慶應義塾大学経済学部卒業論文
指導教員：廣瀬 康生　准教授

マクロプルーデンス政策と金融監督

―カウンターシクリカル資本バッファーの政策効果の検証―

学籍番号 20921811

慶應義塾大学経済学部 4 年

松坂　秀太郎

平成 25 年 1 月 29 日

マクロプルーデンス政策と金融監督

―カウンターシクリカル資本バッファーの政策効果の検証―

廣瀬康生研究会

松坂　秀太郎

要約

大いなる安定 (great modearation) と呼ばれる低位な物価上昇、低水準の政策金利、多岐に渡る資産価格の上昇といった環境のもと、継続的な成長を果たしていたように見えた世界経済であったが、この裏で蓄積されていった金融面での不均衡は維持可能なものではなく、2008 年米国サブプライムローン問題を契機とし金融危機が発生した。この深刻な危機は、従来の金融規制・監督の枠組みで金融システムを安定的に維持させていくことの限界を我々に示唆した。危機以前の金融監督の背景にあった考え方は、個別金融機関の安定的な経営の集積が金融システム全体の安定につながるといったミクロプルーデンス的な視点に立ったものであり、金融システム全体が内生的に抱えるマクロ的リスク (横断面方向のリスク、時系列方向での景気循環増幅効果) が考慮されていない制度設計であった。2011 年に公表されたバーゼル *III* 最終文章では、従来の自己資本規制の強化に加え、景気拡大時に金融機関へ追加的な資本積立を要求するカウンターサイクリカル資本バッファーが導入されることが決定した。これは、景気循環増幅効果を抑制するために景気後退時の損失を補填する資本をあらかじめ用意させる事を意図しており、実体経済状況に応じて規制水準が変動する所謂、マクロプルーデンス政策として先駆的に導入されるものである。本稿では、このカウンターシクリカル資本バッファーの導入が経済にマクロ経済に及ぼす影響を、DSGE モデルを用い分析を行った。Smets and Wouters [2007] の中規模 DSGE モデルに、金融セクターとして銀行のバランスシート、要求自己資本水準が明示的に取り入れられた Angelini, Enria, Neri, Panetta and Quagliariello [2010] のモデルを組み込み政策実施が与えうる効果を定量的に分析した。分析の結果、カウンターシクリカル資本バッファーの導入はプロシクリカリティーを抑制される事が確認されたが、バッファーを過度に要求した場合実体経済そのものを縮小させてしまう可能性が示唆された。また、損失関数を用いて最適な政策ルールを検討したところ、ショックに応じて最適な政策ルールが変わる可能性が示唆された。このことから、政策当局が経済に生じているショックを正確に識別し、マクロ経済状況と慎重に対話を行いながらバッファー水準を決定して行かなければならないことが言える。

目次

1　序論

1.1　はじめに

「大いなる安定」(great modearation) と呼ばれる低位安定した物価上昇率のもと、世界経済は継続的な成長を享受し続けてきたように見えた。しかし、米国サブプライム住宅ローン問題に端を発した金融危機は、この安定した環境下で蓄積された金融面での不均衡の巻き戻しであり、金融システム、実体経済へ大きなストレスを加えた。この深刻なグローバル金融危機は、従来の金融規制・監督の枠組みで金融システムを安定的に維持させていくことは限界があることを我々に示唆した。

従来の金融監督体制の背後にあった考え方は、”個々の金融機関が健全経営を行えば、その集合体である金融システムは安定する筈であり、規制・監督はそうしたミクロ・レベルの健全性実現に焦点を当てることで対応する”といったいわゆるミクロプルーデンス的観点に立ったものであった。バーゼル銀行委員会によって定められた BIS 規制もこの考えをもとに設計された銀行規制であり、自己資本比率を規制水準以上に保つことで個々の金融機関の健全性を維持し金融システム全体を安定化させる事を目的に作られたものであった。このようなミクロプルーデンス的な施策のみで金融システムの安定化を達成することは出来なかったが、これを阻害した金融システムの内生的な側面について Borio [2003] では 2 つのものに焦点を当てている。1 つ目は金融システム全体としての横断面方向でのリスクであり、2 つ目は時系列方向での景気循環増幅効果 (プロシクリカリティー) である。

金融機関が特定の分野へ与信を集中させると、その金融機関は大きなリスクを抱える事になる。金融システム全体で見ても同じ事が言え個別金融機関がリスクを分散させるような適切なエクスポージャーを取っていたとしても、そのエクスポージャーが多くの銀行で同じだった場合金融システム全体として大きなリスクを抱える事になる。これが横断面方向でのリスクである。仮にある資産価格を下落させるショックが経済に発生したとする。この場合、各金融機関が同じ金融資産を売却することによって対応するため資産価格が一気に下落することとなり損失を更に拡大させる。今回の金融危機でも、金融技術が高度化したことで各金融機関が独自にリスク管理手法を開発することが困難になり、リスク管理手法が画一化したことで似通ったエクスポージャーを取った事がシステムの不安定化を促進する要因となった。

プロシクリカリティーとは、金融システムの抱えるリスクが時間の経過に伴い増幅していくといったものである。良好な経済状態が続いた場合、各金融機関のリスク認識は楽観的となり、リスク許容度が高まる。この結果、資産価格の上昇やレバッレッジの拡大が起き金融機関のリスクテイク姿勢は更に積極化していく[*1]。このようなリスクテイク過程で、累積していった金融面の不均衡は持続可能なものではないため、何らかの外生的なショックをきっかけとして一気に調整され危機をより深刻化させる。

[*1] Adrian and Shin [2010] では、金融仲介機関のバランスシートをモデル化し (‘financial system perspective’)、市場型間接金融によって拡大したリスク移転メカニズムを分析する枠組みを提示している

今回の金融危機を鑑みても、ミクロレベルの金融規制・監督のみでは金融システムの安定化は達成できなかった。これを受け実体経済と金融市場、金融機関の相互関連を意識して金融システム全体の抱えるリスクを分析し政策対応を行うマクロ・プルーデンス的な新たな政策対応として金融危機後活発に議論されている。2010 年 12 月に公表されたバーゼル *III* 最終文章では、自己資本の質と量の向上、銀行のリスク補足の強化といった金融機関へのミクロ的規制の強化に加え[*2]、マクロ経済の状況に応じて金融機関に追加的な資本バッファーを要求することが決定された。これはリスク許容度が高まる景気拡大時に追加的なバッファーを積み増し[*3]、後退時にこれを取り崩すことで、プロシクリカリティー抑制を目的とした政策であり、この追加的に積み増すバッファーをカウンターシクリカル資本バッファーと呼ぶ。下の表 1 は、Basel*III* の移行期間中の措置を示したものである。

表 1　バーゼル *III* の段階的実施

項目	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
普通株式等の制定所要水準	3.5%	4%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%
$Tier1$ 最低所要水準	4.5%	5.5%	6%	6%	6%	6%	6%
総資本最低所要水準	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%
資本保全バッファー				0.625%	1.25%	1.875%	2.5%
総資本最低所要水準 ＋ 資本保全バッファー	8%	8%	8%	8.625%	9.25%	9.875%	10.25%
カウンターシクリカル資本バッファー				0∼2.5%	0∼2.5%	0∼2.5%	0∼2.5%

(資料)Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems より著者作成

カウンターシクリカル資本バッファーがマクロプルーデンス政策として導入されることが決定したが、先駆的な試みであり実施に当たって政策当局は慎重な判断が必要となる。また、マクロ指標に基づき規制水準を変動させることから、どの指標を中心として経済状態を把握するかも政策当局にとっては重要な判断が必要となる。そこで本稿では、このカウンターシクリカル資本バッファーの導入が経済にマクロ経済に及ぼす影響を、動学的確率的一般均衡モデル (以下 DSGE モデル) を用い分析を行う。DSGE モデルは、フォーワードルッキングな経済主体の最適化行動から得られる行動方程式により構築されているモデルであり、Christiano, Eichenbaum and Evans [2005],Smets and Wouters [2007] 等の中規模 DSGE モデルでは現実的な仮定 (摩擦) を課すことで実体経済にみられるダイナミクスを再現することができる。これらのことから、過去に実施され

[*2] 自己資本の質と量の強化として、自己資本のうちより損失吸収力の高い普通株式、普通株式を中心に構成される $Tier1$ 資本に対し最低基準を設定し自己資本比率の最低水準の引き上げを行った。これに加え、資本の社外流出を抑制するための資本保全バッファーを最低水準に上乗せする形で自己資本を備えることを義務化した。これらにより、最低所要自己資本と資本保全バッファーが事実上の規制水準となる。

[*3] 景気拡大時に各国当局の判断に応じて 0∼2.5% の資本が最低自己資本水準＋資本保全バッファーに上乗せされる。このバッファーは、金融危機時の損失を補填することを目的に積み増すものであるため $Tier1$ で構成されなければならない。

た事のない政策が実体経済に与える効果をある程度の説明力を持った上で定量的に分析することができる。また、マクロプルーデンス政策という、実体経済と金融市場の相互連関を意識して運営されなければならない政策を考慮する上で、金融市場のみではなく一般均衡というフレームワークで分析することの意義は大きなものである。

本稿の分析から得た結論は以下の 2 つである。第 1 に、カウンターシクリカル資本バッファーの導入でプロシクリカリティーを抑制することは可能であるが、過度にバッファーを要求してしまった場合は実体経済そのものを収縮させてしまう可能性がある。第 2 に、経済に影響を与えているショックを識別し、規制水準を判断する経済指標を適切に設定することが政策のパフォーマンスに大きな影響を与え、当局が正確にショックを判断できなかった場合経済厚生が悪化してしまうことがある。

1.2　先行研究及び本稿の貢献

本稿では、新たな金融規制がマクロ経済に与える影響を DSGE モデルにより分析する。VAR 等の誘導型のマクロ経済モデルとは異なり、DSGE モデルではフォワードルッキングな経済主体の最適化行動から得られる行動方程式により構成される構造型のマクロ経済モデルである。これにより、モデルのパラメーターが政策変更の影響を受けない経済主体の構造パラメーター (ディープパラメーター) により規定されているため、ルーカス批判に耐えうる政策分析が可能になる。また Smets and Wouters [2007] では、物価・賃金の硬直性・粘着性、消費の習慣形成、投資・資本稼働率の調整コストを考慮しモデル化を行い、このモデルの経済データへの尤度は誘導型の VAR モデルの尤度と変わらないという結論をベイズ推計により得ている。政策変更がマクロ経済に及ぼしうる現実的なダイナミクスを、政策の影響から独立な構造パラメーターで規定されたモデルで分析可能といった観点から DSGE モデルを用い分析を行うこととした。

近年の DSGE モデルのモデル化で焦点が当てられるのは、金融市場の動向が実体経済へ与える影響を如何に内生化するかといった点である。Bernanke, Gertler and Gilchrist [1999] では、金融契約時に貸し手と借り手との間に情報の非対称性、貸し手が借り手の状態を把握するのにコストがかかる (Costly State Verification) という 2 つの仮定を置き、企業家のバランスシートによって決定される名目金利と貸出金利の差にあたる外部資金調達プレミアムを導出している。この結果、企業家の純資産毀損などの資金需要側のショックと金融市場の不確実性拡大などの資金供給側のショックが識別され、これらの金融市場で生じたショックが企業家の資金調達環境に影響を与え、生産・賃金・設備投資など実体経済変数へと影響を与えることとなる。これは、資金の需要サイドに注目した研究であり、企業家のバランスシートを内生化することで、金融市場が実体経済へ与える影響 (フィナンシャルアクセラレーター) をモデル化したものである。

これに対し資金の供給サイドに注目した先駆的な研究は、Kiyotaki [1998],Kiyotaki and Moore [1997] である。彼らは、金融機関の債権に対する強制履行能力に限界があることから (limited enforcement)、借入が土地などの担保により制約される (collateral constraint) という仮定を置き、金融市場が実体経済へ与える影響を分析した。彼らのモデルでは、ある技術ショックが外生

的に発生すると、それが担保量や資産価格に影響を与え借入 (貸出) 量が変動する。この結果資金チャネルを通じて経済がより変動するため、担保制約がない場合の経済と比べるとショックの影響がより粘着的になるというのがこれらのモデルの特徴である。

本稿では金融機関に対する新たな規制がマクロ経済に与える影響を分析するため、後者の資金供給チャネルを通じ実体経済にみられる変数の動きを表現したモデルを選択した方が好ましい。よって中規模 DSGE モデルに、金融仲介機関を導入しモデル化を行い推計を行った Gerali, Neri, Sessa and Signoretti [2010] を先行研究とした。このモデルでは、Kiyotaki and Moore [1997] の担保制約による波及チャネルに加え、金利設定時の金融機関の独占性を仮定しており、貸出金利と名目金利のスプレッドが銀行の独占度及び金融機関のバランスシートに依存して決定される (Bernanke et al. [1999] の波及チャネルを資金供給側で表現したような) ようモデル化されている。[*4]

この Gerali et al. [2010] の金融機関のバランスシートに変更を加え、プロシクリカリティーを再現した Angelini, Enria, Neri, Panetta and Quagliariello [2010] も先行研究として用いた。彼らは、Gerali et al. [2010] において、自己資本/貸出量と規定されていた自己資本比率を、自己資本/リスクアセットと定式化することで、リスク量が楽観的に見積もられる好況時には貸出がより拡大するメカニズムを作りだしている。また、自己資本の規制水準をリスク量と逆に変動するよう内生化することでプロシクリカリティーが抑制される事をシミュレーションで示しており、カウンターシクリカル資本バッファーの有効性も示唆されている。

これらの先行研究に従い本稿では、Smets and Wouters [2007] に Gerali et al. [2010],Angelini et al. [2010] に従い金融仲介部門 (銀行) を導入した DSGE モデルを用いカウンターシクリカル資本バッファーがマクロ経済に与える影響を分析を行った。本稿の貢献は 2 つある。まず、Angelini et al. [2010] で 1 つしか考慮されていなかったカウンターシクリカル資本バッファーの定式化を複数考慮した。また、損失関数を用い厚生を定義したうえでそれぞれの政策パフォーマンスを比較し最適政策ルールを検討した。分析の結果以下の結論を得た。Angelini et al. [2010] 同様、カウンターシクリカル資本バッファーの導入によりプロシクリカリティーは抑制できるが、過度に資本バッファーを要求した場合は実体経済が縮小してしまうことが技術ショックに対する経済の反応より示された。また、Bernanke and Gertler [2000] 型の損失関数を用い、政策のパフォーマンスを比較したところ、全てのルールにおいてカウンターシクリカル資本バッファーを導入した方が経済の厚生が改善され政策の有効性が確認された一方、技術ショック、インターバンク金利へのショック、それぞれに対し厚生損失を最小にするルールが異なり政策当局がショックを識別することの重要性も示唆された。

[*4] このモデルを用いベイズ推計を行った結果、通常の景気変動は技術ショックが主因となる一方で、2008 年秋金融危機時の大きな GDP の落ち込みは金融市場で生じたショックが原因であると結論付けている。

2　経済モデル

本節では、Smets and Wouters [2007] 型の中規模 DSGE モデルに Angelini et al. [2010]Gerali et al. [2010] の金融仲介部門 (銀行) を導入しモデルを導出する。*5Smets and Wouters [2007] では、経済主体として金融仲介機関が明示的に存在せず、金利は中央銀行の設定する名目金利のみしか存在しない。Gerali et al. [2010] では、経済上の黒字主体 (資金供給者) と赤字主体 (資金需要者) を仲介する経済主体として銀行を導入し、この銀行が独占的に決定した金利の下家計及び企業家は借入、預金を行う。これにより、現実経済に見られるような名目金利と貸出金利のスプレッドが導出され ((2.26) 式)、このスプレッドは金融機関のバランスシートの状態*6及び金利設定の際の独占度に依存して決定されることとなる。金融機関のバランスシートが悪化した場合、貸出金利が上昇することで企業家・家計の借入需要は減少する。これが投資の減退、生産・雇用の減少へ繋がり実体経済へと波及することとなる。直観的理解はここまでとし、以下モデルの導出へとあたる。

2.1　家計・企業家

家計は貯蓄家計 (Patient households) と借入家計 (Impatiend households) および企業家 (Entreprenures) により構成されている。前者 2 つの家計は主観的割引率が異なり、貯蓄家計の割引率 β_P が借入家計の割引率 β_I より高い。(企業家の割引率 β_E は借入家計と同じと仮定) これにより、割引率の高い貯蓄家計が預金を行い、これが銀行を通し割引率の低い借入家計や企業家へと融通されることとなる。

2.1.1　貯蓄家計

$h \in [0,1]$ でインデックスされた無数の貯蓄家計は以下の期待効用を最大化する。

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} {\beta_p}^t e^{z_t^b} \Big\{ \frac{\{C_t^p(h) - \theta C_{t-1}^p(h)\}^{1-\sigma}}{1-\sigma} + \frac{\psi {H_t^p(h)}^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{Z_t^{1-\sigma} e^{z_t^l} l_t^p(h)^{1+\chi}}{1+\chi} \Big\}$$

消費財 $C_t^p(h)$、住宅財 $H_t^p(h)$ を購入することで効用を得て、差別化された労働サービス $l_t^p(h)$ を企業家に供給することで不効用を得る。$\beta \in (0,1)$ は主観的割引率、σ は相対的リスク回避度、χ は労働供給弾力性の逆数を表している。$\theta \in (0,1)$ は消費における習慣形成の度合いを表しており、前期の消費 C_{t-1}^p も t 期の効用に影響を与える。労働の不効用を表す項に掛かっている Z_t は t 期の技術水準であり、モデルが均斉成長制約を満たすためのものである。z_t^b, z_t^l は主観的割引率に関するショック、労働供給に関する構造ショックをそれぞれ表している。

*5 Gerali et al. [2010] では、Christiano et al. [2005],Iacoviello [2005] 等の均斉成長トレンドが考慮されていない DSGE モデルに金融仲介部門を入れモデルを導出している。

*6 Angelini et al. [2010] では、この銀行のバランスシートを景気状態に依存して決定されるリスク量で評価することで景気拡大時・後退時のバランスシートの調整がより大きくなるようにモデル化されている。

家計の予算制約は以下の通りである。

$$C_t^p(h) + Q_t\Delta H_t^p(h) + \frac{D_t(h)}{P_t} = W_t^p(h)l_t^p(h) + R_t^d\frac{D_{t-1}(h)}{P_t} + T_t^p(h)$$

右辺が t 期の支出、左辺が t 期の収入をそれぞれ表す。支出は、消費と住宅財購入、及び銀行への預金 $D_t(h)$ となり (t 期の物価水準 P_t で除することで実質化)、収入は労働サービスを供給することで得られる賃金 $W_t^p(h)l_t^p(h)$、預金によって得られる元利 R_t^d、政府による一括税や企業からの配当 $T_t(h)$ によって構成されている。この予算制約の下、生涯効用関数を最大化する。消費、住宅財、預金に関する 1 階の条件は以下のように求められる。

$$e^{z_t^b}(C_t^p - \theta C_{t-1}^p)^{-\sigma} - \beta_p\theta E_t[(C_{t+1}^p - \theta C_t^p)^{-\sigma}] - \Lambda_t^p = 0 \tag{2.1}$$

$$\psi e^{z_t^b}(H_t^p)^{-\sigma} - \Lambda_t^p Q_t^h + \beta_p E_t[\Lambda_{t+1}Q_{t+1}^h] = 0 \tag{2.2}$$

$$-\frac{\Lambda_t^p}{P_t} + \beta_p E_t[\Lambda_{t+1}^p\frac{R_t^d}{P_{t+1}}] = 0 \tag{2.3}$$

Λ_t^p は消費の限界効用を表している。また、完備保険市場の存在を仮定することにより各家計は同質となるため、インデックス h は外されている。

家計は差別化された労働サービスを企業に提供している事から、賃金決定に交渉力を持っている。これにより、企業家の労働需要関数を所与として、賃金の決定を行う事ができる。

$$l_t^p(h) = \left\{\frac{W_t^p(h)}{W_t^p}\right\}^{-\frac{1+\lambda_t^w}{\lambda_t^w}} l_t^p$$

家計はこの労働需要関数を所与に賃金決定を行うが、ここで賃金の硬直性を Calvo [1983] の形式化で導入する。各期に $1-\xi_w$ の割合の家計が賃金改定の機会に恵まれ、残りの ξ_w の割合の家計は、均斉成長率の定常値 z と一期前のインフレ率 $\pi_t = \frac{P_t}{P_{t-1}}$ の加重平均によって名目賃金を最適化する。$t+j$ 期まで賃金改定の機会に恵まれなかったとすると、$t+j$ 期の賃金は、

$$W_{t+j}^s(h) = z^j W_t^s(h)\prod_{k=1}^{j}\left\{\left(\frac{\pi_{t+k-1}}{\pi}\right)^{\gamma_w}\frac{\pi}{\pi_{t+k}}\right\}$$

として表すことが出来る。($\gamma_w \in [0,1]$ は、インフレ率を参照するウェイト) これらの条件より、家計の賃金最適化は以下の問題を解くことと同値となる。

$$\max_{W_t^p(h)} E_t\sum_{j=0}^{\infty}{\beta_p}^j{\xi_w}^j[\Lambda_{t+j}^p l_{t+j}^p(h)z^j W_t^p(h)\prod_{k=1}^{j}\left\{\left(\frac{\pi_{t+k-1}}{\pi}\right)^{\gamma_w}\frac{\pi}{\pi_{t+k}}\right\} - \frac{Z_t^{1-\sigma}e^{z_t^l}l_t^p(h)^{1+\chi}}{1+\chi}\}]$$

$$s.t.\quad l_{t+j}^p(h) = \left\{\frac{z^j W_t^p(h)}{W_{t+j}^p}\prod_{k=1}^{j}\left\{\left(\frac{\pi_{t+k-1}}{\pi}\right)^{\gamma_w}\frac{\pi}{\pi_{t+k}}\right\}\right\}^{-\frac{1+\lambda_t^w}{\lambda_t^w}} l_t^s$$

1 階の条件を最適化された賃金 W_t^{op} として表すと[*7]、

$$E_0 \sum_{j=0}^{\infty} \left[\begin{array}{c} (\beta_P \xi_p)^j \frac{1}{\lambda_{t+j}^w} \Lambda_{t+j}^p l_{t+j}^s \Big[\frac{z^j W_t^{op}}{W_{t+j}^{op}} \prod_{k=1}^{j} \{ (\frac{\pi_{t+k-1}}{\pi})^{\gamma_w} \frac{\pi}{\pi_{t+k}} \} \Big]^{-\frac{1+\lambda_{t+j}^w}{\lambda_{t+j}^w}} \\ \times \left\{ \begin{array}{c} z^j W_t^{op} \prod_{k=1}^{j} \{ (\frac{\pi_{t+k-1}}{\pi})^{\gamma_w} \frac{\pi}{\pi_{t+k}} - (1+\lambda_{t+j}^w) - \frac{e^{z_t^l} e^{z_t^b} Z_{t+j}^{1-\sigma}}{\Lambda_{t+j}^p} \\ \times \Big(l_{t+j}^p [\frac{z^j W_t^{op}}{W_{t+j}^{op}} \prod_{k=1}^{j} \{ (\frac{\pi_{t+k-1}}{\pi})^{\gamma_w} \frac{\pi}{\pi_{t+k}} \} \Big]^{-\frac{1+\lambda_{t+j}^w}{\lambda_{t+j}^w}})^{\chi} \end{array} \right\} \end{array} \right] = 0 \tag{2.4}$$

となり、賃金の集計式は以下の式で表される。

$$W_t^{p-\frac{1}{\lambda_t^w}} = (1-\zeta_w) \Big((W_t^{op})^{-\frac{1}{\lambda_w}} + \sum_{j=1}^{\infty} \zeta_w^j \Big[z^j W_{t-j}^{op} \prod_{k=1}^{j} \Big\{ (\frac{\pi_{t-k}}{\pi})^{\gamma_w} \frac{\pi}{\pi_{t-k+1}} \Big] \Big)$$

2.1.2　借入家計

$h \in [0,1]$ でインデックスされた無数の借入家計は以下の期待効用を最大化する。

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} {\beta_I}^t e^{z_t^b} \Big\{ \frac{\{C_t^I(h) - \theta C_{t-1}^I(h)\}^{1-\sigma}}{1-\sigma} + \frac{\psi H_t^I(h)^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{Z_t^{1-\sigma} e^{z_t^l} l_t^I(h)^{1+\chi}}{1+\chi} \Big\}$$

$\beta_I \in (0,1)$ は主観的割引率を表している。貯蓄家計と同じく、消費財 $C_t^I(h)$、住宅財 $H_t^I(h)$ を購入することで効用を得て、差別化された労働サービス $l_t^I(h)$ を企業家に供給することで不効用を得る。

借入家計の予算制約は以下の通りであり、

$$C_t^I(h) + Q_t \Delta H_t^I(h) + R_{t-1}^{bH} \frac{B_{t-1}^H(h)}{P_t} = W_t^I(h) l_t^I(h) + \frac{B_t^H(h)}{P_t} + T_t(h)$$

右辺が t 期の支出、左辺が t 期の収入をそれぞれ表す。収入は労働サービスを供給することで得られる賃金 $W_t^I(h) l_t^I(h)$、銀行からの借り入れ $B_t^H(h)$、政府による一括税や企業からの配当 $T_t(h)$ から成り立ち、支出は消費と住宅財購入および、前期の借入の支払い (R_{t-1}^{bH} は借入金利) によって構成されている。

また、借入家計は担保制約にも直面しており、担保となる t の期住宅財ストックの 1 期後の価値 (期待値) が、$t+1$ 期後の支払いよりも高くなければ、借入を行う事が出来ない。尚、m_t^I は LTV(Loan-To-Valueratio) を表している。

$$R_t^{bH} \frac{B_t^H(h)}{P_t} \leq m_t^I E_t[Q_{t+1}^h H_t^I(h) \pi_{t+1}] \tag{2.5}$$

[*7] モデルを対数線形近似すると、賃金のマークアップ率を示すショック λ_w と、労働供給に関するショック z_t^l が識別できなくなるため、本稿では $z_t^w = \frac{1-\zeta_w}{\zeta_w} \frac{(1-\beta_p \zeta_w z^{1-\sigma})\lambda^w}{\lambda^w + \chi(1+\lambda^w)} (\tilde{\lambda}_t^w + \tilde{z}_t^l)$ と構造ショックを統合し賃金ショックとして扱う。

借入家計の消費、住宅財、預金に関する 1 階の条件は以下のように求められる。

$$e^{z_t^b}(C_t^I-\theta C_{t-1}^I)^{-\sigma}-\beta_I\theta E_t[(C_{t+1}^I-\theta C_t^I)^{-\sigma}]-\Lambda_t^I=0 \tag{2.6}$$

$$\psi e^{z_t^b}(H_t^I)^{-\sigma}-\Lambda_t^I Q_t^h+\beta_I E_t[\Lambda_{t+1}^I Q_{t+1}^h]+\Lambda_t^{IC}m_t^I E_t[Q_{t+1}^h\pi_{t+1}]=0 \tag{2.7}$$

$$\frac{\Lambda_t^I}{P_t}-\beta_I E_t[\Lambda_{t+1}^I\frac{R_t^{bH}}{P_{t+1}}]-\Lambda_t^{IC}\frac{R_t^{bH}}{P_t}=0 \tag{2.8}$$

Λ_t^I は消費の限界効用、Λ_t^{IC} は、担保制約により、住宅財が消費、借入の意思決定に与える所得効果を表したものである。

借入家計も差別化された労働サービスを企業に提供しているため賃金決定に交渉力を持っている。よって借入家計の賃金最適化は貯蓄家計同様、以下の問題を解くことと同値となる。

$$\max_{W_t^I(h)} E_t\sum_{j=0}^{\infty}\beta_p{}^j\zeta_w{}^j[\Lambda_{t+j}^I l_{t+j}^I(h)z^jW_t^I(h)\prod_{k=1}^{j}\Big\{\Big(\frac{\pi_{t+k-1}}{\pi}\Big)^{\gamma_w}\frac{\pi}{\pi_{t+k}}\Big\}-\frac{Z_t^{1-\sigma}e^{z_t^l}l_t^p(h)^{1+\chi}}{1+\chi}\Big\}]$$

$$s.t.\quad l_{t+j}^I(h)=\Big\{\frac{z^jW_t^I(h)}{W_{t+j}^I}\prod_{k=1}^{j}\Big\{\Big(\frac{\pi_{t+k-1}}{\pi}\Big)^{\gamma_w}\frac{\pi}{\pi_{t+k}}\Big\}\Big\}^{-\frac{1+\lambda_t^w}{\lambda_t^w}}l_t^s$$

1 階の条件を最適化された賃金 W_t^{oI} として表すと以下の賃金集計式が得られる。

$$W_t^{I^{-\frac{1}{\lambda_t^w}}}=(1-\zeta_w)\Big((W_t^{oI})^{-\frac{1}{\lambda_w}}+\sum_{j=1}^{\infty}\zeta_w^j\Big[z^jW_{t-j}^{oI}\prod_{k=1}^{j}\Big\{(\frac{\pi_{t-k}}{\pi})^{\gamma_w}\frac{\pi}{\pi_{t-k+1}}\Big]\Big) \tag{2.9}$$

2.1.3 企業家

$f\in[0,1]$ でインデックスされた無数の企業家の効用関数を次のように定式化する。

$$E_0\sum_{t=0}^{\infty}\beta_E{}^te^{z_t^b}\Big\{\frac{\{C_t^E(f)-\theta C_{t-1}^E(f)\}^{1-\sigma}}{1-\sigma}\Big\}$$

β_E は主観的割引率を表している。この生涯効用関数を、消費財 $C_t^E(f)$、銀行からの借入 $B_t^E(f)$、労働投入量 $l_t^p(f),l_t^I(f)$、資本ストック $K_t(f)$ 及び資本稼働率 $u_t(f)$ を決めることによって最大化する。企業家の予算制約は、

$$\begin{aligned}C_t^E(f)+Q_t^kK_t(f)+R_{t-1}^{bE}\frac{B_{t-1}^E(f)}{P_t}+W_t^p(f)l_t^p(f)+W_t^E(f)l_t^E(f)\\=\frac{P_t(f)Y_t^E(f)}{P_t}+Q_t^k(1-\delta(u_t(f))-R_t^ku_t)K_{t-1}(f)+\frac{B_t^E(f)}{P_t}\end{aligned}$$

となる。左辺が支出、右辺が収入をそれぞれ表している。支出は、消費財購入、資本財購入 (Q_t^k は資本財価格)、前期の借入の支払い (R_t^{bE} は借入金利)、労働サービスへの支払いに分けられる。収

入は、中間財 $Y_t^E(f)$ を価格 $P_t(f)$ での売却、t 期に残存した資本の売却 ($R_t^k(f)$ は資本のレンタル料)、銀行からの借入によって成り立つ。尚、本稿では、Sugo and Ueda [2008] 同様資本減耗率 δ は資本稼働率に従って変化すると仮定する。(δ の 1 階条件、2 階条件はそれぞれ正かつ $\delta \in [0,1]$)

また、借入家計同様、企業家も担保制約により t の期資本財ストックの 1 期後の価値の期待値により借入が制限されている。(m_t^E は企業家への LTV を表す。)

$$R_t^{bE}\frac{B_t^E(f)}{P_t} \leq m_t^E E_t[Q_{t+1}^k \pi_{t+1} K_t(f)] \tag{2.10}$$

消費・資本財購入、銀行からの借入に関する 1 階条件は以下のとおり。

$$e^{z_t^b}(C_t^E - \theta C_{t-1}^E)^{-\sigma} - \beta_E \theta E_t[(C_{t+1}^E - \theta C_t^E)^{-\sigma}] - \Lambda_t^E = 0 \tag{2.11}$$

$$\frac{\Lambda_t^E}{P_t} - \beta_E E_t[\Lambda_{t+1}^E \frac{R_t^{bE}}{P_{t+1}}] - \Lambda_t^{EC}\frac{R_t^{bE}}{P_t} = 0 \tag{2.12}$$

$$Q_t^k = \beta E_t \frac{\Lambda_{t+1}^E}{\Lambda_t^E}[Q_{t+1}^k(1-\delta(u_{t+1})) - R_{t+1}^k u_{t+1}] + \frac{\Lambda_t^{EC}}{\Lambda_t^E} m_t E_t[\pi_{t+1} Q_{t+1}^k] \tag{2.13}$$

$$R_t^k = Q_t^k \delta'(u_t) \tag{2.14}$$

Λ_t^E は消費の限界効用、Λ_t^{EC} は、資本ストックが消費、借入の意思決定に与える所得効果を表したものである。企業家はこれらの意思決定を行った上で、次に、中間財生産に関する意思決定を行う。

企業家は、独占的競争の下、家計によって提供された労働サービスと稼働資本ストックを用いて、差別化された中間財を生産し、最終財生産企業へ売却する。生産技術は次のコブ・ダグラス型の生産関数によって表される。

$$Y_t(f) = (Z_t l_t(f))^{1-\alpha}(u_t(f)K_{t-1}(f))^{\alpha} - \Phi Z_t$$
$$where \quad l_t(f) = (l_t^P(f))^{\mu}(l_t^I(f))^{1-\mu}$$

$\alpha, \mu \in (0,1)$ は、生産に占める資本の割合・労働サービスに占める貯蓄家計の割合、Φ は生産に掛かる固定費用をそれぞれ表している。また、Z_t は中間財生産に関する技術水準であり、以下の確率過程に従うと仮定する。

$$\log Z_t - \log Z_{t-1} = \log z + z_t^z$$

z は定常状態での粗技術進歩率、z_t^z は技術進歩率への外生ショックを表す。後述するが、実体経済変数はこの非定常な確率過程に従い、定常状態においても一定の変化率 z で上昇を続けるようになる。

この生産技術、実質賃金及び資本のレンタル料を所与に、生産費用を最小化するような労働サービスと稼働資本ストックの投入量を決定する。

$$\min \; W_t^P l_t^P(f) + W_t^I l_t^I(f) + R_t^k u_t(f) K_{t-1}(f)$$

全ての企業家が同一の生産技術に従っていると仮定すると、1 階の条件は以下のように表される。尚、mc_t は中間財生産にかかる実質限界費用を表すものである。

$$mc_t = \left\{\frac{W_t^P}{\mu(1-\alpha)Z_t}\right\}^{\mu(1-\alpha)} \left\{\frac{W_t^I}{(1-\mu)(1-\alpha)Z_t}\right\}^{(1-\mu)(1-\alpha)} \left\{\frac{R_t^k}{\alpha}\right\}^{\alpha} \tag{2.15}$$

$$\frac{l_t^I}{l_t^p} = \frac{(1-\mu)W_t^P}{\mu W_t^I} \tag{2.16}$$

$$\frac{u_t K_{t-1}}{l_t^P} = \frac{\alpha W_t^P}{(1-\alpha)\mu R_t^k} \tag{2.17}$$

$$\frac{u_t K_{t-1}}{l_t^I} = \frac{\alpha W_t^I}{(1-\alpha)(1-\mu)R_t^k} \tag{2.18}$$

この生産された中間財を独占的競争の下、最終財生産企業の需要関数を所与に価格決定を行う。賃金決定時の家計と同様、企業は Calvo [1983] 型の価格硬直性に直面しており、各期に $1-\xi_p$ の割合の企業家しか賃金改定の機会に恵まれないと仮定する。残りの企業家は、前期のインフレ率と定常状態のインフレ率をそれぞれ $\gamma_p : 1-\gamma_p$ の割合で加重平均したものに従い価格を設定する。これにより、企業家の価格設定は以下の問題を解くことと同値となる。

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

$$s.t. \quad Y_{t+j}(f) = \Big\{\frac{P_t(f)}{P_{t+j}} \prod_{k=1}^{j} \Big\{\Big(\frac{\pi_{t+k-1}}{\pi}\Big)^{\gamma_p} \pi\Big\}\Big\}^{-\frac{1+\lambda_t}{\lambda_t}} Y_{t+j}$$

$$where \quad P_{t+j}(f) = P_t(f) \prod_{k=1}^{j} \Big\{\Big(\frac{\pi_{t+k-1}}{\pi}\Big)^{\gamma_p} \pi\Big\}$$

λ_t は中間財の代替の弾力性 $1+\frac{1}{\lambda_t}$ として定義され、価格のマークアップを示している*8。1 階の条件を最適化された価格 p_t^o で表すと以下の通りになる。

$$E_t \sum_{j=0}^{\infty} \left[\begin{array}{r} (\beta_P \xi_p)^j \frac{\Lambda_{t+j}^P}{\Lambda_t^P} \frac{1}{\lambda_{t+j}} \Big[p_t^o \prod_{k=1}^{j} \{(\frac{\pi_{t+k-1}}{\pi})^{\gamma_p} \frac{\pi}{\pi_{t+k}}\}\Big]^{-\frac{1+\lambda_t}{\lambda_t}} Y_{t+j} \\ \times \Big[p_t^o \prod_{k=1}^{j} \{(\frac{\pi_{t+k-1}}{\pi})^{\gamma_p} \frac{\pi}{\pi_{t+k}}\} - (1+\lambda_{t+j}) mc_{t+j}\Big] \end{array}\right] = 0 \tag{2.19}$$

*8 ここで、$z_t^p = \frac{(1-\zeta_p)(1-\beta\xi_p z^{1+\sigma})}{\xi_p} \tilde{\lambda}_t, \tilde{\lambda_t} \equiv \log\{(1+\lambda_t)/(1+\lambda)\}$ とし、価格マークアップを表す λ_t を基準化している

また、最終財価格 $P_t = \{\int_0^1 P_t(f)^{-\frac{1}{\lambda_t^p}}\}^{-\lambda_t^p}$ 及び、中間財価格のばらつき $d_t = \int_0^1 \frac{P_t(f)}{P_t}^{-\frac{1+\lambda}{\lambda}}$ は、

$$1 = (1-\xi_p)\Big((p_t^o)^{-\frac{1}{\lambda_p}} + \sum_{j=1}^{\infty}\xi_p^j\Big[p_{t-j}^o \prod_{k=1}^{j}\Big\{(\frac{\pi_{t-k}}{\pi})^{\gamma_p}\frac{\pi}{\pi_{t-k+1}}\Big]^{-\frac{1}{\lambda_t}}\Big)$$

$$d_t = (1-\xi_p)\Big((p_t^o)^{-\frac{1}{\lambda_p}} + \sum_{j=1}^{\infty}\xi_p^j\Big[p_{t-j}^o \prod_{k=1}^{j}\Big\{(\frac{\pi_{t-k}}{\pi})^{\gamma_p}\frac{\pi}{\pi_{t-k+1}}\Big]^{-\frac{1}{\lambda_t}}\Big)$$

と表され、集計化された生産関数も

$$Y_t d_t = \big(Z_t(l_t^P)^{\mu}(l_t^I)^{(1-\mu)}\big)^{1-\alpha}\big(u_t K_{t-1}\big)^{\alpha} - \Phi Z_t \tag{2.20}$$

として表される。

2.2　銀行

本稿では、モデル上の各経済主体をつなぐ金融仲介機関として銀行を Gerali et al. [2010] および、Angelini et al. [2010] の形式化で導入する。家計、企業家に対する銀行の独占性を仮定しており、銀行は各経済主体の資金需要を所与に金利設定を行う事が可能である。

また、銀行のレバッレッジ比率が外生的な規制水準に合わせて動くことも、これらのモデルの大きな特徴である。銀行のバランスシートを $B_t = D_t + N_t$ によって定義する。N_t は貸出量から預金を引いたもの、すなわち銀行の純資産を表しており、前期の資産及び t 期の利潤によって成り立っている。すなわち、N_t は t 期の期末に (いわば事後的に) 決定されるものであり、何らかの外生的なショック (規制水準の変更や純資産へのショック) が生じた場合、企業は貸出量、預金量を調整することで対応する。

これらの構造をより明確化するために、銀行全体の貸出量および預金量を決定する部門 (Wholesale banking)、家計・企業家に対し金利設定を行う部門 (Retail branch)、と銀行を 2 つの部門に分け導出する。

2.2.1　ホールセール部門 (Wholesale Banking)

ホールセール部門は、純資産 N_t 及び預金 D_t を負債側に、貸出 B_t を資産側に勘定し、銀行全体のバランスシートを決定する。銀行の純資産比率が、(外生的に) 決定された規制水準よりも離れた場合は、| 純資産比率 − 規制水準 $|^2$ に κ_N を掛けた分費用がかかる (quadratic cost) という仮定を導入する。これにより、銀行の自己資本水準が規制水準の影響を受け、貸出量・預金量を決定することになる。

銀行のバランスシート及び純資産の遷移は以下の式に従う。

$$B_t = D_t + N_t \tag{2.21}$$

$$N_t = (1-\delta_b)N_{t-1} + \omega j_t^b \tag{2.22}$$

δ_b は銀行の純資産の減耗率、j^b_{t-1} は銀行の t 期の事後的な収益を表し、$\omega \in [0,1]$ はその分配率を示している。t 期初めに N_t は決定されないことから、ホールセール部門は、バランスシートを制約に、t 期のキャッシュフローを最大化するように預金量と貸出量を決定する。

$$\max_{\{B_t D_t\}} R^i_t B_t - R^n_t D_t - \frac{\kappa_N}{2}(\frac{N_t}{w^H_t B^H_t + w^E_t B^E_t} - \nu_b)^2 N_t$$

$$s.t. \quad B_t = D_t + N_t$$

ホールセール部門から、貸出を担当するリテール部門には R^i_t で、預金を担当するリテール部門から、ホールセールバンクには、自然利子率 R^n_n で資金を融通すると仮定している。また、Angelini(2011) に従い、銀行の純資産比率が銀行の純資産を景気状態に応じて変動するリスク量 $w^s_t s \in \{H, E\}$ で除した形で形式化してある。このリスク量は以下の定常な AR(1) に従う。

$$w^s_t = (1-\rho_{rw_s})\bar{w}^s - (1-\rho_{rw_s})\chi_s(\log y_t - \log y_{t-4}) + \rho_{rw_s} w^s_{t-1} \tag{2.23}$$

$\chi^s_w > 0$ は景気に関するリスク量の反応度、$\bar{w}^s$ はリスク量の定常状態値、ρ_{rw_s} は t 期のリスク量の一期に対する慣性をそれぞれ表している。これを解くとホールセール部門からリテール部門への金利 R^i_t が導出される。

$$R^i_t = R^n_t - \kappa_N(\frac{N_t}{w^H_t B^H_t + w^E_t B^E_t} - \nu_b)(\frac{N_t}{w^H_t B^H_t + w^E_t B^E_t})^2 + z^{ir}_t \tag{2.24}$$

z^{ir}_t はホールセールバンク金利への外生的なショックを示している。

2.2.2　リテール部門 (Retail branch)

貸出部門：$j \in [0,1]$ でインデックスされた無数の貸出部門は、ホールセール部門から金利 R^i_t で、借入 $B_t(j)$ を行い、それらを費用をかけることなく家計・企業家の貸出需要を所与に金利を設定し、貸出し $(R^{bs}_t(j) B^s_t(j), s \in \{H, E\})$ を行う。

各企業・家計 (i) は借入金利を所与に費用が最小となるように各貸出部門 (j) からの借入額 $B_t(i,j)$ を選択する。

$$\min \int_0^1 R^{bs}_t(j) B^{bs}_t(i,j) dj$$

$$s.t. \quad \bar{B}^{bs}_t(i) \leq [\int_0^1 B^{bs}_t(j)^{\frac{1}{1+\lambda^{bs}}} dj]^{1+\lambda^{bs}}$$

$\bar{B}^{bs}_t(i)$ は各家計が必要とする資金量、$\lambda^{bs} > 0$ は $1 + \frac{1}{\lambda^{bs}}$ を貸出の金利弾力性として表すパラメーターであり、貸出部門の金利マークアップ率を表す。これを解くと貸出部門 j への借入需要式が導出される。

$$B^s_t(j) = (\frac{R^{bs}_t(j)}{R^{bs}_t})^{-\frac{1+\lambda^{bs}}{\lambda^{bs}}} B^s_t$$

貸出部門はこの家計・企業の資金需要を所与に、金利設定を行う。

$$\max_{\{R_t^{bs}(j)\}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \Lambda_{0,t}^p \Big[R_t^{bs}(j) B_t^s(j) - R_t^i B_t(j) - \frac{\kappa_{bs}}{2} (\frac{R_t^{bs}(j)}{R_{t-1}^{bs}(j)} - 1)^2 R_t^{bs} B_t^s \Big]$$

$$s.t. \quad B_t^H(j) + B_t^E(j) = B_t(j)$$

ここで、金利に慣性をもたせるため、目的関数の最終項で quadratic cost を導入している。これにより、前期の金利と今期の金利の比率が 1 を超えた場合 (すなわち、$R_t^{bs} \neq R_{t-1}^{bs}$ となる場合) 調整コストが発生するため、借入需要に対してすぐに金利を変更することに対し機会費用が発生する。1 階の条件は以下の通りである。

$$\frac{1}{\lambda^{bs}} - (\frac{1+\lambda^{bs}}{\lambda^{bs}}) \frac{R_t^i}{R_t^{bs}} = -\kappa_{bs} (\frac{R_t^{bs}}{R_{t-1}^{bs}} - 1) \frac{R_t^{bs}}{R_{t-1}^{bs}} + \beta_p E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}^p}{\lambda_t^p} \kappa_{bs} (\frac{R_{t+1}^{bs}}{R_t^{bs}} - 1)(\frac{R_{t+1}^{bs}}{R_t^{bs}})^2 \frac{B_{t+1}^s}{B_t^s} \right\} \tag{2.25}$$

ここで、貸出金利と名目金利のスプレッドの構造を直観的に示すため、金利調整コストに掛かっているパラメーター (κ_{bs}) を 0 すなわち金利調整のコストがないものと仮定する。これにより (2.25) 式は、以下のように表される。

$$R_t^{bs} = (1+\lambda^{bs}) R_t^i$$

両辺から R_t^n を引くと、

$$R_t^{bs} - R_t^n = (1+\lambda_t^{bs})(R_t^i - R_t^n) + \lambda^{bs} R_t^n$$

となり、ここに (2.24) 式を代入すると

$$R_t^{bs} - R_t^n = (1+\lambda_t^{bs}) \{ \kappa_N (\nu_b - \frac{N_t}{w_t^H B_t^H + w_t^E B_t^E})(\frac{N_t}{w_t^H B_t^H + w_t^E B_t^E} \}^2 + z_t^{ir}) + \lambda^{bs} R_t^n \tag{2.26}$$

貸出金利と名目利子率のスプレッドは、銀行の自己資本比率と規制水準との差及び、金利のマークアップ率に依存して決定されることが分かる。

預金部門 : $j \in [0,1]$ でインデックスされた無数の預金部門は、貯蓄家計の預金需要を所与に、独占的に預金金利設定 $R_t^d(j)$ を行い、それらをホールセール部門へ金利 R_t^n で貸出す。

貯蓄家計 (i) は、預金金利を所与に、1 期後のリターンを最大化するよう、各預金部門 (j) への預金額 $D_t(i,j)$ を選択する

$$\max \int_0^1 R_t^d(j) D_t(i,j) dj$$

$$s.t. \quad \bar{D}_t(i) \leq [\int_0^1 D_t(j)^{\frac{1}{1+\lambda^d}} dj]^{1+\lambda^d}$$

$\bar{D}_t(i)$ は各貯蓄家計が預ける預金量、$\lambda^d < 0$ は $1 + \frac{1}{\lambda^d}$ を貸出の金利弾力性として表すパラメーターであり、預金部門の金利マークダウン率を表す。これを解くと貸出部門 j への借入需要式が導出される。

$$D_t(j) = (\frac{R_t^d(j)}{R_t^d})^{-\frac{1+\lambda^d}{\lambda^d}} D_t$$

この貯蓄家計の預金需要量を所与に、金利設定を行う。

$$\max_{\{R_t^d\}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \Lambda_{0,t}^p \Big[R_t^n D_t(j) - R_t^d D_t(j) - \frac{\kappa_d}{2} \big(\frac{R_t^d(j)}{R_{t-1}^d(j)} - 1 \big)^2 R_t^d D_t \Big]$$

ここでも、貸出部門同様、金利変更に quadratic cost を導入し、預金金利に慣性をもたせている。1 階の条件は以下のとおりである。

$$-\frac{1}{\lambda^d} + \Big(\frac{1+\lambda^d}{\lambda^d}\Big)\frac{R_t^n}{R_t^d} = -\kappa_d\Big(\frac{R_t^d}{R_{t-1}^d} - 1\Big)\frac{R_t^d}{R_{t-1}^d} + \beta_p E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}^p}{\lambda_t^p} \kappa_d \Big(\frac{R_{t+1}^d}{R_t^d} - 1\Big)\Big(\frac{R_{t+1}^d}{R_t^d}\Big)^2 \frac{D_{t+1}}{D_t} \right\} \quad (2.27)$$

ここで、$\kappa_d = 0$ とすると

$$R_t^d = (1+\lambda^d) R_t^i$$

となり、預金金利が安全利子率のマークダウン $(1+\lambda^d < 1)$ によって表される事が分かる。

以上より、銀行の最終的な利益 j_t は、以下のようになる。

$$j_t^b = R_t^{bH} B_t^H + R_t^{bE} B_t^E - R_t^d D_t - \frac{\kappa_N}{2}\Big(\frac{N_t}{w_t^H B_t^H + w_t^E B_t^E} - \nu_b\Big)^2 N_t - Adj_t$$

Adj_t は、各金利の調整コストの合計を示している。

2.3　その他経済主体の最適化行動

2.3.1　資本財生産企業

資本財生産企業は、前期末に企業家へ売却した資本を、減耗分を除いた $(1-\delta(u_t))K_{t-1}$ だけ価格 Q_t^k で買い戻し、それに投資を行う事で今期の資本財を生産する。資本財生産企業は、資本遷移式を所与に以下の期待利潤を最大化するよう投資量を決定する。

$$E_0 \sum_{j=t}^{\infty} \beta_p^j \frac{\Lambda_{t+j}}{\Lambda_t} \big[Q_t^k (K_t - (1-\delta(u_t)K_{t-1}) - I_{t+j} \big]$$

$$K_t = (1-\delta(u_t))K_{t-1} + \Big(1 - S\big(\frac{I_t}{I_{t-1}} \frac{e^{z_t^l}}{z}\big)\Big) I_t \quad (2.28)$$

S(・) は、$S(x) = (x-1)^2/(2\zeta)$(ζ はパラメーター) と定式化され投資の変化に伴う調整コストを表している。z_t^i は投資の調整コストに対するショックである。1 階の条件は以下の通りである。

$$1 = Q_t \Big[1 - S\big(\frac{I_t e^{z_t^l}}{I_{t-1} z}\big) - S'\big(\frac{I_t e^{z_t^l}}{I_{t-1} z}\big) \frac{I_t}{I_{t-1}} \frac{e^{z_t^l}}{z} \Big] + E_t \beta \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} Q_{t+1} z S'\big(\frac{I_{t+1} e^{z_t^l}}{I_t z}\big) \Big(\frac{I_{t+1} e^{z_{t+1}^l}}{I_t z}\Big)^2 \quad (2.29)$$

2.3.2　最終財製造企業

最終財生産企業は、企業家から購入した中間財 $Y_t(f)$ を用い、最終財 Y_t を生産する。企業の生産技術は次のの CES 型関数を仮定する。

$$Y_t = \Big(\int_0^1 Y_t(f)^{\frac{1}{1+\lambda_t}} \Big)^{1+\lambda_t}$$

λ_t は $1+\frac{1}{\lambda_t}$ を中間財の代替の弾力性として定義する変数であり、価格マークアップ率を表す変数である。最終財製造企業は、最終財価格 P_t、中間財価格 $P_t(f)$ を所与に、利潤を最大化するよう中間財投入量を決定する。

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

これを解くことで、最終財企業の各中間財に対する需要関数が導出される。

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

2.3.3 中央銀行

中央銀行は、Taylor [1993] 型の金融政策ルールに従い、目標インフレ率からの乖離、生産ギャップに応じて名目利子率を調整することで金融政策を行う。

$$\log R_t^n = \phi_r \log R_{t-1}^n + (1-\phi_r)\Big\{ \log R^n + \phi_\pi \Big(\frac{1}{4}\sum_{j=0}^{3} \pi_{t-j} \Big) + \phi_y \Big(\log \frac{Y_t}{Y_t^p} \Big\} + z_t^r \tag{2.30}$$

R^n は粗名目利子率の定常値、$\phi_r \in [0,1]$ は金利スムージングの度合いを表すパラメーター、$\phi_\pi, \phi_y \geq 0$ はインフレ率及び GDP ギャップに対する金利の反応度、z_t^r は金融政策ショックをそれぞれ表している。ここで潜在生産量は、次の式で定義される。

$$Y_t^p = \big(Z_t (l^P)^\mu (l^I)^{(1-\mu)} \big)^{1-\alpha} \big(ukZ_{t-1} \big)^\alpha - \Phi Z_t \tag{2.31}$$

ここで l、k はトレンド除去後の労働サービス (l_t) 及び、資本ストック k_t の定常値である。

2.3.4 市場均衡式

財市場：最終財は、消費財 $C_t = \Sigma_{h\in[P,I,E]} C_t^h$、投資財、銀行の金利調整コスト、それ以外の外生需要項目 $gZ_t e^{z_t^g}$ に用いられることとなる。

$$Y_t = C_t + I_t + gZ_t e^{z_t^g} + Adj_t \tag{2.32}$$

g は外生需要項目のウェイトを示すパラメーター、z_t^g は外生需要ショックを表している。

住宅財市場：住宅財の均衡条件は以下の式で表される。

$$\bar{H}_t = H_t^P + H_t^I \tag{2.33}$$

右辺が各家計の住宅財への需要、左辺が住宅財供給を表している。尚、本モデルでは住宅財の供給は外生的に固定されているものと仮定する。

2.4 構造ショック

構造ショックは全て以下の定常な AR(1) 過程に従うと仮定する。

$$z_t^s = \rho_s z_{t-1}^s + \varepsilon_t^s \qquad s \in [z, b, w, g, i, p, r, ir] \tag{2.34}$$

$\rho_s \in [0,1]$ は、自己回帰係数を表し、$\varepsilon_t^s \sim N(0, \sigma_s)$ はホワイトノイズを示している。

2.5　ディトレンド

本モデルの生産技術の対数値は、以下の非定常な確率過程に従っている。

$$\log \frac{Z_t}{Z_{t-1}} = \log z + z_t^z$$

技術進歩率 $\log \frac{Z_t}{Z_{t-1}}$ が確率変数 z_z^t 及び定常値 z により定義され、全ての実体経済変数の成長率はこの定常値に収束するようモデル化されている。よって、このような変数は技術水準 Z_t で割りこむことで確率的トレンドを除去し、定常な変数として各実体変数を再定義し直す必要がある。

$$z_t = \frac{Z_t}{Z_t}, y_t = \frac{Y_t}{Z_t}, c_t = \frac{C_t}{Z_t}, i_t = \frac{I_t}{Z_t}, k_t = \frac{K_t}{Z_t}, b_t = \frac{B_t}{Z_t}, d_t = \frac{D_t}{Z_t}, n_t = \frac{N_t}{Z_t},$$

$$w_t^s = \frac{W_t^s}{Z_t}, h_t^s = \frac{H_t^s}{Z_t}, \lambda_t^s = \frac{\Lambda_t^s}{Z_t}, \quad for\ s = \{P, I\}$$

これらのトレンド除去された経済変数を用いて定常状態の計算を行った上で、非線形な行動方程式を定常状態の近傍で対数線形近似しシミュレーションを行った*9。尚、パラメーターは日本のデータを用いて推計された Sugo and Ueda [2008] に従いカリブレーションを行ったが、銀行部門などの Sugo and Ueda [2008] で推計されていないパラメーターは Gerali et al. [2010] でヨーロッパのデータを基に推計されたものを用いカリブレーションを行った。対数線形近似された行動方程式およびカリブレーション用いたパラメーターは Appendix を参照されたい。

*9 シミュレーション分析には Michel Julliard 氏を中心に開発されたプログラム ‘Dynare’(http://www.dynare.org/) を用いた。dynare では Sims(2002) に従い合理的期待を仮定しモデルの均衡解を導出しており、将来の期待に関する変数を含んだ本モデルに整合的な解を与える。

3　分析結果

3.1　分析の概要

前節で導出したモデルを用いて、カウンターシクリカル資本バッファーの導入が経済に与える影響をシミュレーションを行う事で分析する。初めにカウンターシクリカル資本バッファーの導入によりプロシクリカリティーが Angelini et al. [2010] と同様に抑制されることを確認する。尚、シミュレーションで用いる外生的ショックは技術ショックを用いた。Sugo and Ueda [2008] や Hirose and Kurozumi [2012] で示されている様に景気変動の主因となるのは生産性の変化である。よって、1% 生産性を向上させる技術ショックを発生させ、この下で生じた景気増幅を政策により改善させる。

政策の有効性が確認された場合、次に政策のパフォーマンスを損失関数を用いることで比較し、最適な政策ルールを検討する。カウンターシクリカル資本バッファーは、政策当局が何らかの経済指標を参照し経済の状態を判断し要求水準を決定しなければならない。バーゼル *III* では、景気判断に用いる経済指標として GDP と信用供与の比率、CDS プレミアムなど様々な指標をあげており、これらに従い政策ルールが作成されると考えられる。そこで、本稿ではモデル内に存在する変数の中でバーゼル *III* が示した経済指標と近いものを選択し、それらをルール化しそれぞれの政策パフォーマンスを損失関数を指標として比較した。これは、他の先行研究 Angelini et al. [2010] にはない初めての試みであり本稿の貢献の核となる分析である。

3.2　結果及び考察

3.2.1　プロシクリカリティーの抑制

技術ショックがどのように波及しプロシクリカリティーを生み出すか前節で導出されたモデルを用いて簡単に説明する。良好な経済状態が続くと、経済主体のリスク認識が楽観的となり、金融機関のリスク許容度が上昇しリスクテイク姿勢が更に積極化することで景気が実体以上に拡大する。これがプロシクリカリティーであった。

本モデルでリスクウェイトは式 (2.23) で以下のように定義されていた。

$$w_t^s = (1-\rho_{rw_s})\bar{w}^s - (1-\rho_{rw_s})\chi_s(\log y_t - \log y_{t-4}) + \rho_{rw_s} w_{t-1}^s$$

$\chi_w^s > 0$ より、右辺第 2 項が $\log y_t - \log y_{t-4} > 0$ となった場合、つまり 1 年前の同時期に比べ景気が良くなっていた場合[*10]、リスクウェイトは下がることになる。これが金融機関のリスク許容度を上昇させるのは、式 (2.24) から示される。

$$R_t^i = R_t^n - \kappa_N\left(\frac{N_t}{w_t^H B_t^H + w_t^E B_t^E} - \nu_b\right)\left(\frac{N_t}{w_t^H B_t^H + w_t^E B_t^E}\right)^2 + z_t^{ir}$$

[*10] モデル上の 1 期間は 1 四半期を想定している

自己資本水準が要求水準 ν_b を下回るとコストが発生する quadratic cost という仮定を銀行に課していたが、自己資本水準を BaselII の形式と同様に銀行の純資産をリスクアセットで除することで定式化してある。よって、仮にリスクウェイトが低下した場合、分母が低下するため自己資本水準が相対的に高くなる。これにより、金融機関の貸出余地が生まれ (金融機関のリスク許容度の上昇)、貸出がより促進され (リスクテイク姿勢の積極化) 投資の拡大等を通じ実体経済へと波及して行くこととなる。

BaselI では銀行の自己資本比率を貸出量で除していたもので定式化していたが BaselII への移行により、自己資本比率を貸出量 × リスク量で除する形式へと変更したためリスク認識が与える影響は大きくなった。この点を踏まえ、本稿では BaselI から BaselII の移行で拡大した景気変動をプロシクリカリティーと位置付け、この拡大部分がカウンターシクリカル資本バッファーにより抑制できるかシミュレーションで確認する。

$$R_t^i - R_t^n = \kappa_N(\nu^b - \frac{N_t}{B_t})(\frac{N_t}{B_t})^2 + z_t^{ir} \tag{3.1}$$

$$= \kappa_N(\nu^b - \frac{N_t}{w_t^E B_t^E + w_t^I B_t^I})(\frac{N_t}{B_t})^2 + z_t^{ir} \tag{3.2}$$

$$= \kappa_N(\nu_t^b - \frac{N_t}{w_t^E B_t^E + w_t^I B_t^I})(\frac{N_t}{B_t})^2 + z_t^{ir} \tag{3.3}$$

式 (3.1) から式 (3.2) への変更が BaselI から BaselII への変更となる[*11]。これにより拡大した部分を、カウンタシクリカル資本バッファーを導入した式 (3.3) で抑制できるか確認する。ν_t^b は以下の式に従う、

$$\nu_t^b = (1-\rho_\nu)\bar{\nu}^b + (1-\rho_\nu)\chi_\nu(\log y_t - \log y_{t-4}) + \rho_\nu \nu_{t-1}^b \tag{3.4}$$

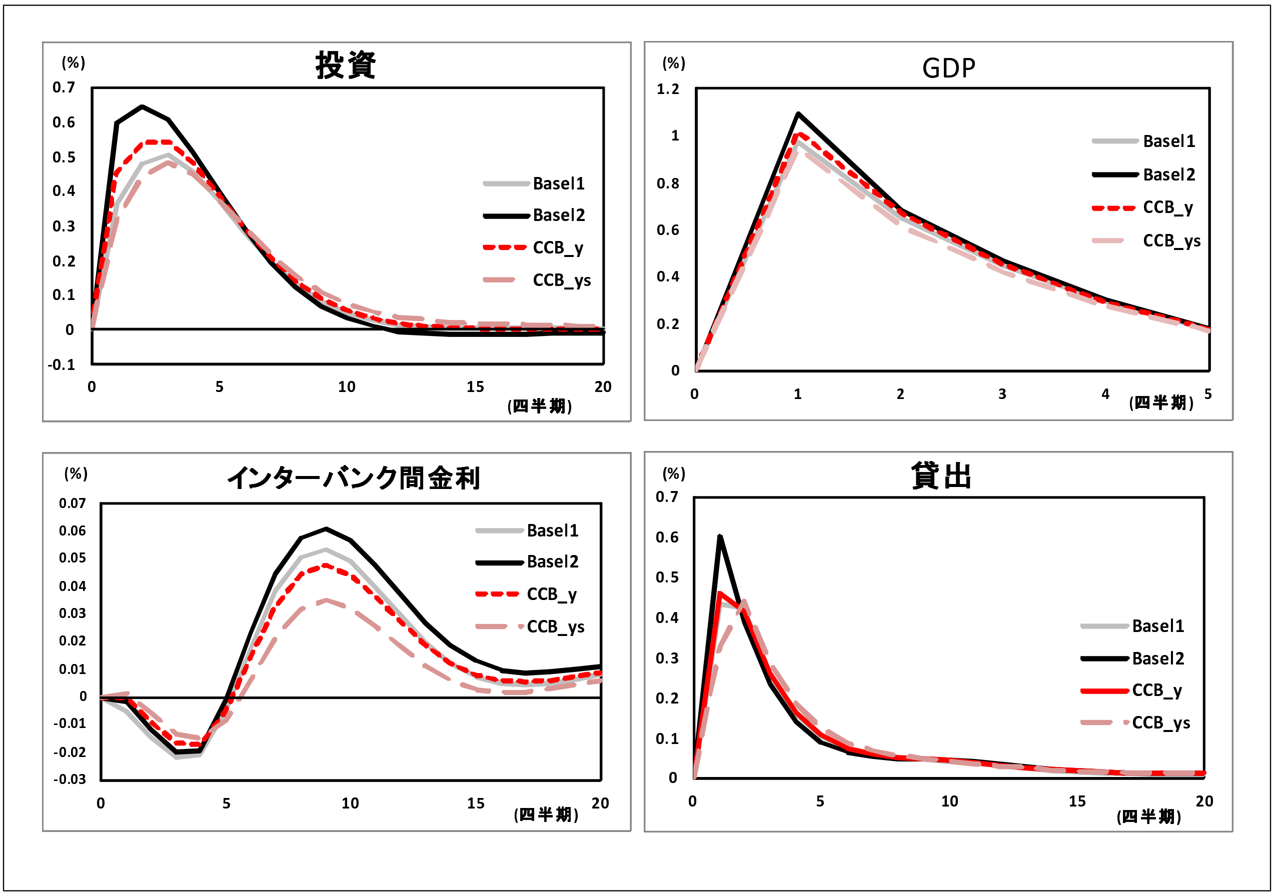
$\chi_\nu > 0$ は要求自己資本水準の景気への反応度を示している。BaselII では景気状況に関係なく自己資本水準は一定であったが、この変更により景気拡大時には右辺第二項が正となるため要求自己資本水準が上乗せされる。この上昇分がまさにカウンターシクリカル資本バッファーをあらわしている[*12]。

次の頁の図 1 は技術ショックに対する各経済変数のインパルス応答関数である。Basel1(薄い黒の実線) は式 (3.1)、Basel2(黒の実線) は式 (3.2) を用いた時のシミュレーション結果を示している。CCB_y(赤の破線) は式 (3.3) に式 (3.4) の景気反応度を $\chi_\nu = 10$ とした場合のシミュレーション結果、CCB_{ys}(薄い赤の破線) は式 (3.3) に式 (3.4) の景気反応度を $\chi_\nu = 20$ とした場合のシミュレーション結果をそれぞれ示している。

[*11] 式 (2.24) において $\bar{w}^H = \bar{w}^E, \rho_w^H = \rho_w^E = 1$ と定義すれば、式 (3.1) を得ることができる。

[*12] 式 (2.23)、式 (3.4) を比べると、これら 2 つの指標が負の相関になっている事が分かる。プロシクリカリティーはリスク認識が楽観的になることが起因となることを述べたが、このリスク量の動きと相反するバッファーを金融機関に課すことでこれを抑制しようとするのがこのアイディアであり (リスク量と) カウンターシクリカルに動くバッファーを金融機関に課すことから、カウンターシクリカル資本バッファーという名称になった。

図 1　技術ショックに対するインパルス応答関数



ここでは、金融市場の状況に左右されやすい経済変数 (投資、貸出量、銀行間金利) および GDP を取り上げたが、BaselI から BaselII の変更により各変数の増幅が拡大している事が分かる。また、実体経済変数については、BaselII と BaselI の間に CCB_y があることから、カウンターシクリカル資本バッファーの導入がプロシクリカリティーの抑制に対し有効な政策であることが確認された。しかし、CCB_{ys} のように過度に資本を要求してしまうと、金融仲介機能の効率性を低下させ実体経済そのものを縮小させてしまう可能性も同時に示唆された。よって、以下の厚生分析では、$\chi_\nu = 10$ とし、金融システムの効率的を保った上でパフォーマンスの良い政策ルールを模索していくこととする。

3.2.2　厚生分析

前小節で、カウンターシクリカル資本バッファーの導入が有効であることが示された。次に、金融機関にどのようなルールのもと資本バッファーを要求するのが最適となるのか、損失関数の最小化を政策当局の目的関数として設定することで考察を加える。

ある社会計画者的な人物 (政策当局) が、資源制約のもと家計の効用を最大化させるような資源配分問題に直面した場合、その問題の解は、GDP ギャップの分散 ($Var(y_t)$) とインフレ率の分散

$(Var(\pi_t))$ を (想定した経済モデルの) 構造パラメーターで表される比率によって加重平均された損失関数を最小化する問題の解と同値になる事が Woodford [2001] を初め様々な先行研究により証明されている。本稿は、Bernanke and Gertler [2000]、齊藤・福永 [2008] 同様 GDP の分散とインフレ率の分散を $\frac{1}{2}$ で加重平均したもの[*13]を損失関数として用い、最適な政策ルールを考える際の指標とする。

$$L = \frac{1}{2}Var(y_t) + \frac{1}{2}Var(\pi_t)$$

考慮した政策ルールは、GDP を指標に上乗せするバッファーの水準を決定するルール (式 (3.4)) 及び投資、貸出量、資本財価格を指標に判断する以下の 3 つの政策ルールである。

$$\nu_t^b = (1-\rho_\nu)\bar{\nu}^b + (1-\rho_\nu)\chi_\nu(\log I_t - \log I_{t-4}) + \rho_\nu \nu_{t-1}^b \qquad CCB_i$$
$$\nu_t^b = (1-\rho_\nu)\bar{\nu}^b + (1-\rho_\nu)\chi_\nu(\log B_t - \log B_{t-4}) + \rho_\nu \nu_{t-1}^b \qquad CCB_b$$
$$\nu_t^b = (1-\rho_\nu)\bar{\nu}^b + (1-\rho_\nu)\chi_\nu(\log Q_t^k - \log Q_{t-4}^k) + \rho_\nu \nu_{t-1}^b \qquad CCB_{q^k}$$

これらのルールが経済に生じた外生的ショックに対しどの程度のパフォーマンスを発揮するかを比較していく。今回は、技術ショック z_t^z、銀行間金利へのショック z_t^{ir} という 2 つのショックが経済に対し標準偏差 1 で確率的に生じると仮定し分析を行った。技術ショックは前小節で述べた通り経済変動の主因となっているショックであり、これに対する政策パフォーマンスを考慮することは、必要不可欠である。また、銀行間金利へのショックであるが、これはインターバンク金利の上昇などの金融システムの機能を妨げるショックであり金融危機時に生じるものである。これら 2 つのショックに対して、政策ルールを変更し損失関数の値を計算した。以下の表 (3.2.2) がその結果をまとめたものである。

表 2　厚生分析の結果

	技術ショック			銀行間金利へのショック		
	厚生損失	$Var(y_t)$	$Var(\pi_t)$	厚生損失	$Var(y_t)$	$Var(\pi_t)$
Basel1	1.051	1.798	0.305	1.079	0.634	1.524
Basel2	1.081	1.818	0.345	1.160	0.696	1.624
CCB_y	0.960	1.684	0.235	1.061	0.606	1.517
CCB_i	0.992	1.768	0.216	0.996	0.618	1.374
CCB_b	0.994	1.736	0.252	1.146	0.675	1.617
CCB_{q_k}	1.074	1.805	0.344	1.132	0.659	1.606

[*13] Woodford [2001] 等で損失関数を導出した際想定されている経済モデルは、資本市場の不完全性が考慮されていない経済モデルであり、これを考慮し損失関数を導出した先行研究は存在しない。よって、Bernanke and Gertler [2000]、齊藤・福永 [2008] 同様の損失関数を用いて考察を加えることとした。

いずれの政策ルールも、BaselII のものより損失の値が減っている事から、カウンターシクリカル資本バッファーを導入した方が厚生が改善される事が示された。また、また GDP を参照するルールは前節で確認された様に、実体経済の縮小を BaselI の時ほど抑えることはないにも関わらず、BaselI よりも厚生を改善している。(投資も同様) これは、金融仲介機能の効率性を保ちつつ金融システムが持つマクロリスクを考慮しつつ政策を行った事が要因として考えられ、マクロプルーデンス政策の有効性もうかがえる結果となった。

ここで 1 点触れておきたいことがある。それは、技術ショックと銀行間金利ショックで最適な政策ルールが変わっているということである。繰り返しになるが、経済変動の主因となるショックは技術ショックであり、技術ショックのみが確率的に生じる経済では、GDP に反応させるルールが最適となる。しかし、危機時に特有な銀行間金利のショックのみが確率的に生じている経済では、投資に反応させるルールが最適となる。金融危機が生じた場合、金融市場で不確実性が生じ、貸出金利が上昇し、投資需要が減退しそれが実体経済へと波及していく。つまり、金融市場で生じたショックの影響を一番受けやすいのは投資であり、危機時はこの指標を参考にバッファーを考えなければ、実体経済の状況とマッチしていない資本を金融機関に要求することとなり、厚生を悪化させる可能性がある。これらのことから、政策当局はショックを正確に識別しショックに応じた経済指標を参照し慎重にバッファー水準を決定していかなければならないことが言えよう。

4　結びにかえて

本稿では、カウンターシクリカル資本バッファーの導入がマクロ経済へ及ぼす影響を DSGE モデルを用い分析を行い最適な政策ルールを検討した。分析の結果、カウンターシクリカル資本バッファーがプロシクリカリティーを有効に抑制出来ることが確認されたが、マクロ経済状況と整合的なルールのもと政策を運営しなければ、実体経済を過度に縮小させたり、経済厚生を悪化させてしまったりする恐れがあることが分析より示唆された。マクロプルーデンス政策は、ミクロプルーデンス的な政策でカバーできない経済全体のマクロリスクを補完するために導入されるものであるが、きちんと市場と対話を行い経済に生じたショックを捉え政策運営を慎重に行わなければ経済状態をかえって悪化させてしまうリスクも内包している。

残された課題は、モデルの部分である。分析でプロシクリカリティーは確認されたが、GDP は 0.1% 程度の違いしかみられなかった。これは、銀行のバランスシートが貸出・借入のみで構成されており、米国サブプライムローン問題に端を発した 2008 年秋の金融危機を引き起こした重要なファクターである市場型間接金融や複雑化・高度化した証券化技術の影響を捨象したことが大きな影響を与えていると思われる。金融仲介機関対家計企業という関係に加え、金融機関対金融機関という関係性を考慮したモデルを構築することでこの重要な問題を解決していくことは今後の大きな課題である。

しかし、よりモデルを複雑化しプロシクリカリティーを再現できるようになったとしても、本稿のシンプルなモデルで得られた結論は十分なインプリケーションをもっており、当局が正確にショックを識別しショックに一番近い実体経済変数を参照しつつ政策運営に当たらなければならない事に変わりはないであろう。

Appendix A　対数線形近似されたモデル

対数線形近似されたモデルは以下の通り。尚、$\tilde{x_t} \equiv \log \frac{x_t}{x}$ は、定常状態からの乖離を表している。

A.1　家計・企業家

A.1.1　貯蓄家計

消費財から得られる消費の限界効用

$$(1-\frac{\theta}{z})(1-\frac{\beta_p\theta}{z^\sigma})\tilde{\lambda}_t^P = -\sigma\big\{\tilde{c}_t^p - \frac{\theta}{z}(\tilde{c}_{t-1}^p - z_t^z)\big\} + (1-\frac{\theta}{z})z_t^b + \frac{\beta_p\theta}{z^\sigma}\Big[\sigma\big\{E_t\tilde{c}_{t+1}^p + E_t z_{t+1}^z - \frac{\theta}{z}\tilde{c}_t^p\big\} - (1-\frac{\theta}{z})E_t z_{t+1}^b\Big] \tag{A.1}$$

住宅財から得られる消費の限界効用

$$(1-\frac{\beta_p}{z^\sigma})z_t^b - \sigma(1-\frac{\beta_p}{z^\sigma})\tilde{h}_t^p = \tilde{\lambda}_t^p + \tilde{q}_t^h - \frac{\beta_p}{z^\sigma}\big\{E_t\tilde{\lambda}_{t+1}^p - \sigma z_{t+1}^z + E_t\tilde{q}_{t+1}^h\big\} \tag{A.2}$$

オイラー方程式

$$\tilde{\lambda}_t^p = E_t\tilde{\lambda}_{t+1}^p - \sigma E_t z_{t+1}^z + \tilde{R}_t^d - E_t\tilde{\pi}_{t+1} \tag{A.3}$$

賃金関数

$$\tilde{w}_t^p - \tilde{w}_{t-1}^p + \tilde{\pi}_t - \gamma_w\tilde{\pi}_{t-1} + z_t^z - \beta_P z^{1-\sigma}\big(E_t\tilde{w}_{t+1}^p - \tilde{w}_t^p + E_t\tilde{\pi}_{t+1} - \gamma_w\tilde{\pi}_t + E_t z_{t+1}^z\big) = \frac{1-\gamma_w}{\gamma_w}\frac{(1-\beta_p\gamma_w z^{1-\sigma})\lambda^w}{\lambda^w + \chi(1+\lambda^w)}\big(\chi\tilde{l}_t^p - \tilde{\lambda}_t^p - \tilde{w}_t^p + z_t^b\big) + z_t^w \tag{A.4}$$

A.1.2　借入家計

消費財から得られる消費の限界効用

$$(1-\frac{\theta}{z})(1-\frac{\beta_i\theta}{z^\sigma})\tilde{\lambda}_t^i = -\sigma\big\{\tilde{c}_t^i - \frac{\theta}{z}(\tilde{c}_{t-1}^i - z_t^z) + (1-\frac{\theta}{z})z_t^b + \frac{\beta_i\theta}{z^\sigma}\Big[\sigma\big\{E_t\tilde{c}_{t+1}^i + E_t z_{t+1}^z - \frac{\theta}{z}\tilde{c}_t^i\big\} - (1-\frac{\theta}{z})E_t z_{t+1}^b\Big] \tag{A.5}$$

住宅財から得られる消費の限界効用

$$(1-\frac{\beta_I}{z^\sigma} - m^I\frac{\lambda^{ic}}{\lambda^i})\big(z_t^b - \sigma\tilde{h}_t^i\big) = \tilde{\lambda}_t^i + \tilde{q}_t^i - \frac{\beta_i}{z^\sigma}\big\{E_t\tilde{\lambda}_{t+1}^i - \sigma z_{t+1}^z + E_t\tilde{q}_{t+1}^h\big\} - \frac{\lambda^{ic}}{\lambda^i}m^I\big\{\tilde{\lambda}^{ic} + E_t\tilde{q}_{t+1}^h + E_t\tilde{\pi}_{t+1}\big\} \tag{A.6}$$

オイラー方程式

$$\tilde{\lambda}_t^i = R^{bh}\frac{\beta_I}{z^\sigma}\big\{E_t\tilde{\lambda}_{t+1}^i - \sigma E_t z_{t+1}^z + \tilde{R}_t^{bh} - E_t\tilde{\pi}_{t+1}\big\} + R^{bh}\frac{\lambda^{ic}}{\lambda^i}\big\{\tilde{\lambda^{ic}}_t + \tilde{R^{bh}}_t\big\} \tag{A.7}$$

賃金関数

$$\begin{aligned}(\tilde{w}_t^i - \tilde{w}_{t-1}^i + \tilde{\pi}_t - \gamma_w \tilde{\pi}_{t-1} + z_t^z) - \beta_I z^{1-\sigma}\big(E_t \tilde{w}_{t+1}^i - \tilde{w}_t^i + E_t \tilde{\pi}_{t+1} - \gamma_w \tilde{\pi}_t + E_t z_{t+1}^z\big) \\ = \frac{1-\gamma_w}{\gamma_w}\frac{(1-\beta_I \gamma_w z^{1-\sigma})\lambda^w}{\lambda^w + \chi(1+\lambda^w)}\big(\chi \tilde{l}_t^i - \tilde{\lambda}_t^i - \tilde{w}_t^i + z_t^b\big) + z_t^w \qquad \text{(A.8)}\end{aligned}$$

A.1.3　企業家

消費の限界効用

$$\begin{aligned}(1-\frac{\theta}{z})(1-\frac{\beta_E \theta}{z^\sigma})\tilde{\lambda}_t^e = -\sigma\big\{\tilde{c}_t^e - \frac{\theta}{z}(\tilde{c}_{t-1}^e - z_t^z) + (1-\frac{\theta}{z})z_t^b \\ + \frac{\beta_E \theta}{z^\sigma}\Big[\sigma\big\{E_t \tilde{c}_{t+1}^e + E_t z_{t+1}^z - \frac{\theta}{z}\tilde{c}_t^e\big\} - (1-\frac{\theta}{z})E_t z_{t+1}^b\Big] \qquad \text{(A.9)}\end{aligned}$$

オイラー方程式

$$\tilde{\lambda}_t^e = R^{be}\frac{\beta_E}{z^\sigma}\big\{E_t \tilde{\lambda}_{t+1}^e - \sigma E_t z_{t+1}^z + \tilde{R}_t^{be} - E_t \tilde{\pi}_{t+1}\big\} + R^{be}\frac{\lambda^{ec}}{\lambda^e}\big\{\tilde{\lambda^{ec}}_t + \tilde{R^{be}}_t\big\} \qquad \text{(A.10)}$$

トービンの Q

$$\begin{aligned}\tilde{q}_t^k = \frac{\beta_E}{z^\sigma}(R^k + 1 - \delta)[E_t \tilde{\lambda_{t+1}^e} - \tilde{\lambda}_t^e - \sigma E_t z_{t+1}^z] + \frac{\beta_E}{z^\sigma}[R^k E_t \tilde{R}_{t+1}^k (1-\delta)\tilde{q}_{t+1}^k] \\ + \big\{1 - \frac{\beta_E}{z^\sigma}(R^k + 1 - \delta)\big\}[\tilde{\lambda}_t^{ec} - \tilde{\lambda}_t^e + \tilde{\pi}_{t+1} + \tilde{q}_{t+1}^k] - \frac{\lambda^{ec}}{\lambda^e} m R^k \tilde{u}_{t+1} \qquad \text{(A.11)}\end{aligned}$$

限界費用

$$\tilde{mc}_t = \mu(1-\alpha)\tilde{w}_t^p + (1-\mu)(1-\alpha)\tilde{w}_t^i + \alpha \tilde{R}_t^k \qquad \text{(A.12)}$$

費用最小化条件

$$\tilde{l}_t^i - \tilde{l}_t^p = \tilde{w}_t^p - \tilde{w}_t^i \qquad \text{(A.13)}$$

$$\tilde{u}_t + \tilde{k}_{t-1} - \tilde{l}_t^p - z_t^z = \tilde{w}_t^p - \tilde{R}_t^k \qquad \text{(A.14)}$$

$$\tilde{u}_t + \tilde{k}_{t-1} - \tilde{l}_t^i - z_t^z = \tilde{w}_t^i - \tilde{R}_t^k \qquad \text{(A.15)}$$

生産関数

$$\tilde{y}_t = (1+\phi)\big\{\mu(1-\alpha)\tilde{l}_t^p + (1-\mu)(1-\alpha)\tilde{l}_t^i + \alpha(\tilde{u}_t + \tilde{k}_{t-1} - z_t^z)\big\} \qquad \text{(A.16)}$$

ニューケインジアンフィリップスカーブ

$$\tilde{\pi}_t - \gamma_p \tilde{\pi}_{t-1} = \beta_p z^{1-\sigma}(E_t \tilde{\pi}_{t+1} - \gamma_p \tilde{\pi}_t) + \frac{(1-\gamma_p)(1-\beta\gamma_p z^{1+\sigma})}{\gamma_p}\tilde{mc}_t + z_t^p \qquad \text{(A.17)}$$

A.2 銀行

純資産遷移式

$$\frac{n}{b}\tilde{n}_t = (1-\delta^b)\tilde{n}_{t-1} + \omega\big[R^{bh}\frac{b^i}{b}(\tilde{b}_t^H + \tilde{R}_t^{bh}) + R^{be}\frac{b^e}{b}(\tilde{b}_t^E + \tilde{R}_t^{be}) - R^d\frac{d}{b}(\tilde{d}_t + \tilde{R}_t^d)\big] \tag{A.18}$$

銀行のバランスシート定義式

$$\tilde{b}_t = \frac{b^H}{b}\tilde{b}_t^H + \frac{b^E}{b}\tilde{b}_t^E \tag{A.19}$$

$$\tilde{b}_t = \frac{d}{b}\tilde{d}_t + \frac{n}{b}\tilde{n}_t \tag{A.20}$$

インターバンクレート

$$\tilde{R}_t^i = \tilde{R}_t^n - \frac{\kappa_n}{R^n}(\frac{n}{b})^3\big\{\tilde{n}_t - \xi_e(\tilde{b}_t^H + \tilde{w}_t^H) - \xi_i(\tilde{b}_t^E + \tilde{w}_t^E)\big\} \tag{A.21}$$

$$where \quad \xi_e = \frac{1}{1+\frac{B^i w^i}{B^e w^i}}, \quad \xi_i = 1 - \xi_e$$

リスクウェイトの定義式

$$\tilde{w}_t^H = (1-\rho_{rw_h})(\tilde{y}_t + z_t^z + z_{t-1}^z + z_{t-2}^z + z_{t-3}^z - \tilde{y}_{t-4}) + \rho_{rw_h}\tilde{w}_{t-1}^H \tag{A.22}$$

$$\tilde{w}_t^E = (1-\rho_{rw_e})(\tilde{y}_t + z_t^z + z_{t-1}^z + z_{t-2}^z + z_{t-3}^z - \tilde{y}_{t-4}) + \rho_{rw_e}\tilde{w}_{t-1}^E \tag{A.23}$$

貸出金利

$$\tilde{R}_t^{bh} = \frac{\kappa_{bh}\lambda^{bh}}{1+\kappa_{bi}\lambda^{bh}(1+\beta_P)}\tilde{R}_{t-1}^{bh} + \frac{\beta_P\kappa_{bh}\lambda^{bh}}{1+\kappa_{bh}\lambda^{bh}(1+\beta_P)}E_t\tilde{R}_{t+1}^{bh} + \frac{1}{1+\kappa_{bh}\lambda^{bh}(1+\beta_P)}\tilde{R}_t^i \tag{A.24}$$

$$\tilde{R}_t^{be} = \frac{\kappa_{be}\lambda^{be}}{1+\kappa_{be}\lambda^{be}(1+\beta_P)}\tilde{R}_{t-1}^{be} + \frac{\beta_P\kappa_{be}\lambda^{be}}{1+\kappa_{be}\lambda^{be}(1+\beta_P)}E_t\tilde{R}_{t+1}^{be} + \frac{1}{1+\kappa_{be}\lambda^{be}(1+\beta_P)}\tilde{R}_t^i \tag{A.25}$$

預金金利

$$\tilde{R}_t^d = \frac{\kappa_d\lambda^d}{1+2\kappa_d\lambda^d(1+\beta_P)}\tilde{R}_{t-1}^d + \frac{\beta_P\kappa_d\lambda^d}{1+2\kappa_d\lambda^d(1+\beta_P)}E_t\tilde{R}_{t+1}^d + \frac{1}{1+2\kappa_d\lambda^d(1+\beta_P)}\tilde{R}_t^i \tag{A.26}$$

担保制約 (資金供給式)

$$\tilde{R}_t^{bh} + \tilde{b}_t^i = E_t\tilde{q}_{t+1}^h + \tilde{h}_t^i + E_t\tilde{\pi}_{t+1} \tag{A.27}$$

$$\tilde{R}_t^{be} + \tilde{b}_t^e = E_t\tilde{q}_{t+1}^k + \tilde{k}_t + E_t\tilde{\pi}_{t+1} \tag{A.28}$$

A.3　資本財生産企業

投資関数

$$\frac{1}{\zeta}\{\tilde{i}_t - \tilde{i}_{t-1} + z_t^z + z_t^i\} = \tilde{q}_t^k + \frac{\beta z^{1-\sigma}}{\zeta}\{E_t\tilde{i}_{t+1} - \tilde{i}_t + E_t z_{t+1}^z + E_t z_{t+1}^i\} \tag{A.29}$$

資本遷移式

$$\tilde{k}_t = \frac{1-\delta}{z}(\tilde{k}_{t-1} + z_t^z) - \frac{R^k}{z}\tilde{u}_t + (1 - \frac{1-\delta}{z})\tilde{i}_t \tag{A.30}$$

資本稼働率

$$\tilde{u}_t = \mu(\tilde{R}_t^k + \tilde{q}_t^k) \tag{A.31}$$

A.4　中央銀行

テイラールール

$$\tilde{rn}_t = \phi_r \tilde{rn}_{t-1} + (1-\phi_r)\Big\{\phi_\pi\Big(\frac{1}{4}\sum_{j=0}^{3}\tilde{\pi}_{t-j}\Big) + \phi_y\Big(\tilde{y}_t - \tilde{y}_t^p)\Big\} + z_t^r \tag{A.32}$$

潜在 GDP

$$\tilde{y}^p = -\alpha(1 + \frac{\Phi}{y})z_t^z \tag{A.33}$$

A.5　市場均衡式

A.5.1　財市場の均衡条件

$$\tilde{y}_t = \frac{c}{y}\tilde{c}_t + \frac{i}{y}\tilde{i}_t + \frac{g}{y}z_g \tag{A.34}$$

$$where \quad \tilde{c}_t = \frac{c^p}{y}\tilde{c}_t^p + \frac{c^i}{y}\tilde{c}_t^i + \frac{c^e}{y}\tilde{c}_t^e$$

A.5.2　住宅財市場の均衡条件

$$\bar{h}_t = \frac{h^P}{h}\tilde{h}_t^P + \frac{h^I}{h}\tilde{h}_t^I \tag{A.35}$$

$$\bar{h}_t = (1-\rho_h)\bar{h} + \rho_h\tilde{h}_{t-1} + \varepsilon_t^h \tag{A.36}$$

Appendix B　カリブレーション

表 3　Sugo and Ueda [2008] より設定したパラメーター

構造パラメーター	値	構造パラメーターの内容
θ	0.481	消費の慣性
σ	1.107	消費の代替の弾力性の逆数
χ	3.857	労働供給の代替の弾力性の逆数
δ	0.015	資本減耗率
ζ	1.578	投資関数のパラメーター
μ	0.995	定常状態における資本稼働率
ϕ	0.083	
z_s	1.00352	技術成長率の定常値
α	0.37	資本分配率
γ_p	0.446	物価を据え置く場合の前期インフレ率の参照度合い
γ_w	0.311	物価を据え置く場合の前期インフレ率の参照度合い
ξ_p	0.66	物価の改定機会の頻度
ξ_w	0.477	賃金の改定機会の頻度
λ	0.1	物価のマークアップ率の定常値
λ_w	0.2	賃金のマークアップ率の定常値
ϕ_r	0.557	名目金利の慣性を表すパラメーター
ϕ_π	1.804	目標インフレ率との乖離に対する名目金利の反応度合
ϕ_y	0.088	生産ギャップに対する名目金利の反応度合
R_n	1.01	名目金利の定常状態値
π	1.0025	インフレ率の定常状態値

表 4　Angelini et al. [2010] により設定したパラメーター

構造パラメーター	値	構造パラメーターの内容
rw_e	1	企業への貸出に対するリスク評価の定常値
rw_h	0.5	家計への貸し出しに対するリスク評価の定常値
ρ_{rw_h}	0.92	家計へのリスク評価の慣性
ρ_{rw_e}	0.94	企業へのリスク評価の慣性
χ_e	-14	家計貸出のリスク評価の景気反応度
χ_h	-10	企業貸出のリスク評価の景気反応度

表 5　Gerali et al. [2010] により設定したパラメーター

構造パラメーター	値	構造パラメーターの内容
β_i	0.975	借入家計の主観的割引率
β_e	0.975	企業家の主観的割引率
R_{bh}	1.0125	家計への貸出金利の定常状態値
R_{be}	1.014	企業家への貸出金利の定常状態値
R_d	1.00575	預金金利の定常状態値
$\frac{n}{b}$	0.09	自己資本水準の定常値
m_i	0.7	借入家計に対する LTV
m_e	0.35	企業家に対する LTV
κ_n	30.49	自己資本水準の調整コストに関するパラメーター
κ_{bh}	10.22	家計の貸出金利の調整コストに関するパラメーター
κ_{be}	9.51	企業への貸出金利の調整コストに関するパラメーター
κ_d	3.62	預金金利の調整コストに関するパラメーター

表 6　経済主体の比率及びショックに関するパラメーター

構造パラメーター	値	構造パラメーターの内容
$\frac{g}{y}$	0.2	最終財に占める外生需要の割合
$\frac{h_p}{h}$	0.571428571	貯蓄家計の住宅財保有割合
$\frac{b_e}{b}$	0.51	家計への貸出が貸出全体に占める割合
$\frac{g}{y}$	0.2	最終財に占める外生需要の割合
μ_l	0.571428571	労働における貯蓄家計の割合
$\frac{c_p}{c}$	0.4	消費に占める貯蓄家計の割合
$\frac{c_i}{c}$	0.3	消費に占める借入家計の割合
ρ_z	0.7	技術ショックの粘着度
ρ_{ir}	0.9	インターバンク金利へのショックの粘着度
ρ_{ccb}	0.9	カウンターシクリカル資本バッファーの慣性

参考文献

江口允孝 (2010) 『動学的一般均衡モデルによる財政政策の分析』，三菱経済研究所．

齊藤雅士・福永一郎 (2008) 「資産価格と金融政策：動学的一般均衡モデルによる分析と展望」，『金融研究』，第 27 巻，第 2 号，1-64 頁，4 月．

廣瀬康生 (2012) 『DSGE モデルによるマクロ実証分析の方法』，三菱経済研究所．

Adrian, Tobias and Hyun Song Shin (2010) "Liquidity and leverage," *Journal of Financial Intermediation*, Vol. 19, No. 3, pp. 418-437, July.

Angelini, Paolo, Andrea Enria, Stefano Neri, Fabio Panetta, and Mario Quagliariello (2010) "Pro-cyclicality of capital regulation: is it a problem? How to fix it?" Questioni di Economia e Finanza (Occasional Papers) 74, Bank of Italy, Economic Research and International Relations Area.

BaselCommitteeonBankingSupervision (2011) "Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems,"Technical report, Bank for International Settlements.

Bernanke, Ben and Mark Gertler (2000) "Monetary Policy and Asset Price Volatility," NBER Working Papers 7559, National Bureau of Economic Research, Inc.

Bernanke, Ben S., Mark Gertler, and Simon Gilchrist (1999) "The financial accelerator in a quantitative business cycle framework," in Taylor, J. B. and M. Woodford eds. *Handbook of Macroeconomics*, Vol. 1 of Handbook of Macroeconomics: Elsevier, Chap. 21, pp. 1341-1393.

Borio, Claudio E. V. (2003) "Towards a macroprudential framework for financial supervision and regulation?" BIS Working Papers 128, Bank for International Settlements.

Calvo, Guillermo A. (1983) "Staggered prices in a utility-maximizing framework," *Journal of Monetary Economics*, Vol. 12, No. 3, pp. 383-398, September.

Christiano, Lawrence J., Martin Eichenbaum, and Charles L. Evans (2005) "Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy," *Journal of Political Economy*, Vol. 113, No. 1, pp. 1-45, February.

Gerali, Andrea, Stefano Neri, Luca Sessa, and Federico M. Signoretti (2010) "Credit and Banking in a DSGE Model of the Euro Area," *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 42, No. s1, pp. 107-141, 09.

Hirose, Yasuo and Takushi Kurozumi (2012) "Do Investment-Specific Technological Changes Matter For Business Fluctuations? Evidence From Japan," *Pacific Economic Review*, Vol. 17, No. 2, pp. 208-230, 05.

Iacoviello, Matteo (2005) "House Prices, Borrowing Constraints, and Monetary Policy in the Business Cycle," *American Economic Review*, Vol. 95, No. 3, pp. 739-764, June.

Kiyotaki, Nobuhiro (1998) "Credit and Business Cycles," *Japanese Economic Review*, Vol. 49, No. 1, pp. 18-35, March.

Kiyotaki, Nobuhiro and John Moore (1997) "Credit Cycles," *Journal of Political Economy*, Vol. 105, No. 2, pp. 211-48, April.

Smets, Frank and Rafael Wouters (2007) "Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach," *American Economic Review*, Vol. 97, No. 3, pp. 586-606, June.

Sugo, Tomohiro and Kozo Ueda (2008) "Estimating a dynamic stochastic general equilibrium model for Japan," *Journal of the Japanese and International Economies*, Vol. 22, No. 4, pp. 476-502, December.

Taylor, John B. (1993) "Discretion versus policy rules in practice," *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, Vol. 39, No. 1, pp. 195-214, December.

Woodford, Michael (2001) "The Taylor Rule and Optimal Monetary Policy," *American Economic Review*, Vol. 91, No. 2, pp. 232-237, May.

謝辞

本稿の執筆にあたっては、慶應義塾大学経済学部廣瀬康生准教授にモデルの導出からシミュレーションまで終始多大なるご指導を頂きました。心より感謝申し上げます。またマクロモデルという同じフレームワークを共有し、議論を交わすことが出来た本研究会の同期ならびに先輩後輩との時間は、様々な知見を得られるものでありました。この場を借りて、皆様にも御礼を申し上げます。

2012 年　1 月 29 日

松坂　秀太郎