

記憶情報処理を担う動的神経回路の解明

Search for Dynamic Neural Assemblies Underlying Information Processing of Memory

(研究プロジェクト番号：JSPS-RFTF 96L00206)

プロジェクトリーダー

櫻井 芳雄 京都大学大学院文学研究科・教授

コメンター

山森 哲雄 岡崎国立共同研究機構基礎生物学研究所・教授

蔵田 潔 弘前大学医学部・教授

三上 章允 京都大学霊長類研究所・教授



研究の目的

記憶とは新しい情報を覚える働きであるが、同時に、新たな情報をすでに覚えている情報と結びつけ、さらにこれまで覚えた膨大な情報をさまざまに組み替える柔軟な働きでもある。事実、近年の実験心理学は記憶を情報ネットワークの働きとしてとらえてきた。本研究は、その心理学において提唱されてきた「情報ネットワークとその変化による記憶情報処理」というものを、実際に記憶情報処理を行っている動物の神経活動を解析することにより(図1)、脳内の機能的な神経回路(セル・アセンブリ)とその動的変化という(図2)、具体的な実体として検出することを目指した。

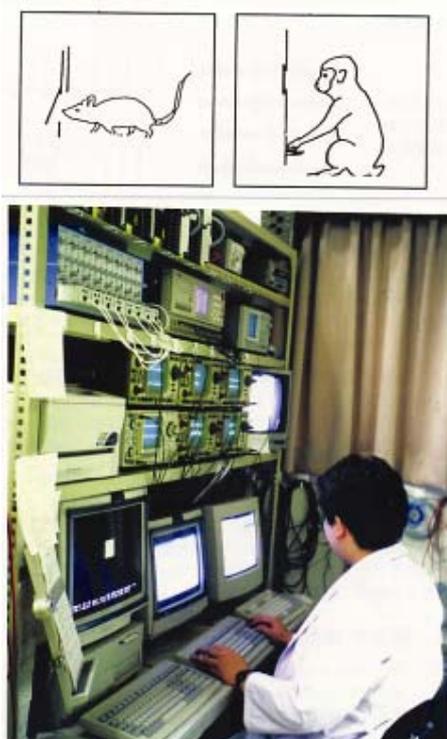


図1 実験システムの例

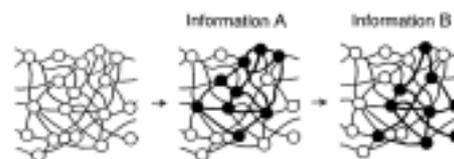


図2 セル・アセンブリの概念図

主な研究成果

1. ラットの海馬体と新皮質において、互いに重複したニューロンから成る機能的な神経回路(セル・アセンブリ)が、ラットがその時行っている記憶課題の種類をコードしていることがわかった。また、刺激情報に関する課題をコードする神経回路が、時間情報に関する課題をコードする神経回路を内包していることもわかった。
2. サルの前頭連合野において、記憶すべき刺激の提示時間の長短をコードするニューロンが存在し、それらニューロン間の機能的結合が課題により変化することがわかった。
3. ラットやサルの脳から多数のニューロン活動を同時に計測する方法について、特殊電極(図3)と専用マイクロドライブ、およびデータ解析方法とソフトウェアの開発も含め、確立した。
4. 運動と視覚刺激を連関させる記憶課題(プリズム適応課題)をサルが学習していく際(図4)、運動前野において、ニューロン間の機能的結合が変化することがわかった。
5. 同じ視覚・聴覚刺激の意味が異なる二つの記憶課題をラットが行う際(図5)、新皮質において、最初期遺伝子 c-Fos が課題に対応して、しかも興奮性ニューロンでのみ発現し、広範な興奮性の神経回路が記憶の形成と活用に関与していることがわかった。



図3 特殊電極

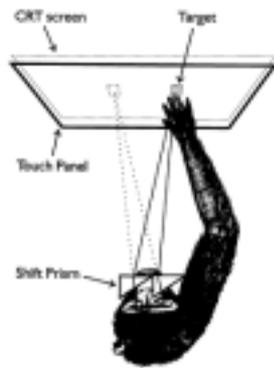


図4 プリズム適応課題
(文献3,13 参照のこと)

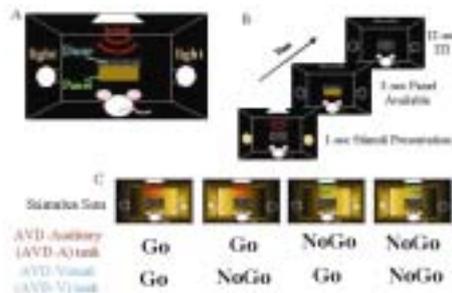


図5 2種類の記憶課題
(文献6 参照のこと)

主な論文 (1998 年以降)

1. Sakurai, Y. Coding of temporal information by hippocampal individual cells and cell assemblies in the rat. 2002 (発表予定).
2. Takahashi, S., Sakurai, Y. and Anzai, Y. Detection of precise spike timings among neighboring neurons in awake behaving animals. 2002 (発表予定)
3. Kurata, K. and Hoshi, E. Movement-related neuronal activity reflecting transformation of coordinates from visual to motor space in the ventral premotor cortex of monkeys. 2002 (発表予定).
4. Sakurai, Y. Experimental approaches to cell-assembly coding in the working brain. In: D. Alkon and Y. Yufik (Eds.) *Neuronal Ensembles: Paradigm Shift in Cognitive Modeling*, (印刷中).
5. Takahashi, S., Sakurai, Y., Tsukada, M. and Anzai, Y. Classification of neuronal activities from tetrode recordings using independent component analysis. *Neurocomputing*, 2002 (印刷中).
6. Sakata, S., Kitsukawa, T., Kaneko, T., Yamamori, T. and Sakurai, Y. Task-dependent and cell-type specific Fos enhancement in rat neocortex during audio-visual discrimination. *European Journal of Neuroscience*, 15, 735-743, 2002.
7. Sakurai, Y. Working memory for temporal and nontemporal events in monkeys. *Learning & Memory*, 8, 309-316, 2001.
8. Tochiani, S., Liang, F., Watakabe, A., Hashikawa, T., and Yamamori, T. *occl* is preferentially expressed in the primary visual cortex in an activity-

- dependent manner: a pattern of gene expression related to the cytoarchitectonic area in adult macaque neocortex. *European Journal of Neuroscience*, 13, 297-307, 2001.
9. Kurata, K., Tsuji, T., Naraki, S., Seino, M. and Abe, Y. Activation of the dorsal premotor cortex and the pre-supplementary motor area of humans during an auditory conditional motor task. *Journal of Neurophysiology*, 84, 1667-1672, 2000.
10. Sakurai, Y. How do cell assemblies encode information in the brain? *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 23, 785-796, 1999.
11. Sakurai, Y. Elemental, configural, and sequential memory processes in the rat can be tested in a single situation in one day. *Psychobiology*, 27, 486-490, 1999.
12. Sakurai, Y. Cell-assembly coding in several memory processes. *Neurobiology of Learning and Memory*, 70, 212-225, 1999.
13. Kurata, K. and Hoshi, E. Reacquisition deficits in prism adaptation after muscimol microinjection into the ventral premotor cortex of monkeys. *Journal of Neurophysiology*, 81, 1927-1938, 1999.
14. Sakurai, Y. The search for cell assemblies in the working brain. *Behavioural Brain Research*, 91, 1-13, 1998.
15. Wang, Y. and Kurata, K. Quantitative analyses of thalamic and cortical origins of neurons projecting to the rostral and caudal forelimb motor areas in the cerebral cortex of rats. *Brain Research*, 781, 137-147, 1998.