



日本銀行ワーキングペーパーシリーズ

銀行の資産選択と物価変動

青木浩介*

kaoki@e.u-tokyo.ac.jp

須藤直**

nao.sudou@boj.or.jp

No.12-J-4
2012年3月

日本銀行
〒103-8660 郵便事業（株）日本橋支店私書箱第30号

* 東京大学大学院経済学研究科

** 日本銀行調査統計局

日本銀行ワーキングペーパーシリーズは、日本銀行員および外部研究者の研究成果をとりまとめたもので、内外の研究機関、研究者等の有識者から幅広くコメントを頂戴することを意図しています。ただし、論文の中で示された内容や意見は、日本銀行の公式見解を示すものではありません。

なお、ワーキングペーパーシリーズに対するご意見・ご質問や、掲載ファイルに関するお問い合わせは、執筆者までお寄せ下さい。

商用目的で転載・複製を行う場合は、予め日本銀行情報サービス局までご相談下さい。転載・複製を行う場合は、出所を明記して下さい。

銀行の資産選択と物価変動*

青木浩介
東京大学

須藤直
日本銀行

平成 24 年 3 月 14 日

概要

本稿では、1990 年代から日本で観察されている銀行の資産選択の変化—公債保有へのシフト—をもたらしたマクロ経済的なメカニズムと含意について、DSGE モデル分析を用いて考察している。当モデルでは、銀行は、保有資産について最大損失が発生した場合においても債務不履行になってはならないという制約（Value at Risk 制約）の下で、自己の収益を最大化するように企業融資と公債の資産選択を行う。この時、マクロ経済の全要素生産性の低下、銀行の自己資本の毀損、銀行の保有資産に対する規制の強化や企業融資の下方リスクの高まりといった経済環境の変化は、銀行のリスクテイキング能力を押し下げることを通じて、銀行の資産構成を企業融資から公債の購入へ傾斜させる。企業融資の減少は財の生産量を押し下げることから、経済にデフレ圧力をもたらす。モデルをベイズ推計した上で定量分析を行った結果、こうした銀行行動が 1990 年代後半以降のデフレや公債の累積に与えた効果は無視しえないとの結論を得た。

1 はじめに

本稿では、銀行の資産選択行動に焦点を当て、「失われた 10 年」以降の日本の経済環境の変化が、銀行が保有する資産の種類の変化を通じてどのような帰結をもたらしたか、特にデフレに与える影響に注目して分析している。

「失われた 10 年」とされる 1990 年代以降の日本経済の長期低迷の原因については、従来、全要素生産性（Total Factor Productivity, TFP）成長率の長期的な低下や、規制による労働時間の短縮がもたらした労働投入量の減少など、実物面の役割

*筆者は、前田栄治・関根敏隆・粕谷宗久・鎌田康一郎・木村武・中村康治・西崎健司・齋藤雅士の各氏、経済分析グループ諸氏、マクロモデルグループ諸氏から有益なコメントを頂戴した。また、東京大学金融教育研究センター・日本銀行調査統計局第 4 回共催コンファレンス「日本の物価変動とその背景：1990 年代以降の経験を中心に」での報告にあたっては、指定討論者の竹田陽介、伊藤隆敏、神津多可思、地主敏樹、渡辺努の各氏をはじめ多くの方々からコメントをいただいた。本稿で展開される主張は、筆者に帰するものであり日本銀行の見解を表すものではない。

が強調されてきた。しかし、金融部門の摩擦が果たしている役割も無視しえない¹。特に、銀行部門をとりまく環境は1990年代以降大きく変容してきている。1990年初頭には、銀行に対するバーゼル規制が本格的に導入されたことで、銀行部門は自己資本の積み増しを求められるようになり、また、1997年には三洋証券の経営破綻に端を発した銀行危機が発生し、多くの金融機関において収益基盤の脆弱性や経営不安が顕在化することになった。例えば、Hoshi and Kashyap (2004、2010)、Caballero, Hoshi, and Kashyap (2008) や Hirose and Kurozumi (2010) は、金融部門の機能不全が実体経済の停滞をもたらした可能性を強調している²。

「失われた10年」のもう一つの顕著な経済環境の変化は、公債発行残高の急速な上昇である。図表1から明らかのように³、公債の対GDP比は、景気の長期低迷期における財政出動や急速に進む高齢化などを背景に、1990年代後半以降、増加基調に転じている⁴。公債発行残高が上昇する原因や、そのマクロ経済活動への影響については、これまで関連研究で明示的に取り扱われることは少なかった。本稿では、公債が急速に累積されてゆく中で、銀行部門が公債の重要な引き受け手となっていることに注目し、金融部門の機能不全を、銀行の投資行動における公債購入への傾斜という形で捉えなおして分析する。図表2は、銀行の総資産に占める公債の割合、銀行の総資産に占める貸出の割合、公債総発行残高に占める銀行保有の割合について、それぞれ時系列的な推移を描いたものである。図表から示されるように、失われた10年において、銀行の資産に占める公債の割合は上昇傾向にある一方で、銀行資産に占める貸出債権の比率は趨勢的に低下傾向にある。こうした事実は、銀行部門が資産選択の意思決定を行う際、公債保有への傾斜を強めていることを示唆していると考えられる。結果として、発行済みの公債の総量に占める銀行保有分は、高い水準で推移している。

一国経済における資金の流れにおいて、銀行部門は家計部門の貯蓄を企業部門や

¹長期低迷におけるTFPの役割について論じたものとしては、Hayashi and Prescott (2002)、Braun and Shioji (2007)を参照。また、労働ウェッジに注目したものとしては、Otsu(2011)を参照。Smets and Wouters (2003)型の動学的確率的一般均衡(Dynamic and Stochastic General Equilibrium)モデル(DSGEモデル)を日本のデータを用いて推計したSugo and Ueda (2008)は、物価変動の主要因は、長期的には、金融政策ルールにおける長期インフレ率の変動であるとしている。銀行危機に起因する金融仲介の機能不全が、貨幣の予備的貯蓄の増加を通じて、貨幣流通速度および物価を低下させるメカニズムについては、Hayakawa and Maeda (1997)、Sudo (2011)を参照。

²失われた10年について、実物面と金融面の双方を考慮して定量的な検証を行った分析としては、Kaihatsu and Kurozumi (2010)を参照。

³本稿における公債は、特段の言及がない限り、国庫短期証券、国債、財融債、地方債、政府関係機関債の和で定義する。

⁴増大する公債の発行残高については、政府債務の持続可能性などの観点から、活発に分析が行われている。例えば、Doi et al (2011)、Imrohoroglu and Sudo (2011)などを参照。「失われた10年」を含む日本の長期低迷時代における財政政策の厚生評価については、岩本・榎本(2008年)を参照。

政府部門へ資産選択を通じて再配分する役割を担っているが、こうした銀行の資産選択はどのような経済環境によって変化するのだろうか。また、「失われた10年」で観察されたような銀行による特定の資産への傾斜は、マクロ経済、とりわけ物価の変動にどのような含意を持つのだろうか。本稿では、内生的に資産選択を行う銀行部門をモデル化し、標準的なニュー・ケインジアン・モデルに組み込んだ上で、銀行の公債投資の増加の背景とマクロ経済に対する含意について、定性的・定量的に分析し、上記の問題に対して回答を与えることを目的としている。

我々の分析において中心になるのは、銀行のリスク・テイキング能力の変化の要因と、リスク・テイキング能力の変化がマクロ経済に与える含意である⁵。すなわち、本稿では、Value at Risk 制約 (以下、VaR 制約) が存在する下で、実物資本ストックへの投資と公債への投資との間で、資産選択を行う銀行を考察する。本稿において想定する VaR 制約とは、資産の収益率がどのような値になったとしても、銀行が債権者である家計に対してソルベントでなければならないという制約である。銀行は、家計から集めた預金を上記の二つの資産へ投資し、投資収益から家計へ預金債務の返済を行うが、実物資本ストックの収益率は将来の資本の生産性に依存し、公債の収益率は将来のインフレ率に依存するため、資産選択を行う時点においては双方とも不確実である。例えば、マクロ経済情勢が極端に悪化するような状況においては、投資収益の回収時点における資本収益率が預金金利を下回ることがあり得るが、銀行はこのような状況を想定しつつ資産構成を決定しなければならない。近年、Adrian and Shin(2011) によって開発されたモデルを中心に VaR 制約が金融機関のレバレッジの変動に果たす役割について研究が進んでいるが、本稿のモデルは、Adrian and Shin(2011) のモデルを二資産モデルへ拡張している点、銀行の資産選択とマクロ経済情勢の相互作用に注目している点、に特徴がある。

VaR 制約が存在しない場合、銀行の資産構成は、期待収益率が高い資産に傾斜する。しかし、VaR 制約が存在する場合には、銀行は、期待収益率だけではなく、資産保有に伴うリスクの大きさ、あるいは自己資本の多寡を考慮しながら、資産構成を決定する。例えば、経済情勢の変化などを通じて資産の収益率についての不確実性が増大するような場合、銀行は資産構成を組み替えることで倒産するリスクを回避する。すなわち、銀行は、現実に発生し得るシナリオの中で「最も悲観的なシナ

⁵本稿では、銀行がリスクを十分に取れない状況を考察しているが、一方で、金融危機前の銀行の過剰なリスク・テイキングに焦点を当てて研究する分野がある。例えば、Korinek (2011) や Kato and Tsuruga (2011) は、危機後の資産の投げ売りによる資産価格の暴落など、個別の銀行にとって与件である銀行の集団的な投資行動が、価格の変動を通じて経済にとって負の外部性をもたらす状況を考察している。この状況では、社会的観点からみると危機前の銀行は過剰にリスクを取っていることを示している。本稿では、このような外部性は分析の対象としていない。

リオ」における損失率が相対的に小さい資産に傾斜することで、実際にそのようなシナリオが実現してしまった場合の返済能力を維持することになる。経済的な不確実性だけではなく、バーゼル規制など、資本規制が強化されたり、あるいは規制が強化されるのではないかという期待が醸成されるなどといった制度的な環境変化も、資産の収益率の不確実性の増大と類似の含意を持つ。例えば、リスク量を制御するような規制の導入は、銀行がとり得るリスクを増減させることによって、銀行の資産構成の変化を促す⁶。また、VaR 制約が存在する経済において、銀行の自己資本が毀損すると、「最も悲観的なシナリオ」が発生した場合における銀行の返済能力は低下する。Adrian and Shin(2011) で指摘されたとおり、銀行は、レバレッジそのものを圧縮することで返済金額を減少させるが、同時に、「最も悲観的なシナリオ」における損失率が高い資産から損失率が低い資産へと資産構成を傾斜させることで、倒産リスクを回避しようとする。

では、こうした銀行の資産構成の変化は、マクロ経済変数とどのように関連しているであろうか。例えば、資本ストックの収益率についての不確実性が高まり、実物資産投資に掛かる最大損失率が上昇すると、VaR 制約に直面している銀行は、相対的に最大損失率が小さい公債投資へと資産構成をシフトする。資本規制の強化や銀行の自己資本の毀損なども定性的には同様の含意をもたらす。経済全体における生産要素の投入量という視点からみると、こうした銀行の資産選択の変化は、生産活動における資本ストック投入量の減少として現れる。すなわち、銀行による公債購入が増加してゆく反面、実物資産投資が減少してしまうことで、産出量が押し下げられ、インフレ率が下落することになる。こうしたマクロ経済変数の変動は、実物資産投資や公債投資の期待収益率あるいは銀行の内部留保の変化を通じて、銀行の資産構成に対して次期以降も二次的な効果をもたらしてゆく。

こうしたモデルの含意は、1990年以降の日本経済を取り巻く環境と整合的である。すなわち、「失われた10年」以降の全要素生産性成長率の低下、1992年度以降に本格的に導入された銀行の自己資本比率規制、バブル崩壊や1997年秋に始まった銀行危機以降の不良債権の顕在化や自己資本の毀損、あるいは危機以降の投資収益の不確実性の増大は、モデルにおいては全て銀行の公債シフトを促す要因となり、デフレ圧力を生成する。

本稿と密接に関連する論文としては、Braun and Nakajima(2011) が非常に興味深い。当該論文においても公債残高の増加が物価に与える影響が検証されており、特

⁶この点に関連して Gerali et al. (2009) では、貸出費用が銀行自己資本に依存するモデルを用いて、銀行資本の毀損や資本規制の強化が貸出利子率の増加を招いて産出量を減少させることを示している。

に、銀行の役割に焦点が当てられている。当該論文のモデルでは、公債を担保として利用することができ、銀行が公債を購入する際には自己資本だけでなく、公債を担保とした借り入れによって購入資金を調達することができる。銀行が公債市場について楽観的な予想を持っている時には、公債を担保に他の経済主体から借り入れを行って公債購入を行う。この場合、たとえ他の経済主体が公債市場について悲観的な予想を持っていたとしても、レバレッジをかけられる銀行が楽観的である限り、公債残高の積み上がりとデフレが共存することになる。本稿は、銀行の役割を強調する点では当論文と問題意識を共有しているが、銀行の資産選択について異なったメカニズムを考察している。すなわち、本稿では、銀行が公債を積極的に買い増す動機は、自らのリスク・テイキング能力に対する制約であり、VaR制約がよりタイト化すると、銀行はその資産の構成を資本ストックからより安全な公債に傾斜させ、公債発行残高の増大とデフレを招来する。

また、Brunnermeier and Sanikov (2011) は金融仲介に不完全性のあるマクロモデルを構築し、負の経済ショックに直面した経済主体による安全資産へのシフトがデフレ圧力となることを示している。本稿の結論もそれに近いがメカニズムがやはり異なる。当該論文では、安全資産が公債などの名目資産であることに注目しており、経済主体が安全資産への実質需要を増やす場合には、安全資産の名目額の供給を一定として、安全資産の需給が一致する水準まで物価水準が落ち込むことになる。本稿でも類似のメカニズムが働き得るが、本稿で展開されているモデルは名目価格の硬直性を仮定したニュー・ケインジアン・モデルの枠組みを基礎にしており、財市場の需給ギャップの変動が物価変動の主要因である。

経済の不確実性の高まりが、物価をはじめとするマクロ経済変数に及ぼす影響に着目するという観点からは、本稿は Fernandez-Villaverde et al. (2011) で展開されている議論と親和的である。Fernandez-Villaverde et al. (2011) は、マクロ経済の将来の生産性の不確実性が高まると、物価や生産量が押し下げられることを Structural Vector Autoregression によって実証的に示した上で、家計の資産選択を内生化した市場分断モデル (Segmented Market Model) を構築し、生産性の分散の上昇の結果、家計が安全で流動性が高い資産である貨幣をより選択するようになるメカニズムを理論的に示している。本稿のモデルの含意と同様、家計部門による安全資産への傾斜は、物価や生産活動の押し下げといった実物面での変化をもたらす。

本稿の構成は以下の通り。第2章では、VaR制約に直面した銀行の資産選択問題、財市場における家計、企業の最適化問題といったモデルの描写を行った上で、幾つかの単純化の仮定の下でモデルの定性的な性質を議論する。第3章では、1980年か

ら2007年までの日本のデータを用いてベイズ推計を行い、推計されたパラメータの下でのモデルの振る舞いを整理し、1990年代中葉以降の物価の下落や銀行による公債投資の増加について構造的なショックに要因分解した上で検証を行うことで、デフレの発生における銀行の資産選択の役割を定量的に明らかにする。第4章では、本稿で得られた帰結とその政策的含意を述べた上で、今後の展望を議論する。

2 モデル

経済は、家計部門、銀行部門、企業部門、政府および中央銀行からなる。図表3にモデルの概念図を示す。家計部門は労働力を企業に供給し、対価として賃金を受取り、消費と貯蓄を行う。家計部門の貯蓄は全て銀行に預金される。銀行部門は、後述するVaR制約の下で、貯蓄と自己資本を原資として、資本ストックと公債に投資する。企業部門は中間財生産者と最終財生産者から構成される。中間財生産者は、労働と資本ストックを用いて中間財を生産し、最終財生産者は中間財を用いて最終財を生産する。最終財価格には名目硬直性が仮定されている。政府部門は、公債の発行と徴税によって財政支出と公債の償還を行う。中央銀行は公債の名目利子率を政策変数として、インフレ率を制御する。

2.1 家計

代表的家計は、労働力を中間財生産者に供給し、消費、貯蓄行動を行う。ここで、家計が保有できる金融資産は預金のみであり、資本ストックや公債を直接購入することはできないものと仮定する。家計の効用関数は

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(c_t, l_t) = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t [\log c_t + \eta \log(1 - l_t)],$$

で与えられ、予算制約は以下の式で表される。

$$c_t + d_t = r_{d,t-1} d_{t-1} + \frac{W_t}{P_t} l_t + \Pi_t - \tau_t$$

E_0 は時点0期における期待演算子である。 l_t は労働供給量、 d_t は実質預金量、 $r_{d,t}$ は実質預金金利、 W_t は名目賃金、 P_t は一般物価、 Π_t は最終財生産者から得られる実質配当および銀行からの所得移転の総額⁷、 τ_t は家計に課される税である。なお、小

⁷銀行からの所得移転については、2.2節で議論する。

文字 t の表記は時間 t を示す。本稿では、預金は安全資産であるため、 $r_{d,t}$ は実質安全利子率である⁸。 c_t は Dixit-Stiglitz 型の消費インデックスであり、

$$c_t \equiv \left[\int_0^1 c_t(z)^{\frac{\varepsilon_t-1}{\varepsilon_t}} dz \right]^{\frac{\varepsilon_t}{1-\varepsilon_t}}, \quad \varepsilon_t > 1$$

で定義される。後述するように $c_t(z)$ は、それぞれ差別化された最終財であり、 ε_t は差別化された最終財の多様性に対する家計の選好の度合いを表す。 ε_t は i.i.d. の対数正規分布に従うと仮定する。

$$\ln \varepsilon_t = \ln \varepsilon + \epsilon_{\varepsilon,t},$$

ここで、 ε は定数であり $\epsilon_{\varepsilon,t}$ は i.i.d. のショックである。本モデルにおいて、 ε_t の変動は価格マークアップショックを表す。

家計の効用最大化問題から得られる一階条件から、異時点間のオイラー方程式は、

$$U_c(c_t, l_t) = \beta r_{d,t} E_t U_c(c_{t+1}, l_{t+1}) \quad (1)$$

で与えられる。ここで、家計の t 期から $t+1$ 期への異時点間代替に関する利子率が預金利子率 $r_{d,t}$ であることに注意したい。

また、労働市場を完全であると仮定すれば、労働供給は

$$\frac{U_l(c_t, l_t)}{U_c(c_t, l_t)} = \frac{W_t}{P_t} \quad (2)$$

で与えられる。 U_c および U_l はそれぞれ消費から得られる限界効用と労働を供給することから得られる限界不効用である。

2.2 銀行

銀行は、家計から集めた預金と自己資本（内部留保）を原資として、資本ストックへの投資および公債購入を行う。銀行は危険中立であり、一定の確率 $1 - \gamma_t$ で退出すると仮定する。これは、後述する VaR 制約が定常状態の近傍において常に等号で成り立つための仮定である。Gertler and Karadi (2011) に従い、銀行が退出する場合には、すべての資産を家計に移転すると仮定する。確率 γ_t は、以下の AR(1) の

⁸2.2 節を参照。

動学方程式

$$\ln \gamma_t = (1 - \rho_\gamma) \ln \gamma + \rho_\gamma \ln \gamma_{t-1} + \epsilon_{\gamma,t}, \quad 0 < \rho_\gamma < 1$$

に従う。ここで、 $\epsilon_{\gamma,t}$ は i.i.d. のショックであり、 γ_t の変動を通じて、銀行の自己資本を外生的に増減させる。

まず、特定の銀行 i についての最適化行動を考える。銀行 i は退出期に家計に移転する資産を最大化すると仮定すると、銀行 i の価値評価関数は以下のように定式化することができる。

$$V(n_t(i)) = \beta E_t \Lambda_{t,t+1} [\gamma_t V(n_{t+1}(i)) + (1 - \gamma_t) n_{t+1}(i)] \quad (3)$$

なお、 i の表記は、銀行 i についての変数であることを示す。従って、例えば、 $n_t(i)$ は銀行 i が保有する自己資本である。 $\Lambda_{t,t+1}$ は代表的家計の t 期から $t+1$ 期にかけての確率的割引因子である。銀行 i は自己資本 $n_t(i)$ と預金 $d_t(i)$ を用いて資本ストック $k_t(i)$ と名目公債 $B_t(i)$ を購入する。その結果、銀行 i のバランスシートは以下のように表わすことができる。

$$k_t(i) + \frac{B_t(i)}{P_t} = n_t(i) + d_t(i) \quad (4)$$

$t+1$ 期の銀行 i の自己資本は、投資からの収益から家計への利払い費を差し引いた内部留保で決定され、以下の遷移式に従う。

$$n_{t+1}(i) = r_{k,t+1} k_t(i) + r_{b,t+1} b_t(i) - r_{d,t} d_t(i) \quad (5)$$

ここで、 $r_{k,t+1}$ は資本ストックの事後的な収益率、 $r_{b,t+1}$ は公債の事後的な実質利率、 $r_{d,t}$ は実質預金利率である。また、 $b_t(i) \equiv B_t(i)/P_t$ である。資本ストックの収益率は企業貸出に適用される貸出利率と解釈できるので、以下、資本ストック収益率と貸出利率は同義のものとして扱う。なお、公債の実質収益率 $r_{b,t+1}$ と中央銀行が設定する名目利率 $R_{B,t}$ の間には

$$r_{b,t+1} = R_{B,t} \pi_{t+1}^{-1}$$

の関係がある。 π_t はインフレーションである。

銀行 i は、Adrian and Shin (2011) のモデルと類似の VaR 制約に服すると仮定する。すなわち、資本ストックと公債の収益率の両者について最大損失率が実現した

場合においても、銀行 i は預金債務を全額払い戻さなければならない。なお、この制約の下では預金が安全資産となるので、2.1 節で言及した通り、 $r_{d,t}$ は安全利子率である。VaR 制約は以下で与えられる。

$$r_{k,t+1}k_t(i) + r_{b,t+1}b_t(i) - r_{d,t}d_t(i) \geq 0 \quad (6)$$

ここで $r_{k,t+1}$ と $r_{b,t+1}$ はそれぞれ資本ストック保有と公債保有から得られる最大損失率である。

これらの変数は、均衡では資本ストックやインフレ率のボラティリティーなどの内生変数に影響を受けるとも考えられるが、分析の簡単化のため、本稿では、 $r_{k,t+1}$ と $r_{b,t+1}$ は外生変数であり、以下の動学方程式に従うと仮定する⁹。

$$\begin{aligned} \ln r_{k,t} &= (1 - \rho_{r_k}) \ln r_k + \rho_{r_k} \ln r_{k,t-1} + \epsilon_{r_k,t-1}, & 0 < \rho_{r_k} < 1 \\ \ln r_{b,t} &= (1 - \rho_{r_b}) \ln r_b + \rho_{r_b} \ln r_{b,t-1} + \epsilon_{r_b,t-1}, & 0 < \rho_{r_b} < 1 \end{aligned}$$

なお、 r_k と r_b は定数であり、 $\epsilon_{r_k,t-1}$ と $\epsilon_{r_b,t-1}$ は i.i.d. のショックである。以下では、この損失率が変化した場合の経済の反応を分析するが、最大損失率が変化するこの経済学的解釈としては二通りある。一つはそれぞれの資産の収益率について下振れのリスクが高まっている（あるいは小さくなっている）という解釈である。もう一つの解釈は、VaR 制約が銀行資本に対する規制の程度を表しているという解釈に立ったもので、例えば $r_{k,t+1}$ の下落は貸出債権に対するリスク評価が厳しくなったと解釈できる¹⁰。

Adrian and Shin (2011) では、銀行の保有する資産は一種類であるが、本稿における銀行は資本ストックと公債の二種類の資産を保有する。二資産モデルにおいては、VaR 制約は、銀行のレバレッジに関する意思決定だけではなく、銀行の資産選択行動にも影響を与えることになる。銀行 i は、自己資本の量を所与としつつ、(3) 式を (5) と (6) の下で最大化するように、資本ストック、公債、および預金量を選択する。銀行は危険中立であるので、銀行の価値関数 V を以下のように推測する。

$$V(n_t(i)) = \phi_t n_t(i)$$

⁹ $r_{k,t+1}$ と $r_{b,t+1}$ を内生変数として扱う場合には、 $r_{k,t+1}$ と $r_{b,t+1}$ を所与とした経済の均衡を求め、そのもとで生産性ショック等、より根源的なショックの下限を使って、均衡における $r_{k,t+1}$ と $r_{b,t+1}$ の決まり方に整合的な $r_{k,t+1}$ と $r_{b,t+1}$ を求める必要がある。つまり、 $r_{k,t+1}$ と $r_{b,t+1}$ を内生変数として扱う場合の均衡は、 $r_{k,t+1}$ と $r_{b,t+1}$ を所与とした経済の均衡変数の決定と、均衡における変数を所与とした $r_{k,t+1}$ と $r_{b,t+1}$ の決定の二つの写像の不動点として計算する必要がある。この解法アルゴリズムの開発は今後の課題としたい。

¹⁰ この後者の解釈に立てば、 $r_{k,t+1}$ と $r_{b,t+1}$ は政策当局によって設定される外生変数である。

すると、 V は下式で表現することができる。

$$\max V(n_t(i)) = \beta E_t \Lambda_{t,t+1} \left[\gamma_t \phi_{t+1} (q_{k,t+1} k_t(i) + q_{b,t+1} b_t(i) + r_{d,t} n_t(i)) \right. \\ \left. + (1 - \gamma_t) (q_{k,t+1} k_t(i) + q_{b,t+1} b_t(i) + r_{d,t} n_t(i)) \right] \quad (7)$$

資本ストック保有と公債保有に関する最適化の一階の条件に従えば、銀行によって最適な資産選択が行われている状況においては、以下の裁定式が満たされなければならない。

$$E_t \left[\frac{(\gamma_t \phi_{t+1} + 1 - \gamma_t) \Lambda_{t,t+1} q_{k,t+1}}{\underline{q}_{k,t+1}} \right] = E_t \left[\frac{(\gamma_t \phi_{t+1} + 1 - \gamma_t) \Lambda_{t,t+1} q_{b,t+1}}{\underline{q}_{b,t+1}} \right] \quad (8)$$

ここで、 $q_{k,t+1} \equiv r_{k,t+1} - r_{d,t}$ は資本ストックの預金利子率に対する実質超過収益、同じように、 $q_{b,t+1} \equiv r_{b,t+1} - r_{d,t}$ は公債の実質超過収益をあらわす。また、 $\underline{q}_{k,t+1} \equiv \underline{r}_{k,t+1} - r_{d,t}$ 、 $\underline{q}_{b,t+1} \equiv \underline{r}_{b,t+1} - r_{d,t}$ は、それぞれの資産についての最悪時の超過収益（損失）である。(8)式は、VaR制約の下では、均衡状態においては、両資産の収益率そのものは平準化されず、最悪時の超過収益でウェイト付けされたものが平準化されることを意味している。仮に資本の最大損失率が公債の最大損失率よりも大きい場合には ($\underline{r}_{k,t+1} < \underline{r}_{b,t+1}$)、両資産が保有される均衡状態においては、資本の期待収益率は公債の期待収益率よりも高くなければならない ($E_t r_{k,t+1} > E_t r_{b,t+1}$)。これは、VaR制約によってリスクプレミアムが生じていることを意味する。本論文では、資本ストック保有の最大損失率は、公債保有の最大損失率よりも大きいこと、すなわち、資本ストックは公債に比べて相対的に危険資産であることを仮定する。また、(7)、(6) と (8) から、 ϕ_t は以下の式を満たす。

$$\phi_t = \beta E_t \left[\Lambda_{t,t+1} \{ \gamma_t \phi_{t+1} + (1 - \gamma_t) \} r_{d,t+1} \left(1 - q_{k,t+1} / \underline{q}_{k,t+1} \right) \right] \quad (9)$$

2.3 中間財生産者

中間財市場は完全競争であり、代表的中間財生産者の生産関数は以下のように定式化される。

$$y_t = (v_t k_{t-1})^\alpha (A_t Z_t l_t)^{1-\alpha}. \quad (10)$$

ここで、 y_t は中間財生産量、 v_t は資本ストックの稼働率、 $A_t Z_t$ は生産性の水準である。 A_t 、 Z_t はそれぞれ生産性のうち一時的な変動で規定される部分、恒久的な要因

で規定される部分を表象し、以下の動学方程式に従う。なお、 A と Z は定数であり、 $\epsilon_{A,t}, \epsilon_{Z,t}$ は i.i.d. のショックとする。

$$\begin{aligned}\ln A_t &= (1 - \rho_A) \ln A + \rho_A \ln A_{t-1} + \epsilon_{A,t}, & 0 < \rho_A < 1, \\ \ln Z_t &= \ln Z_{t-1} + u_{Z,t}, \\ u_{Z,t} &= \rho_Z u_{Z,t-1} + \epsilon_{Z,t}, & 0 < \rho_Z < 1.\end{aligned}$$

実質的な資本ストック投入量である $v_t k_{t-1}$ は、銀行の最適化問題から決定される。所与の資本 k_{t-1} の下で稼働率 v_t を選択する場合に、銀行にとって

$$\kappa_v k_{t-1} v_t^{\phi+1}$$

の実質費用が発生すると仮定するならば、銀行にとっての最適な稼働率は

$$\begin{aligned}\tilde{r}_{k,t} &= (\phi + 1) \kappa_v v_t^\phi \\ \tilde{r}_{k,t} &\equiv s_t \alpha (v_t k_{t-1})^{\alpha-1} (A_t Z_t l_t)^{1-\alpha}\end{aligned}\tag{11}$$

で示される。ここで、 ϕ 、 κ_v はそれぞれ稼働率を制御するパラメータであり、 s_t は最終財価格で測った中間財の相対価格である。 $\tilde{r}_{k,t}$ は、中間財生産者が、実質的な資本ストック $v_t k_{t-1}$ の供与の対価として銀行に支払う利子率である。稼働率に係る費用を考慮すると、銀行にとっての、資本ストックへの投資の最終的な収益率は、

$$r_{k,t} k_{t-1} = \tilde{r}_{k,t} k_{t-1} - \kappa_v k_{t-1} v_t^{\phi+1} + (1 - \delta) k_{t-1}\tag{12}$$

で表現されることになる。なお、 δ は資本減耗率であり、 $0 < \delta < 1$ を満たす。また、労働力を供給している家計に対して中間財生産者から支払われる実質賃金は、以下で与えられる。

$$\frac{W_t}{P_t} = s_t (1 - \alpha) (v_t k_{t-1})^\alpha A_t^{1-\alpha} Z_t^{1-\alpha} l_t^{-\alpha}\tag{13}$$

中間財生産者については、代表的生産者を仮定しているため、(10) 式における y_t 、 v_t 、 k_t 、 A_t 、 Z_t 、 l_t は経済全体の集計量である。

2.4 最終財生産者

最終財生産者は、中間財を生産要素として差別化された財を生産する。最終財の需要に関して Dixit-Stiglitz 型を仮定しているため、最終財生産者 z の生産する消費財 $x_t(z)$ に対する需要は

$$x_t(z) = \left(\frac{p_t(z)}{P_t} \right)^{-\varepsilon_t} x_t$$

で与えられる。ここで P_t は消費財の Dixit-Stiglitz 型一般物価指数であり、 x_t は最終財の総需要である。なお、 z の表記は、最終財生産者 z についての変数であることを示す。最終財の生産については、簡単化のため、線形の生産技術

$$x_t(z) = y_t(z)$$

に従っているとする。 $y_t(z)$ は最終財生産者 z の中間財投入量である。

最終財生産者 z は Rotemberg(1982) 型の名目価格の調整費用に直面する。すると、企業の t 期以降の利潤の割引現在価値は、価格 $p_t(z)$ の関数として以下のように表現される。

$$\begin{aligned} E_t \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j \left[\left(\frac{p_{t+j}(z)}{P_{t+j}} \right)^{1-\varepsilon_t} x_{t+j} - \left(\frac{P_{y,t+j}}{P_{t+j}} \right) \left(\frac{p_{t+j}(z)}{P_{t+j}} \right)^{-\varepsilon_t} x_{t+j} \right. \\ \left. - \frac{\kappa}{2} \left(\frac{p_{x,t+j}(z)}{p_{x,t+j-1}(z)} - \frac{p_{x,t+j-1}}{p_{x,t+j-2}} \right)^2 \left(\frac{p_{t+j}^x(z)}{p_{t+j}^x} \right)^{-\varepsilon_t} x_{t+j} \right] \quad (14) \end{aligned}$$

ここで、 $P_{y,t}$ は中間財の名目価格、 κ は価格の調整費用を表象するパラメータである。(14) 式を最大化するように企業が t 期の価格 $p_t(z)$ を選択すると、一階の条件より、以下のフィリップス曲線が導かれる¹¹。

$$\begin{aligned} -\varepsilon_t \left(1 - \frac{P_{t,y}}{P_{t,x}} - 0.5\kappa(\pi_t - 1)^2 \right) + 1 - \kappa(\pi_t - 1)\pi_t \\ + \beta E_t \kappa (\pi_{t+1} - 1) \pi_{t+1} \frac{x_{t+1}}{x_t} = 0. \quad (15) \end{aligned}$$

¹¹名目価格の硬直性に関する設定の詳細については、Fueki, Fukunaga, Ichiue, and Shirota (2010) に従っている。

2.5 政府部門

政府部門は公債の新規発行、徴税、財政支出、及び金融政策を行う。政府の実質予算制約は

$$R_{B,t-1}\pi_t^{-1}b_{t-1} + G_t = \tau_t + b_t \quad (16)$$

で与えられる。ここで、 G_t は財政支出であり、以下の確率過程に従って外生的に変動する。

$$\ln G_t = (1 - \rho_G) \ln G + \rho_G \ln G_{t-1} + \epsilon_{G,t}, \quad 0 < \rho_G < 1.$$

ここで、 G は定数、 $\epsilon_{G,t}$ はi.i.d.の財政支出ショックである。また、 τ_t は政府が家計から徴収する課税であり、以下の財政政策ルールに従う。

$$\tau_t = T b_{t-1} \left(\frac{b_t}{x_t} \right)^\psi \quad (17)$$

ここで、 T は定数である。このルールは、公債残高をベースにし（右辺 b_{t-1} ）、公債残高・GDP 比率が上がると増税をする（右辺 $\left(\frac{b_t}{x_t}\right)^\psi$ ）ルールである。金融政策は公債の名目利子率の制御を通じて、インフレ率の安定化を指向する。

$$\ln R_{B,t} = (1 - \rho_M) \ln R + \rho_M \ln R_{B,t-1} + (1 - \rho_M) \phi \ln \pi_t + \epsilon_{r,t}, \quad 0 < \rho_M < 1. \quad (18)$$

ここで、 R は定数であり、 ρ_M は名目金利の自己ラグに係るウェイト、 $\epsilon_{r,t}$ は金融政策ルールに発生するi.i.d.のショックである。本稿では、ベンチマークとして $\phi > 1$ かつ $\psi > 1$ のケースを考察する。 $\psi > 1$ の仮定は、政府が公債残高・GDP比率の上昇に対して税を弾力的に増大させることを意味している¹²。

¹²これは、我々が Ricardian 政策レジームをベンチマークとして仮定することを意味している。逆に、中央銀行がインフレ率変動に十分に反応せず ($\phi < 1$)、財政当局も公債残高の変動に対して税を増大させないケース、いわゆる Non-Ricardian 政策レジームを考慮することも可能である。Ricardian, Non-Ricardian 政策レジームについては、Woodford(2001)を参照。また、Ricardian レジームと Non-Ricardian 政策レジームの間を経済が推移し続けると考えることも妥当かもしれない。これらの拡張は将来の課題としたい。

また、本稿では公債がデフォルトを起こす事態を想定していない。Non-Ricardian レジームにおいて公債がデフォルトする事態を想定した場合には、中央銀行がインフレ率に十分反応する(18)式のような金融政策ルールを仮定すれば、インフレ率が一意に決まる。例えば Kocherlakota(2012)を参照。

2.6 集計

以下ではこの経済の集計を行う。確率 $1 - \gamma_t$ で銀行が退出するために、経済における銀行資本の総量の遷移式は、

$$n_{t+1} = \gamma_t [r_{k,t+1}k_t + r_{b,t+1}b_t - r_{d,t}d_t] \quad (19)$$

で表現される。ここで、 n_t は総銀行資本である。(19) 式から明らかな様に、 γ_t が下落すると、退出する銀行が増加することから、銀行の自己資本の総量は減少する。以下では、 γ_t を銀行の自己資本における外生的な変動として解釈する¹³¹⁴。

最終財需要は、家計の消費、投資、および政府支出からなるので、最終財市場の均衡式は

$$c_t + (k_t - (1 - \delta)k_{t-1}) + G_t = x_t - \frac{\kappa}{2} (\pi_t - \pi_{t-1})^2 x_t - \kappa_v k_{t-1} v_t^{\phi+1} \quad (20)$$

で与えられる。右辺第2項は価格の調整費用、第3項は資本ストック稼働率の変動費用である。一方、小売業者の生産関数より、中間財市場の均衡は

$$x_t = y_t \quad (21)$$

で表現される。他には公債市場、労働市場、預金市場が均衡する。

2.7 定常状態における銀行の資産選択

モデルの動学的な性質を分析する前に、定常状態における実物投資と公債購入の資産選択について分析しておきたい。特に、本節では定常状態における公債保有の収益率である公債利子率 r_b 、資本ストックの収益率（貸出利子率）である r_k 、公債保有量 b および資本ストック（貸出量） k が VaR 制約にどのように依存するかということ考察する¹⁵。直観的な理解を助けるために、ここでは労働供給が一定で $l = 1$

¹³Gilchrist and Leahy (2002) や Nolan and Thoenissen (2009) では、Bernanke, Gertler and Gilchrist (1999) のモデルを用いて、企業家の自己資本に対する外生的なショックが経済に与える影響を分析しており、こうしたショックは、非合理的な理由による自己資本の期待収益率への変化や、金融契約の効率性に関する技術変化を捕捉していると議論している。

¹⁴銀行の自己資本に対する銀行の自己資本に対するショックは、別のモデル化の手法も存在する。Gertler and Karadi (2011) では、既存の資本ストックが陳腐化することによって、貸出債権の価値が下落し、銀行自己資本が毀損すると仮定している。Aoki and Nikolov(2011) では、銀行が資産バブルに投資するモデルを構築し、資産バブルの崩壊が銀行自己資本を毀損させる経路を示している。

¹⁵ここで、定常状態におけるリスクの扱いについて技術的な点について議論しておく。通常、定常状態は全てのショックがゼロであり、内生変数が一定である状態と定義する。しかし、資産選択はリ

で外生的に与えられ、稼働率の変動費用を捨象した¹⁶特殊ケースについて考察する。さらに、財政支出 G もゼロであると仮定する。

裁定式 (8)、VaR 制約式 (6)、および自己資本の遷移式 (19) を定常状態の値で評価したものがそれぞれ以下の式である。

$$\frac{r_k - r_d}{r_d - \underline{r}_k} = \frac{r_b - r_d}{r_d - \underline{r}_b} \quad (22)$$

$$(\underline{r}_k - r_d)k + (\underline{r}_b - r_d)b = -r_d n \quad (23)$$

$$n = \frac{\gamma}{1 - \gamma r_d} [(r_k - r_d)k + (r_b - r_d)b] \quad (24)$$

ここで、預金利子率 r_d はオイラー方程式 (1) を定常状態で評価することにより、

$$r_d = \beta^{-1}$$

と表される。(22)、(23)、(24) の三式を用いることにより、公債利子率と貸出利子率の預金利子率に対するスプレッドはそれぞれ

$$r_b - r_d = \frac{1 - \gamma r_d}{\gamma r_d} (r_d - \underline{r}_b) \quad (25)$$

$$r_k - r_d = \frac{1 - \gamma r_d}{\gamma r_d} (r_d - \underline{r}_k) \quad (26)$$

で与えられる。また、これら二式から、貸出利子率の対公債利子率スプレッドは

$$r_k - r_b = \frac{1 - \gamma r_d}{\gamma r_d} (\underline{r}_b - \underline{r}_k) \quad (27)$$

となる。

(25) 式と (26) 式は、公債保有と実物資本ストック保有のリスクの大きさを表す \underline{r}_b と \underline{r}_k 、定常状態における銀行の自己資本量を規定する γ が、公債利子率と貸出利子率の対預金利子率スプレッドを決定することを示している。例えば、実物資本ストック保有の最大損失率の増大は \underline{r}_k の下落であらわされるが、 \underline{r}_k が下落すると、(26) 式により貸出利子率 r_k が上昇する。これは、銀行が資本ストックへの投資（企

スクによって規定されるので、ショックのない状態では資産選択は一般に不決定である。このため、従来、内生的な資産選択問題は線形近似モデルでは分析できないとされてきた。しかし、近年になって Devereux and Sutherland (2010, 2011) が定常状態の資産選択や、ポートフォリオの変動を線形近似モデルを使って分析する手法を開発している。本稿では Devereux and Sutherland (2010, 2011) のアイデアに基づき、リスク (\underline{r}_k と \underline{r}_b) を考慮して定常状態における銀行の資産選択を導出している。

¹⁶結果として稼働率が 1 となる。

業への貸出) に対して要求するスプレッドが上昇するという意味で、貸出に慎重になっていることを示唆している。公債利子率についても同様の結果が成り立つ。つまり、公債保有の最大損失率が増大すると (r_b の下落)、(25) 式により、要求するスプレッドが上昇するため、公債利子率 r_b が上昇する。一方、 γ が下落すると、同じく (25) 式と (26) 式から、公債利子率と貸出利子率がともに上昇する。(24) 式を見ると、 γ の下落は銀行の自己資本を毀損させる効果を持つ。よって、 γ の下落は、他の条件を一定とすれば、銀行の預金債務に対する支払い余力を縮小させること通じて、VaR 制約をタイトする効果を持つ。そのため、両資産が保有されるためには、両スプレッドが上昇している必要がある。貸出と公債との間の資産選択に関連するスプレッドは、貸出利子率の対公債スプレッド (27) 式である。この式によれば、自己資本の毀損 (γ の下落) や資本ストック保有の最大損失率の増大 (r_k の下落) によって、貸出利子率の対公債スプレッドは上昇する。よって、自己資本が毀損したり、貸出利率に関するリスクが増大すると、銀行は企業貸出に慎重になると解釈できる。この結果、いわゆる貸し渋り、あるいは公債へのシフトが発生する。

それでは、貸出量 k と公債保有量 b はどのように決定されるであろうか。貸出利子率が資本ストックの収益率で決定されることから¹⁷、

$$r_k = \alpha AZ k^{\alpha-1} + (1 - \delta)$$

が成立する。このため貸出量は

$$k = \left[\frac{r_k - (1 - \delta)}{\alpha AZ} \right]^{\frac{1}{\alpha-1}} \quad (28)$$

で表されることになる。ここで貸出利子率 r_k は (26) 式で与えられる。 $\alpha - 1 < 0$ に注意すると (26) 式と (28) 式より、貸出債権保有の下振れリスクの上昇 (r_k の下落)、銀行の自己資本の毀損 (γ の下落) は、 r_k の上昇を通じて貸出量 k を押し下げることがわかる。

一方、均衡における公債保有量は政府による公債発行残高と等しくなることから、政府の予算制約式 (16) および (17) 式を満たさなければならない。このため、 $G = 0$ の仮定の下でそれを定常状態で評価したものは

$$r_b b = T b \left(\frac{b}{x} \right)^\psi + b$$

¹⁷この導出では、労働投入と稼働率が共に1であるという仮定を用いている。

である。これより定常状態における公債保有量は

$$b = \left[\frac{r_b - 1}{T} \right]^{\frac{1}{\psi}} x = \left[\frac{r_b - 1}{T} \right]^{\frac{1}{\psi}} AZk^\alpha \quad (29)$$

で決定される¹⁸。(29)式において r_b は(25)式で与えられる。 $\psi > 1$ であるので b は r_b の増加関数である。よって、公債保有の下振れリスクの上昇(r_b の下落)、銀行資本の毀損(γ の下落)は、 r_b の増加を通じて、均衡における公債保有量 b を増加させる。これは、以下のように解釈できる。 r_b の上昇は政府の利払い負担を増やすことから、債務をファイナンスするために政府は徴税額 $Tb(b/x)^\psi$ を増やさなければならない。他方で、徴税額の増加はそれ自体、定常状態における発行可能な公債残高を増やす効果を持つ。公債発行残高が銀行の公債保有量と等しくなることを鑑みると、結果として公債利子率と公債保有量との間に正の関係((29)式)が成立する。それでは、公債・資本ストック比率はどのように決まるであろうか。(28)式と(29)式より、公債・資本ストック比率は

$$\frac{b}{k} = \left[\frac{r_b - 1}{T} \right]^{\frac{1}{\psi}} \left[\frac{r_k - (1 - \delta)}{\alpha} \right]$$

で与えられる。したがって、貸出利子率や公債利子率を上昇させる要因、つまり貸出債権保有の下振れリスクの上昇(r_k の下落)、公債保有の下振れリスクの上昇(r_b の下落)、銀行の自己資本の毀損(γ の下落)は b/k を上昇させるので、銀行の資産選択における公債シフトを促す働きを持つ。

以上をまとめると、このモデルにおいては銀行資産の公債への傾斜を引き起こす原因は、実物資産保有リスクの相対的増大や銀行自己資本の毀損ということになる。ところで、本節での分析はインフレ率がゼロの定常状態を仮定したために、銀行の資産選択の変化がインフレ率に与える影響を分析できていない。以下では対数線形化したモデルを用いて、インフレ率に対する考察を行う。

2.8 インフレ率に対する VaR 制約の影響

次節ではモデルを対数線形近似してモデルを推定し、定量的な分析を行うが、その前に、本稿のモデルにおいてインフレ率がどのように決まるかという点について直観的に理解したい。銀行の資産選択における裁定式(8)を定常状態の周りで対数

¹⁸この導出においても、労働投入と稼働率が共に1であるという仮定を用いている。

線形近似すると、

$$\begin{aligned}
& E_t \left(\frac{r_k}{r_k - r_d} \hat{r}_{k,t+1} \right) + E_t \left(\frac{\underline{r}_k}{r_d - \underline{r}_k} \hat{\underline{r}}_{k,t+1} \right) - E_t \left(\frac{r_b}{r_b - r_d} \hat{r}_{b,t+1} \right) - E_t \left(\frac{\underline{r}_b}{r_d - \underline{r}_b} \hat{\underline{r}}_{b,t+1} \right) \\
& = \left(\frac{r_d}{r_k - r_d} - \frac{r_d}{r_b - r_d} + \frac{r_d}{r_d - \underline{r}_k} - \frac{r_d}{r_d - \underline{r}_b} \right) \hat{r}_{d,t}
\end{aligned} \tag{30}$$

が得られる¹⁹。また、金融政策ルール (18) を対数線形近似すると

$$\hat{R}_{b,t} = \phi \hat{\pi}_t \tag{31}$$

が得られる。ここで、

$$\hat{r}_{b,t+1} = \hat{R}_{b,t} - \hat{\pi}_{t+1}$$

に注意すると、(30) 式と (31) 式は

$$\hat{\pi}_t = \phi^{-1} E_t \left[\hat{\pi}_{t+1} + a_1 \hat{r}_{k,t+1} + a_2 \hat{\underline{r}}_{k,t+1} - a_3 \hat{\underline{r}}_{b,t+1} + a_4 \hat{r}_{d,t} \right] \tag{32}$$

と表すことができる。ここで a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 は正の定数であり

$$\begin{aligned}
a_1 &= \frac{r_b - r_d}{r_b} \frac{r_k}{r_k - r_d}, & a_2 &= \frac{r_b - r_d}{r_b} \frac{\underline{r}_k}{r_d - \underline{r}_k}, & a_3 &= \frac{r_b - r_d}{r_b} \frac{\underline{r}_b}{r_d - \underline{r}_b} \\
a_4 &= \frac{r_b - r_d}{r_b} \left[\left(\frac{r_d}{r_b - r_d} - \frac{r_d}{r_k - r_d} \right) + \left(\frac{r_d}{r_d - \underline{r}_b} - \frac{r_d}{r_d - \underline{r}_k} \right) \right]
\end{aligned}$$

で定義される。(32) 式はインフレ率について完全に解いたものではないが、VaR 制約下の経済におけるインフレ率の決定について直観的な理解をするのに役立つ。(32) 式によれば、インフレ期待 $E_t \hat{\pi}_{t+1}$ を所与とすれば、今期のインフレ率 $\hat{\pi}_t$ は4つの変数に依存する。まず、貸出利率が下落するようなショック（たとえば負の生産性ショックによる資本ストックの収益率の低下）は、他の条件を不変とすればデフレ圧力を生む。また、貸出債権保有リスクの増大（ $\hat{\underline{r}}_{k,t+1}$ の減少）も同様に銀行資産の公債シフトを通じてデフレ圧力を生む。逆に公債保有リスクの増大（ $\hat{\underline{r}}_{b,t+1}$ の減少）は、公債から貸出への資産シフトを伴うことからインフレ要因となる。預金利率 $\hat{r}_{d,t}$ の上昇は他の条件を一定とすれば銀行の利ザヤを減少させるが、VaR 制約の下ではインフレ圧力を生む。それは、 $\underline{r}_k < \underline{r}_b < r_d < r_b < r_k$ の下では、公債利率の対預金利率スプレッド ((22) の右辺) の方が貸出利率の対預金利率

¹⁹ここで、「ハット」の付いている変数はその変数の定常状態からの乖離で定義されている。すなわち、ある変数 x_t についてその定常状態の値を x とすると、 $\hat{x}_t = \log(x_t/x)$ で定義される。

スプレッド ((22) の左辺) よりも、預金利率に対して感応的だからである。つまり、公債利率の対預金利率スプレッドの減少の方が貸出利率の対預金利率スプレッドの減少よりも大きい。よって、他の条件を一定とすれば、預金利率の上昇は、貸出利率の対公債利率スプレッドを増加させ、公債から貸出へのポートフォリオシフトを生み出しインフレ圧力を生む。

ただし、以上の議論は銀行の自己資本など、他の変数を一定であると仮定した上での議論であり、一般均衡による分析ではない。次節からは、線形化されたモデルを日本のデータを用いて推計し、さまざまなショックに対する経済の調整を定量的に考察してゆく。

3 定量分析

これまでの章ではモデルの定性的な性質に焦点を当ててきたが、本章ではモデルの定量的な性質を検証する。本稿のモデルにおいては、生産性に対する一時的なショック $\epsilon_{A,t}$ 、生産性に対する恒久的なショック $\epsilon_{Z,t}$ 、名目価格のマークアップに対するショック $\epsilon_{\epsilon,t}$ 、銀行の自己資本に対するショック $\epsilon_{\gamma,t}$ 、資本ストック保有の最大損失率に対するショック $\epsilon_{\tau_k,t}$ 、公債保有の最大損失率に対するショック $\epsilon_{\tau_b,t}$ 、金融政策ルールに対するショック $\epsilon_{r,t}$ 、および財政支出に対するショック $\epsilon_{G,t}$ の8つの構造的なショックが存在するが、以下では、まず、モデルのパラメータを日本のデータを用いてベイズ推計し、経済変動の背景に存在する構造的なショックの時系列を抽出する。次に、推計されたパラメータを用いて本稿のモデルの定量的な性質を整理した上で、GDP、インフレ率、銀行による公債投資といったマクロ変数の変動について、それぞれのショックが説明する部分に要因分解し、各ショックの定量的な重要性を評価する。

3.1 データ

モデルの推計は、1980年第1四半期から2007年第4四半期までの日本の時系列を用いている。具体的には、(1)労働投入量（本稿における l_t に対応）²⁰、(2)実質民間企業設備投資（国民経済計算から作成。本稿における $k_t - (1 - \delta)k_{t-1}$ に対応）、(3)国内銀行が保有する国庫短期証券、国債、財融債、地方債、政府関係機関債の和をGDPデフレーターで実質化した系列（資金循環統計、国民経済計算から作成。

²⁰Hayashi and Prescott (2002) にならい、厚生労働省「毎月勤労統計」、総務省「人口推計」、「労働力調査」から作成。

本稿における b_t に対応)、(4) 業種別月末時価総額、銀行業（東京証券取引所データから作成。本稿における n_t に対応)、(5) 製造工業稼働率指数（鉱工業生産指数から作成。本稿における v_t に対応)、(6) GDPデフレーター（国民経済計算から作成。本稿における P_t に対応)、(7) 政策金利（本稿における $R_{B,t}$ に対応)、(8) 実質GDP（国民経済計算から作成。本稿における x_t に対応)、である。推計においては、(5)、(7) の系列については水準のデータを、それ以外の系列については、四半期比を用いている。

3.2 事前分布と事後分布

本稿で分析対象としているモデルは、資本ストックと公債の間で、内生的な資産選択を行う銀行を、標準的なニューケインジアン・モデルに組み込んだものである。このため、既存研究との比較を容易にするという観点から、標準的なモデルとの共通部分に係るパラメータについては、既存の研究と整合的な値を採用している（該当するパラメータは表1(2)に掲載）。本稿のモデルに特有であるその他のパラメータについては、上記に掲載した時系列データを用いて、ベイズ推計によって値を算出している（該当するパラメータは表1(1)に掲載）。表1(1)の第3列から第5列は、モデルのパラメータの事前分布を、第6列から第8列はパラメータの事後分布を、それぞれ報告している。以下の定量分析におけるシミュレーションは、推計されたパラメータの平均値でモデルを評価した上で行っている。値は特に断りがない限り、四半期ベースのものである。

3.3 VaR 制約とショックに対する経済調整

この節では、構造ショックに対して経済がどのような調整過程を示すかという点について、検証してゆく。図表4から図表11は、生産性の伸び率に負のショックがあった場合（生産性の恒久的な低下）、生産性に一時的な負のショックがあった場合（生産性の一時的な低下）、銀行の生存確率に負のショックがあった場合（銀行資本の毀損）、資本ストック保有の最大損失率に負のショックがあった場合（資本ストックの最大損失率の増大）、公債保有の最大損失率に負のショックがあった場合（公債の最大損失率の増大）、金融政策ルールに正のショックがあった場合（金融引き締め）、マークアップに正のショックがあった場合（マークアップの上昇）、財政支出に負のショックがあった場合（財政引き締め）、のそれぞれについて、その後の経済の反応を、定常状態の周辺で線形に近似したものである（インパルス応答関数）。

以下では、推定されたモデルの各ショックに対するインパルス応答関数を表示しているが（「ベンチマーク」と表記）、VaR 制約が経済調整の様態に果たす役割を分析するため、VaR 制約がないモデルを構築した上で、該当するショックに対するインパルス応答関数を算出し、ベンチマークの経済の下でのインパルス応答関数と並べて表示している（「VaR なし」と表記）。この VaR 制約がないモデルとは、具体的には、制約式 (3) が存在しない経済のことであり、財市場や金融・財政政策ルールの形状、構造ショックの時系列的な性質など、銀行部門を除くモデルの設定はベンチマーク・モデルと同一であるものとする。VaR 制約が捨象されているため、当該経済の下では、資本ストック保有から得られる収益率の期待値と公債保有から得られる収益率の期待値は一致し、最大損失率や銀行資本などは経済全体の投資行動に影響を及ぼさなくなる²¹。

生産性の恒久的な低下は（図表 4）、生産性低下による限界費用の上昇効果を通じて物価上昇圧力を生じさせる一方で、経済の生産活動を恒久的に縮小させることを通じて需要を減退させ、物価下落圧力を形成する。定量的には、後者が勝ることで当該ショックは経済にデフレをもたらす。すなわち、生産性の恒久的な低下は、資本蓄積の恒久的な阻害、銀行の自己資本の毀損、銀行の総投資量の縮小を通じて、最終財の生産量を恒久的に押し下げるが、この結果、家計の期待将来所得も減少するため、需要が減退し、デフレが生じる。VaR 制約がない経済と比較すると、VaR 制約がある経済においては、産出量の低下やデフレといった経済の反応が定量的に大きくなっている。これは、外生的な生産性の低下によってもたらされた内生的な銀行の自己資本の毀損に拠るところが大きい。自己資本が毀損されている場合には、VaR 制約に直面している銀行は、レバレッジを縮小することで倒産を回避しようとするため、経済全体の資本蓄積が阻害されてしまい生産活動を更に委縮させることになる。生産性の低下が一時的であった場合には（図表 5）、生産性低下による限界費用の押し上げ効果が支配的になるため、産出量は下落する一方、物価はインフレとなる。このケースにおいても、銀行の自己資本の内生的な毀損が経済活動に下押し圧力として機能するため、VaR 制約の下での経済の反応は、相対的に大きくなる。

銀行の自己資本の毀損が外生的に毀損すると（図表 6）、VaR 制約の下では、産出量・物価の下落に帰結する²²。銀行が VaR 制約に直面している場合、銀行の自己資本の毀損は、二つの経路を通じて銀行の投資行動に影響を与える。まず、一つ目の経路として、自己資本の毀損は、銀行のバランスシートの全体的な規模を縮小させ

²¹ 簡単化のため、VaR が存在しないモデルでは、銀行の自己資本ショック、資産保有の最大損失率に対するショックはないものと仮定する。

²² 具体的には、 $\epsilon_{\gamma,t}$ に負のショックが発生した結果、 γ_t が減少するという状況を考察している。

る効果を持つ(Adrian and Shin (2011))。すなわち、バランスシートの資産側に計上される資本ストック(企業貸出)と公債保有の両方が減少することになる。二つ目の経路として、銀行資本の毀損は、銀行の資産ポートフォリオを危険資産からより安全な資産へシフトさせる効果を持つ。この経路は(8)式から導かれる含意である。本稿のモデルにおいては、公債の方が相対的に最大損失率が低い(最悪期のリターンが高い)ことから、自己資本の毀損に直面した銀行は資本ストック保有を忌避し、公債保有に切り替える。これら二つの効果は、資本ストックのスプレッドにも見て取れる。すなわち、自己資本の毀損に伴い、スプレッドが上昇しており、銀行による資本ストックの供給抑制が「貸し渋り」を招いていることを示している。生産活動における資本の投入量が減少すると産出量も減少し、結果的に、総需要が落ち込むことを通じて物価も下がることになる。

図表7は資本ストック保有の期待収益率は一定に保ったまま、その最大損失率 r_k に負のショックを与えたものである²³。これは制度的な変革による預金の返済条件が厳格化したり、あるいは経済環境の変化によって資本ストックの収益率に対する下振れ懸念が強まるような先行きの不確実性に関わる経済的なショックであると解釈できる。(32)式に示されているとおり、このショックは他の事情を一定とすれば経済にデフレ圧力をもたらす。これは、貸出(資本ストックへの投資)のリスクが相対的に上がったことを背景に、銀行が公債を増やし資本ストックを減らすことで資産構成を変化させるからである。銀行の自己資本が毀損した場合と同様、銀行による資本ストックの供給抑制は、産出量の減少とデフレに帰結する。バランスシート全体の反応として、リスクの上昇に直面した銀行は、バランスシート規模の圧縮と、自己資本の充実を図ろうとすることが図表6より見て取れる。 r_k の減少はVaR制約をタイト化するので、貸し渋りを通じてスプレッドを上昇させる。

図表8は公債の平均収益率は一定に保ったまま、その最大損失率 r_b に負のショックを与えたものである。資本ストックの最大損失率に対するショックと同様、このショックも制度的なショック、あるいは不確実性に関する経済的なショックであるとの二通りの解釈が可能である。(32)式に示されているとおり、このショックは他の事情を一定とすればインフレ圧力をもたらす。これは、貸出のリスクが相対的に下がることにより、銀行が公債保有を減らし、資本ストックを増やすためである。本稿のモデルは閉鎖経済モデルであるために、自国の公債保有のリスクが上昇した際に外国の公債など他の安全資産へ逃避することができない設定になっている。この

²³平均保存的な収益率の分散の増大が発生した場合にも、モデル上は、 r_k の下落として表わされる。分散の増大は、最大収益率と最大損失率の双方を増加させるが、VaR制約の下では、後者のみが銀行の資産選択に影響を与える。

ため、公債への投資の減少は、貸出の増加となる²⁴。最後に、図表6と同様に、リスクの増加に対して、銀行は中期的には自己資本を積み増している。

マークアップの上昇（図表9）、金融引き締め（図表10）、財政支出の削減（図表11）に対するVaR制約下の経済の反応については、標準的なDSGEモデルと比べて、大きな定性的な違いはない。すなわち、マークアップの上昇は、産出量を減少させる一方、インフレ率を（初期の落ち込みの後で）上昇させ、金融引き締めと財政支出の削減は、産出量と物価の双方を押し下げる。これまでに議論してきたショックの場合と同様、マークアップ、財政支出のショックに対する反応関数は、VaR制約がない場合と比べて定量的に増大する。これは、この二つのショックがもたらした銀行資本の内生的な毀損が、上記で示した経路を通じて、総投資を縮小するためである。金融引き締めショックについては、VaR制約の下では、高い政策金利が需要を減退させるという標準的な経路が存在する一方で、公債利払い費の増大が銀行の内部留保を積み増す経路が存在するため、需要の減退が緩和され、結果として、経済変数の反応関数は、VaR制約がない場合の方が大きくなる。

3.4 VaR制約の全体的な効果

前節では、VaR制約の下での各ショックに対する経済の変動を分析したが、全体としてVaR制約はどのような効果を経済に及ぼしているだろうか。表2では、VaR制約がある場合とない場合について、推定されたパラメータの下での、経済諸変数の定常状態の値と理論標準偏差を掲載している。VaR制約がない経済においては、銀行の自己資本に対するショック $\epsilon_{\gamma,t}$ 、資本ストック保有の最大損失率に対するショック $\epsilon_{r_k,t}$ 、公債保有の最大損失率に対するショック $\epsilon_{r_b,t}$ の3つのショックは实体经济に影響を及ぼさないため、VaR制約がある場合の経済における標準偏差については、8つ全ての構造ショックが発生する経済と、上記の3つのショック以外のショックのみが発生する経済との2つの結果を報告している。

表2(1)からは、VaR制約に直面する経済においては、産出量や資本ストックの定常値が低く抑えられていることが見て取れる。それに対して、公債投資量や公債投資量と資本ストックの相対比率は、VaR制約に直面する経済の方が、そうでない場合と比べて高くなっていることが分かる。VaR制約が存在する場合、銀行は保有

²⁴開放経済にモデルを拡張した場合には資本流出が起こることにより、産出量の減少が起こりうると予想される。

²⁵なお、図表8-(5)では、公債保有のリスクが上昇したにもかかわらず、中期的には公債保有の相対的なシェアが上昇している。これは、2.7節で議論したように政府の租税政策ルール of 性質によるものである。

できるリスク量に制約があるために、銀行資産は相対的に公債に傾斜する。その結果、資本蓄積が阻害され、結果として産出量が押し下げられることになる。

表2(2)は各変数の標準偏差の理論値である。すべての変数において、VaR制約に直面する経済の方が変動が大きいことが見て取れる。つまり、VaR制約はショックに対する変動を増幅させる効果を持っていることがわかる。これは、VaR制約のもとでは、銀行の自己資本の内生的な調整が、銀行のバランスシートの規模とポートフォリオの内生的な変動を引き起こしているからである。バランスシートの規模の内生的な変動についてはAdrian and Shin (2011)でも強調されているが、ポートフォリオの内生的な変動は、我々のモデルに特有なものである。以上をまとめると、VaR制約は経済活動水準を全体として縮小させるとともに、ショックに対する経済変動を増幅させる効果を持つといえる。

3.5 各ショックの時系列的な寄与

最後に、1980年代から2000年代までの日本経済変動において、どのショックが定量的に重要であったのか、マクロ経済変数の要因分解を用いて検証を行う。表3は、各変数の変動におけるそれぞれのショックの寄与度を報告したものである²⁶。表3では、バブル崩壊以前（1981年第1四半期から1990年第4四半期）と、金融危機以降の低インフレ期（1997年第1四半期から2007年第4四半期）に焦点を当て、同時に、推定全期間における寄与度を計算している。ここでは、GDP、インフレ率、銀行の公債保有について、それらの伸び率の変動に大きく寄与しているショックを主に説明していく。

まず、GDPの変動についてはバブル崩壊以前、金融危機後、全期間のすべてのケースにおいて、一時的生産性ショックの変動がGDPの変動の主要因であったことが見て取れる。銀行危機以降では、1990年以前に比べるとGDP成長率は平均的に低下しているが、表3(1)からは、生産性ショックが依然として下押し圧力として働いていることを示している。他のショックも、GDPの成長率の変動に対する寄与度は小さいものの、同様に下押し圧力として働いていたことが窺える。

インフレ率についてみると、GDPとは対照的に、恒久的な生産性に対するショックが変動に大きく寄与している。一つの理由として、インフレ率がフォワードルッキングな変数であるために、一時的な生産性の変動にはあまり反応していないということが考えられる。1990年以前は、金融政策へのショックが恒久的生産性ショッ

²⁶各ショックによる内生変数の変動の分散を算出した上で、全てのショックについての分散の合計で除した値を寄与度と定義している。

クに次いでインフレの変動に寄与する一方、金融危機後は、銀行自己資本のショックがインフレ率の変動に大きく寄与している。また、1990年以前に比べると、銀行危機以降、インフレ率が低下しているが銀行自己資本と恒久的な生産性へのショックが主な下押し圧力として働いているということがわかる。上記の反応関数の分析において示された通り、生産性の成長率の減速、銀行の自己資本の毀損、公債保有の最大損失率の拡大は、レバレッジの縮小や資本ストック投資から公債への代替を通じて、貸出を引き締める効果を持つ。この結果、生産活動は停滞することになり、インフレ率は下落する。インフレ率の下落にはこの効果が比較的明確に見て取れる。また、既存文献と同様に、マークアップショックも下押し要因として働いている²⁷。

最後に、銀行の公債保有の変動について検証する。銀行の公債保有は、1990年代初頭から緩やかに上昇基調にあるが、この間、変動の主要因は恒久的な生産性ショックである。1990年代以前と銀行危機以降を比べると、後者の期間における生産性の伸び率の減速が、資本ストックへの投資を阻害し、公債の購入を促進していることが見て取れる。また、金融政策ショックの寄与度については、前者の期間において、恒久的生産性ショックの寄与度について高くなっている。これは、1990年以前には政策金利はゼロ金利制約下になく、政策による公債金利の変動の余地が比較的大きかったからだと推測される。すなわち、政策金利の変動に伴い、銀行は公債の保有割合を変化させたと解釈できる。それに対して、銀行危機以降は金融政策ショックの寄与度は非常に小さくなっているが、これはゼロ金利制約が原因であると思われる。また、銀行危機以降は、銀行自己資本へのショックと資本の最大損失率へのショックが、公債投資の変動に大きく寄与している。1990年以前と銀行危機以降を比較すると、銀行自己資本へのショックは、銀行バランスシートの縮小とレバレッジ縮小を通じて、公債投資の下押し圧力となっている。その一方、資本の最大損失率へのショックは、資本ストックから公債投資へというポートフォリオのシフトを通じて、公債投資の上押し圧力となっていることがわかる。一方、公債の最大損失率へのショックの寄与は無視しうるほど小さい。このショックは産出量、インフレ率、公債投資のいずれの変動に対しても寄与度が非常に小さい。これは日本公債の価格下落リスクがあまり顕在していないこと、また、銀行自己資本規制において、例え、規制を強化するにあたって公債は安全資産であるとみなされていることに起因すると考えられる。

上記の寄与度分析から示される通り、資本ストックの最大損失率や公債の最大損

²⁷マークアップショックがインフレ率の説明に重要な役割を果たしているという結果は既存研究と整合的である。Sugo and Ueda (2008) を参照。

失率へのショックは産出量とインフレの変動を説明する主要なショックであるとは言いがたい。しかし、この結果は必ずしも VaR 制約が経済変動を説明するにあたって重要ではないということの意味しない。上で議論している通り、銀行の自己資本は、それ自体の外生的な変動よりは、むしろ生産性ショックや公債のリスクショック等の他の経済ショックによって内生的に変動し、経済変動を増幅する役割を持っていたと考えられる。

4 結び

いわゆる「失われた10年」以降の日本経済は、国際的な水準から見ても公債残高水準が高いにも関わらずデフレが続いたという点で、物価変動の観点からは、興味深い時期であるといえる。また、金融部門の機能変化という視点からも、銀行の資産選択において、銀行が貸出から公債へ大きく傾斜していったという意味で特異な時期と言える。本稿では、VaR 制約の下での銀行の資産選択を明示的に取り入れた動学的一般均衡モデルを構築し、当モデルが、銀行による公債投資への傾斜とデフレとを整合的に説明できることを示している。日本経済は1990年代後半以降、生産性が低下するとともに、銀行はバーゼル規制などのリスクを考慮した経営をするようになった。また、バブル崩壊後の不良債権処理により銀行資本が毀損した。こうした環境変化に対して、銀行は企業貸し出しなどの実物投資よりも公債への選好を強め、この資産選択の変化は総需要と生産量の低下につながり、それが公債残高の積み上がりにもかかわらずデフレが発生した原因の一つであると考えられる。定量分析の結果に基づく、重要性の順に列挙するならば、(1)1990年代後半以降、生産性の成長率が低下したこと、(2)バブル崩壊後の不良債権処理により多くの銀行において自己資本の毀損が顕在化したこと、(3)バーゼル規制などを契機として、銀行がより投資のリスクに配慮した経営を求められるようになったこと、といった経済環境の変化に対して、銀行のリスクテイキング能力が制限された結果、公債への傾斜が進み、この資産選択の変化が総需要と生産量を押し下げたことが、公債残高の増大とデフレが同時に発生した原因の一つであると考えられる。

本稿の分析から導かれるのは、銀行のリスクテイキング能力に制約のある経済においては、実物資産への投資に伴うリスクの軽減を通じて実物資産への積極的な投資を促すような政策が望ましいという点である。生産性へのショック等、実物投資に伴う不確実性の増減については外生的な要因に由来する部分も存在すると考えられるが、マクロプルーデンス政策などによって、マクロ的なリスクの増幅を抑える

ことで軽減できる部分も存在すると考えられる。例えば、将来の金融政策の不確実性を軽減することは、金利の変動リスクなどの抑制を通じて、デフレ圧力の緩和に貢献する可能性もある。こうした議論については、今後の課題としたい。

参考文献

- [1] Aoki, K., Nilolov, K. (2011) “Bubbles, Banks and Financial Stability”, IMES Discussion Paper Series 2011-E-24, Institute for Monetary and Economic Studies, Bank of Japan.
- [2] Adrian, T., Shin, H. (2011) “Financial Intermediaries and Monetary Economics”, Chapter 12 of Handbook of Monetary Economics, Elsevier.
- [3] Bernanke, B. S., M. Gertler and S. Gilchrist (1999) “The Financial Accelerator in a Quantitative Business Cycle Framework,” in Handbook of Macroeconomics, J. B. Taylor and M. Woodford (eds.), Vol. 1, chapter 21, pp. 1341–1393.
- [4] Braun, R. A., Nakajima, T. (2011) “Why Prices Don’t Respond Sooner to a Prospective Sovereign Debt Crisis”, Institute of Economic Research, Kyoto University Discussion Paper Series No. 796
- [5] Braun, R. A., Shioji, E. (2007) “Investment Specific Technological Changes in Japan,” Seoul Journal of Economics, 20, 165–99.
- [6] Brunnermeier M., Sanikov, Y. (2011) “A Macroeconomic Model with a Financial Sector”, working paper, Princeton University”
- [7] Caballero, R., Hoshi, T., Kashyap, A. (2008) “Zombie lending and depressed restructuring in Japan”, American Economic Review 98, pp. 1943–1977.
- [8] Devereux M., Sutherland, A. (2011) “Country Portfolios in Open Economy Macro Models”, Journal of the European Economic Association 9, pp. 337-369
- [9] Devereux M., Sutherland, A. (2010) “Country Portfolio Dynamics”, Journal of Economic Dynamics and Control 34, pp. 1325-1342
- [10] Doi, T., Hoshi, T., Okimoto, T. (2011) “Japanese Government Debt and Sustainability of Fiscal Policy”, NBER Working Paper No. 17305.

- [11] Fernandez-Villaverde J., Gust, C., Lopez-Salido, C., Rubio-Ramirez, J. (2011) “Volatility Shocks, Liquidity Demand, and Asset Pricing”, mimeo
- [12] Fueki, T. Fukunaga, I. Ichiue, H., Shirota, T. (2010) “Measuring Potential Growth with an Estimated DSGE Model of Japan’s Economy”, Bank of Japan Working Paper Series 10-E-13
- [13] Gerali, A., Neri, S., Sessa, L., Signoretti, F. (2009) “Credit and Banking in a DSGE Model of the Euro Area”., working paper.
- [14] Gertler, M., Karadi, P. (2011) “A Model of Unconventional Monetary Policy”, *Journal of Monetary Economics* 58, pp. 17-34.
- [15] Gilchrist, S. and J. V. Leahy (2002) “Monetary Policy and Asset Prices,” *Journal of Monetary Economics*, Vol. 49, No. 1, pp. 75–97.
- [16] Hayakawa, H., Maeda, E. (2000) “Understanding Japan’s Financial and Economic Developments Since Autumn 1997”, Bank of Japan Working Paper Series 00-1.
- [17] Hayashi F., Prescott, E. (2002) “The 1990s in Japan: A Lost Decade”, *Review of Economic Dynamics* 5, pp. 206-235
- [18] Hirose, Y., Kurozumi, Y. (2010) “Do Investment-Specific Technological Changes Matter for Business Fluctuations? Evidence from Japan,” Bank of Japan Working Paper Series, Bank of Japan.
- [19] Hoshi, T., Kashyap, A. (2004) “Japan’s Financial Crisis and Economic Stagnation” *Journal of Economic Perspectives*, 18, pp. 3-26.
- [20] Hoshi, T., Kashyap, A. (2010) “Will the U.S. bank recapitalization succeed? Eight lessons from Japan” *Journal of Financial Economics*, forthcoming.
- [21] Imrohroglu, S., Sudo, N. (2011) “Will a Growth Miracle Reduce Debt in Japan?,” IMES Discussion Paper Series 11-E-1, Institute for Monetary and Economic Studies, Bank of Japan.
- [22] Kaihatsu, S., and T. Kurozumi. (2010) “Sources of Business Fluctuations: Financial or Technology Shocks?” Bank of Japan Working Paper Series, No. 10-E-12.

- [23] Kato, R., T. Tsuruga (2011) “Bank Overleverage and Macroeconomic Fragility,” IMES Discussion Paper Series 11-E-15, Institute for Monetary and Economic Studies, Bank of Japan.
- [24] Kocherlakota N.(2011) “Central Bank Independence and Sovereign Default,” Speech made at Sovereign Debt Seminar CME Group-MSRI Prize in Innovative Quantitative Applications.
- [25] Korinek, A. (2011) “Systemic Risk-Taking: Amplification Effects, Externalities, and Regulatory Responses,” Working Paper, University of Maryland
- [26] Gilchrist, S., J. V. Leahy (2002) “Monetary Policy and Asset Prices,” *Journal of Monetary Economics*, Vol. 49, No. 1, pp. 75–97.
- [27] Nolan, C., C. Thoenissen (2009) “Financial Shocks and the US Business Cycle,” *Journal of Monetary Economics*, 56, pp. 596–604.
- [28] Otsu K. (2011) “Accounting for Japanese Business Cycles: a Quest for Labor Wedges,” forthcoming, *Monetary and Economic Studies*, Institute for Monetary and Economic Studies, Bank of Japan.
- [29] Rotemberg, J. (1982) “Sticky Prices in the United States”, *Journal of Political Economy* 90 pp. 1187-1211.
- [30] Smets, F., Wouters, R. (2003) “An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Euro Area”, *Journal of the European Economic Association* 1, pp. 1123-1175.
- [31] Sudo, N. (2011) “Accounting for the Decline in the Velocity of Money in the Japanese Economy”, IMES Discussion Paper Series 11-E-06, Institute for Monetary and Economic Studies, Bank of Japan.
- [32] Sugo, T., Ueda, K. (2008) “Estimating a dynamic stochastic general equilibrium model for Japan”, *Journal of the Japanese and International Economies* 22, pp. 476-502.
- [33] Woodford, M., (2001) “Fiscal Requirements for Price Stability”, *Journal of Money, Credit and Banking* 33 pp. 669-728

[34] 岩本康志、榎本英高 (2008) 「長期低迷・デフレと財政」、日本銀行ワーキング
ペーパーシリーズ、No.08-J-3.

モデルの推計結果

(1) 推計されたパラメーター (事前分布および事後分布)

パラメーター	事前分布	事前平均	事前標準 偏差	事後分布			
				平均	5%	95%	
κ_p	価格調整費用	norm	4	1.5	6.09	6.08	6.11
ϕ	金融政策ルール (インフレ率への反応)	norm	1.5	0.125	1.19	1.19	1.19
ρ_A	金融政策ルール (自己ラグ)	norm	0.75	0.125	0.93	0.93	0.93
γ	銀行部門の生存率の定常値	norm	0.9	0.01	0.90	0.90	0.90
r_k	資本ストックの最大損失率の定常値	norm	0.7	0.01	0.70	0.70	0.70
r_b	公債の最大損失率の定常値	norm	0.95	0.01	0.95	0.95	0.95
T	財政政策のパラメータ	norm	0.01	0.01	0.003	0.002	0.004
ψ	租税の公債残高に対する弾力性	norm	2	0.125	1.97	1.96	1.97
G/X	政府支出の GDP に対するシェアの定常値	norm	0.17	0.1	0.17	0.16	0.17
ε	最終財の多様性に対する選好パラメータの定常値	norm	7	0.125	6.97	6.97	7.00
ρ_z	恒久的な技術進歩ショック AR	beta	0.75	0.22	0.98	0.98	0.98
ρ_A	一時的な技術進歩ショック AR	beta	0.129	0.22	0.64	0.63	0.64
ρ_γ	銀行の自己資本ショック AR	beta	0.75	0.22	0.98	0.98	0.98
ρ_{r_k}	資本ストック投資の最大損失率へのショック AR	beta	0.75	0.22	0.83	0.83	0.83
ρ_{r_b}	公債保有の最大損失率へのショック AR	beta	0.129	0.22	0.74	0.74	0.75
ρ_G	政府支出ショック AR	beta	0.129	0.22	0.99	0.99	0.99
σ_r	金融政策ショック SD	invg	0.009	Inf	0.005	0.002	0.009
σ_z	恒久的な技術進歩ショック SD	invg	0.035	Inf	0.005	0.005	0.005
σ_A	一時的な技術進歩ショック SD	invg	0.009	Inf	0.083	0.079	0.086
σ_ε	価格マークアップ・ショック SD	invg	0.009	Inf	2.646	2.612	2.617
σ_γ	銀行の自己資本ストックショック SD	invg	0.035	Inf	0.039	0.034	0.042
σ_{r_k}	資本ストック投資の最大損失率へのショック SD	invg	0.009	Inf	0.154	0.134	0.174
σ_{r_b}	公債保有の最大損失率へのショック SD	invg	0.035	Inf	0.005	0.002	0.009
σ_G	政府支出ショック SD	invg	0.035	Inf	0.280	0.260	0.320

(2) カリブレートしたパラメーター

α	資本分配率	0.35
β	家計の主観的割引率	0.99
η	家計の労働の不効用に対する選好	0.5
δ	資本減耗率	0.025

VaR制約の効果

(1) 定常状態における均衡値の大きさの比較

		VaR制約が存在する経済	VaR制約が存在しない経済
y	産出量の定常値	1.5	2.3
k	資本蓄積の定常値	6.6	19.3
b	公債投資量の定常値	1.5	0.9
b/k	公債投資と資本蓄積の相対比率の定常値	0.2	0.1

(2) 定常状態周辺における変動の大きさの比較

		VaR制約が存在する経済		VaR制約が存在しない経済
$std(\Delta y)$	産出量の伸び率の標準偏差	0.30	[0.26]	0.20
$std(\Delta k)$	資本蓄積の伸び率の標準偏差	0.07	[0.04]	0.02
$std(\Delta b)$	公債投資量の伸び率の標準偏差	0.15	[0.12]	0.11
$std(\Delta(b+k))$	レバレッジの伸び率の標準偏差	0.07	[0.05]	0.03
$std(\pi)$	物価上昇率の標準偏差	0.15	[0.08]	0.07

(注) (2)の[]内の数字は、銀行の自己資本ショック、資本ストックおよび公債保有の最大損失率ショックがない場合の標準偏差。

(表3)

マクロ変数の変動に占める各ショックの変動の寄与

(1) 産出量 (前期比のトレンドからの乖離)

	①90年以前 (1981Q1-1990Q4)	②銀行危機以降 (1997Q4-2007Q4)	②-①	全期間 (1981Q1-2007Q4)
平均変化率 (%)	0.4	0.1		
恒久的な生産性へのショック	5.6	2.1	(▼)	6.7
一時的な生産性へのショック	68.8	82.0	(▼)	72.0
銀行の自己資本へのショック	3.8	3.8	(▼)	4.3
資本の最大損失率へのショック	2.7	2.5	(▼)	2.7
公債の最大損失率へのショック	0.0	0.0	(▼)	0.0
マークアップへのショック	14.8	6.7	(▼)	10.5
金融政策へのショック	1.3	0.0	(▼)	0.8
財政支出へのショック	3.1	2.9	(△)	3.0

(2) インフレ率 (前期比のトレンドからの乖離)

	①90年以前 (1981Q1-1990Q4)	②銀行危機以降 (1997Q4-2007Q4)	②-①	全期間 (1981Q1-2007Q4)
平均変化率 (%)	0.3	-0.3		
恒久的な生産性へのショック	49.7	30.0	(▼)	41.9
一時的な生産性へのショック	5.0	3.2	(△)	6.2
銀行の自己資本へのショック	2.3	42.1	(▼)	13.0
資本の最大損失率へのショック	4.1	14.3	(△)	6.0
公債の最大損失率へのショック	0.0	0.0	(▼)	0.0
マークアップへのショック	11.4	5.8	(▼)	9.3
金融政策へのショック	26.6	3.6	(△)	22.8
財政支出へのショック	0.9	1.0	(△)	0.9

(3) 公債投資 (前期比のトレンドからの乖離)

	①90年以前 (1981Q1-1990Q4)	②銀行危機以降 (1997Q4-2007Q4)	②-①	全期間 (1981Q1-2007Q4)
平均変化率 (%)	-0.2	0.4		
恒久的な生産性へのショック	23.1	32.5	(△)	35.0
一時的な生産性へのショック	9.7	16.8	(▼)	13.2
銀行の自己資本へのショック	3.4	20.4	(▼)	5.9
資本の最大損失率へのショック	5.7	19.9	(△)	5.8
公債の最大損失率へのショック	0.0	0.0	(▼)	0.0
マークアップへのショック	17.2	4.2	(▼)	9.5
金融政策へのショック	31.6	1.9	(▼)	23.0
財政支出へのショック	9.2	4.2	(△)	7.5

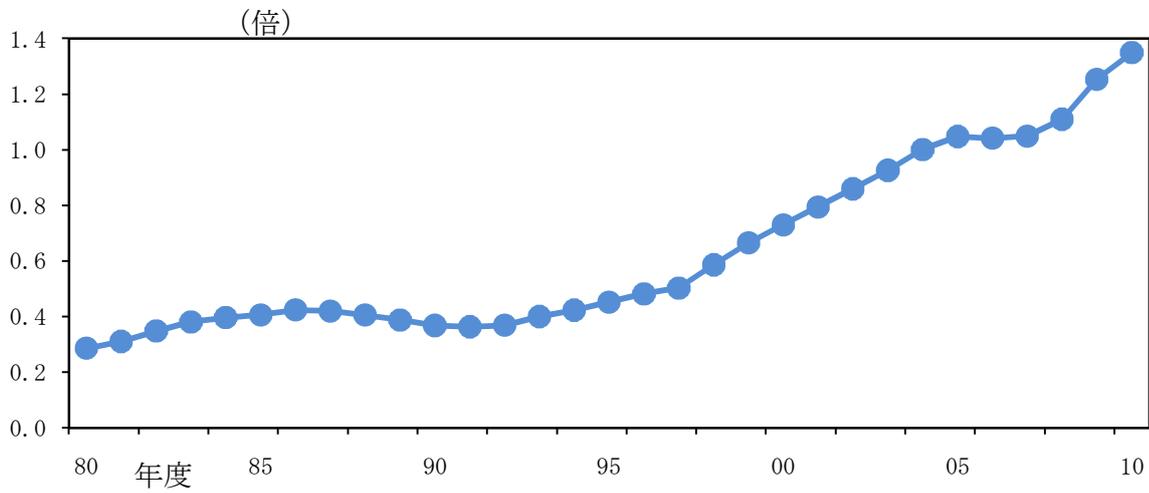
(注1) △ (▼) は、②期の当該ショックが①の期対比で正 (負) に寄与していることを示す。

(注2) マークアップへのショックなどの寄与は、マークアップへのショックの他に、推計の初期値に依存する部分の寄与を含むが、前者に比べて後者の寄与は無視できるほど小さい。

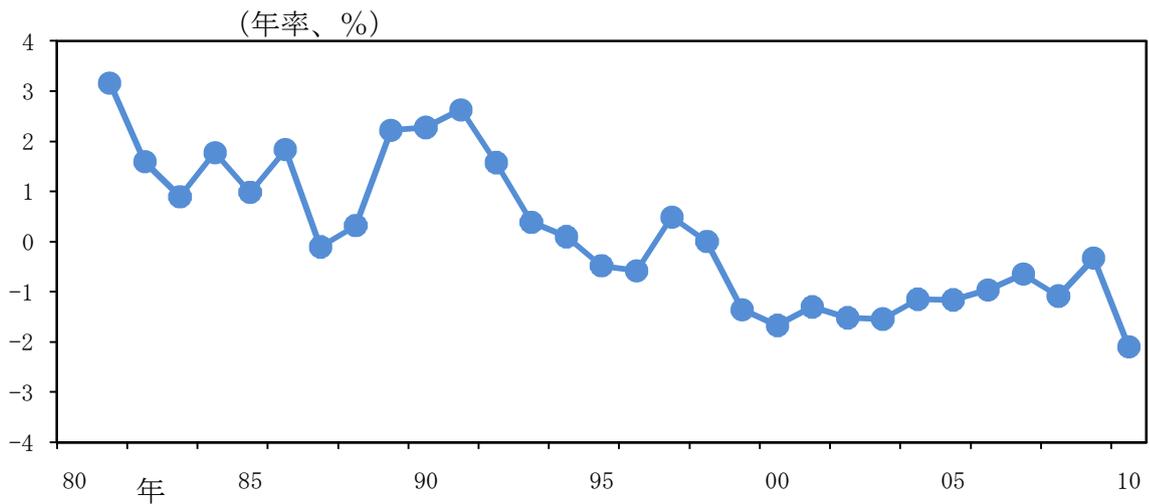
(図表 1)

公債発行残高の増大とデフレ

(1) GDPに占める公債の発行割合



(2) 物価の上昇率 (GDPデフレーター)

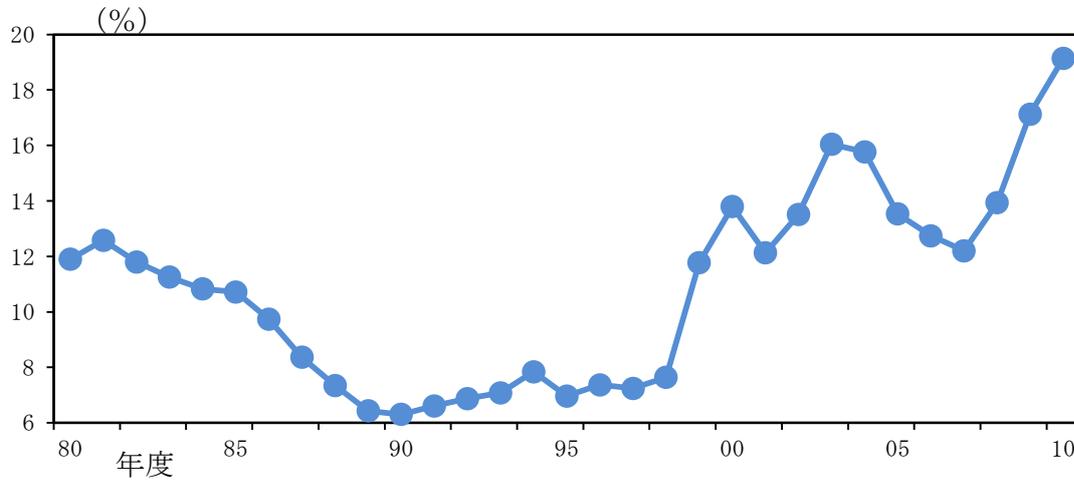


(注) 財務省統計、内閣府「国民経済計算」

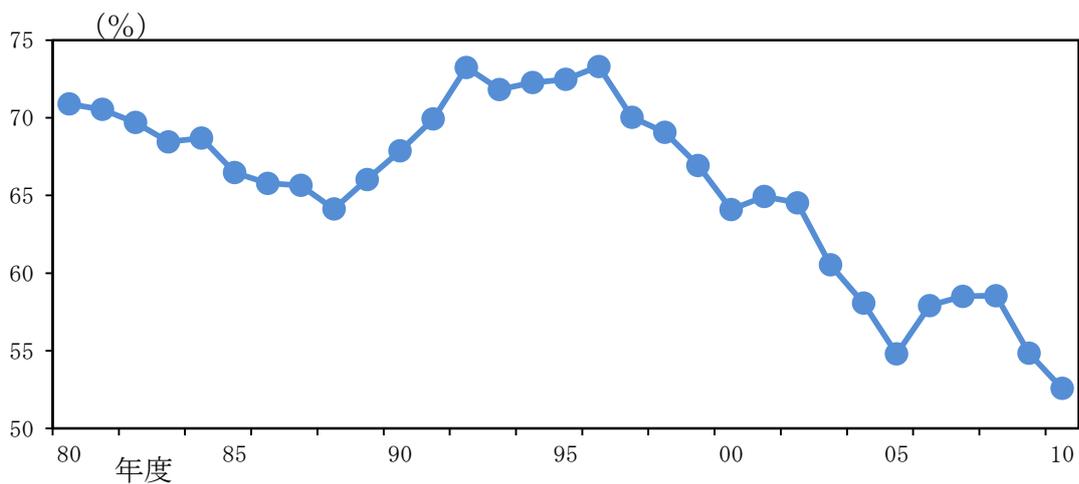
(図表 2)

銀行の資産内訳

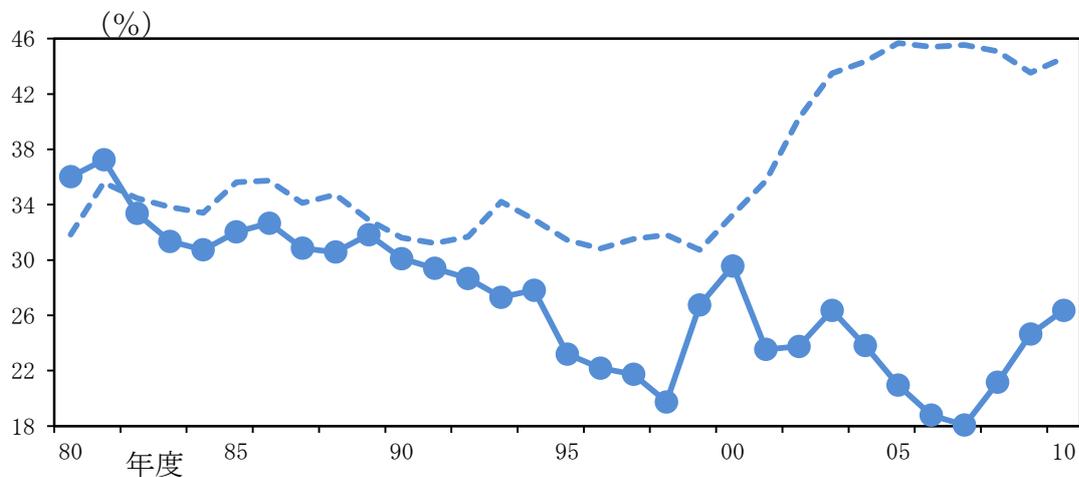
(1) 銀行資産に占める公債の割合 (国内銀行)



(2) 銀行資産に占める貸出の割合 (国内銀行)

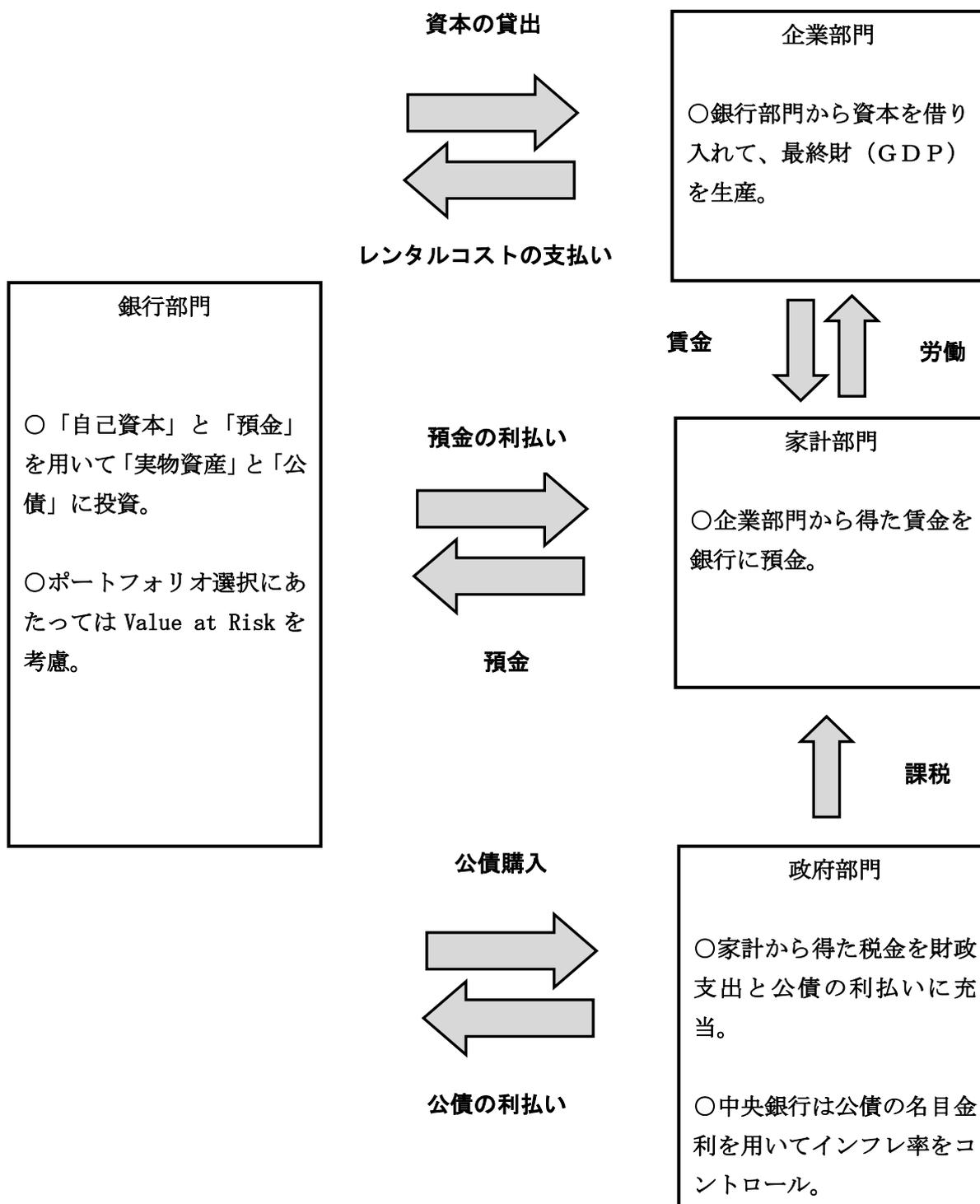


(3) 国内銀行が保有する公債の割合 (点線はゆうちょ含むベース)



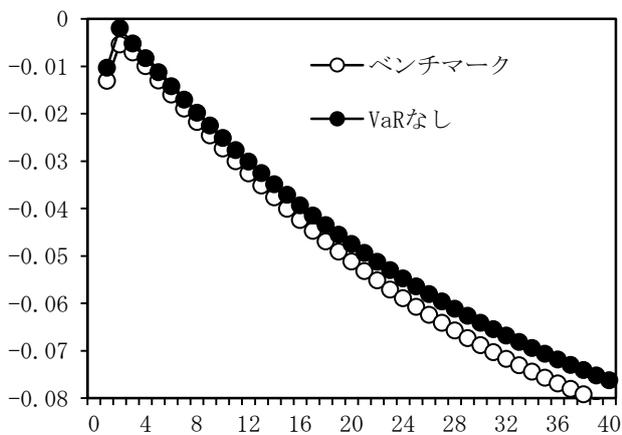
(注) 財務省統計、日本銀行「資金循環統計」

(図表 3)

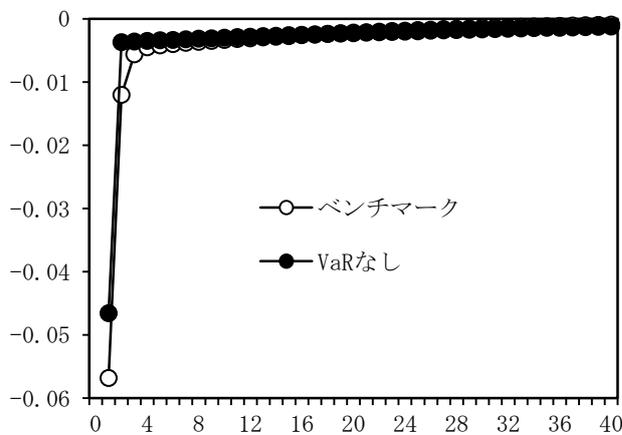


恒久的な生産性ショックに対するマクロ変数の反応

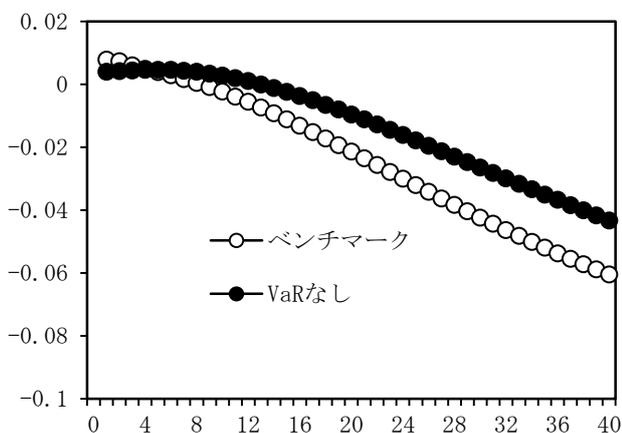
(1) 産出量



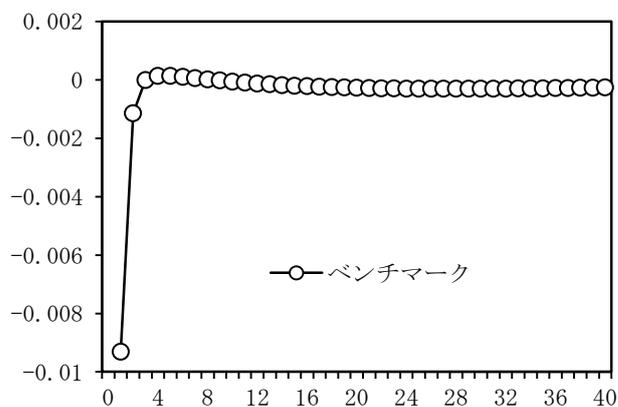
(2) インフレ率



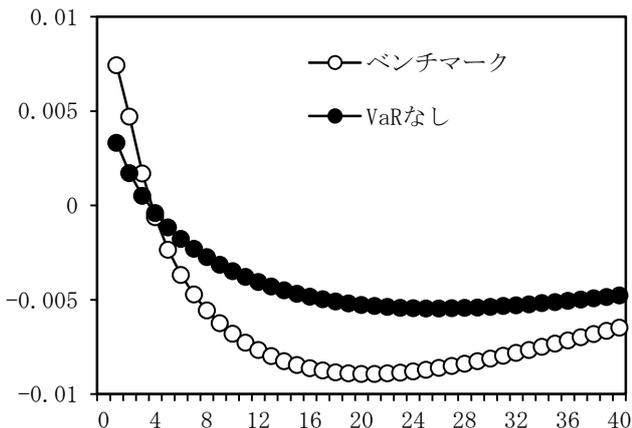
(3) 総投資 (資本ストック+公債)



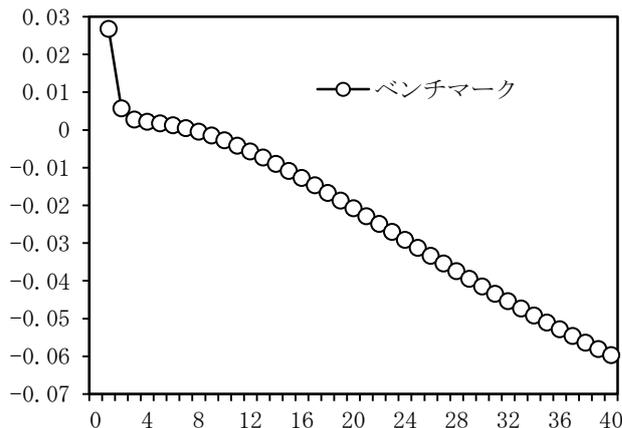
(4) 資本ストックのスプレッド



(5) 公債購入/資本ストック投資



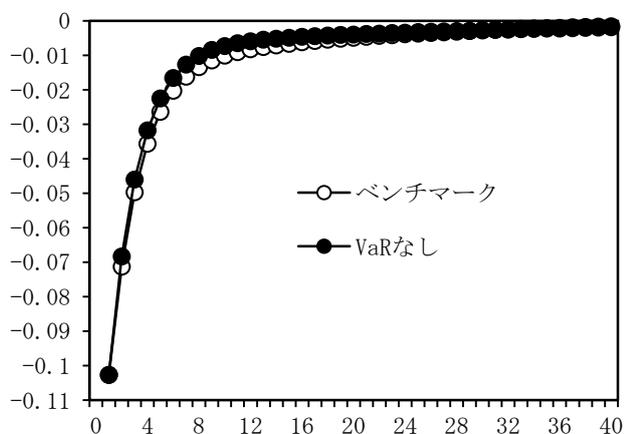
(6) 銀行の自己資本



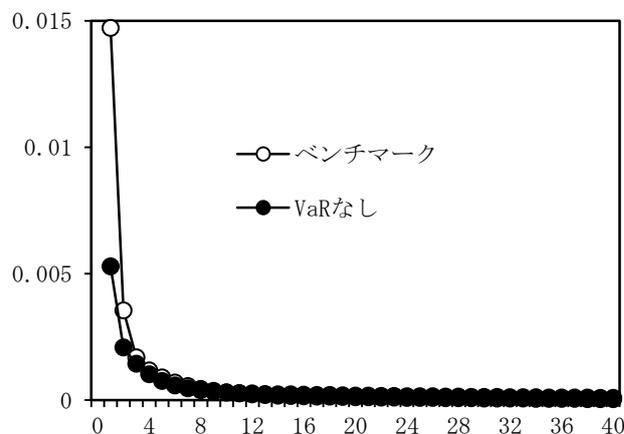
(注) 縦軸は定常状態からの乖離幅、横軸は四半期。

一時的な生産性ショックに対するマクロ変数の反応

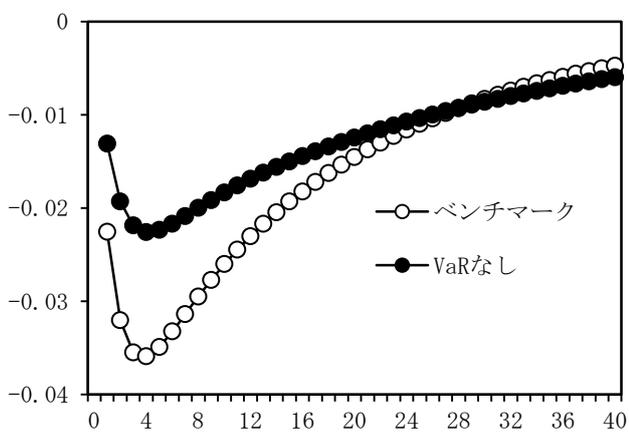
(1) 産出量



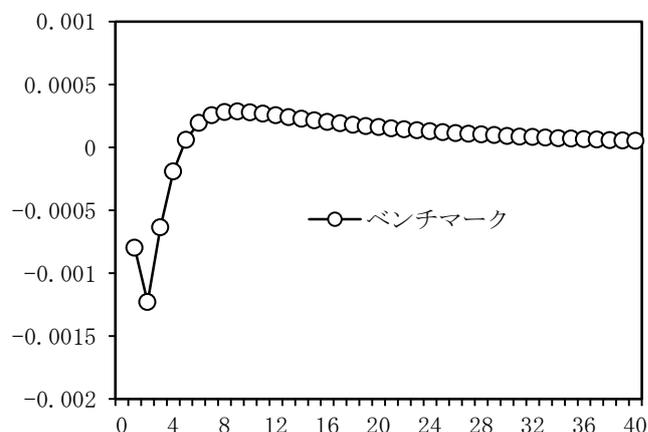
(2) インフレ率



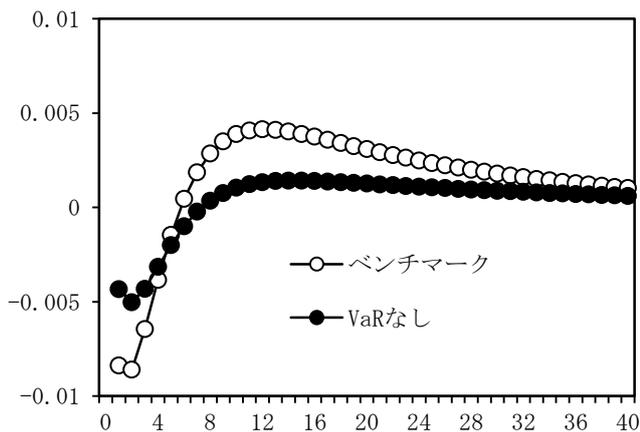
(3) 総投資 (資本ストック+公債)



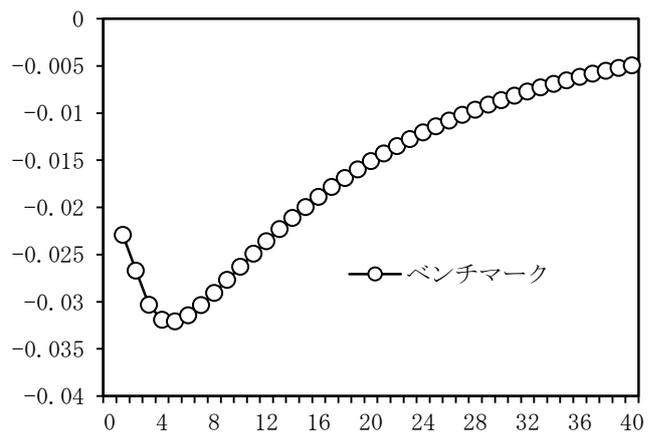
(4) 資本ストックのスプレッド



(5) 公債購入/資本ストック投資



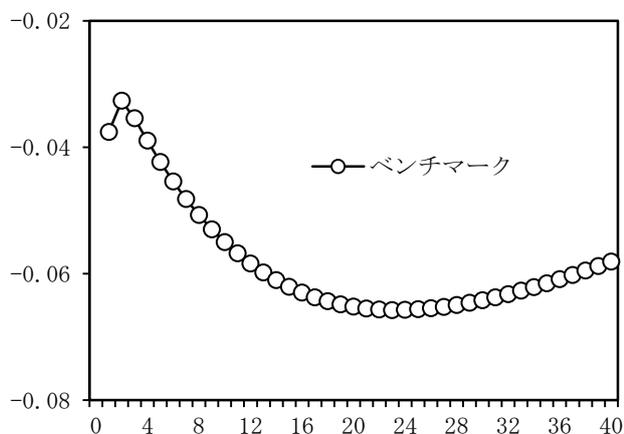
(6) 銀行の自己資本



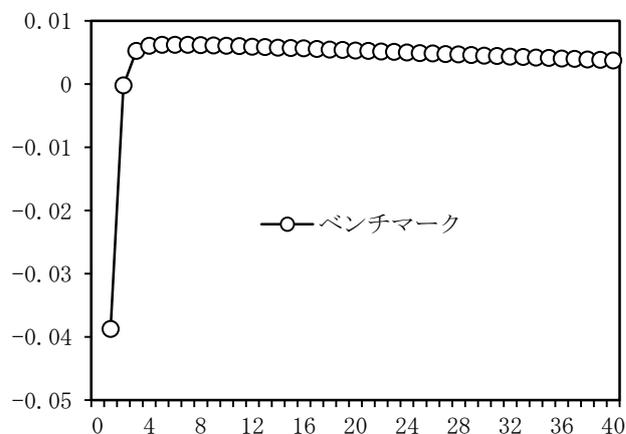
(注) 縦軸は定常状態からの乖離幅、横軸は四半期。

銀行資本ショックに対するマクロ変数の反応

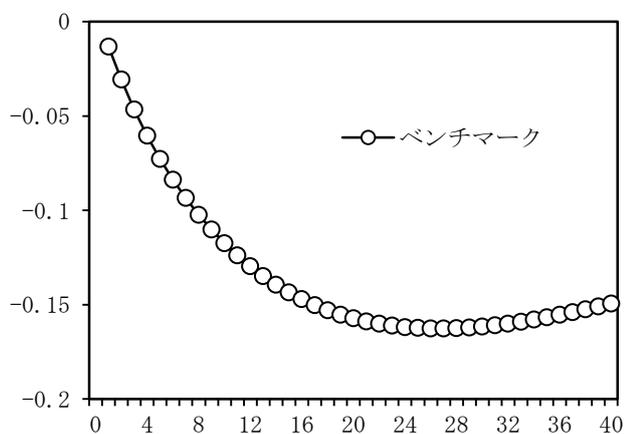
(1) 産出量



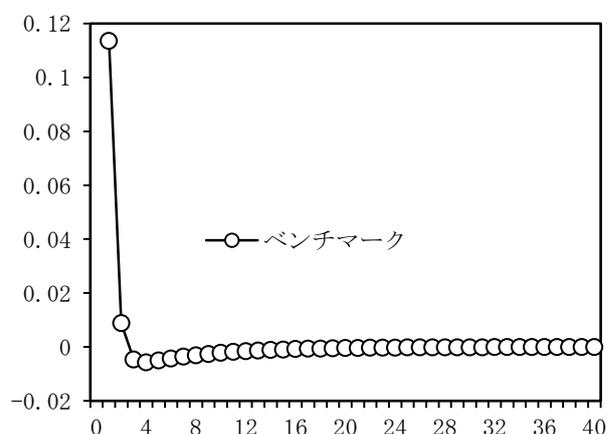
(2) インフレ率



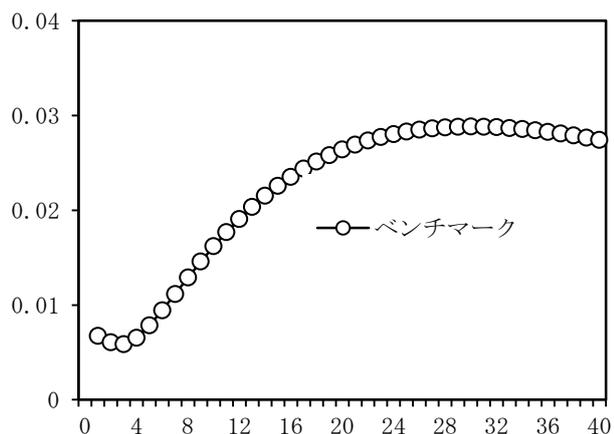
(3) 総投資 (資本ストック+公債)



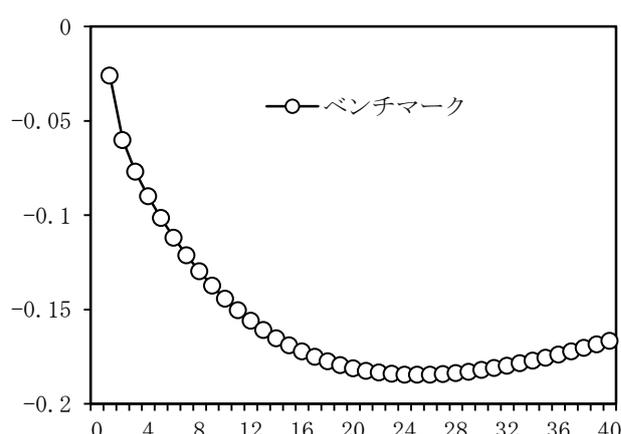
(4) 資本ストックのスプレッド



(5) 公債購入/資本ストック投資



(6) 銀行の自己資本

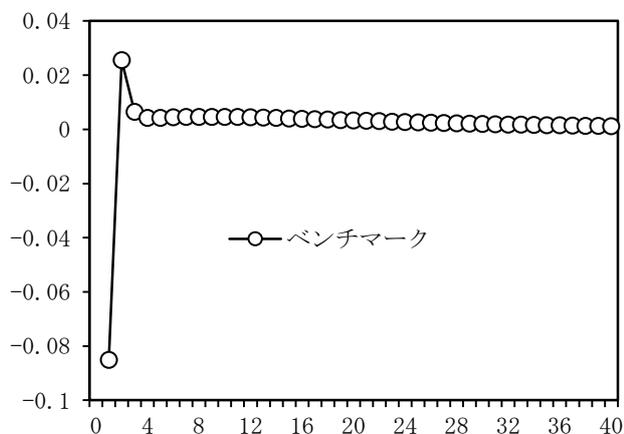


(注) 縦軸は定常状態からの乖離幅、横軸は四半期。

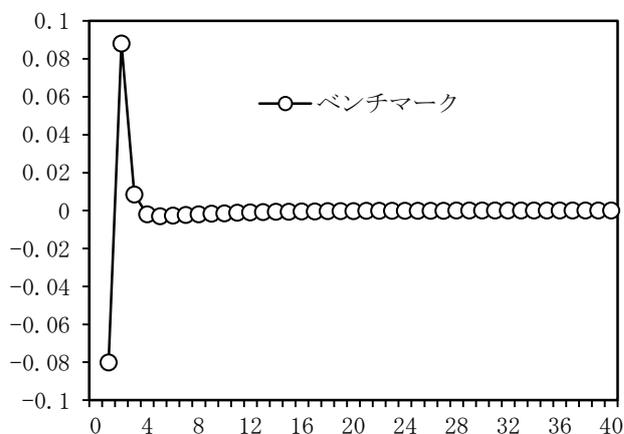
(図表7)

資本保有の最大損失率へのショックに対するマクロ変数の反応

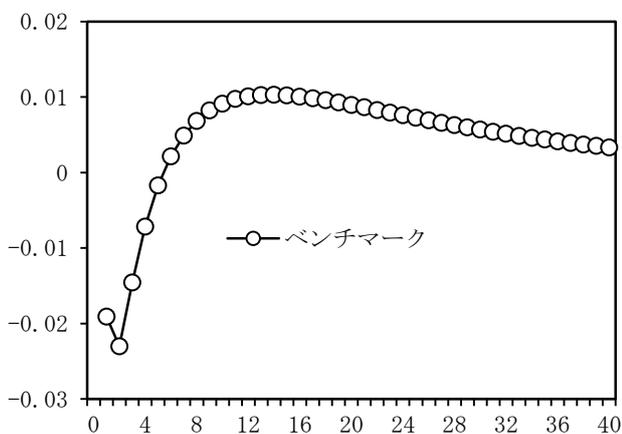
(1) 産出量



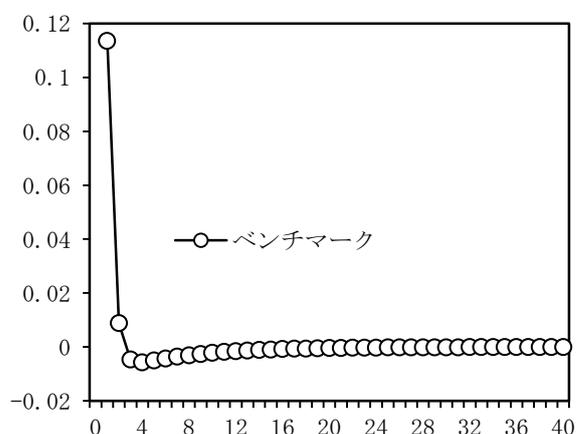
(2) インフレ率



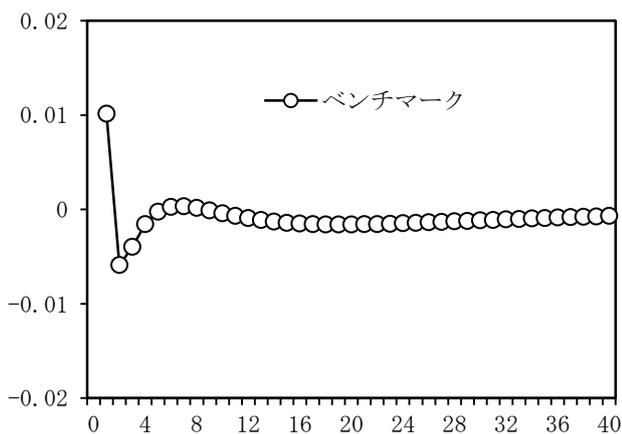
(3) 総投資 (資本ストック+公債)



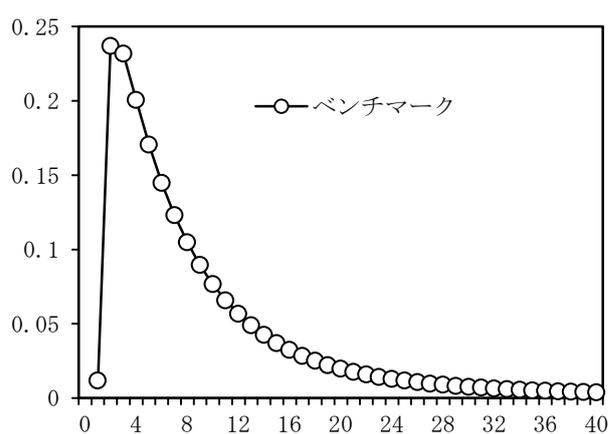
(4) 資本ストックのスプレッド



(5) 公債購入/資本ストック投資



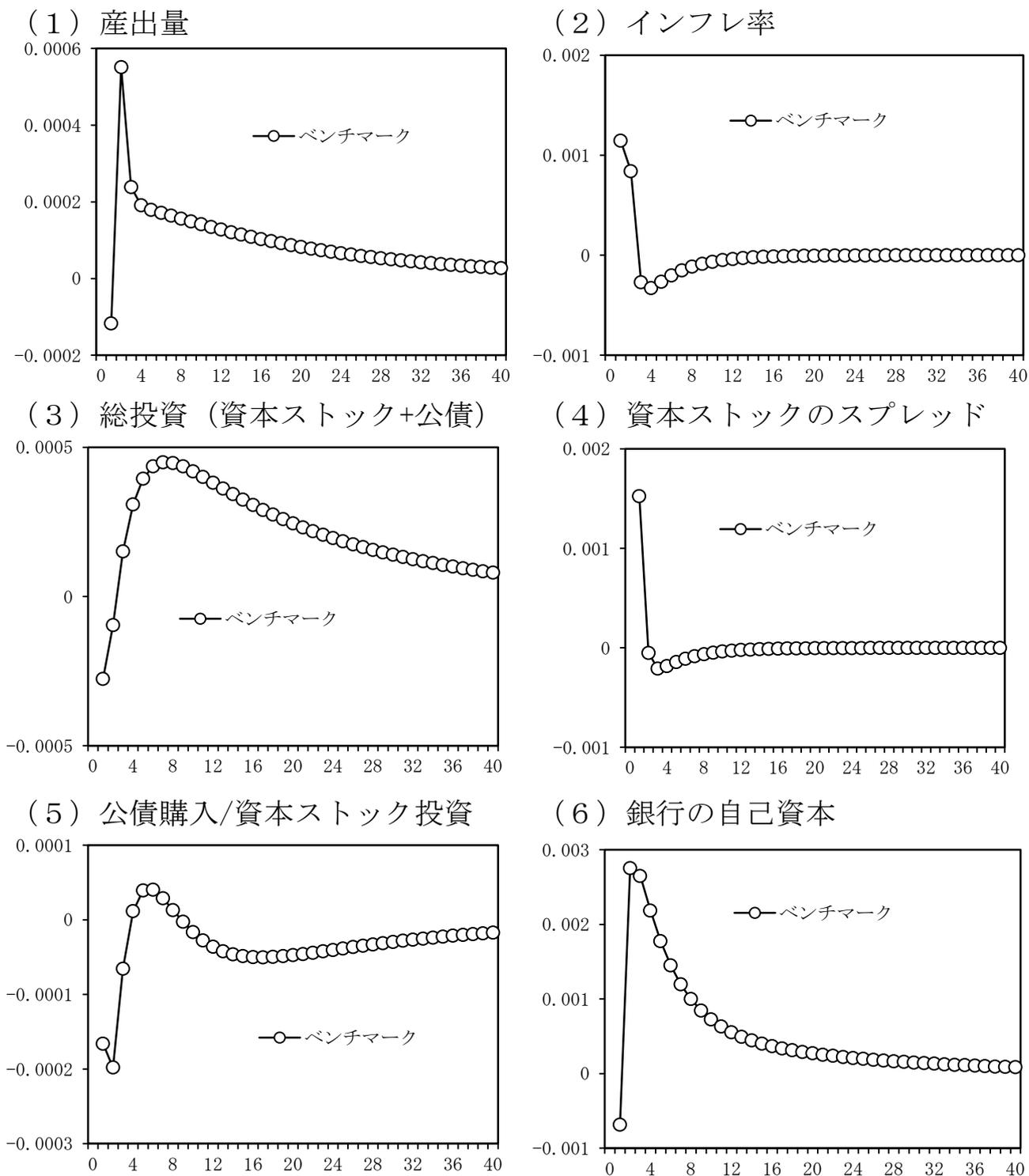
(6) 銀行の自己資本



(注) 縦軸は定常状態からの乖離幅、横軸は四半期。

(図表 8)

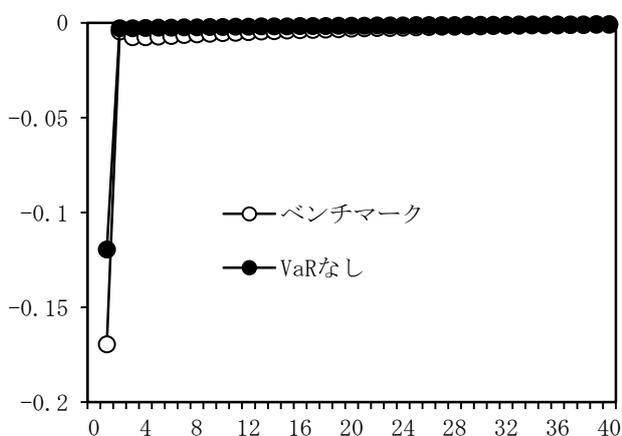
公債保有の最大損失率へのショックに対するマクロ変数の反応



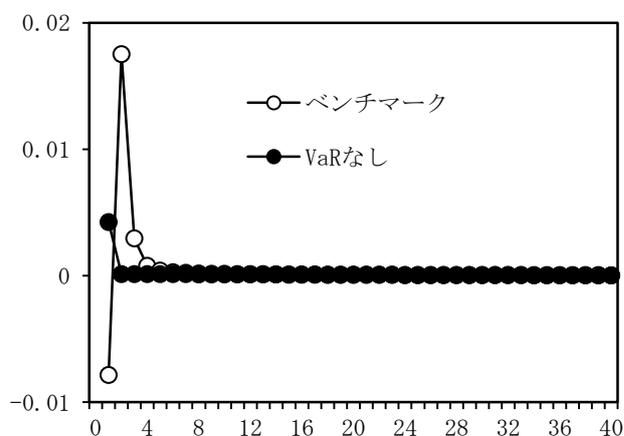
(注) 縦軸は定常状態からの乖離幅、横軸は四半期。

マークアップショックに対するマクロ変数の反応

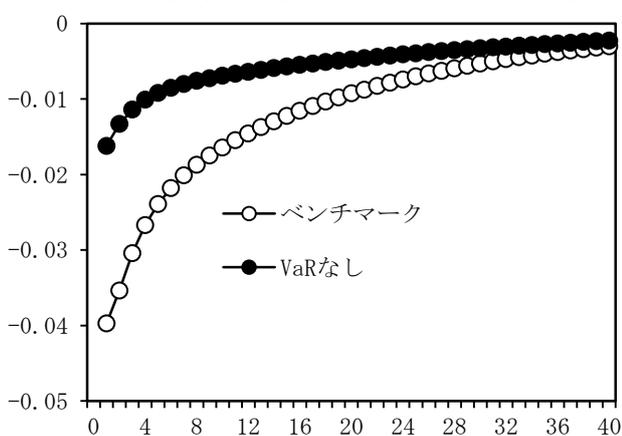
(1) 産出量



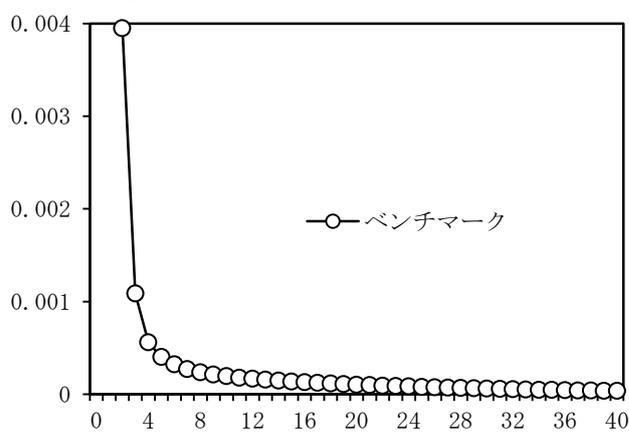
(2) インフレ率



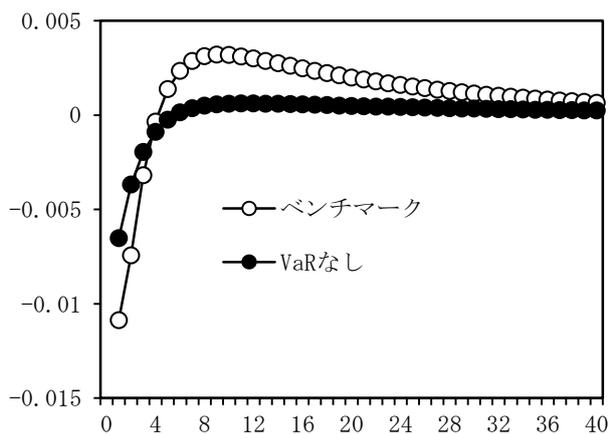
(3) 総投資 (資本ストック+公債)



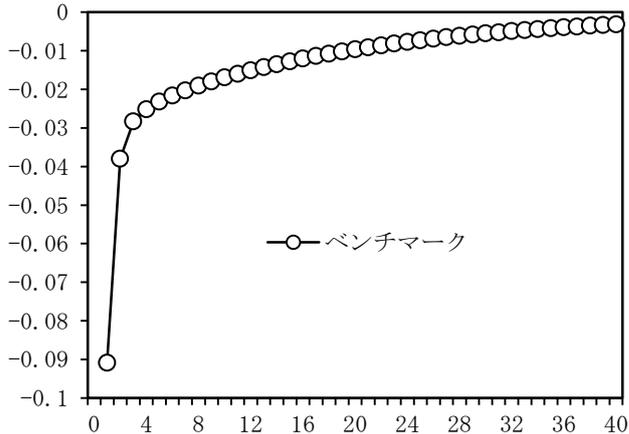
(4) 資本ストックのスプレッド



(5) 公債購入/資本ストック投資



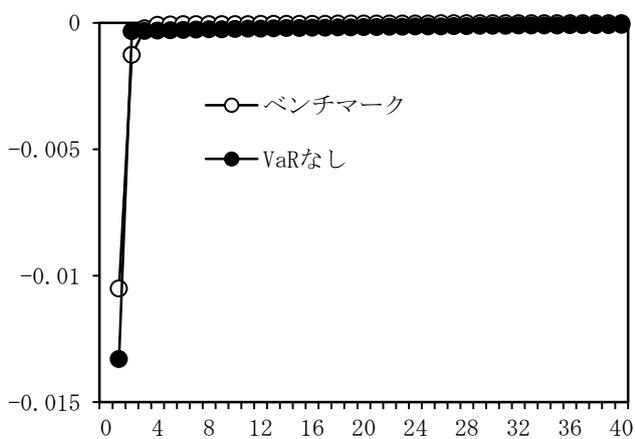
(6) 銀行の自己資本



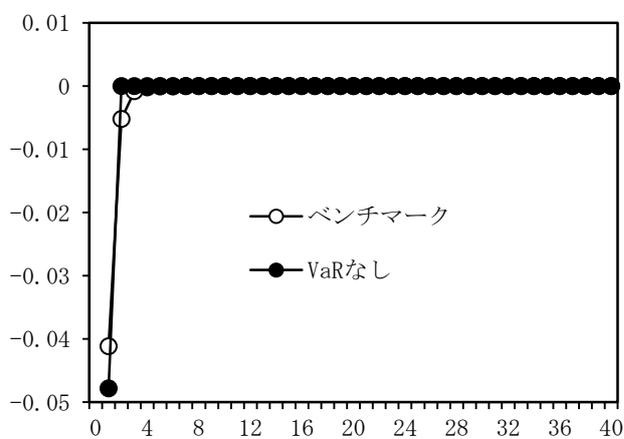
(注) 縦軸は定常状態からの乖離幅、横軸は四半期。

金融政策ショックに対するマクロ変数の反応

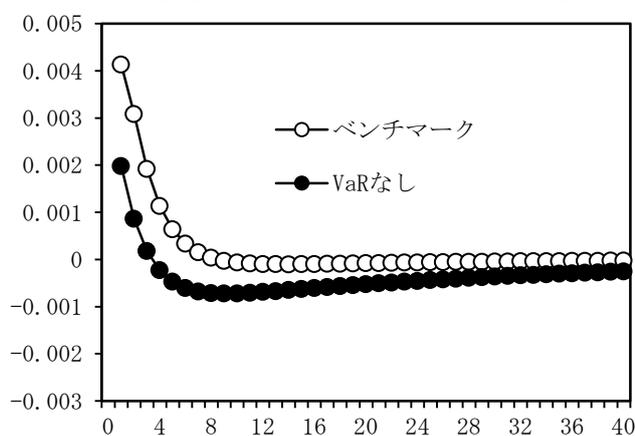
(1) 産出量



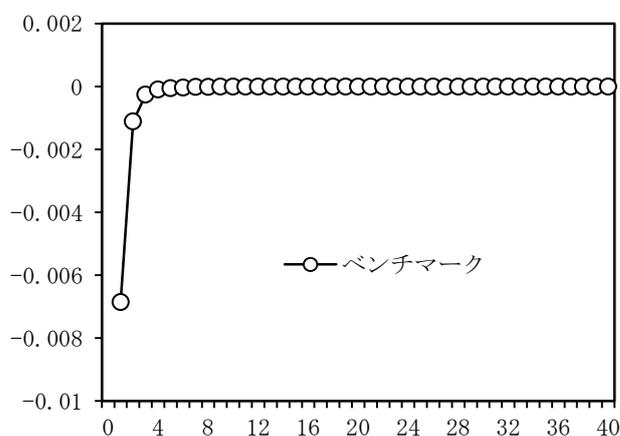
(2) インフレ率



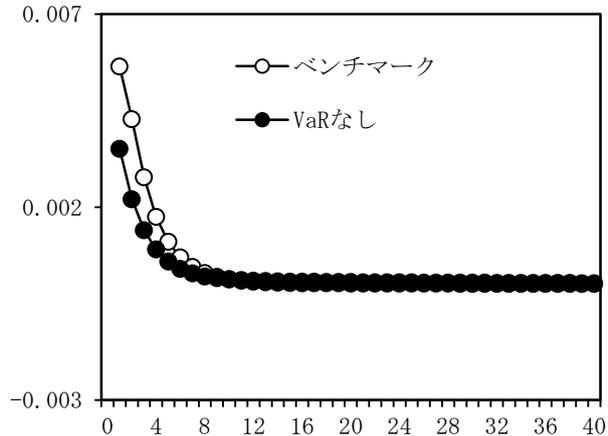
(3) 総投資 (資本ストック+公債)



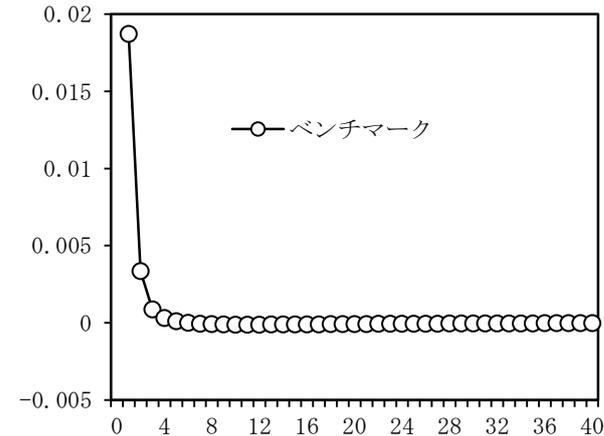
(4) 資本ストックのスプレッド



(5) 公債購入/資本ストック投資



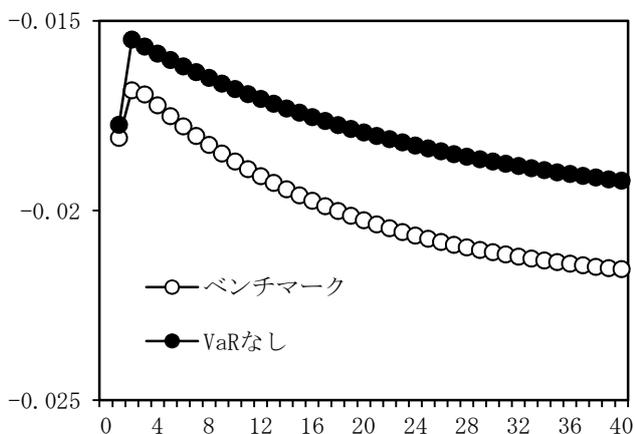
(6) 銀行の自己資本



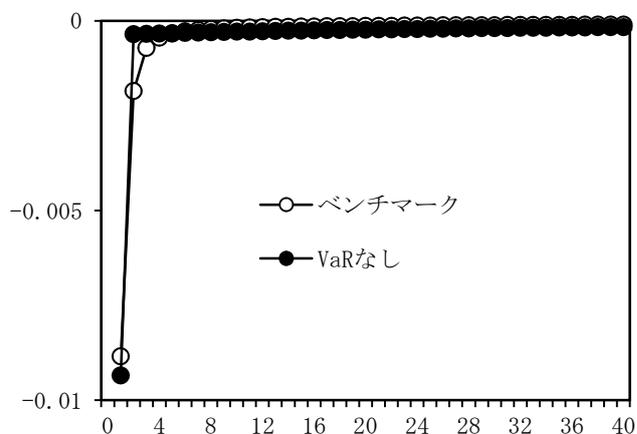
(注) 縦軸は定常状態からの乖離幅、横軸は四半期。

財政支出ショックに対するマクロ変数の反応

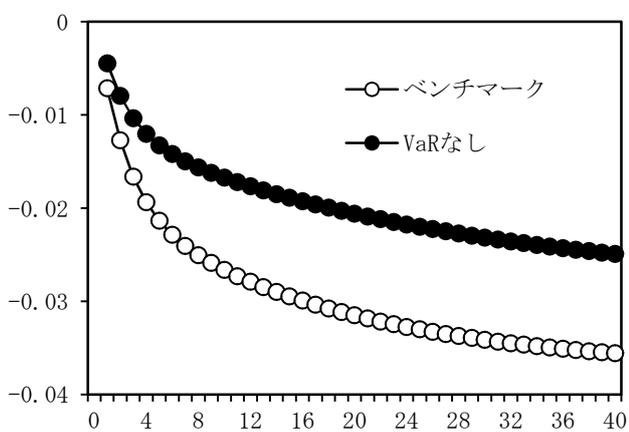
(1) 産出量



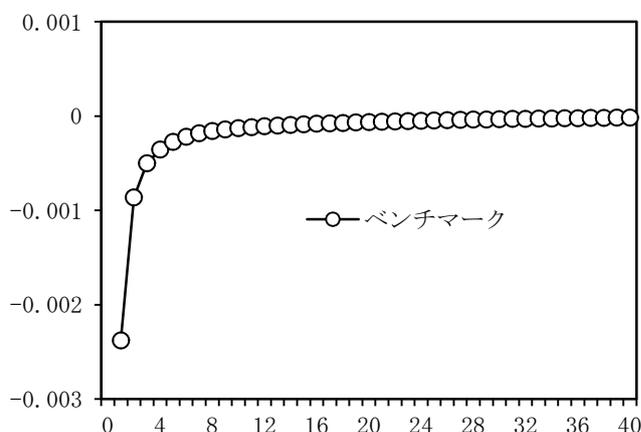
(2) インフレ率



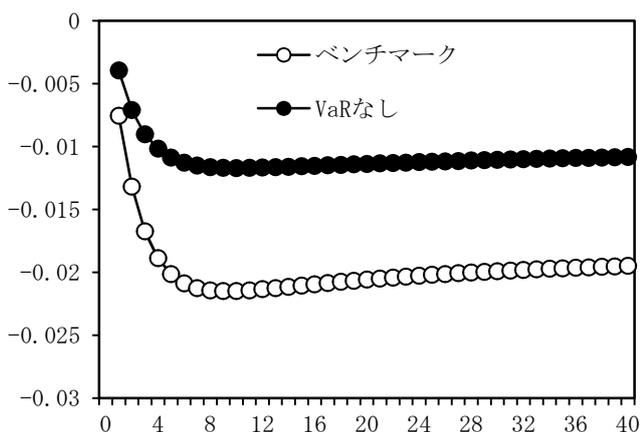
(3) 総投資 (資本ストック+公債)



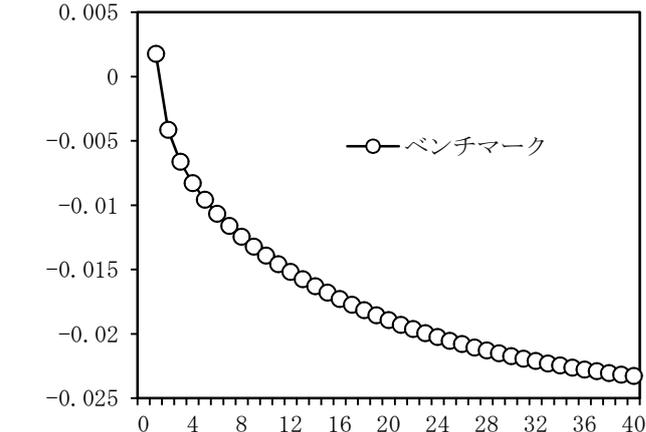
(4) 資本ストックのスプレッド



(5) 公債購入/資本ストック投資



(6) 銀行の自己資本



(注) 縦軸は定常状態からの乖離幅、横軸は四半期。