

# 統計の計測誤差がわが国の GDPギャップに与える影響

かまだこういちろう ますだかずと  
鎌田康一郎 / 増田宗人

## 要 旨

潜在GDPとは労働や資本といった生産要素をフル稼働させて得られる生産の上限であり、GDPギャップは実際のGDPと潜在GDPの乖離率として定義される。しかし、生産要素の統計に計測誤差があると、ソロー残差（実質GDPのうち資本や労働によって説明できない部分）から全要素生産性（total factor productivity: TFP）をうまく推計できなくなり、潜在GDPやGDPギャップの推計に歪みを発生させる可能性がある。

本稿の第1の目的は、生産要素の稼働率の誤推計や生産要素の質的变化によって発生する統計の計測誤差が、潜在GDPやGDPギャップの推計に与える影響を理論的に整理することにある。この結果、(1)生産要素の質的变化の影響がソロー残差に混入している場合には、それをソロー残差に含めたままでも、潜在GDPやGDPギャップを正確に推計できる一方、(2)生産要素の稼働率に計測誤差がある場合には、その影響をソロー残差から除去する必要があることが明らかになった。特に、わが国には非製造業の資本稼働率に関する統計がないので、これがGDPギャップの推計を歪める可能性がある。

この問題に対処するため、本稿では次の2つのアプローチを採用し、そのパフォーマンスを比較した。第1の方法（従来型GDPギャップ）では、非製造業の資本稼働率を100%に固定したうえで、ソロー残差にトレンドを当てはめ、トレンド部分をTFP、残差部分を非製造業資本稼働率の推計誤差と考えた。一方、第2の方法（修正型GDPギャップ）では、電力需要に基づいて非製造業の資本稼働率を直接推計した。この場合、ソロー残差をそのままTFPとみなすことになる。

2つのGDPギャップのパフォーマンスを景気基準日付や日本銀行による企業短期経済観測調査の業況判断DIなどとの整合性という点で比較すると、従来型GDPギャップよりも、修正型GDPギャップの方が優れており、また、フィリップス曲線の推計に際しても、従来型GDPギャップよりも、修正型GDPギャップの方が、パラメータの安定性の面で優れていることがわかった。以上の結果からすると、経済のスラックを測るには、本稿で推計した修正型GDPギャップをみていくことが有用と思われる。

キーワード：生産性、GDPギャップ、統計誤差

本稿における意見等は、すべて筆者達の個人的な見解であり、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）

増田宗人 日本銀行調査統計局（E-mail: kazuto.masuda@boj.or.jp）

## 1. はじめに

一国の経済には、現存する労働や資本をフル稼働させて、一定期間のうちに生産し得る限界がある。これを実質GDPのタームで表現したものが「潜在GDP」と呼ばれる概念である<sup>1</sup>。さらに、実際のGDPと潜在GDPの乖離率は「GDPギャップ」と呼ばれ、一国経済の超過需要または超過供給を表すと考えられる。GDPギャップは、それ自体が経済活動のスラックを表しており、経済厚生を測る指標として重要である。また、物価に対するプレッシャーを端的に表現するものとして、金融政策を遂行するうえで有用な概念と考えられている。すなわち、経済活動が過熱すると、GDPギャップは縮小し、消費者物価などの物価に上昇圧力がかかる。逆に、経済活動が停滞すると、GDPギャップは拡大し、物価に下落圧力がかかる。

GDPギャップは、直接観察できるものではないので、何らかの形で推計される必要がある。GDPギャップを推計するためにさまざまな手法が考案されているが、本稿ではマクロ生産関数を基礎とする「生産関数アプローチ」を紹介する<sup>2</sup>。推計は次の3ステップを経て行われる。まず、資本、労働、全要素生産性（total factor productivity：TFP）の3つを要素とする生産関数を構成する。次に、この生産関数に、利用し得る最大限の資本と労働を代入すると、潜在GDPが算出される。最後に、実際のGDPの潜在GDPからの乖離率を計算すると、GDPギャップが得られる<sup>3</sup>。こうした手法は、『経済白書』（経済企画庁 [2000]）などでも利用されており、GDPギャップの古典的かつ標準的な推計方法の1つとなっている。

しかしながら、資本や労働の統計には計測誤差がつきまとうので、GDPギャップの推計に歪みが生ずる可能性がある。TFPは、直接観察できないので、実質GDPから資本と労働の生産活動に対する寄与分を差し引いた「ソロー残差」から推計される必要がある<sup>4</sup>。データに計測誤差がない場合は、ソロー残差をそのままTFPとみなして差し支えない。しかし、統計に計測誤差があり、それがソロー残差に混入してしまうと、もはやソロー残差をそのままTFPとみなすことができなくなる。TFPの推計を誤ってしまうと、潜在GDPやGDPギャップの推計にも影響する可能性がある。

1 潜在GDPは、本稿のように一国の経済が生産し得る実質GDPの上限と定義する場合もあれば、経済の平均的な実質GDPと定義する場合もある（例えば、Giorno *et al.* [1995]、米国のCongressional Budget Office [1995]、経済企画庁 [2000]）。

2 日本のGDPギャップの推計には、経済企画庁 [2000]、Bayoumi [2000] といった例がある。

3 GDPギャップを推計する際、TFPは所与として取り扱われる。これは、TFPは社会全体の生産効率を反映しており、TFPの低下によって生産が減少しても、それによって経済のスラックが増大するわけではないからである。

4 TFPの変動に関する研究としては、Jorgenson and Griliches [1967]、Denison [1967]、Kendrick and Grossman [1980] を参照されたい。TFPに関する最近のサーベイはHulten [2000] である。

統計の計測誤差は、資本や労働といった生産要素の稼働率にかかわるものと質的变化にかかわるものの2つに分類される。稼働率の計測誤差の代表例としては、非製造業の資本稼働率が挙げられる。わが国には非製造業の資本稼働率に関する統計が存在しないので、GDPギャップを推計する際、便宜的にこれを100%と仮定することが多かった<sup>5</sup>。この場合、実際に非製造業で資本の稼働率が低下しても、推計過程では100%に固定されているので、代わりにソロー残差が縮小することとなる。これをTFPの低下とみなしてしまうと、潜在GDPが過小推計される結果、GDPギャップも過小推計されてしまう。このため、生産要素の稼働率に計測誤差がある場合には、GDPギャップを正しく推計するために、その影響をソロー残差から除去する必要がある。

生産要素の質的变化の例としては、90年代の後半に資本が急速に陳腐化し、その分だけソロー残差が縮小した可能性を挙げることができる。この場合も、ソロー残差の縮小をTFPの低下とみなすのは事実と反する。しかしながら、資本の陳腐化とTFPの低下は、生産能力の低下を意味する点で同じものである。したがって、資本の陳腐化をTFPの低下としてカウントしようと、資本の減少として捕捉しようと、潜在GDPやGDPギャップの推計を歪めることにはならない。このように、生産要素の質的变化がソロー残差に混入している場合には、むしろそれをソロー残差に含めておくことによって、潜在GDPやGDPギャップを正しく推計できる。

本稿では、非製造業における資本稼働率の計測誤差がGDPギャップの推計を歪めるのを防ぐために、2つのアプローチを採用する。第1のアプローチでは、資本稼働率が景気とともに循環すると仮定し、ソロー残差に何らかのトレンドを当てはめることによって、トレンド部分をTFP、残差部分を資本稼働率の推計誤差として抽出する。本稿でも、こうした手法に基づいてGDPギャップを算出し、「従来型GDPギャップ」と呼ぶこととする。このアプローチは、資本の陳腐化が急速に進んだり、経済に大きな構造変化が発生して真のTFPが変動する場合も、ソロー残差のトレンドから外れた部分は、結果的にすべて非製造業の資本稼働率の変化とみなすことになるので、その分、GDPギャップの推計に誤差が生ずるというリスクをはらんでいる。

非製造業における資本稼働率の計測誤差がソロー残差に混入するのを防ぐための第2のアプローチは、何らかの方法で非製造業の資本稼働率を推計することである。本稿では、電力需要を用いた非製造業の資本稼働率の推計を紹介する。この推計が正確であれば、ソロー残差はTFPと一致するので、もはやソロー残差にトレンドを当てはめる必要はない。以下、こうして算出されたGDPギャップを「修正型GDPギャップ」と呼ぶ。このアプローチは、非製造業の資本稼働率を正確に捉え切れない分だけ供給能力が変化していると誤って認識してしまうリスクをはらんでいる。GDPギャップと生産要素の稼働率は表裏一体であるだけに、稼働率の推計には高い精度が求められる。

5 経済企画庁 [2000] でも、非製造業の資本稼働率は一定と仮定されている。

従来型GDPギャップと修正型GDPギャップの優劣を直接評価する手段は事後的にも存在しない。そこで、本稿では、次のような実践的な基準から、2つのGDPギャップのパフォーマンスを比較する。第1に、「景気基準日付」(内閣府・景気動向指数研究会)との整合性や「企業短期経済観測調査」(短観、日本銀行)の業況判断DIなどとの先行・遅行関係をチェックする。分析結果によると、従来型GDPギャップよりも、修正型GDPギャップの方が、景気基準日付と整合性が高く、短観のDIの動きともタイミングが似通っている。特に、修正型GDPギャップは、99年以降わが国の景気が回復に向かう局面を捉えることに成功している。第2に、フィリップス曲線を推計する際の有用性を関数の当てはまり、パラメータの安定性、予測精度といった観点から評価する。これによると、従来型GDPギャップよりも、修正型GDPギャップの方が、特にパラメータの安定性の面で優れていることがわかる。

本稿は、生産関数アプローチによるGDPギャップの推計にまつわるさまざまな問題を考察する。2章では、統計の計測誤差が、潜在GDPやGDPギャップの推計に与える影響について、理論的な整理を行う。ここでは、生産要素の稼働率に計測誤差があるのか、生産要素に質的变化が生じているのかによって、正しいGDPギャップの推計方法が異なる点を明らかにする。3章では、従来型GDPギャップの推計方法を解説し、その問題点を整理する。4章では、修正型GDPギャップを推計し、従来型GDPギャップとの相違を明らかにする。修正型GDPギャップと従来型GDPギャップを比べると、両者の動きは近年かなり異なり、GDPギャップの推計上、計測誤差の発生原因をつきとめることが極めて重要であることを示唆している。5章では、従来型GDPギャップと修正型GDPギャップのパフォーマンスをほかの景気指標との整合性やフィリップス曲線を推計する際の有用性といった観点から比較する。6章では、GDP統計の改訂とデータの蓄積が、GDPギャップの推計に与える影響について考察する<sup>6</sup>。補論1では、GDPギャップの推計に用いられている統計をリスト・アップする。補論2では、わが国のマクロ生産関数にコブ・ダグラス型を当てはめる可否を考察する。補論3では、バブル期のソロー残差に当てはめるバブル・トレンドの期間選択について議論する。補論4では、中古品価格と整合的な資本減耗率から計算された「市場評価資本ストック」を利用したGDPギャップの推計について検討する<sup>7</sup>。補論5では、資本や労働の寄与を計算するために望ましい労働分配率の概念について考える。

6 GDP統計の改訂がGDPギャップに与える米国における経験については、Orphanides and van Norden [1999] を参照されたい。

7 市場評価資本ストックは、資本減耗率を中古品市場による評価から推計し、これを基に算出された資本ストックである。詳しくは増田 [2000] を参照されたい。

## 2. 統計の計測誤差とGDPギャップ

本章では、生産関数アプローチによるGDPギャップの推計方法を概説し、統計の計測誤差がGDPギャップの推計に与える影響を理論的に整理する。最初に、GDPギャップを推計する基本的な手順について説明する。続いて、資本稼働率の計測誤差、資本の質的变化、企業内失業、労働の質的变化、労働分配率の計測誤差、GDP統計の改訂などが、GDPギャップに与える影響を考察する。結果の詳細は、図表1にまとめられているので、参照されたい。

### (1) 基本的なGDPギャップの推計手順

本稿では、資本と労働を生産要素とするコブ・ダグラス型のマクロ生産関数を仮定する（コブ・ダグラス型生産関数を用いる正当性については補論2を参照されたい）。すなわち、

$$Y = A \cdot L^\alpha \cdot (\gamma \cdot K)^{1-\alpha}.$$

ここで、 $Y$ は実質GDP、 $A$ はTFP、 $L$ は労働時間、 $K$ は資本、 $\gamma$ は資本稼働率である。 $\alpha$ は生産の労働弾力性であり、要素市場で完全競争が成立するとき、労働分配率に一致する。両辺の自然対数をとると、

$$\ln Y = \ln A + \alpha \ln L + (1 - \alpha) \ln (\gamma \cdot K). \quad (1)$$

右辺の第1項はTFPの寄与、第2項は労働の寄与、第3項は資本の寄与と呼ばれる。左辺から右辺の第2項と第3項を差し引いたものは「ソロー残差」と呼ばれ、 $Y$ 、 $L$ 、 $K$ 、 $\gamma$ 、 $\alpha$ が正確に計測されている場合には、TFPの寄与に一致する。

潜在GDP ( $Y^*$ ) は、TFPを所与として、 $L$ を最大限可能な労働時間 ( $L^*$ )、 $\gamma$ を資本のフル稼働水準 (100%) に置き換えることによって得られる。

$$\ln Y^* = \ln A + \alpha \ln L^* + (1 - \alpha) \ln K.$$

GDPギャップ ( $G$ ) は、実際のGDPの潜在GDPからの乖離率であるから、

$$G = (Y - Y^*) / Y^* \cong \ln Y - \ln Y^* = \alpha (\ln L - \ln L^*) + (1 - \alpha) \ln \gamma.$$

このように、GDPギャップは、常にマイナスの値をとり、労働や資本の寄与がそれぞれの最大値に近づくほど、絶対値が小さくなる（以下、GDPギャップに言及する場合は絶対値を用いる）。ここでは、説明の都合上、上式の左から3番目にある自然対数による近似値をGDPギャップとするが、次章以降では、左から2番目の分数によるものをGDPギャップとして計算する。

図表 1 計測誤差の影響

計測誤差	TFPへの影響	潜在GDPへの影響	GDPギャップへの影響
資本稼働率の過大(過小)評価	TFPを過小(過大)評価。	TFPの過小(過大)評価分だけ、潜在GDPを過小(過大)評価。	潜在GDPの過小(過大)評価分だけ、GDPギャップを過小(過大)評価。
真のTFPが線形トレンド	ソロー残差に線形トレンドを当てはめて、真のTFPを抽出可能。	真に近いTFPが抽出されるので、潜在GDPは正確。	潜在GDPが正確に推計されるので、GDPギャップは正確。
資本ストックの過大(過小)評価	TFPを過小(過大)評価。	資本ストックの過大(過小)評価は、TFPの過小(過大)評価で相殺され、潜在GDPは正確。	潜在GDPが正確に推計されるので、GDPギャップは正確。
真のTFPが線形トレンド	ソロー残差に線形トレンドを当てはめて、真のTFPを抽出可能。	ソロー残差が線形トレンドを外れて低下(上昇)する分は資本稼働率の低下(上昇)とみなされ、潜在GDPを過大(過小)評価。	潜在GDPが過大(過小)評価されるので、GDPギャップを過大(過小)評価。
労働稼働率の過大(過小)評価 (例、企業内失業)	TFPを過小(過大)評価。	TFPの過小(過大)評価分だけ、潜在GDPを過小(過大)評価。	潜在GDPの過小(過大)評価分だけ、GDPギャップを過小(過大)評価。
真のTFPが線形トレンド	ソロー残差に線形トレンドを当てはめて、真のTFPを抽出可能。	真のTFPが抽出されるので、潜在GDPは正確。	潜在GDPが正確に推計されるので、GDPギャップは正確。
労働量の過大(過小)評価 (例、労働の質的劣化)	TFPを過小(過大)評価。	最大労働量の過大(過小)評価は、TFPの過小(過大)評価で相殺され、潜在GDPは正確。	潜在GDPが正確に推計されるので、GDPギャップは正確。
真のTFPが線形トレンド	ソロー残差に線形トレンドを当てはめて、真のTFPを抽出可能。	ソロー残差が線形トレンドを外れて低下(上昇)する分は資本稼働率の低下(上昇)とみなされ、潜在GDPは過大(過小)評価。	潜在GDPが過大(過小)評価されるので、GDPギャップを過大(過小)評価。
労働分配率の過大(過小)評価	TFPIに計測誤差が生じる。資本装備率がトレンドをもっているので、時間が経つにつれてソロー残差が真のTFPから乖離。	生産要素がフル稼働されていないかぎり、潜在GDPにも計測誤差が生じる。	潜在GDPが誤って評価されると、GDPギャップも誤って評価される。
真のTFPが線形トレンド	資本装備率がトレンドをもって増加する場合、線形トレンドを当てはめても、真のTFPを分離抽出することはできない。	ソロー残差の線形トレンド(真のTFPと資本装備率のトレンドの和)をTFPとみなせば、潜在GDPは正確。	潜在GDPが正確に推計されるため、GDPギャップも正確。
GDP統計の下方(上方)改訂	速報値と確報値の差だけ、TFPIは過大(過小)評価。	TFPの過大(過小)評価分だけ、潜在GDPは過大(過小)評価。	潜在GDP、実際のGDPの両方も過大(過小)評価されるので、GDPギャップは正確。
ソロー残差に線形トレンドを当てはめなければならない場合。 速報誤差が平均的に0。	速報ベースのTFP推計値は、確報ベースのTFP推計値に一致。	速報ベースの潜在GDP推計値は、確報ベースの潜在GDP推計値に一致。	速報ベースのGDPギャップ推計値は確報ベースのGDPギャップ推計値に比べ過小(過大)評価。

備考：GDPギャップが過大(過小)であるとは、絶対値が過大(過小)であることを指す。

## (2) 資本稼働率の計測誤差

(ソロー残差をそのままTFPとみなす効果)

先に定義された $Y$ 、 $L$ 、 $K$ 、 $\gamma$ 、 $\alpha$ の統計には計測誤差がつきものである。そこで、まず、資本稼働率の計測誤差がGDPギャップの推計に与える影響について検討する。

今、資本の稼働率を誤って $\bar{\gamma}$ と計測したと仮定する。この場合、ソロー残差( $\bar{A}$ )は、

$$\ln \bar{A} = \ln Y - \alpha \ln L - (1 - \alpha) \ln (\bar{\gamma} \cdot K).$$

これに(1)式を代入すると、

$$\ln \bar{A} = \ln A + (1 - \alpha)(\ln \gamma - \ln \bar{\gamma}). \quad (2)$$

したがって、資本稼働率にプラスの計測誤差があるとき( $\bar{\gamma} > \gamma$ )、ソロー残差をそのままTFPとみなすと、TFPを過小評価してしまう。

このソロー残差を用いて潜在GDPを推計すると、

$$\bar{Y}^* = \ln \bar{A} + \alpha \ln L^* + (1 - \alpha) \ln K = Y^* + (1 - \alpha)(\ln \gamma - \ln \bar{\gamma}).$$

このように、TFPの過小評価分だけ、潜在GDPは過小評価される。また、この場合のGDPギャップは、

$$\begin{aligned} \bar{G} &= \{\ln \bar{A} + \alpha \ln L + (1 - \alpha) \ln (\bar{\gamma} \cdot K)\} - \{\ln \bar{A} + \alpha \ln L^* + (1 - \alpha) \ln K\} \\ &= \alpha(\ln L - \ln L^*) + (1 - \alpha) \ln \bar{\gamma} = G + (1 - \alpha)(\ln \bar{\gamma} - \ln \gamma). \end{aligned}$$

したがって、資本稼働率が過大評価されると( $\bar{\gamma} > \gamma$ )、GDPギャップ(の絶対値)は小さめに推計されてしまう。資本稼働率を高く設定するということは、資本の寄与を多めに見積もることを意味しており、その分GDPギャップが小さくなるのは当然である。

(TFPが線形トレンドに従う場合)

資本の寄与がソロー残差に混入していても、真のTFPがどのように変動するかがわかっているならば<sup>8</sup>、正確にGDPギャップを推計することができる。例えば、真のTFPが一定率で成長していると仮定すると、

8 真のTFPを直接観察する方法はない。そこで、TFPをモデル化する際、それが具体的にどのような要因に依存して変動するのかを検討しておく必要がある。多くの場合、TFPは技術進歩とともに動いており、しかも技術進歩率はほぼ一定であると仮定される。この場合、TFPは線形トレンドとしてモデル化される。しかし、TFPは技術進歩以外のさまざまな要因によって変動するので、先験的に線形トレンドを当てはめる方法は、常にスペシフィケーション・エラーにさらされている点に留意すべきである。

$$\ln A = \beta_1 + \beta_2 \cdot t. \quad (3)$$

これは、TFPが技術進歩などによって規定され、比較的安定的に成長するのに対し、労働や資本の寄与分は循環的に変動するという先験的な仮定に基づいている。(3)式を(2)式に代入すると、

$$\ln \bar{A} = \beta_1 + \beta_2 \cdot t + (1 - \alpha) (\ln \gamma - \ln \bar{\gamma}).$$

したがって、 $(\ln \gamma - \ln \bar{\gamma})$ が平均的にゼロならば、 $\ln \bar{A}$ を時間 $t$ に回帰することによって、 $\ln A$ が正確に抽出できる<sup>9</sup>。このTFPを用いてGDPギャップを推計すると、

$$\begin{aligned} \bar{G} &= \{\ln \bar{A} + \alpha \ln L + (1 - \alpha) \ln (\bar{\gamma} \cdot K)\} - \{\ln A + \alpha \ln L^* + (1 - \alpha) \ln K\} \\ &= \alpha (\ln L - \ln L^*) + (1 - \alpha) \ln \gamma = G. \end{aligned}$$

このように、 $(\ln \gamma - \ln \bar{\gamma})$ が平均的にゼロであり、TFPが線形トレンドに従っている限り、TFPは正確に抽出され、GDPギャップも正確に推計される。こうした望ましい結果は、資本の寄与が過大評価されている分、TFPの寄与が過小評価されていることを正確に認識したことから得られる。

(TFPが線形トレンドに従わない場合)

次に、TFPが線形トレンドに従わない場合を考える。すなわち、

$$\ln A = \lambda_1 + \lambda_2 \cdot t + M.$$

ここで、 $M$ は線形トレンドで把握しきれない要因であり、時間とともに変化してもよい。これを(2)式に代入すると、

$$\ln \bar{A} = \lambda_1 + \lambda_2 \cdot t + M + (1 - \alpha) (\ln \gamma - \ln \bar{\gamma}).$$

このとき $\ln \bar{A}$ を時間 $t$ に回帰すると、誤ったTFP( $\ln \bar{A}$ )が抽出される。すなわち、

$$\ln \tilde{A} = \lambda_1 + \lambda_2 \cdot t.$$

9 資本稼働率のデータが上方バイアスを持っていると、 $(1 - \alpha) (\ln \gamma - \ln \bar{\gamma})$ の平均はマイナスである。したがって、最小2乗法で $\ln \bar{A}$ を時間 $t$ に回帰すると、 $\beta_1$ は過小推計となる。これは、潜在GDPを過小評価し、GDPギャップを小さめに評価する結果を招く。もっとも、これはGDPギャップの絶対値の水準を全体的に小さくはするものの、その変化幅には影響を与えない。



この誤ったTFPを用いてGDPギャップを算出すると、

$$\begin{aligned}\bar{G} &= \{\ln \bar{A} + \alpha \ln L + (1 - \alpha) \ln (\bar{\gamma} \cdot K)\} - \{\ln \bar{A} + \alpha \ln L^* + (1 - \alpha) \ln K\} \\ &= \alpha (\ln L - \ln L^*) + (1 - \alpha) \ln \gamma + M = G + M.\end{aligned}$$

今、真のTFPが $M$ の分だけ線形トレンドを下回ると( $M < 0$ )、線形トレンドはTFPを過大評価するので、その分だけ潜在GDPも過大に評価される。このため、推計されたGDPギャップ(の絶対値)は真のGDPギャップを大きめに評価する。見方を変えると、真のTFPが線形トレンドを下回るとき、「それは資本稼働率の低下を統計が捕捉していないからである」と誤認してしまうので、この分だけGDPギャップが大きめに推計されてしまうのである。

### (3) 資本の質的变化

次に、資本の質的な変化を資本ストック統計が十分に捕捉していない場合に<sup>10</sup>、それがGDPギャップの推計に与える影響について考察する。例えば、資本ストック統計が、「除却」のみを考慮し、「減耗」を考慮していない場合には、その分だけ資本ストックが過大に評価される<sup>11</sup>。また、資本が陳腐化によって質的に劣化している場合にも、資本ストックが過大に評価される。逆に、研究開発費などが投資として計上されていない場合には、資本ストックが過小に評価される。

今、質的变化を考慮しなかったために、資本賦存量を誤って $\bar{K}$ と計測したとする。この場合のソロー残差は、

$$\ln \bar{A} = \ln Y - \alpha \ln L - (1 - \alpha) \ln (\gamma \cdot \bar{K}).$$

これに(1)式を代入すると、

$$\ln \bar{A} = \ln A + (1 - \alpha) (\ln K - \ln \bar{K}).$$

したがって、資本ストックが過大評価される場合( $\bar{K} > K$ )、ソロー残差をそのままTFPとみなすと、TFPは過小評価される。

このソロー残差を利用して、潜在GDPを推計すると、

$$\bar{Y}^* = \ln \bar{A} + \alpha \ln L^* + (1 - \alpha) \ln \bar{K} = Y^*.$$

10 技術進歩がすべて資本に体化されている場合には、TFPが一定率で進歩すると仮定することには意味がない。この場合、技術進歩は資本財価格の低下を通じて実物資本の増加という形で現れる。

11 「除却」とは資本をスクラップすること、「減耗」とは資本が摩耗することを指す。資本ストックに関する基礎的な概念やわが国の資本ストック統計の性質については増田 [ 2000 ] を参照されたい。

このように、TFPを誤って推計しても、潜在GDPは正しく推計される。これは、資本ストックの過大推計によって供給能力が過大評価されても、逆にTFPが過小評価されるので供給能力が過小評価され、両者が相殺し合うからである。

潜在GDPが正しく推計されたので、当然、GDPギャップも正しく推計される。

$$\begin{aligned}\bar{G} &= \{\ln \bar{A} + \alpha \ln L + (1 - \alpha) \ln(\gamma \cdot \bar{K})\} - \{\ln \bar{A} + \alpha \ln L^* + (1 - \alpha) \ln \bar{K}\} \\ &= \alpha(\ln L - \ln L^*) + (1 - \alpha) \ln \gamma = G .\end{aligned}$$

先と同様、TFPが線形トレンドに従う場合には、ソロー残差を時間に回帰することによって、TFPを正確に抽出できる可能性がある。しかし、資本の質的な変化分は一度失われると、それ自体は蘇生することがないので、ひとたび変化すれば、その効果が比較的長期にわたって残存し、線形トレンドから外れてしまう可能性が高い。先に議論したように、線形トレンドからの外れ値は資本稼働率の低下であるとみなされる。したがって、ソロー残差に線形トレンドを当てはめると、その分だけ潜在GDPは過大に評価され、GDPギャップ（の絶対値）は大きめに評価されてしまう。

#### (4) 企業内失業

景気後退の初期段階では、企業が大掛かりなレイ・オフを行わないことが多く、しかも所定内労働時間はあまり低下しない。しかし、その背後で、サービス残業の減少や企業内失業が発生しているので、統計上の労働時間は実際の労働投入量を過大に評価している可能性がある。

今、実際の労働の投入量を誤って $\bar{L}$ と計測したとする。このときのソロー残差( $\bar{A}$ )は、

$$\ln \bar{A} = \ln Y - \alpha \ln \bar{L} - (1 - \alpha) \ln(\gamma \cdot K) .$$

これに(1)式を代入すると、

$$\ln \bar{A} = \ln A + \alpha(\ln L - \ln \bar{L}) .$$

したがって、労働投入量にプラスの計測誤差がある場合( $\bar{L} > L$ )、ソロー残差をそのままTFPとみなすと、TFPの過小評価につながる。

このソロー残差を用いて、潜在GDPを推計すると、

$$\bar{Y}^* = \ln \bar{A} + \alpha \ln L^* + (1 - \alpha) \ln K = Y^* + \alpha(\ln L - \ln \bar{L}) .$$

すなわち、TFPを過小評価した分だけ、潜在GDPも過小評価されることとなる。この場合のGDPギャップを推計すると、

$$\begin{aligned}\bar{G} &= \{\ln \bar{A} + \alpha \ln \bar{L} + (1-\alpha) \ln (\gamma \cdot K)\} - \{\ln \bar{A} + \alpha \ln L^* + (1-\alpha) \ln K\} \\ &= \alpha (\ln \bar{L} - \ln L^*) + (1-\alpha) \ln \gamma = G + \alpha (\ln \bar{L} - \ln L) .\end{aligned}$$

したがって、労働投入量を多めに推計したとき ( $\bar{L} > L$ )、GDPギャップ (の絶対値) は小さめに推計されてしまう。労働投入量を多めに計上するということは、労働の寄与を多めに見積もることを意味しており、その分GDPギャップが小さくなるのは当然である。

TFPが線形トレンドに従っている場合には、ソロー残差を時間に回帰することによって、真の労働量の低下分をTFPから分離することができる。これによって、TFP、潜在GDP、GDPギャップのいずれもが正しく推計される。しかし、TFPが線形トレンドに従わない場合には、線形トレンドから外れた分だけ、それぞれの推計値に誤差が生ずる。

企業内失業の問題は、資本稼働率の推計誤差と同様に解釈できる。今、実際に投入された総労働時間の一国で利用可能な総労働時間に対する割合を $\eta$  (すなわち、 $L = \eta \cdot L^*$ ) とすると、これは労働の稼働率と考えられる。この場合、企業内失業は、 $\eta$ の過大評価と解釈することができる。

## (5) 労働の質的变化

教育水準が向上すると、同じ労働時間の投入で、より多くの生産物が得られる。逆に、失業が長期化すると、労働者のスキルが低下し、生産物の量は減少する。これらは、いずれも労働の質的变化と考えることができる。

今、労働の質が低下したにもかかわらず、労働投入量を効率単位で測っていなかったために、労働投入量を誤って $\bar{L}$ と計測したとする。この場合のソロー残差( $\bar{A}$ )は、

$$\ln \bar{A} = \ln Y - \alpha \ln \bar{L} - (1-\alpha) \ln (\gamma \cdot K) .$$

これに(1)式を代入すると、

$$\ln \bar{A} = \ln A + \alpha (\ln L - \ln \bar{L}) .$$

労働投入量にプラスの計測誤差がある場合には ( $\bar{L} > L$ )、ソロー残差をそのままTFPとみなすと、TFPを過小評価してしまう。

次に、このソロー残差を利用して、潜在GDPを推計する。注意すべきは、労働に質の低下が生じている場合には、最大限利用可能な労働投入量も同時に低下してい

る点である。今、最大労働投入量は、効率単位で測って $L^*$ 、時間単位で測って $\bar{L}^*$ であるとする。このとき、先に導入した労働の稼働率 $\eta$ を用いると、 $L = \eta \cdot L^*$ と $\bar{L} = \eta \cdot \bar{L}^*$ が同時に成立していることに注意されたい。したがって、潜在GDPは、

$$\bar{Y}^* = \ln \bar{A} + \alpha \ln \bar{L}^* + (1 - \alpha) \ln K = Y^* .$$

ここで、労働が質的に変化しても、その稼働率自体は不変であることを用いている。このように、潜在GDPは正確に推計される。これは、労働投入量の過大推計によって供給能力が過大評価されても、逆にTFPが過小評価されることによって、両者が相殺し合うからである。潜在GDPが正しく推計されたので、GDPギャップも正しく推計される。すなわち、

$$\begin{aligned} \bar{G} &= \{ \ln \bar{A} + \alpha \ln \bar{L} + (1 - \alpha) \ln (\gamma \cdot K) \} - \{ \ln \bar{A} + \alpha \ln \bar{L}^* + (1 - \alpha) \ln K \} \\ &= \alpha (\ln \bar{L} - \ln \bar{L}^*) + (1 - \alpha) \ln \gamma = G . \end{aligned}$$

ここでも、労働が質的に変化しても、その稼働率自体は不変であることを用いている。

また、 $(\ln L - \ln \bar{L})$ が平均的にゼロであり、TFPが線形トレンドに従っている場合には、ソロー残差を時間に回帰することによって、TFPを正しく推計することができる。しかし、資本の質的变化を議論したときと同様に、TFPが線形トレンドを外れて低下した場合には、その分は資本の稼働率の低下であると誤認されてしまうので、その分だけ潜在GDPは過大に評価され、GDPギャップは大きめに評価される。

## (6) 労働分配率の計測誤差

次に、労働分配率の計測誤差がGDPギャップの推計に与える影響について検討する。今、労働分配率を誤って $\bar{\alpha}$ と計測したとする。この場合のソロー残差( $\bar{A}$ )は、

$$\ln \bar{A} = \ln Y - \bar{\alpha} \ln L - (1 - \bar{\alpha}) \ln (\gamma \cdot K) .$$

これに(1)式を代入すると、

$$\ln \bar{A} = \ln A + (\bar{\alpha} - \alpha) \ln (K/L^*) - (\bar{\alpha} - \alpha) (\ln L - \ln L^*) + (\bar{\alpha} - \alpha) \ln \gamma . \quad (4)$$

労働分配率に計測誤差があるとき、ソロー残差をそのままTFPとみなすと、TFPにも計測誤差が生ずる。さらに、わが国をはじめ多くの国では、資本装備率(労働人口1人当たり資本ストック、 $K/L^*$ )がトレンドをもって増加しているため、時間が経つにつれて、ソロー残差はTFPから乖離していくと考えられる。もっとも、乖

離の方向については一概にはいえない<sup>12</sup>。

ソロー残差をそのままTFPとみなして潜在GDPを推計すると、

$$\bar{Y}^* = \ln \bar{A} + \bar{\alpha} \ln L^* + (1 - \bar{\alpha}) \ln K = Y^* - (\bar{\alpha} - \alpha) (\ln L - \ln L^*) + (\bar{\alpha} - \alpha) \ln \gamma.$$

したがって、資本と労働のいずれもがフル稼働されていないかぎり、潜在GDPの推計にも誤りが生ずる。また、この場合のGDPギャップは、

$$\begin{aligned} \bar{G} &= \{\ln \bar{A} + \bar{\alpha} \ln L + (1 - \bar{\alpha}) \ln (\gamma \cdot K)\} - \{\ln \bar{A} + \bar{\alpha} \ln L^* + (1 - \bar{\alpha}) \ln K\} \\ &= \bar{\alpha} (\ln L - \ln L^*) + (1 - \bar{\alpha}) \ln \gamma = G + (\bar{\alpha} - \alpha) (\ln L - \ln L^*) - (\bar{\alpha} - \alpha) \ln \gamma. \end{aligned}$$

したがって、潜在GDPが過小に評価される場合には、その分だけGDPギャップ（の絶対値）が小さめに評価される。

TFPが一定率で成長しており、線形トレンドに従う場合には、

$$\ln A = \beta_1 + \beta_2 \cdot t.$$

ここで注意すべきは、先にも述べた資本装備率のトレンドである。すなわち、

$$\ln(K/L^*) = \delta_1 + \delta_2 \cdot t.$$

これらを(4)式に代入すると、

$$\ln \bar{A} = \{\beta_1 + (\bar{\alpha} - \alpha) \delta_1\} + \{\beta_2 + (\bar{\alpha} - \alpha) \delta_2\} \cdot t - (\bar{\alpha} - \alpha) (\ln L - \ln L^*) + (\bar{\alpha} - \alpha) \ln \gamma.$$

したがって、 $\ln \bar{A}$  を時間  $t$  に回帰すると、 $\ln A$  と  $\ln(K/L^*)$  のトレンドを合わせたものが抽出され<sup>13</sup>、TFPを分離して推計できない。すなわち、

$$\ln \bar{A} = \{\beta_1 + (\bar{\alpha} - \alpha) \delta_1\} + \{\beta_2 + (\bar{\alpha} - \alpha) \delta_2\} \cdot t.$$

この誤ったTFPを用いて潜在GDPを推計すると、

$$\bar{Y}^* = \ln \bar{A} + \bar{\alpha} \ln L^* + (1 - \bar{\alpha}) \ln K = Y^*.$$

このように、TFPの推計を誤っていたとしても、潜在GDPは正確に推計される。また、GDPギャップも正確に推計される。

12 ソロー残差のTFPからの乖離がどのように起こるかは、資本ストックや労働時間を測る単位にも依存している。この点については、稲田将一（日本銀行調査統計局）から有益なコメントを得た。

13 労働稼働率  $\eta = L/L^*$  が資本稼働率  $\gamma$  に平均的に等しい場合、 $-(\bar{\alpha} - \alpha) (\ln L - \ln L^*) + (\bar{\alpha} - \alpha) \ln \gamma$  はゼロ近傍で変動するので、これがソロー残差を線形トレンドに回帰した場合の誤差とほぼ等しくなると考えられる。

$$\begin{aligned}\bar{G} &= \{\ln \bar{A} + \bar{\alpha} \ln L + (1 - \bar{\alpha}) \ln (\gamma \cdot K)\} - \{\ln \bar{A} + \bar{\alpha} \ln L^* + (1 - \bar{\alpha}) \ln K\} \\ &= -(\bar{\alpha} - \alpha)(\ln L - \ln L^*) + (\bar{\alpha} - \alpha) \ln \gamma + \bar{\alpha}(\ln L - \ln L^*) + (1 - \bar{\alpha}) \ln \gamma = G.\end{aligned}$$

## (7) GDP統計の改訂

最後に、GDP統計の改訂がGDPギャップの計測に与える影響について考える。GDP統計は、1次速報（1次QE）、2次速報（2次QE）、確報、確報、基準改訂と、最初の速報が公表されてから4回の改訂を経て、5つの数値が作られる。特に、2次速報から確報に改訂される際に、基礎となる統計が大きく変更されるので、速報ベースのGDPギャップと確報ベースのGDPギャップは大きく乖離する可能性がある。今、GDPの速報値を $\bar{Y}$ としよう。この場合のソロー残差( $\bar{A}$ )は、

$$\ln \bar{A} = \ln \bar{Y} - \alpha \ln L - (1 - \alpha) \ln (\gamma \cdot K).$$

その後、GDPの確報値が公表されたとすると、

$$\ln A = \ln Y - \alpha \ln L - (1 - \alpha) \ln (\gamma \cdot K).$$

したがって、

$$\ln \bar{A} = \ln A + (\ln \bar{Y} - \ln Y).$$

このことは、速報値と確報値の差（速報誤差）はすべてソロー残差に吸収されることを示している。速報誤差がプラスなら、ソロー残差をそのままTFPとみなすと、その分だけTFPを過大評価してしまう。

速報値から得られたソロー残差をそのままTFPとみなして潜在GDPを推計すると、速報誤差の分だけ過大評価される。すなわち、

$$\bar{Y}^* = \ln \bar{A} + \alpha \ln L^* + (1 - \alpha) \ln K = Y^* + (\ln \bar{Y} - \ln Y).$$

この場合のGDPギャップは、

$$\begin{aligned}\bar{G} &= \{\ln \bar{A} + \alpha \ln L + (1 - \alpha) \ln (\gamma \cdot K)\} - \{\ln \bar{A} + \alpha \ln L^* + (1 - \alpha) \ln K\} \\ &= \{\ln A + \alpha \ln L + (1 - \alpha) \ln (\gamma \cdot K)\} - \{\ln A + \alpha \ln L^* + (1 - \alpha) \ln K\} = G.\end{aligned}$$

このように、ソロー残差をそのままTFPとみなすかぎり、GDP統計の速報誤差はGDPギャップに全く影響を与えない。

GDP統計の改訂がGDPギャップを推計するうえで問題となるのは、生産要素の稼働率に計測誤差があるためソロー残差に線形トレンドを当てはめてTFPを抽出する場合である。ソロー残差からTFPを抽出する際、速報値の段階では $\ln \bar{A}$ を線形トレンドに回帰する一方、確報値の段階では $\ln A$ を線形トレンドに回帰する。速報誤差( $\ln \bar{Y} - \ln Y$ )が平均的にゼロだったとすると、2つの線形トレンドは同一になる。今、ある期に、速報誤差( $\ln \bar{Y} - \ln Y$ )がプラスであったとすると、 $\ln \bar{A}$ の推計残差は $\ln A$ の推計残差よりも速報誤差の分だけ大きくなる。これは資本稼働率が高めに評価されていたことを意味しており、したがって、GDPギャップ(の絶対値)もその分だけ過小に推計されていたことになる。なお、先に述べたとおり、GDPギャップに対する記述はすべて絶対値で表現されている。

## (8) まとめ

以下で、本章の結果をまとめておくことにする。統計に計測誤差があると、次の2種類の誤りに陥る可能性がある。まず、ソロー残差をそのままTFPとみなす場合には、生産要素の稼働率を過大評価すると、その分供給能力の低下と誤認してしまう可能性がある。また、ソロー残差からTFPを推計するために当てはめるトレンドの選択を誤る可能性がある。特に、生産要素の質的变化を稼働率の変動と誤認してしまう可能性がある。図表1では、TFP、潜在GDP、GDPギャップの推計に与える影響を詳細に整理しているので参照されたい。

資本稼働率の低下や企業内失業などは、経済活動にスラックが生じていることを意味している。これらが過大に計測された場合に、ソロー残差をそのままTFPとみなすと、TFP、潜在GDP、GDPギャップのいずれも過小に推計される。

TFPが線形トレンドに従う場合は、ソロー残差に線形トレンドを当てはめることによってTFPを正しく抽出できるので、潜在GDPやGDPギャップも正しく推計される。

TFPが線形トレンドを下回って推移する場合、ソロー残差に線形トレンドを当てはめると、回帰誤差の分だけTFPが過大推計され、潜在GDPが過大評価されるので、GDPギャップが過大評価される。

一方、

資本や労働など生産要素の質が低下する場合、実際の経済規模の縮小とともに潜在的な経済規模の低下を併発している。質の低下を考慮せず、ソロー残差をそのままTFPとみなすと、TFPは過小評価されるが、潜在GDPとGDPギャップは正確に推計される。

TFPが線形トレンドに従う場合は、ソロー残差に線形トレンドを当てはめることによって、TFPを正しく抽出できる。しかし、回帰誤差の分だけ生産要素の質的な低下を稼働率の低下と誤認してしまい、潜在GDPやGDPギャップは過大推計される。

また、

労働分配率に計測誤差があるとき、ソロー残差をそのままTFPとみなすと、TFP、

潜在GDP、GDPギャップのすべてに推計誤差が生ずる。特に、1人当たり資本装備率がトレンドをもって上昇する場合には、ソロー残差がTFPから乖離していく。TFPが線形トレンドに従う場合、ソロー残差を時間に回帰すると、TFPと資本装備率の線形トレンドを合わせて抽出してしまうが、潜在GDPやGDPギャップは正確に推計することができる。

最後に、

GDP統計が下方修正される場合（速確誤差がプラス）には、改訂前のソロー残差をそのままTFPとみなすと、改訂幅の分だけTFPと潜在GDPが改訂後に比べて過大評価される。しかし、GDPギャップは正しく推計される。

GDP統計の改訂がGDPギャップに影響を与えるのは、ソロー残差に線形トレンドを当てはめる場合のみである。この場合には、速確誤差の分だけGDPギャップが改訂後に比べて過小に推計されていたことになる。

### 3. 従来型GDPギャップ

本章では、前章での議論を踏まえて、実際にGDPギャップを試算する。わが国では、非製造業における資本の稼働率を捉えた統計が存在しないことから、便宜上、これを100%に固定することが多い。この場合、非製造業の資本稼働率の影響がソロー残差に混入してしまうことは明らかである。そこで、通常は、ソロー残差に線形トレンドを当てはめてTFPを推計する。潜在GDPとは、このTFPを所与として、労働や資本をフル稼働させた場合の実質GDPである。GDPギャップは、実際のGDPの潜在GDPからの乖離率である。こうした手法はGDPギャップを推計する古典的かつ標準的な方法であり、本稿では、こうして算出されたGDPギャップを「従来型GDPギャップ」と呼ぶ。本稿で用いられる資料と加工方法については、補論1を参照されたい。

#### (1) ソロー残差の抽出

本稿では、次のようなコブ・ダグラス型のマクロ生産関数を仮定する<sup>14</sup>。

$$Y_t = \bar{A}_t \cdot L_t^\alpha \cdot (\bar{\gamma}_t \cdot K_{t-1})^{1-\alpha}.$$

ここで、 $Y_t$  は実質GDP、 $\bar{A}_t$  はソロー残差、 $K_{t-1}$  は前期末の資本ストック、 $L_t$  は労働時間、 $\bar{\gamma}_t$  は資本稼働率、 $\alpha$  は労働分配率である。ソロー残差を $\bar{A}$  ( $A$ ではない)。

14 コブ・ダグラス型の生産関数は、規模に関して収穫一定と要素間の代替の弾力性が1という性質をもっている。補論2では、さらに一般的なCES型関数をわが国のマクロ・データに当てはめ、これら2つの性質が満たされることを検証している。



資本稼働率を $\bar{\gamma}$  ( $\gamma$ ではない)としているのは、資本の稼働率に計測誤差があるの  
で、ソロー残差がTFPと一致していない点を明示するためである。

TFPを推計するためには、マクロの労働時間、資本ストック、その稼働率、労働  
分配率に関する統計が必要である。本稿では、資本ストックを製造業と非製造業に  
分けて取り扱う。製造業における資本の稼働率は、既往ピークを100%とする鉱工  
業稼働率指数によって与えられる。一方、非製造業には、製造業の鉱工業稼働率指  
数のように、資本の稼働率に関する統計が存在しない。このため、非製造業の資本  
稼働率は常に100%であると仮定する。すなわち、

$$\bar{\gamma}_t \cdot K_{t-1} = \gamma m_t \cdot KM_{t-1} + KN_{t-1} .$$

ここで、 $KM_{t-1}$ は前期末の製造業における資本ストック、 $KN_{t-1}$ は前期末の非製造  
業における資本ストック、 $\gamma m_t$ は製造業の資本稼働率である。

労働時間は、1人当たり労働時間と就業者数を掛け合せて算出される。 $H_t$ を1人  
当たり労働時間、 $N_t$ を就業者数とすると、 $L_t = H_t \cdot N_t$ である。また、労働分配率  
は過去の実績（1975年第1四半期～最近確報時点）の平均値で固定する。

## (2) 線形トレンドの当てはめ

先の生産関数について、両辺の自然対数をとって変形すると、

$$\ln \bar{A}_t = \ln Y_t - \alpha \ln L_t - (1-\alpha) \ln (\bar{\gamma}_t \cdot K_{t-1}) .$$

先に述べたように、非製造業の資本稼働率は常に100%と仮定されているので、そ  
の分だけTFPは過小評価されている。したがって、ソロー残差 ( $\ln \bar{A}_t$ ) をそのまま  
TFPとみなすには問題がある。そこで、ソロー残差を線形トレンドに回帰して、非  
製造業の資本稼働率の影響を除去する。その際、TFPはバブル経済の期間中に相対  
的に高い伸びを示したと考えて、その前後でトレンドが屈折すると仮定する。すな  
わち、

$$\ln \bar{A}_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot t + \beta_2 \cdot \tau_t + \varepsilon_t .$$

ここで、 $\tau_t$ はバブル・トレンドであり、85年第1四半期～91年第4四半期の追加的な  
トレンドである。このときTFPは  $\ln A_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot t + \beta_2 \cdot \tau_t$  として抽出される<sup>15</sup>。

15 トrend推計のサンプル終期は、資本ストック統計の確報に合わせている。

### (3) 潜在GDPの推計

潜在GDPを推計するには、抽出されたTFPを所与として、資本をフル稼働させ、最大限可能な労働時間を投入する。すなわち、

$$\ln Y_t^* = \ln A_t + \alpha \ln L_t^* + (1 - \alpha) \ln K_{t-1}.$$

ここで、 $Y_t^*$  は潜在GDP、 $L_t^*$  は最大労働時間である。明示されていないが、製造業では、資本の稼働率が $\gamma m_t$ から100%へと引き上げられている。一方、非製造業では、資本の稼働率は100%のままで不変である。

労働時間の最大値は以下のように算出される。まず、最大労働時間は、1人当たり最大労働時間と最大就業者数の積である。1人当たりの最大労働時間は、1人当たりの所定内労働時間と所定外労働時間の最大値の和である。1人当たり所定内労働時間の最大値には時短を考慮した屈折線形トレンド、1人当たり所定外労働時間の最大値には既往最大値を用いた。また、最大就業者数については、15歳以上65歳未満と65歳以上に分割し、それぞれの労働参加率が、過去の時系列の天井を形成するトレンドに沿って変化していくと仮定する。

### (4) 従来型GDPギャップの推計

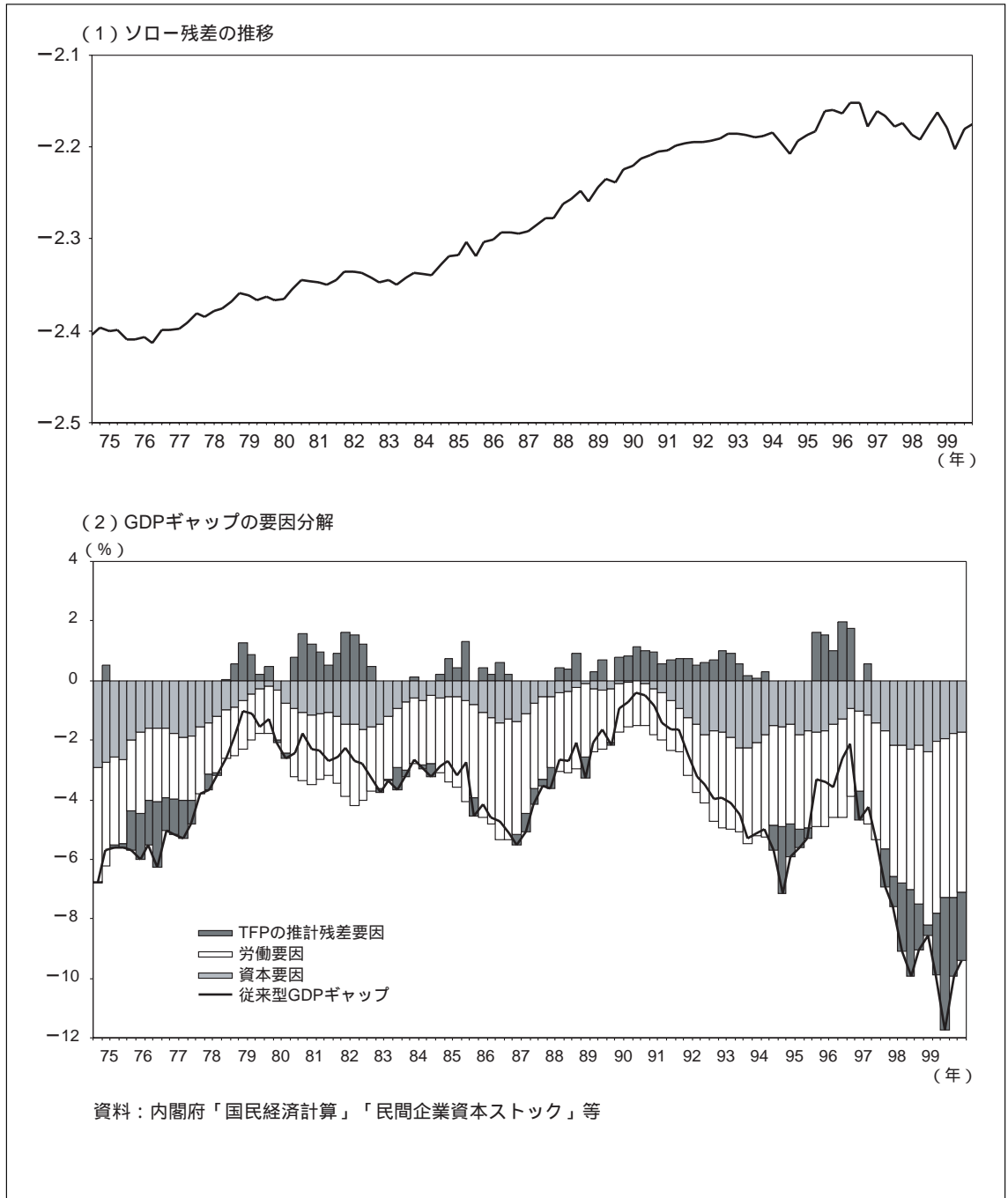
GDPギャップは、実際のGDPの潜在GDPからの乖離率であり、 $G_t = (Y_t - Y_t^*) / Y_t^*$ で与えられる。図表2は、従来型GDPギャップの推移とその要因分解である。以下、特徴点をいくつか挙げておく。まず、本稿では、潜在GDPを生産水準の上限と定義しているため、GDPギャップは常にマイナスの値をとる。このため、資本と労働が平均的な稼働水準にある場合のGDPや物価上昇率が安定する場合のGDPを基にしたGDPギャップよりも、定義上、マイナス幅が大きくなる。

次に、従来型GDPギャップは、バブル経済の末期に当たる91年にピークをつけた後、96年における東の間の高成長とともに再び縮小した。その後、90年代末に向かって、従来型GDPギャップは急速に拡大し続け、99年第4四半期には -12%に近づく勢いであった。

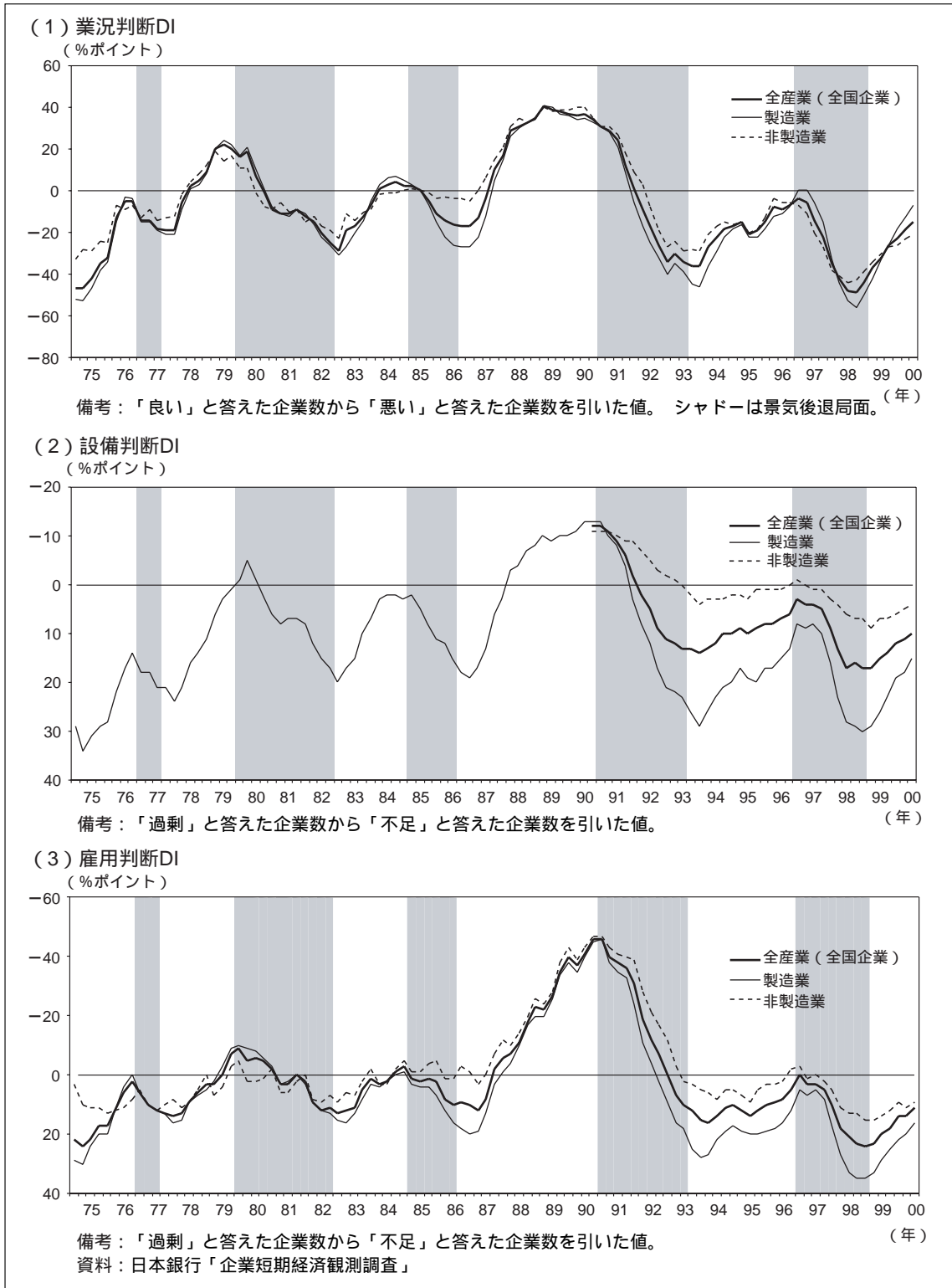
また、従来型GDPギャップの99年後半における推移は、日銀短観の業況感が98年末を底に改善に転じたことや設備や労働の過剰感が99年中に後退し始めていたことなどと必ずしも整合的ではない(図表3)。また、本年6月、今次景気後退の谷が99年の4月と判定されたが、それ以降も従来型GDPギャップは拡大し続けている。

こうした従来型GDPギャップと企業の需給判断の相違は、従来型GDPギャップが非製造業の資本稼働率を便宜上100%と仮定していること、このためにソロー残差に線形トレンドを当てはめざるを得ないことに起因している。わが国の場合、長引く経済の低迷によって資本の劣化が激しく進行していること、生産技術の転換を反映して従来の技術に基づく資本設備が急速に陳腐化していること、企業の求める技

図表2 従来型GDPギャップ



図表3 短観からみた需給ギャップ



術が新しくなり、労働者のスキルが陳腐化していることによって、供給能力が統計に表れている以上に低下している可能性がある。ソロー残差にトレンドを当てはめてTFPを推計すると、こうした生産能力の低下が推計誤差に含まれてしまい、結果的に生産要素の稼働率の低下として誤って認識されるため、GDPギャップを（絶対値で）過大推計してしまう。これは、図表2のGDPギャップの要因分解で、TFPの推計誤差が99年中に急速に拡大していることからもうかがわれる。

#### 4. 修正型GDPギャップ

従来型GDPギャップを推計する際、非製造業における資本の稼働率は100%に固定されていた。このため、実際に非製造業の資本稼働率が低下する場合、ソロー残差をそのままTFPとみなすと、TFPの過小評価につながり、GDPギャップは（絶対値でみて）小さめに推計される。このため、従来型GDPギャップでは、ソロー残差に（屈折）線形トレンドを当てはめることによってTFPを推計し、これを基に潜在GDPやGDPギャップを推計しようとする。しかし、ソロー残差は、非製造業の資本稼働率のほかに、資本や労働の質的な変化に伴って変動するし、真のTFPが変化することによっても変動する。したがって、ソロー残差に線形トレンドを当てはめることにより、かえって潜在GDPとGDPギャップの誤推計を招いてしまう可能性が生まれる。

2章での理論的考察によれば、供給能力に関する統計の計測誤差に対しては、むしろソロー残差をそのままTFPとみなすことによって、潜在GDPやGDPギャップを正確に推計することができる。しかし、このためには非製造業の資本稼働率を直接推計する方法を検討しなければならない。そうすることによって、ソロー残差に資本稼働率の影響が混入していないと仮定することが可能になり、ソロー残差をそのままTFPであるとみなしてGDPギャップを推計することができる。本稿では、こうして推計されたGDPギャップを「修正型GDPギャップ」と呼ぶこととする。非製造業の資本ストックのストック全体に占めるシェアは大きく、しかも、稼働率はダイレクトにGDPギャップに響く変数だけに、非製造業の資本稼働率の推計にはかなりの慎重さが要求される。本章では、以下、業務用電力と設備判断指標を用いた非製造業の資本稼働率の推計方法を紹介する。

##### （1）非製造業の資本稼働率の推計

ここでは、非製造業の稼働率を推計するための2つのアプローチを紹介する。すなわち、非製造業における電力使用量の契約電力に対する比率を用いる方法（電力原単位と呼ばれる）、電力原単位の変動のうち非製造業の設備判断指標で説明できる部分を用いる方法である。

(電力原単位による推計)

電力業界では、使用電力量 (kwh) を契約電力 (kw)<sup>16</sup> で割ったものを電力原単位と呼んでおり、一種の資本稼働率と考えている。実際、製造業における電力需要の大宗を占める大口電力について、その電力原単位の推移をみると、鉱工業稼働率指数と似た動きをしている。一方、非製造業における電力需要の大宗を占める業務用電力について、その電力原単位の推移をみると(図表4(1))<sup>17</sup>、90年代前半までは上昇トレンドがあり、それ以降はほぼ横這いとなる。これは、営業時間の延長に伴って、電力使用時間が趨勢的に増加していることを反映している。したがって、電力原単位を最大の電力使用時間で割れば、さらに精緻な稼働率の代理変数が得られる。すなわち、

$$\frac{\text{電力原単位}}{\text{最大使用時間}} = \frac{\text{使用電力量}}{\text{契約電力} \times \text{最大使用時間}} = \frac{\text{使用電力} \times \text{使用時間}}{\text{契約電力} \times \text{最大使用時間}} = \text{稼働率}$$

しかし、電力の使用最大時間に関する統計は存在しないので、代わりに非製造業の業務用電力原単位をデイトレンドし、残差のピークを100%としたものを非製造業の資本稼働率とする。これは、最大使用時間が増加トレンドを持っていると仮定することに等しい。まず、 $\lambda$  を業務用電力原単位として、次式を推計する。

$$\lambda = \kappa_1 + \kappa_2 \cdot t + \varepsilon .$$

非製造業における資本の稼働率は、トレンドを除いた残りの部分である  $\mu = \kappa_1 + \varepsilon$  をそのピークが100%となるように調整したものである。すなわち、非製造業の資本稼働率  $\gamma_n$  とすると、

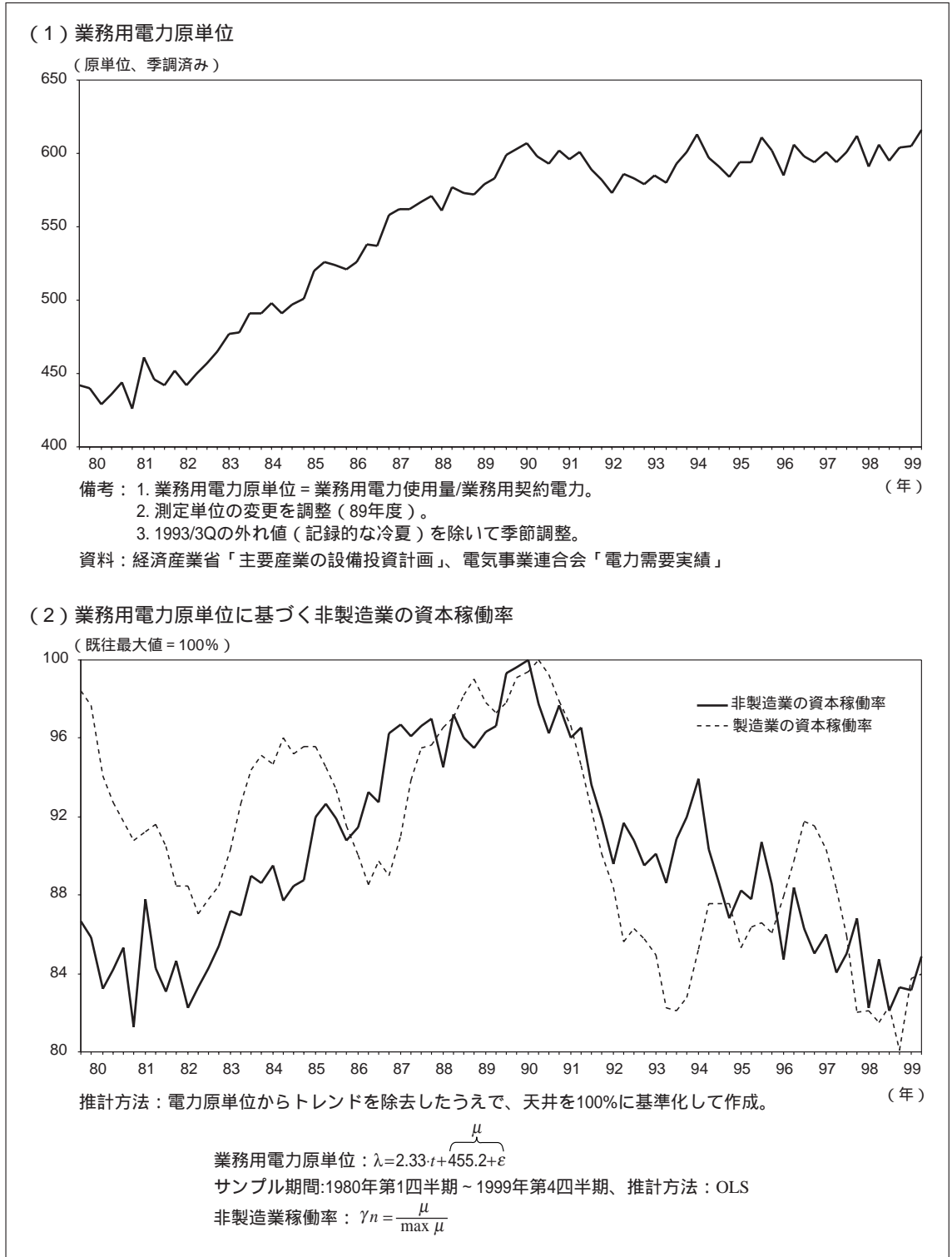
$$\gamma_n = \mu / \max \mu .$$

推計結果は図表4(2)のとおりである。図中、比較のために、製造業の資本稼働率の推計値として、鉱工業稼働率指数の既往ピーク(90年第4四半期)が100%となるように調整したものを掲載した。これによると、推計された非製造業の資本稼働率は、製造業の資本稼働率と似通った動きをしてきたことがわかる。しかし、推計された非製造業の資本稼働率は、製造業の資本稼働率に比べて激しい振幅を示している。これは、業務用電力原単位が、資本の稼働率とは別の電力需要に固有の事情によって変動していることを示唆している。

16 契約電力の設定は、従来は設備の必要電力をすべて足しあげる方法であったのに対し、89年度から制度変更が行われ、過去の最大使用電力に設定する方法に変更された。本稿では、こうした契約電力の設定方法の変更を調整し、従来どおりの設備の積上げ方法で統一的に測ることとする。

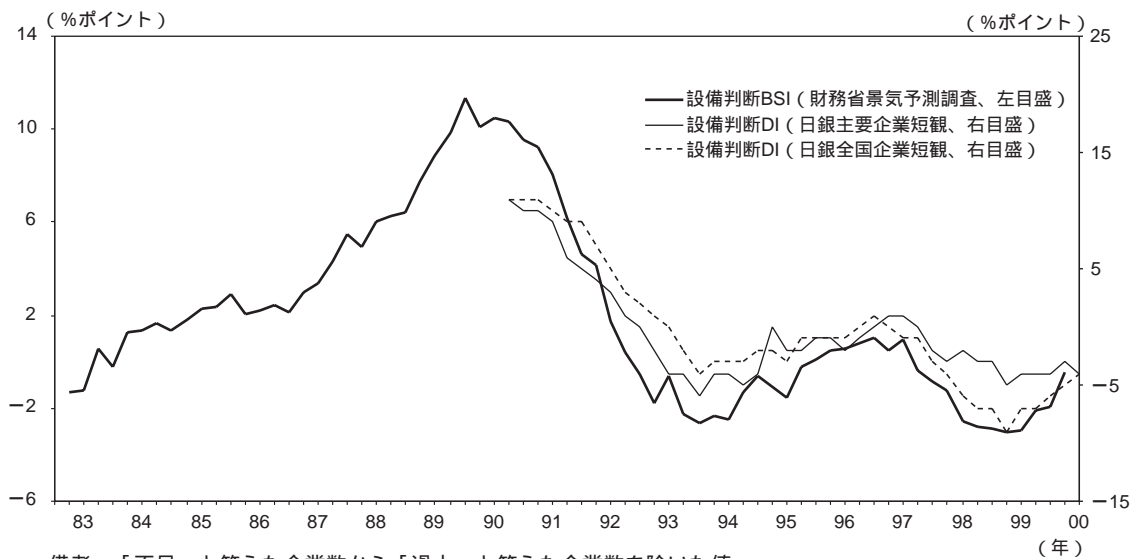
17 非製造業で大口電力を利用している業種には、鉄道、新聞、通信などがある。

図表4 非製造業の資本稼働率（その1） 電力アプローチ

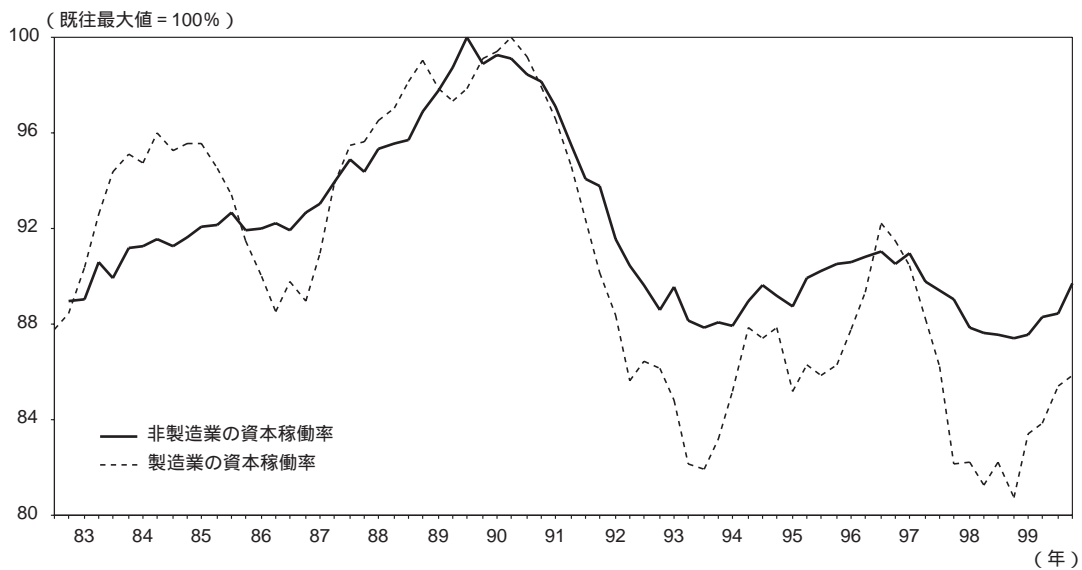


図表5 非製造業の資本稼働率（その2） 設備判断BSIと電力原単位アプローチ

(1) 非製造業の設備過剰感



(2) 非製造業設備判断BSIと業務用電力原単位に基づく非製造業の資本稼働率



$$\text{業務用原単位} : \lambda = 487.3 + 4.72 \cdot B + 2.10 \cdot t + \varepsilon$$

サンプル期間: 1983年第3四半期 ~ 1999年第4四半期、推計方法: OLS

$$\text{非製造業稼働率} : \gamma_n = \frac{\mu}{\max \mu}$$



(設備判断BSIと電力原単位による推計)

先述のとおり、業務用電力原単位から推計された非製造業の資本稼働率は、製造業に比べて振れが激しく、資本の稼働率とは別の要因によって変動している可能性がある。そこで、電力原単位の変動のうち資本稼働率の変動を反映した部分を抽出する必要がある。このために、「財務省景気予測調査」の設備判断BSI (Business Survey Index) を利用した。設備判断BSIは、設備過不足DI (不足企業構成比マイナス過大企業構成比) であり、日銀短観の設備判断DIに相当するが、1983年第2四半期から長期にわたるデータを利用可能であるというメリットがある<sup>18</sup>。図表5(1)は、設備判断BSIを短観の設備判断DIと並べたものであるが、90年代に関する限り、両者はほぼ同じ動きをしている。

ここでは、非製造業の業務用電力原単位を線形トレンドと設備判断BSIに回帰し、線形トレンドとノイズを除いて非製造業の資本稼働率を推計する。まず、 $B$ を設備判断BSIとして、次式を推計する。

$$\lambda = \chi_1 + \chi_2 \cdot B + \chi_3 \cdot t + \varepsilon .$$

非製造業における資本の稼働率は、トレンドとノイズを除いた残りの部分である  $\mu = \chi_1 + \chi_2 \cdot B$  をピークが100%となるように調整したものである。先と同様、製造業と非製造業の資本稼働率を並べてみると、業務用電力原単位のみに基づく場合と比較して、両者がさらに似通った動きを示すようになる(図表5(2))。また、先に非製造業の資本稼働率にみられた振幅の大きさも、製造業と比較し得る大きさになっている。

## (2) GDPギャップの推計

非製造業の資本稼働率が推計されると、ソロー残差にその影響が混入しなくなるので、それに線形トレンドを当てはめる必要がなくなる。したがって、ここではソロー残差をそのままTFPとみなして、修正型GDPギャップを推計する<sup>19</sup>。図表6は、推計結果を従来型GDPギャップと比較したものである。

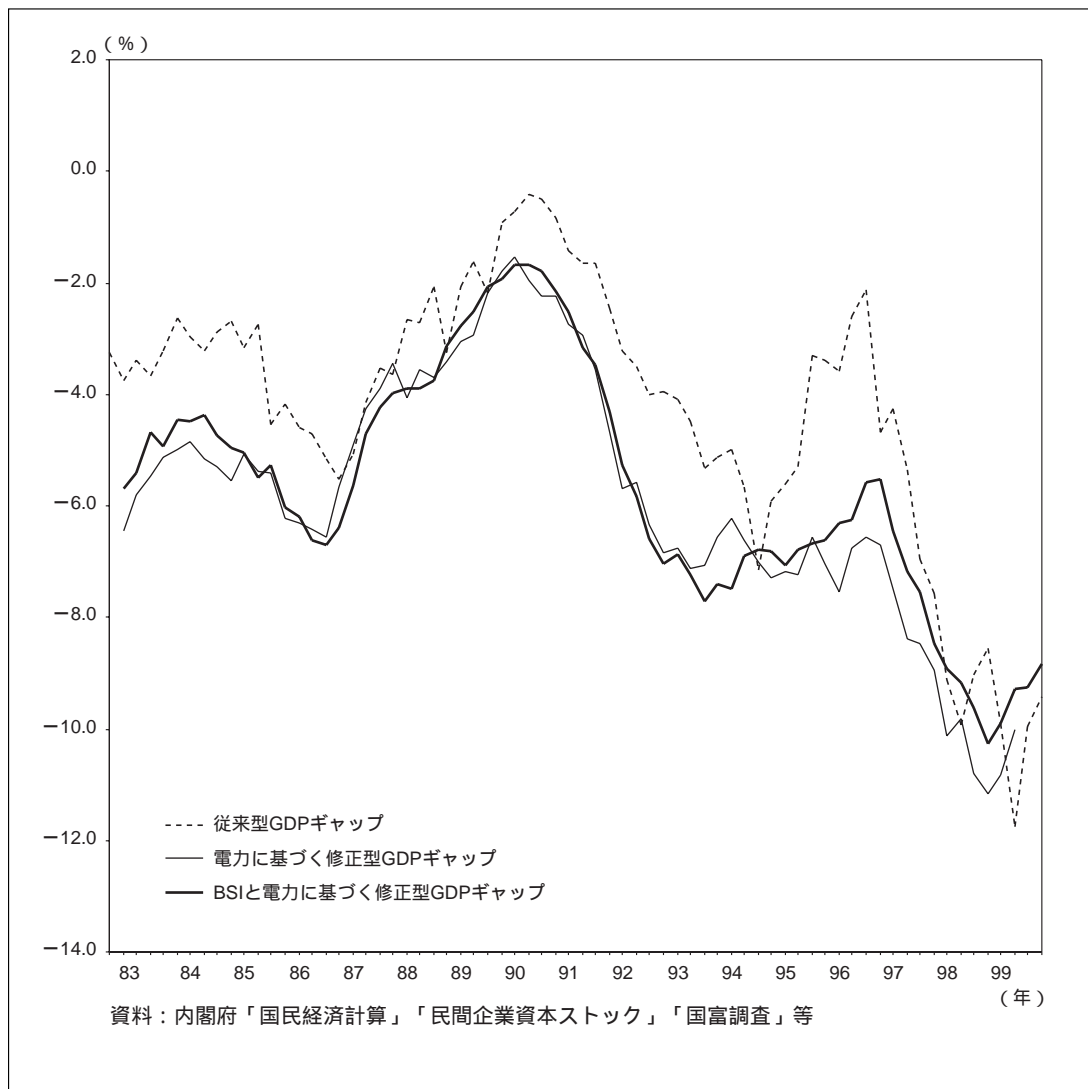
特徴点を挙げると以下のとおりである。まず、修正型GDPギャップは、90年代前半まで、従来型GDPギャップを下回って推移している。これは、従来型GDPギャップでは、非製造業の資本稼働率が常に100%と仮定されていたのに対して、修正型GDPギャップではそれが100%を下回って推移する分GDPギャップが大きくなるからである。

18 短観の非製造業における設備判断DIは90年からしか利用できない。

19 もっとも、2章の議論から明らかとなり、この場合、労働分配率を所与とすると、GDPギャップは労働と資本の稼働率のみに依存し、TFP自体は必要でなくなる。

98年後半から99年中は、修正型GDPギャップと従来型GDPギャップが全く逆方向に動いている。特に、99年入り後、従来型GDPギャップは急速に拡大しているのに対し、修正型GDPギャップは縮小に転じている。こうした修正型GDPギャップの動きは、98年末に上昇に転じている短観など、ほかの景気指標の動きと整合的であるし、99年4月を景気の谷とする景気基準日付とも合致している。

図表6 従来型と修正型のGDPギャップ



## 5. GDPギャップのパフォーマンス

本章では、従来型GDPギャップと修正型GDPギャップのパフォーマンスを比較する。本稿の冒頭で述べたように、GDPギャップを推計する主たる目的は、経済厚生や物価に対する圧力を計測することにある。本章では、こうした目的に合わせて、次のような2つの観点から、推計されたGDPギャップのパフォーマンスを評価する。まず、GDPギャップは一国経済の需給や景気を測る指標として重要である。そこで、それぞれのGDPギャップについて、景気基準日付や日銀短観といったほかの景気指標との相関を比較する。また、GDPギャップは物価への圧力を端的に表現する指標として有用である。そこで、それぞれのGDPギャップを用いてフィリップス曲線を推計し、当てはまりのよさ、パラメータの安定性、予想の精度を比較する。結果を先取りすると、従来型GDPギャップに比べ、修正型GDPギャップの方が、優れたパフォーマンスを示すことがわかった。

### (1) ほかの景気指標との整合性

最初に、GDPギャップの転換点が、ほかの景気指標の転換点と合致しているかをチェックする。図表7(1)の上段は、内閣府・景気動向指数研究会による「景気基準日付」の山と谷を並べたものである。また、下段は2つのGDPギャップの転換点を並べたものである。これによると、従来型GDPギャップの転換点よりも、修正型GDPギャップの転換点の方が、景気基準日付に近いことがわかる。特に、今次景気後退の谷は99年の4月と判定され、修正型GDPギャップの谷と一致している。一方、従来型GDPギャップは、99年中は拡大を続けており、景気基準日付と整合的でない。

次に、GDPギャップの転換点が、日銀短観の各種DIの転換点と合致しているかをチェックする。図表7(1)の中段は、短観の3つのDI(業況判断DI、設備判断DI、雇用判断DI)の転換点を並べたものである。これらを2つのGDPギャップの転換点と比較すると、従来型GDPギャップの転換点は、短観DIの転換点と重ならないことが多いのに対し、修正型GDPギャップの転換点は、ほとんどの場合、いずれかの短観DIの転換点と重なっている(図中のシャドー部分)。このように、ほかの景気指標の転換点という観点からは、従来型GDPギャップよりも、修正型GDPギャップの方が整合的であると考えられる。

さらに、時差相関に基づいて、ほかの景気指標との連関性を評価することを試みた。図表7(2)は、GDPギャップと短観DIの時差相関係数をプロットしたものである。曲線のピークが0に近い位置で高くなっているほど、GDPギャップと短観DIの整合性が高くなる。曲線のピークが低いほど、GDPギャップと短観DIとの整合性がなくなる。ピークが左にずれるほどGDPギャップが短観DIに遅れ、右にずれるほど先行する。分析の結果、従来型GDPギャップよりも、修正型GDPギャップの方が、全般的に短観DIとの相関が高いことがわかった。また、従来型GDPギャップ

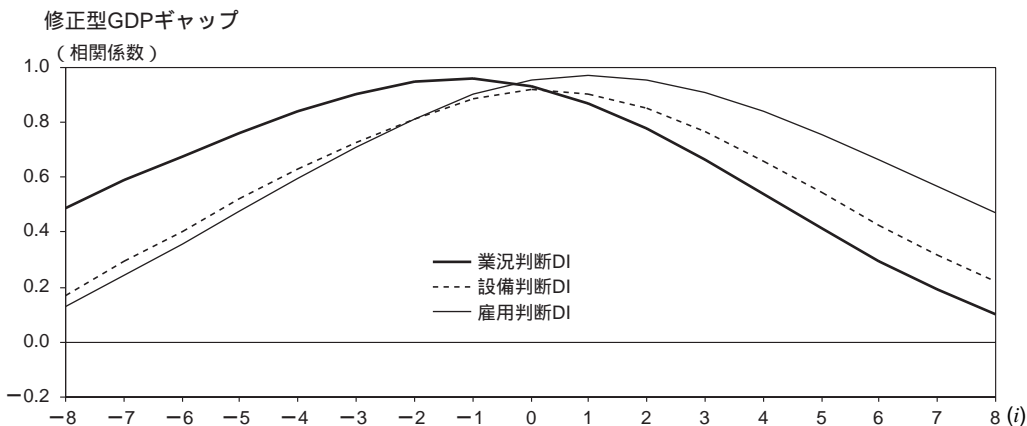
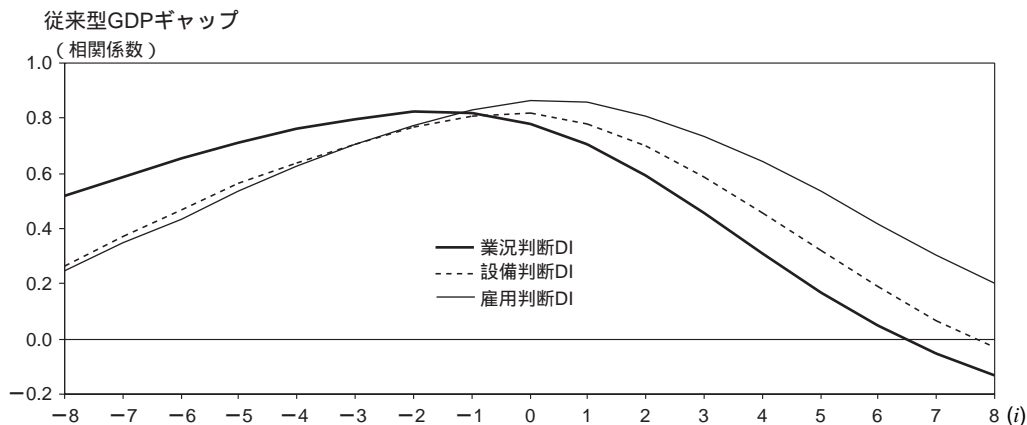
図表7 GDPギャップのほかの景気指標との相関

(1) GDPギャップと景気のピーク・ボトム

	谷	山	谷	山	谷	山	谷
景気基準日付	83/1Q	85/2Q	86/4Q	91/1Q	93/4Q	97/1Q	99/2Q
業況判断DI	83/1Q	84/4Q	86/4Q - 87/1Q	89/2Q	93/4Q - 94/1Q	97/1Q	98/4Q
設備判断DI	83/1Q	84/3Q - 85/2Q	87/1Q	90/3Q	94/1Q	97/1Q	98/3Q - 99/2Q
雇用判断DI	83/1Q	85/1Q	87/2Q	90/4Q - 91/1Q	94/2Q	97/1Q	99/1Q
従来型GDPギャップ		84/2Q	87/2Q	90/4Q	95/1Q	97/1Q	99/4Q
修正型GDPギャップ		84/4Q	87/1Q	90/3Q	94/1Q	97/2Q	99/2Q

- 備考：1. 景気基準日付を参考に、その周辺の最低値を「谷」、最高値を「山」としている。  
 2. シェードは各GDPギャップの山・谷が対応するDIの山・谷に含まれることを意味している。  
 3. 短観DIはすべて全国企業。  
 4. 設備判断DIは90/3Qまで製造業、以降全産業ベース。

(2) GDPギャップと短観DIとの時差相関



資料：内閣府「景気基準日付」、日本銀行「企業短期経済観測調査」

は短観DIに遅行する傾向があるのに対し、修正型GDPギャップは従来型GDPギャップよりも速く反応し、短観DIとほぼ同時に動いている。例えば、業況判断は98年末を底に上昇に転じ、設備や労働の過剰感も99年中に後退し始めている中、修正型GDPギャップも99年入り後は縮小に転じている。これに対し、従来型GDPギャップは99年の後半に至っても大きく拡大したままである。

このように、修正型ギャップと比較して、従来型GDPギャップの変動がほかの景気指標の変動とずれているのは、従来型GDPギャップが稼働率の変動とみなしているものが、実は資本や労働の質的な変化であり、GDPギャップに反映されるべきではないという可能性が考え得る。この点は、従来型GDPギャップを要因分解すると明らかになる(図表2)。実際、98年末や99年末に従来型GDPギャップが急速に拡大しているのは、「TFPの推計残差要因」(ソロー残差の線形トレンドからの乖離)が大きくなっているせいであり、仮にこの部分を除いて考えると、GDPギャップは99年中に縮小していたこととなる。このことは、近年ソロー残差が低下したのは、非製造業の資本稼働率が低下したからではなく、真のTFP自体が低下したり、資本が陳腐化したり、労働者のスキルが低下するなどして、経済の生産能力が低下したことが原因であることを示唆している。

## (2) フィリップス曲線の推計

次に、従来型と修正型それぞれのGDPギャップを用いて、消費者物価を説明するフィリップス曲線を推計し、フィットのよさ、パラメータの安定性、予測の精度を比較する。フィリップス曲線を推計する際、説明変数として、前期のGDPギャップを用いる場合と当期のGDPギャップを用いる場合の2つのケースを検討した。

まず、サンプル期間を83年第3四半期から98年第1四半期とし、前期のGDPギャップを説明変数として、フィリップス曲線を推計した(図表8(1))。すなわち、

$$\pi_t = \alpha + \beta \cdot \pi_{t-1} + \gamma \cdot G_{t-1} + \delta \cdot m_{t-1-2}$$

ここで、 $\pi$  は消費者物価の前期比伸び率(年率)、 $m_{t-1-2}$  は輸入物価の前期比伸び率(年率)の当期から2期前までの移動平均である。推計結果をみると、GDPギャップにかかるパラメータは、修正型GDPギャップを用いた方が、従来型GDPギャップを用いたときよりも小さくなり、短期のフィリップス曲線の傾きがよりフラットになる。一方、消費者物価の期待インフレ率(前期比伸び率(年率))にかかるパラメータは、修正型GDPギャップを用いた方が、従来型GDPギャップを用いたときよりも大きくなり、消費者物価の粘着性が高まる。なお、いずれのGDPギャップを用いても、決定係数はほぼ同じであり、フィリップス曲線の当てはまりに優劣はない。

推計されたフィリップス曲線に、98年第2四半期以降、GDPギャップに実現値を外挿し、1期前の消費者物価の伸び率に予測値を内挿することによって、将来の消費者物価の伸び率を予測してみた(図表8(2))。いずれのGDPギャップを用いても、

フィリップス曲線は実際の消費者物価の伸び率を過小に予測してしまう。しかし、修正型GDPギャップを用いた方が、従来型GDPギャップを用いた場合に比べ、過小予測の程度が小さいことがわかる。

さらに、サンプルの始期を83年第3四半期に固定して、終期を徐々に伸ばしながらフィリップス曲線を繰り返し推計し、パラメータの安定性をみる（図表9）。推計結果をみると、従来型GDPギャップを用いた場合のパラメータ（細線）が98年以降急速に不安定化している一方、修正型GDPギャップを用いた場合のパラメータ（太線）は比較的安定していることがわかった。また、当期のGDPギャップを説明変数として、フィリップス曲線を推計した場合にも、同様の結果が得られる（図表10、11）。

修正型GDPギャップの方が、従来型GDPギャップよりも優れたパフォーマンスを示すのは、以下のような理由によると考えられる。わが国の場合、97年から98年にかけて、生産要素の質的な低下が大規模に発生した可能性がある。資本については、90年代の後半に新規の設備投資が抑制される中、80年代後半のバブル景気によって蓄積された資本が急速に老朽化・陳腐化した結果、資本ストックの質が急速に劣化した可能性がある。また、景気の悪化とともにR&D投資が急速に減少したり、既存の生産ノウハウが陳腐化した可能性もある。一方、労働については、失業の増大に伴って労働者のスキルが失われるなど、労働の質が急速に低下したとも考えられる。また、TFPについても、産業構造の急激な変化に生産要素の流動化が追いつかず資源配分が非効率になったり、社会資本の生産性が低下するなどして、真のTFPが低下した可能性もある。これらは、いずれも一国経済の生産能力の低下を意味するものであり、修正型GDPギャップのように、ソロー残差の低下をそのままTFPの低下として取り扱うことによって、潜在GDPとGDPギャップを正しく推計できる点は、2章で理論的に説明されたとおりである。

図表8 フィリップス曲線（その1）

(1) 推計式

$$\pi_t = \alpha + \beta \cdot \pi_{t-1} + \gamma \cdot G_{t-1} + \delta \cdot m_{t-t-2}$$

$\pi_{t-1}$ : CPI (趨勢循環変動成分) 前期比年率

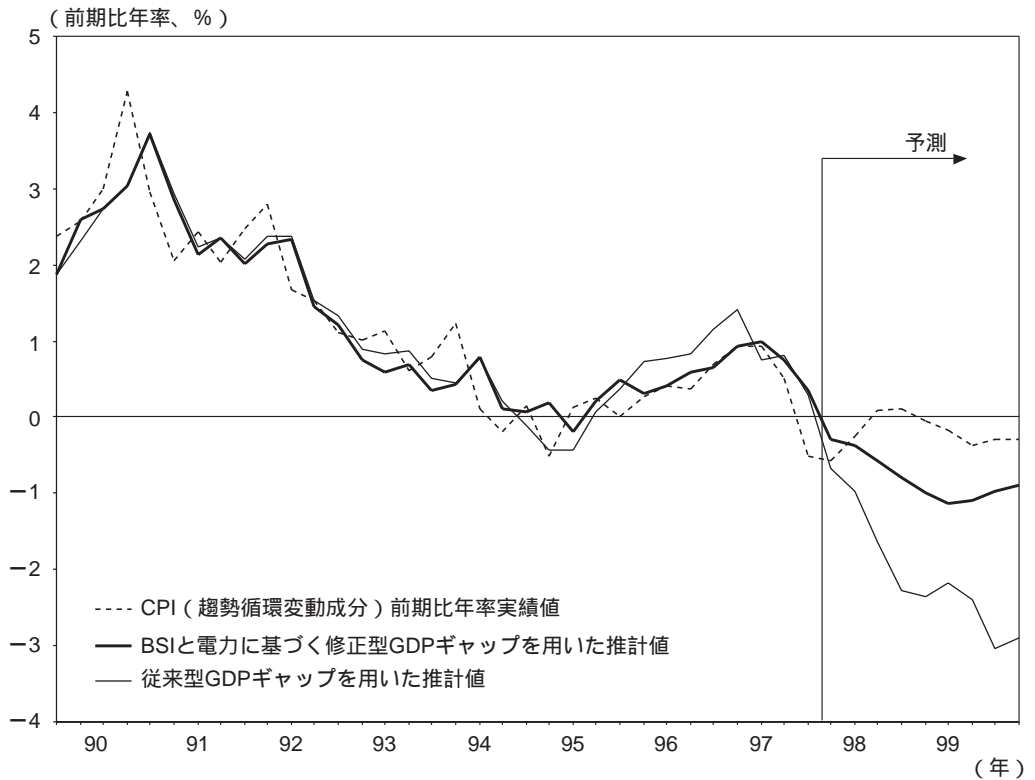
$G_{t-1}$ : GDPギャップ (1期前)

$m_{t-t-2}$ : WPI輸入物価 (総平均・円ベース) 前期比年率の3期移動平均

説明変数に用いたGDPギャップ	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	ADJ-R <sup>2</sup>	D.W.
従来型GDPギャップ	1.473 (4.53)	0.563 (6.01)	0.270 (4.18)	0.010 (1.89)	0.772	1.66
BSIと電力に基づく 修正型GDPギャップ	1.440 (3.50)	0.616 (6.17)	0.190 (3.16)	0.009 (1.74)	0.746	1.84

備考: 推計期間: 1983/3Q ~ 1998/1Q。括弧内はt値。

(2) CPI予測

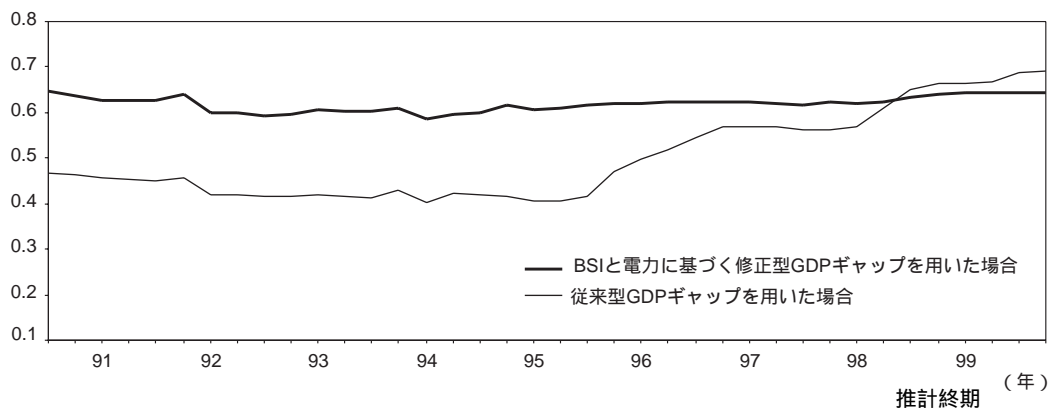


資料: 内閣府「国民経済計算」「民間企業資本ストック」等、総務省「消費者物価指数」、日本銀行「卸売物価指数」

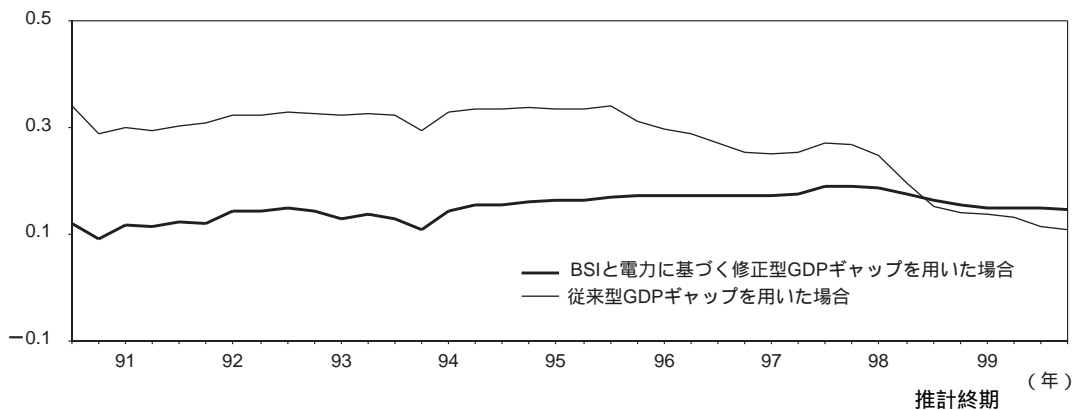
図表9 フィリップス曲線の安定性(その1)

<関数型>  $\pi_t = \alpha + \beta \cdot \pi_{t-1} + \gamma \cdot G_{t-1} + \delta \cdot m_{t-t,2}$

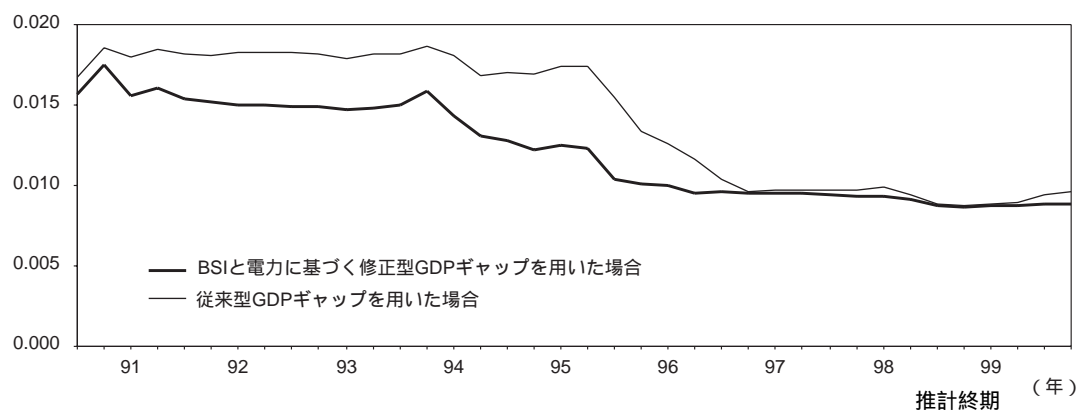
(1)  $\beta$



(2)  $\gamma$



(3)  $\delta$



備考：推計始期を83年第3四半期で固定し、終期を移動させて繰り返し推計を実行。



図表10 フィリップス曲線（その2）

(1) 推計式

$$\pi_t = \alpha + \beta \cdot \pi_{t-1} + \gamma \cdot G_t + \delta \cdot m_t$$

$\pi_{t-1}$ : CPI (趨勢循環変動成分) 前期比年率

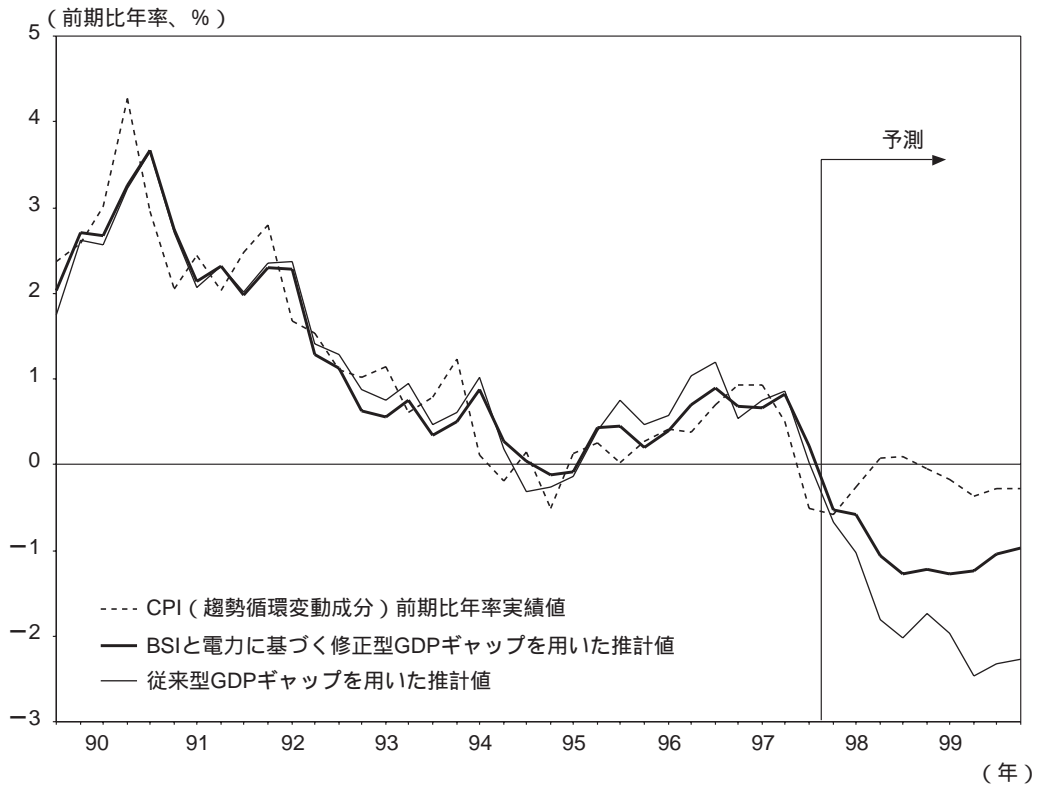
$G_t$ : GDPギャップ

$m_t$ : WPI輸入物価 (総平均・円ベース) 前期比年率

説明変数に用いたGDPギャップ	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	ADJ-R <sup>2</sup>	D.W.
従来型GDPギャップ	0.976 (3.14)	0.701 (7.56)	0.171 (2.83)	0.011 (2.93)	0.769	2.05
BSIと電力に基づく修正型GDPギャップ	1.270 (3.66)	0.687 (7.93)	0.171 (3.39)	0.011 (2.93)	0.781	1.86

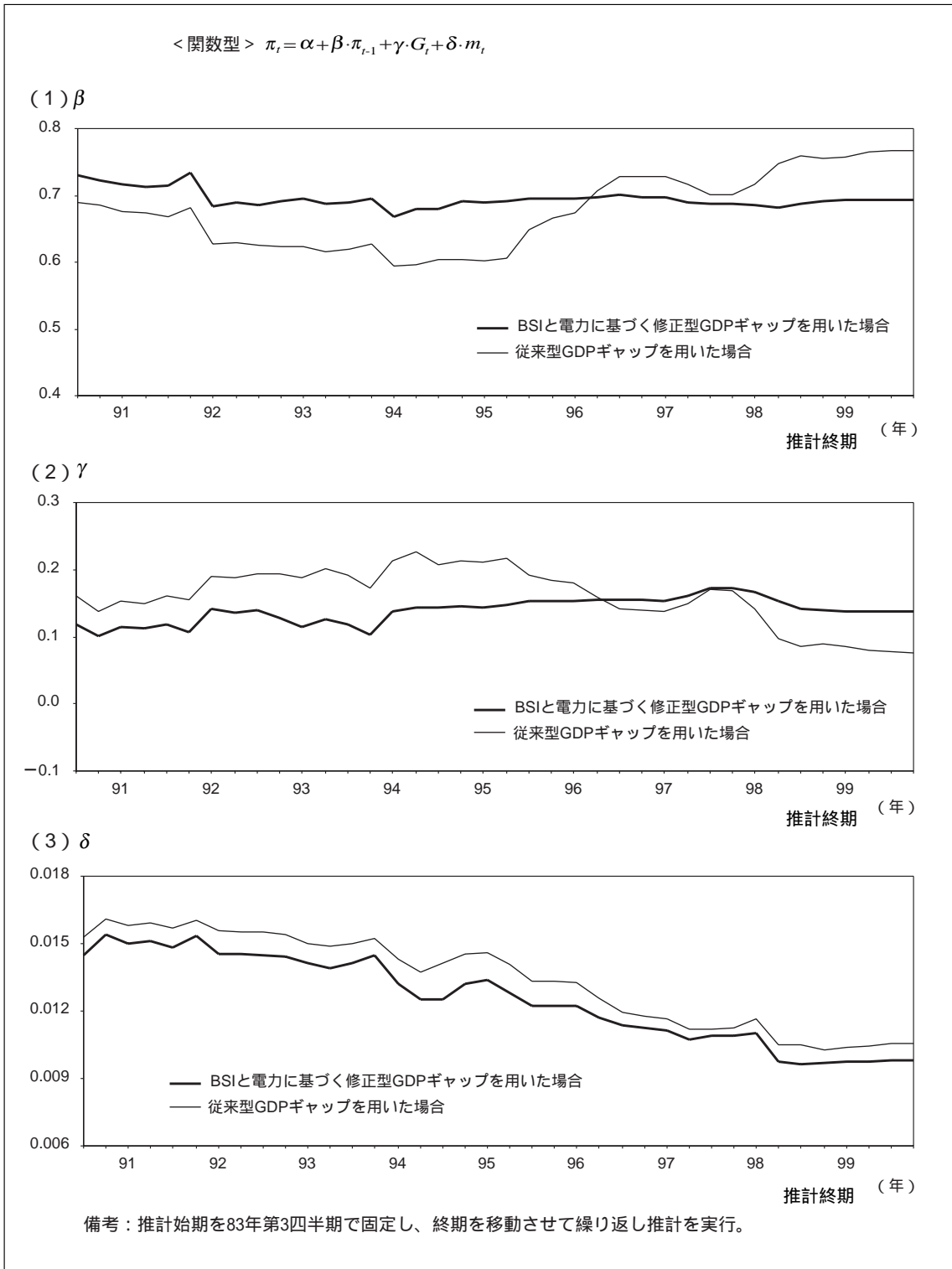
備考：推計期間：1983/2Q～1998/1Q。括弧内はt値。

(2) CPI予測



資料：内閣府「国民経済計算」「民間企業資本ストック」等、総務省「消費者物価指数」、日本銀行「卸売物価指数」

図表11 フィリップス曲線の安定性 (その2)



## 6. GDP統計のリバイス

GDP統計は、1次速報（1次QE）、2次速報（2次QE）、確報、確確報、基準改訂と4回の改訂が施される。2章で検討されたとおり、ソロー残差に線形トレンドを当てはめない場合、すべてソロー残差に吸収されてしまい、GDPギャップの推計には全く影響を与えない。しかし、従来型GDPギャップでは、非製造業の資本稼働率を常に100%と仮定しており、TFPを抽出するためにソロー残差に線形トレンドを当てはめることが不可欠である。この場合には、GDP統計の速報誤差がそのままGDPギャップに上乘せられてしまう。

速報誤差とは別に、時間の経過とともにデータが蓄積されるだけで、線形トレンドの推計値が変化し、GDPギャップの推計値は変化する。そこで、本章では、GDP統計の改訂とデータの蓄積の両方がGDPギャップの推計に与える影響について検討する<sup>20</sup>。

### （1）4つのGDPギャップ

GDP統計は次のようなタイミングで公表される。1次速報は当該四半期終了後2カ月と10日前後、2次速報はその1四半期後に公表される。確報は年度単位で翌年の12月、確確報はその翌年に公表される。基準改訂は5年後に公表される。

GDPデータの改訂と蓄積がGDPギャップの推計に与える影響をみるため、ここでは次のような4つのGDPギャップを算出し、相互に比較する。今回は、データが比較的大きく異なる、1次速報<sup>21</sup>、確報、確確報、基準改訂の4つのみを対象とし、この順にデータが正確になっていくと考える（2次速報は対象外）。なお、本来は資本ストック統計などGDPギャップの算出に必要なすべてのデータについて、1次速報、確報などを揃える必要があるが、ここでは簡単化のために、GDP統計以外のリバイスは無視し、最新の統計を利用することとした<sup>22</sup>。

### （リアルタイム・ギャップ）

各時点で利用可能なGDPデータから算出されたGDPギャップである。各時点で用いているGDP系列を作成する際、優先順位は、第1順位が各時点で利用可能な基準改訂データ、第2順位が各時点で利用可能な確確報、第3順位が各時点で利用可能な確報、第4順位が各時点で利用可能な1次速報（1次QE）である。なお、すべてのGDP統計は、基準改訂に際して発生するレベル・シフトを調整したものである。

20 本章の作成に当たっては原尚子（日本銀行調査統計局）の協力を得た。

21 速報値は、90年以前はGNP系列しか得られないので、確報値で「海外からの要素所得純受取」を調整してGDPへ変換した。すなわち、 $GNP = GDP + \text{海外からの要素所得純受取}$ 。

22 線形トレンドを当てはめる際、全期間トレンドに加えて、85年第1四半期～91年第4四半期にはバブル・トレンドを加えている。また、GDP統計の改訂は労働分配率にも影響を与えるが、ここではその影響は無視し、最新の統計を利用した。

### (準リアルタイム・ギャップ)

各時点で確報を予めわかっていたと仮定して算出されたGDPギャップである。各時点で用いるGDPの時系列は、リアルタイム・ギャップで使用されたデータのうち、1次速報を確報に置き換えたものである。なお、まだ確報が公表されていない最近時点は、1次速報のままである。

### (準ファイナル・ギャップ)

現時点で利用可能なデータについて、各時点でそれまでの数値を予め知っていたと仮定して算出されたGDPギャップである。すなわち、各時点で用いるGDPの時系列は、第1順位が90年基準の基準改訂データ、第2順位が同基準の確報、第3順位が同基準の確報、第4順位が同基準の1次速報(1次QE)である。

### (ファイナル・ギャップ)

現時点で利用可能なデータについて、各時点で将来も含め、すべて知っていたと仮定して算出されたGDPギャップである。

## (2) GDP統計の改訂・蓄積の効果

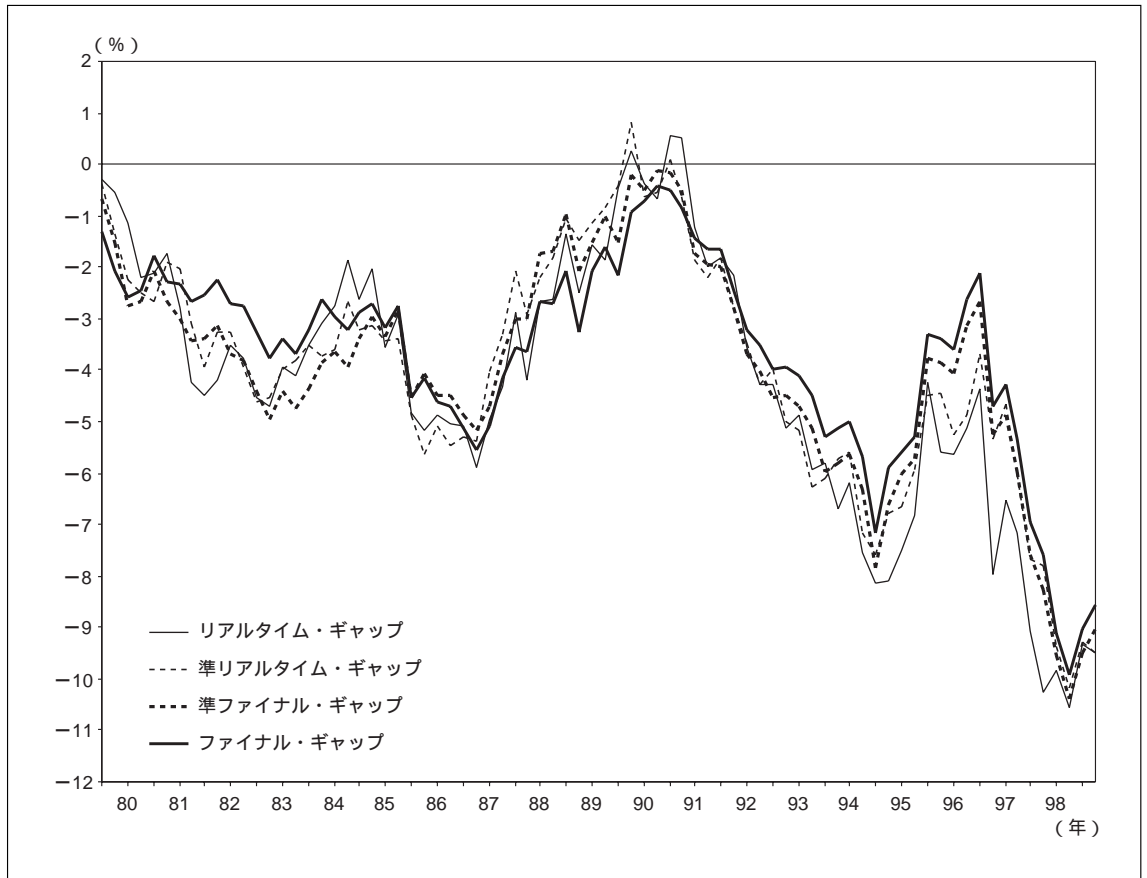
リアルタイム・ギャップと準リアルタイム・ギャップの差は、速報誤差を反映している(図表12)。また、準リアルタイム・ギャップと準ファイナル・ギャップの差は、基準改訂の効果を反映している(確報から確報へのリバイス効果は無視できるほど小さい)。両者は、基本的にGDP統計の改訂がその原因であるが、基準改訂の効果に比べ、速報誤差の影響は比較的大きいことがわかる。これは、速報と確報では推計に用いられる基礎統計が異なっていることが原因である<sup>23,24</sup>。また、速報から得られるGDPギャップは振幅が大きく、評価に時間がかかることも実務上は重要な留意点である。

一方、準ファイナル・ギャップとファイナル・ギャップの差は純粋にデータの蓄積が原因である。時間を遡るにつれて、データ蓄積の効果は、データ改訂の効果よりも大きくなる。逆に時間を経るにつれて、データ改訂の効果が大きくなっているようである。もっとも、データ蓄積の効果が減衰してくるのは、準ファイナル・ギャップのデータ・セットがファイナル・ギャップのそれに近づくからであり、当然のことである。

23 速報(1次、2次)が家計調査や法人企業統計季報などサンプル調査に基づいている一方、確報(および確報)は工業統計表、商業統計表、商業動態統計、通関統計などに基づき、コモディティ・フロー法によって推計されている。

24 ただし、96年頃をみると、準リアルタイム・ギャップと準ファイナル・ギャップの差も大きく、これは、確報発表以後に、基準改訂とは異なる時期にデータが大幅に改訂されたことが主因である。

図表12 GDPデータの改訂・蓄積の効果 従来型GDPギャップ



## 7. おわりに

本稿では、統計の計測誤差が潜在GDPやGDPギャップの推計に与える影響について、理論と実証の両面から考察を加えた。理論面からの分析結果を要約すると次のようになる。生産要素の稼働率に計測誤差がある場合には、ソロー残差をそのままTFPとみなすと、潜在GDPやGDPギャップに推計誤差が発生する。一方、生産要素に質的な変化が生じている場合には、ソロー残差をそのままTFPとみなしても、潜在GDPやGDPギャップを正しく推計することができる。

わが国には非製造業の資本稼働率に関する統計が存在せず、GDPギャップの推計に大きな障害となっている。こうした問題を解決すべく、本稿は2つのアプローチを採用した。従来型GDPギャップでは、まず、非製造業の資本稼働率を便宜的に100%に固定する。次に、ソロー残差を時間に回帰して、トレンドをTFP、推計誤差を稼働率の計測誤差とみなしたうえで、GDPギャップを推計する。このアプローチの欠点は、当てはめたトレンドが真のTFPの動きと合致している保証はないし、

生産要素の質的变化を稼働率の変化と誤って認識してしまうことである。また、従来型GDPギャップはGDP統計の速報から確報へのリバイスによって影響を受けてしまう。こうした問題点を解決すべく、修正型GDPギャップでは、業務用電力原単位を用いて、非製造業における資本稼働率を推計する方法を採った。この場合には、ソロー残差に線形トレンドを当てはめることなしに、ソロー残差をそのままTFPとみなすことができる。ただし、生産要素の稼働率はGDPギャップと表裏一体の関係にあるだけに、稼働率の推計精度がGDPの推計精度に直接反映されてしまう点には留意を要する。

従来型GDPギャップと修正型GDPギャップのパフォーマンスを比較すると、後者の方がほかの景気指標と整合的に変動していることが確認された。日本銀行による企業短期経済観測調査では、業況判断は98年末から上昇に転じ、設備や労働の過剰感99年中に後退し始めている。また、景気基準日付では、今次景気後退の谷が99年の4月と判定された。これに対し、従来型GDPギャップは、99年の後半に大きく拡大している。こうした乖離は、ソロー残差の線形トレンドからの乖離を結果として非製造業における資本稼働率の低下とみなすことから生じており、むしろ資本劣化等の質的な低下として、供給能力自体の低下と捉えるべきことを示唆している。実際、こうした点を考慮した修正型GDPギャップは、99年入り後は縮小に転じており、ほかの景気指標と整合的な動きを示している。

さらに、フィリップス曲線による物価予測という観点から、従来型GDPギャップと修正型GDPギャップを比較した。両者の決定係数はほぼ同じであり、フィリップス曲線の当てはまりに優劣はない。また、推計されたフィリップス曲線を用いてCPIをダイナミック・フォーキャストしてみると<sup>25</sup>、いずれのGDPギャップを用いても、フィリップス曲線は実際のCPI伸び率を過小評価する。あえていうと、修正型GDPギャップを用いた方が、従来型GDPギャップを用いるよりも、過小評価の程度が小さいことがわかる。最後に、パラメータの安定性をみると、従来型GDPギャップを用いた場合のパラメータが98年以降急速に不安定化している一方、修正型GDPギャップを用いた場合のパラメータは安定している。

以上のように、修正型GDPギャップは、従来型GDPギャップに比べて、総じてパフォーマンスが優れているとみられる。もっとも、修正型GDPギャップの正確性は、業務用電力原単位を用いた非製造業の稼働率指数の推計が、どの程度真の稼働率を近似しているのかによっており、その推計結果にはある程度幅をもってみる必要がある<sup>26</sup>。しかしながら、こうした留意点はあるにせよ、経済のスラックの大きさを測るには、本稿で推計した修正型GDPギャップをみていくことが有用と思われる。

25 ダイナミック・フォーキャストとは、関数の予測値を求める際に、フィリップス曲線の説明変数の期待インフレ率に関数の予測値を代入し、実績値との比較を行って関数のパフォーマンスをチェックする方法のこと。

26 加えて、2章で整理したように、企業内失業等で表される「労働の稼働率」もGDPギャップの推計の正確性に影響を与える。

補論 1. データ解説<sup>27</sup>

- $A_t$  : 全要素生産性 (TFP)  
 $B_t$  : 設備判断BSI  
備考: 非製造業・企業規模別 (大企業、中堅企業、中小企業) BSIを「法人企業統計季報」の「その他有形固定資産」の期末残高で加重平均。  
資料: 財務省「財務省景気予測調査」、「法人企業統計季報」
- $G_t$  : GDPギャップ
- $H_t$  : 1人当たり労働時間  
備考: 全産業における常用雇用者数30人以上の事業所の総労働時間 (趨勢循環変動成分)。  
資料: 厚生労働省「毎月勤労統計」
- $H_t^*$  : 1人当たり最大労働時間  
備考: 1人当たり最大労働時間は、所定内労働時間および所定外労働時間の最大値の和。所定外労働時間の最大値は既往ピーク、所定内労働時間の最大値は、「時短」を考慮した屈折線形トレンドで、87年第4四半期以前、88年第1四半期～93年第4四半期、94年第1四半期～97年第1四半期、97年第2四半期～98年第4四半期、99年第1四半期以降に分かれている。  
資料: 厚生労働省「毎月勤労統計」
- $K_t$  : 資本ストック  
備考: 全産業における法人企業および個人企業の民営化調整済みの値。  
資料: 内閣府「民間企業資本ストック」
- $KM_t$  : 製造業の資本ストック  
備考: 進捗ベース、民営化調整済みの値。  
資料: 内閣府「民間企業資本ストック」
- $KN_t$  : 非製造業資本ストック  
備考: 進捗ベース、民営化調整済みの値。  
資料: 内閣府「民間企業資本ストック」
- $L_t$  : 労働時間  
備考:  $L_t = H_t \cdot N_t$  によって算出。
- $L_t^*$  : 最大労働時間  
備考:  $L_t^* = H_t^* \cdot N_t^*$  によって算出。
- $N_t$  : 就業者数  
備考: 全産業。  
資料: 総務省「労働力調査」

27 わが国は、2000年10月に68SNAから93SNAに移行したが、本稿作成時には68SNAしか存在しなかった。

$N_t^*$  : 最大就業者数

備考：最大就業者数は、15歳以上65歳未満と65歳以上の最大就業者数の和。それぞれの最大就業者数は以下のとおり算出。

15歳以上65歳未満

労働参加率は過去の時系列の天井を形成するトレンドに沿って変化していくと仮定。まず、労働参加率の時系列を就業者数/労働力人口で算出。次に、労働参加率を線形トレンドで回帰する。線形トレンドと回帰誤差の最大値を足して労働参加率の天井を算出する。これと15歳以上65歳未満の労働人口を掛け合わせると、最大就業者数が算出される。

65歳以上

上記と同様の方法で、65歳以上の最大就業者数を求める。

資料：総務省「労働力調査」

$Y$  : 実質国内総支出（実質GDP）

備考：1次速報値、確報値等。

資料：内閣府「国民経済計算」

$Y^*$  : 潜在GDP

$t$  : タイム・トレンド変数

$\gamma_m$  : 製造業資本稼働率

備考：指数、95年 = 100となっているものを90年第4四半期 = 100と標準化し直した。

資料：経済産業省「生産・出荷・在庫指数」

$\gamma_n$  : 非製造業資本稼働率

$\alpha$  : 労働分配率

備考：補論5参照。

資料：内閣府「国民経済計算」

$\lambda$  : 業務用電力原単位

備考：業務用電力使用量/業務用契約電力。制度要因調整済み。

資料：電気事業連合会「電力需要実績」

$\tau$  : バブル・トレンド変数

備考：85年第1四半期 = 1, ..., 91年第4四半期以降 = 28。



## 補論2 . CES型生産関数

本論ではマクロの生産関数としてコブ・ダグラス型を用いてきた。コブ・ダグラス型生産関数では、資本と労働の代替の弾力性が1、規模に関して収穫一定という2つの条件が先験的に仮定されている。ここでは、より一般的なCES型生産関数<sup>28</sup>から出発して、わが国のマクロ生産関数としてコブ・ダグラス型を仮定することに無理がないかを検証する。結果は、コブ・ダグラス型関数を支持するものとなった。

CES型生産関数は、

$$Y_t = A_t \cdot \{ \delta (\gamma_t \cdot K_{t-1})^{-\rho} + (1-\delta)L_t^{-\rho} \}^{-\nu/\rho}.$$

ここで、 $\nu$ は規模の経済性である。また、代替の弾力性 $\sigma$ は $1/(1+\rho)$ によって与えられる。これを対数変換して、 $\rho=0$ のまわりで2次までテイラー展開すると、

$$\begin{aligned} \ln Y_t = & \beta_1 + \beta_2 \cdot \tau_t + \beta_3 \cdot \{ \ln(\gamma_t \cdot K_{t-1}) - \ln L_t \} + \beta_4 \cdot \ln L_t \\ & - \beta_5 \cdot \{ \ln(\gamma_t \cdot K_{t-1}) - \ln L_t \}^2/2 \end{aligned}$$

ここで、あらかじめTFPにバブル・トレンドを仮定している（CES型生産関数を仮定すると、全期間トレンドは有意ではなかった）。また、 $\beta_3 = \nu\delta$ 、 $\beta_4 = \nu(1-\delta)$ 、 $\beta_5 = \rho\nu\delta(1-\delta)$ である。ここから、CES型生産関数の各パラメータが次のように逆算される。

$$\delta = \beta_3 / (\beta_3 + \beta_4), \quad \nu = \beta_3 + \beta_4, \quad \rho = \beta_5 / (\beta_3 + \beta_4).$$

推計結果は図表A-1のとおりである。

図表A-1 推計されたCES型生産関数の性質

	トレンド無	(参考)トレンド有
規模の経済	1.003	0.988
代替の弾力性	1.17	1.24

表からわかるように、規模の経済、代替の弾力性はともに1に近く、わが国のマクロ生産関数としてコブ・ダグラス型を仮定してよいとの結果が得られた。

28 Giorno *et al.* [1995] では、わが国のマクロ生産関数をCES型にしている。

### 補論3 . バブル・トレンドの期間選択

従来型GDPギャップでは、ソロー残差に線形トレンドを当てはめる際に、全期間に共有のトレンドに加え、バブル期（85年第1四半期～91年第4四半期）固有のトレンドを追加している。ここでは、こうしたバブル・トレンドの期間選択に無理がないかをバブルの始期と終期の選び方に関する2点グリッド法によって検討する。

バブル期間は、84年第1四半期から93年第4四半期に含まれ、1年以上と仮定した。推計式は以下のとおり。

$$\ln A_t = \beta_1 + \beta_2 \cdot t + \beta_3 \cdot \tau(s, e)_t \cdot$$

ここで、 $\tau(s, e)$ は、始期 $s$ から終期 $e$ までの線形トレンドである。推計結果を対数尤度の大きな順に上位5つまで示すと、以下の図表A-2のとおりである。

図表A-2 最適なバブル・トレンドの選択

トレンド期間	対数尤度
ケース1( 85/1Q ~ 91/3Q )	330.8
ケース2( 85/1Q ~ 91/2Q )	330.7
従来型( 85/1Q ~ 91/4Q )	330.6
ケース3( 85/1Q ~ 92/1Q )	330.3
ケース4( 85/4Q ~ 91/2Q )	330.2

備考：1. サンプル期間は、75年第1四半期～98年第2四半期。  
2. 推計方法は、誤差項にAR(1)を仮定した最尤法。

表によると、バブルの始期は85年第1四半期、終期は91年中である可能性が高い。また、従来型GDPギャップのバブル経済の期間選択は、対数尤度でみて3番目であり、的外れではないことがわかった。

## 補論4．資本劣化

GDPギャップを推計する際に用いられる「民間企業資本ストック」(内閣府)は、資本の「除却」のみを考慮した「粗資本ストック」である。しかし、資本の生産能力は使用するにつれて低下する。したがって、資本の生産能力を正しく把握するためには、除却に加え、資本の「減耗」をも考慮した「純資本ストック」を用いる必要がある。ここでは、従来用いられてきた「民間企業資本ストック」の代わりに、中古品価格から抽出された資本減耗率を用いた「市場評価資本ストック」を用いて、GDPギャップを推計する<sup>29</sup>。これによると、ここ数年、粗資本ストックと純資本ストックの差が拡大する傾向にあることがわかる(図表A-3(1))。なお、2章で理論的に明らかにされたように、こうした資本ストックの質的变化は、従来型GDPギャップを算出する場合に問題となるが、修正型GDPギャップの場合には問題とはならない。したがって、ここでは従来型ギャップのみを考察対象とする。

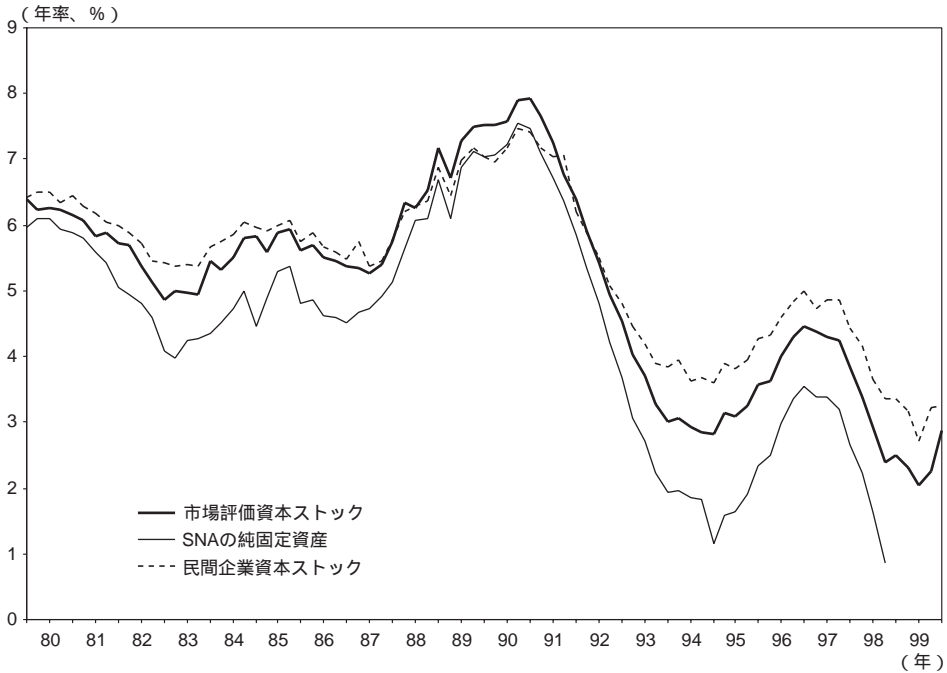
推計結果をみると、民間企業資本ストックを市場評価資本ストックに代えても、従来型GDPギャップはあまり影響を受けないことがわかった(図表A-3(2))。これには、2つの理由が考え得る。まず、資本の稼働率の変化に比べれば、資本減耗によるストックの変化は相対的に影響が小さい。また、資本減耗分はソロー残差の線形トレンドの上昇率低下という形で、ある程度TFPの推計値に吸収されてしまうため、その分だけ従来型GDPギャップへの影響が抑制される。

ここでの議論は、資本の陳腐化一般が従来型GDPギャップの推計に影響を与えないと主張しているわけではない。特に、90年代後半には、経済の低迷による新規投資の低迷と急速な産業構造の転換によって、市場評価資本ストックが示唆するよりも、資本の陳腐化が急速に進行している可能性がある。その場合には、潜在GDPと(絶対値でみた)GDPギャップが過大推計されてしまう。

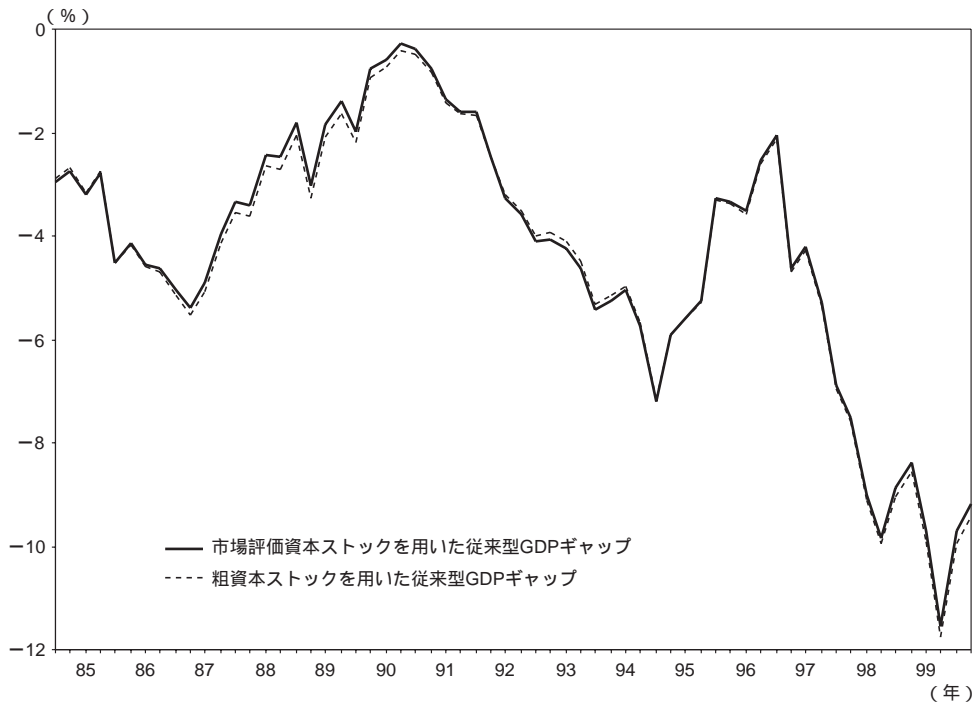
29 資本ストックの「除却」、「減耗」、「粗資本ストック」、「純資本ストック」などの概念や市場評価資本ストックの概要については増田[2000]を参照されたい。

図表A-3 資本の陳腐化とGDPギャップ

(1) 資本ストックの成長率



(2) 資本の陳腐化を考慮したGDPギャップ



資料：内閣府「国民経済計算」「民間企業資本ストック」「国富調査」等

補論5 . 労働分配率<sup>30</sup>

2章の(1)式における $\alpha$ は、もともとは生産の労働弾力性を規定するパラメータに過ぎないが、資本市場や労働市場で完全競争の仮定が成立している場合には、労働分配率に一致する<sup>31</sup>。本稿では、GDPギャップを推計する際、 $\alpha$ を過去(75年第1四半期～直近の確報)の労働分配率の平均値でカリブレートしている。問題は、労働分配率にはさまざまな定義が存在し、どの定義がマクロ生産関数における $\alpha$ を推計する際に適当であるかという点である。こうした問題意識から、ここでは、マクロ生産関数に用いる労働分配率について検討する。もっとも、分析結果によると、労働分配率の見直しは、GDPギャップの推計に、ほとんど影響を及ぼさないことがわかる。

## (1) マクロ生産関数と労働分配率

マクロ生産関数の左辺( $Y$ )は国内総生産なので、労働分配率 $\alpha$ の分母も国内総生産であるべきである。特に、固定資本減耗は規模が大きいため、カウントしておく必要性が高い。さらに、国内総生産には、要素価格表示とこれに純間接税(間接税-補助金)を加えた市場価格表示との2種類があるが、純間接税はもともと民間経済主体の所得に含まれない扱いなので、それとの平仄をとるために、要素価格表示の国内総生産を使用する。したがって、労働分配率の分母は、国内総生産-純間接税(=固定資本減耗+営業余剰+雇用者所得)である。一方、労働分配率の分子について考えると、「国民経済計算」の「雇用者所得」には、個人企業における個人事業主と家族従業者の労働所得が含まれないという問題がある。これらを勘案すると、マクロ生産関数に組み込むべき労働分配率は次のようなものとなる。

$$\text{望ましい労働分配率} = \frac{\text{個人企業の労働所得} + \text{雇用者所得}}{\text{固定資本減耗} + \text{営業余剰} + \text{雇用者所得}}$$

しかし、分子の「個人企業の労働所得」は、国民経済計算での「家計(個人企業を含む)の営業余剰」に含まれており、分離できない。このため、本稿ではいくつかの代替的な仮定を設けて、上の労働分配率を近似することとする。なお、これまで本論では、 $\alpha$ に次のような「国民経済計算」で定義されている「労働分配率」を当てはめていた。

30 当補論の作成には稲田将一(日本銀行調査統計局)の協力を得た。

31 労働市場で完全競争の仮定が成立しているとする、労働の限界生産物は実質賃金と等しくなる。すなわち、 $\partial Y/\partial L = \alpha \cdot A \cdot L^{\alpha-1} \cdot (\gamma \cdot K)^{1-\alpha} = w/p$ である。ここで、 $w$ は名目賃金、 $p$ は物価である。第2、3項に $L$ をかけて整理すると、 $\alpha = wL/pY$  = 労働分配率となる。

$$\text{労働分配率}(0) = \frac{\text{雇用者所得}}{\text{国民所得}}$$

これは労働分配率の定義として代表的なものではあるが、分母に国民所得を用いており、 $\alpha$ に対応する定義ではない。

#### 【代替案1】

$$\text{労働分配率}(1) = \frac{\text{雇用者所得}}{\text{固定資本減耗} + \text{営業余剰} + \text{雇用者所得} - \text{家計の営業余剰}}$$

分子で個人企業の労働所得をカウントしない代わりに、分母から個人企業の営業余剰を差し引く。これは、個人企業における労働分配率が、法人企業における労働分配率と等しいとの仮定に基づいている。なお、本来は、個人企業の固定資本減耗を分母から差し引く必要があるが、ここではとりあえず無視する。

#### 【代替案2】

$$\text{労働分配率}(2) = \frac{\text{家計の営業余剰} + \text{雇用者所得}}{\text{固定資本減耗} + \text{営業余剰} + \text{雇用者所得}}$$

この定義では、個人企業の営業余剰は、すべて個人事業主と家族従業者の「労働」に対する報酬であると仮定し、雇用者所得として分子に加算する。

#### 【代替案3】

$$\text{労働分配率}(3) = \frac{\text{個人事業主と家族従業者の労働所得の推計値} + \text{雇用者所得}}{\text{固定資本減耗} + \text{営業余剰} + \text{雇用者所得}}$$

個人事業主と家族従業者の労働所得を推計して分子に加算した。ここで、個人事業主の所得は、「民間給与の実態」(国税庁)に基づき、次のように算出した。

$$\text{個人事業主等労働所得} = \frac{\text{民間雇用所得}}{\text{民間雇用者数}} \times \frac{\text{個人事業従業者1人当たり賃金}}{\text{全従業者1人当たり賃金}} \times \text{個人事業主等の数}$$

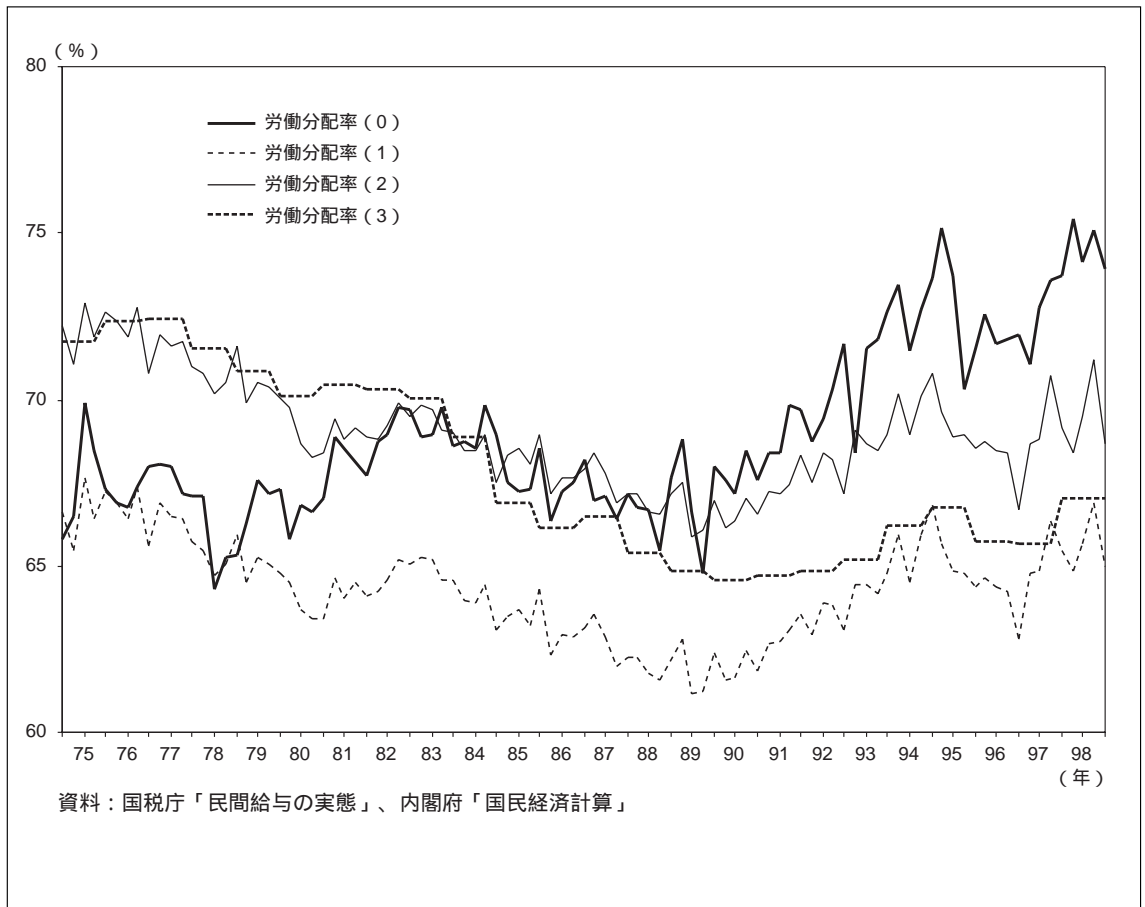
右辺の第1項は個人企業以外の民間企業における1人当たり雇用者所得である。第2項は個人事業主と家族従業者の賃金とそれ以外の労働者の賃金格差である。これらに個人事業主と家族従業者の数を掛け合せて、経済全体の個人事業主等の労働所得を推計した。なお、この労働分配率は年次のみ利用可能である。

本文中における労働分配率に加え、上記3つの労働分配率をプロットすると図表A-4のとおりである。これによると、4つの労働分配率は、75年以降、常に7~8%程度の格差を伴いつつ推移している。本文中で採用されている労働分配率(0)は、

明らかな上昇トレンドをもっている。逆に、個人事業における労働所得を勘案した労働分配率(3)は明らかな下降トレンドを持っている。個人企業の営業余剰を分母から差し引いた労働分配率(1)や分子に足し合わせた労働分配率(2)は、ほぼ横這いの動きをしているが、あえていうと、バブル経済のピーク時点(89~90年)で底を打っているようにみえる。

2章で解説されたとおり、ソロー残差に線形トレンドを当てはめれば、労働分配率に計測誤差があっても、GDPギャップは正しく推計される。問題となるのは、修正型GDPギャップのように、ソロー残差をそのままTFPとみなす場合である。その場合のGDPギャップの推計誤差は  $(\bar{\alpha} - \alpha)(\ln L - \ln L^*) - (\bar{\alpha} - \alpha) \ln \gamma$  である。労働や資本の稼働率が多少変動しても、労働分配率が7~8%異なる程度では、その変動率は1割弱にディスカウントされるので、GDPギャップの推計を大きく左右するまでには至らない。

図表A-4 労働分配率の推移



## 参考文献

- 飯倉 稯、『電力（改訂版）』、日経産業シリーズ、日本経済新聞社、1990年  
経済企画庁、『経済白書 新しい世の中が始まる 』、2000年
- 中村洋一、『SNA統計入門』、日本経済新聞社、1999年
- 早川英男・前田栄治、「97年以降の金融経済動向についての考察」、日本銀行調査統計局、  
Working Paper Series No. 00-1、2000年
- 増田宗人、「資本ストック統計の見方 - 市場評価資本ストックの試算 - 」、日本銀行調査統  
計局、Working Paper Series No. 00-5、2000年
- Bayoumi, Tamim, “Where Are We Going? The Output Gap and Potential Growth,” Tamim  
Bayoumi and Charles Collyns ed., *Post-bubble Blues :How Japan Responded to Asset Price  
Collapse*, International Monetary Fund: Washington D.C., 2000.
- Congressional Budget Office, “CBO’s Method for Estimating Potential Output,” CBO  
Memorandum, 1995.
- Denison, Edward F., *Why Growth Rate Differ*, Washington, Brookings Institution, 1967.
- Giorno, Claude, Pete Richardson, Deborah Roseveare, and Paul van den Noord, “Potential Output,  
Output Gaps and Structural Budget Balances,” *OECD Economic Studies*, No. 24, 1995.
- Hulten, Charles R., “Total Factor Productivity: A Short Biography,” NBER Working Paper Series, No.  
7471, 2000.
- Jorgenson, Dale W., and Zvi Griliches, “The Explanation of Productivity Change,” *Review of  
Economic Studies*, Vol. 34, No. 99, 1967.
- Kendrick, John, and Elliot Grossman, *Productivity in the United States*, Johns Hopkins University Press:  
Baltimore and London, 1980.
- Orphanides, Athanasios, and Simon van Norden, “The Reliability of Output Gap Estimates in Real  
Time,” Board of Governors of the Federal Reserve System, Finance and Economic Discussion  
Paper Series, No. 38, 1999.
- Watanabe, Tsutomu, “Output Gap and Inflation: the Case for Japan,” *Monetary Policy and the  
Inflation Process*, Bank for International Settlements Conference Papers, Vol. 4, 1997.