

|              |   |
|--------------|---|
| Title        | デフレ下における技術進歩パラドックス：労働・資本生産性の同時上昇と技術進歩停滞(技術と経済)  |
| Author(s)    | 藤, 祐司; 渡辺, 千仞   |
| Citation     | 年次学術大会講演要旨集, 18: 184-187  |
| Issue Date   | 2003-11-07  |
| Type         | Conference Paper  |
| Text version | publisher   |
| URL          | <a href="http://hdl.handle.net/10119/6868">http://hdl.handle.net/10119/6868</a>   |
| Rights       | 本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management. |
| Description  | 一般論文  |

○藤 祐司, 渡辺千仞 (東工大社会理工学)

1. 背景

図1は、日本及び欧米の TFP 成長率の推移を示したものである (EC, 2001 [4])。日本の TFP 成長率は、1970 年代後半からの 10 年間は欧州とほぼ同水準、1980 年代後半は欧米に比べはるかに高かったが、1990 年代前半はマイナスになり、1990 年代後半も極めて低い水準にとどまっている。

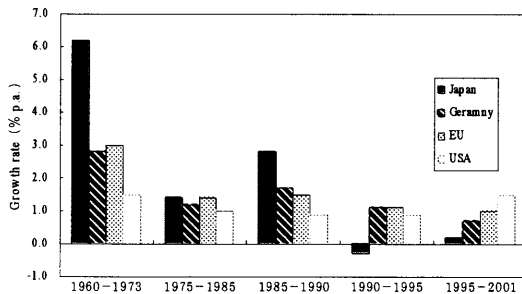


図1. 日米欧 TFP 成長率の推移 (1975 - 2001).

出所: European Competitiveness Report 2001.

また、TFP は、次のように技術の限界生産性 (MPT: Marginal Productivity of Technology) と GDP 当たりの研究開発投資 (研究開発強度) の積として考えることができる。

GDP を  $V$ 、それに対する生産要素  $X$  (労働  $L$ 、資本  $K$ ) と技術ストック  $T$  の投入で構成される生産関数を考える。

$$V = F(X, T) \tag{1}$$

$V$ : 売上高;  $X$ : 労働 ( $L$ ), 資本 ( $K$ );  $T$ : 技術ストック

$\frac{dV}{dt} \equiv \Delta V$ ,  $\frac{dX}{dt} \equiv \Delta X$  とおくと、技術ストック  $T$  は研究開発投資  $R$  の累積であり、 $\frac{dT}{dt} \equiv \frac{R}{V}$  (研究開発投資) であるので、

$V$  の成長率は(5-5)式により表される。

$$\frac{\Delta V}{V} = \sum_{X=L,K} \left( \frac{\partial V}{\partial X} \cdot \frac{X}{V} \right) \frac{\Delta X}{X} + \left( \frac{\partial V}{\partial T} \cdot \frac{T}{V} \right) \frac{\Delta T}{T} \tag{2}$$

右辺の第 2 項は、全要素生産性 (TFP) 成長率で技術進歩を示し、次のように、技術の限界生産性 ( $\partial V / \partial T$ ) と GDP 当たりの研究開発投資 (研究開発強度)  $R/V$  の積で示される。

$$\frac{\Delta TFP}{TFP} = \frac{\Delta V}{V} - \sum_{X=L,K} \left( \frac{\partial V}{\partial X} \cdot \frac{X}{V} \right) \frac{\Delta X}{X} = \left( \frac{\partial V}{\partial T} \cdot \frac{T}{V} \right) \frac{\Delta T}{T} \approx \frac{\partial V}{\partial T} \cdot \frac{R}{V}$$

$$\therefore \frac{\Delta TFP}{TFP} = \frac{\partial V}{\partial T} \cdot \frac{R}{V} \tag{3}$$

このように、TFP を技術の限界生産性 (MPT) と研究開発強度との積として捉えると、日本の研究開発強度は図2に見られるように、1990 年代に入ってから緩やかに上昇していることから、日本の TFP 成長率の激減は、技術の限界生産性 (MPT) の急減に起因するものであることが明確になる。

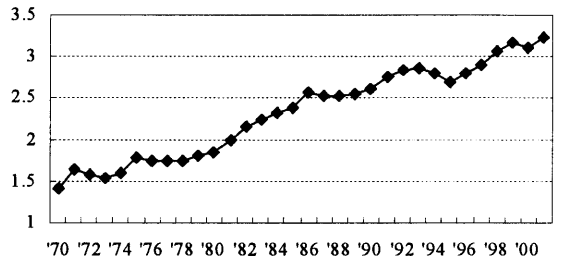


図2. 日本の研究開発強度の推移 (1970-2001).

出所: 科学技術研究基本調査 (総務省)

1980 年代までの高い TFP 成長率の要因は、高成長の経済発展の中で、積極的な研究開発投資、設備投資が行われたことによるものであった。

一方、1990 年代には、図3に示された高成長下での経済成長を起点とする好循環ダイナミズムが機能しなくなり、① 新たな成長がないことから技術の限界生産性が大幅に低下し、② それが TFP 成長率を低下させ、③ 低い TFP 成長率は低成長をもたらし、④ 低成長が技術の限界生産性を低下させる、という悪循環メカニズムが働くことになったことを示している。

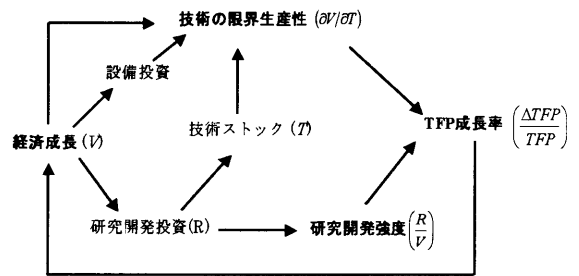


図3. 経済成長、技術の限界生産性、TFP 成長率の悪循環。

## 2. デフレ経済下におけるイノベーションメカニズム

### 2.1 デフレ経済の加速化による TFP 成長率の上昇

#### (1) TFP 成長率と生産要素価格の関係

国民経済計算において、生産は所得（生産要素に対する支払）に等しく、次の関係が成立する。

$$V = wL + kK \quad (4)$$

$V$ : GDP,  $L$ : 労働投入量,  $K$ : 資本投入量,  $w$ : 実質賃金,  $k$ : 実質資本価格

(4)式の両辺を時間  $t$  で微分し、 $V$  で割ることにより、次の式を得る。

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{wL}{V} \left( \frac{\Delta w}{w} + \frac{\Delta L}{L} \right) + \frac{kK}{V} \left( \frac{\Delta k}{k} + \frac{\Delta K}{K} \right) \quad (5)$$

ここで、生産要素の投入量の成長率を左辺に移すことによって、次式が得られる。

$$\frac{\Delta V}{V} - \frac{wL}{V} \frac{\Delta L}{L} - \frac{kK}{V} \frac{\Delta K}{K} = \frac{wL}{V} \frac{\Delta w}{w} + \frac{kK}{V} \frac{\Delta k}{k} \quad (6)$$

この左辺は、産出の成長率から生産要素の成長率にそれぞれ労働分配率と資本分配率をかけたものを引いたものであり、全要素生産性 TFP の成長率そのものである。このため、TFP 成長率は次のように表わされる。

$$\frac{\Delta TFP}{TFP} = \frac{wL}{V} \frac{\Delta w}{w} + \frac{kK}{V} \frac{\Delta k}{k} \quad (7)$$

(7)式は、TFP 成長率が生産要素の実質価格の変化率で規定され、その加重和で表わされることを示している。

#### (2) デフレ経済下の実質生産要素価格の推移

最近の日本の実質労働価格（名目賃金/GDP デフレーター）のトレンド、及び名目金利とインフレ率(GDP デフレーター変化率)の関係のトレンドを図4及び図5に示す。

図5及び図6に示されるように、名目賃金>GDP デフレーター、インフレ率>>名目金利、と先に見たデフレ下での構造的特徴たる  $\Delta w/w > 0$ ,  $\Delta k/k > 0$  が進行していることが判然と伺われる。

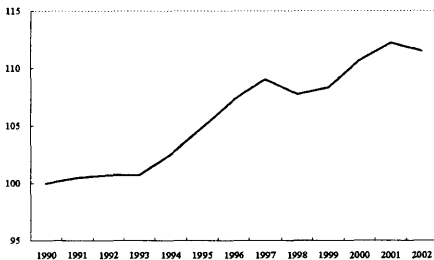


図4. 日本の実質労働価格の推移 (1990-2002) : 1990=100.

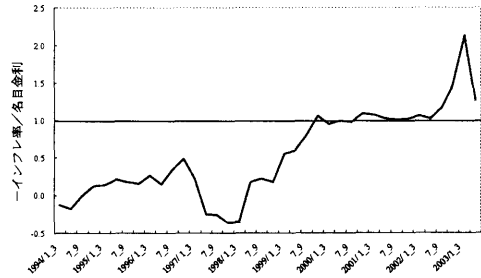


図5. 日本の名目金利とインフレ率の関係の推移 (1994-2003).

以上の実質生産要素価格の上昇は、(7)式で示される TFP 成長率の上昇要因となっている。

#### (3) 労働生産性・資本生産性の同時上昇

デフレ経済の進行にともない、最近の日本においては、実質賃金及び資本価格の上昇の結果、TFP 成長率が上昇しているが、これはとりもなおさず労働生産性と資本生産性の同時上昇を来すことになる (JP Morgan, 2003 [1])。

$\alpha, \beta$  をそれぞれ労働と資本の弾性値 (分配率) とすると、

$$\frac{\Delta TFP}{TFP} = \alpha \frac{\Delta w}{w} + \beta \frac{\Delta k}{k} \quad (8)$$

従って、

$$\alpha = \frac{\partial V}{\partial L} \cdot \frac{L}{V} \quad (9)$$

また、労働の限界生産性は実質賃金の  $w$  と等しいことから、 $\partial V / \partial L = w$  を(9)式に代入することによって、次の式を得る。

$$\alpha = w \cdot \frac{L}{V} \quad (10)$$

両辺を時間で微分することにより、

$$\frac{\Delta \alpha}{\alpha} = \frac{\Delta w}{w} + \frac{\Delta(L/V)}{(L/V)} \quad (11)$$

需要創出等がない場合、 $\Delta \alpha / \alpha = 0$  であることから、

$$\frac{\Delta w}{w} = - \frac{\Delta(L/V)}{(L/V)} = \frac{\Delta(V/L)}{(V/L)} \quad (12)$$

$\beta$  についても同様に行い、(8)式から次の式が導かれる。

$$\frac{\Delta TFP}{TFP} = \alpha \frac{\Delta(V/L)}{(V/L)} + \beta \frac{\Delta(V/K)}{(V/K)} \quad (13)$$

(13)式から、デフレ経済の進行にともない、最近の日本においては、労働生産性のみならず、資本生産性も同時に上昇していることがうかがわれる。

(13)式の関係を図示すると、次のように表される。

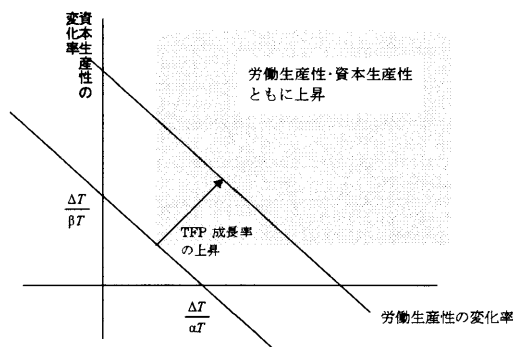


図 6. TFP 成長率と労働生産性・資本生産性変化率の関係。

(注) T、Δ T はそれぞれ TFP、Δ TFP を表わす。

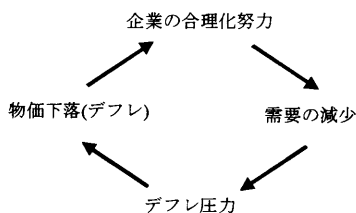
TFP 成長率が同一ペースの場合には、労働生産性の変化と資本生産性の変化は代替的であるが、この同時上昇は、TFP 成長率が加速されているときに可能である。すなわち、現下の日本経済は、デフレの加速度的な進展 ( $\Delta(-\pi)/(-\pi) > 0$ ) の結果、実質賃金、資本コスト双方の上昇をもたらし、TFP 成長率がおのずと加速され、その結果、労働生産性と資本生産性の同時上昇の現象が見られるに至っているのである。

## 2.2 デフレスパイラルの懸念

現下の日本経済における労働、資本の両生産性の同時上昇は、デフレに対応して企業がコスト削減のため労働、資本の両面で合理化を行った結果によるものである。この行動は、供給サイドにおける次の2つのデフレスパイラルを引き起こす恐れがある。

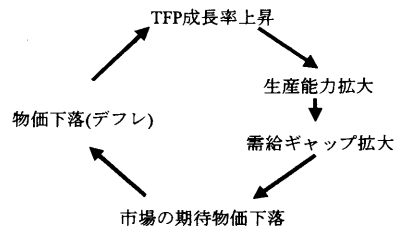
### (1) 合理化によるデフレスパイラル

デフレの下で、利益を上げるためにコスト削減のさらなる合理化は、リストラや設備廃棄を通じて需要の縮小をもたらし、デフレ圧力を加速することになる。



### (2) 生産能力拡大によるデフレスパイラル

デフレによる TFP の上昇は、マクロ経済的には供給能力の拡大をもたらすものである。一方、需要拡大が伴わないため、需給ギャップが拡大することになる。需給ギャップの拡大は、市場における供給サイドと需要サイドの双方の期待価格を下落させる。この結果、現実の物価が下落し、デフレが加速されることになる。



この二つのデフレスパイラルが複合化することによって、供給能力拡大によるデフレ圧力に、合理化による需要減退のデフレ圧力が加わる結果、デフレ圧力が増幅し加速することが懸念される。

## 3. デフレ下の TFP

### 3.1 デフレ下の TFP の構成要素

デフレ経済下においては、本質的な需要が創出されない限り、ミクロの企業業績とマクロの経済動向との乖離をきたし、ひいてはデフレスパイラルをもたらすことになる。

このようなインバランスを検証するために、(4) 式は、次のように発展させる必要がある (Hsieh, 2002 [5])。

$$V = wL + kK + \Pi \quad (14)$$

$\Pi$  は、「マーケットパワーによる恩恵」 (Hsieh) とも称するもので、これが実効を伴うことにより、需給両面の乖離が是正され、ミクロの企業業績とマクロの経済動向のマッチングが図られることになる。以後これを Ruttan (2001) [6] の Institutional Innovation の考えに即して、Institutional Innovation Factor (IIF) と呼ぶ。

(14)式より、

$$\frac{\Delta V}{V} = \left( \alpha \frac{\Delta L}{L} + \beta \frac{\Delta K}{K} \right) + \left( \alpha \frac{\Delta w}{w} + \beta \frac{\Delta k}{k} \right) + \frac{\Pi}{V} \cdot \frac{\Delta \Pi}{\Pi} \quad (15)$$

従って、

$$\frac{\Delta TFP}{TFP} = \alpha \frac{\Delta w}{w} + \beta \frac{\Delta k}{k} + \frac{\Pi}{V} \cdot \frac{\Delta \Pi}{\Pi} \quad (16)$$

(16)式の  $\Pi$  すなわち、Institutional Innovation Factor (IIF) は、(3) 式による市場で誘発された TFP 成長率 (Market Induced TFP: MI-TFP という) と、(8)、(13) 式による供給サイドの TFP 成長率 (Supply Side TFP: SS-TFP という) とのギャップを示すものと考えられる。

このような観点に立って、表 1 及び図 7 は、日本の製造業における 1961-2000 年の間の MD-TFP、SS-TFP、IIF の動向を分析したものである。

表1 日本の製造業の TFP 及び IIF の推移 (1961-2000)

| MD-TFP   | SS-TFP | IIF |
|--|--------|-----|
| $\frac{\Delta TFP}{TFP} = \alpha \frac{\Delta w}{w} + \beta \frac{\Delta k}{k} + \frac{\Pi}{V} \cdot \frac{\Delta \Pi}{\Pi}$ |        |     |

|           | $\frac{\Delta TFP}{TFP}$ | $\alpha \frac{\Delta w}{w}$ (%) | $\beta \frac{\Delta k}{k}$ | $\frac{\Pi}{V} \cdot \frac{\Delta \Pi}{\Pi}$ |
|-----------|--------------------------|---------------------------------|----------------------------|--|
| 1961-70   | 8.24                     | 5.54                            | -0.70                      | 3.39   |
| 1971-80   | 12.86                    | 4.55                            | -1.83                      | 10.14  |
| 1981-90   | 11.34                    | 2.11                            | -0.25                      | 9.47   |
| 1991-95   | 3.15                     | 2.93                            | -1.71                      | 1.93   |
| 1996-2000 | 0.56                     | 1.43                            | -0.17                      | -0.69  |
| 2001-2002 | 0.3                      | 1.3                             | 0.5                        | -1.5   |

a 2001-2002 は、暫定推定値。

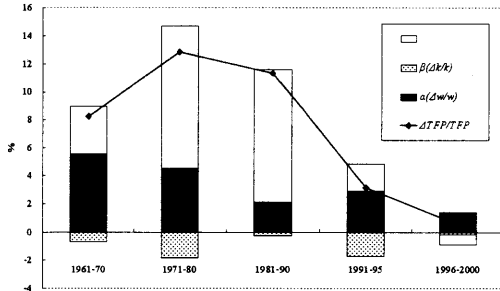


図7. 日本の製造業のTFP及びIIFの推移(1961-2000).

表1及び図7を見ると次の関係が伺われる。

- ① 1960年代は、SS-TFPがTFP成長率上昇の牽引力。
- ② 1970、1980年代には、IIFがTFP成長に大きな役割。
- ③ 1990年代に入ると、IIFが急速に減少し、MI-TFPが急減。
- ④ 更に1990年代後半は、SS-TFPがTFP成長の中心となり、IIF寄与の更なる低下。
- ⑤ デフレ下においては、SS-TFPがTFP成長の中心となり、それがミクロな企業業績とマクロな経済動向との乖離を拡大し、IIFをスポイルし、ひいては、MI-TFPを減少させ、企業業績と経済動向との乖離を更に拡大させる悪循環を生むことが強く懸念。

表2及び図8は、日本の製造業の過去30年のSS-TFPとMI-TFPとの相関を分析したものである。

表2 日本の製造業のSS-TFPとMI-TFPの相関(1970-2000)

$$\ln(MI-TFP) = 2.00 + 0.62D_{75-93} \ln \lambda - 2.30D_{94-98} \ln \lambda - 0.70D_{90-93}$$

(8.08)      (2.38)                      (-6.21)                      (-2.94)

adj. R<sup>2</sup> 0.807      DW 1.18

λ: SS-TFP(5年移動平均); D: ダミー (D<sub>75-93</sub>: 1970-1993の期間=1, それ以外の期間=0; D<sub>94-98</sub>: 1994-1998の期間=1, それ以外の期間=0; D<sub>90-93</sub>: 1989-1993の期間=1, それ以外の期間=0)

表2及び図8より、供給サイドTFP成長(SS-TFP)と市場誘発TFP成長(MI-TFP)には次の関係が伺われる。

- ① 従来補完的であったが、1990年代半ばから代替関係に転換
- ② すなわち、デフレ経済の進行の中で、企業の合理化努力に

よる「供給サイドのみTFP上昇」は、ミクロ企業業績とマクロ経済動向との乖離を広げ、イノベーションシステムの寄与を低下させる悪循環を招来。

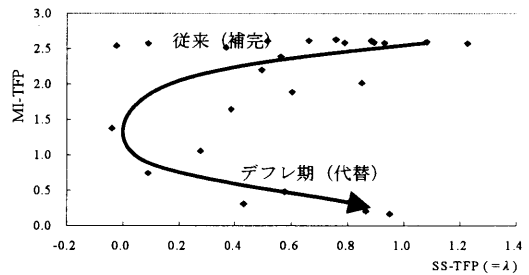


図8. 日本の製造業のSS-TFPとMI-TFPの関係の推移。

従って、経済のグローバル化、経済の成熟化の必然的帰結として、程度は別として、デフレ経済化が不可避であることを考えると、「供給サイドのみの視点にたったTFP上昇」(SS-TFP)は、ミクロとマクロの乖離を拡大し、「イノベーションシステムの効率性」を損なう悪循環のトリガーともなり得ることを十分認識し、「市場評価を反映したTFP上昇」(MI-TFP)との一体的、システムの検討が不可欠である

#### 4. 考察

以上の結果、次のような知見を得た。

- ① 日本の全要素生産性が1990年代に激変したのは、技術の限界生産性(MPT)の急減に起因。
- ② デフレ経済下においては、通常は労働生産性と資本生産性は代替的な動きを示すが、物価の下落によって全要素生産性が上昇する場合には労働と資本生産性の3つが同時に上昇する現象が観察。
- ③ デフレ経済下における企業の合理化努力は、需要の拡大を伴わない生産性の上昇をもたらし、ミクロ企業の業績とマクロ経済動向との乖離を広げ、生産性上昇と経済停滞の悪循環の可能性が存在。
- ④ 以上より、デフレ経済下においては、需要創出を伴う新機能創出型のイノベーションが鍵となることが示唆。

#### 参考文献

- [1] JP Morgan 「日本：製造業の生産性は水面下で着実に上昇」『Global Economic & Policy Research』2003.
- [2] 原田泰、川崎研一、江川暁夫、木滝秀彰 『賃金の硬直性と金融政策の重要性』内閣府経済社会総合研究所、2003.
- [3] 渡辺千仞 『技術革新の計量分析』日科技連、2001.
- [4] European Commission, European Competitiveness Report 2001 (Eur-Op, Luxembourg, 2001).
- [5] Hsieh Chang Tai, "What Explains the Industrial Revolution in East Asia? Evidence From the Factor Markets," *American Economic Review* 92(3), 502-526 2002.
- [6] Ruttan, V., *Technology, Growth, and Development - An Induced Innovation Perspective* (Oxford University Press, Oxford, New York, 2001).