

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 27 日現在

機関番号：24403  
 研究種目：若手研究(B)  
 研究期間：2011～2012  
 課題番号：23730360  
 研究課題名（和文）時系列解析とその応用

研究課題名（英文）TIME SERIES ANALYSIS AND ITS APPLICATIONS

研究代表者  
 樋口 友紀 (HIGUCHI YUKI)  
 大阪府立大学・経済学部・准教授  
 研究者番号：60552065

研究成果の概要（和文）：申請者は時系列解析の応用として、(1)各種予測手法の精度向上、改良、(2)ブランド選択推移構造の分析、(3)設備保全技術の向上、改良、の3テーマについて2年間にわたり研究を実施した。各テーマについて、(1)GAによる最適なトレンド除去法及びニューラルネットワークによる予測手法を考案、(2)新たにメーカー間での推移の分析モデル、モデルの2次への拡張、購買後満足度を加味したモデルを考案、(3)衝撃波発生時の Kurtosis の挙動をより詳細に分析することで値の上昇及び下降の原因を解明、などの成果が得られている。なお、各提案手法やモデルの精度及び有意性は、実データを用いて検証済みである。

研究成果の概要（英文）：The following three themes studies were executed during these two years. (1)Forecasting accuracy improvement, (2)Analysis of the matrix structure in brand selection, (3)Improving the machine diagnosis techniques. All these are the applications of Time Series Analysis. (1)A new trend removal method by utilizing Genetic Algorithm and a new forecasting method by utilizing Neural Network were devised. (2)A new analysis model of the brand shift from maker to maker, the extension of the model to the second order lag and the model involving customer satisfaction were devised. (3)The phenomenon that Kurtosis went up and down as the deterioration proceeded was traced and its reason was clarified by the analysis. Accuracy and meaning of the proposed methods were verified on the real data such as the food shipping data, the jewelry purchasing data and the automobile purchasing data.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,400,000	720,000	3,120,000

研究分野：社会科学  
 科研費の分科・細目：経営学・経営学  
 キーワード：時系列解析、予測、ブランド、設備診断

1. 研究開始当初の背景

(1) 各種予測手法の精度向上、改良

予測は販売予測、株価予測など多方面で用いられる。例えば販売予測の場合、予測精度

が向上することによって、欠品や過剰在庫を未然に防止することが可能である。したがって、予測の精度向上が各方面にもたらす影響は非常に大きいと考えられる。

時系列が定常確率過程のとき、最良線形予測となる方法が既知であるが（得丸英勝他：“計数・測定”培風館）、一般の社会システムでは時系列が定常確率過程の条件を満たすことは、殆どなく非定常である。こういった場合、事前にトレンドや季節変動等をうまく除去してゆくことで、定常確率過程に近づけることは可能である。そのため、当てはまりのよいトレンド除去の手法を探索することが、予測精度向上の鍵となる。

## (2) ブランド選択推移構造の分析

ブランド品を購入する際、初めは手頃な価格の商品を購入するものの、情報を得るうち次回に購入するものはより良い名前の通った高価なものであることが予想される。このような消費者行動を踏まえ、上位ブランドをベクトルの上位から並べ、前回購入を入力、今回購入を出力としたとき、ブランド遷移行列は上三角行列となる。ブランド購入時の消費者行動を行列構造として明らかにし法則化することができれば、それを予測等に用いることができる。行列構造の解析により、新たなブランド品の市場投入時期の発見や、消費者が評価・位置づけたポジションの明確化も可能となろう。本テーマは消費者のブランド選択を明らかにする新しいアプローチであり、過去に例がないものである。よって、理論の全体的な構築に向け、なすべきことは多く存在する。

## (3) 設備保全技術の向上、改良

設備保全システムの経営情報分野における役割は非常に大きい。例えば製造ラインで突発故障などが発生し、下工程の停止等につ

ながった場合、億単位での損失に直結することもあるが、このような事態を未然に防止するための設備保全、またそれに関する情報のハンドリングは経営における重要なテーマの一つである。設備保全を十全に行うためには、早期の設備異常検知が必要不可欠で、その研究がひいては効率的な生産を促進し、経営の安定的かつ良好な運営に資することとなる。

従来は感度の良い指標として **Kurtosis**、**Bicoherence**、衝撃劣化指標などが検討されてきたが（井上雄二郎：“高次統計量キュムラントによる信号処理－I”システム/制御/情報, vol.36, No.2 等参照）、中でも振動振幅を指標化するものに対象を絞り、**Kurtosis** について検討する。従来手法では **Kurtosis** は精密診断技法の一つであり、振動信号の確率密度関数の4次モーメントを正規化して計算していた。現場においては精密診断のニーズはあるものの、設備面やコスト面から精密診断技術を組み込めないところもある。そのため、現場においてスピーディかつ簡便に用いることができる設備診断の簡易計算方法の提案が必要とされる。

## 2. 研究の目的

(1)各種予測手法の精度向上、改良では従来手法と比較して、予測精度を向上させるモデルの提案が目的となる。主として、新たに **GA** による最適な重みづけの決定について、手法部分に関する論文を作成する。また、ニューラルネットワークを活用した予測モデル構築を研究する。販売予測等、予測精度を上げることが切望されている分野が多く、各方面への貢献度は大きい。(2)ブランド選択推移構造の分析では主として、新たに **Block Matrix** 化手法を開拓し、各種業界のデータに適用してゆく。また、消費

者の購買後満足度を加味した予測モデルを構築する。これらの理論が完成すれば、マーケティング戦略立案・検証に極めて有効に活用できると考えられる。(3)設備保全技術の向上、改良では、従来開発した手法をより詳細なレベルで分析し直し、普遍的なモデルへと展開する。本技術が実用化されると、現場での安価な精密診断が可能となり研究の意義は大きい。

### 3. 研究の方法

(1)各種予測手法の精度向上、改良では、トレンド除去時の線形と非線形の組み合わせについて、組み合わせの重みの最適解をGAにより導出する手法を構築し、検証を行う。GAを活用するこのアプローチは、モデル数を増やしたときにでも柔軟に対応できる特性を持つ。また、ニューラルネットワークを活用した予測モデル構築を研究する。ニューラルネットワークは数値データの処理に強く、信号、制御、予測など幅広い分野で活用されている手法である。今回、ニューラルネットワークに時系列データを適用するにあたり、時系列を加味したモデルへの変更など、各種の工夫が必要となる。

(2)ブランド選択推移構造の分析では主として、個別の変数の分析はハンドリングが大変であるし、意思決定が困難となる。このような場合、同一ブランドレベルのものは **Block Matrix** 化し、さらにはそれを1変数としてハンドリングすると、遷移状況も、一目瞭然となる。また、より詳細に購買行動を分析するため、従来提案モデルの2次への拡張および、消費者が商品の購買後に下した評価を加味したモデルの構築を実施する。

(3)感度の良い設備異常検知の手法開拓については、過去に各種のモデルを提案しており、成果も出している。今後はより一層の展開を

目指し、詳細に **Kurtosis** 値の分析を実施する。**Kurtosis** 値は傷が大きくなるにしたがって単調に増加せず、上昇のち下降、そして再度上昇する、という傾向を持つ。これは過去の実験結果や他の文献からも明らかであるが、この原因を今回のモデル化により解明する。

### 4. 研究成果

(1)各種予測手法の精度向上、改良について。非定常確率過程の時系列データをよりよく予測するために、線形モデル及び非線形モデルによるトレンドの除去について、GAによる組み合わせの重みの最適解導出方法の理論部分を構築した。予測に使用するデータの特性を見極めるため、株価データ、食品出荷データなどを本手法に使用して検証事例を増やした。また、ニューラルネットワークによる時系列データの予測手法を新たに取り入れ、航空機の旅客数データで精度検証を実施したことに加え、他手法との予測精度の比較も行っている。上記手法ではともに非常に高い精度での予測結果を得ることに成功している。本テーマにおける研究成果は、販売予測など予測精度を上げることが切望されている分野を始め、各方面への貢献度は非常に大きいと考えられる。

(2)ブランド選択推移構造の分析について。本テーマでは、**Block Matrix** 化の手法を利用して、メーカー毎における推移状況の把握や販売予測を可能とするモデルを構築した。また、自動車データやジュエリーの販売データなどを使用することで、本手法の有用性を検証している。さらに、モデルを2次へと拡張した論文を作成し、1次との精度の比較を実施した。こちらも実データによりモデルを検証し、精度の向上を確認済みである。また、消費者の購買後満足度を加味した予測モデル

を構築した。これらの理論及び検証結果は、マーケティング戦略の立案及び検証に極めて有効に活用することが可能であると言えよう。

(3)設備保全技術の向上、改良について。衝撃波を三角形あるいは半三角形で近似した簡素化モデルにおける、Kurtosisを利用した設備診断技術について、これまでよりさらに詳細に Kurtosis の挙動を分析し、モデル化を行った。これにより、3.にて述べた Kurtosis 値が上昇と下降を繰り返す原因を解明し、状況を把握することができた。今後はこれらの状況を含めてモデル化を行うことで、詳細に傷レベルを把握することも可能となろう。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 15 件)

- (1) T. Kuroda, Y. Higuchi, K. Takeyasu, “A Hybrid Method to Improve Forecasting Accuracy Utilizing Genetic Algorithm”, International Journal of Information Technology and Network Application, Vol.2, No.4, pp.1-12, 2012, peer-reviewed.
- (2) K. Takeyasu, C. Ishio, Y. Higuchi, “Hypothesis Testing for Questionnaire Investigation on Jewelry / Accessory”, International Journal of Information Technology and Network Application, Vol.2, No.4, pp.20-32, 2012, peer-reviewed.
- (3) K. Takeyasu, Y. Higuchi, “Analysis of the Preference Shift of Customer Brand Selection Among Multiple Genres of Automobile and Its Matrix Structure”, Journal of Communication and Computer, Vol.9, No.7, pp.744-751, 2012, peer-reviewed.
- (4) K. Takeyasu, Y. Higuchi, “BRNAD

SELECTION IN THE CASE OF AUTOMOBILE - Expansion to the Second Order Lag and its Forecasting Accuracy -”, International Journal of Information Systems for Logistics and Management, Vol.7, No.2, pp.17-25, 2012, peer-reviewed.

(5) Y. Ishii, Y. Higuchi, K. Takeyasui, “Analysis of consumer attitudes towards integrated circuit (IC) cards”, African Journal of Marketing Management, Vol.4, No.4, pp.130-151, 2012, peer-reviewed.

(6) K. Takeyasu, Y. Higuchi, “Analysis of the Preference Shift of Customer Brand Selection among Multiple Genres of Automobile and Its Matrix Structure”, International Journal of Information Systems for Logistics and Management, Vol.6, No.2, pp.37-56, 2011, peer-reviewed.

(7) Takeyasu, K., Y. Higuchi, “Optimization in Allocating Goods to Shop Shelves”, International Journal of Information Systems for Logistics and Management (IJISLM), Vol.6, No.2, pp.1-6, 2011, peer-reviewed.

[学会発表] (計 20 件)

- (1) Higuchi, Y., K. Takeyasu, “BRAND SELECTION AND ITS MATRIX STRUCTURE -Expansion to the Model Involving Customer Satisfaction-”, The 13th Asia-Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference (APIEMS) Phuket, Thailand, 2012.12.4
- (2) K. Takeyasu, Y. Higuchi, “ANALYSIS OF THE BEHAVIOR OF KURTOSIS BY UTILIZING TRIANGLE MODEL”, The 3rd International Conference of Systematic Innovation & Global TRIZCON (ICSI),

Yonsei University, Seoul, South Korea,  
2012.7.11

(3) Higuchi, Y., K.Takeyasu, “Analysis of the Behavior of Kurtosis by Simplified Model of One Sided Affiliated Impact Vibration and its Application to Machine Diagnosis”, The 12th Asia-Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference (APIEMS), Beijing, China, 2011.10.15

(4) Higuchi, Y., K.Takeyasu, “BRAND SELECTION AND ITS MATRIX STRUCTURE – Extension to the Second Order Lag –”, 2<sup>nd</sup> JAMS /JAIMS International Conference on Business & Information 2011 (2<sup>nd</sup> JAMS/JAIMS ICBI 2011), JAIMS, Honolulu, Hawaii, USA., 2011.9.2

(5) Higuchi, Y., K.Takeyasu, “Analysis of Brand Selection in an Automobile Case Study”, The 2nd International Conference of Systematic Innovation (ICSI), Shanghai Jiao Tong University, Shanghai, 2011.5.27

〔図書〕（計 4 件）

(1) K. Takeyasu, Y. Ishii, Y. Higuchi, C. Ishio, “MARKETING ANALYSIS”, Izumi Shuppan, 2013, pp.130-162.

(2) 竹安数博、石井康夫、樋口友紀、永田恵子、“販売予測の理論と実践”, NTS 出版, 2013, pp.58-69, pp.82-97, pp.127-135, pp.198-208.

(3) K. Takeyasu, Y. Ishii, Y. Higuchi, K. Nagata, “Time Series Analysis – Forecasting and its Applications –”, Izumi Shuppan, 2012, pp.52-63, pp.191-199.

(4) 日本経営工学会関西支部、“経営工学の

実践”, 中央経済社, 2012, pp.163-178.

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

樋口 友紀 (HIGUCHI YUKI)

大阪府立大学・経済学部・准教授

研究者番号：60552065