

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	外国為替市場の状態変化の計測とモデル化
Title(English)	
著者(和文)	由良嘉啓
Author(English)	Yoshihiro Yura
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9743号, 授与年月日:2015年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:高安 美佐子,寺野 隆雄,出口 弘,新田 克己,樺島 祥介,小野 功
Citation(English)	Degree:, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9743号, Conferred date:2015/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	由良 嘉啓		
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名
		高安 美佐子	准教授		樺島 祥介	教授
	審査員	寺野 隆雄	教授	審査員	小野 功	准教授
		出口 弘	教授			
		新田 克己	教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文「外国為替市場の状態変化の計測とモデル化」は、結論を含む6章から構成されている。

第1章「導入」では、外国為替市場の研究の背景、現在の外国為替市場を取り巻く環境、本論文で分析の対象とした電子取引市場 EBS の外国為替レート変動および注文情報データについてまとめている。

第2章「価格変動に関する金融市場の先行研究とその解析方法」では、金融市場に関する先行研究、特に価格時系列の性質とそのモデル化、についてレビューしており、第3章、第4章、第5章の研究の土台となっている。

第3章「連検定を用いた価格変動の符号相関」では、為替レートのティックレベルの変動を連検定により定量化し、レートの上昇を正、下降を負としたときに、異符号が出やすい安定な状態、ランダムな状態、および、同符号が出やすい不安定な状態の三つの状態があることを確認している。また、2008 年のある1週間における為替レート時系列の状態の変化に注目し、二つの仮説に基づいたエージェントモデルのシミュレーションにより連検定の結果を再現することを試みている。一つ目の仮説では、過去の価格変動から将来を予測するエージェントが、長い時間スケールの逆張り戦略と短い時間スケールの順張り戦略を観測期間内のある時刻で切り替えていたと想定している。もう一つの仮説では、短い時間スケールの変動を用いて順張り戦略で予測するエージェントと、長い時間スケールの逆張り戦略から予測するエージェントが混在していたと想定している。どちらの仮説においても、観測結果が再現できたと報告している。

第4章「粒子フィルタを用いた PUCK モデルのパラメータ逐次推定」では、第3章のエージェントモデルと対応関係のある時系列モデルである PUCK モデルに基づいたパラメータ推定手法を開発している。外乱などにより市場の状態が急変した場合、最小二乗法など既存の手法を用いると過去データに均一な重みを仮定して推定しているため推定誤差が大きくなる。これを踏まえ、粒子フィルタを導入し、遠い過去の情報を忘却する効果を持つようにシステムノイズを改良することにより、パラメータの推定精度を高め、市場の急変にも対応できるようになったと報告している。市場の状態が急変するような人工データに関しては開発したパラメータ推定手法が十分な精度を保証することを確認した後、東日本大震災時の為替レート時系列に対しこの新手法を適用している。その結果、地震の揺れが市場の中心である東京に到達してから10秒程度で市場の状態が安定から不安定に遷移していたことを確認できたと述べている。

第5章「外国為替市場におけるマイクロストラクチャーの数理モデル」では、価格時系列モデルよりもさらに短い時間スケールでの状態変化を検出するために、より詳細な情報を持つ注文情報時系列データを解析している。物理学におけるブラウン粒子が溶媒中を揺らぐ系と市場価格が売買注文の中で揺らぐ系との類似性を議論し、市場における仮想的な粒子の大きさを注文情報時系列データから推定できたと主張している。また、外国為替市場に対してブラウン粒子を特徴づける基本量である平均自由行程を定義した後、市場価格の変動と売買注文の揺らぎの間に揺動散逸関係が成り立つことを確認し、ブラウン粒子と同様に市場価格変動がランジュバン方程式で記述できることを明らかにしている。次に、希薄流体の運動を連続体近似することの妥当性を定量化する基本量であるクヌッセン数を、外国為替市場に対して推定した仮想的な粒子の大きさと平均自由行程との比として定義している。その結果、クヌッセン数が大きくなり注文情報の非対称性が顕著になったときに暴騰や暴落が発生しやすい傾向を発見したと述べている。

第6章「結論」では、本研究を総括し、今後の展望を述べている。

以上を要するに、本論文では、外国為替市場のデータを解析することにより、市場価格変動が単純なランダムウォークから乖離した状態を持つことを複数の視点から明らかにしている。エージェントモデルを用いて市場の特性を再現し、粒子フィルタを用いて市場状態の変化をリアルタイムに推定する手法を確立し、さらに、注文情報時系列データを用いて物理現象との類似性の高い新しい外国為替市場の数理モデルを導入している。これらの結果は、金融市場価格の揺らぎの性質を解明する基盤となる成果であり、理学上の貢献が大きい。従って、本論文は博士（理学）の学位論文として十分に価値があるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。