

氏 名	よし むら かず ゆき 吉 村 和 之
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	工 博 第 1623 号
学位授与の日付	平 成 9 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 数 理 工 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	Mode instability and chaoticity transition in one-dimensional anharmonic lattices (一次元非線形格子におけるモード不安定性とカオス遷移)
論文調査委員	(主 査) 教 授 宗 像 豊 哲 教 授 岩 井 敏 洋 教 授 船 越 満 明

論 文 内 容 の 要 旨

大自由度非線形ハミルトン力学系の示す力学的性質の理解は研究対象として興味深いものである。しかしながら、現状では十分な理解がなされているとは言い難い。本論文は、一次元非線形格子モデルを取り扱い、特に運動の安定性、カオス遷移現象に関して計算機シミュレーション、理論的解析の両面より解析したものである。

第1章では、序論として、大自由度非線形ハミルトン力学系の研究の背景、歴史的経緯、および、良く知られている幾つかの結果について述べられている。

第2章では、Fermi-Pasta-Ulam 格子モデルに対して、その Fourier モードの安定性を論じている。単一の Fourier モードによる振動状態の安定性の波数とエネルギーへの依存性の理解は、一次元非線形格子の運動の安定性を理解する上で最も基本的な問題の一つと考えられる。しかしながら、従来この問題に対しては、Izrailev と Chirikov, または Berman と Kolovskii によってなされた解析的手法による粗い近似的な結果があるのみであり、十分な理解はなされていない。本章では、計算機シミュレーションにより Fourier モードの安定性の詳細な解析がなされている。さらに、理論的解析手法として、平均変分方程式を提案しており、それによる結果と計算機シミュレーションによる結果を併せ、Fourier モードの安定性において、先述の解析では報告されていない複雑な波数依存性が現われることを初めて見い出している。

第3章では、前章に引き続き、Fermi-Pasta-Ulam 格子モデルの Fourier モードの安定性を論じている。安定性解析の手法として、平均変分方程式を一次元微分方程式(低減変分方程式)に縮約する手法を提案している。その縮約された変分方程式を Fermi-Pasta-Ulam 格子モデルにおける Fourier モードの安定性解析に適用することにより、前章において見い出された Fourier モードの安定性の複雑な波数依存性を引き起こす要因が、Fourier モードの振幅および振動数に依存して起こるパラメータ共鳴にあることを指摘している。

また、系の自由度を変化させた計算機シミュレーションにより、複雑な波数依存性が系の自由度に依存

せずに生ずることを明らかにしている。

第4章では、大自由度の非線形ハミルトン力学系の振舞いの特徴的現象の一つとして、非線形性の大きさに対して起こる弱いカオスから強いカオスへのカオス遷移現象に着目し、特にその普遍性に関して、計算機シミュレーションの立場より論じている。相互作用ポテンシャルを変化させた複数の一次元非線形格子モデルに対して計算機シミュレーションを行なった結果、共通して上述のカオス遷移現象が確認されており、一次元非線形格子モデルにおけるその普遍性が結論付けられている。Lennard-Jones 型の相互作用ポテンシャルを持つ一次元非線形格子モデルにおいては、新しい種類のカオス遷移現象も見い出されている。

第5章は結論である。

論文審査の結果の要旨

本論文は、一次元非線形格子モデルにおける運動の安定性、カオス遷移現象に関して計算機シミュレーション、理論的解析の両面より研究したものであり、以下のような成果が得られた。

1. Fermi-Pasta-Ulan 格子モデルの単一 Fourier モードによる振動状態の安定性において、複雑な波数依存性が現われることをシミュレーションと理論的解析手法により初めて見い出している。理論的解析手法として、平均変分方程式を提案している。
2. 安定性解析の手法として、上記の平均変分方程式を改良することにより得られる低減変分方程式を提案している。低減変分方程式を Fermi-Pasta-Ulan 格子モデルにおける Fourier モードの安定性解析に適用し、複雑な波数依存性は、Fourier モードの振幅および振動数に依存して起こるパラメータ共鳴に依ることを指摘している。さらに、その波数依存性が系の自由度に依存しないことも明らかにしている。
3. 一次元非線形格子モデルにおいて系のエネルギー密度の増加に伴って生じる弱いカオスから強いカオスへの遷移現象の普遍性をシミュレーションにより明らかにしている。Lennard-Jones 型の相互作用ポテンシャルを持つ一次元非線形格子モデルにおいては、上記の普遍的クラスのカオス遷移現象の存在を確認したことに加えて、更に大きなエネルギー密度の領域で新しい種類のカオス遷移現象の存在を見い出している。

以上、本論文は一次元非線形格子における運動の安定性、カオス遷移現象の研究において、新しい安定性解析手法の開発、詳細な数値実験による新しい現象の発見などにより、学術上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成9年2月21日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行なった結果、合格と認めた。