

2010年1月12日提出

論文題目 信用チャネルの不安定性と最適金融政策
——動学的確率的一般均衡モデルによる分析——

松林 洋一研究室

学籍番号 0692112E

氏名 澤田 尚吾

目次

1	序章	1
1.1	研究の動機	1
1.2	先行研究と問題意識	2
1.3	本稿の特色	5
1.4	主な発見	7
1.5	次章以降の構成	7
2	マクロ経済学の潮流とFAモデル	9
2.1	IS-LMモデル	9
2.2	合理的期待形成仮説	11
2.3	RBCモデル	12
2.4	NewIS-LMモデル	14
2.5	FAモデル	15
3	現実の観察	18
3.1	現実のデータ	18
3.2	日本の場合	20
3.3	信用危機に対する様々な見方	21
3.4	プレミアムのレバレッジ・レシオに対する弾力性とマルコフモデル	23
4	モデルの定式化	26
4.1	FAモデル	26
4.2	マルコフ連鎖過程	34
4.3	中央銀行の損失関数	34
5	MJLQアプローチ	38
5.1	MJLQアプローチとは何か	38
5.2	マックス・ミニマム問題の導出	38
5.3	ベルマン方程式	40
5.4	シュミレーションのためのパラメータ設定	42

6	シュミレーションの結果	45
6.1	FA 効果と金融政策	45
6.2	導出された最適金融政策式	47
6.3	インパルス応答関数の図の見方	47
6.4	モードが固定されている場合のシュミレーション結果	48
6.5	信用チャネルが不安定な場合のシュミレーション結果	51
6.6	シュミレーション結果の考察	54
7	結論	60
8	謝辞	62
9	参考文献	64
9.1	英語の参考分析	64
9.2	邦語の参考文献	67
10	Appendix and Figures	68
10.1	マクロ経済学の潮流—利子率に重点を置いた説明	68
10.2	FA モデルの捕捉	70
10.3	インパルス応答関数	71

1 序章

はじめに簡潔に本稿の内容を要約する。本稿の目的は経済のショック波及経路としての信用チャネルの不安定性が最適金融政策に与える影響を分析することである。分析のため本稿ではモードに従って信用チャネルの有無が切り替わることで、フィナンシャル・アクセラレーター(以下、FA と呼ぶ。)効果がオン・オフとスイッチするような動学的確率的一般均衡モデルを構築することで信用チャネルの不安定性を再現することに成功している。さらに Markov jump-linear-quadratic approach(以下、MJLQ アプローチと呼ぶ。)をこのモデルに応用することによって、現在のモードが観察可能な場合と観察不可能な場合の最適金融政策を求めている。

結果として信用チャネルが不安定であっても、その安定的な存在を前提にした金融政策が望ましいことがわかった。その背景には保有する純資産の量を企業が調節することによって経済全体に対する影響は抑えられることがわかった。さらに信用チャネルの存在について不確実性が存在しても最適金融政策には顕著な影響を与えないことがわかった。

この章ではこのような本稿の研究の動機、先行研究、その特色、主な発見、そして次章以降の構成について順番に述べていく。

1.1 研究の動機

2007 年から 2009 年にかけて世界的な金融危機が発生した。この金融危機の特徴として以下の 4 点が挙げられる。第一に国際的な金融市場の連関が強まった中でショックが世界中に波及したこと。第二にもともと金融市場内部で起きていた危機が現実経済にも大きく影響したこと。第三に危機の発生そのものはある程度予測されていたにしろ、それがこれほどまで重大な結果をもたらすことを、各国中央銀行のほとんどのエコノミストが予測できなかったと言われていること。そして第四に金融技術の発展が極端なレバレッジを可能にし、結果として信用スプレッドの拡大が起きるなど、金融市場そのものに質的な変化が発生していたことである。

これら現実の事象をマクロ経済モデルで説明することを試みるならば、第一の点はオープン・マクロモデルとして、そして第二の点は FA モデルとして説明ができるものとなる^{注1)}。さらに第三の点については不確実性を考慮した最適金融政策という分野で

扱われることになるだろう。しかし、第四の点、つまり金融市場の質的变化が現実に与える影響については多くの実証研究がなされているものの、それをモデルに組み込む試みはあまりされてこなかった。サブプライム危機の恐怖が世界を覆ったこの折に卒業論文を書く機会に恵まれた筆者の研究動機はこの第一の点を除いた3つの点、すなわち「FA効果」「不確実性」「金融市場の質的变化」の3つを考慮したモデルを用いて最適金融政策研究に貢献することにある。

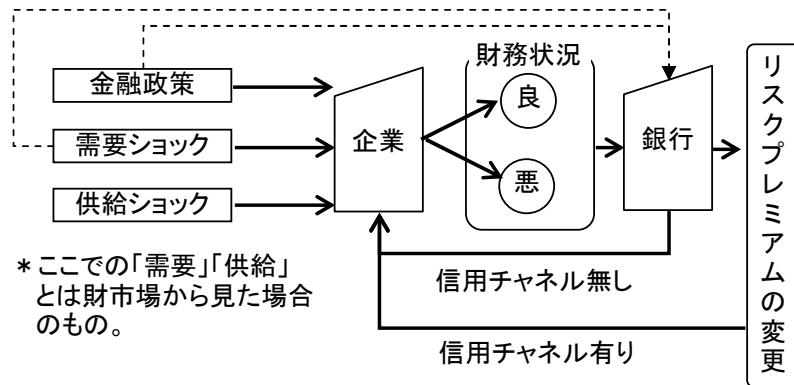
特に金融危機の猛威がひと段落した2010年現在、各国の中央銀行では金融市場の質的な変化に対してどう接するべきかということについて研究が行われている。その中で注目を集めているのはマクロ・プルーデンス政策^{注2)}である。プルーデンス政策とは公開市場操作などといったかつての伝統的な金融政策ではなく、金融市場に対する規制や監視の強化によって行われる新しい金融政策のことである。このプルーデンス政策を「監視」と「規制」の2つに分けた場合に、本稿はその両方に関連のある研究であるといえる。より詳細に言うと、前者に関して本稿は信用チャネルの不確実性を扱っている。もし不確実性が一定の条件の下で顕著な影響を与えるならば、それは信用チャネルの監視という意味でのプルーデンス政策を支持するものとなる。また後者に関しては本稿はより間接的に関連している。いくつかの先行研究では、政府による規制の転換が信用チャネルに不安定性を与えるという指摘がなされている。例えば、Aguiar and Drumond (2009) はバーゼル規制とFA効果との関連をつきとめており、そういった点では本稿は規制の転換により信用チャネルに不安定性がもたらされた場合の最適金融政策として後者にも関係しているのである。プルーデンス政策は注目を多く集めている一方、マクロモデルでその是非を検討することは困難に見られることが多かった。本稿でも直接的にプルーデンス政策を扱っているとはいえないが、あえて分析結果からこの新しい研究対象に対する示唆を読み取るように努めた。

1.2 先行研究と問題意識

本節では先行研究と問題意識について述べる。しかし前提知識としてFA効果の解説をごく簡単に始めに行う。ここでの解説はやや厳密さに欠けるが、FA効果に関する解説は今後本稿の中で幾度となく繰り返されることになる。

銀行の与信行動を通じた経済ショックの経路である信用チャネルの存在は経済に対

図 1: 信用チャンネルと FA 効果



するショックや金融政策効果を増幅させる^{注3)}FA 効果をもたらす。図 1 は信用チャンネルの役割を簡潔に示している。信用チャンネルが存在する場合に、銀行は企業の財務状況(多くのモデルではレバレッジ・レシオ)に応じて、企業への信用の際のリスク・プレミアムを設定する。財務状況が悪い(レバレッジが大きい)企業に対してはより大きなリスク・プレミアムを銀行は課すことになる。

企業に対して負の影響を与えるようなショックが起きたと想定してみよう。負のショックによって企業は財務状況を悪化させることになる。それを見た銀行はリスク・プレミアムを上乗せして企業に与信を行う。このことは企業にとっての資金繰りを厳しくし、企業は投資を抑制することになる。その結果、需要が減少しさらに投資のリターンも減ることで、企業にとっては再び負の影響が起きることになる。ショックが正の場合は作用は逆になる。このような信用チャンネルを経由してショックの効果が(多くの場合に)増幅させる効果を FA 効果という。

この信用チャンネルとそれに伴う FA 効果の存在が景気循環や最適金融政策に対して与える影響を説明しうるマクロモデルを作る試みは数多くなされている。まず Kiyotaki and Moore (1997) は資本市場に情報の非対称性を導入することで、経済に対するショック効果が増幅されるようなマクロモデルを築いており、FA 効果に関する研究の先駆となっている。また Bernanke et al.(1999) は FA を動学的確率的一般均衡モデルに組み込んだ初めてのモデルといえる。この研究の流れの中で、Christensen and Dib (2007) は FA が組み込まれた動学的確率的一般均衡モデルを構築し、パラメータの推計やショッ

クに対する経済の反応をシュミレーションしている。本稿ではこの Christensen and Dib (2007) のモデルとその推計結果に基づきながら、MJLQ アプローチを用いることでモデルの不確実性がある場合の最適金融政策を導出することに成功している。

本稿は、先行研究の流れに対して、信用チャネルの存在が現実には不安定であるという可能性を指摘するものである。この信用チャネルの不安定性はモデル全体にとっての FA 効果の強弱に影響を与える。信用チャネルが存在しないと FA 効果も存在しない一方、信用チャネルが活発化している場合には、FA 効果も強まることになる。FA モデルにとってのもっとも重要なパラメータは外部資金調達プレミアムの企業のレバレッジ・レシオに対する弾力性である。この弾力性は借り手である企業のレバレッジ・レシオに対して銀行がどれだけのプレミアムをつけて資金を貸し出すかということを示している。FA 効果の存在がどれほど経済循環に影響を与えるか、つまり信用チャネルのもつ FA 効果をこの外部資金調達プレミアムの弾力性が示しているところに要点はある。換言すると、この弾力性はどれほど金融不均衡が経済へのショックを増幅させるかということを示す基準となっているのである。筆者が知りうる全ての先行研究において、この弾力性は定数として設定されているのに対して、実際の経済においてはいくつかの外生的な要因によってこのパラメータの値は変動していると考えられる。

信用チャネルの不安定性は多くの先行研究によってさまざまな文脈で指摘されている。まず第一に、信用危機は銀行貸出の供給を左側にシフトさせる効果があることがいわれている。例えば、Woo (2003) は 1997 年における日本の緩慢とした金融政策が信用危機を引き起こし、結果として信用の不足が起きたと指摘している。第二に、銀行業界のトレンド変化は金融システムに影響をもたらす。Brunnermeier (2009) は、バランスシートに債権を保有するのではなく、それを商品に作り変えて売り出すことでリスクを分散させるという銀行の新しいトレンドが過剰な貸し出しと住宅市場バブルを引き起こしたと指摘し、さらに 2007 年から 2008 年にかけての金融恐慌の原因がそれにあると述べている。また Bernanke and Gertler (1995) は金融業界における技術革新が間接金融と直接金融の代替性を高めたという事実を指摘している。第三に銀行業に対する規制の変化も FA 効果のレベルに影響を与える。Aguilar and Drumond (2009) はバーゼル I 規制よりもバーゼル II 規制において、その効果は高まることを指摘している^{注4)}。これらの要因に加えて、Hendricks and Kempa (2009) は FA 効果伝達の経路である信用チャネルが金融不況においてのみ活動的になることを実証分析の結果として指

摘している。

以上の先行研究の指摘を踏まえて、FA 効果がシフトするならば当然それに合った最適金融政策を求める必要があるという考えの下に本稿は書かれている。

1.3 本稿の特色

信用チャンネルに不安定性がある経済を表現するために、本稿ではモデルに対して、「NoFA」・「FA」という2つのモードを設定した。「NoFA」モードでは信用チャンネルが閉ざされ、それゆえにFA 効果は失われる。一方で「FA」モードでは信用チャンネルは正常に機能し、FA 効果が保たれる。定式化としてはこのモードがスイッチするのに従って、外生パラメータがその値を変えることになる。前述した外部資金調達プレミアムの企業のレバレッジ・レシオに対する弾力性はレジームに従って0と定数との間で切り替わる。このことがスイッチのように働いて、信用チャンネルをON/OFFとスイッチさせるのである。

さらにこのとき中央銀行は信用チャンネルのスイッチを含めた、経済構造に関するパラメータの変化を完全に把握できない可能性がある。なぜならば、信用チャンネルの不安定性は景気循環といった比較的観察可能な要因ではなく、金融技術の革新や公的規制の副作用など予想しにくい外生的な要因で生じるからである。そこで本稿では中央銀行が信用チャンネルの有無を観察できる場合とできない場合の両方について最適金融政策を求めている。

このようなレジームシフトを伴うモデルに対して最適金融政策を導出することを本稿において可能としているのが、MJLQアプローチである。このMJLQアプローチに対しても経済学と制御理論の領域において数多くの研究がなされている。それらの研究の中で、Svensson and Williams (2007) はMJLQアプローチを経済学のモデルに対して応用する一般的な方法を示している。さらに、Williams は最適金融政策分析のためのMATLABコードを自身のウェブページで公開している。本論文ではWilliamsのコードを拡張して用いている。

なぜMJLQか？

不確実性を扱う手法は数多くある中で、本稿でMJLQアプローチ^{注5)}を用いた理由は、本稿のようにモードごとに全く異なるモデルが成立する定式化においては、「モデ

ルの不確実性」を扱える MJLQ アプローチが適しているのである。これはその他の不確実性の設定の方法 (例えば、パラメータが正規分布に従って決定するというような、いわゆる「パロメータの不確実性」という設定の方法。) では、扱うことのできないものである。本稿においては、複数のパラメータがモードに従って同時に変化すること。このとき要点となるのは、パラメータがそれぞれ個別に変動するのではなく、複数のパラメータがお互いに関連しながら変化すること。つまり、パラメータはモードに対応しており、個々バラバラに決定されているのではないということである。ならば (例えば Kimura and Kurozumi (2005) が行っているように) パラメータ間に制約を置くことで^{注6)}、前述したような「パロメータの不確実性」を用いてもモードの不確実性が表現できそうなものである。しかし、これでは不十分である。なぜならば、このときパラメータがモードに従って変化するという側面は再現できる一方、モードが循環的に変化するというモデルの側面を再現できないからである^{注7)}。例えば、それぞれのモードには持続性がある。NoFA モードの次の期には同じモードが来る可能性が高い。従って、モードが観察可能な場合に中央銀行は現在のモードをもとに次の期のモードを予測するのである。一方、前述したような「パロメータの不確実性」の標準的な方法では中央銀行は各期毎に不確実性に対する予測を立て直すことになる。つまり、モードの持続性という性質を無視した政策を立てることになる。

さらに MJLQ アプローチのもうひとつの魅力は比較的計算が容易な手法であることである。後の章で詳しく述べるが、中央銀行はモードの変化を反映して、損失関数の期待値を最大化するというベイジアン的アプローチ^{注8)}に基づく政策関数をもっているのにも関わらず、そのベルマン方程式はミニマックスの形で表されるというところにその利点がある。この簡便さが標準的な NewIS-LM モデルに比べて複雑な FA モデルで不確実性を扱うことを可能としている。

関連した研究

本稿は FA モデルに MJLQ アプローチを用いた筆者が知る限り初めての論文であるが、本稿との関連研究もいくつか存在する。第一に同じような目的意識をもつ先行研究として Moessner (2006) も金融不均衡の程度に関して不確実性がある場合の最適金融政策を扱っている。しかし、彼は標準的なニューケインジアンモデルのパラメータを変化させることでそれを表現しようとするにとどまっており、FA モデルそのものに不確実性を組み込んだ本稿とは大きく異なっている。また、塩路 (2009) は本稿

と同様に銀行の存在するモデルに対して MJLQ アプローチを用いている。ただし、本稿は最適金融政策の導出にそれを用いているのに対して、先行研究は流動性資産と非流動性資産間の選択の問題に対して MJLQ アプローチを用いているという点で全く異なっている^{注9)}。本稿が資本市場の供給面に注目しているのに対して、塩路 (2009) はその需要面に注目しているという点で興味深い。また多くの先行研究においてレジーム・スイッチがある場合の最適金融政策は扱われている^{注10)}。

1.4 主な発見

本稿の貢献は、先行研究の流れの中で始めて、MJLQ アプローチを FA モデルに応用することによって、信用チャネルの不安定性が最適金融政策に与える影響を分析したことにある。FA モデルは標準的な New IS-LM モデルよりも複雑な構造をしており、そのことが理由で、FA モデルにおいてモードがスイッチしている場合の最適金融政策を扱った先行研究はほとんど存在しなかった。本稿では MJLQ アプローチを用いることで、複雑な FA モデルで簡単にモードのスイッチや不確実性を扱うことが可能になっている。具体的には信用チャネルがモードによってオン・オフとスイッチする動学的一般均衡モデルを構築し、MJLQ アプローチによって最適金融政策を求めた。

結果として、信用チャネルの存在が不安定な場合でも、それが存在しないことを前提とするよりも、その存在を前提として金融政策を行うことが望ましくなることがわかった。また、信用チャネルの存在についての不確実性は最適金融政策に大きな影響を与えないことが示された。さらにこれらの分析結果の背景には、保有する純資産の量を企業が自主的に調節することで信用チャネルの不安定性による経済全体への影響が弱くなっていることが示された。推計結果は中央銀行は信用チャネルの有無に多くの配慮をする以上に、企業の健全な調節機能の維持に配慮すべきということを示唆した。

1.5 次章以降の構成

次章以降、本稿は次のように構成されている。第二章では FA モデルが誕生するまでの学問の潮流について述べる。第三章では現実のデータから FA 効果の解説とそのレベルが変動している事実を指摘する。第四章では FA モデルとモデルの不確実性の

詳細や最適金融政策に関わる損失関数を描写する。第五章では MJLQ アプローチの応用方法やシミュレーションの詳細を示す。第六章ではシミュレーションの結果が示し、第七章で結論を述べる。第八章は謝辞に充てている。さらに第九章として参考文献を掲げ、第十章には Appendix とシミュレーション結果の図を示している。

後注:

- 1) 日本における FA 効果については Fuchi et al.(2005) などの先行研究がある。
- 2) このプルーデンス政策の詳細な解説は熊倉 (2008) を見よ。
- 3) 厳密にはショックの種類によって FA 効果の影響は異なる。
- 4) しかし、銀行は決してリスク・プレミアムを景気循環に合わせて変化させてはいないということに関しては先行研究の中での合意がほぼ形成されていることに注意が必要である。レバレッジ・レシオの高まりと不況が同時に起こるために、リスク・プレミアムも不況時に高まる。しかしそれは決して不況であることを理由に銀行がプレミアムを高く設定しているわけではないのである。これに関しては例えば Mizen and Tsoukas (2009) を見よ。
- 5) 厳密には MJLQ アプローチはモデルの不確実性があるモデルの「解法」であるが、ここではモデルの不確実性を設定し、それを解くという「一連のアプローチ」として用語を用いている。
- 6) 厳密には Kimura and Kurozumi (2005) では複数のパラメータの背後にある不確実性を示すパラメータを 1 つに設定することで、パラメータ間の制約を表現している。
- 7) ただしパラメータの確率分布がマルコフ過程に従って変化するとの過程をすればそれは可能であるが、実はそれこそが MJLQ アプローチが対象とする不確実性である。
- 8) 不確実性下の最適金融政策におけるベイジアンアプローチとミニマックスアプローチの違いについては武藤・木村 (2005) を見よ。
- 9) ただし MJLQ アプローチや銀行を含むモデルに関する用語法などの点で参考にするものが多かった。また筆者が MJLQ アプローチを知るきっかけとなったのも塩路 (2009) である。
- 10) 例えば、Zampolli and Blake (2005)。

2 マクロ経済学の潮流とFAモデル

本章ではFAモデル^{注1)}の誕生にいたるまでのマクロ経済学の学問の発展の歴史を簡単に追う。このような解説は本来研究論文では不要であるが、今回は卒業論文という形式からこの章を設けた。その狙いは歴史的なモデルの改良の結果としてのFAモデルを紹介することで、モデルに対する理解を深め易くすることにある。解説は以下の順で構成される。まず第一節でIS-LMモデルを紹介する。さらに第二節で合理的期待形成仮説、第三節でリアル・ビジネス・サイクルモデルを、そして第四節で動学的確率的一般均衡モデルのひとつの形としての標準的なNewIS-LMモデルを紹介し、最後に第五節でFAモデルを簡単に説明する。ここではあくまで直感的な理解を助けることが狙いであり、方程式体系などにはあまり触れない。より詳細なモデルの解説としては各節で紹介する教科書を参考にされたい。また、あくまでもこれはマクロ経済学を巡る潮流の一側面をひとつの視点で見た場合のものである。筆者は「FAモデルや動学的確率的一般均衡モデルこそマクロ経済学の正統なフロンティア」というような考え方を全くもっていない。マクロ経済学には有益な他の潮流も多く存在することに注意する必要がある。

また教科書などでは標準的に考慮されているオープンマクロに関わる側面がここでの説明では省略され、中央銀行の役割に焦点が絞られていることに注意されたい。さらにマクロ経済の潮流を理解する上での要点はそれぞれのモデルにおける利子率の扱いにある。利子率に注目したより直感的な説明はAPPENDIXに示されている。

2.1 IS-LMモデル

この節では最も基本的なマクロ経済学モデルといえるIS-LMモデルの説明を図2を用いて行う。古典派の考え方とケインズ派の考え方が図の上でどう違ってくるかを知ることが重要である。尚、本節の執筆には滝川(2002)を参考にした。

図2の上の図はIS曲線の導出を示している。第二象限は利子率 r と投資と政府支出 $I+G$ の関係を示す。利子率が低ければ、それは資本価格の低下を意味し、企業は投資を増やすことになる。この関係は左下がりの線として第二象限に描かれている。さらに第四象限は生産 Y から税 T を除いた可処分所得の一定割合を家計が貯蓄するという関係を示している。そして第三象限は貯蓄 S が投資 I とが等しくなるという均衡関

係を示している。つまり、第三象限において以下の等式が成立する。

$$Y = C + I(r) + G = C + S(Y) + T$$

そしてこの上式で表現される財市場の均衡をもたらす利率 r と生産 Y との組み合わせの軌跡が第一象限に描かれた IS 曲線となる。

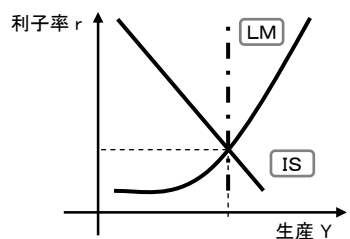
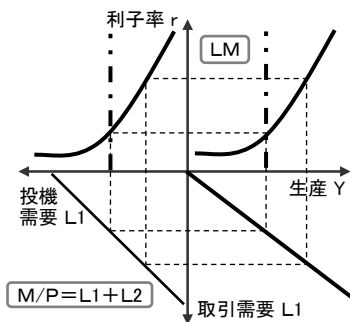
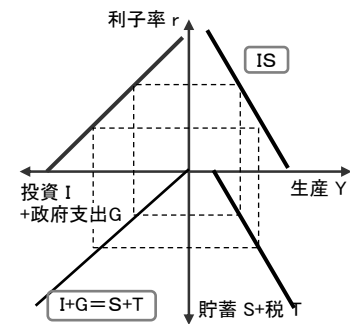


図 2: IS-LM モデル

次に図 2 の中の図は LM 曲線の導出を示している。第二象限は利率 r とマネーに対する投機需要 $L2$ の関係を示す。投機需要 $L2$ は利率に関わらずに一定であるという、古典派の「貨幣ヴェール観」は破線に対応している。さらに実線は利率の低下は流動性(マネー)を保有することの機会費用を低下させマネーへの需要を増加させるという、ケインズの流動性選好説に対応している。さらに第四象限は生産 Y に比例してマネーへの取引需要 $L1$ が増加するという関係を示している。そして第三象限は実質マネーの供給 (M/P) が取引需要 $L1$ と投機需要 $L2$ の合計と等しくなるという関係を表現する。つまり、第三象限において以下の等式が成立する。

$$\frac{M}{P} = L1(Y) + L2(r)$$

そしてこの貨幣市場における均衡式を満たす生産 Y と利率 r との組み合わせが第一象限に描かれた LM 曲線となる。

最後に図 2.1 の下の図は IS-LM 曲線の両方が描かれている。破線で描かれた LM 曲線は古典派の考えに対応しており、LM 曲線で生産 Y が、そして IS 曲線で利率 r が決定されている。一方で実線で描かれた LM 曲線はケインズの考えに対応しており、貨幣市場と財市場とがそれぞれ影響し合い、利率が調整機能を果たすことで財

市場の均衡と貨幣市場の均衡の両方が同時に満たされる生産 Y が実現している。

IS-LM 分析において、政府支出 G を増大させる場合を考えてみる。これは、IS 曲線の右シフトを引き起こす。このとき古典派の場合には利率 r が増加するだけで生産

Y に変化が起きないのに対して、ケインズに従えば利率 r の増加と生産 Y の増大が生じる。つまり財政政策は古典派の考えの下では無効であるのに対してケインズ派の考えの下では有効となる。

2.2 合理的期待形成仮説

ルーズベルト大統領のニューディール政策以来、戦後アメリカの政策の現場ではこのケインズ的な立場に立ち、財政政策を重視する指導者が多くいた。しかし 1970 年代に続いた高インフレなどの現実に問題に対応して、ケインズ的な政策に懐疑的な声が経済学者の間で増えてくる。その代表となるのが Lucas (1976) によるいわゆる「ルーカス批判」である。彼はそこで「伝統的なマクロモデルは政策過程に対する経済主体の予測に盲目的に依存しており、政策行動が変われば安定を失いうる」と述べている。

「ルーカス批判」を簡単に説明する。前節で述べたような IS-LM モデルを中心としたマクロモデルは 70 年代までに大規模な方程式体系と化していた。それらのモデルを計量経済学的手法によって現実に当てはめて係数を求めることで経済予測や政策決定が行われていた。例えば回帰分析の結果として $C = 0.8Y + e$ という式が求められたとする。e を残差とすると、これは民間最終消費 C が国民所得 Y のおよそ 8 割を占めているという関係を表す。しかしこの推計結果は所詮、マクロ経済変数間の関係を示しているにすぎず、その背景にある「なぜ所得のおよそ 8 割を消費に回すか」という家計の考え方は見えないままである。つまり、それまでのケインズ的なマクロ経済学が経済変数間の関係として扱っていたものは、本来ならばひとつひとつの経済主体の意思決定の集合体としてあるはずのものなのである。

Lucas を中心とする新古典派はこの事実を「ケインズ的な大規模マクロ計量モデルは『ミクロ的基礎付け』を欠いている」として批判した。つまり彼らは本来ならば経済モデルはひとつひとつの経済主体の意思決定の在り方から定式化すべきと述べたのである。

このミクロ的基礎付けを欠いたモデルは、経済主体の行動様式に変化が生じた場合に、その変化に対応できないという問題点を抱えている。例えば、政府の財政赤字が続き将来の財政運営に対しての家計の疑念が高まると、家計は政府の財政出動に対して、「どうせ将来増税をしてこの分の赤字をまかなうんだろう」と「合理的に」考え

て、逆に支出を抑えるかもしれない。このような場合の変化に大規模マクロモデルでは対応できないのである。

1970年代当時に米国の財政赤字に対する不安感がつものったという背景もあり、ルーカス批判は決定的なものとしてマクロ経済学の世界で受け入れられた。しかしそれでも、合理的期待形成仮説に基づいた初期のモデルでは現実には起きている景気循環をうまく説明できないという問題点があった。その問題点を解決するモデルとして新古典派陣営から誕生したのがリアル・ビジネス・サイクルモデル (Real Business Cycle Model, 以下、RBCモデルと呼ぶ) であった。

2.3 RBCモデル

RBCモデルを日本語に直訳すると実物景気循環モデルとなる。この名前が示すように、RBCモデルは景気循環を価格の硬直性などといったケインズ的な要素ではなく、ショックによって引き起こされるものとして定式化した。具体的には技術水準 A_t に対してショックを与えることで景気循環の説明を試みている。さらに家計が労働供給を市中の利子率に応じて変化させるという労働の異時点間代替という性質を組み込むことによって、モデルを動学化している。嶋村 (1997) は極めて明快な RBCモデルの解説を提供している。本稿ではこの教科書を参考にしながらごく簡単に RBCモデルの解説をする。RBCモデルは以下の5つの式によって構成される。

$$(R1) \quad A_t F_{tN_t}(N_t, K_t) = \frac{W_t}{P_t}$$

$$(R2) \quad N_t = N_t\left(\frac{W_t}{P_t}, R_t\right)$$

$$(R3) \quad Y_t = A_t F(N_t, K_t)$$

$$(R4) \quad Y_t = C_t(R_t, Y_t) + I_t(R_t, A_t)$$

$$(R5) \quad \frac{M_t}{P_t} = L(Y_t, R_t)$$

ここで N は労働供給、 K は資本、 W は賃金、 P は消費者物価、 R は名目利子率、 C は消費、 I は投資、 Y は産出量、 M は貨幣供給を表している。 $F(N, K)$ は生産関数である。(R1) 式と (R2) 式によって労働市場の均衡、(R3) 式と (R4) 式によって財市場の均衡、(R5) 式によって貨幣市場の均衡がもたらされる。

これらの式で注目すべき2点のうちひとつは(R1)式と(R3)式に技術水準である A_t が含まれていることである。この技術水準がショックによって変動することによって、景気循環がもたらされることになる。そしてもうひとつの注目すべき点は労働供給を示す(R2)式右辺が名目利子率 R の関数になっていることである。これこそが上述した労働の異時点間代替に関わる部分である。関数 $N(W/P, R)$ は利子率 R の増加関数となっている。これは、家計にとって利子率が高いときに労働を増やして賃金を得たほうがより有利な条件で貯蓄ができるということに由来している。

ここで重要なのはRBCモデルであっても古典派の「貨幣のヴェール観」は成立しているということである。中央銀行が貨幣供給量を増やしても、それは物価の上昇を引き起こすだけで、ビジネス・サイクルには影響しない。つまり、金融政策は無効となる。RBCモデルのさきがけとなったのはKydland and Prescott (1982)の研究である。このふたりは2004年にノーベル経済学賞を受賞している。ただし、加藤(2006)はふたりの研究の価値はニュー・ケインジアンに対して、新しい研究の材料を提供したことにある、と指摘している。彼らのRBCモデルに対して非ワルラス的な要素を加えたモデルは動学的確率的一般均衡モデルと呼ばれ、その中にはさまざまなバージョンが存在する。McCandless (2008)やGali(2008)はさまざまな種類の動学的確率的一般均衡モデルを紹介したテキストである。とりわけRBCモデルに独占的競争と価格の硬直性という仮定を加え(そしてそれゆえに金融政策を有効たらしめた)たモデルが、ニュー・ケインジアンのNewIS-LMモデルの標準型である。

動学的確率的一般均衡モデルはRBCモデルをベースとした動学モデルであるために、ミクロ基礎付けがあり、ルーカス批判を回避できるということに一番の武器がある。実際に現在多くの中央銀行を中心とした研究機関で、動学的確率的一般均衡モデルが構築され、さらに政策シミュレーションが行われている。従来のケインズ的なアプローチは、「大規模な方程式体系から個々の変数の動きを予測する」という点で天気予報に似ている。一方でニュー・ケインジアンによるアプローチは、小さな箱庭に単純化された行動様式をもつ人形(経済主体)をセットして、その動学を観るという観察実験に近いものがある。

次の節ではRBCモデルに価格の硬直性と独占的競争という要素を組み入れたNewIS-LMモデルを紹介する。このモデルは動学的確率的一般均衡モデルのもっとも代表的な種類でもある。

2.4 NewIS-LM モデル

NewIS-LM モデルはRBC モデルを入れ子にする形で成立しているといえる。その事実をこの節では解説する。図3はある企業*i*が生産する財 X_i に対する需要とその価格である。独占的競争と価格の下方硬直性を仮定する。

まず説明のために本来なら無限期間であるモデルを一期のモデルとして考えてみる。このとき、最適な価格設定は限界費用MCが限界収入MRと等しくなる点と対応している。需要曲線が D_0 のとき、それに対応する限界収入曲線は MR_0 となる。このとき、 MR_0 とMCの交点をもたらすということで Y_0 が最適な生産量となる。これがNewIS-LMに課された独占的競争の仮定である。

次に無限期間モデルに概念を拡張し、価格硬直性について考えてみる。Calvo (1983) の定式化に従ってモデル化した場合、每期毎期企業は ϕ の確率で価格を変更でき、 $1-\phi$ の確率でそれを変更できない。この設定のため、企業は価格を設定できる場合には、経済変数の変化を予測し、将来も含めて最適となる価格に設定することになる。

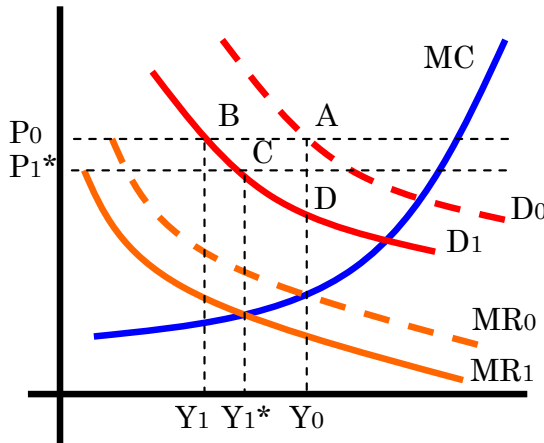


図3: NewIS-LM モデルにおける財市場

例えば、現在の期を T_0 期、それより将来のある期を t_1 期とおく。貨幣供給 M が減少して需要曲線が D_0 から D_1 に将来の t_1 期にシフトすること予測されているとする。このシフトが起きる t_1 期においては、企業は価格を新たに P_1 に設定し Y_1^* だけ生産するのが最適となる。しかし、現在 (t_0 期) の時点ではまだ需要曲線は D_0 のままであるため、その価格設定 P_1 の下では今期の利潤は低下する。しかしかといって、現在 P_0 の価格を t_1 期も維持すれば Y_1 で生産を行うことになり、最適な水準 Y_1^* よりも過小となる。企業が每期毎期価格を変更できればこのようなことに悩む必要はないが、

将来 t_1 に価格を変更できる確率が ϕ しか保証されていない企業は t_0 期の時点で価格を P_1 から P_0 の間のどこかに変更することによって、将来の損失を回避しようとする。

このとき、 P_1 から P_0 の間でどの価格に決定するかというのは、価格の下方硬直性

の程度による。例えば $\phi = 1$ のときは RBC モデルの状態と同じといえる。つまり、企業は t_0 期の時点では価格を P_0 に設定する。この企業にとっては将来の t_1 期に価格を変更できることが必ず保証されているので、価格の変更を今期にする必要がないのである。このとき当然「貨幣のヴェール観」も成立することになる。逆に ϕ がゼロに近ければ近いほど、企業は t_0 期の時点で P_1 に近い価格設定をすることになる。

以上が ϕ を通して、NewIS-LM モデルが RBC モデルを入れ子として含んでいるというゆえんである。さらに方程式体系として、対数線形化された NewIS-LM モデルは以下のような 3 本の式で構成されている。

$$\begin{aligned}\pi &= \alpha_\pi E_t \pi_{t+1} + \alpha_y y_t \\ y_t &= \beta_y E_t y_{t+1} - \sigma (i_t - E_t \pi_{t+1}) \\ i_t &= q_y y_t + q_\pi \pi_t\end{aligned}$$

内生変数は y_t 、 π_t 、 i_t の 3 つであり、そのそれぞれが定常状態からの乖離値の対数値である。上から順にそれぞれ労働市場の均衡を表すニューケインジアン・フィリップス曲線、財市場の均衡を表すダイナミック・IS 曲線、さらに金融政策のルールを決める式である。3 本目の金融政策式は一例であり、他にもさまざまなバージョンが存在する。

NewIS-LM モデルはミクロ的基礎付けがあるためにルーカス批判の対象とならない。しかも価格の硬直性ゆえに金融政策分析が可能のため、世界各国の中央銀行を中心にこの NewIS-LM モデルを用いた政策分析が行われることとなる。この NewIS-LM モデルに資本市場における情報の非対称性という仮定を加え、金融市場が実物経済に影響を与えるという分析を可能にしたのが FA モデルである。

2.5 FA モデル

この節では動学的確率的一般均衡モデルとしての FA モデルの解説を行う。

FA 効果

まず FA モデルの説明に直接に入る前に、多くの実証研究によって指摘された FA 効果についてもう一度振り返る。FA 効果とは金融市場と実体経済を結ぶパス (信用チャネル) を通じて経済に与えられたショックがその振幅を増幅する効果である。

FA 効果について考える際には近年のサブプライム・ショックを契機とした金融不安について考えると分かり易い。もともと今回の危機は住宅市場におけるサブプライム層に対するローンが焦げ付いたことが原因である。その住宅ローンは証券化を通じてさまざまな経済主体によって資産として保有されていた。要点はショックによる資産価格の下落が単に資産市場内部としての問題としてとどまらなかったという点である。資産価格が下落すれば、リスク・プレミアムの増大を通じて信用スプレッドが拡大する。そのことが投資需要を下落させて、実体経済の低迷をもたらす。この資産価格の下落という資本市場のショックが実体経済に影響を与える経路を信用チャネルという。そして、この信用チャネルを通してショックが増幅される効果をFA効果という。以下、このFA効果をNewIS-LMモデルに組み込んだFAモデルを紹介する。

FAモデル

FAモデルはNewIS-LMモデルに対して、「利子率はひとつでいいのか？^{注2)}」という問題を提起しているものといえる。具体的にいうと、標準的なNewIS-LMモデルではどの企業も等しい実質利子率で投資を行って(つまり資本を購入して)財を生産している。しかし、実際には企業ごとに利子率は違うはずである。これは実証分析の際に用いる時系列データに置き換えて考えると分かりやすい。日本経済に対するNewIS-LMモデルの推計を行うときに、一般的には名目利子率として無担保コールオーバーナイト金利を用いることが多い。実質利子率はこれをインフレ率で割り引いたものとなる。無担保コールオーバーナイト金利とは金融機関同士が翌日返済することを約束として資金のやり取りをするための金利である。日本においては長年続いた低金利政策もあってここ10年間ほぼ0.5%を下回る水準で推移している。NewIS-LMモデルにおいては、暗黙のうちに企業が無担保コールオーバーナイト金利と同じ金利水準で投資を行っていることになる。つまり、銀行間の貸し借りの金利と企業の資本市場からの借り入れと同じ金利なのである。こういったことは普通には考えられない。また、さらに別の言い方もできる。仮にとても優良な企業があるとしよう。そういった企業にとっては無担保コールオーバーナイト金利と同程度の金利での借り入れが可能ということもありえるかもしれない。しかし、少なくとも、そういった企業であっても、その超低金利で無限に資金を借り入れることは不可能なはずである。普通、企業の価値である純資産に対して、借り入れの額が大きくなればなるほどその企業はより倒産の危険が大きいとみなされ、金利は高くなるはずである。いくら信頼があっても、借金が多け

れば多いほど、それに従い金利も上昇していくはずである。しかし NewIS-LM モデルにおいては理論的には同じ金利でいくらでも借入れが可能であるという設定になっている。つまり、投資量は「財がいくら売れるか」という財市場に従って、資本市場の状況には関わらずに決められる、というものである。この「利率がひとつ」という点を改良したのが FA モデルといえる。FA モデルにおいては、企業の直面する利率は、名目金利とは別のものとして扱われる。つまり、2つの利率が存在する。貸し手(預金者)にとっての金利と借り手(企業)にとっての金利が異なるのである。企業の直面する利率である外部資金調達の限界費用の期待値 F_{t+1} は、名目利率にリスク・プレミアムを掛けたものであり、以下の式によって示される。

$$E_t F_{t+1} = S(\cdot) \frac{R_t}{\Pi_{t+1}}$$

ここで R_t は名目利率を示し、 Π_{t+1} はインフレ率を示している。つまり、 R_t/Π_{t+1} は実質利率を表す。さらに $S(\cdot)$ は企業の純資産 N_{t+1} と所有している来期に所有する資産の実質価格 $Q_t K_{t+1}$ を用いて以下のように表される。

$$S(\cdot) = \psi \frac{Q_t K_{t+1}}{N_{t+1}} \quad (1)$$

ここで $\psi > 0$ である。この $Q_t K_{t+1}/N_{t+1}$ は企業が所有する純資産の何倍の資産を来期に保有しようとしているか、ということを表しており、レバレッジ・レシオと呼ばれる。レバレッジ・レシオの大きな企業ほど高いリスク・プレミアムを支払う必要があるというルールがここで示されている。そしてパラメータ ψ が外部資金調達プレミアムの企業のレバレッジ・レシオに対する弾力性である。標準的な NewIS-LM ではレバレッジレシオに関わらずに $S(\cdot) = 1$ 、つまり外部資金調達プレミアムはなし、という設定がなされていることになる。以上のように FA モデルでは企業のレバレッジ・レシオに応じてそれにプレミアムが課されるという点がその新しさとなっている。

後注:

1) 本来的には FA モデルは必ずしも動学的一般均衡モデルに組み込まれた形をしていない。しかし、本稿で扱っている問題と簡便性からここでは FA モデルを、FA 効果を含んだ動学的一般均衡モデルを指す言葉として用いている

2) 家計は名目利率で貸し、企業は実質利率で投資する、という意味では IS-LM モデルにおいても金利はふたつあるともいえるが、ここでは解説のために単純化している。

3 現実の観察

式などのモデルの詳細については次章で述べるとして、本章では現実のデータから信用チャンネルが不安定である事実を指摘する。第一章の図1はこの章でも有用である。

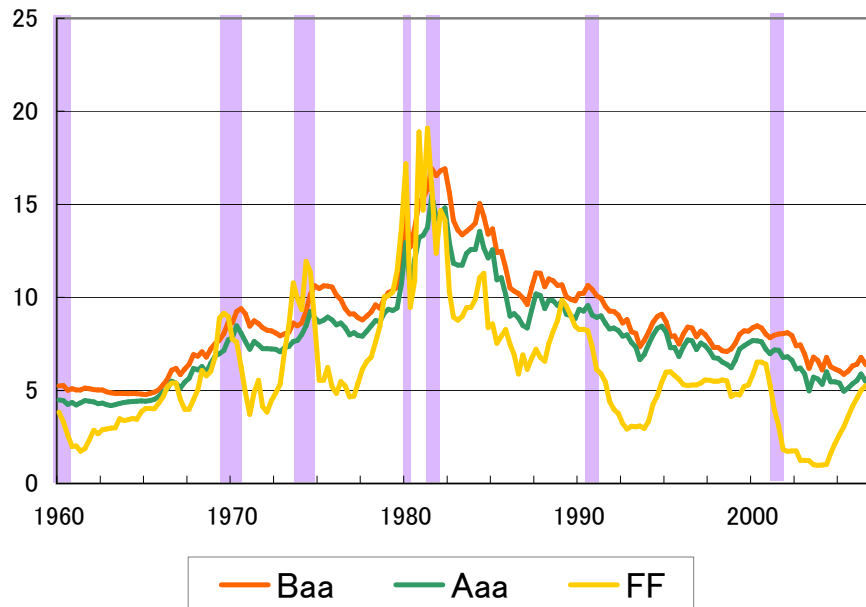
3.1 現実のデータ

第二章で説明したようにFAモデルでは企業のレバレッジ・レシオに応じて銀行が与信の際にリスク・プレミアムを課すという定式化でこの信用チャンネルを表現している。ということは、信用チャンネルが安定か不安定か確認するもっとも率直な方法は、現実の与信におけるスプレッドとレバレッジ・レシオとの関係の安定性を調べるというものである。

よって、この節では米国における現実のプレミアムの変動とレバレッジ・レシオ等の対応をグラフによって示す。現実には外部資金調達プレミアムに対応する変数は企業ごとに異なるものであり、それに対応するひとつのマクロ変数が存在するわけではない。しかし、Gertler and Lown (2000) によって指摘されているように、その代理的な指標としてはクレジット(格付け)・スプレッドが有効である。クレジット・スプレッドとは異なる格付けを受けた企業間での社債の利回りの差を示したものである。本稿では先行研究にならい、Moody's によって Aaa との格付を受けた企業と Baa との格付を受けた企業とのクレジット・スプレッドを用いた。さらに社債については U.S. Bureau of Economic Analysis から Private fixed assets の値を用いた^{注1)}。そして純資産としては、株式価格と等しく変化するという仮定から The IFS CD-ROM Browser から入手したアメリカ合衆国の株式価格(Share Prices)のインデックスナンバーの四半期データを用いた。さらにレバレッジ・レシオを求める際にはそのスケールの違いを修正するために、データ期間について平均が2となるように基準化したものを用いた。さらに参考として Federal Reserve Statistical Release から Federal Fund 金利(以下、FF金利と呼ぶ。)の時系列データも入手した。期間は1960年第一四半期から2007年第一四半期までとなっている。

図4は格付け Aaa の社債と Baa の社債との利回りと FF 金利とが示されている。どの利子率もほとんど同じような動きをしているということに注目したい。ちょうど FF 金利にプレミアムを課す形で社債の利回りが設定されていることが分かる。グラフは

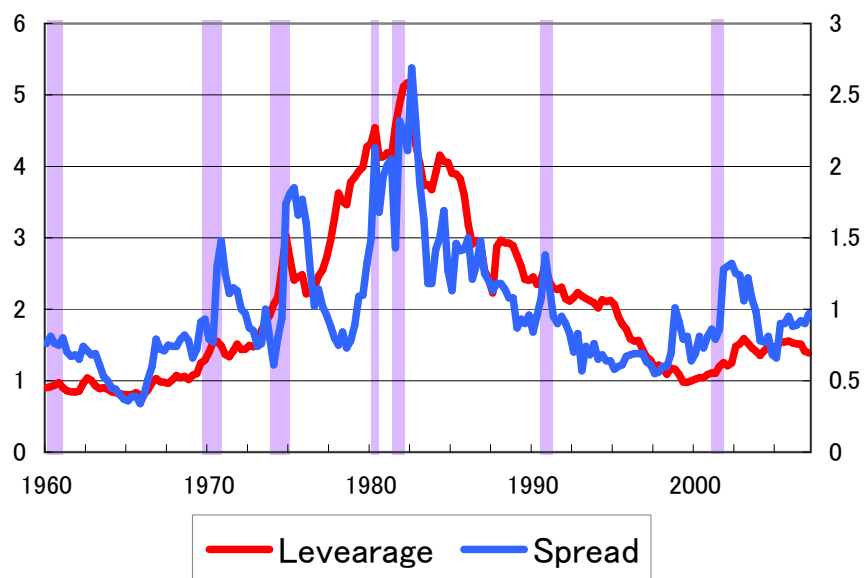
図 4: Aaa 社債、Baa 社債の利回り



S & L^{注2)}危機の起きた 1980 年代を中心として大きな山形になっている。図中の紫色の帯は The National Bureau of Economic Research によって発表された景気の後退期である。このとき FF 金利が下降する一方で、社債利回りは上昇していることが分かる。このことから、景気後退に対して中央銀行は低金利政策で応じ、しかしその一方で社債利回りは拡大していくという様子が伺える。さて、本稿では先行研究にならいくレジット・スプレッドとして、このグラフのオレンジの線である Baa 社債の利回りから緑色の線である Aaa 社債の利回りを引いたものを用いた。その値はレバレッジ・レシオの値とともに次の図 5 によって示されている。

図 5 からは、景気後退時はクレジット・スプレッドが拡大しているということが見てとれる。しかし、同時にレバレッジ・レシオに注目して欲しい。景気後退時にはレバレッジ・レシオも上昇していることが分かる。このことから、スプレッドの拡大に対しては景気後退そのものが直接の原因ではなく、それと同時に起きるレバレッジ・レシオの拡大によって説明できるということが伺える。この点は Mizen and Tsoukas (2009) がより詳細に指摘している。実際にレバレッジ・レシオとクレジット・スプレッドとはかなり相関が強そうに見える。実際に相関係数をとると、0.745 という高い値を示す。

図 5: レバレッジ・レシオ (左軸) とクレジット・スプレッド (右軸)



この相関の強さこそ、FA モデルを支える実証的な根拠となっているのである。

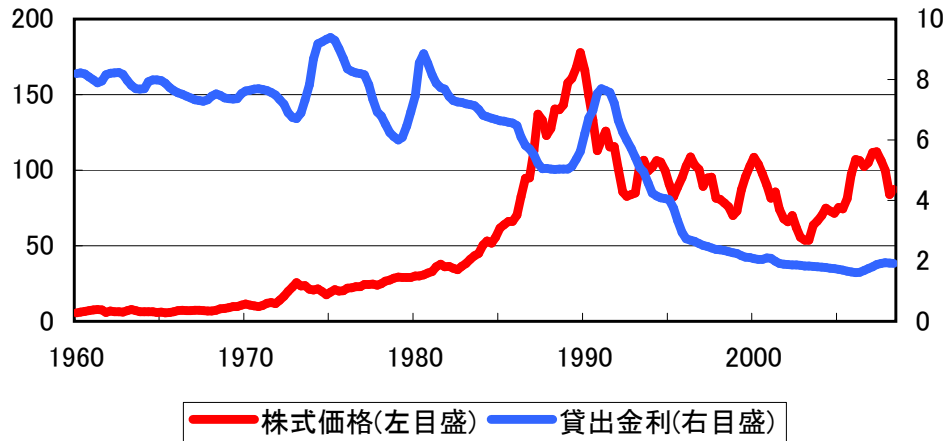
3.2 日本の場合

本稿の FA モデルは米国のデータを用いてパラメータを推計した Christensen and Dib (2008) に基づいている。しかし、得られた分析結果は当然、日本国の金融政策に対しても示唆がある。この節ではごく簡単に、日本国のデータについて、レバレッジ・レシオと貸出金利との関係を追う。

データから

日本国における株式価格と貸出金利との関係を図 5 に示した。データは The IFS CD-ROM Browser から日本国の株式価格 (Share Price) のインデックス値と Lending Ratio の値を抽出して用いた。グラフを見ると、株式価格と貸出金利とに弱い負の相関関係が見て取れる。これは FA モデルと整合的な結果である。Fukunaga (2002) は日本版 FA モデルを構築し、企業投資の大きな分散が FA 効果によって説明しうると指摘している。また大山・杉本 (2007) も米国と同様に金利や企業の資産価値の変動に日本のクレジット・スプレッドは大きく反応するということを指摘している。

図 6: 日本国における株式価格と貸出金利



しかし一方で、1990年代後半以降には株式価格と貸出金利との逆相関関係が消失しているかのように見える。この事実はいわゆる「失われた10年」の超低金利政策において、信用スプレッドと企業の財務状況との健全な関係が失われていた可能性を指摘するものである。Woo (2003) は銀行資本と貸出に対して回帰分析を行うことで1997年において、日本において信用危機が発生していた可能性を指摘している。信用危機においては金融政策の信用チャネルが閉ざされることになる。

3.3 信用危機に対する様々な見方

この節では上記で述べた以外の信用危機に対する様々な見方を紹介する。

規制緩和による構造転換

渡部 (2009) は金融業の規制産業としての側面に注目し、規制環境の変化と金融機関の構造転換との強い関係について言及して興味深い。同著作は米国のS & L危機とサブプライム危機と日本のバブル崩壊の背景には規制環境の変化があると述べている。前節のグラフではクレジット・スプレッドとレバレッジ・レシオの時系列データに大きな変化が起きた時点として米国のS & L危機、日本のバブル崩壊があることが明らかである。渡部 (2009) によると、「S & LはレギュレーションQと呼ばれる預金金利の上限規制の恩恵を受けて収益性を高め、規模を拡大してきた」のに対して証券

会社が MMMF(money market mutual funds) を取り扱い始めたことで、「83 年までにレギュレーション Q は事実上廃止」され、その結果として S & L の損益が悪化したことが危機の背景にあったと述べている。さらに同著は日本におけるバブル崩壊の原因となった銀行の不動産融資拡大の背景には、1987 年にコマーシャルペーパーの発行が認められたことによる「系列大企業のメインバンク離れ」があったと指摘している。さらにサブプライム危機の背景には米国で 1999 年に「銀行業、証券業、保険業の兼業を禁止したグラス・スティーガル法が廃止」され、商業銀行にとって本業がふるわなくなったことが、住宅ローンの急拡大をもたらした、と述べている。

さらに第一章で述べたように Aguiar and Drumond (2009) はバーゼル I 規制よりもバーゼル II 規制において、フィナンシャル・アクセラレーター効果は高まることを指摘している。このように信用経路の不安定性を考える上で、金融業に対する規制の存在も注目すべきものである。

バブルを把握するこの困難性

フレッケンシュタイン & シーハン (2008) は、ヘドニック調整という統計上の処理を行った「欠陥のある」IT 投資に関する統計データを当時の FRB 議長であったグリーンズパンが活用し、「生産性の奇跡」を信じたことが FRB の反応を鈍らせ、2000 年の IT バブルの崩壊とその後の不況をもたらしたと指摘している。そして、バブルを事前に予測することを困難だとみなすグリーンズパンの立場を批判している。さらにこの IT バブルの崩壊による不況は次に住宅バブルを引き起こし、その崩壊がサブプライム・ショックへとつながっていくことになる。

同著の批判はやや過激すぎるとしても、データ統計による誤解はどこでも起きうる現象である。単純化されたモデル上の経済と異なり、現実経済では経済構造に関する情報は間接的にしか参照することができない。同著はグリーンズパンを批判しているが、実際にバブルの把握が困難であるというのは事実だとある程度はいえる。このことは信用膨張とそれに伴う信用収縮そのものを中央銀行が把握・コントロールすることの難しさを意味するものである。

銀行・流動性危機

時代をさかのぼることになるが、フリードマン & シュウオーツ (2009) は 1929 年から始まった「大収縮」の原因として銀行・流動性危機の存在を指摘し、その危機に対する FRB の金融政策の誤りが続いたことが「大収縮」をもたらしたと述べている。金

融政策の誤りはともかくとして、流動性危機も注目すべき信用危機の形である。

また銀行に対する信認が失われるという危機は個別銀行に対しても生じうる。日本においては足利銀行の経営危機や山一証券の破綻前に起きた「取り付け騒ぎ」が記憶に新しい。これら流動性危機は資本市場の需要の面から生じるものである。経済主体の流動性に対する選好が一時的に高まることで、銀行が経営危機に陥ることになる^{注3)}。金融会社の経営が危機になれば、その影響は金融システム全体に波及する可能性がある。このリスクをシステミック・リスクという。このシステミック・リスクも信用チャネルを損傷する危険がある。また国内の金融政策運営を堅調に行っているにもかかわらず、アジア通貨危機の韓国への影響のように、信用危機のリスクは海外にも存在している。

日本における構造問題と金融政策

植田 (2005) は 1990 年代初め以降の日本経済、特に 1997 年以降の日本経済は構造的な問題を抱えており、そのことが金融政策の有効性を弱めていた可能性を指摘している。同著によれば、不良債権問題のような金融システムの問題がどれほど深刻になるかは銀行以外の代替的な資金仲介チャンネルがどの程度存在しているかによるという。さらに同著では日本では資本市場が未だ不完全で、格付が比較的低い (BB 格以下) の企業にとって、資金調達の手段が限られていることを指摘している。

この指摘が正しいとすると、日本において信用危機が閉ざされた場合の影響は、米国のそれよりも大きいことになる。以上のような先行研究は本稿の研究が日本経済に対しても示唆があることを示している。

3.4 プレミアムのレバレッジ・レシオに対する弾力性とマルコフモデル

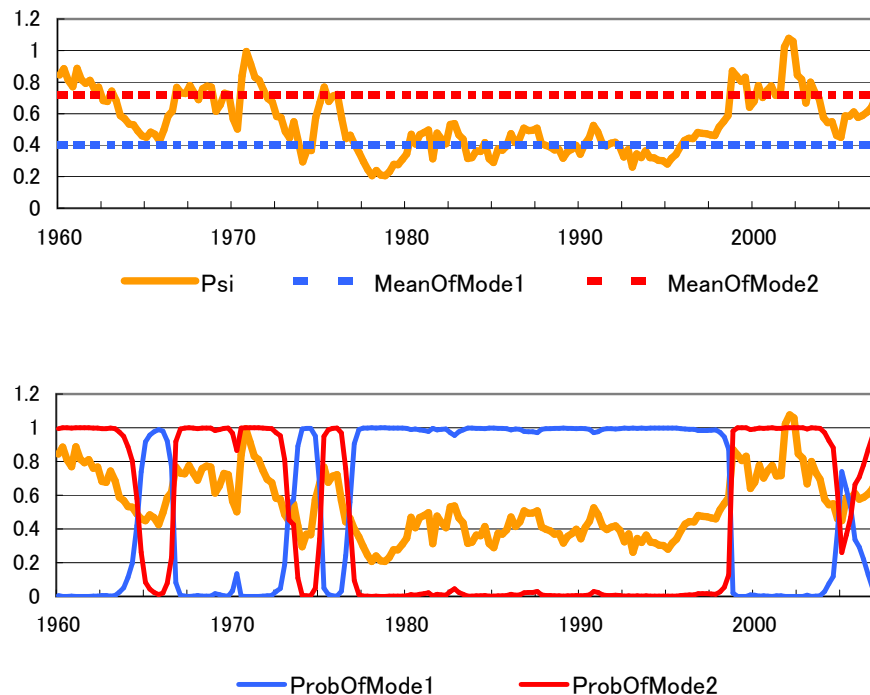
本節では外部資金調達プレミアムの企業のレバレッジ・レシオに対する弾力性の指標をデータから代理的に求める。そしてその指標に対してアリゴリズムを適用することで、マルコフ・スイッチングモデルの推計を行う。

式 (1) として前述した外部資金調達プレミアムの決定式を変形することで、以下の式が得られる。

$$S(\cdot) / \frac{Q_t K_{t+1}}{N_{t+1}} = \psi$$

この式から、本稿の最大の関心の的である外部資金調達プレミアムの企業のレバレッジ・レシオに対する弾力性 ψ の値を、章の始めで示した米国のデータを用いて、暫定

図 7: 外部資金プレミアムのレバレッジ・レシオに対する弾力性 (Psi) 指標



的に求めることができる。つまり、プレミアム $S(\cdot)$ の代理変数であるクレジット・スプレッドをレバレッジ・レシオ $Q_t K_{t+1}/N_{t+1}$ の代理変数で割ることで、 ψ を求めることができる。その結果は図 7 に示されている。図からは、 ψ がかなり大きく変動していることが分かる。ただしここではあくまでも、時系列に伴うシフトに注目すべきであって、その具体的な値はあくまで仮のものと捉えるべきである。なぜならば、その値はあくまで代理変数の集まりで求められたものであって、その大きさそのものには信憑性が薄いからである。また実際に後の章で用いる先行研究の推計結果に拠る ψ の値とはかなり異なったものとなっている。しかしそれでも ψ の変動を知る上では手がかりになると考える。例えば、図からは最も高い場合で ψ は 1 を、最も低い場合で ψ は 0.2 を示している。このことから、同じレバレッジ・レシオの企業に対して 5 倍も異なる外部資金調達プレミアムが課される可能性があるということを意味する。前節で説明したようにレバレッジ・レシオはプレミアムの多くを説明している一方で、この図からはそれでは説明できない要因も無視できない程度に存在することが伺える。

また、さらに本節ではこの指標に対してアルゴリズムを適用することで、マルコフ・スイッチングモデルの推計を行う。ここでの目的はFA効果のスイッチがマルコフ過程をもつモデルによってどのように示されるかを把握することである。マルコフ性などについてのより詳細な解説は次章で行うとして、この節で用いたシンプルなマルコフモデルは以下のように示される。

$$\psi = \bar{\psi}_1 \text{ when } J_t = 1$$

$$\psi = \bar{\psi}_2 \text{ when } J_t = 2$$

ここで J_t は t 期に実現したモードを示している。これは単純に ψ の平均がモードに従ってスイッチするということを表している。このマルコフモデルが最も現実によくように、アルゴリズムはそれぞれのモードにおける変数の平均である $\bar{\psi}_1$ 、 $\bar{\psi}_2$ 。さらに同じモードが連続する確率である、 $Prob(j_{t+1} = k | j_t = k)$ を求める。具体的には本稿では Hamilton (1990) の手法を用いている。アルゴリズムについては Hamilton 自身がウェブページ上で公開しているものを用いている。推計の結果として、 $\psi_1 = 0.4026$ 、 $\psi_2 = 0.7187$ 、 $Prob(j_{t+1} = 1 | j_t = 1) = 0.9645$ 、 $Prob(j_{t+1} = 2 | j_t = 2) = 0.9656$ が求められた。これはモードにかなりの持続性があることを示している。さらに期ごとにそれぞれのモードが成立している確率 $Prob(j_t = i)$ は図7の右側に示されている。次章で描く本稿のFAモデルでは、図7の左側にある2つの水平線の間を ψ がマルコフ過程に従い変化することになる。

後注:

1) Private fixed assets については四半期のデータが利用不可能であった。よって、入手できたデータを第一四半期の値として用い、さらに第三四半期については当年の第一四半期と翌年の第一四半期の平均を用い、第二四半期については当年の第一四半期と第三四半期の平均を、第四四半期については当年の第三四半期と翌年の第一四半期の平均を用いた。

2) S & L とは貯蓄貸付組合 (Savings and Loan Association) の略であり、米国において個人預金者から集めた資金により住宅ローンを提供していた。

3) 本稿のモデルが扱う「貨幣需要ショック」は家計の流動性選好が一時的に高まった場合のショックであり、ここでの記述に関連している。

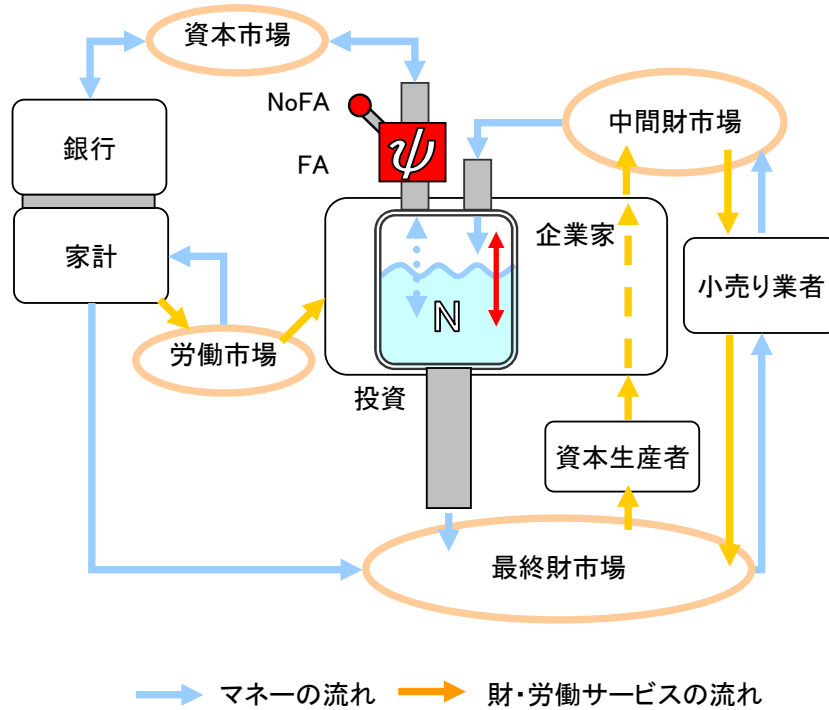
4 モデルの定式化

本稿における FA モデルは Christensen and Dib (2008) のモデルを 2 つの点で修正したものである。一つ目の点は本稿ではマルコフ連鎖過程がモデルに組み込まれ、そのことによって最適金融政策を示す式を求めるために MJLQ アプローチを用いることが必要になっているということである。もうひとつの点は先行研究では最適金融政策が初めから一本の式の形で示されるのに対して本稿では最適金融政策を求めるために中央銀行の損失関数を設定していることにある。本稿のオリジナリティにとって重要な部分である 3 点、外部資金調達における利子率を示す方程式 (を含む FA モデル全体)、信用チャネルの不安定性を再現するためのマルコフ連鎖過程、そして中央銀行の損失関数をこの章では示す。

4.1 FA モデル

本節では標準的な FA モデルである Bernanke, Ben S & Gertler, Mark のモデル (BGG モデル) に基づいた Christensen and Dib (2008) を紹介する^{注1)}。図 8 は理解を補助するためのモデルの概観が示されている。適宜参照されたい。このモデルでは家計、企業家、資本生産者、卸売業者、という 4 つのタイプのエージェントが存在する経済を想定する。まず家計は労働を供給し、財を消費し、預金をする。ここでこの預金行動は企業家にたいして資金の貸し出しをしていると捉えることができる。これ以降、モデルに対する理解をしやすいするために、家計が貸し手としての機能を果たしている側面を特別に銀行と呼ぶことにする。次に FA モデルでの重要な役割を果たす企業家を紹介する。企業家は資金を銀行から調達し、資本を購入し、中間財を生産する。このとき企業家に資本を販売するのが資本生産者である。その役割は最終財 (消費財) を資本に作り替えることになる。そして最後に卸売業者がいくつかの中間財をまとめて最終財として販売する。この卸売業者は独占的競争に面しており、この設定がモデルに対して物価の硬直性をもたらしている。また、企業家と銀行の間には情報の非対称性があり、企業家の行動を観察するためには銀行はエージェンシー・コストを支払わなければならないように設定されている。この設定こそが、企業家の資本に対する需要が彼らの財務状況に依存するという決定的な性質を FA モデルにもたらしている。この「財務状況」としてさまざまな要素を扱ったバージョンが FA モデルには存在する。

図 8: FA モデルにおけるマネーと財の動き



この本稿の FA モデルでは最も標準的なモデルと同様に、企業のレバレッジ・レシオのみがその財務状況を示す存在として扱われている。FA モデルにおいてはひとつ企業といっても複数の種類が存在することに戸惑う人もいるだろう。誤解を恐れずにいえば、このような複数の種類の企業という設定はモデルの定式化を簡単にするためのものといっている。現実にあてはめれば、これはひとつの企業内で完結している業務の流れについて、その事業体ごとに切り分けたモデルの定式化と捉えることもできる。この章ではおのこの経済主体に順にスポットをあてた解説を行ったあと、モデル全体を描写する。簡便性のために表 1 に重要な変数の名前を一覧にしたので参照されたい。

家計

代表的家計は消費 C_t 、名目マネーバランス M_t 、労働供給 H_t 、預金 D_t を選ぶことで、以下の効用最大化問題をとく。

$$\max E_t \sum_{T=t}^{\infty} \beta^T \frac{\gamma}{\gamma-1} \log \left[C_T^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} + B_T^{\frac{1}{\gamma}} \left(\frac{M_T}{P_T} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right] + \eta \log(1 - H_T)$$

表 1: 重要な変数の名前一覧

シュミレーション結果に示した変数	
R_t	名目利子率 (中央銀行の操作変数)
Π_t	消費者物価のインフレ率
Y_t	産出量のレベル
N_t	企業家の純資産
C_t	家計の消費
I_t	企業家による投資
F_t	外部資金調達コストの予測値
Q_t	資本の実質価格
ショック変数	
A_t	技術水準
B_t	貨幣需要水準
G_t	投資の限界効率の水準
その他の変数	
$m_t = M_t/p_t$	経済の実質貨幣残高
h_t	労働供給
W_t	企業に共通の名目賃金
K_t	企業家によって購入された資本
Z_t	資本の限界生産性
μ_t	貨幣成長率
λ_t	家計の予算制約に関するラグランジュアン未定乗数
ξ_t	生産関数に関するラグランジュアン未定乗数

この式で γ は消費とリアルバランスとの代替性を表すパラメータである。貨幣需要水準 B_t は後のシュミレーションで重要となる貨幣需要ショックに関わる変数である。さらに P_t は消費者物価を表す。また η は余暇に対するウェイトを示すパラメータである。また上の最大化問題において、家計の予算制約は以下のように表される。

$$P_t C_t + M_t + D_t \leq W_t H_t + R_{t-1} D_{t-1} + T_t + \Omega_t$$

このとき W_t は名目賃金であり、 R_t は中央銀行の操作変数ともなる名目利子率である。また $T_t = M_t - M_{t-1}$ である。これは、マネーサプライの増加は直接家計の予算の増大をもたらすということの意味する。実際には M_t は家計と中央銀行の金融政策決定式と

によって決定される。ここで $\mu_t = M_t/M_{t-1}$ とおく。このとき μ_t はマネーの成長率を表す。また Ω_t は小売り業者からの配当である。以上の最適化問題の一階条件は以下のよう示される。

$$\begin{aligned}\lambda_t &= \frac{C_t^{-\frac{1}{\gamma}}}{C_t^{-\frac{\gamma-1}{\gamma}} + B_t^{\frac{1}{\gamma}} + \left(\frac{M_t}{P_t}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}} \\ \lambda_t - \beta E_t \left(\frac{\lambda_{t+1}}{\Pi_{t+1}} \right) &= \frac{B_t^{\frac{1}{\gamma}} \left(\frac{M_t}{P_t}\right)^{-\frac{1}{\gamma}}}{C_t^{-\frac{\gamma-1}{\gamma}} + B_t^{\frac{1}{\gamma}} + \left(\frac{M_t}{P_t}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}} \\ \lambda_t \frac{W_t}{P_t} &= \frac{\eta}{1 - H_t} \\ \frac{\eta}{R_t} &= \beta E_t \left(\frac{\lambda_{t+1}}{\Pi_{t+1}} \right)\end{aligned}$$

ここで λ_t は家計の予算制約に関するラグランジュアン未定乗数である。さらに $\Pi_t = P_t/P_{t-1}$ はインフレ率を表す。

企業家

企業家はリスク中立的であり、有限期間だけ市場に参加している。ある期において市場に参加している企業家はそれぞれ ν の確率で次の期も市場にい続け、逆に $(1 - \nu)$ の確率で市場から去る。よって、それぞれの企業家は其の参入から $1/(1 - \nu)$ 期間だけ市場に存在すると期待される。

それぞれの期末において、企業家は K_{t+1} だけの資本を価格 $Q_t K_t$ で購入する。この資本の獲得の原資は企業自身の純資産 N_{t+1} と借入 B_{t+1} によってまかなわれる。すなわち、以下の式が成立する。

$$Q_t K_{t+1} = B_{t+1} + N_{t+1}$$

企業家は外部資金調達コストの期待値の実質価格が資本の限界収益と等しくなるまで資本を需要する。つまり、以下の式が成立する。

$$E_t Q_t F_{t+1} = E_t [Z_{t+1} + (1 - \delta) Q_{t+1}]$$

上式の左辺が外部資金調達コストの期待値の実質価格であり、右辺が資本の限界収益である。またこの式において Z_{t+1} は資本の限界生産性を示しており、 δ は資本の減価償却率を示すパラメータである。Bernanke et al. (1999) は銀行のエージェンシー・コス

トが企業のレバレッジ・レシオに依存するようにモデルを設定している。つまり、銀行は外部資金調達プレミアム $S(\cdot)$ を企業のデッド・エクイティ・レシオ $N_{t+1}/Q_t K_{t+1}$ に比例するように設定する。つまり、

$$S(\cdot) = \psi \frac{Q_t K_{t+1}}{N_{t+1}} \quad (2)$$

が成立する。ここで ψ が本稿のオリジナリティにとってもっとも重要なパラメータである、外部資金調達プレミアムの企業のレバレッジ・レシオに対する弾力性である。銀行は外部資金調達の限界費用の期待値 F_{t+1} を以下の式に基づいて予測する。

$$E_t F_{t+1} = S(\cdot) \frac{R_t}{\Pi_{t+1}} \quad (3)$$

ここで R_t は名目利子率（これが中央銀行にとっての操作変数となる）を示し、 Π_{t+1} はインフレ率を示している。つまり、 R_t/Π_{t+1} は実質利子率を表す。(2)式と(3)式から、対する線形化された外部資金調達における利子率の決定式である以下の式が導出される。

$$\hat{f}_{t+1} = \hat{r}_t - \hat{\pi}_{t+1} + \psi (\hat{q}_t + \hat{k}_{t+1} - \hat{n}_{t+1})$$

ここで \hat{x}_t は変数 X_t の定常状態 \bar{X} からの乖離の対数值 ($\log X_t - \log \bar{X}$) を示している。仮に上式において $\psi = 0$ である場合と考える。このとき、企業家はその財務状態に関わらずに、実質利子率と同じ利子率で（つまりプレミアムなしに）いくらでも資金を借りることができる。これこそが、信用チャネルの存在しない標準的な New IS-LM の暗黙のうちの仮定である。つまり、この式において FA モデルは New IS-LM を入れ子のように含んでいることになる。一方で、 ψ が通常よりも大きな値をとる場合を考えてみる。そのときに銀行は、よりレバレッジの大きい企業に対して高率の外部資金調達プレミアムを貸すことになる。以上のことから、パラメータ ψ が信用チャネルを通して FA 効果のレベルを示している、ということが理解できる。

さらに集計された企業家の純資産 N_t は以下の式に基づいて変化する。

$$N_{t+1} = v [F_t Q_{t-1} K_t - E_{t-1} F_t (Q_{t-1} K_t - N_t)] + (1 - v) S_t$$

ここで S_t は新しく参入した企業家が過去の企業家から引き継ぐ資金を意味している。またこの式の右辺第一項は市場で競争を続ける企業家が資本から得たりターンから資金の返済分を引いた残りがその資本家にとっての次の期の純資産になるということを示している。

意味している。産出量 Y_t を生産するために、企業家は以下の生産関数を用いて、資本 K_t と労働 H_t を選ぶことで利潤の最大化を図る。

$$Y_t \leq K_t^\alpha (A_t H_t)^{1-\alpha}$$

ここで、技術水準 A_t はのちのシュミレーションで重要となる技術ショックに関わる変数である。生産に関わる最大化問題の一階条件は以下ようになる。

$$\begin{aligned} Z_t &= \alpha \xi_t \frac{Y_t}{K_t} \\ \frac{W_t}{P_t} &= (1 - \alpha) \xi_t \frac{Y_t}{K_t} \\ Y_t &= K_t^\alpha (A_t H_t)^{1-\alpha} \end{aligned}$$

ここで ξ_t は生産関数に関するラグランジュアン未定乗数である。また Z_t は資本の実質限界生産性である。

資本生産者

企業家の投資需要に対して、資本生産者は資本を提供する。その仕事は最終財(消費財)から資本を作り出すことである。以下で述べられるのは I_t 単位の最終財が $G_t I_t$ 単位の資本に作り替えられる部分のミクロ的基礎付けである。ここで投資効率水準 G_t (本稿では G は政府支出ではない!) はのちのシュミレーションにおいて重要な役割を果たす投資効率ショックに関わる変数である。資本生産者が最終財から資本を作る際のコストは以下で表される。

$$\frac{\chi}{2} \left(\frac{I_t}{K_t} - \delta \right)^2 K_t$$

I_t は資本生産者が購入する最終財の単位数を表している。 δ は減価償却率である。そして資本生産者は以下の最適化問題を解く。

$$\max_{I_t} E_t \left[Q_t X_t I_t - I_t - \frac{\chi}{2} \left(\frac{I_t}{K_t} - \delta \right)^2 K_t \right]$$

それゆえに最適化条件は以下で与えられる。

$$E_t \left[Q_t X_t - 1 - \chi \left(\frac{I_t}{K_t} - \delta \right) \right]$$

これが資本の供給式となる。結局、集約された資本(の定常状態からの乖離の対数值)は以下の式によって変化することになる。

$$\hat{k}_{t+1} = \hat{g}_t \hat{i}_t + (1 - \delta) \hat{k}_t$$

小売り業者

さらに小売り業者は企業家から商品を買って販売する。このときに、Calvo (1983) 型の価格の粘着性がモデルに組み込まれている。この部分こそが、FA モデルの原型に NewIS-LM モデルがあるとされるゆえんとなっている。具体的には小売り業者は每期 $1 - \phi$ の確率で価格を変更することができる。よって小売り企業にとっては一旦価格を設定すると $l \equiv 1/(1 - \phi)$ 期間だけ平均的に価格を改定することができない。よって、小売り企業 j は将来にわたる変数の変化を予測しながら最適な価格 $P_t(j)$ を設定することになる。このとき、小売り業者の最適化問題は、以下の形をとる。

$$\max_{P_t(j)} E_t \left[\sum_{T=0}^{\infty} (\beta\phi)^T \lambda_{t+T} \Omega_{t+T} / P_{t+T} \right] \text{ sub to } Y_{t+T}(j) = \left(\frac{\bar{P}_t(j)}{P_{t+T}} \right)^{-\theta} Y_{t+T}$$

ここで、小売り業者の名目利潤は、

$$\Omega_{t+T}(j) = \left(\Pi^T \bar{P}_t(j) - P_{t+T} \xi_{t+T} \right) Y_{t+T}(j)$$

で表される。よって、一階条件は、

$$\bar{P}_t(j) = \frac{\theta}{\theta - 1} \frac{E_t \sum_{T=0}^{\infty} (\beta\phi)^T \lambda_{t+T} Y_{t+T}(j) \xi_{t+T}}{\sum_{T=0}^{\infty} (\beta\phi)^T \lambda_{t+T} Y_{t+T}(j) \Pi^T / P_{t+T}}$$

となる。ここで、集計された価格は、

$$P_t^{1-\theta} = \phi (\Pi P_{t-1})^{1-\theta} + (1 - \phi) \bar{P}_t^{1-\theta}$$

となる。結果導かれる(ニューケインジアン・フィリップス曲線)は以下のようになる。

$$\hat{\pi}_t = \beta \hat{\pi}_{t+1} + \frac{(1 - \beta\phi)(1 - \phi)}{\phi} \hat{\xi}_t$$

ただしこの式は対数線形化が行われたバージョンである。

モデル全体

以上で述べたようなさまざまな経済主体の最適化問題から導かれる FA モデルを $\hat{x}_t = (\log X_t - \log \bar{X})$ となるように対数化する。最終的にモデルは以下の 6 本の式に最適金融政策を決定する式を加えた 7 本の動学式で構成されることになる。

$$(F1) \quad \hat{y}_t = \alpha \hat{k}_t + (1 - \alpha) \hat{h}_t + (1 - \alpha) \hat{A}_t$$

$$(F2) \quad \hat{\pi}_t = \beta \hat{\pi}_{t+1} + \frac{(1 - \beta\phi)(1 - \phi)}{\phi} \hat{\xi}_t$$

$$(F3) \quad \hat{\lambda}_{t+1} = \hat{\lambda}_t - \hat{r}_t + \hat{\pi}_{t+1}$$

$$(F4) \quad \hat{k}_{t+1} = \delta \hat{i}_t + \delta \hat{g}_t + (1 - \delta) \hat{k}_t$$

$$(F5) \quad \hat{f}_{t+1} = \hat{r}_t - \hat{\pi}_{t+1} + \psi (\hat{q}_t + \hat{k}_{t+1} - \hat{n}_{t+1})$$

$$(F6) \quad \frac{\hat{n}_{t+1}}{v\bar{F}} = \frac{\bar{K}}{\bar{N}} \hat{f}_t - \left(\frac{\bar{K}}{\bar{N}} - 1 \right) (\hat{r}_{t-1} - \hat{\pi}_t) - \psi \left(\frac{\bar{K}}{\bar{N}} - 1 \right) (\hat{k}_t + \hat{q}_{t-1}) + \left(\psi \left(\frac{\bar{K}}{\bar{N}} - 1 \right) + 1 \right) \hat{n}_t$$

ここでジャンプ変数は $[\hat{\pi}_t, \hat{y}_t, \hat{f}_t, \hat{n}_t, \hat{k}_t, \hat{\lambda}_t, \hat{r}_t]$ の 7 つである。このジャンプ変数の数は上記の方程式の数に MJLQ アプローチによって求められる最適金融政策を決定する式を加えた方程式の数 (つまり 7 本) と一致する。ジャンプ変数以外の変数をも含む静学的な式や定常状態の変数の関係式は Appendix に示している。実際の式はこれらの式に対して、(Appendix にある) 静学的な式を用いて、ジャンプ変数以外の変数を消去した式を最適金融政策式の導出に用いる。

順番に式を説明すると、(F1) は企業の生産関数である。(F2) は企業家の利潤最大化問題から導出された最適な価格決定式である。(F3) は家計の効用最大化問題から解かれた λ_t (家計の予算増加の限界的価値) の動学を示す式である。(F4) は投資や減価償却によって資本がどのように成長していくかを示す式である。さらに (F5) は本稿にとっても最も重要な企業家にとっての外部資金調達コストの決定式である。(F6) は純資産の成長を示す式である。この純資産に影響を与える変数の多さが、FA モデルのショックに対する反応の複雑さをもたらしている。さらに以下の (S1) ~ (S3) はショックに関わる変数の動学を示している。

$$(S1) \quad \hat{A}_t = \rho_A A_{t-1} + \sigma_A e_{A,t}$$

$$(S2) \quad \hat{b}_t = \rho_B b_{t-1} + \sigma_B e_{B,t}$$

$$(S3) \quad \hat{g}_t = \rho_G g_{t-1} + \sigma_G e_{G,t}$$

e_t はショック項を示しており、後のシミュレーションでは e_t にプラス1のショックを与えることで他の変数のレスポンスを見ている。

4.2 マルコフ連鎖過程

マルコフ性をもつ離散状態確率過程^{注2)}をモデルに組み込むことで、信用チャネルの不安定性を表現する。つまり、マルコフ過程に従って、 ψ と他のパラメータがスイッチするような設定をモデルに組み込む。モデルが t 期にとりうるモードは $j_t \in \{1, 2\}$ によって示され、 t 期に実現したモードは J_t によって示される。また、確率過程はマルコフ性を満たすことから、以下の式が成立する。

$$Prob(j_{t+1} | j_t = J_t, j_{t-1} = J_{t-1}, \dots, j_{t-k} = J_{t-k}) = Prob(j_{t+1} | j_t = J_t) \quad \forall t, \forall k \geq 1$$

この式が意味するのは、 $t+1$ 期のモードを予測するのに t 期よりも以前の情報は (t 期の情報を「もっているなら」) 必要ではない、ということである。さらに P を 2×2 のトランジション・マトリックスとおく。つまり、 P の (i, k) 要素は $Prob(j_{t+1} = k | j_t = i)$ を表している。さらに、2つの要素をもつベクトル $p_t \equiv (p_{1t}, p_{2t})'$ を t 期のモードの確率分散を示すとおく。つまり、 $p_{it} = Prob(j_t = i)$ が成立する。以上より、 p_{t+1} は以下の式を満たす。

$$p_{t+1} = P' p_t.$$

そして、 p_t の定常状態である \bar{p} は以下の式を満たす。

$$\bar{p} = P' \bar{p}.$$

この式が意味するところは、 \bar{p} は P' の単位固有値に対応した固有ベクトル (ただし $\bar{p}_1 + \bar{p}_2 = 1$ を満たすように規格化されたもの) であるということである。

4.3 中央銀行の損失関数

損失関数は本稿のオリジナリティという部分で重要である。ここではまだモードのスイッチという部分には立ち入らずに、最適金融政策の導出という点に絞って先行研究との違いを中心に述べる。本節ではまずはじめに最適金融政策がテイラールール

などの金融政策ルールとはどのように異なる概念であるかを述べる。そして次に本稿で設定している中央銀行の損失関数を導入する。

最適金融政策

三尾 (2005) が「マネタリー・エコノミクス分野では、社会厚生を最大化する金融政策のことを『最適金融政策』と呼ぶ。」と述べているように、ニュー・ケインジアン の枠組みで最適金融政策を論じるときには、社会の厚生関数を導出し、その厚生を最大化するという点で「最適」な金融政策を求めることになる^{注3)}。つまり社会厚生 の最大化という行動原理をもった中央銀行の行動指針として導出される最適金融政策であるために、ニューケインジアン の最適金融政策分析にはミクロ的基礎付けがある。一方でニュー・ケインジアン以前の古典的な金融政策式はミクロ的基礎付けがないためにルーカス批判の対象となる。

古典的な金融政策ルールの典型的な例はFriedman(1960)が提唱した「マネーサプライがk%で推移することを目指す」金融政策ルールである「k%ルール」や、ミクロ的基礎付けを与えられる以前^{注4)}のTaylor (1993)による「テイラー・ルール」などが存在する^{注5)}。

他には例えば本稿のモデルの基礎となったChristensen and Dib (2008)ではインフレ率 π_t 、産出量 Y_t 、そして貨幣成長率 μ_t の定常状態からの乖離の対数値と、名目利子率の定常状態からの乖離の期待値の関係を計量的に分析して、以下のような政策決定式を得ている。

$$\hat{r}_t = 1.4059 \hat{p}_t + 0.2947 \hat{y}_t + 0.6532 \hat{m}_t$$

ちなみにデータは米国のもので、期間は1979年から2004年までである。同論文の推計は最適金融政策とはいわず、現実の推計結果をトレースしていることになる。また、もうひとつの重要な点は暗黙のうちに同論文は名目利子率は先に述べた3つの変数にしか反応していないという仮定がなされていることである。

一方で、本論文では中央銀行の損失関数を設定し、その最適解を解く形で最適金融政策決定式を求めている。このとき中央銀行は、ショック変数を含むモデルに登場するすべての変数の情報を参照できる。さらにモードに関する情報は観察可能な場合と観察不可能な場合で分けて分析している。この設定が本稿のオリジナリティにとって重要な信用チャネルの不確実性に関わる部分である。

中央銀行の損失関数

以上で述べたように本稿では中央銀行の損失関数を設定し、MJLQ アプローチを用いて最適金融政策を求めている。まず本稿はモード j の状態である、期 t における損失関数を以下のような 2 次形式で設定した。

$$L_{t,j_t} = \left[\hat{p}i_{t,j_t}^2 + \hat{y}_{t,j_t}^2 + 0.2(\hat{r}_{t,j_t} - \hat{r}_{t-1,j_t})^2 \right].$$

この t 期の損失関数を t 期から将来にわたって足し合わせて現在価値に割り引いた異時点間の損失関数^{注6)}を最小化するような政策を中央銀行は每期每期行うことになる。このときの変数にはショック変数そのものも含まれている。そのため、パラメータなどについては同じモデルでありながら、(例えモードのスイッチを考慮しなくとも)本稿のシミュレーション結果は先行研究と全く異なるものとなっている^{注7)}。

本稿のモデルでは、中央銀行にとって望ましい厚生状態の設定はモードの変化を考慮することで多くの場合分けが必要になり極めて複雑になる可能性がある。しかし、本稿では比較的シンプルな、標準型 NewIS-LM モデルにおける最適金融政策の分析に頻繁に用いられるのと同じ損失関数を全ての場合の最適化問題の導出に用いている。本来ならば NewIS-LM モデルと FA モデルでは異なる損失関数が成立するはずである。しかし、それではモードのスイッチによる中央銀行サイドの都合で変数の動学が大きく変わることになる。本稿の目的はあくまで信用チャネルの不安定性が最適金融政策に与える影響を調べることであり、そのためには損失関数は不安定ではあってはならない。よって、本稿では標準的な損失関数を全ての最適化問題を解く際に一貫して用いている^{注8)}。

Curdia and Woodford (2008) は資本市場に歪みがあり、預金者と借り手にとっての金利に差がある場合のモデルを構築し、経済厚生から導出した損失関数が、上述した NewIS-LM モデルの典型的な損失関数と大きな差異をもたないことを指摘している。また Gilchrist and Saito (2006) が本稿とほぼ同じ損失関数を、資本市場に不完全性がある場合について用いている^{注9)}。加えて、Filardo (2004) も不確実性と資産バブルを考慮したモデルで同様の損失関数を用いている。本稿の損失関数は以上の先行研究に沿っている。

また、本稿の損失関数には名目利子率の成長率の二乗、つまり名目利子率のスモージーが存在しているが、このように利子率を損失関数に含めることのミクロ的基礎付

けについては Giannoni and Woodford (2003) が論じている。このスムーザーは現実の金融政策における漸進主義(グラジュアリズム)に対応した概念といえる。加藤・山広(2006)はバーナンキFRB議長の講演録からの引用として、漸進主義の3つの優れた点を挙げている。それは「政策担当者が経済に対して確信を持っていないときに漸進的な対応が取れる」点、「中央銀行が長期金利に影響を与えやすくなる」点、さらに「金融システムを不安定化させるリスクを減少させる」点である。以上のことから金利のスムーザーを損失関数に含めるのは妥当といえる。

本稿では以上のように中央銀行の損失関数を設定した上で、MJLQアプローチを用いることで、最適金融政策を求めている。次の章ではMJLQアプローチを紹介する。

後注:

- 1) モデルの全体像とより詳細な部分については Bernanke et al.(1999) を見よ。
- 2) 詳しくは Ljungqvist et al.(2004) の第二章を見よ。
- 3) また三尾(2005)の他には木村・藤原・黒住(2005)が最適金融政策を直感的に理解する上で有益。
- 4) ミクロ的基礎付けのある厚生関数から導出した最適金融政策が、それ以前のミクロ的基礎付けのない金融政策ルールと一致するという場合が多くの研究によって発見された。
- 5) テイラールールと米国の金融政策運営との関係に関しては地主(2006)が詳細な分析を行っている。
- 6) 式そのものは次章を見よ。
- 7) さらに本稿では、損失関数において産出量(の定常状態からの乖離の対数値)の二乗をインフレ率のそれと同じウェイトで評価している。Christensen and Dib(2008)では当然ながら損失関数は描かれていないが、求められた金融政策決定式から本稿よりもインフレ率に対して大きくウェイトを置く設定になっていると予測される。つまり先行研究の中央銀行は本稿のそれよりもインフレ・ファイター寄りである可能性がある。
- 8) また実際にはFAモデルで損失関数を導出することの困難性も理由のひとつである。多くの研究では本稿のように暫定的な損失関数を用いてFAモデルにおける最適金融政策を行っている。しかし、実際に厳密にFAモデルにおいて社会の厚生関数から中央銀行の損失関数を求めていることはルーカス批判に抵触する恐れがある。特に難しいのが中立的なアウトプットの導出である。このことについては Sveen and Weinke(2009)に詳しい。FAモデルにおいてミクロ的基礎付けのある損失関数を求めることは重要な研究課題といえる。
- 9) ただし、同論文では事後的な政策の評価にこの損失関数を用いているという点で本稿とは異なる。

5 MJLQアプローチ

この章では、Svensson and Williams (2007) に基づき MJLQ アプローチの解説を行う。また、シュミレーションに用いた具体的なパラメータの設定を述べる。

5.1 MJLQ アプローチとは何か

Svensson and Williams (2007) は任意の政策関数に対して解を求めるアルゴリズムを提供している。実際にこの MJLQ アプローチはレジーム変化を伴う全てのモデルについて、2次形式で示された政策関数の解を求めるために用いることができる。ただし本稿では最適金融政策の導出のため用いる方法としての MJLQ を紹介する。

MJLQ を最適金融政策の導出に応用するためには、第一に非リカーシブな最適化問題をリカーシブな問題に再定義し、その最適化問題からリカーシブ・サドルポイント・メソッドを用いてマックス・ミニマム問題を導出する必要がある。第二にそのマックス・ミニマム問題をベルマン方程式の形で再定義する。このときの式の形式はモードが観察可能な場合とそうでない場合とで異なる。さらに最後に第三にアルゴリズムを用いて最適金融政策を示す方程式を導出する。本稿では第一の段階と第二の段階に説明の対象をしぼり、Svensson (2006) と Svensson and Williams (2007) を参考にしながら解説を行う。

5.2 マックス・ミニマム問題の導出

第二章で示された FA モデル全体は以下のように表現できる。

$$X_{t+1} = A_{11j_{t+1}}X_t + A_{12j_{t+1}}x_t + B_{1j_{t+1}}r_t + C_{j_{t+1}}\epsilon_t \quad (4)$$

$$E_t H_{j_{t+1}}x_{t+1} = A_{21j_t}X_t + A_{22j_t}x_t + B_{2j_t}r_t \quad (5)$$

ここで x_t はフォワード・ルッキングな変数のベクトルである。 X_t は事前決定変数のベクトルである。また、 r_t は中央銀行にとっての操作変数のベクトルである。さらに ϵ_t は平均ゼロ、分散共分散行列が I の i.i.d. を満たすショック変数で構成されるベクトル

である。つまり本稿では以下のようにになっている。

$$\begin{aligned} x_t &= [\hat{\pi}_t, \hat{y}_t, \hat{f}_t, \hat{n}_t, \hat{k}_t, \hat{\lambda}_t \hat{A}_t, \hat{b}_t, \hat{g}_t]' \\ X_t &= [\hat{\pi}_{t-1}, \hat{y}_{t-1}, \hat{f}_{t-1}, \hat{n}_{t-1}, \hat{k}_{t-1}, \hat{\lambda}_{t-1}, \hat{A}_{t-1}, \hat{b}_{t-1}, \hat{g}_{t-1}, \hat{r}_{t-1}]' \\ r_t &= \hat{r}_t \\ \epsilon_t &= [e_{A,t}, e_{B,t}, e_{G,t}]' \end{aligned}$$

さらに、ある期 t の中央銀行の損失関数は2次形式をなしており、それゆえに以下のように与えられる。

$$L_{t,j_t}(X_t, x_t, i_t, j_t) = \begin{bmatrix} X_t \\ x_t \\ r_t \end{bmatrix}' W_{j_t} \begin{bmatrix} X_t \\ x_t \\ r_t \end{bmatrix},$$

ここで、 W_{j_t} はモード j_t に依存した半正定値・対象行列である。そして、(4)式と(5)式という制約の下で中央銀行は異時点間の損失関数にマイナスを掛けた以下の式を最大化しようとする。

$$- \sum_{\tau=0}^{\infty} \delta^\tau L_{t+\tau, j_{t+\tau}}(X_{t+\tau}, x_{t+\tau}, i_{t+\tau}, j_{t+\tau})$$

この最大化問題に対するラグランジュアンは以下のようにセットできる。

$$\mathcal{L}_0 \equiv E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \delta^t \left[\begin{array}{l} L_{t,j_t} + \Xi'_t (H_{j_{t+1}} x_{t+1} - A_{21,j_t} X_t - A_{22,j_t} x_t - B_{2,j_t} r_t) \\ + \xi'_{t+1} (X_{t+1} - A_{11} X_t - A_{12} x_t - B_1 i_t - C \epsilon_t) \end{array} \right]$$

ただしここで、 Ξ_t と ξ_{t+1} はそれぞれラグランジュ乗数である。また $\xi_0 = 0$ とした。ここで、ラグランジュアンの中に x_{t+1} の項が含まれている。これではリカーシブではないため、通常の動的計画法を適用することができない。そのために、上の式を以下の式に書き換える。

$$\mathcal{L}_0 \equiv E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \delta^t \left[\begin{array}{l} L_{t,j_t} + \Xi'_t (-A_{21,j_t} X_t - A_{22,j_t} x_t - B_{2,j_t} r_t) + \frac{1}{\delta} \Xi'_{t-1} H_{j_t} x_t \\ + \xi'_{t+1} (X_{t+1} - A_{11} X_t - A_{12} x_t - B_1 i_t - C \epsilon_t) \end{array} \right]$$

上の置き換えに合わせてここで損失関数を再定義する。

$$\begin{aligned} \tilde{L}_t &\equiv L_t + \gamma'_t (-A_{21,j_t} X_t - A_{22,j_t} x_t - B_{2,j_t} r_t) + \frac{1}{\delta} \Xi'_{t-1} H_{j_t} x_t \\ &\equiv \tilde{L}_t(X_t, \Xi_{t-1}; x_t, r_t, \gamma_t) \end{aligned}$$

ここで、 $\gamma_t = \Xi_t$ という動学式が常に成立する。ここで、リカーシブ・サドルポイント・メソッド^{注1)}により、最適化問題は以下のように書き換えられる。

$$\max_{\{\gamma_t\}_{t \geq 0}} \min_{\{x_t, i_t\}_{t \geq 0}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \delta^t \tilde{L}_t$$

5.3 ベルマン方程式

ここで、情報に関する2つの仮定を導入する。モードが観察可能な場合と、観察不可能な場合である。観察可能な場合には、中央銀行と経済の私的セクターはモード j_t と全ての他の変数の実現値を観察できる。一方で、モードが観察不可能な場合には、モードを観察できずに、主観的な確率分布 p_t によって t 期のモードを予想することになる。

モードが観察可能な場合、価値関数 $\tilde{V}(\tilde{X}_t, j_t)$ に対する最適化問題を示すベルマン方程式は以下のように示される。

$$\tilde{V}(\tilde{X}_t, j_t) = \max_{\gamma_t} \min_{(z_t, i_t)} \left[\tilde{L}(\tilde{X}_t, z_t, r_t, \gamma_t, j_t) + E_t \delta \tilde{V}(\tilde{X}_{t+1}, j_{t+1}) \right], \quad (6)$$

ここで、 $z_t \equiv E_t H_{j_{t+1}} x_{t+1}$ であり、 γ_t はラグランジュアン未定乗数である。

また、モードが観察不可能な場合のために以下の式をセットアップする。

$$g(s_t, z_t, r_t, \gamma_t, j_t, j_{t+1}, e_{t+1}) \equiv \begin{bmatrix} A_{11j_{t+1}} X_t + A_{12j_{t+1}} x_t + B_{1j_{t+1}} r_t + C_{j_{t+1}} \epsilon_t \\ \gamma_t \\ P' p_t \end{bmatrix}.$$

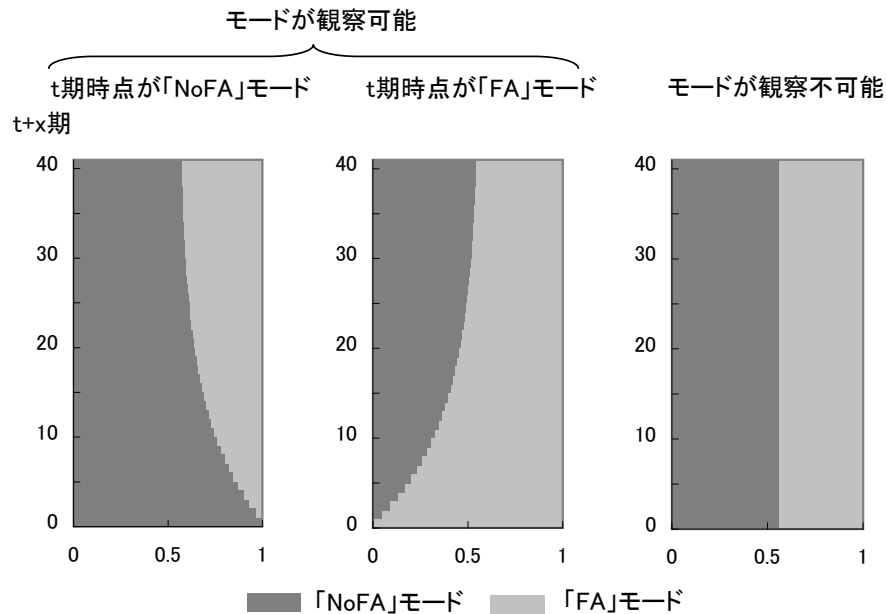
この場合に、ベルマン方程式は以下のように示される。

$$\tilde{V}(s_t) = \max_{\gamma_t} \min_{(z_t, i_t)} E_t \left\{ \tilde{L}(\tilde{X}_t, z_t, r_t, \gamma_t, j_t) + \delta \hat{V}[g(s_t, z_t, r_t, \gamma_t, j_t, j_{t+1}, e_{t+1}), j_{t+1}] \right\}, \quad (7)$$

ここで $s_t \equiv (\tilde{X}_t', p_t')$ は予測された確率分布である p_t を含む経済の状態を示している。

モードが観察可能な場合のベルマン方程式である (6) 式とモードが観察不可能な場合のベルマン方程式である (7) 式とを直感的に理解するために、 E_t の位置に注目して欲しい。(6) 式では E_t が1期先の $t+1$ 期の項に適用されているのに対し、(7) 式では E_t はより外側に位置し、 t 期の項にも適用されている。このことは、モードが観察可能な場合には t 期のモードの情報があり、それに基づいて $t+1$ 期以降のモードの確率分布を

図 9: 中央銀行によるモードの予測



予測しながら政策を行うこと。一方でモードが観察不可能な場合には t 期のモードについてもその確率分布を予測して政策を行わなければならないということを表している^{注2)}。また、モードが観察不可能な場合には中央銀行は定常状態の確率分布に基づいて現在のモードを予測し、経済変数(の政策に対するリアクション)を見てもモードに関する情報をアップデートすることはしないということが仮定されている^{注3)}。

このことをより直感的に理解するために図9を見て欲しい。図の横軸はそれぞれの期にそのモードが成立すると中央銀行によって予測された確率を示している。モードが観察可能な場合には、それぞれ現時点の期である t 期におけるモードに応じて、モードの変化の予測が行われる。またその確率によって、損失関数に対するウェイト付けは行われる。一方で、モードが観察不可能な場合には現在のモードに関わらずに、それぞれの期においてモードが一定の確率で成立するとの予測の下に損失関数のウェイト付けが行われる。

さらに上述の式の価値関数と解となる最適金融政策式はSvensson and Williams (2007)のAppendixによって示されたアリゴリズムによって導出されることとなる。

5.4 シミュレーションのためのパラメータ設定

Hendricks and Kempa (2009) は信用チャネルの有無の指標として Moody's によって Aaa との格付を受けた企業と Baa との格付を受けた企業とのクレジット・スプレッドを用い、マルコフ・スイッチモデルを構築している。その中で、彼は信用チャネルの存在しない Regime1 は平均して 81.14ヶ月持続し、信用チャネルの存在する Regime2 は平均して 64.57ヶ月持続するという推計結果を出している。彼の Regime1 は本稿において $\psi = 0$ となる「NoFA」モード、さらに Regime2 は「FA」モードに対応していると考えて、本稿のトランジション・マトリックスの設定を行った。

81.14ヶ月は 27.0467 四半期である。ある期にモード1であった経済が次の期でもモード1となるような確率 $P_{1-1} \equiv \text{Prob}(j_{t+1} = 1 | j_t = 1)$ を用いると、平均的なモードの持続する期間は $1/(P_{1-1} - 1)$ 四半期であると表すことができる。よって、

$$27.0467 = \frac{1}{P_{1-1} - 1}$$

を解くことで $\text{Prob}(j_{t+1} = 1 | j_t = 1) = 0.9630$ が求められる。同様に $\text{Prob}(j_{t+1} = 2 | j_t = 2) = 0.9535$ が求められる。これはかなり FA 効果のレベルは持続性をもっているということを表している。さらにこの結果は第二章で筆者が独自に推計したレジーム・スイッチモデルともほぼ同じ結果となっている。

以上より、トランジション・マトリックス P を以下のように設定した。

$$P \equiv \begin{bmatrix} 0.9630 & 0.0370 \\ 0.0465 & 0.9535 \end{bmatrix},$$

また、このことから以下の式が実現する。

$$\bar{p} = [0.5569 \quad 0.4431]'$$

これは無作為にある期のモードを調べた場合、その期が「NoFA」モードまたは「FA」モードである確率がほぼ同じであることを示している。そして2つのモードそれぞれに対応するパラメータは Christensen and Dib (2008) の推計結果に基づいて設定した。章末にある表2はパラメータの具体的な値を示している。また表3はスイッチしないパラメータの設定値を示している。

以上の設定の下、MJLQアプローチに基づいたアリゴリズムで最適金融政策を求めた後、構造ショックに対するインパルス・レスポンスを調べた。

後注:

1) リカーシブ・サドルポイント・メソッドの詳細については Marcet and Marimon (1994) を見よ。またより簡易な解説としては Messner and Pavoni (2004) を見よ。

2) 例えば、モードのレジームのスイッチを「風向き」、政策を「釣り」に例えて表現すると以下のようになる。ある日の正午に釣り人が川に糸を垂らしているとする。モードが観察可能な場合には釣り人は現在の風向きを把握しており、さらにそこから午後の風向きを予測した上で、釣り場を決めることになる(モードのスイッチが満たすマルコフ性により、 $t+1$ 期のモードを予測するのに t 期より過去の情報は役に立たない。)。一方、モードが観察不可能な場合には、釣り人は過去の風向きはおろか現在の風向きまで把握できずに、「いつもおよそ50%の確率で東風で、50%で西風が吹く」という確率の情報だけを頼りに釣り場を決めることになる。

3) つまり、「釣り人は自分の垂らしたルアーが東から西に流れているのを見ても、決して今東風が吹いていることに気づくことはない」、ということになる。

表 2: スwitchするパラメータの値

Mode	「NoFA」	「FA」	
ψ	0.0000	0.0420	外部資金調達プレミアムの弾力性
χ	0.4913	0.5882	資本調整費用のパラメータ
α	0.3741	0.3384	生産関数における資本のシェア
γ	0.0857	0.0598	消費者にとっての財の代替性
ϕ	0.7674	0.7418	価格の硬直性に関するパラメータ
ρ_A	0.7745	0.7625	$\rho_x :=$ ショック \hat{x}_t のための AR(1) 項の係数
ρ_B	0.5547	0.7206	
ρ_G	0.7930	0.6562	
σ_A	0.0128	0.0096	$\sigma_x := \varepsilon_x$ の標準偏差
σ_B	0.0135	0.0103	
σ_G	0.0240	0.0331	

表 3: スwitchしないパラメータの値

β	0.9928	割引率
η	1.315	家計の効用関数における余暇へのウェイト
θ	6	中間財の代替の弾力性
δ	0.025	資本の限界償却率
b	0.062	貨幣需要ショックに関する定数
A	1	技術ショックに関する定数
π	1.0079	定常状態のインフレ率
ν	0.9728	企業家の生存率
S	1.0075	定常状態におけるリスク・プレミアム
\bar{K}/\bar{N}	2	資本の純資産に対する割合の定常値

6 シミュレーションの結果

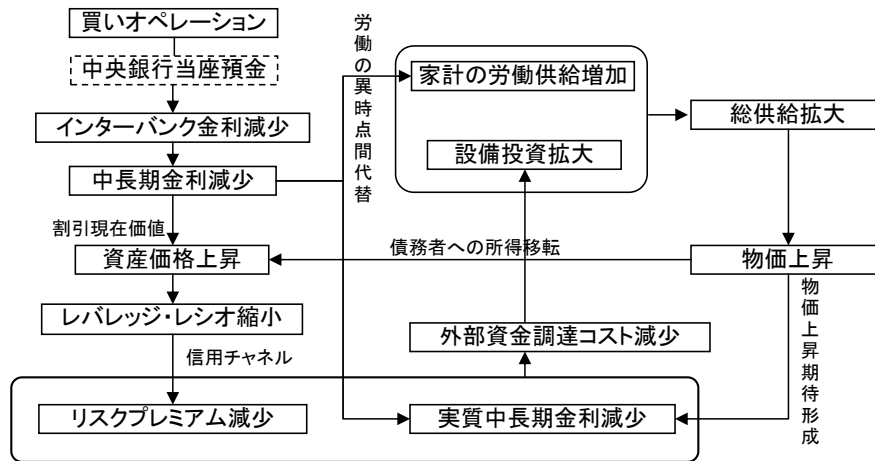
前の章までにセットアップしたモデルについて、MJLQで最適金融政策の導出を行い、さらに変数の動学を可視化するためにインパルス応答関数を求めた。本章ではこのインパルス応答関数のシミュレーション結果を解説する。

ただしその解説に入る前にFA効果下での金融政策に関する事前知識の導入を第一節で行う。

6.1 FA効果と金融政策

この節では事前知識として、FA効果がある場合の金融政策の波及経路について解説する。通常のNewIS-LMモデルの場合よりもFAモデルでの金融政策は複雑な経路で波及する。図10は現実に即したその経路の解説図である。この解説図は白川(2008)とKuttner and Mosser(2002)を参考にして作成した。

図10: FA効果下での金融政策効果の波及経路



この図における「信用チャンネル」の存在こそがFAモデルの最大の特徴である(よって当然、「NoFA」モードではこのチャンネルは機能しないことになる。)。このチャンネルの存在によって、中央銀行が政策金利を引き下げた効果は3つの経路で伝播することになる。ひとつ目の経路は直接に実質利率を低下させる経路である。これはIS-LM

表 4: 最適金融政策式

モード	観察	t 期	A_{t-1}	b_{t-1}	G_{t-1}	λ_{t-1}	k_{t-1}	y_{t-1}	R_{t-1}
固定	–	「NoFA」	.0014	-.004	.0009	.0079	-.0021	.0101	.4309
	–	「FA」	.0051	-.0203	.0142	-.013	.004	-.017	-.7128
スイッチ	可能	「NoFA」	.0039	-.0155	.0111	-.0076	.0023	-.01	-.4181
		「FA」	.0009	-.0036	.0009	.0084	-.0023	.0106	.4547
	不可能	–	.0049	-.0186	.0105	-.0089	.0028	-.0117	-.4885

モード	観察	t 期	$e_{G,t}$	$e_{B,t}$	$e_{A,t}$	$\Xi_{b,t-1}$	$\Xi_{G,t-1}$	$\Xi_{\lambda,t-1}$	$\Xi_{n,t-1}$
固定	–	「NoFA」	.0000	.0002	-.0002	.0062	.2645	-.4682	-1.1524
	–	「FA」	.0001	.0002	-.0002	.0208	.1779	-.1556	.0000
スイッチ	可能	「NoFA」	.0001	.0002	-.0002	.0168	.2026	-.2312	-.8988
		「FA」	.0000	.0002	-.0002	.0058	.281	-.5021	-1.5353
	不可能	–	.0001	.0002	-.0002	.0174	.1842	-.2095	-.5626

モデルの頃から存在している経路といえる。次に2つ目の経路は中長期金利の減少が資産価格を増大させ、企業のレバレッジ・レシオを低下させ、それゆえに銀行からの信用の条件が有利になる。つまり、リスク・プレミアムが減少するという経路である。企業にとっての外部資金調達コストはベースとなる実質中長期金利にリスク・プレミアムをかけたものであるから、上述した2つの経路は外部資金調達コストの減少を通して設備投資の拡大を引き起こす。

もうひとつ重要な3つ目の経路は、インフレ率を経由する経路である。金融政策による中長期金利の減少は上述した2つの経路と家計の労働供給の増大を通して、供給の増加をもたらす。このことはインフレを引き起こす。そしてインフレは実質金利の減少と、さらに純資産の増大をもたらすことで、ふたたび企業の外部資金調達コストに影響を与えるのである。

以上のようにFA効果の存在は金融政策の効果を高めることになる。そう考えると、ショックに対する中央銀行の反応はFA効果がない場合よりも非積極的になりそうなものである。しかし、実際には、ショックの種類などによって、最適な政策は異なってくることになる。

6.2 導出された最適金融政策式

表4はMJLQによって導出された最適金融政策式である。「モードが『NoFA』『FA』に初めから固定されている場合(当然このときモードは観察可能といえる)」、「モードがスイッチしており、観察可能でかつ政策を決定している t 期のモードが『NoFA』『FA』のそれぞれの場合」、あるいは「観察不可能な場合」、のそれぞれについて最適金融政策式が示されている。例えば、モードが固定かつ、「NoFA」のときの表は、そのときの名目金利(の定常状態からの乖離の対数値) \hat{r}_t が以下の式によって決定されることを意味する。

$$\hat{r}_t = 0.0014A_{t-1} - 0.004b_{t-1} + 0.0009G_{t-1} + \dots - 1.1524E_{\lambda,t-1}$$

しかし、この数値から実際に分析の示唆について考えることはあまりに困難である。そこで以上の最適金融政策式によって完成された経済モデルに対してショックを与えて、経済変数の動学(インパルス応答関数)を見る方法で次章以降の分析を進めたい。インパルス応答関数において、モードがスイッチしており、さらにそれが観察可能な場合の変数の動学は、モードのスイッチに合わせて最適金融政策式もスイッチさせていることに他ならない。一方でモードがスイッチしているがそれが観察不可能な場合は、中央銀行はずっと一本の最適金融政策式を用いることになる。

6.3 インパルス応答関数の図の見方

これ以降の節ではシュミレーションの結果を扱う。まず第一にFA効果に対する理解を深めることを目的として、モードを「NoFA」あるいは「FA」に初めの期から固定し変化させない場合(図S1~S3)のシュミレーション結果を解説する。第二に、モードがスイッチしており、さらにそのモードが中央銀行にとって観察可能である場合と観察不可能である場合の変数の動き(図S4~図S9)を客観的に説明する。そして最後にシュミレーション結果に対する考察を行う。

これ以降、本稿末尾に掲載された図S1~S9を適宜参照することになる。それぞれの図ではショックが0期に起きており、それに対する各変数の定常状態からの乖離の対数値がどのように反応するかということが示されている。図S1~S3ではモードが固定されている場合を示している。図S4、S6、S8ではモードのスイッチが起きており、

それが中央銀行にとって観察可能な場合を示している。そして図 S5、S7、S9 では観察不可能な場合を示している。さらにそれぞれの場合について、技術ショック A_t 、貨幣需要ショック B_t 、投資の効率性へのショック $m G_t$ に対する変数のインパルス応答関数を示している。

ここで図について注意点がある。それは、図の縦軸の数値がそのまま値を示しているのではないということである。変数名の横にある「 $\times 10^{(-x)}$ 」は縦軸の単位が示された値の 10^x 分の 1であることを示している。名目利子率 R_t については「 $\times 10^{(-4)}$ 」となるようにグラフの調整を行ったが、他の変数については変数の動きを追いやすくするために x の値は適宜異なっている。グラフの尺度を気かけずに見た目の変動幅を比べると誤解を招くことになる。またさらに本章の中でたびたび外部資金調達プレミアムについて言及するが、これと図で示された外部資金調達コストとは一致した概念ではないことに注意が必要である。プレミアムに名目利子率を掛け合わせたものが外部資金調達コストとなる。

6.4 モードが固定されている場合のシミュレーション結果

図 S1 ~ S3 には、モードが「NoFA」（オレンジ色の点線）または「FA」（水色の実線）に初めの期から固定されたままで変化しない場合のショックに対する変数のインパルス応答関数が描かれている。中央銀行はそれぞれのモードに対して、それがずっと変化しないという前提の下、最適金融政策を求めてそれを行っている。あえて本稿の特徴であるモードのスイッチを取り除いたシミュレーション結果を見ることで、FA モデルそのものの特徴やそれぞれのショックに対する理解、さらに「NoFA」モードと「FA」モードとの違いへの理解をさらに深めるのがこの節の目的である。前節で用いた図 10 と本節の解説とさらにシミュレーション結果を比較することで、理解はさらに容易になる。

FA 効果はどのような影響をもつか？

注目すべき点は、FA モードにおいては NoFA モードよりも、インフレ率が大きく変動することである。これは FA 効果はインフレの動きを大きくする作用をもつからである。例えば、デフレ圧力のかかるショックが起きたとする。このとき、企業の純資産が減少する。このことはレバレッジ・レシオの上昇を意味するため、外部資金調達

プレミアムが拡大し、企業はより投資を抑制する。このことがさらなるデフレを引き起こすのである。このようにデフレーションが純資産の価値を目減りさせる効果をデッド・デフレーション効果という。さらにこの資産価格下落によって投資需要が減退する効果を逆資産効果という。つまり、FA モデルにおいてはデフレーションは「デッド・デフレーション効果 逆資産効果 投資需要を減退」という経路の影響を及ぼす。逆に、インフレーションは純資産価値を上昇させ(しかしデッド・インフレーション効果という用語は存在しない。)、さらに資産の上昇は投資需要を刺激する(これを資産効果という。)

一方でFA モードにおいては産出量の変化はより小さくなる場合が多い。これは産出量とは多くの場合に逆方向に動くインフレ率が、投資需要を産出量と逆方向に増減させる働きをして、産出量の変動をとどめるからである。例えば産出量に上昇圧力をもたらすショックが供給サイドから起きたとする。このショックによりデフレが発生し、上述したデッド・デフレーション効果を引き起こし、投資需要を減少させて産出量も減少するのである。

さらに、FA 効果がショックを増幅させると一概にいても、実はその程度はショックの種類によって大きく異なっている。ここからは各ショックに対して変数がどう反応するかを述べることで、FA モデルへの理解を深めると同時にショックそのものの特徴を解説する。

技術ショック

図 S1 には、技術ショックに対するインパルス応答関数が示されている。技術ショックとは1単位あたりの労働者が生産できる量を増大させるショックである。図 S1 で示されたインパルス応答関数は、2つの点で興味深いものとなっている。

第一に30期の状態でも利子率が定常状態を下回っていることがわかる。これは、30期の時点で産出量 Y_t とインフレ率 π_t が安定しており、その状態を維持するために利子率が一定に保たれるからである。これをより分かりやすく説明するために、期 t における中央銀行の損失関数を再掲する。

$$L_{t,j_t} = \left[\hat{p}i_{t,j_t}^2 + \hat{y}_{t,j_t}^2 + 0.2(\hat{r}_{t,j_t} - \hat{r}_{t-1,j_t})^2 \right].$$

この第一・第二項が意味するのは、 π_t や y_t はなるべくゼロに近いことが望ましいということである。さらに第三項が意味するのは、 r_t がなるべく横軸に対して水平に動く

ほうが望ましいということである。後者に置かれるウェイト(どれだけ中央銀行がその点を重視するか)は小さいものの、 π_t と y_t がゼロに一致した時点で r_t の変化をストップするという政策が望ましいことがこのことからわかる。

第二に FA モードにおいてはより非積極的な金融政策が望ましいということを示唆しているという点で興味深い。一般的に FA モデルではショックの効果が大きくなることが知られている。しかし、それは必ずしも積極的な金融政策が望ましいことを意味しない。図 S1 のインパルス応答関数はその例となっている。非積極的な政策が望ましい理由は上述したインフレ率が投資需要に与える影響が大きく関連している。NoFA モードにおいては技術ショックによるデフレ圧力を抑えるために、当初名目金利を低めに誘導し、さらに上昇しすぎた産出量を抑えるために金利を次は高めに誘導している。しかし、一方で FA 効果がある場合には技術ショックによる当初のデフレに対して中央銀行は大きく反応しなくとも、上述したデッド・デフレーション効果が民間部門内部で発生し、産出量の減少を起こしていると捉えることができる。

貨幣需要ショック

逆に貨幣需要ショックに対しては FA モードにおいては積極的な政策が望ましいことは図 S2 によって示されている。プラスの貨幣需要ショックは家計による実質残高への需要を増大させる。この実質残高というのは銀行にも預けず、消費にも使わない、いわばタンス預金のような存在である。家計がタンス預金を増やすことで、銀行に対する預金と消費が減少する。その結果として、供給の減少以上に需要が減少して、産出量の減少とデフレーションが同時に起きることになる。つまりこれはスタグフレーションの状態といえる。産出量の変化する方向とインフレ率の変化の方向が逆方向にならないために、技術ショックのときに起きたような「FA 効果による望ましい産出量の調整」による減少が起きない。そこで FA モードにおいては、中央銀行は初期の名目金利をかなり低めに設定し、デフレを防ぐ以上にインフレの状態を作り出すことで、企業のレバレッジ・レシオが高まりすぎるのを抑止し、外部資金調達プレミアムの上昇を抑止、投資需要の落ち込みを防いで産出量を確保する政策をとることになる。興味深いのは、初めに高いレベルから大きく下回り、再びやや高いレベルに戻るというレスポンスを示すインフレ率が 30 期の時点でも定常状態に比べややインフレであるという状態を解消できていないところである。

投資効率ショック

最後に紹介するのは、図 S3 に示されている投資効率ショックである。第三章で述べたように、本稿のモデルでは企業家の所有する企業は最終財を購入して生産に必要な資本として用いる。これは家計にとっての消費財が、企業にとっては投資財として用いられているということの意味している^{注1)}。プラスの投資効率ショックは資本生産者が1単位の最終財からより多くの中間財を生産することを可能にする。このときも貨幣需要ショックと同様にFAモードにおいて政策はより積極的なものとなる。それは高めに金利を操作することでインフレ率を抑制し、産出量の上昇を防ぐからである。このときに興味深いのは投資と消費がお互いに逆方向に引っ張り合って、産出量の変化を少なくしていることである。これは名目利子率の上昇による消費需要の減退などが影響している。

6.5 信用チャネルが不安定な場合のシュミレーション結果

信用チャネルが不安定な(つまり、モードがスイッチしている)場合のシュミレーション結果は図 S4 ~ S9 によって示されている。この結果は1万回シュミレーションを実行したものをまとめている。すなわち、1万回にわたり、マルコフ連鎖の定常状態の確率分布からシュミレーションをスタートさせ、そこから30期先までのシュミレーションを見た。換言すれば、モードのスイッチというサイコロを振り、経済変数の動きを見るという実験を1万回繰り返し、インパルス応答関数の図を作成した。図において赤色の実線は変数の動学の平均を示しており、オレンジ色の点線は90%のバンドを示している。つまり赤色の実線は1万回のシュミレーションで変数が平均的に辿った軌跡であり、さらにオレンジ色の点線は9000回以上の実験において変数とその上下の間に収まった範囲を示している。さらに水色の破線は参考としてモードが定性である(初めの期から「FA」にモードを固定させた)場合のインパルス応答関数を示している。図のバンドが広がりをもっている場合には、中央銀行はただ変数の平均を予想するのではなくてその分布を予想することが望まれることになる。このような政策の在り方を Svensson and Williams (2007) では「Distribution Focast Targeting」と呼んでいる。Distribution Focast Targeting が望ましいということは、換言すれば、中央銀行にとっては不確実性を取り除くような政策が望ましいということを示唆する。

以降、まずはそれぞれのショックに対してどのような変数の動学が見られるかを順番に追い、そのあとにこのモデルにおいて不確実性が最適金融政策に対してどのような影響を与えているかを分析する。

技術ショック

まずは図 S4～S5 において示されている技術ショックに対するインパルス応答関数を見る。 R_t の動学に注目すると、モードが観察可能である場合でも、観察不可能である場合においても、信用チャンネルが安定的に機能する場合(水色の破線)に比べてより積極的な金融政策(オレンジ色の線)が平均的には望ましいということが分かる。前節で述べたように、中央銀行は FA 効果を利用することでより少ない利子率の誘導で技術ショックに対応できる。しかし、その信用チャンネルに不確実性があるならば、将来にわたって(モードが観察不可能な場合には現在も含めて)FA 効果が完全に利用可能であるという保証はない。したがって、より積極的な政策をとらざるをえないのである。これは換言すれば、FA 効果が安定的に存在する場合に比べて、モードがスイッチしている場合には、長期間に渡って存在している FA 効果の「総量」は(それが量れるとすれば)少ないことになる。FA 効果による助けがなければ当然積極的な政策をする必要がある。

貨幣需要ショック

次に図 S6～S7 において示されている貨幣需要ショックに対する動学を見る。このとき、モードが観察可能である場合には信用チャンネルが安定的に機能する場合よりもやや積極的な政策が平均的には望ましく、観察不可能である場合にはほぼ同程度の政策が望ましいことが分かる。モードが観察可能である場合により積極的な政策が望ましい理由は技術ショックの場合と同様である。中央銀行はインフレによる資産効果に対してより依存できない。つまり、インフレを通じて外部資金調達コストのプレミアムに対して働きかけることができる余地がより少ない。ゆえに、その名目金利の部分に直接働きかけることで投資をコントロールしようとすることになる。

一方、モードが観察不可能な場合に信用チャンネルが安定的に機能する場合と同程度の政策が望ましい理由を述べる。図 S2 を再び参照してみたい。モードが「NoFA」(オレンジ色の点線)のときと「FA」(水色の破線)のときに投資 I_t の変動が逆方向に起きていることがわかる。モードが観察不可能な場合にやや積極的な政策をすると、実際にはモードが「FA」にあった場合には産出量の変動を意図せず大きくしてしまうこ

とになる。そのことを避けて、信用チャネルが安定的に機能する場合と同程度の政策が望ましいことがわかる。

投資効率ショック

さて図 S8～S9 において示されている投資効率ショックに対する変数の動学を次に見てみる。このとき、モードが観察可能である場合には信用チャネルが安定的に機能する場合とほぼ同じ政策が平均的には望ましいことが分かる。しかし、一方で、観察不可能である場合には 0 期時点では安定的である場合と同じレベルに利子率 R_t を設定しているにも関わらず、30 期の時点ではやや低めの誘導をしているというところが興味深い。30 期後でも利子率が定常状態から離れたまま残るといった状態は図 S1 の技術ショックに対するインパルス応答関数でも報告されているものの、こちらの場合はインフレ率 Π_t も定常状態を下回る状態に残っているという点で全くことなる示唆をもっている。つまり、30 期の時点でデフレと低金利政策が並存している。さらに産出量 Y_t も弱冠定常状態を下回っている。この現象を解く鍵は純資産 N_t にある。投資効率ショックに対して中央銀行は当初、金利を上方に誘導して応じることになる。しかしそれによるデッド・デフレーション効果によって下落した純資産価値がなかなか回復せず、長期間にわたり低金利政策を維持しなければならないという状況が生まれている。

不確実性と純資産の働き

ここで、全体を振り返って不確実性が最適金融政策に与える影響に注目してみる。図 S4～S9 を見ると、 R_t の動学において、オレンジ色の点線の範囲はかなり狭くなっていることが分かる。これはこの経済において Distribution Focast Targeting がそれほど必要とされないことを意味している。さらに、どの場合においても、金融政策の在り方は「NoFA」モードが安定的に続く場合ではなく、「FA」モードが安定的に続く場合にかなり近くなっている。前章で設定したように、本稿のモデルにおいて $Prob(j_t = 1) = 0.5569$ かつ $Prob(j_t = 2) = 0.4431$ である。このようにほぼ半分の確率において「NoFA」モードが成立するならば、もっと最適金融政策が「NoFA」モードが定性的に続く場合とも近いものとなってもおかしくはない。

以上のような絶対的ともいえる「FA」モードをターゲットにした金融政策の優位性の背後には、純資産 N_t の働きがある。再び図 S4～S9 を見てみると、純資産 N_t の図において、90%バンド(オレンジ色の点線)がかなりの広さをもっていることが分かる。これは、モードのスイッチに応じて、 N_t が大きく変動することを示している。この

純資産は ψ の値によって示される信用チャネルが不安定であっても、その影響を一定に抑える効果をしているのである。

例えば本稿では ψ は0.0420に設定されている。図には示していないが、仮に ψ を0.0001に設定し直した「FA」モードが定性的に続くという設定でシミュレーションを行ったところ、得られた政策変数 R_t の動きは通常の「FA」モードと似たものになった。つまり、 ψ が0.0001であるときの最適金融政策は ψ が0.0000である「NoFA」モードのそれよりも、 ψ が0.0420である「FA」モードのそれに近い値が出たのである。ただ、 ψ が0.0001であるときには N_t の動きが大きく異なることになる。つまり、信用チャネルが不安定に変化しても「望ましい純資産の保有額」に影響を与えるだけで、経済に対する影響はFA効果がゼロになるほどには変わらないことが分かる。これは、リスク・プレミアムを意識した企業の自主的な純資産額のコントロールによって、FA効果は常に同程度に緩和されるということを意味する。誤解を恐れずにいうと、信用チャネルはその有無が重要なのであって、そこで生まれるFA効果の強さは大きな意味をもたないということになる。

さらに上述の仮定と異なり、本稿のモデルはモードがスイッチしている。そのことが示唆しているのは、信用チャネルが現在のモードにおいて機能不全であるにしても、将来においてそれが機能する可能性が少しでもあれば、最適な金融政策は信用チャネルが機能しない場合のものではなく、それが機能しFA効果が存在する場合のそれになるということである。

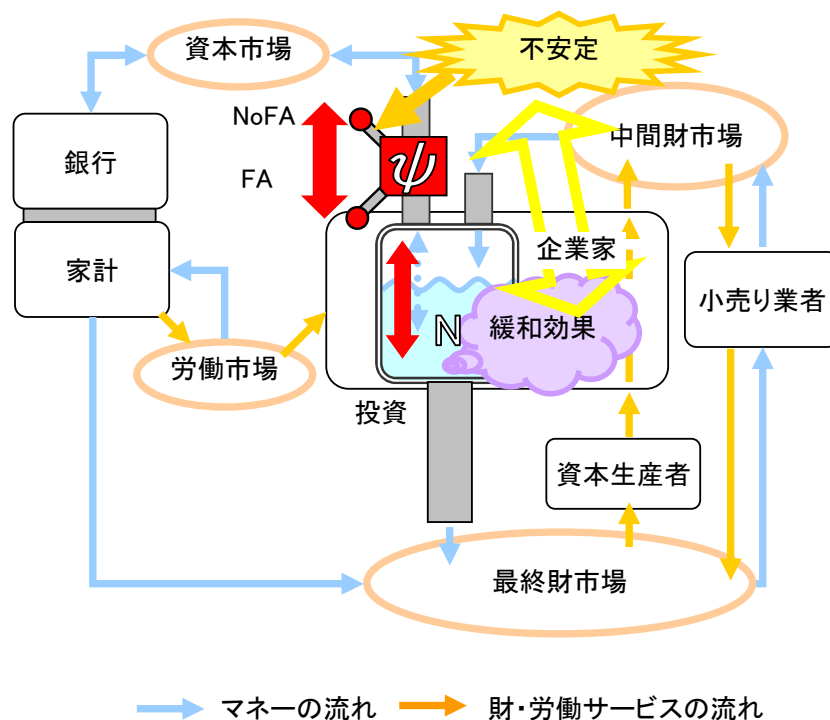
6.6 シミュレーション結果の考察

この節では前節で客観的に分析したシミュレーション結果に対して考察を行う。第一に「純資産のFA効果に対する緩和効果」について考察を深める。第二にシミュレーション結果と現実世界との対応を考える。

純資産のFA効果に対する緩和効果

前節の最後に述べた「純資産のFA効果に対する緩和効果」の背後には、FAモデルの定式化に関する3つの要因があると批判的に考えられる。第一に「金融市場と実体経済とのチャネルが限られていること」、第二に「資本市場の需要側に対する考慮がないこと」、さらに第三に「動学的確率的一般均衡モデルの特性」である。まず第一の点

図 11: 純資産のショック緩和効果



について述べる。標準的な FA モデルにおいて、資本市場が ψ (外部資金調達プレミアムの企業のレバレッジ・レシオに対する弾力性) という弁のついた一本の経路で他の市場とつながっているということに起因すると思われる。信用チャンネルがふさがれてしまえば、全く別のモデルとして成立することになるのである。

より理解を深めるために、外部資金調達コストの決定式を再掲する。

$$\hat{f}_{t+1} = \hat{r}_t - \hat{\pi}_{t+1} + \psi (\hat{q}_t + \hat{k}_{t+1} - \hat{n}_{t+1})$$

すると、このように純資産と資産の関係式は ψ によって閉ざされた括弧内に存在している。例えるならば、 ψ という弁の開きが小さくなくても、 n_t の部分で流れが詰まるだけで、モデルとしてダイナミックな変化は生じないのである。図 11 はこの事実を説明するためのイラストである。銀行を通じて貸し出された資金の流れが ψ という弁によってその強さを変えられても、結局企業家の自己資本比率が上下することで、その効果は緩和されるのである。このことはそもそも資本市場と企業家をつなぐパイプが

1つしかないことに起因している。もし、他のパイプが存在していたなら、本稿におけるスイッチはまた別の意味をもつことになる。

FA モデルでは企業が資金を調達する市場を資本市場と呼ぶ。しかし、厳密にはモデルが仮定しているのは貸出市場といえる。実際には代替手段として、社債の発行などが存在する。一口に「金融市場」といっても、長期金融市場の中には証券市場も存在する。市場が完全ならば債権発行による資金調達と銀行からの借入は大差ないということになるが、実際にこれが成立しているといえるかは疑わしい。複雑な FA モデルであってもまだまだ現実の経済との対応は弱いのである。

さらに、第二の「資本市場の需要側に対する考慮がない」という問題について述べる。FA モデルにおいては、資本市場の需要側があまり考慮されていない。これは需要側に立つことが多い家計について、利用可能な統計データがとぼしかったり、その行動様式の定式化をしようとするとき恣意的になりがちなことに起因していると思われる。しかし、実際に現在の金融政策、特に日本の金融政策が直面している問題は、これほど低金利政策を行ってもどうして需要が反応しないのか、ということである。資本市場の需要側に注目した研究はニューケインジアンを扱う研究者にとっての今後の研究課題のひとつといえる。

最後に第三の「動学的確率的一般均衡モデルの特性」について述べる。動学的確率的一般均衡モデルにおいてはそもそもショックが起きても、経済が定常状態へと自ら収束するという設定がなされていることが多い。収束条件を満たすパラメータの値を現実の経済に当てはめる実証分析も数多くある。しかし、率直に言ってそのような設定がなされる理由は「そうじゃないとモデルが解けない」からである。これは動学的一般均衡モデルにおいて政策を分析する上で避けることのできない問題といえる^{注2)}。

以上のように、モデルの定式化に依存しているとはいえ、「FA 効果が将来にも少しでも存在する可能性があるなら、NewIS-LM モデルに基づく最適金融政策よりも FA 効果を意識した最適金融政策が望ましい」という結果は示唆に富んだものとなっている。現実経済との対応

現実との対応として本稿が弱い部分は、(損失関数に金利のスムーザーを含めたにも関わらず)金利引き上げに対して現実よりも大胆な動学を本稿のモデルが見せていることである。

例えば、技術ショックなどのプラスの供給ショックに対して、信用チャネルがある場

合には多少デフレを「放置」することで、デッド・デフレーション効果による投資の抑制を容認している部分にそれは顕著に表れている。実際にバーナンキ (2004) は「デフレだけではなく非常に低いインフレもこのましくない現象」と述べ、その理由として1930年代の米国で金融逼迫を起こしたデッド・デフレーションを到底容認できないことと、「金融政策担当者が誘導できる実質短期金利に対してデフレが下限をもたらす」ことを挙げている。この問題を扱うにはゼロ金利制約をモデルに課す必要がある^{注3)}。このことは今後の研究課題となる。

一方で日本経済への示唆として興味深いのが、モードが観察不可能な場合の投資効率ショックに対するインパルス応答関数 (図 S9) である。これは投資が過剰に高まったバブルに対して金利引き上げを行い、その結果低金利政策にも関わらず長いデフレーションを体験せざるをえなくなった日本経済と似ている^{注4)}。信用チャネルに対して不確実性があったならば日本の金融政策は正しかったということになる。しかし、逆にいえば (単純な推計結果からはやや言い過ぎとなるが)、信用チャネルの健全性に対する不確実性が排除されていれば (つまりモードが観察可能であったならば)、長引くデフレは防止できた可能性がある (図 S8)。

マクロ・プルーデンス政策への示唆

また、マクロ・プルーデンス政策との関わりという意味でも、シュミレーションの結果は「いわゆる『バブル潰し』のための金融政策は正しいか?」という点「FA 効果のレベルの不確実性に対して中央銀行がどう向き合うべきか」という点の2点において興味深い。この2つの点はそれぞれマクロプルーデンス政策のFRBの視点とBISの視点とに関連している。白川 (2008) によれば、BISの視点は現在の経済を持続的可能な状態に導くこともプルーデンス政策として求めているからである^{注5)}。それに対して、FRBはマクロ・プルーデンス政策についてその監視機能を重視し信用危機に対する事後的な処置を重視する立場である。

まず前者に関しては、本稿は否定的な立場となる。世界各国の多くの中央銀行が資産価格の急激な上昇の抑制に対して金融政策を割り当てることに否定的な立場をとっているが、本稿はこれを支持するものとなる。産出量ギャップとインフレ率を抑えるためには純資産価格が柔軟に変動することが重要であり、資産価格を金融政策のターゲットとすることはそのような企業内部の調整機能に害を与える可能性があるからである。シュミレーション結果を本稿には掲載してはいないが、実際に筆者は独自に中

中央銀行の損失関数に資産価格の定常状態からの乖離の対数値の二乗値も含めた場合の最適金融政策の導出を行い、インパルス応答関数を観察した。その結果、資産価格をターゲットにして金融政策を行うと、そうでない場合よりもインフレ率が不安定に変動することがわかった。つまり、資産価格の変動を抑えるため、インフレ率の変動を犠牲にせざるを得ないことがわかった。

ただし、注意すべき点がある。資産価格の急激な上昇(あるいは下降)に対して金融政策を割り当てることを否定する本稿の結果は、「中央銀行は資産価格を参照して政策を行う必要がない」ということは必ずしも意味しないということである。本稿のように資産価格とショックに対する経済の動きが強く関係するモデルにおいては、資産価格そのものを操作する目的ではなく、他の経済変数の動学を予測するために、中央銀行は資産価格を政策決定の際の参考とすることになる。

もうひとつの「FA 効果のレベルの不確実性に対して中央銀行がどう向き合うべきか」という点に関して述べる。モードのシフトにも関わらず FA 効果が最適であるというシュミレーション結果は、少なくとも信用チャンネルに関しては不確実性の存在は大きな影響を及ぼさない、ということを示している。やや単純化すると、これは中央銀行が銀行内部の情報を集めて(日本でいえば日銀考査がこれにあたる。)、不確実性を取り除こうとする行為の必要性に対してはやや否定的な推計結果といえる。しかし、本稿のシュミレーション結果において不確実性が大きな影響を及ぼさなかった背景には、企業内部における自己資本の調整がある。本稿の示唆は企業自身の健全な調節機能が働いている限りは「市場に任せる」ことが望ましいが、そのような機能が損なわれている場合のマクロ・プルーデンス政策を否定するものではない。

企業の自己資本が果たす調節機能を損なう要因

分析では、企業自身の健全な調節機能が信用チャンネルの不安定性が実体経済に与える影響を抑える働きをもつことがわかった。逆にいえばそのような調節機能が損なわれるような状況があれば、望ましい金融政策が大きく変わる可能性がある。今後の研究課題への参考として、ここでは企業の調節機能が損なわれるような要因として考えられるものをいくつか挙げる。

第一に銀行と企業との不健全な関係が考えられる。資金が潤沢にあるのにさらに借入を無理強いされるようなこと、あるいは不況時に自己資本が潤沢にあるにも関わらず銀行側の都合で無理な貸しはがしなどが行われれば、これは企業の自主的な調節機

能を損なうことになる。また、債務超過にあり現実に経営再建が難しい、いわゆる「ゾンビ企業」に対する無理な貸付も、全体としての企業の健全性を損なうと考えられる。

第二に銀行からの借入以外の代替手段の欠如があげられる。植田 (2005) は不良債権問題のような金融システムの問題がどれほど深刻になるかは銀行以外の代替的な資金仲介チャンネルがどの程度存在しているかによるということを指摘している。さらに同著作では日本では比較的格付が劣る企業にとって社債発行市場の利用が難しいと指摘している。このように企業にとって資金調達手段が銀行からの借入に偏れば、第一の点で述べたような「追い貸し」や「貸しはがし」が問題となりやすい。

第三に家計や企業の不安定な期待形成があげられる。いわゆる「根拠なき熱狂」は実体以上に資産価格を押し上げ、企業に自身の財務状況に対する錯覚を起こさせる。さらに経済先行きに対する過度に悲観的な見方が広まると、逆に今度は資金調達が非常に難しくなる。こういった期待の形成に関する現象は合理的期待を仮定した動学的一般均衡モデルの有効性に対して疑問を投げかけるものとなっている。

後注:

1) 例えば、とうもろこしを例に説明する。家計にとっては食品であるとうもろこしは、企業にとっては生産のためのバイオエタノール燃料となる。このとき、1 単位のとうもろこしからバイオエタノールをどれだけ抽出できるかという効率を示すのが投資効率である。

2) しかし、これを回避しようとする試みもいくつかある。経済のパラメータ変化をショックとして扱った塩路 (2009) はそのひとつといえる。同論文は MJLQ を用いて流動性ショックに対する最適金融政策を導出している。こういった分析に対しても MJLQ は有用である。

3) このゼロ金利政策を扱う先行研究も多く存在する。例えば、Adam and Billi (2004)。

4) ただし日本の 90 年代では投資の効率の上昇以上に需要の側面が大きく影響しており、供給ショックである投資効率ショックは厳密に対応しているとはいえない

5) しかし、そのことは必ずしも資産価格の急激な上昇の抑制に金融政策を割り当てるべき、ということの意味しないことに注意する必要がある

7 結論

本稿では信用チャネルが不安定な場合の動学的確率的一般均衡モデルを構築し、MJLQアプローチによって最適金融政策を求めた。より詳細には、企業のレバレッジ・レシオに対する外部資金調達プレミアムの弾力性の値がゼロと定数の間でマルコフ過程に従ってスイッチするような設定をFAモデルに対して行った。その値がゼロのときに信用チャネルは機能せず、したがってFA効果は存在しないことになる。また一方で、値が定数の場合には信用チャネルが機能することで、FA効果が存在することになる。このモデルという制約の下で2次形式で表現された中央銀行の損失関数の最小化をMJLQアプローチを用いて行った。さらに求められた最適金融政策式を加えたモデル全体のインパルス応答関数を観察することで、分析を行った。

結果として、信用チャネルが不安定な場合であっても通常のNewIS-LMモデルを前提として政策運営するのは望ましくなく、信用チャネルが安定的に機能する場合と少なくとも同等か、より積極的に政策運営をすることが望ましいことがわかった。また、不安定な信用チャネルの現在の状態が中央銀行にとって観察不可能な場合においても、ほとんどの場合において、それが観察可能な場合とほぼ同様の政策運営を行うことが望ましいことが分かった。つまり、本稿のモデルにおいて不確実性の存在は顕著な影響を与えなかった。また、このこと背景には、信用チャネルが不安定にスイッチしても、純資産が柔軟に変動することで全体としてのFA効果が少ない変動の内に保たれていることが示唆された。

この分析結果はFAモデルの定式化に強く依存したものである一方、現実の政策への示唆は多くあった。まず資産価格の急上昇(あるいは暴落)に対して金融政策を割り当てることに対しては否定的な分析結果が得られた。さらに企業の健全な純資産の調節機能が働いている限りにおいて、信用チャネルの存在の不確実性を取り除くような政策は必要とならないことがわかった。だが一方で、このことは企業の健全な調節機能を損なうような要因に対しては注意を払う必要性を示唆する。

これらの結果は興味深いものではあるものの、本稿にはまだまだ多くの改善の余地がある。第一点として、現在の標準的なFAモデルにおいては、純資産が他の経済に影響を与える経路がひとつに限られている。前述したように本稿のシュミレーション結果はそのことに強く依存している。モデルの定式化が現実の経済に対して本当に正

しいのかを改めて確認する必要がある。特に金融不均衡の要点は金融市場の供給側と需要側の両方にある。本稿はその供給サイドに的をしぼっているが、需要・供給の両サイドに注目した研究が今後は求められていく。第二点として、本稿ではモードのスイッチを決める確率について、先行研究の実証研究から演繹する形で設定している。本来的にはモデル全体をまとめて最尤法などの手法を用いて推計するべきである。さらに第三点として、不確実性下の最適金融政策を求める研究すべてに共通することであるが、シミュレーション結果があまりにも不確実性を組み込む方法そのものに依存しすぎる。本稿ではモードのスイッチに関する不確実性を扱う手法として簡便さから MJLQ アプローチを用いたが、不確実性を扱う手法が他にも多く存在する。他の方法でも検討することで本稿の結論の頑強性を確かめる必要がある。第四点として、本稿では厳密にはミクロ的基礎付けの弱い中央銀行の損失関数を用いている。FA モデルにおいて中央銀行の損失関数を導出した先行研究は筆者が知る限り未だに存在しない。しかし、今後この分野での研究ニーズが増えていくなれば、損失関数の導出は重要な研究課題であろう。第五点として、FA 効果を組み込んだ動学的確率的一般均衡モデルはマクロ経済と資産価格の関係を扱う方法のひとつに過ぎない。この枠組みは動学的なショックに対するインパルス応答関数を扱えるという点やミクロ的基礎付けがあるという点では優れているものの、単純化されすぎていて本質を見失いやすいという短所もある。特に、そもそもショックが起きても経済が定常状態に回帰するような設定が暗黙のうちになされていることや、合理的期待の仮定は単純化されすぎた点といえる。つまり、動学的一般均衡モデルの存在はこれまでの伝統的な分析手法を否定するものではなく、さまざまな視点やモデルから資産価格とマクロ経済の問題は扱う必要は依然として高い。

8 謝辞

筆者は学部生として最後の学期を、神戸大学の交換留学制度提携先であるカール・フランツェンス大学グラーツにて過ごした。卒業論文も最後の仕上げ以外のほとんどの段階をそちらで書くことになったが、留学先での金融関係の講義に刺激されることも多かった。直接的には留学先の大学では金融政策の講義をされていた Professor Robert Hill に英語版の本稿に目を通していただき、励ましのアドバイスをいただいた。また自分とは全く違った文化背景をもつ人間とコミュニケーションを多くもてたことは、何ごとにも懸命に取り組んで相手と対話する道具を磨くモチベーションを高めてくれた。自分がこのような機会を恵まれたのも、交換留学提携にご尽力された先生方の存在や、教務の関係方の支えあってのものだと考える。特に奥西孝至教授に留学直前にお話を伺う機会を得たことは、留學生活を通しての自分の視点を高めることができた。

さらに筆者は本稿以前にいくつか本稿にも関係する動学的一般均衡モデルや資産市場の分析に関するエッセイに挑戦する機会があった。その際には北野重人准教授に理論家の立場からアドバイスを、羽森茂之教授からは計量の専門家からのアドバイスをいただいた。さらに専門分野は異なるものの、宮川栄一准教授からは論文に取り組む姿勢などについてアドバイスを幾度もいただいた。また2009年度前期には地主敏樹教授のゼミにお邪魔させていただき、動学的一般均衡モデルの本質について教わる機会があった。また Davis Colin Robert 特任准教授には英語論文執筆方法についてかなり時間をかけて指導していただいた。また土地価格に関するグループ論文を書いた際には、藤田誠一教授からは励ましの言葉をいただく機会があった。また、経済学研究科の井田大輔様には論文に対する本質的なご指摘をいただくことが幾度となくあった。

他にもここに挙げればきりがながい、さまざまな講義で刺激を受けることが多くあった。充実した四年間を支えてくれた両親、切磋琢磨しあった同輩、いつも助言をくれた先輩にも感謝したい。また、この論文に対してもっとも多くの助言を下さり、また大学生活を通して自分にマクロ経済学を学ぶことの深さや楽しさを教えて下さったのは他でもなくゼミの指導教官である松林洋一教授である。ここに感謝の言葉を述べたい。

最後に、非常に粗野でまとまりきらない本稿であるにも関わらず、読んでいただけたことに感謝を申し上げたい。

追記 (2010年3月)

このたび卒業生の中でこの論文が最優秀論文賞(白木賞)をいただくことになった。伝統ある賞をいただくことは光栄のいたりである。また、謝辞で述べた方々には改めて感謝の言葉を述べたい。さて、最優秀論文賞となった論文は大学のホームページに毎年掲載されることになっている。実は私は過去に、最優秀論文賞を受賞した過去の論文を拝見して、そのあとがきに書かれた言葉に励まされた経験をしている。だから自分も、経済学部のホームページを彷徨ってここにたどり着いた後輩のために、論文の趣旨から離れて、ささやかなメッセージを残したいと思う。

過去の最優秀論文賞を読んで私が感じたのは「『お勉強』を頑張ることは格好悪いことじゃない」ということだった。もし大学生活の中で本気でやってみたいことが学問ならば、それをためらう必要は全くない。大いに頑張ってみればよいと思う。積極性さえあればあなたを支援する環境が神戸大学には整っている。

ただもし学問があなたにとって、部屋に閉じこもってずっと教科書を読むことだけだったとしたら、それは少しもったいない。私は好奇心のおもむくままに、大学生活を通して勉強以外にもさまざまな経験をした。そこで見つけたことは、どんなことであっても、どんな分野でも、大切なことはいつも同じだということだった。スポーツで求められるようなチームワークや忍耐力が実は他の分野でも必要だったりするのだ。そしてそうやって、スポーツをするように学問を楽しむことができれば、他のどんなことにも役立つ能力を4年間という短い期間であっても手に入れられると思う。

自分のような若輩者がこのようなことをいうのはおこがましい。でも、さまざまな分野の先輩方・先生方が自分にいつも教えてくれたことは、「どんなことに対しても前向きな努力をすること」が前進するためには大切だということだった。元気な後輩が次々と神戸大学から飛び出してくることを今から楽しみにしているし、自分もそういった元気な存在でいつまでもありたいと思う。

9 参考文献

9.1 英語の参考分析

- Adam, K. and Billi, R. M. (2004), "Optimal Monetary Policy under Commitment with a Zero bound on Nominal Interest Rates," *ECB Working Paper*, No.377.
- Aguiar, A. & Drumond, I. (2009) "Business cycles and bank capital requirements: Monetary policy transmission under the Basel accords", mimeo. Earlier version published as *FEP working paper*, No.242.
- Bernanke, Ben S & Gertler, Mark (1995) "Inside the Black Box: The Credit Channel of Monetary Policy Transmission," *Journal of Economic Perspectives*, Vol.9, No.4, pp.27-48.
- Bernanke, Ben S. & Gertler, Mark & Gilchrist, Simon (1999) "The financial accelerator in a quantitative business cycle framework," in: J. B. Taylor & M. Woodford ed., *Handbook of Macroeconomics*, Elsevier:the Netherlands, pp.1341-1393.
- Brunnermeier, Markus K. (2009) "Deciphering the Liquidity and Credit Crunch 2007-2008," *Journal of Economic Perspectives*, Vol.23, No.1, pp.77-100.
- Calvo, Guillermo A. (1983) "Staggered prices in a utility-maximizing framework," *Journal of Monetary Economics*, Vol.12, No.3, pp.383-398.
- Christensen, I. & Dib, A. (2008) "The Financial Accelerator in an Estimated New Keynesian Model," *Review of Economic Dynamics*, Vol.11, No.1, pp.155-178.
- Curdia, Vasco & Woodford, Michael (2008) "Credit Frictions and Optimal Monetary Policy," *Discussion Papers*, Vol.0809-02, Columbia University, Department of Economics.
- Filardo, Andrew (2004) "Monetary policy and asset price bubbles: calibrating the monetary policy trade-offs," *BIS Working Papers*, Vol.155, Bank for International Settlements.
- Friedman, Milton (1960) "A Program for Monetary Stability" Fordham University Press:New York.
- Fuchi, Hitoshi & Muto, Ichiro & Ugai, Hiroshi (2005) "A Historical Evaluation of Financial Accelerator Effects in Japan's Economy," *Bank of Japan Working Paper Series*, No.05-E-08.

- Fukunaga, Ichiro (2002) "Financial Accelerator Effects in Japan's Business Cycles," *Bank of Japan Working Paper Series*, No.02-E-06.
- Gali, Jordi (2008) *Monetary Policy, Inflation, and the Business Cycle: An Introduction to the New Keynesian Framework*, Princeton University Press.
- Gertler, Mark & Lown, Cara S. (2000) "The Information in the High Yield Bond Spread for the Business Cycle: Evidence and Some Implications," *NBER Working Papers*, Vol.7549, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Giannoni, Marc P. & Woodford, Michael (2003) "Optimal Interest-Rate Rules: I. General Theory," *NBER Working Papers*, Vol.9419, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Gilchrist, Simon & Saito, Masashi (2006) "Expectations, Asset Prices, and Monetary Policy: The Role of Learning," *NBER Working Papers*, Vol.12442, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Hamilton, James D. (1990) "Analysis of time series subject to changes in regime," *Journal of Econometrics*, Vol.45, No.1-2, pp.39-70.
- Hendricks, Torben W. & Kempa, Bernd (2009) "The credit channel in U.S. economic history," *Journal of Policy Modeling*, Vol. 31, No.1, pp.58-68.
- Kimura, Takeshi & Kurozumi, Takushi (2003) "Optimal Monetary Policy in a Micro-founded Model with Parameter Uncertainty," *FEDS Working Paper*, No.2003-67.
- Kiyotaki, Nobuhiro & Moore, John, (1997) "Credit Cycles," *Journal of Political Economy*, Vol.105, No.2, pp.211-248.
- Kuttner, Kenneth N. & Mosser, Patricia C. (2002) "The Monetary Transmission Mechanism: Some Answers and Questions," *FRB NY Economic Policy Review*/May.
- Kydland, F.E. & Prescott, E.C. (1982) "Time to Build and Aggregate Fluctuations," *Econometrica* No.50, pp.1345-1370
- Ljungqvist, Lars & Sargent, Thomas J. (2004) *Recursive Macroeconomic Theory* 2nd ed., MIT Press:the United States of America.
- Lucas, Robert Jr (1976) "Econometric policy evaluation: A critique," *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* Vol.1, No.1, pp.19-46.
- Marcet, Albert & Marimon, Ramon (1994) "Recursive Contracts," *Economics Working*

- Papers*, No.337, Department of Economics and Business, Universitat Pompeu Fabra, revised Oct 1998.
- McCandless, George (2008) *The ABCs of RBCs: An Introduction to Dynamic Macroeconomic Models*, Harvard University Press.
- Messner, Matthias & Pavoni, Nicola (2004) "On the Recursive Saddle Point Method," *Working Papers*, No.255, Innocenzo Gasparini Institute for Economic Research, Bocconi University.
- Mizen, Paul & Tsoukas, Serafeim (2009) "Modelling the Persistence of Credit Ratings When Firms Face Financial Constraints, Recessions and Credit Crunches," *CFCM Publishes a working paper series*.
- Moessner, Richhild (2006) "Optimal monetary policy with uncertainty about financial frictions," *Working Paper Series* No.639, European Central Bank.
- Sveen, Tommy & Weinke, Lutz (2009) "Firm-Specific Capital and Welfare," *International Journal of Central Banking*, Vol.5, No.2, pp.147-179.
- Svensson, Lars E.O. (2006) "Optimization under Commitment and Discretion, the Recursive Saddlepoint Method, and Targeting Rules and Instrument Rules: Lecture Notes," www.princeton.edu/svensson.
- Svensson, Lars E.O. & Williams, Noah (2007) "Monetary Policy with Model Uncertainty: Distribution Forecast Targeting," *CEPR Discussion Papers* 6331, C.E.P.R. Discussion Papers.
- Taylor, John B. (1993) "Discretion versus Policy Rules in Practice," *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, Vol.39, pp.195-214.
- Woo, David (2003) "In Search of "Capital Crunch": Supply Factors behind the Credit Slowdown in Japan," *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol.35, No.6, pp.1019-1038.
- Zampolli, Fabrizio & Blake, Andrew (2005) "Time Consistent Policy in Markov Switching Models," *Money Macro and Finance (MMF) Research Group Conference 2005 2*, Money Macro and Finance Research Group.

9.2 邦語の参考文献

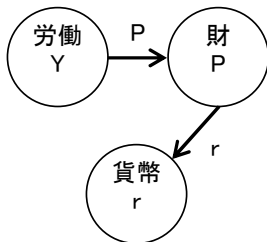
- 植田 和男 (2005) 『ゼロ金利との闘い』, 日本経済新聞社, 169-186 頁。
- 大山 慎介・杉本 卓哉 (2007) 「日本におけるクレジット・スプレッドの変動要因」日本銀行『日本銀行ワーキングペーパーシリーズ』, No.07-J-1。
- 加藤 出・山広 恒夫 (2006) 『バーナンキのFRB-知られざる米中央銀行の実態とこれからの金融政策』, ダイヤモンド社, 68-69 頁。
- 加藤 涼 (2006) 『現代マクロ経済学講義-動学的一般均衡モデル入門』, 東洋経済新報社。
- 木村 武・藤原 一平・黒住 卓司 (2005) 「社会の経済厚生と金融政策の目的」, 日本銀行『日銀レビュー』, No.2005-J-9。
- 熊倉 修一 (2008) 『日本銀行のプルーデンス政策と金融機関経営-金融機関のリスク管理と日銀考査』, 白桃書房。
- 塩路 悦朗 (2009) 「不確実性の増大と流動性資産需要: 動学的一般均衡モデルによる分析」, 日本銀行『日本銀行ワーキングペーパーシリーズ』, No.09-J-1。
- 地主 敏樹 (2006) 『アメリカの金融政策-金融危機対応からニュー・エコノミーへ』 東洋経済新報社。
- 嶋村 紘輝 (1997) 『マクロ経済学-理論と政策-』, 成文堂。
- 白川 方明 (2008) 『現代の金融政策-理論と実際』, 日本経済新聞社, 180 頁, 399-417 頁。
- 滝川 好夫 (2002) 『入門 新しい金融論』, 日本評論社, 74-120 頁。
- バーナンキ、ベン (2004) 『リフレと金融政策』, 日本経済新聞社, 66-71 頁。
- フリードマン、ミルトン & シュウォーツ、アンナ (2009) 『大収縮 1929-1933 「米国金融史」第七章』, 日経 BP 社, 293-321 頁。
- フレッケンシュタイン、ウィリアム・A & シーハン、フレデリック (2008) 『グリーンパンの正体 2つのバブルを生み出した男』, 株式会社エクスナレッジ, 117-150 頁。
- 三尾 仁志 (2005) 「新しいケインズ経済学の下での最適金融政策分析: 裁量とコミットメントの意義」, 日本銀行『日銀レビュー・シリーズ』, 2005-J-9。
- 武藤 一郎・木村 武 「不確実性下の金融政策」, 日本銀行『日銀レビュー・シリーズ』, 2005-J-17。
- 渡部 和孝 『ダブル・クラッシュ』, 日本経済新聞出版社, 96-110 頁。

10 Appendix and Figures

10.1 マクロ経済学の潮流—-利率に重点を置いた説明

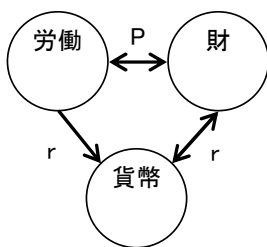
FAモデルを理解するためにはそれまでの古典派やケインズ派がこういった歴史を経てそのモデルを変化させてきたのかということを理解する必要がある。古典派やケインズを通して行われてきたモデルの変化は、何より利率という変数の役割の拡張であったといっている。そんな利率の役割の変化を軸にFAモデルまでの道のりを説明する。

古典派のモデル



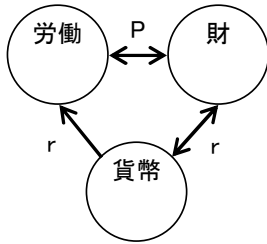
古典派のモデルにおいて、利率はASにADを従わせる役割をもつのみである。すなわち、労働市場で自然失業が達成される水準に合わせて求められたYに対して、需要を一致させる役割を利率が果たしている。財市場で例えばなんらかの理由で需要が拡大しても、価格の上昇によって調整がなされて結局需要と供給が一致するが、それが可能である背後には、利率が柔軟に動いてLMとISを均衡させていることがある。

ケインズのモデル



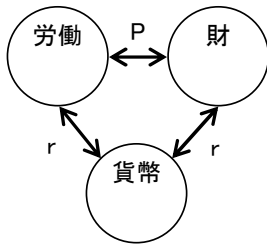
ケインズのモデルにおいては、貨幣賃金の硬直性ゆえに、労働市場で決定された価格が貨幣の流動性にも影響を与えるようになる。すなわち、物価が上がれば、実質賃金が下がるため、より多くの生産がもたらされるという関係が、LM曲線として描かれるようになる。結果として左図のように利率がさまざまに影響しあって均衡がもたらされるようになる。しかしここで、労働から貨幣市場への矢印が片側だけに向いていることに注目すべきである。つまり、労働供給によって決まった物価を通して利率は貨幣市場に影響を与えるが、逆は成立しない。つまり、利率は労働供給に影響を与えることはないのである。

RBC モデル



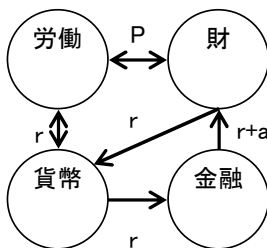
RBCモデルにおいては、貨幣賃金は完全に伸縮的であるから、労働市場で決められた賃金と物価とは区別される。したがって、労働市場から貨幣市場への利率を通じた直接の影響はない。しかし、その逆はある。利率が高いときには労働を増やしたほうが得である。なぜならば利率が高いときに稼いだ所得はいい利回りで来期にもちこせるからである。このように、これまで家計にとって消費にしか(したがって財市場における需要)に影響を与えなかった利率を、労働供給に対しても影響をもたらす変数と考えること。すなわち、労働の異時点間代替性を説明するものとして利率を採用したのが、RBCモデルである。

New IS-LM モデル



DSGEモデルの一種であるNew IS-LMモデルにおいては、物価の硬直性が成立している。よって、労働供給はLM曲線に影響を与える。また、RBCモデルと同じく、労働の異時点間代替性に対しても利率は影響を与えるものと考えられている。ゆえに、労働市場・財市場・貨幣市場のすべてがお互いに影響しあうのである。

FA モデル



FAモデルではNewIS-LMモデルの家計の企業への資金貸し付け機能(銀行としての機能)を取り上げることで、資本市場を新たに存在させている。企業の情報を完全に把握できないという情報の非対称性の仮定によって、銀行は通常の利率 r にプレミアムを載せた $r+a$ の水準で貸付を行うことになる。このように利率と外部資金調達コストを区別したのがFAモデルである。

10.2 FA モデルの捕捉

定常状態において成立する等式;

$$\begin{aligned}
 \bar{Q} &= 1 \\
 \bar{\xi} &= \frac{\theta - 1}{\theta} \\
 \bar{R} &= \bar{\Pi} / \beta \\
 \bar{F} &= S \bar{R} / \bar{\Pi} \\
 \bar{F} &= \bar{Z} + 1 - \delta \\
 \bar{\lambda} \bar{C} &= \left[1 + \bar{B} \left(\frac{\bar{\Pi}}{\bar{\Pi} - \beta} \right)^{\gamma-1} \right]^{-1} \\
 \bar{\lambda} \bar{M} &= \bar{\lambda} \bar{C} \bar{B} \left(\frac{\bar{\Pi}}{\bar{\Pi} - \beta} \right)^{\gamma} \\
 \frac{\bar{K}}{\bar{Y}} &= \alpha \frac{\bar{\xi}}{\bar{Z}} \\
 \frac{\bar{C}}{\bar{Y}} &= 1 - \delta \frac{\bar{K}}{\bar{Y}} \\
 \bar{W} \bar{H} \bar{\lambda} &= \frac{(1 - \alpha) (\bar{\lambda} \bar{C}) \bar{\xi}}{\bar{C} / \bar{Y}} \\
 \bar{H} &= \frac{\bar{W} \bar{H} \bar{\lambda}}{\eta + \bar{W} \bar{H} \bar{\lambda}} \\
 \bar{Y} &= \bar{A} \bar{H} \left(\frac{\bar{K}}{\bar{Y}} \right)^{\alpha / (1 - \alpha)} \\
 \bar{I} &= \delta \bar{K}
 \end{aligned}$$

静学的な式;

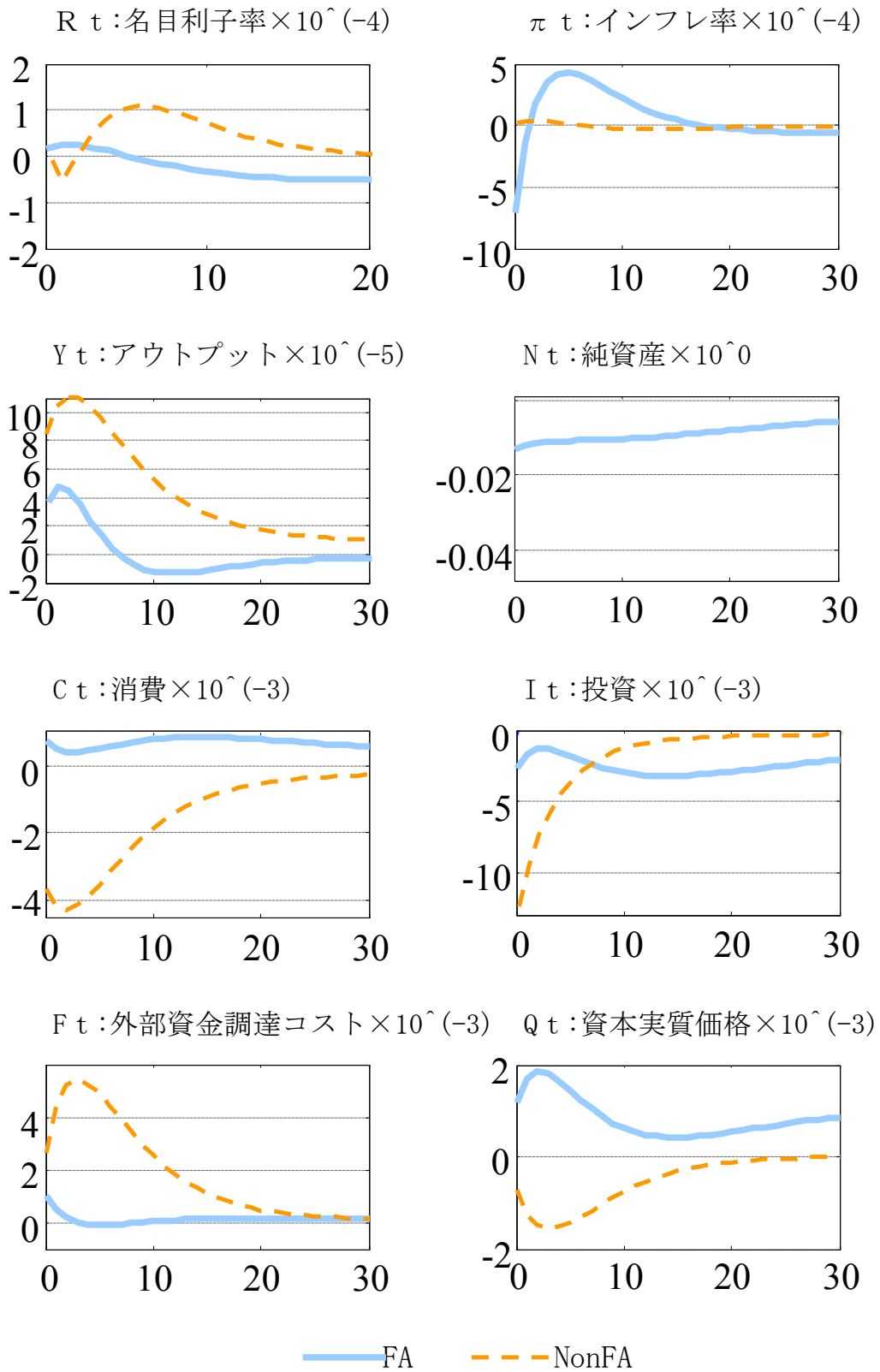
$$\begin{aligned}
 ((1 - \gamma) \lambda \bar{C} - 1) \hat{c}_t &= \gamma \hat{\lambda}_t + \frac{\lambda \bar{M} (\bar{R} - 1)}{\bar{R}} (\hat{b}_t + (\gamma - 1) \hat{m}_t) \\
 \gamma \frac{\hat{r}_t}{\bar{R} - 1} &= \hat{b}_t + \hat{c}_t - \hat{m}_t \\
 \bar{H} \hat{h}_t &= (1 - \bar{H}) (\hat{w}_t + \hat{\lambda}_t) \\
 \bar{Y} \hat{y}_t &= \bar{C} \hat{c}_t + \bar{I} \hat{i}_t \\
 \hat{w}_t &= \hat{y}_t + \hat{\xi}_t - \hat{h}_t \\
 \hat{z}_t &= \hat{y}_t + \hat{\xi}_t - \hat{k}_t
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\hat{\mu}_t &= \hat{m}_t - \hat{m}_{t-1} + \hat{\pi}_t \\ \hat{r}_t &= \rho_\pi \hat{\pi}_t + \rho_\mu \hat{\mu}_t + \rho_y \hat{y}_t + \epsilon_{R,t} \\ \hat{f}_t &= \frac{\bar{Z}}{f} \hat{z}_t + \frac{1-\delta}{\bar{F}} \hat{q}_t - \hat{q}_{t-1} \\ \hat{q}_t &= \chi (\hat{i}_t - \hat{k}_t) - \hat{g}_t\end{aligned}$$

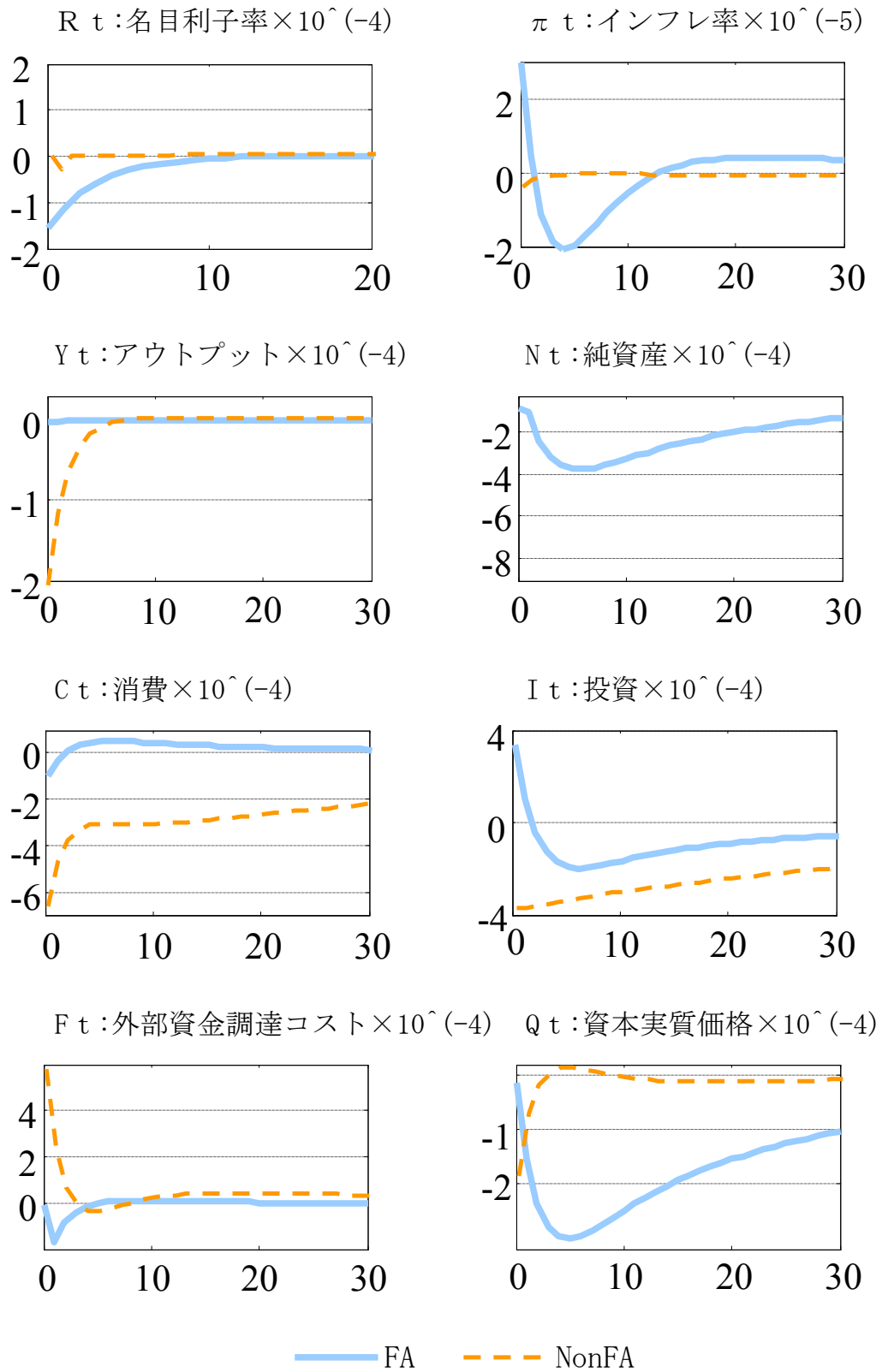
10.3 インパルス応答関数

次ページ以降には、モデルに与えられたショックに対する変数のインパルス応答関数が示されている。

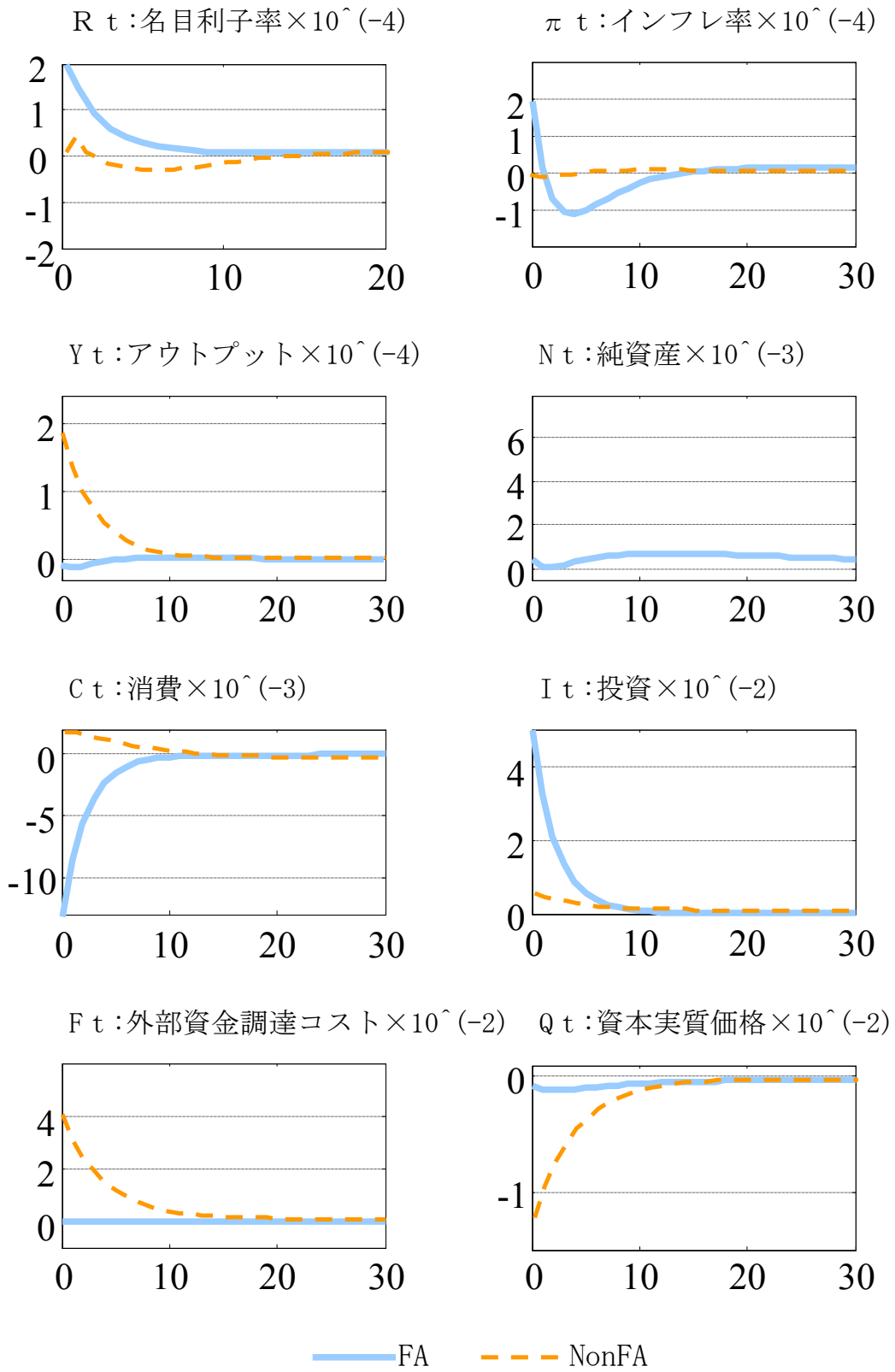
図S1:技術ショック A_t へのレスポンス(モードが固定の場合)



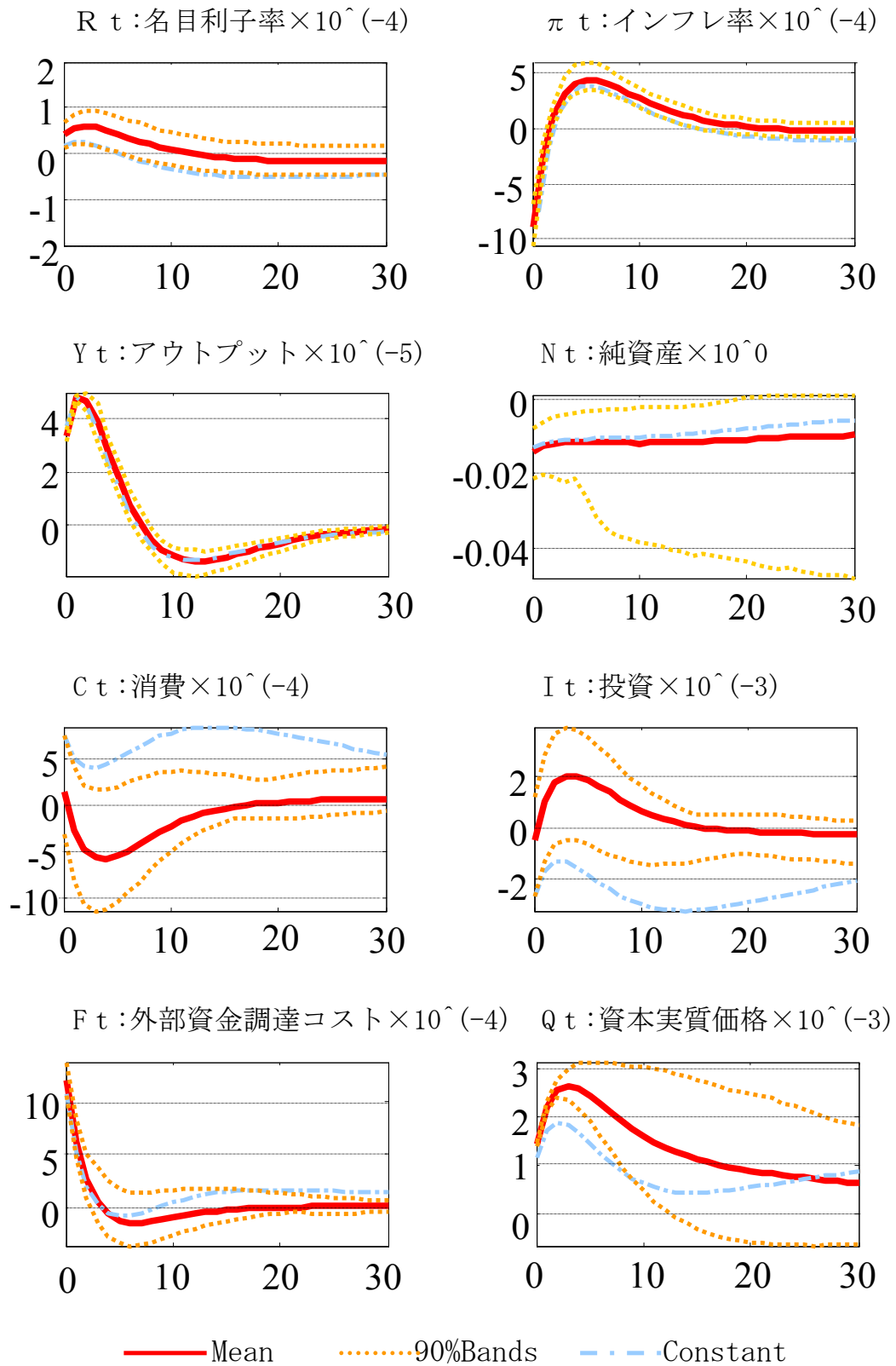
図S2: 貨幣需要ショック B_t へのレスポンス (モードが固定の場合)



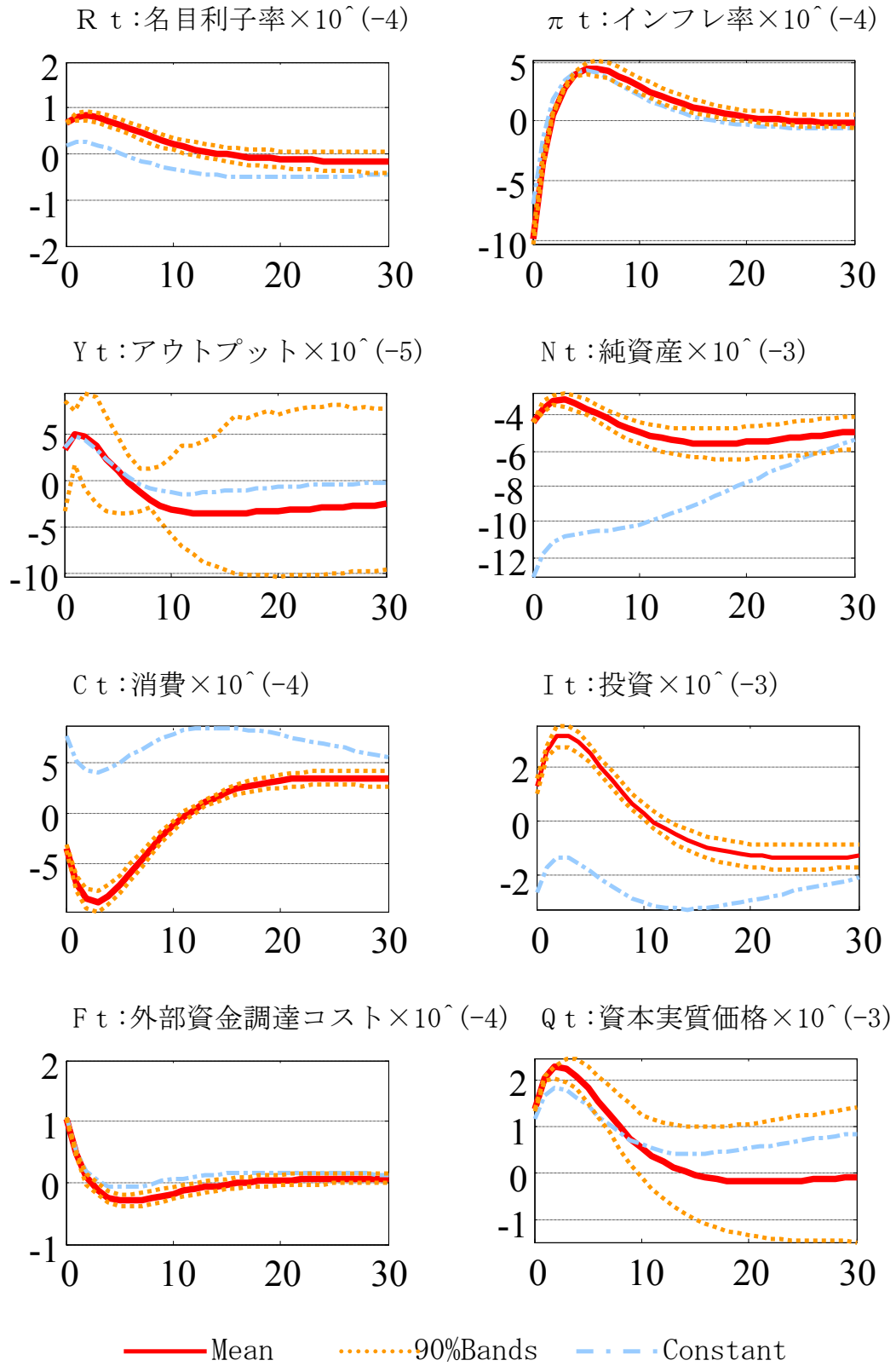
図S3: 投資効率性ショック G_t へのレスポンス (モードが固定の場合)



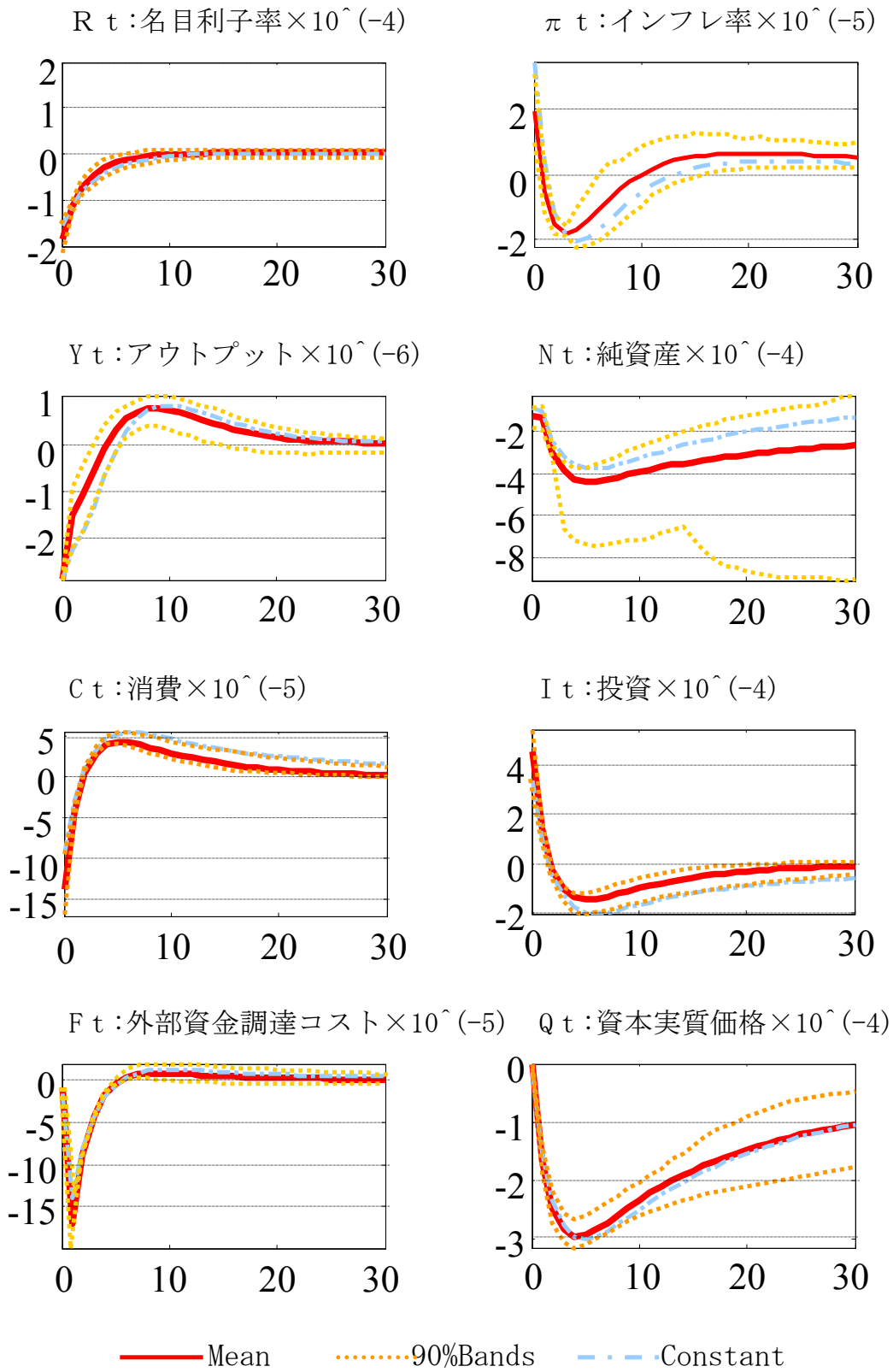
図S4:技術ショック A_t へのレスポンス(モードが観察可能な場合)



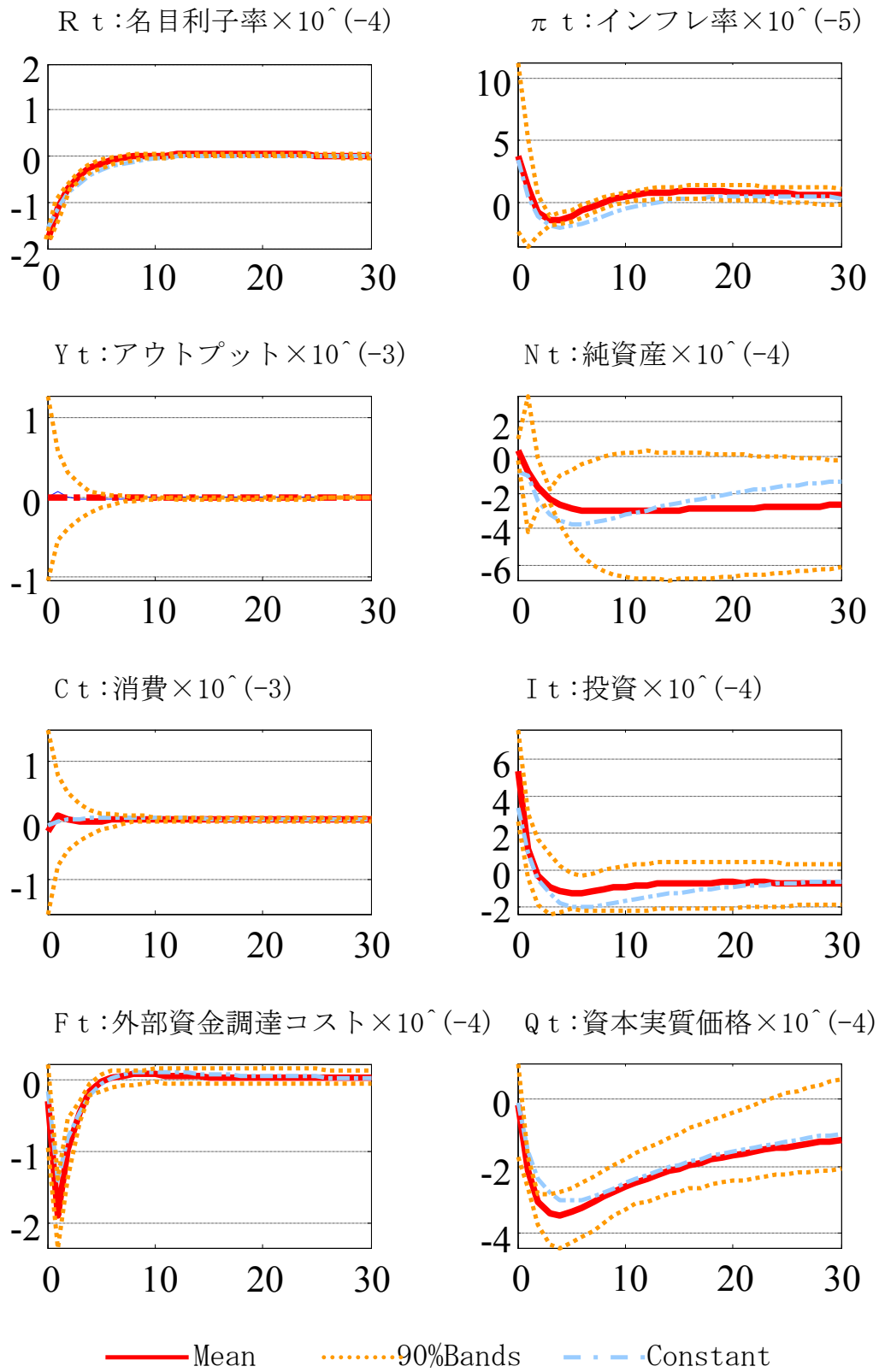
図S5:技術ショック A_t へのレスポンス(モードが観察不可能な場合)



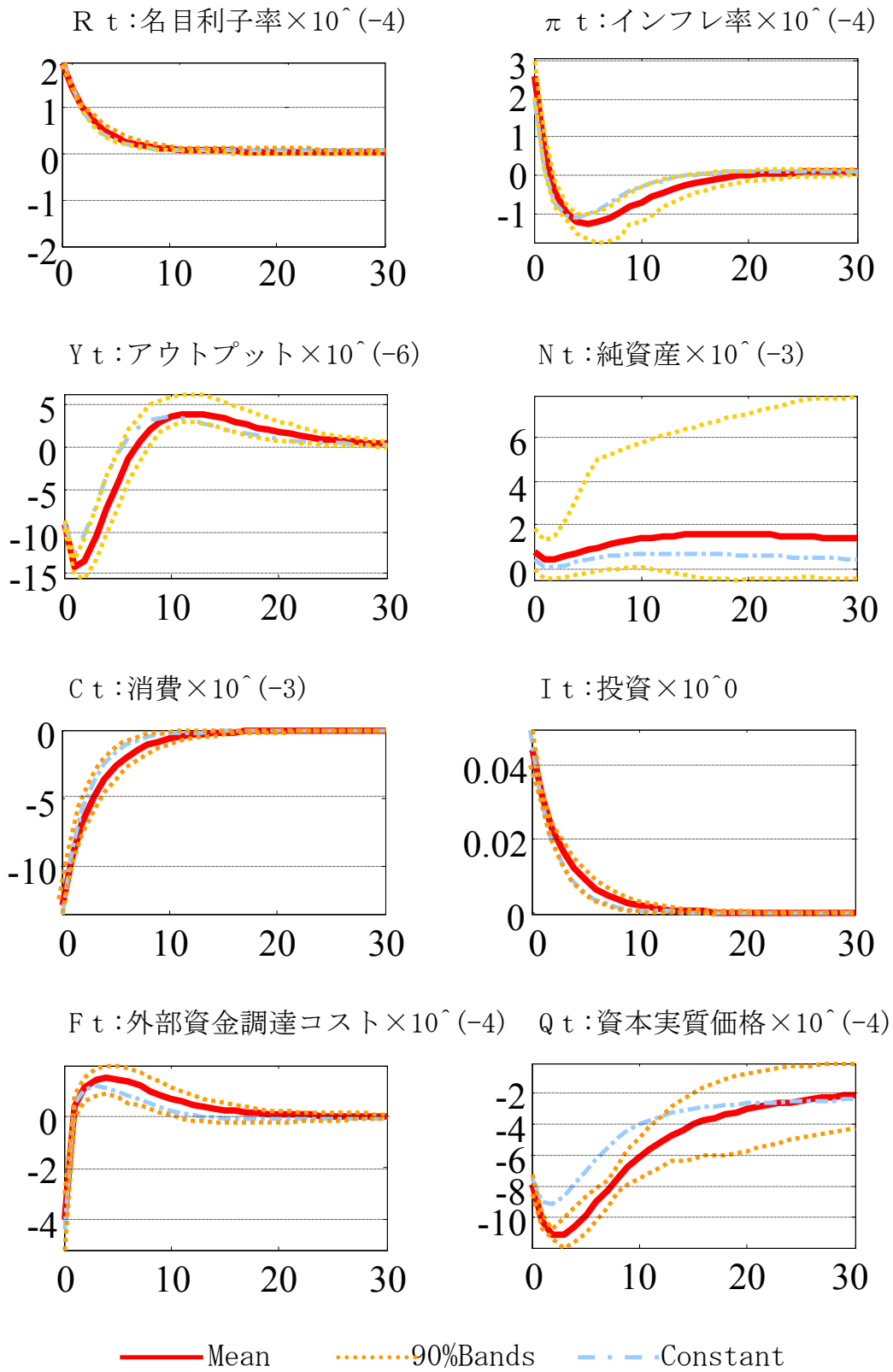
図S6: 貨幣需要ショック B_t へのレスポンス (モードが観察可能な場合)



図S7: 貨幣需要ショック B_t へのレスポンス (モードが観察不可能な場合)



図S8:投資効率性ショック G_t へのレスポンス(モードが観察可能な場合)



図S9:投資効率性ショック G_t へのレスポンス(モードが観察不可能な場合)

