

Title	社会経済との相互作用を通じた技術の性格形成メカニズム : 成熟化・情報化・低成長化に対応する技術政策への覚醒(ニーズを見据えた研究開発2)
Author(s)	渡辺, 千仞
Citation	年次学術大会講演要旨集, 18: 489-492
Issue Date	2003-11-07
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/6933
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

○渡辺千仞（東工大社会理工学）

1. 序

成熟経済化、情報化に対応する技術政策への覚醒を主眼に、社会経済との相互作用を通じた技術の性格形成分析を進展。

技術の限界生産性の激減は、① 製造技術の情報化社会とのシステムヒッチ、② 従来モデルへの執着による成長軌道の選択ミス、③ 両者の共鳴、によることを実証。

機動性・柔軟性・適応性・連携性に卓越した企業（FDC）主導による、ITの自己増殖機能と新機能創出型成長軌道との共鳴が鍵とすることを指摘。

2. 技術競争力の低下

(1) GDP 成長要因分析

労働・資本を X 、技術ストックを T とすると、GDP (V) は(1)式で示され、その成長率は(2)式で示される。

$$V = F(X, T) \quad \frac{dV}{dt} = \Delta V, \frac{dX}{dt} = \Delta X, \frac{dT}{dt} = \Delta T \approx R \quad (\text{研究開発投資}) \quad (1)$$

$$\frac{\Delta V}{V} = \sum_{X \in X} \left[\frac{\partial V}{\partial X} \frac{X}{V} \right] \frac{\Delta X}{X} + \left[\frac{\partial V}{\partial T} \frac{T}{V} \right] \frac{\Delta T}{T} \approx \sum_{X \in X} \left[\frac{\partial V}{\partial X} \frac{X}{V} \right] \frac{\Delta X}{X} + \frac{\partial V}{\partial T} \frac{R}{V} \quad (2)$$

TFP 成長率

労働の高齢化、低成長下での資本の老朽化のもとで、産業の競争力は畢竟、全要素生産性（TFP）上昇率に依存することになる。

(2) TFP の急減

しかるに、1980 年代に圧倒的優位を誇った日本の TFP 成長率は、表 1、図 1-1 に示すように、1990 年代に急減。

表 1 日米独の GDP 成長率と TFP 成長率の貢献の推移 - 年率%

	1960 - 1973	1975 - 1985	1985 - 1990	1990 - 1995	1995 - 2001
日本	9.7 (6.2)	2.2 (1.4)	3.4 (2.8)	2.0 (-0.3)	1.8 (0.2)
米国	3.8 (1.5)	3.4 (1.0)	3.2 (0.9)	2.4 (0.9)	3.9 (1.5)
ドイツ	4.6 (2.8)	3.8 (1.2)	5.2 (1.7)	1.5 (1.1)	1.1 (0.7)

※ 数字は GDP 成長率、() 内は TFP 成長率を示す。

(3) 技術の限界生産性の激減

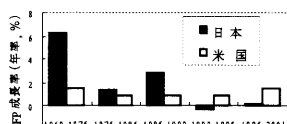


図 1-1. 日本の TFP 成長率の推移 (1960 - 2001)。

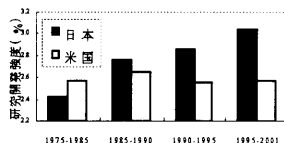


図 1-2. 日本の研究開発強度 (GDP 当り研究開発費) の推移 (1975-2001)。



図 1-3. 日本の技術の限界生産性の推移 (1960-2001)。

(2)式に示すように、TFP 成長率は、研究開発強度 (R/V) と技術の限界

3. 技術の限界生産性激減の構造的背景

このような、技術の限界生産性の激減は、成熟経済化及び情報化社会へのパラダイムシフトの中で、① 工業化社会で培った製造技術が情報化社会とシステムヒッチをきたしていること、及び ② 工業化社会のビジネスモデルに執着する結果、成長軌道の選択ミスに陥っていることが考えられる。

3.1 情報化社会とのシステムヒッチ

(1)式は、情報化社会への適応性も加味して(3)式のように展開される [3]。

$$\ln V = A + \alpha \ln L + \beta \ln K + \gamma_1 \ln T + \gamma_2 D_x \ln T \quad (3)$$

$$D_x = \frac{1}{1 + e^{-\alpha T - \beta}} = \frac{1}{1 + e^{-\frac{\ln(1-\eta)/\eta}{\epsilon} + \ln \frac{1-\eta}{\eta} (1 - \frac{\epsilon}{\eta})}} \quad (4)$$

V : GDP, L : 労働, K : 資本, T : 技術ストック, A : スケールファクター, α, β, γ : 労働・資本・技術の弾性値, D_x : 工業化社会から情報化社会へのパラダイムシフトへの適応性を示す係数, η : 情報化社会への転換期, ϵ : 開閉時点, η : 増速ペース

γ_2 は情報化社会へのパラダイムシフト後の技術弾性値を示すが、表 2 に示すように、米国はこれがプラスなのにに対し、日本はマイナスに転じている。これは、米国の製造技術が情報化社会とシステムマッチしているのに対して、日本の方はヒッチをきたしていることを示す。

表 2 日米製造技術の GDP への貢献軌道の比較 (1975-1999)

	α	β	γ_1	γ_2	adj. R^2	DW
日本	0.586 (5.77)	0.370 (3.00)	0.367 (3.39)	-0.009 (-4.08)	0.995	1.42
米国	0.667 (6.87)	0.312 (7.36)	0.357 (10.31)	0.003 (1.65)	0.990	1.17

図 2 は、表 2 の結果をもとに両国製造技術の限界生産性の推移を示したものであり、米国が 1990 年代以降上昇させているのに対し、日本は減少に陥っていることがうかがわれる。

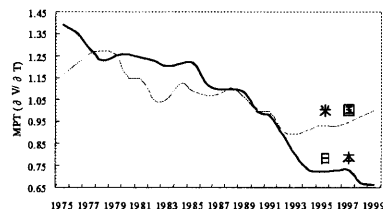


図 2. 製造技術の限界生産性の推移 (1975-1999) - Index: 1990 = 1.

この減少がシステムヒッチの結果によるものであることを実証するために、(5)式のような技術の限界生産性関数を考える。

$$MPT = F(V, T, D_x) \quad (5)$$

2 次項までテーラー展開。

$$\ln MPT = A + \alpha_1 \ln V + \alpha_2 \ln T + \alpha_3 \ln D_x + \beta_1 \ln V \ln T + \beta_2 \ln V \ln D_x + \beta_3 \ln T \ln D_x \quad (6)$$

両辺を $\ln D_x$ で偏微分することにより、(7)、(8)式に示す「製造技術の限界生産性の情報化シフト弾性値」を導出。¹

$$\frac{\partial \ln MPT}{\partial \ln D_x} = \alpha_3 + \beta_1 \ln V + \beta_2 \ln T + \alpha_1 \alpha_3 + \beta_1 \beta_2 \ln D_x + \beta_3 \ln T \quad (7)$$

$$\phi = 2r_T \ln T, \quad \frac{\partial \ln V}{\partial \ln T} = r_V + r_T D_x = r_T \quad (8)$$

1 本予稿集、柳沢・渡辺参照。

1980-1999の日本の製造業について、この弾性値を計測した結果は、表3、図3に示す通りであり、米国が1990年代以降この弾性値に弾みがついているのに対し、日本は減少傾向に転じていることがうかがわれる。これは、両国のシステムヒッチ（日本）とマッチ（米国）の好対照を示すものである。

表3 製造技術の限界生産性支配要因の日本比較（1980-1999）

	α_1	α_2	α_3	β_1	β_2	β_3	adj. R ²	DW
日本	2.430 (2.68)	0.517 (0.52)	0.249 (1.88)	-0.129 (-1.56)	0.064 (1.81)	-0.101 (-3.48)	0.990	0.90
米国	1.550 (5.26)	-0.402 (-1.33)	-0.241 (-10.25)	-0.082 (-1.92)	0.009 (1.84)	0.028 (4.95)	0.990	1.38

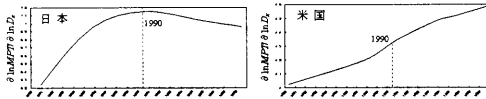


図3 製造技術の限界生産性の情報化シフト弾性値の推移の日本比較（1980-1999）

3.2 成長軌道の選択ミス

以上の両国のシステムヒッチとマッチの好対照は、成熟経済化に対応する成長軌道の選択ミスと表裏一体の帰結を示すものである。

(1) 日本のGDP成長の軌跡

1950-2000年の両国のGDP及び同成長率の推移は図4、5に示す通りであり、1990年代に入って、日本が停滞したのに対し、米国は顕著な回復を示している。

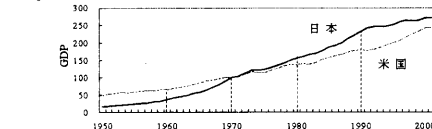


図4 日本GDPの推移（1950-2001）—指数：1970=100.

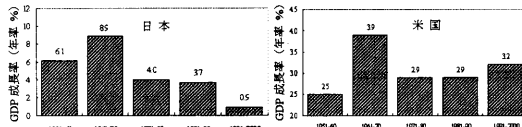


図5 日本の実質経済成長率の推移（1951-2000）.

(2) 日米の成長軌道

1990年代以降の成長の逆転要因を検証するため、両国のGDP成長軌道を、Tを用いた単純ロジスティック成長： $V = \frac{\bar{V}}{1 + e^{-a(T - T_0)}}$ 及びバイ・ロジスティック成長： $V = \frac{\bar{V}_1}{1 + e^{-a_1(T - T_1)}} + \frac{\bar{V}_2}{1 + e^{-a_2(T - T_2)}}$ の両モデルで検証。表4に示すように、両国ともバイ・ロジスティック成長モデルの適合性が大。

表4 日本製造業GDPに関する成長軌道の推計（1960-2000）

	$\bar{V}_1$	a_1	b_1	$\bar{V}_2$	a_2	b_2	adj. R ²	AIC
日本								
単純	1.20*10 ³ (58.93)	1.02*10 ⁻⁴ (18.19)	-1.67 (-20.88)				0.989	3.4*10 ³
バイ・ロジスティック	5.02*10 ⁴ (12.79)	4.76*10 ⁻⁴ (9.49)	-2.16 (-10.19)	6.80*10 ⁴ (15.41)	1.67*10 ⁻⁴ (8.68)	-4.29 (-7.22)	0.996	1.0*10 ³
米国								
単純	1.74*10 ³ (13.53)	2.69*10 ⁻⁴ (8.95)	-1.73 (-9.27)				0.980	1.79*10 ³
バイ・ロジスティック	1.25*10 ³ (20.55)	4.25*10 ⁻³ (11.77)	-1.81 (-21.23)	2.18*10 ³ (1.37)	1.02*10 ⁻³ (4.31)	-14.33 (-5.09)	0.998	1.77*10 ³

図6に示すように、両国とも1970-80年代に第2成長軌道が成長。日本が高度成長期と同じ軌道を踏襲しているのに対し、米国は、成長天井の高い軌道に転換。

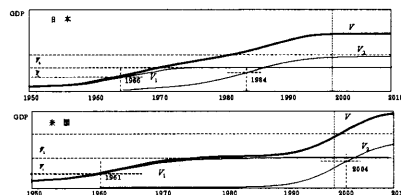


図6 日本製造業の成長軌道の概念図（1950-2010）.

※ 変数：日本・V₁ 1965年、V₂ 1984年、米国・V₁ 1961年、V₂ 2004年（90年代の技術ストック上昇率（率率3.6%）が2000年以降も持続することを前提）

(3) 成熟経済への移行に対する軌道選択

以上より、成熟経済への移行に対する日米の認識及びそれに対する対応を比較すると表5のように示され、それぞれの高度成長期及び成熟経済下の技術の限界生産性（MPT₁、MPT₂）の推移は、図7に示す通りである。

表5 成熟経済への移行に対する認識、対応の日米比較

移行の認識	対応
日本	素早く認知 従来モデルを踏襲
米国	認識がスロー 新モデルに転換

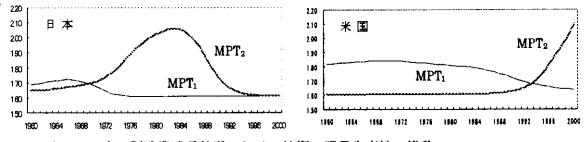


図7 日米の製造業成長軌道における技術の限界生産性の推移（2000-2000）.

※ MPT = $\partial V / \partial T = aV(1 - FD)$ 、Ln (MPT + 5) の変換距離で表示。

(4) 成長軌道の選択 - 成長追求路線と新機能創出路線

以上の分析から、1970-80年代のポスト高度成長に対応する両国の成長軌道の選択は、図8に示すような顕著な違いがあることがうかがわれる。

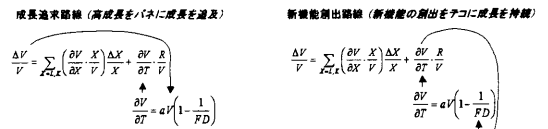


図8 成長軌道の選択²

すなわち、米国は「成長追求路線」（高成長をバネに成長を達成）から「新機能創出路線」（新機能の創出をデコに成長を継続）にスイッチしたのに対し、日本は高度成長期の味が忘れられず、いまだに「成長追求路線」に執着していることがわかる。

(5) ハイテク企業のR&Dオプションと収益構造

このような成長軌道の選択による盛衰は、日本のハイテク企業にも顕著に見られる。すなわち、図9に示すように、成熟経済下において、電気機械の利益率は「自らの中核基盤技術の多角的活用の追及による一連の新機能の創出」努力（技術多角化）に大きく依存し、高度成長期に味わった「成長追求路線」からいち早く米国同様「新機能創出路線」へのスイッチを敢行した技術多角化度の高い企業は、おしなべて高い利益率を上げている。これに対して、売上高上位の企業は成熟大企業の常として「成功体験の呪縛」に覆われており、選択と集中により「成長追求路線」を復活させようとする執着が強く、成熟経済下で利益率の低迷を余儀なくされている。

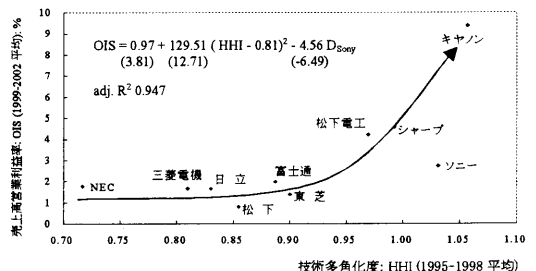


図9 電気機械10社の技術多角化と売上高営業利益率（連結）の相関（最近時）.

2 GDP成長をロジスティック成長モデルにあてはめると、 $\frac{dV}{dt} = aV(1 - \frac{V}{\bar{V}})$ 、技術ストックが時間tに応じて増大し、また、中・長期的に成長がなだらかに変化することを前提とすると、 $\Sigma V = V/(p+g)$ （ p : 減耗率、 g : 初期段階の平均GDP成長率）、 $T = T(t)$ であるので、 $\frac{dV}{dt} = aV(1 - \frac{V}{\bar{V}}) = aV(1 - \frac{1}{FD})$ ただし、 $FD = \frac{V}{\bar{V}}$ （新機能創出度、 $\bar{V}$ はGDPの天井を示す）。

4. 新機能創出の支配要因

以上の分析により、新機能創出 ($FD = \bar{V}/V$) が成熟経済下での持続的成長軌道の鍵となることがわかる。次に、この支配要因を分析する。

4.1 技術の価格弾性値 - 新機能創出の源泉³

競争条件下での利潤最大化を前提とすると、

$$\frac{\partial V}{\partial T} = aV \left(1 - \frac{1}{FD} \right) = P \quad (9)$$

時間 t で微分

$$\frac{\Delta P}{P} = a \Delta T \left(1 - \frac{2}{FD} \right) \quad (10)$$

$$FD = \frac{2}{1 - \frac{\Delta P/P}{a \Delta T}} = \frac{2}{1 - \frac{\Delta P/P}{a T \frac{\Delta T}{T}}} = \frac{2}{1 + \frac{1}{a T \lambda}} \quad (11)$$

ここに、

$$\lambda = \frac{\frac{\Delta T}{T}}{\frac{\Delta P}{P}} \quad (\text{技術の価格弾性値}) \quad (12)$$

- (i) 新機能創出度 (FD) は、技術の価格弾性値 (λ) 及び技術ストック (T) に支配され、これらの増加に応じて増加する。
- (ii) 従って、 FD は、「最小のコストでの高価値商品の創造」と解釈することができる。

4.2 新機能創出度の計測 - 日本の太陽電池開発の例

(1) 技術の価格弾性値、普及係数

太陽電池技術ストックの増大に応じ、価格弾性値は0.41から1.59に急増。

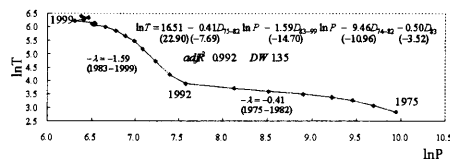


図 10. 太陽電池開発における技術価格と技術ストックの相関 (1975-1999)。

a: 技術の価格弾性値; D: ダミー変数

$$\sum SCP = \frac{K}{1 + e^{-aT - b}} \quad \sum SCP \quad \text{累積太陽電池生産量}$$

$$\sum K = \frac{K}{1 + e^{-aT - b}} \quad \sum K \quad \text{累積普及率}$$

K	a	b	adj. R ²
2027.5 (9.05)	7.37*10 ⁻³ (28.21)	-5.89 (-94.13)	0.997

a: () 内の数値は t 値を表す。

(2) 新機能創出の推移

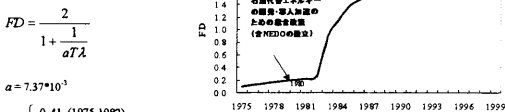


図 11. 日本の太陽電池開発における新機能創出度の推移 (1974-1999)。

4.3 IT の新機能創出メカニズム - 自己増殖機能

このような新機能創出は、IT の普及過程に顕著に見られる [7, 8]。

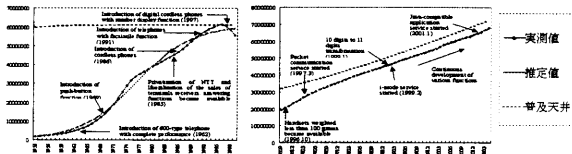


図 12-1. 固定電話の普及とプロセス

(単純ロジスティック成長 (S カープ): 供給時点から機能が不変)

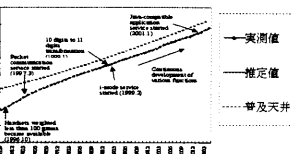


図 12-2. 携帯電話の普及とプロセス

- IT の例
(動的ロジスティック成長: 普及と共に新機能が付加)

表 6 固定電話と携帯電話の動的ロジスティック成長モデルの適合性比較

$$f(t) = \frac{K_e}{1 + a \exp(-bt) + \frac{b \cdot a_e}{b - b_e} \exp(-b_e t)} \quad (a_e K_e a \text{ が極小の時は単純ロジスティック成長})$$

	K_e	a	b	a_e	b_e	adj. R ²	$a_e K_e a$
固定電話	60948330 (56.85)	4.177 (12.60)	0.155 (23.14)	0.026 (10.41)	0.155 (23.11)	0.997	0.0062
携帯電話	172329500 (5.88)	1947.517 (7.27)	0.180 (49.33)	34.996 (7.06)	0.045 (17.93)	0.999	0.0180

IT の普及は動的ロジスティック成長モデルに従い、 $FD = \bar{V}/V = K(t)/f(t)$ 。ただし、 $K(t) = K_e / (1 + a_e \exp(-b_e t))$ が自己増殖的に持続。

4.4 IT の性格形成メカニズム - 製造技術との比較

- (i) 製造技術と異なり、IT 固有の性格は、社会経済システムとのダイナミックな相互作用の過程を通じて形成される。
- (ii) すなわち、IT は、次のような自己増殖機能を内包する:
IT の普及 → 社会経済システムとの相互作用の誘発 → ネットワーク外部性の発現 → 新機能の増大 → 新たな需要を創出し、更なる普及を促進
- (iii) これは、図 13 に示すように、「新機能創出型成長軌道」と同軌する。

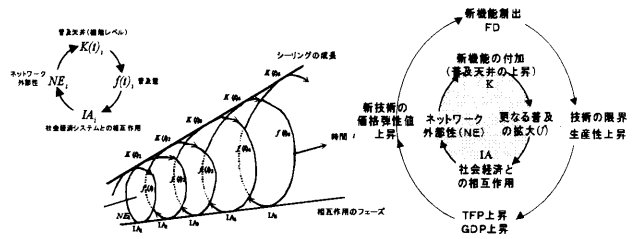


図 13. 情報技術の普及過程における自己増殖メカニズムと新機能創出型成長軌道。

4.5 IT の自己増殖機能と新機能創出型成長軌道との共鳴

(1) IT の自己増殖機能発現のメカニズム

TFP 成長率は、次式のように分解される [4]。

$$\frac{\Delta TFP}{TFP} = TFP = (1 - k^{-1}) \bar{F}_d - (1 - k^{-1}) \eta \psi \eta \sum_i s_i \dot{P}_i + (1 - k^{-1}) \eta^2 (\psi - 1) k^{-1} \cdot \frac{\partial V}{\partial T} \cdot T + k^{-1} \eta \cdot \frac{\partial V}{\partial T} \cdot T \quad (13)$$

V: GDP; $\bar{F}_d$: 最終需要; T: 技術ストック; P_i : 生産要素価格; $s_i = (P_i D_i) / (P V)$; X_i : 生産要素 i の量; η : コストの生産弾性値; $\psi = e / (1 - \alpha(1 - D))$; k : 利益率 (= P/V); C: 総コスト。

$\Delta TFP / TFP \approx (\partial V / \partial T) (R/V)$ であるので、 $\partial V / \partial T$ は次のように展開され、需

要創出が技術の限界生産性を誘発することがわかる。

$$\frac{\partial V}{\partial T} = \frac{(1 - k^{-1}) \bar{F}_d - (1 - k^{-1}) \eta \psi \eta \sum_i s_i \dot{P}_i}{1 - (1 - k^{-1}) \eta^2 (\psi - 1) k^{-1} - k^{-1} \eta} \cdot \frac{V}{R} \quad (14)$$

R&D投資の間接効果 R&D投資の直接効果
(生産要素の技術強化対応のスケールの影響)

(2) IT による需要創出、技術の価格弾性値の上昇

IT 強度は、需要創出効果、技術の価格弾性値双方と顕著な相関を有し、両者を共鳴させる機能を内包。

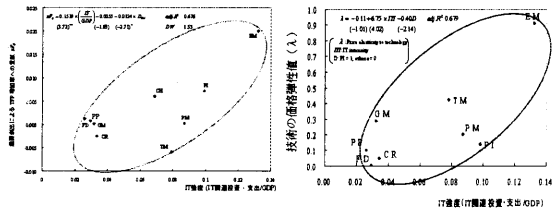


図 14. 日本の製造業の IT 強度と需要創出効果、技術の価格弾性値との相関 (1995-1998)。

3 本予稿集、雪・渡辺参照。

5. 社会経済との相互作用

- 成熟経済化・情報化に対応する技術政策

5.1 ITの自己増殖機能と機能創出型成長軌道との共鳴

IT 強度の増大は、「需要創出 → 自己増殖的發展 → 技術の限界生産性上昇」及び「技術の価格弾性値の増大 → 新機能創出 → 技術の限界生産性上昇」を同時に誘発し、両者を共鳴させ、「TFP 成長 → GDP 成長 → IT 強度の更なる増大」の好循環を形成する可能性を内包。

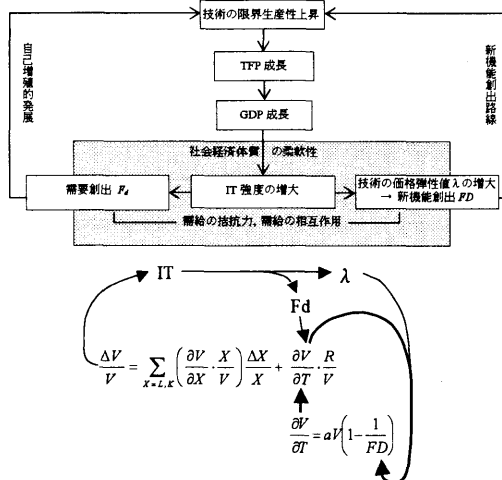


図 15. IT の自己増殖機能と新機能創出型成長軌道との共鳴。

5.2 社会経済体質の柔軟性

しかし、この好循環の形成は、社会経済体質との相互作用が鍵となり、それをフルに発揮させるためには、社会経済体質の柔軟性が要諦 [1, 5, 6]。

しかるに、日本は、情報化社会において、社会経済体質の柔軟性を喪失していることが懸念 [2, 5]。図 16 は、その実相を端的に示す。

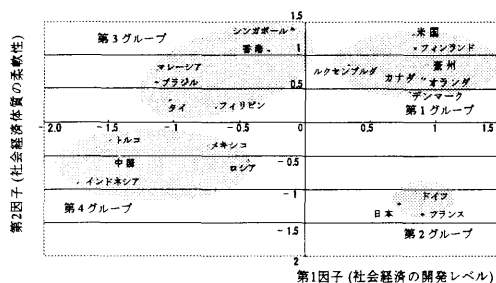


図 16. 情報化社会における主要 20 ヶ国の社会経済の開発レベルと社会経済体質の柔軟性 (2000): 因子分析。

5.3 成長軌道の選択, 情報化社会への順応, 社会経済体質の柔軟性の好循環

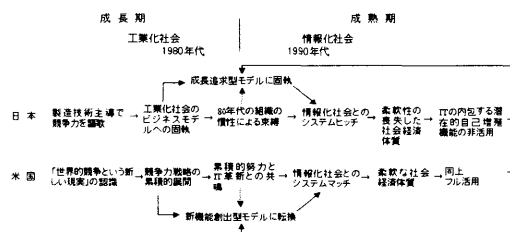


図 17. 日本の成長軌道の選択, 情報化社会への順応, 社会経済体質の柔軟性の好循環。

4 本予稿集, 近藤・渡辺参照。

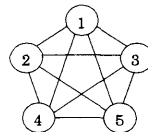


図 18. 成熟経済・情報化社会へのシフト下におけるポリシーダイナミクス

5.4 成熟経済化・情報化に対応する技術政策

以上のような、成熟経済化・情報社会へのシフト下におけるポリシーダイナミクスに応えるためには、「成熟大企業」のイニシアティブもさることながら、規模や歴史よりも「機動性・柔軟性・適応性・連携性」を体化した FDC (Firms with Dynamic Capability) のイニシアティブが期待される。⁴

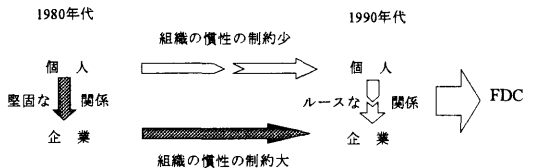


図 19. FDC によるイニシアティブへのシフト

従って、成熟経済化・情報化に対応する技術政策は、FDC の増殖の誘発を軸に、そのイニシアティブのもと、社会経済との相互作用を活性化させ [9]、図 20 に示すような、IT の自己増殖機能と新機能創出型成長軌道との共鳴 [10] の誘発を主眼とすべきである。

図 20. IT の自己増殖機能と新機能創出型成長軌道との共鳴の誘発。

6. 結論

- ① 日本の技術進歩 (全要素生産性: TFP 増加) は、1990 年代に入ってから急減。
- ② これは、技術の限界生産性の激減の結果。
- ③ この激減は、情報化社会へのパラダイム変化へのシステムヒッチに起因。
- ④ このヒッチは、成熟経済への移行に伴い、低経済成長構造化している中で、いまだに「成長追求路線」に執着していることの必然的結果。
- ⑤ 従って、「新機能創出路線」へのスイッチを促す新機能創出が必須。
- ⑥ 新機能創出は、技術の価格弾性値の上昇に依拠。
- ⑦ 技術の価格弾性値は、IT の自己増殖機能創出メカニズム同様、新機能創出との好循環を誘発。
- ⑧ この好循環及び IT の自己増殖機能創出は、社会経済体質の柔軟性に依存。
- ⑨ 社会経済体質の柔軟性は、成熟大企業に典型的に見られるように、組織の慣性によって阻害。
- ⑩ 従って、組織の慣性に阻害されない、機動性・柔軟性・適応性・連携性に卓越した企業 (FDC) の主導の下に、社会経済との相互作用をフルに追求し、IT の自己増殖機能と、新機能創出型成長軌道とを共鳴させていくことが要諦。

参考文献

1. 近藤玲子, 渡辺千因, 「情報化社会へのパラダイムシフト下における持続的成長とインスティテュションの柔軟性の役割の分析」, 研究・技術計画学会第 16 回年次学術大会講演要旨集 (2001) 57-60.
2. 浜中達一, 渡辺千因, 「国家技術同化能力の向上要因とその構造分析」, 研究・技術計画学会第 17 回年次学術大会講演要旨集 (2002) 507-510.
3. 渡辺千因, 「社会経済への変遷過程における技術の性格形成メカニズム: 製造技術と IT との比較分析」, 研究・技術計画学会第 17 回年次学術大会講演要旨集 (2002) 67-70.
4. 渡辺千因, 佐光仁, 馬場啓介, 「技術のスピルオーバーに視点をとった産業の技術構造の変遷に関する実証分析」, 研究技術計画 (2002) in print.
5. R. Kondo and C. Watanabe, "The Virtuous Cycle between Institutional Elasticity, IT Advancement and Sustainable Growth: Can Japan Survive in an Information Society?," Technology in Society 25 (2003) 319-335.
6. C. Watanabe and R. Kondo, "Institutional Elasticity towards IT Waves for Japan's Survival," Technovation 23, No. 4 (2003) 307-320.
7. C. Watanabe, R. Kondo, N. Ouchi and H. Wei, "Formation of IT Features through Interaction with Institutional Systems - Empirical Evidence of Unique Epidemic Behavior," Technovation 23, No. 3 (2003) 205-219.
8. C. Watanabe, R. Kondo, N. Ouchi, H. Wei and C. Griffl-Brown, "Institutional Elasticity as a Significant Driver of IT Functionality Development," Technological Forecasting and Social Change (2003) in print.
9. C. Watanabe and T. Tokumaru, "National Innovation Policies in an IT Society: The Myth of Technology Policies Focusing on Supply Sides," Science and Public Policy 30, No. 2 (2003) 90-94.
10. C. Watanabe and B.K. Ane, "Co-evolution of Manufacturing and Service Industry Functions," Journal of Services Research 3, No. 1 (2003) 101-118.