

プロジェクト名：最適なニューロンモデル選択のための統計データベース構築

プロジェクト代表者：藤原 寛太郎（理工学研究科・助教）

1 研究の目的

ニューロンの数理モデル研究では、モデルへの縮約の過程で必ず現象の近似が行われてきた。しかし、ニューロンの発する電気信号がどのようにして情報として符号化されているのかを特定できなければ、近似により失われる情報は全く分からない。よって、モデルと実ニューロンとの対応関係を厳密に検証し、モデル近似の妥当性を精査していく必要がある。そのためには、ニューロンモデルを目的に応じて適宜選択していくための統計データベースの構築が不可欠である。

そのためには、これまでニューロンデータ解析に用いられてきた統計解析手法を整理するとともに、これまで用いられてこなかった統計解析手法を適用することでデータに表れる情報を抽出し**情報符号化問題**に切り込むと同時に、モデルの長所短所を整理し**統計データベースを構築**することで、より実ニューロンの挙動に近い**大規模ニューラルネットワークの構築**が可能になると考えられる。

2 研究の進め方

以下の2つの方法を並行して同時に進めることで問題へのアプローチを行った。

1. スパイク波形や高次統計量変動、試行間変動といったこれまで十分にニューロンデータ解析に扱われてこなかった統計量を用いた**解析手法を構築**する。
2. ニューロンモデルによる数値実験により、①の手法を用いて実際の生理データから得られる結果をより詳細まで再現するための**最適モデルを選択**する。

なお、1 では、具体的には次のように研究を進めた。これまであまり着眼をおかれてこなかったスパイク波形の変動に種々の情報が含まれていることが近年わかってきており、スパイクの大きさや幅、微係数、ゆらぎなど膜電位の詳細な情報を読む重要性が認識されつつあるものの現状ではこのような新たな統計量を用いて解析する手法は理論的に整備されていないため、これまで統計的に扱いが難しかった高次統計量や、まだあまり扱われていない統計量についての統計解析手法を開発し、その統計データベースを構築する。

2 では、上で得られた解析結果から、神経数理モデルの妥当性の統計的見地からの検討を行い、モデルの取捨選択を行えるようにする。これにより、目的に応じたニューロンモデルの選択が、統計データベースを利用することで可能となる。

3 研究の成果

まず、スパイク波形というこれまでニューロンデータ解析ではあまり用いられてこなかった解析手法について、その理論的基盤を整備した。その結果、スパイク波形だけでなくスパイク生成に寄与する神経伝達物質の種類やそれに伴う電流の波形も同時に解析することが重要であることを見だし、新たな解析手法を提案した。これは、従来の解析手法では用いられてこなかった統計情報を利用するという点で、**神経情報の断片の理解**へ歩みを進めたことを意味する。

同時に、共同研究者から得た実ニューロンのダイナミッククランプ法によるデータに対して、我々が提案する解析手法を適用し、解析を進めた。その結果、特定のイオン電流の履歴がスパイク波形に及ぼす影響が明らかとなり、本電流を計測することで未来に起こりうるスパイク発生の時間だけでなく波形

をも予測できることを示唆している。これらの成果により、実際のニューロンの挙動をモデルでより詳細に模倣できると考えられる。

また、モデルの取捨選択に関しては、ニューロンへの入力種の変動が及ぼす統計量への影響を精査した。その結果、ニューロンモデルにおける入力種の変動パラメータを導入することで、多様な情報表現が可能となることが示された。これにより神経の情報論的側面での成果だけでなく、副次的な成果として神経修飾物質の果たす新たな役割の可能性という、生理学的示唆をも得ることができた。