

道具的弁別学習における

弁別刺激—強化結果連合の形成に関する研究

—表象媒介型条件づけを用いた実験的検討—

井口 善生

(IGUCHI, Yoshio)

道具的弁別学習における

弁別刺激—強化結果連合の形成に関する研究

—表象媒介型条件づけを用いた実験的検討—

(Formation of association between discriminative stimulus and reinforcing outcome during instrumental learning: Experimental investigation using representation-mediated conditioning)

井口 善生

(IGUCHI, Yoshio)

名古屋大学大学院環境学研究科 博士 (心理学)

2009 年 1 月

目次

目次

第1章	序論	1
1-1.	道具的学習の連合論的分析	2
1-1-1.	連合学習と連合構造	2
1-1-2.	道具的学習	5
1-2.	Sd-A 連合	8
1-2-1.	19世紀の英国における学習行動の研究	8
1-2-2.	S-R理論	9
1-2-3.	強化結果に関する学習の証拠	11
1-3.	強化結果の価値変更とA-O連合	14
1-3-1.	基本的な実験手続きの論理	14
1-3-2.	潜在消去	17
1-3-3.	条件性風味嫌悪の発見とパプロフ型条件づけにおける US 価値変更実験	18
1-3-4.	道具的学習における強化結果の価値変更実験	21
1-3-5.	期待理論	26
1-4.	刺激性制御の転移とSd-O連合の特性	29
1-4-1.	道具的弁別学習	29
1-4-2.	CSと弁別刺激の強化結果特異的な刺激性制御の転移	32
1-4-3.	二過程理論とSd-O連合の特性	36
1-5.	本研究の目的	41
1-5-1.	階層的連合構造とノードの要素的連合構造	41
1-5-2.	表象媒介型条件づけと本研究の目的	46
1-5-3.	本研究の実験的検討の構成	51
第2章	研究1:強化結果の新奇性と訓練の過剰性が 道具的弁別訓練後の弁別刺激の価値低減効果に与える影響	53
2-1.	研究1の概要	54
2-2.	研究1の目的と実験デザインの概略	55
2-3.	実験1-1	56
2-3-1.	方法	56
2-3-2.	結果と考察	60
2-4.	実験1-2	63
2-4-1.	目的	63
2-4-2.	方法	64
2-4-3.	結果	65
2-4-4.	考察	68
2-5.	実験1-3	69
2-5-1.	目的	69
2-5-2.	方法	70
2-5-3.	結果と考察	71
2-6.	研究1の総括	74

第3章	研究2: 道具的弁別訓練後の弁別刺激の価値低減と強化結果の価値低減の効果の比較	79
3-1.	研究2の概要	80
3-2.	研究2の目的と実験デザイン	80
3-3.	実験2-1	84
3-3-1.	目的	84
3-3-2.	方法	84
3-3-3.	結果と考察	89
3-4.	実験2-2	94
3-4-1.	目的	94
3-4-2.	方法	94
3-4-3.	結果と考察	96
3-5.	実験2-3	99
3-5-1.	目的	99
3-5-2.	方法	100
3-5-3.	結果	101
3-5-4.	考察	103
3-6.	研究2の総括	105
第4章	研究3: 弁別訓練後の道具的弁別刺激とパプロフ型条件刺激の価値低減の効果の比較	109
4-1.	研究3の概要	110
4-2.	研究3の目的	110
4-3.	実験3-1	115
4-3-1.	方法	115
4-3-2.	結果	121
4-3-3.	考察	123
4-4.	実験3-2	126
4-4-1.	目的	126
4-4-2.	方法	126
4-4-3.	結果と考察	127
4-5.	実験3-3	132
4-5-1.	目的	132
4-5-2.	方法	133
4-5-3.	結果と考察	136
4-6.	研究3の総括	146
第5章	総合討論	149
5-1.	実験的検討から得られた知見のまとめ	150
5-1-1.	実験的検討の目的	150
5-1-2.	研究1のまとめ	151
5-1-3.	研究2のまとめ	153
5-1-4.	研究3のまとめ	155
5-2.	新しいSd-O連合のモデルの提案	157
5-2-1.	パプロフ型条件づけにおけるUSノードの要素的モデル	157
5-2-2.	道具的学習におけるOノードの要素的モデル	160

目次

5-2-3.	誘因学習と Balleine (2001)のモデル	161
5-2-4.	研究2の知見に基づく Sd-O 連合のモデル	166
5-2-5.	研究3の知見に基づく Sd-O 連合のモデル	168
5-2-6.	従来の所見との関連における新しいモデルの評価	173
5-3.	今後の研究の展望	177
5-3-1.	表象媒介型条件づけにおける連合リンクの性質	177
5-3-2.	表象媒介型条件づけとイメージ研究の関連	183
5-3-3.	知識の個体発生と系統発生の理解にむけて	185
	要約と追記	189
	引用文献	195

目次

Tables and Figures

Tables

Table 1-1. Design of Experiment by Holland and Straub (1979, Experiment 1).	20
Table 1-2. Design of Experiment by Adams and Dickinson (1981b, Experiment 1).	22
Table 1-3. Design of Experiment by Colwill and Rescorla (1985a, Experiment 1).	23
Table 1-4. Design of Experiment by Balleine (1992, Experiment 3).	25
Table 1-5. Design of Experiment by Kruse et al. (1983).	32
Table 1-6. Design of Experiments by Urcuioli (1990, Experiments 3a & 3b).	33
Table 1-7. Design of Experiment by Colwill and Rescorla (1988b, Experiment 2).	34
Table 1-8. Design of Experiment by Holman and Mackintosh (1981, Experiment 1).	38
Table 1-9. Design of Experiment by Holman and Mackintosh (1981, Experiment 2).	39
Table 1-10. Design of Experiment by Colwill and Rescorla (1988b, Experiment 3).	40
Table 1-11. Design of Experiment by Colwill and Rescorla (1990a, Experiment 1).	44
Table 1-12. Design of Experiment by Holland (1981, Experiment 1).	47
Table 2-1. Design of Experiments in Study 1.	55
Table 2-2. Schedule of the LiCl injection phase in Experiments 1-1 and 1-2.	59
Table 3-1. Design of Experiments in Study 2.	83
Table 3-2. Results of the outcome devaluation phase of Experiment 2-1. Mean ($\pm 1SEMs$) amounts of pellet consumption.	91
Table 3-3. Design of Experiment 2-3.	100
Table 3-4. Results of the outcome consumption test of Experiment 3. Mean ($\pm 1SEMs$) common logarithm transformed amounts of pellet consumption.	103
Table 4-1. Design of Experiments in Study 3.	113
Table 4-2. Results of the outcome switching phase of Experiment 3.	138
Table 5-1. Design of Experiment by Balleine and Dickinson (1991, Experiment 1).	164
Table 5-2. Design of Experiment by Colwill and Rescorla (1990b, Experiment 2).	176
Table 5-3. Design of Experiment by Dwyer, Mackintosh, & Boakes (1998, Experiment 1).	179
Table 5-4. Design of Experiments by Holland and Sherwood (2008, Experiments 1 and 3).	181

Figures

Figure 1-1. Diagram of associative structure acquired during typical Pavlovian conditioning.	4
Figure 1-2. Diagram of instrumental learning preparation (i.e., operant chamber) for rats.	6
Figure 1-3. Diagram of possible binary associative structures acquired during instrumental learning.	7
Figure 2-1. Results of the outcome consumption tests in Experiment 1-1.	62
Figure 2-2. Results of the extinction test in Experiment 1-1.	63
Figure 2-3. Results of the outcome consumption tests in Experiment 1-2.	66
Figure 2-4. Results of the extinction test in Experiment 1-2.	67
Figure 2-5. Results of the extinction tests in Experiment 1-3.	73

目次

Figure 3-1. Results of the instrumental extinction test of Experiment 2-1.	93
Figure 3-2. Results of the outcome consumption tests of Experiment 2-2.	97
Figure 3-4. Results of the instrumental extinction tests of Experiment 2-3.	102
Figure 4-1. Results of the instrumental extinction test 1 of Experiment 3-1.	122
Figure 4-2. Results of the instrumental extinction test 2 of Experiment 3-1.	123
Figure 4-3. Results of the instrumental extinction test 1 of Experiment 3-2.	128
Figure 4-4. Results of the instrumental extinction test 2 of Experiment 3-2.	129
Figure 4-5. Results of the outcome consumption test of Experiment 3-2.	131
Figure 4-6. Results of the stimulus devaluation phase of Experiment 3-3.	139
Figure 4-7. Results of the instrumental extinction test 1 of Experiment 3-3.	141
Figure 4-8. Results of the instrumental extinction test 2 of Experiment 3-3.	142
Figure 4-9. Results of the outcome consumption test of Experiment 3-3.	145
Figure 5-1. Schematic representation of relationship between instrumental associative structure and behavioural effect.	162
Figure 5-2. A model of associative and representational structure acquired during instrumental discrimination learning based on the results of Study 2.	167
Figure 5-2. A model of associative and representational structure acquired during instrumental discrimination learning based on the results of Studies 2 and 3.	170

第 1 章 序論

1-1. 道具的学習の連合論的分析

1-1-1. 連合学習と連合構造

ヒトを含む動物(生活体: organisms)が示すもっとも基本的な学習過程は、自らの経験を通じて環境内の事象(events)間の時間的・空間的な随伴関係(contingencies)の情報を抽出することである。このような情報は、生活体が、「いま、ここ」から時間的、空間的に隔てられた生物学的に重要な事象(biological significant events: たとえば、食物や水、あるいは配偶者などの欲求的事象[appetitive events]の獲得や喪失、または、天敵のような嫌悪的事象[aversive events]との遭遇やその回避)の生起を予測するときに使われると考えられる。たとえば、食物の呈示が常にある刺激に後続しておこる、という情報を獲得した生活体は、この刺激を知覚したときにはいつでも、近い将来における食物の呈示を予測するだろう。また、いつもある陸標(landmark)の近くに食物が隠されていることを学習した生活体は、空腹になったときに無秩序な探索をせずに、その陸標付近の探索を優先的に示すだろう。

条件づけ(conditioning)は、このような学習過程を実験事態において還元的にシミュレートするための生活体の訓練パラダイムであり、パブロフ型条件づけ(Pavlovian conditioning)と道具的学習(instrumental learning)¹が含まれる。パブロフ型条件づけにおいては、無条件刺激(unconditioned stimulus: US)が他の刺激(条件刺激: conditioned stimulus: CS)に伴って生起し、道具的学習においては、強化結果(reinforcing outcome)が生活体が自発する特定の行動パターンに後続する。2 つの条件づけにおいて、生活体がどのように事象間の随伴関係を処理し、行動を制御しているのかを理解する上で、広く合意を受けながら発展してきた一般的な説明の枠組みは、生活体は経験した事象間の随伴関係について中枢的な連合的表象(associative representations)を形成する、というものである(たとえば、Domjan, 2006; Hall, 2002; Konorski, 1967; Mackintosh, 1975; Mazur, 1998; Pearce, 1987a, 2008; Pearce & Bouton,

¹ 本研究ではこの研究領域の慣習にのっとり、Hilgard and Marquis (1940)、および Konorski (1964a, 1964b)が名付けた「道具的條件づけ (instrumental conditioning)」から、この呼称を用いた。同じ学習過程に対して、Miller and Konorski (1928)は条件反射Ⅱ型(conditioned reflex Type II)、Skinner (1938)はオペラント条件づけ(operant conditioning)という呼称をそれぞれ与えている。

第 1 章 序論

2001; Pearce & Hall, 1980; Rescorla & Holland, 1982; Rescorla & Wagner, 1972; Thorndike, 1911; Wagner, 1981)。そのため、パブロフ型条件づけと道具的学習は、連合学習(associative learning)と呼称される(たとえば, Rescorla, 1988)。

連合論的な枠組みでは、条件づけにおいて生活体が経験する個々の事象は、それぞれに対応したノード(nodes)とよばれる単位的表象を記憶表象システム内に構成する。また、これらの事象間の随伴関係は、ノード間に形成される連合リンク(associative link)の性質²とその強度(連合強度: associative strengths, たとえば, Rescorla & Wagner, 1972)として表象される。ノードと連合リンクから構成されるグラフ構造を連合構造(associative structure)と呼ぶが、これは概念的な神経システムであり、2つの機能的な側面をもつ。第1に、連合構造は生活体が獲得する静的な記憶表象であり、長期記憶(long-term memory)、あるいは参照記憶(reference memory)と呼ばれるものに対応する。したがって、それぞれの連合構造は生活体が獲得する「知識」を表現する単位であり、そのような知識は「連合的知識(associative knowledge)」と呼ぶべきものである。また、ノードが符号化される強度や連合強度はこの知識の頑健さとみなすことができる。第2に、条件づけを施された生活体がある事象を知覚し、これに対応するノードが活性化すると、この活性化されたノードは獲得された連合リンクを通じて別のノードにおける活性を調整する。たとえば、興奮性リンクを通じて作り出されたあるノードの活性(associative activation)が、このノードに対応する事象を生活体が直接知覚したときにおこるノードの活性(perceptual activation)とほとんど同じ機能をもつと仮定すると、連合構造のこの挙動は生活体が示す新たな行動の獲得と変容(たとえば, Holland, 1977; Rescorla, 1973)、事象に対する予期(expectancy; たとえば, Blundell, Hall, Killcross, 2001; Trapold & Overmier, 1972)、両義的な知覚(bistable perception; たとえば, Necker cube)の解決(Haijiang, Saunders, Stone, & Backus, 2006)、および獲得等価性(acquired equivalence; たとえば, Honey, 1990; Honey & Hall, 1989)といった、連合学習における諸現象を説明する。

² 興奮 (excitation)と制止 (inhibition)の2つの性質については広く同意を得ている(Hall, 2002; Pearce & Hall, 1980)。また調整 (modulation)という第3の性質については議論がある(たとえば, Hall, 2002; Holland, 1992; Schmajuk & Holland, 1998)。

第1章 序論

したがって、連合論的な枠組みを用いて生活体の学習過程を理解するとき、その第一歩として、ある条件づけにおいて生活体が獲得する連合構造のすべてを明らかにする必要がある。これは、ある条件づけにおいて生活体が学習する可能性のある連合的知識の全体像を描くことである。これが明らかになれば、それぞれの連合構造が形成されるために必要な環境条件を明らかにするための研究(学習を進行させたり遅滞させたりする要因に関する研究、たとえば、Kamin, 1968, 1969; Wagner, 1969)や、生活体が行動を獲得しそれを遂行するときにその連合構造が果たしている役割を明らかにするための研究(知識の運用に関する研究、たとえば、Balleine, 2001; Dickinson, 1980; Dickinson & Balleine, 1994)が可能になる。たとえば、パブロフ型条件づけの文脈では、CS ノードとUS ノードが興奮性のリンクで結ばれるという基本的な連合構造の形成が実験的に示され(Figure 1-1 および本稿の 1-3-3 を参照のこと)、この連合構造が形成されるために必要な環境条件を特定することによって、影響力のあるいくつかの連合モデルが提案されてきた(Mackintosh, 1975; Pearce & Hall, 1980; Rescorla & Wagner, 1972; Wagner, 1981 などを参照のこと)。

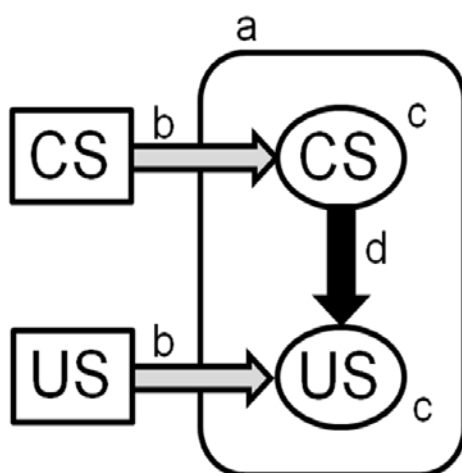


Figure 1-1. Diagram of associative structure acquired during typical Pavlovian conditioning. “a” represents organisms’ memory-representational system; “b” is process for event perception; “c” is event representation encoded in the system; “d” is acquired internal (excitatory) associative link.

これに対して、道具的学習の文脈ではこのような研究戦略が十分に機能しておらず、パブ

第 1 章 序論

ロフ型条件づけの連合モデルに匹敵するような理論が提案されるまでには至っていない。これは、発展的な研究の土台となるべき、生活体が道具的学習において獲得する連合構造の全体像に関する知見の蓄積と、それに対する包括的な議論が不十分であることが原因である。そこで、本研究は道具的学習において獲得される可能性がある 1 つの連合構造(すなわち、弁別刺激ノードと強化結果ノードの間の興奮性リンク)に関して、新たな実験的アプローチを用いてその形成を実証し、さらにその性質について検討することを目的とした。このような研究は、道具的学習の連合構造を特定する作業に後続するであろう、学習アルゴリズムや知識の運用に関する実験的な研究を刺激し、近い将来における道具的学習の包括的な連合モデルの提案として結実することが期待される。

1-1-2. 道具的学習

本研究の実験的検討においても用いられた、正の強化(positive reinforcement)を用いた典型的な道具的学習の事態は以下のようなものである。自由摂食状態(ad libium)の 80%から 85%の体重に減量されて空腹状態に置かれた被験体動物(典型的には、ラットやハト、サルが用いられることが多い。本研究ではラットを被験体とした)をオペラント・チャンバー(operant chamber; スキナー箱とも呼ばれる)に入れる(Figure 1-2 を参照のこと)。この実験装置の 1 つの側壁上の、被験体の目の高さの辺りには、操作体(manipulanda, これは、ラットやサルを被験体とした実験ではレバーなどの突起物であり、鳥類を被験体とした実験では小円形のつつき窓[キー]であることが多い)を設置する。また、マガジン(magazine)と呼ばれるえさ箱をオペラント・チャンバーに隣接して設置し、被験体はオペラント・チャンバーの側壁に設けられた穴を通じてマガジン内を探索することができる。被験体が操作体を押し下げたり、くちばしでついたりすると、マガジンに食物ペレットやショ糖溶液が呈示され(強化: reinforcement), 被験体はこれを摂取することができる。このような操作体に対する行動と強化の間の随伴性を経験した生活体が示す操作体に対する行動の遂行率(典型的には、単位時間あたりの遂行回数)は、訓練試行数の増加に伴って上昇する。

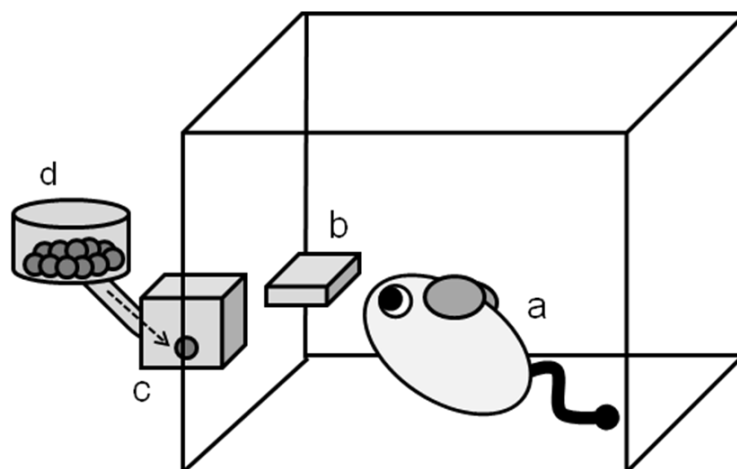


Figure 1-2. Diagram of instrumental learning preparation (i.e., operant chamber) for rats. “a” is subject animal (rat); “b”, “c”, and “d” represent manipulandum (lever), magazine, and food dispenser, respectively.

操作体に対する生活体の行動は道具的行動(instrumental action: A)と呼ばれ、この遂行に伴う食物や水は強化結果(Reinforcing outcome: O)と呼ばれる。道具的行動の遂行と強化結果の呈示の関係は様々である。1回の道具的行動の遂行が1回の強化を引き起こす場合は連続強化(continuous reinforcement: CRF)、複数回の道具的行動の遂行が1回の強化を引き起こす場合は間欠強化(intermittent reinforcement)と呼ばれるが、道具的行動と強化結果の間の強化随伴関係の記述は強化スケジュール(schedule of reinforcement)と呼ばれる。

さらに、オペラント・チャンバーに装置全体を拡散光で照明するためのランプや局所光の呈示装置、ノイズや純音を呈示するためのスピーカを設置する場合がある。このような装置を用いて刺激を断続的に呈示することによって1つの実験セッションを刺激状態の異なるいくつかの期間(periodあるいはsegment)に分割することができる。異なる刺激状態をもつ期間に対して異なる強化スケジュールを適用すると、それぞれの期間における生活体の道具的行動の遂行は変調を受けることが知られている。このような刺激を弁別刺激(discriminative stimulus: Sd)と呼び、弁別刺激と道具的行動の関係の記述を刺激性制御(stimulus control)という。生活体の道具的行動の遂行が明示的、離散的な弁別刺激によって制御されている場

第1章 序論

合の道具的行動とその遂行を弁別オペラント(discriminated operants)と呼ぶ。また、明示的、離散的な弁別刺激が呈示されない場合の道具的行動とその遂行をフリー・オペラント(free operants)と呼ぶ。フリー・オペラントの事態では、生活体が置かれた実験事態や実験装置文脈を弁別刺激とみなすことが可能である。したがって、ある道具的学習の事態を、刺激性制御と強化スケジュールの両者を用いて定義することができ、これを三項随伴性と呼ぶ(Skinner, 1938)。

三項随伴性の枠組みによれば、道具的学習において形成される連合構造に参加する可能性があるノードとして、Sd ノード、A ノード、O ノードの3つを指摘することができる。2つのノード間の連合構造である二項連合(binary associations)を学習の単位と考えると、道具的学習においては、Sd-A, A-O, そして Sd-O 連合が形成される可能性がある(Figure 1-3)。生活体が道具的学習においてこの3つの連合構造のすべてを獲得することを示す豊富な実験的証拠が得られている(たとえば, Rescorla, 1991)が、特に近年重点的な検討が加えられている A-O 連合と Sd-O 連合のそれぞれについては、これらを検出するための基本的な手続きとともに、以下の 1-3 および 1-4 において考察する。しかしながら、20 世紀前半の S-R 心理学においては、以下(1-2)に述べる Sd-A 連合以外の連合構造に関する検討はほとんど注目されていなかった。

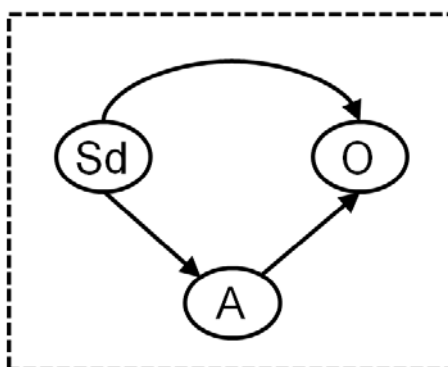


Figure 1-3. Diagram of possible binary associative structures acquired during instrumental learning. Sd, A, and O denote nodes for discriminative stimulus, instrumental action, and reinforcing outcome, respectively.

1-2. Sd-A 連合

1-2-1. 19 世紀の英国における学習行動の研究

現代心理学における道具的学習の研究は Thorndike, E. L.の実験的研究から始まるとされる(たとえば, Tolman, 1938)が, 同時に Thorndike は Pavlov, I. P.と並んで, 連合論的な学習過程の分析の源流の 1 つともみなされる(Hall, 2002)。Thorndike の研究と彼の S-R 理論(効果の法則)がその後半世紀以上にわたって道具的学習を含む連合学習の研究に多大な影響を与えたことを考えると, 彼の前後の研究者が共有していた時代精神とも呼べる背景を概観することで現代の連合論的な学習心理学の特徴を対比的に描き出すことが可能である。そこで, この 1-2-1 では, Thorndike 以前の科学者(哲学者)が動物の道具的学習についてどのように考えていたのかを概観する。その後, 1-2-2 において Thorndike や新行動主義の代表である Hull, C. L.が, その S-R 理論において道具的学習の連合構造をどのように考えたのかを見る。

Bain, A.はヒトの神経過程と心理過程の関係を検討しようと試みた 19 世紀英国の哲学者であり, 動物が示す 2 種類の行動を区別する必要性を論じた(Bain, 1855)。この第 1 のものは, 外的な事象に対する神経系の反応であり, これは現在のバブロフ型条件づけの基礎過程に対応すると考えられる。他方, 第 2 の行動について, Bainは「純粹に内的な衝動に起因する活動エネルギーの発動こそ, 我々の身体における最重要の事実」(Bain, 1855, 前書き)であり, 「自発的活動の存在が意志の力の本質的前兆」(Bain, 1855, p. 289)であると述べている。Bainによれば, 原則的にはランダムに起こる動物の自発的行動に対して, 快や苦という情動経験を結びつけながらそれが意志的行動と呼ぶにふさわしい方向性を付与する過程が存在する。一方, 「心理学原論」の著者として知られるSpencer, H.は, この本の中で進化論的な視点から動物の行動を検討し, Bainが主張するところの快や苦といった情動は, それぞれの動物種が進化の過程でそれらを生得的に感受できるように調整されてきたことを主張した

第 1 章 序論

(Spencer, 1870)³。いずれにせよ, Thorndike (1911)が「動物の知性(animal intelligence)」において, 道具的学習に関する「効果の法則」を主張する以前に, 「動物の行動に引き続いて快をもたらす事象が生起する場合にはその行動が生じる頻度は上昇し, 苦をもたらす事象が生起する場合にはその行動の頻度は下がる」という所見は, 「Spencer-Bainの原則」としてすでに知られていた(Boakes,1984)。この原則は, 道具的学習という研究領域の開拓における先鞭と言えるが, この学習において生活体が獲得する連合構造に関しては言及されていない。

Spencer-Bainの原則は思弁的に主張されたものであるが, 実証的研究に裏付けられた効果の法則との間隙を埋めるミッシング・リンクとして, Morgan, C. L.の研究を指摘することができる。Morgan (1894)はアヒルのヒナの行動を観察し, さらに, 現代的な見地からすると粗雑ではあるが, 実験をおこなった。ヒヨコに食べられる種類の毛虫をついばむことを学習させた後に, Morganは不味い味のする蛾の幼虫をこのヒヨコに与えその反応を観察した。この蛾の幼虫は黒と金色の縞模様をしており, 食べられる他の毛虫からは視覚的に容易に弁別することができた。蛾の幼虫を数回ついでついでヒヨコは, それ以降はこの幼虫をついばむことを避けるようになった。これはSpencer-Bainの原則の 1 つの実例と言える⁴。

1-2-2. S-R 理論

Thorndike の実験手続きは, 空腹状態にしたネコ(あるいはイヌやニワトリ, Thorndike, 1898, 1911)を問題箱(puzzle box)と彼がよんだ実験装置に入れ, その外側に食物を置くというものであった。すなわち, 被験体に与えた課題は問題箱の出入り口のドアを開けて脱出し, 食物を手に入れることであった。Thorndike はドアを開けるための仕掛けが異なる 15 の問題箱(ある箱は天井からぶら下げられたリングを引っばるとドアが開き, また別の箱はレバーを押下げることでドアが開く)を用いたので, それぞれの問題箱の中に入れられた動物たちは, 脱出

³ この主張は, パプロフ型条件づけにおける US, あるいは道具的学習における O が生活体に与える効果は生得的である, と仮定する現代の学習心理学の基本的前提に一致する。ただし, 近年この前提にも疑問が呈されており, これらの刺激事象が動物に与える効果における学習過程の重要さが指摘されている(たとえば, Balleine, 2001)。

⁴ Morgan によれば, 行動の制御は成功をもたらした行動パターンを意識的に強化し, 不成功に終わった行動パターンを抑制することによって獲得される(Morgan, 1894)。

第1章 序論

するための手段として適切な行動(すなわち、課題の正反応としての道具的行動)を遂行することを学習しなくてはならなかった。訓練初期の動物は、ひっかく、噛みつく、側壁に突進する、といった行動を顕著に示したが、これは動物が訓練以前に有していた行動レパートリから自由に行動を選択して遂行することが許可されている事態とみなすことができる。動物の学習は脱出潜時の減少によって示され、これは訓練試行数の増加とともに漸進的に減少した。このことは、問題箱に入れられた動物がそこから脱出する方法について思考したり推理したりしたのではないこと、逆に言えば、試行錯誤による正反応の習慣づけと誤反応の消失がこの学習の本質であることを示唆する。

Thorndike (1898, 1911)はこのような実験を通じて、生活体は道具的学習において感覚印象と行動衝動の間の結合(連合)を学習し、いったんこの学習がおこると、獲得された行動は知覚された場面に対して反射的に生起することを主張した。これは心理学における最初の刺激-反応(S-R)学習理論であり(Hilgard & Bower, 1966)、生活体が獲得する連合構造について明確な言及をおこなったはじめてのものである。Thorndikeの理論は、効果の法則(law of effect)、練習の法則(law of practice)、用意の法則(law of readiness)の3つを柱としているが、このうちの効果の法則が連合過程に関するものである。それによれば、(経験によって強度が変化する可能性がある)S-R結合が機能し、事態の満足すべき状態がそれにとまらう場合には結合の強さは増大し、結合が機能して事態が不満足な状態になれば、結合の強さが減少する⁵。

Hull, C. L.は、生活体が示すより複雑な行動を説明するための媒介過程を導入しながら、Thorndikeが提案した効果の法則の基本的な着想を精緻化させた。Hull (1943)によれば、受容器の活動(すなわち、受容器への物理エネルギーの入力とその知覚)と効果器の活動(すなわち、行動への衝動と行動の遂行)が非常に近い時間的接近性をもって生起し、かつこのS-R時間接近性と要求の低減(後には動因低減)が一貫して密接に関連づけられているとき、後に刺激を再度知覚する機会にその行動を生起させる求心性インパルスが増大($\Delta_S H_R$)がお

⁵ Thorndikeの初期の理論では、満足と不満足(すなわち、強化と罰の効果)をまったく対称的に考えていたが、後にこの対称性についての修正がなされた(たとえば、Thorndike, 1932)。

第 1 章 序論

こる。習慣強度 sH_R は、学習エピソード(試行)をまたいでこの ΔsH_R を合算したものであり、訓練試行数の単純増加関数である。この習慣強度が Hull の体系における学習の中核であり、現代の連合論的分析の枠組みに照らせば、生活体は道具的学習において Sd-A 連合を獲得することを主張する。Hull (1943)は、生活体に呈示された強化結果は動因の低減を通じて Sd-A 連合の強度の増大に貢献するが、それ自体は生活体の記憶表象システム内に符号化(encoding)されないと仮定した。つまり、生活体は O ノードを要素として含む連合学習をおこなわないと考えられた(たとえば, Colwill & Rescorla, 1985a, 1986)。

1-2-3. 強化結果に関する学習の証拠

S-R 理論は、道具的行動の遂行を弁別刺激に対する反射的な応答として捉えることで、生活体が獲得する連合的知識(Sd-A 連合)とそれに基づく行動遂行に関する一元的な説明を提供する。しかし、この簡潔性の代償として、S-R 理論は道具的行動の遂行を非常に硬直したものと捉えることになる(Pearce, 1987a)。たとえば、生活体の動機づけを高めるはく奪水準の操作(たとえば, Clark, 1958; Cotton, 1953)、道具的行動の遂行とは独立な強化結果の呈示による A-O 随伴性の低下操作(たとえば, Hammond, 1980; 1-3-5 を参照のこと)、学習後の強化結果の価値変更操作(たとえば, Adams & Dickinson, 1981a; Colwill & Rescorla, 1986; その詳細については 1-3 節を参照のこと)、欲求性 CS の呈示(たとえば, Lovibond, 1983; Rescorla & Solomon, 1967; その詳細については 1-4 節を参照のこと)、などによって道具的行動の遂行は影響されるが、S-R 理論のもっとも単純な形態はこれらの効果を予測できない。その最大の理由は、この理論が生活体の強化結果に関する学習の可能性を完全に排除していることにある。しかしながら、生活体が道具的行動を遂行する際に強化結果を予期することを示唆する実験の報告があり、これらは道具的学習において O ノードを要素とした連合構造が獲得されることを意味するため重要である。

強化結果についての予期を実証的に検証するための基本的な手続きは、生活体が実際に行動した直後にこの予期を裏切るような事態(situation of violation of expectation)を生じさ

第 1 章 序論

せ、そのときの生活体の行動を観察することである。予期が裏切られた動物は、擬人的に言えば、うろたえたり、怒ったり、攻撃的になったり、といった情動的な反応を示すことが予測される。強化結果の予期が裏切られた事態を作るための手続きの 1 つは、それまで生活体の道具的行動の遂行に随伴していた強化結果の呈示を停止すること(非強化)、すなわち消去(extinction)である。

消去が作り出す情動反応はフラストレーション(frustration; 特にここでは非強化状態に対する即時的な反応である一時的フラストレーションを指す、たとえば、Amsel, 1992)と呼ばれ、消去手続きの開始直後には消去バースト(extinction burst; Cooper, Heron, & Heward, 1987)と呼ばれる道具的行動の遂行の一時的な亢進がみられる(たとえば、Lerman, Iwata, & Wallace, 1999; Rose & Behm, 1995; Salamone, Kurth, McCulloh, & Sokolowski, 1995; Skinner, 1938; Yokel & Wise, 1975; また、Dudley & Papini, 1995, 1997も参照のこと)。また消去によるフラストレーションが明瞭な攻撃行動をつくりだすこともある。たとえば、Azrin, Hutchinson, & Hake (1966)は、2羽のハトが同じ1つのオペラント・チャンバーに入れられた事態において消去と同種他個体に対する攻撃行動の関係を検討した。道具的学習の獲得段階では、一方のハト X には自由に装置内を移動することを許可し、これがキーをつくと食物を呈示したが、同じセッションにおいて他方のハト Y は装置の一角に拘束した。ハト X は、強化が続いている間は、ハト Y の存在を無視するかのように振る舞ったが、消去がはじまるとハト Y に対するさかんな攻撃を示した。消去によって誘導される同種他個体への攻撃行動は、ラット(Tomie, Carelli, & Wagner, 1993)、ブタ(Dantzer, Arnone, & Mordake, 1980)、そしてヒト(Lewis, Alessandri, & Sullivan, 1990; Nation & Cooney, 1982)においても報告されており、強化結果の予期が裏切られたことによって形成されるフラストレーションの効果を反映していると考えられる。

強化結果の予期が裏切られた事態は、消去のように強化結果の呈示を完全に停止する手続きだけではなく、道具的行動の遂行の結果として強化結果を呈示するが、それは生活体が事前に予期したものほど良いものではない、という手続きによっても作り出すことができる。実

第 1 章 序論

際、古典的ないくつかの研究は、道具的訓練の途中でそれまでの訓練で用いていた高い誘因価値をもつ強化結果を、誘因価値の低いものへ変更したときの動物の行動を検討している。たとえば Elliott (1928)は、1 群のラットの複合 T 迷路の解決を高い誘因価値をもつ小麦粉で強化し、被験体が十分学習した後にこの強化結果を誘因価値が相対的に低いヒマワリの種に突然変更した。この群のラットの成績は、強化結果の変更が行われた試行の次試行において、訓練の最初からヒマワリの種で課題を強化されていた群のラットよりも悪化した。また、Tinklepaugh (1928)は、被験体サルの目の前で実験者が 2 個の容器の片方の下に食物を隠す様子を観察させ、一定の遅延時間の後に食物を得るためにいずれかの容器を開けることを許可した(一種の Wisconsin general testing apparatus procedure: WGTA)。訓練には 2 種類の試行があり、一方は誘因価値の比較的高いバナナを呈示する試行、もう一方は相対的に低い誘因価値をもつレタスを呈示する試行であった。実験者がレタスを隠す様子を観察させ、一定の遅延時間終了後にレタスを回収することを許可したときには、被験体は顕著な情動反応を見せずにこれを摂取した。しかし、実験者がバナナを隠す様子を観察させ、遅延時間中にこの隠されたバナナを被験体にわからないようにこっそりとレタスに変更した試行では、この遅延時間の終了後に容器の下からレタスを発見した被験体は情動反応の表出とともにレタスを拒絶し、明確な探索行動を示した(おそらくはバナナを探していたのだろう, Cowles & Nissen, 1937 も参照のこと)。このような負の継時的対比効果(negative serial contrast, Crespi, 1942; この問題に関する包括的な評論として, Papini, 1988 も参照のこと)は、このラットやサルが道具的行動の遂行に先立って誘因価値の高い強化結果の出現を予期しており、この予期と実際に与えられた誘因価値の低い強化結果との比較によってフラストレーションが作り出されることを示唆する。

これらの実験結果は、生活体が道具的学習において獲得する連合構造は Sd-A 連合だけではないことを示唆するが、O ノードを含む連合構造がいかなるものなのかを特定するものではない。O ノードを含む連合構造として生活体が獲得する可能性があるのは、先述したように、A-O 連合と Sd-O 連合なので、それぞれの連合構造の形成を実証するためには仮説演繹的

第 1 章 序論

な研究が必要である。現在では、この問題を検討するために、極めて洗練された手法を用いた研究がおこなわれている。以下の 1-3 では A-O 連合について検討するための現代の標準的手続きとなった強化結果の価値変更法について、1-4 では主として Sd-O 連合について検討するための手続きである刺激性制御の転移法について、それぞれ考察する。

1-3. 強化結果の価値変更と A-O 連合

1-3-1. 基本的な実験手続きの論理

ある弁別刺激(Sd)の呈示下で、生活体の道具的行動(A)の遂行が正の強化結果(O)を生じるといふ欲求性の道具的学習に、O ノードを含む連合構造の形成が含まれているかどうか、という問題に回答するための基本的な手続きは、3 つの実験段階(phases)を含む。この第 1 段階では被験体に道具的訓練を施す。この学習完了後の第 2 段階では、強化結果の誘因価値(incentive value, 以下の記述では単に価値と呼称する)を変更(低減, あるいは増大)する操作がおこなわれる。テストである第 3 段階では、第 1 段階で獲得された被験体の道具的行動の遂行の程度を観察する。このテストにおいて、被験体の道具的行動の遂行に変化(すなわち、強化結果の価値の低減に伴う道具的行動の遂行頻度や正反応成績[すなわち、遂行強度]の減弱, あるいは強化結果の価値の増大に伴う道具的行動の遂行強度の促進)がみとめられれば、「強化結果の価値変更効果(outcome revaluation effect)」が得られたとされ、第 1 段階の道具的学習において O ノードを含む連合構造が獲得されたことを示す証拠とみなされる。S-R 理論は O ノードを含む連合構造が形成されないことを主張するため、強化結果の価値変更効果を予測することができない。訓練の途中で強化結果を変更することによって道具的行動に伴う強化結果の価値を低減させた Elliot (1928)や Tinklepough (1928)の実験は、一見するとこのような論理や手続きの構造を有している。

しかし、Elliot (1928)および Tinklepough (1928)の実験や、比較的古い時代の研究では、第 1 段階と第 2 段階の操作が完全に分離されていなかった。たとえば、Morrison and Collyer

第 1 章 序論

(1974, Experiment 1)は、一方の群のラットのレバー押しを親近性の高い水で強化し、他方の群のラットのレバー押しを新奇なサッカリン溶液で強化した。このそれぞれの訓練セッション終了直後に塩化リチウム(lithium chloride: LiCl)を腹腔内に(intraperitoneal: i.p.)注射して、その後の消去テストにおける道具的行動の遂行に及ぼす影響を検討した。その結果、新奇なサッカリン溶液で強化された被験体のレバー押しは、親近性の高い水で強化された被験体のものに比べて減弱した(同様の研究として、Batson, Best, Phillips, Patel, & Gilliland, 1986; Best, Meachum, Davis, & Nash, 1987も参照のこと)。風味刺激とLiClを対呈示することによってこの風味刺激は嫌悪的になり、その価値は低減する(条件性風味嫌悪: conditioned flavor aversion; 1-3-3 を参照)。したがって、最初に動物が学習した連合構造が Sd-O 連合、あるいは A-O 連合の形で O ノードを含み、O ノードの価値に関する情報が条件性風味嫌悪によって書き換えられたため、レバー押しが減少したのだと主張することができそうである。

しかし、条件性風味嫌悪は比較的速やかに獲得されることが知られているとはいえ(たとえば、今田, 1996; 今田, 1997), このような実験で強化結果に対する明確な嫌悪を条件づけるためには複数回LiClを注射することが必要である(実際、Morrison & Collyer [1974]は4回の注射をおこなっている)。そのため、彼らの被験体は少なくとも 3 回は道具的行動を遂行した後徐々に嫌悪性を増していく液体を摂取する機会をもったことになる。これは一種の罰(punishment)の事態を含んでおり、効果の法則(S-R 理論)の枠組みからは、嫌悪的な食物(罰)が時間的接近性をもって道具的行動の遂行に後続したために、Sd ノードと A ノードの間の結合が弱められたと解釈することもできる(Thorndike, 1911, また、同様の批判は Meachum, 1988, 1990 にもみられる、罰事態における S-R 学習に関する比較的最近の実証的研究として、たとえば、Bolles, Holtz, Dunn, & Hill, 1980; Church, Wooten, & Matthews, 1970 も参照のこと)。

このような S-R 理論に有利な解釈の可能性を完全に排除するためには、生活体の道具的学習(実験の第 1 段階)と強化結果の価値変更操作(第 2 段階)を明確に分離し、なおかつ最後のテスト(第 3 段階)では、価値変更した強化結果を被験体の道具的行動の遂行に随伴さ

第1章 序論

せないこと(非強化, すなわち消去テスト)が十分条件となる。このように実験の各段階が明確に分離された手続きにおいて, 消去テストの道具的行動の遂行に変化がみとめられたならば, それは第1段階で獲得された強化結果に関する学習と, 第2段階における強化結果の価値変更に関する学習が統合された結果として, 消去テストの道具的行動の遂行が影響を受けたことを強く示唆する(この問題に関する包括的な評論として, Colwill & Rescorla, 1986; Dickinson, 1989, 1994; Dickinson & Balleine, 1994; Rescorla, 1991 を参照のこと)。

第1段階と第2段階が明確に分離された手続きでは, このそれぞれの段階で被験体に呈示し, 摂取させた強化結果を「同じものである」と認識させる必要がある。もし, 被験体がそれぞれの段階で呈示された強化結果を「異なるもの」として認識するのであれば, 第2段階で強化結果が価値変更されても, それは第1段階で被験体の道具的行動の遂行に随伴させた強化結果に関する連合的知識に影響を与えられるはずがない。この点からも, 強化結果を完全に別のものに置換した Elliot (1928)や Tinklepaugh (1928)の研究は, 強化結果の価値変更実験としては問題をもっている。そこで, 第2段階の価値変更操作では, 強化結果の同一性に関する基本的情報を担うと考えられる強化結果の感性的特徴(たとえば, 見た目や風味, あるいは, 強化結果を呈示する場所や時間間隔といった文脈)には可能な限り変更を加えず, その価値だけを変更できる操作が必要とされる(Colwill & Rescorla, 1985a, 1985b)。これを実現するために, パブロフ型条件づけにおいて発展してきた条件性風味嫌悪(たとえば, Garcia & Koelling, 1966)や条件性風味選好(たとえば, Capaldi, Hunter, & Lyn, 1997; Fanselow & Birk, 1982; Ramirez, 1997), あるいは動因を操作することによって動因-誘因間の不一致状態をつくる, といった方法が利用されるようになった。

3段階が分離された現代の強化結果の価値変更実験, とくに価値低減実験は, 「第1段階において被験体によって獲得された道具的行動の遂行が, 罰(punishment)の直接的なフィードバックによって変容されるのではない」という点で, 一種の潜在学習(latent learning; たとえば, Tolman & Honzik, 1930)の実験とみなすことができる(Adams & Dickinson, 1981a; Dickinson, 1985)。また, このような潜在学習は道具的行動の獲得や遂行の維持ではなく, 減

第 1 章 序論

弱を導くことから、潜在消去 (latent extinction; Wilson, Sherman, & Holman, 1981), あるいは二次消去 (secondary extinction; Rozeboom, 1957)と呼ばれることがある。そして、1950 年代以前の潜在消去に関する研究は、現代の強化結果の価値変更実験の理論的含意、および手続き的特徴を有する原型とみなすことができる。

1-3-2. 潜在消去

潜在消去の研究(このパラダイムに関する評論として、Tolman, 1933; Miller, 1935; Rozeboom, 1958 を参照のこと)は、強化結果そのものの価値を低減するのではなく、「強化結果の生起と関連した刺激」の価値を低減したその手続きに特徴がある。たとえば、第 1 段階のラットの道具的学習として、Tolman (1933)は改良型直線迷路における白-黒の同時弁別を、Miller (1935)は直線走路の走行を、Tolman and Gleitman (1949)は T 迷路における位置弁別を、Rozeboom (1957)は水の呈示によって強化されたレバー押しを、そして Pearce and Hall (1979)は食物の呈示によって強化されたレバー押しを、それぞれ訓練した。その後の第 2 段階では、第 1 段階で強化結果の生起と関連していた刺激の価値を低減する操作がおこなわれた。この「刺激」とは、Tolman (1933), Miller (1935), および Tolman and Gleitman (1949)の実験においては走路の先端に設置された目標箱のことであった。また、Rozeboom (1957)の実験では、動物に水を呈示するためのディッパーの動作であり、Pearce and Hall (1979)ではオペラント・チャンバーそのもののことであった。この前 3 者では、これらの「刺激」は電撃と対呈示することによって、また Rozeboom (1957)はレバーを呈示せずに(すなわち、動物が道具的行動を遂行することができない状態)で空のディッパーを作動させることによって、そして Pearce and Hall (1979)はレバーや強化結果を一切呈示せずに動物をオペラント・チャンバーに放置すること(消去)によってその価値を低減した。第 3 段階のテストでは、Miller (1935), Tolman and Gleitman (1949), そして Pearce and Hall (1979)の研究だけが、動物の道具的行動の遂行の減弱を観察した。つまり、これらの実験の第 1 段階の道具的学習は、価値低減された「刺激」に関する連合学習を含んでいたことが示唆された。

第 1 章 序論

これらの研究は、生活体の(第 1 段階の)道具的学習が O ノードを含む連合構造の形成を含んでいたかどうかを検討するという明確な目的をもっていたが、実験間で結果の一致がみられない。Wilson, Sherman, and Holman (1981)はこの結果の錯綜の原因として、価値低減された「刺激」が第 1 段階の道具的学習において果たしていた役割と、第 3 段階のテストにおける「刺激」の呈示方法が実験ごとに異なっていた点を指摘した。Wilson et al. (1981)によれば、第 1 段階の道具的学習において弁別刺激として機能していた「刺激」を第 2 段階で価値低減した場合、この操作はテストにおける道具的行動の遂行を一様に減弱させる。そして、Miller (1935), Tolman and Gleitman (1949), および Pearce and Hall (1979)が報告した結果はこの場合に該当するという。

しかし、Wilson et al. (1981)は、弁別刺激のどのような性質がその価値低減に対する高い感受性を反映するのか、という問題に対して連合論的な説明を与えていないため、ここでは彼らの主張の妥当性についてのこれ以上の議論はおこなわない。ただし、この問題は本研究の目的と関連するため、1-5-2 で再度議論する。しかし、潜在消去に関する研究の問題点は、強化結果そのものの価値を変更していない点にあることは明白である、ということはここで述べておきたい。当時は強化結果そのものの価値を効果的に変更するための十分なテクニックが知られていなかった、という事情も指摘できる。それ故に、条件性風味嫌悪(conditioned flavor aversion)が発見され、強化結果の価値を変更するための適切かつ効果的な手続きが整ったとき、この種の研究はより説得的な実験デザインとその成果を示しながら速やかに復活することができたのである。

1-3-3. 条件性風味嫌悪の発見とパプロフ型条件づけにおける US 価値変更実験

Garcia and Koelling (1966)は、渇水状態においた 2 群のラットの両者に、ドリンキング・チャンバー内でサッカリン溶液を摂取させたが、ラットのリッキングに同期してこの装置内の照明を点滅させ、さらに機械が動作するガチャガチャという音を呈示した(視聴覚刺激の呈示)。一方の群のラットに対しては、このような摂水機会の後に塩化リチウム(LiCl)を腹腔注射して内蔵

第 1 章 序論

不快感(食中毒の症状)を誘導した(Li 群)。他方の群のラットには、リッキングがおこるたびにラットが立っているグリッド床から短時間の電撃を呈示した(Sh 群)。その後の 2 回のテストセッションのそれぞれでは、サッカリン溶液か、なんの風味ももたないがそのリッキングに視聴覚刺激を随伴させた水を呈示し、被験体の摂取量をしらべた。Li 群のラットはサッカリン溶液を摂取することを忌避したが、視聴覚刺激つきの風味のない水はよく飲んだ。逆に、Sh 群のラットは、視聴覚刺激つきの風味のない水の摂取を避け、サッカリン溶液をよく飲むことが示された。この結果は、LiCl を腹腔に注射することで誘導される内臓不快感は、その状態に陥る前に摂取した液体の風味(この場合は、サッカリン溶液のもつ甘味)に対して強い嫌悪を条件づけるが、視聴覚刺激に対してはほとんど嫌悪を条件づけないという刺激特異性もつことを示唆する(Domjan & Wilson, 1972; Seligman, 1971 も参照のこと)。

また、Smith and Roll (1967)はサッカリン溶液を摂取した後のラットに、不快感を誘導する X 線の照射か、あるいは X 線を照射しない統制手続きのいずれかを経験させたが、この実験ではサッカリンの摂取と X 線の照射(あるいは統制手続き)の間の時間間隔は被験体によって異なり、0 時間(直後)から 24 時間までの間で変化させた。サッカリン溶液と水(条件づけられていない統制刺激)の両者を呈示した選択摂取テストにおいて、サッカリン溶液-X 線照射の対呈示間隔が 6 時間より短かった被験体は非常に強いサッカリン溶液に対する忌避(嫌悪)を示した。サッカリン溶液に対する弱い嫌悪は 12 時間条件でもみとめられ、24 時間条件で消失した。この結果は嫌悪がサッカリン溶液に対して選択的であり、たとえば液体全般を嫌悪するようになったのではないことを示しているが、同時に、風味刺激の摂取と内臓不快感の経験の間に時間の経過やそれに付随する環境内の状態変化があっても、両者の間の連合学習は影響を受けにくいことを示している(Garcia, Ervin, & Koelling, 1966; Revusky & Garcia, 1970 も参照のこと)。

これらの実験結果は、欲求性の道具的学習における強化結果を効果的に価値低減するためのテクニックとして、条件性風味嫌悪が適当であることを示す 2 つの特徴を明らかにしている。第 1 に、それは何らかの風味をもった食物や液体に対して特異的に働くことであり、第 2

第 1 章 序論

に、きわめて頑健な効果であるということである。前節で述べたように、ターゲットである強化結果以外の周辺的な刺激事態に対する価値低減は一致した効果を生じないことがわかっている。しかし、条件性風味嫌悪は、少なくともラットを被験体とした場合、風味をもった強化結果に対して特異的に獲得され、したがって強化結果の価値だけを選択的に低減することが可能である。また、何度も条件づけを繰り返さずともその効果は強力であるため、短い期間で効率的に強化結果の価値を低下させることが可能である。

強化結果の価値を低減させるための手法としての条件性風味嫌悪は、まず、音や光のような外受容性 CS(exteroceptive CS)と風味をもった食物や液体(US)を対呈示する典型的な欲求性パブロフ型条件づけ(たとえば, Boakes, 1977)において、生活体が獲得する連合構造を検討するために適用された。Holland and Straub (1979, Experiment 1)の研究はその典型的なものであり、実験デザインを Table 1-1 に示した。

Table 1-1. Design of Experiment by Holland and Straub (1979, Experiment 1).

	<i>Phase 1</i>	<i>Phase 2</i>	<i>Phase 3</i>
<i>Group</i>	(Pavlovian conditioning)	(US devaluation)	(Extinction test)
Experiment	tone-food	food-LiCl	tone (cr)
Control		food/LiCl	tone (CR)

Note: LiCl is intra peritoneal (i.p.) lithium chloride injection; “-” and “/” are paired and unpaired presentations of two events, respectively; “cr” and “CR” are observed relatively weak and strong conditioned responses (CRs), respectively.

この実験の第 1 段階では、純音を CS、食物ペレットを US として用い、これらを対呈示するパブロフ型条件づけをすべての被験体ラットに訓練した。これによって、ラットは純音 CS の呈示中に食物ペレット(US)が呈示されるマガジンに接近する条件反応(CR)を獲得した。続く第 2 段階では、半数の被験体にはそのホームケージで食物ペレットを呈示し、この摂取の直後に LiCl を腹腔注射した(実験群)。残りの半数の被験体は、食物ペレットと LiCl の両者を対にされない手続きで呈示した(Explicitly unpaired control; 統制群)。この価値低減操作は、実験群のラットの食物ペレットの摂取が完全に抑制されるまでおこなわれた。第 3 段階のテスト

第 1 章 序論

では、第 1 段階で用いた装置の中で純音 CS に対する被験体の CR をテストしたが、これは消去スケジュールでおこない、食物ペレットを呈示しなかった。その結果、実験群のラットの CR の頻度は、統制群のラットの CR と比較して減弱を示した。

S-R 理論は、この Holland and Straub (1979)の結果を説明することはできないことをここでもう一度述べておきたい。S-R 理論は、条件づけ中に CS ノードと CR を生成する中枢の間に直接的な連合が形成されると考え、条件づけ後の US の価値低減操作がこの連合構造に影響を与えることを予測しない。逆に、この結果は動物がパブロフ型条件づけの間に CS ノードと US ノードの間に興奮性リンクを獲得するという主張と矛盾しない。おそらく、CR の頻度や強度は US ノードの活性を作り出す CS ノードの能力に依存しており、US の価値低減操作によって US ノードの活性状態に変化が生じたと考えられる(Holland & Straub, 1979, この問題に関する包括的な評論として、Hall, 2002 を参照のこと)。パブロフ型条件づけの文脈における US の価値低減は、この条件づけにおいて生活体が獲得する連合構造を分析するための基本的な手法として洗練され、典型的な欲求性条件づけ事態(たとえば、Colwill & Motzkin, 1994, Experiment 1; Holland & Rescorla, 1975)だけではなく、恐怖条件づけ(たとえば、Rescorla, 1973)や条件性風味選好(たとえば、Dwyer, 2005; Rescorla & Cunningham, 1978)、性条件づけ(たとえば、Hilliard & Domjan, 1995; Holloway & Domjan, 1993)といった様々なパラダイムでその効果が確認されている(この問題に関する包括的な評論として、Delamater & LoLordo, 1991 を参照のこと)。

1-3-4. 道具的学習における強化結果の価値変更実験

条件性風味嫌悪が 1 つの洗練された実験パラダイムとして確立され、これを用いたパブロフ型条件づけ文脈における US の価値低減手続きが連合構造の分析において大きな成果をあげたことを受けて、道具的学習の文脈における強化結果(O)の価値低減の効果の再検討が開始され、O ノードを含む道具的学習の連合構造に関する理解が進んだ。たとえば、被験体間計画を用いた Adams and Dickinson (1981b, Experiment 1)による実験デザインを Table

第 1 章 序論

1-2 に示した。

彼らは、2 群のラットのフリー・オペラントのレバー押しをある風味をもったペレット(シヨ糖ペレット, あるいは穀物ペレット)を用いて強化した。また, このような道具的訓練とは異なるセッションにおいて, レバーを呈示せずに別の風味をもったペレット(穀物ペレット, あるいはシヨ糖ペレット)を単独呈示した。その後, 一方の群のラット(Paired 群)に対しては, レバー押しと随伴していたペレットを LiCl と対呈示することによって価値低減したが, もう一方の群のラット(Unpaired 群)に対しては, レバー押しとは独立に呈示されたペレットと LiCl を対呈示した。実験の最後に, 消去テストを用いて2群のラットのレバー押しを評価したところ, Paired 群の動物のレバー押しの遂行は, Unpaired 群よりも減弱していたことが発見された。

Table 1-2. Design of Experiment by Adams and Dickinson (1981b, Experiment 1).

	<i>Phase 1</i>	<i>Phase 2</i>	<i>Phase 3</i>
<i>Group</i>	(instrumental learning)	(O devaluation)	(Extinction test)
Paired	lever pressing → O1, O2	O1-LiCl	lever pressing (low rate)
Unpaired		O2-LiCl	lever pressing (high rate)

Note: O1 and O2 are food pellets with distinct flavor; LiCl is intra peritoneal (i.p.) lithium chloride injection; “→” is instrumental contingency between lever pressing and O; “-” is paired presentation between O and LiCl.

同様の効果は被験体内計画を用いた Colwill and Rescorla (1985a) においても発見されており, その実験デザインを Table 1-3 に示した。彼女たちの実験では, ラットにレバー押しと鎖引きという 2 つの道具的行動のフリー・オペラント遂行を訓練したが, このそれぞれの遂行に食物ペレットとシヨ糖溶液のいずれかを随伴させた⁶(ただし 1 回のセッションでは一方の A-O 随伴性だけを訓練した)。その後, 2 種類の強化結果の一方(O1)を LiCl と対呈示して価値低減し, 消去テストでは被験体にレバーと鎖を同時に呈示して自由に道具的行動を遂行することを許可した。その結果, 価値低減した強化結果(O1)を用いて訓練された道具的行動(A1)

⁶ 同一の個体が訓練される複数の道具的行動のそれぞれの遂行が, 互いに弁別可能な異なる強化結果によって強化される道具的学習を, 分化結果パラダイム(differential outcome paradigm)と呼ぶ。

第 1 章 序論

の遂行は、価値低減されなかったO2 を用いて訓練されたA2 の遂行に比べて減弱することが明らかになった。

Table 1-3. Design of Experiment by Colwill and Rescorla (1985a, Experiment 1).

<i>Phase 1</i> (instrumental learning)	<i>Phase 2</i> (O devaluation)	<i>Phase 3</i> (Extinction choice test)
A1→O1 & A2→ O2	O1-LiCl	A1 vs. A2 (A1 < A2)

Note: A1 and A2 are instrumental actions, lever pressing and chain pulling, counterbalanced; O1 and O2 are reinforcing outcomes, food pellet and sucrose solution, also counterbalanced; “→” is instrumental contingency between instrumental action and reinforcing outcome; “-LiCl” is paired injection of intra peritoneal (i.p.) lithium chloride.

このような強化結果の価値低減効果は、第 1 段階の道具的学習としてフリー・オペラントで訓練したラットのレバー押しを用いた Adams (1982)や Dickinson, Nicholas, and Adams (1983)によっても報告されている(電撃を用いて価値低減した St. Claire-Smith & MacLaren, 1983, Experiment 2も参照のこと)。また、Chen and Amsel (1980)は、第 1 段階の道具的学習として、ラットの直線走路走行を用いて同様の効果を示した。さらに、Colwill & Rescorla, (1990a)は、フリー・オペラントの遂行だけではなく、弁別オペラントの遂行も強化結果の価値低減操作によって減弱することを報告した。これに対して、Adams (1980, 1982), Holman (1975), Morrison and Collyer (1974, Experiment 2), Wilson, Sherman, and Holman (1981)は、LiCl を用いた価値低減の効果を示すことに失敗したことを報告している。このような研究から強化結果の価値低減効果の感受性を変化させる要因が明らかになってきた。第 1 段階の道具的学習の訓練量はそのような要因の 1 つと考えられ、複数の研究が過剰訓練(extensive training)によって強化結果の価値低減効果が消失することを報告している(Adams, 1982; Adams & Dickinson, 1981b; Dickinson, 1985; この問題に関する評論として、Adams & Dickinson, 1981a; Dickinson, 1985, 1989 を参照のこと、また、過剰訓練によって強化結果の価値低減効果は弱まらない、むしろ逆に増大する、という結果を報告した研究として、Colwill & Rescorla,

第 1 章 序論

1985b, 1988a も参照のこと。強化結果の価値低減効果の感受性を変化させる要因としての過剰訓練に関する決定的な研究の 1 つとして, Holland, 2004 を参照のこと)。

強化結果の価値低減効果に関する研究に対して, 道具的学習の後に強化結果の価値を増大させて道具的行動の遂行が受ける影響を検討した研究もある。たとえば, Rescorla (1990a, Experiment 2) は, 水をはく奪することによって渇水動因を高めたラットに, レバー押しと鎖引きという 2 つの道具的行動の遂行を訓練したが, これらはそれぞれ希キニーネ溶液と希塩酸溶液を強化結果としていた。その後, 一方の強化結果にショ糖を溶かし, これを被験体に摂取させた(すなわち, 強化結果とショ糖の対呈示)。ショ糖と対呈示された風味に対しては選好が条件づけられることが知られている(たとえば, Capaldi, Hunter, & Lyn, 1997; Fanselow & Birk, 1982; Ramirez, 1997)。したがって, この強化結果とショ糖の対呈示は強化結果の価値増大の手続きといえる。実験の最後の消去テストにおいて, レバーと鎖を同時に被験体に呈示したところ, 価値増大された強化結果によって強化されていた道具的行動の遂行は促進を示した(同様の効果を示した研究として, St. Claire-Smith & MacLaren, 1983, Experiment 1 を参照のこと)。

強化結果の価値変更は, 条件性風味嫌悪や条件性風味選好のような連合学習(パブロフ型条件づけ)を用いた方法だけではなく, 道具的学習の後に訓練で用いた強化結果を被験体に呈示してこれを十分に摂取させ, 飽和化させる方法(outcome specific satiation)や, 動因を操作する方法(drive shift)によっても引き起こすことができる。たとえば, Colwill and Rescorla (1985a, Experiment 3, この実験の基本的なデザインはTable 1-3 に示したものと同様であった)は, ラットのレバー押しと鎖引きを, それぞれ食物ペレットとショ糖溶液を用いて強化し, 2 つの操作体を同時に呈示する消去テストの直前に, 強化結果の一方を自由摂食する機会を被験体に与えた。その結果, 消去テストでは自由摂取が許可された強化結果を用いて訓練されていた道具的行動の遂行が減弱した(他に, Balleine & Dickinson, 1998a; Dickinson, 1987; Dickinson, Campos, Verga, & Balleine, 1996 も参照のこと)⁷。

⁷ 道具的学習の後に強化結果を繰り返し呈示して飽和化させ, この強化結果の価値を低減させる手続きは, 風味嫌悪のような侵襲的な方法が不適切となるヒトを実験参加者とした研究でも有効である(たとえば, Klossek, Russell,

第 1 章 序論

また, Balleine (1992, Experiments 3, この実験デザインを Table 1-4 に示した)は, ラットに 1 日に 1.5 時間だけホームケージで食物を与えるスケジュールを適用し, この高い空腹動因下で食物ペレットを強化結果として, 被験体のレバー押しを訓練した。この学習が完成した後に, 半数の被験体を自由摂食状態にし(L), 残りの半数の被験体は高い空腹動因状態(H)で維持した。また, このそれぞれの群の半数の被験体には, 訓練で用いた強化結果を摂取する機会を与え, 残りの半数の被験体にはそのような経験を与えなかった。低い空腹動因下で強化結果を摂取した被験体はこのとき強化結果の価値低減を経験する機会をもったと考えられた。消去テストの結果はこの予測と一致し, 低い空腹動因下で強化結果を摂取した被験体 (Low-pre)のレバー押しの反応率は, 他の群の被験体に比べて低下した(Balleine, 1992, Experiments 4 & 5 も同様の知見を報告している。同じ研究の Experiments 1 & 2 では, 低い空腹動因下のラットにレバー押しを訓練し, その後に高い空腹動因下でテストする強化結果の価値増大手続きに関する結果が報告されており, このような事態では, 道具的行動の遂行の促進が示された。他に, Dickinson & Balleine, 1990; Dickinson and Dawson, 1988, 1989; Lopez, Balleine, & Dickinson, 1992 も参照のこと)。

Table 1-4. Design of Experiment by Balleine (1992, Experiment 3).

	<i>Phase 1</i>	<i>Phase 2</i>	<i>Phase 3</i>
<i>Group</i>	(instrumental learning)	(O devaluation)	(Extinction test)
Low-pre	H:lever press→food	L: food	L: lever press
Low- φ	H:lever press→food	L: --	L: lever press
High-pre	H:lever press→food	H: food	H: lever press
High- φ	H:lever press→food	H: --	H: lever press

Note: “→” is instrumental contingency between lever pressing and food pellet; “H” and “L” refer to level of deprivation (hunger drive), high deprivation and low deprivation of food, respectively.

道具的学習における強化結果の価値変更効果を示したこれらの結果は, 生活体の道具的行動の遂行は, その結果として生じる強化結果の現在の誘因価値(current incentive value)に

& Dickinson, 2008)。

第1章 序論

よって規定されることを明確に示している。このことは、特定の道具的行動の遂行に伴う強化結果の性質とその価値に関する情報が、道具的行動の遂行を決定する中枢に関連した連合構造に符号化されること、すなわち、A ノードと O ノードの間に興奮性リンクが形成されること(A-O 連合の獲得)を示唆しているように見える。少なくとも、O ノードを含む連合構造が獲得されないと考える S-R 理論とは矛盾する結果である。

1-3-5. 期待理論

強化結果の価値変更操作による道具的行動の遂行における変調(価値低減操作による道具的行動の減弱と、価値増大操作による道具的行動の促進、すなわち、強化結果の価値変更効果)は、生活体の道具的行動の遂行が、A-O 連合によって制御されていることを示唆すると考えられている(道具的学習の期待理論: expectancy theories; Bolles, 1972; Colwill & Rescorla, 1986; Dickinson, 1985, 1989; 1994; Dickinson & Balleine, 1994; Mackintosh & Dickinson, 1979; Pearce & Hall, 1978; St Claire-Smith, 1979)。A-O 連合が形成されるという主張は、生活体が道具的行動を遂行するときに、自分の行為がどのような結果を生じさせるのかについてある種の知識をもっていることを意味するが、これは消去や強化結果の変更手続きを用いて、道具的行動を遂行しているときの生活体が強化結果を予期していることを示した初期の研究(1-2-3 を参照)の結果と矛盾しない。

さらにA-O連合が形成されるという主張は、強化結果の予告子としての道具的行動の遂行の妥当性、すなわち、道具的行動と強化結果の間の随伴性(A-O随伴性)の程度が、道具的行動の遂行強度を規定することを示した多くの研究結果と一致する。たとえば、Hammond (1980)は、渇水状態に置かれたラットのレバー押しを水で強化したが、このレバー押しの反応率はレバー押しに伴わない水の呈示頻度の増大(すなわち、A-O随伴性の低下)に伴って減少することを報告した(同様の効果は、Colwill & Rescorla, 1986; Dickinson & Mulatero, 1989; Williams, 1989 が報告している、またこの問題に関する包括的な評論として、Balleine & Dickinson, 1998bを参照のこと)。Pearce and Hall (1978)もこれに関連した知見を

第 1 章 序論

報告している。彼らは、ラットのレバー押しを変動間隔(variable interval)スケジュール⁸で強化し、強化の直前のレバー押しのみにはノイズの呈示を随伴させた群(実験群)のレバー押しの遂行を、すべてのレバー押しにノイズを随伴させた群や、ノイズをまったく呈示しなかった群のレバー押しの遂行と比較した。その結果、実験群のレバー押しの遂行率は他の 2 群に比べて低下した(信号強化効果: signal reinforcement effect; Hall, Channell, & Pearce, 1981 は同様の報告をしている。この問題に関する包括的な評論として、中島, 1993 を参照のこと)。標準的な連合学習のモデル(たとえば, Rescorla-Wagner モデル [1972])は, Hammond (1980)やPearce and Hall (1978)の実験操作が, AノードとOノードの間の興奮性リンクを弱めることを予測する。

しかしながら, Oノードを含む道具的学習の連合構造はA-O連合だけではない。強化結果は道具的行動の遂行に随伴するだけではなく, 弁別刺激の呈示に対しても随伴関係を形成する。そのため, 生活体はSdノードとOノードの間に興奮性リンクを獲得する可能性がある。実際, 多くの理論家がSd-O連合を通じて作り出されるOノードにおける活性が, 誘因動機づけ(incentive motivation)を作り出すことによって道具的行動の遂行にエネルギーを与えたり(Rescorla & Solomon, 1967), 道具的行動の遂行のための手がかりとして機能したりすること(Trapold & Overmier, 1972)を主張してきた。A-O連合の可能性をみとめず, Sd-O連合のみを支持する観点に立てば, 強化結果の価値変更実験が用いた操作はSd-O連合におけるOノードに影響を与えることによって, 道具的行動の遂行を間接的に変調したと解釈される。

生活体がA-O連合を学習することを説得的に示すためには, 同じ弁別刺激の呈示下で複数のA-O強化随伴性を同一の被験体に訓練し(すなわち, A1→O1, A2→O2, A3→O3…), その後, 強化結果の1つ(たとえば, O1)を価値変更する操作を施し, その後, このO1で強化されていた道具的行動(A1)の遂行に特異的な変調がおこることを示す必要がある。たとえば, 先述したColwill and Rescorla (1985a, Table 1-3を参照)の実験はこの条件を満たすものであ

⁸ 生活体の道具的行動の遂行回数が強化の手がかりとなる比率(ratio)スケジュールや, 前回の強化からの時間経過が強化の手がかりとなる固定間隔(fixed interval)スケジュールと異なり, 変動間隔スケジュールにおいては強化を予告する外的手がかりは貧弱である。したがって, このスケジュールが適用されると, 生活体の道具的行動の遂行は実験セッション全体にわたって一様に分布する。また, 道具的行動の遂行率の増大は, 強化率の増大と直接結び付かないことが知られている。

第1章 序論

る。彼女たちは同じオペラント・チャンバー(これは、弁別刺激とみなすことができる)の中で、レバー押しと鎖引きという2つの道具的行動の遂行のそれぞれを、異なった強化結果を用いて訓練した。その後、強化結果の一方を価値低減することによって、それによって強化されていた道具的行動に特異的な遂行の減弱を観察した(Colwill & Rescorla, 1986; Dickinson & Mulatero, 1989も同様の知見を報告している)。しかし、この実験でも道具的行動の遂行対象である操作体(レバーや鎖)を弁別刺激とみなせば、レバーと鎖のそれぞれに対応するノードは異なる強化結果のノードとの間にSd-O連合を形成すると考えることは可能である(Urcuioli, 2005; Hall, 2002を参照のこと)。したがって、Colwill and Rescorla (1985a)が観察した強化結果の価値低減効果は、必ずしも道具的学習におけるA-O連合の形成を確証するものではないのかもしれない。

このような批判に対して、Dickinson, Campos, Varga, and Balleine (1996)は、被験体ラットが同一の操作体に対して道具的行動を遂行するときのトポグラフィ(topography: 身体運動のパターン)に応じて異なる強化結果を与える道具的学習を用いて、弁別刺激とみなされる操作体ノードと強化結果のノードの間に形成されるSd-O連合が強化結果の価値変更効果を媒介する可能性を排除した研究を報告した。この実験では、被験体が単一の操作体(1本のロッド)をある方向へ押すと食物ペレットを与えて強化し、別の方向へ押すとデンプン溶液を与えて強化する両方向性道具的学習(bidirectional instrumental learning; Davis & Platt, 1983; Grindley, 1932; Hershberger, 1986; Scott & Platt, 1985)を訓練した。その後、被験体に一方の強化結果のみを大量に摂取させ、飽和化させることによってこの強化結果を価値低減した(Experiment 1)。その結果、この価値低減された強化結果を用いて訓練された行動の方向に選択的な遂行の減弱がみとめられた(Colwill & Rescorla, 1986も同様の報告をしている)。この実験では、弁別刺激としての操作体(ロッド)を被験体が知覚したときに活性化すると考えられるノード(Sdノード)は、食物ペレットのノードとデンプン溶液のノードの両者と等しく連合すると考えられるため、このようなSd-O連合がDickinson et al. (1996)の結果を作り出したと考えることは困難である。なぜなら、このSd-O連合は強化結果の価値低減によって被験体の操作

第1章 序論

体に対する接近反応を減少させるかもしれないが、その結果として、どちらの方向の道具的行動の遂行も同じように抑制されることが期待されるからである。したがって、ラットは最初の両方向性道具的学習において特定のトポグラフィ(A)と強化結果のノード間の興奮性リンク(A-O 連合)を獲得し、この連合構造が強化結果の価値低減による特定のトポグラフィの遂行の減弱を媒介したことが示唆された。

このような実験事実の蓄積は、Sd-A 連合や Sd-O 連合が形成される可能性を完全に排除するものではない、ということに注意されたい。たとえば、強化結果の価値低減操作によって、被験体の強化結果に対する完了反応(consummatory response; 強化結果が食物や液体強化子の場合、その摂取行動)が完全に抑制された後にも、その強化結果がかつて随伴していた道具的行動の遂行は完全には抑制されないことは繰り返し報告されてきた(たとえば、Colwill & Rescorla, 1985a; Adams & Dickinson, 1981a; しかし、強化結果の価値低減操作によってほぼ完全に道具的行動の遂行を抑制させることに成功した研究として、Colwill & Rescorla, 1988a, Experiment 2 も参照のこと)。この残渣的な道具的行動の遂行は、強化結果の現在の価値を反映しない連合構造、すなわち Sd-A 連合によって制御されると考えられる(たとえば、Adams & Dickinson, 1981a; Balleine, Garner, Gonzalez, & Dickinson, 1995; Dickinson, Balleine, Watt, Gonzalez, & Boakes, 1995; Holland, 2004; Rescorla, 1991)。しかしながら、強化結果の価値変更実験は、生活体が道具的学習において A-O 連合を獲得することの説得的な証拠を提供してきたことはまぎれもない事実である。

1-4. 刺激性制御の転移と Sd-O 連合の特性

1-4-1. 道具的弁別学習

道具的学習における強化結果の価値変更実験では、明示的かつ離散的な弁別刺激が導入された道具的学習である弁別オペラント、すなわち、道具的弁別学習(instrumental discrimination learning)に関する検討は少ない(比較的最近の研究における少数の例外とし

第 1 章 序論

て, Colwill & Rescorla, 1990a を参照のこと)。なぜなら, このような価値変更実験の主たる目的は A-O 連合の形成を示すことであり, 明示的で離散的な弁別刺激のノードが関与する連合学習(Sd-A 連合, および Sd-O 連合の形成)の可能性を積極的に排除しなくてはならなかったからである(1-3-5 を参照のこと)。しかしながら, 道具的学習が Sd, A, および O の三項随伴性によって定義されることを考えると(1-1-2 を参照のこと), Sd ノードがどのように連合構造に参加するのかという問題を検討することは, 道具的学習において形成される連合構造の全体像を理解する上で必要不可欠である。

とくに, 生活体が道具的弁別学習において Sd-O 連合を獲得する可能性は, 新行動主義の媒介理論をその起源とする二過程理論(two-process theories)において議論され, 強化結果の価値変更実験や A-O 随伴性を操作した研究が道具的学習における A-O 連合の形成の説得的な証拠を提供する以前には, 多くの理論家が道具的学習を Sd-A 連合および Sd-O 連合の獲得過程とみなしていた(たとえば, Mowrer, 1960; Rescorla & Solomon, 1967; Spence, 1956; Trapold & Overmier, 1972)。この二過程理論の背景には, Sd-A 連合が直接制御する自動的, 反射的な道具的行動の遂行が, 強化結果に関する情報を弁別刺激に関連づけて符号化した Sd-O 連合の並行的な機能によって, 動因の操作や強化結果の価値変更を反映したり, 生活体が道具的行動を遂行するときに強化結果を予期することを可能にしたりする, より柔軟で目的志向的(goal directed)なものとなると考えられたことがある。さらに, Sd-O 連合はその符号化様式において, パプロフ型条件づけにおいて獲得される CS-US 連合ときわめてよく似ていると考えられた。したがって, 環境情報を入力して表象する学習過程としてのパプロフ型条件づけと, そのような情報に基づいて行動を出力する過程としての道具的学習という相互補完的な学習システムの図式を描くとき, Sd-O 連合が情報の入出力を繋ぐ機能を果たすことが期待された(今田, 1996 を参照のこと)。

このような理論的な背景や要請から, 欲求性 US(たとえば, 食物や水)と対呈示された CS を, 同じく欲求性強化結果を用いて訓練された生活体の道具的行動の遂行に重畳(superimposing)したときの効果に関して, 多くの実験的な知見が蓄積された

第 1 章 序論

(Pavlovian-operant transfer, たとえば, Edgar, Hall, & Pearce, 1981; Estes, 1943, 1948; Lovibond, 1983; Meltzer & Hamm, 1974)。そのいくつかの研究は, CS の呈示によって道具的行動の遂行が促進されることを発見し, 道具的学習において O ノードを含む連合構造が獲得されることを示唆したが, その連合構造を特定するほどの成果をあげたとは言えない。しかしながら, あるパプロフ型条件づけや道具的弁別学習において訓練に用いられた CS や弁別刺激を, 別の機会に訓練された道具的行動に重畳したときの効果を検討するという実験手続きも, 強化結果の価値変更実験と同様に現代においてはきわめて洗練され, 道具的学習において獲得される Sd-O 連合を検出するための主要な手続きとなった。

道具的弁別学習の典型的事態は, ラットを被験体とした場合, 光刺激やノイズのような弁別刺激を呈示している期間の道具的行動の遂行をある強化スケジュールに従って強化し, これに対して弁別刺激を呈示していない期間(試行間間隔, intertrial interval: ITI)の道具的行動の遂行を強化しない(すなわち, ITIでは消去スケジュールが適用される), というものである(継時弁別: serial discrimination)。このような訓練の間に, 弁別刺激呈示中のラットの道具的行動の遂行率は上昇し, ITIにおける遂行率は減少を示す。また, 主としてハトを被験体として用いた条件性弁別(conditional discrimination, あるいは象徴見本合わせ [symbolic matching-to-sample]とも呼ばれる, このパラダイムに関する評論として, 中島, 1995 を参照のこと)は, ラットの継時弁別事態に対応すると考えられている(たとえば, Urcuioli, 2005; Urcuioli & DeMarse, 1996)。ハトの条件性弁別では, ある視覚的弁別刺激を呈示した試行では, 被験体が複数の行動オプションから特定の道具的行動を選択して遂行すると強化し(すなわち, 正反応), 被験体が別の道具的行動を選択すると強化せず, 場合によっては軽微な罰を与える(誤反応)。そして, 別の視覚的弁別刺激を呈示した試行では, 別の道具的行動の遂行が正反応となる⁹。

⁹ 主としてラットを被験体として用いる研究者は, ハトの条件性弁別に相当する事態をラットに訓練した場合, これを相互性弁別 (biconditional discrimination)と呼ぶことがある (e.g., Colwill & Delameter, 1995; de Wit, Nirry, Wariyar, Aitken, & Dickinson, 2007)

第 1 章 序論

1-4-2. CS と弁別刺激の強化結果特異的な刺激性制御の転移

Kruse, Overmier, Konz, and Rokke (1983)は、ある CS が道具的行動の遂行を制御するとき、その刺激性制御はこの CS と道具的行動が強化結果を共有しているかどうかによって影響されることを、ラットを被験体とした実験において示した。彼らの実験手続きを Table 1-5 に示した。実験の第 1 段階では、クリック音を Sd として呈示した試行では被験体が左レバーを押すと正反応となり、純音を Sd として呈示した試行では右レバーを押すと正反応となる弁別学習(相互性弁別学習)を訓練した。このとき、この 2 つの正反応を食物ペレットとショ糖溶液を用いて分化的に強化した(つまり、半数のラットに対しては、クリック音: 左レバー押し→食物ペレット、および純音: 右レバー押し→ショ糖溶液、という 2 つの強化随伴性を訓練し、残りの半数に対しては強化結果を入れ替えた)。この学習が完成した後の第 2 段階では、ノイズを CS として 2 つの強化結果のいずれか一方と対呈示するパブロフ型条件づけを訓練した。第 3 段階のテストでは、第 1 段階の訓練で用いた Sd の代わりに CS を呈示し、これが 2 つのレバーに対する道具的行動をどのように制御するのかを検討した。その結果、CS の呈示はこの CS と同じ強化結果を用いて第 1 段階で訓練された道具的行動の遂行を選択的に促進させることがわかった(ラットを被験体とした同様の結果は、Baxter & Zamble, 1982; Colwill & Motzkin, 1994, Experiment 2 も報告している)。

Table 1-5. Design of Experiment by Kruse et al. (1983).

<i>Phase 1</i>	<i>Phase 2</i>	<i>Phase 3</i>
(instrumental learning)	(Pavlovian conditioning)	(extinction [transfer] test)
click: left lever pressing→O1		
click: right lever pressing→φ		
&	CS-O1	CS: left vs. right lever pressing (left > right)
tone: left lever pressing→φ		
tone: right lever pressing→O2		

Note: O1 and O2 are food pellet and sucrose solution, counterbalanced; “:” and “→” are discriminative control and instrumental contingency between lever pressing and reinforcing outcome, respectively; φ refers to no reinforcement; “-” is paired presentation between CS and O1.

第 1 章 序論

同様の効果は、ハトの条件性弁別を用いた Urcuioli (1990, Experiments 3a & 3b)によっても報告された。この実験手続きを Table 1-6 に示した。

Table 1-6. Design of Experiments by Urcuioli (1990, Experiments 3a & 3b).

<i>Group</i>	<i>Phase 1</i> (instrumental learning)	<i>Phase 2</i> (Pavlovian conditioning)	<i>Phase 3</i> (reacquisition test)
Experimental	H: R→O1		
	H: G→φ		
	&		CS1: R→O1
	V: R→φ		CS1: G→φ
	V: G→O2	CS1-O1	&
	H: R→O1/O2	CS2-O2	CS2: R→φ
Control	H: G→φ		CS2: G→O2
	&		
	V: R→φ		
	V: G→O1/O2		

Note: O1 and O2 are food grain and light magazine, counterbalanced; “:” and “→” are discriminative control and instrumental contingency between key pecking and reinforcing outcome, respectively; φ refers to no reinforcement (mild punishment); “-” is paired presentation between CS and reinforcing outcome.

この実験の第 1 段階では、弁別刺激としてキー上に呈示した水平線あるいは垂直線のそれぞれ(HとV)に対応して、赤キーか緑キーのいずれかをつつくこと(道具的行動, RとG)を被験体に訓練したが、実験群のハトの正反応の遂行には分化した強化結果¹⁰を随伴させ、統制群のハトの正反応に随伴させた強化結果は分化させなかった(すなわち、2 種類の強化結果をランダムに用いてそれぞれの試行の正反応を強化した)。第 2 段階では新奇な 2 つの刺

¹⁰ ラットを被験体とした分化結果道具的弁別では、2 種類の強化結果として、食物ペレットとショ糖溶液のような風味が異なる強化子を用いることが一般的である(see Kruse et al., 1983)。一方、ハトを被験体とした条件性弁別では、食物の呈示とマガジンの照明(食物の非呈示)がしばしば用いられる(see Urcuioli, 1990)。ハトの実験では、誤反応が生起すると弁別刺激や操作体の呈示を即時に中止し、次試行への移行が遅延されるという軽微な罰が与えられる。したがって、食物を呈示せずにマガジンを照明するという事象は、この罰と対比されることによって強化子として機能すると考えられる(たとえば, Honig, Matheson, & Dodd, 1984; Peterson, 1984; Urcuioli & DeMarse, 1996 を参照のこと。また、ヒト幼児を参加者として研究として Maki, Overmier, Delos, & Guttman, 1995 を参照のこと)。

第 1 章 序論

激をキー上に呈示し、このそれぞれを第 1 段階で用いた 2 種類の強化結果と対呈示した(パブロフ型条件づけ)。最後のテストでは、このCSを弁別刺激として呈示し、RとGの遂行を再訓練したが、実験群の被験体は統制群よりも速やかにこの新しい学習を獲得した。これらの研究は、CSは同じ強化結果を用いて訓練された道具的弁別行動を制御できること(CSの刺激性制御の転移における強化結果の特異性)を示している。

CS の刺激性制御の転移と同様に、ある道具的弁別学習において確立された弁別刺激も強化結果に特異的な刺激性制御の転移を示すことが報告されている。ラットを被験体として用いた Colwill and Rescorla (1988b, Experiment 2, この実験デザインを Table 1-7 に示した) は、実験の第 1 段階において、ノーズポーク(Ac)の遂行がある弁別刺激(ノイズ, あるいは光刺激)の呈示下である強化結果(食物ペレット, あるいはショ糖溶液)を生じ、同じノーズポークが別の弁別刺激(光刺激, あるいはノイズ)の呈示下で別の強化結果(ショ糖溶液, あるいは食物ペレット)を生じる道具的弁別学習を訓練した。第 2 段階ではターゲット行動の遂行を訓練したが、ここではレバー押しと鎖引きのそれぞれを食物ペレットかショ糖溶液を用いて強化した。第 3 段階の消去テストでは、被験体にレバーと鎖を同時に呈示し、第 1 段階で確立された 2 つの弁別刺激を呈示してターゲット行動の遂行に与える影響を検討した。その結果、弁別刺激の呈示は同じ強化結果を用いて訓練されたターゲット行動の遂行を選択的に促進させることが明らかになった(Colwill & Rescorla, 1988b, Experiment 1 も参照のこと)。

Table 1-7. Design of Experiment by Colwill and Rescorla (1988b, Experiment 2).

<i>Phase 1</i>	<i>Phase 2</i>	<i>Phase 3</i>
(instrumental learning)	(target training)	(extinction [transfer] test)
Sd1: Ac→O1	A1→O1	Sd1: A1 vs. A2 (A1 > A2)
Sd2: Ac→O2	A2→O2	Sd2: A1 vs. A2 (A1 < A2)

Note: Sd1 and Sd2 are noise and light, counterbalanced; Ac is nose poking, and A1 and A2 are lever pressing and chain pulling, counterbalanced; O1 and O2 are food pellet and sucrose solution, also counterbalanced; “:” and “→” are discriminative control and instrumental contingency between lever pressing and reinforcing outcome, respectively.

第 1 章 序論

CS や弁別刺激の呈示が、強化結果を共有する道具的行動の遂行を選択的に制御することを示したこれらの研究結果は、道具的弁別学習において O ノードを含む連合構造が獲得されないことを主張する S-R 理論からは予測することはできず、むしろ、道具的弁別学習において Sd-O 連合が形成されるという主張には一致する。CS の刺激性制御を示した研究(Kruse, Overmier, Konz, & Rokke, 1983; Urcuioli, 1990)では、この CS とは独立に訓練された道具的弁別学習が Sd-O 連合の形成を含んでおり、弁別刺激の呈示下の道具的行動の遂行は、弁別刺激の呈示が Sd-O 連合を通じて作り出した O ノードの活性によって制御されていたと考えられる。テストにおいて CS が呈示されたとき、この CS のノードと連合した O ノードの活性が作り出されたと考えられるが、それは道具的弁別訓練において弁別刺激の呈示が作り出し、道具的行動の遂行を制御していた O ノードの活性と基本的には同じ性質をもっていたため、CS の呈示は訓練時の弁別刺激に替わって道具的行動を制御することができたのだろう。弁別刺激の刺激性制御を示した研究(Colwill & Rescorla, 1988b)においても、道具的弁別学習において Sd-O 連合が形成されたと考えられる。したがって、テストにおいて呈示された弁別刺激は O ノードの活性を作り出し、これがターゲット行動の遂行において機能する A-O 連合と連鎖的に機能することによって、ターゲット行動の遂行を制御したと考えられる。たとえば、Sd-O と、A-O 連合を逆転させた O-A 連合が連鎖的に機能すると、Sd-O-A という連合リンクを通じて、弁別刺激の呈示は道具的行動を制御することができる(A-O 連合が逆行的に利用されることは、Asratyan, 1974; Colwill & Rescorla, 1988b; Pavlov, 1932; Rescorla, 1992a, 1994a が主張している。この問題に関する評論として、Gormezano & Tait, 1976 を参照のこと)。したがって、CS と弁別刺激の刺激性制御に関する研究は、道具的弁別学習において形成される Sd-O 連合の性質について 2 つの示唆を与える。第 1 に、Sd-O 連合の役割が CS-O 連合によって代替できることから、Sd-O 連合はパブロフ型の CS-O 連合と基本的な性質を共有していると考えられる。第 2 に、Sd-O 連合が A-O 連合を制御できることから、Sd ノードと A ノードのそれぞれの活性が作り出す O ノードの活性は、共通した特性をもつと考えられる。

Sd-O 連合が形成されるという主張は、条件性弁別の事態でしばしば示されてきた分化結

第 1 章 序論

果効果(differential outcome effects)と矛盾しないことも指摘しておくべきだろう。分化結果効果とは、道具的弁別学習において同時に訓練される複数の弁別刺激-道具的行動随伴性に対して質的あるいは量的に異なる強化結果を随伴させた条件では、そのような強化結果の分化がおこなわれなかった条件に比べて、速やかにこの弁別学習が獲得される現象を指す(たとえば, Trapold, 1970; Urcuioli, 1991)。また, 弁別刺激の呈示の終了(offset)と道具的行動の遂行開始の間に遅延時間を挿入して被験体のワーキング・メモリに負荷をかけたとき, 弁別成績は遅延時間の関数として劣化することが知られている(遅延見本合わせ: delayed matching-to-sample, たとえば, D'Amato, 1973; Grant, 1975)が, 分化結果条件では非分化結果条件に比べて弁別成績の劣化が緩和される(たとえば, Brodigan & Peterson, 1976; Urcuioli & Zentall, 1990)。これらの研究では, 分化結果条件と非分化結果条件の両者における弁別刺激と道具的行動の関係は同じであるため, 分化結果効果を説明するためには Sd ノードと O ノードの間に形成される興奮性リンクが機能することを仮定する必要がある。分化結果条件では, 弁別刺激は分化した Sd-O 連合を通じて特定の強化結果のノード活性(すなわち, 強化結果に対する予期)を作り出すと考えられる。このような予期は, 正反応を遂行するときの追加的な手がかりとして機能し, さらに遅延時間中のリハーサルに用いられていると考えられる(Trapold & Overmier, 1972; 分化結果パラダイムの諸問題に関する包括的評論として, Urcuioli, 2005 を参照のこと)。

1-4-3. 二過程理論と Sd-O 連合の特性

道具的弁別学習において, 生活体は Sd-O 連合を獲得するが, これはパプロフ型条件づけにおける CS-O 連合と同じ性質をもつという仮定は, その細部においては若干の違いをもつものの, 複数の二過程理論において採用されてきたものである(Rescorla & Solomon, 1967; Trapold & Overmier, 1972; Urcuioli, 2005)。しかしながら, 二過程理論の後半の主張, つまり, Sd-O 連合と CS-O 連合がまったく同じであるという仮定は, 単純に考えても問題をはらんでいる。

第 1 章 序論

たとえば、連合学習の研究においてしばしば用いられる典型的な実験装置であるオペラント・チャンバーの中では、生活体の道具的行動の遂行が向けられる対象である操作体(たとえば、レバーや鎖、つつくためのキー)は、弁別刺激を呈示するための装置やマガジンと一体ではなく、空間的にやや離れて設置されることが多い。食物や水のような欲求性の強化結果を用いたパブロフ型条件づけにおいて獲得される CR が、CS(Brown & Jenkins, 1968; Wasserman, 1973)やマガジン(Boakes, 1977)に対する接近反応であることを考えると、弁別刺激の呈示がパブロフ型 CS と同様にこのような CR を喚起するのであれば、明らかに道具的行動の遂行に対して干渉し、結果的に弁別学習の獲得を遅延させたり、弁別成績を低下させたりしてしまうだろう。たとえば、CS の呈示がフリー・オペラントの道具的行動の遂行に与える効果について検討した過去の研究は、CS と道具的行動の遂行がともに欲求性の強化結果を用いて強化されていた場合でも、CS の呈示によって道具的行動の遂行が妨害的な影響を受けることをしばしば示してきた(正の条件性抑制: positive conditioned suppression, たとえば, Azrin & Hake, 1969; Konorski & Miller, 1936)。これは、CS が喚起する CR と道具的行動の遂行の間の競合が原因であると考えられている(Karpicke, 1978; Karpicke, Christoph, Peterson, & Hearst, 1977; この問題に関する包括的な評論として, Lovibond, 1983 も参照のこと)。しかし、道具的弁別学習それ自体がそのような競合的な事態を含んでいるという知見は見あたらない。つまり、弁別刺激は CS とは異なり、明確なパブロフ型 CR を喚起する機能をもたないと考えられる。そして、Sd-O 連合と CS-O 連合が同じ性質をもつのであれば、弁別刺激が(CS がそうであるように)CR を喚起しないことは矛盾する。Sd-O 連合が CS-O 連合と同じ性質をもつという主張は、このような論理的な批判だけではなく、いくつかの実証的な批判を受けてきた。

もっとも古典的な実証的批判は、もし道具的弁別学習の Sd-O 連合がパブロフ型 CS-O 連合と同じなのであれば、その訓練において道具的行動の遂行と CR を同時に測定したときに、この 2 つの行動指標の間に相関がみとめられることが予測されるが、同時測定の結果はこの予測通りのものにならない、という所見である(Rescorla & Solomon, 1967)。Konorski (1967)や

第 1 章 序論

Miller and DeBold (1965)のようにこの 2 つの指標間に高い相関を発見した報告もあるが、Ellison and Konorski (1964)は負の相関を報告しており、結果は錯綜している。

Sd-O 連合と CS-O 連合が同じ特性をもたないことのより説得的な証拠は、阻止(blocking)のデザイン(Kamin, 1968, 1969)を用いた Holman and Mackintosh (1981)が報告している。彼らの Experiment 1 の手続きを Table 1-8 に示した。彼らはラットに、クリック音と光刺激の複合刺激を食物ペレットと対呈示するパブロフ型条件づけを訓練し、実験最後のテストで、この複合刺激の一方である光刺激のみを被験体に呈示したときの CR を測定した。しかし、この複合条件づけに先行する経験は群によって異なっていた。CS 群では、クリック音を同じ食物ペレットに対する CS として訓練した。Sd 群では、クリック音を同じ食物ペレットによって強化したレバー押しに対する弁別刺激として確立した。統制群ではクリック音を用いた訓練を省略した。テストで CS 群が示した光刺激に対する CR の強度は、Sd 群や統制群よりも弱かった。つまり、CS 群のクリック音に関する先行経験が、光刺激の条件づけを阻止したことが明らかになった。

Table 1-8. Design of Experiment by Holman and Mackintosh (1981, Experiment 1).

<i>Group</i>	<i>Phase 1</i>	<i>Phase 2</i>	<i>Phase 3 (test)</i>
CS	click-food		light? (cr)
Sd	click: lever pressing→food	click + light-food	light? (CR)
Control	--		light? (CR)

Note: “-” is paired presentation between CS and food; “:” and “→” are discriminative control and instrumental contingency between lever pressing and food, respectively; “cr” and “CR” are observed magnitude of conditioned response, relatively small and large, respectively.

続く実験(Holman and Mackintosh, 1981, Experiment 2; Table 1-9 にその実験デザインを示した)では、音刺激と光刺激を複合し、これを食物ペレットによって強化されるレバー押しを制御する弁別刺激としてすべてのラットに訓練し(複合弁別訓練)、実験の最後に光刺激だけを呈示し、どの程度レバー押しを制御できるのかが検討された。被験体は CS 群と Sd 群の 2 つ

第 1 章 序論

に分けられた。CS 群の動物に対しては、複合弁別訓練の試行間に同じ食物ペレットを用いたパブロフ型条件づけの試行を挿入した。また、CS 群の半数のラット(CS-Exp 群)に対しては、CS として複合弁別訓練で用いた音刺激と同じ刺激を呈示し、残りの半数のラット(CS-Cont 群)に対しては異なる刺激を CS として呈示した。Sd 群の動物に対しては、複合弁別訓練の試行間に同じ食物ペレットを用いてレバー押しを強化する道具的弁別訓練試行を挿入した。また、Sd 群の半数のラット(Sd-Exp 群)に対しては、このときの弁別刺激として複合弁別訓練で用いた音刺激と同じ刺激を用い、残りの半数のラット(Sd-Cont 群)に対しては異なる刺激を弁別刺激として確立した。その結果、テストで呈示された光刺激が示した刺激性制御の程度は、単独の音刺激を CS として訓練された CS-Exp 群と CS-Cont 群の間には違いがみとめられなかったが、単独刺激を弁別刺激として訓練された群の間には有意な差がみとめられ、Sd-Exp 群における光刺激の刺激性制御は Sd-Cont 群に比べて小さかった。つまり、弁別刺激として訓練された音刺激だけが、光刺激が弁別刺激として確立されることを阻止した。

Table 1-9. Design of Experiment by Holman and Mackintosh (1981, Experiment 2).

<i>Group</i>		<i>Phase 1</i>	<i>Phase 2 (test)</i>
CS-Exp	tone-food	tone + light: lp→food	light: lp?
CS-Cont	noise-food	tone + light: lp→food	light: lp?
Sd-Exp	tone: lp→food	tone + light: lp→food	light: lp?
Sd-Cont	noise: lp→food	tone + light: lp→food	light: lp?

Note: “:” and “→” are discriminative control, and instrumental contingency between lever pressing (lp) and food, respectively; “-” is paired presentation between CS and food.

これらの結果は、ある刺激が CS としての機能を獲得することを阻止できるのは CS としての機能をもった刺激だけであり、弁別刺激としての機能をもった刺激ではないこと、また、ある刺激が弁別刺激としての機能を獲得することを阻止できるのは弁別刺激としての機能をもった刺激だけであり、CS としての機能をもった刺激ではないことを示している(同様の知見を嫌悪事象において検討した研究として、Goodall & Mackintosh, 1987 も参照のこと)。二過程理論が仮定するように、道具的弁別学習において獲得される Sd-O 連合がパブロフ型の CS-O 連

第 1 章 序論

合とまったく同じ特性をもっているのであればこのような結果は期待されず、弁別刺激は CS の学習に対して、逆に、CS は弁別刺激の学習に対して、妨害的な影響を与えるはずである (Kamin, 1968, 1969; また, Blanchard & Honig, 1976; Holland, 1977)。したがって, Holman & Mackintosh (1981)の結果は, Sd-O 連合を CS-O 連合に完全に還元することはできないことを示唆するものである。

Holman and Mackintosh (1981)と同様の示唆は, 弁別刺激と CS の刺激性制御の大きさを直接比較した Colwill and Rescorla (1988, Experiment 3)の実験からも得られる。Table 1-10はその実験手続きを示している。実験の第 1 段階で, 被験体ラットに弁別刺激(ノイズ, あるいは光刺激)を呈示した期間のノーズポークの遂行(Ac)がある強化結果(食物ペレット, あるいはシヨ糖溶液)を生じる道具的弁別学習と, CS(光刺激, あるいはノイズ)と強化結果(シヨ糖溶液, あるいは食物ペレット)を対呈示したパブプロフ型条件づけを訓練した。第 2 段階では, レバー押しと鎖引きのそれぞれをターゲット行動として, 食物ペレットかシヨ糖溶液を用いて強化した。最後の消去テストでは, 弁別刺激と CS のそれぞれを呈示したときにターゲット行動の遂行に与える影響をしらべた。

Table 1-10. Design of Experiment by Colwill and Rescorla (1988b, Experiment 3).

<i>Phase 1</i> (discrimination training)	<i>Phase 2</i> (target training)	<i>Phase 3</i> (extinction [transfer] test)
Sd: Ac→O1	A1→O1	Sd: A1 vs. A2
CS-O2	A2→O2	CS: A1 vs. A2

Note: Sd and CS are noise and light, counterbalanced; Ac is nose poking, and A1 and A2 are lever pressing and chain pulling, counterbalanced; O1 and O2 are food pellet and sucrose solution, also counterbalanced; “:” and “→” are discriminative control, and contingency between instrumental actions and reinforcing outcome, respectively; “-” is paired presentation of CS and reinforcing outcome.

その結果, 弁別刺激の呈示は同じ強化結果を用いて強化されたターゲットの遂行を刺激が呈示されない ITI の遂行率に比べて促進させた。また, 弁別刺激の呈示は異なる強化結果を用いて強化されたターゲット行動の遂行には影響を与えなかった(つまり, ITI 中の遂行率と

第1章 序論

弁別刺激呈示中の遂行率の間に有意な差はみとめられなかった)。一方、CS の呈示は弁別刺激が示した促進的な効果をあらわさず、同じ強化結果を用いて強化されたターゲット行動の遂行はITIとかわらなかったが、異なる強化結果を用いて強化されたターゲット行動の遂行はITI中に比べて抑制された(同様の知見は、Rescorla, 1994a も報告している)。

この結果は、弁別刺激とCSの刺激性制御はともに、これらの刺激とターゲット行動の強化結果の同一性に基づいて転移することを示しており、1-4-2 で論じた研究の結果と一致する。しかし、弁別刺激とCSは、同じ過程を通じてその刺激性制御を転移させているのではないことを示唆していることが重要である。したがって、Sd-O連合とCS-O連合はまったく同じ特性をもっている、という主張には反する。

CSや弁別刺激の刺激性制御の転移が強化結果に特異的であることを示した研究は、生活体が道具的弁別学習においてSdノードとOノードを含んだ連合構造を獲得することを示唆する。そして、このような連合構造の候補としてもっとも単純なものはSd-O連合である。しかしながら、このSd-O連合がパブロフ型CS-O連合とまったく同じ特性をもつ、という二過程理論の主張を支持することはできず、この2つの連合構造は異なる特性をもつと考えられる。

1-5. 本研究の目的

1-5-1. 階層的連合構造とノードの要素的連合構造

生活体が道具的学習において獲得する弁別刺激と強化結果の関係についての情報、すなわちSdノードとOノードの両者を含んだ連合構造がCS-O連合に還元できないのであれば、それはどのような連合構造なのであろうか。この問題に対する理論的な回答としては、2種類のもので考えられる。

第1のものは、道具的学習においては、Sd-A、Sd-O、A-Oといった3つの二項連合が併行的に形成されるのではなく(あるいは、形成されるだけでなく)、3つのノード間にある階層性を有する連合構造が形成される、という考え方である。このような考え方は、弁別刺激は「ある

第 1 章 序論

道具的行動が強化される機会を設定する」という Skinner (1938)の言説 (p 22)を率直に展開したものであり(Jenkins, 1977 も参照のこと), 近年のパブロフ型条件づけにおける機会設定子 (occasion setter)に関する研究成果の蓄積(Schmajuk & Holland, 1998)から, 再び注目されるようになった。

特徴正弁別(feature positive discrimination)訓練とよばれるパブロフ型条件づけの手続きにおいては, ある CS(X)は別の CS(Y)が X に先行して, あるいは X と同時に呈示される試行 (Y → X 試行)では US と対呈示され, X のみが呈示される試行(X 試行)では US は呈示されない(Y は特徴刺激と呼ばれ, この特徴刺激が強化試行においてのみ呈示されることから, feature positive と呼称される)。このような弁別訓練を受けた被験体は, 特徴刺激が呈示された Y → X 試行においてのみ X に対する CR を示すようになる(たとえば, Holland, 1983a, 1992)。特徴正弁別においては, 特徴刺激 Y それ自身は明白な CR を喚起しないこと(たとえば, Rescorla, 1985)や, X と Y のそれぞれを直接 US と対呈示したときに観察される CR のトポグラフィが異なるような場合でも, Y → X 試行においてみとめられる CR は X 由来のトポグラフィをもつこと(たとえば, Ross & Holland, 1981)が報告されている。したがって, Y → X 試行において観察される CR を, Y ノードと US ノードの間に興奮性リンクが形成された結果として説明することは困難である。むしろ, 特徴刺激 Y は, X-US 連合が CR を産出する過程に対して調整的な影響を与える機会設定子としての機能を獲得すると考えられている(Schmajuk & Holland, 1998)。このような機会設定子を含む連合構造をどのように表現するのかという問題については議論が多い(Colwill, 1994; Holland, 1992)が, 1 つの有力な考え方として, 機会設定子 Y のノードが X-O 連合構造と連合するというモデル(Y-[X-O])が考案されてきた(この問題に関する包括的な評論として, Holland, 1992 を参照のこと)。

道具的弁別学習は基本的にはパブロフ型特徴正弁別と同じ手続き構造を有する事態であり, 故に, A-O 連合が道具的行動を作り出す過程を Sd ノードが階層的に制御するという考え方が提案されてきた(Sd-[A-O]; Holman & Mackintosh, 1981; Mackintosh & Dickinson, 1979)。そして, この主張を支持する実験的な証拠が蓄積されつつある(Colwill, 1994; Colwill &

第 1 章 序論

Delameter, 1995; Colwill & Rescorla, 1990b; Davidson, Aparicio, & Rescorla, 1988; Rescorla, 1990b, 1990c, 5-2-6 も参照のこと。この問題に関連した議論を 5-2-6 で再度おこなう。

第 2 の考え方は, Sd ノードと O ノードの間に興奮性リンクが形成されることをみとめながら, 弁別刺激が呈示されたときに作り出される O ノードの活性は, CS が呈示されたときに作り出される O ノードの活性とは異なる特性をもつと仮定することである。つまり, O ノードが複数の異なる特性をもった要素から構成されることを前提とし, Sd ノードと CS ノードのそれぞれは, この O ノードの異なる要素との間に興奮性リンクを形成すると考える。

強化結果の価値低減と刺激性制御の転移を組み合わせた近年の研究は, O ノードが実験的に分離可能ないくつかの要素から構成される可能性を示唆している。たとえば, Colwill and Rescorla (1990a, Experiment 1; この実験デザインを Table 1-11 に示した)は, 異なる 2 つの弁別刺激(ノイズと光刺激, Sd1 と Sd2), 4 つの道具的行動(ハンドル操作, ノーズポーク, レバー押し, 鎖引き, それぞれ A1, A2, A3 および A4), 2 つの強化結果(食物ペレットとショ糖溶液, O1, O2)を用いてラットを訓練した。実験の第 1 段階では, Sd1 の呈示下で被験体が A1 を遂行すると O1 を呈示し, Sd2 の呈示下で A2 を遂行すると O2 を呈示する道具的弁別を訓練した。これと同時に, A3 と A4 のそれぞれのフリー・オペラント遂行を O1 と O2 を用いて強化した。第 2 段階の強化結果の価値低減では, O1 を LiCl と対呈示して価値低減した(O2 は単独呈示されたが価値低減はされなかった)。消去テストでは, A3 と A4 を自由に選択して遂行できる状態に被験体をおき, Sd1 と Sd2 の呈示がこの A3 と A4 の遂行に与える影響を検討した。このテストセッションでは, 価値低減された O1 によって強化された A3 の遂行は全般的に減弱し, 強化結果の価値低減効果が得られた。しかし, A3 と A4 の遂行のどちらもが, 強化結果を共有する弁別刺激が呈示されたときに促進された(すなわち, A3 の遂行は Sd1 の呈示下で, A4 の遂行は Sd2 の呈示下で, それぞれ ITI の遂行水準と比較して促進された)。つまり, 強化結果を共有する道具的行動(ターゲット)の遂行に対して転移する弁別刺激の刺激性制御は, 強化結果の価値低減操作の影響を受けないことが明らかになった(Rescorla, 1994b も同様の結果を報告している)。このような結果は, O ノードの要素的な観点からは, 強化結果

第 1 章 序論

の価値を符号化した O ノードの要素は弁別刺激の刺激性制御が強化結果の同一性に基づいて転移するときには主たる役割を果たしておらず、転移の効果は O ノードの別の要素(おそらく、強化結果の同一性を符号化した感性的情報を担う要素)によって媒介されることを示唆していると考えられる(Holland, 2004; Rescorla, 1994b)。

Table 1-11. Design of Experiment by Colwill and Rescorla (1990a, Experiment 1).

<i>Phase 1</i> (discrimination training)	<i>Phase 2</i> (outcome devaluation)	<i>Phase 3</i> (test)
Sd1: A1→O1		Sd1: A3 vs. A4
Sd2: A2→O2	O1-LiCl	(A3 > A4)
A3→O1	O2- φ	Sd2: A3 vs. A4
A4→O2		(A3 < A4)

Note: Sd1 and Sd2 are noise and light, counterbalanced; A1 and A2 are nose poking and handle pulling, counterbalanced, and A3 and A4 are lever pressing and chain pulling, also counterbalanced; O1 and O2 are food pellet and sucrose solution, counterbalanced; “:” and “→” are discriminative control, and instrumental contingency between action and reinforcing outcome; “-LiCl” and “- φ” are paired presentation of lithium chloride i.p. injection, and simple exposure of reinforcing outcome, respectively.

O ノードが複数の要素から構成されるという可能性は、Corbit and Balleine (2003)の研究からも刺激できる。彼女たちは、その実験の第 1 段階において、空腹状態においた被験体ラットに 2 つの異なった道具的行動を継時的に遂行することによって強化される道具的連鎖(heterogeneous instrumental chain)を訓練した。すなわち、被験体がまずレバー 1 を押し(A1)、次にレバー 2 を押す(A2)とここではじめて食物ペレットを呈示した。第 2 段階では、第 1 段階の道具的連鎖訓練において用いられた食物ペレットを CS と対呈示するパブロフ型条件づけが施された。最後の消去テストでは、レバー 1 とレバー 2 を同時にラットに呈示してこれらを自由に選択して遂行できるようにし、CS をこの事態に重畳するように呈示した。その結果、第 1 段階の道具的連鎖訓練において強化結果の呈示と時間的に接近していた A2 の遂行は、A1 の遂行に比べてこの CS の呈示によって促進されることが示された(Corbit & Balleine, 2003, Experiment 1)。さらに、食物のはく奪スケジュールを緩和することによってこの強化結果を価

第 1 章 序論

値低減し、A1 と A2 の遂行に与える効果を検討した(Experiment 2; この消去テストでは CS は呈示されなかった)。その結果、A1 の遂行は A2 の遂行に比べて減弱することが明らかになった(同様の実験事態を用いて関連した知見を報告した Balleine, Garner, Gonzalez, & Dickinson, 1995 も参照のこと)。A2 の遂行は CS の呈示によって促進し、A1 の遂行は強化結果の価値低減操作によって減弱したため、どちらの道具的行動の遂行も O ノードを含む連合構造によって制御されていたと考えられる。したがって、この 2 つの道具的行動が CS の刺激性制御の転移と強化結果の価値低減のそれぞれに対して異なる感受性をもっていたことは、A1 と A2 のそれぞれの遂行を制御する連合構造に含まれる O ノードは異なる特性をもつことを示唆する。CS の刺激性制御の転移が強化結果の感性的な情報を担う O ノードの要素の役割を反映しており、強化結果の価値低減効果が強化結果の価値に関する情報を符号化した O ノードの要素の役割を反映していると仮定するならば、第 1 段階の道具的連鎖訓練において、A2 のノードは O ノードの感性的な要素との間に、A1 のノードは O ノードの価値的な要素との間に、それぞれ興奮性リンクを形成したことを示唆する結果であるといえる(Balleine, 2001; Corbit & Balleine, 2003; Holland, 2004, この問題に関連した議論は 5-2-2 および 5-2-3 で再度おこなう)。

これらの研究は、道具的学習において符号化される O ノードが複数の要素から構成され、Sd ノードと CS ノードのそれぞれは O ノードの異なる要素との間に興奮性のリンクを形成すると仮定することで、Sd-O 連合を CS-O 連合とまったく同一の特性をもつことを主張した二過程理論が直面した問題を解決する可能性を示している。故に、この O ノードの要素的な仮定を実証するためのさらなる研究が必要であろう。本節(1-5-1)において見てきたように、そのような研究は、強化結果の価値低減や刺激性制御の転移といった、道具的学習が O ノードを含む連合構造を形成することを示してきた研究パラダイムを組み合わせることによって実現される。しかしながら、現時点ではこの 2 つの研究パラダイム以外の有用なパラダイムが見あたらないため、必然的にその組み合わせの仕方は限られたものとなっている。これが原因で O ノードの要素的な理論の進展が停滞していると思われる。したがって、O ノードの要素的な理論を

第 1 章 序論

進展させるためには、第 1 に、道具的学習が O ノードを含む連合構造を形成することを示す新たな研究パラダイムを探索し、これを確立することが必要である。そして、第 2 に、この新しい研究パラダイムを既知の研究パラダイムである強化結果の価値低減あるいは刺激性制御の転移と組み合わせたときに得られる行動効果を詳細に検討することにより、O ノードの要素的理論を支持するさらなる証拠や新たな示唆を得ることができると考えられる。

1-5-2. 表象媒介型条件づけと本研究の目的

このような問題意識に立脚して、本研究は以下に述べる表象(ノード)媒介型条件づけ (representation-mediated conditioning, Holland, 1981, 1990; 他に, Holland, 1998, 2005 も参照のこと)として知られる研究パラダイムが、O ノードを含む道具的学習の連合構造、特に Sd-O 連合の形成やその特性を分析するための新たなパラダイムとして有用であると考えた。そして、この表象媒介型条件づけを用いて道具的弁別学習における Sd-O 連合の形成の証拠を示し、さらにその特性を明らかにするための実験的検討をおこなうことを目的とした。

表象媒介型条件づけは、これまでパブプロフ型条件づけの文脈において検討されてきた。Holland (1981, Experiment 1, このデザインを Table 1-12 に示した)は、実験の第 1 段階において、被験体ラットにある CS(純音)と US(食物ペレット)を対呈示するパブプロフ型条件づけを施した。その後の第 2 段階では、この CS と LiCl を対呈示し、この CS の価値低減操作が被験体の US に対する反応にどのような影響を与えるのかを第 3 段階のテストで検討した。テストにおいて US が呈示されその摂取が許可されたとき、条件づけの後に CS 価値低減を経験した群のラット(P-P 群)が示した US 摂取量は、CS と US の非対呈示(U-P 群), あるいは CS と LiCl の非対呈示(P-U 群)を受けた統制条件のラットに比べて有意に少なかった。

一見すると、このような実験結果のパターンは、US が動物に呈示されたテスト時の連合連鎖 (associative chain)によって説明できるように見える。つまり、P-P 群ではテストで US が呈示されたときに、US-CS 連合が CS ノードと内蔵不快感(Illness: I)のノードの間の興奮性リンクと連鎖的に機能することによって US の摂取が抑制されたと考えることが可能である(感性的予備

第 1 章 序論

条件づけ[sensory preconditioning]の一般的な説明, たとえば, Rizley & Rescorla, 1972)。この可能性を排除するために, Holland (1981, Experiment 1)は第 1 段階のパブロフ型条件づけにおいて, US の呈示に後続して CS を呈示するという逆行条件づけ手続き(US→CS)を適用した統制群を設けた(Table 1-12 の Backward 群)。そして, この群の被験体は CS 価値低減の後に US 摂取の減弱を示さないことを確認した。この統制群では, 連合連鎖説において重要な役割を果たす US-CS 連合は, 通常のパブロフ型条件づけ(CS→US)を受けた P-P 群に比べてより強く形成されることが期待される。故に, この統制群において US 摂取が減弱しなかったという事実は連合連鎖説と矛盾する。また, 少なくともラットを被験体とした場合, この実験で用いられたような外受容性の CS は内蔵不快感と連合しにくいという選択的連合形成(selective association formation)の原理も, CS-I 連合の機能に頼った連合連鎖説に不利である(1-3-3 を参照のこと)。

Table 1-12. Design of Experiment by Holland (1981, Experiment 1).

<i>Group</i>	<i>Phase 1</i> (Pavlovian conditioning)	<i>Phase 2</i> (CS devaluation)	<i>Phase 3</i> (test)
P-P	tone-food, light- ϕ	tone-LiCl, light- ϕ	food
P-U	tone-food, light- ϕ	tone ϕ , light-LiCl	food
U-P	tone- ϕ , light-food	tone-LiCl, light- ϕ	food
Backward	food-T, light- ϕ	tone-LiCl, light- ϕ	food

Note: “-” denotes paired presentation of CS and US; ϕ denotes no reinforcement (CS simple exposure); “-LiCl” is paired presentation of lithium chloride i.p. injection.

続く実験(Holland, 1981, Experiment 2)では, CS 価値低減が動物の全般的な完了行動を抑制することによって US 摂取の減少を導いたという可能性を排除するために, 分化結果パブロフ型条件づけの手続きを用いた。第 1 段階ではそれぞれの被験体ラットに純音 CS と食物ペレットの対呈示と, 光 CS とショ糖溶液の対呈示を訓練した(つまり, 2 つのパブロフ型条件づけを施した)。第 2 段階では, 被験体の半数には純音 CS の価値低減操作を施し, 残りの

第1章 序論

半数の被験体には光 CS の価値低減操作を施した。テストでは、純音 CS を価値低減された動物は食物ペレットに特異的な摂取の抑制を示し、光 CS が価値低減された動物は、逆にシヨ糖溶液に特異的な摂取の抑制を示した。これらの結果は、ある US と対呈示されたパブロフ型 CS は、この US を新たな CS とした連合学習(この場合、風味嫌悪条件づけ)において、この US の代替者(surrogate)として機能することを示す。

CS の価値低減が作り出すこのような効果に内在する連合過程は以下のように説明される：

(a) 最初のパブロフ型条件づけの間に、CS ノードと US ノードの間に興奮性リンクが形成される。したがって、この CS はそれが動物に呈示されると、CS-US 連合を通じて US ノードの活性を作り出す能力を獲得する；(b) 続く CS 価値低減(CS-LiCl 対呈示)の段階では、CS 呈示が喚起する US ノードの活性と、LiCl 注射が誘導する内蔵不快感(I)に対応するノードの活性が重ね合わされた(overlapping)状態が作られ、Hebb 則(Hebb, 1949)により US ノードと I ノードの間に新たな興奮性リンクが形成される。このようにして形成された US-I 連合は、動物がこの US を直接摂取し、その後に LiCl を注射されて不快感を経験したとき(すなわち、典型的な風味嫌悪条件づけの手続き)に形成されるものと同一であると考えられる。したがって、パブロフ型条件づけとその後の CS 価値低減の両者を経験した P-P 群の被験体においては、US に対する嫌悪が条件づけられ US の摂取は減少する(同様の解釈は、Ward-Robinson & Hall, 1996, 1999 においてもみられる、またこの問題に関する包括的な評論として、Hall, 1996; Holland, 1990; Pickens & Holland, 2004 を参照のこと)。

通常のパブロフ型条件づけにおいては、CSとUSの両者が生活体に呈示され、生活体がこれらを知覚するときに作り出されるCSノードとUSノードの活性が重ね合わされることによって、このノード間の興奮性リンクの強度が漸進的に増大すると考えられている(たとえば、Rescorla & Wagner, 1972; Wagner, 1981)。つまり、CSとUSの両者が呈示されるパブロフ型条件づけは、知覚に媒介された条件づけ(perception-mediated conditioning: 知覚媒介型条件づけ)であると言える。これに対して、パブロフ型条件づけが訓練された後にCSとLiClが対呈示されるときには、LiClが誘導する内蔵不快感は新たなUSとして実際に呈示されるため、生活体はこれを

第 1 章 序論

知覚するが、新たなCSとして機能すると考えられるものは、ある事象のノードの活性(表象: Holland [1981]では、食物ペレットに対応するノード活性)である。故に、このような条件づけの過程(および実験手続き)を、表象媒介型条件づけと呼ぶ¹¹(表象媒介型条件づけにおいても、消去[Holland & Forbes, 1982], 隠蔽[overshadowing, Holland, 1983b], 増強[potentiation, Holland, 1983b, 2006]といった知覚媒介型のパプロフ型条件づけにおいてひろくみとめられる行動効果が得られることが報告されている)。

この表象媒介型条件づけを道具的弁別学習の Sd-O 連合を検出するために適用するためには、Holland (1981, 1990)がパプロフ型条件づけの後に訓練で用いた CS を LiCl と対呈示することによって価値低減したように、道具的弁別訓練の後に訓練で用いた弁別刺激を LiCl と対呈示して価値低減するという手続きをおこなうことが要点になる。道具的弁別訓練において Sd-O 連合が形成されるのであれば、弁別刺激と LiCl が対呈示されたときに、弁別刺激の呈示が作り出した O ノードの活性が、LiCl が誘導した I ノードの活性と重ね合わされ、O ノードと I ノードの間に新たな興奮性リンクが形成されると予測される。この O-I 連合は 2 つの行動効果を作り出すことが期待される。第 1 に、Holland (1981, 1990)が示したように、被験体の強化結果の摂取は、統制条件に比べて減弱を示すだろう。なぜなら、この O-I 連合は被験体に強化結果を実際に摂取させた後に LiCl を対呈示する通常の条件性風味嫌悪において形成されるものと、基本的には同じものであると考えられるからである。第 2 に、価値低減された弁別刺激の呈示下でその遂行を訓練された道具的行動の遂行は減弱を示すであろう。弁別刺激の価値低減が O-I 連合の形成を導くことは、この強化結果の価値が低減したことを意味し、強化結果を直接的に価値低減したときにみとめられる効果(強化結果の価値低減効果、1-3-4 を参照のこと)と同様の効果が得られると予測されるからである。これは、表象媒介型の強化結果の価値低減効果(representation-mediated reinforcing outcome devaluation effect)といえる。

¹¹ 表象媒介型条件づけの手続きは、感性的予備条件づけ(sensory preconditioning: 2 つの CS, CS1 と CS2 を用意し, CS1-CS2 対呈示[第 1 段階]の後に CS2 と US を対呈示し[第 2 段階], テスト[第 3 段階]で CS1 に対する被験体の反応を評価する[たとえば, Rizley & Rescorla, 1972])の第 2 段階を, CS1 と US の対呈示に変更した逆行感性的予備条件づけである(Ward-Robinson & Hall, 1996)。

第 1 章 序論

道具的弁別学習の文脈において、弁別刺激の価値低減が強化結果の摂取や道具的行動の遂行に与える影響を体系的に検討した研究はこれまでに報告されていない。しかし、強化結果の呈示と 관련된 刺激を価値低減した潜在消去の研究(1-3-2 を参照のこと)には、結果的に弁別刺激の価値低減の効果を検討したものが含まれていた可能性がある。Miller (1935)と Tolman and Gleitman (1949)は直線走路の先端に設置した目標箱を、Pearce and Hall (1979)はオペラント・チャンバーを、それぞれ価値低減した後に被験体の道具的行動の遂行における減弱を発見した。これらの研究において価値低減された刺激に対応するノードは、弁別刺激として Sd-O 連合に参画していたのかもしれない。故に、これらの弁別刺激の価値低減は、表象媒介型条件づけの過程を通じて(間接的に)強化結果の価値低減を起し、道具的行動の遂行を減弱させたと考えることができる。したがって、潜在消去の研究の一部は、本研究の仮定に一定の実証的な裏付けを与えるものと言えるかもしれない。しかし、いずれにせよ、明白に弁別刺激として確立された刺激の価値低減の効果を体系的に検討する必要がある。

本研究は、パプロフ型条件づけパラダイムにおいて発展してきたこの表象媒介型条件づけの理論的な背景や手続きを踏まえ、ラットの道具的弁別学習において対応した効果を見つけ出すことを第 1 の目的とした。光刺激やノイズを弁別刺激(Sd)として、レバー押しを道具的行動(A)として、そして食物ペレットやショ糖溶液を強化結果(O)として用い、三項随伴性の名義的な要素をすべて含んだ典型的な道具的弁別学習を被験体ラットに訓練した。すなわち、実験の第 1 段階において、ある弁別刺激の呈示下でラットの道具的行動の遂行がある強化結果を生じる訓練を施した。その後の第 2 段階においては、この弁別刺激と塩化リチウム(LiCl)の腹腔注射を対呈示することによって弁別刺激を価値低減した。実験の最後に、この弁別刺激の価値低減操作が動物の強化結果の摂取と、道具的行動の遂行に及ぼす効果を評価した。

第 1 章 序論

1-5-3. 本研究の実験的検討の構成

本研究における実験的検討(第 2 から 4 章)は 3 つの研究を含んでいる。研究 1 は、弁別刺激の価値低減が作り出す行動効果に関するもっとも基本的な知見を集めることを目的とした。そして、この知見を後続する研究 2 および 3 において積極的に活用した。研究 1 では、呈示位置の違いによって区別される 3 つの光刺激を弁別刺激として用い、道具的弁別訓練の各試行で呈示された弁別刺激に応じて 3 つのレバーのいずれかを押すことが正反応(道具的行動)となる同時弁別課題を被験体ラットに訓練した。この弁別学習の完成後に弁別刺激を価値低減し、この操作が強化結果の摂取や道具的行動の遂行に効果を及ぼすときにその効果を規定することが予想された 2 つの要因、すなわち、強化結果の新奇性(novelty)と道具的弁別訓練の過剰性(extensiveness)について検討した。

研究 2 では、研究 1 で得られた弁別刺激の価値低減が作り出す基本的な効果を、ラットを被験体として用いた多くの先行研究において適用されてきた道具的継時弁別の事態で追試することを主たる目的とした。さらに、弁別刺激の価値低減の効果を強化結果の価値低減効果と比較し、両者に内在する連合過程を比較しつつ考察した。そのために、研究 2 の各実験の最初に被験体ラットに訓練した道具的弁別学習は以下のようなものに変更された。ノイズと光刺激を 2 つの弁別刺激として用い、このそれぞれの呈示下では被験体の道具的行動の遂行(A1 と A2、これらは異なったレバーを押すことであった)のそれぞれを異なる風味と新奇性をもった強化結果を用いて強化するが、刺激が呈示されていない期間(ITI)の道具的行動の遂行は一切強化しなかった。

最後に報告する研究 3 では、主として 2 つの問題を検討した。研究 1 と 2 では、弁別刺激の価値低減が影響を与える対象の 1 つとして、かつてその弁別刺激の呈示下で訓練されていた道具的行動の遂行を設定していた。これに対して、研究 3 では、弁別刺激の価値低減が、その弁別刺激と強化結果を共有するが、道具的弁別訓練とは別の機会に訓練されたフリー・オペラントのターゲット行動(レバー押し)の遂行に影響を与えるかどうかを検討した。また、弁別刺激の価値低減がターゲット行動の遂行や強化結果の摂取に与える効果を、CS を価値

第 1 章 序論

低減したときの効果と比較した。この目的は、Sd-O 連合と CS-O 連合の特性を直接比較し、二過程理論の主張を評価することであった。

第 2 章 研究 1

強化結果の新奇性と訓練の過剰性が
道具的弁別訓練後の弁別刺激の価値低減効果に与える影響

Impacts of novelty of reinforcing outcome and extended training on the effects
of post instrumental discrimination training devaluation of discriminative
stimulus

2-1. 研究 1 の概要

3 つの実験において、道具的弁別訓練の後の弁別刺激(Sd)と内蔵不快感誘導物質(塩化リチウム, LiCl)の腹腔内注射の対呈示(すなわち, 弁別刺激の価値低減操作)が, 後の消去テストにおける道具的行動(A)の遂行と, 弁別訓練で用いた強化結果(O)の摂取に及ぼす効果を検討した。ラットを被験体として用い, 弁別訓練セッションの各試行において, 正レバーの真上のランプの光を手がかり(弁別刺激)として食物ペレットを得るために正反応を遂行することを訓練した。この弁別学習が完成した後に, 被験体に弁別刺激と LiCl の対呈示(Paired 群), あるいは非対呈示(Unpaired 群)を施した。実験 1-1 では道具的弁別訓練の全期間を通じて 1 種類の強化結果を用いたが, 弁別刺激と LiCl の対呈示は道具的行動の遂行と強化結果の摂取の両者に対して明確な影響を及ぼさなかった。実験 1-2 では, 弁別訓練の最後の 2 セッションで新奇な強化結果を用いた訓練を導入した。その後の弁別刺激の価値低減によって, Paired 群の強化結果の摂取は Unpaired 群と比較して抑制される傾向を示し, また, 消去テストにおける Paired 群の弁別刺激呈示下の道具的行動の遂行は Unpaired 群に比べて減弱した。この後者の効果は, 弁別訓練が過剰に与えられた後に 2 セッションの新奇な強化結果を用いた訓練を与えた実験 1-3 においてもみとめられた。これらの知見は以下の 3 点を示唆する:(a) 弁別刺激が価値低減されたとき, 弁別刺激の呈示が作り出した O ノードの活性と LiCl が誘導する内蔵不快感(I)のノード活性が重ね合わされ, 両ノードの間に興奮性リンクが形成されたこと(表象媒介型条件づけによる O-I 連合の新たな形成);(b) このような表象媒介型条件づけは弁別訓練を過剰に与えた後にも消失しないこと;(c) しかしながら, この表象媒介型条件づけは, 弁別刺激の呈示が作り出す O ノードの活性が新奇性を符号化していた場合に限定されること。

2-2. 研究 1 の目的と実験デザインの概略

本研究では、道具的弁別訓練の後に弁別刺激を LiCl と対呈示して価値低減し、この操作が後の被験体の強化結果の摂取と道具的行動の遂行に与える効果を検討した。研究 1 に含まれる 3 つの実験のそれぞれの手続きの概略を Table 2-1 に示した。

Table 2-1. Design of Experiments in Study 1.

Group	Phase 1 (Original discrimination training)	Phase 2 (Outcome switching training)	Phase 3 (Sd devaluation & consumption test)	Phase 4 (Extinction test)
<i>Experiment 1-1</i>				
Paired	Sd: A→O1	--	Sd-LiCl, O1?	Sd: A?
Unpaired			Sd/LiCl, O1?	
<i>Experiment 1-2</i>				
Paired	Sd: A→O1	Sd: A→O2 (2)	Sd-LiCl, O2?	Sd: A?
Unpaired			Sd/LiCl, O2?	
<i>Experiment 1-3</i>				
P-0	Sd: A→O1	Sd: A→O2 (2)	Sd-LiCl	Sd: A?
U-0			Sd/LiCl	
P-14	Sd: A→O1 (14)		Sd-LiCl	
U-14			Sd/LiCl	

Note: O1 and O2 are familiar food pellet and novel food pellet, respectively; Sd-LiCl and Sd/LiCl refer to paired and unpaired presentation of Sd and LiCl, respectively; Number in parentheses means number of training session.

空腹状態においたラットを被験体として用い、各実験の第 1 段階では、オペラント・チャンパー内の光刺激の位置を、食物ペレットを得るためにどのレバーを押せばよいのかを信号する弁別刺激(Sd)として機能させた同時弁別課題を解決することを訓練した(原訓練)。実験 1-1 では、この学習が完成した後に、被験体の半数に対しては第 1 段階で用いた弁別刺激と LiCl を対呈示し(Paired 群)、残りの半数の被験体に対しては弁別刺激と LiCl の非対呈示を

第 2 章 研究 1

経験させた(Unpaired 群)。また、被験体のホームケージにおける食物ペレットの摂取量を数回にわたって測定した。最後におこなった消去テストで Paired 群と Unpaired 群の道具的行動(A)の遂行を比較することによって、弁別刺激の価値低減操作の効果を検討した。

実験 1-2 および 1-3 では、弁別刺激の価値低減の後の強化結果の摂取と消去テストの道具的行動の遂行に影響を与える可能性がある 2 つの要因についてそれぞれ検討した。実験 1-2 では強化結果の新奇性について、実験 1-3 では弁別訓練の過剰性について、それぞれ検討した。すなわち、実験 1-2 では、実験 1-1 と同様の原訓練の後に、2 セッションの新奇な強化結果を用いた弁別訓練を被験体に与え、その後弁別刺激と LiCl の対呈示(Paired 群)あるいは非対呈示(Unpaired 群)を施してから消去テストをおこなった。実験 1-3 では、半数の被験体に対しては実験 1-1 および 1-2 と同様の原訓練を与え、残りの半数の被験体に対しては原訓練を過剰に与えた(14 セッション)。その後、すべての被験体に 2 セッションの新奇な強化結果を用いた弁別訓練を与えてから、弁別刺激と LiCl の対呈示あるいは非対呈示を経験させ、消去テストでこの操作の効果を評価した。

2-3. 実験 1-1

2-3-1. 方法

被験体

名古屋大学心理学研究室のコロニーで繁殖、維持された実験経験をもたない(naive)16 匹の Wistar 系由来の雄性ラットを被験体として用いた。これらの被験体は、実験開始時に約 120 日齢であった。実験期間中、それぞれの動物を個別ケージ(ホームケージ)で維持し、自由摂食時のおよそ 85%の体重で維持するための食物はく奪スケジュール下に置いた。具体的には、それぞれの動物の各実験日における実験操作がすべて終了した後に、ホームケージにおいてその日の食料(daily supply)として数グラムの固形飼料を与えた。このホームケージでは自由に水を摂取させた。

第 2 章 研究 1

装置.

防音, 防光状態を保った実験室に設置した 30×31×25 cm のオペラント・チャンバー1 台を主要装置とした。対向する 2 つの側壁はアルミニウム製であり, 残りの側壁と天井は透明なプラスチック製であった。床は直径 0.5 cm のステンレス製ロッドを 1.0 cm の直径間隔で並べたグリッド床であった。アルミニウム製の側壁の一方に, グリッド床からの高さ 6.0 cm の位置に, 3 つの格納式レバーを互いの間隔を 5.0 cm として設置した。また, それぞれのレバーの 6.0 cm 上方の側壁上に 1 つずつ弁別刺激呈示用の白色ランプ(直径 1.5 cm)を設置した。中央の弁別刺激呈示用ランプの 13.0 cm 上方に, 実験期間中点灯し続けるハウスライトを呈示するためのランプを設置した。このハウスライト・ランプ, 3 つの弁別刺激ランプ, 3 つの格納式レバーが設置された側壁に対向する側壁の中央, グリッド床から高さ 2.5 cm の位置に金属製の食物カップを設置した。オペラント・チャンバーに隣接して設置した食物ペレット・ディスプレイから排出された食物ペレット(45 mg)を, ビニール製のチューブを介してこの食物カップに呈示した。このカップの 20 cm 上方の側壁上に小型スピーカを設置し, 条件性強化子としてクリック音を呈示した。実験セッション中はオペラント・チャンバーのおよそ 90 cm 上方に設置した大型スピーカからホワイトノイズ(グリッド床の上でおよそ 60 dB であった)をマスキングノイズとして呈示した。

手続き.

予備的訓練. すべての被験体に対し, 固定時隔(fixed time: FT)20 秒スケジュールで食物カップに呈示した 45 個の食物ペレット(45-mg dustless precision, F0021J; A Holton Industries Co., Frenchtown, NJ)を摂取させる訓練を 2 セッションおこなった(このスケジュールでは, セッションが開始されると 20 秒経過するごとに 1 回の強化をおこなった)。これ以降のすべての実験セッションでは, それぞれの強化の直前に 1 回のクリック音を条件性強化子として呈示した。この食物カップ訓練ではレバーを格納したままにし, 被験体がこれ进行操作することはできないようにした。

食物カップ訓練に続いて, すべての被験体に 3 つのレバーのうちの中央の 1 本のみを呈

第 2 章 研究 1

示し、これを押すことを行動形成(シェイピング)した。この行動形成は 1 日に 1 セッションずつ訓練し、したがって、連続する 5 日間で 5 セッションの訓練をおこなった。それぞれのセッションは、45 回強化するか、開始から 20 分間経過すると終了した。その後、被験体に 3 つのレバーのうちのいずれかを呈示し、そのレバー押しを固定比率(Fixed Ratio: FR)スケジュール(1 強化を起こすために必要な道具的行動の回数をセッションを通じて固定した強化スケジュール)で 9 セッションにわたって訓練した。この最初の 3 セッションでは FR1 スケジュール(すなわち、被験体がレバーを 1 回押すと 1 回強化した)、続く 3 セッションでは FR2 スケジュール、最後の 3 セッションでは FR3 スケジュールを用いてそれぞれ訓練した。同じ強化スケジュールを適用した 3 回のセッションでは、3 つのレバーのそれぞれに対する訓練を 1 回ずつおこなったが、レバーの呈示順序は被験体間でカウンターバランスした。この 9 セッションに続く 2 セッションでは、3 つすべてのレバーを同時に被験体に呈示し、FR3 スケジュールで訓練した。このセッションは、45 強化の後に終了させた。

道具的弁別訓練. 予備的訓練が終了した翌日から弁別訓練を開始した。この各セッションは試行間間隔(intertrial interval: ITI)を 20 秒とした 45 試行から構成した。その各試行では、3 つのランプのうちの 1 つをその試行の弁別刺激(すなわち、被験体の正反応の手がかり)として、最大 10 秒間点灯した。3 つのランプの点灯の順序(すなわち、弁別刺激の呈示順序)は以下の 2 つの制約をもたせた疑似ランダム系列によって決めた:(a) 3 つのランプを 1 セッションで 15 回ずつ点灯させること;(b) 同じランプの点灯は 4 試行以上連続しないこと。各セッションではまず、被験体を装置に入れてから馴致のために 100 秒間の待機時間を設けた。この期間には弁別刺激やレバーを呈示しなかった。この待機時間の終了後、3 つのレバーを同時に装置内に展開して被験体に呈示し、これらをセッションの終了とともに再び格納するまで、装置内に展開したままにした。各試行では、いずれかのランプが点灯している間に、被験体はそのランプの直下のレバーを 3 回連続して押すとこれを正反応として記録し、直ちに食物ペレットを呈示して強化した。食物ペレットの呈示とともにランプを消灯して ITI を開始した。被験体が正反応レバーとは異なるレバーを 3 回押した場合はこれを誤反応として記録し、食物

第 2 章 研究 1

ペレットを呈示せずに直ちにランプの光を消灯して ITI を開始した。被験体は ITI の期間中にも 3 つのレバーを操作することができたが、これらの行動遂行が強化されることはなかった。それぞれの被験体の弁別学習成績が以下に示した基準に到達すると、弁別訓練を終了した。この基準は以下の 3 点であった: (a) 3 つのレバーのそれぞれに対して 1 セッションで 10 試行以上の正反応が記録されること; (b) 1 セッションで 36 試行以上の正反応が記録されること (80% の正反応率); (c) この 2 つの条件が連続する 2 セッションで満たされること。この基準に達した被験体に対しては、次の段階に移行させる前にさらに 2 セッションの弁別訓練を同様の手続きで与えた(拡張訓練)。

弁別刺激の価値低減と強化結果の摂取テスト. 道具的弁別訓練が終了した翌日から、それぞれの被験体に対して、弁別刺激と LiCl の対呈示 (Paired 群), あるいは非対呈示 (Unpaired 群) の手続きを開始した。この手続きは 5 日間の実験操作を 1 サイクルとし、3 サイクルから構成した。この実験段階のスケジュールを Table 2-2 にまとめた。

Table 2-2. Schedule of the LiCl injection phase in Experiments 1-1 and 1-2.

Group	Day of a cycle				
	1	2	3	4	5
Paired	Sd-LiCl	--	--	Sd-LiCl	Testing
Unpaired	LiCl	Sd	Sd	LiCl	

Note: Sd and "--" refer to presentation of discriminative stimuli and contextual exposure, respectively; LiCl indicates lithium chloride injection; Testing is outcome consumption test.

弁別訓練の学習基準を達成するために要したセッション数でマッチングし、被験体を 2 群 (Ns = 8) に分けた。各サイクルの第 1 日目および第 4 日目に、Paired 群の被験体に対しては 10 秒間のランプの点灯(弁別刺激)を刺激間隔 20 秒で 3 回呈示した。この呈示順序は、すべてのランプが 1 度ずつ点灯することを制約条件とした擬似ランダム系列によって決定した。弁別刺激の呈示は、100 秒の待機時間の終了後に開始し、3 回の弁別刺激の呈示が終了した直後に被験体を装置から出して 0.5 ml/kg, 0.5M の LiCl を腹腔注射し、すぐにホームケー

第 2 章 研究 1

ジに戻した。各サイクルの第 2 日目および第 3 日目には、Paired 群の被験体を 170 秒間装置に入れた(これは、第 1 日目および第 4 日目の実験操作の時間に相当した)。しかし、弁別刺激や LiCl の呈示はおこなわず、その後すぐにホームケージに戻した。

Unpaired 群の被験体に対しては、これを第 1 日目および第 4 日目に装置に入れたが、このとき弁別刺激やレバーを一切呈示せず、170 秒間経過した後に 0.5 ml/kg, 0.5M の LiCl を腹腔注射した。その後速やかにホームケージに戻した。これらの被験体には、第 2 日目および第 3 日目に、Paired 群の被験体の第 1 日目および第 4 日目の経験に対応させて 3 回の弁別刺激を呈示したが、LiCl は注射しなかった。弁別刺激の価値低減手続きを通じて、装置内でレバーや食物ペレットは一切呈示しなかった。

各サイクルの第 5 日目には、それぞれの被験体のホームケージで食物ペレットの摂取テストをおこなった。それぞれの被験体に、2 つのプラスチックカップのそれぞれに 100 個ずつ入れた食物ペレット(合計 200 個)を 10 分間呈示し、その摂取量を記録した。これらのカップの直径は 8.0cm、深さは 2.5cm であり、4.0cm の間隔をあけて設置した。

消去テスト. 弁別刺激の価値低減と強化結果の摂取テストの手続きが終了した翌日に、レバー押しの消去テストをおこなった。このテストセッションでは、弁別訓練の課題と同じものを用いたが、被験体の正反応の遂行に対して食物ペレットを呈示しなかった(消去スケジュール)。

2-3-2. 結果と考察

分散分析(ANOVA)、単純主効果検定、ならびに Ryan 法を用いた多重比較を含む以下のすべての統計的分析においては、特に断りがない限り、第 1 種の過誤に対する信頼性 α を.05 に設定した。

道具的弁別訓練. 被験体の弁別学習はゆっくりと進行したが、両群の間に顕著な差は観察されなかった。学習基準に達するために要した平均訓練セッション数は、Paired 群で 18(範囲:7-37 セッション)、Unpaired 群で 17(範囲:8-26 セッション)であり、ANOVA をおこなった

第2章 研究1

ところ、これらのスコアの間には有意な差はみとめられなかった($F[1, 14] = 4.60$)。

また、2セッションの拡張訓練における弁別成績に関しても、両群の間に有意な差はみとめられなかった。この2セッションの平均正反応数は Paired 群で 38.4, Unpaired 群で 36.3 であり($F[1, 14] = 1.51$)、平均誤反応数はそれぞれ 6.5 と 8.2 であった($F[1, 14] < 1$)。この2セッションの弁別刺激呈示中の反応率(1分間当たりのレバー押し回数)の平均は、Paired 群で 76.2, Unpaired 群で 68.3 であり、ITI 中の平均反応率はそれぞれ 20.2 と 19.8 であった。2(群)×2(刺激状態; Sd 呈示中 vs. ITI)の ANOVA をおこなったところ、刺激状態の主効果のみが示され($F[1, 14] = 413.86$)、群の主効果と交互作用は有意に至らなかった(それぞれ、 $F_s[1, 14] = 1.27, 2.13$)。これらの結果は、両群の弁別訓練におけるレバー押しには明確な差がみとめられないことを示している。

強化結果の摂取テスト. Figure 2-1 は強化結果の摂取テストの結果を示している。テストセッションの進行とともに食物ペレットの全般的な摂取量が増大していることがみてとれるが、両群の摂取のパタンには一貫した顕著な違いはみられない。統計的検定もこの所見を支持し、これらのスコアに関して 2(群)×3(セッション)の ANOVA をおこなったところ、セッションの主効果のみが有意であった($F[2, 28] = 7.98$; これは、第2, 第3 サイクルにおける摂取量は、第1 サイクルに比べて有意に多かったことを反映していた、 $t_s[28] = 3.71, 3.14$)。群の主効果ならびに両要因の交互作用は有意に至らなかった(それぞれ、 $F[1, 14] < 1$; $F[2, 28] = 1.68$)。サイクルを重ねるに連れて食物ペレットの摂取量が増大したことは、被験体がテスト事態に対して徐々に馴れていったことを示していると考えられる。

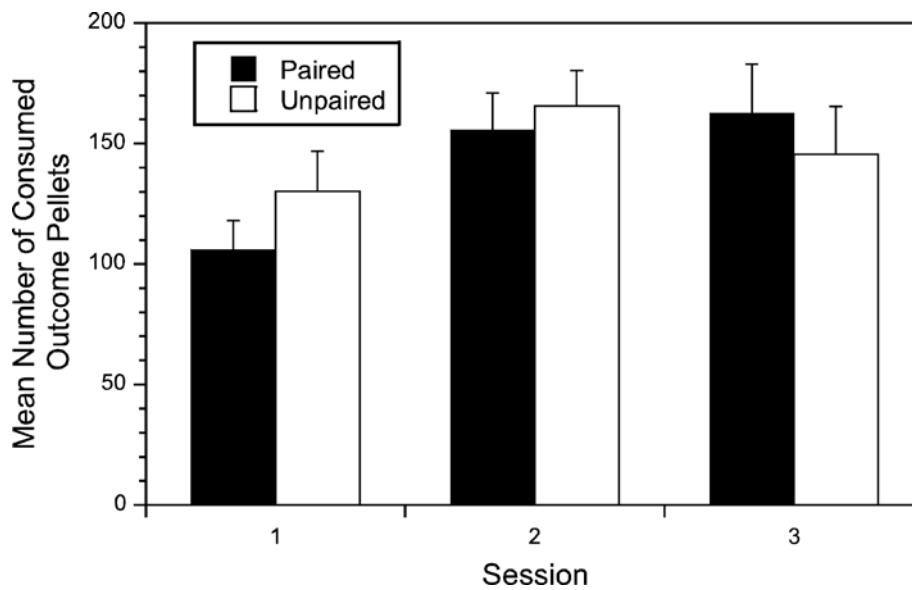


Figure 2-1. Results of the outcome consumption tests in Experiment 1-1. Mean number of consumed outcomes for the three sessions is shown. Error bars represent the standard errors of means.

消去テスト. Figure 2-2 は消去テストの結果を示している。この左側のパネルはテストセッションを弁別刺激呈示中と ITI 期間中に分割し、それぞれの平均反応率を群ごとに示した。同右側のパネルは両群の正反応数と誤反応数のセッション内推移を示している(横軸は 9 試行を 1 ブロックにまとめて表示した)。右パネルに示したスコアに対して、2(群)×2(刺激状態; Sd 呈示中 vs. ITI)の ANOVA をおこなったところ、刺激状態の主効果のみが有意であり($F[1, 14] = 14.46$)、群の主効果ならびに両要因の交互作用は有意な水準に達しなかった($F_s[1, 14] < 1$)。つまり、群の違いに関わらず、ITI 期間に比べて弁別刺激呈示中のレバー押し回数が有意に多いことが示された。左パネルに示した正反応数と誤反応数のどちらについても、この2群の間に明確な差はみとめられなかった。セッションを通じた正反応総数と誤反応総数を統計的に検定した(どちらも群を要因とした 1 要因 ANOVA)が、群間の有意な差はみとめられなかった($F_s[1, 14] < 1$)。

実験 1-1 では、弁別刺激を LiCl と対呈示することによって価値低減しても、その後の強化結果の摂取や消去テストにおける道具的行動の遂行は影響されなかった。この結果は、強化結果の呈示と関連した刺激の価値低減は道具的行動の遂行に影響しないことを報告した

第 2 章 研究 1

Tolman (1933)や Rozeboom (1957)の結果と一致する(1-3-2 を参照のこと)。しかし、弁別刺激を価値低減した場合には道具的行動の遂行が減弱することを予測した Wilson, Sherman, and Holman (1981)の主張とは一致しないものである。

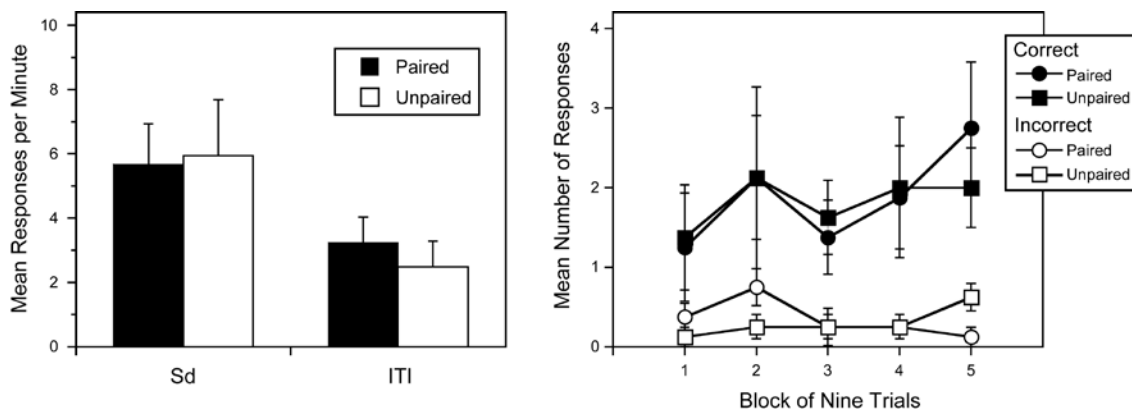


Figure 2-2. Results of the extinction test in Experiment 1-1. The left panel shows mean number of lever presses per minute either during Sd presentations (Sd) or during inter-trial intervals (ITI); the right panel shows mean number of correct choice responses and incorrect choice responses shown by the two groups. Error bars represent the standard errors of means.

2-4. 実験 1-2

2-4-1. 目的

強化結果の価値低減操作による道具的行動の減弱効果(序論 1-3-4 および 1-3-5 節を参照のこと)の感受性を変化させる要因について検討した過去の研究によれば、第 1 段階の道具的訓練の終わりに新奇な強化結果を用いた訓練を導入することによって、価値低減効果が増大する(たとえば, Bateson, Best, Phillips, Patel, & Gilliland, 1986; Best, Meachum, Davis, & Nash, 1987; Meachum, 1988, 1990; Morisson & Collyer, 1974)。つまり、強化結果の価値低減効果は強化結果の新奇性の増大に伴って大きくなる。本研究は、強化結果の価値低減操作と弁別刺激の価値低減操作は基本的には同じ連合過程を通じて道具的行動の遂行を減弱させることを予測している(序論 1-5-2 を参照のこと)。したがって、弁別刺激の価値低減

第 2 章 研究 1

による道具的行動の遂行や強化結果の摂取における減弱は、弁別刺激の価値低減手続きの直前の弁別訓練で用いる強化結果の新奇性を増大させることにより大きくすることができる。そこで、この実験 1-2 では、実験 1-1 と同様の弁別訓練(原訓練)が学習基準に達した後に、新奇な強化結果を用いた訓練を数セッションだけ(具体的には 2 セッション)導入し、その後弁別刺激の価値低減の効果を検討した。

2-4-2. 方法

被験体と装置.

実験 1-1 と同様の方法で提供された実験経験のない 14 匹の雄性ラットを被験体とした。これらの実験開始時の日齢は約 90 日齢であり、実験期間中は実験 1-1 に記した条件と同一の条件下で維持した。主要装置も実験 1-1 で用いられたオペラント・チャンバーを使用した。

手続き.

強化結果の変更訓練. 実験 1-2 の手続きの概略を Table 2-1, 中段に示した。予備的訓練と道具的弁別訓練(原訓練)の手続きは実験 1-1 と同じであり、被験体のレバー押しを食物ペレット(45-mg dustless precision, F0021J; A Holton Industries Co., 以下の記述ではこれを原強化結果と呼称する)を用いて訓練した。この原訓練の成績が実験 1-1 に記した学習基準に達した被験体に対して、新奇な風味をもった強化結果(45-mg wintergreen-flavored sucrose pellets; Formula F, P. J. Noyes Co., Lancaster, NH, 以下の記述ではこれを新奇強化結果と呼称する)を用いた弁別訓練(強化結果の変更訓練)を 2 セッションにわたって訓練した。この強化結果の変更訓練の手続きは強化結果が異なる以外は原訓練と同じであった。

弁別刺激の価値低減, 強化結果の摂取テスト, および消去テスト. 強化結果の変更訓練を終了した被験体を、原訓練の成績が学習基準に到達するために要したセッション数でマッチングし、2 群(Paired 群と Unpaired 群, $N_s = 7$)に分割した。そして 5 日間の実験操作を 1 サイクルとし、3 サイクルから構成した弁別刺激の価値低減と強化結果の摂取テストを開始した。各群のそれぞれの被験体に対しては、各サイクルの最初の 4 日間の手続きとして実験 1-1 と

第 2 章 研究 1

同じものを施した(Table 1-2 を参照のこと)。

各サイクルの第 5 日目には、それぞれの被験体のホームケージで 10 分間の強化結果の摂取テストをおこなった。このテストでは、100 個の原強化結果と 100 個の新奇強化結果を実験 1-1 で用いたものと同じカップに入れて同時に被験体に呈示し、その摂取量を測定した。原強化結果と新奇強化結果の呈示位置の左右は被験体間でカウンターバランスした。このような 3 サイクルの操作が終了した翌日、それぞれの被験体をオペラント・チャンバーに入れ、実験 1-1 と同じ消去テストを用いて道具的行動の遂行を評価した。

2-4-3. 結果

道具的弁別訓練. 実験 1-1 と同様に、原弁別訓練における学習はゆっくりと進行したが、2 群の間に顕著な差はみとめられなかった。学習基準に達するために要した原訓練の平均セッション数は、Paired 群で 24(範囲:12-43 セッション)、Unpaired 群で 29(範囲:12-47 セッション)であり、これらのスコアに対する ANOVA は有意な群間差を示さなかった($F[1, 12] = 4.74$)。弁別刺激の価値低減操作の直前におこなった 2 セッションの強化結果の変更訓練における被験体のレバー押しに関しても、両群の間に有意な違いはみとめられなかった。この 2 セッションの平均正反応数は、Paired 群で 35.8、Unpaired 群で 35.7 であり、平均誤反応数はそれぞれ 7.4 と 8.1 であった($F_s[1, 12] < 1$)。さらに、この 2 セッションの弁別刺激呈示中および ITI 期間中のレバー押し反応率に関しても分析をおこなったが、群間の有意な違いはみとめられなかった。弁別刺激呈示中の平均反応率は Paired 群で 66.3、Unpaired 群で 70.7 であり、ITI 中の平均反応率はそれぞれ 24.3 と 23.8 であった。これらのスコアに対して、2(群)×2(刺激状態; Sd 呈示中 vs. ITI)の ANOVA をおこなったところ、刺激状態の主効果のみが有意であり($F[1, 12] = 94.17$)、群の主効果や両要因の交互作用は有意な水準に至らなかった($F_s[1, 12] < 1$)。

強化結果の摂取テスト. Figure 2-3 は 3 回の強化結果の摂取テストの結果を示している。図中のスコアは、新奇強化結果の摂取量(消費ペレット数)を、新奇強化結果と原強化結果の

第2章 研究1

摂取量の総和で除した「新奇強化結果の選好率」である。Paired 群の選好率は、すべてのセッションで Unpaired 群に比べて小さいように見えるが、それは特に第1、第2セッションで顕著であった。

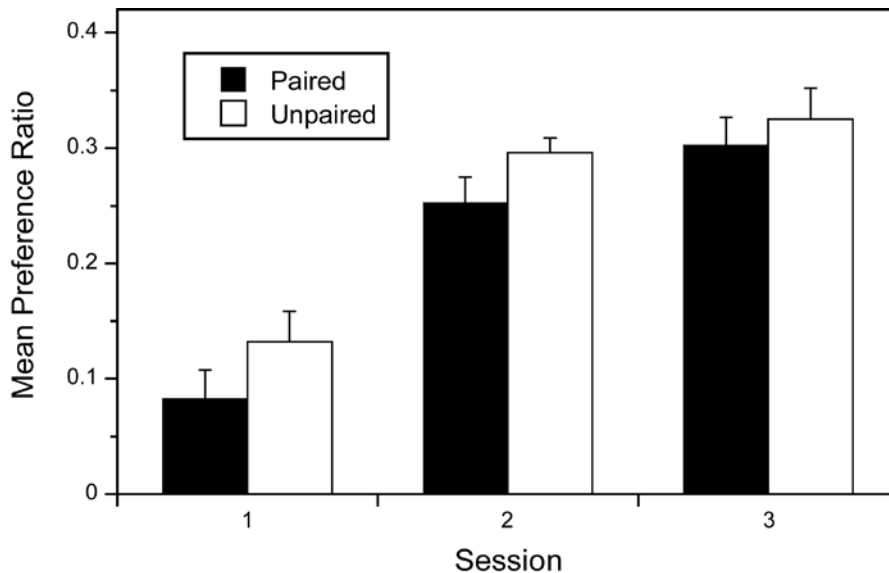


Figure 2-3. Results of the outcome consumption tests in Experiment 1-2. Mean preference ratio for the novel outcome over the three sessions is shown. Error bars represent the standard errors of means.

この選好率に関して 2(群)×3(セッション)の ANOVA をおこなったところ、群の主効果は有意水準に近づき($F[1, 12] = 3.45, p < .09$)、またセッションの主効果は有意であった($F[1, 12] = 37.72$)。両要因の交互作用は有意な水準に至らなかった($F[2, 24] < 1$)。セッションの主効果の下位検定は、第1セッションの選好率は、第2および第3セッションの選好率に比べて有意に小さいことを意味していた(それぞれ、 $t_s[24] = 8.18, 6.26$)。

消去テスト. 実験 1-2 において、強化結果の摂取テストの結果と同様に重要な知見は消去テストの結果からのものであり、これを Figure 2-4 に示した。この左側のパネルはテストセッションにおける各群の被験体のレバー押し反応率を、弁別刺激呈示中と ITI 期間に分けて示した。同右側のパネルは各群の被験体の正反応数と誤反応数のセッション内推移を示した。左パネルから、弁別刺激呈示中の Paired 群の反応率は Unpaired 群に比べて少ないが、ITI 期

第 2 章 研究 1

間では両群の反応率はほぼ同じであることがわかる。また右パネルから、 Paired 群の正反応数はセッションを通じて Unpaired 群よりも少ないが、この 2 群は誤反応数に関してはほとんど違いがみられないことがみてとれる。

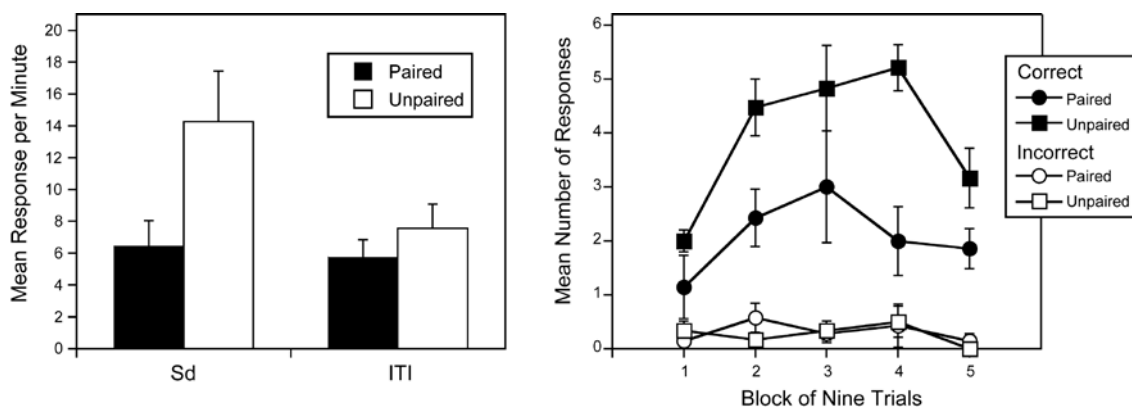


Figure 2-4. Results of the extinction test in Experiment 1-2. The left panel shows mean number of lever presses per minute either during Sd presentations (Sd) or during inter-trial intervals (ITI); the right panel shows mean number of correct choice responses and the incorrect choice responses shown by the two groups. Error bars represent the standard errors of means.

左パネルに示したスコアに対して、2(群)×2(刺激状態; Sd 呈示中 vs. ITI)の ANOVA をおこなったところ所見の大部分は支持され、刺激状態の主効果と両者の交互作用が有意であった(それぞれ、 $F_s[1, 12] = 7.79, 5.11$)が、群の主効果は有意な水準に達しなかった($F[1, 12] = 3.06$)。この有意な交互作用は以下の 2 点を反映していた:(a) 弁別刺激呈示中の反応率は、Paired 群のほうが Unpaired 群よりも小さかった(ただし、有意にきわめて近い水準、 $F[1, 12] = 4.16, p < .06$)が、ITI 期間の反応率にはこのような群間の有意差はみとめられなかった($F < 1$);(b) Unpaired 群では弁別刺激呈示中の反応率は ITI 期間よりも有意に大きかった($F[1, 12] = 12.75$)が、Paired 群では弁別刺激呈示中と ITI 期間の反応率の間に有意な差はみとめられなかった($F < 1$)。

右パネルに示したスコアに関して、セッションを通じた正反応総数を ANOVA(1 要因)を用いて分析したところ、Paired 群の正反応数は Unpaired 群よりも有意に少なかった($F[1, 12] = 13.68$)。同様の分析を誤反応数にも適用したが、ここでは有意な群間差は得られなかった(F

<1)。

2-4-4. 考察

原訓練の学習完成後に、新奇な強化結果を用いた弁別訓練(強化結果の変更訓練)を2セッションだけ挿入したこの実験1-2では、弁別刺激の価値低減操作を与えた Paired 群の被験体は、消去テストにおいて、弁別刺激の呈示による道具的行動の遂行の促進を示さなくなることが明らかになった(つまり、弁別刺激の価値低減はこの弁別刺激の呈示下の道具的行動の遂行を減弱させた)。この消去テストにおける Paired 群の正反応数は Unpaired 群よりも少なかったが、これは Paired 群の誤反応数が増えたからではなく、Paired 群では弁別刺激呈示中の道具的行動そのものが生起しにくくなったからだと考えられる。

さらに、有意な水準には達しなかったが、弁別刺激の価値低減によって新奇な強化結果の摂取は抑制される傾向を示した。この摂取テストの結果に関して、いくつかの議論が必要であろう。特に、最初のテストセッションでは、新奇強化結果の選好率は Paired 群のみならず、Unpaired 群においても小さいものであった(それぞれ、.08 と.13)。この結果は、弁別刺激の価値低減操作を受けたかどうかに関わらず、実験1-2の被験体は新奇強化結果(ウィンターグリーン風味のショ糖ペレット)の摂取をひかえる傾向を有していたことを示唆する。したがって、Paired 群の被験体が示した相対的に小さな選好率は、この弁別刺激の価値低減とは独立な効果と、弁別刺激の価値低減の効果の加算的なものであると推測される。それならば、本研究の目的に鑑みると、後者の効果はどの程度の大きさだったのかという疑問が生じる。

前者の、弁別刺激の価値低減とは独立の効果は、被験体が新奇強化結果に十分に馴致されていなかったことによる非学習性のものであろう。しかしながら、実験結果としては示さなかったが実験者の観察によれば、強化結果の変更訓練では正反応の結果として被験体に呈示した新奇強化結果の食べ残しはなかった。つまり、オペラント・チャンバーの中では被験体は新奇強化結果に対する明確な拒絶を示さなかった。摂取テストはホームケージでおこなったため、このテスト事態は被験体が原強化結果をよく摂取し、逆に新奇強化結果の摂取に抑

第2章 研究1

制をかけるような何らかの特徴を有していたのかもしれない。第2および第3セッションでは、新奇強化の選好率が急速に大きくなっていくことを考慮すると、この間に被験体はテスト事態に対して馴れたことがわかる。このことは、弁別刺激の価値低減操作に依存する効果はそれほど大きくなかったことを示唆するであろう。つまり、弁別刺激の価値低減の効果は、新奇強化結果に対する明確な嫌悪を条件づけるほどには強力なものではなく、この強化結果に対する被験体の好み(palatability)をある程度減少させる程度のものであったと考えられる。

2-5. 実験 1-3

2-5-1. 目的

実験 1-1 および 1-2 の結果は、弁別訓練において被験体の道具的行動の遂行の結果として呈示した強化結果が新奇性を保持していた場合、弁別刺激の価値低減によって弁別刺激の呈示下の道具的行動の遂行が減弱することを示した。実験 1-3 では、この弁別刺激の価値低減の効果が、過剰な弁別訓練の後にも観察されるかどうか、という問題を重点的に検討した。たとえば、Dickinson, Balleine, Watt, Gonzalez, and Boakes (1995)は、過剰な道具的訓練の後に強化結果を価値低減しても、その強化結果を用いて訓練した道具的行動の遂行は減弱しないことを報告した(同様の報告は、たとえば、Adams, 1982; Adams & Dickinson, 1981a; Dickinson, Nicholas, & Adams, 1983 がしている。これに対して、強化結果の価値低減効果は過剰な道具的訓練の後でも観察されることを報告した研究として、Colwill & Rescorla, 1985b, 1986; Colwill & Triola, 2002, も参照のこと)。したがって、実験 1-2 でみとめられた弁別刺激の価値低減による道具的行動の遂行の減弱は、たとえ弁別刺激の価値低減操作の直前に強化結果の変更訓練を導入したとしても、原弁別が過剰に訓練された場合には観察されないのかもしれない。そこでこの実験 1-3 では、弁別刺激を価値低減したかどうかという要因(実験 1-1 および 1-2 の Paired 群と Unpaired 群に対応する)と、原訓練を過剰に与えたかどうかという要因を組み合わせた 2×2 の実験デザインを用いてこの可能性を検証した。

第 2 章 研究 1

この実験 1-3 では、先の 2 つの実験で実施した強化結果の摂取テストをおこなわなかった。弁別刺激の価値低減操作をおこないながら強化結果を被験体に呈示し、その摂取量をテストするという手続きは、被験体が強化結果を摂取する機会を増やすため、消去テストの感受性を減少させる可能性があった。したがって、実験 1-3 のこの変更は、弁別刺激の価値低減操作が道具的行動の遂行に与える影響に焦点化した検討を可能にすると考えられた。

2-5-2. 方法

被験体と装置.

実験 1-1 と同様の方法で提供された、実験経験のない 32 匹の Wistar 系由来の雄性ラットを被験体とした。これらの実験開始時の日齢は約 120 日齢であり、実験期間中は実験 1-1 に記した条件と同一の条件下で維持した。主要装置も実験 1-1 および 1-2 で用いられたものと同じであった。

手続き.

予備的訓練, 道具的弁別訓練, 強化結果の変更訓練, および過剰訓練. 予備的訓練と原訓練の手続きと原訓練の学習基準は、実験 1-1 および 1-2 と同じであった。この学習基準に達した被験体を、4 つの群(P-0, U-0, P-14, U-14)のいずれかに割り当てた(原訓練の成績が学習基準に到達するために要したセッション数でマッチングした)。その後、P-0 および U-0 群の被験体には過剰訓練の機会を与えず、実験 1-2 と同じ手続きを用いて強化結果の変更訓練を 2 セッションにわたって施した。一方、P-14 および U-14 群の被験体に対しては、原訓練の学習基準を達成した後にさらに 14 セッションの弁別訓練(過剰訓練)を原強化結果を用いておこなった。これらの被験体には、この過剰訓練が終了した翌日から 2 セッションの強化結果の変更訓練を施した。

弁別刺激の価値低減と消去テスト. それぞれの被験体が強化結果の変更訓練を終了した翌日から、弁別刺激と LiCl の対呈示(P-0 群および P-14 群), あるいはこの両者の非対呈示(U-0 および U-14 群)の操作を、4 日間の手続きを 1 サイクルとして 3 サイクルにわたっておこ

第2章 研究1

なった。各サイクルの4日間に与えられた手続きは、実験1-1の5日サイクルにおける第1日目から第4日目に Paired 群および Unpaired 群に対して与えたものと同じであった(Table 2-2を参照のこと)。P-0 群および P-14 群の被験体に対しては、第1日目および第4日目に弁別刺激と LiCl を対呈示したが、同じ日に U-0 群および U-14 群の被験体に対しては弁別刺激を呈示せずに装置内に入れ、その後 LiCl を注射した。第2日目および第3日目には、P-0 群および P-14 群の被験体を装置に入れ、その後 LiCl を注射せずにホームケージに戻した。同じ日に U-0 群および U-14 群の被験体に対しては弁別刺激を呈示したが、LiCl の対呈示はおこなわなかった。内蔵不快感が消去テストの成績に影響することを防ぐために、3 サイクルの操作がすべて終了した翌日はそれぞれの被験体をホームケージに留め置き、一切の実験操作を与えなかった。

消去テストは2日間にわたって実施した。このそれぞれの日におこなった1回ずつのテストセッションでは、原訓練と同じ課題を非強化で被験体を与えた。

2-5-3. 結果と考察

U-14 群の被験体の1匹が原訓練の最初の5日間でレバー押しをまったくしなくなったため、この被験体のデータを以下のすべての分析から除外し、U-14 群の被験体数を8から7へと変更した。

道具的弁別訓練. 原訓練の学習基準に到達するために要した各群の平均セッション数は、P-0 群 21(範囲:9-34), U-0 群 22(範囲:9-58), P-14 群 22(範囲:11-44), U-14 群 20(範囲:14-33)であった。したがって、これまでの実験と同様に、被験体は弁別学習をゆっくりとした速度で獲得した。これらのスコアに対して2(弁別刺激と LiCl の対呈示 vs. 非対呈示)×2(過剰訓練の有無)の ANOVA をおこなったところ、有意な主効果あるいは交互作用は示されなかった($F_s < 1$)。2 セッションの強化結果の変更訓練における正反応数の平均は、P-0 群 38.1, U-0 群 36.3, P-14 群 39.1, U-14 群 38.0, であった。また、平均誤反応数は、それぞれ 5.0, 6.6, 3.9, 5.6, であった。これらのスコアに対しておこなった2要因 ANOVA も有意な主効果あるいは

第 2 章 研究 1

は交互作用を示さなかった($F_s < 3.81$)。しかしながら、この 2 セッションの弁別刺激呈示中のレバー押しの平均反応率(P-0 群 54.5, U-0 群 50.2, P-14 群 62.1, U-14 群 63.2), および ITI 期間における平均反応率(それぞれ, 15.5, 12.7, 18.0, 13.7)は、群の間で違いがみられた。2(弁別刺激と LiCl の対呈示 vs. 非対呈示)×2(過剰訓練の有無)×2(Sd 呈示中 vs. ITI)の ANOVA は、有意な第 3 要因の主効果($F[1, 27] = 484.26$)と第 2 要因×第 3 要因の有意な交互作用を示した($F[1, 27] = 4.94$)。この有意な交互作用は以下の 2 点を反映していた:(a) 過剰訓練の経験の有無に関わらず、弁別刺激呈示中のレバー押し反応率は ITI に比べて有意に大きい(過剰訓練を経験した群と経験しなかった群のそれぞれに対して, $F_s[1, 27] = 195.71, 293.48$); (b) 過剰訓練を受けた被験体は、過剰訓練を受けなかった被験体よりも弁別刺激呈示中に高い反応率を示した(ただし、これは有意に近い水準であった($F[1, 27] = 4.06, p < .10$))が、ITI においてはこのような過剰訓練の有意な単純主効果はみとめられなかった($F[1, 27] < 1$)。これらの結果は、14 セッションの過剰訓練の間にも弁別学習がいくぶん進行したことを示唆するものであった。

消去テスト. 消去テストの結果を Figure 2-5 に示した。左側のパネルは各群が 2 回のテストセッションで示したレバー押しの平均反応率に関する結果であり、弁別刺激呈示中と ITI 期間中に分けて表示した。右側のパネルは各群の正反応の遂行のセッション内推移を示した。この左パネルより、群間の反応率の違いは ITI 期間よりも弁別刺激呈示中により顕著であることがみてとれる。弁別刺激呈示中には、U-0 群と U-14 群の両者は P-0 群および P-14 群よりも高い反応率を示している。また、U-14 群は U-0 群よりも高い反応率を示している。ITI 期間の結果パターンは弁別刺激の呈示中に示されたパターンと類似していた。

左パネルに示したスコアに関して、2(弁別刺激と LiCl の対呈示 vs. 非対呈示)×2(過剰訓練の有無)×2(刺激状態; Sd 呈示中 vs. ITI)の ANOVA をおこなったところ所見はほぼ支持され、すべての要因の有意な主効果($F_s[1, 27] = 17.01, 6.71, 51.92$), 対呈示×刺激状態の有意な交互作用、過剰訓練×刺激状態の有意な交互作用、および 3 要因の間の有意な交互作用が示された($F_s[1, 27] = 22.73, 6.24, 8.16$)。有意な 2 次の交互作用は以下の 3 つのこ

第2章 研究1

とを反映していた:(a) U-14 群は弁別刺激呈示中および ITI 期間の両方で, P-14 群に比べて有意に高いレバー押し反応率を示した(それぞれ, $F_s[1, 27] = 108.16, 13.13$)が, U-0 群は弁別刺激の呈示中のみにおいて P-0 群に比べて有意に高い反応率を示した($F[1, 27] = 16.16$);(b) 弁別刺激呈示中か ITI 期間かに関わらず, U-14 群の反応率は U-0 群よりも有意に高かった($F_s[1, 27] = 49.63, 6.87$)が, P-0 群と P-14 群の反応率の間には, 弁別刺激呈示中と ITI 期間のどちらにおいても有意な差はみとめられなかった($F_s[1, 27] = 0.44, 1.07$);(c) U-0 群と U-14 群は, 弁別刺激の呈示中に ITI 期間と比べて有意に高い反応率を示した(それぞれ, $F_s[1, 27] = 11.76, 61.68$)が, P-0 および P-14 群では弁別刺激呈示中と ITI 期間の反応率の間に有意な差はみとめられなかった($F_s[1, 27] = 2.10, 1.16$)。この統計的検定の結果を要約すると, 過剰訓練の経験とは無関係に弁別刺激の価値低減によって弁別刺激呈示中の道具的行動の遂行は減弱することが示された。

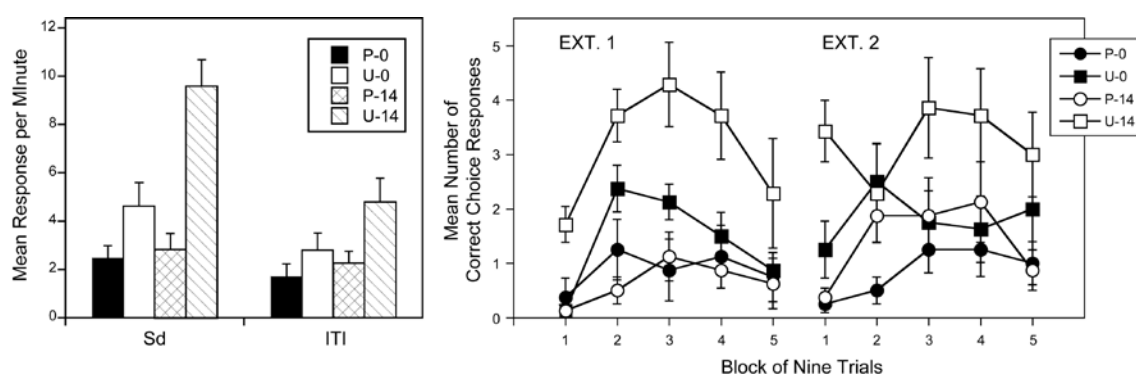


Figure 2-5. Results of the extinction tests in Experiment 1-3. The left panel shows mean number of lever presses per minute either during Sd presentations (Sd) or during inter-trial intervals (ITI) in extinction testing. Data from two test sessions were combined; the right panel shows mean number of correct choice responses performed by Group P-0, U-0, P-14, and U-14 during the two sessions. Error bars represent the standard errors of means.

右パネルに示したスコアに関連して, 2(弁別刺激と LiCl の対呈示 vs. 非対呈示) × 2(過剰訓練の有無)の ANOVA を用いて 2 セッションの平均正反応数を検定したところ, 対呈示の主効果, 過剰訓練の主効果, ならびに両者の交互作用のすべてが有意であった(それぞれ, $F_s[1, 27] = 22.91, 8.39, 5.39$)。この交互作用は以下の 3 点を反映していた:(a) U-14 群の正

第2章 研究1

反応数は、P-14 群および U-0 群よりも有意に多かった(それぞれ, $F_s[1, 27] = 25.26, 13.61$); (b) U-0 群の正反応数は P-0 群よりも多かった(ただし, この差は有意に近い水準であった($F[1, 27] = 3.04, p < .10$)); (c) P-0 群と P-14 群の正反応数の間には有意な差はみとめられなかった ($F[1, 27] < 1$)。

これに対して, P-0 群, U-0 群, P-14 群, および U-14 群のそれぞれが示した平均誤反応数はそれぞれ 0.4, 0.7, 0.1, 1.1 であり, これらのスコアに対して正反応数の検定と同じ要因配置でおこなった ANOVA は有意な対呈示の主効果を示した($F[1, 27] = 5.74$)。しかしながら, 平均誤反応数のほとんどが 1.0 未満であることを考慮すれば, 正反応の遂行における群間差が誤反応の群間差の結果として生じたと考えることは難しいと思われる。

実験 1-3 では, 先の実験 1-2 と同様に強化結果の変更訓練をおこなったが, その後の弁別刺激の価値低減によって消去テストの弁別刺激呈示中の道具的行動の遂行は減弱し(P-0 群と U-0 群の比較より, 弁別刺激の呈示は道具的行動の遂行を ITI の水準に比べて促進しなくなった), 実験 1-2 で得た効果の追試に成功した。さらに, P-14 群と U-14 群の比較よりから, この弁別刺激の価値低減効果は原訓練を過剰に与えても消失しないことが明らかになった。これらの結果は, 強化結果の価値低減効果が過剰訓練とともに衰退することを報告した先行研究の結果に基づく事前の予測に反し, むしろ, 過剰訓練の後の弁別刺激の価値低減によって弁別刺激呈示中の道具的行動の遂行の減弱はより明瞭になることを示した。

2-6. 研究1の総括

被験体が原弁別訓練の学習基準を達成した後に, その強化結果を新奇なものに変更した実験 1-2 では, その後の弁別刺激の価値低減によって, 消去テストの弁別刺激呈示中の道具的行動の遂行が減弱した。この効果に対するもっとも儉約的な説明は, 弁別刺激の価値低減操作の間に Sd ノードと内蔵不快感に対応するノード(I ノード)の間に興奮性リンク(Sd-I 連合)が形成された結果, 弁別刺激が嫌悪的になった, というものであろう(つまり, 一種の条

第2章 研究1

件性抑制)。しかしながら、弁別訓練を通じて1種類の強化結果のみを用いた実験1-1では、弁別刺激の価値低減によって道具的行動の遂行が減弱しなかったという事実はこの説明と矛盾する。なぜなら、そのようなSd-I連合は弁別訓練の強化結果が新奇なものに変更されたかどうかとは無関係に形成されることが期待され、実験1-1でも実験1-2と同様の道具的行動の遂行の減弱が観察されなくてはならないからである。

むしろ、これらの所見は、弁別刺激の価値低減操作による表象媒介型条件づけの成立の結果として説明されうる。つまり、弁別訓練の間にSd-O連合が形成され、弁別刺激がLiClと対呈示されて価値低減されたとき、弁別刺激の呈示が作り出したOノードの活性とIノードの活性が重ね合わされたことによって、OノードとIノードの間に新たな興奮性リンクが形成されたと考えられる。この表象媒介型条件づけの説明の枠組みでは、実験1-1で弁別刺激の価値低減によって道具的行動の遂行が影響を受けなかったことは、Oノードが親近性を符号化していたために潜在制止の効果(Lubow, 1973)がO-I連合の形成を妨害した結果であると解釈できる。

Dickinson (1985, 1989; また, Adams & Dickinson, 1981a; Dickinson, Balleine, Watt, Gonzalez, & Boakes, 1995も参照のこと)によれば、道具的訓練の進行とともに、道具的行動の遂行を制御する連合構造は、Oノードにおける処理を含むもの(A-O連合)からOノードの処理とは独立なもの(Sd-A連合)へ変化する。この枠組みからは、過剰な道具的訓練の後の強化結果の価値低減操作は道具的行動の遂行を減弱させないことが予測される。これに対して、実験1-3では過剰訓練の後でも弁別刺激の価値低減によって道具的行動の遂行は減弱した。したがって、表象媒介型条件づけの説明の枠組みからは、実験1-3の被験体の道具的行動の遂行は過剰訓練の後にもOノードを含んだ連合構造によって制御されていたと考えられる。もちろん、道具的行動の遂行がOノードを含まないSd-A連合によって習慣的(habitual)に制御されるようになるためには本研究が用いた14セッションの過剰訓練ではまだ不十分であった可能性はある。しかし、過剰訓練による強化結果の価値低減効果の減衰を報告した過去の研究の多く(たとえば, Adams, 1982; Adams & Dickinson, 1981a, 1981b;

第 2 章 研究 1

Dickinson, Balleine, Watt, Gonzalez, & Boakes, 1995; Dickinson, Nicholas, & Adams, 1983) では、道具的弁別学習の事態ではなくフリー・オペラントが用いられているという事実にも注目すべきかもしれない。つまり、生活体の道具的行動の遂行がフリー・オペラントで訓練された事態では、この研究 1 のように生活体の道具的行動の遂行が明示的かつ離散的な弁別刺激の制御を受ける事態に比べて、より容易に Sd-A 連合が発展できるのかもしれない。このような推測が正しいのかどうかを決定するためには、将来のさらなる研究が必要である。

一方、この研究 1 では、被験体の強化結果の摂取は弁別刺激の価値低減による強い影響を受けなかった。実験 1-2 では、弁別刺激の価値低減を経験した被験体(Paired 群)が示した新奇強化結果の選好率は、弁別刺激の価値低減を受けなかった統制条件の被験体(Unpaired 群)に比べて小さかったが、その差は有意傾向($p < .09$)にとどまった。もし弁別刺激の価値低減によって新たに O-I 連合が形成されるのであれば、被験体の新奇強化結果の摂取は明確に減弱することが期待される(たとえば, Holland, 1981, 1990, 1998, 2005)が、その十分な証拠を発見するには至らなかった。この失敗の主たる原因として、研究 1 の実験手続きの問題点を指摘することができる。弁別刺激の価値低減操作はオペラント・チャンバー内でおこなったが、強化結果の摂取テストは被験体のホームケージで実施した。そのため、ホームケージでは強化結果に対する嫌悪反応を作り出す過程で般化減少が起きた可能性がある。しかし、たとえば Holland (1981, 1998)はかつて US(食物ペレットやショ糖溶液)と対呈示されたある CS を LiCl と対呈示して価値低減した後に、被験体がホームケージでこの US に対する嫌悪を示したことを報告している。したがって、実験 1-2 において、弁別刺激の価値低減が消去テストにおける道具的行動の遂行を減弱させることが示されたとき、同時に摂取テストにおける新奇強化結果に対する明確な嫌悪の証拠を発見することができなかったという事実に関して、さらなる議論が必要である。

表象媒介型条件づけの研究では、1 つの実験で設定された複数の行動指標間の結果が一致しないことは、しばしばみとめられる現象である。たとえば Holland (1981)は、ラットにある CS と食物ペレットを対呈示し、その後この CS と LiCl を対呈示して価値低減した(1-5-2 を参

第 2 章 研究 1

照のこと)。この操作を受けた被験体の食物ペレット摂取量は、他の統制条件の被験体よりも有意に少なかったが、価値低減された CS に対する条件反応(CR)の強度は統制条件の被験体との間に有意な差を示さなかった(Holland, 1998 も参照のこと)。CS 価値低減が US に対する嫌悪を条件づけるのであれば、US 価値低減効果としての CR 減弱がみとめられても不思議ではない(序論 1-3-3 を参照のこと)が、そのような結果は発見されなかったのである、このように、媒介条件づけの効果を評価する複数の行動指標間で結果が一致しないことは、O ノードがいくつか要素から構成されると仮定することで説明できるかもしれない(たとえば Balleine, 2001; Holland, 1990, 2004; Wagner & Brandon, 1989, その詳細については序論 1-5-1 および総合討論 5-2-2 を参照のこと)。このような O ノードの要素的な視点からは、研究においては弁別刺激を LiCl と対呈示することによって価値低減したとき、O ノードの一部の要素のみが I ノードとの間に興奮性リンクを形成したと考えることが可能である。弁別刺激が消去テストにおいて再度呈示されたときには、I ノードと連合した O ノードの要素が活性化し、道具的行動の遂行を減弱させたのだろう。一方、O ノードの一部の要素 O のみが I ノードとの間に形成する興奮性リンクは、被験体の目前に呈示された強化結果の摂取を完全に抑制するためには不十分だったと考えられる。なぜなら、強化結果それ自身が被験体に呈示されたときには、I ノードとの間に興奮性リンクをもたない O ノードの他の要素も同時に活性化し、弁別刺激の価値低減によって形成された O-I 連合の機能を隠蔽することが期待されるからである。これらの仮説は今後の実証的研究によって評価される必要がある。しかし、もしこの仮説が正しいのであれば、それは道具的弁別学習の後の弁別刺激の呈示は O ノードを構成する要素の一部のみを活性化させるということの意味するはずである。

第 2 章 研究 1

第3章 研究2

道具的弁別訓練後の弁別刺激の価値低減と 強化結果の価値低減の効果の比較

Comparison between the effects of devaluations of discriminative stimulus and reinforcing outcome after instrumental discrimination training

3-1. 研究2の概要

ラットを被験体として用いた3つの実験において、ある弁別刺激(Sd1; 光刺激, あるいはノイズ)の呈示下であるレバーを押すこと(道具的行動[A1]の遂行)を、別の弁別刺激(Sd2; ノイズ, あるいは光刺激)の呈示下で別のレバーを押すこと(A2 の遂行)を訓練した(継時道具的弁別訓練)。この訓練では2つの道具的随伴性(Sd1-A1; Sd2-A2)の両者において共通の強化結果(O1)を用いた。この学習が完成した後に、一方の道具的随伴性(Sd2-A2)に随伴していたO1を新奇なO2に変更し、さらに数セッションの訓練をおこなった。実験2-1は、このような訓練の後に被験体にO2と内蔵不快感(I)を誘導する塩化リチウム(LiCl)の腹腔注射を対呈示し(O2の価値低減)、その後の消去テストにおけるA2の遂行の減弱を観察した。続く2つの実験では、Sd1とSd2の両者をLiClと対呈示することによって価値低減し、消去テストの道具的行動(A1とA2)の遂行や、O1やO2に対する摂取に与える影響を検討した。Sd1とSd2の価値低減を受けた被験体(Li群)のO2の摂取量はO1に比べて減弱し(実験2-2と2-3)、さらに、訓練文脈で被験体にこれらの強化結果を摂取させた後におこなった消去テストでは、A2の遂行が減弱することが明らかになった。これらの結果は弁別刺激の価値低減操作の間に進行した表象媒介型条件づけ、すなわちO2ノードとIノードの間の興奮性リンクの獲得を示唆した。

3-2. 研究2の目的と実験デザイン

道具的学習の二過程理論は、道具的弁別学習が弁別刺激(Sd)のノードと強化結果(O)mpノード間の興奮性リンク(Sd-O 連合)の獲得を含むことを主張してきた(たとえば、Rescorla & Solomon, 1967; Trapold & Overmier, 1972; Urcuioli, 2005, 序論 1-4-3 を参照のこと)。この二過程理論から演繹される仮説の1つは、弁別学習が完成した後に弁別刺激をLiClと対呈示することによって価値低減すると、訓練された道具的行動(A)の遂行が減弱する、というもの

第3章 研究2

である。なぜなら、この弁別刺激の価値低減操作の間に、弁別刺激の呈示は Sd-O 連合を通じて O ノードの活性を作りだし、この表象的活性が LiCl によって誘導される内蔵不快感に対応するノード(I ノード)の活性と重ね合わされることによって O1-I 連合が新たに形成されると予測されるからである。したがって、弁別学習が完成した後に(あるいは、弁別訓練の様々な段階において)、弁別刺激の価値低減の効果を検討することは、パブロフ型条件づけにおける表象媒介型条件づけ(たとえば、Holland, 1981, 1983b; Holland & Forbes, 1982; Ward-Robinson & Hall, 1996; この問題に関する包括的な評論として、Dwyer, 2003; Hall, 1996; Holland, 1990; 序論 1-5-2, を参照のこと)がそうであったように、道具的学習において形成される連合構造を理解する上で重要な知見や示唆をもたらすことが期待できる。

このような意図をもって実施された研究 1 では、照明されたランプの位置を各試行の弁別刺激とし、これに基づいて被験体ラットが 3 つのレバーから正レバーを選択してこれを押すと食物ペレットを与える、という弁別訓練を用いた。この弁別学習の成績が一定の学習基準に到達した後に、被験体に弁別刺激と LiCl を対呈示し、強化結果の摂取や道具的行動の遂行に与える効果をしらべた。その結果、原弁別訓練の完成後に新奇な風味をもった強化結果(ウインターグリーン風味のショ糖ペレット)を用いた弁別訓練を 2 セッションだけ導入した場合、続く弁別刺激の価値低減操作によって消去テストの弁別刺激呈示中の道具的行動の遂行が減弱した。また、この新奇な強化結果の摂取は減少する傾向を示した(実験 1-2)。この結果は、弁別刺激はその強化結果を新たな CS とした連合学習において、この新奇な強化結果の代替者として機能することを示しており、先述した表象媒介型条件づけの枠組みからの予測に一致する。したがって、被験体が最初の弁別訓練(原訓練および強化結果の変更訓練)において Sd-O 連合を獲得したことを示唆すると考えられた。しかしながら、研究 1 が用いた弁別訓練の手続きには 1 つの問題点があった。すなわち、研究 1 では弁別刺激を呈示するためのランプとそれに対応する正レバーが空間的に近接して設置されており、弁別訓練の各試行において被験体が正レバーを選択してこれを押すという道具的行動には、弁別刺激に対する条件性の接近反応(つまり、パブロフ型条件づけの過程で獲得される条件反応: CR)の

第3章 研究2

要素が含まれていた可能性があった。

そこで、研究2ではオペラント・チャンバーの弁別刺激の呈示位置と操作体の設置位置の間に空間的に十分な距離をとり、また、以下に述べる分化結果弁別訓練の手続きを用いて研究1の結果を追試した。そして、弁別刺激がその強化結果をCSとした新たな連合学習においてこの強化結果の代替者として機能する効果のより明確で説得的な証拠を得ることを試みた。Table 3-1に実験2-1と2-2の手続きの概略を示した(実験2-3の手続きは、実験2-2の手続きを基にわずかな変更を加えたものであったため、実験2-3の冒頭で改めて説明する)。どちらの実験でも、実験の第1段階で、すべての被験体に対して弁別訓練をおこなった。ここでは、Sd1(光刺激、あるいはノイズ)の呈示中に被験体があるレバーを押す(A1の遂行)とO1(食物ペレット、あるいはショ糖ペレット)を呈示し、Sd2(ノイズ、あるいは光刺激)呈示中に別のレバーを押す(A2の遂行)と同じO1を呈示した。この学習が完成した後の第2段階では、A1とA2の遂行のそれぞれに随伴する強化結果の親近性-新奇性の不均衡を作り出すために、Sd2の呈示下でA2の遂行に随伴していたO1を新奇な風味をもったO2(ショ糖ペレット、あるいは食物ペレット)に変更した。実験2-2および2-3からの結果が本研究2の最たる関心事であり、このような訓練の後に弁別刺激を価値低減した。一方の群の被験体(Li群)に対しては、Sd1とSd2の両者をLiClと対呈示し(Sd1-LiClとSd2-LiCl)、もう一方の群の被験体(Sal群)に対しては、統制操作としてSd1とSd2を生理食塩水(Saline)と対呈示した。

この弁別訓練では、被験体は相対的に多くのO1を摂取することになり、したがってO1ノードはLiClが誘導するIノードとの連合可能性(associability)を失うことが予測された(研究1を参照のこと)。故に、Sd1をLiClと対呈示したとき、Sd1の呈示はO1ノードの活性を作り出すであろうが、O1-I連合を形成することは困難であると予測された。これに対して、Sd2の呈示は相対的に高い連合可能性をもった新奇なO2ノードの活性(およびO1ノードの活性)を作り出すであろうから、Sd2とLiClを対呈示したときO2-I連合は、O1-I連合に比べて、速やかに獲得されることが予測された。換言すれば、Li群の被験体は弁別刺激の価値低減操作によって、O1に比べてO2の摂取の減弱を示し、またこの被験体はこのO2を用いて強化された

第3章 研究2

A2 の遂行の減弱を示すことが予測された。この予測は実験 2-2 および 2-3 の強化結果の摂取テストおよび道具的行動の消去テストで検証した。最初の実験 2-1 の目的は、弁別刺激の価値低減操作のターゲットである O2 そのものの誘因価値を低減したときの効果を確認すること、すなわち O2 と LiCl を対呈示し、その後の道具的行動の遂行に与える影響を検討することであった。実験 2-1 の結果は、後の実験 2-2 および 2-3 において、弁別刺激の価値低減が道具的行動の遂行に与える効果の比較対照として用いられた。

Table 3-1. Design of Experiments in Study 2.

Group	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5
	(Original discrimination training)	(Outcome switching training)	(Devaluation)		
<i>Experiment 2-1</i>					
O1-Li			O1-LiCl O2- ϕ		
O2-Li	Sd1: A1→O1	Sd1: A1→O1	O1- ϕ	Sd1: A1 vs. A2	
	Sd2: A2→O1	Sd2: A2→O2	O2-LiCl	Sd2: A1 vs. A2	
Sal			O1-Sal O2- ϕ		
	<i>Experiment 2-2</i>				
LI	Sd1: A1→O1	Sd1: A1→O1	Sd1-LiCl Sd2-LiCl	O1?	Sd1: A1 vs. A2
	Sd2: A2→O1	Sd2: A2→O2	Sd1-Sal Sd2-Sal	O2?	Sd2: A1 vs. A2

Note: Sd1 and Sd2 are discriminative stimuli (light and noise, counterbalanced); A1 and A2 are instrumental actions (toward right and left levers, counterbalanced); O1 and O2 are outcomes (plain pellet and sucrose pellet, counterbalanced); “-LiCl”, “-Sal”, and “- ϕ ” denote paired presentation of lithium chloride injection, paired presentation of saline injection, and simple exposure, respectively.

3-3. 実験 2-1

3-3-1. 目的

実験1の目的は、相対的に新奇なO2を価値低減したときの効果を、親近的なO1を価値低減したときの効果や、価値低減操作を受けなかった条件の結果と比較することであった(実験デザインについては、Table 3-1を参照のこと)。原訓練と強化結果の変更訓練が終了した後に、被験体に以下の3つの手続きのうちのいずれかを施した:親近的なO1とLiClの対呈示(O1価値低減操作, O1-Li群);新奇性の高いO2とLiClの対呈示(O2の価値低減, O2-Li群);強化結果の価値低減操作なし(つまり, O1あるいはO2と生理食塩水を対呈示した, Sal群)。O1-Li群とO2-Li群のそれぞれに対しては、ターゲットである強化結果(それぞれ, O1とO2)の摂取がほぼ完全に抑制されるまで強化結果とLiClの対呈示を繰り返した。また, O1-Li群の被験体がO1の摂取を完全に抑制するためには, O2-Li群よりも多くの価値低減操作(強化結果とLiClの対呈示セッション)が必要であることが予測された。このような強化結果の価値低減操作の後に、すべての被験体をA1とA2を同時に遂行できるが強化は一切おこなわないテスト事態(消去スケジュール)におき, Sd1とSd2を呈示して道具的行動の遂行を評価した(消去テスト)。

3-3-2. 方法

被験体.

被験体は実験経験のない24匹のWistar系由来の雄性ラットであり、名古屋大学心理学研究室のコロニーにおいて繁殖、維持されたものであった。これらは実験開始時に約80日齢であり、体重の分布は336gから434gの範囲内であった。実験期間中、これらを飼育室(朝8時から夜8時まで照明)に設置した個別ケージ(ホームケージ)にて、自由摂食時の約85%の体重を維持する食物剥奪スケジュールにおいて維持した(具体的には、各実験日のすべての実験操作が終了した後に、先述した体重基準を維持するために必要な量の固形飼料

第3章 研究2

[Rodent diet CE-2; CLEA Japan, Tokyo, Japan]を与えた)。ホームケージにおいて水道水は常に得られる状態にした。

装置.

同一のオペラント・チャンバー(33.5×26.0×26.5 cm)2台を主要装置とした。それぞれのチャンバーの2つの対向する側壁はジュラルミン製で、残りの側壁と天井は透明アクリル製であった。このチャンバーの床は、直径0.5 cmのステンレス・スチールのロッドを直径間隔1.0 cmで並べたグリッド床であった。ジュラルミン製の側壁の一方に、薄明るく照明したマガジンを隣接して設置した。それぞれのチャンバーに2つずつペレット・ディスペンサーを付属し、ここからビニール・チューブを介して45 mgのペレットをマガジン内に呈示した。異なった風味をもった2種類のペレット(プレーンペレット[Bio-serv dustless precision, #F0021-J; A Holton Industries, Co., Frenchtown, NJ], およびシヨ糖ペレット[Formula F sucrose with wintergreen; P. J. Noyes Co., Lancaster, NH])を用いたが、風味が混じることを避けるため、同じ種類のペレットはいつも決まったディスペンサーに入れた。それぞれのチャンバーのマガジンの左右の側壁上に2つの格納式レバーを設置した。マガジンに向かって左のレバーは90度傾けて設置したので、マガジンとは反対の方向に水平にこの操作体を押すように被験体を訓練した。右レバーは通常の方法で設置し、床の方向に垂直に押せばよいようにした。このような工夫は、A1とA2の間の行動般化を減少させることを意図した。それぞれのチャンバーを防音・防光の木箱(shell)に入れた。それぞれの木箱の内壁にはスピーカを設置し、木箱に付属した換気扇がつくる62 dBの背景ノイズに対して、およそ76 dBのホワイトノイズを弁別刺激の1つとして呈示することができた。それぞれのチャンバーの真上に位置する木箱の内壁には、同期させた3つの白色LEDランプを設置し、このすべてが点灯することによって第2の弁別刺激を構成した。このチャンバー内でおこる実験事象は、パーソナルコンピュータに付けたPCIバスボード(PCI2826C, Interface Co., Hiroshima, Japan)とインターフェイス(Muromachi-kikai Co.)を通じて、Visual Basic 6.0上で開発したアプリケーション・ソフトを用いて制御および記録した。

手続き.

予備的訓練. 実験装置への馴致のため、すべての被験体に30分間の装置内自由探索セッションを2回与えたが、この際弁別刺激やレバーを呈示しなかった。この翌日には、被験体に2セッションのマガジン訓練を施した。このそれぞれのセッションでは、20個の食物ペレットを変動時隔(Variable time, VT)60秒スケジュールで呈示した。被験体の半数をプレーンペレットを用いて、残りの半数の被験体をショ糖ペレットを用いて訓練した。このマガジン訓練に続いて、すべての被験体の2つのレバーに対する道具的行動(A1とA2)の遂行を反応形成した(shaping)。ここでは、左レバー押しと右レバー押しを別々のセッションで訓練した。また、左右レバーの訓練順序は被験体間でカウンターバランスした。マガジン訓練で用いた種類のペレット(O1)を強化結果としてすべての被験体が2つのレバーの両方に反応できるように訓練した(この1セッションは40強化の後に終了した)。続く2日間に、すべての被験体にさらに4セッションの訓練を与えた。これ以降のレバーを呈示したすべてのセッションでは、被験体を装置に入れて300秒の待機時間(弁別刺激やレバーの呈示をおこなわない馴致期間)を置き、その終了後にレバーを装置内に展開して実質的な実験期間を開始した。この初日には、被験体に2セッションの訓練を与え、その一方は左レバーを、他方は右レバーを用いた連続強化(CRF)訓練であった。それぞれのセッションは40強化の後に終了した。その翌日には、A1とA2の遂行のそれぞれを変動間隔(Variable Interval: VI)30秒スケジュールで20分間訓練した。

原訓練. 予備的訓練に続いて、A1とA2の遂行を弁別刺激(それぞれ、Sd1とSd2)の制御下におく弁別訓練(原訓練)を12日間にわたって実施した。被験体にはこの各日に2セッションずつの弁別訓練を与えたが、その一方では30秒間の光刺激を、他方では30秒間のノイズを、それぞれ20回ずつ呈示した。そして弁別刺激を呈示した期間の道具的行動の遂行を、O1を用いてVI30秒スケジュールで強化した。プレーンペレットでレバー押しを訓練された被験体の半数と、ショ糖ペレットでレバー押しを訓練された被験体の半数に対しては、光刺激を左レバーに対する弁別刺激、ノイズを右レバーに対する弁別刺激として、それぞれ確立した。

第3章 研究2

残りの被験体に対しては、この関係を逆にした。したがって、それぞれの被験体に対して2つの道具的随伴性(弁別刺激, 道具的行動, 強化結果の組み合わせ)を訓練したことになった(すなわち, Sd1: A1→O1; Sd2: A2→O1, Table 3-1を参照のこと)。各セッションではこの2つの組み合わせのうち的一方のみを訓練した(たとえば, Sd1: A1 の訓練セッションでは, Sd2 やもう一方のレバーを呈示しなかった)。平均試行間隔(ITI)は最初の2日間は15秒であった。続く2日間には30秒にし, その後の5日間では60秒, そして最後の3日間は90秒まで増大させた。

強化結果の変更訓練. 続く7日間では, すべての被験体に原訓練と基本的に同じ手続きを用いた訓練を施したが, それぞれの被験体の2つの道具的随伴性のうち的一方(Sd2: A2)で呈示していたO1を新奇な風味をもったO2に変更し, もう一方の随伴性(Sd1: A1)で呈示していたO1は変更しなかった。この強化結果の変更訓練に先立ち, それぞれの被験体を原訓練の弁別率(弁別刺激呈示中の反応率[1分間当たりのレバー押し回数]を, 弁別刺激呈示中とITI期間の反応率の和で除したもの)に基づいてマッチングし, 6つの小群(Ns = 4)のいずれかに割り当てた。この小群分けは原訓練の Sd-A-O の組み合わせに直交させた。そして, 任意の2つ小群を O1-Li 群に, 他の2つの小群を O2-Li 群に, 残りの2つの小群を Sal 群に, それぞれ割り当てた。この3群の一方の小群に対しては, 光刺激に随伴させて呈示した強化結果を新奇なO2に変更し, ノイズに随伴させて呈示したO1は変更せずにそのまま用いた。O1-Li, O2-Li, そして Sal 群それぞれの残りの小群に対しては, ノイズに随伴させて呈示したO1を変更し, 光刺激に随伴させて呈示したO1は変更しなかった。この7日間の平均ITIは90秒であった。上記した以外のすべての手続きは, 先の原訓練におけるものと同じであった。

強化結果の価値低減. 道具的弁別訓練で用いた食物ペレットとLiClあるいは生理食塩水(Sal)の注射の対呈示は, 4日間の操作を1サイクルとし, 7サイクルから構成した。各サイクルの第1日目にO1-Li群の被験体をオペラント・チャンバーに入れ, 20個のO1をVT 60秒スケジュールで呈示した。この呈示の終了直後に被験体をチャンバーから出し, ホームケージ

第3章 研究2

に戻す前に 0.15M, 25ml/kg の LiCl を腹腔内注射した。各サイクルの第3日目には、同じ被験体に第1日目と同じスケジュールで 20 個の O2 を呈示したが注射はおこなわなかった。

O2-Li 群の動物に対しては第1日目に 20 個の O2 を VT60 秒スケジュールで呈示し、その呈示終了直後に LiCl を注射した。第3日目にはこれらの被験体に注射なしで 20 個の O1 を呈示した。

Sal 群の被験体の半数に対しては第1日目に 20 個の O1 ペレットを、残りの半数に対しては同じ日に 20 個の O2 ペレットを VT60 秒スケジュールで呈示した。この呈示終了の直後、これらの被験体をホームケージに戻す前に、25ml/kg の生理食塩水を注射した。Sal 群の被験体に対しては、第3日目には第1日目に呈示したものと異なるペレットを 20 個、注射なしで呈示した。Sal 群では、O1 と O2 のいずれを生理食塩水注射と対呈示するかという要因は、弁別訓練において光刺激あるいはノイズに随伴させた強化結果は何かという要因と直交させた。

各サイクルの第2日目および第4日目には注射の影響から回復させるため、すべての被験体をホームケージに留め置き、実験操作を与えなかった。さらに、O2-Li 群のラットは O2 ペレットに対する速やかな条件性嫌悪の獲得を示し、第4サイクルまでに O2 ペレットをほとんど摂取しなくなったため、装置文脈と不快感の間の条件づけ(文脈条件づけ)が過度に進行することを避けるため、第5サイクルから第7サイクルまでの実験操作を省略し、この間ホームケージから出さなかった。

消去テスト. 強化結果の価値低減操作によって道具的行動の遂行が影響されるかどうかをしらべるため 1 セッションの消去テストをおこなった。このセッションでは、30 秒の光刺激(L)と 30 秒のノイズ(N)のそれぞれを以下の順序で 8 回ずつ呈示した: LNNL-NLLN-LNNL-NLLN。このテストでは ITI を変動させず、90 秒に固定した。また、このテストでは両方のレバーを同時に呈示したが、被験体がこのレバーに対して道具的行動を遂行しても一切の強化をおこなわなかった。

3-3-2. 結果と考察

分散分析(ANOVA), 単純主効果検定, そして Ryan 法を用いた多重比較を含む以下のすべての実験結果の統計的検定においては, その信頼性は特に断りにない限り, 第一種の過誤に対して $\alpha = .05$ に設定した。

原訓練と強化結果の変更訓練. 弁別訓練は円滑に進行した。強化結果の変更訓練の最後の2日間に, それぞれの群の動物が示した弁別刺激呈示中と ITI 期間のレバー押し反応率(1分間当たりのレバー押し回数)の平均値と標準偏差(SD)を算出し, それぞれの群のカットポイントを平均値 $\pm 2SD$ とした。この基準を超える被験体に関しては, そのデータのすべてを以下の分析から除外した。この結果, 分析対象となった被験体数は, O1-Li 群が 6, O2-Li 群が 7, Sal 群が 8 であった。

強化結果の変更訓練の最後の2日間にこの3群が示した弁別学習の成績を以下に示す。O1-Li 群では, Sd1: A1 セッションの弁別刺激呈示中と ITI 期間の平均反応率はそれぞれ 50.9 と 10.0 であり, Sd2: A2 セッションではそれぞれ 55.6 と 10.3 であった。O2-Li 群では対応する順番に, 47.1, 11.2, 52.3, 11.1 であった。Sal 群では同じ順番で, 67.1, 14.8, 60.1, 12.2 であった。これらのスコアに対して適用された 3(群) \times 2(セッション; Sd1: A1 vs. Sd2: A2) \times 2(刺激状態; Sd vs. ITI)の3要因 ANOVA は, 刺激状態の有意な主効果のみを示した($F[1, 18] = 203.37$)。したがって, 群の違いに関わらず弁別刺激の道具的行動遂行に対する制御は同様に獲得されたことが示された。

一方の道具的随伴性(Sd2: A2)に対してのみ新奇な O2 を導入したことが, 道具的行動の遂行に対して与えた影響を評価するために, 原訓練の最後と強化結果の変更訓練の最初の成績を比較した。原訓練の最後の2日間(第11日目および12日目)にこの3群が示した弁別成績を以下に示す。O1-Li 群では, Sd1: A1 セッションの平均反応率は弁別刺激呈示中と ITI 期間のそれぞれで 36.0 と 9.9 であり, Sd2: A2 セッションではそれぞれ 46.4, 16.1 であった。O1-Li 群と同様の順序で, O2-Li 群では 45.4, 15.2, 46.9, 13.8, Sal 群では 52.6, 22.3, 47.3, 14.9 であった。同様に, 強化結果の変更訓練の最初の2日間の成績を以下に示す。

第3章 研究2

O1-Li 群では Sd1: A1 セッションの弁別刺激呈示中と ITI 期間の平均反応率は 46.3 と 13.0 であり, Sd2: A2 セッションの弁別刺激呈示中および ITI 期間では 30.5 と 10.5 であった。O2-Li 群では同じ順序で, 47.8, 13.1, 44.5, 14.7 であり, Sal 群では同様に 42.6, 11.8, 62.4, 10.8 であった。

これらのスコアに対して適用された, 2(群)×2(セッション)×2(刺激状態)×2(訓練段階; 原弁別訓練 vs. 強化結果の変更訓練)の 4 要因 ANOVA は, この 4 つの要因のすべてが関与した有意な交互作用を検出した($F[2, 18] = 6.83$)。そこで, それぞれの群において, 3 要因の ANOVA を用いて訓練段階の効果を評価した。O1-Li 群および O2-Li 群においては, 刺激状態の主効果のみが有意であった(それぞれ, $F[1, 5] = 38.52$; $F[1, 6] = 51.95$)が, Sal 群では刺激状態の有意な主効果だけではなく, 刺激状態×訓練段階の交互作用も有意であった(それぞれ, $F_s[1, 7] = 142.79, 12.35$)。この有意な交互作用は, 強化結果の変更訓練における ITI 期間の反応率が原訓練よりも有意に小さいことを反映していた($F[1, 14] = 7.26$)。これは新奇な強化結果に変更されたことの効果というよりは, Sal 群における弁別学習の進行を単純に示したものと考えられる。したがって, これらの結果は新奇な強化結果を Sd2: A2 セッションのみに導入したことは被験体の道具的行動の遂行や弁別成績に対する干渉効果をもたなかったことを示した。

強化結果の価値低減. Table 3-2 に強化結果の価値低減操作によるターゲットの摂取の変化を示した。この Table 3-2 から, O1-Li 群の被験体は O1 に特異的な摂取の減少を示し, O2-Li 群の被験体は O2 の摂取のみに減少を示していたことがわかる。さらに, O2-Li 群が示した O2 の摂取の減少は, O1-Li 群が示した O1 摂取の減少に比べてより速やかであった。第 4 サイクルにおいて O2-Li 群が示した O2 ペレットの平均摂取数は 0.14 であり, また, 第 7 サイクルにおいて O1-Li 群が示した O1 ペレットの平均摂取数は 0.17 であった。これらのスコアは, この 2 群においてターゲットとなっていた強化結果(それぞれ, O2 と O1)の摂取がほぼ完全に抑制されたことを示していた。

Table 3-2. Results of the outcome devaluation phase of Experiment 2-1.

Group	Cycle						
	1	2	3	4	5	6	7
<i>O1 consumption</i>							
O1-Li	20.0 (±0.0)	20.0 (±0.0)	19.7 (±0.2)	15.2 (±2.1)	8.2 (±3.0)	5.8 (±2.0)	0.2 (±0.2)
O2-Li	20.0 (±0.0)	19.9 (±0.1)	20.0 (±0.0)	20.0 (±0.0)	--	--	--
Sal	20.0 (±0.0)	20.0 (±0.0)	20.0 (±0.0)	19.6 (±0.2)	20.0 (±0.0)	20.0 (±0.0)	19.9 (±0.1)
<i>O2 consumption</i>							
O1-Li	20.0 (±0.0)	20.0 (±0.0)	20.0 (±0.0)	20.0 (±0.0)	20.0 (±0.0)	20.0 (±0.0)	19.8 (±0.2)
O2-Li	20.0 (±0.0)	18.1 (±1.6)	2.6 (±0.9)	0.1 (±0.1)	--	--	--
Sal	20.0 (±0.0)	20.0 (±0.0)	20.0 (±0.0)	20.0 (±0.0)	19.9 (±0.1)	20.0 (±0.0)	20.0 (±0.0)

消去テスト. Figure 3-1 は消去テストにおいて同時に呈示された2つのレバーに対する道具的行動の遂行のセッション内推移を, Sd1 呈示中(左パネル), Sd2 呈示中(中央パネル), そしてITI期間(右パネル)に分けて示したものである(弁別刺激呈示中の結果のグラフの横軸は4試行を1ブロックとして示している。また, ITI 期間の結果のグラフについては8試行を1ブロックとした)。この消去テストでは被験体に対して2種類の弁別刺激と2つのレバーを呈示したが, これは弁別訓練とは異なる事態であった。それにもかかわらず, 全体的には Sd1 と Sd2 のそれぞれの呈示は訓練された道具的随伴性に基づいて, それぞれの呈示下で強化された道具的行動(それぞれ, A1 と A2)の遂行を選択的に促進させる刺激性制御を示した。したがって, 本実験の弁別訓練において弁別刺激が獲得した制御は, 被験体の動機づけや覚醒水準を一様に押し上げるようなものではなかったことが示唆された。

さらに詳細にみても, O1-Li 群の被験体の Sd1 呈示下の A1 遂行は, 他の2群に比べて少なかった。同様に, O2-Li 群の被験体の Sd2 呈示下の A2 遂行は, 他の2群に比べて少なかった。刺激の呈示がない ITI では, O1-Li 群の被験体は A1 よりも A2 をより多く遂行し,

第3章 研究2

逆に O2-Li 群の被験体は A2 よりも A1 をより多く遂行していたが、この傾向はセッション初期に顕著であった。これらのスコアに対して、3(群)×2(刺激状態; Sd1, Sd2, vs. ITI)×2(道具的行動; A1 vs. A2)×2(ブロック)の4要因 ANOVA をおこなったところ、刺激状態とブロックの主効果(それぞれ、 $F[2, 36] = 29.99$; $F[1, 18] = 106.02$)、群×ブロック、刺激状態×道具的行動、刺激状態×ブロックの交互作用(それぞれ、 $F[2, 18] = 15.27$; $F_s[2, 36] = 39.82, 6.83$)、そして群×道具的行動×ブロックの2次の交互作用ならびに3次の交互作用(それぞれ、 $F_s[4, 36] = 4.06, 4.16$)が有意であった。そこでこのデータを、Sd1 呈示中、Sd2 呈示中、そして ITI 期間に分割し、それぞれに対して3(群)×2(道具的行動; A1 vs. A2)×2(ブロック)の ANOVA をおこなった。

Sd1 呈示中のレバー押し反応率に関しては、群、道具的行動、そしてブロックの主効果がそれぞれ有意であった(それぞれ、 $F[2, 18] = 5.31$; $F_s[1, 18] = 27.12, 9.88$)。さらに、群×道具的行動、群×ブロック、道具的行動×ブロックの交互作用が有意であった(それぞれ、 $F_s[2, 18] = 3.65, 6.65$; $F[1, 18] = 19.79$)。群×道具的行動の有意な交互作用は以下のことを反映していた:(a) O1-Li 群と O2-Li 群は、Sal 群に比べて A1 の遂行が有意に少なかった($F[2, 36] = 7.73$, それぞれ、 $t_s = 3.91, 2.25$)が、O1-Li 群と O2-Li 群の A1 遂行の間には有意な差はみとめられなかった($t = 1.71$);(b) A2 の遂行に関しては、いかなる群間の差もみとめられなかった($F[2, 36] = 2.15$);(c) Sal 群では A1 の遂行は A2 の遂行に比べて有意に多かった($F[1, 18] = 27.16$)が、O1-Li 群と O2-Li 群では A1 と A2 の遂行の間に有意な違いはみとめられなかった(それぞれ、 $F_s[1, 18] = 3.81, 3.44$)。

Sd2 呈示中のレバー押し反応率に関しては、道具的行動とブロックの主効果、群×ブロック、および群×道具的行動×ブロックの交互作用が有意であった(それぞれ、 $F_s[1, 18] = 21.74, 31.29$; $F_s[2, 18] = 6.37, 5.45$)。この有意な2次の交互作用は以下のことを反映していた:(a) 第1ブロックにおいて、O2-Li 群の A2 遂行は、O1-Li 群や Sal 群に比べて有意に少なかった($F[2, 72] = 4.23$, それぞれ、 $t_s = 2.59, 2.41$)が、O2-Li 群と Sal 群の間で A2 の遂行量に有意な差はみとめられなかった($t = 0.36$);(b) A1 の遂行に関しては群による有意な違い

第3章 研究2

がみとめられなかった($F[2, 72] < 1$);(c) いずれのブロックにおいても, O1-Li 群では A2 の遂行は A1 に比べて有意に多く(それぞれ, $F_s[1, 36] = 14.98, 8.11$), これと同じ傾向は Sal 群では第1ブロックのみにおいてみとめられ($F[1, 36] = 10.66$), O2-Li 群では第2ブロックのみにおいてみとめられた($F[1, 36] = 5.88$)。

ITI 期間のレバー押し反応率に関しては, 道具的行動とブロックの主効果が有意であり(それぞれ, $F_s[1, 18] = 4.47, 103.59$), また, 群×道具的行動, 群×道具的行動×ブロックの交互作用も有意であった(それぞれ, $F_s[2, 18] = 8.33, 11.51$)。この有意な2次の交互作用は以下のことを反映していた:(a) 第1ブロックでは, O1-Li 群は O2-Li 群や Sal 群に比べて A1 の遂行が有意に少なかった($F[2, 72] = 6.99$, それぞれ, $t_s = 3.30, 3.02$);(b) 第1ブロックでは, O2-Li 群は Sal 群よりも A2 の遂行が有意に少なかった($F[2, 72] = 11.92$, $t = 2.63$)が, O1-Li 群は O2-Li 群および Sal 群に比べて A2 遂行が有意に多かった($F[2, 72] = 11.92$; それぞれ, $t_s = 4.72, 2.35$);(c) 第1ブロックでは, Sal 群は A1 と A2 の遂行の間に有意な差を示さなかった($F[1, 36] < 1$)が, O1-Li 群は A2 に比べて有意に少ない A1 遂行を示し, O2-Li 群は A1 に比べて有意に少ない A2 の遂行を示した(それぞれ, $F_s[1, 36] = 36.92, 6.53$)。

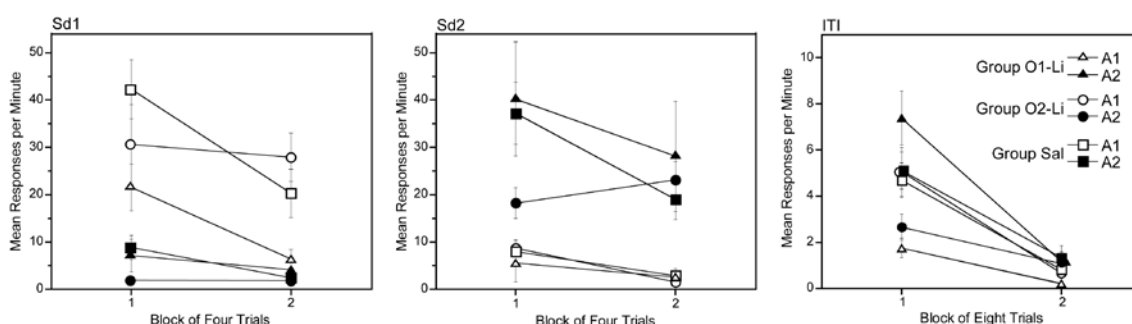


Figure 3-1. Results of the instrumental extinction test of Experiment 2-1. Mean responses per minute for the instrumental performances of A1 and A2 are displayed during Sd1 (left panel), Sd2 (middle panel), and ITI (right panel). The error bars represent the standard errors of the mean.

実験 2-1 では, O2 の価値低減により Sd2 呈示下および ITI 期間の A2 遂行が減弱することが確かめられた。Figure 3-1 に示したように, O2-Li 群の A2 遂行は Sd1 呈示下においてもみとめられるようであるが, この効果は有意な水準に至らなかった。また, O2-Li 群の A1 遂行

第 3 章 研究 2

は Sd1 呈示下で減弱したが、O1-Li 群はこれと対照的な効果(すなわち、Sd2 の呈示下の A2 遂行の減弱)を示すことはなかった。O1 の価値低減操作と O2 の価値低減操作がこのような非対称性を見せた原因については、本実験のデータからはこれ以上議論することができないが、強化結果の変更を伴う弁別訓練における弁別刺激と強化結果の相互作用については、今後の検討が必要であろう。

3-4. 実験 2-2

3-4-1. 目的

実験 2-2 は、弁別訓練の後の弁別刺激の価値低減がその後の道具的行動の遂行と強化結果の摂取に及ぼす効果を検討した。弁別刺激の価値低減によって、相対的に高い新奇性をもった O2 に対する条件性嫌悪の獲得と、この O2 を用いて訓練された A2 の遂行の減弱という 2 つの効果が示されることが予測された(この連合プロセスに関する詳細な予測は 3-2 に示した。また実験の手続きの概略については Table 3-1 を参照のこと)。被験体は実験 2-1 と同様の強化結果の変更訓練を受けた後に 2 群に分割された。Li 群の被験体に対しては、弁別訓練で用いた 2 つの弁別刺激(Sd1 と Sd2)の両者を価値低減した(すなわち、Sd1-LiCl と Sd2-LiCl)。Sal 群の被験体には弁別刺激の価値低減を経験させない統制操作を施し、2 つの弁別刺激を生理食塩水(Sal)と対呈示した(すなわち、Sd1-Sal と Sd2-Sal)。

3-4-2. 方法

被験体と装置.

実験 2-1 と同様の方法で提供された、実験経験をもたない 14 匹の Wistar 系由来の雄性ラットを被験体とした。これらの動物は実験開始時に約 80 日齢であり、体重の分布は 328-376g の範囲内であった。実験期間中、これらを実験 2-1 の被験体と同じ方法で維持した。また、実験 2-1 で用いたものと同じ 2 台のオペラント・チャンバーを主要装置として用いた。強化結果

第3章 研究2

の摂取テストのために、2つの透明なアクリルケージ(27×40×20 cm)を用いた。この摂取テストケージは、オペラント・チャンバーを設置した実験室やホームケージを設置した飼育室とは別の実験室(摂取テストケージの床面でおおよそ 54lx, 室内の温度は 22°C)に設置した。摂取テストケージの天井はステンレスのグリッドになっており、床には市販されている紙性の砂利を敷いた。

手続き

予備的訓練, 原訓練, 強化結果の変更訓練の手続きは, 実験 2-1 において用いたものと同じであった。

弁別刺激の価値低減. 強化結果の変更訓練が終了した翌日から 23 日間にわたって, 弁別刺激と LiCl の対呈示(Li 群)あるいは弁別刺激と生理食塩水の対呈示(Sal 群)をおこなった。この段階の第 1 日目(強化結果の変更訓練の終了の翌日)には, すべての被験体をホームケージに留め置き, 実験操作を与えなかった。これは, 強化結果の変更訓練の最終日に被験体に呈示した O1 や O2 の知覚的ノード活性(記憶痕跡)を LiCl を呈示したセッションまでに十分に減退させることを意図した。第 2, 8, 10, 17, および 19 日目におこなったセッションでは, すべての被験体に対して, 30 秒のノイズを 3 回呈示した。刺激間隔(ISI)は変動し, その平均は 90 秒であった。第 4, 6, 12, 15, および 21 日目におこなったセッションでは, すべての被験体に対して 30 秒の光刺激を 3 回, 平均 90 秒の ISI で呈示した。このように 3 回の弁別刺激を呈示した直後に, Li 群の被験体に対しては 0.15M, 20 ml/kg の LiCl を腹腔注射した。Sal 群の被験体には, LiCl のかわりに 20ml/kg の生理食塩水を注射した。第 3, 5, 7, 9, 11, 13, 16, 18, 20, および 22 日目には, 注射の影響から回復させるためにすべての被験体を終日ホームケージに留め置き, 実験操作を与えなかった。第 14 および 23 日目には, すべての被験体を 15 分間オペラント・チャンバーに入れるセッションを 2 回ずつおこなった。このセッションでは弁別刺激やレバー, 強化結果を一切呈示せず, 被験体の装置文脈に対する全般的な恐怖反応の消去を図った。同一日におこなった 2 セッションの間隔はおおよそ 4 時間であった。この実験の段階を通じて, レバーや強化結果は一切被験体に呈示しなかった。

第3章 研究2

強化結果の摂取テストと消去テスト. 強化結果の摂取テストは、2日間のテストを1回として、2回実施された。これらのテストに先立って、テスト状況に対する馴致訓練として、毎日ホームケージで与えた固形飼料の粉末を摂取テストケージで被験体に摂取させた。この馴致セッションでは、摂取テストケージ内に設置した底が平らな金属製カップ(直径 6.5 cm, 深さ 3.5 cm)に 6.75g の粉末を入れ、15 分間のラットに呈示した。摂取テストの第 1 日目、および第 2 日目には、それぞれの被験体にこのカップの中に入れた 150 個のプレーンペレットあるいは 150 個のショ糖ペレットを呈示した。テストセッションは 5 分間であり、2 種類のペレットの呈示順序は被験体間でカウンターバランスした(この 2 日間のテストを摂取テスト 1 と呼ぶ)。この翌日に道具的行動の消去テストを実施し、さらにその翌日から再び強化結果の摂取テストをおこなった(摂取テスト 2)。摂取テスト 2 の手続きは、摂取テスト 1 とまったく同じであった。

摂取テスト 1 が終了した翌日に実施した消去テストの手続きは、実験 2-1 の消去テストと同じであった。30 秒の光刺激(L)と 30 秒のノイズ(N)を、LNLL-NLLN -LNLL-NLLN という順序で呈示し、その ITI を 90 秒に固定した。2 つのレバーの両方をテストセッションを通じて被験体に呈示したが、これに対する道具的行動の遂行は一切強化しなかった。

3-4-3. 結果と考察

原訓練と強化結果の変更訓練. 弁別訓練は群間の顕著な違いを見せずに、順調に進行した。強化結果の変更訓練の最後の 2 日間の Sd1: A1 および Sd2: A2 セッションで、この 2 群が示した弁別成績は以下のものであった。Li 群の Sd1: A1 セッションの弁別刺激呈示中および ITI 期間における平均反応率は、それぞれ 55.2, 10.8 であり、Sd2: A2 セッションの弁別刺激呈示中および ITI 期間においては、それぞれ 50.3, 13.6 であった。Sal 群では、Li 群に対応した順序で、54.0, 11.2, 46.2, 9.8 であった。これらのスコアに対する、群×セッション×刺激状態(Sd 呈示中 vs. ITI)の 3 要因 ANOVA は、刺激状態の有意な主効果のみを示し($F[1, 12] = 89.27$)、両群で同程度の成績の弁別学習が完成したことを示した。

強化結果の摂取テスト. 実験 2-2 においてもっとも関心が寄せられる結果の 1 つは強化結

第3章 研究2

果の摂取テストにおいて被験体が示した O1 と O2 の摂取量であり, Figure 3-2 にその結果を示した。個体差に関わらず適切な分析を実行するために, ペレットの摂取量(摂取個数)に対して常用対数変換(common logarithm transformation: Log, たとえば Murphy & Baker, 2004)をおこなった。摂取テスト1では, Li 群の被験体は O1 に比べて O2 をあまり摂取しなかった。一方, Sal 群の被験体は O1 と O2 の摂取量の間には明確な差を示さなかった。この所見は事前の予測と一致するものであった。摂取テスト2では, どちらの群の動物も, ほぼ同量の O1 と O2 を摂取していた。

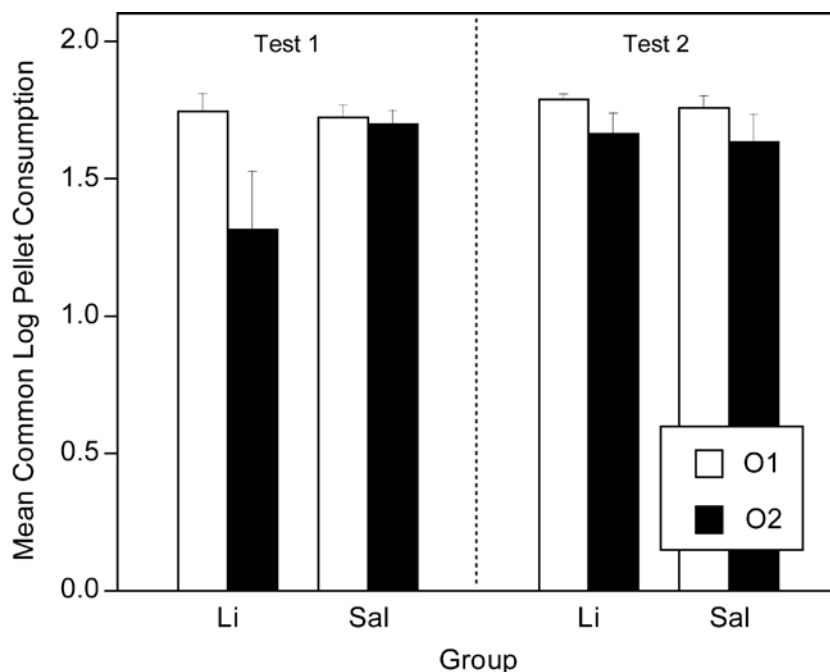


Figure 3-2. Results of the outcome consumption tests of Experiment 2-2. Mean common logarithm transformed amounts of pellet consumption. The error bars represent the standard errors of the mean.

統計的検定の結果はこの所見を支持し, 2(群)×2(テスト)×2(強化結果; O1 vs. O2)のANOVA は, 強化結果の主効果と, 3つの要因の交互作用が有意であることを示した($F_s[1, 12] = 5.76, 4.95$)。この交互作用は以下の4点を反映していた:(a) 摂取テスト1では, Li 群では O1 に比べて O2 の摂取量が有意に少なく, Sal 群では O1 と O2 の摂取量の間には有意な差はみとめられなかった(それぞれ, $F_s[1, 24] = 12.54, 0.05$);(b) テスト1では, Li 群の O2 摂

第3章 研究2

取量は Sal 群に比べて有意に少なかったが, O1 の摂取量に関しては有意な群間差はみとめられなかった(それぞれ, $F_s[1, 48] = 7.11, 0.02$);(c) Li 群の O2 の摂取量に関してのみ, テスト 1 からテスト 2 にかけて有意な増大がみとめられた($F[1, 24] = 10.36$);(d) テスト 2 では, 群と強化結果のいずれの単純主効果もみとめられなかった(highest $F = 1.07$)。これらの結果は, 弁別訓練の後の弁別刺激の価値低減により, 新奇な O2 に対する摂取が減弱することを示している。しかしながら, この効果は非常に強いものとは言えず, 摂取テスト 2 では消失してしまうことがわかった。

消去テスト. 消去テストの結果を Figure 3-3 に示した。Sd1 の呈示は A1 の遂行を, Sd2 の呈示は A2 の遂行を, それぞれ選択的に促進させていた。これらのスコアに対して 2(群)×2(刺激状態)×2(道具的行動)×2(ブロック)の4要因 ANOVA をおこなったところ, 刺激状態とブロックの主効果, 刺激状態×道具的行動, 刺激状態×ブロックの交互作用がそれぞれ有意であった(それぞれ, $F[2, 24] = 23.08$; $F[1, 12] = 39.17$; $F_s[2, 24] = 47.6, 4.46$)。しかし群の要因を含む有意な主効果や交互作用は示されなかった(highest $F = 1.17$)。

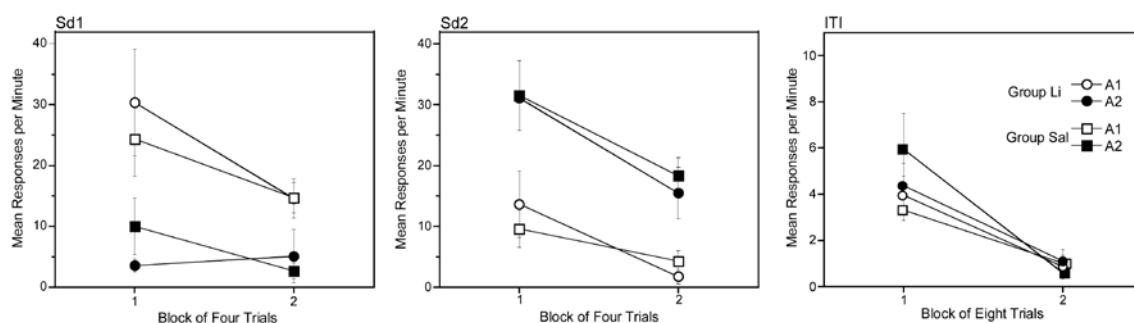


Figure 3-3. Results of the instrumental extinction test of Experiment 2-2. Mean responses per minute for the instrumental performances of A1 and A2 are displayed during Sd1 (left panel), Sd2 (middle panel), and ITI (right panel). The error bars represent the standard errors of the mean.

実験 2-2 では, 消去テストの道具的行動の遂行は弁別刺激の価値低減による減弱を示さなかった。そこで以下の実験 2-3 では, 弁別刺激の価値低減によって道具的行動の遂行が減弱することの明確な証拠を得ることを第 1 の目的とし, 手続きの改善を行った上で実験 2-2 の手続きを繰り返した。

3-5. 実験 2-3

3-5-1. 目的

強化結果の価値低減効果(弁別刺激の価値低減ではないことに注意せよ)に関する先行研究の所見を分析すると、この効果がうまく検出できるかどうかは以下の2つの条件に依存していることがわかる。第1に、強化結果を LiCl と対呈示して価値低減したとき、その強化結果を用いて訓練された道具的行動の遂行は、生活体がこの強化結果を価値低減後に再度摂取し、その新しい誘因価値を知覚的に経験することによってはじめて減弱を示す(たとえば、Balleine, 1992; Balleine & Dickinson, 1991, 1992; Lopez, Balleine, & Dickinson, 1992, この問題に関する詳細な議論は 5-2-3 でおこなった)。いくつかの連合モデル(Balleine, 2001; Dickinson & Balleine, 1994)は、生活体が価値低減された強化結果を摂取するときその新しい誘因価値を学習する過程(誘因学習: incentive learning)は、O ノードと I ノードの間に興奮性リンクが形成される連合過程とは別のものであると主張する。それならば、本研究が検討する、弁別刺激の価値低減による O-I 連合の形成過程においても、この連合の形成が道具的行動の遂行の減弱という形で顕在化するためには、被験体が弁別刺激の価値低減の後に再度強化結果を摂取する経験を必要とするのかもしれない。

第2に、LiCl を用いた強化結果の価値低減効果は、道具的訓練と価値低減操作の間で、強化結果の呈示場所や呈示の時間的布置における差異が小さいほど(すなわち、この2つの手続きの文脈の変化が小さいほど)検出されやすいことが報告されている(Colwill & Rescorla, 1985a, 1985b)。このことは、O-I 連合が形成される過程だけではなく、誘因学習の過程もそのような文脈間の一致を要求することを意味しているのかもしれない。

このような2つの推測に基づき、実験 2-3 では強化結果の摂取テストを実験 2-2 で用いた摂取テストケージではなく、弁別訓練をおこなったオペラント・チャンバーの中で実施した。また、消去テストをこの摂取テストの前後に1回ずつ実施した(Table 3-3 に実験スケジュールの概略を示した)。上述の推測からは、弁別刺激の価値低減による道具的行動の遂行の減弱は、

第3章 研究2

摂取テストの前の消去テスト1ではみとめられず、摂取テストの後の消去テスト2においてみとめられることが予測された。

Table 3-3. Design of Experiment 2-3.

Group	Phase 1	Phase 2	Phase 3 (Devaluation)	Phase 4	Phase 5	Phase 6
	(Original discrimination training)	(Outcome switching training)		(Extinction test 1)	(Consumption test)	(Extinction test 2)
LI	Sd1: A1→O1	Sd1: A1→O1	Sd1-LiCl	Sd1: A1 vs. A2	O1?	Sd1: A1 vs. A2
			Sd2-LiCl			
Sal	Sd2: A2→O1	Sd2: A2→O2	Sd1-Sal	Sd2: A1 vs. A2	O2?	Sd2: A1 vs. A2
			Sd2-Sal			

Note: Sd1 and Sd2 are discriminative stimuli (light and noise, counterbalanced); A1 and A2 are instrumental actions (toward right and left levers, counterbalanced); O1 and O2 are outcomes (plain pellet and sucrose pellet, counterbalanced); “-LiCl” and “-Sal” denote paired presentation of lithium chloride injection and paired presentation of saline injection, respectively.

3-5-2. 方法

被験体と装置.

実験 2-1 と同じ方法で提供された、実験経験をもちない 16 匹の Wistar 系由来の雄性ラットを被験体とした。これらの実験開始時の日齢はおよそ 80 日齢であり、また体重の個体差は 321 g-386 g の範囲内であった。実験期間中、これらを実験 2-1 で記したものと同様の方法で維持した。また 2 台のオペラント・チャンバーは先の実験で用いられたものと同じであった。

手続き.

予備的訓練、原訓練、強化結果の変更訓練、弁別刺激の価値低減、そして道具的行動の消去テスト(消去テスト 1)をこの順序でおこなったが、それらの手続きは、実験 2-1 および 2-2 で記述したものと同一であった。

強化結果の摂取テスト. 2 日間にわたる摂取テストの前日に、テスト事態に対して被験体を馴致させるために、オペラント・チャンバー内で金属カップに入れた固形飼料の粉末(6.75 g)を 15 分間被験体に呈示した。摂取テストの第 1 日目には、被験体にこのカップに入れた 150

第3章 研究2

個のプレーンペレットを呈示し、第2日目には前日と同じ手続きで150個のショ糖ペレットを呈示した。これらのテストセッションは5分間であった。

消去テスト 2. 手続きは消去テスト 1 と同じであったが、刺激の呈示順序を NLLN-LNNL-NLLN-LNNL に変更した。

3-5-3. 結果

原訓練と強化結果の変更訓練. 被験体は各弁別刺激に応じた A1 と A2 の遂行の制御を順調に獲得した。実験 2-1 と同じようにデータのカットポイントを設定し、この基準を超えた被験体のデータを以下の分析から削除した。その結果、分析に用いた Li 群の被験体数は 6、Sal 群の被験体数は 7 となった。

強化結果の変更訓練の最後の2日間では、Li 群の Sd1: A1 セッションの弁別刺激呈示中と ITI 期間における平均反応率はそれぞれ 46.8, 14.4 であり、Sd2: A2 セッションの弁別刺激呈示中と ITI 期間においては、それぞれ 58.5 と 19.9 であった。Sal 群では Li 群の順序に対応して、それぞれ 54.8, 14.4, 57.4, 2.3 であった。これらのスコアに対する ANOVA は、刺激状態の有意な主効果のみを示し、群の違いに関わらず同程度の弁別学習が成立したことを示した($F[1, 11] = 98.39$)。

消去テスト. 実験 2-3 においてもっとも重要な結果は消去テストからのものであり、これを Figure 3-4 に示した。ここでは、消去テスト 1 と消去テスト 2 の結果をまとめて示している。消去テスト 1 では、特に Sd1 の呈示中に、Li 群の A1 と A2 両者の遂行は Sal 群に比べて少なかった。消去テスト 2 では、Sd1 および Sd2 の呈示中に A2 の遂行における群間差が顕著に見とれ、Li 群は Sal 群に比べて A2 の遂行が少なかった。

これらのスコアに関して、それぞれのテストごとにおこなった、2(群)×2(刺激状態)×2(道具的行動)×2(ブロック)の4要因 ANOVA は、これらの所見をほぼ支持した。消去テスト 1 では、群、ブロック、および刺激状態の主効果が有意であり(それぞれ、 $F_s[1, 11] = 5.15, 24.00$; $F[2, 22] = 14.45$)、さらに刺激状態×道具的行動の交互作用が有意であった($F[2, 22] = 6.45$)。消

第 3 章 研究 2

去テスト 2 では、刺激状態とブロックの主効果、ならびに群×道具的行動、刺激状態×道具的行動、そして刺激状態×ブロックの交互作用が有意であった(それぞれ、 $F[2, 22] = 18.71$; $F[1, 11] = 27.86$; $F[1, 11] = 6.08$; $F_s[2, 22] = 8.98, 6.68$)。群×道具的行動の有意な交互作用は、A2 の遂行に関しては Li 群は Sal 群よりも有意に少なかったが、A1 の遂行に関してはそのような有意な群間の差がみとめられないことを反映していた(それぞれ、 $F_s[1, 22] = 5.27, 0.58$)。

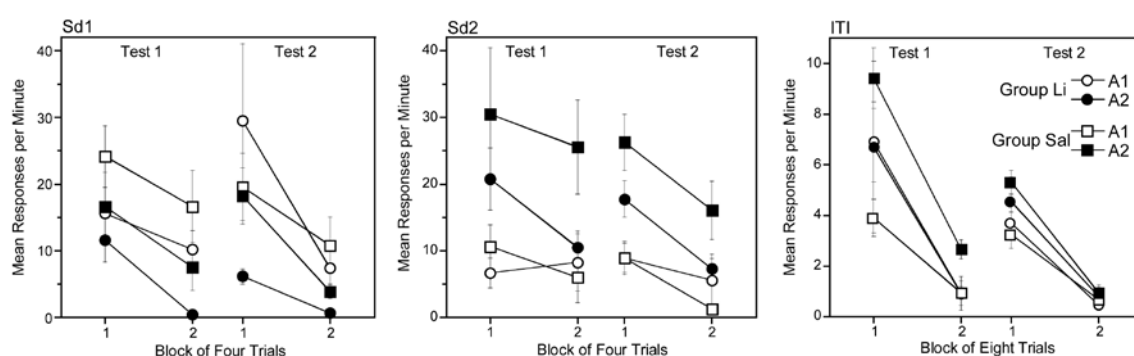


Figure 3-4. Results of the instrumental extinction tests of Experiment 2-3. Mean responses per minute for the instrumental performances of A1 and A2 are displayed during Sd1 (left panel), Sd2 (middle panel), and ITI (right panel). The error bars represent the standard errors of the mean.

強化結果の摂取テスト. Table 3-4 に強化結果の摂取テストの結果を示した。Li 群では O1 の摂取量に比べて O2 の摂取量が少ないが、Sal 群ではどちらの強化結果もほぼ同量が摂取されていた。しかし対数変換されたスコアに対して、群×強化結果の ANOVA をおこなったところ、この所見は支持されず、有意な主効果や交互作用は示されなかった(highest $F = 3.29$)。

そこで、弁別刺激の価値低減操作が O2 の摂取に与えた効果をより直接的に評価するために、各被験体において O2 摂取率を算出した。これは、O2 の摂取量(消費ペレット個数)を、O1 と O2 の総摂取量で除したものであった(この算出には、対数変換されていないデータを用いた)。その結果、平均 O2 摂取率は Li 群で 0.89, Sal 群で 0.96 であった。これらのスコアと、O1 と O2 の摂取量の間には差がないことを示す 1.0 という定数との間で 1 標本 t 検定をおこなっ

第3章 研究2

たところ、Li 群のスコアは 1.0 よりも有意に小さかったが($t[5] = 3.61$), Sal 群ではこのような有意差はみとめられなかった($t[6] = 1.59$)。これらの結果は、弁別刺激の価値低減によって O2 に対する条件性嫌悪が獲得されるという主張と矛盾せず、実験 2-2 の強化結果の摂取テストで得られた結果の追試に成功したと言える。

Table 3-4. Results of the outcome consumption test of Experiment 3.

Mean ($\pm 1SEM$ s) common logarithm transformed amounts of pellet consumption.

Group	Type of outcome	
	O1	O2
Li	1.85 (± 0.02)	1.79 (± 0.02)
(untransformed)	70.7 (± 3.0)	61.8 (± 3.2)
Sal	1.85 (± 0.03)	1.83 (± 0.02)
(untransformed)	71.9 (± 4.4)	68.4 (± 3.5)

3-5-4. 考察

実験 2-3 では、Li 群の被験体は消去テスト 2 において、A2 の遂行の減弱を示した。この結果のパターンは実験 2-1 の O2-Li 群の被験体が消去テストにおいて示したものと比べて似ていた。したがって、実験 2-3 の消去テストの結果は弁別刺激の価値低減による O2-I 連合の形成を強く示唆する。しかし、このような A2 遂行の減弱は、強化結果の摂取テストの前におこなわれた消去テスト 1 ではみとめられなかった(Figure 3-4 からはそのような傾向が見て取れるものの、統計的には有意な水準に達しなかった)。このことは、弁別刺激の価値低減によって形成された O2-I 連合が道具的行動の遂行を減弱させるためには、被験体がこの強化結果(O2)を摂取する経験を必要とすることを意味している。さらに、実験 2-2 で強化結果の摂取テストが新奇なテスト環境で実施された後の消去テストの結果(Figure 3-3)と、実験 2-3 で強化結果の摂取テストがオペラント・チャンバーで実施された後の消去テスト 2 の結果(Figure 3-4)の違いは、被験体が強化結果を摂取するときの文脈が強化結果の価値低減効果の顕在化に影響することを示唆しているようである。

実験 2-3 の消去テスト 1 では、Li 群の A1 と A2 の遂行はともに、Sal 群に比べて減弱して

第3章 研究2

いた。これは、弁別刺激のノードと LiCl の対呈示が作り出す内蔵不快感以外の効果(たとえば、注射の痛みや、注射時の実験者による被験体の固定に対する情動的反応)に対応するノード間に興奮性リンクが形成されたことによる恐怖条件づけの効果か、あるいは LiCl 注射が単独で作りに出す非連合的な効果によるものかもしれない。道具的行動を全般的に抑制するこのような効果は消去テスト2ではみとめられず、したがって一過的なものであったと言える。しかし、Li 群が消去テスト1において示したこの全般的な道具的行動の遂行の抑制は、これらの被験体が消去テスト2で示した A2 に特異的な遂行の減弱を覆い隠すように含んでいた可能性があった。そこで実験2-1と同様の2(群)×2(道具的行動)×2(ブロック)のANOVAを、実験2-3の消去テスト1のSd1呈示中とSd2呈示中のそれぞれのデータに対しておこなった。その結果、群の要因を含む主効果や交互作用は、Sd1呈示中の有意な群の主効果に限られ($F[1, 11] = 5.72$)、Sd2呈示中のデータではみとめられなかった。

この統計的検定の結果は、Sd1はSd2に比べてより強い恐怖のシグナルとなっており、それ故に(O1やO2の価値低減とは独立の過程によって)、テストにおけるSd1の呈示は被験体の全般的な活動を抑制したことを示唆する。この連合過程は以下のように説明することができる。弁別刺激の価値低減操作において、呈示されたSd2は、Sd2それ自身のノード活性とO2ノードの活性の両者を作り出し、この2つのノード活性はIノードとの間の興奮性リンクの強度の獲得を巡る競争を起こしたのだろう。しかしO2ノードの連合可能性が高かったため、Sd2ノードがIノードとの間に形成するリンクの強度はそれほど大きくならなかったのだろう(これには、風味刺激のノードはIノードとより連合しやすいという選択的連合の効果が加算的にはたらいたのかもしれない)。一方、Sd1の呈示は、Sd1ノードとO1ノードの両者の活性を作り出したが、O1ノードの連合可能性はかなり低かったため、結果的にSd1ノードが獲得したIノードとの間の興奮性リンクの強度は、Sd2ノードが獲得したものよりも相対的に大きくなったのだろう。つまり、消去テスト1においてLi群の動物がSd1の呈示下でその道具的行動の遂行における全般的な抑制を示し、Sd2の呈示下ではそのようなことがみとめられなかったことは、本研究が仮定する表象媒介型条件づけによるO-I連合の形成過程の枠組みからほぼ完全に理解

することができる。

3-6. 研究2の総括

実験2-2および2-3では、強化結果の変更訓練の後に弁別刺激の価値低減操作を受けた被験体(Li群)の新奇な強化結果(O2)の摂取量は、親近性が高い強化結果(O1)に比べて少なかったが、弁別刺激の価値低減操作を受けなかった被験体(Sal群)のO1とO2の摂取量の間には有意な差はみとめられなかった。また、実験2-3では、弁別訓練の文脈で強化結果の摂取テストをおこなった後の消去テストにおいて、Li群のA2の遂行はA1に比べて減弱したが、このとき、Sal群のA1とA2の遂行量の間には有意な差はみとめられなかった。さらに、Li群のこの結果パターンは、実験2-1においてO2価値低減を経験した被験体(O2-Li群)が示したものと同一であった。この実験2-1と2-3の消去テストの結果の対応は、弁別刺激の価値低減によって新たにO2-I連合が形成されたことを強く示唆するものである。

したがって、弁別刺激を価値低減したときにおこっていたと考えられる連合プロセスは、パブロフ型条件づけ文脈における表象媒介型条件づけ(Holland, 1981, 1990)と同じであると考えられる。つまり、弁別刺激の呈示が作り出したOノードの活性とLiClが誘導したIノードの活性が重ね合わされ、これらのノード間に新たに興奮性リンクが形成されたのだろう。したがって、研究2で観察された弁別刺激の価値低減の効果は、道具的弁別学習がSdノードとOノードの間の興奮性リンクの形成(つまり、Sd-O連合の形成)を含むことを示している。

これまでは、弁別刺激とターゲット行動が強化結果を共有しているときにこの弁別刺激の刺激性制御の転移が最大化するという所見(序論1-4-2を参照のこと)や、分化結果効果(同1-4-2を参照のこと)が、道具的学習におけるSd-O連合の獲得を示唆してきた。このような先行研究と同様に、この研究2が明らかにした弁別刺激の価値低減による表象媒介型条件づけの成立は、ある弁別刺激はその呈示下で道具的行動を遂行するとどのような強化結果が得られるのか(強化結果の同一性)を生活体に予報する機能をもつことを示すものである。

第3章 研究2

3-2 で述べたように、弁別刺激の価値低減をおこなっても親近的な O1 ノードと I ノードの間の興奮性リンクはきわめて弱い強度でしか形成されないことの原因は、潜在制止の効果(たとえば, Lubow, 1973)であると考えられる(研究 1 も参照のこと)。つまり, Sd1 を LiCl と対呈示して価値低減したときに, この Sd1 の呈示は O1 ノードの活性を作り出すが, 被験体は弁別訓練を通じてこの O1 を多量に摂取したために, O1 ノードの連合可能性は大幅に低下していたと考えられる(たとえば, Pearce & Hall, 1980)。しかしながら, 弁別刺激の価値低減による O1-I 連合の形成の証拠を発見できなかった原因が潜在制止以外の過程に依存していた可能性について考慮する必要があるように思われる。たとえば, 被験体の A1 遂行が Sd1 の呈示下で O1 によって強化される(Sd1: A1→O1)という道具的随伴性は, 同じ被験体に同時に訓練したもう一方の道具的随伴性(Sd2: A2→O2)に比べると過剰に訓練されていたとみなすことができる。研究 1 の総括(2-6)でも述べたが, 過剰な道具的訓練の後に, 強化結果の価値低減効果が減弱することを示した研究は多く(たとえば, Adams, 1982; Dickinson, Balleine, Watt, Gonzalez, & Boakes, 1995), このような知見は訓練の進行とともに道具的行動の遂行が O ノードにおける表象処理とは独立し, Sd-A 連合によって習慣的に制御されるようになることを示唆すると考えられる。この研究2においても, 被験体に Sd1: A1→O1 という道具的随伴性を過剰に訓練したことによって, Sd1 の呈示は O1 ノードの活性を作り出すことができなくなり, したがって, Sd1 の価値低減は O1-I 連合の形成を導かなかったという可能性がある。しかしながら, 実験 2-1 では O1 の価値低減によって A1 の遂行が減弱することが示され, 強化結果の変更訓練の後にも O1 ノードの活性は A1 の遂行において役割を果たしていたと考えられる。したがって, O1 ノードの連合可能性が衰退したという説明は, 本研究において Sd1 の価値低減による O1-I 連合の形成の証拠を得られなかったことに対するもっとも節約的で合理的な説明である。

実験 2-3 の結果は, 弁別刺激の価値低減操作は, 強化結果の摂取機会に媒介されて, 道具的行動の遂行を減弱させることを示した。先述したように, 多くの研究が, 強化結果の価値低減による道具的行動の遂行の減弱は, 価値低減された強化結果を摂取した後にはじめて

第3章 研究2

観察されることを報告している(たとえば, Balleine, 1992; Balleine & Dickinson, 1991, 1992; Lopez, Balleine, & Dickinson, 1992; しかし, たとえば, Rescorla, 1992, 1994b は価値低減された強化結果を再度摂取する機会を被験体に与えずに道具的行動の遂行における減弱を報告した。この問題に関連した議論は, 総合討論 5-2-3 でおこなった)。このような知見は, 強化結果の価値低減の後に生活体が再度この強化結果に対して完了的接触(consummatory access)をおこない, 強化結果を知覚する間に進行する学習過程の存在を示唆する。Balleine (2001)や Dickinson and Balleine (1994)によれば, これは強化結果の価値低減操作によって生じた新たな誘因価値を強化結果に割り付ける学習過程(誘因学習)である(Tolman, 1949a, 1949b も参照のこと, 総合討論 5-2-3 を参照のこと)。

弁別刺激の価値低減による道具的行動の遂行の減弱は, 強化結果を摂取した後だけにみとめられることを発見した本研究においても, 同様の誘因学習が関与していたと考えられる。さらに, 弁別訓練をおこなった文脈の中で被験体に強化結果を摂取させた後には A2 遂行の減弱がみとめられた(実験 2-3)が, 弁別訓練とは無関係な文脈において被験体に強化結果を摂取させた後にはそのような効果を見いだすことができなかった(実験 2-2)という事実を併せて考慮すると, 弁別訓練と強化結果を摂取させた文脈間の類似性は, 誘因学習の程度を規定する要因の 1 つであると指摘することができるだろう。

第 4 章 研究 3

弁別訓練後の道具的弁別刺激とパブロフ型条件刺激の 価値低減の効果の比較

Comparison between the effects of post discrimination training devaluations of
instrumental discriminative stimulus and Pavlovian conditioned stimulus

4-1. 研究 3 の概要

実験 3-1 および 3-2 では、被験体ラットの鎖引き(A0)がある弁別刺激(Sd1: 光刺激, あるいはノイズ)の呈示下で強化結果 O1 を生じ, 同じ被験体の A0 の遂行が別の弁別刺激(Sd2: ノイズ, あるいは光刺激)の呈示下で別の強化結果 O2 を生じる 2 種類の継時道具的弁別学習を訓練した。その後, この 2 つの道具的随伴性における強化結果を新奇なもの(O3 と O4)に変更するとともに, この O3 と O4 を用いてターゲット行動のフリーオペラント遂行を訓練した。その後, 弁別刺激の一方(Sd1)を塩化リチウム(LiCl)と対呈示することによって価値低減し, 強化結果の摂取やターゲット行動の遂行に与える効果を検討した。実験 3-1 では, Sd1 の価値低減によって, この Sd1 と強化結果を共有したターゲット行動(A1)の遂行が減弱した。しかし, どちらの実験においても, Sd1 の価値低減は強化結果の摂取に対する明確な効果を示さなかった。実験 3-3 では, 先の 2 つの実験の初期に被験体に施した 2 つの継時道具的弁別学習の一方をパブロフ型条件づけに替えた。つまり, 実験 3-3 のそれぞれの被験体は, 道具的弁別訓練とパブロフ型条件づけの 2 つの訓練を受けた。その後の弁別刺激, あるいは条件刺激の価値低減は, それぞれの刺激と強化結果を共有したターゲット行動の遂行を減弱させた。さらに, 弁別刺激の価値低減は, かつてその呈示下で被験体に呈示した強化結果の摂取を減弱させたが, 条件刺激の価値低減は強化結果の摂取に対して明確な影響をもたなかった。これらの結果に基づき, Sd-O 連合と CS-O 連合の特性における共有点と相違点を議論した。

4-2. 研究 3 の目的

視聴覚刺激を条件刺激(CS), 食物ペレットやショ糖溶液を無条件刺激(US)としてこれらに対呈示するパブロフ型条件づけを被験体(ラットがよく用いられる)に訓練した後に, この CS と内臓不快感(I)を誘導する塩化リチウム(LiCl)の腹腔注射を対呈示して価値低減すると, この

第4章 研究3

被験体の US 摂取が減少することが報告されている(たとえば, Holland, 1981, 1990, 序論 1-5-2 を参照のこと)。この CS 価値低減効果の背後には, CS の呈示によって作り出された US ノードの活性と, LiCl が誘導する I ノードの活性が重ね合わされることによって, US-I 連合が新たに形成されるという連合学習の過程が存在すると考えられている(表象媒介型条件づけ)。表象媒介型条件づけの成立は, パブロフ型条件づけの間に形成される CS-US 連合を通じて作り出された US ノードの活性(表象的活性)と, 実際に被験体が US を摂取したときに生じる US ノードの活性(知覚的活性)は, どちらもそれと重ね合わされるように生じた I ノードとの間に興奮性リンクを形成することができる, という共通性をもつことを意味する。したがって, US ノードの表象的活性と知覚的活性の間の類似性が大きくなるほど, CS 価値低減効果はより明瞭に観察されることが予測される。

研究1と研究2は, ラットの道具的行動(A, レバー押し)の遂行が, 弁別刺激(Sd)の呈示下で強化結果(O, ある風味をもった食物ペレット)を用いて強化される道具的弁別訓練の後に, この弁別刺激と LiCl を対呈示して価値低減すると, その後のこの動物の強化結果の摂取と道具的行動の遂行における減弱が生じることを示した(弁別刺激の価値低減効果)。この効果は, Holland (1981, 1990)がパブロフ型条件づけの文脈において発見した表象媒介型条件づけに対応すると考えられる。すなわち, 弁別刺激が価値低減されたとき, 弁別刺激の呈示が作り出した O ノードの活性と, LiCl が誘導する I ノードの活性が重ね合わされたことによって, この両ノード間に新たな興奮性リンクが形成されたと考えられる。したがって, 弁別刺激の価値低減効果は, 道具的弁別学習における Sd-O 連合の形成を示唆する。

そこで, ある食物(O)を強化結果として用いた道具的弁別訓練の後の弁別刺激の価値低減効果を, 同じ食物を用いて訓練されたパブロフ型条件づけの後の CS 価値低減効果と比較することで, このそれぞれの刺激の呈示が作り出す O ノード活性の特性を明らかにするための手がかりを得ることができると思われる。なぜなら, 弁別刺激の価値低減効果と CS 価値低減効果の両者は, 弁別刺激と CS のそれぞれが呈示されたときに作り出される O ノードの活性と, O ノードの知覚的活性の類似性を反映しているはずだからである。以上のような観点に

第 4 章 研究 3

立脚しておこなわれた本研究 3 の目的は、弁別刺激の価値低減効果と CS 価値低減の効果を比較することを可能とする実験手続きを整備し(実験 3-1 および 3-2)、その後この 2 つの価値低減の効果を比較することであった(実験 3-3)。

Table 4-1 に、実験 3-1 および 3-2 の手続きの概略を示した。第 1 段階の原訓練では、光刺激、またはノイズを弁別刺激として用い(Sd1 と Sd2)、このそれぞれの呈示下で被験体が共通した道具的行動(鎖引き, A0)を遂行すると、呈示された弁別刺激に応じて異なった強化結果(O1 と O2)を呈示した。この学習が完成した後の第 2 段階では、O1 と O2 のそれぞれを、新奇な強化結果(O3 と O4)に変更し、原訓練と同じ弁別課題をさらに 5 セッションずつ訓練した(強化結果の変更訓練)。さらに第 3 段階では、弁別刺激の価値低減が道具的行動に与える効果を評価するためのターゲット行動として、2 つのレバーのそれぞれを押すこと(A1 と A2)を、O3 と O4 を用いてそれぞれ訓練した(これらのターゲット行動は、弁別刺激の制御を受けないフリーオペラントで訓練した)。

第 4 段階の弁別刺激の価値低減操作においては、弁別刺激の一方(Sd1)を LiCl と対呈示することによって価値低減した(もう一方の Sd2 は、被験体に呈示されたが、このとき LiCl は対呈示されなかった)。その後の消去テストでは、被験体に 2 つのレバーを同時に呈示して A1 と A2 を自由に遂行できる状態においた。そして Sd1 と Sd2 の呈示を重畳(superimposing)し、被験体の道具的行動の遂行が変調されるかどうかをしらべた。また、O3, O4, O1, O2 を個別に被験体に呈示し、その摂取量を測定した(強化結果の摂取テスト)。

強化結果の変更訓練の終了までに Sd1-O3 連合が形成されるならば(このとき Sd2-O4 連合も同時に形成されると考えられる)、Sd1 を価値低減したとき、Sd1 の呈示が作り出す O3 ノードの活性と I ノードの活性が重ね合わされ、新たに O3-I 連合が形成されることが予測された(Sd1 の呈示は原訓練で用いた強化結果である O1 のノード活性も作り出すと考えられる。しかし、弁別学習を完成させるために多量の O1 を被験体に呈示したため、研究 1 および研究 2 の所見からも、潜在制止[たとえば, Lubow, 1973]の効果によって、O1-I 連合が十分な強度をもって形成されることは期待できなかった)。したがって、強化結果の摂取テストにおける O3

第 4 章 研究 3

の摂取は O4 に比べて減弱することが予測された。また、消去テストでは O3 によって強化されていた A1 の遂行が減弱することが予測された。

Table 4-1. Design of Experiments in Study 3.

<i>Group</i>	<i>Phase 1</i> (Original discriminatio n training)	<i>Phase 2</i> (Outcome switching training)	<i>Phase 3</i> (Target action training)	<i>Phase 4</i> (Devaluation)	<i>Phase 5</i> (Extinction test 1)	<i>Phase 6</i> (Outcome consumption test)	<i>Phase 7</i> (Extinction test 2)
<i>Experiments 3-1 and 3-2</i>							
						O3?	
	Sd1: A0→O1	Sd1: A0→O3	A1-O3	Sd1-LiCl	ITI, Sd1, Sd2:	O4?	ITI, Sd1, Sd2:
	Sd2: A0→O2	Sd2: A0→O4	A2-O4	Sd2- φ	A1 vs. A2	O1?	A1 vs. A2
						O2?	
<i>Experiment 3-3</i>							
				Sd-LiCl		O3?	
Sd-Li	Sd: A0→O1	Sd: A0→O3	A1-O3	CS- φ	ITI, Sd, CS:	O4?	ITI, Sd, CS:
	CS-O2	CS-O4	A2-O4	Sd- φ	A1 vs. A2	O1?	A1 vs. A2
CS-Li				CS-LiCl		O2?	

Note: Sd1 and Sd2 are discriminative stimuli (light and noise, counterbalanced), ITI is intertrial interval (stimulus-free period); A0 is chain pulling, and A1 and A2 are test target instrumental actions (toward the right and left levers, counterbalanced) trained under free-operant procedure; O1, O2, O3, and O4 are outcomes (see the text for the assignment of reinforcer); -LiCl and -φ denote the paired presentations of lithium chloride i.p. injection and simple exposure of the stimulus, respectively.

この実験 3-1 と 3-2 においては、原訓練と強化結果の変更訓練で、Sd1 と Sd2 のそれぞれの呈示下で被験体に訓練した道具的行動は共通であった(A0, 鎖引き行動; 研究 2 のこれに相当する弁別訓練では、2 つの弁別刺激のそれぞれの呈示下で異なる道具的行動の遂行を訓練した。その違いに注意せよ。研究 2 の Table 3-1 および Table 3-3 を参照のこと)。このような手続きの変更によって、Sd1 を価値低減したとき、Sd1 の呈示が O ノードの活性を作り出す連合過程をあらかじめ限定することが可能となる。(研究 2 のように)2 つの弁別刺激のそれぞれの呈示下で訓練した道具的行動が異なっていた場合(つまり、Sd1: A1→O3 と Sd2: A2→O4, というような訓練), たとえば、Sd1 の呈示は Sd1-A1 連合と A1-O3 連合の連鎖的な機能によって、O3 ノードの活性を作り出すことが可能である。しかし、研究 3 の手続きでは、

第4章 研究3

A0 のノードは O3 と O4 の両者のノードとの間に興奮性リンクを形成すると考えられるため、Sd1 の呈示が連合連鎖によって O3 ノードのみの活性を作り出すことは不可能である。したがって、2 つの弁別刺激の呈示下で訓練した道具的行動が共通であった本研究3の弁別訓練の後の Sd1 価値低減が、O3 に特異的な条件性嫌悪を導く証拠が得られた場合、Sd1 が価値低減されたときに Sd1 の呈示が O3 ノードの活性を作り出した過程は、Sd1-O3 連合であると結論づけることができる。

さらに、この研究3の手続きが、研究1および研究2の手続きと異なっているもう一つの点があった。先の2つの研究では、弁別刺激の価値低減が、実験の最初の段階の弁別訓練においてその弁別刺激によって制御されていた道具的行動の遂行に及ぼす影響を検討した。これに対して研究3では、弁別刺激の価値低減が、その弁別刺激によって制御されていたという履歴をもたないが、強化結果の変更訓練においてその弁別刺激の呈示下で被験体に呈示したものと同一強化結果を用いてフリーオペラント訓練を受けたターゲット行動の遂行に及ぼす影響を検討した。

この新しい手続きは2つの特長を有する。第1に、実験3-1と3-2の手続きにおける原訓練および強化結果の変更訓練において、道具的随伴性の一方(Sd2: A0→O2/O4)を、強化結果を得るためのA0の遂行を省くことによって、パブロフ型条件づけ(CS-O2/O4)に替えることができる。このような弁別訓練の後に、ある被験体には弁別刺激(Sd1)の価値低減操作を施し、別の被験体にはこのCSの価値低減操作を施すと、その後の消去テストや強化結果の摂取テストは、この2つの価値低減操作の効果を直接的に比較するものとなる。この比較は実験3-3でおこなった(Table 4-1を参照のこと)。

第2の特長は、実験3-1および3-2において(また、実験3-3においても)、Sd1の価値低減によって、消去テストの刺激が呈示されていない期間(ITI)のA1遂行が減弱したとき、この弁別刺激の価値低減効果に内在する連合過程として(表象媒介型条件づけの過程ではなく)、SdノードとIノードの間に直接的な興奮性リンクが形成されるという説明の可能性をあらかじめ完全に排除することができる。したがって、研究3の手続きは、研究2よりも優れたものである

と言える。

4-3. 実験 3-1

4-3-1. 方法

被験体.

被験体は、名古屋大学心理学研究室のコロニーにおいて繁殖、維持された、実験経験をもたない 16 匹の Wistar 系由来の雄性ラットであった。これらは、実験開始時に約 80 日齢であった。また、実験期間を通じてこれらを飼育室に設置した個別ケージにおいて、自由摂食時の約 85%の体重を維持する食物剥奪スケジュール下で維持した(具体的には、各実験日のすべての実験操作が終了した後に、先述した体重基準を維持するために必要な量の固形飼料[Rodent diet CE-2; CLEA Japan, Toyko, Japan]を与えた)。水道水はホームケージにおいて常に得られる状態にした。

装置.

研究 2 で用いた 2 台のオペラント・チャンバーに改良を加えて主要な装置とした。この装置は、2つの弁別刺激(光刺激とノイズ)を呈示するための設備、マガジンの左右に設置した2つの格納式レバー(これらに対する被験体の道具的行動を、研究 3 ではターゲット行動, A1 と A2 とした), そして風味の異なる 2 種類のペレット(プレーン・ペレット[Bio-serv dustless precision, #F0021-J; A Holton Industries, Co., Frenchtown, NJ], およびチョコレート・ペレット [Formula P with Chocolate Flavor; P. J. Noyes Co., Lancaster, NH])を呈示するための 2 つのディスペンサーを、研究 2 と同様に備えていた。

以下に研究 3 における装置の変更点を記す。マガジン(強化結果の呈示装置)の床には食物ペレットを呈示するための餌皿だけではなく、液体強化結果を呈示するための直径 1.4 cm のすり鉢上のくぼみを設けた。それぞれのオペラント・チャンバーの横に設置したシリンジポンプに、ビニールチューブでこのマガジンのくぼみと接続した 50 ml のシリンジをセットし、ポ

第4章 研究3

ンプの1回の動作によってこのシリンジに詰めた液体をくぼみの中に0.1 mlだけ呈示できるようにした。また、マガジンの入り口に、被験体のマガジン接近反応を測定するために赤外線ビーム・センサーを取り付け、ビームの状態(切断されているかどうか)を1秒間に10回の頻度で記録できるようにした。さらに、それぞれのチャンバーの天井にあけた小さな穴から金属性の鎖をぶら下げることができるようにした。鎖の下端からグリッド床までの距離は12 cmであった。被験体がこの鎖操作体をひっぱる行動を原訓練と強化結果の変更訓練におけるA0として用いた(Table 4-1を参照のこと)。

強化結果の摂取テストのために、2つの透明なアクリルケージ(27×40×20 cm)を用いた。このテストケージは研究2, 実験2-2で用いたものと同じであった。このテストケージの天井はステンレス製のグリッドであり、床には市販の紙性砂利を敷いた。

手続き

予備的訓練. まず、強化結果の摂取テストの事態に被験体を馴致するための訓練セッションを3日間にわたっておこなった。この各日には、それぞれの被験体を摂取テストケージが設置された実験室に5分間、ホームケージごと放置し、その後テストケージ内に移して15分間の自由探索を与えた。またこの3日間では、ホームケージで被験体に毎日の食餌を与える前に5分間のハンドリングを施した。この馴致訓練の翌日に、すべての被験体にオペラント・チャンバーに対する15分間の馴致セッションを2セッション与えた。この翌日、すべての被験体に2セッションのマガジン訓練を与えたが、それぞれのセッションでは変動時隔 (Variable Time: VT)60秒スケジュール(VT 60-s)で0.1 mlのシヨ糖溶液 (20% w/w)を20回呈示した。一方のセッションでは、市販のストロベリー・エッセンス(ゴールデンケリーパテント香料)で風味づけた(0.5% v/v)シヨ糖溶液を用い、他方のセッションでは同様のバニラ・エッセンス(0.5% v/v)で風味づけたシヨ糖溶液を用いた。2種類のシヨ糖溶液を用いた順序は被験体間でカウンターバランスした。このマガジン訓練の翌日から4日間にわたって、すべての被験体に鎖を引くこと(A0)を訓練した(shaping)。被験体の半数に対しては、この第1日目に、鎖引きにストロベリー風味のシヨ糖溶液を随伴させ、第2日目には、鎖引きにバニラ風味のシヨ糖溶

第4章 研究3

液を随伴させた。残りの半数の被験体に対しては訓練の順序を逆にした。このそれぞれの訓練セッションは50強化の後に終了した。第3日目と4日目には、すべての被験体にさらに2セッションずつの訓練を施したが、それぞれの日の一方のセッションではストロベリー風味のショ糖溶液を、もう一方のセッションではバニラ風味のショ糖溶液を用いた。第3日目には、被験体のA0遂行は連続強化(CRF)で40強化、第4日目には変動間隔(Variable Interval: VI)30秒スケジュール(VI-30s)で20分強化した。

原訓練. 予備的訓練の終了の翌日から、13日間にわたる弁別訓練(原訓練)を開始した。この各日では、それぞれの被験体に2セッションの弁別訓練を施したが、この一方では30秒間の光刺激を20回呈示し、他方では30秒間のノイズを20回呈示した。これらの弁別刺激が呈示された期間の鎖引きの遂行をVI 30-sスケジュールで強化した。被験体の半数には、光刺激をストロベリー風味のショ糖溶液に対応する弁別刺激として、ノイズをバニラ風味のショ糖溶液に対応する弁別刺激として、それぞれを確立する訓練を与えた。残りの被験体に対しては、弁別刺激と強化結果の組み合わせをこれとは逆転させて用いた。したがって、それぞれの被験体に対して2つの道具的随伴性を訓練したことになったが、1つのセッションではこの一方だけを訓練した。平均試行間隔(ITI)は、最初の2日間では15秒、続く2日間では30秒とし、その後の5日間では60秒、そして最後の4日間では90秒まで増大させた。この13日間の第1, 4, 5, 8, 9, 11そして13日目では、すべての被験体に対して、光刺激を呈示した訓練セッションを、ノイズを呈示した訓練セッションに先行させた。残りの日には、この順序を逆転させた。

強化結果の変更訓練とターゲット行動の形成. 原訓練期の終了に続く3日間に、すべての被験体に対して強化結果を新奇なものに変更した弁別訓練を施した。被験体の半数に対しては、光刺激に対応した強化結果をプレーン・ペレットに変更し、ノイズに対応した強化結果をチョコレート・ペレットに変更した。残りの被験体に対しては、光刺激に対応した強化結果をプレーン・ペレットに、ノイズに対応した強化結果をチョコレート・ペレットに変更した。平均IT I は90秒とした。

第4章 研究3

その後、2 日間にわたってターゲット行動(A1 と A2)の形成訓練(shaping)をおこなった。すべての被験体に、マガジンの左右に展開した2つのレバーのそれぞれに対して1日に1セッションずつ反応形成をおこなった。一方のセッションではプレーン・ペレットを強化結果として被験体のレバー押しに随伴させ、他方のセッションではチョコレート・ペレットをもう一方のレバー押しに随伴させた。左レバーと右レバーのどちらを最初に訓練するかという要因と、プレーン・ペレットとチョコレート・ペレットのいずれを先に訓練に用いるかという要因を直交させたカウンターバランスを被験体間でとった。強化結果の変更訓練において、光刺激に対応した強化結果としてチョコレート・ペレットを与えた被験体の半数に対しては、左レバー押しがプレーン・ペレットを生じ、残りの被験体に対しては右レバー押しがプレーン・ペレットを生じる訓練をおこなった。ノイズに対応した強化結果としてプレーン・ペレットを与えた被験体の半数に対しては、左レバー押しがプレーン・ペレットを生じ、残りの被験体に対しては、右レバー押しがプレーン・ペレットを生じる訓練をおこなった。それぞれのセッションは、40 強化の後に終了した。続く2日間では、すべての被験体にさらに4セッションのターゲット行動の遂行訓練を施した。これ以降のレバー操作体を用いたすべてのセッション(消去テストを含む)では、被験体を装置に入れた後に弁別刺激やレバーを呈示しない 300 秒間の待機時間を設け、この待機時間が終了した後に、片方のレバー(訓練時)あるいは両方のレバー(テスト時)を装置内に展開して実質的な実験時間を開始した。この第1日目には、一方のセッションでは左レバー、他方のセッションでは右レバーを呈示し、VI 30-s スケジュールで20分間強化した。第2日目の2つの20分間セッションでは、VI 60-s スケジュールを適用した。ターゲット行動の形成訓練に続く2日間では、鎖を操作体として用いた強化結果の変更訓練を再度おこなった。この手続きはターゲット行動の形成訓練に先立つ3日間で用いられたものと同じであった。

弁別刺激の価値低減. 続く19日間にわたって、弁別刺激の一方(Sd1)とLiClの対呈示と、他方の弁別刺激(Sd2)の単独呈示から成る弁別刺激の価値低減操作を開始した。すべての被験体に対して、第2, 5, 7, 8, 11, 14, 16, 17日目に、30秒の弁別刺激を3回呈示し(平均刺激間隔[ISI]は90秒)、この直後に0.15M, 20 ml/kgのLiClを腹腔注射してから被験体

第 4 章 研究 3

をホームケージに戻した。また、第 3, 4, 6, 9, 12, 13, 15, 18 日目に、もう一方の弁別刺激を同様の方法で呈示したが、これらの日には LiCl の対呈示をおこなわず、弁別刺激の呈示が終了した後に被験体を直ちにホームケージに戻した。それぞれの被験体において、光刺激とノイズのどちらを価値低減するかは、原訓練の弁別刺激と強化結果の組み合わせ、強化結果の変更訓練の弁別刺激と強化結果の組み合わせ、そしてターゲットの形成訓練の左右のレバーと強化結果の組み合わせのすべてに対して直交するように決定した。第 1 日目には、強化結果の変更訓練の最終日に被験体に呈示した強化結果の記憶痕跡が I ノードと連合することを防ぐことを目的として、また第 10 および 19 日目には、被験体の体力回復と LiCl の呈示系列を被験体に対して攪乱することを目的として、実験操作をおこなわなかった。

消去テスト 1. 弁別刺激の価値低減操作が終了した翌日に、ターゲット行動(A1 と A2)の遂行をテストした。このテストセッションでは、8 回の 30 秒の光刺激(L)と、8 回の 30 秒のノイズ(N)を LNNL-NLLN-LNNL-NLLN の順序で呈示した。ITI は 90 秒に固定した。このセッションを通じて、2 つのレバーの両者を呈示し続け、被験体はいつでもこれを操作できたが、一切の強化をおこなわなかった。

強化結果の摂取テスト. 消去テスト 1 の終了後に、4 日間にわたって強化結果の摂取テストをおこなった。この前日に、被験体をテスト事態に馴致させるため、すべての被験体を摂取テストケージ内に入れ、この中で金属製のカップ(直径 6.5 cm, 深さ 3.5 cm)に入れた固形飼料(毎日の実験操作終了後にホームケージで与えたもの)の粉末(6.75 g)を呈示した。テストの第 1 日目には、このカップに 150 個のプレーン・ペレット、あるいはチョコレート・ペレットを入れ、これをテストケージ内のラットに 5 分間呈示した。第 3 日目には、第 2 日目に呈示されたペレットではない方のペレットを 5 分間呈示した。第 3 日目には、同じカップにストロベリー風味あるいはバニラ風味のショ糖溶液(15 g)を入れて被験体に 5 分間呈示し、第 4 日目には第 3 日目に呈示されなかった方のショ糖溶液を呈示した。2 種類のペレットの呈示順序、および 2 種類のショ糖溶液の呈示順序は被験体間でカウンターバランスした。

消去テスト 2. 強化結果の摂取テストが終了した翌日に、ターゲット行動の遂行を再度テス

トした。この手続きは光刺激(L)とノイズ(N)の呈示順序を, NLLN-LNNL-NLLN-LNNL に変更したこと以外は, すべて消去テスト 1 と同じであった。

4-3-2. 結果

分散分析(ANOVA), 単純主効果検定, そして Ryan 法を用いた多重比較を含む, これ以降のすべての統計的検定においては, その信頼性は特に断りがない限り, 第 1 種の過誤に対して $\alpha = .05$ に設定した。

ターゲット行動の形成と強化結果の変更訓練. 2つのターゲット行動(A1とA2)の遂行に関して, VI 60-s 強化スケジュールを適用した訓練セッションにおけるそれぞれの反応率(1 分間当たりのレバー押し回数)の平均値と標準偏差(SD)を算出し, データのカットポイントを平均値 $\pm 2SD$ に設定した。この基準を超える被験体のデータを取り除く操作を 2 回おこなったところ(1 回目, 2 回目ともに, 2 個体ずつのデータを取り除いた), すべてのデータがこの範囲内に収まった。したがって, 以下の分析ではこの 4 個体を除いた 12 匹のデータを用いた。VI 60-s の訓練セッションにおいて, A1(強化結果を共有する弁別刺激[Sd1]が価値低減されたターゲット行動)の平均反応率は 32.4 ($SD = 6.8$), A2(強化結果を共有する弁別刺激[Sd2]は価値低減されなかったターゲット行動)の平均反応率は 31.8 ($SD = 10.0$)であり, ANOVA はこれらのスコアの間には有意な差を示さなかった($F[1, 11] < 1$)。弁別訓練は順調に進行した。強化結果の変更訓練の最後の 2 日間に示された弁別成績は以下のものであった。Sd1 が呈示されたセッションにおいて, 弁別刺激呈示中と ITI 期間の平均反応率はそれぞれ, 20.2 と 3.8 であり, Sd2 が呈示されたセッションでは, それぞれ 20.7 と 4.6 であった。これらのスコアに対して, 2(セッション; Sd1 vs. Sd2) \times 2(刺激状態; 弁別刺激呈示中 vs. ITI)の 2 要因 ANOVA をおこなったところ, 刺激状態の有意な主効果($F[1, 11] = 329.21$)のみが示された。これは, Sd1 と Sd2 のいずれに対しても被験体が同程度の弁別学習を獲得したことを示した。

消去テスト. Figure 4-1 は消去テスト 1 の結果を示している。この図の左パネルは, Sd1 と Sd2 のどちらもが呈示されていない期間(ITI)の A1 と A2 の遂行のセッション内推移を示した

第4章 研究3

(グラフの横軸は4試行を1ブロックにまとめて示した)。また、右パネルは、Sd1とSd2の呈示がターゲット行動の遂行に与えた効果に関する結果を示した。すなわち、弁別刺激呈示中の反応率を a 、ITI の反応率を b として、 $(a/[a + b])$ を計算することによって算出した弁別率 (discrimination ratio, したがって、.5 というスコアはその弁別刺激の呈示は当該のターゲット行動の遂行に対してまったく影響しなかったことを示し、.5 よりも高い反応率はその弁別刺激の呈示によってターゲット行動の遂行が ITI の水準に比べて促進したことを示す) の平均を、それぞれの弁別刺激と強化結果を共有したターゲット行動(SAME)と、強化結果を共有しなかったターゲット行動(DIFF)に分けて示した。左パネルから、Sd1 の価値低減は ITI の行動遂行に対しては明確な影響を与えなかったことがわかる。これに対して右パネルからは、Sd1 の呈示が強化結果を共有しない A2 の遂行のみを促進させたのに対して、Sd2 の呈示が強化結果を共有する A2 と共有しない A1 の両者の遂行を同様に促進させたことが見て取れる。

統計的検定はこの所見を支持し、ITI の A1 と A2 のスコアに対して、2(ターゲット行動; A1 vs. A2) × 2(ブロック) の ANOVA をおこなったところ、ブロックの主効果のみが有意であった ($F[3, 33] = 48.36$)。Sd1 と Sd2 の呈示が A1 と A2 の遂行に及ぼした影響については、弁別刺激の呈示中と ITI 期間のターゲット行動の遂行に差がないことを示す .5 という定数との間でそれぞれ 1 標本 t 検定を用いて評価した。その結果、Sd1 の呈示は強化結果を共有しない A2 の遂行を、Sd2 の呈示は強化結果を共有するかどうかに関わらずどちらのターゲット行動(A1 と A2)の遂行をも、それぞれ有意に促進させていた(それぞれ、 $t_{s[11]} = 4.03, 4.71, 2.21$)。しかし、Sd1 の呈示は強化結果を共有する A1 の遂行を促進させなかった($t[11] = 0.21$)。さらに、これらのスコアに対して、2(刺激) × 2(道具的行動) の ANOVA をおこなったところ、交互作用のみが有意水準に近づいた ($F[1, 11] = 3.40, p < .10$)。この交互作用に関する単純主効果検定は、Sd1 呈示中の A1 の遂行は Sd2 呈示中に比べて有意に少ないことを示した ($F[1, 22] = 4.82$)。

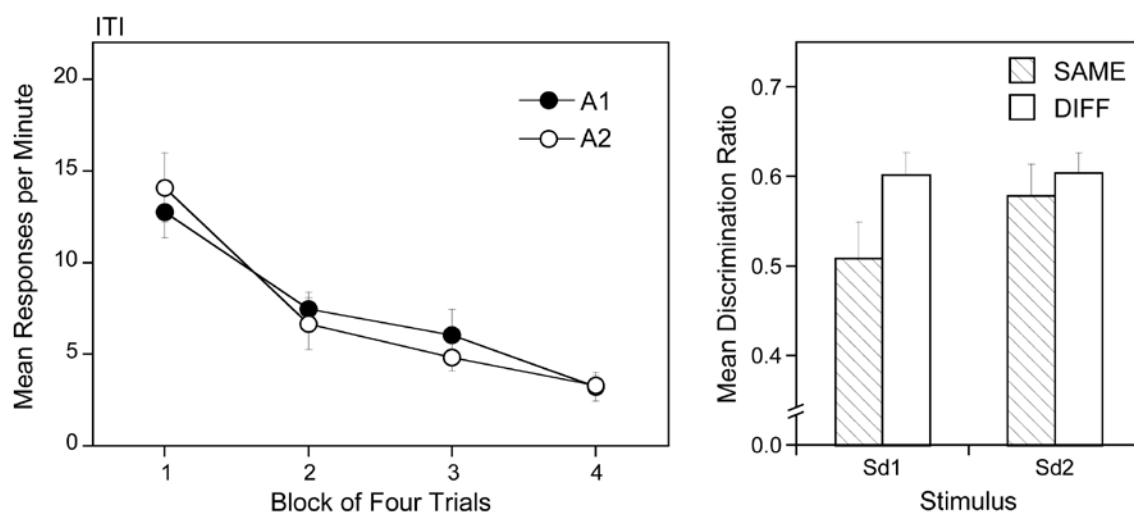


Figure 4-1. Results of the instrumental extinction test 1 of Experiment 3-1. The left panel shows mean responses per minute during ITI (stimulus-free period) of the test with the test target instrumental actions (A1 and A2); the right panel shows mean discrimination ratio ([response rate during Sd] / [response rate during Sd + response rate during ITI]). In the right panel, the rate is shown separately when the outcome was the same (SAME) for both the action and the Sd and when the outcome was the different (DIFF). The error bars represent the standard errors of the mean.

Figure 4-2 は、強化結果の摂取テストの後に実施した消去テスト2の結果を示しており、消去テスト1の結果(Figure 4-1)と同様に、左パネルに ITI 期間のターゲット行動の遂行の推移を、右パネルにそれぞれの弁別刺激の呈示が A1 と A2 の遂行に与えた影響の結果を示した。左パネルより、ITI 期間の第2ブロック(第8-12試行)において、A1 の遂行は A2 の遂行よりも減弱していることがわかる。また右パネルより、Sd1 の呈示は A1 と A2 の両者の遂行に対してほとんど影響しない一方で、Sd2 の呈示は強化結果を共有するかどうかに関わらず両方のターゲット行動の遂行を促進しているように見える。

ITI 期間のスコアに対して適用された ANOVA(2[ターゲット行動]×4[ブロック])は、ブロックの主効果と2つの要因の交互作用が有意であることを示した(それぞれ、 $F_s[3, 33] = 24.83, 6.70$)。この有意な交互作用に関して単純主効果検定をおこなったところ、ブロック2において、A1 の遂行が A2 の遂行よりも有意に少なかった($F[1, 44] = 6.42$)。また、1標本 t 検定を用いて弁別刺激の呈示が A1 と A2 の遂行に及ぼす効果を検討したところ、弁別刺激の呈示によるターゲット行動の遂行の有意な促進は、Sd2 を呈示したときの強化結果を共有するターゲット行動(A2)の遂行においてのみみとめられた($t[11] = 2.47$)。その他の弁別刺激とターゲット行

動の組み合わせでは、Sd2 を呈示したときに強化結果を共有しないターゲット行動(A1)の遂行の促進が有意水準に近かったこと($t[11] = 1.92, p < .09$)を除いて、定数.5との間に有意な差はみとめられなかった(highest $t[11] = 0.83$)。

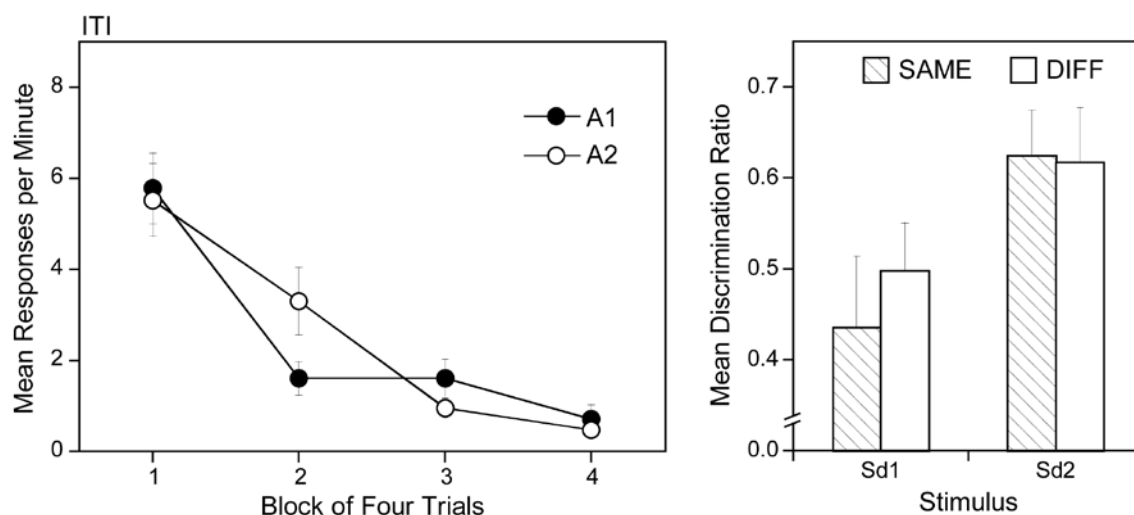


Figure 4-2. Results of the instrumental extinction test 2 of Experiment 3-1. The left panel shows mean responses per minute during ITI (stimulus-free period) of the test with the test target instrumental actions (A1 and A2); the right panel shows mean discrimination ratio ([response rate during Sd] / [response rate during Sd + response rate during ITI]). In the right panel, the rate is shown separately when the outcome was the same (SAME) for both the action and the Sd and when the outcome was the different (DIFF). The error bars represent the standard errors of the mean.

強化結果の摂取テスト. O3 と O4 の平均摂取量(ペレット消費個数)は、それぞれ 54.5 ($SD = 28.2$)と 55.9 ($SD = 27.2$)であった。また、O1 と O2 の平均摂取量(消費されたショ糖溶液の重量[g])は、それぞれ 8.7 ($SD = 2.0$)と 8.2 ($SD = 1.8$)であった。O3 と O4 のスコアと、O1 と O2 のスコアに対して別々に ANOVA を適用した結果、それぞれのスコア間に有意な差はみとめられなかった($F_s[1, 11] < 1$)。したがって、実験 3-1 では、Sd1 の価値低減は強化結果の摂取に対して明確な影響を及ぼさなかった。

4-3-3. 考察

予測されたターゲット行動 A1 の遂行の減弱は、強化結果の摂取テストの後におこなった消去テスト2の ITI 期間でみとめられた。強化結果の摂取テストの前におこなった消去テスト1

第4章 研究3

ではこの効果はみとめられなかった。このことは、Sd1 の価値低減によって、A1 を強化していた O3 のノードと I ノードの間に興奮性リンクが新たに形成されたこと、そして、このリンクの働きが A1 の遂行を減弱させるためには O3 を摂取する機会が必要であったことを意味する。

しかし、この 2 セッションの消去テストにおいて、Sd1 と Sd2 を呈示したときの結果は複雑なものとなった。消去テスト 1 では、Sd1 の呈示は強化結果を共有しない A2 の遂行を ITI の遂行水準に比べて促進させたが、強化結果を共有する A1 遂行に対しては有意な促進効果を示さなかった。同じ消去テスト 1 で、Sd2 の呈示は A1 と A2 の両者の遂行を ITI 期間に比べて促進させた。

Sd1 の呈示下で A1 の遂行が促進しなかったという結果は、Sd1 ノードと I ノードの間に興奮性リンクが形成されたという観点から説明することは困難である。なぜなら、この Sd1-I 連合が A1 遂行を促進させなかったのであれば、Sd1 の呈示は A2 の遂行も促進させなかったはずだからである。弁別刺激の刺激性制御(序論 1-4-2 を参照のこと)に関する先行研究は、転移テストで呈示した弁別刺激が強化結果を共有する道具的行動の遂行を特に強く促進させることを示してきたが、しばしば弁別刺激は強化結果を共有しない道具的行動の遂行に対しても促進効果を示すことが報告されている(たとえば、食物ペレットで訓練された弁別刺激は、ショ糖溶液で強化された道具的行動の遂行を ITI 期間に比べて促進させることがある。たとえば、Colwill & Rescorla, 1988b, 1990a; Rescorla, 1994a)。このような弁別刺激と強化結果が対応しない条件における正の転移の原因は、訓練で用いられた複数の強化結果の間の刺激般化であると考えられる。

それならば、この実験 3-1 における O3 と O4 の間の刺激般化は、それぞれを符号化するノードに共通要素(c)を仮定することによって説明できる(たとえば、Atkinson & Estes, 1963; Blough, 1975)。O3 と O4 のどちらもが食物ペレットであったことを考えると、この共通要素 c は 2 つの強化結果の間で共通した味や匂い、テクスチャなどの特徴であろう。この共通要素 c が Sd1 と Sd2 のそれぞれのノードとの間に興奮性リンクを形成したと仮定すれば、Sd1 と Sd2 のそれぞれが呈示されたときに強化結果を共有しない A2 と A1 の遂行が促進したことを説明で

第4章 研究3

きる。逆に言えば、消去テスト1においてSd1の呈示がA1遂行を促進しなかったことは、Sd1の価値低減によってO3ノードに特異的な(unique)要素(u)とIノードの間に興奮性リンクが形成され、これがA1の遂行を減弱させたことを示唆する。したがって、弁別訓練の間にSd1ノードはO3ノードの特異的要素であるuとの間に興奮性リンクを獲得したことが示唆される。

消去テスト2で弁別刺激を呈示したときの効果も上記の解釈と矛盾しない。価値低減されなかったSd2は、O4を共有するA2の遂行のみを選択的に促進させたが、これは弁別刺激の刺激性制御の転移が強化結果を共有する道具的行動に対して最大化するという先行研究の結果と一致する(たとえば, Colwill & Rescorla, 1988b, 1990a; Rescorla, 1994a)。さらに、上記の解釈からは、この結果は強化結果の変更訓練の間に形成されたSd2ノードとO4ノードの特異的要素uとの間の興奮性リンクの機能を反映していると考えられる。

しかしながら、O3とO4の間の刺激般化の程度を減少させることができれば、弁別刺激の価値低減がターゲット行動の遂行に対する弁別刺激の刺激性制御に及ぼす影響をより明確に検出することができるだろう。そこで、以下の実験3-2では、O3とO4(ならびにO1とO2)の間の刺激般化を低下させること(つまり、類似性を低下させること)を意図して、このそれぞれに対する具体的な強化子の割り付けを改善して実験をおこなった。

また、実験3-1の強化結果の摂取テストでは、事前に予測されたO3の摂取の抑制は観察されなかった。この結果は、Sd1価値低減によって形成されたO3-I連合が消去テスト2のITI期間におけるA1の遂行を減弱させたという上記の説明に合致しないように思われる。しかし、研究1や研究2において示してきたように、表象媒介型条件づけは強化結果に対する明確な嫌悪を条件づけるものではなく、強化結果に対する被験体の好み(palatability)を減少させる程度の効果しかもたないことも考慮するべきだろう。つまり、被験体は約2ヶ月にわたって空腹状態におかれたため、摂取テスト時にはきわめて強い空腹動因下にあったと考えられ、多少まじくなった食物でもかまわずに摂取したのかもしれない。

4-4. 実験 3-2

4-4-1. 目的

実験 3-2 は、実験 3-1 で示された課題を解決することを意図しておこなわれた。すなわち、複数の強化結果の間の刺激般化を可能なかぎり低下させるための手続きの改善をおこなった。その上で、Sd1 の価値低減がターゲット行動の遂行や強化結果の摂取に与える効果を実験 3-1 と同じテストの手続きを用いて検討した。この実験 3-2 では、原訓練における O1 と O2 をプレーン・ペレットとバニラ風味のショ糖溶液に変更した。また、強化結果の変更訓練における O3 と O4 をストロベリー風味のショ糖溶液とチョコレート・ペレットに変更した(O1 と O2, O3 と O4 のそれぞれの間では、被験体間でカウンターバランスしてこれらの具体的な強化子を用いた)。ペレットとショ糖溶液を弁別訓練の分化結果として用いることは、ラットを被験体として用いた研究ではきわめてしばしばみられる(たとえば, Colwill & Rescorla, 1985a, 1988b)が、このような強化子の割り付けは、固形のペレットと液体のショ糖の間の刺激般化が小さいためであろうと思われる。

4-4-2. 方法

被験体と装置.

実験 3-1 と同じ方法で提供された、実験経験のない 16 匹の Wistar 系由来の雄性ラットを被験体とした。これらは実験開始時に約 80 日齢であった。実験期間を通じて、これらを実験 3-1 と同じ方法で維持した。また、実験 3-1 と同じオペラント・チャンバーを主要装置として用いた。強化結果の摂取テストのために用いたテストケージも実験 3-1 と同じであった。

手続き.

予備的訓練、原訓練、強化結果の変更訓練、ターゲット行動の形成訓練、弁別刺激の価値低減、2 つの消去テスト、および強化結果の摂取テストの手続きは、実験 3-1 と基本的に同じであったため、実験 3-2 において変更された点のみに関して以下に述べる。

第4章 研究3

実験 3-2 では、予備的訓練と原訓練における O1 と O2 として、プレーン・ペレットかバニラ風味のショ糖溶液をカウンターバランスして用いた。その後の強化結果の変更訓練では、それぞれの被験体において、プレーン・ペレットをストロベリー風味のショ糖溶液に変更し、バニラ風味のショ糖溶液をチョコレート・ペレットに変更した。したがって、被験体の半数においては、光弁別刺激の呈示下でストロベリー風味のショ糖溶液を、ノイズの呈示下でチョコレート・ペレットを、それぞれ鎖引き(A0)に随伴させ、残りの半数の被験体においてはこの関係を逆転させた。これに伴い、ターゲット行動の形成訓練では、マガジンの左右のレバーの一方をストロベリー風味のショ糖溶液で、他方をチョコレート・ペレットで訓練したが、左右のレバーとこの O3, O4 の組み合わせは、強化結果の変更訓練の弁別刺激と強化結果の組み合わせに直交させた。4 日間にわたる強化結果の摂取テストでは、第 1 および 2 日目に 15 g のストロベリー風味のショ糖溶液か、150 個のチョコレート・ペレットのいずれかを被験体に呈示し、第 3 および 4 日目には、15 g のバニラ風味のショ糖溶液か 150 個のプレーン・ペレットを呈示して、その摂取量を測定した。

4-4-3. 結果と考察

ターゲット行動の形成訓練と強化結果の変更訓練. 2つのターゲット行動(A1とA2)の遂行に関して、VI 60-s 強化スケジュールを適用した訓練セッションにおけるそれぞれの反応率の平均値と標準偏差(SD)を算出し、実験 3-1 と同様にデータのカットポイントを設定した。この基準を超える被験体のデータを取り除く操作を 1 回おこなったところ、すべての被験体のデータがこの範囲内に収まった。以下の分析では、こうして取り除かれた 1 個体を除いた 15 匹のデータを用いた。

VI 60-s スケジュールで訓練したセッションにおいて、A1 の平均反応率は 30.7 ($SD = 14.2$)、A2 の平均反応率は 28.9 ($SD = 13.0$)であった。ANOVA の結果、これらのスコアの間には有意な差はみとめられなかった($F[1, 14] < 1$)。弁別訓練は円滑に進行し、強化結果の変更訓練の最後の 2 日間において被験体が示した弁別成績は以下ようになった。Sd1 を呈示したセ

第4章 研究3

セッションでは、弁別刺激呈示中とITI期間のそれぞれにおける平均反応率は、21.8と4.3であり、Sd2を呈示したセッションではそれぞれ23.1と5.5であった。これらのスコアに対して、2(セッション; Sd1 vs. Sd2) × 2(刺激状態; Sd vs. ITI)の2要因ANOVAをおこなった結果、刺激状態の有意な主効果($F[1, 14] = 67.26$)のみが示された。これは、Sd1とSd2のいずれに対しても被験体が同様の弁別学習を獲得したことを意味していた。

消去テスト. 消去テスト1の結果をFigure 4-3に示した。左パネルに示したITI期間のターゲット行動の遂行に対しては、弁別刺激の価値低減操作は明確な影響を与えていないことがわかる。しかし、弁別刺激の呈示中のターゲット行動について示した右パネルでは、Sd2の呈示が強化結果を共有するA2の遂行のみを促進しているのに対して、Sd1はA1とA2の両方の遂行に対して明確な効果を与えてなかったことが見て取れる。

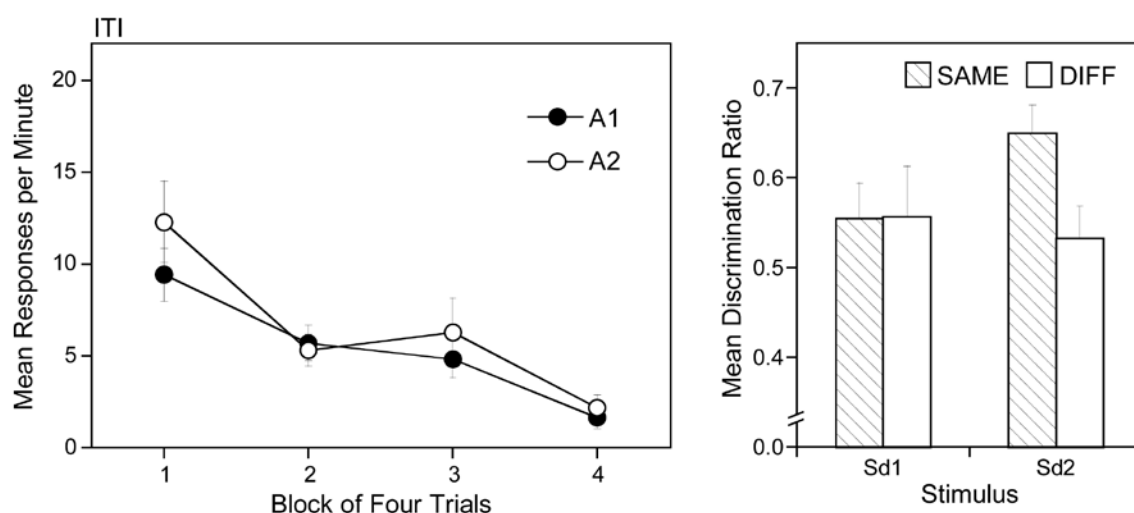


Figure 4-3 Results of the instrumental extinction test 1 of Experiment 3-2. The left panel shows mean responses per minute during ITI (stimulus-free period) of the test with the test target instrumental actions (A1 and A2); the right panel shows mean discrimination ratio ([response rate during Sd] / [response rate during Sd + response rate during ITI]). In the right panel, the rate is shown separately when the outcome was the same (SAME) for both the action and the Sd and when the outcome was the different (DIFF). The error bars represent the standard errors of the mean.

統計的検定はこの所見を支持し、ITI期間のA1とA2のスコアに対して2(ターゲット行動; A1 vs. A2) × 2(ブロック)のANOVAをおこなったところ、ブロックの有意な主効果のみが示された($F[3, 42] = 21.29$)。Sd1とSd2の呈示がA1あるいはA2の遂行に及ぼす影響について

第4章 研究3

は、弁別刺激呈示中と ITI 期間のターゲット行動の遂行に差がないことを示す定数(.5)との間でそれぞれ 1 標本 t 検定をおこなった。その結果、Sd2 の呈示は強化結果を共有する A2 の遂行を ITI の遂行水準に比べて有意に促進していた($t[14] = 4.65$)が、強化結果を共有しない A1 の遂行に対しては有意な影響を及ぼさなかった($t[14] = 0.91$)。また、Sd1 の呈示は A1 と A2 の両者の遂行に対して有意な影響を及ぼさなかった(それぞれ, $t_s[14] = 1.39, 1.00$)。

Figure 4-4 は、強化結果の摂取テストの後に実施した消去テスト 2 の結果を示している。左パネルに示した ITI 期間のターゲット行動の遂行に関しては、A1 の遂行は第 3 および第 4 ブロック(第 13-16 試行)において A2 の遂行を下回っているように見える。右パネルからは、Sd1 と Sd2 はどちらもその呈示中に A1 と A2 の遂行に対して明確な影響を及ぼしていないことがわかる。

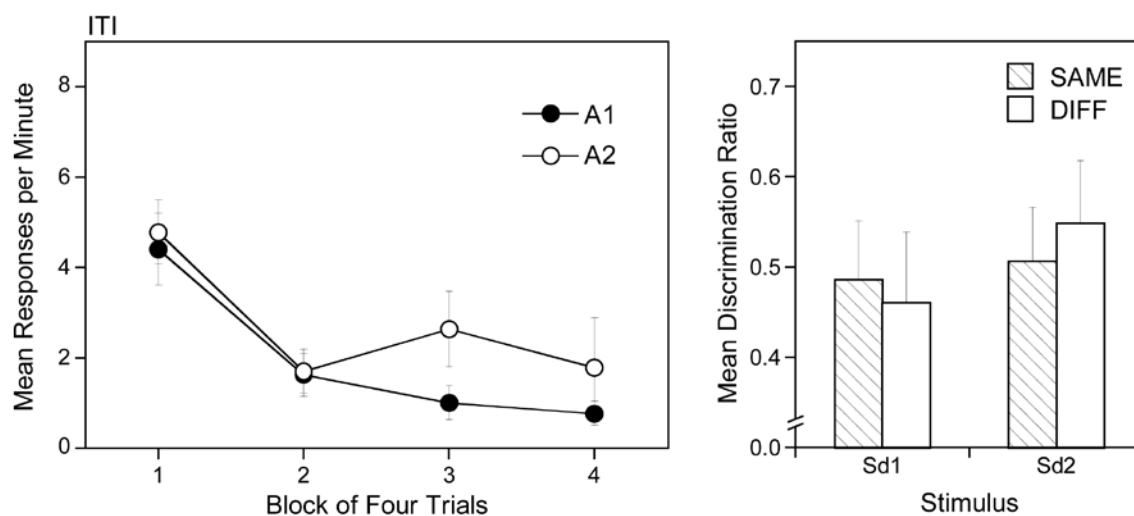


Figure 4-4 Results of the instrumental extinction test 2 of Experiment 3-2. The left panel shows mean responses per minute during ITI (stimulus-free period) of the test with the test target instrumental actions (A1 and A2); the right panel shows mean discrimination ratio ([response rate during Sd] / [response rate during Sd + response rate during ITI]). In the right panel, the rate is shown separately when the outcome was the same (SAME) for both the action and the Sd and when the outcome was the different (DIFF). The error bars represent the standard errors of the mean.

ITI 期間のスコアに対して適用した ANOVA(2[ターゲット行動]×4[ブロック])は、ブロックの有意な主効果のみを示した($F[3, 42] = 15.79$)。また、消去テスト 1 のデータに適用したのと同じ 1 標本 t 検定を用いて弁別刺激の呈示が A1 と A2 の遂行に及ぼした影響について検定

したが、弁別刺激の呈示による有意な影響は、いずれの弁別刺激と道具的行動の組み合わせにおいてもみとめられなかった(highest $t[14] = 0.69$)。

強化結果の摂取テスト. Figure 4-5 は強化結果の摂取テストの結果を示している。これらのスコアは、被験体の個体差を制御しながら適切に分析をすすめるために、摂取量を開平変換(square root transformation, たとえば, Liljeholm & Balleine, 2006)したものである。実験 3-2 においては、O3 と O4, O1 と O2 のそれぞれの組み合わせはペレットとショ糖溶液であり、その摂取量を直接的に比較することができない。そのため、ストロベリー風味のショ糖溶液とチョコレート・ペレットのそれぞれが呈示されたテストセッションでは、強化結果の変更訓練において Sd1 に随伴していた O3 として割り当てられていたのはこのうちのどちらか、という観点からグループ分けをおこなった。O3 に割り当てられた強化子を呈示された被験体の摂取量をターゲット(Target), O3 に割り当てられなかった強化子を呈示された被験体の摂取量を非ターゲット(Non-target)とし、それぞれの摂取量を示した(上パネル)。同様に、プレーン・ペレットとバニラ風味のショ糖溶液のそれぞれが呈示されたテストセッションの結果も、原訓練において Sd1 に随伴していた O1 として割り当てられていたのはこのうちどちらか、という観点からグループ分けをおこなった。O1 に割り当てられた強化子を呈示された被験体の摂取量をターゲット(Target), O1 に割り当てられなかった強化子を呈示された被験体の摂取量を非ターゲット(Non-target)とし、それぞれの摂取量を示した(下パネル)。

ストロベリー風味のショ糖溶液のテストと、チョコレート・ペレットのテストのそれぞれにおいては、このそれぞれをターゲットとして呈示された被験体が示した摂取量は、それらを非ターゲットとして呈示された被験体が示した摂取量に比べると少ないように見える。また、バニラ風味のショ糖溶液のテストでは、それをターゲットとして呈示された被験体が示した摂取量と非ターゲットとして呈示された被験体の摂取量の間には明確な差がないように見え、プレーン・ペレットのテストではこれをターゲットとして呈示された被験体が示した摂取量は、非ターゲットとして呈示された被験体が示した摂取量に比べて少ないように見える。この 4 つのテスト結果に対して、設定されたグループ(ターゲット vs. 非ターゲット)を要因とした被験体間 ANOVA を

第4章 研究3

おこなったが、いずれに比較においても有意な差はみとめられなかった(ストロベリー風味のシヨ糖溶液, チョコレート・ペレット, プレーン・ペレット, バニラ風味のシヨ糖溶液のテストのそれぞれについて, $F_s[1, 13] = 2.48, 1.56, 2.00, 0.05$)。この実験 3-2 においても, 実験 3-1 と同様に, Sd1 の価値低減は強化結果の摂取に対して明確な影響を示さなかった。

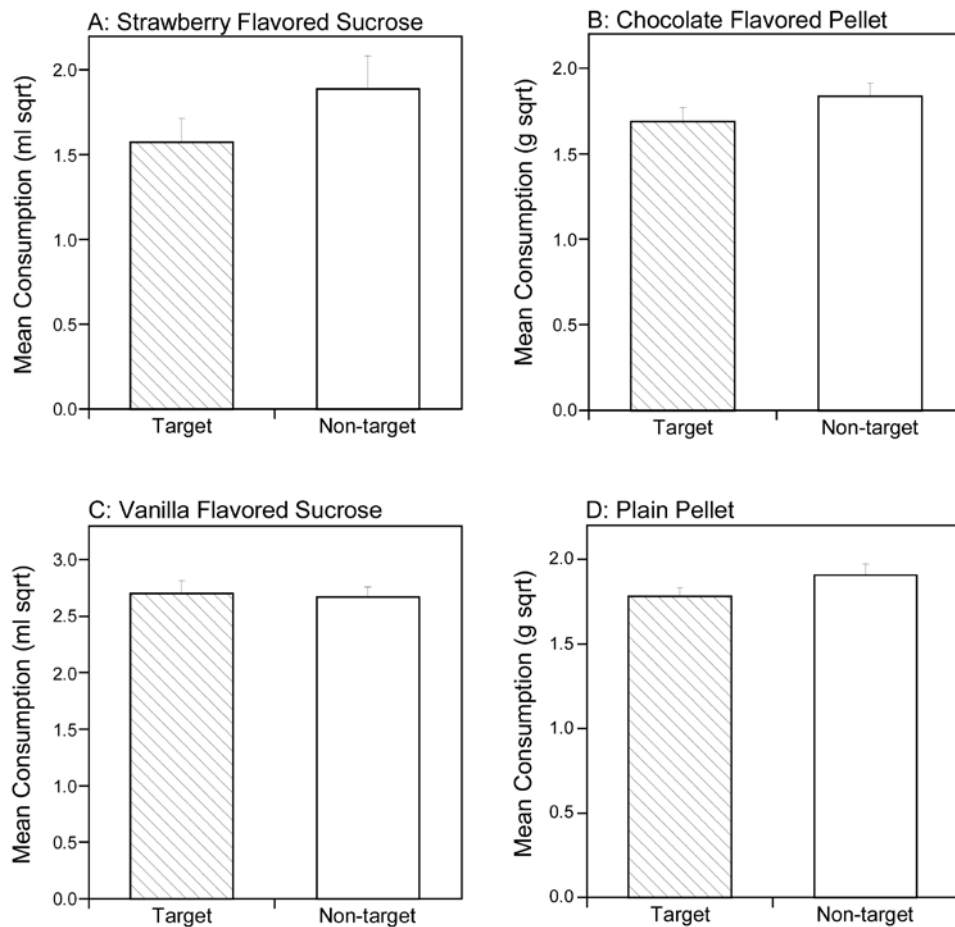


Figure 4-5. Results of the outcome consumption test of Experiment 3-2. Mean (\pm SEM) common logarithm transformed amounts of outcome consumption. In each panel, consumption is shown separately when the reinforcer was the to-be-devalued target (Target) or not (Non-target). The error bars represent the standard errors of the mean.

実験 3-2 は, O3 と O4 間, および O1 と O2 間の刺激般化を低下させることを意図して強化子の配置を工夫し, 実験 3-1 の手続きを繰り返した。消去テスト 1 において, 価値低減されなかった Sd2 の呈示は強化結果を共有する A2 の遂行を促進したが, 強化結果を共有しない

第4章 研究3

A1の遂行に対しては影響を及ぼさなかったこと、また、価値低減されたSd1の呈示が強化結果を共有しないA2の遂行に対して影響しなかったことは、この目的がほぼ達成されたことを意味する。したがって、以下の実験3-3においても、この実験3-2で用いた強化結果の割り当てを用いることが妥当だと考えられる。他方で、Sd1の価値低減は2つの消去テストのいずれにおいてもITI期間のA1の遂行に対して効果を及ぼさなかったし、また、O3の摂取を減少させることもなかった。

4-5. 実験3-3

4-5-1. 目的

実験3-3の目的は、弁別刺激の価値低減が強化結果の摂取や道具的行動に対して与える効果を、CSの価値低減の効果と直接比較することであった。この実験の手続きの概略はTable 4-1の下段に示されている。実験の第1段階では、被験体ラットに、鎖引き(A0)の遂行がSd(光刺激、あるいはノイズ)の呈示下で強化結果O1(プレーン・ペレット、あるいはバニラ風味のショ糖溶液)を生じる道具的弁別学習を訓練した。また、同じ被験体にCS(ノイズ、あるいは光刺激)を呈示し、道具的行動の遂行の機会を与えずに別の強化結果O2(バニラ風味のショ糖溶液、あるいはプレーン・ペレット)を呈示するパブロフ型条件づけも訓練した。その後の第2段階では、強化結果を新奇なもの(O3とO4、ストロベリー風味のショ糖溶液、あるいはチョコレート・ペレット)に変更した。第3段階では、このO3とO4を用いてターゲット行動であるA1とA2のフリーオペラント遂行を訓練した。第4段階の刺激の価値低減操作の前に被験体を2つの群に分割し、Sd-Li群の被験体に対してはSdをLiClと対呈示して価値低減した。これに対して、CS-LiCl群の被験体に対してはCSをLiClと対呈示して価値低減した。

SdとCSの呈示のそれぞれが同じようにO3とO4のノード活性を作り出すのであれば、このそれぞれの刺激の価値低減操作は、Sd-Li群ではO3ノードとIノードの間の興奮性リンクの形成を導き、CS-Li群ではO4ノードとIノードの間の興奮性リンクの形成を導くことが予測さ

れた。したがって、Sd-Li 群の被験体は O3 で強化された A1 遂行の減弱を示し、CS-Li 群の被験体は O4 で強化された A2 遂行の減弱を示すだろう。これらの予測を、実験 3-1 および 3-2 と同様の強化結果の摂取テストと消去テストを用いて検証した。

4-5-2. 方法

被験体と装置.

被験体は、実験 3-1 と同じ方法で提供された実験経験のない 32 匹の Wistar 系雄性ラットであり、これらの実験開始時の日齢は 80 日齢、また体重の個体差は 321-386 g の範囲内であった。実験期間を通じて、これらを実験 3-1 および 3-2 の被験体と同じ方法で維持した。また、主要装置である 2 台のオペラント・チャンバーと強化結果の摂取テストケージは先の実験で用いられたものと同じであった。

手続き.

予備的訓練. すべての被験体に強化結果を VT 60-s スケジュールで 20 回呈示するマガジン訓練を 2 セッション与えた。一方のセッションではバニラ風味のショ糖溶液を呈示し、他方のセッションではプレーン・ペレットを呈示した。この 2 つのセッションの順序は被験体間でカウンターバランスした。マガジン訓練の翌日、すべての被験体の鎖引き行動(A0)の遂行を反応形成した。被験体の半数の鎖引きをバニラ風味のショ糖溶液で強化し、残りの半数の被験体の鎖引きをプレーン・ペレットで強化した(O1 を用いた反応形成)。この訓練セッションは 50 強化の後に終了した。この翌日には、すべての被験体にさらに 1 セッションの鎖引きの連続強化(CRF)訓練を施したが、ここでは鎖引きを前日と同じ強化結果を用いて 40 強化した。その翌日に与えた 1 回の 20 分間セッションでは、鎖引きの遂行を VI 30-s スケジュールで同じ強化結果を用いて強化した。

原訓練. 予備的訓練が終了した翌日から 13 日間にわたって弁別訓練をおこなった。この 13 日間の各日に、それぞれの被験体に 2 つの訓練セッションを与えたが、この一方は光刺激あるいはノイズのいずれかを弁別刺激(Sd)として確立するための道具的弁別訓練であり、他

第4章 研究3

方は道具的弁別訓練で用いられなかった刺激をCSとしたパブロフ型条件づけ訓練であった。道具的弁別訓練セッションでは被験体に鎖操作体を呈示し、Sdの呈示下でこれを引く行動をVI 30-sスケジュールで強化した。この道具的弁別訓練セッションで用いた強化結果は、予備的訓練において各被験体に対してO1として与えたもの(プレーン・ペレットかバニラ風味のシロ糖溶液)であった。パブロフ型条件づけセッションでは鎖操作体を呈示せず、それぞれの被験体に対して、マガジン訓練で呈示した後に予備的訓練では用いなかった強化結果(O2)をCSの呈示下で与えた。道具的弁別訓練セッションとパブロフ型条件づけセッションの両者における刺激と強化結果の呈示時刻と持続時間を一致させるために、くびき法(yoking procedure)を用いた。それぞれの被験体を、互いにくびき連結した2匹ずつの小群に割り当て、一方のオペラント・チャンバーに入れた被験体がSd呈示下でA0を遂行してO1を得たとき(道具的弁別訓練)、他方のオペラント・チャンバーに入れたそのくびきパートナーに対しては、CSとしての同じ刺激とO2(これはくびきパートナーと同じ強化子)を呈示した(パブロフ型条件づけ)。同じ日におこなわれた別のセッションでは、この2個体の役割を入れ替えた。先のセッションで道具的弁別訓練を施した被験体には、同じチャンバー内でもう一方の刺激と強化結果を組み合わせたパブロフ型条件づけを、先のセッションでパブロフ型条件づけを訓練した被験体には、同じチャンバー内で道具的弁別訓練を施した。平均ITIは、最初の2日間では15秒、続く2日間では30秒とし、その後の5日間では60秒、そして最後の3日間では90秒まで増大させた。この13日間の、第1, 4, 5, 8, 9, 11そして13日目には、すべての被験体に対して、光刺激を呈示したセッションを、ノイズを呈示したセッションに先行させた。これ以外の日には、この順序を逆にした。この段階の訓練をまとめると、すべての被験体に光刺激とノイズのそれぞれをSdとCSとした訓練を与えたことになる。これらの刺激のそれぞれに対して異なったO1とO2を随伴させたが、Sdが光刺激かノイズかという要因と、Sdの呈示下でA0遂行に随伴させて呈示したO1がプレーン・ペレットであったかバニラ風味のシロ糖溶液であったか、という要因を直交させた。

強化結果の変更訓練とターゲット行動の形成. 続く3日間、そして4日間のターゲット行動

第 4 章 研究 3

の形成訓練をはさんでその後の2日間の合計5日間では、すべての被験体に対して平均ITIを90秒としたさらなる弁別訓練を継続したが、このそれぞれの日に含まれた道具的弁別訓練とパブロフ型条件づけにおいては、原訓練で用いたO1とO2を、新奇なO3とO4に変更した。この強化結果の変更の規則は、それが道具的弁別訓練かパブロフ型条件づけかに関わらず、それまでプレーン・ペレットを用いて訓練していた随伴性は、その強化結果をストロベリー風味のシヨ糖溶液に変更し、それまでにバニラ風味のシヨ糖溶液を用いて訓練していた随伴性は、強化結果をチョコレート・ペレットに変更する、というものであった。これ以外のすべての実験手続きは原訓練と同じであった。この5日間のうちの第1および4日目では、すべての被験体に対して、光刺激を呈示したセッションを、ノイズを呈示したセッションに先行させ、残りの日ではこの関係を逆転させた。

強化結果の変更訓練の間には含まれた格好となった4日間に、ターゲット行動(A1とA2)の形成訓練をおこなった。最初の2日間におこなった2セッションでは、すべての被験体にマガジンの左右のレバーのそれぞれに対する行動遂行を訓練した。この一方のセッションでは、チョコレート・ペレットを用いて一方のレバー押しを強化し、他方のセッションではストロベリー風味のシヨ糖溶液を用いてもう一方のレバー押しを強化した。左レバーと右レバーのどちらを最初に訓練するかという要因と、チョコレート・ペレットとストロベリー風味のシヨ糖溶液のいずれを、それぞれのレバー押しに随伴させるかという要因を直交させたカウンターバランスを被験体間でとった。これに続く2日間では、すべての被験体にさらに4セッションの訓練を与えた。これ以降のレバーを呈示したすべてのセッションでは、被験体を装置に入れた後に300秒間の待機時間を置き、この待機時間の終了後に、一方のレバー(訓練時)あるいは両方のレバー(消去テスト時)を装置内に展開して実質的な実験時間を開始した。第1日目には、それぞれの被験体に、右レバーを呈示したセッションと左レバーを呈示したセッションを1回ずつ与えた。それぞれのレバーに対する被験体のターゲット遂行を、VI 30-s スケジュールで20分間にわたって強化した。この翌日には2つのターゲット遂行のそれぞれを、異なるセッションにおいてVI 60-s スケジュールで20分間訓練した。Sdと同じO3を用いて訓練したターゲ

第4章 研究3

ット行動を A1, CS と同じ O4 を用いて訓練したターゲット行動を A2 とした。

刺激の価値低減. 続く 19 日間において, Sd と LiCl の対呈示(Sd-Li 群), あるいは CS と LiCl の対呈示(CS-Li 群)をおこなった。この操作の開始にあたり, 被験体を等しい数の 2 群 (Ns = 16)に分割した。それぞれの群に対する被験体の割り当ては, Sd と CS としての光刺激 とノイズの割り付け, O3 と O4 としてのチョコレート・ペレットとストロベリー風味のシヨ糖溶液の 割り付け, そして A1 と A2 としての右レバーと左レバーの割り付けの 3 つの要因を互いに直 交させた条件マトリクスに対して直交させて配置した。このサイクルの第2, 5, 7, 8, 11, 14, 16, 17 日目に, Sd-Li 群の被験体に対しては 30 秒の Sd を 3 回呈示し, CS-Li 群の被験体に対 しては 30 秒の CS を 3 回呈示した。この呈示が終了した直後に 0.15M, 20 ml/kg の LiCl を腹 腔注射し, 速やかに被験体をホームケージに戻した。また, 第 3, 4, 6, 9, 12, 13, 15, 18 日 目には, Sd-Li 群の被験体に対しては 30 秒の CS を 3 回呈示し, CS-Li 群の被験体に対して は 30 秒の Sd を 3 回呈示したが, これらの日には LiCl の注射はおこなわず, セッション終了 とともに被験体をホームケージに戻した。。3 回の刺激呈示の平均 ISI は 90 秒であった。Sd あるいは CS を呈示したこれらのセッションでは, 被験体のマガジン反応の記録をおこなった 第 1, 10, 19 日には一切の実験操作をおこなわなかった(実験 3-1 を参照のこと)。

消去テスト 1, 強化結果の摂取テスト, および消去テスト 2. 刺激の価値低減操作が終了し た翌日に, 実験 3-1 の消去テスト 1 と同じ手続きを用いてターゲット行動の遂行に対する刺激 の価値低減の効果をテストした。続いて, 4 日間にわたる強化結果の摂取テストをおこなった。 この前日(消去テスト 1 の翌日)におこなったテスト事態に対する馴致訓練を含め, 実験 2-3 と 同じ手続きを用いて, O3, O4, O1, そして O2 に対する被験体の摂取を測定した。強化結果 の摂取テストが終了した翌日に, ふたたびターゲットの行動の遂行を消去テストで評価した。 この手続きは, 実験 3-1 の消去テスト 2 と同じであった。

4-5-3. 結果と考察

ターゲット行動の形成訓練と強化結果の変更訓練. A1 と A2 の遂行に関して, VI 60-s 強

第 4 章 研究 3

化スケジュールを用いた訓練セッションにおけるそれぞれの反応率の平均値と標準偏差(*SD*)を群ごとに算出し、実験 3-1 と同様のデータのカットポイントを設定した。この基準を超える被験体のデータをそれぞれの群から取り除く操作を 2 回ずつおこなったところ、各群のすべての被験体のデータがこの範囲内に収まった。以下の分析では、こうして取り除かれた 5 個体 (*Sd-Li* 群で 2 匹, *CS-Li* 群で 3 匹)を除いた 27 個体のデータを用いた。したがって、*Sd-Li* 群は 14 個体のデータ、*CS-Li* 群は 13 個体のデータとなった。ターゲット行動の形成訓練における VI 60-s 強化スケジュールのセッションでは、群やターゲット行動の違いによる差はみとめられなかった。*Sd-Li* 群の A1 の平均反応率は 22.9 (*SD* = 8.2), A2 の平均反応率は 29.0 (*SD* = 13.0)であった。*CS-Li* 群では、それぞれ 25.2 (*SD* = 6.9)と 25.8 (*SD* = 11.2)であった。これらのスコアに対して、2(群)×2(道具的行動; A1 vs. A2)の 2 要因 ANOVA をおこなったところ、有意な主効果や交互作用は示されなかった(highest $F = 1.81$)。

弁別訓練は順調に進行した。強化結果の変更訓練の最後の 2 日間で、各群の被験体が道具的弁別訓練セッションで示した鎖引きの遂行の弁別成績と、各群の被験体が道具的弁別訓練セッションとパブロフ型条件づけセッションの両方で示したマガジン反応の強度を Table 4-2 に示した。実験 3-3 では、被験体のマガジン接近反応を記録するために、マガジン入り口に設置されたフォトビームの切断状態を 1 秒間に 10 回(10 Hz)自動的に監視した。したがって、ある期間のマガジン反応の強度は、その期間の総監視回数に対する切断回数の比率として表された。道具的弁別訓練セッションにおける A0 の反応率に関して、2(群)×2(刺激状態; *Sd* vs. *ITI*)の ANOVA をおこなったところ、刺激状態の主効果のみが有意であった($F[1, 25] = 138.98$)。このことは、群の違いに関わらず、*Sd* 呈示によって A0 遂行が制御されるようになったことを示した。マガジン反応の強度に関しては、2(群)×2(セッション; 道具的弁別訓練セッション vs. パブロフ型条件づけセッション)×2(刺激状態; 刺激呈示中 vs. *ITI*)の 3 要因 ANOVA をおこなった。その結果、セッションの主効果、刺激状態の主効果、ならびに両者の交互作用が有意であった(それぞれ、 $F_s[1, 25] = 9.73, 147.43, 8.81$)。この有意な交互作用は以下の 2 点を反映していた:(a) どちらのセッションにおいても *ITI* 期間に比べて刺激呈示

中のマガジン反応強度は有意に大きかった(道具的弁別訓練セッションとパブロフ型条件づけセッションのそれぞれについて, $F_s[1, 50] = 10.77, 71.88$); (b) パブロフ型条件づけセッションの刺激呈示中のマガジン反応強度は, 道具的弁別訓練セッションの刺激呈示中のマガジン反応強度に比べて有意に大きかった($F[1, 50] = 18.00$)が, ITI 中のマガジン反応強度にはセッションの違いによる違いがみとめられなかった($F[1, 50] < 1$)。これらのことは, パブロフ型条件づけセッションの CS 呈示中に被験体が示したマガジン反応は, マガジンに呈示された強化結果を摂取するための完了反応だけではなく, パブロフ型 CR(ゴールトラッキング反応)を含むことを示唆しており, パブロフ型条件づけの成立が示された。

Table 4-2. Results of the outcome switching phase of Experiment 3. Mean ($\pm 1SEM$ s) responses per minute of instrumental A0 performance during Sd presentation and ITI on the instrumental discrimination training session (left portion); Mean ($\pm 1SEM$ s) response magnitude of magazine entry response during stimulus presentation and ITI on the instrumental discrimination training and Pavlovian conditioning sessions (right portion).

Group	A0 (chain pulling) performance		Magazine response			
	Sd	ITI	Sd	ITI	Sd	ITI
Sd-LI	13.5 (5.7)	2.9 (2.0)	0.20 (0.09)	0.12 (0.03)	0.31 (0.13)	0.15 (0.06)
CS-Li	14.7 (6.1)	3.7 (2.5)	0.19 (0.10)	0.13 (0.03)	0.37 (0.18)	0.15 (0.05)

刺激の価値低減. 刺激が価値低減されたときのマガジン反応の強度を, Figure 4-6 に示した。この左側のパネルは Sd が呈示されたセッション(Sd-Li 群に対しては Sd の価値低減操作を与え, CS-Li 群に対しては Sd の単独呈示を経験させた)の結果であり, 右側のパネルは CS が呈示されたセッション(Sd-Li 群に対しては CS の単独呈示を経験させ, CS-Li 群に対しては CS の価値低減操作を与えた)の結果である。このそれぞれにおいて, マガジン反応強度をサイクル(1 サイクルは, 2 回の刺激呈示を含んでいた)の関数として示した。Sd 呈示セッションでは, マガジン反応強度は群や刺激状態(刺激の呈示中か ISIか)の違いによって変化していないように見える。CS 呈示セッションでは, 群の違いよりも刺激状態による影響を強く受けているように見える。

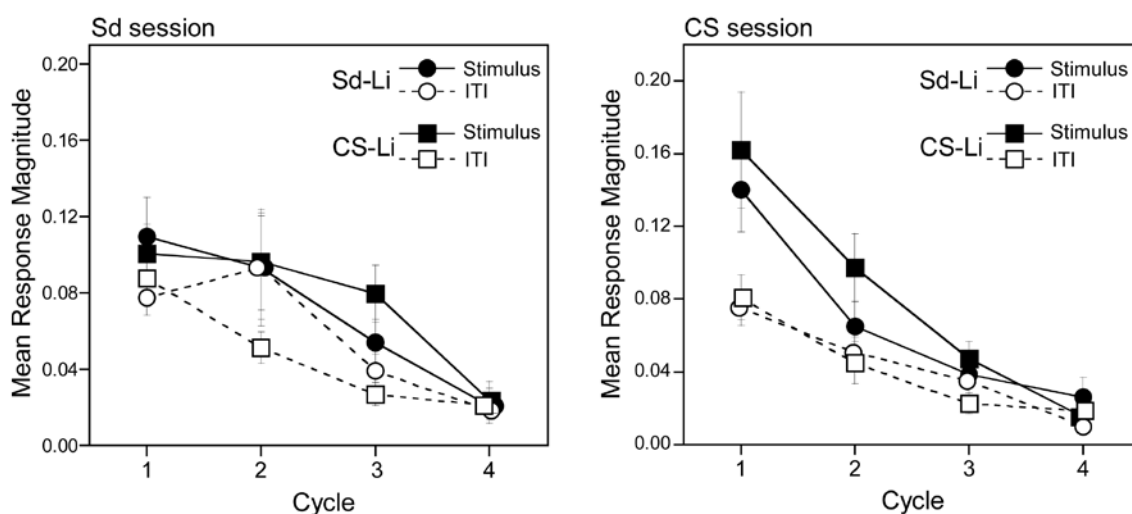


Figure 4-6. Results of the stimulus devaluation phase of Experiment 3-3. Mean (\pm SEM) response magnitudes are displayed for magazine entry responses separately when the Sd was presented (Left panel, Sd session) and when the CS was presented (Right panel, CS session). In both cases, responding was separately displayed during stimulus presentation and ITI. The error bars represent the standard errors of the mean.

これらのスコアに対して、2(群) \times 2(セッション; Sd 呈示セッション vs. CS 呈示セッション) \times 2(刺激状態; 刺激呈示中 vs. ITI) \times 4(サイクル)のANOVAをおこなったところ、刺激状態とサイクルの主効果(それぞれ、 $F[1, 25] = 27.98$; $F[3, 75] = 39.97$)、セッション \times サイクルと刺激状態 \times サイクルの交互作用(それぞれ、 $F_s[3, 75] = 3.08, 6.04$)、ならびに群 \times 刺激状態 \times サイクルとセッション \times 刺激状態 \times サイクルの交互作用(それぞれ、 $F_s[3, 75] = 2.88, 3.01$)が有意であった。群 \times 刺激状態 \times サイクルの交互作用に関する単純主効果検定は以下の2点を反映していた:(a) 群の単純・単純主効果は有意ではなかった(highest $F[1, 200] = 1.91$);(b) サイクル1において、Sd-Li群のマガジン反応強度は刺激呈示中にITIに比べて有意に大きく、CS-Li群のマガジン反応強度はサイクル1からサイクル3にかけて、刺激呈示中にITIに比べて有意に大きかった(それぞれ、 $F_s[1, 100] = 18.58, 17.42, 18.67, 11.80$)。セッション \times 刺激状態 \times サイクルの交互作用は以下の2点を反映していた:(a) サイクル4の刺激呈示中のマガジン反応強度は、CS呈示セッションにおいてSd呈示セッションよりも有意に大きかった($F[1, 200] = 11.35$);(b) Sd呈示セッションのサイクル3においては、Sdの呈示によってマガジン反応強度がITIに比べて有意に大きくなり($F[1, 200] = 8.18$)、CS呈示セッションのサイクル

第 4 章 研究 3

1 と 2 においては、CS の呈示によってマガジン反応強度が ISI に比べて有意に大きくなっていった(それぞれ、 $F_s[1, 200] = 38.16, 7.95$)。

これらの結果は、群の違いに関わらず、CS の呈示は Sd の呈示よりもマガジン反応を喚起する力が大きかったことを示しており、強化結果の変更訓練においても示されたように、CS 呈示に対するマガジン反応には CR が含まれていたことを示唆した。同時にこれらの結果は、Sd や CS を LiCl と対呈示しても、マガジン反応がほとんど影響されないことを示している。Holland (1981, 1990, 1998)は、パブプロフ型条件づけの後に CS と LiCl と対呈示して価値低減し、この操作が欲求性 US の摂取の減少を導く一方で、この CS に対する CR はほとんど影響されないことを報告した。実験 3-3 の結果もこの知見と一致し、CS の価値低減はこの CS に対する CR に影響しないことが示されたが、さらに Sd の価値低減もマガジン反応にはほとんど影響しないことが示された。

消去テスト. 刺激の価値低減操作に続いておこなった消去テスト 1 の結果を Figure 4-7 に示した。左側のパネルは、ITI 期間のターゲット行動(A1 と A2)の遂行を、テストセッション全体を前半と後半の 2 つのブロックにわけて示した。中央と右のパネルはそれぞれ、セッションの前半(ブロック 1)と後半(ブロック 2)において、Sd と CS の呈示がターゲット行動の遂行に及ぼした影響を示している。これらについては、ターゲット行動が呈示された刺激と強化結果を共有していた場合(SAME)と、共有していなかった場合(DIFF)に分けて示した(Sd の”SAME”は A1 遂行に対応し、”DIFF”は A2 遂行に対応する。同様に CS の”SAME”は A2 遂行に対応し、”DIFF”は A1 遂行に対応する)。

ITI における A1 と A2 遂行の結果に対して、2(群)×2(ターゲット行動; A1 vs. A2)×2(ブロック)の ANOVA をおこなったところ、ブロックの主効果のみが有意であり($F[1, 25] = 44.32$)、群による違いはみとめられなかった。Sd と CS の呈示が A1 と A2 の遂行に及ぼす効果の検討においては、それぞれの条件における弁別率と、刺激呈示中と ITI 期間のターゲット行動の遂行に差がないことを示す定数(.5)との間で 1 標本 t 検定をおこなった。ブロック 1 では、Sd-Li 群において Sd の呈示が強化結果を共有するターゲット行動(SAME: A1)の遂行を ITI

に比べて有意に促進していた($t[13] = 2.47$)が, その他の条件では Sd や CS の呈示はターゲット行動の遂行に対して有意な効果をもたなかった(highest $t = 1.65$)。ブロック 2 では, CS-Li 群において Sd の呈示が強化結果を共有するターゲット行動(SAME: A2)の遂行を ITI に比べて有意に促進していた($t[12] = 3.77$)が, その他の条件では Sd や CS の呈示はターゲット行動の遂行に対して有意な効果をもたなかった(highest $t = 0.99$)。

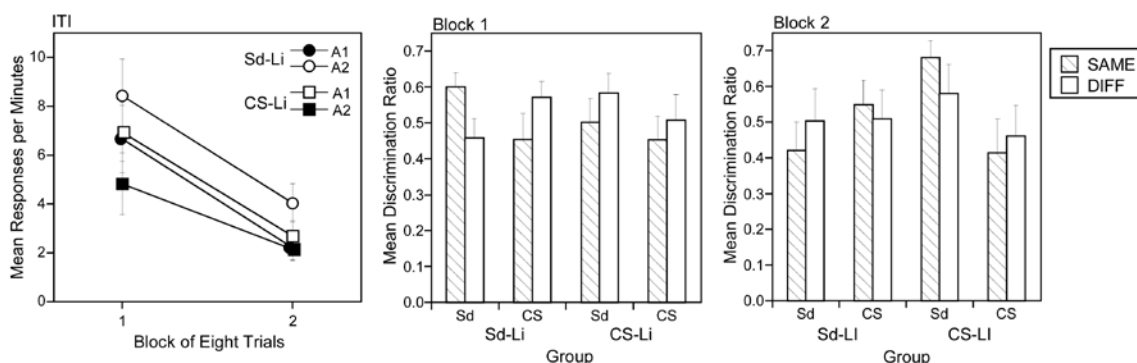


Figure 4-7. Results of the instrumental extinction test 1 of Experiment 3-3. The left panel shows mean responses per minute during ITI (stimulus-free period) with the test target instrumental actions (A1 and A2); the middle and right panels show mean discrimination ratios ([response rate during Sd] / [response rate during Sd + response rate during ITI]) of the first half and the last half of the test, respectively. In both cases, the rate is shown separately when the outcome was the same (SAME) for both the action and the stimulus and when the outcome was the different (DIFF). The error bars represent the standard errors of the mean.

Figure 4-8 は, 強化結果の摂取テストの後におこなった消去テスト 2 の結果を示したものであり, 消去テスト 1 の結果(Figure 4-7)と同様に, 左パネルに ITI 期間におけるターゲット行動の遂行を, 中央と右パネルに刺激の呈示がターゲット行動の遂行に与えた影響を, セッションの前半と後半に分けて示した。ITI 期間における A1 と A2 の遂行に関しては, 2(群)×2(ターゲット行動; A1 vs. A2)×2(ブロック)の ANOVA をおこなったところ, 群×ターゲットの交互作用とブロックの主効果が有意であった(それぞれ, $F_s[1, 25] = 10.16, 17.46$)。この交互作用は以下の 2 点を反映していた:(a) A1 の遂行には群による違いがみとめられなかったが, A2 の遂行は CS-Li 群のほうが Sd-Li 群よりも有意に少なかった(それぞれ, $F_s[1, 50] = 0.63, 5.59$);(b) Sd-Li 群の A1 の遂行は A2 に比べて有意に少なく, CS-Li 群の A2 の遂行は A1

第4章 研究3

に比べて有意に少なかった(それぞれ, $F_s[1, 25] = 4.45, 5.75$)。

事前の実験仮説として, Sd-Li 群では A1 の遂行が, CS-Li 群では A2 の遂行が, それぞれ減弱することを予測していたため, この消去テスト2の ITI 期間におけるターゲット行動の遂行の結果はこの予測と一致した。そこで, ターゲット行動の遂行に対する Sd 価値低減と CS 価値低減の効果の大きさを直接比較するために, 各ブロックにおける Sd-Li 群の A1 の反応率と CS-Li 群の A2 の反応率を, 多重 t 検定を用いて比較した。しかし, いずれのブロックにおいても有意な差はみとめられなかった($t_s[25] = 1.62, 0.17$; $MSe = 3.74$)。したがって, Sd の価値低減と CS の価値低減が強化結果を共有するターゲット行動を減弱させる効果の大きさには差がみとめられないことが示唆された。

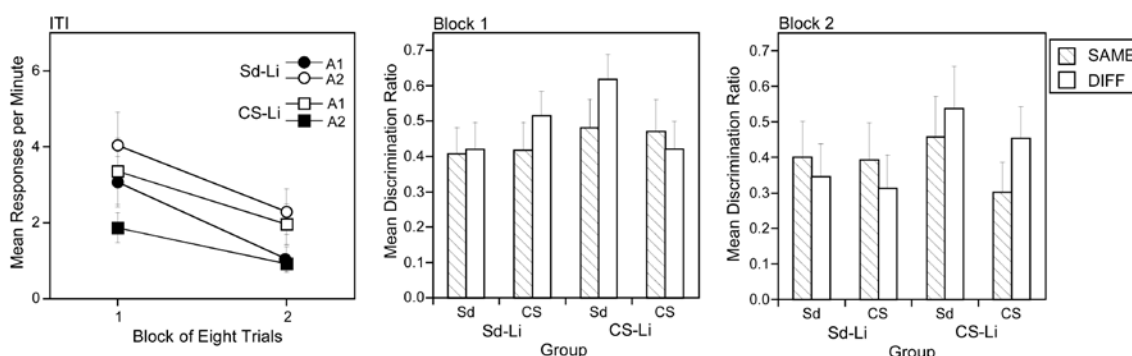


Figure 4-8. Results of the instrumental extinction test 2 of Experiment 3-3. The left panel shows mean responses per minute during ITI (stimulus-free period) with the test target instrumental actions (A1 and A2); the middle and right panels show mean discrimination ratios ([response rate during Sd] / [response rate during Sd + response rate during ITI]) of the first half and the last half of the test, respectively. In both cases, the rate is shown separately when the outcome was the same (SAME) for both the action and the stimulus and when the outcome was the different (DIFF). The error bars represent the standard errors of the mean.

ターゲットの遂行に及ぼす刺激の呈示の影響については, 1 標本 t 検定を用いてそれぞれの条件における弁別率を定数(.5)と比較したところ, ブロック 1 ではいずれの条件においても有意な差は検出されなかった(highest $t = 1.23$)。しかし, ブロック 2 においては, Sd-Li 群の CS 呈示が強化結果を共有しないターゲット行動(DIFF: A1)の遂行を ITI に比べて抑制する傾向を示し($t[13] = 2.00, p < .07$), さらに CS-Li 群の CS 呈示は強化結果を共有するターゲット行動(SAME: A2)の遂行を, ITI 中に比べて有意に抑制していた($t[12] = 2.35$)。

第4章 研究3

消去テスト2では、ITI期間のターゲット行動の遂行の結果は予測通りのものとなったが、SdやCSの呈示がターゲット行動の遂行に与えた影響に関する結果は複雑なものであった。消去テスト1の前半(ブロック1)では、Sd-Li群におけるSdの呈示は、Sdと強化結果を共有したA1の遂行をITIに比べて促進したが、この効果は実験3-1と実験3-2ではみとめられなかったものである。しかし、消去テスト1の後半(ブロック2)の結果は実験3-2の結果とよく似ており、Sdの価値低減操作を受けなかったCS-Li群では、Sdの呈示は強化結果を共有するA1の遂行を促進させた一方で、Sdの価値低減を受けたSd-Li群のSd呈示は、A1とA2の遂行に影響を及ぼさなかった。消去テスト1のブロック1でみられた効果の原因は不明であるが、被験体がテストの状況に十分馴致していなかったことに起因する例外的なものなのかもしれない。

消去テスト1のCSの呈示は、群に関わりなく、ターゲット行動の遂行に対して明確な影響を与えなかったが、消去テスト2では群による違いがあらわれた。消去テスト2の後半(ブロック2)では、CS価値低減を経験しなかったSd-Li群においては(その効果は有意傾向にとどまったが)、CS呈示は強化結果を共有しないA2の遂行を抑制した。これはCSの刺激性制御の転移について検討した先行研究の結果と一致するものである。たとえば、Colwill and Rescorla (1988b)は、CSは強化結果を共有する道具的行動の遂行をITIの遂行水準と比べて変化させないが、強化結果を共有しない道具的行動の遂行をITIの水準に比べて減少させることを発見した。消去テスト2においてSd-Li群が示したCS呈示によるターゲット行動の抑制効果がCSの刺激性制御の典型的なパターンだとすると、CS-Li群において価値低減されたCSの呈示が強化結果を共有するA2の遂行を抑制したことは、CS価値低減の効果を反映している可能性がある。もしそうならば、このような効果が消去テスト1でみられないことを考慮すると、CS価値低減がこのCSの刺激性制御における変調として顕在化するためには強化結果の摂取機会を必要とすることを示唆している。

強化結果の摂取テスト. 実験3-3のもう1つの重要な目的は、被験体の強化結果の摂取に対するSdとCSの価値低減の効果を比較することであった。Figure 4-9は強化結果の摂取テ

第4章 研究3

ストの結果を示している。実験 3-2と同様に、各群の O3とO4, O1とO2のそれぞれの組み合わせはペレットとショ糖溶液であり、その摂取量を直接比較することができない。しかし、Sd-Li群では道具的弁別訓練セッションで用いられた O3とO1に対して、CS-Li群ではパブロフ型条件づけセッションで用いられた O4とO2に対して、それぞれ条件性嫌悪が獲得されると予測された。故に、Sd-Li群においては、O3とO1に割り当てられた強化子をターゲット(target)、O4とO2として割り当てられた強化子を非ターゲット(non-target)と定義した。同様に、CS-Li群ではO4とO2として割り当てられた強化子をターゲット、O3とO1として割り当てられた強化子を非ターゲットとした。そして、ストロベリー風味のショ糖溶液、チョコレート・ペレット、プレーン・ペレット、バニラ風味のショ糖溶液のそれぞれが呈示された4つのテストセッションごとに、それぞれの強化子を各群のターゲットとして呈示した被験体と非ターゲットとして呈示した被験体に分けて摂取量を示した。また、被験体の個体差を制御しながら適切に分析をすすめるために、摂取量を開平変換(square root transformation)してから分析した。

この4つのテストのそれぞれのデータに対して、2(群)×2(強化結果;ターゲット vs. 非ターゲット, 被験体間要因)のANOVAをおこなった。強化結果の変更訓練で用いたストロベリー風味のショ糖溶液とチョコレート・ペレットを呈示したテストのそれぞれにおいては、群の主効果、強化結果の主効果、ならびに両者の交互作用のすべてが有意な水準に至らなかった(ストロベリー風味のショ糖溶液ではそれぞれ、 $F_s[1, 23] = 0.40, 1.35, 0.08$; チョコレート・ペレットではそれぞれ、 $F_s[1, 23] = 0.43, 0.10, 0.05$)。原訓練で用いたプレーン・ペレットを呈示されたテストにおいても、群の主効果、強化結果の主効果、ならびに両者の交互作用のすべてが有意な水準に至らなかった(それぞれ、 $F_s[1, 23] = 1.08, 0.09, 0.19$)。しかし、やはり原訓練で用いたバニラ風味のショ糖溶液を呈示したテストでは強化結果の主効果が有意水準に近づき、群×強化結果の交互作用が有意であった(それぞれ、 $F_s[1, 23] = 3.30, 7.33$)。この交互作用は以下の2点を反映していた:(a) Sd-Li群の被験体では、バニラ風味のショ糖溶液を非ターゲットとして呈示された被験体の摂取量は、ターゲットとして呈示された被験体に比べて有意に少なかった($F[1, 23] = 10.23$);(b) バニラ風味のショ糖溶液を非ターゲットとして呈示した場

合, Sd-Li 群の摂取量は CS-Li 群に比べて有意に少なかった($F[1, 23] = 9.11$)。

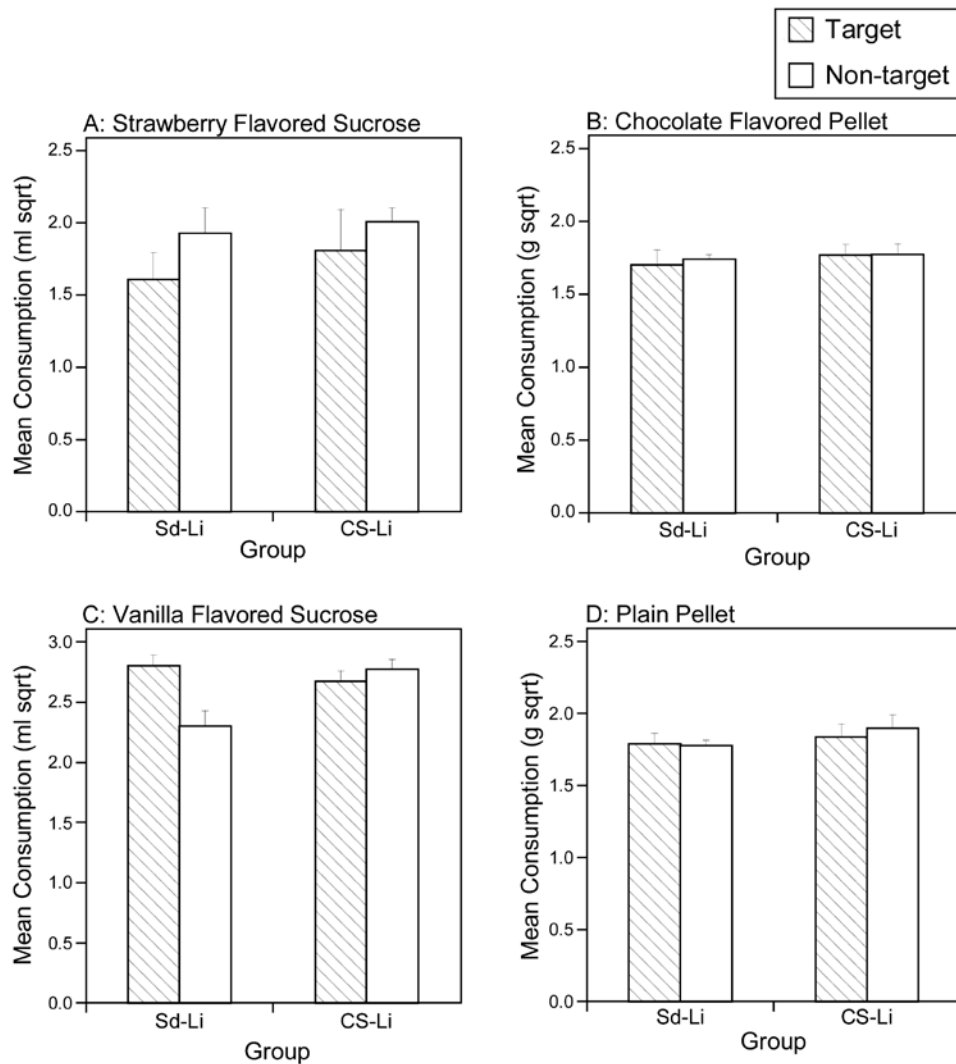


Figure 4-9. Results of the outcome consumption test of Experiment 3-3. Mean (\pm SEM) common logarithm transformed amounts of outcome consumption. In each panel, consumption is shown separately when the reinforcer was the to-be-devalued target (Target) or not (Non-target). The error bars represent the standard errors of the mean.

Sd-Li 群の被験体の非ターゲットの摂取が減少したことを示すこの結果は、一見すると予測と一致せず、説明困難であるように思われる。しかし、バニラ風味のショ糖溶液を非ターゲット(O2)として割り当てられていた被験体は、ストロベリー風味のショ糖溶液をターゲット(O3)として割り当てられていた被験体と同じであった。つまり、これらの被験体は、強化結果の変更訓練の道具的弁別訓練セッションにおいて、鎖引きの遂行が Sd の呈示下でストロベリー風味のショ糖溶液を生じるという経験をもっていた。したがって、バニラ風味のショ糖溶液が呈示され

第4章 研究3

たテストの結果に対するもっとも合理的な解釈は、O3としてストロベリー風味のシヨ糖溶液を呈示された Sd-Li 群の被験体は、Sd 価値低減によってこのストロベリー風味のシヨ糖溶液に対する嫌悪を獲得し、この嫌悪がバニラ風味のシヨ糖溶液に対して般化した、というものである。実際、Figure 4-9 を見ると、有意には至らなかったが、ストロベリー風味のシヨ糖溶液が呈示されたテストセッションにおいて、Sd-Li 群でこの強化子をターゲットとして割り当てられていた被験体が示した摂取量は、同じ群で非ターゲットとして割り当てられていた被験体に比べて少ないことが見てとれる。したがって、Sd の価値低減は、その Sd の呈示下で被験体に与えた強化結果に対する条件性嫌悪の獲得を導くと結論づけてもよさそうである。

4-6. 研究3の総括

実験 3-1 および 3-3 における消去テストの ITI 期間(刺激が呈示されていない期間)では、弁別刺激の価値低減によってこの弁別刺激と強化結果を共有するターゲット行動の遂行の減弱を観察したが、どちらの実験においてもこの効果は強化結果の摂取テストの後に実施した消去テスト 2 に限定して示された。このことは、研究 2 の結果と一致して、弁別刺激の価値低減によって O-I 連合が形成されるが、この新たな連合構造の機能が道具的行動の遂行の減弱というかたちで顕在化するためには、被験体が強化結果を摂取する必要があることを示している。また、研究 3 において新たに得られた知見としては、CS の価値低減もこの CS と強化結果を共有するターゲット行動の遂行を減弱させたことである(実験 3-3 の消去テスト 2 の結果)。したがって、弁別刺激と CS は、価値低減されるとそれらと強化結果を共有する道具的行動の遂行を減弱させるという機能的特性を共有する。

弁別刺激や CS の価値低減が強化結果の摂取に与える効果を検討した結果は、いずれの実験においても必ずしも明瞭なものではなかった。しかし、実験 3-3 では、強化結果の変更訓練において弁別刺激の呈示下で被験体の道具的行動(A0)の遂行に随伴させた強化結果がシヨ糖溶液であった場合にだけ、弁別刺激の価値低減によってその強化結果の摂取が減少

第 4 章 研究 3

することの証拠が示された。研究 2 では、弁別刺激の価値低減によって強化結果としての食物ペレットにに対する条件性嫌悪が獲得されたことを考慮すると、おそらく、弁別刺激の価値低減操作は強化結果がペレットであってもシヨ糖溶液であっても、それらに対する嫌悪を条件づけることは基本的に可能であると思われる。しかし、本研究のように被験体を長期的な食物はく奪スケジュール下において実験をおこない、その結果、被験体が慢性的に高い空腹動因状態にある場合には、たとえ弁別刺激の価値低減によりある食物に対して弱い嫌悪が習得されても、被験体の目前に呈示されたその食物の摂取は抑制されにくいのかもしれない。この点で、シヨ糖溶液はペレットよりも、弁別刺激の価値低減によるその摂取の減弱効果を検出するためのより適切な材料なのだろう。なぜなら、シヨ糖溶液は空腹動因とは無関係な「液本性」という特徴を有しているため、高い空腹動因下にある被験体は、ペレットに比べれば、シヨ糖溶液に対してそれほど高い価値を付与しないと考えられるからである。

また、実験 3-3 において、弁別刺激の価値低減による O3 の摂取の減少が示された場合でも、この弁別刺激とほぼ同じ実験パラメータ(刺激の持続時間や呈示タイミング、強化結果と間の随伴性など)をもって訓練された CS の価値低減は、強化結果の変更訓練において対呈示された強化結果の摂取に対して明確な効果を及ぼさなかった。この点では、弁別刺激と CS は異なる機能的特性をもつようである。しかし、この後者の結果は、パブロフ型条件づけの後の CS の価値低減によって US 摂取が減弱することを報告した先行研究(たとえば、Holland, 1981, 1990, 1998)とは矛盾する結果である。本研究 3 と、この CS 価値低減効果を示した先行研究の間でとくに際だって異なっていた手続きは、この実験 3-3 では CS の持続時間は(弁別刺激と対応させるために)30 秒であったが、Holland (たとえば、1981, 1998)が用いた CS の持続時間はこれよりもかなり短い 10 秒であったことである。したがって、CS の価値低減によって強化結果の摂取を減弱させるためには、相対的に短い CS の持続時間が十分条件なのかもしれない。

さらに、この研究 3 の結果は、弁別刺激を価値低減によって弁別刺激がターゲット行動の遂行を促進させる機能(弁別刺激の刺激性制御の転移)が影響を受けることを示した。実験

第 4 章 研究 3

3-2と実験 3-3 の両者では、強化結果の摂取テストの前に実施した消去テスト 1 において、価値低減しなかった弁別刺激の呈示は強化結果を共有するターゲット行動の遂行を ITI の遂行水準に比べて促進させた。これに対して、価値低減した弁別刺激は、同じ消去テスト 1 において、強化結果を共有するターゲット行動の遂行を促進させなかった(実験 3-2 の結果については Figure 4-3 の右パネルを、実験 3-3 の結果については Figure 4-7 の右パネルを参照のこと)。このような結果のパターンは、Sd ノードと I ノードの間の興奮性リンクの形成という観点から説明することは困難である理由についてはすでに述べた()。むしろ、弁別刺激の価値低減によるこの刺激性制御の減衰効果には、表象媒介型条件づけによって形成された O-I 連合が関与していると考えられる。また、この効果は強化結果の摂取テストの前にみとめられたことから、ITI 期間のターゲット行動の遂行を減弱させた弁別刺激の価値低減効果とは異なり、その顕在化において強化結果の摂取経験は必要ではなかったと考えられる。

また、実験 3-3 の消去テスト 1 における CS の呈示は、その CS を価値低減したかどうかに関わらず、ターゲット行動の遂行に対して影響しなかった。これに対して消去テスト 2 では、価値低減しなかった CS の呈示は強化結果を共有しないターゲット行動の遂行を ITI の遂行水準に比べて抑制する傾向を示したが、価値低減した CS の呈示は強化結果を共有するターゲット行動の遂行を ITI に比べて抑制した。(価値低減操作を受けていない)CS の呈示が強化結果を共有しないターゲット行動の遂行を ITI に比べて減弱させる過程については、現在のところ何もわかっておらず(Colwill & Rescorla, 1988b も参照のこと)、したがって、本研究において、CS の価値低減が強化結果を共有するターゲット行動の遂行を減弱させた過程についても、得られたデータのみから十分な議論をおこなうができない。しかし、この CS 価値低減の効果が強化結果の摂取テストの後におこなった消去テスト 2 ではじめてみとめられたことは、CS の価値低減がその刺激性制御の転移に影響するためには被験体が強化結果を摂取することを十分条件としていた可能性を示唆する。

第 5 章 総合討論

5-1. 実験的検討から得られた知見のまとめ

5-1-1. 実験的検討の目的

本研究の実験的検討では、生活体の道具的行動(A)の遂行がある弁別刺激(Sd)の呈示下である強化結果(O)を生じるという道具的弁別学習において、弁別刺激と強化結果の間の関係を符号化した Sd ノードと O ノードの間の興奮性リンク(Sd-O 連合)が獲得されることを表象媒介型条件づけ(representation-mediated conditioning)を用いて明らかにするとともに、この Sd-O 連合の特性を探ることを目的とした。弁別訓練の間に被験体(ラット)がこの Sd-O 連合を獲得するのであれば、その後に弁別刺激と内蔵不快感(Illness: I)を誘導する塩化リチウム(LiCl)の腹腔注射を対呈示する操作(弁別刺激の価値低減操作)は、弁別刺激の呈示が作り出した O ノードの表象的活性と LiCl が誘導した I ノードの知覚的活性が重ね合わされる(overlapping)状態を作り出すであろう。先行研究は、すでに獲得された興奮性リンクを通じて作り出されたある事象のノード活性(本研究の場合、Sd ノードの活性が Sd-O 連合を通じて作り出す O ノードの活性)と、生活体が実際にその事象を知覚したときに作り出されるノード活性(本研究の場合、被験体が強化結果を摂取したときに作り出される O ノードの活性)のそれぞれは、I ノードの活性と重ね合わされると風味嫌悪条件づけの条件刺激(CS)としてほとんど同じ機能を果たすことを発見してきた(Dwyer, 2003; Hall, 1996; Holland, 1981, 1990; Holland & Sherwood, 2008; Wheeler, Sherwood, & Holland, 2008; 序論 1-5-2 を参照のこと)。したがって、Sd-O 連合が形成された後の弁別刺激の価値低減は、被験体が強化結果を摂取した直後に LiCl を対呈示してこの強化結果を価値低減したとき(すなわち、条件性風味嫌悪)に獲得されるものと同じように、O ノードと I ノードの間の興奮性リンク(O-I 連合)の形成を導くことが予測された。

弁別刺激の価値低減によって O-I 連合が形成されることの行動的な証拠は、第 1 に、弁別刺激の価値低減の後に被験体に強化結果を呈示したとき、この強化結果の摂取は減弱を示す、という予測を確かめることによって得られる。さらに、ある強化結果の価値低減操作によっ

第5章 総合討論

でこの強化結果を用いて強化されていた道具的行動の遂行は減弱すること(強化結果の価値低減効果)を示した多くの先行報告がある(たとえば, Adams & Dickinson, 1981a, 1981b; Colwill & Rescorla, 1985a, 1986, 1990a; その詳細に関しては序論 1-3-4 および 1-3-5 を参照のこと)。したがって, 弁別刺激の価値低減による O-I 連合の形成の第 2 の証拠は, その弁別刺激と強化結果を共有する道具的行動の遂行の減弱を確かめることによって得られる。この点に関して, Ward-Robinson and Hall (1999)は, 表象媒介型条件づけによって獲得される O-I 連合を検出するための行動的な測度として, 強化結果が有する道具的行動の遂行に対する強化力, すなわち道具的行動の遂行の程度は, 強化結果の摂取よりも高い感受性をもつことを主張している(ただし, Holland, 2008 はこの主張に反する知見を報告している)。また, 一般に強化結果の価値低減効果が得られることは, 生活体が A-O 連合を獲得したことを示唆すると考えられている(序論 1-3-5 を参照のこと)。したがって, 弁別刺激の価値低減が強化結果の価値低減効果と同様の効果を作り出すならば, それは, Sd-O 連合の形成だけでなく, A-O 連合の形成をも意味する。本研究でおこなわれた実験的検討は, ラットを被験体として用い, その道具的弁別学習におけるこれらの連合形成の可能性を追求するものであった。

5-1-2. 研究 1 のまとめ

研究 1 の目的は, 道具的弁別訓練後の弁別刺激の価値低減操作によって作り出されることが予測された上記の 2 つの行動効果に影響する 2 つの変数を明らかにし, 後の研究 2 および 3 を展開するための基本的な実験手続きを整備することであった。その弁別訓練の各試行では, 装置内の側壁上に横並びに設置した 3 つのランプのうちの 1 つの照明を弁別刺激として被験体に呈示し, このランプ列の下にやはり横並びに設置した 3 つのレバーからこの弁別刺激の直下のレバーを被験体を選択して押す(正反応)と, 食物ペレットを与えた(同時弁別訓練)。

実験 1-1 では, この弁別学習が完成した後に, 弁別刺激と LiCl を対呈示した Paired 群と, この両者の非対呈示を経験させた Unpaired 群の間で, 強化結果の摂取量や消去テストの道

第5章 総合討論

具的行動の遂行量を比較したが、有意な群間差は得られなかった。そこで続く実験 1-2 では、強化結果の新奇性を高める操作を導入し、弁別刺激の価値低減の効果をさらに検討した。それぞれの被験体に、実験 1-1 と同様の弁別訓練(原訓練)を施した後に、さらに 2 セッションの弁別訓練を与えた。この訓練では、被験体が正反応を遂行すると原訓練とは異なる風味をもった新奇な食物ペレットを与えた(強化結果の変更訓練)。その後の弁別刺激の価値低減によって、新奇な強化結果に対する被験体の摂取は減弱される傾向が示され($p < .09$)、また、消去テストにおいて弁別刺激を呈示したときの道具的行動の遂行は有意に減弱した。実験 1-3 では、実験 1-2 の原訓練を過剰に施した群(14 セッション)を追加して実験 1-2 の手続きを繰り返したが、このような過剰訓練によって弁別刺激の価値低減による道具的行動の遂行の減弱はより顕著なものになった。

これらの結果は、弁別刺激の価値低減によって O-I 連合が形成される、という本研究の予測を支持するものであった。弁別刺激の価値低減効果を検出することに失敗した実験 1-1 と、逆に成功した実験 1-2 の違いは、O ノードが親近性を符号化し、その連合可能性 (associability) が減衰していた実験 1-1 では、O-I 連合の形成が弱められた(潜在制止: latent inhibition; たとえば, Lubow, 1973) が、O ノードが新奇性を符号化していた実験 1-2 では、O-I 連合が強固に形成されたことを反映したと考えられた。したがって、後続する研究 2 と 3 では、弁別訓練の最後に強化結果を新奇なものに変更するという手続きは、明確な弁別刺激の価値低減効果を得るために必要不可欠なものとして採用した。

弁別刺激の価値低減による道具的行動の遂行の減弱効果を過剰訓練が増大させた実験 1-3 の結果は、道具的弁別訓練の進行に伴って Sd-O 連合の役割が大きくなることを意味した。強化結果の価値低減効果は、過剰訓練とともに小さくなることを報告した研究は多く(Adams, 1982; Adams & Dickinson, 1981a, 1981b; Dickinson, 1985; Dickinson, Balleine, Watt, Gonzalez, & Boakes, 1995; 序論 1-3-4 を参照のこと)、道具的行動の遂行は訓練初期には A-O 連合によって制御されるが、道具的訓練の進行とともに O ノードにおける表象処理とは独立な Sd-A 連合によって制御されるようになることを反映すると考えられてきた(たとえば、

第5章 総合討論

Adams & Dickinson, 1981a, 1981b; Balleine, Garner, Gonzalez, & Dickinson, 1995; Dickinson, Balleine, Watt, Gonzalez, & Boakes, 1995; Holland, 2004; 序論 1-3-5 を参照のこと)。この観点に従えば、Sd-A 連合のみが機能している過剰訓練の後で弁別刺激を価値低減しても O-I 連合を形成することができず、したがって、弁別刺激の価値低減操作は道具的行動の遂行に影響しないことが予測される。しかし、この予測は実験 1-3 の結果と一致しない。

他方で、Holland (2004)は、被験体の複数の道具的行動の遂行をそれぞれ異なる強化結果を用いて訓練した場合、過剰訓練の後でも強化結果の価値低減効果が得られることを報告した。この結果は、そのような実験条件下では訓練が進行しても A-O 連合の役割が減少しないことを示唆している(Holland, 2004; 関連した知見として、Colwill & Rescorla, 1985b, 1988a; Colwill & Triola, 2002 も参照のこと)。研究 1 においても、原訓練から強化結果の変更訓練にかけて、継時的に 2 種類の強化結果を用いた。このような手続きでは、過剰訓練の後でも道具的行動の遂行は、A-O 連合や Sd-O 連合のような O ノードにおける表象処理を含んだ連合構造によって制御されるのかもしれない。

5-1-3. 研究 2 のまとめ

研究 2 では、実験第 1 段階の道具的弁別訓練の手続きを改良した。研究 1 では、弁別刺激(ランプの照明)と反応レバーは空間的に近接して設置されていた。このような事態では、弁別刺激に対する被験体の接近反応(CR)は道具的行動の遂行と競合しないと考えられる。したがって、研究 1 の弁別訓練で被験体が獲得した道具的行動の遂行は、パブロフ型 CR の成分を多分に含んでいた可能性を排除することが困難であった。故に、研究 1 で示された弁別刺激の価値低減の効果は、Holland (たとえば, 1981, 1990)によってすでに報告されている CS の価値低減の効果と、Holland (1981, 1990)とは異なるパブロフ型条件づけの手続きにおいて示したものにすぎない、という指摘がなされる可能性があった。

そこで、研究 2 では弁別刺激に対する接近反応が道具的行動の遂行に寄与しない(むしろ、

第5章 総合討論

競合する)事態を用い、弁別刺激の価値低減の効果をさらに検討した。そのために以下の 2 つの要件を満たした継時的な道具的弁別学習(たとえば, Colwill & Rescorla, 1988b; Rescorla, 1994a, 1994b)を被験体ラットに訓練した:(a) 局所的な刺激ではなく、拡散的な刺激を弁別刺激として用いること;(b) 弁別刺激の呈示位置と操作体(レバー)の間を広く取り、この両者が空間的に十分分離されること。

研究 2 の第 1 段階における弁別訓練では、2 つの弁別刺激(Sd1 と Sd2)、2 つのレバーに対する道具的行動(A1 と A2)の遂行、そして風味の異なる 2 種類の食物ペレット(O1 と O2)を用いた。被験体に対しては、Sd1 の呈示下で一方のレバーを押す(A1)と O1 を用いて強化し、Sd2 の呈示下ではもう一方のレバーを押す(A2)と同じ O1 を用いて強化する訓練を与えた(原訓練)。その後の強化結果の変更訓練では、一方の道具的随伴性(Sd2-A2-O1)の O1 を新奇な O2 に変更し、さらに数セッションの訓練をおこなった。したがって、研究 2 において検出しようとした Sd-O 連合は、新奇な O2 に対応するノードを含んだ Sd2-O2 連合であり、Sd2 の価値低減は O2 の摂取の減少と、この O2 を用いて訓練した A2 の遂行の減弱を導くことが予測された。

実験 2-1 では、原訓練と強化結果の変更訓練の後に O2 を LiCl と対呈示して価値低減したところ、消去テストにおける A2 遂行は減弱した(O2 価値低減効果)。続く実験 2-2 では、強化結果の変更訓練の後に Sd1 と Sd2 の両者の価値低減操作を施した被験体では、摂取テストケージにおける O2 の摂取量は O1 の摂取量に比べて有意に少なかったが、弁別刺激の価値低減操作を受けなかった被験体は、O1 と O2 の摂取量の間には有意な差を示さなかった。しかし、この摂取テストの後におこなった道具的行動の消去テストでは、A2 の遂行の減弱を観察することはできなかった。摂取テストをオペラント・チャンバー内でおこなった実験 2-3 では、弁別刺激の価値低減操作によって被験体の O2 の摂取が有意に減少し、実験 2-2 の結果の追試に成功した。さらにこの実験 2-3 では、強化結果の摂取テスト後の消去テスト 2 において、弁別刺激の価値低減による A2 遂行の減弱を確認した。この A2 遂行の減弱は、実験 2-1 で得た O2 価値低減効果ときわめてよく似ていた。しかし、強化結果の摂取テストの前に実施し

第5章 総合討論

た消去テスト1では、A2 遂行の減弱は観察されなかった。

これらの結果は、弁別訓練の間に Sd2-O2 連合が獲得され(同時に Sd1-O1 連合も獲得されたと考えられる), その後の Sd2 の価値低減操作の間に新たに O2-I 連合が形成されたことを示唆するものであった。また, この O2-I 連合が道具的行動の遂行の減弱として顕在化するためには, 被験体が強化結果を摂取する経験を必要とすることを示した。そして, これらの結果を包括的に説明するためには, O ノードが複数の要素から構成されることを前提とした道具的学習の連合モデル(序論 1-5-1 も参照のこと)が必要であることが示唆された。

5-1-4. 研究3のまとめ

研究3の目的は, 研究1と2で示された弁別刺激の価値低減の効果を, パプロフ型条件づけのCSを価値低減したときの効果と比較することによって, Sd-O 連合とCS-O 連合の特性を比較することであった。実験3-1と3-2は, そのような比較を可能にする実験デザインの整備を目的とした。2つの弁別刺激(Sd1とSd2), 3つの道具的行動(A0, A1 および A2), 4つの強化結果(O1, O2, O3, および O4)を用いた弁別訓練をラットに訓練した。Sd1の呈示下で被験体がA0(鎖引き)を遂行するとO1で強化し, Sd2の呈示下では同じA0の遂行をO2で強化した。この弁別学習が完成した後の強化結果の変更訓練では, O1とO2のそれぞれを, 新奇なO3とO4に変更した。また, 弁別刺激の価値低減が道具的行動の遂行に及ぼす影響を検討するためのターゲット行動として, 2つの道具的行動(A1とA2: レバー押し)のそれぞれをO3とO4を用いて強化した。実験3-1ではO3とO4として風味の異なる食物ペレットを用い, 実験3-2では食物ペレットとショ糖溶液を用いた。両実験においてSd1のみをLiClと対呈示して価値低減したが, この操作によってO3-I 連合が形成されることが期待された。したがって, O4に比べてO3の摂取量が減少すること, そしてO3を用いて訓練したA1の遂行が減弱することが予測された。

両実験の強化結果の摂取テストでは予測された効果を得ることはできず, 被験体のO3とO4の摂取量の間には有意な差はみとめられなかった。しかし, 実験3-1の摂取テスト後の消

第5章 総合討論

去テスト2では、刺激を呈示していない期間(ITI)のA1遂行がSd1の価値低減によって減弱した。また、この両実験の強化結果の摂取テスト前におこなった消去テスト1では、Sd1の呈示がO3を共有するA1の遂行をITIに比べて促進させる機能(Sd1の刺激性制御の転移)は、Sd1の価値低減によって減弱した。

実験3-3は、実験3-1と3-2で被験体に訓練した道具的随伴性の一方をパプロフ型条件づけに替えた。つまり、それぞれの被験体に対し、弁別刺激(Sd)呈示下のA0遂行をO1を用いて訓練し、CSの呈示下ではA0遂行の機会を与えずにO2を与えた。その後、O1とO2を新奇なO3とO4に変更し、半数の被験体(Sd-Li群)に対してはSdを価値低減し、残りの半数の被験体(CS-Li群)に対してはCSを価値低減した。

摂取テスト後の消去テスト2では、Sdの価値低減によってSdと強化結果を共有するA1の遂行が減弱し、また、CSの価値低減によってCSと強化結果を共有するA2の遂行が減弱した(ITI期間中の結果)。このような結果パターンは摂取テスト前の消去テスト1では観察されなかった。これらの結果は、弁別刺激とCSの両者は、それぞれを価値低減したときに強化結果の摂取経験に媒介されて強化結果を共有する道具的行動の遂行を減弱させるという機能的特性を共有していることを意味する。さらに、摂取テストの前におこなった消去テスト1では、価値低減しなかった(CS-Li群の)Sdの呈示は、強化結果を共有するA1の遂行をITIの水準に比べて促進させたが、価値低減した(Sd-Li群の)Sdの呈示はA1の遂行を促進させなかった。強化結果の摂取テストでは、Sd-Li群の被験体はO4に比べてO3の摂取を減少させる証拠を示したが、CS-Li群の被験体のO3とO4の摂取量の間には有意な差を示さなかった。この点では、弁別刺激とCSは異なる機能的特性をもっていることがわかった。

研究3では、Sd-O連合の特性を考慮する上で重要となる2つの知見を得た。第1に、被験体が強化結果を摂取する経験は、弁別刺激の価値低減がITI中のターゲット行動の遂行を減弱させるためには必要であったが、弁別刺激の刺激性制御の転移を減弱させるためには必要ではなかった。第2に、弁別刺激の価値低減は強化結果の摂取を減弱させたが、CSの価値低減はそのような効果をもたなかった。この2つの所見は、研究2と同様に、Oノード

を複数の要素に分析した道具的学習の連合モデルを要請するものであった。

5-2. 新しい Sd-O 連合のモデルの提案

以上の実験的検討が明らかにした所見を総合的に説明するための新たな連合モデルを、関連する諸研究や理論との関連性を視野に入れながら以下のように提案する。

5-2-1. パブロフ型条件づけにおける US ノードの要素的モデル

パブロフ型条件づけの文脈では、US(道具的学習の強化結果[O])に対応する)ノードが複数の要素から構成されるという考え方は、獲得される CS-US 連合と表出される条件反応(CR)の関係を理解するために、比較的古くから主張されてきた。たとえば、欲求性のパブロフ型条件づけにおいて生活体が表出するCRは多様である。食物や水などのUSの到来を信号するCSに対して、生活体はしばしば唾液分泌、リッキング、あるいは顎の咀嚼動作などのUSを受容するときの動作とよく似た完了性の CR(consummatory CR)を示す(たとえば、DeBold, Miller, & Jensen, 1965; Holmes & Gormezano, 1970; Mitchell & Gormezano, 1970; Pavlov, 1927)。他方で、同様の条件づけにおいて CS 呈示下の全般的な活動性の増加(たとえば、Holland & Straub, 1979)、CS に対する接近反応(サイン・トラッキング: sign-tracking; たとえば、Brown & Jenkins, 1968; Wasserman, 1973)、あるいはマガジンに対する接近反応(ゴール・トラッキング: goal-tracking; たとえば、Boakes, 1977)といった準備性の CR(preparatory CR)が示されることもある。Konorski (1967)はこのような CR の多様性を儉約的に説明するために、US ノードは特殊な要素と一般的な要素の2つの要素から構成され、CS ノードはこのそれぞれの要素との間に興奮性リンクを併行的に形成する、という理論的な枠組みを提案した。つまり、完了性の CR は、CS ノードと US ノードの特殊な要素との間に形成される興奮性リンクの働きによって作り出され、準備性の CR は、CS ノードと US ノードの一般的な要素との間に形成される興奮性リンクの働きによって作り出されると考えられた。Konorski (1967)によれば、US ノ

第5章 総合討論

ードの特殊な要素は、その US を他の US と区別する性質を符号化したものであり、US の風味、見た目、呈示される場所、その呈示のタイミングなどの US に関する感性的情報を担う。これに対して、一般的な要素はその US が他の US と共有する性質を符号化したものであり、そのような性質の中でも特に重要なものとして、US の情動的な情報がある。たとえば、生活体は、食物、水、交尾の機会を互いに容易に弁別するであろうが、これらは欲求性(appetitive)の快をもたらし、動機づけ状態が整っていれば生活体はそれらを活発に求めようとする、という共通した情動的性質をもつ。

CS ノードが US の感性的要素との間に興奮性リンクを形成することの証拠は、US や CS の価値低減の効果に関する研究によって提供されてきた。Colwill and Motzkin (1994, Experiment 1)はラットを被験体とし、ある CS(聴覚刺激)が食物ペレットの呈示を信号し、別の CS(光刺激)がショ糖溶液の呈示を信号するパブロフ型条件づけを訓練した。その後、食物ペレットを LiCl と対呈示することによって価値低減された被験体は、光刺激の呈示下に比べて聴覚刺激の呈示下におけるマガジン反応強度の減弱を示した(逆に、ショ糖溶液が価値低減された被験体のマガジン反応強度は、聴覚刺激の呈示下に比べて光刺激の呈示下で減弱した)。この結果は、US の価値低減は、CS ノードと連合した US ノードの感性的要素に影響することによって、CR に影響を及ぼしたことを示唆する。

また、Holland (1981, Experiment 2)は、パブロフ型条件づけの後の CS 価値低減は価値低減された CS と対呈示されていた US の摂取を抑制するが、別の US の摂取には影響しないことを報告した(1-5-2 を参照のこと)。この結果も、CS の呈示によって活性化した US ノードの感性的要素が I ノードと連合したことを示唆する。

一方、CS ノードが US の情動的要素との間に興奮性リンクを形成することは、ハトのオートシェイピング事象において、キーの照明(CS)と対呈示される US が、食物、水、暖かさといった細部では明確に異なっている場合でも、獲得される CR はそのキーに接近してつつくという共通性をもつ、という事実から示唆される(Moore, 1973; Wasserman, 1973)。同様の示唆は、阻止(blocking)のデザイン(Kamin, 1968, 1969)を用いた Ganesen and Pearce (1988)の研究から

第5章 総合討論

も得られる。彼らはラットを被験体とし、2つのCSの複合(CSX+CSY)が食物ペレットの呈示を信号するパブロフ型条件づけの前に、一方のCSXのみが水の呈示を信号する訓練を施した。実験の最後におこなったテストにおいて、CSYに対する被験体のマガジン反応(CR)の強度を測定したところ、CSXと水の対呈示という先行経験によって、CSYに対するCRは減弱することが明らかになった。つまり、水と対呈示されたCSXは、これが食物ペレットと対呈示されたときに新たに追加されたCSYの条件づけを阻止した(同様の効果を嫌悪事態で確認した研究として、Bakal, Johnson, & Rescorla, 1974がある)。このような強化子間阻止(transreinforcer blocking)は、CSXやCSYに対応するノードと食物ペレットや水に対応したUSノードの感性的要素の間に形成される興奮性リンクだけでは説明できず、それぞれのCSのノードは水と食物で共通する情動(この場合、快の情動)を符号化した要素との間に興奮性リンクを形成したことを示唆する。

CSノードとUSノードの感性的要素との間の興奮性リンクの獲得は、CSノードとUSノードの情動的要素との間の興奮性リンクの獲得とは独立に生じる(しかし、いったん獲得されたそれぞれのリンクの働きは相互作用する)という考え方は、Wagner and Brandon (1989)によって提案されたAESOPモデル(affective extension of SOP model)において明確に理論化された。このモデルは、CRを観察するために最適なCS呈示とUS呈示の時間間隔はパブロフ型条件づけのパラダイムによって異なること(たとえば眼瞼反応をCRとした場合は短く、心拍をCRとした場合は長い[評論として、Lennartz & Weinberger, 1992を参照のこと])、外科的・薬物的な処置の効果がCRの種類によって異なること(たとえば、Powell, Hernandez, & Buchanan, 1985)、そして機会設定子(序論 1-5-1を参照のこと)といった様々な現象に対して、統一的で合理的な説明を与える(Brandon & Wagner, 1998; Wagner, 2003も参照のこと)。AESOP以降にも、様々な要素的なモデルが提案されており(たとえば、Haris, 2006; McLaren & Mackintosh, 2000, 2002)、パブロフ型条件づけを理解する上で、USノードを要素に分析する理論的枠組みは基本的な視座となっている(Liljeholm & Balleine, 2008)。

5-2-2. 道具的学習におけるOノードの要素的モデル

道具的学習の文脈においても、Oノードの要素的なモデルの必要性が明らかになってきたが、これにはパブプロフ型条件づけのUSノードの要素的理論が要請されてきた事情とはやや異なる独自の背景がある(序論 1-5-1 も参照のこと)。道具的弁別学習にOノードを含む連合構造が含まれていることを示した強化結果の価値低減効果や、弁別刺激やCSの刺激性制御の転移の効果は、そのような研究が体系的に開始された時点では、どちらもある単一の、同じOノードの機能を反映するものと考えられてきた。つまり、強化結果の価値低減効果を媒介するA-O連合に参加するOノードと、弁別刺激の刺激性制御の転移を媒介するSd-O連合に参加するOノードは同じものであると仮定されていた(Colwill & Rescorla, 1988b, 1990a; Rescorla, 1990a, 1992a; この点はHolland, 2004も指摘している)。この仮定に立てば、強化結果の価値低減効果と刺激性制御の転移の間には、ある種の相関がみとめられることが予測される。たとえば、強化結果の価値低減操作が道具的行動の遂行を減弱させるとき、この強化結果を共有する弁別刺激の刺激性制御の転移も減弱することが期待され、また、弁別刺激やCSの刺激性制御の転移に対して高い感受性をもつ条件下の道具的行動の遂行は、強化結果の価値低減操作に対しても高い感受性をもつことが期待される。しかしながら、序論の1-5-1節でも論じたように、近年このような予測に一致しない結果が報告されはじめた。

Colwill and Rescorla (1990a)は、ある強化結果の価値低減操作はこの強化結果を用いて強化された道具的行動の遂行を減弱させたが、この強化結果を共有する弁別刺激の刺激性制御の転移にはほとんど影響しなかったことを報告した(同様の結果は、Holland, 2004; Rescorla, 1994bも報告している)。また、Holland (2004)は、被験体ラットの道具的学習を単一の強化結果(食物ペレット)を用いて訓練した場合、この訓練が過剰になると強化結果の価値低減効果は小さくなるが、逆にCSの刺激性制御の転移効果は大きくなることを報告した。さらに、ラットの道具的連鎖(A1→A2→O)について検討したCorbit and Balleine (2003)は、CSの呈示は強化結果の呈示と時間的に近接した道具的行動(A2)の遂行を促進させるが、被験体の食物はく奪スケジュールを緩和することによって強化結果の価値を低減すると、強化結

第5章 総合討論

果の呈示と時間的に隔絶された道具的行動(A1)の遂行が減弱することを発見した(これに関連する研究として, Balleine, Garner, Gonzalez, & Dickinson, 1995 も参照のこと)。

これらの知見は, 強化結果の価値低減効果と刺激性制御の転移の効果は実験的に分離できることを示している。つまり, 道具的学習の間に形成される連合構造に参加する O ノードはそれ以上分割できない表象の単位なのではなく, O ノードは強化結果の価値低減効果を媒介する要素と, 弁別刺激やCSの刺激性制御の転移を媒介する要素を, 比較的独立したものとして含むことを示唆する。このような知見を反映した道具的学習の要素的な理論的枠組みでは, パブロフ型条件づけにおける US の要素的連合モデルにならって, O ノードを感性的情報を符号化した要素と情動的情報を符号化した要素から構成されるものとみなしている (Holland, 2004)。

5-2-3. 誘因学習と Balleine (2001)のモデル

体系的な実験的研究の結果に基づいて提案された道具的学習の要素的な連合モデルとしては, Balleine (2001; 2005 も参照のこと)によって提案されたものが唯一である。そして, このモデルは本研究との関連において, 以下に示す3つの特長を有する。

第1の特長は, 強化結果の価値低減効果を説明できることである。強化結果が LiCl との対呈示や動因状態の操作によって価値低減されたとき, この強化結果を用いて訓練されていた道具的行動の遂行は減弱し, A-O 連合の形成を示唆する。しかし, どのような連合的, あるいは表象的な過程を通じて強化結果の価値低減操作が道具的行動の遂行を変調させるのか, という問題に対する理論的な回答は, これまでまったくと言ってよいほどなかった。

第2の特長は, このモデルは強化結果の同一性を符号化した感性的要素と, その価値を符号化した要素の間に独立性をもたせながらも, この両者の関連性についても記述しているため, 強化結果の価値低減効果と刺激性制御の転移の手続き的分離を示した研究の知見を説明するための理論的な枠組みを提供できることである。この理論的枠組みの概念図を Figure 5-1 に示した。

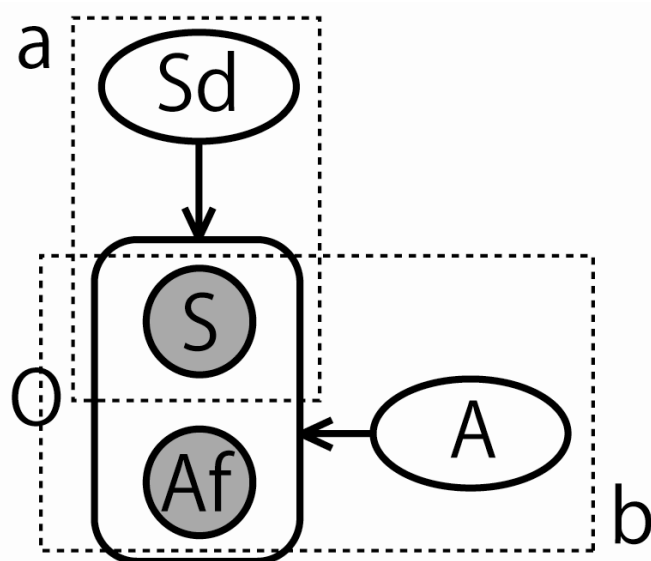


Figure 5-1. Schematic representation of relationship between instrumental associative structures and behavioral effects (transfer of Sd control and reinforcing outcome revaluation effect). Sd and A with circle are nodes corresponding to discriminative stimulus and instrumental action, respectively; A wavy rectangle is node corresponding to reinforcing outcome, in which sensory element (S) and affective element (Af) encoded are separately depicted. A rectangle with dashed line marked “a” is the structure that is assumed to be responsible for outcome-specific transfer of Sd control, whereas that marked “b” is the structure that is assumed to be responsible for outcome-specific reinforcing outcome revaluation effect.

弁別刺激の刺激性制御は、強化結果を共有する道具的行動の遂行に対して強く転移するという意味で、強化結果に対する特異性を示す(たとえば, Colwill & Rescorla, 1988b, 序論 1-4-2 を参照のこと)。このことは, Sd ノードと O ノードの感性的要素との間の興奮性リンクの機能を反映しており, 弁別刺激の呈示は O ノードの感性的要素の活性を作り出すことによって, 近い将来に到来する強化結果がどのようなものなのか(O の同一性)を生活体に予報していると考えられる(この主張の原型は, Trapold & Overmier, 1972 の二過程理論にみとめられる)。さらに, 強化結果に特異的な弁別刺激の刺激性制御の転移が強化結果の価値低減操作によって影響されないこと(Colwill & Rescorla, 1990a; Rescorla, 1994b; 関連する知見として, Holland, 2004 も参照のこと)は, 弁別刺激の刺激性制御の転移を媒介する O ノードの感性的要素は, O ノードの価値を符号化した要素と独立していることを示唆する(Figure 5-1 では a の点線長方形の内部に相当する)。これに対して, 強化結果の価値低減操作はその強化結果を用いて訓練された道具的行動の遂行を選択的に減弱させる, という強化結果の価値低

第5章 総合討論

減効果における強化結果特異性は、強化結果の同一性を符号化したOノードの感性的要素が強化結果の価値を符号化した要素と協調的に働くことを仮定しなければ理解することができない(Blundell, Hall, & Killcross, 2001; Dickinson & Balleine, 2002; Holland, 2004; Figure 5-1 ではbの点線長方形の内部に相当する)。

Balleine (2001)のモデルの第3の特長は、強化結果の価値低減操作が道具的行動の遂行を減弱させるために強化結果の摂取機会を必要とする理由を連合論的に説明できることである。したがって、弁別刺激の価値低減操作が道具的行動の遂行に影響するために強化結果の摂取機会を必要とすることを示した本研究の結果に対しても、合理的な説明を与えることが期待できる。

この点に関しては、研究2の実験2-2において述べたように、多くの研究が強化結果をLiClと対呈示する操作(風味嫌悪条件づけ)や、生活体の動因状態の操作による強化結果の価値低減は、それ単独では生活体の道具的行動の遂行を減弱させることはできず、このような価値低減の操作の後に生活体が強化結果を摂取してはじめて道具的行動の遂行を減弱させることを報告している(Balleine, 1992; Balleine & Dickinson, 1991, 1992, 1998a; Dickinson, Balleine, Watt, Gonzalez, & Boakes, 1995; Lopez, Balleine, & Dickinson, 1992; またこの現象に関する最近の包括的な評論として、Balleine, 2001; Balleine & Dickinson, 1998b; Dickinson & Balleine, 1994, 1995, 2002を参照のこと。しかし、価値低減操作の後に被験体に強化結果の摂取機会を与えずに道具的行動の遂行における減弱を示した研究として、Rescorla, 1992b, 1994c; Shipley & Colwill, 1996がある。このような結果の不一致を説明する重要な変数を明らかにした研究として、Paredes-Olay & Lopez, 2002も参照のこと)。

たとえば、ラットを被験体としたBalleine and Dickinson (1991, Experiment 1; この実験デザインをTable 5-1に示した)は、条件性風味嫌悪を用いた価値低減操作と強化結果の摂取機会を手続き的に分離するために、実験の第1段階では、まず被験体のレバー押しを水を強化結果として用いて十分に訓練し、その後に水を新奇なショ糖溶液に切り替えて1セッションだけ訓練した(このような強化結果の変更によって強化結果が新奇性を保持した場合、この新

第5章 総合討論

奇な強化結果と LiCl の対呈示は 1 回だけで十分な価値低減を生じると考えられた)。被験体の半数(IMM-群)にはこのセッションの終了直後に LiCl を注射し、シヨ糖溶液の価値を低減した。残りの半数の被験体(DEL-群)にはセッションの終了から十分な時間間隔を置いてから LiCl を注射した(すなわち、シヨ糖溶液の価値低減を受けない統制条件)。被験体のレバー押しに対するこの価値低減操作の影響を評価する消去テストに先立って、それぞれの群の半数の被験体にシヨ糖溶液を摂取する機会を与え(-Suc 群)、残りの半数のラットには水を摂取する機会を与えた(-H2O 群)。その結果、シヨ糖溶液の価値低減操作とその後のシヨ糖溶液の摂取機会を与えた被験体(IMM-Suc 群)だけが、消去テストのレバー押しの減弱を示した。

Table 5-1. Design of Experiment by Balleine and Dickinson (1991, Experiment 1).

Group	Phase 1	Phase 2	Phase 3
	(instrumental learning + outcome devaluation)	(exposure to outcome)	(Extinction test)
IMM-Suc	lever press → water	sucrose	lever press
IMM-H2O	lever press → sucrose-LiCl	water	
DEL-Suc	lever press → water	sucrose	
DEL-H2O	lever press → sucrose-----LiCl	water	

Note: “→” is instrumental contingency between lever pressing and reinforcing outcome; “-” is immediate LiCl injection, whereas “-----” is delayed LiCl injection.

Balleine and Dickinson (1991, Experiment 3)はさらに、ラットのレバー押しと鎖引きのそれぞれを、新奇なシヨ糖溶液と新奇な生理食塩水によって併行的に強化し、このセッションの終了直後に LiCl を注射して、シヨ糖溶液と生理食塩水の両者を価値低減した。その後、半数の被験体にシヨ糖溶液を摂取する機会を与え、残りの半数の被験体には生理食塩水を摂取する機会を与えた。レバーと鎖を同時に呈示した消去テストでは、価値低減操作の後に摂取させた強化結果を用いて訓練した道具的行動の遂行の減弱が観察された。

同様の結果は、条件性風味嫌悪ではなく、動因操作を用いて価値低減操作をおこなった研究においても確認されている。Balleine (1992, Experiments 3-5; この実験デザインは序論

第5章 総合討論

1-3-4, Table 1-4 に示した)は, 被験体ラットがホームケージで自由摂食できる時間を 1 日に 1.5 時間に限定し, このような高い空腹動因下でラットのレバー押しをペレット(プロテイン)を用いて強化した。その後, すべての被験体に対してホームケージでの自由摂食を許可し, 空腹動因を一時的に下げることによってペレットの価値を低減した。この低い空腹動因下で, 被験体の半数にペレットを摂取する機会を数回与え, 残りの半数の被験体にはそのような機会を与えなかった。その後の消去テストで被験体にレバーを呈示したとき, ペレットを摂取する機会を与えた被験体のレバー押しは, ペレットを摂取する機会を与えなかった被験体に比べて減弱した。

Dickinson and Balleine (1994)によれば, 強化結果の価値低減操作の後に強化結果を摂取する機会を被験体に与えたとき, 被験体がこの強化結果を摂取し, 知覚する過程で強化結果に新たに割り当てられた誘因価値に関する学習(誘因学習: incentive learning; Tolman, 1949a, 1949bも参照のこと)が進行する(Balleine, 2001, 2005; Dickinson & Balleine, 2002も参照のこと)。本研究 2 および 3 においても, 弁別刺激の価値低減による道具的行動の遂行の減弱は被験体に強化結果を摂取させた後に観察されたが, このことは強化結果の価値低減効果に内在する誘因学習と同様の過程が関与していたことを示唆する。

Balleine (2001)によれば, 道具的学習の強化結果に対応するノード(O ノード)は, 高い明瞭度(salience)をもった感性的特徴を符号化した要素(S1;この要素の数は少ない)と, 低い明瞭度をもった感性的特徴を符号化した要素(S2;この要素の数は多い), 条件性風味嫌悪や動因の変化といった強化結果の誘因価値を変更する操作に対して感受性を有する生物学的構造(B), そして, S1 が活性化したときに B に媒介されて出力される情動反応(Affective reaction), の4種類の要素から構成される。S1とS2の間には, Bとの間のリンク(評価的連合, evaluative association: EA)の強度を巡って競合が起きるが, S1はその明瞭度の高さ故にこの競合に勝利し, S1とBの間に強い評価的連合が形成される。

このモデルでは, 道具的行動(A)のノードはS1とS2の集合体との間に興奮性リンクを形成するが, 道具的行動の遂行強度を規定する強化結果全体の誘因価値は, 多数のS2と情動

第5章 総合討論

反応の間の連合によって決定される。条件性風味嫌悪を用いた価値低減の場合、Oノードの活性とLiClが誘導する内臓不快感(I)に対応するIノードの活性が重ね合わされると(これは、生活体が強化結果を摂取した直後にLiClを注射した場合と、表象媒介型条件づけにおいて弁別刺激やCSをLiClと対呈示した場合の両者で起こりうる)、Bが出力する情動反応が負(negative)の方向に変化する。これがBalleine (2001)が提案したモデルにおける、強化結果の価値低減操作が作り出す直接的な効果である。その後に生活体が強化結果を摂取し、これを知覚する過程(強化結果に対する完了的接触)で、Bを介して負の情動反応を出力するS1がS2と同時にサンプリングされるため、S2はここではじめて最新の情動反応と連合することができる。これが強化結果の価値低減操作が作り出す非直接的な効果であり、誘因学習の本質と言える。その結果、道具的行動の遂行強度に反映される強化結果全体の誘因価値の低減が完成する。このように、このモデルではOノードの感性的要素と、情動反応(これは、強化結果の誘因価値を符号化していると表現することもできる)は、直接的あるいは非直接的に絶えず関連づけられており、強化結果の価値低減効果における強化結果特異性を説明することができる。

5-2-4. 研究2の知見に基づくSd-O連合のモデル

Balleine (2001)が提案したモデルは、フリー・オペラント事態における強化結果の価値低減効果と誘因学習に対して連合論的な説明を与えたものなので、本研究が検討した道具的弁別学習における弁別刺激の価値低減効果を説明するためにこれを基に展開した連合モデルをFigure 5-2に示した。Figure 5-2では、強化結果のもっとも明瞭度の高い感性的要素をS1、明瞭度の低い感性的要素をS2からS5、弁別刺激をSd、道具的行動をAとして、それぞれ模式化した。

研究2で得られた知見に基づいて、Balleine (2001)のモデルに新たに付け加えられた仮定は、道具的弁別学習の間にSdノードはOノードのもっとも明瞭な感性的要素(S1)のみとの間に興奮性リンクを形成するというものである(Figure 5-1の*で示した興奮性リンク)。研究2

では、弁別刺激と LiCl の対呈示は新奇な強化結果の摂取を減少させ、この新奇な強化結果に特異的な条件性風味嫌悪の証拠が示された(実験 2-2 と 2-3)。このことは、弁別刺激の呈示が B を活性化させ、そしてこの B が LiCl によって誘導される内蔵不快感の効果を受け付けたことを意味する。その結果、S1 が出力する情動反応は負の方向に変化したと考えられる。もし、Sd ノードが S1 との間に興奮性リンクを形成していなかったのであれば、情動反応を変化させることは不可能である。

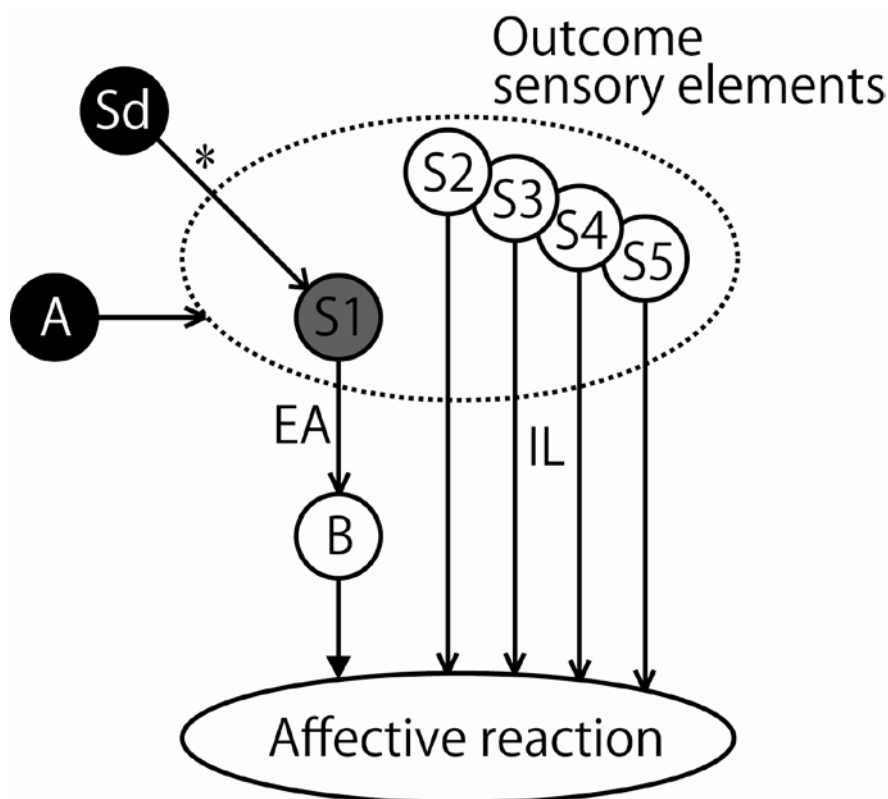


Figure 5-2. A model of associative and representational structure acquired during instrumental discrimination learning based on the results of study 2. Here instrumental outcome, associated with discriminative stimulus (Sd) and instrumental action (A) is illustrated as composed of several sensory elements (S1-S5), the most salient of which (S1) is only used in an evaluative association (EA) with biological motivational structure (B) that generates affective reaction. Incentive learning (IL) reflects the formation of associations between the low salient sensory elements (S2-S5) and the affective reaction. Open arrow denotes acquired association whereas solid arrow represents innately fixed connection.

実験 2-3 では、弁別刺激の価値低減は被験体が強化結果を摂取する機会をもった後に道具的行動の遂行を減弱させた。このことは、道具的行動の遂行強度は多数の明瞭度の低い要素(S2 から S5)と負の方向に変化した情動反応の間の連合の形成(誘因学習: IL)に依存し

第5章 総合討論

ており、この誘因学習は強化結果のすべての感性的要素(S1 から S5)が同時にサンプリングされた強化結果の摂取テストの間におこったことを示唆する。他方で、実験 2-2 および 2-3 では、弁別刺激の価値低減操作や、強化結果の摂取テストの前に実施した消去テスト1において弁別刺激を何度も被験体に呈示した。しかし、消去テスト1では道具的行動の遂行の減弱は示されず、したがって、このような弁別刺激の単独呈示は誘因学習を引き起こさなかったと考えられる。このことは、道具的弁別学習の間に Sd ノードと S2 から S5 の間に興奮性リンクが獲得されなかったことを示唆する。なぜなら、もしそのような興奮性リンクが形成され、弁別刺激の呈示が S1 だけでなく、S2 から S5 をも活性化できるのであれば、弁別刺激の価値低減の後の弁別刺激の単独呈示の間に S2 から S5 の要素は負の情動反応と連合し、道具的行動の遂行は強化結果の摂取機会がなくとも減弱したはずだからである。

実験 2-2 の消去テストの結果と実験 2-3 の消去テスト2の結果の比較からは、新奇なテスト環境ではなくオペラント・チャンバー内で被験体に強化結果の摂取機会を与えると、弁別刺激の価値低減の効果が明瞭になることがわかった。この新しいモデルの枠組みからは、被験体が強化結果を摂取するときの文脈は、誘因学習の過程に影響することによって道具的行動の遂行に対する弁別刺激の価値低減の効果を調整すると考えられる。おそらく、訓練文脈とは異なる文脈(実験 2-2 で用いた摂取テストケージ)は、強化結果の摂取の間に被験体が経験する S2 から S5 の知覚的特性を変調させることによって、誘因学習の過程に干渉したのだろう。逆に、訓練文脈ではそのような知覚的な干渉がみとめられず、誘因学習が十分に進行したのだと考えられる。

5-2-5. 研究3の知見に基づく Sd-O 連合のモデル

研究3では、研究2と異なる手続きを用いることによって新たな2つの知見を得た。したがって、新しいモデルはこれらをも説明する必要がある。第1の知見は、弁別刺激の価値低減は、この弁別刺激と強化結果を共有するが、弁別刺激との随伴性をもたないフリー・オペラント訓練を受けたターゲット行動の遂行にも影響したことである。実験 3-1 および 3-3 では、強化

第5章 総合討論

結果の摂取テスト後の消去テスト2で、刺激を呈示しなかった期間(ITI)のターゲット行動は減弱した。また、実験3-1, 3-2, および3-3では、強化結果の摂取テスト前の消去テスト1で、価値低減した弁別刺激の刺激性制御はターゲット行動に対して転移しなくなった。第2の知見は、弁別刺激の価値低減の効果をCS価値低減の効果と比較することによって得られた。CSの価値低減操作は、弁別刺激の価値低減操作と同様に、強化結果を共有するターゲット行動の遂行を減弱させた(実験3-3, 消去テスト2のITI期間中の結果)。さらに、弁別刺激の価値低減によって強化結果の摂取が抑制される証拠を得たが、CS価値低減は強化結果の摂取に対して影響を及ぼさなかった。これらの知見を説明するために、Figure 5-2のモデルに改良を加えたものをFigure 5-3に示した。

Sd ノードや A ノードが形成する基本的な興奮性リンクについては、先のモデルと同様に仮定した。すなわち、Sd ノードは O ノードの感性的要素の中でもっとも明瞭度の高い要素(S1)との間に興奮性リンクを形成する。この興奮性リンクが機能すると、情動反応を出力する生物学的構造である B が活性化すると考えられる。A ノードは O ノードの感性的要素の集合体との間に興奮性リンク(†で示したリンク)を形成し、したがって、弁別刺激の価値低減によって道具的行動の遂行が減弱するためには、被験体が強化結果を摂取することによって明瞭度の低い感性的要素(S3-S5)と負の方向に変化した新しい情動反応が連合する必要がある。

Figure 5-2のモデルとは異なり、Figure 5-3のモデルではS1とAノードの間には逆行的な興奮性リンク(‡で示したリンク)が形成され、さらにこの興奮性リンクは情動反応による調整(---●)を受け付けることが仮定されている。道具的行動と強化結果の間の強化随伴性によってこのような逆行的な興奮性リンクが形成されることを仮定すると、弁別刺激が呈示されてSdノードの活性が作り出されたとき、S1の活性に媒介されてAノードの活性が導かれ、この結果として道具的行動の遂行が促進されること(弁別刺激の刺激性制御)を説明することができる。逆行的なO-A興奮性リンクは、道具的行動の遂行を連合論的に説明するために、これまでに多くの理論家によって提案されてきたものでもある(たとえば、Asratyan, 1974; Pavlov, 1932; Rescorla, 1992a, 1994b; この問題に関する評論として、Gormezano & Tait, 1976を参照のこ

と)。弁別刺激の価値低減の後にS1が(Bを介して)出力する情動反応が負の方向に変化されている場合、この情動反応はS1→Aリンクの働きに干渉し、弁別刺激の刺激性制御が失われると考えられる。

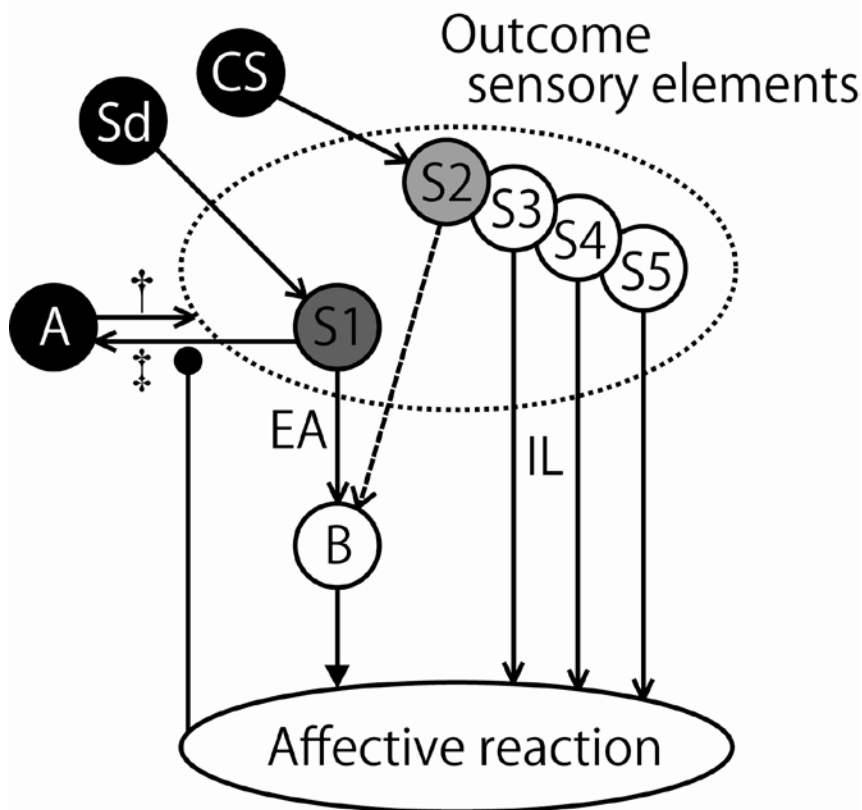


Figure 5-3. A model of associative and representational structure acquired during discrimination learning based on the results of studies 2 and 3. Here instrumental outcome, associated with discriminative stimulus (Sd), conditioned stimulus (CS) and instrumental action (A) is illustrated as composed of several sensory elements (S1-S5), the most salient (S1) and the second-most salient (S2) of which is used in an evaluative association (EA) with biological motivational structure (B) that generates affective reaction. Incentive learning (IL) reflects the formation of associations between the low salient sensory elements (S3-S5) and the affective reaction. Open arrow denotes acquired association whereas solid arrow represents innately fixed connection.

表象媒介型条件づけの先行研究の結果(たとえば, Holland, 1981, 1998, 2005, 2008)と異なり, 本研究 3 では CS の価値低減による強化結果の摂取の減弱は観察されなかった。この原因はおそらく, 本研究で用いた CS の持続時間が(弁別刺激の持続時間と対応させるために)典型的なパブロフ型条件づけにおいて用いられるものよりも長かった, という事実に求められる。持続時間が短い CS(CS のオンセットと US の呈示の間の時間間隔が短い CS)は, 持続

第5章 総合討論

時間が長い CS(CS オンセットと US の呈示の間の時間間隔が長い CS)に比べて、完了性の CR を引き起こす力が強いことが知られている。たとえば、VanDercar and Schneiderman (1967)はウサギを被験体とし、CS として純音を、US として目の付近への電撃を用いたパブロフ型条件づけをおこなった。短い持続時間をもった CS に対しては、完了性の CR である瞬目反応と、準備性の CR である心拍の増加の両者がみとめられたが、相対的に長い持続時間をもった CS に対しては瞬目反応は観察されず、心拍の増加だけがみとめられた。同様の結果は Ginn, Valentine, & Powell (1983)によっても報告されており、この研究では被験体ラットに対して、0.5 秒あるいは 4 秒の持続時間をもった純音を CS、脚への電撃を US としたパブロフ型条件づけを施した。その結果、被験体は 0.5 秒の CS に対しては脚を曲げる完了性 CR を獲得したが、4 秒の純音に対して同じ CR を獲得することはなかった。パブロフ型条件づけにおける US の要素的な連合モデルの枠組み(5-2-1 を参照のこと)からは、相対的に短い持続時間をもった CS のノードは、US の感性的要素との間に興奮性リンクを形成し、同時にこの CS のノードは US の情動的要素との間にも興奮性リンクを形成する。完了性の CR は前者の興奮性リンクを通じて、準備性の CR は後者の興奮性リンクを通じて作り出される。しかし、相対的に長い持続時間をもった CS のノードは US の感性的要素との間に興奮性リンクを形成することができないため、完了性の CR は示されないと考えられる(たとえば、Bombace, Brandon, & Wagner, 1991; Konorski, 1967; Wagner & Brandon, 1989)。

この視点からは、CS 価値低減による US(食物ペレットやショ糖溶液)の摂取の抑制を示した Holland (1981, 1998, 2005)の研究では CS の持続時間は 10 秒であり、また、Holland (2008)の研究では 5 秒であったため、これらの CS のノードと US の感性的要素との間に強い興奮性リンクが形成されたと考えられる。したがって、CS の価値低減(CS-LiCl 対呈示)による US の摂取の抑制は、CS 呈示が作り出す US の感性的要素の活性に媒介されていたのだろう。一方、30 秒の CS を用いた本研究 3 の実験 3-3 では、この CS のノードは US の感性的要素との間に興奮性リンクを形成することができず、したがって CS 価値低減は US の摂取の抑制という効果を作り出すことができなかったと考えられる。

第5章 総合討論

強化結果の呈示からの時間的な距離に応じて獲得される連合構造が変わるという仮定は、道具的学習に関する Balleine (2001)の連合モデルにも取り入れられており、ここでは刺激や道具的行動(A)は、強化結果の呈示からの時間的な距離に応じて異なるOノードの感性的要素と連合することが仮定されている。強化結果の呈示と時間的に近接した刺激や道具的行動のノードは、Oノードにおけるもっとも明瞭度の高い感性的要素(S1)との間に興奮性リンクを形成するが、この興奮性リンクは、強化結果の呈示から時間的に隔てられた別の刺激や道具的行動のノードがS1との間に興奮性リンクを形成することに干渉し(隠蔽: overshadowing), その結果、強化結果の呈示から時間的に隔てられた刺激や道具的行動のノードはOノードにおける明瞭度の低い感性的要素との間に興奮性リンクを形成する。

本研究の結果を説明するための新たな連合モデル(Figure 5-3)でもこの仮定を取り入れ、30秒の持続時間をもったCSのノードはS1との間に興奮性リンクを形成することができず、より明瞭度の低いS2との間に興奮性リンクを形成すると考えた。このS1とS2は、Bとの間のリンク(評価的連合: EA)の強度を巡る競合関係にあるが、より高い明瞭度をもったS1はこの競合に勝利し、その結果、S1-Bリンクは強く形成されるが、S2-Bリンクは相対的に弱く形成されると考えた。したがって、CSをLiClと対呈示してこのCSを価値低減したとき、CSノードが作り出すS2の活性は弱いながらもBの活性を導き、このBはLiClが誘導する内蔵不快感に影響されて出力する情動反応を負の方向に変化させると考えられる。ただし、実験3-3において、CSの価値低減によって強化結果の摂取がほとんど抑制されなかったことを鑑みると、このような情動反応の変化はそれほど大きなものではなかったと考えられる。

しかし、CS価値低減の後に被験体に強化結果を摂取させたとき、明瞭度の低いS3, S4, S5とこの負の方向に変化した情動反応との間の新たな連合形成である誘因学習は進行し、この強化結果を用いて訓練した道具的行動の遂行は減弱したと説明できる。また、(価値低減されたかどうかに関わらず)CSの呈示が強化結果を共有する道具的行動の遂行をITIの水準に比べて促進しないのは、この促進的効果において重要な役割を果たすS1-A連合にアクセスするための興奮性リンクをCSノードがもたないことを意味し、したがってCSノードとS1の

間に興奮性リンクが形成されない、という仮定と矛盾しない。

この新しい連合モデルにおけるCSノードの連合構造に関する部分の妥当性は、様々な持続時間をもったCSを用いたパブロフ型条件づけの後のCS価値低減が、強化結果の摂取およびCSと強化結果を共有する道具的行動の遂行に与える影響を体系的に検討することによって検証することができると思われる。このような研究はこれまでに報告されていないが、上記の説明を鑑みると理論的に重要な意味をもつ。しかし、ここに提案した新しい連合モデルでは、CSノードがS1との間に興奮性リンクを形成できないような時間的条件と同じ条件にある弁別刺激のノードが、いわば特権的に、S1との間に興奮性リンクを形成できると仮定している点が重要である。おそらく、弁別刺激は他の道具的学習の要素(道具的行動や、マガジン反応など)に対応したノードやCSノードがOノードの要素と連合するときに従う時間的な制約を受けないのだろう。この仮定は、弁別刺激とCSのそれぞれのノードが同じ連合構造に参加すると主張した二過程理論に挑戦し、弁別刺激とCSの呈示が作り出す行動効果を手続き的に分離することによってSd-O連合とCS-O連合の特性を分離した先行研究の結果(序論 1-4-3を参照のこと)を合理的に説明する上で重要な鍵となるものである。

5-2-6. 従来の所見との関連における新しいモデルの評価

道具的弁別学習後の弁別刺激の価値低減の効果を検討した一連の実験的検討の結果に基づいて本研究が最終的に提案した新しい連合モデルは、以下のように、3つの主たる特徴をもつ：

(a) Sdノードは、最新の情動反応を出力する生物学的構造(B)と直接連合したもっとも明瞭なOノードの感性的要素(S1)との間に興奮性リンクを形成し、AノードはこのS1を含むOノードの複数の感性的要素の集成体との間に興奮性リンクを形成する。したがって、道具的行動の遂行強度に反映される強化結果の全体的な誘因価値は、明瞭度の低いOノードの感性的要素が生活体の強化結果の摂取を通じて最新の情動反応と連合することによって変化する。

(b) 弁別刺激と強化結果の間の時間的な布置と同じ条件下に置かれた CS のノードは、明瞭度の低い O ノードの感性的要素(S2)との間に興奮性リンクを形成する、したがって、道具的弁別学習において形成される Sd-O 連合は、パプロフ型条件づけの CS-O 連合と異なる特性をもつといえるが、それは Sd ノードと CS ノードのそれぞれが興奮性リンクを形成する O ノードの感性的要素の明瞭度が異なるからである。

(c) S1 と A ノードの間には興奮性リンク(S1-A 連合)が形成されるが、これは S1 の活性が (B に媒介されて)作り出す情動反応による調整を受ける。

新しいモデルのこのような特徴は、Sd-O 連合が CS-O 連合に還元できないことを示した研究(序論 1-4-3 を参照のこと)の結果を説明することができる。阻止のデザインを用いた Holman and Mackintosh (1981)は、弁別刺激として確立した刺激は、これを別の刺激と複合して CS として訓練したとき、この追加した刺激が CS としての機能を獲得することを阻止しないことを示した(また、CS として確立した刺激は、これを別の刺激と複合して弁別刺激として訓練したとき、追加した刺激が弁別刺激としての機能を獲得することを阻止しなかった、序論 Table 1-8 および 1-9 を参照のこと)。新しいモデルによれば、ある強化結果の呈示との間に同じ時間的布置を有する弁別刺激と CS があつた場合、Sd ノードは CS ノードに優先して O ノードのもっとも明瞭度の高い感性的要素との間に興奮性リンクを形成する。逆に言えば、弁別刺激と同じ時間的布置を有する CS のノードは、O ノードのより明瞭度の低い感性的要素との間にのみ興奮性リンクを形成する。つまり、弁別刺激と CS のそれぞれのノードは O ノードとの間に質的に異なる連合構造を形成するため、両者の間には阻止のような妨害的な相互作用はみとめられないと考えられる。

Colwill and Rescorla (1988b, Experiment 3; また同様の結果を報告した研究として、Rescorla, 1994a も参照のこと)は、弁別刺激の呈示は強化結果を共有する道具的行動の遂行を、刺激を呈示していない期間の水準に比べて促進させるが、CS の呈示はそのような促進効果をもたないことを示した(序論 Table 1-10 を参照のこと)。新しいモデルでは、これは O ノードのもっとも明瞭な感性的要素(S1)と A ノードの間に形成される興奮性リンク(Figure 5-3 の

第5章 総合討論

‡)の役割によって説明できる。Sd ノードは S1 を活性化させることによってこのリンクを機能させ、A ノードの活性を作り出すことができる(この A ノードの活性は、道具的行動の遂行の促進に直接的に反映される)。一方、弁別刺激と同じ時間的条件の CS のノードは S1 を活性化するための興奮性リンク(CS-S1 連合)をもたず、A ノードの活性を作り出すことはできないと考えられる。

Colwill and Rescorla (1988b)の結果とは異なり、Kruse, Overmier, Konz, & Rokke (1983)は、CS の呈示が強化結果を共有する道具的行動の遂行に対して促進的な効果をもつことを示した(序論 Table 1-5 を参照のこと)。彼らの実験では CS の持続時間は 3 秒であり、本研究のモデルの基になった研究 3 の実験 3-3 および Colwill & Rescorla (1988b)が用いた 30 秒の CS と比べるとその持続時間はかなり短い(したがって、CS 呈示のオンセットと強化結果の呈示の時間間隔は短い)。このような CS のノードは S1 との間に興奮性リンクを形成することが可能であり、故に S1-A 連合を通じて CS 呈示は道具的行動の遂行を促進したと考えられる。本研究が提案した新しい連合モデルでは、CS の持続時間を変化させるとその CS に対応するノードと連合する O ノードの感性的要素が変化すると考えている。一方、弁別刺激のノードはその持続時間に関わらず、S1 との間に興奮性リンクを形成できると考えている。

Sd-O 連合の特性に関する議論において、これが CS-O 連合に還元できないことを示す研究の結果が報告されたとき、Sd ノードは A-O 連合との間に階層的な連合を形成するというモデルが主張された(序論 1-5-1 を参照のこと)。さらに、Colwill and Rescorla (1990b, Experiment 2)はラットを被験体とし、このような階層的な連合構造の形成の証拠を示した(その実験デザインを Table 5-2 に示した)。この実験の第 1 段階では、ある弁別刺激(Sd1)の呈示下の A1 と A2(レバー押しと鎖引き)のそれぞれの遂行を O1 と O2(食物ペレット,あるいはショ糖溶液)で強化し(A1→O1, A2→O2), 別の弁別刺激(Sd2)の呈示下では道具的行動と強化結果の関係を逆にして、A1 の遂行が O2 を、A2 の遂行が O1 を生じる訓練(A1→O2, A2→O1)を施した。この学習が完成した後の第 2 段階では、O1 のみを LiCl と対呈示することによって価値低減し、最後の消去テストにおいて、Sd1 と Sd2 の呈示下の A1 と A2 の遂行に

第 5 章 総合討論

対する影響を評価した。その結果、被験体は Sd1 呈示下では A1 の遂行を減弱させ、Sd2 呈示下では A2 の遂行を減弱させた。

Table 5-2. Design of Experiment by Colwill and Rescorla (1990b, Experiment 2).

<i>Phase 1</i> (discrimination training)	<i>Phase 2</i> (outcome devaluation)	<i>Phase 3</i> (extinction test)
Sd1: A1→O1, A2→O2	O1-LiCl	Sd1: A1 vs. A2 (A1 < A2)
Sd2: A1→O2, A2→O1	O2- φ	Sd2: A1 vs. A2 (A1 > A2)

Note: Sd1 and Sd2 are light and noise, counterbalanced; A1 and A2 are lever pressing and chain pulling, counterbalanced; O1 and O2 are food pellet and sucrose solution, also counterbalanced; “:” and “→” are discriminative control, and instrumental contingency between action and reinforcing outcome; “-LiCl” is paired presentation of lithium chloride i.p. injection.

この実験では、A1 と A2 のそれぞれが O1 と O2 の両者と随伴性をもち、Sd1 と Sd2 のそれぞれも O1 と O2 の両者と随伴性をもっていた。したがって、消去テストの結果パターンは A-O 連合や Sd-O 連合といった二項連合(binary associations)の形成とその機能から説明することはできず、被験体が三項随伴性の要素である弁別刺激、道具的行動、そして強化結果の 3 者間の関係を符号化した単一の連合構造をもつことが示唆された(同様の示唆をおこなう知見は、Colwill & Delameter, 1995; Rescorla, 1990b, 1990c によっても報告されている)。Colwill (1994)と Rescorla (1991)は、このような連合構造として A-O 連合を 1 つのユニットとし、これが Sd ノードとの間に興奮性リンクを形成するという Sd-(A-O)連合構造を主張した(Holland, 1992 は、パブロフ型条件づけの特徴正弁別における同様の階層的連合構造を提案しているので参照のこと)。

Sd ノードは、A ノードや CS ノードが O ノードの要素との間に興奮性リンクを形成するときに従う時間的制約に従わず、常に、もっとも明瞭度の高い O ノードの要素である S1 との間に興奮性リンクを形成することができる、という本研究が提案した新たな連合モデルの仮定は、一見すると、道具的学習におけるこのような階層的連合構造に合致しているように見える。しか

しながら、この仮定のみでは生活体が弁別刺激、道具的行動、そして強化結果の間の関係を一度に符号化していることを示した研究の結果を説明することはできない。この問題に関連して、二項連合の立場から Colwill や Rescorla の研究の結果を説明するために、Urcuioli (2005)は弁別刺激(たとえば、光刺激やノイズ)と操作体(たとえば、レバーや鎖)が形態化(configuration)し、この形態化ノードがOノードとの間に興奮性リンクを形成する連合モデルを提案した(改訂二過程理論: modified two-process theory; DeMarse & Urcuioli, 2005も参照のこと)。このモデルによれば、たとえば Colwill and Rescorla (1990b)の被験体が弁別訓練時に Sd1 の呈示下で A1 操作体(たとえば、レバー)を知覚すると、(Sd1+A1)という形態化弁別刺激が形成され、これが O1 ノードと連合する([Sd1+A1]→O1, 同様に、[Sd1+A2]→O2, [Sd2+A1]→O2, [Sd2+A2]→O1 のそれぞれの連合構造が形成される)。したがって、O1 価値低減操作の後の消去テストで Sd1 が呈示されたとき、被験体は(Sd1+A1)→O1 連合に基づいて A1 を遂行することをひかえ、Sd2 が呈示されたときには(Sd2+A2)→O1 連合に基づいて A2 を遂行することをひかえる。しかしながら、このような形態化モデルがおこなう予測は階層的なモデルと完全に同じであり、道具的学習の連合モデルとしていずれがより妥当なのかを判定することはほとんど不可能である(Colwill, 1994; DeMarse & Urcuioli, 2005; Holland, 1992 を参照のこと)。ただし、形態化モデルは弁別刺激の概念を拡張することによって従来の Sd-O 連合を拡張したものであり、本研究が提案する新たな連合モデルの枠組みとの間で大きな齟齬を生じない。本研究の結果に基づく今後の検討においては、この形態化連合の可能性を視野に入れることが必要かつ重要になるだろう。

5-3. 今後の研究の展望

5-3-1. 表象媒介型条件づけにおける連合リンクの性質

本研究の実験的検討は、弁別刺激の呈示が道具的弁別学習の間に獲得された Sd-O 連合を通じて作り出した O ノードの活性が、LiCl が誘導する I ノードの活性と重ね合わされた

第5章 総合討論

き、この両者のノード間に興奮性リンク (excitatory link)が形成される、という表象媒介型条件づけの仮定に基づいておこなわれた。実際に、弁別刺激の価値低減が強化結果の摂取や道具的行動の遂行を減弱させるという結果のパターンが複数の実験において繰り返し示され、本研究が用いた実験パラメータの制御下では、この仮定は妥当であったと言える。しかしながら、表象媒介型条件づけは常に興奮性リンクを生じるのかという問題に関しては、これまでに実証的な検討の蓄積と、それに基づいた理論的な議論がさかんにおこなわれてきた。

Wagner (1981)によって提案されたパブプロフ型条件づけの SOP モデルの枠組みでは、連合リンクの形成時に実際に生活体に呈示した事象のノード活性(知覚的活性)は A1 活性状態 (active 1)、連合リンクの形成時に生活体に実際に呈示しないが、別の事象との間の既存のリンクを通じて作り出されたノード活性(表象的活性)は A2 活性状態 (active 2;この A2 活性状態は、A1 活性状態が時間の経過とともに衰退することによっても生じる)、として概念化される。この枠組みでは、(CSとUSを対呈示する典型的なパブプロフ型条件づけである)知覚媒介型条件づけは、CSとUSのノードがともに A1 活性状態のとき、このノード間に興奮性リンクが形成され、CSノードが A1 活性状態、USノードが A2 活性状態のとき、このノード間に抑制性リンク (inhibitory link)が形成される、という規則に支配されていることになる。CSノードが A2 活性状態、USノードが A1 活性状態をとると考えられる表象媒介型条件づけや、両ノードがともに A2 活性状態のときの連合学習の可能性は、SOP モデルでは否定されている(Wagner, 1981)。

Holland (1983b)は、この SOP モデルに追加的な学習規則を導入し、CSノードが A2 活性状態、USノードが A1 活性状態のとき、このノード間に興奮性リンクが形成され、他方、両ノードがともに A2 活性状態のときには抑制性リンクが形成されること仮定して、表象媒介型条件づけを説明した。つまり、Holland (1983b)によれば、知覚媒介型条件づけと表象媒介型条件づけの両者において形成される連合リンクの性質は、USノードの活性状態に依存して決定される。

これに対して、Dwyer, Mackintosh, and Boakes (1998)は、CSとUSの両者のノードが A2 活性状態にあるときこれらのノード間に興奮性のリンクが形成されることを示す実験結果を報告

第5章 総合討論

し, Holland (1983b)の主張に疑問を投げかけた。彼らの実験デザイン(Experiment 1)を Table 5-3 に示した。ラットを被験体とし, 実験の第1段階ではある文脈(文脈 X)でペパーミント風味の水を摂取させ, 別の文脈(文脈 Y)でアーモンド風味のショ糖溶液を摂取させた。その後の第2段階では, 半数の被験体(A2-A2 群)に対しては文脈 X でアーモンド風味の水を摂取させ, 残りの半数の被験体(統制条件, C 群)に対しては文脈 Y でアーモンド風味の水を摂取させた。この訓練の結果, 第3の文脈(文脈 Z)でペパーミント風味の水が呈示したテストで, A2-A2 群の動物は C 群の動物よりもこれを多く摂取した。つまり, A2-A2 群ではペパーミントに対する風味選好が条件づけられていたことが明らかになった。

Table 5-3. Design of Experiment by Dwyer, Mackintosh, & Boakes (1998, Experiment 1).

<i>Group</i>	<i>Phase 1</i>	<i>Phase 2</i>	<i>Phase 3</i> (test)
A2-A2	Context X: peppermint	Context X: almond	Context Z: peppermint?
	&		
C	Context Y: almond-sucrose	Context Y: almond	

Note: peppermint and almond are flavored solutions presented. Context X, Y, and Z are discriminably different cages.

SOP モデルの枠組みでは, A2-A2 群の被験体に文脈 X でアーモンド風味の水を摂取させたとき, 文脈 X の呈示はそれと連合したペパーミントの風味のノードにおける A2 活性状態を作りだし, アーモンド風味の水の摂取はそれと連合したショ糖のノードにおける A2 活性状態を作り出す。したがって, Dwyer et al. (1998)の研究は, A2 活性状態のペパーミントのノードと, やはり A2 活性状態のショ糖のノードが重ね合わされたとき, Holland (1983b)が提案した SOP モデルの改訂版の予測とは逆に, これらのノード間に興奮性のリンクが形成されることを示唆する。

Dickinson and Burke (1996)は, ヒトの因果性判断に関する実験的な事実(回顧的再評価: retrospective revaluation; たとえば, Dickinson, 2001; Larkin, Aitken, & Dickinson, 1998)に基づき, CS ノードが A2 活性状態, US ノードが A1 活性状態のとき, これらのノード間に制止

第5章 総合討論

性リンクが形成され、両ノードがともに A2 活性状態のときには興奮性リンクが形成される、という Holland (1983b)とは異なる学習規則を SOP モデルに追加した。この考え方では、知覚媒介型条件づけと表象媒介型条件づけの両者において形成される連合リンクの性質は、CS ノードと US ノードの活性状態が一致しているかどうかによって決定される(定式化されたモデルとして、Aitken & Dickinson, 2005 を参照のこと)。

このように、CS ノードが A2 活性状態、US ノードが A1 活性状態をとるという本研究が用いた事態でこれらのノード間に形成される連合リンクの性質に関しては、様々な実験パラダイムから得られた結果がまったく正反対の結論を下しており、個々の実験事実のみを説明するための異なる連合モデルが提案されてきた。しかし、最近のいくつかの研究は表象媒介型条件づけにおいて形成される連合リンクの性質を決定する別の要因の存在を明らかにしつつある。最近特に注目されている要因は、CS ノードと US ノードの活性における時間的な布置である。

たとえば、ラットを被験体として用いた Holland and Sherwood (2008, Experiment 1; この実験デザインを Table 5-4 上段に示した)は、実験の第 1 段階で P-P 群および P-U 群の被験体に対してある光刺激と純音を対呈示するパブロフ型条件づけ(L1-tone)を訓練し、U-P 群の被験体に対しては L1 と純音の非対呈示(L1/tone)を施した。また、すべての被験体に対して別の光刺激をシヨ糖溶液と対呈示するパブロフ型条件づけ(L2-sucrose)を訓練した。第 2 段階では、P-P 群および U-P 群の被験体に対しては L1 を時間的に L2 に先行するように呈示し、P-U 群の被験体に対しては L1 と L2 の非対呈示を経験させた。最後のテストで純音呈示下の被験体の反応を評価したとき、シヨ糖の到来に対する被験体の予期を反映するマガジン反応は P-P 群において他の 2 群よりも大きいことが明らかになった。この結果は、P-P 群の被験体が純音ノードとシヨ糖ノードの間の興奮性リンク(純音-シヨ糖連合)を獲得したことを示唆するものであった。

Table 5-4. Design of Experiments by Holland and Sherwood (2008, Experiments 1 and 3).

<i>Group</i>	<i>Phase 1</i>	<i>Phase 2</i>	<i>Phase 3 (test)</i>
<i>Experiment 1</i>			
P-P	L1-tone, L2-sucrose	L1-L2	
P-U	L1-tone, L2-sucrose	L1/L2	tone?
U-P	L1/tone, L2-sucrose	L1-L2	
<i>Experiment 3</i>			
Simultaneous		L1+L2	
Backward	L1-tone, L2-sucrose	L2-L1	tone-sucrose
Unpaired		L1/L2	

Note: L1 and L2 are a steady light and flashing light, respectively; “-”, “+”, and “/” refer to serial pairing, simultaneous pairing, and unpairing, respectively.

続く実験(Holland & Sherwood, 2008, Experiment 3; この実験デザインを Table 5-4 下段に示した)では, 実験第 1 段階ですべての被験体に L1 と純音の対呈示と L2 とショ糖の対呈示の 2 つのパブロフ型条件づけを訓練した。第 2 段階では先の実験の第 2 段階の手続きに変更を加え, Simultaneous 群の被験体に対しては L1 と L2 の同時呈示を経験させ, Backward 群のラットに対しては L2 が L1 に先行する対呈示(逆行対呈示)を経験させた。統制条件である Unpaired 群のラットに対しては L1 と L2 の非対呈示を経験させた。テストではすべての被験体に純音とショ糖を対呈示し, この純音の呈示下のマガジン反応の獲得速度を比較した(条件性制止の遅延テスト)。その結果, Simultaneous 群と Backward 群の被験体は, Unpaired 群の動物よりもゆっくりとマガジン反応を獲得することがわかった。この結果は, 第 2 段階で L1 と L2 の同時呈示や逆行対呈示を経験した被験体は, 純音とショ糖のノード間に制止性リンクを獲得したことを示唆するものであった。

これらの実験では, L1 と L2 を対呈示するときの時間的な関係は, このそれぞれが作り出す純音(CS)ノードの A2 活性とショ糖(US)ノードの A2 活性の時間的な関係に反映されると考えられる。したがって, Holland and Sherwood (2008)の結果は, CS ノードの A2 活性が US ノードの A2 活性に時間的に先行する場合にはこれらのノード間に興奮性リンクが形成され, CS ノ

第5章 総合討論

ードの A2 活性が US ノードの A2 活性と同時か、逆に CS ノードの A2 活性が US ノードの A2 活性に時間的に後続する場合には抑制性リンクが形成されることを示唆する(同様の示唆は Wheeler, Sherwood, and Holland, 2008 の研究からも得られている, また, 同様の結果を予測した評論として Dwyer, 2003 を参照のこと)。知覚媒介型条件づけでは, CS 呈示を US 呈示に先行させた場合に興奮性リンクが形成され, CS 呈示を US 呈示に後続させた場合に抑制性リンクが形成されることがわかっている(たとえば, Moscovitch & LoLordo, 1968; Plotkin & Oakley, 1975, Wagner, 1981)。したがって, 表象媒介型条件づけにおける CS ノードと US ノードの間の連合リンクの性質は, 知覚媒介型条件づけの連合リンクの性質を決定する時間的条件によって同様に決定されることが示唆された。故に, 少なくともラットを被験体として用いた欲求性事態では, CS ノードが A2 活性状態をとり, それに時間的に後続するように US ノードが A1 活性状態をとる表象媒介型条件づけ(たとえば, Holland, 1981, 1990; Ward-Robinson & Hall, 1996, 1999)においても, CS と US のノード間には常に興奮性リンクが形成されると考えてもよいであろう(しかし, 実際にこれを実証した研究は報告されていない)。

本研究 1 においては, 弁別刺激の価値低減操作で持続時間 10 秒の弁別刺激を 3 回, 20 秒の ISI をもって被験体に呈示した後に, これに LiCl を注射して内臓不快感(I)を経験させた。また, 本研究 2 と 3 では 30 秒の弁別刺激を 3 回呈示した後に LiCl を注射した(ISI の平均持続時間は 90 秒であった)。このような手続きの時間的布置では, 弁別刺激の呈示が作り出した O ノードの活性は, I ノードの活性に時間的に先行していたと考えられる。したがって, O ノードと I ノードの間の連合リンクは興奮性の性質を示したのであろう。将来の研究において表象媒介型条件づけを用いて道具的弁別学習やパブロフ型条件づけの連合構造を検討するときには, 刺激の価値低減操作における弁別刺激や CS の呈示と LiCl 注射の間の時間的布置について注意を払った実験が必要である。

5-3-2. 表象媒介型条件づけとイメージ研究の関連

イメージの理論においては、ヒトがある対象をイメージするとき、その対象を実際に知覚するときに使われる知覚的な機構の一部が活性化すると考えられ(たとえば, Finke, 1980), 近年のニューロイメージング法を用いた実証的な研究はこの仮説の妥当性を示してきた。たとえば, 機能的磁気共鳴画像(fMRI)を用いてヒトのエピソード記憶の神経基盤を検討した Gottfried, Smith, Rugg, and Dolan (2004)は, 感性的な情報の想起にはそれに応じた脳内の感覚野の活動が伴うことを明らかにした。同様の結果は, たとえば, Prince, Daselaar, and Cabeze (2005), Vaidya, Zhao, Desmond, and Gabrieli (2002), Wheeler, Petersen, and Buckner (2000)によっても報告されている。また, McIntosh, Cabeza, and Lobaugh (1998)は, ヒト実験参加者に聴覚刺激と視覚刺激を対呈示し, その後に聴覚刺激のみを呈示したところ, 視覚野における活性がみとめられたことを報告した。ラットを被験体として用い, 弁別刺激や CS の価値低減の効果を検討した本研究は, このようなヒトのイメージの理論と同様の背景的基盤をもつと考えられる。なぜなら, 弁別刺激や CS の価値低減がこれらの強化結果に対する風味嫌悪を条件づけることは, これらの刺激の呈示が作り出す O ノードの活性(表象的活性, すなわち, イメージ)は, 実際に生活体が強化結果を摂取し, これを知覚したときに作り出される O ノードの活性(知覚的活性, あるいは強化結果の記憶痕跡)と共通した心理学的, 神経科学的な基盤を有することを意味しているからである(Kerfoot, Agarwal, Lee, & Holland, 2007 も参照のこと)。

このような理論的背景を共有する研究では見落とされがちであるが, 生活体がいかにしてある事象のイメージと記憶痕跡を弁別しているのかという問題は, 生活体の知識の獲得過程だけでなく, その行動的適応の諸相を理解することを目的とする学習心理学では重要である。たとえば, ラットに弁別刺激や CS を呈示したときこれらはある強化結果のイメージを作り出し, このイメージはこのラットが実際にその強化結果を摂取したときに活性化する心理学的, 神経科学的な機構の活性化を通じて実現されているのかもしれないが, だからといってこのラットは実際に強化結果を摂取したときのように満足し, その強化結果を求める活動を停止するこ

第5章 総合討論

とはないだろう。したがって、弁別刺激や CS の呈示が作り出す、近い将来に呈示されるはずの強化結果に対応するノード活性であるイメージ(すなわち、強化結果に対する予期: expectancy)は、その生活体が実際に強化結果を摂取したときに作り出される知覚的表象や記憶痕跡とは明確に区別される何らかの特徴をもつはずであり、生活体はその特徴を利用することによって予期と記憶を区別していると考えられる。この問題に関する検討はまだ多くない(たとえば、Linwick & Overmier, 2006; Peterson, Linwick, & Overmier, 1987)が、今後ますます重要なものになるだろう。

本研究における CS の価値低減は、その CS と対呈示した強化結果の摂取を抑制しなかったにもかかわらず、この強化結果を用いて訓練した道具的行動の遂行を減弱させた(研究 3, 実験 3-3)。このことは、手がかり刺激の呈示が作り出すヒトのイメージには、必ずしも意識体験が伴わないことを報告したいくつかの研究(たとえば、Howells, 1944; Leuba, 1940; McIntosh, Cabeza, & Lobaugh, 1998)と関係があるのかもしれない。CS が呈示されたときに動物(ラット)が経験した強化結果のイメージは、同じ動物が弁別刺激の呈示下で経験した強化結果のイメージと比較して、明瞭な意識体験を伴わなかったのかもしれない(しかし、CS 呈示が作り出した強化結果のイメージは、道具的行動の遂行の減弱を媒介する程度には実質的な心理学的あるいは神経学的な基盤の機能によって支持されていたことは確実である)。これは完全に推測の域を出ないものであるが、ヒト実験参加者に弁別刺激や CS を呈示してこれに強化結果のイメージを経験させたときに、意識体験が伴われる場合と伴われない場合を分岐させる変数が見つかれば、その変数の効果を動物の表象媒介型条件づけにおいて検討する意義はあるだろう。そのような研究は「動物の意識」の存在を明らかにし、その特性や機能を理解するための研究として、比較認知科学(comparative cognitive sciences)的な貢献をおこなうかもしれない。

5-3-3. 知識の個体発生と系統発生の理解にむけて

学習心理学を含む比較心理学において、知識の獲得とその運用に関する系統発生(phylogeny; すなわち進化)や個体発生(ontogeny; すなわち発達)を理解することは重要な課題である(Papini, 2002)。したがって、多くの動物種が共有する、自分の行動の遂行とその結果の関係を追跡して情報化し、次の行動遂行の機会にその情報と自分の欲求状態に基づいて行動遂行を柔軟に変化させる道具的学習というシステムにおける系統発生や個体発生を理解することは、そのための具体的な課題となる(Balleine, 2001)。

かつてのS-R理論が仮定していたように道具的(弁別)学習において生活体がSd-A連合のみを学習するのであれば、その系統発生や個体発生における変異や変化は、この学習システムが扱うデータやその処理速度の量的な違いを反映するものとして儉約的にモデル化することが可能である。しかし、20世紀後半の認知科学は、ヒトがおこなう認知的処理を計算機で実現するためのアイデアとして、ヒトが静的に貯蔵する知識を宣言的なもの(declarative knowledge)と手続き的なもの(procedural knowledge)に分類することの利点を主張した(たとえば、Anderson, 1980)、この視点は現代の認知心理学における基本的な前提の1つとなっている。そして、ヒトと動物の学習過程を進化的に連続したものと捉えるのであれば(たとえば、Papini, 2002)、ヒトの知識を区分する妥当性がある以上、動物の知識もまた同様に区分可能な複数のシステムから構成される、と考えることは自然である。その上で、ある種の動物の系統発生や個体発生におけるそれぞれのシステム内の変化やシステム間の相互作用の差異を問うことが、生活体の認知と行動を理解するための妥当なアプローチであろう。そのようなアプローチにおいては、Sd-A, A-O, そして Sd-O 連合を個別の学習システムとみなし、これらを総合的に理解することが重要である。本研究の目的は、この3者の中のSd-O連合について、表象媒介型条件づけの手続きを用いてその特性を明らかにすることであった。しかし他の2つの連合構造の行動的意義についても、生活体が道具的学習において獲得する連合構造の特性を包括的に理解するという本論文の視点に鑑み、最後に簡単に述べたい。

Sd-A連合は手続き的知識の1つの形態とみなすことができ、Anderson (1980)によれば、プ

第5章 総合討論

ロダクション・システムと名付けられた理論的枠組みからその行動的意義を理解することができる。プロダクション・システムは、プロダクションが適用される環境の一般的記述である「条件 (if)」と、外的行動とプロダクションが実行された場合の記憶内の変化である「行為 (action)」の組み合わせである。しかしAnderson (1980)によれば、Sd-A連合(S-R理論)は連続する行動から構成される行動系列を行動の単位として扱えないこと、心的表象(イメージ)や形態化刺激(configuration)に対する行動獲得を扱えないこと、獲得された行動が一般性を持たないこと(つまり、訓練された文脈以外の文脈における行動の遂行を予測しないこと)などの理由から、プロダクション・システムとしてはきわめて貧弱なものである。これに対して、生活体が訓練時にさらされる環境全体を1つの刺激事態として捉える形態化理論(DeMarse & Urcuioli, 2005; Pearce, 1987b, 1994; Urcuioli, 2005)や、訓練文脈が微細な要素から構成されることを仮定し、生活体が直面する新奇な文脈がこの訓練文脈と共通要素をもつ場合に行動の出力を許可する刺激抽出理論(たとえば, Atkinson & Estes, 1963; Blough, 1975)を用いてプロダクションの条件を拡張することによって、Anderson (1980)が指摘したSd-A連合がもつ多くの問題を解決することができる。序論 1-3-4 および 1-3-5 において論じた強化結果の価値変更実験の結果が示唆するように、このSd-A連合は道具的行動の遂行において、かつてのS-R理論が想定していたほどの大きな役割を果たしているとは考えにくい。しかし、Sd-A連合を道具的行動の遂行条件を記述した手続き的知識であると考え(たとえば, Adams & Dickinson, 1981a; Dickinson, 1980, 1989, 1994), その役割について今後も検討することには意味があるだろう¹。

このように Sd-A 連合を手続き的知識とみなせることに対して、もう1つの A-O 連合については、これを宣言的知識の一形態とみなすことができる(たとえば, Clayton, Griffiths, & Dickinson, 2000; Dickinson, 1980, 1989, 1994; Pearce, 1987a)。このことは、道具的学習において A-O 連合が形成されることを示すために発展してきた強化結果の価値変更という手法が、現在では様々な種の動物がもつエピソード様記憶(episodic-like memory)について検討する

¹ ヒトやラットが Sd-A 連合を積極的に用いて課題解決する場合があることを示した研究として, de Wit, Niry, Wariyar, Aitken, & Dickinson (2007)や Dickinson & de Wit (2003)などがある。

第5章 総合討論

ためにさかんに用いられている, という事実からも示される(たとえば, Clayton & Dickinson, 1998, また Roberts, Feeney, MacPherson, & Petter, 2008 も参照のこと)。なぜなら, エピソード記憶は宣言的記憶(知識)の一部であると考えられているからである(Squire, 1987; Tulving, 1972)。そして, 生活体が道具的学習の間に獲得する中核的な連合構造が A-O 連合であるという主張は, この連合的知識が生活体の道具的行動の遂行を作り出す過程を理解しなくてはならないという新たな課題を学習心理学に対して与えることになった。この理由は, A-O 連合はその道具的行動を遂行するときと遂行しないときの両方の場合で用いることが可能な知識であり, 生活体の道具的行動の遂行に内在する連合過程をそれぞれ単独で説明することができないからである(この点では, Sd-A 連合が道具的行動を半ば反射的に引き起こすと考えられてきたこととは明確な対照をなす)。それ故に, かつては A-O 連合に対応する生活体の知識は, 道具的行動に直接的に変換することができる「命題」の形で保持されることが主張されたり(Adams & Dickinson, 1981a; Dickinson, 1980; Mackintosh & Dickinson, 1979), あるいは, A-O 連合と Sd-A 連合を組み合わせたモデル(associative-cybernetic model, Dickinson, 1994)が提案されたりした。これに対して, Balleine (2001)のモデルと, それに基づいて本研究が新たに提案した連合モデルでは, この A-O 連合は A ノードと O ノードの感性的要素の集成体と間の興奮性リンクとして捉えられ, さらにこの A-O 連合は誘因学習を通じて非直接的に強化結果に対する情動反応と関連づけられている。そのため, 強化結果の価値変更操作による道具的行動の遂行強度の変化に対して連合論的な説明が与えられる。つまり, これらのモデルは, 生活体が道具的行動の遂行を作り出す過程を, A-O 連合の機能に基づきながら合理的に説明する。

本研究において検討した Sd-O 連合は, 弁別刺激とその呈示下で生活体を得る強化結果の関係を符号化したものであり, それだけでは道具的行動の遂行を導くことはできないため, 宣言的知識としての特性をもつと考えられる。本研究が新たに提案した連合モデルにおいては, この Sd-O 連合の機能によって, 弁別刺激を呈示された生活体は道具的行動を遂行することによって近い将来に得ることができる強化結果の同一性に関する情報を得ることができる。

第5章 総合討論

また、この Sd-O 連合は O ノードの情動反応と直接的に結びつけられており、この情動反応は道具的行動の遂行を直接調整する機能をもつと仮定されている。

将来の研究においては、道具的学習において生活体が獲得する Sd-A, A-O, そして Sd-O のそれぞれの連合構造を、異なる行動的機能を有する個別の学習システムとみなし、それぞれの特性に関する更なる検討をおこなうとともに、様々な種の動物が多様な学習事態においてこれらの学習システムをいかに協調的に働かせることによって生態学的な課題を解決しているのか、という問題に関する総合的な検討をおこなう必要があるだろう。このような観点に立った研究は、知識の獲得や行動的適応を含む生活体の学習過程の進化や発達 の解明に貢献することが期待される。本研究はそのような研究の第一歩を方向づけたものと言えるだろう。

要約

生活体の道具的行動(A)の遂行がある弁別刺激(Sd)の呈示下である強化結果(O)を生じる、という道具的弁別学習に内在する心的過程は、これらの事象間の随伴性を処理し、道具的行動の遂行を制御する連合構造が形成されるという連合論の観点から説明される。序論では、Sd-A, A-O, および Sd-O の 3 つの二項連合が形成されるという立場から、Sd-A 連合に関する研究史, A-O 連合を検出するための強化結果の価値変更研究, そして Sd-O 連合を検出するための刺激性制御の転移研究のそれぞれを評論した。そして、近年報告されはじめた複雑な行動効果を説明するためには、強化結果に関する情報を符号化した O ノードが複数の要素から構成されることを前提とした連合構造について検討をおこなう必要があることを論じ、表象媒介型条件づけを用いた実証的な検討が有意義である理由を示した。

ラットを被験体として用いた実験的検討では、その道具的弁別学習において獲得される Sd-O 連合を検出するための手法としての表象媒介型条件づけの適切さを示しながら、この Sd-O 連合の特性、つまり要素的な連合構造を明らかにすることを目的とした。弁別訓練の間に Sd-O 連合が形成されるのであれば、弁別訓練の後の弁別刺激と内蔵不快感(Illness: I)を誘導する塩化リチウム(LiCl)の対呈示(弁別刺激の価値低減操作)は、弁別刺激の呈示が作り出した O ノードの表象的活性と LiCl が誘導した I ノードの知覚的活性が重ね合わされた状態を作ると考えられた。表象媒介型条件づけに関する先行研究の結果から、このような状態では O ノードと I ノードの間に興奮性リンク(O-I 連合)が形成されることが予測された。この O-I 連合の形成の行動的な証拠は以下の予測を確かめることによって得られると考えられた。つまり、価値低減された弁別刺激と随伴性をもっていた強化結果の摂取は減弱し、その結果として、この強化結果を用いて強化されていた道具的行動の遂行は減弱することが予測された。

研究 1 では、予測された弁別刺激の価値低減の効果に影響する 2 つの変数を明らかにし、後の研究を展開するための基本的な実験手続きを整備した。3 つの実験で、被験体に道具

要約と追記

の同時弁別を訓練した。実験 1-1 では、この弁別訓練の後の弁別刺激の価値低減は、強化結果の摂取や消去テストの道具的行動の遂行に影響しなかった。続く実験 1-2 では、強化結果の新奇性を高める操作を導入し、弁別刺激の価値低減の効果を再検討した。原訓練の後に、被験体の道具的行動の遂行を新奇な強化結果を用いて数セッション訓練し、その後に弁別刺激を価値低減したところ、この新奇な強化結果の摂取は減弱する傾向が示され、さらに、消去テストの弁別刺激呈示中の道具的行動の遂行が減弱した。実験 1-3 では、実験 1-2 の原訓練を過剰にした条件を追加して実験 1-2 の手続きを繰り返したが、弁別刺激の価値低減が道具的行動の遂行を減弱させる効果はこの過剰訓練によって減衰しなかった。したがって、研究 1 では、弁別刺激の価値低減の効果は強化結果が新奇性を保持した場合にだけ示され、また、その効果は原訓練の過剰性によって減衰しないことが明らかになった。

研究 2 では、道具的弁別訓練の手続きに改良を加えた。つまり、弁別刺激に対する被験体の接近反応が道具的行動の遂行に寄与しない分化結果継時弁別課題を用意し、研究 1 で得られた効果を再現することを試みた。この弁別訓練では、2 つの弁別刺激(Sd1 と Sd2)、2 つのレバーに対する道具的行動(A1 と A2)の遂行、そして風味の異なる 2 種類の食物ペレット(O1 と O2)を用いた。まず Sd1 呈示下の A1 遂行と Sd2 呈示下の A2 遂行の両者を O1 を用いて訓練し、その後に一方の道具的随伴性(Sd2-A2-O1)の O1 を新奇な O2 に変更してさらに数セッションの訓練をおこなった。したがって、研究 2 において検出しようとした Sd-O 連合は新奇な O2 のノードを含む Sd2-O2 連合であり、Sd2 の価値低減は O2 の摂取の減弱と、この O2 を用いて強化された A2 の遂行の減弱を導くことが予測された。実験 2-1 では、弁別訓練の後に O2 を LiCl と対呈示して価値低減したところ、消去テストの A2 遂行は減弱し、O2 価値低減効果を得た。続く実験 2-2 では、弁別訓練後の Sd1 と Sd2 両者の価値低減により、摂取テストケージにおける O2 摂取が減弱したが、消去テストの A2 遂行の減弱は観察されなかった。実験 2-3 では摂取テストをオペラント・チャンバーでおこなったが、弁別刺激の価値低減による O2 摂取の減弱が観察され、実験 2-2 の結果の追試に成功した。さらに、この摂取テストの後に実施した消去テストで、A2 遂行の減弱を確認した。この A2 遂行の減弱は、実験

要約と追記

2-1 で得た O2 価値低減効果とよく似ていた。しかし、摂取テストの前に実施した消去テストでは A2 遂行の減弱は観察されなかった。これらの結果は Sd2 価値低減による O2-I 連合の形成を示唆した。

研究 3 では、研究 2 で示された弁別刺激の価値低減の効果を、パブプロフ型条件づけの条件刺激(CS)を価値低減したときの効果と比較し、Sd-O 連合の特性を CS-O 連合との比較を通じて明らかにすることを試みた。実験 3-1 と 3-2 では、この比較を可能にする実験手続きを整備した。2 つの弁別刺激(Sd1 と Sd2)、3 つの道具的行動(A0, A1 および A2)、4 つの強化結果(O1, O2, O3, および O4)を用いた弁別を被験体に訓練した。Sd1 呈示下の A0 遂行を O1 を用いて強化し、Sd2 呈示下の A0 遂行を O2 を用いて強化した。この弁別学習完成後に、O1 と O2 のそれぞれを新奇な O3 と O4 に変更した。また、弁別刺激の価値低減が道具的行動の遂行に及ぼす影響を評価するためのターゲット行動として、A1 と A2 のフリー・オペラント遂行のそれぞれを O3 と O4 を用いて強化した。実験 3-1 では O3 と O4 として風味の異なる食物ペレットを用い、実験 3-2 では食物ペレットとショ糖溶液を用いた。両実験で Sd1 を LiCl と対呈示して価値低減したが、この操作によって O3-I 連合が形成されることが期待された。したがって、O4 に比べて O3 の摂取量が減少すること、そして O3 を用いて強化された A1 の遂行が減弱することが予測された。両実験の強化結果の摂取テストでは、被験体の O3 と O4 の摂取量の間には有意な差はみとめられなかった。しかし、実験 3-1 の摂取テスト後の消去テストで、刺激の非呈示期間の A1 遂行が減弱した。また、この両実験の摂取テスト前におこなった消去テストで、Sd1 の呈示が O3 を共有する A1 の遂行を促進させる機能が減衰していた。

実験 3-3 では、先の実験で被験体に訓練した道具的随伴性の一方をパブプロフ型条件づけに替えた。つまり、弁別刺激(Sd)呈示下の A0 遂行を O3 を用いて強化し、CS 呈示下では A0 遂行の機会を与えずに O4 を与えた。その後、被験体の半数に対しては Sd を価値低減し、残りの被験体に対しては CS を価値低減した。その結果、摂取テスト後の消去テストで、Sd の価値低減によって Sd と強化結果を共有する A1 の遂行が減弱し、また、CS の価値低減によって CS と強化結果を共有する A2 の遂行が減弱した(刺激非呈示期間の結果)。このような結

要約と追記

果パターンは、摂取テスト前の消去テストでは観察されなかった。これらの結果は、弁別刺激と CS が共有する、それらの価値低減が強化結果の摂取経験に媒介されて強化結果を共有する道具的行動の遂行を減弱させる、という機能的特性を明らかにした。さらに、強化結果の摂取テストでは、Sd の価値低減による O3 摂取の減弱の証拠を得たが、CS の価値低減はそのような効果をもたず、弁別刺激と CS の異なる機能的特性が明らかになった。これらの 3 つの研究の結果は、道具的弁別学習において Sd-O 連合が形成され、故に、弁別刺激の価値低減によって O-I 連合が形成されることを示唆した。さらに、この O-I 連合は被験体の強化結果の摂取経験に媒介されて道具的行動の遂行を減弱させたことも併せて、O ノードを複数の要素に分析した連合モデルの提案を要請した。

本研究の総合討論では、まず、これまでに提案されてきた道具的学習の O ノードの要素的な連合モデルについて再検討した。その結果、道具的弁別学習を説明する O ノードの要素的モデルは提案されていないことが明らかになった。そこで、弁別刺激の価値低減の効果を検討した実験的検討の結果に基づき、新たな連合モデルを提案した。この新しいモデルは以下の 3 つの主要な特徴を有していた;(a) Sd ノードは常に、強化結果に対する最新の情動反応を出力する生物学的構造と直接結合したもっとも明瞭な O ノードの感性的要素(S1)と連合し、A ノードは O ノードの複数の感性的要素の集成体と連合する、したがって、道具的行動の遂行強度に反映される強化結果の誘因価値は、この感性的要素の集成体が生活体の強化結果の摂取を通じて最新の情動反応と連合することによって変化する;(b) 弁別刺激と強化結果の間の時間的な布置と同じ条件下に置かれた CS のノードは、より明瞭度の低い O ノードの感性的要素と連合する、したがって、Sd ノードと CS ノードのそれぞれは明瞭度の異なる O ノードの感性的要素と連合し、故に Sd-O 連合はパブプロフ型 CS-O 連合に還元できない;(c) S1 と A ノードの間には S1-A 連合が形成されるが、これは S1 の活性が作り出す情動反応による調整を受ける。

この新しいモデルは、Sd-O 連合が CS-O 連合と異なる特性をもつことを示した多くの先行研究の結果を説明することができ、また、生活体が Sd, A, O の三者の関係を一度に符号化

要約と追記

した連合構造を獲得することを示した研究の結果に対しては、SdノードとAノードが形態化するという仮定を追加することによって説明できることを論じた。そして、将来の研究では、Sd-A, A-O, Sd-O の3つの連合構造の相互作用を明らかにすることで、ヒトを含む動物の道具的学習における連合的知識の個体発生と系統発生を理解するための研究が可能になることを論じた。

追記

本論文の内容に関しては、Iguchi and Ishii (2006)および井口 (2008)に掲載された。

要約と追記

引用文献

引用文献

- Adams, C. D. (1980). Post-conditioning devaluation of an instrumental reinforcer has no effect on extinction performance. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 32, 447-458.
- Adams, C. D. (1982). Variations in the sensitivity of instrumental responding to reinforcer devaluation. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 34B, 77-98.
- Adams, C. D., & Dickinson, A. (1981a). Actions and habits: Variations in associative representations during instrumental learning. In N. E. Spear & R. R. Miller (Eds.), *Information processing in animals: Memory mechanisms* (pp. 143-165). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Adams, C. D., & Dickinson, A. (1981b). Instrumental responding following reinforcer devaluation. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 33B, 109-122.
- Aitken, M. R. F., & Dickinson, A. (2005). Simulations of a modified SOP model applied to retrospective reevaluation of human causal learning. *Learning and Behavior*, 33, 147-159.
- Amsel, A. (1992). *Frustration theory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Anderson, J. R. (1980). *Cognitive psychology and its implications*. San Francisco, CA: Freeman and Company.
- Asratyan, E. A. (1974). Conditioned reflex theory and motivational behavior. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 34, 15-31.
- Atkinson, R. C., & Estes, W. K. (1963). Stimulus sampling theory. In R. D. Luce, R. R. Bush, & E. Galanter (Eds.), *Handbook of mathematical psychology* (Vol. 2, pp. 121-268). New York: Wiley.
- Azrin, N. H., & Hake, D. F. (1969). Positive conditioned suppression: Conditioned suppression using positive reinforcer as the unconditioned stimuli. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 12, 167-173.
- Azrin, N. H., Huchinson, R. R., & Hake, D. F. (1966). Extinction-induced aggression. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 9, 191-204.
- Bain, A. (1855). *The senses and the intellect*. London: Parker & Son.
- Bakal, C. W., Johnson, R. D., & Rescorla, R. A. (1974). The effect of change in US quality on the blocking effect. *Pavlovian Journal of Biological Sciences*, 9, 97-103.
- Balleine, B. (1992). Instrumental performance following a shift in primary motivation depends on incentive learning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 18, 236-250.
- Balleine, B., & Dickinson, A. (1991). Instrumental performance following reinforcer devaluation depends upon incentive learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 43B, 279-296.

引用文献

- Balleine, B., & Dickinson, A. (1992). Signaling and incentive processes in instrumental reinforcer devaluation. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 44B, 285-301.
- Balleine, B. W. (2001). Incentive processes in instrumental conditioning, In R. Mowrer & S. Klein (Eds.), *Handbook of contemporary learning theories* (pp. 307-366). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Balleine, B. W. (2005). Incentive Behavior. In I. Q. Whishaw & B. Kolb (Eds.), *The behavior of the laboratory rat: A handbook with tests* (pp. 436-446). New York, : Oxford University Press.
- Balleine, B. W., & Dickinson, A. (1998a). The role of incentive learning in instrumental outcome revaluation by sensory-specific satiety. *Animal Learning & Behavior*, 26, 46-59.
- Balleine, B. W., & Dickinson, A. (1998b). Goal-directed instrumental action: contingency and incentive learning and their cortical substrates. *Neuropharmacology*, 37, 407-419.
- Balleine, B. W., Garner, C., Gonzalez, F., & Dickinson, A. (1995). Motivational control of heterogeneous instrumental chains. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 21, 203-217.
- Bateson, J. D., Best, M. R., Phillips, D. C., Patel, H., & Gilliland, K. R. (1986). Foraging on the radial-arm maze: Effects of altering the reward at a target location. *Animal Learning and Behavior*, 14, 241-248.
- Baxter, D. J., & Zamble, E. (1982). Reinforcer and responses specificity in appetitive transfer of control. *Animal Learning & Behavior*, 10, 201-210.
- Best, M. R., Meachum, C. L., Davis, S. F., & Nash, S. M. (1987). The effects of taste-aversion learning on instrumental performance. *Psychosocial Record*, 37, 43-54.
- Blanchard, R., Honig, W. K. (1976). Surprise value of food determines its effectiveness as a reinforcer. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 2, 67-74.
- Blough, D. S. (1975). Steady state data and a quantitative model of operant generalization and discrimination. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 1, 3-21.
- Blundell, P., Hall, G., & Killcross, S. (2001). Lesions of the basolateral amygdale disrupt selective aspects of reinforcer representation in rats. *Journal of Neuroscience*, 21, 9018-9026.
- Boakes, R. A. (1977). Performance on learning to associate a stimulus with positive reinforcer. In H. Davis & H. B. Hurwitz (Eds.), *Operant-Pavlovian interactions* (pp. 67-101). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Boakes, R. A. (1984). *From Darwin to behaviourism: Psychology and the minds of animals*. Cambridge University Press.
- Bolles, R. C. (1972). Reinforcement, expectancy, and learning. *Psychological Review*, 79, 394-409.
- Bolles, R. C., Holtz, T., & Hill, W. (1980). Comparisons of stimulus learning and response learning in a punishment situation. *Learning and Motivation*, 11, 78-96.
- Bombace, J. C., Brandon, S. E., & Wagner, A. R. (1991). Modulation of a conditioned eyeblink response

引用文献

- by a putative emotive stimulus conditioned with a hindleg shock. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 17, 323-333.
- Brandon, S. E., & Wagner, A. R. (1998). Occasion setting: Influences of conditioned emotional responses and configural cues. In N. A. Schmajuk & P. C. Holland (Eds.), *Occasion setting: Associative learning and cognition in animals* (pp. 343-382). Washington, DC: American Psychological Association.
- Brodigan, D. L., & Peterson, G. B. (1976). Two-choice conditional discrimination performance of pigeons as a function of reward expectancy, prechoice delay, and domesticity. *Animal Learning & Behavior*, 4, 121-124.
- Brown, P. L., & Jenkins, H. M. (1968). Auto-shaping the pigeon's key-peck. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 11, 1-8.
- Capaldi, E. D., Hunter, M. J., & Lyn, S. A. (1997). Conditioning with taste as the CS in conditioned flavor preference learning. *Animal Learning & Behavior*, 25, 427-436.
- Chen, J. S., & Amsel, A. (1980). Recall (versus recognition) of taste and immunization against aversive taste anticipations based on illness, *Science*, 209, 851-853.
- Church, R. M., Wooten, C. L., & Matthews, T. J. (1970). Contingency between a response and an aversive event in the rat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 72, 476-485.
- Clark, F. C. (1958). The effect of deprivation and frequency of reinforcement on variable-interval responding. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 1, 221-227.
- Clayton, N. S., & Dickinson, A. (1998). Episodic-like memory during cache recovery by scrub jays. *Nature*, 395, 272-274.
- Clayton, N. S., Griffiths, D. P., & Dickinson, A. (2000). Declarative and episodic-like memory in animals: Personal musings of a Scrub Jay. In C. Heyes & L. Huber (Eds.), *The evolution of cognition* (pp. 273-288). Cambridge, MA, US: The MIT Press.
- Colwill, R. M. (1994). Associative representations of instrumental contingencies. In D. Medin (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 31, pp. 1-72). New York: Academic Press.
- Colwill, R. M., & Delameter, B. A. (1995). An associative analysis of instrumental biconditional discrimination learning. *Animal Learning & Behavior*, 23, 218-233.
- Colwill, R. M., & Motzkin, D. K. (1994). Encoding of the unconditioned stimulus in Pavlovian conditioning. *Animal Learning & Behavior*, 22, 384-394.
- Colwill, R. M., & Rescorla, R. A. (1985a). Post-conditioning devaluation of a reinforcer affects instrumental responding. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 11, 120-132.
- Colwill, R. M., & Rescorla, R. A. (1985b). Instrumental responding remains sensitive to reinforcer devaluation after extensive training. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior*.

引用文献

- Processes*, 11, 520-536.
- Colwill, R. M., & Rescorla, R. A. (1986). Associative structures in instrumental learning. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 20, pp. 55-104). San Diego, CA: Academic Press.
- Colwill, R. M., & Rescorla, R. A. (1988a). The role of response-reinforcer associations increases throughout extended instrumental training. *Animal Learning & Behavior*, 16, 105-111.
- Colwill, R. M., & Rescorla, R. A. (1988b). Associations between the discriminative stimulus and the reinforcer in instrumental learning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 14, 155-164.
- Colwill, R. M., & Rescorla, R. A. (1990a). Effect of reinforcer devaluation on discriminative control of instrumental behavior. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 16, 40-47.
- Colwill, R. M., & Rescorla, R. A. (1990b). Evidence for the hierarchical structure of instrumental learning. *Animal Learning & Behavior*, 18, 71-82.
- Colwill, R. M., & Triola, S. M. (2002). Instrumental responding remains under the control of the consequent outcome after extended training. *Behavioural Processes*, 57, 51-64.
- Cooper, J. O., Heron, T. E., & Heward, W. L. (1987). *Applied behavior analysis*. New York: Macmillan.
- Corbit, L. H., & Balleine, B. W. (2003). Instrumental and Pavlovian incentive processes have dissociable effects on components of a heterogeneous instrumental chain. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 29, 99-106.
- Cotton, J. W. (1953). Running time as a function of food deprivation. *Journal of Experimental Psychology*, 45, 188-198.
- Cowles, J. T., & Nissen, H. W. (1937). Reward expectancy in delayed responses of chimpanzees. *Journal of Comparative Psychology*, 24, 345-358.
- Crespi, L. P. (1942). Quantitative variation in incentive and performance in the white rat. *American Journal of Psychology*, 55, 467-517.
- D'Amato, M. (1973). Delayed matching and short-term memory in monkeys. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol 7, pp. 227-269). New York: Academic Press.
- Dantzer, R., Arnone, M., & Mormade, P. (1980). Effects of frustration on behavior and plasma corticosteroid levels in pigs. *Physiology & Behavior*, 24, 1-4.
- Davidson, T. L., Aparicio, J., & Rescorla, R. A. (1988). Transfer between Pavlovian facilitators and instrumental discriminative stimuli. *Animal Learning & Behavior*, 16, 285-291.
- Davis, E. R., & Platt, J. R. (1983). Contiguity and contingency in the acquisition and maintenance of an operant. *Learning and Motivation*, 14, 487-512.
- DeBold, R.C, Miller, N. E., & Jensen, D. D. (1965). Effect of strength of drive determined by a new

引用文献

- technique for appetitive classical conditioning of rats. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 59, 102-108.
- DeMarse, T. B., & Urcuioli, P. J. (2005). Control of matching by differential outcome expectancies in the absent of differential sample-outcome associations: A serial compound view. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 31, 449-466.
- Delamater, A. R., & LoLordo, V. M. (1991). Event revaluation procedures and associative structures in Pavlovian conditioning. In L. Dachowski & C. F. Flaherty (Eds.), *Current topics in animal learning: Brain, emotion, and cognition* (pp. 55-94). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- de Wit, S., Niry, D., Wariyar, R., Aitken, M. R. F., & Dickinson, A. (2007). Stimulus-outcome interactions du ring instrumental discrimination learning by rats and humans. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 33, 1-11.
- Dickinson, A. (1980). *Contemporary animal learning theory*. New York: Cambridge University Press.
- Dickinson, A. (1985). Actions and habits: The development of behavioural autonomy. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London: Series B*, 308, 76-78.
- Dickinson, A. (1987). Instrumental performance following saccharin pre-feeding. *Behavioural Processes*, 14, 147-154.
- Dickinson, A. (1989). Expectancy theory in animal conditioning. In S. B. Klein & R. R. Mowrer (Eds.), *Contemporary learning theories* (pp. 279-308). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Dickinson, A. (1994). Instrumental conditioning. In N. J. Mackintosh (Ed.), *Animal learning and cognition* (pp. 45-79). San Diego, CA: Academic Press.
- Dickinson, A. (2001). Causal learning: Association versus computation. *Current Direction in Psychological Science*, 10, 127-132.
- Dickinson, A., & Balleine, B. (1990). Motivational control of instrumental performance following a shift from hunger to thirst. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 42B, 413-431.
- Dickinson, A., & Balleine, B. (1994). Motivational control of goal-directed action. *Animal Learning & Behavior*, 22, 1-18.
- Dickinson, A., & Balleine, B. (1995). Motivational control of instrumental action. *Current Direction in Psychological Science*, 4, 162-167.
- Dickinson, A., & Balleine, B. (2002). The role of learning in the operation of motivational systems. In H. Pashler & R. Gallistel (Eds.), *Stevens' handbook of experimental psychology: Vol. 3. Learning, motivation, and emotion* (3rd ed., pp. 497-533). New York: John Wiley & Sons.
- Dickinson, A., Balleine, B. W., Watt, A., Gonzalez, F., & Boakes, R. A. (1995). Motivational control after extended instrumental training. *Animal Learning & Behavior*, 23, 197-206.
- Dickinson, A., & Burke, J. (1996). Within-compound associations mediated the retrospective revaluation of causality judgments. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 52B, 253-272.

引用文献

- Dickinson, A., Campos, J., Varga, Z. I., & Balleine, B. (1996). Bidirectional instrumental conditioning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49B, 289-306.
- Dickinson, A., & Dawson, G. R. (1988). Motivational control of instrumental performance: The role of prior experience of the reinforcer. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 40B, 113-134.
- Dickinson, A., & Dawson, G. R. (1989). Incentive learning and the motivational control of instrumental performance. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 41B, 99-112.
- Dickinson, A., & de Wit, S. (2003). The interaction between discriminative stimuli and outcomes during instrumental learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 56B, 127-139.
- Dickinson, A., & Mulatero, C. W. (1989). Reinforcer specificity of the suppression of instrumental performance on a non-contingent schedule. *Behavioural Processes*, 19, 167-180.
- Dickinson, A., Nicholas, D. J., & Adams, C. D. (1983). The effect of the instrumental training contingency on susceptibility to reinforcer devaluation. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 35B, 35-51.
- Domjan, M. (2006). *The principle of learning and behavior (active learning edition) (5th edition)*. Thompson Wadsworth.
- Domjan, M., & Wilson, N. E. (1972). Specificity of cue to consequence in aversion learning in the rat. *Psychonomic Science*, 26, 143-145.
- Dudley, R. T., & Papini, M. R. (1995). Pavlovian performance of rats following unexpected reward omissions. *Learning and Motivation*, 26, 63-82.
- Dudley, R. T., & Papini, M. R. (1997). Amsel's frustration effect: A Pavlovian replication with control for frequency and distribution of rewards. *Physiology & Behavior*, 61, 627-629.
- Dwyer, D. M. (2003). Learning about cues in their absence: Evidence from flavour preferences and aversions. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 56B, 56-67.
- Dwyer, D. M. (2005). Reinforcer devaluation in palatability-based learned flavor preferences. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 31, 487-492.
- Dwyer, D. M., Mackintosh, N. J., & Boakes, R. A. (1998). Simultaneous activation of the representation of absent cues results in the formation of an excitatory association between them. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 24, 163-171.
- Edgar, D., Hall, G., & Pearce, J. M. (1981). Enhancement of food-rewarded instrumental responding by an appetitive conditioned stimulus. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 33B, 3-19.
- Elliott, M. H. (1928). The effect of change of reward on the maze performance of rats. *University of California Publications in Psychology*, 4, 19-30.
- Ellison, G. D., & Konorski, J. (1964). Separation of the salivary and motor response in instrumental conditioning. *Science*, 146, 1071-1072.

引用文献

- Estes, W. K. (1943). Discriminative conditioning. I. A discriminative property of conditioned anticipation. *Journal of Experimental Psychology*, 32, 150-155.
- Estes, W. K. (1948). Discriminative conditioning. II. Effects of a Pavlovian conditioned stimulus upon a subsequently established operant responses. *Journal of Experimental Psychology*, 38, 173-177.
- Fanselow, M. S., & Birk, J. (1982). Flavor-flavor associations induce hedonic shifts in taste preference. *Animal Learning & Behavior*, 10, 223-228.
- Finke, R. A. (1980). Levels of equivalence in imagery and perception. *Psychological Review*, 87, 113-132.
- Ganesen, R., & Pearce, J. M. (1988). Effects of changing the unconditioned stimulus on appetitive blocking. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 14, 280-291.
- Garcia, J., & Koelling, R. A. (1966). Relation of cue to consequence in avoidance learning. *Psychonomic Science*, 4, 123-124.
- Garcia, J., Ervin, F. R., & Koelling, R. A. (1966). Learning with prolonged delay of reinforcement. *Psychonomic Science*, 5, 121-122.
- Ginn, S. R., Valentine, J. D., & Powell, D. A. (1983). Concomitant Pavlovian conditioning of heart rate and leg flexion responses in the rats. *Pavlovian Journal of Biological Science*, 18, 154-160.
- Goodall, G., & Mackintosh, N. J. (1987). Analysis of the Pavlovian properties of signals for punishment. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 39B, 1-21.
- Gormezano, I., & Tait, R. W. (1976). The Pavlovian analysis of instrumental conditioning. *Pavlovian Journal of Biological Science*, 11, 37-55.
- Gottfried, J. A., Smith, A. P. R., Rugg, M. D., & Dolan, R. J. (2004). Remembrance of odors past: Human olfactory cortex in cross-modal recognition memory. *Neuron*, 42, 687-695.
- Grant, D. S. (1975). Proactive interference in pigeon short-term memory. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 1, 207-220.
- Grindley, G. C. (1932). The formation of a simple habit in guinea pigs. *British Journal of Psychology*, 23, 127-147.
- Haijiang, Q., Saunders, J. A., Stone, R. W., & Backus, B. T. (2006). Demonstration of cue recruitment: Change in visual appearance by means of Pavlovian conditioning. *Proceeding of the National Academy of Science, USA*, 103, 483-488.
- Hall, G. (1996). Learning about associatively activated stimulus representations: Implications for acquired equivalence and perceptual learning. *Animal Learning & Behavior*, 24, 233-255.
- Hall, G. (2002). Associative structures in Pavlovian and instrumental conditioning. In H. Pashler & R. Gallistel (Eds.), *Stevens' handbook of experimental psychology: Vol. 3. Learning, motivation, and emotion* (3rd ed., pp. 1-45). New York: John Wiley & Sons.
- Hall, G., Channell, S. & Pearce, J.M. (1981). The effects of a signal for free or for earned reward:

引用文献

- Implications for the role of response-reinforcer associations in instrumental performance. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 33, 95–107.
- Hammond, L. (1980). The effect of contingency upon the appetitive conditioning of free-operant behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 34, 297–304.
- Harris, J. A. (2006). Elemental representations of stimuli in associative learning. *Psychological Review*, 113, 584-605.
- Hebb, D. O. (1949). *The organization of behavior*. New York: Wiley.
- Hershberger, W. A. (1986). An approach through the looking glass. *Animal Learning & Behavior*, 14, 443-451.
- Hilgard, E. R., & Bower, G. H. (1966). *Theories of learning (3rd Ed.)*. Meredith Publishing Company.
- Hilgard, E. R., & Marquis, D. G. (1940). *Conditioning and learning*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Hilliard, S., & Domjan, M. (1995). Effects on sexual conditioning of devaluing the US through satiation. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 48B, 84-92.
- Holland, P. C. (1977). Conditioned stimulus as a determinant of the form of the Pavlovian conditioned response. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 3, 77-104.
- Holland, P. C. (1981). Acquisition of representation-mediated conditioned aversion. *Learning and Motivation*, 12, 1-18.
- Holland, P. C. (1983a). Occasion setting in Pavlovian feature positive discrimination. In M. L. Commons, R. J. Herrnstein, & A. R. Wagner (Eds.), *Quantitative analyses of behavior: Discrimination processes* (pp. 183-206). Cambridge, MA: Ballinger.
- Holland, P. C. (1983b). Representation-mediated overshadowing and potentiation of conditioned aversions. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 9, 1-13.
- Holland, P. C. (1990). Event representation in Pavlovian conditioning: Image and action. *Cognition*, 37, 105-131.
- Holland, P. C. (1992). Occasion setting in Pavlovian conditioning. In D. L. Medin (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 28, pp. 69-125). New York: Academic Press.
- Holland, P. C. (1998). Amount of training affects associatively-activated event representation. *Neuropharmacology*, 37, 461-469.
- Holland, P. C. (2004). Relations between Pavlovian-instrumental transfer and reinforcer devaluation. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 30, 104-117.
- Holland, P. C. (2005). Amount of training effects in representation-mediated food aversion learning: No evidence for a role for associability changes. *Learning & Behavior*, 33, 464-478.
- Holland, P. C. (2006). Limitation on representation-mediated potentiation of flavour or odour aversions. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59, 233-250.

引用文献

- Holland, P. C. (2008). A comparison of two methods of assessing representation-mediated food aversions based on shock or illness. *Learning and Motivation*, 265-277.
- Holland, P. C., & Forbes, D. T. (1982). Representation-mediated extinction of conditioned flavor aversions. *Learning and Motivation*, 13, 454-471.
- Holland, P. C., & Rescorla, R. A. (1975). The effects of two way of devaluing the unconditioned stimulus after first- and second-order appetitive conditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 1, 355-363.
- Holland, P. C., & Sherwood, A. (2008). Formation of excitatory and inhibitory associations between absent events. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 34, 324-335.
- Holland, P. C., & Straub, J. J. (1979). Differential effects of two ways of devaluing the unconditioned stimulus after Pavlovian appetitive conditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 5, 65-78.
- Holloway, K. S., & Domjan, M. (1993). Sexual approach conditioning: Tests of unconditioned stimulus devaluation using hormone manipulations. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 19, 47-55.
- Holman, E.W. (1975). Some conditions for dissociation of consummatory and instrumental behavior in rats. *Learning and Motivation* 6, 358-366.
- Holman, J. G., & Mackintosh, N. J. (1981). The control of appetitive instrumental responding does not depend on classical conditioning to the discriminative stimulus. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 33B, 21-31.
- Holmes, D., & Gormezano, I. (1970). Classical appetitive conditioning of the rabbit's jaw movement response under partial and continuous reinforcement schedules. *Learning and Motivation*, 1, 110-120.
- Honey, R. C. (1990). Stimulus generalization as a function of stimulus novelty and familiarity in rats. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 16, 178-184.
- Honey, R. C., & Hall, G. (1989). The acquired equivalence and distinctiveness of cues. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 15, 338-346.
- Honig, W. K., Matheson, W. R., & Dodd, P. W. D. (1984) Outcome expectancies as mediators for discriminative responding. *Canadian Journal of Psychology*, 38, 196-217.
- Howells, T. H. (1944). The experimental development of color-tone synesthesia. *Journal of Experimental Psychology*, 34, 87-103.
- Hull, C. L. (1943). *Principles of behavior*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- 井口善生 (2008). 連合論的学習心理学と比較認知科学の断絶と接点. *動物心理学研究*, 58, 61-68.
- Iguchi, Y., & Ishii, K. (2006). Reduction of instrumental discrimination performance by

引用文献

- post-conditioning devaluation of discriminative stimulus: The effects of novelty in reinforcing outcome and extended training. *Behavioural Processes*, 73, 49-61.
- 今田寛 (1996). 学習の心理学 (現代心理学シリーズ 3). 培風館.
- 今田純雄 (1997). 食行動の心理学 (現代心理学シリーズ 16). 培風館.
- Jenkins, H. M. (1977). Sensitivity of different response systems to stimulus-reinforcer and response-reinforcer relation. In H. Davis & H. M. B. Hurwitz (Eds.), *Operant Pavlovian interactions* (pp. 47-62). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kamin, L. J. (1968). Attention-like processes in classical conditioning. In M. R. Jones (Ed.), *Miami symposium on the prediction of behavior: Aversive stimuli* (pp. 9-32). Coral Gables, FL: University of Miami Press.
- Kamin, L. J. (1969). Selective association and conditioning. In N. J. Mackintosh & W. K. Honig (Eds.), *Fundamental issues in associative learning*, pp 42-64. Halifax: Dalhousie University Press.
- Karpicke, J. A. (1978). Directed approach responses and positive conditioned suppression in the rat. *Animal Learning & Behavior*, 6, 216-224.
- Karpicke, J. A., Christoph, G., Peterson, G., & Herst, E. (1977). Signal location and positive versus negative conditioned suppression in the rat. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 3, 105-118.
- Kerfoot, E. C., Agarwal, I., Lee, H. J., & Holland, P. C. (2007). Control of appetitive and aversive taste-reactivity responses by an auditory conditioned stimulus in a devaluation task: A FOS and behavioral analysis. *Learning and Memory*, 14, 581-589.
- Klossek, U. M. H., Russell, J., & Dickinson, A. (2008). The control of instrumental action following outcome devaluation in young children aged between 1 and 4 years. *Journal of Experimental Psychology: General*, 137, 39-51.
- Konorski, J. (1964a). On the mechanism of instrumental conditioning. *Acta Psychologica*, 23, 45-59.
- Konorski, J. (1964b). Some problems concerning the mechanism of instrumental conditioning. *Acta biologiae experimentalis Sinica*, 24, 59-72.
- Konorski, J. (1967). *Integrative activity of the brain*. Chicago: University of Chicago Press.
- Konorski, J., & Miller, S. (1936). Conditioned reflexes of the motor analyser. *Trudy Fiziologicheskikh Laboratorii Akademika J.P. Pavlova*, 6, 119-278. (In Russian with English summary, pp. 285-288).
- Kruse, J. M., Overmier, B., Konz, W., & Rokke, E. (1983). Pavlovian conditioned stimulus effects upon instrumental choice behavior are reinforcer specific. *Learning and Motivation*, 14, 165-181.
- 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*, 6, 1331-1352.

引用文献

- Lennartz, R. C., & Werinberger, N. M. (1992). Analysis of response systems in Pavlovian conditioning reveals rapidly versus slowly acquired responses: Support for two factors, implications for behavior and neurobiology. *Psychobiology*, 20, 93-119.
- Lerman, D. C., Iwata, B. A., & Wallace, M. D. (1999). Side effects of extinction: Prevalence of bursting and aggression during the treatment of self-injurious behavior. *Journal of Applied Behavioral Analysis*, 32, 1-8.
- Leuba, C. (1940). Images as conditioned sensations. *Journal of Experimental Psychology*, 26, 345-351.
- Lewis, M., Alessandri, S. M., & Sullivan, M. W. (1990). Violation of expectancy, loss of control and anger expression in young infants. *Developmental Psychology*, 26, 745-751.
- Liljeholm, M., & Balleine, B. (2006). Stimulus salience and retrospective revaluation. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 32, 481-487.
- Liljeholm, M., & Balleine, B. (2008). It's elemental my dear Watson. *Behavioural Processes*, 77, 434-436.
- Linwick, D. C., & Overmier, J. B. (2006). Associatively activated representations of food events resemble food outcome expectancies more closely than they resemble food-based memories. *Learning & Behavior*, 34, 1-12.
- Linwick, D. C., & Overmier, J. B., Peterson, G. B., & Mertens, M. (1988). Interactions of memories and expectations as mediators of choice. *American Journal of Psychology*, 101, 313-334.
- Lopez, M., Balleine, B., & Dickinson, A. (1992). Incentive learning and the motivational control of instrumental performance by thirst. *Animal Learning & Behavior*, 20, 322-328.
- Lovibond, P. F. (1983). Facilitation of instrumental behavior by a Pavlovian appetitive conditioned stimulus. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 9, 225-247.
- Lubow, R. E. (1973). Latent inhibition. *Psychological bulletin*, 79, 398-407.
- Mackintosh, N. J. (1975). A theory of attention: Variations in the associability of stimulus with reinforcement. *Psychological Review*, 82, 276-298.
- Mackintosh, N. J., & Dickinson, A. (1979). Instrumental (Type II) conditioning. In A. Dickinson & R. A. Boakes (Eds.), *Mechanisms of Learning and Motivation*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Maki, P., Overmier, J. B., Delos, S., & Gutmann, A. J. (1995). Expectancies as factors influencing conditional discrimination performance of children. *Psychosocial Record*, 45, 45-71.
- Mazur, J. E. (1998). *Learning and behavior (4th Ed.)*. Prentice-Hall, Inc.
- Mazur, J. E. (1998). *Learning and behavior (4th ed.)*. Prentice-Hall, Inc.
- McIntosh, A. R., Cabeza, R. E., & Lobaugh, N. J. (1998). Analysis of neural interactions explains the activation of occipital cortex by an auditory stimulus. *Journal of Neurophysiology*, 80, 2790-2796.

引用文献

- McLaren, I. P. L., & Mackintosh, N. J. (2000). An elemental model of associative learning: I. Latent inhibition and perceptual learning. *Animal Learning & Behavior*, 28, 211-246.
- McLaren, I. P. L., & Mackintosh, N. J. (2002). Associative learning and elemental representation: II. Generalization and discrimination. *Animal Learning & Behavior*, 30, 177-200.
- Meachum, C. L. (1988). Toxicosis affects instrumental behaviour in rats. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 40B, 209-228.
- Meachum, C. L. (1990). The role of response-contingent incentives in lithium chloride-mediated suppression of an operant response. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 42B, 175-195.
- Meltzer, D., & Hamm, R. J. (1974). Conditioned enhancement as a function of schedule of reinforcement. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 3, 99-101.
- Miller, N. E. (1935). A reply to 'sign-gestalt or conditioned reflex'. *Psychological Review*, 42, 280-292.
- Miller, N. E., & DeBold, R. C. (1965). Classically conditioned tongue-licking and operant bar pressing recorded simultaneously in the rat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 59, 109-111.
- Miller, S., & Konorski, J. (1928). Sur une forme particulière des réflexes conditionnels [On a particular form of conditioned reflexes]. *Les Comptes Rendus des Séances de la Société Polonaise de Biologie*, 49, 1155-1157.
- Mitchell, D., & Gormezano, I. (1970). Effects of water deprivation on classical appetitive conditioning of the rabbit's jaw movement response. *Learning and Motivation*, 1, 199-206.
- Moore, B. R. (1973). The role of directed Pavlovian reactions in simple instrumental learning in the pigeon. In R. A. Hinde & J. Stevenson-Hinde (Eds.), *Constraints on learning* (pp. 159-186). London: Academic Press.
- Morgan, C. L. (1894). *An introduction to comparative psychology*. London: Scott.
- Morrison, G. R., & Collyer, R. (1974). Taste-mediated conditioned aversion to an exteroceptive stimulus following LiCl poisoning. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 86, 51-55.
- Moscovitch, A., & LoLordo, V. M. (1968). Role of safety in the Pavlovian backward fear conditioning procedure. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 66, 673-678.
- Mowrer, O. H. (1956). *Learning theory and behavior*. New York: Wiley.
- Murphy, R. A., & Baker, A. G. (2004). A role for CS-US contingency in Pavlovian conditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 30, 229-239.
- 中島定彦 (1993). 信号強化効果をめぐる諸問題. *心理学評論*, 36, 265-287.
- 中島定彦 (1995). 見本合わせ手続きとその変法. *行動分析学研究*, 8, 160-176.
- Nation, J. R., & Cooney, J. B. (1982). The time course of extinction-induced aggressive behavior in human: Evidence for a stage model of extinction. *Learning and Motivation*, 13, 95-112.

引用文献

- Papini, M. R. (1988). Role of reinforcement in spaced-trial operant learning in pigeons (*Columba livia*). *Journal of Comparative Psychology*, 111, 275-285.
- Papini, M. R. (2002). *Comparative psychology: Evolution and development of behavior*. Prentice-Hall, Inc.
- Paredes-Olay, C., & Lopez, M. (2002). Lithium-induced outcome devaluation in instrumental conditioning: Dose-effect analysis. *Physiology and Behavior*, 75, 603-609.
- Pavlov, I. P. (1927). *Conditioned reflexes*. Oxford: Oxford University Press.
- Pavlov, I. P. (1932). The reply of a physiologist to a psychologist. *Psychological Review*, 39, 91-127.
- Pearce, J. M. (1987a). *Introduction to animal cognition*. Lawrence Erlbaum Associates Ltd.
- Pearce, J. M. (1987b). A model for stimulus generalization in Pavlovian conditioning. *Psychological Review*, 94, 61-73.
- Pearce, J. M. (1994). Similarity and discrimination: A selective review and a connectionist model. *Psychological Review*, 101, 587-607.
- Pearce, J. M. (2008). *Animal learning & cognition: An introduction (3rd edition)*. East Sussex: Psychology Press.
- Pearce, J. M., & Bouton, M. E. (2001). Theories of associative learning in animals. *Annual Review of Psychology*, 52, 111-139.
- Pearce, J. M., & Hall, G. (1978). Overshadowing the instrumental conditioning of a lever-press response by a more valid predictor of reinforcement. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 4, 356-367.
- Pearce, J. M., & Hall, G. (1979). The influence of context-reinforcer associations on instrumental performance. *Animal Learning & Behavior*, 7, 504-508.
- Pearce, J. M., & Hall, G. (1980). A model of Pavlovian conditioning: Variations in the effectiveness of conditioned but not of unconditioned stimuli. *Psychological Review*, 87, 532-552.
- Peterson, G. B. (1984). How expectancies guide behavior. In H. L. Roiblat, T. G. Bever, & H. S. Terrace (Eds), *Animal cognition* (pp. 135-148). Hillsdale, NJ: Relbaum.
- Peterson, G. B., Linwick, D., & Overmier, J. B. (1987). On the comparative efficacy of memories and expectancies as cues for choice behavior in pigeons. *Learning and Motivation*, 18, 1-20.
- Pickens, C. L., & Holland, P. C. (2004). Conditioning and cognition. *Neuroscience and biobehavioral review*, 28, 651-661.
- Plotkin, H. C., & Oakley, D. A. (1975). Backward conditioning in the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 88, 586-590.
- Powell, D. A., Hernandez, L., & Buchanan, S. L. (1985). Intraseptal scopolamine has differential effects on Pavlovian eye blink and heart rate conditioning. *Behavioral Neuroscience*, 99, 75-87.
- Prince, S. E., Daselaar, S. M., & Cabeza, R. (2005). Neural correlates of relational memory: Successful

引用文献

- encoding and retrieval of semantic and perceptual associations. *Journal of Neuroscience*, 25, 1203-1210.
- Ramirez, I. (1997). Carbohydrate-induced stimulation of saccharin intake: Yoked controls. *Animals Learning & Behavior*, 25, 347-356.
- 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. (1973). Effect of US habituation following conditioning. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 82, 137-143.
- Rescorla, R. A. (1985). Conditioned inhibition and facilitation. In R. R. Miller & N. E. Spear (Eds.), *Information processing in animals: Conditioned inhibition* (pp. 299-326). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Rescorla, R. A. (1988). Pavlovian conditioning: It's not what you think it is. *American Psychologist*, 43, 151-160.
- Rescorla, R. A. (1990a). Instrumental responses become associated with reinforcers that differ in one feature. *Animal Learning & Behavior*, 18, 206-211.
- Rescorla, R. A. (1990b). The role of information about the response-outcome relation in instrumental learning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 16, 262-270.
- Rescorla, R. A. (1990c). Evidence for an association between the discriminative stimulus and the response-outcome association in instrumental learning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 16, 326-334.
- Rescorla, R. A. (1991). Associative relations in instrumental learning: The eighteenth Bartlett memorial lecture. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 43B, 1-23.
- Rescorla, R. A. (1992a). Response-outcome and outcome-response associations in instrumental learning. *Animal Learning & Behavior*, 20, 223-232.
- Rescorla, R. A. (1992b). Depression of an instrumental response by a single devaluation of its outcome. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 44B, 123-136.
- Rescorla, R. A. (1994a). Control of instrumental performance by Pavlovian and instrumental stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 20, 44-50.
- Rescorla, R. A. (1994b). Transfer of instrumental control mediated by a devalued outcome. *Animal Learning & Behavior*, 22, 27-33.
- Rescorla, R. A. (1994c). A note on depression of instrumental responding after one trial of outcome devaluation. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 47B, 27-37.
- Rescorla, R. A., & Cunningham, C. L. (1978). Within-compound flavor associations. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 4, 267-275.
- Rescorla, R. A., & Holland, P. C. (1982). Behavioral studies of associative learning in animals. *Annual*

引用文献

- Review of Psychology*, 3, 265-308.
- Rescorla, R. A., & Wagner, A. R. (1972). A theory of Pavlovian conditioning: Variations in the effectiveness of reinforcement and nonreinforcement. In A. H. Black & W. F. Prokasy (Eds.), *Classical conditioning II: Current research and theory* (pp. 64-99). New York: Appleton-Century-Crofts.
- Rescorla, R.A. & Solomon, R.L. (1967). Two-process learning theory: Relationships between Pavlovian conditioning and instrumental learning. *Psychological Review*, 74, 151-182.
- Revusky, S. H., & Garcia, J. (1970). Learned associations over long delays. In G. H. Bower & T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 4, pp. 1-84). New York: Academic Press.
- Rizley, R. C., & Rescorla, R. A. (1972). Associations in second-order conditioning and sensory preconditioning. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 81, 1-11.
- Roberts, W. A., Feeney, M. C., MacPherson, K., & Petter, M. (2008). Episodic-like memory in rats: Is it based on when or how long ago? *Science*, 320, 113-115.
- Rose, J. E., & Behm, F. M. (1995). There is more to smoking than the CNS effects of nicotine. In P. B. S. Clarke, M. Quik, F. Adlkofer, & K. Thureau (Eds.), *Effects of nicotine on biological systems II* (pp. 9-16). Basel: Birkhouser.
- Ross, R. T., & Holland, P. C. (1981). Conditioning of simultaneous and serial feature-positive discrimination. *Animal Learning & Behavior*, 9, 293-303.
- Rozeboom, W. W. (1957). Secondary extinction of lever-pressing behavior in the albino rat. *Journal of Experimental Psychology*, 54, 280-287.
- Rozeboom, W. W. (1958). "What is learned?"—An empirical enigma. *Psychological Review*, 65, 22-33.
- Salamone, J. D., Kurth, P., McCullough, L. D., Sokolowski, J. D. (1995). The effects of nucleus accumbens dopamine depletions on continuously reinforced operant responding: Contrasts with the effects of extinction. *Pharmacological Biochemical Behavior*, 50, 437-443.
- Schmajuk, N. A., & Holland, P. C. (Eds.). (1998). *Occasion setting: Associative learning and cognition in animals*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Scott, G. K., & Platt, J. R. (1985). Model of response-reinforcer contingency *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 11, 152-171.
- Seligman, M. E. P. (1971). Phobias and preparedness. *Behavior Therapy*, 2, 307-320.
- Shiple, B. E., & Colwill, R. M. (1996). Direct effects on instrumental performance of outcome revaluation by drive shifts. *Animal Learning & Behavior*, 24, 57-67.
- Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms: An experimental analysis*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Smith, J. C., & Roll, D. L. (1967). Trace conditioning with X-rays as an aversive stimulus. *Psychonomic*

引用文献

- Science*, 9, 11-12.
- Spence, K. W. (1956). *Behavior theory of organisms*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Spencer, H. (1870). *Principles of Psychology (2nd Ed.)*. London: Longmans.
- Squire, L. R. (1987). *Memory and Brain*. Oxford: Oxford University Press.
- St. Claire-Smith, R. (1979). The overshadowing of instrumental conditioning by a stimulus that predicts reinforcement better than the response. *Animal Learning & Behavior*, 7, 224-228.
- St. Claire-Smith, R., & MacLaren, D. (1983). Response preconditioning effects. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 9, 41-48.
- Thorndike, E. L. (1898). Animal intelligence: An experimental study of the associative processes in animals. *Psychological Monographs*, 2 (4, Whole No. 8).
- Thorndike, E. L. (1911). *Animal intelligence*. New York: Mcmillan.
- Thorndike, E. L. (1932). *The fundamentals of learning*. New York: Teachers College Press.
- Tinklepaugh, O. L. (1928). An experimental study of representative factors in monkeys. *Journal of Comparative Psychology*, 8, 197-236.
- Tolman, E. C. (1933). Sign-gestalt or conditioned reflex? *Psychological Review*, 40, 246-255.
- Tolman, E. C. (1938). The determinants of behavior at a choice point. *Psychological Review*, 45, 1-41.
- Tolman, E. C. (1949a). The nature and function of wants. *Psychological Review*, 56, 357-369.
- Tolman, E. C. (1949b). There is more than one kind of learning. *Psychological Review*, 56, 144-155.
- Tolman, E. C., & Honzik, C. H. (1930). Introduction and removal of reward, and maze performance in rats. *University of California Publications in Psychology*, 4, 257-275.
- Tolman, E.C., & Gleitman, H. (1949). Studies in learning and motivation: I. Equal reinforcements in both end-boxes followed by shock in one end-box. *Journal of Experimental Psychology*, 39, 810-819.
- Tomie, A., Carelli, R., & Wagner, G. C. (1993). Negative correlation between tone (S-) and water increases target biting during S- in rats. *Animal Learning & Behavior*, 21, 355-359.
- Trapold, M. A. (1970). Are expectancies based upon different reinforcing events discriminably different? *Learning and Motivation*, 1, 129-140.
- Trapold, M. A., & Overmier, J. B. (1972). The second learning process in instrumental training. In A. H. Black & W. F. Prokasy (Eds.), *Classical conditioning II: Current research and theory* (pp. 427-452). New York: Appleton-Century-Crofts.
- Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. In E. Tulving & W. Donaldson, W (Eds.), *Organization of Memory* (pp. 381-403), New York: Academic Press.
- Urcuioli, P. J. (1990). Some relationships between outcome expectancies and sample stimuli in pigeons' delayed matching. *Animal Learning & Behavior*, 18, 302-314.
- Urcuioli, P. J. (1991). Retardation and facilitation of matching acquisition by differential outcomes.

引用文献

- Animal learning & Behavior*, 19, 29-36.
- Urcuioli, P. J. (2005). Behavioral and associative effects of differential outcomes in discrimination learning. *Learning & Behavior*, 33, 1-21.
- Urcuioli, P. J., & DeMarse, T. B. (1996). Associative processes in differential outcome discrimination. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 22, 192-204.
- Urcuioli, P. J., & DeMarse, T. B. (1997). Further tests of response-outcome associations in differential-outcome matching-to-sample. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 23, 171-182.
- Urcuioli, P. J., & Zentall, T. R. (1990). On the role of trial outcomes in delayed discriminations. *Animal learning & Behavior*, 18, 141-150.
- Vaidya, C. J., Zhao, M., Desmond, J. E., & Gabrieli, J. D. (2002). Evidence for cortical encoding specificity in episodic memory: Memory-induced re-activation of picture processing areas. *Neuropsychologia*, 40, 2136-2143.
- VanDercar D, H., & Schneiderman, N. (1967). Interstimulus interval functions in different response systems during classical discrimination conditioning of rabbits. *Psychonomic Science*, 9, 9-10.
- Wagner, A. R. (1969). Stimulus validity and stimulus selection in associative learning. In N. J. Mackintosh & W. K. Honig (Eds.), *Fundamental issues in associative learning* (pp. 90-122). Halifax, Nova Scotia, Canada: Dalhousie University Press.
- 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 mechanisms* (pp. 5-47). Hillsdale, N. J: Lawrence Erlbaum Associates.
- Wagner, A. R. (2003). Context-sensitive elemental theory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 56B, 7-29.
- Wagner, A. R., & Brandon, S. E. (1989). Evolution of a structured connectionist model of Pavlovian conditioning (AESOP). In S. B. Klein & R. R. Mowrer (Eds.), *Contemporary learning theories: Pavlovian conditioning and the status of traditional learning theory* (pp. 149-189). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Ward-Robinson, J., & Hall, G. (1996). Backward sensory preconditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 22, 395-404.
- Ward-Robinson, J., & Hall, G. (1999). The role of mediated conditioning in acquired equivalence. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 52B, 335-350.
- Wasserman, E. A. (1973). The effect of redundant contextual stimuli on autoshaping the pigeon's keypeck. *Animal Learning & Behavior*, 1, 198-206.
- Wheeler, D. S., Sherwood, A., & Holland, P. C. (2008). Excitatory and inhibitory learning with absent stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 34, 247-255.

引用文献

- Wheeler, M. E., Petersen, S. E., & Buckner, R. L. (2000). Memory's echo: Vivid remembering reactivates sensory-specific cortex. *Proceeding of the National Academy of Science, USA*, 97, 11125-11129.
- Williams, B. A. (1989). The effect of response contingency and reinforcer identity on response suppression by alternative reinforcement. *Learning and Motivation*, 20, 204-224.
- Wilson, C.L., Sherman, J.E., & Holman, E.W. (1981). Aversion to the reinforcer differentially affects conditioned reinforcement and instrumental responding. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 7, 165-174.
- Yokel, R. A., & Wise, R. A. (1975). Increased level pressing for amphetamine after pimozide in rats: Implications for a dopamine theory of reward. *Science*, 187, 547-549.

謝辞

本論文の実験的検討は、筆者が名古屋大学大学院環境学研究科心理学研究室実験動物舎に在籍している間におこなわれたものである。この間、私が自らの関心に基づいて自由に研究活動することができる環境をつくっていただき、さらに、博士論文を執筆し終えた今日までの永きにわたって、常に私の研究に対する親身なご助言と、研究を推進するための力強い励ましをいただいていた名古屋大学大学院環境学研究科・石井澄教授に、心より感謝申し上げます。先生からは、「自らの関心を出発点とした自らの努力と工夫から、人は真に学ぶ」ということを教えていただきました。

また、本論文の審査過程において、多くの貴重なご助言とご指導を賜りました、大平英樹名古屋大学大学院環境学研究科教授、北神慎司名古屋大学環境学研究科准教授の両先生に深謝申し上げます。

辻敬一郎名古屋大学名誉教授、松尾貴司愛知淑徳大学教授の両先生には、私が名古屋大学文学部心理学研究室に在学していた時から数々のご指導を賜り、現在に至るまで迷える私を導いてくださいました。ここに心よりのお礼を申し上げます。

澤幸祐専修大学准教授、荒川礼行ニューヨーク州立大学研究員をはじめとする多くの動物舎の先輩、同輩、後輩の方々とは、あにまる研、毎週土曜日恒例の実験動物の世話などの日常生活をともにさせていただきながら、互いの研究に関して深夜まで議論を戦わせ、また、実験技術の切磋琢磨をさせていただきました。このような「あにまる研の仲間たち」がいたからこそ、私は常に希望を抱いて研究を続けることができました。ここに心よりのお礼を申し上げます。

ここ、金沢の地で、新たな研究をはじめながら博士論文の執筆をおこなうことができましたこと、金沢大学文学部心理学研究室の松川順子教授、岡田努教授、小島治幸准教授、谷内通准教授、荒木友希子助教に深謝いたします。

最後になりましたが、私の名古屋における11年間の学生生活の成果を楽しみにしつつ、支えてくれた私の両親に感謝をいたします。ありがとうございました。