

デンショバトの線分刺激による多次元性刺激性制御

茅野 穂* 小美野 喬**

白色光を背景刺激とし、角度、長さ、および本数の3つの次元を持つ黒色の線分刺激を正刺激(S+), 線分を持たない刺激を負刺激(S-)とした multVI・EXT の弁別訓練を行い、継時弁別訓練後の般化テストにより、線分刺激の持つ各次元に対する刺激性制御の程度を検討した。般化テストとして、角度般化(角度のみ異なる4種の線分刺激・S+・S-, 合計6種)、長さ般化(長さのみ異なる4種の線分刺激・S+・S-, 合計6種)、本数般化(本数のみ異なる4種の線分刺激・S+・S-, 合計6種)の3種類を行った。その結果、角度般化ではS+を頂点とし勾配の傾きが急な凸型の般化勾配を示したが、長さ般化や本数般化ではS+を頂点としない勾配の傾きが緩やかな凸型の般化勾配を示した。これらの結果は、線分刺激が持つ3つの次元によって刺激性制御の程度が異なることを示し、角度次元の刺激性制御は、本数次元や長さ次元の刺激性制御に比べて強いことが明らかとなった。

キーワード：刺激性制御、線分刺激、般化勾配、デンショバト

ヒトを含めて動物(生活体)が外部世界をどのように知る(認識する)のかといった問題は、行動分析の視点から、刺激性制御の問題としてとらえられてきた。刺激性制御には生得的側面と学習の側面があるが、生活体が自ら環境に働きかけるといった特性を持つオペラント行動については、刺激性制御を学習性の弁別行動としてとらえ、様々な実験的行動分析が行われてきた。

外部世界は、複数の事象間の総合体とみなされるが、研究対象の操作可能性といった視点から単純化される。外部世界の諸特性のうち、日常生活に密着した事象として、特に「見る」ことのできる環境の特性は、物理的次元である「色」、「形」、「大きさ」、あるいは「傾き」などにより記述され、これらの特性に特化して実験的行動分析が行われる。

実験的行動分析は、被験体としてヒト以外の動物(例えば、サカナ、ハト、ネズミ、サルなど)を用いることが多く、このような被験体による厳密な実験統制の可能性をもとにして、弁別行動の基本的な側面を明らかにしてきた。ハトを被験体とした場合、刺激次元として色光刺激や線分刺激が多用されてきた。Guttman & Kalish (1956)は、単色の色光刺激をつつくようハトを訓練した後、刺激般化テストにおいて様々な色光刺激を呈示して、各色光刺激に対する反応数を測定した。その結果、訓練で用いた色光刺激を頂点とする凸型の般化勾配が得られ、これによってハトは色光刺激の弁別が可能であることを示した。Honig, Boneau, Burstein, &

Pennypacker (1963)は、特定の角度を持つ線分刺激を訓練に用い、その後の刺激般化テストにおいて様々な角度を持つ線分刺激を呈示した。その結果、訓練に用いた線分刺激を頂点とする凸型の般化勾配が得られ、ハトは線分刺激の角度弁別が可能であることを示した。さらに、より複雑とされる刺激、例えば、絵画や写真といった刺激についても、ハトはそれらの弁別が可能であることが明らかになっている。

絵画刺激のように複雑な刺激を用いた研究例として、Watanabe, Sakamoto, & Wakita (1995)は、8羽のうち、4羽のハト(モネ群)に、画家モネが描いた絵をつつくと強化(エサの提示)し、ピカソの絵をつつくと消去(エサを提示しない)するといった弁別訓練を行い、残りの4羽のハト(ピカソ群)には、ピカソの絵を強化し、モネの絵を消去するといった弁別訓練を行った。弁別訓練の結果、モネ群はモネの絵をつつくがピカソの絵はつかなくなり、ピカソ群はピカソの絵をつつくがモネの絵はつかなくなった。つまりモネ群もピカソ群も、モネの絵とピカソの絵の弁別ができた。弁別完成後の刺激般化テストにおいて、テスト刺激として弁別訓練に用いていなかったモネの絵やピカソの絵を呈示すると、モネ群は、初めて見たモネの絵をつつき、同様にしてピカソ群は、初めて見たピカソの絵をつついたのである。これらの結果から、ハトが刺激般化テストで絵画を弁別できたのは、絵画がもつ色・明暗・輪郭・形などのうちの特定の刺激次元を手がかりにしたのではなく、それらによって構成される複合的な刺激次元によって弁別がなされたと考えられた(渡辺、

* 明星大学常勤准教授

** 明星大学教授

2010)。

写真刺激を用いた研究として、例えば、Gibson, Wasserman, Gosselin, & Schyns (2005) は、2種類の表情(笑った顔と真顔)と性別(男性顔と女性顔)からなる4通りの顔写真刺激を使い、4羽のうちの2羽のハト(表情群)には性別に関わらず、一方の表情の顔写真が呈示されたあとは緑色の領域をつつくと強化し、他方の表情の顔写真が呈示されたあとは赤色の領域をつつくと強化するという表情の弁別訓練を行った(強化される色の領域はハトによって異なった)。同様に、残りの2羽のハト(性別群)には表情に関わらず性別の弁別訓練を行った。弁別訓練の結果、表情群は2種類の表情に応じて、適切な色領域を選択し、性別群も性別に応じて、適切な色領域を選択した。つまり、表情群は表情の弁別ができ、性別群は性別の弁別ができた。その後、バブル(bubbles)手続きにより刺激般化テストを行った。バブル手続きでは、弁別訓練と同じ写真刺激の一部を覆った刺激をテスト刺激として用いた。刺激般化テストの結果、表情群は顔の下部「口」周辺部を主につつき、性別群は「眼」の周辺部と「あご」を主につつきた。これらの結果は、表情の弁別と性別の弁別とでは手がかりとして用いられる顔の部位が異なることを示しており、表情または性別と特定刺激とが等価な関係であることを示唆している。

絵画や顔写真といった刺激は、様々な刺激次元により構成されていると考えられる。例えば、顔写真では、眉、目、鼻、口、輪郭などの各部位が形や大きさの刺激次元を構成し、各部位の空間的配置なども、また刺激次元を構成している。そのため、顔写真は多次元的な刺激とみなすことができる。したがって、顔写真のそれぞれの刺激次元は等価性の関係を含んでいる(例えば、Sidman, 1994)。

一方、刺激性制御の研究で伝統的に用いられている色光刺激や線分刺激は比較的単純な刺激次元により構成されていると考えられてきた。すなわち、色光刺激は、波長や振幅といった物理的な連続量に基づいて構成されている。同様に線分刺激は、角度といった物理的な連続量に基づいて構成されているとみなされるかもしれない(例えば、Bloomfield, 1967)。線分刺激は、角度以外にも長さ・太さ・本数、さらに複数線分刺激であれば線分間間隔・明度・面積といった様々な次元により構成されている。しかしながら、線分刺激を用いたこれまでの研究は、線分刺激を構成する1つの次元である角度次元に関する研究がほとんどであって、それ以外の構成次元に関する系統的な研究はなされなかつ

た。

したがって、本研究の目的は、線分刺激の構成次元のうち角度、長さ、および本数の3つの次元について、刺激性制御の程度を検討することである。そのため、3つの次元を持つ黒色線分刺激をS+ (訓練時、反応が強化される刺激)、線分を持たない刺激をS- (訓練時、反応が消去される刺激)とした弁別訓練を行い、弁別完成後に、3つの次元について個々の次元における刺激般化テストを行った。なお、本研究は、弁別訓練と3種類の刺激般化テストの全てを同一個体が行うに際し、3つの次元による刺激般化テストの順序効果を除外するために単一被験体法を適用した。

方 法

被験体 VI強化スケジュールの実験歴のあるデンシヨバト3羽(MP9504, MP0509, MP1008)を被験体として用いた。いずれの被験体も、自由摂食時の80%に体重を統制した。飼育は個別ゲージで行われ、実験後80%体重を維持するために混合飼料を与えた。実験期間中は、飼育室において、水の摂取が自由であった。**装置** 抵抗膜方式タッチスクリーンを操作体としたオペラント箱(51×38×51 cm)を用いた。反応領域はタッチスクリーン上の直径22 cmの円内とした。反応領域の中心は、オペラント箱前面の左右中央、床から21 cmの高さとなるようにした。餌箱はオペラント箱後面の外部に取り付け、後面の左右中央、床から10 cmの高さにある矩形開口部(4.5×5.5 cm)により強化子である麻の実を摂取できるようにした。強化子呈示時間は被験体の反応遂行の程度に依存して、MP 9504は5秒、MP 0509は8秒、MP 1008は4秒とした。

タッチスクリーンとして、抵抗膜方式タッチパネル搭載のパソコン用15型(15inch)液晶カラーディスプレイ(グンゼ製: AV7629FT03・AV7630FT02・AV7629N02W)を用いた。タッチスクリーンの分解能は4096×4096であり、タッチ反応の検出力は1秒間に最大23回、作動力は10~80 gであった。なお、タッチスクリーンの耐久性を補強するため、スクリーン表面上に液晶保護フィルム(サンワサプライ製: LCD-15NH)を装着した。

実験の制御、およびつつき反応の記録は、実験室外に設置したノート型パソコン(DELL製: Latitude D600・D610)により行った。実験のプログラムはVisual Basic (VB ver.6, Microsoft製)により作成した。実験中は、自作のノイズジェネレータにより実験室内に設置したスピーカーからホワイトノイズを呈示し、外部音を遮断した。

手続き

弁別訓練

いずれの被験体も操作体への反応が安定して生じた後、multVI 30 秒 EXT の弁別訓練を行った。白色光の背景刺激のもと、角度次元 (右 45°)・長さ次元 (4 cm)・本数次元 (3 本: 線分間隔は 1 cm) を持つ黒色の線分刺激を S+ として用い、白色光の背景刺激のみで線分のない刺激を S- として用いた。S+ 呈示の際は、S+ の中心が反応領域の中心となるように呈示した。

1 セッションあたりのコンポーネント数は S+, S- 各 20 回とした。各コンポーネント時間は 30 秒とし、コンポーネントの切り替え時には 5 秒の暗間隔時間を挿入した。弁別完成基準は 1 セッション内で相対反応率 (総反応数に対する S+ への反応数の比) が 80% を超えることとした。弁別完成基準が 5 セッション連続して到達した時、次のセッションで般化テストを行った。

般化テスト

般化テストは消去法により行った。

角度次元のテスト刺激として、角度のみ異なる 0° (垂直)・右 22.5°・右 67.5°・右 90° (水平) の 4 種類に S+ (右 45°) と S- (線分のない白色光) を加えた合計 6 種類の刺激を用いた。

同様に、長さ次元のテスト刺激として、長さのみ異なる 1 cm・2.5 cm・5.5 cm・7 cm の 4 種類に S+ (4 cm) と S- (線分のない白色光) を加えた合計 6 種類の刺激を用いた。

本数次元のテスト刺激として、本数のみ異なる 1 本・2 本・4 本・5 本の 4 種類に S+ (3 本) と S- (線分のない白色光) を加えた合計 6 種類の刺激を用いた。

いずれの般化テストも、各テスト刺激を 18 回ずつランダムな順序で呈示した (総計 108 回)。各テスト刺激の呈示時間は 30 秒とし、テスト刺激の切り替え時には 5

秒の暗間隔時間を挿入した。1 つの次元の般化テスト終了後、次の次元の般化テストを行うために弁別訓練の再訓練を行った。

再訓練

再訓練は、弁別訓練とほぼ同一の手続きであった。ただし、弁別完成基準が 1 セッションで到達した時、ただちに、次のセッションで次の般化テストを実施した。般化テストの実施順は、MP 9504・MP 0509 では本数般化→角度般化→長さ般化の順であり、MP 1008 は長さ般化→角度般化→本数般化の順であった。

結果

Figure 1 は、各般化テストにおける、各被験体の相対反応率による般化勾配を示したものである。

Figure 1 の左端に示した角度次元の般化勾配は、3羽の被験体のいずれにおいても、S+ を頂点とする左右対称で、勾配の傾きが急となる典型的な凸型となった。

長さ次元の般化勾配は、3羽の被験体のいずれにおいても、明確に S+ に頂点があるわけではないが、勾配の傾きが緩やかな凸型となった。

本数次元の般化勾配は、被験体により異なり、MP 9504 と MP 1008 は長さ次元の般化勾配と類似して勾配の傾きが緩やかな凸型の般化勾配を示した。他方、MP 0509 は、テスト刺激の本数が多くなるにつれ、相対反応率が増加する右上がりの般化勾配を示した。

Figure 2 は、MP 1008 における弁別訓練の最終セッションおよび各次元の般化テストの反応位置分布を示したものである。

弁別訓練の S+ への反応位置分布は、角度次元、長さ次元、および本数次元のいずれにおいても、線分刺激

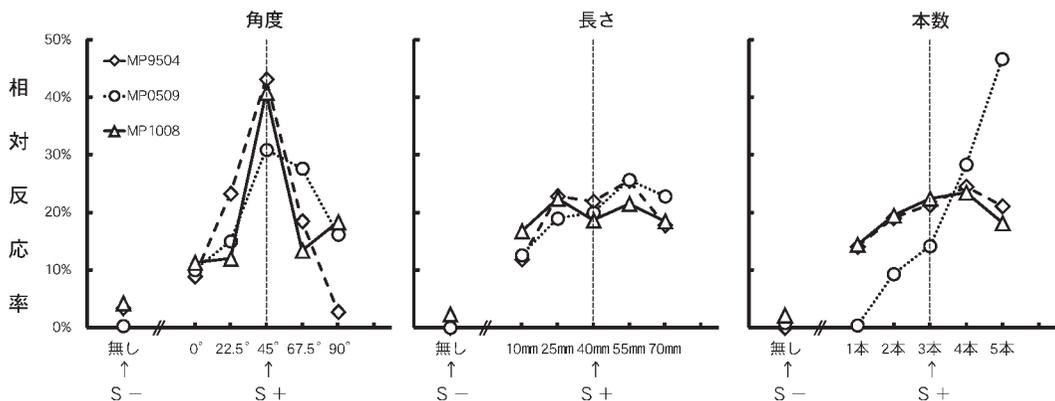


Figure 1. 弁別訓練後の各般化勾配 (左から、角度般化、長さ般化、本数般化)

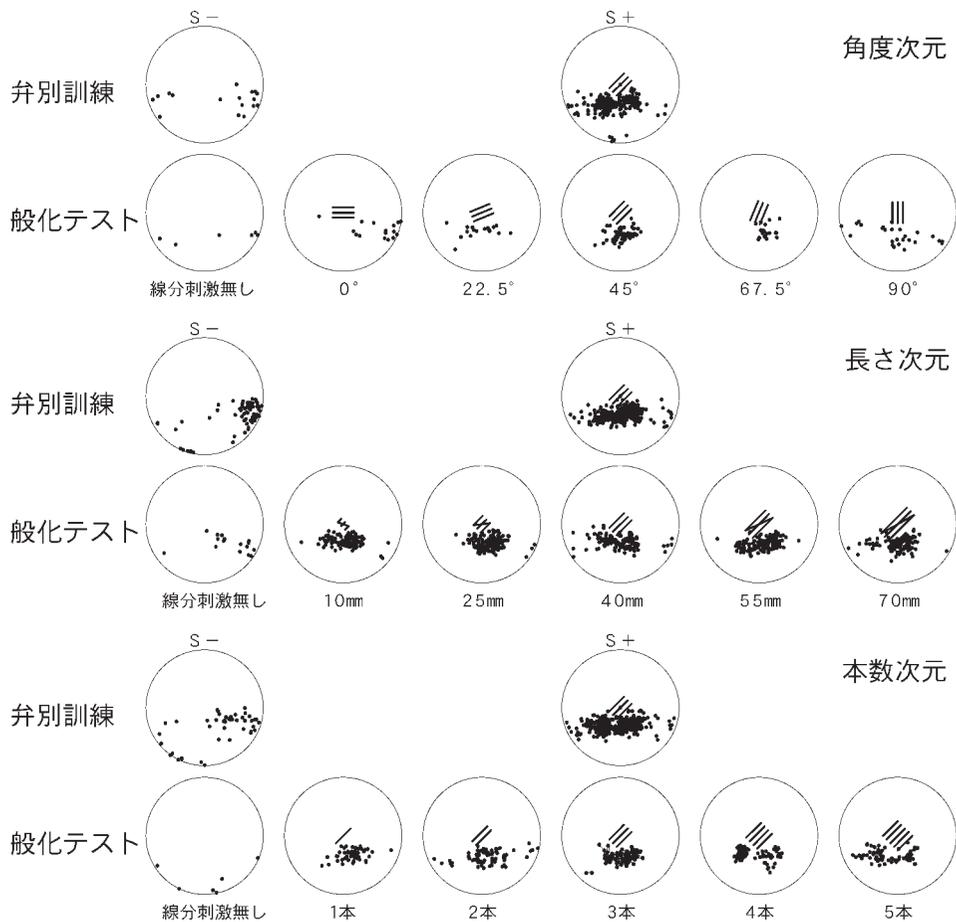


Figure 2. MP 1008 における弁別訓練最終セッションと般化テストの反応位置分布 (上から, 角度次元, 長さ次元, 本数次元)

の下部近辺に集中して反応が出現した。他方, S-への反応位置分布は, S+への反応位置分布と異なり, 各次元に共通して反応領域の左右方向の周辺部となった。

般化テストのS+への反応位置分布は, 3つの次元の間で異なることはなく, 線分刺激の下部に集中して反応が出現した。S-への反応位置分布は, いずれの次元においても反応領域の左右方向の周辺部となった。

般化テストにおけるS+およびS-以外の各テスト刺激への反応位置分布は, 長さ次元および本数次元において, 線分刺激の下部に反応が出現した。ただし, 角度次元においてはS+に比べ反応数の出現が少ない傾向を示した。

考 察

本研究は, 角度, 長さ, および本数の3つの次元を持つ線分刺激による刺激性制御の程度を検討した。

般化テストによって得られた般化勾配は, 勾配の程度に違いがあるものの, 角度, 長さ, および本数の3次元において, 凸型の般化勾配を示した。角度次元の般化勾配は勾配の傾きが急となる典型的な凸型となり, Bloomfield (1967), Hearst (1968), および Honig et al (1963) の結果と一致している。これらの結果は, 角度次元の刺激性制御が頑強であることを示している。一方, 長さ次元の般化勾配は, 角度次元の般化勾配に比べ, 勾配の傾きが緩やかな凸型を示し, Pokrzywinski (1970) の結果と一致した。これらの結果は, 長さ次

元の刺激性制御が角度次元の刺激性制御より弱いことを示している。本数次元の般化勾配は、長さ次元の般化勾配と同様、勾配の傾きが緩やかな凸型を示した。したがって、角度次元、長さ次元、および本数次元は、同一の強化が操作されていても、刺激性制御が次元により、強化効果が異なることを示している。

ただし、MP 0509 の般化勾配は、テスト刺激の本数が多くなるにつれて増加した。したがって、各次元に対する刺激性制御の働きは被験体によって異なる可能性が示唆された。

相対反応率が刺激性制御の量的分析とすれば、反応位置分布は、刺激性制御の質的分析といった側面からの分析が可能である。

本研究結果は、S+に対する反応位置分布について、弁別訓練時と般化テスト時で類似することを示した。すなわち、刺激次元が角度、本数、または長さというように次元が異なるにもかかわらず反応位置はほぼ一定となる傾向を示した。すなわち、S+への反応は線分刺激の下部近辺に集中して出現した。この反応傾向の一部は、オペラント強化効果に加え、サイン・トラッキング (sign-tracking) 効果による説明が可能である。サイン・トラッキング効果とは強化の信号となる刺激に対して反応が追従するという現象である (Hearst & Jenkins, 1974)。サイン・トラッキング効果はレスポナント強化随伴性によって生じるため、本研究結果の反応位置分布の一部は、レスポナント行動による刺激性制御とみなすことができる。

S-に対する反応位置分布については、全体的に反応数が少ないものの、弁別訓練および般化テストのいずれにおいても同じ位置に反応が出現する傾向が認められ、この傾向は刺激次元が異なっても同一であった。すなわち、S-に対しては、あたかもS+を含む線分刺激が呈示された位置を避けるかのように反応が生じた。このようにして、S+とS-の反応位置を質的データとして分析すると、反応位置の分化は、刺激性制御のオペラント成分ばかりでなく、生得的側面を強く持つレスポナント成分といった二面的な分析の必要性を示唆している。

本研究は、弁別訓練後の刺激般化テストにより、線分刺激の持つ複数の次元は刺激性制御の程度が異なり、角度次元の刺激性制御が、本数次元や長さ次元の刺激性制御に比べて強いことを示した。線分刺激が持つ次元は、これらの他に太さ、線分間隔、明度、あるいは面積といった次元が存在する。今後、これらの次元についても、実験的分析を加えることにより線分刺激

の複合的特性と強化の関係を明確にする必要がある。それと同時に高次の刺激性制御と考えられる選択的刺激性制御 (例えば, Zentall, 2012, Zentall & Riley, 2000) や、複数ある刺激次元間の等価関係によって構成される概念学習 (例えば, 実森, 2010) も、本研究と基本的に同一の実験パラダイムを適用することにより、明らかにすることができると考えられる。

引用文献

- Bloomfield, T. M. (1967). A peak shift on a line-tilt continuum. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **10**, 361-366.
- Gibson, B. M., Wasserman, E. A., Gosselin, F., & Schyns, P. G. (2005). Applying bubbles to localize features that control pigeons' visual discrimination behavior. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, **31**, 376-382.
- Guttman, N., & Kalish, H. I. (1956). Discriminability and stimulus generalization. *Journal of Experimental Psychology*, **51**, 79-88.
- Hearst, E. (1968). Discrimination learning as the summation of excitation and inhibition. *Science*, **162**, 1303-1306.
- Hearst, E., & Jenkins, H. M. (1974). Sign-tracking: The stimulus-reinforcer relation and directed action. Austin, TX: The Psychonomic Society.
- Honig, W. K., Boneau, C. A., Burstein, K. R., & Pennypacker, H. S. (1963). Positive and negative generalization gradients obtained after equivalent training conditions. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **56**, 111-116.
- 実森正子 (2010). 動物におけるカテゴリ研究—人工カテゴリの学習, プロトタイプ効果, カテゴリ事例の等価性について— *認知科学*, **17**, 36-53.
- Pokrzywinski, J. (1970). Presence-absence discrimination training on a line-length dimension. *The Psychological Record*, **20**, 211-217.
- Sidman, M. (1994). *Equivalence Relations and Behavior: A Research Story*. Boston, MA: Authors Cooperative.
- 渡辺 茂 (2010). 鳥脳力—小さな頭に秘められた驚異の能力— *化学同人*
- Watanabe, S., Sakamoto, J., & Wakita, M. (1995). Pigeons' discrimination of paintings by Monet

- and Picasso. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **63**, 165-174.
- Zentall, T. R. (2012). Selective and divided attention in birds. In O. F. Lazareva, T. Shimizu, & E. A. Wasserman (Eds.), *How animals see the world*. New York : Oxford University Press. Pp.351-369.
- Zentall, T. R., & Riley, D. A. (2000). Selective attention in animal discrimination learning. *The Journal of General Psychology*, **127**, 45-66.

Multi-dimensional stimulus control of line stimuli in pigeons

KAZUHO CHINO (DEPARTMENT OF PSYCHOLOGY, SCHOOL OF HUMANITIES, MEISEI UNIVERSITY) AND TAKASHI OMINO (DEPARTMENT OF PSYCHOLOGY, SCHOOL OF HUMANITIES, MEISEI UNIVERSITY) MEISEI UNIVERSITY ANNUAL REPORT ON PSYCHOLOGICAL RESEARCH, 2014, 32, 25-30

Key Words : Stimulus Control, Line Stimuli, Generalization Gradient, Pigeons