

令和 2 年 6 月 11 日現在

機関番号：32661

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K12704

研究課題名(和文) 図領域統合と注意選択の皮質表現 同期と脳型階層構造が導く情報統合の理解

研究課題名(英文) Cortical network for selective attention based on border ownership integration

研究代表者

我妻 伸彦 (WAGATSUMA, Nobuhiko)

東邦大学・理学部・講師

研究者番号：60632958

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：図地分離に関係する神経機構として、輪郭からの図方向に選択的に応答するV2の図方向選択性(BOS)細胞が知られている。近年、BOS細胞の同期が電気生理学的に示された。本研究では、BOS細胞同期のメカニズムを計算論的に検討した。具体的には、空間的注意と物体的注意を仲介する2つの異なるトップダウン的信号がBOSモデル細胞へと投射する神経回路モデルを構築した。生理学的知見に基づき、神経活動へ修飾的に作用するNMDA型シナプスがトップダウン的信号を仲介する。提案する神経回路モデルは、電気生理学的に示されたBOS細胞の同期発火特性を良く再現した。この結果は、物体領域知覚の皮質メカニズムを示唆する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

サルV2のニューロンが、図方向(Border Ownership, BO)に対して選択性を持つことが知られている(BOS細胞)。最近、皮質において、空間的に離れて配置されたBOS細胞の同期発火が、物体知覚の皮質表現である可能性が示唆された。しかし、空間的に離れて配列されたBOS細胞が同期するための神経回路メカニズムは、生理実験的な検証が困難であり、その詳細も未知であった。本研究が提案する神経回路モデルにより、この問題への解法の示唆が与えられた。この結果は、生物の視覚処理メカニズムの理解だけでなく、コンピュータビジョンアルゴリズムの発展に寄与することが期待される。

研究成果の概要(英文)：The activity of a border ownership selective (BOS) neuron underlies the perception of a figure. Previous work has proposed that this grouping mechanism is implemented by population of grouping ("G") cells and that these G-cells also serve as "handles" for attention. Experimental studies have investigated correlations between BOS neurons. A previous study showed that modulatory common feedback may underlie the synchrony between BOS neurons with consistent BOS, i.e. when both neurons in the pair respond to the same object. Here, I extended this model to explain synchrony observed between neurons with non-consistent BOS. In my model, the responses of BOS neurons are modulated by the activity of G-cells mediating spatial-attention and object-based attention. The G-cells provide modulatory feedback to BOS neurons via NMDA receptors. Simulation results for the model suggest that the interactions between feedback signals play a critical role to modulate the activities of BOS neurons.

研究分野：計算論的神経科学

キーワード：神経同期 神経回路モデル Border Ownership 図方向決定 視覚的注意 視覚情報処理

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) ヒトは視野内の最も注目すべき情報に焦点を当て、それを重点的に処理する。これが視覚的注意である。視覚的注意は、大脳中低次視覚領野 V2 が決定する図地領域分離にも影響する。それに伴い、ヒトの物体知覚をも変化させる(例: ルビンのツボ)。図地領域分離問題を解くには、図と地の境界となる輪郭が所有される側を決定することが鍵となる (Border Ownership, BO)。サル V2 のニューロンが、BO に対して選択性を持つことが知られている (BO 選択性 (BOS) 細胞) [1]。BO の決定は、物体知覚の根幹となるだけでなく、視野中の重要な情報へと焦点を当てる注意選択にも関係する重要な視覚機能である。最近、共通の物体を表現しているサル BOS 細胞の神経活動が、同期発火することが生理学的に報告された [2]。また、この同期特性はサルの視覚的注意に依存して変調された。これは、皮質において、空間的に離れて配置された BOS 細胞の同期発火が、物体知覚を形成するための皮質表現である可能性を示唆している。しかし、空間的に離れて配列された BOS 細胞が同期するための神経回路メカニズムは、生理実験的な検証が困難であり、その詳細も未知である。

(2) 最近、脳の図地領域分離問題において、網膜から送られるフィードフォワード信号と注意を仲介し、物体表現に寄与する高次視覚野からのフィードバック信号のシナプス電気特性が大きく異なることが生理学、計算論的に示された [3][4]。特に、フィードバック信号を仲介する NMDA 受容体シナプスは、ヒト視覚をも変調させる。しかし、このフィードバック信号が BOS 細胞の応答リズムやその同期発火特性決定に果たす役割は明らかになっていない。

2. 研究の目的

(1) BOS 細胞の神経活動同期発火は、大脳視覚皮質における物体表現の基礎となる。高次視覚領野からのフィードバック信号を伝達する NMDA 受容体シナプスが BOS 細胞を同期発火させるという仮説に立脚し、生理学的知見に厳密なシナプス活動の数理表現に基づく神経回路モデルを構築する。神経回路モデルのシミュレーションとそのデータ解析に基づき、BOS 細胞が同期発火する皮質メカニズムの解明を目指した。

(2) 大脳視覚皮質では、空間情報と物体情報がそれぞれ独立した異なる経路により処理される。これらに起因する空間的注意と物体的注意を仲介するフィードバック信号が、BOS 細胞の活動とヒトの図知覚決定に果たす役割を理解する。空間的注意と物体的注意を仲介する独立した 2 種類のフィードバック信号を提案する神経回路モデルへと適用し、性質を異とする視覚情報統合に果たす BOS 細胞の役割を計算論的に検討した。

3. 研究の方法

(1) 視覚的注意を高次視覚野から伝達するフィードバック信号は NMDA 受容体シナプスにより仲介される。この NMDA 受容体シナプスの性質や特性は、数理モデルにより再現されている [5]。生理学的知見と計算論的知見に基づき、高次視覚野から BOS モデル細胞へと投射されるフィードバック信号を NMDA 受容体シナプスが仲介、伝達する神経回路モデルを構築した (図 1)。神経回路モデルには、空間的注意と物体的注意を BOS 細胞へと送信する独立した 2 種類の高次視覚野を導入した。視覚入力と空間的注意、そして物体的注意という 3 種類の神経入力を統合する BOS モデル細胞の神経活動同期変調を計算論的に検証した。

神経回路モデルを構成する BOS モデル細胞は、leaky integrate-and-fire ニューロンモデルを用いて表現した。また、簡易化と計算量削減を実現するため、3 種類の神経入力は、Poisson ニューロンにより表現される。

(2) 提案する神経回路モデル (研究方法 (1)) の再現力を評価するため、計算機上にモデルを実装した。サルを用いた生理実験 [2] と同等の視覚刺激と視覚的注意を神経回路モデルへ適用し、異なる視覚情報を統合する BOS 細胞の神経活動を検証するシミュレーション実験を行った。

(3) 研究方法 (2) のシミュレーション実験から得られたデータに対し、サルを用いた生理実験 [2] と同様のデータ解析方法を適用し、提案する神経回路モデルを構成する BOS モデル細胞の神経活動と同期発火特性を算出した。また、モンテ・カルロ的解析法である Jitter 法 [6] をシミュレーションデータへと適用し、BOS モデル細胞が示す密な時間単位の同期発火特性を定量的に解析、評価した。

4. 研究成果

(1) 視覚刺激と注意による BOS モデル細胞の発火率変調
フィードフォワード的な視覚入力と 2 種類のフィードバック的注意信号が動作する BO 決定の神経回路モデル (図 1) のシミュレーションを実行した。サル BOS 細胞による図地領域分離の神経活動を計測した生理実験 [2][7] では、サルに呈示する視覚刺激やサルの注意状態により、神

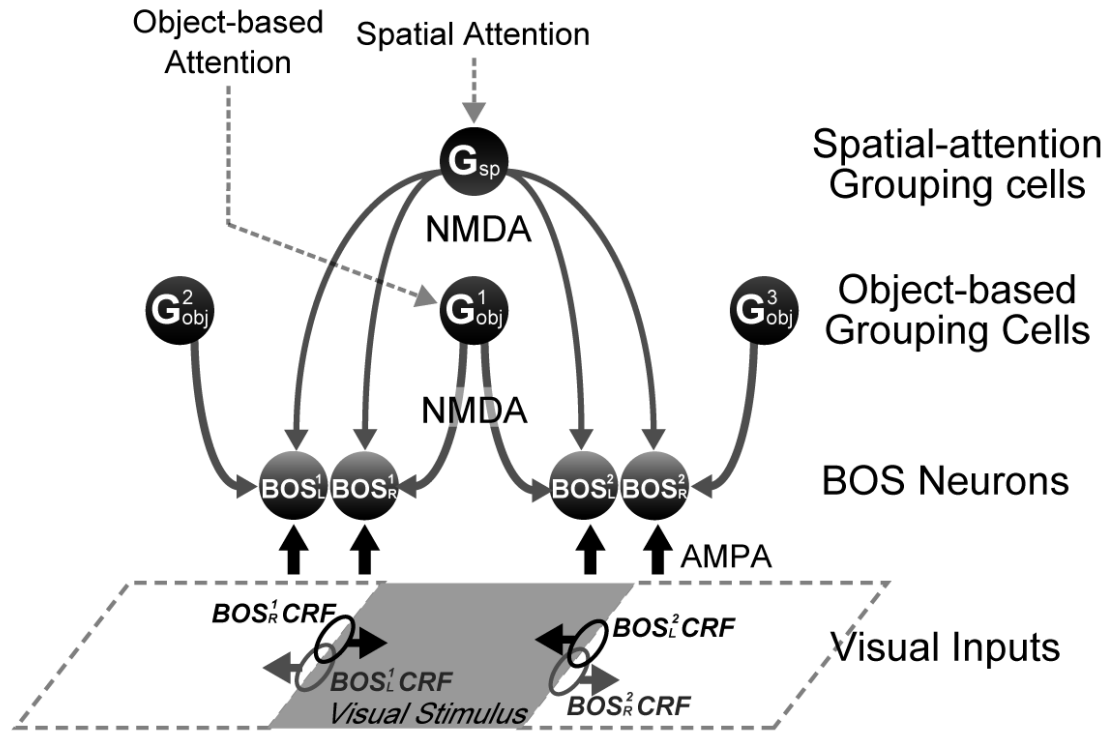


図1 BOS細胞の活動を説明する提案神経回路モデル概要図。図中では、BOSモデル細胞をBOS (Border Ownership Selective cell)と記載している。Gと表現された Grouping (G)細胞は、BOS細胞が検出した図方向を統合する。また、注意による取捨選択は、G細胞からBOS細胞へのフィードバック信号により仲介される。空間的注意(Spatial Attention)と物的注意(Object-based Attention)は異なるG細胞へと投射される。フィードバック的信号は、NMDA受容体シナプスにより伝達される。視覚入力(Visual Input)のようなフィードフォワード的の入力は、AMPA受容体シナプスにより表現される[4][5]。これらAMPAとNMDA受容体に起因するシナプス電流は、それぞれ異なる膜電位変調を引き起こす。BOSモデル細胞は、視覚入力、空間的G細胞、物的G細胞からの独立した神経入力を統合する。

神経活動強度が変調された。提案する神経回路モデルを構成するBOSモデル細胞が、サルBOS細胞と同様の活動変調特性を示すかを検証するため、これらの生理実験[2]で用いられた刺激や注意と同等の入力をモデルへと適用した。具体的には、高次視覚野に起因する空間的注意と物的注意を仲介する2種類のフィードバック信号の発火率により、呈示する視覚刺激と注意状態が決定される。注意と刺激状態によってその活動強度が決定される高次視覚野に起因するフィードバック信号をBOSモデル細胞へと投射させるシミュレーション実験を実行した。さらに、視覚刺激と注意状態に起因するBOSモデル細胞の発火率変調を算出、評価した。

計算したBOSモデル細胞の発火率は、フィードバック信号の発火率に依存して変調された。特に、提案モデルを構成するBOSモデル細胞は視覚的注意に起因するサルBOS細胞の神経活動促進を定量的に良く再現した。

(2) 視覚刺激と視覚的注意に起因するBOSモデル細胞の神経活動同期変調

研究成果(1)から得られたシミュレーションデータは、サルBOS細胞の神経活動同期を計測した生理実験[2]と同等の状況を想定している。これらのシミュレーションデータにおけるBOSモデル細胞の神経活動同期を算出した。視覚刺激や注意状態ごとにBOSモデル細胞間の神経活動同期を算出し、高次視覚野の活動に起因するフィードバック信号によって、BOS細胞同期発火がどのように変調されるかを定量的に検証した。また、サルBOS細胞同期[2]と同様に、応答特性が異なるBOSモデル細胞の組み合わせに対して神経活動同期を算出し、比較した。

共通の物体を表現する役割を持つBOSモデル細胞同士の神経活動は定量的に良く同期した。また、高次視覚野からのフィードバック信号が視覚的注意によって促進されたことで、共通の物体を表現するBOSモデル細胞間の神経活動同期発火が有意に抑制された。一方、その他のBOSモデル細胞同士の組み合わせは、顕著な神経活動同期発火を示さなかった。さらに、これらの組み合わせに基づくBOSモデル細胞の神経活動同期は、視覚的注意により促進された。提案する神経回路を構成するBOSモデル細胞が示したこのような神経活動同期発火変調特性は、サルBOS細胞が示した同期発火変調特性と定量的に一致した。これらの結果は、空間的注意と物的注意を仲介する異なる高次視覚野から投射されるフィードバック信号が、サルBOS細胞間の神経活動同期発火を変調させ、視野内に呈示された物体に対する図地領域分離とその知覚形成に寄与する皮質メカニズムを示唆している点で重要である。

(3) **Jitter** 法によるモンテ・カルロ的データ解析と密な時間単位における BOS モデル細胞の同期発火特性

Jitter 法によるモンテ・カルロ的データ解析[6]をサル BOS 細胞の神経活動データへと適用することで、密な時間単位においてもサル BOS 細胞が顕著に同期することが報告されている[2]。生理実験[2]と同様に、研究成果(1)で獲得された提案する神経回路モデルのシミュレーションデータに対して、**Jitter** 法によるモンテ・カルロ的データ解析法を適用した。密な時間単位における BOS モデル細胞が示す神経活動同期の変調特性を検証した。研究成果(2)と同様に、応答特性が異なる BOS モデル細胞の組み合わせに対して、**Jitter** 法を適用し、その密な時間単位における同期発火特性を定量的に評価した。

共通の物体を表現する役割を持つ BOS モデル細胞の組み合わせに対する **Jitter** 法解析の結果、密な時間単位で神経活動が有意に同期発火することが観測された。さらに、視覚的注意により、高次視覚野からのフィードバック信号が促進されたことで、密な時間単位に基づく BOS モデル細胞間の神経活動同期発火も有意に促進された。この注意に起因する密な時間単位に基づく物体形状表現の BOS モデル細胞間の同期発火促進は、サルを用いた生理実験[2]で観測された特性とよく一致している。一方、異なる役割を持つ BOS モデル細胞間の密な時間単位の神経活動同期も、観測された。また、これらの密な時間単位における神経活動同期は、物体形状を表現する BOS モデル細胞が示す密な神経活動同期と比較して、その強度が有意に低かった。この BOS 細胞の役割に基づく組み合わせが決定する密な時間単位の神経活動同期強度特性は、サルを用いた生理実験[2]でも同様に観測されている。これらの結果は、高次視覚領野からのフィードバック信号を仲介する NMDA 受容体シナプス受容体が、図地領域分離と物体知覚形成の皮質表現を担う BOS 細胞の神経活動を同期させる根幹である、という皮質メカニズムを示唆していると考えられる。

<引用文献>

- [1] Zhou H., Friedman H. S., von der Heydt R. (2000). Coding of border ownership in monkey visual cortex. *The Journal of Neuroscience*, 20, 6594-6611.
- [2] Martin A. B., von der Heydt R. (2015). Spike synchrony reveals emergence of proto-objects in visual cortex. *The Journal of Neuroscience*, 35, 6860-6870.
- [3] Herrero J. L., Gieselmann M. A., Sanayei M., Thiele A. (2013). Attention-induced variance and noise correlation reduction in macaque V1 is mediated by NMDA receptors. *Neuron*, 78, 729-739.
- [4] Wagatsuma N., von der Heydt R., Niebur E. (2016). Spike synchrony generated by modulatory common input through NMDA-type synapses. *Journal of Neurophysiology*, 116, 1418-1433.
- [5] Wang S. J. (1999). Synaptic basis of cortical persistent activity: the importance of NMDA receptors to working memory. *The Journal of Neuroscience*, 19, 9587-9603.
- [6] Amarasingham A., Harrison M. T., Hatsopoulos N. G., Geman S. (2012). Conditional modeling and the jitter method of spike resampling. *Journal of Neurophysiology*, 107, 517-531.
- [7] Qiu F. T., Sugihara T., von der Heydt R. (2007). Figure-ground mechanisms provide structure for selective attention. *Nature Neuroscience*, 10, 1492-1499.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 8件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Wagatsuma Nobuhiko	4. 巻 110
2. 論文標題 Saliency model based on a neural population for integrating figure direction and organizing Border Ownership	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Neural Networks	6. 最初と最後の頁 33 ~ 46
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neunet.2018.10.015	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Sakata Yui, Kurematsu Ken, Wagatsuma Nobuhiko, Sakai Ko	4. 巻 36
2. 論文標題 Invariance to low-level features and partial transfer over space in the tilt aftereffects evoked by symmetrical patterns	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the Optical Society of America A	6. 最初と最後の頁 283 ~ 291
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/JOSAA.36.000283	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Wagatsuma Nobuhiko, Urabe Mika, Sakai Ko	4. 巻 9
2. 論文標題 Interactions Elicited by the Contradiction Between Figure Direction Discrimination and Figure-Ground Segregation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Frontiers in Psychology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpsyg.2018.01681	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Wagatsuma Nobuhiko, Konno Hirotooshi	4. 巻 11301
2. 論文標題 The Effects of Feedback Signals Mediated by NMDA-Type Synapses for Modulating Border-Ownership Selective Neurons in Visual Cortex	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 563 ~ 570
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-04167-0_51	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 岩田 彰、王 建青、白松 俊、須藤 正時、クグレ マウリシオ、我妻 伸彦	4. 巻 58
2. 論文標題 改良型BLEビーコンとLPWA通信による見守りシステム「見守りプラス」	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 計測と制御	6. 最初と最後の頁 109 ~ 114
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.11499/sicejl.58.109	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 我妻伸彦, 川口萌衣子	4. 巻 118
2. 論文標題 図方向決定に関するBorder-Ownership選択性細胞へのトップダウン的注意効果	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術報告	6. 最初と最後の頁 1 ~ 6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 我妻伸彦、日高章理	4. 巻 31
2. 論文標題 深層畳み込みニューラルネットワークが獲得する注意選択モデルに対する 心理物理学的タスクの影響	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 第31回人工知能学会全国大会論文集	6. 最初と最後の頁 1 ~ 4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 WAGATSUMA Nobuhiko、URABE Mika、SAKAI Ko	4. 巻 E103.D
2. 論文標題 Perception and Saccades during Figure-Ground Segregation and Border-Ownership Discrimination in Natural Contours	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 1126 ~ 1134
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transinf.2019EDP7020	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nobukawa Sou, Shibata Natsusaku, Nishimura Haruhiko, Doho Hiroataka, Wagatsuma Nobuhiko, Yamanishi Teruya	4. 巻 9
2. 論文標題 Resonance phenomena controlled by external feedback signals and additive noise in neural systems	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1038/s41598-019-48950-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sou Nobukawa, Nobuhiko Wagatsuma, Haruhiko Nishimura	4. 巻 -
2. 論文標題 Chaos-Chaos Intermittency Synchronization Induced by Feedback Signals and Stochastic Noise in Coupled Chaotic Systems	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Fundamentals	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 我妻伸彦、信川創、深井朋樹	4. 巻 29
2. 論文標題 3種類の抑制性細胞が相互作用する局所神経回路の変調	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第29回日本神経回路学会全国大会講演論文集	6. 最初と最後の頁 52 ~ 53
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 下村遼、信川創、我妻伸彦	4. 巻 119
2. 論文標題 脱抑制の神経回路に起因するBorder Ownership選択性細胞の発火率と同期発火の変調	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 信学技報	6. 最初と最後の頁 61 ~ 64
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 信川創、我妻伸彦、西村治彦	4. 巻 119
2. 論文標題 軌道領域減少信号と確率的ノイズの印加によるカオス-カオス間欠性同期の制御	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 信学技報	6. 最初と最後の頁 201 ~ 206
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 米岡賢人、我妻伸彦、酒井宏	4. 巻 44
2. 論文標題 注意を引き付ける高次テクスチャ ~ 質感のポップアウト ~	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 映情学技報	6. 最初と最後の頁 1 ~ 2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sou Nobukawa, Nobuhiko Wagatsuma, Haruhiko Nishimura	4. 巻 -
2. 論文標題 Deterministic Characteristics of Spontaneous Activity Detected by Multi-fractal Analysis in a Spiking Neural Network with Long-Tailed Distributions of Synaptic Weights	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Cognitive Neurodynamics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計21件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Nobuhiko Wagatsuma, Ernst Niebur, Brian Hu, Rudiger von der Heydt
2. 発表標題 Interactions between Feedback Signals for the Modulation of Border Ownership Selective Neurons
3. 学会等名 Computational Neuroscience Meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 我妻伸彦、日高章理、田村 弘
2. 発表標題 サル視覚皮質と深層畳み込みニューラルネットワークが獲得する saliency map モデルの画像情報表現
3. 学会等名 日本視覚学会2019年冬季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nobuhiko Wagatsuma, Hirotooshi Konno
2. 発表標題 The Effects of Feedback Signals Mediated by NMDA-type Synapses for Modulating Border-Ownership Selective Neurons in Visual Cortex
3. 学会等名 International Conference on Neural Information Processing 2018 (ICONIP 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 我妻伸彦、川口萌衣子
2. 発表標題 図方向決定に関するBorder-Ownership選択性細胞へのトップダウン的注意の効果
3. 学会等名 ニューロコンピューティング(NC)研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 我妻伸彦
2. 発表標題 物体領域を表現するBorder-Ownership選択性細胞を同期させる神経回路メカニズム
3. 学会等名 日本視覚学会2018年夏季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nobuhiko Wagatsuma
2. 発表標題 Saliency-based Gaze Prediction based on the Neural Population for Integrating the Direction of Figure
3. 学会等名 26th Annual Computational Neuroscience Meeting (CNS*2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Nobuhiko Wagatsuma, Hirotohi Konno
2. 発表標題 The Effects of Feedback Signals Mediated by NMDA-type synapses for the Modulation of Border-Ownership Selective Neurons in Visual Cortex
3. 学会等名 第27回日本神経回路学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Nobuhiko Wagatsuma, Brian Hu, Rudiger von der Heydt, Ernst Niebur
2. 発表標題 Modeling Spike Synchrony in the Visual Cortex for Figure-Ground Organizations
3. 学会等名 Society for Neuroscience 2017 (SfN 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Nobuhiko Wagatsuma, Akinori Hidaka, Hiroshi Tamura
2. 発表標題 The correspondence between monkey visual areas and layers in DCNN saliency map model for representations of natural images
3. 学会等名 15th Asia-Pacific Conference on Vision (APCV 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nobuhiko Wagatsuma, Sou Nobukawa, Tomoki Fukai
2. 発表標題 Top-down modulations of bottom-up signal processing in a microcircuit model involving PV, SOM and VIP inhibitory interneurons
3. 学会等名 Society for Neuroscience 2019 (SfN 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 下村遼、信川創、我妻伸彦
2. 発表標題 脱抑制の神経回路に起因するBorder Ownership選択性細胞の発火率と同期発火の変調
3. 学会等名 ニューロコンピューティング(NC)研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 信川創、我妻伸彦、西村治彦
2. 発表標題 軌道領域減少信号と確率的ノイズの印加によるカオス-カオス間欠性同期の制御
3. 学会等名 ニューロコンピューティング(NC)研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 我妻伸彦、信川創、深井朋樹
2. 発表標題 3種類の抑制性細胞が相互作用する局所神経回路の変調
3. 学会等名 第29回日本神経回路学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 我妻伸彦
2. 発表標題 図領域統合の細胞集団が協働するSaliency Map モデル
3. 学会等名 通研共同研究プロジェクト「視覚認識機能のモデル実現のための協調的システムの研究」研究会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 我妻伸彦
2. 発表標題 深層畳み込みニューラルネットワークが獲得するsaliency mapモデルの画像情報表現
3. 学会等名 通研共同研究プロジェクト「視覚認識機能のモデル実現のための協調的システムの研究」研究会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 我妻伸彦
2. 発表標題 深層畳み込みニューラルネットワークが獲得するsaliency mapモデルの画像情報表現 - サル視覚皮質との比較 -
3. 学会等名 パーティクルフィルタ研究会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 我妻伸彦
2. 発表標題 Border-Ownershipを統合する神経細胞の集団応答に基づくSaliency Mapモデル
3. 学会等名 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 我妻伸彦、工藤雅、駒井文瑠
2. 発表標題 深層学習を用いた日本古典文学くずし文字識別 現代人の模写によるくずし文字データセット拡張の試み
3. 学会等名 第17回情報科学フォーラム (FIT2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 我妻伸彦、日高章理、田村 弘
2. 発表標題 量み込みニューラルネットワークが獲得する saliency mapモデルの情報表現とサル視覚皮質の対応
3. 学会等名 第29回インテリジェント・システム・シンポジウム(FAN2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Baoxuan Liu (Tsukuba University)*; Nobuhiko Wagatsuma, Yukako Yamane, Hiroshi Tamura, Ko Sakai
2. 発表標題 Temporal Information for Figure-Ground Determination in Monkey V4
3. 学会等名 第29回日本神経回路学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 米岡賢人、我妻伸彦、酒井宏
2. 発表標題 注意を引き付ける高次テクスチャ ~ 質感のポップアウト ~
3. 学会等名 ヒューマンインフォメーション(HI)研究会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----