

同期する2入力の連合応答における非線形性メカニズム

亀井 和久[†] 門傳 忠毅[†]
[†] 玉川大学大学院工学研究科

中島 直樹[†] 相原 威^{††}
^{††} 玉川大学工学部情報通信工学科

1. はじめに

脳内には様々な短期的情報を長期的情報にシフトすることのできる海馬という重要な器官がある[1]。海馬は、側頭葉に存在する嗅内野という皮質領域から空間的情報(場所情報)と非空間的情報(匂いなどの感覚情報)が入力され歯状回→CA3→CA1→大脳皮質というルートを通り情報伝達が行われる(図1)。

本研究では、海馬の入り口であり、嗅内野の第2層から2つの情報が入力される歯状回に着目し[2]、空間的情報と非空間的情報が同時入力された時、どのように情報統合されているのかを解明することを目的とする。

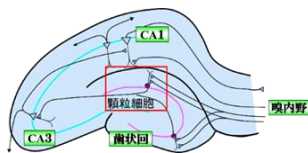


図1:海馬の情報伝達経路

2. 実験方法

本実験では、空間的情報が流れる MPP(Medial Perforant Path)と非空間的情報が流れる LPP(Lateral Perforant Path)に刺激電極を刺し電気を与える。刺激により内側樹状突起(MD)と遠位樹状突起(DD)で発生した波形(fEPSP :field excitatory postsynaptic potential)を細胞体層に記録電極を刺し記録する。これらの軸索にはフィードフォワード抑制がそれぞれに存在している。刺激プロトコルとして、MPPとLPPに位相差刺激(Δt :0,5,10,20,40ms)で刺激した(図2)。解析方法として、実測波形と加算波形(MPP・LPPで発生する fEPSP の和)のピーク値の比を比較する。この時、実測波形と加算波形が等しい場合(線形加算)、等しくない場合(非線形加算)とする。また、本実験で用いる薬品として抑制細胞の影響を調べるためにピクロキシンを用いて阻害し、NMDA受容体の影響を調べるためにD-AP5を用いて阻害した。

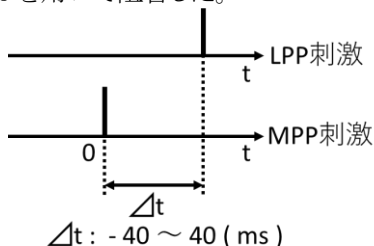


図2:本実験で用いた刺激プロトコル

3. 実験結果と考察

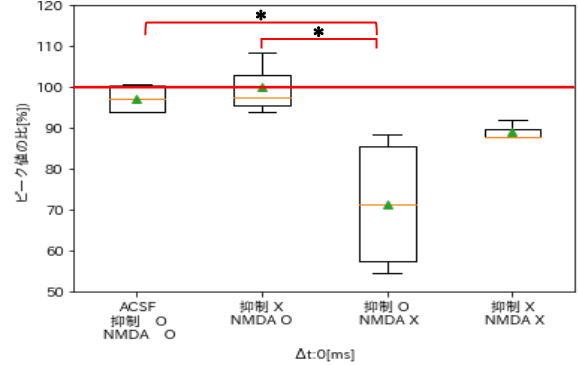


図3 同時刺激時の実験結果の比較

図3よりnaïve (ACSFのみ)と抑制細胞を阻害した場合の実験結果を比較した場合、naïve より抑制細胞を阻害した場合の方が線形性の傾向が見られた。この結果より、抑制細胞は非線形性を引き起こす性質があることが考えられる。次に naïve とD-AP5を阻害した実験結果を比較した場合、非線形性が見られた。この結果より、NMDA 受容体は線形性の安定化をする性質があることが考えられる。抑制細胞とNMDA 受容体を阻害した場合、naïve 状態と同じような結果が見られた。この結果より、NMDA 受容体が引き起こす線形性的性質は抑制細胞が引き起こす非線形性的性質よりも効果が強いことが考えられる。これらの実験結果により、海馬歯状回顆粒細胞は MD と DD への入力の同時性の検出のための性質を備えていることが分かった。

4. まとめ

本研究から NMDA 受容体と GABA(A)受容体は、2つの入力の情報統合に関わっていることを明らかにした。

今後の課題として、認知症や重症筋無力症などの病気に関係のある神経伝達物質であるアセチルコリンが、空間情報と非空間情報にどのような影響を与えるのかを調べる。

また、モデルシミュレーションを用いて再現及び刺激タイミングを変えた時の相違を考察する。

参考文献

[1]W. B. Scoville & Brenda Milner, “Loss of recent memory after bilateral hippocampal lesions”, Journal of Neurology, 11-21, 1957.
 [2]G.Stuart,N.Spruston:“Determinants of voltage attenuation in Neocortical pyramidal neuron dendrites” J.Neurosci.,18,3501-3510