



Title	The Neural Representation of Stereoscopic Depth in Macaque Visual Cortical Area V4
Author(s)	田辺, 誠司
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45027
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

氏 名 田 辺 誠 司

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 18813 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 16 年 3 月 25 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 4 条第 1 項該当

基礎工学研究科システム人間系専攻

学 位 論 文 名 The Neural Representation of Stereoscopic Depth in Macaque Visual Cortical Area V4
(マカクザル視覚皮質 V4 野ニューロンにおける、両眼立体視による奥行き
の表現)

論 文 審 査 委 員 (主査)

教 授 藤田 一郎

(副査)

教 授 大澤 五住 教 授 山本 亘彦

健康体育部教授 佐藤 宏道

生命機能 COE 招聘 UC Berkeley 教授 Ralph D. Freeman

論 文 内 容 の 要 旨

末梢感覚系で受容された信号は、脳神経系が情報処理することによって、知覚や行動に対応した情報表現へと変換される。特に両眼立体視システムは、視野の左右眼への投影像から三次元の情報表現を作り上げる。本研究の目的は、サルの大脳皮質視覚野の両眼立体視システムが両眼像の対応を算出する神経メカニズムを明らかにすることとした。ニホンザルに注視課題を行なわせ、通常のランダム・ドット・ステレオグラム (RDS) 及び片方の眼に投影されるドットパターンの輝度コントラストを反転した RDS を呈示したときの、V4 野ニューロンの細胞外単一神経活動を記録した。約半数の細胞が通常の RDS の両眼視差に感受性を有した。典型的な視差感受性曲線は交差視差に最大値を持ち、ゼロ視差に最も急峻な勾配をもっていた。視差感受性の強いニューロンの近傍には、やはり視差感受性の強いニューロンが存在し、反対に視差感受性の弱いニューロンの近傍には、やはり視差感受性の弱いニューロンが存在するようにニューロンは V4 皮質内で分布していた。視差感受性の強いニューロン近傍に位置したニューロンは、互いに似た最適視差を有していた。これら通常の RDS に対する応答に比べて、輝度反転 RDS に対する応答の視差感受性曲線の振幅は有意に小さかった。輝度反転による感受性曲線の振幅の低下は、時間経過に変化はなく、神経応答の潜時に依存しなかった。以上の V4 ニューロンのデータとは対照的に、これまでの報告によると V1 野と MT 野ニューロンは輝度反転 RDS の視差に応答する。輝度反転 RDS には両眼像の誤対応しか存在しないため、V1 野および MT 野のニューロンは誤対応に反応しているといえる。本研究の結果から、V1 で誘発された誤対応に対する応答は、腹側経路内で打ち消され、両眼立体視による奥行き知覚と対応した神経活動に変換されていることが示された。また、この経路がゼロ視差近辺の細かい奥行きの情報を伝達していることが示唆された。

論文審査の結果の要旨

視覚システムが行っている重要な仕事の一つは、網膜における空間的に2次元の2枚の外界投影像から、眼前の3次元世界の構造を構築することである。ヒトの両眼は左右に6-7 cm 離れており、異なった角度から世界を見ていることに起因して、左右の網膜像にはわずかな位置ずれが生じている。この位置ずれは両眼視差と呼ばれ、脳が視覚対象物の立体構造を復元する上でもっとも正確な手がかりを与える。両眼視差情報は、一次視覚野で検出された後、大脳皮質の数多くの視覚領野へと送られる。本論文は、サルの後頭-側頭経路（「腹側経路」）の中段、V4 野における両眼視差情報処理の内容を、単一神経細胞の視覚反応を記録・解析することで、解明を試みたものである。

コンピュータディスプレイ上の1点を注視している最中のサルのV4 野単一神経細胞から活動電位を細胞外記録した。ランダムドットステレオグラム（RDS）のドットの一部に両眼視差をあたえ、両眼視差の量を変えたときのV4 細胞の反応変化を解析した。ダイナミック RDS には単眼性位置ずれをとまわずに両眼視差を与えることができる。このような条件下において、V4 細胞の多くは両眼視差の変化に対応して反応を変化させることが示され、V4 細胞が真の両眼視差選択性を持つことを確定した。両眼視差チューニング曲線の定量的解析の結果、V4 細胞の多くは交差視差を最適視差としており、またチューニング曲線の変化率が最大になる部分が0視差近傍にあるという特色を持つことを明らかにした。さらに、RDS の左眼像の白い（黒い）ドットに対応する右眼像のドットを黒（白）にした輝度反転 RDS に対する V4 細胞の反応を調べた。輝度反転 RDS では、左眼像と右眼像の大域的な対応をとることができず、ヒトもサルも奥行きを感じることができない。V4 野細胞は、輝度反転 RDS に含まれる両眼視差には反応しなかった。この性質は、輝度反転 RDS に含まれる両眼視差に反応してしまう一次視覚野細胞や頭頂葉経路の MT 野や MST 野の細胞の性質とは大きく異なり、V4 野において両眼像対応の処理が一段と進んでいることを示している。

上記の結果は、霊長類大脳における両眼視差情報処理過程に関する理解を進め、両眼立体視の脳内メカニズム解明にむけての重要な知見を提供した。博士（工学）の学位論文として価値あるものとして認める。