

# ハトにおける刺激等価性

——対称性成立の検討——

坂 根 照 文

## はじめに

異なる諸刺激に対して動物が同一の反応を行う時、それらの刺激は等価 (equivalent) である、あるいは等価関係 (equivalent relations) にあるといわれる。刺激等価性の研究は Sidman (1971) に始まる。Sidman と Tailby (1982) に従えば、いくつかの刺激が等価関係にあるとき、それらの刺激について反射性 (reflexivity), 対称性 (symmetry), 推移性 (transitivity) のすべてが成立しなければならない。条件性弁別課題を学習させたのち、いままで経験したことのない新しい刺激について訓練を受けないでも、ヒトは対称性や推移性に従った選択反応を行う。これは成人や幼児だけでなく (Sidman et al., 1982), 精神遅滞児でもそうであることが報告されている (Sidman et al., 1985; Davany et al., 1986)。

ヒト以外の動物において、刺激等価性の要件である対称性と推移性が成立するかについての研究が盛んに行われている。条件性弁別課題を学習したサルは推移性を示したが (D'Amato et al., 1985), 対称性は示さなかった (Sidman et al., 1982)。しかし、各々の刺激に異なる反応を条件づけることによってサルは対称性も推移性も示したという報告もある (McIntire et al., 1987)。チンパンジーは推移性 (山本・浅野, 1988) も対称性 (Tomonaga et al., 1991) も示し本研究の一部は日本心理学会第 57 回大会 (1993) で発表された

た。ハトを用いた研究は、これに対して、推移性や対称性が形成されない (Lipkens et al., 1988) という報告, 推移性が成立しないという D'Amato 等 (1985) の研究や, 推移性の成立を示唆する報告がある (Urcuioli et al., 1989; Vaughan, 1988)。サルやチンパンジーでは対称性と推移性とが成立すると考えられるがハトについては対称性や推移性が成立するかについて現状では確定的なことは言えない。

ヒト以外の動物についての研究では、しかし、注目すべき事項、しかもこれまで指摘されてこなかった事項がある。先に指摘したとおり (坂根, 1992)、ヒト以外の類人猿、サルやハトを被験体とした研究において、対称性や推移性の成立の検討は、新しい学習課題の転移を検討した研究 (例えば D'Amato et al., 1985) を除けば、ヒトを被験者とした研究と基本的に同じ手続きで行われている。対称性や推移性の成立の検討は、プローブテスト法を用いて行われている。プローブ法による対称性のテストは、条件性弁別課題の学習後、それまでに訓練されてきた見本刺激と比較刺激とを逆にした刺激配置で行われる。この刺激配置は被験体にとってもちろん初めて経験する事態である。プローブ法による推移性のテストは、2つの条件性弁別課題の学習後、ひとつの課題の見本刺激ともうひとつの課題の比較刺激という刺激配置で行われる。この刺激配置も被験体にとって初めて経験する事態である。対称性や推移性が成立していれば、初めて経験する刺激配置においても、対称性や推移性にしがった選択反応が当然行われるはずであると予想、あるいは期待されるが、その様な予想なり期待は正当であろうか。とりわけそれまでに実験経験のないサルやハトの動物にそれを期待することは正当であろうか。

ヒトは幼児を含めて、対称性や推移性にしがった選択行動や推論を、たとえ完全な形態でないにせよ、日常生活の様々な場面で行っていると考えられる。むしろ、対称性や推移性にしがった選択行動や推論を全く行っていないと考えるのは不自然である。言語を用いた場面では対称性や推移性にしがった推論を行っていることは論を待たない。ヒトを含めた動物の行動のかなりの部分が経験を通して習得された、学習によって獲得されたことをふまえれば、ヒト

は日常生活での様々の刺激のもとでの対称性や推移性にしたがった選択反応をととして、「対称性や推移性にしたがった反応の仕方」を習得したと考えるほうが妥当であろう。この考えに従うのならば、「対称性や推移性にしたがった反応の仕方」を習得しているヒトでは対称性と推移性が容易に成立するのは当然であろう。「対称性や推移性にしたがった反応の仕方」を習得する機会のない、習得していないヒト以外の動物では、それが成立しないのも当然であろうと考えられる。さらに、この考えに従うならば、「対称性や推移性にしたがった反応の仕方」をあらかじめ学習した動物はその様な反応の仕方、つまり対称性や推移性が成立し得ると予想されうる。本研究では、ハトに複数の刺激を用いて条件性弁別課題を学習させた。そこで用いられる刺激の一部は相互に対称性の関係にあり、それを経験することが対称性の成立にいかなる効果をもたらすかを検討した。

## 方 法

### 被 験 体

雄の伝書バト (*Columba livia*) 2羽, #51 と #52 とを被験体に用いた。この2羽の被験体は、本研究の第1課題と同一の刺激条件のもと、本研究と同一の課題であるゼロ遅延条件性弁別課題の訓練を170日受けた経験があった。被験体の体重は、実験期間中、自由摂食時のその80~85%に維持された。被験体はホーム・ケージでは水と塩土を自由に摂取できた。

### 装 置

Ralph Gerbrands 社製スキナー箱, 型番 G7463 を用いた。内寸法は縦 27.5 cm, 横 26.4 cm, 高さ 29.5 cm であり, 床上 20 cm に直径 19 mm の半透明プラスチック製の円形反応キーが3つ水平一列に並んであった。キーとキーとの中心間距離は 9.0 cm であった。

Industrial Electronics Engineering 社製 In-Line Projector, SERIES 10 を用いて, キーの背後から, 白色, 赤, 緑, 正方形, 倒立正三角形, 縦縞, 横縞

の各刺激が投射された。赤、緑は、それぞれ Kodak 社製 Wratten フィルター # 29, # 61 を用いて投射された。正方形、倒立正三角形は黒地に白色光で投射された。正方形は、投射像の一辺が 9 mm であり、倒立正三角形は、投射像の一辺が 12 mm であった。また、縦縞、および横縞は、その投射像が、中央が幅 3 mm の黒棒で、それを幅 4 mm の白棒が左右、あるいは上下に挟む縞目であった。

スキナー箱は Ralph Gerbrands 社製防音箱 G7211 の中に置かれた。防音箱の換気扇の排気音、および白色雑音を提示して、外部騒音をマスクした。なお音圧は、スキナー箱中央部で、75dB SPL であった。

28V, 40mA の白色光をスキナー箱上 5 cm に提示し、照明とした。

著者の設計制作したインターフェイス (坂根, 1984) を通して、シャープ社製マイクロコンピュータ MZ-80B によって、実験の制御とデータの記録がおこなわれた。

## 手 続

### 予 備 訓 練

autoshaping (Brwon & Jenkins, 1968) の手続を用いて、被験体に、白色中央キーをつつく反応を習得させた後、白色中央キーをつつく反応を連続強化で、1日 50 試行訓練した。強化は配合資料 3 秒間提示であった。次に、左、中央、右の 3 つのキーの 1 つにランダムに白色を提示し、それをつつく反応を連続強化で訓練した。1日 54 試行で、2 日間の訓練が行われた。

### ゼロ遅延条件性弁別課題訓練

以上の予備訓練終了後、ゼロ遅延条件性弁別課題の訓練が行われた。各試行は中央キーに白色光の提示によって開始された。中央キーにつつき反応 FR1 で白色光が消え、替わりに見本刺激が中央キーに提示された。見本刺激につつき反応 FR10 で中央キーの見本刺激は消え、同時に左右のキーに比較刺激が提示された。表 1 に示した対応関係に合致する比較刺激に対するつつき反応 FR10 を正反応とし、混合資料を 3 秒間提示して強化した。その後 15 秒間の試

表1 条件性弁別課題での見本刺激と比較刺激との対応関係

被験体番号	見本刺激	比較刺激	
# 51 第1課題	倒立三角形	→ 緑	
	正方形	→ 赤	
	緑	→ 縦縞	
	赤	→ 横縞	
	第2課題	縦縞	→ 緑
		横縞	→ 赤
# 52 第1課題	倒立三角形	→ 赤	
	正方形	→ 緑	
	赤	→ 縦縞	
	緑	→ 横縞	
	第2課題	縦縞	→ 赤
		横縞	→ 緑

行間隔をおいて次の試行が開始された。

表1の対応関係に合致する比較刺激に対するつつき反応FR10を完了する前に、もう一つの、対応関係に合致しない比較刺激へ少なくとも1回つつき反応を行った場合を含めて、対応関係に合致しない比較刺激への1回のつつき反応を誤反応とした。誤反応にはTimeout 5秒を伴い、その後15秒間の試行間隔をおいて次の試行が開始される非矯正法を用いた。強化時とTimeout時以外は、ハウスライトは点灯されていた。

第1課題の4種類の見本刺激のもと正反応の強化率100%、1日96試行の訓練がまず行われた。こ

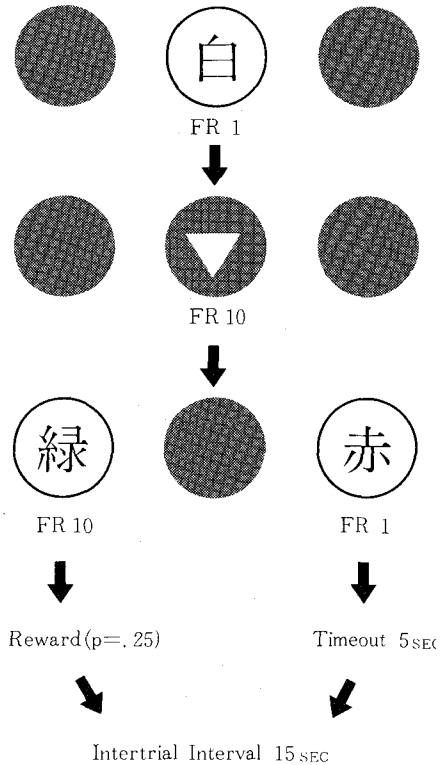


図1 条件性弁別訓練の手続き

の訓練が22日間行われた後、第1課題の刺激条件に第2課題の刺激条件を加えた6種類の見本刺激で1日120試行での訓練が6日間行われた。この間の強化率は100%であった。その後正反応の強化率33.3%、1日180試行で13日間の訓練が行われ、それに引続き、正反応の強化率25.0%、1日240試行で24日間の訓練が行われた。図1に条件性弁別課題訓練の手続を示した。

**プローブテスト試行**

対称性成立を検討するために、表2に示すように緑あるいは赤を見本刺激とし、倒立三角形と正方形とを比較刺激とするプローブテスト試行が通常の正反応の強化率25.0%、1日240試行の訓練に加えられた。プローブ試行では、倒立三角形と正方形のどちらの比較刺激につき反応をしても、FR1で左右の比較刺激は消え、強化もTimeoutも伴わずに試行間隔が開始された。図2にプローブ試行の手続を示した。比較刺激が提示されてから60秒以内に反応が行われない場合、「無反応」とし、比較刺激は消え、試行間隔が開始され

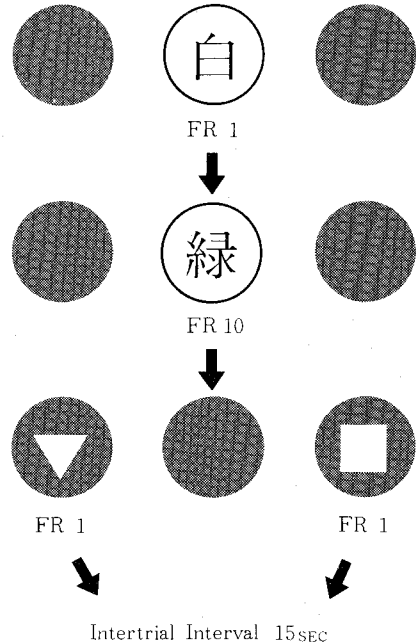


図2 プローブテスト試行の手続き

表2 Probe 試行での見本刺激と比較刺激

被験体番号	見本刺激	比較刺激
# 51	緑	倒立三角形 正方形
	赤	倒立三角形 正方形
# 52	緑	倒立三角形 正方形
	赤	倒立三角形 正方形

(註) 比較刺激のうち下線をひいた刺激は見本刺激と対称性の関係にある。

た。

プローブ試行では、見本刺激2種類と比較刺激の提示位置2種類とで、4種類の刺激の組合せができる。その組合せを2試行ずつ計8試行が通常の240試行の訓練に加えられた。第61, 86, 111, 136, 161, 186, 211, 236試行をプローブ試行とした。8試行のプローブ試行を含む訓練は1日おきに5日間行われた。計40試行のプローブ試行が行われた。

## 結果と考察

方法の項で述べたとおり、被験体は条件性弁別課題の訓練を長期間受けた。本研究に先だって、170日間の訓練を受けていた。本研究での具体的な試行数をあげれば、倒立三角形、正方形、緑、赤についてはそれぞれ65日間1,998試行、縦縞、横縞についてはそれぞれ43日間1,470試行の訓練を受けた。このように多大の訓練を受けて、プローブテスト試行が行われる直前での弁別課題の正反応率は、図3に示すとおり、2羽の被験体とも非常に高かった。直前5日間の平均正反応率は、#51が98.1%、#52が98.2%であった。1日8試行のプローブ試行が加えられた5日間での弁別課題の正反応率も非常に高く、平均正反応率は、#51が96.3%、#52が98.1%であった。

5日間40試行のプローブ試行で、比較刺激が提示されてから60秒以内に被験体は選択反応をすべての試行で行ったわけではない。#51は、見本刺激緑が提示された20試行中18試行選択反応した。見本刺激赤が提示された20試行中17試行反応した。併せると、40試行中選択反応を行ったのは35試行で、87.5%であった。

被験体#51の選択反応の結果は図4の上を示したとおりである。見本刺激緑が提示された試行で、比較刺激のうち倒立三角形を選んだのは13試行、正方形を選んだのは5試行で、二項検定の結果 $P < 0.05$ で倒立三角形を選んだ。見本刺激赤が提示された試行で、比較刺激のうち倒立三角形を選んだのは3試行、正方形を選んだのは14試行で、 $P < 0.01$ で正方形を選んだ。つまり、#51は緑については倒立三角形、赤については正方形を選択した。この被験体は倒立三

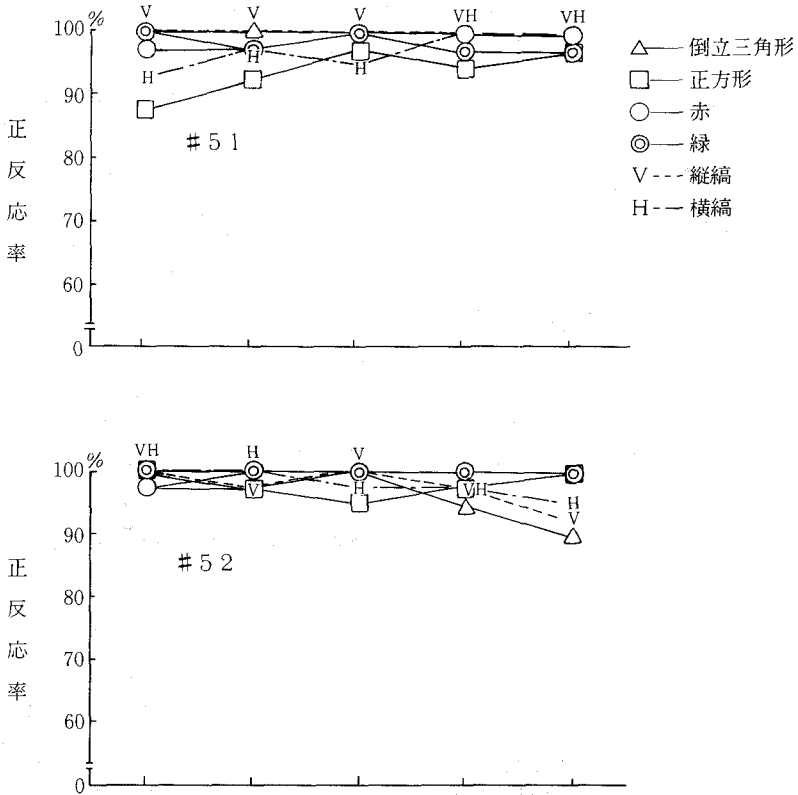


図3 条件性弁別訓練での最終5日間の正反応率

角形→緑，正方形→赤の条件性弁別課題訓練を受けており，プローブ試行での選択反応は，すでに学習した見本刺激→比較刺激とは対称的な関係にある刺激を選択したことを示している。

被験体#52は，見本刺激緑が提示された20試行中选择反応をしたのは6試行だけで，残りの14試行では比較刺激が提示されてから60秒以内に選択反応を行わなかった。見本刺激赤が提示された20試行については，反応をしたのは7試行で，残りの13試行では反応を行わなかった。選択反応の結果は図4の下に



ハトにおける刺激等価性

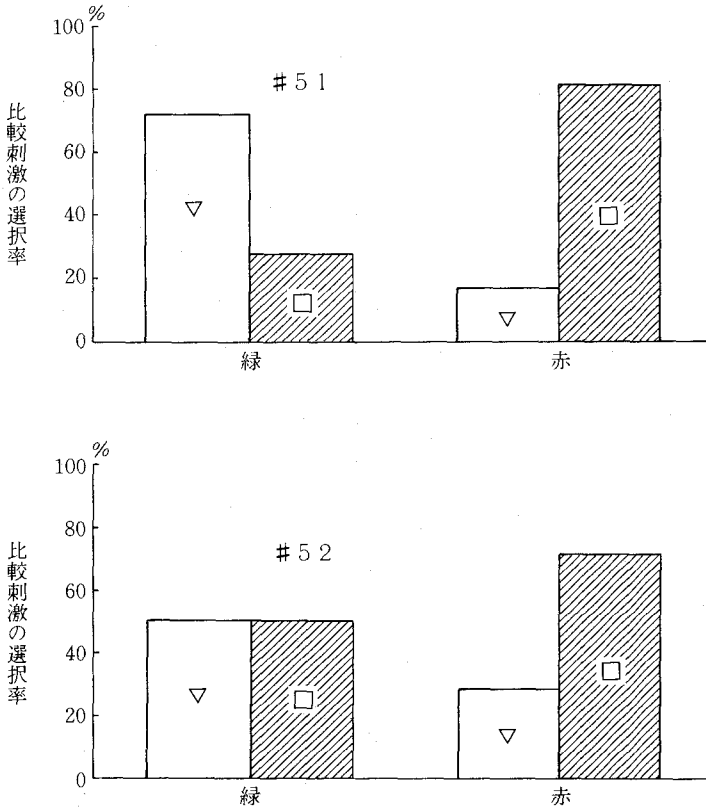


図4 対称性プローブテスト試行での選択反応

示したとおりである。見本刺激緑が提示され比較刺激に反応を行った6試行中、倒立三角形を選択したのが3試行、正方形を選択したのが3試行で、選択反応はチャンスレベルであった。見本刺激赤が提示され比較刺激に反応を行った7試行中、倒立三角形を選択したのが2試行、正方形を選択したのが5試行であって、 $P > 0.05$ で倒立三角形と正方形とのどちらか一方をより多く選択したとはいえない。

刺激等価性成立の3要件のひとつである対称性を本実験の2羽の被験体のう

ちの1羽が示した。ハトは対称性を示さないと考えられてきたが、ハトでもヒト、サル、類人猿と同じく対称性が成立し得る。先に述べたとおり、ヒトでは成人でも幼児でも精神遅滞児でも対称性や推移性が成立するが、ここで注意しなければならないのは、精神遅滞児でも言語能力のない場合は対称性も推移性もともに成立しなかったという Devany 等(1986)の報告である。言語の運用では、シンボルあるいはサインとその指示物(referent)との連合は経験をとおして獲得され、しかもそれは単方向性ではなく双方向性の連合である。言い換えれば、ヒトは言語の運用をとおして、種々のシンボルとその指示物との条件性の連合を獲得しているだけでなく、シンボルとその指示物との対称性や推移性も併せて経験し、その経験によって、対称性や推移性に合致する連合の仕方をも獲得していると考えられる。類人猿でも対称性や推移性が成立する報告があるが、それはシンボルを用いた「人工言語」を習得しているチンパンジーであったり(山本・浅野)、「人工言語」を習得していないが見本合せ課題や条件性弁別課題の学習経験のあるチンパンジーである(Tomonaga et al)。「人工言語」の習得やその使用をとおして、あるいは見本合せ課題や条件性弁別課題の学習をとおして、チンパンジーもヒトと同じく対称性や推移性にしたがう反応の仕方を獲得したと考えても妥当であろう。同じ事態はハトについても当然当てはまる。対称性にしたがう選択反応の仕方を実際に訓練されたハトは対称性を示し得るのである。推移性をハトが示さないのも、ハトにその様な選択反応を行う経験が無いからであろうと考えられる。対称性にしたがう選択反応の訓練で、何が重大な要因であるかは今後明らかにしなければならない。

## References

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

- Devany, J. M., Hayes, S. C., & Nelson, R. O. (1986) Equivalence class formation in language-able and language-disabled children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 46, 243-257.
- Lipkens, R., Kop, P. F. M., & Matthijs, W. (1988) A test of symmetry and transitivity in the conditional discrimination performances of pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 49, 395-409.
- McIntire, K., Cleary, J., & Thompson, T. (1987) Conditional relations by monkeys: Reflexivity, symmetry, and transitivity. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 47, 279-285.
- 坂根照文 (1984) マイクロコンピュータによる心理学実験の制御について. 愛媛大学法文学部論集 文学科編, 第 17 号, 139-153.
- 坂根照文 (1990) ハトにおける刺激等価性の形成. 愛媛大学法文学部論集 文学科編, 第 23 号, 67-75.
- 坂根照文 (1992) 刺激等価性の成立要件について. 愛媛大学法文学部論集 文学科編, 第 25 号, 65-75.
- Sidman, M. (1971) Reading and auditory-visual equivalence. *Journal of Speech and Hearing Research*, 14, 5-13.
- Sidman, M., Kirk, B., & Willson-Morris, M. (1985) Six-member stimulus classes generated by conditional-discrimination procedures. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 43, 21-42.
- Sidman, M., Rauzin, R., Lazar, R., Cunningham, S., Tailby, W., & Carrigan, P. (1982) A search of symmetry in the conditional discriminations of rhesus monkey, 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.
- Tomonaga, M., Matuzawa, T., & Fujita, K. (1991) Emergence of symmetry in a visual conditional discrimination by chimpanzees (*Pan Troglodytes*). *Psychological Reports*, 68, 51-60.
- Urciuoli, P. J., Zentall, T. R., Jackson-Smith, P., & Steirn, J. N. (1989) Evidence for common coding in many-to-one matching: Retention, intertrial interference, and transfer. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 15, 264

-273.

Vaughan, W., Jr. (1988) Formation of equivalence sets in pigeons. *Journal of Experimental Psychology : Animal Behavior Processes*, 14, 36-42.

山本淳一・浅野俊夫 (1988) チンパンジーにおける「刺激等価性」(II)——「対称性(symmetry)」と「推移性(transitivity)」の関係 日本心理学会第52回大会 広島.