



金融市場の不完全性と日本における景気変動に関する研究：ベイジアンDSGEモデルによる考察

星野，聡志

(Degree)

博士（経済学）

(Date of Degree)

2019-03-25

(Date of Publication)

2022-03-25

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲第7410号

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1007410>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



博士論文

平成30年12月

神戸大学大学院経済学研究科

経済学専攻

指導教員 地主敏樹

星野聡志

博士論文

金融市場の不完全性と日本における 景気変動に関する研究：ベイジアン DSGEモデルによる考察

平成30年12月

神戸大学大学院経済学研究科

経済学専攻

指導教員 地主敏樹

星野聡志

謝辞

本稿の作成に限らず大学院生活を通して多くの方々に支えられてきました。指導教員の地主敏樹先生には、5年間の大学院生活を通して多くのことを学ばさせていただき、また、そのような機会を多く提供していただきました。そして、いつも親身に相談に載ってくださいました。心より感謝申し上げます。北野重人先生には、大学院入学時からDSGEモデルや金融的摩擦に関する研究について懇切丁寧に指導していただきました。西山慎一先生には、DSGEの実証分析に関する手法やテクニックについてご教授いただくことに加え、論文に対する有益なコメントをいくつもいただきました。砂川武貴先生にはバイズ推定の手法やソフトウェアの使用方法について教えていただきました。

また、桃山学院大学の井田大輔先生には、大学生の時から、長年に渡り、研究に限らず多くの相談にのっていただきました。経済学について何も知識のない当時の私に、多くの時間を割いて指導していただきました。松山大学の蓮井康平先生には、論文の構成や分析に関してコメントしてくださいました。岡山商科大学の井尻裕之先生にも、親身に相談に載っていただきました。心より感謝申し上げます。

そして最後に、いつも気にかけてくれる家族に感謝を伝えたいと思います。これまで、決して順調とは言えない20数年で、家族には多くの迷惑をかけてきました。しかし、いつも真剣に私と向き合い、どんな時でも励ましてくれました。この機会を借りて、ありがとう、という感謝の気持ちを伝えることが出来ればと思います。

目次

第1章	はじめに	1
1.1	研究の動機とその背景	1
1.2	金融市場の不完全性と日本の景気変動に関する先行研究	3
1.3	ベイジアンDSGEモデルによるアプローチ	5
1.4	本稿の構成	5
第2章	日本における株価バブルとマクロ経済的影響に関する分析 ¹	8
2.1	はじめに	8
2.2	モデル	10
2.2.1	家計	10
2.2.2	生産企業	11
2.2.3	株式バブルとセンチメントショック	17
2.2.4	資本生産企業	18
2.2.5	資源制約と均衡条件	19
2.3	ベイズ推定を用いた実証分析	19
2.3.1	観測方程式とデータ	20
2.3.2	固定パラメータと事前分布の設定	21
2.3.3	推定されたパラメータ	22
2.3.4	分散分解とヒストリカル分解	22
2.3.5	推定された株式バブルの推移と企業の資金繰り状況の変化	24
2.4	結論	24
2.5	本文中に用いられる図表	26
2.6	補論	30
2.6.1	データの出所	30
2.6.2	線形化された均衡条件	31

2.6.3	定常状態	33
第3章	企業と金融機関が直面するバランスシート制約と日本経済における景気循環に関する分析²	34
3.1	はじめに	34
3.2	モデル	36
3.2.1	DSGEモデルにおける家計	37
3.2.2	DSGEBGGとDSGEGKモデルにおける家計	38
3.2.3	DSGEBGGとDSGEGKモデルにおける資本生産企業	39
3.2.4	DSGEBGGモデルにおける企業家	39
3.2.5	DSGEGKモデルにおける金融機関	41
3.2.6	DSGEGKモデルにおける企業家の行動	44
3.2.7	すべてのモデルに共通する主体とその行動（労働者）	44
3.2.8	すべてのモデルに共通する主体とその行動（最終財企業）	46
3.2.9	すべてのモデルに共通する主体とその行動（中間財企業）	47
3.2.10	すべてのモデルに共通する主体とその行動（中央銀行）	48
3.2.11	資源制約と均衡条件	49
3.3	ベイズ推定を用いた実証分析	49
3.3.1	分析に用いられるデータと観測方程式	50
3.3.2	固定パラメータと事前分布の設定	50
3.3.3	推計されたパラメータ	52
3.3.4	ベイズファクターによるモデルの比較	53
3.3.5	モデルのパフォーマンスとクレジットスプレッドの推移	54
3.4	結論	55
3.5	本文中で用いられる図表	55
3.6	補論	60
3.6.1	分析に用いるデータ	60
3.6.2	対数線形化された均衡式と定常状態	61
第4章	失われた20年における企業と金融機関のバランスシート状況の変化とその実体経済への影響に関する分析	65

4.1	はじめに	65
4.2	モデル	68
4.2.1	金融機関	68
4.2.2	企業家	70
4.2.3	家計	71
4.2.4	労働者	72
4.2.5	最終財企業	74
4.2.6	中間財企業	74
4.2.7	投資財生産企業	76
4.2.8	資本生産企業	77
4.2.9	中央銀行	77
4.2.10	資源制約式と均衡条件	78
4.3	ベイズ推定を用いた実証分析	78
4.3.1	分析に用いられるデータと観測方程式	79
4.3.2	固定パラメータと事前分布の設定	80
4.3.3	推定されたパラメータ	81
4.3.4	インパルスレスポンス	83
4.3.5	分散分解	84
4.3.6	ヒストリカル分解	85
4.4	結論	87
4.5	本文中に用いる図表	89
4.6	補論	95
4.6.1	データ	95
4.6.2	対数線形化された均衡条件	95
4.6.3	定常状態	98
第5章	終わりに	99
	参考文献	103

第1章 はじめに

1.1 研究の動機とその背景

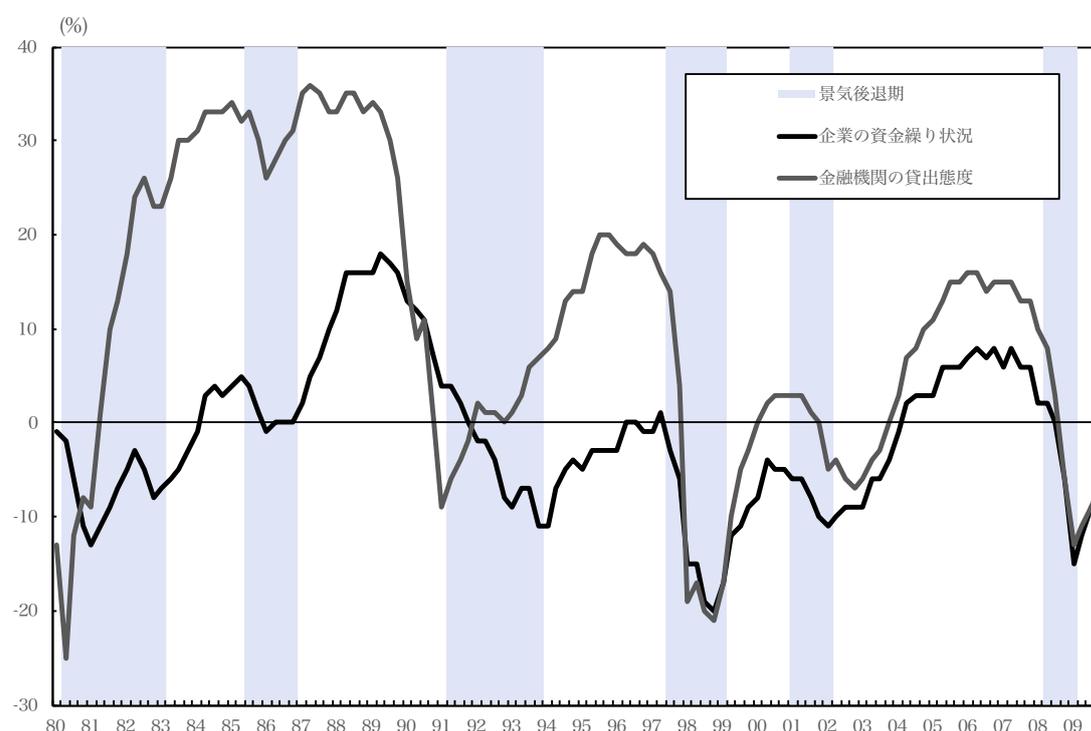


図 1.1: 企業の資金繰り状況と金融機関の貸出態度の推移¹

1980年代後半以降、日本経済は激しい経済変動に直面している。バブル経済という言葉に象徴されるように80年代後半以降、経済活動は著しく加熱した。80年代を通して実質GDPと実質設備投資は、それぞれ、年率で3.2%、4.5%と高水準でその成長率を維持しており、実体経済は加熱傾向にあったことが分かる²。しかしながら、資産価格の

¹企業の資金繰り状況と金融機関の貸出態度については、それぞれ、日銀短観における「資金繰り」と「金融機関の貸出態度」のデフュージョンインデックスを用いている（出所：日本銀行「短観」）。景気後退期については、内閣府「景気基準日付」に従っている。

²80年代については、1981Q1 - 1989Q4、90年代については1990Q1 - 1999Q4、そして2000年代に関しては2000Q1 - 2009Q4を対象としている。GDPと企業の設備投資については、GDPデフレーターによって実質化し、さらに、総務省統計局「労働力調査長期時系列データ」において公表される15歳以上人口で除すことにより一人当たりの数値へ変換している。GDPと設備投資の成長率については、内閣府「国民経済計算」をもとに計算される。

急落に伴い日本経済は長期にわたる経済停滞を経験することとなる。実際に、GDPと投資の年率成長率は90年代において0.7%、-1.9%であり、2000年代についても0.2%と-0.5%と経済停滞が深刻化したことが読み取れる。90年代でのGDPの成長率は、80年代に観測された率の三分の一程度まで抑制され、2000年代については十分の一にも満たない。企業の設備投資に至っては90年代、2000年代ともにマイナス成長を記録している。

この日本経済が経験した激しい経済変動と金融市場における活動の間には、密接な関係があることがしばしば指摘される。図1.1は、日銀短観における企業の資金繰り状況と金融機関の貸出態度の推移がまとめられる。80年代初頭から、金融機関の貸出態度は緩和する傾向にあり、80年代後半には、企業の資金繰りも良好であることが分かる。しかし、90年代初頭のバブル経済崩壊以降、企業の資金繰りは概して悪化する傾向にあり、とりわけ、90年代後半に生じた大手金融機関の度重なる破綻によって生じた金融危機時には、金融機関の貸出態度は非常に厳しくなったことが伺える。

日本経済において観測された現象を踏まえると、資金の供給あるいは調達が良いである80年代においては、GDPや投資ともにプラスの成長が観測される一方で、90年代以降企業の資金繰り状況は悪化する傾向にあり、それと同時に、実体経済は低迷していることが読み取れる。このような状況下では、金融市場が不完全であることが要因となり、景気循環変動を増幅させるようなメカニズムが働いていると考えられる。一般に、このようなメカニズムは、ファイナンシャルアクセラレータと呼ばれ、企業や金融機関が直面するバランスシート制約や担保制約が、経済に生じたショックの効果を増幅させる。例えば、経済状況が良好である時には、金融機関や企業が有する自己資本あるいは担保価値の水準も高く、金融機関や企業の資金の調達は容易であったり借入の費用も低い。潤沢な資金や借入費用の低下は、さらなる企業設備投資の加熱や生産活動の活発化を引き起こす。しかしながら、景気後退期にはこれとは真逆のメカニズムが働く。すなわち、借入条件の悪化や資金調達は困難を極め、経済活動は酷く抑制される。

本研究の目的は、日本経済において観測された1980年代における著しい経済活動の加熱と、それに続く経済低迷といった現象に対して、金融機関や企業が直面するバランスシート制約や担保制約といった資金調達に関する制約が、この期間の景気変動に対して、いかなる影響を及ぼしたのかについて議論することである。そこで、本稿では、バランスシート制約や担保制約に直面する企業や金融機関を、動学的確率的一般均衡

(DSGE) モデルに導入し、日本のデータを用いてバイズ推定を実施し、理論的あるいは実証的な観点から考察を進める。

1.2 金融市場の不完全性と日本の景気変動に関する先行研究³

多くの研究者が、日本における経済変動と金融的な要因との関係に着目し、盛んな議論を重ねることにより研究の蓄積を行なった。ここでは、簡潔にそれらの研究を概観していく。まず、80年代から90年代にかけて日本の景気循環について議論を行う上で、金融的摩擦を考慮する必要性について指摘した研究としては、Chakraborty (2009) が存在する。この研究では、ビジネスサイクルアカウンティング (Business Cycle Accounting, BCA) を分析手法として議論を展開している。BCA とは、経済に存在する摩擦をウェッジ (wedge) と呼ばれる尺度によって計り、それらが持つ経済変数の変動に対する貢献度について考察する分析手法である。この研究は、著しい経済活動の加熱が観測された80年代のみならず、90年代以降の経済停滞期においても、生産性を反映した効率性ウェッジ (efficiency wedge) が持つ役割は重要であるとしながらも、投資ウェッジ (investment wedge) と呼ばれる金融的な要因もまた、産出量の変動に寄与したことを示した。

金融市場が不完全である場合、資金の借手と貸手との間には、情報の非対称性やエージェント問題といった金融的摩擦が生じ、これらの摩擦はバランスシート制約や担保制約といった形で、借手の資金調達に影響をもたらす。日本においても、1980年代後半以降、土地などを担保とした不動産担保融資の高まりが観測された (小川, 2003)。このような貸出形態の依存度が高まった理由の一つとして、資産価格の急激な上昇がある。この期間の企業投資と資産価格の関係について、借入制約の観点から考察を行なった研究としては Ogawa, Kitasaka, Yamaoka, and Iwata (1996) を挙げる事が出来る。この研究では、借入制約に直面する企業の最適化行動から導出される投資決定に関する構造式を GMM (Generalized method of moments) により推定し、借入制約と企業の投資決定との間の関係性について考察を行なった。この研究では、80年代後半から90年代初頭にかけて、土地価格の上昇や潤沢な資金により借入制約が緩和され、多くの産業の投資を押し上げた結論づけている。

90年代初頭、資産価格の急落とともに、バブル経済は崩壊し、日本経済は現在では失われた20年とまで言われる長期停滞に直面することとなる。この資産価格の急落に

³この節での歴史的背景についての議論は小川 (2003) を参考に行っている。

伴い、金融機関あるいは企業のバランスシートは酷く傷むこととなる。Bayoumi (2001) は、ベクトル自己回帰 (VAR) モデルを用いて、90年代の経済停滞の源泉について議論し、資本不足に陥った金融機関が要因となり、円滑な資金仲介機能が阻害されたことが経済停滞の主要因であることを指摘している。

近年、DSGEモデルの実証的な活用が高まるにつれ、この手法を用いて、90年代以降の経済停滞の源泉を探る研究が盛んに行われた。この手法では、分析対象とした構造ショックがモデル内の変数に対して、時系列的な観点からどの程度の影響をもたらしたのかについて考察することを可能にする。例えば、Hirose and Kurozumi (2012) は、投資特殊技術の変動を考慮できるDSGEモデルを構築し、日本経済における景気循環変動が如何なるショックにより引き起こされているかについて議論している。この研究では、投資の調整費用ショックが投資の変動の大部分を説明することを示しており、この投資費用ショックの推定値は、日銀短観における企業の資金調達状況と非常に高い負の相関があることも明らかとなっている。このショックは、金融市場を通じた資金調達に関するコストの変動を反映したショックとして解釈され、90年代初頭における設備投資の低下は、企業の金融市場を通じた資金調達コストの上昇が要因であるとを主張した。つまり、設備投資の停滞については、金融仲介機能に問題があったことを示唆している。これに加えて、金融市場の参加者である金融機関と企業の両面から、経済停滞について考察した研究としてHirakata et al. (2016)がある。具体的には、バランスシート制約に直面する金融機関と企業をDSGEモデルに導入し、それぞれの主体が保有する自己資本に対するショックが日本経済に与えた影響について考察を行なった。この研究では、経済停滞期における企業の設備投資に対して、企業と金融機関の自己資本ショックが、主要な変動要因の1つであることを主張している。

このように金融的な要因を重要視する研究がある一方で、90年代の経済停滞に関しては、資金仲介機能の低下ではなく生産性の低下により引き起こされたと主張する研究も存在する。この見解を主張する代表的な研究としては、Hayashi and Prescott (2002)が挙げられる。さらに、Kaihatsu and Kurozumi (2014b)のように、ベイジアンDSGEモデルを用いた研究を実施し、90年代の産出量の減退が生産技術ショックによってもたらされたことを主張する研究も存在する。このように、90年代の経済停滞の要因として、生産性の低下を支持する研究が存在する一方で、この生産性が金融的な要因により低下したことを主張する研究もある。このような見解を支持する研究として、Muto et al.

(2016)がある。この研究では、金融機関と企業側のバランスシート状況の変化を考察することが出来るDSGEモデルを基礎としている。特筆すべき点としては、生産性を内生化させていることである。この研究では、金融機関の自己資本に対するショックが90年代以降の生産性とGDPの低下をもたらした重要な要素であることを報告している。

1.3 ベイジアンDSGEモデルによるアプローチ

現在、DSGEモデルは景気循環分析あるいは政策分析に関して、主要な分析ツールとしてその地位を確立している。近年、DSGEモデルは、理論的な枠組みを越えモデルのフィットや景気循環の源泉の議論といった、実証的な分析へとその活躍の場を広げている。実証分析を実施する際には、しばしば、ベイズ統計学の手法が用いられる。藤原・渡部(2011)によれば、この手法に基づいて実証分析をする利点としては、DSGEモデルにはミクロ的基礎付けが備わっており、ショックの識別が比較的容易であることをあげている。

このような特徴を持つベイジアンDSGEモデルは、各国の景気循環の特徴を捉えることを目的として、数多くの研究に利用された。例えば、米国においてはSmets and Wouters (2007)をはじめとして、Justiniano, Primiceri, and Tambalotti (2010, 2011), Kaihatsu and Kurozumi (2014a), Iiboshi, Matsumae, Namba, and Nishiyama (2011), Iiboshi, Matsumae, and Nishiyama (2014), Miao, Wang, and Xu (2015)などの研究において用いられ、景気循環の源泉について盛んな議論が展開されている。日本経済でも、Sugo and Ueda (2008), Hirose (2008), Hirose and Kurozumi (2012), Aoki and Sudo (2012), Kaihatsu and Kurozumi (2014b), Hirose (2014), Iiboshi, Matsumae, Namba, and Nishiyama (2015), Hirakata, Sudo, Takei, and Ueda (2016), Muto et al. (2016)など数多くの研究で利用されている。とりわけ、日本においてDSGEモデルを実証分析に適用した研究の多くは、90年代以降の経済停滞期に焦点が当てられ、その要因について議論する研究が多い。

1.4 本稿の構成

本研究における全ての分析では、金融的摩擦を含むDSGEモデルを想定し、景気変動の源泉としての金融的要因の重要性について議論するだけでなく、構造的な観点からも、日本経済の景気循環の特徴を明らかにしていく。まず、次に続く2章では、株式価

格の変動と日本経済の景気変動との関係について議論した研究を展開する。2章での目的は、2点にまとめることが出来る。まず、日本における株式価格の変動が如何なる要因によりもたらされているのかを解明する。2つ目の目的としては、この株式価格の変動が、80年代に観測された実体経済活動の加熱と、その後続く経済停滞期において如何なる影響を及ぼしたのかについて考察することである。とりわけ、2章における分析では、Miao et al. (2015) によって考案された株価バブルを有するDSGEモデルを日本のデータを用いて、バイズ推定を行うことにより議論を展開していく。特に、この章で用いるモデルでは、企業は担保制約に直面すると想定されることから、この制約の役割について考慮しつつ議論を進める。主要な結果としては、人々の株式市場に関する市場心理の変化を捉えるセンチメントショックが80年代後半から90年代初頭まで、産出量の成長率を著しく押し上げたのに対して、90年代以降については概ね産出量の成長率を押し下げるように作用したことが明らかとなった。とりわけ、この波及経路において企業が直面する担保制約は重要な役割を担ったことが分かった。

3章では、80年代の経済活動の加熱時期あるいは、90年代以降の経済低迷期において、金融的摩擦に起因する企業や金融機関が直面するバランスシート制約が、経済構造という観点から、この時期の日本の景気循環変動について議論する上で重要な要素になりうるのかについて考察していく。特に、金融機関と企業側が直面するバランスシート制約のうち、どちらの制約がより日本の景気循環の特徴を捉えることが出来るのかについて、バイズファクターの観点から評価を行う。そこで、3章では、バランスシート制約に直面する金融機関と企業を、個別にDSGEモデルに導入し、それらの企業と金融機関が直面する資金調達制約が構造的に重要性であるかについて触れながら、それぞれの制約の特徴について解明していく。主要な結果として、金融機関や企業が直面するバランスシート制約は日本の景気循環の特徴を捉えるという意味で、重要な要素であることが示された。とりわけ、企業が直面するバランスシート制約は、金融機関のバランスシート制約より相対的にデータとの整合性が高いことが示された。

4章では、失われた20年における金融機関や企業のバランスシート状況の変化が経済停滞に対して如何なる影響を及ぼしたのかについて議論する。Bayoumi (2001) は、資本不足に陥った金融機関によって金融仲介の機能を低下させたことが要因であることを主張している。しかしながら、先行研究の多くは、産出量の停滞は生産性の低下が主要因であることがしばしば指摘している。4章の分析では、Iiboshi, Matsumae, Namba,

and Nishiyama (2011) や Iiboshi, Matsumae, and Nishiyama (2014) に従い、金融機関と企業のどちらの主体もバランスシート制約に直面するモデルを使用し、より包括的な観点から経済停滞の要因や金融的な影響について考察する。なお、この章の分析においても、DSGE モデルを日本のデータを用いてベイズ推定し実証的な観点からも議論を行う。とりわけ、データに関しては金融機関や企業のバランスシート状況の変化を捉えることを目的として、金融機関と非金融機関の株価の時価総額のデータをモデルに導入する。主要な結果として、金融機関や企業の自己資本ショックといった金融的なショックは、産出量の変動に対しては限定的な影響しか与えなかったのに対して、設備投資には相応に作用したことが分かった。特に、金融的なショックの中でも、金融機関の自己資本ショックは投資に対して相対的に強い影響力を持つことが明らかとなった。

5章では、本稿の研究から得られた結果を踏まえて、日本経済において観測された景気変動についての考察のまとめを行う。本研究での主要な結果は、まず、産出量の変動の大部分は、生産技術ショックによってもたらされているということである。ただし、2章では、産出量の変動の主要因は生産技術ショックではあるものの、90年代以降の経済停滞期には、センチメントショックが産出量の成長率を押し下げるように作用しており、この点を考慮すると、日本の経済停滞の主要因については議論の余地があると考えられる。

これに加えて、金融機関や企業が直面するバランスシート制約や担保制約は、日本の景気循環について議論する際には重要な要素であることが示された点である。2章では、センチメントショックが産出量の変動を引き起こす過程において、企業が直面する担保制約の存在は重要であることが示されたことに加えて、3章では、金融機関や企業のバランスシート制約が日本の景気循環の特徴を捉えるという意味で重要な要素であることが示されたことから裏付けすることができる。

第2章 日本における株価バブルとマクロ経済的影響に関する分析¹

2.1 はじめに

日本経済は、1980年代後半から90年代初頭にかけて株式価格の激しい上昇とともに、著しい経済活動の加熱を経験した。1985年から89年にかけて、Nikkei 225は年率で21%と激しく上昇しており、株式への投資が熱を帯びたことが伺える²。しかしながら、この異常とも取れる加熱も終わりを告げることとなる。実際に1990年からの5年間にかけて、Nikkei 225は年率で-13.2%と暴落し、その影響は実体経済へと波及した。日本経済は、このような資産価格の暴落の後、深刻な長期停滞に直面することとなる。

株式市場は実体経済に対して非常に大きな影響力を持つことに加え、株式価格の変動は非常に激しい。この株式価格の変動について議論する際には、しばしば、株価に含まれるバブル要素が着目される。Wu (1997) は、米国の株式市場において、株式価格に含まれるバブルの割合が高いことを明らかにしており、さらにバブルの存在が株式価格の動きを説明する上で重要な役割を担うことを報告している。日本における株式市場においてバブルが存在するかどうかについて議論した研究としては、Ogawa and Kitasaka (1999) を挙げることができる。この研究では、トービンの限界の q と平均の q を日本のデータから構築することにより、株式価格にバブルが存在していたかどうかについて検証を行った。この研究の分析結果としては、この2つの系列が乖離していることから、株価バブルが存在しうることを示唆した。

本章では、日本においてその存在が示唆される株価バブルを考慮しつつ、日本における株式市場の変動が如何なるショックによりもたらされるかについて議論する。さらに、1980年代後半に観測された著しい経済活動の加熱と、それに続く1990年代以降の

¹この章での議論は、名古屋市立大学で行われた2018年度日本金融学会秋季大会において報告した「日本における株価バブルのマクロ経済への影響：ベイジアンDSGEモデルを用いた検証」を加筆そして修正した研究を基にしている。

²Nikkei225の成長率は、年率で表されており5年間(1985年～89年、1990年～94年)の年率平均値を採用している。データについては、GDPデフレーターを用いて実質化し、さらに、15歳以上人口により1人あたり単位へと変換している。(出所：内閣府「国民経済計算」、総務省統計局「労働力調査長期時系列データ」、Nikkei Industry Reserch Institute (Federal Reserve Bank of St.Louis 経由))

経済停滞期におけるマクロ変数に対して、株式価格の変動がいかなる影響を及ぼしたのかについて考察する。そこで、本章では Miao et al. (2015) に従い、株価バブルを有する DSGE モデルを用いて、ベイズ推定することにより株式市場のマクロ経済に対する影響力について議論を行う。このモデルにおいては、人々の市場心理を反映したショックとして、センチメントショック (sentiment shock) が導入され、このショックは株式価格に含まれるバブル要素に対して直接的に影響を及ぼす。

本章の分析から得られた主要な結果は2点にまとめられる。まず、人々の株式市場に関する市場心理を反映したセンチメントショックは、株式価格の変動に対して支配的な影響を持っており、他のショックの貢献度は非常に低いことが明らかとなった。この点に関しては、Miao et al. (2015) によって報告された米国との結果と同様である。

2つ目に、ヒストリカル分解の結果から、1980年代後半から90年代初頭にかけて、センチメントショックが産出量の成長率を押し上げるように作用したのに対して、90年代以降から2005年ごろにかけて、センチメントショックは概して、産出量の成長率に対してマイナスの影響を及ぼしたことが分かった。これは、センチメントショックがバブルの変動を通じ、企業の借入状況に対して影響を与えたことが要因として考えられる。このメカニズムは、バブルの変動の大部分がセンチメントショックによりもたらされることに加え、推定されたバブルの推移と日銀短観による企業の資金繰り状況が高い相関を持つことから裏付けられる。

本研究と関連する研究としては、Hirose (2008) を挙げるができる。この研究では、複数均衡が生じる DSGE モデルを用いて、サンスポットショックといったファンダメンタルズに基づかない人々の期待を反映したショックを考慮した状況下で、日本における株式価格の変動が如何なるショックによってもたらされているのかについて議論している。留意する点としては、本研究とは異なり、株価バブルは明示的に分析に取り入れられてはいないことである。この研究では、株価の変動を決定する上で、サンスポットショックの影響は非常に低く、企業の自己資本に対するショックといった金融的なショックが主要な変動要因であると結論づけている。本研究では、Hirose (2008) とは異なり、株価の変動を説明する際には、金融的なショックの貢献度は非常に低いことが分散分解の結果から明らかとなっている。

本章の構成は、以下のとおりである。次に続く2.2節では、モデルに存在するそれぞれの主体の行動について概観し、バブルが生じるメカニズムについても触れる。2.3以降

では、ベイズ推定を用いた実証分析について議論する。とりわけ、2.3.1では、観測方程式とデータに加え、推定するパラメータに関する事前分布についての説明を行い、2.3.2では、推定されたパラメータについて触れる。2.3.3以降では、ベイズ推定により得られたパラメータを基に、株式市場が経済に及ぼした影響について議論する。そして、2.4では、2章の研究結果をまとめる。

2.2 モデル

本章で用いるモデルはMiao, Wang, and Xu (2015)に依拠する。ここで使用するモデルは実証的なパフォーマンスの向上を目的として、消費の習慣形成、資本稼働に伴う調整費用、そして投資の調整費用が導入される。さらに、生産技術と投資特殊技術(Investment specific technology)の2つのトレンドを考慮する³。

経済には、家計、生産企業、金融機関、そして資本生産企業が存在する。ただし、金融機関については、明示的には最適化行動を行わないため、以下では、家計、生産企業、資本生産企業の行動に焦点を当て議論を進めていく。

2.2.1 家計

家計は、消費財 C_t を消費することから正の効用を得る一方で、労働供給 n_t から負の効用を被る。家計の選好は以下のように与えられる。

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t e^{z_t^b} \left[\ln(C_t - hC_{t-1}) - e^{z_t^n} \frac{n_t^{1+\chi}}{1+\chi} \right]$$

ただし、 β は主観的割引率、 h は消費の習慣形成に関するパラメータ、 χ は労働供給に関する弾力性の逆数、 z_t^b は消費の選好ショック、 z_t^n は労働供給ショックをそれぞれ表す。家計の予算制約式は以下のように与えられる。

$$C_t + P_t^s s_{t+1} + \frac{d_{t+1}}{r_t^d} = W_t n_t + \Pi_t + (D_t + P_t^s) s_t + d_t$$

ただし、 P_t^s は企業価値(株式価値)、 s_{t+1} は株式の保有量、 d_t は預金、 W_t は賃金、 Π_t は資本生産企業を保有することによる利潤、 D_t は配当、 r_t^d は預金金利をそれぞれ表す。均衡においては、 $s_t = 1$ であるとする。さらに、家計は借入制約に直面しており、 $d_{t+1} \geq 0$

³投資特殊技術ショックの導入については、金融学会でのコメントに基づき導入している。また、投資特殊技術の訳については、廣瀬(2012)を参考にしている。

を満たさなければならない⁴。家計の消費 C_t 、労働供給 n_t 、そして預金 d_{t+1} に関する一階の条件は以下のように与えられる。

$$\Lambda_t = \frac{1}{C_t - hC_{t-1}} e^{z_t^b} - E_t \beta h \frac{1}{C_{t+1} - hC_t} e^{z_{t+1}^b} \quad (2.1)$$

$$\Lambda_t W_t = e^{z_t^b} e^{z_t^n} n_t^\chi \quad (2.2)$$

$$\frac{1}{r_t^d} \geq E_t \beta \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} \quad (2.3)$$

ただし、 Λ_t は消費の限界効用を表す。

2.2.2 生産企業

生産者 $f \in [1, 0]$ は、以下の生産技術を用いて、労働 $n_t(f)$ と資本 $K_{t-1}(f)$ を生産要素として最終財 $Y_t(f)$ を生産する。

$$Y_t(f) = (Z_t^a n_t(f))^{1-\alpha} (u_t(f) K_{t-1}(f))^\alpha \quad (2.4)$$

ただし、 $u_t(f)$ は資本稼働率、 α は資本分配率そして Z_t^a は生産技術の水準を表す。対数を取った後の生産技術水準は以下のように表される。

$$\log Z_t^a = \log z^a + \log Z_{t-1}^a + z_t^a \quad (2.5)$$

ただし、 $z^a > 1$ は定常状態における生産技術の成長率、 z_t^a は生産技術ショックをそれぞれ表す。生産者の資本投入量と労働投入量に関する一階の条件は以下のように与えられる。

$$R_t^k = \frac{\alpha Y_t(f)}{u_t(f) K_{t-1}(f)}$$

$$W_t = \frac{(1-\alpha) Y_t(f)}{n_t(f)}$$

ただし、 R_t^k は、資本のレンタル率を表す。

⁴借入制約に直面するような場合には、家計は金融機関に対して資金供給を行わない。つまり、 $d_{t+1} = 0$ となることから、家計の消費のオイラー方程式は、等式を満たさなくなる。

生産者の資金循環制約は以下のように与えられる。

$$D_t(f) + L_t(f) + P_t^i I_t(f) = u_t(f) R_t^k K_{t-1}(f) + \frac{L_{t+1}(f)}{r_t^f} \quad (2.6)$$

ただし、 $I_t(f)$ は投資、 P_t^i は投資財価格、 $D_t(f) > 0 (< 0)$ は、配当（新規の株式発行）、 $L_{t+1}(f) > 0 (< 0)$ は借入（貸出）、そして、 r_t^f はリスクレスの金利をそれぞれ表す。資本は以下のように蓄積する。

$$K_t(f) = \{1 - \delta(u_t(f))\} K_{t-1}(f) + \varepsilon_t(f) I_t(f) \quad (2.7)$$

ただし、 $\delta(u_t(f))$ は資本減耗率、 $\varepsilon_t(f)$ は投資の効率性をそれぞれ表す。投資の効率性ショック $\varepsilon_t(f)$ は企業や時間に関して IID であり、累積分布 Φ に従う。この累積分布 Φ は、 $[\varepsilon_{\min}, \varepsilon_{\max}] \subset (0, \infty)$ によって特徴付けられ、平均は 1 であり、確率密度関数は ϕ によって表される。この投資効率性ショックは生産者に対して異質性を与え、生産者間での資金のフローを生じさせる。生産者の投資に関する費用は、資本生産企業から投資財を購入する際の価格 P_t^i である一方で、収益は $Q_t \varepsilon_t(f)$ によって表される。生産者は、投資に関する収益が費用を上回るとき $Q_t \varepsilon_t(f) \geq P_t^i$ には投資を実施するが、そうでないとき $Q_t \varepsilon_t(f) < P_t^i$ には投資を実施しない。投資を実施しようとする生産者は、金融機関から資金を調達し ($L_t(f) > 0$)、高い投資効率性による収益をより多く手にしようとするが、そうでない生産者は、今期の投資を控え、金融機関へ資金を預け ($L_t(f) < 0$) 次期に預金による収益を受け取ることが望ましい。

生産者は、株式市場と信用市場の2つの市場を通して資金調達することが出来る。しかし、この2つの市場は不完全であり、資金を調達する際には生産者は、制約に直面すると仮定される。まず、株式市場における資金調達に関する制約は以下のように与えられる。

$$D_t(f) \leq \eta_t K_{t-1}(f) \quad (2.8)$$

ただし、 $\eta_t = \eta e^{z_t}$ は、新規の株式発行に関する外生的なショックを表す。(2.8)に従えば、 t 期における新規の株式発行 $D_t(f)$ は、生産者が保有する資本 $\eta_t K_{t-1}(f)$ 以下でなければならない。さらに、生産者は信用市場においても資金調達に関する以下の制約に直面

する。

$$E_t \frac{\beta \Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} \bar{V}_{t+1, \tau+1}(K_t(f), L_{t+1}(f)) \geq E_t \frac{\beta \Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} \bar{V}_{t+1, \tau+1}(K_t(f), 0) - E_t \frac{\beta \Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} \bar{V}_{t+1, \tau+1}(\xi_t K_{t-1}(f), 0) \quad (2.9)$$

ただし、 $\bar{V}_{t+1, \tau+1}(K_t(f), L_{t+1}(f)) \equiv \int V_{t+1, \tau+1}(K_t(f), L_{t+1}(f), \varepsilon(f)) d\Phi(\varepsilon)$ 、 τ は生産企業の設立年数、 $\xi_t = \xi e^{z_t}$ は信用市場における担保制約に関する外生的なショックをそれぞれ表す。(2.9) は信用市場における生産者に対するインセンティブ制約を表しており、左辺は、生産者が返済をした場合の生産者の企業価値を表す一方で、右辺は生産者が信用市場における借入についてデフォルトを申請した場合の価値を表す。したがって、(2.9) は、生産者が均衡において返済を行いデフォルトを申請しないように行動させる制約を表す⁵。

生産者の意思決定は動的計画法 (dynamic programming) によって描写される。まず、生産者の価値関数は以下のように表すことができる。

$$V_{t, \tau}(K_{t-1}(f), L_t(f), \varepsilon_t(f)) = \max_{I_t(f), u_t(f), L_t(f)} R_t^k u_t(f) K_{t-1}(f) - P_t^i I_t(f) - L_t(f) + \frac{L_{t+1}(f)}{r_t^f} + (1 - \delta_e) E_t \frac{\beta \Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} V_{t+1, \tau+1}(K_t(f), L_{t+1}(f), \varepsilon_{t+1}(f)) \quad (2.10)$$

ただし、 δ_e は、生産者の退出率を表す⁶。生産者は、(2.6)~(2.8) を制約条件として、(2.10) を最大にするように $I_t(f), u_t(f), L_t(f)$ を決定しなければならない。

ここで、Miao et al. (2015) に従い以下の解を推測する。

$$V_{t, \tau}(K_{t-1}(f), L_t(f), \varepsilon_t(f)) = \nu_t(\varepsilon_t(f)) K_{t-1}(f) + b_{t, \tau}(\varepsilon_t(f)) - \nu_{t, t}(\varepsilon_t(f)) L_t(f) \quad (2.11)$$

$b_{t, \tau}(\varepsilon_t(f)) \geq 0$ は、借入制約が存在することにより生じる要素であり、Miao et al. (2015) ではこれをバブルとしている⁷。

続いて配当落後の株式価格 (ex-dividend stock price) $P_t^s(f)$ を以下のように定義する。

$$P_t^s(f) = (1 - \delta_e) E_t \frac{\beta \Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} V_{t+1}(K_t(f), L_{t+1}(f), \varepsilon_{t+1}(f)) \quad (2.12)$$

⁵ 生産者がデフォルトを申請した場合には、借入資金を返済する必要はないが、担保部分を回収される。さらに、生産者は借入資金に対してデフォルトを申請したとしても、再度貸し手と交渉を行うことにより再び生産者として行動することが出来る。

⁶ Miao et al. (2015) に従えば、この経済では、家計は各生産者が発行する株式にはバブルが含まれると考えるが、さらに、それと同時に一定確率でその各株式に含まれるバブルは破裂すると考える。合理的期待の下では、同一の株式については再びバブルは生じることはない。つまり、循環的 (recurrent) にバブルが生じ続けるためには、既に存在する生産者の退出させ、新たにバブルが含まれる株式を有する生産者を参入させなければならない。

⁷ このバブル要素については均衡においては $b_{t, \tau}(\varepsilon_t(f))$ と $b_{t, \tau}(\varepsilon_t(f)) = 0$ の2つの解が存在しうる。どちらの解が成立するかは経済主体の市場心理に依存する。

推測された解 (2.11) を考慮すると、株式価格 (2.12) は以下のように書き換えることが出来る。

$$P_t^s = Q_t K_t(f) + B_{t,\tau} - q_{t,t} L_{t+1}(f) \quad (2.13)$$

ただし、 $Q_t = (1 - \delta_e) E_t \beta \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} \nu_{t+1}(\varepsilon_{t+1}(f))$ 、 $B_{t,\tau} = (1 - \delta_e) E_t \beta \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} b_{t+1,\tau+1}(\varepsilon_{t+1}(f))$ 、 $q_{t,t} = (1 - \delta_e) E_t \beta \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} \nu_{l,t+1}(\varepsilon_{t+1}(f))$ である。

ここで、(2.11) により表される推測された解に基づき guess and verify を用いて、企業の意味決定問題を解くことによって以下を得る。

$$Q_t = (1 - \delta_e) E_t \frac{\beta \Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} [u_{t+1} R_{t+1}^k + Q_{t+1} (1 - \delta(u_{t+1})) + (u_{t+1} R_{t+1}^k + \zeta_{t+1} Q_{t+1}) \gamma_{t+1}] \quad (2.14)$$

$$B_{t,\tau} = (1 - \delta_e) E_t \frac{\beta \Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} B_{t+1,\tau+1} (1 + \gamma_{t+1}) \quad (2.15)$$

$$q_{l,t} = \frac{1}{r_t^f} = (1 - \delta_e) E_t \frac{\beta \Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} (1 + \gamma_{t+1}) \quad (2.16)$$

ただし、 Q_t はトービンの限界の Q 、 $B_{t,\tau}$ は t 期における設立年数 τ の企業が保有するバブルの平均値、そして、 $\zeta_t = \zeta e^{z_t^s} = \eta_t / q_t + \xi_t$ は株式市場と信用市場における資金調達に関する外生的な影響を捉えている。さらに、 γ_t は投資を実行する企業の投資に関する収益であり以下のように与えられる。

$$\gamma_t = \int_{\varepsilon \geq P_t^i / Q_t} (Q_t / P_t^i \varepsilon - 1) d\Phi(\varepsilon) = \frac{\Sigma(\varepsilon_t^*)}{\varepsilon_t^*} + \Phi(\varepsilon_t^*) - 1 \quad (2.17)$$

ただし、 $\Sigma(\varepsilon_t^*) = \int_{\varepsilon \geq \varepsilon_t^*} \varepsilon d\Phi(\varepsilon)$ 、 $\Phi(\varepsilon^*) = 1 - \int_{\varepsilon \geq \varepsilon^*} d\Phi(\varepsilon)$ 、そして ε_t^* は以下のように定義される。

$$\varepsilon_t^* = \frac{P_t^i}{Q_t} \quad (2.18)$$

(2.14) は、トービンの限界の Q を表し、 $(u_{t+1} R_{t+1}^k + \eta_{t+1} + \xi_{t+1} Q_{t+1}) \gamma_{t+1}$ は、バブルが存在することにより、借入制約が緩和されたことにより生じる追加的な収益を表している。

(2.15) はバブルのサイズを決定する方程式を表す。このモデルでは、信用市場において資金調達する際には、自身の企業価値（株式）を担保に資金調達すると仮定されるが、この企業価値はバブルの影響を受ける。バブルは、企業の資金調達状況を緩和さ

せ、追加的な資金の調達を可能する。そして、時期 $t+1$ に $Q_t \varepsilon_t(f) \geq P_t^i$ を満たす投資効率性を得た企業は、追加的な投資の実行により追加的な収益 γ_{t+1} を得ることを可能にさせる。

(2.16) は企業の借入に関するオイラー方程式を表す。これは、 t 期の 1 単位の貯蓄を行なった場合、 $t+1$ 期には、 r_t^f のリターンを生じさせる。これは、 $t+1$ 期において、企業が $Q_t \varepsilon_t(f) \geq P_t^i$ を満たす投資効率性ショックに直面した場合には、投資を実行することにより、追加的な収益 γ_{t+1} を生じさせる。

企業の投資の決定については以下のようなルールに従い決定される。

$$P_t^i I_t(f) = \begin{cases} u_t R_t^k K_{t-1}(f) + \eta_t K_{t-1}(f) + Q_t \xi_t K_{t-1}(f) + B_{t,\tau} - L_t(f) & \text{if } \varepsilon_t(f) \geq P_t^i / Q_t \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2.19)$$

上述のように、投資に関する収益がその費用を上回る時 ($\varepsilon_t(f) \geq P_t^i / Q_t$) には、投資を実施するのに対して、そうでなければ ($\varepsilon_t(f) < P_t^i / Q_t$) 投資を実行しない。さらに資本稼働率は以下のように決まる。

$$R_t^k (1 + \gamma_t) = Q_t \delta' (u_t) \quad (2.20)$$

ただし、 $u_t = \int u_t(f) df$ である。(2.20) に従えば、資本を稼働させることによる収益は $R_t^k (1 + \gamma_t)$ によって表されるが、投資効率性ショックの存在により、追加的な収益 γ_t が含まれることとなる。

ここで、経済全体で評価した変数について触れる。資本については、企業の参入と退出が考慮される前後で資本の総量は変化することから、それぞれの状態で区別を行う必要がある。企業の参入と退出が生じる前については、経済全体での資本は $K_t = \int K_t(f) df$ として表される。これに対して、企業の入退出が考慮された後の資本は、以下のように、退出しない企業と新規参入する企業の資本から構成される。

$$X_t = (1 - \delta_e) K_{t-1} + \delta_e Z_t^* \Psi_t k_0 \quad (2.21)$$

ただし、 X_t は企業の退出入が考慮された後の資本、 Z_t^* は複合技術水準、 Ψ_t は投資特殊技術水準⁸、 k_0 は新規参入する企業が保有する資本をそれぞれ表す。さらに、経済全体

⁸複合技術 (Composite technology) 水準と投資特殊技術水準については、以下の資本生産企業の行動について解説する際に触れる。

での資本蓄積方程式(2.7)は以下のように書き換えられる。

$$K_t = (1 - \delta(u_t))X_t + I_t \frac{\Sigma(\varepsilon_t^*)}{1 - \Phi(\varepsilon_t^*)} \quad (2.22)$$

ただし、 $I_t = \int I_t(f)df$ である。さらに、経済全体での生産関数、実質賃金、資本のレンタル率は以下のように書き換えられる。

$$Y_t = (u_t X_t)^\alpha (Z_t^a n_t)^{1-\alpha} \quad (2.23)$$

$$W_t = \frac{(1 - \alpha)Y_t}{n_t} \quad (2.24)$$

$$R_t^k = \frac{\alpha Y_t}{u_t X_t} \quad (2.25)$$

ただし、 $Y_t = \int Y_t(f)df$ 、 $n_t = \int n_t(f)df$ である。このモデルは、金融機関は完全競争市場に直面していることから、資金調達コストである預金金利 r_t^d が企業の退出が考慮された後の貸出金利 $(1 - \delta_e)r_t^f$ と等しくなるまで資金を供給する。この時、(2.3)と(2.16)について以下の関係が成り立つ。

$$\beta E_t \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} (1 + \gamma_{t+1}) > \beta E_t \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t}$$

$\gamma_{t+1} > 0$ であることを考慮すると、不等式の関係が成立しており、これは言い換えると借入制約に直面している家計は金融機関には資金を供給しないことを意味している ($d_{t+1} = 0$)。このような状況下では、信用市場の取引される資金 $L_t(f)$ は、すべて企業間で行われるため、経済全体では $L_t = \int L_t(f)df = 0$ となる。このとき、企業の投資ルール(2.19)は以下のように書き換えられる⁹。

$$P_t^i I_t = \{(u_t R_t^k + \zeta_t Q_t)X_t + B_t\} [1 - \Phi(\varepsilon_t^*)] \quad (2.26)$$

(2.13)より、経済全体での株式価格は以下のように書き換えられる。

$$P_t^s = Q_t K_t + B_t \quad (2.27)$$

(2.27)が示すように、株式価格は、ファンダメンタルズ $Q_t K_t$ のみならず、バブル要素 B_t の影響も受ける。

⁹経済全体での株価バブル B_t については、続く節で触れる。

2.2.3 株式バブルとセンチメントショック

株式バブルは、家計の自己実現的な市場心理により生じる。もし、家計が株式価値の高まりを予測するときには、株式価値を担保として資金調達する企業の資金調達状況は緩和される。これは、追加的な投資と収益を可能にすることにより、株式価値を実際が高める。この自己実現的なループが生じるためには、信用市場が不完全である必要がある。本章で用いるモデルにおいては、(2.9)と(2.12)を用いることにより、信用市場における借入制約は以下のように書き換えられる。

$$\frac{L_t(f)}{r_t^f} \leq Q_t \xi_t K_{t-1}(f) + B_{t,\tau} \quad (2.28)$$

(2.28)が示すように、バブルの存在により借入制約は緩和され、追加的な資金の調達を可能にする。株価バブルそのものは、利子を生じさせるわけではないが信用市場の借入制約を緩和させることを通じて、追加的な資金の調達を促進させる効果を持つ(Ikeda (2013))。

続いて、バブルのサイズに影響を及ぼすセンチメントショックについて触れる。このセンチメントショックは、人々の市場心理に関する変化を捉える。このショックは以下のようにバブルのサイズに対して直接的に影響を及ぼす。

$$\frac{B_{t+\tau,\tau}}{B_{t+\tau,\tau-1}} = \theta e^{z_t^\theta} = \theta_t, \quad t \geq 0, \tau \geq 1 \quad (2.29)$$

ただし、 θ はバブルの成長率に関する平均値そして、 z_t^θ はセンチメントショックをそれぞれ表す。(2.29)に従えば、センチメントショックは、設立年数が1年異なる企業が保有するバブルの相対的なサイズに対して影響を及ぼす。

企業は、每期一定割合 δ_e の企業が参入すると仮定されるが、家計は、新規参入する企業は $B_{t,0} = b_t^*$ だけのバブルを保有すると推測する。ただし、新規参入する企業がバブルを保有する確率は ω^{**} であることから、経済全体で評価すると新規参入する企業が保有するバブルは $\omega^{**}\delta_e b_t^*$ である。

続いて、(2.29)に従い、新規参入する企業が保有するバブルと既存するバブルとの関係は以下のように与えられる。

$$B_{t,0} = b_t^*, \quad B_{t,1} = \theta_{t-1} b_t^*, \quad B_{t,2} = \theta_{t-1} \theta_{t-2} b_t^*, \dots, \quad t \geq 0 \quad (2.30)$$

ただし、 b_t^* は新規参入する企業が保有する株価バブルのサイズを表す。

企業の設立年数 τ に依存することから、 t 期において経済全体でのバブルについて考える際には、企業の設立年数を考慮する必要がある。このとき、(2.30) を考慮すると、経済全体でのバブルは以下のように与えられる。

$$B_t = \sum_{\tau=0}^t (1 - \delta_e)^\tau \delta_e \omega^{**} B_{t,\tau} = \sum_{\tau=0}^t (1 - \delta_e)^\tau \delta_e \omega^{**} \left(\prod_{k=1}^{\tau} \theta_{t-k} B_{t,0} \right) \equiv m_t b_t^* \quad (2.31)$$

m_t はバブルを保有する企業の数を表し、以下のように与えられる¹⁰。

$$m_t = m_{t-1}(1 - \delta_e)\theta_{t-1} + \delta_e \omega^{**} \quad (2.32)$$

最終的には、経済全体での株式バブルは、(2.15) は、(2.30) と (2.31) を用いることにより、以下のように表される。

$$B_t = \beta(1 - \delta_e) E_t \theta_t \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} \frac{m_t}{m_{t+1}} B_{t+1} (1 + \gamma_{t+1}) \quad (2.33)$$

2.2.4 資本生産企業

資本生産企業は、最終財を用いて投資財の生産を行い生産者に売却する。投資財を生産する際には、2次の調整コストに直面すると想定する。資本生産企業の利潤は以下のように与えられる。

$$E_t \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j \frac{\Lambda_{t+j}}{\Lambda_t} \left\{ P_{t+j}^i I_{t+j} - \left[1 + \frac{\omega}{2} \left(\frac{I_{t+j}}{I_{t+j-1}} - z^* \psi \right)^2 \right] \frac{I_{t+j}}{\Psi_{t+j}} \right\}$$

ただし、 ω は、投資の調整費用に関する弾力性、 z^* は定常状態における複合技術成長率をそれぞれ表す¹¹。資本生産企業の利潤関数に現れる投資特殊技術水準は以下のように表される。とりわけ以下で示される投資特殊技術水準は対数を取った後の関係を示している。

$$\log \Psi_t = \log \psi + \log \Psi_{t-1} + z_t^\psi \quad (2.34)$$

¹⁰新規参入する企業が株価バブルが含まれる確率 ω^{**} は、対数線形化後の均衡条件には現れない。そのため、このパラメータについては特定の値を与えない。

¹¹複合技術 (Composite technology) 成長率は Justiniano et al. (2011)、Hirose and Kurozumi (2012) や Kaihatsu and Kurozumi (2014a,b) などにおいて考慮されており、生産技術成長率と投資特殊技術成長率から成る。とりわけ、この複合技術トレンド Z_t^* は以下のように生産技術と投資特殊技術トレンドと関連づけられる。

$$Z_t^* = Z_t^\alpha \Psi_t^{\alpha/(1-\alpha)}$$

ただし、 $\psi > 1$ は定常状態における投資特殊技術の成長率、 z_t^ψ は投資特殊技術ショックをそれぞれ表す。この時、資本生産企業の投資 I_t に関する一階の条件は以下のように与えられる。

$$\begin{aligned} \Psi_t P_t^i = & 1 + \frac{\omega}{2} \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} - z^* \psi \right)^2 + \omega \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} - z^* \psi \right) \frac{I_t}{I_{t-1}} \\ & - \beta E_t \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} \omega \left(\frac{I_{t+1}}{I_t} - z^* \psi \right) \left(\frac{I_{t+1}}{I_t} \right)^2 \frac{\Psi_t}{\Psi_{t+1}} \end{aligned} \quad (2.35)$$

2.2.5 資源制約と均衡条件

生産企業が生産する最終財 Y_t は、消費財 C_t 、投資財 I_t 、そして消費財や投資財以外の需要要素 $gZ_t e^{\tilde{z}_t^g}$ に分配される。つまり、資源制約式は以下のように与えられる。

$$Y_t = C_t + \left[1 + \frac{\omega}{2} \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} - z^* \psi \right)^2 \right] \frac{I_t}{\Psi_t} + gZ_t e^{\tilde{z}_t^g} \quad (2.36)$$

ただし、 g は定常状態でのその他の需要要素、そして、 \tilde{z}_t^g はその他の需要要素に関する外生的なショックを表す。

均衡条件は、(2.1)、(2.2)、(2.14)、(2.16)~(2.18)、(2.20)~(2.27)、(2.32)、(2.33)、(2.35)、(2.36) に加え、生産技術と投資特殊技術に関する確率過程 (2.5) と (2.34) そして、7つの外生的ショック $X \in \{a, b, g, \theta, \zeta, n, \psi\}$ によって特徴付けられる。外生的ショックは、以下のように AR(1) 過程に従う。

$$z_t^X = \rho_X z_{t-1}^X + \epsilon_t^X, \quad \epsilon_t^X \sim \text{i.i.d. } N(0, \sigma_X^2), \quad X \in \{a, b, g, \theta, \zeta, n, \psi\}$$

ただし、 ρ_X は、外生的ショック $X \in \{z, b, g, \theta, \zeta, n\}$ に関する自己回帰パラメータを表す。外生需要ショック z_t^g については、 $z_t^g = (g/y) \tilde{z}_t^g$ とする¹²。

2.3 ベイズ推定を用いた実証分析

本稿では、DYNARE (Adjemian et al.2018) を使用することによりベイズ推定を実施する。対数線形した後の均衡条件と以下で触れる観測方程式を用いてカルマンフィルターを用いて尤度を評価する¹³。さらに、事前分布を組み合わせることにより事後分布を生

¹²Miao et al.(2015) では、外生需要ショックと消費の選好ショックは導入されていない一方で、本章でのモデルには、Miao et al.(2015) に含まれる持続的な生産性ショックに相当する外生ショックは導入されていない。

¹³対数線形化した後の均衡条件と定常状態の値については、補論にまとめられる。

成する。また、事後分布からのサンプリングについては、メトロポリスヘイスティングスアルゴリズムに従う。サンプリングの回数は30万回とし、その内、前半の15万回のサンプリングによって得られた値についてはバーンインする。とりわけ、サンプリングに関連するスケールパラメータは受容率が、24%程度となるように設定した。以下では、ベイズ推定を行う際に必要となる諸設定と実証分析の結果について触れる。

2.3.1 観測方程式とデータ

ここでは、分析に利用するデータと観測方程式について触れる。本章の分析では、GDP (Y_t)、消費支出 (C_t)、設備投資 (I_t)、賃金 (W_t)、Nikkei 225 (P_t^s)、投資財相対価格 (P_t^i)、日銀短観 ($Tankan_t$) の7つの四半期データを用いて実証分析を実施する¹⁴。GDP、消費支出、設備投資、賃金、そして、Nikkei 225については、GDPデフレーターを用いて実質化し、賃金、投資財相対価格と日銀短観以外のデータについては、15歳以上人口によって除すことにより1人あたり単位へと変換している。これに加え、投資財相対価格については、GDPデフレーターとの相対価格を使用する。賃金のデータの作成については、Sugo and Ueda (2008) に従っている。これらのデータの出所については、補論にまとめられる。対象とするサンプル期間は、80年代後半の経済加熱期とそれに続く経済停滞期を分析対象とするため、1981Q1から2010Q4の期間を選択した。観測方程式は以下のように与えられる。

$$\begin{bmatrix} 100\Delta \log Y_t \\ 100\Delta \log C_t \\ 100\Delta \log I_t \\ 100\Delta \log W_t \\ 100\Delta \log P_t^s \\ 100\Delta \log P_t^i \\ Tankan_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{z}^* \\ \bar{z}^* \\ \bar{z}^* + \bar{\psi} \\ \bar{z}^* \\ \bar{z}^* \\ -\bar{\psi} \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \tilde{y}_t - \tilde{y}_{t-1} + z_t^* \\ \tilde{c}_t - \tilde{c}_{t-1} + z_t^* \\ \tilde{i}_t - \tilde{i}_{t-1} + z_t^* + z_t^\psi \\ \tilde{w}_t - \tilde{w}_{t-1} + z_t^* \\ \tilde{p}_t^s - \tilde{p}_{t-1}^s + z_t^* \\ \tilde{p}_t^i - \tilde{p}_{t-1}^i - z_t^\psi \\ \phi_1 z_t^\zeta + \phi_2 \tilde{q}_t + \phi_3 (\tilde{b}_t - \tilde{k}_{t-1}) \end{bmatrix}$$

ただし、 $\bar{z}^* = 100 \log z^*$ 、 $\bar{\psi} = 100 \log \psi^*$ であり、チルダのついた変数については、それぞれの変数の定常状態からの乖離率を表している。

ここで、 $Tankan_t$ に関連する観測方程式について触れる。この $Tankan_t$ に関連する観測方程式は、企業側の資金繰り状況の変動を捉えることと、金融的ショックの識別を目

¹⁴観測変数として利用する日銀短観については、資金繰りに関するデフュージョンインデックス(D.I.)を使用する。

的としてモデルに導入される¹⁵。対応するモデルの変数部分 $\phi_1 z_t^c + \phi_2 \tilde{q}_t + \phi_3 (\tilde{b}_t - \tilde{k}_{t-1})$ については、企業の資金調達能力を反映している¹⁶。このモデルでは、企業は信用市場と株式市場から資金調達を行うが、この2つの市場は不完全であることから、(2.8)と(2.28)で示されるように制約に直面すると想定されており、これらを基に $Tankan_t$ に関する観測方程式が導出される。 $Tankan_t$ のデータについては、平均値からの乖離であることに加え、サンプル期間全体で、標準偏差が1となるように加工した。この加工方法は、Miao et al. (2015) において用いられた方法に習っている。

2.3.2 固定パラメータと事前分布の設定

[表 2.1]

[表 2.2]

表 2.1 は分析に用いる固定パラメータの値がまとめられる。主観的割引率、資本分配率、そして資本減耗率については Sugo and Ueda (2008) に従い、 $\beta = 0.995$ 、 $\alpha = 0.37$ 、そして $\delta = 0.015$ と設定する。企業の退出率については、Miao et al (2015) において用いられた $\delta_e = 0.02$ を用いる。また、総資本に対する新規参入企業が保有する資本の比率と既存のバブルに対する既存のバブルの相対的サイズは、それぞれ Miao et al. (2015) に従い $k_0/k = 0.2$ と $\theta = 0.9975$ とする。さらに、資源制約式に現れる定常状態における投資産出量比率と外生的需要項目産出量比率は、それぞれサンプル平均を用いる ($i/y = 0.16$ 、 $g/y = 0.31$)。

表 2.2 には、推定するパラメータの事前分布がまとめられる。まず、消費の習慣形成 h そして、労働供給に関する弾力性の逆数 χ については、Sugo and Ueda (2008) に従い設定する。資本稼働に伴う調整費用の弾力性 v 、投資の調整費用に関する弾力性 ω 、定常状態における企業の資金調達能力を反映したパラメータ ζ そして、企業の投資の実施確率に関する弾力性 $\mu = \frac{\phi(\varepsilon^*)\varepsilon^*}{1-\Phi(\varepsilon^*)}$ はそれぞれ Miao et al. (2015) に従い事前分布を設定する。続いて、定常状態における均斉成長率と投資特殊技術成長率は分析対象としたサンプル平均を採用し、標準偏差については、Kaihatsu and Kurozumi (2014b) に従い事前分布を

¹⁵Miao et al. (2015) では、Chicago Fed が公表する National Financial Conditions Index (NFCI) を導入することにより、金融的ショックの識別を行なっている。

¹⁶Miao et al. (2015) に従い、資金繰り状況に関連するモデル部分については、資本ストックを用いて標準化する。

設定する。企業の資金繰り状況を反映した観測方程式に現れる係数 ϕ_1 、 ϕ_2 、 ϕ_3 は全て、Miao et al. (2015)に従う。全ての外生的ショックの持続性や標準偏差については、Hirose and Kurozumi (2012)、Kaihatsu and Kurozumi (2014b)と同様の事前分布を設定する。

2.3.3 推定されたパラメータ

[表 2.3]

表 2.3 には、推定されたパラメータの値がまとめられる。投資の調整費用に関する弾力性 ω については、Kaihatsu and Kurozumi (2014b)においても低い値($\omega = 0.425$)が推計されるが、本章での分析では、さらに低い数値が得られた($\omega = 0.071$)。資本稼働に伴う調整費用に関する弾力性 v については、Hirose and Kurozumi (2012)やKaihatsu and Kurozumi (2014b)においては、それぞれ、 $v = 2.078, 0.475$ と推計されており、本章での推計値は、それらの先行研究の結果と比較して非常に高い値が得られた。 $(v = 13.399)$ 。米国の結果であるが、Miao et al. (2015)においては、 $v = 11.92$ が報告されており、この数値とは近い推定結果が得られている。 ζ や μ についても、Miao et al. (2015)と類似した推定値が得られている。

企業の資金繰り状況に関するパラメータ ϕ_1 、 ϕ_2 、 ϕ_3 については、Miao et al. (2015)とは異なった結果が得られた。まず、資金繰りに関する外生的な影響である金融的ショックについて、Miao et al. (2015)において報告される推定値($\phi_1 = 0.04$)よりも大きな値となっている($\phi_1 = 0.931$)。これに対して、 ϕ_2 や ϕ_3 については、Miao et al. (2015)ではそれぞれ、 $\phi_2 = 4.79$ と $\phi_3 = 0.33$ と推定されており、本章での推定値よりも高い値が得られている($\phi_2 = 0.034$ 、 $\phi_3 = 0.008$)。

センチメントショックの標準偏差については、他のショックと比較して著しく高い推定結果が得られた($\sigma_\theta = 16.979$)。つまり、人々の市場心理は非常に激しく変化することを示唆する。

2.3.4 分散分解とヒストリカル分解

[図 2.1]

[図 2.2]

[表 2.4]

ここでは、ヒストリカル分解と分散分解を用いて、80年代後半以降の経済加熱期と、90年代以降の経済停滞期において、如何なるショックによって、産出量と株式価格の変動がもたらされたのかについて議論する。

表 2.4 にまとめられる分散分解の結果より、産出量の変動の約 50% が生産技術ショックによって説明されることに加え、センチメントショックの効果も他のショックと比較して、その影響が相応に現れていることが分かる。図 2.1 には産出量のヒストリカル分解の結果が示されており、確かに、サンプル期間を通して生産技術ショックが産出量の変動に対して強く影響を及ぼしている。これは、産出量の変動の大部分は生産技術ショックによる影響が支配的であるとの結果を示した Hirose and Kurozumi (2012) や Kaihatsu and Kurozumi (2014b) と同様である。その一方で、人々の株式市場に対する市場心理を反映したセンチメントショックは、1980 年代初頭から、徐々に、産出量の成長率を押し上げ、その効果は 80 年代後半にピークに達したことが読み取れる。これに対して、資産価格の急落が観測された 90 年代初頭を境に、センチメントショックは産出量の成長率に対してマイナスの影響を及ぼしたことが分かる。そして、そのマイナスの影響は 2005 年ごろまで継続して現れている。つまり、人々の株式価値の下落に対する懸念が、長期停滞を引き起こした要因の一つであることを示唆する。この結果は、Hayashi and Prescott (2002) において示された 90 年代以降の産出量の低下が、生産性の減退によって引き起こされたという見解とは異なった結果が得られたと言えるだろう。

図 2.2 が示すように、株価の変動は、そのほとんどがセンチメントショックによって説明されていることが分かる。分散分解においても、センチメントショックは 90% 以上の株式価格の変動を捉えていることが伺える。この結果は、Hirose (2008) においては、企業家の自己資本に対するショックといった金融的ショックが株式価格の変動を説明する上で最も重要であることを示した結果とは異なる。本章の分析では、企業家の自己資本に対するショックは考慮されないが、金融的なショックとして企業の資金調達に関するショックが導入されており、その貢献度は低い。さらに、株式価格の変動がセンチメントショックによって、その大部分が説明されているという結果は、Miao et al. (2015) において示された米国での結果と同様である。

多くの変数の変動について、センチメントショックの貢献度は高いと言えるが、投資の成長率に関しては、このショックはそれほど大きな影響力を持たない。この結果は、分散分解の結果からも伺うことができる。投資の成長率は、消費の選好ショックによりその変動の大部分が説明される。

2.3.5 推定された株式バブルの推移と企業の資金繰り状況の変化

[図2.3]

[図2.4]

図2.3は推定されたセンチメントショックと株価バブルの成長率の推移が示される。図から分かるように2つの系列は非常に類似した変動をしており、バブルの変動は、その大部分がセンチメントショックにより説明されることを示唆する。

図2.4には分析の結果得られた定常状態からの乖離率によって表された株式バブルの推移と、日銀短観による企業の資金繰り状況がそれぞれまとめられる¹⁷。推定されたバブルと企業の資金繰り状況との間には非常に高い相関があることが分かる。80年代においては、株価バブルは上昇し企業の資金繰り状況の緩和傾向にある一方で、90年代以降は、バブル要素は下落し、企業の資金調達は難航したことが伺える。これは、企業価値に含まれるバブル要素の変動が、企業の担保価値に影響を及ぼしたことを示唆する。

つまり、センチメントショックは、バブルの変動と担保制約の緩和あるいは引き締めを通して、企業の資金繰り状況の変化もたらしていることが伺える。これらを考慮すると、センチメントショックが産出量の変動に対して影響を及ぼした背景として、人々の市場心理の変化がファンダメンタルズに基づかないバブルとして反映され、担保価値の変化を引き起こした。これはさらに、企業の資金調達状況の変化を通して、最終的には、生産活動にその影響が及んだと解釈することが出来るであろう。

2.4 結論

本章では、日本における株式価格の変動が如何なる要因によりもたらされるのかについて、株価に含まれるバブルの要素に着目し議論した。さらに、1980年代後半から、

¹⁷図2.4で用いられる企業の資金繰り状況については、日本銀行の短観を用いている。とりわけ、この系列は、資金繰りのデフュージョン・インデックス (DI) である。

日本経済は激しい景気変動を経験したが、この期間に関して、株式価格は実体経済に対して、如何なる影響をもたらしたのかについても考察した。とりわけ、本章では、これらの問題について議論するために、Miao et al. (2015) により考案された株価バブルを有する DSGE モデルをベースとして、7つの日本のデータを用いて、ベイズ推定することにより実証分析を行った。

本章の分析を通して、2つの主要な結果が得られた。まず、日本における株式市場の変動は、人々の市場心理を反映したセンチメントショックにより、その変動の大部分が説明され、他のショックの貢献度は非常に低いことが明らかとなった。

2つ目に、サンプル期間を通して生産技術ショックが産出量の変動の大部分を説明しているが、1980年代後半から90年代に観測された著しい経済加熱期において、センチメントショックは産出量を押上げる効果を持った。これに対して、90年代初頭に観測された資産価格の急落を契機として、センチメントショックは産出量の成長率にマイナスの影響を及ぼした。これは、人々の資産価格の下落懸念が日本の経済停滞を引き起こした要因の一つであることを示唆する。この点に関しては、Hayashi and Prescott (2002) において示された90年代以降の産出量の低下が、生産性の減退によって引き起こされたという見解とは異なった結果が得られたと言えるだろう。

とりわけ、80年代後半から、バブルの要素は上昇しそれに伴い、企業の資金繰りが容易となった一方で、90年代初頭からバブルは下落傾向となると同時に、資金調達は困難となったことが、バブルの推移と日銀短観による企業の資金繰り状況の変動から明らかとなった。つまり、バブルの変動がセンチメントショックによりもたらされるという結果を考慮すると、人々の市場心理の変化が企業の担保価値の変動を引き起こし、資金調達状況に変化させることにより、生産活動に影響を及ぼしたことを示唆する。

2.5 本文中に用いられる図表

表 2.1: 固定パラメータ

パラメータ			出所
β	主観的割引率	0.995	Sugo and Ueda (2008)
α	資本分配率	0.37	Sugo and Ueda (2008)
δ	資本の減耗率	0.015	Sugo and Ueda (2008)
δ_e	企業の退出率	0.02	Miao et al. (2015)
i/y	定常状態における投資産出量比率	0.16	サンプル平均 (1981Q1-2010Q4)
g/y	定常状態における消費と投資以外の需要要素産出量比率	0.31	サンプル平均 (1981Q1-2010Q4)
k_0/k	総資本に対する新規企業が保有する資本の比率	0.2	Miao et al. (2015)
θ	既存のバブルに対する新規のバブルの相対的サイズ	0.9975	Miao et al. (2015)

表 2.2: 事前分布の設定

パラメータ		分布	平均	標準偏差
h	消費の習慣形成	ベータ分布	0.700	0.150
ω	投資の調整費用に関する弾力性	ガンマ分布	2.000	2.000
v	資本稼働に伴う調整費用の弾力性	ガンマ分布	1.000	1.000
ζ	定常状態における企業の資金調達能力を捉えるパラメータ	ベータ分布	0.300	0.100
μ	企業が投資を実施する確率に関する弾力性	ガンマ分布	2.000	2.000
χ	労働供給に関する弾力性の逆数	ガンマ分布	2.000	0.750
\bar{z}^*	定常状態における均斉成長率	ガンマ分布	0.340	0.100
$\bar{\psi}$	定常状態における投資特殊技術成長率	ガンマ分布	0.200	0.100
ϕ_1	企業の資金繰りに対する金融的ショックの貢献度	ガンマ分布	1.000	1.000
ϕ_2	企業の資金繰りに対するトービンの Q の貢献度	ガンマ分布	1.000	1.000
ϕ_3	企業の資金繰りに対する株価バブルの貢献度	ガンマ分布	1.000	1.000
ρ_b	消費の選好ショックの持続性	ベータ分布	0.500	0.200
ρ_g	外生的需要ショックの持続性	ベータ分布	0.500	0.200
ρ_n	労働供給ショックの持続性	ベータ分布	0.500	0.200
ρ_ζ	金融的ショックの持続性	ベータ分布	0.500	0.200
ρ_θ	センチメントショックの持続性	ベータ分布	0.500	0.200
ρ_z	生産技術ショックの持続性	ベータ分布	0.500	0.200
ρ_ψ	投資特殊技術ショックの持続性	ベータ分布	0.500	0.200
σ_b	消費の選好ショックの標準偏差	逆ガンマ分布	0.500	∞
σ_g	消費の選好ショックの標準偏差	逆ガンマ分布	0.500	∞
σ_n	労働供給ショックの標準偏差	逆ガンマ分布	0.500	∞
σ_ζ	金融的ショックの標準偏差	逆ガンマ分布	0.500	∞
σ_θ	センチメントショックの標準偏差	逆ガンマ分布	0.500	∞
σ_z	生産技術ショックの標準偏差	逆ガンマ分布	0.500	∞
σ_ψ	投資特殊技術ショックの標準偏差	逆ガンマ分布	0.500	∞

表 2.3: 推定された事後分布

パラメータ		平均	90% 信用区間
h	消費の習慣形成	0.214	[0.126, 0.301]
ω	投資の調整費用に関する弾力性	0.071	[0.040, 0.103]
ν	資本稼働に伴う調整費用の弾力性	13.399	[9.623, 17.280]
ζ	定常状態における企業の資金調達能力を捉えるパラメータ	0.383	[0.266, 0.510]
μ	企業が投資を実施する確率に関する弾力性	2.074	[1.499, 2.644]
χ	労働供給に関する弾力性の逆数	1.136	[0.543, 1.698]
\bar{z}^*	定常状態における均斉成長率	0.399	[0.240, 0.563]
$\bar{\psi}$	定常状態における投資特殊技術成長率	0.201	[0.121, 0.275]
ϕ_1	企業の資金繰りに対する金融的ショックの貢献度	0.931	[0.345, 1.460]
ϕ_2	企業の資金繰りに対するトービンの Q の貢献度	0.034	[0.004, 0.062]
ϕ_3	企業の資金繰りに対する株価バブルの貢献度	0.008	[0.002, 0.013]
ρ_b	消費の選好ショックの持続性	0.982	[0.973, 0.991]
ρ_g	外生的需要ショックの持続性	0.979	[0.968, 0.991]
ρ_n	労働供給ショックの持続性	0.968	[0.944, 0.993]
ρ_ζ	金融的ショックの持続性	0.916	[0.865, 0.969]
ρ_θ	センチメントショックの持続性	0.829	[0.758, 0.906]
ρ_a	生産技術ショックの持続性	0.556	[0.440, 0.672]
ρ_ψ	投資特殊技術ショックの持続性	0.226	[0.086, 0.358]
σ_b	消費の選好ショックの標準偏差	4.313	[2.501, 6.292]
σ_g	消費の選好ショックの標準偏差	0.638	[0.568, 0.706]
σ_n	労働供給ショックの標準偏差	1.852	[1.283, 2.389]
σ_ζ	金融的ショックの標準偏差	0.3427	[0.132, 0.570]
σ_θ	センチメントショックの標準偏差	16.979	[9.053, 24.289]
σ_a	生産技術ショックの標準偏差	1.006	[0.901, 1.115]
σ_ψ	投資特殊技術ショックの標準偏差	0.459	[0.407, 0.510]

表 2.4: 分散分解

	$100\Delta \log Y_t$		$100\Delta \log P_t^s$		$100\Delta \log I_t$	
	$T = 8$	$T = 32$	$T = 8$	$T = 32$	$T = 8$	$T = 32$
z_t^a	56.1	51.3	0.2	0.3	10.7	10.6
z_t^ζ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
z_t^θ	15.6	22.7	97.0	97.0	6.4	6.8
z_t^n	17.7	16.2	0.3	0.3	16.0	15.9
z_t^g	7.3	6.7	0.0	0.0	0.8	0.8
z_t^ψ	0.3	0.3	0.0	0.0	3.9	3.8
z_t^b	2.7	2.5	2.1	2.1	61.9	61.7

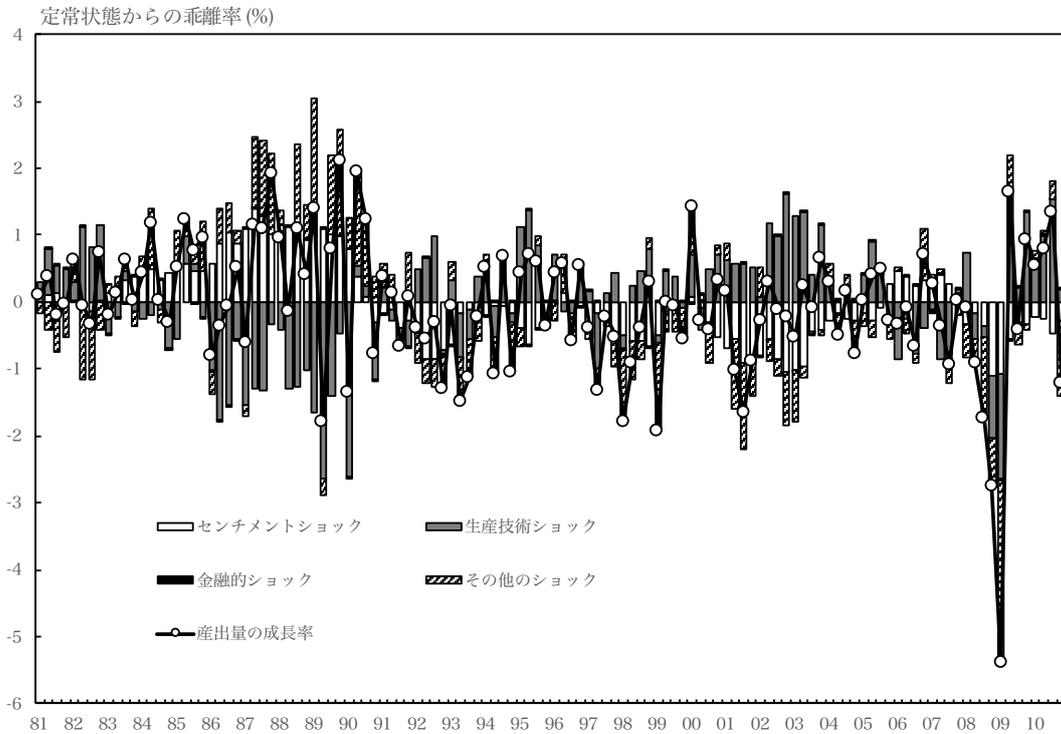


図 2.1: 産出量の成長率のヒストリカル分解

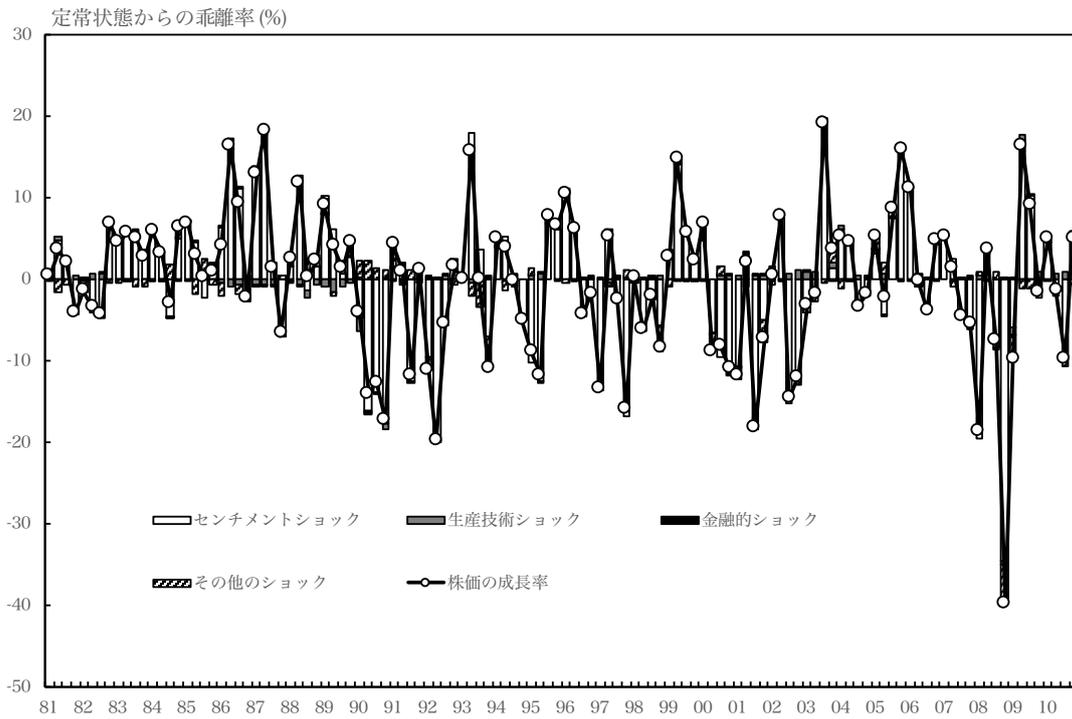


図 2.2: 株価成長率のヒストリカル分解

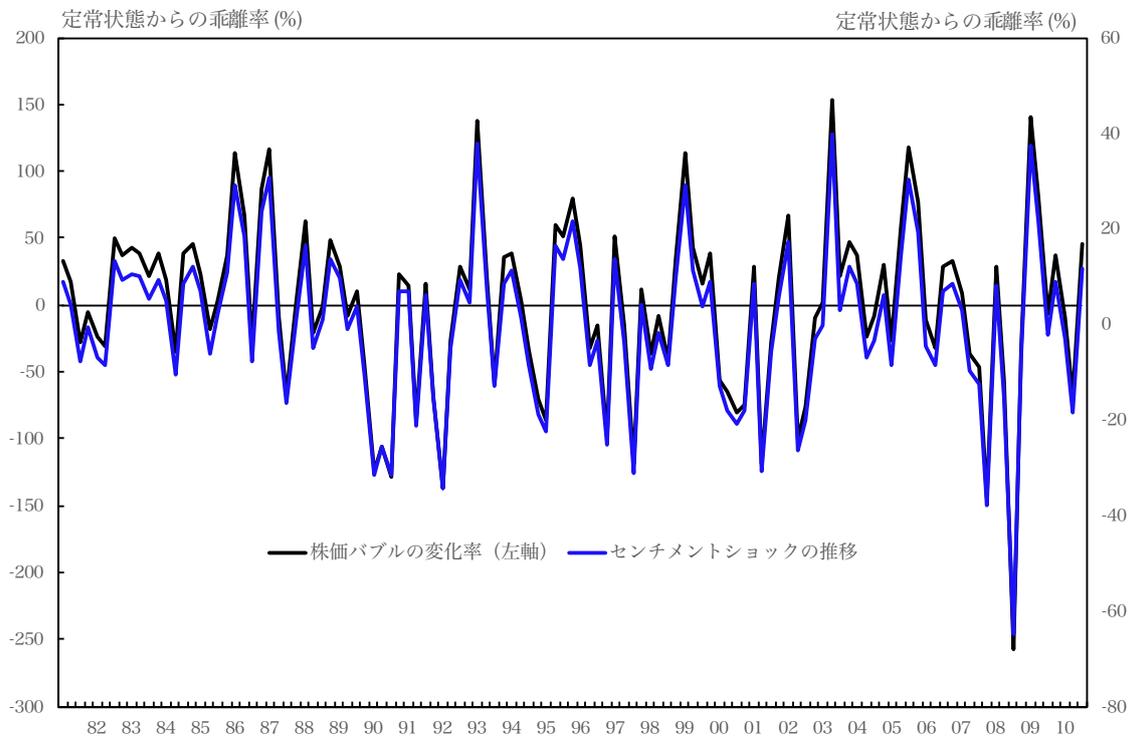


図 2.3: センチメントショックとバブルの成長率の推移



図 2.4: 推定された株価バブルの推移と企業の資金繰り状況¹⁸

2.6 補論

2.6.1 データの出所

本章の分析で用いるデータの出所については表 2.5 にまとめられる。

表 2.5: データの出所

データ	出所
実質 GDP	内閣府「国民経済計算」
実質消費	内閣府「国民経済計算」
実質投資	内閣府「国民経済計算」
GDP デフレーター	内閣府「国民経済計算」
投資財相対価格	内閣府「国民経済計算」
賃金	厚生労働省「毎月勤労調査統計」(e-stat を経由)
Nikkei 225	Nikkei Industry Research Institute (Federal Reserve Bank of St. Louis を経由)
日銀短観(資金繰り)	日本銀行「短観」
15 歳以上人口	総務省統計局「労働力調査長期時系列データ」

¹⁸企業の資金繰りについては、日本銀行「短観」における資金繰りの D.I. を使用している。

2.6.2 線形化された均衡条件

本章では、線形化された後の均衡式を用いて分析を行う。本節では、その分析に用いる線形化された後の方程式について触れる。ただし、本章で用いるモデルには、生産技術と投資特殊技術に関する2種類のトレンドが存在することから、トレンド除去を行った後に、対数線形近似を実施しなければならない。そこで、次のようなルールに従いトレンド除去を行う。

$$y_t = \frac{Y_t}{Z_t^*}, c_t = \frac{C_t}{Z_t^*}, i_t = \frac{I_t}{Z_t^*}, b_t = \frac{B_t}{Z_t^*}, w_t = \frac{W_t}{Z_t^*},$$

$$\lambda_t = \Lambda_t Z_t^*, p_t^s = \frac{P_t^s}{Z_t^*}, k_t = \frac{K_t}{Z_t^* \Psi_t}, x_t = \frac{X_t}{Z_t^* \Psi_t}, r_t^k = \Psi_t R_t^k, q_t = \Psi_t Q_t$$

トレンド除去した変数に対して対数線形近似を実施した後の均衡条件は以下のようまとめられる。ただし、チルダのついた変数については定常状態からの乖離率を表している。

1. 消費の限界効用

$$\begin{aligned} \tilde{\lambda}_t = & -\frac{1}{1 - \beta h/z^*} \left[\frac{1}{1 - h/z^*} \left\{ \tilde{c}_t - \frac{h}{z^*} (\tilde{c}_{t-1} - z_t^*) \right\} - z_t^b \right] \\ & + \frac{\beta h/z^*}{1 - \beta h/z^*} \left\{ \frac{1}{1 - h/z^*} \left(E_t \tilde{c}_{t+1} + E_t z_{t+1}^* - \frac{h}{z^*} \tilde{c}_t \right) - E_t z_{t+1}^b \right\} \end{aligned}$$

2. 労働供給関数

$$\tilde{\lambda}_t + w_t = z_t^n + z_t^b + \chi n_t$$

3. 労働需要関数

$$w_t = y_t - n_t$$

4. 生産関数

$$\tilde{y}_t = \alpha(\tilde{u}_t + \tilde{x}_t) + (1 - \alpha)\tilde{n}_t$$

5. 生産企業の退出が考慮された後の資本

$$\tilde{x}_t = \frac{1 - \delta_e}{z^* \psi} \varphi_k \left(\tilde{k}_{t-1} - z_t^* - z_t^\psi \right)$$

6. 資本蓄積方程式

$$\tilde{k}_t = -\frac{\delta'(1)}{\varphi_k} \tilde{u}_t + \frac{1 - \delta}{\varphi_k} \tilde{x}_t + \left(1 - \frac{1 - \delta}{\varphi_k} \right) \left(\tilde{i}_t - \frac{\mu}{\varphi_g} \tilde{\varepsilon}_t^* \right)$$

ただし

$$\tilde{\varepsilon}_t^* = \tilde{p}_t^i - \tilde{q}_t$$

7. 投資決定ルール

$$\tilde{i}_t = \frac{\alpha}{\alpha + \zeta \varphi_x + b/y} \tilde{y}_t + \frac{\zeta \varphi_x}{\alpha + \zeta \varphi_x + b/y} \left(z_t^\zeta + \tilde{q}_t + \tilde{x}_t \right) + \frac{b/y}{\alpha + \zeta \varphi_x + b/y} \tilde{b}_t - \tilde{p}_t^i - \mu \tilde{\varepsilon}_t^*$$

8. 資本稼働率

$$\tilde{y}_t - \tilde{x}_t + (1 - \beta(1 - \delta_e)\theta) \varphi_g \tilde{\varepsilon}_t^* = \tilde{q}_t + (1 + \tau) \tilde{u}_t$$

9. トービンの限界の Q ¹⁹

$$\begin{aligned} \tilde{q}_t &= E_t \tilde{\lambda}_{t+1} - \tilde{\lambda}_t + E_t \tilde{q}_{t+1} - E_t z_{t+1}^* - E_t z_{t+1}^\psi \\ &\quad + \frac{\beta(1 - \delta_e)\delta'(1)}{z^* \psi} \nu E_t \tilde{u}_{t+1} + \frac{\zeta \beta(1 - \delta_e)\gamma}{z^* \psi} \left(E_t z_{t+1}^\zeta + \varphi_g E_t \tilde{\varepsilon}_{t+1}^* \right) \end{aligned}$$

10. バブルの変動方程式

$$\tilde{b}_t = E_t \tilde{\lambda}_{t+1} - \tilde{\lambda}_t + E_t \tilde{b}_{t+1} + [1 - \beta(1 - \delta_e)\theta] \varphi_g E_t \tilde{\varepsilon}_{t+1}^* + z_t^\theta + m_t - m_{t+1}$$

11. バブルを保有する企業の変動方程式

$$\tilde{m}_t = (1 - \delta_e)\theta(\tilde{m}_{t-1} + z_{t-1}^\theta)$$

12. 企業の借入に関するオイラー方程式

$$\tilde{\lambda}_t = E_t \tilde{\lambda}_{t+1} + \tilde{r}_t^f - E_t z_{t+1}^z + [1 - \beta(1 - \delta_e)\theta] \varphi_g E_t \tilde{\varepsilon}_{t+1}^*$$

¹⁹ $\nu \equiv \delta''/\delta'$ と定義している。

13. 株式価格

$$\tilde{p}_t^s = \frac{\varphi_k \varphi_x}{\varphi_k \varphi_x + b/y} (\tilde{q}_t + \tilde{k}_t) + \left(1 - \frac{\varphi_k \varphi_x}{\varphi_k \varphi_x + b/y}\right) \tilde{b}_t$$

14. 投資財に関するオイラー方程式

$$\tilde{p}_t^i = \omega(z^* \psi)^2 (\tilde{i}_t - \tilde{i}_{t-1} - z_t^z - z_t^\psi) - \beta \omega(z^* \psi)^2 (E_t \tilde{i}_{t+1} - \tilde{i}_t + E_t z_{t+1}^* - E_t z_{t+1}^\psi)$$

15. 資源制約式

$$\tilde{y}_t = \frac{c}{y} \tilde{c} + \frac{i}{y} \tilde{i} + z_t^g$$

16. 複合技術ショック (Composite technological growth)

$$z_t^* = z_t^a + \frac{\alpha}{1-\alpha} z_t^\psi$$

2.6.3 定常状態

対数線形近似を行った後には、固定パラメータと推計されるパラメータの他に、モデル内の変数に関連する定常状態の値が現れる。本節では、その定常状態の値を固定パラメータや推計されるパラメータと関連づける。

$$\gamma = \frac{1}{\beta(1-\delta_e)\theta} - 1, \quad \varphi_x = \frac{\alpha}{z^* \psi \theta - \beta(1-\delta)(1-\delta_e)\theta - \zeta(1-\beta\theta(1-\delta_e))}$$

$$\varphi_k = \left(\frac{1-\delta_e}{z^* \psi} + \delta_e \frac{k_0}{k}\right)^{-1}, \quad \Phi(\varepsilon^*) = 1 - \frac{(i/y)\gamma}{(\varphi_k - (1-\delta))\varphi_x - i/y}$$

$$\varphi_g = -\frac{1-\Phi(\varepsilon^*)}{\gamma} - 1, \quad \frac{b}{y} = \frac{i}{y} \frac{1}{1-\Phi(\varepsilon^*)} - \alpha - \zeta \varphi_x$$

$$\delta'(1) = \frac{\alpha}{[\beta(1-\delta_e)\theta]\varphi_x}, \quad \frac{c}{y} = 1 - \frac{i}{y} - \frac{g}{y}$$

第3章 企業と金融機関が直面するバランスシート制約と日本経済における景気循環に関する分析¹

3.1 はじめに

日本経済は資産価格バブル崩壊以降、長期的な経済停滞に直面している。この経済停滞に関する要因の候補としてしばしば挙がるのは、生産性の低下とクレジットクランチ仮説と言われる、金融市場において生じた円滑な資金供給や調達への阻害である。生産性の低下を支持する研究として、Hayashi and Prescott (2002) や Kaihatsu and Kurozumi (2014b) が存在する。Hayashi and Prescott (2002) は新古典派成長モデルを用いて分析を行った結果、1990年代の日本の経済停滞は生産性の低下が主要な要因の一つであることを主張した。さらに、Kaihatsu and Kurozumi (2014b) は、バランスシート制約に直面する企業をDSGEモデルに導入しベイズ推定を行うことにより、90年代の経済停滞が金融的な要因であるのか、生産性の低下によってもたらされたのかについて議論を行った。この研究でも、Hayashi and Prescott (2002) と同様に生産性の低下が、経済活動の低下を引き起こしたと結論付けている。

しかしながら、Hayashi and Prescott (2002) では、金融的摩擦やそれに起因するバランスシート制約については明示的にモデルに含まれておらず²、Kaihatsu and Kurozumi (2014b) については、バランスシート制約に直面する企業家を分析に導入しているが、一般的に、資金の供給サイドとして捉えられる金融機関の行動については触れられていない。この一方で、Hirose and Kurozumi (2012) は金融的な要因が投資の成長率を抑制したことを指摘している。これに加えて、90年代の経済低迷の原因についてベクトル

¹本章で紹介する研究は、兵庫県立大学で行われた日本経済学会、2018年度春季大会のポスター報告と2018年度第二回日本金融学会関西支部例会で報告した「日本経済における金融的摩擦と景気循環に関する分析：ベイジアンDSGEモデルによる考察」を修正した研究である。

²Hayashi and Prescott (2002) は理論モデルにおいては、明示的に金融的摩擦については触れていないが、GDP成長率と貸出の変化率のデータを用いてクロスセクション回帰分析を実施することによって、金融的な要因が90年代の経済停滞の主要因でないことを裏付けている。さらに、銀行貸出と企業の設備投資のデータをプロットすることにより、この期間における設備投資が下落していないことに触れ、これは、代替的な資金調達手段が存在したこのについても触れている。

自己回帰 (VAR) モデルを用いて考察した Bayoumi (2001) は、資本不足に陥った金融機関により、円滑な資金仲介機能が阻害されたことが要因で経済活動が抑制されたことを指摘している。

本章は、景気循環を引き起こす源泉を解明するのではなく、90年代の日本の経済停滞期における、金融仲介の機能不全をバランスシート制約という観点から評価し、それらの制約が日本経済の景気循環の特徴を捉える上で、構造的に重要な要素となりうるのかについて考察する。さらに、90年代以降の経済停滞期を含めた期間において、金融機関と企業が直面するバランスシート制約のうち、どちらが日本の景気変動を説明する上で重要な役割を担うのかについても議論する。そこで、本章では、(1) バランスシート制約が存在しないモデル、(2) 企業がバランスシート制約に直面するモデル、そして、(3) 金融機関がバランスシート制約に直面するモデルの3つの DSGE モデルを構築し、それぞれのモデルをベイズ推定することにより、データとの当てはまりをベイズファクターの観点から比較する。バランスシート制約が存在しないモデルを分析対象とする理由としては、そもそも、金融的摩擦に起因するバランスシート制約が、日本経済の景気循環について考察する際に、重要な要素になりうるのかを解明するためである。金融的摩擦を考慮しない DSGE モデルについては、Christiano, Eichenbaum, and Evans (2005)、Smets and Wouters (2007)、そして Hirose (2014) などを用いられた中規模 (medium scale) DSGE モデルを使用する。金融機関が直面する金融的摩擦については、Bernanke, Gertler, and Gilchrist (1999, BGG) タイプの情報の非対称性を導入し、金融機関が直面する金融的摩擦として Gertler and Kiyotaki (2011, GK) や Gertler and Karadi (2011) によって考察されたエージェンシー問題を導入した中規模 DSGE モデルを用いる³。

本章の主要な結果は2点にまとめられる。まず、ベイズファクターの観点から企業や金融機関が直面するバランスシート制約は、分析対象とした期間について、日本の景気循環の特徴を捉えるという意味で重要な役割を担うことが示された。この結果は、Christensen and Dib (2008) によって報告された米国での結果や、Queijo von Heideken (2009) において報告された米国に加えユーロエリアでの結果と同様の結果が得られた。

2つ目に、企業が直面するバランスシート制約は、相対的にデータとのフィットが高いことが明らかとなった。これに加えて、バランスシート制約を含むモデルのみを対象

³DSGE モデルのフレームワークにおいて、金融機関の行動を考慮し、日本のデータを用いてベイズ推定を行なった研究として、Aoki and Sudo (2012) を挙げる事が出来る。この研究では、金融機関はバリュアットリスク制約に直面すると想定され、日本経済において観測された金融機関のポートフォリオ構造の変化が景気循環へ与えた影響について考察している。

として、貸出金利のデータを分析に導入した結果、金融機関が直面するバランスシート制約と比較して、企業が直面する制約は、データとのフィットがさらに向上するという結果が得られた。

さらに、本章で用いたアプローチは、Villa (2016) によってユーロエリアや米国において適用されている。Villa (2016) は、本章と同様に金融的摩擦を含まないモデル、金融機関がバランスシート制約に直面するモデル、そして企業がバランスシート制約に直面するモデルの3つのDSGEモデルを構築し、ユーロエリアと米国を対象に、それぞれのモデルのフィットの優劣について議論した⁴。この研究では、どちらの地域についてもバランスシート制約に直面するモデルのパフォーマンスが相対的に高く、それに加え、金融機関がバランスシート制約に直面するDSGEモデルが、ユーロエリアと米国における景気循環の特徴を捉えるという意味で優れていることを示した。バランスシート制約が景気循環を説明する上で重要な役割を担うことに関しては、本章の結果と同様であるが、日本においては、企業側が直面するモデルのパフォーマンスが高いという点については、ユーロエリアや米国において得られた結果とは異なる。

本章の構成は以下の通りである。3.2節では、分析に用いる3つのDSGEモデルの特徴について触れる。3.3節以降では、ベイズ推定を用いた実証分析を行い、ベイズファクターの観点からモデルのフィットについて考察する。さらに、金融的摩擦を含むモデルのパフォーマンスをクレジットスプレッドの観点から考察し、それぞれのモデルの特徴について触れる。そして、最後に本章のまとめを行う。

3.2 モデル

この章では、分析に用いるモデルについて触れる。以下の議論では、金融的摩擦が存在しないモデルをDSGEモデル、企業がバランスシート制約に直面するモデルをDSGE-BGGモデル、そして金融機関がバランスシート制約に直面するモデルをDSGEGKと呼ぶことにする。基礎とするモデルは、Christiano, Eichenbaum, and Evans (2005)、Smets and Wouters (2007)、Hirose (2014) などにより用いられた中規模DSGEモデルを使用する。とりわけ、本章では、Hirose and Kurozumi (2012)、Kaihatsu and Kurozumi (2014a,b) や Hirose (2014) に従い生産技術トレンドをモデルに導入する。

⁴Villa (2016) では、金融的摩擦を含まないモデルとして Smets and Wouters (2007) などによって用いられた中規模 DSGE モデルを使用している。企業と金融機関がバランスシート制約に直面するモデルとしては、BGG と GK タイプの金融的摩擦が導入された DSGE モデルを用いている。

本章で取り扱う3つのモデルにおいては、中間財企業、労働者、最終財企業、そして中央銀行の行動や資源制約式についてはすべてのモデルにおいて共通するが、それ以外の主体については行動が異なる。まず、DSGEモデル、DSGEBGGモデル、DSGEGKモデルに存在する主体の固有の行動について触れたのち、共通する主体の行動について概観する。

3.2.1 DSGEモデルにおける家計

経済には代表的な家計 $x \in [0, 1]$ が存在し、消費財 C_t を消費することにより正の効用を得る一方で、労働供給 $h_t(x)$ から負の効用を被る。さらに、家計の選好は以下のよう
に与えられる。

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t e^{z_t^b} \left[\frac{(C_t - \theta C_{t-1})^{1-\sigma}}{1-\sigma} - (Z_t^a)^{1-\sigma} e^{z_t^h} \int_0^1 \frac{(h_t(x))^{1+\chi}}{1+\chi} dx \right] \quad (3.1)$$

ただし β 主観的割引率、 σ は相対的危険回避度、 χ は労働供給の弾力性の逆数を表している。 z_t^b は選好ショックを表し、消費に対する需要に影響を及ぼし、 z_t^h は家計の労働供給に影響を及ぼすショックを表す。 Z_t^a は生産技術に関する水準を表しており、均斉成長経路を保証するために存在する⁵。家計の予算制約式は以下のよう
に与えられる。

$$C_t + I_t + \frac{B_t}{P_t} = \int_0^1 W_t(x) h_t(x) dx + r_t^k u_t K_{t-1} + r_{t-1}^n \frac{B_{t-1}}{P_t} + T_t$$

ただし、 B_t はリスクレスの国債、 $W_t(x)$ は実質賃金、 r_t^k は資本のレンタル率、 u_t は資本稼働率、 K_{t-1} は資本、 P_t は一般物価、そして T_t は所有する企業や金融機関からの収益に加え、政府からの補助金を表す。

DSGEモデルにおける家計は、資本生産技術を保有しており、家計は、中間財企業に対して資本を供給する。そのため、家計は以下の資本蓄積方程式も制約条件とし最適化問題を解かなければならない。

$$K_t = \{1 - \delta(u_t)\} K_{t-1} + \left\{ 1 - \frac{\zeta}{2} \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \frac{1}{z^a} - 1 \right)^2 \right\} I_t e^{z_t^v} \quad (3.2)$$

ただし、 δ は資本減耗率、 ζ は投資の調整費用に関する弾力性、 z^a は定常状態における技術成長率、 I_t は投資、 z_t^v は投資の限界効率性 (MEI) ショックをそれぞれ表す⁶。家計

⁵Erceg et al.(2006)を参照のこと。

⁶MEIショックは投資が資本へと変換される際に影響を及ぼすようなショックを指す。

は、投資に関する調整費用に直面するため、その影響を考慮しながら投資計画を考える必要がある。

家計の消費 C_t 、リスクレスの国債 B_t 、投資 I_t 、資本稼働率 u_t 、資本 K_t に関する一階の条件は以下のように与えられる。

$$\Lambda_t = e^{z_t^b} (C_t - \theta C_{t-1})^{-\sigma} - \beta \theta E_t e^{z_{t+1}^b} (C_{t+1} - \theta C_t)^{-\sigma} \quad (3.3)$$

$$\Lambda_t = \beta E_t \Lambda_{t+1} \frac{r_t^n}{\pi_{t+1}} \quad (3.4)$$

$$r_t^k = q_t \delta'(u_t) \quad (3.5)$$

$$\begin{aligned} 1 = & q_t \left\{ 1 - \frac{\zeta}{2} \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \frac{1}{z^a} - 1 \right)^2 \right\} e^{z_t^v} + q_t \zeta \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \frac{1}{z} - 1 \right) \frac{I_t}{I_{t-1}} \frac{1}{z^a} e^{z_t^v} \\ & + \beta E_t \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} q_{t+1} \zeta z^a \left(\frac{I_{t+1}}{I_t} \frac{1}{z^a} - 1 \right) \left(\frac{I_{t+1}}{I_t} \frac{1}{z^a} \right)^2 e^{z_{t+1}^v} \end{aligned} \quad (3.6)$$

$$q_t = \beta E_t \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} \{ r_{t+1}^k u_{t+1} + q_{t+1} (1 - \delta(u_{t+1})) \} \quad (3.7)$$

ただし、 q_t は資本の実質価格、 π_t はインフレ率、 Λ_t は消費の限界効用を表す。

3.2.2 DSGEBGG と DSGEGK モデルにおける家計

DSGEBGG と DSGEGK モデルにおいても代表的家計が想定される。ただし、DSGEGK モデルにおいては、家計は労働者 $x \in [0, 1]$ 、銀行家 b として、それ以外を企業家の3つのメンバーに分類される⁷。これに対して、DSGEBGG モデルの場合には、家計は、労働者 $x \in [0, 1]$ とそれ以外の企業家に分類されるとする。家計は、消費財 C_t を消費することにより正の効用を得る一方で、労働供給 $h_t(x)$ から負の効用を被る。家計の選好は DSGE モデルにおいて示された (3.1) 式と同様である。ただし、DSGEBGG と DSGEGK において、家計は資本生産技術は保有しない。家計の予算制約式は以下のように与えられる。

$$P_t C_t + D_t = r_{t-1}^n D_{t-1} + P_t \int_0^1 W_t(x) h_t(x) dx + T_t$$

⁷Iiboshi, Matsumae, and Nishiyama (2014) でも、家計のメンバーは、労働者、銀行家、そして企業家の3つの主体に分類されると想定している。

ただし、 D_t は金融機関に対する預金を表す。消費と預金に関する一階の条件は、DSGEモデルにおける家計の一階の条件の (3.3) と (3.4) と一致する。

3.2.3 DSGEBGG と DSGEGK モデルにおける資本生産企業

資本生産企業は、投資を実行し資本の蓄積を進める。 t 期に蓄積される資本は、 t 期に実施される投資によるものだけではなく、企業家から減耗せずに残った資本 $(1-\delta(u_t))K_{t-1}$ も含まれる。この時、以下の蓄積方程式に従い資本は蓄積される。

$$K_t = (1 - \delta(u_t))K_{t-1} + \left[1 - \frac{\zeta}{2} \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \frac{1}{z^a} - 1 \right)^2 \right] I_t e^{z_t^v} \quad (3.8)$$

蓄積された資本は企業家へと売却されることを考慮すると、資本生産企業の利潤関数は以下のように与えられる。

$$E_t \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j \frac{\Lambda_{t+j}}{\Lambda_t} \{q_{t+j}[K_{t+j} - (1 - \delta(u_t))K_{t+j-1}] - I_{t+j}\}$$

資本生産企業は、資本蓄積方程式を制約条件として、利潤の最大化を実行する。この時、一階の条件は以下のように求まる。

$$1 = q_t e^{z_t^v} \left\{ 1 - \frac{\zeta}{2} \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \frac{1}{z^a} - 1 \right)^2 - \zeta \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \frac{1}{z^a} - 1 \right) \frac{I_t}{I_{t-1}} \frac{1}{z^a} \right\} + \beta z^a E_t \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} q_{t+1} \zeta \left(\frac{I_{t+1}}{I_t} \frac{1}{z^a} - 1 \right) \left(\frac{I_{t+1}}{I_t} \frac{1}{z^a} \right)^2 \quad (3.9)$$

3.2.4 DSGEBGG モデルにおける企業家

ここでは、DSGEBGG モデルにおいて主要な役割を担う企業家の行動について触れる。このモデルに存在する企業家は、Bernanke, Gertler, and Gilchrist (1999) により用いられたバランスシート制約に直面すると仮定される。とりわけ、モデルのセットアップは Kaihatsu and Kurozumi (2014a,b) に従い構築する⁸。企業家は資本の購入資金 $q_t K_t$ を自らが保有する自己資本 N_t^e と金融機関からの借入 L_t によって賄う。ただし、金融機関からの借入に対しては、次期に貸出金利 $E_t r_{t+1}^e$ を返済しなければならない。この時、企業家

⁸Kaihatsu and Kurozumi(2014a,b) と異なる点は、企業家の自己資本に対するショックと、外部資金プレミアムショックが存在しない点である。これは、GK タイプの摩擦との比較を行う為である。

のバランスシートは以下のように与えられる。

$$L_t = q_t K_t - N_t^e \quad (3.10)$$

ただし、 L_t は金融機関からの借入量、 N_t^e は企業家の自己資本をそれぞれ表す。企業家は中間財企業に対して資本 K_{t-1} をレンタル率 r_t^k で貸し出すことを目的として、自己資本と金融機関からの借入によって調達された資金を用いて、資本生産企業から資本を価格 q_{t-1} で購入する。企業家は、中間財企業にレンタルする資本の比率 u_t を決める。レンタルされた資本 $u_t K_{t-1}$ は生産に利用された後、企業家へ返却されるが、生産に利用されることにより減耗する。企業家は、この減耗せず残った資本 $1 - \delta(u_t)$ を資本生産企業へ q_t の価格で売却する。資本稼働 u_t に関する一階の条件は以下のように与えられる。

$$r_t^k = q_t \delta'(u_t) \quad (3.11)$$

上述のように、企業家は資本を購入する際には金融機関から資金を調達する。この時企業家は、借入金利が資本の期待収益率と等しくなるまで資本を購入する。つまり、以下が成立する。

$$E_t \Lambda_{t+1} r_{t+1}^c = E_t \left[\frac{u_{t+1} r_{t+1}^k + (1 - \delta(u_{t+1}))}{q_t} \right] \quad (3.12)$$

事後的な資本の収益率は以下のように与えられる。

$$r_t^c = \frac{u_t r_t^k + q_t (1 - \delta(u_t))}{q_{t-1}} \quad (3.13)$$

BGG タイプの金融的摩擦では、企業家と金融機関との間に企業家のプロジェクトの収益率に関して、情報の非対称性が存在すると仮定される。この収益率に応じて企業家が破綻するかどうかが決まるが、実際に企業家が破綻した場合には金融機関はモニタリング費用を支払い資金の回収を行う。しかしながら、企業の動向を監視するための費用であるモニタリング費用の存在により、金融機関は貸し出した資金の全てを回収することはできない可能性が生じる。この一方で、金融機関は家計から資金を調達しているため、損失が生じ家計への返済ができなくなることを懸念する。このような状況において金融契約が結ばれる結果、金融機関は回収できなくなる部分を考慮し、あらかじめ企業家に対する貸出金利を高めを設定する。さらに、企業家が破綻した場合に、自己資本比率に応じて損失の程度が決まることから、企業家が直面する借入費用

は自身のバランスシート状況に依存する。具体的には、レバレッジ比率 $q_t K_t / N_t^e$ が高い時には、経済にマイナスのショックが生じた際には損失は高くなると考えられるため、リスクレートを比較して貸出金利は高めに設定される。つまり、貸出金利と企業家のレバレッジ比率の関係は以下のように描写できる。

$$E_t r_{t+1}^c = E_t \frac{r_t^n}{\pi_{t+1}} F \left(\frac{q_t K_t}{N_t^e} \right), F' > 0 \quad (3.14)$$

企業家全体での自己資本は、以下のように新規参入する既存の企業家と新規参入する企業家の自己資本により決まる。

$$N_t^e = (N_t^e)^e + (N_t^e)^n$$

ただし、 $(N_t^e)^e$ はと $(N_t^e)^n$ は既存の企業家と新規参入した企業家の自己資本をそれぞれ表す。前期から存続し続ける企業家が保有する自己資本 N_t^e は以下のように与えられる。

$$(N_t^e)^e = \eta_e [r_t^c q_{t-1} K_{t-1} - (E_{t-1} r_t^c) L_{t-1}]$$

ただし、 η_e は企業家の存続率を表す。本研究では Kaihatsu and Kurozumi (2014a,b) とは異なり企業家の自己資本に対するショックは想定しない。そのため、新規参入する企業家の自己資本については、Gertler and Karadi (2011) において用いられた仮定を用いてモデリングする。新規参入する企業家の自己資本は家計からの補填により決まり、家計は退出する企業家が保有していた資産 $(1 - \eta_e) q_t K_{t-1}$ うち $\chi_e / (1 - \eta_e)$ の率の資金を新規参入する企業家へ与えると仮定する。この仮定の下では、新規参入する企業家の自己資本は以下の通りである。

$$(N_t^e)^n = \chi_e q_t K_{t-1}$$

したがって、企業家全体の自己資本は以下のようにまとめられる。

$$N_t^e = \eta_e [r_t^c q_{t-1} K_{t-1} - (E_{t-1} r_t^c) L_{t-1}] + \chi_e q_t K_{t-1} \quad (3.15)$$

3.2.5 DSGEGK モデルにおける金融機関

DSGEGK モデルにおける金融的摩擦は、Gertler and Kiyotaki (2011) や Gerlter and Karadi (2011) に従いモデルに導入される。とりわけ、DSGEGK モデルにおいて、金融機関は主要な役割を担う。銀行家によって経営される金融機関は自身が保有する自己資本と家計

から調達した資金を企業家への貸出に向ける。金融機関のバランスシートは以下のよう
に与えられる。

$$q_t S_t(b) = N_t^b(b) + d_t(b)$$

ただし、 $S_t(b)$ は金融機関**b**が行う貸出、 $d_t(b) = D_t(b)/P_t$ は預金、 $N_t^b(b)$ は金融機関の自己
資本を表す。金融機関**b**の自己資本は以下のように蓄積される。

$$N_t^b(b) = r_t^c q_{t-1} S_{t-1}(b) - \frac{r_{t-1}^n}{\pi_t} d_t(b)$$

金融機関は銀行家によって運営されており、銀行家は家計に所属するメンバーから選
ばれる。ここで留意する点としては、銀行家は退出を余儀なくされ、退出した銀行家の
数だけ新たに銀行家が新規に参入するということである。これは、銀行家が自らの自
己資本を蓄積し続けることにより、預金者からの借入に依存することなく企業家への
貸出資金を賄うことを回避するための仮定である。この時、銀行家**b**は退出するまでの
自己資本の割引現在価値を最大にするように、意思決定を決めていく。この自己資本の
割引現在価値は価値関数 V_t として描写される。つまり、金融機関は以下に与えられる価
値関数 $V_t(b)$ を最大にするように意思決定を行う。

$$\begin{aligned} V_t(b) &= E_t \sum_{i=0}^{\infty} (1 - \eta_b) \eta_b^i \beta^{i+1} \frac{\Lambda_{t+i}}{\Lambda_t} N_{t+i+1}^b(b), \\ &= E_t \beta \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} \{ (1 - \eta_b) N_{t+1}^b(b) + \eta_b V_{t+1}(b) \} \end{aligned} \quad (3.16)$$

ただし、 η_b は金融機関の生存率を表す。

GKタイプの金融的摩擦の特徴としては、金融機関と家計との間にエージェンシー問
題が存在し、金融機関が家計から調達できる資金は、自身のバランスシート状況に依
存する点にある。ここで、エージェンシー問題とは、家計から調達した資金の一部 θ_b を
金融機関が私的に利用することを指す。家計はこのような行動に対して、金融機関を破
綻に追い込む権利を持ち貸出した資金の回収を行う。しかしながら、金融機関が私的に
使用した資金 $\theta_b q_t S_t(b)$ については回収することができない。このような問題が考えられ
る状況では、家計は以下のインセンティブ制約が満たされるような状況でしか資金を供
給しない。

$$V_t(b) \geq \theta_b q_t S_t(b) \quad (3.17)$$

つまり、家計は金融機関が資産の一部を私的に使用することなく、金融機関としての業務を行い続けるような時にしか資金を供給しない。

このような状況では、金融機関はインセンティブ制約を考慮して自身の価値関数(3.17)を最大化させなければならない。金融機関の最適化問題を解くために、Gertler and Karadi (2011) に従い以下の解を推測する。

$$V_t(b) = \nu_t q_t S_t(b) + \varpi_t N_t^b(b) \quad (3.18)$$

(3.16)、(3.17)、(3.18) より以下の解を得る。

$$\nu_t = \beta E_t \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} \{1 - \eta_b + \eta_b (\nu_{t+1} \phi_{t+1} + \varpi_{t+1})\} \left(r_{t+1}^c - \frac{r_t^n}{\pi_{t+1}} \right) \quad (3.19)$$

$$\varpi_t = \beta E_t \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} \{1 - \eta_b + \eta_b (\nu_{t+1} \phi_{t+1} + \varpi_{t+1})\} \frac{r_t^n}{\pi_{t+1}} \quad (3.20)$$

ただし ν_t は資産に関する限界便益、 ϖ_t は自己資本に関する限界便益、 $\phi_t = S_t(b)/N_t^b(b)$ は金融機関のレバレッジ比率をそれぞれ表す。

さらに、(3.17) と (3.18) より

$$\phi_t = \frac{S_t(b)}{N_t^b(b)} = \frac{\varpi_t}{\theta_b - \nu_t} \quad (3.21)$$

を得る。Gertler and Karadi (2011) に従えば、レバレッジ比率 ϕ_t は個々の金融機関固有の要因に依存しないため、銀行貸出 S_t と金融機関の自己資本 N_t^b との関係は以下のように表すことができる。

$$S_t = \phi_t N_t^b \quad (3.22)$$

(3.22) が示すように銀行貸出は金融機関の自己資本の水準に依存することが分かる。金融機関全体で見た自己資本 N_t^b は、既存の金融機関と新規参入した金融機関の自己資本から構成される。つまり、以下の通りである。

$$N_t^b = (N_t^b)^e + (N_t^b)^n \quad (3.23)$$

ただし、 $(N_t^b)^e$ と $(N_t^b)^n$ は既存の銀行家と新規参入する銀行家の自己資本をそれぞれ表

す。既存の金融機関の自己資本は以下のように与えられる。

$$N_t^b = \eta_b \left\{ \left(r_t^c - \frac{r_{t-1}^n}{\pi_t} \right) q_{t-1} S_{t-1} + \frac{r_{t-1}^n}{\pi_t} N_{t-1}^b \right\} \quad (3.24)$$

新規参入する金融機関の自己資本 $(N_t^b)^n$ は、家計からの補填によって決まる。家計は退出する金融機関が保有していた資産 $(1-\eta_b)q_t S_{t-1}$ の $\chi_b/(1-\eta_b)$ の割合を新規参入する金融機関に新規設立資金として与えると仮定する。これは Gertler and Karadi (2011) において用いられた設定である。つまり、新規参入する金融機関の自己資本は以下のように与えられる。

$$(N_t^b)^n = \chi_b q_t S_{t-1} \quad (3.25)$$

したがって、金融機関全体で評価した自己資本は以下のようにまとめられる。

$$N_t^b = \eta_b \left\{ \left(r_t^c - \frac{r_{t-1}^n}{\pi_t} \right) q_{t-1} S_{t-1} + \frac{r_{t-1}^n}{\pi_t} N_{t-1}^b \right\} + \chi_b q_t S_{t-1} \quad (3.26)$$

DSGEGK においては、銀行貸出は全て資本の購入へ向けられる仮定するので以下の関係が成立する。

$$q_t S_t = q_t K_t \quad (3.27)$$

3.2.6 DSGEGK モデルにおける企業家の行動

DSGEGK モデルにおける企業家は、資本生産企業から資本を購入し、資本稼働率を調整しながら中間財企業に対して資本を貸し出す。資本を購入する資金は、金融機関から調達する。この点に関しては、DSGEBGG モデルにおける企業家と同様であるが、DSGEGK モデルにおける企業家は、自身の自己資本を保有していないため、金融機関から調達した資金のみで、資本を購入することとなる。この時、DSGEGK モデルにおける企業家の行動に関わる均衡条件については、DSGEBGG モデルにおける企業家の資本稼働率に関する一階の条件 (3.11) と事後的な資本収益率 (3.13) によって特徴付けられる。

3.2.7 すべてのモデルに共通する主体とその行動（労働者）

労働者は独占的競争市場に直面しており、差別化された労働サービス $h_t(x)$ を中間財企業へ供給する。この時、労働者は自身の労働に対する需要を所与として、労働供給か

ら得られる収益を最大にするように賃金を決める。労働サービス $h_t(x)$ に対する需要は以下のように与えられる。

$$h_t(x) = \left(\frac{W_t(x)}{W_t} \right)^{-\frac{1+\lambda_t^w}{\lambda_t^w}} h_t$$

ただし、 h_t と W_t は経済全体での労働サービスと実質賃金を表し、以下のように与えられる。

$$\begin{aligned} h_t &= \left[\int_0^1 h_t(x)^{1/(1+\lambda_t^w)} dx \right]^{1+\lambda_t^w}, \\ W_t &= \left[\int_0^1 W_t(x)^{-\frac{1}{\lambda_t^w}} dx \right]^{-\lambda_t^w} \end{aligned} \quad (3.28)$$

ただし、 λ_t^w は賃金のマークアップ率を表す。賃金の決定については Calvo (1983) 型の価格決定メカニズムに従う。つまり、 $1-\xi_w$ の割合の労働者は賃金を変更する交渉権を得るが、残りの ξ_w の労働者は前期と定常状態におけるインフレ率に加え、定常状態における経済の成長率を参照しながら賃金を決める。つまり、今期賃金の交渉権を得ることができなかった労働者については、 $z^a \pi_{t+k-1}^{\gamma_w} \pi^{1-\gamma_w}$ に連動させるように現在の賃金を決める。ただし、 γ_w は定常状態におけるインフレ率に対して過去のインフレ率をどれほど反映させるかを定めるパラメータを表す。交渉権を得た労働者は、現在決定した賃金が今後も続くというこということを仮定した基で生じる収益の割引現在価値を最大にするように現在の賃金を決める。

$$E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\beta \xi_w)^j \left[\Lambda_{t+j} h_{t+j|t}(x) \frac{P_t W_t(x)}{P_{t+j}} \prod_{k=1}^j (z^a \pi_{t+k-1}^{\gamma_w} \pi^{1-\gamma_w}) - \frac{e^{z_{t+j}^b} (Z_{t+j}^a)^{1-\sigma} e^{z_{t+j}^b} (h_{t+j|t}(x))^{1+\chi}}{1+\chi} \right]$$

将来に渡る収益の割引現在価値を最大にする際には、以下の労働需要関数を制約条件とする。

$$h_{t+j|t}(x) = \left[\frac{P_t W_t(x)}{P_{t+j} W_{t+j}} \prod_{k=1}^j (z^a \pi_{t+k-1}^{\gamma_w} \pi^{1-\gamma_w}) \right]^{-\frac{1+\lambda_{t+j}^w}{\lambda_{t+j}^w}}$$

労働者の一階の条件式は以下のように与えられる。

$$E_t \sum_{j=0}^{\infty} \left[\begin{array}{l} (\beta \xi_w)^j \frac{\Lambda_{t+j}}{\lambda_{t+j}^w} \left[\frac{W_t^o (z^a)^j}{W_{t+j}} \prod_{k=1}^j \left\{ \left(\frac{\pi_{t+k-1}}{\pi} \right)^{\gamma_w} \frac{\pi}{\pi_{t+k}} \right\} \right]^{-\frac{1+\lambda_{t+j}^w}{\lambda_{t+j}^w}} h_{t+j} \\ \times \left\{ \begin{array}{l} (z^a)^j W_t^o \prod_{k=1}^j \left\{ \left(\frac{\pi_{t+k-1}}{\pi} \right)^{\gamma_w} \frac{\pi}{\pi_{t+k}} \right\} \\ - (1 + \lambda_{t+j}^w) \frac{e^{z_{t+j}^b} e^{z_{t+j}^h} (Z_{t+j}^a)^{1-\sigma}}{\Lambda_{t+j}} \\ \times \left(\left[\frac{(z^a)^j W_t^o}{W_{t+j}} \prod_{k=1}^j \left\{ \left(\frac{\pi_{t+k-1}}{\pi} \right)^{\gamma_w} \frac{\pi}{\pi_{t+k}} \right\} \right]^{-\frac{1+\lambda_{t+j}^w}{\lambda_{t+j}^w}} h_{t+j} \right) \end{array} \right\} \end{array} \right] = 0 \quad (3.29)$$

ただし、 W_t^o は t 期における最適な実質賃金を表す。ここで、(3.28) は以下のように書き換えられる。

$$1 = (1 - \xi_w) \left(\left(\frac{W_t^o}{W_t} \right)^{-\frac{1}{\lambda_t^w}} + \sum_{j=1}^{\infty} \xi_w^j \left[\frac{z^a W_{t-j}^o}{W_t} \prod_{k=1}^j \left\{ \left(\frac{\pi_{t+k-1}}{\pi} \right)^{\gamma_w} \frac{\pi}{\pi_{t+k}} \right\} \right]^{-\frac{1}{\lambda_t^w}} \right) \quad (3.30)$$

3.2.8 すべてのモデルに共通する主体とその行動（最終財企業）

最終財企業は中間財を利用して、以下の生産技術を用いて最終財を生産する。

$$Y_t = \left[\int_0^1 Y_t(f)^{\frac{1}{1+\lambda_t^p}} df \right]^{1+\lambda_t^p} \quad (3.31)$$

ただし、 λ_t^p は価格マークアップを表す。最終財企業は (3.31) を制約として、以下の利潤関数を最大化させるように自身の最終財の産出量を決定する。

$$P_t Y_t - \int_0^1 P_t(f) Y_t(f) df$$

この時、一階の条件は以下のように与えられる。

$$Y_t(f) = \left(\frac{P_t(f)}{P_t} \right)^{-\frac{1+\lambda_t^p}{\lambda_t^p}} Y_t$$

最終財企業の一階の条件は、中間財に対する需要関数を表す。さらに、最終財企業は完全競争市場に直面することを考慮すると、以下の一般物価の定義式が求まる。

$$P_t = \left(\int_0^1 P_t(f)^{-\frac{1}{\lambda_t^p}} df \right)^{-\lambda_t^p}$$

3.2.9 すべてのモデルに共通する主体とその行動（中間財企業）

各中間財企業 $f \in [0, 1]$ は、以下で示される生産関数に従い、労働 $h_t(f)$ と資本 $K_t(f)$ を利用して中間財 $Y_t(f)$ を生産する。

$$Y_t(f) = (Z_t^\alpha h_t(f))^{1-\alpha} (K_t(f))^\alpha - \psi y Z_t^\alpha$$

ただし、 α は資本の分配率、 $\psi y Z_t^\alpha$ は中間財の生産に関わる固定費用を表す。固定費用に含まれる y はトレンド除去された定常状態における産出量を表す。さらに、 Z_t^α は生産技術の水準を表し以下の過程に従うものとする。

$$\log Z_t^\alpha = \log z^\alpha + \log Z_{t-1}^\alpha + z_t^\alpha \quad (3.32)$$

ただし、 z_t^α は技術進歩に関わる確率的なショックを表す。

中間財企業の労働 $h_t(f)$ と $K_t(f)$ に関する一階の条件式より、生産に利用される労働資本比率が求まる。

$$\frac{\alpha}{1-\alpha} = \frac{r_t^k}{W_t} \frac{u_t K_{t-1}}{h_t} \quad (3.33)$$

ただし、 $h_t = \int_0^1 h_t(f) df$ と $u_t K_{t-1} = \int_0^1 K_{t-1}(f) df$ である。さらに、実質限界費用 mc_t は以下のように与えられる。

$$mc_t = \left(\frac{W_t}{(1-\alpha)Z_t^\alpha} \right)^{1-\alpha} \left(\frac{r_t^k}{\alpha} \right)^\alpha \quad (3.34)$$

中間財企業は独占的競争市場に直面しており、このような状況では、中間財企業は自身が生産する財に関して価格支配力を持つ。この時、中間財企業は自身の利潤が最大になるように価格を決定することとなるが、每期自由に価格を変更することは出来ないと想定する。つまり、ここでも賃金と同様に、Calvo (1983) の価格決定メカニズムに従い価格を決定すると仮定する。したがって、 $1-\xi_p$ の企業群は最適な価格へ改定できるのに対して、 ξ_p の割合の企業は過去と定常状態におけるインフレ率を参照しながら価格が決まる。つまり、価格を変更できない企業は $\pi_{t-1}^{\gamma_p} \pi^{1-\gamma_p}$ に基づき価格が決まる。ただし、 γ_p は定常状態の値に対して過去のインフレをどれほど参照するのかを定めるパラメータを表す。中間財企業は自身が生産する財に対する需要関数を制約として、利潤関数を

最大にするように価格を選択する。

$$E_t \sum_{j=0}^{\infty} \xi_p^j \left(\beta^j \frac{\Lambda_{t+j}}{\Lambda_t} \right) \left[\frac{P_t(f)}{P_{t+j}} \prod_{k=1}^j (\pi_{t+k-1}^{\gamma_p} \pi^{1-\gamma_p}) - mc_{t+j} \right] Y_{t+j|t}(f)$$

ただし、この時以下の自身の財に対する需要関数を制約条件とする。

$$Y_{t+j|t}(f) = \left[\frac{P_t(f)}{P_{t+j}} \prod_{k=1}^j (\pi_{t+k-1}^{\gamma_p} \pi^{1-\gamma_p}) \right]^{-\frac{1+\lambda_{t+j}^p}{\lambda_{t+j}^p}}$$

一階の条件は、以下のように与えられる。

$$E_t \sum_{j=0}^{\infty} \left[\begin{aligned} & (\beta \xi_p)^j \frac{\Lambda_{t+j}}{\Lambda_t} \frac{Y_{t+j}}{\lambda_{t+j}^p} \left[\frac{P_t^o}{P_t} \prod_{k=1}^j \left\{ \left(\frac{\pi_{t+k-1}}{\pi} \right)^{\gamma_p} \frac{\pi}{\pi_{t+k}} \right\} \right]^{-\frac{1+\lambda_{t+j}^p}{\lambda_{t+j}^p}} \\ & \times \left[\frac{P_t^o}{P_t} \prod_{k=1}^j \left\{ \left(\frac{\pi_{t+k-1}}{\pi} \right)^{\gamma_p} \frac{\pi}{\pi_{t+k}} \right\} - (1 + \lambda_{t+j}^p) mc_{t+j} \right] \end{aligned} \right] = 0 \quad (3.35)$$

ただし、 P_t^o は t 期における最適な価格を表す。さらに、一般物価の定義式は以下のよう
に書き換えることができる。

$$1 = (1 - \xi_p) \left(\left(\frac{P_t^o}{P_t} \right)^{-\frac{1}{\lambda_t^p}} + \sum_{j=1}^{\infty} (\xi_p)^j \left[\frac{P_{t-j}^o}{P_{t-j}} \prod_{k=1}^j \left(\left(\frac{\pi_{t-k}}{\pi} \right)^{\gamma_p} \frac{\pi}{\pi_{t-k+1}} \right) \right]^{-\frac{1}{\lambda_t^p}} \right) \quad (3.36)$$

3.2.10 すべてのモデルに共通する主体とその行動（中央銀行）

中央銀行が実施する金融政策は、Kaihatsu and Kurozumi (2014a,b) において用いられた
ルールに従い政策金利 r_t^n は誘導される。

$$\log r_t^n = \phi_r \log r_{t-1}^n + (1 - \phi_r) \left(\log r^n + \frac{\phi_\pi}{4} \sum_{j=0}^3 \log \frac{\pi_{t-j}}{\pi} + \phi_y \log \frac{Y_t/Z_t^a}{y} \right) + \phi_{\Delta y} \log \frac{Y_t/Y_{t-1}}{z^a} + z_t^r \quad (3.37)$$

ϕ_r は政策金利のスージングパラメータ、 r^n は定常状態における政策金利、 ϕ_π 、 ϕ_y 、 $\phi_{\Delta y}$
はそれぞれインフレ率、産出量そして産出量の成長率に対する反応パラメータを表す。

3.2.11 資源制約と均衡条件

最終財 Y_t は、消費 C_t 、投資 I_t そして、外生的な需要要素 $gZ_t^a e^{\tilde{z}_t^g}$ に分配される。この時、資源制約式は以下のように与えられる。

$$Y_t = C_t + I_t + gZ_t^a e^{\tilde{z}_t^g} \quad (3.38)$$

ただし、 g は定常状態における外生需要要素、そして、 \tilde{z}_t^g は外生的な需要に対するショックをそれぞれ表す。経済全体での産出量は以下のように与えられる。

$$Y_t d_t = (Z_t^a h_t)^{1-\alpha} (u_t K_{t-1})^\alpha - \psi y Z_t^a \quad (3.39)$$

ただし、 d_t は価格の分散を表す。この時、DSGEモデルにおける均衡条件は、(3.2)~(3.7)、(3.29)、(3.30)、(3.33)~(3.39) によって特徴付けられる。DSGEBGGモデルの均衡条件は、(3.3)、(3.4)、(3.8)~(3.15)、(3.29)、(3.30)、(3.33)~(3.39) によって表すことが出来る。そして、DSGEGKモデルは、(3.3)、(3.4)、(3.8)、(3.9)、(3.11)、(3.13)、(3.19)~(3.22)、(3.26)、(3.27)、(3.29)、(3.30)、(3.33)~(3.39) の均衡条件から構成される。さらに、それぞれのモデルは上述の均衡条件に加え、生産技術に関する確率過程 (3.32) に従う。そして、7つの外生的ショック $X \in \{b, g, w, p, r, v, a\}$ が導入される。これらの外生的ショックは、以下のようにAR(1)過程に従う。

$$z_t^X = \rho_X z_{t-1}^X + \varepsilon_t^X, \quad \varepsilon_t^X \sim \text{i.i.d. } N(0, \sigma_X^2), \quad X \in \{b, g, w, p, r, v, a\}$$

ただし、 ρ_X はそれぞれの外生的ショックに関する自己回帰パラメータを表す。これに加えて、外生需要ショックについては賃金マークアップショック、そして、価格マークアップショックについては、 $z_t^g = (g/y) \tilde{z}_t^g$ 、 $z_t^w = \frac{(1-\xi_w)(1-\beta\xi_w(z^a)^{1-\sigma})\lambda^w}{\xi_w\{\lambda^w + \chi(1+\lambda^w)\}} (\tilde{\lambda}_t^w + z_t^h)$ 、そして、 $z_t^p = \frac{(1-\xi_p)(1-\beta\xi_p(z^a)^{1-\sigma})}{\xi_p} \tilde{\lambda}_t^p$ とそれぞれ定義する。

3.3 ベイズ推定を用いた実証分析

本研究では、DYNARE (Adjemian et al. 2018) を用いてベイズ推計を実施する。推定に関しては、まず、対数線形化されたのちの均衡条件から成る線形システムに加え以下で触れる観測方程式を基に、カルマンフィルターを用いて尤度関数を評価する⁹。そして、そ

⁹分析には対数線形化されたモデルを用いる。それぞれのモデルに関する線形化された均衡条件と定常状態については補論にまとめられる。

の尤度関数と事前分布から、メトロポリスヘイスティングスアルゴリズムに基づくMCMC法を用いて事後分布を生成する。サンプリングの回数は20万回とし、その半分を切り捨てる。サンプリングを実施する際のスケールパラメータは受容率が、24%程度となるように設定する。以下では、ベイズ推定を実施する際に必要となる設定について触れていく。

3.3.1 分析に用いられるデータと観測方程式

本章では、それぞれのモデルを推定する際には、実質GDP(Y_t)、実質消費(C_t)、実質投資(I_t)、実質賃金(W_t)、労働時間(H_t)、GDPデフレーター(DEF_t)、コールレート(R_t^n)の7つの四半期データを利用する¹⁰¹¹。データの出所については補論においてまとめられる。サンプル期間は経済停滞期を含めた1981Q1から2010Q4までを対象とする。モデルとデータを関連付ける観測方程式は以下のようにまとめられる。

$$\begin{bmatrix} 100\Delta \log Y_t \\ 100\Delta \log C_t \\ 100\Delta \log I_t \\ 100\Delta \log W_t \\ 100 \log H_t \\ 100\Delta \log DEF_t \\ R_t^n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{z}^a \\ \bar{z}^a \\ \bar{z}^a \\ \bar{z}^a \\ \bar{h} \\ \bar{\pi} \\ \bar{r}^n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} z_t^a + \tilde{y}_t - \tilde{y}_{t-1} \\ z_t^a + \tilde{c}_t - \tilde{c}_{t-1} \\ z_t^a + \tilde{i}_t - \tilde{i}_{t-1} \\ z_t^a + \tilde{w}_t - \tilde{w}_{t-1} \\ \tilde{h}_t \\ \tilde{\pi}_t \\ \tilde{r}_t^n \end{bmatrix}$$

ただし、 $\bar{z}^a = 100(z^a - 1)$ 、 $\bar{\pi} = 100(\pi - 1)$ 、 $\bar{r}^n = 100(r^n - 1)$ である。さらに、 \bar{h} はSmets and Wouters (2007)に従いゼロに基準化する。また、チルダのついた変数については、定常状態からの乖離率を表す。

3.3.2 固定パラメータと事前分布の設定

[表 3.1]

¹⁰実質GDP、実質消費、実質投資については15歳以上人口により一人当たり単位へと変換する。さらに、実質賃金と労働時間の加工方法はSugo and Ueda(2008)に従う。実質値のデータについては、GDPデフレーターを用いて実質化している。

¹¹本章で用いるデータは、基本的には、Sugo and Ueda (2008)において用いられたデータと同様である。しかし、Sugo and Ueda (2008)では物価上昇率をCPIに基づき構築しているが、本章では、GDPデフレーターを基に作成する。これに加えて、Sugo and Ueda (2008)では、資本稼働率のデータも分析対象としているが、本章では、資本稼働率のデータは使用していない。

[表 3.2]

[表 3.3]

まず、DSGE、DSGEBGGそして、DSGEGKモデルに共通する固定パラメータの設定について触れる。資本減耗率と賃金マークアップ率はSugo and Ueda (2008)に従い $\delta = 0.015$ と $\lambda^w = 0.2$ とする。定常状態における外生需要項目対産出量比率 g/y とインフレ率 π はサンプル平均の値を用いる。全てのモデルに共通する固定パラメータの値については表3.1にまとめられる。

次にDSGEBGGモデルとDSGEGKモデルに関する固有のパラメータの設定について示す。それぞれのモデルに固有のパラメータの値については表3.2にまとめられる。DSGEBGGモデルについては、定常状態における企業家の自己資本比率をHirakata et al. (2016)に従い $n^e/k = 0.5$ と設定する。DSGEGKモデルにおける定常状態の金融機関のレバレッジ比率はGertler and Karadi (2011)において用いられた $\phi = 4$ を採用する¹²。金融的摩擦を伴う2つのモデルにおいて用いられる企業家と金融機関の退出率はVilla (2016)に従い $\eta_e = \eta_b = 0,972$ と設定する。さらに、定常状態におけるクレジットスプレッドの値については、対象としたサンプル期間における貸出約定平均金利とコールレートとの差の平均値を採用している¹³。

続いて推計されるパラメータに関する事前分布の設定について触れる。ここで示す事前分布に関する情報は表3.3にまとめられる。構造パラメータ σ 、 θ 、 χ 、 ζ 、 ψ 、 γ_w 、 ξ_w 、 γ_p 、 ξ_p についてはSugo and Ueda (2008)に基づき設定する。生産関数における資本分配率 α 、金融政策ルールにおける産出量の成長率に対する反応パラメータ $\phi_{\Delta y}$ 、そして資本稼働の調整費用に関する弾力性の逆数 τ についてはKaihatsu and Kurozumi (2014b)に従い設定する¹⁴。DSGEBGGモデルにおいて推計される、外部資金プレミアムに関する弾力性についてはKaihatsu and Kurozumi (2014b)に従う。金融政策ルールに関するパラメータ ϕ_r 、 ϕ_π 、 ϕ_y はIiboshi, Matsumae, Namba, and Nishiyama (2015)を基に設定する。ただし、 ϕ_π や ϕ_y に関する分布の形状については、Kaihatsu and Kurozumi (2014b)に従うものとする。定常状態における、均斉成長 \bar{z}^a と政策金利 \bar{r}^n はそれぞれ、本章の分析で用いるデータのサンプル平均を使用するが、分布や標準偏差についてはKaihatsu and Kurozumi

¹²Hirakata et al. (2016)では金融機関の自己資本比率を0.1としているが、これをレバレッジ比率に換算し、分析すると均衡の不決定性の問題が生じる。そのため、Gertler and Karadi (2011)での値を採用し分析を行う。

¹³貸出約定平均金利の出所については、日本銀行である。

¹⁴Kaihatsu and Kurozumi (2014b)では、このパラメータをKahn and Tsoukalas (2011)を基に設定される。

(2014b)に従う。標準化された定常状態における労働時間 \bar{h} については、Smets and Wouters (2007)に基づき事前分布の設定を行った。外生的ショックの持続性と標準偏差については、Kaihatsu and Kurozumi (2014b)などの先行研究に習い事前分布を設定する。

3.3.3 推計されたパラメータ

[表3.4]

表3.4では、3つのモデルの推定された事後平均とその90%信用区間がまとめられる。推定された構造パラメータについては、3つのモデルで大きな違いは現れておらず、その多くのパラメータは、Hirose and Kurozumi (2012)やKaihatsu and Kurozumi (2014b)といった先行研究での結果と大きな違いはないが、いくつかのパラメータに関しては違いが見られることからそれらに着目していく。まず、投資の調整費用に関する弾力性 ζ については、DSGE、DSGEBGG、DSGEGKモデルで推定された値はそれぞれ、 $\zeta = 4.726, 5.321, 6.289$ となっている。Hirose and Kurozumi (2012)あるいはKaihatsu and Kurozumi (2014b)ではそれぞれ、 $\zeta = 7.118, 0.425$ と推定値が得られており、本研究での推定値は、Hirose and Kurozumi (2012)とKaihatsu and Kurozumi (2014b)での推定値の間に位置する。これに加えて、資本稼働に伴う調整コストの弾力性の逆数 τ についても先行研究とはわずかに異なる推計値が得られた。具体的には、Hirose and Kurozumi (2012)とKaihatsu and Kurozumi (2014)では $\tau = 2.078, 0.475$ との推計値を報告している。本研究においてDSGE、DSGEBGG、DSGEGKでの推計値はそれぞれ、 $\tau = 0.126, 0.320, 0.176$ であり、上述の2つの先行研究で得られた推定値より小さな値が得られているが、Kaihatsu and Kurozumi (2014b)とは比較的近い推定結果が得られている。価格のインデグゼーション γ_p については、Hirose and Kurozumi (2012)やKaihatsu and Kurozumi (2014)と比較して小さな値が得られている。本研究では、これらの先行研究とは異なり、物価上昇率についてはGDPデフレーターを用いて構築している。Hirakata et al. (2016)では、本研究と同様に、GDPデフレーターを用いて物価上昇率を構築しているが、この研究では価格のインデグゼーションを $\gamma_p = 0.0523$ と推定しており、本研究と近い推計値となっている。

そして、DSGEBGGモデルにおいてのみ推計される外部資金プレミアムの弾力性 μ の推計値は $\mu = 0.036$ であり、かつ、このパラメータの90%信用区間は $[0.017, 0.053]$ となっており、有意にゼロでないことが分かる。つまり、日本経済においてはファイナンシャルア

クセラレータ (FA) メカニズムが生じていたことを示唆する。

3.3.4 ベイズファクターによるモデルの比較

[表 3.5]

ここでは、Hirose (2014) や Villa (2016) において用いられたベイズファクターを指標として、モデルのフィットを比較する。ベイズファクターは、2つのモデル間でのデータとのフィットの度合いを示す。表 3.5 では、それぞれのモデルが示す周辺尤度の対数値とベイズファクターがまとめられる。ベイズファクター 1 は、バランスシート制約が存在しないモデルと制約が含まれるモデルとの比較により得られるベイズファクターを意味している。この尺度は数値が高くなればなるほど相対的なフィットの度合いは高いと解釈される。DSGE モデルに対する DSGEGK モデルのベイズファクターは、8.8 であり、Jeffreys (1998) に従えば、金融機関がバランスシート制約に直面するモデル設定が、十分に (substantial) に日本のデータとのフィットが高いこととなる。さらに、DSGE モデルに対する DSGEBGG モデルに対するベイズファクターは、 1.4×10^3 であり、これも Jeffreys (1998) によれば、企業側がバランスシート制約に直面するモデルが、決定的 (decisive) に日本のデータとの当てはまりが良いことを意味する。それゆえ、金融的摩擦に起因する企業や金融機関が直面するバランスシート制約は、日本経済における景気循環の特徴を捉える上で、構造的に重要な要素であることがわかる。この結果は、Christensen and Dib (2008) によって報告された米国での結果や、Queijo von Heideken (2009) において報告された米国に加えユーロエリアで得られたような結果と整合的である。

さらに、ベイズファクター 2 は、バランスシート制約が存在する DSGEBGG と DSGEGK モデルの比較から得られるベイズファクターが示されており、企業が直面するバランスシート制約が、データとの整合性が高いことが分かる。Jeffreys (1998) に従えば、決定的 (decisive) に金融機関が資金調達に関する制約に直面するというモデル設定より、企業側がバランスシート制約に直面するモデルの方がデータとの当てはまりが良いことが分かる。それゆえ、日本の景気変動について議論する際には、金融機関が直面するバランスシート制約と比較して、相対的に、企業側が直面する資金調達に関する制約が、構造的に重要な役割を担ったことが示唆される。

Villa (2016) ではユーロエリアや米国を対象として、本章と類似したアプローチを用

いて分析を行なっているが、金融的摩擦を含むモデルのパフォーマンスが高いことに関しては、本章と同様であるが、金融的摩擦を含むモデルのうち、企業側が直面するバランスシート制約が相対的に、景気循環の特徴を捉えるという点については異なった結果が得られたと言える。

3.3.5 モデルのパフォーマンスとクレジットスプレッドの推移

[図 3.1]

[図 3.2]

ここでは、金融的摩擦を含むDSGEBGGとDSGEGKモデルのみを対象として、それぞれのモデルが示すクレジットスプレッドの推移とインパルスレスポンスを用いてモデルの評価を行う。図3.1には、DSGEBGG、DSGEGK、そして、実際のデータが示すクレジットスプレッドの推移がまとめられている。DSGEGKモデルにおいて推定されるスプレッドは、激しく変動する一方で、DSGEBGGモデルにおいては、相対的に緩やかに変動し実際のデータと非常に類似した推移をしていることが伺える。データとDSGEBGGモデルが示すスプレッドの相関係数は、0.791である一方で、DSGEGKモデルにおいては-0.638であり、DSGEBGGモデルでは実際のデータの動きを捉える点については優れていると言えるだろう。スプレッドの標準偏差についても、実際のデータ、DSGEBGGモデル、そして、DSGEGKモデルはそれぞれ、0.199、0.455、そして0.631という結果が得られており、DSGEGKモデルにおいて推計されるスプレッドは、相対的に激しく変動しており、現実の値と乖離していることが分かる。

図3.2には、DSGEBGGとDSGEGKモデルにおける、クレジットスプレッドのインパルスレスポンスがまとめられる。ただし、すべてのショックは産出量の成長率を下落するように作用することに加え、それぞれ反応は、推定された標準偏差を基に計算される。すべてのショックは共通して、DSGEGKモデルにおいて観測されるスプレッドのレスポンスは、DSGEBGGモデルと比較して激しく変動する傾向があると言える。

3.4 結論

本章の分析では、日本におけるバブル期やそれに続く経済停滞期を対象として、企業や金融機関が直面するバランスシート制約が、その景気変動の特徴を捉える上で重要な役割を担うのかについて議論した。これらの問題意識に対して、本章では、(1) バランスシート制約が存在しないモデル、(2) 企業がバランスシート制約に直面するモデル、(3) 金融機関がバランスシート制約に直面するモデルの3つのDSGEモデルを構築し、日本のデータを使用しベイズ推定することによって検証を行った。

本章の研究結果は2点にまとめられる。まず、ベイズファクターの観点から、バランスシート制約に直面する企業や金融機関をモデルに導入することにより、データとのフィットが向上することから、金融市場の不完全性を考慮しながら日本の景気循環について議論することは重要であることが明らかとなった。

2つ目に、対象とした期間において、金融機関が直面するバランスシート制約と比較して、企業が直面するバランスシート制約は、日本の景気変動を説明する上で相対的に重要な役割を担うことがベイズファクターの観点から示された。Villa (2016) は、ユーロエリアや米国では、金融機関が直面するバランスシート制約が相対的にデータとのフィットが良いという結果を示しているが、日本では、これとは対照的な結果が得られたと言える。

3.5 本文中で用いられる図表

表 3.1: 固定パラメータ

パラメータ		
δ	資本減耗率	0.015
λ^w	賃金のマークアップ率	0.2
g/y	定常状態における外生需要要素対産出量比率	0.31
$\bar{\pi}$	定常状態における物価上昇率	0.03

表 3.2: DSGEBGG と DSGEGK モデルに固有のパラメータ

パラメータ		DSGEBGG	DSGEGK
η_e	企業家の存続率	0.972	-
η_b	銀行家の存続率	-	0.972
n^e/k	企業家の自己資本	0.5	-
ϕ^b	金融機関のレバレッジ比率	-	4
<i>Credit spread</i>	定常状態におけるクレジットスプレッド		22 bp

表 3.3: 事前分布の設定

パラメータ		分布	平均	標準偏差
σ	相対的危険回避度	ガンマ	1.000	0.375
θ	消費の習慣形成	ベータ	0.700	0.150
χ	労働供給の弾力性の逆数	ガンマ	2.000	0.750
ζ	投資の調整費用に関する弾力性	ガンマ	4.000	1.500
τ	資本稼働率に伴う調整コストの弾力性の逆数	ガンマ	0.220	0.100
ψ	中間財の生産に関する固定費用	ベータ	0.750	0.013
α	資本分配率	ベータ	0.300	0.050
γ_w	賃金のインデクゼーション	ベータ	0.500	0.250
ξ_w	賃金の硬直性	ベータ	0.375	0.100
γ_p	中間財価格のインデクゼーション	ベータ	0.500	0.250
ξ_p	中間財価格の硬直性	ベータ	0.375	0.100
μ	外部資金プレミアムに関する弾力性	ガンマ	0.038	0.019
ϕ_r	金融政策のスミージングパラメータ	ベータ	0.800	0.100
ϕ_π	インフレ率に対する反応パラメータ	ガンマ	1.700	0.100
ϕ_y	産出量に対する反応パラメータ	ガンマ	0.125	0.050
$\phi_{\Delta y}$	産出量成長率に対する反応パラメータ	ガンマ	0.125	0.050
\bar{z}^a	定常状態における均斉成長率	ガンマ	0.340	0.100
\bar{h}	基準化された定常状態における労働時間	ノーマル	0.000	2.000
\bar{r}^n	定常状態における政策金利	ガンマ	0.670	0.100
ρ_b	選好ショックの持続性	ベータ	0.500	0.200
ρ_g	需要ショックの持続性	ベータ	0.500	0.200
ρ_w	賃金マークアップショックの持続性	ベータ	0.500	0.200
ρ_p	価格マークアップショックの持続性	ベータ	0.500	0.200
ρ_v	MEIショックの持続性	ベータ	0.500	0.200
ρ_r	金融政策ショックの持続性	ベータ	0.500	0.200
ρ_a	生産性ショックの持続性	ベータ	0.500	0.200
σ_b	選好ショックの標準偏差	逆ガンマ	0.500	∞
σ_g	需要ショックの標準偏差	逆ガンマ	0.500	∞
σ_w	賃金マークアップショックの標準偏差	逆ガンマ	0.500	∞
σ_p	価格マークアップショックの標準偏差	逆ガンマ	0.500	∞
σ_v	MEIショックの標準偏差	逆ガンマ	0.500	∞
σ_r	金融政策ショックの標準偏差	逆ガンマ	0.500	∞
σ_a	生産性ショックの標準偏差	逆ガンマ	0.500	∞

表 3.4: 事後分布

パラメータ	DSGE		DSGEBGG		DSGEGK	
	平均	90%信用区間	平均	90%信用区間	平均	90%信用区間
σ	1.546	[1.178, 1.898]	1.340	[1.038, 1.633]	1.533	[1.172, 1.854]
θ	0.188	[0.128, 0.249]	0.196	[0.136, 0.255]	0.196	[0.134, 0.256]
χ	5.672	[3.754, 7.514]	5.060	[3.303, 6.779]	5.655	[3.748, 7.505]
ζ	4.726	[2.612, 6.829]	5.321	[3.031, 7.619]	6.289	[3.751, 8.639]
τ	0.126	[0.032, 0.213]	0.320	[0.123, 0.507]	0.176	[0.058, 0.290]
ψ	0.085	[0.060, 0.108]	0.085	[0.060, 0.109]	0.084	[0.060, 0.108]
α	0.141	[0.119, 0.162]	0.148	[0.122, 0.174]	0.153	[0.131, 0.177]
γ_w	0.159	[0.007, 0.290]	0.142	[0.009, 0.262]	0.146	[0.009, 0.269]
ξ_w	0.548	[0.441, 0.661]	0.580	[0.460, 0.695]	0.560	[0.451, 0.674]
γ_p	0.038	[0.000, 0.077]	0.041	[0.000, 0.084]	0.038	[0.000, 0.078]
ξ_p	0.615	[0.543, 0.683]	0.609	[0.530, 0.688]	0.608	[0.535, 0.682]
μ	-	-	0.036	[0.017, 0.053]	-	-
ϕ_r	0.766	[0.717, 0.815]	0.788	[0.745, 0.830]	0.778	[0.733, 0.826]
ϕ_π	1.689	[1.560, 1.824]	1.787	[1.649, 1.919]	1.716	[1.581, 1.853]
ϕ_y	0.115	[0.061, 0.170]	0.152	[0.088, 0.213]	0.124	[0.069, 0.176]
$\phi_{\Delta y}$	0.046	[0.029, 0.062]	0.047	[0.031, 0.062]	0.047	[0.031, 0.062]
\bar{z}^a	0.316	[0.208, 0.424]	0.275	[0.170, 0.377]	0.307	[0.199, 0.416]
\bar{h}	0.424	[-0.817, 1.727]	0.469	[-0.653, 1.605]	0.385	[-0.976, 1.721]
\bar{r}^n	0.659	[0.557, 0.758]	0.709	[0.589, 0.835]	0.653	[0.548, 0.757]
ρ_b	0.921	[0.872, 0.980]	0.969	[0.953, 0.987]	0.923	[0.874, 0.983]
ρ_g	0.993	[0.988, 0.998]	0.991	[0.984, 0.998]	0.992	[0.985, 0.998]
ρ_w	0.534	[0.287, 0.770]	0.462	[0.217, 0.690]	0.485	[0.234, 0.764]
ρ_p	0.929	[0.887, 0.971]	0.926	[0.883, 0.973]	0.928	[0.888, 0.969]
ρ_v	0.723	[0.631, 0.819]	0.720	[0.612, 0.834]	0.774	[0.707, 0.846]
ρ_r	0.256	[0.123, 0.386]	0.220	[0.092, 0.346]	0.263	[0.126, 0.400]
ρ_a	0.052	[0.010, 0.091]	0.042	[0.006, 0.075]	0.045	[0.008, 0.081]
σ_b	1.462	[1.062, 1.869]	2.521	[1.588, 3.503]	1.631	[1.098, 2.228]
σ_g	0.445	[0.399, 0.491]	0.442	[0.395, 0.488]	0.441	[0.394, 0.486]
σ_w	0.292	[0.214, 0.366]	0.304	[0.235, 0.377]	0.300	[0.224, 0.377]
σ_p	0.336	[0.230, 0.435]	0.350	[0.233, 0.462]	0.348	[0.236, 0.457]
σ_v	5.761	[3.296, 8.076]	7.883	[4.592, 11.003]	8.991	[6.046, 11.892]
σ_r	0.104	[0.091, 0.116]	0.100	[0.088, 0.112]	0.105	[0.091, 0.117]
σ_a	1.124	[0.992, 1.246]	1.131	[1.003, 1.258]	1.146	[1.019, 1.275]

表 3.5: バイズファクターによるモデル比較¹⁵

	DSGE	DSGEGK	DSGEBGG
周辺尤度 (対数値)	-736.85	-734.68	-729.59
バイズファクター1	-	8.8	1.4×10^3
バイズファクター2	-	-	162.4

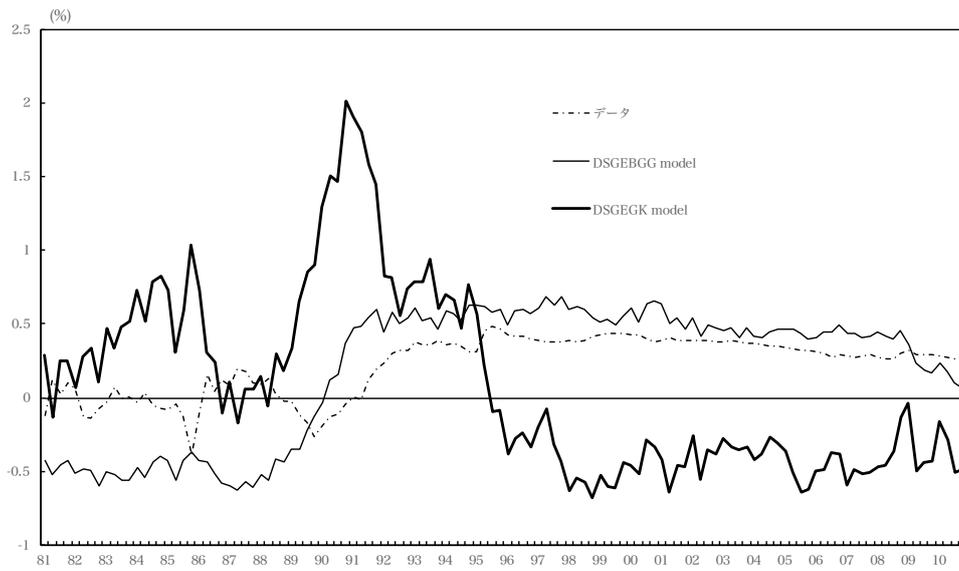


図 3.1: 推定されたクレジットスプレッドの推移

¹⁵バイズファクター1は金融的摩擦を含まないモデルと含むモデルの比較であるのに対して、バイズファクター2は金融的摩擦が考慮されたモデルのみの比較を示す。

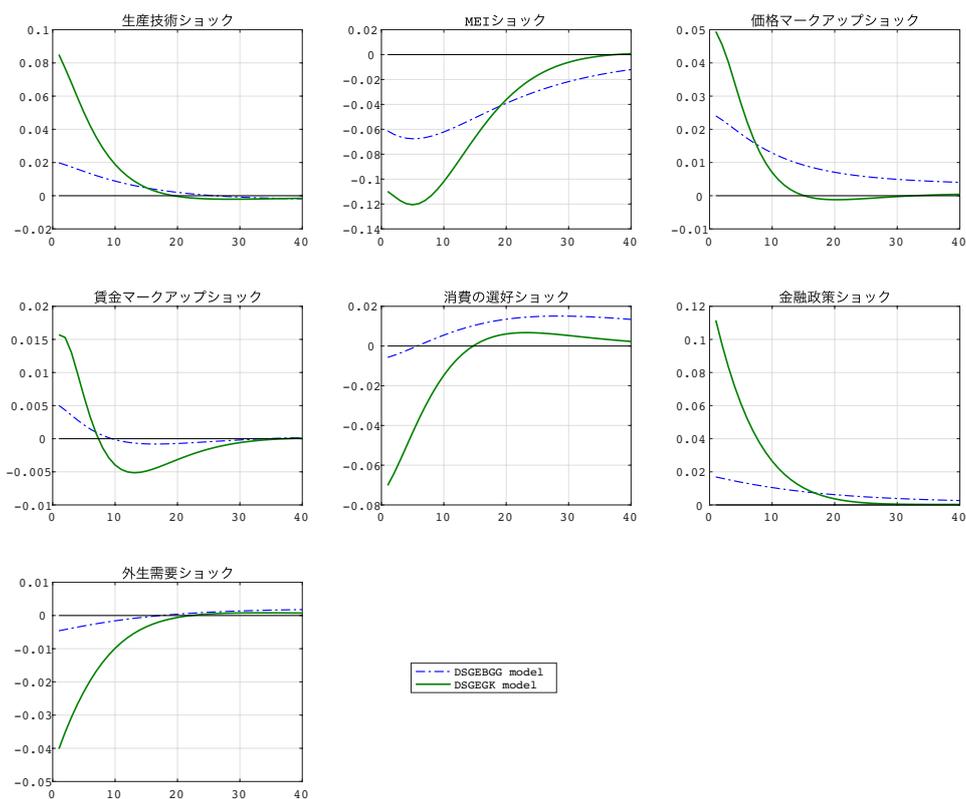


図 3.2: クレジットスプレッドのインパルスレスポンス

3.6 補論

3.6.1 分析に用いるデータ

ここでは、分析に用いたデータの出所について触れる。分析に使用するデータは日本における、実質 GDP (Y)、実質消費 (C)、実質投資 (I)、実質賃金 (W)、労働時間 (L)、GDP デフレーター (DEF)、コールレート (R^n) の 7 つの四半期データを利用する。データの出所に関しては表 3.6 にまとめられる。

表 3.6: データの出所

データ	出所
実質 GDP	内閣府「国民経済計算」
実質消費	内閣府「国民経済計算」
実質投資	内閣府「国民経済計算」
GDP デフレーター	内閣府「国民経済計算」
労働時間	厚生労働省「毎月勤労調査統計」(e-stat を経由)
賃金	厚生労働省「毎月勤労調査統計」(e-stat を経由)
コールレート	日本銀行
15 歳以上人口	総務省統計局「労働力調査長期時系列データ」

3.6.2 対数線形化された均衡式と定常状態

まず、すべてのモデルに共通する均衡式について触れた後、それぞれのモデル固有の均衡条件について触れる。本研究で用いるモデルの特徴の一つとしてモデルにトレンドが含まれていることが挙げられる。分析を進めるにあたり、トレンドを持つ内生変数に関してはトレンド除去した後対数線形化を行う。具体的には、次のようにルールに従いトレンド除去を行う¹⁶。

$$y_t = \frac{Y_t}{Z_t^a}, c_t = \frac{C_t}{Z_t^a}, i_t = \frac{I_t}{Z_t^a}, \lambda_t = \Lambda_t(Z_t^a)^\sigma, w_t = \frac{W_t}{Z_t^a},$$

$$k_t = \frac{K_t}{Z_t^a}, n_t^b = \frac{N_t^b}{Z_t}, n_t^e = \frac{N_t^e}{Z_t^a}, l_t = \frac{L_t}{Z_t^a}$$

- すべてのモデルに共通する均衡条件

$$\begin{aligned} \tilde{\lambda}_t = & -\frac{1}{1-\theta\beta/(z^a)^\sigma} \left\{ \frac{\sigma}{1-\theta/z^a} \left[\tilde{c}_t - \frac{\theta}{z^a}(\tilde{c}_{t-1} - z_t^a) \right] - z_t^b \right\} \\ & + \frac{\theta\beta/(z^a)^\sigma}{1-\theta\beta/(z^a)^\sigma} \left[\frac{\sigma}{1-\theta/z^a} \left(E_t \tilde{c}_{t+1} + E_t z_{t+1}^a - \frac{\theta}{z^a} \tilde{c}_t \right) - E_t z_{t+1}^b \right] \end{aligned} \quad (M1)$$

$$\tilde{\lambda}_t = E_t \tilde{\lambda}_{t+1} + \tilde{r}_t^n - E_t \tilde{\pi}_{t+1} - \sigma E_t z_{t+1}^a \quad (M2)$$

¹⁶金融機関と企業家の自己資本については、同一のトレンドを持つと仮定する。

$$\begin{aligned}\tilde{w}_t &= \tilde{w}_{t-1} - \tilde{\pi}_t - z_t^a + \gamma_w \tilde{\pi}_{t-1} + \beta(z^a)^{1-\sigma} (E_t \tilde{w}_{t+1} - \tilde{w}_t + E_t \tilde{\pi}_{t+1} - \gamma_w \tilde{\pi}_t + E_t z_{t+1}^a) \\ &\quad + \frac{1 - \xi_w}{\xi_w} \frac{(1 - \beta z^{1-\sigma} \xi_w) \lambda^w}{\lambda^w + \chi(1 + \lambda^w)} (z_t^b - \tilde{\lambda}_t + \chi \tilde{h}_t - \tilde{w}_t) + z_t^w\end{aligned}\quad (\text{M3})$$

$$\tilde{y}_t = (1 + \psi) \left[(1 - \alpha) \tilde{h}_t + \alpha (\tilde{u}_t + \tilde{k}_{t-1} - z_t^a) \right] \quad (\text{M4})$$

$$0 = \tilde{r}_t^k + \tilde{u}_t + \tilde{k}_{t-1} - \tilde{h}_t - \tilde{w}_t - z_t^a \quad (\text{M5})$$

$$\tilde{m}c_t = (1 - \alpha) \tilde{w}_t + \alpha \tilde{r}_t^k \quad (\text{M6})$$

$$\tilde{\pi}_t = \gamma_p \tilde{\pi}_{t-1} + \beta(z^a)^{1-\sigma} (E_t \tilde{\pi}_{t+1} - \gamma_p \tilde{\pi}_t) + \frac{(1 - \beta(z^a)^{1-\sigma} \xi_p)(1 - \xi_p)}{\xi_p} \tilde{m}c_t + z_t^p \quad (\text{M7})$$

$$\tilde{u}_t = \tau (\tilde{r}_t^k - \tilde{q}_t) \quad (\text{M8})$$

$$\tilde{k}_t = \frac{1 - \delta - r^c}{z^a} \tilde{u}_t + \frac{1 - \delta}{z^a} (\tilde{k}_{t-1} - z_t^a) + \left(1 - \frac{1 - \delta}{z^a} \right) (\tilde{i}_t + z_t^v) \quad (\text{M9})$$

$$\tilde{q}_t = \zeta (\tilde{i}_t - \tilde{i}_{t-1} + z_t^a) - \beta(z^a)^{1-\sigma} \zeta (E_t \tilde{i}_{t+1} - \tilde{i}_t + E_t z_{t+1}^a) - z_t^v \quad (\text{M10})$$

$$\tilde{r}_t^n = \phi_r \tilde{r}_{t-1}^n + (1 - \phi_r) \left(\frac{\phi_\pi}{4} \sum_{j=0}^3 \tilde{\pi}_{t-j} + \phi_y \tilde{y}_t \right) + \phi_{\Delta y} (\tilde{y}_t - \tilde{y}_{t-1} + z_t^a) + z_t^r \quad (\text{M11})$$

$$\tilde{y}_t = \frac{c}{y} \tilde{y}_t + \frac{i}{y} \tilde{i}_t + z_t^g \quad (\text{M12})$$

- DSGE モデル固有の均衡条件

$$\tilde{q}_t = E_t \tilde{\lambda}_{t+1} - \tilde{\lambda}_t - \sigma E_t z_{t+1}^a + \frac{\beta}{(z^a)^\sigma} \{ r^k \tilde{r}_{t+1}^k + (1 - \delta) E_t \tilde{q}_{t+1} \} \quad (\text{M13})$$

- DSGEBGG と DSGEGK モデルに共通する均衡条件

$$\tilde{r}_t^c = \left(1 - \frac{1-\delta}{r^c}\right) \tilde{r}_t^k + \frac{1-\delta}{r^c} \tilde{q}_t - \tilde{q}_{t-1} \quad (\text{M14})$$

- DSGEBGG モデルに固有の均衡条件¹⁷

$$E_t \tilde{r}_{t+1}^c = \left(1 - \frac{1-\delta}{r^c}\right) E_t \tilde{r}_{t+1}^k + \frac{1-\delta}{r^c} E_t \tilde{q}_{t+1} - \tilde{q}_t \quad (\text{M15})$$

$$\tilde{r}_t^c = \tilde{r}_t^n - E_t \pi_{t+1} + \mu \left(\tilde{q}_t + \tilde{k}_t - \tilde{n}_t^e \right) \quad (\text{M16})$$

$$\tilde{n}_t^e = \frac{\eta_e r^c}{z^a} \left[\frac{1}{n^e/k} \tilde{r}_t^c + \left(1 - \frac{1}{n^e/k}\right) (E_{t-1} r_t^c) + \tilde{n}_{t-1}^e \right] + \frac{\chi_e}{(n^e/k) z^a} (\tilde{q}_t + \tilde{k}_{t-1}) - z_t^a \quad (\text{M17})$$

- DSGEGK モデルに固有の均衡式

$$\begin{aligned} \nu_t &= E_t \lambda_{t+1} - \lambda_t - \sigma z_{t+1}^a + \frac{r^c}{r^c - r^n/\pi} E_t r_{t+1}^c \\ &\quad - \frac{r^n/\pi}{r^c - r^n/\pi} (r_t^n - E_t r_{t+1}^c) + \frac{\eta_e}{\omega} \{ \nu \phi (E_t \nu_{t+1} + E_t \phi_{t+1}) + \varphi E_t \varpi_{t+1} \} \end{aligned} \quad (\text{M18})$$

$$\tilde{\omega}_t = E_t \tilde{\lambda}_{t+1} - \tilde{\lambda}_t - \sigma E_t z_{t+1}^a + \tilde{r}_t^n - E_t \tilde{\pi}_{t+1} + \frac{\eta_b}{\omega} \left\{ \nu \phi (E_t \tilde{\nu}_{t+1} + E_t \tilde{\phi}_{t+1}) + \varpi E_t \tilde{\omega}_{t+1} \right\} \quad (\text{M19})$$

$$\begin{aligned} \tilde{n}_t^b &= \frac{\eta_b}{z} \left[\phi \left(r^c - \frac{r^n}{\pi} \right) (\tilde{q}_{t-1} + \tilde{k}_{t-1}) + \phi r^c r_t^c \right. \\ &\quad \left. + (1-\phi) \frac{r^n}{\pi} (\tilde{r}_{t-1}^n - \tilde{\pi}_t) + \frac{r^n}{\pi} \tilde{n}_{t-1}^b \right] + \frac{\chi_b \phi}{z} (\tilde{q}_t - \tilde{k}_{t-1}) - z_t^a \end{aligned} \quad (\text{M20})$$

$$\tilde{\phi}_t = \frac{\nu}{\theta_b - \nu} \tilde{\nu}_t + \tilde{\omega}_t \quad (\text{M21})$$

$$\tilde{\phi}_t = \tilde{q}_t + \tilde{k}_t - \tilde{n}_t^b \quad (\text{M22})$$

¹⁷ $\mu = (qk/n^e)F'(qk/n^e)/(F(qk/n^e))$

- すべてのモデルに共通する定常状態¹⁸

$$\beta = \frac{(z^a)^\sigma \pi}{r^n} \quad (\text{S.1}), \quad \lambda^p = \psi \quad (\text{S.2}), \quad w = (1 - \alpha) \left[\frac{1}{1 + \lambda^p} \left(\frac{\alpha}{r^k} \right)^\alpha \right]^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (\text{S.3}),$$

$$\frac{l}{k} = \frac{1 - \alpha}{\alpha} \frac{r^k}{z^a} \frac{1}{w} \quad (\text{S.4}), \quad \frac{k}{y} = (1 + \psi)(z^a)^\alpha \left(\frac{l}{k} \right)^{\alpha-1} \quad (\text{S.5}),$$

$$\frac{i}{k} = 1 - \frac{1 - \delta}{z^a} \quad (\text{S.6}), \quad \frac{i}{y} = \frac{i}{k} \frac{k}{y} \quad (\text{S.7}), \quad \frac{c}{y} = 1 - \frac{g}{y} - \frac{i}{y} \quad (\text{S.8})$$

- DSGE モデルに固有する定常状態

$$\frac{r^n}{\pi} = r^k + 1 - \delta \quad (\text{S9})$$

- DSGEBGG と DSGEGK モデルに共通の定常状態

$$r^c = \frac{r^n}{\pi} + \text{Credit spread} = \frac{r^n}{\pi} + 0.0022 \quad (\text{S10}), \quad r^k = r^c - (1 - \delta) \quad (\text{S11})$$

- DSGEBGG に固有の定常状態

$$\chi_e = \frac{n^e}{k} (z^a - \eta_e r^c) \quad (\text{S12})$$

- DSGEGK に固有の定常状態

$$\omega = \frac{1 - \eta_b}{1 - \eta_b \beta / (z^a)^\sigma [(r^c - r^n / \pi) \phi + r^n / \pi]} \quad (\text{S13}), \quad \nu = \frac{\beta \omega}{(z^a)^\sigma} \left(r^c - \frac{r^n}{\pi} \right) \quad (\text{S14}),$$

$$\varpi = \frac{\beta \omega}{(z^a)^\sigma} \frac{r^n}{\pi} \quad (\text{S14}), \quad \chi_b = \frac{z^a - \eta_b \phi (r^c - r^n / \pi) + r^n / \pi}{\phi} \quad (\text{S16}), \quad \theta_b = \frac{\varpi}{\phi} + \nu \quad (\text{S17})$$

¹⁸定常状態について、資本稼働率は $u = 1$ と仮定する。

第4章 失われた20年における企業と金融機関のバランスシート状況の変化とその実体経済への影響に関する分析

4.1 はじめに

日本における90年代以降の長期にわたる経済停滞は、失われた20年と呼ばれ、多くの研究者がこの経済低迷の源泉について議論を行った。この源泉の1つとして、金融市場における資金仲介機能の崩壊がしばしば候補として挙げられる。80年代半ばから日本において、資産価格の急上昇に伴い資産を担保とした融資の高まりが観測された。この融資形態は、資産価格が下落するにつれて金融機関の不良債権問題を引き起こすこととなる¹。小川(2003)は、92年度から99年度の期間において、大手行が保有する不良債権の高まりが、中小企業への貸出を抑制させたことを指摘している。さらに、Bayoumi(2001)は、90年代以降の資産価格の急落などに伴い、金融機関が資本不足に陥り、円滑な資金供給が阻害されたことにより、経済停滞を引き起こされたことを主張している。

しかしながら、3章で触れたように、90年代以降の経済停滞期を含めた期間については、企業側が直面するバランスシート制約が、日本経済の景気循環の特徴を捉えるという意味で構造的に重要な役割を担うという結果が得られている。さらに、2章の分析においては、金融的なショックが産出量や設備投資に及ぼす影響は、非常に低いことが示されている。これに加えて、Hayashi and Prescott(2002)やKaihatsu and Kurozumi(2014b)では、90年代以降の日本の経済停滞は生産性や生産技術の減退によって引き起こされたとする研究も存在する。

本章では、90年代以降に観測された長期の経済停滞期を対象として、金融機関のバランスシートの毀損が設備投資あるいは産出量といったマクロ変数に対して及ぼした影響について考察することを目的とする。なお、より包括的な視点から金融市場の動

¹この歴史的背景については、小川(2003)を参考に行っている。さらに、小川(2003)の第2章では、資産価値と金融機関の不良債権との関係について実証分析を行っている。

向について議論するために、企業側のバランスシート状況についても考慮する。そこで、本章では、Iiboshi, Matsumae, Namba, and Nishiyama (2011) や Iiboshi, Matsumae, and Nishiyama (2014) に従い、金融的摩擦に直面する金融機関と企業を動学的確率的一般均衡 (DSGE) モデルに導入する。金融機関は、Gertler and Kiyotaki (2011, GK) や Gertler and Karadi (2011) に従い、エージェンシー問題に起因するバランスシート制約に直面すると仮定する。このエージェンシー問題は、金融機関と預金者との間に存在するが、この時、金融機関が調達できる資金は、自身の自己資本の水準に依存するため、結果的に、企業に供給できる資金量も金融機関のバランスシート状況に左右される。さらに、Bernanke, Gertler, and Gilchrist (1999, BGG) に従い、金融機関と企業との間に情報の非対称性が存在し、企業が資金を借入れる際の費用は企業のレバレッジ比率に依存する。さらに、これらの主体のバランスシート状況の変化を捉えるために、それぞれの主体の自己資本に対する外生的なショックを導入し、これらのショックは、金融機関と非金融機関の企業価値に関する時価総額のデータをモデル内のそれぞれの主体の自己資本と関連させることによって識別を行う。

本研究から得られた結果は、大きく2つにまとめることが出来る。まず、分散分解とヒストリカル分解の結果より産出量の変動を説明する上で、生産技術ショックが最も重要であることが示され、日本の90年代以降の経済停滞期についても、生産技術ショックの影響が強く現れていることが明らかとなった。これらの研究結果は、Kaihatsu and Kurozumi (2014b) によって示された研究結果と同様の結果が得られたと言える。これに対して、設備投資については、投資の限界効率性 (MEI) ショックの影響が支配的であるが、金融機関や企業家の自己資本ショックといった金融的なショックが約30%ほどの変動を説明するという結果が得られた。とりわけ、金融機関の自己資本に対するショックは投資の変動の20%を説明しており、企業の自己資本ショックの影響と比較して、相対的に強い影響を投資に対して持つ。それゆえ、金融的なショックの影響は産出量の停滞については限定的な影響しかもたらさなかったが、90年代初頭のバブル崩壊期や90年代後半に生じた日本の金融危機の時期には、企業の設備投資に対して著しくマイナスの影響をもたらしたことが明らかとなった。

2つ目に、金融機関の自己資本は、自らの自己資本に対するショックの影響を非常に強く受け、そのショックは90%以上の変動を説明する。この一方で、企業家の自己資本については、自らの自己資本に対するショックによって大部分は説明されるが、全体の変動

のうち20%は金融機関の自己資本へのショックにより説明されることが明らかとなった。

理論モデルの構造的な観点から、本章で用いるモデルと類似した研究としてHirakata et al. (2016)やMuto et al. (2016)を挙げる事が出来る。これらの先行研究の共通点としては、本章と同様に金融機関と企業側のどちらの主体もバランスシート制約に直面しているという点である。ただし、本稿で用いるモデルと異なり、それらのモデルはBGGタイプの金融的摩擦に金融機関と企業家が直面すると想定されている。BGGタイプの金融的な摩擦の特徴としては、摩擦の影響は価格である金利で測られる点にある。上述のように、本章での分析で用いるモデルは、企業側はBGGタイプの摩擦に直面する一方で、金融機関はGKタイプの金融的摩擦に直面するという点に特徴を持つ。GKタイプの金融的な摩擦は、金融機関の借入量あるいは貸出量といった量的な観点から摩擦の影響を考察することを可能にする。確かに、価格の裏では量が調整されるが、より直接的に、量的な観点から考察することを目的として、Iiboshi et al. (2011)やIiboshi et al. (2014)に基づきモデルを構築する。これは、日本の経済停滞期に観測された金融機関の貸し渋りといった現象などは、量的な観点から考察することが望ましいことを反映している。

さらに、本章の研究は日本の経済停滞の要因について議論した研究に属しており、上述のようにHirakata et al. (2016)やMuto et al. (2016)はモデルの構造上類似した研究としてあげられる。これらの研究でも、本章と同様に、金融機関と企業家の自己資本に対するショックが想定されており、それらの主体のバランスシート状況の変化が景気循環に及ぼした影響について議論している。Muto et al. (2016)では、金融機関のバランスシート状況の毀損が、90年代以降における生産性やGDPの低下をもたらしたことを報告しており、影響を及ぼす変数は異なるものの、金融機関のバランスシートの毀損が90年代以降の経済停滞の議論において重要な要素であることは本稿と同様である。これに対して、Hirakata et al. (2016)は、企業や金融機関の自己資本ショックといった金融的なショックによって、設備投資の変動を説明する上で重要な要素であり、特に、企業側の自己資本の影響が強く現れることを報告している。本研究でも、金融的なショックが設備投資の変動を引き起こす点に関しては、Hirakata et al. (2016)と同様であるが、相対的に、金融機関の自己資本ショックの影響が強いことに関しては異なった結果が得られたと言えるだろう。

本章の構成は以下の通りである。まず、次に続く4.2節では、モデルの構造について概

観する。4.3節以降では、4.2節で構築された理論モデルを基にベイズ推定による実証分析を行う。とりわけ、固定パラメータの値と推定するパラメータの事前分布について触れた後に、推定されたパラメータの値について議論する。それ以降では、推定されたパラメータを基に金融機関と企業家の自己資本ショックに対する変数の振る舞いについて考察し、分散分解あるいはヒストリカル分解を用いて、日本経済の景気循環の特徴と、経済停滞の要因について議論する。そして4.4節では、本章のまとめを行う。

4.2 モデル

本章の分析で用いるモデルでは、企業側のみならず金融機関についてもバランスシート制約に直面する。そこで、本章ではIiboshi et al. (2011)やIiboshi et al.(2014)に従い、金融機関が直面する金融的摩擦としてGertler and Kiyotaki (2011)やGertler and Karadi (2011)において利用されたエージェンシー問題を採用し、企業家が直面する摩擦としてBernanke, Gertler, and Gilchrist (1999)によって利用された情報の非対称性をモデルに導入する。なお、基礎とするモデルについては、Christiano, Eichenbaum, and Evans (2005)、Smets and Wouters(2007)やHirose (2014)において用いられた中規模DSGEモデルを利用する。さらに、Justiniano et al. (2011)、Hirose and Kurozumi (2012)やKaihatsu and Kurozumi (2014 a,b)に従い生産技術と投資特殊技術トレンドをモデルを導入する。

4.2.1 金融機関

金融機関 $b \in [0, 1]$ は、Gertler and Kiyotaki (2011) と Gertler and Karadi (2011) に基づき、預金者との間にエージェンシー問題があると仮定する。経済に存在する金融機関は銀行家により経営され、家計から預金 D_t を調達し自身が保有する自己資本 $N_t^b(b)$ を加え、企業家に対して貸出 $L_t(b)$ を行う。

$$L_t(b) = N_t^b(b) + D_t(b) \quad (4.1)$$

ただし、 $L_t(b)$ は銀行貸出を表す。さらに、金融機関の自己資本は以下のように蓄積される。

$$N_t^b(b) = r_t^f L_{t-1}(b) - \frac{r_{t-1}^n}{\pi_t} D_t(b) \quad (4.2)$$

ただし、 r_t^f は金融機関の起業家に対する貸出から得られる平均収益、 r_{t-1}^n は名目金利、そして π_t はインフレ率をそれぞれ表す。(4.2) は (4.1) を用いることにより以下のように書き換えることができる。

$$N_t^b(b) = \left(r_t^f - \frac{r_{t-1}^n}{\pi_t} \right) L_{t-1}(b) + \frac{r_{t-1}^n}{\pi_t} N_{t-1}^b(b) \quad (4.3)$$

金融機関の目的は、以下の価値関数 $V_t(b)$ を最大にするように行動する。

$$V_t(b) = E_t \beta \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} \{ (1 - \eta_{t+1}^b) N_{t+1}(b) + \eta_{t+1}^b V_{t+1}(b) \} \quad (4.4)$$

ただし、 $\eta_t^b \equiv \eta^b e^{z_t^b}$ は金融機関の生存率を表し、外生的なショックとして与えられる。このショックは、金融機関の自己資本に対するショックとして捉えることができる。

金融機関と家計との間にはエージェンシー問題が生じ、家計から調達できる資金は金融機関自身の自己資本に依存する。このエージェンシー問題とは、金融機関が自身の保有する資産である銀行貸出の一部を私的に利用することを指す。家計はこのような金融機関の行動に対して、金融機関を破綻に追い込む権利を持ち資金の回収を行う。しかし、金融機関が私的に利用した資産は回収することができない。このような問題が生じる時には、金融機関が資金を調達できるのは以下のインセンティブ制約が満たされる時のみである。

$$V_t(b) \geq \theta_b L_t(b) \quad (4.5)$$

ただし、 $V_t(b)$ は金融機関の価値、 θ_b は資産の私的利用率をそれぞれ表す。(4.4) 式のインセンティブ制約は、金融機関が私的に資産を利用することなく、金融機関としての業務をし続けるような状況を作り出すような制約である。

金融機関の最適問題は、金融機関の自己資本の蓄積方程式(4.3)とインセンティブ制約(4.5)を制約条件として、(4.4) 式の価値関数を最大化するように行動する。ただし、この問題を解くために Gertler and Karadi (2011) に従い以下のような解を推測する。

$$V_t(b) = \nu_t L_t(b) + \varphi_t N_t^b(b) \quad (4.6)$$

ただし、 ν_t は、銀行貸出による限界便益そして、 φ_t は自己資本に関する限界便益を表す。

最適化問題を解くことにより、以下のように銀行貸出と自己資本の限界便益を得る。

$$\nu_t = E_t \beta \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} \omega_{t+1}^{**} \left(r_{t+1}^f - \frac{r_t^n}{\pi_{t+1}} \right) \quad (4.7)$$

$$\varphi_t = E_t \beta \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} \omega_{t+1}^{**} \frac{r_t^n}{\pi_{t+1}} \quad (4.8)$$

$$\omega_{t+1}^{**} = 1 - \eta_{t+1}^b + \eta_{t+1}^b (\nu_{t+1} \phi_{t+1}^b + \varphi_{t+1}) \quad (4.9)$$

ただし、 ϕ_t^b は金融機関のレバレッジ比率を表しており以下のように定義される。

$$\phi_t^b = \frac{L_t(b)}{N_t^b(b)} \quad (4.10)$$

Gertler and Karadi (2011) に従えば、金融機関のレバレッジ比率は個々の金融機関の要素に依存しない。さらに、(4.5) と (4.6) よりレバレッジ比率は以下のように、銀行貸出に関する限界便益 ν_t と自己資本に関する限界便益と関連付けられる。

$$\phi_t^b = \frac{\varphi_t}{\theta^b - \nu_t} \quad (4.11)$$

金融機関の自己資本は、金融機関全体から評価すると以下のように蓄積される。

$$N_t^b = \eta_t^b \left[\left(r_t^f - \frac{r_{t-1}^n}{\pi_t} \right) L_{t-1} + \frac{r_{t-1}^n}{\pi_t} N_{t-1}^b \right] + \chi^b N_{t-1}^b \quad (4.12)$$

ただし、 χ^b は、銀行家の新規参入率を表している。

4.2.2 企業家

企業家は、BGG (1999) タイプの金融的摩擦に直面するとする。企業家は中間財企業に対して資本をレンタル率 R_t^k でレンタルすることを目的として、資本生産企業から資本を価格 Q_{t-1} で購入する。資本は生産に利用されたのち減耗せずに残ったものについては、企業家へと返却され、価格 Q_t で資本生産企業へと売却される。このような状況下で、企業家は自身の利潤が最大になるように、中間財企業が生産に使用できる資本の量である資本稼働率 u_t を決める。この時、資本稼働率 u_t に関する一階の条件は以下

のように与えられる。

$$R_t^k = Q_t \delta'(u_t) \quad (4.13)$$

企業家は資本の購入資金を自身の自己資本 N_t^e と金融機関からの借入 L_t によって賄う。そのため、企業家のバランスシートは以下のように与えられる。

$$Q_t K_t = L_t + N_t^e \quad (4.14)$$

t 期において、企業家は $t+1$ 期に期待利潤を最大にするように資本 K_t を購入する。企業家の資本購入に関する最適条件は以下のように与えられる。

$$E_t \Lambda_{t+1} r_{t+1}^c = E_t \Lambda_{t+1} \left[\frac{u_{t+1} R_{t+1}^k + Q_{t+1} (1 - \delta(u_{t+1}))}{Q_t} \right] \quad (4.15)$$

ただし、 r_t^c は事後的な資本の収益率を表し、以下のように与えられる。

$$r_t^c = \frac{u_t R_t^k + Q_t (1 - \delta(u_t))}{Q_{t-1}} \quad (4.16)$$

企業家が直面する外部資金プレミアム efp_t は Kaihatsu and Kurozumi (2014b) に従い、以下のように起業家のレバレッジ比率と関連づけられ、企業家のレバレッジ比率 $Q_t K_t / N_t^e$ が高まれば、外部資金プレミアムも高まる。

$$efp_t = F \left(\frac{Q_t K_t}{N_t^e} \right), F' > 0 \quad (4.17)$$

ただし、外部資金プレミアムは $efp_t \equiv E_t r_{t+1}^c / r_t^f$ と定義される。経済全体での企業家の自己資本は以下のように蓄積される。

$$N_t^e = \eta_t^e [r_t^c Q_{t-1} K_{t-1} - (E_{t-1} r_t^c) L_{t-1}] + \chi^e N_{t-1}^e \quad (4.18)$$

ただし、 $\eta_t^e = \eta^e e^{z_t^e}$ は、企業家の生存率を表しており、これは外生的なショックとして、企業家の自己資本の変動を引き起こす。さらに、 χ^e は企業家の新規参入率を表す。

4.2.3 家計

経済には代表的な家計が存在し、その家計に所属するメンバーは、労働者 $x \in [0, 1]$ 、銀行家 b 、そして企業家に分類される。家計は、消費財の消費 C_t から正の効用を得る一

方で、中間財企業に対する労働供給 $h_t(x)$ から負の効用を被る。家計の選好は以下のよう
に与えられる。

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t e^{z_t^b} \left[\frac{(C_t - \theta C_{t-1})^{1-\sigma}}{1-\sigma} - (Z_t^*)^{1-\sigma} e^{z_t^h} \int_0^1 \frac{(h_t(x))^{1+\chi}}{1+\chi} dx \right]$$

ただし、 Z_t^* は生産技術の水準²、 z_t^b は消費の選好ショック、 z_t^h は労働供給ショック、 β は主
観的割引率、 σ は相対的危険回避度を表すパラメータ、 χ は労働供給に関する弾力性の
逆数、 θ は消費の習慣形成を表すパラメータをそれぞれ表す。

家計の収入は、前期に行った金融機関に対する預金からの収益 $r_{t-1}^n D_{t-1}$ 、労働供給に
よる賃金収入 $\int_0^1 W_t(x) h_t(x) dx$ に加え、金融機関、中間財企業、そして資本生産企業を所
有することによる収益に加え政府からの一時移転 T_t からなり、この収益は、今期の消
費 C_t と金融機関への預金 D_t に向けられる。つまり、家計の予算制約式は以下のよう
に与えられる。

$$P_t C_t + D_t = r_{t-1}^n D_{t-1} + \int_0^1 W_t(x) h_t(x) dx + T_t$$

ただし、 P_t は物価水準を表す。消費と預金に関する一階の条件は以下のよう
に与えられる。

$$\Lambda_t = e^{z_t^b} (C_t - \theta C_{t-1})^\sigma - \beta \theta E_t e^{z_{t+1}^b} (C_{t+1} - \theta C_t)^{-\sigma} \quad (4.19)$$

$$1 = E_t \beta \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} \frac{r_t^n}{\pi_{t+1}} \quad (4.20)$$

ただし、 Λ_t は消費の限界効用を表す。

4.2.4 労働者

家計のメンバーである労働者は独占的競争市場に直面しており、差別化された労働
サービスを中間財企業に対して供給する。労働者は、中間財企業からの需要を所与と
して、自身の将来に渡る賃金収入の割引現在価値を最大にするように現在の賃金を決
める。ただし、賃金の決定に関しては Calvo (1983) の価格決定メカニズムによって特徴
付けられる。したがって、每期 $1 - \xi_w$ の割合の労働者については、賃金改訂に関する交

²効用関数に現れる生産技術水準が存在するのは、均斉成長経路を保証するためである。詳細は、Erceg
et al.(2006) を参照のこと。

渉権が与えられるのに対して、残りの ξ_w の労働者は定常状態におけるインフレ率 π と前期のインフレ率に加え定常状態における複合技術成長率 z^* を参照しながら、現在の賃金の決める。ただし、定常状態におけるインフレ率と前期のインフレ率をどの程度参照するかについては、 γ_w によってウェイト付けられるものとする。この時、労働者の収益に関する割引現在価値は以下のように与えられる。

$$E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\beta \xi_w)^j \left[\Lambda_{t+j} h_{t+j|t}(x) \frac{P_t W_t(x)}{P_{t+j}} \prod_{k=1}^j (z^* \pi_{t+k-1}^{\gamma_w} \pi^{1-\gamma_w}) - \frac{e^{z_{t+j}^b (Z_{t+j}^*)^{1-\sigma}} e^{z_{t+j}^h (h_{t+j|t}(x))^{1+\chi}}}{1+\chi} \right]$$

さらに、制約条件である労働需要関数は以下のように与えられる。

$$h_{t+j|t}(x) = \left[\frac{P_t W_t}{P_{t+j} W_{t+j}} \prod_{k=1}^j (z^* \pi_{t+k-1}^{\gamma_w} \pi^{1-\gamma_w}) \right]^{-\frac{1+\lambda_{t+j}^w}{\lambda_{t+j}^w}}$$

ただし、 λ_t^w は労働者の賃金に関するマークアップを表し、 $\lambda_t^w \equiv 1/(\theta_t^w - 1) > 0$ と定義される。 θ_t^w は労働サービスに関する代替の弾力性を表す。労働者の賃金に関する一階の条件は以下のように与えられる。

$$E_t \sum_{j=0}^{\infty} \left[\begin{array}{l} (\beta \xi_w)^j \frac{\Lambda_{t+j}}{\lambda_{t+j}^w} \left[\frac{W_t^o (z^*)^j}{W_{t+j}} \prod_{k=1}^j \left\{ \left(\frac{\pi_{t+k-1}}{\pi} \right)^{\gamma_w} \frac{\pi}{\pi_{t+k}} \right\} \right]^{-\frac{1+\lambda_{t+j}^w}{\lambda_{t+j}^w}} h_{t+j} \\ \times \left\{ \begin{array}{l} (z^*)^j W_t^o \prod_{k=1}^j \left\{ \left(\frac{\pi_{t+k-1}}{\pi} \right)^{\gamma_w} \frac{\pi}{\pi_{t+k}} \right\} \\ - (1 + \lambda_{t+j}^w) \frac{e^{z_{t+j}^b} e^{z_{t+j}^h (Z_{t+j}^*)^{1-\sigma}}}{\Lambda_{t+j}} \\ \times \left(\left[\frac{(z^*)^j W_t^o}{W_{t+j}} \prod_{k=1}^j \left\{ \left(\frac{\pi_{t+k-1}}{\pi} \right)^{\gamma_w} \frac{\pi}{\pi_{t+k}} \right\} \right]^{-\frac{1+\lambda_{t+j}^w}{\lambda_{t+j}^w}} h_{t+j} \right) \end{array} \right\} \right] = 0 \quad (4.21)$$

ただし、 W_t^o は最適化された賃金を表す。さらに、経済全体での賃金は以下のように書き換えられる。

$$1 = (1 - \xi_w) \left[\left(\frac{W_t^o}{W_t} \right)^{-\frac{1}{\lambda_t^w}} + \sum_{j=1}^{\infty} \xi_w^j \left[\frac{(z^*)^j W_{t-j}^o}{W_t} \prod_{k=1}^j \left\{ \left(\frac{\pi_{t+k-1}}{\pi} \right)^{\gamma_w} \frac{\pi}{\pi_{t+k}} \right\} \right]^{-\frac{1}{\lambda_t^w}} \right] \quad (4.22)$$

4.2.5 最終財企業

最終財企業は、中間財 $Y_t(f)$ を用いて最終財 Y_t を生産する。この企業の利潤は以下のように表すことができる。

$$P_t Y_t - \int_0^1 P_t(f) Y_t(f) df \quad (4.23)$$

ただし、 $P_t(f)$ は中間財企業が生産する財価格を表す。最終財企業は以下の生産技術を用いて最終財を生産する。

$$Y_t = \left[\int_0^1 Y_t(f)^{\frac{1}{1+\lambda_t^p}} df \right]^{1+\lambda_t^p} \quad (4.24)$$

ただし、 λ_t^p は中間財企業のマークアップ率を表す。最終財企業は (4.24) 式の生産技術を制約条件として、(4.23) 式の利潤を最大にするように中間財財の需要量を決める。最終財企業の一階の条件は以下のように与えられる。

$$Y_t(f) = \left(\frac{P_t(f)}{P_t} \right)^{-\frac{1+\lambda_t^p}{\lambda_t^p}} Y_t \quad (4.25)$$

さらに、(4.25) は以下のように一般物価水準 P_t と各中間財企業の $P_t(f)$ の関係式へ書き換えることができる。

$$P_t = \left[\int_0^1 P_t(f)^{-\frac{1}{\lambda_t^p}} df \right]^{-\lambda_t^p} \quad (4.26)$$

4.2.6 中間財企業

中間財企業 $f \in [0, 1]$ は以下の生産関数に従い、労働 $h_t(f)$ と資本 $K_t(f)$ を利用して中間財 $Y_t(f)$ を生産する。

$$Y_t(f) = (Z_t^\alpha h_t(f))^{1-\alpha} (K_t(f))^\alpha - \rho y Z_t^*$$

ただし、 α は資本の分配率、 $\rho y Z_t^*$ は中間財の生産に関わる固定費用、 Z_t^α は生産技術水準、そして Z_t^* は複合技術水準をそれぞれ表している。対数を取った後の生産技術 Z_t^α の水準は以下のように表すことができる。

$$\log Z_t^\alpha = \log z^\alpha + \log Z_{t-1}^\alpha + z_t^\alpha \quad (4.27)$$

ただし、 z^a は定常状態における生産技術の成長率、 z_t^a は生産技術の成長率に関する確率的な変動をそれぞれ示す。さらに、複合技術水準 Z_t^* は生産技術水準 Z_t^a と投資特殊技術水準 Ψ_t によって特徴付けられ、以下のように関連づけられる。

$$Z_t^* = Z_t^a \Psi_t^{\alpha/(1-\alpha)}$$

ここからは、中間財企業の最適化行動について触れる。まず、労働と資本に関する一階の条件式より、以下のように中間財企業の限界費用 mc_t は与えられる。

$$mc_t = \left(\frac{W_t}{(1-\alpha)Z_t^a} \right)^{1-\alpha} \left(\frac{R_t^k}{\alpha} \right)^\alpha \quad (4.28)$$

ただし、 R_t^k は資本のレンタル率を表す。さらに、一階の条件を書き換えると以下のよう、生産に投入される最適資本労働投入比率が決まる。

$$\frac{R_t^k}{W_t} \frac{u_t K_{t-1}}{h_t} = \frac{1-\alpha}{\alpha} \quad (4.29)$$

ただし、 $h = \int_0^1 h_t(f)df$ と $u_t K_{t-1} = \int_0^1 K_t(f)df$ である。

中間財企業は、独占的競争市場に直面しており、自身が生産する財に関して価格支配力を有する。この時、最終財企業による中間財に対する需要関数を所与として、中間財企業は自身の将来に渡る利潤の割引現在価値を最大にするように現在の価格を決める。労働者の最適化問題と同様に、ここでも価格決定については Calvo (1983) 従う。つまり、每期 $1-\xi_p$ の割合の企業は価格変更ができるのに対して、残りの ξ_p の割合の企業は定常状態におけるインフレ率と一期前のインフレ率を参照しながら現在の価格を決める。ただし、定常状態におけるインフレ率に対して、一期前のインフレ率をどの程度参照するかは、 γ_p によってウェイト付けされる。中間財企業の利潤関数は以下のように与えられる。

$$E_t \sum_{j=0}^{\infty} \xi_p^j \left(\beta^j \frac{\Lambda_{t+j}}{\Lambda_t} \right) \left[\frac{P_t(f)}{P_{t+j}} \prod_{k=1}^j (\pi_{t+k-1}^{\gamma_p} \pi^{1-\gamma_p}) - mc_{t+j} \right] Y_{t+j|t}$$

中間財に対する需要関数(4.25)は以下のように書き換えることが出来、中間財企業は以下の需要関数を制約条件として価格を決定する。

$$Y_{t+j|t}(f) = \left[\frac{P_t(f)}{P_{t+j}} \prod_{k=1}^j (\pi_{t+k-1}^{\gamma_p} \pi^{1-\gamma_p}) \right]^{-\frac{1+\lambda_{t+j}^p}{\lambda_{t+j}^p}}$$

中間財企業の価格に関する一階の条件は以下のように与えられる。

$$E_t \sum_{j=0}^{\infty} \left[\begin{aligned} & (\beta \xi_p)^j \frac{\Lambda_{t+j}}{\Lambda_t} \frac{Y_{t+j}}{\lambda_{t+j}^p} \left[\frac{P_t^o}{P_t} \prod_{k=1}^j \left\{ \left(\frac{\pi_{t+k-1}}{\pi} \right)^{\gamma_p} \frac{\pi}{\pi_{t+k}} \right\} \right]^{-\frac{1+\lambda_{t+j}^p}{\lambda_{t+j}^p}} \\ & \times \left[\frac{P_t^o}{P_t} \prod_{k=1}^j \left\{ \left(\frac{\pi_{t+k-1}}{\pi} \right)^{\gamma_p} \frac{\pi}{\pi_{t+k}} \right\} - (1 + \lambda_{t+j}^p) m c_{t+j} \right] \end{aligned} \right] = 0 \quad (4.30)$$

ただし、 P_t^o は価格変更を行った企業がつける中間財価格を示す。さらに、(4.26) 式の一般物価は以下のように書き換えることができる。

$$1 = (1 - \xi_p) \left[\left(\frac{P_t^o}{P_t} \right)^{-\frac{1}{\lambda_t^p}} + \sum_{j=1}^{\infty} (\xi_p)^j \left[\frac{P_{t-1}^o}{P_{t-j}} \prod_{k=1}^j \left\{ \left(\frac{\pi_{t-k}}{\pi} \right)^{\gamma_p} \frac{\pi}{\pi_{t-k+1}} \right\} \right]^{-\frac{1}{\lambda_t^p}} \right] \quad (4.31)$$

4.2.7 投資財生産企業

完全競争市場に直面する投資財生産企業は、一単位の最終財を Ψ_t 単位の投資財へ変換する技術を保有し、対数を取った後の投資特殊技術 (investment specific technology, IST) は以下のように表すことができる。

$$\log \Psi_t = \log \psi + \log \Psi_{t-1} + z_t^\psi \quad (4.32)$$

ただし、 ψ は定常状態における投資特殊技術の成長率、 z_t^ψ は投資特殊技術ショックをそれぞれ表す。そして、生産された投資財は資本生産企業へと P_t^i の価格で売却される。これに対して、投資財一単位あたりの限界費用は、最終財価格 P_t に一致することから、投資財企業の収益は以下のように与えられる。

$$P_t^i \Psi_t I_t - P_t I_t$$

このとき、一階の条件は以下のように与えられる。

$$\frac{P_t^i}{P_t} = \frac{1}{\Psi_t} \quad (4.33)$$

(4.33) は投資財相対価格を表している。

4.2.8 資本生産企業

資本生産企業は投資 I_t を実施し資本の蓄積を行う。この資本は、企業家に対して Q_t の価格で売却される。資本生産企業の利潤は以下のように与えられる。

$$E_t \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j \frac{\Lambda_{t+j}}{\Lambda_t} \left[Q_{t+j} \{K_{t+j} - (1 - \delta(u_{t+j}))K_{t+j-1}\} - \frac{P_{t+j}^i}{P_{t+j}} I_{t+j} \right]$$

ただし、資本生産企業は以下に示される資本蓄積方程式を制約条件として、自身の利潤が最大になるような投資を決定する。

$$K_t = (1 - \delta(u_t))K_{t-1} + \left[1 - \frac{\zeta}{2} \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \frac{1}{z^* \psi} - 1 \right)^2 \right] I_t e^{z_t^v} \quad (4.34)$$

ただし、 ζ は投資の調整コストに関する弾力性、 z_t^v は投資の限界効率性 (MEI) ショックをそれぞれ表す。この投資の効率性に関するショックは投資が資本へ変換される際に影響を及ぼす外生的な変動を指す。投資に関する一階の条件式は以下のように与えられる。

$$\begin{aligned} \frac{P_t^i}{P_t} = Q_t e^{z_t^v} & \left\{ 1 - \frac{\zeta}{2} \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \frac{1}{z^* \psi} - 1 \right)^2 - \zeta \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \frac{1}{z^* \psi} - 1 \right) \frac{I_t}{I_{t-1}} \frac{1}{z^* \psi} \right\} \\ & + \beta z^* \psi E_t \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} Q_{t+1} \zeta \left(\frac{I_{t+1}}{I_t} \frac{1}{z^* \psi} - 1 \right) \left(\frac{I_{t+1}}{I_t} \frac{1}{z^* \psi} \right)^2 \end{aligned} \quad (4.35)$$

4.2.9 中央銀行

中央銀行は Kaihatsu and Kurozumi (2014a,b) に従い、以下で示されるルールに従い政策金利 r_t^n を誘導すると想定する。

$$\log r_t^n = \phi_r \log r_{t-1}^n + (1 - \phi_r) \left(\log r^n + \frac{\phi_\pi}{4} \sum_{j=0}^3 \log \frac{\pi_{t-j}}{\pi} + \phi_y \log \frac{Y_t/Z_t^*}{y} \right) + \phi_{\Delta_y} \log \frac{Y_t/Y_{t-1}}{z^*} + z_t^r \quad (4.36)$$

ϕ_r は政策金利のスージングパラメータ、 r^n は定常状態における政策金利、 ϕ_π 、 ϕ_y 、 ϕ_{Δ_y} はそれぞれ、インフレ率、産出量、そして産出量の成長率に対する反応パラメータを表す。

4.2.10 資源制約式と均衡条件

産出量は、消費、投資、そしてそれ以外の外生的需要に分配される。つまり、資源制約式は以下のように表すことができる。

$$Y_t = C_t + \frac{I_t}{\Psi_t} + gZ_t^* e^{z_t^g} \quad (4.37)$$

ただし、 g は定常状態における消費と投資以外の需要要素、 $e^{z_t^g}$ は外生的需要に関する確率的なショックをそれぞれ表す。経済全体での産出量 Y_t は以下のように与えられる。

$$Y_t d_t = (Z_t^a h_t)^{1-\alpha} (u_t K_{t-1})^\alpha - \psi y Z_t^* \quad (4.38)$$

$d_t = \int_0^1 (P(f)/P_t df)^{-(1+\lambda_t^p)/\lambda_t^p}$ と定義され、価格の分散を表す。均衡条件は、(4.7)~(4.22)、(4.28)~(4.32)、(4.34)~(4.38) に加え、生産技術と投資特殊技術の変動に関する確率過程、(4.27)、(4.32) と 10 の外生的ショック z_t^X 、 $X \in \{b, g, w, p, v, r, a, \eta^b, \eta^e, \psi\}$ によって特徴付けられる。ただし、外生需要ショック、賃金マークアップショック、そして、価格マークアップショックについては、 $z_t^g = (g/y)z_t^g$ 、 $z_t^w = \frac{(1-\xi_w)(1-\beta\xi_w(z^*)^{1-\sigma})\lambda^w}{\xi_w\{\lambda^w + \chi(1+\lambda^w)\}} (\tilde{\lambda}_t^w + z_t^h)$ 、そして、 $z_t^p = \frac{(1-\xi_p)(1-\beta\xi_p(z^*)^{1-\sigma})}{\xi_p} \tilde{\lambda}_t^p$ とそれぞれ定義する。全ての外生的ショックに関しては、以下のよう AR (1) 過程に従う。

$$z_t^X = \rho_X z_{t-1}^X + \epsilon_t^X, \quad \epsilon_t^X \sim \text{i.i.d.} N(0, \sigma_X^2)$$

ただし、 ρ_X が外生的ショック X に関する自己回帰パラメータを表す。

4.3 ベイズ推定を用いた実証分析

本章でも、DYNARE (Adjemian et al. (2018)) を使用しベイズ推定を実施する。前章と同様に、対数線形近似されたのちの均衡条件から成る線形システムと観測方程式を基に、カルマンフィルターを用いて尤度を評価する。その後、予め設定した事前分布を加え事後分布を生成する。とりわけ、メトロポリスヘイスティングスアルゴリズムに基づく MCMC 法を使用し、事後分布からの 20 万回のサンプリングを行い、前半の 10 万回をバーンインする。さらに、サンプリングについては、受容率が 24% 程度となるようにスケールリングパラメータを設定する。以下では、ベイズ推定の設定とその実証分析の結果について触れる。

4.3.1 分析に用いられるデータと観測方程式

ここでは、分析に用いるデータとそのデータとモデルの変数とを関連づける観測方程式について概観する。本研究では、1人あたり実質GDP (Y_t)、1人あたり実質消費支出 (C_t)、1人あたり設備投資支出 (I_t)、実質賃金 (W_t)、1人あたり企業家の実質自己資本 (N_t^e)、1人あたり金融部門の時価総額 (N_t^b)、労働時間 (H_t)、GDPデフレーター (DEF_t)、コールレート (R_t^n)、投資財相対価格 (P_t^i/DEF_t) の10の系列を使用する³。実質値のデータについてはGDPデフレーターを用いて実質化し、1人当たりに換算する際には、15歳以上人口を用いてそれぞれの系列を除した。労働時間あるいは賃金の作成方法はSugo and Ueda (2008)に基づき作成している。金融機関と企業家の自己資本のデータについては、金融部門と非金融部門の時価総額のデータを用いる。これらの系列は、1997Q4までは株式会社東京証券取引所の業種別時価総額から構築し、1998Q1からは日本銀行「資金循環統計」におけるの株価のデータから作成した。データの出所については補論にまとめられる。サンプル期間は1981Q1から2010Q4までとする⁴。このサンプル期間を対象とする理由としては、本章では、失われた20年の期間を対象とした経済停滞期の景気循環の特徴を捉えることを目的としているためである。

観測方程式は以下のように与えられる。

$$\begin{bmatrix} 100\Delta \log Y_t \\ 100\Delta \log C_t \\ 100\Delta \log I_t \\ 100\Delta \log W_t \\ 100\Delta \log N_t^b \\ 100\Delta \log N_t^e \\ 100\Delta \log P_t^i/DEF_t \\ 100 \log H_t \\ 100\Delta \log DEF_t \\ R_t^n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{z}^* \\ \bar{z}^* \\ \bar{z}^* + \bar{\psi} \\ \bar{z}^* \\ \bar{z}^* \\ \bar{z}^* \\ -\bar{\psi} \\ \bar{h} \\ \bar{\pi} \\ \bar{r}^n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} z_t^* + \tilde{y}_t - \tilde{y}_{t-1} \\ z_t^* + \tilde{c}_t - \tilde{c}_{t-1} \\ z_t^* + z_t^\psi + \tilde{i}_t - \tilde{i}_{t-1} \\ z_t^* + \tilde{w}_t - \tilde{w}_{t-1} \\ z_t^* + \tilde{n}_t^b - \tilde{n}_{t-1}^b \\ z_t^* + \tilde{n}_t^e - \tilde{n}_{t-1}^e \\ -z_t^\psi \\ \tilde{h}_t \\ \tilde{\pi}_t \\ \tilde{r}_t^n \end{bmatrix}$$

³本章で用いるデータの多くは、基本的に、Sugo and Ueda (2008)に従っている。Sugo and Ueda (2008)では、物価上昇率をCPIによって測っているが、本章では、GDPデフレーターを基に制作している。また、Sugo and Ueda (2008)とは異なり、資本稼働率のデータは導入していないが、本章では、投資財相対価格、1人あたり企業家の実質自己資本、そして、1人あたり金融部門の時価総額が導入されている。

⁴金融機関と企業の時価総額のデータの使用については、Muto et al. (2016)を参考にしている。しかし、本章では、1997Q4までは株式会社東京証券取引所の業種別時価総額から構築し、1998Q1からは日本銀行「資金循環統計」からの株価のデータを使用している。

ただし、 $\bar{z}^* = 100(z^* - 1)$ 、 $\bar{\pi} = 100(\pi - 1)$ 、 $\bar{r}^n = 100(r^n - 1)$ 、 $\bar{\psi} = 100(\psi - 1)$ である。さらに、 \bar{h} の平均値は Smets and Wouters (2007) に従いゼロに基準化する。

4.3.2 固定パラメータと事前分布の設定

[表 4.1]

[表 4.2]

ここでは、推定をしない固定パラメータと推定するパラメータの事前分布の設定について触れる。まず、固定パラメータについては表 4.1 にまとめられる。Sugo and Ueda (2008) に従い、資本減耗率と賃金マークアップ率はそれぞれ、 $\delta = 0.015$ と $\lambda^w = 0.2$ とする。金融機関の定常状態におけるレバレッジ比率は Gertler and Karadi (2011) に従い $\phi^b = 4.0$ とし、企業家の定常状態におけるレバレッジ比率は、Hirakata et al. (2016) において用いられた $n^e/k = 0.5$ とする。金融機関の自己資本の蓄積方程式において現れる金融機関の生存率 η^b と新規参入する金融機関に与えられる設立資金の移転率 χ^e は、それぞれ、Gertler and Kiyotaki (2011) に従う⁵($\eta^b = 0.972$, $\chi^e = 0.003$)。企業家については、生存率 η^e については Villa (2016) に従い、移転率 χ^e は Iiboshi, Matsumae, and Nishiyama (2014) において使用された値を採用する ($\eta^e = 0.972$, $\chi^e = 0.003$)。定常状態における外生需要要素対産出量比率 g/y と、定常状態における物価上昇率についてはサンプル平均を使用する ($g/y = 0.31$, $\bar{\pi} = 0.03$)。

このモデルでは、インターバンクレートとリスクフリーレート間のスプレッド $r^f - r^n/\pi$ と貸出金利とインターバンクレートのクレジットスプレッドの2つのスプレッドが存在しており、これらの定常状態の値は、対数線形化された後の均衡条件に現れるため算出する必要がある。これらのスプレッドはそれぞれ $r^f - r^n/\pi = 0.0018$ と $r^c - r^f = 0.0043$ とする。前者の数値は、インターバンクレートとリスクレスレートとして、コールレートと国債金利を採用し、これら2つのサンプル平均の差とする⁶。これに対して、後者のスプレッドについては、貸出金利として長期の貸出約定平均金利を採用し、この金利とコールレートとのサンプル平均の差から計算された値を使用している⁷。

⁵ χ^b については、Gertler and Kiyotaki (2011) における"Perfect interbank market"に参入する金融機関に関する移転率の値を採用している。

⁶国債金利としては、日本における Interest Rates, Government Securities, Treasury Bills (出所: International Monetary Fund (Federal Reserve Bank of St. Louis 経由)) を対象としている。

⁷長期の貸出約定平均金利とコールレートの出所については、日本銀行である。

続いて、推定するパラメータに関する事前分布の設定について概観する。事前分布に関する情報は表4.2にまとめられる。構造パラメータ σ 、 θ 、 χ 、 ζ 、 ψ 、 γ_w 、 ξ_w 、 γ_p 、 ξ_p についてはSugo and Ueda (2008)に基づき設定する。金融政策ルールに現れる ρ_r 、 ϕ_π 、 ϕ_y の事前分布の平均と標準偏差については、Iiboshi, Matsumae, Numba, and Nishiyama (2015)に従っている。ただし、 ϕ_π や ϕ_y に関する分布の形状については、Kaihatsu and Kurozumi (2014b)に従うものとする。生産関数における資本分配率 α と金融政策ルールにおける産出量の成長率に対する反応パラメータ $\phi_{\Delta y}$ については、Kaihatsu and Kurozumi (2014b)に従い事前分布の設定を行う。資本稼働の調整費用に関する弾力性の逆数 τ はKaihatsu and Kurozumi (2014b)に従い設定する⁸。定常状態における均斉成長率 \bar{z}^* 、政策金利 \bar{r}^m そして、投資特殊技術成長率 $\bar{\psi}$ の平均値については、サンプル平均を用いており、標準偏差や分布については、Kaihatsu and Kurozumi (2014b)に従う。また、標準化された定常状態における労働時間 \bar{h} については、Smets and Wouters (2007)に基づき事前分布の設定を行う。さらに、全てのショックの持続性や標準偏差の事前分布についてはKaihatsu and Kurozumi (2014b)において用いられた値を使用する。

4.3.3 推定されたパラメータ

[表 4.3]

表4.3には、ベイズ推定により得られたパラメータの平均値と90%信用区間がまとめられる。推計された多くのパラメータは先行研究と類似した値が得られている。しかしながら、いくつかのパラメータについては、先行研究とは異なった値が得られていることから、それらを中心として、推計されたパラメータの特徴について触れていく。まず、投資の調整費用に関する弾力性については、先行研究と比較して高い値が推計された($\zeta = 13.157$)。しかし、Hirose and Kurozumi (2012)では、本研究と近いサンプル期間を対象としており、この研究では、このパラメータの値に関する90%信用区間を[6.433, 13.363]と報告しているため、本研究で推計される ζ はこの90%信用区間に含まれる。資本稼働に伴う調整費用に関する弾力性については、先行研究で報告されている値よりも小さな値が推計の結果が得られている($\tau = 0.253$)。例えば、Kaihatsu and Kurozumi (2014b)で

⁸Kaihatsu and Kurozumi (2014b)では、このパラメータをKahn and Tsoukalas (2011)を基に設定している。

は、 τ を0.475と推定している。この研究においても、他の先行研究と異なった推定値が得られており⁹、この要因について、Kaihatsu and Kurozumi (2014b)では、ファイナンシャルアクセラレータ (FA) メカニズムと金融的なデータ (Financial data) の導入による影響であることに触れている¹⁰。本研究に使用するモデルについても、FAメカニズムが備わっていることに加え、金融機関と企業の株価の時価総額といった金融的なデータを導入していることから、Kaihatsu and Kurozumi (2014b) と類似した現象が生じたと考えられる。資本分配率 α については、 $\alpha = 0.129$ と推計されており、Kaihatsu and Kurozumi (2014b) において推計された $\alpha = 0.161$ と比較して低い値が得られているが、類似した推計値が得られていると言えるだろう。

続いて、ニューケインジアンフィリップス曲線 (NKPC) に関するパラメータについて触れる。本研究では、ハイブリッド型のNKPCに基づき物価上昇率の振る舞いについて考察しているため、価格のインデクゼーションのパラメータが現れる。このパラメータについては、本研究において $\gamma_p = 0.038$ と推計され、Hirose and Kurozumi (2012) や Kaihatsu and Kurozumi (2014b) と比較して小さな値が推計された¹¹。本章では、Hirose and Kurozumi (2012) や Kaihatsu and Kurozumi (2014b) とは異なり物価上昇率は消費者物価指数ではなく、GDPデフレーターを用いて構築される。Hirakata et al. (2016) では、本章と同様にGDPデフレーターを用いており、この研究では、価格のインデクゼーションは、 $\gamma_p = 0.0523$ と推計される。 γ_p については、消費者物価指数を使用したときと比較して、GDPデフレーターを使用し物価上昇率を構築する場合には、小さな推計値が得られる傾向があると言えよう。

金融的摩擦に関するパラメータとして本研究では、外部資金プレミアムに関する弾力性 μ を推計する。このパラメータは、企業家が資金を調達する際の外部資金プレミアム efp_t が、自身のレバレッジ比率に対して、どの程度反応するかを決定するパラメータである。本研究では、 $\mu = 0.011$ という値が推計され、さらに、90%信用区間については $[0.002, 0.020]$ であることから、この結果は日本経済においてFAメカニズムが有意に存在することを示している。

ここからは、外生的ショックに関するパラメータからそれぞれのショックの特徴につ

⁹例えば、Hirose and Kurozumi (2012) では、 $\tau = 4.411$ を報告している。

¹⁰Kaihatsu and Kurozumi (2014b) では、投資の調整費用に関する弾力性についても ζ について同様の要因により、先行研究と異なった値 ($\zeta = 0.425$) が推計されたことを報告したが、本研究における ζ についてはそのような現象は生じていない。

¹¹この価格のインデクゼーションの推計値について、Hirose and Kurozumi (2012) と Kaihatsu and Kurozumi (2014b) では、それぞれ、 $\gamma_p = 0.310$ 、 $\gamma_p = 0.408$ と推計されている。

いて触れる。とりわけ、本研究の分析で特異なショックとしては、金融機関と企業家の自己資本ショックである。推計値によれば、どちらの自己資本ショックについても、他の外生的ショックと比較して持続性は低い一方で、激しく変動することが伺える。特に、金融機関の自己資本ショックは、企業家の自己資本ショックと比較してさらに強く変動する。ただし、留意すべき点としては、投資の限界効率性 (MEI) ショックについては、分析対象としたショックのうち最も強く変動するショックであることが標準偏差の推計値から読み取ることが出来る ($\sigma_v = 15.323$)。

4.3.4 インパルスレスポンス

[図 4.1]

ここでは、モデル内の変数が金融機関と企業の自己資本ショックに対して、如何なる振る舞いをするのかについてインパルスレスポンスを用いて考察する。図 4.1 には、それぞれの自己資本に対してマイナスのショックを与えた場合の経済変数のインパルスレスポンスが示されている。ただし、このインパルスレスポンスについては、推定されたショックの標準偏差を基に計算される。

金融機関の自己資本ショックが生じた場合、金融機関の自己資本 ($100\Delta \log N_t^b$) が低下する。この時、金融機関は預金者からの資金調達が困難となるため、企業家への貸出 (L_t) は減少すると同時に、外部資金プレミアム (efp_t) も上昇する。企業家は資本の購入資金が十分に調達できないことから、資本稼働率は低下し、投資の成長率 ($100\Delta \log I_t$) も抑制される。一方、消費の成長率 ($100\Delta \log C_t$) は上昇する。産出量の成長率 ($100\Delta \log Y_t$) は当初、一時的に上昇した後下落していることが分かる。これは、総需要の観点から、経済にショックが生じた直後は、投資の落ち込み以上に消費が高まることが要因として考えられる。家計は、労働供給を低下させようとする一方で、当初の産出量の高まりから、労働需要も高まるため、賃金の成長率 ($100\Delta \log W_t$) は一時的に上昇する。しかし、時間の経過とともに産出量が落ち込むにつれ、労働需要も低下することから賃金も下落する。また、資本稼働が低下することにより、資本のレンタル率は低下することから、限界費用の低下を通して物価上昇率 ($100\Delta \log DEF_t$) は抑制される。ここで留意する点としては、限界費用の要素である賃金が上昇しているということである。物価上昇率が低下する理由としては、賃金は一時的に高まるが、その時点では、資本のレンタル率

の下落が、その賃金の上昇を凌駕したことが原因であると考えられる。また、中央銀行は物価上昇率の下落に対して、政策金利を低下させることにより経済の安定化を図ることから、名目金利 (R_t) の減少が観測される。

続いて、企業家の自己資本ショックが生じた場合の変数の反応と波及メカニズムについて考察していく。まず、企業家の自己資本に対するショックにより、企業家の自己資本の成長率 ($100\Delta \log N_t^e$) が低下する。この時、企業家のレバレッジ比率は高まることから、外部資金プレミアム (efp_t) は上昇する。企業家は自らの自己資本と金融機関からの借入によって資本の購入資金を賄うが、企業家の自己資本は下落しているため、金融機関からのローン (L_t) の依存度が高まる。しかしながら、自己資本の下落が支配的であるため、資本需要と資本稼働率も下落する。したがって、投資の成長率 ($100\Delta \log I_t$) も下落する。ここで、金融機関の自己資本 ($100\Delta \log N_t^b$) が下落する理由について触れる。上述のように、企業家の自己資本が減少した場合には、外部資金プレミアム (efp_t) は上昇し、さらには、企業家へのローン (L_t) も高まる。一見、金融機関の視点からこれらの現象を捉えると、自己資本は高まるように作用するように考えられる。ここで、重要となるのが、金融機関はリスク調整済みリターンを収益として受け取り、自己資本を蓄積していくということである。つまり、外部資金プレミアムが上昇することにより、リスク調整済みのリターンは低下し、金融機関の自己資本の成長率は減少する。消費の成長率 ($100\Delta \log C_t$)、実質賃金の成長率 ($100\Delta \log W_t$)、物価上昇率 ($100\Delta \log DEF_t$)、名目金利 (R_t) そして、労働時間 ($100\log H_t$) の反応や波及メカニズムは金融機関の自己資本ショックの場合と同様のメカニズムが働いていると考えられる。

4.3.5 分散分解

[表 4.3]

ここでは、分散分解を用いて、対象としたサンプル期間について産出量、設備投資、金融機関、そして企業家の自己資本の変動が如何なるショックによってもたらされているのかについて考察をする。表 4.3 には対象とする変数に関する分散分解の結果がまとめられている。産出量の変動については、その変動の約 80% が生産技術ショックによって説明されることが分かる。この一方で、金融機関あるいは企業家の自己資本に対するショックの影響は非常に低い。これらの結果は、産出量の変動に関して、金融的なショッ

クの貢献度は相対的に低く、生産技術や生産性ショックの影響が支配的であることを示した Kaihatsu and Kurozumi (2014b) の結果と整合的であると言えるだろう。

設備投資の変動については、約65%の変動がMEIショックによって説明されていることが分かる。しかしながら、企業家や金融機関の自己資本に対するショックといった金融的ショックの貢献度は、約30%程度であり相応の影響力を持つ。さらに、金融機関の自己資本に対するショックは、全体の設備投資の変動のうち約20%程度の変動を引き起こしており、企業家の自己資本ショックの貢献度と比較して相対的に影響力が大きいことが明らかとなった。Hirakata et al. (2016) では、本研究と同様に、企業家の自己資本に対するショックに加え、金融機関の自己資本に対するショックも考慮されているが、設備投資の変動は、企業家の自己資本に対するショックの貢献度が相対的に高いことが示されている。

続いて、金融機関と企業家の自己資本の分散分解について触れる。まず、金融機関の自己資本は、その変動のおよそ90%以上が自らの自己資本に対するショックによって説明されており、他のショックの影響は非常に低いことが分かる。企業家の自己資本については、企業家の自己資本ショックによって約60%の変動が説明されており、このショックが重要な役割を担っていると言える。しかし、金融機関の自己資本ショックの影響も強く、約25%程度の変動を説明している。つまり、企業のバランスシート状況は金融機関の経営状況に依存する傾向があると言えよう。

4.3.6 ヒストリカル分解

[図 4.2]

[図 4.3]

[図 4.4]

[図 4.5]

この節では、ヒストリカル分解の結果から、産出量、設備投資、金融機関の自己資本、そして企業家の自己資本の成長率が時系列な観点から、如何なるショックによってどれほど変動したのかについて観察する。まず、産出量のヒストリカル分解について触れる。失われた20年を含めたサンプル期間に関して、生産技術ショックによって産出量の

変動が説明されることが伺える。80年代を通して、生産技術ショックが産出量を押し上げるように作用している一方で、90年代以降の経済停滞期にはマイナスの影響を持つ。これに対して、分散分解の結果と同様に、金融機関と企業の自己資本ショックの影響は非常に低く、とりわけ、90年代後半の金融市場発の金融危機の時期についてもその影響は限定的であることが分かる。つまり、産出量の変動については、金融機関や企業の自己資本ショックといった金融的ショックの影響は低いと言えるだろう。

産出量とは異なり、企業の設備投資については金融的ショックによる影響を相対的に強く受ける。80年代後半には、金融機関の自己資本ショックが、企業の設備投資を押し上げるように作用している一方で、MEIショックはこの時期にマイナスの影響をもたらしている。これは、金融機関の自己資本が高まったことによって、企業側に対する貸出が上昇し企業の過剰投資を引き起こしたことが要因であると考えられる。つまり、過剰投資により、投資の収益率が低下したことが、この時期に負のMEIショックとして現れたと解釈できる。この一方で、90年代以降、概して金融機関の自己資本ショックは、投資を抑制する方向に作用している。とりわけ、バブル経済崩壊後の90年代初頭と90年代後半に生じた金融危機時には、金融機関の自己資本ショックが著しくマイナスの影響を及ぼしている。Muto et al. (2016)においても、金融機関と企業側のどちらの主体もバランスシート制約に直面しているという点について、構造上類似したモデルを基に経済停滞に関する議論を展開しているが、この研究においては、金融機関のバランスシートの毀損が生産性やGDPの停滞を引き起こした要因であることを報告している。つまり、影響の現れる変数は異なるものの、金融機関のバランスシートの毀損が経済停滞の議論において重要であるという見方については本研究の結果と類似していると言える。

続いて、金融機関と企業の自己資本の成長率に関するヒストリカル分解について触れる。まず、金融機関の自己資本はサンプル期間を通して、金融機関の自己資本ショックによってその変動の大部分が説明されており、他のショックの貢献度は非常に低い。この結果は、分散分解において示された結果と整合的であり、企業側のバランスシート状況の変化は限定的な影響しか及ぼさないことを示唆する。

企業側の自己資本は、確かに、企業家の自己資本ショックの影響をサンプル期間を通して強く受けているが、日本経済が経験した重要なイベント時には金融機関の自己資本ショックの変動が及ぼす影響に左右される。80年代後半におけるバブル経済の時期に

は、金融機関の自己資本ショックが企業価値を高める一方で、90年代を通して金融機関の自己資本ショックは概して、マイナスの影響を及ぼしている。とりわけ、バブル経済崩壊直後の90年代初頭と90年代後半の金融危機時における金融機関のバランスシート状況の悪化は、企業のバランスシート状況に対して負の影響を与えており、相対的に、金融危機時にはその影響は強く現れる。これに対して、2000年代後半に生じた世界的な金融危機時には、金融機関のバランスシートの悪化は、企業価値に対して負の影響をもたらしているが、このイベントに関しては、相対的に、企業自身のバランスシートへの影響を強く受けていることが伺える。

4.4 結論

本章では、金融機関のバランスシート状況の変化が失われた20年と言われる日本経済の経済停滞に対して如何なる影響をもたらしたのかについて議論した。そこで、DSGEモデルにバランスシート制約に直面する金融機関と企業家を導入し、10の日本のデータを用いてベイズ推定することにより上述の問題について考察を進めた。とりわけ、基礎とする理論モデルの特徴としては、金融機関はGertler and Kiyotaki (2011)やGertler and Karadi (2011)に従いエージェント問題に起因するバランスシート制約に直面し、企業はBernanke, Gertler, and Gilchrist (1999)タイプの情報の非対称性に直面する点にある。これに加えて、金融機関と企業のバランスシート状況の変化を捉えるために、それらの自己資本に対するショックを導入し、それぞれの主体の企業価値に関する時価総額のデータを使用することにより、それらのショックの識別を行なった。

分析結果は2つにまとめることが出来る。まず、分散分解とヒストリカル分解の結果から、産出量の変動はその大部分が生産技術ショックによって説明されており、金融的ショックの貢献度は限定的な影響しかもたらさなかったことが示された。それゆえ、失われた20年における長期停滞の主要因は、生産技術の減退により引き起こされたことを示唆する。しかしながら、企業の設備投資の変動については、金融的ショックがその変動のうち約30%を説明しており、特に、金融機関の自己資本ショックが全体の変動の約20%をもたらしている。つまり、金融機関のバランスシート状況の変化は、企業の投資活動に対して強く影響を及ぼし、とりわけ、バブル崩壊後の90年代初頭と90年代後半に生じた金融危機の時期には、著しく、設備投資の伸びを抑制したことが示された。

2つ目として、金融機関のバランスシート状況の変化は、企業側のバランスシート状

況の変動をもたらすことが示された点である。90年代後半の金融危機の時期には、金融機関の自己資本は酷く毀損しているが、この時期には、その影響が企業価値を下落させた。

これらの分析結果に基づけば、90年代の日本の経済停滞期においては、金融機関のバランスシートの毀損は顕著に、企業の企業価値あるいは投資活動に対して負の影響をもたらしており、これらは、金融機関のバランスシート状況の変化が、企業の企業価値や投資活動の決定に対して重要な役割を持ったことを示唆する。

4.5 本文中に用いる図表

表 4.1: 固定パラメータ

パラメータ			出所
δ	資本減耗率	0.015	Sugo and Ueda (2008)
λ^w	賃金マークアップ率	0.2	Sugo and Ueda (2008)
ϕ^b	定常状態における金融機関のレバレッジ比率	4.0	Gertler and Karadi (2011)
η^b	金融機関の生存率	0.972	Gertler and Kiyotaki (2011)
χ^b	金融機関への移転率	0.003	Gertler and Kiyotaki (2011)
η^e	企業家の生存率	0.972	Villa (2016)
χ^e	企業家への移転率	0.003	Iiboshi, Matsumae, and Nishiyama (2014)
n^e/k	定常状態における企業家の自己資本比率	0.5	Hirakata et al. (2016)
g/y	外生需要要素対産出量比率	0.31	サンプル平均
$\bar{\pi}^*$	定常状態における物価上昇率	0.03	サンプル平均
$r^c - r^f$	クレジットスプレッド	0.0043	サンプル平均
$r^f - r^n/\pi$	インターバンクスプレッド	0.0018	サンプル平均

表 4.2: 事前分布の設定

パラメータ		分布	平均	標準偏差
σ	相対的危険回避度	ガンマ	1.000	0.375
θ	消費の習慣形成	ベータ	0.700	0.150
χ	労働供給の弾力性の逆数	ガンマ	2.000	0.750
ζ	投資の調整費用に関する弾力性	ガンマ	4.000	1.500
τ	資本稼働率に伴う調整コストの弾力性の逆数	ガンマ	0.220	0.100
ψ	中間財の生産に関する固定費用	ベータ	0.075	0.013
α	資本分配率	ベータ	0.300	0.050
γ_w	賃金のインデクゼーション	ベータ	0.500	0.250
ξ_w	賃金の硬直性	ベータ	0.375	0.100
γ_p	中間財価格のインデクゼーション	ベータ	0.500	0.250
ξ_p	中間財価格の硬直性	ベータ	0.375	0.100
μ	外部資金プレミアムに関する弾力性	ガンマ	0.038	0.019
ϕ_r	金融政策のスージングパラメータ	ベータ	0.800	0.100
ϕ_π	インフレ率に対する反応パラメータ	ガンマ	1.700	0.100
ϕ_y	産出量に対する反応パラメータ	ガンマ	0.125	0.050
$\phi_{\Delta y}$	産出量成長率に対する反応パラメータ	ガンマ	0.125	0.050
\bar{z}^*	定常状態における均斉成長率	ガンマ	0.340	0.100
\bar{h}	基準化された定常状態における労働時間	ノーマル	0.000	2.000
\bar{r}^n	定常状態における政策金利	ガンマ	0.640	0.100
$\bar{\psi}$	定常状態における投資特殊技術成長率	ガンマ	0.200	0.100
ρ_b	選好ショックの持続性	ベータ	0.500	0.200
ρ_g	需要ショックの持続性	ベータ	0.500	0.200
ρ_w	賃金マークアップショックの持続性	ベータ	0.500	0.200
ρ_p	価格マークアップショックの持続性	ベータ	0.500	0.200
ρ_v	MEIショックの持続性	ベータ	0.500	0.200
ρ_r	金融政策ショックの持続性	ベータ	0.500	0.200
ρ_a	生産性ショックの持続性	ベータ	0.500	0.200
ρ_ψ	投資特殊技術ショックの持続性	ベータ	0.500	0.200
ρ_{η^b}	金融機関の自己資本ショックの持続性	ベータ	0.500	0.200
ρ_{η^c}	企業家の自己資本ショックの持続性	ベータ	0.500	0.200
σ_b	選好ショックの標準偏差	逆ガンマ	0.500	∞
σ_g	需要ショックの標準偏差	逆ガンマ	0.500	∞
σ_w	賃金マークアップショックの標準偏差	逆ガンマ	0.500	∞
σ_p	価格マークアップショックの標準偏差	逆ガンマ	0.500	∞
σ_v	MEIショックの標準偏差	逆ガンマ	0.500	∞
σ_r	金融政策ショックの標準偏差	逆ガンマ	0.500	∞
σ_a	生産性ショックの標準偏差	逆ガンマ	0.500	∞
σ_ψ	投資特殊技術ショックの標準偏差	逆ガンマ	0.500	∞
σ_{η^b}	金融機関の自己資本ショックの標準偏差	逆ガンマ	0.500	∞
σ_{η^c}	企業家の自己資本ショックの標準偏差	逆ガンマ	0.500	∞

表 4.3: 事後分布

パラメータ		平均	90% 信用区間
σ	相対的危険回避度	1.482	[1.163, 1.789]
θ	消費の習慣形成	0.191	[0.133, 0.251]
χ	労働供給の弾力性の逆数	4.760	[2.950, 6.447]
ζ	投資の調整費用に関する弾力性	13.157	[9.748, 16.400]
τ	資本稼働率に伴う調整コストの弾力性の逆数	0.253	[0.130, 0.366]
ϱ	中間財の生産に関する固定費用	0.087	[0.063, 0.111]
α	資本分配率	0.129	[0.106, 0.151]
γ_w	賃金のインデクゼーション	0.255	[0.066, 0.430]
ξ_w	賃金の硬直性	0.587	[0.444, 0.725]
γ_p	中間財価格のインデクゼーション	0.038	[0.000, 0.077]
ξ_p	中間財価格の硬直性	0.661	[0.594, 0.728]
μ	外部資金プレミアムに関する弾力性	0.011	[0.002, 0.020]
ϕ_r	金融政策のスージングパラメータ	0.778	[0.735, 0.823]
ϕ_π	インフレ率に対する反応パラメータ	1.694	[1.569, 1.822]
ϕ_y	産出量に対する反応パラメータ	0.191	[0.128, 0.255]
$\phi_{\Delta y}$	産出量成長率に対する反応パラメータ	0.045	[0.030, 0.059]
\bar{z}^*	定常状態における均斉成長率	0.321	[0.210, 0.432]
\bar{h}	基準化された定常状態における労働時間	0.216	[-0.846, 1.293]
\bar{r}^n	定常状態における政策金利	0.629	[0.518, 0.738]
$\bar{\psi}$	定常状態における投資財相対価格	0.213	[0.135, 0.292]
ρ_b	選好ショックの持続性	0.908	[0.870, 0.946]
ρ_g	需要ショックの持続性	0.989	[0.982, 0.998]
ρ_w	賃金マークアップショックの持続性	0.697	[0.529, 0.866]
ρ_p	価格マークアップショックの持続性	0.502	[0.173, 0.829]
ρ_v	MEIショックの持続性	0.770	[0.695, 0.850]
ρ_r	金融政策ショックの持続性	0.210	[0.086, 0.322]
ρ_a	生産技術ショックの持続性	0.051	[0.009, 0.088]
ρ_ψ	投資特殊技術ショックの持続性	0.226	[0.098, 0.347]
ρ_{η^b}	金融機関の自己資本ショックの持続性	0.275	[0.192, 0.362]
ρ_{η^c}	企業家の自己資本ショックの持続性	0.171	[0.066, 0.270]
σ_b	選好ショックの標準偏差	1.494	[1.157, 1.849]
σ_g	需要ショックの標準偏差	0.449	[0.404, 0.498]
σ_w	賃金マークアップショックの標準偏差	0.257	[0.191, 0.323]
σ_p	価格マークアップショックの標準偏差	0.270	[0.187, 0.352]
σ_v	MEIショックの標準偏差	15.323	[10.292, 20.086]
σ_r	金融政策ショックの標準偏差	0.098	[0.087, 0.109]
σ_a	生産技術ショックの標準偏差	1.127	[0.996, 1.250]
σ_ψ	投資特殊技術ショックの標準偏差	0.465	[0.415, 0.513]
σ_{η^b}	金融機関の自己資本ショックの標準偏差	11.174	[9.090, 13.278]
σ_{η^c}	企業家の自己資本ショックの標準偏差	4.041	[2.978, 5.124]

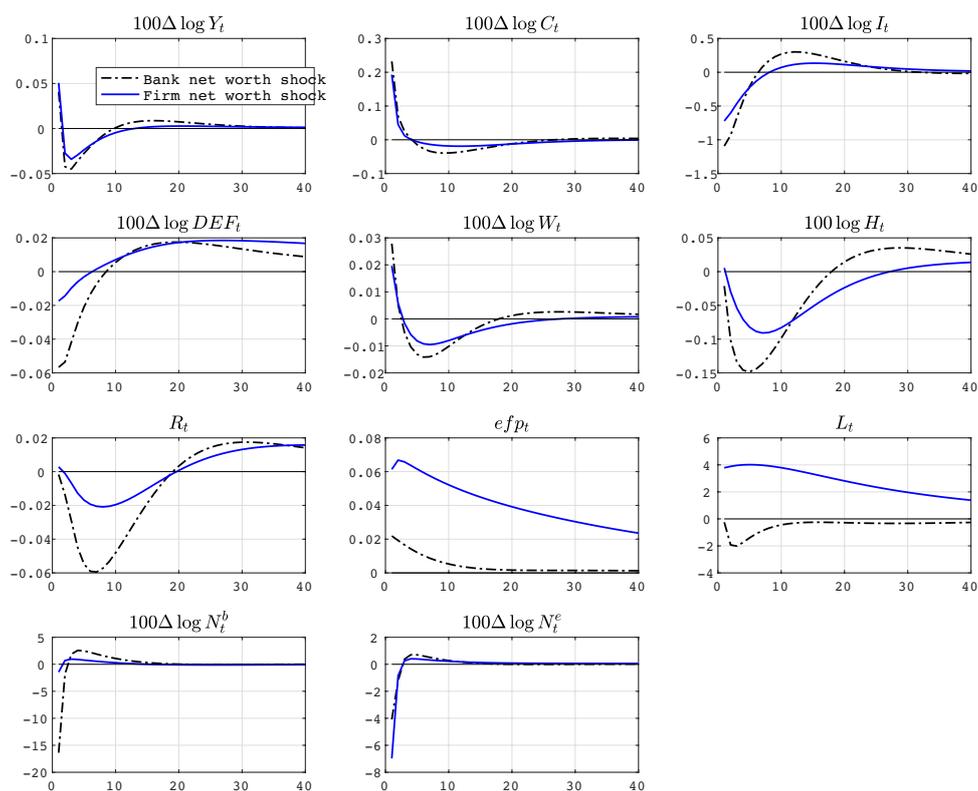


図 4.1: 金融機関と企業家の自己資本に対するショックに関するインパルスレスポンス

表 4.4: 分散分解

	$100\Delta \log Y_t$		$100\Delta \log I_t$		$100\Delta \log N_t^b$		$100\Delta \log N_t^e$	
	$T = 8$	$T = 32$	$T = 8$	$T = 32$	$T = 8$	$T = 32$	$T = 8$	$T = 32$
z_t^a	78.3	77.3	4.1	3.5	0.2	0.2	0.8	0.8
z_t^b	5.1	5.0	0.5	0.5	0.1	0.1	0.3	0.3
z_t^w	2.9	3.2	0.1	0.2	0.5	0.5	0.0	0.0
z_t^p	4.8	5.0	1.1	1.3	0.9	0.9	0.2	0.2
z_t^v	3.8	4.3	64.4	64.4	1.1	1.7	11.6	12.0
z_t^r	1.1	1.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.6	0.6
z_t^g	2.4	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2
z_t^ψ	0.0	0.0	0.8	0.7	0.0	0.0	0.6	0.6
$z_t^{\eta^b}$	0.6	0.7	19.4	20.3	95.1	94.3	24.4	24.5
$z_t^{\eta^e}$	0.5	0.5	9.0	8.4	1.8	1.9	60.9	60.5

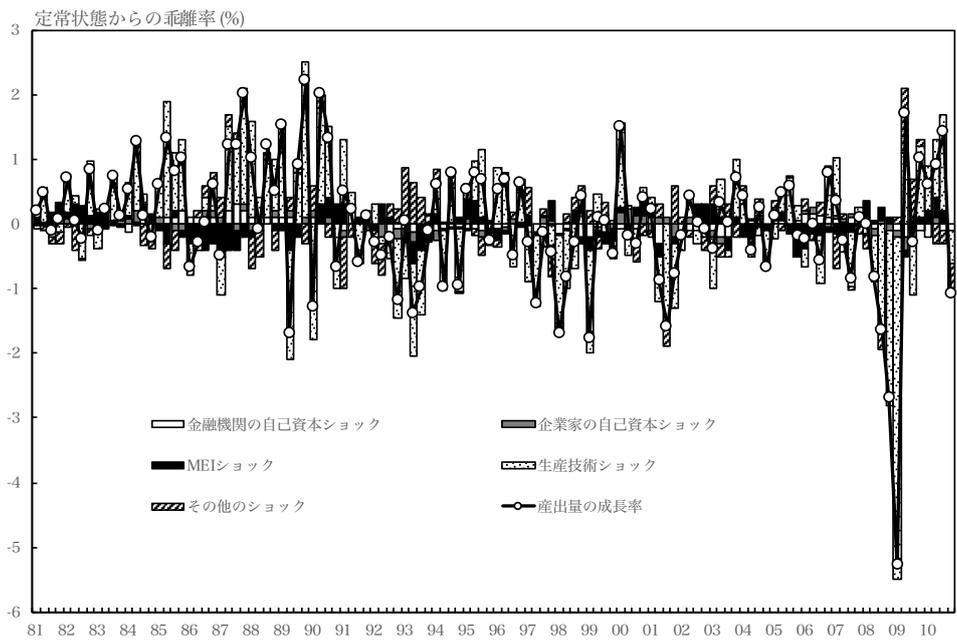


図 4.2: 産出量の成長率に関するヒストリカル分解

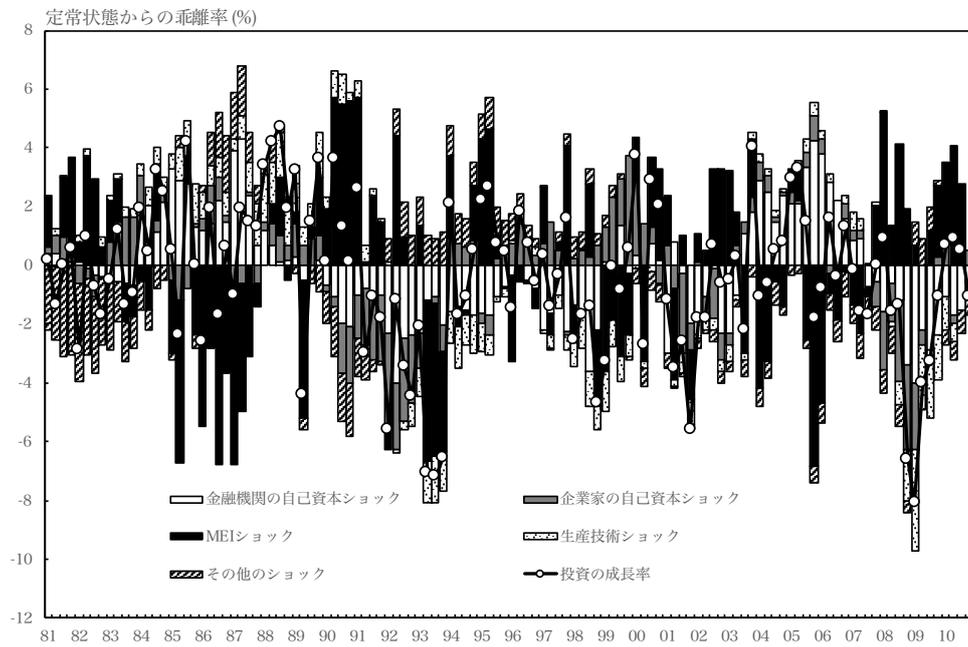


図 4.3: 設備投資の成長率に関するヒストリカル分解

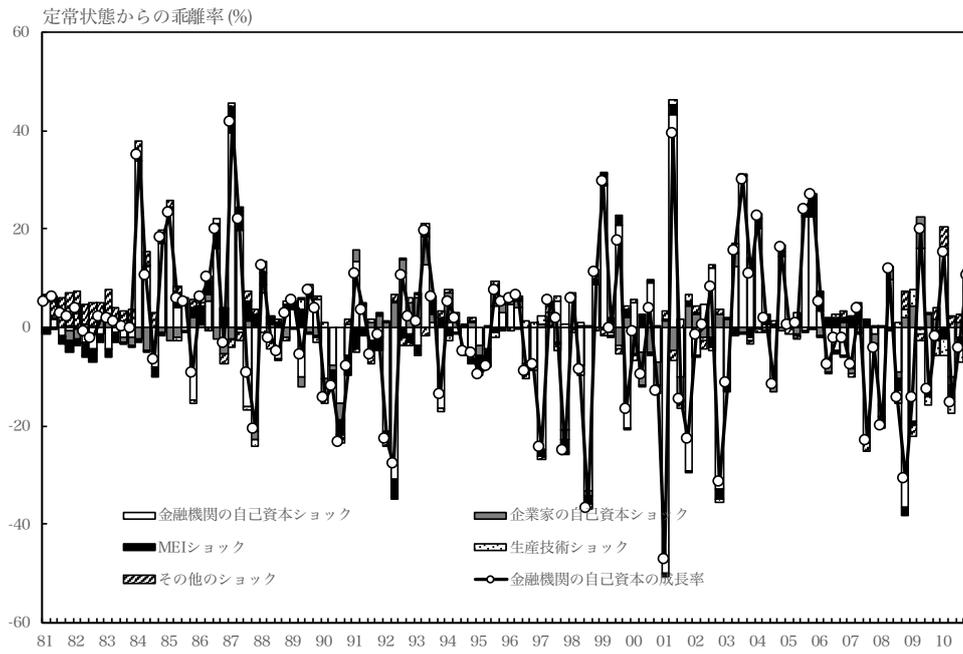


図 4.4: 金融機関の自己資本の成長率に関するヒストリカル分解

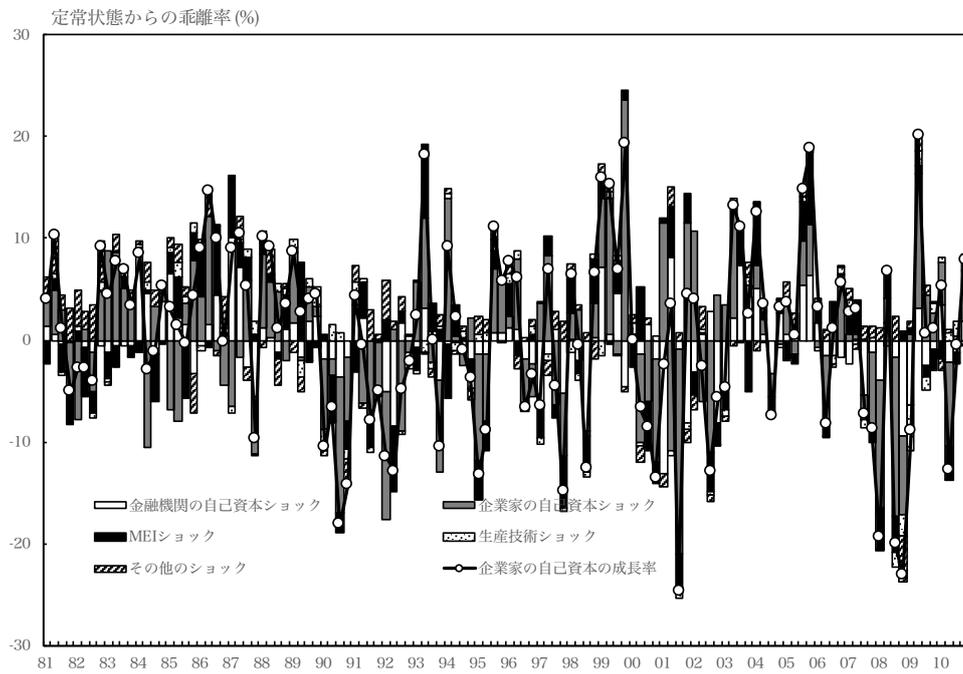


図 4.5: 企業の自己資本の成長率に関するヒストリカル分解

4.6 補論

4.6.1 データ

分析に用いるデータの出所については表 4.5 にまとめられる。

表 4.5: データの出所

データ	出所
実質 GDP 成長率	内閣府「国民経済計算」
実質消費成長率	内閣府「国民経済計算」
実質投資成長率	内閣府「国民経済計算」
GDP デフレーター	内閣府「国民経済計算」
投資財価格デフレーター	内閣府「国民経済計算」
労働時間	厚生労働省「毎月勤労調査統計」(e-stat を経由)
賃金	厚生労働省「毎月勤労調査統計」(e-stat を経由)
コールレート	日本銀行
銀行部門の時価総額	株式会社東京証券取引所 (1981Q1-1997Q4) 日本銀行「資金循環統計」(1998Q1-2010Q4)
非金融部門の時価総額	株式会社東京証券取引所 (1981Q1-1997Q4) 日本銀行「資金循環統計」(1998Q1-2010Q4)
15 歳以上人口	総務省統計局「労働力調査長期時系列データ」

4.6.2 対数線形化された均衡条件

本章では、対数線形近似された均衡条件を用いて分析を行う。しかしながら、このモデルには生産技術に関するトレンドが導入されているので、以下のルールに従いトレンド除去を行った後に対数線形近似を行う。

$$y_t = \frac{Y_t}{Z_t^*}, c_t = \frac{C_t}{Z_t^*}, i_t = \frac{I_t}{Z_t^* \Psi_t}, \lambda_t = \Lambda_t (Z_t^*)^\sigma, w_t = \frac{W_t}{Z_t^*},$$

$$k_t = \frac{K_t}{Z_t^* \Psi_t}, l_t = \frac{L_t}{Z_t^*}, n_t^b = \frac{N_t^b}{Z_t^*}, n_t^e = \frac{N_t^e}{Z_t^*}, q_t = Q_t \Psi_t, r_t^k = \Psi_t R_t^k$$

対数線形近似された均衡条件は以下のようにまとめられる。ただし、チルダのついた変数について定常状態からの乖離率を表している。

$$\begin{aligned}\tilde{n}_t^b &= \frac{\eta^e}{z^*} \left\{ \left(r^f - \frac{r^n}{\pi} \right) \phi^b \tilde{\phi}_{t-1}^b + \phi^e r^f \tilde{r}_t^f - \frac{r^n}{\pi} \phi^b (\tilde{r}_{t-1}^n - \tilde{\pi}_t) \right. \\ &\quad \left. + \left[\left(r^f - \frac{r^n}{\pi} \right) \phi^b + \frac{r^n}{\pi} \right] (z_t^{\eta^b} - z_t^* + \tilde{n}_{t-1}^b) \right\} + \frac{\chi^b}{z^*} (\tilde{n}_{t-1}^b - z_t^*)\end{aligned}$$

$$\tilde{v}_t = E_t \tilde{\lambda}_{t+1} - \tilde{\lambda}_t + E_t \tilde{\omega}_{t+1}^{**} - \sigma E_t z_{t+1}^* + \frac{r^f}{r^f - r^n/\pi} E_t \tilde{r}_{t+1}^f - \frac{r^n/\pi}{r^f - r^n/\pi} (\tilde{r}_t^n - E_t \tilde{\pi}_{t+1})$$

$$\tilde{\varphi}_t = E_t \tilde{\lambda}_{t+1} - \tilde{\lambda}_t + E_t \tilde{\omega}_{t+1}^{**} - \sigma E_t z_{t+1}^* + \tilde{r}_t^n - E_t \tilde{\pi}_{t+1}$$

$$\tilde{\omega}_t^{**} = \frac{\eta^b}{\omega^{**}} \left\{ (\nu \phi^b + \varphi - 1) z_t^{\eta^b} + \nu \phi^b (\tilde{v}_t + \tilde{\phi}_t^b) + \varphi \tilde{\varphi}_t \right\}$$

$$\tilde{\phi}_t^b = \tilde{l}_t - \tilde{n}_t^b$$

$$\tilde{\phi}_t^b = \frac{\nu}{\theta_b - \nu} \tilde{v}_t + \tilde{\varphi}_t$$

$$\tilde{l}_t = \left(\frac{1}{1 - n^e/k} \right) (\tilde{q}_t + \tilde{k}_t) + \left(1 - \frac{1}{1 - n^e/k} \right) \tilde{n}_t^e$$

$$\tilde{u}_t = \tau (\tilde{r}_t^k - \tilde{q}_t)$$

$$\tilde{n}_t^e = \frac{\eta^e r^c}{z^*} \left[\frac{1}{n^e/k} \tilde{r}_t^c + \left(1 - \frac{1}{n^e/k} \right) (E_{t-1} \tilde{r}_t^c) + \tilde{n}_{t-1}^e + z_t^{\eta^e} - z_t^* \right] + \frac{\chi^e}{z^*} (\tilde{n}_{t-1}^e - z_t^*)$$

$$e\tilde{f}p_t = -\mu (\tilde{n}_t^e - \tilde{q}_t - \tilde{k}_t)$$

$$e\tilde{f}p_t = E_t \tilde{r}_{t+1}^c - r_t^f$$

$$E_t r_{t+1}^c = \left(1 - \frac{1 - \delta}{r^c \psi} \right) E_t \tilde{r}_{t+1}^k + \frac{1 - \delta}{r^c \psi} E_t \tilde{q}_{t+1} - \tilde{q}_t - z_{t+1}^\psi$$

$$r_t^c = \left(1 - \frac{1-\delta}{r^c \psi}\right) \tilde{r}_t^k + \frac{1-\delta}{r^c \psi} \tilde{q}_t - \tilde{q}_{t-1} - z_t^\psi$$

$$\tilde{\phi}_t^e = \tilde{q}_t + \tilde{k}_t - \tilde{n}_t^e$$

$$\begin{aligned} \tilde{\lambda}_t = & -\frac{1}{1-\theta\beta/(z^*)^\sigma} \left\{ \frac{\sigma}{1-\theta/z^*} \left[\tilde{c}_t - \frac{\theta}{z^*} (\tilde{c}_{t-1} - z_t^*) \right] - z_t^b \right\} \\ & + \frac{\theta\beta/(z^*)^\sigma}{1-\theta\beta/(z^*)^\sigma} \left[\frac{\sigma}{1-\theta/z^*} \left(E_t \tilde{c}_{t+1} + E_t z_{t+1}^* - \frac{\theta}{z^*} \tilde{c}_t \right) - E_t z_{t+1}^b \right] \end{aligned}$$

$$\tilde{\lambda}_t = E_t \tilde{\lambda}_{t+1} + \tilde{r}_t^n - E_t \tilde{\pi}_{t+1} - \sigma E_t z_{t+1}^*$$

$$\begin{aligned} \tilde{w}_t = & \tilde{w}_{t-1} - \tilde{\pi}_t - z_t^* + \gamma_w \tilde{\pi}_{t-1} + \beta(z^*)^{1-\sigma} (E_t \tilde{w}_{t+1} - \tilde{w}_t + E_t \tilde{\pi}_{t+1} - \gamma_w \tilde{\pi}_t + E_t z_{t+1}^*) \\ & + \frac{1-\xi_w}{\xi_p} \frac{1-\beta(z^*)^{1-\sigma} \xi_w}{1+\chi(1+\lambda^w)/\lambda^w} (z_t^b - \tilde{\lambda}_t + \chi \tilde{h}_t - \tilde{w}_t) + z_t^w \end{aligned}$$

$$\tilde{y}_t = (1+\psi) \left[(1-\alpha) \tilde{h}_t + \alpha (\tilde{u}_t + \tilde{k}_{t-1} - z_t^* - z_t^\psi) \right]$$

$$0 = \tilde{r}_t^k + \tilde{u}_t + \tilde{k}_{t-1} - \tilde{h}_t - \tilde{w}_t - z_t^* - z_t^\psi$$

$$\tilde{m}c_t = (1-\alpha) \tilde{w}_t + \alpha \tilde{r}_t^k$$

$$\tilde{\pi}_t = \gamma_p \tilde{\pi}_{t-1} + \beta(z^*)^{1-\sigma} (E_t \tilde{\pi}_{t+1} - \gamma_p \tilde{\pi}_t) + \frac{(1-\beta(z^*)^{1-\sigma} \xi_p)(1-\xi_p)}{\xi_p} \tilde{m}c_t + z_t^p$$

$$\tilde{k}_t = \frac{1-\delta}{z^* \psi} (\tilde{k}_{t-1} - z_t^* - z_t^\psi) + \frac{1-\delta-\psi r^c}{z^* \psi} \tilde{u}_t + \left(1 - \frac{1-\delta}{z^* \psi}\right) (\tilde{i}_t + z_t^v)$$

$$\tilde{q}_t = \zeta (\tilde{i}_t - \tilde{i}_{t-1} + z_t^* + z_t^\psi) - \beta \zeta (z^*)^{1-\sigma} (E_t \tilde{i}_{t+1} - \tilde{i}_t + E_t z_{t+1}^* + E_t z_{t+1}^\psi) + z_t^v$$

$$\tilde{r}_t^n = \phi_r \tilde{r}_{t-1}^n + (1-\phi_r) \left(\frac{\phi_\pi}{4} \sum_{j=0}^3 \tilde{\pi}_{t-j} + \phi_y \tilde{y}_t \right) + \phi_{\Delta y} (\tilde{y}_t - \tilde{y}_{t-1} + z_t^*) + z_t^r$$

$$\tilde{y}_t = \frac{c}{y} \tilde{c}_t + \frac{i}{y} \tilde{i}_t + z_t^g$$

$$z_t^* = z_t^a + \frac{\alpha}{1-\alpha} z_t^\psi$$

4.6.3 定常状態

対数線形化された均衡条件には、モデル内の変数と関連した定常状態の値やそれ以外のパラメータが現れる。ここでは、それらのパラメータを固定パラメータと推定されるパラメータと関連づける。

$$\beta = \frac{(z^*)^\sigma \pi}{r^n}, \quad r^k = r^c \psi - (1 - \delta), \quad \lambda^p = \varrho,$$

$$w = (1 - \alpha) \left[\frac{1}{1 + \lambda^p} \left(\frac{\alpha}{r^k} \right)^\alpha \right]^{\frac{1}{1-\alpha}}, \quad \frac{h}{k} = \frac{1 - \alpha}{\alpha} \frac{r^k}{z^* \psi w}$$

$$\frac{k}{y} = (1 + \varrho) (z^* \psi)^\alpha \left(\frac{h}{k} \right)^{\alpha-1}, \quad \frac{i}{k} = 1 - \frac{1 - \delta}{z^* \psi},$$

$$\frac{i}{y} = \frac{i}{k} \frac{k}{y}, \quad \frac{c}{y} = 1 - \frac{g}{y} - \frac{i}{y}$$

$$\omega^{**} = \frac{1 - \eta^b}{1 - \eta^b \beta / (z^*)^\sigma ((r^f - r^n / \pi) \phi^b + r^n / \pi)},$$

$$\nu = \frac{\beta \omega^*}{(z^*)^\sigma} \left(r^f - \frac{r^n}{\pi} \right), \quad \varphi = \frac{\beta \omega^*}{(z^*)^\sigma} \frac{r^n}{\pi}, \quad \theta^b = \frac{\varphi}{\phi^b} + \nu$$

第5章 終わりに

本研究では、金融機関や企業が直面する資金調達に関する制約が、日本経済における景気変動に対して如何なる影響を及ぼしたのかについて議論した。とりわけ、これらの問題意識に対して、本研究ではバランスシート制約や担保制約に直面する金融機関や企業をDSGEモデルに導入し、ベイズ推定を行うことにより理論的あるいは実証的な観点から考察を行ってきた。

2章では、株価バブルを明示的に含んだDSGEモデルを用いて、80年代後半の経済加熱時期とそれに続く90年代以降の経済停滞期において、株式価格の変動がいかなる影響を及ぼしたのかについて議論した。そこで、2章の分析では、Miao et al.(2015)によって考案されたモデルを、少し修正しながら日本経済に適用した。分析の結果、人々の株式市場に対する心理を捉えたセンチメントショックは、経済活動の加熱期あるいは停滞期問わず、株式価格の変動の大部分を説明しており、金融的なショックを含めて他のショックの貢献度は非常に低いことが明らかとなった。この結果は、Miao et al. (2015)によってもたらされた米国での結果と同様である。さらに、Hirose (2008)では、日本における株式価格の変動が如何なる要因によって引き起こされるについて議論しており、この研究では、金融的なショックが非常に強い影響力を持つことを報告しているが、この点に関しては、Hirose (2008)とは異なった結果が得られたと言えるだろう。

さらに、このセンチメントショックは、80年代の経済活動の加熱期には、産出量を著しく押し上げるように作用する一方で、90年代以降の経済停滞期には、概してマイナスの影響をもたらした。株価バブルの変動がセンチメントショックによって説明されることに加え、推定されたバブルの推移と日銀短観における企業の資金繰り状況は非常に高い相関を持っていることも明らかとなっており、これらを考慮すると、人々の市場心理の変化が企業の担保価値の変動を引き起こすことにより、生産活動に影響をもたらしたことが示唆される。

3章では、企業と金融機関が直面するバランスシート制約に着目し、これらの制約が日本の景気循環の特徴を捉えるという意味で重要な役割を担うのかについて考察し

た。特に、金融機関と企業が直面するバランスシート制約のうち、どちらの制約が日本の経済停滞期を含めた期間の経済変動について、より構造的にふさわしいのかについても議論を行った。これらの問題を解決するために、この章では、資金調達に制約が存在しないモデル、企業の自己資本が低下すると外部資金調達コストが高まるという Bernanke, Gertler, and Gilchrist (1999) 型のバランスシート制約に直面するモデル、そして、金融機関が、自己資本が低下すると利用可能な資金量が低下する Gertler and Kiyotaki (2011) や Gertler and Karadi (2011) 型のバランスシート制約に直面するモデルの3つのモデルを構築し、それぞれのモデルのデータとのフィットを比較する。分析の結果、金融的摩擦に起因する金融機関あるいは、企業が直面するバランスシート制約は、日本における景気循環変動の特徴を捉えるという意味で重要な役割を担うことが明らかとなった。とりわけ、企業側が直面するバランスシート制約は、金融機関が直面する制約と比較して、相対的にデータとの整合性が高いことも同時に示された。Villa (2016) では、ユーロエリアや米国においては、金融機関が直面するバランスシート制約の存在が景気循環の特徴を捉えるという意味で優れていることを示しているが、日本においてはユーロエリアや米国とは異なった結果が得られたと言える。

4章ではより包括的な視点から、経済停滞について議論することを目的として、バランスシート制約に直面する金融機関と企業を同一のDSGEモデルに導入した。さらに、4章では3章よりも、金融機関と企業のバランスシート状況の変化を捉えることを目的として、それらの主体の株価の時価総額のデータを導入した。Hirakata et al.(2016)では、企業の設備投資の変動については、企業の自己資本ショックの影響がより強く現れることを報告したが、4章の分析では、金融機関の自己資本に対するショックが、設備投資の変動に対してより強く影響を及ぼしており、特に、90年代初頭と90年代終わりに生じた大手金融機関の経営破綻に端を発する金融危機時には、著しくマイナスの影響を及ぼしていることが示された。つまり、金融機関のバランスシート状況の変化は、企業の設備投資を決定する上で重要な役割を担うことを示唆していると言えるだろう。Muto et al. (2016)では、金融機関のバランスシート制約の毀損が、90年代に生じたGDPや生産性の減退について影響を及ぼしていること示しており、影響の現れる変数が異なるものの、金融機関のバランスシート状況の変化が90年代以降の経済停滞の議論において重要だということに関しては、4章でも類似した結果が得られたと考えることができる。

本研究の分析より、日本における景気循環の議論に対して次のような示唆を与えることが出来る。まず、日本において産出量の変動は、生産技術ショックの影響が強く現れるということである。この結果は、先行研究が示す結果と同様である (Hirose and Kurozumi (2012), Kaihatsu and Kurozumi (2014b))。実際に、4章の分析では、金融機関と企業家の自己資本に対する金融的なショックを含めた10の外生的なショックを分析対象としたが、産出量の成長率は、経済停滞期あるいは経済加熱時期問わず、生産技術ショックの影響が支配的であることが示されている。一方で、2章の研究においては、サンプル期間を通して、産出量の変動については、技術ショックが支配的であるものの、資産価格の急落が生じた90年代以降、人々の株式価格に対する心理を反映したセンチメントショックが、2005頃まで、概して産出量の成長率を抑制するように作用したことが示された。これは、Hayashi and Prescott (2002) において示された90年代以降の産出量の低下が、生産性の減退によって引き起こされたという見解とは異なる。そのため、経済停滞期を引き起こした主要因については、議論の余地があると言えるであろう。

それに加えて、企業や金融機関のバランスシート状況の変化や担保制約は構造的に、日本経済における景気循環について議論する際には重要であるということである。2章において担保制約の緩和と引き締めは、センチメントショックが産出量へ影響を及ぼす過程において重要な役割を担っていることが示された。さらに、3章では、企業あるいは金融機関が直面するバランスシート制約の存在が、モデルが示すパフォーマンスとデータとの整合性を向上させることが、ベイズファクターの観点から示されている。これは、日本において金融市場に存在する金融的摩擦を要因としたファイナンシャルアクセラレータメカニズムが、景気循環変動を増幅させたことを示唆する。

今後取り組まなければならない問題としては、まず、経済停滞の議論において金融機関と企業が直面するバランスシート制約のうち、どちらが重要であるのかについてより深く検討することである。本稿の3章では、構造的な観点から企業が直面するバランスシート制約が日本の景気循環変動の特徴を捉えることに関して、金融機関のバランスシートよりも重要であることが、ベイズファクターから示されている。これに対して、4章では90年代以降、企業の設備投資の変動やバランスシート状況については金融機関の自己資本ショックの存在が、相対的に影響力を持つことが示されている。3章での分析とは異なり、4章では金融機関あるいは企業のバランスシート状況を考慮するために、それぞれの株価の時価総額のデータを自己資本として分析に導入している点に

については、利点だとも考えられよう。しかし、金融的摩擦の定式化や使用するデータなども含めて、この点については今後の課題としたい。

これに加えて、政策金利のゼロ金利制約を如何にして扱うかということも重要な課題の一つである。日本は90年代終わり頃から、長期に渡り政策金利がゼロに張り付いた状態である。日本のように長期にわたる経済停滞の状況を考察するには、どうしても、ゼロ金利制約の問題を避けて通ることは出来ない。本研究では、明示的にゼロ金利制約を明示的に考慮することなく、リアルビジネスサイクルモデルを用いたり、その期間を含んで実証分析を行ってきた。この問題を解決する手段としては、明示的にゼロ金利制約を分析に考慮する、あるいは、シャドーレートを使用することにより金融政策の効果を測るといった方法がある。前者は、非常に難易度が高い方法である。とりわけ、金融的摩擦を考慮したモデルは一般にモデルのサイズが大きくなる傾向があり、これは、さらに推計を困難にする。後者のシャドーレートの使用については、金融市場の動向を考慮する際に、クレジットスプレッドをいかにして測るのかといったことも考えなければならぬ。このゼロ金利制約をいかに考慮するかは今後の課題としたい。

参考文献

1. 小川一夫 (2003)、「大不況の経済分析 日本経済長期低迷の解明」『日本経済新聞社』
2. 廣瀬康生 (2012)、「DSGEモデルによるマクロ実証分析の方法」公共財団法人 三菱経済研究所
3. 藤原一平・渡部敏明 (2011)、「マクロ動学一般均衡モデル-サーベイと日本のマクロデータへの応用-」『経済研究』Vol. 62(1), pp.66-93.
4. Adjemian, S., Bastani, H., Juillard, M., Karamé, F., Maih, J., Mihoubi, F., Perendia, G., Pfeifer., J., Ratto, M. and Villemot, S. (2018). Dynare: Reference Manual Version 4. CEPREMAP, Dynare Working Papers Series, Working Paper no.1.
5. Aoki, K. and Sudo, N. (2012). Asset Portfolio Choice of Banks and Inflation Dynamics, *Bank of Japan Working Paper Series*, No.12-E-5.
6. Bayoumi, T., (2001). The morning after: explaining the slowdown in Japanese growth in the 1990s, *Journal of International Economics*, Vol.53, pp.241-259.
7. Bernanke, B. S., Gertler, M and Gilchrist, S. (1999). The Financial Accelerator in a Quantitative Business Cycle Framework, in J. B. Taylor and M. Woodford (eds), *Handbook of Macroeconomics*, vol. 1C. Amsterdam, North-Holland: Elsevier Science, pp.1341-1393.
8. Calvo, G A. (1983). Staggered Prices in a Utility-Maximizing Framework, *Journal of Monetary Economics*, Vol.12, pp.383-398.
9. Chakraborty, S. (2009). The boom and the bust of the Japanese economy: A quantitative look at the period 1980-2000, *Japan and the World Economy*. Vol.21, pp.116-131.
10. Christensen, I. and Dib, A. (2008). The financial accelerator in an estimated New Keynesian model, *Review of Economic Dynamics*, Vol.11, pp.155-178.

11. Christiano, L.J., Eichenbaum, M. and Evans, C.L. (2005). Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy, *Journal of Political Economy*. Vol.113, 1, pp.1-45.
12. Erceg, C. J., Guerrieri, L. and Gust, C. (2006). SIGMA: A New Open Economy Model for Policy Analysis, *International Journal of Central Banking*. Vol.2, 1, pp.1-50.
13. Gertler, M. and Karadi, P. (2011). A model of unconventional monetary policy, *Journal of Monetary Economics*. Vol.58, pp.17-34.
14. Gertler, M. and Kiyotaki, N. (2011). Financial Intermediation and Credit policy in Business Cycle Analysis. *Handbook of Monetary Economics*, in Friedman, B M. and Woodford, M. (eds). Vol.3, pp.547-599.
15. Hayashi, F. and Prescott, E. C. (2002). The 1990s in Japan: A Lost Decade, *Review of Economic Dynamics*. Vol.5, pp206-235.
16. Hirakata, N., Sudo, N., Takei, I. and Ueda, K. (2016). Japan's financial crises and lost decades. *Japan and the World Economy*, Vol.40, pp.31-46.
17. Hirose, Y. (2008). Equilibrium Indeterminacy and Asset Price Fluctuation in Japan: A Bayesian Investigation. *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol.40, 5, pp.967-999.
18. Hirose, Y. (2014). An Estimated DSGE Model with a Deflation Steady State, *CAMA Working Paper*. 52/2014.
19. Hirose, Y. and Kurozumi, T. (2012). Do Investment-Specific Technological Changes Matter for Business Fluctuations? Evidence from Japan. *Pacific Economic Review*, Vol.17, 2, pp.208-230.
20. Iiboshi, H., Matsumae, T., Namba, R. and Nishiyama, S. (2011). How Bad was Lehman Shock?: Estimating a DSGE model with Firm and Bank Balance Sheets in a Data-Rich Environment. mimeo.
21. Iiboshi, H., Matsumae, T., Namba, R. and Nishiyama, S. (2015). Estimating a DSGE model for Japan in a data-rich environment, *Journal of The Japanese and International Economies*. Vol.36, pp.25-55.

22. Iiboshi, H., Matsumae, T. and Nishiyama, S. (2014). Sources of the Great Recession: A Bayesian Approach of a Data-Rich DSGE model with Time-Varying Volatility Shocks, *ESRI Discussion Paper Series*. No. 313.
23. Ikeda, D. (2013). Monetary Policy and Inflation Dynamics in Asset Price Bubbles. *Bank of Japan Working Paper Series*, No.13-E-4.
24. Jeffreys, H. (1998). *Theory of Probability*, Third edition., Oxford University Press.
25. Justiniano, A., Primiceri, G. and Tambalotti, A. (2010). Investment shocks and business cycles. *Journal of Monetary Economics*. Vol.57, pp.132-145.
26. Justiniano, A., Primiceri, G. and Tambalotti, A. (2011). Investment shocks and the relative price of investment. *Review of Economic Dynamics*, Vol.14, pp.102-121.
27. Kaihatsu, S. and Kurozumi, T. (2014a). Sources of business fluctuations: Financial or technology shocks? *Review of Economic Dynamics*, Vol.17, pp.224-242.
28. Kaihatsu, S. and Kurozumi, T. (2014b). What caused Japan's Great Stagnation in the 1990s? Evidence from an estimated DSGE model. *Journal of the Japanese and International Economies*, Vol.34, pp.217-235.
29. Khan, H. and Tsoukalas, J. (2011). Investment shocks and the comovement problem., *Journal of Economic Dynamics and Control*. Vol.35, pp.115-130.
30. Miao, J., Wang, P. and Xu, Z. (2015). A Bayesian dynamic stochastic general equilibrium model of stock market market bubbles and business cycles. *Quantitative Economics*, Vol.6, pp.599-635.
31. Muto, I., Sudo, N. and Yoneyama, S. (2016). Productivity Slowdown in Japan's Lost Decades: How Much of It Can Be Attributed to Damaged Balance Sheets?, *Bank of Japan Working Paper Series*, No. 16-E-3.
32. Ogawa, K. and Kitasaka, S. (1999). Market Valuation and the q Theory of Investment. *Japanese Economic Review*, Vol.50, 2, pp.191-211.

33. Ogawa, K., Kitasaka, S., Yamaoka, H. and Iwata, Y. (1996). Borrowing Constraints and the Role of Land Asset in Japanese Corporate Investment Decision, *Journal of the Japanese and International Economies*, Vol.10, pp.122-149.
34. Queijo von Heideken, V. (2009). How Important are Financial Frictions in the United States and the Euro Area?. *Scandinavian Journal of Economics*. Vol.111, 3, pp.567-596.
35. Smets, F. and Wouters, R. (2007). Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach, *American Economic Review*, Vol.97, 3, pp.586-606.
36. Sugo, T. and Ueda, K. (2008). Estimating a dynamic stochastic general equilibrium model for Japan. *Journal of the Japanese and International Economies*, Vol.22, pp.476-502.
37. Villa, S. (2016). Financial Frictions in The Euro Area and The United States: A Bayesian Assessment, *Macroeconomic Dynamics*. Vol.20, pp.1313-1340.
38. Wu, Y. (1997). Rational Bubbles in the Stock Market: Accounting for the U.S. Stock-Price Volatility. *Economic Inquiry*. Vol.35, pp.309-319.