The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Distribution, Morphology, and γ- aminobutyric Acid Immunoreactivity of Horizontally Projecting Neurons in the Macaque Inferior Temporal Cortex
Author(s)	谷川, 久
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42618
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【16】

氏　　名	谷川　久（たにがわ　ひさし）
博士の専攻分野の名称	博　士（医　学）
学位記番号	第　16023　号
学位授与年月日	平成13年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 医学系研究科生理系専攻
学位論文名	Distribution, Morphology, and γ-aminobutyric Acid Immunoreactivity of Horizontally Projecting Neurons in the Macaque Inferior Temporal Cortex. （マカカ属サルの下側頭葉皮質における水平軸索投射ニューロンの分布・形態・GABA免疫反応性の解析）
論文審査委員	（主査） 教授　津本　忠治 （副査） 教授　福田　淳　　教授　佐藤　宏道

論文内容の要旨

【目的】

サル大脳皮質の下側頭葉皮質TE野は、目で見た物体が何であるかを認識するための重要な脳領野である。この領野を損傷したサルは、物体の視覚識別ができなくなる。またこの領野の多くの神経細胞は、目で見た物体の部分的図形特徴に選択的に応答する。このような神経細胞のうち、類似の応答選択性を持ったものが集まって、幅約0.4mmのコラムと呼ばれる柱状構造を形成している。領野内在性水平軸索は、これらのコラム間を連絡する神経結合と考えられている。TE野において、水平軸索は皮質表面に対して平行に数mmにわたって走行し、複数の軸索終末集団を形成している。このことは、水平軸索が特定のコラム間を結合していることを示している。水平軸索は、コラム間情報処理に重要な働きをもつと考えられるが、その働きはまだ明らかにされていない。水平軸索を投射している神経細胞を詳しく調べることは、水平軸索の働きを知る上で重要な課題である。我々は、TE野で水平軸索を投射している神経細胞が、どのように領野内に分布しているのか、そしてそれらの細胞が解剖学的にどのような形態・性質をもっているのかを調べるために、以下に述べる実験を行った。

【方法ならびに成績】

麻酔下のマカカ属サルのTE野を露出し、逆行性標識色素であるDiamidino Yellowを、TE野の任意の領域に微少量注入した。逆行性色素は、軸索終末から取り込まれ、軸索内を逆行性に輸送されて、細胞体（または細胞核）を染色する性質も持っている。そのため、皮質内に注入することにより、注入部位に軸索を投射している細胞を同定することができる。色素注入後、十分な生存期間を経てから、サルを深麻酔して灌流固定し、脳を取り出した。色素注入部位を含むTE野から、脳表面に対して平行な方向、または垂直な方向の切片を作成し、蛍光顕微鏡下で標識細胞の分布を調べた。標識細胞は、TE野の広い範囲（注入部位から最大8mm離れた距離）にわたって分布していた。注入部位の近傍1mm以内の範囲では、標識細胞は密に分布しており、その密度は注入部位から離れるにつれて徐々に減少していった。一方で、注入部位から離れた領域では、ところどころで標識細胞が密に集まっている部位が存在していた。そのような部位では、標識細胞は皮質表面から深層にわたって分布しており、皮質内で柱状構造（幅0.35mm）を形成していることが分かった。以上の結果から、TE野の局所領域は、領野内の広い範囲の神経細胞から水平軸索を介して入力を受けていることが示された。また、機能的コラムに対応するような、柱状に分布する細胞集団から入力を受けていることが分かった。

次に、水平軸索を投射している細胞の樹状突起の形態を知るために、Diamidino Yellow を TE 野に注入し、灌流固定後、脳表面に垂直な方向の TE 野切片（300μm厚）を作成した。切片を蛍光顕微鏡下に置き、微小ガラス電極を用いて、蛍光色素 Lucifer Yellow を標識細胞の細胞内に電気泳動的に注入し、染め出された樹状突起の形態を観察した。2匹のサルにおいて、Lucifer Yellow を注入された223個の細胞のうち、221個は興奮性とされる錘体細胞か錘体細胞が変形したものであった。抑制性と考えられる形態の細胞は、標識色素注入部位から500μm 以内離れた場所に2個だけ見つかった。以上のことから、長距離（1㎜以上）の水平軸索を投射している神経細胞の大部分は、興奮性の錘体細胞であることが分かった。

最後に、水平結合への抑制性細胞の寄与を検討するために、逆行性標識色素である Fast Blue 又は Latex Beads を TE 野に注入し、灌流固定後、脳表面に平行な方向の切片（30μm厚）を作成した。そして、抑制性伝達物質であるγアミノ酪酸（GABA）の抗体を用いて免疫組織染色を行った。3匹のサルにおいて4609個の逆行性標識された神経細胞のうち、GABA 免疫反応陽性を示した細胞は123個（2.7%）のみであり、その大部分（120個）は注入部位から1㎜以内の範囲に分布していた。以上の結果から、水平軸索を投射している神経細胞のうち、抑制性のものは少数であり、そのほとんどは脳表面に平行な方向に近距離（1㎜以内）の軸索投射を行っていることが分かった。

【総括】

TE 野の機能的コラムは、領野内の最大8㎜におよぶ広い範囲の神経細胞群から水平軸索入力を受けていることが示された。また、特定のコラム間では水平軸索を介した強い神経連絡が存在し、そのほとんどは興奮性の錘体細胞由来であった。TE 野には、類似の図形特徴選択性をもつコラムが複数個存在していることが報告されている。本実験で示されたコラム間の興奮性神経結合は、このような類似の選択性をもつコラム間を連絡している可能性が高い。一方で、TE 野内の隣接したコラムは、異なった図形特徴選択性をもつことが報告されている。本実験で示された近距離の抑制性水平結合は、隣接したコラム間を連絡し、コラムの刺激選択性の形成に寄与していると考えられる。

論文審査の結果の要旨

本研究の研究対象である霊長類の大脳皮質下側頭葉は、物体認識において重要な役割をもつと推定されてきたが、従来のこの領野での研究は、行動学的、または電気生理学的研究に重点が置かれており、その基盤となるべき神経回路の研究は、あまり行われていなかった。本研究は、下側頭葉皮質内の神経回路ネットワークの構成を知るために、領野内在性の水平結合に焦点をおいて解析し、その結合様式を明らかにしたものである。これにより、下側頭葉皮質内での、視覚情報処理機構の解剖学的基盤が明らかになった。本研究の成果は、今後の霊長類における物体認識メカニズムの解明に大きく貢献するものであり、学位の授与に値すると考えられる。