3P245

構成的アプローチによる神経ネットワークの電気生理学的計測

○鈴木 郁郎¹、杉尾 嘉宏¹、金子 智行¹、神保 泰彦²、安田 賢二¹ (¹ 東大院・総合文化・生命、² 東大院・工学系・精密機械)

【目的】神経細胞の電気生理学的応答は、主に脳切片などを用いた様々な分析的・解析的手法により、多くの新しい知見が得られている。しかし、すでに各種神経細胞や各種グリア細胞によって複雑にネットワークが構成されたサンプルを対象とした計測では、個々(各種細胞)の細胞間コミュニケーションにおけるネットワークの形状・サイズ・多様性の重要性を理解することには限界がある。そこで本研究では1神経細胞を構成単位とし、構成的に各神経細胞の結合関係を制御した人工的神経回路の応答を測ることで、構成要素の数・種類と空間パターンに依存したネットワークの応答を評価することを目的とした。

【方法と結果】1細胞単位で神経細胞の空間配置・結合関係を培養中に自在に制御できるアガロースレーザー局所過熱法と多電極アレイを組み合わせたチップシステムを新たに開発し、これを用いて、ラット海馬初代培養細胞を1細胞単位で選択的に2次元配置し、培養中に神経突起の伸長方向を段階的に制御したネットワークの構築に成功した1)。また、構築したネットワークの活動を長期間計測し、構成要素・刺激条件に依存した電気的応答を検出した2)。解析結果について、本会にて報告する。

I.Suzuki, Y.Sugio, Y.Jimbo and K.Yasuda. : Electrophysiological measurements of artificially constructed neuronal networks.

3P247

粘菌計算機における非同期並列計算過程

○青野 真士¹、原 正彦^{1,2} (¹ 理化学研究所・フロンティア研究システム・局所時空間機能、² 東工大院・総合理工学・物質電子化学)

真性粘菌変形体は中枢神経系をもたないアメーバ状単細胞生物であるが、変形しながら誘因刺激へと成長/忌避刺激から縮退し、極めて合理的な挙動を実現する。一昨年、昨年度に展望された、粘菌の変形過程を活用する新奇な並列計算機の設計計画が構築段階に入った。分岐した形状をとる粘菌の複数の先端部は、同時に互いに異なる方向・速度で成長・縮退する。そこでN本の分岐した通路をもつ放射状回路を用意し、その中で粘菌が自由に変形できるようにした。各通路は粘菌先端部に占有されているとき状態1、そうでなければ0をとるプロセッサであると見なす時、系全体はN個のプロセッサからなり2^N状態(解空間)をとりうる並列計算機であると考えられる。ここで実行される並列計算は従来型のそれとは異なる新奇な特質を備えている。第一に、全プロセッサの状態遷移を同期させる機構は不在であり、基本的には非同期並列計算が実行される。第二に、アクチン繊維収縮振動や往復原形質流動が局所部位で受容した刺激情報を細胞全体に伝播するため、一つのプロセッサの挙動(通路内の粘菌先端部の成長/縮退運動)は、他のプロセッサのそれと分離できず、中枢系を介さない形で系の全体・非局所を参照しながら実現される。こうした特質に鑑み、ある通路が状態1をとっているならばその両近傍の通路はその局所に忌避刺激である光を照射され状態0をとるように仕向けられる、というルールを適用した際、粘菌は試行錯誤的に変形を繰り返した末に安定した形状の状態(解)にたどり着けるか?という問題を設定した。光刺激を与えない予備実験において、複数のコブ状突起による無秩序な運動相から一つの波のようにまとまった運動相への遷移、またはその逆が実現される事が観察され、こうした変形過程が広範な解空間の探索に寄与することが確認された。

M. Aono, M. Hara : Asynchronous Parallel Computing Process of Slime Mold Computer

3P246

神経組織片と神経1細胞によって形成したネットワークの電気生理学的計測

○柴田 克也、杉尾 嘉宏、鈴木 郁郎、金子 智行、安田 賢二 (東大・院・総合文化)

【目的】神経組織の中で行われる情報処理は、神経細胞のネットワークの形態と、これを構成する各細胞の特性の可塑的变化によって説明されると考えられている。しかし、実際に組織を分析的に解析するには、組織が、その中でどのようなモジュール構造を持っているのか、あるいは、ネットワークが広く共役して、複数の情報処理に使われているのか、詳細についてはいまだ明らかになっていないことが多い。そこで、本研究では、神経組織切片を、更に小さな切片に分解し、その分解した各切片(モジュール)の情報処理機能を解析することで、特定の情報処理を行うのに最小限必要な神経細胞ネットワークの必要条件を明らかにすることを目的としている。そこで、今回は、さまざまなサイズの神経組織モジュールを作成し、これに入出力を行うジョイントとして、1細胞単位で電極アレイ上で培養した神経細胞を複数接合し、これら電極アレイへの刺激、計測によって、神経組織モジュールの中の情報処理を電気生理学的に計測・解析することを目指とした。

【方法・結果】多電極基板(1)の表面をアガロースコートし、赤外レーザー集束光を照射することにより、マイクロチャネル・マイクロチャンバーを加工する。その中に2日齢のラットから特定の領域から採取した300μm角の神経組織片と、その近傍に妊娠18日目のラットから調製した神経1細胞を電極上に配置した。多電極基板上で神経組織片と神経1細胞を培養し、これらのネットワークの形成過程を観察し、まず神経組織と神経細胞1細胞の接合について電気生理学的計測で確認した。相互作用を調べるために電気生理学的計測を試みた。実験結果の詳細は本会にて発表する。

(1) I. Suzuki, Y. Sugio, Y. Jimbo, K. Yasuda. Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 43 (2004) No.3B pp.L403 - L406

K. Shibata, Y. Sugio, I. Suzuki, T. Kaneko, K. Yasuda : Electrophysiological measurement of network consisted of nerve tissue and single cell

3P248

ミミズの這行セントラルパターンジェネレータの探索

○下井 利修¹、水谷 賢史¹、小島 大介¹、北村 美一郎¹、小川 宏人²、岡 浩太郎¹ (¹ 慶大院・理工・生命理工、² 埼玉医大・基礎・生物)

ミミズの這行運動には周期性が見られ、定型的なモーターパターンを形成する Central pattern generator の存在が示唆されている。我々はこれまでに、ミミズ腹髄神経節単離標本において、オクトパミン(OA)添加によってモーターパターンが周期的にバーストする仮想這行誘引に成功している。さらに、シナプス部位を活動度依存性色素FM1-43により標識し、ミミズ腹髄神経節腹側表層の細胞体層近傍に、OA感受性の這行に関わるシナプス部位を可視化することにも成功している。本研究ではさらに、這行によって賦活される感覚ニューロンからその下流の這行に関わるCPG、運動ニューロン等までを介するシナプスの可視化に成功した。このシナプスのポストニューロンの形態をAlexa488で標識して調べると、神経束に投射する運動ニューロンタイプと、神経束に投射しない介在ニューロンタイプを得た。さらに、特にいくつかの部位はOA感受性の這行に関わるシナプス部位に非常に近接したものとなり、上記の2種のシナプス双方から入力を受けるポストニューロンの候補が絞られた。そこでその細胞体の細胞内電位を調べたところ、仮想這行誘引中では2ペアから周期的な神経活動を得た。これらの細胞体は神経節腹側表層の特に第二側神経束付け根の内側に存在し、14 Hzと30 Hzという周期を持っていた。それらのニューロンの投射をAlexa488で標識して調べると、近傍にのみ投射を伸ばす局所ニューロンタイプのみが得られ、神経束に投射するニューロンタイプは得られなかった。このことから、これらのニューロンはミミズの這行のCPGを構成するニューロンであることが示唆された。これはミミズの這行CPG探索の初めての試みである。

T. Shimoi, K. Mizutani, Y. Kitamura, H. Ogawa and K. Oka : Searching for the central pattern generator of the earthworm locomotion