



RIETI Discussion Paper Series 08-J-054

90年代における稼働率の低下と TFP

宮澤 健介

東京大学 / 日本学術振興会



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所

<http://www.rieti.go.jp/jp/>

90年代における稼働率の低下とTFP

宮澤健介*

東京大学大学院経済学研究科博士課程

概要

TFPの推計は経済分析の基礎であり実務上も重要であるが、理論上・実証上の問題から常にその精度の問題が指摘されてきた。90年代以降の日本においてはTFP成長率の低下が観察されるが、この低下には本来TFPが含むべきではない稼働率の効果が混入している可能性が指摘されている。しかし稼働率のデータが十分ではないため、稼働率の効果をとり除いた真のTFPを推計するためにはまず稼働率を推計する必要がある。稼働率の推計に関する従来の研究には(1)理論的に代理変数を求める方法と(2)経済産業省の稼働率指数を用いる方法が存在するが、前者には代理変数の正しさを検証することができない、後者には稼働率指数のガバレッジが不十分である、という問題がある。本論文では両者をハイブリッドすることでそれぞれの問題を回避した製造業の資本稼働率を推計し、その影響を除外した製造業のTFPを提示する。

キー・ワード：TFP、稼働率、稼働率指数、90年代

*日本学術振興会特別研究員。E-mail: ee67012@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

1 はじめに

長期的な経済成長において最も重要なのは生産性 (TFP) である。日本については、Hayashi and Prescott (2002) が「失われた 10 年」と呼ばれる 90 年代の長期停滞の主な原因は TFP 成長率であると指摘している。また今後の日本についても、少子・高齢化が進み労働投入が増えない中で、TFP の重要性はますます高まってくるだろう。

しかし、TFP はその理論・推計において複雑な問題を多く抱え込んでいる。TFP 成長率は多くの場合、ソロー残差、つまりアウトプットの成長率とインプットの成長率の差から推計される。ここで重要なのはアウトプットとインプットを正確に計測することだが、現実にはこれが非常に困難である。近年、特に注目されているのが稼働率の問題である。例えば同じ工場の同じ設備であっても、それが 1 年当たり何週間、1 週間当たり何日、1 日あたり何時間操業するかによって生産量が大きく変わってくる。TFP を正しく推計するためには稼働率の変動はインプットの変化と考えられるべきだが、稼働率を正確に捉えられない場合インプットの成長率に誤差が生じることになり、この結果 TFP 成長率の推計結果も正確ではなくなってしまう。特に、労働と違って稼働時間の統計が少ない資本稼働率の影響は重大である。

この問題が深刻だと思われるのが、90 年代における稼働率の中長期的な低下である。通常、稼働率の変動は短期的な問題であり、中長期的にその水準が大きく変動するとは考えられていない。しかし図 1 に示したように経済産業省の稼働率指数 (METI 稼働率) によると、バブル崩壊後の 92 年以降、稼働率の水準が十年ほど低下したままであった可能性が示唆されている。もしこれが経済全体の現象だとすると、90 年代の TFP の推計結果は見直されなくてはならないし、将来的な生産性の予測にも大きな影響があると思われる。

このような問題意識を受け、この論文では稼働率の影響を除去した TFP を推計する。以下の分析の対象は製造業の資本稼働率と TFP に限定されるが、これにはいくつかの理由がある。まず、いくつか解決すべき問題があるとはいえ、製造業の資本稼働率に関しては METI 稼働率という統計が存在するため、修正を施すことでこの統計は利用可能である。また現実的にも製造業の TFP の動きは重要である。例えば JIP データベース 2006 の推計結果によると、80 年代と 90 年代以降を比較すると製造業の TFP 成長率が非製造業のそれよりも大きく低下している。以前は日本を牽引していた製造業の低迷こそ、日本経済の問題の根幹であると考えられる。

本論文の構成は以下のようになっている。まず 2 節で先行研究の特徴を見た上で我々の分析の特徴を述べ、3 節で METI 稼働率とその問題点について概観する。次に 4 節において稼働率の推計方法を説明し、5 節で推計結果を示す。最後に 6 節で結論と今後の課題をまとめる。

2 先行研究

上で確認したように TFP の正確な推計には稼働率の問題を避けることはできないが、稼働率の推計に対しては2つの手法が考えられる。1つ目は稼働率のコストに仮定を置いて理論的に代理変数を求める方法である。例えば川本 (2004) や Miyagawa, Sakuragawa and Takizawa (2006) は稼働率の変動は賃金に影響を与えると仮定して、企業の最適化問題から労働時間を稼働率の代理変数として TFP を推計している。具体的には、資本や労働者数、一人当たり労働時間といった「観察可能な投入量」を dx 、資本稼働率や労働強度といった「観察不可能な投入量」を du とし、労働時間 dh を du の代理変数として下のような推計式で生産量 dy を dx と dh に回帰し、残差として TFP 成長率 (dz) を推計している。($\hat{\gamma}, \hat{\beta}$ は推計されるパラメータである)

$$dy = \hat{\gamma}dx + \hat{\beta}dh + dz$$

2つ目の方法は、ある変数が稼働率の代理変数になることを直接仮定し、その変数と METI 稼働率の関係性から仮定が適当であることを確認する方法である。例えば鎌田・増田 (2000) は電力データが稼働率の代理変数になると仮定しているが、彼らは製造業の電力データと METI 稼働率の動きが似ていると主張することで電力が稼働率の代理変数になることを正当化している。

しかし、これらの方法にはそれぞれに弱点が存在する。まず1つ目の方法は稼働率に関する仮定が適切であるかどうかを確認することができない点である。稼働率のコストに関しては様々な考え方があり、統一された見解はない。2つ目の方法の問題点は基礎となる METI 稼働率のガバレッジに問題がある点である。この方法は METI 稼働率が製造業を代表していることに依拠しているため、そこが揺らぐとミクロ的基礎のない代理変数に説得力を持たせることは難しい。

これらの問題を踏まえた上での本論文の特徴は、これら2つの方法をミックスすることでそれぞれの問題を回避している点である。まず METI 稼働率が存在する産業において最適化問題から導出された代理変数で回帰分析を行い、その代理変数が適切なものであることを示し、資本稼働率に関する仮定が正当なものであることを確認している。次にそこで得られたパラメータを用いて製造業全体の稼働率を推計することで、カバレッジの問題をクリアしている。

3 稼働率指数について

METI 稼働率は『鉱工業指数』に含まれる複数の指数の中の1つであり、『鉱工業指数』は『生産動態統計調査』や『工業統計』を一次統計として作成される二次統計である。『生産動態統計調査』は一部の品目について生産能力を調査しているが、METI 稼働率は生産量と生産能力の比を稼働率として定義している¹。この品目ごとの稼働率を付加価値ベ-

¹ 『生産動態統計調査』ではほとんどの品目について t(トン) や kg(キログラム) といった数量単位のデータを扱っているため、稼働率に品質の変化等は影響を持たない。数量当りの付加価値の変化は5年ご

スで定義されたウェイトで加重平均したものが、製造業あるいは各産業の METI 稼働率である。

この様に METI 稼働率は『生産動態統計調査』の生産能力に基づいて作成されているが、その生産能力は事業所が直接答えていることから精度が高いと考えられる。このため過去の研究において METI 稼働率が基本的なデータとして用いられてきた。

しかし、METI 稼働率には1つ重大な問題がある。それは『生産動態統計調査』で生産能力を調査している品目が製造業の一部に過ぎないという点である。例えば『鉱工業指数』で最も有名な生産指数と METI 稼働率を比べると、2000 年基準では前者が 521 品目なのに対し後者は 175 品目となっている。付加価値では後者が前者の 45%程度となっており、この数字は各基準においてもそれほど大きな違いはない。また各産業内でも METI 稼働率が押さえている品目とそうでない品目が存在する。

このカバレッジの問題を解決した METI 稼働率を推計し、それを用いて TFP を推計することが本論文の目的である。

4 推計手法

4.1 推計の概要

資本稼働率の推計と、それを用いて資本投入を修正した TFP 成長率の推計を下記の手順で行う。

(1) まず資本稼働率の費用に関する仮定を置き、その下で企業の最適化問題を定義し、その解から資本稼働率の代理変数を求める。具体的には名目産出と資本設備の再取得価格の比が代理変数となる²。

(2) 次に、稼働率のデータが存在する産業について、代理変数で回帰する。稼働率は経済産業省の「稼働率指数」(U_{it}^{UI})を、代理変数は経済産業省『工業統計』から作成した。前節でも述べたように、2桁分類産業においても METI 稼働率のカバレッジは十分なものではない。そこで METI 稼働率が対象とする品目と工業統計の4桁分類産業を照合し、対応する4桁分類産業のデータを集計して METI 稼働率と対応する2桁分類産業の代理変数 ($[p_{it}Y_{it}/p_{it}^{I1}K_{it}]^{UI}$) を作成した。

$$\log(U_{it}^{UI}) = \hat{C}_i + \left(\frac{\hat{1}}{\hat{\phi}_i}\right) \log\left(\left[\frac{p_{it}Y_{it}}{p_{it}^{I1}K_{it}}\right]^{UI}\right) + \epsilon_{it}$$

とに改定される各品目のウェイトに反映される。

²仮定とモデルについては次の部分で詳細に見る。

(3) 上の (2) の回帰分析で各 2 桁分類産業の代理変数のパラメータ ($1/\hat{\phi}_i$) が得られる。これと 2 桁産業全体の代理変数 ($[p_{it}Y_{it}/p_{it}^{I1}K_{it}]$) から 2 桁産業全体の稼働率 (\hat{U}_{it}) を推計する。

$$\log(\hat{U}_{it}) = C'_i + \left(\frac{1}{\hat{\phi}_i}\right) \log\left(\left[\frac{p_{it}Y_{it}}{p_{it}^{I1}K_{it}}\right]\right)$$

(4) 上記の (3) で求められた 2 桁産業の稼働率を集計し、製造業全体の稼働率を求める。

(5) TFP についてはソロー残差から推計した。

4.2 推計モデル

稼働率

稼働率を内生変数とした代表的企業の最適化問題を考える。ここでは設備 (K^1) と建物 (K^2) の 2 種類の資本があり、前者は資本稼働率 (U) によって設備資本減耗率 (δ^1) が変動するものとする。この仮定は資本稼働率を内生化した Greenwood, Hercowitz and Huffman (1998) や Burnside and Eichenbaum (1996) などマクロモデルで最もよく用いられるものである。またこのモデルでは中間投入 (M) が考慮されており、生産 (Y) は粗生産である。 $L, Z, r, p, \omega, p^{I1}, p^{I2}, p^M$ はそれぞれ労働投入量、TFP、名目金利、生産財価格、賃金、設備投資財価格、建物投資財価格、中間投入財価格である。最後の式が設備資本減耗関数であり、設備資本稼働率と設備資本減耗率との関係を表している。

$$\begin{aligned} \max \quad & \sum_{t=1980}^{\infty} \left(\frac{1}{1+r_t}\right) \left(p_{it}Y_{it} - \omega_t L_{it} - p_{it}^{I1} I_{it}^1 - p_{it}^{I2} I_{it}^2 - p_{it}^M M_{it}\right) \\ \text{s.t.} \quad & Y_{it} = Z_{it} [(U_{it}K_{it})^{\alpha_i} L_{it}^{1-\alpha_i}]^{\gamma_i} M_{it}^{1-\gamma_i} \\ & K_{it} = K_{it}^1 + K_{it}^2 \\ & K_{it+1}^1 = (1 - \delta_i^1(U_{it}))K_{it}^1 + I_{it}^1 \\ & K_{it+1}^2 = (1 - \delta_i^2)K_{it}^2 + I_{it}^2 \\ & \delta^i(U_{it}) = \bar{\delta}^i U_{it}^{\phi_i} \end{aligned}$$

一階条件より、以下の式が求められる。稼働率に関する上記の仮定の下では、生産資本比率が稼働率の代理変数になることが分かる。厳密には、名目生産と設備資本の再取得価格の比率である。

$$\delta^i(U_{it}) = \frac{\alpha_i \gamma_i p_{it} Y_{it}}{\phi_i p_{it}^{I1} K_{it}^1} \Rightarrow \log(U_{it}) = C_i + \frac{1}{\phi_i} \log\left(\frac{p_{it} Y_{it}}{p_{it}^{I1} K_{it}^1}\right)$$

TFP

TFP はソロー残差を用いる。 c^x は投入 x のコストシェアである。

$$dz_{it} = dy_{it} - 0.5(c_{it-1}^m + c_{it}^m)dm_{it} - 0.5(c_{it-1}^l + c_{it}^l)dl_{it} - 0.5(c_{it-1}^k + c_{it}^k)(dk_{it} + du_{it})$$

4.3 データ

稼働率推計

代理変数の分子に当たる名目生産 ($p_{it}Y_{it}$) は工業統計の「生産額」を用いた。

分母の実質設備資本 (K_{it}^1) は以下のように作成している。1980年の工業統計の「有形固定資産」「年初現在高」「土地以外のもの」を各4桁分類産業の設備と建物の名目値とした。次に法人企業統計の「その他の有形固定資産」と「建物仮勘定」の2桁分類産業の比率を用いて設備の名目値を作成した。これを国民経済計算年報「純固定資産の構成」「その他の機械・設備」のデフレーターを用いて実質化し³、1980年時点の実質設備資本を作成した。次に工業統計の「機械及び装置」の取得額を名目設備投資額 (X_{it}^1) とし、JIP データベース 2006 の名目設備投資額と実質設備投資額の比から産業別設備投資財デフレーター (p_{it}^{I1}) を作成し、これを用いて実質投資額を作成した。資本減耗率 (ν) は Dean, Darrough and Neef (1990) で計算された機械・装置の減耗率である 0.173 とした。これらを用い実質設備資本の系列を作成した。これに先ほど JIP データベース 2006 から作成した (p_{it}^{I1}) を掛けたものが設備資本の再取得価格 ($p_{it}^{I1}K_{it}^1$) である。

TFP 推計

TFP の推計では資本稼働率以外の要因による影響を排除するため、資本稼働率以外のデータは全て JIP (2006) のみを利用した。

5 推計結果

5.1 稼働率

回帰分析

まず2桁分類産業の METI 稼働率と代理変数の回帰分析から見てみよう。表1に示されているように各産業の ($1/\phi_i$) は0から1の間の値になっている。理論上 ϕ_i は1以上でなければならないので、この結果はモデルと整合的である。また Burnside and Eichenbaum (1996) ではマクロ全体の ϕ を 1.5 と推計しており、多くの産業でこの値と整合的になって

³各数値を実質化する際には JIP データベース 2006 に合わせて 1995 年を基準年としている。

いる。また決定係数もそれなりの値になっている。

各産業の稼働率

図2以降では各産業の(1)経済産業省の「METI稼働率」(2)METI稼働率の対象品目に
対応する稼働率推計値(3)産業全体の稼働率推計値、の3つを示している。

図から分かるように、多くの産業において(1)と(2)が近い動きをしており、代理変数
と推計モデルが適切なものであったことを示唆している。またこれらと(3)の長期的な
動きが異なっているものも多く、やはりカバレッジの問題があることが伺える。しかし、
(3)が(1)(2)より高くなるか低くなるかは産業によって異なっている。具体的には非鉄金
属、金属製品、電気機械といった産業で(3)が低くなる傾向があるのに対し、一般機械、
情報・通信といった産業で高くなる傾向が見られた。

これは産業政策を考える上で重要なインプリケーションを持っている。通常、稼働率
は資本(設備)が過剰な産業で低くなると考えられており、今回用いたモデルにおいて
も稼働率は資本・生産比率に逆相関することからこの関係は成立している。なんらかの
外部性の存在によって各産業の設備投資・廃棄に影響を与える政策を行わなくてはなら
ないとき、カバレッジに問題がある稼働率指数を用いて設備の過剰・過少を判断するこ
とには支障がある恐れがある。産業政策を行う上では統計が把握できていない企業の存
在も考えなくてはならない。またこの問題を軽減するためにも、カバレッジを広げる努
力が為されるべきであろう。

製造業稼働率

上の3つの指数を集計化したものが図9に示されている。カバレッジの問題をクリアし
た産業全体の推計指数は残りの2つに比べて高くなっていることが示されている。これ
はウェイトの高い一般機械や情報通信の稼働率が高くなっていることが大きい。

5.2 TFP

まずTFPと資本稼働率の関係を整理する。TFP成長率をソロー残差で推計する場合、
TFP成長率(dz)はアウトプット成長率(dy)とインプット成長率(dx)差として推計され
る。インプット成長率は、資本サービス成長率(ds)と労働成長率(dl)にそれぞれのコス
ト比(α, β)を掛けたものである。資本サービス(資本投入)は資本ストックと資本稼働
率の積なので、資本サービス成長率は資本ストック成長率(dk)と資本稼働率成長率(du)
の和になる。

$$dz = dy - dx = dy - \alpha ds - \beta dl = dy - \alpha(dk + du) - \beta dl \quad (1)$$

ここから分かるように、資本稼働率とTFPには負の関係が成立する。90年代の日本

について言えば、推計された稼働率の90年代における落ち込みが大きいほど、90年代のTFP成長率は高くなる。

表2において(1)稼働率を修正していないTFP成長率(2)METI稼働率で資本稼働率を修正したTFP成長率(3)本論文で推計された資本稼働率で修正したTFP成長率、(4)比較対象として川本(2004)が推計したTFP成長率、これら4つを各期間に分けて表示している。

全体的な傾向をまとめると以下のようなになる。どの推計結果においても90年代にTFP成長率が低下しており、特に90年代前半が最も低くなる傾向がある。但し90年代を比べるとMETI稼働率を用いた場合に最も低下幅が小さくなり、本論文が推計した稼働率で修正したTFP成長率が残り2つの間に来ている。これはMETI稼働率の対象が不況の影響を大きく受けた品目に偏っており、90年代の資本稼働率の低下を過大に見積もった可能性を示唆している。

その一方で、METI稼働率のカバレッジの問題をクリアしたとしても90年代前半において資本稼働率の影響は大きく、これを無視することができないことも分かった。

6 まとめと今後の課題

本論文では、稼働率の推計に関する2つの重要な手法を挙げ、それぞれの問題点を指摘した。2つの重要な手法とは、(1)理論から稼働率の代理変数を求める手法と(2)代理変数を直接仮定しMETI稼働率との対応関係から正当化する手法であるが、前者には理論に含まれる仮定の正しさを確認することができない、後者には代理変数の正当化に用いたMETI稼働率のカバレッジが十分でない、という問題がある。

そこで、両者の方法を組み合わせることでそれらの問題を解決する方法を提示した。まず4桁分類産業のデータを工業統計から得た上で、METI稼働率が対象とする産業において推計モデルが妥当なものであることを確認した。そして、そのモデルを製造業全体に拡張することで製造業全体の稼働率を推計し、最後にその稼働率を用いてTFP成長率を計算した。

その結果は以下のようなものである。まず2桁産業レベルでの稼働率を推計した結果、(1)経済産業省のMETI稼働率、(2)METI稼働率の対象品目に対応する稼働率推計値、(3)産業全体の稼働率推計値、の3つを比較すると、(1)と(2)は比較的近い動きをするのに対し、(3)が大きく異なる動きをする産業が見られた。この結果は推計モデルを正当化すると同時に、2桁産業レベルではMETI稼働率のカバレッジの問題が重要であることを示唆している。また、このことの産業政策への含意も議論した。

次に製造業全体の稼働率を推計した結果、経済産業省のMETI稼働率はカバレッジの問題から90年代の稼働率を実際の値より低く見積もっている可能性があることが分かった。

最後に推計した製造業全体の稼働率を用いてTFPを推計した結果、(a)稼働率を考慮しない場合、(b)METI稼働率を直接用いる場合、(c)推計した稼働率を用いる場合、の3つのTFP成長率を比べると、 $(a) < (c) < (b)$ という関係が成立していた。推計された稼働

働率の水準は METI 稼働率のそれより高くなるため、TFP 成長率は前者の場合のほうが低くなる。

しかし定性的な結果に関しては、Miyagawa et al. (2006) など過去の研究と似たものになっている。即ち、本論文で推計された稼働率も 80 年代に比べ 90 年代にその水準を落としており、それをを用いて TFP を推計すると稼働率の効果を無視した場合に比べて 90 年代の TFP 成長率は高くなっている。つまり、90 年代の TFP 成長率低下の一定の部分は資本稼働率が低下した効果が TFP に混入した結果だと考えられる。

今後の課題は以下のようなものになる。本論文では分析対象を資本の稼働率に限定したが、労働に関しても稼働率が考えられる。労働に関しては労働時間の統計があるが、同じ時間働いても労働の強度が変化する可能性は高い。労働は資本に比べ分配率が高いため影響力が大きく、この効果も含めると 90 年代の TFP 成長率の低下のより大きな部分が稼働率に還元できるかもしれない。

もう 1 つの課題は非製造業の稼働率である。これも従来の研究では簡単な代理変数を用いることが多かった。しかし部分的ではあるが非製造業にも稼働率を求められる統計が存在し、これらを用いる余地があると思われる。

参考文献

- [1] 鎌田康一郎, 増田宗人 (2000). “マクロ生産関数に基づくわが国の GDP ギャップ”. 日本銀行調査統計局 Working Paper Series 00-15
- [2] 川本卓司 (2004). “日本経済の技術進歩率計測の試み: 「修正ソロー残差は失われた10年について何を語るか?»”. 金融研究 23 巻 4 号
- [3] 経済産業省経済産業政策局調査統計部 (2005). “指数の作成と利用”
- [4] 深尾京司, 権赫旭 (2003). “日本の生産性と経済成長”. ESRI Discussion Paper Series No.66
- [5] 深尾京司, 村上友佳子 (2001). “非製造業における設備稼働率と成長会計”. 内閣府経済社会総合研究所 『「日本の潜在成長力の研究」中間報告』内閣府経済社会総合研究所
- [6] 宮尾龍蔵 (2001). “GDP ギャップの推計と供給サイドの構造変化”. 日本銀行調査統計局 Working Paper 01-18
- [7] 宮川努, 真木和彦 (2001). “GDP ギャップ計測の課題と新たな方向性”. 日本銀行調査統計局 Working Paper 01-15
- [8] Burnside, Craig and Martin Eichenbaum (1996). “Factor-Hoarding and the Propagation of Business-Cycle Shocks”. *American Economic Review*, Volume. 86, pp. 1154-1174
- [9] Dean, E., M. Darrough, and A. Neef (1990). “Alternative Measures of Capital Inputs in Japanese Manufacturing”. in Charles R. Hulten(ed), *Productivity Growth in Japan and the United States*, Chicago:University of Chicago Press.
- [10] Greenwood, Jeremy, Zvi Hercowitz, and Gregory W. Huffman (1988). “Investment, capacity utilization, and the real business cycle”. *American Economic Review*, Volume 58, Issue 3, Page 402-417
- [11] Hayashi, Fumio and Edward C. Prescott (2002). “The 1990s in Japan: A Lost Decade”. *Review of Economic Dynamics*, Volume 5, pp.206-235
- [12] Miyagawa, Tsutomu, Yukie Sakuragawa, and Miho Takizawa (2006). “Productivity and Business Cycles in Japan: Evidence from Japanese Industry Data”. *Japanese Economic Review*, Volume 57, pp 161-186

表 1: パラメータ

	$1/\hat{\phi}_i$	$s_{(1/\phi_i)}$	R^2
非鉄金属	0.328763	0.089069	0.431
金属製品	0.565227	0.15976	0.410
一般機械	0.802885	0.126663	0.695
電気機械	0.669088	0.06688	0.848
情報通信機械	0.662521	0.138305	0.530
精密機械	0.780847	0.150774	0.598
窯業・土石	0.431186	0.053113	0.785

表 2: TFP 成長率 (付加価値ベース)

	80-90	90-02	90-95
稼働率を考慮せず	3.26	0.73	0.31
METI 稼働率	3.23	1.02	0.79
修正稼働率	3.20	0.92	0.65
川本 (2004) 耐久財	3.5	2.1	
川本 (2004) 非耐久財	2.0	2.1	

備考：川本 (2004) は 80 - 90、90 - 98 年の結果である。

図 1: METI 稼働率 (2000=100)

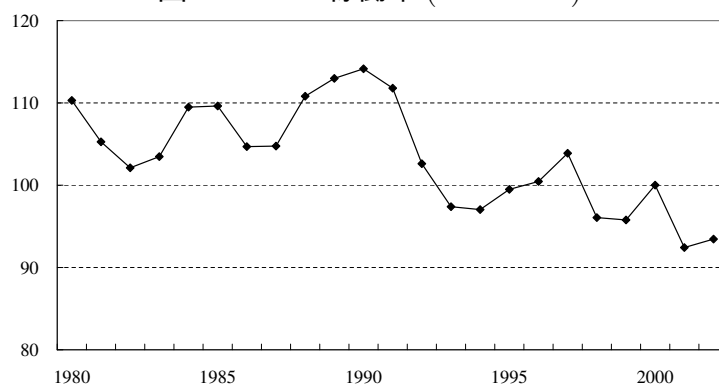


図 2: 非鉄金属

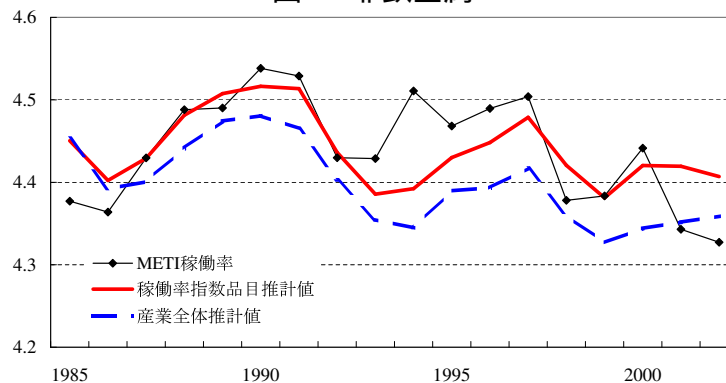


図 3: 金属製品

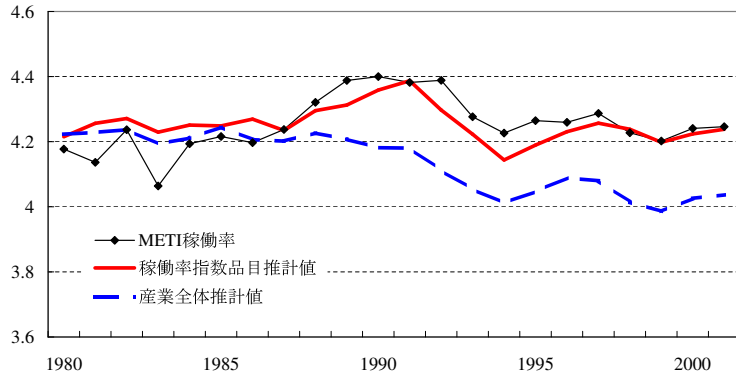


図 4: 一般機械

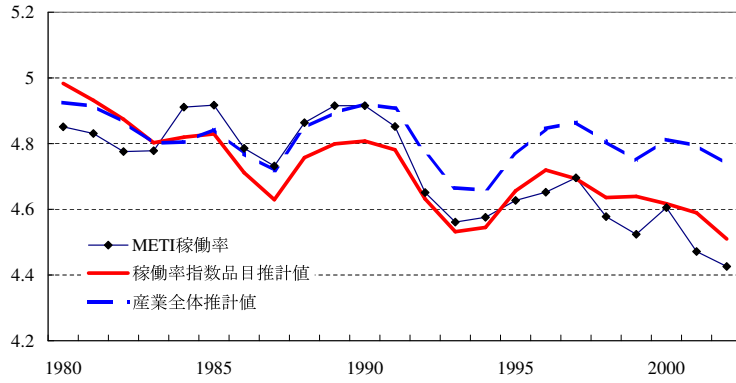


図 5: 電気機械

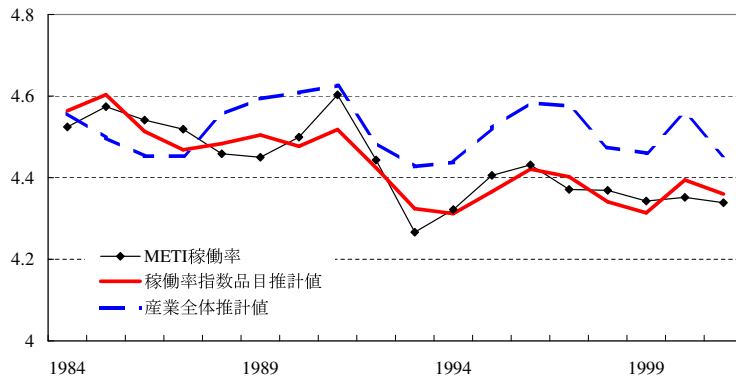


図 6: 情報・通信

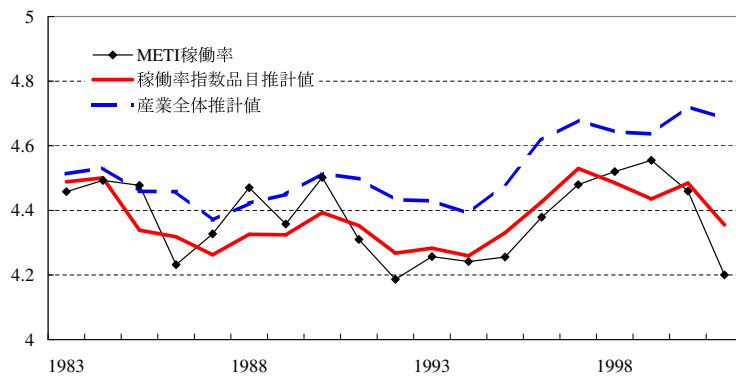


図 7: 精密機械

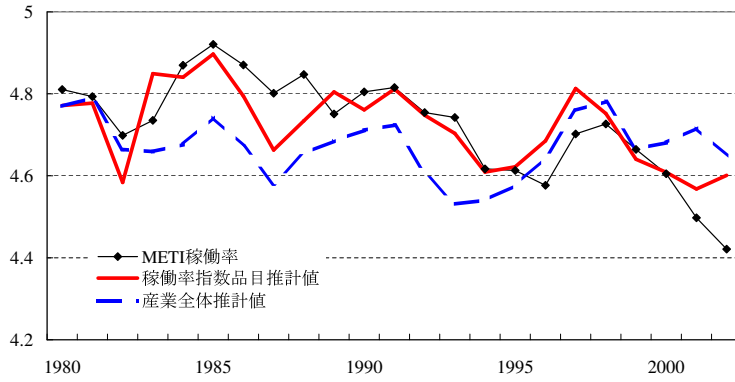


図 8: 窯業・土石

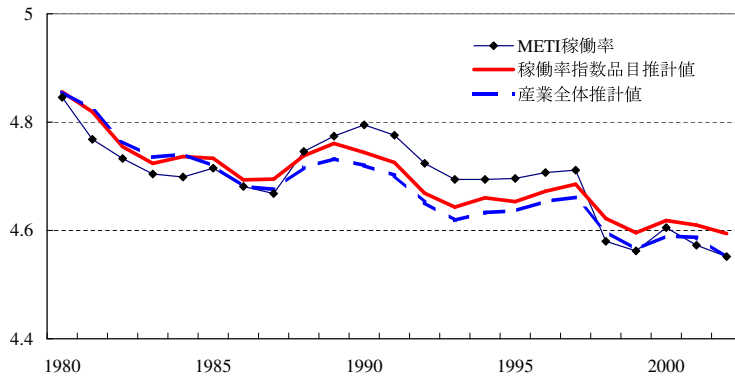


図 9: 集計化稼働率

