



|              |   |
|--------------|---|
| Title        | In vivo two-photon calcium imaging of cellular arrangement and functional connectivity in layer 2/3 of the mouse primary visual cortex                |
| Author(s)    | 森, 理也   |
| Citation     | 大阪大学, 2016, 博士論文  |
| Version Type |   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/56106">https://hdl.handle.net/11094/56106</a>   |
| rights       |   |
| Note         | やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。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。 |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

## 論文内容の要旨

氏 名 ( 森 理 也 )

論文題名

*In vivo* two-photon calcium imaging of cellular arrangement and functional connectivity in layer 2/3 of the mouse primary visual cortex  
 二光子カルシウムイメージングを用いたマウス一次視覚野における応答特性と機能結合の関係

Mutually connected neurons in layer 2/3 of the rodent primary visual cortex (V1) receive synaptic inputs from a common source to form distinct sub-networks. In this doctoral thesis I address whether these sub-networks constitute micro-organization for specific visual functions.

By using *in vivo* two-photon calcium imaging, I determined the receptive field (RF) structure of layer 2/3 neurons in mouse V1, and assessed functional connections between them by applying cross-correlation analysis to calcium signals. White noise stimuli were presented to urethane-anesthetized mice while calcium signals from V1 neurons were recorded. The structure of the RFs for visually responsive neurons in the imaged area ( $240 \times 240 \mu\text{m}^2$ ) was determined by reverse-correlating the estimated time course of the firing rate with the stimuli.

The RFs of nearby neurons highly overlapped with each other, while their center positions gradually shifted in the visual field depending on their location across the cortex, indicating that the retinotopic map in mouse V1 were detected at the single cell resolution. However, nearby neurons did not share RF size, preferred orientation, preferred spatial frequency, preferred phase, and stimulus phase sensitivity (i.e., simple cell vs. complex cell), suggesting that these stimulus parameters are not orderly mapped across the cortical sheet of mouse V1.

Cross-correlation analysis applied to calcium signals indicates that pairs of nearby neurons with similar RF position, orientation and spatial frequency are more often functionally connected with each other than those with dissimilar response characteristics. The size of the RF and the strength of the phase selectivity did not relate between nearby neurons regardless of functional connectivity.

Based on the above results, I suggest that neurons conveying information of similar orientations and spatial frequency form distinct sub-networks in mouse V1. Thus, mouse V1 has no obvious mesoscopic modular structure unlike V1 and higher visual cortical areas in cats and monkeys, but embeds functionally distinct microstructure as mutually connected sub-networks.

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

|  |     |     |       |
|--|-----|-----|-------|
| 氏 名 ( 森 理 也 )  |     |     |       |
| 論文審査担当者  | (職) | 氏 名 |       |
|  | 主 査 | 教授  | 藤田 一郎 |
|  | 副 査 | 教授  | 大澤 五住 |
|  | 副 査 | 教授  | 山本 亘彦 |
|  | 副 査 | 教授  | 小倉 明彦 |
| 論文審査の結果の要旨   |     |     |       |
| <p>森理也氏は、インビボ2光子カルシウムイメージング法をマウスの第一次視覚野(V1)に適用し、この領野の機能構築の解明を行った。マウスのV1は、ネコやサル(V1)と異なり、局所輪郭の傾き(方位)に基づいたコラム構造を有しない。しかしながら、互いにシナプス接続のある細胞同士は、第三の細胞から共通入力を受ける傾向が高いことから、マウスV1の中には互いに接続しあうサブネットワークがあると示唆されている。しかし、そのサブネットワークの機能的意味の探求は進んでいない。森氏は、2光子イメージング法により多数の細胞の活動を同時記録し、ホワイトノイズ刺激に対する反応から逆相関法を用いることで、個々の細胞の視覚特徴選択性を決定した。同時に、二つの細胞の間の機能的結合を相互相関解析法により見積もった。その結果、似た方位と空間周波数の情報を伝える細胞同士が互いに結合していることを見出した。マウスV1は、マクロなコラム構造は有していないものの、その神経回路の中にあるサブネットワークが視覚特徴の異なる側面に特化していることが明らかとなった。本研究の成果は、視覚情報処理の神経メカニズムの理解を進めたものとして、博士号学位を授与するに値すると判断する。</p> |     |     |       |