

機関番号：14301

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20500283

研究課題名 (和文) 後頭頂連合野における刺激顕在性の表現様式

研究課題名 (英文) Neuronal representation of visual salience in macaque posterior parietal cortex

研究代表者

小川 正 (OGAWA TADASHI)

京都大学・大学院医学研究科・准教授

研究者番号：50311197

研究成果の概要 (和文)：探索条件に応じて目標刺激が決まり、目標刺激の刺激特徴が多様に変化する視覚探索課題をサルに行わせ、後頭頂葉における LIP 野と 7a 野から単一ニューロン活動を記録した。その結果、非空間性と空間性選択過程が後頭頂葉の同一領域に混在することを示し、非空間性から空間性選択過程への変換過程の場として後頭頂葉 (LIP 野、7a 野) が重要な役割を果たしていることを示唆した。これらの知見は、後頭頂葉が visual salience map として機能している生理学的証拠を提示した。

研究成果の概要 (英文)： We found that a subset of neurons in the posterior parietal cortex (PPC) significantly discriminated the target from other stimuli only when the target was defined by a particular stimulus dimension and had specific stimulus features, such as a shape-singleton, bar stimulus (condition-dependent target selection), whereas another subset did so irrespective of the stimulus features and the target-defining dimension (condition-independent target selection). There was thus a great deal of variety in the neural representations specifying the locus of the target. The coexistence of these distinctly different types of target-discrimination processes suggests that the PPC may be situated at the level where the transition from nonspatial- to spatial-based target selection takes place.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
20 年度	2,700,000	810,000	3,510,000
21 年度	500,000	150,000	650,000
22 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

研究分野：神経生理学

科研費の分科・細目：神経科学・神経科学一般

キーワード：注意、視覚的顕在性、視覚探索、サル、サッカード、ニューロン活動

1. 研究開始当初の背景

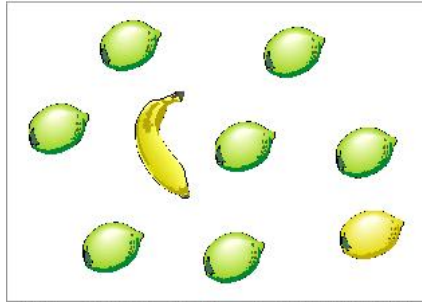


図1 複数次元でポップアウトする刺激

複数の物体が存在する環境から目標となる物体を見つけ出す視覚探索では、視野内に存在する個々の物体の刺激特徴情報と、どのような物体を目標として探すのかを決める行動課題情報が重要となる。しかしながら、目標となる物体が特定され、その物体に視線方向を向けるためには、刺激特徴や行動課題の情報よりも目標物体の場所を特定する位置情報の方がより重要になると思われる。このように視覚探索の処理過程では、必要不可欠となる情報が処理の進行とともに質的に変化する。すなわち、非空間性選択過程 (nonspatial, feature-based target selection) から空間性選択過程 (spatial-based target selection) へ移行すると考えられる。

注意や視覚選択のモデルでは、刺激特徴に依存しないで個々の物体の重要度を表現する“saliency map”の存在が示唆されており (Koch & Ullman, 1985; Itti & Koch, 1999)、刺激特徴や行動課題に依存しないで目標物体の場所を表現する空間性選択 (spatial-based target selection) の過程は、saliency map として機能している可能性が

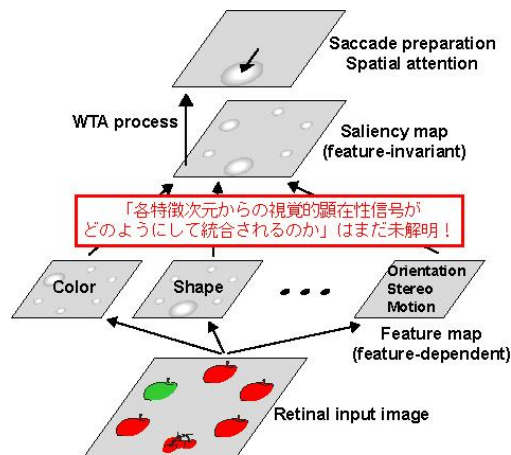


図2 Saliency map 仮説

ある。

2. 研究の目的

先行研究による神経生理学的知見は、非空間性選択から空間性選択への質的変換が

行われる脳部位として後頭頂葉における LIP 野 (the lateral intraparietal area) と 7a 野の重要性を示唆している。LIP 野 (7a 野) は、視覚一運動野であり、視覚選択、空間性注意、期待、及びサッカド眼球運動の準備に関連したニューロン活動が報告されている。一方、LIP 野では色や形などの刺激特徴を表現するニューロン活動も報告され、視覚野としての特性も有していることが知られている。このように、LIP 野と 7a 野は非空間性から空間性の選択過程への移行を実行するための脳部位として、最も適した処理段階に位置していると考えられる。

本研究では、後頭頂葉が非空間性選択から空間性選択へ移行する変換過程において果たしている役割を明らかにすることを目的とする。また、後頭頂葉 (LIP 野、7a 野) が saliency map としての機能している可能性を検討した。

3. 研究の方法

非空間性選択から空間性選択への変換過程において機能しているニューロン活動を同定するため、探索条件に応じて目標刺激が決まり、目標刺激の刺激特徴が多様に変化する視覚探索課題をサルに行わせ、LIP 野と 7a 野から単一ニューロン活動を記録した。

4. 研究成果

後頭頂葉 (LIP 野、7a 野) における一部のニューロン群では、目標刺激が特定の刺激特徴をもち、かつ特定の探索条件で探索されているときのみ目標刺激の位置を反映した (variant type neuron)。一方、別のニューロン群は、そのような刺激特徴や探索条件に対する依存性は示さず、いつでも目標刺激の位置を反映するニューロン活動を示した (invariant type neuron)。

これらの結果は、非空間性と空間性選択過程が後頭頂葉の同一領域に混在することを示し、非空間性から空間性選択過程への変換過程の場として後頭頂葉 (LIP 野、7a 野) が重要な役割を果たしていることを示唆する。また、刺激特徴や探索条件に依存しない invariant type のニューロン群が存在したことから、後頭頂葉が saliency map を形成するネットワークに組み込まれている神経生理学的証拠を見出した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5 件)

- (1) *Ogawa T., Komatsu H, Differential temporal storage capacity in the baseline activity of neurons in macaque frontal eye field and area V4. *Journal of Neurophysiology*, 103: 2433-2445, (2010) (査読あり、研究論文)
- (2) *Ogawa T. & Komatsu H. Condition-dependent and condition-independent target selection in macaque posterior parietal cortex. *Journal of Neurophysiology*. 101: 721-36, (2009) (査読あり、研究論文)
- (3) Harada T, Goda N*, Ogawa T., Ito M, Toyoda H, Sadato N, Komatsu H, Distribution of colour-selective activity in the monkey inferior temporal cortex revealed by functional magnetic resonance imaging, *European Journal of Neuroscience*, 30, 1960-1970 (2009) (査読あり、研究論文)
- (4) Shinomoto S, Kim H, Shimokawa T, Matsuno N, Funahashi S, Shima K, Fujita I, Tamura H, Doi T, Kawano K, Inaba N, Fukushima K, Kurkin S, Kurata K, Taira M, Tsutsui K, Komatsu H, Ogawa T., Koida K, Tanji J, Toyama K. Relating neuronal firing patterns to functional differentiation of cerebral cortex. *PLoS Comput Biol.* 5: e1000433, (2009) (査読あり、研究論文)
- (5) Fujimoto A, Tanaka, T & *Ogawa T., Neural mechanisms underlying trial-and-error behaviors in the macaque prefrontal cortex, The 3rd International Symposium on Mobiligence, Awaji-Iland, 19-21 Nov. 2009. (査読あり、国際会議プロシーディング)
- (6) 千歳 雄大, *小川 正., 視覚探索におけ

る feature map 間の競合過程, 電子情報通信学会技術報告 (ニューロコンピューティング), 108: pp. 1-6 (2008) (査読なし、技術報告)

[学会発表] (計 8 件)

- (1) Ogawa T., "Neuronal activity in the prefrontal cortex during the course of updating knowledge for problem solving", Tohoku International Symposium on Multidisciplinary neuroscience. 22 Jan. 2011. (招待講演、東北大, 仙台)
- (2) 藤本 淳, 西田知史, 田中智洋, 小川 正., "Neural activity in macaque prefrontal cortex during learning through trial-and-error behaviors", 第 33 回日本神経科学学会大会, 3, Sep. 2010, 神戸
- (3) 田中智洋, 西田知史, 大淵 藍, 藤本 淳, 小川 正., "Dynamic coding of target selection and saccade planning during visual search by macaque posterior parietal neurons", 第 33 回日本神経科学学会大会, Sep. 2010, 神戸
- (4) 西田知史, 田中智洋, 柴田智広, 池田和司, 小川 正., "自発発火活動の時間相関による遅延活動期間の情報保持性能の潜在的表現", 電子情報通信学会 ニューロコンピューティング研究会 (NC), 京都, 27, July, 2010, 京都
- (5) 藤本 淳, 西田知史, 小川 正., "Executing Search Mode Depending on Learning Phase at Problem Solution", 包括脳夏のワークショップ, 27, July, 2010, 札幌
- (6) 小川 正., 生理学研究所研究会 「視知覚研究の融合を目指してー生理、心理物理、計算論」, サル大脳皮質における視覚探索の神経機構ー刺激特徴にもとづいた選択から空間位置にもとづいた選択への変換過程ー, 18, June, 2009, (招待講演、生理学研究所、岡崎)
- (7) Ogawa T., "Visual saccade selection in macaque posterior parietal cortex", OIST Visual and Oculomotor System Workshop, 8, Mar. 2009. (招待講演、OIST, 沖縄)
- (8) Ogawa T., "Visual saccade selection in macaque posterior parietal cortex", Human Frontier Science Project, Workshop of Human Frontier Science Project (HFSP), 8, Jan. 2008 (招待講演、OIST, 沖縄)

〔図書〕（計1件）

- (1) 小川 正, 大脳皮質の視覚処理, pp. 47-49, 映像情報メディア工学総合大辞典, 映像情報メディア学会 (編), オーム社, 2010. 総ページ数 1760 頁, (著書、分担執筆)

〔産業財産権〕

- 出願状況 (計0件)
○取得状況 (計0件)

〔その他〕

ホームページ等

研究者検索 (Research map)

<http://researchmap.jp/tadashiogawa/>

京都大学大学院医学研究科 認知行動脳科学

http://www.med.kyoto-u.ac.jp/J/grad_school/introduction/1602/

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小川 正 (OGAWA TADASHI)

京都大学・大学院医学研究科・准教授

研究者番号：50311197

(2) 研究協力者

田中 智洋 (TANAKA TOMOHIRO)

京都大学・大学院医学研究科・博士課程学生

研究者番号：

(3) 研究協力者

藤本 淳 (FUJIMOTO ATSUSHI)

京都大学・大学院医学研究科・博士課程学生

(4) 研究協力者

西田 知史 (NISHIDA SATOSHI)

京都大学・大学院医学研究科・博士課程学生