

Title	時変計量経済モデルを用いた為替レート予測に関する研究
Sub Title	Forecasting exchange rates using time-varying econometric models
Author	伊藤, 幹夫(Itō, Mikio) 野田, 顕彦(Noda, Akihiko) 和田, 龍磨(Wada, Tatsuma)
Publisher	
Publication year	2021
Jtitle	科学研究費補助金研究成果報告書 (2020. )
JaLC DOI	
Abstract	<p>本研究の目的は, Ito et. al (2016) で提案された時変ベクトル誤差修正モデルの分析枠組みを為替レートの予測モデルに適用し, 様々な構造変化が外国為替市場に及ぼす通時的な影響を考慮することで為替レートの予測精度が向上されるかどうかを解明することである. そのために, 共変する複数の外国為替レートのデータに対して時変誤差修正モデルを適用することで, 為替レートの予測にとって基礎となる長期的均衡状態へ, それら市場がどのような速さで調整されるかを時間を通じて検証した. その結果, 分析の対象期間中を通じて市場間の調整速度が上昇するように為替レート間の共変関係が変化することが明らかになった.</p> <p>This study examines the possibility of improving foreign exchange rate forecast when one adopts the framework of the time-varying error correction model proposed by Ito et al.(2016) to consider how structural changes affect foreign exchange markets. To attain the goal, we applied the model to three countries' foreign exchange rate data that reflects the comovement of foreign exchange markets. Then, we study how fast the markets return to the long-run state, which is a help of forecast if some deviation occurs. As a result, through the period under study, the speed of the market adjustment was increasing.</p>
Notes	<p>研究種目: 基盤研究 (C) (一般)</p> <p>研究期間: 2017 ~ 2020</p> <p>課題番号: 17K03809</p> <p>研究分野: ファイナンス 計量経済学</p>
Genre	Research Paper
URL	<a href="https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KAKEN_17K03809seika">https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KAKEN_17K03809seika</a>

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

令和 3 年 6 月 7 日現在

機関番号：3 2 6 1 2

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2020

課題番号：1 7 K 0 3 8 0 9

研究課題名（和文）時変計量経済モデルを用いた為替レート予測に関する研究

研究課題名（英文）Forecasting Exchange Rates using Time-Varying Econometric Models

研究代表者

伊藤 幹夫（Ito, Mikio）

慶應義塾大学・経済学部（三田）・教授

研究者番号：7 0 1 8 4 6 9 5

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000 円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、Ito et. al. (2016) で提案された時変ベクトル誤差修正モデルの分析枠組みを為替レートの予測モデルに適用し、様々な構造変化が外国為替市場に及ぼす通時的な影響を考慮することで為替レートの予測精度が向上されるかどうかを解明することである。そのために、共変する複数の外国為替レートのデータに対して時変誤差修正モデルを適用することで、為替レートの予測にとって基礎となる長期的均衡状態へ、それら市場がどのような速さで調整されるかを時間を通じて検証した。その結果、分析の対象期間中を通じて市場間の調整速度が上昇するように為替レート間の共変関係が変化することが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

外国為替市場は異なる通貨の取引を行う場であり国際的な資金の効率的な配分を本来はもたらす。現実にもそうした配分が実現するわけではない。しかし各市場参加者が市場状況に鑑みて自らの利益を高めるような取引を行えば、良く機能する外国為替市場は効率的な資金配分をもたらす。本研究が目指す、外国為替市場の現況の把握、取引者の立場に立つ適切な予測を明らかにすることは国際経済の円滑な運行のために有用であると言える。

研究成果の概要（英文）：This study examines the possibility of improving foreign exchange rate forecast when one adopts the framework of the time-varying error correction model proposed by Ito et al. (2016) to consider how structural changes affect foreign exchange markets. To attain the goal, we applied the model to three countries' foreign exchange rate data that reflects the comovement of foreign exchange markets. Then, we study how fast the markets return to the long-run state, which is a help of forecast if some deviation occurs. As a result, through the period under study, the speed of the market adjustment was increasing.

研究分野：ファイナンス 計量経済学

キーワード：外国為替市場 為替レート予測 構造変化推定 スパース回帰モデル バンドスペクトラル回帰

## 1. 研究開始当初の背景

1970年代半ばに変動為替相場制に移行して以降、Fama(1970)の意味において外国為替市場における価格付けが効率的か否かについて、数多くの研究者が検証を重ねてきた(たとえば Jongen et al.(2008)を参照されたい)。とりわけ、初期の研究では、為替レート決定に関する合理的期待形成仮説にもとづいた金利平価モデルの妥当性について膨大な数の実証研究がなされたが、大半の研究において金利平価が成立しないという結論が導かれている。こうした、現実の為替レートの変動を理論的に説明できない現象は、先物(フォワード)プレミアムパズル(FPP)として知られており、理論的には直先スプレッド率と現物為替変化率の間に正の相関が観察されるはずであるが、逆に負の相関が観測されるという経験則を指している。

そのため、Engel(2015)や Menkhoff(2007)が展望するように、FPPが生じる原因を解明するための様々な取り組みがなされてきた。初期の研究では、直先スプレッド率が現物為替変化率から乖離する部分を外国為替市場におけるリスクプレミアムと考え、それらの変動によってFPPが生じる原因を合理的に説明する、という試みがなされてきた。また、近年では、Burnside et al.(2011)のように投資家が将来の物価上昇に対して過剰に反応することに注目して、現物価格に比べて先物価格が大きく変動することがFPPが生じる原因の1つとなりうることを指摘した研究や、Ito et al.(2016)のように時変ベクトル誤差修正モデルの共和分関係によって捉えた外国為替市場間の連動性が通時的に変化していることがFPPが生じる原因の1つとなりうることを指摘した研究も存在する。しかし、依然としてFPPが生じる原因が完全に解明されるには至っていない。

その一方、Meese-Rogoff(1983)を端緒として、FPPの存在については所与としたうえで、為替レートを予測するためのモデルの定式化を試みている研究も存在する。たとえば、Clarida(2003)では、制度・政策変更や経常収支変動といった構造変化が現実の外国為替市場における為替レートの決定に影響を及ぼす可能性に注目したうえで、マルコフ・スイッチングのような一時的な構造変化を考慮した為替レート予測モデルの方がMeese-Rogoff(1983)流の従来型の予測モデルよりも予測精度が高いことが示されている。しかしながら、現実の外国為替市場は通時的に様々な構造変化の影響を受ける。こうした先行研究における問題点を考慮すると、様々な構造変化からの一時的な影響だけではなく、通時的な影響についても考慮した為替レート予測モデルを構築する必要がある。より具体的にいえば、Ito et al.(2016)で示されたような外国為替市場間の連動性の通時的な変化を明示的に考慮した場合、為替レートの予測精度にどのような影響を及ぼすかを解明するための研究が望まれている。

## 2. 研究の目的

「研究開始当初の背景」を受け、本研究課題では以下の4つの個別テーマを設定し検証していく。

- (1) Ito et al.(2016)で提案された時変ベクトル誤差修正モデルにもとづいた新たな統計的推論の確立
- (2) 先進各国の外国為替市場における各種限月の先物を含む為替レート、利子率などのデータ整備
- (3) 時変ベクトル誤差修正モデルにもとづき、外国為替市場間の時変連動性を考慮した為替レート予測モデルを構築し、(2)で作成したデータを用いて推定
- (4) Meese-Rogoff(1983)の基準で(3)で構築したモデルと既存モデルの為替レートの予測精度を比較

理論的な側面からは、時変ベクトル誤差修正モデルの共和分関係によって捉える外国為替市場間の連動性に対して、残差ブートストラップ法による統計的推論を行う際の検証手順を確立する。また、実証的な側面からは、(1)で提案された残差ブートストラップ法による統計的推論を用いて、外国為替市場間の時変連動性を明示的に考慮したときに為替レート予測モデルの予測精度が向上するかどうかを明らかにする。

先述したように、先行研究においては、外国為替市場における為替レートを予測する際に構造変化からの一時的な影響を織り込むことで、その予測精度が上昇することが示された。しかし、構造変化は一時的だけではなく通時的にも外国為替市場における為替レートに影響を及ぼす。さらに、そうした通時的な影響は為替レートの予測精度にも大きく影響すると考えられる。これまでの研究とは異なり、構造変化からの通時的な影響を明示的に考慮している点に本研究の学術的特色がある。

本研究で取り入れられた、外国為替市場間の共和分関係が通時的に変化することを基礎とする連動性の通時的な変化が為替レートの予測精度に関連するという考えは、為替レートの予測モデル構築の一連の研究に新たな視点を導入することになる。また、外国為替市場間の連動性を各国の為替レートの予測モデルに組み込むことによって、為替レートの予測精度が大幅に向上すると確信している。さらには、本研究で確立された時変ベクトル誤差修正モデルにもとづく残差ブートストラップ法を用いることによって、為替レートの予想精度が向上したかどうかについての統計的推論が可能となる。

### 3. 研究の方法

「研究の目的」において設定した4つの個別テーマに即し、以下の方法により研究を進めた。

(1) Ito et al. (2016)で提案された時変ベクトル誤差修正モデルにもとづいた新たな統計的推論の確立。

本研究課題では、Ito et al. (2016)で提案された時変ベクトル誤差修正モデルにもとづいた分析の枠組を用いて、外国為替市場間の連動性の通時的変化を明示的に考慮した場合、為替レートの予測精度にどのような影響を及ぼすかを明らかにすることを目的とする。研究代表者（伊藤）は、ベクトル誤差修正モデルの共和分関係によって捉える外国為替市場間の時変連動性に対して残差ブートストラップ法による統計的推論を行う際の検証手順を確立することで、実際に為替レートの予測精度が向上したかどうかを検証することを可能にする。また、新たに確立した統計的推論の方法を計量分析で用いるためのプログラミングを行い、様々な試験データを用いた動作確認実験を行う。

(2) 先進各国の外国為替市場における各種限月の先物を含む為替レート、利子率などのデータ整備。

本研究課題の基盤を固める。先進各国の外国為替市場における各種限月の先物を含む為替レート、利子率などのデータを収集したうえで、(1)で確立した時変ベクトル誤差修正モデルにもとづいた統計的推論を行うために整形し、データベース化する。具体的には、研究代表者（伊藤）と研究分担者（野田・和田）の所属機関が導入している、Bloomberg Database、EnCorr Analyzer/Ibbotson、Nikkei NEEDS Financial QUEST、Thomson Reuters Datastream などからデータを取得する。

(3) 時変ベクトル誤差修正モデルにもとづき、外国為替市場間の時変連動性を考慮した為替レート予測モデルを構築し、(2)で作成したデータを用いて推定。

ベクトル誤差修正モデルの共和分関係によって捉えられる外国為替市場間の時変連動性を明示的に考慮した為替レート予測モデルを、Ito et al. (2016)の時変ベクトル誤差修正モデルにもとづいて構築する。さらに、構築した為替レート予想モデルを(2)で構築されたデータに適用して、実際に為替レートの予測を行う。本研究で使われる時変ベクトル誤差修正モデルの推定は、新たに購入する高性能計算機の数値計算能力を駆使して行われる。

同時にバンドスペクトル回帰を用いた場合との比較によって推定方法の改良を模索する。

(4) Meese-Rogoff (1983)の基準で(3)で構築したモデルと既存モデルの為替レートの予測精度を比較。

外国為替市場間の連動性の通時的な変化を明示的に考慮して予測した為替レートと、既存の同種のモデル、たとえばClarida (2003)のようなマルコフ・スイッチングのような一時的な構造変化を考慮して予測した為替レートについて、Meese-Rogoff (1983)の基準によってその予測精度を比較する。具体的には、Meese-Rogoff (1983)の基準から導出された指標の経験分布を残差ブートストラップ法を用いて求め、それらを比較する。

### 4. 研究成果

研究代表者（伊藤）は、本研究課題の分析のために時変計量経済モデルの開発に従事した。具体的には、市場における長期的均衡からの乖離を捉える従来のベクトル誤差修正モデルに対して拡張を行った。それにより複数の外国為替レートの共変動向を時点ごとに追跡することが可能になった。また当該モデルに対して伝統的な統計的推測を残差ブートストラップ法を用いて行う手法の開発を行った。具体的には、時変ベクトル誤差修正モデルのパラメータのうち、長期均衡への収束に関わるパラメータの時間的変化を捉えるための検定が可能となった。

研究分担者（和田）はGLSによる時変係数モデルのうち、特に分散が変化するモデルの推定法の改良を理論的およびシミュレーションを通じた実用上の観点から行うとともに、ベイズ法との比較を通じて、GLS法の利点を整理することに努めた。一方で為替レート予測において、時間領域のみならず周波数領域をも含めた柔軟なモデルの適用可能性についても模索した。

次に、研究分担者（野田）は、研究遂行に必要なデータの収集・整備を行うと同時に研究課題で使われる時変計量経済学モデルを用いて仮想通貨市場における情報効率性の変化を検討した。

COVID-19 の世界的流行による価格急落が情報効率性を一時的に悪化させたものの、情報効率性は成立していたことを確認した。これにより研究課題で中心に据えられる計量モデルの有効性が確認できた。

以上のことは伊藤・野田・和田の共同論文(Ito et al.2021)の作成に生かされた。外国為替レートデータに対して、時変ベクトル誤差修正モデルのベクトル誤差修正部分である loading matrix が時変すると想定したうえで、それらが長期的な均衡関係からの乖離の解消と対応することに注目し、時変 loading matrix を基礎にした為替レート市場間の共変を表す尺度を定義したうえで、長期的均衡関係の頑健性が時間を通じてどの程度保持されるかを検証することにした。分析の結果、過去四半世紀で市場の共変関係が強まる傾向にある一方で、市場共変関係が強まっている為替レート自体は 1995 年と 2008 年の 2 つの転換点を起点に減少したことが明らかになった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Mikio Ito, Kiyotaka Maeda, and Akihiko Noda	4. 巻 71
2. 論文標題 The Futures Premium and Rice Market Efficiency in Prewar Japan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Economic History Review	6. 最初と最後の頁 909-937
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/ ehr.12608	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Mikio Ito, Kiyotaka Maeda, and Akihiko Noda	4. 巻 なし
2. 論文標題 Discretion versus Policy Rules in Futures Markets: A Case of the Osaka-Dojima Rice Exchange, 1914-1939	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Quantitative Finance Papers, [arXiv:1704.00985]	6. 最初と最後の頁 1--32
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Mikio Ito, Akihiko Noda, and Tatsuma Wada	4. 巻 なし
2. 論文標題 An Alternative Estimation Method of A Time-Varying Parameter Model	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Statistical Methodology Papers, [arXiv:1707.06837]	6. 最初と最後の頁 1--25
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Mikio Ito, Akihiko Noda, and Tatsuma Wada	4. 巻 9
2. 論文標題 Time-Varying Comovement of Foreign Exchange Markets: A GLS-Based Time-Varying Model Approach	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Mathematics	6. 最初と最後の頁 1-13
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/math9080849	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Akihiko Noda	4. 巻 28
2. 論文標題 On the Evolution of Cryptocurrency Market Efficiency	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Economics Letters	6. 最初と最後の頁 433-439
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/13504851.2020.1758617	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計15件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 13件）

1. 発表者名 Mikio Ito
2. 発表標題 An Estimation Method for State-Space Models using Generalized LASSO Techniques
3. 学会等名 Western Economic Association International 94th Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akihiko Noda
2. 発表標題 On the Time-Varying Efficiency of Cryptocurrency Markets
3. 学会等名 Western Economic Association International 94th Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tatsuma Wada
2. 発表標題 Out-of-Sample Forecasting of Foreign Exchange Rates: The Band Spectral Regression and LASSO
3. 学会等名 Western Economic Association International 94th Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Tatsuma Wada
2 . 発表標題 Out-of-Sample Forecasting of Foreign Exchange Rates: The Band Spectral Regression and LASSO
3 . 学会等名 Canadian Econometric Study Group Meeting ( 国際学会 )
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kiyotaka Maeda and Akihiko Noda
2 . 発表標題 Discretion versus Policy Rules in Futures Markets: A Case of the Osaka-Dojima Rice Exchange, 1914-1939
3 . 学会等名 Western Economic Association International 93th Annual Conference ( 国際学会 ) (Vancouver, US) ( 国際学会 )
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Kiyotaka Maeda and Akihiko Noda
2 . 発表標題 Discretion versus Policy Rules in Futures Markets: A Case of the Osaka-Dojima Rice Exchange, 1914-1939
3 . 学会等名 18th World Economic History Conference ( 国際学会 ) (Boston, US) ( 国際学会 )
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Kiyotaka Maeda and Akihiko Noda
2 . 発表標題 Discretion versus Policy Rules in Futures Markets: A Case of the Osaka-Dojima Rice Exchange, 1914-1939
3 . 学会等名 日本経済学会2018年度秋季大会，学習院大学（東京都，豊島区）
4 . 発表年 2018年



1 . 発表者名 Tatsuma Wada
2 . 発表標題 An Alternative Estimation Method for Time-Varying Parameter Models
3 . 学会等名 2nd International Conference on Econometrics and Statistics (国際学会) (Hongkong, China) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Mikio Ito, Kiyotaka Maeda, and Akihiko Noda
2 . 発表標題 Market Integration in Japanese Rice Markets, 1880--1932
3 . 学会等名 The 3rd International Conference on Economic History at National Taipei University (Taipei, Taiwan) (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Mikio Ito, Kiyotaka Maeda, and Akihiko Noda
2 . 発表標題 Market Efficiency and Price Stabilization Policy in Interwar Osaka-Dojima Rice Exchange
3 . 学会等名 日本経済学会2017年度秋季大会, 青山学院大学 (東京都, 渋谷区)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Mikio Ito, Kiyotaka Maeda, and Akihiko Noda
2 . 発表標題 Market Efficiency and Price Stabilization Policy in Interwar Osaka-Dojima Rice Exchange
3 . 学会等名 Western Economic Association International 92nd Annual Conference (San Diego, U.S.) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Mikio Ito, Akihiko Noda, and Tatsuma Wada
2 . 発表標題 An Alternative Estimation Method of A Time-Varying Parameter Model
3 . 学会等名 Western Economic Association International 92nd Annual Conference (San Diego, U.S.) ( 国際学会 )
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Mikio Ito, Akihiko Noda, and Tatsuma Wada
2 . 発表標題 Time-Varying Comovement of Foreign Exchange Markets
3 . 学会等名 Western Economic Association International 92nd Annual Conference (San Diego, U.S.) ( 国際学会 )
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Mikio Ito, Akihiko Noda, and Tatsuma Wada
2 . 発表標題 An Alternative Estimation Method of A Time-Varying Parameter Model
3 . 学会等名 The 1st International Conference on Econometrics and Statistics at The Hong Kong University of Science and Technology (Hong Kong, China) ( 国際学会 )
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Mikio Ito, Kiyotaka Maeda, and Akihiko Noda
2 . 発表標題 Market Integration in Japanese Rice Markets, 1880--1932
3 . 学会等名 The 2nd International Conference on Economic History at Kyoto Sangyo University (Kyoto, Japan) ( 招待講演 ) ( 国際学会 )
4 . 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

JSPS Research Projects  
<http://at-noda.com/jsp/>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	野田 顕彦  (Noda Akihiko)  (80610112)	京都産業大学・経済学部・准教授   (34304)	
研究 分 担 者	和田 龍磨  (Wada Tatsuma)  (20756580)	慶應義塾大学・総合政策学部(藤沢)・教授   (32612)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------