



Title	Temporal Dynamics of Surround Suppression in the Primary Visual Cortex
Author(s)	石川, 理子
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/49302
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	いし かわ あや こ 石 川 理 子
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 2 2 1 9 7 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 20 年 3 月 25 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	Temporal Dynamics of Surround Suppression in the Primary Visual Cortex (初期視覚野における刺激布置に依存した反応修飾)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 佐藤 宏道 (副査) 教 授 藤田 一郎 教 授 大澤 五住 教 授 山本 亘彦

論 文 内 容 の 要 旨

In the primary visual cortex (V1), the responses of neurons to a stimulus presented in their classical receptive field (CRF) are modulated by another stimulus simultaneously presented in the surround of CRF. Because the modulatory effect is generally suppressive, it is called “surround suppression”. There is a perceptual correlate of this phenomenon called “metaccontrast” in which the perception of a particular target is masked by the presentation of another stimulus to the surround with a small delay. In order to clarify the functional organization of the early visual system and also to have an insight into the brain strategy to optimize the efficiency of visual information processing that is appropriate in the behavioral context, I studied both surround suppression neurophysiologically in the cat V1 and metaccontrast psychophysically in human. In the first part of the study, I examined temporal properties of surround suppression in V1 neurons. 1) Spatial frequency (SF) tuning of surround suppression changed through time : tuning curve of early response phase (≤ 50 ms) was low-pass type, whereas that of late phase (> 50 ms) was band-pass type, 2) SF tuning of CRF response also changed through time : the preferred SF shifted from low SF to high SF, and 3) the strength of SF shift of CRF response was smaller than that of surround suppression. In the second part, I examined the spatiotemporal properties of metaccontrast using sinusoidal grating as target and mask stimuli. 1) The magnitude of metaccontrast was depending on the similarity of stimulus features such as orientation and SF between the target and mask, and 2) at short stimulus-onset-asynchrony (SOA) (0 to ~ 40 ms), metaccontrast exhibited strong stimulus specificity and low contrast sensitivity, whereas at long SOA (~ 40 to ~ 80 ms), it exhibited weak stimulus specificity and high contrast sensitivity. These results suggest that surround suppression in V1 and human metaccontrast share the similar temporal properties and that the perceptually relevant information processing has been achieved even in the early visual cortex.

論文審査の結果の要旨

本研究の目的は、視野内局所の情報を広範囲の刺激布置に依存して効率的且つ合目的的に処理するメカニズムについて検討し、その時空間特性を明らかにすることである。特に、初期視覚野ニューロン活動及びヒトの知覚レベルにおける局所的な空間周波数情報の統合的処理に着目し、1) ネコ一次視覚野細胞の受容野刺激応答に対する受容野周囲刺激による抑制性修飾（周辺抑制）の時間特性と、2) 同様の刺激パラダイムによるヒト視覚マスキング「メタコントラスト」の時間特性を検討した。

- 1) V1 神経細胞：周辺抑制の空間周波数特性は刺激呈示後、時間とともに変化した。早い抑制性修飾効果（＜50 ミリ秒）は低い空間周波数にピークをもつ low-pass タイプ、遅い抑制性の修飾効果（＞50 ミリ秒）は band-pass タイプのチューニング特性を示した。
- 2) メタコントラスト：周辺刺激による中心刺激の知覚に対する妨害（抑制性修飾効果）の時間特性を調べた。修飾効果の空間周波数選択性は時間とともに変化した。早い抑制効果（Stimulus Onset Asynchrony (SOA) 40-80 ミリ秒）は low-pass タイプ、遅い抑制効果（SOA 0-40 ミリ秒）は band-pass タイプのチューニング特性を示した。

ネコ一次視覚野活動とヒト知覚において時間軸における周辺抑制の空間周波数特性の変化には類似性が観察された。これらの結果は、時空間的に近接した刺激の処理において空間周波数情報統合の仕方が時間と共に変化する、それが少なくとも初期視覚野の段階で始まっていることを示唆する。本研究は脳の情報処理の合目的調節の特性を明らかにしたものであり、学位の授与に値すると思われる。