

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月10日現在

機関番号：32682

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22500270

研究課題名（和文） インフレ率の変動メカニズムの統計的モデリング

研究課題名（英文） Statistical modeling of inflation rate fluctuations

研究代表者

田野倉 葉子（TANOKURA YOKO）

明治大学・先端数理科学研究科・特任准教授

研究者番号：60425832

研究成果の概要（和文）：世界の地域ごとの財政破綻のリスクを計測するために価格分布依存型インデックスを開発し、米国サブプライム問題以降の一連の金融危機の波及の効果を検出した。この結果をふまえ、金融危機と経済規模やインフレ率などのマクロ経済指標の関係を調査した結果、過去に財政破綻のあった新興国で高インフレが起こりやすかったことがわかった。さらに、最近の一連の金融危機を境に世界の経済構造が大きく変化したことを確認した。

研究成果の概要（英文）：We developed a method of construction of a price distribution dependent index in order to measure regional sovereign risks. By analyzing five regional sovereign risk indices constructed by our method, the contagion effects of the financial crises were detected. Taking the results into account, we investigated the relationship between financial crises and economic indicators such as inflation rate and GDP. High inflations can often be seen for the emerging countries after their defaults. Moreover, we found the significant structural changes of the world economy since the occurrence of the US subprime crisis.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	700,000	210,000	910,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	1,700,000	510,000	2,210,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・統計科学

キーワード：信用リスク、金融危機、時系列モデル、時変分散、経済リスク

### 1. 研究開始当初の背景

2007年夏に顕在化した米国サブプライムローン問題に端を発した金融危機は、2008年秋のリーマンショックで世界的な実体経済の危機に転化した。各国の金融当局による大量の資金供給や金融緩和、預金保護、金融機関への公的資金注入といった対応策で一応鎮静化したが、世界経済が回復へ向かうとい

う段階には遠く及ばず、米国では今後の政策運営においてデフレ（物価が継続的に下落）懸念かインフレ（同上昇）懸念のどちらを重視すべきか議論が続いていた。2008年前半は商品相場の高騰に連動して世界各国のインフレ懸念が一気に台頭していたが、同年秋のリーマンショックの勃発であらゆる金融市場が混乱に陥った途端に急速に減衰し、同時

に企業業績の悪化の懸念を伴って世界のさまざまな経済指標が急速に悪化したことや、近年では先進諸国の金融政策の目標値として採用されているインフレ率（物価の変動率）は政策変更の根拠として重要視されていることが背景にある。また、インフレ率の動向により運用の期待収益率が大きく左右されることから年金運用といった機関投資家など金融市場参加者の関心も高い。

近年、グローバルな経済活動が国の経済を大きく支えるようになり、世界中を網羅する金融システムの下ではさまざまな金融市場の短期的変動が各国経済にもたらす影響が増大している。こういった環境の下、今回の経済危機によって従来の景気循環にないスケールとスピードで世界経済の急激な環境変化をもたらされたことから、もはや従来の経済学では説明が困難になってきている。

## 2. 研究の目的

本研究は、インフレ率が先進諸国の金融政策の目標値として重要視されていることや、商品相場の高騰を背景に台頭していた世界各国のインフレ懸念がリーマンショックの勃発であらゆる金融市場が混乱に陥った途端に急速に減衰したことに注目し、インフレ率の変動メカニズムの把握することによって金融危機の解明を目指すものである。

物価の決定メカニズムやインフレ率の予測については、マクロ経済学を中心に理論的学術研究および実証研究が日本をはじめとしてさまざまな国について多く報告されている。今回の世界的経済危機においては、米国サブプライム問題、商品市場の高騰、新興国経済の後退懸念などさまざまなリスクによって世界経済は大きく左右され、従来の景気循環にないスケールとスピードで急激な環境悪化をもたらされたことに注目し、従来の観点とは異なる側面からの解析・検証を行う。加えて、金融市場の価格変動を重視した先行研究は多くないことから、世界各国のさまざまな経済指標および金融市場価格の変動の関係に焦点を当て、状態空間モデルやベイズモデル、潜在構造モデリングといった理論的裏付けに拘らない統計的な枠組みのもと総合的な分析により新しい知見を検出する。したがって、今回の経済危機に見受けられた短期的な市場の混乱や今後の景気後退懸念を回避するような金融政策を講ずる有益な手がかりとなることが期待できる。

## 3. 研究の方法

### (1) データベースの構築

日本のみならず先進国、新興国、中南米など

世界各国の経済統計および金融市場価格などさまざまな時系列データを可能な限り長期間にわたって収集する。公表データはインターネットなどを活用して信用できるソースから収集し、それ以外で研究に必要なデータは購入する。特に、加工データについてはその定義などが研究に妥当であるかどうかを確認しながらデータベースを整備する。

### (2) 4つの解析期間で調査および検証

情報伝達技術の発展に伴い経済環境や経済構造は時代により大きく異なっていることを考慮して、インフレ率に関する重要な局面として、今回の経済危機の前後の期間、1970年代の2度のオイルショックの前後の期間、1980年代後半におけるバブル景気の前後の期間、さらには過去に遡って1920年代の世界恐慌の前後の期間、の4つの局面に分ける。それぞれの期間について次のことを明らかにする。

① 経済指標に関する理論的学術研究や実証研究および資料を調査および検証し、分析方法を検討する。

② 解析期間における経済環境および経済構造を考慮しながら、経済指標および金融市場の動向を客観的に分析・整理し、状態空間モデル、ベイズモデルなどさまざまな統計的分析手法を用いて変動特性を総合的に把握する。

③ 各局面におけるインフレ率の本質を比較したうえで経済危機に至るプロセスを解明し、世界経済の回復の手掛かりを検出する。

(3) 金融危機について、理論的学術研究や実証研究など資料から、その歴史や政府の対応策、インフレ率をはじめとする経済指標や金融市場の価格変動の関係を調査し、統計的モデル化を検討する。

以上の分析結果に基づき、経済危機に至るプロセスを解明し、世界経済の回復の手掛かりを検出する。

## 4. 研究成果

2008年秋のリーマンショックに端を発した世界的金融危機で、主要各国の経済統計や企業業績が従来の景気循環にないスケールとスピードで急激に悪化し、金融市場が一気に混乱に陥ったことに注目し、この世界的金融危機およびその後の一連の金融危機の前後の期間に焦点を当て、金融危機の発生メカニズムおよび波及の効果を検証した。

まず、金融危機の尺度を作成するために、国債の信用リスクを取引する金融デリバティブ商品であるソブリン Credit Default Swap (CDS)に注目した。ソブリンCDSはその商品性から政府債務に対する信用リスク（ソブリンリスク）の代替指標とみなされ、世界経済に影響を及ぼすようになってきている。

最近、欧州、中南米など地域のソブリンリスクがよく言及されることに対応し、本研究は地域別のソブリンリスク・インデックスを以下のように作成した。

図1に示すように、ソブリンCDSの価格分布は裾が非常に長く偏っており、急成長の市場であるため価格データ数は日によって増減あるいはゼロの場合もあり揃っていない。したがって、単純に価格の平均値をとっただけでは、極端な価格をもつ一部の銘柄の影響を受けやすく、市場全体の動向を適切に示すインデックスとは言い難い。

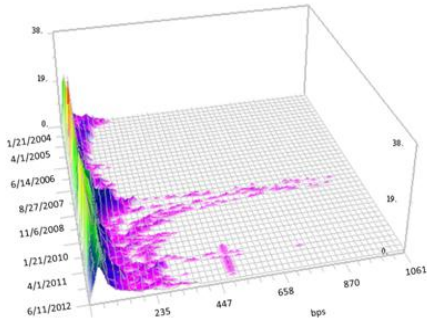


図1 ソブリンCDSの価格分布 (出典: Bloomberg LP)

そこで、価格分布を考慮した価格分布依存型インデックスの作成方法を開発した (Tanokura, et al. 2012, Tanokura, et al. 2013)。裾が長く偏った価格分布を直接同定することは容易ではないため、変数 $\lambda$ によっていろいろな変換を表現できる Box-Cox 変換 (Box and Cox 1964) により正規分布に近くなるように価格を変換する (Kitagawa 2010)。変換後の価格の平均値時系列  $y_n$  に対して時変分散モデル (Kitagawa 1987) を導入した新しいトレンドモデル

$$\begin{aligned} \Delta' t_n &= v_n, & v_n &\sim N(0, \tau^2) \\ y_n &= t_n + w_n, & w_n &\sim N(0, \sigma_n^2/k_n) \\ \Delta t_n &= t_n - t_{n-1} \end{aligned}$$

をあてはめる。ただし、トレンド  $t_n$  の回りの観測ノイズ  $w_n$  は時間とともに変化し、さらにデータ数  $k_n$  に依存するような分散をもつ正規分布に従うとする。推定には状態空間表現によりカルマンフィルタを適用し、観測値の欠落は平滑化アルゴリズムで補完する (Kitagawa and Gersch 1996)。最適な変数  $\lambda$  はモデルの AIC (Akaike 1973) を元の価格に変換した AIC' (Kitagawa 2010) により選択し、これに基づいて得られた最適なトレンド  $t_n$  を逆 Box-Cox 変換することでインデックスを定義する。

さて、66カ国のソブリンCDS価格データを5地域に分類し、それぞれ最適なトレンドを

推定した。なお、AIC' の値により選択した最適な  $\lambda$  は  $-0.5$  で価格の平方根の逆数をとる変換であった。こうして得られたソブリンリスク・インデックスは価格分布の中央値を前後するように推移した。

図2は、5地域の最適トレンドから得られたソブリンリスク・インデックスを示す。欧州先進地域にはギリシャ、イタリアなどの南欧諸国やドイツ、フランスなどが含まれており、そのソブリンリスク・インデックスは欧州危機の波及の代替指標とみなすことができる。2009年の秋以降、欧州先進地域のインデックス (青線) は大幅に上昇し、他のどの地域よりも最も高いレベルに達しており、ソブリンCDS市場の評価を適切に表現していることを確認した。また、他地域のインデックスも連動して同じような上昇トレンドとなった。これより、欧州先進地域から発生した欧州信用不安は他のすべての地域へ波及していたことがわかる。

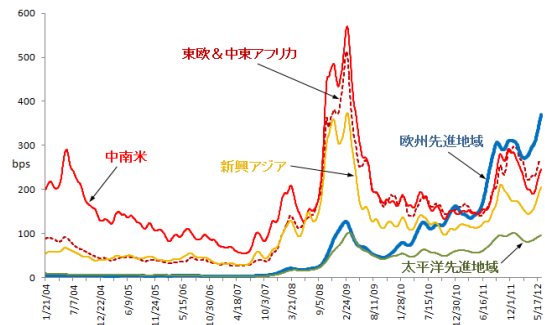


図2 ソブリンリスク・インデックス

さらに、5地域のソブリンリスク・インデックスの短期的変動の因果関係を測ることにより変動の波及効果を検証した。短期的変動成分はプログラム Web DECOMP を用いて統計的にトレンドを除去して抽出した。これを周波数領域に変換してパワー寄与率 (赤池・中川 2000, Tanokura and Kitagawa 2004) を計算することにより、各パワースペクトルをさまざまな地域インデックスの組み合わせによる変動要因ごとに分解した。ここでは、欧州先進地域のソブリンリスク・インデックスの寄与率を欧州危機の波及の代替指標とみなす。

図3は、ギリシャ危機後の欧州信用不安が拡大した期間 (2011年9月1日~2012年6月11日) における各地域のソブリンリスク・インデックスの短期的変動成分に対して、どのような地域のインデックスからの寄与 (影響) を受けたか、周波数ごとのパワー寄与率%を示す。

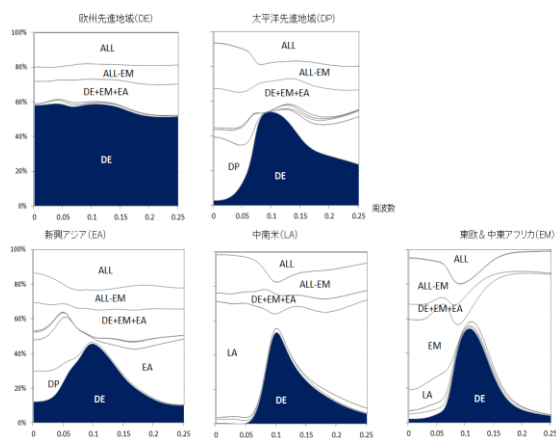


図3 パワー寄与率%

すべての地域において、複数の地域の組み合わせからの寄与が安定して大きく占めた。周波数 0.1 サイクル/日 (10 日の周期) あたりの変動では、それぞれ地域固有の変動が急激に減少し、代わりに欧州先進地域 (DE) の寄与が 50~60% 近くのピークに達したことから、欧州先進地域のソブリンリスクの波及がすべての地域のソブリンリスクに対して支配的になっており、欧州信用不安の波及の長期化の兆しが見受けられた。

以上のソブリンリスク・インデックスおよび金融危機の波及効果はウェブで公開し、モデルの有効性を検証するために最新データを用いた分析結果の更新を続けている。

金融危機については、理論的学術研究や文献資料 (バーナンキ 2012、ラインハート・ロゴフ 2011、キンドルバーガー 2004 など) を参考に、その歴史や政府の対応策、長期金利およびインフレ率との関係を調査した。その結果、債務の性質にもよるが、過去においては財政破綻のあった国で高インフレが起りやすかったことがわかった。さらに、最近の一連の金融危機により世界の経済構造が大きく変化したことを確認した。

また、金融危機と経済規模やインフレ率などのマクロ経済指標の関係の検証を行った結果、デフォルトリスクの高まりを示唆する尺度のモデル化の必要性を確認した。このためにはさまざまな金融市場・経済指標データを敏速に統合した情報集約が必要であり、これは今後の課題として研究を続けていく。

## 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 4 件)

- ① Tanokura, Y., H. Tsuda, S. Sato and G. Kitagawa, Index Development for a Market with Heavy-tailed

Distributions, The 59th World Statistics Congress, Hong Kong, to appear in the proceedings, August 25-30, 2013, 査読無.

- ② Tanokura, Y., H. Tsuda, S. Sato and G. Kitagawa, Constructing a Credit Default Swap Index and Detecting the Impact of the Financial Crisis, in: W. R. Bell, S. H. Holan and T. S. McElroy (eds.), Economic Time Series: Modeling and Seasonality, Chapman & Hall/CRC, 359-380, 2012, 査読有.
- ③ Tanokura, Y., H. Tsuda, S. Sato and G. Kitagawa, Sovereign Risk Contagions in terms of Sovereign Credit Default Swaps, Research Memorandum, No.1139, The Institute of Statistical Mathematics, 2011, 査読無.
- ④ Tanokura, Y., H. Tsuda, S. Sato and G. Kitagawa, Impact of the Financial Crisis on the Japanese Credit Risk: Evidence from the Japanese Credit Default Swap Market, Research Memorandum, No.1121, The Institute of Statistical Mathematics, 2010, 査読無.

[学会発表] (計 13 件)

- ① 田野倉葉子, 欧州ソブリンリスクとクライシスインデックスの構築について, 金融リスクの分析モデルの高度化とリスクマネジメントへの応用—信用リスクと金利リスク—, 明治大学, 2013 年 3 月 14 日.
- ② 田野倉葉子, 津田博史, 佐藤整尚, 北川源四郎, 時系列解析による金融危機の波及の検出, 大内賞受賞記念シンポジウム, 国際文化会館, 東京, 2013 年 2 月 12 日.
- ③ 佐藤整尚, 状態空間モデルによる金融・経済データ解析, 大内賞受賞記念シンポジウム, 国際文化会館, 東京, 2013 年 2 月 12 日.
- ④ 津田博史, The Estimation of Credit Risk of Local Governments via a Municipal Bond Price Model, 2012 年度第 12 回応用統計ワークショップ, 東京大学, 2012 年 12 月 7 日.
- ⑤ 田野倉葉子, 津田博史, 佐藤整尚, 北川源四郎, 価格分布依存型ソブリン CDS インデックスによる欧州危機の検証, 2012 年度統計関連学会連合大会予稿集, 105, 北海道大学, 2012 年 9 月 10 日.
- ⑥ 田野倉葉子, 津田博史, 佐藤整尚, 北川源四郎, 金融危機の実体経済へ及ぼす影響, 第 15 回複雑系現象の時系列解析 15—経済・疫学・地球化学現象, 明治大

- 学, 2012年8月6日.
- ⑦ 田野倉葉子, 価格分布依存型 CDS インデックスからみたソブリンリスクの動向, 金融市場国際フォーラム Global Market Solutions 2012, ベルサール八重洲, 2012年7月13日.
- ⑧ 田野倉葉子, 津田博史, 佐藤整尚, 北川源四郎, 金融データ解析による欧州危機の世界経済への波及の検出, 第2回現象数理学セミナー, 明治大学生田キャンパス, 2011年11月17日.
- ⑨ 田野倉葉子, 津田博史, 佐藤整尚, 北川源四郎, 価格分布依存型ソブリン CDS インデックスからみた欧州危機の波及の検出, JAFEE (日本金融・証券計量・工学学会) 夏季大会予稿集, 73-84, 東京, 慶応義塾大学, 2011年10月14日.
- ⑩ 田野倉葉子, 津田博史, 佐藤整尚, 北川源四郎, 価格分布依存型ソブリン CDS インデックスによる欧州危機の検証, 2011年度統計関連学会連合大会予稿集, 283, 福岡, 九州大学, 2011年9月7日.
- ⑪ Tanokura, Y., H. Tsuda, S. Sato and G. Kitagawa, Detection of Spillovers from the European Debt Crisis into Sovereign CDS Markets, International Workshop on Applied Bayesian Statistics and Econometrics, 京都私学会館, 京都, 2011年2月1日.
- ⑫ 田野倉葉子, 津田博史, 佐藤整尚, 北川源四郎, CDS 市場からみた欧州信用不安の波及効果とアセットアロケーション戦略, JAFEE (日本金融・証券計量・工学学会) 冬季大会予稿集, 73-84, 東京, 中央大学, 2010年12月4日.
- ⑬ 田野倉葉子, 津田博史, 佐藤整尚, 北川源四郎, CDS 市場からみた日米欧の信用リスク動向と金融資産市場への影響, 2010年度統計関連学会連合大会予稿集, 288, 東京, 早稲田大学, 2010年9月8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  
 Statistical Financial Risk Monitor  
 ・2012年3月まで  
<http://alpha1.ism.ac.jp/statfirm/jp/indexj.html> (日本語)  
<http://alpha1.ism.ac.jp/statfirm/en/index.html> (英語)  
 ・2012年4月以降  
<http://home.mims.meiji.ac.jp/~tanokura/statfirmHomeJ.html> (日本語)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

田野倉 葉子 (TANOKURA YOKO)  
 明治大学・大学院先端数理科学研究科・特任准教授  
 研究者番号: 60425832

### (2) 研究分担者

佐藤 整尚 (SATO SEISHO)  
 統計数理研究所・モデリング研究系・准教授  
 研究者番号: 60280525  
北川 源四郎 (KITAGAWA GENSHIRO)  
 情報・システム研究機構・新領域融合研究センター・センター長  
 研究者番号: 20000218  
 (H23→H24: 連携研究者)

### (3) 連携研究者

津田 博史 (TSUDA HIROSHI)  
 同志社大学・理工学部・教授  
 研究者番号: 90450163