

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 8 日現在

機関番号：32612

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26380397

研究課題名(和文)非ベイズ時変計量経済モデルを用いた外国為替市場の時変構造に関する研究

研究課題名(英文)A Study for the Time-Varying Structure of Foreign Exchange Markets using Non-Bayesian 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：70184695

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、Ito et. al (2014) で提案された非ベイズ時変計量経済モデルにもとづいた分析の枠組みを用いて、外国為替市場における金利平価に関する未解決問題の1つである先物プレミアムパズル(FPP)が生じる原因を解明することを目的とした。具体的には、非ベイズ時変ベクトル誤差修正モデルを開発し、同モデルに世界各国の外国為替市場における為替レートデータを適用することで、各国の為替レート間の共変関係がどのような時変構造を持つかを検証した。分析の結果、過去四半世紀において外国為替市場の共変関係が時間を通じて変化しており、そうした変動がFPPを生じさせる一因となっていることが解明された。

研究成果の概要(英文)：The objective of this study is to elucidate what causes the futures premium puzzle (FPP), one of the famous longtime unsolved problems on interest parity of foreign exchange markets, with the help of non-Bayesian time-varying econometric models proposed by Ito et. al (2014). In particular, we first developed a non-Bayesian time-varying vector error correction model. We secondly examined the time-varying structure of co-movement among various exchange rates applying the model to data of foreign exchange markets. Then, we found that the above co-movement have varied over time for the past quarter-century and that it has been one of the cause of FPP.

研究分野：計量経済学, ファイナンス

キーワード：外国為替市場 市場効率性 先物プレミアムパズル 時変計量経済モデル ベクトル誤差修正モデル

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来、長期および短期の為替レート決定理論としての平価が成立するか否かについて、数多くの研究者が検証を重ねてきた(たとえば、Engel (1996) や Jongen et. al (2008) を参照されたい)。とりわけ、変動為替相場制への移行とほぼ同時期に合理的期待形成仮説にもとづいた考え方が広まってからは、「金利平価とは Fama (1970) の意味で効率的な外国為替市場を想定する場合の理論式である」という認識のもと数多くの実証分析が行われたが、考えるほとんどの想定のもとで金利平価の成立を否定する結果が提示されてきた。こうした理論的に説明ができない短期の為替レートの変動は先物(フォワード)プレミアムパズル(FPP)として知られている。

具体的には、直先スプレッド率と為替変化率の間に負の相関が観測されるという経験則を指して FPP という。これを言い換えるならば、将来の外国通貨の減価の予想が現実の為替レートの増価を導いてしまうという、金利平価の考え方に反する事態が生じている状態である。そのため、近年では 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。たとえば、Jongen et. al (2008) が展望するように、リスクプレミアムの変動、市場参加者の合理的期待形成の失敗、市場のマイクロストラクチャー、などに注目してパズルが生じる原因究明が試みられてきた。とりわけ、リスクプレミアムの変動によって FPP が生じる原因を合理的に説明しようとする試みについては数多くの研究がなされてきたが、依然としてパズルが生じる原因を合理的に説明するには至っていない。

また、先述した FPP の原因究明をめぐる数多くの先行研究では、外国為替市場を取り巻く環境が時間を通じて変化しないことを暗黙裡に仮定して分析がなされてきた。しかしながら、現実の外国為替市場は様々な構造変化や制度・政策変更による影響を強く受けることは明らかである。こうした先行研究における問題点を考慮すると、Ito et. al (2014) で提案された非ベイズ時変計量経済モデルにもとづいた分析の枠組みを用いて FPP が生じる原因の解明を行う必要がある。より具体的にいえば、外国為替市場における平価が成立することの前提条件となっている「Fama (1970) の意味で効率的な外国為替市場」が成立していない時期に FPP が生じている可能性があると考えたうえで、時間を通じて変動する市場効率性の構造を FPP が生じる合理的な説明に取り入れた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た。

- (1) Ito et. al (2014) で提案された非ベイズ時変計量経済モデルの拡張とその漸近特性の確認
- (2) 世界各国の外国為替市場における為替レートなどのデータ整備
- (3) 外国為替市場において FPP が生じている時期の推定
- (4) 外国為替市場における時変効率性の計測と FPP が生じている時期の関係についての検証

理論的な側面からは、Hakkio and Rush (1989) 以降の数多くの先行研究で用いられている既存のベクトル誤差修正モデルを、Ito et. al (2014) で提案された非ベイズ時変計量経済モデルによる分析の枠組みに拡張すると同時に、それらの漸近的特性を検証した。また、実証的な側面からは、拡張された非ベイズ時変計量経済モデルを用いて推定した FPP が生じている時期と、実際に計測された時変効率性をもとに考えたときに Fama (1970) の意味で非効率であった時期が一致するかどうか、の検証を通じて FPP が生じる原因の解明を目指した。

先述したように、先行研究では FPP が生じる原因を外国為替市場におけるリスクプレミアムの変動に求めたものが多かったが、FPP が生じる原因を十分には説明できていなかった。こうした分析結果は、外国為替市場における平価が成立することの前提条件となっている「Fama (1970) の意味で効率的な外国為替市場」が普遍的には成立しておらず、市場効率性が時間を通じて変動している可能性を示唆している。また、こうした市場効率性の時間を通じた変動は、FPP が生じているかどうかにも大きく影響するはずである。すなわち、これまでの研究とは異なり、FPP が生じる原因を外国為替市場における効率性の時間を通じた変動に求めている点に学術的特色がある。

本研究で拡張された Ito et. al (2014) の非ベイズ時変計量経済モデルにもとづく分析の枠組みを用いることで、直物と先物の為替レート間の長期的均衡について、これまでより動的に扱うことが可能となる。具体的には、非ベイズ時変ベクトル誤差修正モデルにもとづいて推定した FPP が生じている時期と、非ベイズ時変ベクトル自己回帰モデルにもとづいて推定した外国為替市場が非効率であった時期が一致するかどうかを検証することで、FPP が生じる原因の解明が進めることができる。

### 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 (2014) で提案された非ベイズ時変計量経済モデルの拡張とその統計的特性の確認

本研究課題では、外国為替市場における Fama (1970) の意味での効率性が時間を通じて変動することに注目して、時期ごとに FPP が生じる原因を合理的に説明することを目的とする。研究代表者(伊藤)は、既存のベクトル誤差修正モデルを Ito et. al (2014) で提案された非ベイズ時変計量経済モデルによる分析の枠組みに拡張することで、直物と先物の為替レート間の長期的均衡について、これまでより動的に扱うことを可能にする。また、新しく開発した非ベイズ時変ベクトル誤差修正モデルの統計的特性については、モンテカルロ実験によって確認した。

- (2) 世界各国の外国為替市場における為替レートなどのデータ整備

研究分担者(野田)は、所属機関が導入している Nikkei NEEDS Financial QUEST および Thomson Reuters Datastream を用いて、世界各国の外国為替市場における為替レートなどのデータを収集し、(1)で拡張した非ベイズ時変計量経済モデルに適用するために整形し、データベース化した。

- (3) 世界各国の外国為替市場において FPP が生じている時期の推定

(1)で拡張されたベクトル誤差修正モデルを(2)で構築されたデータに適用して、直物と先物の為替レート間の長期的均衡の動態を通貨ごとに明らかにする。具体的には、FPP が生じている時期についての推定を行う。これまでも Baillie and Bollerslev (2000) のようにウィンドウ幅を恣意的に設定した移動窓法を用いて FPP が生じている時期の推定がなされてきたが、本研究で拡張された非ベイズ時変計量経済モデルの枠組みを用いることで、通貨ごとに最適なウィンドウ幅を用いた推定が可能となった。

- (4) 世界各国の外国為替市場における時変効率性の計測と FPP が生じている時期の関係についての検証

まず、Ito et. al (2014) で提案された非ベイズ時変ベクトル自己回帰モデルを(2)のデータに適用して、世界各国の外国為替市場における Fama (1970) の意味での効率性が時間を通じてどのように変動するかを検証した。そして、(3)で得られた FPP が生じていた時

期と外国為替市場が非効率であった時期を対比することを通じて一致するか否かを通貨ごとに検討した。具体的には、市場効率性の変動と FPP の関連が強く疑われる時期ごとの経済状況を考慮しながら、FPP が生ずる原因を検証した。

### 4. 研究成果

研究代表者(伊藤)は、本研究課題の分析を進めていくための時変計量経済モデルの開発から着手した。具体的には、時系列解析における既存のベクトル誤差修正モデルを拡張し、頻度論統計学に基づいた時変計量経済モデルを開発すると同時にそれらモデルの漸近特性について理論的検証を行った。この作業によって、本研究課題の分析を進めていくための時変計量経済モデルの開発を行った。具体的には、(1) 伝統的な頻度論統計学に基づいてベクトル誤差修正モデルの係数パラメータが時間を通じて変化する場合の簡便な推定方法を確立した、(2) 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が時間的変化を捉えるための検定統計量をブートストラップ法によって導出した。具体的には、推定方法が回帰分析手法に依っていることを活かして残差ブートストラップ法を用いた、(3) (1) および (2) における時変推定を実施する際にコアとなるコンピュータプログラムを書き下した。

次に、研究分担者(野田)は、Thomson Reuters Datastream から抽出した先進各国の外国為替市場におけるデータを用いて、外国為替レート間の共変関係がどのような時変構造をもつかを調べるための計量分析を実施した。具体的には、ベクトル誤差修正部分の 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た。さらには、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。そして、外国為替市場の共変関係の時間を通じた変化が FPP を生じさせる一因となっていることが本研究により解明された(Ito et. al (2016))。

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 7 件)

査読付き学術論文：

1. Mikio Ito, Kiyotaka Maeda and Akihiko Noda, “Market Efficiency and Government Interventions in Prewar Japanese Rice Futures Markets,” *Financial History Review*, Vol.23, No.3, 325-346, 2016.
2. Akihiko Noda, “A Test of the Adaptive Market Hypothesis using a Time-Varying AR Model in Japan,” *Finance Research Letters*, Vol.17, 66-71, 2016.
3. Mikio Ito, Akihiko Noda and Tatsuma Wada, “The Evolution of Stock Market Efficiency in the U.S.: A Non-Bayesian Time-Varying Model Approach,” *Applied Economics*, Vol.48, No.7, 621-635, 2016.
4. Mikio Ito, Akihiko Noda and Tatsuma Wada, “International Stock Market Efficiency: A Non-Bayesian Time-Varying Model Approach,” *Applied Economics*, Vol.46, No.23, 2744-2754, 2014.

査読なし学術論文：

5. Mikio Ito, Akihiko Noda and Tatsuma Wada, “Time-Varying Comovement of Foreign Exchange Markets,” *Quantitative Finance Papers* [arXiv: 1610.04334], 2016.
6. Mikio Ito, Kiyotaka Maeda and Akihiko Noda, “Market Integration in the Prewar Japanese Rice Markets,” *Quantitative Finance Papers* [arXiv: 1604.00148], 2016.
7. Mikio Ito, Kiyotaka Maeda and Akihiko Noda, “The Futures Premium and Efficiency of Rice Futures Markets in Prewar Japan,” *Quantitative Finance Papers* [arXiv: 1404.5381], 2014.

〔学会発表〕(計 12 件)

報告タイトルは全て当時のもの。

1. Mikio Ito, Akihiko Noda and Tatsuma Wada, “Time-Varying Comovement of Foreign Exchange Market,” The 26th Annual Meeting of the Midwest Econometrics Group, University of Illinois at Urbana-Champaign (Champaign, Illinois (United States)), 2016 年 10 月 22 日。
2. Mikio Ito, Kiyotaka Maeda and Akihiko

Noda, “Market Integration in the Prewar Japanese Rice Markets,” 日本経済学会 2016 年度秋季大会, 早稲田大学(東京都新宿区), 2016 年 9 月 11 日。

3. Mikio Ito, Akihiko Noda and Tatsuma Wada, “Time-Varying Comovement of Foreign Exchange Market,” Western Economic Association International 91st Annual Conference Hilton Portland & Executive Tower (Portland, Oregon (United States)), 2016 年 6 月 29 日。
4. Mikio Ito, Kiyotaka Maeda and Akihiko Noda, “Market Integration in the Prewar Japanese Rice Markets,” Western Economic Association International 91st Annual Conference, Hilton Portland & Executive Tower (Portland, Oregon (United States)), 2016 年 6 月 29 日。
5. 伊藤幹夫・前田廉孝・野田顕彦, 「戦前期日本における二大中央米国市場の統合過程: 電信電話網の利用拡大との関連を中心に」, 第 85 回社会経済史学会, 北海道大学(北海道札幌市), 2016 年 6 月 11 日。
6. Mikio Ito, Kiyotaka Maeda and Akihiko Noda, “The Futures Premium and Efficiency of Rice Futures Markets in Prewar Japan,” 日本経済学会 2015 年度秋季大会, 上智大学(東京都千代田区), 2015 年 10 月 11 日。
7. Mikio Ito, Kiyotaka Maeda and Akihiko Noda, “Market Efficiency and Government Interventions in Prewar Japanese Rice Futures Markets,” Western Economic Association International 90th Annual Conference, Hilton Hawaiian Village (Honolulu, Hawaii (United States)), 2015 年 7 月 2 日。
8. 伊藤幹夫・前田廉孝・野田顕彦, 「戦前期日本における米穀先物市場の統合と情報効率性: 東京米穀商品取引所・大阪堂島米穀取引所を中心に」, 第 84 回社会経済史学会, 早稲田大学(東京都新宿区), 2015 年 5 月 30 日。
9. 伊藤幹夫・前田廉孝・野田顕彦, 「戦前期商品先物市場における先物プレミアムと効率性: 東京・大阪堂島米穀取引所を事例に」, 政治経済学・経済誌学会 2014 年度秋季学術大会・総会, 青山学院大学(東京都渋谷区), 2014 年 10 月 19 日。
10. Mikio Ito, Kiyotaka Maeda and Akihiko Noda, “Futures Premium and Efficiency of the Rice Futures Markets in Prewar Japan,” 日本経済学会 2014 年度秋季大会, 西南学院大学(福岡県福岡市), 2014 年 10 月 12 日。
11. Mikio Ito, Kiyotaka Maeda and Akihiko Noda, “Market Efficiency and Government Interventions in Prewar Japanese Rice Futures Markets,” Western Eco-

conomic Association International 89th Annual Conference, Grand Hyatt Denver (Denver, Colorado (United States)), 2014年7月1日。

12. Mikio Ito, Kiyotaka Maeda and Akihiko Noda, “Dynamic Linkage between Tokyo and Osaka Rice Futures Markets in Prewar Japan,” 日本経済学会 2014年度春季大会, 同志社大学(京都府京都市), 2014年6月14日。

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等  
JSPS Research Projects  
<http://at-noda.com/jsp/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

伊藤 幹夫 (ITO, Mikio)  
慶應義塾大学・経済学部・教授  
研究者番号：70184695

### (2) 研究分担者

野田 顕彦 (NODA, Akihiko)  
京都産業大学・経済学部・准教授  
研究者番号：80610112

### (3) 連携研究者：なし

### (4) 研究協力者

和田 龍磨 (WADA, Tatsuma)  
Wayne State University  
Associate Professor