

II 博士・修士論文要旨

1. A study on the formation of the identity-difference concept by Japanese monkeys using a small number of color stimuli.

藤田和生

少数の色刺激を用いて、ニホンザルに「同異」という関係の概念の形成を訓練し、彼らの抽象能力を吟味するとともに、この概念形成を促進する条件は何かを検討した。

同異概念の形成は「同異」という刺激間関係に基く行動が形成されることで示される。従来、同異の判断が要求される課題の訓練を多数の刺激に関して行なえば、サル類（リスザル、オマキザル、アカゲザル）では、新しい刺激に対しても、刺激そのものでなく同異の関係に基く行動を示すようになることが、odddity learning set手続き^(注)を用いて明らかにされている。

しかし同異の関係は、少数の刺激、例えば2種の刺激から構成されるAA、BB、AB、BA、の4種の刺激対からでも抽象できる。それにもかかわらず、サル類において少数の刺激からどの程度容易に同異概念が形成されるかに関しては、未だ明確な資料が示されていない。

この問いに答えるため、実験1では同異の関係を抽象するために必要な最小限の数（2個）の刺激を用いて、4頭のサルに次のような訓練を施した。透明な2個のキーに裏側から色光（赤、紫）を照射した。照射された2色が一致している試行では、キーの直下にあるレバーを押す反応が、変動間隔（VI）スケジュールに従い、平均20秒に1回、不定期に餌で強化された。2色が一致していない試行ではレバーを押しても餌は出現しない（消去）。1試行は強化又は20秒で終了した。2色の一致した試行での時間あたりのレバー押し反応率が、一致しない試行のその9倍以上になっ

(注) 数個の刺激物体を同時に動物に提示する。そのうち1個が他と異なっており、動物はそれを動かせば報酬を得ることができる。刺激物体を1～数試行で次々変えて訓練すると、サルは常に1個だけ異なった物体を選ぶようになる。

た後、VIの値を徐々に60秒までのばした。そのうち半分の試行に青と青緑（個体によっては黄と黄緑）を提示して、レバー押しを消去しながらこれらの新刺激に対して原学習が転移するかをテストした。その結果、3頭のサルでは、新刺激に関しても、2色の一致した試行では一致しない試行よりも高い反応率を示した。この事実から、ニホンザルは最小限の数の刺激から、少なくとも色に関する同異概念を形成できることが初めて示された。

この結果は見本合わせと呼ばれる場面での著者の過去の資料と対照的であった。見本合わせとは、見本刺激に続いて提示される通常2個の比較刺激のうち、見本と一致した刺激を選ぶ反応が強化される課題である。2色に関してこの課題を習得した後でも、新しい色に対してはサルはほとんどでたらめに反応することを、著者はすでに明らかにしている。従って、実験1と見本合わせとの両手続きの間の何らかの実験変数の相違が、同異概念の形成を促進していることが示唆された。以下の2実験はその要因の同定のために実施された。

実験2では「同じ」刺激と「異なる」刺激を継続的に提示し、それぞれに対して異なった反応を積極的に形成することの効果、2頭のサルを用いて調べた。2つのキーに色光（赤、紫、青）が提示され、2色が一致した試行では直下のレバー、一致しない試行では左側の別のレバーを押す反応が、それぞれ直ちに強化された。正反応率が90%を越えた後、1/4の試行に青緑、黄緑、黄を提示し、これら新刺激の下での正反応率を、反応の正誤に関する情報を与えない形で調べた。その結果、このテスト試行での正反応率はほぼ偶然レベルにすぎず、この要因の有効性は却下された。

実験3では試行内の強化スケジュールの効果調べた。3頭のサルに3色（赤、紫、青）を用いてまず通常の見本合わせを訓練した。3個のキーのうち中央に見本刺激が照射され、そのキーを押すことにより両側に2つの比較刺激が照射された。ここで見本と一致した刺激の照射されたキーを押す反応が直ちに強化された。正反応率が90%を越えたのち、1/4の試行に青緑、黄緑、黄を提示して実験2と同様のテストを行なった。続いてもとの3色だけに戻し、見本と一致した比較刺激を押

す反応をVIスケジュールで強化する手続きに変更した。1試行は強化又は20秒で終了した。VI値を徐々に60秒までのばしたのち、1/4の試行に青緑、黄緑、黄を導入し、テスト試行での反応を消去しながらテストした。その結果、VIを導入した手続きでの訓練後には、テスト試行での正反応率は、通常の手続きでの訓練後よりも有意に上昇した。このことから、VIスケジュールが同異概念の形成を促進したことが示された。

以上より、1) ニホンザルは必要最小限の数の刺激から同異概念を形成できるほどすぐれた抽象能力を持つことが、適切な手続きを用いることによって明らかにされるとともに、2) この概念形成を促進した決定的要因は、試行内に配置されたVIスケジュールであることが示された。

2 追跡運動に関与する前頭前野ニューロンの無名質自己刺激に対する応答

船橋新太郎

大脳皮質前頭前野の関与する行動の発現における、脳内自己刺激(ICSS)有効部位の役割を明らかにするため、前頭前野ニューロンに及ぼすICSSの効果を調べた。前頭前野には、随意的な運動の発現に関係するニューロン、運動の開始や報酬の出現を予期した活動を示すニューロン、報酬の出現により賦活されるニューロン、等の存在が明らかにされている。一方、脳内刺激を報酬として行動を行なわせると、動物は刺激を求めて行動をくり返すことが見出されている。前頭前野には、ICSS有効部位の刺激で応答を生ずるニューロンの存在が報告されているが、このようなニューロンがどのような機能をになっているのかは明らかではない。そこで、ICSSは、運動発現に関係するニューロンを賦活することにより、次の行動の開始を促進するように作用するのか。報酬出現により賦活されるニューロンに、報酬出現の情報を送っているのか。あるいは、報酬出現に対して予期的な活動を示すニューロンは、ICSS部位に何らかの情報を送っているのか、等を明らかにする目的で実験を行なった。

サルには視覚性追跡課題を行なわせ、この課題の遂行に伴って活動変化を示すニューロンにおけ

るICSS有効部位の刺激効果を調べた。ICSS部位としては、ICSSの効果の得られることが報告されており、また、前頭前野に線維投射していることが報告されている無名質(Substantia innominata)を選んだ。サルには、手首の屈曲・伸展により、決められたスタート位置から、GOシグナルの提示と同時に示される目標位置までハンドルを動かすことを学習させ、報酬として無名質の刺激(100HZ, 0.2 ms, 1.5 mAのパルスをもつ電流を24)を与えた。

全体で66個のニューロンが追跡運動に伴って活動変化を示した。これらのニューロンを、活動変化の生ずる時期及び活動パターンの相違により3つのタイプに分類した。タイプ1は、運動の開始付近で活動増加の見られたニューロンで、31個がこれに属した。活動のパターンとタイミングより、運動発現に関係するニューロンと考えられた。この31個のニューロンのうち、8個が無名質刺激により逆行性応答を、5個が順行性応答を示したが、一方、18個は刺激には応じなかった。タイプ2は、報酬の提示に300~500ms先行して活動の漸増の見られたニューロンで、26個がこれに属した。このタイプのニューロンは、報酬出現に対して予期的な活動を示していると考えられるが、26個のうち、18個が無名質刺激に応じ、うち15個が逆行性応答を、3個が順行性応答を示した。タイプ3は、GOシグナルの提示から報酬の出現までtonicに活動増加を示すニューロンで、9個がこれに属した。このニューロンでは、6個が無名質刺激に応じ、うち5個が順行性応答を、1個が逆行性応答を示した。

以上の結果より、①無名質の報酬刺激は、前頭前野の特定のタイプの活動を示すニューロンにのみ効果を及ぼすのではなく、様々なタイプの活動を示すニューロンに効果を及ぼすこと。②各々のタイプのニューロンで、応答するニューロンの割合及び順行性応答、逆行性応答の比に違いのあることから、前頭前野の機能的に異なったニューロンは、無名質と異なった解剖学的関係をもっていること。③少数ではあるが、運動発現に関与すると考えられるタイプ1のニューロンで順行性応答の見られたことから、ICSSは、このようなニューロンを介して、運動発現を促進する作用のあることが考えられること。④報酬出現に対して予期的な活動を示していると考えられるタイプ2のニュー