



Title	興奮性膜の電子回路モデルによる研究
Author(s)	山脇, 伸行
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/39178">https://hdl.handle.net/11094/39178</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	山脇伸行
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第11916号
学位授与年月日	平成7年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科物理系専攻
学位論文名	興奮性膜の電子回路モデルによる研究
論文審査委員	(主査) 教授 佐藤 俊輔 (副査) 教授 葛西 道生 教授 福島 邦彦

### 論文内容の要旨

本論文は、神経細胞の興奮性膜の電子回路モデルに関する研究結果を中心にまとめたものであり、以下の10章からなる。

第1章では、神経系の情報処理メカニズムを明らかにする研究の目的と意義について述べた。また、神経細胞や興奮性膜の数式モデルと電子回路モデルの一般的な利点と問題点を示し、本論文の目的と意義についても述べた。

第2章では、神経細胞と興奮性膜に関する知見を簡単にまとめた。本論文と関連が深く、本論文中で参照にする高橋らのヤリイカ巨大軸索を用いた電気生理実験の結果についてもここで述べた。

第3章では、興奮性膜の特性を明らかにするために提案された数式モデルと電子回路モデルについて、これまで行われてきた幾つかの研究について述べ、本論文の位置づけを行った。

第4章では、興奮性膜の幾つかの特徴を有する絶対不応期のある積分パルス周波数変調モデルについて述べた。はじめに、モデルの入力信号に対する出力パルス列の時間追従性を明らかにし、次にこのモデルを用いて聴覚系で観測されるものと同種のフェーズロックを実現するための十分条件を示した。

第5章では、本論文で用いた興奮性膜の電子回路モデルの構成及び動作機構を述べた。また、モデルに周期電流パルスを加え、それに対する応答特性を明らかにした。

第6章では、電子回路モデルの刺激-応答特性の解析に用いた。馬波によって拡張された位相遷移曲線の本回路モデルに対する定義を行い、その位相遷移曲線の性質を説明した。

第7章では、本論文で用いた興奮性膜の電子回路モデルを解析し、また、モデルの刺激-応答特性の詳細を明らかにした。さらに、適切な回路定数を決定する一つの方法として位相遷移曲線を用いた方法を提案し、この方法が回路定数の決定に有効であることを示した。提案した方法によって設定した回路定数をもつ電子回路モデルに周期電流パルスを加えたときの応答特性についても解析を行った。

第8章では、興奮性膜の電子回路モデルでは、刺激電流パルスのパルス幅が長い場合は刺激周期の変化に対して多様な応答特性が現れ、パルス幅が短い場合は単純な応答特性となることを示し、そのメカニズムを明らかにした。

第9章では、シナプスに相当する回路を作り、2個の興奮性膜の電子回路モデルをシナプス回路を介して相互に抑制的に接続した後方相互抑制回路の刺激-応答特性を調べた。

第10章では、本論文の結果を総括し、今後の課題について述べた。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、神経細胞の興奮性膜の電子回路モデルに関する研究結果を中心にまとめたものであり、10章からなる。

第1、2章では、神経系の情報処理メカニズムを明らかにする研究の目的と意義についておよび、神経細胞の振る舞いと興奮性膜に関する知見を簡単にまとめた。これまでの神経細胞を用いた電気生理学実験と神経モデルに関する研究のなかで、特にモデル、すなわち数式モデルと電子回路モデルの利点と問題点を挙げ、また本論文と関連が深い高橋らのヤリイカ巨大軸索を用いた電気生理実験の結果について述べた。第3章では、興奮性膜の特性を明らかにするために提案された電子回路モデルの歴史を概観し、幾つかのモデルの特徴を述べた。第4章では、興奮性膜の幾つかの特徴を有する絶対不応期のある積分パルス周波数変調モデルの刺激-応答特性を示した。このモデルを用いて聴覚系で観測されるものと同種の刺激に対するフェーズロックを実現するための十分条件を示した。第5章では、興奮性膜の電子回路モデルについてその構成及び動作機構を述べ、刺激に対する応答例を示してモデルの振る舞いを説明した。第6章では、回路モデルに対する位相遷移曲線を定義し、刺激-応答特性の解析に用いた。位相遷移曲線を具体的に求め、回路モデルの振る舞いとの関係について述べた。第7章では、この興奮性膜の電子回路モデルの周期パルス刺激に対する応答特性の詳細を明らかにした。それをもとに、回路定数（回路の抵抗、容量など）の適切な値を決める問題を扱った。すなわち、位相遷移曲線を利用して適切な回路定数を決定する方法を提案し、その有効性を示した。そして、興奮性膜の特性を実現するための必要最小限に近い回路構成を与えた。第8章では、刺激-応答特性の刺激パルス幅依存性について解析した。第9章では、2個の興奮性膜の回路モデルを相互に抑制的に接続した後方相互抑制回路の刺激-応答特性を調べた。第10章は、論文の結果の総括と今後の課題について述べた。

要するに、本論文は興奮性膜の電子回路モデルの刺激応答性を調べるために拡張された位相反応曲線を導入し、位相遷移曲線が周期的な刺激に対する応答特性を解析するのにきわめて有用であること、実際の興奮性膜に近い動作をするように回路パラメータを設定するのに利用できることなどを示したもので、これが本論文の主たる成果である。この成果は神経生物学に関するハードウェアモデルの研究に斬新でかつ有効な方法を提供するものであり、この分野に一定の貢献をしたと評価できる。

よって、本論文は学位論文として価値あるものと認められる。