1SMN1-1

微小電極アレイによる神経回路電気活動の時空間パターンの観測

○川名 明夫 (拓殖大・工・電子)

感覚器官や脳における情報処理のプロセスに、電気活動の時空間パターンが重要な役割を果たしていることは、多くの人が認めることであろう。しかし、多数の細胞から同時に電気活動をを観測することが困難であったため、これまであまり研究が進められていなかった。最近になって、電位感受性色素を用いた光学的手法、微小電極アレイによる電気生理学的手法により、電気活動の時空間パターンの観測が可能になってきた。ここでは、我々がこれ迄用いてきた微小電極アレイ基板に関して、幾つかの例をあげその特徴に関して述べることにしたい。微小電極アレイ基板は、半導体技術で用いられている微細加工技術を用いて容易に作製が可能である。電極の大きさ、数、配置等もかなり自由に設定できる。最近では、脳切片や in vivo での使用が可能のように、電極先端が針状になっている物も市販されている。このような電極を用いることにより、これまで培養神経細胞の神経回路発達に伴う電気活動の変化、テタヌス刺激による電気活動時空間パターンの変化、網膜の光応答特性などが測定されている。また、他のグループでも、種々の測定が試みられている。このように、微小電極アレイは、種々の標本に関して電気活動の時空間パターン観測が可能であり脳や感覚器官における時空間信号処理を研究する上では有用な手段と考えられる。

A.Kawana : Micro electrode arrays for observing spatio-temporal electrical activity pattern in neuronal networks

1SMN1-3

網膜における視覚情報処理と神経模倣デバイス

○八木 哲也、林田 祐樹、亀田 成司、李 麗明 (九州工大・情報工学)

計算機能から見た場合、脳とコンピュータの違いが最も明確に現れるのは、感覚情報処理である。感覚情報処理の中でも比較的コンピュータが得意とする視覚情報処理においてさえ、その性能は下等動物の視覚系の足元にも及ばない。この要因は、それぞれを構成している素子の材質の違い、それぞれが採用している計算アルゴリズムの違いなどにある。例えば、コンピュータを構成する素子はトランジスタであり、その電気現象を媒介するのは電子である。一方、脳を構成する素子は神経細胞であり、その電気現象を媒介するのは、様々な電気化学反応によって制御されるイオンの流れである。またコンピュータはブル代数演算によって逐次的に計算を実行する。一方、脳は情報を並列に受容し物理化学的法則に基づくネットワークの動特性そのものによって計算を実行する。私達は網膜における視覚情報処理に注目し、脳神経系がもつ感覚計算の特徴を詳細に洗い出し、結果を応用して生体と親和性の高い電子デバイス (神経模倣デバイス) を開発することを目指している。ここではまず、単離細胞を用いた生理学実験と、得られた知見を繋ぎあわせて計算機上に構築された仮想細胞を用いた計算機実験に基づいて、網膜神経回路の特性を解析した結果について述べる。次に網膜神経回路の構造を模擬して製作された集積回路 (シリコン網膜) と網膜を比較することによって、生体神経回路の感覚情報処理の特性について考察を加える。最後にシリコン網膜を感覚代行デバイスとして応用する試みについて紹介する。

T.Yagi,Y.Hayashida,S.Kameda and L.Liming : On image processing in the retina and neuromorphic device

1SMN1-2

有毛細胞の情報処理

○榎原 学 (東海大・開発工・生物工)

振動感覚受容器としての有毛細胞は、軟体動物から哺乳類までの幅広い動物種において、空気振動なら音、平衡石の慣性力なら重力というように、機械的振動を生体電気信号に変換するトランスデューサとしての役割を持ち、その基本的特徴には共通するところが多い。本シンポジウムでは、in-vivo で観察される特徴が、単離培養系で観察される性質 (in-vitro の性質) をもとに、どの程度説明できるかを議論したい。ここでは軟体動物の平衡胞有毛細胞を例として取り上げ、連合学習獲得に伴う神経系の変化における有毛細胞の役割を、生理学的、形態学的に論じる。

M.Sakakibara : Information processing in hair cell

1SMN1-4

味覚センサー細胞の味蕾内配置と応答性及び情報交換機構

○竹内 裕子¹、恒成 隆^{2,3}、金子 章道²、倉橋 隆^{1,4} (¹阪大・院基礎工・システム・生物、²慶應大・医・生理、³ジョンスホプキンス大・神経、⁴科技団・PRESTO・JST)

我々は以前よりカエル茸状乳頭を構成する細胞に注目し、細胞の形態と電気生理学的特性との関連性、さらに苦味物質に対する新しい受容機構の可能性を模索してきた。古くからの組織、形態学的な研究では、カエル茸状乳頭の中には味細胞を含む7種類の細胞が存在すると報告されている (1995,Osculatiら)。その一方で、電気生理学的研究では単離細胞が用いられてきた。単離標本では細胞が組織内のどこに位置していたか、という情報が失われる。また、形態学的な細胞同定も困難である。そこで、今回、茸状乳頭のスライス標本作製し、ルシファー染色法を用いて組織内での細胞位置を確認しながら、生体により近い条件下でパッチクランプ法を用いて単一細胞の記録を行った。その結果、粘液細胞、Wing細胞、Rod細胞の3種類の細胞の同定と膜特性を明らかにすることが出来た。粘液細胞には dye coupling が認められ、gap junction の存在が示唆された。しかし、電流-電圧特性は、ほぼリニアで、電位依存性電流の存在は確認されなかった。Wing細胞は電位依存性に活性化する一過性内向き電流 (Na) は大きく、Rod細胞では内向き電流は小さく、両者には統計的に有差が見られた。すなわち、形態を観察することなく電流を計測すれば両者を判別できることになる。さらに、電位依存性電流の見られた2種類の細胞、Wing細胞とRod細胞、に着目し、代表的な苦味物質として知られるキニーネを作用させた。スライス標本内のWing細胞ではキニーネによる脱分極性電流が発生したが、Rod細胞では応答が全く見られなかった。さらに、キニーネに応答したWing細胞について単離細胞で詳しく調べた結果、キニーネによって直接開口する陽イオンチャネルを流れる電流であることが強く示唆された。キニーネによって直接開口するチャネルの存在は、味細胞における新たな苦味受容機構の一つであるという可能性が示された。

H.Takeuchi, T.Tsunenari, A.Kaneko, T.Kurahashi : Responses and spatial distribution of taste receptor cells within fungiform papillae.