Title	Studies on Integrability for Nonlinear Dynamical Systems and its Applications
Author(s)	近藤, 弘一
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1937
rights	
Note	

【53】

氏　　　　　名	近　藤　弘　一（こん どう こう いち）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　１６４５６　号
学位授与年月日	平成13年６月21日
学位授与の要件	学位規則第４条第２項該当
学　位　論　文　名	Studies on Integrability for Nonlinear Dynamical Systems and its Applications （非線形力学系の可積分性とその応用に関する研究）
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　中村　佳正 （副査） 教　授　亀高　惟倫　　教　授　長井　英生

論　文　内　容　の　要　旨

本論文は、ソリトン理論の手法による非線形力学系の可積分性の検証と、ソリトン理論の数値計算アルゴリズムへの応用に関する研究である。光ファイバー中のパルスの伝搬を記述する偏微分方程式（第２章）と、数値計算法や可解カオス系に関連する非可逆な離散方程式（第４章）の可積分性を論じる。また、ソリトン理論の数値計算法への応用として、新しい反復解法を提案する（第３章）。

第２章では、一般化された微分型非線形シュレディンガー方程式について考察する。この発展方程式がパンルベ性の意味での可積分性をもつか調べる。パラメータがある条件を満たすとき、方程式はパンルベ性および条件付きパンルベ性を持つことを明らかにする。また、任意のパラメータに対して孤立波解を構成し、孤立波は相互作用において安定であり、かつソリトンと同様の性質をもつことを数値シミュレーションを通して論じる。

第３章では、ソリトン理論の数値計算アルゴリズムへの応用を行う。非線形方程式の根の一つを求める反復解法であるステファンセン法を拡張し、ステファンセン型の新しい反復解法を提出する。導出した拡張ステファンセン法は高次の収束次数をもつことを証明する。また、新しい反復解法の計算量を具体的な数値計算例を交えて議論する。さらにケプラー方程式のある特別な場合においては、他のいくつかの反復解法より計算量が少なくなることを示す。

第４章では、ある非可逆離散力学系の階層とその行列式解を求め可積分性を論じる。取り扱う力学系は、可解カオス系である可解ロジスティック写像と、高次収束する反復解法であるニュートン法、拡張ニュートン法、ステファンセン法、第３章の拡張ステファンセン法から導出される力学系である。これらの非可逆な離散力学系の行列式解を統一的に構成する。構成方法の鍵となるのは、ある線形系の解に関する加法公式を用いることである。

論文審査の結果の要旨

本論文は、可積分系の工学への応用の見地から、広いクラスの連続時間・離散時間の非線形力学系の解と可積分性の研究の成果をまとめたものである。

２章では、一般化された非線形シュレディンガー方程式に微分方程式の可積分性判定法であるパンルベ性判定法を適用している。その結果、パンルベ性をもつのは、既に可積分として知られているパラメータ値の場合のみであるが、

それ以外にも、近可積分性を特徴づける条件つきパンルベ性をもつ場合が無数に存在することを明らかにしている。さらに、近可積分の場合に、数値シミュレーションによって、相互作用のもとでの進行波の安定性を示している。

3章では、非線形方程式の数値反復解法であるステファンセン法に注目し、数列の収束の加速法であるシャンクス変換を利用して、高次の収束次数をもつステファンセン型反復法を定式化している。提案された反復法の反復関数は、可積分系離散時間 KdV 方程式を用いて計算される。この結果、ケプラー方程式のある特別な場合に他のいくつかの反復法より実際に計算量が少なくなることを確認している。

高次収束する反復法や可解カオス系から導出される離散力学系は、特殊解をもつ場合でも離散方程式に対する可積分性判定法の特異点閉じ込め判定法をパスしない。4章では、可解ロジスティック写像、ニュートン法、3章の拡張ステファンセン法とその階層に対して行列式解を統一的に導出し、行列式解をもつという意味での可積分性を示している。

このように本研究は、非線形力学系の可積分性に関する理論的研究に知見を与え、また、ソリトン理論に基づく数値計算アルゴリズムの開発により数理工学への貢献が認められる。以上より、本論文は博士（工学）の学位論文として充分価値あるものと認める。