

第3図：視床内における有害刺激に反応する neuron の分布。

- ：有害刺激に反応し，末梢神経刺激により長潜時誘発発射を示す neuron。
- ：長潜時 burst type response が末梢神経刺激により誘発されるが，有害刺激に反応しない。

サルの体性感覚の大脳皮質での 情報プロセッシング

——手の感覚を中心にして——

酒田 英夫 (大阪市大・医・生理)

高岡 淑郎 (名大・医・脳外科)

サルを特徴づけるのは手と目であるといわれる。その場合手について問題にされるのはその細かい動き，すなわち運動の側面であろう。しかし一方でその運動を支える感覚にも他の動物にない特色を備えていることはいうまでもない。それは同じ霊長類である人間についてもいえることなので，触覚による物の形の認識や随意運動の感覚的制御のメカニズムを知るにはサルを実験動物に使うことがほとんど不可欠の条件になる。Mountcastleらのグループはそのような観点から，最近，サルの手を中心として体性感覚系の情報処理の研究を進めて来ている。サルの手で他の動物に比べて目立つのは手掌や指の

無毛部皮膚の発達である。それは指紋や掌紋を備えていて見かけが人間と似ているというばかりではなく，皮膚の受容器を見ても Meissner 小体や Merkel 氏触盤などヒトの手掌に見られる神経終末器と同じである。したがってサルが手で知覚するものは我々が自分の手で感じるものと似かよったものであろうと考えられる。これまでの研究でわかっていることは第一次感覚領のレベルまでは末梢受容器でとらえられた感覚情報が忠実にそのまま伝えられ，点对点の対応に近い体部位局在があるということである。

しかし我々が触覚で経験するものは必ずしも個々の受容器の刺激の総和であらわし切れない。身体とそれに触れる物の形や動きを認識するためには末梢からの感覚情報を総合して全体としてのパターンを抽出するような情報プロセッシングが必要と思われる。さて以前から臨床神経学の分野では頭頂葉の破壊症状として触覚の失認や身体部位失認などの症状が起こることが知られていた。そこで我々は今までサイレントといわれていた頭頂連合領のニューロン活動をしらべ，より高次の情報処理が行なわれているかどうかを探ぐって見ることにした。

方法：実験は無麻酔の条件で行なった。何故ならば麻酔した動物では連合領はほとんど文字通りサイレントで何の応答も得られないからである。一方手や身体を自由に触ったり動かしたりして刺激するには慢性実験はあまり適さない。そこで筋弛緩剤で麻痺させたサルで人工呼吸下に急性実験を行なった。痛みを避けるために前日ネブタール麻酔下に手術して中心後回の上の頭蓋に穴をあけマイクロニブレット用のチェンバーを埋め込んで置きサルの頭は間接的にこれで固定する。この方法は Mountcastle らがはじめたものであるが我々はさらに気管カニューレも埋め込んで当日の手術は硬膜の切開だけに済ませた（これはほとんど痛みがない）。記録にはタングステン微小電極を用い，単一ニューロンのインパルスを分離して，自然刺激に対する応答をしらべた。実験に用いたサルは3 kg前後のアカゲザル (Macaca mulatta) である。

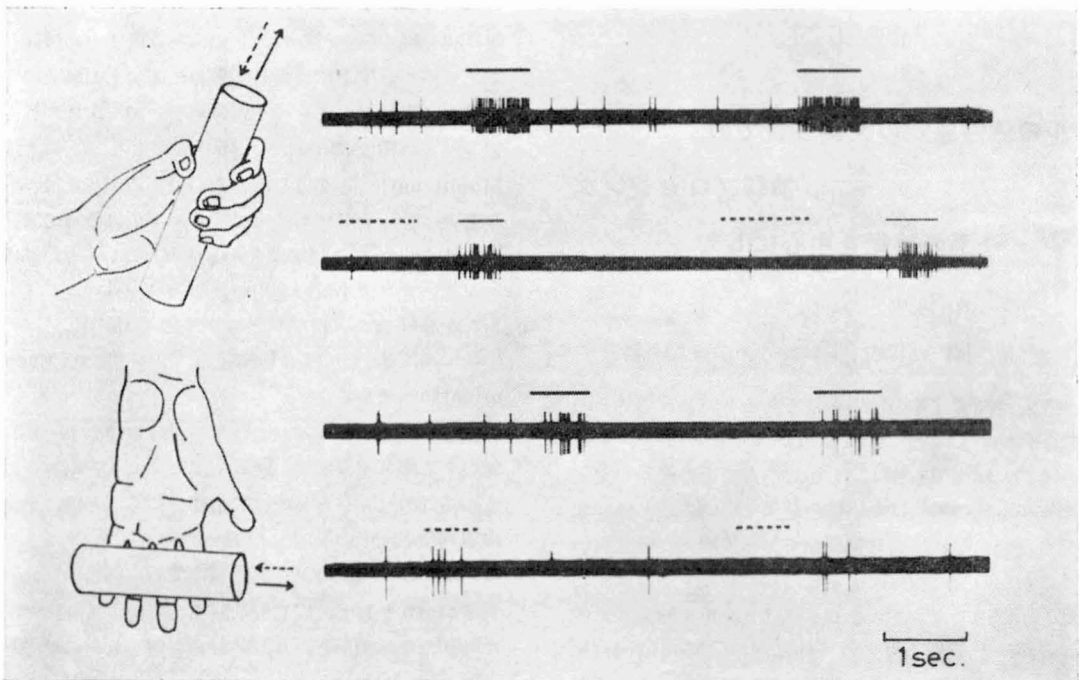
結果：我々がしらべたのは第一次感覚領のすぐうしろに接する頭頂連合領で，ブロードマン第5野にあたる。この領野のニューロンではじめに気づくことは，単純な皮膚刺激や関節の動きにはなかなか応じないことである。しかしすぐ前の第1次感覚領でしらべた体部位局在を手がかりとして，同じ矢状断面对応する身体の部分に触れたり，動かしたりしていると何かしらの反応が起って来る。なるべくサルが日常している運動をよく観察してサルにとって意味のありそうなパターンを再現するように努めた。以下記録されたユニットのうち代表的な

2・3の例を挙げる。まづ皮膚刺激に応じるユニットで目立つのは表面の動きに特異的に応じ、一定の方向に選択的に反応するユニットである。第1図は手の指に対応する部位で記録されたニューロンであるが手の無毛部皮膚の表面の動きに応じ、小指側から親指側(Postaxial→Preaxial)になでた時によく反応しそれと反対の動きではむしろ抑制される傾向があった。さらに興味のある事は棒のようなもの(直径25mmの亚克力樹脂の棒)を握らせて動かした時に、最もよい反応が得られることである。これは木の枝にぶらさがったりする行動の多いサルにとっては重要な意味のある刺激パターンであろうと思われる。ただしこの場合握ぎるという手の位置にもなう関節の動きが問題になるのか、皮膚の受容野がこの位置で最も効率よく刺激されるからなのか、どちらかは厳密に分析することは出来なかった。このような皮膚の方向性のあるニューロンはいくつかが集ってグループをなしていることが多く、第1図のユニットのすぐ近傍ではこれと逆方向に選択性を持ったニューロンが記録された。その次によくあるのは2つ以上の関節の特定の組合せに応じるユニットで、第2図はそのうち手指の(主に中指,末節間,関節)屈曲と手首の屈曲を組合せた時に最大の反応が得られ、どちらか一方を伸展させていると屈曲による反応は弱くなる、又どちらか一方をあらかじめ屈曲させておき、もう一方を屈曲させた場合は両者同時の反応よりずっと弱くなる、このような関節の組合せはこの他手首と肘,肩と肘などの間にも見られた。単純に1つの関節の動きだけで決まるニューロンは少ない。

又、比較的単純な関節ユニットでも同側の関節に受容野を持つものも多く、厳密に対側性の神経支配と見られている第一次感覚領の場合と対照的である。さらに両側性の干渉が見られるユニットにもときどき遭遇する。さてもう一つのタイプは関節と皮膚という2つの異なる種類の感覚の相互干渉の見られる場合で第3図はその一例である一番上の記録が最もよい刺激で肘関節を屈曲し同時に手および前腕の腹側に触れ攪側から尺側へ軽くなでた場合の応答を示す。2番目は関節の動きだけに対する応答でずっと弱く短い。3番目は皮膚をなでる刺激(方向は攪側から尺側)だけの場合で反応は非常に不確実である。したがってこのニューロンは皮膚と関節のある組合せに特異的に応ずるニューロンであるといえる。

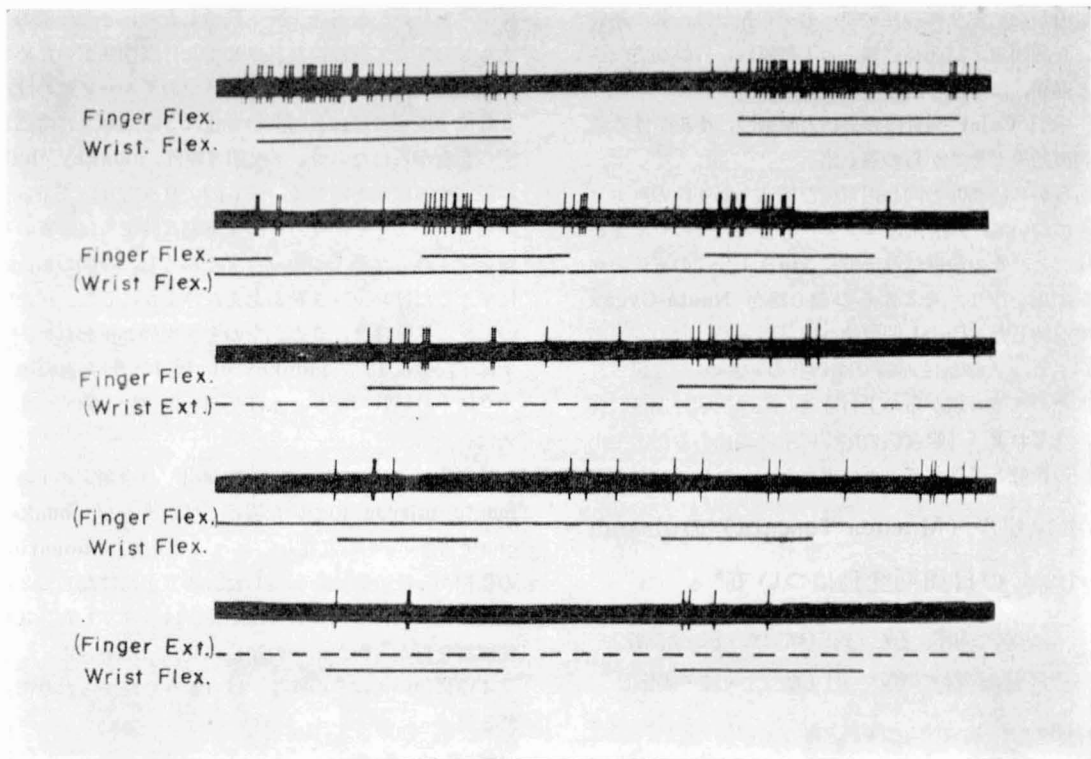
今まで第一次感覚領で見つかった皮膚と関節の相互干渉は皮膚刺激による関節の反応の抑制だけであったが、このように両者が組合わさってはじめてはっきりした反応が現われるというタイプは連合領に特有のものである。

結論：以上のような3つのタイプに共通していることは連合領では個々ばらばらの感覚刺激ではなく、あるまとまったパターンに特異的に応ずるニューロンが多いということ、それによって全体としての手の形やその中に握った物の動きなどがとらえられると推定される。さらに手でなでて物の形を認識する場合皮膚と関節の情報が総合されることが不可欠の条件になるが第3のタイプはこのような情報プロセッシングが連合領で起っていることを示している。



第 1 図

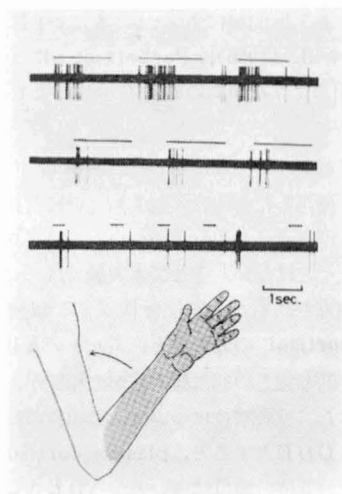
皮膚表面の運動の方向性を識別するニューロン。上の2つの記録は手に握らせた円柱を動かした時の反応、下の2つの記録は指を伸展した位置で刺激した時、実線は尺側から攪側、点線は逆方向の動きの時間を示す。



第 2 図

指と手首の関節の組合せで駆動されるニューロン。

1 番目、指の屈曲と手首の屈曲を同時に行なった。2 番目、手首を持続的に屈曲した位置で指を屈曲した。3 番目、手首を伸展した位置で指の屈曲。4 番目、指を屈曲しておいて手首を屈曲。5 番目、指を伸展しておいて手首の屈曲。



第 3 図

関節と皮膚の組合せで駆動されるニューロン。

1. 関節と皮膚の同時刺激 2. 関節のみの刺激 3. 皮膚のみの刺激。刺激の時間は太線で示す。皮膚の受容野は下の挿図に示す。

随意運動と不随意運動の発現機序

吉 益 倫 夫 (東大・医・脳外科)

京大霊長類研究所神経生理部門の昭和44年度の研究プロジェクトの一つであった「サルの開・閉口反応時の三叉神経中脳核内の筋紡錘活動単位に関する研究」について研修した。期間が短いこともあって、実験技術(手術法・微小電極作製法・細胞活動導出記録法など)の修得が主であったが、三叉神経中脳核の抑制性介在ニューロンと考えられる Supratrigeminal nucleus と思われる部位より開・閉口反応と関連のある細胞活動を導出記録でき、初期の目的を十分果すことができた。

感覚情報の中脳プロセッシング

馬 淵 正 子 (東大・医・脳研・解剖)

1. 大脳皮質より皮質下運動核への投射。

大脳皮質運動領から皮質下運動核、特に三叉神経運動核への投射を検索する目的で2匹のリヌザルを用い、運動領除去後2週間生かした後、Nauta-Gygax 法によ