

自己評価報告書

平成23年4月28日現在

機関番号：32639

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2011

課題番号：20500278

研究課題名（和文）海馬神経回路網の情報表現とモデルの構築

研究課題名（英文）Information representation and the modeling in hippocampal neural network

研究代表者

相原 威 (AIHARA TAKESHI)

玉川大学・工学部・教授

研究者番号：70192838

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・生体生命情報学

キーワード：生体生命情報学、ニューロインフォマティク、情報工学

1. 研究計画の概要

近年、形態とチャネルの特性までを組み込んだニューロンのデータベース化は各部位において急速な発展をなしてきている。しかし、そのダイナミクスにもとづき、抑制性回路をも含んだ、実際のローカルな回路結合様式にもとづく可塑性神経回路の情報処理様式や学習則については、まだ未解明であり統合的な整備は行われていないのが現状である。記憶に関わらない統合的機能は考えられないこと、またそのとき抑制細胞の影響は無視できないことから、この可塑性回路網の学習則の統合化とデータベース化はニューロインフォマティク分野において重要な役割を担うものであると考える。また、可塑性神経回路網の学習則を解明することによって、脳機能における時空間的情報処理の理解が格段に進むものと考えられる。

そこで、可塑性をもつ海馬神経回路網に着目し、生理実験を通して学習則の構築とネットワークの応答特性を明らかにすることにより、ニューロインフォマティクの観点からそのデータベース化を試みるものである。

2. 研究の進捗状況

従来の海馬における記憶情報処理（可塑性）の生理実験による研究は、入力経路による情報処理のすみ分けが不十分であり、それにより dendrite での情報表現様式が明確なものではなかった。

そこで本研究において平成20年度は、海馬 CA1 野ニューロンの dendrite に沿ったシナプス入力の種類と場所に依存した可塑性誘起を調べた。結果として、dendrite の細胞近位部と遠位部においてその情報

処理様式が異なることが分かった。

平成21年度は、海馬 CA1 野において dendrite の細胞近位部と遠位部における応答のダイナミクスと可塑性を調べ、ニューロンにおける2入力の相互作用による情報統合について調べた。結果として、2入力のタイミングに依存し逆伝播活動電位に対する抑制性入力 (IPSP) によるシャunting や興奮性入力 (EPSP) によるエンハンスが起こり、細胞遠位部での可塑性に対して細胞近位部の入力のタイミングが大きく関与することを明らかにした。

平成22年度は、NEURON シミュレータを用いて平成20～21年度の結果の検証を行い、これらのローカルなネットワークモデルのプラットフォームへのデータベース化を目指したモデルの構築を行った。さらに生理実験においては、嗅内野（貫通繊維）からの入力を行い、ローカルスパイクを誘起し逆伝播活動電位と方向の異なるローカルスパイクが、いかに dendrite 上で振る舞い、ニューロンにおける情報処理に影響を与えるのかを調べた。これにより、海馬 CA1 野のローカルネットワークモデルの構築と、その上での学習アルゴリズムを構築するための基礎データが得られた。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。
(理由)

本研究の最終目的は、可塑性神経回路における生理実験を通して学習則の構築とネットワークの応答特性を明らかにすることにより、ニューロインフォマティクの観点からそのデータベース化を試みるものである。

現在までに、海馬 CA1 野における生理実験より、ローカルネットワークモデルの構築とその上での学習アルゴリズムを構築するための基礎データを得ることができた。また、その実験結果は、国際学会を通じて発表し、論文にまとめ現在投稿中である。よって、4年間で計画の生理実験の部分は、現在までの3年間でほぼ達成できたと考える。また、モデル化におけるシミュレーション実験も開始し、ダイナミックブレインプラットフォームに乗せる準備は整いつつある。

4. 今後の研究の推進方策

最終年度である平成 23 年度は、目標達成に向けて、上述のローカルネットワークモデルの構築とそのデータベース化を遂行していきたい。

5. 代表的な研究成果

(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 Nishiyama M., Togashi K., Aihara T. and Hong K. GABAergic activities control spike timing- and frequency-dependent long-term depression at hippocampal excitatory synapses. *Frontiers in Synaptic Neuroscience*, Volume 2 (22), pp1-15 (2010) 査読有り
- ② 米山誠, 福島康弘, 小島比呂志, 塚田稔. レーザーアンケーシング刺激による海馬 CA1 錐体細胞の樹状突起上の EPSP の時間・空間加重特性の解析, *日本神経回路学会誌*, 17(1)2-11 (2010) 査読有り
- ③ Kuroda S., Fukushima Y., Yamaguti Y., Tsukada M., Tsuda I. Iterated function systems in hippocampal CA1. *Cogn. Neurodyn.* Vol.3:205-222(2009) 査読有り
- ④ Abe N., Okuda J., Suzuki M., Sasaki H., Matsuda T., Mori E., Tsukada M. and Fujii T., Neural correlates of true memory, false memory, and deception. *Cerebral Cortex*, 18:2811-2819 (2008) 査読有り
- ⑤ Fukushima Y., Tsukada, M., Tsuda, I., Ymaguchi, Y., Kuroda, S. Spatial clustering property and its self-similarity in membrane potentials of hippocampal CA1 pyramidal neurons for spatio-temporal input sequence. *Cognitive Neurodynamics*, 1:305-316 (2008) 査読有り

[学会発表] (計 30 件)

- ① 吉田 典弘、興石 健一、早川 博章、北嶋 龍

雄、相原 威、海馬 CA1 ニューロンの樹状突起における逆伝搬活動電位の伝送特性、第 29 回日本シミュレーション学会大会 米沢, 6 月 20 日 (2010)

- ② Aihara T., Kondo M., Fukushima Y., Sasaki H., Tukada M. The interaction between distal and proximal dendritic inputs in hippocampal CA1 neurons. The 87th Annual Meeting of the Physiological Society of Japan, Morioka, 5 月 21 日 (2010)
- ③ Kondo M., Fukushima Y., Kitajima T., Sasaki H., Tukada M., Aihara T. The analysis of interaction among dendritic inputs in Hippocampal CA1 neurons. Society for neuroscience, Neuroscience, 621.17, Chicago, 10 月 19 日 (2009)
- ④ Aihara T., Fukushima Y., Tukada M. Interaction among dendritic inputs in Hippocampal CA1 network. Dynamic Brain Forum '09, Izu, 3 月 2 日 (2009)
- ⑤ Fukushima Y., Kiryu S., Tsukada M., Aihara T. The effect of the proximal dendritic input on the information processing at the distal dendrite by means of back-propagating action potential in the hippocampal CA1 neuron. Society for neuroscience, Neuroscience, 434.13, Washington, 11 月 17 日 (2008)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

<http://www.tamagawa.ac.jp/teachers/aihara>