

「色」の獲得

照射光の波長成分が大きく変化しても、ヒトは物体の色を正しく認識できる。たとえば、晴れた日の日中、真っ赤な夕焼けのとき、あるいは蛍光灯の光で照明されているとき、物体から眼に入る光の波長成分は大きく変化している。それでも、リンゴは赤くバナナは黄色に見える。この「色の恒常性」は、眼に入射する光の波長そのものには「色彩」情報が欠けていることを示している。眼に入る光の波長成分が大きく変化しても、対象物の「色」が同じように知覚されるのは、「色」が網膜から大脳皮質に至る神経結合の連鎖によって創り出されるからである。「色」を生み出す神経系の働き(色彩感覚)は、生得的なもの(生まれながら備わっている)と考えられてきたが、実際の神経回路網の構造と働きは未だ明らかになっていなかった。

今回、色彩感覚の機能を獲得する過程を解明するため、視覚に関するサル(マカク)の行動実験を行い、次のような結果を得た。

自然の光(太陽光)や一般の照明光(蛍光灯や白熱灯など)は、眼に見える全ての波長成分を含んでいる。しかし、単一の波長成分しか含まない単色光で照明されると、光の強さの濃淡しか検出できず、物体の「色」を検出することは不可能となる(図1)。

生まれて間もないサルを、1年間、単色光の照明だけで飼育し、色を認識できないようにして育てた。このとき、網膜にある3種類の色受容細胞(錘状体)を全て賦活(活性化)できるように、単色光の波長を1分間毎に赤・緑・青に変化させた。その後、これら単色光で育てたサルの色彩感覚を検査したところ、色の類似性判断と恒常性に障害があることが明らかになった。単色光サルは、見本の色と同じ色の対象物を選ぶという見本合わせの課題では、長い訓練によって正常サルと同じ成績が得られるようになったが、見本の色によく似た対象物を選ぶという類似性判断の課題では、正常サルとは極めて異なった結果が得られた。この結果は、単色光サルが、正常サルとは異質な方法で色を分類していることを示している。さらに、いくつかの色の中から一つの色を選択するという課題の結果は、照明条件によって大きく変化し、単色光サルに「色の恒常性」が備わっていないことが明らかになった。これは、「色彩感覚」が生得的なものではなく、経験によって獲得されることを示している。今後これら色覚障害サルの神経活動を丹念に調べることによって、「色の恒常性」を実現している神経回路網の構造と働きを明らかにすることが出来ると期待される。

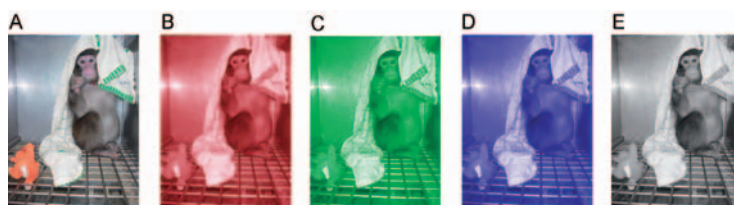


図1 単色光照明のイメージ写真

(A)：通常の照明条件下の写真。(B)：長波長(赤)、(C)：中波長(緑)、(D)：短波長(青)の光照明のイメージ写真。単色光で照明されると、(E)：白黒写真と同じように、サルの体の色、赤い首輪、タオルの模様の色あるいは人形の色は全く識別できない。

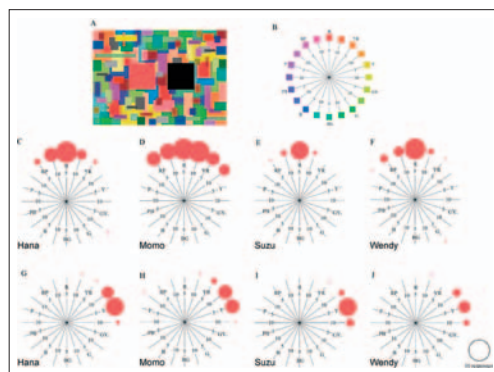


図2 実験に用いた刺激および結果

(A)：モンドリアン図形(幾何学的な抽象図形)に埋め込んだ赤と黒の正方形。(B)：実験に用いた20種類のマンセル色。各々の色は黒色と対にして呈示した。赤(5R)の正方形に触れると、報酬(グレープジュース)を得ることができる。(C)～(F)：太陽光に近似した波長成分で照明したときの結果。若干の反応強化がみられる。(G)～(J)：長波長成分を増やして照明したときの結果。色を見せずに育てたサルは、赤(5R)ではなく黄(5Y)を選択した。なお、実験は、20種類の色紙にたいして、それぞれ10回ずつ行った。反応の回数を円の直径で示している。たとえば、赤(5R)を10回中10回とも触れると、大きな円が5Rの位置に描かれる。一度も触れることがなかった色の位置は空欄になっている。



すぎたよういち
杉田陽一
y.sugita@aist.go.jp
脳神経情報研究部門

関連情報

● プレス発表, 平成16年7月27日: http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2004/pr20040727_2/pr20040727_2.html