

Title	平坦な部分をもつカオス写像の性質と雑音による影響に関する研究
Author(s)	土居, 伸二
Citation	大阪大学, 1989, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/2449
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	ど 土	い 居	しん 伸	じ 二
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	8702	号	
学位授与の日付	平成元年3月24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	平坦な部分をもつカオス写像の性質と雑音による影響に関する研究			
論文審査委員	(主査) 教授 佐藤 俊輔			
	(副査) 教授 有本 卓 教授 稲垣 宣生			

論文内容の要旨

本研究では一次元非線形差分方程式（一次元写像）で記述されるシステムを提案し、その性質や雑音による影響を調べることによってカオスと雑音との関係やカオスの自然現象における意味を検討する。このシステムはカオスを生成する写像に“平坦な部分”をつけただけの単純で一般性のあるものになっている。

まずこのシステムを用いて雑音によってカオスが消滅し周期性が強まるという Noise-Induced Order の現象が観察されることを数値実験により示す。この数値実験により Noise-Induced Order の現象が起こるのは写像に平坦な部分が存在するためであることを示す。次にこのシステムの分岐構造を解析的に明らかにする。すなわちシステムを記述するパラメータの変化に対してシステムの定性的な性質が変化する様子を詳しく調べる。この解析によりパラメータが変化するにつれてシステムが任意の安定な周期軌道を生成することが明らかになる。カオス写像に平坦な部分をつけることの効果はカオス写像のもつ無限個の不安定な周期軌道をすべて安定な周期軌道にすることであることが分かる。さらにここで用いた方法が“平坦な部分をもつ”カオス写像一般に適用可能な有効な方法であることを例をあげて示す。

また、雑音の存在下でのシステムのふるまいを雑音がない場合のシステムに分岐構造を用いて明らかにするという方法について議論する。特にこの方法が本研究で数値計算により示す Noise-Induced Order の現象の要因を解析的に明らかにするための有効な手段となり得ることを述べる。

最後に、平坦な部分をもつカオス写像が生物の神経系の実験において観察される例を示し、自然現象特に生命現象のカオスの研究における本研究の重要性について述べる。

論文の審査結果の要旨

本論文は1次元非線形差分方程式が生成する解軌道の性質を扱ったものである。一般に非線形差分方程式の解軌道には周期的なものとカオスとよばれる不規則なもの2種類ある。カオスとは確定的なシステムが示す一見不規則な軌道のことである。これら周期的解軌道及びカオスに関しては数多くの研究がなされているが未解決の問題も残されている。加法的ノイズによって方程式のカオス軌道のカオス性が弱まり周期性があらわれる(Noise-Induced Order という)現象の成因も未解決問題のひとつである。

1次元差分方程式の生成素は1次元写像と呼ばれるが、本論文ではいわゆるテント写像とよばれる写像に平坦な部分を付け加えた1次元写像を扱った。平坦な部分の傾きが0という特別な場合について、分岐問題を初期値問題に帰着させるという巧妙な方法で解の分岐構造を完全に決定し、分岐パラメータの変化につれてあらゆる周期軌道が現れることを示した。また平坦な部分の傾きが0でない場合1次元写像の2つのパラメータに関する解軌道の分岐構造を明らかにした。つぎに、従来の予想と異なって本論文で扱ったような平坦な部分をもつ1次元写像の場合にも、加法的ノイズによってNoise-Induced Order が出現することを見だし、その生成メカニズムについて言及した。これらの結果は、非線形微分方程式の定性的な理論である分岐理論に新しい知見を与えた。またここで開発された解析方法はカオスや周期軌道と雑音の関係を明らかにする上で有効な方法といえる。さらに、神経生理学で発見されているカオス現象の生成メカニズムについて示唆をあたえた。

以上、本論文はカオスの研究ならびにその応用分野の発展に貢献するところが大きい。よって、工学博士論文としての価値あるものと認める。