

平成 22 年 5 月 25 日現在

研究種目： 若手研究 (B)
 研究期間： 2007 ～ 2009
 課題番号：19790162
 研究課題名 (和文) 狂犬病ウイルスを用いた大脳皮質での立体視情報処理機構の解剖学的解明に関する研究
 研究課題名 (英文) Multi-synaptic cortical organization for stereopsis of macaque

研究代表者
 澤村 裕正 (SAWAMURA HIROMASA)
 東京大学・医学部附属病院・助教
 研究者番号：70444081

研究成果の概要 (和文)：

立体視に用いられる視覚情報は頭頂葉を中心とする背側経路で主に処理されると考えられてきた。近年、側頭葉を中心とする腹側経路でも情報処理が行われているとの報告があり、従来の枠組みを超えた視覚情報処理システムについての知見が得られてきている。しかしながらこれら複数の領域にまたがる 2 つの経路の機能連関については、未だ明らかになっていない点が多い。本研究では霊長類であるマカクサルを対象とし、神経生理学的及び狂犬病ウイルスを用いた神経解剖学的手法を駆使した統合的アプローチを用いて大脳皮質における立体視情報の視覚処理システムにおける機能連関の解明を目指した。結果、背側経路に位置する MT と腹側経路に位置する V4 とが異なった階層に位置する可能性があること、MT、V4 共に外側膝状体との間に“バイパス”経路が存在する可能性があること、V4 は背側・腹側経路の双方の入力を受けていることが示唆された。

研究成果の概要 (英文)：

The primate visual system is characterized by two principal rules: parallel (dorsal and ventral) pathways and hierarchic signal processing. It is well accepted that the information for stereopsis is processed not only in the dorsal cortical areas but also ventral cortical areas. However, multi-synaptic architecture of these two pathways is poorly understood. Within these parallel pathways, MT and V4 are recognized as being situated at a similar hierarchical rank. To re-evaluate the hierarchic relationship between MT and V4, the patterns of retrograde transneuronal labeling in V1 and LGN were analyzed after rabies virus injections into MT and V4 of macaque monkeys. The present results suggest that MT and V4 may be posited at different hierarchic ranks in signal processing in the dorsal and ventral pathways by way of LGN and layer 4C of V1. Moreover, there may be another pathway linking LGN and MT or LGN and V4. It is likely that converging M and P inputs from LGN may contribute to signal processing in these “short-cut” pathways.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,900,000	0	1,900,000
2008 年度	900,000	270,000	1,170,000
2009 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	420,000	3,720,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：基礎医学・生理学一般

キーワード：大脳皮質視覚領域、狂犬病ウイルス、立体視

1. 研究開始当初の背景

眼をインターフェースとして網膜から入力した視覚情報は外側膝状体 (LGN) を通り大脳皮質後頭葉の一次視覚野 (V1) に到達し、そこからさらに高次領域へと情報が送られる。以前より物体の空間的情報は頭頂葉へ、物体の形態情報は側頭葉へそれぞれ送られるという説が提唱されていたが、最近3次元視覚刺激に対して特異的に応答する細胞群が側頭葉で、物体表面の奥行き等に選択的な細胞群が頭頂葉で相次いで見出された。このことから、少なくとも物体の立体情報の抽出には側頭葉および頭頂葉の双方が重要な役割を果たしていると考えられる。しかし、これらの領域の機能連関については未だ明らかになっていない点が多い。

2. 研究の目的

今回の研究では実験動物としてサルを用い、狂犬病ウイルスを用いた越シナプス性ラベルにおける多シナプス性ニューロン連絡様式を解析し、神経生理学および神経解剖学的手法を駆使した統合的アプローチを用いて大脳皮質における物体の立体情報処理機構に用いられている背側・腹側視覚経路のネットワーク構築解明を目指す。本研究の成果によりこれらの領域のネットワーク機構が解明されれば将来的に人工視覚システム開発の土台となる可能性がある。

3. 研究の方法

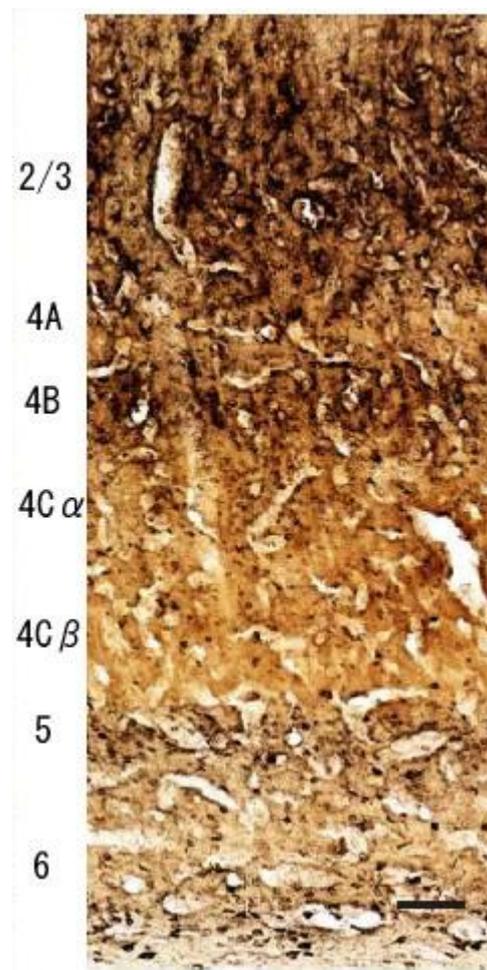
マカクサルを実験動物として用い、背側経路の一部を構成し、物体の動きなどの情報処理を行っていると考えられている Middle Temporal area (MT) と腹側経路を構成し色の情報処理を行っていると考えられる4次視覚野 (V4) を電気生理学的に同定した。その後、別々の個体に単シナプス性トレーサーの蛍光色素または越シナプス性逆行性トレーサーである狂犬病ウイルスを注入した。狂犬病ウイルスを注入し、生存期間を変化させることにより、2次ニューロン結合、3次ニューロン結合を解析した。MTに注入した場合は、2次ニューロンがLGNに発現していたため2次ニューロンまでの解析とした。一方V4に注入した場合は、3次ニューロンにて初めてLGNでの発現を認めたため、2次ニューロン

及び3次ニューロン結合を解析した。

4. 研究成果

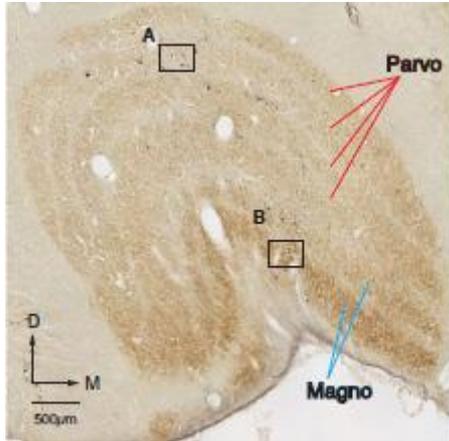
蛍光色素を注入した場合に認められたラベルは以前より多数行われてきている先行研究と一致する結果であった。MTに狂犬病ウイルスを注入した場合にはV1の4C α 層と2次ニューロン結合が認められた。一方、V4に注入した場合にはV1の4C層とは2次ニューロン結合が認められず、3次ニューロン結合がV1の4C α 、4C β 双方の層に認められた (図1)。

(図1)



さらに外側膝状体との結合を調べた所、MT とは二次ニューロン結合が認められ (図 2, 3, 4)、V4 とは三次ニューロン結合が認められた (図 5, 6, 7)。

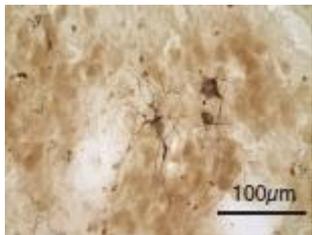
(図 2) MT に注入した際の LGN のラベル



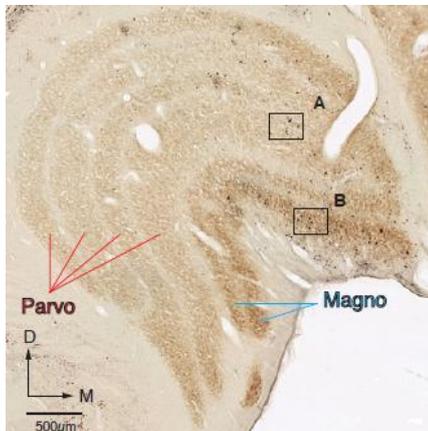
(図 3) 図 2-A の拡大図



(図 4) 図 2-B の拡大図



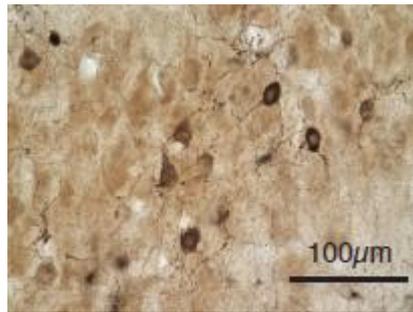
(図 5) V4 に注入した際の LGN のラベル



(図 6) 図 5-A の拡大図

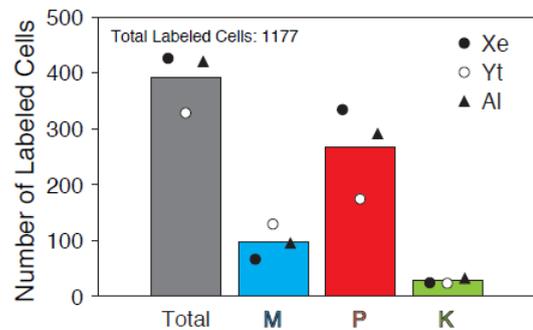


(図 7) 図 5-B の拡大図

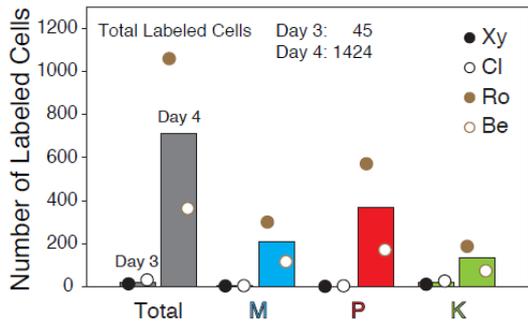


これらの結果を定量的に解析した結果、MT (図 8)、V4 (図 9) とともに外側膝状体で標識された細胞は (M) 層、(P) 層双方に認められた。次に V4 と V2 とのニューロン結合を検討した所、背側経路に位置すると考えられる V2 の thick stripe とともに二次ニューロン結合が認められた。以上の結果より MT と V4 とが背側・腹側経路の中で異なった階層に位置する可能性があること、MT、V4 共に外側膝状体との間に“バイパス”経路が存在する可能性があること、V4 は背側・腹側経路の双方の入力を受けていることが示唆された (図 10)

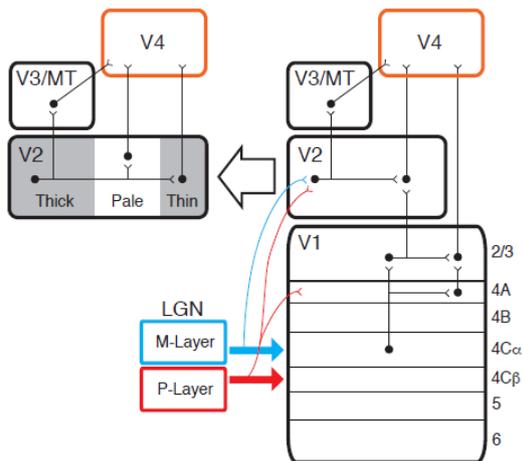
(図 8) MT に注入した際の LGN のラベルの定量解析の結果



(図9) V4に注入した際のLGNのラベルの定量解析の結果



(図10) 考えられる V4 への複数の多シナプス入力



5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 2 件)

Taihei NINOMIYA, Hiromasa SAWAMURA et al
Organization and Circuitry in
Extrastriate Cortex
Society for Neuroscience, 2009 Chicago

二宮太平、澤村裕正ら

LGN から V4、MT への多シナプス性入力様式
第 32 回日本神経科学学会、2009 名古屋

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

出願年月日 :

国内外の別 :

○取得状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

取得年月日 :

国内外の別 :

[その他]

ホームページ等

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

澤村 裕正 (SAWAMURA HIROMASA)

研究者番号 : 70444081

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし