

早稲田大学大学院情報生産システム研究科

博士論文審査報告書

論文題目

経済時系列データのソフトコンピューティング手法による予測

Soft Computing Method for Forecast of Economic
Time-Series Data

申請者

松本 義之

Yoshiyuki Matsumoto

情報生産システム工学専攻
経営工学研究

2005 年 2 月

本論文は、ソフトコンピューティング手法のうち、カオス理論による時系列データ予測を基本として、ファジィ理論・遺伝的アルゴリズムなどを使用し、経済時系列データに基づく実用的な予測方法を研究している。さらに、これらの手法と Wavelet 解析法を組み合わせることで予測精度を向上させる研究をまとめたものである。時系列データの予測において、良く用いられるモデルは、自己回帰移動平均 (ARMA) モデルである。このモデルは、自己回帰モデルと移動平均モデルを一般化したものである。

これらの予測手法とは異なる方法として、カオスによる時系列データの予測手法がある。通常、経済・経営時系列データは、非常に複雑な挙動を示す場合が多い。AR モデルなどの線形方程式で、このような複雑・不規則な挙動の時系列データを説明するためには、攪乱項を加える必要がある。この攪乱項は、前述したように予測不可能なランダムの変数であり、予測不可能である。しかし、カオスによる非線形方程式では、このような攪乱項を用いなくても、非常に複雑な変動を作り出せることが知られている。しかも、その変動は、決定論で記述されるという特徴がある。もし、複雑な挙動をしている時系列データにカオス性があり、その背後にある何らかの決定論的規則性を見出すことができれば、未来を予測することが可能になる。

経済・経営時系列データで、カオスモデルで表現できる時系列データが存在すれば、同様に決定論に従っているため、予測可能となる。しかし、数々の経済・経営時系列データについての研究が進むにつれて、カオス性に否定的な見解が多く見られるようになった。松本義之氏は、経済・経営時系列データの多くは、低次元のカオス性をもつものではないとの考えの下で、カオス性が全く無いわけではなく、より高次元のカオス性の可能性があると考えている。つまり、従来のカオス予測法では、予測は困難であるが、カオス予測法を改良することで、ある程度の予測は可能と思われる。本論文では、様々な方法を用いてカオス予測の精度の向上を図っている。

(1) カオスによる予測を改良する 1 つの方法が、関連データの同時埋め込みである。予測しようとする時系列データ以外に、その時系列データの挙動に影響を与える別の時系列データを同時に埋め込むことによって、より強いアトラクタが現れ、その結果、予測精度も向上すると考えている。また、(2) カオスによる予測を行う場合、データの再構成を行う必要があるが、その部分にファジィ推論を使用して、予測精度を向上させようと考えている。ファジィ推論の基となるファジィ理論は、L.A.Zadeh により 1965 年に提唱されている。この理論は、集合の特性関数を拡張したメンバシップ関数を用いて、あいまいな情報を取り扱うことを可能にした理論である。また、(3) このファジィ推論では、メンバシップ関数のチューニングが問題となるが、ここでは遺伝的アルゴリ

ズム (GA) を用いることにより, その問題を解決している. 遺伝的アルゴリズムは, 1975 年に J.H.Holland によって提案された生物の進化のメカニズムをモデル化したものである. このアルゴリズムは, 遺伝子をもつ個体が集団を形成し, 交差や突然変異を繰り返すことによって環境に適応した個体を残すものである. 対象となる問題を遺伝子で表現し, その問題の目的関数を評価関数として与えることで, 様々な最適化問題の解の探索が可能となっている. また, (4) 時系列データそのものを分割して, 分割した時系列データを予測する方法も提案している. つまり, オリジナルの時系列データのカオス性は低くても, 分割することにより, カオス性が高い部分を抽出することが可能であり, 予測しやすくなると考えている. ここでは, Wavelet 変換を用いて, 時系列データを分割している. Wavelet 変換は, 1980 年代初頭に J.Morlet によって考案された時間・周波数解析手法である. また, 1988 年に I.Daubechies による連続な直交ウェーブレットが発表されてから, 広く注目されるようになった. これまで使われてきたフーリエ変換と異なり, 時間と周波数の両面から時系列解析が可能となっている. このウェーブレット変換を使用することにより, カオスによる時系列予測の精度向上を図っている.

本論文の構成は、第 1 章で研究の背景・問題点を整理し、過去の研究について説明している.

第 2 章では, 第 3 章以降で用いる各手法を説明している. 本論文の基礎となっているカオス理論を説明している. さらに, 予測精度の向上に用いたファジィ理論・ウェーブレット理論についても説明している.

第 3 章では, 関連データを用いたカオスによる時系列データの予測について提案している. 関連データを用いることで, 目的のデータのみでカオス予測を行うよりも予測精度が向上することを示している. 具体的には, 東京証券取引所の日経平均株価を予測するために, 円ドル為替レートを関連データとして用いている. また, 企業の株価を予測するために, 同一業種の他企業の株価を関連データとして用いた結果も示している. また, それに先だって, 企業の株価データがカオス性を有するかどうかを判定する為の, 相関次元測定法について, 移動平均を使った測定法を提案している.

第 4 章では, ファジィ推論法を用いたカオスによる時系列データ予測について提案している. ファジィ推論を用いることにより, 更に精度が向上することを示している. 予測データとしては, 第 3 章と同じく, 東京証券取引所の日経平均株価を用いている. また, ファジィ推論で用いたメンバシップ関数のチューニング手法として, 遺伝的アルゴリズムを提案している. 遺伝的アルゴリズムを用いることで, 効率的にメンバシップ関数のチューニングが可能であることを示している.

第 5 章では, Wavelet 変換を用いたカオスによる時系列データ予測について提案している. 最初に, 分割した時系列データについて, カオス

性の高い部分を抽出できることを示している。また、分割した時系列データを予測した後、オリジナルの時系列データに復元する方法も提案している。

最後に第6章は、結びとして論文全体を総括し、本研究によって得られた成果を示している。

以上を要約するに、本博士論文は経済時系列データの予測をカオス短期予測モデルで行う方法を提案している。このとき、経済時系列データからの予測精度を高めるための方法として、(1)関連データの埋め込み、(2)ウェーブレット変換を用いる方法、また(3)ファジィ推論方法を提案している。(4)ファジィ推論を行うときの精度を高める方法としてGAによるチューニング手法を提案して、実際のデータによってその効果を実証している。

以上の結果から本研究の有用性が認められる。これは経営工学手法として経営・経済データの予測手法に関する工学的発展に寄与するところが極めて大であり、博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。

2005年2月12日

主査	早稲田大学	教授	工学博士(大阪府立大学)	和多田 淳三
	早稲田大学	教授	工学博士(大阪大学)	田中 祀捷
	早稲田大学	教授	工学博士(早稲田大学)	石野 福弥
	早稲田大学	教授	工学博士(工学院大学)	玄 光 男