

フォワード・ルッキング・モデルによる わが国金融政策の分析

かまだこういちろう むとういちろう
鎌田康一郎 / 武藤一郎

要 旨

従来の計量モデルは、人々の期待が現在や過去の情報から形成されるというアド・ホックな仮定に依拠していた。これに対し、本稿で紹介するフォワード・ルッキング・モデルは、人々が将来新たに発生するイベントを合理的に予測し、これをもとに現在の経済活動を決定するという計量モデルである。フォワード・ルッキング・モデルでは、金融政策をルールとして組み込むことによって、経済の先行きに対する民間主体の期待と政策とのダイナミックな相互作用を分析することができる。また、さまざまな政策ルールの長所と短所をシミュレーションによって明らかにすることができる。本稿では、長期金利が「金利の期間構造」に沿って合理的に形成されるフォワード・ルッキング・モデルを構築し、金融政策ルールの変更が経済安定化に与える影響を分析する。さらに、GDPギャップの分散とインフレ率の分散の間に存在するトレード・オフをシミュレーションによって導出し、わが国の金融政策を効率性の観点から評価する。補論では、名目金利のゼロ%制約が経済の安定性にもたらす影響を考察する。

キーワード：フォワード・ルッキング・モデル、金融政策、低インフレ、
テイラー・ルール、金利のゼロ%制約

本稿における意見等は、すべて筆者の個人的な見解であり、日本銀行および調査統計局の公式見解を示すものではない。

鎌田康一郎 日本銀行調査統計局 (E-mail:kouichirou.kamada@boj.or.jp)
武藤 一郎 日本銀行人事局 (E-mail:mtichi@wta.att.ne.jp)

1. はじめに

人々の期待が経済の中で果たす役割は、理論的には古くから指摘されてきた。例えば、株価は現時点における企業の業績や金利のみならず、将来の企業業績や金利の期待にも依存しているし、企業の設備投資は現在の収益のみならず、先行きの収益見通しからも影響を受けていると考えられる。しかし、こうした指摘にもかかわらず、人々の期待をどのように計量モデルに取り込むかという点については、十分なコンセンサスが形成されているとはいえない。もちろん、適応的期待等ごく簡単なメカニズムを組み込んだ計量モデルは存在していたが、適応的期待は過去や現在の情報のみに依存しているので、将来新たに発生するイベントを取り込むことができない。しかし、将来のイベントが現在の行動に影響を与えることは十分に考え得る。例えば、政府が先行き数年間にわたる緊縮財政を公約する場合、たとえ現時点の政府支出は減少していなくとも、人々がこれを合理的に期待し、行動パターンを変えると、政策がアナウンスされた時点で長期金利等のさまざまな経済変数が変動する可能性がある。

こうした期待形成は、一般的に合理的期待と呼ばれ、計量モデルの中では特に「モデル整合的な期待」とも呼ばれる。また、そうした期待を組み込んだモデルを「フォワード・ルッキング・モデル」と一般的に呼び、適応的期待など過去と現在の情報のみをもとに予想を形成するモデルを「バックワード・ルッキング・モデル」と呼んで、両者を区別している。本稿では、バックワード・ルッキング・モデルに合理的期待を組み込むことによって、フォワード・ルッキング・モデルを構築し、その特性を考察する。

フォワード・ルッキング・モデルにはさまざまな利用方法が考えられる。とりわけ中央銀行にとって有用と考えられる利用方法は、金融政策のルールに関する分析である¹。今、中央銀行が特定の政策ルールを採用したとしよう。中央銀行は、このルールに沿って、その時々々の経済状況に応じた金融政策を発動する。一方、民間の経済主体は、こうした中央銀行による将来の金融政策を予想し、その予想に基づいて現在の行動を決定する。これに対し、中央銀行は、その政策目標を達成するために、こうした民間経済主体の期待形成とそれに基づく行動変化を考慮した上で、どのような政策ルールを採用するのが望ましいのかを検討する必要がある。フォワード・ルッキング・モデルを用いると、計量モデルの中に金融政策ルールを容易に組み込むことができるほか、民間経済主体の合理的な期待について分析することが可能になる²。実際、海外の中央銀行では、人々の合理的期待を

1 Fuhrer and Moore [1995]、McCallum and Nelson [1999] 等、小型モデルによる政策ルールの分析が多数行われているほか、米国の連邦準備制度理事会 (FRB) の「FRB/US」(Brayton and Tinsley [1996]) や「FRB/Global」(Levin *et al.* [1997]) 等、大型モデルの開発も続けられている。

2 こうした変化の背景には、「政策変数を変化させた場合には、人々の行動パターン自体が変化するので、モデルのパラメータを固定したシミュレーションは意味がない」というルーカス批判の存在がある。

取り込んだ金融政策ルール³の分析が精力的に行われている。これとは対照的に、わが国では、フォワード・ルッキング・モデルを用いた分析がこれまでほとんど行われてこなかったし、金融政策ルールに関する実証研究についても十分な蓄積が行われてきたとはいえない。

フォワード・ルッキング・モデルを用いた金融政策の分析は、ルールの違いによって景気や物価が長期均衡に至るまでの過程における動学的プロセスがどのように異なるかを検討することに主眼がある。経済の長期均衡はモデルに所与のものとして与えられており、フォワード・ルッキング・モデルをしても、それがどのように変化するかを分析することはできない。フォワード・ルッキング・モデルは、あくまで、経済が長期均衡に至るプロセスを検討するためのツールである。また、フォワード・ルッキング・モデルは未だ発展途上にあり、現段階では、特定の期待形成メカニズムや政策ルールを仮定して、計量モデルの持つ特性を定性的に分析することが中心となっている。これは、民間経済主体の期待形成はどの程度合理的なのか、中央銀行の信認は経済安定化にどの程度反映されるのかといった定量的な情報を政策当局が十分に蓄積するに至っていないからである。したがって、金融緩和・引締め⁴の短期的な効果を定量的に見積もるとか、まして、金利ターゲットとほかのターゲット政策との優劣を比較するという段階には至っていない。

本稿の目的は、フォワード・ルッキング・モデルについて簡単な理論的解説を行い、さらに、わが国経済を記述する小型のフォワード・ルッキング・モデルを構築、推計し、各種のシミュレーションを通じて、フォワード・ルッキング・モデルの特性について考察することである。具体的な章立ては以下のとおりである。2章では、フォワード・ルッキング・モデルについて理論的な解説を行う。本稿では、特に長期金利や為替レート等の資産市場において合理的に期待が形成されることを仮定する。3章では、バックワード・ルッキング・モデルとの比較を通じて、フォワード・ルッキング・モデルの特性を明らかにする。フォワード・ルッキング・モデルでは、将来の需要の拡大やインフレの増進を見越して、現在の長期金利が上昇するので、そうしたショックが発生する以前に景気にマイナスの圧力がかかることを示す。4章では、実際のデータを用いて、わが国のフォワード・ルッキング・モデルを推計する。5章では、こうして推計されたモデルを用いて、シミュレーションによる政策ルール分析を行う。6章では、外生的なショックを確率的に発生させることによって不確実性下の経済現象を分析する確率的シミュレーションによる政策ルール分析を行う。確率的シミュレーションの概要は補論1で説明される。また、補論2では名目金利がマイナスになることができないという名目金利のゼロ%制約について考察する。

3 特に、イングランド銀行(BOE [1999]、Batini and Haldane [1999])、カナダ中銀(Donald *et al.* [1996]、Black and Rose [1997])、ニュージーランド中銀(Black *et al.* [1997])等、インフレーション・ターゲティングを採用している国々では、合理的期待を明示的に組み込んだマクロ計量モデルの分析が盛んに行われている。また、FRBでも大型フォワード・ルッキング・モデルの開発が行われている(金融政策と計量モデルの関係については、Reifschneider *et al.* [1997]を参照)。

2. フォワード・ルッキング・モデルの基礎

(1) フォワード・ルッキングな期待

期待形成のメカニズムにはさまざまな形が考えられる。従来のマクロ計量モデルでは、適応的期待や静学的期待等が、期待形成メカニズムの主流であった。こうした期待形成メカニズムは、過去や現在の情報のみに基づいて期待が形成されるというアド・ホックな仮定に依拠しており、バックワード・ルッキングな期待と呼ばれる⁴。これに対し、合理的期待は、経済主体が経済システムを完全に把握しており、それに基づいて、将来の経済変数を正しく予想するもので、将来の情報に基づいて期待が形成されることから、フォワード・ルッキングな期待と呼ばれる⁵。特に、計量モデルの中では、こうした期待をモデル整合的な期待形成とも呼ぶ。

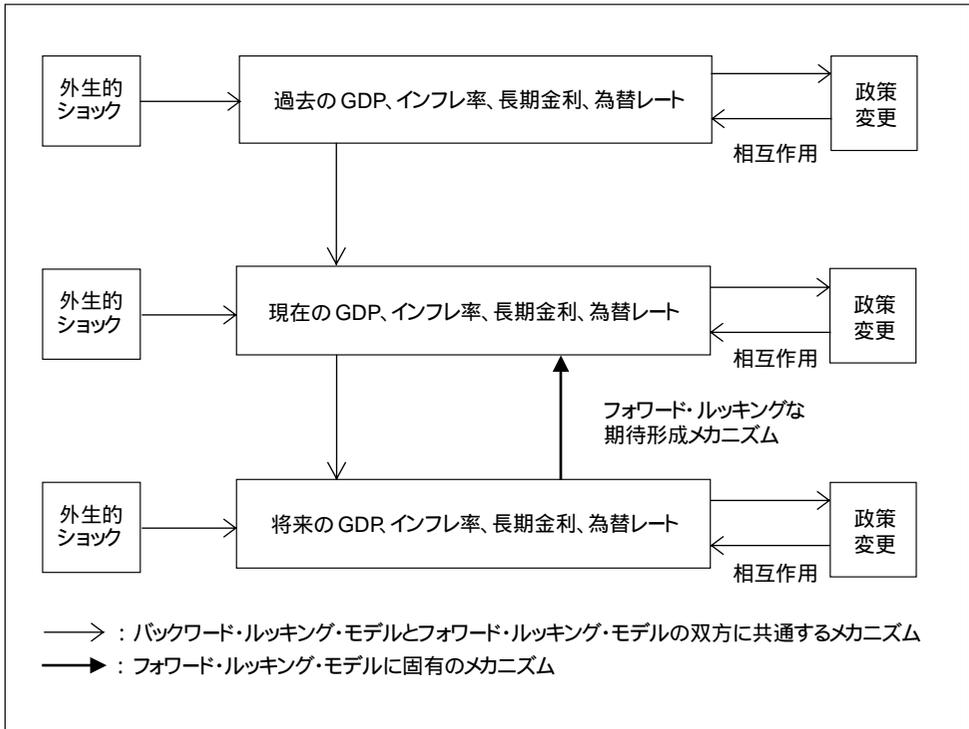
図表1は、フォワード・ルッキング・モデルにおける期待形成のイメージを示したものである。図中の太矢印はフォワード・ルッキング・モデルに固有の波及経路であり、細矢印は期待が過去や現在の情報のみに基づくバックワード・ルッキング・モデルにも存在する波及経路である。例えば、今期の政府支出の増大は今期の国民総生産を増加させる。また、今期の消費は習慣に引きずられて過去の消費に影響される可能性がある。こうしたメカニズムはフォワード・ルッキング・モデルとバックワード・ルッキング・モデルの両者に共通に観察される波及経路である。一方、将来時点において長期金利が上昇すると、資産の価格が下落すると予想されるので、今のうちに資産を売却しようとする動きが生じて、現時点で資産価格は下落、長期金利は上昇する。こうした波及経路はフォワード・ルッキング・モデルに固有のものであり、今期の長期金利は来期の長期金利に依存している。中央銀行は、現在のインフレ率に反応することもできるし、将来のインフレ率に反応することもできる。後者を仮定すると、それはフォワード・ルッキング・モデルとなる。

このように、バックワード・ルッキング・モデルでは、すべての変数は過去と現在の情報のみから決定されるので、外生的なショックや政策当局の政策変更は、それが生じた時点で初めて経済に影響を与える。一方、フォワード・ルッキング・モデルでは、先の長期金利のように、現在の変数が将来の外生的ショックや政策変更によっても影響を受けるので、実際にそうしたイベントが発生する以前に経済が変動する。この点が、フォワード・ルッキング・モデルが、バックワード・ルッキング・モデルと異なるポイントである。

4 Muth [1960] は、一時的ショックと恒久的ショックを区別できない場合、適応的期待は必ずしも非合理的ではないことを示したが、将来発生する新たな情報を取り込むことができないという意味で、なお合理的期待とは呼べない。

5 モデルが確定的 (deterministic) である場合、合理的期待は完全予見と一致する。合理的期待は現実の経済を考察する上でかなり強い仮定である。このため、適応的期待と合理的期待を組み合わせたり、学習過程を明示的に考慮したモデルが開発されつつある (例えば、Tetlow and von zur Muehlen [1999] を参照)。

図表1 フォワード・ルッキング・モデルにおける期待形成のイメージ



このようにフォワード・ルッキング・モデルでは合理的期待が仮定されており、経済主体は将来の各変数にとる値を正確に知っている。このことをモデルの解法という技術的な観点からいうと、フォワード・ルッキング・モデルでは、各変数が長期的な均衡値（定常状態）を持っており、各変数はいずれこの定常状態へと収束すると仮定し、そこから現在に溯ってモデルを解いている⁶。定常状態の存在は、フォワード・ルッキング・モデルを構築する際の必要条件である。終着点がわからなければ、そこへ至る経路も当然わからないからである。また、各変数が定常状態へ向かって収束することもフォワード・ルッキング・モデルを構築する際の必要条件である。合理的期待の仮定自体は、各変数が定常状態へ向かって収束することを保証しないが、金融政策ルールをうまく選ぶことによってモデルが発散しないようにすることは可能である。モデルの定常状態と収束条件という2点が満たされた場合、フォワード・ルッキング・モデルは、経済システムに一時的なショックが加わって、各変数が短期的に定常状態から乖離しても、長期的には元の均衡値へ回帰する。このように、フォワード・ルッキング・モデルは、短期的な不均衡と長期的な

6 定常状態の値は、おおよそその値をカリブレートする方法と、推計により求める方法が考えられるが、後述のとおり、本稿では両者の中間の方法を採っている。

均衡をつなぐモデルである。本稿のモデルは、短期的にはケインズ的な不均衡モデルが当てはまり、長期的には新古典派的な均衡状態に落ち着く仕組みになっている。

本稿での期待形成メカニズムは、代表的個人の動学的最適化問題から統一的に導出されたものではなく、セクターごとに別々に設定されたものである⁷。こうしたアド・ホックな方法は、構造パラメータの推計に際して、問題をはらんでいる可能性がある。本稿では、システムを完全情報最尤法により同時推計するので、同時方程式バイアスの問題は回避している。しかし、代表的個人を前提とすると、システムに含まれる方程式の構造パラメータは相互に関連しており、必ずしも制約なしにフリーに推計できるものではないはずである。しかし、本稿では、構造パラメータ間に存在し得る制約については全く考慮していない。

(2) 金融政策ルール

フォワード・ルッキング・モデルのもう1つの特徴は、中央銀行の行動パターンを金融政策ルールとして定式化している点である。従来、マクロ計量モデルを用いた政策シミュレーションでは、各時点の政策を外生的に与えるのが一般的であった。そこでは、ひとたび政策を変更すれば、その後いかに経済活動が変化しようと、政策を不変に保つと仮定するなど、モデルの内生変数と政策との相互作用が必ずしも意識されていなかった。例えば、インフレーションに対して金融引締め政策を発動した後、実際にインフレーションが沈静化して、なおも引締め政策を続行すれば、経済は逆にデフレーションに見舞われる可能性がある。デフレーションは、中央銀行の政策目標にかんがみて望ましいものではない。このように、外生的に金融政策を設定した場合、時間を経るにつれて、当初の政策が政策目標との整合性を失っていく危険性が高い。

一方、フォワード・ルッキング・モデルでは、中央銀行の行動パターンが政策ルールとして組み込まれており、その時々々の経済状況に応じて変化していく。先の例に戻ると、中央銀行は、インフレの沈静化に合わせて、徐々に引締め政策を解除していく必要がある。実際、本稿の中央銀行は、GDPやインフレ率が目標値に近づくにつれ、徐々に操作変数であるコール・レートを標準的な水準に戻していくように仮定されている。民間の経済主体は、そうした将来の金融政策を合理的に予想して行動する。これに対し、中央銀行は、再びルールに従って、金融政策を変更する。このように、金融政策をルールとして組み込むことによって、政策と目標との整合性をモデル内で常に保つことが可能となる⁸。

7 この点、リアル・ビジネス・サイクル理論や一般均衡モデルの数値解析は、ミクロ的基礎に基づく最適化行動を明示的に取り込んでおり、経済学の中でも本稿のようなフォワード・ルッキング・モデルとは異なる分野を形成している。

8 このように、政策を内生化したモデルでは、政策ルールを変えてさまざまなシミュレーションを実行することにより、景気やインフレ率の安定性の観点から、さまざまな政策ルールの定性的効果を比較することが可能となる。

本稿では、実際のデータを用いて、政策反応関数を推計する。中央銀行が過去において意識的にそうした特定の政策ルールを採用していたと主張するわけではないが、本稿では、一步踏み込んで、中央銀行が意識していたか無意識であったかはともかく、中央銀行はGDPギャップとインフレ率の目標値からの乖離に反応してコール・レートを操作するという有名なテイラー・ルール (Taylor [1993a]) によって、過去の金融政策を大まかに近似できることを示す。また、民間経済主体が中央銀行の行動様式を過去の経緯からテイラー・ルールとして認識しているならば、ここで推計された政策反応関数を民間経済主体の主観的な金融政策ルールとしてフォワード・ルッキング・モデルに導入することに意味があると考えられる。

ここで、誤解のないように付け加えておくと、本稿ではさまざまな金融政策ルールを想定して、それが経済変動に与える効果を分析するが、政策ルールの変更が長期的な経済パフォーマンスに与える影響を分析するものではない。本稿のモデルでは、長期的な貨幣の中立性が仮定されているので、コール・レートという名目変数を操作する金融政策は、長期的には実質変数に影響を与えないことには留意が必要である。本稿の目的は、金融政策を変化させた場合に、一時的なショックに対してモデルが長期的均衡に至る動学的特性がどのように変化するかを分析することである。

政策ルールを変更した場合に問題となるのは、中央銀行が想定している真の政策反応関数と民間経済主体が持っている主観的な政策反応関数が乖離する点である。こうした乖離は時間が経つにつれて解消されていく可能性が高い⁹。しかし、そのような乖離がどのようにして埋められていくかについては、それまでに中央銀行が獲得してきた信認の程度や中央銀行がその時々にかけている経済状況に依存する。例えば、中央銀行に全く信認がなければ、目標インフレ率を引き上げるとアナウンスしたところで、民間経済主体の想定する主観的な政策反応関数はなかなか修正されない。また、中央銀行が十分な信認を獲得している場合でも、実際にマネー・サプライを増加する手段がなかったり、マネー・サプライが増加したところで、インフレ率とマネーの関係が希薄になっていたりすれば、目標インフレ率を引き上げるとアナウンスしたところで、民間経済主体の期待インフレ率は変化しない。また、いったん目標インフレ率を引き上げた後、すぐ元に戻すという一時的な政策は、民間経済主体がそれを正しく予想する限り、恒久的に目標インフレ率を引き上げる場合と異なり、その効果はほとんどない。このように、目標インフレ率の引上げという政策変更一つをとっても、それが経済システムに与える影響の程度にはかなり広いレンジがある。本稿の政策変更シミュレーションも、そこで採用されている条件がすべて満たされている場合にだけ有効であるという点を留意すべきである。

先にも述べたとおり、本稿では政策反応関数を含めた形でシステム全体を完全情報最尤法で推計している。したがって、政策ルールが不変である限り、そのルールに沿った政策変更は、ルーカス批判からフリーである。しかし、政策ルール自体を

9 例えば、Sargent [1993] を参照。

変更した場合には、それとともに誘導型で記述された方程式のパラメータが変化するため、ルーカス批判を免れることはできない¹⁰。

3. 基本モデル

本章では、基本的なフォワード・ルッキング・モデルに基づいて、その特性を説明する。最初に、比較のために、フォワード・ルッキングな期待を全く含まないバックワード・ルッキング・モデルを説明する。ここでのモデルは、ISバランス、粘着的なインフレ決定式、短期金利とインフレ率に関するフィッシャーの恒等式、テイラー・ルールに基づく政策反応関数等をベースとする標準的な構造モデルである¹¹。これに加えて、バックワード・ルッキング・モデルでは、将来の短期金利に対する期待が静学的期待に基づいて決定される（今期のまま一定）と仮定する。すると、金利の期間構造から、長期金利は今期の短期金利と一致する。続いて、このバックワード・ルッキング・モデルをもとに、フォワード・ルッキング・モデルを構築する。具体的には、将来の短期金利に対する期待が合理的期待に基づいて決定されると仮定する。後述するように、こうした仮定の下では、長期金利は、今期の短期金利のみならず、来期の長期金利の期待にも依存する。本章では、これら2つのモデルによるシミュレーションを通じて、フォワード・ルッキング・モデルの特性を考察する。なお、本章のモデルは、フォワード・ルッキング・モデルの特性を際立たせるように適当にパラメータの値を選択した架空のモデルである。実際のデータから推計されたモデルの特性は次章以降で解説される。

(1) バックワード・ルッキング・モデル

【モデル】

$$y_t = y^* - \alpha(rl_t - rl^*) + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\pi_t = \pi_{t-1} + \beta(y_t - y^*) + \eta_t \quad (2)$$

$$i_t = \pi_t + rs^f + \gamma(y_t - y^f) + \delta(\pi_t - \pi^f) \quad (3)$$

$$rs_t = i_t - \pi_t \quad (4)$$

$$rl_t = rs_t \quad (5)$$

y_t : GDPギャップ (% 負)

rl_t : 実質長期金利 (%)

y^* : 定常状態におけるGDPギャップ (% 負)

rl^* : 均衡実質長期金利 (%)

y^f : 目標GDPギャップ (% 負)

π_t : インフレ率 (%)

10 ルーカス批判をクリアしたモデルの例としては、Rotemberg and Woodford [1997] 等がある。

11 本章のバックワード・ルッキング・モデルはTaylor [1994] に基づく。

i_t : コール・レート (%)	π^f : 目標インフレ率 (%)
rs_t^f : 目標実質短期金利 (%)	rs_t : 実質短期金利 (%)
ε_t, η_t : 攪乱項	$\alpha, \beta, \gamma, \delta$: 構造パラメータ (正)

【理論的背景】

(1)式は、IS曲線を誘導型で表現したものである。 y_t は、GDPそのものではなく、GDPギャップであり、実質長期金利(rl_t)の均衡値(rl^*)からの乖離幅によって決定される。すなわち、実質長期金利が上昇すると、消費は将来に延期され、投資は減少するため、GDPギャップのマイナス幅が拡大することを表している。 ε_t は、政府支出の増大や海外景気の向上による輸出の増大、将来の増収を見越した投資の増大など、金利以外の要因による需要変動を集約したものである¹²。

(2)式は、NAIRU (non-accelarating inflation rate of unemployment) 型のフィリップス曲線であり、GDPギャップが均衡値 (y^*)を越えると、インフレ率が前期比上昇する。期待を取り込んだフィリップス曲線では、右辺第1項が民間経済主体による期待インフレ率に相当するので、(2)式は、第 t 期の期待インフレ率 π_t^e が第 $(t-1)$ 期のインフレ率 π_{t-1} で与えられるという静学的期待を仮定していると解釈することもできる (上付きの e は期待を示す)。しかし、(2)式をあえて期待インフレ率の観点から解釈する必要はなく、単に粘着的なインフレ率の変動を表現したものと考えてよい。 η_t は原油価格の上昇等、外生的なインフレ・ショックを集約している。

(4)式は、実質の短期金利を決定し、フィッシャーの恒等式 ($i_t = rs_t + \pi_{t+1}^e$) に静学的期待インフレ率 ($\pi_{t+1}^e = \pi_t$) を仮定することによって得られる。このことは、短期金融市場におけるプレーヤーが合理的ではないと仮定していることに等しい。今、景気の過熱が確実に予想されるとしよう ($y_{t+1} > y^*$) (2)式によると、事後的なインフレ率は事前的なインフレ率を必ず上回る ($\pi_{t+1} > \pi_{t+1}^e = \pi_t$)。このことは、名目短期金利が常に過小に設定され、事後的な実質短期金利 ($i_t - \pi_{t+1}$) が事前的な実質金利 (rs_t) を必ず下回ってしまうことを意味している。

(5)式は、実質の長期金利を決定する。金利の期間構造によると、ターム・プレミアムを除けば、今期の実質長期金利は、現在と将来の実質短期金利の加重平均で与えられる。実質短期金利について静学的期待 ($rs_t = rs_{t+1}^e = rs_{t+2}^e = \dots$) を仮定すると、その加重平均である実質長期金利は、今期の実質短期金利と等しくなる。

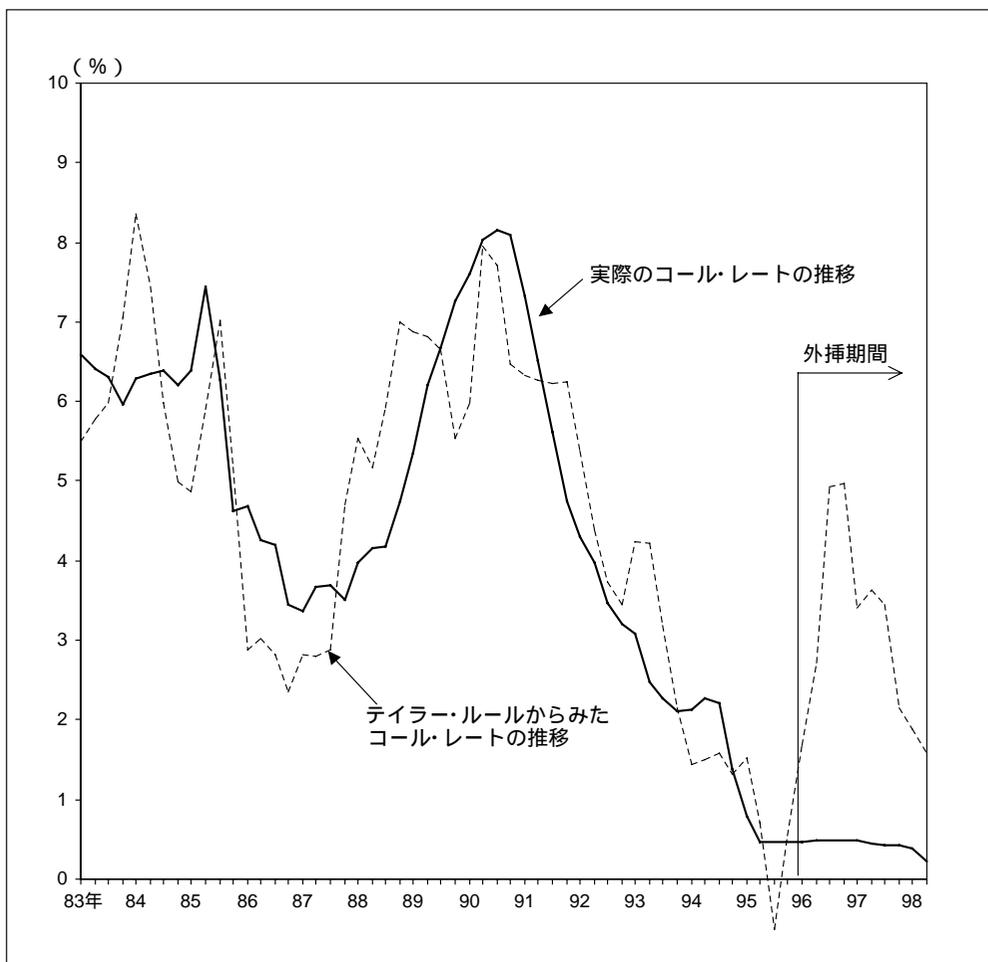
(3)式は、テイラー・ルール型の中央銀行の政策反応関数であり、中央銀行はGDPギャップとインフレ率、おのこの目標値からの乖離に反応して、コール・レート进行操作する。もっとも、中央銀行の本来の意図は、現時点のインフレ率を所与と

12 Taylor [1994] では $y^* = 0$ であるが、これはテイラーが潜在GDPをGDPの上限ではなく、平均的なGDPの水準としているからである。ここでは、潜在GDPを「資本や労働を最大限稼働させたときに達成できるGDPの上限」と捉えてGDPギャップを定義しているので、モデルにあるように、定常状態におけるGDPギャップの値は、ゼロではなく、負の値をとる。

して、名目短期金利を操作し、粘着的な価格変動を利用して、実質短期金利をコントロールすることである。今、(3)式の右辺第1項を中央銀行による静学的な期待インフレ率と解釈すると($\pi_{t+1}^e = \pi_t$)、第2項との和は中央銀行が目標とする名目短期金利と解釈できる。

なお、テイラー・ルールは、中央銀行が、GDPギャップとインフレ率の政策目標からの乖離に反応して、マネタリー・ベースを供給し、これが信用創造過程を通じてマネー・サプライを増大させ、貨幣の需給を通じてコール・レートを変化させるという一連のプロセスを1本の方程式で表現したものである。しかし、1990年代のわが国が経験したように、名目短期金利が著しく低下した状況では、こうした連鎖が破壊されることがある。そうした状況では、テイラー・ルールはもはや実現可能な政策ルールではなくなる(図表2)。

図表2 テイラー・ルールからみたわが国の金融政策



先述の実質短期金利に関する静学的期待の仮定は、中央銀行の政策反応関数と整合的ではない。民間経済主体の静学的な期待インフレ率と静学的な期待実質短期金利を組み合わせると、名目短期金利が静学的期待によって与えられる。これは、民間経済主体が、中央銀行はその時々々の経済状況にかかわらず名目短期金利を一定に保つと予想することを意味しており、中央銀行がGDPギャップとインフレ率に応じて名目短期金利を変化させるという(3)式の仮定と整合的ではない。

【定常状態】

モデルの定常状態を求めるためには、(1)から(5)式において $y_t = \bar{y}$ 、 $\pi_t = \bar{\pi}$ 、 $i_t = \bar{i}$ 、 $rs_t = \bar{rs}$ 、 $rl_t = \bar{rl}$ とし、すべての攪乱項をゼロと置く。結果は以下のとおり。

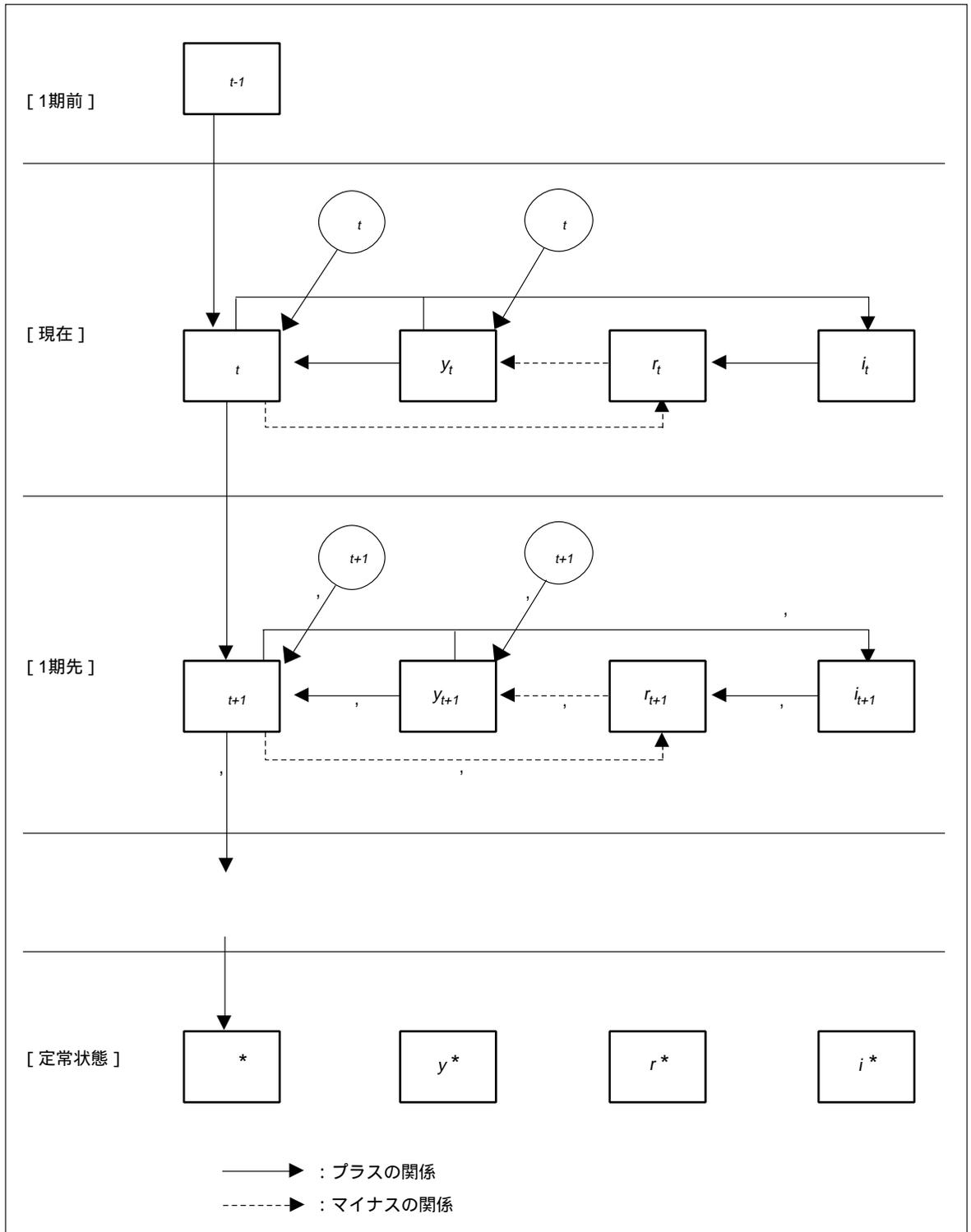
$$\begin{aligned} \bar{y} &= y^* \\ \bar{rs} &= \bar{rl} = rl^* \\ \bar{i} &= rl^* + \bar{\pi} \\ \bar{\pi} &= \pi^f + (rl^* - rs^f) / \delta (y^f - y^*) \gamma / \delta \end{aligned}$$

ここで、定常状態に関して若干コメントしておく。まず、本モデルでは、長期的に古典派の二分法が成立している。すなわち、中央銀行が政策ルールを変更しても、それがGDPギャップや長短実質金利の長期均衡点に影響を及ぼすことはできず、貨幣の中立性が成立している。中央銀行が、長期均衡よりも低い短期実質金利($rl^* > rs^f$)によって、長期均衡よりも小さいGDPギャップ($y^f > y^*$)を実現しようとする、インフレ率が目標値を上回ってしまうというペナルティを受けるだけで($\bar{\pi} > \pi^f$)、GDPギャップや実質金利などの実質変数の均衡値には何ら影響を及ぼさない。また、中央銀行が目標インフレ率を引き上げて、その分長期均衡点でインフレ率を上昇させるのみであり、GDPギャップ等の実質変数を変化させることはできない。なお、モデルが最終的にこうした長期均衡に収斂していくか否かという点については、後述するシミュレーション結果をみる必要がある。

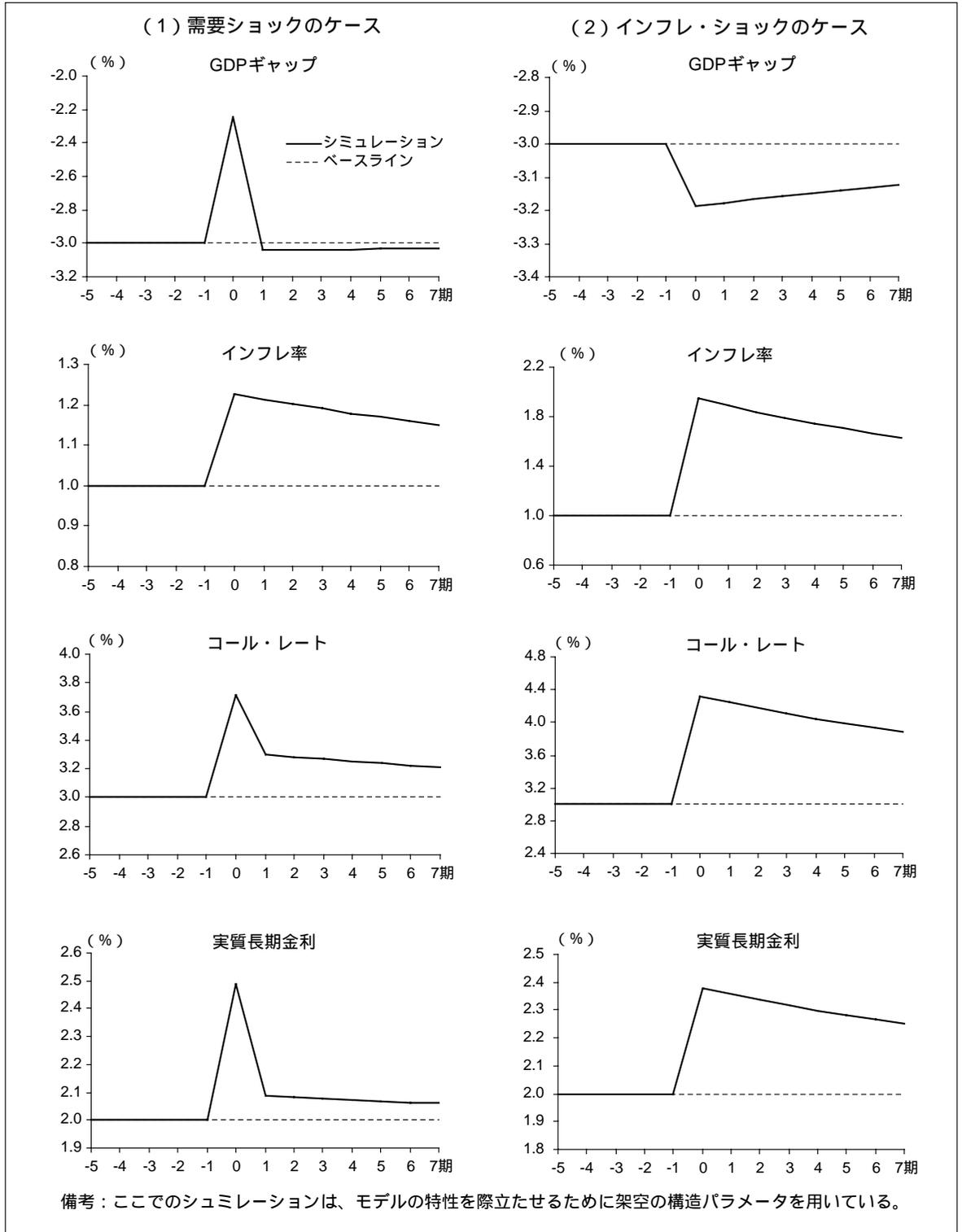
【波及経路】

バックワード・ルッキング・モデルにおけるシステム全体の動きを図表3のフロー・チャートと図表4(1)のシミュレーション結果を用いて解説しておく。今期、一時的に政府支出が増大し、GDPギャップに正の需要ショックが加わったとする。現時点でGDPギャップが縮小し()、インフレ率が上昇する()。中央銀行は、GDPギャップとインフレ率の政策目標からの乖離に対して、コール・レートを引き上げる()。静学的期待から期待インフレ率は変化しないので、実質金利が上昇する()。これが総需要を抑制するので、当初発生したGDPギャップの縮小が抑制され、インフレ率の上昇も抑制される。

図表3 バックワード・ルッキング・モデルの波及経路



図表4 バックワード・ルッキング・モデルのインパルス・レスポンス



次に、現在のインフレ率の上昇は、翌期の期待インフレ率を上昇させ、フィリップス曲線を通じて、翌期のインフレ率を引き上げる（ ）。このため、コール・レートが引き上げられ（ ）、実質金利が上昇する（ ）。政府支出の増大がなくなる上に、実質金利が上昇するので、GDPギャップはベースラインと比べて拡大する（ ）。このため、インフレ率の上昇幅が抑えられる（ ）。こうしたメカニズムは、翌期以降も繰り返され、最終的にはすべての変数が元の定常状態へと収斂していく。ここでは、需要ショックの場合について解説したが、インフレ・ショックの場合も図表3を用いて図表4(2)のシミュレーション結果を解釈することができる。

(2) フォワード・ルッキング・モデル

【モデル】

$$y_t = y^* - \alpha(rl_t - rl^*) + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\pi_t = \pi_{t-1} + \beta(y_t - y^*) + \eta_t \quad (2)$$

$$i_t = \pi_t + rs^f + \gamma(y_t - y^f) + \delta(\pi_t - \pi^f) \quad (3)$$

$$rs_t = i_t - \pi_t \quad (4)$$

$$rl_t - (rl_{t+1} - rl_t)/rl^* = rs_t \quad (5)$$

【理論的背景】

ここでは、民間経済主体が、実質短期金利を合理的に予測した上で、実質長期金利を合理的に予測すると仮定する。その他の仮定は前節で導入されたバックワード・ルッキング・モデルと同じである。Shiller *et al.* [1983]によると、金利の期間構造は $rl_t - (rl_{t+1}^e - rl_t)/rl^* = rs_t$ という形で与えられる¹³。(5)式は、これと実質長期金利に関する合理的期待 ($rl_{t+1}^e = rl_{t+1}$) を組み合わせることによって得られる。なお、(5)式は、

$$rl_t = \lambda rl_{t+1} + (1-\lambda)rs_t, \quad \lambda = 1/(1+rl^*)$$

と書き換えられる。すなわち、当期の実質長期金利は、来期の実質長期金利と当期の実質短期金利の加重平均である。さらに、これは

$$rl_t = (1-\lambda)(rs_t + \lambda rs_{t+1} + \lambda^2 rs_{t+2} + \lambda^3 rs_{t+3} + \dots)$$

と書き換えられる。すなわち、合理的な実質長期金利の予測値は、将来の実質短期金利の無限数列を加重平均することによって得られる。

13 当式では、実質長短期金利、クーポン・レート、時間選好率などの金利に類するものがすべて均衡実質長期金利 rl^* の近傍で変動することを仮定している。

ここでも、先に説明した、事後的な実質短期金利と事前的な実質短期金利の問題が残っている。静学的期待インフレ率を用いると、短期貸しをロール・オーバーする貸し手は、景気が過熱する局面で常にインフレ率を低めに見積もってしまうので、事後的な実質短期金利は事前的な実質短期金利を必ず下回る。しかし、ラグを伴うとはいえ、期待インフレ率は徐々に引き上げられていくのでロスはいささか小さい。これに対し、長期の貸し手が静学的期待インフレ率を用いると、長期にわたって低インフレが持続するとの前提に立って、名目の長期金利を設定するので、短期の貸し手よりも、事後的により大きなロスをこうむる可能性がある。なお、完全に合理的な金融市場を分析するためには、(4)式の静学的期待インフレ率 π_t を合理的期待インフレ率 π_{t+1} に変更する必要がある。また、完全に合理的な政策ルールのためにも、同様の操作が必要である。ここでは、1度に合理性を導入することを避けて、事前的な実質短期金利を所与として、その予測にに関してのみ合理性を導入することとした。

【定常状態】

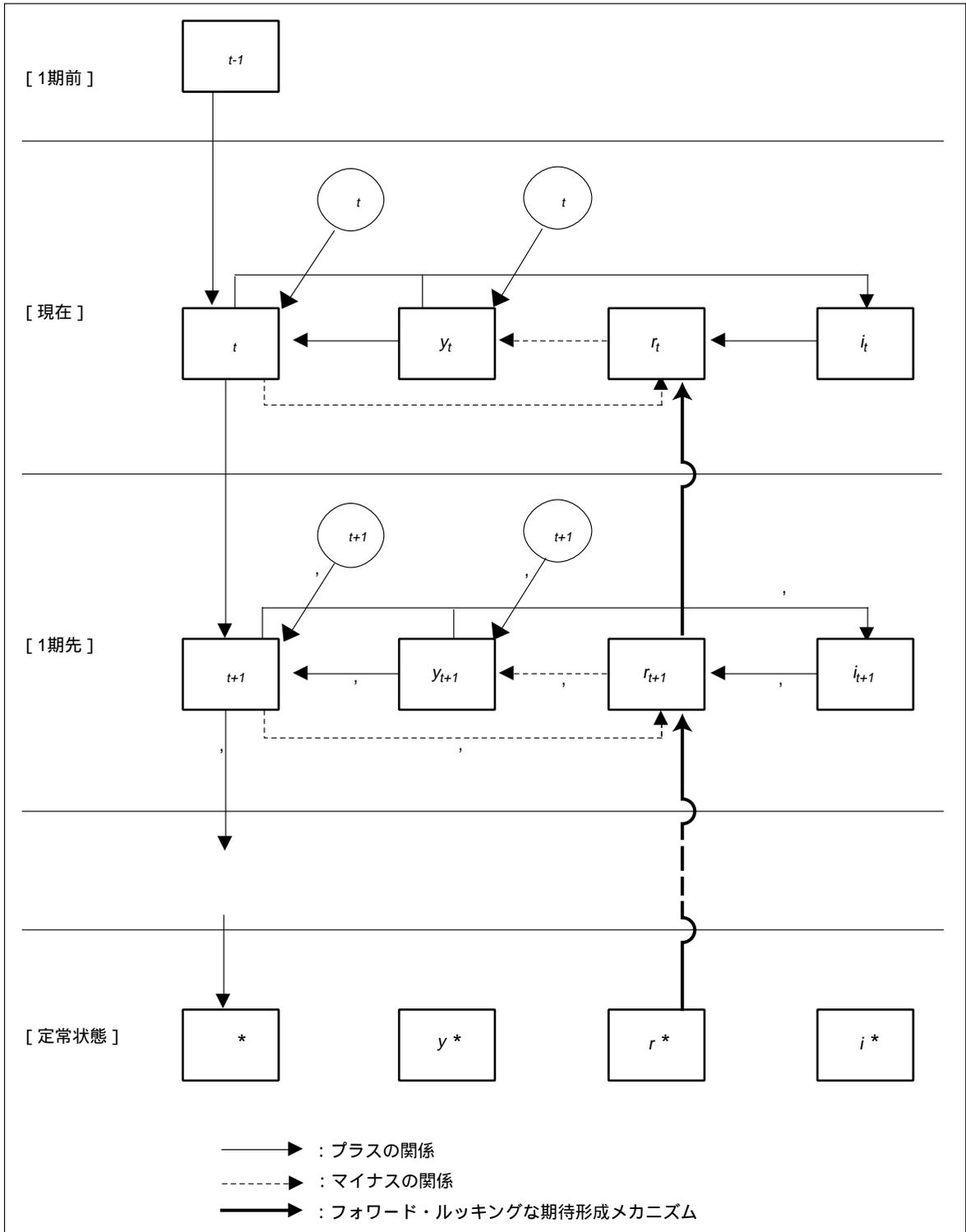
ここでのフォワード・ルッキング・モデルの定常状態は、先にバックワード・ルッキング・モデルで得られた定常状態と全く同じである。この点は、(5)式で、 $rl_{t+1} = rl_t$ とおくと、バックワード・ルッキング・モデルの(5)式と一致することから明らかである。

【波及経路】

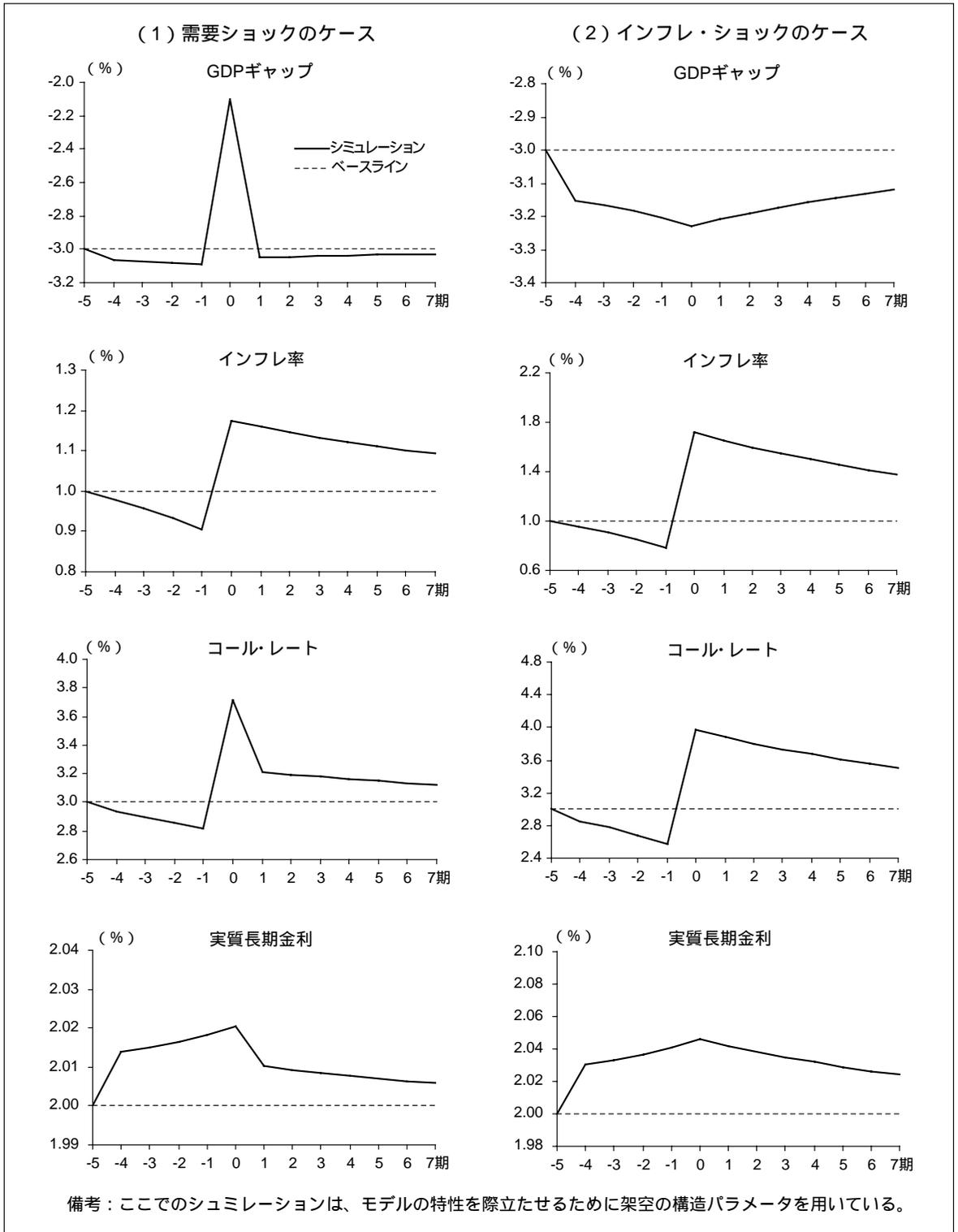
フォワード・ルッキング・モデルにおけるシステム全体の動きは、バックワード・ルッキング・モデルの動きと大まかには変わらない。しかし、フォワード・ルッキング・モデルでは、長期金利に関する期待が合理的に形成されるので、現在の変数が将来の変数にも影響される分、複雑な動きを示す。この点を図表5のフロー・チャートと図表6(1)のシミュレーション結果を用いて解説しておく。図表5は図表3とほぼ同じものであるが、将来から現在に向かって時間を遡る矢印がつけ加わっている点が異なる(太矢印、)。この波及経路の存在によって、フォワード・ルッキング・モデルに、バックワード・ルッキング・モデルにはみられない現象が生ずる。

今、バックワード・ルッキング・モデルの場合とは異なり、翌期に一時的に政府支出が増大し、GDPギャップに正の需要ショックが加わることが、現在の時点で確実に予想されたとする。翌期以降におけるシステムの動きは、バックワード・ルッキング・モデルにおけるシステムの動きと同じであるので省略するが、ここでは翌期に実質長期金利が上昇する点が重要である。フォワード・ルッキング・モデルの場合、翌期に実質長期金利が上昇すると予想されると、金利の期間構造を通じて、現在の実質長期金利が上昇する()。これに伴って、現在のGDPギャップが拡大し()、デフレーションが発生する()。このように、将来的に経済が過熱すると予測されると、現時点では逆に経済に下方圧力がかかる。中央銀行はこうした経済の下方圧力を緩和するために、予めコール・レートを引き下げるといった政策を採

図表5 フォワード・ルッキング・モデルの波及経路



図表6 フォワード・ルッキング・モデルのインパルス・レスポンス



る()。ここで、フォワード・ルッキング・モデルでは、将来何らかのショックが発生する場合、現時点で何ら実際のショックが発生していなくとも、アナウンス効果だけでシステムが変動する点が重要である。ここでは、需要ショックの場合について解説したが、インフレ・ショックの場合も、図表5を用いて図表6(2)のシミュレーション結果を解釈することができる。

4. 拡張モデルと推計

本章では、前章で導入されたフォワード・ルッキング・モデルをわが国の実際のデータに当てはめる。その際、内外金利の裁定行動から導かれたフォワード・ルッキングな為替レート、財政支出、フォーキャスト・ベースの金融政策など、いくつかの点で基本モデルを拡張する。なお、テイラー・ルールのような単純な定式化は、1990年代後半のわが国にはうまくフィットしない点に注意が必要である。図表2は、政策反応関数を1996年第2四半期までのサンプルから推計し、これを1998年までの実際のコール・レートと比較したものである。これによると、テイラー・ルールは95年まで実際のコール・レートの動きを大まかにはトレースしていたが、それ以降は両者が大きく乖離していることがわかる。例えば、96年にはテイラー・ルールが実際のコール・レートの水準を大きく上回っている。これは、96年にわが国は高成長を記録したが、既に97年以降の消費税率の引上げや財政赤字の削減が判明していたので、中央銀行がこれを見越してコール・レートの引上げを行わなかったことが原因と考えられる¹⁴。また、最近では中央銀行がGDPギャップの未曾有の拡大に直面して、過去の平均的なテイラー・ルールに比べ、緩和政策を強化せざるを得なくなっていることも、同ルールが実際のコール・レートから乖離している理由である¹⁵。

(1) 拡張モデル

(i) IS曲線

$$y_t = y^* + \alpha_1 (y_{t-1} - y^*) + \alpha_2 (r_t - r^*) + \alpha_3 (\ln s_{(t-7, t-1)} - \ln s^*) + \alpha_4 g_{(t-6, t)} + \varepsilon_t$$

14 図表2では、テイラー・ルールと実際のコール・レートの乖離は97年に拡大しているが、これは同年に消費税率が3%から5%へ引き上げられたことを反映している。同様の乖離は、3%の消費税が導入された89年にも発生している。したがって、テイラー・ルールを適用する際、こうした制度要因を予め除去できれば理想的である。しかし、消費税の変更がどのように物価に波及していったのか、また、その波及メカニズムを中央銀行がどのように把握・予想して金利コントロールに組み込んでいたのかについては、さらなる分析が必要であり、ここではとりあえず消費税率の変更を調整しないで、単純にテイラー・ルールを適用している。

15 図表2をみると、実際のコール・レートの動きは、テイラー・ルールに比べ、かなりスムーズである。これは、中央銀行が市場調節を行う際、金利スムージングを念頭に置いている可能性を示唆している。政策反応関数を推計する際、こうした金利スムージングを考慮すれば、テイラー・ルールは実際のコール・レートをさらにうまくトレースするであろう。

(ii) インフレ率決定式

$$\pi_t - \pi^* = \beta_1 (\pi_{t-1} - \pi^*) + \beta_2 (y_t - y^*) + \eta_t$$

(iii) 政策反応関数

$$i_t = \pi_t + rs_t^f + \gamma (y_{(t-4, t-1)} - y^f) + \delta (\pi_{(t, t+3)} - \pi^f)$$

(iv) 実質短期金利

$$rs_t = i_t - \pi_t$$

(v) 長期金利決定式

$$rl_t - (rl_{t+1} - rl_t) / rl^* = i_t - \pi_t$$

(vi) 実質為替レート決定式

$$\ln s_t = \ln s_{t+1} - (rs_t - rs_t^{us})$$

ここで、 s_t は実質為替レート、 g_t は実質政府支出の前期比伸び率である。 $x_{(t-j, t-k)}$ は変数 x の j 期前から k 期前までの移動平均である。同様に、 $x_{(t+j, t+k)}$ は変数 x の j 期後から k 期後までの移動平均である。上記モデルは基本的には前章で導入されたフォワード・ルッキング・モデルを踏襲したものであるが、以下のような点で拡張を図っている。まず、実質為替レートを導入して開放経済へと拡張した。(vi)式のように、実質為替レートの期待変化は、投資家の金利裁定行動を通じて、実質の内外金利差と等しくなる。同式からわかるように、今期の実質為替レートは、来期の実質為替レートに依存しており、フォワード・ルッキングに決定されている。

次に、(ii)式のように、インフレ率は、その均衡値からの乖離幅が、過去の乖離幅とGDPギャップの定常状態からの乖離幅により決定されるように変更した。なお、(ii)式は次のように書き換えられる。すなわち、

$$\pi_t = \beta_1 \pi_{t-1} + (1-\beta_1) \pi^* + \beta_2 (y_t - y^*) + \eta_t$$

期待を織り込んだフィリップス曲線の観点からすると、右辺第1項と第2項の和はインフレ率に関する期待に相当する。これからすると、民間経済主体の期待インフレ率は、1四半期当たり100(1- β_1)%のスピードで長期均衡 π^* に回帰していくと解釈できる¹⁶。すなわち、 β_1 は期待価格変動の粘着性の指標である。

最後に、政策反応関数に含まれるインフレ率に将来のインフレ率の移動平均を使用した。これは、中央銀行が現在のインフレ率のみではなく、将来のインフレ率を予測して、それに対し予防的に金融政策を発動していると考えられるためである。

16 (ii)式をわが国の1980年代、90年代のデータに当てはめると β_1 が有意に1よりも小さくなる。わが国のフィリップス曲線の推計については肥後・中田[2000]を参照。

(2) 推計

上記の6方程式のうち、(iv)式と(vi)式は定義式であり推計する必要はない。また、(v)式は、実際に推計すると、そこから識別される均衡実質長期金利がマイナスの値をとるので、推計になじまない。したがって、本稿で実際に推計するのは(i)式から(iii)式の3方程式のみである¹⁷。推計に当たっては、まず、これら3方程式の定数項を整理する。すなわち、

$$y_t = con_1 + \alpha_1 \cdot y_{t-1} + \alpha_2 \cdot r_t^l + \alpha_3 \cdot \ln s_{(t-7, t-1)} + \alpha_4 \cdot g_{(t-6, t)} \quad (i)$$

$$\pi_t = con_2 + b_1 \cdot \pi_{t-1} + b_2 \cdot y_t \quad (ii)$$

$$i_t = con_3 + \pi_t + c \cdot y_{(t-4, t-1)} + d \cdot \pi_{(t, t+3)} \quad (iii)$$

サンプルは四半期データで、推計期間は、1983年第3四半期を始期とし、わが国のコール・レートがほぼ下限に張り付いたと考えられる1996年第2四半期を終期とした。図表2からわかるように、1996年以降、わが国のコール・レートは、GDPギャップやインフレ率の変動にもかかわらず、ほぼ横這いで推移している。このため、(iii)式のような線形の政策反応関数をフィットさせることができないのは明らかである。また、96年後半からはGDPギャップが縮小しているにもかかわらず、実際のコール・レートが引き上げられていない。これは、この時期のGDPギャップの縮小は97年の消費税率引上げを見越した駆け込み需要によるものと特定できていたため、金融政策は見かけ上のGDPギャップの縮小にはあえて反応しなかったからである。このため、本稿では1996年第2四半期までをサンプル期間として採用した。

金融政策は、GDPギャップやインフレ率などモデルの内生変数に常に反応していくものである。したがって、こうした政策反応関数を含むモデルでは同時方程式バイアスが深刻な問題となる可能性が高い。このため、本稿では、方程式を1本ずつ独立に推計するのではなく、完全情報最尤法(FIML: full information maximum likelihood)を用いて、3つの方程式を同時推計する。また、システムを同時推計することにより、政策が時間とともに変化しても、それがルールに沿ったものである限り、そうした政策変更はルーカス批判からフリーである。なお、システムに含まれる方程式の構造パラメータは相互に関連している可能性があり、必ずしも制約なしにフリーに推計できるものではないが、本稿では、こうした構造パラメータ間に存在し得る制約については全く考慮していない。推計結果は以下のとおり。

17 r_t^l には実質資本コストを用いた。実質資本コストの作成方法は日本銀行[1995]を参照。GDPギャップ算出の前提となる潜在GDPの計測方法にはさまざまな方法があるが、ここではコブ・ダグラス型の生産関数を仮定し、全要素生産性が線形のトレンドで上昇すると考えた上で、各生産要素の潜在投入量を生産関数に代入して潜在GDPを求めた。詳細はWatanabe[1997]を参照。実質為替レートは、名目円ドルレートをGDPデフレーターとドル建ての海外物価(各国物価を輸出ウエイトで加重平均)を用いて、実質化した(90年=100)。 π_t はGDPデフレーター(X-12-ARIMAによって推計された趨勢循環成分)の前期比。 i_t はコール・レートである。

(i) 式	con_1	a_1	a_2	a_3	a_4	R^2
	-16.65[-3.8]	0.64[8.6]	-0.90[-4.8]	3.94[4.0]	0.10[2.0]	0.88
(ii) 式	con_2	b_1	b_2			R^2
	1.34[3.2]	0.64[6.9]	0.27[3.0]			0.74
(iii) 式	con_3	c	d			R^2
	4.04[6.8]	0.26[2.1]	0.33[2.1]			0.73

備考：推計期間：1983第3四半期～1996第2四半期。推計方法：FIML（完全情報最尤法）、[]は*t*値。

(3) 識別

前節の推計だけでは、変数の均衡値と目標値 (y^* 、 y^f 、 π^* 、 π^f 、 rl^* 、 rs^f 、 s^*) が具体的にどのような値をとるのか定かではない。金融政策ルール of 分析を行うためには、これらの変数を具体的に把握しておく必要がある。本節では、こうした金融政策ルールを識別する方法を提示する。なお、推計結果の妥当性を大まかにチェックするためにも、変数の均衡値や目標値を具体的に識別しておくことは重要である。

識別すべき均衡値と目標値は全部で7つと多い。そこで、本稿では、中央銀行の政策目標は、経済が長期均衡からなるべく乖離しないようにすることであると仮定し、 $y^f = y^*$ 、 $\pi^f = \pi^*$ 、 $rs^f = rl^*$ とおく。今、(i)～(iii)式と(i)′～(iii)′式をマッチさせると、

$$con_1 = (1 - a_1) \cdot y^* - a_2 \cdot rl^* - a_3 \cdot \ln s^* \quad (i)$$

$$con_2 = (1 - b_1) \cdot \pi^* - b_2 \cdot y^* \quad (ii)$$

$$con_3 = -c \cdot y^* - d \cdot \pi^* + rl^* \quad (iii)$$

3つの方程式の中に未知数が、 y^* 、 π^* 、 rl^* 、 s^* の4つあるので、自由度が1つある。本稿では、 π^* を期間中の平均値によってカリプレートし、その上で、残り3つの未知数を識別した。 π^* を与えると、(ii)′式から y^* が決まる。 π^* と y^* が決まると、(iii)′式から rl^* が決まる。これらを(i)′式に代入すると、 s^* が決まる。この方法により算出された各変数の均衡値は以下のとおり。

$$y^* = y^f = -3.40\%、\pi^* = \pi^f = 1.15\%、rl^* = rs^f = 3.52\%、s^* = 102.32$$

これで(i)～(vi)式のシステム全体を推計することができた。

5. ショック・シミュレーションによる政策ルール分析

本章では、前章で推計されたわが国のフォワード・ルッキング・モデルを標準ケースとして、政策ルールの変更が経済の安定性にどのような影響を与えるのか、さまざまなシミュレーションを通じて考察する。ここでの主眼は、政策ルールの相違が、民間経済主体の選択とあいまって、経済の動態にどのような影響を与えるのかを検討することにある。その際留意すべきは、2章で解説したとおり、フォワード・ルッキング・モデルでは、長期的に貨幣はペールであり、実質変数の長期均衡は金融政策ルールとは独立に決まっているので、政策ルールの変更は長期的な均衡値に影響を与えることができない点である。フォワード・ルッキング・モデルを使って観察できるのは、経済の諸変数が所与の長期均衡に向かっていかなる動学的経路を進んで行くのか、いかなる政策ルールが短期的な経済の安定化に資するのかという点である。なお、ここでは定性的な分析に興味があり、厳密に定量的な検討は行わない。

本稿では、大きくテイラー・ルールに包含される政策ルールのみを考察対象とする。したがって、テイラー・ルールをそれ以外の政策ルールと比較することもしない。このようにわれわれの関心をテイラー・ルールに限定すると、前章の(iii)式からわかるように、中央銀行が政策ルールを変更する場合の自由度は次の3点である。すなわち、目標インフレ率(π^f)、景気感応度(γ)、インフレ感応度(δ)の3つである。以下、これら3変数を動かすことによってさまざまな政策ルールを策定し、経済が長期均衡に至るまでのダイナミクスを比較検討する。ここで留意すべきは、政策ルールを変更すると、それとともに構造方程式のパラメータが変化する可能性があるため、政策ルールの変更に伴う効果を正確にシミュレートすることはできないというルーカス批判である。本稿のモデルのパラメータはディープ・パラメータではないので、こうしたルーカス批判からフリーではない。また、政策ルールを変更したとき、民間経済主体がどのように反応するのかは、それまでに中央銀行が獲得してきた信認の程度や中央銀行がその時々にかけている経済状況に依存する。このため、政策ルールの変更シミュレーションは、本稿で仮定している特定の条件下でのみ有効である点に留意すべきである。なお、こうした政策変更以外にも、GDPギャップやインフレ率について、どれぐらいの長さのラグ値やリード値に反応するのかといった選択の余地もあるが、本稿では推計モデルのリード次数とラグ次数をそのまま用い、これを変化させた場合の分析は行わない。

最後に、本章でのシミュレーションは、名目金利にゼロ%制約がなく、必要なだけコール・レートを引き下げることができる場合を想定している。ゼロ%制約がある場合の効果は、補論2で取り上げられる。

(1) 目標インフレ率の変更 (図表7)

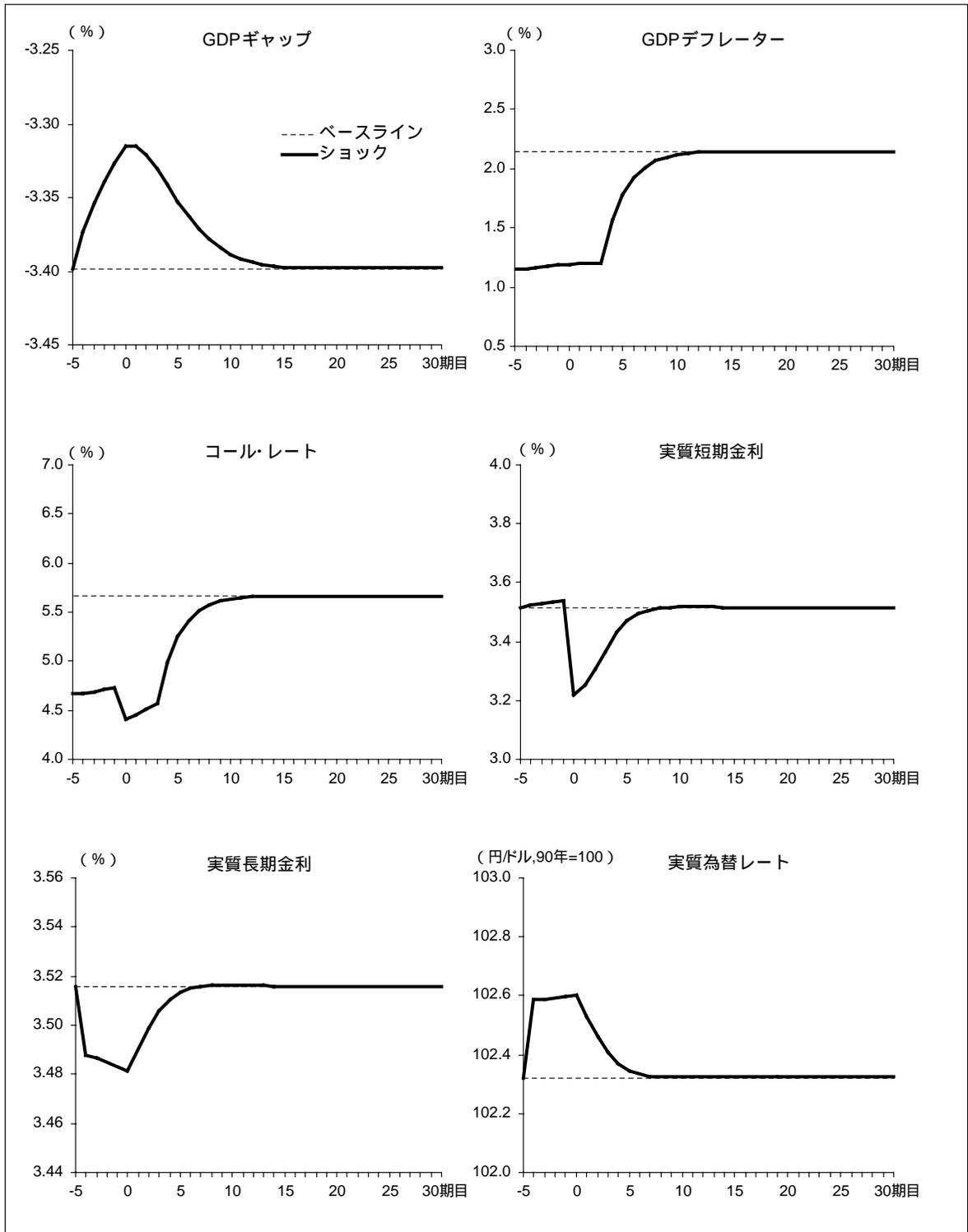
中央銀行が、目標インフレ率 (π^f) を1年後から恒久的に1%引き上げると同時に、コール・レートを引き下げるとアナウンスする。ただし、1年後に中央銀行がコール・レートを引き下げても、民間経済主体はそれだけでは中央銀行による目標インフレ率の引上げをただちには信じず、実際にインフレ率が上昇して初めて、目標インフレ率の上昇を信用すると仮定する。ここでは、中央銀行が目標インフレ率を引き上げてから民間経済主体がそれを信じるまでのタイム・ラグを1年と仮定する。

なお、本稿のモデルでは、長期的には貨幣の中立性が仮定されているので、目標インフレ率を変更しても、GDPギャップ等の実質変数に対して長期的な影響はない。ここでの目的は、政策変更が実質変数に及ぼす過渡的な効果をみることである。また、ここでは、目標インフレ率を恒久的に変更した場合を想定しており、目標インフレ率をいったん引き上げた後、すぐ元に戻すというような一時的な目標変更を想定しているわけではない。仮に目標変更が一時的である場合には、民間経済主体はそれを織り込んで行動するので、政策変更の効果は小さくなる。さらに、実質変数に対する短期的な効果は、インフレ率の粘着性とそれに基づく期待インフレ率の粘着性に依存している。価格と期待インフレ率の調整速度が上昇すれば、短期的にも政策変更が実質変数に与える効果は小さくなる。また、ここでの結論は、これまでに中央銀行がどの程度金融政策に関して信認を得てきたかという仮定にも依存する。信認が高ければ、目標インフレ率の引上げを信じる民間経済主体も多くなると考えられる。もっとも、目標インフレ率を引き上げても、それを実行する手段がないと民間経済主体が判断すると、中央銀行のアナウンスを信じる理由はなくなる。

a . 目標インフレ率を変更した後の効果

中央銀行は、目標インフレ率を引き上げると同時に、コール・レートを引き下げる。インフレ率は、その粘着性のため、すぐには同じだけ下らない。このため、実質短期金利が低下し、実質長期金利は低下、実質為替レートは円安化する。これにより、GDPギャップは縮小し、インフレ率は上昇する。実際にインフレ率が上昇すると、民間経済主体が期待インフレ率を引き上げるので、インフレ率の上昇が加速される。こうしてインフレ率が上昇すると、中央銀行はコール・レートを引き上げる。インフレ率の粘着性から、実質短期金利と実質長期金利は均衡値へと上昇し、GDPギャップも均衡値へと拡大していく。ここで、留意すべきは、中央銀行が目標インフレ率を引き上げたところで、長期的には、GDPギャップや実質金利などの実質変数は元の均衡値に回帰し、インフレ率や名目金利などの名目変数のみが上昇する点である。

図表7 目標インフレ率の引上げ



b．目標インフレ率を変更する前の効果

中央銀行は、実際にコール・レートを引き下げる前に、1年後に目標インフレ率を引き上げるとアナウンスする。先述のとおり、1年後に実際にコール・レートが引き下げられると、実質長期金利は低下する。これを民間経済主体が予想すると、現時点で実質長期金利が低下する。同様に、実質為替レートが将来円安化すると予想されると、現時点で為替レートが円安化する。このように、目標インフレ率の引上げをアナウンスすると、その時点で実質長期金利は低下、実質為替レートは円安化する。このため、現時点でGDPギャップは縮小し、インフレ率は上昇する。

(2) 政策感応度の変更

ここでは、需要ショックとインフレ・ショックという2つのケースを考え、これらのショックに対して、相対的に景気感応度 (γ) が高い政策ルールと相対的にインフレ感応度 (δ) が高い政策ルールが、経済をどの程度安定化させるかを比較する。なお、ここでの結論は、政策反応関数に含まれるGDPギャップとインフレ率のリード・ラグの構造に大きく依存している。

イ．需要ショックの場合 (図表8)

ここでは、(i)式のIS曲線の攪乱項 (ε_t) に、第0期から4期間 (1年間) にわたり1%の正のショックを与え続けた。このショックは事前に予測されず、第0期に突然発生した後、4期間にわたってショックが持続すると予測されるとする。

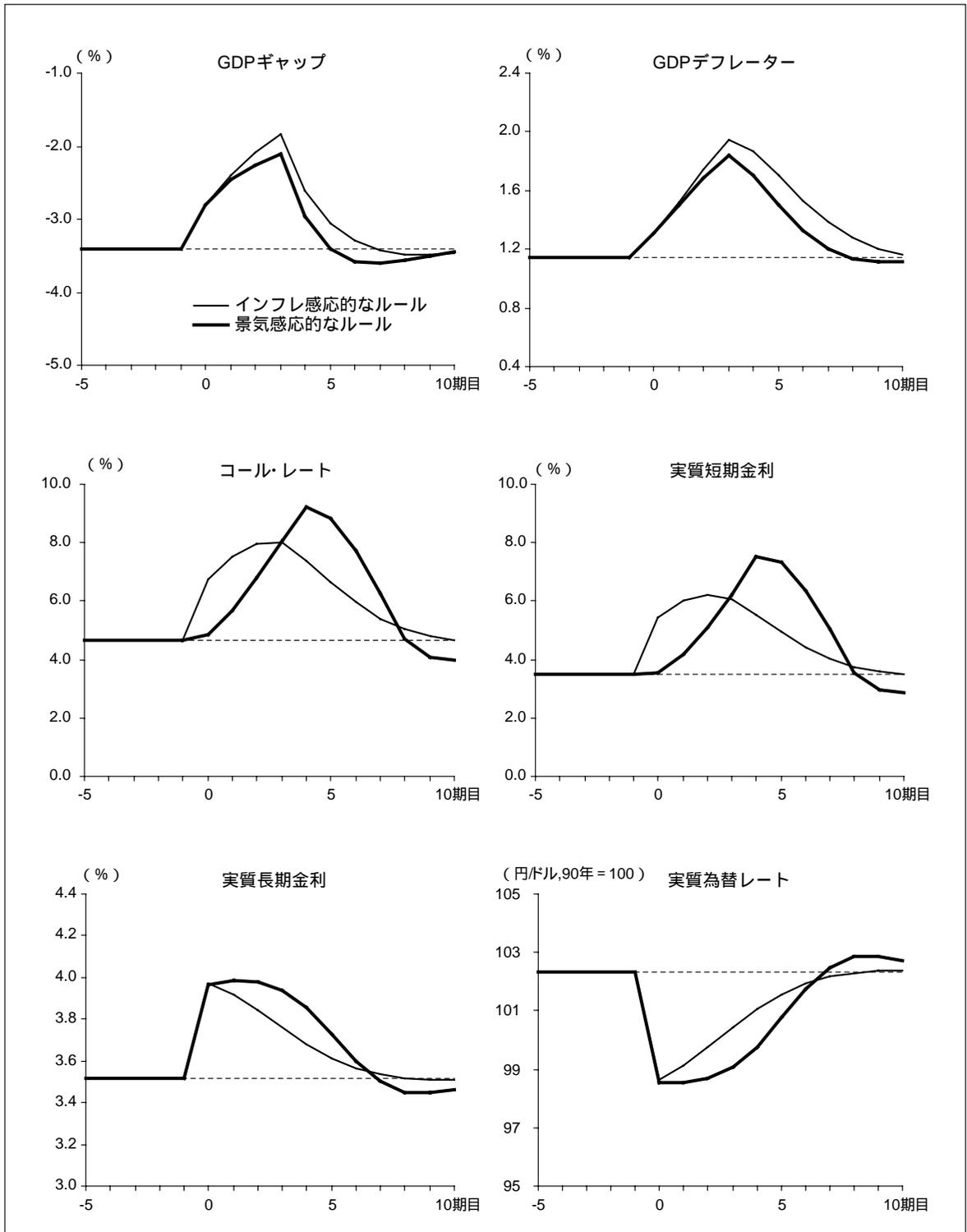
A．景気感応的なルール ($\gamma = 4$ 、 $\delta = 1$)

第0期から4期間にわたる正の需要ショックにより、GDPギャップが縮小する。相対的に景気感応的な政策ルールを採用すると、コール・レートが大きく上昇するので、実質短期金利も大きく上昇する。これにより、実質長期金利が大きく上昇、実質為替レートも大幅に円高化する。これはGDPギャップの縮小を抑制するので、この結果、インフレ率の上昇圧力が緩和される。

B．インフレ感応的なルール ($\gamma = 1$ 、 $\delta = 4$)

インフレ感応的な政策ルールを採用すると、GDPギャップの縮小に伴って予想されるインフレ率の上昇に対して、コール・レートが大幅に引き上げられる。もっとも、これによってインフレ率が次第に低下すると予想されると、GDPギャップがいぜんとして縮小していても、コール・レートがさらに上昇することはなく、次第に元の均衡水準に戻っていく。この結果、景気感応的な政策ルールを用いた場合と比較して、GDPギャップの縮小幅は大きくなり、その結果、インフレ率の上昇幅も大きくなる。

図表8 政策ルール比較（需要ショックの場合）



ロ．インフレ・ショックの場合（図表9）

ここでは、(ii)式のインフレ率決定式の攪乱項(η_t)に、第0期から4期間（1年間）にわたり1%の正のインフレ・ショックを与え続けた。このショックは事前に予測されず、第0期に突然発生した後、4期間にわたってショックが持続すると予測されるとする。

A．景気感応的なルール（ $\gamma = 4$ 、 $\delta = 1$ ）

第0期から1年間にわたりインフレ率が上昇すると、中央銀行は政策ルールに沿ってコール・レートを引き上げる。景気感応的な政策ルールを採用した場合には、コール・レートの上げ幅が小さくなるので、実質短期金利の上昇幅は小さい。このため、実質長期金利の上昇幅も小さいし、実質為替レートもあまり円高に振れない。したがって、GDPギャップの拡大幅は相対的に小さいものとなるが、高インフレが継続してしまう。

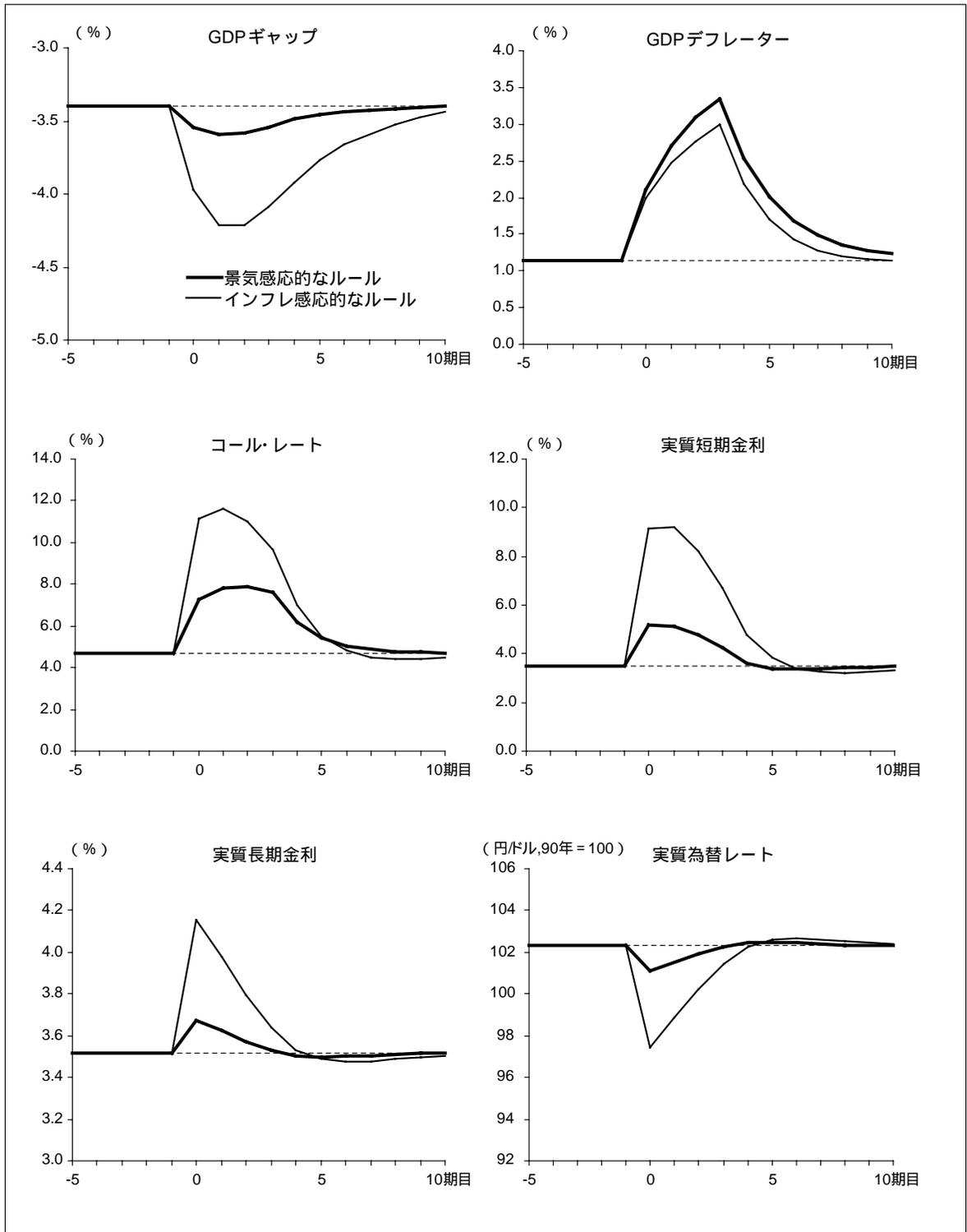
B．インフレ感応的なルール（ $\gamma = 1$ 、 $\delta = 4$ ）

インフレ感応的な政策ルールを採用した場合には、インフレ率の上昇に対してコール・レートが大きく上昇するため、実質短期金利が大きく上昇する。このため、実質長期金利は大きく上昇、実質為替レートは大きく円高化する。したがって、GDPギャップの拡大幅は大きくなるが、その代わりに、インフレ率の上昇幅は景気感応的な政策ルールに比べて小さくなる。

以上のように、わが国のフォワード・ルッキング・モデルを前提とすると、需要ショックが生じた場合、景気感応的な政策ルールを採用すれば、GDPギャップのみならずインフレ率の変動も抑えられる。このため、中央銀行にとって、政策ウエイトの選択に関するトレード・オフは存在しない。対照的に、インフレ・ショックが生じた場合、景気感応的な政策ルールを採用すれば、GDPギャップの変動は小さくなるが、インフレ率の変動は大きくなる。一方、インフレ感応的な政策ルールを採用すれば、インフレ率の変動は小さくなるが、GDPギャップの変動は大きくなる。このため、中央銀行は政策ウエイトの選択においてトレード・オフに直面する¹⁸。

18 GDPギャップが長いラグを伴ってインフレ率に影響する場合など、より複雑なモデルでは、需要ショックが生じた場合に、トレード・オフが発生する可能性がある。

図表9 政策ルール比較（インフレ・ショックの場合）



6. 確率的シミュレーションによる政策分析

本章では、4章で推計されたわが国のフォワード・ルッキング・モデルを用いて、確率的シミュレーションを用いた不確実性下の金融政策ルールに関する分析を行う。これまでの政策シミュレーションでは、確定的な需要ショックやインフレ・ショックを一通り与え、政策ルールの変更に伴って、GDPギャップやインフレ率のパスがどのように変化するかという観点から政策のパフォーマンスを評価してきた。実際の経済では、こうした外生的ショックは、確率的に不断に生じている。こうした観点から、最近の金融政策ルール分析は、モデルに確率的なショックを与えた上で、さまざまな金融政策ルールが、GDPギャップやインフレ率の変動をどの程度安定化させるかをチェックすることに主眼を置いている。具体的なシミュレーション方法については補論1を参照。

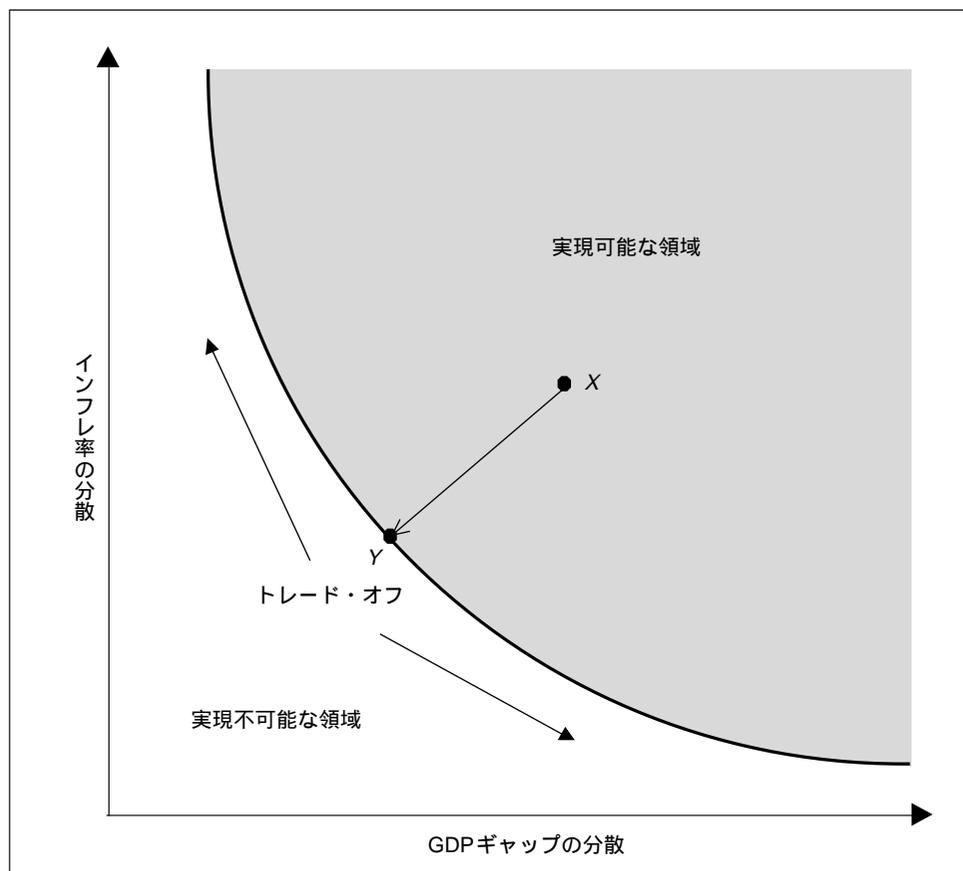
(1) GDPギャップとインフレ率の分散トレード・オフ

さまざまな金融政策ルールのパフォーマンスを評価する基準として頻繁に用いられるのが、テイラーによるGDPギャップとインフレ率の分散トレード・オフである (Taylor [1994])。GDPギャップ (または失業率) とインフレ率の水準の間には、短期的にはトレード・オフ関係があっても、長期的にはトレード・オフは存在しないというのが通説である。したがって、ある程度の時間を通じた政策の評価を行う場合、GDPギャップの水準はその評価基準には向かない。こうしたことから、テイラーは、中央銀行にとって、GDPギャップの水準ではなく、GDPギャップとインフレ率の分散を小さくすることが、政策目標の1つとなり得ると主張している。今、テイラー・ルールの政策ウエイト (γ, δ) を固定して、さまざまな大きさの需要ショックとインフレ率ショックをモデルに与えると、それに応じたさまざまな動学的パスが得られる。これらのパスは、大まかには、長期的均衡の周りにばらついており、そのばらつきをGDPギャップの分散とインフレ率の分散の大きさで測ることができる。前章でみたように、政策ウエイトが変化すると、GDPギャップとインフレ率が長期均衡に収束していくパスも変化し、GDPギャップとインフレ率の分散の大きさも変化する。政策ルールを変更しても、両方の分散を1度に減らすことができなくなった時、その政策ルールは効率的ルールと呼ばれる。また、さまざまな効率的ルールから得られるGDPギャップとインフレ率の分散ペアの集合は効率性フロンティアと呼ばれる。Taylor [1994] によると、この効率性フロンティアはトレード・オフの関係になることが多い¹⁹。

19 テイラーは、Solow and Taylor [1998] の中で、この分散トレード・オフが存在する直観的な説明を行っている。ただし、テイラーは分散トレード・オフの発生原因を需要ショックに対する政策当局の反応度の相違に求めているが、Ball [1994] は、需要ショックの場合、モデルによってはそうしたトレード・オフが発生しないことを示し、トレード・オフの発生原因をインフレ・ショックの存在に求めている。本稿でも先述したとおり、需要ショックのみではトレード・オフが存在しない。

図表10は、これらの概念を簡単に整理したものである。図のシャドーで示した部分は、中央銀行が政策ルールの反応係数を変化させることによって実現できるGDPギャップとインフレ率の分散ペアを集めたものである。今、中央銀行が特定の政策ルールを採用し、分散ペアがシャドー領域の内側の点Xで与えられたとする。この場合、中央銀行は政策ルールをうまく変更することによって左下方向の点Yに移行することができる。この点Yは、点Xに比べて、GDPギャップとインフレ率の両方の分散が小さくなっている。このような場合、先の点Xに対応する政策ルールは非効率な政策ルールと呼ばれる。一方、点Yからは、GDPギャップとインフレ率の両方の分散を同時に小さくすることができない。このような場合、点Yに対応する政策ルールは効率的な政策ルールと呼ばれる。効率的な政策ルールから得られた分散ペアの集合を効率性フロンティアと呼び、図中では右下がりの曲線で描かれている。点Yからインフレ率の分散を減らそうとすると、GDPギャップの分散が大きくなり、逆にGDPギャップの分散を減らそうとすると、インフレ率の分散が増大する。この

図表10 分散トレード・オフ



ような場合、中央銀行は政策のトレード・オフに直面しているという。近年の金融政策ルール分析は、特定の政策ルールから得られるGDPギャップとインフレ率の分散のペアが、この分散トレード・オフからみて、どの辺りに位置しているかという点に集中しており、すでに多数の研究結果が報告されている²⁰。なお、この分散トレード・オフの形状はモデルの構造により異なり、そうした形状の変化がどのような要因によってもたらされるかという点にも注目が集まっている。

(2) わが国における分散トレード・オフ

4章で推計されたわが国のフォワード・ルッキング・モデルを用いて確率的シミュレーションを実行し、わが国におけるGDPギャップとインフレ率の分散トレード・オフを導出すると図表11のようになる。図が示すように、わが国にもGDPギャップとインフレ率の分散の間にトレード・オフが存在していることがわかる。

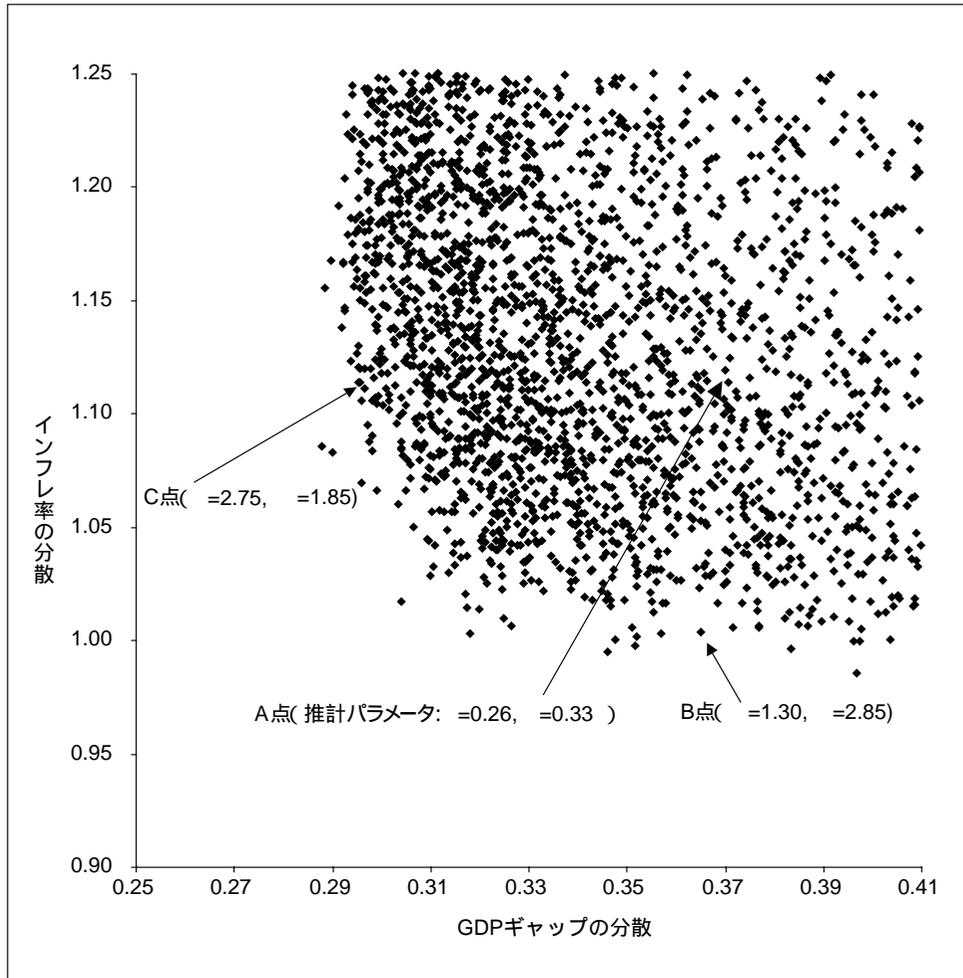
また、推計された政策反応関数のパラメータ ($\gamma = 0.26$, $\delta = 0.33$) に対応する点Aはトレード・オフの内側に位置していることがわかる。このことは、本稿のフォワード・ルッキング・モデルを前提とすると、推計期間中 (1983年第3四半期～1996年第2四半期) の金融政策ルールは必ずしも完全には効率的ではなく、さらにアグレッシブにコール・レートを操作することにより、GDPギャップの分散とインフレ率の分散の双方を低下させられるようにみえる。例えば、点Aよりインフレ率の分散が低い点Bは、推計された政策反応パラメータ・セットよりも極めて高いパラメータによって実現される ($\gamma = 1.30$, $\delta = 2.85$)。また、点AよりもGDPギャップの分散が低い点Cも、推計されたパラメータ・セットよりも極めて高いパラメータによって実現される ($\gamma = 2.75$, $\delta = 1.85$)。

しかし、こうした結果が真に金融政策の非効率性を示唆していると結論するには、より詳細な検討が必要である。この原因はいくつか考えられるが²¹、第1にBrainard [1967] による「ブレйнаードの保守主義 (“Brainard Conservatism”)」が挙げられる。Brainard [1967] は、政策当局がモデルの真のパラメータを知らず、その意味で不確実性を抱えている場合には、モデルの真のパラメータを知っているケースと比較して、より保守的な政策反応を行うことが望ましいことを示した。換言すれば、効率性フロンティア上にある政策ルールを採用するためには、民間経済主体も中央銀行も経済の構造を完全に知っていること、GDPのように大きく改訂される可能性のある経済データについて、事後的に計測誤差がない正確なデータをリアル・タ

20 米国における分散トレード・オフの推計は、Taylor [1979]、Fuhrer [1994]、Fuhrer [1997]、Levin *et al.* [1999] 等、多数に上る。

21 例えば、中央銀行がコール・レート的大幅な変動を金融市場の攪乱要因と考え、コール・レートの急激な変動を避けるように行動しているならば、結果として望ましいパラメータは小さくなる。また、GDPギャップとインフレ率の変動以外に政策目標が存在する場合には、それを達成するための政策を採用した結果として、GDPギャップとインフレ率に係るパラメータが小さくなる可能性もある。

図表11 わが国のフォワード・ルッキング・モデルによる分散トレード・オフ



イムで把握できることが前提となるが、実際にはそのような状況は想像し難い (Orphanides and van Norden [1999])。モデルの構造パラメータについて不確実性を考慮した慎重な金融政策運営が行われていたとするならば、結果として本稿で推計されたような、小さなパラメータの選択が適切であった可能性も考えられる。

7. おわりに

本稿では、合理的期待を取り込んだフォワード・ルッキング・モデルについて、その基礎的な概念を簡単に説明すると同時に、その特質をさまざまなシミュレーションを通じて明らかにしてきた。フォワード・ルッキング・モデルの長所として以下のような点が挙げられる。

静学的期待や適応的期待のようなアド・ホックな期待形成メカニズムではなく、人々の合理的期待をモデルの中で扱うことができる。これによって、過去の情報に基づかない将来新たに発生するイベントの効果について考察することが可能となった。

金融政策ルールを導入することによって、経済の先行きに対する人々の期待と政策との相互作用を十分に考慮した分析を行うことができるようになった。確率的シミュレーションにより、GDPギャップとインフレ率の分散トレード・オフを導出し、この観点から特定の政策ルールのパフォーマンスを検討することができるようになった。

次に、本稿では、モデルの推計と識別の実演を通じて、実際のデータからいかにして、中央銀行の政策ルールを抽出できるのかについて論じてきた。実際、本稿では、こうした方法に従って、わが国のフォワード・ルッキング・モデルを構築、推計し、各種の金融政策シミュレーションを実行した。ただし、本稿では、推計期間を1996年第2四半期までとした。それ以降については、96年には高成長にもかかわらず、将来の緊縮財政を見越して中央銀行が短期金利を引き上げなかったり、その後は、短期金利が実質上のゼロ%制約に当たっているなど、モデルがフィットしなくなっていることに注意を要する。名目金利にゼロ%制約がある場合のシミュレーション例としては補論2を参照されたい。

ここで、若干の留意点を挙げると、1990年代入り後、わが国では、長期均衡点自体が変化した可能性があるが、フォワード・ルッキング・モデルでは、こうした長期均衡点の変化を扱うことはできない。また、民間経済主体の期待形成メカニズムがどの程度合理的なのかといった点についても実際に計測される必要が残っている。こうした点から、フォワード・ルッキング・モデルは、短期予測という観点からは、未だ発展途上の域を出ず、従来型のマクロ計量モデルと比較して、必ずしも良好なパフォーマンスを示すものではない。

本稿では主に金融政策ルールの分析を主眼としたため、金利や為替など金融変数にのみフォワード・ルッキングな期待要素を導入したが、フォワード・ルッキング・モデルの用途は必ずしもそれだけに限られず、例えば消費関数に恒常所得仮説を導入するなど、実物的変数についても期待要素を導入することができる。このように、フォワード・ルッキング・モデルの適用範囲は広く、今後わが国でも一層の研究蓄積を進める必要がある。

補論1. 確率的シミュレーションの方法

政策反応関数のパラメータ・セット（GDPギャップとインフレ率にかかるパラメータの組合せ）をある値に固定する²²。

モデルの (i) 式と (ii) 式の攪乱項に每期ランダム・ショックを与えて、ショック・シミュレーションを行い、GDPギャップとインフレ率の時系列をそれぞれ求める。ここで、サンプル・サイズはモデル推計期間と同じ52四半期、ランダム・ショックの大きさ（標準偏差）をモデル推計の際に得られた各方程式の標準誤差とした²³。

で得られた時系列それぞれについて分散を求める。

同じ政策反応関数パラメータを用いて、 のシミュレーションを繰り返し（例えば300回）各回について と同様にGDPギャップとインフレ率の時系列の分散を求める。

で得られた300個のGDPギャップとインフレ率の分散を平均し、その組合せを散布図上にプロットする。ここで、 の繰返しの回数が多いほど、これらの平均値は「真の期待値」に近づくので、散布図上の各点は真の政策パフォーマンスに近くなる。

政策反応関数のパラメータ・セットを変更し、以降の作業を繰り返す。

以上の作業により、さまざまな政策ルールのパフォーマンスが、GDPギャップの分散を横軸、インフレ率の分散を縦軸とする散布図上に示される²⁴。6章では、政策反応関数のパラメータ・セット、すなわち、(iii)のパラメータ (γ, δ) のとり得る範囲を0~3とし、ともに0.05刻みでシミュレーションを実行した。

22 元々のテイラー・ルールでは、GDPギャップ、インフレ率にかかるパラメータは、ともに0.5である (Taylor [1993a])。

23 これは、経済に対して将来発生する外生ショックのばらつきが、モデル推計期間における過去の外生ショックのばらつきと同じであると仮定することを意味する。

24 線形で小型のモデルでは、確率的シミュレーションではなく、解析的に分散の期待値を算出することも比較的容易である。しかし、モデルが大型になったり、非線形性が導入されたりすると、確率的シミュレーションに頼らざるを得ない。

補論2. 名目短期金利のゼロ%制約

1. ゼロ%制約の影響

1990年代後半、わが国では、コール・レートが極端に低下し、実質上のゼロ%制約に到達してしまった。このため、中央銀行は、景気の低迷にもかかわらず、コール・レートを引き下げることができなくなった。そこで、本稿では、名目短期金利のゼロ%制約が経済に与える影響について分析する。具体的には、4章の政策反応関数 (iii) 式をコール・レートが0%以下になれないように以下のように修正する²⁵。

$$i_t = \max\{0, \pi_t + r s^f + \gamma(y_{(t-4, t-1)} - y^f) + \delta(\pi_{(t, t+3)} - \pi^f)\}$$

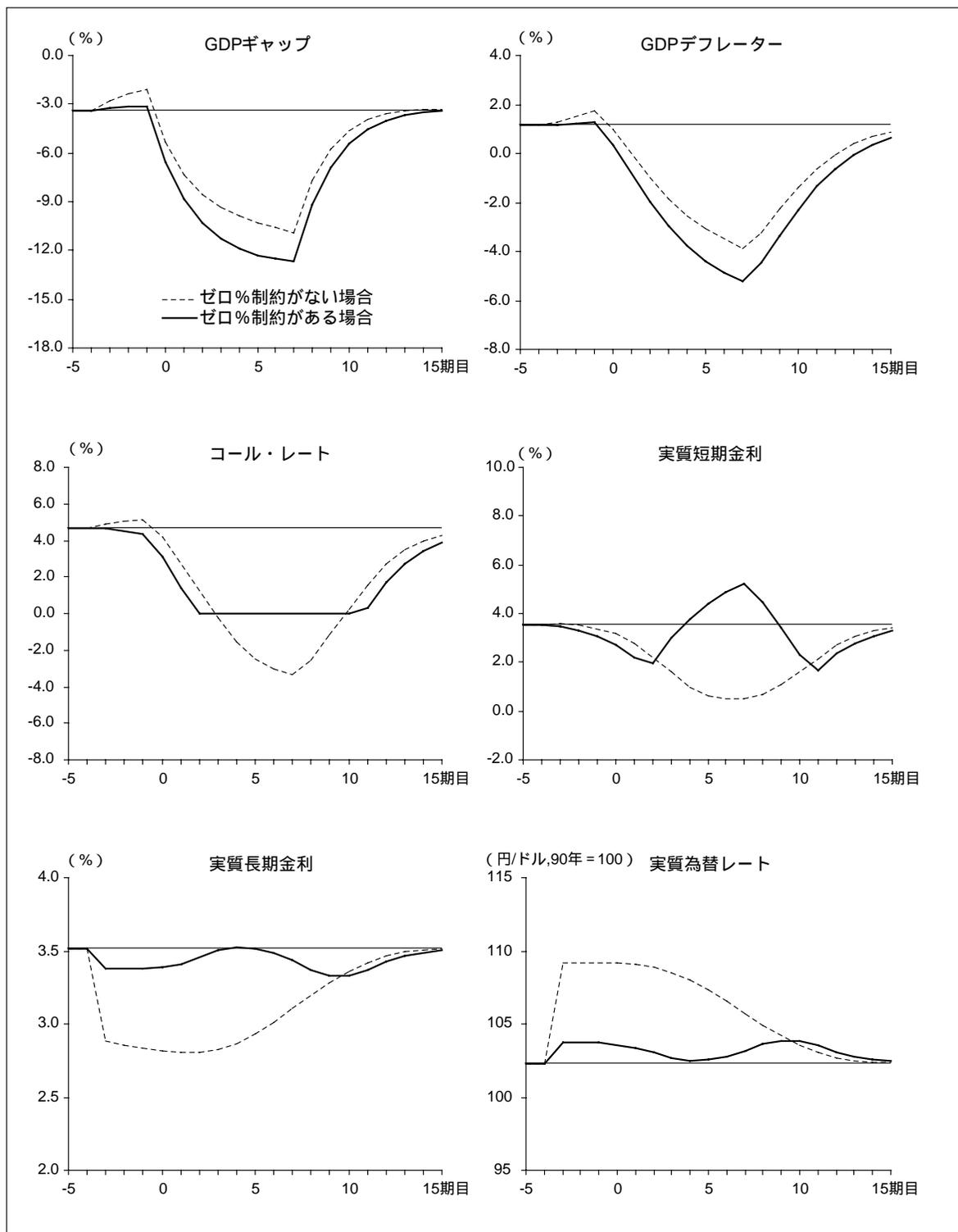
ここで、一般に $\max\{a, b\}$ と書くと、 a と b のうち大きい方を選択することを意味する。したがって、新たな政策反応関数によると、通常はテイラー・ルールに沿った金利操作を行い、テイラー・ルールがマイナスの金利を指示した場合にはゼロ%を選択する。なお、コール・レートがちょうど0%になることは、デフォルト・リスクなどを考えれば、通常は考えにくい。そのような場合は、上の式において0%を0.1%などに変更すればよい。

名目短期金利のゼロ%制約が経済変動に与える効果を分析するため、ここでは、ゼロ%制約がある場合とない場合とについて、大きなマイナスの需要ショックが経済にどのように波及していくかを比較する。図表補1は、そうしたシミュレーションの結果である。まず、経済にマイナスの需要ショックが加わると、GDPギャップが大きく拡大する。ゼロ%制約がなければ、こうした景気の後退圧力を緩和するために、中央銀行はコール・レートを大幅に引き下げる。すると、実質短期金利や実質長期金利が大きく低下し、実質為替レートも大きく円安化する。このため、GDPギャップの拡大が緩和され、その結果、インフレ率の低下幅も小さくなる。しかし、ゼロ%制約があると、中央銀行は、コール・レートをゼロ%以下に引き下げることができない。このため、実質短期金利や実質長期金利はあまり低下せず、実質為替レートもあまり円安化しない。このため、GDPギャップの拡大幅は大きくなるし、インフレ率も大きく下落する。このように、名目短期金利のゼロ%制約は、大きなマイナスの需要ショックに対し、金融政策の効果を限定する働きがある。

ここで、名目短期金利がゼロ%制約に到達していても、金融政策は有効である点に留意が必要である。フォワード・ルッキング・モデルでは、経済は長期的に均衡状態に戻っていくものであり、名目短期金利はいつかゼロ%制約から抜け出していると民間経済主体が予想していると考えている。名目短期金利がゼロ%以上になれ

25 本稿のような方法以外にもゼロ%制約をモデル化することは可能である（例えば、Fuhrer and Madigan [1997] を参照）。

図表補 1 名目金利ゼロ%制約の影響（需要ショックの場合）



ば、中央銀行の金融緩和は実際に効果を発揮する。フォワード・ルッキング・モデルでは、そうした将来における金融政策の有効性に対する予想が、将来の長期金利や為替相場の予想に影響を及ぼし、それが現在に遡って影響を及ぼす。ここからわかるように、名目短期金利がゼロ%でも金融政策が有効なのは、経済が長期的には定常状態に戻っていくという仮定に大きく依存している。したがって、金利がゼロ%制約に達している状況下で金融政策がどれほどの効果を持ち得るのかは、民間経済主体の期待がどれほどフォワード・ルッキングであり、どれほど将来の金融緩和の効果을信じているのかという点にかかっている。

2. 目標インフレ率引き上げの効果（図表補2、3）

ここでは、大きなマイナスの需要ショックが生じた場合に、中央銀行が目標インフレ率を引き上げた場合の効果について考える。なお、中央銀行はこうした需要ショックを事前に予期し、1年前から目標インフレ率を3%引き上げると仮定する。こうした政策変更の効果は、民間経済主体の期待にも依存している。ここでは、中央銀行が目標インフレ率を引き上げてから民間経済主体が期待インフレ率を引き上げるまで、半年かかると仮定する。

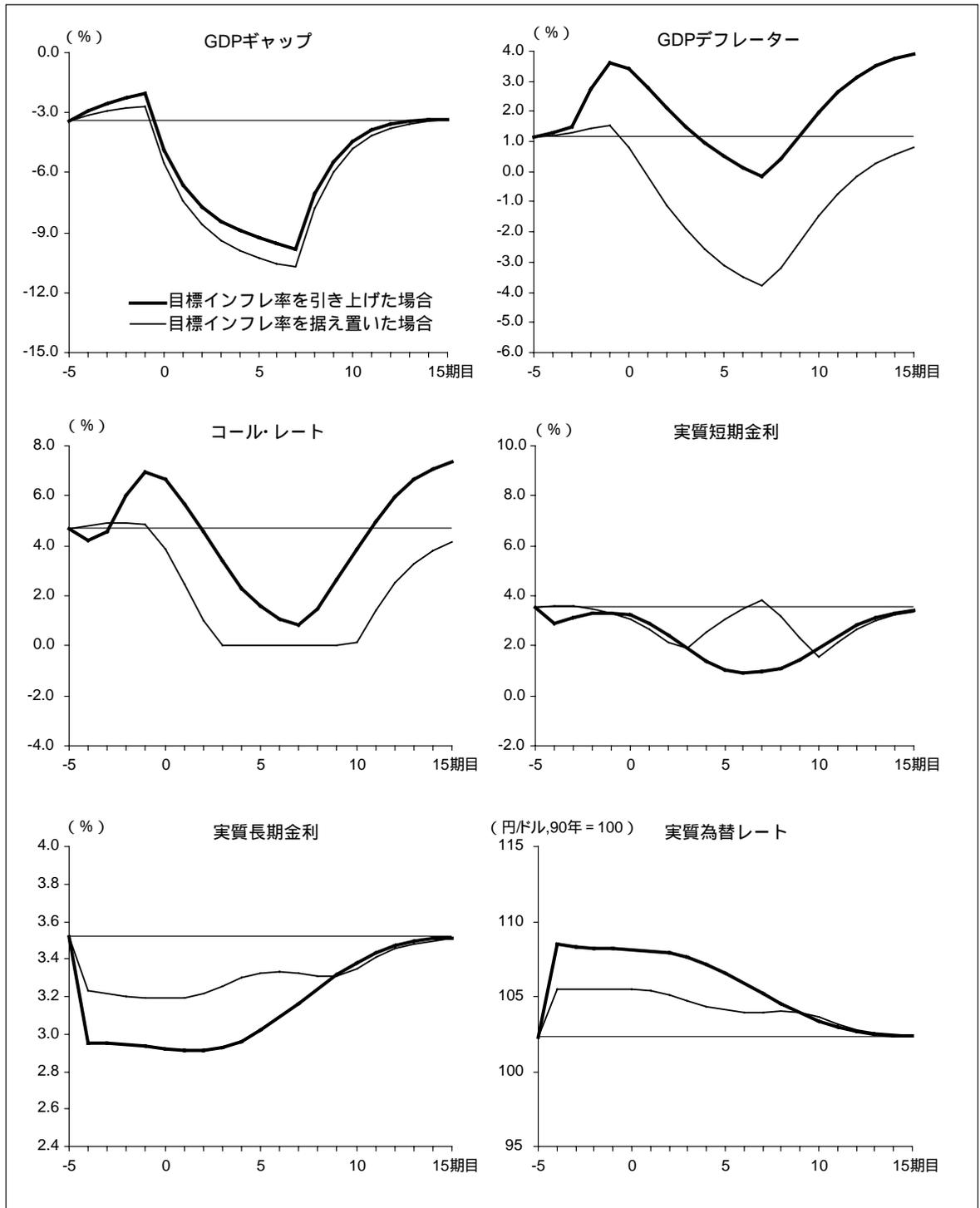
シミュレーションの結果は、図表補2の太線のとおりである（細線は目標インフレ率を引き上げなかった場合）。中央銀行が目標インフレ率を引き上げ、これを民間経済主体が信じると、期待インフレ率が上昇し²⁶、つれて実際のインフレ率が上昇する。これによりコール・レートの水準がシフト・アップし、ゼロ%制約から遠ざかる。中央銀行は一段高い水準からコール・レートを引き下げることができるので、実質短期金利は十分に下がることができる。これが、実質長期金利の大幅な低下と実質為替レート的大幅な円安化を可能にし、GDPギャップの拡大を抑制することができる。

参考のために、需要ショックの規模が小さく、名目短期金利がゼロ%にまで低下しない場合の目標インフレ率の効果のみをみておく。図表補3はそうしたシミュレーションの結果である。これによると、名目短期金利がゼロ%に達しない場合、中央銀行が目標インフレ率を引き上げると、期待インフレ率の上昇を通じて実際のインフレ率も上昇するが、同時にコール・レートも素早く上昇するので、実質短期金利の動きはほぼ不変であり、結果としてGDPギャップは縮小しない。このように、需要ショックの規模が小さく、中央銀行が目標インフレ率を引き上げてから人々が期待インフレ率を上昇させるまでの時間的ラグが過去の平均程度であるならば、中央銀行の目標インフレ率の引き上げは実質的な効果をほとんど持たない。

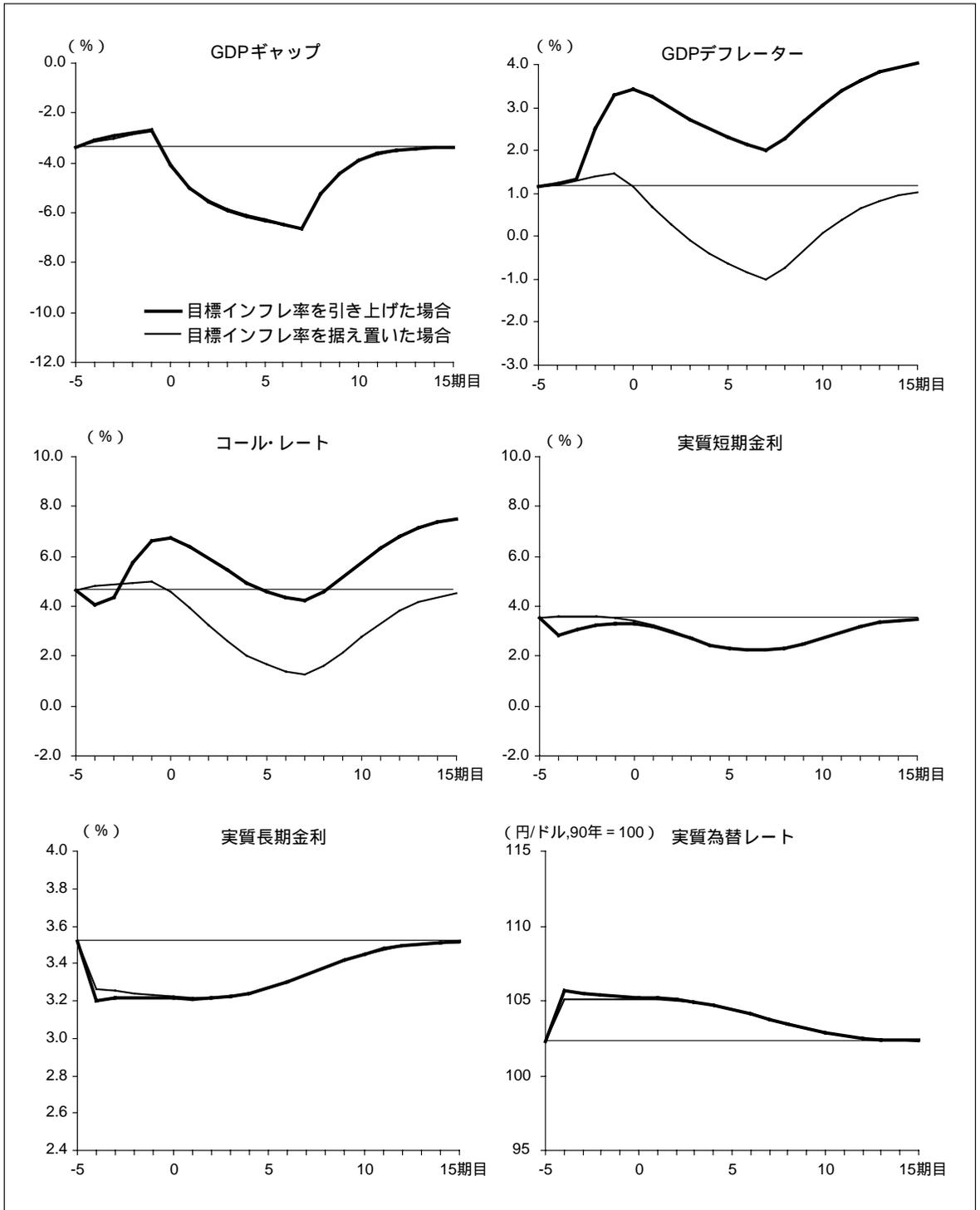
留意すべきは、ここでのシミュレーションは、あくまでショックが実際に発生する前に予め目標インフレ率を引き上げておくことを前提としている。したがって、

26 4章で述べたとおり、今期のインフレ率の決定に当たっての民間経済主体の期待インフレ率は、 $\beta_1 \pi_{t-1} + (1-\beta_1) \pi^*$ のように均衡インフレ率（これは中央銀行の目標インフレ率と等しいと仮定）を含んでいる。

図表補2 目標インフレ率引上げ（需要ショックの場合）(1)
 需要ショックの規模が大きく、名目金利ゼロ%制約に直面するケース



図表補3 目標インフレ率引上げ（需要ショックの場合）(2)
 需要ショックの規模が小さく、名目金利ゼロ%制約に直面しないケース



実際にショックが起こって、コール・レートがゼロ%になってから目標インフレ率を引き上げた場合の効果ではない。仮に、コール・レートがゼロ%に到達した後で、恒久的に目標インフレ率を引き上げたとしても、こうした政策変更も、将来経済が回復していく過程で低金利を保証することを通じて、今期の経済に対してもプラスの効果を持っている。しかし、1度目標インフレ率を引き上げ、実際にインフレ率が上昇したら再び目標値を下げるというような政策は、民間経済主体がそれを予想して動くので、政策効果はほとんどない。また、1990年代後半以降のわが国では、民間経済主体がわが国経済について悲観的になるあまり、長期的な均衡点の大幅な低下を予想している可能性がある。こうした長期均衡の低下の問題は、ここでのシミュレーションで取り上げられていない。

参考文献

- 肥後雅博・中田(黒田)祥子、「物価変動の決定要因について 需給ギャップと物価変動の
関係の国際比較を中心に」、『金融研究』第19巻第1号、日本銀行金融研究所、2000年、
49～78頁
- 日本銀行、「資本コストの概念と計測」、『日本銀行月報』12月号、1995年、21～49頁
- Ball, L., “Discussion for The Inflation / Output Variability Trade-Off Revisited by J.B. Taylor,” J.C.
Fuhrer ed., *Goals, Guidelines, and Constraints Facing Monetary Policy Makers, Federal Reserve Bank
of Boston Conference Series*, 1994, No. 38, pp. 39-42.
- Bank of England, “Economic Models at the Bank of England,” 1999.
- Batini, N., and Haldane, A., “Forward Looking Rules for Monetary Policy,” J.B. Taylor ed.,
Monetary Policy Rules, University of Chicago Press: Chicago, 1999, pp. 157-92.
- Black, R., Cassino, V., Drew, A., Hansen, E., Hunt, B., Rose, D., and Scott, A., “The Forecasting and
Policy System: the Core Model,” *Reserve Bank of New Zealand Research Paper*, 1997, No. 43.
- Black, R., and Rose, D., “Canadian Policy Analysis Model: CPAM,” Bank of Canada Working
Paper, 1997, No. 16.
- Brainard, W., “Uncertainty and the Effectiveness of Policy,” *American Economic Review*, 1967,
Vol. 57, No. 2, pp. 411-25.
- Brayton, F., and Tinsley, P., “A Guide to FRB/US: A Macroeconomic Model of the United
States,” Board of Governors of the Federal Reserve System FEDS Working Paper Finance and
Economics Discussion Series, 1996, No. 42.
- Donald, C., Hunt, B., Rose, D., and Tetlow, R., “The Dynamic Model: QPM. Part 3 of the Bank of
Canada’s New Quarterly Projection Model,” *Bank of Canada Technical Report*, 1996, No. 75.
- Fuhrer, J., “Optimal Monetary Policy and the Sacrifice Ratio,” J.C. Fuhrer ed., *Goals, Guidelines, and
Constraints Facing Monetary Policy Makers, Federal Reserve Bank of Boston Conference Series*,
1994, No. 38, pp. 43-69.
- , “Inflation/Output Variance Trade-Offs and Optimal Monetary Policy,” *Journal of Money, Credit,
and Banking*, 1997, Vol. 29, No. 2, pp. 214-234.
- , and Madigan, B., “Monetary Policy When Interest Rates are Bounded at Zero,” *Review of
Economics and Statistics*, 1997, pp. 573-85.
- , and Moore, G., “Monetary Policy Trade-offs and the Correlation between Nominal Interest Rates
and Real Output,” *American Economic Review*, 1995, Vol. 85, No. 1, pp. 219-39.
- Levin, A., Rogers, J., and Tryon, R., “A Guide to FRB/GLOBAL,” Board of Governors of the
Federal Reserve System FEDS Working Paper International Finance Discussion Papers, 1997,
No. 588.
- Levin, A., Wieland, V., and Williams, J., “Robustness of Simple Monetary Policy Rules under
Model Uncertainty,” J.B. Taylor ed., *Monetary Policy Rules*, University of Chicago Press:
Chicago, 1999, pp. 263-299.

- McCallum, B., and Nelson, E., "Performance of Operational Policy Rules in an Estimated Semiclassical Structural Model," J.B. Taylor ed., *Monetary Policy Rules*, University of Chicago Press: Chicago, 1999, pp. 15-45.
- Muth, J., "Optimal Properties of Exponentially Weighted Forecasts," *Journal of the American Statistical Association*, 1960, Vol. 55, pp. 290-306.
- Orphanides, A., and van Norden, S., "The Reliability of Output Gap Estimates in Real Time," Board of Governors of the Federal Reserve System FEDS Working Paper Finance and Economics Discussion Series, 1999, No. 38.
- Reifschneider, D., Stockton, D., and Wilcox, D., "Econometric Models and the Monetary Policy Process," *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, North-Holland, 1997, Vol. 47, pp. 1-37.
- Rotemberg, J., and Woodford, M., "An Optimization-Based Econometric Framework for the Evaluation of Monetary Policy," B.S. Bernanke and J.J. Rotemberg ed., *NBER Macroeconomics Annual*, MIT Press: Cambridge MA, 1997, pp. 297-346.
- Sargent, T., *Bounded Rationality in Macroeconomics*, Oxford University Press, 1993.
- Shiller, R., Campbell, J., and Schoenholtz, K., "Forward Rates and Future Policy: Interpreting the Term Structure of Interest Rates," *Brookings Papers on Economic Activity*, 1983, Vol. I, pp. 173-217.
- Solow, R., and Taylor, J., *Inflation, Unemployment and Monetary Policy*, B. M. Friedman ed., MIT Press: Cambridge MA, 1998.
- Taylor, J., "Estimation and Control of a Macroeconomic Model with Rational Expectations," *Econometrica*, 1979, Vol. 47, pp. 1267-86.
- , "Discretion versus Policy Rules in Practice," *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, North-Holland, 1993a, Vol. 39, pp. 195-214.
- , *Macroeconomic Policy in a World Economy*, W.W. Norton & Company, 1993b.
- , "The Inflation/Output Variability Trade-off Revisited," J.C. Fuhrer ed., *Goals, Guidelines, and Constraints Facing Monetary Policy Makers, Federal Reserve Bank of Boston Conference Series*, 1994, No. 38, pp. 21-38.
- , *Monetary Policy Rules*, University of Chicago Press, Chicago, 1999.
- Tetlow, R., and von zur Muehlen, P., "Simplicity Versus Optimality: The Choice of Monetary Policy Rules When Agents Must Learn," Board of Governors of the Federal Reserve System FEDS Working Paper Finance and Economics Discussion Series, 1999, No. 10.
- Watanabe, T., "Output Gap and Inflation: the Case of Japan," *BIS Conference Papers*, 1997, Vol. 4, pp. 93-112.