

○雷 善玉, 渡辺千俣 (東工大社会理工学)

1. 序

(1) 競争環境の技術革新促進上の功罪

- ① 産業組織論 (*Industrial Economics*) では、企業の技術革新を促進する上で競争環境の整備は功罪両面があり、「競争と独占の混合が最も技術革新に役に立ちうる」と指摘されている。
- ② その功罪については、拮抗力分析からのアプローチがなされてきたが、供給市場の拮抗力分析が中心、需要市場にも視点を広げた需給間の拮抗力分析は不十分。
- ③ ITの進展とともに、供給面の最適化から市場を通じた需給間の最適化が重要な課題。
- ④ 本研究では、プリンタ市場における技術開発・生産とその新機能に触発されたパソコン市場における需要拡大とのダイナミズムに注目して、「技術拮抗力の新機能創出・普及への影響」に関する実証分析を行う。

(2) プリンタとパソコンとの共進的発展の軌跡

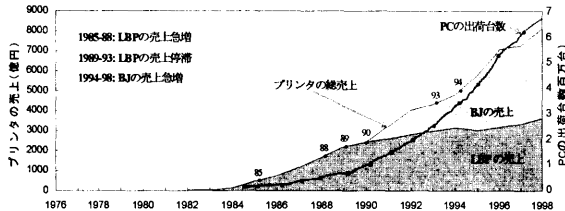


図1. プリンタとパソコンとの共進的発展の軌跡 (1976-1998).

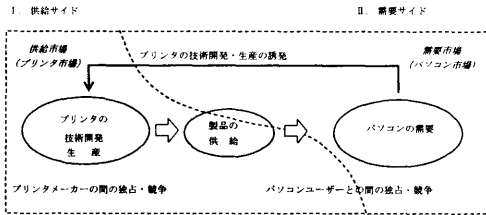


図2. プリンタの技術開発・生産及び需給における技術拮抗力のダイナミズム.

(3) 仮説

① 供給サイドの仮説

キヤノンプリンタの価格の低下 → 技術開発 (技術の価格弾性値) → 競争環境の増大 → 新機能の創出。

② 需要サイドの仮説

キヤノンプリンタの新機能の創出 → PCの需要の拡大 → プリンタの開発誘発 → 需給両面からの価格の低下 → 供給サイドの技術開発誘発 (好循環)。

2. 供給者間の拮抗力新機能創出へのインパクト —供給サイドの仮説の検証

(1) 技術の相対価格

技術の限界収入は限界費用と等しいから、技術の相対価格 (P) は以下の式で表す (別添1参照)。

$$P = \frac{1 - \frac{1}{\epsilon_V} \frac{\partial V}{\partial T}}{1 - \frac{1}{\epsilon_V} \frac{\partial V}{\partial T}} = \frac{\frac{\epsilon_T}{\epsilon_T - 1} \frac{\partial V}{\partial T}}{\frac{\epsilon_V}{\epsilon_V - 1} \frac{\partial V}{\partial T}} = \frac{1 + \frac{1}{\epsilon_T - 1} \frac{\partial V}{\partial T}}{1 + \frac{1}{\epsilon_V - 1} \frac{\partial V}{\partial T}} = \frac{1 + m_T}{1 + m_V} \frac{\partial V}{\partial T} \quad (1)$$

ここで、

V: 総生産 (GDP); T: 技術ストック;

$m_T = \frac{1}{\epsilon_T - 1}$ 技術マークアップ率;

$m_V = \frac{1}{\epsilon_V - 1}$ 製品マークアップ率;

$\epsilon_T = -\frac{\partial \ln T}{\partial \ln P_T}$, $\epsilon_V = -\frac{\partial \ln V}{\partial \ln P_V}$: 技術、製品の価格弾性値。

(2) 新機能創出

技術の普及軌道は以下の式で示される:

$$\frac{\partial V}{\partial T} = aV \left(1 - \frac{V}{\bar{V}}\right) \quad (2)$$

a: 技術の普及速度; \bar{V} : 普及天井 (キャリング・キャパシティ)

技術の相対価格

$$P = \frac{P_T}{P_V} = \frac{1 + m_T}{1 + m_V} \frac{\partial V}{\partial T} \equiv M \cdot \frac{\partial V}{\partial T} \quad (3)$$

$$M = \frac{1 + m_T}{1 + m_V} = \frac{1 + \frac{1}{\epsilon_T - 1} \frac{\partial V}{\partial T}}{1 + \frac{1}{\epsilon_V - 1} \frac{\partial V}{\partial T}}$$

① Mは、供給面における技術開発・生産における拮抗力の程度 (独占的供給市場構造か競争的供給市場構造かの状況) を示し、「技術・生産非拮抗率」(Techno-Production Non-Countervailing Ratio: TP-NCR) と呼ぶ。

② 拮抗力大 → 非拮抗率 M 小であり、これは競争条件の改善、独占の低下を示す。完全競争では M=1 で、M>1 は、技術開発・生産の非拮抗、独占、不完全競争を示す。

③ 技術革新新製品のように、製品価格の技術価格弾性値 ($\partial \ln P_T / \partial \ln P_V$) が、製品の技術進歩率 (τ) に依存するような場合には、技術進歩率が一定のレベル τ_0 より高い時は、 $M < 1$ となるが、逆の場合には、 $M > 1$ となり、技術開発・生産の非拮抗、すなわち、独占・不完全競争の弊害があらわれるようになる。

$\tau \geq \tau_0$, $M \leq 1$ 技術開発・生産市場構造の拮抗、競争環境

$\tau < \tau_0$, $M > 1$ 同上 非拮抗、独占・不完全競争

(2)、(3) 式により、

$$P = \frac{P_T}{P_V} = \frac{1 + m_T}{1 + m_V} \frac{\partial V}{\partial T} \equiv M \cdot aV \left(1 - \frac{V}{\bar{V}}\right) \quad (4)$$

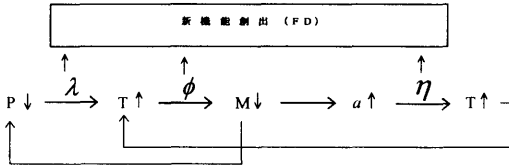
従って、

$$-\frac{1}{\lambda} = -\phi + \frac{1}{\eta} + aT \left(1 - \frac{2}{FD}\right) \quad \text{ただし、} FD \equiv \frac{\bar{V}}{V} \quad (5)$$

(5) 式より、新機能創出 FD は次式のように示される。

$$FD = \frac{2}{1 + \frac{1}{aT} \left(\frac{1}{\lambda} - \phi + \frac{1}{\eta} \right)} \quad (6)$$

$\lambda, \phi, \eta \uparrow \rightarrow FD \uparrow$



技術の相対価格弾性値: $\lambda = \lambda(T)$ $T \uparrow \rightarrow \lambda \uparrow$

独占の技術弾性値: $\phi = \phi(T)$ $T \uparrow \rightarrow \phi \uparrow$

技術の普及速度弾性値: $\eta = \eta(T)$ $T \uparrow \rightarrow \eta \uparrow$

P: 技術価格; T: 技術ストック; M: 非拮抗率; a: 普及速度

図3. 技術の価格弾性値、技術拮抗力、技術の普及、新機能の創出のダイナミズム。

(3) 技術の価格弾性値、独占の技術弾性値の計測
— キヤノンプリンタの例

① 技術の相対価格弾性値 (λ)

技術の相対価格弾性値は、(7) 式のように示され (別添2 参照)、その推移は図4に示される。

$$\lambda = - \frac{\partial \ln T}{\partial \ln P} = \frac{0.755(1+1.3r)}{1-0.645(1+0.8r)} \quad (7)$$

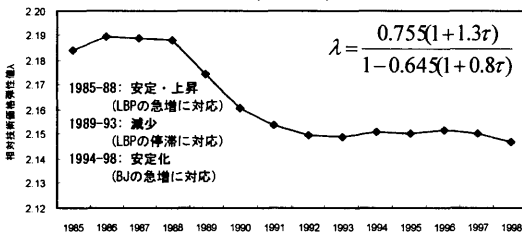


図4. キヤノンプリンタの相対技術価格弾性値の推移 (1985-1998)。

② 独占の技術弾性値 (ϕ)

技術・生産非拮抗率 M は計算した結果により、(8) 式のように示され (別添3参照)、その推移は図5に示される。

$$M = \frac{1.217(1-1.9r)}{1+1.3r} \quad (8)$$

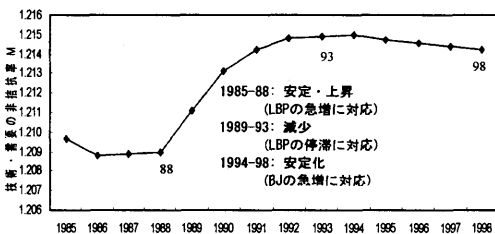


図5. キヤノンプリンタの技術・生産非拮抗率の推移 (1985-1998)。

図5を見ると、キヤノンプリンタの技術・生産非拮抗率 M は、1989-93 年の間、急増 (独占化) したが、1994 年以降低下傾向 (競争化) に転じたことがうかがわれる。

また技術変化と技術・生産非拮抗率の関係は (9) 式のように示される (別添3参照)。

$$M = 1.217 - 4.350 \Delta T / T \quad (9)$$

つまり、キヤノンのプリンタ開発において、技術ストックの増大は、技術・生産非拮抗率を低下させ、競争状況を高めてきたことがうかがわれる。

以上の分析により、キヤノンのプリンタの開発において、技術ストック T の増大に応じて M は減少し、相応の競争状況の高まりに応じ、M は減少し ($\Delta M < 0$)、完全競争の下で期待される M = 1 に近づくように見込まれる、このような状況下においては、 $\phi > 0$ となる、独占の技術弾性値の推移は図6に示される。

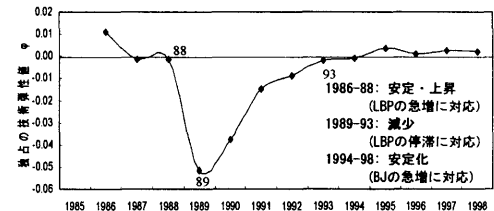


図6. キヤノンプリンタの独占の技術弾性値の推移 (1986-1998)。

図6を見ると、

- ① 1986-1988 及び 1994-1988 の期間においては、独占の技術弾性値 ϕ は、 $\phi > 0$ を示し、技術ストック T の増大に応じて M は減少し、競争的市場構造に近づく状態を示しているが、
- ② 1989-1993 の期間においては、 $\phi < 0$ を示し、技術ストック T の増大は、逆に、M を増大し、独占的市場構造を強める状況を示している。

(4) 新機能創出の計測—キヤノンプリンタの例

技術の普及速度 a が顕著に変化しない状況を前提とすると、(6) 式より、新機能創出 FD は次のように示される。

$$FD = \frac{2}{1 + \frac{1}{aT} \left(\frac{1}{\lambda} - \phi \right)} \quad (10)$$

計測した λ 及び ϕ を (10) 式に代入することにより、FD は図7に示すように計測される。

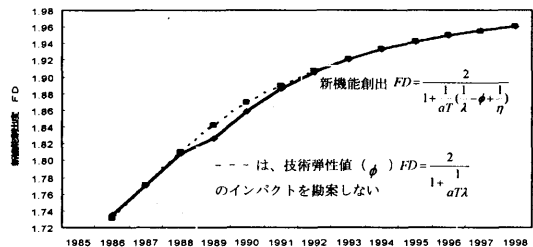


図7. キヤノンプリンタの新機能創出度推移 (1986-1998)。

図7を見ると、

- ① 1986-1988 及び 1994-1998 の期間においては、独占の影響（独占の技術弾性値 ϕ の効果）は、新機能創出度をほとんど左右していないが、
 - ② 1989-1993 の期間においては、独占の影響を除いた場合には、より高い新機能創出度が期待される、すなわち、独占により新機能創出が低下している、
 - ③ しかし、この場合においても独占除去の効果は少なく、供給サイドだけの競争促進には限界がある、
- ことがうかがわれる。

3. 市場における需給拮抗力のダイナミズム：キヤノンプリンタの例 - 需要サイドの仮説の検証

3.1 新機能創出の需給相互の誘発インパクト

キヤノンプリンタとパソコンの相互需給の間には、計算の結果により、次のような好循環構造が構築される。

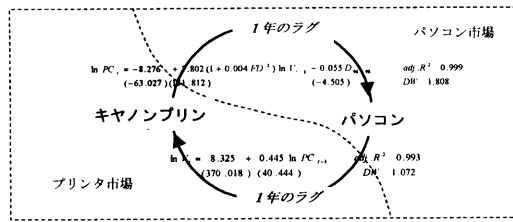


図8. キヤノンプリンタとパソコンの相互需給の好循環構造 (1985-1998).

3.2 需給両面からの価格低下への貢献

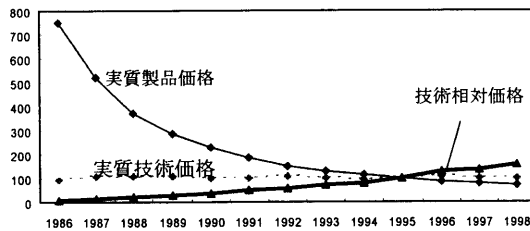


図9. キヤノンプリンタ製品価格、技術価格及び技術相対価格の推移 (1986-1998) - 指数: 1985=100.

図9を見ると、技術価格はほぼ一定の水準で推移しているが、製品価格のドラスティックな減少の結果、技術相対価格は、ゆるい上昇傾向を示している。

プリンタとパソコンとの相互需給の好循環構造は、プリンタの技術価格を低下されることになる（2要素学習効果）。プリンタの需給両面からの独占・競争状態は、これに影響およびすることになる。従って、独占状況を勘案し、この関係は次のように表わされる。

$$\ln P_{tr} = \ln C_4 + \pi_0(1 + D_1\delta_{x1}M + D_2\delta_{x2}M + D_3\delta_{x3}M) \ln CV + b_5 \ln CPC + b_6 \cdot D_4 \quad (11)$$

表1 プリンタの累積売上、累積 PC 出荷台数とプリンタの技術価格の相関 (1986-1998)

	$\ln C_4$	π_0	b_5	b_6	adj. R^2	DW	AIC
$(\delta_{x1}, \delta_{x2}, \delta_{x3}) = 0$	3.877 (-2.084)	0.565 (2.684)	-1.248 (-9.480)	-0.085 (-2.295)	0.999	2.139	-45.597
$\delta_{x1} = -0.083$		3.025	0.690	-0.366	-0.077		
$\delta_{x2} = -0.091$			(-2.386)	(4.230)	(-4.295)	0.992	2.626
$\delta_{x3} = -0.100$					(-2.263)		-47.997

P_{tr} : プリンタの技術の実質価格; C_4 : スケールファクタ; π_0 : プリンタの技術価格の累積売上上の弾性値の初期値; δ_{xj} : 技術・生産の非拮抗率の貢献係数; CV : プリンタの累積売上 (95年の実質価格); CPC : パソコンの累積出荷台数 (単位: 100万台); D_j : 1986-88=1, 他の期間 0; D_2 : 1989-93=1, 他の期間 0; D_3 : 1994-98=1, 他の期間 0; D_4 : 1996=1, 他の期間 0.

表1を見ると、累積 PC 出荷台数は、製品価格同様、技術価格の低下を寄与しているが、プリンタ累積売上は、製品価格と異なり、逆に、技術価格を上昇させることを示している。また、その独占状態が価格を減少させ、競争状況が価格の増加をきたしていることがうかがわれる。

これは、

- ① 独占的市場構造下においては、研究開発を糾合させることにより、生産性の高い技術開発が可能となり、単位技術の価格を減少させることができ、
- ② 競争的市場構造下においては、競争企業との熾烈な競争に対抗するために、技術の高度化や差別化を重視する結果、技術開発コストが増大し、技術価格の上昇をきたしていること

を示す。

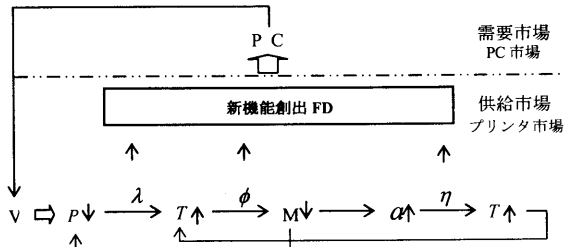


図10. 技術拮抗力、技術価格弾性値、新機能創出、技術の普及のダイナミズム。

4. 結論

- ① プリンタの発展のためには、プリンタ供給市場の拮抗力の向上（プリンタメーカー間の競争環境の向上）よりも、卓越したプリンタ供給をテコとしたパソコン需要市場との拮抗力の向上（プリンタ供給とパソコン需要との間の競争環境の向上）が不可欠。
- ② これは、IT化による、需給の相互作用を通じた自己増殖機能の増大と軌を一にするものである。
- ③ 他のハイテクをも対象に、技術普及速度等も勘案した需要、供給間の拮抗力の更なる分析が重要。

参考文献

- [1] J.K., Galbraith, American Capitalism: the Concept of Countervailing Power, Boston, Houghton Mifflin, 1952.
- [2] G. Götz, "Monopolistic Competition and the Diffusion of New Technology," Rand Journal of Economics 30 (4), 679-693, 1999.
- [3] Z. Griliches, "Issues in Assessing the Contribution of R&D to productivity Growth," Bell Journal of Economics 10, 92-116, 1979.
- [4] L.A. Guth, R.K. Schwartz and D.K. Whitcomb, "The Use of Buyer Concentration Ratios," Review of Economics and Statistics 58(4), 489-495, 1976.
- [5] M.I. Kamien and N.L. Schwarz, Market Structure and Innovation, Cambridge University Press, Cambridge, 1982.
- [6] D. Kantarelis and E.C.H. Veendorp, "Buyer Concentration and Countervailing Power," Quarterly Journal of Business and Economics 26(3), 42-55, 1987.
- [7] S.H. Lustgarten, "The Impact of Buyer Concentration in Manufacturing Industries," Review of Economics and Statistics 57(2), 125-132, 1975.
- [8] D.J. Ravenscraft, "Structure-Profit Relationships at The Line of Business and Industry Level," Review of Economics and Statistics 65(1), 23-31, 1983.
- [9] J.A. Schumpeter, Capitalism, Socialism, and Democracy, Harper, New York, 1942.
- [10] C.M. Snyder, "A Dynamic Theory of Countervailing Power," Rand Journal of Economics 27(4), 747-769, 1996.
- [11] T.U. Sternberg, "Countervailing Power Revisited," International Journal of Industrial Organization 14(4), 507-520, 1996.
- [12] E.C.H. Veendorp, "Oligoemporistic Competition and the Countervailing Power Hypothesis," Canadian Journal of Economics 15, 519-526, 1987.
- [13] C. Watanabe and B.K. Ane, "Co-evolution of Manufacturing and Service Industry Functions," Journal of Services Research 3 (1), 101-118, 2003.
- [14] C. Watanabe, J.Y. Hur and K. Matsumoto, "Technological Diversification and Firm's Techno-economic Structure: An Assessment of Canon's Sustainable Growth Trajectory," Technological Forecasting and Social Change, 2004 in print.
- [15] C. Watanabe and R. Kondo, "Institutional Elasticity towards IT Waves for Japan's Survival," Technovation 23 (4), 307-320, 2003.

別添1 技術の相対価格

生産関数: $V = F(X, T)$

V : 総生産(GDP); X : 労働(L); 資本(K); T : 技術ストック; P_v : 製品価格(名目); 技術価格(名目); $P = P_v / P_t$: 技術の相対価格。

GC: 総生産コスト(名目) = $P_v \cdot V$; GXC = GLC + GCC: 労働、資本コスト(名目); GTC: 技術コスト(名目) = $P_t \cdot T$

$$\text{企業利潤: } \pi = GC - \sum_{X=L,K} GXC - GTC$$

技術ストックの限界収入:

$$MR = \frac{\partial GC}{\partial T} = \frac{\partial(P_v \cdot V)}{\partial T} = P_v \frac{\partial V}{\partial T} + V \frac{\partial P_v}{\partial T} = P_v \frac{\partial V}{\partial T} \left(1 + \frac{V}{P_v} \frac{\partial P_v}{\partial T}\right) = P_v \frac{\partial V}{\partial T} \left(1 + \frac{\partial P_v}{P_v} \cdot \frac{V}{P_v}\right) = P_v \frac{\partial V}{\partial T} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon_t}\right)$$

ここで、 $\varepsilon_t = -\frac{\partial \ln V}{\partial \ln P_t}$ (製品の価格弾性値)

技術ストックの限界費用:

$$MC = \frac{\partial GTC}{\partial T} = \frac{\partial(P_t \cdot T)}{\partial T} = P_t + T \frac{\partial P_t}{\partial T} = P_t \left(1 + \frac{T}{P_t} \frac{\partial P_t}{\partial T}\right) = P_t \left(1 - \frac{1}{\varepsilon_t}\right)$$

限界収入 MR = 限界費用 MC だから、

$$P_v \frac{\partial V}{\partial T} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon_t}\right) = P_t \left(1 - \frac{1}{\varepsilon_t}\right)$$

従って、技術の相対価格:

$$P = \frac{1 - \frac{1}{\varepsilon_v} \frac{\partial V}{\partial T}}{1 - \frac{1}{\varepsilon_t} \frac{\partial V}{\partial T}} = \frac{\varepsilon_t}{\varepsilon_v - 1} \frac{\partial V}{\partial T} = \frac{1 + \frac{1}{\varepsilon_t} \frac{\partial V}{\partial T}}{1 + \frac{1}{\varepsilon_v - 1} \frac{\partial V}{\partial T}} = \frac{1 + m_t}{1 + m_v} \frac{\partial V}{\partial T}$$

別添2 技術相対価格弾性値の計算

キヤノンのプリンタは技術の結晶であり、その技術ストック T 及び製品の価格、なかんづく、技術の実質価格 P_{tr} 及び製品の实質価格 P_v に敏感に反応する。

従って、プリンタ技術の相対価格 $P (= P_t / P_v)$ をとすると、プリンタ技術 T は、次の関数で表わされる。

$$T = T(P, P_v) \quad (A1)$$

(A1) 式を P_{tr} で偏微分

$$\frac{\partial T}{\partial P_{tr}} = \frac{\partial T}{\partial P} \frac{\partial P}{\partial P_{tr}} \Rightarrow \frac{\partial T}{\partial P} = \frac{\partial T}{\partial P_{tr}} \frac{\partial P_{tr}}{\partial P} \Rightarrow \frac{\partial T}{\partial P} \cdot \frac{P}{T} = \left(\frac{\partial T}{\partial P_{tr}} \cdot \frac{P_{tr}}{T} \right) \left(\frac{\partial P_{tr}}{\partial P} \cdot \frac{P}{P_{tr}} \right) \Rightarrow \frac{\partial \ln T}{\partial \ln P} = \left(\frac{\partial \ln T}{\partial \ln P_{tr}} \right) \left(\frac{\partial \ln P_{tr}}{\partial \ln P} \right) = -\lambda \quad (A2)$$

$$\text{また、} P = P_t / P_v = (P_{tr} \cdot RDEF) / (P_{tr} \cdot WPI) \quad (A3)$$

ただし、 P_t : 名目技術価格; P_v : 名目製品価格; $RDEF$: R & Dデフレクタ; WPI : 製品デフレクタ (電気機械・機器卸売物価指数)。

(A3) 式の両辺を対数した後、 $\ln P_{tr}$ で偏微分すると

$$\frac{\partial \ln P}{\partial \ln P_{tr}} = 1 - \frac{\partial \ln P_{tr}}{\partial \ln P_{tr}} \Rightarrow \frac{\partial \ln T}{\partial \ln P} = -\frac{\partial \ln T}{\partial \ln P_{tr}} \left[1 - \frac{\partial \ln P_{tr}}{\partial \ln P} \right]$$

技術進歩率 (TFP 成長率 $\Delta TFP / TFP$) を τ とし、技術ストック T が次のような、実質技術価格 P_{tr} 及び τ を用いたコブダグラス型の関数で表されると考える。

$$T = A_1 P_{tr}^{\mu_0} e^{\gamma \mu \tau} \quad (A5)$$

μ_0 : プリンタの技術価格弾性値の初期値; $\gamma \mu$: TFP 成長率の貢献係数

$$e^{\gamma \mu \tau} \approx 1 + \gamma \mu \tau \quad (\gamma \mu \tau \ll 1 \text{ だから})$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln T}{\partial \ln P_{tr}} &= \frac{\partial [\mu_0 (1 + \gamma \mu \tau)]}{\partial \ln P_{tr}} \ln P_{tr} + \mu_0 (1 + \gamma \mu \tau) \\ &= \mu_0 \gamma \mu \frac{\partial \tau}{\partial \ln P_{tr}} \cdot \ln P_{tr} + \mu_0 (1 + \gamma \mu \tau) = \mu_0 \left[1 + r_{\mu} \left(\tau + \frac{\partial \tau}{\partial \ln P_{tr}} \cdot \ln P_{tr} \right) \right] \\ &\approx \mu_0 (1 + \gamma \mu \tau) \quad \because \tau \gg \frac{\partial \tau}{\partial \ln P_{tr}} \cdot \ln P_{tr} \end{aligned} \quad (A6)$$

(A6) 式の元に、帰帰分析の結果により、

$$\mu = -\frac{\partial \ln T}{\partial \ln P_{tr}} = -\mu_0 (1 + \gamma \mu \tau) = 0.755 (1 + 1.3 \tau) \quad (A7)$$

$$\frac{\partial \ln P_{tr}}{\partial \ln P} = \omega_0 (1 + \gamma \mu \tau) = 0.645 (1 + 0.8 \tau) \quad (A8)$$

(A7)、(A8) 式を (A4) に代入すると、技術の相対価格弾性値は、(7) 式のように、示される。

別添3 非拮抗率(M)の計算

$$\begin{aligned} M &= \frac{1 + \frac{1}{\varepsilon_v - 1}}{1 + \frac{1}{\varepsilon_t - 1}} = \frac{1 - \frac{1}{\varepsilon_v} \frac{\partial V}{\partial T}}{1 - \frac{1}{\varepsilon_t} \frac{\partial V}{\partial T}} = \frac{\varepsilon_t}{\varepsilon_v} \frac{\varepsilon_v - 1}{\varepsilon_t - 1} = \frac{\varepsilon_t}{\varepsilon_v} \frac{\varepsilon_v - 1}{\varepsilon_t - 1} = \frac{\frac{\partial \ln T}{\partial \ln P_t} \frac{\partial \ln V}{\partial \ln P_t}}{\frac{\partial \ln T}{\partial \ln P_v} \frac{\partial \ln V}{\partial \ln P_v}} = \frac{\frac{\partial \ln T}{\partial \ln P_t} \frac{\partial \ln V}{\partial \ln P_t}}{\frac{\partial \ln T}{\partial \ln P_v} \frac{\partial \ln V}{\partial \ln P_v}} = \frac{\frac{\partial \ln T}{\partial \ln P_t} \frac{\partial \ln V}{\partial \ln P_t}}{\frac{\partial \ln T}{\partial \ln P_v} \frac{\partial \ln V}{\partial \ln P_v}} \\ &= \left(\frac{\frac{\partial \ln T}{\partial \ln P_t} \frac{\partial \ln V}{\partial \ln P_t}}{\frac{\partial \ln T}{\partial \ln P_v} \frac{\partial \ln V}{\partial \ln P_v}} \right) \left(\frac{\frac{\partial \ln GC}{\partial \ln P_t} \frac{\partial \ln GTC}{\partial \ln P_t}}{\frac{\partial \ln GC}{\partial \ln P_v} \frac{\partial \ln GTC}{\partial \ln P_v}} \right) = \left(\frac{\partial \ln T}{\partial \ln P_t} \frac{\partial \ln P_t}{\partial \ln P_v} \right) \left(\frac{\partial \ln GC}{\partial \ln P_t} \frac{\partial \ln P_t}{\partial \ln P_v} \right) \\ &= \frac{\partial \ln GC}{\partial \ln V} \frac{\partial \ln T}{\partial \ln T} \end{aligned}$$