

表情認知研究ラボ

(Facial Expression Representation Lab.)

研究項目：サルとヒトを対象にした顔の表情認識の脳内機構の研究
研究期間：平成9年度～13年度

1. 研究の背景

我々は物事を分類して覚えている。顔かどうか、顔であれば人間か、猿か、人間であれば表情はどんなか、髪型は？というように、おおまかな分類があり、さらにその中を細かく分類している。おおまかな分類や詳細な分類が脳で行われているのだろうか、行われているとすると、脳細胞はそれらの分類をどう行っているのだろうか。

2. 研究の経過と成果

顔や物体を認識する中枢と云われている側頭葉の脳細胞は、目からの画像情報を視覚一次野などを経て、受け取り、認知のための処理を行っている。今回の成果は二ホンサルにサルやヒトの顔、図形などを見せて、側頭葉の脳細胞の活動を記録して分ったものである¹⁾。実験で見せたサルの顔は4頭から得られた16枚で、各頭4種類の表情をしている。ヒトの顔は3人から得られた12枚の顔で、各人4種類の表情をしている(図1)。顔以外に色と形の異なる10枚の図形刺激も使用した。

サルにランダムな順で一枚ずつ刺激の顔を見せて、その時の脳細胞の活動を記録する。そうすると、顔に

よって脳細胞の応答に変化があることがわかった。ある脳細胞の例を説明しよう(図2)。この細胞は図形にはほとんど応答しないが、顔には応答する。普通の顔には顔呈示直後に応答してすぐにその応答は止まる。一方、サルが大きく口を開けた顔には呈示直後に応答し、その応答が顔がでている間中続いている。

このような応答の変化が意味するところを定量的に表す方法として、情報量の解析を行った。この方法は未だ一般的に広く使われている分けではない。NIHのB. J. Richmond博士や電総研の北澤 茂主任研究官が先駆的に解析方法を開発してきた。情報量というのは「外界情報の識別、判断、抽出や行動の選択、運動の方向など個体にとって意味のある情報が脳細胞の活動にどの程度含まれているかを定量的に表す指標」である。

例えばAとBを完全に識別するには、0と1の2状態があればいいので、1ビットの情報が必要となる。もし、脳細胞がAには応答があり、Bには応答がなければ、AとBを識別できるから1ビットの情報を持っているということになる。実際の応答はAとBで完全に応答が分かれることはないので、1ビットより小さい値になる。

そこで、図2の脳細胞がおおまかな分類情報や詳細情報をどれだけ持っているか、ここでは北澤博士の方法で解析した²⁾。

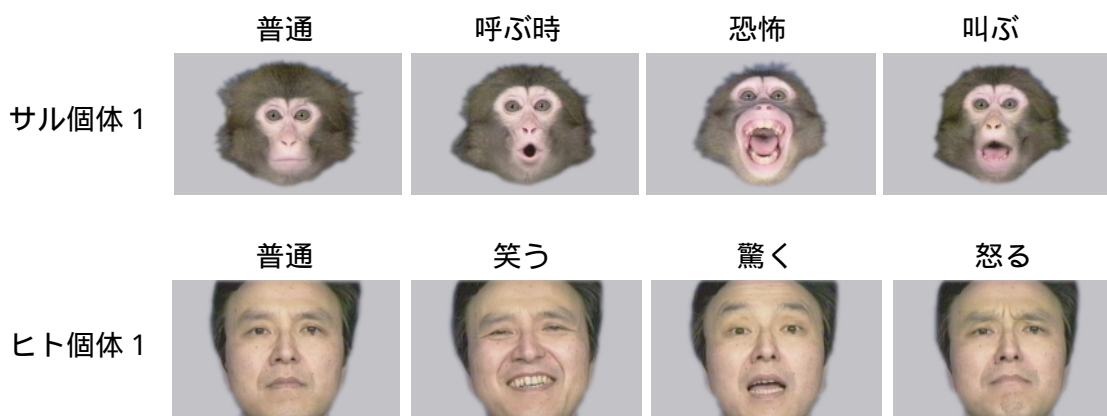


図1 サルとヒトの4種類の表情。上、下段ともに1個体の例を示した。

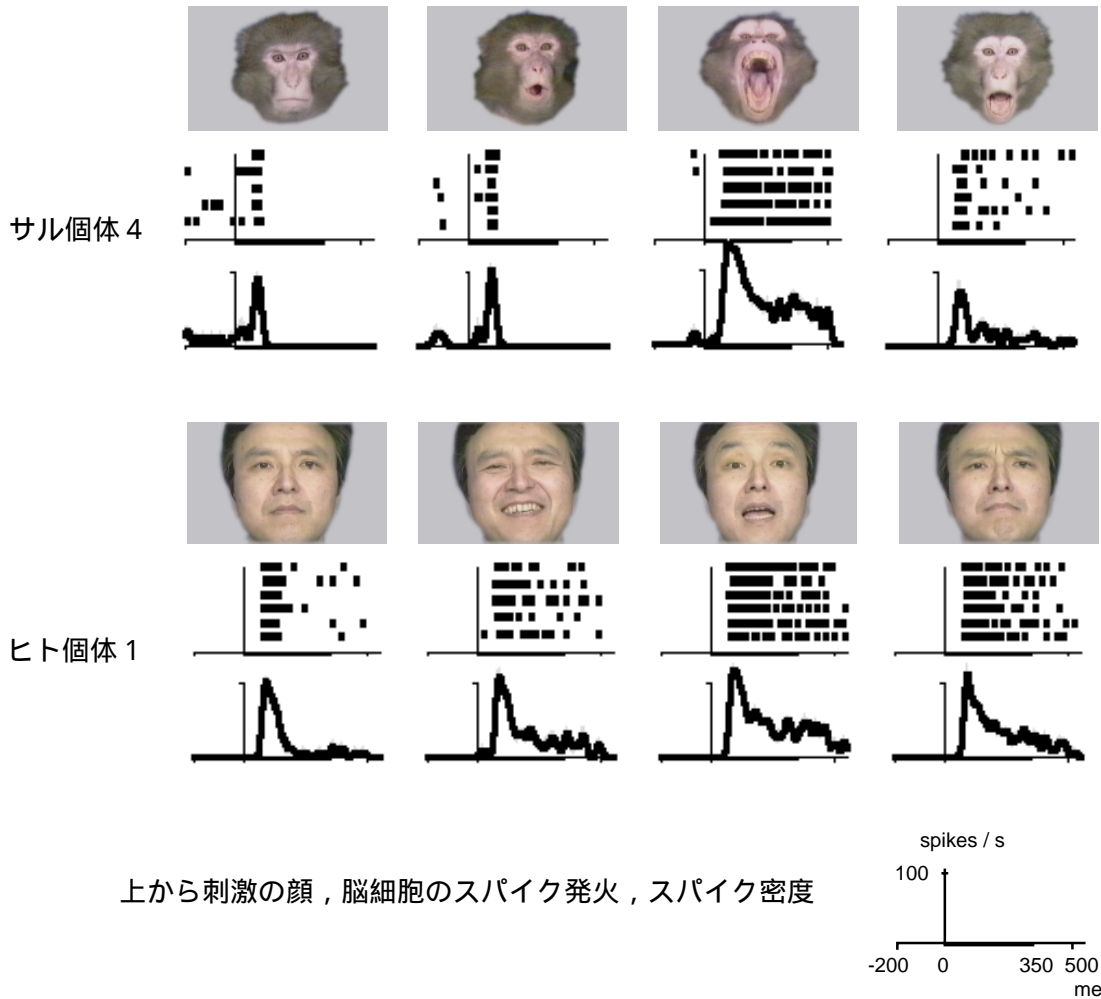


図2 脳細胞の顔表情に対する応答

- * おおまかな分類 : ヒトとサルと図形の3個に分類する情報
- * 詳細な分類 : 1. サルの個体, 2. サルの表情, 3. ヒトの個体, 4. ヒトの表情

脳細胞の応答は図2にあるように、時間変化が激しい。時間的に情報量がどう変化しているかを知るために、解析には50ミリ秒の観測窓を設け、その50ミリ秒内での顔に対する応答(スパイク/秒)を使って、おおまか、詳細の分類に関する情報量を計算した。そうするとその窓の中心時間での情報量が求まることになる。そしてその窓を8ミリ秒ごとに時間軸上を移動させると、情報量の時間変化が求まることになる。図3はこうして求めた情報量の時間変化である。

赤線はおおまかな情報、黒線はサル表情に関する詳

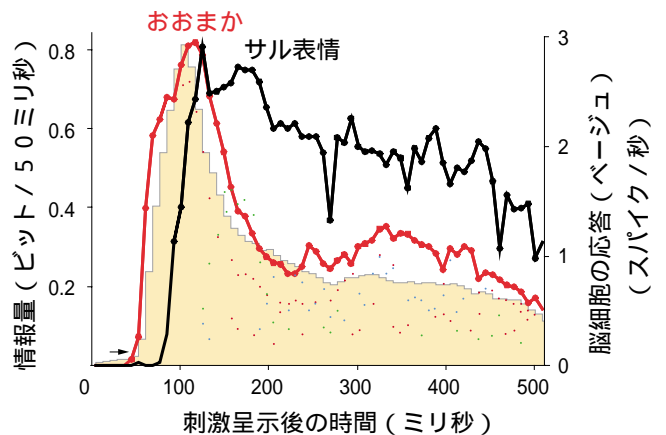


図3 図2の脳細胞が運ぶ情報量の時間変化

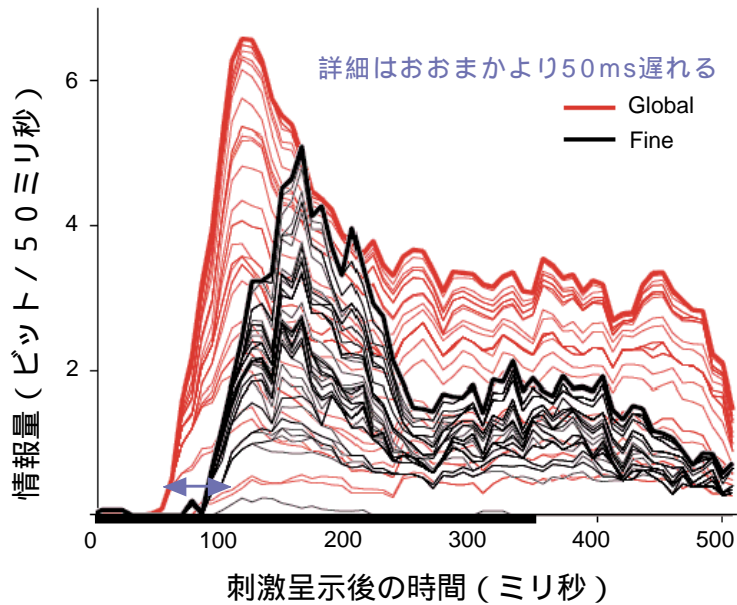


図4 本実験で得られた脳細胞からの情報量の重ね書き

細情報の時間変化である。おおまかな情報の方が詳細より早く出現していることが分かる。ページュに塗りつぶしたヒストグラムは脳細胞の応答である。おおまかな情報は応答の始まりに一致して出現していることがわかる。図3の脳細胞のように、おおまかと詳細の情報の両方を持っている脳細胞すべてから得られた情報の変化を重ね書きしてみると図4のようになり、おおまかな情報が詳細情報より約50ミリ秒先行していた。

これらの脳細胞は前頭葉、頭頂葉、嗅内皮質、海馬、扁桃体に応答を送っている。その応答を受け取る脳の領野では最初のおおまかな情報を使って、情報処理のモードを事前に変えることができ、詳細情報の迅速、適切な処理ができることとなる。いわば、おおまかな先行情報は標識札のようなものであろう。この標識札の利用は迅速適切処理という長所ももつが、反面、連想や行動の範囲が制限を受けやすいという短所もある。

3. 今後の展開

人間の視覚系はコンピュータではまねのできない情報処理装置である。その原理を利用して脳型ビジョンを実現しようとする研究が電総研の脳情報処理工学応用ラボなどで行われている。コンピュータでも人間でも視覚情報処理実現の困難な点は、カメラに写る

平面像から三次元外界を迅速にそして精密に推定しなければならないということである。

それを解決するモデルとして提案されているのが、脳の知見に基づく双方向視覚情報処理モデルである。そのモデルでは、網膜の画像情報を受け取る視覚野(後頭葉)から側頭葉の経路を順方向とし、順方向の処理と逆方向の処理との相互作用で、外界の精密な推定を行おうとするものである。神経回路の解剖学的知見でも双方向結合が存在している。

そのモデルでは、最初の順方向処理でラフな一撃推定を行い、その結果を逆方向結合で低次視覚系にもどし、入力情報と比較し、順方向信号が修飾されて再び側頭葉でより精密な推定が行われるという。

このモデルと今回の結果を比較してみる。最初のラフな順方向処理が脳細胞応答の最初に現れるおおまかな情報に相当し、順と逆方向の相互作用による精密な推定が実験データでは詳細な情報に相当していると考えられる。今後、脳型ビジョンの研究開発につながる成果と期待される。

参考文献

- 1) S. Kitazawa et al.: Cerebellar complex spikes encode both destinations and errors in arm movements. *Nature* 392, pp494-497(1998)

- 2) Y.Sugase et al. : Global and fine information coded by single neurons in the temporal visual cortex. Nature 400, pp869-873(1999)

当該研究担当者等

1) ラボ構成員(総数6名)

職員(3名) 山根 茂*(超分子部) ,河野憲二(首席研究官) 設樂宗孝(情報科学部)

職員以外(3名) 竹村 文 ,神作憲司(千葉大学) ,橋本幸紀

2) その他の研究協力者

菅生康子

* ラボリーダー