

氏名	郭 嘉跃
授与した学位	博士
専攻分野の名称	工学
学位授与番号	博甲第5556号
学位授与の日付	平成29年 3月24日
学位授与の要件	自然科学研究科 産業創成工学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	fMRI Studies on the Human Visual Object Perception in a Wide Visual Field (広視野におけるヒト物体知覚に関する fMRI 研究)
論文審査委員	教授 呉 景龍 教授 柳瀬眞一郎 教授 堀部明彦 准教授 高橋 智

### 学位論文内容の要旨

The visual system is very important and complex and the visual system is the part of the central nervous system that enables human to perception and process visual information. It consists of the eyes, several parts of the cerebral cortex, and the pathways connecting them. The visual system can be divided into central and peripheral vision. There are regions that prefers for fine details, such as central vision, and regions that prefers for coarser information, such as peripheral vision. To comprehend on the human visual object perception, both central and peripheral vision important and should be investigated together. Over a decade to study human visual cortex and the human visual object perception by the functional magnetic resonance imaging (fMRI). However, studies are centralized of visual cortex functions for the object in the central visual field. Neural responses in the visual cortex from the central to peripheral visual field remain unknown.

Firstly, in present study, we used a wide-field stimulus presentation within the MRI environment. This system is advantageous in that the presented images have high resolution. We successfully applied this visual presentation system to studies of visual retinotopic mapping and object perception neural function in the peripheral visual field. Based on the wide-field mapping a result, this system was more effective at mapping a checkerboard stimuli in V1-V3 from the central to peripheral visual fields. We located separate peripheral visual field representation areas (V1, V2, V3). In higher-level visual areas, we also located several classical category-selective areas, including the face-selective area (FFA), house-selective area (PPA), lateral occipital complex (LOC) and LO-1, LO2.

Secondly, using this wide-view visual presentation system and functional magnetic resonance imaging (fMRI), we used functional magnetic resonance imaging (fMRI) and a wide-view presentation system to investigate neural responses to four categories of objects (faces, houses, animals, and cars) in the primary visual cortex (V1) and the lateral visual cortex, including the LOC and the retinotopic areas LO-1 and LO-2.

In addition, we used functional magnetic resonance imaging (fMRI) and a wide-view presentation system to investigate neural responses to face images and categories of nonfaces (houses, animals, and cars) images in the primary visual cortex (V1) and FFA for this study.

In conclusion, we used a wide-field stimulus presentation within the MRI environment, revealed out neural activity to object relationships between V1 and LOC, LO-1, LO-2 or V1 and FFA within wide visual field, and firstly estimated the pRF maps for the human visual peripheral field. We found the neural responses to objects decreased as the distance between the location of presentation and center fixation increased, which is consistent with the diminished perceptual ability that was found for peripherally presented images. By measuring the ratio relative to V1 (RRV1), we further demonstrated that eccentricity, category and the interaction between them significantly affected neural processing in these regions.

## 論文審査結果の要旨

人間の視野には構造の違いに基づく機能的差異によって、中心視野と周辺視野に分けられる。中心視野では物体の認知を行い周辺視野において移動制御を行っているといわれており、対応する脳の領域も異なる。先行研究より、視野偏心率 $0^{\circ}$  から $12^{\circ}$  まで増加するとともに、人間顔と建物刺激知覚反応について脳の腹側皮質種類選択領域の顔を選択領域FFA (fusiform face area)及び物体を選択領域LOC (lateral occipital complex)対応する脳の神経応答と脳の領域が異なることを調べられた。しかし、視野偏心率 $12^{\circ}$  以上の視野で、人間顔、建物、動物と車刺激に対する脳のLOCとFFAの知覚反応が未知である。

本研究では、機能的磁気共鳴機能画像 (fMRI) を利用して、広視野装置を用いた視野偏心率位置は $0^{\circ}$   $11^{\circ}$   $22^{\circ}$   $33^{\circ}$   $44^{\circ}$   $55^{\circ}$  脳のLOCとFFA領域で人間顔、建物、動物と車刺激知覚反応特性を検討するため、レチノトピーマッピング実験、物体選択領域同定実験と偏心率位置実験を実施した。レチノトピーマッピング実験より、中心視野と周辺視野の網膜部位特性を調べる。物体選択領域同定実験より、FFAとLOC位置を定位する。偏心率位置実験より、各偏心率位置と脳の対応位置を明らかにする。結果より、FFA領域で人間顔刺激の知覚反応が非顔刺激の知覚反応より強いことを示した。しかし、偏心率が増加するとともに、人間顔刺激の知覚反応は中心視野で大きい、周辺視野では非顔刺激の知覚反応よりも小さくなった。そして、LOC領域において人間顔刺激の知覚反応は視野偏心率 $0^{\circ}$  の場合に建物刺激より強い、視野偏心率 $33^{\circ}$  の場合に人間顔刺激の知覚反応は建物、動物と車刺激より弱いことを示した。建物刺激の知覚反応は視野偏心率 $22^{\circ}$  の場合に人間顔、動物と車刺激より強いことを示した。広視野における、人間顔、建物、動物と車刺激知覚反応について脳活動が異なることを明らかとなった。

本研究の成果は、査読ありの学術論文雑誌に2件、査読ありの国際会議論文集に1件の論文が掲載されている。この研究によって得られた結果は、広視野におけるヒト物体知覚に関する脳機能の解明に大きく貢献できると期待される。以上のことより、本論文は学術上及び工学上で貢献するところが多い。本論文は博士(工学)の学位として価値あるものと認める。