



日本銀行ワーキングペーパーシリーズ

バブル、過剰投資、時短、失われた10年

Lawrence Christiano*
l-christiano@northwestern.edu

藤原 一平**
ippei.fujiwara@boj.or.jp

日本銀行
〒103-8660 日本橋郵便局私書箱 30 号

No.06-J-08
2006 年 3 月

* Northwestern University and NBER、**調査統計局

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

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

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

バブル、過剰投資、時短、失われた10年

Lawrence Christiano

藤原 一平

Northwestern University

日本銀行調査統計局

and NBER

2006年3月

[要旨]

本稿では、動学一般均衡 (Dynamic General Equilibrium: DGE) モデルを用いて、80年代後半からの日本の経済変動を分析する。中央銀行や国際機関において、経済見通し作成や政策シミュレーションの際に中心的なツールとなっている粘着性の高い DGE モデルを用いて、80年代後半からの日本経済のシミュレーションを行うと、「バブル的期待を背景とした過剰投資とその調整 (ピグー・サイクル) 」という需要面の要因と「制度的な時短」といった供給面の2つの要因により、日本の経済変動の大きな流れについて説明することが可能となる。

キーワード: 過剰投資、時短、投資特殊技術進歩、ピグー・サイクル、DGE

JEL Classification: E13 E2 E3

本稿は、日本銀行調査統計局・東京大学金融教育センター共催による「1990年代以降の日本の経済変動」に関する研究会 (2005年11月) の第1セッション報告論文である。論文の作成に当たっては、指定討論者であった林文夫教授のほか、David Aikman 氏、早川英男氏、川本卓司氏をはじめ、日本銀行セミナー、標題研究会への参加者より非常に有益なコメントをいただいた。なお、本稿に示されている意見は日本銀行や調査統計局の公式見解を示すものではなく、ありうべき誤りは、全て筆者たち個人に属する。

E-mail: l-christiano@northwestern.edu, ippef.fujiwara@boj.or.jp

1. はじめに

90年代からの日本の経済変動については、10年強にわたる低成長、低インフレ率という近年には稀な経験も相俟って、マクロ経済学、産業組織論、銀行論といった様々な観点から、数多くの分析がこれまで行われてきた。マクロ経済学の観点から、その潮流を大きく分類すれば、90年代以降の低迷を需要要因に求める考え方と供給要因に求める考え方の2つに分けることができよう。需要要因に求める考え方、すなわち、需要が過小だったとする考え方は、低迷の要因を、バブル後の資本ストック調整、金融危機、デフレによる実質金利高等にあるとし、90年代以降の日本経済は均衡成長率トレンドを大きく下回って推移したと解釈する。一方、供給能力の低下を主張する考え方は、非効率的な設備投資による技術進歩率の低迷や、「労働時間の短縮の促進に関する臨時措置法」の施行による時短から、潜在成長率トレンドの傾きが緩やかになった、ないし、下方にシフトしたことが、低迷の主因と主張している。本稿の目的は、動学的一般均衡 (Dynamic General Equilibrium: DGE) モデルを用いて、90年代の経済低迷は、「バブル的期待を背景とした過剰投資とその調整 (ピグー・サイクル¹) 」という需要要因と「制度的な時短」といった供給要因の2つにより、その大きな流れが説明できる、すなわち、需要要因と供給要因の両者が90年代の日本の経済変動の説明に重要であることを示すことにある²。

経済変動を需要要因と供給要因に分類する方法としては、Blanchard and Quah (1989)による先駆的な研究以降、長期制約による識別を行う構造 VAR が有名である。しかし、この手法では、具体的に何が需要要因、ないし、供給要因として寄与していたかを特定することはできない。この点、景気変動のメカニズムを明示的に特定することができることもあって、大恐慌や米国の90年代の生産性上昇といった歴史的経験について、DGEモデルを用いた分析が、米国の学会

¹ Beaudry and Portier (2004a)では、“Pigou Cycles”と呼ばれている。

² 動学的側面を考えると、需要要因と供給要因を厳密に区別することはできない。将来の供給面の変化 (すなわち、資産効果) を通じた今期の需要の増加を、ここでは需要要因として捉えているが、これを供給要因として解釈することも可能である。

等で広まりつつある³。新古典派成長モデルをベースとした DGE モデルについて、パラメーターをカリブレートし⁴、いくつかのショック⁵をモデルに与え、シミュレートした値が現実のデータ動きと似たようなものとなるかをチェックするという手法である。例えば、Cole and Ohanian (1999, 2001a, 2001b, 2002)は、全要素生産性 (Total Factor Productivity: TFP) の低下なしに、大恐慌のような経済変動を説明するのは難しいとしている。日本については、DGE モデルを用いた分析自体が多くはないが、Hayashi and Prescott (2002)が、Hansen (1985)、Rogerson (1988)の考えに基づく労働の分割不可能性を仮定した新古典派成長モデルを用いて、90年代の日本の長期停滞は、生産性上昇率の低下と時短がその主因で、需要面の現象（すなわち、トレンドからの下方乖離）ではなく、供給面の現象であり、生産性上昇率の低下と時短を通じたトレンドそのものの低下として理解できるとした。シンプルな DGE モデルを用いて、失われた 10 年を、科学的、かつ、明快に分析し、需要要因、供給要因を考えるうえでの議論の土俵を作り上げるなど、Hayashi and Prescott (2002)の果たした貢献は非常に大きい。しかし、生産性上昇率は、実際、90年代に低迷したのであるだろうか？ また、DGE モデルを用いた場合、技術進歩率の低下なしには、失われた 10 年を説明することはできないのであるだろうか？ 本稿のもう一つの目的は、技術進歩率の低下なしに、日本の 80 年代からの経済変動を DGE モデルで説明することにある。以下、こうした本稿の問題意識を示唆する先行研究、および理論を紹介したい。

<DGEモデルによる需要ショックを用いた不況の説明>

当初、DGE モデルを用いた不況の分析は、TFP の低下を主因とする供給要因に着目したものが多かったが、需要に影響を与えるようなショックも考慮し

³ Review of Economic Dynamics の 2002 年 1 月号には、新古典派成長モデルを用いた不況の分析が数多く掲載されている。

⁴ 近年では、DGE モデルのパラメーターを推定する方法も確立されつつある。Christiano Eichenbaum and Evans (2005)は、構造 VAR と DGE のインパルスが似たものとなるように、パラメーターを推定しているほか、Ireland (2004)は、DGE モデルを状態空間表現した上で、最尤法を用いた推定を行っている。このほか、Smets and Wouters (2003)では、状態空間表現したモデルをベイズ推定することによって、パラメーターが求められている。

⁵ 標準的な RBC (Real Business Cycle) モデルでは、成長会計をベースとしたソロー残差、政府支出、税率等が、ショックとして用いられることが多い。

た分析もいくつか存在する。Cole and Ohanian (2001a)は、大恐慌について、「デフレが進展するなか、賃金が高止まりすることによって、実質賃金が高まり、雇用が減少し、生産水準が低下した」という高賃金仮説と、「デフレを誘引するようなマネー・ショックが金融仲介機能を阻害した結果、貸出が低迷し、生産水準が低下した」という金融危機仮説を検証し、これらを棄却している。しかし、Bordo, Erceg and Evans (2000)は、Taylor (1980)をベースとした非同時的賃金設定を組み込んだ DGE モデルを用いて、緊縮的な金融政策による要因のみで、大恐慌の 5 割から 7 割の落ち込みを説明することができるとしている。このほか、Christiano, Motto and Rostagno (2003)は、Christiano, Eichenbaum and Evans (2005)をベースとした粘着性の高いモデルに、Chari, Christiano and Eichenbaum (1996)の銀行モデルを組み込んだうえで、株のようなリスク資産からマネーのような安全資産保有への大規模シフトが大恐慌の主因であり、金融政策が緩和的であれば、恐慌を軽減することも可能であったと結論づけている。DGE モデルの景気循環説明能力の向上と共に、長期不況に需要要因が大きく寄与しているとする分析も増加しつつある。

＜日本の失われた 10 年に関する計量分析＞

日本の失われた 10 年についての計量分析も需要面の重要性を示唆している。Watanabe (2005)は、日本経済についての構造 VAR を、Galí (1999)による長期制約を改良したうえで識別し、Francis and Ramey (2003)に倣い、労働生産性は、非技術進歩要因によっても変動することを示したうえで、「日本経済の失われた 10 年は、技術進歩の低迷以上に、非技術進歩ショックがマイナス方向に働いた可能性が高い」と結論づけ、供給面以外の要因の重要性を指摘している。また、Kawamoto (2005)は、標準的なソロー残差には技術進歩以外の要因が含まれていることに着目し、Basu, Fernald and Kimball (2002)の手法を応用して、収穫逓増と不完全競争、資本と労働の稼働率変動、および産業間における生産要素の再配分をコントロールした修正ソロー残差 (purified Solow residual) を推計した。こうした求められた日本経済の「真の」技術進歩率をみる限り、90 年代の日本において、技術進歩率が低下したという証拠は見出せないと結論づけている。

<不況期における生産性上昇>

「不況期（恐慌時）にこそ生産性は上昇する」と主張するペーパーが、近年、有力ジャーナルに掲載されてきている。例えば、Field (2003)は、様々な観点から、大恐慌時の生産性を調べ、「今世紀の米国において、1929～1941年の期間が、最も生産性の高い時期であった」という説を述べているほか、Schmitz (2005)は、「80年代初頭の米国・カナダの鉄鉱石産業は、ブラジル・メーカーの参入等により危機的状況にあったが、これに伴う競争激化から、劇的に生産性をその後数年で上昇させた」としている。

<10年は長期か？>

米国の経済変動の特徴を計量的に検証した Stock and Watson (1999)は、米国の景気循環、すなわち、短期の経済調整は、18か月から8年で一巡するとしている。ユーロ・エリアについては、Agresti and Mojon (2003)によると、米国よりも調整が緩慢であり、景気は2年から10年の周期で循環している。失われた10年の経済変動にも、長期の供給要因だけでなく、短期の循環的要因が大きく寄与していると考えられるべきといえよう。

この点、理論的な DGE モデルながらも、その現実説明力の高さから、多くの中央銀行、国際機関が、Christiano, Eichenbaum and Evans (2005)をベースとした粘着性の高いモデルを用いて、2年程度から10年程度の景気循環の説明を試み、併せて、金融政策分析、見通しの作成を行っている（例えば、IMF の Laxton and Pesenti, 2003、ECB の Smets and Wouters, 2003、FRB の Erceg, Guerrieri and Gust, 2005a、BOE の Harrison, Nikolov, Quinn, Ramsay, Scott and Thomas , 2005）⁶。日本の80年代後半以降の経済変動についても、シンプルな新古典派成長モデル

⁶ こうしたモデルでは、ショックは推計されたモデルからの誤差として求められる。本稿では、モデルの推定は行っていないため、シミュレーションに利用されたショックが妥当なものかという疑問は残る。しかし、パラメーターやショックは、先行研究を参考とし、実際の経済変動を再現できるよう設定されているため、フォーマルな計量的手続きはとっていないが、eye-ball-checkによってショックとパラメーターの同時推定を行っていると考えることができる。Nishiyama and Watanabe (2005)による日本経済についての DGE モデルのベイズ推定結果などを参考にしうえて、パラメーターの設定ないし推定とショックの識別を行うことは今後の課題の一つである。

だけでなく、中央銀行、国際機関等において、中心的ツールとなりつつある最先端の DGE モデルを用いれば、技術進歩率の低下に頼ることなしに、循環要因で説明できる可能性がある。

＜投資特殊技術進歩＞

Hayashi and Prescott (2002)は、不況下の資本・産出比率⁷の上昇は、労働節約的な技術進歩率の低下に伴う過渡期の現象としているが、これは、「資本・産出比率もほぼ一定の値を保っている」という Kaldor (1961)の有名な「経済成長に関する 6 つの定型化された事実」の一つに依拠したものであり、ショックとして、労働節約的な技術ショックのみが考察されている場合に当てはまる議論である。しかし、図 1 に示すように、日本では、投資財の相対価格（投資デフレーター／消費デフレーター）は、一貫した低下トレンドをたどっている。このような投資財価格の趨勢的な下落傾向は、投資特殊技術進歩（investment specific technology growth）として、Greenwood, Hercowitz and Krussel (1997, 2000)で理論的に分析されており、投資特殊技術進歩が進展する経済では、資本・産出比率は、投資特殊技術進歩率に従い上昇する⁸。90 年代の資本・産出比率の増加トレンドは、技術進歩率の低下でなく、投資特殊技術進歩によって説明可能である。

本稿では、こうした先行研究の流れを踏まえ、需要面へのショックに加え、投資特殊技術進歩も考慮に入れ、景気循環を説明することのできるよう現実的な粘着性をもった DGE モデルを用いた分析を行っている。これにより、80 年代後半からの日本の経済変動について、供給面、需要面からその要因を探求することが可能となる。Hayashi and Prescott (2002)で得られた「生産性上昇率の低下と時短が失われた 10 年の主因」という結論に対し、時短という供給要因は考慮するものの、生産性上昇率は低下していないとの前提に立ち、「バブル的期待を

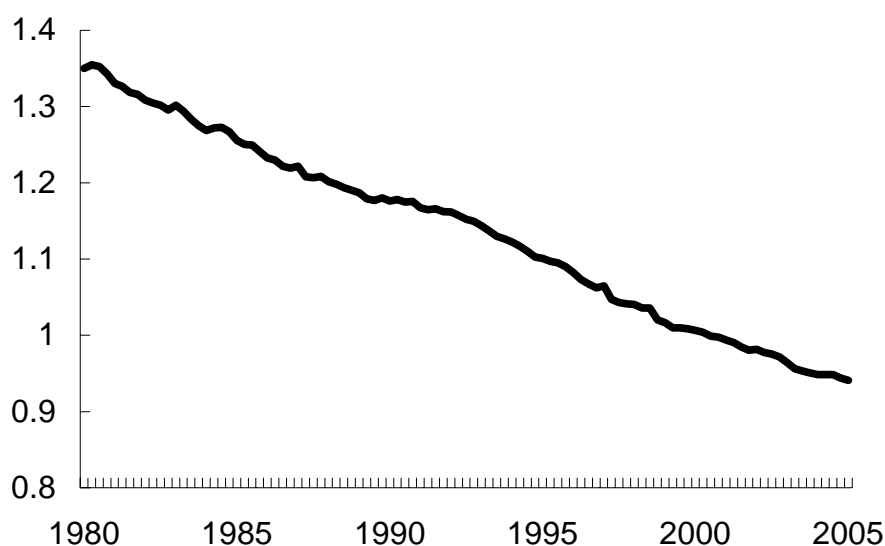
⁷ 本稿では、実質設備投資のブームとその崩壊を説明することに主眼を置いているため、資本ストック変動の説明は行っていない。資本ストックの計測誤差を考えると、設備投資を説明するモデルの方が望ましいといえる。

⁸ このほか、時短によっても、過渡期の現象として資本・産出比率は増加する。なお、投資特殊技術進歩の下でも、名目の投資・産出比率は一定となる。

背景とした過剰投資とその調整（ピグー・サイクル）」という需要面のメカニズムを加える⁹ことによって、80年代後半以降の日本の経済変動の説明を試みる。

図2に示されるように、労働生産性は就業者当りで計算すると、90年代に入りトレンドの傾きが緩やかになっているが、就業者当り・時間当りでみると、ほぼ単一のトレンドまわりで変動している¹⁰。このため、本稿では、Hayashi and Prescott (2002)同様、供給要因としての時短を引き続き考慮する。

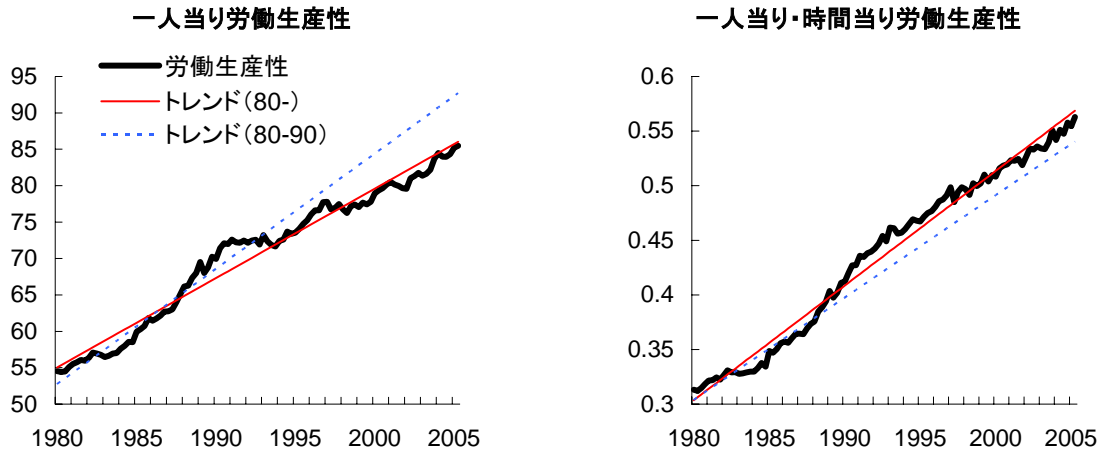
図1：投資財相対価格の推移



⁹ Hayashi and Prescott (2002)においても、Conclusionの最後のパラグラフに、“We said very little about the ‘bubble’ period of the late 1980s and early 1990s, a boom period when property prices soared, investment as a fraction of GDP was unusually high, and output grew faster than in any other years in the 1980s and 1990s. We think the unusual pickup in economic activities, particularly investment, was due to an anticipation of higher productivity growth that never materialized. To account for the bubble period along these lines, we need to have a model where productivity is stochastic and where agents receive an indicator of future productivity. But the account of the lost decade by such a model would essentially be the same as the deterministic model used in this paper.”と記述されており、バブル期の期待ショックの重要性が示唆されているが、90年代の低迷全体を説明する役割は小さいとされている。

¹⁰ むしろ、90年までのトレンドの傾きの方が緩やかになっている。

図2：労働生産性の推移



一方、需要要因のメカニズムを描くピグー・サイクルとは、Pigou (1926)の「将来成長率が高まることを事前に期待し、投資を行ったが、それが実現しなかった場合、その後、資本ストック調整から不況が起こる」という考えに基づき、Beaudry and Portier (2004a)によって定義されたもので、Beaudry and Portier (2004a, 2004b)では、このようなバブル的期待に基づく過剰投資とその調整というメカニズムがDGEモデルで再現されている。これまで、供給ショックへの期待が需要ショックのように働き、過剰投資¹¹を招くようなDGEモデルは存在せず、一時的な需要ショックによって、景気循環を表現する場合には、金融政策ショック¹²のようなものに頼るしかなかった¹³。しかし、金融政策ショックだけが、すなわち、金利変更についてのサプライズだけが、80年代後半から90年代にかけての日本経済のような長期不況の原因であったとは考えにくい。この点、「将来の生産性の上昇を見込み、資本形成を中心とした需要が増加するが、そ

¹¹ 通常、DGEモデルでは、ショックに対するレスポンスは最適反応として表現されるため、過剰投資のような現象を表現することはできない。しかし、ここでは、実現していない将来の期待から資本形成が促進され、その後、これが誤りとわかりストックが調整されることとなる。このプロセスは、楽観的な期待に基づく過剰投資として解釈することができる（詳細は、第3節を参照）。

¹² Christiano, Eichenbaum and Evans (1999)は、金融政策ショックを包括的に分析している。

¹³ 不完全情報下の合理的期待モデルを仮定すれば、通常想定されるような景気循環を、財政ショックによって作り出すことも可能であるが（例えば、Erceg, Guerriei and Gust, 2005b）、金融政策ショックのケースと同様、長期的な不況の分析にはなじまない。

れが実現しなかった」というピグー・サイクルによって表現されるストーリーは、「新しい時代には東京が世界のフィナンシャル・センターになる」といった80年代後半のバブル的な期待をベースとした景気拡大、すなわち過剰投資と、その後の長期にわたるストック調整という認識に非常に整合的であると考えられる。

本稿の構成は次の通りである。まず、第2節で、分析に用いる伸縮価格モデルの概要を紹介する。次に、第3節では、ピグー・サイクルが発生するメカニズムを解明し、ピグー・サイクルを発生させる期待ショックについても説明する。第4節では、80年代後半からの日本経済を再現するようなシミュレーションを行い、ピグー・サイクルと制度的な時短により、80年代後半からの日本の経済変動の大きな流れについて説明することが可能となることを示し、最後に、第5節で、本稿のまとめを行う。

2. モデル

本稿では、伸縮価格モデルと、分権的な経済を想定した粘着価格モデルの2つのモデルを用いて、シミュレーションを行う。本節では、伸縮価格モデルを導出する（粘着価格モデルの導出については、別添参照）。

2.1. レベル・モデル

本稿で考察される伸縮価格モデルには、完備市場が仮定されるなか、独占、外部性といった資源配分に歪みを生じさせるようなメカニズムが組み込まれていないため、分権的な資源配分と中央集権的な社会計画者による資源配分が一致する¹⁴。このため、以下では、社会計画者の最適問題を解くことで、モデルを導出する。

¹⁴ 実際には線形近似後のモデルがシミュレートされているが、ここで考慮される最適化問題については、縮小写像 (contraction mapping) を用いることによって、value function、および、policy function の唯一性、すなわち、解の唯一性を証明することができる（詳しくは、Stokey, Lucas and Prescott, 1989 を参照）。

社会計画者は、消費（ C ）と労働時間（ h ）によって定義される以下の効用：

$$\frac{\left[(C_t - bC_{t-1})(T_t - h_t)^\psi \right]^{1-\sigma}}{1-\sigma}$$

を、資源制約：

$$Y_t^{-1}I_t + C_t \leq K_t^\alpha \left[Z_t \exp(\hat{z}_t \hat{v}_t) h_t \right]^{1-\alpha},$$

資本の遷移式：

$$K_{t+1} = (1-\delta)K_t + \left[1 - S\left(\frac{I_t}{I_{t-1}}\right) \right] I_t$$

を制約条件として最大化する。

ここで、 b は消費のハビットに関するパラメーター¹⁵、 ψ は消費水準一定の下での労働弾力性の逆数、 σ は異時点間代替の逆数、 α は資本分配率、 I は設備投資、 K は資本ストック、 \hat{z} 、 \hat{v} はともに一時的な労働節約的な技術ショックを示す¹⁶。 T 、 Y 、 Z は外生変数であり、 T は利用可能時間で、時短による利用可能時間の減少を表現するほか、 Y は投資特殊技術進歩、 Z は労働節約的技術進歩を示し、それぞれ以下のような決定的なパスに従う。

$$Y_t = \mu_Y Y_{t-1}, \tag{1}$$

$$Z_t = \mu_Z Z_{t-1}. \tag{2}$$

ここで、 μ_Y は投資特殊技術進歩率、 μ_Z は労働節約的技術進歩率を示す。このほ

か、 $S(\cdot)$ は以下のような投資に関する調整コスト関数を表現する。

$$S\left(\frac{I_t}{I_{t-1}}\right) = S'' \left[\frac{1}{2(\mu_Z^* \mu_Y)^2} \left(\frac{I_t}{I_{t-1}}\right)^2 - \frac{1}{\mu_Z^* \mu_Y} \frac{I_t}{I_{t-1}} + \frac{1}{2} \right]$$

なお、 μ_Z^* は、労働節約的技術進歩、設備投資特殊技術進歩を想定した場合の、

¹⁵ ハビットは、Constantinides (1990)や Campbell and Cochrane (1999)で示されたように、現実的なエクイティ・プレミアム水準を維持するためにも重要である。

¹⁶ 両者とも同じショックであるが、 \hat{z} はピグー・サイクルを生み出すための期待ショックを、一方、 \hat{v} は通常のRBCモデルで用いられる一時的ショックを表現している。

消費の均衡成長率を示す。このような投資に関する調整コストは、Christiano, Eichenbaum and Evans (2005)による先駆的な研究以降、現実説明力を重視したDGEモデルの多くに組み込まれるようになってきている。この調整コストは、望ましい水準が上方にシフトした際に、緩やかにしか資本ストックを増加させることができないだけでなく、例えば、バブル的な期待ショックを映じて、ひとたび、高い水準が達成されると、定常水準への収束が長期にわたることも示唆している。このため、長期にわたるストック調整という現実的な現象を表現することが可能となる。

一階の必要条件を整理すると、以下のような6式より成り立つレベル・モデルが導出される。

$$\Upsilon_t^{-1} I_t + C_t = K_t^\alpha \left[Z_t \exp(\hat{z}_t \hat{v}_t) h_t \right]^{1-\alpha}, \quad (3)$$

$$K_{t+1} = (1-\delta) K_t + \left[1 - S \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \right) \right] I_t, \quad (4)$$

$$(C_t - bC_{t-1})^{-\sigma} (T_t - h_t)^{\psi(1-\sigma)} - \beta b (E_t C_{t+1} - bC_t)^{-\sigma} (T_{t+1} - E_t h_{t+1})^{\psi(1-\sigma)} = \lambda_t, \quad (5)$$

$$\psi (C_t - bC_{t-1})^{1-\sigma} (T_t - h_t)^{\psi(1-\sigma)-1} = (1-\alpha) \lambda_t K_t^\alpha \left[Z_t \exp(\hat{z}_t \hat{v}_t) \right]^{1-\alpha} h_t^{-\alpha}, \quad (6)$$

$$P_{K,t} = \beta E_t \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} \left\{ \alpha \left[\mu_Z \exp(\hat{z}_{t+1} \hat{v}_{t+1}) h_{t+1} \right]^{1-\alpha} (K_{t+1})^{\alpha-1} + (1-\delta) P_{K,t+1} \right\}, \quad (7)$$

$$\frac{1}{\Upsilon_t} = P_{K,t} \left[1 - S \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \right) - S' \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \right) \frac{I_t}{I_{t-1}} \right] + \beta E_t \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} P_{K,t+1} S' \left(\frac{I_{t+1}}{I_t} \right) \frac{I_{t+1}^2}{I_t^2}. \quad (8)$$

なお、 λ は資源制約式にかかるラグランジュ乗数、すなわち、消費の限界効用を

示し、資本の遷移式にかかるラグランジュ乗数と λ との比 P_K は

$$\frac{\partial U_t}{\partial K_{t+1}} \bigg/ \frac{\partial U_t}{\partial C_t}$$

となり、消費財でみた資本価格、すなわち理論上の株価を意味する。

(3)、(4)式は、制約として用いられた資源制約式と資本の遷移式をあらわしている。(5)式は、消費の限界効用を資源制約式へのラグランジュ乗数として定義したもの。(6)式は、限界代替率（労働の限界不効用／消費の限界効用）が労働の限界生産性に等しいという労働に関する最適条件を表現している。(7)式は、今期購入した資本の価値は、来期の配当（資本の限界生産物）と資本の価値の割引現在価値に等しいというオイラー方程式を示しており、これを前向きに展開すれば、株価は将来の配当の割引現在価値として表現することが可能となる。(8)式は、調整コストを導入した場合の投資に関する最適条件をあらわしており、今期の一単位の投資（左辺）が、今期の投資による資本の増分（右辺第一項）と今期の投資による来期の資本ストック増分の割引現在価値と等しいことを示している。

2.2. トレンド除去後モデル

労働節約的技術進歩、投資特殊な技術進歩の両方が仮定されているため、定常状態では、上記モデルに記述されたレベル変数ではなく、以下のルールに従いトレンドが除去された小文字の（一部はチルダ付き）変数が一定の値となる。

$$Z_t^* = Z_t \gamma_t^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}, c_t = \frac{C_t}{Z_t^*}, i_t = \frac{I_t}{Z_t^* \gamma_t} =, k_{t+1} = \frac{K_{t+1}}{Z_t^* \gamma_t}, \tilde{\lambda}_t = \lambda_t Z_t^*, \tilde{P}_{K,t} = \gamma_t P_{K,t}.$$

本節で導出されている伸縮価格モデルにおける非分離型効用関数、別添に示された粘着価格モデルで考慮された対数効用をベースとした分離型効用関数とも、King, Plosser and Rebelo (1988)によって分析された均斉成長制約 (balanced growth restriction) を満たすことから、安定的な定常状態を求めることができる。この結果、アド・ホックなフィルタに頼ることなしに、理論に整合的な形で、トレンドの変化を含む長期要因と短期要因を一括して分析することが可能となる。

なお、定常状態での資本・産出比率は、

$$\frac{K_{t+1}}{K_t^\alpha [Z_t \exp(\hat{z}_t \hat{v}_t) h_t]^{1-\alpha}} = \frac{k_{t+1}}{k_t^\alpha [\exp(\hat{z}_t \hat{v}_t) h_t]^{1-\alpha}} \mu_Z \mu_Y^{\frac{1}{1-\alpha}} Y_{t-1}$$

となるため、資本・産出比率は、

$$\frac{\mu_Z \mu_Y^{\frac{1}{1-\alpha}} Y_t}{\mu_Z \mu_Y^{\frac{1}{1-\alpha}} Y_{t-1}} = \mu_Y$$

の伸び率で、すなわち、資本特殊技術進歩率で常に成長する。

ここで、(1)式、(2)式、および、

$$Z_t^* = \mu_Z^* Z_{t-1}^* \quad (9)$$

という定義式を用いて、レベル・モデルのトレンドを除去すると、以下のトレンド除去後モデルが導出される。

$$i_t + c_t = \left(\frac{k_t}{\mu_{Z^*}} \right)^\alpha \left[\frac{\mu_Z \exp(\hat{z}_t \hat{v}_t) h_t}{\mu_{Z^*}} \right]^{1-\alpha}, \quad (10)$$

$$k_{t+1} = \frac{(1-\delta)k_t}{\mu_{Z^*} \mu_Y} + \left[1 - S \left(\frac{\mu_{Z^*} \mu_Y i_t}{i_{t-1}} \right) \right] i_t, \quad (11)$$

$$\left(c_t - \frac{b}{\mu_{Z^*}} c_{t-1} \right)^{-\sigma} (T_t - h_t)^{\psi(1-\sigma)} - \beta b (\mu_{Z^*})^{-\sigma} \left(E_t c_{t+1} - \frac{b}{\mu_{Z^*}} c_t \right)^{-\sigma} (T_{t+1} - E_t h_{t+1})^{\psi(1-\sigma)} = \tilde{\lambda}_t, \quad (12)$$

$$\psi \left(c_t - \frac{b}{\mu_{Z^*}} c_{t-1} \right)^{1-\sigma} (T_t - h_t)^{\psi(1-\sigma)-1} = (1-\alpha) \tilde{\lambda}_t \left(\frac{k_t}{\mu_{Z^*}} \right)^\alpha \left[\frac{\mu_Z \exp(\hat{z}_t \hat{v}_t)}{\mu_{Z^*}} \right]^{1-\alpha} h_t^{-\alpha}, \quad (13)$$

$$\tilde{P}_{K,t} = \beta \frac{(\mu_{Z^*})^{-\sigma}}{\mu_Y} E_t \frac{\tilde{\lambda}_{t+1}}{\tilde{\lambda}_t} \left\{ \alpha [\mu_Z \exp(\hat{z}_{t+1} \hat{v}_{t+1}) h_{t+1}]^{1-\alpha} (k_{t+1})^{\alpha-1} + (1-\delta) P_{K,t+1} \right\}, \quad (14)$$

$$1 = P_{K,t} \left[1 - S \left(\frac{\mu_{Z^*} \mu_Y i_t}{i_{t-1}} \right) - S' \left(\frac{\mu_{Z^*} \mu_Y i_t}{i_{t-1}} \right) \frac{\mu_{Z^*} \mu_Y i_t}{i_{t-1}} \right] + \frac{\beta}{\mu_Y} E_t \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} P_{K,t+1} S' \left(\frac{\mu_{Z^*} \mu_Y i_{t+1}}{i_t} \right) \left(\frac{\mu_{Z^*} \mu_Y i_{t+1}}{i_t} \right)^2. \quad (15)$$

2.3. 対数線形近似モデル

(10)~(15)式より成立するトレンド除去後モデルを、定常状態近傍で対数線形近似すると、以下のように対数線形近似モデルが導出される。なお、ハット付き変数は、

$$\hat{x}_t = \log \left(\frac{X_t}{X} \right) \approx \frac{X_t - X}{X},$$

すなわち、定常状態からのパーセンテージ乖離を、時点なし変数は、定常状態の値をそれぞれ示す。

$$\hat{i}_t + c\hat{c}_t - \left(\frac{k}{\mu_{Z^*}} \right)^\alpha \left(\frac{\mu_Z h}{\mu_{Z^*}} \right)^{1-\alpha} \left[\alpha \hat{k}_t + (1-\alpha)(\hat{h}_t + \hat{z}_t + \hat{v}_t) \right] = 0, \quad (16)$$

$$\hat{k}_{t+1} - \frac{(1-\delta)}{\mu_{Z^*} \mu_Y} \hat{k}_t - \frac{i}{k} \hat{i}_t = 0, \quad (17)$$

$$\begin{aligned} & -\sigma c^{-\sigma} \left(1 - \frac{b}{\mu_{Z^*}} \right)^{-\sigma} (T-h)^{\psi(1-\sigma)} \left(\hat{c}_t - \frac{b}{\mu_{Z^*}} \hat{c}_{t-1} \right) \\ & + \psi(1-\sigma) c^{-\sigma} \left(1 - \frac{b}{\mu_{Z^*}} \right)^{-\sigma} (T-h)^{\psi(1-\sigma)-1} (T\hat{T}_t - h\hat{h}_t) \\ & + \sigma \beta b (\mu_{Z^*})^{-\sigma} c^{-\sigma} \left(1 - \frac{b}{\mu_{Z^*}} \right)^{-\sigma} (T-h)^{\psi(1-\sigma)} \left(\hat{c}_{t+1} - \frac{b}{\mu_{Z^*}} \hat{c}_t \right) \\ & - \psi(1-\sigma) \beta b (\mu_{Z^*})^{-\sigma} c^{-\sigma} \left(1 - \frac{b}{\mu_{Z^*}} \right)^{-\sigma} (T-h)^{\psi(1-\sigma)-1} (T\hat{T}_{t+1} - hE_t \hat{h}_{t+1})^{\psi(1-\sigma)} \\ & - \lambda \tilde{\lambda}_t = 0 \end{aligned} \quad , \quad (18)$$

$$\begin{aligned}
& (1-\sigma)\psi c^{1-\sigma} \left(1 - \frac{b}{\mu_{Z^*}}\right)^{1-\sigma} (T-h)^{\psi(1-\sigma)-1} \left(\hat{c}_t - \frac{b}{\mu_{Z^*}} \hat{c}_{t-1}\right) \\
& + \psi \left[\psi(1-\sigma) - 1\right] c^{1-\sigma} \left(1 - \frac{b}{\mu_{Z^*}}\right)^{1-\sigma} (T-h)^{\psi(1-\sigma)-2} (T\hat{T}_t - h\hat{h}_t) , \\
& - (1-\alpha) \tilde{\lambda} \left(\frac{k}{\mu_{Z^*}}\right)^\alpha \left(\frac{\mu_Z}{\mu_{Z^*}}\right)^{1-\alpha} \left[\hat{\lambda}_t + \alpha \hat{k}_t - \alpha \hat{h}_t + (1-\alpha)(\hat{z}_t + \hat{v}_t)\right] \\
& = 0
\end{aligned} \tag{19}$$

$$\begin{aligned}
& -\tilde{P}_K \left(\hat{P}_{K,t} + \tilde{\lambda}_t\right) \\
& + \beta \frac{(\mu_{Z^*})^{-\sigma}}{\mu_Y} \left\{ \alpha \mu_Z^{1-\alpha} \left(\frac{h}{k}\right)^{1-\alpha} \mathbf{E}_t \left[\hat{\lambda}_{t+1} + (\alpha-1) \hat{k}_{t+1} + (1-\alpha)(\hat{h}_{t+1} + \hat{z}_{t+1} + \hat{v}_{t+1}) \right] \right. \\
& \left. + (1-\delta) P_K \mathbf{E}_t \left(\mathbf{E}_t \hat{\lambda}_{t+1} + \hat{P}_{K,t+1} \right) \right\} = 0 , \tag{20}
\end{aligned}$$

$$-\hat{\lambda}_t + \tilde{P}_K \left(\hat{\lambda}_t + \hat{P}_{K,t}\right) - \tilde{P}_K S''(\mu_{Z^*} \mu_Y)^2 (\hat{i}_t - \hat{i}_{t-1}) + \frac{\beta}{\mu_Y} (\mu_{Z^*})^{-\sigma} \tilde{P}_K S''(\mu_{Z^*} \mu_Y)^3 (\mathbf{E}_t \hat{i}_{t+1} - \hat{i}_t) = 0 , \tag{21}$$

$$\hat{T}_t = \rho_T \hat{T}_{t-1} , \tag{22}$$

$$\hat{z}_t = \rho_z \hat{z}_{t-1} + \varepsilon_{t-p} + \xi_t , \tag{23}$$

$$\hat{v}_t = \rho_v \hat{v}_{t-1} + \omega_t . \tag{24}$$

(22)~(24)式は、外生変数である利用可能時間と2つのショックは、AR(1)プロセスに従うことを示している。ここで、(23)式の ξ や(24)式の ω は通常のショックを、 ε は、ピグー・サイクルを発生させるのに必要な、将来の生産性上昇に関する期待（ニュース）ショックをあらわしている。

本稿では、(16)~(24)式より成り立つ線形差分フォワード・ルッキング・モ

デルを、Christiano (2002)による一般化未定係数法¹⁷を用いて、合理的期待に基づく policy function を導出することで解いている。

なお、4節では、実績値を再現するようなシミュレーションを行っているが、

$$X(1+\hat{x}_t) \approx X_t$$

という関係を用いて、パーセンテージ乖離のシミュレーション結果をトレンド除去後のレベル変数で表現し、これに除去されたトレンドをかけあわせることによってレベルに戻し、実際のデータと比較している。

2.4. カリブレーション

パラメーターは、先行研究を参考にしたうえで、データの傾向をフォローできるよう、すなわち、モデルの説明力が高まるように設定した。カリブレートされたパラメーター（四半期ベース）は表1のとおり。

なお、本稿で分析されるモデルには、需要コンポーネントが「消費」と「投資」の2つしか存在しないため、GDP 需要コンポーネントのうち、ストック形成につながると考えられるコンポーネント（民間住宅、民間企業設備、民間在庫品増加、公的総固定資本形成、公的在庫品増加、純輸出）の和を「投資」として定義し¹⁸、民間最終消費支出と政府最終消費支出の和を「消費」とした。また、データはすべて15～64歳人口当りで表現した。例えば、労働時間については、毎月勤労統計の時間に労働力調査の就業者数をかけあわせ¹⁹、これを15～64歳人口で割り込んだものとシミュレーション結果とを比較している。

パラメーターもこのようにして作成されたデータと整合的なものとなるように設定されている。それぞれのパラメーター設定の根拠は以下のとおり。

- 主観的割引率は、実質均衡金利が1%近傍となるように設定。

¹⁷ 未定係数法により解が求まるかどうかは、通常は Blanchard and Khan (1980)条件に従う。

¹⁸ このため、投資のパスは、ピグー・サイクルが想定する企業設備投資のパスと比べ、変動が小さいものとなっている。

¹⁹ 労働力調査ベースの労働時間は年ベースのデータであるため、毎月勤労統計の労働時間を利用した。

表 1：パラメーターの設定

β	主観的割引率	1.01 ^{.25}
μ_Y	投資特殊技術進歩率	1.004 ^{.25}
μ_Z	労働節約的技術進歩率	1.02 ^{.25}
α	資本分配率	.28
δ	減耗率	.01
b	消費のハビット	.9
ψ	労働弾力性の逆数	2
σ	異時点間代替の逆数	1
S''	投資の調整コスト	9
T	利用可能時間	100→93
ρ_ψ	時短のスピード	.85
ρ_Z, ρ_Y	技術ショックの自己相関	.8
τ	Frisch 労働弾力性*	1
γ	労働の不効用の大きさ*	3→3.3
π	目標インフレ率*	1.01 ^{.25}
η	金融政策パラメーター*	1.5
ζ_P	Rotemberg 調整コスト (価格) *	50
ζ_W	Rotemberg 調整コスト (賃金) *	50

*は、粘着価格モデル用のパラメーター。

- 投資特殊技術進歩率、労働節約的技術進歩率は、モデルのシミュレーション値と実際のデータのパスが似たものとなるように設定。
- 資本分配率と減耗率は、モデル上の消費、投資比率が 80 年代からの平均値 (2.5) に近づくように設定。
- 消費のハビットは、データ説明力を増すために、かなり高い値に設定されているが、Juillard, Karam, Laxton and Pesenti (2005)による米国経済についての DGE モデルの推定結果 (0.84) に近い。
- 労働の弾力性(の逆数)と異時点間代替(の逆数)については、Christiano, Motto and Rostagno (2003)で、消費について対数効用、労働については 2 次の不効用が用いられていたことを参考に設定。
- 投資の調整コストに関するパラメーターは、モデルの説明力を高めるため、各国中銀の推計値よりも若干高めに設定されているが、Smets and Wouters (2003)によるユーロ・エリア DGE モデルのベイズ推定結果 (6.8) からは大

きく離れていない。

- 利用可能時間、時短のスピードは、実際のデータにみられる時短の進展にマッチするようにカリブレート。結果的に、80年代後半から、利用可能時間は7%減少したと想定した²⁰。
- Frisch 労働弾力性は、Christiano, Eichenbaum and Evans (2005)を参考に設定した。なお、設定された値は、黒田・山本 (2006) の extensive margin を反映した推計結果にほぼ等しい。
- 目標インフレ率は、80年より1%近傍であったと仮定。なお、政策ルールでインフレ率にかかるパラメーターについては、スタンダードなテイラー・ルール (Taylor, 1993) を参考にした。
- Rotemberg 調整コストの設定根拠は以下のとおり。

過去の物価を参照する indexation がフルに行われた場合、対数線形近似された Calvo (1983)型ニュー・ケインジアン・フィリップス・カーブは、価格据置確率が χ の場合、

$$-\hat{\pi}_t + \frac{\beta}{1+\beta} E_t \hat{\pi}_{t+1} + \frac{1}{1+\beta} \hat{\pi}_{t-1} + \frac{1}{1+\beta} \frac{(1-\chi)(1-\beta\chi)}{\chi} \hat{\phi}_t = 0$$

となる。これを、(58)式と比較すると、

$$\frac{(1-\chi)(1-\beta\chi)}{\chi} = \frac{(\theta_p - 1)}{\zeta_p}$$

であれば、両者は同じ線形差分方程式となる²¹。ここでは、Rotemberg 調整コストを 50 と設定していることから、Calvo 型の非同時価格設定モデルを考えた場合、

$$\frac{(1-\chi)(1-\beta\chi)}{\chi} = 0.08$$

となるため、価格改定確率が 0.75 と設定されたことになる。これは、平均

²⁰ 労働時間の減少には、特に 2001 年以降、パート比率の増加も寄与している。パート比率の変化が構造的なものであるならば、これも考慮すべきと考えられるが、本稿では、法の施行に伴う制度的な時短のみを反映した。

²¹ Roberts (1985)で示されたように、Taylor (1980)、ないし Calvo (1983)型の非同時価格設定、Rotemberg (1982)型の調整コストをベースとしたフィリップス・カーブは、すべて、対数線形近似すると同じ形で表現される。ただし、2次近似等を用いて、厚生分析を行う際には、それぞれの仮定しだいで差異が生じる。

的に1年に1度の価格改定を意味しており、これまでのマイクロ研究結果とほぼ整合的な値となっている。なお、実際のデータを説明する際には、フィリップス・カーブのバックワード性を高める必要があったため、アド・ホックな方法²²であるが、別添の(A29)、(A34)式において、1期前の上昇率にかかるパラメーターを0.8とし、1期先にかかるパラメーターを0.2と設定した。

3. ピグー・サイクル

ピグー・サイクルとは、Pigou (1926)の「将来成長率が高まることを事前に期待し、投資を行ったが、それが実現しなかった場合、その後、資本ストック調整から不況が起こる」という考えに基づき、Beaudry and Portier (2004a)によって定義されたもので、Beaudry and Portier (2004a, 2004b)では、このようなバブル的期待に基づく過剰投資とその調整というメカニズムが、DGEモデルの上で表現されている。これまでのDGEモデルでは、一時的な需要ショックのようなものによって、景気循環を表現する場合には、金融政策ショックに頼るしかなかったが、このピグー・サイクルを用いれば、将来への供給ショックへの期待が、需要ショックのように機能することによって、バブル的期待とその崩壊に伴うストック調整という現実的な景気循環を描くことが可能となる。この点、Beaudry and Portier (2004a, 2004b)のアプローチは、現在、非常に注目を集めており、Rebelo (2005)によるこれまでのRBCモデルの発展を総括したペーパーでは、今後注目される2つの展開の1つ²³として、“Beaudry and Portier (2004a) take an important first step in proposing a model that generates the right comovement in response to news about future increases in productivity.... Beaudry and Portier model is an interesting

²² 理論的な indexation のパラメーターでも80年代後半にインフレ率が高まるが、90年代初の落ち込みが大きくなるため、バックワード性を高めた。価格や賃金のコスト・プッシュ・ショックを加えることによって、このようなアド・ホックな設定を避けることは十分に可能であるが、ここでは、少ないショックで、どこまで80年代以降の日本の経済変動を説明できるかを焦点としているため、このような設定を採用した。なお、理論的にも、Gali and Gertler (1999)やSteinsson (2003)に従い、ニューケインジアン・フィリップス・カーブを導出すれば、この程度までバックワード性を高めることは可能である。

²³ もう一つの期待される分野として、Comin and Gertler (2004)によるTFP変動の内生的説明を挙げている。

challenge to future research.”と、賞賛されている。

Beaudry and Portier (2004a, 2004b)は、まず、標準的な RBC モデルでは、将来の高生産性に関するニュースに対し、消費、投資、労働時間のすべてが正の反応を示すようなメカニズムを作り出すことができないとしている。すなわち、将来の高生産性は、実質収益率を高める一方、将来の資産効果を生み出す。このため、(1)資産効果が投資の実質収益率を高める効果を上回る場合には、消費と余暇が増加するが、労働時間が減少するため、生産水準も低下する。また、消費が上昇するなか、生産が低下するため、投資も減少する。一方、(2)期待収益率を高める効果の方が大きい（代替効果が強い）場合には、投資と労働時間は増加するが、高生産性は実現されていないため、生産の上昇は投資の上昇を下回り、消費は低下する。このように、いずれのケースにおいても、消費、投資、労働供給の期待ショックへの正の反応をもたらすことができない。Beaudry and Portier (2004a, 2004b)は、正の反応をもたらすためには、様々な財を生産する際、それぞれの費用に関する補完性を強める必要があるとし、セクター間の調整コストを考慮することが重要としている。

しかし、ここで、補完性を高めるために導入されたセクター間調整コストとは、資源制約式の需要部分（(3)式の左辺）を、CES 関数のようなもので表現するもので、SNA 体系との整合性を考えた場合、現実的な調整コストとは言い難い。この点、Christiano, Motto and Rostagno (2005)は、投資に関する異時点間の調整コストと消費のハビットという実質粘着性をもたらす標準的なメカニズムだけで、消費、投資、労働供給のニュースに対する正の反応を再現した。直観的には、投資への調整コストにより、労働供給を増加させることができ、これに伴う生産の増分が、消費と投資で按分されればよいというものである。

3. 1. 期待ショック・プロセス

(23)式にあるようなショック・プロセスにより、期待に関するショックを表現することが可能となる。ここでは、簡単な例として、0 期に、「2 期に生産性が ε_0 だけ高まる」ようなニュースを受けるが、実際に 2 期になると、「そのよう

な生産性上昇期待は間違いであった」と認識するケースを考えてみよう²⁴。

(23)式は、標準形（カノニカル・フォーム）では以下のように表現される。

$$\begin{pmatrix} \hat{z}_t \\ \varepsilon_t \\ \varepsilon_{t-1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \rho_Z & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \hat{z}_{t-1} \\ \varepsilon_{t-1} \\ \varepsilon_{t-2} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \xi_t \\ \varepsilon_t \\ 0 \end{pmatrix}.$$

ここで、0期に ε_0 という期待ショックが加わると、

$$\begin{pmatrix} \hat{z}_0 \\ \varepsilon_0 \\ \varepsilon_{-1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \rho_Z & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \hat{z}_{-1} \\ \varepsilon_{-1} \\ \varepsilon_{-2} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ \varepsilon_0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

となる。 ε_0 は、 z_0 や z_1 には影響を与えないが、0期における2期時点での技術シ

ョックの期待値を考えると、

$$E_0 \begin{pmatrix} \hat{z}_2 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \rho_Z & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}^2 \begin{pmatrix} \hat{z}_0 \\ \varepsilon_0 \\ \varepsilon_{-1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \rho_Z^2 & 1 & \rho_Z \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \hat{z}_0 \\ \varepsilon_0 \\ \varepsilon_{-1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \varepsilon_0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix},$$

$$E_0 \hat{z}_2 = \varepsilon_0$$

となり、0期における2期に発生する技術ショックの期待値は ε_0 となる。

一方、2期になると、実際には、技術ショックは発生せず、 ε_0 は ξ_2 によって

打ち消される（ $\xi_2 = -\varepsilon_0$ ）。

$$\begin{pmatrix} \hat{z}_2 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \rho_Z & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \hat{z}_1 \\ \varepsilon_1 \\ \varepsilon_0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \xi_2 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \varepsilon_0 + \xi_2 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

こうして、0期、1期では、2期の技術ショックが ε_0 となることが期待され

²⁴ 0期以前の経済は定常状態にある。また、実績を再現するようなシミュレーションでは、8四半期前にこのようなニュースが到達することを仮定している。

るが、2期において、これがバブルであったことが判明するようなショックを発生させることができる。

3.2. シミュレーション

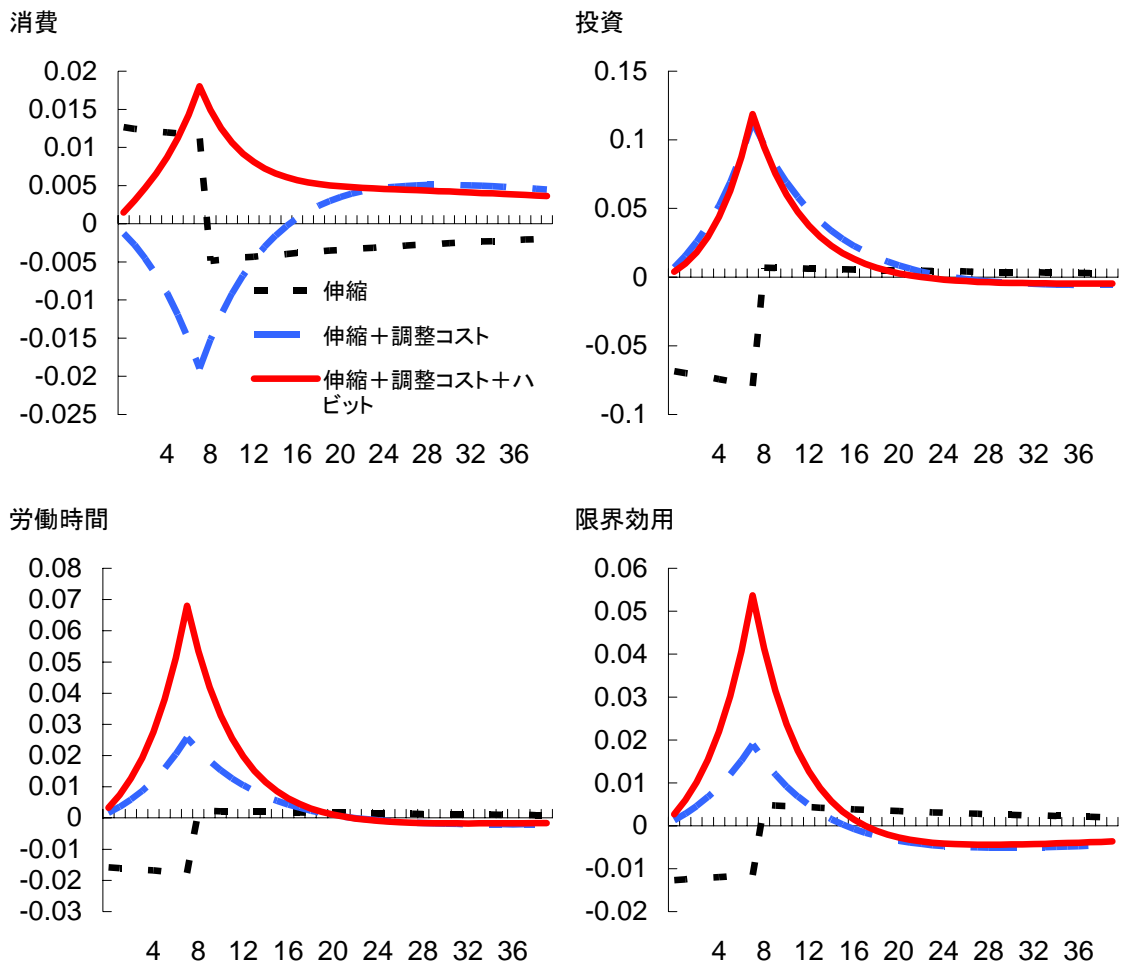
ここでは、伸縮価格モデルを用いて、まず、実質粘着性のないモデルでは、将来の高生産性に関するニュースに対し、消費、投資、労働時間のすべてが正の反応を示すようなメカニズムを作り出すことができないことを確認し、次に、投資に関する調整コスト、消費に関するハビットを逐次組み込んでいくと、すべてが正の反応を示すピグー・サイクルが生み出されることを示す。

図3は、0期に「8期に生産性が高まる」といった期待ショックを与えた場合の主要変数のインパルス・レスポンスを示している。黒点線は、投資の調整コスト、消費のハビットがない（すなわち、 $s''=0$ 、 $b=0$ ）ケースでの期待ショックへの反応をあらわしている。前述のとおり、将来の生産性上昇期待に伴い、投資の期待収益率が増加するほか、実質賃金の割引現在価値も高まるため、資産効果も発生する。本稿のカリブレーションでは、異時点間代替に関するパラメーターが非常に大きいわけではないため、資産効果が期待収益率を高める効果を上回る。このため、消費と余暇が増加する。余暇が増加することから、労働供給はマイナスの反応となり、実際には、生産性上昇は認識されていないことも相俟って、投資は減少する。このように、投資に関する調整コスト、消費のハビットがないケースでは、期待ショックに対し、消費、投資、労働供給の正の反応を表現できない。

投資の調整コストを組み込んだ場合のレスポンスは、図3の青破線に示されている。ここで、期待ショックが与えられた場合に、どのような合理的期待を形成するのか理解するため、その期待が打ち消されることなく実現した場合の反応（図4）をみてみよう。調整コストが存在しない黒点線のケースでは、投資の変化にコストがかからないため、実際に生産性の上昇を確認してから投資を急増させることが望ましい。一方、調整コストを考慮すると（図4の青破線）、このような投資の急増を避けるため、将来の生産性上昇のニュースを得たときから、投資水準を緩やかに増加させることが最適な反応となる。このため、期

待ショックに対し、投資は上昇し、労働供給も増加する。しかし、8期までは、生産性上昇が実現されないなか、投資の上昇に比べ、生産の増加ペースは緩やかなものにとどまるため、消費水準は切り下げられる。

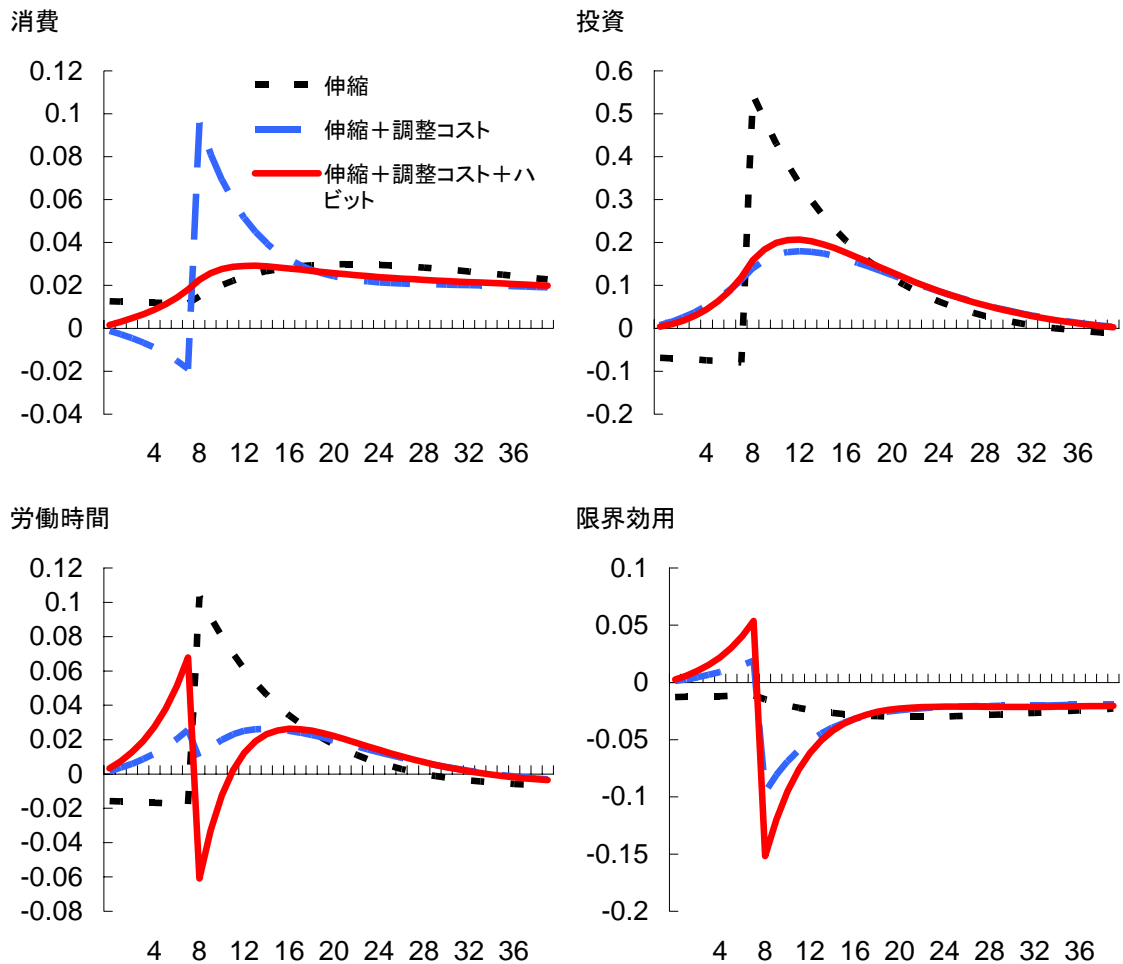
図3：ピグー・サイクル



赤線は、さらに消費にハビットがある場合の反応を示している。まず、図4をみて、消費にハビットがない場合（青破線）に、どのような消費パスが合理的に期待されていたかをみると、実際に高生産性が実現した際に、消費が急増する。このような合理的期待を形成するなか、消費にハビットが存在するケース（図3の赤線）をみると、消費者は消費の落ち込みとその後の急増というような激しいアップ・ダウンをより避けるようになるため、消費は全般に均され

て緩やかに増加することとなる。

図4：ピグー・サイクル（期待が実現したケース）



DGEモデルでは、需要面の金融政策ショックや、供給面の技術ショックであっても、レスポンスはショックへの最適反応として表現される。このため、過剰投資のような現象を表現することはできなかつた。例えば、緩和的な金融政策ショックにより投資が増加し、その後金利が引き上げられ投資が減少するような状況は、過剰投資というよりも、むしろ、金融政策の誤りとして解釈されるべきである。しかし、このピグー・サイクルでは、実現もしていない将来への期待が資本形成を促進しており、その後、この期待が誤りであったことが判明するなど、当初の資本形成は過剰投資として解釈される。このように、「将

来の生産性の上昇を見込み、資本形成を中心とした需要が増加するが、それが実現せず。結果的に過剰投資となった」というストーリーは、「新しい時代には東京が世界のフィナンシャル・センターになる」といった 80 年代後半のバブル的期待をベースとした景気拡大とその崩壊に非常にマッチするものと考えられる。

4. シミュレーション結果

本節では、まず、制度的な時短をどのようにモデルで表現するかについて説明した後、「バブル的期待を背景とした過剰投資とその調整（ピグー・サイクル）」という需要面の要因と「制度的な時短」といった供給面の 2 つの要因により、日本の経済変動の大きな流れが説明できることを示す。すなわち、バブル期（1989～1991 年）に発生したショックとその調整と時短だけで、80 年代後半からの日本の経済変動を再現する。さらに、バブル期に一時的な技術進歩ショックを加えると、現実説明力がより高まるほか、粘着価格モデルを用いると、インフレ率や名目短期金利水準についてもかなりの動きをトレースできることを紹介する。

4. 1. 時短

定常状態周りの経済変動を分析する DGE モデルでは、定常状態のシフトを表現することは容易ではない。本稿では、時短による利用可能時間の低下、ないし労働の不効用の増加といった定常状態のシフトを、以下のように、モデル上で表現した。

まず、代表的経済主体が、91 年第 2 四半期に、今後、時短が緩やかに進展すると自覚することを仮定する²⁵。実際には、時短は 88 年第 1 四半期より、段

²⁵ 時短を完全予見し、時短に備え、事前に準備をしていたというのが現実的な仮定として考えることができるが、対数線形近似したモデルをバックワードな VAR モデルとして表現し、シミュレートする解法では、このような完全予見を表現するのは難しい。Troll のようなソフトを用いて、Stack 法による完全予見シミュレーションを行うことは可能であるが、ピグー・サイクルのようなシミュレーションを併せて行うことが極めて難しくなる。

階的に開始されているが、2.3. 節で定義された人口（15～64 歳）当りの労働時間でみると、低下が始まったのは、ほぼ 91 年第 2 四半期近傍となっている。88 年から 91 年にかけては、所定外労働時間や就業者数の増加により、時短による減少分が補填されていたと考えられる。しかし、本モデルにおける代表的個人が、恒久的に時短が進展すると認識する時期は、実際の人口当りの時間が減少し始める時が適切と考えられるため、91 年第 2 四半期より時短が進展すると仮定した²⁶。

具体的には、以下のような時短を映じた経済の進展を表現している。すなわち、91 年第 1 四半期以前は、経済が古い定常状態近傍で循環している。91 年第 2 四半期に、今後緩やかに時短が進展することを確信し、足許の経済が時短後の新しい定常状態から乖離していると認識する。その後、経済は、 ρ_T によって外生的に規定される時短のスピードに従い、新しい定住状態へと収束する。

このような時短の影響に加え、バブル的期待を背景とした過剰投資とその調整というピグー・サイクルも考慮したうえで、本稿のモデルが、どの程度 80 年代後半からの日本の経済変動を再現できるかみていこう。

4.2. 時短 + ピグー・サイクル

まず、モデルに、制度的な時短と、3 節で説明したピグー・サイクルを発生させるような期待ショックを与えた場合のシミュレーション結果をみてみよう。なお、以下のシミュレーションでは、89 年第 1 四半期²⁷に「2 年後（91 年第 1 四半期）に生産性が上昇する」という期待を抱くが、実際に 91 年第 1 四半期になると、それが実現しなかったというようなピグー・サイクルを想定している。

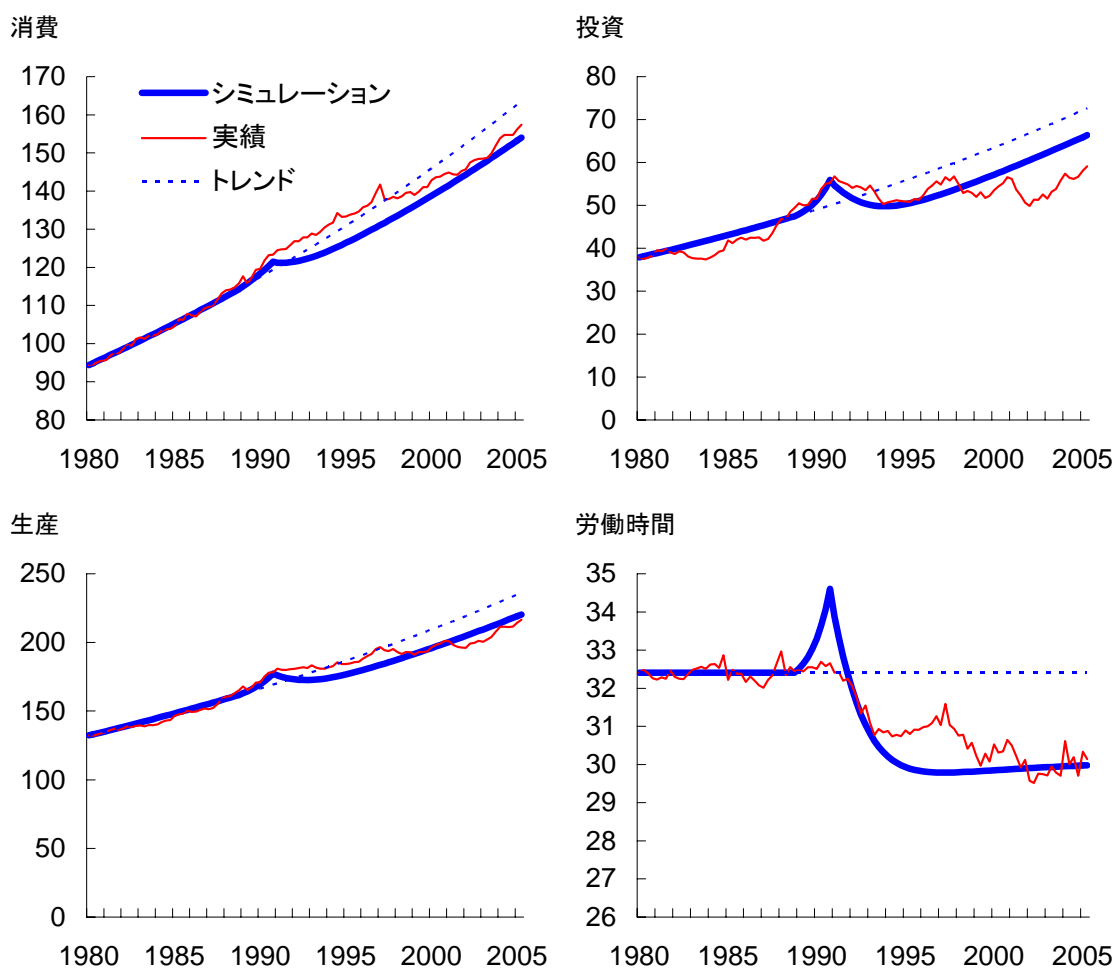
図 5 は、このようなシミュレーションの結果と実際のデータを比較したもので、太青線はシミュレート値、赤線は実績値、赤点線は 90 年以前のトレンドを

²⁶ 88 年より時短がスタートしたとして、ピグー・サイクルのようなシミュレーションを行っても、将来の期待に対するショックの大きさを変更すれば、91 年第 2 四半期より時短がスタートした場合とほぼ同じシミュレーション結果を再現できる。

²⁷ ここでは、2 年前に将来の高生産性に関するニュースを受け取ることが仮定されているが、3 年前にしても、結果は大きく変わらない。

それぞれあらわしている。期待成長率の低下なしに、時短という供給要因と、ピグー・サイクルという需要要因のみで、80年代以降の日本の経済変動の大きな流れ、すなわち、バブルとその長期にわたる調整が説明できていることがわかる。足許の経済の水準も、時短による古いトレンドからのレベル・シフトを考慮すれば、定常水準より低すぎるといった評価にはならない。

図5：時短 + ピグー・サイクル



投資は、80年代後半のバブル的期待に伴う過剰投資と90年代前半のその崩壊から大きくアップ・ダウンする動きがほとんどフォローできている。一方、消費、(および、その大半を消費が占める生産)については、ハビットを強くしても、90年代前半の堅調な動きは説明することができない。これは、黒田・山

本（2003）で指摘されたように、名目賃金が97年頃まで、組合の影響力から下方硬直的であったことに関連する²⁸と思われるが、消費の趨勢的な傾向は、十分に捉えられている。労働時間は、簡単なARプロセスではあるが、実際のデータをトレースできるよう時短のスピードを設定しているため、実績をかなり再現できている。しかし、80年代後半の、シミュレーション結果と実績の乖離は大きい。3節で説明したピグー・サイクルにおいては、将来の生産性上昇期待に対し、労働供給は増加する。しかし、データをみると、人口（15～64歳）当りで見ると労働時間は80年代後半に上昇していない。サービス残業の可能性も否定できないが、以下では、バブル的な期待に基づき需要が増加するような状況下、なぜ、労働時間が増加しなかったかという点について、一時的な技術ショックを用いて検討したい。

4.3. 時短 + ピグー・サイクル + 一時的技術ショック

需要ショックに対し、労働時間の変化を緩やかにするには、労働供給にハビットを導入したり、労働需要に調整コストを課す方法が考えられる。しかし、粘着価格モデルを考えた場合、こうした労働需要の変化を抑制するメカニズムは、他の生産要素への依存を高めることにつながり、稼働率、限界費用が大幅に上昇し、インフレ率がジャンプする。インフレ率が需要に比べ、マイルドな動きにとどまったことは、バブル期の特徴でもあるため、このようなメカニズムは、80年代後半からの日本の経済変動の説明に馴染まない。

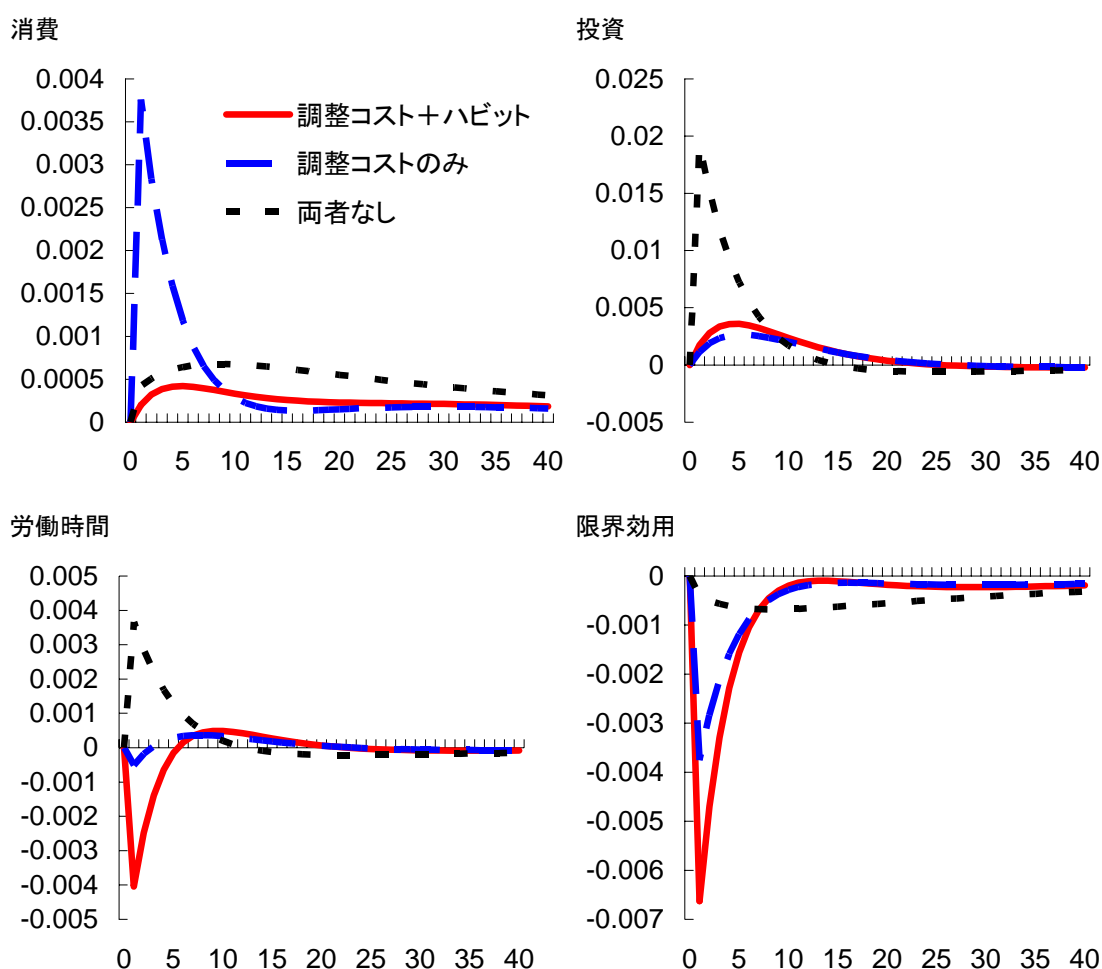
一方、Galí and Rabanal(2004)、Christiano, Eichenbaum and Vigfusson (2004)や Altig, Christiano, Eichenbaum and Linde (2005)で議論されているように、技術進歩ショックに対し、労働時間が減少するか増加するのかという点が、粘着価格モデルのケースを中心に、米国の経済学会では、一つのトピックになっている²⁹。

²⁸ 組合の影響力から、Blanchard and Summers (1986)によるインサイダー・アウトサイダー・モデルのようなメカニズムを通じて名目賃金が高止まりしていた可能性は高いが、本稿ではこのような点は考慮しない。90年代の賃金動向は、黒田・山本（2005）が詳しい。

²⁹ これに関連して、そもそも、ツールとしての構造VARが役立つのかといったトピックも激しく議論されている。詳細は、Chari, Kehoe and McGrattan (2004a)や Christiano, Eichenbaum and Vigfusson (2005)を参照。

伸縮価格モデルについても、Vigfusson (2004)は、消費のハビットと投資に関する調整コストがある場合には、技術進歩ショックに対し、労働時間は減少するとしている。本稿の伸縮価格モデルについて、一時的な技術進歩ショック (\hat{v}) を与えた場合の主要変数のインパルス・レスポンスをあらわした図6をみると、

図6：技術ショックと労働時間



調整コスト、消費にハビットのないケース（黒点線）では、技術進歩ショックに対し、消費、投資、労働時間すべてが、正の反応を示す。ここで、投資に関する調整コストを導入する（青破線）と、技術進歩に伴う生産の増分について、消費よりも投資を均そうとする動機が強く働くため、消費が大きく増加する。このため、限界効用は低下し、労働に関する必要条件（消費と余暇についての

限界代替率＝労働の限界生産性)を通じて、労働の限界負効用も低下し、労働時間は減少する。さらに、消費のハビットを導入する(赤線)と、投資と同様、消費の動きも均されることとなるが、限界費用がさらに低下する³⁰ため、労働時間はさらに減少することとなる。ハビットと限界効用の関係について、直観的な説明を試みると、消費にハビットが存在する場合、消費の水準だけでなく、消費を変化させることも、限界効用を低下させる。一時的な技術進歩ショックを映じた消費の増加は、消費変動も平滑化したいという消費者の要求にも反するものであるため、限界効用を大きく低下させることになる。

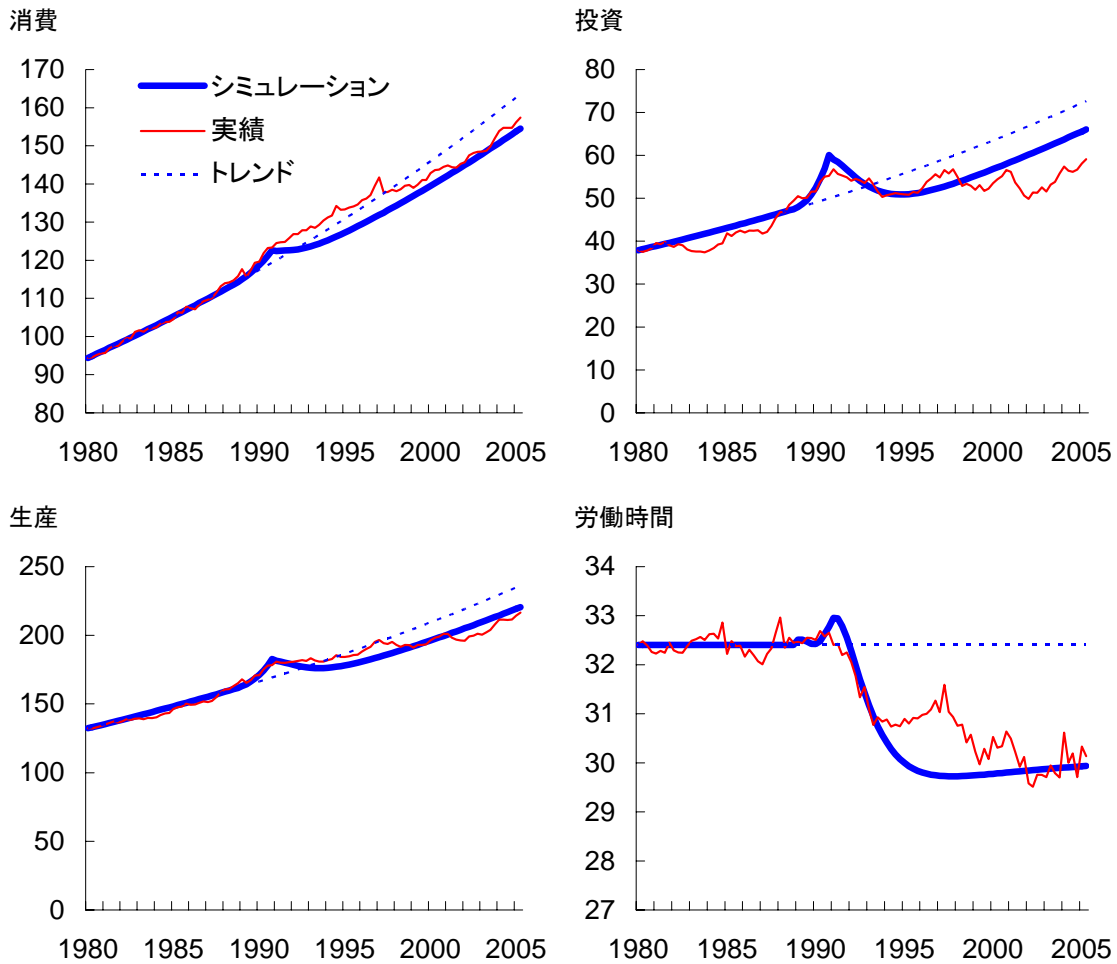
図7は、時短、ピグー・サイクルのほかに、一時的な技術進歩ショックを、将来の生産性上昇のニュースを受けた時からそれが間違いであったことが判明する89年から91年までに、少しずつ増加させたようなケースのシミュレーション結果を示している。すなわち、80年代後半の需要増加の多くは、根拠の乏しい期待ショックに基づいていたものであったが、一時的にはあるが、一部には、労働時間を節約するような技術進歩の影響も反映していたとするような状況をシミュレートした。

図4と比べ、消費、投資³¹、生産、労働時間すべて、シミュレーションされたモデルの説明力が高まっている。特に、一時的技術進歩ショックが、ピグー・サイクルによる増加分を打ち消すような形となるため、バブル期の労働時間の推移が実績に近いものとなっている。なお、労働時間を除いて、図5と図7の差異は僅かであることからわかるように、ここで与えられた一時的な技術ショックは、非常に小さいものに止まっている。

³⁰ Constantinides (1990)や Campbell and Cochrane (1999)による消費のハビットを用いたエクイティ・プレミアム・パズルの解決も、基本的には、ここで示された考えに従っている。エクイティ・プレミアム・パズルを解消するためには、限界効用を大きく動かし、その異時点間の比率によって表現される確率割引因子の分散を大きくする必要がある。しかし、実際の消費は極めて滑らかに変動しているため、限界効用、および確率割引因子の分散を高めるためには、消費のハビットを導入する必要がある。

³¹ ここでの投資は、前述のとおり、民間企業設備や民間住宅のほかに、政府の固定資本形成、純輸出などが含まれている。一方、ピグー・サイクルのようなメカニズムは、主に民間企業設備を通じて働くものであると考えられる。実際に、データをみると、民間企業設備のバブル期の増減は、投資に含まれた他の需要コンポーネントよりも大きなものとなっている。このため、シミュレート値が、バブル期に実績を若干上回るのは妥当と考えられる。

図7：時短 + ピグー・サイクル + 一時的技術ショック



このように、バブル期に生じた一時的ショックと、制度的な時短という要因のみで、80年代後半からの日本の経済変動の大きな流れは十分に説明されることがわかる。このほか、シミュレート値と実績が乖離している時期は、本稿では実際にシミュレーションは行っていないが、他の需要面へのショックを考慮することによって無理のない説明が可能である³²。96年以降の投資や生産の落ち込みは、このモデルに、Bernanke and Gertler (1989)や Bernanke, Gertler and Gilchrist (1999)によるファイナンシャル・アクセレレーター・モデルを組み込んだうえで、地価の下落をイメージして、Gilchrist and Leahy (2002)で試みられた純資産 (net

³² この場合には、別添の粘着価格モデルで考慮されている稼働率や労働の使用強度 (intensity) が変動することとなる。

worth) ショックを与えれば、金融危機による一時的な需要ショックとして説明が可能である。もしくは、デフレ期待の深化による実質金利の高止まりが投資を中心とする需要を減少させたという説明も可能であろう。また、2001年以降のいわゆる IT バブルの崩壊に伴う不況は、80年後半のバブルに比べて規模は小さいが、ITによる将来の生産性上昇を見誤ったピグー・サイクルとして捉えることも十分に可能である³³。80年代以降の日本の経済変動は、バブルの調整と時短によりその大きな流れを説明することができ、さらなるいくつかの需要面へのショックから、長期的な低迷につながったと解釈することができる。このように、多くの中央銀行や国際機関で主力ツールとなっている最先端の DGE モデルを用いて、少ないが妥当と思われるショックだけで、大きな流れを再現し、その後、シミュレート値と実績値の乖離に着目して、需要要因、供給要因を考えることは、不況を分析するに当たって、非常に有効な分析手法であるといえよう。

4.4. 時短 + ピグー・サイクル + 一時的技術ショック + 粘着価格

ここでは、粘着価格モデルを用いて、時短、ピグー・サイクル、一時的技術ショックのみで、インフレ率や名目短期金利といった名目変数の変動の説明を試みる。通常の技術ショックは、インフレ率を低下させるため、90年代初頭の緩やかなインフレ率の上昇を説明することはできない。一方、将来の高生産性への期待ショックは、実際に生産性が上昇していなくても、労働供給を増加させることによって、生産水準を引き上げる。このため、期待が実現するまでの期間は、限界費用が増加するため、インフレ率が上昇する。一方で、企業は、将来の生産性上昇に伴う限界費用の低下も展望したうえで、価格を設定することから、その上昇幅はマイルドなものとなる。結果として、「バブル期に需要の動向ほどインフレ率が上昇せず、中央銀行による金利の引き上げが遅れがちになる」というストーリーを再現することができる。

³³ Karnizova (2004)は、1994年から2003年の米国での投資ブームとその崩壊を説明するには、本稿で用いられているような、高生産性への期待とその事後的な修正メカニズムが重要であるとしている（ただし、消費のハビットや投資の調整コストは用いていない）。

図8は、粘着価格モデルを用いた場合のシミュレーション結果を示している。粘着価格モデルでは、効用関数の設定が消費と労働が和の形で分離可能なものとなっていたほか、時短も利用可能時間ではなく、労働の負効用を規定するパラメーターのシフトとして捉えているなど、伸縮価格モデルとは、異なった定式化を採用しているが、結果に大きな差異はみられない。

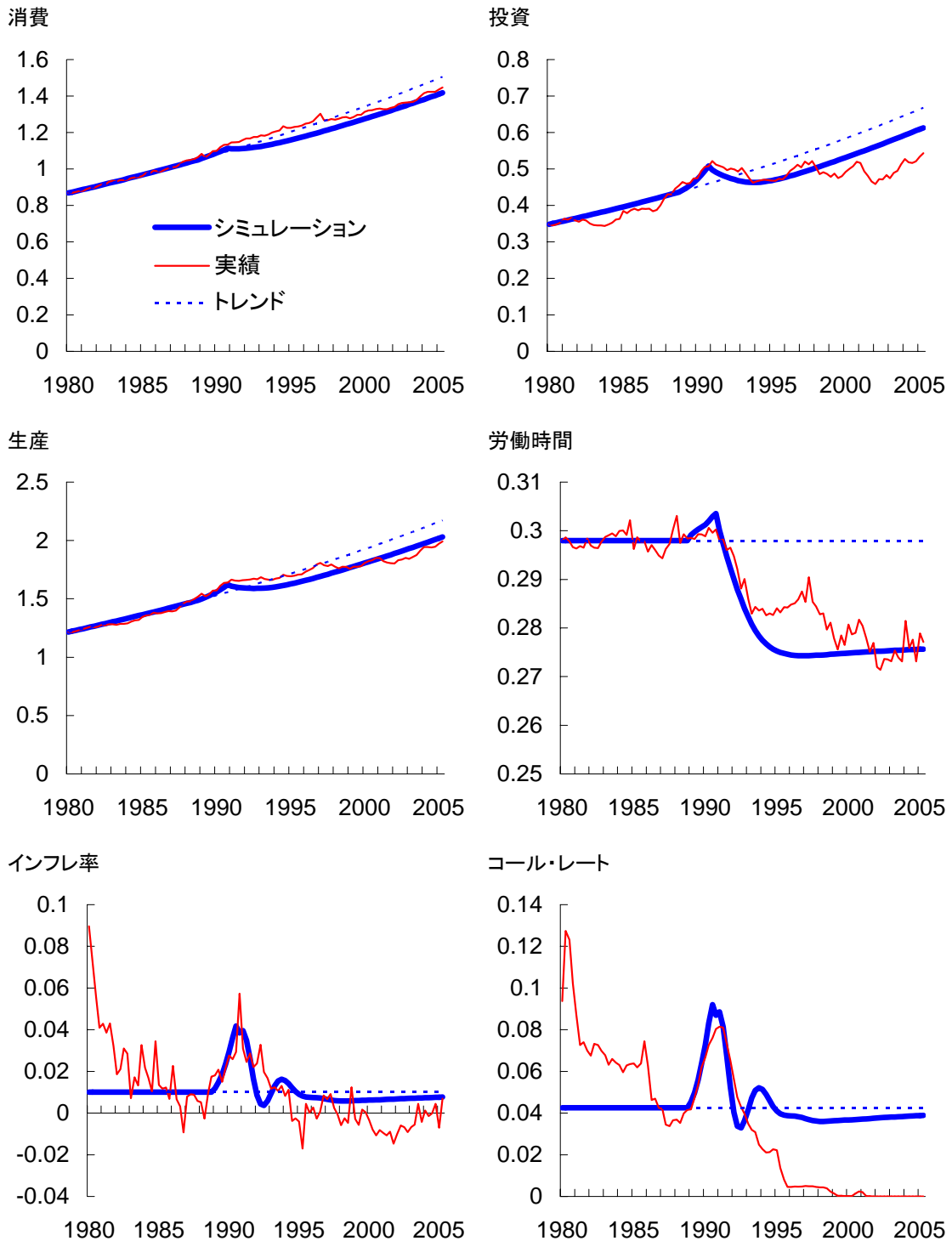
伸縮価格モデルのケースと同様、消費、投資、生産、労働時間のパスは概ね実績をフォローできている。名目変数についても、ほぼデータを再現できている。将来の高生産性を期待し、労働供給が増加するため、限界費用が上昇し、80年代後半から90年代前半にかけて、インフレ率が目標水準である1%を上回って推移する。このため、中央銀行も利子率ルールに従い、名目短期金利を引き上げる。変化の大きさをみても、ほぼ実績どおりの動きとなっている。

95年近傍で、インフレ率の実績値がシミュレート値を大きく下回って推移している点については、急激な円高に伴う負のコスト・プッシュ・ショックを考慮すれば、十分に説明可能であるし、これに伴い、名目短期金利も引き下げられると、実質金利の低下から、97年にかけての投資や労働時間の緩やかな上昇も作り出すことができる。この結果、インフレ率、名目金利、投資、労働時間の動向も含めて97年頃までの経済変動の詳細説明も可能となる³⁴。98年以降についても、前述のとおり、金融危機を通じた負のショックや、デフレ期待の深化に伴う実質金利の高止まりといった更なる需要ショックを加えることができれば、より短期的な変動も説明できる。

名目変数の変動は、伸縮価格モデルではもちろん説明することはできないほか、粘着価格モデルを用いたとしても、通常の技術進歩ショックだけでは、90年代初頭にみられたようなインフレ率の上昇を説明することはできない。この点、80年代後半から90年代前半にかけて、ピグー・サイクルのような供給ショックへの期待が需要ショックのように働いていたとする説明は、名目変数の動きを再現できるという観点からもサポートされることとなる。

³⁴ 実際にシミュレートして確認済み。

図8：時短 + ピグー・サイクル + 一時的技術ショック + 粘着価格



5. 結論

本稿では、中央銀行、国際機関で主力の分析ツールとなっている粘着性の高い DGE モデルを用いて、日本の 80 年代後半からの経済変動について、技術進歩率の低下を仮定することなく、「バブル的期待を背景とした過剰投資とその調整（ピグー・サイクル）」という需要面の要因と「制度的な時短」といった供給面の主に 2 つの要因だけで、その大きな流れについて説明できることを示した。また、シミュレーション値と実績値が乖離している期間についても、金融危機、デフレ期待の進化に伴う実質金利の上昇や為替円高に伴う負のコスト・プッシュ・ショックといった短期的な現象で十分に説明可能となることも併せて説明した。モデルの景気循環を作り出している時短、ピグー・サイクルといったメカニズムについてみても、まず、時短の進展は、法の施行に伴う所定内労働時間の推移を見る限り、疑いのない事実である。一方、ピグー・サイクルで描かれる「将来の生産性の上昇を見込み、資本形成を中心とした需要が増加するが、それが実現せず、結果的に過剰投資となった」というストーリーは、80 年代後半のバブル的期待とその後のストック調整を非常によく再現できている。何よりも、時短とピグー・サイクルを考慮したシミュレーションは、80 年代後半から 90 年代前半の実質変数を非常によくトレースできている。このように考えると、80 年代後半からの日本の経済変動は、必ずしも、供給要因だけで説明できるものではなく、バブル期の過剰投資とその調整を中心とする需要要因と時短による供給要因の両者によって説明されるべきものであると考えられよう。

本稿のモデルは、パラメーターやショックが推定によって識別されているわけではなく、妥当と思われる少ない（3 つの）ショックでデータのトレースを試みた eye-ball-check を通じた識別にとどまっている。一方、Hayashi and Prescott (2002) は、技術進歩率を、成長会計に従い観察可能なショック（外生変数）として丁寧に識別し、このショックを用いて、シンプルな新古典派成長モデルをシミュレートしている。しかし、Kawamoto (2005) に、古くは Hall (1988) からの批判も含めてまとめられているように、単純な方法によって求められた TFP には、数多くの誤差が含まれており、本当の意味で技術ショックが識別されていると

は言い切れない³⁵。特に、10年程度の必ずしも長期とは認識しがたい期間の分析においては、TFPの測定誤差はより大きな問題となつてこよう。この点、本稿のDGEモデルを用いた分析は、あらかじめ妥当と考えられるショックを選び、これを明示したうえで、実際の経済変動を十分に再現した。このように、ショックの源泉を明示することによって初めて、本稿の第4節での議論にみられるように、景気変動のどの部分が需要要因、ないし供給要因で説明されるべきかといった点がクリアになり、建設的な議論が可能となる。マクロ経済学は識別の学問であり、ここで示した粘着性の高いDGEモデルによる説明も、数多く存在する中の一つの識別アプローチに過ぎない。しかし、DGEモデルを用いて、ショックを明示的に示しながら、不況を識別していく本稿のアプローチは、不況のメカニズムを理解するだけでなく、議論の方向をクリアにするうえでも、非常に有益な分析手法であるといえよう。

³⁵ Chari, Kehoe and McGrattan (2004b)による景気変動を、技術要因、労働要因、資本要因の3つに分解する business cycle accounting を用いたとしても、分解された要因には様々な要因が含まれる。

(別添)

粘着価格モデルの導出

実質変数のみならず、インフレ率、名目短期金利といった名目変数についても、90年代の変動を説明できるかを確認するため、伸縮価格モデルに加え、価格が粘着的なモデルも構築した。林(2003)では、90年代のインフレ率変動について、古典派の二分法に基づき、貨幣需要関数の観点からの説明が試みられているが、本稿では、ニュー・ケインジアン・モデル³⁶のフレーム・ワークの下で、どこまで現実の経済で生じた名目変数の変動を捉えることができるか試みる。なお、本稿で導出される粘着価格モデルは、現在、中央銀行、国際機関で見通し作成や政策シミュレーションにおいて主力のツールとなっている

Christiano, Eichenbaum and Evans (2005)のモデルをベースとしたもので、上記伸縮価格モデルに組み込まれていた消費のハビット、投資に関する調整コストに加え、粘着価格、粘着賃金、内生化した資本稼働率、といった現実説明力を高めるような粘着性が組み込まれている。粘着価格モデルは、以下のように、分権的な経済の下、家計と企業の最適化問題を解くことにより導出される。

家計 j は、消費と労働より定義される効用：

$$\log(C_{j,t} - bC_{j,t-1}) - \gamma_t \frac{h_{j,t}^{1+\tau^{-1}}}{1+\tau^{-1}}$$

を予算制約式：

$$\frac{B_{j,t+1}}{P_t R_{t+1}^n} = \frac{B_t}{P_t} + \frac{W_{j,t}}{P_t} h_{j,t} + r_t^K u_{j,t} K_{j,t} - C_{j,t} - \frac{I_{j,t} + a(u_{j,t}) K_{j,t}}{\Upsilon_t} - \frac{\zeta_W}{2} \left(\frac{W_{j,t}}{W_{j,t-1}} - 1 \right)^2 h_{j,t} C_{j,t} - D_t^{37}$$

³⁶ ニュー・ケインジアン・モデルの詳細については、Walsh (2002)、Woodford (2003)を参照。

³⁷ 完備市場を仮定しているため、本来であれば、予算制約式は、以下のように表現される (s は状態、 Q はアロー証券の価格)。

資本の遷移式：

$$K_{j,t+1} = (1-\delta)K_{j,t} + \left[1 - S\left(\frac{I_{j,t}}{I_{j,t-1}}\right)\right] I_{j,t}$$

労働需要関数：

$$h_{j,t} = \left(\frac{W_{j,t}}{W_t}\right)^{-\theta_h} h_t$$

といった制約の下で最大化する。

伸縮価格モデルと異なり、効用関数は消費と労働供給（ τ は Frisch 労働弾力性）が分離可能なものとなっている³⁸。このほか、時短は、利用可能時間のシフトではなく、労働の不効用の大きさ（ γ ）のシフトとして表現される³⁹。ここで、国債残高（ B ）は、マクロ全体ではゼロとなる。また、 P は物価水準、 r^K は資本コスト、 W は名目賃金、 D は価格の粘着性より生じる企業利潤、をそれぞれ示し、資本稼働率⁴⁰については、そのコスト関数を以下のように設定した。

$$a(u_t) = a' \sigma_a u_t^2 + a'(1-\sigma_a)u_t + a' \left(\frac{\sigma_a}{2} - 1\right)$$

さらに、Erceg, Henderson and Levin (2000)同様、家計が労働サービスを、独占的競争の下で企業に供給することを仮定している。このため、家計は、弾力性 θ_h で規定される右下がりの労働需要曲線と、 ζ_w によって大きさが定まる Rotemberg

$$\sum_{s_{t+1}} \frac{B_{j,t+1}(s_{t+1} | s^t) Q_t(s_{t+1} | s^t)}{P_t(s^t)} = \frac{B_t(s^t)}{P_t(s^t)} + \frac{W_{j,t}(s^t)}{P_t(s^t)} h_{j,t}(s^t) + r_t^K(s^t) u_{j,t}(s^t) K_{j,t}(s^{t-1}) - C_{j,t}(s^t) - \frac{I_{j,t}(s^t) + a[u_{j,t}(s^t)] K_{j,t}(s^{t-1})}{Y_t} - \frac{\zeta_w}{2} \left[\frac{W_{j,t}(s^t)}{W_{j,t-1}(s^{t-1})} - 1 \right]^2 h_{j,t}(s^t) C_{j,t}(s^t) - D_t(s^t)$$

しかし、ここでは、代表的個人の最適化問題を解いているため、リスク・フリー債券、アロー証券のいずれを用いてリスク回避（消費スムージング）を行っても、結果に差異は生じない。

³⁸ 粘着価格モデルで、分離型効用関数を用いたのは、非分離型との違いが生じるかを確認するため。どちらの効用関数を用いても、結果に大きな違いは生じなかった。

³⁹ Hayashi and Prescott (2002)は、この方法を用いて時短を表現している。

⁴⁰ 資本稼働率の内生化についての詳細は、Greenwood, Hercowitz and Huffman (1988)を参照。

(1982)型調整コストを考慮したうえで、賃金水準を企業にオファーする。

一方、企業*i*は、 ζ_p によって大きさが定まる Rotemberg (1982)型調整コストも考慮に入れたうえで、利潤：

$$\frac{P_{i,t}}{P_t} Y_{i,t} - \phi Y_{i,t} - \frac{\zeta_p}{2} \left(\frac{\frac{P_{i,t}}{P_{i,t-1}}}{\frac{P_{i,t-1}}{P_{i,t-2}}} - 1 \right)^2 Y_t$$

を最大化するよう、弾力性 θ_p に規定される右下がりの需要関数：

$$Y_{i,t} = \left(\frac{P_{i,t}}{P_t} \right)^{-\theta_p} Y_t$$

を制約とし、価格を設定する。 Y は生産水準を示し、限界費用 (ϕ) は、以下の費用最小化問題に関するラグランジュ乗数として求めることができる。

$$\min_{h_{i,t}, K_{i,t+1}} \frac{W_t}{P_t} h_{i,t} + r_t^K K_{i,t} + \phi_t \left\{ Y_{i,t} - [Z_t \exp(\hat{z}_t \hat{v}_t) h_{i,t}]^{1-\alpha} (u_{i,t} K_{i,t})^\alpha \right\}$$

限界費用は、生産を1単位増加させた場合の費用の増加分として、ラグランジュ乗数で表現される。

A. 1. レベル・モデル

家計と企業の最適化問題の一階の必要条件を、symmetric equilibrium を仮定し、整理すると、以下のような12式より成り立つレベル・モデルが導出される。

$$[Z_t \exp(\hat{z}_t \hat{v}_t) h_t]^{1-\alpha} (u_t K_t)^\alpha = C_t + \frac{I_t + a(u_t) K_t}{Y_t} + \frac{\zeta_w}{2} \left(\frac{\frac{W_t}{W_{t-1}}}{\frac{W_{t-1}}{W_{t-2}}} - 1 \right)^2 h_t C_t, \quad (\text{A1})$$

$$K_{t+1} = (1-\delta) K_t + \left[1 - S \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \right) \right] I_t, \quad (\text{A2})$$

$$\frac{1}{C_t - bC_{t-1}} - b_c \beta \frac{1}{E_t C_{t+1} - bC_t} = \lambda_t, \quad (\text{A3})$$

$$\frac{W_t}{P_t} = (1 - \alpha) \phi_t [Z_t \exp(\hat{z}_t \hat{v}_t)]^{1-\alpha} h_t^{-\alpha} (u_t K_t)^\alpha, \quad (\text{A4})$$

$$(1 - \theta_h) + \theta_h \phi_t - C_t \zeta_w \left(\frac{\frac{W_t}{W_{t-1}}}{\frac{W_{t-1}}{W_{t-2}}} - 1 \right) \frac{\frac{W_t}{W_{t-1}}}{\frac{W_{t-1}}{W_{t-2}}} \frac{P_t}{W_t} + \beta \zeta_w E_t \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} C_{t+1} \frac{h_{t+1}}{h_t} \left(\frac{\frac{W_{t+1}}{W_t}}{\frac{W_t}{W_{t-1}}} - 1 \right) \frac{\frac{W_{t+1}}{W_t}}{\frac{W_t}{W_{t-1}}} \frac{P_t}{W_t} = 0, \quad (\text{A5})$$

$$\phi_t = \frac{\gamma_t h_t^{\tau-1}}{\lambda_t} \left(\frac{W_t}{P_t} \right)^{-1}, \quad (\text{A6})$$

$$\alpha \phi_t [Z_t \exp(\hat{z}_t \hat{v}_t) h_t]^{1-\alpha} (u_t K_t)^{\alpha-1} = \frac{a'(u_t)}{\Upsilon_t}, \quad (\text{A7})$$

$$P_{K,t} = \beta E_t \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} \left\{ \alpha \phi_{t+1} [Z_{t+1} \exp(\hat{z}_t \hat{v}_t) h_{t+1}]^{1-\alpha} (u_{t+1} K_{t+1})^{\alpha-1} u_{t+1} - \frac{a(u_{t+1})}{\Upsilon_{t+1}} + (1 - \delta) P_{K,t+1} \right\}, \quad (\text{A8})$$

$$\frac{1}{\Upsilon_t} = P_{K,t} \left[1 - S \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \right) - S' \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \right) \frac{I_t}{I_{t-1}} \right] + \beta E_t \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} P_{K,t+1} S' \left(\frac{I_{t+1}}{I_t} \right) \frac{I_{t+1}^2}{I_t^2}, \quad (\text{A9})$$

$$\begin{aligned}
& (1-\theta_{P,t}) + \theta_{P,t} \phi_t - \zeta_P \left(\frac{\frac{P_t}{P_{t-1}} - 1}{\frac{P_{t-1}}{P_{t-2}}} \right) \frac{\frac{P_t}{P_{t-1}}}{\frac{P_{t-1}}{P_{t-2}}}, \\
& + \beta \zeta_P E_t \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} \left(\frac{\frac{P_{t+1}}{P_t} - 1}{\frac{P_t}{P_{t-1}}} \right) \frac{\frac{P_{t+1}}{P_t} \left[Z_{t+1} \exp(\hat{z}_{t+1} \hat{v}_{t+1}) h_{t+1} \right]^{1-\alpha} (u_{t+1} K_{t+1})^\alpha}{\frac{P_t}{P_{t-1}} \left[Z_t \exp(\hat{z}_t \hat{v}_t) h_t \right]^{1-\alpha} (u_t K_t)^\alpha} = 0
\end{aligned} \tag{A10}$$

$$R_{t+1}^n = (R^n) \left(\frac{\pi_t}{\pi} \right)^\eta, \tag{A11}$$

$$\frac{E_t \pi_{t+1}}{R_{t+1}^n} = \beta \frac{E_t \tilde{\lambda}_{t+1}}{\tilde{\lambda}_t \mu_Z^*}. \tag{A12}$$

(A1)、(A2)式は、家計の最適化問題において、制約として用いられた予算制約式と資本の遷移式をあらわしている、(A3)式は、消費の限界効用を資源制約式へのラグランジュ乗数として定義したもの。(A4)～(A6)式は、労働に関する最適条件を示しており、(A4)式は、労働の限界生産性が実質賃金に等しいという労働需要曲線、(A5)式は、名目賃金の粘着的調整を、(A6)式で定義される実質賃金ギャップ（限界代替率／実質賃金）が正の時には、緩やかに名目賃金が上昇するような状況（賃金フィリップス・カーブ）を表現している。なお、(A4)～(A6)式で表現される労働に関する必要条件は、長期的には、伸縮価格モデルの場合と同様、限界代替率が実質賃金と等しくなるという通常の労働に関する最適条件に集約される。(A7)式は、資本稼働率に関する最適条件（限界生産性＝限界費用）をあらわしている。(A8)、(A9)式は、伸縮価格モデルの(7)、(8)式に相当するもので、資本稼働率に関するコストが加わったにすぎない。(A10)式のニュー・ケインジアン・フィリップス・カーブに従って、価格は限界費用の変化に応じて緩やかに調整される。(A11)式は、インフレ率の目標からの乖離に応じて、名目金利が調整されるという、スタンダードなテイラー型の利子率ルール

(instrument rule) ⁴¹を、(A12)式は、来期と今期の限界効用の比率で表現される確率割引因子 (stochastic discount factor) が実質金利の逆数であることを示している。

A. 2. トレンド除去後モデル

伸縮価格モデルと同様、定常状態周りの対数線形近似モデルをシミュレートするため、上記(A1)～(A12)式で表現される粘着価格のレベル・モデルも、その定常値が定数となるようにトレンドが除去される。粘着価格モデルで新たに追加された変数は、トレンド除去方法は以下のとおり⁴²。

$$w_t = \frac{W_t}{P_t Z_t \Upsilon_t^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}}, \pi_t = \frac{P_t}{P_{t-1}}, \pi_t^w = \frac{w_t}{w_{t-1}}$$

トレンド除去後の粘着価格モデルは以下の 12 式で構成される。

$$\left[\frac{\mu_Z \exp(\hat{z}_t \hat{v}_t) h_t}{\mu_{Z^*}} \right]^{1-\alpha} \left(\frac{u_t k_t}{\mu_{Z^*}} \right)^\alpha = c_t + i_t + a(u_t) \frac{k_t}{\mu_Y \mu_{Z^*}} + \frac{\zeta_w}{2} \left(\frac{\pi_t^w \pi_t}{\pi_{t-1}^w \pi_{t-1}} - 1 \right)^2 h_t c_t, \quad (\text{A13})$$

$$k_{t+1} = \frac{(1-\delta)k_t}{\mu_{Z^*} \mu_Y} + \left[1 - S \left(\frac{\mu_{Z^*} \mu_Y i_t}{i_{t-1}} \right) \right] i_t, \quad (\text{A14})$$

⁴¹ 実績を再現するようなシミュレーションでは、最適ルールよりもむしろ、経験的に尤もらしいと考えられる推計ルールが用いられる。このため、最適 (利子率) ルールの探索は行っていない。

また、本モデルでは需給ギャップが考慮されていないため、インフレ率のみに反応する利子率ルールが採用されている。理論的には、Woodford (2003)等で示されたように、価格が伸縮的であった場合の生産水準からの乖離によって示される需給ギャップと限界費用が比例的な関係にあるため、政策ルールやニュー・ケインジアン・フィリップス・カーブにおいて、需給ギャップが説明変数となっている。このため、政策ルールに限界費用を含めることは理論的には可能だが、実際には観察不能な変数であることから、インフレ率のみに反応する利子率ルールを採用した。

⁴² 成長要因は、伸縮価格モデル、粘着価格モデルとも同様に、労働節約的な技術進歩と投資特殊的な技術進歩であるため、両モデルで共通に用いられている変数は、同じルールに従いトレンドが除去される。

$$\frac{1}{c_t - \frac{b}{\mu_{Z^*}} c_{t-1}} - b\beta \frac{1}{\mathbb{E}_t c_{t+1} \mu_{Z^*} - b c_t} = \tilde{\lambda}_t, \quad (\text{A15})$$

$$w_t = (1-\alpha) \phi_t \left[\exp(\hat{z}_t \hat{v}_t) \right]^{1-\alpha} h_t^{-\alpha} (u_t K_t)^\alpha \frac{\mu_Z^{1-\alpha}}{\mu_{Z^*}}, \quad (\text{A16})$$

$$\begin{aligned} (1-\theta_h) + \theta_h \phi_t - \zeta_w \left(\frac{\pi_t^w \pi_t}{\pi_{t-1}^w \pi_{t-1}} - 1 \right) \frac{\pi_t^w \pi_t}{\pi_{t-1}^w \pi_{t-1}} \frac{c_t}{w_t} \\ + \beta \zeta_w \mathbb{E}_t \frac{\tilde{\lambda}_{t+1}}{\tilde{\lambda}_t} \frac{h_{t+1}}{h_t} \left(\frac{\pi_{t+1}^w \pi_{t+1}}{\pi_t^w \pi_t} - 1 \right) \frac{\pi_{t+1}^w \pi_{t+1}}{\pi_t^w \pi_t} \frac{c_{t+1}}{w_t} = 0 \end{aligned}, \quad (\text{A17})$$

$$\phi_t = \frac{\gamma_t h_t^{\tau-1}}{\tilde{\lambda}_t w_t}, \quad (\text{A18})$$

$$\alpha \phi_t \left[\mu_Z \exp(\hat{z}_t \hat{v}_t) h_t \right]^{1-\alpha} (u_t k_t)^{\alpha-1} \mu_\gamma = a'(u_t), \quad (\text{A19})$$

$$\tilde{P}_{K,t} = \beta \mathbb{E}_t \frac{\tilde{\lambda}_{t+1}}{\tilde{\lambda}_t} \frac{1}{\mu_{Z^*} \mu_\gamma} \left\{ \alpha \phi_{t+1} \left[\mu_Z \exp(\hat{z}_t \hat{v}_t) h_{t+1} \right]^{1-\alpha} u_{t+1}^\alpha k_{t+1}^{\alpha-1} - a(u_{t+1}) + (1-\delta) \tilde{P}_{K,t+1} \right\}, \quad (\text{A20})$$

$$\begin{aligned} 1 = P_{K,t} \left[1 - S \left(\frac{\mu_{Z^*} \mu_\gamma i_t}{i_{t-1}} \right) - S \left(\frac{\mu_{Z^*} \mu_\gamma i_t}{i_{t-1}} \right) \frac{\mu_{Z^*} \mu_\gamma i_t}{i_{t-1}} \right] \\ + \frac{\beta}{\mu_\gamma} \mathbb{E}_t \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} P_{K,t+1} S \left(\frac{\mu_{Z^*} \mu_\gamma i_{t+1}}{i_t} \right) \left(\frac{\mu_{Z^*} \mu_\gamma i_{t+1}}{i_t} \right)^2, \end{aligned} \quad (\text{A21})$$

$$\begin{aligned} (1-\theta_{P,t}) + \theta_{P,t} \phi_t - \zeta_P \left(\frac{\pi_t}{\pi_{t-1}} - 1 \right) \frac{\pi_t}{\pi_{t-1}} \\ + \beta \zeta_P \mathbb{E}_t \frac{\tilde{\lambda}_{t+1}}{\tilde{\lambda}_t} \left(\frac{\pi_{t+1}}{\pi_t} - 1 \right) \frac{\pi_{t+1}}{\pi_t} \frac{1}{\mu_{Z^*}} \left[\frac{\mu_Z \exp(\hat{z}_{t+1} \hat{v}_{t+1}) h_{t+1}}{\exp(\hat{z}_t \hat{v}_t) h_t} \right]^{1-\alpha} \left(\frac{\mu_{Z^*} \mu_\gamma u_{t+1} k_{t+1}}{u_t k_t} \right)^\alpha = 0, \end{aligned} \quad (\text{A22})$$

$$R_{t+1}^n = (R^n) \left(\frac{\pi_t}{\pi} \right)^\eta, \quad (\text{A23})$$

$$\frac{E_t P_{t+1}}{P_t R_{t+1}^n} = \beta \frac{E_t \lambda_{t+1}}{\lambda_t}. \quad (\text{A24})$$

A. 3. 対数線形近似モデル

(A13)~(A24)式より成立するトレンド除去後モデルを、定常状態近傍で対数線形近似すると、以下のような対数線形近似モデルが導出される。

$$c\hat{c}_t + \hat{u}_t - \left(\frac{\mu_Z}{\mu_{Z^*}} h \right)^{1-\alpha} \left(\frac{k}{\mu_{Z^*}} \right)^\alpha \left[\alpha \hat{k}_t + (1-\alpha) \hat{h}_t + (1-\alpha)(\hat{z}_t + \hat{v}_t) \right] = 0, \quad (\text{A25})$$

$$\hat{k}_{t+1} - \frac{(1-\delta)}{\mu_{Z^*} \mu_Y} \hat{k}_t - \frac{i}{k} \hat{i}_t = 0, \quad (\text{A26})$$

$$c^{-1} \left(1 - \frac{b}{\mu_{Z^*}} \right)^{-2} \left\{ \beta \frac{b}{\mu_{Z^*}} \hat{c}_{t+1} + \left[1 + \beta \left(\frac{b}{\mu_{Z^*}} \right)^2 \right] \hat{c}_t + \frac{b}{\mu_{Z^*}} \hat{c}_{t-1} \right\} - \tilde{\lambda} \hat{\lambda}_t = 0, \quad (\text{A27})$$

$$-w\hat{w}_t + (1-\alpha) \frac{\mu_Z^{1-\alpha}}{\mu_{Z^*}} h^{-\alpha} k^\alpha \left[\hat{\phi}_t - \alpha \hat{h}_t + \alpha \hat{u}_t + \alpha \hat{k}_t + (1-\alpha)(\hat{z}_t + \hat{v}_t) \right] = 0, \quad (\text{A28})$$

$$-(\hat{\pi}_t + \hat{\pi}_t^w) + \frac{\beta}{1+\beta} E_t (\hat{\pi}_{t+1} + \hat{\pi}_{t+1}^w) + \frac{1}{1+\beta} (\hat{\pi}_{t-1} + \hat{\pi}_{t-1}^w) + \frac{1}{1+\beta} \frac{\theta_h - 1}{\zeta_w} \frac{w}{c} \hat{\phi}_t = 0, \quad (\text{A29})$$

$$\hat{\phi}_t + \hat{\lambda}_t + \hat{w}_t - \frac{1}{\tau} \hat{h}_t - \hat{\gamma}_t = 0, \quad (\text{A30})$$

$$\hat{\phi}_t + (1-\alpha)(\hat{h}_t - \hat{u}_t - \hat{k}_t + \hat{z}_t + \hat{v}_t) - \sigma_a u_t = 0, \quad (\text{A31})$$

$$-\tilde{P}_K \left(\hat{P}_{K,t} + \tilde{\lambda}_t \right) + \beta \frac{1}{\mu_Z \mu_Y} \left\{ \begin{array}{l} \alpha \mu_Z^{1-\alpha} \left(\frac{h}{k} \right)^{1-\alpha} \mathbb{E}_t \left[\hat{\lambda}_{t+1} + (\alpha-1) \hat{k}_{t+1} + \hat{\phi}_t + (1-\alpha)(\hat{h}_{t+1} + \hat{z}_{t+1} + \hat{v}_{t+1}) \right] \\ + (1-\delta) P_K \mathbb{E}_t \left(\mathbb{E}_t \hat{\lambda}_{t+1} + \hat{P}_{K,t+1} \right) \end{array} \right\} = 0, \quad (\text{A32})$$

$$-\hat{\lambda}_t + \tilde{P}_K \left(\hat{\lambda}_t + \hat{P}_{K,t} \right) - \tilde{P}_K S''(\mu_Z \mu_Y)^2 (\hat{i}_t - \hat{i}_{t-1}) + \beta \tilde{P}_K S''(\mu_Z \mu_Y)^2 (\mathbb{E}_t \hat{i}_{t+1} - \hat{i}_t) = 0, \quad (\text{A33})$$

$$-\hat{\pi}_t + \frac{\beta}{1+\beta} \mathbb{E}_t \hat{\pi}_{t+1} + \frac{1}{1+\beta} \hat{\pi}_{t-1} + \frac{1}{1+\beta} \frac{\theta_p - 1}{\zeta_p} \hat{\phi}_t = 0, \quad (\text{A34})$$

$$\hat{R}_{t+1}^n = \eta \hat{\pi}_t, \quad (\text{A35})$$

$$\mathbb{E}_t \pi_{t+1} - \hat{R}_{t+1}^n - \mathbb{E}_t \hat{\lambda}_{t+1} + \hat{\lambda}_t = 0, \quad (\text{A36})$$

$$\hat{\gamma}_t = \rho_T \hat{\gamma}_{t-1}, \quad (\text{A37})$$

$$\hat{z}_t = \rho_z \hat{z}_{t-1} + \varepsilon_{t-p} + \xi_t, \quad (\text{A38})$$

$$\hat{v}_t = \rho_v \hat{v}_{t-1} + \omega_t. \quad (\text{A39})$$

参考文献

- 黒田祥子・山本勲、「わが国の名目賃金は下方硬直的か？（partI）－名目賃金変化率の分布の検証－」、『金融研究』第22巻、2003年、35-70頁。
- 黒田祥子・山本勲、「名目賃金の下方硬直性を巡る論点と政策含意：1990年代のわが国の経験を中心に」、金融研究所ディスカッション・ペーパー・シリーズ、2005-J-17。
- 黒田祥子・山本勲、「人々は賃金の変化に応じて労働供給をどの程度変えるのか？：労働供給弾性値の概念整理とわが国のデータを用いた推計」、金融研究所ディスカッション・ペーパー・シリーズ、近刊、2006年。
- 林文夫、「構造改革なくして成長なし」、岩田規久男、宮川努編『失われた10年の真因は何か』東洋経済新報社、2003年、1-37頁。
- Agresti, A. and B. Mojon, 2003, “Some Stylised Facts on the Euro Area Business Cycle,” in I. Angeloni, A. Kashyap and B. Mojon (ed.), *Monetary Transmission in the Euro Area*, Cambridge, pp. 15-35.
- Altig, D., L. Christiano, M. Eichenbaum and J. Linde, 2005, “Firm-Specific Capital, Nominal Rigidities and the Business Cycle,” NBER Working Paper Series 11034.
- Basu, S., J. Fernald and M. Kimball, 2002, “Are Technology Improvements Contractionary?” Harvard Institute of Economic Research Discussion Paper, 1986.
- Beaudry, P. and F. Portier, 2004a, “An Exploration into Pigou’s Theory of Cycles,” *Journal of Monetary Economics*, 51, pp. 1183-1216.
- Beaudry, P., and F. Portier, 2004b, “When Can Changes in Expectations Cause Business Cycle Fluctuations in Neo-Classical Settings,” NBER Working Paper Series, 10776.
- Bernanke, B. and M. Gertler, 1989, “Agency Costs, Net Worth, and Business Fluctuations,” *American Economic Review*, 79, pp. 14-31.
- Bernanke, B., M. Gertler and S. Gilchrist, 1999, “The Financial Accelerator in a Quantitative Business Cycle Framework,” in J. Taylor and M. Woodford (ed.), *Handbook of Macroeconomics*, 1C, North Holland, pp. 1341-1390.
- Blanchard, O., and C. Kahn, 1980, “The Solution of Linear Difference Models Under Rational Expectations,” *Econometrica*, 48, pp. 1305-1311.
- Blanchard, O. and D. Quah, 1989, “The Dynamic Effects of Aggregate Demand and Supply Disturbances,” *American Economic Review*, 79, pp. 655-673.
- Blanchard, O. and L. Summers, 1986, “Hysteresis and the European Unemployment Problem,” in Stanley Fisher (ed.), *NBER Macroeconomics Annual 1986*, MIT Press, Cambridge, pp. 15-78.
- Bordo, M., C. Erceg and C. Evans, 2000, “Money, Sticky Wages, and the Great Depression,”

- American Economic Review, 90, pp. 1447-1463.
- Calvo, G., 1983, "Staggered Prices in a Utility-Maximizing Framework," *Journal of Monetary Economics*, 12, pp. 383-398.
- Campbell, J. and J. Cochrane, 1999, "By Force of Habit: A Consumption-Based Explanation of Aggregate Stock Market Behavior," *Journal of Political Economy*, 107, pp. 205-251.
- Chari, V., L. Christiano and M. Eichenbaum, 1995, "Inside Money, Outside Money and Short Term Interest Rates," *Journal of Money, Credit and Banking*, 27, pp. 1354-1386.
- Chari, V., P. Kehoe and E. McGrattan, 2004a, "An Economic Test of Structural VARs," Federal Reserve Bank of Minneapolis Working Paper 631.
- Chari, V., P. Kehoe and E. McGrattan, 2004b, "Business Cycle Accounting," NBER Working Paper, 10351.
- Christiano, L., 2002, "Solving Dynamic Equilibrium Models by a Method of Undetermined Coefficients," *Computational Economics*, 20, pp. 21-55.
- Christiano, L., M. Eichenbaum and C. Evans, 1999, "Monetary Policy Shocks: What Have We Learned and to What End?" in J. Taylor and M. Woodford (ed.), *Handbook of Macroeconomics*, 1A, North Holland, pp. 65-148.
- Christiano, L., M. Eichenbaum and C. Evans, 2005, "Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy," *Journal of Political Economy*, 113, pp. 1-45.
- Christiano, L., M. Eichenbaum and R. Vigfusson, 2004, "The Response of Hours to a Technology Shock: Evidence Based on Direct Measures of Technology," *Journal of the European Economic Association*, 2, pp. 381-395.
- Christiano, L., M. Eichenbaum and R. Vigfusson, 2005 "Assessing Structural VARs," mimeo.
- Christiano, L., R. Motto and M. Rostagno, 2003, "The Great Depression and the Friedman-Schwarz Hypothesis," *Journal of Money, Credit, and Banking* 35, pp. 1119-1197.
- Christiano, L., R. Motto and M. Rostagno, 2005, "Bubbles, Financial Shocks, and Monetary Policy," mimeo.
- Cole, H. and L. Ohanian, 1999, "The Great Depression in the United States from a Neoclassical Perspective," *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, 23, pp. 25-31.
- Cole, H. and L. Ohanian, 2001a, "Re-Examining the Contributions of Money and Banking Shocks to the U.S. Great Depression," in B. Bernanke and K. Rogoff (ed.), *NBER Macroeconomics Annual 2001*, MIT Press, Cambridge, pp. 183-227.
- Cole, H. and L. Ohanian, 2002, "The U.S. and U.K. Great Depressions through the Lens of Neoclassical Growth Theory," *American Economic Review*, 92, pp.28-32.
- Cole, H. and L. Ohanian, 2001b, "New Deal Policies and the Persistence of the Great Depression: A General Equilibrium Analysis," Federal Reserve Bank of Minneapolis Working Paper 597.
- Comin, D. and M. Gertler, 2004, "Medium Term Business Cycles," mimeo.

- Constantinides, G., 1990, "Habit Formation: A Resolution of the Equity Premium Puzzle," *Journal of Political Economy*, 98, pp. 519-543.
- Erceg, C., D. Henderson and A. Levin, 2000, "Optimal Monetary Policy with Staggered Wage and Price Contracts," *Journal of Monetary Economics*, 46, pp. 281-313.
- Erceg, C., L. Guerrieri, and C. Gust, 2005, "SIGMA: A New Open Economy Model for Policy Analysis," *International Finance Discussion Papers* 835.
- Erceg, C., L. Guerrieri, and C. Gust, 2005, "Expansionary Fiscal Shocks and Trade Deficit," *International Finance*, 8, pp. 363-397.
- Field, A., 2003, "The Most Technologically Progressive Decade of the Century," *American Economic Review*, 93, pp. 1399-1413.
- Francis, N. and V. Ramey, 2003, "Is the Technology-driven Real Business Cycle Hypothesis Dead? Shocks and Aggregate Fluctuations Revisited," mimeo.
- Galí, J., 1999, "Technology, Employment, and the Business Cycle: Do Technology Shocks Explain Aggregate Fluctuations?" *American Economic Review*, 89, pp. 249-271.
- Galí, J. and M. Gertler, "Inflation Dynamics: A Structural Econometric Analysis," *Journal of Monetary Economics*, 44, pp. 195-222.
- Galí, J. and P. Rabanal, 2004, "Technology Shocks and Aggregate Fluctuations: How Well Does the Real Business Cycle Model Fit Post-War U.S. Data?" in M. Gertler and K. Rogoff (ed.), *NBER Macroeconomics Annual 2004*, MIT Press, Cambridge, pp. 225-308.
- Gilchrist, S. and J. Leahy, 2002, "Monetary Policy and Asset Prices," *Journal of Monetary Economics*, 49, pp. 75-97.
- Greenwood, J., Z. Hercowitz and G. Huffman, 1988, "Investment Capacity Utilization, and the Real Business Cycle," *American Economic Review*, 78, pp. 402-417.
- Greenwood, J., Z. Hercowitz and P. Krussel, 1997, "Long-Run Implications of Investment-Specific Technological Change," *American Economic Review*, 87, pp. 342-362.
- Greenwood, J., Z. Hercowitz and P. Krussel, 2000, "The Role of Investment-Specific Technological Change in the Business Cycle," *European Economic Review*, 44, pp. 91-115.
- Hall, R., 1988, "The Relation between Price and Marginal Cost in U.S. Industry," *Journal of Political Economy*, 96, pp. 921-947.
- Harrison, R., K. Nikolov, M. Quinn, G. Ramsay, A. Scott and R. Thomas, 2005, *The Bank of England Quarterly Model*
- Hayashi, F. and E. Prescott, 2002, "The 1990s in Japan: A Lost Decade," *Review of Economic Dynamics*, 5, pp. 206-235.
- Hansen, G., 1985, "Indivisible Labor and the Business Cycle," *Journal of Monetary Economics*, 16, pp. 309-327.
- Ireland, P., 2003, "A Method for Taking Models to the Data," *Journal of Economic Dynamics and*

- Control, 28, pp. 1205-1226.
- Juillard, M., P. Karam, D. Laxton and P. Pesenti, 2005, "Welfare-Based Monetary Policy Rules in an Estimated DSGE Model of the US Economy," mimeo.
- Kaldor, N., 1961, "Capital Accumulation and Economic Growth," in A. Lutz and D. Hague (ed.), *The Theory of Capital*, St. Martin's Press, pp. 177-222.
- Karnizova, L., 2004, "Investment Boom and Bust: a General Equilibrium Perspective of the U.S. Experience from 1994 to 2003," mimeo.
- Kawamoto, T., 2005, "What Do the Purified Solow Residuals Tell Us about Japan's Lost Decade," *Monetary and Economic Studies*, 23, pp. 113-148.
- King, R., C. Plosser and S. Rebelo, 1988, "Production, Growth, and Business Cycles: Introduction," *Journal of Monetary Economics*, 21, pp. 195-232.
- Laxton, D. and P. Pesenti, 2003, "Monetary Rules for Small, Open, Emerging Economies," *Journal of Monetary Economics*, 50, pp.1109-1146.
- Nishiyama, S. and T. Watanabe, 2005, "An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Japanese Economy," mimeo.
- Pigou, A., 1926, *Industrial Fluctuations*. MacMillan, London.
- Rebelo, S., 2005, "Real Business Cycle Models: Past, Present, and Future," NBER Working Paper Series, 11401.
- Roberts, J., 1995, "New Keynesian Economics and Phillips Curve," *Journal of Money, Credit and Banking*, 27, pp. 975-984.
- Rogerson, R., 1988, "Indivisible Labor, Lotteries, and Equilibrium," *Journal of Monetary Economics*, 21, pp.3-16.
- Rotemberg, J., 1982, "Monopolistic Price Adjustment and Aggregate Output," *Review of Economic Studies*, 49, pp. 517-531.
- Schmitz, J., 2005, "What Determines Productivity? Lessons from the Dramatic Recovery of the U.S. and Canadian Iron Ore Industries Following Their Early 1980s Crisis," *Journal of Political Economy*, 113, pp. 582-625.
- Smets, F and R Wouters, 2003, "An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Euro Area," *Journal of the European Economic Association*, 1, pp.1123-1175.
- Steinsson, J., 2003, "Optimal Monetary Policy in an Economy with Inflation Persistence," *Journal of Monetary Economics*, 50, pp. 1425-1456.
- Stock, J. and M. Watson, 1999, "Business Cycle Fluctuations in U.S. Macroeconomic Time Series," in J. Taylor and M. Woodford (ed.), *Handbook of Macroeconomics*, 1A, North Holland, pp. 3-64.
- Stokey, N., R. Lucas and E. Prescott, 1989, *Recursive Methods in Economic Dynamics*. Harvard University Press, Cambridge.

- Taylor, J., 1980, "Aggregate Dynamics and Staggered Contracts," *Journal of Political Economy*, 88, pp. 1-23.
- Taylor, J., 1993, "Discretion versus Policy Rules in Practice," *Carnegie-Rochester Conference on Public Policy*, 39, pp. 195-214.
- Vigfusson, R., 2004, "The Delayed Response to a Technology Shock: A Flexible Price Explanation," *International Finance Discussion Papers*, 810.
- Walsh, C., 2002, *Monetary Theory and Policy*. MIT Press, Cambridge.
- Watanabe, S., 2005, "Are Technology Shocks the Main Source of Japan's Business Cycles and Lost Decade?" mimeo.
- Woodford, M., 2003, *Interest and Prices: Foundation of a Theory of Monetary Policy*. Princeton University Press, Princeton.