実験的行動分析の展開

——“選択”，“認知”，“言語”をめぐって——

慶應義塾大学 坂 上 貴 之¹

明星大学 山 本 淳 一

千葉大学 実 森 正 子

Advances in the experimental analysis of behavior: Issues of choice behavior, comparative cognition, and human language

Takayuki Sakagami (*Department of Psychology, Faculty of Letters, Keio University, Mita, Minato-ku, Tokyo 108*), Jun'ichi Yamamoto (*Department of Psychology, Faculty of Humanities, Meisei University, Hodokubo, Hino 191*), and Masako Jitsumori (*Department of Psychology, Faculty of Letters, Chiba University, Yayoi-cho, Chiba 263*)

As the opportunity to contact with related areas has increased, the study of the experimental analysis of behavior has experienced revolutionary changes. Some of the most active and important areas — studies of choice, comparative cognition, and human language — are reviewed to acquaint readers. Studies of CHOICE have linked to the molar theories of behavioral economics and behavioral ecology, which promoted research of choice by animals under uncertainty conditions. Further approach has been made to integrate the molar and molecular analyses on the basis of the ideas of behavior dynamics. COMPARATIVE COGNITION is a part of a larger field including cognitive science, behavioral neuroscience, and biological science. Recent developments, aided with a comparative perspective, made significant contributions to our understanding of the phylogeny and ontogeny of cognition. Advances in analysis of human behavior provided tools to study behavioral aspects of semantics, syntax, and pragmatics of HUMAN LANGUAGE. Using the paradigm of stimulus equivalence, the emergence of stimulus relations, stimulus-stimulus networks, hierarchical structure of verbal behavior, and other language-related behaviors have been investigated.

Key words: the experimental analysis of behavior, choice, comparative cognition, language.

実験的行動分析は、米国の心理学者 B. F. Skinner (1904-1990) により創始された行動分析学と呼ばれる学問領域の一分野である。一言で定義するなら、実験的制御が容易な実験室等の環境において、遺伝的特性や過去の実験歴が比較的明瞭な被験体を用い、環境要因を操作することで機能的に定義された行動を変容させ、関数分析と呼ばれる環境と行動間の関係の分析を

行う実験科学である。本論文は、行動分析学についての予備知識のない心理学者や学徒を対象に、“選択”“認知”“言語”についての最新の研究を紹介したものである。行動分析学の専門用語の使用をできるだけ避けたが、それでも全体を理解するために必須の用語に関しては、以下に簡単にまとめた。

行動分析学は、環境に対して自発され、後続する環境の変化によってその後の生起確率が増加したり減少したりするオペラント反応を主要な研究対象としている。後続環境の変化は、生起確率が増加する場合には強化刺激（もしくは強化子）、減少する場合には罰刺激と呼ばれる。一方、オペラント反応の生起に先行もしくは同時に存在し、その後強化（罰）刺激に伴われ

¹ 本論文の執筆は、文部省科学研究費補助金重点領域研究・課題番号 05206108, 05206113 ならびに総合研究 A・課題番号 05301011 による補助を受けた。

第1章は坂上、第2章は実森、第3章は山本が責任をもって担当したが、それ以外の部分や全体の構成や基本的な考え方については、3人で論議した。

ることで反応生起の手がかりを与えるようになった環境事象のことを、弁別刺激と呼んでいる。

反応が安定して自発されている状況下では、“弁別刺激-オペラント反応-強化(罰)刺激”の3項の関係を明瞭に区別して記述できる。この関係性は三項強化随伴性と呼ばれる。三項随伴性の前半部、“弁別刺激-オペラント反応”の関係は刺激性制御と呼ばれ、刺激による反応の制御(般化や弁別)の記述である。後半部の“オペラント反応-強化(罰)刺激”の関係は強化スケジュールと呼ばれ、反応の生起に対してどのように強化刺激を随伴させるかの記述である。

本稿で選ばれた三つのテーマは、実験的行動分析の中で最近めざましい進展を見せていると共に、このテーマに関連のある周辺領域の学問との共同研究が既に開始されている分野である。と同時に、それぞれのテーマで取り扱う心理的現象を理解するために、個体内部で生じている処理過程や処理段階を想定したり、また行動の諸側面を個別に分離して検討していくような従来の研究法とは異なる、独特なアプローチがそこではとられている。

“選択”をめぐる研究は、強化スケジュールの研究と密接な関係をもっている。この分野での進展は、強化スケジュールによる行動変容を行動の再調整・再配分過程として位置づけようとする新しい見方と、弾力性などの新しい分析指標を行動分析に与え、また、さまざまな分野で取り組まれている“意思決定”についての行動的基礎を提供しつつある。一方、“認知”と“言語”をめぐる研究は、刺激性制御の研究と深いつながりがある。前者は、弁別刺激のさまざまな刺激次元を時間的・空間的に拡張すると共に、それらを精緻に制御することで、認知の問題をヒト以外の動物においても研究し得る可能性を示してきた。後者は刺激間の“関係”による制御の実験的および理論的研究の進展を受けて、ヒトに特有な行動としての言語行動の実験的分析とその応用へと展開しつつある。

第1章 選択をめぐる実験的行動分析

1.1 対応法則についての諸理論

動物を用いた典型的な行動分析の実験では、ハトが実験箱の丸窓を叩く“キイつつき”行動や、ラットが実験箱の内側に突き出た槌子を押す“レバー押し”行動を一つの反応ととらえている。もし丸窓や槌子が二つ以上あれば、動物はどちらかを“選ぶ”という場面に立たされるわけである。このような場面での実験事態を選択実験と呼び、実験的行動分析の黎明期から、多くの研究がなされてきた(Ferster & Skinner, 1957; Findley, 1958; Skinner, 1950)。またたとえば選択肢が一つであっても、動物はある反応を自発するかしないか

という選択場面に常にさらされているとみなすことができるので、この意味からすべての行動は選択行動であるということもできる。

しかし選択実験が、この領域で多くの研究者から注目されたのは、Herrnstein (1961, 1970) の論文によるところが大きい。ここで彼は選択実験で規則的に得られる事実として、二つの選択肢の下で提示された強化数の比と、二つの選択肢になされた反応数の比が一致するということを指摘した。対応法則(matching law)と呼ばれるこの法則性は、その後さまざまな種を用いた選択実験でも確認され、選択行動の一般的法則として認められるようになった(Davison & McCarthy, 1988)。

対応法則の成立を一つの基準とすれば、逆にこの法則からのずれがどのような実験条件から生み出されるのかが、新しい研究課題となる。これらのずれを系統的に表す方法として、反応数の比(B_1/B_2)を強化数の比(R_1/R_2)のべき関数で表す一般化対応法則の定式化、 $(B_1/B_2) = \beta(R_1/R_2)^\alpha$ 、がなされた(Baum, 1974)。べき関数の一つのパラメーターであるべき指数(α)は、強化数の比への反応数の比の鋭敏さを表している。これに影響を与える条件としては、選択肢間に見られる交替反応等の規則的反応パターン、実験セッションの数、選択肢間の切替えに必要な反応の有無等が指摘されてきた。一方、もう一つのパラメーターである係数(β)は二つの選択肢間のバイアスを表し、餌の提示時間や種類に対する選好(preference)の度合いによって影響を受けることがわかった。

このようなパラメーターの決定を目指す実験が積み重ねられる一方で、対応法則を成立させている行動の基礎過程についての理論的研究も進められた。対応法則それ自体は、長期間の実験の末に安定して得られる、通常1セッション全体を対象とした巨視的な法則である。しかしながらそれを組み立てている選択行動の一つ一つは、その場その場における微視的な強化随伴性の影響を受けているはずである。従ってこの巨視的現象と微視的影響との関係をどのようにとらえるかで、以下に示す諸理論が考え出された。

微視的な反応の出現率の最も良い推定値を巨視的な反応出現率を与えていると考え、微視的にも対応法則と同様な過程が起きているとみなす微視的対応理論(Catania, 1973; Herrnstein, 1970)、選択肢における微視的な強化の出現率を最大化するように選択肢を規則的に選んだり経過時間に応じて適切に反応を切り替えることが、巨視的な対応法則を作り上げていると考える微視的最大化理論(Shimp, 1966, 1969; Staddon, Hinson, & Kram, 1981)、個体は巨視的な強化の出現率を最大化するように行動し、その結果が対応法則に

なっていると考える巨視的最大化理論 (Baum, 1981; Rachlin, Battalio, Kagel, & Green, 1981), 微視的でも巨視的でもなく, 各選択肢での累積滞在時間をベースとした強化の出現率を双方の選択肢で等しくするように個体は選択し, その結果が対応法則となったと考える逐次改良 (melioration) 理論 (Herrnstein & Vaughan, 1980; Vaughan, 1981) などの基本的な考え方とその変形がこの 20 数年間に提案され, それらの比較がなされてきた (Prelec, 1982; Williams, 1988 など). また微視的理論を中心に論じた平岡 (1989) がある).

提案されたさまざまな理論のうち, どれが最もこの現象をよく説明するかについて完全な決着がついたわけではない. しかしこの基礎過程をめぐる論議から, 新しいアプローチや研究領域が次々と生み出されてきている. 次節以降では, 特にこの中でも他の学問分野との共同作業を行ってきているいくつかを取り上げて紹介する.

1.2 行動経済学と行動生態学

上述した巨視的最大化理論もしくは最適化理論と呼ばれるものの一つに, 行動経済学の効用最大化理論がある. この理論では, 個体は 1 日の実験セッションで, 実験環境から最大の効用 (選好序列の中で最も好まれるもの) を得るために, 各選択肢へ行動を有効に配分していると考えられる. この理論は, 経済学の価格理論の中でも, 無差別曲線分析と呼ばれている考え方から導き出されている.

x 軸と y 軸のそれぞれに二つの選択肢での行動配分量をとり, z 軸には選択肢のそれぞれの行動配分量の組合せ (行動配分点) における効用をとると, この 3 次元空間に効用関数を表す曲面を描くことができる. この曲面上の等しい効用を結ぶことによって得られる等高線を x - y 平面に射影したものを, 無差別曲線と呼んでいる. さて強化スケジュールやセッション時間などによる, 選択肢に対する行動配分量の制限は, 効用曲面に対する z 軸に平行な切断で表される. この切断と x - y 平面との交線を予算制約線と呼ぶ. この制限内で強化可能な行動配分点は, 予算制約線と x 軸と y 軸とに囲まれた領域内にある. 効用最大化理論では, 個体が示す二つの選択肢への行動配分点は, 予算制約線と, それに接する最も高い効用を示す無差別曲線との接点であると仮定している. そして対応法則が予測する配分点は, ある条件のもとで効用最大化理論によって理論的に導出された配分点と一致することが確かめられており, その意味で対応法則は効用最大化理論の特殊なケースにすぎないとする研究者もいる (Rachlin, 1982; Rachlin et al., 1981).

効用最大化理論の利点は, 質的に異なるタイプの強化子が選択肢として用いられた場合にも選択行動を予

測できたり, 予算制約線の傾きを途中でゆがめたりするような特殊な制限を加えた実験にも理論的な対応ができる点にある. しかしその反面, 実際に効用関数の形状を決めるのが難しかったり, 理論的自由度が高いために反証が困難であるとの指摘もある (Williams, 1988).

行動経済学が与えた実験的行動分析へのもう一つの貢献は, 強化子の性質を測定する新しい測度として“弾力性”を提供した点にある (Hursh, 1980). この弾力性の概念は, 商品やサービスの需要と供給を取り扱う価格理論の需要供給分析で用いられている. 最も重要な需要供給関係の一つとして挙げられる, 価格の上昇に伴ってその商品やサービスの消費量が減少するという経験則は, 需要の法則と呼ばれてきた. 今, 強化子 1 単位を得るのに必要な反応数を, 強化子との交換に必要な“行動”価格と考えよう. すると興味深いことに, ヒトの経済生活で成立する需要の法則と同じように, 多くの動物実験で, 行動価格の上昇に伴う強化子の消費量の減少が観察される (Lea, 1978). このとき得られる価格の関数として表された消費量を需要関数と呼び, その曲線を需要曲線と言う. またこの需要曲線における, 価格の変化に対する消費量の変化率を弾力性と呼ぶ. そしてこの変化率が高いものほど, 高い弾力性値をとると言う.

日常生活で経験するように, 米の消費量は価格が増加しても大きく変わらない. このような商品は弾力性が低いと言う. その一方で, 映画館の入場料が上がると, 観賞回数は激減する. こうしたサービスの提供は弾力性が高いと言う. 弾力性を強化子の性質を表す新しい指標とすれば, 脳内強化刺激と餌との質的違いを弾力性の高低によって記述できる. 更に同一の強化子であっても, それが使われている実験環境の特性によって, ある場合には弾力性の高い強化子となったり (開放経済的実験環境), 逆に弾力性の低い強化子となったりする場合 (封鎖経済的実験環境) があることを, 実験的に示すことができる (Hursh, 1978, 1980).

一方, 行動経済学的なアプローチが取られたとほぼ同時かやや遅れて, 行動生態学における最適採餌理論を中心とした採餌行動の研究が, 実験的行動分析の立場から検討されるようになった (Lea, 1979). この理論も最適化理論の一つであり, 餌の選択と食べ方において個体は最適な効率を上げるように行動しているとの仮定に立っている. また, 進化の結果, このような最適な行動が成立したと考えている点に特徴がある.

初期の最適採餌理論の中心課題は動物の採餌における餌の大きさの選択にあったので, 餌の探索時間や処理時間, 餌の密度や大きさなどの変数に従って, 時間

当り最大のエネルギー量を提供する餌を動物が選択すると考えた。このような考え方の枠組みは、実験的行動分析の選択実験のパラダイムに摂取され現在も精神的に研究されている。また採餌における餌場の滞在時間が、餌場における餌の密度や分布に依存するといった最近の研究課題も、このパラダイムで分析されている (Fantino, 1991)。

採餌行動を主とした行動生態学の現在までの基本的成果は、Stephens & Krebs (1986) に述べられている。興味深いことに、そこには経済学や実験的行動分析での成果もまとめられており、この研究領域の相互浸透性を既に十分に表している。しかし、選択行動の研究とその関連研究の両方を更に広げ、環境に対して個体が行う“予測”の問題へと関連させていく、実験的行動分析の大切な研究テーマは、次に述べる不確実性状況下の行動選択であろうと思われる。

1.3 不確実性状況下の行動選択

この研究テーマが、実験的行動分析において重要な課題となりつつある背景には、1) 期待効用理論の諸公理の侵犯を示した Kahneman & Tversky (1979) のプロスペクト理論 (邦語参考文献としては高橋 (1994) がある) をはじめとする、不確実性 (uncertainty) についてのさまざまな研究の進展、2) 確率学習や部分強化効果をはじめとする確率的事象を取り扱ってきた学習実験の伝統に見られる不確実性研究との共通基盤の存在、3) 心理学、経済学 (価格理論での不完全情報下の経済分析)、生物学 (行動生態学のリスク感応型採餌戦略) 間での学際的な研究展開の可能性 (Rachlin, 1989)、といった三つの理由がある。

ヒト以外の動物での不確実性についての研究が、現代的な実験パラダイムで検討されたのは 1980 年代になってからである。行動生態学者達は、行動生態学での採餌行動の一つとして、不確実性状況下における動物の選択行動を、リスク感応型採餌戦略 (risk sensitive foraging) として分析している (伊藤・山村・嶋田, 1992)。この研究の代表例は、Caraco, Martindale, & Whittam (1980) によるヒワの一種を用いた研究であった。彼らは、餌による獲得エネルギーから諸活動による消費エネルギーを差し引いたエネルギー収支が正になる場合 (つまり餌が潤沢に存在する場合) には、一定量の強化子が毎回提示される確実選択肢側を好み、負になる場合 (餌が枯渇している場合) には、期待値は確実選択側と同じだが確率 0.5 で強化子の数が 2 倍の量与えられる不確実選択肢側を好むという結果を得た。なお確実選択肢側に選好を示す場合、これを嫌リスク (risk averse) と呼び、逆に不確実選択肢側に選好を示す場合には、好リスク (risk prone/taking) と呼んでいる。また餌の量についての効用関数

を実験結果から推定したところ、プロスペクト理論の利得側と損失側で見られるような、負の加速曲線 (エネルギー収支が正) と正の加速曲線 (収支が負) が得られた。このようにヒトで理論的に仮定されていた利得側と損失側での効用関数の非対称性が、その理論的対応関係は別にしても、ヒト以外の動物で実験的に得られたことは重要であろう。

このような実験結果は行動生態学ではトガリネズミ、スズメ等でも得られていて、一時はほぼ確立した事実となっていた。しかし、特に収支が負のときに好リスク行動が出現するという主張に対し、ハトやラットを被験体としたいいくつかの実験的行動分析の研究では、すべてのエネルギー収支の範囲で嫌リスク行動が出現した (Battalio, Kagel, & MacDonald, 1985; Hamm & Shettleworth, 1987 など)。一方、Mazur (1988) は、強化子の提示確率と強化量の二つの次元を分離して分析した結果、ラットは強化子の提示確率の違いよりも、選択あたりの強化量の違いにより敏感に反応し、そのために、両方が変えられたときの選択では、提示確率は小さいが強化量の多い選択肢を選ぶ傾向、すなわち好リスク行動を示すことを明らかにした。

Hastjarjo, Silberberg, & Hursh (1990) は、好リスクを示すと言われた強化量の減少も、ある条件下では嫌リスクに移行する例を示した。セッションごとの試行数を減少させることで総強化数を減少させれば、動物の体重は減少していくが、この場合にもラットはむしろ確実選択肢の方を好むことがわかった。しかし、この実験では、試行数の減少は、不確実選択肢側を選択することで得られる日々の強化量の変動性を同時に増加させた。従ってその結果として、嫌リスク行動を示した可能性がある。試行数を同じにして選択による変動性を小さくした第 2 実験において、強化量が減少したときには逆に不確実選択肢への増加傾向が見られることから、この変動性の効果が確認された。

この実験で興味深いのは、個体がさらされる選択試行数によっても、選択行動が影響を受ける可能性があることを示した点である。ヒトにおいても、確率判断が 1 回のみのギャンブルを対象になされる場面と、何回か繰返しのあるギャンブルを対象になされる場面とが比較され、得られた確率判断に相違があることが示されている (Keren & Wagenaar, 1987)。これらの事実は、不確実性をめぐる研究スタイルや方法の違いを、ヒトとそれ以外の動物で、組織的に検討するべき時期にきていることを示している。

一方、行動生態学の分野の研究も新しい段階に入っている。例えばマルハナバチは、個体のエネルギー収支にかかわらず、嫌リスク行動を示すことが指摘さ

れてきた (Real (1981) など)。Carter & Dill (1990) は、プラスチック板に穴を開けて蜜を入れ、その量を自由に制御できるようにした“人工花”を確実-不確実選択枝とし、ハチの巣内の蜜の量を変えることで2種の“人工花”の選択がどうなるかを調べた。その結果、ハチは巣内の蜜の量が少ないときには不確実、多いときには確実選択枝の人工花を選んだ。これは、ハチの確実-不確実選択枝間での選択が、個体のエネルギー収支ではなく、巣内に蓄積されている繁殖に必要なエネルギー貯蔵量に関連することを意味し、今までこの分野で採用されていた単純ナリスク感応型最適採餌モデルには限界があることを示唆している。

このように実験的行動分析と行動生態学における、不確実性状況下の行動選択の研究では、エネルギー収支の正負が嫌リスクか好リスク行動かを決定するのかという初期の問題から、現在では両行動を生み出す条件の広範な探索へとテーマが移ってきている。不確実性研究の実験結果と選択行動の理論的一貫性が問われている実験的行動分析の選択行動の分析においては、選択をめぐる諸理論や行動経済学の参加によって、この動向は、今後更に加速されることが予測される (例えば Herrnstein, Loewenstein, Prelec, & Vaughan, 1993)。

1.4 行動ダイナミクスとその周辺

対応法則をはじめとする実験的行動分析における数量的諸研究は、定常状態となった行動の“静的な”側面に焦点を当ててきた。その限りにおいて、この領域の研究者達は、上述した巨視的なアプローチと微視的なアプローチとに分かれて別々の理論的立場をとるのか、あるいは逐次改良理論のように強化出現率の計算ベースとなる時間幅を変化させることで巨視的-微視的の対立からの脱却を目指した立場をとるのかの選択を余儀なくされてきた。

しかし最近、行動ダイナミクスと呼ばれる、行動の“動的な”変動過程を積極的に対象とする理論的および実験的研究が現れてきた。これらの研究は、1) 微分方程式によって反応率や強化率の瞬間変化率を記述しモデル化を行っていること、2) 行動の微視的な時系列構造に注目していること (Palya, 1992)、3) 研究のあるものについては理論モデルおよびアナロジーとして物理学における (非線形の) 力学系モデルを採用していること (Hoyert, 1992; Killeen, 1992) 等によって特徴づけられる。但し、実験的行動分析において微分方程式を用いたモデルが使われたのは決してこれが最初ではなく、例えば、Myerson & Miezin (1980) があるし、また力学系を用いた理論モデルについても、Hanson & Timberlake (1983) がある。

この行動ダイナミクスの最も重要な特徴は、非線形力学系モデルの利用によって、巨視的現象と微視的現象を統合的にとらえようとしている点である。例えば行動ダイナミクスの特集号である1992年の5月号の実験的行動分析誌 (Journal of the Experimental Analysis of Behavior) で、Marr (1992) は、このモデルの採用によって、巨視的・微視的アプローチの統合化のみならず、離散的対連続的モデルや確率論的対決定論的モデルといった形で長い間議論の対象となってきた理論的な諸問題を、包括的かつ統一的に論じることができると考えている。しかしながらこのような期待を実現するための実験系の開発は、まだ端緒についたばかりである。

行動ダイナミクスにとっては、長期連続実験による行動の精密な微視的時系列構造の解析が不可欠である。今後、行動の時系列解析データの集積と共に、これについての新しい分析手法や実験法の考案が求められている。それと同時に、複雑なシステムのふるまいを調べるために、コンピュータを用いたシミュレーションが行動研究の中に積極的に取り入れられるであろう。これは今、ようやく注目され始めた行動のニューラルネットワークモデルの研究 (Commons, Grossberg, & Staddon, 1991) や、人工生命や人工生物の研究 (Langton, 1989) と実験的行動分析の結節点の形成を促していくに違いない。不確実性研究と同様、この領域も多くの分野との交流が期待される。

第2章 認知をめぐる実験的行動分析

動物での認知研究 (比較認知: comparative cognition) は、実験的行動分析における刺激性制御の研究の進展が生み出したものであるが、認知心理学、計算機科学、広くは認知科学などからなる認知研究の一分野としても位置づけられる。これら諸領域の中にあって、比較認知は、認知現象を個体の行動レベルで研究する点によって特徴づけられる。行動研究の成果が蓄積されているハトやサルを用いることが多いが、ある特定種の動物の認知を知ることには第1の目的があるわけではない。比較認知が目指していることは、1) 系統発達の視点から認知の一般法則を明らかにすること、2) 種の違いによる認知の特異性を明らかにすることである。

行動分析では、生体を環境に対して閉じられた情報処理系としてはとらえない。行動を要請されたときの状況や、行動によって環境がどう変化したかに応じて、環境に対して働きかけてゆく“まるごとの生活体 (an organism as a whole)” としてとらえる。もっとも、このような生体のすべての行動が比較認知の研究対象となるわけではない。“赤い刺激のもとでは反応

し、緑なら反応しない”といった弁別行動のように、反応出現時に物理的に測定可能な刺激特性によって制御される行動は、研究対象としない。この意味で Terrace (1984) は、“表象 (representation)” による制御を受けている行動を比較認知の研究対象として定義した。行動分析では、このような行動も他の行動と同様に、三項強化随伴性によって記述できると考える。但し、反応出現時には既に消失している刺激や、刺激と刺激との間の関係によって行動が制御される場合のように、直接には測定できない刺激特性による行動の制御にのみ限定して、“認知”の用語が(研究対象のラベルとして)用いられる。このような制御関係は、時間などの実験変数を組み込んだり、一つ以上の三項強化随伴性を設定することによって記述できる。比較認知では、このような制御関係をどのように実験場面で実現するか、行動を要請されたときの状況、文脈、過去経験によってこの制御関係がどう変化するか、この制御関係に種に特異的な質的または量的な違いが見られるかなどが問われることになる。

行動分析は、“認知が行動を決定する”といった考え方(または、その逆の考え方)に見られるような、認知と行動とを対立的にとらえる立場をとらない。Skinner (1977) は、実体のない認知過程や構成概念によって生体の行動を説明してしまうことがいかに無意味であるかを、行動の制御という観点から述べた。20年ほど前に Skinner が言ったことを、認知科学が新しい観点から行動を扱う場合にあってはめてみて、ここで再び議論する必要はないだろう。その代わり、“心(認知過程)の科学” vs “心のない(行動の)科学”といった二分法による相互無視や、心理学内部で繰り返してきた学派間の無意味な対立こそは批判されるべきである、と指摘しておこう。近接領域が抱えている認知をめぐる今日的な諸問題(例えば平賀, 1994 など)の解決に、心理学がどこまで貢献できるかを真剣に考えなければならない時代はとうに来ているのである。

以下では、イメージ、抽象化、概念の3項目に限定して代表的な研究を紹介する。記憶については言及すべき事柄は多いが、室伏 (1983) や実森 (1989) の概説があるため、ここでは割愛する。生態学的な観点からの比較研究、ニューラルネットワークモデルや計算機科学への接近については、Roitblat & von Fersen (1992), Wasserman (1993), Honig & Fetterman 編著の *Cognitive Aspects of Stimulus Control* (1992), Gallistel 編著の *Animal Cognition* (1992) を参照できる。

2.1 イメージ (imagery)

イメージの使用は、一つには、“葉っぱは通常は緑

である”といった人間特有の言語による命題化として定義される。人間のような言語をもたない動物がイメージをもちそれを行動に利用しているというにはどのような必要十分条件を満たせばよいのか、その明確な定義はまだされていない。しかし、イメージの使用を、“事物の知覚情報を保存し、それに何らかの変換をほどこして行動に利用すること”と限定的に定義するならば、人間のような言語をもたない動物を対象としたイメージの研究は可能である。そのような例としてハトを被験体として心的回転 (mental rotation) を見た Holland & Delius (1982)、一定の運動速度で進む刺激(時計の針)のイメージに基づいて、隠れていた刺激がある時間の経過後に再び出現したときの位置が正しいか正しくないかをハトが弁別することを示した Neiworth & Rilling (1987) と Rilling & Neiworth (1987) がある。動物でのイメージの研究はまだ極めて少ないが、動物での心理物理学的な知覚研究と記憶研究との連携が生み出した新しい研究課題として今後の進展が期待される。

2.2 抽象化 (abstraction)

消防車と林檎は共に赤いが、その赤さや他の属性に違いがあっても、“赤い”という関係の上で“等しい”と判断されれば、抽象化が行われたとみなされる (Catania, 1992)。このレベルやそれ以上のレベルでの抽象化は、人間の言語の使用の訓練を受けたオウム (Pepperberg, 1987) や人工言語を習得したチンパンジー (Gillan, Premack, & Woodruff, 1981 など) では認められるが、言語訓練を受けていない動物では行われないと考えられている (Premack, 1983)。しかし、言語訓練過程での何がこのような抽象化を可能にしたのかは明らかではない。

刺激の間の同じ/違うの関係に従った弁別は、見合わせ課題や孤立項選択課題などを用いて従来から検討されてきた。チンパンジー、イルカ、サル、ハトにこのような刺激間の関係に基づいた弁別が認められている (Roitblat & von Fersen, 1992 を参照)。また視覚刺激を、見たことのあるものとないものに弁別する親近/新奇の弁別は、サル (Jitsumori, Wright, & Cook, 1988) とハト (MacPhail & Reilly, 1989) で報告されている。

同じ/違うの弁別は、事物の間関係による制御を受けている行動ではあるが、異なった事物に共通する一般特性に基づく弁別ではない。一方、対称/非対称や内側/外側の弁別では、異なった事物に共通する一般特性を抽出し、それに従って個々の事物が弁別されなければならない。Delius & Nowak (1982) は、ハトが視覚的パターンの対称/非対称を弁別し、この弁別は訓練に用いなかった新しいパターンに転移するこ

とを示した。Herrnstein, Vaughan, Mumford, & Kosslyn (1989) は、ドットが閉じられた線分領域の中にあるか外にあるかの弁別をハトに訓練した。閉じられた領域を背景色とは異なった色にしてみず訓練し、次第に背景色に等しくするという段階的な訓練（これは *mental coloring* を行動的に実現する操作であると考えられた）によってハトは弁別を獲得し、この弁別は新しいパターンに転移した。彼らは、この弁別を“top-down”型の認識によると考えた。

今後は、ここに列挙したさまざまな弁別はどのような認知機能によって可能になるかを整理し、その機能を行動レベルでいかに記述して分析するかが検討課題となるだろう。

2.3 概念 (concepts)

複数の事物が共通の“表象”のもとに一つのクラスを形成し、そのクラスの成員が等しく行動を制御したとき、概念が形成されているとまずは定義してみよう。自然場面での動物行動を観察すれば、このような表象や概念が形成されているとまでは言わなくとも、少なくとも動物は事物をカテゴリー化していることは明らかである。そうでなければ、動物は環境の事物のすべてについて一つ一つ学習しなければならない。では、人間のもつ言語による抽象化や命名の機能を備えていない動物は、どのように事物をカテゴリー化するのだろうか。

2.3.1 カテゴリー化

カテゴリー化については、Herrnstein & Loveland (1964) が、人が写っている写真とそれ以外のさまざまな写真をハトが弁別し、しかも弁別訓練には用いなかった新しい写真にこの弁別が転移してゆくことを示して以来、ハトやサルを被験体として多数の実験が行われた。事物の2次元映像であるスライド写真が刺激として用いられ、人、特定の人、樹、ハト、魚、樫の葉、水、特定の場所などを動物がカテゴリー化することが明らかにされた（ハトでは Herrnstein & de Villiers, 1980; Herrnstein, Loveland, Cable, 1976; Honig & Stewart, 1988 など多数、サルでは D'Amato & Santo, 1988; Schrier, Angarella, & Povar, 1984; Schrier & Brady, 1987 など）。種間比較としては、ハトとサルとヒトを三つの弁別課題（カワセミとそれ以外の鳥、鳥と他の生物、生物と生物以外）で比較した Roberts & Mazmanian (1988) を挙げておこう。

2.3.2 概念弁別の理論

人間が（言語によって）定義する自然概念のスライド刺激を、動物もカテゴリー化して弁別することが示された。行動的な事実としてのこのようなカテゴリー化は、先に定義した概念の成立を実証するための必要

条件の一つにすぎない。では、動物は概念に基づいて事物をカテゴリー化しているのだろうか。ここで、“表象”という語を用いて先に定義した概念をどう行動的に定義し直すかという問題に直面する。この問題を追求するなら、概念を生体内部の“表象”によって定義するよりは、生体外部の“自然”の成り立ちや秩序と、それに対する生体の行動特性としてとらえるべきであるといった認識論にまで立ち入って議論しなければならない。しかしここでは、動物のカテゴリー弁別を理解する過程で認知心理学から導入した理論を概観しながら、概念成立の行動上の必要条件を探ってみよう。

事例説 人間にとって同じ自然概念に含まれる事物のスライド写真は、サル (Sands, Lincoln, & Wright, 1982) やハト (Astley & Wasserman, 1992) にとっても知覚的に類似している。しかし、同一カテゴリーに含まれる刺激が類似していることと、概念が形成されていることとは区別されなければならない。事例説 (exemplar theory) は、動物は個々の刺激にどう反応するかをおのの独立に学習し、新しい刺激には既に学習した刺激との知覚的類似性に従って反応しているにすぎないとする説である。その根拠の一つは、ハト (Vaughan & Greene, 1984; von Fersen & Delius, 1989) やサル (Jitsumori, Wright, & Cook, 1988 など) が約 300 枚以上のスライド写真をすべて記憶し、そのそれぞれにどう反応すべきかを極めて長期的に憶えているという実験的事実にある。これに対して Jitsumori, Wright, & Shyan (1989) は、系列再認識課題で同一カテゴリーのスライド写真を用いたために生じた記憶の順向抑制は、カテゴリーの変化によってサルでも消失することから、サルではカテゴリー成員に共通の“概念表象”が形成されていることを示唆した。

概念表象によって動物がカテゴリー弁別を行っているとするならば、カテゴリー化された事物は、知覚的に類似していようとまいと、機能的に等価に行動を制御することが示されなければならない。言い換えるなら、共通の“概念表象”を介して、異なった事物が等しく行動を制御するならば、機能的等価性 (functional equivalence) が成立する。Bhatt & Wasserman (1989) は、継時的に提示された猫、花、車、椅子のさまざまなスライド写真を、4 選択肢場面でカテゴリー弁別することをハトに訓練した。この訓練によって機能的等価性が獲得されたならば、これとは異なった反応型が要求される新しい課題場面では、このカテゴリーの弁別学習が促進されることが期待される。しかし、先行訓練を受けなかったハトや実験者がランダムに 4 群に分けた刺激の弁別訓練を受けていたハトと比べて、促進は見られなかった。この結果は、むしろ事

例説を支持した。一方, Vaughan (1988) は連続逆転学習課題を用いて, 数試行の逆転の後にすべての刺激に逆転が転移していくことから, ハトに機能的等価性が成立することを示唆した。しかし, 個々の刺激に対する反応を, 数試行の逆転を手がかりに反転させる学習セットを獲得した可能性を否定できない (関連する議論は Hayes (1989) を参照のこと)。

特徴分析説 特徴分析 (feature analysis) 説は, ある概念を特徴づける刺激特性の加算によって概念の成員性が決定されるとする説である。動物研究では, Cerella (1982) によって初めて提唱された。この説では, 刺激特性の分析と加算的統合が要件になる。しかし, ある概念の特性を分析して定義するのは, 人間である実験者にとっても極めて困難である。一般に, 自然概念の事物は, その概念を特徴づける特性のうちの任意のいくつかを備えていればその概念の成員とみなされるからである。このような概念をポリモルファス (polymorphous) 概念といい, その概念を定義する必要十分特性は存在しない。このため, 特徴分析説は, 実験者が物理的に定義した特性がポリモルファス構造をもつような人工概念を用いて検討されるようになった。

von Fersen & Lea (1990) は, 風景写真の建物の種類, 天候, 撮影した角度と高度と距離をそれぞれ 2 水準に変化した。各特性の一方を正特性, 他方を負特性とし, どの組合せでも三つ以上の正特性をもつ刺激には反応しそれ以外の刺激には反応しないようにハトを訓練した。反応率は正特性の数の関数として増加し, 特徴分析説を支持した。Jitsumori (1993) はハトとヒトに同一の刺激を用いて, ハトでのみ特徴分析説を支持する結果を得た。Huber & Lenz (1993) 以外は, 自然概念の弁別と比べてこのような人工概念の学習は極めて困難であったことを報告している。このことから Lea, Lohmann, & Ryan (1993) は, 動物が示す優れた自然概念のカテゴリー弁別は, 特徴分析説では説明できないという疑問を投げかけている。一方, ここで用いられた人工概念の特性は相互に独立であったが, 自然概念の特性はむしろ統合的かつ相関的である。Jitsumori (in press) は, 自然概念の弁別はこのような特性の組合せによって節約的になされることを示唆した。

その他の説 典型 (prototype) 説やその他の説は, 動物ではまだ十分に検討されていない。但し Watanabe (1988) は, ハトでは典型説が支持されないという結果を得ている。

2.3.3 刺激等価性と推移的推論

先に定義した意味での概念は, 動物では実証されていないと言えよう。一方, 概念が形成されるなら, そ

の成員間には次章で詳説される刺激等価性 (stimulus equivalence) が成立していることが期待される。見本刺激が赤 (緑) ならば比較刺激の垂直線 (水平線) を, 垂直線 (水平線) ならば円 (三角) を選ぶという見本合わせ訓練の後に, 赤 (緑) が見本のときに円 (三角) を選べるなら推移律が成立する。見本刺激と比較刺激を入れ換えても弁別が維持されるならば, 対称律が成立する。推移律と対称律が成立したとき, 赤と垂直線と円 (緑と水平線と三角) の刺激クラスには刺激等価性が成立したという (厳密には反射律の成立も要す)。このように, 刺激等価性は, 限定された訓練から派生的に生じた刺激間の関係によって定義される。これに対して, 2.3.2 で触れた機能的等価性は, 異なった刺激が等しく反応を制御することとして定義された。従って, 機能的等価性が成立しても刺激等価性は成立しない場合もある。刺激等価性が成立しているならば, 新しい事物がある一つの成員と等価な関係をもてば, 他のすべての成員とも直ちに等価な関係をもつことになる。

刺激等価性は無制限 (open-ended) な刺激クラスからなる概念の形成に不可欠であると考えられるが, 動物では一般に対称律は認められていない (Lipkens, Kop, & Matthijs, 1988; Sidman, Rauzin, Lazar, Cunningham, Tailby, & Carrigan, 1982)。推移律は, チンパンジー (Yamamoto & Asano, in press) とサル (D'Amato, Salmon, Loukas, & Tomie, 1985) でのみ認められた。しかし, 刺激クラス間では異なるが刺激クラス内では共通な事象 (他の刺激, 言語の命名機能に相当するような行動, 強化子の種類など) を各々の刺激に結び付けておくと, チンパンジー (Tomonaga, Matsuzawa, Fujita, & Yamamoto, 1991) やサル (McIntire, Cleary, & Tompson, 1987) で推移律と対称律が成立し, ハト (堀野, 未公刊) でも推移律が成立する。

刺激等価性では同値関係における推移的推論 (transitive inference) が扱われたわけだが, より一般的な関係の推移的推論も検討されている。von Fersen, Wynne, Delius, & Staddon (1991) は, 無意味図形の A と B で A, B と C で B, C と D で C, D と E で D を選択するようにハトを訓練した。その後, B と D を提示したところ, ハトは D より B を選択した。このような推移的推論は, チンパンジー (Gillan, 1981), サル (McGonigle & Chalmers, 1977), ラット (概説は Davis, 1992) でも報告されている。

刺激等価性, 推移的推論, 機能的等価性は, 刺激間の構造的ないしは機能的な関係の行動的記述である。これらが系統発達のどのレベルで獲得され, その獲得にはどのような先行経験が必要か, そしてどのような

包含関係のもとに相互に位置づけられ、人間の言語の機能とどう関係するかを明らかにすることが求められるよう。

第3章 言語をめぐる実験的行動分析

3.1 言語の行動分析

行動分析学からの“言語”へのアプローチは、言語行動 (verbal behavior) が環境条件によってどのように変容するかを明らかにするという観点から出発した (佐藤, 1983a, 1983b; 佐藤, 1987; 浅野・角山・神尾・山本, 1989)。古典的な実験的研究としては、強化による言語行動の変容過程を示した言語条件付けの研究が挙げられる (Greenspoon, 1955)。その応用的な展開は、言語遅滞をもつ対象児 (者) の言語行動を形成するための研究から始まった (Guess, Sailor, Rutherford, & Baer, 1968)。更に、理論的な分析では、分析哲学、特に、Wittgenstein (1953) などの日常言語学派の流れをくむ哲学者達が、徹底した行動主義の立場から言語分析を試みており (Day, 1969)、1972年に創刊された雑誌、*Behaviorism* で、その哲学的、論理学的根拠を示してきた (Costall, 1980)。このような流れの中で、Skinner (1957) の言語行動論についての新たな実験的分析が、1982年に創刊された *The Analysis of Verbal Behavior* の中で多く行われるようになってきた。

“言語”に関する研究は、一般に、心理学、言語学、心理言語学のそれぞれの研究分野の中では、語形論、音韻論、統語論、意味論、語用論、の領域に分かれて研究が行われてきた (Akmajian, Demers, & Harnish, 1984)。一方、行動分析学では、例えば、語形論と音韻論は、書記反応や音声反応のトポグラフィの構造の問題、統語論は文の中での単語の配置の構造の問題、意味論は現実世界の事象を見本刺激とした条件性弁別の問題、語用論は聞き手の反応による話し手の行動変容を含んだ機能の問題、という点から分析される (Catania, 1992)。このように、いずれも“個体の行動”のレベルの問題 (浅野, 1975) として、共通の枠組みによって分析がなされる。

このような分析をするのは、科学哲学や理論的行動分析 (theoretical analysis of behavior) からの要請 (Zuriff, 1976) というだけでなく、精神遅滞児、自閉児、失語症者など“言語”についてのハンディキャップをもつ人の言語獲得への応用に際して、言語の個別的な領域の分析だけでは、その人の全体の“言語”の変容をもたらさないという認識からである。この点で、“言語”の分析は、理論、実験、応用のそれぞれの行動分析学の共通のテーマと言える。この章では、言語行動の基礎として、近年多くの実験的、また理論

的研究が行われている刺激等価性を取り上げる。

3.2 刺激等価性：言語行動分析の新しい枠組み

言語が成立する基礎には、“事象”と“記号”、“記号”と“記号”との関係の成立が必須である。これらの間には、物理的類似性は存在せず、その関係は恣意的なものである。例えば、実際の車と“くるま”という平仮名、“車”という漢字との間には物理的類似性は存在しない。このような、物理的類似性がない刺激と刺激との“関係”を成立させるためには、条件性弁別 (conditional discrimination) 訓練が実施される。この訓練においては、まず、いくつかの刺激からなる刺激セットがあらかじめ選ばれる。各試行では、一つの刺激セット (Aセット) の中から一つの刺激 (A1) が見本刺激として提示され、別の刺激セット (Bセット) から二つ以上の刺激 (B1, B2) が比較刺激として提示される。被験者は、そのうちの一つを選択すること (この場合、B1) が正反応とされる。同様に、もう一つの刺激 (A2) が見本刺激のときは、刺激セット B からの比較刺激 (B1, B2) のうち、B2を選択することが正反応とされる。

今、車についての言語を未だ習得していない幼児がそれを獲得してゆくプロセスを想定してみよう。まず、見本刺激として、車の写真が提示され、比較刺激として“くるま”“でんしゃ”という二つの平仮名が提示され、“くるま”への選択反応が強化される。また、見本刺激として電車の写真が提示された場合は、“でんしゃ”への反応が強化される。このことで、“事象と記号との関係”が成立する。また、“くるま”に対しては“車”という漢字を、“でんしゃ”に対しては“電車”という漢字を選択する経験を経ることで、“記号と記号との関係”が成立する。

一方、このような条件性弁別による単なる連合の獲得だけでなく、そこからの派生的関係の成立によって、“刺激間関係”が拡張することが知られている。例えば、ここでは見本刺激として漢字が提示されたことがないわけだが、“車”という漢字に対して車の写真が選択できた場合などである。これは、事象に対して記号を選択するという言語の“表出 (production)”機能が成立することで、記号に対して事象を選択するといった言語の“理解 (comprehension)”の機能が、派生的に生起することを表している。

言語の意味が獲得されそれが拡張するためには、実際の事象、音声、文字などの刺激間で条件性弁別が成立し、かつ刺激の最少の組合せを用いた訓練によって、その他のすべての“関係”も成立する必要がある。物理的な類似性をもたない刺激と刺激の間で条件性弁別が成立した後に、直接訓練されていない“関係”が成立する場合、刺激等価性が成立したと言われ

る。刺激等価性は、刺激性制御の中の“刺激間の関係による制御”として位置づけることができる (Hayes & Hayes, 1989)。

条件性弁別訓練によって、そこから派生的関係が成立するという刺激等価性の問題は、1970 年はじめから、ヒトを対象にした研究によって検討されてきた。Sidman とその共同研究者は、失語症者、精神遅滞者、ダウン症児を対象に、刺激等価性の枠組みによって、言語行動上の障害の評定と言語行動変容の条件分析を行ってきた (Sidman, 1971a; Sidman, 1971b; Sidman, Cresson, & Willson-Morris, 1974)。Spradlin からも、言語による概念形成の過程をこの枠組みによって示した (Spradlin, Cotter, & Baxley, 1973; Dixon & Spradlin, 1976)。

1980 年代になると、Sidman は、訓練とテストの方向性に関して、次のような定式化を行った (例えば、Sidman & Tailby, 1982)。

(1) 反射律 (reflexivity) : [A ならば A] という関係が訓練によって成立した後、[B ならば B], [C ならば C] という関係がテストにおいて成立する場合。すなわち、ここでは般化した同一見本合わせ (generalized matching-to-sample) が成立している。(2) 対称律 (symmetry) : [A ならば B] という関係を訓練した後、[B ならば A] という関係が成立した場合。(3) 推移律 (transitivity) : [A ならば B] という関係と [B ならば C] という、二つの関係が訓練によって成立した後、[A ならば C] という関係がテストにおいて成立した場合。(4) 等価律 (equivalence) : [A ならば B] という関係と [B ならば C] という、二つの関係が訓練によって成立した後、[C ならば A] という関係がテストにおいて成立した場合。等価律は、対称律と推移律とが同時に成立することが要件となっている (Sidman, Wynne, Maguire, & Barnes, 1989)。

このように、少数の種類の事例についての訓練だけで、その間に単なる“条件性弁別”を超えた“関係”が成立するならば、たいへん節約的に“事象-記号関係”、“記号-記号関係”が成立する。また、反応についての操作なしに、刺激の操作だけで言語の基礎になる刺激間“関係”が成立するため、その操作のもとで効率的に言語の獲得がなされと考えられる (Fields, Verhave, & Fath, 1984)。このことは、言語が、相対的に少ない訓練機会でも獲得され、その機能が拡大し得ることを示している。これは“日常環境の中では、外的な訓練機会がないにもかかわらず、言語獲得がなされる”ことを行動理論は説明できないとした認知心理学、心理言語学からの批判への行動分析学からの回答の根拠となるものである (Catania, 1972, 1992)。

3.3 語用論と刺激等価性

近年、言語行動の機能についての分類の試みが、言語発達研究における語用論の観点からなされている (例えば、Bates, 1976; Wetherby & Prutting, 1984)。一方 Skinner (1957) は、行動分析学の理論的観点から、言語機能の詳細な分析を行っている。彼の言語行動論では、言語以外の行動の分析方法と共通の枠組みや用語が用いられているところに大きな特徴がある。特に、報告言語行動 (タクト: tact) と要求言語行動 (マンド: mand) が、言語の機能の中でも最も基礎的かつ重要であると考えられ、多くの研究がなされてきた (タクトについては Carrol & Hesse, 1987; 剣田・山本, 1991, マンドについては Hall & Sundberg, 1987; Yamamoto & Mochizuki, 1988)。

Skinner の体系では、話し手の言語反応に対応する聞き手の反応によって、話し手の言語反応がいかに規定されているか、という観点から分析される (Silverman, Anderson, Marshall, & Baer, 1986; 浅野他, 1989)。例えば、タクトの場合、特定の刺激 (例えば、走っている車) を見て、子供が“クルマ”と述べ、大人が、“そうだね”と強化子を提示する場面を想定してみよう。このようなタクトでは、車の存在という先行事象 (弁別刺激) と“クルマ”という音声反応との間で対応関係があった場合、後続条件として聞き手の言語賞賛などの般性強化子 (generalized reinforcer) が与えられている。それに対して、マンドにおいては、反応と後続条件とに対応関係がある。例えば、水を遮断したもとで、子供の“ミズ”という音声反応が、聞き手の水の提示によって、形成され維持されるような場合である。

子供が語や文の意味を獲得してゆく過程は、一般に、事象を弁別刺激としたタクトに対して般性強化子が与えられ、タクトに含まれる記号と事象との間で刺激等価性が成立することによってなされと考えられる。それに対して、子供が特定の音声反応を行い、それに対応した後続条件 (上の例では水) が与えられるようなマンドの随伴性においても、その音声反応と後続条件との間で等価性が成立することが示されている。Dube, McIlvane, Mackay, & Stoddard (1987) は、条件性弁別訓練によって二つの刺激クラスを形成した。その際、各刺激クラスにそれぞれ別の種類の強化子を与えた (分化結果: differential outcome)。無意味図形 A1, B1, C1 の条件性弁別については、強化子として X1 を与え、A2, B2, C2 については、強化子として X2 を与えた。その結果、X1, X2 は、それが与えられた刺激クラスの一つになった。例えば、テストにおいて、A1 が見本刺激とされたときに、X1, X2 のうち X1 が選択されることが示された。同様の

結果は、健常成人、健常幼児、および精神遅滞者において得られている（例えば De Rose, McIlvane, Dube, Galpin, & Stoddard, 1988）。これらの結果は、マンドの獲得過程においても語の意味が拡大してゆくことを実験的に示したものである。

言語発達研究において、母親が幼児の言語反応を模倣するという逆模倣や拡張模倣は、幼児に対して強化子として働き（Yando, Seitz, & Zigler, 1978）、その後の模倣行動（Kauffman, Gordon, & Baker, 1978）や言語行動（藤金, 1989）を増加させることが知られている。この事実は、三項強化随伴性において、特定の弁別刺激（事象）や反応（子供の音声反応）に対して、特定の分化結果（強化子としての母親の分化的な音声反応）が与えられることで、それら三つが同じ刺激クラスとしてまとまることを示している。こうして、先行する弁別刺激、子供の音声反応、母親の音声反応の間で刺激等価性が成立することによって、語彙獲得がなされることが考えられる。

3.4 文法の成立と刺激等価性

文法の獲得に関しては、文の中での機能を特定する主語、動詞などの単語についての刺激クラスがいかにか成立するかという点と、それらが文の中でどのような順序で配列されるか、という2点から分析される（Lazar, 1977）。すなわち、さまざまな単語に対して、条件性弁別訓練を通して、例えば、主語（名詞）クラス、動詞クラス、補語（形容詞）クラスなどの、等価な刺激クラスが成立し、各刺激クラスが文の中で特定の位置を占めることが、文法の成立の基礎になる。これに関して Sigurdardottir, Green, & Saunders (1990) は、次のような研究を行った。[A1 → A2 → A3]、[B1 → B2 → B3] のように、三つの刺激を特定の順番で並べる訓練を行った。次に、A1 と B1、A2 と B2、A3 と B3 とが同じ刺激クラスになるかが、前者を見本刺激、後者を比較刺激として調べられた。また、A1 と E1、A2 と E2、A3 と E3 との条件性弁別訓練を行い、その後、E1、E2、E3 を提示したときに、適切な順番反応が成立するかがテストされた。その結果、順番反応を訓練することで、文中の特定の位置にあるものが刺激クラスとなること、また、新たに刺激クラスに入ってきた刺激は、“文”の中でその刺激クラスと同じ位置を占めることが示された。今後は、いわゆる樹状構造をもつ文についても、文中の特定の同一位置を占める単語の間で刺激等価性が成立するか、等価な単語はこのような文にあって共通の位置を占めるかなどの分析が必要となろう。

3.5 未知情報と刺激等価性

言語発達において、子供が語の意味を獲得する際の制約についての研究が多くなされている。その制約の

一つとして、一つの事物は一つの名前をもつという、相互排他性がある（Markman & Wachtel, 1988）。この制約によって、未知の音声と未知の事物が提示された場合、その音声は未知の事物の名称であるという判断がなされ、命名反応が獲得されてゆく。このようにして、未知事象についての特定の命名訓練を経験しなくとも、語彙が急激に増加することが説明できる（針生, 1991）。行動分析学では、語の意味の獲得についての相互排他性を、条件性弁別の派生的関係の一つである“排他律”の成立として分析してきた。すなわち、まず、A1（あるいはA2）を見本刺激、B1（あるいはB2）を正の比較刺激として条件性弁別を成立させる。次に、新奇刺激X1が見本刺激として提示され、比較刺激として既知のB1（あるいはB2）と未知のY1が提示され、いずれを選択するかがテストされる。その結果、健常成人、幼児、精神遅滞児において、Y1が選択されることが示された（例えば McIlvane, Kledaras, Munson, King, De Rose, & Stoddard, 1987; Stromer & Osborne, 1982）。このことは、未知の語の意味の獲得過程は、条件性弁別とその派生的関係の枠組みでも分析可能であることを示唆している。

3.6 文脈による制御と刺激等価性

より複雑な言語機能を分析するためには、“刺激-刺激”関係を制御する、高次の刺激（文脈刺激：contextual stimulus）の機能の分析が必要となってくる。例えば、先の文法の成立において、文脈刺激Xが提示された場合には、[A1 → A2 → A3]という順番反応が正反応、文脈刺激Yが提示された場合には、[A1 → A3 → A2]という順番反応が正反応という制御を想定できる。Sidman (1986) は、このような高次の条件性弁別を記述する枠組みとして、従来の三項強化随伴性を発展させた、“四項強化随伴性”、“五項強化随伴性”の枠組みを提唱している。前者は、通常の条件性弁別手続きであり、[条件性刺激 → 比較刺激 → 反応 → 強化]がその単位である。後者は、高次の条件性弁別手続きであり、[文脈刺激 → 条件性刺激 → 比較刺激 → 反応 → 強化]が単位となる。このような枠組みを用いることで、言語を、“刺激と刺激”、“刺激と反応”の階層という点から分析することが可能となる（Sidman, 1986; 佐藤, 1993）。

但し、Steele & Hayes (1991) は、刺激等価性をこのように、高次の条件性弁別と考えることに批判的な論点を示している。彼らは、刺激等価性における刺激間の“関係”は、上位の刺激が下位の刺激を定義するという階層的関係にあるのではなく、相互依存的関係にあると主張しており、特に、文の中の単語の意味は、単語間の相互依存的関係によって決まるなどの論

拠を示している。例えば、Dougher (1992) は、“The pitcher swung the bat.”と“The bat drowned in the pitcher.”という二つの文における bat と pitcher は、bat が pitcher の意味を規定しているのでも、その逆でもなく、動詞も含めた文の中の各単語の相互関係によって規定されているとしている。

いずれにしても、言語行動をこのような刺激等価性の枠組みによって、統一的に分析しようという試みがこれからも続けられるだろう。但し、今後は、分析範囲を広げるための枠組みの拡大が求められることになるだろう (Hayes & Hayes, 1989)。理論的および実験的研究は、Sidman らの“階層構造”の枠組みからの分析や、Hayes らの“刺激ネットワーク”による分析によって発展してゆくものと思われる。一方、応用研究においては、このように拡大された枠組みを用いた分析によって、言語にハンディキャップをもつ人に対して、個々の反応要素ではなく、言語行動全体の変容を成立させる条件を、更に明らかにしてゆくことが期待される。

終わりに

ここで取り上げた三つのテーマを一見した読者の中には、“行動主義を標榜する実験的行動分析が、なぜ意思決定に基づく選択や、生体内部の情報処理過程に深くかかわってくる認知、連合論や単純な学習過程では説明しきれない人間特有の言語を研究対象にするのか”といぶかしく思った人がいたかもしれない。そうした、“行動主義者達は、観察できないすべての心的事象を排除する”と一義的に理解している読者や、“すべての行動主義イコール連合論”といった誤った認識をもった読者をも想定して、この展望論文は書かれた。そのため、実験的行動分析が生み出した研究成果のみを問うという方針で執筆し、この学が基盤とする科学観ないしは哲学的な背景としての徹底的行動主義 (radical behaviorism) についての議論はすべて割愛した。これは、研究対象をどれだけうまく扱えるかというプラグマティックな有効性を重視する徹底的行動主義の科学観に沿った問いかけでもある。しかし、読者がより体系的な理解を得られるように、最後に若干の補足をしておこう。

徹底的行動主義の科学観は、オペラント行動の機能的な記述単位である三項強化随伴性に顕著に現れている。三項強化随伴性において、行動の手がかりを与える環境事象としての弁別刺激は、行動出現以前に物理的または形式的用語では定義されない。また、行動はある特定の物理的な身体運動ではなく、同じ環境変化(強化刺激)をもたらす集合体として定義される。すなわち、行動は個体と環境との相互作用の結果であ

り、これは物理学的科学観とは一線を画した、生物学的科学観に基づく行動の定義である。

徹底的行動主義では、いわゆる意識は行動の原因としてではなく、私的出来事を観察しそれを記述する言語行動として、行動分析の直接の研究対象になる。私的出来事とは、例えば歯の痛みのように、外部からは観察できないが、厳然として存在し行動を制御する経験事象である。このような考え方に立てば、およそすべての“心理学的な”説明概念は、行動を観察し、記述し、説明するという心理学者自身の“科学する”行動を通して構成されたものであるから、このような概念によって行動を説明することは循環論であるとされる。従って、種々の心理学的説明概念は、行動を説明するために心理学者が発したタクトとしてとらえられ、このタクトの弁別刺激となったものがその行動のどのような側面であったのか、またこのタクトを行動の説明として定着させたものは何であったのかを分析することで、初めてこれらの概念を研究対象として明示的に取り上げることができると考える。このような分析は理論的行動分析と呼ばれ、ここで展望した実験的行動分析の展開の原動力となってきた。このような観点から本論文を読み返して頂ければ、各章はより理解しやすくなるはずである。

行動分析学の諸領域では、今もなお新しい行動の理論や方法論そしてその哲学が模索されている。とりわけここで紹介した実験的行動分析の三つの領域では、他の学問分野との絶えざる交流によって、いつそう強くこの傾向が現れ、それがこれらの領域の研究を更に押し進めているように見える。このような実験的行動分析の発展が、心理学全体にとってもよりよい未来をもたらすことを願ってやまない。

文 献

- Akmajian, A., Demers, R. A., & Harnish, R. M. 1984 *Linguistics: An introduction to language and communication*. 2nd ed. Cambridge, MA: MIT Press.
- 浅野俊夫 1975 ニホンザルの実験的行動分析における理論的展開 心理学評論, 18, 181-197.
- 浅野俊夫・角山富雄・神尾昭雄・山本淳一 1989 言語 小川隆(監) 行動心理ハンドブック 培風館 Pp. 265-286.
- Astley, S. L., & Wasserman, W. A. 1992 Categorical discrimination and generalization in pigeons: All negative stimuli are not created equal. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 18, 193-207.
- Bates, E. 1976 *Language and context: The acquisition of pragmatics*. New York: Academic Press.
- Battalio, R. C., Kagel, J. H., & MacDonald, D. N.

- 1985 Animals' choices over uncertain outcomes: Some initial experimental results. *American Economic Review*, **75**, 597-613.
- Baum, W. M. 1974 On two types of deviation from the matching law: bias and undermatching. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **22**, 231-242.
- Baum, W. M. 1981 Optimization and the matching law as accounts of instrumental behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **36**, 387-403.
- Bhatt, R. S., & Wasserman, W. A. 1989 Secondary generalization in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **52**, 213-224.
- Caraco, T., Martindale, S., & Whittam, T. S. 1980 An empirical demonstration of risk-sensitive foraging preferences. *Animal Behaviour*, **28**, 820-830.
- Carroll, R. J., & Hesse, B. E. 1987 The effects of alternating mand and tact training on the acquisition of tacts. *The Analysis of Verbal Behavior*, **5**, 55-65.
- Cartar, R. V., & Dill, L. M. 1990 Why are bumble bees risk-sensitive foragers? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, **26**, 121-127.
- Catania, A. C. 1972 Chomsky's formal analysis of natural language: A behavioral translation. *Behaviorism*, **1**, 1-15.
- Catania, A. C. 1973 Self-inhibiting effects of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **19**, 517-526.
- Catania, A. C. 1992 *Learning*. 3rd ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Cerella, J. 1982 Mechanisms of concept formation in the pigeon. In D. J. Engle, M. A. Goodale & R. J. W. Mansfield (Eds.), *Analysis of visual behavior*. Cambridge, MA: MIT Press. Pp. 241-260.
- Commons, M. L., Grossberg, S., & Staddon, J. E. R. (Eds.) 1991 *Neural network models of conditioning and action*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Costall, A. 1980 The limit of language: Wittgenstein's later philosophy and Skinner's radical Behaviorism. *Behaviorism*, **8**, 123-131.
- D'Amato, M. R., Salmon, D. P., Loukas, E., & Tomie, A. 1985 Symmetry and transitivity of conditional relations in monkeys (*Cebus apella*) and pigeons (*Columba livia*). *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **44**, 35-47.
- D'Amato, M. R., & Santo, P. V. 1988 The person concept in monkeys (*Cebus apella*). *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, **14**, 43-55.
- Davis, H. 1992 Logical transitivity in animals. In W. K. Honig & J. G. Fetterman (Eds.), *Cognitive aspects of stimulus control*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. Pp. 405-429.
- Davison, M., & McCarthy, D. 1988 *The matching law: A research review*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Day, W. F. 1969 On certain similarities between the philosophical investigations of Ludwig Wittgenstein and the operationism of B. F. Skinner. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **12**, 489-506.
- De Rose, J. C., & McIlvane, W. J., Dube, W. V., Galpin, V. C., & Stoddard, L. T. 1988 Emergent simple discrimination established by indirect relation to differential consequence. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **50**, 1-20.
- Delius, J. D., & Nowak, B. 1982 Visual symmetry recognition by pigeons. *Psychological Research*, **44**, 199-212.
- Dixon, M., & Spradlin, J. 1976 Establishing stimulus equivalences among retarded adolescents. *Journal of Experimental Child Psychology*, **21**, 144-164.
- Dougher, M. 1992 Stimulus equivalence, functional equivalence and the transfer of function. Paper presented at Fourth International Institute on Verbal Relations.
- Dube, W. V., McIlvane, W. J., Mackay, H. A., & Stoddard, L. T. 1987 Stimulus class membership established via stimulus-reinforcer relations. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **47**, 159-175.
- Fantino, E. 1991 Behavioral ecology. In I. H. Iversen & K. A. Lattal (Eds.), *Experimental analysis of behavior, Part 2*. Amsterdam: Elsevier. Pp. 117-153.
- Ferster, C. B., & Skinner, B. F. 1957 *Schedules of reinforcement*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Fields, L., Verhave, T., & Fath, S. 1984 Stimulus equivalence and transitive associations: A methodological analysis. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **42**, 143-157.
- Findley, J. D. 1958 Preference and switching under concurrent scheduling. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **1**, 123-144.
- 藤金倫徳 1989 言語形成のための随伴モデル法の適用に関する研究：模倣から非模倣への移行の効果 特殊教育学研究, **27**, 69-78.
- Gallistel, C. R. (Ed.) 1992 *Animal cognition*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Gillan, D. J. 1981 Reasoning in the chimpanzee: II. Transitive inference. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, **7**, 150-164.
- Gillan, D. J., Premack, D., & Woodruff, G. 1981 Reasoning in the chimpanzee: I. Analogical reasoning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, **7**, 1-17.
- Greenspoon, J. 1955 The reinforcing effect of two spoken sounds on the frequency of two responses.

- American Journal of Psychology*, **68**, 409-461.
- Guess, D., Sailor, W., Rutherford, G., & Baer, D. M. 1968 An experimental analysis of linguistic development: The productive use of plural morpheme. *Journal of Applied Behavior Analysis*, **1**, 225-235.
- Hall, G., & Sundberg, M. L. 1987 Teaching mand by manipulating conditioned establishing operations. *The Analysis of Verbal Behavior*, **5**, 41-53.
- Hamm, S. L., & Shettleworth, S. J. 1987 Risk aversion in pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, **13**, 376-383.
- 勿田文記・山本淳一 1991 発達障害児における“内的”事象についての報告言語行動（タクト）の獲得と般化 行動分析学研究, **6**, 23-40.
- Hanson, S. J., & Timberlake, W. 1983 Regulation during challenge: A general model of learned performance under schedule constraint. *Psychological Review*, **90**, 261-282.
- 針生悦子 1991 幼児における事物名解釈方略の発達の検討：相互排他性と文脈の利用をめぐる 教育心理学研究, **39**, 11-20.
- Hastjarjo, T., Silberberg, A., & Hursh, S. R. 1990 Risky choice as a function of amount and variance in food supply. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **53**, 155-161.
- Hayes, S. C. 1989 Nonhumans have not yet shown stimulus equivalence. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **51**, 385-392.
- Hayes, S. C., & Hayes, L. J. 1989 The verbal action of the listener as a basis for rule-governance. In S. C. Hayes (Ed.), *Rule governed behavior: Cognition, contingencies and instructional control*. New York: Plenum Press. Pp. 153-190.
- Herrnstein, R. J. 1961 Relative and absolute strength of response as a function of frequency of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **4**, 267-272.
- Herrnstein, R. J. 1970 On the law of effect. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **13**, 243-266.
- Herrnstein, R. J., & de Villiers, P. A. 1980 Fish as a natural category of people and pigeons. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation*. Vol. 14. New York: Academic Press. Pp. 59-95.
- Herrnstein, R. J., & Loveland, D. H. 1964 Complex visual concept in the pigeon. *Science*, **146**, 539-551.
- Herrnstein, R. J., Loveland, D. H., & Cable, C. 1976 Natural concepts in pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, **2**, 285-302.
- Herrnstein, R. J., Loewenstein, G. F., Prelec, D., & Vaughan, W. Jr. 1993 Utility maximization and melioration: Internalities in individual choice. *Journal of Behavioral Decision Making*, **6**, 149-185.
- Herrnstein, R. J., & Vaughan, W., Jr. 1980 Melioration and behavioral allocation. In J. E. R. Staddon (Ed.), *Limits to action*. New York: Academic Press. Pp. 143-176.
- Herrnstein, R. J., Vaughan, W., Jr., Mumford, D. B., & Kosslyn, S. M. 1989 Teaching pigeons an abstract relational rule: Isideneity. *Perception & Psychophysics*, **46**, 56-64.
- 平賀 譲 1994 行動の観点から見た認知科学 計測と制御, **33**, 268-273.
- 平岡恭一 1989 オペラント選択行動の微視的理論 心理学評論, **32**, 156-176.
- Holland, V. D., & Delius, J. D. 1982 Rotational invariance in visual pattern recognition by pigeons and humans. *Science*, **218**, 802-804.
- Honig, W. K., & Fetterman, J. G. (Eds.) 1992 *Cognitive aspects of stimulus control*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Honig, W. K., & Stewart, K. E. 1988 Pigeons can discriminate locations presented in pictures. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **50**, 541-551.
- 堀野美奈子 1993 ハトにおける機能的等価性の形成とその記憶過程について 平成4年度千葉大学大学院文学研究科修士論文(未公刊)
- Hoyert, M. S. 1992 Order and chaos in fixed-interval schedules of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **57**, 339-363.
- Huber, L., & Lenz, R. 1993 A test of the linear feature model of polymorphous concept discrimination with pigeons. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **46B**, 1-18.
- Hursh, S. R. 1978 The economics of daily consumption controlling food- and water-reinforced responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **29**, 475-491.
- Hursh, S. R. 1980 Economic concepts for the analysis of behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **34**, 219-238.
- 伊藤嘉昭・山村則男・嶋田正和 1992 動物生態学 蒼樹書房
- 実森正子 1989 動物における記憶の行動分析 小川隆(監) 行動心理ハンドブック 培風館 Pp. 239-243.
- Jitsumori, M. 1993 Category discrimination of artificial polymorphous stimuli based on feature learning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, **19**, 244-254.
- Jitsumori, M. (in press) Discrimination of artificial categories by monkeys (*Macaca mulatta*). *Quarterly Journal of Experimental Psychology*.
- Jitsumori, M., Wright, A. A., & Cook, R. G. 1988 Long-term proactive interference and novelty

- enhancement effects in monkey list memory. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, **14**, 146-154.
- Jitsumori, M., Wright, A. A., & Shyan, M. R. 1989 Buildup and release from proactive interference in a rhesus monkey. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, **15**, 329-337.
- Kahneman, D., & Tversky, A. 1979 Prospect theory: An analysis of decisions under risk. *Econometrica*, **47**, 263-291.
- Kauffman, J. M., Gordon, M. E., & Baker, A. 1978 Being imitated: Persistence of an effect. *Journal of Genetic Psychology*, **132**, 319-320.
- Keren, G., & Wagenaar, W. A. 1987 Violation of utility theory in unique and repeated gambles. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **13**, 387-391.
- Killeen, P. R. 1992 Mechanics of the animate. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **57**, 429-463.
- Langton, C. G. (Ed.) 1989 *Artificial life: SFI studies in the sciences of complexity*. Redwood City, CA: Addison-Wesley.
- Lazar, R. 1977 Extending sequence-class membership with matching to sample. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **27**, 381-392.
- Lea, S. E. G. 1978 The psychology and economics of demand. *Psychological Bulletin*, **85**, 441-466.
- Lea, S. E. G. 1979 Foraging and reinforcement schedules in the pigeon: optimal and non-optimal aspects of choice. *Animal Behaviour*, **27**, 875-886.
- Lea, S. E. G., Lohmann, A., & Ryan, C. M. E. 1993 Discrimination of five-dimensional stimuli by pigeons: Limits of feature analysis. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **46B**, 19-42.
- Lipkens, R., Kop, P. D., & Matthijs, W. 1988 A test of symmetry and transitivity in the conditional discrimination performance of pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **49**, 395-409.
- MacPhail, E. M., & Reilly, S. 1989 Rapid acquisition of a novelty versus familiarity concept by pigeons (*Columba livia*). *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, **15**, 242-252.
- Markman, E. M., & Wachtel, G. F. 1988 Children's use of mutual exclusivity to constrain the meaning of words. *Cognitive Psychology*, **20**, 121-157.
- Marr, M. J. 1992 Behavior dynamics: One perspective. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **57**, 249-266.
- Mazur, J. E. 1988 Choice between small certain and large uncertain reinforcers. *Animal Learning and Behavior*, **16**, 199-205.
- McGonigle, B. O., & Chalmers, M. 1977 Are monkeys logical? *Nature*, **267**, 694-696.
- McIlvane, W. J., Kledaras, J. B., Munson, L. C., King, K. A. J., De Rose, J. C. D., & Stoddard, L. T. 1987 Controlling relations in conditional discrimination and matching by exclusion. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **48**, 187-208.
- McIntire, K. D., Cleary, J., & Tompson, T. 1987 Conditional relations by monkeys: Reflexivity, symmetry, and transitivity. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **47**, 279-285.
- 室伏靖子 1983 動物の記憶 佐藤方哉(編) 現代基礎心理学：学習II 東京大学出版会 Pp. 43-72.
- Myerson, J., & Miezin, F. M. 1980 The kinetics of choice: An operant systems analysis. *Psychological Review*, **87**, 160-174.
- Neiwirth, J. J., & Rilling, M. E. 1987 A method for studying imagery in animals. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, **13**, 203-214.
- Palya, W. L. 1992 Dynamics in the fine structure of schedule-controlled behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **57**, 267-287.
- Pepperberg, I. 1987 Acquisition of the same/different concept by an African Grey parrot (*Psittacus erithacus*): Learning with respect to categories of color, shape, and material. *Animal Learning and Behavior*, **15**, 423-432.
- Prelec, D. 1982 Matching, maximizing, and the hyperbolic feedback function. *Psychological Review*, **89**, 189-230.
- Premack, D. 1983 The codes of man and beasts. *Behavioral and Brain Sciences*, **6**, 125-167.
- Rachlin, H. 1982 Economics of the matching law. In M. L. Commons, R. D. Herrnstein & H. Rachlin (Eds.), *Quantitative analyses of behavior: Matching and maximizing accounts*. Vol. 2. Cambridge, MA: Ballinger. Pp. 347-374.
- Rachlin, H. 1989 *Judgment, decision, and choice*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Rachlin, H., Battalio, R., Kagel, J., & Green, L. 1981 Maximization theory in behavioral psychology. *Behavioral and Brain Sciences*, **4**, 371-388.
- Real, L. A. 1981 Uncertainty and pollinator-plant interactions: the foraging behavior of bees and wasps on artificial flowers. *Ecology*, **62**, 20-26.
- Rilling, M. E., & Neiwirth, J. J. 1987 Theoretical and methodological considerations for the study of imagery in animals. *Learning and Motivation*, **18**, 57-79.
- Roberts, W. A., & Mazmanian, D. S. 1988 Concept learning at different levels of abstraction by pigeons, monkeys, and people. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, **14**, 247-260.

- Roitblat, H. L., & von Fersen, L. 1992 Comparative cognition: Representations and processes in learning and memory. *Annual Reviews of Psychology*, **43**, 671-710.
- Sands, S. F., Lincoln, C. E., & Wright, A. A. 1982 Pictorial similarity judgments and the organization of visual memory in the rhesus monkey. *Journal of Experimental Psychology: General*, **3**, 369-389.
- 佐藤方哉 1983a 言語獲得の理論的背景 山口薫・佐藤方哉(編著) ことばの獲得——言語行動の基礎と臨床—— 川島書店 Pp. 3-12.
- 佐藤方哉 1983b 言語行動 佐藤方哉(編) 現代基礎心理学: 学習II 東京大学出版会 Pp. 183-214.
- 佐藤方哉 1987 行動分析——徹底的行動主義とオペラント条件づけ—— 臨床心理学の基礎知識 安田生命社会事業団 Pp. 147-192.
- 佐藤方哉 1993 刺激性制御の30年 慶應義塾大学大学院社会学研究科紀要, No. 36, 89-100.
- Schrier, A. M., Angarella, R., & Povar, M. L. 1984 Studies of concept formation by stump-tailed monkeys: Concepts humans, monkeys, and letter A. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, **10**, 564-584.
- Schrier, A. M., & Brady, P. M. 1987 Categorization of natural stimuli by monkeys (*Macaca mulatta*): Effects of stimulus set size and modification of exemplars. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, **13**, 136-143.
- Shimp, C. P. 1966 Probabilistically reinforced choice behavior in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **9**, 433-455.
- Shimp, C. P. 1969 Optimum behavior in free-operant experiments. *Psychological Review*, **76**, 97-112.
- Sidman, M. 1971a Reading and auditory-visual equivalences. *Journal of Speech and Hearing Research*, **14**, 5-13.
- Sidman, M. 1971b The behavioral analysis of aphasia. *Journal of Psychiatric Research*, **8**, 413-422.
- Sidman, M. 1986 Functional analysis of emergent verbal classes. In T. Thompson & M. D. Zeiler (Eds.), *Analysis and integration of behavioral units*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. Pp. 213-245.
- Sidman, M., Cresson, O., Jr., & Willson-Morris, M. 1974 Acquisition of matching to sample via mediated transfer. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **22**, 261-273.
- Sidman, M., Rauzin, R., Lazar, R., Cunningham, S., Tailby, W., & Carrigan, P. 1982 A search for symmetry in the conditional discriminations of rhesus monkeys, baboons, and children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **37**, 23-44.
- Sidman, M., & Tailby, W. 1982 Conditional discrimination vs. matching to sample: An expansion of the testing paradigm. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **37**, 5-22.
- Sidman, M., Wynne, C. K., Maguire, R. W., & Barnes, T. 1989 Functional classes and equivalence relations. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **52**, 261-274.
- Sigurdardottir, Z. G., Green, G., & Saunders, R. R. 1990 Equivalence classes generated by sequence training. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **53**, 47-63.
- Silverman, K., Anderson, S. R., Marshall, A. M., & Baer, D. M. 1986 Establishing and generalizing audience control of new language repertoires. *Analysis and Intervention in Developmental Disabilities*, **6**, 21-40.
- Skinner, B. F. 1950 Are theories of learning necessary? *Psychological Review*, **57**, 193-216.
- Skinner, B. F. 1957 *Verbal Behavior*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Skinner, B. F. 1977 Why I am not a cognitive psychologist. *Behaviorism*, **5**, 1-10.
- Spradlin, J. E., Cotter, V. W., & Baxley, N. 1973 Establishing a conditional discrimination without direct training: A study of transfer with retarded adolescents. *American Journal of Mental Deficiency*, **77**, 556-566.
- Staddon, J. E. R., Hinson, J. M., & Kram, R. 1981 Optimal choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **35**, 397-412.
- Steele, D., & Hayes, S. C. 1991 Stimulus equivalence and arbitrarily applicable relational responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **56**, 519-555.
- Stephens, D. W., & Krebs, J. R. 1986 *Foraging theory*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Stromer, R., & Osborne, J. G. 1982 Control of adolescents' arbitrary matching-to-sample by positive and negative stimulus relations. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **37**, 329-348.
- 高橋和弘 1994 判断と意思決定 多鹿秀継(編) 認知と思考——思考心理学の最前線—— サイエンス社 Pp. 34-55.
- Terrace, H. S. 1984 Animal cognition. In H. L. Roitblat, T. G. Bever & H. S. Terrace (Eds.), *Animal cognition*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. Pp. 7-28.
- Tomonaga, M., Matsuzawa, T., Fujita, K., & Yamamoto, J. 1991 Emergence of symmetry in a visual conditional discrimination by chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Psychological Reports*, **68**, 51-60.
- Vaughan, W. 1981 Melioration, matching, and maximization. *Journal of the Experimental Analysis of*

- Behavior*, **36**, 141-149.
- Vaughan, W. 1988 Formation of equivalence sets in pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, **14**, 36-42.
- Vaughan, W., & Greene, S. L. 1984 Pigeon visual memory capacity. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, **10**, 256-271.
- von Fersen, L., & Delius, J. O. 1989 Long-term retention of many visual patterns by pigeons. *Ethology*, **82**, 141-155.
- von Fersen, L., & Lea, S. E. G. 1990 Category discrimination by pigeons using five polymorphous features. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **54**, 69-84.
- von Fersen, L., Wynne, C. D. L., Delius, J. D., & Staddon, J. E. R. 1991 Transitive inference formation in pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, **17**, 334-341.
- Wasserman, E. A. 1993 Comparative cognition: Beginning the second century of the study of animal intelligence. *Psychological Bulletin*, **113**, 211-228.
- Watanabe, S. 1988 A failure of visual prototype learning in the pigeon. *Animal Learning and Behavior*, **16**, 147-152.
- Wetherby, A. M., & Prutting, C. 1984 Profiles of communicative and cognitive-social abilities in autistic children. *Journal of Speech and Hearing Research*, **27**, 364-377.
- Williams, B. A. 1988 Reinforcement, choice, and response strength. In R. C. Atkinson, R. J. Herrnstein, G. Lindzey & R. D. Luce (Eds.), *Stevens' handbook of experimental psychology*. New York: John Wiley & Sons. Pp. 167-244.
- Wittgenstein, L. 1953 *Philosophical investigations*. Oxford, U. K.: Basil Blackwell & Mott.
- Yamamoto, J., & Asano, T. (in press) Stimulus equivalence in a chimpanzee (*Pan troglodytes*). *Psychological Record*.
- Yamamoto, J., & Mochizuki, A. 1988 Acquisition and functional analysis of manding with autistic students. *Journal of Applied Behavior Analysis*, **21**, 57-64.
- Yando, R., Seitz, V., & Zigler, E. 1978 *Imitation: A developmental perspective*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Zuriff, G. E. 1976 Stimulus equivalence, grammar, and internal structure. *Behaviorism*, **4**, 43-52.

——1994. 1. 28 受稿, 1994. 5. 7 受理——