

「都市規模が製造業に於ける新技術の導入に及ぼす影響」に関する再論

石川 修 一

目 次

- (1) はじめに
- (2) リー変換の分析の前提
- (3) 推定対象式の特定化と分析対象式の一般形
- (4) 使用データの出所、加工及び制約
- (5) 推定対象式のパラメータ推定結果
- (6) 分 析
- (7) おわりに

(1) はじめに

本論文と同じリー変換分析手法⁽¹⁾を用いかつ主題についてもほぼ同じ内容をもった論文として石川(1989)と石川(1991)を挙げることができる。

石川(1989)では、有形固定資産額、従業者数、現金給与総額、付加価値額そして可住地面積当り人口の1965年から1984年に互る県別データを用いて推定した東京圏(埼玉県、千葉県、東京都及び神奈川県)における技術進歩率を説明する式をその式の説明変数の一つである都市規模(人口密度)で微分した1次の偏導関数と2次の偏導関数を取り、同期間における必要な当該の実績値をそれら2種類の偏導関数に代入して求めた値に基づき分析を行った。この分析結果では、東京圏における製造業は、一般に都市規模の追加的上昇とともに技術進歩率が追加的に低下を示し、すなわち、より高い生産性を可能とする新技

術が具体化されている生産設備を設けるには都市規模の小さい場所に立地する傾向が見られる。そのことから導き出される結論は、概して資本集約的である製造業が新技術を具体化した資本設備を設置するには旧資本設備より広い用地を必要とし、⁽²⁾ 追加的に用地の調達可能性が相対的に高いと推測される都市規模の小さい場所ほど追加的な技術進歩率が相対的に高くなるということであった。

しかし、石川（1989）の結論は、東京圏というわが国の極めて特殊な大都市圏を対象として導き出されたものであり、大都市圏の製造業に関する分析結果としても決して一般的なものとは言えない。このような観点から、石川（1991）では石川（1989）と同様の方法を用いて、わが国において東京圏と並び称される一方の大都市圏である大阪圏（京都府、大阪府及び兵庫県）の製造業の技術進歩率を説明する式のパラメータを推定し、分析を行った。その分析結果は、大阪圏を全般的に見れば都市規模（人口密度）の上昇は技術進歩率を高める方向に働いていることを示すものであり、人口密度によって表わされる集積度の上昇が新技術を具体化した設備等の導入に集積経済の利益をもたらすということになる。すなわち、東京圏と大阪圏とは同じ大都市圏と言う範疇に拘らず分析結果が異なる姿を呈した。

そこで、石川（1991）の中では、さらに大阪圏と東京圏との分析結果に一貫性をもたせるために比較分析がなされた。この比較分析から、(1)大阪府の昭和63年時点における都市規模でさえ、東京都の昭和40年時点の都市規模に遥かに到達しておらず、大阪圏を全体として眺めた場合そこに立地する製造業の技術進歩には、分析対象期間について新たな技術を具体化した設備やプラトンを設置する際の用地を調達する困難さを十分に償って余りある集積経済の追加的利益がもたらされる都市規模の水準にあり、他方、(2)東京都では分析対象期間全般について都市規模は極めて高い水準にあり、東京圏を全体として眺めた場合そこに立地する製造業の技術進歩率には、新たな技術を具体化した設備やプラ

「都市規模が製造業に於ける新技術の導入に及ぼす影響」に関する再論

ントを設置する際の用地を調達する困難さを十分に償って余りある集積経済の追加的利益がもたらされる都市規模の水準をすでに超えているとの推測に基づく結論が導き出された。

しかしながら、この比較分析にしても、技術進歩率を説明する式を都市規模で微分した1次の偏導関数と2次の偏導関数を取り、それらの値に基づき分析を行ったに過ぎず、他の説明変数が技術進歩率に及ぼす影響については触れずに、結論を導き出している。したがって、本論文では、石川（1991）で推定された大阪圏における技術進歩率を説明する式に対して偏導関数をとる際に用いる変数として都市規模に有形固定資産額と従業者数を加え、技術進歩率の式の推定対象期間に関するデータをそれらの導関数に代入した分析を行い、大阪圏に限定されるものであるが、さらに総合的に都市規模が新技術の導入に及ぼす影響に関する結論を得ようとするものである。

なお、技術進歩率の用語を用いる場合には、本論文では都市規模が新技術の研究開発に及ぼす効果は所与と仮定し議論の外に置き、石川（1990, 1991）と同様に新技術を都市規模が新技術の導入の容易さに及ぼす影響を問題として取り上げ、そして新技術の導入の結果が生産性の上昇として技術進歩率に表われると想定する。したがって、本論文では、一般にマクロ分析において採用されるように、経済的・社会的欲求を充足するための財貨サービスの生産プロセスに関する知識の増大である技術進歩がただちにかつ直接的に生産性の上昇として表わされるとする考え方を採らない。

（2）リー変換の分析の前提

本論文は、①リー変換によって表現された技術進歩関数、②その技術進歩関数によって表わされる技術進歩の効果を生産性の上昇に変換するための生産関数、そして③技術進歩率データを算出するための生産関数と3つの関数を必要とする。

最初に、②の意味での生産関数の一般形を次のように置く。

$$V=f(K, L) \dots\dots\dots(1)$$

V : 付加価値額

K : 資本ストック額

L : 従業者数

(1)式の実生産関数はつぎの仮定のもとにある。

仮定 1 同一県内においては、すくなくとも完全競争的である。

仮定 2 人口密度は、可住地面積において同一時点で同一県内の立地点にかかわらず同じである。

仮定 3 生産関数は、1次同次である。

また、同様に上述の3つの仮定を受け入れた、③の意味での生産関数を時間 t を明示的に導入し、次のように表わす。

$$V=F(K, L, t)$$

上式を t で微分し両辺を V で除してで整理すると、技術進歩率 \dot{T}/T を算出するための次の式を得る。⁽³⁾

$$\dot{T}/T = \dot{V}/V - \pi_K \cdot \dot{K}/K - \pi_L \cdot \dot{L}/L \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{ただし, } \dot{T}/T = 1/V \cdot \partial F/\partial t$$

$$\pi_K = 1/V \cdot \partial F/\partial K \cdot K$$

$$\pi_L = 1/V \cdot \partial F/\partial L \cdot L$$

仮定 1 と 3 によって分配率の和 $\pi_K + \pi_L$ は 1 である。

さらに、①の技術進歩関数の一般形を次のようにおく。⁽⁴⁾

$$T: \left[\begin{array}{l} \bar{K} = \phi_1[K, L; s_1(t), \dots, s_n(t), \tau(t)] \\ \quad = \phi_1[X; A(t)] \\ L = \phi_2[K, L; s_1(t), \dots, s_n(t), \tau(t)] \\ \quad = \phi_2[X; A(t)] \end{array} \right] \dots\dots\dots(3)$$

「都市規模が製造業に於ける新技術の導入に及ぼす影響」に関する再論

s : 都市規模パラメータ

τ : 技術進歩パラメータ

t : 時間

$$X = [K, L]$$

$$A(t) = [s_1(t), \dots, s_n(t), \tau(t)]$$

K と L は技術進歩変換によって効率表示の \bar{K} と \bar{L} に変換される。^[5]

この技術進歩関数はつぎの3属性を満足するリー変換群^[6]であると仮定する。

属性1 任意の2つの変換を行ったとき、その結果について同値である1つの変換が存在する。即ち、任意の変換のためのパラメータの値 $A_1 (=A(t_1))$ と $A_2 (=A(t_2))$ に対して1つの変換のためのパラメータの値 $A_3 (=A(t_3))$ が存在する。

$$\phi_1[\phi_1(X; A_1), \phi_2(X; A_1); A_2] = \phi_1(X; A_3)$$

$$\phi_2[\phi_1(X; A_1), \phi_2(X; A_1); A_2] = \phi_2(X; A_3)$$

属性2 恒等変換 (identity transformation) を定義するパラメータの値 $A_0 (=A(0))$ が存在する。

$$\phi_1(X; A_0) = K$$

$$\phi_2(X; A_0) = L$$

属性3 パラメータの任意の値 $A_t (=A(t))$ による変換 T に対して逆変換を定義するパラメータ $A_{\bar{t}} (=A(\bar{t}))$ が存在する。

$$\phi_1[\phi_1(X; A_t), \phi_2(X; A_t), A_{\bar{t}}] = K$$

$$\phi_2[\phi_1(X; A_t), \phi_2(X; A_t); A_{\bar{t}}] = L$$

ここで、(1)式の右辺の生産関数に(3)式の技術進歩関数を代入すると、次の式を得る。

$$f(\bar{K}, \bar{L}) = f[\phi_1(X; A_t), \phi_2(X; A_t)] \dots\dots\dots(4)$$

このとき、(4)式を時間 t で微分し $t=0$ と置くと、技術進歩に関して1階の測定を表わす次の式を得ることができる。

$$\partial f/\partial t|_{t=0} = \xi_1 \cdot \partial f/\partial K + \xi_2 \cdot \partial f/\partial L \dots\dots\dots(5)$$

ただし, $\xi_1 = \partial \phi_1/\partial A|_{A=A(0)}$

$$= (\sum a_i \xi_1^i + c \xi_1^r)|_{t=0}$$

$$\xi_2 = \partial \phi_2/\partial A|_{A=A(0)}$$

$$= (\sum a_i \xi_2^i + c \xi_2^r)|_{t=0}$$

また, $a_i = ds_i/dt$ (a_i : 定数)

$$c = d\tau/dt \quad (c: \text{定数})$$

$$\xi_1^i = \partial \phi_1/\partial s_i$$

$$\xi_2^i = \partial \phi_2/\partial s_i$$

$$\xi_1^r = \partial \phi_1/\partial \tau$$

$$\xi_2^r = \partial \phi_2/\partial \tau$$

ここで, (5)式の両辺を V で除すと次の式を得る。

$$1/V \cdot \partial f/\partial t|_{t=0} = \pi_K \cdot \xi_1/K + \pi_L \cdot \xi_2/L$$

上式の $1/V \cdot \partial f/\partial t|_{t=0}$ と(2)式の $1/V \cdot \partial F/\partial t (= \dot{T}/T)$ との間に $t=0$ の近傍で等式が成立する。⁽⁷⁾ したがって, (2)式によって算出される技術進歩率との間に次の推定対象式が得られる。

$$\dot{T}/T = \pi_K \cdot \xi_1/K + \pi_L \cdot \xi_2/L \dots\dots\dots(6)$$

(3) 推定対象式の特定化と分析対象式の一般形

(3)式の技術進歩関数を Sato and Nôno (1983, p. 22) の一般射影型 (general projective type) にしたがって, つぎのように特定化する。

$$T: \begin{cases} \bar{K} = (Ke^{B_1\tau} + B_2\tau + B_3s_1 + B_4s_2 + B_5\tau L) / \\ \quad (1 - B_{11}\tau L - B_{12}\tau K - B_{13}s_1K - B_{14}s_2K) \\ L = (Le^{B_6\tau} + B_7\tau + B_8s_1 + B_9s_2 + B_{10}\tau K) / \\ \quad (1 - B_{11}\tau L - B_{12}\tau K - B_{13}s_1L - B_{14}s_2L) \end{cases}$$

ただし, $\tau = ct$, $s_1 = a_1t$, $s_2 = a_2t$ とし, $c=1$, $a_1=PD$, $a_2=PD^2$ (PD : 人口

「都市規模が製造業に於ける新技術の導入に及ぼす影響」に関する再論

密度) かつ c , a_1 及び a_2 は, 時間 t の関数ではないと仮定する。

いま, 推定対象式の一般形(6)式を上述の技術進歩関数にもとづき, つぎのように特定化する。

$$\begin{aligned} \dot{T}/T = & B_1 \cdot \pi_K / K + B_2 \cdot \pi_L / L + B_3 \cdot \pi_K PD / L + B_6 \cdot \pi_K PD^2 / K \\ & + B_8 \cdot \pi_L PD^2 / L + B_7 \cdot \pi_K + B_8 \cdot \pi_L K / L + B_9 \cdot \pi_K L / K + B_{10} \cdot \pi_L \\ & + B_{11} \cdot K + B_{12} \cdot L + B_{13} \cdot PD + B_{14} \cdot PD^2 \end{aligned}$$

上式の π_K と π_L には $\pi_K + \pi_L = 1$ の関係があり, パラメータの推定の際に多重共線性の問題が生ずる。これを排除するために上式の10番目の項に $\pi_L = 1 - \pi_K$ を代入した。また, プーリング・データを利用するために県別ダミー変数を加えて次の式を推定対象とすることにした。

$$\begin{aligned} \dot{T}/T = & B_{10} + B_1 \cdot \pi_K / K + B_2 \cdot \pi_L / L + B_3 \cdot \pi_K PD / K + B_4 \cdot \pi_L PD / L \\ & + B_5 \cdot \pi_K PD^2 / K + B_6 \cdot \pi_L PD^2 / L + (B_7 - B_{10}) \pi_K + B_8 \cdot \pi_L K / L \\ & + B_9 \cdot \pi_K L / K + B_{11} \cdot K + B_{12} \cdot L + B_{13} \cdot PD + B_{14} \cdot PD^2 \\ & + B_{15} \cdot DMO + B_{16} \cdot DMH + \varepsilon \dots\dots\dots(7) \end{aligned}$$

ただし, DMO : ダミー変数 ($DMO=1$; 大阪府, $DMO=0$; その他)
 DMH : ダミー変数 ($DMH=1$; 兵庫県, $DMH=0$; その他)
 ε : 攪乱項

石川 (1989, 1991) ではすでに $\partial(\dot{T}/T)/\partial PD$ と $\partial^2(\dot{T}/T)/\partial PD^2$ を用いた分析を行っている。そこで, 本論文ではいままでの分析をさらに強固にするために次の式を分析対象式の一般形とする。

$$\begin{aligned} \partial(\dot{T}/T)/\partial K = & -B_1 \cdot \pi_K / K^2 - B_3 \cdot \pi_K PD / K^2 - B_6 \cdot \pi_K PD^2 / K^2 \\ & + B_8 \cdot \pi_L / L - B_9 \cdot \pi_K L / K^2 + B_{11} \dots\dots\dots(8) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \partial^2(\dot{T}/T)/\partial K^2 = & 2B_1 \cdot \pi_K / K^3 + 2B_3 \cdot \pi_K PD / K^3 \\ & + 2B_6 \cdot \pi_K PD^2 / K^3 + 2B_9 \cdot \pi_K L / K^3 \dots\dots\dots(9) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \partial(\dot{T}/T)/\partial L = & -B_2 \cdot \pi_L / L^2 - B_4 \cdot \pi_L PD / L^2 - B_6 \cdot \pi_L PD^2 / L^2 \\ & - B_8 \cdot \pi_L K / L^2 + B_9 \cdot \pi_K / K + B_{12} \dots\dots\dots(10) \end{aligned}$$

$$\partial^2(\dot{T}/T)/\partial L^2=2B_2\cdot\pi_L/L^3+2B_4\cdot\pi_L PD/L^3+2B_6\cdot\pi_L PD^2/L^3 \\ +2B_8\cdot\pi_L K/L^3\cdots\cdots\cdots(11)$$

$$\partial^2(\dot{T}/T)/\partial PD\cdot K=-B_3\cdot\pi_K/K^2-2B_5\cdot\pi_K PD/K^2 \cdots\cdots\cdots(12)$$

$$\partial^2(\dot{T}/T)/\partial PD\cdot L=-B_4\cdot\pi_L/L^2-2B_8\cdot\pi_L PD/L^2\cdots\cdots\cdots(13)$$

(4) 使用データの出所, 加工及び制約

大阪圏に関する推定で使用されたデータの出所, データの加工そしてその結果として受ける制約について項目別に述べる。これより詳細な説明を必要とする場合は石川(1991)を参照されたい。

1. 地域区分

国土統計要覧の大都市圏区分における大阪圏を構成する京都府, 大阪府及び兵庫県を対象とする。

2. 産業分類

製造業全体を1産業部門と見なした。

3. 事業所規模

従業者20人以上規模の事業所を分析の対象とした。

4. 分析対象期間

昭和40年から昭和63年までを対象とした。ただし, 京都府の昭和63年, 大阪府の昭和56年及び兵庫県の昭和56年についてのデータを第5項目の㊦にある理由で外した。また, 暦年データを使用した。

5. データの出所

㊥付加価値額(V)

通商産業省編「工業統計表」(昭和40年版・昭和63年版)から収集。

㊦資本ストック額(K)

通商産業省編「工業統計表」(昭和40年版・昭和63年版)から収集した年初有形固定資産額を事業所規模について別途調整した上でそれをを用い

「都市規模が製造業に於ける新技術の導入に及ぼす影響」に関する再論
で資本ストック額データの推計を行った。

◎従業員数 (L)

通商産業省編「工業統計表」(昭和40年版・昭和63年版)から収集。

④分配率 (π_K 及び π_L)

付加価値額と現金給与額を通商産業省編「工業統計表」(昭和40年版・昭和63年版)から収集し、付加価値額から現金給与額を控除したものを付加価値額で除して π_L を作成し、1から π_L を引き π_K を得た。

◎人口密度 (PD)

自治省編「全国・世帯数表・人口動態統計表」の平成2年版から収集した人口データを朝日新聞社編「民力」(1967年版・1990年版)から収集した可住地面積データ(=総面積-森林面積-原野面積-湖沼面積)で除して作成した。

①技術進歩率 (\dot{T}/T)

技術進歩率データは(2)式によって推計した。同推計を行うにあたって必要な分配率は④で求めたものを使用し、付加価値額、資本ストック額及び従業員数の伸び率については回帰式の係数を推定することでも求めた。この式は、上述の3府県について推計の対象となる3変数(V , K 及び L)を代表して Y とし、それらの初期値 Y_0 、伸び率 a 、時間 t とし表わされる $Y = Y_0 e^{at}$ の両辺に自然対数をとったものである。3変数のデータをそれぞれについて相関散布図を作成してそれを参考にして当てはまり具合がよくなるように期間分けをして各変数の伸び率を推定した。また、従業員に関する京都府の昭和63年のデータ、大阪府の昭和56年データそして兵庫県の昭和56年データを含めてそれぞれの伸び率を推定すると著しくフィットの度合いが落ちるのでそれらを除き推定を行った。

より詳細かつ具体的な推定作業に関する説明は、石川(1991)に委ねる。

(5) 推定対象式のパラメータ推定結果

(7)式に対して前の節の制約のもとに最小自乗法を適用して、つぎの推定結果を得た。(8)

$$\begin{aligned} \hat{T}/T &= 0.243 + 19.025\pi_K/K - 14.967\pi_K PD/K - 2.017\pi_L PD/L \\ &\quad (3.424) \quad (3.604) \quad (3.717) \\ &+ 2.196\pi_K PD^2/K + 0.287\pi_L PD^2/L - 0.410\pi_K - 0.049\pi_L K/L \\ &\quad (3.671) \quad (1.946) \quad (5.111) \quad (4.026) \\ &+ 0.000K + 0.001L + 0.121PD - 0.012PD^2 - 0.365DMO \\ &\quad (3.706) \quad (2.491) \quad (2.001) \quad (2.288) \quad (3.611) \\ &- 0.130DMH + \varepsilon \dots\dots\dots(14) \\ &\quad (7.329) \end{aligned}$$

$r^2 = 0.877$ $\bar{r}^2 = 0.848$

ただし、() : t 値

r^2 : 決定係数

\bar{r}^2 : 自由度修正済決定係数

(6) 分 析

ここで、推定された(14)式のパラメータの値を(8)式と(9)式に当てはめると、次のようになる。

$$\begin{aligned} \partial(\hat{T}/T)/\partial K &= -19.025\pi_K/K^2 + 14.967\pi_K PD/K^2 \\ &\quad - 2.196\pi_K PD^2/K^2 - 0.049\pi_L/L \dots\dots\dots(8)' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \partial^2(\hat{T}/T)/\partial K^2 &= 38.050\pi_K/K^3 - 29.934\pi_K PD/K^3 \\ &\quad + 4.392\pi_K PD^2/K^3 \dots\dots\dots(9)' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \partial(\hat{T}/T)/\partial L &= 2.017\pi_L PD/L^2 - 0.287\pi_L PD^2/L^2 \\ &\quad + 0.049\pi_L K/L^2 + 0.001 \dots\dots\dots(10)' \end{aligned}$$

$$\partial^2(\hat{T}/T)/\partial L^2 = -4.034\pi_L PD/L^3 + 0.574\pi_L PD^2/L^3$$

「都市規模が製造業に於ける新技術の導入に及ぼす影響」に関する再論

$$-0.098\pi_L K/L^3 \dots\dots\dots(11')$$

$$\partial^2(\dot{T}/T)/\partial K \cdot PD = (14.967 - 4.392PD)\pi_K/K^2 \dots\dots\dots(12')$$

$$\partial^2(\dot{T}/T)/\partial L \cdot PD = (2.017 - 0.578PD)\pi_L/L^2 \dots\dots\dots(13')$$

上述の式に、推定の際に用いたデータを代入し各式の偏導関数の値を求め、それらの偏導関数の値を縦軸とし、横軸については(8)'式と(9)'式では K 、(10)'式と(11)'式では L 、(12)'式では PD あるいは K 、(13)'式では PD あるいは L としてそれぞれ散布図を府県に描いた。その際に、(8)'式の値を MT_K 、(9)'式の値を MT_{KK} 、(10)'式の値を MT_L 、(11)'式の値を MT_{LL} 、(12)'式の値を MT_{KP} 、(13)'式の値を MT_{LP} とそれぞれ表記する。図と上式の対応関係は、図1から図3までの a と(8)'式、図1から図3までの b と(9)'式、図4から図6までの a と(10)'式、図4から図6までの b と(11)'式、図7から図9 と(12)'式そして図10から図12と(13)'式となっている。

(A)最初に、 MT_K を縦軸に取った図1から図3の a のグループと MT_{KK} を縦軸に取った図1から図3の b のグループとを併せ見ると、(1) MT_K の値はすべて負でありかつ MT_{KK} の値はすべて正であること、(2)図Aの時系列プロットに示されているように何れの府県の資本ストック額もおおよその増加傾向にあることにより、 MT_K のプロットは右上がりの滑らかな左半U逆字形を描きかつ MT_{KK} のプロットは右下がりの滑らかな左半U字形を描くこととで、資本ストック額の追加的増加は技術進歩率を追加的に引き下げることが明らかになる。

(B)次に、 MT_L を縦軸に取った図4から図6の a のグループと MT_{LL} を縦軸に取った図4から図6の b のグループとを併せ見ると、(1) MT_L の値は正負が一つに確定しないが MT_{LL} の値はすべて負の値を取っていること、(2) 図Bの時系列プロットに示されているように何れの府県の従業員数も初期年から4年後に頂点に達し急激に崖を落ち最後の8、9年の期間に小山をつく

る形を示していることにより、 MT_L と MT_{LL} の値は7の字の筆順で変化していることで、 MT_L が描く姿を確定することができない。

(C)また、 $MT_{KP}(=MT_{PK})$ を縦軸に取った図7から図9のaのグループを眺めると、(1) MT_{KP} の値はすべて正であること、(2)横軸 PD に対して右下がりプロットの形状を示していること、(3) PD の増加にしたがって MT_{KP} の値が減少する傾向があることで、 PD の上昇が、上述の「資本ストック額の追加的増加が技術進歩率を追加的に引き下げる効果」を緩和させつつ、その緩和の効果を PD 水準の上昇とともに除々に低下させる傾向があると見なせる。そして、 MT_{PK} を縦軸に取った図7から図9のbのグループでは、(1) MT_{PK} の値も正であること、(2)横軸に K を取った図7から図9のbが右下がりの形状を示し、しかもこの形状は何れの府県の図に於いても原点に凸となる滑らかな曲線を描いていることとて、 K の増加は、石川(1991)で明らかにされた「大阪圏における全般的傾向としての PD の追加的増加が技術進歩率を追加的に高める効果」をさらに支えつつも、その支える力を K の水準の上昇とともに明確に除々に低下させている。

(D)さらに、 $MT_{LP}(=MT_{PL})$ を縦軸に取った図10から図12のaのグループでは、(1)図Bの L の時系列プロットは図Aの K や(兵庫県について描いたものを除いた⁽⁹⁾) 図Cの PD と同様な単調な増加傾向を示していないことに原因し、 PD の変化が及ぼす明らかな影響を読みとることはできないが、(2) MT_{LP} の点を個別的に着目してすべて正であると見なした場合と、(3)横軸の PD に対して MT_{LP} の点が形づくる変化の方向をかなりの大まかで右上がりであると見なした場合との両者で、 PD の上昇は、正負に拘らず MT_L の値を上方にシフトさせる効果がみられ、その上 PD の増加に対してまた MT_L の値が正負に拘らずその値を上方にシフトさせると解釈可能である。一方、図10から図12のbのグループでは、(1) MT_{PL} の値はすべて正であること、(2)横軸の L に対して MT_{PL} の点が形づくる変化の方向がおおよそ

「都市規模が製造業に於ける新技術の導入に及ぼす影響」に関する再論

図 1-a 京都府の MT_K と K (K : 単位 百億円)

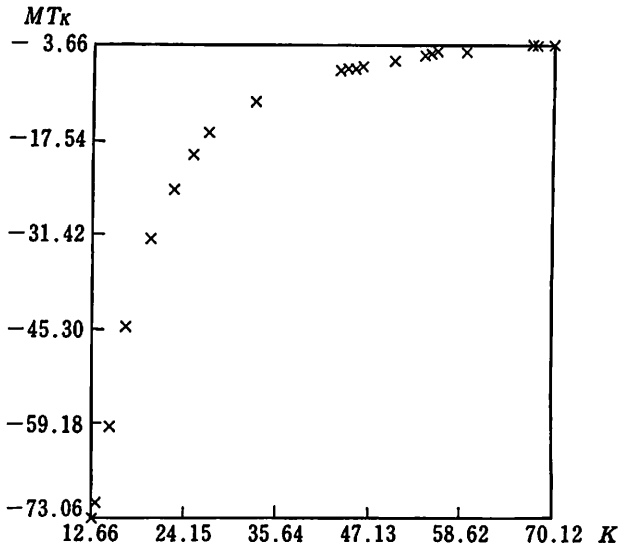


図 1-b 京都府の MT_{KK} と K (K : 単位 百億円)

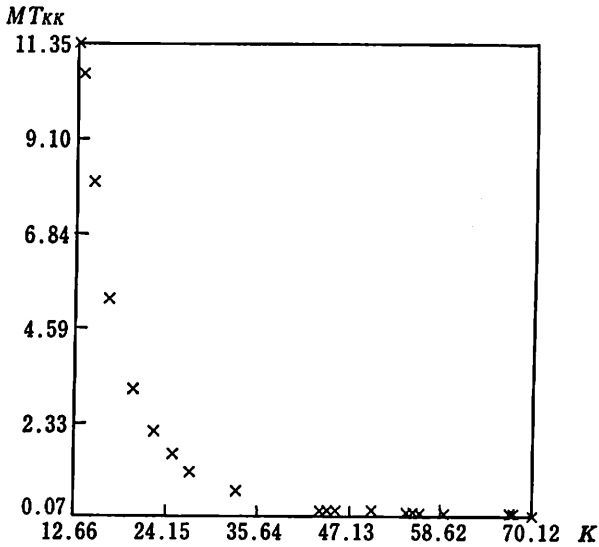


図 2-a 大阪府の MT_K と K (K :単位 百億円)

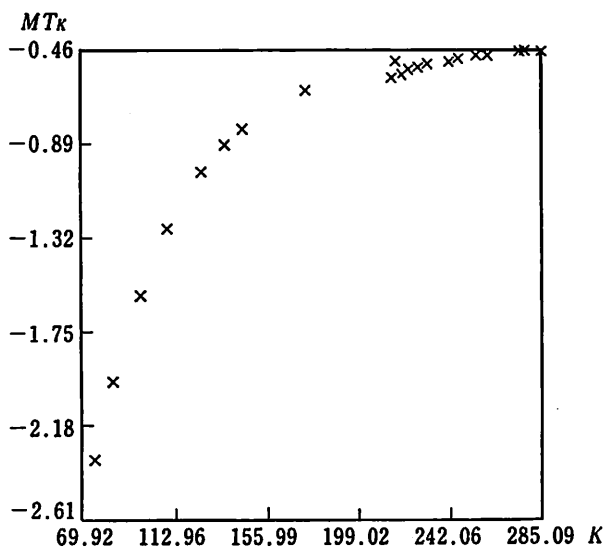
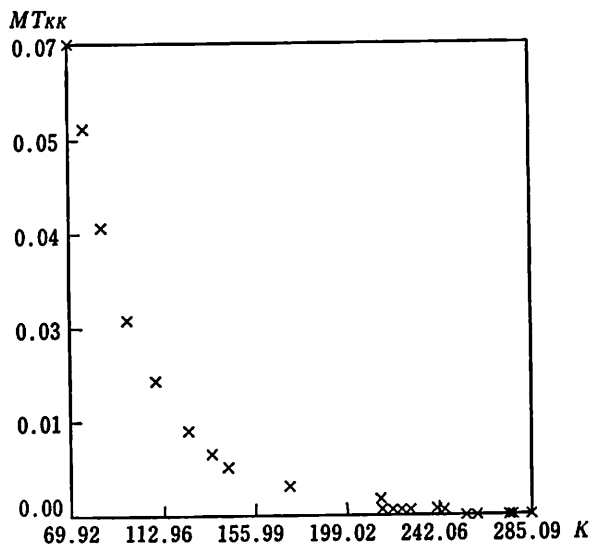


図 2-b 大阪府の MT_{KK} と K (K :単位 百億円)



「都市規模が製造業に於ける新技術の導入に及ぼす影響」に関する再論

図 3-a 兵庫県の MT_K と K (K : 単位 百億円)

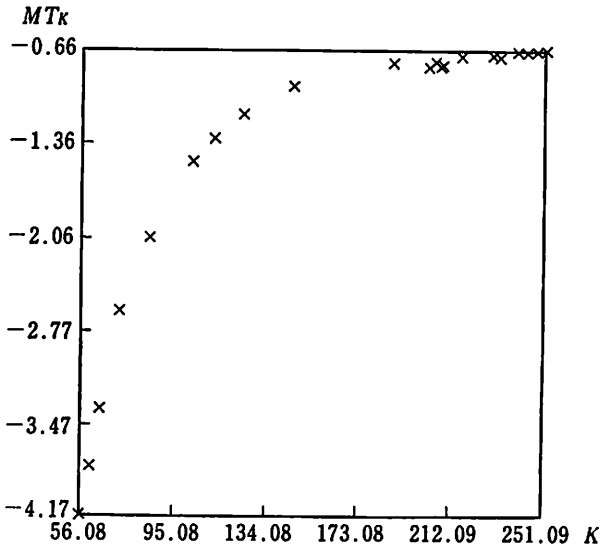
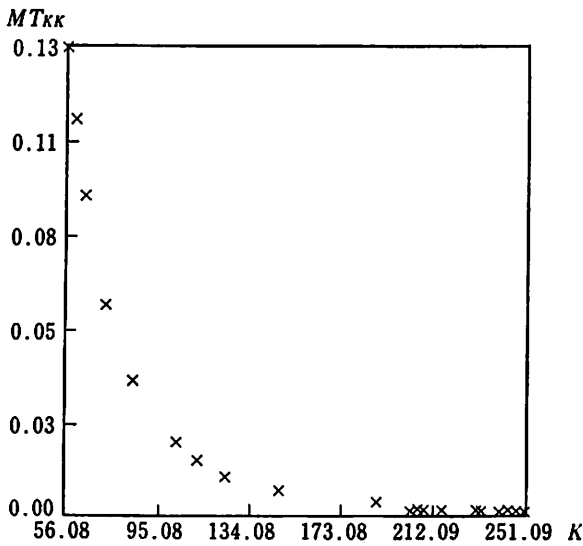


図 3-b 兵庫県 MT_{KK} と K (K : 単位 百億円)



「都市規模が製造業に於ける新技術の導入に及ぼす影響」に関する再論

図 5-a 大阪府の MT_L と L (L : 単位 万人)

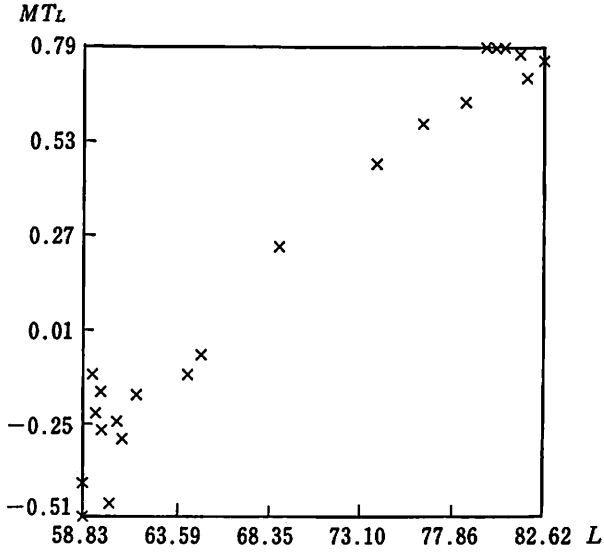


図 5-b 大阪府の MT_{LL} と L (L : 単位 万人)

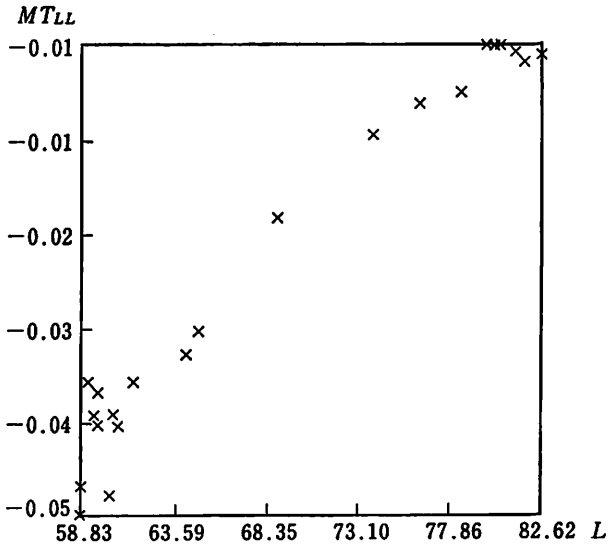


図 6-a 兵庫県 の MT_L と L (L : 単位 万人)

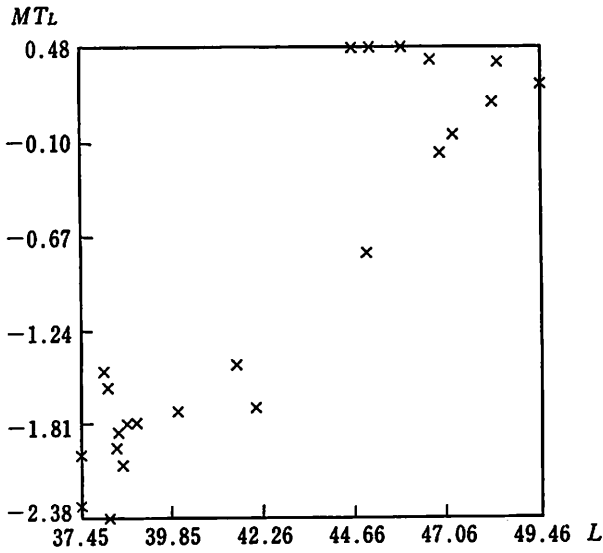


図 6-b 兵庫県 の MT_{LL} と L (L : 単位 万人)

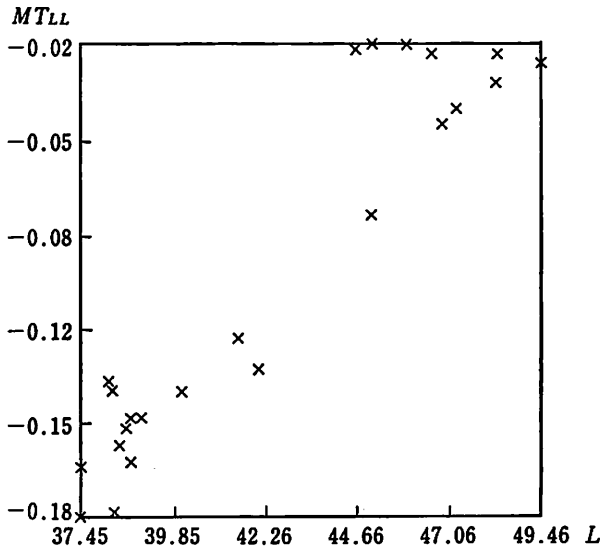


図 8-a 大阪府の MT_{KP} と PD (PD : 単位 千人/ km^2)

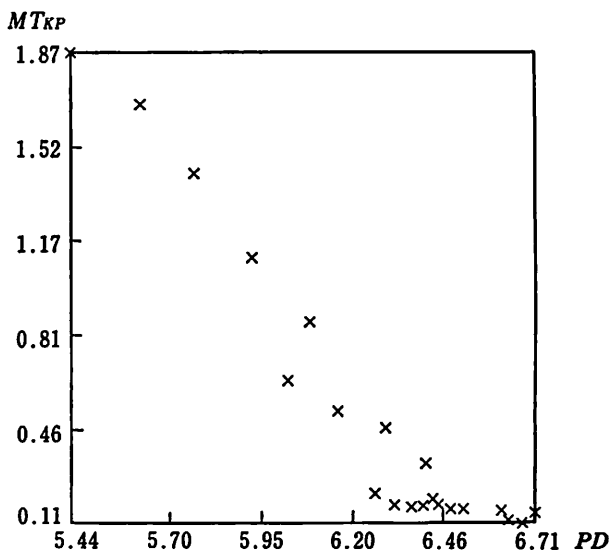
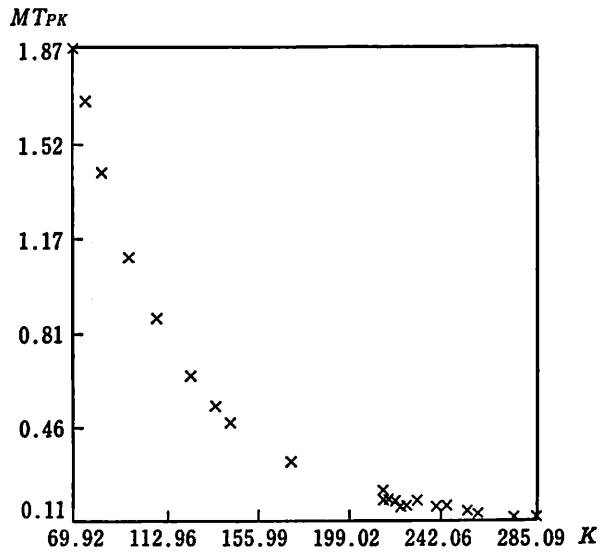


図 8-b 大阪府の MT_{PK} と K (K : 単位 百億円)



「都市規模が製造業に於ける新技術の導入に及ぼす影響」に関する再論

図 9-a 兵庫県の MT_{KP} と PD (PD : 単位 千人/ km^2)

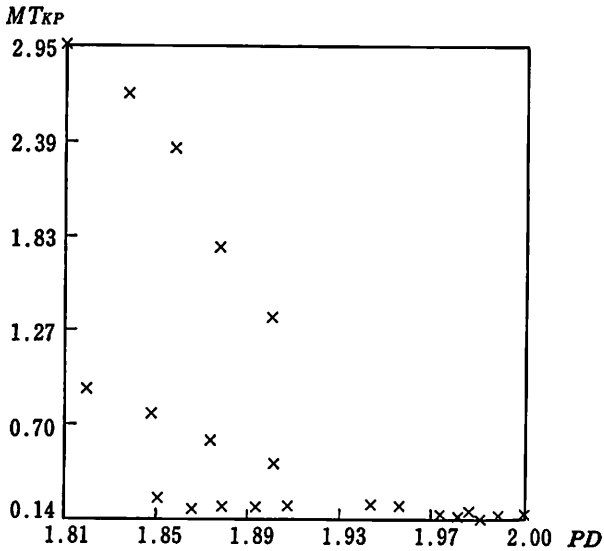


図 9-b 兵庫県 MT_{PK} と K (K : 単位 千人/ km^2)

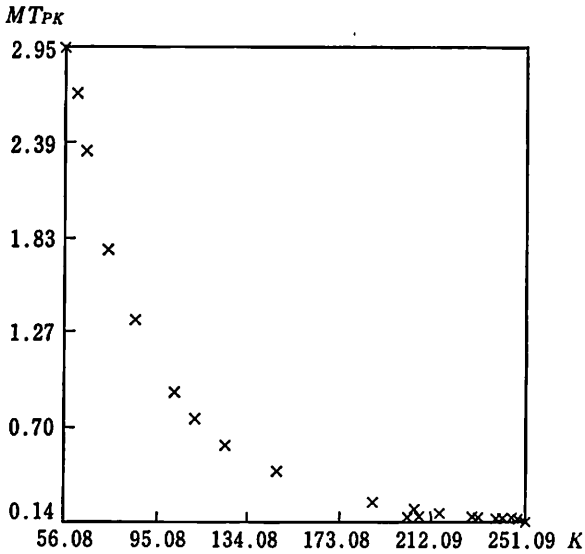


図 10-a 京都府の MT_{LP} と PD (PD : 単位 千人/ km^2)

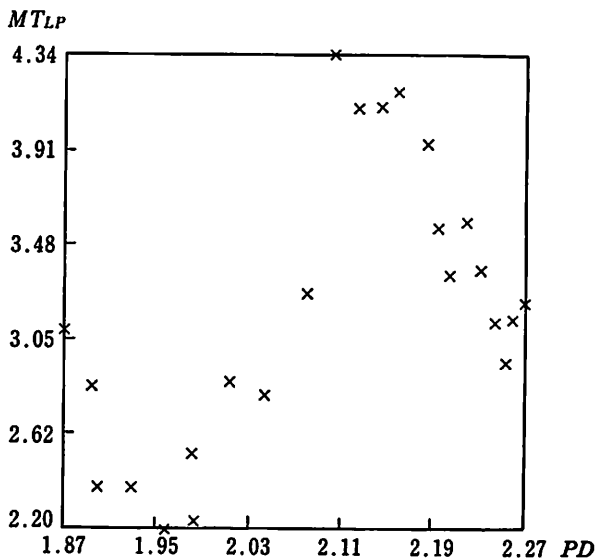
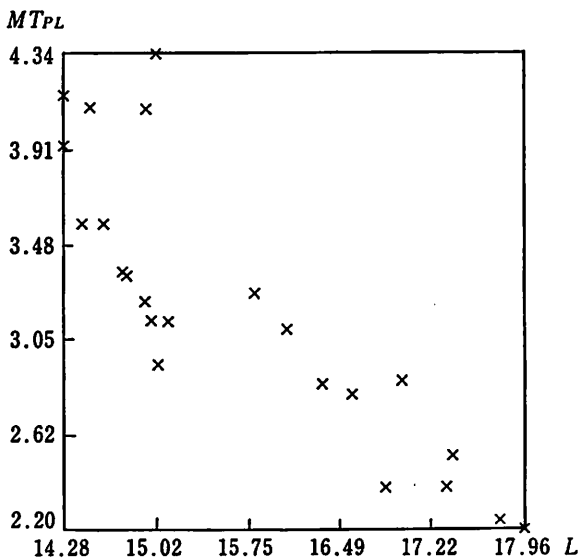


図 10-b 京都府の MT_{PL} と L (L : 単位 万人)



「都市規模が製造業に於ける新技術の導入に及ぼす影響」に関する再論

図 11-a 大阪府の MT_{LP} と PD (PD : 単位 千人/ km^2)

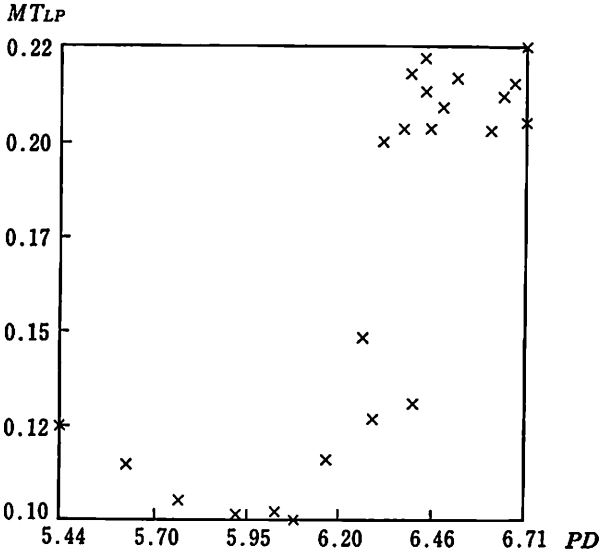


図 11-b 大阪府の MT_{PL} と L (L : 単位 万人)

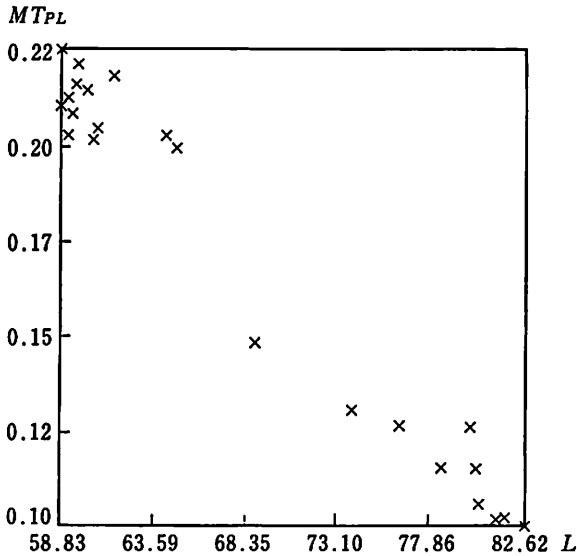


図 12-a 兵庫県の MT_{LP} と PD (PD : 単位 千人/ km^2)

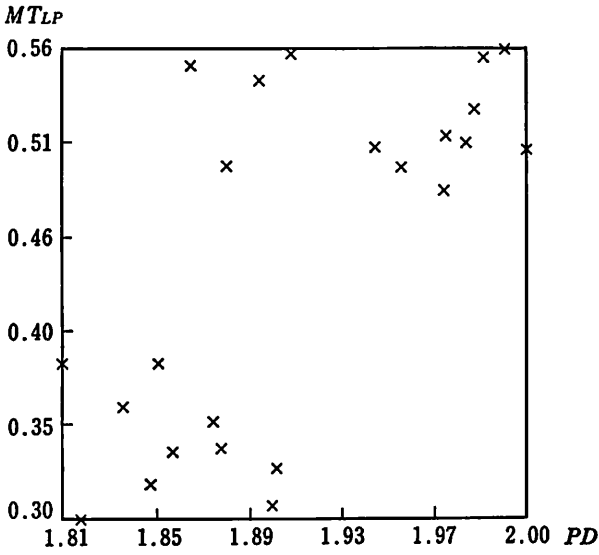
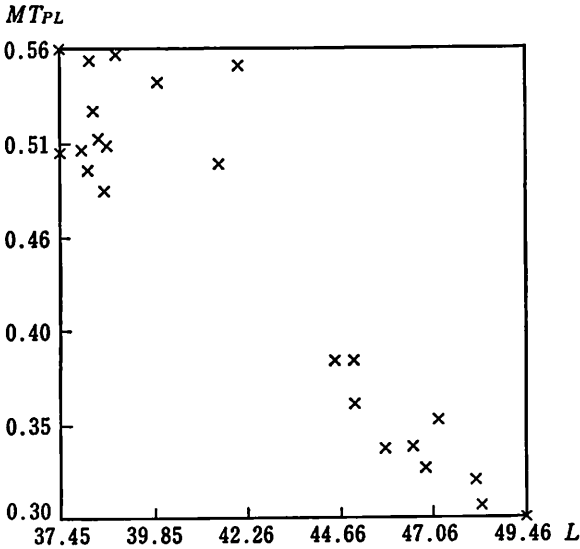


図 12-b 兵庫県 MT_{PL} と L (L : 単位 万人)



「都市規模が製造業に於ける新技術の導入に及ぼす影響」に関する再論

図 A-a 京都府の K の時系列プロット (K : 単位 百億円)

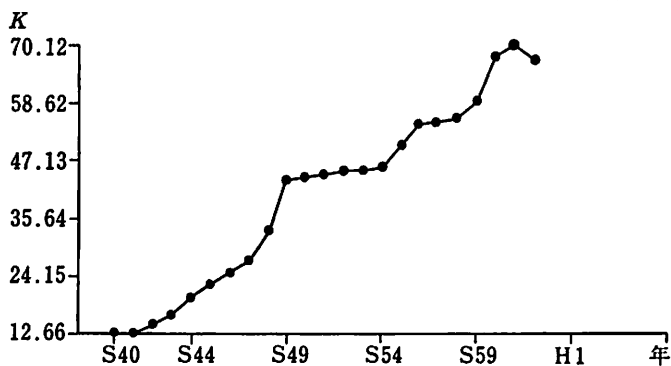


図 A-b 大阪府の K の時系列プロット (K : 単位 百億円)

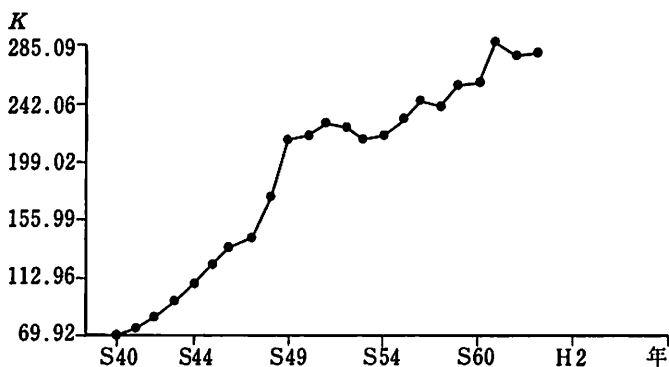
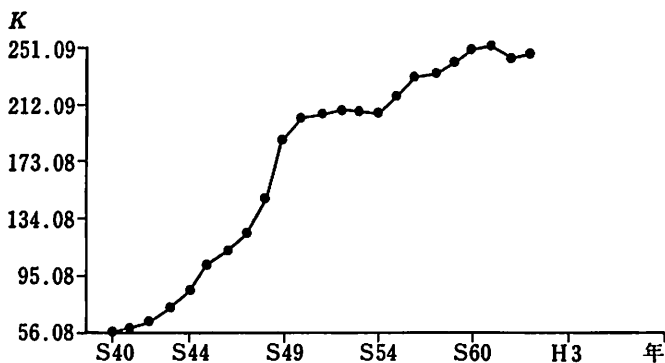


図 A-c 兵庫県の K の時系列プロット (K : 単位 百億円)



「都市規模が製造業に於ける新技術の導入に及ぼす影響」に関する再論

図 C-a 京都府の PD の時系列プロット (PD:単位 千人/km²)

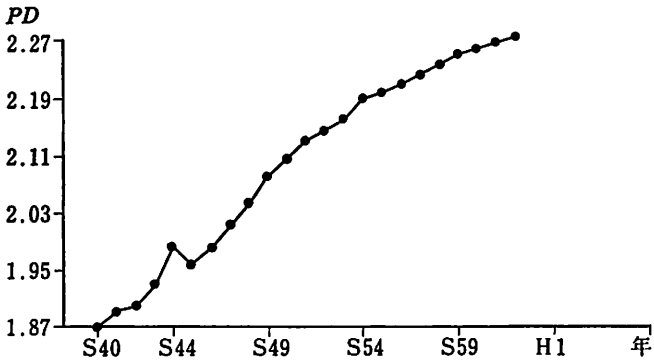


図 C-b 大阪府の PD の時系列プロット (PD:単位 千人/km²)

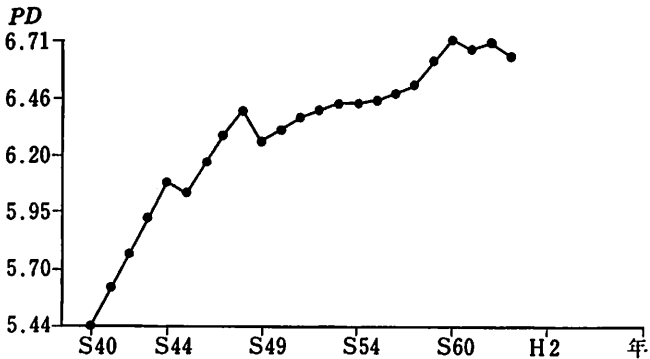
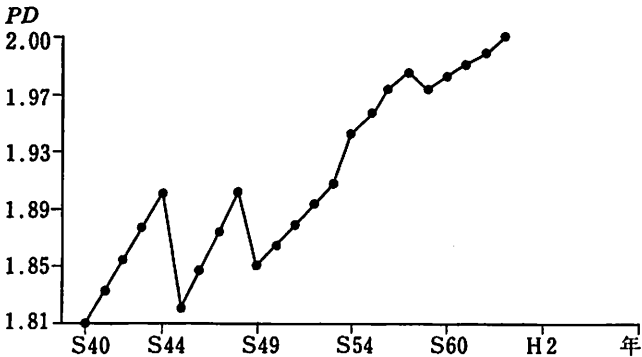


図 C-c 兵庫県の PD の時系列プロット (PD:単位 千人/km²)



右下がりであると見なしうることで、 L の増加は、「大阪圏における全般的傾向としての PD の追加的増加が技術進歩率を追加的に高める効果」を高めつつも、その高める力を L の水準の上昇とともに除々に低下させる傾向がある。

(7) おわりに

前の6節の分析から得られる大阪圏における製造業の技術進歩率に関する意味を推測すると、まず(A)と(B)とにより労働集約的生産が技術進歩率を高めるとは言えないが少なくとも資本集約的生産を選択することは技術進歩率を低下させると言えるであろう。(C)と(D)とからは、都市規模の上昇は、資本集約的生産を選択する結果生ずるであろう技術進歩率の低下を緩和し、また労働集約的生産をもたらす技術進歩率の(正負の両者の)変化をプラスの方向に高めると言える。

ここに明らかにされたことは、石川(1991)において得られた「大阪圏における全般的傾向として、製造業の技術進歩率には新たな技術を具体化した設備やプラントの設置しにくさを十分償って余りある集積経済の追加的利益が分析期間全般に作用し、都市規模の追加的上昇は技術進歩率を追加的に高める。」という結論を矛盾なく補強するものである。

1991年10月31日

註(1) 同分析手法は、Sato (1980, 1981) 及び Sato and Nôno (1983) により開発されたリー変換(Lie Transformation)理論を用いた分析用具であり、石川(1989)に於てリー変換分析と呼ぶことにした。この手法の特徴は、(1)明示的に生産関数の形を仮定する必要はないことにより、(2)代替の弾力性の概念を必要としないこと、そして(3)技術進歩関数を明示的に仮定する必要があることの3点に要約できる。同手法を用いた最初の実証分析が Sato and Mitchell (1985) のなかで米国製造業の21産業分類データによって行われた。しかし、この実証分析はマクロレベルで行われており、そこで使用されたリー変換分析の枠組は都市規模の新技術導入に及ぼす効果を考察するにはそのままでは使うことはできない。そこで、本稿の目的に適合

「都市規模が製造業に於ける新技術の導入に及ぼす影響」に関する再論

するように手を加えたリー変換分析を使用した。なお、この手を加えた内容については石川（1989, 1991）で既に議論されている。

- (2) このことを裏付ける文献として、Kain (1968), Stone (1974), Schmenner (1982) 及び Blackley (1985) を挙げることができる。
- (3) Sato and Nôno (1983) と Sato (1985) での定義の方法にしている。
- (4) Sato and Mitchell (1985) にしたがって、さらに都市規模パラメータを加えたものである。
- (5) Sato and Nôno (1983; p. 8) を参照せよ。
- (6) Sato and Mitchell (1985) の議論に基づく。
- (7) Sato and Nôno (1983; p. 20) 及び Sato (1985; p. 9) を参照せよ。
- (8) この推定結果を得るために行った推定手続きの詳細については石川 (1991) を参照せよ。
- (9) 兵庫県の図では PD の値は、昭和45年と昭和49年に2つの大きな落込みを示している。この理由は、兵庫県では、人口が昭和44年と昭和45年の間に4,538千人から4,856千人と伸びる一方で、大阪圏の他の府では安定している可住地面積が、2,393 km^2 から2,521 km^2 と大きく増加し、またそれは昭和48年と昭和49年との間でも同様に4,787千人から4,855千人と伸び、可住地面積が2,521 km^2 から2,626 km^2 と増加していることによる。したがって、兵庫県のケースのように、人口密度が、このように大きく変化する場合には、集積度を表わす代理変数として用いることは疑問が残るであろう。

参考文献（邦文）

朝日新聞社編「民力」1967年版—1990年版

石川修一（1989），Lie 変換による集積効果の測定法に関する研究，「研究報告」34号，姫路短期大学，pp. 51-65.

石川修一（1991），都市規模が製造業の新技術導入に及ぼす影響大阪圏におけるケース，神頭広好編「都市・地域科学に関する研究論文集」，愛知大学経営総合科学研究所，近刊

経済企画庁編「国民経済計算年報」1986年版

経済企画庁編「国民経済計算報告」上巻，1990年版

国土庁監修「国土統計要覧」1990年版，大成出版社

自治省編「全国・世帯数表・人口動態統計表」1990年版，（財）国土地理協会

通商産業省編「工業統計表」1965年版—1988年版

References（欧文）

Blackley, P. R. (1985), The Demand for Industrial Sites in a Metropolitan Area: Theory, Empirical Evidence and Policy Implications, *Journal of Urban Economics*, Vol. 17, pp. 247-61.

- Kain, J. F. (1968), The Distribution and Movement of Jobs and Industry, in *The Metropolitan Enigma*, edited by J. Q. Wilson, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Sato, R (1980), The Impact of Technical Change on Holotheticity of Production Functions, *Review of Economic Studies*, Vol. 47, pp. 767-76.
- Sato, R (1981), *Theory of Technical Change and Economic Invariance: Application of Lie Groups*, Academic Press.
- Sato, R and Nôno, T. (1983), *Invariance Principles and the Structure of Technology*, Lecture Note in Economics and Mathematical Systems, vol. 212, Springer-Verlag.
- Sato, R and Mitchell, T. M. (1985), Technical Progress in U.S. Manufacturing Sectors 1948-1973, *Technical Working Paper*, No. 47, National Bureau of Economic Research.
- Schmenner, R. W. (1981), *Making Business Location Decisions*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Stone, D. (1974), *Industrial Location in Metropolitan Areas: A General Model Tested for Boston*, Lexington Books, Lexington, Massachusetts.