



Title	ネズミ複合DRLスケジュールにおける外部手掛け刺激と反応の分化
Author(s)	吉野, 弘; 岩本, 隆茂
Citation	北海道大学人文科学論集, 19, 1-28
Issue Date	1983-03-26
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/34364
Type	departmental bulletin paper
File Information	19_PL1-28.pdf



ネズミの複合* D R L スケジュールに おける外部手掛け刺激と反応の分化** , *** , ****

北海道大学文学部 吉 野 弘
岩 本 隆 茂

Ferster と Skinner (1957) 以来, オペラント条件づけにおいて用いられる強化スケジュールは, 比率 (ratio) 強化スケジュールと間隔 (interval) 強化スケジュールとに大別されるのがふつうである。(Morse, 1966 ; 吉野・岩本, 1981b ; 岩本, 1982)。前者に属する定率 (FR) 強化スケジュールのもとにおけるオペラント反応の解発と, 後者に属する定時 (FI) 強化スケジュールのもとにおけるオペラント反応の解発は強化に後続する一定の無反応期 (post reinforcement pause, PRP) を持ち, 学習の進行が極度になると, ともにブレイク・アンド・ラン現象がみられることなどから, 共通する側面もある。しかし基本的には, 累積記録 (cumulative record) などで示される FR 強化スケジュールのもとにおけるオペラント反応の解発の特徴は, おもに被験体が自らのオペラント反応の回数を弁別刺激 (discriminative stimulus) とすることにもとづくと考えられている (Reynolds, 1968)。^{*****}一方, FI 強化スケジュールのもとにおけるオペラント反応の解発の特徴は, おもに強化からの経過時間を弁別刺激とすることによると考えられている (Dews, 1962 ; 1969)。

これに対して, 低頻度分化強化 (DRL) スケジュールは, 被験体のオペラント反応とオペラント反応の間の時間間隔 (IRT) が, 実験者のあらかじめ設定しておいた一定の時間間隔 (DRL 必要時間条件 ; DRL requirement) 以上の長さであったときにのみ強化刺激を随伴するスケジュールである。DRL スケジュールでは, 被験体は前回のオペラント反応からの経過時間を弁別刺激として, 次回オペラント反応の解発時を決定することを学習する。

したがって DRL スケジュールのもとでのオペラント反応の解発は, 時間経過を弁別刺激とし

* 複合とは, 後述する多重 (mult) や混合 (mix) などを包含する用語である (Catania, 1968)。

** The time discrimination behavior in the compound DRL schedule of animal subjects.

*** 本論文は吉野ら (1978 a, 1978 b) と川俣ら (1978) における実験データにもとづく。

**** 本研究には昭和 57 年度文部省科学研究費「動物とヒトにおける時間弁別行動の総合的研究」(総合 A, 代表者岩本隆茂) の補助を受けた。

***** いわゆる認知的な意味で“数えている”ことを意味してはいない。また, FR スケジュールの ratio の値が大きい場合には, 時間的要因 (強化後の時間経過) が重要となってくる。

て用いる点では、FR 強化スケジュールよりも FI 強化スケジュールのもとでのオペラント反応の解発と近似性をもちうるであろう。しかし、弁別刺激である時間経過の時間計測開始点が、FI 強化スケジュールでは強化刺激提示時点であるのに対し、DRL スケジュールではオペラント反応の解発時点である点で異なり、さらに DRL スケジュールでは IRT 次元上の反応の分化 (differentiation) が強化刺激の獲得には不可欠の条件である点で異なる。このため DRL スケジュールのもとでは、FI 強化スケジュールにおいてよりも、ひとつひとつのオペラント反応の解発が、被験体の時間弁別に依存して抑制と解発の拮抗した状態のなかでなされると考えられる (岩本・梅岡, 1966; 岩本, 1981)

このため DRL スケジュールは、その変型である DT*-DRL, DRLL スケジュールや、オペラント反応の持続時間が実験者のあらかじめ設定した時間以上であるときに強化する、response duration 強化 (DRRD) スケジュール** (Platt, et al., 1973) とともに、動物の時間弁別行動のきわめて有効な学習課題の一つとして用いられてきている (Kramer & Rilling, 1970)。

実際にハトやネズミの被験体を***DRL スケジュールで何セッションも訓練すると、被験体は IRT を DRL 必要時間条件に一致させるように伸長することをしだいに学習する。この結果、オペラント反応頻度 (オペラント反応数/単位時間) は低下し、IRT 分布は DRL 必要時間条件の付近に最頻値をもつようになり、強化効率 (強化されたオペラント反応の数/オペラント反応の数) は上昇する。このとき被験体のうち多くの個体が、オペラント反応とオペラント反応の間に、スキナー箱床面の鉄製格子 (グリッド) を噛むとか、被験体自身の尾を噛むとか、スキナー箱内を周回する等の、いわゆる並行行動 (collateral behavior) (Bruner & Revusky, 1961) とか、スケジュール誘導行動 (schedule induced behavior) (Kachanoff, et al., 1973; Christian, et al., 1977) などと呼ばれる行動連鎖を発達させることがある (岩本・高橋, 1976)。

これまでの DRL 行動の研究から、DRL スケジュールのもとでの学習については、つぎのことがいわれている。

第 1 に、強化スケジュール自体の持つ特性から、DRL 学習は、自己受容的な内部刺激にきわめて強力に依存している。FI 強化スケジュールにおける強化随伴可能 (reinforcement available) 状態に達しないオペラント反応は無益であるにすぎないが、DRL におけるそのようなオペラント反応は有害であって、その時点までの経過時間が無効となり時間の計測は 0 からふたたび開始することになる。このような事態では被験体のオペラント反応のいかなる解発もきわめて重大となってくる。

第 2 に、トランクライザーなどの薬物を用いた実験結果から、被験体はオペラント反応の抑

* discrete trial (分離試行) の略。free responding ではない走行路事態や槌子などの操作体 (オペラント) が引込んで被験体が操作不能となる「試行型」をさす (岩本, 1982)。

** この強化スケジュールではネズミを被験体とすると数秒の時間弁別しか研究できない。

*** ヒトについての実験例については、Meurice, E. らの研究 (Meurice, et al., 1966) では DRL スケジュール下で、ヒトは、ラットと同様の IRT 分布を示した。

制と解発の拮抗した状態にあることが推定されている（岩本・梅岡, 1966）。

第3に, DRL スケジュールでの訓練後の般化テストや, DRL スケジュールを一方の成分 (component) に組み込んだ mult スケジュールでの行動対比 (behavioral contrast) や, 般化テストでの頂点移動 (peak shift) などから, DRL スケジュールがオペラント反応の解発に対して制制的な (inhibitory) 統制を持つことも知られている (Weiss, 1967; Terrace, 1968; Weisman, 1969)。

第4に, mult DRL EXT スケジュールで訓練を受けている被験体が, EXT (extinction; 消去) 成分において他の同一動物種の個体への攻撃が許されていると攻撃反応を多発することから, DRL スケジュールが被験体にとって, semiaversive な作用をすると主張する研究者もいる (Hearst, et al., 1964; Azrin, et al., 1966)。

以上の行動分析上の事実にもとづき, 自己受容的な内部刺激を手掛りとして一定の時間の幅の間置き (spacing) 反応を学習する機構の神経行動学的機構や, このような時間弁別行動を支

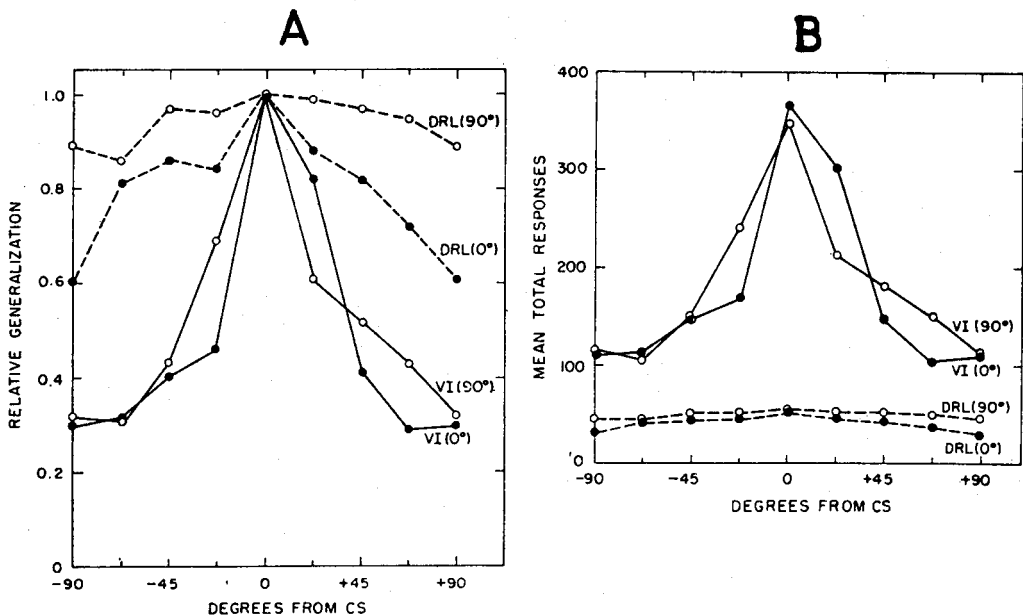


Fig. 1. GRADIENTS OF RELATIVE GENERALIZATION (A) AND GRADIENTS OF ABSOLUTE GENERALIZATION (B) FOR THE VI AND DRL GROUPS.

VI 1-min 群と DRL 6-sec 群の, 訓練後の般化勾配 (非強化手続きによる) の群間比較の図。被験体は 36 羽のハト。VI 1-min 群 (20 羽のハト) は, 訓練刺激 (あるいは条件性刺激, CS) として垂直線 (0°) を用いた群 (VI (0°) と表記された) 10 羽と, CS として水平線 (90°) を用いた群 (VI (90°) と表記された) 10 羽の下位群からなる。同様に DRL 6-sec 群 (16 羽のハト) は, CS として 0° を用いた群 (DRL (0°) と表記された) 8 羽と, CS として 90° を用いた群 (DRL (90°) と表記された) 8 羽の下位群からなる。テスト刺激はすべての被験体で, 0°, 22.5°, 45°, 67.5°, 90°, 112.5°, 135°, 157.5° の 8 種であった。A は各勾配の頂点に 1.00 の値を割り付けた相対般化勾配で, B は A のもとになった絶対般化勾配である。(Hearst, et al., 1964 より転載)

える脳内物質の作用の研究のために、脳損傷や薬物投与を DRL スケジュールのもとでの被験体に処理する研究もなされている（岩本・梅岡, 1966; Fried, 1972; 岩本ら, 1976; 高橋, 1977）。他方 DRL 行動を、外部刺激の提示の操作のあるような、より複雑な場面の中で形成させることにより、DRL 行動についてのより正確な行動的モデルのためのデータを得ようとして研究も行われてきている（岩本ら, 1978; 吉野ら, 1978 a, 1978b; 吉野・岩本, 1979; 高橋・岩本, 1980; 吉野ら, 1980; 岩本・吉野, 1981b; 矢口・岩本, 1982）。本実験も、後者の研究の一つで、強化のための必要時間条件の異なる 2 つの DRL 成分の継時弁別訓練 (mult DRL DRL スケジュール) のもとで、2 つの DRL 成分に対応して提示される外部刺激が被験体の DRL 行動へ

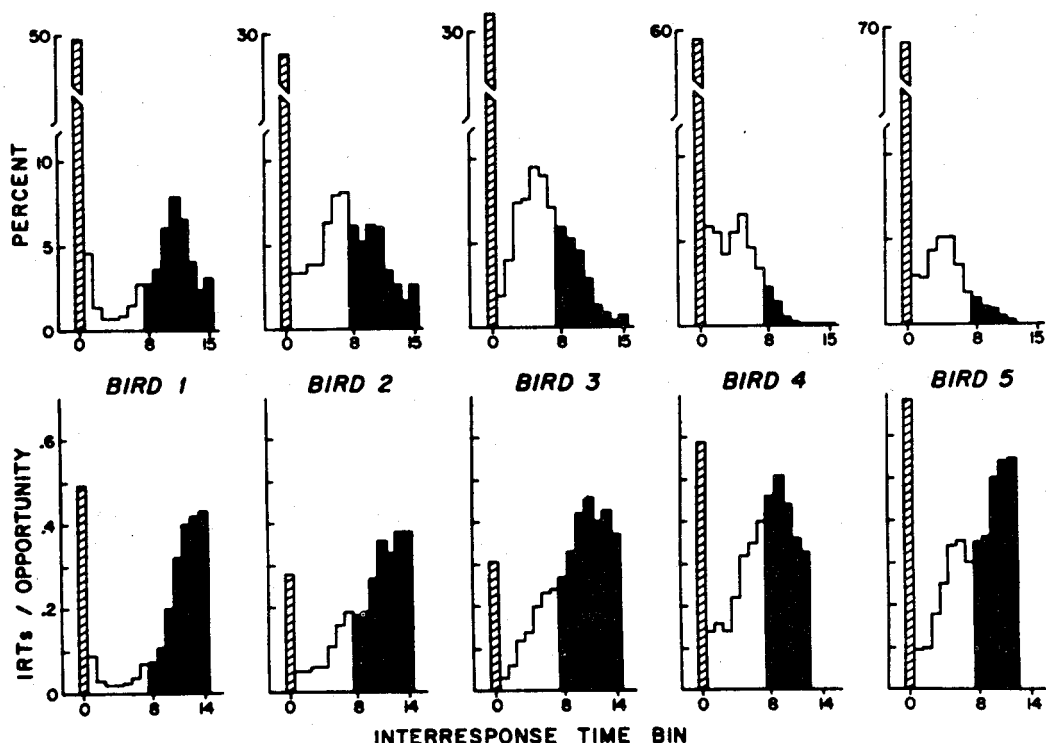


Fig. 2. RELATIVE IRT FREQUENCY (TOP HALF) AND IRTs/OPPORTUNITY (BOTTOM HALF) DISTRIBUTIONS FOR RESPONDING DURING REINFORCED PRESENTATIONS OF 570nm.

Steady-state generalizationのセッション内で、訓練刺激 (570 nm) 提示下で強化を随伴している (DRL8-sec) 時の、IRT 相対度数分布 (上半分) と IRTs/opportunity 分布 (下半分)。被験体は5羽のハトである。データは各ハトごとに、steady-state generalizationの最後の18日間(各ハトごとに、般化勾配と IRT 分布が安定していると見做しうる連続18日間が得られるまで、steady-state generalization が施行された) のものである。図の上半分と下半分は同一のデータにもとづく。1秒未満の IRTs は斜め縞の部分で表記され、8秒以上の IRTs (強化を受けている) は黒の部分で表記された。IRTs/opportunity 分布では、20 opportunities より小さいデータポイントは省略された。この図と以下の Fig. 3, 4, 5 で、BIRD 1, 2, 3, 4, 5 は、それぞれ同一の被験個体をさす。(Gray 1976 より転載)

どのような作用を働きかけるかを、実験的行動分析の立場から検討するために行われた。

この研究はDRL行動への外部刺激の刺激統制 (stimulus control) の問題を, mult DRL DRL スケジュールを用いて検討したとも換言できる。DRL 行動への外部刺激の刺激統制の問題は、これまでに多くの研究がなされてきている (Migler, 1964; 矢口ら, 1976; 岩本ら, 1978; 矢口・岩本, 1982)。

いくつかの研究 (Hearst, et al., 1964; Zeiler, 1969) が, 訓練後の般化テストの結果, DRL

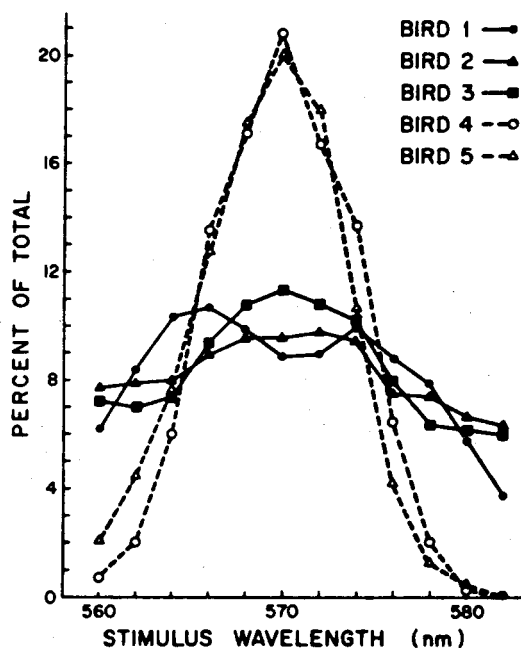


Fig. 3. PERCENTAGE OF THE TOTAL NUMBER OF UNREINFORCED TEST RESPONSES EMITTED DURING THE LAST 18 DAYS OF STEADY-STATE GENERALIZATION FOR EACH OF THE FIVE BIRDS.

Steady-state generalization のセッション内で, テスト刺激(560 nm, 562 nm, 564 nm, 566 nm, 568 nm, 570 nm, 572 nm, 574 nm, 576 nm, 578 nm, 580 nm, 582 nm の 12 種類)提示下で強化を随伴していない時の, 自発されたオペラント反応の数の, 各テスト刺激間での相対度数分布。数値は IRT の長さを無視した, すべてのオペラント反応の総数である。データは各ハトごとに, steady-state generalization の最後の 18 日間のものである。般化勾配の急勾配性と DRL8-sec による時間的統制の間には, 比較的大きい負の相関($r_s = -0.9$)があった。(Gray, 1976 より転載)

スケジュールは FR, VR (変率), FI, VI (変時) のいずれよりも, 外部刺激の刺激統制を受けにくいと結論している(参考のため, Fig. 1 に, VI 強化スケジュールと DRL スケジュールでそれぞれ訓練された被験体の般化勾配を示した)。このような結果にもとづいて, Hearst は “internal cues” 仮説による説明を提出した (Hearst, et al., 1964; Hearst, 1965, 1969)。この仮説は, 「DRL 反応は, オペラント反応とオペラント反応の間にかかる並行行動からの自己受容刺激に

よって統制される。この自己受容刺激は外部刺激による統制を減じたり妨げたりする。」というものである。この仮説は、DRL 反応のみならず、VR 強化スケジュールや大きな変数値の VI 強化スケジュールにおいて、外部刺激がオペラント反応を統制しないことの説明として用いられている (Haber & Kalish, 1963; 岩本・梅岡, 1966)。

しかしこれらの研究で、外部刺激がオペラント反応を統制しないという判断のもとになっている般化勾配のグラフは、横軸に外部刺激の類似度を取り、縦軸にはオペラント反応の IRT の長さを問題としないで全オペラント反応の反応頻度をとったグラフ (例えば, Fig. 1 や Fig. 3) であった。しかし Gray (1976) は、ハトを DRL スケジュールで訓練した (Fig. 2) あとの般化テスト (Fig. 3) でのオペラント反応を、IRT の長さによっていくつかの bin* に振り分け、それぞれの bin のなかのオペラント反応について般化勾配のグラフ (Fig. 4) を作った。その結果、ハトにおいては DRL 反応が外部刺激の統制を受けていることが明白に示された。

本実験はこの Gray の実験結果と深く関係しているので、以下にやや詳しくその結果を紹介する。彼の実験結果では、般化テスト時に Fig. 2 のような IRT の相対度数分布が得られた。Fig. 3 は、IRT の長さを無視しすべてのオペラント反応を込みにして作った般化勾配のグラフで、習得過程においてすぐれた DRL 行動を示した被験体、「BIRD 1」、「BIRD 2」、「BIRD 3」においては急な勾配はみられない。しかし、IRT の長さの bin ごとの般化勾配のグラフ (Fig. 4) では、すぐれた DRL 行動を示した被験体では、オペラント反応の IRT が DRL 必要時間条件の 8 秒より長い場合では凸型の急な般化勾配が見られ、1~7 秒の場合では V 字形の般化勾配が見られ、1 秒未満の場合では急な勾配は見られなかった(平らであった)。一方、DRL 行動の習得が進まなかった被験体では、オペラント反応の IRT が 0~2 秒の場合では急な勾配は見られず、それより長い場合では凸型の般化勾配が見られた。以上の処理方法は、強化を受ける長い IRT のオペラント反応は相対的生起頻度を高めるような刺激統制を受け、それより短い IRT のオペラント反応は相対的生起頻度を低めるような刺激統制を受け、0~1 秒の非常に短い IRT のオペラント反応は刺激統制を受けなかったことを明らかにした。こうして DRL スケジュールにおいて外部刺激がオペラント反応に対して、その IRT の長さを統制していることがわかった。なお Gray の実験結果でも、IRT の長さの bin ごとに処理しない旧来の般化勾配のグラフ (Fig. 3) では、般化勾配の急なこと (steepness) と訓練時の強化効率の高いことの間に負の相関がみられる。したがって DRL スケジュールでは刺激統制が生じないと結論したこれまでの報告は、実験結果自体は真実であったが、般化勾配のグラフを作る際に IRT の bin ごとにしなかったために結論を誤ったのであろう。以上が Gray の考えである。

Gray は自身の実験結果について、3つの解釈を展開した。第1番目は、外部刺激が強化を受ける長い IRT のオペラント反応の解発を促進し、強化を受けない短い IRT のオペラント反応を

* bin とは、実験者が反応測度 (たとえば、IRT の長さ) を分割して作ったカテゴリーである。

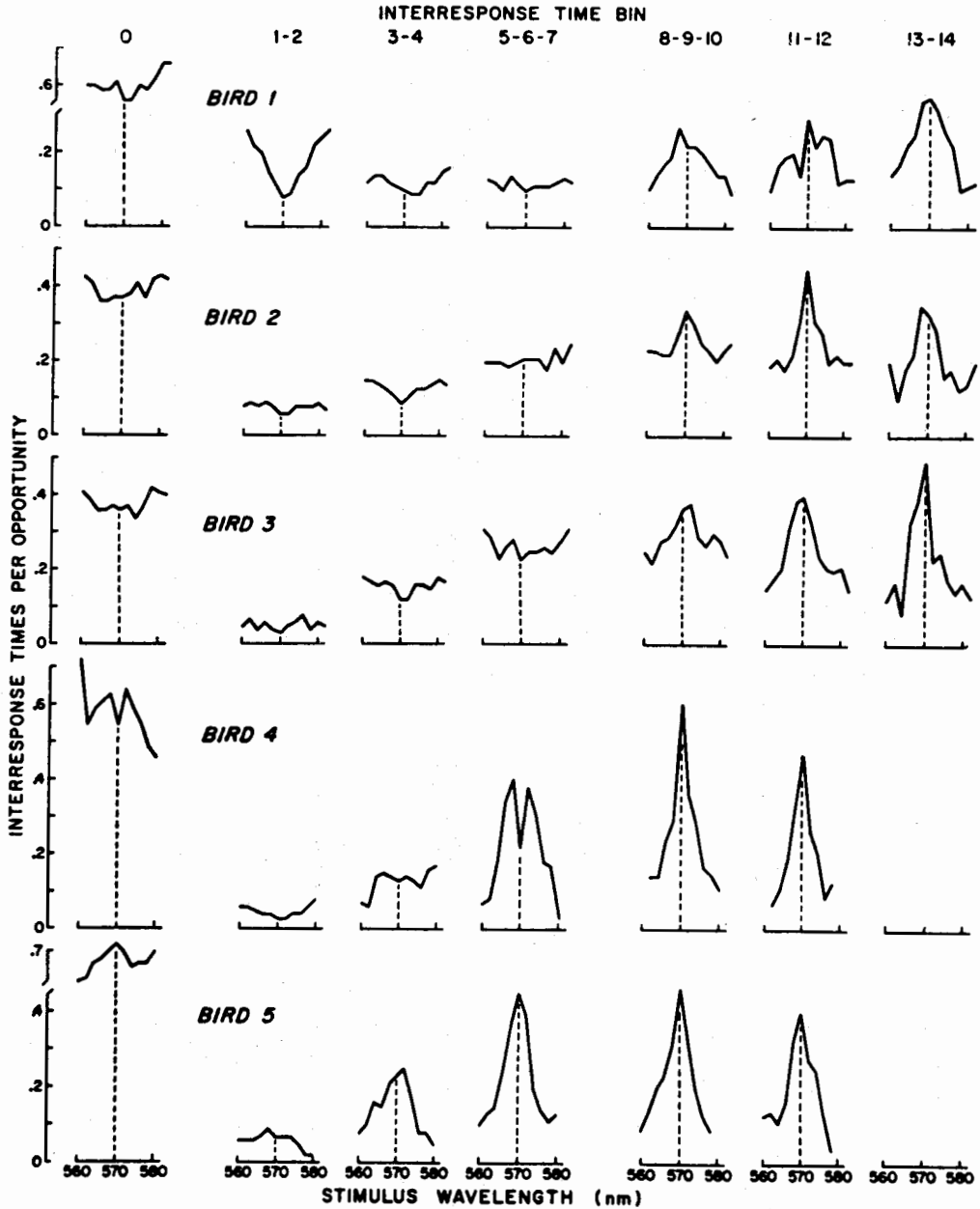


Fig. 4. GENERALIZATION GRADIENTS OF CONDITIONAL RESPONSE PROBABILITY (IRTs/op) AS A FUNCTION OF STIMULUS WAVELENGTH AND IRT LENGTH.

Steady-state generalization のセッション内で、テスト刺激(560 nm, 562 nm, 564 nm, 566 nm, 568 nm, 570 nm, 572 nm, 574 nm, 576 nm, 578 nm, 580 nm, 582 nm)の12種類提示下で、強化を随伴していない時の、各テスト刺激下における IRTs/opportunity 分布にもとづき、各 IRT bin ごとに求めた般化勾配。Fig. 3 と同一のデータをもっと細かく分析したものである。図中、垂直点線は、570 nm を示す。20 opportunities より小さいデータポイントを省略した。8 秒以上の IRT bin では、570 nm の刺激の stimulus control が見られる。(Gray, 1976 より転載)

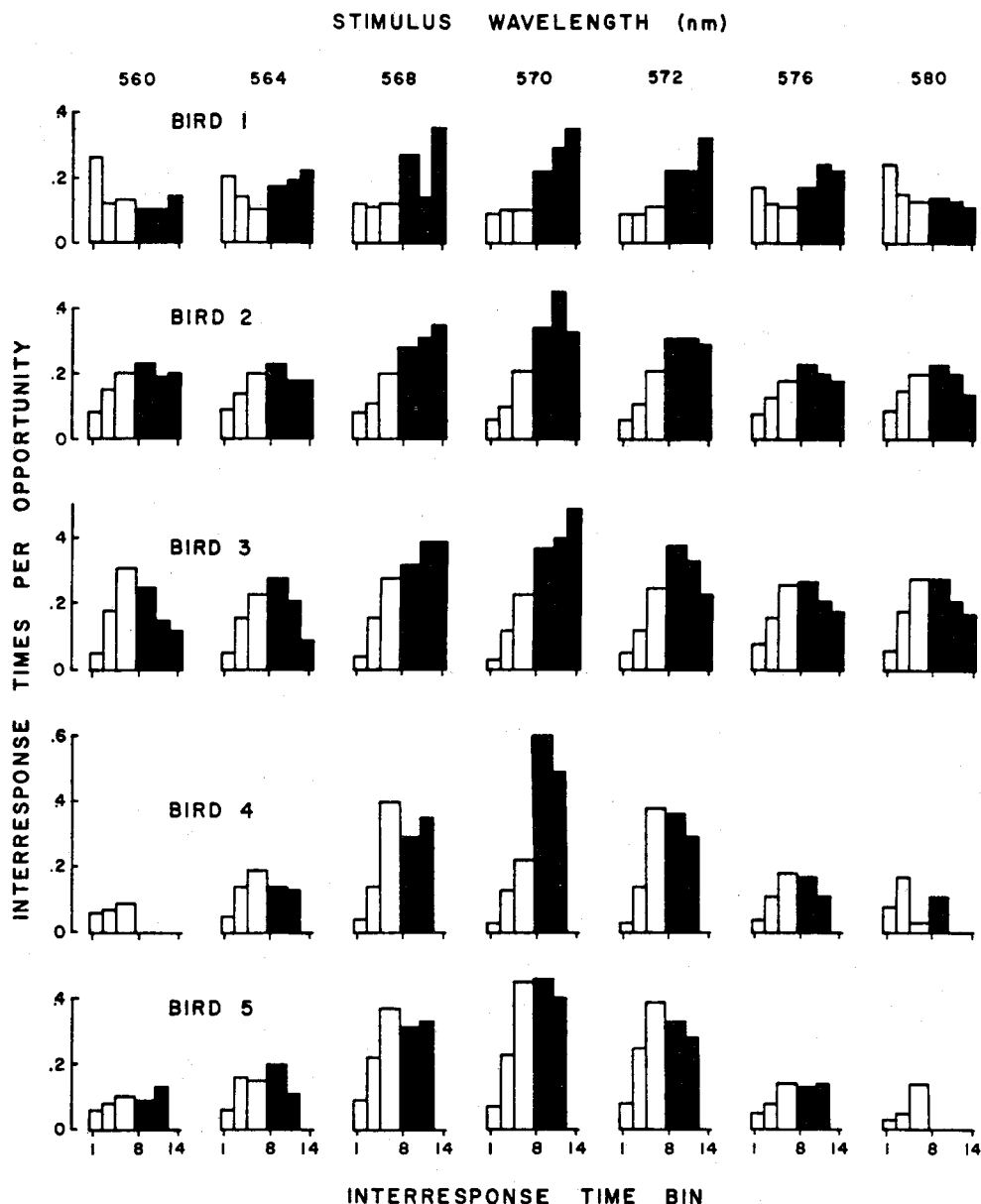


Fig. 5. CONDITIONAL RESPONSE PROBABILITY (IRTs/op) FUNCTIONS FOR SEVEN OF THE 12 WAVELENGTHS.

Steady-state generalization のセッション内で、テスト刺激(560 nm, 562 nm, 564 nm, 566 nm, 568 nm, 570 nm, 572 nm, 574 nm, 576 nm, 578 nm, 580 nm, 582 nm の 12 種類)提示下で、強化を随伴していない時の、各テスト刺激下における IRTs/opportunity 分布。図に示したのは、12 種類のテスト刺激中、7 種のテスト刺激(560 nm, 564 nm, 568 nm, 570 nm, 572 nm, 576 nm, 580 nm)についてのみである。Fig. 3 や 4 と同一のデータにもとづく。8 秒以上の IRTs は黒い部分で示されている。20 opportunities より小さいデータポイントと、bin 0(1 秒未満の IRTs の bin) のオペラント反応のデータポイントは省略されている。Fig. 4. と同様に、stimulus control のあったことが認められる。(Gray, 1976 より転載)

制止するような統制力を持ったという考えであり、第2番目は、外部刺激が並行行動を統制し、その並行行動がオペラント反応を統制していたという考えである。第3番目は、第1番目の場合と第2番目の場合がともに生じたという考えである。

この議論についてはここでは保留するが、単一の成分のDRLスケジュールについても外部刺激の統制があったという実験的事実から発展して、われわれは2つの異なるDRL成分の弁別(たとえば, mult DRL DRLスケジュールのもとでの反応分化)にも外部刺激の統制があるのではなかろうかと考えた。そして、もしそうであるならば、自己受容刺激にもとづくDRL行動が、外部刺激の変化にどの程度追従しているのかという点について、mix DRL DRLスケジュールのもとでのオペラント反応との比較によって、直接的に調べられるだろうと考えた。これはまた、時間と関係した(自己受容的な)刺激に対する外部刺激の統制(あるいは交互作用)という問題と関係するばかりでなく、複数のさまざまな時間の幅の弁別行動の形成の問題にも関係しているであろうと考えた。そこでわれわれは下記のような実験を計画した。

被験体の半数を mult DT*-DRL 4-sec/LH 4-sec DT-DRL 12-sec/LH 8-sec, 残り半数を mix DT-DRL 4-sec/LH 4-sec DT-DRL 12-sec/LH 8-sec スケジュールで訓練し、2つのDRL成分に対応するオペラント反応のIRTの分化の形成過程を比較した。DT条件を導入した理由は、ハトにおいてはDRLスケジュールにおけるburst反応が、強化のスケジュールの統制を受けず、おもに被験体が自らが反応したことを確認するために行われるものであると考えられる(Kelleher, et al., 1959; Blough, 1963, 1966)ので、ネズミにおいても被験体の学習の遂行をより容易にし、実験者が反応時間(reaction time; RT)分布を分析しやすいようにするためであった(岩本・大久, 1974; 岩本, 1981)。

2つのDRL成分間の交替条件は、同一のDRL成分内で強化を定められた回数だけ受けることとし、DRL成分の変化の手掛りは、multスケジュールでは外部刺激の変化を伴うがmixスケジュールの被験体では、強化、非強化情報のみであるようにした。強化するRTの長さにおいて、2つのDRL成分間で重複する部分をなくするため、DRLには強化される時間の幅の上限を示すLH条件をもうけた。こうして、2つの異なった時間の幅を学習するようにした。

目 的

本実験では、12匹のシロネズミを2群に分け、1群を成分に対応した外部刺激の提示のある mult DT-DRL 4-sec/LH 4-sec DT-DRL 12-sec/LH 8-sec スケジュール**で訓練し、他の一群をそのような外部刺激の提示のない mix DT-DRL 4/LH 4 DT-DRL 12/LH 8 スケ

* 試行間には椀子はスキナー箱の外へ引出されているため、被験体は椀子押し反応することが不可能であった。

** 以下の本文中では“sec”の記述を省略する。

ジュールで訓練し、DT-DRL 行動における反応分化に及ぼす外部刺激の効果を検討した。

方 法

被験个体 生後約 8 ケ月の、雄のウィスター系シロネズミ 16 匹*を用いた。飢餓動因の統制は体重の操作によった。任意摂取時の体重の約 85% を統制値とし、実験開始の約 1 ケ月前から実験期間終了までその体重を維持するよう給餌を行った。被験体の実験期間中の体重は、258-330 g の範囲に分布し、その平均は約 295 g であった。

各被験体は個別飼育箱内で飼育され、実験終了後約 30 分後に給餌を受けた。飼育餌はオリエンタル酵母の MF を用いた。水は個別飼育箱内で常時摂取できた。

装置 ミニ・コンピュータ (PDP 8/e 4 KW) で強化スケジュールの制御、オペラント反応のデータの打ち出し、RT 分布等の基本的なデータ処理などを行った。平行して 2 个体を同時に実験できるように 2 台のスキナー箱 (BRS/LVE, 143-21) をミニ・コンピュータで制御した。このスキナー箱をそれぞれ別々の簡易聴力検査室 (リオン, AT-2) の中に設置した。スキナー箱の槌子を約 25 g 以上の力で作動するよう調整した。槌子の上部に装備した手掛り用ランプから出力する約 40 Lux の光を mult スケジュールの一方の成分の弁別のための外部刺激として用い、スキナー箱の壁に装備したスピーカから出力する約 75 phon, 1000 Hz の正弦波の音をもう一方の成分の弁別のための外部刺激として用いた。外来雑音に対するマスキングとして簡易聴力検査室内に約 70 phon のホワイトノイズを実験時間中提示した。スキナー箱内はスキナー箱のハウスランプで照明し、その照度は約 60 Lux であった。

実験手続 まず、槌子押し反応に対して 45 mg の錠剤状餌 1 個を強化刺激として、連続強化 (continuous reinforcement; CRF) 訓練を、DT 条件のもとで 16 匹の被験体に 20 分間のセッションを 1 回ずつ行った。その訓練時のオペラント反応の数の多い被験体を優先して 12 匹を選び、それらをオペラント反応の数の分散と平均がなるべく等しくなるように 6 匹ずつ 2 群に分けた。そして、DT-CRF 訓練の翌日から、1 群 (6 个体) には mult DT-DRL 4/LH 4 DT-DRL 12/LH 8 スケジュールで、他の 1 群 (6 个体) には mix DT-DRL 4/LH 4 DT-DRL 12/LH 8 スケジュールで訓練を行った。両方の強化のスケジュールとも、一方の成分下での強化されたオペラント反応の数が 4 となった時に、同一の成分か又は別の成分へ移行した。この移行はゲラーマンの系列にしたがった。また mult DT-DRL 4/LH 4 DT-DRL 12/LH 8 スケジュールでは、各成分とその成分の弁別のための外部刺激との対応は个体間でカウンターバ

* そのシロネズミのすべてが、本実験開始より約 6 ケ月前に、DRL 12-sec/LH 36-sec スケジュールで毎日 30 分間ずつ 12 日間、訓練を受けたことがある。しかし本実験の結果は、ナイーブなシロネズミを用いた矢口、岩本 (1982) の実験結果ときわめて類似しており、被験体がナイーブでない点は、本実験の結果を解釈する上であまり重要ではないと思われる。

ランスされた。実験セッションがDT-DRL 4/LH 4の成分から始まるか、あるいはDT-DRL 12/LH 8の成分から始まるかは、個体ごとにカウンターバランスされた。DT条件による試行間の時間は4秒間であった。1セッションは30分間で、各被験体は1日1セッション訓練され、連続24日間訓練された。

結 果

1. 強化数（強化されたオペラント反応の数）について

2セッションを1ブロックとして、各被験体の1ブロックでの強化数を、mult群6匹とmix群6匹で、それぞれ平均した値のグラフがFig. 6である。グラフの横軸にはブロックの進行をとり、縦軸には強化数をとった。mult群もmix群もともに訓練が進むにつれて強化数は上昇するが、第3ブロック以後はmult群の強化数の方がmix群のそれよりもつねに上回っていた。

DT-DRL 4/LH 4成分のもとでの強化数とDT-DRL 12/LH 8成分のもとでの強化数が、つねにほぼ同数であった。これは訓練条件においてDT-DRL 4/LH 4成分とDT-DRL 12/LH 8成分が交替しうる条件を同一の成分のもとで4強化を受けた場合としたので、実験前から予想されたことでありグラフに示さなかった。

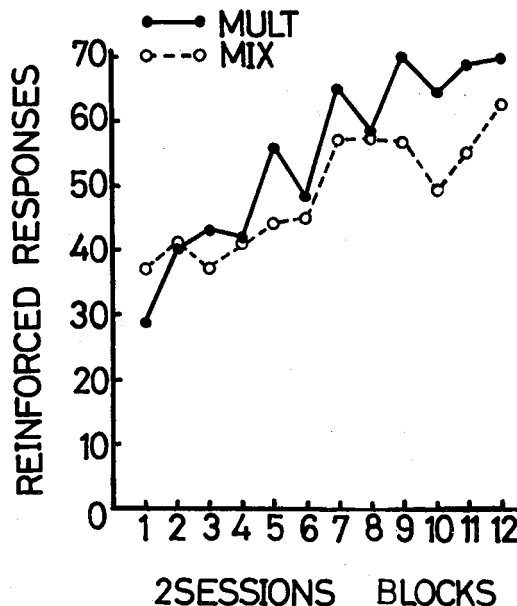


Fig. 6. ABSOLUTE MEAN NUMBERS OF REINFORCED RESPONSES FOR THE MULTIPLE AND MIXED GROUPS.

mult群（6被験体）とmix群（6被験体）のそれぞれで、各ブロックにおける、強化されたオペラント反応の数の群平均。各ブロックは連続する2セッションからなる。横軸には訓練の進行にともなうブロックの進行をとった。横軸はFig. 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12で同一である。

2. オペラント反応の個数について

2セッションを1ブロックとして、各被験体の1ブロックでのオペラント反応の数(以下では反応数と略す)を、mult 群 6 匹と mix 群 6 匹でそれぞれ平均した値のグラフが Fig. 7 である。グラフの横軸にはブロックの進行をとり、縦軸には反応数をとった。mult 群の第1ブロックでの反応数が少ないことを除くと、mult 群では訓練が進むにつれて反応数のゆるやかな減少傾向が見られた。一方、mix 群のそれは第1ブロックから第2ブロックへ移る部分で減少が見られるが、第2ブロック以後は横ばい状態を示した。mult 群と mix 群を比較すると、第2ブロックから第5ブロックまでの反応数はほぼ同数であり、第6ブロック以後は mult 群の反応数が mix 群のそれよりつねに下回っていた。

mult 群で第1ブロックでの反応数が少なかったのは、DT-CRF スケジュールから mult スケジュールへ移ったさいに、それまで提示されたことのない外部刺激が提示されたことによるのであろう。一方、DT-CRF スケジュールから mix スケジュールへ移ったさいにはそのような外部刺激の変化はなく、そのために反応数の減少もみられなかったのであろう。

Fig. 7 の反応数を、DT-DRL4/LH 4 成分のもとでの反応数と DT-DRL 12/LH 8 成分のもとでの反応数に分割したグラフが Fig. 8 である。横軸と縦軸は Fig. 7 と同じである。Fig. 8 を見ると、DT-DRL 4/LH 4 成分のもとでの反応数は mult 群、mix 群ともに訓練が進んでも横ばい状態で、かつ、mult 群と mix 群で反応数もほとんど等しかった。一方、DT-DRL 12/LH 8

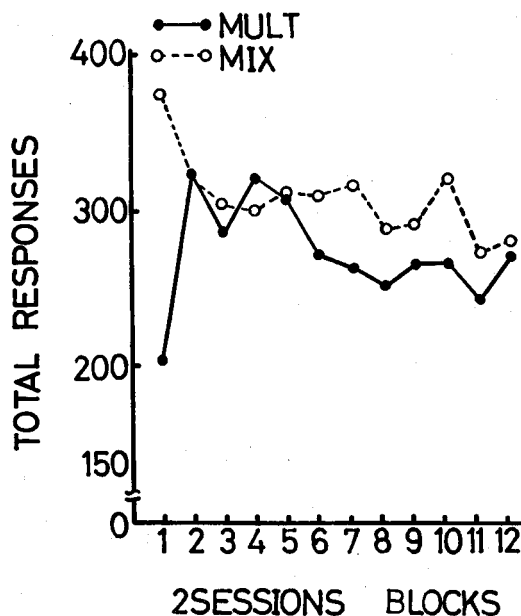


Fig. 7. ABSOLUTE MEAN NUMBERS OF RESPONSES FOR THE MULTIPLE AND MIXED GROUPS.

mult 群 (6 被験体) と mix 群 (6 被験体) のそれぞれで、各ブロックにおける反応数の群平均。

成分のもとでの反応数は, mult 群の第1ブロックを除くと mult 群, mix 群ともにゆるやかな減少傾向を示しており, 第2ブロックから第5ブロックまでは mult 群と mix 群の間で反応数に差はないが, 第6ブロック以後は mult 群の方が mix 群よりつねに下回った。

3. 強化効率について

強化効率のグラフは, Fig. 9 に示した。Fig. 9 は, 2 日間を 1 ブロックとして, 各被験体の 1 ブロックでの強化効率を, mult 群 6 匹と mix 6 匹でそれぞれ平均した値のグラフである。グラフの横軸にはブロックの進行をとり, 縦軸には強化効率をとった。mult 群, mix 群ともに訓練が進むにつれて強化効率は上昇しているが, 第4ブロックを除いて, mult 群の強化効率が mix 群のそれをつねに上回っていた。

Fig. 10 は, 2 セッションを 1 ブロックとして, 各被験体の 1 ブロックでの DT-DRL 4/LH 4 成分のもとでの強化効率と DT-DRL 12/LH 8 成分のもとでの強化効率を mult 群 6 匹と mix 群 6 匹でそれぞれ平均した値のグラフである。グラフの横軸と縦軸は Fig. 9 と同じである。Fig. 10 を見ると, DT-DRL 4/LH 4 成分のもとでの強化効率は, 第1ブロックから第8ブロックまでは mult 群と mix 群の間に差はなかったが, 第9ブロック以後は mult 群の方が mix 群より高

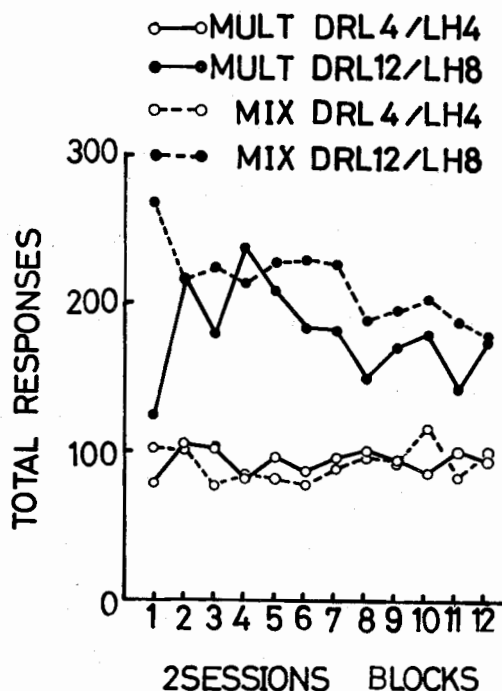


Fig. 8. ABSOLUTE MEAN NUMBERS OF RESPONSES IN THE DT-DRL4-sec/LH4-sec AND DT-DRL12-sec/LH8-sec COMPONENTS FOR THE MULTIPLE AND MIXED GROUPS.

mult 群と mix 群のそれぞれにおける DT-DRL4-sec/LH4-sec 成分のもとでの反応数と, DT-DRL12-sec/LH8-sec 成分のもとでの反応数。Fig. 7 のデータをさらに分割したもの。

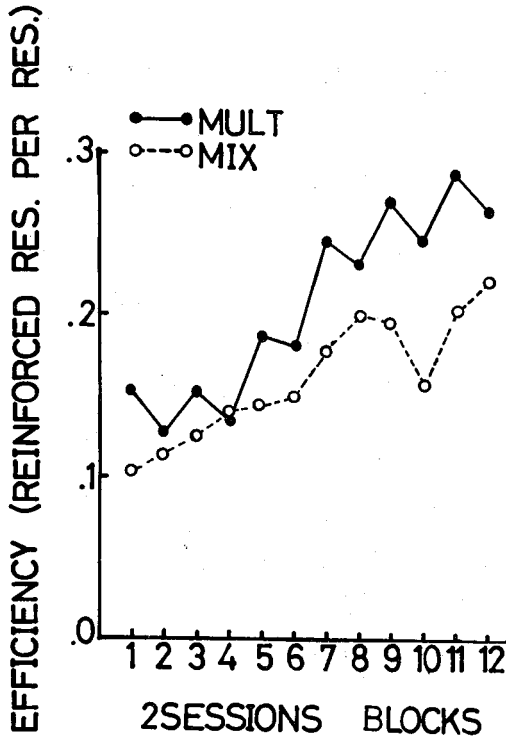


Fig. 9. REINFORCEMENT EFFICIENCY FOR THE MULTIPLE AND MIXED GROUPS.

mult 群 (6 被験体) と mix 群 (6 被験体) のそれぞれで、各ブロックにおける強化効率(強化されたオペラント反応の数/反応数)の群平均。

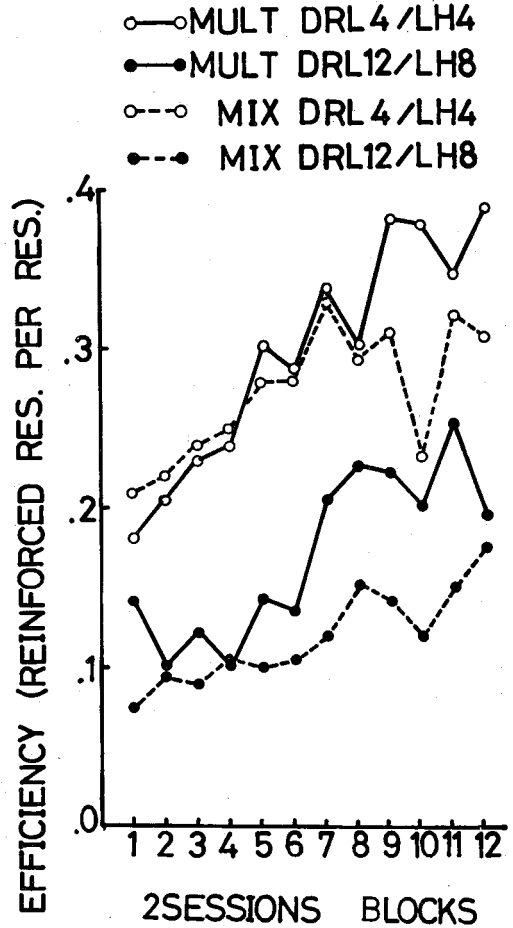


Fig. 10. REINFORCEMENT EFFICIENCY IN THE DT-DRL 4-sec/LH4-sec AND DT-DRL12-sec/LH8-sec COMPONENTS FOR THE MULTIPLE AND MIXED GROUPS.

mult 群と mix 群のそれぞれにおける DT-DRL4-sec/LH4-sec 成分のもとでの強化効率と、DT-DRL 12-sec/LH8-sec 成分のもとでの強化効率。Fig. 9 のデータをさらに分割したもの。

くなった。一方 DT-DRL 12/LH 8 成分の下での強化効率は、第 4 ブロックを除いて mult 群が mix 群より高いが、その差は第 7 ブロック以降に非常に大きくなった。

4. 反応数と強化数と強化効率の検定結果

検定にあたっては、12 ブロックの訓練期間のうち、前半 6 ブロックを前期、後半 6 ブロックを後期とし、反応数と強化数と強化効率を各被験体ごとに前期と後期のそれぞれで平均した値

をもとに, mult 群であるか mix 群であるかの個体間の 2 水準と, DT-DRL 4/LH 4 成分であるか DT-DRL 12/LH 8 成分であるかの個体内の 2 水準と, 前期であるか後期であるかの個体内の 2 水準の 3 要因について, Winer の多段配置型の分散分析 (Winer, 1971) にしたがって検定した。その結果を Table 1 に示した。

Table 1 Summary of Analysis of Variance (one-sided test)

Source of variation	df	F _o		
		Total responses	Reinforced responses	Efficiency
Between subjects	11			
Mult. × Mix.	1	4.923	1.928	2.888
Subjects within groups	10			
Within subjects	36			
First half × Latter half	1	36.266**	56.647**	37.021**
(Mult. × Mix.) × (First half × Latter half)	1	.296	2.271	4.202
(First half × Latter half) × subjects within groups	10			
DT-DRL4/LH4 × DT-DRL12/LH8	1	97.945**	.062	141.041**
(Mult. × Mix.) × (DT-DRL4/LH4 × DT-DRL12/LH8)	1	2.923	2.525	.983
(DT-DRL4/LH4 × DT-DRL12/LH8) × subjects within groups	10			
(First half × Latter half) × (DT-DRL4/LH4 × DT-DRL12/LH8)	1	5.710*	2.251	.185
(Mult. × Mix.) × (First half × Latter half) × (DT-DRL4/LH4 × DT-DRL12/LH8)	1	.143	.140	.000
(First half × Latter half) × (DT-DRL4/LH4 × DT-DRL12/LH8) × subjects within groups	10			

*; $P < .05$

**; $P < .01$

Table 1 から, mult 群も mix 群もともに訓練により学習が進んだことと, mult 群においても mix 群においても, DT-DRL 12/LH 8 成分の方が DT-DRL 4/LH 4 成分よりも課題が困難であったことがわかる。また, 学習が進んだことによりセッションでの DT-DRL 4/LH 4 成分と DT-DRL 12/LH 8 成分の交替回数が, 前期よりも後期の方が多いが, このことが DT-DRL 12/LH 8 成分のもとでの反応数で前期より後期が少ないことと, DT-DRL 4/LH 4 成分のもとでの反応数で前期より後期が多いことを現出させたことがわかる。この点についてグラフで示したのが Fig. 11 である。

さらに, Table 1 での検定結果では有意ではなかったが, 5%の有意水準に非常に近い水準で, mult 群の強化効率が mix 群のそれよりも, 前期から後期への上昇の程度において著しかったことが見出された。この点についてグラフで示したのが Fig. 12 である。

5. RT 分布の結果

Fig. 13 は、各被験体における各ブロックでの RT の相対度数分布を群別に平均したグラフで、第 1 ブロックと第 7 ブロックと第 12 ブロックのデータである。Fig. 13 は、2 つの成分別の RT の相対度数分布である。横軸には RT の 2 秒間隔をそれぞれの class にした bin をとり、縦軸にはそれぞれの bin ごとの反応数の相対度数をとった。点線は DT-DRL 4/LH 4 の成分のもとでの相対度数分布を示し、実線は DT-DRL 12/LH 8 の成分のもとでの相対度数分布を示している。このグラフを見ると、第 1 ブロックでは両群とも 4 秒未満の RT のオペラント反応が多い

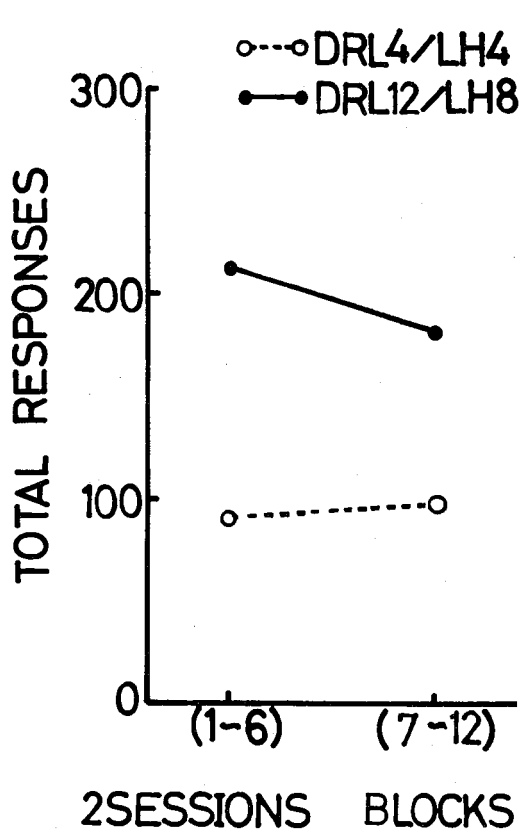


Fig. 11. ABSOLUTE MEAN NUMBERS OF RESPONSES IN THE FIRST HALF AND LATTER HALF OF THE 24 SESSIONS (12 BLOCKS) FOR THE DT-DRL4-sec/LH4-sec AND DT-DRL12-sec/LH8-sec COMPONENTS. DT-DRL4-sec/LH4-sec 成分と、DT-DRL12-sec/LH8-sec 成分のそれぞれのもとでの、訓練前期(前半 12 セッション)と訓練後期(後半 12 セッション)における平均反応数。mult 群と mix 群のデータは込みにされた。Fig. 8 をまとめたもの。

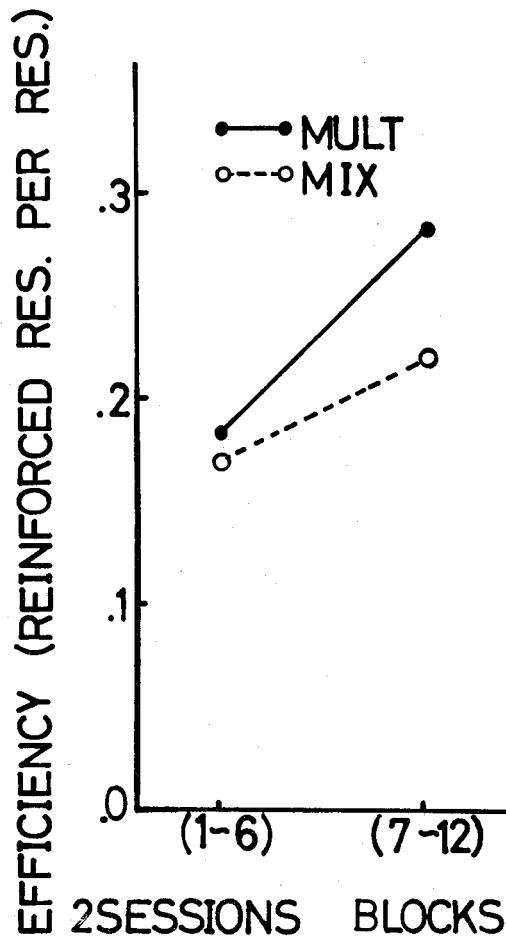


Fig. 12. REINFORCEMENT EFFICIENCY IN THE FIRST HALF AND LATTER HALF OF THE 24 SESSIONS (12 BLOCKS) FOR THE MULTIPLE AND MIXED GROUPS.

mult 群と mix 群の、訓練前期(前半 12 セッション)と訓練後期(後半 12 セッション)での平均強化効率(強化された反応の数/反応数)。Fig. 9 をまとめたもの。

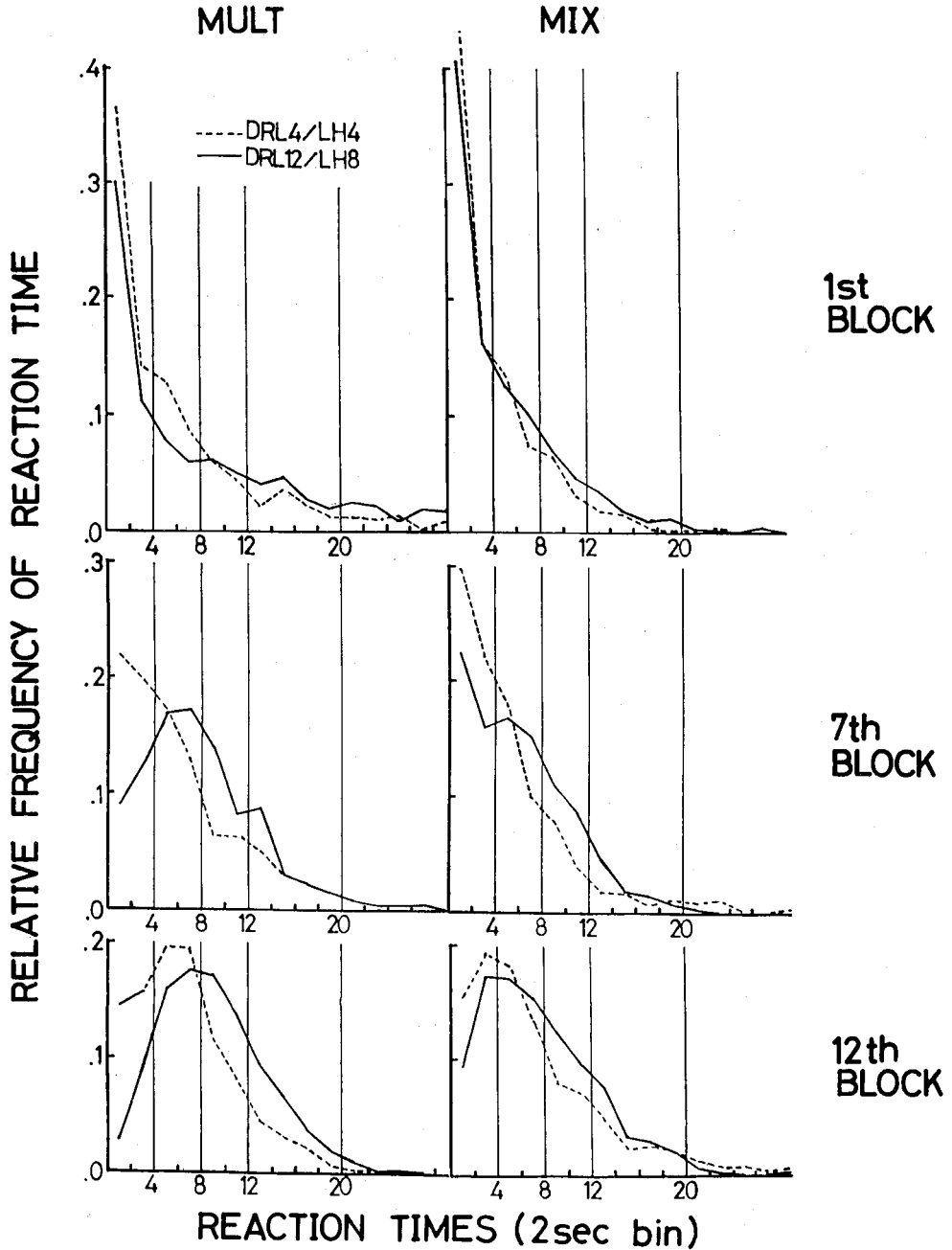


Fig. 13. RELATIVE FREQUENCY OF DISTRIBUTIONS OF REACTION-TIME OF THE DT-DRL4-sec/LH4-sec AND DT-DRL12-sec/LH8-sec COMPONENTS FOR THE MULTIPLE AND MIXED GROUPS.

各被験体の各セッションにおける、DT-DRL4-sec/LH4-sec 成分下と DT-DRL12-sec/LH8-sec 成分下での、それぞれの反応時間の相対度数分布の、各ブロックの群別の平均。column は、mult 群 と mix 群 に対応し、row は異なる 3 ブロック (1st block, 7th block, 12th block) に対応する。

が、これは単一の DRL スケジュールの訓練初期で普通見られる現象と同一である。

第 7 ブロックでは、mult 群のオペラント反応の分化の方が mix 群のそれよりも発達していた。第 12 ブロックでも、mult 群のオペラント反応の分化の方が mix 群のそれよりも発達していた。第 12 ブロックで両群とも 4 秒未満の RT の反応数が訓練によって著しく減少しているが、これは DT 条件の効果である (Platt, et al., 1973; 岩本・大久, 1974; 岩本, 1981)。

以上のことから、外部刺激が RT の分化に促進的に働いたことがわかるが、いかに働いたのかについての詳細はわからない。そこで、実験結果に次のような分析をほどこした。

6. 成分内における初期の反応の RT 分布と後期の反応の RT 分布について

複合強化スケジュール内の 2 種の成分内の第 1 反応の RT について、mult 群と mix 群の群別に、訓練初めの 3 セッションで総和して RT の相対分布を求めた。ついで、第 2, 第 3 反応についても同様に求めて、さらに成分最後のオペラント反応から逆のぼって第 2, 第 3, 第 4 反応の RT の相対分布を求めて、成分の交替に伴う RT の変化の傾向と、成分内での初期と終期の RT の変化の傾向を示したのが Fig. 14 である。同様のものを訓練最後の 3 セッションについても求めた。

Fig. 14 で $\frac{3-2-1}{DRL\ 12\ LH\ 8}$ と表記してあるのは、DT-DRL 12/LH 8 成分の最後から 4 番目のオペラント反応と、最後から 3 番目のオペラント反応と、最後から 2 番目のオペラント反応をさしている。成分最後のオペラント反応は S^R とのみ記載されている。これは RT がかならず 12 秒以上 20 秒未満であり強化されているので RT を記載する必要がないためである。 $\frac{1-2-3}{DRL\ 4\ LH\ 4}$ と表記してあるのは、DT-DRL 4/LH 4 成分の最初のオペラント反応と、最初から 2 番目のオペラント反応と、最初から 3 番目のオペラント反応をさしている。

訓練初めの 3 セッションを見ると、mult 群でも mix 群でも成分の交替に伴う RT の変化にはっきりした傾向は認められない。また、同一成分内の初期から終期への RT の変化にも、はっきりした傾向は認められなかった。つぎに訓練最後の 3 セッションを見ると、mix 群では成分の交替に伴う RT の変化は、DT-DRL 4/LH 4 成分から DT-DRL 12/LH 8 成分へ移る場合にも、その逆の場合にも認められない。むしろ、直前の成分の終期の RT の傾向がつぎの成分の初期の RT の傾向として受け継がれていた。一方、同一成分内の初期から終期への RT の変化は、DT-DRL 4/LH 4 成分においても DT-DRL 12/LH 8 成分においてもきわめて明瞭に表われており、強化刺激が強化される RT のオペラント反応の生起を差別的に強化した効果が見られた。

一方、訓練最後の 3 セッションの mult 群では、成分の交替による RT の変化は、DT-DRL 12/LH 8 成分から DT-DRL 4/LH 4 成分へ移る場合はきわめて明瞭に被験体の即応の傾向が見られる。その逆の交替の場合は、12 秒以上 20 秒未満の RT オペラント反応の増大ではなく、8 秒以上 12 秒未満の RT のオペラント反応の割合が増大している。これは、DT-DRL 12/LH 8 成分の方が DT-DRL 4/LH 4 成分よりシロネズミにとって正反応が困難な課題であるからである。この結果から、mult 群では訓練によって外部刺激の変化が RT を統制するようになることがわ

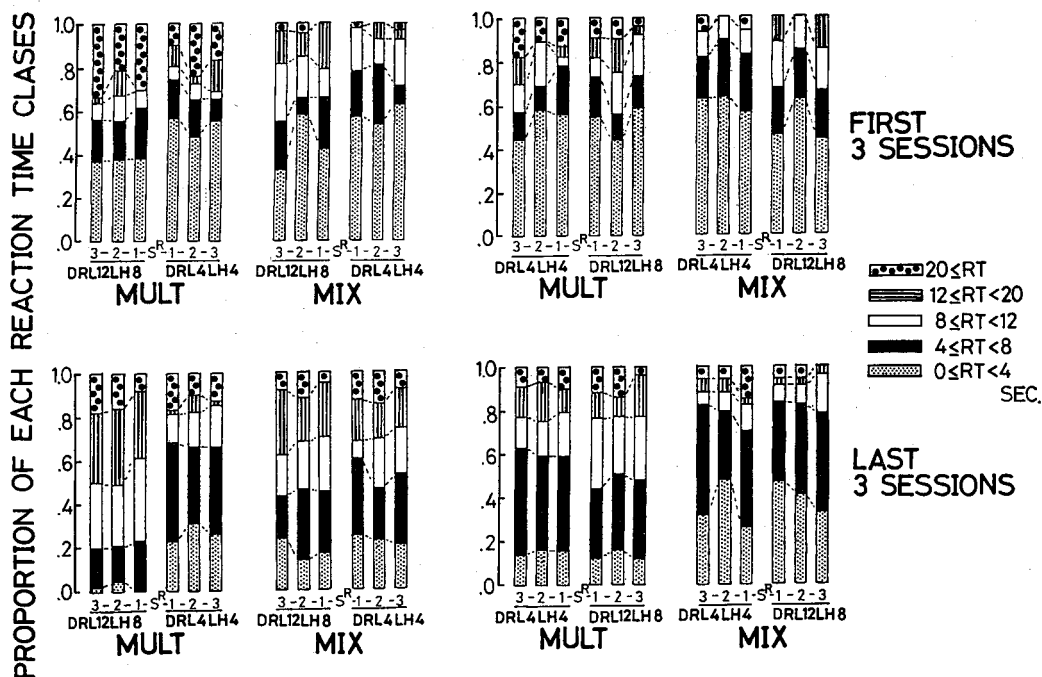


Fig. 14. TENDENCY OF REACTION TIMES UNDER THE CONDITION OF THE SHIFT BETWEEN TWO DIFFERENT COMPONENTS FOR THE MULTIPLE AND MIXED GROUPS.

2つの異なる成分間の交替事態における、各群の反応時間の傾向。ある1つの成分の終了前の最後の3反応(すなわち、成分の終了から逆のぼって4番目のオペラント反応と、逆のぼって3番目のオペラント反応と、逆のぼって2番目のオペラント反応)と、その後続く別の成分での最初の3反応(すなわち、新しい成分の開始から数えて最初のオペラント反応と、2番目のオペラントの反応と、3番目のオペラントの反応)が示されている。データは、それぞれの群ごとの、3セッションの合計値である。columnは、DT-DRL12-sec/LH8-sec成分からDT-DRL4-sec/LH4-sec成分への交替事態と、DT-DRL4-sec/LH4-sec成分からDT-DRL12-sec/LH8-sec成分への交替事態に対応し、rowは、初めの3セッション(第1, 2, 3セッション)と最後の3セッション(第22, 23, 24セッション)に対応する。

かる。一方、同一成分内での初期から終期へのRTの反応傾向の変化は、DT-DRL12/LH8成分でははっきり見られるが、DT-DRL4/LH4成分ではそれほどはっきりとは見られない。これは、DT-DRL4/LH4成分において強化刺激の効果が存在しなかったのではなく、この成分の方が容易な課題であり、成分内の初期のオペラント反応の約半数が正反応であり、成分内の初期においてすでにRTの分化が相当行われていたためであろうと考えられる。

7. RTの時系列変化について

以上のことから、mult群においては、外部刺激の変化がRTを統制したことは明らかである。しかし、成分内のすべてのオペラント反応において、成分に随伴する外部刺激がRTを統制していたか否かについては、同一成分内での強化刺激の効果によって強化RTのオペラント反応

が生じやすくなるので、たとえ同一成分内の終期での RT 分布で mult 群が mix 群より発達した反応分化を示している、成分内の初期で mult 群の方が mix 群よりも効率よく強化を受けており、その強化の効果がその成分内の終期の RT 分布に作用した結果なのか、それとも外部刺激が直接成分内の終期の RT に影響した結果なのか決定しがたい。

そこで、さらに mult 群と mix 群のそれぞれの被験体のうち、もっとも RT 分布の分化が進んだ被験体についてそのセッションごとのオペラント反応の 1 つ 1 つの RT の時系列変化を追跡した。

Fig. 15 は、1 被験体の 1 セッション内でのオペラント反応の RT の長さを縦軸にし、横軸にオペラント反応の自発された時系列の順に左から右へと並べたものである。mult 群で最も多い強化数を示した被験体 (Sub. No. 2) の第 7, 第 15 セッションのグラフと、mix 群で最も多い強化数を示した被験体 (Sub. No. 8) の第 7, 第 15, 第 24 セッションのグラフを示した。グラフの横に入っている線は、強化の設定時間の上限と下限を示している。また、参考のため、それぞれの被験体の第 15 セッションの RT の相対度数分布も示した (Fig. 16)。

Fig. 15 における矢印の a, b, c, d のところに注目すると、成分の交替に即応して、そのセッションの初発のオペラント反応から RT の長さが変化しているのがわかり、外部刺激の変

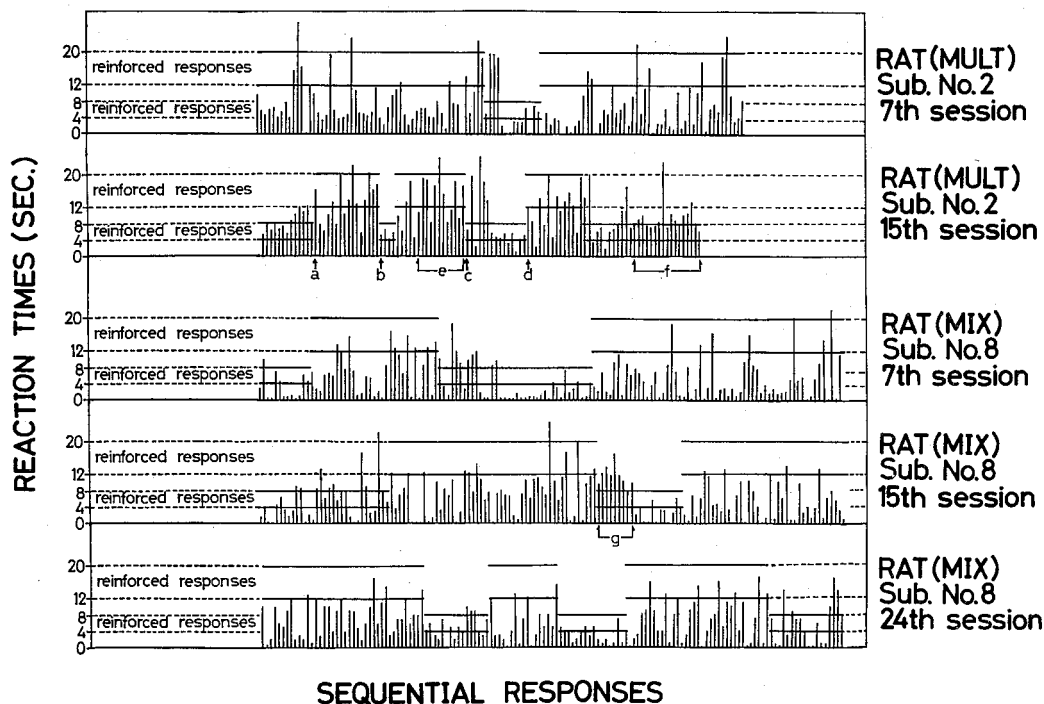


Fig. 15 SEQUENTIAL REACTION TIMES ACCORDING TO EMITTED ORDER FOR THE MULT RAT (SUB. NO. 2) AND THE MIX RAT. (SUB. NO. 8).

反応時間の時系列。データは mult 群と mix 群の被験体中、もっとも RT 分布の分化が進んだ被験体の個体データである。

化がRTを統制していたことが見られる。一方、矢印e, fのところに注目すると、fではDT-DRL 4/LH 4成分内で非強化反応が連続しても強化の設定時間内の上限である8秒付近のRTのオペラント反応が生起しつづけていたことがわかる。eでは、シロネズミにはかなり課題のむずかしいDT-DRL 12/LH 8成分内で、強化の設定時間より長いRTであったり短いRTであったりして非強化になった場合であっても、RTが8秒未満にはならず、それより長いRTのオペラント反応を生起して非強化による情動的混乱を耐えていた様子がうかがわれる(Iwamoto, 1981)。このことから、この個体のこのセッションにおいては、外部刺激が成分の期間中を通してRTを統制しつづけたことがわかる。

Fig. 15のSub. No. 8の第15セッションのグラフを見ると、RTの時系列変化は、Sub. No. 2の第15セッションのように成分の交替に対して適切な即応傾向を示してはいない。むしろ、矢印gに注目すれば、直前のDT-DRL 12/LH 8成分での12秒以上20秒未満のRTのオペラント反応に対する強化が、つぎのDT-DRL 4/LH 4成分においても持続し、もはや12秒以上20秒未満のRTのオペラント反応が強化を受けていないのにもかかわらず、長いRTのオペラ

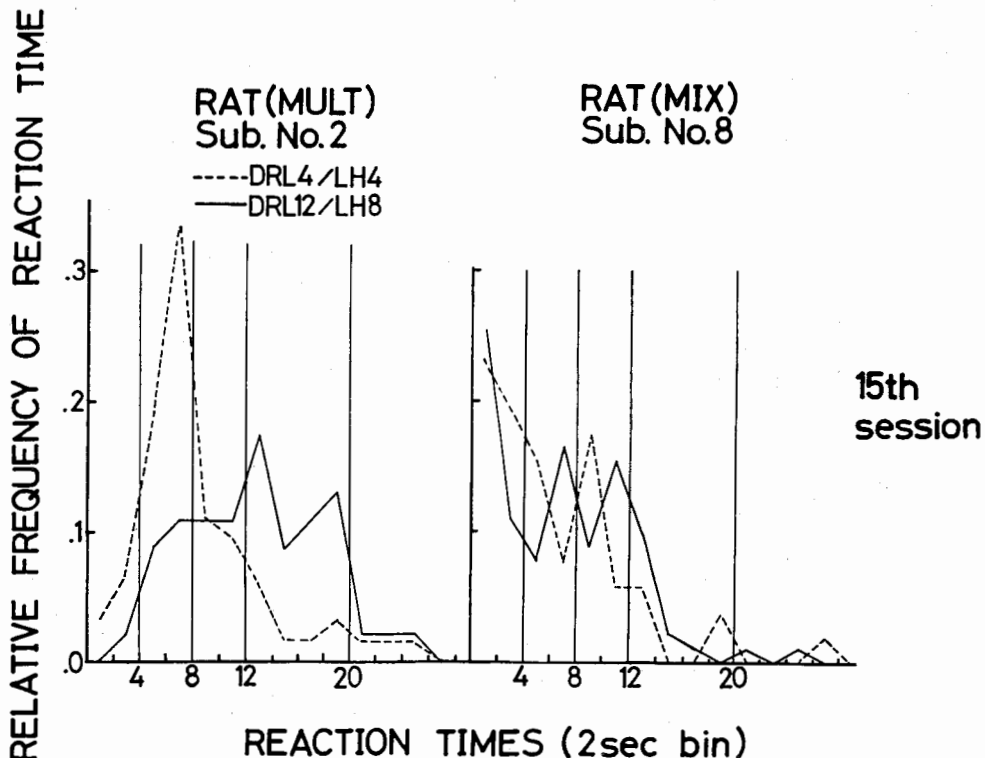


Fig. 16. RELATIVE FREQUENCY DISTRIBUTIONS OF REACTION TIMES FOR THE MULT RAT (SUB. NO. 2) AND THE MIX RAT (SUB. NO. 8) IN THE 15TH SESSION.

反応時間の相対度数分布。データはmult群とmix群の被験体中、もっともRTの分化が進んだ被験体の個体データである。

ント反応が連続して生起しつづけているのがわかる。

8. 実験者の観察した結果

mult 群でも mix 群でも、長い RT のオペラント反応をするさいの被験体の行動は、梶子から離れた位置で静止したまま時間の経過を待ち、短い RT のオペラント反応をするさいの被験体の行動は、梶子から近い位置で静止したまま時間の経過を待つという場合が多く、目立った並行行動は示さなかった。

考 察

以上の実験結果から、つぎのようなことが明らかとなったといえよう。第 1 に、2 種の異なった時間の幅を学習する必要がある事態において、その 2 つの時間設定に対応した弁別のための外部刺激がない場合 (mix) でも、シロネズミはその 2 つの事態のそれぞれに対応した異なる RT の反応で測時行動をすることがある程度はできた。

第 2 に、2 つの時間設定に対応した弁別のための外部刺激がある場合 (mult) では、シロネズミは弁別のための外部刺激がない場合 (mix) よりも、より著しく RT の分化した反応パターンで測時行動をするということが、強化効率の検定では 5% の有意水準にきわめて近い危険率で示唆された。

第 3 に、対応した弁別のための外部刺激が、ある場合でもない場合でも、DT-DRL 4/LH 4 成分の方が DT-DRL 12/LH 8 成分よりもシロネズミにとって正反応が容易であった。

第 4 に、外部刺激の RT への統制の仕方については、成分間の交替時の外部刺激の変化がただちに RT を統制し、かつ、その後持続して提示されている外部刺激がその成分の期間中においても引き続いて RT を統制する機能を持つようになることがわかった。

以上のことは、Hearst の前述の仮説のうち、「DRL 反応が並行行動に依存している」という点に関する反証ではないが、「自己受容刺激にもとづいた DRL 反応は、その有機体が外部刺激に統制されるのを防げる」という点に対しては反証するものである。

本実験においては、特定の時間の幅をもってなされる梶子押し反応の達成という時間弁別行動を、2 つの異なる時間の幅について継時的に形成させた。その手続きとして、成分に対応した外部刺激を提示する mult スケジュールが IRT の分化に対して促進的に作用することが示された。そこで、3 つ以上の DRL 成分をもつ mult スケジュールを用いることにより、3 つ以上の異なる時間について IRT を分化させることも可能ではないかと考えられる。

このような種々の長さの時間の幅について継時的に IRT の分化を形成させることは、学習を分析する点のみならず、精神物理学的に物理的時間と時間弁別行動の関係を明確化する上でも効用があるものと思われる。その理由は DRL や DT-DRL や DRLL スケジュールのもとでは、並行行動と呼ばれる、課題が被験体に強化の条件として求めている反応の条件ではないが梶子

押しやキー・ベッキング (key pecking) などのオペラント反応の生起と並行して生起する行動が形成されることが多い。その行動はオペラント反応と不可分に生起し、オペラント反応は並行行動の構成要素のうちの1つと見做すことも可能な場合もある。この場合は迷信行動 (superstitious behavior) (Skinner, 1948) という名称で呼ぶことも可能であろう。

このような並行行動は、そのオペラント反応への寄与の性質が不明瞭であり、とくに上述の意味での迷信行動である場合、被験体は真正の (genuine) 測時行動をしていないと判断した方が、誤りをおかさないであろう。したがって真正の測時行動、あるいは出来るだけ真正な成分からなる測時行動といえる時間弁別行動を形成するためには、単一のDRLやDT-DRLやDRLLスケジュールの手続きを用いて、被験体に1つの時間の幅の間おき反応をさせるよりも、複数の時間の幅の間おき反応を形成させる方がより適切であろう。本実験で、必要時間条件の異なるDRL成分のmultスケジュールを用いた結果、並行行動の発達がほとんど観察されなかったことは、この推定を支持するものである。また、常時飲水可能なスキナー箱において、ナイーブなシロネズミをmult DRL DRLスケジュールで訓練した矢口・岩本(1982)の実験結果でも、並行行動の発達しない被験体の方が発達した被験体よりもIRTの優れた分化を示したことは、この推定を支持するものである。

以上の理由から、種々の長さの時間の幅について継時的にIRTの分化を形成させることは、時間弁別行動の今後の研究方向の一つといえよう。この手続きとしては前述のmultスケジュールの他にもいくつかある。それらを、

- (1) 固定したいくつかの長さの時間の幅について、継時的にIRTを分化させるもの
- (2) 長さの変動する時間の幅について、継時的にIRTを分化させるもの

の2つに分類できよう。

(1)の例として、multスケジュールの成分として、必要時間条件の異なるDRL成分を数多く採用する手続きがある。(2)の例の1つは、mixスケジュールの成分として、必要反応潜時条件の異なるDRLL成分を数多く採用し、かつ、そのDRLL成分に先行するITI*の長さをDRLL成分の必要反応潜時条件の倍数とする手続きである。この手続きでは、各ITIの長さが後続するDRLL成分の必要反応潜時条件の見本時間手掛け刺激となっている。被験体はITIの長さにもとづいて後続するDRLL成分で作製すべき反応潜時を決定しオペラント反応を遂行することによってのみ、高い強化効率を得ることができる。この手続きを用いた研究はすでに進められ、ハトを被験体として精神物理学的な関数関係が得られている(堀・小川, 1977)。

この手続きは、ハトと異なり、blackout状態のITI中にも反応するシロネズミのような被験体には、見本時間手掛け刺激としてITIの長さを用いるのではなく、光や音の外部刺激をDRLL成分へ移行する前に見本時間手掛け刺激として提示し、この提示期間中はEXTやDRO

* 試行間隔 (inter trial interval)。ITI中の処理の仕方にはさまざまな方法があるが、ネズミが被験体の場合には一例としてあげれば、オペランダムは提示しつづけたままスキナー箱をblack out状態にする。

(differential reinforcement of other behavior; 他反応分化強化)を成分とする手続きに変更することにしてもよい。この手続きは、(EXT-DRLL)を1成分としてそれらを数多く含んだ mix スケジュール,あるいは(DRO-DRLL)を1成分としてそれらを数多く含んだ mix スケジュールとなろう(和田ら, 1982 a, 1982 b)。

これらの手続きは、実験者がセッションの中で任意に時間の幅を指定しうるので、時間弁別行動の研究のためのきわめて強力な手続きである。しかし、見本時間手掛け刺激の受容という要素を行動形成の中に入り込ませず、もっぱら自己受容的過程、すなわち個々の IRT 反応に対する強化、非強化情報のみの要素から形成させる IRT 反応の分化のなかで、種々の時間の幅の時間弁別行動を分析するという目的のための強化スケジュールには、パーセンタイル(percentile; PCT)強化スケジュール(Alleman & Platt, 1973; Platt, 1973; 川俣ら1975, 1976; 吉野・岩本, 1981a; 岩本・吉野, 1981a)がある。

PCT 強化スケジュールとは、IRT を分化強化する時間の規準を被験体のその時々反応傾向に依存させる手続きである。その時々反応傾向とは、セッション内の各時点において、その時点より過去に生じた一定個数のオペラント反応における IRT 分布のことである。具体的にはセッション内のあらゆる時点で、つねにその時点から逆のぼって一定個数のオペラント反応の IRT を実験制御機器が記憶する。新たにオペラント反応が生じた時点で、その新しいオペラント反応の IRT の長さが、実験制御機器の記憶していたオペラント反応の IRT の長さの順位中で何パーセンタイルにあるかを判断し、実験者のあらかじめ定めたパーセンタイルの規準を満たしていれば強化刺激を提示する。すなわち、被験体は自らが比較的最近の時点において生産したオペラント反応における IRT 分布のなかの特定の部分が強化される。たとえば、その IRT 分布のなかの長い IRT の部分が強化されるならば、被験体の IRT は徐々に長くなるであろう。なぜなら実験制御機器の記憶している IRT 集団は、新たなオペラント反応が生起するたびに、その新しいオペラント反応の IRT を入れ、IRT 集団中最も古く生じたオペラント反応の IRT を除外するため、被験体のオペラント反応の IRT が徐々に長くなっても、被験体は自らのオペラント反応の IRT 傾向に対して相対的に長い IRT を強化されつづけるからである。この手続きを用いて、Alleman と Platt (1973) はハトを被験体として、IRT を実験者の意図どおり長くしたりあるいは短くしたりさせ、IRT を操作し得ることを実験的に証明した。

このような、オペラント条件づけでの研究とは別に、古典条件づけの手法を用いた時間弁別と密接な関係をもつと思われる行動では、痕跡条件づけ(trace conditioning)のもとでの反応形成、遅延条件づけ(delayed conditioning)における遅延抑制(inhibition of delay)の現象などがある。古典条件づけにおいて、本実験と関連した研究として、CS(条件刺激)提示開始とUS(無条件刺激)提示開始の時間間隔の異なる二つの遅延条件づけを用いて、一方の遅延条件づけのCSと他方の遅延条件づけのCSを物理的性質の異なったもの(たとえば、一方のCSは光、他方のCSを音とする)とし、USは、どちらの遅延条件づけでも同じ物理的強度の電撃

として、2つの遅延条件づけを同一被験体に同一セッション内でランダムな時系列で多重に訓練した研究（岩崎，1977）がある。

この研究では、CS 提示開始と US 提示開始の時間間隔の異なる 2 つの遅延条件づけの CS₁ と CS₂ に対して、心拍頻度の変化としての CR（条件反応）がどのように分化するかが研究されていた（CS₁ と CS₂ の物理的性質の違い自体が、被験体の CR に違いを生じさせているということがないことは、この研究ではあらかじめ検証してある）。この場合、CR の分化とは、CS₁ のもとで生じる遅延抑制と CS₂ のもとで生じる遅延抑制の間に差が見い出されることであった。この実験では、CS 提示開始と US 提示開始の時間間隔が 2 秒の遅延条件づけと、10 秒の遅延条件づけの 2 つの遅延条件づけを用いた。その結果、被験体として用いられた 4 匹のシロネズミのうち、1 匹では、CS 提示開始と US 提示開始の時間間隔が 2 秒の遅延条件づけでは CS 開始直後に非常に顕著な心拍頻度の低下がおり、10 秒の遅延条件づけでは CS 開始より約 4 秒後より心拍頻度の低下が起った。他の 3 匹では、これと類似の傾向はみられたが、これほど顕著ではなかった。

このように、古典条件づけにおいても、異なる CS に対応した CR の分化が成立し、多重型の時間弁別が学習されたわけである。オペラント条件づけ事態にも古典条件づけの成分がかならず存在するとする立場からすれば、実験における mult 群の被験体の行動パターンを維持しているメカニズムのなかには、このような古典条件づけの手続きにおいても示されている、異なる CS に対応した CR という時間弁別行動の遂行の成分が含まれているのかもしれない。したがって時間弁別行動の研究においては、古典条件づけを含めたより総合的な視野での考察が有意義であろう（岩本・高橋，1979）。

REFERENCES

- Alleman, H. D., & Platt, J. R. 1973. Differential reinforcement of interresponse times with controlled probability of reinforcement per response. *Learning and Motivation*, **4**, 40-73.
- Azrin, N. H., Hutchinson, R. R., & Hake, D. F. 1966. Extinction-induced aggression. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **9**, 191-204.
- Blough, D. S. 1963. Interresponse time as a function of continuous variables: A new method and some data. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **6**, 237-246.
- Blough, D. S. 1966. The reinforcement of least frequent interresponse time. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **9**, 581-592.
- Bruner, A., & Revusky, S. H. 1961. Collateral behavior in humans. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **4**, 349-350.
- Catania, A. C. (Ed.) 1968. *Contemporary research in operant behavior*. Glenview, Ill: Scott, Foresman.
- Christian, W. P., Schaeffer, R. W., & King, G. D. 1977. *Schedule-induced behavior: Research and theory*. Montreal: Eden Press.
- Dews, P. B. 1962. The effect of multiple S^{Δ} periods on responding on a fixed-interval schedule. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **5**, 369-374.
- Dews, P. B. 1969. The theory of fixed-interval responding. In W. N. Schoenfeld (Ed.), *The theory of reinforcement schedules*. New York: Appleton-Century-Crofts. Pp. 43-62.
- Ferster, C. B., & Skinner, B. F. 1957. *Schedules of reinforcement*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Fried, P. A. 1972. Septum and behavior: A review. *Psychological Bulletin*, **78**, 292-310.
- Gray, V. A. 1976. Stimulus control of differential-reinforcement-of-low-rate responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **25**, 199-207.
- Haber, A., & Kalish, H. I. 1963. Prediction of discrimination from generalization after variations in schedule of reinforcement. *Science*, **142**, 412-413.
- Hearst, E. 1965. Approach, avoidance, and stimulus generalization. In D. I. Mostofsky (Ed.), *Stimulus generalization*. Stanford: Stanford Univ. Press. Pp. 331-355.
- Hearst, E. 1969. Aversive conditioning and external stimulus control. In B. A. Campbell & R. M. Church (Eds.), *Punishment and aversive behavior*, New York: Appleton-Century-Crofts. Pp. 235-277.
- Hearst, E., Koresko, M. B., & Poppen, R. 1964. Stimulus generalization and the response-reinforcement contingency. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **7**, 369-380.
- 堀 耕治・小川 隆 1977. デンショバトにおける時間弁別行動の分析 動物心理学年報, **27**, 87-94.
- Iwamoto, T. 1981. The time series structure of operant responses in the DT-DRL schedule of normal and septal lesioned rats. In C. M. Bradshaw, E. Szabadi, & C. F. Lowe (Eds.), *Quantification of steady-state operant behaviour*. Amsterdam: Elsevier/North-Holland Biomedical Press. Pp. 377-380.
- 岩本隆茂 1981. 時間弁別事態におけるオペラント反応におよぼす強化と非強化の影響 心理学評論, **24**, 286-305.
- 岩本隆茂 1982. 強化スケジュール 佐々木正伸編「現代基礎心理学」第5巻 学習I, 東大出版会 Pp. 115-149.
- 岩本隆茂・大久信雄 1974. シロネズミのDT-DRL 訓練と反応環境 動物心理学年報, **24**, 115-116.

- 岩本隆茂・高橋憲男 1976. シロネズミのDT-DRLにおけるオペラント反応と collateral 行動におよぼす中隔損傷の影響 動物心理学年報, **26**, 73-86.
- 岩本隆茂・高橋憲男 1979. シロネズミの多重古典条件づけにおける条件反応の分化 日本心理学会第43回大会論文集, 266.
- 岩本隆茂・梅岡義貴 1966. シロネズミのDRL訓練におよぼす向精神薬の影響について I. 道具反応と無関反応におよぼすCPZの効果 動物心理学年報, **16**, 103-116.
- 岩本隆茂・吉野 弘 1981 a. PCT 強化スケジュールにおけるネズミとヒトの槌子押し反応におよぼすパーセントイル順位とサンプルサイズの効果 II. 反応潜時の時系列特徴に関するネズミとヒトの比較 日本心理学会第45回大会発表論文集, 278.
- 岩本隆茂・吉野 弘 1981 b. ヒトの複合低頻度分化強化スケジュールにおける時間弁別行動 人文科学論集, **18**, 31-53.
- 岩本隆茂・矢口 敬・高橋憲男 1976. シロネズミにおけるmult DRL訓練と中隔部損傷(II) 日本心理学会第40回大会発表論文集, 559-560.
- 岩本隆茂・川俣甲子夫・石井 勤・高橋憲男 1978. シロネズミの多重定率低頻度差別強化(mult FR DRL)と多重定率他反応差別強化(mult FR DRO)スケジュールにおけるオペラント反応の変容 動物心理学年報, **28**, 1-14.
- 岩崎 暁 1977. ラットの心拍・脈管反応を指標とした, 同時及び遅延条件づけにおける反応分化の予備的研究 北海道大学文学部実験IIレポート
- Kachanoff, R., Leveille, R., McLelland, J. P., & Wayner, M. J. 1973. Schedule induced behavior in humans. *Physiology and Behavior*, **11**, 395-398.
- 川俣甲子夫・岩本隆茂・梅岡義貴 1975. シロネズミによる反応依存型変容強化スケジュールの分析 動物心理学年報, **25**, 144.
- 川俣甲子夫・岩本隆茂・梅岡義貴 1976. シロネズミのパーセントイル強化スケジュールにおけるオペラント反応 日本心理学会第40回大会発表論文集, 511-512.
- 川俣甲子夫・矢口 敬・吉野 弘・高橋憲男・岩本隆茂 1978. シロネズミにおけるDT-DRL行動の分化と弁別刺激 II. RT 測度を中心として 動物心理学年報, **28**, 48-49.
- Kelleher, R. T., Fry, W., & Cook, L. 1959. Interresponse time distribution as a function of differential reinforcement of temporally spaced responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **2**, 91-106.
- Kramer, T. J., & Rilling, M. 1970. Differential reinforcement of low rates: A selective critique. *Psychological Bulletin*, **74**, 225-254.
- Meurice, E., Weiner, H., & Sloboda, W. 1966. Operant behavior and the galvanic skin potential under DRL schedule. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **9**, 121-129.
- Migler, B. 1964. Effects of averaging data during stimulus generalization. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **7**, 303-307.
- Morse, W. H. 1966. Intermittent reinforcement. In W. K. Honig (Ed.), *Operant behavior: Areas of research and application*. New York: Appleton-Century-Crofts. Pp. 52-108.
- Platt, J. R. 1973. Percentile reinforcement: Paradigms for experimental analysis of response shaping. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in theory and research*, Vol. 7. New York: Academic Press. Pp. 271-296.
- Platt, J. R., Kuch, D. O., & Bitgood, S. C. 1973. Rat's lever-press durations as psychophysical judgments of time. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **19**, 239-250.
- Reynolds, G. S. 1968. *A primer of operant conditioning*. Glenview, Ill.: Scott, Foresman.
- Skinner, B. F. 1948. 'Superstition' in the pigeon. *Journal of Experimental Psychology*, **38**, 168-172.
- 高橋憲男 1977. DRL 行動と大脳辺縁系——その1. 訓練手続きと行動の側面を中心として——札幌医科大学

- 学医学進学課程紀要, 18, 13-22.
- 高橋憲男・岩本隆茂 1980. 中隔損傷シロネズミにおける mult FR DRL と mult FR DRO の保持と再学習
動物心理学年報, 30, 1-13.
- Terrace, H. S. 1968. Discrimination learning, the peak shift, and behavioral contrast. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 11, 727-741.
- Weisman, R. G. 1969. Some determinants of inhibitory stimulus control. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 12, 443-450.
- Weiss, S. J. 1967. Free-operant compounding of variable-interval and low-rate discriminative stimuli. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 10, 535-540.
- Winer, B. J. 1971. *Statistical principles in experimental design*. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, Pp. 538-571.
- 矢口 敬・岩本隆茂 1982. ネズミの多重低頻度分化強化 (mult DRL) スケジュールにおける刺激制御と並行行動の発達 動物心理学年報, 32, 印刷中.
- 矢口 敬・高橋憲男・岩本隆茂・梅岡義貴 1976. シロネズミにおける mult DRL DRL 訓練と中隔損傷 動物心理学年報, 26, 55.
- 吉野 弘・岩本隆茂 1979. ヒトの時間弁別課題時における“迷信行動”の発達 北海道心理学研究, 2, 9-14.
- 吉野 弘・岩本隆茂 1981 a. PCT 強化スケジュールにおけるネズミとヒトの槌子押し反応におよぼすパーセンタイル順位とサンプルサイズの効果 III. パーセンタイル順位, サンプルサイズ, 被験動物種の3要因について 日本心理学会第45回大会発表論文集, 278.
- 吉野 弘・岩本隆茂 1981 b. オペラント条件づけにおけるさまざまな強化スケジュールのための汎用コンピュータ・プログラム HBSR-T(s)-2, 1-105.
- 吉野 弘・川俣甲子夫・岩本隆茂 1980. 複合強化スケジュールにおけるヒトの時間弁別行動とそのモデル HBSR-P(s)-19, 1-26.
- 吉野 弘・川俣甲子夫・高橋憲男・岩本隆茂 1978 a. シロネズミにおける DRL 行動の分化におよぼす外部手掛け刺激の役割 北海道心理学研究, 1, 15-16.
- 吉野 弘・矢口 敬・川俣甲子夫・高橋憲男・岩本隆茂 1978 b. シロネズミにおける DT-DRL 行動の分化と弁別刺激 I. 反応数・強化数測度を中心として 動物心理学年報, 28, 48.
- 和田博美・吉野 弘・岩本隆茂 1982 a. 見本時間付き DRLL スケジュールにおけるシロネズミの時間弁別行動 日本心理学会第46回大会予稿集, 116.
- 和田博美・吉野 弘・岩本隆茂 1982 b. 見本時間つき DRLL と多重 DRLL におけるネズミの時間弁別行動 動物心理学年報, 32, 印刷中.
- Zeiler, M. D. 1969. Repeated measurements of reinforcement schedule effects on gradients of stimulus control. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 12, 451-461.