

April 2019

「推計された DSGE モデル: 政策分析と予測への利用をめぐって」

**‘Estimated DSGE Models :
their use for policy analysis and forecasting’**

佐久間 隆

Research Institute of Economic Science

College of Economics, Nihon University

「推計された DSGE モデル：政策分析と予測への利用をめぐって」
'Estimated DSGE Models : their use for policy analysis and forecasting'

佐久間 隆¹

(要約)

マクロ経済政策の立案と執行を担当する当局にとってマクロ計量経済モデルは不可欠の分析ツールである。とりわけ、市場関係者との対話や一般の企業・消費者のインフレ期待への働きかけを目的に経済予測を定期的に公表する中央銀行にとって、経済予測を作成するためのフレームとして極めて重要な役割を果たしている。政策立案者の求めに応じて、予測精度が高く、かつ、金融政策等の効果分析において信頼に足るマクロ計量経済モデルを開発することに大きな努力を傾注してきた結果、近年では、ベイズ推計されたニューケインジアン DSGE モデルの利用が経済予測の分野における世界の潮流になっている。

本論文では、VAR モデルなど DSGE モデル以外のマクロ計量経済モデルも視野に入れながら、ここ 15 年ほどの間に主要国の中央銀行等で達成されたベイズ推計されたニューケインジアン DSGE モデルを中心にその開発の成果を整理するとともに、日本経済のデータへの適用例を紹介する。最後に、今後の改善の可能性と課題について検討を加える。

JEL Classification: C50, E58, E62

Keywords: DSGE Models, Monetary Policy, Fiscal Policy, Forecasting

¹ 日本大学経済学部，連絡先：郵便 101-8360 東京都千代田区神田三崎町 1-3-2
電話 & Fax : 03-3219-4680, E-mail : sakuma.takashi@nihon-u.ac.jp

はじめに

マクロ経済政策の立案と執行を担当する当局にとってマクロ計量経済モデルは不可欠の分析ツールであるが、近年、主要国の中央銀行ではニューケインジアン動学的確率的一般均衡モデル（New Keynesian Dynamic Stochastic General Equilibrium Model／以下、NKDSGE モデルと略記）を金融政策の分析に用いることが主流となり、それは財政政策の分析へと広がりつつある。さらに、ベイズ推計された NKDSGE モデルは経済予測のツールの一角を占めるようになってきている。

本論文では、ベイズ推計された NKDSGE モデルないしその拡張型の利用が経済予測の分野における世界の潮流になっていることを踏まえ、モデル構築および予測利用に重点を置いて DSGE モデルに関する研究をサーベイし、日本における DSGE モデル開発とその予測利用に資することとしたい。

第1章 政策分析・予測のための DSGE モデル開発とその普及

マクロ経済を定量的に分析することのできるマクロ計量経済モデルは、マクロ経済政策の立案と執行を担当する当局にとって不可欠の分析ツールである。とりわけ、市場関係者との対話や一般の企業・消費者のインフレ期待への働きかけを目的に経済予測を定期的に公表する中央銀行にとって、経済予測を作成するためのフレームとして極めて重要な役割を果たしている。このため、各国中央銀行のスタッフは、政策立案者の求めに応じて、予測精度が高く、かつ、金融政策等の効果分析において信頼に足るマクロ計量経済モデルを開発することに大きな努力を傾注してきた。ここでは、ベクトル自己回帰モデル（VAR モデル）など DSGE モデル以外のマクロ計量経済モデルも視野に入れながら、ここ 15 年ほどの間に主要国の中央銀行等で達成された NKDSGE モデル開発の成果を整理するとともに、実際のマクロ経済予測への利用状況についてみていく。

第1節 推計された NKDSGE モデルの位置付け

各国の政策当局におけるマクロ計量経済モデルの利用は、1950 年代に開発された伝統的ケインジアンモデルに始まり、60 年代には大規模なモデルにまで発展した。しかし、その後、それらのモデルに対しては様々な疑問、批判が提起されるようになった。

その後のマクロ計量経済モデルの発展に大きな影響を与えた研究に、モデル構築の観点から理論上の批判を加えた Lucas(1976)、計量経済学的観点から VAR モデルの優位性を主張した Sims(1980)がある。先行して景気循環、政策効果、経済予測の分野で多くの成果を上げたのは VAR モデルの研究であり、VAR モデルが示した政策ショックへのインパルス応答関数は政策効果分析の

ベンチマークとなった。

伝統的ケインジアンモデルに対する諸批判に可能な限り応え、VARモデルによる研究成果を取り込むかたちで80年代に発展をみたのがエラーコレクションモデルである。政策当局においては、それらのモデルが90年代に至るまで政策分析と経済予測において中核的な役割を果たしたし、その使い勝手の良さから現在でも政策分析や経済予測での利用は続いている²。

他方、学界においては、より厳密なミクロ経済学的基礎を有するDSGEモデルの研究が進められてきた。90年代後半に、価格の粘着性など摩擦的要素を取り込んだNKDSGEモデルによって金融政策ショックに対するマクロ経済の短期的な反応を的確にトレースできることが示された結果、中央銀行においても、金融政策の分析にNKDSGEモデルを用いることが一般的となった。さらに、2000年代半ばにベイズ推計されたNKDSGEモデルの予測精度がVARモデルに劣らないことが明らかになってからは経済予測への利用が広がりつつある。

今世紀が始まったばかりの時期、Pagan (2003) は、イングランド銀行におけるモデル開発と経済予測への利用についての報告のなかで、モデル構築においては経済理論との整合およびデータへの適合が追及されるべきであるが、両者はトレード・オフ関係あり両立は困難であると指摘した。その上で、当時において実現可能な最善の組み合わせを示す曲線を同報告のFigure 1 (p.68)において模式的に描き、そこに中央銀行において用いられていた、あるいは、開発途上であった諸モデル、すなわち、DSGEモデル、ハイブリッド型モデル、VARモデルなどの立ち位置をプロットしてみせた。この図解はたいへん分かりやすく、かつ、印象的であったので、モデル開発者の間ではPagan フロンティアとして広く知られている。他方、政策立案者からは、中央銀行のスタッフが異なるタイプのマクロ計量経済モデルを多数並行して開発・利用するという‘suite of models’のアプローチを根拠づける説得的な説明としても受け止められた。

その後、現在に至るまでの15年ほどの間に、各国の中央銀行等におけるモデル開発者のたゆみない努力によりPagan フロンティアは前進をみせた。その推進力の一方は、パラメータが時変するVARモデルや多次元のデータが与える情報を活用したダイナミックファクターモデル (DFM) など一連の新しいタイプのVARモデルである。特に、DFMは、1~2四半期の期間における予測精度の点では従来最も好成績を収めていたベイジアンVAR (BVAR) モデルを凌駕することが多くの国の例で明らかとなっている。もう一方が、モデル構築とデータへの当て嵌めの両面において急速に革新が進んだDSGEモデルである。経済理論との整合を高い水準に維持しながら、VARモデルないしBVARモデル並みにデータへの適合を高めることに成功したのである。

² 例えば、内閣府では財政政策等の乗数分析の手段として利用するため更新が継続されている。最新バージョンによる結果が丸山他 (2018) として公表されている。

DSGE モデルの研究において、モデル構築を画期的に前進させたのは、Christiano et al. (2005)である。また、欧州諸国で多用される開放小国 DSGE モデルの出発点となったのが Ireland (2003)である。これらに至るまでの DSGE モデル発展の経過には多くの研究者の貢献があったが、その過程をたどることは藤原・渡部(2011, pp. 67~70)に譲ることとして、ここでは Christiano et al. (2005) における成果をやや詳しくみておこう。

Christiano et al. (2005) は、そのモデル構築において、賃金と価格の粘着性、消費の選好における習慣形成、投資の調整コストおよび資本稼働率の変動を経済主体の動学的最適化の枠組みに組み込んだモデルを導出することに成功している。これら摩擦的要素と呼ぶべきものの多くは、今日の NKDSGE モデルにおいてもしばしば組み込まれている。なお、金融政策は、NKDSGE モデルで一般的なテイラー・ルール³による短期金利の誘導ではなく、マネーサプライの伸び率で規定されており、短期金利は仲介金融機関を通じたローン市場の均衡から与えられる形になっている。

以上のモデルのパラメータを推計するに当たって、Christiano et al. (2005) は、次のようなやや複雑な手順を採用する。はじめに、パラメータを、1) 先行研究を参考にして固定で与えるグループ、2) 金融政策の外生ショックに対する VAR モデルのインパルス応答関数のパラメータを利用するグループ、3) 推計するグループに分け、最後のグループのパラメータを VAR モデルが与えるインパルス応答関数とモデルのそれとの距離を最小化することによって推計している。これにより VAR モデルのこぶ状 (hump shaped) のインパルス応答関数を DSGE モデルで再現した。さらに、摩擦的要素を限定した代替的モデルと比較することによって、賃金の粘着性と資本稼働率の変動がパラメータに現実的な値を与えるのに重要な役割を果たしているとの結論を下している。

モデルのデータへの当て嵌めについての最大の革新は、マルコフ連鎖モンテカルロ法 (MCMC 法) によるベイズ推計の適用である⁴。初期の段階においては、DSGE モデルのパラメータ選択は、先行研究等に基づいて値を設定するカリブレーションの手法が主流であり、推計する場合も一般化モーメント法 (GMM) などが使用されていた。1990 年代後半にコンピュータの計算力向上を背景として MCMC 法によるシミュレーションが多くのマクロ計量経済モデル研究者の手に届くようになると、まず、VAR モデルに MCMC 法によるベイズ推計が適用された。ついで、21 世紀への変わり目には新古典派 DSGE モデ

³ Taylor (1993)を参照のこと。ニューケインジアン理論モデルは 3 本の基本方程式から構成される。その一つが中央銀行の行動を記述する金融政策の反応関数である。この反応関数の多くは、物価安定などの政策目標を達成するため短期市場金利を望ましい水準に誘導するというテイラー・ルールに基づいて定式化される。他の 2 本は、家計による現在消費と将来消費との間の選択および労働供給と余暇時間との間の選択を記述するオイラー方程式、そして、粘着性を伴う物価・賃金の変動を記述するニューケインジアン・フィリップス・カーブである。

⁴ DSGE モデルの推定および評価に関するベイズ統計に基づいた手法のより広範、かつ、詳細なレビューについては、An and Schorfheide (2007) を参照されたい。

ルに適用されるようになり、De Jong et al. (2000) , Schorfheide (2000) および Otrok (2001) をその嚆矢とする。

MCMC 法によるベイズ推計に大きな注目を惹きつけたのが、Smets and Wouters (2003, 2007) の 2 本の論文である。各々の論文は、Christiano et al. (2005) を拡張して構築された NKDSGE モデルをそれぞれユーロ圏経済とアメリカ経済のデータを用いて MCMC 法によりベイズ推計されている。その予測精度は通常の VAR モデルよりは高く、BVAR モデルと同等であると評価されている⁵。これがマクロ経済予測に推計された NKDSGE モデル⁶を利用することを目指した研究を大いに刺激することとなった。とくにインパクトが大きかったのはアメリカ経済のデータを用いた後者である。

なお、Christiano et al. (2005) からの主な拡張は金融政策をテイラー・ルールに従って短期金利を誘導するように改めた点にある。このタイプのモデルが最も多くの国のデータで検証された NKDSGE モデルのひとつとなっている。日本経済のデータを用いて推計された例に Sugo and Ueda (2008) がある。

第2節 各国中央銀行等における DSGE モデルの利用状況と課題

Smets and Wouters (2003, 2007) が NKDSGE モデルをマクロ経済予測に利用する展望を開いたことにより、2000 年代半ばには、多くの国で中央銀行をはじめとする政策当局が同モデルを基礎に開放経済化するなどの拡張を加えた中規模の推計された NKDSGE モデルの開発を盛んに行うようになった。また、政策立案のための経済予測への利用を始めた中央銀行も増えてきている。先行したいくつか中央銀行では、研究の進展や予測利用の経験を踏まえて、第 2 世代のモデルが開発されている。

笛木・福永(2011)は、日本銀行のスタッフが開発した中規模の推計された NKDSGE モデルの一つである M-JEM⁷を紹介するに際して、海外の中央銀行におけるマクロ計量経済モデルの開発・利用状況について、広範なサーベイを行っている。その図表 1-1 (p. 31), 同 1-2 (p. 32) によって、経済予測に利用されている中規模の推計された NKDSGE モデルをみると、米国連邦準備制度 (EDO, 2010), 欧州中央銀行 (NAWN, 2008), スウェーデン中央銀行 (RAMSES, 2007), ノルウェー中央銀行 (NEMO, 2006), チリ中央銀行 (MAS, 2007), オーストラリア準備銀行 (無名, 2008), ニュージーランド準備銀行 (KITTE, 2009) と数こそ多くはないが、金融政策の面で世界をリードする主要な中央銀行が含まれている⁸。以上の外に、カリブレーションによる

⁵ Del Negro et al. (2007)

⁶ 以下、特に断りがなければ「推計された NKDSGE モデル」とは MCMC 法によりベイズ推計されたものを指す。

⁷ 日本銀行において、政策立案のための経済予測に使用されているのは別のハイブリッド型モデルなどであることに留意されたい。

⁸ () 内は、モデル名および関連論文の公表年。関連論文については笛木・福永(2011)

大規模な DSGE モデルを利用しているカナダ銀行 (ToTEM, 2006), 小規模の DSGE モデルであるコアモデルと短期の経済変動をとらえる周辺モデルからなるハイブリッド型モデルを運用しているイングランド銀行 (BEQM, 2005) などの例も掲げられている。

筆者の調査によれば, その後, 推計された NKDSGE モデルを新たに開発した中央銀行に次の 4 行がある。

まず, イングランド銀行がほぼ標準的な中規模の推計された NKDSGE モデルである COMPASS (Burgess et al. (2013)) を開発し, すでに経済予測や政策分析などの運用を BEQM から移行している。なお, COMPASS は, 他のモデルと連携させて詳細な予測数値を提供するシステム構成となっている⁹。

つぎに, カナダ銀行が ToTEM から推計された DSGE モデルである ToTEM II (Dorich et al. (2013)) に世代交代し, こちらもすでに経済予測への利用を開始している。特徴点としては, リスクフリーの短期金利のほかに複数の金利を導入していることなどがある。

さらに, スウェーデン中央銀行では, 金融市場と労働市場に摩擦を導入した第二世代モデル RAMSES II (Adolfson et al. (2013)) を開発し, 経済予測, 代替シナリオ作成および金融政策分析のために利用している。

最後に, 欧州中央銀行が NAWN ほかのモデル群に加えて, 金融市場の摩擦導入によって拡張した NAWN II (Coenen et al. (2018)) を経済予測に利用し始めたところである。

行政府が開発利用している経済予測用の推計された NKDSGE モデルについては, 欧州委員会の QUEST III モデル (Ratto et al. (2009)) しか見つけられなかった。中央銀行が政策分析や経済予測に利用するモデルその他の分析手法について情報公開を進めているのに対して, 行政府の情報は手に入れるのが難しいと感じられたところである。もっとも, 筆者の管見のためかも知れず, 行政府の DSGE モデル利用に関する詳細な調査が望まれる。

以上に掲げた諸モデルの構成と推計結果並びに動学的特性については, 開発者所属機関の出版物はもとより査読付き専門誌などにも発表されている。一部のモデルについては, 後述するように予測力の評価も公表されている。

計量経済学の手法を解説するハンドブック類をみても, 近刊のものでは DSGE モデルに 1 章が充てられるのが通例である¹⁰。また, 数値解析ソフトを利用して DSGE モデルの構築と運用を行うユーザーを支援する Dynare¹¹のようなソフトウェアもフリー提供されている。このように推計された NKDSGE モデルの開発や経済予測への利用に関する知見は, 中央銀行におけるモデル開

の当該図表と参考文献を参照されたい。

⁹ 詳しくは, Burgess et al. (2013) の 3 章, 6 章を参照されたい。

¹⁰ 例えば, J Geweke 他編, 照井伸彦監訳(2013)の「ベイズ計量経済学ハンドブック」は, その第 7 章を DSGE モデルに充てている。

¹¹ CEPREMAP のウェブサイトを参照されたい。(<http://www.dynare.org/>)

発者やその周辺のコミュニティを超えて、広くアクセス可能となってきた。近年、ニューヨーク連銀では、モデル構築と予測シミュレーションを無料の科学計算言語 Julia に移行し、そのコードを公開して第三者による検証を可能とするとともに、DSGE モデルの予測手法の普及を図る目的で、予測シミュレーションをサポートするためのコードも公開している¹²。また、四半期ごとに予測結果を公表するとともに、事後的に予測精度の評価も示している¹³。

以上のように各国の中央銀行等の政策当局においては DSGE モデル利用への関心は引き続き高いことがわかる。DSGE モデルは、サブプライム住宅ローン問題に端を発する一連の国際金融危機の際に経済予測の面や危機対応における政策分析の面で政策立案者の期待に十分応えられなかったと厳しい批判にさらされた。しかし、開発や利用がストップするどころか、むしろ、学界や中央銀行のスタッフによる DSGE モデルの開発努力を加速したように思われる。

Tovar (2009) は、このような状況の下で DSGE モデルの開発・利用に携わっている多くの中央銀行スタッフにインタビューを行い、その結果に基づいて推計された NKDSGE モデルの開発と利用に関する幅広い課題について検討を加えている。そして、政策分析ツールとしての有用性を評価しつつ、1) DSGE モデルの構造、2) 実証面での評価と利用、3) 政策立案者および一般公衆とのコミュニケーションの 3 点について問題提起し、モデル構築（金融市場における摩擦の導入など）、データ適合性の向上（データや推計手法の問題など）、政策評価と予測への利用（パラメータの安定性など）、モデルの結果についてのコミュニケーション（政策立案者の判断の役割など）の 4 分野に分けて、多くの課題を列記している。もちろん、それは推計された NKDSGE モデルの政策分析と経済予測への利用がさらに広まるであろうことを見越してのことであり、DSGE モデルを十分な理解と準備なく使うことで中央銀行における政策の立案と判断に不備があってはならないという Tovar(2009)の問題意識は鮮明である。

実際、近年、モデル構築の面でいくつもの進展があり、今後の開発に寄与が期待できるものに非線形の DSGE モデルに関する研究の蓄積がある¹⁴。以下、第 2 章においては、政策分析とマクロ経済予測に利用される推計された NKDSGE モデルを開発における近年の進展についてサーベイするとともに、日本経済のデータに基づいて推計された NKDSGE モデルを開発する上で参考になると思われる関連研究を紹介する。

¹² ニューヨーク連銀のブログ Liberty Street Economics

(<https://libertystreeteconomics.newyorkfed.org/>) の 2015 年 12 月 3 日および 2017 年 5 月 8 日の記事を参照されたい。

¹³ 連邦準備制度の公式予測やブルーチップ予測と予測精度を比較した結果が Del Negro et al. (2013) にある。

¹⁴ 代表的な DSGE モデルの教科書の一つである DeJong and Dave (2007,2011) をみると、初版(2007)でわずかだった非線形 DSGE モデルに関する記述が、わずか 4 年後の改訂版(2011)では大幅に増えて線形 DSGE モデルとほぼ半々となったことにその進展をみてとることができよう。

第2章 政策分析・予測のための DSGE モデルにおける近年の進展

DSGE モデルは未だ発展途上にあり、新しい研究成果が急速、かつ、大量に生み出されている。政策分析や経済予測への利用を目的とするものに限っても DSGE モデルには多くの研究課題があり、その領域は多岐にわたる。本章では、それらのうち、推計された NKDSGE モデルによる政策分析の含意を明確にし、マクロ経済予測の精度を向上させる上で重要と思われるモデルの構築を取り上げるとともに、あわせて、若干の日本経済のデータへの適用例を紹介する。

第1節 モデルの構築と解法

かつてマクロ計量経済モデルの主流であったエラーコレクションモデルと代表的な推計された NKDSGE モデルとを比べると、モデル構築の面で大幅に単純化されていることがわかる。モデル構築のベンチマークとされることの多い Smets and Wouters (2003, 2007) は、集計度が高く著しく様式化されているため、一般の景気循環や政策効果の分析で重視されている外的ショックの波及経路であっても考慮されていないものが多い。例えば、金利は短期市場金利のみで経済主体としての金融仲介機関やマネースtockなどの金融資産は現れない。政府支出は家計の効用や企業の生産性に影響を与えず、政府財政は資源配分を歪めることが最も少ない一括固定税により収支相応している。また、企業の生産技術は共通で、消費と労働供給の主体である家計の間に異質性はないものとされ、労働市場には摩擦はなく失業のリスクは考慮されていない。ややリッチに作り込まれた中規模の推計された NKDSGE モデルでも、追加されるのは政策分析の関心から優先度が高い少数の波及経路に過ぎない。例えば、開放経済に拡張される場合にあっても、導入されるのは貿易フローや海外物価に限られ、定義的に与えられる対外純資産はあっても国際間での資産選択は明示されないといった具合である。

実物面での摩擦要因や産業部門分割などの導入は、むしろ、貨幣的な要素を含まないリアル・ビジネス・サイクル (RBC) 理論に基づく新古典派 DSGE モデルの研究において取り組まれてきた。例えば、産業部門別の技術ショック、サーチコストなどの労働市場の摩擦、非リカーディアン家計導入による財政政策の効果分析などの成果が上がっていた。推計された NKDSGE モデルにそれらの成果が導入されるようになったのは比較的最近になってからのことである。

モデル開発者がこのような選択をしてきた理由のひとつは、モデルの構築と解法にある。様々な外的ショックや波及経路を長期的な定常状態を有する一般均衡体系に矛盾なく組み込むことには数理的困難が伴う。モデルの構築にあたっては、取り扱う変数を戦略的に絞り込むとともに、すべての変数について長期的な定常状態の存在が保証されるように導入された制約の下に定式化するなどの単純化が行われることとなる。その上で合理的期待を満たすように動学モ

デル体系を解いて定常状態を求めなければならないが、多くの場合、非線形の要素を伴うモデル体系を解析的に解くことは困難である。このため、Blanchard and Kahn (1980)を端緒として近似的に解を求める様々な手法が開発されてきた。近年では、Sims(2002)の方法によることが多い。さらに、より高次の近似を適用して数値的に解を求める手法も開発されてきた。

もうひとつの問題点が内生変数を追加するのに伴って増加する外生ショック（イノベーション）に経済学的に意味ある解釈を与えることが困難である場合が多いことである。加えて、「大平穩期」と呼ばれるように世界的にあまり大きな経済変動のない時期が続いていたことから、モデルを複雑化することに伴って増大する諸費用に比べて政策的含意の明確さや予測精度の向上といった成果が必ずしも大きくないと考えられていたことも実際的な理由であろう。

今日、状況は大きく変わり、モデル構築に対する喫緊の要請は多い。サブプライム住宅ローン問題を契機として 2008 年にアメリカで始まった金融危機が国境を越えて連鎖的に波及するのをみたあとでは、モデル開発における最優先課題が金融市場の摩擦や金融仲介機関の役割を導入することにあるのは誰の目にも明らかであろう。また、危機対応のなかで短期の政策金利が大幅に引き下げられ、日本に続いてアメリカ、欧州でもゼロ下限に到達し、さらなる緩和のために非伝統的な金融政策が取られたことも新たな挑戦となった。さらに、危機対応の一環として大規模な財政刺激策が取られたことが財政政策の効果分析への要請を強めた。アメリカで失業率が大幅に上昇したこと、また、それにもかかわらず賃金上昇率の低下が小幅にとどまりデフレにまで至らなかったことは、労働市場の摩擦要因を適切に取り込む必要があるとの認識を広めた。

以下では、順に金融市場における摩擦、政策金利のゼロ下限制約、財政部門の構築と財政政策の効果分析および労働市場の摩擦の観点からみたモデル構築上の論点と実例についてみていくこととする。

1 金融市場における摩擦

金融市場に生ずる混乱の研究は長い歴史を持っている。一般均衡分析に金融市場の不完全性を導入する理論的研究に限っても 80 年代にまで遡ることができる。

DSGE モデルのためのモデル構築という観点からみた場合、重要な貢献としては、融資に伴うモニタリングコストという形でニューケインジアン理論的枠組みに金融市場の摩擦を融合させた Bernanke, Gertler and Gilchrist (1999) がある（以下 BGG と略記）。その影響力は大きく、小さなショックが金融市場を通じて大きな経済変動をもたらすメカニズムを分析するファイナンシャルアクセラレータモデルについての一連の研究へと導いた。もうひとつの重要なアプローチとしては、Kiyotaki and Moore (1997) が導入した借入主体の担保制約がある（以下、KM と略記）。また、金融仲介機関の行動を明示的に取り扱った研究には、例えば、Chari et al. (1995) がある。

これらの理論的研究の成果があるにもかかわらず、国際金融危機以前には金融市場の摩擦や仲介金融機関を導入した DSGE モデルの推計例はほとんどみられなかった。BGG を基本とする Christiano et al. (2003) がほとんど唯一の例外であるが、それも大恐慌の原因に関する Friedman and Schwartz (1963) の説を数量的に検証するために当時のアメリカ経済のデータにモデルを当て嵌めたものであった。

日本などいくつかの例外を除けば主要先進国の金融市場が長きにわたって平穏であり、その不完全性が大きな経済変動の要因になるとは想定すらされていなかったからであろう。しかし、国際金融危機後になると、金融市場の摩擦や金融仲介機関を含めて構築された NKDSGE モデルが多くの国で推計されるようになった¹⁵。

加えて、危機対応の際にゼロ金利制約下で実行された非伝統的金融政策を分析対象に取り込むための新しいアプローチも試みられている。Cúrdia and Woodford (2010) は、NKDSGE モデルの基本構成に変動する貸し手と借り手の間の金利スプレッドを導入しただけの非常にシンプルなモデルをカリブレートすることによって代替的な金融政策ルールの有効性を検証している。また、Gertler and Karadi (2011) は、カリブレーションの手法によりつつ、経済主体としての金融仲介機関の行動を明示的に取り込むことによって金融市場に摩擦を導入するとともに中央銀行の介入手段を拡大する形でモデルを構築しており、ひとつの集大成といえるであろう（以下、GK と略記）。

BGG のアプローチで推計された DSGE モデルとしては、アメリカ経済のデータによる Christensen and Dib (2008) が比較的早期の例であるが、最尤法を用いて推計されている。その後、MCMC 法によりベイズ推計されるようになったが、その例には、Christiano et al. (2008) , Queijo von Heideken (2009), Christiano et al. (2011) があり、前 2 者がユーロ圏経済とアメリカ経済の双方、後者がスウェーデン経済のデータによって推計を行っている。KM のアプローチの例では、Gerali et al. (2010) がユーロ圏経済について MCMC 法によりベイズ推計している。これらはいずれも金融市場の摩擦を導入することによりモデルのフィットが向上し、政策分析として信頼するに足るインパルス応答関数を導出することができたと結論づけている。

以上の結果とは対照的に、アメリカ経済について BGG と KM との比較を試みた Brzoza-Brzezina et al. (2013) は、両アプローチともフィットの向上にはあまり貢献せず、特に、KM では、こぶ状のインパルス応答関数を導出することに成功していないと報告している。

GK のアプローチでは、Villa and Yang (2011) がイギリス経済のデータについて MCMC 法によりベイズ推計している。データへのフィットは金融関連の

¹⁵ DSGE モデルにおける金融部門構築に関する広範なサーベイに Brázdik et al. (2012) がある。

変数を含め満足すべき水準にあるとともに、金融市場の摩擦がイギリスの景気循環において大きな役割を果たしており、近年の金融混乱による大きな落ち込みのおよそ半分を説明すると報告している。

日本経済のデータによって金融市場の摩擦を導入した推計された NKDSGE モデルの例には、BGG に類似した連鎖信用契約モデル¹⁶に基づく Sudo (2012) および銀行行動を考慮に入れた青木・須藤 (2012) がある。

以上のように、推計された NKDSGE モデルに金融市場の摩擦を導入する研究は数多く蓄積されてきている。スウェーデン中央銀行の RAMSES II が Christiano et al. (2011) の成果を取り込んだことや Gertler and Karadi (2011) や Gerali et al. (2010) などに基づいてリッチな金融部門を構築した欧州中央銀行の NAWM II にみられるように、次世代の政策分析や経済予測のための推計された NKDSGE モデルにおいては、金融市場の摩擦や金融仲介機関を含めることが一般的になっていくものと考えられる。

2 政策金利のゼロ下限制約

スイス銀行が 2015 年 1 月にマイナス金利政策を本格的に取り入れ、その後、いくつもの中央銀行がマイナス金利政策を採用するに至った今日では、金利に非負条件があるとか、短期の政策誘導金利はゼロを下限とすると言いくくはなくなった。しかし、以前は金利も物価や生産と同様に負値は取り得ないと考えられていたし、明示的に非負条件を与えて最適金融政策を考察する研究もないではなかった¹⁷。

ところが、NKDSGE モデルで一般的なテイラー・ルール自体には、政策的に誘導する短期市場金利の水準に上下いずれの制約もない。テイラー・ルールには、金利の変動をスムーズにするよう改められたものや公表されたインフレ目標を含むものなどいくつものヴァリエーションがあるが、その基本はインフレ率と GDP ギャップまたは失業率を説明変数とする線形の関数である。モデル構築の面では、インフレ率と GDP ギャップないし失業率が定常状態から乖離することによるロスを最小化するという中央銀行の最適化行動として導出可能である。また、実証的にも、1980 年代以降、主要な中央銀行の政策目標となっていた短期市場金利の動きを良く説明することができ、金融政策はおおむねテイラー・ルールに則っていたといえることができる。テイラー・ルールが NKDSGE モデルで広く用いられてきたのはミクロ的基礎を有するマクロ計量経済モデルを構築する際の構成要素として望ましい性質があるからである。

ただ、テイラー・ルールはインフレ率が低い状況で大きなマイナスのショックによって GDP が大きく減少したり、物価が大幅に下落したりする場合に短期市場金利をマイナスにするよう求めるが、これは現実的ではないとも考えら

¹⁶ Hirakata et al. (2009) を参照のこと。

¹⁷ 例えば、Summers (1991)。

れていた。たとえ理論的には短期市場金利をマイナスとする政策を考案することが可能であるとしても、中央銀行がそのような政策を取るとは考えにくいとされていたのである。ゆえに、テイラー・ルールを含むニューケインジアンモデルには政策金利の下限をゼロとする制約条件（Zero Lower Bound：以下、ZLBと略記）が隠れていると認識されていたと言っておく。

もし、ゼロまで政策金利が引き下げられる可能性がわずかでもあれば、理論的にはZLBが最適な金融政策に影響を与え、ひいては、テイラー・ルールに修正を迫ることになることは直感的にも理解される。それにもかかわらず、政策金利がZLBに直面した場合の政策研究が等閑視されてきたのは、金利がゼロ以下になるとは思われていなかったためであろう。

ところが、1990年代半ば以降、世界的なディスインフレの下、デフレに陥った日本で短期市場金利がゼロに近づき、ZLBが金融政策を制約する可能性が現実のものになったと受け止められた。Krugman (1998)は、貨幣を大量増発してインフレ期待に働きかけることによって実質金利の引き下げを図る政策を提起した。その後、日本でゼロ金利が現実のものとなり、日本銀行は、量的緩和やフォワードガイダンスなどのいわゆる非伝統的金融政策に踏み込むこととなった。ついでITバブル崩壊後のアメリカでゼロ金利政策が取りざたされるようになると、ZLBに直面した状況の下での最適金融政策はにわかに研究者たちの注目を集めるようになった。Benhabib et al.(2001)は、ZLBを伴うテイラー・ルールの下では均衡点が複数存在し、その一方が不安定ではあるがデフレを伴う可能性を指摘したことで注目を集めたし、政策研究で議論を呼んだものに、テイラー・ルールが金利をプラスにするよう求める経済状況になってもしばらくの間ゼロ金利を続けると中央銀行がコミットすれば景気刺激効果を生じさせることができると主張した Eggertsson and Woodford (2003)がある¹⁸。

当時、日本では再びゼロ金利となり、その後長きにわたってゼロ金利が続いたのであるが、NKDSGEモデルにZLBを組み込む方法は未確立であった。そのため、日本経済のデータへの当て嵌めはほとんどの場合ゼロ金利以前の期間に限定して試みられることになった¹⁹。リーマンショック以前には、他の国でZLBが現実になるとは受け止められておらず、この問題は手つかずのまま放置されていた。

短期市場におけるZLBを陽表的に取り扱ったNKDSGEモデルを構築するには非線形のモデルにおける合理的期待形成を解くことやZLBの下での最適な金融政策を解明することなど多くの理論的・技術的な困難が伴う。それらの困難を克服してZLBをNKDSGEモデルに導入する一連の試みは、理論、モデル構築、解法や推計の各面でNKDSGEモデルの研究に豊かな実りをもたらしたことは事実である。しかしながら、非線形のDSGEモデルは開発が困難である

¹⁸ 当時の学界における議論の展開は、高村・渡辺(2006)に詳しい。

¹⁹ Hirose, Y and A Inoue (2015)のように、日本の場合、ゼロ金利の期間をサンプルに含めても結果的にはパラメータの変化は大きいものではないとの指摘はある。

ばかりでなく、予測作業の運用が複雑で機動性に欠けるところがある。また、直感的な理解が難しく政策立案者の判断を織り込む上でのコミュニケーションの問題もある。さらには、金利がマイナスの領域まで低下するに及び、ゼロを下限とする ZLB が実はアド・ホックなものに過ぎないことが露呈したこともある。こうした理由からと思われるが、経済予測や政策分析での利用を想定して ZLB を明示的に取り入れた NKDSGE モデルが開発された例は今のところみられない。ZLB のないモデルを使って大きなマイナスショックを伴う予測シミュレーションを行う場合、金利誘導政策に整合的な結果を得るためには政策誘導金利に外的ショックを与え大幅なマイナス金利を排除するほかない。金利が下限に張り付いたままの状況では、財政刺激を行っても金利上昇を通じたクラウディングアウトが発生しないなどの理由から財政政策の効果が大きくなると考えられるが、こうしたシミュレーションでは、外的に金利の下限を与えているため、大規模な財政政策により流動性の罫から脱却するパスをモデル自体から提示できているとは解釈されない。上記イングランド銀行の COMPASS を中心とする予測システムの解説やニューヨーク連銀のブログ記事を読むと、現状ではこうした限界があることを理解しつつ、ソフトウェアの支援で政策誘導金利の水準をコントロールし、政策当局者の判断や市場参加者の予想を予測に織り込んでいるものとみられる。

日本においてもゼロ金利政策、マイナス金利、長短金利の誘導が行われてきたが、将来金利の合理的期待を陽表的に含む NKDSGE モデルを用いて経済予測を行っている機関があるとは、公的機関であれ民間機関であれ、寡聞にして知らない。日本においてこのような予測実務における経験が蓄積されていないことが中央銀行間の政策対話や市場とのコミュニケーションに齟齬を生じさせないか若干の危惧を感じる。

3 財政部門の構築と財政政策の効果分析

NKDSGE モデルにおいて金融政策を非常にシンプルな形式で定式化しても現実性が大きく損なわれることはないと考えられてきたのに対して、財政部門は単純化すると財政政策の効果分析の含意が失われるおそれがある。財政政策には、支出（消費、投資）、税、資金調達と政策手段に多くの選択肢があり、しかも、その選択肢毎に波及経路と効果の大きさが異なるからである。Smets and Wouters (2003, 2007) が DSGE モデルを政策効果分析や経済予測に利用する可能性を開いたといっても、財政政策の効果分析を進めるには、多様な財政政策の手段を政策当局がどのように運用するかを示す財政部門の構築や政府支出や税の変更に対する家計や企業の反応などモデル構築の課題は多く、研究成果の蓄積を待たなければならなかった。

租税や補助金の役割に関しては、応用一般均衡モデルや世代会計など静学的な一般均衡分析の枠組みの下での実証研究が早くから行われてきたものの、DSGE モデルにおける財政政策の効果分析は、だいぶ遅れて、しかも、新古典

派 DSGE モデルの文脈で始まった。その最初のコーナーストーンを置いたのが Baxter and King (1993) であることに異論はなかろう。同論文は、Aschauer(1988)が指摘した公共資本の生産性効果を新古典派 DSGE モデルに取り込んだのであるが、その後、公共支出が家計の効用に与える影響（エッジワース補完性など）や金融市場へのアクセスを欠き流動性制約のある非リカーディアン家計の導入など多様な財政政策の波及経路が新古典派 DSGE モデルに組み込まれるに至った。

他方、反応関数導入の発端は、伝統的ケインジアンモデルへの批判にあった。財政政策（支出または税）と金融政策（マネーサプライまたは政策金利）が外生変数として取り扱われ、財政政策あるいは金融政策の効果はこれらの外生変数を変化させた場合の GDP 等の内生変数の変化として乗数分析が行われていた。この取扱いに対する先述の 2 つの有力な批判のうち Sims(1980)による批判が後のマクロ計量モデルにおける反応関数研究の契機となった。VAR モデルにおいては政府支出が AR(1)過程に従うという技術的な設定が置かれていたが、財政政策の反応関数は、それを一定の GDP 比の周りで景気循環と逆方向に変動させるというアド・ホックなものに入れ替えることに始まる。80 年代以降に主流を占めたエラーコレクションモデルでは、VAR モデルのインパルス応答関数との対応関係を明確にしようとする場合、政策誘導金利とともに財政支出と税を反応関数として定式化することも広く行われた。

ついで、反応関数は財政赤字や債務残高など財政の維持可能性を考慮したものへと拡張されていった。それは、70 年代以降、主要国で財政収支が大幅に悪化して公債残高が累増した状況に対処するため、現実の財政政策の運営において、裁量的な財政政策に対して抑制的に作用し、財政の健全性を回復するための財政ルールが各国で導入されるようになったからである。例えば、アメリカでは、85 年のグラム＝ラドマン＝ホドリングス法、90 年、93 年の包括財政調整法、97 年の財政調整法といった一連の財政法制がある。欧州連合（EU）では、93 年に発効したマーストリヒト条約の下で EMU の経済収斂条件のなかに財政赤字と債務残高の条件が加えられ、ついで、97 年には統一通貨体制の下での安定・成長協定が採択されている。

その流れのなかで、政策当局の行動を長期的な政策目標からの乖離を抑制しようとする反応として定式化するとともに、それらが社会厚生を最大化する最適な政策ルールでもあることを示す研究も進められてきた。それらの研究を踏まえれば、テイラー・ルールがインフレ高進を背景にインフレ目標の達成を目指した金融政策を単純化されたフィードバック・ルールとして定式化されたものと理解される一方、政府債務累増を回避する取り組みを背景に Bohn(1998)によって財政の維持可能性という観点から提唱されたボーン・ルールは、政府債務残高の対 GDP 比の動きを安定化させることを財政再建の目標として税收や支出を増減させるフィードバック・ルールとして同様に定式化することが可能であると解される。

リーマンショック後に各国で大規模な財政刺激策が実施されると、学界ではその効果を検証する目的で財政政策の波及経路の研究が刺激を受けるとともに、これらの成果をデータに基づいて検証するために NKDSGE モデルが利用されることにもなった²⁰。

ところが、推計された NKDSGE モデルの利用で中心的な役割を果たしている中央銀行では財政政策への関心は副次的なものにとどまるため、財政部門や財政政策の波及経路の拡張はほとんど試みられていないようである。筆者の知る所はドイツ連邦銀行における Kliem and Kriwoluzky (2014)のみである。

他方、財政当局を含む行政府においては、推計された NKDSGE モデルにリッチな財政部門と波及経路を導入する強い動機があると考えられる。そうした狙いから開発された推計された NKDSGE モデルに欧州委員会の QUEST III モデル (Ratto et al. (2009)) がある。その財政部門は、支出面が財・サービスの購入を政府消費と政府投資に分けるとともに、失業手当等を合算した移転支出を含み、収入面が比例的な消費税と資本税、累進的な労働税および一括税からなる。財政収支は公債発行により資金調達される。反応関数としては、政府消費と政府投資が平均的な対 GDP 比の周辺で GDP ギャップに応じて反循環的に変動する。また、三税と移転は制度変更がなければ経済環境に応じて受動的に変動する。政府は、債務残高の対 GDP の目標を有しており、そこからの乖離が大きくなると目標へ収束させるよう一括税の増減税を行う。財政政策の波及経路としては、非リカーディアン家計、余暇と消費の非分離型効用関数および習慣形成が盛り込まれている。現在のところ言えば、社会資本ストックの生産性効果を除き、ほぼフル装備と言って良い充実ぶりである。

日本経済のデータに基づく研究では、江口(2011)、Iwata, Y (2011, 2013)が財政政策の波及経路導入による財政政策効果の分析に重点を置いている²¹。それに加えて財政政策ルールを加味しているものに、政府の消費と投資に債務を含む政策ルールを置いた Matsumae and Hasumi (2016)と政府消費をさらにメリット財と公共財の分割し、支出と税率の両面に政策ルールを置いた小寺・酒井 (2018)がある。これらは、いずれも効果の大きさに差はあれ、VAR モデルが示唆する財政政策の効果に整合的な結果を示している。なお、小寺・酒井 (2018)は、景気変動や債務累積に対する反応が定量的には小さいものであったと報告しているが、その財政再建への含意については多面的な検討が必要と思われる。

4 労働市場の摩擦

Mortensen and Pissarides (1994)のマッチング理論を始めとして、失業を労

²⁰ ここに至る主要な研究は、長町・小谷(2019)による先行研究調査に詳しい。

²¹ この他に国土交通省国土交通政策研究所が開発を進めている公共投資の経済効果に焦点を当てた DSGE モデルがあり、モデル構築について長町・小谷(2019)が報告している。

働市場における摩擦によって説明する一連の理論研究がある。それらのメカニズムが新古典派 DSGE モデルを用いて検証されていたのは、主に、労働市場の構造改革が雇用や生産性、実質賃金といった実物変数にどのような帰結をもたらすかに関心が向けられていたからと考えられる。それに対して、推計された NKDSGE モデルに組み込む目的は、雇用面への政策効果を明らかにするというよりも国際金融危機に伴って生じた大幅な失業の下でも賃金が下がりにくかったことをモデル上で再現することにあつた。もちろん、より現実的な労働市場の取り扱い、モデルのパフォーマンスに対する理解も容易にするので、NKDSGE モデルに対する受容性を高めることにもなる。アプローチには Christiano et al. (2011)に代表されるリッチに作り込むものと Gertler et al.(2008)や Gali et al. (2012)のように比較的コンパクトなものがある。前者は、中央銀行の予測用のモデルへの導入を想定したものであり、例えば、スウェーデン中央銀行の RAMSES II はこの手法によって金融市場の摩擦に加えて労働市場にマッチング摩擦を導入している。後者は、標準的な中規模モデルへの導入を想定したものであり、研究資源が限られている研究者にとって使い勝手が良いと言える。

日本経済のデータによる研究としては、Ichiue et al.(2008)と宮本弘暁(2016)が非伝統的な緩和政策を含む金融政策の物価・賃金への影響分析に適用したものであり、Matsumae and Hasumi (2016) は、財政政策の波及経路を取り込んだ上で財政政策の失業への効果を分析している。

第2節 今後期待される改善

今回の研究を通じて、Tovar (2009)が掲げた4分野の課題のうち、モデル構築などで進展がみられたことを報告することができたが、そのほかにも多くの研究者の努力によって今後の NKDSGE モデルにおけるデータ適合や予測精度向上に寄与すると期待される成果があることも確認された。以下では、今後の参考のため、その概略を紹介するとともに残された課題についても考察する。

1 データへの適合

DSGE モデルに限らず、理論モデルを現実の経済における政策効果の分析や経済予測に利用する際には、政策立案に実際に使用されている経済統計に相当程度適合させることが不可欠である²²。その適合の程度が十分でないと、政策効果の分析結果や将来予測に対する信頼度は低い水準にとどまってしまうから

²² データ適合性は、マクロ計量経済モデルの評価および選択において、最も基本的な基準の一つである。Del Negro and Schorfheide (2010, 同邦訳 2013) は、データ適合性の評価方法を次の3つに区分している。第1が事後オッズに基づいたモデルの比較である。第2はパラメータの事前分布あるいは事後分布を用いて行う予測チェックである。最後に、VAR モデルを参照して行う評価である。

である。今後、ベイズ推計においてデータへの適合を高める手法として期待されるものに非線形モデルの推計手法と時変パラメータの推計手法がある。

まず、非線形モデルの推計手法からみていこう。DSGEモデルのパラメータを推計する際には、定常状態の近傍で（対数）線形近似した上で行うことが一般的であるが、モデルの推計およびシミュレーションにおいて、非線形性を無視できない状況が現れてくる場合がある。しかしながら、ベイズ推計で一般的に用いられるカルマン・フィルターは非線形のモデル体系に適用することができない。したがって、非線形のモデル体系を推計するにあたっては、パーティクル・フィルターや摂動法が用いられることになる。

これらの手法は、経済学の分野では新規性が高いものの、他の分野ですでに確立された手法であり、DeJong and Daveのテキストの新版(2011)で詳細に紹介されている。金融市場の摩擦を導入した比較的小規模のNKDSGEモデルでデータ適合性や予測力を評価することを通じて高次の近似の有効性が検証されていくものと期待される。

つぎに、時変パラメータの推計手法である。動学モデル体系に含まれる時間を通じて変動するパラメータを同定する手法である。通常モデルでは、パラメータが安定していることが政策分析の信頼性や予測精度が高いことの前提となっているが、それにもかかわらず、マクロ計量経済モデルの開発者たちは、しばしば、パラメータが時間の経過に伴って変動するのを観測してきた。Del Negro and Schorfheide (2010, 同邦訳 2013) がパラメータの時変についてVARモデルに詳しく検討を加えていることから分かるようにVARモデルでは確立された手法となっている。他方で、DSGEモデルについてはこれまでの事例が少ないため、Fernández-Villaverde and Rubio-Ramirez (2007) とJustiniano and Primiceri (2008) にごく簡単に触れているだけである。これらのほかにYano(2010)がある。しかし、VARモデルにおいてパラメータの時変が予測精度の向上に寄与していることからみて、今後、NKDSGEモデルに適用する価値は高いと考えられる。

Inoue and Rossi (2011) が考案したESS (Estimate of Set of Stable Parameters) 法²³を適用することにより、DSGEモデルに含まれるパラメータについて、どのグループのパラメータが安定であるか、逆にいえば、それ以外

²³ Jerger and Röhe (2012) によればESS法の概略は次のとおりである。まず、すべてのパラメータが安定である（それぞれのパラメータが安定であるとの帰無仮説が一体として成立している）との帰無仮説について、構造変化テストを実施する。すべてのパラメータが安定であり、かつ、ESSに含まれることになる。もし、棄却される場合には、どのパラメータが安定であるか（あるいは、時変であるか）をそれぞれについて検証するため、それぞれの統計量についてp値を計算する。それらのうち最もp値の低いパラメータが最も安定でない可能性が高いため、それを安定的なパラメータの組から取り除く。再び、残ったすべてのパラメータが安定であるとの帰無仮説をテストに掛ける。それで棄却されなければ、それらがすべてESSに含まれることになるし、そうでなければ、さらに2番目にp値の低いパラメータを除く。すべてのパラメータが安定であるとの帰無仮説が棄却されなくなるまでこの手順を繰り返せば、求めるESSにたどり着くことができる。

のパラメータが時変であるかを検証することができる。この検討を各国経済のデータに基づく推計された NKDSGE モデルについて行うことによりモデルの信頼性を高めることができるであろう。米国経済のモデルについて行われた Inoue and Rossi (2011)と仏独伊西各国経済のモデルに適用した Jerger and Röhe (2012)にならって、それらの結果と比較できるよう日本経済のモデルでもパラメータの時変・安定についての検証が望まれる。

2 ハードウェアとソフトウェアの計算力向上

上記 1 の諸手法を実行するには大量の計算を必要とするため、これまでは機動性に欠ける面があったことは否定できない。コンピュータ・ハードウェアの演算性能の向上や数値計算ソフトウェアの高速化、そして、作業支援ソフトの充実が推計やシミュレーションの作業を効率化してくれるものと見込まれる。現状の作業環境で感じられている時間的制約は今後大幅に緩和されるものと考えて革新的手法に挑戦すべきであろう。

第 3 節 残された課題

1 季節調整データの利用

マクロ経済予測の分野では金利など一部の変数を除き景気循環の下での諸変数の変動を簡明に示すため季節調整されたデータが主に用いられている。マクロ計量経済モデルの推計においても生産や支出などの変数に季節調整系列を用いることが一般的である。しかしながら、推計に季節調整値を使うことには問題があると、時系列分析の分野では古くから指摘されてきた²⁴。季節調整は季節性を除くためのフィルターであり、季節調整された系列と季節調整されていない系列、あるいは、異なる方法で季節調整された系列が混在するとパラメータにバイアスが生じるといった問題である。Saijo (2013)は DSGE モデルにおいても同様の問題が生ずると報告している。政策立案者や市場関係者が使い慣れている公表季節調整値を利用する利便性と細心のデータ利用によるモデル推計の信頼性をどう両立させるかが課題である。

2 モデル構築の課題

モデル構築面からの課題も多く残されている。標準的な NKDSGE モデルにはマクロ経済現象についての説明力に不十分な点や理論的な根拠に欠けるアドホックな要素が多く残っているからである。例えば、物価や賃金の粘着性を生むメカニズムは、個別企業の価格付け行動に関する近年の研究が示すデータとは整合的ではないことが知られているし、モデルから導出される資産価格（長

²⁴ 時系列分析における季節調整済みデータ利用の問題点については、松浦・マッケンジー (2012)の第 4 章 8.2 を参照されたい。

期の実質金利やエクイティ・プレミアムなど)も実際の値から明らかに乖離しているとの指摘がなされてきた。この例にみられるように、NKDSGE モデルの基本的な3方程式であるオイラー方程式、ニューケインジアン型のフィリップスカーブ、テイラー・ルールでさえ批判を免れてはいないのである。それらを克服するための努力が続けられており、その動向に十分な注意が払われなければならない。

おわりに

以上みてきたところから明らかなように、推計された NKDSGE モデルは国際金融危機当時に指摘された限界を徐々に克服しており、各国中央銀行や財政当局における予測手法として定着していくものと考えられる。また、研究者による日本経済のデータへの適用が着実に行われ、日本経済の特徴を捉えるためのモデル構築上の知見も蓄積されてきている。筆者としては、推計された NKDSGE モデルによる政策効果分析や経済予測が遠からず日本銀行政策委員会や政府の経済財政諮問会議において金融政策や財政政策の立案・運営のための資料として提供されるようになって期待するところである。

参考文献

(邦文文献)

- 青木 浩介, 須藤 直(2012)「銀行の資産選択と物価変動」日本銀行 ワーキングペーパーシリーズ No.12-J-4
- 江口 允崇(2011)「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
- Geweke, J 他編, 照井伸彦監訳(2013)の「ベイズ計量経済学ハンドブック」朝倉書店
- 小寺 剛, 酒井 才介(2018)「DSGE モデルに基づく政府支出・税制に関する政策シミュレーション」財務省財務総合政策研究所 フィナンシャル・レビュー平成 30 年第 2 号 (通巻第 134 号)
- 高村多聞・渡辺努(2006)「流動性の罫と最適金融政策：展望」一橋大学物価研究センター Working Paper No.4
- Del Negro, M and F Schorfheide(2013)「ベイズ統計によるマクロ計量経済分析」(J Geweke 他編, 照井伸彦監訳「ベイズ計量経済学ハンドブック」朝倉書店, 第 7 章, 原著は英文文献の Del Negro, M and F Schorfheide (2010))
- 長町大輔, 小谷将之(2019)「公共投資の経済効果を計測するマクロ経済モデルの構築に関する調査研究」国土交通省国土政策研究所 国土交通政策研究 149 号
- 笛木 琢治, 福永 一郎(2011)「Medium-scale Japanese Economic Model (M-JEM): 中規模動学的一般均衡モデルの開発状況と活用例」日本銀行 ワーキングペーパーシリーズ No. 11-J-8
- 藤原 一平, 渡部 敏明(2011)「マクロ動学一般均衡モデル —サーベイと日本のマクロデータへの応用—」一橋経済研究所 「経済研究」第 62 巻第 1 号, 66-93
- 松浦克己, コリン・マッケンジー(2012)「EViews による計量経済分析 (第 2 版)」東洋経済新報社
- 丸山雅章, 鈴木晋, 川本琢磨, 前田知温, 堀展子, 山崎朋宏, 堀雅博, 岩本光一郎(2018)「短期日本経済マクロモデル (2018 年版) の構造と乗数分析」ESRI Research Note No. 41
- 宮本 弘暁(2016)「量的緩和政策と労働市場」日本銀行 ワーキングペーパーシリーズ No.16-J-3

(英文文献)

- Adolfson, M, S Laséen, L Christiano, M Trabandt and K Walentin (2013) 'Ramses II-Model,' Occasional Paper Series, Sveriges Riksbank
- An, S and F Schorfheide (2007) 'Bayesian Analysis of DSGE Models,' *Econometric Reviews*, 26(2-4), 113-172
- Aschauer, D A (1988) 'The equilibrium approach to fiscal policy,' *Journal of*

- Money, Credit and Banking, 41-62
- Baxter, M and R G King (1993) 'Fiscal policy in general equilibrium,' *The American Economic Review*, 83, 315-334
- Benhabib, J, S Schmitt-Grohé and M Uribe (2001) 'The perils of Taylor rules,' *Journal of Economic Theory*, 96(1), 40-69
- Bernanke, B S, M Gertler and S Gilchrist (1999) 'The financial accelerator in a quantitative business cycle framework,' In *Handbook of Macroeconomics*, 1, 1341-1393
- Blanchard, O J and C M Kahn (1980) 'The solution of linear difference models under rational expectations,' *Econometrica*, 1305-1311
- Bohn, H (1998) 'The behavior of U. S. public debt and deficits,' *Quarterly Journal of Economics* 113(3) 949-963
- Brázdík, F, M Hlavacek and A Marsal (2012) 'Survey of Research on Financial Sector Modeling within DSGE Models: What Central Banks Can Learn from It,' *Czech Journal of Economics and Finance (Finance a uver)*, 62(3), 252-277
- Brzoza-Brzezina, M, M Kolasa and K Makarski (2013) 'The anatomy of standard DSGE models with financial frictions,' *Journal of Economic Dynamics and Control*, 37(1), 32-51
- Burgess, S, E Fernandez-Corugedo, C Groth, R Harrison, F Monti, K Theodoridis and M Waldron (2013) 'The Bank of England's forecasting platform: COMPASS, MAPS, EASE and the suite of models,' *Bank of England Working Paper No. 471*
- Chari, V, L J Christiano and M Eichenbaum (1995) 'Inside Money, Outside Money, and Short-Term Interest Rates,' *Journal of Money, Credit and Banking*, 27(4)
- Christensen, I and A Dib (2008) 'The financial accelerator in an estimated New Keynesian model,' *Review of Economic Dynamics*, 11(1), 155-178
- Christiano, L J, M Eichenbaum and C Evans (2005) 'Nominal Rigidities and the Dynamic Effects to a Shock of Monetary Policy,' *Journal of Political Economy*, 113(1), 1-45
- Christiano, L J, R Motto and M Rostagno (2003) 'The Great Depression and the Friedman-Schwartz Hypothesis,' *Journal of Money, Credit and Banking*, 35(6), 1119-1197
- Christiano, L J, R Motto, and M Rostagno (2008) 'Shocks, structures or monetary policies? The Euro Area and US after 2001,' *Journal of Economic Dynamics and Control*, 32(8), 2476-2506
- Christiano, L J, M Trabandt and K Walentin (2011) 'Introducing financial frictions and unemployment into a small open economy model,' *Journal of*

- Economic Dynamics and Control, 35(12), 1999-2041
- Coenen, G, P Karadi, S Schmidt and A Warne (2018) 'The New Area-Wide Model II: an extended version of the ECB's micro-founded model for forecasting and policy analysis with a financial sector,' Working Paper Series No. 2020
- Cúrdia, V and M Woodford (2010) 'Credit spreads and monetary policy,' *Journal of Money, Credit and Banking*, 42(s1), 3-35
- DeJong, D N and C Dave (2007, 2011) 'Structural macroeconometrics,' Princeton University Press
- DeJong, D N, B F Ingram and C H Whiteman (2000) 'A Bayesian approach to dynamic macroeconomics,' *Journal of Econometrics*, 98(2), 203-223
- Del Negro, M and F Schorfheide (2010) 'Bayesian Macroeconometrics,' J Geweke, G Koop and H van Dijk eds. *The Oxford Handbook of Bayesian Econometrics*, Oxford University Press, 293-389
- Del Negro, M and F Schorfheide (2013) 'DSGE Model-Based Forecasting' in G Elliott and A Timmermann eds. *Handbook of Economic Forecasting Vol. 2A*, North-Holland, 57-140
- Del Negro, M, F Schorfheide, F Smets, and R Wouters (2007) 'On the Fit of New Keynesian Models,' *Journal of Business and Economic Statistics*, 25(2), 123-143
- Dorich, J, M Johnston, R Mendes, S Murchison and Y Zhang (2013) 'ToTEM II : An Updated Version of the Bank of Canada's Quarterly Projection Model,' Bank of Canada Technical Report No. 100
- Eggertsson, G B and M Woodford (2003) 'Zero bound on interest rates and optimal monetary policy,' *Brookings Papers on Economic Activity*, 2003(1), 139-233
- Fernández-Villaverde, J and J F Rubio-Ramirez (2008) 'How structural are structural parameters?' Acemoglu, D, K Rogoff, M Woodford eds. *NBER Macroeconomics Annual 2007*, University of Chicago Press, 83-137
- Friedman, M and A J Schwartz (1963), 'A Monetary History of the United States, 1867-1960,' Princeton University Press
- Gali, J, F Smets and R Wouters (2012) 'Unemployment in an Estimated New Keynesian Model,' *NBER Macroeconomic Annual*, 26(1), 329-360
- Gerali, A, S Neri, L Sessa and F M Signoretti (2010) 'Credit and Banking in a DSGE Model of the Euro Area,' *Journal of Money, Credit and Banking*, 42(s1), 107-141
- Gertler, M and P Karadi (2011) 'A model of unconventional monetary policy,' *Journal of Monetary Economics*, 58(1), 17-34
- Gertler, M, L Sala and A Trigari (2008) 'An estimated monetary DSGE

- model with unemployment and staggered nominal wage bargaining,' *Journal of Money, Credit and Banking*, 40(8), 1713-1764
- Hirakata, N, N Sudo and K Ueda (2009) 'Chained credit contracts and financial accelerators,' *Bank of Japan Discussion Paper Series No. 09-E-30*
- Hirose, Y and A Inoue (2015) 'The zero lower bound and parameter bias in an estimated DSGE model,' *Journal of Applied Econometrics*.
- Ichiue, H, T Kurozumi and T Sunakawa (2008) 'Inflation dynamics and labor adjustments in Japan: A Bayesian DSGE approach,' *Bank of Japan Working Paper Series No.08-E-9*
- Inoue, A and B Rossi (2011) 'Identifying the Sources of Instabilities in Macroeconomic Fluctuations,' *Review of Economics and Statistics*, 93(4), 1184-1204
- Ireland, P N (2003) 'Endogenous money or sticky prices?' *Journal of Monetary Economics*, 50(8), 1623-1648
- Iwata, Y (2011) 'The Government Spending Multiplier and Fiscal Financing: Insights from Japan,' *International Finance*, 14(2), 231-264
- Iwata, Y (2013) 'Two fiscal policy puzzles revisited: New evidence and an explanation,' *Journal of International Money and Finance*, 33, 188-207
- Jerger, J and O Röhe (2012) 'Testing for Parameter Stability in DSGE models The Cases of France, Germany, Italy and Spain,' *International Economics and Economic Policy*, 1-23
- Justiniano, A, and G E Primiceri (2008) 'The time varying volatility of macroeconomic fluctuations,' *American Economic Review*, 98(3), 604-641
- Kiyotaki, N and J Moore (1997) 'Credit Cycles,' *The Journal of Political Economy*, 105(2), 211-248
- Kliem, M, and A Kriwoluzky, (2014) 'Toward a Taylor rule for fiscal policy,' *Review of Economic Dynamics*, 17(2), 294-302.
- Krugman, P R (1998) 'It's baaack: Japan's slump and the return of the liquidity trap,' *Brookings Papers on Economic Activity*, 1998(2), 137-205
- Lucas Jr, R E and N L Stokey (1983) 'Optimal fiscal and monetary policy in an economy without capital,' *Journal of monetary Economics*, 12(1), 55-93
- Matsumae, T and R Hasumi (2016) 'Impact of Government Spending on Unemployment : Evidence from a Medium-scale DSGE Model,' *ESRI Discussion Series No. 329*
- Mortensen, D T and C Pissarides (1994) 'Job Creation and Job Destruction in the Theory of Unemployment,' *Review of Economic Studies*, 61(3), 397-415
- Otrok, C (2001) 'On measuring the welfare cost of business cycles,' *Journal*

- of *Monetary Economics*, 47(1), 61-92
- Pagan, A (2003) 'Report on modelling and forecasting at the Bank of England,' *Bank of England Quarterly Bulletin*, 2003 spring, 60-88
- Queijo von Heideken, V (2009) 'How important are financial frictions in the united states and the euro area?' *The Scandinavian Journal of Economics*, 111(3), 567-596
- Ratto, M, W Roeger, and J in't Veld (2009) 'QUEST III: An estimated open-economy DSGE model of the euro area with fiscal and monetary policy,' *Economic Modelling*, 26(1), 222-233
- Saijo, H (2013) 'Estimating DSGE models using seasonally adjusted and unadjusted data,' *Journal of Econometrics*, 173(1), 22-35
- Schorfheide, F (2000) 'Loss function - based evaluation of DSGE models,' *Journal of Applied Econometrics*, 15(6), 645-670
- Sims, C A (1980) 'Macroeconomics and reality,' *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 1-48
- Sims, C A (2002) 'Solving linear rational expectations models,' *Computational Economics*, 20(1), 1-20
- Smets, F, and R Wouters (2003) 'An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Euro Area,' *Journal of European Economic Association*, 1(5), 1123-1175
- Smets, F, and R Wouters (2007) 'Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach,' *American Economic Review*, 97(3), 586-606
- Sudo, N (2012) 'Financial Markets, Monetary Policy and Reference Rates: Assessments in DSGE Framework,' *Bank of Japan Working Paper Series No. 12-E-12*
- Sugo, T and K Ueda (2008) 'Estimating a dynamic stochastic general equilibrium model for Japan,' *Journal of the Japanese and International Economies*, 22(4), 476-502
- Summers, L (1991) 'Panel Discussion: Price Stability: How Should Long-Term Monetary Policy Be Determined?' *Journal of Money, Credit and banking*, 23(3), 625-631
- Villa, S and J Yang (2011) 'Financial intermediaries in an estimated DSGE model for the United Kingdom,' *Bank of England Working Paper No. 431*
- Taylor, J B (1993) 'Discretion versus policy rules in practice,' In *Carnegie-Rochester conference series on public policy* ,Vol. 39, 195-214, North-Holland.
- Tovar, C E (2009) 'DSGE models and Central Banks,' *Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal*, vol 3, 1-31

Yano, K (2010) 'Time-varying Analysis of Dynamic Stochastic General Equilibrium Models Based on Sequential Monte Carlo Methods,' ESRI Discussion Paper Series No. 231

Research Institute of Economic Science
College of Economics, Nihon University

1-3-2 Kandamisaki-cho, Chiyoda-ku, Toyko 101-8360 JAPAN
Phone: 03-3219-3309 Fax: 03-3219-3329
E-mail: keikaken.eco@nihon-u.ac.jp
<http://www.eco.nihon-u.ac.jp/research/economic/>