ラットの古典的嫌悪条件づけにおける同時対比効果¹

関西学院大学

川合伸幸²

Simultaneous contrast effects in a classical aversive conditioning situation with rats

Nobuyuki Kawai²

Kwansei Gakuin University, Nishinomiya-shi, Hyogo, 662

Simultaneous contrast effects by aversive events were assessed in classical contextual conditioning with rats. The degree of freezing response induced by exposure to either the 0.7- or 4.9-s footshock was taken as a measure of conditioned response to the context. The 0.7- and 4.9-s shock were presented for Groups S and L, respectively, in either black or white context. Groups SL and LS received both shocks in alternating days with being correlated with each color of the contexts. The only difference between Groups SL and LS was that Group SL received the 0.7-s shock on the odd days, while Group LS on the even days. Groups S and L served as the controls for the simultaneous contrast effects. Group SL freezed much more than Group L on Day 16, whereas Group LS on Days 14 freezed less than Group S. These results suggests that (1)Simultaneous positive and negative contrast effects were obtained in classical aversive conditioning, (2)rats could compare different durations of shock across different contexts.

Key words: Simultaneous contrast effect, Classical conditioning, US duration, Freezing, Context

主として動物を用いたこれまでの条件づけ研究から、条件づけの最終的な遂行レベルである漸近値は、強化子の強さや大きさなどの価値によって規定されることが、様々な事象において示されてきた (Mackintosh, 1974)。たとえば、直線走路を用いてラットに走行訓練を施せば、ゴール箱で与えられる報酬量の関数として走行速度が早くなる (Crespi, 1942)。また Annau & Kamin (1961) は、ラットのレバー押し反応を指標とした条件性抑制の事象で、条件刺激 (CS) に対する抑制はそれと対にされる電気ショックの強度の関数として大きくなることを報告している。このように強化子の価値 (強さや大きさ) によって漸近値が決まることは、実験事象や動物の種を超えた一般的な現象と考えられている (Flaherty, 1985; Mackintosh, 1974)。

しかしそれらの漸近値は、一義的にその強化

子の価値だけで規定されるのではない。たとえばラットが2種類の濃度のサッカリン溶液を繰り返し与えられれば、それらの溶液に対する反応レベルの違いは強調される。すなわち同じ濃度の溶液に対する摂水数でも、2種類の濃度のサッカリンが与えられた対比群のラットでは、どちらか一方の濃度のサッカリン溶液しか与えられない統制群に比べて、濃度の高い溶液への摂水反応数が多くなり、低い溶液に対する摂水反応数はより少なくなる (Flaherty & Largent, 1975)。このように価値の等価な強化子が与えられた場合であっても、既に価値の異なる強化子を経験していたり、同一のセッションにおいて複数の価値の強化子を経験すれば、価値の異なる強化子に対する遂行のレベルの違いが強調される。このように価値の異なる強化子によって生じる遂行のレベルの違いが、複数の価値の強化子を

1. この研究は、日本学術振興会による科学研究費補助金 (特別奨励研究: 課題番号4542) の援助を受けた。

2. 本論文をまとめるにあたってご指導を賜りました関西学院大学今田寛教授に厚く御礼申し上げます。また、実験を実施して戴いた山本英人氏と、貴重な助言を戴いた匿名の審査者に感謝致します。

経験することで、単一の強化子しか経験していないものよりも強調される現象を対比効果 (Contrast Effect) という (Flaherty, 1982)。この対比効果には、価値の高い強化子と比較されることで反応のレベルが減弱する負の対比効果 (ガッカリ効果) と、価値の低いものと比較されることによって過剰な反応が見られる正の対比効果 (意気揚々効果) がある。

対比効果の研究は歴史的にも古く (Crespi, 1942)、領域も非常に多岐に及ぶが (Black, 1968; Dunham, 1968; Flaherty, 1982; Mackintosh, 1974 を参照)³、これまでの研究で用いられた強化子は、ほとんどが食餌性のものばかりで、継時対比効果を調べたわずかな例外 (Bower, Fowler, & Trapold, 1959; Nation, Mellgren, Wrather, 1975; Nation, Wrather, & Mellgren, 1974; Woods, 1967) を除けば嫌悪刺激の価値を操作した研究はほとんど行われていない (Flaherty, 1982)。また、対比効果の研究は道具的条件づけや完了行動を指標とした事態でしか行われておらず、強化子が嫌悪のか食餌性かという刺激の性質に関わらず、これまでに古典的条件づけの枠組みで行われた実験はなかった。このことは、道具的条件づけでは対比効果が生じるが古典的条件づけではそれが生じないことを示唆しているように思われる。別の言い方をすれば、道具的条件づけでは複数の価値の強化子を経験することでそれらに対する遂行のレベルの違いが強調されるが、古典的条件づけではそのような効果は見られず、単に強化子の価値によって一義的に遂行のレベルが規定されることを示唆しているように思われる。実際に多くの古典的条件づけのモデルでは、遂行のレベルはそこで用いられた強化子の価値によって自動的に決定されると仮定している (e.g., Rescorla and Wagner, 1972)。

ところが古典的条件づけの実験事態で行われた Kawai & Imada (1995) の研究では、ラットの摂水反応を指標とした条件性抑制の事態において、被験体間計画法と被験体内計画法を用い

て長さの異なる U S (0.7秒, 4.9秒) に対する条件づけを比較したところ、前者では長い U S と短い U S による条件反応に差が見られなかったが、後者ではそれらの差は顕著にみられたことを報告している。つまり、どちらか一方の長さの U S しか経験しなければ、それらの違いが条件づけの遂行レベルに及ぼす効果はわずかであったが、2種類の長さの U S を経験したことによって条件づけの遂行レベルの違いが拡大された (第3実験, 第4実験)。したがって、この研究は嫌悪刺激を用いた古典的条件づけの事態において同時対比効果が生じることを示唆している。しかし、一般的な対比効果とは以下に述べるように相違点もある。

第1に、伝統的な対比効果の実験では古典的条件づけの場合と異なり強化子の違いを合図する刺激 (C S) がない。直線走路を用いた同時対比効果の実験では、強化子の価値に併せて信号を付加する場合がある。しかしそれもわずかに走路の区画の色で区別されているだけで、これは弁別刺激や C S のように実験者がその存在を操作できる離散的 (discrete) な刺激ではない。それに対して Kawai & Imada (1995) では、U S の違いを合図する離散的な先行刺激を用いて U S の価値の強調効果を見いだした。第2に、対比効果は一般的には食餌性の道具的条件づけの手法を用いて述べられてきているが、彼らの実験では嫌悪性の古典的条件づけの手続きを用いていた。

Kawai & Imada (1995) と伝統的な対比効果は表面的には非常に類似した現象である。しかしそれらの間には上述したような手続的な違いがあるために、それらを同一の現象とは言いがたい。両者は単に表面的に類似した現象であるのか、あるいは現象的・理論的共通性を持っているのかは明らかではない。そこで本研究は、先の Kawai & Imada (1995) と同様の結果が得られるかを検討するために、それらの実験事態の違いを小さくし、離散的な C S を提示しない

3. 対比効果は、その他にも並立強化スケジュールの反応率 (Williams, 1983) や、直線走路での走行速度 (Bower, 1961; Crespi, 1942)、完了行動 (Flaherty, 1982) などを指標とした様々な実験事態で示されてきた。

手続きを用いて古典的条件づけの事態で実験を行った。このように実験事態の違いを小さくすることで、古典的条件づけと道具的条件づけの強化子の価値の効果の比較が容易になると考えられる。また本研究では文脈刺激以外の刺激は存在しなかったことから、Kawai & Imada (1995) の結果を対比効果の概念を用いずに、CSと文脈刺激の比較によって説明できた理論 (Miller & Schachtman, 1985) の妥当性が検討された。

方 法

被験体：被験体としてケアリー株式会社から購入したWistar系雄性アルビノラット40匹(約9週齢)を用いた。購入後3日間は飼育環境に馴致させた。全てのラットは実験期間を通じて、室温25℃湿度60%の12-12時間の明暗サイクルの下で飼育され、食餌制限は加えられなかった。実験開始時の平均体重は、290.0 g (範囲265-316 g) であった。

装置：実験装置として2種類のアクリル製実験箱をそれぞれ2台ずつ用いた。2種類の実験箱の違いは内壁の色(白色か黒色)だけであり、どちらもその内寸は長さ20cm、幅10cm、高さ15cmで、天井は透明のアクリル板、床面は直径5mmのステンレス棒を13mm間隔(芯-芯間隔)で並べたグリッド床であった。側壁は白色か黒色とし、その一面(20cm×15cm)はビデオカメラ1台によって行動を記録するために透明とした。これらそれぞれ2台の実験箱をビデオカメラから150cmの距離に約10cmの間隔で配置した。その実験箱での動物の行動を同時に記録した。これらの装置が置かれた実験室には、ビデオカメラの上方150cmの位置に台が取り付けられており、その上から天井に向かって40Wの白熱球が4個設置されていた。実験セッション中は、これらによる間接照明(3.5lx)と、その台の下吊り下げられた100Wの白熱球と点灯させた。この白熱球による光刺激は持続光(31.5lx)か点滅光(1 Hz)のどちらかであり、それらの違いが別々の文脈刺激の一部を構成していた。またこの白熱球の下にスピーカーを設置し、実験セッション

中はそこから音を提示した。この音は白色雑音か純音(1 kHz)であり(ともに82dB)、これらも光の違いと併せて別々の文脈刺激の一部を構成していた。以上の光と音の組み合わせによる背景刺激は、白い装置の場合は持続光と白色雑音、黒い装置の場合では点滅光と純音とした。また、実験室では背景雑音として常に換気扇の作動音を提示していた。USとして電気ショックを用いた。電気ショックは交流電源から、ラットと直列につながれた250k Ω の保護抵抗を介し、スクランプラーを通じてグリッド床から与えた。USの持続時間は0.7秒か4.9秒であり、その強度は120Vac (0.43mA) であった。刺激の制御は、自家製のパラレルインターフェイスを介して、隣室に設置されたパーソナルコンピュータ(NEC PC-9801VX21)によって行った。

手続き：[Phase 1：馴致および活動量測定](2日間) 実験に先立ち、全ての被験体に対して1日5分間のハンドリングを3日間行った。その翌日から、実験条件に馴致させることと、それぞれの実験箱での無条件性の凍結反応を測定するために、各被験体を1日ずつ白と黒の実験箱に入れた。1セッションの長さは222秒で、その間は背景刺激を提示した。セッションの終了後直ちに被験体を取り出し、実験箱をウェットティッシュで清掃した。セッション中のラットの行動はビデオカメラによって記録した。この期間の平均体重を基に各群10匹の4群に振り分けた。なお、この期間におけるラットの凍結反応数は4群間に差はなかった。

[Phase 2：獲得期](16日間) この期間の基本的な手続きはPhase 1と同じであったが、以下の点で異なっていた。まず、4群のラットに対しセッション開始後192秒目にUSを1回提示したが、S群(Short US)とL群(Long US)のラットには被験体毎に決められた文脈において、それぞれ0.7秒と4.9秒のUSを与えた。SL群(Short and Long USs)とLS群(Long and Short USs)には1日交代で2種類の文脈に曝し、それらの文脈に対応させて0.7秒と4.9秒のUSを与えた。いわば文脈に対する分化条件

づけを行った。SL群では奇数日に、LS群は偶数日に0.7秒のUSを提示した。文脈刺激のモダリティは各群内でカウンターバランスした。

両Phaseの実験のデータの分析は、Young & Fanselow (1992) に倣い、実験開始から192秒目までのラットの行動をタイムサンプリング法を用いて、4秒毎に3つのカテゴリー（凍結反応、毛繕い反応、それ以外の全般的な活動）に分類した。凍結反応は呼吸に必要な反応以外の動きが見られないこと、毛繕い反応は体のいずれかの部位を、なめる、かむ、引っ掻く行動と規定し、それ以外の行動は全般的な活動とした。行動の評定は、評定者が個々の被験体の条件を知らない状態で、ビデオ記録を再生して個々の被験体毎に行った。これらの凍結反応の回数を、セッション全体で記録された全体の活動の割合に変換して分散分析を行った。なお本研究は対比効果を検出することが第1の目的であったために、同じ価値の強化子を与えられたもの同志の比較（たとえばS群とSL群が短いUSを与えられる日）に焦点を当てた。

結果

本実験ではどの期間においても文脈のモダリティによる違いが見られなかったため、以下の分析はそれらの要因を排除した。

獲得期では、SL群とLS群の条件を毎日交代させたため、奇数日と偶数日のデータを分けて分析した。図1の左パネルに奇数日、右パネルに偶数日のデータを示した。奇数日のグラフから、どの群でも条件づけの試行の関数として凍結反応が増加していることがわかる。しかし凍結反応の割合は5日目をピークにしてその後減少した。漸近値が一端ピークに達した後次第に下降するという現象は、電気ショックをUSとした古典的条件づけにおいてよく観察されている(Kawai & Imada, 1995, 第2実験を参照)。条件別に見ると、短いショックを受けたS群やSL群よりも、L群とLS群の凍結反応が多かった。凍結反応が最も少ないのはSL群で、逆に最も多いのはL群である。しかし最終日にはLS群の凍結反応が、L群より多くなっている。またS群とL群の凍結反応の差は、ほぼ一定で

Figure 1 Acquisition of freezing in rats trained with a short- (S), long- (L), or both duration footshock as a function of days. The left panel indicates percent freezing in the odd days and the right panel in the even days. Groups SL and LS were exposed in either white or black contexts in alternating days. Group SL in the odd days and Group LS in the even days received the shorter (0.7s) US, and the longer (4.9s) US in the other days. These relations were reversed in the next day.

あるが、SL群とLS群では後半から次第に広がっている。これらのデータに対して、USの長短×USの比較の有無×セッションの分散分析を行ったところ、USの長短 ($F(1/36) = 15.42, p < .001$), セッション ($F(7/252) = 118.70, P < .0001$) の主効果と、それらの交互作用 ($F(7/252) = 3.92, p < .001$) が認められた。

偶数日のデータも、基本的には奇数日と同じ傾向を示した。しかし、条件づけの初期の段階で、SL群とLS群はUSの長さに見合った凍結反応を示しておらず、奇数日と同じように反応している。このことはそれらの群が前日のUSの価値に基づいて反応したことを示している。しかし訓練が進むに連れて文脈の分化が生じ、SL群とLS群の凍結反応の割合は逆転し、その差が広がった。そして最終的にはSL群の凍結反応が最も多くなった。これらのデータに対して奇数日と同じ分析を行ったところ、セッションの主効果 ($F(7/252) = 41.14, p < .0001$) と、USの長短×セッションの交互作用 ($F(7/252) = 3.42, p < .002$), さらに2次の交互作用 ($F(7/252) = 5.95, p < .0001$) が認められた。そこでUSの長短と比較の有無の単純交互作用を調べたところ、第12日目以降においてそれらの交互作用が認められた。そのため、それらのセッションにおいて同じ長さのUSが与えられた条件間で、5%を棄却域としたLSD検定を行ったところ、第16日目において、SL群の凍結反応がLS群より多く、第14日目のLS群の凍結反応がS群よりも少なかった。

論 議

本実験は、古典的条件づけの事態において対比効果と同様の現象が得られるかどうかを検討するために、長さの異なるUSによる条件づけを、それらの比較/対比の機会が与えられる条件(被験体内計画法)と、どちらか一方しか与えられない条件(被験体間計画法)で比較した。その結果、同じ長さのUSに対する反応であっても、長いUSに対する条件反応は被験体内計

画法のSL群が被験体間計画法のLS群よりも顕著であり(第16日目)、短いUSの条件反応はLS群のほうがS群よりも弱かった(第14日目)。これらの結果は、本実験と同様に0.7秒と4.9秒のUSを用いて条件性抑制の実験を行ったKawai & Imada (1995) の結果と一致していた。しかし彼らの実験と異なり、本実験はそこで提示されるUSの価値を合図する離散的な刺激がない状況、すなわち伝統的な対比効果とより類似した事態において、被験体内計画法によるUSの価値の強調効果が見られた。このことから本実験の結果を対比効果と同一の現象と見なすことが出来ると思われる。また嫌悪刺激をUSとした古典的条件づけにおいても対比効果が見られるならば、先のKawai & Imada (1995) も、本実験とは若干実験事態は異なるが、同様に対比効果と共通するメカニズムが働いていたことが示唆される。

これまでに古典的条件づけの事態で対比効果が検出されなかった理由として次のことが考えられる。すなわち、道具的条件づけの事態ではある個体に対して複数の価値の強化子を与える研究が多数なされており(e.g., 川合・武部・今田, 1994), それらの交互作用が生じる機会が多くあると推測されるが、古典的条件づけの場合では価値の異なる強化子の効果は、ほとんど群間でしか比べられず(e.g., Annau & Kamin, 1961; 川合・今田, 1990; 山下・川合・今田, 1991), このことが古典的条件づけにおける対比効果の発見を遅らせたと考えられる。

このように古典的条件づけの事態で複数の価値の強化子を用いた分化条件づけが行われることはそもそも稀で、そのためにこれまでの古典的条件づけの理論もそれらの交互作用を考慮しなかったと考えられる。たとえば、Rescorla-Wagnerモデル(1972)では、USによって決定される条件づけの漸近値は、USの価値(λ)として一義的に決定され、その値を様々な刺激が競合し合うと仮定している。また、他の類似の学習理論も(Mackintosh, 1975; Pearce & Hall, 1980), 同様の仮定を設けているが、いずれも価

値の異なる強化子が用いられた場合の、それらの間の交互作用（たとえば対比効果）を考慮しておらず、それらについて説明できない。

しかし近年提唱されたコンパレータ仮説（Miller & Schachtman, 1985）では、条件反応はそれが条件づけられた刺激の連合強度と、その文脈に存在する他の刺激の持つ連合強度によって比較されて出力されると仮定している。この仮説を2種類の価値のUSが与えられる実験事態に適応させれば、価値の低いUSによって条件づけられたものは、価値の高いUSによるものと比較されて出力されることになるので、比較の機会を持たなかったものに比べて条件反応が弱くなることが予測されるので、古典的条件づけにおける対比効果を説明できる（Kawai & Imada, 1995参照）。また、これはUSの価値が反対の場合も同様であり、正と負のどちらの対比効果も説明できる。しかしこの仮説では、同じ条件づけ文脈の中で存在していた刺激が比較の対象になると仮定しているために、本実験や Flaherty et al. (1990) のように異なる文脈を用いて対比効果が得られた結果を説明できない。

現在提唱されている古典的条件づけのモデルを概観したところでは、本実験の結果を十分説明できるものは見あたらない。また、伝統的な対比効果に対する説明もいくつか提唱されているが、なぜ対比効果が生じるのかをうまく説明するモデルはないようである（Flaherty, 1982）。

しかし対比効果には、おそらく以下のような過程が含まれていると考えられる。まず、対比効果を得るためには2種類の強化子の価値を学習することが前提となる。そしてそれらが記憶を通じて比較されなければならない（Gonzalez, Fernhoff, & David, 1973; Spear, 1967）。しかし対比効果を得るためには、前日のUSの価値を記憶していることに加えて、前日に与えられたUSと実験中に到来するUSの価値の比較が必要である。そしてその比較の際に、現在喚起されている情動（この場合は恐怖）と前日経験し

た情動との食い違うことによって、別の二次的な情動反応（たとえば安堵やフラストレーション）が喚起され、この二次的な情動反応が対比効果を生み出しているのかも知れない（Daly & Daly, 1987, 1991）⁴。このように考えれば、本実験ではなぜ偶数日においてのみ対比効果が見られたのかを説明できる。

条件づけの初期では、偶数日においてSL群とLS群は共に前日に与えられたUSの価値に基づいて反応をしている。すなわち文脈の分化がなされるまでは、前日のUSの記憶に基づく反応を示している。しかし次第にそれぞれの文脈と提示されるUSの関係を学習するようになると、前日提示されたUSと翌日提示されるUSが異なるために、二次性の情動反応が喚起され、それが当該の行動を促進や阻害したと考えられる。つまり前日に長いショックを与えられたラットが、翌日にそれより短いショックを与えられることになるので比較の結果恐怖反応は緩和され、逆に前日に短いショックを受けていたラットが長いショックを与えられる文脈に入られれば、その恐怖反応は増加すると考えられる。つまり偶数日において対比効果が顕著であったのは、奇数日より前日の予期との食い違いが大きかったためだと考えられる（偶数日ではSL群とLS群の反応は交差しているが、奇数日ではそれが見られない）。

このように本研究で得られた対比効果は、伝統的な対比効果について考えられているように（Crespi, 1944; Flaherty, 1982, 1985）、純粋な学習性の成分に二次性の情動反応が加算されることによって生じたと考えられる。対比効果に情動的な成分が含まれているとする考えは、食餌性の大報酬を期待していた動物が小報酬を与えられることによってストレス性のホルモンが放出されるという研究（Flaherty, Becker, & Pohorecky, 1984）からも示唆されている。さらに、予期していた以下の強化が与えられることによって生じる負の対比効果は、不安を軽減さ

4. ここで言う二次性の情動反応とは、Daly Modification of Rescorla-Wagner model (DMOD) のVap*に相当する。

5. 凍結反応を指標とする代わりに摂水反応を指標とした以外は、基本的に本実験のS群やL群と同じ手続きである。

せるアルコールや (Becker & Flaherty, 1982) やバルビタール (Flaherty & Driscoll, 1980) などの薬物を投与すると緩和される (Becker & Flaherty, 1983) ことから、薬理的な研究からも対比効果には情動的な成分が関与していることが示唆されている。

一般に伝統的な対比効果は道具的条件づけで得られるが、本研究は古典的嫌悪条件づけの事態において対比効果が得られた。このことは、道具的条件づけと同様に古典的条件づけにおいても、複数の価値の強化子を経験すれば別の価値の強化子を比較することによって二次性の情動 (安堵やより強い恐怖) が生じ、それが強化子の価値に対する情動と加算 (減算) されることを示唆している。本実験で得られた対比効果は、正負の対比効果ともに比較的不安定であったが、これは二次性の情動反応の脆さを反映しているのかも知れない。実際、対比効果は永続的でなく一過的であると考えられている (Flaherty, 1982)。

最後に本実験では Kawai & Imada (1995) と異なり、被験体間での比較、すなわち S 群と L 群の間にも、条件反応に差が見られた。これは、US の強度が操作された場合には一般的に見られることではあるが、異なる長さの US を被験体間で比較した場合には、それらの条件反応の間に違いは見られず、被験体内計画法を用いた時によりやくその効果が現れるという結果 (Kawai & Imada, 1995; 第 2, 第 3, 第 4 実験) と矛盾する。しかし Kawai & Imada (1995) の第 1 実験は、摂水反応を行っているラットに対し、その反応と無関係に無信号電撃を提示したところ⁵、電撃の長さ (0.35, 0.70, 1.30, 2.50, 4.90 秒) の関数としてセッション中の摂水反応が抑制された。すなわちこの摂水反応の抑制は文脈に対して凍結反応が条件づけられたためだと考えれば、彼等の実験でも被験体間計画法によって US 持続時間の効果が得られたことになる。また電気ショックの長さや学習の関係は、罰事態や受動的回避学習の事態において正の相関が見られることから (Ader, Weijnen, &

Moleman, 1972; Boroczi, Stoerns & Broen, 1964; Church, Raymond, & Beauchamp, 1967; Wischner & Fowler, 1964), 長い電気ショックは全体の反応水準を抑制する効果を持つと考えられる。つまり長い電気ショックは、その提示後しばらくは、無条件反応として全体の活動を抑制するのかもしれない。しかし通常の CS を用いた古典的条件づけでは、US が与えられる直前の CS 中の反応を測定するので、US 後の反応 (不活動) は条件反応としてカウントされない。それに対して Kawai & Imada (1995) の第 1 実験のように、セッション全体の反応 (不活動) を指標とした時には、その US 後の無条件性の不活動期としてカウントされてしまうために、US 持続時間の効果が得られたのかも知れない。しかし本実験の場合は、そのセッションで電撃が与えられるまでの期間だけを指標としているために、電気ショックに対する無条件性の不活動のためだけによるとは考えられない。このように離散的な CS に対する条件づけと文脈に対する条件づけでは US 持続時間が及ぼす効果が異なるという事実は、連合の形成のメカニズムを知る上でも非常に興味深い。本研究はその問題に焦点を当てた実験計画を採用していないので、そのことにはこれ以上言及しない。その問題の解明を目的とした今後の研究を期待したい。

引用文献

- Ader, R., Weijnen, J., & Moleman, P. 1972 Retention of a passive avoidance response as a function of the intensity and duration of electric shock. *Psychonomic Science*, 26, 125-128.
- Annau, Z., & Kamin, L. J. 1961 The conditioned emotional response as a function of the intensity of the US. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 54, 428-432.
- Becker, D. E., Flaherty, C. F. 1982 Influence of ethanol on contrast in consummatory

- behavior, *Psychopharmacology*, **77**, 253-258.
- Becker, D. E., Flaherty, C. F. 1983 Chlordiazepoxide and ethanol additively reduce gustatory negative contrast. *Psychopharmacology*, **80**, 35-37.
- Black, R. W. 1968 Shifts in magnitude of reward and contrast effects in instrumental and selective learning: A reinterpretation. *Psychological Review*, **75**, 114-126.
- Boroczi, G., Stoerns, L. H., & Broen, W. E. 1964 Response suppression and recovery of responding at different deprivation levels as functions of intensity and duration of punishment. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **58**, 456-459.
- Bower, G. H. 196 A contrast effect in differential conditioning. *Journal of Experimental Psychology*, **62**, 196-199.
- Bower, G. H., Fowler, H., & Trapold, M. A. 1959 Escape learning as a function of amount of shock reduction, *Journal of Experimental Psychology*, **62**, 196-199.
- Church, R. M., Raymond, G., A., & Beauchamp, R. D. 1967 Response suppression as a function of intensity and duration of punishment. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **63**, 35-44.
- Crespi, L. P. 1942 Quantitative variation of incentive and performance in the white rat. *American Journal of Psychology*, **55**, 467-517.
- Crespi, L. P. 1944 Amount of reinforcement and level of performance. *Psychological Review*, **51**, 341-357.
- Daly, H. B., & Daly, J. T. 1987 A computer simulation/mathematical model of learning. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, **19**, 108-112.
- Daly, H. B., & Daly, J. T. 1991 Value of mathematical modeling of appetitive and aversive learning: Review and extensions of DMOD. In M. R. Denny (Ed.) *Fear, Avoidance, and Phobias: A fundamental analysis*. (pp.165-197) . Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Dunham, P. J. 1968 Contrasted conditions of reinforcement: A selective critique. *Psychological Bulletin*, **69**, 295-315.
- Flaherty, C. F. 1982 Incentive contrast: A review of behavioral changes following shifts in rewards. *Animal Learning & Behavior*, **10**, 409-440.
- Flaherty, C. F. 1985 *Animal learning and cognition*, NY: Knopf.
- Flaherty, C. F., & Driscoll, C. 1980 Amobarbital sodium reduces successive gustatory contrast. *Psychopharmacology*, **69**, 161-162.
- Flaherty, C. F., Becker, D. E., & Pohorecky, L. 1985 Correlation of corticosterone elevation and negative contrast varies as a function of postshift day. *Animal Learning & Behavior*, **13**, 309-314.
- Gonzalez, R. C., Fernhoff, D., & David, F. G. 1973 Contrast, resistance to extinction, and forgetting in rats. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **85**, 564-571.
- 川合伸幸・今田寛 1990 条件性抑制直前の一二次性及び二次性嫌悪刺激の脱抑制効果 (ラット), 動物心理学研究, 第40巻, pp.20-28.
- Kawai, N., & Imada, H. 1995 Between and within-subject effects of US duration on conditioned suppression in rats: Contrast makes otherwise unnoticed duration dimension stand out. *Learning and Motivation* (in press) .
- 川合伸幸・武部真理子・今田寛 1994 ラットの視覚手がかりと痕跡手がかりの加算利用について, 関西心理学会第106回大会発表論文集, p.46
- Mackintosh, N. J. 1974 *The psychology of*

- animal learning*. London: Academic Press.
- Mackintosh, N. J. 1975 A theory of attention: Variations in the associability of stimulus with reinforcement, *Psychological Review*, **82**, 276-298.
- Mellgren, R. L. 1983 Shift in magnitude of reward after minimal acquisition. *Psychonomic Science*, **23**, 243-244.
- Miller, R. R., & Schachtman, T. R. 1985 Conditioning context as an associative baseline: Implications for response generation and the nature of conditioned inhibition. In R. R. Miller & N. E. Spear (Eds.), *Information processing in animals: Conditioned inhibition* (pp.51-88). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Nation, J. R., Mellgren, R. L., & Wrather, D. M. 1975 Contrast effects with shifts in punishment level. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 1975, **5**, 167-169.
- Nation, J. R., Wrather, D. M., & Mellgren, R. L. 1974 Contrast effects in escape conditioning of rats. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **86**, 69-73.
- Pearce, J. M., & Hall, G. 1980 A model for Pavlovian learning: Variations in the effectiveness of conditioned but not of unconditioned stimuli. *Psychological Review*, **87**, 532-552.
- 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. Prokasky (Eds.), *Classical conditioning II: Current research and theory* (pp.64-99). New York: Appleton.
- Spear, N. E. 1967 Retention of reinforcer magnitude. *Psychological Review*, **74**, 216-234.
- Williams, B. A. 1983 Another look at contrast in multiple schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **39**, 345-384.
- Wischner, G. J., & Fowler, H. 1964 Discrimination performance as affected by duration of shock for either the correct or incorrect response, *Psychonomic Science*, **1**, 239-240.
- Woods, P. J. 1967 Performance changes in escape conditioning following shifts in the magnitude of reinforcement. *Journal of Experimental Psychology*, **75**, 487-491.
- 山下光・川合伸幸・今田寛 1991 条件性抑制におけるUS持続時間の効果, 人文論究, 第41巻第3号, pp.63-74.
- Young, S. L., & Fanselow, M. S. 1992 Associative Regulation of Pavlovian fear conditioning: Unconditional stimulus intensity, incentive shifts, and latent inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, **18**, 400-413.