

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 6 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25380392

研究課題名(和文) 政策反応関数を用いた短期金利の実証分析～金利平滑化と政策シフトの検証～

研究課題名(英文) An empirical study of the dynamics of short-term interest rate in Japan and US:  
testing interest rate smoothing and policy shifts

研究代表者

中島 英喜 (NAKASHIMA, HIDEKI)

名古屋大学・経済学研究科・准教授

研究者番号：90510214

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、日本と米国の短期金利に関する過去半世紀の時系列データを用いて、その動学を長期的な観点で分析した。分析にあたっては、短期金利を政策的に管理する中央銀行の行動をTaylorルール型の政策反応関数として定式化し、金利の平滑化仮説とデフレ回避を目的とした予防的金利引き下げ仮説を検証した。検証の結果、前者を棄却し後者を支持する結果を得た。さらに探索的分析により、政策反応関数の水準係数の不連続なシフトを機械的に抽出し、金融政策のシフトがこれでは説明できることを明らかにした。そして、このシフトを加味しないシミュレーションがバイアスを持つことを確認した。

研究成果の概要(英文)：We investigate the dynamics of short-term interest rate empirically in Japan and US. For this investigation, we formulate a policy reaction function based on Taylor rule, which describes the decision of central bank even in a period when nominal interest rate is close to zero or some lower bound. We apply this reaction function or its modified version to long-running time series over a half century in each country to test two hypotheses; (1) central bank smooths interest rate, and (2) central bank slashes interest rate more drastically near lower bound to avoid the deflation. We can get some results which reject the former and support the latter. Also we find evidence in each country which tells the value of constant term in the reaction function shifts discontinuously at times.

研究分野：ファイナンス

キーワード：短期金利 中央銀行 政策反応関数 Taylorルール 金利の平滑化 デフレ回避 予防的な引き下げ  
政策シフト

## 1. 研究開始当初の背景

本研究は、先に助成を受けた筆者の先行研究(※)を発展させ、その学術的拡張を図るものである。また、企業年金等の長期財政制度のリスク管理に資すべく、その実務的応用の可能性も併せて探る。(※「日米の金利の動学分析～ゼロ金利状態に焦点をあてて～」課題番号 21530298)

上述の先行研究では、金利の期間構造の基本となる短期金利の動学モデル選択を検討した。これによると、標準的な金利の期間構造モデルが仮定する短期金利の動学では、現実の短期金利の推移を十分説明できない。これに対し、Taylor (1993) が示した中央銀行の行動モデル(政策反応関数)を使うと、1980年代の米国の政策金利の推移を概略説明できる。このモデルは Taylor ルールと呼ばれ、その後の研究に大きな影響を与えている。例えば Clarida *et al.* (1998) は、Taylor ルールに中央銀行の合理的期待と金利の平滑化行動を加味した下記の拡張モデルを示している(以下「Clarida 等のモデル」)。

$$\hat{r}_t = \rho \hat{r}_{t-1} + (1-\rho)\{\beta E_t(p_{t+k}) + \gamma E_t(d_{t+1}) + \alpha\} + e_t \quad (1)$$

ここで  $\hat{r}_t$  は、金利の下限が存在しない時の  $t$  期の政策金利であり、 $e_t$  は予期せざる外生ショックを表す。また、右辺の{ }内は中央銀行の期待を加味した Taylor ルールであり、 $p_{t+k}$  と  $d_{t+1}$  は将来のインフレと産出ギャップである。そして、 $E_t(\bullet)$  は中央銀行の合理的期待を表す。さらに Clarida 等は、巧妙な GMM 推定を用いて、期待値の評価を行わずに(1)式の未知係数を推定している。その結果、期待の有意性が示されたこともあり、このモデルはその後の実証研究で広く使われている。ただし(1)式を見て分かるように、Clarida 等のモデルは、金利が負になる可能性を排除できない。これに対し Kim and Mizen (2010) は、名目金利の下限を考慮した政策反応関数の実証研究が見当たらないとして、下限を考慮した分析の重要性を指摘している。

このため筆者の先行研究では、Clarida 等のモデルをベースとして、名目金利の下限を加味した次の打ち切り回帰モデル(Tobit モデル)を考えた。

$$r_t = \max(\hat{r}_t, r_L) \quad (2)$$

ここで  $r_t$  は短期金利の観測値であり、 $r_L$  は適当な観測下限を表す正の定数である。さらにこの研究では、(2)式のモデルに対する Clarida 等の GMM 推定の限界を指摘し、代替的な推定量を複数提案した(中島 2010)。そして、金利の下限が顕在した時期を含む過去 32 年間の円金利の時系列を使って(2)式のモデルを推定し、そのベースである(1)式の定式化に誤りがある可能性を指摘した。

そこで疑われたのが、(1)式における金利平滑化の仮定である。この仮定の当否は実は自明ではなく、標準的な方法では検証が難しい

ことが知られている。Rudebusch (2002) はこの困難を確認した上で、政策金利とは直接関係のない満期 3 ヶ月以上の金利を利用して、政策金利の平滑化に否定的な結論を導いている。これに対し筆者の先行研究では、(1)式を包含する新たなモデルを対立仮説として提示し、上記時系列で金利の下限が顕在化した後半 16 年間のデータを使って、金利平滑化を仮定した(1)式のモデルを棄却した(中島 2012)。

## 2. 研究の目的

筆者の先行研究では、名目金利の下限を考慮した短期金利モデルの選択と推定に焦点をあてた。金利平滑化を棄却した上述の検定も、日本の円金利の下限付近の時系列に着目したものである。

本研究では、同検定の対立仮説のモデルを発展させ、金利の下限が顕在化する以前の期間についても改めて慎重な分析を行う。そのために、日本と米国の過去半世紀の時系列データを用意し、両国の金融政策に関する下記の 5 つの仮説を検証する。

- (1) 名目金利の下限の存在を捨象できる 1994 年以前において、日本銀行は短期金利の変動を平滑化していたか
- (2) 過去半世紀において日本および米国の金融政策に何らかのシフトが生じたか
- (3) 金融政策にシフトが生じた場合、これらのシフトも平滑化されるのか
- (4) 1995 年の円金利の低下は、デフレ回避の予防的引き下げだったのか
- (5) 政策反応関数を用いた金利推移の長期シミュレーションは実用に耐えるか

なお、研究期間を通じて足下のデータが新たに追加されたことにより、上記(4)のデフレ回避の予防的な引き下げについては、1995 年の円金利に限る必然性が薄れた。このため、米ドル金利を含めて他の時点のイベントも検証の対象とした。

## 3. 研究の方法

## (1) 出発点のモデル

上記 5 つの仮説を検証するにあたり、金利の下限が存在しない時の政策金利  $\hat{r}_t$  の決定モデルとして、下記の(3)式を分析の出発点とした。これは、筆者の先行研究における対立仮説のモデルであり、金利の平滑化を仮定した(1)式の Clarida 等のモデルを帰無仮説として包含できる。

$$\begin{aligned} \hat{r}_t &= r_t^* + \eta w_{t-1} + e_t \\ &= \theta r_{t-1}^* \\ &\quad + (1-\theta)\{\beta E_t(p_{t+k}) + \gamma E_t(d_{t+1}) + \alpha\} \\ &\quad + \eta(\eta w_{t-2} + e_{t-1}) + e_t \end{aligned} \quad (3)$$

ここで  $r_t^*$  は、期待を加味した Taylor ルールを平滑化したものであり、政策金利に関する意図的な目標値と解される。一方  $e_t$  は当期の予期せざる市場ショックであり、 $w_{t-1}$  は過去

の市場ショックを平滑化したものである。

また(3)式では、Taylor ルールと市場ショックはいずれも平滑化が許容され、その程度は、それぞれ  $\theta$  と  $\eta$  で表される。なお、金利の下限を無視できる場合、これら 2 つの平滑化係数が等しければ ( $\theta = \eta$ )、(3)式は(1)式の Clarida 等のモデルと一致する。

### (2) 金利の参照動機的一般化

上記(3)式のモデルは、金利の履歴を直接的には参照しない。これに対し、(1)式のモデルは過去の金利を参照するが、その動機は金利の平滑化に限定される。

ここでは、中央銀行が平滑化以外の動機で過去の金利を参照するケースも想定できるように(3)式を拡張する。

$$\hat{r}_t = f(r_{t-1}) + r_t^* + \eta w_{t-1} + e_t \quad (4)$$

ここで  $f(r_{t-1})$  は過去の金利  $r_{t-1}$  の参照動機に応じた適当な関数であり、参照動機が全くない場合は  $f(r_{t-1}) = 0$  が仮定される。本研究では参照動機を具体的に特定せずに、 $f(r_{t-1})$  を  $r_{t-1}$  の多項式 (6 次式) で表現した。

(4)式のモデルを用いると、金利の下限が顕在化しない期間のデータでも、金利の平滑化仮説を再検証 (棄却) できるかもしれない。

### (3) 分析手法

データを用いた分析は、先験的な仮説の検証と、新たな仮説を見出す探索に概略分けられる。

前述の「2. 研究の目的」に挙げた 5 つの仮説の内、(1) の平滑化と (4) のデフレ回避の予防的な引き下げは、仮説の内容が特定されているため前者の検証的分析が基本になる。これに対し、同 (3) の金融政策のシフトについては、特定のイベントを恣意的に仮定するのではなく、その発生を後者の探索的分析によって機械的に抽出し、これを経験的な情報と照らし合わせることで、新たな仮説の発見を目指す。

### (4) データ

短期金利の決定に関する上述のモデルは、いずれも将来のインフレや産出ギャップの期待を含む。したがってその推定においては、短期金利の履歴だけでなく、各種の経済変数の履歴が必要になる。

また本研究は、分析のバイアスを避けるため、できる限り長期のデータを使って日本と米国の短期金利の動学を検証する。このため分析に使用する経済変数は、短期金利、消費者物価指数、鉱工業生産指数、為替レート、株価指数を基本とし、これらの月次系列を両国ともに 1950 年初まで遡って用意する。

さらに、ゼロ金利やマイナス金利と言った新たな事態の進展を出来る限り捉えることができるよう、分析に使用するデータは逐次更新する (最終的には、2016 年末までのデータを用意した：図 1 参照)。

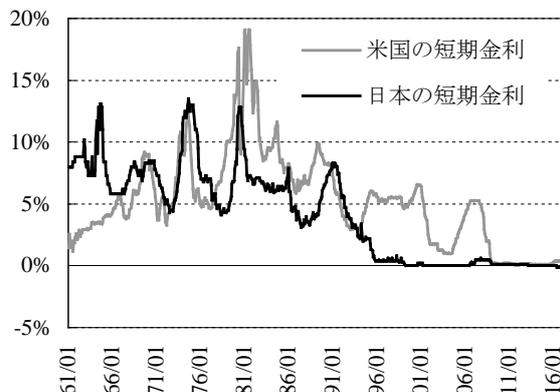


図 1. 日本と米国の短期金利の推移 (1961 年 1 月～2016 年 12 月)

### (5) モデルの推定とシミュレーション

上述のデータを使って、1961 年から 2016 年までの日米の短期金利の変動を実証的に分析する (1960 年以前のデータは「期待」の推定だけに使用する)。

これにより、1970 年代の石油ショックに先立つこと 10 年余り、2008 年のリーマン・ショック後の推移を見ること 8 年余りの半世紀にわたり、短期金利の変動を俯瞰できる。

なお、モデルの未知係数の推定に用いるデータの期間は、先行研究に基づいて適宜区分するが、その推定値に基づく金利変動のシミュレーションは、利用可能なデータを全て用いた期間 (全期間) を基本とする。

また日米ともに、直近の期間 (1995 年もしくは 2001 年以降) は、金利の下限の存在を無視できない水準まで短期金利が低下している。このため、各モデルの未知係数の推定は、基本的に(2)式の Tobit モデルを用いて行う。これにより、利用可能な全期間を一貫して扱った (期間区分しない) 推定やシミュレーションが可能になる。

## 4. 研究成果

### (1) 金利の下限を捨象できる期間のデータに基づく金利平滑化仮説の検証

短期金利の決定に関する(1)式、(3)式および(4)式のモデルは名目金利の下限を考慮していない。しかし、これらを(2)式の Tobit に代入することでこの下限を表現できる。

この下限が顕在化したと考えられる 1995 年以降の円金利のデータと(2)式の Tobit モデルを使って上記 3 つのモデルを検証すると、金利を直接平滑化する(1)式の Clarida 等のモデルは、「1. 研究開始当初の背景」で述べたように、回帰診断で明らかなバイアスが生じ棄却される。しかし、Rudebusch の言うように、金利の下限を捨象できる期間のデータだけでは(1)式の金利平滑化の可否を検証するのは難しい。

これに対し本研究では、中央銀行が過去の金利を参照する動機を平滑化に限定せず、より一般的な動機を許容した(4)式のモデルを

想定した。そしてこのモデルを使って、金利の下限を捨象できる期間の金利平滑化の当否（金利参照の動機を平滑化に限定することの当否）を検証した。

図2は、(4)式の金利参照の反応項  $f(r_{t-1})$  について、これを過去の金利  $r_{t-1}$  の1次関数に制約したモデルと6次関数まで許容したモデルを比較したものである。いずれのモデルも、1979年4月から1994年12月の日本のデータ（金利の下限を捨象できると考えられる）を使って(4)式の未知係数を推定し、この推定値を同式に代入して、推定期間の参照反応  $f(r_{t-1})$  の評価値を求めている。

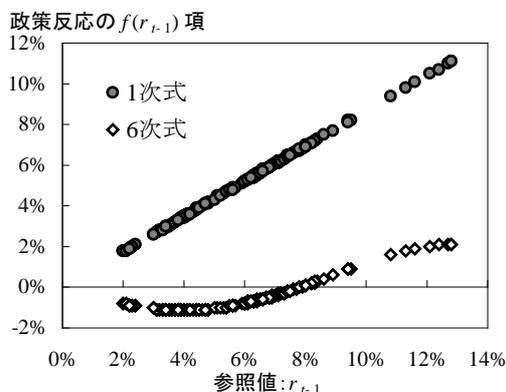


図2. 金利参照を許容した(4)式の参照反応の評価値（日本円：1979年4月～1994年12月）

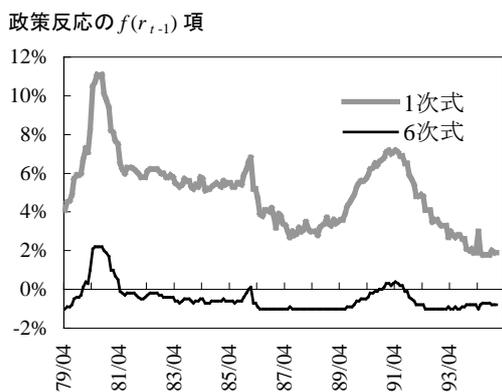


図3. 金利参照を許容した(4)式の参照反応の評価値の推移（日本円）

これによると、参照反応  $f(r_{t-1})$  を  $r_{t-1}$  の1次関数に制約したモデルでは、反応係数の推定値は0.8を超えており、金利の平滑化を強く支持する形になっている。これに対し、参照反応  $f(r_{t-1})$  に  $r_{t-1}$  の6次関数を仮定したモデルでは、反応の傾きは相対的に緩やかであり、金利が6%を下回る水準では平滑化の傾向はほとんど認められない。

図3は図2の評価値を時系列でプロットしたものである。これを図1の日本の短期金利の推移と比較すると、参照反応  $f(r_{t-1})$  を  $r_{t-1}$  の1次関数に制約したモデルでは、この参照反応によって金利変動の大部分が説明される

ことが分かる。

これに対し、 $f(r_{t-1})$  に  $r_{t-1}$  の6次関数を仮定したモデルでは、参照反応は現実の金利変動の一部を説明することにどまっている。またこの動きが、後述の政策シフトに対応したものだとしたら、日銀は金利の履歴をほとんど参照しないことになる。

(2) 金利の下限を捨象できる期間のデータに基づく米国の金融政策の探索的分析

先述の通り、政策金利の決定に関する政策シフトの検証は、特定のイベントを予め想定するのではなく、その発生を探索的手法で機械的に抽出するアプローチを採った。またこの検証は、金利の変動要因毎に異なる平滑化ポリシーを適用する(3)式のモデルに基づき、まず米国のデータにこれを適用した。

なお、同式右辺のインフレと産出ギャップの期待 (FRBによる予測モデル) については、直近のデータを用いた推定も行ったが、それ以外の同式の未知係数については、推定の面倒を避けるため、名目金利の下限を捨象できる期間 (1961年1月～2001年9月) に分析を限定した。

非常に単純化された作業仮説から出発して分析を進めた結果、下記の仮説を導いた。この内、FRBの政策反応関数の時間的な同一性と金利平滑化の二律背反を指摘した点 (下記⑧と⑩)、および政策シフトと株価等の関係を指摘した点 (同⑩) は本研究の新たな発見と言える。

- ①インフレと産出ギャップに関するFRBの予測モデルは、過去半世紀にわたり同一
- ②産出ギャップの真の予想モデルは過去半世紀にわたり同一
- ③FRBの産出ギャップの予測はこのモデルと一致 (バイアスがない)
- ④インフレの真の予測モデルは、石油ショック後に一時的に (数年間) シフトした
- ⑤このシフトの間、FRBのインフレの予測は真のモデルと不一致 (バイアスがある)
- ⑥このシフト期間の前後で、インフレの真の予測モデルは同一である蓋然性が高い
- ⑦この場合、このシフト期間の前後で、FRBのインフレ予測は真の予測モデルと一致 (バイアスがない)
- ⑧FRBの政策反応関数が時間的に同一ならば、FRBによる金利の平滑化仮説 ( $\theta = \eta$ ) は統計的に棄却される
- ⑨FRBの政策反応関数の内、水準係数  $\alpha$  は時間的にシフトする蓋然性が高い (図4および図5参照：網掛けはモデルの推定に用いない期間)
- ⑩この水準係数  $\alpha$  のシフトを機械的に抽出すると、FRBの議長交代や株価の底入れと密接な関係が認められる (図6参照)
- ⑪この水準シフトを前提とすると、(3)式の政策反応関数における他の係数は先験的に最適な値であり、時間を通して一定である
- ⑫この水準シフトを前提とすると、金利の平

滑化仮説 ( $\theta=\eta$ ) は必ずしも棄却されない

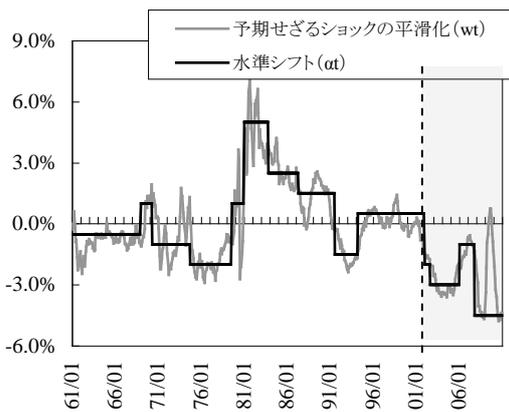


図 4. 政策シフトを考慮しない(3)式の平滑化ショック  $w_t$  の評価値とそれに基づく政策シフトの機械的な抽出 (米国)

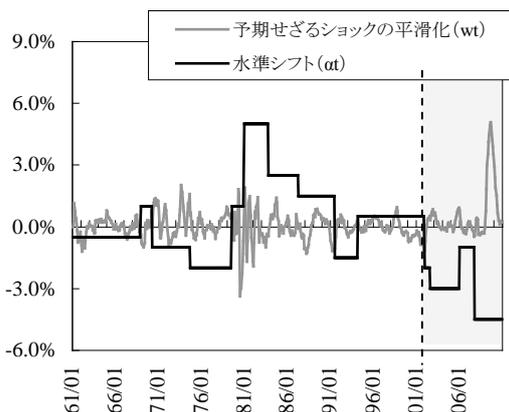


図 5. (3)式に図 4 の政策シフトを代入した時の平滑化ショック  $w_t$  の再評価 (米国)

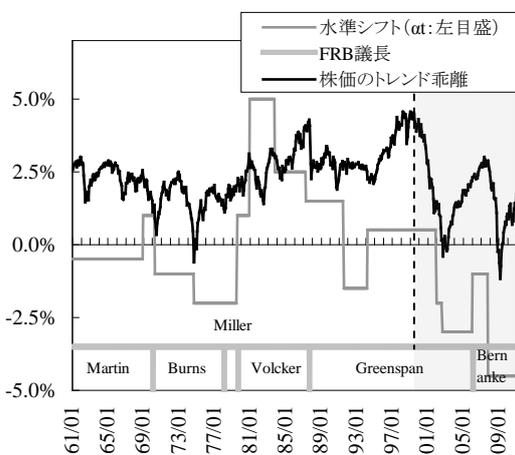


図 6. 機械的に抽出した政策シフト  $\alpha_t$  の推移と経験情報との照合 (米国)

(3) 金利の下限とデフレ回避を意識した予防的な金利の引き下げの検証

金利の下限を捨象できる期間の米国のデータを用いた分析により、(3)式の金利決定モデルの定数項 (水準係数)  $\alpha$  が、時折不連続にシフトする可能性が示された。(5)式は、こ

の水準係数の中期的なシフト  $\alpha_t$  を許容したモデルである。

$$\begin{aligned} \hat{r}_t &= r_t^* + \eta w_{t-1} + e_t \\ &= \theta r_{t-1}^* \\ &\quad + (1-\theta)\{\beta E_t(p_{t+k}) + \gamma E_t(d_{t+1}) + \alpha_t\} \\ &\quad + \eta[\eta w_{t-2} + e_{t-1}] + e_t \end{aligned} \quad (5)$$

同式では、水準係数  $\alpha_t$  のシフトは、Taylor ルールの目標値と合わせて、同じ係数  $\theta$  で平滑化される。図 5 は、この水準係数のシフトを加味してショックの平滑化  $w_t$  の推移を再評価したものであるが、特に不自然なバイアスは認められない。

逆に図 4 の水準係数  $\alpha_t$  のシフトを平滑化せずに直接反映させると、これを加味した  $w_t$  の評価値は不自然なバイアスを有する。これは、金融政策における水準係数の中期的なシフトが Taylor ルールによる短期的な金利目標値の変動と合わせて平滑化されることを支持している。

以上の結果を踏まえ、本研究では分析に使用するデータを日米ともに直近 (2016 年 11 月) まで更新した。そして、(5)式の金利決定モデルを(2)式の Tobit モデルに代入して、金融政策の中期的なシフトと名目金利の下限の存在を同時に考慮した分析を日本と米国でそれぞれ行った。

この分析で特に焦点を当てたのが、名目金利の下限の存在が中央銀行の行動 (金融政策) に与える影響である。言うまでもないが、金利が下限に向けて低下していくと、中央銀行による金利の引き下げ余地は次第に制約される。

この制約を意識した中央銀行の行動は必ずしも自明でないが、Orphanides and Wieland (2000) は政策効果の規範的な分析により、金利の引き下げ余地の制約を意識した中央銀行は、デフレ回避のためにより積極的な引き下げ姿勢 (予防的な引き下げ) に転じる可能性が高いと述べている。

本研究では、上述のデータと(5)式および(2)式のモデルを用いて、彼等が指摘したデフレ回避の予防的引き下げを実証的に確認する。

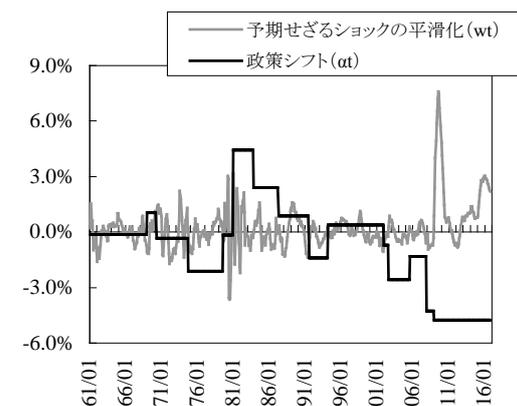


図 7. 政策シフトを明示的に考慮した(5)式による平滑化ショック  $w_t$  と政策シフト  $\alpha_t$  の評価 (米国)

図7は上述のデータとモデルを用いて、米国の短期金利の予期せざるショックの平滑化  $w_t$  と水準係数  $\alpha_t$  のシフトの評価値をプロットしたものである。水準係数  $\alpha_t$  のシフト時点は図4や図5とほぼ同じ(2008年末のシフトを追加)だが、シフトの幅や未知係数は全期間のデータを使って再推定している。

また図8は同様の評価を日本の短期金利について行ったものである。これによると、金利の下限を捨象できる期間において、 $w_t$  の上方スパイクが2ヶ所認められる。これは、米国では認められない特徴であり、水準係数  $\alpha_t$  の中期的なシフトとは異なる短期かつ対症的なインフレ対策に相当すると思われる。

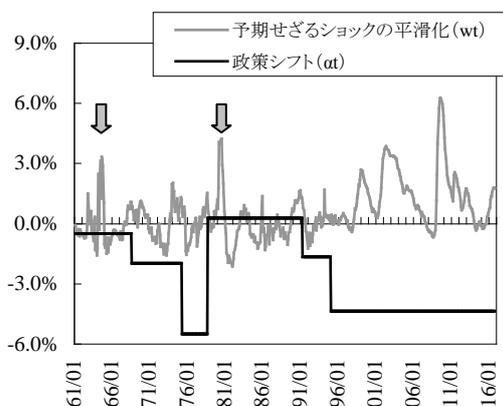


図8. 政策シフトを明示的に考慮した(5)式の平滑化ショック  $w_t$  と政策シフト  $\alpha_t$  の評価 (日本)

さて、図7と図8を見ると、短期金利が2%近辺に低下した局面で、水準係数  $\alpha_t$  が大きく下方シフトしていることが分かる。具体的には、1995年1月の日本(図8)、2001年12月とその8ヶ月後の米国(図7)で、それぞれ-2.7%、-1.1%、-1.9%の下方シフトが認められる。これらの下方シフトの2つは、同時点の金利水準を超える規模であり、Orphanides and Wieland が指摘したデフレ回避の予防的な引き下げにあたると思われる。

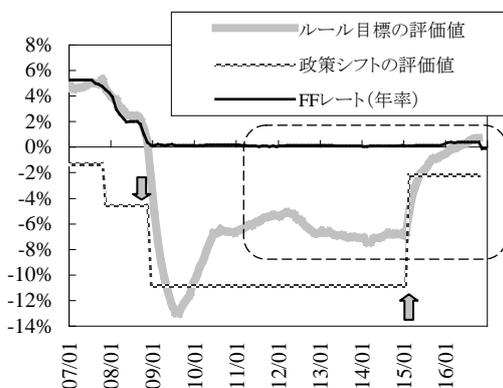


図9. ゼロ金利政策下での(5)式の政策シフト  $\alpha_t$  の推定 (米国)

なお、図7の水準シフトの時点は基本的に図4に準じており、その際に参照したデータ

は2010年末で止まっている。これに対し図9は、米国の金利の水準係数  $\alpha_t$  が2015年初にシフトした可能性を加味して(5)式のモデルを改めて推定したものである。

これによると、リーマン・ショック後の2008年末にかつてない規模の下方シフト(-6.3%)が生じ、その水準がその後6年間維持されたことが示されている。ゼロ金利近辺でのこの大幅な下方シフトは、正にデフレ回避の予防的引き下げと言えよう。

#### (4) Taylor ルール型の政策反応関数を用いた短期金利の長期シミュレーション

(5)式のモデルによると、金利の目標値は、①時間的に一定の反応係数を持つTaylorルールの平滑化、②中期的にシフトする水準係数の平滑化、および③意図せざるショックの平滑化で決定される。

全期間データを用いたシミュレーションにより、実際の金利の推移は、日米ともに最初の2つの要素の合計で概ねトレースできることが分かった。一方、2つ目の要素である水準係数のシフトを捨象すると、「中長期的な金利の変動の規模」を明らかに過小評価する。すなわち、(5)式を用いて将来の金利動向をシミュレートする場合、水準係数  $\alpha_t$  の動向の記述が重要になる。

#### 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3件)

- ①中島英喜「長期シミュレーションを前提とした日米の短期金利モデル～金利の下限と政策シフトに焦点を当てて～」、『みずほ年金レポート』、査読無し、No.122、pp.55-71、2017年
- ②中島英喜「長期標本に基づく米国の金融政策の分析」、『みずほ年金レポート』、査読無し、No.116、pp.63-80、2015年
- ③中島英喜「金利の下限と将来予測を考慮した短期金利モデル」、『みずほ年金レポート』、査読無し、No.113、pp.62-78、2015年

[学会発表] (計1件)

- ①中島英喜「政策反応関数を使った金利参照仮説の検証」、日本ファイナンス学会、2013年06月1日、武蔵大学、[http://www.nfa-net.jp/timetable\\_nfa\\_no21\\_1.html](http://www.nfa-net.jp/timetable_nfa_no21_1.html)

#### 6. 研究組織

##### (1)研究代表者

中島英喜 (NAKASHIMA, Hideki)  
名古屋大学・経済学研究科・准教授  
研究者番号：90510214

##### (2)研究分担者なし

##### (3)連携研究者なし