The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	適応行動としての自動的反応形成 : パブロフ条件づけの反応遂行理論
Author(s)	山田, 恒夫
Citation	大阪大学人間科学部紀要. 1987, 13, p. 243-267
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/4937
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

適応行動としての自動的反応形成

—パブロフ条件づけの反応遂行理論—

山　田　恒　夫

目　次

§1　自動的反応形成の問題性—学習の2要因説に対して—
自動的反応形成という現象
自動的反応形成の意味
問題の検討
現象の一般性
操作の一般性
まとめ
§2　パブロフ条件づけの反応遂行理論
刺激代置仮説
学習性解発仮説
定位反射仮説
まとめ

適応行動としての自動的反応形成

―パブロフ条件づけの反応遂行理論―

近年，学習理論の行動2分観に疑問を投げかける現象が数多く報告され，理論としての限界が問題にされるようになった（佐藤，1982；Terrace, 1981）。本能的逸脱（instinctive drift；Breland & Breland, 1961），迷信行動（superstitious behavior；Staddon & Simmelhag, 1971）などとならんで，自動的反応形成（autoshaping）もその一つの事例とされる。本研究では，自動的反応形成という現象が，学習理論，特にパブロフ条件づけの理論にもたらしたいくつかの問題点を検討し，適応行動として自動的反応形成をとらえることの意義を考察する。

§1　自動的反応形成の問題性
―学習の2要因説に対して―

自動的反応形成という現象

自動的反応形成を初めて報告した論文は Brown & Jenkins (1968) である。Brown と Jenkins は，食餌制限（deprivation）下のハトに，キー点灯とエサの対呈示を繰り返すことによって，キーつつき（key-pecking）反応が形成されることを示した。分化強化の原理に基づく，従来の逐次接近法（"method of successive approximations", Ferster & Skinner, 1957）と異なり，キーつつき以外の反応に対しては反応随伴性操作を必要としない「自動的」な方法であるため，自動的反応形成と名付けられることとなった。この自動的反応形成という術語は，操作に対しても，その結果をも含めた現象に対しても用いられる。

自動的反応形成の意味

このような自動的反応形成が学習理論に与えた影響は小さくない。最大の問題は，パブロフ条件づけの遅延条件づけと同じ手続によって，典型的なオペラント反応とされてきたハトのキーつつき反応が形成されるという点であった。すなわち，操作的にはパブロフ条件づけなのだが，内容的には「オペラント（反応）」の獲得に他ならないということである。

これまでの2分法，2要因説によると，パブロフ条件づけとオペラント条件づけとは，それぞれの操作に対応した独立な過程で，操作的には勿論，内容的にも明確に区別できるものであった（河嶋，1982）。

そこで，このような現象を前に，2要因説の枠組みを維持しながら，その中で説明しようとする2つの立場が現われた。すなわち，自動的反応形成はパブロフ条件づけの1過程であるとする立場（Mackintosh, 1974；Moore, 1973）と，自動的反応形成はオペラント形成の1過程であるとする立場（Herrnstein, 1977a, b；Hursh, Navarick & Fantino, 1974）である。

問題の検討

Brown & Jenkins (1968) では，自動的反応形成に有効な操作として，反応終了型試行（response-terminated trial），刺激固定型試行（fixed trial）の2つが示された。刺激固定型試行とは，被験体の反応にかかわりなくキー点灯とエサとを対呈示するもので，パブロフ条件づけの遅延条件づけと同じ手続である。これに対し，反応終了型試行とは，キー点灯中にキーつつき反応があった場合，試行は直ちに終了しエサが呈示されるというものである。ただし，反応がない場合は，刺激固定型試行と同様，キーは一定時間後に消灯しエサが呈示される。

反応終了型試行では，操作としてキーつつき反応に対する反応随伴性が設定されている。また，刺激固定型試行においても，偶然的な強化(adventitious reinforcement：cf. Skinner, 1948）の可能性がある。ところが，次の操作において反応随伴性の関与は考えにくい。

Williams & Williams (1969) は，除去訓練（omission training：cf. Sheffield, 1965）の手続をハトの自動的反応形成に応用し，反応随伴性による獲得の可能性を検討した。除去訓練においても，先の手続同様，キー点灯とエサとは対呈示される。しかしながら，キー点灯中に当該反応（キーつつき反応）が出現すると，試行は中止されエサも呈示されないという点が大きな相違である。結果は，このような条件，すなわち，キーつつき反応に対して負の随伴性がある場合でも，キーつつき反応は形成維持されたのであり（負の自動的反応維持，negative automaintenance），自動的反応形成におけるパブロフ条件づけ過程の重要性が認識されるようになった。

パブロフ条件づけの本質は，条件刺激（Conditioned Stimulus, CS）と無条件刺激（Unconditioned Stimulus, US）の連合（association）にあるとされた。そこで，自動的反応形成においても，刺激の呈示方法について対照条件が必要である。Brown & Jenkins でもいくつかの対照条件が報告されているが，パブロフ条件づけの基本的な対照条件とされ

る“真にランダムな手続 (truly-random control; Rescorla, 1967)”は検討されていなかった。この手続において，CS と US とは，

$$p(US/CS)=p(US/\overline{CS})$$

となるように，全く独立に呈示される。Gamzu & Williams (1971, 1973) は，この“真にランダムな”条件下ではハトのキーつつき反応が形成されないこと，さらに分化型多元 (mult VT 33sec EXT) スケジュールで反応が形成維持されることを示し，自動的反応形成にキー点灯 (S 1)[1] とエサ (S 2) の対呈示 (pairing) は必要でも十分でもなく，むしろ S 1—S 2 随伴性が必要であることを明らかにした。

これらの事実に加え，冗長な刺激の存在によって自動的反応形成が減退すること (Allaway, 1971; Williams 1981 からの引用)，S 2 の呈示間隔に対する S 1—S 2 呈示時間の比が小さいほど自動的反応形成が速いこと (Gibbon & Balsam, 1981) なども，パブロフ条件づけと平行的な事実といえる。

さらに，Jenkins & Moore (1973) は形成される反応の側面で，パブロフ条件づけとの類似性を見いだした。エサ・水とも摂取制限下のハトに，キー1—エサ，キー2—水，の対呈示を行ったところ，エサに先行する刺激に対しては摂食行動に似たつつき反応が，水に先行する刺激に対しては飲水行動に似たつつき反応が出現するようになった。つまり，キーつつき反応のトポグラフィが，キーの予測する強化子そのものに対する完了行動 (consummatory response) と類似したのである。この事実は，パブロフ条件づけの反応遂行理論である刺激代置 (stimulus substitution) 仮説とよく一致した。

そこで，上記の事実，即ち，刺激随伴性が必要なこと，負の反応随伴性による制御が不完全なこと，刺激代置仮説を支持する報告のあることから，ハトのキーつつき反応の自動的反応形成はパブロフ条件づけの1過程であると考えられるようになった (Schwartz & Gamzu, 1977)。

現象の一般性

自動的反応形成が条件づけ理論にとって重要な意味をもつかどうかは，この現象の一般性と再現性による。ハトという種のキーつつきという反応に限定されたものでないこと，特殊な条件下において初めて成立するものでないことが必要である。

そこで，自動的反応形成が他種の動物でも可能かどうかという問題は，Brown & Jenkins (1968) の報告直後から検討されることになった (Table 1 参照)。しかしながら，他種の動物の場合でも，用いられるべき刺激はキーの点灯とエサで，形成されるべき反応はキーつつきでなくてはならないのか。ここに，改めて自動的反応形成とはなにか，その基本的な

Table 1 脊椎動物を用いた自動的反応形成および自動的反応維持

学名	文献	形成すべき反応	CS[2]	US	自動的反応形成 種類[1]	自動的反応形成 結果	除去訓練 結果[3]
魚類							
キンギョ							
Carassius auratus	Woodard & Bitterman 1974	target-striking	target light	liquid food	Fixed	可能	---------
	Bottjer, Scobie & Wallace 1977	nose key-press	key light	food	Fixed	可能	83%の試行
	Brandon & Bitterman 1979	target-striking	target light	liquid food	Yoked	可能	可能
テラピア							
Tilapia Mossambica	Squire 1969	key response	keylight	food	Response-terminated	8/12	---------
ボラ							
Mugil cephalus	Squire 1969	key response	keylight	food	Response-terminated	1/4	---------
テッポウウオ							
Toxotes chatareus	Waxman & McCleave 1978	water squirting	red key light	food(fruit fly)	Response-terminated	3/3	---------
爬虫類							
ベンガルオオトカゲ *Varanus bengalensis*	Loop 1976	key pecking or key biting	key light (flicker)	food	Fixed	4/4	---------
鳥類							
キジ科							
コリンウズラ							
Colinus virginianus	Gardner 1969	keypecking	key color (red to green)	food	Fixed	<120試行	---------
ニワトリ							
Gullus domesticus	Wasserman,Hunter,Gutoeski, & Bader1975	key-pecking	key light	heat	Fixed	可能	---------
	Downing & Neuringer 1976	key-pecking	key light	food	Fixed	可能	---------
	Woodruff & Starr 1978	key-contact	key light	food	----------	----------	試行の20－90%
		key-contact	key light	water	----------	----------	10－70%
		key-contact	key light	sand	----------	----------	0%
	Lucas & Wasserman 1982	key-pecking	key light	heat	Fixed	可能	---------
カラス科							
ハシボソガラス *Corvus corone*	Wilson 1978 (Wasserman, 1981の引用)	keypecking					
ミヤマガラス *Corvus coronoides*	Wilson 1978 (Wasserman, 1981の引用)	keypecking					
カケス *Garrulus glandarius*	Wilson 1978 (Wasserman, 1981の引用)	keypecking					
アメリカガラス *Corvus brachyrhynchos*	Powell, Kelly & Santisteban 1975 Ex.1	keypecking	key light(white)	food	Fixed	2/9	---------
ウオガラス *Corvus ossifragus*	Powell, Kelly & Santisteban 1975 Ex.3	keypecking	key light	food	Fixed	0/4	---------
		keypecking	key light	food	Response-terminated	1/4	---------

ムクドリ科							
キュウカンチョウ							
Gracula religiosa	山田・赤列・宮本 1986	key-pecking	key light	food	Fixed	可能	---------
ハト科							
ジュズカケバト							
Streptopelia risoria	Balsam & Schwartz 1981	key-pecking	key light	food	Fixed	可能	---------
barbary dove	Wearden, Tocilovac & Harwood 1981	key-pecking	key light (白地・黒垂直線)	food	Yoked	試行の87%	試行の17%
デンショバト							
Columba livia var. domestica	Brown & Jenkins 1968	key-pecking	key light	food	Response-terminated	36/36	---------
		key-pecking	key light	food	Fixed	11/12	---------
	Williams & Williams 1969	key-pecking	key light	food	Response-terminated	可能	10%－90%
	Jenkins & Moore 1973	key-pecking	key light	water	Fixed	4/6	---------
	Boakes 1977	loop-pull	loop light	food	Fixed	6/8	抑制
	Peele & Ferster 1982	key-pecking	key light	social-space	Fixed	4/4	---------
哺乳類							
食肉目							
イヌ *Canis familialis*	Jenkins, Barrera, Ireland & Woodside 1978	CS-contact	light＋noise	food	Fixed	4/5	抑制
ネコ *Felis catus*	Grastyán & Vereczkei 1974	speaker-contact	sound	food		可能	
嚙歯目							
モルモット *Cavia porcellus*	Poling & Poling 1978	lever contact	retract. lever	food	Fixed	3/3	0/3
マウス *Mus musculus*	O'Connell 1980	head-poking	recess light	food	Fixed	可能	---------
ラット *Rattus norvegicus*	Peterson, Ackil, Frommer & Hearst 1972	lever contact	retract. lever	food	Fixed	6/6	---------
		lever contact	retract. lever	brain-stim.	Fixed	4/4	---------
	Myer & Hull 1974 Ex.1	lever pressing	retract. lever	food	Response-terminated	可能	---------
	Ex.2	key-pressing	key light	food	Response-terminated	可能	---------
	Stiers & Silberberg 1974	lever contact	retract. lever	food	Fixed	7/7	7/7で維持
	Timberlake & Grant 1975	CS contact	rat	food	Fixed	可能	---------
	Locurto, Terrace & Gibbon 1976	lever contact	retract. lever	food	Fixed	可能	低水準で維持
	Atnip 1983	lever pressing	retract. lever	food	Fixed	可能	減少するが維持
	Davey, Oakley & Cleland 1981	lever pressing	retract. lever	food	Yoked	可能	抑制

霊長目								
リスザル *Saimiri sciureus*	Gamzu & Schwam 1974		key-pressing	key light	food	Response-terminated	3/4	抑制・消失
	Schwam & Gamzu 1975	Ex.1	lever-pressing	light(above lever)	food	Response-terminated	4/5	---------
		Ex.2	key-pressing	tone(key light on)	food	Response-terminated	2/3	---------
アカゲザル *Macaca mulatta*	Sidman & Fletcher 1968		key-pressing	key light	food	Response-terminated	4/4	---------
	Likely 1974		key-pressing	key light	food	Fixed	5/5	---------
ヒト *Homo sapiens*	Deckner, Wilcox, Maisto & Blanton 1980		panel pressing	panel light	food	Response-terminated	3/3	---------
	Anderson, Buskist & Miller 1981		key-pressing	key light	penny	Response-terminated	6/8	---------
			key-pressing	key light	penny	Fixed	7/8	---------

脚注1) 自動的反応形成の操作の種類において，Fixed とは刺激固定型試行（Fixed trial）を，Response-terminated とは反応終了型試行（Response-terminated trial）を，Yoked とはヨークト対照試行を指す。ヨークト対照試行は，反応終了型試行と電気回路上直列に接続されており，刺激随伴性については全く同じだが，反応随伴性のない条件である。したがって，反応終了型試行とヨークト対照試行では，S 1の継続時間は不定となる。

2) retract. lever とは，retractable lever の略で，実験箱内に出し入れが可能なレバーのことである。

3) 除去訓練（omission training）の結果については，Locurto (1981) にまとめられている。

操作とは何か，どのような反応が形成されるのかが問題となった。

操作の一般性

（操作体と形成される反応）　種が異なれば，実行可能な行動のレパートリーは異なり，たとえ同じ反応が実行可能であってもその難易が同じわけではない。そこで，オペラント条件づけにおいては，その種で最も典型的なオペラントと考えられる反応が用いられてきた。通常，鳥類のオペラント条件づけでは，キーを操作体（operandum）としたキーつつき反応が，ラットなど嚙歯類では，レバーを操作体としたレバー押し反応が，オペラントとされる。そこで，自動的反応形成のパラダイムにおいても，種によって，用いられる操作体および形成される反応のトポグラフィが異なることとなった。

〔魚類・爬虫類〕　魚類では，テラピアやボラ（Squire, 1969），キンギョ（Woodard & Bitterman, 1974；Bottjer, Scobie & Wallace, 1977；Brandon & Bitterman, 1979）などが被験体として用いられた。いずれも，ランプの点灯をＳ１[1]，エサをＳ２[1]として対呈示を行うと，ランプの取り付けてあるキーやターゲットに接触する反応が形成された。また，テッポウウオに赤色光とエサ（ミバエ）を対呈示したWaxman & McCleave (1978) では，赤色光に対しても水の発射反応が観察されるようになった。

爬虫類では，オオトカゲを用いた Loop (1976) の研究があり，エサと対呈示された局在性のある視覚刺激（キーに照射される 15Hz のフリッカー光）に対して，接近・接触反応が報告されている。

〔鳥類〕　Brown & Jenkins (1968) 以来，鳥類を被験体とする研究では，操作体としてキーが用いられることが多い。デンショバトをはじめ，同じくハト科のジュズカケバト (Balsam & Schwartz, 1981) や ring dove (Wearden, Tocilovac & Harwood, 1981)，キジ科のコリンウズラ (Gardner, 1969) やニワトリ (Downing & Neuringer, 1976)，ムクドリ科のキュウカンチョウ（山田・赤刎・宮本，1986）においても，キー点灯とエサの対呈示によってキーつつき（キー接触）反応が形成された。しかしながら，カラス科の鳥では，自動的反応形成の失敗が報告されている。Powell, Kelly & Santisteban (1975) は，アメリカガラスおよびウオガラスを被験体として，キー点灯—エサの対呈示をおこなったが，キーつつき反応は形成できなかった。また，ハシボソガラス，ミヤマガラス，カケスにおいても，自動的反応形成後の反応水準は低いとの報告がある (Wilson, 1978；cf. Wasserman, 1981)。

キー以外の操作体を用いた研究としては，ハトに吊り輪 (loop) 引き反応を形成した Boakes (1977) の研究がある。この吊り輪は輪の部分が照光可能で，自動的反応形成にお

いては吊り輪照明光とエサとが対呈示される。この反応は8羽中6羽に形成されたが，負の反応随伴性の下では維持されなかった。

〔哺乳類〕 齧歯目のモルモット (Poling & Poling, 1978) やラット (Peterson, Ackil, Frommer & Hearst, 1972 など) では，通常S1としてレバーの出し入れを用いるが，いずれの種においても，エサとの対呈示によりレバー接触反応が形成された。レバー以外の操作体を用いた研究としては，ラットでハトと同じ照光キーを用いた Myer & Hull (1974, Ex. 2) の研究や同種他個体の出し入れをS1とした Timberlake & Grant (1975) の研究があり，エサとの対呈示によってS1接触反応が形成された。また，O'Connell (1980) はマウスを用いて自動的反応形成を行ったが，S1は窪みの照光で，形成される反応はその窪みへの頭出し (head-poking) 反応であった。

食肉目では，イヌ (Jenkins, Barrera, Ireland & Woodside, 1978) とネコ (Grastyán & Vereczkei, 1974) において自動的反応形成が検討された。Jenkins et. al では，S1として光とノイズの複合刺激，S2としてエサが用いられ，S1に対する接触反応が形成された。一方，Grastyán & Vereczkei でも，S1は音刺激，S2はエサが用いられ，スピーカーに対する接触反応が形成された。

霊長目では，Gamzu & Schwam(1974) がリスザルを用いて自動的反応形成を行った。反応終了型の試行であったが，キー点灯とエサの対呈示によって4頭中3頭にキー押し反応が見いだされた。さらに，この種の被験体を用いて，操作体をレバーにした条件やS1として音刺激を用いた条件を検討したが，自動的反応形成は可能であった(Schwam & Gamzu, 1975)。また，アカゲザルにおいても，キー点灯とエサの対呈示によってキー押し反応が形成された (Sidman & Fletcher, 1968 ; Likely, 1974)。Likely の報告では，アカゲザルにおいて，キーに接触する際の反応トポグラフィはエサを摂取する反応ではなかった点が注目される。

ヒトにおいては，Anderson, Buskist & Miller (1981) が，5才―7才児を対象に自動的反応形成を行ったところ，点灯キー (S1) に対するキー押し反応が形成された。また，精神障害児のパネル押し反応の形成に際しても自動的反応形成が用いられ (Deckner, Wilcox, Maisto & Blanton, 1980)，教育方面への応用が検討されている。

このように，さまざまな種の動物に自動的反応形成が適用されていく過程で，形成される反応は同一のものではなくなったが，共通する特徴としての自動的反応形成の本質は明らかになった。それは，自動的反応形成において，動物にとって重要な刺激 (S2) ばかりでなく，その手がかりとなる刺激 (S1) に対しても，動物の働きかけがなされる，ということである。したがって，操作体は予測刺激であるS1そのものであるか (例：出し入れ可能なレバー)，S1の呈示装置であるか (例：照光キー)，同一の物体でなくとも，なんらかの意味でS1と密接な関係にある物体 (例：ランプの下方に取り付けられたレバー) となってい

る。しかしながら，刺激条件によっては，実験者の用意した操作体に対して反応が生じない場合も考えられる。予測刺激（S 1）の呈示とともにフィーダを指向する例（"goal-tracking"; Boakes, 1977）や予測刺激を指向しても接触には至らない例（Wasserman, Franklin & Hearst, 1974）はその例である。このような場合も広い意味では自動的反応形成に含めるべき現象と思われる。

（S 2の種類）　ハトの自動的反応形成では，主として，S 2（操作的には，パブロフ条件づけのUSあるいはオペラント条件づけの強化子に対応）にエサ—混合飼料や麻の実—が用いられた。しかしながら，摂水制限下のハトに，キー点灯と水を対呈示した場合でもキーつつき反応は形成された（Jenkins & Moore, 1973）。また，S 2として性的刺激（Rackham, 1971: Moore, 1973 に引用）や同種他個体のいる社会的空間への接近（Peele & Ferster, 1982），電撃（Rachlin, 1969）を用いた場合でも，キーに対する反応が形成される。

ハト以外の種においても，5℃—15℃の冷蔵室内のヒヨコにヒートランプを用いた研究（Wasserman, 1973b）やラットに脳内刺激を用いた研究（Peterson, Ackil, Frommer & Hearst, 1972）があり，いずれもキーに対する反応が観察されている。

（S 1の種類および特性）　自動的反応形成は，S 1（操作的にはパブロフ条件づけのCS に対応）に何を用いるかによっても影響をうける。通常，S 1として，ハトを被験体とする場合は照光可能なキーを，ラットの場合は出し入れ可能なレバーを使用するが，この問題は用いられる被験動物の種類とも密接な関係がある。

パブロフ条件づけの分野においても刺激の任意性は問題となっていた（LoLordo, 1979）。つまりどのような CS と US を用いるか，その組み合わせによって条件づけの成立に差異が生じてくるのである。この連合可能性（associability）の問題は自動的反応形成でもS 1とS 2の間で問題となることが予想される（Hearst & Jenkins, 1974）。

S 1を機能という点から分析すると，S 2についての予測性（predictiveness）をもつことに加え，反応の方向を決定しその対象となること（Wasserman, 1981）も必要である。このS 1の局在性（localizability）という特性については，キーの光が周囲の壁面に散乱する条件（Wasserman, 1973a）や，S 1として聴覚刺激を用いた条件（Bilbrey & Winokur, 1973; Schwartz, 1973a）で検討され，その必要性が指摘されている。自動的反応形成で用いられるS 1のほとんどは，局在する視覚刺激となっている。

特殊な刺激を用いた例では，同種のラットをエサに対するS 1として使用した研究（Timberlake & Grant, 1975; cf. Timberlake 1983）や，照光可能な透明プラクシガラス製吊り輪を，エサに対するS 1とした研究（Boakes, 1977）があり，いずれも自動的反応

形成に成功している。

ま と め

これらの研究の進展とともに，自動的反応形成という現象の意味が明らかとなり，新たにいくつかの問題が派生した。

〔内容の拡大〕

まず，自動的反応形成は，代表的な「オペラント」反応を形成するための新しい技法という観点ばかりでなく，適応行動の最も典型的な形式の一つという観点—すなわち，予測性のある刺激が環境に存在する場合動物はどう対処するかという点—からもとらえられるようになった。従来オペラントと定義してきた，キーつつき反応やレバー押し反応なども，刺激に対する“定位—接近—接触（orientation-approach-contact)”という反応系列の一部として位置づけられるようになった。

このような立場からは，自動的反応形成という用語は必ずしも適当でないため，“Sign-tracking” (Hearst & Jenkins, 1974), “Signal-centered action patterns” (Jenkins, Barrera, Ireland & Woodside, 1978) などの用語が提唱されるに至っている。

〔自動的反応形成はパブロフ条件づけの１過程〕

自動的反応形成がパブロフ条件づけかオペラント条件づけかという問題は，２分法的なとらえ方をするかぎり，パブロフ条件づけとの結論が妥当とされるようになった[2)]。この結果，これまでUSとして嫌悪刺激を用いなければ扱えなかったパブロフ条件づけの課題—２次条件づけ（second-order conditioning; Rashotte, 1981）や阻止（blocking)—を自動的反応形成のパラダイムで研究することが可能となった（Terrace, 1981)。

対立する“自動的反応形成=オペラント形成”の立場でも，否定的な事実を前にいくつかの仮説が提出され，検討されてはきた（Suzuki, 1986)。これらの仮説はいずれも，自動的反応形成の本質はオペラント条件づけの反応随伴性にあるとし，負の自動的反応維持の説明に重点を置いている。従来の偶然的強化説，すなわち，オペラント水準にある反応がUSとして呈示されるエサによって偶然的に強化されるという単純な図式は，当初から受け入れられなかった。そのため，①系列反応先行コンポーネント強化説（Wessells, 1974 ; Lucas, 1975 ; Peden, Browne & Hearst, 1977)，②マガジン照射光・般化説（Davol, Steinhauer & Lee, 1977 ; Steinhauer, Davol & Lee, 1976)，③刺激変化説（Hursh, Navarick & Fantino, 1974)，④キーつつき反応自己強化説（Herrnstein, 1977a, b）が提唱された。前２者は強化される反応に関する仮説，後２者は強化刺激に関する仮説である。

系列反応先行コンポーネント強化説は，キーつつき反応を，定位—接近—接触という反応

系列の最終コンポーネントとしてとらえるところに特色がある。この反応系列は，反射的あるいは本能的に結びついたものなので，キーつつき反応そのものを強化しなくても，先行コンポーネントである定位反応・接近反応を強化すれば，最終コンポーネントも維持されるというものである。刺激変化説は，特に除去訓練において，反応に随伴的なキーの消灯が条件性強化子あるいは感覚性強化子となり自動的反応形成および維持をもたらすとする。また，マガジン照射光・般化説は，摂食訓練中マガジン照射光がつつき反応の弁別刺激となり，自動的反応形成ではマガジン照射光に似たキー照射光に刺激般化が生ずる結果，キーつつき反応が形成されるというものである。キーつつき反応自己強化説は，つつき反応を行う機会そのものがエサにもまさる強化刺激になるという仮説である。しかしながら，これらの仮説では，刺激随伴性の重要性ならびに反応の特殊性の問題があつかわれておらず，自動的反応形成について報告されている事実の多くを説明できないというのが現状である(Suzuki, 1986)。

〔新たな問題の派生〕

自動的反応形成をパブロフ条件づけとするかオペラント条件づけとするかが問題となった原因の1つとして，パブロフ条件づけにおいては反応遂行(performance)に関する理論が，一方のオペラント条件づけにおいては反応形成理論が，あまり研究されなかったことがあげられる。自動的反応形成とは両条件づけ理論が問題としなかった分野の現象なのである。そこで，自動的反応形成過程における両条件づけの交互作用 ("Operant-Pavlovian interactions"; cf. Davis & Hurwitz, 1977) の可能性や，パブロフ条件づけの反応遂行理論の精緻化が問題とされるようになった (Wasserman, 1981; Hearst, 1984)。

一方，かつての"自動的反応形成=オペラント形成"の立場においても，自動的反応形成をパブロフ条件づけの1過程とする点では概ね一致するようになったが，従来の学習理論そのものの変更がどの程度必要かということになるといくつかの考え方がある。すなわち，自動的反応形成されるキーつつき反応はレスポンデント，通常のオペラント条件づけのキーつつき反応はオペラントと区別し，従来の学習理論—2要因説—の変更を認めない立場から，自動的反応形成をむしろ普遍的な過程の現れとしてとらえ，理論そのものの変更を求める立場に分かれた。前者の研究としては，ハトのキーつつき反応を反応持続時間という測度から2つの下位クラスに分類した Schwartz らの研究 (Schwartz & Williams, 1972b; Schwartz, 1977 a, b) がある。キーつつき反応を詳細に分析すると，持続時間が20ミリ秒以下と短く反射的な反応と，より持続時間の長い反応に区別できた。短時間のものは，自動的反応形成および負の自動的反応維持に出現し，刺激随伴性によって制御されると考えられるのに対し，長時間のものは，正の自動的反応維持およびオペラント条件づけに出現し，反応随伴性によって制御されると考えられる。このような考え方に立つと説明可能となる事実が少なくない。

後者，すなわち学習理論の枠組み自体，変更が必要であるとする立場には，Staddon の適

応行動理論がある（Staddon & Simmelhag, 1971；Staddon 1983）。Staddon らは，反応の任意性という前提に対する反省から，従来のオペラント形成理論である，偶然的強化仮説の妥当性を問題にし，新たな行動理論の必要性を説いた。ここでは，両条件づけの交互作用の可能性も認め，従来あまり問題とされなかった形成過程の理論も検討されている。

§2　パブロフ条件づけの反応遂行理論

自動的反応形成は，刺激随伴性が必要で，負の反応随伴性の下でも成立することから，パブロフ条件づけの1過程と考えられるようになった。しかしながら，研究の進展とともに，従来の学習理論の枠組みではとらえきれない特徴も明らかとなり，パブロフ条件づけのいくつかの問題が再検討されることになった。そのような問題の1つに，パブロフ条件づけにおける反応遂行（performance）の問題がある。

自動的反応形成をパブロフ条件づけとしてとらえた場合，最も注目すべき特徴は，条件づけられるレスポンデント反応に方向性があるという点である。これに対して，従来，パブロフ条件づけのパラダイムで用いられてきた反応は，唾液分泌反応や眼瞼反射など，拘束下で記録される自律性反応で，反応に方向という属性がなかった。このため，自動的反応形成には，パブロフ条件づけの反応遂行に関する従来の仮説―刺激代置仮説―では，説明困難な特徴がある。

刺激代置仮説

刺激代置仮説とは，条件反応（CR）出現の説明として，CS―US 随伴性の結果 CS が US に置き代わるために，本来 US によって誘発されていた反応が CS によっても誘発するようになる，とするものである。ところが，この仮説を方向性のある反応に適用してみると，条件反応（CR）は，無条件反応（UR）と全く同じ目標（US）に対する接近／接触反応になるのか，反応型は同じでも CS を指向するようになるのかが明確でない（Hearst & Jenkins, 1974）。つまり，ハトの自動的反応形成において，キーつつき反応が出現するのか，マガジンつつき反応が出現するのか，反応の方向性が明らかではない。そこで，CS を指向するという特徴からみると，stimulus surrogation という用語の方が適切とする意見もある（cf. Hearst & Jenkins, 1974）。実際，自動的反応形成の条件によっては，CS ではなくマガジン（フィーダ）に対する接触反応が出現した例も多い。そのような報告には，CS のモダリティを操作した Cleland & Davey（1983）や先行経験を操作した山田（1986）の例がある。これより先，Boakes（1977）は，局在性のある CS と US が連合された場合，sign-

tracking・goal-tracking という2つのタイプの行動が出現しうるとし，それらの行動の配分を決定するいくつかの要因を考察している。

自動的反応形成における CR と UR のトポグラフィの類似性に関しては，Jenkins & Moore(1973) のように刺激代置仮説を支持する報告がある一方で，否定的な報告も少なくない。冷蔵室内のヒヨコに対して，キー点灯—ヒートランプの対呈示を行なった Wasserman らの一連の研究もその一つである (Wasserman, 1973b; Wasserman, 1981)。通常温風刺激に対する UR としては，非活動的で方向性のない姿勢—head raising, body lowering, napping (居眠り), wing extension (翼の伸展)—が生じるのであるが，キーに対しては，キーを指向した pecking (つつき) やその変型と考えられる snuggling (寄り添い) が見られ，両者のトポグラフィは明らかに異なった。また，Timberlake & Grant (1975) は，エサに対する CS として同種の他個体 (麻酔下のラット) や積木を用いたが，他個体に対する CR は社会的な行動で，2種類の CS に対する CR のトポグラフィは異なっていた。霊長類 (アカゲザル，Likely, 1974; リスザル，Gamzu & Schwam, 1974) においても，通常，CS に対する接触反応のトポグラフィは，食物を摂取する際のトポグラフィと同じではない。さらに，イヌに光と音の複合刺激 (CS) とエサ (US) の対呈示を行った Jenkins, Barrera, Ireland & Woodside (1978) やデンショバトに照光キー (CS) と社会的場面への接近 (US) を対呈示した Peele & Ferster (1982) でも同様の結果が得られ，このような事実は刺激代置仮説の限界を示している。

一方，反応を定位—接近—接触という系列の一部としてとらえることも，刺激代置仮説では十分でなかった観点である。自動的反応形成の研究のなかには，その操作によって，接近反応までは見いだされるものの接触反応が出現しないという報告も少なくない。山田 (1986) では，ハトの自動的反応形成におよぼす先行経験の効果を検討するために，先行訓練として FT スケジュールを行った。FT スケジュール下では，これまでの研究 (Staddon & Simmelhag, 1971; Innis, Simmelhag-Grant & Staddon, 1983) と同様，定型化した迷信行動が形成された。このような被験体を用いて自動的反応形成を行うと，CS を指向するが接触までは至らない場合や，CS の呈示を契機として生ずるが CS を必ずしも指向しない場合が主となる。この他にも，自動的反応形成の指標として，CS に対する接近反応 (Peden, Browne & Hearst, 1977; Wessells, 1974) や接近／後退反応を用いた研究 (Wasserman, Franklin & Hearst, 1974) があり，刺激随伴性に対する感受性はキー接近／後退反応の方が高いとされる (Wasserman, 1981; Hearst, 1984)。この点も，刺激代置仮説では説明できない問題である。

これらの問題点は，刺激代置仮説において，使用する刺激や形成される反応に関する任意性の前提が必ずしも成立しないことを示し，なんらかの説明を必要とする。

学習性解発仮説

そこで，これらの問題を説明するものとして提出された仮説の一つが，学習性解発 (learned release) 仮説である (Woodruff & Williams, 1976; Williams, 1981)。この仮説は，動物には摂取に至る定型化された欲求行動の系列が備わるが，自動的反応形成においては，CS が US の予測性を獲得するために一連の欲求行動を解発するようになる，というものである。この欲求行動は，生物学的に決定された生得的なものであり，US の種類によって異なるとされた。Woodruff & Williams (1976) は，くちばしにカニューレを取り付け口腔内に直接水を注入できるハトを用いて自動的反応形成を行った。このハトにおいては，US である水に接近し体を屈曲させ吸い上げるといった，通常の飲水行動は出現し得ない。しかしながら，点灯キーに対しては飲水行動に類似した接触反応が観察され，自動的反応形成の過程において UR が顕在化する必要のないことが明らかとなった。

しかしながら，この仮説では，自動的反応形成の最も重要な特徴である，行動が予測刺激を指向するという点を説明できない。そこで，Jenkins, Barrera, Ireland & Woodside (1978)[9] は，自然状況下の欲求行動を分析することにより，自動的反応形成における刺激の機能を明確にした。動物がその欲求を満たそうとするとき，刺激に応じた欲求行動が発現するが，これは種の系統発生の過程か個体の過去の生活史において獲得されたものである。自然状況下の欲求行動は，単一の刺激によって一連の反応系列が解発されるというものではない。むしろ，反応系列の各コンポーネントがそれぞれ対応した刺激によって制御されるというものである。実験場面での CS—US のエピソードとはそのような自然状態での行動を模倣したものに他ならない。したがって，実験室で用いられる CS も，動物が生態学的ニッチにおいて出会うエサの前兆や前駆刺激に対応するものである。Jenkins, et. al によると，パブロフ条件づけの刺激代置とは，CS が予測する目標 (US) そのものの代替物になるという意味ではなく，CS が自然状態におけるそうした前駆刺激の代替物になるという意味なのである。

Jenkins, et. al が用いた被験体，イヌには，2種類のエサの獲得方法がある。その1つは，同種の動物に対する“乞い (begging or soliciting)”行動によってエサを分けてもらうことであり，もう1つは，狩猟行動によってエサを捕食することである。彼らの実験において，これらの行動はいずれも CS に対する反応として観察された。このような考え方に立つと，刺激代置仮説の問題点，CR が CS を指向した反応になること，CR が完了行動より欲求行動に類似すること，を解決できる。その一方で，Jenkins & Moore (1973) で観察されたような，CR と UR の反応トポグラフィの類似も説明可能である。Jenkins, et. al の

条件性解発仮説によれば，デンショバトにおいて，UR とは口腔内の US（エサや水）を嚥下することであり，視覚像としてのエサや水は US の前駆刺激とすべきものである。CS である照光キーは前駆刺激である US の視覚像に代わるものなので，キーに対しては US に適した欲求行動 —US がエサの場合は pecking，水の場合は drinking— が解発されるようになるのである。

このように，さまざまな種・CS・US の組み合わせにおいて特殊な欲求行動の構造を，刺激との関係において分析するという立場の研究は少なくない。Timberlake (1983) は，ラットあるいはハムスターを被験体として，US（エサか水），CS（年齢の異なる同種他個体：成体か幼体）を操作し，CS に対する社会性の欲求行動を分析した。ラットの場合，エサと対呈示した同種他個体に対しては接近接触するといった社会的行動が観察される一方で，成体ラットは幼体 CS に接近しない，ハムスターではエサの予測刺激となる同種他個体に接近しない，などの興味ある結果も得られた。これは，成体ラットにとっての幼体あるいはハムスターにとっての同種他個体が，自然状態において有する意味を考慮しないと説明できない現象である。Timberlake は，欲求行動の分析がパブロフ条件づけのパラダイムにとどまらず，本能的逸脱のようなオペラント条件づけのパラダイムにおいても有効であることを示唆している（cf. Timberlake, Wahl & King, 1982）。

これ以外にも，刺激の種類や性質をさまざまに変化させ CR のトポグラフィを分析した研究として，CS を操作した Holland の研究（1977，1980）や，US を操作した Davey と Cleland の一連の研究（Davey, Phillips & Cleland, 1981；Davey & Cleland, 1982；Cleland & Davey, 1983）がある。

定位反射仮説

Buzsáki (1982) は，東欧圏で研究されてきた条件性定位反射（conditioned orienting reflex）と自動的反応形成とが，記号指向性の行動として同一のものであるとした。定位反射は生物学的に意味のある刺激によって解発され，刺激の知覚と評価がよりよくできるように感覚器を方向づける機能をもつ。条件づけにおいては，CS に対しても定位反射が解発されるようになり（条件性定位反射），CS への定位・接近・探査が行れるというわけである。

しかしながら，Cleland & Davey (1983) では，CS が視覚刺激であっても聴覚刺激であっても定位反応は誘発されたが，CS が聴覚刺激の場合接近反応は生じなかった。条件性定位反射説では，CS の存在が明瞭な状況で生ずる，CS 接近接触反応の適応的意味が明確ではなく検討を必要とする。

ま と め

動物には，生体にとって必要な資源ばかりでなく，そのような資源の徴候や信号，手がかりに対しても，接近し対処しようとする傾向がある。Brown & Jenkins (1968) の発見以来，自動的反応形成とは，動物のこのような性質を利用し，操作体に徴候や信号としての意味を付与することにより，操作体そのものへの反応を形成することであったといえる。しかしながら，本来，自動的反応形成という術語には，逐次接近法を用いない自動的な反応形成法というさらに広い意味がある。したがって，現在用いられている具体的な方法—操作体に徴候や信号としての意味をもたせること—も，自動的反応形成の1操作と考えるべきものと思われる。

これまでの研究で用いられてきた自動的反応形成の方法がパブロフ条件づけの1過程とされたことから，パブロフ条件づけの，適応行動としての側面が明らかになった。条件づけを，CS・US という要素間の連合としてとらえるのではなく自然状況下での適応行動の1モデルとしてとらえることによって，また，条件反応を，局所的な反応としてではなく有機体の行動として全体的に理解することによって，パブロフ条件づけの反応遂行に関する研究分野が開かれることとなった。この結果，これまで問題とされなかった CR の特性，すなわち，定位—接近—接触という系列をなすことや条件によって反応の指向する方向やトポグラフィが異なること，が見いだされた。これは，従来の反応遂行理論である刺激代置仮説では説明困難な点であり，CR には欲求行動としての構造があり外界の刺激との間で交互作用が生じているという観点が必要である。

今後の課題として，自動的反応形成（厳密には，パブロフ条件づけの1過程としての自動的反応形成）の反応遂行において，オペラント条件づけの過程がどの程度関与しているか，という問題がある。この問題は除去訓練を用いて検討された（Jenkins, 1977 ; Locurto, 1981）が，負の自動的反応維持の多くにおいて，ある程度は抑制されるが完全には除去されないという結果が得られている。パブロフ条件づけとオペラント条件づけの交互作用の問題も，欲求行動に構造があるという観点からの分析が必要である。

謝　　辞

本論文の執筆の機会を与えて下さいました大阪大学人間科学部行動工学講座宮本健作教授，吉田光雄助教授に，心から感謝いたします。

注

1) 厳密には，自動的反応形成がパブロフ条件づけかどうかは現在検討中の問題である。そこで，パブロフ条件づけとの混同を避けるため，操作的にパブロフ条件づけのＣＳに対応する刺激をＳ１，ＵＳに対応する刺激をＳ２と呼ぶこととした。
2) 以降，自動的反応形成をパブロフ条件づけとみなし，操作を記述する際には，条件刺激（ＣＳ），無条件刺激（ＵＳ），条件反応（ＣＲ），無条件反応（ＵＲ）の用語を用いる。
3) Jenkins, et. al (1978) は，この仮説を条件性解発 (conditional release) 仮説と呼んでいる。

引用文献

Allaway, T. A. 1971 Information, attention and autoshaping. Unpublished doctoral dissertation.

Anderson, V. J., Buskist, W. F. & Miller, H. L. 1981 The effects of autoshaping and automaintenance schedules on responding in children. *Psychological Record*, 31, 519-528.

Atnip, G. W. 1983 Intertrial interval duration and autoshaped lever pressing in rats: Acquisition and maintenance effects. *Behaviour Analysis Letters*, **3**, 337-343.

Balsam, P. D. & Payne, D. 1979 Intertrial interval and unconditioned stimulus durations in autoshaping. *Animal Learning and Behavior*, **7**, 477-482.

Balsam, P. D. & Schwartz, A. L. 1981 Rapid contextual conditioning in autoshaping. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, **7**, 382-393.

Bilbrey, J. & Winokur, S. 1973 Controls for and constraints on autoshaping. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **20**, 323-332.

Blaine, C., Innis, N. K. & Staddon, J. E. R. 1980 Stimulus control of behavior induced by a periodic schedule of food presentation in pigeons. *Bulletin of the Psychonomic Society*, **16**, 131-134.

Boakes, R. A. 1977 Performance on learning to associate a stimulus with positive reinforcement. In H. Davis & H. M. B. Hurwitz (Eds.), *Operant-Pavlovian interactions*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.

Bottjer, S. W., Scobie, S. R. & Wallace, J. 1977 Positive behavioral contrast, autoshaping and omission responding in the goldfish (*Carassius auratus*). *Animal Learning and Behavior*, **5**, 336-342.

Brandon, S. E. & Bitterman, M. E. 1979 Analysis of autoshaping in gold-fish. *Animal Learning and Behavior*, **7**, 57-62.

Breland, K. & Breland, M. 1961 The misbehavior of organisms. *American Psychologist*, **16**, 681-684.

Brown, P. L. & Jenkins, H. M. 1968 Auto-shaping of the pigeon's key-peck. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **11**, 1-8.

Browne, M.P. 1976 The role of primary reinforcement and overt movements in autoshaping in the pigeon. *Animal Learning and Behavior*, **4**, 287-292.

Buzsáki, G. 1982 The "Where is it?" reflex: Autoshaping the orienting response. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **37**, 461-484.

Cleland, G. G. & Davey, G. C. L. 1983 Autoshaping in the rat: The effects of localizable visual and auditory signals for food. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **40**, 47-56.

Davey, G. C. L. & Cleland, G. G. 1982 Topography of signal-centered behavior in the rat: Effects of deprivation state and reinforcer type. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **38**, 291-303.

Davey, G. C. L., Oakley, D. & Cleland, G. G. 1981 Autoshaping in the rat: Effects of omission on the form of the response. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **36**, 75-91.

Davey, G. C. L., Phillips, S. & Cleland, G. G. 1981 The topography of signal-centered behaviour in the rat: The effects of solid and liquid food reinforcers. *Behaviour*

Analysis Letters, 1, 331-337.

Davis, H. & Hurwitz, H. M. B. (Eds.) 1977 *Operant-Pavlovian interactions*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.

Davol, G. H., Steinhauer, G. D. & Lee, A. 1977 The role of preliminary magazine training in acquisition of the autoshaped key peck. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 28 99-106.

Deckner, C. W., Wilcox, L. M., Maisto, S. A. & Blanton, R. L. 1980 Autoshaping of abnormal children. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 8, 329-350.

Downing, K. & Neuringer, A. 1976 Autoshaping as a function of prior food presentations. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 26, 463-469.

Ferster, C. B. & Skinner, B. F. 1957 *Schedules of reinforcement*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.

Gamzu, E. & Schwam, E. 1974 Autoshaping and automaintenance of a keypress responce in squirrel monkeys. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 21, 361-371.

Gamzu, E. & Williams, D. R. 1971 Classical conditioning of a complex skeletal response. *Science*, 171, 923-925.

Gamzu, E. & Williams, D. R. 1973 Associative factors underlying the pigeon's key pecking in auto-shaping procedures. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 19, 225-232.

Gardner, W. M. 1969 Auto-shaping in bobwhite quail. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 12, 279-281.

Gibbon, J. & Balsam, P. 1981 Spreading association in time. In C. M. Locurto, H. S. Terrace & J. Gibbon (Eds.), *Autoshaping and Conditioning Theory*. New York: Academic Press. Pp. 219-253.

Gibbon, J., Baldock, M. D., Locurto, C., Gold, L. & Terrace, H. S. 1977 Trial and intertrial durations in autoshaping. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 3, 264-284.

Grastyán, E. & Vereczkei, L. 1974 Effects of spatial separation of the conditioned signal from the reinforcement: A demonstration of the conditioned character of the orienting response or the orientational character of conditioning. *Behavioral Biology*, 10, 121-146.

Grau, J. W. & Rescorla, R. A. 1984 Role of context in autoshaping. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 10, 324-332.

Hearst, E. 1984 Signals, conditioned directed movements, and species-typical response predispositions in nonmammalian vertebrates. In P. Marler & H. S. Terrace (Eds.), *The biology of learning*. Berlin: Springer-Verlag.

Hearst, E. & Jenkins, H. M. 1974 *Sign-tracking: The stimulus-reinforcer relation and directed action*. Austin, Texas: The Psychonomic Society.

Herrnstein, R. J. 1977 The evolution of behaviorism. *American Psychologist*, 32, 593-603. (a)

Herrnstein, R. J. 1977 Doing what comes naturally: A reply to Professor Skinner. *American Psychologist*, 32, 1013-1016. (b)

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. 1980 Influence of visual conditioned stimulus characteristics on the form of Pavlovian appetitive conditioned responding in rats. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 6, 81-97.

Hursh, S. R., Navarick, D. J. & Fantino, E. "Automaintenance": The role of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 21, 112-124.

Innis, N. K., Simmelhag-Grant, V. L. & Staddon, J. E. R. 1983 Behavior induced by periodic food delivery: The effects of interfood interval. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 39, 309-322.

Jenkins, H. M. 1977 Sensitivity of different response systems to stimulus-reinforcer and response-reinforcer relations. In H. Davis & H. M. B. Hurwitz (Eds.), *Operant-Pavlovian interactions*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.

Jenkins, H. M. & Moore, B. R. 1973 The form of the autoshaped response with food or water reinforcers. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **20**, 163–181.

Jenkins, H. M., Barnes, R. A. & Barrera, F. J. 1981 Why autoshaping depends on trial spacing. In C. M. Locurto, H. S. Terrace & J. Gibbon (Eds.), *Autoshaping and Conditioning Theory*. New York: Academic Press.

Jenkins, H. M., Barrera, F. J., Ireland, C. & Woodside, B. 1978 Signal-centered action patterns of dogs in appetitive classical conditioning. *Learning and Motivation*, **9**, 272–296.

河嶋 孝 1982 パヴロフ型条件づけとオペラント条件づけの相互作用. 佐々木正伸（編），学習1 基礎過程（現代基礎心理学5），東京大学出版会.

Likely, D. G. 1974 Autoshaping in the rhesus monkey. *Animal Learning and Behavior*, **2**, 203–206.

Locurto, C. M. 1981 Contributions of autoshaping to the partitioning of conditioned behavior. In C. M., Locurto, H. S. Terrace & J. Gibbon (Eds.), *Autoshaping and Conditioning Theory*. New York: Academic Press.

Locurto, C. M., Terrace, H. S. & Gibbon, J. 1976 Autoshaping, random control and omission training in the rat. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **26**, 451–462.

Locurto, C. M., Terrace, H. S. & Gibbon, J. 1978 Omission training (negative automaintenance) in the rat: Effects of trial offset. *Bulletin of the Psychonomic Society*, **12**, 11–14.

LoLordo, V. M. 1979 Selective associations. In A. Dickinson & R. A. Boakes (Eds.), *Mechanisms of learning and motivation: A memorial volume to Jerzy Konorski*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.

Loop, M. S. 1976 Auto-shaping–A simple technique for teaching a lizard to perform a visual discrimination task. *Copeia*, **3**, 574–576.

Lucas, G. A. 1975 The control of keypecks during automaintenance by prekeypeck omission training. *Animal Learning and Behavior*, **3**, 33–36.

Lucas, G. A. & Wasserman, E. A. 1982 US duration and local trial spacing affect autoshaped responding. *Animal Learning and Behavior*, **10**, 490–498.

Mackintosh, N. J. 1974 *The Psychology of animal learning*. London: Academic Press.

Moore, B. R. 1973 The role of directed Pavlovian reactions in simple instrumental learning in the pigeon. In R. A. Hinde & J. S. Hinde (Eds.), *Constraints on learning*. New York: Academic Press.

Myer, J. S. & Hull, J. H. 1974 Autoshaping and instrumental learning in the rat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **86**, 724–729.

O'Connell, M. F. 1980 Autoshaping and food acquisition in mice: A genetic analysis. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **94**, 1149–1159.

Peden, B. F., Browne, M. P. & Hearst, E. 1977 Persistent approaches to a signal for food despite food omission for approaching. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, **3**, 377–399.

Peele, D. B. & Ferster, C. B. 1982 Autoshaped key pecking maintained by access to a social space. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **38**, 181–189.

Peterson, G. B., Ackil, J. E., Frommer, G. P. & Hearst, E. 1972 Conditioned approach and contact behavior towards signals for food or brain-stimulation reinforcement. *Science*, **177**, 1009–1011.

Poling, A. & Poling, T. 1978 Automaintenance in guinea pigs: Effects of feeding regimen and omission training. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **30**, 37–46.

Powell, R. W. & Kelly, W. 1976 Responding under positive and negative response contingencies in pigeons and crows. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **25**,

219-225.

Powell, R. W., Kelly, W. & Santisteban, D. 1975 Response-independent reinforcement in the crow: Failure to obtain autoshaping or positive automaintenance. *Bulletin of the Psychonomic Society*, **6**, 513-516.

Rachlin, H. 1969 Autoshaping of key pecking in pigeons with negative reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **12**, 521-531.

Rashotte, M. E. 1981 Second-order autoshaping: Contributions to the research and theory of Pavlovian reinforcement by conditioned stimuli. In C. M. Locurto, H. S. Terrace & J. Gibbon (Eds.), *Autoshaping and Conditioning Theory*. New York: Academic Press.

Rescorla, R.A. 1967 Pavlovian conditioning and its proper control procedures. *Psychological Review*, **74**, 71-80.

佐藤方哉 1982 学習研究の現在, 佐々木正伸 (編), 学習1 基礎過程 (現代基礎心理学5), 東京大学出版会.

Schwam, E. & Gamzu, E. 1975 Constraints on autoshaping in the squirrel monkey: Stimulus and response factors. *Bulletin of the Psychonomic Society*, **5**, 369-372.

Schwartz, B. 1973 Maintenance of key pecking by response-independent food presentation: The role of the modality of the signal for food. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **20**, 17-22. (a)

Schwartz, B. 1977 Studies of operant and reflexive key pecks in the pigeon. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **27**, 301-314. (a)

Schwartz, B. 1977 Two types of pigeon key pecking: Suppression of long but not short-duration key pecks by duration-dependent shock. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **27**, 393-398. (b)

Schwartz, B. & Gamzu, E. 1977 Pavlovian control of operant behavior. In W. K. Honig & J. E. R. Staddon (Eds.), *Handbook of operant behavior*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall.

Schwartz, B. & Williams, D. R. 1972 Two kinds of key-peck in the pigeon: Some properties of responses maintained by negative and positive response-reinforcer contingencies. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **18**, 210-216. (b)

Sheffield, F. D. 1965 Relation between classical conditioning and instrumental learning. In W. F. Prokasy (Ed.), *Classical conditioning*. Englewood Cliffs, N. J. :Prentice-Hall.

Sidman, M. & Fletcher, F. G. 1968 A demonstration of auto-shaping with monkeys. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **11**, 307-309.

Skinner, B. F. 1972 *Cumulative record: A selection of papers (3rd ed.)*. New York: Appleton-Century-Crofts.

Smith, S. G. & Smith, W. M. 1971 A demonstration of auto-shaping with dogs. *Psychological Records*, **21**, 377-379.

Squire, L. H. 1969 Auto-shaping key responses with fish. *Psychonomic Sciences*, **17**, 177-178.

Staddon, J. E. R. 1977 Schedule-induced behavior. In W. K. Honig, & J. E. R. Staddon (Eds.), *Handbook of operant behavior*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall. Pp. 125-152.

Staddon, J. E. R. 1983 *Adaptive behavior and learning*. Cambridge: Cambridge University Press.

Staddon, J. E. R. & Simmelhag, V. L. 1971 The "superstition" experiment: A reexamination of its implications for the principles of adaptive behavior. *Psychological Review*, **78**, 3-43.

Steinhauer, G. D., Davol, G. H. & Lee, A. 1976 Acquisition of the autoshaped key peck as a function of amount of preliminary magazine training. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **25**, 355-359.

Stiers, M. & Silberberg, A. 1974 Lever-contact responses in rats: Auto-maintenance with and without a negative response-reinforcer dependency. *Journal of the Experimental*

Analysis of Behavior, **22**, 497-506.

Suzuki, S. S. 1986 Autoshaping. 1. Basic facts and hypotheses. *The Japanese Journal of Psychonomic Science*, **4**, 89-99.

Terrace, H. S. 1981 Introduction: Autoshaping and two-factor learning theory. In C. M. Locurto, H. S. Terrace & J. Gibbon (Eds.), *Autoshaping and Conditioning Theory*. New York: Academic Press. Pp. 1-18.

Timberlake, W. 1983 The fuctional organization of appetitive behavior: Behavior systems and learning. In M. D. Zeiler & P. Harzem (Eds.), *Advances in analysis of behaviour (vol. 3) Biological factors in learning*. New York: John Wiley & Sons. Pp. 177-221.

Timberlake, W. & Grant, D. L. 1975 Auto-shaping rats to the presentation of another rat predicting food. *Science*, **190**, 690-692.

Timberlake, W., Wahl, G. & King, D. 1982 Stimulus and response contingencies in the misbehavior of rats. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, **8**, 62-85.

Tomie, A. 1981 Effect of unpredictable food on the subsequent acquisition of autoshaping: Analysis of the context-blocking hypothesis. In C. M. Locurto, H. S. Terrace & J. Gibbon (Eds.), *Autoshaping and Conditioning Theory*. New York: Academic Press. Pp. 181-215.

Wasserman, E. A. 1973 The effect of redundant contextual stimuli on autoshaping the pigeon's keypeck. *Animal Learning and Behavior*, **1**, 198-206. (a)

Wasserman, E. A. 1973 Pavlovian conditioning with heat reinforcement produces stimulus-directed pecking in chicks. *Science*, **181**, 875-877. (b)

Wasserman, E. A. 1981 Response evocation in autoshaping: Contributions of cognitive and comparative-evolutionary analyses to an understanding of directed action. In C. M. Locurto, H. S. Terrace & J. Gibbon (Eds.), *Autoshaping and Coditioning Theory*. New York: Academic Press.

Wasserman, E. A., Franklin, S. R. & Hearst, E. 1974 Pavlovian appetitive contingencies and approach versus withdrawal to conditioned stimuli in pigeons. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **86**, 616-627.

Wasserman, E. A., Hunter, N. B., Gutowski, K. A. & Bader, S. A. 1975 Autoshaping chicks with heat reinforcement: The role of stimulus-reinforcer and response-reinforcer relations. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, **104**, 158-169.

Wasserman, E. A. & Molina, E. J. 1975 Explicitly unpaired key light and food presentations: Interference with subsequent auto-shaped key pecking in pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, **1**, 30-38.

Waxman, H. M. & McCleave, J. D. 1978 Auto-shaping in the archer fish (*Toxotes chatareus*). *Behavioral Biology*. **22**, 541-544.

Wearden, J. H., Tocilovac, I. & Harwood, D. W. 1981 Second-order autoshaping: Is a pairing hypothesis sufficient? *British Journal of Psychology*, **72**, 89-92.

Wessells, M. G. 1974 The effects of reinforcement upon the prepecking behaviors in pigeons in the autoshaping experiment. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **21**, 125-144.

Williams, D. R. 1981 Biconditional behavior: Conditioning without constraint. In C. M. Locurto, H. S. Terrace & J. Gibbon (Eds.), *Autoshaping and Conditioning Theory*. New York: Academic Press.

Williams, D. R. & Williams, H. 1969 Auto-maintenance in the pigeon: Sustained pecking despite contingent nonreinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **12**, 511-520.

Woodard, W. T. & Bitterman, M. E. 1974 Autoshaping in the goldfish. *Behavior Research Methods & Instrumentation*, **6**, 409-410.

Woodruff, G. & Starr, M. D. 1978 Autoshaping of initial feeding and drinking reactions in

newly hatched chicks. *Animal Learning and Behavior*, **6**, 265-272.
Woodruff, G. & Williams, D. R. 1976 The associative relation underlying autoshaping in the pigeon. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **26**, 1-13.
山田恒夫　1986　自動的反応形成におよぼす先行ＦＴ訓練の阻害効果―競合反応仮説の検討―．基礎心理学研究，**4**，55-65.
山田恒夫・赤刎玲子・宮本健作　1986　九官鳥（*Gracura religiosa*）におけるキーつつき反応の自動的反応形成．日本基礎心理学会第５回大会予稿集，56.

AUTOSHAPING AND ADAPTIVE BEHAVIOR :

Performance theories in Pavlovian conditioning

Tsuneo YAMADA

In this review, autoshaping was considered as an instance of Pavlovian conditioning, and the process of the performance in it was analyzed as one of the simplest models of adaptive behavior.

In autoshaping, typical operant (pigeons' key-pecking response) was shaped using the procedure of Pavlovian delay conditioning (Brown & Jenkins, 1968), and this fact gave impact on two-factor learning theory (Terrace, 1981). The problem to be solved at that time was in which way autoshaping should be considered ; the process of operant conditioning, that of Pavlovian conditioning or the result of the interaction of both processes. Subsequent works (Hearst & Jenkins, 1974 ; Schwartz & Gamzu, 1977 ; Locurto, Terrace & Gibbon, 1981) have confirmed the necessity of stimulus contingency, the incompleteness in being controlled with the negative response contingency, like as shown in "negative automaintenance" (Williams & Williams, 1969), and the similarities in topography in conditioned response (CR) and unconditioned response (UR). Consequently, it has become regarded as an instance of Pavlovian conditioning.

Its generality has been investigated in a variety of vertebrates using kinds of stimuli as CS or US. And some aspects in autoshaping, especially the form of autoshaped responses (performance), revealed to be inconsistent with the traditional theory of Pavlovian conditioning, for autoshaping was the conditioning of directed respondents. The stimulus substitution hypothesis using autonomic responses and local skeletal responses cannot explain the formation of response sequence, orientation-approach-contact, nor the differences in topography on different conditions.

These facts suggest the necessity to regard the process of autoshaping as the adaptive behavior, and the further research considering Operant-Pavlovian interactions is now required.