総 説

エラー因子説から認知過程説へ
——学習セット研究の40年——

金沢大学 小 牧 純 爾

From Error-Factor Theory to Cognitive-Process Theory
of Learning Set Formation:
A Review of 40 Years of LS Research

JUNJI KOMAKI
Kanazawa University

ABSTRACT

The short history of learning set (LS) research was reviewed for the purpose of elucidating the present state of our knowledge of the subject. The following remarks were made: (1) Disproof of the uniprocess theory and the revised understanding of the transfer suppression greatly reduced the plausibility of Harlow's error-factor theory of LS. (2) Discovery of the equivalence of successive-reversal training and LS training, also disclosing another weakness of the error-factor theory, led to the acceptance of Levine's model as an alternative theory of LS. (3) Bessemer and Stollnitz elaborated basic ideas of the model and, introducing a distinction between error-factor effects and hypothesis learning, formulated a new version of hypothesis theory of LS. (4) Subsequent experimental studies examining transfer effects of overtraining and successive informed-reversal training tested implications of the theory and revealed flaws and restrictions of the theory. (5) These studies also provided evidence for believing the occurrence of attention learning during LS training. Both hypothesis and attention learning seem to contribute to the formation of LS.

はじめに

ヒトを初めとする有機体は親から一定の遺伝的素因を受け継ぎ、環境との間で不断の交渉を重ねながら行動の体制を発達させて行く。この個体発達の経緯は成熟と学習、それに「学習の転移」(transfer of training)の複雑な作用を

伴っており、先行の学習から後続の学習に与える作用としての学習の転移の問題は、発達のみならず学習研究の重要な課題となっている。ただし、学習研究の立場から、この問題についての十分な理論的・実証的検討がなされたとはいえない。言語学習における順向および逆向作用の研究、霊長類を中心とする学習セットの研

究以外に、見るべき成果はほとんどない。

1949年、H. F. Harlow は学習の転移の新たな類型として「学習セット形成」の現象を明らかにし、これを個体発達の基礎として位置づける構想を発表した。刺激般化といった直接的・個別的な学習の転移ではなく、同種経験間の間接的な学習の転移という従来にない視点を導入したという点で Harlow の提起は大方の注目を浴びることとなり、学習セットは心理学の重要な概念となるに至っている。しかし、1949年以降のこの40余年間に、学習セットに関する理解は大きく変化した。学習セットはエラーの抑制といった課題限定的な過程としてではなく、仮説、注意といった認知的諸過程の複合したものではないかとして考えられるに至っている。こうした学習セット理解の変化につき、理論的側面に焦点を当て紹介してみたい。

新たな「発達観」の提起としての LS 形成

課題間転移効果

Harlow (1949) は学習セット (Learning Set-LS) 形成を同一構造の課題を逐次的に与えて訓練を行う場合の正の課題間転移作用であると定義する。Fig. 1 は物体弁別 LS のデータである。横軸は課題ごとの試行数、縦軸は試行ごとの正反応の百分率であり、アカゲザル (*Macaca mulatta*) の課題ブロックごとの成績が平均値で表されている。曲線を横軸に沿って見ることで課題「内」学習の平均的な経過が分かる。また、異なる曲線を比較することで逐次的な訓練に伴う課題「間」学習または転移効果の有様を見ることができる。

最初の課題ブロックの学習曲線はいわゆる S 型に見える。ここでは訓練試行はわずかな利得を生じているにすぎない。Harlow はこうした訓練段階を Thorndike (1931) のいう「試行錯誤」学習の段階であるとする。同じ課題内学習の経過は LS 訓練後にはめざましく変化する。最後の課題ブロックの学習曲線は第1試行のチャンス・レベルから一挙にほぼ 100% 正反応

の水準まで飛躍的に向上し、2 試行以降そのレベルを維持しつづける形をとっており、学習の進捗形態が根本的に変化したことを示している。物体弁別の場合被験体は第1試行目を経験することで初めて刺激の正負が分かる。したがって、こうした学習曲線はアカゲザルがわずか1回の試行でほぼ完全に課題を解決したことを意味する。Harlow はこの訓練段階の学習を Köhler (1925) などの場の理論家のいう「見通し」学習の段階であると理解する。

学習することの学習

被験体は一つの課題で6、9または50回の試行を与えられ、同じ弁別刺激の対を提示されている。このことから、課題内学習は継続して提示されている刺激対に関する学習、例えば、S-R 連合の形成 (Spence, 1956) であると見るこ

Fig. 1 アカゲザルの物体弁別LS形成。曲線を試行に沿って見ることで課題内学習の経緯を、曲線を比較することで課題間学習の進行を知ることができる (Harlow, 1949)

とができる。しかし、課題間学習にこの解釈は適用できない。LS 訓練では課題が代わるごとに刺激が新たなものに交替されており、課題間の学習を媒介する役目を果たす刺激体または刺激特徴は存在しないからである。したがって、Fig. 1 に示された顕著な課題間訓練効果は、弁別学習を外的刺激と選択反応との間の関係に還元して理解している限り説明できないことになる。Harlow の弁別 LS 形成の証明が与えた理論的インパクトの一つはこのことにあった。彼はこの個別的連合に還元できない学習のことを「学習することの学習」(Learning how to learn) と呼んだ。

1949 年当時の学習研究領域においては、Hull (1952) や Spence (1956) の S-R 理論と Tolman (1951) を中心とする認知論との間で、学習の連続・非連続、反応学習と場所学習、移調の絶対反応説と相対反応説などをめぐって活発な論争がなされていた(Mackintosh, 1974)。

しかし、こうした対立にも係わらず、両学派の弁別行動理解の図式そのものは基本的には類似であり、弁別学習は個別的な刺激反応連合の強度変化、あるいは具体的なサインに係わる手段目的関係の把握(Tolman, 1951)と考えられていた。つまり、両学派とも特定の外的刺激に係わるのではない学習を扱う説明原理を持っていなかったのである。Fig. 2 は、当時優勢であった Spence (1956) の弁別行動のモデルである。彼は、外的刺激 S_A から S_Y に対応する諸反応傾向が、反応に伴伴する報酬刺激を含む外的刺激の強化作用により、ドミナンスが変化することとして弁別学習を説明している。

個体発達の基礎としての LS 形成

個別的学習に還元できないという根拠から、Harlow は LS 形成を独自の学習形態であると主張した。さらに、彼は LS 形成以前に「試行錯誤」的学習を示していた被験体が、LS 形成後は

Fig. 2 Spence (1956) の選択学習のモデル。訓練当初は S_A に対する R_A の反応傾向が最も強いが(10で示されている), 訓練の結果 S_C - R_C の反応傾向が増強され R_A をしのぐようになると説明される

「見通し」的学習を実現していることを重視し、LS 形成は Thorndike 的結合にもとづく試行錯誤的行動から動物を解放し、仮説と見通しにもとづいて行動することができる存在に動物を変容させるものであると考えた。つまり、彼は霊長類、ことにヒトの個体発達にとって最も重要な学習は LS の形成であり、LS は個々の課題事態において「どんな仕方でも学習したらよいか」を教えることを通じ、課題状況への効率的な適応を可能にするものであると考えた。

LS 形成をこのように学習と行動の基礎として位置づけるとすると、LS 形成は単に選択学習の場合だけでなく、別の行動領域についても見られてよいはずである。Harlow は一つの例として野生のサルが「よいパーソナリティ」を習得してくる場合を取り上げ、人間との接触の機会が LS 訓練の各試行に、個々の人間が一つ一つの訓練課題に相当するという形で「社会・情緒的 LS」の形成がなされるのであろうという例示を行っている。

エラー因子説

Harlow の学習理論は、エラーの抑制が学習の本態であるとするアイデアに基礎を置いている。訓練にともなって正反応が増加する時、大方の学習理論家は特定の反応傾向の強化を想定する。彼はこれに対し、学習とは訓練を通じてエラーの傾向が抑制される結果、正反応が相対的に強くなることだと主張する。弁別 LS 訓練では劇的な成績の向上が見られたが、これはいくつもの S-R bonds の累積の結果ではなく、位置偏好、刺激固執、分化手がかり、反応交替といったエラー因子の抑制が学習されたためである (Harlow, 1950)。Harlow はこのエラー因子説の根拠として、課題によって低減するエラーの種類と経緯に差があること、一見して異質な課題の間に正の転移効果が認められること、特別な訓練によって特定のエラーを選択的に低減できること (小牧, 1966)、そして、最も強力な根拠として Riopelle (1953) の「転移抑制」

(transfer suppression) の現象を上げている。

転移抑制とは、弁別逆転課題初頭に現れる「負の転移現象」が訓練の進捗につれて低減してくる現象のことである。アカゲザルに日に 6 題の弁別訓練を与える。最初の 5 題は普通の課題である。6 題目は特別で、その日に与えた課題の一つを刺激の正負を逆にした逆転課題の形で再度学習させる。逆転課題の初頭の成績は先の訓練の効果を反映して当然悪くなる。Riopelle が明らかにしたのは、この負の作用が LS 訓練の結果消滅したという結果であった。Harlow はこの事実を刺激偏好エラーの抑制を反映するものと理解し、エラー因子説を支持する現象であると受けとった。彼は、さらに、エラー因子の抑制を生じる上で、強化と非強化とが等価な作用を持つと考え (Harlow & Hicks, 1957)、この「単一過程説」(uniprocess theory) をエラー因子説にあわせた理論として提起した。

エラー因子説の放棄

LS 形成を学習の基礎であるとする Harlow の構想は、単一過程説およびエラー因子説の二つにもとづいていた。しかし、その後の研究はこのいずれもが困難であることを明らかにしてきた。

単一過程説の否定

強化と非強化とがエラーを低減させる上で等しい効果を発揮するという結果は、一般的でないことが判明してきた。まず、Motoyoshi (1962) は弁別逆転 LS 訓練において、逆転前の強化と非強化が LS 形成に異なった作用を持つことを明らかにした。また、Leary (1958) および Fletcher & Cross (1964) は、事前強化のパラダイムによって正刺激への強化と負刺激への非強化の効果を比較し、テストまでの時間間隔の影響の現れ方が両者で同じでないことを見いだしている。その他、強化と非強化の学習への作用は、訓練の段階、生起率などの変数によって左右されることが分かってきた。強化と非強化

の非等価性は、Harlow 自身が加わっている実験 (Deets, Harlow & Blomquist, 1970) においても明らかにされており、単一過程説はもはやそれを主張する根拠を持っていないと思われる。

転移抑制, 新近性の学習

一方, エラー因子説についても, 重大な反証がいくつも現れてきた。その最たるものは, 「転移抑制」の現象がエラー因子説の証拠にはならないことが分かってきたことである。Riopelle の実験では, 被験体はその日学習したばかりの課題の内の一つを逆転課題として再度提示されていた。被験体がこの課題の刺激対を見覚えていたとすると, このパラダイムは被験体に「見覚えのある刺激が現れたときには, いつも刺激の正負が逆転している」ことを学習する機会を与えることになる。つまり, こうした機会の反復は, 被験体に「新近性」を条件刺激とする逆転反応の分化的条件づけの学習機会を与えている可能性が考えられるのである。

新近性が分化的反応の手がかりになっていないならば, 逆転課題第1試行の正反応率は訓練を通じて一定の値を保つはずである。Schrier (1969) が19週間にわたってアカゲザルを訓練したところ, 上記正反応率は訓練当初の13%から漸次上昇し, 15週目以降はチャンスの水準を超えて約60%のレベルに達した。エラー因子の抑制は逆転課題の1試行目を経験して初めて起こるはずである。1試行目からエラーの低減がおり, しかも正応率がチャンス以上になるという結果は, 上記正反応率の増加がエラー抑制とは異なる機制によるものであることを意味している。

エラー因子説の検証は別の文脈でも試みられた。エラー因子の抑制がLS形成の本態であるならば, LS形成とエラー抑制とは「随伴して」現れるはずである。こうした理解にもとづき, Singh と Lewis (1974) はLS形成訓練の程度と転移抑制との関連性を実験的に調べてみた。LS

訓練の程度は3段階に操作されたが, これら訓練の程度を異にする3群の転移抑制の現れ方に違いはなく, 予想した随伴性を確かめることはできなかった。こうした反証を前に, Harlow は, 自らのエラー因子説の放棄と, すでにLevineによって提起されていた「仮説理論」への傾斜の意向を表明するに至った。Harlow の論文 (Deets et al., 1970, p.501) には, LS形成の「原因」は仮説の学習であり, 訓練に伴うエラーの低減は仮説学習の「結果」であるとする理論的立場の修正が率直に表明されている。

連続逆転訓練のLS効果

エラー因子説の放棄と仮説理論の推進を加速したのは, Schusterman (1964) の発見した「連続逆転訓練」(successive reversal training-SRT)の課題間促進作用であった。SRTとは, 1対の刺激について弁別逆転を反復して行く訓練をいう。AとBの刺激の内のまずAを正刺激として訓練する。学習の基準, 例えば12試行連続正反応の基準に到達したら, 今度はBを正刺激, Aを負刺激にして第1回目の逆転にはいる。刺激の正負が逆にされるから, この逆転段階の最初に被験体はエラーを連発する。しかし, 逆転の反復につれ, この逆転初頭のエラー傾向は弱まってくる。そして, 大抵の場合, 各逆転段階の学習速度は上昇し, より少ない試行数で達成されるようになってくる。たった1回エラーを体験するだけで新たな逆転を完成することもある。

Schusterman (1964) の発見は, この一見「逆にすること」しか学習させないように思われるSRTが, Harlow型の物体弁別LS訓練に匹敵する, 正の課題間転移効果を示すことを見いだした点にある。彼はチンパンジーを被験体とし, 学習基準に到達する度に新しい課題を与えるMDT群と, 基準に達する度に逆転を行うSRT群を設け, 同程度の訓練を実施した後, 200個の新たな弁別課題を与え, 先行訓練からの転移作用を比較した。後続課題における成績は両群と

もほぼ互角であり、SRTの後続学習促進作用に遜色のないことが示された。SRTが弁別LS遂行に高度な正の課題間転移作用をもたらすという結果は、チンパンジー以外のサルと多様なパラダイムにおいて、再現性が確められている(Komaki, 1974; Rumbaugh & Ensminger, 1964; Schrier, 1966, 1974; Warren, 1966)。

SRTにおいては被験体は1対の刺激を提示されるだけであり、LS訓練のように多様な刺激対に遭遇する機会はない。このことは、エラー因子説からすると刺激固執エラーの抑制機会がないことを意味する。したがって、エラー因子説からはSRT群がMDT群より多くの刺激固執エラーを示すことが予測されることになる。この予測は支持されておらず、エラー因子説の説得性は損なわれることになった。しかし、より以上に注目されたのは、Schusterman達の実験結果が、LS形成そのものに関する通念を覆し、LSの理解の根本的な修正を強いたことである。それは、彼らの結果が、LS学習に「多様な事例に触れること」が必ずしも必要ではないことを明らかにしたことにある。LS形成とはいわば課題の一般的性格についての理解である。これを達成するためには、「ドリル学習」による解法の理解のように沢山の例題に当たってみることが必要だとする暗黙の仮定がそれ以前には存在していた。この了解がSRTのLS効果の証明によって保持しつづけることがきわめて困難となった。

仮説理論とその展開

Levineの仮説理論

Levine (1959, 1965)の理論は選択行動場面における行動変化を「記述」するモデルとして出発した。選択学習の進捗につれ、被験体の行動に系統的な変化が認められることは、すでにKrechevsky (1932)が「仮説的行動」として指摘したところであった。Levineはこの構想を発展させ、学習の推移を分析的に記述する手法を開発した。彼は系統的な行動を生じる原理をま

ず先験的に仮定し、それを「仮説」(hypothesis-H)と命名する。Hは課題の性質に応じて変化する。弁別LS訓練の場合、「報酬を伴う刺激(win)に選択を続け(stay), 伴わない刺激(lose)には反応をやめる(shift)」という正しいHの他、8種類のHが仮定されている。訓練の各段階について、Hの強さを推定するのに必要な、諸種の選択結果の系列の実際の生起率を算出する。これらの率をもとに、連立方程式の解を求め、個々のHが選択の原因になり得た確率を推定する。これらの値が各Hの優位性を表す指標となる。こうしたデータの分析をもとに、Levineは訓練に伴う仮説行動の推移を捉えようとした。

Hは学習の単位であり、妥当性、つまり、強化との随伴性にしがたって強化または消去される。弁別LS訓練の事態では、“object win-stay, lose-shift”だけが100%強化される。これ以外の諸H、例えば、位置偏好のHは妥当ではなく、チャンス水準の強化を伴うに過ぎない。訓練に伴い、正しいHは強められてくる。これに対し、その他の妥当性の乏しいHは、消去されてくる。そして、最終的に正しいHがドミナントになる結果、被験体は報酬を伴う刺激だけを一貫して選ぶようになる。Levineは弁別LSの形成をこのように説明する。Levineの最初のモデルでは、Hは訓練事態の種々の刺激aspectsに選択的に向けられる外示的な「反応パターン」であった。この定義は彼の改訂されたモデル(1965)では、中枢過程を指す「媒介変数」とであると改められている。しかし、Hの学習と転移によってLS形成とLS効果を説明するという彼の基本構想に変化はない。

Schustermanは自らの明らかにしたSRTのLS効果を説明する際、このLevineのモデルを適用した。SRT群はたった1組の刺激について繰り返して逆転弁別を訓練されるだけである。しかし、“object win-stay, lose-shift”の仮説を学習させる点でSRTはLS訓練と等価である。そこで、彼のSRT群はMDT群と同様、後

続の弁別課題において優れた LS 遂行を示すことができたのであると Schusterman は解釈した。

新たな仮説理論の提起

Levine の仮説理論は、先験的に仮定される諸仮説の訓練に伴う優位性の変化として LS 学習を捉えており、刺激偏好も正しい解決もともに仮説であるとして同列に扱っている。これは彼の理論が仮説的行動の記述モデルとして出発したことと関連がある。こうした選択過程の1次元的な見方に対し、Harlow のエラー因子のアイデアを引継ぎつつ、エラー抑制そのものは仮説学習の「結果」であるとして扱う、新たな仮説理論の試みが Bessemer と Stollnitz (1971) によって示された。彼らの出発点は、LS 課題遂行に短期記憶過程が含まれていることを発見したことにある。彼らは、アカゲザルの LS 訓練における個別弁別課題に関する記憶保持について調べるため、原学習のあと 24 時間をおいてテスト試行と再学習試行を与えるという実験を行っていた。テスト試行で予想もしない結果が現れた。前日の原学習で、学習第 1 試行の反応が正反応であった課題の場合、テスト試行の正反応率はほぼ 80% の水準にあったのに対し、前日の同じ試行の反応がエラーであった課題のテスト正反応率は 65% と低く、正反応であった課題より 15% もの大きな保持損失の差が現れたのである。前日の原学習の第 2 から第 6 試行の成績で見る限り、両課題間に差はなく、習得の違いが上の保持損失の違いの原因になっていたとは考えにくい。また、このテスト試行で示された保持の差は、1 試行で消滅してしまう類の差であることも判明した。テスト試行に続く再学習第 2 から第 6 試行の成績は、両課題で全く違いがなかったのである。

いくつもの実験を重ね、Bessemer らは上記の保持損失の違いが「刺激偏好の回復」に起因するものであることを確かめた。弁別刺激対の一方に刺激偏好があったとする。それが正刺激

に指定されていた場合、偏好にもとづく反応は正反応になる。逆に偏好刺激が負刺激に指定されていた場合、それへの反応、つまり原学習第 1 試行の反応はエラーになる。この偏好はその後の原学習試行の学習を通じて抑制され、刺激偏好の傾向はマスクされてしまう。しかし、この学習による抑制作用は比較的短時間しか持続しない。24 時間の保持期間中にこの抑制作用は少なくとも部分的に作用が薄れる。このことが刺激偏好の回復をもたらし、保持損失の増分を生み出すことになる。ただし、テスト試行の経験は直ちに学習性の抑制を復元し、刺激偏好の抑制を復活する。再学習試行で成績の差が消滅するのはこのことによる。Bessemer らは上の結果をこのように解釈した。そして、この理解を発展させ、反応傾向の 2 元論を提起した。

Bessemer と Stollnitz は、反応傾向に作用原因と作用様式を異にする 2 種類の別があると考ええる。第 1 のクラスは「習得」で、現前の具体的な刺激特徴に直接的に解発される反応傾向である。第 2 のクラスは「仮説」で、最近の事象に関する短期記憶の内容によって解発される、比較的一時的な反応傾向である。習得が現前の状況にほとんど完全に規定される固定的な反応傾向であるのに対し、仮説は生得性ならび学習性の行動パターンに基礎をおくもので、先行試行で起こった事象をその後の反応・結果の関係に結びつける学習に由来する反応傾向であると考えられている。

弁別 LS 訓練の事態の場合、個々の物体や位置手がかりへの反応は習得であると見なされる。一方、先行試行で起こった結果に随伴する全ての反応傾向、例えば“object win-stay, lose-shift”は仮説である。LS を学習したサルでは、仮説が優勢な反応決定因になっており、習得に由来する反応傾向は抑制されている。課題事態への適応の主体は仮説であり、各種の習得は優勢な仮説が存在しない場合にのみエラー産出に係わる、消極的な規定因であるに過ぎない。例えば、位置偏好のエラーは位置習慣が「原因」

となって生じるのではない。位置偏好のエラーはあくまでも正しい仮説が保持されていない状態の「結果」であり、位置習慣は出現するエラーの分布に係わるだけの消極的な存在に過ぎないと考えられている。

エラーの出現を学習欠如の結果として扱うこの原理は重要である。先に指摘した通り(小牧, 1966, p.45), LS 訓練効果の発現は転移課題の困難度に左右される。訓練後に与える課題が難しいもので学習が困難である場合、どんなに LS 訓練が充分であってもエラーが頻発するようになる。この事実は Harlow のエラー因子説を困難にするもう一つの問題であった。ここに紹介した Bessemer と Stollnitz の新たな仮説理論は、Levine の仮説理論より包括的であるだけにとどまらず、エラー因子説の欠点を補強しつつその構想を統合している点で、注目に値する理論であるように思われる。

概念行動としての LS 形成

LS 形成は物体弁別以外の多様な「認知的」課題についても見られることが分かっている。刺激物体の色や形や大きさといった直接的な刺激特性が手がかりになる課題だけでなく、被験体自らが刺激について認知するいわば「特異性」や「新奇性」や「異・同性」が選択の決め手になる課題についても、課題間学習効果が見られることが明らかにされているのである。このことはサルがある種の概念構成を行っていることを指示するとともに、仮説理論に一定の支持を与える証拠となっている。こうした LS 形成のタイプについて簡単に検討してみよう。

Oddity LS 形成

この訓練場面では被験体は一度に 3 個の刺激を提示される。うち 2 個は同じ物である。もう一つは特異 (odd) な物であり、この刺激が正刺激になる。正刺激の質、提示位置は試行毎に変化する。したがって、被験体は提示されている刺激が何であるか、どこにあるかにかかわりな

く、「違っている」という、刺激間の関係特性を認知、または知覚し、この認知した刺激の性質にもとづいて選択することが必要になる。Fig. 3 はこうした課題の 1 例である。三角と四角の刺激が 2 個ずつ用意され、そのうちの 3 個が刺激になる。矢印で示した正刺激は試行毎に変わるから、三角あるいは四角という刺激の質にもとづいて選択している限り、成績はチャンスの水準に止まることになる。

Fig. 3 Oddity訓練課題の一例。矢印が正刺激を表している。被験体は刺激の質と位置に係わりなく、特異な物を選ばなくてはならない

特異な物が正刺激であることが学習できていれば、被験体は新たに提示されたばかりの刺激のトリオについても正しく反応できるはずである。そこで、LS 学習の指標としては、各課題の第1試行の正反応率が採用される。Moon & Harlow (1955) は16頭のアカゲザルを被験体に用い、課題毎に6試行の訓練を与えている。最初の64課題ブロックの第1試行正反応率は約68%であったが、193-256課題の最終ブロックにおける正反応率は約90%であり、課題間に転移作用が見られた。特異性の認知が個々の刺激トリオに限定的であった場合、特異性の学習は課題が変わる毎にゼロに復帰してしまい、課題間学習は生じないはずである。Oddity LS 形成の事実、したがって、サルに一般的な特異性認知が可能であること、いい換えれば、特異性に関する概念形成が可能であることを意味している。その後、Shaffer (1967) は1試行訓練法を用いた実験で、Thomas & Boyd (1973) はリスザル (*Saimiri sciurea*) とオマキザル (*Cebus albifrons*) を被験体とした実験で、oddity LS 形成の事実を確かめている。

Novelty LS 形成

被験体自らが刺激の新旧性を判定し、その判定にもとづいて選択を行う必要がある課題についても、LS 形成が可能であることが確かめられている (Brown et. al., 1959)。アカゲザルに1日に12の課題を与える。1題目は通常の物体弁別課題である。2題目からは手続きが変わり、前の課題の刺激体の一つを新たな刺激と組み合わせ、新しい課題の刺激対にする。新しい方の刺激がいつも正刺激になる。負刺激を持ち越す場合と正刺激を持ち越す場合とで成績に差があるが、16日間の訓練で正反応率は向上し、被験体は平均80%の課題の第1試行において新しい方の刺激を選ぶようになっていく。被験体の行う新旧性の判定が個別的で、刺激限定的であるならば、次々と提示される刺激を通じた課題間学習はありえないはずである。アカゲザルは

「新しいもの」または「古いもの」といった概念的把握を行う能力があるといつてよいであろう。

反応交替および反応持続 LS 形成

被験体が、その刺激を「選んだ」か「選ばなかった」かが、次の選択の決め手になる学習事態についても、LS 形成の事実が報告されている。Brown & McDowell (1963) の反応交替 LS 実験では、アカゲザルに日に24個の2試行課題が与えられた。第1試行では2つの刺激のどちらを選んでも強化される。第2試行では、先に選んだ刺激が負刺激になり、選ばなかった方が正刺激になる。被験体は第1試行で強化された刺激を第2試行目には避けなくてはならないことになる。各課題の第2試行正反応率は漸次向上し、41日目から44日目までの最終訓練ブロックにおける正反応率はほぼ90%のレベルに達した。

選んだ物を「続けて」選ぶことが必要な場合のLS 形成についても、検討がなされている。McDowell & Brown (1963) は上の実験とほぼ同じ方法でアカゲザルを訓練した。各課題の第1試行ではどちらの刺激を選んでも報酬は得られない。そして、第2試行目では先に選んで報酬の得られなかった刺激が正刺激になる。24日間の成績の向上は有意であり、最終訓練ブロックの正反応率はほぼ85%の水準に達した。

異・同性弁別 LS 形成

King & Fobes (1975) は、同じ物の対と異なる物の対との刺激対間の弁別を行わせる場合について、LS 形成の事実を確かめている。等質対と異質対を同時に提示し、どちらかのタイプの対を正刺激として選択を行わせる。対の要素となる刺激は課題ごとに新しいものに変える。1日16課題、1課題3試行、40日間にわたって10頭のノドジロオマキザル (*Cebus capucinus*) を訓練した。等質対を正刺激とする個体と異質対を正刺激とする個体とで多少成績に差がある

が、どちらも訓練の最終段階で80%以上の正反応率を示すに至っている。サルに「同じ物」または「違う物」といった概括化が可能であることは確かである。

仮説理論の問題点

仮説理論は物体弁別LS形成を“object win-stay, lose-shift”の学習による結果であると説明する。ここでいう“win”や“lose”は、「報酬を伴う刺激」「報酬を伴わない刺激」のことであり、概念であるといつてよい。さきに紹介した認知的LS形成の事実は、刺激の認知特徴にもとづく課題間学習が可能であることを明らかにしており、サルが概念を形成する能力を持っていることを証明している。仮説理論が“win”や“lose”を説明概念として仮定する一応の根拠はあるといつてよい。しかし、このことは、LSの本質が「仮説」の学習であるという仮説理論の仮定までを立証するものではない。ちなみに、認知にもとづく学習はLS訓練の早い時期に極限に達してしまうのであり、課題間学習効果のほとんどは後で述べる「注意の学習」によって達成されるという可能性も大いに考えられるのである。仮説理論、特にBessemersらの新たな仮説理論は相当の説得力を持っている。しかし、仮説理論にはまだまだ曖昧な点や不十分な点がある。これらの問題点について指摘しておこう。

過剰訓練の効果

仮説理論に対する実証水準での第1の疑問は、過剰訓練の転移効果に関する研究の結果、仮説学習の条件が主張されているほど単純ではないことが判明してきたことである。過剰訓練(overtraining-OT)とは、被験体が学習基準に達した後、さらに同じ訓練を継続することをいう。OT中サルはほとんどエラーを犯さない。したがって、OTは、仮説理論の予測からすれば、“object win-stay”の学習機会を豊富に提供する訓練であることになる。この予測が正しいのであれば、OTを与えられたサルは、“lose

-shift”遂行についてはともかく、“win-stay”の遂行については優れた結果を示すはずである。

この予測は支持されていない。Ricciardi & Treichler (1970) はリスザルに60日間、3,120試行にわたるOTを与えているが、訓練後の弁別課題での正反応の水準はほぼ60%であり、“win-stay”経験の少ないMDT群の78%より、有意に悪い成績を示した。ただし、これらの値は“win-stay”と“lose-shift”をひくくめた値であり、上の予測を吟味するデータとしては適当ではないかも知れない。しかし、決定的な反証がある。Komaki (1974) はニホンザル(*Macaca fuscata*)に、1,600試行余にわたるOTを与えた後、仮説行動を調べるために特別に考案した2試行課題を学習させた。過剰訓練群のbaited課題(第1試行目に必ず“win”体験を与えるように工夫した“win-stay”行動を調べるための課題)の正反応率は68%で、SRT群の85%より有意に悪かった。SRT群の訓練中の正反応回数は1,100回程度で、OT群の方が400回ほど正反応回数が多い。ところが、OT群の方が逆にこの仮説の遂行成績が劣っていたのである。

告示逆転訓練の効果

一方、仮説の学習に還元できない課題間学習効果のあることも報告されている。Komaki (1977, 1983, 1984) は、告示弁別逆転訓練(informed-reversal training-IRT)というSRTの変型を考案し、正刺激情報と負刺激情報とが課題間転移に対照的な作用をもたらすことを見いだした。各逆転位相の直前に、つぎの逆転の負刺激(前の正刺激)を単独で提示し、反応しても強化されない試行を付加したIRT(NSI訓練)条件では、標準的なSRTに見合う仮説行動が示された。これとは対照的に、次の逆転の正刺激を単独で提示し、それへの反応を強化するIRT(PSI訓練)条件の個体の仮説行動は、“win-stay”と“lose-shift”の双方についてNSI条件より有意に劣るだけでなく、統制のOT条件個

体と等しい低い水準にあった。

仮説理論の原理を適用した場合、NSI 訓練は“lose-shift”仮説の学習を付加する訓練であることになる。一方、PSI 訓練は次の正刺激への反応を強化する意味で“win-stay”仮説の学習を補強していることになる。したがって、仮説理論からは、PSI 群は NSI 群より“win-stay”行動について優れ、NSI 群は PSI 群より“lose-shift”行動について優れることが予測されるはずである。しかし、結果はそうならなかった。IRT の途中と終了後に与えた 2 試行課題テストの成績では、先に示した通り、PSI 群の一般的な仮説行動の劣勢が示された。

Komaki (1991) は、さらに、告示逆転訓練から oddity 学習への転移条件において NSI 訓練と PSI 訓練との転移作用の違いが現れることを見いだした。逆転訓練と oddity 学習とでは妥当な仮説が相違するとされる (Levine, 1965)。したがって、仮説理論からは IRT による oddity 学習の妨害は予測できても、両種の IRT の作用の違いを予言することはできないはずである。しかるに、NSI 群は PSI 群ならびに OT 群より有意に優れた oddity 学習を示した。PSI 訓練と NSI 訓練の転移作用の違いは、“object win-stay, lose-shift”仮説の通用するテスト課題だけではなく、異なる仮説が妥当な課題についても現れるのである。これは転移作用の違いを生み出している要因が仮説学習とは異質のものであることを意味している。両 IRT バリエーションの手続き上の違いが、強化情報か非強化情報かという点に凝集されるという点に注目し、小牧 (1985) は LS 効果の「注意理論」を提起した。その基本となる考え方は、報酬への期待が充足されない時、サルは状況に対して注意深く、また慎重になるであろうという仮定である。注意反応を含んだこうした行動パターンが反復を通じて学習されることにより、「注意の学習」が成立し、このことによって後続の学習が一般に促進されることになる。彼は考えている。LS 訓練が逐次的に与える課題の構造に関する学習を

もたらすことは確かである。仮説の学習がこれに当たる。一方、LS 訓練の非強化にかかわる成分は、特定の条件が満たされた時、注意の学習を成立させると推測することが可能である。仮説の要因と注意の要因、この二つがともに課題間学習効果としての LS 形成に貢献しているのではないかと思われる。

おわりに

LS 形成を知的能力のテストに用い、系統発生水準に沿った異種動物の比較を行う試みがなされたことがある (Harlow, 1949)。しかし、発生水準と LS 形成速度とが対応しない事例のあることが指摘されている (Mackintosh, 1988)。能力比較それ自体にも方法論的な問題がある。LS 形成の速度は訓練課題の難易度に左右されることが分かっている (小牧, 1966)。やさしい課題で訓練する方が LS は速やかに形成されるのである。したがって、訓練課題の難易度を比較を行う種の間で揃えないことには、比較は無意味になる。

LS 形成といった単一の指標を単純に比較することにどれだけの心理学的な意味があるか疑問である。動物の種はそれぞれに完結した行動の体制を樹立しており、個々の行動はその体制の中でその種固有の意味を与えられていると考えられる。LS 形成の速度を測定するよりも、LS 形成の行動的な意味を種ごとに探っていくことのほうが、その種の行動をよりよく理解することにつながっていくのではあるまいか。

REFERENCES

- Bessemmer, D. W., & Stollnitz, F. 1971 Retention of discriminations and an analysis of learning set. In Schrier, A. M., & Stollnitz, F. (Eds) *Behavior of nonhuman primates*, Vol. 4, Pp. 2-58. New York and London: Academic Press.
- Brown, W. L., Overall, J. E., & Blodgett, H. C. 1959 Novelty learning sets in rhesus monkeys.

- Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **52**, 330-332.
- Brown, W. L., & McDowell, A. A. 1963 Response shift learning set in rhesus monkeys. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **56**, 335-336.
- Deets, A. C., Harlow, H. F., & Blomquist, A. J. 1970 Effects of intertrial interval and trial 1 reward during acquisition of an object discrimination learning set in monkeys. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **73**, 501-505.
- Fletcher, H. J., & Cross, H. A. 1964 Effects of trial 1 reward contingency, intertrial interval, and experience on intraproblem discrimination performance of monkeys. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **57**, 318-320.
- Harlow, H. F. 1949 The formation of learning sets. *Psychological Review*, **56**, 51-65.
- Harlow, H. F. 1950 Analysis of discrimination learning by monkeys. *Journal of Experimental Psychology*, **41**, 26-39.
- Harlow, H. F. 1959 Learning set and error factor theory. In Koch, S. (Ed) *Psychology: A study of a science*, Vol. 2, Pp. 492-537. New York: McGraw-Hill.
- Harlow, H. F., & Hicks, L. H. 1957 Discrimination learning theory: Uniprocess vs. duoprocess. *Psychological Review*, **64**, 104-109.
- Hull, C. L. 1952 *A behavior system: An introduction to behavior theory concerning the individual organism*. New Haven: Yale University Press.
- King, J. E., & Fobes, J. L. 1975 Hypothesis analysis of sameness-difference learning-set by capuchin monkeys. *Learning and Motivation*, **6**, 101-113.
- Köhler, W. 1925 *The mentality of apes*. New York: Harcourt, Brace & World.
- 小牧純爾 1966 Learning Set についての考察—文献展望— *心理学評論*, **10**, 39-59.
- Komaki, J. 1974 The influence of overtraining and successive reversal training on strategic behavior of Japanese monkeys. *Japanese Psychological Research*, **16**, 149-156.
- Komaki, J. 1977 Informed discrimination reversals and strategy learning of Japanese monkeys. *Japanese Psychological Research*, **19**, 166-173.
- 小牧純爾 1983 2 試行課題で用いたテスト刺激対の妥当性について 金沢大学文学部論集, 行動科学科篇, **4**, 13-25.
- Komaki, J. 1984 Information trial and successive reversal training effect in Japanese monkeys. *Japanese Psychological Research*, **26**, 103-109.
- 小牧純爾 1985 仮説と注意—学習セットについての考察— *心理学評論*, **28**, 572-596.
- Komaki, J. 1991 Positive-stimulus information is not “positive” for indirect transfer: Influence of successive informed-reversal training on oddity learning in Japanese monkeys. *Japanese Psychological Research*, **33**, 168-179.
- Krechevsky, I. 1932 Hypothesis in rats. *Psychological Review*, **39**, 516-532.
- Leary, R. W. 1958 The temporal factors in reward and nonreward of monkeys. *Journal of Experimental Psychology*, **56**, 294-296.
- Levine, M. 1959 A model of hypothesis behavior in discrimination learning set. *Psychological Review*, **66**, 353-366.
- Levine, M. 1965 Hypothesis behavior. In Schrier, A. M., Harlow, H. F., & Stollnitz, F. (Eds) *Behavior of nonhuman primates*, Vol. 1, Pp. 97-126.
- Mackintosh, N. J. 1974 *The psychology of animal learning*. London, New York, San Francisco: Academic Press.

- Mackintosh, N. J. 1988 Approaches to the study of animal intelligence. *British Journal of Experimental Psychology*, **79**, 509-525.
- McDowell, A. A., & Brown, W. L. 1963 Learning mechanism in response perseveration learning set. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **56**, 1032-1034.
- Moon, L. E., & Harlow, H. F. 1955 Analysis of oddity learning by rhesus monkeys. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **48**, 188-194.
- Motoyoshi, R. 1962 Uniprocess vs. duoprocess in monkey's discrimination learning. *Annual of Animal Psychology*, **12**, 61-68.
- Ricciardi, A. M., & Treichler, F. R. 1970 Prior training influences on transfer to learning set by squirrel monkeys. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **73**, 314-319.
- Riopelle, A. J. 1953 Transfer suppression and learning set. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **46**, 108-114.
- Rumbaugh, D. H., & Enslinger, L. W. 1964 Discrimination reversal training with single and multiple stimulus pairs in the squirrel monkey. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **57**, 304-306.
- Schrier, A. M. 1966 Transfer by macaque monkeys between the learning-set and repeated-reversal tasks. *Perceptual and Motor Skills*, **23**, 787-792.
- Schrier, A. M. 1969 Learning set without transfer suppression: A replication and extension. *Psychonomic Science*, **16**, 263-264.
- Schrier, A. M. 1974 Transfer between the repeated reversal and learning set tasks: A reexamination. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **87**, 1004-1010.
- Schusterman, R. J. 1964 Successive discrimination-reversal training and multiple discrimination training in one-trial learning by chimpanzees. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **58**, 153-156.
- Shaffer, O. 1967 Role of object-discrimination responses in oddity. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **63**, 361-365.
- Singh, S., & Lewis, J. K. 1974 An evaluation of transfer suppression phenomenon at different stages of learning-set formation. *Primates*, **15**, 205-208.
- Spence, K. W. 1956 *Behavior theory and conditioning*. New Haven: Yale University Press.
- Thomas, R. K., & Boyd, M. G. 1973 A comparison of *Cebus albifrons* and *Saimiri sciureus* on oddity performance. *Animal Learning & Behavior*, **1**, 151-153.
- Thorndike, E. L. 1931 *Human learning*. New York and London: The Century Co.
- Tolman, E. C. 1951 *Collected papers in psychology*. Berkeley and Los Angeles: University of California Press.
- Warren, J. M. 1966 Reversal learning and the formation of learning sets by cats and rhesus monkeys. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **61**, 421-428.