

Title	生体リズムの位相反応特性とその神経機構に関する研究
Author(s)	吉野, 公三
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42438
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"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏 名 吉 野 公 三

博士の専攻分野の名称 博士(工学)

学位記番号 第 16347 号

学位授与年月日 平成13年3月23日

学位授与の要件 学位規則第4条第1項該当

基礎工学研究科システム人間系専攻

学位論文名 生体リズムの位相反応特性とその神経機構に関する研究

論文審査委員 (主査)
教授 佐藤 俊輔(副査)
教授 大澤 五住 教授 笠井 健 教授 赤澤 堅造
客員教授 外池 光雄 講師 野村 泰伸

論文内容の要旨

生体リズムの多くは動的に安定であることからリミットサイクル振動子でモデル化できる。一般にリミットサイクル振動子の性質をシステム論的に調べるために、単発または周期的なインパルス刺激に対する応答が調べられる。このとき摂動により振動の位相は異なる位相にリセットされる。位相のリセット量は摂動の加わるときの振動の位相に依存する。この位相反応特性を調べることにより、リズムの生成機構やその制御にとって重要な情報、例えば最適な刺激の位相や強度がわかる。さらに摂動の強度が未知の場合でも、位相反応特性を用いて系に加わる摂動の強さや他の系との間の相互作用の大きさを評価することができる。

前半部では単一神経細胞の位相反応特性を調べる。神経細胞の入出力特性とその位相反応特性を調べることは、神経系における情報処理様式を解明する上で重要である。神経細胞膜は興奮性膜と振動性膜という二面性をもつ。本論文では非線形微分方程式で記述される膜モデルが興奮性膜から振動性膜へと急激に変化する際の、周期パルス電流刺激に対する応答特性の変化を示す。次に両膜の位相反応特性を同一の枠組内で調べる手法を考案し、周期刺激に対する応答特性の変化のメカニズムを明らかにする。

後半部では周期的な随意運動を生成・制御する神経系の位相反応特性を調べる。脳内には周期的な随意運動リズムを生成する“内部時計”が存在することが指摘されている。ここでは内部時計による運動リズム生成・制御機構を解明することを目的とし、内部時計に駆動される右手示指の周期タッピング運動を生成・制御する神経系の左手示指単一タップ刺激に対する位相反応特性を調べる。神経系の位相反応特性は脳磁図(MEG)を計測して調べる。その結果、(1)各被験者で左脳運動感覚野のMEGリズムの左手タップ刺激に対する位相反応特性と右手周期タッピングリズムのそれは同じ特性であることを示す。(2)位相反応特性により被験者が2つのグループに分類でき、グループ間で左手タップ刺激に対するMEG応答の時空間パターンに違いがあることを示す。(3)この違いを利用して右手タッピングリズムに位相のリセットを引き起こすメカニズムを考察する。

論文審査の結果の要旨

生体リズムの多くは動的に安定であることからリミットサイクル振動子でモデル化できる。一般にリミットサイク

ル振動子の性質をシステム論的に調べるために、単発または周期的なインパルス刺激に対する応答が調べられる。このとき摂動により振動の位相は異なる位相にリセットされる。位相のリセット量は摂動の加わる時の振動の位相に依存する。この位相反応特性を調べることで、リズムの生成機構やその制御にとって重要な情報、例えば望ましい位相を得るための最適な刺激の位相や強度を知ることができる。さらに摂動の強度が未知の場合でも、位相反応特性を用いて系に加わる摂動の強さや他の系との間の相互作用の大きさを評価することができる。

本論文の前半は単一神経細胞の位相反応特性に関わっている。神経細胞の入出力特性とその位相反応特性を調べることは、神経系における情報処理様式を解明する上で重要である。神経細胞膜は興奮性膜と振動性膜という二面性をもつ。非線形微分方程式で記述される膜モデルが興奮性膜から振動性膜へと急激に変化する際の、周期パルス電流刺激に対する応答特性の変化の詳細を調べた。パラメータの値の変化に従って膜モデルは興奮性から振動性へと劇的な変化をするにもかかわらず、周期的な刺激に対する応答は連続的な変化を示した。両膜の位相反応特性を同一の枠組内で調べる手法を提案し、周期刺激に対する応答特性の連続的な変化のメカニズムを明らかにした。

後半では周期的な随意運動を生成・制御する神経系の位相反応特性を調べた。脳内には周期的な随意運動リズムを生成する“内部時計”の存在が指摘されている。ここでは内部時計による運動リズム生成・制御機構を解明することを目的とし、内部時計に駆動される右手示指の周期タッピング運動を生成・制御する神経系の左手示指単一タップ刺激に対する位相反応特性を調べた。神経系の位相反応特性は脳磁図（MEG）を計測して調べた。その結果、(1)各被験者で左脳運動感覚野の MEG リズムの左手タップ刺激に対する位相反応特性と右手周期タッピングリズムのそれは同じ特性であること、(2)位相反応特性により被験者が2つのグループに分類でき、グループ間で左手タップ刺激に対する MEG 応答の時空間パターンに違いがあること、を示した。(3)この違いを利用して右手タッピングリズムに位相のリセットを引き起こす脳内メカニズムを考察した。

このように、本論文は、位相反応特性を利用して、周期刺激に対応する神経細胞の応答とタッピング運動リズムの神経機構に関する研究をおこなったもので、理論神経生物学の分野の発展に貢献をした。よって、博士（工学）の学位論文として価値があると認める。