

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 9 日現在

機関番号：12613

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25285098

研究課題名(和文) グローバル金融危機後の新しい金利・為替評価手法の構築

研究課題名(英文) The Global Financial Crisis and Its Effects on Currencies and Finance: Evaluation Methods Revisited

研究代表者

小川 英治 (OGAWA, Eiji)

一橋大学・大学院商学研究科・教授

研究者番号：80185503

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,400,000円

研究成果の概要(和文)：グローバル金融危機発生後の新しい金利・為替評価モデルの開発は金融経済における最優先の急務であり、本研究は、マクロ金融分野とミクロ金融分野の両方にわたって、世界金融危機以降の金融市場及び金融セクターや金融政策・通貨政策の構造的変化を考察して、幾つかの新しい資産価格評価モデルを開発し、さらにそこから政策的含意を導出した。実際に、この研究の成果は2015年6月に科研費コンファレンスを開催して発表され、さらに、小川英治編著『世界金融危機と金利・為替 - 通貨・金融への影響と評価手法の再構築』として、2016年3月30日に東京大学出版会より出版され、社会一般に広く発信された。

研究成果の概要(英文)：Since the recent global financial crisis, it has been a pressing need to develop new models of valuation of interest rates and exchange rates. To fill the need, this research project investigated structural changes of financial systems and monetary/exchange rate policies and explored new valuation methods of asset pricing under financial frictions (such as default, information costs, and behavioral inefficiencies). Moreover, from the research work, we drew political implications of financial markets, financial regulation and monetary/exchange rate policies. We published a book, which collected the research papers produced in this research project, entitled "The Global Financial Crisis and Its Effects on Currencies and Finance: Evaluation Methods Revisited" (In Japanese. University of Tokyo Press, March 2016).

研究分野：国際金融

キーワード：世界金融危機 国際金融 数理ファイナンス

### 1. 研究開始当初の背景

2000年代半ばまでの20年間に世界金融市場は様々な金融危機を経験したなか、CDS等の信用デリバティブ市場が急速に発展して、市場の流動性が大きく改善しデフォルトや流動性不足に伴う金融リスクや金融危機を排除することに成功したかのように思われた。しかし、2007年以後、サブプライム危機やリーマン・ショックが契機となり世界金融危機が生じると、金融市場が依然として信用問題や流動性問題に対し脆弱であることが露呈した。

そこでグローバル金融危機が発生して以降、金利・為替市場では信用問題と流動性問題が相互に複雑に影響する形で国際的に大きな混乱が引き起こされ、金利・為替動向は、従来型の無裁定価格理論に基づく金利・為替評価モデルでは十分に説明できなくなっている。また、金利・為替相場は一般に、マクロ金融論上は、投資家や中央銀行にとって将来の金融環境や景気動向に関する重要な市場期待情報を提供し、数理ファイナンス論上は、債券商品や金利連動型の金融派生商品の価値評価に直接影響するばかりでなく、投資費用として全ての金融商品の価値評価に影響する。さらに、国際金融に目を向ければ、各国間の金利動向の相違は為替相場や通貨オプション市場を通じ実体経済やファイナンスへの影響を増幅させる。したがって、グローバル金融危機発生後の金利・為替市場の混乱は国際的に最も深刻な問題のひとつであり、新しい金利・為替評価モデルの開発は金融経済における最優先の急務となっている。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、デフォルトや情報問題(モラルハザード、逆選択、情報コストなど)、行動ファイナンス、国際金融動向を考慮して、ミクロ金融・マクロ金融の両面から、金融危機後の新しい金利・為替評価手法を開発することであった。

### 3. 研究の方法

具体的に、マクロ金融では、金融政策、通貨政策、金融セクターに焦点を当てて、世界金融危機に対する対処として日米の量的金融緩和政策及び質的・量的金融緩和政策のインフレ率への効果とアジア諸通貨に対する影響を考察した。また、世界金融危機時における欧州の経験から、現在の基軸通貨ドル国際通貨体制の考察を行うとともに、円の国際化や人民元の国際化を念頭に置いて、国際通貨への条件と課題を考察した。一方、長期トレンドでは、日本だけではなく世界的に少子高齢化問題を無視することはできず、少子高齢化社会の進展下での金融セクターがどのような役割を果たすべきかについて考察した。

一方、ミクロ金融においては、行動ファイナンスから見た投資行動、モラルハザードが

金融市場価格を歪める効果、流動性デフォルト織り込んだ信用リスク構造、そして、イールドカーブに内在する情報を用いた金利ボラティリティの予測を分析した。

本研究グループは、一橋大学ファイナンス研究センターのメンバーの一部によって構成され、マクロ金融班(小川英治、三隅隆司、中村恒、高見澤秀幸)と数理ファイナンス班(池森俊文、高岡浩一郎、小林健太)の2班から組織された。小川英治が研究統括・推進を担当し、そのもとに(1)取引費用(デフォルト、情報問題)、(2)行動ファイナンス、(3)国際金融、(4)政策介入、の4つのプロジェクトがそれぞれ両班メンバーによる共同プロジェクトとして位置づけられた。特に、取引費用班では研究担当は池森、高岡、中村であって、情報コストとデフォルトの金利・為替(通貨)市場への影響を分析した。行動ファイナンス班の研究担当は三隅、高岡、中村、高見澤、小林であり、数値解析の手法を用いて行動ファイナンスの株式市場への影響を分析した。国際金融班の研究担当は小川、高見澤であり、グローバル金融危機・ユーロ危機のもとでの為替相場(通貨価値)の不安定化のメカニズムを解明することを目的として考察を進めた。政策介入班の研究担当は、小川、中村であって、中央銀行や政府の政策介入の金利・為替への影響を分析した。

### 4. 研究成果

本研究は、マクロ金融分野とミクロ金融分野の両方にわたって、世界金融危機以降の金融市場および金融セクターや金融政策・通貨政策の構造的変化を考察し、そこから政策的含意を導出した。実際に、この研究の成果は2015年6月に科研費コンファレンスを開催して発表され、さらに、小川英治編著『世界金融危機と金利・為替・通貨・金融への影響と評価手法の再構築』として、2016年3月30日に東京大学出版会より出版され、社会一般に広く発信された。この結果、グローバル金融危機後の金利・為替動向を構造的に解明し、金融市場の安定に貢献した。

具体的な研究成果は、マクロ金融、ミクロ金融のそれぞれに分けて以下のとおりである。

#### (1) マクロ金融

まず、世界金融危機とそれに対応した量的金融緩和政策の出口戦略が東アジア通貨に及ぼす影響に関して、二つの問題について考察した。第一に、世界金融危機前後において東アジア通貨はどのようにミスアライメントを起こしたかについてである。第二に、近年のデータを利用して実証分析を行い、米国連邦準備制度理事会(FRB)の金利引上げが東アジア諸国の金利、為替相場、及び資本フローにどのような影響を及ぼすかについてである。

第一の問題、東アジア通貨の間のミスアラ

イメントに関しては、2005年後半以前に、東アジア通貨の一部は収斂する傾向が判明した。2005年後半以降、東アジア通貨のほとんどが収斂する傾向がなくなった。すなわち、世界金融危機発生前の2005年後半からすでに東アジア通貨はミスアライメントを起こしていた。その背景には、世界金融危機以前、米欧と日本との間で金利差があったが、危機時、米欧金利急低下、それ以降超低水準に下落するという状況のなかで、将来為替相場変化率を無視した、円の超低金利と他のアジア諸国の高金利との間の投機的な利鞘追求、すなわち、円キャリートレードが増大した。このことは、東アジア地域の域内における大きな資本フローにも関係し、域内通貨間の為替相場に影響を及ぼした。一方、世界金融危機が発生すると、欧米の投資銀行などの金融機関によってキャリートレードの資金が日本以外のアジア諸国から引き揚げられ、日本に返済されることとなり、東アジア通貨間において逆ミスアライメントが発生した。

次に、第二の問題、量的金融緩和政策の出口戦略として米国の金利引上げが東アジア諸国の金利、為替相場、資本フローにもたらす効果を考察した。その分析結果は、米国での金利変化に対して一部の東アジア諸国において金利が同じ方向に部分的に変化するとともに、金利差が拡大することによって当該国通貨が変動するというものであった。このことから、FRBの金利引上げによって、東アジア諸国の金利がそれを追従するような形で上昇することが予想される。東アジア諸国金利の上昇が部分的に抑制され、後れを取ると、米国に有利な金利差が発生し、東アジア諸国通貨が米ドルに対して減価することが予想される。米国との内外金利差や予想収益率格差が資本フローに対して及ぼす効果について統計的に有意な結果が得られなかったものの、FRBの金利引上げによって、内外金利差や予想収益率格差が東アジア諸国に不利となり、東アジア諸国から証券投資やその他投資において資金逆流や資本流出が発生することが予想される。

## (2) ミクロ金融

ミクロ金融における金融市場の分析では、世界金融危機時に情報問題、デフォルト、心理要因など様々なミクロの金融摩擦要因が累積しマクロ市場全体でシステミックリスクを引き起こした。それに対して、数理ファイナンスと金融経済学を高度に融合させながら、金融摩擦要因を導入した新しい資産価値評価モデルを構築し、世界金融危機後の金融市場のリスクを分析し金融市場の立場から金融安定化政策への含意を導いた。より具体的には以下のとおりである。

第一に、金融市場の価格決定メカニズムについて一つのモデルを提案した。古くから多くの人々、特に投資や投機で利益を上げたいと願う人々にとって、金融市場における価格

決定の仕組みは関心の対象であった。しかし、価格の決定メカニズムを十分に説明し得る理論は、未だ存在しないのが現状である。

そこで本研究では、金融市場を、異なる投資戦略を持つ投資家たちの売買によって価格が決定される離散力学系としてモデル化した。同様の手法は、エージェントモデルによる人工市場等のアプローチでも見受けられるが、このモデルの大きな特徴は、各投資家の投資行動にランダムな要素が入っていないということである。つまり、このモデルにおいては、金融市場は決定論的な力学系としてモデル化されている。驚くべきことに、このモデルに従って数値計算を行ったところ、モデル自体にはランダム性が含まれていないにも関わらず、計算結果としては、現実の価格変動に見られるブラウン運動のようなランダムな動きが発生した。ランダムな要素を入れてランダムウォーク的な動きが出るのは当たり前だが、このモデルのように、ランダムな要素の無い決定論的なシステムでもランダム的な動きが得られるというのは、非常に興味深い結果であると考えられる。

第二に、モラルハザードが存在するときの均衡資産価値評価式が定式化された。モラルハザードとは、例えば投資家が投資先企業の経営者の経営努力を観察できないとき、企業経営者が自身の私利私欲を優先させ、企業全体の価値最大化のための経営努力を怠り、投資家の利得を損なうことを指す。先行研究では、モラルハザードが企業・投資家のリスク管理や資産運用・調達についていかに企業財務上のミクロ的な歪みを引き起こすのかが多く分析されてきた。しかし、金融の世界では、このようなミクロレベルの歪みのみがモラルハザードの引き起こす歪みではない。モラルハザードは、そのミクロの歪みがマクロレベルにまで累積すれば、マクロ的に投資家の限界効用（即ち状態価格（密度））を変化させ、金融市場においてその企業価値のみならず金融資産一般の価値評価にマクロ的な歪みを引き起こす。

現実に最近の金融危機では、例えば投資銀行が証券化によりローンを持って審査するインセンティブを低下させ、また、ヘッジファンドの利己的な投資行動が戦略的倒産を誘発するなど、企業・金融機関の様々な形でのモラルハザードによるミクロ的な歪みが、市場全体で累積しマクロ的に金融の不安定化を促したことが注目されている。

そこで、本研究においては、モラルハザードがマクロ金融市場でどのように資産価格を歪めるのかが定式化された。モラルハザードには現実に様々な形態が存在するが、企業の投資プロジェクトの期待生産性が企業の経営努力に依存し、しかし投資家はその努力水準を観察できない状況に注目されている。このモラルハザード下の投資家の最適消費・投資問題を連続時間の確率解析の利便性を利用しながらマクロ一般均衡の枠組みで

解き、資産価値評価式を構築する。とくに、状態価格密度過程へのモラルハザードの影響がマルチンゲールとして明示的に特徴付けられる。

分析の結果、シャープ比はモラルハザードによって低下し、リスク資産への投資の魅力が損なわれることが示された。また、モラルハザードは、リスクの市場価格を投資家の限界効用と逆方向に動かしリスクヘッジの役割を果たすことから、無リスク金利の理論値を引き上げる。無リスク金利の理論値と実測値との乖離を拡大させることから、モラルハザードはリスクフリーレート・パズルを悪化させる。最後に、投資家が金融市場にアクセスできるので、モラルハザードの歪みは資産価格の歪みと実物資源の歪みに分化され、歪み全体のうち一部が価格の歪みに吸収されて実物資源の最適配分の歪みが緩和されることがわかった。

第三に、流動性デフォルトに焦点を当てて、信用リスクの構造を理論的に考察した。確率過程を用いた信用リスク分析の手法は構造モデルと誘導モデルに大別される。このうち構造モデルは、企業価値を原資産とするプットオプションのショートポジションとして社債を捉え、オプション価格付け理論を援用して証券価格や信用リスクを統合的に分析する手法である。その嚆矢となる Merton モデルでは、企業価値が拡散過程に従い、すべての社債は同一満期でクーポン支払いは無く、満期において企業価値が社債額面を下回ればデフォルトとみなしている。様々な方向に拡張されているが、そのうち Leland アプローチでは、構造モデルを信用リスクのみならずコーポレートファイナンスの議論にも用いた。無限満期の設定下で、倒産コストと節税効果を考慮に入れて最適な内生的倒産のタイミングを分析することにより、最適レバレッジなども定量的に分析している。この Leland アプローチも様々な一般化モデルが提唱されている。そのうちの1つとして、永久債発行企業の最適な内生的倒産タイミングを考察している Ziegler モデルでは、企業価値が幾何 Brown 運動に従うとモデル化するが、資産は分割・代替されず、永久債クーポン支払いは新株発行によってファイナンス可能とモデル化しているため、逆に Merton モデルのような流動性デフォルトは起こらない設定になっている。

本研究においては、債券発行済み企業の流動性デフォルトに焦点を当てる。まず、流動性デフォルトリスクを完全情報下の構造型アプローチで分析する一般的フレームワークを述べ、Merton モデルもこのフレームワーク内で論じることができることを説明した。そして次に、その一般的フレームワークを永久債発行企業に適用して株主価値や債券価格の新しい解析解を導出した。解析解の導出には、幾何 Brown 運動の時刻 0 からまでの時間積分が逆ガンマ分布に従うという

Dufresne の公式も用いた。本モデルにおける解析解は、Ziegler モデルとは異なり、企業価値が永久債クーポン支払い額だけ目減りしていく形になっている。

第四に、2008 年の金融危機前後の観測値を含んだ米国データを用いて、金利ボラティリティの予測可能性を検証した。ボラティリティを予測することは、金融危機の前兆を掴みその対策を講ずる上で、大変重要である。この予測を行う際に、イールドカーブの情報を用いるところに当研究の特色がある。イールドカーブには、投資家の金利、引いては経済状態に対する将来見通しが反映されている。このフォワードルッキングな情報をボラティリティ予測に活用しようというわけである。具体的には、この情報を金利ファクターの動学モデルにおける分散・共分散行列の定式化に活用した。その際、先行研究では十分に調べられていない、イールドカーブと分散の非線形関係を取り入れた。

実証分析の結果、イールドカーブの情報は、イールドカーブの傾きファクターと曲率ファクターのボラティリティ予測には有用であるが、水準ファクターのボラティリティ予測には有用でないことが確かめられた。この結論は、イールドカーブには関係ないがボラティリティには関係あるファクターを導入しても頑健であった。さらに、ボラティリティの大きな変動を捉えるためには、分散・共分散行列がアフィンモデルのように一部のファクターのみに線形に依存するよりも、当研究で示したモデルのようにすべてのファクターに非線形に依存する方が望ましいことがわかった。この発見は、ボラティリティが大きく変動する金融危機時でも機能する金利期間構造モデルを構築するための重要な示唆を与えている。

## 5. 主な発表論文等

(雑誌論文)(計 23 件)

Ogawa E. and Wang, Z. “Effects of Quantitative Easing Monetary Policy Exit Strategy on East Asian Currencies,” *The Developing Economies*, 54, 103-129, 2016. DOI: 10.1111/deve.12099 (査読有)

小川英治「世界金融危機とユーロ圏危機における金融危機管理」日経研月報, Vol.448, 16-25, 2015. (査読無)

小川英治・王志乾「金融政策とアジアのマネーフロー」小川英治編著・日本経済研究センター編『激流アジアマネー:新興金融市場の発展と課題』(図書所収論文)、日本経済新聞出版社、30-60, 2015. (査読無)

小川英治「ユーロ圏における財政危機とその対応」小川英治編著『ユーロ圏危機と世界経済 信認回復のための方策とアジアへの影響』(図書所収論文)、東京

大学出版会、1-22, 2015. (査読無)  
Kobayashi, K. and Ogita, T. “Backward error bounds for  $2 \times 2$  linear systems arising in the diagonal pivoting method,” *Nonlinear Theory and Its Applications, IEICE*, 6, 383-390, 2015.  
DOI:10.1587/nolta.6.383 (査読有)  
Kobayashi, K. and Tsuchiya, T. “A priori error estimates for Lagrange interpolation on triangles,” *Applications of Mathematics*, 60, 485-499, 2015.  
DOI: 10.1007/s10492-015-0108-4 (査読有)  
Kobayashi, K. and Tsuchiya, T. “On the circumradius condition for piecewise linear triangular elements,” *Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics*, 32, 65-76, 2015.  
DOI:10.1007/s13160-014-0161-5(査読有)  
Takamizawa, H. “Predicting Interest Rate Volatility Using Information on the Yield Curve,” *International Review of Finance*, 15, 347-386, 2015.  
DOI: 10.1111/irfi.12053 (査読有)  
小川英治・品田直樹・岡本弦一郎「為替レートの変動による企業価値への影響 企業の国際化と為替相場変動リスクへの対応」堀内昭義・花崎正晴・中村純一編『日本経済 変革期の金融と企業行動』(図書所収論文) 東京大学出版会, 241-266, 2014. (査読無)  
Ogawa, E. and Nakamura, C. “Asian Currencies in the Global Imbalance and Global Financial Crisis,” I. N. Kaur and N. Singh eds., *The Oxford Handbook of the Economics of the Pacific Rim* (図書所収論文), Oxford University Press, 605-624, 2014.  
DOI:10.1093/oxfordhb/9780199751990.013.024 (査読無)  
小川英治・川崎健太郎「通貨・金融統合」黒岩郁雄編著『東アジア統合の経済学』(図書所収論文) 日本評論社, 175-210, 2014. (査読無)  
Kobayashi, K. and Tsuchiya, T. “A Babuska-Aziz type proof of the circumradius condition,” *Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics*, 31, 193-210, 2014.(査読有)  
Nakamura, H. and Takaoka, K. “A Continuous-Time Optimal Insurance Design with Costly Monitoring,” *Asia-Pacific Financial Markets*, 21, 237-261, 2014. (査読有)  
Misumi, T., Nakamura, H., and Takaoka, K. “Optimal Risk Sharing

in the Presence of Moral Hazard under Market Risk and Jump Risk,” *Japanese Journal of Monetary and Financial Economics*, 2, 59-73, 2014. (査読有)

Takaoka, K. and Schweizer, M. “A note on the condition of no unbounded profit with bounded risk,” *Finance and Stochastics*, 18, 393-405, 2014. (査読有)

小川英治「金融危機と欧州経済」櫻川昌哉・福田慎一編『なぜ金融危機は起こるのか - 金融経済研究のフロンティア - 』(図書所収論文) 東洋経済新報社, 223-251 頁, 2013. (査読無)

Ogawa, E. and Wang, Z. “The AMU Deviation Indicators Based on the Purchasing Power Parity and Adjusted by the Balassa-Samuelson Effect,” *Global Journal of Economics*, 2(2), 1-22, 2013.

DOI: 10.1142/S2251361213500080(査読有)

Ogawa, E., “Regional Monetary Cooperation in Asia,” Kaji, S. and Ogawa, E. eds., *Who Will Provide the Next Financial Model? Asia's Financial Muscle and Europe's Financial Maturity* (図書所収論文), Springer, 221-237, 2013. (査読無)

[学会発表](計 14 件)

小川英治「ユーロ圏危機とアジアへの教訓」日本 EU 学会第 36 回 (2015 年度) 研究大会、関西大学、大阪府吹田市、2015 年 11 月 21 日。(招待講演)

Ogawa, E. “Effects of FRB's Raising Interest Rates on East Asian Currencies,” Asia Conference on Economics & Research, Singapore (Singapore), Nov 19, 2015. (招待講演)

Ogawa, E. “Effects of Exit Strategy of the Quantitative Easing Monetary Policy on East Asian Currencies,” 9th KIC- IIS International Conference 2015, Yongin (Korea), Nov 16, 2015. (招待講演)

Ogawa, E. “Local Currency Trade Settlement under the International Monetary System with the US Dollar as a Key Currency,” Conference on the New Approach to RMB Internationalization in the “New Normality,” Shanghai (China), Oct 16, 2015. (招待講演)

Ogawa, E. “Effects of Exit Strategy of the Quantitative Easing Monetary Policy on East Asian Currencies,” Singapore Economic Review Conference, Singapore (Singapore),

Aug 7, 2015.

Nakamura, H. "Moral Hazard Premium," Econometric Society World Congress, Palais des congrès de Montréal, Montreal (Canada), Aug 20, 2015. (招待講演)

Nakamura, H. "Moral Hazard Premium," World Risk and Insurance Economics Congress (WRIEC), Ludwig-Maximilians-Universität München, Munich (Germany), Aug 6, 2015. (招待講演)

Kobayashi, K. "Computer-Assisted uniqueness proof for Stokes' wave of extreme form," 16th GAMM-IMACS International Symposium on Scientific Computing, Computer Arithmetic, and Validated Numerics (SCAN 2014), Universität Würzburg, Würzburg (Germany), September 22, 2014. (招待講演)

Nakamura, H. "Moral Hazard Premium," 68th European Meeting of the Econometric Society, Toulouse School of Economics, Toulouse (France), August 27, 2014. (招待講演)

#### 〔図書〕(計7件)

小川英治編著、塩路悦朗、花崎正晴、小林健太、中村恒、高岡浩一郎、高見澤秀幸『世界金融危機と金利・為替 --- 通貨・金融への影響と評価手法の再構築』、東京大学出版会、224頁(3-51)(99-121)(123-168)(169-179)(181-201), 2016.

小川英治編著、中村周史、佐々木百合、岡野衛士、清水順子、佐藤清隆『グローバル・インバランスと国際通貨体制』東洋経済新報社、259頁(75-114), 2013.

#### 6. 研究組織

##### (1)研究代表者

小川 英治 (OGAWA, Eiji)  
一橋大学・大学院商学研究科・教授  
研究者番号：80185503

##### (2)研究分担者

高岡 浩一郎 (TAKAOKA, Koichiro)  
一橋大学・大学院商学研究科・教授  
研究者番号：50272662

中村 恒 (NAKAMURA, Hisashi)  
一橋大学・大学院商学研究科・准教授  
研究者番号：80418649

高見澤 秀幸 (TAKAMIZAWA, Hideyuki)  
一橋大学・大学院商学研究科・准教授  
研究者番号：60361854

小林 健太 (KOBAYASHI, Kenta)  
一橋大学・大学院商学研究科・准教授  
研究者番号：60432902

##### (3)連携研究者

三隅 隆司 (MISUMI, Takashi)  
一橋大学・大学院商学研究科・教授  
研究者番号：00229684

池森 俊文 (IKEMORI, Toshifumi)  
一橋大学・大学院商学研究科・特任教授  
研究者番号：00711889