そのものを対象とした研究は氷山の一角であるともいえる。基礎研究という土台なしには、社会貢献を目指すことは不可能である。

そもそも、皮膚電気条件づけなどの恐怖条件づけの実験事態は、精神医学的な研究との親和性が高い。それには（1）条件反応の獲得が恐怖症などの精神

疾患のモデルとみなせることや、(2) 条件反応の消去に関する諸技法が暴露療法 (exposure therapy) など問題行動の治療に関する新しい知見を提供してきたこと、などの理由がある。

たとえば、Schiller et al. (2010) は電気刺激を無条件刺激とした皮膚電気条件づけの実験を行い、消去後にみられる自発的回復をほぼ完全に抑制する手続きを報告している。自発的回復の例が示すように、一般的には消去は既に獲得された条件反応が失われる過程ではなく、条件反応の抑制を獲得する過程であると考えられてきた。この考えによれば、自発的回復の出現は獲得した抑制が時間経過に伴って失われたために生じた結果と解釈される。しかしながら、彼らは条件刺激のみを呈示した後に 10 分程実験を中断し、その直後から消去を再び行くと自発的回復は全く生じないことを見出している。しかも、その効果は 1 年以上持続することが示されている。これは既存の記憶内容を新たに書き換える学習であり、これまでに考えられてきた単なる抑制の学習ではないと、彼らは主張している。このような手続きは記憶の再固定化 (reconsolidation) と呼ばれており、心的外傷後ストレス障害 (posttraumatic stress disorder, PTSD) などの精神疾患の治療に応用できる可能性がある (Quirk, Paré, Richardson, Herry, Monfils, Schiller, & Vicentic, 2010)。

また、皮膚電気条件づけに関しては PTSD だけでなく (Wessa & Flor, 2007)、社会不安障害や (Lissek, Levenson, Biggs, Johnson, Ameli, Pine, & Grillon, 2008)、パニック障害 (Michael, Blechert, Vriends, Margraf, & Wilhelm, 2007) などの不安障害の患者を対象とした研究も行われており、いわゆる健常者との学習成績の違いが一貫して示されている。このような試みは不安障害の病態理解について、新しい知見を提供するものであるといえる³⁸。

³⁸ 消去の問題としては自発的回復の他に、脱抑制 (disinhibition) や復元 (renewal)、復帰 (reinstatement) などが挙げられる。これらの現象は心理臨床における恐怖症状の再発 (return of fear) との関係が深く、これまで盛んに研究が行われてきた (中島, 2007)。

わが国では 1995 年 1 月 17 日に阪神淡路大震災や、同年 3 月 20 日に地下鉄サリン事件、2011 年 3 月 11 日には東日本大震災が発生している。津波や台風といった自然災害、学校現場における殺傷事件なども後を立たない。今後、古典的条件づけの実験事態を用いた精神医学的な研究は、さらにその重要性を増すことが予想される (e.g., 沼田・太田・嶋崎, 2011)。

第 3 項 神経科学との関連

米国では 1990 年代を「脳の 10 年 (A decade of the brain)」とし、脳の研究を国全体で推進することが宣言された。わが国でも脳の研究は盛んに行われており、現在ではメディアにおける広報活動も行われている。機能的核磁気共鳴画像法 (functional magnetic resonance imaging, fMRI) をはじめとする研究手法の発展により、脳の機能としての「こころ」の研究は活発化しつつある。

皮膚電気条件づけなどの古典的条件づけの実験事態は、一般に神経科学的な研究との親和性が高い。それには (1) 古典的条件づけの手続きが比較的単純であることや、(2) 条件反応の獲得や消去が容易であること、(3) 研究対象となる種々の現象について膨大な知見が蓄積されてきたこと、などの理由がある。このような背景から、古典的条件づけは脳の働きを調べるための方法として、現在もなお盛んに用いられている。

皮膚電気条件づけの事態では、条件反応が注意や結果予期、あるいは情動と関連する脳神経系の影響を受けている可能性は高い。とりわけ、近年の病態研究や fMRI 研究では、恐怖条件づけにおける扁桃体の重要性が指摘されている (Critchley, 2002)。たとえば、条件づけの初期における条件反応量と、扁桃体の活性化量は有意に相関することが知られている (Cheng, Richards, & Helmstetter, 2007; LaBar, Gatenby, Gore, LeDoux & Phelps, 1998)。また、その他にも内側前頭前皮質 (Barbas, Saha, Rempel-Clower & Ghashghaei, 2003; Phelps,

Delgado, Nearing, & LeDoux, 2004), 中前頭回 (Carter, O’Doherty, Seymour, Koch & Dolan, 2006), 海馬 (Knight, Smith, Cheng, Stein, & Helmstetter, 2004), 島などの脳部位と古典的条件づけの関連も指摘されている (Shi & Davis, 2001)。

さらに、これらの研究領域において、古典的条件づけは意思決定の障害におけるリスク認知の問題と関連づけられることも多く (Bechara, Damasio, Damasio, & Anderson, 1994), 近年では条件づけと意思決定に共通する神経基盤についての解説もなされている (Dawson, Schell, & Courtney, 2011)。このように、古典的条件づけは近接領域の発展を促す基盤技術として脚光を浴びつつある。ヒトの古典的条件づけ事態を用いた神経科学的な研究は、今後さらに増加することが予想されよう。

第 5 節 期待される展開

第 1 章で述べたように、連合学習の枠組みでは生活体の行動について「連合」という仮説構成体を用いることで、節約的な説明を行うことを目指してきた。この考えはヒトや動物の行動を理解するための主要な理論として、これまでに広く用いられてきた経緯がある (e.g., De Houwer & Beckers, 2002a; Hall, 2002; Shanks, 2007)。ただし、近年では条件づけの手続きで形成される「連合」を、刺激間の関係性の表現である「命題」に置き換えることで、人間の行動を包括的に理解しようとする試みもなされている (e.g., De Houwer, 2009a, 2009b)。

本研究の第 2 章 (研究 I) から第 4 章 (研究 IV) の報告はその好例であり、「連合」や「命題」による説明のどちらがより包括的であるかという問題が、随伴性判断や古典的条件づけの研究領域では議論の対象となってきた。過去の研究や本研究の結果を考慮する限り、現時点では「連合」の概念を用いるよりも、「命題」の概念を用いる説明の方が有力であると結論付けることができる。また、一部の例外を除き、本研究ではヒトの学習過程を「命題」の単一過程で

説明することの妥当性も示唆されており、このモデルが仮定する情報処理が一般的なものであることもうかがえる。

ただし、こうした結論が得られたこと自体は、連合学習の枠組みを否定するものではない。これらの考えは現時点でのものであって、以後さらに包括的な連合学習の枠組みが提出される可能性は否定できない。命題推論モデルは当該領域で得られてきた知見について幅広い説明を行うことができるものの、その説明は抽象的であり、反証可能性の観点から好ましい考えとはいえない。今後の展望として、過去に提出されてきた知見をも包括的に説明できる、連合形成モデルの発展が望まれる。

またこれまで述べてきたように、連合学習の研究文脈には取り組むべき課題が多く残されているものの、最先端の研究を支える知的基盤の一つとして様々な近接領域で活用がなされている。さしあたり、当該領域で今後取り組むべき課題の一つは、回顧的再評価の発生機序に関する問題である。これまでに述べてきたように、「この現象がなぜ生じるのか」については、十分に検討されてきたとは言えず、そのメカニズムについては未だ不明な点も多い。たとえば、本研究の研究Ⅰではこの現象が因果の方向性に関する教示によって調整されることが示されたが、その過程では前頭前野や線条体など、予測誤差と関連する脳部位が賦活していた。行動データの結果は命題推論、fMRI データの結果は連合学習の考えによって理解することができるが、それらの十分な理解は現時点では困難である。今後の展望として、さまざまな実験事態で回顧的再評価の現象を検証し、その過程を明らかにすることが重要である。そのためには、回顧的再評価を頑健に確認できる随伴性判断の事態を活用することも、有効となるだろう。この試みにおいては、研究Ⅱのように既存の学習理論を比較検討するだけでなく、研究Ⅰのような神経学的アプローチを用いることも必要である。

また、研究Ⅲで示されたように、ヒトを対象とした古典的条件づけの研究

文脈では、被験者の条件反応と言語報告の間にしばしば不一致がみられることも見逃してはならない。このような実験的事実は、古典的条件づけにおける随伴性意識の役割の再認識を促すものであり、ヒト実験を行う意義そのものであるといえる。今後の展望として、古典的条件づけ事態を用いることによって条件反応と主観報告の関係性について調査し、それらの背後にある学習過程を明らかにすることも重要な課題と言えるだろう。そのためには、研究Ⅳなどの不随意反応を用いた古典的条件づけの実験事態も有効になるかも知れない。

また、近接領域への貢献という意味では、研究Ⅳをはじめとする恐怖条件づけの問題に、さらに取り組んで行くことも必要だと考えられる。恐怖や不安がどのように獲得され、あるいは消去されるかについては、その歴史こそ古いものの、未だ未解明の点が多い。研究Ⅳでは結果の加算性を操作することで、認知的評価や条件反応への影響がみられたが、このような試みは心理臨床場面などの認知への介入が行動に影響を与えることの、一つのモデルとみなすことができるかも知れない。連合学習の研究から社会貢献を目指すためには、恐怖条件づけの問題を避けて通ることはできない。

そして本研究では最後に、12世紀フランスの思想家Bernard of Chartresによる、「巨人の肩の上に立つ (Standing on the shoulders of giants)」という言葉に触れておきたい。現代の学問は多くの研究の蓄積の上に成り立つという意味である。川合 (2010) も指摘しているように、研究領域を拓いた先人の努力なくして、最先端の研究を行うことはできない。その証左として、過去の連合学習に関する知見の蓄積は、確かに我々の心理学研究の一端を支えている (中島・今田, 2003; 宮田, 1997, 2009)。認知主義が台頭する現代心理学において、連合学習の理論的枠組みは、他に類をみない興味深い知見を提供できるかも知れない。古くて新しい連合学習という枠組みの中で、今後達成されるであろう発展を願ってやまない。

References

- Aitken, M. R. F., Larkin, M. J. W., & Dickinson, A. (2001). Re-examination of the role of within-compound associations in the retrospective revaluation of causal judgments. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *54B*, 27–51.
- Allan, L. G. (1993). Human contingency judgments: Rule based or associative? *Psychological Bulletin*, *114*, 435–448.
- Allan, L. G., Hannah, S. D., Crump, M. J. C., & Siegel, S. (2008). The psychophysics of contingency assessment. *Journal of Experimental Psychology: General*, *137*, 226–243.
- Allan, L. G., Siegel, S., & Hannah, S. (2007). The sad truth about depressive realism. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *60*, 482–495.
- Allan, L. G., Siegel, S., & Tangen, J. M. (2005). A signal detection analysis of contingency data. *Learning & Behavior*, *33*, 250–263.
- Alloy, L. B., & Abramson, L. Y. (1979). Judgement of contingency in depressed and nondepressed students: Sadder but wiser? *Journal of Experimental Psychology: General*, *108*, 441–485.
- Annau, Z., & Kamin, L. J. (1961). The conditioned emotional response as a function of intensity of the US. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *54*, 428–432.
- Arcediano, F., Escobar, M., & Matute, H. (2001). Reversal from blocking in humans as a result of posttraining extinction of the blocking stimulus. *Animal Learning & Behavior*, *29*, 354–366.
- Arcediano, F., Matute, H., & Miller, R. R. (1997). Blocking of Pavlovian conditioning in humans. *Learning and Motivation*, *28*, 188–199.

- Arcediano, F., Matute, H., Miller, R. R., Escobar, M., & Miller, R. R. (2005). Competition between antecedent and between subsequent stimuli in causal judgments. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, Cognition*, *31*, 228–237.
- Arcediano, F., Ortega, N., & Matute, H. (1996). A behavioral preparation for the study of human Pavlovian conditioning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *49B*, 270–283.
- Bacon, F. (1620). *Novum organum*. 桂寿一 (訳) (1978) ノヴム・オルガヌム—新機関. 東京 : 岩波書店.
- Baetu, I., & Baker, A. G. (2009). Human judgments of positive and negative causal chains. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *35*, 153–168.
- Baetu, I., & Baker, A. G. (2010). Extinction and blocking of conditioned inhibition in human causal learning. *Learning & Behavior*, *38*, 394–407.
- Baetu, I., & Baker, A. G. (2012). Are preventive and generative causal reasoning symmetrical? Extinction and competition. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *65*, 1675–1698.
- Baker, A. G., Baetu, I. & Murphy, R.A. (2009). Propositional learning is a useful research heuristic but it is not a theoretical algorithm. Reply to Mitchell, De Houwer & Lovibond. *Behavioral and Brain Sciences*, *32*, 199–200.
- Baker, A. G., Berbrier, M. W., & Vallée-Tourangeau, F. (1989). Judgments of a 2x2 contingency table: Sequential processing and the learning curve. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *41B*, 65–97.
- Baker, A. G., & Mercier, P. (1989). Attention, retrospective processing and cognitive representation. In S. B. Klein & R. R. Mowrer (Eds.), *Contemporary learning*

- theories: Pavlovian conditioning and the status of traditional learning theory* (pp. 85–116). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associations.
- Baker, A. G., Mercier, P., Vallée-Tourangeau, F., Frank, R., & Pan, M. (1993). Selective associations and causality judgments: Presence of a strong causal factor may reduce judgments of a weaker one. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *19*, 414–432.
- Barberia, I., Baetu, I., Murphy, R.A., & Baker, A.G. (2011). Do associations explain mental models of cause? *International Journal of Comparative Psychology*, *24*, 365–388.
- Balleine, B. W., Espinet, A., & Gonzalez, F. (2005). Perceptual learning enhances retrospective revaluation of conditioned flavor preferences in rats. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *31*, 341–350.
- Barbas, H., Saha, S., Rempel-Clower, N., & Ghashghaei, T. (2003). Serial pathways from primate prefrontal cortex to autonomic areas may influence emotional expression. *BMC Neuroscience*, *4*, 25.
- Batsell, W. R., & Best, M. R. (1993). One bottle too many? Method of testing determines the detection of overshadowing and retention of taste aversions. *Animal learning & behavior*. *21*, 154–158.
- Batson, J. D., & Best, P. J. (1979). Drug-preexposure effects in flavor-aversion learning: Associative interference by conditioned environmental stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *5*, 273–283.
- Bechara, A., Damasio, A. R., Damasio, H., & Anderson, S. W. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition*, *50*, 7–15.
- Beckers, T., De Houwer, J., Pinéno, O., & Miller, R. R. (2005). Outcome additivity

- and outcome maximality influence cue competition in human causal learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *31*, 238–249.
- Beckers, T., Miller, R. R., De Houwer, J., & Urushihara, K. (2006). Reasoning rats: Forward blocking in Pavlovian animal conditioning is sensitive to constraints of causal inference. *Journal of Experimental Psychology: General*, *135*, 92–102.
- Beckers, T., Van den Broeck, U., Renne, M., Vandorpe, S., De Houwer, J., & Elen, P. (2005). Blocking is sensitive to causal structure in 4-year-old and 8-year-old children. *Experimental Psychology*, *52*, 264–271.
- Beckers, T., Vandorpe, S., Debeys, I., & De Houwer, J. (2009). Three-year-olds' retrospective revaluation in the blicket detector task: backward blocking or recovery from overshadowing? *Experimental Psychology*, *56*, 27–32.
- Blaisdell, A. P., Bristol, A. S., Gunther, L. M., & Miller, R. R. (1998). Overshadowing and latent inhibition counteract each other: Further support for the comparator hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *24*, 335–351.
- Blaisdell, A. P., Sawa, K., Leising, K. J., & Waldmann, M. S. (2006). Causal reasoning in rats. *Science*, *311*, 1020–1022.
- Blaser, R. E., Couvillon, P. A., & Bitterman, M.E. (2004). Backward blocking in honeybees. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *57B*, 349–360.
- Booth, S. L. & Buehner, M. J. (2007). Asymmetries in cue competition in forward and backward blocking designs: Further evidence for causal model theory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *60*, 387–399.
- Boucsein, W. (1992). *Electrodermal activity*. New York: Plenum Press.
- Bush, R. R., & Mosteller, F. (1951). A mathematical model for simple learning.

- Psychological Review*, 58 , 313–323 .
- Canon, W. B. (1929). *Bodily changes in pain, hunger, fear and rage: An account of recent researches into the function of emotional excitement*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Carter, R. M., O'Doherty, J. P., Seymour, B., Koch, C., & Dolan, R. J. (2006) . Contingency awareness in human aversive conditioning involves the middle frontal gyrus. *NeuroImage*, 29, 1007–1012.
- Chapman, G. B. (1991). Trial order affects cue interaction in contingency judgment. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 17, 837–854.
- Chapman, G. B., & Robbins, S. J. (1990). Cue interaction in human contingency judgment. *Memory & Cognition*, 18, 537–545.
- Cheng, P. W. (1997). From covariation to causation: A causal power theory. *Psychological Review*, 104, 367–405.
- Cheng, P. W., & Holyoak, K. J. (1995). Complex adaptive systems as intuitive statisticians: Causality, contingency, and prediction. In H. L. Roitblat & J.-A. Mayer (Eds.), *Comparative approaches to cognitive science* (pp. 271–302). Cambridge, MA: MIT Press.
- Cheng, P. W., & Novick, L. R. (1990). A probabilistic contrast model of causal induction. *Journal of Personality and Social Psychology*, 58, 545–567.
- Cheng, P. W., & Novick, L. R. (1992). Covariation in natural causal induction. *Psychological Review*, 99, 365–382.
- Cheng, P. W., & Novick, L. R. (2005). Constraints and Nonconstraints in Causal Learning: Reply to White (2005) and to Luhmann and Ahn (2005). *Psychological Review*, 112, 694–707.

- Cheng, D. T., Richards, J., & Helmstetter, F. J. (2007). Activity in the human amygdala corresponds to early, rather than late period autonomic responses to a signal for shock. *Learning & Memory, 14*, 485–490.
- Cobos, P. L., Canõ, A., López, F. J., Luque, J. L., & Almaraz, J. (2000). Does the type of judgment required modulate cue competition? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Comparative & Physiological Psychology, 53B*, 193–207.
- Cobos, P. L., López, F. J., Canõ, A., Almaraz, J., & Shanks, D. R. (2002). Mechanisms of predictive and diagnostic causal induction. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes, 28*, 331–346.
- Collins, J. D. & Shanks, D. (2002). Momentary and integrative response strategies in causal judgment. *Memory & Cognition, 30*, 1138–1147.
- Corlett, P. R., Aitken, M. R. F., Dickinson, A., Shanks, D.R., Honey, G. D., Honey, R. A. E., Robbins, T. W., Bullmore, E. T., & Fletcher, P. C. (2004). Prediction error during retrospective revaluation of causal associations in humans: fMRI evidence in favor of an associative model of learning. *Neuron, 44*, 877–888.
- Critchley, H. D. (2002). Electrodermal responses: What happens in the brain. *Neuroscientist, 8*, 132–142.
- Crump, M. J. C., Hannah, S. D., Allan, L. G., & Hord, L. K. (2007). Contingency judgments on the fly. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 60*, 753–761.
- Davey, G. C. L., & Singh, J. (1988). The Kamin “blocking” effect and electrodermal conditioning in humans. *Journal of Psychophysiology, 2*, 17–25.
- Dawson, M. E., Schell, A. M., & Courtney, C. G. (2011). The skin conductance response, anticipation, and decision-making. *Journal of Neuroscience,*

Psychology, and Economics, 4, 111–116.

- De Houwer, J. (2002). Forward blocking depends on retrospective inferences about the presence of the blocked cue during the elemental phase. *Memory & Cognition*, 30, 24–33.
- De Houwer, J. (2007). A conceptual and theoretical analysis of evaluative conditioning. *The Spanish Journal of Psychology*, 10, 230–241.
- De Houwer, J. (2009a). The propositional approach to associative learning as an alternative for association formation models. *Learning & Behavior*, 37, 1–20.
- De Houwer, J. (2009b). What are association formation models good for?. *Learning & Behavior*, 37, 25–26.
- De Houwer, J., & Beckers, T. (2002a). A review of recent developments in research and theories on human contingency learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55B, 289–310.
- De Houwer, J., & Beckers, T. (2002b). Higher-order retrospective revaluation in human causal learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55, 137–151.
- De Houwer, J., & Beckers, T. (2002c). Second-order backward blocking and unovershadowing in human causal learning. *Experimental Psychology*, 49, 27–33.
- De Houwer, J., & Beckers, T. (2003). Secondary task difficulty modulates forward blocking in human contingency learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 56B, 345–357.
- De Houwer, J., Thomas, S., & Baeyens, F. (2001). Associative learning of likes and dislikes: A review of 25 years of research on human evaluative conditioning. *Psychological Bulletin*, 127, 853–869.
- Denniston, J. C., Miller, R. R., & Matute, H. (1996). Biological significance as a

- determinant of cue competition. *Psychological Science*, 7, 325–331.
- Denniston, J. C., Savastano, H. I., Blaisdell, A. P., & Miller, R. R. (2003). Cue competition as a retrieval deficit. *Learning and Motivation*, 34, 1–31.
- Denniston, J. C., Savastano, H. I., & Miller, R. R. (2001). The extended comparator hypothesis: Learning by contiguity, responding by relative strength. In R. R. Mowrer & S. B. Klein (Eds.), *Handbook of contemporary learning theories* (pp. 65–117). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Descartes, R. (1637). *Discours de la méthode pour bien conduire sa raison, et chercher la vérité dans les sciences*. 谷川多佳子 (訳) (1997) 方法序説. 東京 : 岩波書店.
- Dickinson, A. (2009). What are association formation models? *Learning & Behavior*, 37, 21–24.
- Dickinson, A., & Burke, J. (1996). Within-compound associations mediate the retrospective revaluation of causality judgements. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49B, 60–80.
- Dickinson, A., Hall, G., & Mackintosh, N. J. (1976). Surprise and the attenuation of blocking. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 2, 313–322.
- Dickinson, A., Shanks, D., & Evenden, J. (1984). Judgment of act-outcome contingency: The role of selective attribution. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 36A, 167–191.
- 土江伸誉(2003). Pavlov の条件反射学説, 中島定彦 (編), 学習心理学における古典的条件づけの理論—パヴロフから連合学習研究の最先端まで— (pp. 1–30). 東京 : 培風館.
- Domjan, M., & Best, M. R. (1980). Interference with ingestional aversion learning

- produced by preexposure to the unconditioned stimulus: Associative and nonassociative aspects. *Learning and Motivation*, *11*, 522–537.
- Durlach, P. J. (1983). Effect of signaling inter-trial unconditional stimuli in autoshaping. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *9*, 374–389.
- Dwyer, D. M. (1999). Retrospective revaluation or mediated conditioning? The effect of different reinforcers. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *52B*, 289–306.
- Dwyer, D. M., & Burgess, K. V. (2011). Rational Accounts of Animal Behaviour? Lessons from C. Lloyd Morgan's Canon. *International Journal of Comparative Psychology*, *24*, 349–364.
- Dwyer, D. M., Starns, J., & Honey, R. C. (2009). "Causal reasoning" in rats: A reappraisal. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *35*, 578–586.
- Edelberg, R. (1972). Electrical activity of the skin: Its measurement and uses in psychophysiology. In N. S. Greenfield & R. A. Sternbach (Eds.), *Handbook of psychophysiology* (pp. 367–418). New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Esmoris-Arranz, F. J., Miller, R. R., & Matute, H. (1997). Blocking of subsequent and antecedent events. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *23*, 145–156.
- Estes, W. K., & Skinner, B. F. (1941). Some quantitative properties of anxiety. *Journal of Experimental Psychology*, *29*, 390–400.
- Fowles, D. C., Christie, M. J., Edelberg, R., Grings, W. W., Lykken, D. T., & Venables, P. H. (1981). Committee report: Publication recommendations for electrodermal measurements. *Psychophysiology*, *18*, 232–239.

- Furedy, J. J. (1971). Explicitly-unpaired and truly-random CS- controls in human classical differential autonomic conditioning. *Psychophysiology*, *8*, 497–503.
- Garcia, J., Kimeldorf, D. J., & Koelling, R. A. (1955). Conditioned aversion to saccharin resulting from exposure to gamma radiation. *Science*, *122*, 157–158.
- Gibbon, J., Berryman, R., & Thompson, R. L. (1974). Contingency spaces and measures in classical and instrumental conditioning. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *21*, 585–605.
- Gluck, M. A., & Bower, G. H. (1988). From conditioning to category learning: An adaptive network model. *Journal of Experimental Psychology: General*, *117*, 227–247.
- Glymour, C. (2001). *The mind's arrows: Bayes nets and graphical causal models in psychology*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Glymour, C. (2003). Learning, prediction, and causal Bayes nets. *Trends in Cognitive Sciences*, *7*, 43–48.
- Gopnik, A., Glymour, C., Sobel, D. M., Schulz, L. E., Kushnir, T., & Danks, D. (2004). A theory of causal learning in children: Causal maps and Bayes nets. *Psychological Review*, *111*, 1–30.
- Griffiths, T. L., Sobel, D. M., Tenenbaum, J. B., & Gopnik, A. (2011). Bayes andblickets: effects of knowledge on causal induction in children and adults. *Cognitive Science*, *35*, 1407–1455.
- Griffiths, T. L., & Tenenbaum, J. B. (2005). Structure and strength in causal induction. *Cognitive Psychology*, *51*, 334–384.
- Hall, G. (2002). Associative structures in Pavlovian and instrumental conditioning. In C.R. Gallistel (Ed.), *Stevens' handbook of experimental psychology*, third edition, (Vol. 3, pp. 1–45). New York: John Wiley & Sons.

- Hannah, S. D., Crump, M. J. C., Allan, L. G., & Siegel, S. (2009). Cue-interaction effects in contingency judgments using the streamed-trial procedure. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, *63*, 103–112.
- Herst, E., Bottjer, S. W., & Walker, E. (1980). Conditioned approach-withdrawal behavior and some signal-food relations in pigeons: Performance and positive vs. negative “associative strength”. *Bulletin of the Psychonomic Society*, *16*, 183–186.
- Hilgard, E. R., & Marquis, D. C. (1940). *Conditioning and Learning*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Hinchy, J., Lovibond, P.F., & Ter-Horst, K.M. (1995). Blocking in human electrodermal conditioning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *48B*, 2–12.
- Hobbes, T. (1651). *Leviathan*. 水田洋 (訳) (1992) リヴァイアサン 1. 東京：岩波書店.
- Hovland, C. I. (1937). The generalization of conditioned responses. IV. The effects of varying amounts of reinforcement upon the degree of generalization of conditioned responses. *Journal of Experimental Psychology*, *21*, 261–276.
- Holland, P. C. (1990). Event representation in Pavlovian conditioning: Image and action. *Cognition*, *37*, 105–131.
- Hull, C. L. (1943). *Principles of behavior: An introduction to behavior theory*. New York: Appleton-Century-Croft. 能美義博・岡本栄一 (訳) (1960) 行動の原理. 誠信書房.
- Hume, D. (1739). *A treatise of human nature*. 木曾好能 (訳) (1995) 人間本性論 第1巻—知性について. 東京：法政大学出版局.
- 今田寛 (1975). 恐怖と不安—情動と行動Ⅱ—. 東京：誠信書房.
- Jenkins, H. M., & Ward, W. C. (1965). Judgment of contingency between responses

- and outcomes. *Psychological Monographs: General & Applied*, 79 (Whole No.594), 1–17.
- Kamin, L. (1968). “Attention-like” processes in classical conditioning. In M. R. Jones (Ed.), *Miami symposium on the prediction of behavior: Aversive Stimulation* (pp. 9–31). Coral Gables, FL: University of Miami Press.
- Kamin, L. (1969a). Predictability, surprise, attention, and conditioning. In B. A. Campbell & R. M. Church (Eds.), *Punishment and aversive behavior* (pp. 279–296). New York: Appleton-Century-Crofts.
- Kamin, L. (1969b). Selective association and conditioning. In N. J. Mackintosh & W. K. Honig (Eds.), *Fundamental issues in associative learning* (pp. 42–64). Halifax, Nova Scotia: Dalhousie University Press.
- 鴨野元一 (1992). 皮膚伝導度反応の古典的条件づけにみる新たな展望—Furedy, J. J.の煙製ニシンにこたえて—. 川崎医療福祉学会誌 (川崎医療福祉大学), 2(1), 127–132.
- 鴨野元一・宮田洋 (1974). 条件性ヒフ電気反応の形成にみられる諸問題—とくに, 複合反応の分析を中心として—. 人文論究 (関西学院大学), 24(1), 16–43.
- Kant, I. (1781). *Kritik der reinen Vernunft* 篠田英雄(訳) (1962) 純粹理性批判. 東京: 岩波文庫文庫.
- 片桐雅義 (2001). Evaluative Conditioning は特異な学習か. 宇都宮大学国際学部研究論集 (宇都宮大学), 11, 23–36.
- 川合伸幸 (2010). 温故知新: 新発見を促す大きな基盤テクニックとしての条件づけ. 中島定彦・澤幸祐 (企画), 動物学習研究の方法論を考える—条件づけ研究事始—, 日本心理学会第74回大会, WS078.
- Kawai, N., & Kitaguchi, K. (1999). Evidence for within-compound learning in an instrumental conditioning with rats. *Behavioral Processes*, 44, 317–322.

- 川合伸幸・久保（川合）南海子（2008）. ヒトと動物の回顧的推論について. 認知科学, 15, 378–391.
- Kawai, N., Nishida, N., & Imada, J. (1998). Effects of postconditioning manipulations following compound conditioning on conditioned licking suppression in rats. *Psychologia*, 41, 49–59.
- Kaufman, M. A., & Bolles, R. C. (1981). A nonassociative aspect of overshadowing. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 18, 318–320.
- 菊池吉晃・妹尾淳史・安保雅博・渡邊修・米本恭三・大場健太郎・新見昌央・山田尚基（2012）. SPM8 脳画像解析マニュアル—fMRI, 拡張テンソルへの応用. 東京：医師薬出版株式会社.
- Kimmel, H. D., & Bevill, M. J. (1991). Blocking and unconditional response diminution in human classical autonomic conditioning. *Integrative Physiological and Behavioral Science*, 26, 132–138.
- Kimmel, H. D., & Bevill, M. J. (1996). Blocking and unconditional response diminution in human classical autonomic conditioning. *Integrative Physiological and Behavioral Science*, 31, 18–43.
- 北口勝也（1996）. 古典的条件づけにおける真にランダムな統制手続き（TRC）手続きをめぐる諸問題. 心理学評論, 39, 224–251.
- Knight, D.C., Smith, C.N., Cheng, D.T., Stein, E.A., & Helmstetter, F.J. (2004). Amygdala and hippocampal activity during acquisition and extinction of human fear conditioning. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 4, 317–325.
- 古武弥正・宮田洋（1973）. 人間の条件反応（心理学モノグラフ 13）. 東京：東京大学出版会.
- Kruschke, J. K. (2006). Locally Bayesian learning with applications to retrospective reevaluation and highlighting. *Psychological Review*, 113, 677–699.

- Kruschke, J. K., & Denton, S. E. (2010). Backward blocking of relevance-indicating cues: Evidence for locally Bayesian learning. In: C. J. Mitchell and M. E. LePelley (Eds.), *Attention and Learning: From Brain to Behaviour* (pp. 278-304). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Ktulu, J. K., & Schmajuk, N. A. (2012). Classical conditioning mechanisms can differentiate between seeing and doing in rats. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 38, 84–101.
- Kwok, W.S. & Boakes, R.A. (2012). Blocking of acquisition of a taste aversion by a context experienced prior to the taste. *Behavioural Processes*, 89, 27–29.
- LaBar, K. S., Gatenby, J. C., Gore, J. C., LeDoux, J. E., & Phelps, E. A. (1998). Human amygdala activation during conditioned fear acquisition and extinction: A mixed-trial fMRI study. *Neuron*, 20, 937–945.
- Larkin, M. J. W., Aitken, M. R. F., Dickinson, A. (1998). Retrospective revaluation of causal judgments under positive and negative contingencies. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 24, 1331–1352.
- Liljeholm, M., & Cheng, P. W. (2009). The influence of virtual sample size on confidence and causal strength judgments. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 35, 157–172.
- 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.
- Locke, J. (1690). *An essay concerning human understanding*. 大槻春彦 (訳) (1968) 人間知性論. 東京 : 岩波書店.
- López, F. J., Cobos, P. L., & Caño, A. (2005). Associative and causal reasoning accounts of causal induction: Symmetries and asymmetries in predictive and

- diagnostic inferences. *Memory & Cognition*, *33*, 1388–1398.
- Lovibond, P. F. (1992). Tonic and phasic electrodermal measures of human aversive conditioning with long duration stimuli. *Psychophysiology*, *29*, 621–632.
- Lovibond, P. F. (1993). Conditioning and cognitive-behaviour therapy. *Behaviour Change*, *10*, 119–130.
- Lovibond, P. F. (2003). Causal beliefs and conditioned responses: Retrospective reevaluation induced by experience and by instruction. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *29*, 97–106.
- Lovibond, P. F., & Shanks, D. R. (2002). The role of awareness in Pavlovian conditioning: Empirical evidence and theoretical implications. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *28*, 3–26.
- Lovibond, P. L., Siddle, D. A. T., & Bond, N. (1988). Insensitivity to stimulus validity in human Pavlovian conditioning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *40B*, 377–410.
- Lu, H., Yuille, A., Liljeholm, M., Cheng, P.W., & Holyoak, K.J. (2008). Bayesian generic priors for causal learning. *Psychological Review*, *115*, 955–984.
- Luhmann, C., & Ahn, W. (2005). The meaning and computation of causal power: Comment on Cheng (1997) and Novick and Cheng (2004). *Psychological Review*, *112*, 685–693.
- Macho, S., & Burkhardt, J. (2002). Recursive retrospective reevaluation of causal judgments. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *28*, 1171–1186.
- Mackintosh, N. J. (1975). A theory of attention: Variation in the associability of stimuli with reinforcement. *Psychological Review*, *82*, 276–298.
- Mackintosh, N. J. (1976). Overshadowing and stimulus intensity. *Animal Learning*

and Behavior, 4, 186–192.

Manns, J. R., Clark, R. E., & Squire, L. R. (2002). Standard delay eyeblink conditioning is independent of awareness. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 28, 32–37.

Marr, D. (1982). *Vision*. San Francisco: Freeman.

Matute, H., Arcediano, F., & Miller, R. R. (1996). Test question modulates cue competition between causes and between effects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 22, 182–196.

Matute, H., & Pineño, O. (1998). Stimulus competition in the absence of compound conditioning. *Animal Learning & Behavior*, 26, 3–14.

Matzel, L. D., Schachtman, T. R., & Miller, R. R. (1985). Recovery of an overshadowed association achieved by extinction of the overshadowing stimulus. *Learning and Motivation*, 16, 398–412.

Melchers, K. G., Lachnit, H., & Shanks, D. R. (2004). Within-compound associations in retrospective revaluation and in direct learning: A challenge for comparator theory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 57B, 25–53.

Melchers, K. G., Üngör, M., & Lachnit, H. (2005). The experimental task influences cue competition in human causal learning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 31, 477–483.

Melz, E. R., Cheng, P. W., Holyoak, K. J., & Waldmann, M. R. (1993). Cue competition in human categorization: Contingency or the Rescorla-Wagner learning rule? Comment on Shanks (1991). *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19, 1398–1410.

Michael, T., Blechert, J., Vriends, N., Margraf, J., & Wilhelm, F. H. (2007). Fear conditioning in panic disorder: Enhanced resistance to extinction. *Journal of*

Abnormal Psychology, 30, 612–617.

Mill, J. S. (1843). *The logical thinking process*. 大関将一(訳) (1949) 論理学体系.

東京：春秋社.

Miller, R. R., Hallam, S. C., & Grahame, N. J. (1990). Inflation of comparator stimuli following CS training. *Animal Learning & Behavior*, 18, 434–443.

Miller, R. R., & Matute, H. (1996). Biological significance in forward and backward blocking: Resolution of a discrepancy between animal conditioning and human causal judgment. *Journal of Experimental Psychology: General*, 125, 370–386.

Miller, R. R., & Matute, H. (1998). Competition between outcomes. *Psychological Science*, 9, 146–149.

Miller, R. R., & Matzel, L. D. (1988). The comparator hypothesis: A response rule for the expression of associations. In G. H. Bower (Ed.), *The Psychology of learning and motivation* (vol. 22, pp. 51–92). San Diego, CA: Academic Press.

Mitchell, C.J., De Houwer, J. & Lovibond, P.F. (2009). The propositional nature of human associative learning. *Behavioral and Brain Sciences*, 32, 183–198.

Mitchell, C. J., & Lovibond, P. F. (2002). Backward and forward blocking in human electrodermal conditioning: Blocking requires an assumption of outcome additivity. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55B, 311–329.

宮田洋 (1997). 関西学院大学心理学研究室と生理心理学. 生理心理学と精神生理学, 15, 43–50.

宮田洋 (2009). Pavlov のノーベル生理学・医学賞について. 生理心理学と精神生理学, 27, 225–234.

Molet, M., Callejas-Aguilera, J. E., & Rosas, J. M. (2007). Latent timing in human conditioned avoidance. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 33, 476–483.

- Molet, M., Leconte, C., & Rosas, J. M. (2006). Acquisition, extinction and temporal discrimination in human conditioned avoidance. *Behavioral Processes*, 73, 199–208.
- Morgan, C. L. (1903). *An introduction to comparative psychology* (second edition). London: W. Scott.
- Mutter, S. A., Atchley, A. R., & Plumlee, L. M. (2012). Aging and retrospective reevaluation of causal learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory, and Cognition*, 38, 102–117.
- Mutter, S. A., Strain, L. M., & Plumlee, L. F. (2007). The role of age and prior beliefs in contingency judgment. *Memory & Cognition*. 35, 875–884.
- 投石保広・今田寛 (1980). 不安の実験心理学. 心理学評論, 23, 211–237.
- Nakajima, S. (2004). Associative learning in animals : A selective review of recent topics and contribution of Japanese researchers. *Japanese Psychological Research*, 46, 141–153.
- 中島定彦 (2006a). 商品広告と古典的条件づけ—研究展望 (1) —. 行動科学, 45(1), 51–64.
- 中島定彦 (2006b). 商品広告と古典的条件づけ—研究展望 (2) —. 行動科学, 45(2), 27–36.
- 中島定彦 (2007). 条件反応の消去. *Brain Medical*, 19, 33–38.
- 中島定彦 (2013). 「つばきとひきつり」から情報処理へ—現代連合学習理論の50年—. 谷内通 (企画・司会), 日本基礎心理学会第32回大会, 特別企画講演.
- 中島定彦 (編)・今田寛 (監修) (2003). 学習心理学における古典的条件づけの理論——パヴロフから連合学習研究の最先端まで. 東京: 培風館.
- Nakajima, S., & Kawai, N. (1997). Failure of retrospective inference in rats' taste

aversion. *Japanese Psychological Research*, 39, 87–97.

中島定彦・獅々見照 (2003). Rescorla-Wagner モデル, 中島定彦 (編), 学習心理学における古典的条件づけの理論—パヴロフから連合学習研究の最先端まで— (pp. 31–54). 東京: 培風館.

Nelson, J. B., & Sanjuan, M. D. (2006). A context specific latent inhibition effect in a human conditioned suppression task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59, 1003–1020.

Neunaber, D. J., & Wasserman, E. A. (1986). The effect of unidirectional versus bi-directional rating procedures on college student's judgment of response-outcome contingencies. *Learning and Motivation*, 17, 162–179.

新美良純・鈴木二郎 (編) (1986). 皮膚電気活動. 東京: 星和書店.

Novick, L. R., & Cheng, P. W. (2004). Assessing interactive causal influence. *Psychological Review*, 111, 455–485.

Numata, K., Komatsu, T., Uetsuki, S., Kakigi, T., Yokoyama, K., & Sato, N. (2012). Causal knowledge modulates backward blocking: An fMRI study. Program of the 35th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society, 167.

沼田恵太郎 (2011). 随伴性判断に関する最近の研究動向—連合学習理論の適用をめぐる—. 中島定彦・澤幸祐 (企画), カント去れヒュームは来れコロキウム—現代連合心理学の挑戦—, 日本心理学会第 76 回大会, WS006.

沼田恵太郎・堀麻佑子・中島定彦. (2012). 随伴性判断における結果の密度バイアス—連続型試行手続きを用いて—. 心理学会第 76 回大会発表論文集, 756.

沼田恵太郎・宮田洋 (2011). 皮膚電気条件づけ—その意義と研究動向—. 人文論究 (関西学院大学), 61(2), 55–88.

沼田恵太郎・宮田洋. (2013). 不安水準と古典的分化条件づけ—皮膚電気活動

- を指標として一. 生理心理学と精神生理学, 31, 162.
- 沼田恵太郎・太田麻里奈・嶋崎恒雄 (2011). ヒトの随伴性学習における復元効果の実験的検討. 行動科学, 49, 115–124.
- 沼田恵太郎・嶋崎恒雄 (2008a). ヒトの随伴性学習における 2 次の回顧的再評価の実験的検討. 日本心理学会第 72 回大会発表論文集, 946.
- Numata, K., & Shimazaki, T. (2008b). Second-order retrospective revaluation in human contingency learning. *International Journal of Psychology*, 43, 291.
- 沼田恵太郎・嶋崎恒雄 (2009a). ヒトの随伴性学習における 2 次の回顧的再評価の実験的検討. 心理学研究, 80, 54–60.
- 沼田恵太郎・嶋崎恒雄 (2009b). ヒトの条件性回避における間隔 DRH スケジュールの実験的検討. 日本行動分析学会第 27 回大会発表論文集, 65.
- 沼田恵太郎・嶋崎恒雄 (2010a). 因果学習における手がかり競合の非対称性について. 日本認知科学会第 27 回大会発表論文集, 3–33.
- Numata, K., & Shimazaki, T. (2010b). Avoidance response affects judgment of cue-outcome contingency. Convention Program of the 36th Annual Convention of the Association for Behavior Analysis International, 219.
- 沼田恵太郎・嶋崎恒雄 (2011a). 因果学習における手がかり競合の非対称性. 日本認知科学会第 28 回大会発表論文集, 89–93.
- 沼田恵太郎・嶋崎恒雄 (2011b). ヒトの随伴性学習における順行／逆行ブロッキング. 日本心理学会第 75 回大会発表論文集, 775.
- 沼田恵太郎・嶋崎恒雄 (印刷中). 結果の強度が 2 次の回顧的再評価に与える影響. 心理科学研究 (関西学院大学), 40.
- Oberling, P., Bristol, A. S., Matute, H., & Miller, R. R. (2000). Biological significance attenuates overshadowing, relative validity, and degraded contingency effects. *Animal Learning & Behavior*, 28, 172–186.

- Pavlov, I.P. (1897). *Lektsii o rabote glavnykh pishchevaritel'nykh zhelez* [Lectures on the work of the principal digestive glands]. St.Petersburg, Russia: Tipografiia Ministerstva Putei Soobsheniia.
- Pavlov I. P. (1902). *The work of the digestive glands* (W.H. Thompson, Trans.). London: Charles Griffin. (Original work published 1897)
- Pavlov, I. P. (1927). *Conditioned reflexes: An investigation of the physiological activity of cerebral cortex* (G. V. Anrep, Trans.). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Pavlov, I. P. (1932) Fiziologiya vysshei nervnoi deiatel'nosti [The physiology of the higher nervous activity]. In I. P. Pavlov, *Polnoe Sobranie Sochinenii*, Vol. 3, Book 2. Moscow, Leningrad: Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR.
- Pascal, J. (1690). *Pansèè*. 前田陽一・由紀康(訳) (1973) パンセè. 東京：中央文庫.
- Pearce, J. M. (1987). A model for stimulus generalization in Pavlovian conditioning. *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.
- Pearl, J. (2000). *Causality: Models, Reasoning, and Inference*. Cambridge, England: Cambridge University Press. 黒木学 (訳) (2001). 統計的因果推論—モデル・推論・推測—. 東京：共立出版.
- Pellon, R., & Montano, J. M. G. (1990). Conditioned stimuli as determinants of blocking in human electrodermal conditioning. In P. J. Drenth, J. A. Sergeant, & R. J. Takes (Eds.), *European perspectives in psychology* (vol. 2, pp. 409–423). Chichester, UK: John Wiley & Sons.

- Pellon, R., Montano, J. M. G., & Sanchez, P. (1995). Blocking and electrodermal conditioning in humans. *Psicologica, 16*, 321–329.
- Penn, D. C., & Povinelli, D. J. (2007). Causal cognition in human and nonhuman animals: A comparative, critical review. *Annual Review of Psychology, 58*, 97–118.
- Perales, J. C., Catena, A., Shanks, D. R., & González, J. A. (2005). Dissociation between judgments and outcome-expectancy measures in covariation learning: A Signal Detection Theory approach. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 31*, 1105–1120.
- Phelps, E. A., Delgado, M. R., Nearing, K. I., & LeDoux, J. E. (2004). Extinction learning in humans: Role of the amygdala and vmPFC. *Neuron, 43*, 897–905.
- Pineles, S. L., Orr, M. R., & Orr, S. P. (2009). An alternative scoring method for skin conductance responding in a differential fear conditioning paradigm with a long-duration conditioned stimulus. *Psychophysiology, 46*, 984–995.
- Pineño, O., & Miller, R. R. (2007). Comparing associative, statistical, and inferential reasoning accounts of human contingency learning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 60*, 310-329.
- Pineño, O., Urushihara, K. & Miller, R.R. (2005). Spontaneous recovery from forward and backward blocking. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes, 31*, 172-183.
- Price, P. C., & Yates, J. F. (1993). Judgmental overshadowing: Further evidence of cue interaction in contingency judgment. *Memory & Cognition, 21*, 561–572.
- Price, P. C., & Yates, J. F. (1995). Associative and rule-based accounts of cue interaction in contingency judgment. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 21*, 1639–1655.

- Quirk, G. J., Paré, D., Richardson, R., Herry, C., Monfils, M. H., Shiller, D., & Vicentic, A. (2010). Erasing fear memories with extinction training. *Journal of Neuroscience*, *30*, 14993–14997.
- Razran, G. (1955). Conditioning and perception. *Psychological Review*, *62*, 82–95.
- Rescorla, R. A. (1966). Predictability and number of pairings in Pavlovian fear conditioning. *Psychonomic Science*, *4*, 383–384.
- Rescorla, R. A. (1967). Pavlovian conditioning and its proper control procedures. *Psychological Review*, *74*, 71–80.
- Rescorla, R. A. (1968). Probability of shock in the presence and absence of CS in fear conditioning. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *66*, 1–5.
- Rescorla, R. A. (1969). Pavlovian conditioned inhibition. *Psychological Bulletin*, *72*, 77–94.
- Rescorla, R. A. (1981). Within-signal learning in autoshaping. *Animal Learning & Behavior*, *9*, 245–252.
- Rescorla, R. A., & LoLordo, V. M. (1965). Inhibition of avoidance behavior. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *59*, 406–412.
- Rescorla, R. A., & Solomon, R. L. (1967). Two-process learning theory: Relationships between Pavlovian conditioning and instrumental learning. *Psychological Review*, *74*, 151–182.
- 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: Current research and theory* (pp. 64–99). New York: Appleton-Century-Crofts.
- San-Galli, A., Marchand, A. R., Decorte, L., & Di Scala, G. (2011). Retrospective reevaluation and its neural circuit in rats. *Behavioral Brain Research*, *223*,

- 262–270.
- 澤幸祐 (2012). 連合学習理論は擬鼠主義の産物か—表現論としての連合主義—. *動物心理学研究*, 62, 59–67.
- 澤幸祐・栗原彬・沼田恵太郎・永石高敏 (2011). 学習と認知—随伴性判断を中心—. 大山正 (監修)・廣中直行 (編著), *心理学研究法 3—学習・動機・情動—* (第3章, pp. 70–92). 東京: 誠信書房.
- Schachtman, T. R., Kaspro, W. J., Meyer, R. C., Bourne, M. J., & Hart, J. A. (1992). Extinction of the overshadowing CS after overshadowing in conditioned taste aversion. *Animal Learning & Behavior*, 20, 207-218.
- Schiller, D., Monfils, M. H., Raio, C. M., Johnson, D. C., LeDoux, J. E., & Phelps, E. A. (2010). Preventing the return of fear in humans using reconsolidation update mechanisms. *Nature*, 463, 49–53.
- Schultz, W. (1998). Predictive reward signal of dopamine neurons. *Journal of Neurophysiology*, 80, 1–27.
- Schultz, W. & Dickinson, A. 2000 Neuronal coding of prediction errors. *The Annual Review of Neuroscience*, 23 , 473-500 .
- Schultz, D. H., & Helmstetter, F. J. (2010). Classical conditioning of autonomic fear response is independent of contingency awareness. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 36, 495–500.
- Shanks, D. R. (1985a). Continuous monitoring of human contingency judgment across trials. *Memory & Cognition*, 13, 158–167.
- Shanks, D. R. (1985b). Forward and backward blocking in human contingency judgement. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 37B, 1–21.
- Shanks, D. R. (1991). Categorization by a connectionist network. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 17, 433–443

- Shanks, D. R. (1993). Associative versus contingency accounts of category learning: Reply to Melz, Cheng, Holyoak, and Waldmann (1993). *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *19*, 1411–1423.
- Shanks, D. R. (2007). Associationism and cognition: Human contingency learning at 25. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *60*, 291–309.
- Shanks, D. R., & López, F. J. (1996). Causal order does not affect cue selection in human associative learning. *Memory & Cognition*, *24*, 511–522.
- Shanks, D. R., & Lovibond, P. F. (2002). Autonomic and eyeblink conditioning are closely related to contingency awareness: Reply to Wiens and Öhman (2002) and Manns et al. (2002). *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *28*, 38–42.
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). The mathematical theory of communication. Urbana, IL: University of Illinois Press.
- Shi, C., & Davis, M. (2001). Visual pathways involved in fear conditioning measured with fear-potentiated startle: behavioral and anatomic studies. *Journal of Neuroscience*, *21*, 9844–9855.
- 嶋崎恒雄 (1994). 随伴性の判断—動物の研究とヒトの研究をむすぶもの—。磯博行・杉岡幸三 (編), 情動・学習・脳 (第 7 章, pp. 115-135). 大阪: 二瓶社.
- 嶋崎恒雄 (1995). 共変動査定事態の情報処理に関する 2 つのモデル. 人文論究 (関西学院大学), *45(1)*, 17–31.
- 嶋崎恒雄 (1999). 随伴性判断の獲得過程に対する連合学習モデルの適用の妥当性に関して. 心理学研究, *70*, 409–416.
- 嶋崎恒雄 (2003). ヒトの随伴性判断, 中島定彦 (編), 学習心理学における古典的条件づけの理論—パヴロフから連合学習研究の最先端まで—(第 10 章,

- pp. 163–176). 東京：培風館.
- 嶋崎恒雄 (2009). ヒトとヒト以外を隔てるもの—実験心理学の立場から—. 認知科学, 16, 148–153.
- 嶋崎恒雄・津田泰弘・今田寛 (1988). 随伴性の判断：随伴性の概念と実験事態の分類. 人文論究, 38 (2), 47–66.
- 清水秀美・今栄国晴 (1981). STATE-TRAIT ANXIETY INVENTORY の日本語版 (大学生用) の作成 教育心理学研究, 29, 62–67.
- Skinner, B. F. (1938). *The Behavior of Organism: An Experimental Analysis*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Sobel, D. M., & Kirkham, N. Z. (2006). Blickets and babies: The development of causal reasoning in toddlers and infants. *Developmental Psychology*, 42, 1103–1115.
- Sobel, D. M., & Kirkham, N. Z. (2007). Bayes nets and babies: infants' developing statistical reasoning abilities and their representation of causal knowledge. *Developmental Science*, 42, 298–306.
- Sobel, D. M., Tenenbaum, J. B., & Gopnik, A. (2004). Children's causal inferences from indirect evidence: Backwards blocking and Bayesian reasoning in preschoolers. *Cognitive Science*, 28, 303–333.
- Solanto, M. V., & Katki, E. S. (1979). Classical EDR conditioning using a truly random control and subjects differing in electrodermal lability level. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 19, 42–52.
- Solomon, R. L., & Wynne, L. C. (1954). Traumatic avoidance learning: The principles of anxiety conservation and partial irreversibility. *Psychological Review*, 61, 353–385.
- Squire, L. R. (1992). Memory and the hippocampus: A synthesis from findings with

- rats, monkeys, and humans. *Psychological Review*, 99, 195–231.
- Stout, S. C., Miller, R. R. (2007). Sometimes competing retrieval (SOCR): A mathematical implementation of the extended comparator hypothesis. *Psychological Review*, 114, 759–783.
- 田中美知太郎 (訳) (1966). テアイトロス. Platon *Theaetetus*. 東京 : 岩波文庫.
- Taylor, K.M. & Boakes, R.A. (2002). Extinction of conditioned taste aversions: Effects of concentration and overshadowing. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55B, 213- 239.
- Thorndike, E. L. (1898). *Animal Intelligence: An Experimental Study of the Associative Processes in Animals* (Psychological Review, Monograph Supplements, No. 8). New York: Macmillan.
- Tolman, E.C. (1932). *Purposive Behavior in Animals and Men*. New York: Century.
- Turner, D. C., Aitken, M. R. F., Shanks, D. R., Sahakian, B. J., Robbins, T. W., Schwarzbauer, C., and Fletcher, P. C. (2004). The role of lateral frontal cortex in causal associative learning: exploring preventative and super-learning. *Cerebral Cortex*, 18, 872–880.
- 漆原宏次 (1999). 古典的逆行条件づけに関する最近の研究動向. 心理学評論, 42, 272–288.
- 漆原宏次 (2010). 古典的條件づけにおける刺激競合現象の応用に関する諸問題. 行動科学, 49, 19–30.
- Urushihara, K., & Miller, R. R. (2010). Backward blocking in first-order conditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 36, 281–295.
- Vadillo, M. A., Bercena, R., & Matute, H. (2006). The internet as a research tool in study of associative learning: As example from overshadowing. *Behavioral Processes*, 73, 36–40.

- Vadillo, M. A., Castro, L., Matute, H., & Wasserman, E. A. (2008). Backward blocking: The role of within-compound associations and interference between cues trained apart. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *61*, 185–193.
- Vadillo, M. A., Miller, R. R., & Matute, H. (2005). Causal and predictive-value judgments, but not predictions, are based on cue-outcome contingency. *Learning & Behavior*, *10*, 172–183.
- Vallée-Tourangeau, F., Payton, T., & Murphy, R. A. (2008). The impact of presentation format on causal inferences. *European Journal of Cognitive Psychology*, *20*, 177–194.
- Vandorpe, S., De Houwer, J., & Beckers, T. (2007). Outcome maximality and additivity training also influence cue outcome in causal learning when learning involves many cues and events. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *60*, 356–368.
- Van Hamme, L. J., Kao, S.-F., & Wasserman, E. A. (1993). Judging interevent relations: From cause to effect and from effect to cause. *Memory & Cognition*, *21*, 802–808.
- Van Hamme, L. J., & Wasserman, E. A. (1994). Cue competition in causality judgments: The role of nonpresentation of compound stimulus elements. *Learning and Motivation*, *25*, 125–151.
- Wagner, A. R. (1981). SOP: A model of automatic memory processing in animal behavior. In N. E. Spear & R. R. Miller (Eds.), *Information processing in animals: Memory mechanism* (pp. 5–47). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Waldmann, M. R. (2000). Competition among causes but not effects in predictive and diagnostic learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory,*

- and Cognition*, 26, 53-76.
- Waldmann, M. R. (2001). Predictive versus diagnostic causal learning: Evidence from an overshadowing paradigm. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8, 600-608.
- Waldmann, M. R., & Holyoak, K. J. (1992). Predictive and diagnostic learning within causal models: Asymmetries in cue completion. *Journal of Experimental Psychology: General*, 121, 222-236.
- Waldmann, M. R., & Holyoak, K. J. (1997). Determining whether causal order affects cue selection in human contingency learning: Comments on Shanks and López (1996). *Memory & Cognition*, 25, 125-134.
- Waldmann, M. R., & Walker, J. M. (2005). Competence and performance in causal learning. *Learning & Behavior*, 33, 211-229.
- Ward, W. C., & Jenkins, H. M. (1965). The display of information and the judgment of contingency. *Canadian Journal of Psychology*, 19, 231-241.
- Warren, H. C. (1921). *A history of the association psychology*. NY: Charles Scribner's Sons. 矢田部達郎 (訳) (1951). 心理學史 大阪：創元社.
- Wasserman, E. A. (1990). Attribution of causality to common and distinctive elements of compound stimuli. *Psychological Science*, 1, 298-302.
- Wasserman, E. A., & Berglan, L. R. (1998). Backward blocking and recovery from overshadowing in human causal judgement: The role of within-compound associations. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 51B, 121-138.
- Watson, J. B. (1930). *Behaviorism* (revised edition). New York: Norton. 那須聖 (訳) (1942). 人間は如何に行動するか. 東京：創元社.
- Wessa, M., & Flor, H. (2007). Failure to extinction of fear response in posttraumatic stress disorder: Evidence from second-order conditioning. *American Journal of Psychiatry*, 164, 1684-1692.

- Williams, D. A., Sagness, K. E., & McPhee, J. E. (1994). Configural and elemental strategies in predictive learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *20*, 694–709.
- Wiens, S., & Öhman, A. (2002). Unawareness is more than a chance event: Comment on Lovibond and Shanks (2002). *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *28*, 27–31.
- Windholz, G. (1988). The second signal system as conceived by palov and his disciples. *The Pavlovian Journal of Biological Science*, *25*, 163–173.
- White, P. A. (2005). The power PC theory and causal powers: Comment on Cheng (1997) and Novick and Cheng (2004). *Psychological Review*, *112*, 675–684.
- 山本光男 (訳) (1966). 靈魂論. Aristoteles *De Anima*. 東京 : 岩波文庫.

謝辞

本論文の執筆にあたり、お世話になった方々に感謝の意を表します。

はじめに大学院後期課程の指導教授であり、本論文の主査を務めて下さった、関西学院大学の中島定彦先生にお礼を申し上げます。先生には学習心理学の基礎知識や、実験デザインに関するアドバイス、論文の書き方の指導・推敲をはじめ、数えきれないほど多くのご指導を頂きました。いつも楽しそうに実験の結果をお話くださる先生とのやり取りから、研究活動の厳しさとその過程を楽しむことの大切さを教わりました。

次に本論文の副査であり、学部から大学院後期課程にわたってご指導頂いた、関西学院大学の嶋崎恒雄先生にお礼を申し上げます。先生には学究の道へと導いて頂き、思考心理学の基礎知識やコンピュータプログラミングの技術、心理学研究の方法論など熱心にご指導を頂きました。また、人生の先輩として公私にわたりアドバイスを賜りました。人生も研究も新たな第一歩を踏み出す時はいつも先生が側にいて下さいました。

そして、同じく副査を務めて下さった関西学院大学の佐藤暢哉先生と北海道医療大学の漆原宏次先生にもお礼を申し上げます。佐藤先生には大学院後期課程で院ゼミに参加させて頂き、神経心理学の基礎知識や fMRI データの解析・執筆について細やかなご指導を頂きました。酒席にて精勤賞を体現するそのお姿から、大人の男はかくあるべきと心得ました。また、漆原先生には学会や研究会を通じ、連合学習理論の研究に関する様々な専門的な助言を頂いたのみならず、研究者としての姿勢や考え方についても教えて頂きました。ニューヨーク市立大学のミラー先生と3人でお話しさせて頂いたことは今でも忘れられない思い出です。“ダメ押し”の精神こそが、論文投稿による学術貢献の肝と心得ました。

また、関西学院大学の名誉教授である宮田洋先生にもお礼を申し上げます。先生には大学院前期課程より、生理心理学の基礎知識や、皮膚電気活動や心拍などの生体反応計測のいろはなど、数多くのご指導を頂きました。修士論文の執筆時から、挫けそうなときは先生が励まして下さいました。古武弥正先生や新濱邦夫先生とのエピソードは、研究者を目指す上で大きな力になりました。差入れのマルセイのバターサンド、美味しかったです。

そして、大学院時代の先生方、先輩や後輩の皆様にもお礼を述べたいと思います。ゼミ

の時間だけでなく、学生生活という時間を楽しく過ごすことができたのは皆様のご協力があったことです。成田健一先生，松見淳子先生，八木昭宏先生をはじめ，関西学院大学の先生方には，何かと目をかけて頂きました。嶋崎ゼミの先輩である木戸盛年さんと田中善大さんには未熟な学部生・大学院生時代に可愛がって頂きました。今西明さんと高橋励さんには，研究を続けていく上で様々なご助力を頂きました。また，柗木隆寿さん，玉越勢治さん，森本文人さん，野田航さん，伊藤直さん，永石高敏さんの先輩方には，研究に関して様々なご助言を頂きました。嶋崎ゼミの後輩である高橋伸彰さん，沖中武さん，斎藤元幸さんには，ゼミの運営に関してお世話になりました。佐藤ゼミの後輩である小松丈洋さんには共同研究者として多くのご助言とご助力を頂きました。

学会や研究会の場でも色々な形でご助言，ご助力を頂きました。関西学院大学名誉教授の今田寛先生，名古屋大学の川合伸幸先生，武庫川女子大学の北口勝也先生，専修大学の澤幸祐先生，株式会社行医研の土江伸誉先生には学内外の研究会や学会で貴重なご助言を頂きました。先生方とお話しできることは，今も大学院時代も何よりの活力です。また，広島大学の坂田省吾先生，同志社大学の青山謙二郎先生，畑敏道先生，大阪市立大学の佐伯大輔先生には研究会を通じて様々なご助言を頂きました。また，日本行動科学会では，兵庫医療大学の磯博行先生，朝日大学の投石保広先生，姫路獨協大学の杉岡幸三先生，科学技術振興機構の廣中直行先生に厳しくも温かい応援のメッセージを頂きました。大阪人間科学大学の山田富美雄先生，大阪外国語大学の本城由美子先生，大阪大学の権藤恭之先生，仁愛大学の森慈子先生には日本生理心理学会などの学会で大変お世話になりました。

ここに上げた方々をはじめとする，多くの方々のご助言，ご助力なしには本論文は完成しなかったと思います。謹んで感謝の意を表したいと思います。

最後に，妻であり共同研究者である堀麻佑子さんに，いつも支えてくれた家族と友人たちに，そして彼らと出会う機会と学び舎を与えてくれた関西学院に，深い感謝の意を捧げたいと思います。

関学生活 17 年目の総まとめとして

2014 年 2 月 7 日 沼田恵太郎

付記

本論文の多くの部分は、著者がこの7年間に実施し、公表した研究をまとめたものです。これまでの研究業績と各章の対応をここに記載します。また、投稿準備中の実験のうち、既に学会発表を行ったものについても記載し、各章との対応を示しています。これらの一部は論文中に引用しており、Referencesにも記載しています。

(1) 研究論文（学術雑誌等に発表したもの）

	タイトル	本文との対応
1	沼田恵太郎 ¹ ・嶋崎恒雄 ² . ヒトの随伴性学習における2次の回顧的再価値化の実験的検討. 心理学研究, 日本心理学会, 80, pp. 54-60, 2009.	3章—2節, 3節
2	沼田恵太郎 ¹ ・太田麻里奈 ² ・嶋崎恒雄 ² . ヒトの随伴性学習における復元効果の実験的検討. 行動科学, 日本行動科学学会, 49, pp. 115-124, 2011.	6章—4節
3	沼田恵太郎 ¹ ・宮田洋 ² . 皮膚電気条件づけ—その意義と研究動向—. 人文論究 (関西学院大学), 61 (2), pp. 55-88, 2011.	5章—1節, 4節および 6章—4節
4	堀麻佑子 ¹ ・沼田恵太郎 ¹ ・中島定彦 ² . 迷信行動は負の強化で獲得され易いか? —結果の正負極性と持続時間の検討—. 心理学研究, 日本心理学会, 84, 印刷中, 2014.	
5	沼田恵太郎 ¹ ・嶋崎恒雄 ² . 結果の強度が2次の回顧的再評価に与える影響. 心理科学研究 (関西学院大学), 40, 印刷中, 2014.	3章—4節, 5節, 6節

(2) 学会発表（国際会議で発表したもの）

	タイトル	本文との対応
1	Numata, K ¹ , & Shimazaki, T ² . Second-order retrospective revaluation in human contingency learning. The 29 th International Congress of Psychology, International Congress Centrum, Berlin, Germany, July 2008.	3章—2節, 3節

2	<u>Numata, K¹</u> , & Shimazaki, T ² . Does avoidance response correspond with predictive judgment in human contingency learning? The 21 st Congress of the Spanish Society for Comparative Psychology International Meeting, Universidad De Salamanca, Salamanca, Spain, September 2009.	
3	<u>Numata, K¹</u> , & Shimazaki, T ² . Predictive judgment modulates cue competition in human contingency learning: Evidence from overshadowing. The 15 th Biennial Scientific Meeting of the International Society for Comparative Psychology, Awaji Yumebutai International Conference Center, Hyogo, Japan, May 2010.	
4	<u>Numata, K¹</u> , & Shimazaki, T ² . Avoidance response affects judgment of cue-outcome contingency. The 36 th Annual Convention of the Association for Behavior Analysis International, Henry B. Gonzalez Convention Center, San Antonio, USA, May 2010.	4 章—2 節
5	<u>Numata, K^{1,3}</u> , Komatsu, T ⁵ , Uetsuki, S ⁴ , Kakigi, T ⁴ , Yokoyama, K ⁴ , & Sato, N ² . Causal knowledge modulates backward blocking: An fMRI study. The 35 th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society, Nagoya Congress Center, Nagoya, Japan, September 2012.	2 章—7 節

(3) 学会発表（国内会議で発表したもの）

	タイトル	本文との対応
1	<u>沼田恵太郎¹</u> ・嶋崎恒雄 ² . ヒトの随伴性学習における 2 次の回顧的再価値化の実験的検討. 日本心理学会第 72 回大会, 北海道, 北海道大学, 2008 年 9 月.	3 章—2 節, 3 節
2	<u>沼田恵太郎¹</u> ・嶋崎恒雄 ² . 抑制率はヒトの随伴性学習を反映するカーインベーターゲームを用いた実験的検討—. 関西心理学会第 120 回大会, 奈良, 奈良女子大学, 2008 年 9 月.	

3	<p><u>沼田恵太郎</u>¹・嶋崎恒雄². ヒトの条件性回避における間隔 DRH スケジュールの実験的検討. 日本行動分析学会第 27 回年次大会, 茨城, 筑波大学, 2009 年 7 月.</p>	4 章—2 節
4	<p><u>沼田恵太郎</u>¹・嶋崎恒雄². ヒトの随伴性学習における行動指標と評定の不一致について. 日本心理学会第 73 回大会, 京都, 立命館大学, 2009 年 8 月.</p>	
5	<p><u>沼田恵太郎</u>¹・嶋崎恒雄². ヒトの随伴性学習における隠蔽現象の実験的検討. 日本認知科学会第 26 回大会, 神奈川, 慶応義塾大学, 2009 年 9 月.</p>	
6	<p><u>沼田恵太郎</u>¹・嶋崎恒雄². ヒトの随伴性学習における潜在制止の実験的検討. 関西心理学会第 121 回大会, 大阪, 大阪人間科学大学, 2009 年 11 月.</p>	
7	<p><u>沼田恵太郎</u>¹・嶋崎恒雄². ヒトの随伴性学習における復元効果の実験的検討. 日本行動科学学会第 26 回ウィンターカンファレンス, 北海道, 朝暁リゾートホテル, 2010 年 3 月.</p>	6 章—5 節
8	<p><u>沼田恵太郎</u>¹・嶋崎恒雄². 因果学習における手がかり競合の非対称性について. 日本認知科学会第 27 回大会, 兵庫, 神戸大学, 2010 年 9 月.</p>	2 章—2 節
9	<p><u>沼田恵太郎</u>¹・嶋崎恒雄². ヒトの随伴性学習における潜在制止の実験的検討—付加刺激の役割に着目して. 日本心理学会第 74 回大会, 大阪, 大阪大学, 2010 年 9 月.</p>	
10	<p><u>沼田恵太郎</u>¹・嶋崎恒雄². ヒトの随伴性学習における潜在制止の文脈特異性. 関西心理学会第 122 回大会, 兵庫, 兵庫医療大学, 2010 年 11 月.</p>	
11	<p><u>沼田恵太郎</u>^{1,3}・嶋崎恒雄². ヒトの随伴性学習における順行/逆行ブロッキング. 日本心理学会第 75 回大会, 東京, 日本大学, 2011 年 9 月.</p>	4 章—3 節, 4 節
12	<p><u>沼田恵太郎</u>^{1,3}. 随伴性判断に関する最近の研究動向: 連合学習理論の適用をめぐって. 日本心理学会第 75 回大会, 東京, 日本大学, 2011 年 9 月.</p>	2 章—1 節, 7 節
13	<p>堀麻佑子¹・<u>沼田恵太郎</u>^{1,3}・高橋伸彰¹・中島定彦². 制御幻想の獲得における</p>	

	固定時間スケジュールの効果. 日本心理学会第75回大会, 東京, 日本大学, 2011年9月.	
14	<u>沼田恵太郎</u> ^{1,3} ・嶋崎恒雄 ² . 因果学習における手がかり競合の非対称性. 日本認知科学会第28回大会, 東京, 東京大学, 2011年9月.	2章—3節, 4節, 6節
15	<u>沼田恵太郎</u> ^{1,3} ・堀麻佑子 ¹ ・中島定彦 ² . 随伴性判断における結果の密度バイアス—連続型試行手続きを用いて—. 日本心理学会第76回大会, 神奈川, 専修大学, 2012年9月.	3章—5節
16	堀麻佑子 ¹ ・ <u>沼田恵太郎</u> ^{1,3} ・中島定彦 ² . 結果事象の提示時間が制御幻想に及ぼす影響. 日本心理学会第76回大会, 神奈川, 専修大学, 2012年9月.	
17	<u>沼田恵太郎</u> ¹ ・宮田洋 ² . 不安水準と古典的分化条件づけ—皮膚電気活動を指標として—. 日本生理心理学会第31回大会, 福井, 福井大学, 2013年5月.	5章—2節
18	<u>沼田恵太郎</u> ¹ ・堀麻佑子 ¹ ・中島定彦 ² . 古典的条件づけによる潜在的態度の形成—タレント画像を用いた商品広告についての実験的検討—. 日本心理学会第77回大会, 北海道, 北海道医療大学, 2013年9月.	

(4) 教科書 (辞典などの読み物を除いたもの)

	タイトル	本文との対応
1	澤幸祐 ⁶ ・栗原彬 ⁷ ・ <u>沼田恵太郎</u> ^{1,3} ・永石高敏 ¹ (2011). 学習と認知—随伴性判断を中心に—. 大山正 (監修) 廣中直行 (編著), 心理学研究法3—学習・動機・情動— (pp. 69-92), 東京: 誠信書房.	1章—2節

注: 著者の所属・職 _____

1. 関西学院大学大学院文学研究科 2. 関西学院大学文学部 3. 日本学術振興会 4. 兵庫県立西播磨総合リハビリテーションセンター 5. 高知県警察本部科学捜査研究所 6. 専修大学人間科学部 7. 専修大学大学院文学研究科