

審査の結果の要旨

氏名 藤井毅朗

本論文は、「 KM_20 -ランジュヴァン方程式論に基づく非線形時系列解析について」と題し、5章から成る。従前の KM_20 -ランジュヴァン方程式論の時系列解析への応用研究に対して、本論文は、 KM_20 -ランジュヴァン方程式論の決定性の理論を基に非線形のダイナミクスを探るダイナミクス解析を新しく確立し、同時に、複数のパスを観測して時系列群の等確率性を基に解析を行う時系列解析の手法を導入し、これまで定常性を満たす時系列のみに適用されていた解析の適用範囲を拡大している。さらに、ダイナミクス解析、および、複数のパスを用いた解析に基づいて、実証分析を行い、新しい知見が得られることを示している。

まず、第1章「序論」では、ダイナミクス解析を導入する動機として、これまで行われてきたリスク解析における問題点と、分離性などの解析における構造解析への要請を指摘し、ダイナミクスそのものに着目した解析の必要性を論じている。また、従来行われてきた定常性に基づいた解析では不十分な点と、その点を改善する必要性を指摘し、それを補うために複数のパスに基づいた解析を導入する動機を説明している。

第2章「確率過程に対する KM_20 -ランジュヴァン方程式論」は、2つの節：2.1節「一般の流れ」と2.2節「定常流」から成る。本章では、以後の議論の準備として、 KM_20 -ランジュヴァン方程式論の基礎理論を概観しており、2.1節では一般の流れに対しての理論の概略について述べ、2.2節では流れが定常性を持つ場合に成り立つ性質の概略について述べている。

第3章「時系列解析」は、2つの節：3.1節「定常時系列解析」と3.2節「複数のパスを用いた時系列解析」から成る。3.1節では、従来の解析について概観した後、新たな解析として、時系列の一部を切り出して決定性の解析に基づいて各時点におけるダイナミクスを選択し、切り出す部分をシフトすることでダイナミクスの推移をみるダイナミクス解析を導入している。3.2節では時系列群からパス間の平均を用いて共分散行列を計算し、定常性に基づいて行われていた解析を複数のパスを用いた場合に行えるように拡張している。

第4章「実証分析」は、2つの節：4.1節「ダイナミクス解析」、4.2節「複数のパスを用いた解析」から成る。4.1節では株価指数、地震波、地磁気の各時系列に対し、定常性に基づく解析を用いてTest (ABN)や分離性などの解析を行った上で、ダイナミクス解析を行っている。まず、株価指数の解析では、日経平均株価やアメリカのダウ工業平均、イギリスのFTSE100のデータに本論文で導入したダイナミクス解析を適用している。その結果、市場の安定期には2次の非線形変換がダイナミクスとして選択され、市場が不安定になると2次以外の非線形変換も選択されることが示されている。これは、従来のTest (ABN)やリスク解析においてはその判別が困難であった点であり、この2つの解析を補強する結果となっている。次に地震波のデータの解析においては、通常地震と深部低周波地震の解析結果を比較し、通常地震にはダイナミクスに偏

りが無いのに対して、深部低周波地震ではS波到着後に2次のダイナミクスに偏るという結果が得られ、P波到着後に奇数次の変換に偏っている可能性も示唆されている。また、先行研究で深部低周波地震の特徴として報告されている分離性との関係も議論し、分離性が現れる時期とダイナミクスの偏る時期が一致していることを指摘し、両者に関係があることを示している。最後に地磁気データの解析では、柿岡で2003年に観測された磁気嵐のデータのダイナミクス解析を行っている。地磁気データにおいても分離性が現れることが先行研究により報告されているが、深部低周波地震と同様に分離性が現れる時期にはダイナミクスが偏るという関係を示している。深部低周波地震における結果と合わせ、分離性とダイナミクスの偏りには深い関係があることが示唆されている。4.2節においては複数のパスに基づく解析を、日経平均株価の採用銘柄をパスとみなして適用している。その結果、定常性に基づく解析と矛盾しない結果が得られ、ダイナミクスの偏りも同様に観察されている。これにより、複数のパスを用いた解析の妥当性が確認されると同時に、定常性に基づいた解析を補強する結果を得ている。特に、定常性に基づく解析においては定常性の破れから解析できなかつた時点においても複数のパスに基づいた解析の結果は得られており、定常性の破れとしての異常が発生したのち、市場がそこから回復していく様子が観察されている。これはこれまで大きな興味の対象でありながら解析が行えなかつた部分であり、本論文で提案した手法の有用性を示している。

第5章「結論」では全体の総括を行い、本研究の成果をまとめた後、今後の問題に触れている。

以上、本論文は、 KM_20 -ランジュヴァン方程式論の応用研究に、新たに、決定性の解析に基づいてダイナミクスを探るダイナミクス解析と、複数のパスを用いて定常性に拠らない解析を行う手法を導入し、それらを、株価指数、地震波、地磁気の時系列データに適用して、新しい知見が得られることを示したものであり、数理工学上の貢献が顕著である。

よって本論文は、博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。