

認識と学習レポート

1999年12月15日提出
7JFC1121 佐藤圭一

■視覚系

目から入ってきた光は、光受容細胞に当り、神経パルスに変換される。

光受容細胞には、光が弱いときに主に反応する「桿体」と、光が強いときに反応する「錐体」の2種類がある。

明暗・色彩の符号化には、主に下の7プロセスがある。

- ・光を当てたときの反応(ON 反応)
- ・光を消したときの反応(OFF 反応)
- ・正の電位発生(脱分極)
- ・負の電位発生(過分極)
- ・中心部の ON 反応・脱分極(ON 中心型双極細胞)
- ・中心部の OFF 反応・負分極(OFF 中心型双極細胞)
- ・周辺部は中心部と逆の反応(拮抗作用)

光受容細胞と双極細胞は、「シナプス」によって結合される。また、光受容細胞を出た信号は、シナプスによって電位反転され、双極細胞に伝わる。

変換された光信号は、双極細胞から神経節細胞をとおり、脳に至る。神経節細胞をとおりる光信号は、頻度変調(FM)され、伝えられる。これは、頻度変調が、信号の減衰・雑音に強く、遠距離伝送に適している為である。

光信号は、まず受容野で処理される。受容野には光の明るさ・色の境界に反応する細胞があり、空間的微分作用により、画像を分解していく。細胞には「白・黒系」「赤・緑系」「青・黄系」がある。

受容野は外側膝状体にあり、像の同じ所の左右の視覚情報は、近接した細胞で処理されるようになっている。

この神経節細胞は異なる機能を持つものがある。主な例を下にしめす。

- ・光受容細胞が中心で発達
節足動物(昆虫等)、軟体動物(烏賊・蛸等)

・W型神経節細胞

蛙・鳥

機能的に低く、人間では眼球運動の制御に使われている。

- ・受容野が大きい
- ・明暗刺激に反応
- ・網膜の周辺部に多い
- ・ゆっくりした変化に反応
- ・インパルス伝導速度は遅い

・Y型神経細胞

鼠・猫

突然出現する図形や、早く動く物体を、大まかに、すばやく捉える。

- ・受容野は大きい
- ・ON／OFF間拮抗作用が弱い
- ・光の時間変化に強く反応
- ・インパルス伝導速度は早い
- ・明暗に反応
- ・網膜の周辺部に多い

・X型神経細胞

静止した図形の色や形を精密に捉える。

- ・受容野が小さい
- ・ON／OFFの拮抗作用が強い
- ・持続的に反応、時間的微分作用が弱い
- ・色刺激に反応するものがある
- ・網膜の中心部に多い
- ・インパルス伝導速度は遅い

双極細胞の受容野は円いが、外側膝状体細胞の受容野の形は同一ではないが長方形が多く、適合する図形のみ反応する。

外側膝状体細胞の視覚中枢細胞は、信号を二経路に分ける。上位の認識系には上中層視覚中枢細胞が、下位の制御系には下層視覚中枢細胞が担当する。

視覚中枢細胞は、受容野の形は同一ではないが長方形が多く、適合する図形のみ反応する、反応選択性がある。

視覚中枢細胞の幾何学的パラメータに対する選択性は、以下の通りである。

・単純型細胞

- ・スリットに反応
- ・受容野は小さい
- ・ON/OFFの受容野が明確(方位選択性)

・複雑型細胞

- ・ON/OFF領域は明確でない
- ・幅、傾き、コントラストにすると選択性
- ・受容野が大きい

・超複雑型細胞

- ・スリットの長さに反応
- ・受容野は大きい

・方向選択性細胞

- ・図形の動きに反応
- ・一般には、スリットの傾きに直行する動きで1方向

・等距離細胞／奥行細胞／接近、離反細胞

- ・視差に対する選択性

視覚野内での各機能を持った中枢細胞の分布は、以下の通りである。

- ・深さは信号をどこに送るかを制御
- ・同じ情報は集中して処理される
- ・近接した場所では大きく異なる情報は処理されない(方位円柱)
- ・左／右眼にそれぞれ反応する細胞がある(眼優位円柱)
- ・1平方ミリメートル中に眼優位円柱と方位円柱がある

外側膝状体細胞をとった光信号は、神経回路に伝えられる。

神経回路の中枢細胞には、微細な構造を持ち、受容野が小さい単純型と、おおまかな構造を持ち、受容野が大きい複雑型、長さに反応する超複雑型がある。

中枢神経を司るシナプスには、興奮性シナプスと、抑制性シナプスがある。

立体視の実現は、遠いほど目の水晶体の中心線に近く像が結ばれることを応用し、視差の大小で実現している。

■聴覚系

外耳道をとった音は、鼓膜、つち骨、きぬた骨、あぶみ骨をとおり、蝸牛に伝えられる。

蝸牛には「基底膜」がある、基底膜は、以下の特徴を有している。

- ・根元の方は幅が狭く厚い ⇒高音で振動
- ・先の方は幅が狭く薄い ⇒低音で振動

有毛細胞が基底膜上にあり、毛の曲がり具合で信号の強弱を発生する(AM変調)。つまり、各周波数に対応して反応する有毛細胞があることになる。

有毛細胞には、蝸牛神経が繋がっている。蝸牛神経は、複数の有毛細胞に結合、約3万本あり、一本一本が特定の周波数に対応している。

蝸牛神経は、音の振動に比例したインパルス頻度変調(FM)で信号を伝達する。

有毛細胞から蝸牛神経を経て、音信号は台形体細胞、内側膝状体と通り、大脳新皮質一次聴覚野へ至る。

各中継核で隣接した周波数に同調する細胞間に側抑制が働き、周波数が絞られている。

例えば、蝙蝠の場合、音信号は、以下の細胞で処理される。

- ・周波数選択性細胞
ドップラー効果を使い、物体の動きを見る
- ・音源定位部を決める細胞
左右の耳での音のズレから方向を固定
- ・音のズレに選択的に反応する細胞
物体の距離を割り出す

■短期記憶

短期記憶は、脳の中で一時的に記憶される情報のことである。

大脳新皮質からの刺激を「海馬」が残している状態のことをいう。

短期記憶の特徴としては、文字にして5～10文字、情報を意味的に記憶していく。

短期記憶は、下記のプロセスを経て、情報を長期記憶に送る。

1:リハーサルによって、情報の保持を行う

維持型リハーサル(Ⅰ型リハーサル)

2:長期記憶に送る

精緻化型リハーサル(Ⅱ型リハーサル)

また、各種実験によって、「干渉」によって、記憶が曖昧になることが確認されている。