

刺激等価性の成立条件について

坂 根 照 文

1982年, Sidman 等が条件性弁別課題の訓練により, “If...then...” による反応様式 (Carter & Werner, 1978) ではなく, 訓練に使用されたいくつかの刺激の間に等価関係が成立したか否かを検討するための要件として, それらの諸刺激間で数学・論理学の同値律, つまり反射性 (reflexivity), 対称性 (symmetry), および推移性 (transitivity) が満たされなければならないことを示唆した。

Table 1 The Equivalence Relation

Equivalence Relations must be:

1. Reflexive: aRa
 2. Symmetric: If aRb , then bRa
 3. Transitive: If aRb and bRc , then aRc
-

(from Sidman et al., 1982)

さらに Sidman 等は, それらの刺激が対称性と推移性とを満たすか否かのテスト法を同時に提唱し, 4歳から7歳までの健常児, アカゲザル, アヌビスヒヒを被験者あるいは被験体として, いくつかの刺激間に対称性と推移性とが成立したかを検討した (Sidman et al., 1982; Sidman & Tailby, 1982)。

対称性とは, aRb と bRa とがともに成り立つことである。行動の上で, そ

れは次のとおりに、検討することができる。彼等の研究にしたがって、条件性弁別課題で用いられる刺激をA 1, A 2, B 1, B 2としよう。見本刺激A 1が提示されたとき、動物が比較刺激B 1とB 2のうちでB 1を選べば正反応であり、報酬を与えられる。B 2を選べば誤反応であり、報酬は与えられない。見本刺激A 2が提示されたとき、B 2を選べば正反応である。この条件性弁別課題を学習した後、見本刺激と比較刺激とを逆にして、被験体の選択反応をテストする。つまり、見本刺激B 1を提示し、比較刺激A 1とA 2とからA 1を選択すれば、さらにまた見本刺激B 2を提示し、比較刺激A 1とA 2とからA 2を選択すれば、対称性が成立しているとする。ここで重要なのは、テスト時の刺激配置、つまりB 1, またはB 2を見本刺激とし、A 1とA 2とを比較刺激とする刺激配置の訓練を被験体が受けていない点である。

推移性とは、aRb であり更に bRc であるときに、aRc が成り立つことである。それが成立しているかの検討は、行動の上で、次のとおりに行なわれる。条件性弁別課題で用いられる刺激をA 1, A 2, B 1, B 2, C 1, C 2としよう。見本刺激A 1が提示されたとき、動物が比較刺激B 1とB 2のうちでB 1を選べば正反応で、報酬を与えられる。B 2を選べば誤反応である。見本刺激A 2が提示されたとき、B 2を選べば正反応である。見本刺激B 1が提示されたとき、動物が比較刺激C 1とC 2のうちでC 1を選べば正反応である。見本刺激B 2が提示されたとき、C 2を選べば正反応である。この条件性弁別課題を学習した後、見本刺激A 1を提示し、比較刺激C 1とC 2とからC 1を選択すれば、さらにまた見本刺激A 2を提示し、比較刺激C 1とC 2とからC 2を選択すれば、推移性が成立しているとする。ここで重要なのは、A 1, またはA 2を見本刺激とし、C 1とC 2とを比較刺激する訓練を被験体が受けていない点である。

1982年の Sidman 等の研究をきっかけとして、対称性と推移性とを成立要件とする刺激等価性の研究が児童、成人だけでなく、サル、ハトと被験体として、盛んに行なわれるようになった。それらの研究をとおしてみると、健常児であれ遅滞児であれ、児童や成人では、条件性弁別訓練をとおして、対称性や推移

性にしたがった選択反応が、もとの訓練で使用された刺激に対して、行なわれるのであるが (Lazar et al., 1984; Sidman et al., 1982; Sidman et al., 1985; Sidman & Tailby, 1982), ハトでは対称性や推移性が成立したという報告はなく (D'Amato et al., 1985; Lipkens, et al. 1988; 坂根照文, 1990), サルやヒトではそれが成立したという確かな証明はない (D'Amato et al., 1985; McIntire et al., 1987; Sidman et al., 1982)。

被験体の種のちがいによって、対称性や推移性が成立するかないかのちがいの原因は種々考えられるが、最も有力な理由として、実験方法、特に訓練手続きの上になんかそれがあると考えられる。そこでこれまでの研究のいくつかを取りあげて、その実験方法を詳細に検討してみよう。

ヒトにおける等価関係

ヒトを被験者とした等価関係成立の研究のうち、代表的な Sidman 等の実験をまず取りあげよう。

対称性についての Sidman et al. (1982) の実験

実験の目的は、条件性弁別課題の訓練によって等価関係のうちの対称性が成立するかを明らかにすることであった。被験者は4歳8ヶ月から5歳9ヶ月の健常児6人であった。

訓練の手続きと使用された弁別刺激はつぎのとおりであった。まず「垂直線」と「水平線」とを見本刺激と比較刺激として、見本合せ課題 *matching to sample task* の訓練を行なった。それに続いて、「緑」と「赤」とを見本刺激と比較刺激として追加し、見本合せの課題の訓練を行なった。さらにその後、「垂直線」と「水平線」とを条件刺激、「緑」と「赤」とを比較刺激として、条件性弁別課題 *conditional discrimination take* の訓練を、見本合せ課題の訓練と併行して行なった。

「垂直線」、「水平線」、「緑」、「赤」を見本刺激とする見本合せ課題と「垂直

線」と「水平線」を条件刺激とする条件性弁別課題の成績がそれぞれ90%以上になるまで各課題を訓練した後、条件性弁別課題での条件刺激と比較刺激とを逆にした刺激配置、つまりそれまでに被験者が経験しなかった刺激配置である、「緑」と「赤」とを条件刺激、「垂直線」と「水平線」とを比較刺激とする選択テストが行なわれ、対称性にしたがった刺激を被験者が選択するか否かが検討された。なお対称性のテストでは、被験者はどちらの刺激を選択しても強化されない probe テストの形式で行なわれた。

実験の結果、児童6人のうち4人が対称性にしたがった刺激を選択し、彼等の選択率は80~100%であった。

推移性についての Sidman & Tailby (1982) の実験

この実験の目的は、条件性弁別課題の訓練によって等価関係のうちの推移性が成立するかを明らかにすることであった。被験者は5歳0ヶ月から7歳5ヶ月の健常児8人であった。

訓練の手続きの詳細はすでに述べたので(坂根, 1986)、ここでは条件性弁別課題で用いられた弁別刺激と実験の概要とを Fig.1 に示した。

被験者が訓練を受けたのは、Fig.1 で実験の矢印で示された AB, AC, DC の3つの弁別課題である。この3つの課題の学習後、推移性と対称性のテストが破線の矢印で示された CB, BC, AD, BD, DB について、probe テストの形式で行なわれた。その結果、児童8人のうち6人が推移性と対称性にしたがった刺激を選択し、選択率はいずれもがほぼ90%以上であった。

ここに詳しく検討したとおり、ヒトにおいては、条件性弁別課題の訓練を受けることによって、その課題で用いられたいくつかの刺激について、推移性と対称性が成立した。しかも重要なのは、推移性や対称性にしたがった刺激の選択反応の訓練を全く受けずに、推移性や対称性にしたがった選択反応が行なわれた点である。

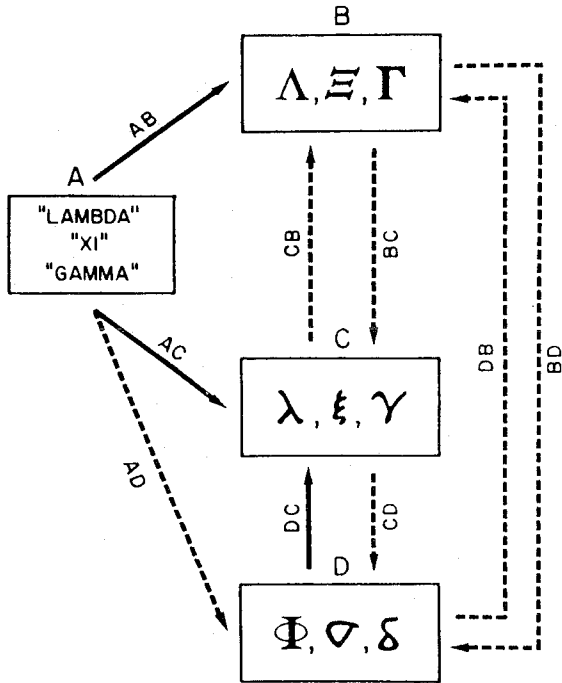


Fig. 1 The equivalence paradigm in the experiment. The stimuli are set of dictated greek letter names (Set A) and three sets of printed Greek letters (Sets B, C, and D), three letters in each set. Arrows point from sample stimuli (only one presented at a time) to comparison stimuli. The solid arrows AB, AC, and DC represent conditional relations that are explicitly taught to the subjects. The broken arrows CB, BC, AD, CD, BD, and DB represent conditional relation that are tested after others have been explicitly taught. (from Sidman & Tailby, 1982)

動物における等価関係

先に、児童において対称性が成立することを Sidman et al. (1982) は示したが、彼等は、ヒトに対して行なったのと基本的に同じ弁別刺激と訓練の手続きにより、アカゲザルとアヌビスヒヒとに対称性が成立するかを検討した。

その結果、ヒトとほぼ同様の訓練を受け、対称性をテストされた3頭のアカゲザルでは、対称性にしたがった刺激の選択率は55%、52%、49%でほぼチャンスレベルであり、対称性をしたがった選択反応を示さなかった。また、2頭のアヌビスヒヒについても同様に、テスト時の選択率は46%と49%でほぼチャンスレベルであり、対称性にしたがった選択反応を示さなかった。

つぎに、ハトを被験体としては、Lipkens 等の研究をとりあげよう。

対称性と推移性についての Lipkens et al. (1988) の実験

実験の目的は、条件性弁別彼等の訓練によって等価関係の対称性と推移性が成立するかを明らかにすることであった。被験体は実験経験のないハトであった。

訓練の手続きと使用された弁別刺激は Fig.2 のとおりであった。まず、「赤」と「緑」とを条件刺激、「左右2つの橙色」とを比較刺激として、条件性弁別課題の訓練を行い、続いて「左右2つの橙色」を条件刺激、「黒の垂直線」と「白」とを比較刺激として、2つの条件性弁別課題の訓練を併行して行なった。正答率が90%以上になるまで学習させた後、Fig.2 の破線で示されたBA、CB、CAの対称性と、推移性ACとが probe テスト法を用いて検討された。

その結果、対称性についても推移性についても、刺激の選択率はともにほぼ50%であり、ハトでは、対称性も推移性も成立しなかった。

推移性については D'Amato 等 (1985) が、2つの条件性弁別課題の訓練を受けたオマキザルでそれが成立したと示唆している。しかし、D'Amato 等の実験では、被験体はそれ以前に、見本合せ課題と条件性弁別課題とを非常に広

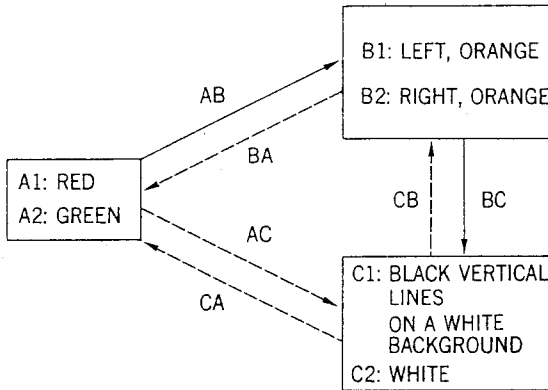


Fig. 2 Each box represents a set of two stimuli. Arrows points from sample to comparison stimuli. For a given sample stimulus, the correct comparison is designated by the same number. The solid arrows (AB and BC) represent conditional relations that are explicitly taught to the subject; the broken arrows (BA, CB, AC, and CA) represent emergent relations. (from Lipkins et al., 1988)

範に経験していた。さらに D'Amato 等は、推移性のテストに probe テスト法ではなく、転移法を用いた。つまり、新たな弁別課題で、推移性にしたがって選択反応をするのが正答である条件と、推移性の逆を選択するのが正答である条件とを比較し、前者のほうが正答数が多かった事実を根拠にして、推移性が成立していると主張している。

しかし、転移法では正反応は報酬によって強化されており、したがって課題の学習の要素が入ることを防ぐことはできず、また probe テスト法を用いていない点で、D'Amato 等の主張を全面的に受け入れることはできない。

以上詳細に見てきたとおり、対称性と推移性の成立の検討は、ヒト以外のサルやハトを被験体とした研究においても、ヒトを被験者とした研究と基本的に

同じ手続きで行なわれてきた。probe 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た条件刺激と比較刺激とを逆にした刺激配置で行なわれる。この刺激配置はもちろん被験体にとって初めてである。推移性のprobeテストは、2つの条件性弁別課題の学習後、ひとつの課題の条件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なわれる。この刺激配置も被験体にとって初めてである。

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たがった選択反応が当然行なわれるはずであると、数学・論理学の教えるところにもしたが、予想、あるいは期待されるが、そのような期待は正当であろうか。特に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た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なっていると考えられる。むしろ、対称性や推移性にしたがった選択行動や推論を全く行なっていないと考えるのは不自然である。オモチャの自動車を指して「飛行機」でもなく「電車」でもなく「自動車」と言い、「自動車」という言葉に応じていくつかのオモチャのなかから飛行機でもなく電車でもなく自動車を選び出すことは、幼児が日常しばしば経験する出来事である。

幼児では、「大きい—小さい」、「高い—低い」あるいは「長い—短い」の属性に従って2つの物を比較することは、特に細かいいちがいに着目する必要がない限り、2歳頃にはできるようになる。

数個の物がある属性に従って並べることを系列化という。長さが少しずつ異なる10本の棒を長さの順に並べさせた piaget 等の系列化課題の結果によれば、それができるのは、7歳児以上である(Inhelder & Piaget, 1964)。Piaget の発達理論によれば、前操作期にあたる2歳から6、7歳では、この課題を解決することはできず、具体的操作期になってはじめてそれができるのであり、その時期は7歳から11歳までである (Piaget & Inhelder, 1966)。

Piaget 等の説にしたがえば、具体的操作期に移行していない2歳から6、7

歳の前操作期の児童は種々の経験を統合して、論理的に正しい推論ができないことになる。しかし、ある種の訓練を受ければ、量について $A > B$ であり、かつ $B > C$ であれば、 $A > C$ であるという推移性にしがった推論ができるようになることを示唆する研究がある。

量の推移性についての Bryant と Trabasso(1971) は、4歳、5歳、6歳の健常児各20人ずつを被験者として次のような実験を行なった。被験者の平均年齢は、それぞれ4.5、5.6、6.7歳であった。着色した木の棒を5本用いた。棒の長さは3、4、5、6、7インチであり、棒の色は赤、白、黄色、青、緑であった。最も長い7インチの棒から順にA、B、C、D、Eと表わすことにしよう。

まず、隣合った棒の長さの関係、つまり $A > B$ 、 $B > C$ 、 $C > D$ 、 $D > E$ を棒の色を手がかりとして学習させた。これを充分学習させた後、5種類の長さの棒のすべての組み合わせ、つまり10とおりの組合せについて、棒の色を手がかりにして、長さの比較テストを行なった。

その結果、すでに訓練を受けたAB、BC、CD、DEの組合せについてだけでなく、テスト時にはじめて対にされた組合せであり、推移性にしがって長さを判断しなければならないAC、AD、AE、BD、BE、CEなどの組合せについても、4、5、6歳の全ての年齢で、ほぼ90%以上の高い正答率であった。

ここで注目しなければならないのはBDの対である。はじめの訓練で、棒Bは、ABの比較では「長い」が、BCの比較では「短い」が正答であり、棒Bに「長い」だけ、あるいは「短い」だけが連合したのではない。棒Dについても事態は全く同じである。しかもBDはテスト時に初めて対された組合せであるので、BDを比較するには、 $B > C$ と $C > D$ とから色を手がかりにして、推論しなければならないのである。正答率は6歳児では92%、5歳児では88%、4歳児でも78%であり、この年齢の児童でも、訓練しただけでは推移性にしがった推論ができることを示唆している。

以上のような事実を考慮に入れば、またヒトを含めた動物の行動のほとん

どが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がった選択反応をとおして、そのような「反応の仕方」を習得していると考えほうが妥当である。対称性や推移性にしがった「反応の仕方」が学習される機構はどのようなものか、またどの様な刺激条件が必要であるのかの解明は今後に待たなければならないが、対称性や推移性にしがった「反応の仕方」をすでに習得していれば、これまでに経験したことのない特殊な刺激を使用した条件性弁別課題を学習した後、特別の訓練を受けなくとも、それらの刺激について対称性や推移性にしがった選択反応を行なうのはむしろ当然であろう。

これに対して、これまでの研究で被験体として使用された動物が、とりわけ実験経験のない動物が、そのような「反応の仕方」をすでに習得しているとは考えがたい。条件性弁別課題を学習した後、対称性や推移性にしがった「反応の仕方」をいまだ習得していない動物が、対称性や推移性をテストされた時、その成績がチャンスレベルであったのはむしろ当然である。

これまでの研究を概観すると、ここに述べた視点が欠落しているのは奇妙に感ぜられる。それはともかく、動物を用いた対称性や推移性の成立の研究では、それが成立するかの検討にあたり、対称性や推移性にしがった「反応の仕方」を動物に習得させたうえで、対称性や推移性のテストを行なわなければヒトのデータとの比較は無意味であり、刺激等価性の研究は進展が望めない。

References

- Bryant, P. E., & Trabasso, T. (1971) Transitive inferences and memory in young children. *Nature*, 232, 456-458.
- Carter, D. E., & Werner, T. J. (1978) Complex learning and information processing by pigeons: A critical analysis. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 29, 565-601.
- D'Amato, M. R., Salmon, D. P., Loukas, E., & Tomie, A. (1985) Symmetry and tran-

- sitivity of conditional relations in monkeys (*Cebus apella*) and pigeons (*Columba livia*). *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 44, 35-47.
- Inhelder, B., & Piaget, J. (1964) *The early growth of logic in the 'child*. Harper & Row.
- Lazar, R. M., Davis-Lang, D., & Sanchez, L. (1984) The formation of visual stimulus equivalences in children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 41, 251-266.
- Lipkens, R., Kop, P. F. M., & Matthijs, W. (1988) A test of symmetry and transitivity in the conditonal discrimination performances of pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 49, 395-409.
- McIntire, K. D., Cleary, J., & Thompson, T. (1987) Conditional relations by monkeys: Reflexivity, symmetry, and transitivity. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 47, 279-285.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1966) *La psychologie de l'enfant*. Presses Universitaires de France. 波多野完治・須賀哲夫・周郷 博(訳) (1969) 新しい児童心理学. クセジユ文庫, 白水社.
- 坂根照文 (1986) 刺激等価性について. 愛媛大学法文学部論集. 文学科編 第19号 95-107.
- 坂根照文 (1990) ハトにおける刺激等価性の形成. 愛媛大学法文学部編集 文学科編 第23号 67-75.
- 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 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.