

1. 研究開始当初の背景

網膜から入った視覚情報は後頭葉を中心とした視覚領域で処理され、側頭葉、頭頂葉、前頭葉へ送られるのみならず、それとは反対方向に側頭葉、頭頂葉、前頭葉から送られてくる情報による修飾を受ける。網膜から外側膝状体を経由して一次視覚野及び高次視覚野へ送られる視覚情報処理ネットワーク（Bottom-Up方式）に関しては背側経路・腹側経路という二つの経路で段階的・階層的な情報処理を受けるという大きな枠組みが提唱されている。一方、視覚情報処理が以前の記憶や状況により修飾されることは知られているが、それら前頭葉・頭頂葉・側頭葉から視覚野へ至る視覚情報処理機構（Top-Down方式）のネットワークについては未だに明らかになっていない点が多い。

2. 研究の目的

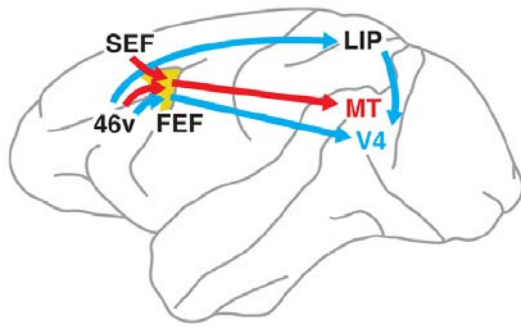
今回の研究目的は、マカクサルを実験動物とし、神経生理学的及び神経解剖学的手法を駆使した統合的アプローチを用いて大脳内の単シナプス性及び多シナプス性のニューロン連絡を神経解剖学的に解析することにより、前頭葉及び内側側頭葉からTop-Down方式にて高次視覚野（V4野、MT/V5野）に送られる視覚情報が前頭葉、内側側頭のどの領域から主に送られているかを多数の領域にまたがって解明し、背側経路・腹側経路から構成される視覚情報処理ネットワークの解剖学的構造基盤の枠組みについて新しい知見を得ようと計画された。同時に動作回数情報と頭頂葉との関連についても、視覚以外の頭頂葉の機能解明の一端を目的として行われた。

3. 研究の方法

マカクサルの背側経路に存在する5次視覚野（MT/V5）、腹側経路に存在する4次視覚野（V4）それぞれに神経トレーサーとして狂犬病ウイルス、及び二種類の蛍光色素（ファストブルーとジアミジノイエロー）を注入し、前頭葉からMT/V5、V4各領域へ至る神経連絡及び内側側頭葉からV4野に至る神経連絡に関して研究を行った。同時に、ニホンサルに動作回数に基づいて動作を選択させる課題を行わせ、課題遂行中に頭頂葉局所を一時的に不活性化させる実験も行った。

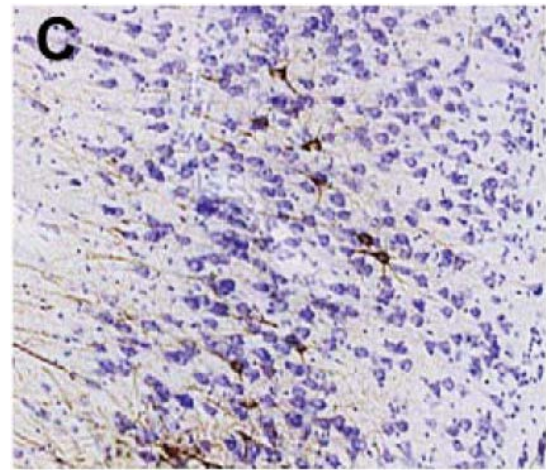
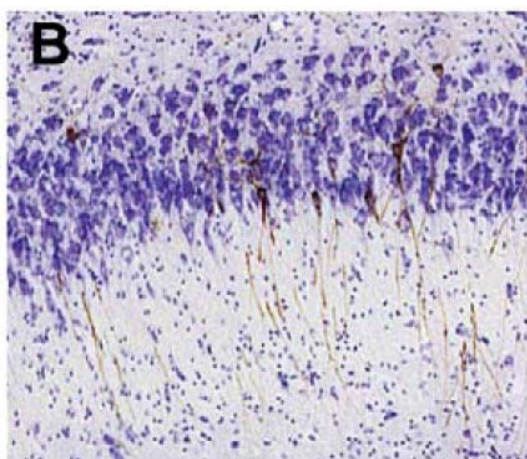
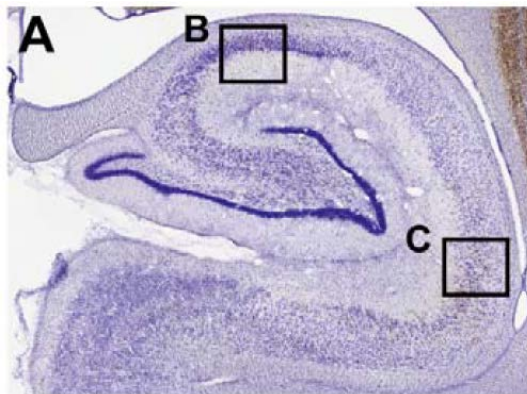
4. 研究成果

前頭葉からV4野へのトップダウン式信号は、前頭葉の前頭眼野（FEF）、頭頂葉の外側頭頂間野（LIP）を経由して46野腹側部（area 46v）と二次ニューロン結合で伝達されていること、MT/V5野へのトップダウン式信号は前頭眼野（FEF）、外側頭頂間野（LIP）を経由して前頭葉の46野腹側部（area 46v）及び補足眼野（SEF）と二次ニューロン結合で伝達されていることが明らかになった。またこれらV4野、MT/V5野へ伝達される信号は眼球運動の中枢である前頭眼野（FEF）や外側頭頂間野（LIP）の異なる神経細胞によって別々に中継されていることが明らかになった（図1）。この結果から、高次視覚野であるV4野、MT/V5野を中心とした視覚情報処理に影響・修飾を及ぼしていると考えられる主要な投射源の領域が明らかになり、前頭前野と高次視覚野との相互作用の神経基盤の一端が解明された。



(図1：前頭葉からV4野への結合の模式図)

また、内側側頭葉からV4野へ至るトップダウン式信号についても検討を行った。結果、TH野、35野、36野とV4野が2次ニューロン結合をしていること、嗅内皮質 (entorhinal cortex) とV4野、及び固有海馬 (hippocampus proper) とV4野とが3次ニューロン結合をしていることが明らかになった (図2)。



(図2：A. V4野へ狂犬病ウイルス注入4日後に海馬体で認められたラベル。B, C. はそれぞれA内のB, C の拡大図)

固有海馬 (hippocampus proper) からV4野への情報伝達に際しては嗅内皮質

(entorhinal cortex) を経由しない“2 2 2 2 2 近道”経路の存在が示唆されることが新たな知見として得られた。この結果で得られた多シナプス性経路は視覚情報処理システムの腹側経路で行われる物体の認知の際に必要な記憶情報を提供していると考えられた (図2)。

同時に動作回数に基づいた動作選択課題が頭頂葉局所の機能低下により障害を受けることが明らかになった。頭頂葉がもつ視覚伝達以外の機能の一端が明らかになった。

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4件)

1) Sawamura Hiromasa, Shima Keisetsu, Tanji Jun.

“Deficits in action selection based on numerical information after inactivation of the posterior parietal cortex in monkeys.”

J Neurophysiol. (2010) 104:902-910.

2) Ninomiya Taihei, Sawamura Hiromasa,
Inoue Kenichi, Takada Masahiko.
“Differential architecture of
multisynaptic geniculo-cortical pathways
to V4 and MT.”
Cerebral Cortex (2011) 21: 2797-2808.

3) Ninomiya Taihei, Sawamura Hiromasa,
Inoue Kenichi, Takada Masahiko.
“Segregated pathways carrying frontally
derived top-down signals to visual areas MT
and V4 in macaques.”
Journal of Neuroscience (2012) 32:
6851-6858.

4) Ninomiya Taihei, Sawamura Hiromasa,
Inoue Kenichi, Takada Masahiko.
“Multisynaptic inputs from the medial
temporal lobe to V4 in macaques.”
PLoS One (2012) 7:e52115.

[学会発表] (計 3 件)

Ninomiya Taihei, Sawamura Hiromasa, Inoue
Kenichi, Takada Masahiko.
“Functional organization and circuitry
of extrastriate cortex”
Society For Neuroscience 2011, Washington
D. C., U. S. A.

Sawamura Hiromasa, Ninomiya Taihei, Inoue
Kenichi, Takada Masahiko.
“Multisynaptic inputs from the medial
temporal lobe to V4 in macaques”
Society For Neuroscience 2012, New Orleans,
U. S. A.

二宮太平、澤村裕正、井上謙一、高田昌彦：
マカクザル前頭葉からMTおよびV4 への多シ
ナプス性入力様式。
第34回日本神経科学大会、2011.9.17、
横浜、日本

[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)
東京大学・医学部附属病院・助教
研究者番号：70444081

(2)研究分担者
()

なし
研究者番号：

(3)連携研究者
()

なし
研究者番号：