



RIETI Discussion Paper Series 10-J-045

国内外におけるマクロ計量モデルと MEAD-RIETI モデルの試み

福山 光博
経済産業研究所

及川 景太
経済産業研究所

吉原 正淑
経済産業研究所

中園 善行
経済産業研究所



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所
<http://www.rieti.go.jp/jp/>

国内外におけるマクロ計量モデルと MEAD-RIETI モデルの試み*

福山光博¹、及川景太²、吉原正淑³、中園善行⁴

要旨

米国のサブプライム住宅ローン問題に端を発し、08年9月の米大手投資銀行の破綻から深刻化した世界的な金融危機は日本経済にも大きな影響を与えた。世界的に景気が後退し、金融資本市場が大きく変動する中で、我が国は政策対応を行ってきた。海外要因をはじめとした各種のリスクや政策効果の分析を行いつつ、将来の経済の姿を想定しながら政策運営を行っていく必要性は、これまで以上に高まっていると言えるだろう。こうした必要性の対応に当たってはマクロ計量モデルの活用が一つの手法として考えられる。各国の政府機関・中央銀行や国際機関で活用されるマクロ計量モデルにおいては、いわゆる「ルーカス批判」を受け、近年では経済理論との整合性が重視されたモデルが発展をみせている。本稿においては、最近の内外における計量モデル構築の潮流や主要なマクロモデルの体系、それらの理論的背景について紹介しつつ、筆者らが新たに構築した「MEAD-RIETI モデル」(MRM)について解説する。MRMは、四半期経済データをベースとして短期の各種リスク、政策効果の定量的評価等を目的とした計量モデルであるが、経済理論と整合的な均衡を配慮しながらデータとのフィットを重視したハイブリッド型モデルであり、SNA 統計をはじめとする主要な経済変数を包括的に扱う一方、簡潔な推計式、採用する変数の絞り込みにより、モデルの複雑化を回避した。

キーワード：マクロ計量モデル、エラーコレクションモデル、動学シミュレーション

JEL classification: C5, E17

RIETI ディスカッション・ペーパーは、専門論文の形式でまとめられた研究成果を公開し、活発な議論を喚起することを目的としています。論文に述べられている見解は執筆者個人の責任で発表するものであり、(独)経済産業研究所としての見解を示すものではありません。

*本稿は、(独)経済産業研究所におけるプロジェクト「新しいマクロ経済モデルの構築および経済危機における政策のあり方」の一環として執筆されたものである。本稿執筆にあたっては、経済産業研究所、並びに経済産業省経済産業政策局調査課の方々から多大な協力をいただいた。本論文の誤りは筆者ら自身のものである。なお、本論文で示された見解は筆者ら自身のものであり、筆者らが属する組織ならびに経済産業研究所の見解を示すものではない。

¹ RIETI コンサルティングフェロー / 経済産業省 通商政策局 アジア大洋州課 課長補佐(fukuyama-mitsuhiro@meti.go.jp)

² RIETI コンサルティングフェロー / 内閣官房 新型インフルエンザ等対策室(keita.oikawa@cas.go.jp)

³ RIETI コンサルティングフェロー/経済産業省 経済産業政策局 調査課(yoshihara-masayoshi@meti.go.jp)

⁴ RIETI リサーチアシスタント / 早稲田大学大学院博士課程(vnakazono@fuji.waseda.jp)

1 はじめに

米国のサブプライム住宅ローン問題に端を発し、08年9月の米大手投資銀行の破綻から深刻化した世界的な金融危機は、日本経済にも大きな影響を与えた。世界的に景気が後退し、金融資本市場が大きく変動する中で、我が国は政策対応を行ってきた。海外要因をはじめとした各種のリスクや政策効果の分析を行いつつ、将来の経済の姿を想定しながら政策運営を行っていく必要性は、これまで以上に高まっていると言えるだろう。

各国の政府機関・中央銀行や国際機関では、経済政策の運営に当たって、マクロ計量モデルが、経済の見通しや各種リスク・政策効果の評価に活用されているが、その構築・活用の状況は近年変化を遂げてきている。70年代まで主に活用されてきたマクロ計量モデルは、伝統的なケインジアン型のフレームワークに従ったものであった。しかしながら、70年代のルーカスによる批判は、新しいタイプのマクロ計量モデルの発展を促すことになった。すなわち、従来のマクロ計量モデルが前提とする経済変数の関係は、現在の政策が将来についての人々の期待に影響を与えることにより変わり得るとし、過去のデータに基づいた行動を仮定した計量モデルによる分析を批判したルーカスの主張は、期待形成や各経済主体のミクロ的基礎付けのあるマクロ計量モデルについての研究が進む契機となったのである¹。

この「ルーカス批判」以降、例えば、中央銀行においては、経済主体の動学的最適化行動に基づくDSGE(Dynamic Stochastic General Equilibrium)モデルの活用が進む一方、変数選択の自由度が高く、短期的には均衡との乖離を許容しつつも長期的には均衡関係に向けて収束していくとするエラーコレクション型推計式を利用することで、理論と実証のバランスを重視したハイブリッド型モデルも多く開発されてきた。日本銀行では、経済・物価情勢の展望(展望レポート)の検討過程において、標準シナリオの妥当性のチェックやリスク・シミュレーションなどに計量モデルが用いられるとともに、目的に応じて様々なタイプのモデルを使い分ける「Suite of Models」の考え方に従い、DSGE型モデル「JEM」(Japanese Economic Model)やハイブリッド型モデル「Q-JEM」(Quarterly-Japanese Economic Model)を公表している²。

また、内閣府経済社会総合研究所は、各種の乗数効果を簡潔にまとめた「短期日本経済マクロ計量モデル」(CAOM)を1998年に公表し、その後改定を重ねている。同モデルにおいても、2001年版以降、Q-JEMと同様に、エラーコレクション型推計式を採用し、短期的には均衡から乖離するが長期的には均衡へ回帰する経済変動を表現している。村田・青木(2004)では、同モデルを基礎とした上で、財政政策を含む将来の政策変更に対する期待を組み込んだフォワードルッキングな期待形成の導入が試みられている³。さらに、財務省総合政策研究所と京都大学経済研究所においても、政策分析のシミュレーションや定量的分析に役立てることを目的として、2010年に、合理

¹ルーカス批判についてはLucas(1976)を参照。

²日本銀行におけるマクロ計量モデルの活用については、一上他(2008)、Fujiwara, et al. (2005)、一上他(2009)などを参照。

³飛田他(2008)、村田・青木(2004)を参照。

的期待形成と統合的な「フォワード型マクロ経済モデル」等の共同研究の成果を明らかにしている⁴。

本稿では、各種リスクや政策効果の分析に柔軟に応えられるものとして執筆者らが構築した「MEAD-RIETIモデル」(以下、MRMと略)について解説する。既に述べてきたように、「ルーカス批判」以降、DSGEモデル、ハイブリッド型モデルなど、経済理論との整合性を重視しつつ様々なタイプのモデルが発展をみせてきたが、MRMは、経済理論と統合的な均衡を考慮しながらデータとのフィットを重視したハイブリッド型マクロ計量モデルである。以下、最近の内外におけるハイブリッド型計量モデルの構築・利用状況を踏まえつつ、MRMの基本的な構造及び特徴について明らかにし、(1)家計部門、(2)企業部門、(3)雇用・賃金・物価の決定のそれぞれについて、同モデルの考え方や推計方法について説明を行う。その後、海外経済の変動や為替(ドル円・レート)が我が国経済への影響についてシミュレーションを行い、最後に、これまでの議論のまとめとあわせて、今後の課題について検討する。MRMの定式化の詳細については、補論において示す。

2 MEAD-RIETIモデルの全体像

MRMは、各種リスク・政策効果の定量的評価を目的として構築されたハイブリッド型マクロ計量モデルである。四半期経済データをベースとした、推計式42本、定義式91本、総方程式数133本の中型のモデルであるが、SNA統計を始めとする主要な経済変数を包括的に扱う一方、簡潔な推計式、採用する変数の絞り込みによりモデルの複雑化を回避した。

MRMを作成するに当たり、基本的な経済変動メカニズムはTaylor(2000)及びRomer(2000)の整理を参考にしている。Taylor(2000)では、現在のマクロ経済学を理解する上で有用なポイントとして次の5要素を上げている：(1)潜在GDPはソローモデルにより理解され、技術進歩は内生変数として扱われる、(2)長期的には、インフレーションと失業のトレードオフは存在せず、金融政策はインフレーションに影響を与えるが実質変数には影響を与えない、(3)短期的には、インフレーションと失業率のトレードオフが存在し、主として価格及び賃金の粘着性に起因する、(4)期待インフレ率及び将来の金融政策決定に対する期待は内生的であり、有意に影響を与えている、(5)金融政策決定は反応関数として定義され、政策金利である名目短期金利が経済変動に反応して調整される。また、Romer(2000)は、Taylorと同様な文脈で、短期的な経済変動を説明するマクロ経済体系について、伝統的なIS-LM-ASに代わるものとして、IS-MP-IAという体系を提案している。具体的には、(I)IS(財市場均衡式)：実質GDP(総需要)は実質金利と負の相関を持つ、(II)MP(金融政策)：実質金利はインフレ率と正の相関を持つ、(III)IA(フィリップス曲線)：インフレ率は実質GDPと正の相関を持つ、という3つの関係式としてマクロ経済体系を整理している。Taylorの整理と比較すると、(II)

⁴北浦(2010)は、財政経済モデルの基本的な考え方を整理している。

と (III) は、Taylor の (3)(4)(5) に対応していることがわかるだろう。よって、以上の Taylor の 5 要素及び Romer の (I)、計 6 要素について、MRM ではどのようにモデル化されているか簡単に解説したい。

(1) 潜在 GDP 潜在 GDP は、コブダグラス型生産関数を想定し、資本及び労働投入量を現実の実質 GDP から差し引くことでソロー残差を推計し、そのソロー残差をスムージングすることにより技術進歩要因 (TFP) とした上で、当該 TFP、潜在資本・労働投入量を生産関数に代入することで推計している。詳細は補論 A.1 を参考されたい。

(2) 長期的なインフレーションと失業率の無相関 インフレーションは、短期的にインフレ率と実際の GDP と潜在 GDP の差で定義される GDP ギャップとの正の相関を示すフィリップス曲線で説明されるが、GDP ギャップの乖離がない場合はインフレ率が一定値になるような定式化を行っている。GDP ギャップの乖離がない場合は失業率も構造 (均衡) 失業率に収束しているため、失業率とも無相関になる。詳細は補論 A.4 を参考されたい。

(3) 短期的なインフレーションと失業率のトレードオフ インフレーションは、(2) で説明したように、短期的にインフレ率と GDP ギャップとの正の相関を示すフィリップス曲線で決定される。また、GDP ギャップと失業率は負の相関を示すように定式化されているので、結果的に、インフレーションと失業率のトレードオフ関係となる。詳細は補論 A.4 を参考されたい。

(4) 期待インフレ率及び将来の金融政策決定に対する期待 期待インフレ率に関しては、インフレ率と GDP ギャップの 2 変数 VAR モデル (ラグは 2 期間) によって形成されるものと仮定した。これは、期待インフレ率が過去の実績値のラグによって決まるという意味で、適応的期待形成を仮定していると言える。将来の金融政策決定に対する期待は明示的なモデル化はしていないが、金利期間構造仮説によるところの政策金利である短期金利の将来にわたる期待値の平均値となる長期金利 (10 年) は、足下の短期金利と期待される将来時点 (10 年後) での金利水準 (期待インフレ率+潜在成長率) の加重平均として表現している。詳細は補論 A.4 を参考されたい。

(5) 政策金利の反応関数 政策金利は短期金利 (コールレート) で定義され、金融政策ルールは均衡短期金利、インフレ率と目標インフレ率のギャップ及び GDP ギャップに反応するテイラールールを採用している。詳細は補論 A.6 を参考されたい。

(6) 短期的な総需要変動 短期的な総需要について、消費、設備投資といった需要項目は、それぞれの理論に基づき、実質金利と負の相関を持って変動するような定式化が行われている。詳細は補論 A.2 を参照されたい。

次章以降では、このように整理される MRM のモデル体系のうち、主要な需要項目である家計消費、民間設備投資、さらに、フィリップス曲線の存在を裏付ける、雇用・賃金・物価の理論及び定式化について、国内外の政府機関・中央銀行や国際機関から、内閣府経済社会総合研究所「短期日本経済マクロ計量モデル」(飛田他 2008)、日本銀行「ハイブリッド型日本経済モデル Q-JEM」(一上他 2009)、米国連邦準備理事会「FRB/US」(Brayton and Tinsley 1996)、イングランド銀行「MM」(Bank of England 2000)、カナダ銀行「MUSE」(Gosselin and Lalonde 2005)、欧州中央銀行「AWM」(Fagan et al. 2001)、国際通貨基金「MULTIMOD MARKIII」(Laxton et al. 1998)を選び、それぞれのマクロ計量モデルにおける取扱いに触れつつ、解説を行うこととする。

3 家計部門

3.1 家計部門の理論

マクロ計量モデルにおけるミクロ的基礎付けを持ったマクロの家計消費の代表的な理論のひとつに、現在の消費が、所有する資産と将来にわたって稼得される所得の割引現在価値(人的資産)の一定割合を消費とする、恒常所得仮説がある。伴(1991)では、不確実性が存在せず、対数効用関数を持つ無限期間存在する家計が、現在所有する資産と一定の所得を将来にわたり稼得とする予算制約式の下で効用最大化を行う場合、マクロの消費に関する以下のような式を導いている。⁵

$$c_t = (1 - \beta) \left(w_t + \sum_{j=0}^{\infty} \left(\frac{1}{1+r} \right)^j y_{t+j} \right) \quad (1)$$

この式は、将来所得の増加率を一定とおけば、現在の消費が現在の資産と現在の所得によって説明されるという単純な関係を導くことができるため、基本的な消費を説明する関係式として、利用価値が高く、後述するように、ハイブリッド型マクロ計量モデルにおいて、長期的な(エラーコレクションモデルで言えばレベルでの)関係式として用いられている例は多い。

一方、不確実性を考慮した場合、短期的に最適な動学経路は、以下の今期と来期の消費に関する効用最大化の一階条件、いわゆるオイラー方程式によって決定されると考えられる。

$$u_c(c_t) = E_t \beta u_c(c_{t+1})(1+r) \quad (2)$$

現在の消費が将来の期待値との関係において決定されるため、例えば、フォワードルッキングなシミュレーション解を得るモデルで使用される、基本的な消費に関する動学関係式と言える。ただし、以下で述べるように、先行研究を見ると、マクロの消費を説

⁵導出に関しては、補論 C を参照のこと。ただし、補論 C では、補論 A の住宅投資関数の推計でも解説しているように、消費及び住宅資本から効用を得る効用関数と設定している。そのため、この式を導出する場合、補論 C の最適化問題から、住宅資本を取り除いた上で解く必要がある。

明する上で、そのままのオイラー方程式が成立すると想定することは困難なため、実際のモデルでは、流動性制約に直面する家計の存在などを考慮した形で組み込まれている。

マクロの消費関数の議論を振り返ると、今期の消費は今期の所得に依存し、所得が増加する程は消費が増加しないこと、つまり、所得の中で貯蓄に回る割合が、所得の増加に従い増加するとする Keynes(1936) の議論から始めることができるだろう。初期の実証分析は、Keynes のこの主張を支持したが、Kuznets(1952) は、長期時系列データを利用した実証分析により、所得の上昇にも関わらず、貯蓄される割合が増加していないことを示した。Keynes の理論と実証結果の矛盾を説明するための理論として、Friedman(1957) は恒常所得仮説を提示した。Friedman の恒常所得仮説は、家計の総所得が、家計の持つ資産やその稼得能力などに基づく恒常所得と、一時的な景気要因などによって変化する変動所得からなり、家計消費はその恒常所得に従うと主張するものである。この仮説によると、貯蓄を総所得で割った貯蓄率が、短期的には変動所得の影響により Keynes の主張通り変化する一方、長期的には、変動所得の影響を無視できるため、一定の貯蓄率になることを導くことができる。恒常所得は実際には観測不可能であるため、その実証方法が問題となったが、Hall(1978) は、代表的家計を想定し、その動学的最適化の一階条件、オイラー方程式が、効用関数を 2 次関数と想定することにより、消費が時系列的にランダムウォークすると表すことができることを示し、恒常所得に頼らずに、恒常所得仮説を検証する方法を示した。その後、Flavin(1981) を始めとした消費のランダムウォーク仮説に関する実証研究が数多く行われ、単純な消費のランダムウォーク仮説への反証が積み重ねられた。⁶ これらの実証研究が提示した問題点を克服するものとして、家計の一定割合が自由な借入れをすることができないとする「家計の流動性制約」を仮定するモデル (Hayashi 1982) や、将来の不確実性が追加的な貯蓄を促すとする「予備的貯蓄」(Leland 1968) を仮定するモデルなどに関する研究が盛んに行われた。

また、このように代表的家計に基づく理論体系が発展する一方で、Modigliani(1966) のように、実際には、ある一時点を見ても、異なる世代が共存し、それぞれがそのライフサイクルによって、所有する資産や所得が異なる (ライフサイクル仮説) ため、単純にマクロの消費関数を導くことはできないという論点も存在する。この議論は、Blanchard(1985) によって、無限期間生存する個人を特殊ケースとする一般的な有限期間生存する個人からなるマクロの消費理論に繋がる一方、我が国のように急速な少子高齢化が進むといった年齢構成の変化がマクロの消費性向を変化させる可能性があるという論点にも発展している。⁷

⁶Flavin(1981) は、消費のランダムウォーク仮説が想定するよりも、消費が所得に対し過剰に反応するという過剰感応や、Deaton(1987) により消費の分散が理論的な想定より小さくなる過剰平滑という現象が実証的に示されるなどがある。

⁷年齢構成の違いがマクロの消費性向、貯蓄率に影響を与える場合、均衡金利水準に影響を与える可能性がある。例えば、深尾他 (2007) は、公的年金財政制度の経済前提について、Overlapping Generations Model に基づきシミュレーションを行い、年期財政試算の検証を行っている。

3.2 国内外のハイブリッド型マクロ計量モデルにおける消費関数の概要

国内外のハイブリッド型のマクロ計量モデルの多くは、流動性制約を考慮した恒常所得仮説に基づいて定式化されており、長期関係式では、人的資産や物的資産が説明変数として用いられ、短期関係式では、流動性制約を考慮するための所得等が説明変数として用いられている。表1は、各国中央銀行・国際機関のハイブリッド型マクロ計量モデルで使用されている消費関数の概要をまとめたものであるが、表1からも分かる通り、ほとんどの機関が流動性制約を考慮した恒常所得仮説に基づいている。また、機関によっては、ライフサイクルや、予備的貯蓄を考慮に入れているものもある。詳細については補論 E.1 を参照されたい。

表 1: ハイブリッド型マクロ計量モデルにおける消費関数

モデル	長期動学	短期動学
内閣府:CAOM	恒常所得仮説	可処分所得を追加したエラーコレクションモデル
日本銀行:Q-JEM	ライフサイクル・恒常所得仮説	潜在成長率の前期差、消費税増税ダミーを含むエラーコレクションモデル
FRB : FRB/US	ライフサイクル・恒常所得仮説	所得を追加し、調整費用を最小化するエラーコレクションモデル (PACアプローチ)
BOE : MM	恒常所得仮説	予備的貯蓄を考慮するための変数として失業率を追加したエラーコレクションモデル
BOC : MUSE	恒常所得仮説	可処分所得を追加し、調整費用を最小化するエラーコレクションモデル (PACアプローチ)
ECB:AWM	恒常所得仮説	流動性制約を考慮する可処分所得を追加した、エラーコレクションモデル
IMF : MM III	流動性制約を考慮したライフサイクル仮説	

3.3 MRM における家計消費の定式化

以上の議論を踏まえ、MRM における実質民間最終消費支出については、実質消費、実質雇用者報酬、実質金融資産残高及び高齢化率の間に、一定の共和分関係を想定した、ライフサイクル・恒常所得仮説に基づく長期均衡式と、短期的には流動性制約に

直面する家計の存在を考慮し、家計可処分所得によって影響を受けるとする、エラーコレクション型の定式化を行っている。また、長期の関係式を求める際に、消費を雇用人報酬で割った、一種の消費性向にした上で、推計を行っている。これは、ライフサイクル仮説から指摘される高齢化による消費性向のトレンド上昇が我が国のデータから観察されるためであり、また、この高齢化トレンドを除去することによって、変数の定常性を確保することができるためである。消費性向にした上で推計を行う工夫は、Q-JEMでも行われているところであり、また、高齢化要因はQ-JEMでも説明変数として用いられており、総じてQ-JEMの推計式に近くなっている。⁸

$$\begin{aligned} \Delta \log(CP_t) = & \frac{0.003}{(2.734)} + \frac{0.170}{(2.258)} \Delta \log \left(\frac{YDH_t}{PCP_t} \right) \\ & + \frac{0.210}{(2.814)} \Delta \log \left(\frac{YDH_{t-1}}{PCP_{t-1}} \right) + \frac{0.205}{(2.879)} \Delta \log \left(\frac{YDH_{t-2}}{PCP_{t-2}} \right) \\ & - \frac{0.169}{(-2.888)} \left[\log \left(\frac{CP_{t-1} \cdot PCP_{t-1}}{YW_{t-1}} \right) - 4.484 - 0.100 \log \left(\frac{YWH_{t-1}}{YW_{t-1}} \right) \right. \\ & \left. - 0.297 \frac{POP65_{t-1}}{POP15_{t-1}} + 0.010(LR_t - INFREA10_t - GRGDPP_t) \right] \\ & + \frac{0.016}{(1.969)} D891891_t - \frac{0.024}{(-2.903)} D892892_t \\ & + \frac{0.011}{(1.389)} D971971_t - \frac{0.038}{(-4.678)} D972972_t \end{aligned}$$

推計期間：1986:1-2009:4、修正 R^2 ：0.435、DW：1.942、回帰の標準誤差：0.008

変数の解説 YDH :名目家計可処分所得、 PCP :民間最終消費デフレータ、 $POP65$:65歳以上人口、 $POP15$:15歳以上人口、 LR :長期金利、 $INFREA10$:10年後の期待インフレ率、 $GRGDPP$:潜在成長率、 YWH :家計純金融資産、 $D891891$, $D892892$, $D971971$, $D972972$:消費税導入、消費税率の変更を調整するダミー変数

4 企業部門

4.1 設備投資関数の理論

現在のマクロ計量モデルで用いられている設備投資関数について考える上で、分析の基礎となる理論を挙げるとすれば、新古典派投資理論とすることができるだろう。新古典派投資理論は、企業の利潤最大化行動から得られる最適な資本ストック量と、既存の資本ストック量の差分を埋める形で、設備投資量が決定されると考えられた。

⁸ただし、Q-JEMでは消費を家計可処分所得から財産所得を減じたもので割って得られた系列を推計に使用している。詳細は補論E.1を参照のこと。

しかし、新古典派投資理論には、資本ストックを瞬時に変更可能な生産要素として扱っているという非現実的な面が存在した。この問題に対し、Jorgenson(1963)は、設備投資自体に起因する調整費用が存在するために、新古典派投資理論から導かれる最適な資本ストック量と既存の資本ストック量の差分の全てではなく、一部が設備投資として実現するとする理論を展開した。この投資理論は、提案者の名前から Jorgenson(1963)の投資理論と呼ばれる。

ただし、Jorgenson(1963)の投資理論は、投資の調整費用という重要なポイントを指摘しているものの、そもそもの最適な資本ストック量自体が、調整費用の存在しない新古典派投資理論から導き出されている。よって、投資の調整費用を考慮しながら、最適な資本ストック量は投資の調整費用を考慮していないという、理論整合性に欠ける部分が存在した。これに対し、Lucas(1967b)は、投資の調整費用を組み込んだ上で最適資本ストック量を導き出し、投資の調整費用に関する理論整合性は一つの解決を見ることとなる。

一方、資産市場分析で有名な Tobin(1969)は、この文脈とは別に q 理論と呼ばれる設備投資理論を展開していた。トービンの q と呼ばれるこの理論は、企業価値と企業の資本ストックの関係を簡潔に指摘しており、企業価値が資本ストックの再取得価額よりも大きい場合は、資本ストックの追加、つまり投資により生み出される利潤が投資にかかる費用よりも大きい(と市場が評価している)ことを意味するため、設備投資が拡大し、逆に企業価値が資本ストックの再取得価額より小さい場合は、設備投資が縮小することを主張している。

この q 理論は、Hayashi(1982)によって、先の投資の調整費用の理論から得られる資本ストックの限界的な価値(限界 q)と、市場で観測される資本ストック一単位あたりの平均的な価値(平均 q)が、ある条件のもとで一致することが示されることで、観測不可能な限界 q が株価と資本ストックの再評価額という観測可能な平均 q で代替することを理論的に保証したことにより、多くの実証分析が行われ、設備投資理論として大きな発展を見ることとなる。

4.2 国内外のハイブリッド型マクロ計量モデルにおける設備投資関数の概要

国内外のマクロ計量モデル、とりわけハイブリッド型と呼ばれる短期的動学と長期的な理論的關係を組み合わせた計量モデルにおける設備投資関数を見ると、多くのモデルにおいて、新古典派投資理論に立脚した資本コストモデルが採用されていることがわかる。多くのハイブリッド型モデルでは、短期的動学を定式化する際にかかなりの自由度を持たせており、投資の調整コスト等の影響は十分に短期関係式で表現できるため、長期の関係式には、簡潔な新古典派投資理論で足りるということだろう。そもそも、長期関係式は変数の多いハイブリッド型マクロ計量モデルにおいて、モデルの安定性を左右する要素と考えられるので、この選択は目的から考えれば合理的と言えるだろう。

表 2: ハイブリッド型マクロ計量モデルにおける設備投資関数

モデル	長期動学	短期動学
内閣府:CAOM	新古典派型資本コストモデル	民需, 資本の使用者費用を使用したエラーコレクションモデル
日本銀行:Q-JEM	新古典派型資本コストモデル	輸出、及び貸出態度判断 DI を含むエラーコレクションモデル
FRB : FRB/US	新古典派型資本コストモデル	キャッシュフローを追加した調整費用を最小化するエラーコレクションモデル (PAC アプローチ)
BOE : MM	新古典派型資本コストモデル	ダミー変数を追加したエラーコレクションモデル
BOC : MUSE	新古典派型資本コストモデル	調整費用を最小化するエラーコレクションモデル (PAC アプローチ)
ECB:AWM	新古典派型資本コストモデル	加速度原理を考慮したエラーコレクションモデル
IMF : MM III	トービンの q 型モデル	

表 2 は、今回調査した国内外のハイブリッド型マクロ計量モデルにおける設備投資関数の概要をまとめたものである。表 2 から分かりますと、国内外のハイブリッド型マクロ計量モデルでは、長期動学においては多くのモデルで資本コストモデルが採用される一方、短期動学では、機関によって特徴が現れている。

国内外のハイブリッド型マクロ計量モデルで使用される設備投資関数を概観すると、多くのモデルにおいて新古典派投資理論に基づく長期的な関係式を定式化することにより、モデルの安定性を確保していることがわかった。一方、新古典派投資理論のひとつの完成形と言える q 理論をモデルに組み込んでいる例は少ない⁹。なお、詳細については、補論 E.2 を参照されたい。

4.3 MRM における設備投資の定式化

以上の議論を踏まえ、MRM における実質民間設備投資については、長期的に生産資本と生産高の関係に一定の共和分関係を想定した長期均衡式を考え、短期的には、資

⁹例外となったのが国際通貨基金の MULTIMOD Mark III である。このモデルは、フォワードルッキング型のモデルであり、より理論整合的な定式化を行っており、q 理論から導かれる最適経路を表す方程式を用いている。なお、石川 (2010) によるフォワード型マクロ経済モデルでも、MULTIMOD Mark III と同様な定式化がなされている

本コストや自己ラグによって影響を受けるとする、エラーコレクション型の定式化を行っている。ここで、長期の関係式について、若干詳しく説明しておきたい。摩擦のない完全競争の経済の場合、最適化問題を解けば、以下の資本の限界生産力が実質資本価格 (実質資本コスト RCC) に等しいという関係を導くことができる。

$$\alpha \left(\frac{Y}{K} \right) = RCC \quad (3)$$

これに対数を取って K について解くと、以下のようになる。

$$\log(K) = \log(Y) - \log(RCC) + \log(\alpha) \quad (4)$$

これを直ちに長期の関係式として扱うことも可能ではあるが、最終的なエラーコレクション型の推計式の被説明変数は IP の差分である。そこで、一度、被説明変数を資本ストックの粗投資率 I/K として、先の長期均衡の関係とのエラーコレクションモデルとして推計を行い、それから得られた関係式を被説明変数を IP の差分とする、最終的なエラーコレクション型の推計式に組み込むという、入れ子構造を採用している。また、1980 年以降の粗投資率 I/K は、バブル期を除くと安定した推移をしており、定常時系列となっているという推計上の利点も存在する。なお、このような定式化は BOE の MM でも採用されている。

$$\begin{aligned} \Delta \log(IP_t) = & -0.003 + 0.149 \Delta \log(IP_{t-1}) \\ & (-0.701) \quad (1.453) \\ & + 0.046 \Delta \log \left(\frac{YC_t + YP_t}{PIP_t} \right) + 1.133 \Delta \log GDP_{t-2} \\ & (1.728) \quad (3.282) \\ & -0.801 \left[\frac{IP_{t-1}}{KP_{t-2}} - 0.184 \right. \\ & (-2.371) \quad \left. + 0.160 \left(\log \left(\frac{KP_{t-2}}{GDP_{t-1}} \right) + \frac{RCC_{t-1}}{100} \right) \right] \end{aligned}$$

推計期間:1986:1-2009:1、修正 R^2 : 0.213、DW : 2.172、回帰の標準誤差 : 0.031

変数の解説 RCC :実質資本コスト, YC :法人企業所得, YP :個人企業所得, PIP :民間設備投資デフレータ, KP :実質民間設備固定資産

5 雇用・賃金・物価の決定

経済理論において、雇用、賃金及び物価には密接な関係がある。後述するニューケインジアン・フィリップス曲線 (NKPC) の議論の基礎となる独占的競争モデルでは、雇用、賃金及び物価 (及び生産) が一つの式で表現され、例えば賃金を労働で除したユニットレバーコストが決まれば、最適な価格が算出できる。後述の通り、実際にマク

ロ計量モデルを概観しても、雇用、賃金及び物価の決定式は相互に関連しており、三者は不可分の関係にある。以下では、雇用及び賃金の決定理論、物価の決定理論を順に確認し、雇用・賃金・物価をめぐる理論的展開を整理する。

5.1 雇用及び賃金の決定理論

失業や賃金に関するデータを観察すると、それらの動きは粘着的であることが分かる。例えば失業率を例にとると、上昇する場合は急速に上昇する傾向があるものの、低下基調にある場合はゆっくりと低下していく。

失業や賃金に関するデータが粘着的であるという事実は、新古典派が想定する理論とは整合的ではない。新古典派が想定する理論モデルでは、ショックが発生し現実の失業率が一時的に均衡失業率から乖離しても、賃金が伸縮的に動くため現実経済はすみやかに均衡状態に収れんしていく。しかし、現実のデータは賃金は完全に伸縮的ではないため、ショックが発生すると新古典派が想定する理論では説明できない一時的な不均衡状態が生じている。

新古典派が想定する経済モデルが現実に観察されるデータをうまく説明していないという問題は、これまでに多くの研究者が取り組んできた問題である。このような不均衡状態を説明するモデルは、観察される事実に基づいてモデルに様々な摩擦を導入し、賃金と及び雇用に関する理論を展開してきた。

雇用及び賃金の決定理論は、観察される事実に基づいた「摩擦」を導入してモデルを組み立てている。例えば効率賃金モデルや賃金交渉モデルでは、以下のような摩擦が組み込まれている。すなわち効率賃金モデルでは、従業員は常に一定水準の努力を行うのではなく、従業員は賃金や経済環境に応じて努力水準を変化させると仮定している。また賃金交渉モデルでは、労働組合が賃金決定過程に影響を与えていると考え、モデルに労働組合を導入している。つまり効率賃金モデルでは「努力」を摩擦ととらえ、賃金交渉モデルでは「労働組合」ととらえている。

効率賃金モデルや賃金交渉モデルでは、モデルに摩擦を導入することで、不均衡状態を表現した。例えば効率賃金モデルでは、経済環境に応じて努力水準が変化することで、失業率が上昇した際にも賃金が高止まりする状態を記述している。また賃金交渉モデルでは、労働組合の存在が、失業率の歴史依存性をもたらす状態を記述している。効率賃金モデルや賃金交渉モデルは、以上のような設定により、新古典派型のモデルでは説明できない不均衡状態を表現しているのである。

5.2 物価の決定理論

物価の決定理論の展開は、フィリップス曲線をめぐる議論の展開と言い換えることができる。フィリップス曲線の議論は、Phillips(1958)による、名目賃金上昇率と失業率との負の相関の発見に端を発する。その後、フィリップス曲線に関する議論は活発

になされ、Lucas(1973) は、ミクロ的基礎付けを持ち、動学的に整合的な「Island モデル」と呼ばれるフィリップス曲線を導出した。Island モデルでは、生産者が不完全情報のもとで行動すると仮定することで、短期的には、ショックが実体経済に影響を与えるとする合理的期待形成に基づいた新古典派のフィリップス曲線を導出している。

一方、賃金や物価の粘着性を仮定してショックが実体経済に影響を与える事実を説明しようとしたモデルがNKPCである。NKPCを導出した代表的なモデルは、Taylor(1979, 1980) 型モデルと Calvo(1983) 型モデルである。両者とも物価の粘着性を含んだNKPCを導出したが、それぞれのモデルの設定は異なる。すなわち Taylor(1979,1980) は、名目賃金は契約によって決まり、その契約金額が複数期間継続するという仮定のもとで、物価水準の粘着性を含むNKPCを導出している。一方、Calvo(1983) は、企業はある外生的な確率過程に従って決まるタイミングでのみ価格改定の機会を得るとする仮定のもとで、物価水準の粘着性を含むNKPCを導出している¹⁰。

Taylor(1979, 1980) や Calvo(1983) から導出されたNKPCは、後述するように、当期のインフレ率の説明変数に来期のインフレ率の期待値が含まれることから、フォワード・ルッキング・フィリップス曲線と呼ばれることもある。このようなNKPCは、合理的期待形成と整合的であり、ルーカス批判を回避していたものの、現実のデータと整合的ではないという問題も抱えている。合理的期待モデルに基づいたNKPCが、現実のデータと整合的ではないという批判に対しては、純粋にフォワード・ルッキングなモデルよりも、インフレ率のラグを説明変数に含めることによって、バックワード・ルッキングな要素を加味したNKPC(ハイブリッド型NKPC)を用いてデータとの整合性を確保しようとする研究もある。

ハイブリッド型NKPCには、実証上の当てはまりが良いという利点がある。実証上の当てはまりに関しては、例えば敦賀・武藤(2008)は純粋にフォワード・ルッキングなモデルよりも、バックワード・ルッキングな要素が重要な意味を持つ可能性があることを指摘している。彼らによれば、バックワード・ルッキングな要素はインフレ率の決定要因として重要である。事実、中央銀行や国際機関におけるマクロ計量モデルにおいても、ハイブリッド型NKPCを採用する例が多い¹¹。

¹⁰Taylor(1979, 1980) 型モデル及び Calvo(1983) 型モデルは、物価水準の粘着性を含むNKPCを導出したが、インフレ率の粘着性を持つNKPCを導出したモデルもある。例えばFuhrer and Moore(1995)は、実質賃金契約額が複数期間維持される仮定を置き、インフレ率の粘着性を持つNKPCを導出している。

¹¹ただしハイブリッド型NKPCには実証上の当てはまりが良いという利点がある一方で、モデルにバックワード・ルッキングな要素を追加する理論的な背景は研究途上である。モデルにバックワード・ルッキングな要素を追加する理論的な背景を与える研究には、例えばGali and Gertler(1999)による「経験則(ルール・オブ・サム)」仮説や、Christiano, Eichenbaum, and Evans(2005)等による「バックワード・ルッキング・インデクゼーション」仮説があるが、現状では理論的な根拠が十分に与えられているとは言い難い。

5.3 国内外のハイブリッド型マクロ計量モデルにおける雇用・賃金・物価の定式化

賃金・雇用・物価に関する定式化について国内外のマクロ計量モデルを概観すると、モデルの目的にあわせて雇用・賃金が決定される労働市場を明示的に扱うかどうかなど違いはあるものの、Calvo(1983)、Taylor(1979)、Rotemberg(1982)などの、期待インフレ率が現在のインフレ率の説明変数となる、以下のような定式化が行われる、NKPCの理論に依拠しているといえる。

$$\pi_t = \pi_{t+1}^e + \gamma x_t \quad (5)$$

ここで、 π_t 、 π_{t+1}^e 、 x_t 、 γ はそれぞれインフレ率、期待インフレ率、需給ギャップ、パラメータ($\gamma > 0$)である。NKPCが依拠する独占的競争モデルでは、物価・賃金・労働・生産について以下の関係式を満たすことが最適となることを導くことができる¹²。

$$P_t = \left(\frac{1}{q}\right) \left[\frac{W_t}{(1-a)Y_t/L_t} \right] \quad (6)$$

この式は右辺が左辺を説明すると読めば、企業の生産に係る名目単位費用 $W_t/[(1-a)Y_t/L_t]$ に、マークアップ率 $(1/q)$ を掛けることで最適な価格設定を行うことができると言える。一方、若干変形して、

$$W_t = q[(1-a)Y_t/L_t] P_t \quad (7)$$

とすれば、企業と労働者の間で行われる賃金交渉における、最適な名目賃金の条件とも読むことができる。NKPCでは、これら価格・賃金決定に粘着性を仮定することで、何らかのショックが経済に生じた場合に、当該最適条件が直ちに達成されず、ラグを伴って最適条件に収束するという現実を観察される経済変数の動学を表現している。たとえば、Calvo(1983)、Rotemberg(1982)では、すべての企業が同時に上式で見たような最適な物価設定は出来ないと仮定することで、経済全体の物価水準の粘着性を表現し、NKPCを導出している。また、Taylor(1979,1980)では、賃金契約が每期契約更新されるのではなく、複数期間に渡って契約が行われると仮定することで、賃金の粘着性及び、賃金を元にマークアップにより価格設定される物価の粘着性を持ったNKPCを導出している。しかし、実際には物価水準の粘着性だけでなく、物価の変化率の粘着性についても観察されるという議論もあり¹³、実際のマクロ計量モデルにおいては、先のNKPCにインフレ率の自己ラグを含めた、以下のようなハイブリッド型NKPCと呼ばれる定式化が行われているものが多い。

$$\pi_t = \beta\pi_{t-1} + (1-\beta)\pi_{t+1}^e + \gamma x_t \quad (8)$$

ここで、 β は0から1の間をとるパラメータである。インフレ率の自己ラグがなぜ入るかについては、Gali and Gertler(1999)による企業の一部が過去のインフレ率に従って

¹²補論D参照。

¹³我が国の実証例を挙げると、古賀・西崎(2006)などがある。

価格設定を行う「経験則 (ルール・オブ・サム)」仮説や、Fuhrer and Moore(1995) の実質賃金について複数期間契約を行う仮定を課したモデルなど、様々な議論がなされている。

表 3: ハイブリッド型マクロ計量モデルにおける雇用・賃金・物価の定式化

モデル		特徴
内閣府:CAOM	賃金	GDP ギャップにより決定
	雇用	GDP ギャップにより決定
	物価	GDP ギャップ・インフレ率ラグにより決定
日本銀行:Q-JEM	賃金	GDP ギャップ・期待インフレ率により決定
	雇用	GDP ギャップにより決定
	物価	GDP ギャップ・インフレ率ラグ・期待インフレ率により決定
FRB:FRB/US	賃金	労働生産性・失業率により決定
	雇用	生産量により決定
	物価	ULC、原油価格及び失業率により決定
BOE:MM	賃金	期待労働生産性、期待インフレ率及び失業率により決定
	雇用	GDP ギャップにより決定
	物価	ULC 及び GDP ギャップにより決定
BOC:MUSE	賃金	労働市場は明示的に扱わず
	雇用	労働市場は明示的に扱わず
	物価	GDP ギャップ・インフレ率ラグ・期待インフレ率により決定
ECB:AWM	賃金	失業率ギャップ・ULC により決定
	雇用	生産量及び賃金により決定
	物価	GDP ギャップ・インフレ率ラグ・期待インフレ率により決定
IMF:MM III	賃金	明示的に扱わず
	雇用	GDP ギャップにより決定
	物価	失業率ギャップ・インフレ率ラグ・期待インフレ率により決定

以上のような NKPC により、実体経済の拡張及び収縮とインフレ率の変動の関係が記述できるわけだが、はじめに述べたように、失業率や賃金など、労働市場関係の経済変数に興味がある場合は若干工夫が必要である。たとえば、イングランド銀行の MM では、労働組合と企業の間で複数期間にわたる賃金交渉が行われ、その賃金を元に企業は生産量及び価格設定を行うという、Taylor(1979) タイプの NKPC 導出過程をなぞるような定式化がされている。他には、日本銀行 Q-JEM のように、ハイブリッド型 NKPC により物価と GDP ギャップの関係を定式化しつつ、GDP ギャップに連動して失業率、賃金に変化するというような、特定の NKPC の理論によらず、柔軟に定式

化を行っているモデルもある。その他の国内外のマクロ計量モデルにおける賃金・雇用・物価に関する定式化の特徴については、表3でまとめている。なお、それぞれのモデルの詳細については、補論 E.3 を参照されたい。

5.4 MRM における賃金・雇用・物価の定式化

5.4.1 賃金 (時間当たり賃金)

時間当たり賃金については、長期的には雇用者報酬と名目 GDP(純間接税除く)の割合が安定しているという事実を踏まえ¹⁴、労働分配率が一定となるような長期均衡を仮定し、短期的には賃金交渉モデルと整合的になるように期待インフレ率及び失業率を含めたエラーコレクション型の推計式としている。

$$\begin{aligned} \Delta \log(W_t) = & -0.034 + 0.003 \text{INFREA1}_t - 0.005 \text{UR}_t - 0.455 \Delta \log(W_{t-1}) \\ & (-1.429) \quad (2.047) \quad \quad \quad (-3.282) \quad \quad \quad (-5.611) \\ & -0.101 [\log(YW_{t-1}) - \log(\text{GDPN}_{t-1} - \text{TI}_{t-1})] \\ & (-2.518) \end{aligned}$$

推計期間:1981:2-2009:2、修正 R² : 0.462、DW : 2.046、回帰の標準誤差 : 0.009

変数の解説 *INFREA1*:期待インフレ率 (1 年), *UR*:失業率, *YW*:雇用者報酬, *GDPN*:名目 GDP, *TI*:純間接税

5.4.2 雇用 (総労働時間)

雇用に関しては、基本的に労働需要は生産動向 (GDP ギャップ) によって決定されると考えており、また、その労働需要は完全に満たされると考えている。これは、生産量と失業率に負の相関を持つというオクンの法則とも言え、また、賃金交渉モデルの文脈で考えても、労働組合と企業側の間で賃金については事前に契約がなされ、雇用量に関しては企業側が任意に決められるとする Right To Manage モデルと整合的な考え方である。¹⁵企業の労働需要である総労働時間は、長期的に潜在総労働時間に一致する長期均衡を仮定し、短期的には景気動向 (GDP ギャップ) によって変動するエラーコレクション型の推計式としている。なお、潜在総労働時間は潜在一人当たり労働時間と潜在就業者数を掛け合わせたものである。その他、失業率など、雇用に関する各種変数についての定式化については、補論 A.3 を参照されたい。

¹⁴理論的にも、摩擦の無い完全競争環境にある場合、 $Y = K^\alpha L^{1-\alpha}$ というコブダグラス型生産関数を想定すれば、労働分配率は $1 - \alpha$ で、生産関数から決まる安定的なパラメータとなることがわかる。

¹⁵Right To Manage モデルについては、Moghadam and Wren-Lewis (1994) などを参照のこと。

$$\begin{aligned} \Delta \log(TLHRTL_t) = & -0.002 + 0.004 GDPGAP_t \\ & (-2.840) \quad (8.369) \\ & -0.614 [\log(TLHRTL_{t-1}) - \log(LP_{t-1} \cdot LHT_{t-1})] \\ & (-8.129) \end{aligned}$$

推計期間:1980:2-2009:4、修正 R² : 0.398、DW : 2.126、回帰の標準誤差 : 0.006

変数の解説 GDPGAP:GDP ギャップ, LP:潜在就業者数, LHT:潜在一人当たり労働時間

5.4.3 インフレ率 (CPI 上昇率)

インフレ率 (コア CPI 上昇率) については、多くのモデルが採用しているように、GDP ギャップ・インフレ率ラグ・期待インフレ率を説明変数に持つハイブリッド型NKPCに従った定式化を行っている。ただし、価格上昇を引き起こすと思われる投入費用 (ユニットレーバークスト、企業物価指数) の増加も説明変数に加えている。また、このコア CPI 上昇率は、期待インフレ率の対象でもあり、実質金利導出の際に用いられるなどMRMの動学に果たす役割は大きい。¹⁶その他の物価関連の変数に関しては、補論A.4を参照されたい。

$$\begin{aligned} INFR_t = & 0.365 INFR_{t-1} + (1 - 0.365) INFREA1_t + 0.012 GDPGAP_{t-4} \\ & (14.485) \quad (14.485) \quad (1.513) \\ & + 2.116 \Delta \log(ULC_{t-1}) + 2.145 \Delta \log(CGPIEXT_t) \\ & (1.958) \quad (1.146) \end{aligned}$$

推計期間:1981:2-2009:4、修正 R² : 0.989、DW : 1.125、回帰の標準誤差 : 0.142

変数の解説 INFREA1:期待インフレ率 (1年), GDPGAP:GDP ギャップ, ULC:ユニットレーバークスト, CGPIEXT:企業物価指数 (総合、消費税除く)

6 シミュレーション結果 (海外需要減少と円高の影響)

以下ではMRMのインパルス応答を確認する。まず海外GDPに対して負のショックが起こった場合のインパルス応答と、実質実効レートに負のショックが発生した場合

¹⁶ここで、企業物価指数や各種需要項目デフレーターといったその他の物価関連の変数がある中でコアCPIを主たる物価指数として選んだ理由としては、金融政策上の判断材料として注目されるコアCPI上昇率を用いていることを考慮したためである。もちろん、モデルによってどの物価指数を主たる物価変数として用いるかについては幅があり、例えばCAOMでは、GDPデフレーターを主たる物価変数として扱い、GDPデフレーターがGDPギャップなどで説明されるフィリップス曲線によって決まり、その他の各種物価指数がGDPデフレーターの動きに連動するようにモデルが組まれている。

のインパルス応答を確認する。その後、3変数VARモデルとMRMのインパルス応答を比較する。なお、MRMによるシミュレーションは、2010年第1四半期をショックの生じる第1期目とし、インパルス応答は、ショックが生じない場合のベースシナリオとショックが生じた場合のショックシナリオの乖離率(インフレ率など%表記のものはその乖離差)を示している。

6.1 海外需要減少(海外経済ショック)に対するインパルス応答

図1は、海外経済に-1標準偏差分のショックを与えた場合のインパルス応答を示している。

海外経済に負のショックが加わると、海外経済の減速を主因としてまず実質純輸出が減少する。外需の減少が国内所得を押し下げ、さらに実質民間設備投資の悪化が重なる結果、実質GDPは2から3四半期目まで下落する。

ただし実質GDPは2から3四半期目でボトムを打ち、回復に向かう。3四半期目以降に実質GDPが回復するのは、2四半期目以降から海外GDPが回復し始めるのに加え、国内経済の悪化による金利低下なども作用することにより実質実効レートが減価するため、実質純輸出が回復に転じるためである。

3四半期目に底打ちした実質GDPが、再びベースライン近辺に戻るまでには若干時間がかかる。実質GDPが均衡近辺へ戻るのは、5四半期目から6四半期目である。実質純輸出が均衡水準に回復しながらも、実質GDPが均衡へ戻る速度が遅れる理由は、実質消費の回復の遅れもあるが、主として実質民間設備投資の回復が遅れるためである。海外経済の悪化による実質純輸出の減少を受け、実質民間設備投資は4四半期目まで減少を続ける。実質民間設備投資は5四半期目以降、回復に向かうが、均衡水準へ戻るには同程度の時間を要する。実質民間設備投資の反転の遅れと、反転後の戻りの鈍さが、実質GDPの回復を遅らせている。

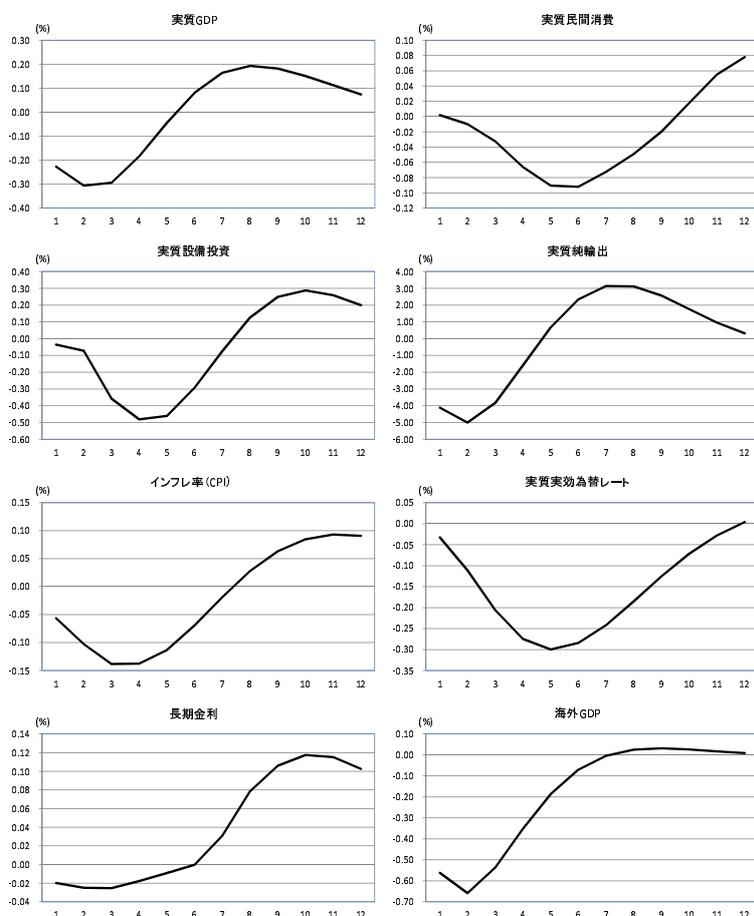
実質GDPの戻りが緩慢である中、インフレ率は実質GDPの動きにやや遅れて動く。実際に実質GDPが底打ちした後も、インフレ率は、4四半期目まで減少している。4四半期目で底打ちした後、インフレ率は、GDPギャップが縮小するとともに、ゆっくりとした速さで均衡水準に向けて戻ることになる。

6.2 円高(為替レートショック)に対するインパルス応答

図2は、対ドル為替レートに-1標準偏差分のショックを与えた場合のインパルス応答を示している。

対ドル為替レートに対する負のショックは、実質実効レートの増価、すなわち円高を意味するため、まず実質純輸出が減少する。2四半期目以降、実質実効レートの増価が輸出を押し下げ、輸入を押し上げるにつれ、実質純輸出は下落幅を再び拡大させる。実質実効レートの増価が実質純輸出を減少させ、さらに実質民間設備投資の悪化が重なる結果、実質GDPは6四半期目まで下落する。

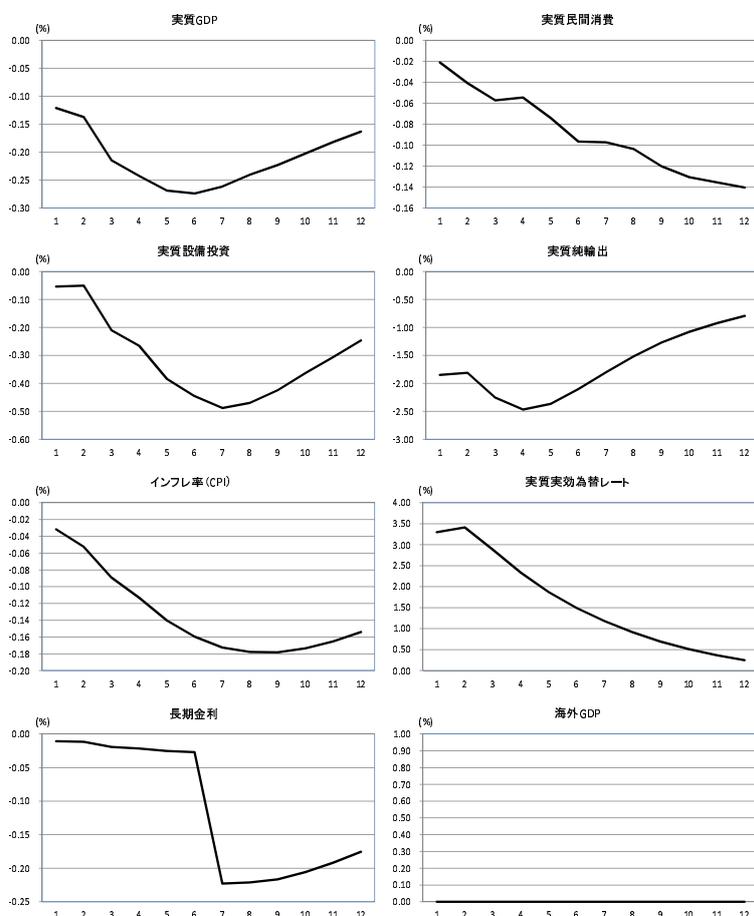
図 1: 海外経済ショックに対するインパルス応答



実質純輸出の減少によって下落した実質 GDP は、6 四半期目でボトムを打ち、回復に向かう。6 四半期目以降に実質 GDP が回復するのは、2 四半期目以降、実質実効レートが減価をはじめるとともに、実質純輸出が、実質実効レートの動きに遅れを伴いながらも 4 四半期目に回復に転じるためである。

6 四半期目に底打ちした実質 GDP が、再びベースライン近辺に戻るテンポは非常

図 2: 為替レートショックに対するインパルス応答



に緩慢である。実質 GDP は、12 四半期目にもボトムから 4 割程度しか回復しない。均衡への戻りが遅い理由は、主として実質実効レートが穏やかにしか減価しないためである。実質実効レートの減価が穏やかであるため、実質純輸出の回復も緩慢である。そのため実質純輸出は、4 四半期目に底打ちした後も、均衡水準への戻りは鈍く、結果として実質 GDP の回復を妨げている。なおこの間、実質民間消費は下落基調をたどって

いる。

実質 GDP の戻りが非常に緩慢である中、インフレ率は実質 GDP の動きにさらに遅れて動く。実際に 6 四半期目に実質 GDP が底打ちした後も、インフレ率は、9 四半期目まで減少している。実質実効レートが緩やかにしか減価せず、実質純輸出の戻りが鈍い中、実質 GDP の回復も緩慢になり、GDP ギャップの縮小も遅れている。GDP ギャップの縮小が遅れる結果、インフレ率は 9 四半期目で底打ちした後も、反転の速度はゆるやかである。

6.3 VAR モデルとのインパルス応答比較

以下では、3 変数 VAR モデルと、MRM のインパルス応答を比較する。

3 変数 VAR モデルには、以下の二つのモデルを採用する。一つ目は、海外経済 GDP、GDP ギャップ、インフレ率を変数とする VAR モデル (3 変数 VAR モデル (海外経済)) である。この VAR に海外経済ショックを加え、インパルス応答を確認する。二つ目は、実質実効レート、GDP ギャップ、インフレ率を変数とする VAR モデルである (3 変数 VAR モデル (為替))。この VAR に実質実効レートショックを加え、インパルス応答を確認する。以上二つのモデルのインパルス応答と、MRM のインパルス応答を比較し、MRM の特徴を議論する。

6.3.1 海外経済ショックを加えた場合のインパルス応答比較

図 3 は、3 変数 VAR モデル (海外経済) に -1 標準偏差分のショックを与えた場合のインパルス応答を示している。¹⁷

¹⁷海外 GDP ギャップ、GDP ギャップ、インフレ率を変数とする VAR モデルの推計結果は以下の通り。

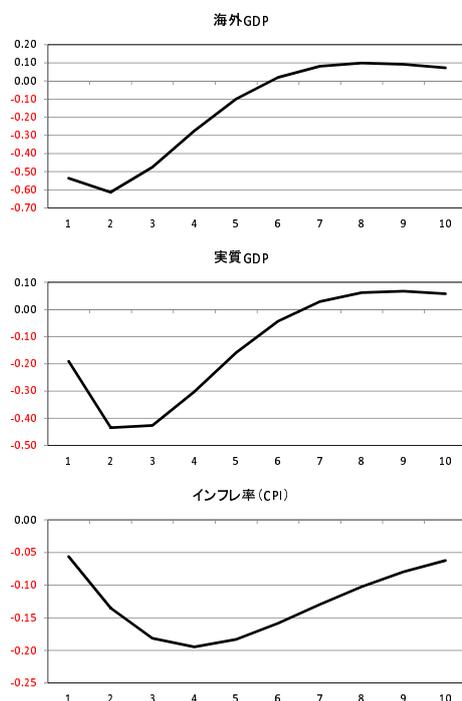
$$\begin{aligned} WGDPGAP_t = & 0.0959 + 1.145 WGDPGAP_{t-1} - 0.435 WGDPGAP_{t-2} \\ & (1.408) \quad (12.734) \quad (-4.985) \\ & + 0.113 GDPGAP_{t-1} - 0.033 GDPGAP_{t-2} \\ & (1.974) \quad (-0.525) \\ & - 0.388 INFR_{t-1} + 0.253 INFR_{t-2} \\ & (-2.510) \quad (1.863) \end{aligned}$$

推計期間:1981:3-2009:4、修正 R² : 0.759、F 統計量 : 60.314、回帰の標準誤差 : 0.536

$$\begin{aligned} GDPGAP_t = & -0.071 + 0.457 WGDPGAP_{t-1} - 0.495 WGDPGAP_{t-2} \\ & (-0.628) \quad (3.072) \quad (-3.432) \\ & + 0.893 GDPGAP_{t-1} - 0.021 GDPGAP_{t-2} \\ & (9.393) \quad (-0.203) \\ & + 0.336 INFR_{t-1} - 0.324 INFR_{t-2} \\ & (1.313) \quad (-1.442) \end{aligned}$$

推計期間:1981:3-2009:4、修正 R² : 0.793、F 統計量 : 73.170、回帰の標準誤差 : 0.887

図 3: 3 変数 VAR モデル (海外経済：海外経済ショック) のインパルス応答



海外経済に負のショックが加わると、実質 GDP は減少する。海外経済が 2 四半期目に底打ちした後ゆるやかに回復する中、実質 GDP も 2 四半期目に底を打ち、3 四半期目以降、本格的に反転する。その後海外経済が均衡水準まで戻る 6 四半期目にわず

$$\begin{aligned}
 INFR_t = & 0.071 + 0.114 WGDGP_{t-1} - 0.105 WGDGP_{t-2} \\
 & (1.842) \quad (2.249) \quad (-2.138) \\
 & + 0.080 GDP_{t-1} + 0.003 GDP_{t-2} \\
 & (2.479) \quad (0.089) \\
 & + 1.043 INFR_{t-1} - 0.148 INFR_{t-2} \\
 & (11.995) \quad (-1.942)
 \end{aligned}$$

推計期間:1981:3-2009:4、修正 R² : 0.945、F 統計量 : 324.930、回帰の標準誤差 : 0.301

かに遅れて、実質 GDP も均衡水準を回復する。

インフレ率は、実質 GDP に 2 四半期遅れた動きを見せる。実際に実質 GDP が 2 四半期目に底打ちした後、インフレ率は 4 四半期目まで下落する。世界経済が緩やかに回復し、実質 GDP も均衡水準を取り戻す中で、インフレ率も、10 四半期目にはショック前と同等の水準まで上昇する。

6.3.2 為替レートショックを加えた場合のインパルス応答比較

図 4 は、3 変数 VAR モデル (対ドル為替レート) に -1 標準偏差分のショックを与えた場合のインパルス応答を示している。¹⁸

為替レートに負のショックが加わると円が増価するに伴い、実質 GDP は減少する。その後為替レートが 3 四半期目に均衡水準に戻るまで、実質 GDP も減少傾向をたどる。為替レートが 3 四半期目に均衡水準に戻った後は、実質 GDP はゆるやかに均衡水準まで回復する動きを見せる。

インフレ率は実質 GDP の動きにさらに遅れて動く。実際に 3 四半期目に実質 GDP が底打ちした後、インフレ率は、6 四半期目まで減少している。実質 GDP の回復が遅

¹⁸為替 (対ドル) レート、GDP ギャップ、インフレ率を変数とする VAR モデルの推計結果は以下の通り。

$$\begin{aligned} \Delta \log(EXRUS_t) = & -0.001 + 0.265 \Delta \log(EXRUS_{t-1}) - 0.168 \Delta \log(EXRUS_{t-2}) \\ & (-0.225) \quad (2.826) \quad (-1.809) \\ & -0.004 GDPGAP_{t-1} + 0.010 GDPGAP_{t-2} \\ & (-0.853) \quad (1.822) \\ & -0.0222 INFR_{t-1} + 0.015 INFR_{t-2} \\ & (-1.553) \quad (1.218) \end{aligned}$$

推計期間:1981:3-2009:4、修正 R² : 0.050、F 統計量 : 2.193、回帰の標準誤差 : 0.051

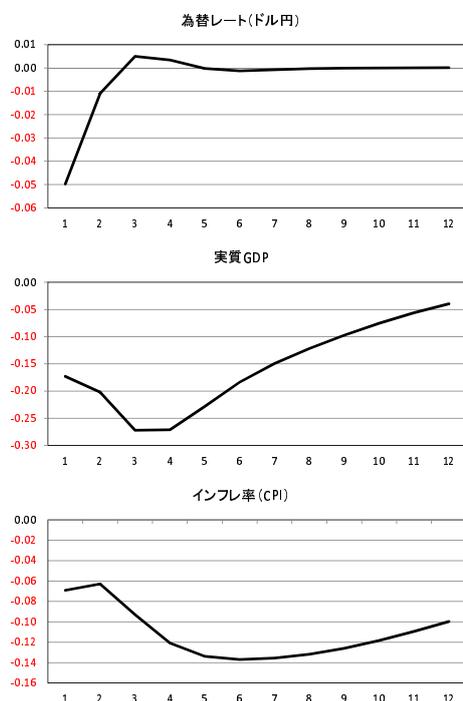
$$\begin{aligned} GDPGAP_t = & -0.040 + 0.095 \Delta \log(EXRUS_{t-1}) + 2.045 \Delta \log(EXRUS_{t-2}) \\ & (-0.340) \quad (0.054) \quad (1.175) \\ & + 0.958 GDPGAP_{t-1} - 0.122 GDPGAP_{t-2} \\ & (10.016) \quad (-1.180) \\ & + 0.458 INFR_{t-1} - 0.465 INFR_{t-2} \\ & (1.713) \quad (-2.011) \end{aligned}$$

推計期間:1981:3-2009:4、修正 R² : 0.773、F 統計量 : 65.046、回帰の標準誤差 : 0.929

$$\begin{aligned} INFR_t = & 0.077 - 0.589 \Delta \log(EXRUS_{t-1}) + 0.556 \Delta \log(EXRUS_{t-2}) \\ & (2.004) \quad (-1.020) \quad (0.969) \\ & + 0.102 GDPGAP_{t-1} - 0.021 GDPGAP_{t-2} \\ & (3.249) \quad (-0.632) \\ & + 1.078 INFR_{t-1} - 0.189 INFR_{t-2} \\ & (12.228) \quad (-2.481) \end{aligned}$$

推計期間:1981:3-2009:4、修正 R² : 0.943、F 統計量 : 313.522、回帰の標準誤差 : 0.306

図 4: 3変数 VAR モデル (為替：為替レートショック) のインパルス応答



れる結果、インフレ率は6四半期目で底打ちした後も、反転の速度はゆるやかである。

6.3.3 MRM と 3変数 VAR モデルのインパルス応答比較

MRM と二つの 3 変数 VAR モデルのインパルス応答を比較した場合、大きな違いは見られない。海外経済ショックや為替レートショックといった外生ショックを与えた場合、実質 GDP を押し下げる。外生ショックの余波が消えていくに伴い、実質 GDP も底を打つが、インフレ率の底打ちは、さらに数四半期数待たなければならない。インフレ率が実質 GDP に遅れて動学的な経路は、MRM でも二つの 3 変数 VAR モデルでも同様であった。したがって MRM は、動学的にも経験的な事実と大きな矛盾はない。

7 まとめと今後の課題

ここまで、最近の内外におけるハイブリッド型計量モデルの構築・活用状況も紹介しつつ、各種リスクや政策効果の分析に柔軟に応えられるものとして執筆者らが構築したMRMについての解説を行ってきた。冒頭部分で述べたように、いわゆる「ルーカス批判」を受け、近年では期待形成や各経済主体のミクロ的基礎付けのあるマクロ計量モデルが発展をみせているが、MRMも、紹介した内外の主要マクロ計量モデルと同様に、こうした理論やマクロ計量モデルの発展を踏まえたものであることを明らかにした。本稿では、MRMの基本構造と、(1)家計部門、(2)企業部門、(3)雇用・賃金・物価の決定のそれぞれについて、他のモデルにも触れつつ、その考え方を説明した。また、本稿では、MRMを用い、海外経済の変動や為替(ドル円・レート)のネガティブなショックが我が国経済へどのような影響を与えるのか、シミュレーションを行った。MRMとVARモデルとのインパルス応答を比較しても大きな違いは見られず、動学的にも経験的な事実と大きな矛盾はないものと考えられる。

最後に、今後の主な検討課題について、2点指摘したい。第一に、設備投資関数についての、さらなる分析と改善である。設備投資はGDPに占める割合が13%程度(09年度)であり、かつ主たる需要項目であり、分散も大きい。そのため設備投資動向をよりの確に把握することは、重要であると考えられる。具体的には、トービンのq理論が教えるところの将来にわたる期待収益要因や、企業の流動性制約、担保制約といった金融面の要因などを適切にモデルに組み込んでいくことが考えられよう。¹⁹第二に、海外要因の精緻化である。「はじめに」でも触れたように、ここ数年の日本経済は、海外発のショックの影響に左右されてきた。経済的な相互依存が深まる中、こうした経験もあり、海外におけるショックの影響を正確に把握しつつ政策運営を行っていく必要性は従来以上に増している。しかしながら、MRMを含め、従来の国内のマクロモデルでは、多国間モデルを除けば、海外部門は、米国経済を基礎としたものが多い。近年の中国をはじめとするアジア経済の著しい成長に加え、我が国貿易におけるアジアの比率の高まりなどは、実体経済を通じたアジア経済の我が国経済へのインパクトが高まっていることを示唆している。また、金融のグローバル化により、存在感を高めているユーロなど米国以外の為替レートの変動による日本経済への影響についての分析の重要性も増している。こうしたことから、ユーロの影響など、海外要因のショックをより詳細に把握していくことが望ましい。

こうした検討課題を踏まえつつ、今後もMRMの改善を重ねていきたい。

¹⁹最近の設備投資に関する実証分析の動向は宮川・田中(2009)が詳しい。

参考文献

- [1] 有賀健, 2006, 「価格マークアップとフィリップス曲線」, 日本銀行ワーキング・ペーパー, No. 06-J-11, 日本銀行
- [2] 石川大輔・北浦修敏・上田淳二・中川真太郎, 2010, 「フォワードルッキング型マクロ経済モデルの構造とシミュレーション結果」, 財務総合政策研究所『フィナンシャル・レビュー』第100号
- [3] 石原秀彦, 2001, 「ライフサイクル/恒常所得仮説と予備的貯蓄:理論的合意と実証上の問題点」, ESRI Discussion Paper Series No.2
- [4] 一上響・北村富行・小島早都子・代田豊一郎・中村康治・原尚子, 2009, 「ハイブリッド型日本経済モデル:Quarterly-Japanese Economic Model (Q-JEM)」日本銀行ワーキングペーパーシリーズ No.09-J-6
- [5] 一上響・小島早都子・代田豊一郎・中村康治・原尚子, 2008, 「中央銀行におけるマクロ経済モデルの利用状況」日銀レビュー, 2008-J-13
- [6] 小川一夫, 1985, 「恒常所得仮説と住宅投資」, 『国民経済雑誌』, 第152巻第2号, pp.61-86
- [7] 大竹文雄, 1987, 「失業と雇用保険制度」, 季刊理論経済学, 38(3),9月号
- [8] 北浦修敏, 2010, 「財政経済モデルの全体像と構造について」, 財務総合政策研究所『フィナンシャル・レビュー』第100号
- [9] 古賀麻衣子・西崎健司, 2006, 「物価・賃金フィリップス曲線の推計:粘着価格・賃金モデル」, 『金融研究』, 第25巻第3号, pp.73-106
- [10] 鈴木将覚, 2006, 「NKPC(NKPC)からみた日米のインフレ圧力と金融政策へのインプリケーション」, みずほ総研論集, 2006年1号, pp.1-45
- [11] 敦賀貴之・武藤一郎, 2008, 「ニューケインジアン・フィリップス曲線に関する実証研究の動向について」, 金融研究, 第27巻第2号, pp.65-100
- [12] 飛田史和・田中賢治・梅井寿乃・岩本光一郎・嶋原啓倫, 2008, 「短期日本経済マクロ計量モデル(2008年版)の構造と乗数分析」, ESRI Discussion Paper Series No.201
- [13] 内閣府政策統括官(経済財政分析担当), 2009, 「日本経済2009—2010—デフレ下の景気持ち直し:「低水準」経済の総点検—」
- [14] 中田(黒田)祥子, 2001, 「失業に関する理論的・実証的分析の発展について—わが国金融政策へのインプリケーションを中心に—」, 金融研究, 第20巻第2号, pp.69-122
- [15] 伴金美, 1991, 「マクロ計量モデル分析—モデル分析の有効性と評価—」, 有斐閣
- [16] 深尾光洋・蓮見亮・中田大悟, 2007, 「少子高齢化, ライフサイクルと公的年金財政」, RIETI Discussion Paper Series 07-J -019

- [17] 瀧仁志・渡辺努, 2002, 「フィリップス曲線と価格粘着性」, 『金融研究』, 第21巻第1号, pp.35-70
- [18] 本間正明・跡田直澄・林文夫・秦邦昭, 1984, 「設備投資と企業税制」, 経済企画庁経済研究所『研究シリーズ』第41号
- [19] 本間正明・常木淳・岩本康志・佐野尚史, 1988, 「設備投資理論の展望」, 大蔵省財政金融研究所『フィナンシャル・レビュー』第8号
- [20] 三菱総合研究所, 2010, 「平成21年度総合調査研究 経済計量・分析モデル等の先行研究に関する調査研究 報告書」
- [21] 宮川 努・田中賢治, 2009, 「設備投資分析の潮流と日本経済—過剰投資か過少投資か—」, ESRI Discussion Paper Series No.218
- [22] 村田 啓子・青木 大樹, 2004, 「短期日本経済マクロ計量モデルにおけるフォワードルッキングな期待形成の導入の試み」, ESRI Discussion Paper Series No.110
- [23] 山本拓, 1988, 「経済の時系列分析」, 創文社
- [24] Akerlof, G. A., 1982, “Labor Contracts as Partial Gift Exchange,” *Quarterly Journal of Economics*, 97(4), pp.543-569
- [25] Abel, A. B. and Blanchard, O. J., 1982, “The Present Value of Profits and Cyclical Movements in Investment,” *Econometrica*, 54(2), pp.249-273
- [26] Ball, L., 1993, “How Costly Is Disinflation? The Historical Evidence,” Federal Reserve Bank of Philadelphia, *Business Review*, Nov./Dec, pp.17-28
- [27] Ball, L., 1994, “What Determines the Sacrifice Ratio?” in N. G. Mankiw (ed.), *Monetary Policy*, Chicago: University of Chicago Press, pp.155-182
- [28] Bank of England, 2000, “Economic models at the Bank of England September 2000 update,” Bank of England
- [29] Bewley, T. F., 1999, “Why Wages Don’t Fall During A Recession,” *Harvard University Press*
- [30] Blanchard, O. J., 1985, “Debt, Deficits, and Finite Horizons,” *Journal of Political Economy*, 93(2), pp.223-247
- [31] Blanchard, O. J., 1989, “Lectures on Macroeconomics,” The MIT Press
- [32] Cabinet Office, Government of Japan, 2006, “Annual Report on The Japanese Economy and Public Finance 2006—Japanese Economy Heading for New Growth Era with Conditions for Growth Restored—,” Cabinet Office, Government of Japan
- [33] Calvo, G. A., 1983, “Staggered Prices in a Utility-Maximizing Framework,” *Journal of Monetary Economics*, 12(3), pp.983-998

- [34] Christiano, L., Eichenbaum, M., and Evans, C., 2005, "Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy," *Journal of Political Economy*, 113(1), pp.1-45
- [35] Deaton, A., 1988, "Life-Cycle Models of Consumption: Is the Evidence Consistent with the Theory?", NBER Working Paper Series, Working Paper No.1910
- [36] Fagan, G., Jerome, H., and Ricardo, M., 2001, "An Area-Wide Model (AWM) for the Euro Area," *ECB Working Paper*, No.42, European Central Bank
- [37] Federal Reserve Board, 1996, "A Guide to FRB/US: A Macroeconomic Model of the United States," *Finance and Economic Discussion Series*, 1996-42.
- [38] Flavin, M. A., 1981, "The Adjustment of Consumption to Changing Expectations About Future Income," *Journal of Political Economy*, 89(5), pp.974-1009
- [39] Friedman, M., 1957, "A Theory of the Consumption Function," Princeton University Press
- [40] Friedman, M., 1968, "The Role of Monetary Policy," *American Economic Review*, 58, pp.1-17
- [41] Fuhrer, J. C. and G. R. Moore, 1995, "Inflation Persistence," *Quarterly Journal of Economics*, 110(1), pp.127-159
- [42] Gali, J. and Gertler, M., 1999, "Inflation Dynamics: A Structural Econometric Analysis," *Journal of Monetary Economics*, 44(2), pp.195-222
- [43] Gosselin, M. and Lalonde, R., 2005, "MUSE: The Bank of Canada's New Projection Model of the U.S. Economy," *Bank of Canada Technical Report*, No.96
- [44] Gregory, M., Lobban, P., and Thomson, A., 1985, "Wage Settlements in Manufacturing, 1974-84: Evidence from the CBI Pay Databank," *British Journal of Industrial Relations*, 23(3), pp.339-357
- [45] Hall, R. E., 1978, "Stochastic Implications of the Life-Cycle Permanent Hypothesis: Theory and Evidence", *Journal of Political Economy*, 86(6), pp.971-987
- [46] Hayashi, F., 1982, "Tobin's Marginal q and Average q: A Neoclassical Interpretation," *Econometrica*, 50(1), pp.213-224
- [47] Hayashi, F., 1982, "The Permanent Income Hypothesis: Estimation and Testing by Instrumental Variables," *Journal of Political Economy*, 90(5), pp.895-916
- [48] Hayashi, F. and Inoue, T., 1991, "The Relation between Firm Growth and Q with Multiple Capital Goods: Theory and Evidence from Panel Data on Japanese Firms?" *Econometrica*, 59(3), pp.731-753
- [49] Ireland, P. N., 2001, "Sticky-Price Models of the Business Cycle: Specification and Stability," *Journal of Monetary Economics*, 47(1), pp.3-18

- [50] Jackman, R., and Layard, R., 1990, "The Real Effects of Tax-Based Income Policy," *Scandinavian Journal of Economics*, 92(2), pp.309-324
- [51] Jorgenson, D. W., 1963, "Capital Theory and Investment Behavior," *American Economic Review*, 53(2), pp.247-259
- [52] Keynes, J. M., 1936, "The General Theory of Employment, Interest and Money," London: Macmillan
- [53] Kiley, M. T., 2002, "Partial Adjustment and Staggered Price Setting," *Journal of Money, Credit, and Banking*, 34(2), pp.28-53
- [54] Kuznets, S., 1952, "Proportion of Capital Formation to National Product", *American Economic Review Papers and Proceedings of the Economics Annual Meeting of the American Economic Association*, 42(2), pp. 507-526
- [55] Laxton, D., Isard, P., Faruqee, H., Prasad, E., and Turtelboom, B., 1998, "MULTIMOD Mark III: The Core Dynamic and Steady-State Models," *Occasional Paper*, 164, International Monetary Fund
- [56] Layard, R., S. Nickell, and R. Jackman, 2005, "Unemployment: Macroeconomic Performance and the Labour market," *Oxford University Press*
- [57] Leland, H. E., 1968, "Saving and Uncertainty: The Precautionary Demand for Saving," *The Quarterly Journal of Economics*, 82(3), pp. 465-473
- [58] Lucas, R., 1967a, "Optimal Investment Policy and the Flexible Accelerator," *International Economic Review*, 8(1), pp.78-85
- [59] Lucas, R., 1967b, "Adjustment Costs and the Theory of Supply," *The Journal of Political Economy* 75(4), pp.321-334
- [60] Lucas, R., 1972, "Econometric Testing of the Natural Rate Hypothesis," in O. Eckstein(ed.): *The Econometrics of Price Determination*. Washington: Board of Governors, Federal Reserve System, pp. 50-59,
- [61] Lucas, R., 1973, "Some International Evidence on Output-Inflation Tradeoffs," *The American Economic Review*, 63(3), pp.326-334
- [62] Modigliani, F., 1966, "The Life Cycle Hypothesis of Saving, the Demand for wealth and the Supply of Capital," *Social Research*, 3.3, Summer 1966. pp. 160-217
- [63] Moghadam, R., and Wren-Lewis, S., 1994, "Are Wages Forward Looking?" *Oxford Economic Papers* 46, pp.403-424
- [64] Phelps, E., 1967, "Phillips Curve, Expectations of Inflation, and Optimal Inflation over Time," *Econometrica* 135, pp.254-281

- [65] Phillips, A., 1958, "The relationship between unemployment and the rate of change of money wages in the United Kingdom, 1861-1957," *Economica*, Vol.25, pp.283-299
- [66] Roberts, J. M., 1997, "Is Inflation Sticky?" *Journal of Monetary Economics* 39(2), pp.173-196
- [67] Romer, D., 2000, "Keynesian Macroeconomics without the LM Curve," *Journal of Economic Perspectives*, 14(2), pp.149-196
- [68] Rotemberg, J. J., 1982, "Sticky Prices in the United States," *Journal of Political Economy*, 90(6), pp.1187-1211
- [69] Rotemberg, J. J., 1982, "Monopolistic Price Adjustment and Aggregate Output," *Review of Economic Studies*, 49(4), pp.517-531
- [70] Rotemberg, J. J., 1987, "New Keynesian Microfoundations," in S.Fisher (ed.), *NBER Macroeconomics Annual 1987*, Cambridge, MA: MIT Press, pp.69-104
- [71] Sakurai, K., Tachibanaki, T., 1992, "Estimation of mis-match and U-V analysis in Japan," *Japan and the World Economy*, 4(4), pp.319-332
- [72] Sargent, T., 1971, "A Note on the 'Accelerationist' Controversy," *Journal of Money, Credit, and Banking*, 3(3), pp.721-725
- [73] Shapiro, C, and Stiglitz, J, E., 1984, "Equilibrium Unemployment as a Worker Discipline Device," *American Economic Review*, 74(3), pp.433-444
- [74] Summers, L. H., Bosworth, B. P., Tobin, J., and White, P. M., 1981, "Taxation and Corporate Investment: A q-Theory Approach," *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, pp.67-140
- [75] Taylor, J. B., 1979, "Staggered Wage Setting in a Macro Model," *American Economic Review*, 69(2), pp.108-113
- [76] Taylor, J. B., 1980, "Aggregate Dynamics and Staggered Contracts," *Journal of Political Economy*, 88(1), pp.1-24
- [77] Taylor, J. B., 2000, "Teaching Modern Macroeconomics at the Principles Level," *AEA Papers and Proceedings*, MAY 2000, pp90-94
- [78] Tobin, J, 1969, "General Equilibrium Approach to Monetary Theory," *Journal of Money, Credit and Banking*, 1(1), pp.15-29
- [79] Walsh, C. E., 2003, *Monetary Theory and Policy - second edition*, MIT Press

補論 A 方程式体系

補論 A.1 生産

補論 A.1.1 潜在 GDP(GDPP)

潜在 GDP は、内閣府政策統括官室（経済財政分析担当、2009）の推計手法に基づいている。具体的には、コブダグラス型生産関数（資本分配率=0.33）を想定し、資本投入量（民間設備資本ストック * 設備稼働率）及び労働投入量（従業者数 * 労働時間）を現実の実質 GDP から差し引くことでソロー残差を推計し、そのソロー残差を HP フィルタ（ $\lambda = 1600$ ）によりスムージングをかけた数値を TFP とした上で、当該 TFP、潜在資本投入量（民間資本ストック * 潜在稼働率）及び潜在労働投入量（潜在従業者数 * 潜在一人当たり労働時間）から導出されたものを潜在 GDP としている。

$$GDPP_t = \exp[\log(TFP_t) + \alpha \log(KP_{t-1} \cdot AVCU_t) + (1 - \alpha) \log(LP_t \cdot LHT_t)] \quad (9)$$

変数の解説 $GDPP$:潜在 GDP, TFP :全要素生産性, α :資本分配率, KP :実質民間設備固定資産, $AVCU$:潜在稼働率, LP :潜在就業者数, LHT :潜在一人当たり労働時間

補論 A.1.2 GDP ギャップ (GDPGAP)

GDP ギャップは、実際の GDP と推計により求められた潜在 GDP の乖離率として定義している。

$$GDPGAP_t = (GDP_t - GDPP_t) / GDPP_t \cdot 100 \quad (10)$$

変数の解説 GDP :実質 GDP, $GDPP$:潜在 GDP

補論 A.1.3 潜在成長率 (GRGDPP)

潜在成長率は潜在 GDP の成長率（前年同期比）として定義している。

$$GRGDPP_t = (GDPP_t - GDPP_{t-4}) / GDPP_{t-4} \cdot 100 \quad (11)$$

変数の解説 $GRGDPP$:潜在成長率, $GDPP$:潜在 GDP

補論 A.1.4 鉱工業生産指数 (IIP)

鉱工業生産指数は、当期の GDP の各需要項目 (実質) 及び、前期の在庫水準対生産水準比によって説明されるとした。なお、鉱工業生産指数は、その他の推計式及び定義式の説明変数とはなっておらず、当該モデル内では参考指標としての位置づけとなっている。

$$\begin{aligned} \log(IIP_t) = & -1.215 + 0.528 \log(CP_t + CG_t) \\ & (-3.784) \quad (12.796) \\ & 0.263 + \log(IP_t + IH_t + IG_t) + 0.160 (\log(EX_t) - \log(IM_t)) \quad (12) \\ & (5.981) \quad (5.315) \\ & -0.610 (\log(KJP_{t-1}) - \log(IIP_{t-1})) \\ & (-12.985) \end{aligned}$$

推計期間:1980:2-2009:4、修正 R² : 0.968、DW : 1.032、回帰の標準誤差 : 0.025

変数の解説 IIP:鉱工業生産指数, CP:実質民間最終消費支出, CG:実質政府最終消費, IP:実質民間設備投資, IH:実質民間住宅投資, IG:実質公的資本形成, EX:実質財貨・サービスの輸出, IM:実質財貨・サービスの輸入, KJP:実質民間在庫品

補論 A.2 需要

補論 A.2.1 実質民間最終消費支出 (CP)

実質民間最終消費支出については、実質消費、実質雇用者報酬、実質金融資産残高及び高齢化率の間に、一定の共和分関係を想定した、ライフサイクル・恒常所得仮説に基づく長期均衡式と、短期的には流動性制約に直面する家計の存在や、実質金利の均衡水準から乖離による今期の所得と来期の所得間での代替効果の短期的な影響を考慮した、エラーコレクション型の定式化を行っている。

$$\begin{aligned} \Delta(\log(CP_t)) = & 0.003 + 0.170 \Delta \log \left(\frac{YDH_t}{PCP_t} \right) \\ & (2.723) \quad (2.258) \\ & + 0.210 \Delta \log \left(\frac{YDH_{t-1}}{PCP_{t-1}} \right) + 0.205 \Delta \log \left(\frac{YDH_{t-2}}{PCP_{t-2}} \right) \\ & (2.814) \quad (2.879) \\ & -0.169 \left[\log \frac{CP_{t-1}}{YW_{t-1} \cdot PCP_{t-1}} - 4.484 - 0.100 \log \frac{YWH_{t-1}}{YW_{t-1}} \right. \\ & (-2.887) \\ & \left. -0.297 \frac{POP65_{t-1}}{POP15_{t-1}} + 0.010(LR_t - INFREA10_t - GRGDPP_t) \right] \\ & + 0.016 D891891_t - 0.024 D892892_t \\ & (1.969) \quad (-2.903) \\ & + 0.011 D971971_t - 0.038 D972972_t \\ & (1.389) \quad (-4.678) \end{aligned} \quad (13)$$

推計期間:1985:4-2009:1、修正 R² : 0.435、DW : 1.942、回帰の標準誤差 : 0.008

変数の解説 *YDH*: 名目家計可処分所得, *PCP*: 民間最終消費デフレーター, *POP65*: 65歳以上人口, *POP15*: 15歳以上人口, *LR*: 長期金利, *INFREA10*: 期待インフレ率(10年), *GRGDPP*: 潜在成長率, *YWH*: 名目家計資産, *D891891*, *D892892*, *D971971*, *D972972*: 消費税導入、消費税率の変更を調整するダミー変数, *YW*: 雇用者報酬

補論 A.2.2 実質民間住宅投資 (IH)

実質民間住宅投資については、長期的には実質消費と住宅資本ストックが一定の関係を持つ一方²⁰、一上他(2009)で指摘されているように、その比率は高齢化など人口構成によって大きく影響を受けると考えられるため、実質消費、民間住宅固定資産及び65歳以上人口対15歳以上人口の間に一定の共和分関係を想定した長期均衡式を考え、短期的には推計式の説明力を高めるように自己ラグを含めた、エラーコレクション型の定式化を行っている。

$$\begin{aligned} \Delta \log(IH_t) = & -0.000 + 0.268 \Delta \log(IH_{t-1}) \\ & (-0.086) \quad (2.982) \\ & -0.232 \left[\log(KH_{t-1}) - \log(CP_{t-1}) + 0.013(CR_{t-1} - INFREA10_{t-1}) \right. \\ & (-2.052) \\ & \left. + 1.208(POP65_{t-1}/POP15_{t-1}) \right] \\ & + 0.033 D961964_t - 0.074 D972973_t - 0.104 D073074_t \\ & (2.005) \quad (-3.223) \quad (-4.546) \end{aligned} \quad (14)$$

推計期間:1986:1-2009:4、修正 R² : 0.435、DW : 1.742、回帰の標準誤差 : 0.031

変数の解説 *KH*: 民間住宅固定資産, *CR*: 短期金利, *INFREA10*: 期待インフレ率(10年), *POP65*: 65歳以上人口, *POP15*: 15歳以上人口, *D962964*, *D972973*, *D073074*: ダミー変数, *CP*: 実質民間最終消費支出

補論 A.2.3 実質民間設備投資 (IP)

実質民間設備投資については、長期的に生産資本と生産高の関係に一定の共和分関係を想定した長期均衡式を考え、短期的には、資本コストや自己ラグによって影響を受けるとする、エラーコレクション型の定式化を行っている。

²⁰補論 C 参照。

$$\begin{aligned}
\Delta \log(IP_t) = & \frac{-0.003}{(-0.701)} + \frac{0.149}{(1.453)} \Delta \log(IP_{t-1}) \\
& + \frac{0.046}{(1.728)} \Delta \log\left(\frac{YC_t + YP_t}{PIP_t}\right) + \frac{1.133}{(3.282)} \Delta \log GDP_{t-2} \\
& - \frac{0.801}{(-2.371)} \left[\frac{IP_{t-1}}{KP_{t-2}} - 0.184 \right. \\
& \left. + 0.160 \left(\log\left(\frac{KP_{t-2}}{GDP_{t-1}}\right) + \frac{RCC_{t-1}}{100} \right) \right]
\end{aligned} \tag{15}$$

推計期間:1986:1-2009:1、修正 R² : 0.213、DW : 2.172、回帰の標準誤差 : 0.031

変数の解説 *RCC*:資本コスト, *YC*:法人企業所得, *YP*:個人企業所得, *PIP*:民間設備投資デフレータ, *KP*:実質民間設備固定資産, *GDP*:実質 GDP

補論 A.2.4 実質民間在庫品残高 (KJP)

実質民間在庫品残高は、生産高との間に一定の共変関係があると想定した長期均衡式を考え、短期的には生産高の変動及び自己ラグによって影響を受けるとする、エラーコレクション型の定式化を行っている。なお、在庫水準については、IT化の進展など技術革新により、ダウントレンドの存在が想起されるが²¹、一上他(2009)でも指摘しているように、実際に生産量と生産高の比率を見てみるとトレンドは見受けられないため、トレンドを推計式に入れることは行っていない。

$$\begin{aligned}
\Delta \log(KJP_t) = & \frac{-0.033}{(-1.782)} + \frac{0.137}{(2.869)} \Delta \log(GDP_t) + \frac{0.364}{(4.086)} \Delta \log(KJP_{t-1}) \\
& + \frac{0.170}{(1.869)} \Delta \log(KJP_{t-2}) \\
& - \frac{0.020}{(-1.867)} [\log(KJP_{t-1}) - \log(GDP_{t-1})]
\end{aligned} \tag{16}$$

推計期間:1980:4-2009:4、修正 R² : 0.277、DW : 2.094、回帰の標準誤差 : 0.005

変数の解説 *GDP*:実質 GDP, *KJP*:実質民間在庫品残高

補論 A.2.5 実質民間在庫品増加 (JP)

実質民間在庫品増加は、定義通り今期と前期の実質民間在庫品残高の差分として定義している。

$$JP_t = (KJP_t - KJP_{t-1}) \cdot 4 \tag{17}$$

²¹例えば、BOEのMMでは在庫水準と生産高の比率の間にダウントレンドを考慮した定式化がなされている (Bank of England 2000)。

変数の解説 *KJP*:実質民間在庫品残高

補論 A.2.6 実質財貨・サービスの輸出 (EX)

実質財貨・サービスの輸出は、世界需要と実質実効レートによって説明されるエラーコレクション型の定式化を行っている。

$$\begin{aligned} \Delta \log(EX_t) = & \frac{1.323}{(4.031)} + \frac{0.341}{(4.653)} \Delta \log(EX_{t-1}) + \frac{0.120}{(1.425)} \Delta \log(EX_{t-2}) \\ & + \frac{2.628}{(6.655)} \Delta \log(WGDP_t) - \frac{0.208}{(-3.641)} \Delta \log(REXR_t) \\ & - 0.197 \left[\log(EX_{t-1}) \right. \\ & \left. + \frac{1.170}{(25.811)} \log(WGDP_{t-1}) - \frac{0.232}{(-2.639)} \log(REXR_{t-1}) \right] \end{aligned} \quad (18)$$

推計期間:1980:4-2009:4、修正 R^2 : 0.504、DW : 2.402、回帰の標準誤差 : 0.028

変数の解説 *WGDP*:世界実質 GDP, *REXR*:実質実効為替レート

補論 A.2.7 実質財貨・サービスの輸入 (原油、IMOIL)

実質財貨・サービスの輸入 (原油) は、国内生産高との間に共和分関係を考え、エラーコレクション型の定式化を行っている。なお、原油価格の価格効果はほぼ検出されなかったので説明変数には含まれていない。また、エネルギー効率の高まりにより生産高対原油比率に正のトレンドが期待されるが、推計期間 (1980 年以降) では明確なトレンドが見受けられなかったため、トレンドは含まずに推計した。

$$\begin{aligned} \Delta \log(IMOIL_t) = & \frac{-0.471}{(-3.325)} + \frac{1.887}{(2.684)} \Delta \log(GDP_t) + \frac{0.257}{(2.933)} \Delta \log(IMOIL_{t-2}) \\ & - 0.106 [\log(IMOIL_{t-1}) - \log(GDP_{t-1})] \\ & (-3.268) \end{aligned} \quad (19)$$

推計期間:1981:1-2009:4、修正 R^2 : 0.199、DW : 1.890、回帰の標準誤差 : 0.078

変数の解説 *GDP*:実質 GDP

補論 A.2.8 実質財貨・サービスの輸入 (除く原油、IMEXO)

実質財貨・サービスの輸入 (除く原油) は、国内生産高及び国内製品と海外製品の相対価格を表す実質実効為替レートとの間に共和分関係を考え、また、一上他 (2009) の指摘するように、生産の国際化に伴い、輸出量と輸入量の間には調和的な関係があると想定し、エラーコレクション型の定式化を行っている。

$$\begin{aligned} \Delta \log(IMEXO_t) = & \frac{-2.130}{(-2.695)} + \frac{0.099}{(1.171)} \Delta \log(GDP_t) + \frac{0.906}{(3.006)} \Delta \log(REXR_{t-1}) \\ & \frac{-0.221}{(-3.347)} [\log(IMEXO_{t-1}) - 0.050 \log(GDP_{t-1})] \\ & + \frac{3.062}{(4.958)} \log(REXR_{t-1}) \\ & \frac{-2.646}{(-1.099)} [\log(IMEXO_{t-1}) - \log(EX_{t-1})] \end{aligned} \quad (20)$$

推計期間:1980:3-2009:4、修正 R² : 0.332、DW : 1.943、回帰の標準誤差 : 0.031

変数の解説 *GDP*:実質 GDP, *EX*:実質財貨・サービスの輸出, *REXR* 実質実効為替レート

補論 A.2.9 実質財貨・サービスの輸入 (IM)

実質財貨・サービスの輸入は、実質財貨・サービスの輸入 (原油) と実質財貨・サービスの輸入 (除く原油) を足しあわせたものとして定義している。

$$IM_t = IMOIL_t + IMEXO_t \quad (21)$$

変数の解説 *IMOIL*:実質財貨・サービスの輸入 (原油), *IMEXO*:実質財貨・サービスの輸入 (除く原油)

補論 A.2.10 実質 GDP (GDP)

実質 GDP は、一上他 (2009) の手法に基づき、連鎖方式による実質 GDP 系列を定義している。なお、各需要項目に係るウェイトは、本来の方法に則れば前暦年となるべきところであるが、単純に前期の名目 GDP ウェイトを用いた。

$$\begin{aligned} \frac{GDP_t}{GDP_{t-1}} = & \frac{CPN_{t-1}}{GDPN_{t-1}} \frac{CP_t}{CP_{t-1}} + \frac{IHN_{t-1}}{GDPN_{t-1}} \frac{IH_t}{IH_{t-1}} + \frac{IPN_{t-1}}{GDPN_{t-1}} \frac{IP_t}{IP_{t-1}} \\ & + \frac{JPN_{t-1}}{GDPN_{t-1}} \frac{JP_t}{JP_{t-1}} + \frac{CGN_{t-1}}{GDPN_{t-1}} \frac{CG_t}{CG_{t-1}} + \frac{IGN_{t-1}}{GDPN_{t-1}} \frac{IG_t}{IG_{t-1}} \\ & + \frac{JGN_{t-1}}{GDPN_{t-1}} \frac{JG_t}{JG_{t-1}} + \frac{EXN_{t-1}}{GDPN_{t-1}} \frac{EX_t}{EX_{t-1}} - \frac{IMN_{t-1}}{GDPN_{t-1}} \frac{IM_t}{IM_{t-1}} \end{aligned} \quad (22)$$

変数の解説 CPN :名目民間最終消費支出, $GDPN$:名目 GDP, CP :実質民間最終消費支出, IHN :名目民間住宅投資, IH :実質民間住宅投資, IPN :名目民間設備投資, IP :実質民間設備投資, JPN :名目民間在庫品増加, JP :実質民間在庫品増加, CG :実質政府最終消費支出, CGN :名目政府最終消費支出, IGN :名目公的資本形成, IG :実質公的固定資本形成, JGN :名目公的在庫品増加, JG :実質公的在庫品増加, EXN :名目財貨・サービスの輸出, EX :実質財貨・サービスの輸出, IMN :名目財貨・サービスの輸入, IM :実質財貨・サービスの輸入

補論 A.2.11 実質民間住宅固定資本減耗 (DH)

実質民間住宅固定資本減耗は、前期末民間住宅固定資産に民間住宅固定資本の減価償却率を掛けたものと定義している。なお、当該減価償却率は、内閣府「国民経済計算」の純固定資産系列と民間住宅投資系列の関係から逆算して計算した。

$$DH_t = KH_{t-1} \cdot \delta_H / 100 \quad (23)$$

変数の解説 KH : 実質民間住宅固定資産, δ_H : 民間住宅固定資本減耗率

補論 A.2.12 実質民間設備固定資本減耗 (DP)

実質民間設備固定資本減耗は、前期末民間設備固定資産に民間設備固定資本の減価償却率を掛けたものと定義している。なお、当該減価償却率は、Hayashi and Inoue (1991) の物理的償却率を使用した²²。

$$DP_t = KP_{t-1} \cdot \delta_P / 100 \quad (24)$$

変数の解説 KP :実質民間設備固定資産, δ_P :民間設備固定資本減耗率

補論 A.2.13 実質公的固定資本減耗 (DG)

実質公的固定資本減耗は、前期末公的固定資産に公的固定資本の減価償却率を掛けたものと定義している。なお、当該減価償却率は、内閣府「国民経済計算」の純公的固定資産系列と公的固定資本形成系列の関係から逆算して計算した。

$$DG_t = KG_{t-1} \cdot \delta_G / 100 \quad (25)$$

変数の解説 KG : 実質公的固定資産, δ_G : 公的固定資本減耗率

²²SNA 統計との整合性を確認するため、内閣府「国民経済計算」の純民間設備固定資産系列と民間設備投資系列の関係から逆算から計算される減価償却率についても確認したが、ほぼ同じ数字となった。

補論 A.2.14 実質民間住宅固定資産 (KH)

実質民間住宅固定資産は、前期末民間住宅固定資産に今期の民間住宅投資を加え、今期の実質民間住宅固定資本減耗を差し引いたものと定義している。

$$KH_t = KH_{t-1} + IH_t/4 - DH_t/4 \quad (26)$$

変数の解説 IH : 実質民間住宅投資, DH : 実質民間住宅固定資本減耗

補論 A.2.15 実質民間設備固定資産 (KP)

実質民間設備固定資産は、前期末民間設備固定資産に今期の民間設備投資を加え、今期の実質民間設備固定資本減耗を差し引いたものと定義している。

$$KP_t = KP_{t-1} + IP_t/4 - DP_t/4 \quad (27)$$

変数の解説 IP : 実質民間設備投資, DP : 実質民間設備固定資本減耗

補論 A.2.16 実質公的固定資産 (KG)

実質公的固定資産は、前期末公的固定資産に今期の公的固定資本形成を加え、今期の実質公的固定資本減耗を差し引いたものと定義している。

$$KG_t = KG_{t-1} + IG_t/4 - DG_t/4 \quad (28)$$

変数の解説 IG : 実質公的固定資本形成, DG : 実質公的固定資本減耗

補論 A.2.17 実質公的在庫資産 (KJG)

実質公的在庫資産は、前期末公的在庫資産に今期の公的在庫品増加を加えたものと定義している。

$$KJG_t = KJG_{t-1} + JG_t/4 \quad (29)$$

変数の解説 JG : 実質公的在庫品増加

補論 A.3 労働市場

補論 A.3.1 時間当たり賃金 (W)

時間当たり賃金については、長期的には労働分配率が一定となるような長期均衡を仮定し、短期的には賃金交渉モデルと整合的になるように期待インフレ率及び失業率を含めたエラーコレクション型の推計式としている。

$$\begin{aligned} \Delta \log(W_t) = & -0.034 + 0.003 \text{INFRE1}_t - 0.005 \text{UR}_t - 0.455 \Delta \log(W_{t-1}) \\ & (-1.429) \quad (2.047) \quad (-3.282) \quad (-5.611) \\ & -0.101 [\log(YW_{t-1}) - \log(\text{GDPN}_{t-1} - \text{TI}_{t-1})] \\ & (-2.518) \end{aligned} \quad (30)$$

推計期間:1981:2-2009:2、修正 R² : 0.462、DW : 2.046、回帰の標準誤差 : 0.009

変数の解説 *INFRE1*:期待インフレ率, *UR*:失業率, *YW*:雇業者報酬, *GDPN*:名目 GDP, *TI*:純間接税

補論 A.3.2 一人当たり労働時間 (LHRTL)

一人当たり労働時間については、長期的には潜在一人当たり労働時間に一致する長期均衡を仮定し、短期的には景気動向 (GDP ギャップ) によって変動するとするエラーコレクション型の推計式としている。なお、潜在一人当たり労働時間は、一人当たり労働時間に HP フィルタ ($\lambda = 1600$) によりスムージングをかけた数値を使用している。

$$\begin{aligned} \Delta \log(\text{LHRTL}_t) = & -0.001 + 0.002 \text{GDPGAP}_t \\ & (-1.655) \quad (4.577) \\ & -0.661 [\log(\text{LHRTL}_{t-1}) - \log(\text{LHT}_{t-1})] \\ & (-7.255) \end{aligned} \quad (31)$$

推計期間:1980:2-2009:4、修正 R² : 0.462、DW : 2.046、回帰の標準誤差 : 0.009

変数の解説 *GDPGAP*:GDP ギャップ, *LHT*:潜在一人当たり労働時間

補論 A.3.3 労働参加率 (LPR)

労働参加率については、長期的には潜在労働参加率に一致する長期均衡を仮定し、短期的には景気動向によって変動するエラーコレクション型の推計式としている。なお、潜在労働参加率は、労働参加率に HP フィルタ ($\lambda = 1600$) によりスムージングをかけた数値を使用している。

$$\begin{aligned} \Delta \log(\text{LPR}_t) = & -0.000 + 0.001 \text{GDPGAP}_{t-2} \\ & (-1.541) \quad (4.349) \\ & -0.318 [\log(\text{LPR}_{t-1}) - \log(\text{LPRT}_{t-1})] \\ & (-5.059) \end{aligned} \quad (32)$$

推計期間:1980:4-2010:1、修正 R² : 0.233、DW : 2.006、回帰の標準誤差 : 0.002

変数の解説 *GDPGAP*: GDP ギャップ, *LPRT*: 潜在労働参加率

補論 A.3.4 総労働時間 (TLHRTL)

総労働時間は、長期的に潜在総労働時間に一致する長期均衡を仮定し、短期的には景気動向 (GDP ギャップ) によって変動するエラーコレクション型の推計式としている。なお、潜在総労働時間は潜在一人当たり労働時間と潜在就業者数を掛け合わせたものとなっている。

$$\begin{aligned} \Delta \log(TLHRTL_t) = & -0.002 + 0.004 GDPGAP_t \\ & (-2.840) \quad (8.369) \\ & -0.614 [\log(TLHRTL_{t-1}) - \log(LP_{t-1}LHT_{t-1})] \\ & (-8.129) \end{aligned} \quad (33)$$

推計期間:1980:2-2009:4、修正 R² : 0.398、DW : 2.126、回帰の標準誤差 : 0.006

変数の解説 *GDPGAP*: GDP ギャップ, *LP*: 潜在就業者数, *LHT*: 潜在一人当たり労働時間

補論 A.3.5 就業者数 (L)

就業者数は総労働時間を一人当たり労働時間で割ったものと定義している。

$$L_t = TLHRTL_t / LHRTL_t \quad (34)$$

変数の解説 *TLHRTL*: 総労働時間, *LHRTL*: 一人当たり労働時間

補論 A.3.6 失業率 (UR)

失業率は労働力人口 (15 歳以上人口・労働参加率) から就業者数を差し引いた完全失業者数の労働力人口の比率で定義している。

$$UR_t = \frac{POP_{15t} \cdot LPR_t - L_t}{POP_{15t} \cdot LPR_t / 100} \cdot 100 \quad (35)$$

変数の解説 *POP15*: 15 歳以上人口, *LPR*: 労働参加率, *L*: 就業者数

補論 A.3.7 潜在就業者数 (LP)

潜在就業者数は、15歳以上人口に潜在労働参加率及び構造就業率(≡1-構造失業率)で定義している。なお、構造(均衡)失業率については、飛田他(2008)及び一上他(2009)と同様に労働市場における需給のミスマッチを仮定したUV曲線の議論に基づき推計を行っている。

$$LP_t = POP_{15t} \cdot LPRT_t / 100 (1 - URHAT_t / 100) \quad (36)$$

変数の解説 POP_{15} :15歳以上人口, $LPRT$:潜在労働参加率, $URHAT$:構造的失業率

補論 A.4 物価

補論 A.4.1 消費者物価指数(コア、消費税除く、CPIEXT)

消費者物価指数(コア、消費税除く)は、当モデルにおいて、物価を代表する指標として扱っている。期待インフレ率についても対象としているのは当該物価指数となっている。水準としての消費者物価指数は、前年同期の消費者物価指数にインフレ率を掛けたものと定義している。

$$CPIEXT_t = CPIEXT_{t-4} (1 + INFR_t / 100) \quad (37)$$

変数の解説 $INFR$:インフレ率

補論 A.4.2 消費者物価指数(コア、CPI)

消費者物価指数(コア)は、消費者物価指数(コア、消費税除く)に消費税調整項を掛け合わせたもので定義している。

$$CPI_t = CPIEXT_t \cdot CPIADT_t \quad (38)$$

変数の解説 $CPIADT$:消費者物価指数消費税調整項, $CPIEXT$:消費者物価指数(コア、消費税除く)

補論 A.4.3 インフレ率(INFR)

インフレ率は、期待インフレ率、1期前のインフレ率及びGDPギャップからなるハイブリッド型NKPCとして定式化している。また、短期的な物価ショック要因として

ユニットレーバークスト及び企業物価指数の変化率を加えている。

$$\begin{aligned}
 INFR_t = & \frac{0.365}{(14.497)} INFR_{t-1} + (1 - \frac{0.365}{(14.497)}) INFREA1_t + \frac{0.012}{(1.514)} GDPGAP_{t-4} \\
 & + \frac{2.117}{(1.959)} \Delta \log(ULC_{t-1}) + \frac{2.143}{(1.145)} \Delta \log(CGPIEXT_t)
 \end{aligned}
 \tag{39}$$

推計期間:1981:2-2009:4、修正 R² : 0.989、DW : 1.126、回帰の標準誤差 : 0.142

変数の解説 *INFREA1*:期待インフレ率 (1年) , *GDPGAP*:GDP ギャップ, *ULC*:
ユニットレーバークスト, *CGPIEXT*:企業物価指数 (総合、消費税除く)

補論 A.4.4 m 期先期待インフレ率 (INFREm)

m 期先期待インフレ率は、インフレ率と GDP ギャップの 2 変数 VAR モデル (ラグは 2 期間) によって形成されるものと仮定した。また、VAR モデルについては、定数項を含まず、VAR モデル内のインフレ率は実際のインフレ率から目標インフレ率を差し引いたもの (乖離幅) を用いている。よってこの VAR モデルでは、GDP ギャップがゼロに収束した状態では、インフレ率も目標インフレ率 (1%)²³ に一致するようになっている。また、期待インフレ率が過去の実績値のラグによって決まるという意味で、当該モデルにおいては、適応的期待形成を仮定していると言える。なお、当該モデルでは期待インフレ率はフィリップ曲線に用いる他、実質金利を導出する際に用いられており、短期金利に対応する短期期待インフレ率 (t から t+1 期先期待インフレ率の平均)、長期金利に対応する長期期待インフレ率 (t から t+39 期先期待インフレ率の平均) の 2 種類が、実際のモデル内の期待変数として使用されている。

$$\begin{aligned}
 INFR_t - INFRT = & \frac{1.087}{(12.608)} (INFR_{t-1} - INFRT) + \frac{0.102}{(3.265)} GDPGAP_{t-1} \\
 & - \frac{0.197}{(-2.634)} (INFR_{t-2} - INFRT) - \frac{0.019}{(-0.561)} GDPGAP_{t-2}
 \end{aligned}
 \tag{40}$$

推計期間:1981:3-2009:4、修正 R² : 0.945、DW : 1.821、回帰の標準誤差 : 0.306

$$\begin{aligned}
 GDPGAP = & \frac{0.478}{(1.836)} (INFR_{t-1} - INFRT) + \frac{0.969}{(10.289)} GDPGAP_{t-1} \\
 & - \frac{0.483}{(-2.140)} (INFR_{t-2} - INFRT) - \frac{0.124}{(-1.221)} GDPGAP_{t-2}
 \end{aligned}
 \tag{41}$$

推計期間:1981:3-2009:4、修正 R² : 0.781、DW : 1.970、回帰の標準誤差 : 0.925

²³日本銀行の物価安定の理解 (0-2 %) の中央値を採用

変数の解説 *INFRE*:インフレ率, *INFRT*:目標インフレ率, *GDPGAP*:GDP ギャップ

補論 A.4.5 期待インフレ率 (1年、INFREA1)

期待インフレ率(1年)は、短期の期待インフレ率を表すものとして用いられており、*t*期インフレ率から *t*+3期までの期待インフレ率の平均値となっている。

$$INFREA1_t = \left[\left\{ \prod_{m=0}^3 \left(1 + \frac{INFREm_t}{100} \right) \right\}^{\frac{1}{4}} - 1 \right] \cdot 100 \quad (42)$$

変数の解説 *INFREm*:*m*期先期待インフレ率

補論 A.4.6 期待インフレ率 (10年、INFREA10)

期待インフレ率(10年)は、長期の期待インフレ率を表すものとして用いられており、*t*期インフレ率から *t*+3期までの期待インフレ率の平均値となっている。

$$INFREA10_t = \left[\left\{ \prod_{m=0}^{39} \left(1 + \frac{INFREm_t}{100} \right) \right\}^{\frac{1}{40}} - 1 \right] \cdot 100 \quad (43)$$

変数の解説 *INFREm*:*m*期先期待インフレ率

補論 A.4.7 ユニットレーバークスト (ULC)

ユニットレーバークストは、雇用者報酬を実質GDPで割ったもので定義している。

$$ULC_t = YW_t / GDP_t \quad (44)$$

変数の解説 *YW*:雇用者報酬, *GDP*:実質GDP

補論 A.4.8 企業物価指数 (総合、消費税除く、CGPIEXT)

企業物価指数(総合、消費税除く)は、自己ラグ、GDPギャップ及びエネルギー価格として財貨・サービスの輸入デフレーター(原油)によって説明されると定式化している。

$$\begin{aligned} \Delta \log(CGPIEXT_t) = & -0.001 + 0.264 \Delta \log(CGPIEXT_{t-1}) + 0.001 GDPGAP_t \\ & (-1.772) \quad (4.518) \quad (2.774) \\ & + 0.042 \Delta \log(PIMOIL_t) \\ & (8.471) \end{aligned} \quad (45)$$

推計期間:1980:3-2009:4、修正R²:0.551、DW:1.973、回帰の標準誤差:0.006

変数の解説 $GDPGAP$:GDP ギャップ, $PIMOIL$:財貨・サービスの輸入デフレーター (原油)

補論 A.4.9 企業物価指数 (総合、CGPI)

企業物価指数 (総合) は、企業物価指数 (総合、消費税除く) に消費税調整項を掛け合わせたもので定義している。

$$CGPI_t = CGPIEXT_t \cdot CGPIADT_t \quad (46)$$

変数の解説 $CGPIEXT$:企業物価指数 (総合、消費税除く), $CGPIADT$:企業物価指数消費税調整項

補論 A.4.10 民間最終消費支出デフレーター (PCP)

民間最終消費デフレーターは、カバーしている品目もほぼ同じことから、消費者物価指数 (コア) の変化率によってのみ説明されるとする定式化を行っている。

$$\Delta \log(PCP_t) = \begin{matrix} -0.001 & + & 0.903 \\ (-3.545) & & (24.028) \end{matrix} \Delta \log(CPI_t) \quad (47)$$

推計期間:1980:2-2009:4、修正 R^2 : 0.830、DW : 2.271、回帰の標準誤差 : 0.005

変数の解説 CPI :消費者物価指数 (コア)

補論 A.4.11 民間住宅投資デフレーター (PIH)

民間住宅投資デフレーターは、材料費として企業物価指数、従業員の賃金コストとして時間当たり賃金によって説明されるとする定式化を行っている。

$$\Delta \log(PIH_t) = \begin{matrix} 0.002 & + & 0.579 & + & 0.106 \\ (3.267) & & (9.719) & & (2.530) \end{matrix} \Delta \log(CGPI_t) + \Delta \log(W_{t-2}) \quad (48)$$

推計期間:1980:4-2009:4、修正 R^2 : 0.465、DW : 1.312、回帰の標準誤差 : 0.006

変数の解説 $CGPI$:企業物価指数 (総合), W :時間当たり賃金

補論 A.4.12 民間設備投資デフレーター (PIP)

民間設備投資デフレーターは、材料費として企業物価指数、従業員の賃金コストとして時間当たり賃金によって説明されるとする定式化を行っている。

$$\Delta \log(PIP) = \begin{matrix} -0.002 \\ (-5.695) \end{matrix} + \begin{matrix} 0.315 \\ (9.312) \end{matrix} \Delta \log(CGPI_t) + \begin{matrix} 0.115 \\ (4.181) \end{matrix} \Delta \log(W_t) \quad (49)$$

推計期間:1980:2-2009:4、修正 R² : 0.498、DW : 1.655、回帰の標準誤差 : 0.004

変数の解説 CGPI:企業物価指数 (総合), W:時間当たり賃金

補論 A.4.13 民間在庫品デフレーター (PJP)

民間在庫品デフレーターは、対象品が仕掛品など材料費そのものなので、企業物価指数によってのみ説明されるとする定式化を行っている。

$$\Delta \log(PJP_t) = \begin{matrix} -0.002 \\ (-3.653) \end{matrix} + \begin{matrix} 1.146 \\ (21.482) \end{matrix} \Delta \log(CGPIEXT_t) + \begin{matrix} 0.030 \\ (5.489) \end{matrix} D961961 \quad (50)$$

推計期間:1980:2-2009:1、修正 R² : 0.811、DW : 1.395、回帰の標準誤差 : 0.006

変数の解説 CGPIEXT:企業物価指数 (総合、消費税除く), D961961:ダミー変数

補論 A.4.14 政府最終消費支出デフレーター (PCG)

政府最終消費支出が市場取引されないという性質上、国民経済計算上では公務員給与、中間投入財、固定資本減耗から計算されていることを考え、政府最終消費支出デフレーターは、公務員給与として時間当たり賃金、固定資本減耗として公的固定資本形成デフレーターによって説明されるとする定式化を行った。なお、中間投入財として消費者物価指数や企業物価指数を用いることが考えられるが、有意に推計されなかったため含めていない。

$$\Delta \log(PCG_t) = \begin{matrix} -0.001 \\ (-0.932) \end{matrix} + \begin{matrix} 0.229 \\ (1.652) \end{matrix} \Delta \log(PIG_t) + \begin{matrix} 0.281 \\ (3.555) \end{matrix} \Delta \log(W_t) + \begin{matrix} 0.118 \\ (1.513) \end{matrix} \Delta \log(W_{t-1}) \quad (51)$$

推計期間:1980:3-2009:4、修正 R² : 0.158、DW : 2.947、回帰の標準誤差 : 0.010

変数の解説 PIG:公的固定資本形成デフレーター, W:時間当たり賃金

補論 A.4.15 公的固定資本形成デフレーター (PIG)

公的固定資本形成デフレーターは、民間設備投資デフレーターと同様、材料費として企業物価指数、従業員の賃金コストとして時間当たり賃金によって説明されるとする定式化を行っている。

$$\Delta \log(PI_t) = \underset{(2.172)}{0.001} + \underset{(13.152)}{0.582} \Delta \log(CGPI_t) + \underset{(2.392)}{0.086} \Delta \log(W_t) \quad (52)$$

推計期間:1980:2-2009:2、修正 R² : 0.619、DW : 1.669、回帰の標準誤差 : 0.005

変数の解説 *CGPI*:企業物価指数(総合), *W*:時間当たり賃金

補論 A.4.16 公的在庫品デフレーター (PJG)

公的在庫品デフレーターは、主要な在庫品として石油の備蓄があるため、WTI原油先物円換算価格及びその他の品目として消費者物価指数(コア、消費税除く)によって説明されるとする定式化を行っている。

$$\begin{aligned} \Delta \log(PJG_t) = & \underset{(3.890)}{0.008} + \underset{(6.436)}{0.057} \Delta \log(WTI_t \cdot EXRUS_t) \\ & + \underset{(1.798)}{0.998} \Delta \log(CPIEXT_t) \\ & + \underset{(8.300)}{0.145} D852852_t - \underset{(-6.918)}{0.141} D084084_t \end{aligned} \quad (53)$$

推計期間:1983:3-2009:1、修正 R² : 0.715、DW : 2.146、回帰の標準誤差 : 0.017

変数の解説 *WTI*:原油価格, *EXRUS*:対ドル為替レート, *CPIEXT*:消費者物価指数(コア、消費税除く), *D852852*.*D084084*:ダミー変数

補論 A.4.17 財貨・サービスの輸出デフレーター (PEX)

財貨・サービスの輸出デフレーター (PEX) は、海外物価円換算値(海外物価/名目実効為替レート)及び国内企業物価指数で説明されるとする定式化を行っている。

$$\begin{aligned} \Delta \log(PEX_t) = & \underset{(1.590)}{0.002} + \underset{(15.525)}{0.391} \Delta \log(WPI_t/REXRN_t) \\ & + \underset{(0.646)}{0.080} \Delta \log(CGPI_t) \end{aligned} \quad (54)$$

推計期間:1980:2-2009:4、修正 R² : 0.721、DW : 1.849、回帰の標準誤差 : 0.012

変数の解説 *WPI*:原油価格, *REXRN*:名目実効為替レート, *CGPI* 企業物価指数 (総合)

補論 A.4.18 財貨・サービスの輸入デフレーター (原油、PIMOIL)

財貨・サービスの輸入デフレーター (原油) は、原油価格がそのままパススルーすると考え、WTI 原油先物円換算価格によって説明されるとする定式化を行っている。また、先物価格の性質上、実際のデフレーターヘラグを伴って影響を与えていることから、2期前までの変化率を説明変数に含めている。

$$\begin{aligned} \Delta \log(PIMOIL_t) = & 0.000 + 0.189 \Delta \log(WTI_t \cdot EXRUS_t) \\ & (0.059) \quad (6.845) \\ & + 0.390 \Delta \log(WTI_{t-1} \cdot EXRUS_{t-1}) \\ & (14.312) \\ & + 0.173 \Delta \log(WTI_{t-2} \cdot EXRUS_{t-2}) \\ & (6.253) \end{aligned} \quad (55)$$

推計期間:1984:1-2009:4、修正 R² : 0.719、DW : 2.505、回帰の標準誤差 : 0.060

変数の解説 *WTI*:原油価格, *EXRUS*:対ドル為替レート

補論 A.4.19 財貨・サービスの輸入デフレーター (除く原油、PIMEXO)

財貨・サービスの輸入デフレーター (除く原油) は、海外物価の動向と国内物価動向双方の影響があると考え、海外物価円換算値 (海外物価/名目実効為替レート) 及び国内企業物価指数で説明されるとする定式化を行っている。

$$\begin{aligned} \Delta \log(PIMEXO_t) = & 0.003 + 0.452 \Delta \log(WPI_t/REXRN_t) \\ & (1.642) \quad (12.948) \\ & + 0.201 \Delta \log(PIMOIL_t) \\ & (12.537) \\ & + 0.192 \Delta \log(CGPI_{t-3}) \\ & (1.299) \end{aligned} \quad (56)$$

推計期間:1981:1-2009:4、修正 R² : 0.853、DW : 1.699、回帰の標準誤差 : 0.016

変数の解説 *WPI*:原油価格, *REXRN*:名目実効為替レート, *PIMOIL*:財貨・サービスの輸入デフレーター (原油), *CGPI*:企業物価指数 (総合)

補論 A.4.20 財貨・サービスの輸入デフレーター (PIM)

財貨・サービスの輸入デフレーター (PIM) は、財貨・サービスの輸入を原油とその他に分けているため、それぞれの系列からなる名目及び実質系列を用いて、インプリシットに導出されると定義している。

$$PIM_t = IMN_t / IM_t \cdot 100 \quad (57)$$

変数の解説 IMN :名目財貨・サービスの輸入, IM :実質財貨・サービスの輸出

補論 A.4.21 GDP デフレーター (PGDP)

GDP デフレーターは、名目 GDP 及び実質 GDP 系列からインプリシットに導出されると定義している。

$$PGDP_t = GDPN_t / GDP_t \cdot 100 \quad (58)$$

変数の解説 $GDPN$:名目 GDP, GDP :実質 GDP

補論 A.4.22 ニューメレールデフレーター (NUD)

ニューメレールデフレーターは、交易条件を示すデフレーターである。ここでは、国民経済計算での定義をそのまま利用している。

$$NUD_t = (EX_t \cdot PEX_t + IM_t \cdot PIM_t) / (EX_t + IM_t) \quad (59)$$

変数の解説 EX :実質財貨サービスの輸出, PEX :財貨・サービスの輸出デフレーター, IM :実質財貨・サービスの輸入, PIM :財貨・サービスの輸入デフレーター,

補論 A.5 名目支出及び分配

補論 A.5.1 名目民間最終消費支出 (CPN)

名目民間最終消費支出は、実質民間最終消費支出に民間最終消費支出デフレーターを掛けたものと定義される。

$$CPN_t = CP_t \cdot PCP_t / 100 \quad (60)$$

変数の解説 CP :実質民間最終消費支出, PCP :民間最終消費デフレーター,

補論 A.5.2 名目民間住宅投資 (IHN)

名目民間住宅投資は、実質民間住宅投資に民間住宅投資デフレータを掛けたものと定義される。

$$IHN_t = IH_t \cdot PIH_t / 100 \quad (61)$$

変数の解説 IH :実質民間住宅投資, PIH :民間住宅投資デフレータ

補論 A.5.3 名目民間設備投資 (IPN)

名目民間設備投資は、実質民間設備投資に民間設備投資デフレータを掛けたものと定義される。

$$IPN_t = IP_t \cdot PIP_t / 100 \quad (62)$$

変数の解説 IP :実質民間設備投資, PIP :民間設備投資デフレータ

補論 A.5.4 名目民間在庫品増加 (JPN)

名目民間在庫品増加は、実質民間在庫品増加及び民間在庫品デフレータによって説明されるという定式化を行っている。

$$JPN_t = -180.993 + 1.071 JP_t + 11622.09 \Delta \log(PJP_t) - 2990.007 D852852_t \quad (63)$$

(-3.288) (43.422) (3.388) (-6.325)

推計期間:1980:2-2009:1、修正 R^2 : 0.944、DW : 1.654、回帰の標準誤差 : 459.216

変数の解説 JP :実質民間在庫品増加, PJP :民間在庫品デフレータ, $D852852$:ダミー変数

補論 A.5.5 名目政府最終消費支出 (CGN)

名目政府最終消費支出は、実質政府消費支出に政府最終支出デフレータを掛けたものと定義される。

$$CGN_t = CG_t \cdot PCG_t / 100 \quad (64)$$

変数の解説 CG :実質政府消費支出, PCG :政府最終支出デフレータ

補論 A.5.6 名目公的固定資本形成 (IGN)

名目公的固定資本形成は、実質公的固定資本形成に公的固定資本形成デフレータを掛けたものと定義される。

$$IGN_t = IG_t \cdot PIG_t / 100 \quad (65)$$

変数の解説 IG :実質公的固定資本形成, PIG :公的固定資本形成デフレータ

補論 A.5.7 名目公的在庫品増加 (JGN)

名目公的在庫品増加は、実質公的在庫品増加及び公的在庫品デフレータによって説明されるという定式化を行っている。

$$\begin{aligned} JGN_t = & 115.627 + \frac{0.224}{(5.269)} JG_t + \frac{5727.853 \Delta \log(PJG_t)}{(10.837)} \\ & + \frac{367.533 D841864_t}{(5.443)} + \frac{1231.310 D084084_t}{(4.341)} \end{aligned} \quad (66)$$

推計期間:1980:2-2009:1、修正 R^2 : 0.543、DW : 1.642、回帰の標準誤差 : 206.502

変数の解説 JG :実質公的在庫品増加, PJG :公的在庫品デフレータ, $D841864$, $D084084$:ダミー変数

補論 A.5.8 名目財貨・サービスの輸出 (EXN)

名目財貨・サービスの輸出は、実質財貨・サービスの輸出に財貨・サービスの輸出デフレータを掛けたものと定義される。

$$EXN_t = EX_t \cdot PEX_t / 100 \quad (67)$$

変数の解説 EX :実質財貨・サービスの輸出, PEX :財貨・サービスの輸出デフレータ

補論 A.5.9 名目財貨・サービスの輸入 (原油、IMOILN)

名目財貨・サービスの輸入 (原油) は、実質財貨・サービスの輸入 (原油) に財貨・サービスの輸入 (原油) デフレータを掛けたものと定義される。

$$IMOILN_t = IMOIL_t \cdot PIMOIL_t / 100 \quad (68)$$

変数の解説 $IMOIL$:実質財貨・サービスの輸入 (原油), $PIMOIL$:財貨・サービスの輸入 (原油) デフレータ

補論 A.5.10 名目財貨・サービスの輸入 (除く原油、IMEXON)

名目財貨・サービスの輸入 (除く原油) は、実質財貨・サービスの輸入 (除く原油) に財貨・サービスの輸入 (除く原油) デフレーターを掛けたものと定義される。

$$IMEXON_t = IMEXO_t \cdot PIMEX_t / 100 \quad (69)$$

変数の解説 $IMEXO$:名目財貨・サービスの輸入 (除く原油), $PIMEX$:財貨・サービスの輸入 (除く原油) デフレーター

補論 A.5.11 名目財貨・サービスの輸入 (IMN)

名目財貨・サービスの輸入は、名目財貨・サービスの輸入 (原油) と名目財貨・サービスの輸入 (除く原油) を足しあわせたものと定義される。

$$IMN_t = IMOILN_t + IMEXON_t \quad (70)$$

変数の解説 $IMOILN$:名目財貨・サービスの輸入 (原油), $IMEXON$:名目財貨・サービスの輸入 (除く原油)

補論 A.5.12 名目国内総生産 (GDPN)

名目国内総生産は、各需要項目 (名目民間最終消費支出、名目民間住宅投資、名目民間設備投資、名目民間設備投資、名目民間在庫品増加、名目政府最終消費支出、名目公的固定資本形成、名目公的在庫品増加、名目財貨・サービスの輸出、名目財貨・サービスの輸入) によって定義される。

$$GDPN_t = CPN_t + IHN_t + IPN_t + JPN_t + CGN_t + IGN_t + JGN_t + EXN_t - IMN_t \quad (71)$$

変数の解説 CPN :名目民間最終消費支出, IHN :名目民間住宅投資, IPN :名目民間設備投資, JPN :名目民間在庫品増加, CGN :名目政府最終消費支出, IGN :名目公的固定資本形成, JGN :名目公的在庫品増加, EXN :名目財貨・サービスの輸出, IMN :名目財貨・サービスの輸入

補論 A.5.13 名目海外からの純要素所得 (NIFWN)

名目海外からの純要素所得は、海外資産からの財産所得が主となっていることから、累積経常収支に海外金利として米国長期金利を掛けたものを円換算したものと一定の

関係があるとし、その他短期的な動学を自己ラグ説明変数に加えたエラーコレクション型の推計式としている。

$$\begin{aligned} \Delta \log(NIFWN_t) = & -1.363 \quad -0.463 \Delta \log(NIFWN_{t-1}) \\ & (-1.416)(-6.778) \\ & -0.165 [\log(NIFWN_{t-1}) \\ & (-2.731) \\ & -1.269 \log(USLI_{t-1} \cdot ACA_{t-2} EXRUS_{t-1})] \\ & (-5.187) \\ & + 1.294 \Delta \log(EXRUS_t) \\ & (3.753) \end{aligned} \quad (72)$$

推計期間:1983:1-2009:4、修正 R^2 : 0.480、DW : 1.589、回帰の標準誤差 : 0.181

変数の解説 *USLI*:米国長期金利, *ACA*:累積経常収支, *EXRUS*:対ドル為替レート

補論 A.5.14 経常収支 (CA)

経常収支は、名目純輸出に名目海外からの純要素所得を足したものと定義している。

$$CA_t = EXN_t - IMN_t + NIFWN_t \quad (73)$$

変数の解説 *EXN*:名目財貨・サービスの輸出, *IMN*:名目財貨・サービスの輸入, *NIFWN*:名目海外からの純要素所得

補論 A.5.15 累積経常収支 (ACA)

累積経常収支は、ドルベースで経常収支黒字を每期積み上げたものと定義している。

$$ACA_t = ACA_{t-1} + CA_t / EXRUS_t / 4 \quad (74)$$

変数の解説 *CA*:経常収支, *EXRUS*:対ドル為替レート

補論 A.5.16 名目国民総所得 (GNIN)

名目国民総所得は、名目国内総生産に名目海外からの純要素所得を足したものと定義している。

$$GNIN_t = GDPN_t + NIFWN_t \quad (75)$$

変数の解説 *GDPN*:名目 GDP, *NIFWN*:名目海外からの純要素所得

補論 A.5.17 雇用者報酬 (YW)

雇用者報酬は、時間当たり賃金に一人当たり労働時間、就業者数を掛け合わせたものとして定義している。

$$YW_t = W_t \cdot LHRTL_t \cdot L_t \quad (76)$$

変数の解説 W :時間当たり賃金, $LHRTL$:一人当たり労働時間

補論 A.5.18 営業余剰・混合所得 (OSMI)

営業余剰・混合所得は、その名目 GDP 比率を、その他の所得の発生勘定項目対名目 GDP 比率で説明するという定式化を行っている。

$$\frac{OSMI_t}{GDPN_t} = \frac{0.892}{(12.989)} - \frac{0.532}{(-4.166)} \frac{YW_t}{GDPN_t} - \frac{1.554}{(-4.548)} \frac{TI_t}{GDPN_t} - \frac{1.546}{(-10.512)} \frac{DN_t}{GDPN_t} \quad (77)$$

推計期間:1980:1-2009:1 修正 R^2 : 0.856、DW : 10531、回帰の標準誤差 : 0.015

変数の解説 YW :雇用者報酬, TI :純間接税, DN :名目固定資本減耗, $GDPN$:名目 GDP

補論 A.5.19 純間接税 (TI)

純間接税は、その対名目 GDP 比を消費税率で回帰する形で定式化している。

$$TI_t/GDPN_t = \frac{0.062}{(100.932)} + \frac{0.003}{(16.605)} CONTAXR_t \quad (78)$$

推計期間:1980:1-2009:1、修正 R^2 : 0.706、DW : 0.892、回帰の標準誤差 : 0.007

変数の解説 $CONTAXR$:消費税率

補論 A.5.20 名目固定資本減耗 (DN)

名目固定資本減耗は、名目民間住宅固定資本減耗、名目民間設備固定資本減耗及び名目公的固定資本減耗を足しあわせたものと定義している。

$$DN_t = DHN_t + DPN_t + DGN_t \quad (79)$$

変数の解説 DHN :名目民間住宅固定資本減耗, DPN :名目民間設備固定資本減耗, DGN :名目公的固定資本減耗

補論 A.5.21 名目民間住宅固定資本減耗 (DHN)

名目民間住宅固定資本減耗は、実質民間住宅固定資本減耗に民間住宅投資デフレータを掛けたものとして定義している。

$$DHN_t = DH_t \cdot PIH_t / 100 \quad (80)$$

変数の解説 DH :実質民間住宅固定資本減耗, PIH :民間住宅投資デフレータ

補論 A.5.22 名目民間設備固定資本減耗 (DPN)

名目民間設備固定資本減耗は、実質民間設備固定資本減耗に民間設備投資デフレータを掛けたものとして定義している。

$$DPN_t = DP_t \cdot PIP_t / 100 \quad (81)$$

変数の解説 DP :実質民間設備固定資本減耗, PIP :民間設備投資デフレータ

補論 A.5.23 名目公的固定資本減耗 (DGN)

名目公的固定資本減耗は、実質公的固定資本減耗に公的固定資本形成デフレータを掛けたものとして定義している。

$$DGN_t = DG_t \cdot PIG_t / 100 \quad (82)$$

変数の解説 DG :実質公的固定資本減耗, PIG :公的固定資本形成デフレータ

補論 A.5.24 個人企業所得 (YP)

個人企業所得は、その他の第1次所得分配勘定項目の分配原資となる営業余剰・混合所得及び名目海外からの純要素所得を足し合わせたものに占める割合を、個人企業所得が雇用者報酬としての性格を持つことを鑑み、雇用者報酬で定義される労働分配率(分母は要素費用表示の名目GDP)によって説明されるとし、また、労働分配率が景気と負の相関が見られることからGDPギャップも説明変数に加えた。

$$\frac{YP_t}{OSMI_t + NIFWN_t} = -0.226 + \frac{1.026}{(-1.239)} \frac{YW_t}{(3.275)GDPN_t - TI_t} - \frac{0.014}{(-6.228)} GDPGAP_t \quad (83)$$

推計期間:1980:2-2009:1、修正 R^2 : 0.573、DW : 1.060、回帰の標準誤差 : 0.048

変数の解説 YW :雇用者報酬, $GDPN$:名目GDP, TI :純間接税, GDP ギャップ, $OSMI$:営業余剰・混合所得, $NIFWN$:名目海外からの純要素所得

補論 A.5.25 法人企業所得 (YC)

法人企業所得は、その他の第1次所得分配勘定項目の分配原資となる営業余剰・混合所得及び名目海外からの純要素所得を足し合わせたものに占める割合を、個人企業所得の同割合及び、金利上昇による法人企業の金利支払いを増やすと考えられる長期金利の後方16期間移動平均によって説明されるとした。

$$\frac{YC_t}{OSMI_t + NIFWN_t} = \frac{0.997}{(32.604)} \frac{-1.025}{(-14.389)} \frac{YP_t}{GDPN_t - TI_t} \frac{-0.007}{(-30.387)} \left(\frac{1}{16}\right) \sum_{i=0}^{15} LR_{t-i} \quad (84)$$

推計期間:1980:2-2009:1、修正 R² : 0.923、DW : 1.088、回帰の標準誤差 : 0.106

変数の解説 *YP*:個人企業所得, *GDPN*:名目 GDP, *TI*:純間接税, *LR*:長期金利, *OSMI*:営業余剰・混合所得, *NIFWN*:名目海外からの純要素所得

補論 A.5.26 家計財産所得 (YRH)

家計財産所得は、その他の第1次所得分配勘定項目の分配原資となる営業余剰・混合所得及び名目海外からの純要素所得を足し合わせたものに占める割合を、法人企業所得の同割合及び、金利上昇による家計の財産所得を増やすと考えられる長期金利の後方8期間移動平均によって説明されるとした。

$$\frac{YRH_t}{OSMI_t + NIFWN_t} = \frac{0.422}{(31.448)} + \frac{0.035}{(25.589)} \left(\frac{1}{8}\right) \sum_{i=0}^7 LR_{t-i} - \frac{0.611}{(-25.247)} \frac{YC_t}{OSMI_t + NIFWN_t} \quad (85)$$

推計期間:1987:2-2009:1、修正 R² : 0.982、DW : 0.782、回帰の標準誤差 : 0.117

変数の解説 *OSMI*:営業余剰・混合所得, *NIFWN*:名目海外からの純要素所得, *LR*:長期金利, *YC*:法人企業所得

補論 A.5.27 政府財産所得 (YRG)

政府財産所得は、その他の第1次所得分配勘定項目の分配原資となる営業余剰・混合所得及び名目海外からの純要素所得を足し合わせたものから、個人企業所得、法人企業所得、家計財産所得を差し引くことで得られると定義した。

$$YRG_t = NIFWN_t + OSMI_t - YRH_t - YC_t - YP_t \quad (86)$$

変数の解説 *NIFWN*:名目海外からの純要素所得, *OSMI*:営業余剰・混合所得, *YRH*:家計財産所得, *YC*:法人企業所得, *YP*:個人企業所得

補論 A.5.28 家計から政府への経常所得移転 (TP)

家計から政府への経常所得移転は、実効的な所得税と言えるが、経済動向、特に失業保険の支払いなどにより、失業率に影響を受けると考えられる。そこで、家計から政府への経常移転の雇用者報酬、家計財産所得、個人企業所得に占める割合が、失業率及び被説明変数のラグで説明されると定式化した。

$$\frac{TP_t}{YW_t + YRH_t + YP_t} = \frac{0.036}{(3.919)} - \frac{0.005}{(-3.723)} UR_t + \frac{0.818}{(17.170)} \frac{TP_{t-1}}{YW_{t-1} + YRH_{t-1} + YP_{t-1}} \quad (87)$$

推計期間:1980:2-2009:1、修正 R^2 : 0.911、DW : 2.863、回帰の標準誤差 : 0.032

変数の解説 *YW*:雇用者報酬, *YRH*:家計財産所得, *YP*:個人企業所得, *UR*:失業率

補論 A.5.29 法人企業から政府への経常所得移転 (TC)

法人企業から政府への経常所得移転は、実効的な法人税と考えられるところから、法人企業から政府への経常移転の法人企業所得に占める割合を、法人税率、また、経済動向によって影響を受けることも鑑み、GDPギャップによって説明されると定式化した。

$$\frac{TC_t}{YC_t} = \frac{0.009}{(46.471)} CTAXR_t + \frac{0.017}{(3.161)} GDPGAP_t + \frac{0.207}{(2.004)} D922922_t + \frac{0.580}{(5.629)} D924924_t + \frac{0.771}{(7.451)} D942942_t + \frac{1.052}{(10.201)} D952952_t + \frac{0.603}{(5.782)} D084084_t \quad (88)$$

推計期間:1980:2-2009:1、修正 R^2 : 0.702、DW : 0.992、回帰の標準誤差 : 0.188

変数の解説 *CTAXR*:消費税率, *GDPGAP*:GDPギャップ, *YC*:法人企業所得, *D922922*, *D924924*, *D942942*, *D952952*, *D084084*:ダミー変数

補論 A.5.30 家計可処分所得 (YDH)

家計可処分所得は、雇用者報酬、家計財産所得及び個人企業所得を足し合わせたものから、家計から政府への経常所得移転を差し引いたものと定義した。

$$YDH_t = YW_t + YRH_t + YP_t - TP_t \quad (89)$$

変数の解説 YW :雇用者報酬, YRH :家計財産所得, YP :個人企業所得, TP :家計から政府への経常所得移転

補論 A.6 金融

補論 A.6.1 短期金利 (CR)

短期金利は金融政策の操作変数となっており、オリジナルのテイラールールを仮定している。均衡金利は潜在成長率に目標インフレ率(1%)を足したものと仮定した。また、名目金利のゼロ下限制約も考慮した。

$$CR_t = \max\{GRGDPP_t + INFRT + \Theta_1 \cdot GDPGAP_t + \Theta_2 \cdot (INFR_t - INFRT), 0\} \quad (90)$$

変数の解説 $GRGDPP$:潜在成長率, $INFRT$:目標インフレ率, $GDPGAP$:GDPギャップ, $INFR$:インフレ率, $INFRT$:目標インフレ率, Θ_1 :GDPギャップに係るパラメータ(0.5), Θ_2 :インフレ率の目標インフレ率からの乖離に係るパラメータ(1.5)

補論 A.6.2 長期金利 (LR)

長期金利は足下の短期金利と将来時点での予想金利と考えられる潜在成長率に期待インフレ率(10年)を足したものの加重平均として推計した。また、名目金利のゼロ下限制約も考慮した。

$$LR_t = \max\left\{ \begin{array}{l} 0.496 \left(\begin{array}{l} 1.732 \\ (7.651) \end{array} + CR_t \right) \\ + \left(1 - \begin{array}{l} 0.496 \\ (7.651) \end{array} \right) (GRGDPP_t + INFREA10_t), 0 \end{array} \right\} \quad (91)$$

推計期間:1985:4-2009:4、修正 R^2 : 0.840、DW : 0.275、回帰の標準誤差 : 0.741

変数の解説 CR :短期金利, $GRGDPP$:潜在成長率, $INFREA10$:期待インフレ率(10年)

補論 A.6.3 実質資本コスト (RCC)

資本コストに関する定義はいくつか存在するが、ここでは Bank of England (2000) の定義を採用した。

$$RCC_t = \left(\frac{1 - PVIA_t/100}{1 - CTAXR_t/100} \right) (LR_t - INFREA10_t + \delta_p) \quad (92)$$

変数の解説 *PVIA*:減価償却の割引現在価値, *CTAXR*:法人税率, *LR*:長期金利, *INFREA10*:10年後の期待インフレ率(10年), δ_p :民間設備固定資本減耗率

補論 A.6.4 対ドル為替レート (EXRUS)

対ドル為替レートは、購買力平価及び UIP(Uncovered Interest Parity) が長期的均衡として成り立つと仮定し、短期的には自己ラグで説明されるとするエラーコレクション型の定式化を行った。

$$\begin{aligned} \Delta \log(EXRUS_t) = & 0.718 + 0.202 \Delta \log(EXRUS_{t-1}) \\ & (4.013) \quad (2.466) \\ & -0.045 [\log(EXRUS_{t-1}) - \log(CGPI_{t-1}) - \log(USPPI_{t-1})] \\ & (-1.511) \\ & -0.104 [\log(EXRUS_{t-1}) + (LR_{t-1} - USLI_{t-1})/100] \\ & (-3.651) \\ & -0.160 D952952_t - 0.139 D984984_t - 0.116 D084084_t \\ & (-3.752) \quad (-3.312) \quad (-2.725) \end{aligned} \quad (93)$$

推計期間:1986:1-2010:1、修正 R^2 : 0.379、DW : 1.779、回帰の標準誤差 : 0.041

変数の解説 *CGPI*:企業物価指数(総合), *USPPI*:米国生産者価格指数, *LR*:長期金利, *USLI*:米国長期金利, *D952952*, *D984984*, *D084084*:ダミー変数

補論 A.6.5 名目実効為替レート (REXRN)

名目実効為替レートは対ドル為替レートと一定の関係があると仮定したエラーコレクション型の定式化を行った。

$$\begin{aligned} \Delta \log(REXRN_t) = & 0.341 - 0.797 \Delta \log(EXRUS_t) \\ & (2.665)(-29.608) \\ & -0.037 [\log(REXRN_{t-1}) + \log(EXRUS_{t-1})] \\ & (-2.651) \quad (94) \\ & + 0.058 D981981_t + 0.101 D084084_t \\ & (3.917) \quad (6.723) \end{aligned}$$

推計期間:1980:2-2010:2、修正 R^2 : 0.900、DW : 1.248、回帰の標準誤差 : 0.015

変数の解説 *EXRUS*:対ドル為替レート, *D981981, D084084*:ダミー変数

補論 A.6.6 実質実効為替レート (REXR)

実質実効為替レートは、名目実効為替レートに国内企業物価を掛け、海外物価で割ったものと定義している。

$$REXR_t = REXRN_t \cdot CGPI_t / WPI_t \quad (95)$$

変数の解説 *REXRN*:名目実効為替レート, *CGPI*:企業物価指数, *WPI*:海外物価

補論 A.6.7 株価指数 (TOPIX)

株価指数は、現時点の企業収益を営業余剰・混合所得で代替、実質的な割引因子を実質金利マイナス潜在成長率で代替されると仮定し、定式化を行った。

$$\begin{aligned} \log(TOPIX_t) = & -13.776 + 1.830 + \log(OSMI_t) \\ & (-7.998) \quad (12.111) \\ & -0.104 (CR_t - INFREA1_t - GRGDPP_t) \\ & (-3.863) \end{aligned} \quad (96)$$

推計期間:1981:2-2009:1、修正 R^2 : 0.638、DW : 0.620、回帰の標準誤差 : 0.229

変数の解説 *OSMI*:営業余剰・混合所得, *CR*:短期金利, *INFREA1*:期待インフレ率(1年), *GRGDPP*:潜在成長率

補論 A.6.8 海外 GDP (WGDP)

海外 GDP は、2009 年時点の我が国の輸出額の上位 8 割までの国の実質 GDP を輸出額で加重平均したものとして定義している。また、海外 GDP の動学は、後で定義される海外 GDP ギャップと潜在海外 GDP によって決定されるとしている。

$$WGDP_t = WGDPP_t(1 + WGDPGAP_t/100) \quad (97)$$

変数の解説 *WGDPP*:潜在海外 GDP, *WGDPGAP*:海外 GDP ギャップ

補論 A.6.9 海外 GDP ギャップ (WGDPGAP)

海外 GDP ギャップは、海外 GDP に HP フィルタ ($\lambda = 1600$) をとることで潜在海外 GDP とし、そのギャップが AR(2) に従うものと仮定した。

$$WGDPGAP_t = \begin{matrix} 1.176 \\ (14.442) \end{matrix} WGDPGAP_{t-1} - \begin{matrix} 0.424 \\ (-5.381) \end{matrix} WGDPGAP_{t-2} \quad (98)$$

推計期間:1980:3-2010:1、修正 R^2 : 0.740、DW : 1.873、回帰の標準誤差 : 0.560

補論 A.6.10 家計純金融資産 (YWH)

家計純金融資産は、家計可処分所得から名目民間最終消費支出及び名目民間住宅投資を除いたものを、每期積み上げたものと定義している。ただし、金融資産価格の変動により、前期末の金融資産の評価が変化するため、それを調整するために家計純金融資産評価調整項を前期末金融資産に掛けている。

$$YWH_t = (YDH_t - CPN_t - IHN_t)/4 + REV_t \cdot YWH_{t-1} \quad (99)$$

変数の解説 YDH :家計可処分所得, CPN :名目民間最終消費支出, IHN :名目民間住宅投資, REV :家計純金融資産評価調整項

補論 A.6.11 家計純金融資産評価調整項 (REV)

家計純金融資産で説明したとおり、金融資産価格変動により、前期末の家計純金融資産残高は変化する。そこで、家計純金融資産の定義式から逆算することで家計純金融資産評価調整項を作成し、それが以下の通り株価などリスク資産の評価額の変化を考慮した株価指数、海外資産評価額の変化を考慮した対ドル為替レート、国債など安全資産の評価額の変化を考慮した長期金利によって説明されると定式化した。

$$REV_t = \begin{matrix} 0.881 \\ (36.695) \end{matrix} + \begin{matrix} 0.101 \\ (8.944) \end{matrix} \frac{TOPIX_t}{TOPIX_{t-1}} + \begin{matrix} 0.023 \\ (1.030) \end{matrix} \frac{EXRUS_t}{EXRUS_{t-1}} - \begin{matrix} 0.009 \\ (-2.043) \end{matrix} (LR_t - LR_{t-1}) \quad (100)$$

推計期間:1992:1-2009:1、修正 R^2 : 0.552、DW : 1.647、回帰の標準誤差 : 0.013

変数の解説 $TOPIX$:株価指数, $EXRUS$:対ドル為替レート, LR :長期金利

補論 B 変数表

記号	変数名	単位	出典、データ作成方法	方程式
α	資本分配率	-	内閣府政策統括官(経済財政分析担当, 2009)を元に0.33と置く。	外生
δ_G	公的固定資本減耗率	-	純固定資産系列と公的固定資本形成から逆算	外生
δ_H	民間住宅固定資本減耗率	-	純固定資産系列と民間住宅投資系列から逆算	外生
δ_P	民間設備固定資本減耗率	-	Hayashi and Inoue (1991)の物理的減価償却率を使用。	外生
ACA	累積経常収支	1000万USドル	経常収支を每期足し上げて作成(補論5.15を参照)	補論 A.5.15
AVCU	潜在稼働率	-	設備稼働率の期間平均(補論A.1.1を参照)	外生
CA	経常収支	10億円	名目純輸出に名目海外からの純要素所得移転を足して作成(補論A.5.14を参照)	補論 A.5.14
CG	実質政府最終消費支出	10億円	国民経済計算(内閣府)	外生
CGN	名目政府最終消費支出	10億円	国民経済計算(内閣府)	補論 A.5.5
CGPI	企業物価指数(総合, CGPI)	2005年=100	企業物価指数(日本銀行)	補論 A.4.9
CGPIADT	企業物価指数消費税調整項	-	企業物価指数(日本銀行)から作成(補論A.4.9を参照)	外生
CGPIEXT	企業物価指数(総合、消費税除く)	2005年=100	企業物価指数(日本銀行)	補論 A.4.8
CP	実質民間最終消費支出	10億円	国民経済計算(内閣府)	補論 A.2.1
CPI	消費者物価指数(コア、CPI)	2005年=100	消費者物価指数(総務省)	補論 A.4.2
CPIADT	消費者物価指数消費税調整項	-	消費者物価指数(総務省)から作成(補論A.4.1を参照)	外生
CPIEXT	消費者物価指数(コア、消費税除く)	2005年=100	消費者物価指数(総務省)から作成(補論A.4.1を参照)	補論 A.4.1
CPN	名目民間最終消費支出	10億円	国民経済計算(内閣府)	補論 A.5.1
CR	短期金利	%年率	コールレート(無担レート・O/N日本銀行)	補論 A.6.1
DYYQYYQ	ダミー変数	-	YYには西暦下二桁Qには四半期が入り、前半のYYQから後半のYYQまで1、それ以外は0のダミー変数(例: D073074は、2007Q3から2007Q4まで1、それ以外は0のダミー変数)	外生
DG	実質公的公的固定資本減耗	10億円	国民経済計算(内閣府)を基に作成(補論A.2.13を参照)	補論 A.2.13
DGN	名目公的固定資本減耗	10億円	国民経済計算(内閣府)	補論 A.5.23
DH	実質民間住宅固定資本減耗	10億円	国民経済計算(内閣府)を基に作成(補論A.2.11を参照)	補論 A.2.11
DHN	名目民間住宅固定資本減耗	10億円	国民経済計算(内閣府)	補論 A.5.21
DN	名目固定資本減耗	10億円	国民経済計算(内閣府)	補論 A.5.20
DP	実質民間設備固定資本減耗	10億円	国民経済計算(内閣府)を基に作成(補論A.2.12を参照)	補論 A.2.12

記号	変数名	単位	出典、データ作成方法	方程式
DPN	名目民間設備固定資本減耗	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.5.22
EX	実質財貨・サービスの輸出	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.2.6
EXN	名目財貨・サービスの輸出	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.5.8
EXRUS	対ドル為替レート	円/ドル	インターバンク/ドル・円スポット期間平均 (日本銀行)	補論 A.6.4
GDP	実質 GDP	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.2.10
GDPGAP	GDP ギャップ	%	実際の GDP と推計により求められた潜在 GDP の乖離率	補論 A.1.2
GDPN	名目 GDP	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.5.12
GDPP	潜在 GDP	10 億円	内閣府政策統括官 (経済財政分析担当 2009) を元に推計 (補論 A.1.1 を参照)	補論 A.1.1
GNIN	名目国民総所得	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.5.16
GRGDPP	潜在成長率	%	潜在 GDP の前年同期比	補論 A.1.3
IG	実質公的固定資本形成	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	外生
GN	名目公的資本形成	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.5.6
IH	実質民間住宅投資	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.2.2
IHN	名目民間住宅投資	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.5.2
IIP	鉱工業生産指数	2005 年=100	鉱工業生産指数 (経済産業省)	補論 A.1.4
IM	実質財貨・サービスの輸入	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.2.9
IMEXO	実質財貨・サービスの輸入 (除く原油)	10 億円	国民経済計算 (内閣府)、貿易統計 (財務省) 及び輸入物価指数 (日本銀行) から作成	補論 A.2.8
IMEXON	名目財貨・サービスの輸入 (除く原油)	10 億円	国民経済計算 (内閣府)、貿易統計 (財務省) 及び輸入物価指数 (日本銀行) から作成	補論 A.5.10
IMN	名目財貨・サービスの輸入	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.5.11
IMOIL	実質財貨・サービスの輸入 (原油)	10 億円	国民経済計算 (内閣府)、貿易統計 (財務省) 及び輸入物価指数 (日本銀行) から作成	補論 A.2.7
IMOILN	名目財貨・サービスの輸入 (原油)	10 億円	国民経済計算 (内閣府)、貿易統計 (財務省) 及び輸入物価指数 (日本銀行) から作成	補論 A.5.9
INFR	インフレ率	% 年率	消費者物価指数の前年同期比	補論 A.4.3
INFREm	期待インフレ率 (m 期先)	% 年率	インフレ率と GDP ギャップからなる 2 変数 VAR モデルによって計算される (補論 A.4.4 を参照)	補論 A.4.4
INFREA1	期待インフレ率 (1 年)	% 年率	期待インフレ率の当期から 3 期先までの平均 (補論 A.4.5 を参照)	補論 A.4.5
INFREA10	期待インフレ率 (10 年)	% 年率	期待インフレ率の当期から 39 期先までの平均 (補論 A.4.6 を参照)	補論 A.4.6
IP	実質民間設備投資	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.2.3
IPN	名目民間設備投資	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.5.3

記号	変数名	単位	出典、データ作成方法	方程式
JG	実質公的在庫品増加	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	外生
JGN	名目公的在庫品増加	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.5.7
JP	実質民間在庫品増加	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.2.5
JPN	名目民間在庫品増加	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.5.4
KG	実質公的固定資産	10 億円	国民経済計算 (内閣府) を基に作成 (補論 A.2.16 を参照)	補論 A.2.16
KH	民間住宅固定資産	10 億円	国民経済計算 (内閣府) を基に作成 (補論 A.2.14 を参照)	補論 A.2.14
KJG	実質公的在庫資産	10 億円	国民経済計算 (内閣府) を基に作成 (補論 A.2.17 を参照)	補論 A.2.17
KJP	実質民間在庫品残高	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.2.4
KP	実質民間設備固定資産	10 億円	国民経済計算 (内閣府) を基に作成 (補論 A.2.15 を参照)	補論 A.2.15
L	就業者数	万人	労働力調査 (総務省)	補論 A.3.5
LHRTL	一人当たり労働時間	2005 年=100	毎月勤労統計 (厚生労働省)	補論 A.3.2
LHT	潜在一人当たり労働時間	-	一人当たり労働時間を HP フィルタでスムージングすることで作成 (補論 A.3.4 を参照)	外生
LP	潜在就業者数	万人	15 歳以上人口に潜在労働力率及び (1-潜在失業率) を掛けて導出	補論 A.3.7
LPR	労働参加率	%	人口推計 (総務省) 及び労働力調査 (総務省) から作成	補論 A.3.3.
LPRT	潜在労働参加率	%	労働参加率を HP フィルタでスムージングすることで作成	外生
LR	長期金利	% 年率	東証国債先物利回 (10 年 東京証券取引所)	補論 A.6.2
NIFWN	名目海外からの純要素所得	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.5.13
NUD	ニューメレールデフレーター	2000 年=100	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.4.22
OSMI	営業余剰・混合所得	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.5.18
PCG	政府最終消費支出デフレーター	2000 年=100	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.4.14
PCP	民間最終消費デフレーター	2000 年=100	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.4.10
PEX	財貨・サービスの輸出デフレーター	2000 年=100	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.4.17
PGDP	GDP デフレーター	2000 年=100	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.4.21
PIG	公的固定資本形成デフレーター	2000 年=100	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.4.15
PIH	民間住宅投資デフレーター	2000 年=100	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.4.11
PIM	財貨・サービスの輸入デフレーター	2000 年=100	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.4.20
PIMEXO	財貨・サービスの輸入デフレーター (除く原油)	2000 年=100	国民経済計算 (内閣府)、貿易統計 (財務省) 及び輸入物価指数 (日本銀行) から作成	補論 A.4.19
PIMOIL	財貨・サービスの輸入デフレーター (原油)	2000 年=100	国民経済計算 (内閣府)、貿易統計 (財務省) 及び輸入物価指数 (日本銀行) から作成	補論 A.4.18
PIP	民間設備投資デフレーター	2000 年=100	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.4.12
PJG	公的在庫品デフレーター	2000 年=100	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.4.16
PJP	民間在庫品デフレーター	2000 年=100	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.4.13

記号	変数名	単位	出典、データ作成方法	方程式
POP15	15 歳以上人口	万人	人口推計 (総務省)	外生
POP65	65 歳以上人口	万人	人口推計 (総務省)	外生
RCC	実質資本コスト	%	法人企業統計 (財務省)、実効法人税率 (財務省)、長期金利、期待インフレ率、資本減耗率により作成 (補論 6.3 を参照)	補論 A.6.3
REV	家計純金融資産評価調整項	-	国民経済計算 (内閣府)、資金循環統計から作成 (補論 A.6.11 を参照)	補論 A.6.11
REXR	実質実効為替レート	2005 年=100	実質実効為替レート指数 (日本銀行)	補論 A.6.6
REXRN	名目実効為替レート	2005 年=100	名目実効為替レート指数 (日本銀行)	補論 A.6.5
TC	法人企業から政府への経常所得移転	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.5.29
TFP	全要素生産性	-	コブダグラス型関数を前提としたソロー残差により作成 (補論 A.1.1 を参照)	外生
TI	純間接税	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.5.19
TLHRTL	総労働時間	-	毎月勤労統計 (厚生労働省) 及び労働力調査 (総務省) から作成	補論 A.3.4
TOPIX	株価指数	-	Bloomberg	補論 A.6.7
TP	家計から政府への経常所得移転	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.5.28
ULC	ユニットレバーコスト	-	雇用者報酬を実質 GDP で割って作成 (補論 A.4.7 参照)	補論 A.4.7
UR	失業率	%	労働力調査 (総務省)	補論 A.3.6
URHAT	構造失業率	%	労働力調査 (総務省) 及び職業安定業務統計 (厚生労働省) から UV 曲線の理論に基づいて作成	外生
USLI	米国長期金利	%	米国財務省証券 (10 年、米国連邦準備理事会)	外生
USPPI	米国生産者物価指数	%	米国生産者物価指数 (米国労働省)	外生
W	時間当たり賃金	-	国民経済計算 (内閣府)、毎月勤労統計 (厚生労働省) 及び労働力調査 (総務省) から作成 (補論 A.5.17 を参照)	補論 A.3.1
WGDP	海外 GDP	2005 年=100	各国 GDP 統計及び貿易統計 (財務省) から作成 (補論 A.6.8 を参照)	補論 A.6.8
WGDPGAP	海外 GDP ギャップ	-	海外 GDP を HP フィルタでスムージングすることで作成	補論 A.6.9
WPI	海外物価指数	2005 年=100	名目・実質実効為替レート、企業物価指数から逆算 (補論 A.6.6 を参照)	外生
WTI	WTI 原油価格	US ドル/バレル	Bloomberg	外生
YC	法人企業所得	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.5.25
YDH	家計可処分所得	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.5.30
YP	個人企業所得	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.5.24
YRG	政府財産所得	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.5.27
YRH	家計財産所得	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.5.26
YW	雇用者報酬	10 億円	国民経済計算 (内閣府)	補論 A.5.17
YWH	家計純金融資産	10 億円	資金循環統計 (日本銀行)	補論 A.6.10

補論 C 住宅資本ストックと消費の関係の証明

以下の最適化問題を考える。

$$\begin{aligned} \max \quad & u(c_t, k_t) = \log(c_t) + \gamma \log(k_t) \\ \text{s.t.} \quad & w_{t+1} = (1+r)w_t + y_t - c_t - p_t k_t \end{aligned}$$

ここで、価値関数を考え、1階条件を求めると下記の通り。

$$V(w_t) = u(c_t, k_t) + \beta V(w_{t+1}) + \lambda [(1+r)w_t + y_t - c_t - p_t k_t - w_{t+1}]$$

$$u_c(c_t, k_t) = \lambda \tag{101}$$

$$u_k(c_t, k_t) = p_t \lambda \tag{102}$$

$$\beta V'(w_{t+1}) = \lambda \tag{103}$$

(101) 式、(102) 式より、

$$\frac{c_t}{k_t} = \frac{p_t}{\gamma} \tag{104}$$

(101) 式、(102) 式、(103) 式より、

$$\beta v'(w_{t+1}) = u_c(c_t, k_t) \tag{105}$$

ここで、価値関数に、最適解 $(c_t^*, k_t^*, w_{t+1}^*)$ を代入すると、

$$V(w_t) = u(c_t^*, k_t^*) + \beta V(w_{t+1}^*) + \lambda [(1+r)w_t + y_t - c_t^* - p_t k_t^* - w_{t+1}^*]$$

1階条件を考えると、 $V'(w_t) = \lambda(1+r)$ であるため、(101) 式より $V'(w_t) = u_c(c_t, k_t)(1+r)$ 。これを一期進めると、 $V'(w_{t+1}) = u_c(c_{t+1}, k_{t+1})(1+r)$ 。これを(105)式に代入すると、 $\beta u_c(c_{t+1}, k_{t+1})(1+r) = u_c(c_t, k_t)$ というオイラー方程式が導ける。今、効用関数は、 $u(c_t, k_t) = \log(c_t) + \gamma \log(k_t)$ であるため、 $c_{t+1} = \beta(1+r)c_t$ 、 $k_{t+1} = \beta(1+r)k_t$ 。これらを一般化すると、

$$c_{t+j} = \beta^j \Pi (1+r_{t+j}) c_t \tag{106}$$

$$k_{t+j} = \beta^j \Pi (1+r_{t+j}) k_t \tag{107}$$

また、予算制約式は以下のように変形できる。

$$\sum_{j=0}^{\infty} \left(\frac{1}{1+r} \right)^j w_{t+j} = \sum_{j=0}^{\infty} \left(\frac{1}{1+r} \right)^j c_{t+j} + \sum_{j=0}^{\infty} \left(\frac{1}{1+r} \right)^j p_{t+j} k_{t+j} - \sum_{j=0}^{\infty} \left(\frac{1}{1+r} \right)^j y_{t+j} \tag{108}$$

(105) 式、(106) 式を代入すると、

$$c_t + p_t k_t = (1-\beta) \left(w_t + \sum_{j=0}^{\infty} \left(\frac{1}{1+r} \right)^j y_{t+j} \right) \tag{109}$$

(104) 式を利用して、(109) 式を c_t に関して解くことができる。また(104)式から、 k と c に一定の関係があることが分かる。

補論 D 独占的競争モデル

ある産業において、類似はしているが同一でない製品を生産する多数の企業が存在し、それぞれはある程度の価格(及び数量)支配力を持っているようなとき、その産業は独占的競争にあると言われる。New Keynesian Phillips Curve では、何らかの価格の硬直性が生じるメカニズムを組み込んでいるが、その際、誰が価格を決定しているのかが一つの問題となる。以下で解説する独占的競争モデルによって、企業が生産コストにマージンを上乗せする形で製品価格を決定するという簡潔なプロセスを導くことができる²⁴。

最初に考慮すべき経済主体を確認しておく。この経済には、中間材を購入して最終財を生産する最終財生産企業と、資本と労働力を購入し中間材を生産する中間材生産企業の2種類の企業が存在する。最終財生産企業は完全競争市場に直面しており、その企業の生み出す利潤はゼロとなる。t 期に生産される最終財 Y_t は各種中間材 $Y_t(i)$ を生産要素として、以下の生産関数によって生産されるものとする。

$$Y_t = \left[\int Y_t(i)^q di \right]^{\frac{1}{q}} \quad 0 < q \leq 1 \quad (110)$$

最終財生産企業は、上記の生産関数、最終財価格及び中間材価格を所与として、 $P_t Y_t - \int P_t(i) Y_t(i) di$ を最大化するように生産量を定める。この利潤最大化から、中間材の要素需要関数が求められる。

$$Y_t^d(i) = \left[\frac{P_t}{P_t(i)} \right]^{\frac{1}{1-q}} Y_t \quad (111)$$

上式を最終財生産企業の利潤関数に代入し、この利潤がゼロである関係を用いると、個々の中間材と最終財価格の関係式が求められる。

$$P_t = \left[\int P_t(i)^{\frac{q}{q-1}} di \right]^{\frac{q-1}{q}} \quad (112)$$

続いて、中間材生産企業に視点を移す。それぞれの中間材生産企業は以下の Cobb-Douglas 型の生産関数を持つとする。

$$Y_t(i) = K_t(i)^a L_t(i)^{1-a} \quad (113)$$

中間材生産企業は独占的競争市場に直面していると仮定すると、中間材生産企業の利潤最大化問題は、先に導出した要素需要関数(111)式を組み込んだ上で、以下の式を最大化することと等しくなる。

$$\pi_t(i) = P_t(i) Y_t(i) - r_t K_t(i) - W_t L_t(i) \quad (114)$$

²⁴ここでの解説は Walsh(2003) を参考にしている

この利潤関数の最適化は2段階のステップを踏むことにより行うことができる。STEP1では、要素需要関数(2)を組み込んだ上で、最適な生産水準を決定する。STEP2では、先の最適な生産水準を達成するのに必要な生産要素を費用最小化行動により決定する。

STEP1として、(114)式の $Y_t(i)$ に(111)式を代入するとともに、費用部分を生産水準とその単位費用を掛け合わせたものとして再定義した上で、最適な中間材価格を決定するという最適化を行う。この中間材生産企業の利潤関数は以下のように(114)式を書き換えられる。

$$P_t(i)Y_t(i) - P_tV_tY_t(i) = [P_t(i) - P_tV_t] \left[\frac{P_t}{P_t(i)} \right]^{\frac{1}{1-q}} Y_t \quad (115)$$

ここで、 P_tV_t は、名目の単位費用を示している。これを $P_t(i)$ について微分して得られる一階条件は次の通り。

$$\left[\frac{P_t}{P_t(i)} \right]^{\frac{1}{1-q}} Y_t - \frac{1}{1-q} [P_t(i) - P_tV_t] \left[\frac{P_t}{P_t(i)} \right]^{\frac{2-q}{1-q}} \left(\frac{1}{P_t} \right) Y_t = 0 \quad (116)$$

これを整理すると、次の式が得られる。

$$P_t(i) = \frac{P_tV_t}{q} \quad (117)$$

この式から、企業は一定のマークアップ率 q^{-1} を単位費用に掛けることで製品価格を決定することがわかる。

続いて、この単位費用は具体的にどのような形をしているのかを特定するため、STEP2に進むこととする。企業の名目の費用関数は $r_tK_t(i) + W_tL_t(i)$ であり、これを技術条件(113)式のもとで最小化を行う。最適化のため、以下のラグランジュ関数をセットアップする。

$$\mathcal{L} = r_tK_t(i) + W_tL_t(i) + \lambda(Y_t(i) - K_t(i)^aL_t(i)^{1-a}) \quad (118)$$

資本及び労働市場はそれぞれ完全競争市場と仮定されており、企業は r_t, W_t を所与として最適化を行う。資本、労働、ラグランジュ乗数それぞれの一階条件は以下の通り。

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial K_t} = r_t - \lambda a \frac{Y_t(i)}{K_t(i)} = 0 \Leftrightarrow \lambda = \frac{r_t}{aY_t(i)/K_t(i)} \quad (119)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial L_t} = W_t - \lambda(1-a) \frac{Y_t(i)}{L_t(i)} = 0 \Leftrightarrow \lambda = \frac{W_t}{(1-a)Y_t(i)/L_t(i)} \quad (120)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \lambda} = Y_t(i) - K_t(i)^aL_t(i)^{1-a} = 0 \Leftrightarrow Y_t(i) = K_t(i)^aL_t(i)^{1-a} \quad (121)$$

ここで、包絡線定理を用いると、ラグランジュ乗数は生産量を一単位増やすことに伴う限界(単位)費用であることがわかる。労働需要に注目すると、(117)式で求めた価格決定式は、(120)式を用いて以下のように書き直すことができる。

$$P_t(i) = \left(\frac{1}{q} \right) \left[\frac{W_t}{(1-a)Y_t(i)/L_t(i)} \right] \quad (122)$$

ここまでで、個別企業の要素需要と価格決定に関する最適条件は確認できたが、依然として個別企業と経済全体での変数との関係はわかっていない。ここで、企業は全て均質であるという条件 (symmetric condition) を課すことにより、これまで (i) が着いていた変数は、全て (i) を除くことができる。²⁵すると、(122) 式は以下のように書き直すことができる。

$$P_t = \left(\frac{1}{q}\right) \left[\frac{W_t}{(1-a)Y_t/L_t} \right] \quad (123)$$

労働需要の形に書き直せば以下の通り。

$$L_t = \frac{q(1-a)Y_t}{W_t/P_t} \quad (124)$$

後は、労働供給は家計の最適化行動から導きだせるため、それらを連立させることにより均衡を求めることができるが、ここではこれ以上議論しない。

²⁵つまり、 $Y_t(i) = Y_t, P_t(i) = P_t, L_t(i) = L_t, K_t(i) = K_t$ ということ。これは、(110) 式や (112) 式の (i) 付き変数を (i) に依存しない変数に置き換えれば、すぐにわかる。

補論 E 国内外におけるマクロ計量モデル

補論 E.1 消費

補論 E.1.1 内閣府：短期日本経済マクロ計量モデル (2008 版、飛田他 2008)

短期日本経済マクロ計量モデル (2008 版) では、消費関数の理論的背景として、恒常所得仮説が採用されており、長期的には家計保有の人的・物的資産²⁶ に依存して決定される一方、短期的には、モデルの説明力を向上させるため、可処分所得が説明変数に加えられている、エラーコレクションモデルとなっている。

長期関係式

$$JA_CP^* = JA_HK$$

短期関係式

$$\begin{aligned} \Delta \log(JA_CP) = & -0.000808 \log \left[\frac{JA_CP(-1)^*}{JA_HK(-1)} \right] + 0.022037 \Delta \log \left[\frac{JA_YDV}{JA_PCP} \right] \\ & + 0.09233 \Delta \log \left[\frac{JA_YDV(-1)}{JA_PCP(-1)} \right] + 0.141459 \Delta \log \left[\frac{JA_YDV(-2)}{JA_PCP(-2)} \right] \\ & + 0.125477 \Delta \log \left[\frac{JA_YDV(-3)}{JA_PCP(-3)} \right] + 0.081462 \Delta \log \left[\frac{JA_NWCV(-1)}{JA_PCP(-1)} \right] \\ & - 0.98507 \Delta (JA_DTRC1) + CERR \cdot ERTS \end{aligned}$$

変数の解説 JA_CP^* ：均衡実質消費量、 JA_HK ：人的資産及び家計保有の実質純資産、 JA_CP ：実質消費、 JA_YDV ：個人可処分所得、 JA_PCP ：民間最終消費支出デフレーター、 JA_NWCV ：純資産 (家計保有分)、 JA_DTRC1 ：消費税率の一次階差、 $ERTS$ ：誤差項、 $CERR$ ：誤差項修正係数

²⁶短期日本経済マクロ計量モデルでは、人的資産は雇用者報酬の割引現在価値と家計保有の純資産の実質値の合計となっており、具体的には以下の式で示されている。ここでは、 RGB は国債利回り (10 年物)、 YLV は労働者所得 (名目)、 $NWVCV$ は家計保有の純資産である。

$$HK = \left(1 + \frac{\left(\sum_{i=-19}^0 \frac{RGB(i)}{20} \right)}{100} \right) \left(\frac{1 - \left(\frac{1 + \frac{\sum_{i=-19}^0 \frac{YLV(i) - YLV(i-4)}{20}}{1 + \frac{\sum_{i=-19}^0 \frac{RGB(i)}{100}}{20}} \right)^{40}}{\left(\frac{\sum_{i=-19}^0 \frac{RGB}{100}}{20} - \left(\frac{\sum_{i=-19}^0 \frac{YLV(i) - YLV(i-4)}{20} \right) \right)} \sum_{i=-3}^0 \frac{YLV(i)}{4} + NWVC(-1) \right) \frac{1}{PCP}$$

補論 E.1.2 日本銀行：ハイブリッド型日本経済モデル Q-JEM(一上他 2009)

ハイブリッド型日本経済モデル (Q-JEM) の消費関数の大きな特徴として、長期均衡において、所得に対する名目ベースの比率が安定的に推移するように設計されている点が挙げられる。理論的には、LPH(Life cycle-permanent income hypothesis) を基礎としている。また、もう一つの大きな特徴として、ライフサイクル仮説を反映するため、高齢者比率 (15 歳以上人口中の 60 歳以上人口の比率) の後方 5 年移動平均が、説明変数に加えられている。

短期関係式では、消費税率上昇の際の駆け込みと反動をとらえるために、ダミーを加えている。

長期関係式

$$\begin{aligned} \log \left[\frac{CQ_t \cdot PC_t / 100}{YDN_t - YP_t} \right] = & -0.229 + 0.246 \frac{1}{20} \sum_{s=0}^{19} \frac{POP60_{t-s}}{POP15_{t-s}} \\ & + 0.900 \log \left[\frac{YW_t}{YDN_t - YP_t} \right] \left[1 - \frac{1}{20} \sum_{s=0}^{19} \frac{POP60_{t-s}}{POP15_{t-s}} \right] \\ & - 2.255 \left[\frac{(IRL_t - ZPI110_t)}{400} - \frac{HYGDPQ_t}{4} \right] \\ & + 0.154 \log \left[\frac{FA_{t-1}}{LOAN_{t-1}} \right] \end{aligned}$$

短期関係式

$$\begin{aligned} \Delta \log(C_t) = & 0.003 - 0.198 \log \left(\frac{C_{t-1}}{CQ_{t-1}} \right) + 0.077 \Delta \frac{HYGDPQ_t}{4} \\ & + 0.142 \Delta \log(C_{t-2}) + 0.356 \Delta \log(C_{t-3}) \\ & + 0.022 D891_t - 0.030 D892_t + 0.014 D971_t - 0.038 D972_t \end{aligned}$$

変数の解説 CQ：実質個人消費、PC：消費デフレーター、YDN：可処分所得、YP：財産所得、POP60/POP15：高齢者比率 (15 歳以上人口中の 60 歳以上人口比率)、YW：雇用者報酬、IRL：長期金利、ZPI10：長期期待インフレ率、HYGDPQ：潜在 GDP、FA：金融資産、LOAN：家計負債、C：実質個人消費、D891：ダミー変数 (89Q1 は 1、その他は 0)、D892：(89Q2 は 1、その他は 0)、D971：(97Q1 は 1、その他は 0)、D972：(97Q2 は 1、その他は 0)

さらに、住宅投資の長期均衡に関しては、名目住宅投資と名目個人消費が長期的には同じトレンドで成長するように²⁷、この比率の対数が定常な変数で説明される関数と

²⁷補論 C で示しているように、C と K には比例関係がある。その K が均斉成長下にある場合、I/K は一定になるため、K と C に比例関係があることを示せる。

なっている点に特徴がある。この関係は、消費と住宅サービスの代替関係が存在するもとの家計の効用最大化から導くことができる。また、消費では金利に国債金利ではなく、貸出金利を使用している。

長期関係式

$$\log \left[\frac{IHQ_t \cdot PIH_t / 100}{CN_t} \right] = -1.280 - 5.026 \frac{1}{20} \sum_{s=0}^{19} \frac{POP60_{t-s}}{POP15_{t-s}} - 28.780 \left[\frac{(IRLOAN_t - ZPIXFDENV10_t)}{400} - \frac{HYGDP_t}{4} \right]$$

短期関係式

$$\Delta \log(IH_t) = 0.001 - 0.115 \log \frac{IH_{t-1}}{IHQ_{t-1}} + 0.362 \Delta \log(IH_{t-1}) - 0.088 D972_t$$

変数の解説 IHQ ：住宅投資の長期均衡、 PIH ：住宅投資デフレータ、 CN ：名目個人消費、 $IRLOAN$ ：貸出金利、 $ZPIXFDENV10$ ：本文に記載なし、 $HYGDPQ$ ：潜在成長率、 $D972$ ：(97Q2は1、その他は0)

補論 E.1.3 米国連邦準備理事会：FRB/US(Brayton and Tinsley 1996)

FRB/US(A Macroeconomic Model of the United States)の家計消費関数は、ライフサイクル・恒常所得仮説に基づいている。長期関係式では、期待生涯資産に基づいて消費水準を決定するモデルが採用されている。ここでは、期待生涯資産は、移転所得、生涯期待可処分所得、現在の資産の合計を意味し、高年齢ほど消費性向が高く、各資産が各年齢に不均一に分散しているため、資産の構成内容の変化も消費水準に影響を与える。短期的には、流動性制約下にある家計と流動性制約下でない家計の加重平均に従い決定される。ただし、流動性制約下でない家計は、消費水準が、均衡から乖離することのコストと消費水準自体を変化させることに伴う調整コストを最小化することにより得られるエラーコレクションモデルに従い定式化され²⁸、流動性制約下にある家計の存在を考慮するため、現在の可処分所得を説明変数に入れている。

²⁸PAC(Polynomial Adjustment Cost) アプローチと呼ばれる定式化の方法である。具体的には、 $E_{t-1} \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j ((y_{t+j} - y_{t+j}^*)^2 + b_1 (\Delta y_{t+j})^2 + \dots + b_m (\Delta^m y_{t+j})^2)$ という最適値水準からの乖離に伴う費用及び、調整費用を示す m 次までの差分に起因する費用からなる、2次の費用関数を設定し、これを最小化する Δy_t を求めることで、次のようなエラーコレクション型の方程式が得られる。 $\Delta y_t = -a_0 (y_{t-1} - y_{t-1}^*) + \sum_{j=1}^{m-1} a_j \Delta y_{t-j} + E_{t-1} \sum_{i=0}^{\infty} f_i \Delta y_{t+i}^*$

長期関係式

$$c^* = 1.0v + 0.62s_{trans} - 0.15s_{prop} + 0.52s_{stock} + 1.28s_o + 0.31\tilde{x}$$

短期関係式

$$\Delta c_t = -0.12(c_{t-1} - c_{t-1}^*) + 0.17lags_1(\Delta c_{t-i}) + 0.75leads_\infty(\Delta c_{t+i}^*e) + 0.09\Delta y_t$$

変数の解説 c : 耐久財のサービスフローを含んだ消費の対数值、 Y : 所得 (労働所得 + 移転所得 + 財産所得)、 y : $\log Y$ 、 V : 資産 = $leads_\infty(Y^e)$ 、 v : $\log V$ 、 s_{trans} : 移転資産/ V 、 s_{prop} : 現資産/ V 、 s_{stock} : 株式資産/ V 、 s_o : 他の純資産及び現物資産/ V 、 \tilde{x} : GDP ギャップ

家計投資は、自動車、住宅、その他の耐久消費財となっている。長期関係式では、耐久消費財の消費に対する割合が、耐久財とその他の財の相対価格、耐久財を使用するコスト、タイムトレンドで決定する。短期的には、消費の時と同様に、投資水準が、均衡から乖離することのコストと投資水準自体を変化させることに伴う調整コストを最小化することにより得られるエラーコレクションモデルに従い定式化される。ただし、加速度効果 (accelerator effect) を考慮するため、過去 4 期分の均衡投資水準の変化の合計を推計式で考慮している。

長期関係式

$$c_{dv}^* = 1.0c^* - 0.46(p_{dv} - p_c) - 0.41(p_{gas} - p_c) - 0.03r_{dv}$$

$$c_{do}^* = 1.0c^* - 0.56(p_{do} - p_c) - 0.02r_{do} + 0.004t_{82}$$

$$i_h^* = 1.0c^* - 0.13r_h - 0.003t_{43} + 0.003t_{88}$$

短期関係式

$$\Delta c_{dv,t} = -0.30(c_{dv,t-1} - c_{dv,t-1}^*) - 0.28lags_1(\Delta c_{dv,t-i}) \\ + 3.22leads_\infty(\Delta c_{dv,t+i}^*e) + 7.46lags_4(\Delta c_{dv,t-i}^*)$$

$$\Delta c_{do,t} = -0.10(c_{do,t-1} - c_{do,t-1}^*) + 0.17lags_1(\Delta c_{do,t-i}) \\ + 2.15leads_\infty(\Delta c_{do,t+i}^*e) + 1.12lags_4(\Delta c_{do,t-i}^*)$$

$$\Delta i_{h,t} = -0.99(i_{h,t-1} - i_{h,t-1}^*) + 0.38lags_1(\Delta i_{h,t-i}) \\ + 6.10leads_\infty(\Delta i_{h,t-i}^*e) + 4.15lags_4(\Delta i_{h,t-i}^*)$$

変数の解説 c_{dv} : 自動車への支出への対数值、 c_{d0} : その他の耐久財への支出の対数值、 i_h : 住宅投資の対数值、 c^* : 各耐久消費財の均衡消費量、 P_{dv} 、 P_o : 自動車及びその他の耐久消費財の対数值、 P_c : 消費の対数、 P_{gas} : 効率単位のカソリン価格、 r_{dv} 、 r_{do} 、 r_h : 自動車、その他耐久財、住居のコスト、 t_{82} 、 t_{47} 、 t_{88} : 82年第1四半期、47年第1四半期、88年第1四半期のタイムトレンド

補論 E.1.4 イングランド銀行：MM(Bank of England 2000)

MM(Macroeconometric Model) の消費関数においては、長期関係式の理論的背景には恒常所得仮説が採用されており、Q-JEM モデルと同様に、長期均衡の消費は、労働所得、資産、実質金利で決定される。短期敵な関係には、予備的貯蓄の影響を考慮するために、前期の失業率の変化分を、金融政策の変化による、キャッシュフローの変化の影響を考慮するため、名目利率を説明変数に加えている。

長期関係式

$$c_t^* = 0.89ly_t + 0.11(wel_t - pc_t) - 0.0028(RS_{t-1} - INFE_{t-1})$$

短期関係式

$$\begin{aligned} \Delta c_t = & -0.036 + 0.19\Delta y_t + 0.052\Delta(ydij_{t-1} - pc_{t-1}) - 0.068\Delta ur_{t-1} \\ & + 0.14\Delta(ghw_t - pc_t) + 0.014\Delta(nfw_t - pc_t) - 0.0016\Delta RS_t \\ & - 0.0017\Delta RS_{t-1} - 0.17(c_{t-1} - c_{t-1}^*) \end{aligned}$$

変数の解説 C : 家計消費、 ly : 税引き後労働所得、 ydi : 労働以外による所得、 pc : 消費デフレーター、 ur : 失業率、 ghw : 住宅資産、 nfw : 純金融資産、 wel : 家計総資産、 rs : 名目金利、 $infe$: 小売りの期待価格

また、住宅投資に関しては、企業の設備投資と同じ変化分をとるようになっている。

関係式

$$\Delta ih_t = \Delta ibus_t$$

変数の解説 Ih : 住宅投資、 $ibus$: 企業の設備投資

補論 E.1.5 カナダ銀行：MUSE(Gooselin and Lalonde 2005)

MUSE(Model of U.S. Economy) の消費関数における長期関係式の理論的背景には、消費水準が人的資産、金融資産、住宅資産によって説明される恒常所得仮説が採用されている。短期的には、消費水準が長期の均衡から乖離することのコストと、消費水準自体を変化させることに伴う調整コストを最小化することによって得られるエラーコレクションモデルに従い定式化されているが、流動性制約下にある家計を考慮するため、当期の実質可処分所得などが説明変数に加えられている。なお、ここでの消費は住宅投資を含む家計総合支出となっている。

長期関係式

$$\log C_t^* = -2.03 + 0.59 \log W_t^{human} + 0.18 \log W_t^{fin} + 0.23 \log W_t^{house} - 0.56 r_t^{fed}$$
$$W_t^{fin} = K_t + DEBT_t + NFA_t + W_t^{fin.reval}$$

短期関係式

$$\Delta \log C_t = -0.13(\log C_{t-1} - \log C_{t-1}^*) + 0.03 \Delta \log C_{t-1} + 0.13 \Delta \log C_{t-2}$$
$$+ 0.27 \Delta \log YD_t + 0.57 E_t \left(\sum_{i=0}^{20} f_i \Delta \log C_{t+i}^* \right)$$
$$+ 0.18 E_t \left(\sum_{i=0}^{40} \frac{\log Y_{t+i}^{gap}}{(1+0.06)^i} \right) - 0.41 \Delta r_t^{mortgage}$$
$$- 0.01 \Delta \log OIL_{t-1}$$

変数の解説 C^* : 長期的な消費の目標値、 W^{human} : 人的資産、 W^{fin} : 金融資産、 W^{house} : 実質住宅資産、 r^{fed} : 実質FFレート、 K : 資本ストック、 $DEBT$: 政府負債、 NFA : 純対外資産、 YD : 実質可処分所得、 Y^{gap} : GDP ギャップ、 $r^{mortgage}$: 実質住宅金利、 $W^{fin.reval}$: 外生的な再評価項、 OIL : 石油価格

補論 E.1.6 欧州中央銀行 AWM(Fagan et al. 2001)

AWM(Area Wide Model) の消費関数においても、長期関係式の理論的背景は、基本的には恒常所得仮説が採用されている。短期的には、エラーコレクションモデルが採用されており、流動性制約下にある家計の存在を考慮するため、可処分所得の変化分が説明変数に加えられている。

長期関係式

$$\log(PCR) = -0.74 + 0.80 \log(PYR) + 0.199 \log\left(\frac{WLN}{PCD}\right)$$

短期関係式

$$\Delta \log(PCR) = 0.77 \Delta \log(PYR) - 0.066 [\log(PCR) + 0.74 - 0.80 \log(PYR) - 0.199 \log\left(\frac{WLN}{PCD}\right)]$$

変数の解説 PCR:実質家計消費、PYR:実質家計可処分所得、WLN:名目資産(資本ストック、政府負債、海外純資産の合計)、PCD:消費支出デフレーター

補論 E.1.7 国際通貨基金: MULTIMOD MARKIII(Laxton et al. 1998)

MULTIMOD MarkIII の消費関数では、即出のモデルのような短期的動学と長期的動学の組み合わせたエラーコレクション型の定式化ではなく、共通の最適化条件に基づく短期的な動学経路均衡式及び長期的な均斉成長経路均衡式によってモデルが組み立てられている²⁹。背景となる理論は、Blanchard(1985)の個人の生存期間を有限とするライフサイクル仮説が採用されており、個人は生涯資産(非人的資産と人的資産)の一部分をオイラー方程式から導かれる消費性向に基づいて消費するようなモデルとなっている。また、所得もライフサイクルを反映し、青年期から中年期までは増加し、その後、中年期から老年期にかけて減少するようなモデル設定となっている³⁰。さらに、流動性制約下にある個人も考慮されている。

消費関数

$$\begin{aligned} C &= C_{DI} + C_{PI} \\ C_{DI} &= YD[\lambda_1 \beta_1 + \lambda_2 \beta_2 + \lambda_3(1 - \beta - \beta_2)] \\ C_{PI} &= MPC \left(WK + \frac{M}{P} + \frac{B}{P} + \frac{NFA}{P} + WH \right) \\ \frac{1}{MPC_{t+1}} &= \left\{ 1 - \frac{1}{\sigma} [(1 - \sigma)(rst_t + p_t) - (\tau_t + p_t)] \right\} \frac{1}{MPC_t} - 1 \\ WH &= \beta_1(1 - \lambda_1)WH1 + \beta_2(1 - \lambda_2)WH2 + (1 - \beta_1 - \beta_2)(1 - \lambda_3)WH3 \\ WH(i)_{t+1} &= WH(i)_t + (1 + rsr_t + p_t) - YD_t \end{aligned}$$

²⁹そのため、ここでは短期的な動学均衡経路に関する式のみを紹介する(以降で扱う、投資及び雇用・賃金・物価も同様)。なお、長期の均衡経路は、均斉成長の定義と整合性を持つように定率で変化するように設定されている。

³⁰Blanchard(1985)では、一定の値で所得が減少する場合は扱われている。

変数の解説 C_{DI} :流動性制約下にある家計の消費、 C_{PI} :ライフサイクル仮説に従う家計の消費、 YD :可処分所得、 β_i :所得凹性を決める変数、 λ_i :流動性制約下にある個人の割合、 WK :非人的資産、 WH :人的資産、 B :保有債券残高、 NFA :純海外資産残高、 rsr :実質短期金利、 p :個人の死亡確率

補論 E.2 投資

補論 E.2.1 内閣府:短期日本経済マクロ計量モデル(2008版、飛田他 2008)

短期日本経済マクロ計量モデル(2008版)では、新古典派型資本コストモデルが採用されている。長期的には資本ストックが均衡資本ストックへ調整されるようになっており、短期的には、GDPからCGとIGを除いた民需、資本の使用者費用に依存して、設備投資が決まるという、エラーコレクション型のモデルとなっている³¹。

長期関係式

$$JA_KFP = JA_KFPSTA$$

短期関係式

$$\begin{aligned} \Delta \left[\frac{JA_IFP - JA_RFP}{JA_KFP(-1) \times 4} \right] = & -0.002541 \left[\log \frac{JA_KFP(-1)}{JA_KFPSTA(-1)} \right] \\ & + 0.065763 \frac{\sum_{i=-2}^0 \Delta \log \left(\frac{JA_GDP(i) - JA_CG(i) - JA_IG(i)}{JA_KFP(i-1) \times 4} \right)}{3} \\ & - 0.032085 \Delta \log(JA_UCC) + CERR \cdot ERTS_IFP \end{aligned}$$

変数の解説 JA_IFP :民間企業設備投資(実質)、 JA_RFP :民間企業固定資本除去(実質)、 JA_KFP :民間企業粗ストック(実質)、 JA_KFPSTA :均衡民間企業粗ストック、 GDP :実質GDP、 JA_CG :政府最終消費支出(実質)、 JA_IG :公的資本形成(実質)、 JA_RCC :資本コスト(実質)、

補論 E.2.2 日本銀行:ハイブリッド型日本経済モデル Q-JEM(一上他 2009)

ハイブリッド型日本経済モデル(Quarterly-Japanese Economic Model: Q-JEM)の設備投資関数の大きな特徴として、Greenwood, Hercowitz and Krusell[1997]の成果である「名目設備投資と名目消費の対名目GDP比が長期的に一定になる」という関係

³¹内閣府(2008)は理論との整合性が高いトービンのqを利用した推計も行った、説明力が低かったため、採用を見送ったとしている

を、組み込んでいる点が挙げられる。理論的には、新古典派型資本コストモデルを基礎としている。なお、被説明変数を名目設備投資対名目 GDP 比率とすることで、資本ストックの値を用いずに投資関数を導いていることも、特徴として挙げられる³²。

一方、短期関係式は、理論面と説明力の高さから輸出及び貸出態度判断 DI(日銀短観・非製造業・中小企業) が使用されている。

長期関係式

$$\log \left(\frac{INVQ_t \cdot PINV_t}{GDP_t \cdot PGDP_t} \right) = -2.029 + 0.110HYGDPQ_t - 0.019(IRLOAN_t - ZPI10_t)$$

短期関係式

$$\begin{aligned} \Delta \log(INV_t) = & -0.001 - 0.200 \log \left(\frac{INV_t - 1}{INVQ_t - 1} \right) + 0.311 \Delta \log(EX_t) \\ & + 0.0006LOANDI_{t-3} \end{aligned}$$

変数の解説 INVQ:実質設備投資長期均衡値, PINV:設備投資デフレーター, GDP:実質 GDP, PGDP:GDP デフレーター, HYGDPQ:潜在成長率, IRLOAN:(銀行) 貸出金利, ZPI10:CPI長期期待インフレ率, INV:実質設備投資, EX:実質輸出, LOANDI:貸出態度判断 DI(日銀短観・非製造業・中小企業)

補論 E.2.3 米国連邦準備理事会：FRB/US(Brayton and Tinsley 1996)

FRB/US モデルの設備投資関数においても、長期的関係式の理論的背景には、新古典派型の資本コストモデルが採用されている。また、日本銀行の Q-JEM と同様、資本ストック系列は用いられず、生産量との関係で定義されている。ただし、資本コストの定義に資本財の変化が組み入れていないため³³、Q-JEM のように名目値への変換は行われていない。

³²—上他 [2009] では、資本遷移式、資本係数、コブダグラス型生産関数、資本コストの 4つの要素から長期関係式が導きだされることを指摘している。具体的には、(1) 資本係数の定義式 ($K/Y = \nu$) を対数線形化により微分した式 ($\Delta K/K = \Delta Y/Y + \Delta \nu/\nu$) に資本遷移式 ($\Delta K = I - \delta K$) を代入して、 $I/K = \Delta Y/Y + \delta + \Delta \nu/\nu$ を得る、(2) コブダグラス型の生産関数を仮定すると均衡では $K = \alpha Y/RC$ が成り立つ、(3) 資本のレンタルコストを投資財の相対価格 (P_i/P_y) と金利・その他の要因 ($f(r)$) で $RC = P_i/P_y \cdot f(r)$ と定義する、(4) 以上の (1)(2)(3) を組み合わせることで $P_i I/P_y Y = \alpha(\Delta Y/Y + \delta + \Delta \nu/\nu)/f(r)$ を導出する、ことよって得られる。また、この定式化により、推計が難しく精度が低い資本ストック統計データを用いることを回避していると述べている。

³³Brayton and Tinsley[1996] の中で、資金調達コストは、借入：0.8、株式：0.2 の割合で加重平均していると記載されている。

一方、短期関係式は、Muehlen[2001]で解説されているように、投資水準が均衡から乖離することのコストと投資水準自体を変化させることに伴う調整コストを最小化することにより得られるエラーコレクションモデルに従い定式化されている。また、資本市場へのアクセスに制約がある企業の存在を考慮し、追加的に企業のキャッシュフローを説明変数に追加している。具体的な短期均衡式は以下の通り。

長期関係式

$$i_{pd}^* = x_b - r_{pd} + z_{pd} + 19.5\Delta x_b$$

短期関係式

$$\begin{aligned} \Delta i_{pd,t} = & -0.07(i_{pd,t-2} - i_{pd,t-2}^*) + 0.26lags_2(\Delta i_{pd,t-i}) \\ & + 0.47leads_2(\Delta i_{pd,t+i-1}^{*e}) + 0.22lags_2(\Delta cft_{t-i}) \end{aligned}$$

変数の解説 i_{pd}^* :log(均衡実質設備投資), x_b :log(企業部門実質生産高), r_{pd} :log(資本コスト), z_{pd} :log(資本減耗率 + Δx_b 平均成長率), $i_{pd,t}$:log(実質設備投資), $i_{pd,t}^{*e}$:log(期待均衡実質設備投資), cft_t :log(企業キャッシュフロー)

補論 E.2.4 イングランド銀行：MM(Bank of England 2000)

MM(Macroeconometric Model)の設備投資関数においても、長期的関係式の理論的背景には、新古典派型の資本コストモデルが採用されている。ただし、Q-JEMやFRB/USとは違い、資本ストック系列は、定式化の過程で消去されていない。また、長期の関係として資本ストック対実質GDP比が実質資本コストに一致し、同時に資本ストックの増加率(つまり[設備投資/資本ストック])が一定値になるように定式化されている。これは、長期関係式の中にもエラーコレクション型の定式化が用いられていることを意味し、MMの設備投資関数の特筆すべき特徴と言えるだろう。

一方、短期関係式における説明変数は、ほぼ長期関係式で用いられている変数で説明され、唯一違う変数はダミー変数のみである。

長期関係式

$$ibus_t^* - kbusnh_{t-1} = -3.09 - 0.027(kbusnh_{t-2} - gdp_{t-2} + rcc_{t-1})$$

短期関係式

$$\begin{aligned}\Delta ibus_t = & -0.054 + 0.11\Delta ibus_{t-1} + 0.19\Delta ibus_{t-2} + 0.18\Delta ibus_{t-3} \\ & + 0.17\Delta ibus_{t-4} + 1.0\Delta gdp_{t-1} - 0.047[ibus_{t-1} - ibus_{t-2}^*] \\ & + dummy\end{aligned}$$

変数の解説 $ibus_t^*$: log(均衡実質設備投資), $kbus_{ht}$: log(非住宅資本ストック), gdp_t : log(実質 GDP), rcc_t : log(実質資本コスト), $dummy$: 1985年第2四半期ダミー

補論 E.2.5 カナダ銀行：MUSE(Gosselin and Lalonde 2005)

MUSE(Models of U.S. Economy)の設備投資関数においても、他の多くのモデルと同様に、新古典派型資本コストモデル、つまり、生産関数に基づく限界資本生産性と資本コストが一致するような資本ストック量が達成されるとするモデルが、基礎となる理論的背景として用いられている。ただし、他のモデルにない特徴として、資本ストックが建造物(str)、ハイテク機材(ht)、その他・ソフトウェア(es)の3種類からなり、それぞれについて設備投資関数が定式化されている点が挙げられる。このような定式化を行う利点として、資本ストック種別間の技術進歩の違いを考慮することができる点が挙げられている。実際、ハイテク機材のコストシェアは、技術進歩の違いを反映して、増加トレンドを示していることが指摘されており、それを受けて、3種資本ストックからなるトランスログ型資本サービス関数に基づくコストシェア方程式を推計することで、3種資本ストック間の代替性、補完性を推計している。

続いて具体的な定式化について解説する。長期関係式における最適設備投資水準は、均斉成長の定義と整合的となる、最適資本ストックに実質成長率(労働力成長率+全要素生産性成長率)と資本減耗率を足した最適資本ストック増加率を掛けたもの、と定式化されている。一方、短期関係式については、FRB/USと同様、投資水準が最適水準から乖離することのコストと投資水準自体を変化させることに伴う調整コストを最小化することによって得られるエラーコレクションモデルに従って定式化されている。また、建造物及びその他・ソフトウェア投資では、流動性制約に直面する(あるいは経験則に従う)企業の存在を考慮し、実質成長率が追加的な説明変数として含まれている。

長期関係式

$$\begin{aligned}I_t^{str*} &= (g_{t+1} + \delta^{str})K_t^{str*} \\ I_t^{ht*} &= (g_{t+1} + \delta^{ht})K_t^{ht*} \\ I_t^{es*} &= (g_{t+1} + \delta^{es})K_t^{es*}\end{aligned}$$

短期関係式

$$\begin{aligned}
 \Delta \log I_t^{str} &= -0.03(\log I_{t-2}^{str} - \log I_{t-2}^{str*}) + 0.19\Delta \log I_{t-1}^{str} \\
 &\quad + 0.13 \log I_{t-2}^{str} + 0.20E_{t-1} \sum_{i=0}^{20} f_i \Delta \log I_{t+i}^{str*} \\
 &\quad + 0.48\Delta \log Y_{t-1} \\
 \Delta \log I_t^{ht} &= -0.006(\log I_{t-1}^{ht} - \log I_{t-1}^{ht*}) + 0.16\Delta \log I_{t-1}^{ht} + 0.25 \log I_{t-2}^{ht} \\
 &\quad + 0.59E_{t-1} \sum_{i=0}^{20} f_i \Delta \log I_{t+i}^{ht*} \\
 \Delta \log I_t^{es} &= -0.05(\log I_{t-2}^{es} - \log I_{t-2}^{es*}) + 0.10\Delta \log I_{t-1}^{es} + 0.22 \log I_{t-2}^{es} \\
 &\quad + 0.35E_{t-1} \sum_{i=0}^{20} f_i \Delta \log I_{t+i}^{es*} + 0.33\Delta \log Y_t
 \end{aligned}$$

変数の解説 I^{str*} :均衡実質建造物設備投資, K^{str*} :均衡実質建造物資本ストック, I^{ht*} :均衡実質ハイテク機材設備投資, K^{ht*} :均衡実質ハイテク機材資本ストック, I^{es*} :均衡実質その他・ソフトウェア設備投資, K^{es*} :均衡実質その他・ソフトウェア資本ストック, I^{str} :実質建造物設備投資, I^{ht} :実質ハイテク機材設備投資, I^{es} :実質その他・ソフトウェア設備投資, Y :実質 GDP

補論 E.2.6 欧州中央銀行：AWM(Fagan et al. 2001)

AWM(Area Wide Model) の設備投資関数においても、長期関係式の理論的背景として、新古典派型の資本コストモデルが採用されている。こちらも MM、MUSE と同じく、資本ストック系列は消去されていない。

一方、短期関係式については、統計的な確からしさよりも、短期的な動学の再現することを重視し、加速度原理を反映した定式化を行っている³⁴。

長期関係式

$$KSR_t^* = \frac{\alpha \cdot YER_t}{(STRQ_t - \delta + \lambda)}$$

³⁴ただし、定式化からもわかるように、長期的には実質 GDP に対する投資弾性値は 1 になるという制約が課されている。

短期関係式

$$\begin{aligned} \Delta \log(ITR_t) = & 0.18\Delta \log(ITR_{t-1}) \\ & + 0.53\left(\alpha \frac{YER_{t-1}}{KSR_{t-1}} - (STRQ_{t-1} - \delta + \lambda)\right) + dummies \end{aligned}$$

変数の解説 KSR^* : 資本ストック, α : 資本分配率, YER : 実質 GDP, $STRQ$: 実質金利, δ : 資本減耗率, λ : リスクプレミアム, ITR : 実質設備投資, $dummies$: ダミー変数

補論 E.2.7 国際通貨基金：MULTIMOD Mark III(Laxton et al. 1998)

MULTIMODMarkIII の投資関数では、即出のモデルのような短期的動学と長期的動学の組み合わせたエラーコレクション型の定式化ではなく、短期的な動学経路均衡式及び長期的な均斉成長経路均衡式によってモデルが組まれている。背景となる理論には、トービンの q モデルが採用されている。当該モデルの特徴として、資本ストックの均斉成長が満たされている時、投資の調整費用がゼロとなるような定式化がなされている。また、トービンの q 自体の推計には、株価等を用いて推計したものではなく、投資の調整費用関数を特定化し、最適化問題を解いて得られた q に関する一階条件から推計されている。さらに、定式化にあたって、理論通りに考えれば、 I/K は同時点の q によって決定されるはずであるが、設備投資の不可逆性や、設備投資が始まってから実際に稼働し始めるまでのリードタイムの存在 (Time to Build) を考慮すると、同時点のみの q は現実的ではなく、ラグをもって影響すると考えられるため、同時点及び 1 期ラグの q を説明変数として用いている。具体的な式は以下の通り。³⁵

³⁵実際に短期的な動学経路を理解するためには、トービンの q がどのように変動するかを理解する必要がある。MULTIMOD Mark III では、以下の設備投資の調整費用を含む動学最適化問題を設定し、導きだされる 1 階条件を求めている。

$$\begin{aligned} V_t = & \sum_{s=t}^{\infty} \rho^{t-s} (F(K_{t-1}) - A_t - I_t) \\ \text{s.t. } & K_t = I_t + (1 - \delta)K_{t-1}, \quad A_t = \frac{\chi}{2} \left[\frac{I_t}{K_{t-1}} - (\delta + g) \right]^2 K_{t-1} \end{aligned}$$

この最適化問題の 1 階条件から、次の 2 式を導くことができる。

$$\frac{I_t}{K_{t-1}} = \delta + g + \frac{q_t - 1}{\chi}$$

$$q_t = (1 - \delta)E_t \rho q_{t+1} + E_t \rho [F_K(K_t) - A_K(I_{t+1}, K_t)]$$

2 条件のうち、上式が本文に対応するもので、下式がトービンの q の動学に関するものである。実際のモデルでは、このトービン q を実質資本ストック価値 WK が $WK_t = q_t K_{t-1}$ の関係を用いて定式化され、 WK の動学がトービンの q の値を決定し、その q に従って当期の設備投資が決定するというモデルになっている。

設備投資関数

$$\frac{I_t}{K_{t-1}} - \delta - g = 0.033q_t + 0.048q_{t-1}$$

変数の解説 I :実質設備投資, K :実質資本ストック, δ :資本減耗率, g :実質 GDP 成長率, q :トービンの q

補論 E.3 雇用・賃金・物価

補論 E.3.1 内閣府:短期日本経済マクロ計量モデル (2008 版、飛田他 2008)

短期日本経済マクロ計量モデル (2008 版) では、賃金は、GDP ギャップに連動するように定式化される労働分配率及び失業率 (を通じた雇用量) からインプリットに決定され、物価は、自己ラグ及び GDP ギャップからなるフィリップス曲線を基本としながら、エラーコレクションモデルにより、長期関係式として貨幣需要均衡式 (ケンブリッジ方程式) を組み込んだ定式化を行っている。よって、以下では、労働分配率、失業率、物価 (GDP デフレーター) に関する定式化について解説する。

はじめに、雇用者報酬 (及び個人企業所得) を国民純所得と固定資本減耗を足したもので割ることにより定義される労働分配率が、長期的には、生産関数から求められる均衡労働分配率に一致し、短期的には、自己ラグ、GDP ギャップ、稼働率に応じて決定されるエラーコレクションモデルによって定式化されている。

長期関係式

$$\frac{(JA_YWV + JA_YICV)}{(JA_NIV + JA_CCAV)} = (1 - \delta) \left(\frac{JA_GDP}{\gamma \cdot \exp(\lambda \cdot JA_TIME) \cdot JA_LE \cdot JA_LH} \right)^{\frac{284}{716}}$$

短期関係式

$$\begin{aligned}
 \Delta \log \left(\frac{JA_YWV + JA_YICV}{JA_NIV + JA_CCAV} \right) = & \\
 - 0.041345 \log \frac{(JA_YWV(-1) + JA_YICV(-1))}{(JA_NIV(-1) + JA_CCAV(-1))} & \\
 (1 - \delta) \left(\frac{JA_GDP(-1)}{\gamma \cdot \exp(\lambda \cdot JA_TIME(-1)) \cdot JA_LE(-1) \cdot JA_LH(-1)} \right)^{\frac{284}{716}} & \\
 - 0.35313 \Delta \log \frac{JA_YWV(-1) + JA_YICV(-1)}{JA_MIV(-1) + JA_CCAV(-1)} & \\
 - 0.260859 \Delta \log \frac{JA_YWV(-2) + JA_YICV(-2)}{JA_MIV(-2) + JA_CCAV(-2)} & \\
 - 0.172737 \Delta \log \frac{JA_YWV(-3) + JA_YICV(-3)}{JA_MIV(-3) + JA_CCAV(-3)} & \\
 - 0.10229 \Delta \log \frac{JA_YWV(-4) + JA_YICV(-4)}{JA_MIV(-4) + JA_CCAV(-4)} & \\
 - 0.224408 \Delta \log \frac{JA_CU}{100} & \\
 - 0.45023 \Delta \log \frac{JA_GDPGAP + 100}{100} - 0.002828 & \\
 + CERR \cdot ERTS_YWV &
 \end{aligned}$$

また、失業率に関しては、長期的には均衡失業率で決定され、短期的には労働分配率の均衡労働分配率の乖離や自己ラグや稼働率で説明されるエラーコレクションモデルが採用されている。

長期関係式

$$JA_UR = JA_UREQ$$

短期関係式

$$\begin{aligned}
 \Delta \log JA_UR = & \\
 & - 0.194906 \log \frac{JA_UR(-1)}{JA_UREQ(-1)} \\
 & - 0.608455 \Delta \log(JA_CU) \\
 & + 0.277037 \Delta \log(JA_UR(-2)) \\
 & + 0.524012 \Delta (\log JA_UR(-3)) \\
 & + 0.175842 \Delta \log \left(\frac{\frac{JA_YWV(-1)+YICV(-1)}{JA_NIV(-1)+CCAV(-1)}}{(1-\delta) \left(\frac{JA_GDPPOT(-1)}{\gamma \cdot \exp(\lambda \cdot JA_TIME(-1)) \cdot JA_LF(-1) \cdot JA_LHEQ(-1) \cdot \left(1 - \frac{JA_UREQ(-1)}{100}\right)}\right)^{\frac{284}{716}}} \right) \\
 & + CERR \cdot ERTS_UR
 \end{aligned}$$

最後に物価に関してであるが、短期日本経済マクロ計量モデル (2008 版) で扱われている物価は多岐にわたるため、GDP デフレーターのみを紹介する。GDP デフレーターは、長期的には実質 GDP 比での実質貨幣需要を示すマーシャルの k 及びタイムトレンド項によって説明され、短期的には、自己ラグ、GDP ギャップに応じて決定されるエラーコレクションモデルによって定式化されている。

長期関係式

$$\log(JA_PGDPAT) = 0.21732 \log \left(\frac{\sum_{i=-11}^0 JA_MK(i)}{12} \right) + 0.002273 JA_TIMEV$$

短期関係式

$$\begin{aligned}
 \Delta \log(JA_PGDPAT) = & \\
 & - 0.007746 \left(\log(JA_PGDPAT(-1)) - 0.21732 \log \left(\frac{\sum_{i=-12}^{-1} JA_MK(i)}{12} \right) \right) \\
 & - 0.002273 JA_TIMEV(-1) \\
 & - 0.191614 \Delta \log(JA_PGDPAT(-1)) \\
 & + 0.188341 \Delta \log(JA_PGDPAT(-2)) \\
 & + 0.32980 \Delta \log(JA_PGDPAT(-3)) \\
 & + 0.059669 \Delta \log(JA_PGDPAT(-4)) \\
 & + 0.09915 \frac{\log \left(\frac{JA_GDPGAP(-1)+100}{100} \right) + \log \left(\frac{JA_GDPGAP(-1)+100}{100} \right)}{2} \\
 & - 0.000349 + CERR \cdot ERTS_PGDPAT
 \end{aligned}$$

変数の解説 JA_YWV :雇用者報酬(名目), JA_YICV :個人企業所得(名目), JA_NIV :要素価格表示国民所得(名目), JA_CCAV :固定資本減耗, JA_GDP :実質GDP, JA_LE :就業者数, JA_LH :総実労働時間指数, JA_CU :稼働率, JA_GDPGAP :GDPギャップ, $ERTS_YWV$:誤差項, JA_UR :失業率, JA_UREQ :均衡失業率, GDP_POT :潜在GDP, JA_ERTS :誤差項, JA_PGDPAT :GDPデフレーター(消費税除く), JA_MK :マーシャルのK, JA_ERTS :誤差項,

補論 E.3.2 日本銀行:ハイブリッド型日本経済モデルQ-JEM(一上他 2009)

ハイブリッド型日本経済モデル(Quarterly-Japanese Economic Model:Q-JEM)では、賃金は、賃金版フィリップス曲線に基づき、期待インフレ率とGDPギャップによって説明され、雇用量(失業率)は、オークンの法則に基づき、GDPギャップによって説明され、物価は、ハイブリッド型フィリップ曲線に基づき、期待インフレ率及びGDPギャップ、その他輸入物価などによって説明されている。

始めに、賃金設定については、基本的には名目賃金が期待インフレ率とGDPギャップによって決定される賃金版フィリップ曲線に基づく定式化が行われていると言える³⁶。ただし、実際には、名目賃金が直ちにGDPギャップによって説明される形にはなっておらず、労働分配率をGDPギャップによって説明し、その労働分配率が短期的な賃金の動きを説明するという2段階形式になっており、前者を長期的な関係、後者を短期的な関係としてエラーコレクション型で定式化されている。

³⁶一上他(2009)では、賃金短期関係式において期待インフレ率が含まれている理由として、賃金交渉において、期待インフレ率が賃金に一定の影響を与えるといったことが考えられるためである、と述べている。

賃金長期関係式

$$\log(WNQ_t \cdot LW_t / GDPNADJ_t) = -0.353 - 0.829GAP_{t-1}/100 - 0.029D851Z_t \\ - 0.024D022Z_t - 0.024D033Z_t$$

賃金短期関係式

$$\Delta \log(WN_t) = -0.003 - 0.276 \log(WN_{t-1} / WNQ_{t-1}) + 2.568ZPI10_{t-1}/400$$

変数の解説 WNQ ：名目賃金長期均衡， LW ：雇用者数， $GDPNADJ$ ：修正名目GDP³⁷， GAP ：GDPギャップ， $D851Z$ ：1985年第1四半期以降1、その他は0のダミー変数， $D022Z$ ：2002年第2四半期以降1、その他は0のダミー変数， $D033Z$ ：2003年第3四半期以降1、その他は0のダミー変数， WN ：名目賃金， $ZPI10$ ：長期期待インフレ率

続いて、雇用量については、オークンの法則に基づき、就業者数と潜在就業者数とのギャップ(就業者数ギャップ)及び失業率と潜在失業率とのギャップ(失業率ギャップ)がそれぞれGDPギャップによって説明されるとする定式化がなされている³⁸。また、先の賃金決定式で登場している雇用者数については、就業者数=雇用者数+自営業者数の関係から、別途自営業者数を推計し、就業者数から差し引くことで導き出している。なお、潜在就業者数及び潜在失業率は、伊藤他(2006)による潜在労働力率及び構造失業率を用いて推計されている。

就業者ギャップ

$$LGAP_t = 0.860LGAP_{t-1} + 0.053GAP_{t-1}/100$$

失業率ギャップ

$$UGAP_t = 0.977UGAP_{t-1} - 0.009GAP_t$$

就業者数

$$\log(L_t) = \log(LQ_t) + LGAP$$

雇用者数

$$LW_t = L_t - LSELF_t$$

³⁷名目GDPから、営業余剰、混合所得、純間接税を除いたもの。雇用者報酬には自営業者の所得が含まれていないため、それを調整するために用いられている。

³⁸就業者数=15歳以上人口*労働力率*(1-失業率)の関係式があるため、15歳以上人口が外生変数であることを考えると、就業者数及び失業率がGDPギャップによって決定されると同時に労働力率も先の関係式を満たすように変化していると考えられる。

変数の解説 *LGAP*: 就業者数ギャップ, *GAP*: GDP ギャップ, *UGAP*: 失業率ギャップ, *L*: 就業者数, *LQ*: 構造就業者数, *LW*: 雇用者数, *LSELF*: 自営業者数³⁹

最後に、物価については、Q-JEM では扱っている対象が多岐に渡っており、いくつか代表的な物価を選んで解説する。金融政策の参照物価指数である消費者物価指数 (*CPI*) については、ハイブリッド型フィリップ曲線の定式化が行われており、理論的な整合性が重視されている。その他の代表的国内物価である企業物価指数 (*CGPI*) については、期待インフレ率を含まないバックワードなフィリップス曲線で、その他輸入物価や原油価格など海外要因によって説明されるとする定式化がなされている。さらに、各種 SNA 需要項目デフレーターは、消費者物価、企業物価、その他要因によって決定されるとする定式化が行われている。また、総合物価として代表的な GDP デフレーターは、名目 GDP を連鎖方式によって計算される実質 GDP を割ることでインプリシットに得られるように定式化されている。ここでは、代表として消費者物価指数 (除く食料・エネルギー・消費税) 及び企業物価指数 (除く石油製品・消費税) について紹介する。

消費者物価指数 (除く食料・エネルギー・消費税)

$$\log\left(\frac{CPIXFDENV_t}{CPIXFDENV_{t-4}}\right) = 0.867 \log\left(\frac{CPIXFDENV_{t-1}}{CPIXFDENV_{t-5}}\right) + (1 - 0.867) \frac{ZPI10_t}{100} + 0.034 \frac{GAP_{t-1}}{100}$$

企業物価指数 (除く石油製品・消費税)

$$\begin{aligned} \Delta \log(CGPD XOV_t) = & -0.0008 + 0.400 \Delta \log(CGPD XOV_{t-1}) + 0.037 \left(\frac{GAP_t}{100}\right) \\ & + 0.096 \Delta \log(IPIXO_t) + 0.045 \Delta \log(FXN_t) \\ & + 0.021 \left(\frac{CGPDOIL_{t-1}}{CGPD XOV_{t-1}}\right) \Delta \log(CGPDOIL_t) \end{aligned}$$

変数の解説 *CPIXFDENV*: 消費者物価指数 (除く食料・エネルギー・消費税), *ZPI10*: 長期期待インフレ率, *GAP*: GDP ギャップ, *CGPD XOV*: 企業物価指数 (除く石油製品・消費税), *IPIXO*: 輸入物価 (除く原油), *FXN*: 名目実効為替レート, *CGPDOIL*: 企業物価指数 (石油製品)

³⁹自営業者数は、一人当たりの GDP が増加するにつれて自営業者数の割合が低下していくという事実 (Gollin 2008) に基づき、自営業者数対雇用者数比率が 15 歳以上 (*POP15*) 人口対潜在 GDP (*GDPQ*) 比率に正比例するという定式化がなされている。具体的には、以下の通りである。

$$\log\left(\frac{LSELF_t}{LW_t}\right) = -0.105 + 0.974 \log\left(\frac{LSELF_{t-1}}{LW_{t-1}}\right) + 2.579 \left(\frac{POP15_t}{GDPQ_t}\right)$$

補論 E.3.3 米国連邦準備理事会：FRB/US(Brayton and Tinsley 1996)

FRB/USでは、短期的関係式については、PACアプローチにより特定の理論に立脚することは行われていない。一方、長期的関係式を見ると、賃金は、賃金交渉モデルに基づき、実質賃金が労働生産性上昇率トレンドや失業率によって決定されるとし、雇用量(労働時間)は生産量によって決定されるとし、物価はユニットレーバークスト、原油価格及び失業率によって決定されると定式化されている。

賃金長期関係式

$$w^* = 1.0\rho + 1.02p_g - 0.02p_e - 0.01u$$

賃金短期関係式

$$\Delta w_t = -0.03(w_{t-1} - w_{t-1}^*) + 0.71lags_3(\Delta w_{t-i}) + 0.29leads_\infty(\Delta w_{t+i}^*)$$

雇用量(総労働時間)長期関係式

$$h^* = 1.0x_g - 0.0069t_{47} + 0.0042t_{73}$$

雇用量(総労働時間)短期関係式

$$\begin{aligned}\Delta h_t = & -0.15(h_{t-1} - h_{t-1}^*) + 0.38lags_1(\Delta h_{t-i}) \\ & + 0.41leads_\infty(\Delta h_{t+i}^*) + 0.31\Delta h_t^* - 0.12lags_1(\Delta h_{t-i}^*)\end{aligned}$$

物価長期関係式

$$p^* = 0.98(w - \rho) + 0.02p_e - 0.003u$$

物価短期関係式

$$\Delta p_t = -0.10(p_{t-1} - p_{t-1}^*) + 0.57lags_2(\Delta p_{t-i}) + 0.43leads_\infty(\Delta p_{t+i}^*)$$

変数の定義 w^* ：最適時間当たり賃金対数値， ρ ：労働生産性トレンド対数値， p_g ： x_g 価格対数値(間接税除く)， p_e ：原油価格対数値， u ：人口動態調整失業率， w ：時間当たり賃金対数値， h^* ：最適非農業部門総労働時間対数値(雇用者及び自営業者)， x_g ：実質非農業部門生産高対数値(原油輸入高含む、住宅生産高除く)， t_{47} ：1947第1四半期から始まるタイムトレンド， t_{73} ：1973第1四半期から始まるタイムトレンド， h^* ：非農業部門総労働時間対数値(雇用者及び自営業者)， p^* ：最適最終財(輸入材含む、政府支出及び事業税除く)対数値， p^* ：最終財(輸入材含む、政府支出及び事業税除く)対数値

補論 E.3.4 イングランド銀行：MM(Bank of England 2000)

MMモデルでは、賃金交渉モデルに基づき、期待労働生産性、期待インフレ率、失業率などの変数によって賃金額が決まり、企業は、その賃金額を前提として需要動向に応じて労働投入量を決定し、価格決定が行われるという定式化がなされている。

始めに賃金設定 (*earn*) については、過去の賃金及び名目労働生産性の推移によって決めるルールオブサムな部分と⁴⁰、将来の期待名目労働生産性及び失業率の推移といった賃金交渉モデルの変数に基づくフォワードルッキングな部分 (*wstarc*) の加重平均によって決定されると定式化されている。また、平均期待最適賃金 (*wstarc*) は、現在及び過去3四半期に渡る3四半期後までの最適期待賃金の平均値となっているが、これは英国の賃金契約が通常年単位で行われることを考慮して、年間に行われる賃金契約が每期均等に行われる、つまり、四半期毎に経済全体の賃金契約の4分の1が更新されると仮定した場合に得られる経済全体での平均値となっている (Moghadam and Wren-Lewis 1994)。

名目賃金

$$\begin{aligned} \text{earn}_t = & 0.79 \left\{ 0.63 \left(\frac{1}{4} \right) \left[\sum_{i=1}^4 \text{earn}_{t-i} + 0.65 \left(\frac{1}{4} \right) \sum_{i=1}^4 \Delta \text{earn}_{t-i} + (1 - 0.65) \left(\frac{1}{4} \right) \sum_{i=1}^4 \Delta r p_{t-i} \right] \right. \\ & \left. + (1 - 0.63) [\text{earn}_{t-1} + 0.65 \Delta \text{earn}_{t-1} + (1 - 0.65) \Delta r p_t] \right\} + (1 - 0.79) \text{wstarc}_t \end{aligned}$$

平均期待最適賃金

$$\text{wstarc}_t = \frac{1}{16} \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 w_{t-i, t-i+j}^*$$

最適賃金 (及び最適期待賃金)

$$\begin{aligned} w_{t,t+m}^* = & \text{pgdp}_t + \text{gdp}_t - \text{emp}_t - \text{rem}_t - 0.013UR_t + ZPROXY_t \\ & + \log \left(1 + \frac{mINFE_t}{400} \right) + \log \left[1 + \frac{m}{4} \left(\frac{\text{GDP}_t / \text{EMP}_t - \text{GDP}_{t-4} / \text{EMP}_{t-4}}{\text{GDP}_{t-4} / \text{EMP}_{t-4}} \right) \right] \end{aligned}$$

変数の解説 *earn* : 一人当たり平均雇用者報酬対数値, *rp* : 住宅ローン支払いを除く小売価格指数 (*RPIX*) プラス労働生産性対数値⁴¹, $w_{i,j}^*$: *i*期における *j*期の期待最適賃金対数値, *pgdp* : GDP デフレーター (要素価格表示) 対数値, *UR* : 失業率, *ZPROXY* : 労働市場の構造的な変化の代理変数, *emp* : 雇用者数対数値, *rem* : 雇用者に対する実効社会保険料

⁴⁰名目賃金式の右辺の係数 0.79 がかかる括弧内全体が該当する。

⁴¹具体的には、 $rp_t = rpi x_t + \text{gdp}_t - \text{emp}_t$ となる。

続いて、短期的な労働投入量は、総労働時間が需要動向 (GDP ギャップ) によって決定されるとし、また一人当たり労働時間については、需要動向 (GDP ギャップ) に加えて、パートタイム労働者比率の変動によっても影響を受けるとする定式化がなされている。総労働時間と一人当たり労働時間が決まれば、前者を後者で割ることにより雇用者数が導きだされ、労働力人口とあわせることで失業率を求めることができる。

総労働時間

$$\Delta emph_t = -0.0008 + 0.43\Delta emph_{t-1} + 0.28\Delta gdp_t + 0.17[CAPU_{t-1}]$$

雇用者当たり平均労働時間

$$\begin{aligned} \Delta avh_t = & -0.21 - 0.06avh_{t-1} + 0.32\Delta avh_{t-1} \\ & - 0.61(\Delta PTSH_t - 0.32\Delta PTSH_{t-1} + 0.06PTSH_{t-1}) + 0.09CAPU_{t-1} \end{aligned}$$

雇用者数

$$EMP_t = \frac{EMPH_t}{AVH_t}$$

失業率

$$UR_t = 100 \left(\frac{PA_t \cdot POP_t - EMP_t}{PA_t POP_t} \right)$$

変数の解説 *emph* : 総労働時間対数値, *CAPU* : 稼働率 (GDP ギャップ), *avh* : 雇用者当たり平均労働時間対数値, *PTSH* : パートタイム労働者比率, *EMP* : 雇用者数, *PA* : 労働参加率, *POP* : 16 歳以上人口

最後に物価については、基本的には企業のマークアップによる価格決定行動に基づくユニットレバーコストによって決定され、短期的には需要動向 (GDP ギャップ) によって影響を受けると定式化されている。また、定式化に際して、長期と短期の関係を明示的に扱ったエラーコレクション型が採用されている。

物価 (GDP デフレーター)

$$\begin{aligned} \Delta pgdp_t = & -0.19 + 0.24\Delta pgdp_{t-1} + 0.48\Delta ulc_{t-1} + 0.27\Delta ulc_{t-2} \\ & + 0.25CAPU_{t-1} - 0.07[pgdp_{t-1} - ulc_{t-1}] \end{aligned}$$

変数の解説 *pgdp* : GDP デフレーター対数値, *ulc* : ユニットレバーコスト対数値⁴², *CAPU* : 稼働率 (GDP ギャップ)

⁴²具体的には、 $ULC_t = (EARN_t \cdot REM_t \cdot EMP_t) / GDP_t$ となっている。

補論 E.3.5 カナダ銀行：MUSE(Gosselin and Lalonde 2005)

MUSE モデルでは、労働市場を明示的に扱わず、過去のインフレ率、将来の期待インフレ率及び GDP ギャップからなるハイブリッド型フィリップスカーブによって物価及び生産のダイナミクスを表現している。

物価 (フィリップスカーブ)

$$\begin{aligned}\pi_t = & 0.11\pi_{t-3} + 0.11\pi_{t-2} + 0.28\pi_{t-1} + 0.28E_t\pi_{t+1} + 0.11E_t\pi_{t+2} + 0.11E_t\pi_{t+3} \\ & + 0.046 \log Y_t^{gap} + 0.04\Delta \log PM_{t-1} + 0.03\Delta \log PM_{t-2}\end{aligned}$$

変数の解説 π ：インフレ率， Y^{gap} ：GDP ギャップ， PM ：相対輸入物価 (輸入物価を GDP デフレーターでデフレートしたもの)

補論 E.3.6 欧州中央銀行：AWM(Fagan et al. 2001)

AWM(Area-Wide Model) では、賃金、雇用量及び物価の長期的水準が労働分配率と生産関数によって規定されており、短期的な変動については、賃金版フィリップス曲線に基づき、期待インフレ率、失業率などの変数によって賃金が決定し、雇用量は、労働需要関数に基づき、労働生産性及び実質賃金によって決定され、物価は、ハイブリッド型のフィリップス曲線に基づき、期待インフレ率、過去のインフレ率、GDP ギャップなどによって決定される定式化が行われている。また、定式化に際して、長期と短期の関係はエラーコレクション型を採用することにより統合されている。

始めに、賃金 (WRN) については、長期的には生産関数に基づく労働分配率 $1 - \beta$ で一定になるように調整され、短期的には、期待インフレ率、過去の (消費者物価の) インフレ率、過去の労働生産性上昇率によって変動し、また、モデル外で推計したインフレ非加速的失業率をトレンド失業率として、その乖離によっても影響を受けるとする定式化がなされている。

賃金

$$\begin{aligned} \Delta \log \left(\frac{WRN_t}{PCD_t LPROD_t} \right) = & 0.2[INFT_t - \Delta \log(PCD_{t-1})] \\ & + 0.27\Delta \log \left(\frac{WRN_{t-4}}{PCD_{t-4} LPROD_{t-4}} \right) \\ & - 0.92\Delta^2 \log(PCD_t) - 0.57\Delta^2 \log(PCD_{t-1}) \\ & - 0.47\Delta^2 \log(PCD_{t-2}) - 0.33\Delta^2 \log(PCD_{t-3}) \\ & - 0.56\Delta^2 \log(LPROD_t) - 0.46\Delta^2 \log(LPROD_{t-1}) \\ & - 0.40\Delta^2 \log(LPROD_{t-2}) - 0.26\Delta^2 \log(LPROD_{t-3}) \\ & - 0.015 \log \left(\frac{URX_{t-1}}{URT_{t-1}} \right) + 0.10 \log \left[(1 - \beta) \frac{YFD_{t-1}}{ULT_{t-1}} \right] \\ & + dummies \end{aligned}$$

変数の解説 WRN ：平均一人当たり雇用者報酬， PCD ：消費デフレータ， $LPROD$ ：労働生産性， $INFT$ ：期待インフレ率， URX ：失業率， URT ：トレンド失業率， β ：資本分配率， YFD ：GDP デフレータ (要素価格表示)， ULT ：トレンドユニットレバーコスト

続いて、雇用量については、長期的に、外生的に決まるトレンドの労働力人口増加率の他、生産関数に基づく実質 GDP、資本ストック、全要素生産性といった実質変数との一定関係が維持されるように調整され、短期的には、トレンドの労働生産性上昇率以上の需要の拡大には正の、賃金の上昇には負の影響を受けるとする定式化が行われている。

雇用量

$$\begin{aligned} \Delta \log(LNN_t) = & 0.69DLNNS_t + 0.18\Delta \log(YERA_t) \\ & - 0.12\Delta \log(WRNA_t) - 0.13\Delta \log(WRNA_{t-1}) \\ & - 0.081 \left[\log(LNN_{t-1}) - \frac{\log(YER_{t-1}) - \beta \log(KSR_{t-1}) - \log(TFT_{t-1})}{1 - \beta} \right] \\ & + dummies \end{aligned}$$

変数の解説 LNN ：総雇用者数 (自営業者含む)， $DLNNS$ ：トレンド労働力人口増加率， $\Delta \log(YERA)$ ：実質 GDP 成長率マイナストrend労働生産性上昇率， $\Delta \log(WRNA)$ ：実質賃金成長率マイナストrend労働生産性上昇率， YER ：実質 GDP， KSR ：資本ストック， TFT ：全要素生産性

最後に、物価について、長期的には、賃金と同様に生産関数に基づく労働分配率 $1 - \beta$ で一定になるように調整され、短期的には、ハイブリッド型フィリップス曲線に

基づく期待インフレ率、過去のインフレ率、GDP ギャップの他、輸入デフレーター、ユニットレーバークストによっても影響を受けるとする定式化がなされている。

物価 (GDP デフレーター)

$$\begin{aligned} \Delta \log(YFD_t) = & 0.2(INFT - \Delta \log(YFD_{t-1}) + 0.0039 \\ & + 0.03 \log(YGAP_{t-1}) + 0.23 \Delta \log(YFD_{t-1}) \\ & + 0.031 \Delta \log(MTD_{t-1}) + 0.25 \Delta \log(ULT_t) \\ & + 0.084 \Delta \log(ULT_{t-1}) + 0.16 \Delta \log(ULT_{t-2}) \\ & - 0.045 \log \left[(1 - \beta) \frac{YFD_{t-1}}{ULT_{t-1}} \right] + dummies \end{aligned}$$

変数の解説 YFD : GDP デフレーター (要素価格表示), $INFT$: 期待インフレ率, $YGAP$: GDP ギャップ, MTD : 輸入デフレーター, ULT : トレンドユニットレーバークスト

補論 E.3.7 国際通貨基金: MULTIMOD Mark III (Laxton et al. 1998)

MULTIMOD Mark III では、賃金を明示的に扱わず、インフレ率と失業率の関係をフィリップス曲線で、失業率と生産の関係をオークンの法則で定式化している。

雇用量については、オークンの法則に基づき、失業率の事前の自然失業率 (NAIRU) からのギャップが、GDP ギャップによって決定され、また、雇用が各種制度要因により直ちに調整されないという事実から、それ自身のラグを説明変数に含めることで定式化が行われている。なお、当該モデルは多国間モデルのため、以下の式の紹介における係数の数値は、代表値として全て Japan の推計値となっている。

失業率

$$u_t - \bar{u}_t = -0.06(y_t - \bar{y}_t) + 0.49(u_{t-1} - \bar{u}_{t-1})$$

変数の解説 u : 失業率, \bar{u} : 事前の自然失業率 (NAIRU)⁴³, y : GDP, \bar{y} : 潜在 GDP

44

⁴³ ここでの自然失業率はフィルタリングの手法により推計されており、Prior-Consistent Filter が用いられている。具体的には、以下の式を最小化する \bar{u} が、フィルタリングによって得られる系列となる。

$$\sum_{t=1}^T (u_t - \bar{u}_t)^2 + \lambda_{pc} \sum_{t=2}^T (\Delta \bar{u}_t - \Delta \bar{u}_t^*)^2$$

ここで、 $\Delta \bar{u}_t^*$ は何らかの自然失業率の変化率の事前期待値であるが、実際の推計上は、ゼロと置いている。これは、前期の時点で自然失業率がランダムウォークしていると仮定することと考えることができる。

⁴⁴ 潜在 GDP は、実際の実質 GDP 系列に Hodrick-Prescott Filter をかけることで得られている。なお、先の Prior-Consistent Filter との比較を容易にするため、参考まで、HP フィルタは以下の関数を最小化する \bar{y}_t

物価については、失業率とインフレ率からなるフィリップス曲線によって定式化されている。フィリップス曲線については、期待インフレ率及び過去のインフレ率を説明変数にもつハイブリッド型となっており、また、フィリップス曲線の形状を線形ではなく凸型の非線形として定式化している。また、ここでの自然失業率は Deterministic NAIRU(DNAIRU) と呼ばれており、先の失業率の推計式に含まれていた事前の自然失業率とは別の概念となっている⁴⁵。また、DNAIRU はカルマンフィルタの手法を用いて、以下の式に基づいて同時推計されている。

物価 (GDP デフレーター)

$$\pi_t = 0.091 \left(\frac{u_t^* - u_t}{u_t - \phi_t} \right) + 1.00 \hat{\pi}_{t+1}^e + (1 - 1.00) \pi_{t-1}$$

変数の解説 π : インフレ率, u^* : Deterministic NAIRU(DNAIRU), u : 失業率, ϕ : 失業率の下限, $\hat{\pi}^e$: 期待インフレ率

のことであることを指摘しておく。

$$\sum_{t=1}^T (y_t - \bar{y}_t)^2 + \lambda_{hp} \sum_{t=2}^{T-1} (\Delta \bar{y}_{t+1} - \Delta \bar{y}_t)^2$$

⁴⁵真のフィリップス曲線の形状を凸型と仮定しているため、真のフィリップス曲線が x 軸と交わるときの失業率と、事前の期待値での x 軸と交わる失業率には乖離があり、前者が DNAIRU、後者が NAIRU と定義されている。詳しくは、Laxton et al. (1998) の 25 ページ Figure 1 を参照のこと。