

潜在GDPとフィリップス曲線を 同時推計する新手法

かま だ こういちろう ひろ せ やす お
鎌田康一郎 / 廣瀬康生

要 旨

本稿の目的は、潜在GDPとフィリップス曲線を同時推計する新たな手法を提示することにある。ここでいう潜在GDPとは、実際のGDPの単なるトレンドではなく、インフレ率を加速も減速もさせないGDP水準（*non-accelerating-inflation level of output: NAILO*）のことである。応用例として、わが国のNAILOとフィリップス曲線を推計し、それらの性質をさまざまな側面から分析した。主な分析結果は次のとおりである。NAILOから測ったGDPギャップは、1980～90年代を均してみれば、マイナスで推移しており、当時の世界的なディスインフレ傾向を上手く捉えている。また、このGDPギャップは、企業の景況感との整合性が高く、景気指標としても有用である。もっとも、NAILOは、推計に利用される基礎データが改訂されたり、時間の経過と共にデータが追加されるにつれ、再推計が必要になるなど、不確実性をはらんでいる。このため、NAILOを利用する際、特に、リアル・タイムな情勢判断を必要とする現実の政策決定過程においては、こうした不確実性を十分考慮に入れて、慎重な解釈を加えることが望ましい。

キーワード：潜在GDP、フィリップス曲線、ホドリック＝プレスコット・フィルタ

本稿の作成過程では、松林洋一 和歌山大学助教授、黒田祥子、白塚重典 両氏（日本銀行金融研究所）日本銀行調査統計局の多くのスタッフから有益なコメントを頂いた。また、2人の匿名レフェリーからのコメントも、本稿にリバイスを重ねるうえで大いに役立った。この場を借りて深く感謝の意を表したい。もちろん、あり得べき誤りは筆者に属する。なお、本稿で示されている内容および意見は筆者たち個人に属し、日本銀行および調査統計局の公式見解を示すものではない。

鎌田康一郎 日本銀行調査統計局（E-mail: kouichirou.kamada@boj.or.jp）
廣瀬康生 日本銀行調査統計局（E-mail: yasuo.hirose@boj.or.jp）

1. はじめに

フィリップス曲線は、インフレ率と生産活動の間に観察される経験的なトレードオフ関係を端的に表現したもので、フィリップスによる啓発的な論文(Phillips [1958])以来、その理論的な背景や実証面からの現実妥当性について、幾度も検討が加えられてきた¹。特に、物価の安定を主要な任務とする中央銀行にとって、フィリップス曲線は、政策的に重要なインプリケーションを持つものであり、常に大きな関心が払われている。

近年、フィリップス曲線は、「潜在GDP」や「GDPギャップ」と絡めて議論されることが多くなった。いま、 π をインフレ率、 y を実質GDPの自然対数値、 y^N を潜在GDPの自然対数値とする。このとき、最も単純なフィリップス曲線は、次のように書ける。

$$\pi_t = \pi_{t-1} + \beta (y_t - y_t^N) + \epsilon_t \quad (1)$$

潜在GDPという言葉は、さまざまな意味で用いられてきたが、ここでは、潜在GDP y^N を「インフレ率を加速も減速もさせないGDP水準」(non-accelerating-inflation level of output: NAILO)と定義する。さて、パラメータ β は、 y^N の系列が与えられれば、最小2乗法など、標準的な統計手法を用いて、容易に推計することができる。ところが、フィリップス曲線を推計する際の難題は、むしろ、この y^N が直接観察できないところにある。

これまで、潜在GDPを推計するために、さまざまな手法が試みられてきたが、それらは、「生産関数アプローチ」と「時系列アプローチ」の2つに大別することができる。生産関数アプローチは、マクロの生産関数を推計し、それに資本や労働の「ノーマル」な投入量を代入して²、潜在GDPを計測する手法である。一方、時系列アプローチは、大雑把にいうと、実際のGDPに移動平均をかけて得られるトレンドを潜在GDPとみなすものである。ホドリック＝プレスコット・フィルタ(Hodrick-Prescott filter: HPフィルタ)は、そうした時系列アプローチの一種であり、次式を最小化する系列 y^{HP} と定義される。

1 フィリップス曲線を国際間で比較したものとして、Turner [1995] やWatanabe [1997] がある。また、肥後・中田 [2000] は、フィリップス曲線の性格が時間と共に変化する可能性を指摘している。こうしたフィリップス曲線の国際間、異時点間比較は、それ自体興味深いトピックであるが、本稿の主題から多少それれることもあり、とりあえず本稿のスコープから外すこととした。

2 何が生産要素の「ノーマル」な投入量なのかという点について、複数の考え方が併存している。なかでも、生産要素の稼働率を100%とするもの(鎌田・増田 [2001])、生産要素の稼働率を過去の平均水準とするもの(経済企画庁 [2000])、要素価格のインフレ率が安定化する稼働率を推計するもの(Congressional Budget Office [1995])という3つの考え方が、しばしば用いられる。本稿の考え方は、これらのうち、に比較的近い。

$$\sum_{t=1}^T (y_t - y_t^{HP})^2 + \theta \cdot \sum_{t=2}^{T-1} (\Delta y_{t+1}^{HP} - \Delta y_t^{HP})^2. \quad (2)$$

この式からわかるように、 y^{HP} は、実際のGDPから大きく乖離することなく（第1項）しかも、スムーズに変動する（第2項）ように決定される。（2）式の θ は、 y^{HP} が変動する際の滑らかさ（スムーズ度）を決めるパラメータであり、これが大きくなるほど、 y^{HP} の動きがスムーズになる³。

y^{HP} は、詰まるところ、実際のGDPを移動平均したものに過ぎず、物価との関連は、必ずしも明らかではない。そもそも、この計算方法だと、長期にわたって潜在GDPが実際のGDPから乖離すること自体、許されなくなってしまふ。したがって、（1）式を推計する際、 y^N の代わりに y^{HP} を用いると、 β の推計値にバイアスが生じるおそれがある。そこで、この問題を解決する糸口として、仮に β の値が既知であるとして、新たな時系列 z を次のように定義しよう（最後の等式で（1）式を利用した）。

$$z_t \equiv y_t - (\pi_t - \pi_{t-1}) / \beta = y_t^N - \epsilon_t / \beta. \quad (3)$$

これらの等式は、 y そのものではなく、インフレ率の変動を加味した z という時系列に、HPフィルタをかけることによって、 y^N が得られることを示唆している。しかも、こうして得られた y^N には、フィリップス曲線の考え方が明示的に取り込まれており、インフレ率を加速も減速もさせない潜在GDPという明快な意味付けが与えられている。本稿で紹介する潜在GDPの推計手法は、まさにこうした考え方に基づいたものである。

フィリップス曲線の回帰誤差を用いて、 y^{HP} を修正するというアイデアは、決して新しいものではない。例えば、Laxton and Tetlow [1992] の多変量フィルタ（multivariate filter : MVフィルタ）は、そうした考え方を真っ先に取り入れたものである（Butler [1996] は、MVフィルタの拡張を図っている）。最近の例としては、Ball and Mankiw [2002] が、可変NAIRU（non-accelerating-inflation rate of unemployment）を推計する際に、本稿でいう z 系列を作って、それにHPフィルタをかけるという作業を行っている（彼らの y は失業率）。ここで、 z 系列を得るには、 β が既知でなければならないという問題が、再び浮上してくる。彼らの手法の欠点は、固定NAIRUを仮定して得られた β に基づいて、可変NAIRUを推計しようとしていることにある。本稿は、こうした不整合性を克服するために、 y^N と β を別々に推計するのではなく、それらを同時推計する手段を考案した⁴。

3 HPフィルタのスムーズ度としてしばしば用いられる数値は、月次データが14,400、四半期データが1,600、年次データが100である。

4 固定NAIRUを仮定してフィリップス曲線を推計すると、 β が負の値を取ることがある。この場合、Ball and Mankiw [2002] の手法で可変NAIRUを推計することはできない。

本稿の構成は以下のとおりである。2節では、潜在GDPとフィリップス曲線を同時推計するための手法をフォーマルな形で展開する。3節では、本稿の手法をわが国のデータに当てはめ、1980年代から90年代にかけての潜在GDP（NAILO）とGDPギャップ（実際のGDPの潜在GDPからの乖離率）を推計する。また、実際のGDPにHPフィルタをかけてトレンド線を求め、それが推計されたNAILOとどの程度乖離しているのかを定量化する。これによって、フィリップス曲線を推計するのに、本稿の手法がいかに重要であるかが理解されよう。さらに、NAILOベースのGDPギャップを代表的な景気指標と比較することによって、マクロ需給指標としての有用性を確認する。4節では、本稿の手法を用いる際の留意点を列挙する。5節では、本稿の手法の拡張可能性について議論する。最後に、6節で、本稿の主な分析結果を整理して、結びに代える。

2．推定量の導出

期待によって修正されたフィリップス曲線は、一般に次のように書くことができる。

$$\pi_t = \pi_t^e + \beta(y_t - y_t^N) + \epsilon_t \quad (4)$$

ここで、 π はインフレ率、 π^e は期待インフレ率、 y は実質GDPの自然対数値、 y^N は潜在GDPの自然対数値である。これに $\pi_t^e = \pi_{t-1}$ （静学的期待）を仮定すると、先述の(1)式が得られる。これによると、 y が y^N を上回ればインフレ率が上昇し、逆に、下回ればインフレ率が低下する。本稿では、このような y^N を「インフレ率を加速も減速もさせないGDP水準」（NAILO）と呼ぶこととする。なお、以下では、インフレ率に関する静学的期待を多少緩和した次のフィリップス曲線を取り扱う。

$$\pi_t = \alpha \cdot \pi_{t-1} + (1 - \alpha) \pi_{t-2} + \beta(y_t - y_t^N) + \epsilon_t \quad (5)$$

本稿は、「潜在GDPはスムーズに変化する」という仮定のもとで、潜在GDPつまりNAILOとフィリップス曲線を同時推計する。本稿で用いられる推計テクニックは、フィリップス曲線の回帰誤差を最小化する最小2乗法（OLS）と基本的には同じ原理に基づきながらも、それよりは多少複雑な目的関数を用いている。

5 フィリップス曲線の形は国ごとに異なる可能性がある。例えば、国によっては、インフレ率が、当期のGDPギャップではなく、むしろ、前期の値に依存している可能性がある。また、期待インフレ率に対応するインフレ率のラグ構造も、国ごとに異なるかもしれない。さらには、NAILOの変動以外に、他の供給サイド要因が重要になってくる可能性もある。例として、4節では、円高が、わが国のNAILOやフィリップス曲線に及ぼす効果を分析している。

$$V(\alpha, \beta, y_1^N, \dots, y_T^N) \equiv \sum_{t=1}^T \{ \pi_t - \alpha \cdot \pi_{t-1} - (1-\alpha) \pi_{t-2} + \beta(y_t - y_t^N) \}^2 + \lambda \cdot \sum_{t=2}^{T-1} (\Delta y_{t+1}^N - \Delta y_t^N)^2. \quad (6)$$

(6)式とOLS目的関数の唯一の違いは、最後の2乗和の存在である。この項は、潜在成長率 (Δy^N) の急激な変化に対するペナルティーの合計であり、 λ が大きいほど、 y^N の動きがスムーズになる。極端な場合、 λ が無限大ならば、 y^N は線形トレンドに従い、 λ がゼロの場合には、フィリップス曲線がパーフェクト・フィットするように、 y^N が決まる。なお、 λ の選択については、暫く置いておくこととしよう。

ここでの目標は、 λ を所与として、 V を最小化する $\alpha, \beta, y_1^N, \dots, y_T^N$ の合計 $(T+2)$ 個の未知数を決めることである。しかし、これら全てを一度に推計するのは非効率である。本稿では、2段階に分けて、 V を最小化する。第1段階では、 α と β を任意の値に固定したうえで、最適な y_1^N, \dots, y_T^N を求める⁶。その際、 V を最小化する代わりに、 $W \equiv V/\beta^2$ を最小化しても、結果が変わらないことを利用する。

$$W(\alpha, \beta, y_1^N, \dots, y_T^N) \equiv \sum_{t=1}^T (z_t - y_t^N)^2 + \mu \cdot \sum_{t=2}^{T-1} (\Delta y_{t+1}^N - \Delta y_t^N)^2. \quad (7)$$

ここで、 $z_t \equiv y_t - \{ \pi_t - \alpha \cdot \pi_{t-1} - (1-\alpha) \cdot \pi_{t-2} \} / \beta$ 、 $\mu \equiv \lambda / \beta^2$ である。さて、(7)式は、HPフィルタの定義、(2)式とよく似ていることに注目されたい。唯一の違いは、(2)式の y の代わりに、(7)式では、それにインフレ率を加味した z が用いられている点である。この類似性に着目すると、時系列 z にHPフィルタをかけさえすれば、 W を最小化する T 個の未知数 y_1^N, \dots, y_T^N を簡単に得られることがわかる。

次に、第2段階では、 y^N を所与として、 V を最小化する α と β を求める。ここで、 y^N を固定化すると、(6)式の第2項が定数となることに注意しよう。したがって、ここでの問題は、(6)式第1項の最小化問題に帰着する。これは、OLS推定量の導出プロセスにほかならない。さて、一般に、こうして求められた α と β は、第1段階における初期値と一致しない。そこで、再び第1段階に戻って、 α と β が収束するまで、同じプロセスを繰り返す。収束すれば、全ての最小化が完結したことになる。

最後に、 λ の値をどのように決定すればよいのか検討する。この点に関して、2つの選択肢がある。選択肢1では、 λ を文字どおり外生変数として扱う。(7)式から明らかなように、 y^N の滑らかさを直接規定しているのは、 μ の値である。この場合、外生変数 λ と先に議論した最小化プロセスによって得られた β を用いて、 y^N のスムーズ度を $\mu = \lambda / \beta^2$ として求めることができる。一方、選択肢2では、 y^N がある決められた滑らかさで動くように、 λ を内生的に決定する。本稿では四半期データを用いるので、Hodrick and Prescott [1997] と同様、 μ が1,600となるようにしたい。

6 α, β, y^N の初期値は任意に選ぶことができる。例えば、 y^{HP} を y^N の初期値として用い、それを基にフィリップス曲線を推計し、 α と β の初期値を得るというのも一法である。

それには、先の最小化プロセスの第1段階において、繰り返しの度に μ の値を λ/β^2 にリセットするのではなく、常に $\mu = 1,600$ を仮定すれば足りる。最後に、 α と β が収束すれば、 λ を $1,600\beta^2$ という形で計算することができる。以下の分析では、これらのうち、専ら、選択肢2を利用することとする⁷。

3. 推計結果

本節では、消費者物価指数（総合、除く生鮮食品、消費税調整済み）と実質GDPのデータを用いて、わが国のNAILOを推計する。サンプルは、季節調整済みの四半期データで、1980年第1四半期から2000年第3四半期までをカバーしている。また、実質GDPにHPフィルタをかけただけのトレンドやいくつかの景気指標と比較することによって、NAILOの推計値が持つ性質を探ることとする。

(1) わが国におけるNAILOの推移

わが国のNAILOを推計した結果が、図1に、太線で示されている。比較のために、実際の実質GDP（細線）を並べて示した。ここから、NAILOは、わが国の資産バブルがピークに達した1989～90年頃、年率4%の伸び率で推移していたことがわかる。しかし、その後、成長が鈍化し、1990年代の後半は、1%程度にまで落ち込んでいる。また、NAILOは、長期的には、実際のGDPと共に推移しているが、短期的には、景気循環やさまざまな供給ショックによって、実際のGDPから乖離して推移するのが普通である⁸。

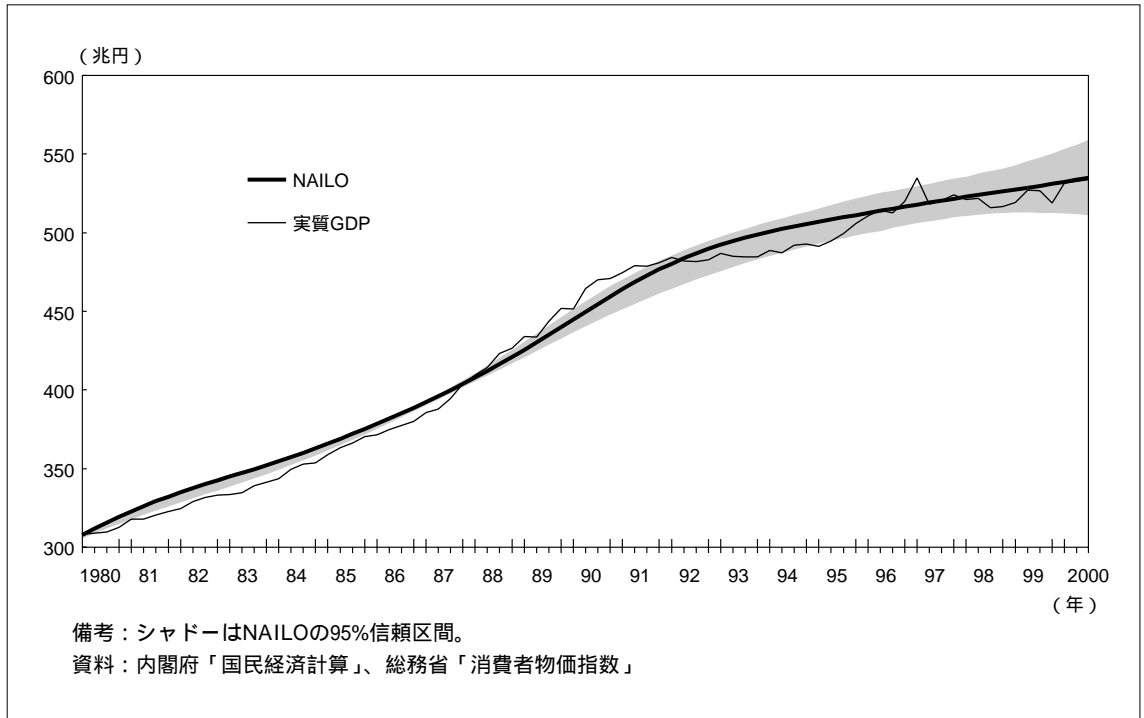
7 本稿の手法は、Laxton and Tetlow [1992] のMVフィルタと似て非なるものである。ここでは、Haltmaier [1996] に基づいて、MVフィルタと本稿の手法の違いを明らかにしておこう。MVフィルタの第1ステップでは、実際の実質GDPにHPフィルタをかけ、 y^{HP} を計算する。第2ステップでは、この y^{HP} を「仮」の潜在GDPとして、フィリップス曲線のパラメータを推計する。得られたパラメータ推計値を $\hat{\alpha}$ と $\hat{\beta}$ としよう。これらに基づいて、第3ステップでは、次の目的関数 \tilde{V} を構成する。

$$\tilde{V} = \sum_{t=1}^T (y_t - y_t^{LT})^2 + \lambda \cdot \sum_{t=2}^{T-1} (\Delta y_{t+1}^{LT} - \Delta y_t^{LT})^2 + \psi \cdot \sum_{t=1}^T \{ \pi_t - \hat{\alpha} \cdot \pi_{t-1} - (1 - \hat{\alpha}) \pi_{t-2} - \hat{\beta} (y_t - y_t^{LT}) \}^2.$$

これを最小化する y^{LT} が、「最終的」な潜在GDPである。ここで、第1項を無視して、 $\psi = 1$ とすると、 \tilde{V} は、本稿の V と一致する。こうしたMVフィルタの問題点は、フィリップス曲線と潜在GDPが同時推計されていないことにある。得られた y^{LT} を所与として、フィリップス曲線を再推計すると、結果は、先に得られた $\hat{\alpha}$ や $\hat{\beta}$ と一致しないのが普通である。また、 ψ の決定に関して、明確な基準が存在していないのも問題である。本稿で展開された同時推計法は、これらの問題を解決し、Laxton and Tetlow [1992] の手法を一步進めたものである。

8 推計結果によると、1980年代の初頭、NAILOは、実際のGDPよりも高い成長率を示していた。1970年代末の第2次石油危機の影響が薄れていくと共に、インフレ率は、歴史的な高水準から減速過程に入った。こうしたインフレ率の動きは、 z 系列、したがって、NAILOをシフトさせる。これとは対照的に、1990年代の終わり頃から、インフレ率は安定的に推移しており、その結果、近年、NAILOの成長率は、実際の成長率に収束してきている。

図1 わが国のNAILO



推計されたNAILOは、確率変数である。その95%信頼区間を求めると、図1のシャドー部分のようになる（ブートストラップによる信頼区間の作成手順については、補論を参照⁹）。ここで注目されるのは、1990年代に入って、NAILO推計値の不確実性が増大していることである。1990年代初頭の資産バブル崩壊以来、わが国の経済が10年以上にわたって低迷を続けているのは、誰の目にも明らかであろう。こうした条件下でさえ、実際のGDPがNAILOの信頼区間に十分に収まってしまうことからして、いかにNAILOが不確実であるかが容易に理解できる。NAILOを利用する際には、こうした不確実性の存在を十分認識しておくことが望ましい。特に、NAILOを何らかの意味で政策目標として用いる際には、細心の注意が必要とされる。（Staiger, Stock and Watson [1997] は、米国の可変NAIRUについて、同様の議論を展開している¹⁰。わが国のケースについては、廣瀬・鎌田 [2002] を参照。）

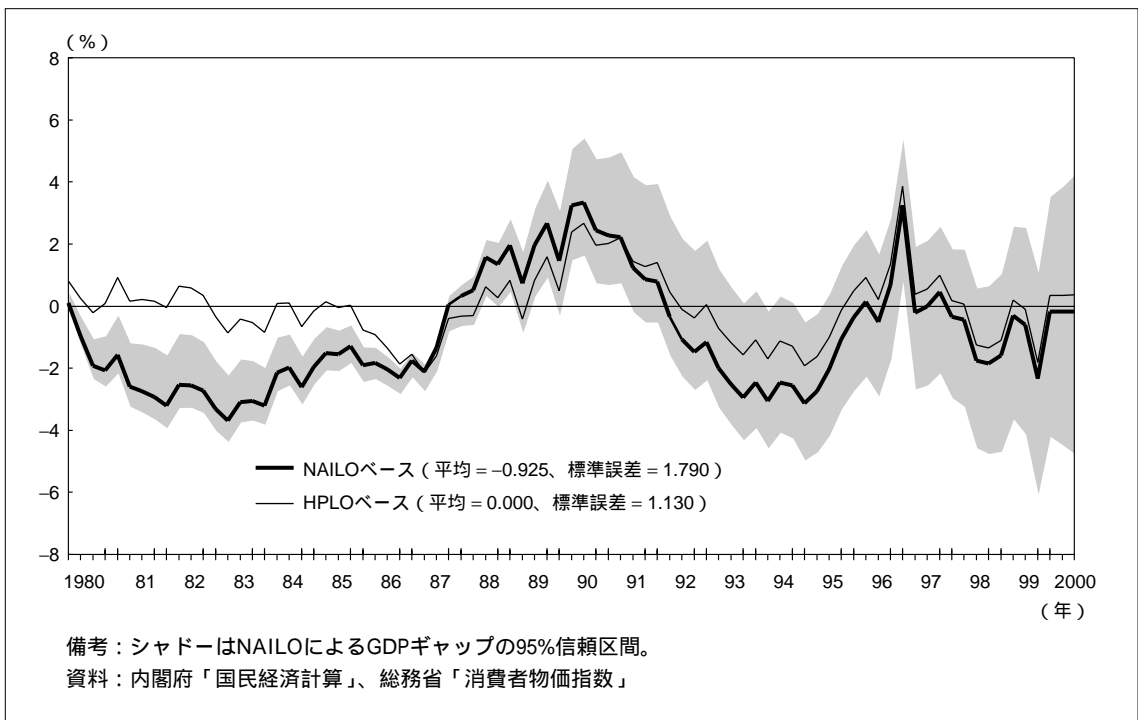
9 1980年における激しいインフレ率の変動は、第2次石油危機という特殊事情によることがわかっている。このため、信頼区間を作成するには、この間のイノベーション項を確率変数とみなさない扱いとした。
10 可変NAIRUの基本的な考え方については、Gordon [1997,1998] を参照されたい。

(2) HPフィルタ・トレンドとの比較

本稿では、実際のGDPにHPフィルタをかけただけの系列 y^{HP} をHPフィルタ・トレンド（HP-filtered level of output: HPLO）と呼ぶ。その際のスムーズ度は、NAILOと同様、1,600とする。まず、図2にあるように、NAILOベースのGDPギャップ（ $= y - y^N$ 、太線）とHPLOベースのGDPギャップ（ $= y - y^{HP}$ 、細線）という2つのGDPギャップを算出してみた¹¹。これらの平均値を計算すると、NAILOベースのGDPギャップだと、-0.9%であった。これは、1980年代以来の世界的なデフインフレーション傾向を反映したものであると解釈できる。これに対し、HPLOベースのGDPギャップは、平均値がゼロであり、そうした傾向を適切に捉え切れていない。特に、1980年代初頭と1990年代央のHPLOは、NAILOと比較して、上方バイアスが大きい。1980年代におけるHPLOベースのGDPギャップは、NAILOベースのGDPギャップの95%信頼区間からも外れている。

また、NAILOベースのGDPギャップの標準偏差（=1.79）は、HPLOベースのGDPギャップのそれ（=1.13）よりも大きく、HPLOベースのGDPギャップは、景

図2 NAILOとHPLOによるGDPギャップの比較



11 1997年第1四半期に、GDPギャップが急上昇しているのは、翌期の消費税率引上げを前にした駆け込み需要を反映している。また、近年、GDPギャップの変動が激しくなっているのは、GDPデータの変動が激しくなっているのをそのまま反映したものである。

気循環の波を過小評価する傾向があることもわかった。こうしたHPLOの欠陥は、その実体が実際のGDPの移動平均であり、計算上、長期間にわたって実際のGDPから乖離することができないという極めて技術的な事情に起因している。

(3) わが国のフィリップス曲線

NAILOとHPLOが、どの程度乖離しているかによって、フィリップス曲線の推計値に加わる効果も異なる。最適な y^N を所与として推計したフィリップス曲線の係数と関連統計量を表1に掲載しておいた¹²。まず、 R^2 は6割強であり¹³、わが国の物価データにもフィリップス曲線の関係が十分当てはまることがわかった。 β の推定値は0.026であり、これは、GDPギャップが1%拡大すると、消費者物価インフレ率が年率0.1%程度上昇することを意味している。比較的物価の安定しているわが国においては、リーズナブルな数値といえよう。

次に、NAILOをHPLOに入れ替えて、同様の回帰分析を行った(表1)。これによると、関数の当てはまりは、ほとんど変わらなかったが、 β の推計値は0.012と、NAILOを用いた場合の半分になり、95%信頼区間(= 0.018 ~ 0.058)にも収まらなかった¹⁴。こうした著しいバイアスの存在は、インフレ圧力を測る基準点としてHPLOを利用することに対し、大きな疑問を投げかけるものである。

表1 NAILOとHPLOによるフィリップス曲線

潜在GDP	α	β	R^2	D.W.
NAILO	0.677 (6.139)	0.026 (1.356)	0.635	2.108
HPLO	0.693 (6.186)	0.012 (0.355)	0.632	2.083

備考：1. サンプル：1980/1Q - 2000/3Q。

2. カッコ内は t 値。
3. R^2 は擬似決定係数。
4. スムーズ度： $\mu=1,600$ 。

12 ここでのフィリップス曲線には、自己ラグが説明変数として加えられている。このような場合に、通常のダービン・ワトソン比を用いると、回帰誤差の自己相関を検出できない可能性が高まる。そうした欠点を補うものとして、ダービンの h 検定があるが、本稿の分析のように、サンプルが小さい場合には、必ずしも有効な検定手法にはならない。

13 本稿のフィリップス曲線は、定数項を含んでいないので、通常の意味で R^2 を定義することができない。そこで、本稿では、次の擬似 R^2 を計算した。

$$\text{擬似 } R^2 = \frac{\sum (\pi_t - \bar{\pi})(\hat{\pi}_t - \bar{\hat{\pi}})^2}{\sum (\pi_t - \bar{\pi})^2 \cdot \sum (\hat{\pi}_t - \bar{\hat{\pi}})^2}$$

ここで、 $\bar{\pi}$ は π_t のサンプル平均、 $\hat{\pi}_t$ は推計値、 $\bar{\hat{\pi}}$ は推計値の平均である。なお、擬似 R^2 は通常の R^2 を包含するもので、定数項がある場合、両者は一致する。

14 HPLOを用いた場合の α の推計値(= 0.693)は、NAILOを用いた場合の α の95%信頼区間(= 0.63 ~ 0.77)に入っている。

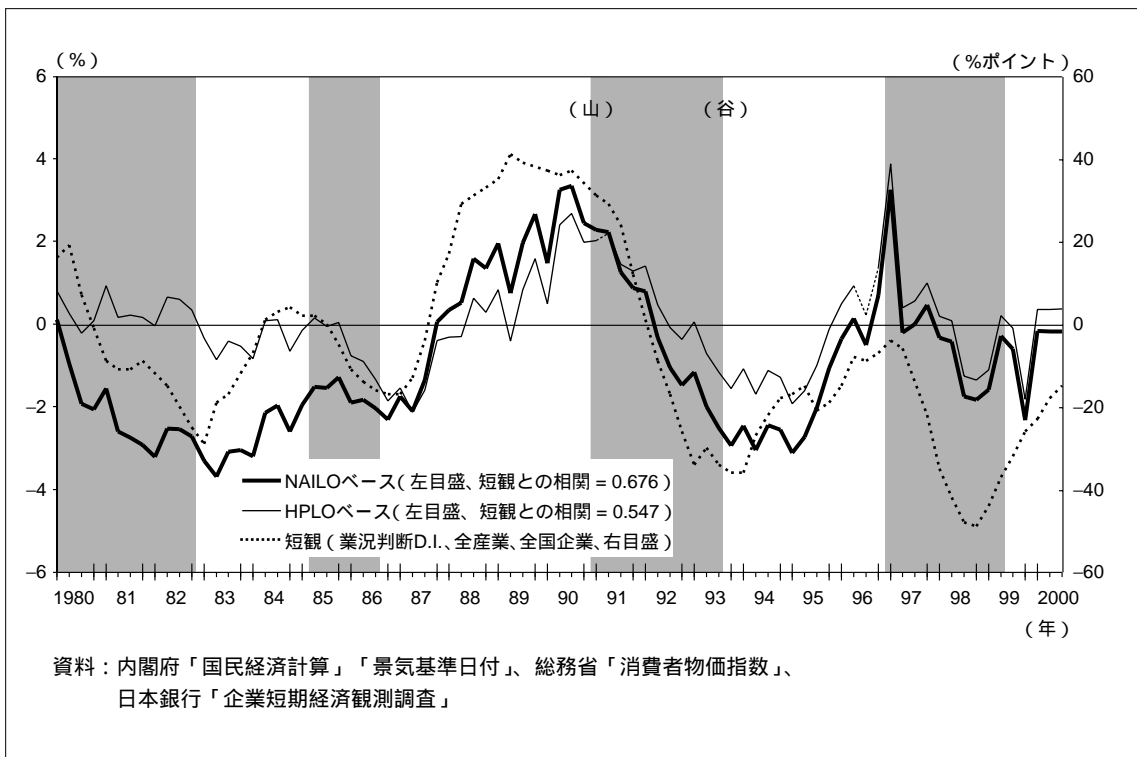
(4) 景気指標としてのGDPギャップ

NAILOは、一国経済の総生産能力を表したものであり、NAILOベースのGDPギャップは、経済的な資源が、どの程度効率的にわが国で利用されているかを測ったものである。したがって、他の景気指標との整合性を見れば、NAILO推計値がどの程度頑健なものであるかをチェックすることができる。

『景気基準日付』は、内閣府が公表している公式の景気循環指標である。図3のシャドー部分は、景気基準日付による景気後退局面（山から谷の期間）を表したものである。1980年代半以降の展開をみると、NAILOベースのGDPギャップ（太線）も、HPLOベースのGDPギャップ（細線）も、景気基準日付と整合的に推移している。しかし、1980年代初頭の不況とその後の回復期に目を移すと、NAILOベースのGDPギャップが良好なパフォーマンスを示しているのと対照的に、HPLOベースのGDPギャップは、パフォーマンスの悪さが目立っている。

『企業短期経済観測』（短観）は、日本銀行が企業の経営環境を把握する目的で行っているアンケート調査である。短観の調査項目は多岐にわたるが、本稿では業況判断D.I.（業況が「良い」と答えた企業の割合から「悪い」と答えた企業の割合

図3 GDPギャップの景気指標との整合性



を差し引いたもの)に的を絞って議論することとする(図中の破線)¹⁵。この業況判断D.I.とNAILOベースのGDPギャップとの同時点相関係数は0.68に上り、HPLOベースのGDPギャップとの相関係数0.55を超えている。こうした結果は、HPLOベースのGDPギャップよりも、NAILOベースのGDPギャップの方が、企業家心理をよりの確に捉えている証左となる¹⁶。

4. 留意点

本稿の手法を用いる際、いくつか留意すべき点がある。ここでは、次の3点に的を絞って議論を進める。いずれも、NAILOを実際に利用するに当たって、重要な論点である。すなわち、NAILOの最適な滑らかさの選択、リアル・タイムなNAILO評価の難しさ、為替変動がNAILOの推計に与える影響の3つである。以下、これらの問題について順に検討を加えていく¹⁷。

(1) NAILOの滑らかさの選択

本稿では、HPフィルタをかける際のスムーズ度(μ)を1,600としている。四半期データには、この数値が適用されることが多い。 μ の最適値は、国により、時代により、異なってしかるべきであるが、実務的な観点からは、 μ を動かした場合、潜在GDPやフィリップス曲線の推計に、どの程度の影響が及ぶのかという点が重要である。図4は、滑らかさを1,600から少し変えただけでは、NAILOベースのGDPギャップに、ほとんど影響がないことを示している。その結果として、表2に示されているように、フィリップス曲線の係数の推計値も、ほとんど影響を受けない。

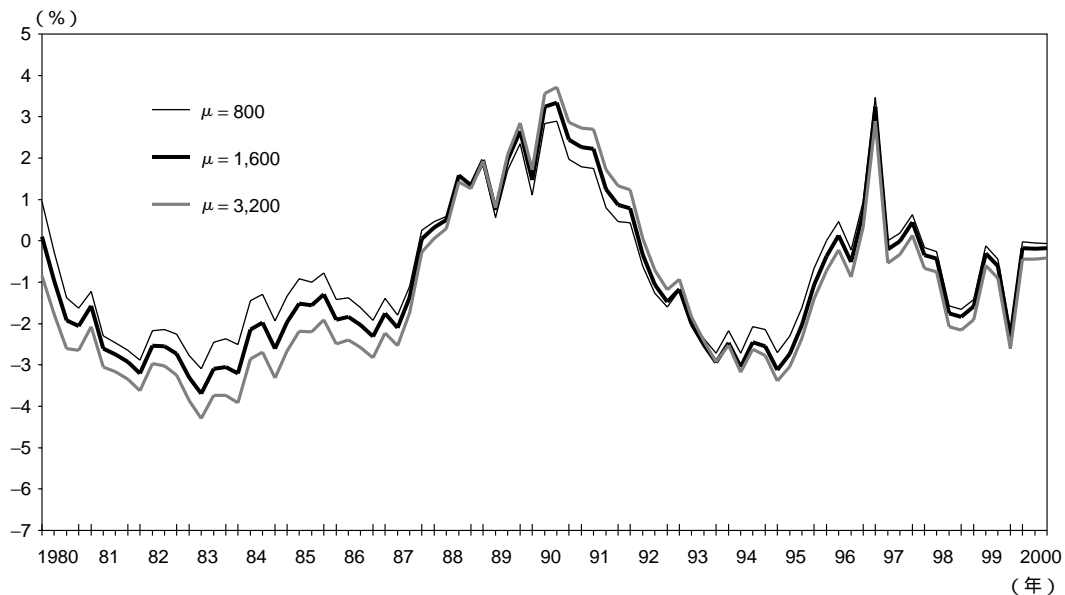
15 短観の業況判断D.I.は、経常利益の見通し等、企業経営者の総合的な景況感を反映したものである。

16 上の分析では、NAILOベースとHPLOベース、それぞれのGDPギャップと業況判断D.I.の同時点相関係数を比較した。しかし、それぞれのGDPギャップについて、最適ナリードかラグを用いた方が、より意味のある比較ができるかもしれない。そこで、それぞれのGDPギャップについて、最適ナリード・ラグを選んだうえで、相関係数を比較してみた。結果を見ると、HPLOベースのGDPギャップよりも、NAILOベースのGDPギャップの方が、業況判断D.I.との相関が高いという結論は変わらなかった。

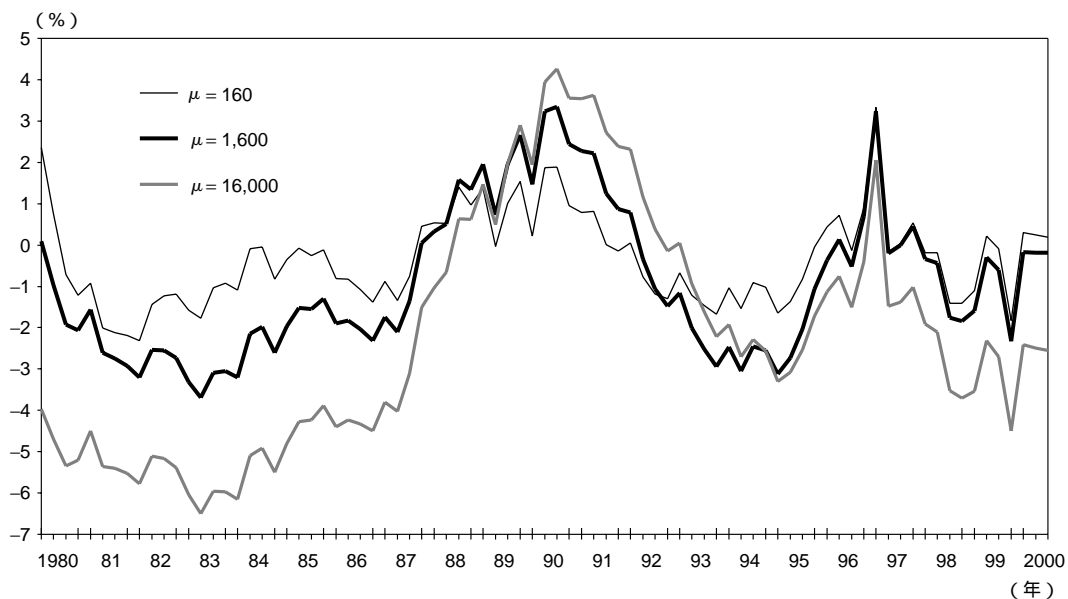
17 本稿の手法は、一部HPフィルタを利用しており、その問題点をそのまま受け継いでいる。HPフィルタの問題点を指摘したものは数多い(例えば、European Central Bank [2000]を参照)。特に、HPフィルタが偽のサイクルを作り出すという、Harvey and Jaeger [1993]によって指摘された可能性は、重要な問題として常に念頭に置いておく必要がある。また、急激に経済構造が変化している場合には、「潜在GDPはスムーズにしか変化しない」という本稿の仮定自体が、不適切になってしまう。これらは重要な問題であるが、本稿の視点を超えているので、ここでは取り扱わない。

図4 スムーズ度がGDPギャップに与える影響

(1) スムーズ度 (μ) が1,600からあまり乖離しないケース



(2) スムーズ度 (μ) が1,600から大きく乖離するケース



資料：内閣府「国民経済計算」、総務省「消費者物価指数」

表2 スムーズ度がフィリップス曲線へ与える影響

スムーズ度 (μ)	α	β	R ²	D.W.
160	0.656 (6.034)	0.067 (2.158)	0.648	2.159
800	0.672 (6.119)	0.034 (1.539)	0.638	2.116
1,600	0.677 (6.139)	0.026 (1.356)	0.635	2.108
3,200	0.680 (6.152)	0.020 (1.209)	0.634	2.102
16,000	0.684 (6.157)	0.011 (0.947)	0.630	2.095

備考：1. サンプル: 1980/1Q - 2000/3Q。

2. カッコ内は t 値。

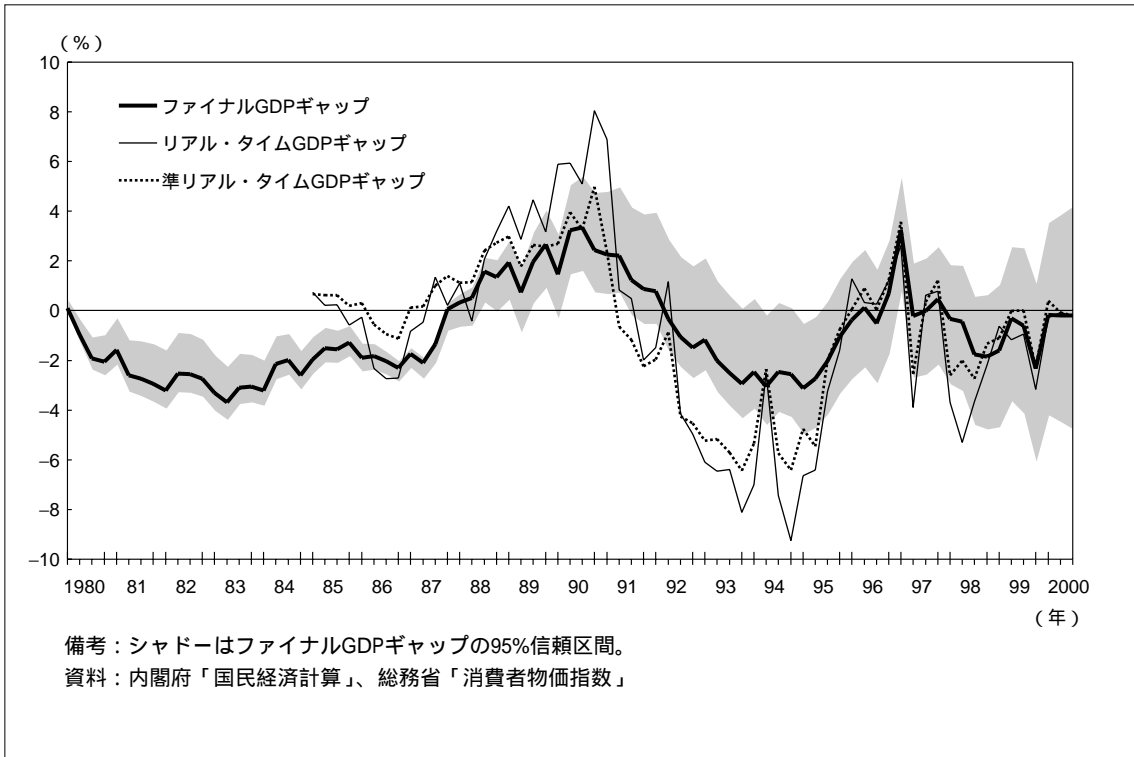
3. R² は擬似決定係数。

しかし、さすがに、 μ を極端に引き上げると、NAILOベースのGDPギャップの振幅が増加するため、 β の推計値が、0.026から0.011へと2分の1に低下する。逆に、 μ を極端に引き下げると、NAILOベースのGDPギャップの振幅が小さくなる。その結果、 β の推計値は、0.026から0.067へと2倍以上になり、5%レベルで有意になる。以上の実証結果は、1980～90年代のわが国のNAILOは、 $\mu = 1,600$ が意味しているほど滑らかに変動していなかった可能性を示唆していると考えられる。

(2) リアル・タイムなNAILOの評価

経済政策を立案するにはタイムリーな経済情勢判断が必要とされるため、政策当局にとっては、リアル・タイムに推計されたNAILOが、どの程度信頼するに足るものなのかが関心の1つになる（米国についてはOrphanides and van Norden [1999]、わが国については鎌田・増田 [2001] の分析を参照）。論点を明らかにするために、図5にあるように、3種類のGDPギャップを考えよう。まず、「ファイナルGDPギャップ」（太線）とは、2000年第3四半期の時点で得られるGDP系列を基に計算されたNAILOベースのGDPギャップであり、図2で示されたものに等しい。次に、「リアル・タイムGDPギャップ」（細線）を作成するには、最初に、ある時点でリアル・タイムに利用可能なGDPデータを準備し、次に、それを基にGDPギャップを作成し、最後に、最終時点の計数だけを捨てる。この作業を全ての期間について繰り返した結果が、リアル・タイムGDPギャップの系列である。「準リアル・タイムGDPギャップ」（破線）を得るには、全ての期間について、リアル・タイムGDPギャップを作成したときに使ったリアル・タイム・データを2000年第3四半期で利用可能なGDPデータのサブサンプルと交換すればよい。

図5 リアル・タイムのGDPギャップ



NAILOの再推計が必要になるタイミングは、実質GDPが改訂されるときと新しいデータが追加されるときである。GDP統計が改訂される場合の効果は、リアル・タイムGDPギャップと準リアル・タイムGDPギャップの差に表れている。その大きさは、GDP速報の精度に依存しており、グラフによれば、本稿の手法は、GDP統計改訂の影響をかなり受けていることがわかる。一方、新しいデータが追加される場合の効果は、準リアル・タイムGDPギャップとファイナルGDPギャップの差に表れている。この差は、景気の転換点で拡大する傾向があり、実際、わが国の場合も、1993～94年に景気が回復局面に入ったときに、この差が拡大している。さて、当然のことながら、サンプルが終期に近づくにつれて、データ追加効果は縮小していく。注意すべきは、その代わりに、ファイナルGDPギャップの不確実性が増大していくことである。この点は、サンプル終期にかけて、ファイナルGDPギャップの信頼区間が広がっていくことから確認できる。

NAILOの推計精度が落ちると、フィリップス曲線の推計も不正確になり、ひいては、最適な金融政策の立案にも影響が及ぶ可能性がある。表3は、2つのリアル・タイム・サンプルと直近のサンプルを基に得られた回帰分析の結果である。1つ目は、1990年第4四半期時点で利用可能なサンプル、2つ目は、1993年第4四半期時点で利用可能なサンプルを用いた。2つのリアル・タイム・サンプルに基づく β の推

表3 リアル・タイムのフィリップス曲線

サンプル	α	β	R ²	D.W.
1980/1Q-1990/4Q	0.725 (4.608)	0.021 (1.205)	0.572	2.062
1980/1Q-1993/4Q	0.707 (5.179)	0.018 (1.011)	0.555	2.086
1980/1Q-2000/3Q	0.677 (6.139)	0.026 (1.356)	0.635	2.108

- 備考：1. カッコ内は t 値。
 2. R² は擬似決定係数。
 3. スムーズ度： $\mu = 1,600$ 。

計値は、0.021と0.018であり、直近までのサンプルに基づいて得られた0.026よりも小さい。政策当局は、リアル・タイム・サンプルを使って、 β を推計し、そのもとで最善の選択を行うしかない。おそらく、その場合、パラメータの不確実性を考慮に入れて行動すると考えられる。しかし、多くの場合、事後的にみれば、そうした選択は非効率であり（Orphanides [2001] を参照）、保守的に過ぎることが多い（Brainard [1967] を参照）。なお、データ改訂効果は、今後GDP速報の精度が向上すれば、減少していく性格のものであるが、データ追加効果については、本稿の手法を含め、過去と将来のデータにフィルタをかける手法に内在する本質的な問題であり、それを取り除くことは不可能である。

(3) 為替レートがフィリップス曲線に与える影響

NAILOは、基本的に、一国経済の供給能力を表したものであるが、原油価格や為替を通じた輸入価格の変動など、他の供給サイドの要因からも、影響を受けている。例えば、円高は、輸入物価の低下をもたらし、インフレ率を引き下げる。これは、NAILOを上方にシフトさせる効果を持っている。

為替レートの効果をNAILOから除去する最も単純な方法は、それをフィリップス曲線の説明変数に加えることである。すなわち、

$$\pi_t = \alpha \cdot \pi_{t-1} + (1 - \alpha) \pi_{t-2} + \beta(y_t - y_t^N) + \gamma \cdot x_t + \epsilon_t \quad (8)$$

ここで、 x は円の名目実効レートの変化率である。推計の結果、円の変化率にかかる係数は、統計的に有意でないことが分かった（表4）。また、NAILOのシフトは、ほとんどみられず、NAILOベースのGDPギャップも、ほとんどシフトしていない（図6）。

これらの結果は、為替レートは、効果が短命であり、フィリップス曲線の誤差項

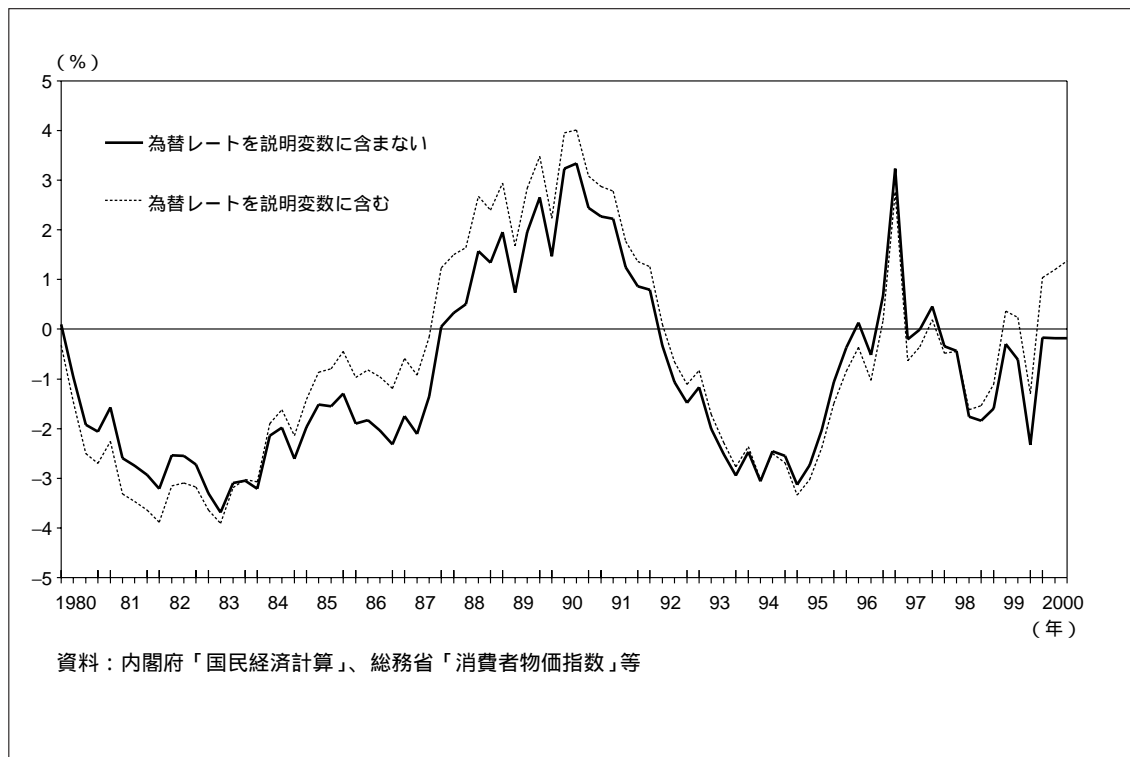
として、切り捨てられてしまうことを示唆している。もっとも、為替レート効果の有無は、為替レートをどのような形でフィリップス曲線の説明変数とするかによって、結論が変わり得る。したがって、ここでの推計結果を評価する際にも、そうした可能性を十分認識しておくことが望ましい。この点については、次節で、もう一度振り返って議論することとしたい。

表4 為替レートがフィリップス曲線へ与える影響

為替レートの取扱い	α	β	γ	R^2	D.W.
説明変数に含まない	0.677 (6.139)	0.026 (1.356)	-	0.635	2.108
説明変数に含む	0.658 (5.988)	0.019 (1.108)	-0.011 (-1.456)	0.643	2.196

- 備考：1. サンプル：1980/1Q - 2000/3Q。
 2. カッコ内は t 値。
 3. R^2 は擬似決定係数。
 4. スムーズ度： $\mu=1,600$ 。

図6 為替レートがGDPギャップに与える影響



5 . 拡張可能性

本節で紹介した手法には、さまざまな拡張可能性がある。ここでは、連立方程式への展開と NAILOで用いるフィルタの多様化という2つの方向に的を絞って、それらの概略を示すこととする。

(1) 連立方程式への展開

これまででは、1つの方程式と1つの観察不能な変数 (y^N) というケースに、議論を限定してきた。ここでは、複数の方程式と複数の観察不能変数を扱えるように、本稿の手法を一般化する。次のような連立方程式体系を考えよう。

$$A(L)\Pi_t = B(Y_t - Y_t^N) + C(L)X_t + E_t, \quad (9)$$

ここで、 Π 、 Y 、 Y^N 、 X は全て $k \times 1$ のベクトルであり、それぞれ、4節の π 、 y 、 y^N 、 x に対応する。 E は $k \times 1$ のイノベーション・ベクトルである。 $A(L)$ と $C(L)$ は $k \times k$ のラグ・オペレータの多項式行列であり、 B は $k \times k$ のスカラー行列である。

第1ステップでは、 $A(L)$ 、 B 、 $C(L)$ の初期値を任意に与え、 z と同じ様に、 Z を定義する。

$$Z_t \equiv Y_t^N - B^{-1}E_t = Y_t - B^{-1}\{A(L)\Pi_t - C(L)X_t\}. \quad (10)$$

次に、連立方程式体系(10)の右辺を一行ずつ取り出して、HPフィルタをかけていく。これによって、 Z から Y^N を抽出することができる。第2ステップでは、そうして得られた Y^N を連立方程式体系(9)に代入して、同時推計を行う。一般に、こうして得られた $A(L)$ 、 B 、 $C(L)$ の推計値は、初期値と異なっている。そこで、第1ステップに戻って、それらの推計値が収束するまで、先の手順を繰り返す。

4節で、為替レートがNAILOに与える効果を分析した際、円の名目実効レートの一階差をフィリップス曲線の説明変数としていたが、この定式化は、問題なしとはいえない。為替レートは、少なくとも長期的には、「購買力平價説」(purchasing power parity: PPP)によって支配されており、短期的にPPPと整合的な長期水準から逸脱しても、やがては、そこへ押し戻されていくと考えられる。つまり、為替レートの水準には、自らが今後どちらの方角へ向かって動いて行くのかという重要な情報が含まれている。それにもかかわらず、一階差を取ってしまうと、そうした貴重な情報が失われてしまう。したがって、こうしたケースを取り扱うには、NAILOと共に、PPPを観察不能な変数とし、2つの方程式と2つの観察不能変数という形を採用するのが自然であろう。

(2) 代替的なフィルタの採用

本稿の手法の基礎構造は、2段階に分かれる。第1のステップでは、フィリップス曲線の係数を所与として、NAILOを推計する。逆に、第2のステップでは、NAILOを所与として、フィリップス曲線の係数を推計する。本稿では、第2ステップで、HPフィルタを使用したことを想起されたい。しかし、どうしてもHPフィルタを使わなければならない理由はない。

Baxter and King [1999] には、一階差、5年移動平均からの乖離、(近似)高周波フィルタ、(近似)バンドパス・フィルタ(バクスター=キング・フィルタと呼ぶ)などが、代表的なフィルタとして紹介されている¹⁸。特に、バクスター=キング・フィルタは、トレンド成分とノイズ成分を原系列から取り除き、的確に景気循環成分を抽出できるようにデザインされており、HPフィルタに代わるフィルタとして有力である。

バクスター=キング・フィルタは、米国国民経済研究所(National Bureau of Economic Research: NBER)にならって、米国の景気循環を6~32四半期の周期を持った波と定義し、それを原系列から抽出しようとするものである。いうまでもないことだが、わが国経済を対象とする場合には、わが国の景気循環の性質に適合するように、バクスター=キング・フィルタを作り直すことが望ましい。この興味深い拡張については、将来の課題としたい。

6. 結び

本稿は、フィリップス曲線と潜在GDPを同時推計するための新たな手法を紹介した。ここでいう潜在GDPとは、インフレ率を加速も減速もしない産出量のことであり、NAILOと呼ばれる。本稿の手法は、フィリップス曲線が最も良く当てはまり、かつ、NAILOが決められた滑らかさで変動するという2つの意味での最適性を備えたものである。この手法を1980年代から1990年代にかけてのわが国に適用すると、次のような結果が得られた。第1に、わが国のNAILO成長率は、1980年代に4%あったものが、1990年代には1%にまで低下している。第2に、わが国のNAILOは、実際の実質GDPにHPフィルタをかけただけのトレンド(HPLO)とは、異なる動きを示している。例えば、1980~90年代にかけてのGDPギャップは、NAILOベースで測ると、平均的に負の値を取るのに対し、HPLOベースだとゼロになってしまい、当時の世界的なディスインフレ傾向を捉え切れなかった。第3に、インフレ率のGDPギャップに対する感応度は、NAILOベースを使用した場合は、HPLOベースを使用した場合の2倍になる(sacrifice ratioは低くなる)。最後に、NAILOベースのGDPギャップは、HPLOベースよりも、優れた景気指標であることが確認できた。

18 さまざまなトレンド抽出法としては、肥後・中田[1998]を参照されたい。

本稿の手法を利用するに当たって、いくつかの留意点がある。第1に、NAILOの滑らかさをどの程度に設定するかによって、フィリップス曲線の係数の推計値が異なり得る。複数の滑らかさを試したところ、わが国のNAILOが想像していたよりも滑らかではない可能性を示唆する結果が得られた。第2に、リアル・タイムに推計されたNAILOは、基礎データが改訂されたり、新データの追加される度に、再推計が必要となるなど、不確実な側面を持っている。こうした不確実性は、フィリップス曲線の係数の推計値に影響を及ぼし、ひいては、最適な金融政策の選択を歪めてしまう可能性もある。第3に、NAILOは、基本的には、一国経済の供給能力を表すものであるが、それ以外の供給サイド要因からも、影響を受ける。その要因は多々あるが、本稿では、為替レートがNAILOに与える影響を分析した。結果は、為替レートの影響は、ごく小さいものとどまるというものであった。しかし、この点について、ここで結論を出すのは早急であり、今後さらに研究を蓄積していくことが望まれる。

本稿の手法は、拡張可能性に富むものであるが、取り分け、次の2つの方向が有望である。第1に、本稿の手法は、連立方程式体系へと容易に拡張できる。それによって、複数の観察不可能な変数を考慮することができるようになる。第2に、NAILOを推計する際の第2ステップで、HPフィルタの代わりに、Baxter and King [1999] の近似バンドパス・フィルタ等、さまざまなフィルタを用いることができる。その際、NAILOベースのGDPギャップが、わが国の景気循環をより正確に描写できるように、新たなバクスター＝キング・フィルタをデザインし直すことも、興味深い拡張である。

最後に、2点だけ留意事項を述べて、結びに代えたい。第1に、本稿の手法は、物価と生産のデータさえあれば、すぐにも適用できる。しかしながら、いざ分析を始めようとすると、具体的にどのデータを用いればよいのか、決断に迷うことがある。物価データなら、消費者物価指数、消費デフレーター、GDPデフレーターといった多くの選択肢のうち、いずれを選べばよいのかが問題となる。さらには、食料品価格やエネルギー価格を除外すべきなのか、コア・インフレの概念を用いるべきなのかといったことも重要な論点となり得る。一方、生産データなら、実質GDP、鉱工業生産指数等の中から適切なデータを選択することが求められる。また、インフレ率と実体経済の間に短期的なフィリップス曲線の関係が成立するように、為替レート等の供給要因をコントロールする必要もあろう。第2に、ここでのフレーム・ワークだけでは、NAILOの構成要素である資本、労働、技術といった生産要素に一体何が起きているのかを明らかにすることはできない。こうした問題を取り扱うためには、生産要素を明示的に取り込んだモデルを考えることが必要である（Haltmaier [1996] は、そうした試みの1つと解釈できる）。

補論．ブートストラップを使ったNAILOの信頼区間の作成

この補論では、NAILOの信頼区間を作成する手順を説明する。信頼区間を作るには、さまざまな方法があるが、ここでは、Efron and Tibshirani [1993] によるブートストラップ法を紹介する（ブートストラップ推定の比較的新しいレビューとしては、MacKinnon [2002] が手頃である）。以下、本稿で採用された方法を順を追って解説する。

本稿の手法で推計されたフィリップス曲線の係数とNAILOをそれぞれ $\hat{\alpha}$ 、 $\hat{\beta}$ 、 $\hat{y}_t^N (t = 1, \dots, T)$ とする。また、その結果得られた回帰誤差 $\hat{\epsilon}_t (t = 1, \dots, T)$ を「オリジナル誤差」と呼ぶことにする。

オリジナル誤差から、繰り返しを許して、ランダム・サンプルを抽出し、それをブートストラップ誤差 $\tilde{\epsilon}_t (t = 1, \dots, T)$ と呼ぶこととする。

これらを次式に代入して、インフレに関するブートストラップ・データ $\tilde{\pi}_t (t = 1, \dots, T)$ を作成する。

$$\tilde{\pi}_t = \hat{\alpha} \cdot \tilde{\pi}_{t-1} + (1 - \hat{\alpha}) \tilde{\pi}_{t-2} + \hat{\beta} (y_t - \hat{y}_t^N) + \tilde{\epsilon}_t .$$

\hat{y}_t^N を \tilde{y}_t^N と読み替えて、次式をOLSで推計する。

$$\tilde{\pi}_t = \alpha \cdot \tilde{\pi}_{t-1} + (1 - \alpha) \tilde{\pi}_{t-2} + \beta (y_t - \tilde{y}_t^N) + \epsilon_t .$$

こうして得られた推計値を $\hat{\alpha}^*$ と $\hat{\beta}^*$ とする。

それらを用いて、次のように、 \tilde{z}_t を定義する。

$$\tilde{z}_t = y_t - \{ \tilde{\pi}_t - \hat{\alpha}^* \cdot \tilde{\pi}_{t-1} - (1 - \hat{\alpha}^*) \tilde{\pi}_{t-2} \} / \hat{\beta}^* .$$

これにHPフィルタをかければ、新たなNAILO推計値 \tilde{y}_t^{N*} が得られる。

再び に戻って、 \tilde{y}_t^N に \tilde{y}_t^{N*} を代入し、 $\hat{\alpha}^*$ と $\hat{\beta}^*$ が収束するまで、同じ作業を繰り返す。こうやって得られた \tilde{y}_t^{N*} をNAILOの実現値の一つとする。

以下の工程を何度も繰り返すと、いくつもの \tilde{y}_t^{N*} の実現値が得られる。こうして得られた複数の実現値を昇順（あるいは降順）に並べ替え、信頼区間の両端に位置するものを採用する。

参考文献

- 肥後雅博・中田（黒田）祥子、「経済変数から基調的変動を抽出する時系列的手法について」、『金融研究』第17巻第6号、日本銀行金融研究所、1998年、39-97頁
- ・、「物価変動の決定要因について - 需給ギャップと物価変動の関係の国際比較を中心に - 」、『金融研究』第19巻第1号、日本銀行金融研究所、2000年、49-78頁
- 廣瀬康生・鎌田康一郎、「可変NAIRUによるわが国の潜在成長率」、日本銀行調査統計局、ワーキング・ペーパー・シリーズ、02-8、2002年
- 鎌田康一郎・増田宗人、「統計の計測誤差がわが国のGDPギャップに与える影響」、『金融研究』第20巻第2号、日本銀行金融研究所、2001年、123-170頁
- 経済企画庁、『経済白書 - 新しい世の中が始まる - 』、2000年
- Ball, L., and N. G. Mankiw, "The NAIRU in Theory and Practice," *Journal of Economic Perspectives*, 16 (4), 2002, pp. 115-136.
- Baxter, M., and R. G. King, "Measuring Business Cycles: Approximate Band-Pass Filters for Economic Time Series," *Review of Economics and Statistics*, 81 (4), 1999, pp. 575-593.
- Brainard, W., "Uncertainty and the Effectiveness of Policy," *American Economic Review*, 57 (2), 1967, pp. 411-425.
- Butler, L., "A Semi-Structural Method to Estimate Potential Output: Combining Economic Theory with a Time-Series Filter (The Bank of Canada's New Quarterly Projection Model Part 4)," *Technical Report*, 77, Bank of Canada, 1996.
- Congressional Budget Office, "CBO's Method for Estimating Potential Output," *CBO Memorandum*, October, 1995.
- Efron, B., and R. J. Tibshirani, *An Introduction to the Bootstrap*, Chapman & Hall, New York, 1993.
- European Central Bank, "Potential Output Growth and Output Gaps: Concept, Uses and Estimates," *ECB Monthly Bulletin*, October, 2000, pp. 37-47.
- Gordon, J. R., "The Time-varying NAIRU and its Implications for Economic Policy," *Journal of Economic Perspectives*, 11 (1), 1997, pp. 11-32.
- ・, "Foundations of the Goldilocks Economy: Supply Shocks and the Time-Varying NAIRU," *Brookings Papers on Economic Activity*, 2, 1998, pp. 297-346.
- Haltmaier, J., "Inflation-Adjusted Potential Output," International Finance Discussion Papers, 561, Board of Governors of the Federal Reserve System, 1996.
- Harvey, A. C., and A. Jeager, "Detrending, Stylized Facts and the Business Cycle," *Journal of Applied Econometrics*, 8, 1993, pp. 231-247.
- Hodrick, R. J., and E. C. Prescott, "Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation," *Journal of Money, Credit, and Banking*, 29 (1), 1997, pp. 1-16.
- Laxton, D., and R. Tetlow, "A Simple Multivariate Filter for the Measurement of Potential Output," *Technical Report*, 59, Bank of Canada, 1992.

- MacKinnon, J. G., "Bootstrap Inference in Econometrics," *Canadian Journal of Economics*, 35 (4), 2002, pp. 615-645.
- Orphanides, A., "Monetary Policy Rules Based on Real-Time Data," *American Economic Review*, 91 (4), 2001, pp. 964-985.
- , and S. van Norden, "The Reliability of Output Gap Estimates in Real Time," Finance and Economic Discussion Paper Series, 38, Board of Governors of the Federal Reserve System, 1999.
- Phillips, A. W., "The Relation between Unemployment and the Rate of Change of Money Wage Rates in the United Kingdom, 1861-1957," *Economica*, 25, 1958, pp. 283-299.
- Staiger, D., J. H. Stock, and M. W. Watson, "The NAIRU, Unemployment and Monetary Policy," *Journal of Economic Perspectives*, 11 (1), 1997, pp. 33-49.
- Turner, D., "Speed Limit and Asymmetric Inflation Effects from the Output Gap in the Major Seven Economies," *OECD Economic Studies*, 24, 1995, pp. 57-87.
- Watanabe, T., "Output Gap and Inflation: The Case of Japan," *Conference Papers: Monetary Policy and the Inflation Process*, 4, Bank for International Settlements, 1997, pp. 93-112.