

Title	Neural Computation of Object Size in Monkey Visual Area V4
Author(s)	田中, 慎吾
Citation	大阪大学, 2010, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/57735
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、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【94】

氏 名	た な かし ん ぞ 田 中 慎 吾
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 2 3 9 5 1 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 22 年 3 月 23 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当 生命機能研究科生命機能専攻
学 位 論 文 名	Neural Computation of Object Size in Monkey Visual Area V4 (サル視覚皮質V4野における物体サイズの計算)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 藤 田 一 郎 (副査) 教 授 大 澤 五 住 教 授 小 倉 明 彦 准 教 授 七 五 三 木 聡

論 文 内 容 の 要 旨

The perceived size of an object remains relatively stable despite changes in the size of its retinal image that accompany changes in distance from the observer. This perceptual phenomenon is known as size constancy. The brain uses both distance and retinal image size to estimate the size of objects. In spite of the importance of object size information for object recognition, there has been few studies on the neural representation of object size in the cerebral cortex.

Brain lesion studies suggest that the prestriate cortex of monkeys plays an important role in size constancy. Because neurons in area V4, a prestriate cortex, are tuned to both stimulus size and stereoscopic depth, I hypothesized that binocular disparity information and retinal image size information are integrated to represent object size in area V4.

Here, I searched for neurons that encode object size, not retinal image size, in area V4. Neurons that invariantly encode the size of an object irrespective of its distance should systematically change their preferred retinal image size depending on the distance to the object. While monkeys were engaged in a simple fixation task, a disk of binocularly correlated random dot stereograms (RDSs) was presented over the receptive field of V4 neurons. I examined responses of V4 neurons to various combinations of binocular disparities and “cyclopean” image sizes of the disk.

A majority of V4 neurons were selective for both binocular disparity and cyclopean image size. They scaled the size tuning curves and shifted the preferred image size according to the change in binocular disparity; the preferred image size became larger as a stimulus was presented nearer. This result was consistent with the psychophysical performance tested with human observers; they perceived the larger stimulus presented at nearer position as the same size as the smaller stimulus presented at farther position. The magnitude of shifts varied from cell to cell. It was not affected by vergence angle, a cue for fixation distance. The results indicate that each of the object-size coding cells is used to calibrate the retinal image size when fixating on their appropriate fixation distances. The response property of V4 neurons was explained by an extension of disparity energy model. From these results, I suggest that V4 neurons compute object size using binocular disparity as a cue for distance.

論文審査の結果の要旨

ヒトは、物体までの距離が変化し網膜投影像の大きさが変化しても、その物体の大きさは一定であると知覚することができる。この知覚現象は大きさ恒常性と呼ばれ、脳は網膜投影像の大きさと物体までの距離を利用して、物体の大きさを計算している。物体の大きさは、物体認識において重要な情報となるにもかかわらず、その脳内表現について調べた研究は殆ど行われていない。

申請者は、距離情報として両眼視差に注目し、サルV4野神経細胞の大きさ選択性に対する両眼視差の影響について調べた。単一神経細胞活動を記録した結果、V4野神経細胞の大きさ選択性は、刺激の両眼視差によって変化し、刺激が近くなるに従い最適刺激サイズが大きくなっていた。この変化と、ヒトを被験者として行った心理物理学実験の結果との間には一貫性が見られた。記録されたV4野神経細胞の応答特性は、視差エネルギーモデルにより記述される2つの複雑型細胞の組み合わせによって記述することができた。以上の結果は、V4野細胞が、網膜像における大きさ情報と両眼視差情報を利用して、物体の大きさを計算し、大きさ恒常性に寄与することを示唆している。

本研究は、脳内における物体の大きさ表現に関する新たな知見を与えるものであり、博士号学位に値するものと認める。