

| | |
|--------------|---|
| Title | INTERACTIONS BETWEEN MULTIPLE OSCILLATORS IN THE BIOLOGICAL RHYTHMS |
| Author(s) | Kawato, Mitsuo |
| Citation | |
| Issue Date | |
| Text Version | ETD |
| URL | http://hdl.handle.net/11094/2742 |
| DOI | |
| rights | |
| Note | |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

| | |
|---------|---|
| 氏名・(本籍) | 川 人 光 男 |
| 学位の種類 | 工 学 博 士 |
| 学位記番号 | 第 5 3 1 0 号 |
| 学位授与の日付 | 昭和 56 年 3 月 25 日 |
| 学位授与の要件 | 基礎工学研究科 物理系専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当 |
| 学位論文題目 | 生物リズムにおける多振動体系の 相互作用 |
| 論文審査委員 | (主査) 教 授 鈴木 良次 (副査) 教 授 大沢 文夫 教 授 塚原 仲晃 教 授 三井 利夫 助教授 佐藤 俊輔 |

論 文 内 容 の 要 旨

近年、内因性の複数個の振動子が生体の様々なリズムを作り出していることが明らかになってきた。従って生物の周期現象を理解するには、複数個の振動子間の相互作用とそれによるダイナミクスを調べなければならない。本論文では相互作用をその時間的な振舞によって瞬間的なもの、一様なもの、中程度のものに分類し、それぞれについて研究した。

瞬間的な相互作用は位相反応曲線を用いて解析できる。生物の振動子に位相 ϕ で刺激を与え、その結果生じた位相変位 $\Delta\phi$ を ϕ の関数としてみたものが位相反応曲線である。ホモトピー理論と力学系の理論を用いて以下の結果が証明された。刺激が弱いと平均の傾き 0 の 1 型の位相反応曲線が、刺激が強くと平均の傾き -1 の 0 型の位相反応曲線が得られる。ある刺激の強さで 0 型の位相反応曲線が得られたらそれより弱い刺激で振動を止めてしまうようなものがある。ショウジョウバエの羽化を制御する概日性振動体は複数個の振動子から構成される。

電気シナプスで結合したニューロンのモデルとして拡散で相互作用する 2 個の BVP 振動子を分岐理論で研究し、2 個の振動子が位相同期と位相反転する状態が同時に安定に存在することを示した。拡散による相互作用は時間的に一様と考えられる。Tupaia の活動の概日性振動体のモデルとして一般的な形で相互作用する 2 個の非線型振動子を解析し、位相同期状態と位相反転状態の間でのヒステリシス現象を発見した。これはリズムの Splitting 現象に対応する。

論文の審査結果の要旨

生物の歩行やサーカディアンリズムなどが、内因性の複数個の振動体によって作り出されていることが知られている。本研究は振動体間の相互作用を、(1)瞬間的にはたらく、(2)時間的に一様にはたらく、(3)その中間の3つの場合に分類し、振動体間の位相同調現象を数学的に解析し、生物学で示されている種々の現象の説明を試みたものである。

(1)については、位相反応曲線が振動体の性質を調べる上で有効な道具であることを、ホモトピー理論と力学系の理論を用いて明らかにし、ショウジョウバエの羽化のリズムが複数個の振動体で制御されている可能性を示した。(2)については、力学系の分岐理論を用い、電気シナプスで結合した神経振動体の挙動を解析し、位相の同相同期のみでなく、逆相同期も安定に存在しうることを示した。さらに(3)の一般化された場合についても分岐理論を適用し、サーカディアンリズムにみられるスプリッティング現象を説明しうることを示した。

以上の通り、本論文は博士論文として価値あるものと認める。