

## <論 説>

# 横浜市ごみ問題の計量経済学的研究

桐 谷 維

## I 章 横浜市ごみ状況と計量分析

### 1. 研究の構想

本研究の目的は、横浜市の廃棄物の排出・収集・処理問題に対して計量経済学的分析を施すことである。横浜市のごみ問題に関する計量経済学的研究は、これまで本格的に行われたことがなく、実際に、必要な統計データが時系列的に整っていないので、現状ではまだ十分な解析を行うことができない。それ故、本研究では、ごみに関する本格的な計量経済学的分析の前哨的研究として、各種のごみ変数が横浜市の経済的諸要因によってどのように説明されるかを抽出する変数選別を主要な目的とする。

横浜市のごみに関する統計データは、年度別と月別のデータが利用可能であるが、横浜市民経済計算の統計データは年度別データしか利用可能ではない。それ故、ごみの月別データによる分析は実行可能ではない。このようなデータ上の制約により、ごみの計量分析は統計的にもっぱら年度別データに頼らざるを得ず、現時点では、月別データを利用して必要な標本観測値の大きさを確保する操作は不可能であり、月次接近は到底望み得ない。また、横浜市のごみ統計は、1992年度以降の比較的最近になって詳細な仕訳が行われたので、より仔細な分析を行うためには、適当な標本の大きさが得られるまで、多少、時間の経過を待つ必要がある<sup>(1)</sup>。

従って、本研究では、横浜市のごみ・廃棄物の排出と処理の計量分析に関して、取りあえず、各様な回帰分析を実行し、変数間の因果関係について堅固な

手掛かりを掴むことが、ここでの当面の課題となる。また、回帰分析を行う際に、実態観察の成果とともに、できるだけ経済理論の枠組に整合することが望ましいので、モデル化に際して経済学の理論的な根拠を十分に配慮することとする。

経済理論により要求される変数項目について、必要な統計データが必ずしも利用可能でない場合、なるべく経済理論に沿いながら定式化を変更し、次善的な接近として、代理変数を用いるとか、形式を変更するとか、暫定的な操作を施すことがある。このような操作は、なるべく詳しく解説するように努めた。また、推定の結果はⅡ章で示すが、相関関係が非常に希薄で因果関係が認められそうにない場合でも、何らかの否定的貢献が認められると思われる推定結果は、併せて紹介することとした。

## 2. 横浜市のごみ収集・搬入と処理

横浜市のごみ収集搬入量の推移を見ると、図-1で示すように、われわれの標本期間中の1975年度の811,875トンから1995年度の1,504,083トンまで1.85倍まで増え、年間3.1%の率で増加した。この期間中の推移を見ると、1978年度まで増えて、以後、1983年度まで一服し、その後、1989年度まで急増し、その後はまた平坦になっている。この推移のパターンは他の各種ごみ排出量にとってもほぼ同様に現れるが、横浜市は、特に事業系ごみについて急激に増加すると予想して警戒している(図-2)。横浜市の試算によると、どのような予測を行ったかは不明であるが、2010年度の予測値は、ごみ収集搬入量が269万トンに達するとしている。そこで横浜市は、一般廃棄物処理計画を策定し、ごみの減量化と資源化を図り、この予測数値を187万トンに押さえる計画である。

横浜市におけるごみ処理上の分類は次のようである。まず、横浜市環境事業局が収集するごみは、①家庭ごみ、②粗大ごみ、③事業系ごみ、④その他、に分けられる。その他ごみの内容は、河川清掃ごみ、不法投棄ごみ等である。横浜市の収集と事業の搬入によるごみの組成は、例えば1991年度では、紙類が最

も多く 38%であり、以下、厨芥類の 27%、プラスチック類の 14%と続き、これらの増加が著しい。

### 3 横浜市ごみ処理の沿革

日本経済の高度成長に伴う、ごみの量的増加と多様化に対処して、昭和 45 (1970) 年 12 月に「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」(廃棄物処理法、または廃掃法) が国のレベルで制定され、<sup>(3)</sup> 事業活動に伴う廃棄物に対する事業者の責任が明確化された。これを受けて横浜市では、昭和 46 (1971) 年 12 月、「横浜市廃棄物の処理及び清掃に関する条例」を制定し、昭和 47 (1972) 年に一般廃棄物処理業者 40 件に許可を与え、事業系ごみ処理体制の確立を図った。

昭和 51 (1976) 年 6 月、「廃棄物処理法」(昭和 52 (1977) 年 3 月施行) が産業廃棄物関係を中心に一部改正されたので、これを受けて、昭和 52 (1977) 年 10 月、「横浜市廃棄物の処理及び清掃に関する条例」もまた一部改正された。

平成 3 (1991) 年 4 月、「再生資源の利用の促進に関する法律」(平成 3 (1991) 年 10 月施行) の制定と「廃棄物処理法」の改正(平成 4 (1992) 年 7 月施行) は、地球規模の環境保全を目途したものであったが、廃棄物の排出抑制と分別・再生の考え方をより鮮明にするものであった。平成 4 (1992) 年 9 月、「横浜市廃棄物等の減量化、資源化及び適正処理等に関する条例」(平成 5 (1993) 年 4 月施行) が制定された。

平成 5 (1993) 年 3 月、横浜市内の 30%地域を対象に缶・びんの分別収集を開始し、平成 7 (1995) 年 10 月には分別実施地域を全市 100%に拡大した。また、横浜市は、平成 9 (1997) 年 1 月、手数料制度の改正を行い、「粗大ごみの有料化」と「事業系ごみの全量有料化」を実施した。これにより、廃棄物の減量化・資源化、事業者の自己管理責任及び公平な負担の確保を目指したのである。(表 1 を参照せよ。)

事業系一般廃棄物は、横浜市が収集・運搬・処分するとき、1 kg につき 26 円を徴収する。家庭から排出される粗大ごみは、横浜市が収集・運搬・処分するとき、1 kg につき 26 円を基準として品目別に規則で定める額を徴収する。

(表2の粗大ごみの品目別手数料表を参照せよ。)

#### 4. ごみ収集と処分

法律上、「産業廃棄物以外の廃棄物」で日常生活に伴って排出されるものを一般廃棄物という。一般廃棄物で、家庭から排出されるものを家庭系一般廃棄物と呼び、また、廃掃法で産業廃棄物に指定されている19品目を除き、商店・事務所・工場等から排出される廃棄物を事業系一般廃棄物と呼ぶ。(以下、本節4で参考として挿入する数字は、平成9(1997)年度の実績値である。)

##### 4.1 家庭ごみの収集

横浜市の家庭系ごみ収集は、平成9(1997)年4月現在、横浜市内の全世帯数1,285,749世帯を対象としている。これら全世帯から排出される家庭ごみ、資源ごみ、粗大ごみは、現在、横浜市内17の環境事業局事務所が各管轄区域内で、その収集を行っている。この市内17の事務所とは、鶴見、神奈川、西、中、南、港南、保土ヶ谷、旭、磯子、金沢、港北、都筑、緑、戸塚、栄、泉、瀬谷事務所である。

また、一部、事業活動に伴って排出されるごみを収集し、地域の清潔保持や生活環境保全のために不法投棄ごみ・放置自転車の処理を行い、一部河川の清掃、および犬猫等動物の死体処理を行っている。

家庭ごみの収集回数は週3回、定められた曜日に集積所で行う。排出方法は原則として、蓋付き容器によるステーション方式によるが、一部、高層集合住宅においてコンテナ方式や自動貯留排出装置を採用している。今後も、中高層集合住宅についてはこの方式を採用する方針とされる。また、みなとみらい21地区の管路収集区域では随時、管路で収集している。(表7を参照せよ。)

##### 4.2 中継基地

収集地区と焼却工場との距離が遠い一部の地区では、ごみ搬送の効率化を図るために、中継基地として6カ所の輸送事務所を設けている。すなわち、港北

(280t/日), 磯子 (500t/日), 戸塚 (200t/日), 神明台 (500t/日), 神奈川 (400t/日), 長坂谷 (300/日) の 6 輸送事務所である。中継方式は, 港北輸送事務所がピット・クレーン方式, 長坂谷輸送事務所が平面中継, その他事務所はコンパクト・コンテナ方式であり, 輸送事務所でごみを大型車に積み替えて焼却工場へ輸送している。(表 3 を参照せよ。)

#### 4.3 焼却工場

横浜市が収集する家庭系ごみ (1,045,360t) は, そのほとんどが焼却処理 (999,223t) され, 一部は埋立処分 (4,251t) されていたが, 最近は資源化 (41,761t) される分が多くなった。

事業系ごみは, 横浜市の許可業者により搬入されるごみと事業主体が直接搬入するごみから成り, やはり焼却 (481,657t), 埋立 (13,178t), 資源化 (3,301t) に回される。

家庭系ごみと事業系ごみの焼却処理分は 6 焼却工場へ送られて焼却される。焼却工場は, 鶴見 (1,200t/日, 1995 年竣工), 港南 (900t/日, 破碎 60t/5h, 1974 年竣工), 保土ヶ谷 (1,200t/日, 破碎 60t/5h, 1980 年竣工), 旭 (-/日, 改修中), 都筑 (1,200t/日, 破碎剪断 60t/5h, 回転式 20t/h, 1984 年竣工), 栄 (1,500t/日, 破碎 60t/5h, 1976 年竣工) の 6 工場である。(表 4 を参照せよ。)

#### 4.4 埋立

家庭系ごみ (4,251t) と事業系ごみ (13,178t) の埋立処分は, 神明台処分地 (全容量 8,049,700m<sup>3</sup>, 残余容量 2,663,166m<sup>3</sup>; 1973 年) と南本牧廃棄物処分場 (全容量 2,990,000m<sup>3</sup>, 残余容量 1,915,382m<sup>3</sup>; 1993 年) に送られて埋め立てられる。

家庭系ごみの「保管」分 (125t) は, 神明台処分地において保管されるが, これはほとんどが使用済み乾電池である。(表 8 を参照せよ。)

#### 4.5 資源化

「資源ごみ」とは, 紙, 鉄屑, アルミニウム, ガラスびん, 布等, 再生利用可

能なごみをいう。家庭系の資源ごみ(41,761t)と事業系の資源ごみ(3,301t)は、次の資源化施設に送られて再利用に向けて処理される。すなわち、鶴見資源化センター(資源ごみ50t/日、不燃性粗大ごみ100t/日、可燃性粗大ごみ50t/日、1995年竣工)、緑資源選別センター(資源ごみ40t/日、1993年竣工)、戸塚資源選別センター(資源ごみ60t/日、1995年竣工)、およびグリーンコンポスト製造施設(樹木剪定枝25t/日、1992年竣工)である。(表5を参照せよ。)

#### 4.6 粗大ごみ

粗大ごみは、家庭生活から排出される大型のごみであり、電気製品、家具、自転車、布団等の大型生活用品廃棄物をいい、その収集は17環境事業局事務所が、家庭ごみと併せて、電話申込制戸別収集を行っている。すなわち、市民は居住地区を担当する環境事業局事務所に電話で申し込み、粗大ごみ搬出の日時等の指定を受けるのである。粗大ごみの電話による申告制戸別収集は、平成2(1990)年に開始され、平成8(1996)年12月までは個数制限付きの無料(月1回4個の制限があった)であったが、平成9(1997)年1月以降は有料になった。粗大ごみの手数料は、横浜市指定の金融機関、郵便局で専用納付書を用いて料金を前払いする。納付書は金額別に色分けされているから、粗大ごみにこの金額のシールを張り、電話で確認した場所に出す。特に、昭和47年以前に製造された家電製品(テレビ、電子レンジ、エアコン)にはPCB(ポリ塩化ビフェニール)が使われているのでメーカーに依頼してPCBを除去してから収集を申し込む。

収集された粗大ごみ(33,683t)は、可燃物、不燃物、資源物に分別され、焼却工場へ回送されるものと、埋立処分場へそのまま直送されるものがある。横浜市の粗大ごみ処理施設は、鶴見資源化センター(不燃性粗大ごみ100t/日、可燃性粗大ごみ150t/日、1995年竣工)であり、可燃物の焼却後の灰や不燃物は処分地で埋立処分される。金属類は資源化される。家庭電化製品や金属製品は、鶴見資源化センターで破碎処理を施し、一部は回転式破碎機に掛けられ、金属類を抽出して資源化が図られる。特に、冷蔵庫、エアコンは冷媒に使用されているフロンの回収が行われている。(表6を参照せよ。)

粗大ごみについて平成 8 (1996) 年度に前年度比 30.7%増であったが、これは粗大ごみ収集の有料化実施を前に収集依頼が集中したことに依る。また、金属類の回収量も 32.7%の増加となった。

## 5. 行動方程式の指定

### 5.1 横浜市民所得

横浜市が一年度内に収集し、または搬入を受け入れるごみ量 (RC) は、横浜市民の消費と生産の経済活動に依存する。それ故、ここでは、ごみの排出に最も関係があると思われる生産＝所得変数群と消費変数群の概念を要約的に解説する。

名目市内総生産 (GDP) は、横浜市内の経済主体が一年度内に新しく追加的に生産した最終的生産物 (財貨サービス) の現行市場価格表示の付加価値額を表す。この場合、「市内」とは、生産に携わる主体の居住地が横浜市外であっても、横浜市内で生産活動を行った結果、産出された付加価値であることを意味する。また、「総生産」とは、この財サービスの生産により生じた資本減耗を考慮しない計数であることを意味する。この名目市内総生産 (GDP) は、生産活動により新しく追加された財貨サービスの供給であり、財貨サービスの需要である名目市内総支出 (GDE) と事後的に (ex post) 等しい。

$$\begin{aligned} \text{市内総生産} &= \text{市内純生産} + \text{固定資本減耗} + \text{間接税} - \text{補助金} \\ &= \text{民間最終消費支出} + \text{一般政府最終消費支出} + \text{市内総資本形成} \\ &\quad + \text{純移出} + \text{統計上の不突合} \end{aligned} \quad (*1)$$

経済理論上、事前的な (ex ante) 意味で、<sup>(4)</sup>(\*1) 式は、財貨サービスの供給量と需要量が等しくなる市場均衡条件を現行市場価格表示で表したものであり、事後的には、供給主体の受取額と需要主体の支払額が事後会計的に等しくなることを述べている。

### 5.2 所得データの実質化

実質市内総生産 ( $GDP^R$ ) は、横浜市内の経済主体が一年度内に新しく追加的

に生産した最終的生産物（財貨サービス）の、ある基準年次価格表示の付加価値額を表す。基準年次価格表示の付加価値額は、本質的には物理的量を表すことになる。

一般に、実質市内総支出（ $GDE^R$ ）のデータは次のように作成される。市場価格表示の名目市内総支出（ $GDE$ ）の構成項目の名目値（例えば、民間最終消費支出）を、該当するデフレーター（例えば、消費者物価指数）で除することにより、構成項目の実質値が求められる。<sup>(5)</sup>通常、これらデフレーターは、関連する物価指数の基準年次における数値を100と置いて設けられている。このようなデフレーターで各構成項目の名目値を除し、得られた実質値を合計すると実質市内総生産が得られる。この実質市内総生産で名目市内総生産を除すことにより市内総生産デフレーターが求められるのである。

横浜市の市民経済計算では、資料上の制約によるとして、上述の通常の手順とは異なる便法を用いている。まず、①名目市内総生産の各項目のデフレーターとして、国民経済計算の各項目のデフレーターをそのまま援用している。また、②純移出と統計上の不突合を一括して残差として扱い、これらを除いた項目の名目値の合計を実質値の合計で除して市内総支出デフレーターを求めている。①について、各項目のデフレーターとなるべき物価指数は本来、横浜市に限定される物価指数であることが望ましいから、国民経済計算のデフレーターを援用するのは一つの近似である。また、②について、純移出という重要な意味のある統計値を残差として求めざるを得ないことから、得られる市内総支出デフレーターは、あり得べき真の値から乖離すると思われる。

ごみ発生方程式の定式化において必要となる実質所得変数群を用意する際に、横浜市が作成した市内総支出デフレーター（ $DF_{GDE}$ ）<sup>(6)</sup>を用いた。これを用いて追加的に作成した統計データは次の4項目である。

⑤実質市内純生産（ $NDP^R$ ）：要素費用表示の市内純生産（ $NDP$ ）を、市内総支出デフレーター（ $DF_{GDE}$ ）で除したものとする。（ただし100を掛けて補整する。）

$$NDP^R = (NDP / DF_{GDE}) \times 100 \quad (*2)$$

⑥実質市内雇用者所得（ $DEI^R$ ）：名目市内雇用者所得（ $DEI$ ）を、市内総支出デフ

レーター ( $DF_{GDE}$ ) で除したものとする。(ただし 100 を掛けて補整する。)

$$DEI^R = (DEI/DF_{GDE}) \times 100 \quad (*3)$$

◎実質市民所得 ( $ZI^R$ ) : 要素費用表示の市民所得 ( $ZI$ ) を, 市内総支出デフレーター ( $DF_{GDE}$ ) で除して実質化したものとする。

$$ZI^R = (ZI/DF_{GDE}) \times 100 \quad (*4)$$

④実質市民雇業者所得 ( $ZEI^R$ ) : 名目市民雇業者所得 ( $ZEI$ ) の変数を市内総支出デフレーター ( $DF_{GDE}$ ) で除したものとする。

$$ZEI^R = (ZEI/DF_{GDE}) \times 100 \quad (*5)$$

### 5.3 時の遅れモデル

$t$  期の説明変数  $X_t$  が被説明変数  $Y_t$  に及ぼす効果が過去に遡って指数関数的に無限に減少的であると仮定する Koyck 型の単純な方式 (scheme) は, 次のように提出される。<sup>(7)</sup>

$$\begin{aligned} Y_t &= a + b \{X_t + \lambda X_{t-1} + \lambda^2 X_{t-2} + \dots + \lambda^n X_{t-n} + \dots\} + u_t \\ &= a + b \{X_t + \lambda L X_t + \lambda^2 L^2 X_t + \dots + \lambda^n L^n X_t + \dots\} + u_t \\ &= a + b \frac{1}{1 - \lambda L} X_t + u_t \end{aligned} \quad (*6)$$

ただし  $\lambda$  は 1 より小の正数  $0 \leq \lambda < 1$  であり,  $L$  は  $L^s x_t = x_{t-s}$  となるような遅れの作用素である。<sup>(8)</sup> また,  $u_t$  は  $t$  期の攪乱項を表す。

(\*6) 式の両辺に  $1 - \lambda L$  を掛けて, 整理する。

$$(1 - \lambda L) Y_t = (1 - \lambda L) a + b X_t + (1 - \lambda L) u_t$$

よって, 最終的に

$$Y_t = (1 - \lambda) a + b X_t + \lambda Y_{t-1} + (u_t - \lambda u_{t-1}) \quad (*7)$$

を得る。さらに,  $Z_t$  を別の説明変数として, もし二つの説明変数  $X_t$  と  $Z_t$  がともに指数関数的に無限に減少的であると仮定するならば,

$$\begin{aligned} Y_t &= a + b (X_t + \lambda X_{t-1} + \lambda^2 X_{t-2} + \dots + \lambda^n X_{t-n} + \dots) \\ &\quad + c (Z_t + \lambda Z_{t-1} + \lambda^2 Z_{t-2} + \dots + \lambda^n Z_{t-n} + \dots) + u_t \\ &= a + b (X_t + \lambda L X_t + \lambda^2 L^2 X_t + \dots + \lambda^n L^n X_t + \dots) \\ &\quad + c (Z_t + \lambda L Z_t + \lambda^2 L^2 Z_t + \dots + \lambda^n L^n Z_t + \dots) + u_t \end{aligned}$$

$$=a + \frac{1}{1-\lambda L} (bX_t + cZ_t) + u_t \quad (*8)$$

となる。上式の両辺に  $1-\lambda L$  を掛けて、整理する。

$$(1-\lambda L)Y_t = (1-\lambda L)a + bX_t + cZ_t + (1-\lambda L)u_t$$

よって、最終的に、次の形式

$$Y_t = (1-\lambda)a + bX_t + cZ_t + \lambda Y_{t-1} + (u_t - \lambda u_{t-1}) \quad (*9)$$

が得られる。

## 6. 事業系ごみ定式化の経済理論的背景

### 6.1 生産関数接近

事業系ごみは、商店、事務所、工場等から排出される廃棄物のうちで廃掃法<sup>(9)</sup>(廃棄物処理法)で指定された19種類の産業廃棄物以外の廃棄物をいう。事業系ごみは、基本的に企業の財サービスの生産活動に伴って発生する産業廃棄物であり、負の効用をもたらす結合生産物として捉えられるから、この定式化は生産関数の定式化と軌を一にする。

第一の接近は、生産関数を援用し、投入と産出の物理的な量的関係のみを抽出するものである。一般に、企業の結合生産物を  $q_1, q_2$ , 生産要素を  $x_1, x_2$  と表せば、陰関数形式での生産関数  $F$  は

$$F(q_1, q_2; x_1, x_2) = 0 \quad (*10)$$

と書かれる。 $q_1$  を生産物、 $q_2$  を生産活動に伴う結合生産廃棄物として、(\*10)式を  $q_2$  について解けば、陽関数形式の廃棄物排出関数が得られる。

$$q_2 = f(q_1; x_1, x_2) \quad (*11)$$

この形式は生産関数そのものであり、線形形式

$$q_2 = a + bq_1 + cx_1 + dx_2 + u \quad (*12-1)$$

または Cobb-Douglas 型の指数関数形式

$$q_2 = Ax_1^\alpha \cdot x_2^\beta \cdot q_1^\gamma \cdot e^{\delta t} \cdot u \quad (*12-2)$$

の二つが想定される。ただし、 $t$  は時間、 $u$  は攪乱項を表す。(\*12-2) 式の  $e^{\delta t}$  の項は Solow 型の中立的技術進歩を表し、時間の経過とともにごみ排出関数が

シフトする構造になっている。

第二の定式化 (\*12-2) は、まず、両辺の自然対数 (ln) を取る。

$$\ln q_2 = \ln A + \alpha \ln x_1 + \beta \ln x_2 + \gamma \ln q_1 + \delta t + \ln u \quad (*12-3)$$

この (\*12-3) 式で各変数の対数間の関係は線形になるから、通常<sup>(10)</sup>の最小 2 乗法を適用して推定する。なお、具体的には、 $q_2$  を事業系ごみ排出量、 $q_1$  を生産量、 $x_1$  を資本ストック、 $x_2$  を労働量、 $t$  を時間とする。

## 6.2 利潤極大化接近

別の接近は、企業行動の利潤極大化行動の過程まで織り込んだ定式化である。企業の利潤は、利潤  $\pi =$  収入  $R -$  費用  $C$  と定義される。収入  $R$  は生産物価格と生産量の積であり ( $R = p_1 \cdot q_1$ )、費用  $C$  は各生産要素の価格  $r_1$ 、 $r_2$  に対する生産費用  $r_1 x_1 + r_2 x_2$  と生産廃棄物の排出量  $q_2$  の処理費用  $p_2 q_2$  の和 ( $r_1 x_1 + r_2 x_2 + p_2 q_2$ ) である。よって、利潤は

$$\pi = p_1 q_1 - r_1 x_1 - r_2 x_2 - p_2 q_2 \quad (*13)$$

であり、これに生産関数  $q_1 = f(x_1, x_2, q_2)$  を代入する。

$$\pi = p_1 f(x_1, x_2, q_2) - r_1 x_1 - r_2 x_2 - p_2 q_2 \quad (*14)$$

利潤極大化の 1 階条件は次のようになる。

$$\partial \pi / \partial x_1 = p_1 \partial f / \partial x_1 - r_1 = 0 \quad (*15)$$

$$\partial \pi / \partial x_2 = p_1 \partial f / \partial x_2 - r_2 = 0$$

$$\partial \pi / \partial q_2 = p_1 \partial f / \partial q_2 - p_2 = 0$$

よって、これら 3 式を連立方程式として解けば、最適解として次の同時解が得られる。同時解はどれも、生産物価格  $p_1$ 、廃棄物処理費用  $p_2$ 、生産要素価格  $r_1$  と  $r_2$  を変数とする関数になる。

$$x_1 = \phi_{x_1}(p_1, p_2, r_1, r_2) \quad (*16-1)$$

$$x_2 = \phi_{x_2}(p_1, p_2, r_1, r_2) \quad (*16-2)$$

$$q_2 = \phi_{q_2}(p_1, p_2, r_1, r_2) \quad (*16-3)$$

上掲最後の (\*16-3) 式が産業廃棄物発生関数ないし事業系ごみ排出関数として用いられる<sup>(11)</sup>。

## 6.3 線形形式における資本ストック

線形形式

$$q_2 = a + bq_1 + cx_1 + dx_2 + u \quad (*12-1)$$

を想定すると、資本ストック  $x_1$  は、前期の資本ストック  $x_1^0$  と投資  $\Delta x_1$  の和

$$x_1 = x_1^0 + \Delta x_1 \quad (*17)$$

と定義されるから、(\*12-1) 式は

$$\begin{aligned} q_2 &= a + bq_1 + cx_1 + dx_2 + u \\ &= a + bq_1 + c(x_1^0 + \Delta x_1) + dx_2 + u \\ &= (a + cx_1^0) + bq_1 + c\Delta x_1 + dx_2 + u \end{aligned} \quad (*18)$$

と書かれ、初期の資本ストック  $x_1^0$  は切片に含まれてしまう。それ故、この場合には、資本ストックの代わりに投資  $\Delta x_1$  を説明変数として用いることが許容される。

## 7. OLS 推定量

$Y_t$  を被説明変数、 $X_2, X_3, \dots, X_k$  を説明変数、 $u_t$  を攪乱項とする。期間  $t=1, 2, \dots, n$  に対する各変数の観測値を  $Y_t, X_{2t}, X_{3t}, \dots, X_{kt}$  とすれば、観測値ベクトル  $\mathbf{y}$  と観測値行列  $\mathbf{X}$ 、攪乱項ベクトル  $\mathbf{u}$ 、誤差ベクトル  $\mathbf{e}$ 、および係数ベクトル  $\boldsymbol{\beta}$  が次のように書かれる。

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix}, \quad \mathbf{X} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{21} & \cdots & X_{k1} \\ X_{12} & X_{22} & \cdots & X_{k2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{1n} & X_{2n} & \cdots & X_{kn} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{u} = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \dots \\ u_n \end{bmatrix}, \quad \mathbf{e} = \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_n \end{bmatrix}, \quad \boldsymbol{\beta} = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix}$$

OLS (通常最小2乗法) の仮定①~⑤を設ける。すなわち、 $Y$  の標本観測値のベクトル  $\mathbf{y}$  は、説明変数  $X$  の標本観測値のベクトル  $\mathbf{x}$  と攪乱項ベクトル  $\mathbf{u}$  の1次結合として表される。

$$\textcircled{1} \quad \mathbf{y} = \beta_1 \mathbf{x}_1 + \beta_2 \mathbf{x}_2 + \cdots + \beta_k \mathbf{x}_k + \mathbf{u}$$

ここで  $\beta_1$  を切片とするから、 $\mathbf{x}_1$  は要素がすべて1のベクトルになる。これを行列表記で書き直す。

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{u}$$

攪乱項  $u$  の期待値をゼロと仮定する。また、攪乱項の分散共分散行列は  $\sigma^2 I$  に等しい。すなわち、 $u_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ) の分散はすべての  $k$  に対して等しく、 $u_i$  と  $u_j$  ( $i, j=1, 2, \dots, n$ ) の共分散は<sup>(12)</sup>ゼロと仮定する。(同質散布性)

- ②  $E[\mathbf{u}] = 0$
- ③  $E[\mathbf{u}\mathbf{u}'] = \sigma^2 I$
- ④ 観測値行列の階数  $\rho$  は変数の個数  $k$  に等しい。 $\rho(X) = k$
- ⑤  $X$  は非確率的行列である。

誤差項は  $e = \mathbf{y} - X\mathbf{b}$  と書かれるから、誤差の 2 乗和を最小にするような係数ベクトル  $\mathbf{b}$  を求める。よって、誤差の 2 乗和は

$$e' e = (\mathbf{y} - X\mathbf{b})' (\mathbf{y} - X\mathbf{b}) = \mathbf{y}' \mathbf{y} - 2\mathbf{b}' X' \mathbf{y} + \mathbf{b}' X' X \mathbf{b} \quad (*19)$$

それ故、

$$\partial e' e / \partial \mathbf{b} = -2X' \mathbf{y} + 2X' X \mathbf{b} = 0 \quad (*20)$$

よって、

$$\mathbf{b} = (X' X)^{-1} X' \mathbf{y} \quad (*21)$$

を得る。この  $\mathbf{b}$  を最小 2 乗推定量 (Least Squares Estimator) という。

推定値の標準誤差 (standard error of the estimate) は

$$s^2 = \frac{e' e}{n - k} \quad (*22)$$

の平方根と定義され、攪乱項  $u$  の分布の標準偏差  $\sigma$  の推定量  $s$  を表す。このとき、 $E[s^2] = \sigma^2$  が導かれる。すなわち、標本分散  $s^2$  の期待値が分散  $\sigma^2$  である。

決定係数  $R^2$  は、説明さるべき総変動  $\sum_{i=1}^n y_i^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$  のうち、推定方程式により説明された変動の部分  $\sum_{i=1}^n \hat{Y}_i^2 = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$  の比を表し、相関係数  $R$  の 2 乗である。

$n$  は標本の大きさ (sample size) を表し、推定に用いられたデータの個数をいう。また、 $d.f.$  は自由度 (degrees of freedom) を表し、 $n - k$  に等しい。 $k$  は推定方程式で用いられた変数の個数、すなわち、被説明変数  $Y$  と説明変数  $X_2, X_3, \dots, X_k$  の個数の和である。

推定係数ベクトル  $\mathbf{b}$  は確率変数のベクトルであり、確率分布に従う。 $\mathbf{b}$  の分散共分散行列は  $var(\mathbf{b}) = \sigma^2 (X' X)^{-1}$  と書かれ、これの対角要素  $\sigma^2 a_{ii}$  は  $\mathbf{b}$  の

対応する要素  $b_i$  の標本分散 (sampling variances) であり, その平方根を標準誤差 (standard error) という。ただし  $a_{ii}$  は逆行列  $(X'X)^{-1}$  の  $i$  番目の対角要素を表す。標準誤差は小さいほど良い。

$t$  検定量は,  $t$  分布を用いて無相関帰無仮説  $H_0: \beta = \mathbf{0}$  を検定する検定統計量である。 $t$  検定量は次のように導出される。

$$t = \frac{b_i - \beta_i}{s\sqrt{a_{ii}}} \sim t(n-k) \quad i=2, 3, \dots, k \quad (*23)$$

上式に仮説値  $\beta_i = 0$  を代入し, 求められる  $t$  値が棄却域に落ちるならば, 帰無仮説を棄却すればよい。

## II 章 横浜市ごみ方程式の推定

本章の最小 2 乗推定式の推定結果の表示は, 次のように行う。

[推定式の表示]

$$y = b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k$$

$$\quad \quad \quad ( ) \quad \quad ( )$$

$$\quad \quad \quad [ ] \quad \quad [ ]$$

$SE$  = 誤差項の標準誤差,  $R^2$  = 決定係数,  $n$  = 標本の大きさ,  $d.f.$  = 自由度 (=  $n - k$ )。ただし, 推定式の係数の下にある ( ) 内は推定係数の標準誤差を表し, [ ] 内は推定係数の  $t$  検定量を表す。

使用する統計データについて, 横浜市民経済計算関連の経済変数の単位は原則として「百万円」であり, 横浜市ごみ関連変数の単位はすべて「トン」とする。

使用する変数記号は, その一覧表を巻末に用意してある。また, 関連するグラフは付図として巻末に一括してまとめてある。そこで, 主要変数は時系列データのグラフを付し, 分析結果を表すグラフは, 単相関については独立変数と従属変数の二変数散布図を用意し, 多変数回帰については従属変数の計算値と実績値を示す時系列図と, 推定線から乖離する実績値の軌跡を示す相関図の二種を, 必要に応じて提示する。

## 1. ごみ収集搬入量 (RC)

横浜市のごみ収集搬入量の説明変数は、大別して、所得変数と消費支出関連変数の2種があり、それぞれ、名目値と実質値が設けられる。具体的には以下のように分類される。

- ①名目所得変数： $GDE$ ,  $GZE$ ,  $NDP$ ,  $DEI$ ,  $ZI$ ,  $ZEI$ .
- ②名目消費支出： $PCE$ ,  $HCE$ ,  $FE$ .
- ③実質所得変数： $GDE^R$ ,  $GZE^R$ ,  $NDP^R$ ,  $DEI^R$ ,  $ZI^R$ ,  $ZEI^R$ .
- ④実質消費支出： $PCE^R$ ,  $HCE^R$ ,  $FE^R$ .

横浜市のごみ収集搬入量は横浜市におけるあらゆる家計と企業の経済行動により発生する量であるから、この説明変数は総括的な所得変数であり、かつ実質値であることが望ましい。

### 1.1 ごみ収集搬入量 (RC)：名目市内総支出 (GDE)

現行市場価格表示の市内総生産 (GDP) は、横浜市の生産活動を総括的に表す経済変数であると見ることができる。この市内総生産は市場に供給として現れ、事後的に需要と等しくなる。この需要は支出額として現れるから、その面で名目市内総支出 (GDE) と呼ばれる。それ故、「市内総生産 (GDP)」と「市内総支出 (GDE)」は事前の意味では異なるが、事後的には (統計的に) 数値が等しくなるから、以下で、この両者は統計データとしては同義に扱う。

生産活動は当然に、ごみの排出を伴うので、まず、横浜市の総括的なごみの排出量を表す「ごみの収集搬入量 (RC)」と「市内総支出 (GDE)」の相関関係を単純回帰方程式により推定する。ごみの排出量は物理的量だから、排出量を説明する変数は実質表示の方がふさわしいと思われるが、名目表示の変数も併せて検討することにする。名目の変数を用いることは、暗に価格体系が説明変数に含まれていることを意味する。

$$RC = 507140.61 + 0.087685 * GDE \quad (1.1)$$

(0.0045509)

[19.2676]

$$SE=54615.916, R^2=0.9513113, n=21, d.f.=19$$

決定係数は比較的大きく、変数  $GDE$  の  $t$  検定量は十分に大きく、有意である。図 1.1 は変数  $RC$  と  $GDE$  の散布図を示している。顕著な傾向は、1975～1978年と1983～1987年部分の限界変化率が高くなっていることであって、このパターンはほとんどすべての散布図でおしなべて見受けられる特徴である。

### 1.2 ごみ収集搬入量 ( $RC$ ) : 名目市民総支出 ( $GZE$ )

市場価格表示の市内総生産 ( $GDP$ ) に、横浜市民による市外からの純要素所得を加えると名目市民総生産 ( $GZP$ ) が得られる。すなわち、市内総生産は横浜市民と非横浜市民が横浜市内で行う生産活動の成果を表すが、市民総生産は横浜在住の市民が横浜市の内外で行う生産活動の成果を表しており、定式化の意味付けが異なってくる。なお、名目市民総生産 ( $GZP$ ) は事後的に、名目市民総支出 ( $GZE$ ) と同義に扱う。

$$RC=545755.33+0.0672265*GZE \quad (1.2)$$

(0.0031365)

[21.4336]

$$SE=49326.767, R^2=0.9602849, n=21, d.f.=19$$

(1.2) 式の推定結果は、名目所得変数の中では最高の適合度を示している。(1.1) 式の名目市内総支出の結果と比較すると、決定係数が大きく、推定値の標準誤差が小さく、説明変数の  $t$  検定量も高いので、ごみ収集搬入量 ( $RC$ ) を説明するには、市内総支出よりも市民総支出 ( $GZE$ ) の方が若干、優れていることが認められる。また、名目市内総生産で見られた期間傾向のパターンがここでも同じように見受けられる。(図 1.2 を参照せよ。)

### 1.3 ごみ収集搬入量 ( $RC$ ) : 要素費用表示の市内純生産 ( $NDP$ )

横浜市の生産活動を表す統計数値の一つである「要素費用表示の市内純生産 ( $NDP$ )」は、先の名目市内総生産 ( $GDP$ ) から固定資本減耗 ( $FKD$ ) を控除し、さらに「間接税－補助金」を差し引いたものである。「要素費用表示」とは、生

産主体が生産要素に対して支払う費用により評価した価値をいい、その意味で、むしろ供給側からの定式化であるということが出来る。推定結果は上二式と大差はなく、成果はおよそ中間に位置する。

$$RC = 461366.31 + 0.1213238 * NDP \quad (1.3)$$

(0.0062653)

[19.3644]

$$SE = 54355.482, R^2 = 0.9517745, n = 21, d.f. = 19$$

#### 1.4 ごみ収集搬入量 (RC)：要素費用表示の市民所得 (ZI)

市民所得は、横浜市内の居住者で生産要素を提供した者に帰属する分配所得であり、生産要素としての労働・土地・資本に対して賃金・地代・企業所得を形成し、制度的主体面では、家計への雇用者所得、非企業部門への財産所得、および配当控除後の企業所得から成る。

経済活動の変数として市民所得を採用することは、横浜市に居住する市民の経済行動を対象とすることを意味する。市民所得は、要素費用表示の市民純生産に相当するのである。横浜市に居住する市民の経済活動は、横浜市外における横浜市民の経済活動も含めることに注意すべきである。

$$RC = 526530.01 + 0.0850436 * ZI \quad (1.4)$$

(0.0040189)

[21.1609]

$$SE = 49937.141, R^2 = 0.959296, n = 21, d.f. = 19$$

#### 1.5 ごみ収集搬入量 (RC)：要素費用表示の市内雇用者所得 (DEI)

横浜市内の経済活動に従事する就業者のうち個人業主と無給の家族労働者を除く者を市内雇用者という。市内雇用者所得 (DEI) は、横浜市内の生産活動により発生した要素所得の雇用者への分配額であり、上掲の市内純生産の 70～80%を占める。説明変数を市内雇用者所得に置くことは、ごみの発生源を主に被雇用者に限定することを意味する。それ故、推定結果は、この限定に起因し

て、かなり劣化することが認められる。すなわち、(1.3)式に比べて決定係数はやや低く、推定値の標準誤差は増加し、説明変数の  $t$  検定量も若干、低下する。

$$RC = 545251.92 + 0.1439643 * DEI \quad (1.5)$$

(0.0085779)  
[16.7831]

$$SE = 62220.822, R^2 = 0.9368081, n = 21, d.f. = 19$$

#### 1.6 ごみ収集搬入量 (RC)：要素費用表示の市民雇用者所得 (ZEI)

市民所得の7~8割を占める雇用者所得は、横浜市に居住する市民の雇用者所得と定義され、概して市内雇用者所得よりも大である。(1.4)と(1.6)を比較すると、市民雇用者所得を説明変数とする(1.6)式の方が決定係数が大きく、係数の  $t$  検定量も大であり、推定値の標準誤差も小なので、優れているといえる。

$$RC = 548630.4 + 0.1105443 * ZEI \quad (1.6)$$

(0.006161)  
[17.9426]

$$SE = 58431.051, R^2 = 0.9442715, n = 21, d.f. = 19$$

#### 1.7 ごみ収集搬入量 (RC)：名目民間最終消費支出 (PCE)

名目市内総支出の中で約70%を占める「名目民間最終消費支出 (PCE)」を説明変数として「ごみの収集・搬入量 (RC)」の回帰式を設けることは、ごみがおもっぱら、横浜市内の家計と、家計にサービスを提供する民間非営利団体の消費活動により発生すると主張するものである。推定結果は市民所得とほぼ同じであるが、民間最終消費支出の方が僅かながら劣る結果を示している。

$$RC = 555910.97 + 0.1203789 * PCE \quad (1.7)$$

(0.0057608)  
[20.8962]

$$SE=50543.392, R^2=0.9583017, n=21, d.f.=19$$

### 1.8 ごみ収集搬入量 (RC) : 名目家計最終消費支出 (HCE)

家計最終消費支出は、民間最終消費支出から対家計民間非営利団体最終消費支出を除いた部分であり、家計部門の最終消費支出を表している。これにより、ごみの収集搬入量を説明することは、ごみの排出源がもっぱら家計部門に限定することを意味するので、かなり難点がある。この段階の推定結果は僅かながら、家計最終消費支出の推定式の方が民間最終消費支出よりも優れていることを示している。(図1.8を参照せよ)

$$RC=554891.95+0.1216833*HCE \quad (1.8)$$

(0.0057871)  
[21.0266]

$$SE=50243.078, R^2=0.9587957, n=21, d.f.=19$$

### 1.9 ごみ収集搬入量 (RC) : 名目家計食料費支出 (FE)

次の推定式は、ごみ収集を名目家計食料費支出 (FE) により説明するものであるが、ごみの排出がほとんど家計の食料費需要に伴うとする設定にやや難がある。ただし、現在の使い捨て方式が流布し、ごみが大量化したきっかけに加工食料品産業やファーストフード産業のサービス業態が大きく関与しているため、推定を試みる意味はある。しかし、この推定結果は所得・消費変数の中で適合度が最も劣る結果を示している。

$$RC=257012.33+0.6556417*FE \quad (1.9)$$

(0.0401061)  
[16.3477]

$$SE=63769.243, R^2=0.9336238, n=21, d.f.=19$$

### 1.10 ごみ収集搬入量 (RC) : 実質市内総支出 (GDE<sup>re</sup>)

本節以下では、上掲 (1.1) から (1.9) までの名目値の変数を実質値の変数

に代えた推定結果を提出する。実質値は平成2暦年価格表示とする。ごみの物理的量を説明付ける説明変数を、物理的量を表す実質値で表示することは、財貨の物理的な需要量に対して、どれだけのごみ量が物理的に発生するかを表すことになり、金額を表す名目的な変数よりも望ましいと思われるからである。

下の推定結果を見ると、名目市内総支出の(1.1)式と比べて、決定係数は大きく、推定値の標準誤差は小さく、変数の $t$ 統計量も大きく、すべての点で実質値の方が名目値よりも望ましい特性を持ち、説明力の優れていることが示される。(図1.10を参照せよ。)

$$RC = 25348.833 + 0.1383755 * GDE^R \quad (1.10)$$

$$(0.0056161)$$

$$[24.6391]$$

$$SE = 43118.8, R^2 = 0.9696525, n = 21, d.f. = 19$$

#### 1.11 ごみ収集搬入量 ( $RC$ ): 実質市民総支出 ( $GZE^R$ )

特定基準年次の価格表示における実質市内総生産に横浜市民による市外からの純要素所得の実質値を加えると、実質市民総生産が得られる。この供給に対する需要は事後的に等しく、実質市民総支出と呼ばれる。(1.11)の推定結果は、(1.10)の実質市内総支出と比較すると、決定係数が小さく、推定値の標準誤差が大きく、説明変数の $t$ 統計量も低いので、やや劣ることが判る。

$$RC = 171951.28 + 0.0986568 * GZE^R \quad (1.11)$$

$$(0.0043188)$$

$$[22.8436]$$

$$SE = 46392.747, R^2 = 0.964869, n = 21, d.f. = 19$$

#### 1.12 ごみ収集搬入量 ( $RC$ ): 実質市内純生産 ( $NDP^R$ )

横浜市の統計で公表されている実質値は「市民総支出」の項目に限定されているので、実質表示の市内純生産 ( $NDP^R$ ) は、要素費用表示の市内純生産 ( $NDP$ ) を市内総支出デフレーター ( $DF_{CDE}$ ) でデフレートして作られる。

$$NDP^R = (NDP/DF_{GDE}) \times 100 \quad (*2)$$

要素費用表示の市内純生産 ( $NDP$ ) の推定式 (1.3) と比較すると、実質市内純生産の推定は、すべての指標で優先していることが判る。

$$RC = -113664.8 + 0.2001782 * NDP^R \quad (1.12)$$

(0.0086982)  
[23.0137]

$$SE = 46061.983, R^2 = 0.9653682, n = 21, d.f. = 19$$

### 1.13 ごみ収集搬入量 ( $RC$ ) : 実質市民所得 ( $ZI^R$ )

1.4 節に示す要素費用表示の市民所得 ( $ZI$ ) を所得デフレーターで実質化して用いる。

$$ZI^R = (ZI/DF_{GDE}) \times 100 \quad (*4)$$

この場合の推定結果は、実質化された変数 ( $ZI^R$ ) を用いたことにより、要素費用表示の市民所得 ( $ZI$ ) の推定式よりもむしろ若干の劣化が見られる。

$$RC = 134733.61 + 0.1253965 * ZI^R \quad (1.13)$$

(0.0064305)  
[19.5003]

$$SE = 53995.276, R^2 = 0.9524115, n = 21, d.f. = 19$$

### 1.14 ごみ収集搬入量 ( $RC$ ) : 実質市内雇用者所得 ( $DEI^R$ )

名目市内雇用者所得 ( $DEI$ ) を市内総支出デフレーター ( $DF_{GDE}$ ) で除した実質市内雇用者所得 ( $DEI^R$ ) を説明変数として用いる。

$$DEI^R = (DEI/DF_{GDE}) \times 100 \quad (*3)$$

市内雇用者所得の結果 (1.5) と比較すると、すべての指標は向上し、僅かながら改善が認められる。

$$RC = 129860.21 + 0.2196152 * DEI^R \quad (1.14)$$

(0.0114231)  
[19.2255]

$$SE=54729.234, R^2=0.951109, n=21, d.f.=19$$

### 1.15 ごみ収集搬入量 (RC) : 実質市民雇用者所得 ( $ZEI^R$ )

実質市民雇用者所得 ( $ZEI^R$ ) は、名目市民雇用者所得 ( $ZEI$ ) の変数を次式で変換して実質化したものである。

$$ZEI^R = (ZEI/DF_{GDE}) \times 100 \quad (*5)$$

ここでの関心は次の2点にある。

- ①名目市民雇用者所得を実質市民雇用者所得に代えることにより、推定がどれだけ改善されるか。
- ②実質市内雇用者所得を用いた場合と比較して、実質市民雇用者所得の推定結果がどれだけ改善されるか。

まず、①の実質化について、名目の(1.6)式は次の(1.15)のように改善される。また②の市内から市民への変更について、次の(1.15)式は(1.14)式よりも決定係数、推定値の標準誤差、 $t$ 検定量のいずれも僅かながら改善が見受けられる。

$$RC = 151035.82 + 0.1662668 * ZEI^R \quad (1.15)$$

(0.0079516)  
[20.9099]

$$SE=50511.877, R^2=0.9583536, n=21, d.f.=19$$

### 1.16 ごみ収集搬入量 (RC) : 実質民間最終消費支出 ( $PCE^R$ )

消費者行動理論の見地から、消費行動の実質的な変数をごみ排出の説明要因と置いた設定は、ある程度、説得性があるものと期待される。先に名目の民間最終消費支出と家計最終消費支出を検討した(1.7)と(1.8)が示すように、名目値の消費者行動を用いた推定式もかなり説明力が高かったが、より理論的にも根拠のある消費者行動の実質値を用いると、さらに改良されて、(1.16)は、次の(1.17)と同様に、このブロックにおける最高の推定結果をもたらしている。

$$RC = 59195.228 + 0.1975807 * PCE^R \quad (1.16)$$

(0.0072832)

[27.1283]

$$SE = 39266.87, R^2 = 0.9748324, n = 21, d.f. = 19$$

### 1.17 ごみ収集搬入量 (RC) : 実質家計最終消費支出 (HCE<sup>R</sup>)

名目値での推定結果である (1.7) と (1.8) 式において、家計最終消費支出の方が民間最終消費支出よりもやや優れていたが、実質値の推定においても、実質家計最終消費支出の方が実質民間最終消費支出よりも優れた結果をもたらしている。また、この (1.17) 式は、ごみ収集搬入量 (RC) を説明する推定式の中で最も優れた成果を得ている。(図 1.17 を参照せよ。)

$$RC = 55127.474 + 0.2000566 * HCE^R \quad (1.17)$$

(0.007317)

[27.3413]

$$SE = 38968.306, R^2 = 0.9752136, n = 21, d.f. = 19$$

### 1.18 ごみ収集搬入量 (RC) : 実質家計食料費支出 (FE<sup>R</sup>)

参考として、実質家計最終消費支出の中で最も大きな比重を持つ実質食料費支出を説明変数とする推定方程式を試算してみる。推定結果は、名目食料費支出の場合よりも、ほんの僅か改善するだけであり、格別に採用される根拠はないと思われる。

$$RC = -697384.4 + 1.2322023 * FE^R \quad (1.18)$$

(0.0735825)

[16.7459]

$$SE = 62350.29, R^2 = 0.9365448, n = 21, d.f. = 19$$

## 2 家庭ごみ (HW)

本節 2 では、家庭ごみ (HW) の排出に対する各種の所得および消費要因の効

果を検討する。家庭系ごみの排出を説明付ける要因は、家庭の所得や消費支出の変数が適当であろう。さらに、家庭系ごみは横浜市民の家庭生活の運営に付随して発生するので、説明変数は「横浜市内ベース」であるよりも「横浜市民ベース」である方が尤もらしいとも思われる。

### 2.1 家庭ごみ (HW) : 名目市内総支出 (GDE)

まず、家庭ごみの排出を、横浜市内ベースの財貨サービス需要支出である市内総支出で説明する。推定結果は、決定係数が比較的に大きく、 $t$  検定量も十分な大きさであり、説明変数の有意性が高い。(図 2.1 を参照せよ。)

$$HW = 427955.82 + 0.0509122 * GDE \quad (2.1)$$

(0.0017626)  
[28.8847]

$$SE = 21153.172, R^2 = 0.9777338, n = 21, d.f. = 19$$

### 2.2 家庭ごみ (HW) : 名目市民総支出 (GZE)

家庭系ごみの排出を横浜市に居住する市民ベースの総支出で説明する。特徴的なことは、(2.1) 式における市内ベースと比べて、(2.2) 式の成果が、名目所得変数の中で、すべての指標について最も優れていることである。これは、家庭系ごみの排出が、横浜市民の家庭生活の経済行動に根ざしていることを裏付けており、意味深いと思われる。(図 2.2 を参照せよ。)

$$HW = 451794.12 + 0.0388842 * GZE \quad (2.2)$$

(0.0012931)  
[30.0705]

$$SE = 20336.47, R^2 = 0.97942, n = 21, d.f. = 19$$

### 2.3 家庭ごみ (HW) : 要素費用表示の市民所得 (ZI)

家計への雇用者所得と非企業部門の財産所得、配当控除後の企業所得から成る市民所得 (ZI) は、横浜市民の予算制約を規定することになる。推定の成果

は、ほどほどに成功的であるが、(2.1) の名目市内総支出、(2.2) の名目市民総支出がもたらすほどではない。

$$HW = 441203.72 + 0.0491212 * ZI \quad (2.3)$$

(0.0017789)  
[27.6132]

$$SE = 22103.709, R^2 = 0.9756878, n = 21, d.f. = 19$$

#### 2.4 家庭ごみ (HW) : 名目民間最終消費支出 (PCE)

家庭ごみの排出は、基本的に横浜市民の消費生活に付随して発生するから、まず、第1次近似として、横浜市の民間最終消費支出 (PCE) で家庭系ごみの収集を回帰させることにする。推定の結果は、前掲三つの所得変数による推定結果よりは歴然と望ましいものとなっている。

$$HW = 456865.45 + 0.0697817 * PCE \quad (2.4)$$

(0.0021844)  
[31.9455]

$$SE = 19165.541, R^2 = 0.9817217, n = 21, d.f. = 19$$

#### 2.5 家庭ごみ (HW) : 名目家計最終消費支出 (HCE)

家庭系ごみの排出量を名目家計最終消費支出 (HCE) により説明することは、理論的に、(2.4) の民間最終消費支出よりも尤もらしいものであり、有意性が高まり、ほんの僅かであるが改善され、消費変数モデルの中で最良の結果を挙げている。(図 2.5 を参照せよ。)

$$HW = 456308.34 + 0.0705313 * HCE \quad (2.5)$$

(0.0021878)  
[32.2385]

$$SE = 18994.329, R^2 = 0.9820468, n = 21, d.f. = 19$$

## 2.6 家庭ごみ (HW) : 名目家計食料費支出 (FE)

家庭系ごみの排出が、もっぱら家計の食料費支出に依存するという設定は、説明要因の指定が限定的であるだけに余り効果的でないと思われる。ここでの推定結果は、むしろ、近年、コンビニエンス・ストアを中心に食料品包装が過剰になってきたことの影響を抽出しようという試みであり、参考として付け加えたものである。(2.6)の結果は、名目値を用いた推定式の中で最低の成果になっている。

$$HW = 282479.01 + 0.3808567 * FE \quad (2.6)$$

(0.0177348)  
[21.4751]

$$SE = 28198.649, R^2 = 0.9604314, n = 21, d.f. = 19$$

## 2.7 家庭ごみ (HW) : 実質市内総支出 (GDE<sup>R</sup>)

ここでは、先に(2.1)で推定した名目市内総支出(GDE)を実質値に置き換えているが、この定式化は、物理的な家庭系ごみの定義と相俟って、妥当なものということができる。推定の結果は、明らかに名目値の推定結果よりも有意性が優れ、かつ、家庭ごみ推定式の全体を通じて最善になっている。また、ここでの推定結果は、家庭ごみブロックの中で決定係数が最も大きく、標準偏差が最も小さく、*t*検定量が最も大きく、統計的に安定的であることが確かめられる。(図2.7を参照せよ。)

$$HW = 152063.83 + 0.0798848 * GDE^R \quad (2.7)$$

(0.0022453)  
[35.5787]

$$SE = 17238.347, R^2 = 0.9852128, n = 21, d.f. = 19$$

## 2.8 家庭ごみ (HW) : 実質市民総支出 (GZE<sup>R</sup>)

家庭系ごみの排出は横浜市居住の横浜市民の家庭における消費生活の結果として発生する。それゆえ、この場合の定式化は理論的に最も妥当な設定である

と思われたが、予想に反して、推定の結果は前掲(2.7)の実質市内総支出( $GDE^R$ )よりも、かなり劣っている。

$$HW = 239587.54 + 0.0566733 * GZE^R \quad (2.8)$$

(0.0022597)  
[25.0800]

$$SE = 24273.855, R^2 = 0.9706795, n = 21, d.f. = 19$$

### 2.9 家庭ごみ(HW)：実質民間最終消費支出( $PCE^R$ )

前掲の名目変数値を用いる家庭ごみの推定に対して、実質値を用いる方が、理論的にはより現実的であり、好ましい結果が得られると期待された。実際に、ここでの推定結果は、対応する名目値の設定(2.4)式と比較して、決定係数、標準偏差、 $t$ 検定量のすべてにおいて若干、改良されている。また、推定結果は、名目と実質双方の消費支出ブロックで決定係数が最も大きく、標準偏差が最も小さく、説明変数 $PCE^R$ の $t$ 検定量が最も大きく、統計的に優れていることが確かめられる。(図2.9を参照せよ。)

$$HW = 173875.38 + 0.1136651 * PCE^R \quad (2.9)$$

(0.0033716)  
[33.7125]

$$SE = 18177.883, R^2 = 0.983557, n = 21, d.f. = 19$$

### 2.10 家庭ごみ(HW)：実質家計最終消費支出( $HCE^R$ )

もし家庭系ごみの排出を一変数で効率的に説明付けたいとするならば、理論的には、実質家計最終消費支出( $HCE^R$ )を用いることが最も妥当であろうが、推定結果は、家庭ごみの名目・実質消費ブロックを通じて実質民間最終消費支出(2.9)の方がここでの実質家計最終消費支出よりも決定係数、標準偏差、 $t$ 検定量のすべてにおいて僅かに優れていることが確かめられる。

$$HW = 171675.62 + 0.1150646 * HCE^R \quad (2.10)$$

(0.0034174)  
[33.6702]

$$SE=18200.307, R^2=0.9835164, n=21, d.f.=19$$

### 2.11 家庭ごみ (HW) : 実質家計食料費支出 ( $FE^R$ )

上掲の(2.6)式における名目家計食料費支出( $FE^R$ )を実質値に置き換えた設定が(2.11)式の推定である。推定の結果は、特に実質値による定式化が優れているとはいえず、(2.6)式よりもかえって劣化している。これらは、家庭系ごみが、もっぱら家計の食料消費のみに強く依存するという限定的な設定に起因すると思われ、かなり、難点があると見てよい。すなわち、この場合の推定結果は、家庭ごみブロックの中で最も劣悪になっている。

$$HW = -256167.6 + 0.7054574 * FE^R \quad (2.11)$$

(0.0423698)

[16.6500]

$$SE=35902.152, R^2=0.9358591, n=21, d.f.=19$$

## 3. 粗大ごみ (BR)

粗大ごみは家庭生活の運営から排出される大型の家庭ごみと見てよいから、粗大ごみ排出の定式化は、家庭ごみと同じ方式を進めればよいであろう。通常の家ごみと異なる粗大ごみの特徴は、その容積と重量が大きいことであり、平成2(1990)年以降は、電話申込による申告制戸別収集が行われるようになった。しかし、なお、粗大ごみの排出は、平成8(1996)年12月まで無料(月1回4個の制限があった)であったが、平成9(1997)年1月以降は有料とされた。粗大ごみ排出に及ぼす、この有料化の効果は相当に大きいはずである。粗大ごみを排出したい市民は、居住地区を担当する環境事業局事務所に電話で申し込み、収集日等の指定を受ける。手数料は、横浜市指定の金融機関、郵便局で専用納付書を用いて料金を前払いする。この手数料の変遷もまた著しく影響の大きいことが認められる。

### 3.1 粗大ごみ (BR) : 家庭ごみ (HW)

最初に、粗大ごみと家庭系ごみとの間の相関関係を確かめておくことは有益

であろう。粗大ごみが家庭ごみの中の1種であるとすれば、両者の間にはかなり高い相関が認められるはずであるが、(3.1)の決定係数は、ほとんどゼロに近く ( $R^2=0.0208293$ )、粗大ごみと家庭ごみの排出量の間にはほとんど相関がないことを告げている。

図3.1のグラフを見ても判るように、粗大ごみは1990年度を境に急減し、動向に何らかの大きな変化があったと見られるから、このΛ型の実績値パターンに直線を当てはめても全くフィットしないのである。仮に標本期間を1975年度～1990年度に限定して同じ方程式を推定するならば、(3.1')のように一応の相関関係のある直線的な推定式 ( $R^2=0.9320729$ )を得ることができる。このようなことは、1991年度～1995年度に何らかの大きな構造変化があったと判断せざるを得ないことを示唆している。標本期間中、この構造変化は、まず平成2(1990)年度の申告制戸別収集の開始に起こったと判定できる。図3.1'の散布図はこの事情をよく図示している。

$$BR = 23316.153 + 0.0088234 * HW \quad (3.1)$$

(0.0138787)  
[0.6358]

$$SE = 8575.8763, R^2 = 0.0208293, n = 21, d.f. = 19$$

$$BR = -20994.31 + 0.0706154 * HW \quad (3.1')$$

(0.0050949)  
[13.8600]

$$SE = 2159.4495, R^2 = 0.9320729, n = 16, d.f. = 14$$

(3.1)式について、上で述べた問題点の一つの解決法は、1990年後に構造変化があったものと想定し、ダミー変数を使用することである。粗大ごみの定式化は、家庭ごみの定式化と同じ説明変数を用いるにしても、申告制や有料化、日時指定の導入等の効果が大きく、推定構造式のシフトを表すこれらの制度的要因の効果を織り込む必要がある。また、粗大ごみの説明変数は、前節1と節2の研究成果を踏まえて、実質値の消費支出変数で用意することも有用であろう。

粗大ごみの時系列データは1990年度から大きく下方にシフトしているので、単相関式では説明力の弱いことが十分に予想される。図3.1から判るように、 $\Delta$ 字型の実績値パターンに直線を当てはめてもほとんどフィットしないのは当然である。粗大ごみ排出における、この大きな構造変化は、第一に、平成2(1990)年に実施された「粗大ごみ申告制戸別収集」への制度的移行に大きく起因すると考えられる。粗大ごみの自由廃棄から申告制に変わるだけでも、排出者にとっては手数が掛かり面倒なので、実際的・心情的手間の費用が追加されることになる。

第二に、平成3(1991)年4月には「再生資源の利用の促進に関する法律」(同年10月施行)が制定され、「廃棄物処理法」(平成4(1992)年7月施行)が大幅に改正されたが、これらの影響は無視できないほどに大きいのである。さらに、平成4(1992)年9月には「横浜市廃棄物等の減量化、資源化及び適正処理等に関する条例」(平成5(1993)年4月施行)が制定されたが、このように最近では、環境保全や廃棄物の排出抑制と分別・再生(リサイクル)に関する法律・条例が相次いで打ち出されるなど、自治体の対応が活発化した。それ故、これらのシフト効果を表すダミー変数を追加的に使用する工夫が必要になる。第一の状況を「粗大ごみ申告制戸別収集ダミー変数( $DM_B$ )」で表し、第二の状況を「廃棄物処理法改正ダミー変数( $DM_{BB}$ )」で表すことにする。

### 3.2 粗大ごみ(BR)：名目民間最終消費支出(PCE)

原則として粗大ごみは、最終消費支出関連の実質値で説明することが望ましいと思われるが、ここではまず、名目の最終消費支出の変数との間の単相関分析を試みる。最初は、粗大ごみと民間最終消費支出(PCE)との間の相関を試みるが、その推定結果は、下の決定係数 $R^2=0.0109925$ が示すように、ほとんど無相関である。(図3.2を参照せよ。)

$$BR = 28204.317 + 0.0004514 * PCE \quad (3.2)$$

(0.0009824)

[0.4595]

$$SE=8618.8455, R^2=0.0109925, n=21, d.f.=19$$

### 3.3 粗大ごみ：民間最終消費支出 (*PCE*), 及び粗大ごみ申告制ダミー変数 (*DM<sub>B</sub>*)

ここでは、(3.2) 式の名目民間最終消費支出 (*PCE*) に「粗大ごみ申告制戸別収集ダミー変数 (*DM<sub>B</sub>*)」を追加した場合の推定を行うことにする。ダミー変数 *DM<sub>B</sub>* は 1989 年度以前を 0, 1990 年度以降を 100 と置く。ダミー変数の追加により推定式は著しく改善され、決定係数は  $R^2=0.01099$  から  $R^2=0.61596$  へ一挙に増大し、*t* 検定量は 2 変数とも十分に有意な大きさを示すほどに改善される。

$$BR=10630.732+0.005161*PCE-244.9155*DM_B \quad (3.3)$$

$$(0.0010853) \quad (45.994135)$$

$$[4.7554] \quad [5.3249]$$

$$SE=5517.9565, R^2=0.6159597, n=21, d.f.=18$$

### 3.4 粗大ごみ (*BR*): 名目家計最終消費支出 (*HCE*)

名目家計最終消費支出は名目民間最終消費支出のほとんどを占めるから、推定結果は名目民間のそれとほぼ同様に無相関に近いことが予想される。ただし、無相関ながら、(3.2) 式の「民間」に比べて、「家計」変数の方が決定係数、推定値の標準誤差、*t* 検定量がすべて改善されていることは一応、注目に値する。(図 3.4 および図 3.4' を参照せよ。)

$$BR=28188.127+0.0004587*HCE \quad (3.4)$$

$$(0.0009927)$$

$$[0.4621]$$

$$SE=8618.317, R^2=0.0111138, n=21, d.f.=19$$

### 3.5 粗大ごみ (*BR*): 名目家計最終消費支出 (*HCE*), 及び粗大ごみ申告制ダミー変数 (*DM<sub>B</sub>*)

上の (3.4) 式の名目家計最終消費支出 (*HCE*) に「粗大ごみ申告制戸別収集ダ

ミー変数 ( $DM_B$ )」を追加したモデルを推定する。このダミー変数は、粗大ごみの自由排出から電話による申込制戸別収集への変更を示すもので、1990年度以前を  $DM_B=0$ 、以降を  $DM_B=100$  と置く単純な設定になっている。しかしながら、このダミー変数の追加により推定式は著しく改善され、決定係数は  $R^2=0.0111138$  から  $R^2=0.6171561$  へ一挙に増大し、 $t$  検定量は2変数とも十分に有意な大きさを示すほどに改善される。この事情は(3.3)の名目民間最終消費支出 ( $PCE$ ) と同様であるが、名目家計最終消費支出 ( $HCE$ ) を主変数とする当推定式の方が「民間」変数よりも決定係数、推定値の標準誤差、 $t$  検定量のすべてについて僅かながら改善されている。

$$BR = 10569.621 + 0.0052213 * HCE - 245.0984 * DM_B \quad (3.5)$$

(0.0010949)	(45.915958)
[4.7687]	[5.3380]

$$SE = 5509.3546, R^2 = 0.6171561, n = 21, d. f. = 18$$

図3.5は、重回帰推定線(+印)から実績値(□印)がどれだけ乖離しているかを示しているが、一点を除いてほぼ推定線が実績に沿っていることが認められる。同じ内容を時系列図で示したものが図3.5'である。ここでは、推定式(3.5)の内挿値(+印)と実績値(□印)の軌跡を示しているが、申告制ダミー変数を編入しただけで、図3.4'とは異なり、実績値の変動を突然によく追跡するようになる。

### 3.6 粗大ごみ：家具家事用品支出 ( $FU$ )

粗大ごみは、家庭生活から排出される大型生活用品の廃棄物であるから、粗大ごみを実質家具家事用品支出 ( $FU^R$ ) により説明してみるのが、ここでの推定式である。推定結果はほとんどゼロの決定係数を示し、しかも、説明変数「家具家事用品支出 ( $FU$ )」の  $t$  検定量は  $t=0.1905$  であって、有意性が全く認められず、この定式化は意味がないといえる。

$$BR = 29364.946 + 0.0076386 * FU \quad (3.6)$$

(0.0401026)
[0.1905]

$$SE = 8658.3483, R^2 = 0.0019059, n = 21, d.f. = 19$$

### 3.7 家具家事用品支出 ( $FU$ ), 及び粗大ごみ申告制ダミー変数 ( $DM_B$ )

上掲 (3.6) の単相関式を改善するために「粗大ごみ申告制戸別収集ダミー変数 ( $DM_B$ )」を追加してみる。このダミー変数は 1989 年度以前を  $DM_B = 0$ , 1990 年度以降を  $DM_B = 100$  と置くが, (3.7) 式での粗大ごみ申告制ダミー変数の導入は非常に有効であり, 説明力の大幅に向上したことが認められる。すなわち, 決定係数 ( $R^2$ ) は 0.00190 から 0.5635 に一挙に増大し, 説明変数の「名目家具家事用品支出 ( $FU$ )」と「粗大ごみ申告制ダミー変数 ( $DM_B$ )」の双方とも  $t$  検定量は 4 より大となって, 説明変数の有意性が著しく向上している。

$$BR = 4398.9782 + 0.2138346 * FU - 254.8447 * DM_B \quad (3.7)$$

(0.0507754)	(52.954675)
[4.2114]	[4.8125]

$$SE = 5882.6507, R^2 = 0.5635179, n = 21, d.f. = 18$$

### 3.8 粗大ごみ ( $BR$ ): 実質民間最終消費支出 ( $PCE^R$ )

粗大ごみは, 最終消費支出関連の実質値で説明することが望ましいが, まず, 実質民間最終消費支出との単相関を見ると, 図 3.8 のグラフは図 3.2 に比べて水平方向に縮んでいるが, 本来的な  $\Lambda$  字型のパターンは変わらない。それ故, 推定結果は, 決定係数  $R^2 = 0.03158$  が示すように, ほとんど無相関である。

$$BR = 23471.493 + 0.0012451 * PCE^R \quad (3.8)$$

(0.0015819)
[0.7871]

$$SE = 8528.68, R^2 = 0.0315772, n = 21, d.f. = 19$$

### 3.9 粗大ごみ ( $BR$ ): 実質民間最終消費支出 ( $PCE^R$ ), 及び粗大ごみ申告制ダミー変数 ( $DM_B$ )

ここでは (3.8) 式の実質民間最終消費支出 ( $PCE^R$ ) に粗大ごみ申告制ダミー

変数 ( $DM_B$ ) を追加した場合の推定を行う。ダミー変数の追加により推定式は著しく改善され、決定係数は、 $R^2=0.0316$  から一挙に  $R^2=0.6829$  へ増大し、 $t$  検定量は 2 変数ともに十分、有意な大きさを示している。

$$BR = -10040.35 + 0.0083153 * PCE^R - 235.7771 * DM_B \quad (3.9)$$

$$(0.001489) \quad (38.778385)$$

$$[5.5845] \quad [6.0801]$$

$$SE = 5014.231, R^2 = 0.6828761, n = 21, d.f. = 18$$

### 3.10 粗大ごみ ( $BR$ ): 実質家計最終消費支出 ( $HCE^R$ )

実質家計最終消費支出は実質民間最終消費支出のほぼ全部を占めるから、推定結果は (3.8) と同様に無相関に近いことが予想される。ただし、無相関ながら、(3.8) 式の「民間」に比べて、(3.10) 式の「家計」変数の方が決定係数、推定値の標準誤差、 $t$  検定量のすべてにおいて僅かながら改善されていることに気付く。(図 3.10 を参照せよ。)

$$BR = 23406.628 + 0.0012677 * HCE^R \quad (3.10)$$

$$(0.0016011)$$

$$[0.7918]$$

$$SE = 8527.087, R^2 = 0.0319389, n = 21, d.f. = 19$$

### 3.11 粗大ごみ ( $BR$ ): 実質家計最終消費支出 ( $HCE^R$ )、及び粗大ごみ申告制ダミー変数 ( $DM_B$ )

(3.10) 式の実質家計最終消費支出 ( $HCE^R$ ) に粗大ごみ申告制ダミー変数 ( $DM_B$ ) を追加した場合の推定を行う。(3.9) 式と同様に、ダミー変数の追加による推定式の改善は著しく、決定係数は  $R^2=0.0319$  から  $R^2=0.6846$  へ急激に増大し、 $t$  検定量は 2 独立変数ともに十分、有意な大きさに達している。推定結果 (3.9) と (3.11) を比較すると、実質民間最終消費支出 ( $PCE^R$ ) よりも実質家計最終消費支出 ( $HCE^R$ ) の方が、ほんの僅か優れているが、その差異は無視できる程度である。

ここでの推定式は(3.2)から後続の(3.13)に至る名目・実質消費支出による推定式の中で最も高い成果を挙げているが、 $R^2=0.6846$ 程度の決定係数では余りよい適合度を持つとはいえない。(図3.11と図3.11'を参照せよ。)

$$BR = -10249.42 + 0.0084269 * HCE^R - 235.9077 * DM_B \quad (3.11)$$

$$(0.0015026) \quad (38.656661)$$

$$[5.6082] \quad [6.1026]$$

$$SE = 5000.8288, R^2 = 0.6845691, n = 21, d.f. = 18$$

### 3.12 粗大ごみ (BR) : 実質家具家事用品支出 ( $FU^R$ )

粗大ごみを実質家具家事用品支出 ( $FU^R$ ) により説明してみたが、その推定結果はほとんどゼロの決定係数を示し、しかも、説明変数「実質家具家事用品支出 ( $FU^R$ )」の  $t$  検定量は 0.1621 を示し、説明変数の有意性が全く認められない。すなわち、単相関形式では説明不能であると判定できる。

$$BR = 29406.198 + 0.0073542 * FU^R \quad (3.12)$$

$$(0.0453575)$$

$$[0.1621]$$

$$SE = 8660.6216, R^2 = 0.0013817, n = 21, d.f. = 19$$

### 3.13 粗大ごみ (BR) : 実質家具家事用品支出 ( $FU^R$ )、及び粗大ごみ申告制ダミー変数 ( $DM_B$ )

上式(3.12)の単相関式を改善するために、自由廃棄から電話による申込制戸別収集への変更を示す「粗大ごみ申告制ダミー変数 ( $DM_B$ )」を追加する。このダミー変数は1989年度までを0、1990年度以後を100と置く。(3.12)式へ粗大ごみ申告制ダミー変数 ( $DM_B$ ) を導入すると、その効果は極めて著しく、方程式の説明力は大幅に向上したことが認められる。すなわち、決定係数  $R^2$  はゼロから0.5871に向上し、説明変数の「実質家具家事用品支出 ( $FU^R$ )」と「粗大ごみ申告制ダミー変数 ( $DM_B$ )」の双方とも  $t$  検定量は4より大となり、これら変数の有意性は著しく向上している。

$$BR = -2027.141 + 0.2568178 * FUR - 269.1529 * DM_B \quad (3.13)$$

$$(0.057755) \quad (53.269437)$$

$$[4.4467] \quad [4.2541]$$

$$SE = 5721.8194, R^2 = 0.5870585, n = 21, d.f. = 18$$

### 3.14 粗大ごみ ( $BR$ ): 遅れを伴う実質家計消費支出 ( $HCE^R_{-t}$ ), 及び粗大ごみ申告制 ダミー変数 ( $DM_B$ )

粗大ごみは通常、家計の消費行動における耐久消費財の廃棄により発生すると考えられる。耐久消費財の耐用年数を  $t$  年と見るとき、説明変数の時間の遅れ (time lag) を  $-t$  とし、 $t$  年前の実質家計消費支出が現在の粗大ごみ発生を規定すると考える。以下では、 $t=5, 3, 2, 1$  の 4 通りを式 (3.14.1) ~ (3.14.4) で試算する。まず、 $t=5$  と置くのは、耐久消費財の耐用年数が平均的に 5 年位と想定されていると思われるからである。以下、順次、時間の遅れを縮めて、それぞれの適合度確かめる。

このような耐用年数を考慮した場合の推定の結果は、かなり組織的であることが認められる。時間の遅れが短くなるにつれて、決定係数 ( $R^2$ ) は 0.4056 から 0.6331 まで確実に増加し、推定値の標準誤差は 7346.56 から 5401.98 まで減少している。興味深いことは、時間の遅れが短くなるほど、適合度が増加し、遅れのない定式化 (3.11) が最も高い適合度を示すことである。それ故、粗大ごみ排出のモデル構築には、時間の遅れを考慮することは不必要であると考えられる。以下で、5 期、3 期、2 期、1 期遅れの推定式を一括して示すことにする。

$$BR = 15762.03 + 0.00449 * HCE^R_{-5} - 180.1593 * DM_B \quad (3.14.1)$$

$$(0.0038518) \quad (75.560957)$$

$$[1.1657] \quad [2.3843]$$

$$SE = 7346.564, R^2 = 0.4056244, n = 16, d.f. = 13$$

$$BR = 3859.3559 + 0.0065683 * HCE^R_{-3} - 224.4462 * DM_B \quad (3.14.2)$$

$$(0.0030933) \quad (71.186073)$$

$$[2.1234] \quad [3.1530]$$

$$SE=6705.8435, R^2=0.442219, n=18, d.f.=15$$

$$BR = -5087.85 + 0.0080947 * HCE^R_{-2} - 251.7385 * DM_B \quad (3.14.3)$$

$$(0.0025616) \quad (61.775514)$$

$$[3.1600] \quad [4.0751]$$

$$SE=6205.731, R^2=0.517931, n=19, d.f.=16$$

$$BR = -10790.03 + 0.0088968 * HCE^R_{-1} - 259.8682 * DM_B \quad (3.14.4)$$

$$(0.0019207) \quad (48.00228)$$

$$[4.6321] \quad [5.4137]$$

$$SE=5401.9753, R^2=0.6331948, n=20, d.f.=17$$

上の組織的な時間の遅れを外し、当期の変数としたものが(3.11)式である。この(3.11)式は(3.14)の4式のどれよりも良好な結果を示しており、粗大ごみの指定化には何等、時間の遅れを導入する必要のないことを示唆している。(図3.14.4と図3.14.4'を参照せよ。)

### 3.15 粗大ごみ(BR)：実質家計消費支出(HCE<sup>R</sup>)、粗大ごみ申告制ダミー変数(DM<sub>B</sub>)、前期粗大ごみ(BR<sub>-1</sub>)

先のKoyck型のモデル(\*9)式で、Y<sub>t</sub>を粗大ごみの収集量BR、X<sub>t</sub>を実質家計消費支出HCE<sup>R</sup>、Y<sub>t-1</sub>を前期粗大ごみ収集量BR<sub>-1</sub>、Z<sub>t</sub>を粗大ごみダミー変数DM<sub>B</sub>と置けば、次の(3.15)式が導かれる。別言すれば、ここでの式指定は、(3.11)の説明変数群に前期の被説明変数である粗大ごみ収集量(BR<sub>-1</sub>)を先決変数として追加する形式になっている。

推定結果は、決定係数がやや低いという難点はあるが、すべての説明変数が有意であることは好ましい特徴である。(図3.15を参照せよ。)

$$BR = -6391.126 + 0.005102 * HCE^R - 164.2164 * DM_B + 0.4242989 * BR_{-1}$$

$$(0.0018182) \quad (42.568572) \quad (0.1514965)$$

$$[2.8061] \quad [3.8577] \quad [2.8007]$$

$$SE=4343.0875, R^2=0.7768491, n=20, d.f.=16 \quad (3.15)$$

3.16 粗大ごみ ( $BR$ ) : 実質家計消費支出 ( $HCE^R$ ), 粗大ごみ申告制ダミー変数 ( $DM_B$ ), 廃棄物処理法改正ダミー変数 ( $DM_{BB}$ ) 及び前期粗大ごみ ( $BR_{-1}$ )

上掲 (3.15) 式に廃棄物処理法改正ダミー変数 ( $DM_{BB}$ ) をさらに一個付け加えると, 決定係数が  $R^2=0.96026$  へと急速に向上する。この廃棄物処理法改正ダミー変数は大きな  $t$  検定量を示し, 安定的であるが, 前期粗大ごみ収集変数  $BR_{-1}$  は 10% 有意水準で  $t$  検定を通過する程度に後退している。

$$\begin{aligned}
 BR = & -12682.51 + 0.0099257 * HCE^R - 56.91432 * DM_B - 253.7303 * DM_{BB} \\
 & \quad (0.0009819) \quad (22.595266) \quad (30.495381) \\
 & \quad [10.1087] \quad [2.5189] \quad [8.3203] \\
 & -0.167295 * BR_{-1} \quad (3.16) \\
 & \quad (0.0970332) \\
 & \quad [1.7241]
 \end{aligned}$$

$$SE = 1892.921, R^2 = 0.9602591, n = 20, d.f. = 15$$

図 3.16 と図 3.16' のグラフにおいて, 新しいダミー変数を追加したことは, 1991 年度以降に構造方程式をシフトさせることであり, 図 3.15 と比べて, 1991 年度以降の観測値の軌跡は実績値に接近していることが判る。

#### 4. 事業系ごみ ( $BW$ )

横浜市の事業活動に伴って排出される事業系ごみ排出の定式化は I 章 6 節で展開したが, この定式化を大別すると三つの類型になる。

- ①生産関数の線形形式 (\*12-1) の延長である (\*18) を用いる接近
- ②Cobb-Douglas 型生産関数を定式化する (\*12-3) 形式による接近
- ③利潤極大化行動を織り込んだ (\*16-3) 型の接近

このうち, ①は線形形式であり, 本節 4 で解説する。②～③は対数形を取る。次節 5 でまとめて説明する。これらの産業廃棄物関数において変数を具体的に次のように定める。すなわち, 生産物価格  $p_1$  を市内総支出デフレーター ( $DF_{GDE}$ ), 廃棄物処理費用  $p_2$  をごみ処理手数料 ( $RDC$ ), 生産要素価格  $r_1$  を資本コストとしての市内総固定資本形成デフレーター ( $DF_{FI}$ ),  $r_2$  を名目賃金率  $WR$

(=市内雇用者所得  $DEI$ /市内雇用者数  $ED=1$ 人当たり雇用者所得  $DEI/ED$ ) とする。

#### 4.1 事業系ごみ ( $BW$ ): 実質市内総支出 ( $GDE^R$ )

まず、事業系ごみ量の線形形式(\*18)を単純化した単相関形式の検討から始める。生産量  $q_1$  を、ここでは具体的に実質市内総支出  $GDE^R$  と置く。推定結果はかなり良好であり、 $t$  検定量も十分に大きく、有意性が認められる。図4.1に描かれる事業系ごみの実績値の軌跡は、かなり意味のある曲折を示している。推定線からの実績値の乖離は、別の変数により説明されるべき余地を大きく残している。

$$BW = -146780.7 + 0.0563145 * GDP^R \quad (4.1)$$

$$(0.0039447)$$

$$[14.2748]$$

$$SE = 30285.979, R^2 = 0.9147242, n = 21, d.f. = 19$$

#### 4.2 事業系ごみ ( $BW$ ): 実質市民総支出 ( $GZE^R$ )

ここでは(4.1)式の代案として生産量  $q_1$  を実質市民総支出 ( $GZE^R$ ) に代えたモデルを推定する。理論上、実質市内総支出 ( $GDE^R$ ) の方が実質市民総支出 ( $GZE^R$ ) よりも相応しいと思われるが、推定結果は、実質市民総支出の方が僅かに優れている。すなわち、僅かとはいえ、決定係数は大きく、推定値の標準誤差は小さく、 $t$  検定量も大きくなっている。

$$BW = -88517.23 + 0.0402866 * GZE^R \quad (4.2)$$

$$(0.0027914)$$

$$[14.4324]$$

$$SE = 29985.747, R^2 = 0.9164066, n = 21, d.f. = 19$$

#### 4.3 事業系ごみ ( $BW$ ): 実質市内総支出 ( $GDE^R$ ), 純投資 ( $GFI^R - FKD^R$ ), 及び市内雇用者数 ( $ED$ )

(\*18) 式の設定において、 $\Delta x_1$  に純投資を当て、 $x_2$  に市内ベースの雇用者数

を当てがう。 $x_1$ は本来、資本ストックを用いるべきであるが、横浜市の公表された統計に該当するデータがなく、新規に作成するにしてもベンチとなる数値がないので、ここでは暫定的に、資本ストックの増分である純投資(=実質市内総固定資本形成  $GFI^R$  - 実質固定資本減耗  $FKD^R$ )を用いている。

この場合の推定式(4.3)の設定は、(4.1)式に純投資( $GFI^R - FKD^R$ )と雇用者数( $ED$ )の変数を追加した形式になっているが、この結果は余り良好とはいえない。この場合、実質市内総支出( $GDE^R$ )の有意性が急激に減少して、 $t$ 検定を通過しなくなった。それと同時に、追加した二つの変数も、その $t$ 検定量が低く、有意性に乏しいことが判る。

$$\begin{aligned}
 BW = & -255295 + 0.0158877 * GDE^R + 0.0852205 * (GFI^R - FKD^R) \\
 & \quad (0.0406007) \quad (0.0507309) \\
 & \quad [0.3913] \quad [1.6799] \\
 & + 328.15566 * ED \quad (4.3) \\
 & \quad (399.07429) \\
 & \quad [0.8223]
 \end{aligned}$$

$$SE = 29295.598, R^2 = 0.9286092, n = 21, d.f. = 17$$

図4.3は事業系ごみの実績値が計算値から乖離する状態を示している。また、図4.3'は同じ事業系ごみの実績値と計算値の時系列的な推移を示している。両図とも乖離の動きに組織性のあることを暗意しており、一層の改良が見込まれる。

#### 4.4 事業系ごみ(BW)：実質市民総支出( $GZE^R$ )、実質民間企業設備( $PEI^R$ )、及び市内雇用者数( $ED$ )

ここでの設定は、前式の実質市内総支出( $GDE^R$ )を実質市民総支出( $GZE^R$ )に代え、純投資を実質民間企業設備( $PEI^R$ )に変更したものである。推定結果は、ほんの僅か劣っているが、すべての説明変数群の有意性が帰無仮説を通過しない点で、前(4.3)式と大同小異であり、望ましい成果が得られたとはいえない。

$$\begin{aligned}
 BW = & -53991.79 + 0.0203124 * GZE^R + 0.0922289 * PEI^R \\
 & \quad (0.0189421) \quad (0.0690533) \\
 & \quad [1.0723] \quad [1.3356] \\
 & + 63.828528 * ED \quad (4.4) \\
 & \quad (205.09875) \\
 & \quad [0.3112] \\
 SE = & 30148.34, R^2 = 0.9243926, n = 21, d.f. = 17
 \end{aligned}$$

#### 4.5 事業系ごみ (BW) : 実質市民総支出 ( $GZE^R$ ), 及び実質総資本形成 ( $GI^R$ )

節4.5の定式化は、(4.2)の実質市民総支出の単相関推定式に実質総資本形成 ( $GI^R$ ) を追加した定式化になっているが、その推定式は、実質総資本形成 ( $GI^R$ ) の  $t$  検定量が  $t=0.9984$  に留まり、5%水準で有意ではなく、好ましい結果になっていない。

$$\begin{aligned}
 BW = & -67883.76 + 0.028051 * GZE^R + 0.0422419 * GI^R \quad (4.5) \\
 & \quad (0.0125692) \quad (0.0423098) \\
 & \quad [2.2317] \quad [0.9984] \\
 SE = & 29988.278, R^2 = 0.9207928, n = 21, d.f. = 18
 \end{aligned}$$

#### 4.6 事業系ごみ (BW) : 実質市民総支出 ( $GZE^R$ ), 及び実質固定資本減耗 ( $FKD^R$ )

前式(4.5)で、実質総資本形成 ( $GI^R$ ) を実質固定資本減耗 ( $FKD^R$ ) に置き換えた変形が次の(4.6)式である。総じて、当てはまり具合を示す指標はすべて劣化し、実質固定資本減耗 ( $FKD^R$ ) 変数の有意性はかなり低い。

$$\begin{aligned}
 BW = & -73310.55 + 0.0359145 * GZE^R + 0.0248341 * FKD^R \quad (4.6) \\
 & \quad (0.0114999) \quad (0.0632747) \\
 & \quad [3.1231] \quad [0.3925] \\
 SE = & 30676.444, R^2 = 0.9171159, n = 21, d.f. = 18
 \end{aligned}$$

4.7 事業系ごみ ( $BW$ ): 実質総固定資本形成 ( $GFI^R$ ), 及び市内雇用者数 ( $ED$ )

ここでの定式化は、生産関数の定式化をそのまま産業廃棄物に転用したものであり、事業系ごみ量が、生産要素の投入量によってどのように規定されるかという物理的関係を、生産量を切り離して示している。つまり、事業系ごみの排出量を生産関数の形式で表すのである。推定結果(4.7)は、生産関数型の推定式(4.1)～(4.9)の中で、最も安定的で優れた結果を示している。(相関図4.7, 時系列図4.7'を参照せよ。)

$$BW = -147247.4 + 0.0839343 * GFI^R + 254.95591 * ED \quad (4.7)$$

(0.0252078)	(118.60367)
[3.3297]	[2.1496]

$$SE = 29579.08, R^2 = 0.9229397, n = 21, d.f. = 18$$

4.8 事業系ごみ ( $BW$ ): 実質総固定資本形成 ( $GFI^R$ ), 市内雇用者数 ( $ED$ ), 及び前期事業系ごみ ( $BW_{-1}$ )

(\*9) 式の Koyck 型の無限指数減少的分布ラグを前提とする定式化において、前期事業系ごみ  $BW_{-1}$  を説明変数に加えた推定式は、決定係数と推定値の標準誤差に改善の跡が認められるにしても、市内雇用者数 ( $ED$ ) と前期事業系ごみ ( $BW_{-1}$ ) の  $t$  検定量が低く、10% 有意水準でも検定を通過しないほどの状態である。この変数  $BW_{-1}$  が有意でないことは、他の説明変数が無限等比数列的に減少する性質のないことを示唆している。

$$BW = -99691.5 + 0.0620789 * GFI^R + 197.46666 * ED$$

(0.028037)	(120.00373)
[2.2142]	[1.6455]

$$+ 0.2182319 * BW_{-1} \quad (4.8)$$

(0.1402128)
[1.5564]

$$SE = 28475.313, R^2 = 0.9325511, n = 21, d.f. = 17$$

#### 4.9 事業系ごみ ( $BW$ ): 実質民間企業設備 ( $PEI^R$ ), 及び市内雇用者数 ( $ED$ )

線形生産関数型の推定式 (4.7) で, 実質総固定資本形成 ( $GFI^R$ ) の代わりに, ある程度, 限定的な実質民間企業設備 ( $PEI^R$ ) を用いると, 次式の結果が得られる。しかし, すべての指標は劣化し, 説明変数はすべて5%では有意でなくなってしまう。なお, この推定式は先の (4.4) 式から実質市民総支出  $GZE^R$  を除いた定式化になっている。よって, (4.4) よりも決定係数が小さくなる。

$$BW = 480357.43 + 11819.123 * PEI^R - 676754.6 * ED \quad (4.9)$$

$$(6446.7956) \quad (389212.44)$$

$$[1.8333] \quad [1.7388]$$

$$SE = 41539.459, R^2 = 0.8480212, n = 21, d.f. = 18$$

#### 4.10 事業系ごみ ( $BW$ ): 実質市内賃金率 ( $WR^R$ ), 及び総固定資本形成デフレーター ( $DF_{FI}$ )

企業の利潤極大化行動から導出される (\*16-3) 式を原型とする場合, 生産廃棄物の排出量  $q_2 = \phi_{q_2}(p_1, p_2, r_1, r_2)$  における変数  $p_1, p_2, r_1, r_2$  は, 必要に応じて適宜, 合成されねばならない。

まず, 名目賃金率  $r_2$  を生産物価格  $p_1$  で割った  $r_2/p_1 = w/p (=WR)$  を実質賃金率とする。ここでの名目賃金率  $w$  は「市内雇用者所得 ( $DEI$ ) / 市内雇用者数 ( $ED$ )」とする。これは, 市内雇用者一人当たり市内雇用者所得に他ならず, これを市内総支出デフレーター ( $DF_{GDE}$ ) で除して, 100 を掛けたものを実質市内賃金率 ( $WR^R$ ) とする。また, 資本コスト  $r_1$  を総固定資本形成デフレーター ( $DF_{FI}$ ) で代用する。

推定指標は余り芳しくない結果を示している。特に, 総固定資本形成デフレーター ( $DF_{FI}$ ) が説明変数として有意でないことは予想外の事実である。

$$BW = -840177.5 + 301.43187 * WR^R - 2343.285 * DF_{FI} \quad (4.10)$$

$$(66.627461) \quad (2574.8676)$$

$$[4.5241] \quad [0.9101]$$

$$SE = 43367.532, R^2 = 0.8343503, n = 21, d.f. = 18$$

#### 4.11 事業系ごみ ( $BW$ ): 実質市内賃金率 ( $WR^R$ ), 総固定資本形成デフレーター ( $DF_{FI}$ ), 及びごみ処理手数料 ( $RDC$ )

ここでの設定は、推定式 (4.10) に、さらに、ごみ処理手数料 ( $RDC$ ) を付け加えたものである。しかし、実質市内賃金率  $WR^R$  以外の変数の  $t$  検定量は低く、有意ではない。

$$\begin{aligned}
 BW = & -830036.5 + 299.05671*WR^R - 2405.468*DF_{FI} + 389.51382*RDC \\
 & (71.941501) \quad (2709.806) \quad (3587.2832) \\
 & [4.1569] \quad [0.8877] \quad [0.1086] \\
 SE = & 44609.356, R^2 = 0.8344651, n = 21, d.f. = 17 \quad (4.11)
 \end{aligned}$$

#### 4.12 事業系ごみ ( $BW$ ): 名目市内賃金率 ( $WR$ ), 及び市内総支出デフレーター ( $DF_{GDE}$ )

事業系ごみ排出関数 (\*16-3) の生産要素価格  $r_2$  と生産物価格  $p_1$  を分けて用いる簡単なモデルを設定する。生産要素価格に名目市内賃金率 ( $WR$ ) を充て、生産物価格に国内総支出デフレーター ( $DF_{GDE}$ ) を援用する。推定結果は前式よりも良好であり、二つの説明変数の  $t$  検定量も大きく、5%水準で有意である。(図 4.12 を参照せよ。)

$$\begin{aligned}
 BW = & 325928.16 + 302.78793*WR - 14058.13*DF_{GDE} \quad (4.12) \\
 & (93.941233) \quad (6329.0182) \\
 & [3.2232] \quad [2.2212] \\
 SE = & 39494.821, R^2 = 0.8626143, n = 21, d.f. = 18
 \end{aligned}$$

#### 4.13 事業系ごみ ( $BW$ ): 実質市民賃金率 ( $WR_z^R$ ), 及び総固定資本形成デフレーター ( $DF_{FI}$ )

(4.10) 式の定式化で、実質賃金率 ( $w/p$ ) を市内ベースから市民ベースに変える。まず、「市民雇用者所得 ( $ZEI$ ) / 市民雇用者数 ( $EZ$ )」を名目市民賃金率とし、これを市民総支出デフレーター ( $DF_{GZE}$ ) で除し、100 を掛けたものを実質市民賃金率 ( $WR_z^R$ ) とする。また資本コスト  $r_1$  には総固定資本形成デフレーター

$DF_{FI}$  を用いる。

推定指標は市内賃金率を用いた (4.10) 式に比べて、やや改善されているが、総固定資本形成デフレーター ( $DF_{FI}$ ) は説明変数として相変わらず有意ではない。

$$\begin{aligned}
 BW = & -755604.5 + 308.19969 * WR_z^R - 3842.499 * DF_{FI} & (4.13) \\
 & (66.147309) & (2804.0557) \\
 & [4.6593] & [1.3703] \\
 SE = & 42684.385, R^2 = 0.8395279, n = 21, d.f. = 18
 \end{aligned}$$

**4.14 事業系ごみ ( $BW$ ) : 実質市民賃金率 ( $WR_z^R$ ), 総固定資本形成デフレーター ( $DF_{FI}$ ), 及びごみ処理手数料 ( $RDC$ )**

ここでの設定は、推定式 (4.13) に、さらに、ごみ処理手数料 ( $RDC$ ) を付け加えたものである。ごみ処理手数料 ( $RDC$ ) のデータは階段状であり、段階的ダミー変数の役目を負わせている。しかし、実質市民賃金率 ( $WR_z^R$ ) 以外の  $t$  検定量は低く、有意とはいえない。

$$\begin{aligned}
 BW = & -721831 + 301.27015 * WR_z^R - 4126.072 * DF_{FI} + 1482.6397 * RDC \\
 & (69.578694) & (2944.1505) & (3439.5992) \\
 & [4.3299] & [1.4014] & [0.4311] \\
 SE = & 43683.754, R^2 = 0.8412629, n = 21, d.f. = 17 & (4.14)
 \end{aligned}$$

**4.15 事業系ごみ ( $BW$ ) : 名目市民賃金率 ( $WR_z$ ), 及び市民総支出デフレーター ( $DF_{GZE}$ )**

事業系ごみ排出関数 (\*16-3) で、生産要素価格  $r_2$  に名目市民賃金率 ( $WR_z$ ) を充て、生産物価格  $p_1$  に市民総支出デフレーター ( $DF_{GZE}$ ) を用いる。つまり、(4.12) 式における二つの変数を「市民」変数に置き換えたものである。推定結果は前式 (4.14) 式よりも良好であり、企業利潤極大化を前提とする (4.10) 式以降のすべての推定結果を通じて適合度は最も高く、説明変数の  $t$  検定量も大きく、5%水準で有意である。しかし、決定係数がかなり低いことは、この種

の定式化に難点のあることを告げている。(図4.15を参照せよ。)

$$\begin{aligned}
 BW = & 424243.41 + 325.11335*WR_z - 16452.94*DF_{GZE} & (4.15) \\
 & (93.27883) & (6539.5311) \\
 & [3.4854] & [2.5159] \\
 SE = & 38325.21, R^2 = 0.8706309, n = 21, d.f. = 18
 \end{aligned}$$

4.16 事業系ごみ ( $BW$ ) : 名目市内賃金率 ( $WR$ ), 市内総支出デフレーター ( $DF_{GDE}$ ), 及び総固定資本形成デフレーター ( $DF_{FI}$ )

名目賃金率と物価指数を分離する形式で, 市内賃金率  $WR$  と市内総支出デフレーターを説明変数として設ける。これに資本の物価指数として総固定資本形成デフレーター ( $DF_{FI}$ ) を付け加えてみる。推定結果は, デフレーター変数の有意性が低いという欠点がある。

$$\begin{aligned}
 BW = & 330019.07 + 271.87908*WR - 10802.35*DF_{GDE} - 1808.602*DF_{FI} \\
 & (128.14523) & (11018.822) & (4947.8113) \\
 & [2.1216] & [0.9804] & [0.3655] \\
 SE = & 40481.06, R^2 = 0.8636857, n = 21, d.f. = 17 & (4.16)
 \end{aligned}$$

4.17 事業系ごみ ( $BW$ ) : 名目市民賃金率 ( $WR_z$ ), 市民総支出デフレーター ( $DF_{GZE}$ ), 及び総固定資本形成デフレーター ( $DF_{FI}$ )

ここでの式は (4.16) 式の市内ベースを市民ベースの変数に代えた設定になっている。推定結果は (4.16) 式よりも若干, 改善されているが, 賃金率以外の変数がやはり有意ではないことは問題である。

$$\begin{aligned}
 BW = & 432642.48 + 286.17162*WR_z - 12048.86*DF_{GZE} - 2576.091*DF_{FI} \\
 & (115.67909) & (10002.948) & (4364.9886) \\
 & [2.4738] & [1.2045] & [0.5902] \\
 SE = & 39038.426, R^2 = 0.8732283, n = 21, d.f. = 17 & (4.17)
 \end{aligned}$$

## 5. 事業系ごみ〈対数〉 $\ln BW$

I章6.1節の(\*12-3)式に示す自然対数式は、Cobb-Douglas型生産関数を推定する場合の基本形である。被説明変数は事業系のごみ $BW$ の自然対数 $\ln BW$ であり、これを資本ストックないし投資フロー、労働量、生産量の対数で説明する。

次の推定式(5.1)～(5.3)式は対数定式化に現れる説明変数を、まず、単相関形式で変数一つずつの説明力を検討したものである。

### 5.1 対数事業系ごみ( $\ln BW$ ):対数実質純投資( $\ln NI^R$ )

(5.1)式は、事業系ごみ量の対数に対する、実質純投資( $NI^R$ )の対数の単相関式である。「実質純投資」のデータは「実質総固定資本形成－実質固定資本減耗( $RFI^R-FKD^R$ )」により加工作成された。推定結果は、決定係数が低いので、このままでは採用することができない。

$$\ln BW = -3.011767 + 1.1168425 * \ln NI^R \quad (5.1)$$

(0.1831114)  
[6.0993]

$$SE = 0.1922578, R^2 = 0.6619269, n = 21, d.f. = 19$$

### 5.2 対数事業系ごみ( $\ln BW$ ):対数市内雇用者数( $\ln ED$ )

(5.2)式は、事業系ごみ排出量( $BW$ )の対数と市内雇用者数( $ED$ )の対数の間の単相関式である。「市内雇用者数( $ED$ )」は横浜市外の居住者でも横浜市内で雇用される場合は員数に含める属地主義に立っている。推定結果は、市内雇用者数が実質純投資よりも説明力の高いことを示している。

$$\ln BW = -1.544654 + 2.0463592 * \ln ED \quad (5.2)$$

(0.1860929)  
[10.9964]

$$SE = 0.1218465, R^2 = 0.8642097, n = 21, d.f. = 19$$

5.3 対数事業系ごみ ( $\ln BW$ ) : 対数実質市内総支出 ( $\ln GDE^R$ )

(5.3) 式は、「実質市内総支出 ( $GDE^R$ )」の対数を説明変数として事業系ごみ排出量の対数を説明する。(5.1) ~ (5.3) 式を比較すれば、実質市内総支出の推定式の説明力が最も高く、有意性も高いことが判る。(図 5.3 を参照せよ。)

$$\ln BW = -10.66165 + 1.4638239 * \ln GDE^R \quad (5.3)$$

$$(0.1127433)$$

$$[12.9837]$$

$$SE = 0.1052365, R^2 = 0.8987078, n = 21, d.f. = 19$$

5.4 対数事業系ごみ ( $\ln BW$ ) : 対数名目純投資 ( $\ln NI$ ), 及び対数市内雇用者数 ( $\ln ED$ )

ここでは、生産としての市内総生産に代えて、投入面に遡って、名目純投資の対数と市内雇用者の対数を用いて事業系ごみ排出量の対数を説明する。推定結果は実質値を持つ後続の (5.5) よりも僅かに優れていると判るが、理論的には実質値の方が望ましい。(相関図 5.4 と時系列図 5.4' を参照せよ。)

$$\ln BW = -2.060586 + 0.3510379 * \ln NI + 1.4153458 * \ln ED \quad (5.4)$$

$$(0.1251211) \quad (0.2757151)$$

$$[2.8052] \quad [5.1334]$$

$$SE = 0.1044192, R^2 = 0.9055237, n = 21, d.f. = 18$$

5.5 対数事業系ごみ ( $\ln BW$ ) : 対数実質純投資 ( $\ln NI^R$ ), 及び対数市内雇用者数 ( $\ln ED$ )

前式 (5.4) で名目純投資を実質値に置き換えたものが (5.5) 式である。推定結果は、(5.1) と (5.2) のいずれよりも改善され、決定係数も高くなり、各変数の  $t$  検定量も十分に大きく、5%の有意水準で有意性検定を通過する。総じて、(5.4) 式より明らかに優れている。(相関図 5.5 と時系列図 5.5' を参照せよ。)

$$\ln BW = -4.079594 + 0.4179288 * \ln NI^R + 1.5670532 * \ln ED \quad (5.5)$$

$$(0.1392752) \quad (0.2233363)$$

$$[3.0007] \quad [7.0166]$$

$$SE=0.102205, R^2=0.909488, n=21, d.f.=18$$

5.6 対数事業系ごみ ( $\ln BW$ ): 対数実質純投資 ( $\ln NI^R$ ), 対数市内雇用者数 ( $\ln ED$ ), 及び時間 ( $TIM$ )

ここでの定式化は前 (5.5) 式に時間 ( $TIM$ ) を追加した形式になっている。時間変数  $TIM$  の値は 100, 101, 102, … と穏やかに推移するように設けてある。それ故, 決定係数は僅かに増加するが, 個々の説明変数の  $t$  検定量はむしろ悪化し, 特に対数雇用者数の有意性は劣化し, 時間変数は有意でなくなる。(図 5.6, 図 5.6' を参照せよ。)

$$\begin{aligned} \ln BW = & 4.6975896 + 0.482601 * \ln NI^R - 0.627653 * \ln ED \\ & (0.1451103) \quad (1.6824673) \\ & [3.3258] \quad [0.3731] \\ & + 0.0502902 * TIM \quad (5.6) \\ & (0.0382248) \\ & [1.3156] \end{aligned}$$

$$SE=0.100191, R^2=0.9178522, n=21, d.f.=17$$

5.7 対数事業系ごみ ( $\ln BW$ ): 対数実質純投資 ( $\ln NI^R$ ), 対数市内雇用者数 ( $\ln ED$ ), 対数実質市内総支出 ( $\ln GDE^R$ ), 及び時間 ( $TIM$ )

対数型生産関数の推定に予定されるすべての説明変数を編入して推定したものが (5.7) 式である。この場合, 決定係数は僅かしか改善されず, むしろ, すべての説明変数の  $t$  検定量が低下し, 有意性が劣化してしまった。

$$\begin{aligned} \ln BW = & 9.5481236 + 0.5749856 * \ln NI^R - 0.608376 * \ln ED \\ & (0.3045372) \quad (1.7286156) \\ & [1.8881] \quad [0.3519] \\ & - 0.48585 * \ln GDE^R + 0.0635234 * TIM \quad (5.7) \\ & (1.3967328) \quad (0.0546634) \\ & [0.3478] \quad [1.1621] \end{aligned}$$

$$SE=0.1028863, R^2=0.9184688, n=21, d.f.=16$$

5.8 対数事業系ごみ ( $\ln BW$ ): 対数実質純投資 ( $\ln NI^R$ ), 対数市内雇用者数 ( $\ln ED$ ), 実質市内総支出 ( $\ln GDE^R$ ), 時間 ( $TIM$ ), 及び前期対数事業ごみ ( $\ln BW_{-1}$ )

ここでは, (5.7) 式の設定に前期対数事業ごみ  $\ln BW_{-1}$  を追加した形式になっている。この推定式は対数系の (5.1) ~ (5.13) の全体を通じて決定係数は最も高いが, この前期対数事業ごみの変数以外は  $t$  検定量が著しく低下するので, 推定方程式としては採用できないと思われる。

$$\begin{aligned} \ln BW = & 5.4229395 + 0.3142535 * \ln NI^R + 0.3559247 * \ln ED \\ & (0.291418) \quad (2.0724228) \\ & [1.0784] \quad [0.1717] \\ & - 0.574722 * \ln GDE^R + 0.0226035 * TIM + 0.5565808 * \ln BW_{-1} \quad (5.8) \\ & (1.3161441) \quad (0.0555353) \quad (0.2284267) \\ & [0.4365] \quad [0.4070] \quad [2.4366] \\ SE = & 0.0917708, R^2 = 0.9348358, n = 20, d.f. = 14 \end{aligned}$$

5.9 対数事業系ごみ ( $\ln BW$ ): 実質市内賃金率 ( $WR^R$ )

前 I 章における (\*16-3) 式の設定に関連して, 片対数の定式化を行うのが, 本節以降の接近である。まず, 実質市内賃金率 ( $WR^R$ ) の指定では, その  $t$  検定量は十分に大きく, 説明力に優れているが, 決定係数等の指標は, さほど優れていない。

$$\begin{aligned} \ln BW = & 9.0268366 + 0.0007889 * WR^R \quad (5.9) \\ & (0.0000792) \\ & [9.9609] \end{aligned}$$

$$SE=0.1325142, R^2=0.8393919, n=21, d.f.=19$$

5.10 対数事業系ごみ ( $\ln BW$ ): 実質市内賃金率 ( $WR^R$ ), 及び総固定資本形成デフレーター ( $DF_{FI}$ )

前推定式 (5.9) に総固定資本形成デフレーター  $DF_{FI}$  を追加した設定は、大きな改善が見られず、この追加した変数  $DF_{FI}$  は全く有意ではない。

$$\ln BW = 8.9921828 + 0.000838 * WR^R - 0.002058 * DF_{FI} \quad (5.10)$$

(0.0002088)	(0.0080688)
[4.0134]	[0.2551]

$$SE = 0.1358999, R^2 = 0.8399705, n = 21, d.f. = 18$$

5.11 対数事業系ごみ ( $\ln BW$ ): 実質市内賃金率 ( $WR^R$ ), 総固定資本形成デフレーター ( $DF_{FI}$ ), 及びごみ処理手数料 ( $RDC$ )

ここでは、さらに先の (\*16-3) 式において、 $p_2 = RDC$  (ごみ処理手数料) と置き、この変数を追加する。しかし、この変数の  $t$  検定量も低く、 $DF_{FI}$  と  $RDC$  はともに有意ではない。

$$\ln BW = 9.0659431 + 0.0008207 * WR^R - 0.002511 * DF_{FI}$$

(0.0002251)	(0.0084787)
[3.6459]	[0.2962]

$$+ 0.0028331 * RDC \quad (5.11)$$

(0.0112243)
[0.2524]

$$SE = 0.1395785, R^2 = 0.840568, n = 21, d.f. = 17$$

5.12 対数事業系ごみ ( $\ln BW$ ): 名目市内賃金率 ( $WR$ ), 及び総市内支出デフレーター ( $DF_{GDE}$ )

先の (\*16-3) の定式化において、 $p_1$  と  $r_2$  だけを取り出した片対数形式が次の (5.12) である。ここでは、名目市内賃金率  $WR$  だけが有意であり、生産物価格に相当する市内総支出デフレーター  $DF_{GDE}$  は  $t$  検定量が低く、有意ではない。しかし、(5.9) ~ (5.13) の中では最高の決定係数をもたらしている。(図 5.12

と図 5.12' を参照せよ。)

$$\ln BW = 12.176538 + 0.0007274 * WR - 0.028532 * DF_{GDE} \quad (5.12)$$

$$(0.0003082) \quad (0.0207661)$$

$$[2.3407] \quad [1.3740]$$

$$SE = 0.1295859, R^2 = 0.8544952, n = 21, d.f. = 18$$

### 5.13 対数事業系ごみ ( $\ln BW$ ): 実質市内賃金率 ( $WR^R$ ), 及び市内総支出デフレーター ( $DF_{GDE}$ )

前の (5.12) 式で名目賃金率を実質賃金率に置き換えたものが, (5.13) 式の定式化である。しかし, 実質賃金率は 5% の有意水準を割り込み, 10% の有意水準ならば無相関帰無仮説の検定を通過する程度である。市内総支出デフレーターも有意ではなく, 総じて, この種の接近は余り有効ではないと思われる。

$$\ln BW = 9.3490939 + 0.0006408 * WR^R + 0.0039859 * DF_{GDE} \quad (5.13)$$

$$(0.000338) \quad (0.0088294)$$

$$[1.8959] \quad [0.4514]$$

$$SE = 0.1353811, R^2 = 0.8411899, n = 21, d.f. = 18$$

## 6. ごみ収集搬入量 ( $RC$ ) におけるごみ処理の内訳

横浜市のごみ収集搬入量 ( $RC$ ) がどのように処理されているかについて, 機械的な相関式をここで推定する。推定方程式の設定は, まず, 横浜市のごみ収集搬入量と, これらごみを処理する内訳である各種処理量との相関関係式を行う。ごみ処理の内訳は, 「焼却 ( $ID$ )」, 「埋立 ( $LD$ )」, 「資源化 ( $REC$ )」である。ごみ収集搬入量との相関式は, (6.1) 式から (6.3) 式までの 3 式を提出するが, 推定結果は, (6.2) 式の「埋立」の決定係数 0.7289 と (6.3) 式の「資源化」の決定係数  $R^2 = 0.3807947$  が低く, 一層の工夫が必要である。なお, (6.3) 式で「資源化」のデータが 1990 年度以降しか利用できず, 標本の大きさが小さく,  $n = 6$  であることに注意すべきである。それ故, ここでは「参考式」とした。(図 6.1~図 6.7 を参照せよ。)

$$IC = -494236.7 + 1.313853 * RC \quad (6.1)$$

(0.0486571)

[27.0023]

$$SE = 52496.183, R^2 = 0.9746032, n = 21, d.f. = 19$$

$$LD = 519774.05 - 0.339504 * RC \quad (6.2)$$

(0.0474965)

[7.1480]

$$SE = 51244.09, R^2 = 0.7289333, n = 21, d.f. = 19$$

$$REC = -475425 + 0.334051 * RC \quad (6.3)$$

(0.2129878)

[1.5684]

$$SE = 9357.2557, R^2 = 0.3807947, n = 6, d.f. = 4$$

次の(6.4)式はごみの収集・搬入量から直接に焼却残灰を説明づける定式化であり、さらに(6.5)式は、ごみ資源化(*REC*)を追加したものである。(6.5)式では、決定係数もかなり高く、説明変数の*t*検定量は5%の有意水準で無相関帰無仮説を棄却する。

$$IR = -172879.5 + 0.3486653 * RC \quad (6.4)$$

(0.0136994)

[25.4511]

$$SE = 14780.263, R^2 = 0.9715041, n = 21, d.f. = 19$$

$$IR = -197493.7 + 0.3733649 * RC - 0.968527 * REC \quad (6.5)$$

(0.0163668) (0.4203156)

[22.8123] [2.3043]

$$SE = 13344.131, R^2 = 0.9779952, n = 21, d.f. = 18$$

ごみ収集搬入量を焼却した場合、焼却処分に回した量に対応して焼却残灰が発生し、この残灰をまた処分しなければならない。このように、ごみ処理には1次処理と2次処理の工程があるから、これらの総量はごみ収集搬入量よりも一般に大となる。次式(6.6)は、この物理的な量的関係を表し、(6.7)式は、

さらに資源化分を変数として追加したモデルである。資源化は、実際に缶・びんの分別収集が行われて資源化が始められたのが1990年度であるため、その変数は1990年度以降しかないので、ダミー変数の意味で用いられる。

$$IR = -40623.71 + 0.2643423 * IC \quad (6.6)$$

(0.0063754)

[41.4629]

$$SE = 9154.2493, R^2 = 0.9890689, n = 21, d.f. = 19$$

$$IR = -46824.14 + 0.2721249 * IC - 0.43084 * REC \quad (6.7)$$

(0.0077782) (0.2658432)

[34.9856] [1.6207]

$$SE = 8785.9049, R^2 = 0.990409, n = 21, d.f. = 18$$

## 7. ごみ処分量 (TD) におけるごみ処分の内訳

横浜市が収集し搬入を受けたごみ量 (RC) は、焼却、埋立、資源化の三通りの方法で処分される。前節で、これら処分量をごみ収集搬入量 (RC) で説明したのに対して、ここでは、ごみの総処分量 (TD) との相関式を求める。前節と同じく、横浜市のごみ総処分量 (TD) を機械的に、その内訳である各種処分量に相関させる。内訳となる変数は、「焼却、埋立、資源化」であるが、焼却処分されたごみは、その残渣を再び埋立処分する必要がある、焼却処理工程は2次処理工程を伴うから、一般に、ごみの総処分量はごみの収集・搬入量よりも大となる。

相関式 (7.1) 式から (7.5) 式までにおいて、推定結果は総じて前節のごみ収集搬入量 (RC) を用いたものよりも改善されて、すべての推定式で指標が上がっていることが判る。なお、(7.3) 式は「資源化」のデータが1990年度以降しかなく、標本の大きさが  $n=6$  しかないので、「参考式」として提示する。(図7.1~図7.5, 図7.5'を参照せよ。)

$$IC = -331001.6 + 0.977827 * TD \quad (7.1)$$

(0.0287654)

[33.9932]

$$SE=41896.818, R^2=0.9838234, n=21, d.f.=19$$

$$LD=482797.79-0.256328*TD \quad (7.2)$$

(0.0332932)  
[7.6991]

$$SE=48491.606, R^2=0.7572709, n=21, d.f.=19$$

$$REC=-122241+0.0767233*TD \quad (7.3)$$

(0.2476175)  
[0.3098]

$$SE=11751.166, R^2=0.0234386, n=6, d.f.=4$$

$$IR=-130251.3+0.2599769*TD \quad (7.4)$$

(0.0075169)  
[34.5857]

$$SE=10948.452, R^2=0.9843641, n=21, d.f.=19$$

$$IR=-146250.1+0.2737181*TD-0.746311*REC \quad (7.5)$$

(0.0086553)      (0.3000711)  
[31.6243]      [2.4871]

$$SE=9703.9808, R^2=0.9883631, n=21, d.f.=18$$

## 8. ま と め

本文では、横浜市のごみ問題の計量経済学的分析の第一段階として、横浜市のさまざまな経済変数に係わるごみ方程式を推定し、それらの可能性を検討した。節1で示す横浜市のごみ収集・搬入モデルは、総括的な設定として所得や消費を説明変数に用いている。所得変数の中で最も適合度の高い推定結果は(1.10)式に示す実質市内総支出( $GDE^R$ )であり、消費変数の中で最も適合度の高い説明変数は(1.17)に示す実質家計消費支出( $HCE^R$ )である。ごみ収集搬入量( $RC$ )を消費変数で説明することは、この消費変数を、さらに遡って、所得変数で説明することになる。それ故、この場合には横浜市の消費関数の推定式が追加的に必要になる。横浜市消費関数は、実質家計最終消費支出 $HCE^R$ を

実質市内総支出  $GDE^R$  により説明する。(図 8.1 と図 8.1' を参照せよ。)

$$HCE^R = -145337.3 + 0.6912621 * GDE^R \quad (8.1)$$

$$(0.0132272)$$

$$[52.2607]$$

$$SE = 101554.22, R^2 = 0.9930914, n = 21, d.f. = 19$$

上の推定結果は通常、予想されるように、極めて高い適合度を示し、決定係数は  $R^2 = 0.9930$ 、 $t$  検定量は 52.26 と十分に大きな有意性を告げている。よって、推定式 (1.17) を分析に用いる場合、推定式 (8.1) を併用することになる。

節 2 の家庭ごみから節 5 の事業系ごみまでの定式化は、いわば、ごみ収集搬入量の内訳モデルである。家庭ごみの定式化において最も適合度の高い説明変数は、所得変数では (2.7) 式の実質市内総支出 ( $GDE^R$ ) であり、消費変数では (2.9) 式の実質民間消費支出 ( $PCE^R$ ) である。節 3 の粗大ごみでは、(3.16) 式における実質家計最終消費支出 ( $HCE^R$ )、前期粗大ごみ ( $BR_{t-1}$ ) とダミー変数群による推定方程式が最も高い説明力を有することが認められる。事業系ごみは、節 4 の線形生産関数型 (4.8) 式、最適化による指定の (4.15) 式か (4.17) 式、節 5 の両対数型で (5.5) 式、片対数 (5.12) 式がそれぞれのグループで最善の成果を挙げている。

現在、利用可能な統計データの制約から実行可能な計量経済学的分析は本文に提出した段階に留まるであろう。現状では、統計データに詳細な項目が設けられたのは最近数年のことであるため、より精密な分析を実行するには標本数が小さく、まだ時期尚早であると思われる。横浜市のごみに関する統計データが時系列的に十分な標本の大きさをもち、かつ細部に至るまで十分に完備されるならば、より詳細かつ厳密な計量分析が可能になるであろう。

残された課題は、この研究を基点にして、横浜市民の経済活動に基づくごみ排出・搬入行動と横浜市当局のごみ収集・輸送行動を、家庭ごみ、粗大ごみ、事業系ごみ等の分類についてできるだけ詳細に定式化し、さらに、横浜市のごみ処理システムを焼却、埋立、資源化の各局面で経済学的・工学的に記述して、全体的に一つの機能的な数学的モデルの体系を構築することである。これによ

り、政策的に望ましい機能的構造を策定したり、多くの現実的な諸問題の解決をモデル上で事前に検討できるようになるであろう。このように機能的な横浜市のごみ対策モデルを構築することが当面の目標であるが、さらにリサイクルを明示的に含める環境整備モデルに拡張して、効率的な施策を多角的に検討できるようなモデルを作成することが残された目標である。

#### 注

\*本研究は、横浜市地域研究費補助金を受けた成果である。

- (1) 例えば粗大ごみについて、データは現在、可燃物(1992)、金属類(1992)、戸別収集(1992)、戸別申告(1993)、戸別申告可燃物(1992)、無料搬入(1996)、無料搬入可燃物(1996)、無料搬入金属類(1996)等の細かい分類で統計が取られているが、利用可能なデータの初期値は括弧内に示すように、ごく最近でしかない。
- (2) 相関関係とは、確率変数間に相互依存性のあることを指し、「互いに独立でない確率変数は相関をもつ」のである。相関は相関係数  $\rho_{xy} = \sigma_{xy} / \sigma_x \sigma_y$  で測られる。ただし、 $\sigma_{xy}$  は確率変数  $x$  と  $y$  の間の共分散、 $\sigma_x$  は確率変数  $x$  の標準偏差、 $\sigma_y$  は  $y$  の標準偏差である。
- (3) 正式名は「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」であり、1970(昭和45)年国会で成立、1991(平成5)年10月改正。廃掃法とか廃棄物処理法と略称される。廃棄物を一般と産業に分け、排出者の責任による適正な処理を定めている。
- (4) 事前的な市場均衡条件であるとは、価格  $p$  の需要関数を  $D(p)$ 、供給関数を  $S(p)$  として、需要が供給と等しくなるという条件  $D(p) = S(p)$  を意味する。これより価格  $p$  を解けば、市場で需要と供給が等しくなる市場均衡価格  $p^e$  をもたらし、この解  $p^e$  を代入した  $D(p^e) = S(p^e) = q^e$  は市場均衡取引量を表す。実際の統計数値は、既に市場で需要と供給が等しく、 $D(p^e) = S(p^e)$  が成立している場合の数値を表すから、(\*1)式の左辺と右辺の数値は必ず等しい。
- (5) 経済変数の名目値は、現行市場価格表示(時価表示)であり、数量の変化のみならず価格変化も含まれるので、数量的変化を適切に表し得ない。それ故、経済変数から価格変化を除去して数量的変化だけを残すために実質化を行う。実質化は、ある基準年次(例えば平成2暦年)の価格で表示することにより果たされる。
- (6) 横浜市企画局政策部統計解析課で作成している「横浜市の市民経済計算」では、純移出・統計上の不突合、市内総支出、市外からの要素所得(純)、市民総支出の各項のデフレーターはすべて同一に作られている。
- (7) Koyck型のlag方式は、ある要因  $x$  が結果  $y$  に与える効果が過去に遡るにつれ

て次第に弱くなるという仮定に基づいている。この次第に減衰する効果は、一定の減衰係数  $0 < \lambda < 1$  が過去に遡るにつれて、 $\lambda, \lambda^2, \lambda^3, \dots, \lambda^n, \dots$  のように指数的に減衰するという、極めて機械的な構図を想定している。しかし、この方式は、ラグ付き被説明変数を右辺に加える理論的根拠を与え、有用である。

(8) 遅れの作用素  $L$  は、通常量を表す記号と同じように単独で演算可能である。

つまり、作用素  $L$  は、 $L^s x_t = x_{t-s}$  の操作を意味するが、同時に、

$$X_t + \lambda X_{t-1} + \lambda^2 X_{t-2} + \dots + \lambda^n X_{t-n} + \dots = X_t + \lambda L X_t + \lambda^2 L^2 X_t + \dots + \lambda^n L^n X_t + \dots \\ = (1 + \lambda L + \lambda^2 L^2 + \dots + \lambda^n L^n + \dots) X_t = \frac{1}{1 - \lambda L} X_t$$

のような演算が可能である。

(9) 前注3)を参照のこと。

(10) このような確率方程式の指定では、攪乱項の対数  $v = \ln u$  が通常の仮定に従うことが仮定される。すなわち、攪乱項  $v$  の期待値はすべてゼロで、 $E[v] = 0$ 、かつ  $v$  の分散共分散行列は同質散布的である。 $E[vv'] = \sigma^2 I$

(11) (\*13) から (\*16) にいたる利潤極大化の理論は制約条件なしの極大化問題として提出される。目的関数は (\*14) :  $\pi = p_1 f(x_1, x_2, q_2) - r_1 x_1 - r_2 x_2 - p_2 q_2$  である。極大化の2階条件は、非ゼロの  $dx \neq 0$  に対して1階条件が成立する点  $x^0$  において次の2次形式が負値定符号であるならば、極大である。

$$[dx_1 \ dx_2 \ dq_2] \begin{bmatrix} \partial^2 \pi / \partial x_1^2 & \partial^2 \pi / \partial x_1 \partial x_2 & \partial^2 \pi / \partial x_1 \partial q_2 \\ \partial^2 \pi / \partial x_2 \partial x_1 & \partial^2 \pi / \partial x_2^2 & \partial^2 \pi / \partial x_2 \partial q_2 \\ \partial^2 \pi / \partial q_2 \partial x_1 & \partial^2 \pi / \partial q_2 \partial x_2 & \partial^2 \pi / \partial q_2^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dx_1 \\ dx_2 \\ dq_2 \end{bmatrix} \\ = p_1 [dx_1 \ dx_2 \ dq_2] \begin{bmatrix} \partial^2 f / \partial x_1^2 & \partial^2 f / \partial x_1 \partial x_2 & \partial^2 f / \partial x_1 \partial q_2 \\ \partial^2 f / \partial x_2 \partial x_1 & \partial^2 f / \partial x_2^2 & \partial^2 f / \partial x_2 \partial q_2 \\ \partial^2 f / \partial q_2 \partial x_1 & \partial^2 f / \partial q_2 \partial x_2 & \partial^2 f / \partial q_2^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dx_1 \\ dx_2 \\ dq_2 \end{bmatrix} < 0$$

(12) 攪乱項  $u_i$  の分散は  $\sigma^2 = E[(u_i - E[u_i])^2]$  と定義され、攪乱項  $u_i$  と  $u_j$  の共分散は  $\sigma_{ij} = E[(u_i - E[u_i])(u_j - E[u_j])]$  と定義される。分散は確率変数(攪乱項  $u_i$ )の散らばり具合を表し、共分散は  $u_i$  と  $u_j$  の相互依存性を表すから、共分散ゼロの仮定は  $u_i$  と  $u_j$  が独立に分布することを意味する。

## [変数一覧表]

<i>BR</i>	粗大ごみ (トン)
<i>BW</i>	事業系ごみ (トン)
<i>DEI</i>	要素費用表示の市内雇用者所得 (百万円)
<i>DEI<sup>R</sup></i>	実質市内雇用者所得 (百万円)
<i>DF<sub>FI</sub></i>	総固定資本形成デフレーター (平成2 暦年=100)
<i>DF<sub>GDE</sub></i>	市内総支出デフレーター (平成2 暦年=100) (= <i>DF<sub>GZE</sub></i> )
<i>DF<sub>GZE</sub></i>	市民総支出デフレーター (平成2 暦年=100) (= <i>DF<sub>GDE</sub></i> )
<i>DM<sub>B</sub></i>	粗大ごみ申告制戸別収集ダミー変数 (1975-1989=0, 1990-1995=100)
<i>DM<sub>BB</sub></i>	廃棄物処理法改正ダミー変数 (1975-1990=0, 1991-1995=100)
<i>ED</i>	市内雇用者数 (千人)
<i>EZ</i>	市民雇用者数 (千人)
<i>FE</i>	名目家計食料費支出 (百万円)
<i>FE<sup>R</sup></i>	実質家計食料費支出 (百万円)
<i>FKD</i>	固定資本減耗 (百万円)
<i>FKD<sup>R</sup></i>	実質固定資本減耗 (百万円)
<i>FU<sup>R</sup></i>	実質家具家事用品支出 (百万円)
<i>GDE</i>	名目市内総支出 (百万円)
<i>GDE<sup>R</sup></i>	実質市内総支出 (百万円)
<i>GDP</i>	名目市内総生産 (= <i>GDE</i> , 百万円)
<i>GDP<sup>R</sup></i>	実質市内総生産 (= <i>GDE<sup>R</sup></i> , 百万円)
<i>GFI<sup>R</sup></i>	実質総固定資本形成 (百万円)
<i>GI<sup>R</sup></i>	実質総資本形成 (百万円)
<i>GZE</i>	名目市民総支出 (百万円)
<i>GZE<sup>R</sup></i>	実質市民総支出 (百万円)
<i>HCE</i>	名目家計最終消費支出 (百万円)
<i>HCE<sup>R</sup></i>	実質家計最終消費支出 (百万円)
<i>HW</i>	家庭ごみ (トン)
<i>IC</i>	ごみ焼却 (トン)
<i>IR</i>	ごみ焼却残灰 (トン)
<i>LD</i>	ごみ埋立 (トン)
<i>NI</i>	名目純投資 (百万円)
<i>NI<sup>R</sup></i>	実質純投資 (百万円)
<i>NDP</i>	要素費用表示の市内純生産 (百万円)
<i>NDP<sup>R</sup></i>	実質市内純生産 (百万円)

<i>PCE</i>	名目民間最終消費支出 (百万円)
<i>PCE<sup>R</sup></i>	実質民間最終消費支出 (百万円)
<i>PEI<sup>R</sup></i>	実質民間企業設備 (百万円)
<i>RC</i>	ごみ収集搬入量 (トン)
<i>RDC</i>	ごみ処理手数料 (円)
<i>REC</i>	ごみ資源化 (トン)
<i>TD</i>	ごみ総処分量 (トン)
<i>TIM</i>	時間 (=100, 101, 102, 103, ...)
<i>WR</i>	名目市内賃金率 (千円) (= $DEI/ED$ )
<i>WR<sup>R</sup></i>	実質市内賃金率 (千円) (= $WR \times 100/DF_{GZE}$ )
<i>WR<sub>z</sub></i>	名目市民賃金率 (千円) (= $ZEI/EZ$ )
<i>WR<sub>z</sub><sup>R</sup></i>	実質市民賃金率 (千円) (= $WR_z \times 100/DF_{GZE}$ )
<i>ZEI</i>	要素費用表示の市民雇用者所得 (百万円)
<i>ZEI<sup>R</sup></i>	実質市民雇用者所得 (百万円)
<i>ZI</i>	要素費用表示の市民所得 (百万円)
<i>ZI<sup>R</sup></i>	実質市民所得 (百万円)

## [参考文献・資料]

- [1] 「横浜市一般廃棄物処理計画—ごみ処理計画—」, 横浜市環境事業局計画課, 平成5年。
- [2] 「平成8年度 環境事業概要」, 横浜市環境事業局総務部計画課, 平成8年7月。
- [3] 「平成6年度 横浜市の市民経済計算」, 横浜市企画局政策部統計解析課, 平成9年3月。
- [4] 「平成7年 横浜市の工業 (平成7年工業統計調査結果報告)」, 横浜市企画局政策部統計解析課, 平成9年3月。
- [5] 「平成9年度 環境事業概要」, 横浜市環境事業局推進部ごみ政策課, 平成9年7月。
- [6] 「横浜環境白書—平成9年版」, 横浜市環境保全局環境政策課, 平成9年11月。
- [7] 「平成7年度 横浜市の市民経済計算 (市民経済計算結果報告昭和50年度～平成7年度)」, 横浜市企画局政策部統計解析課, 平成10年3月。
- [8] 岡敏弘著, 『厚生経済学と環境政策』, 岩波書店, 1997。
- [9] 化学工学会監修, 亀山秀雄・小島紀徳著, 「エネルギー・資源リサイクル」, 培風館, 1997。
- [10] 学研・UTAN編集部編, 「地球環境用語辞典」, 学習研究社, 1992年11月。
- [11] 桐谷維, 「東京都ごみ問題の現状と展望」, 『総合都市研究』, 53号, 東京都立大学都市研究所, 1994年; (小泉明・萩原清子編, 『都市の廃棄物問題』, 第1部, 第1章, 都市研究双書14, 東京都立大学都市研究所, 1998年に転載)。
- [12] 厚生省生活衛生局水道環境部環境整備課監修, 「日本の廃棄物'96—広げようリサイクルの輪—」, 全国都市清掃会議発行, 平成8年11月。
- [13] 本多淳裕著, 『ゴミのリサイクル』, (財)省エネルギーセンター, 1993。
- [14] 本多淳裕著, 『産業廃棄物のリサイクル』, (財)省エネルギーセンター, 1996。
- [15] 脇坂宣尚著, 「徹底ごみ分析・日本のごみ問題—環境保全・美化の現状と課題」, 中央法規出版(株), 平成9年4月。
- [16] Bronmley, Daniel W., ed., *The Handbook of Environmental Economics*, Blackwell, 1995.
- [17] Coffel, Steve, *Encyclopedia of Garbage*, Facts On File, Inc., 1996.
- [18] Engle, Robert F. & Daniel L. McFadden, *Handbook of Econometrics*, Vol.1-4, Elsevier, North-Holland, 1994.
- [19] Grandy, Matthew, *Recycling and Waste, An Exploration of Contemporary Environmental Policy*, Alder Shot, 1997.
- [20] Henderson, J. M. & R. E. Quandt, *Microeconomic Theory, A Mathematical Approach*, McGraw-Hill Book Company, 1980.

- [21] Jenkins, Robin R., *The Economics of Solid Waste Reduction*, Edward Elgar, 1993.
- [22] Johnston, J., *Econometric Methods*, Third Edition, McGraw-Hill Book Company, 1991.
- [23] Jones, Richard, & Rafael Lins, *Garbage Collection, Algorithms for Automatic Dynamic Memory Management*, John Wiley & Sons, 1996.
- [24] Kreith, Frank; *Handbook of Solid Waste Management*, McGraw-Hill Book Company, 1994.
- [25] Mills, Edwins ed., *Handbook of Regional and Urban Economics*, Elsevier, North-Holland, 1987.
- [26] Waite, Richard; *Household Waste Recycling*, Earthscan Pub. Ltd., 1995.
- [27] White, R. R., M. Franke & P.Hindle, *Integrated Solid Waste Management, A Lifecycle Inventory*, Blackie Academic & Professional, 1996.

その他, 多数を参照。

付表

[表 1] ごみ処理手数料の推移

1974年4月	1kg	7円 (処分地搬入2円, 工場搬入3円)
1976年4月	1kg	11円 (施設搬入3円50銭)
1978年4月	1kg	15円 (施設搬入5円)
1984年2月	1kg	17円 (施設搬入6円)
1993年4月	1kg	26円 (施設搬入9円50銭)
1997年1月	1kg	26円 (粗大ごみ: 1kgにつき26円を基準として規則で定める)

[表 2] 粗大ごみの品目別手数料表

200円	映像音響機器, ストーブ類, 扇風機, 掃除機, 食器乾燥機, 米びつ, パソコン本体, ワークプロ, 布団, 椅子, ゴルフ用品, スキー用品等
500円	電子レンジ, ガスコンロ, パソコンディスプレイ, テレビ (20型未満), テレビ台, こたつ, カーペット, 自転車, 戸棚, 鏡台, げた箱, ステレオセット (幅80cm未満), ミシン, 湯沸機, 応接椅子 (1人用), ペット小屋, 等
1,000円	洗濯機, 衣類乾燥機, テレビ (20~25型), 流し台, 畳, テーブル, 冷蔵庫 (150ℓ未満), 書棚 (幅1m未満), 食器棚 (幅1m未満), ベッド (枠のみ), 浴槽, 洗面化粧台等
1,500円	たんす (高さ1m以上), 冷蔵庫 (150ℓ~250ℓ), エアコン室外, カラオケセット, ステレオセット (幅80cm以上), サイドボード, 食器棚 (幅1m以上), 両袖机等
2,200円	適正処理困難物: テレビ (25型以上), 冷蔵庫 (250ℓ以上), スプリングマットレスの3品目 (平成7年12月5日告示)

[表 3] 中継基地

施設名	竣工	形式	処理能力
港北輸送事務所	昭和50年8月	ピット・クレーン	280t/日
磯子輸送事務所	昭和59年3月	コンパクト・コンテナ	500t/日
戸塚輸送事務所	昭和62年12月	コンパクト・コンテナ	200t/日
神明台輸送事務所	平成3年8月	コンパクト・コンテナ	500t/日
神奈川輸送事務所	平成6年3月	コンパクト・コンテナ	400t/日
長坂谷輸送事務所	平成6年12月	平面中継	300t/日

[表4] 焼却工場

工場名	竣工	焼却能力	処理方法	破砕能力
港南工場	昭和49年3月	900/24h	全連続燃焼方式	60t/5h
栄工場	昭和51年8月	1,500t/24h	全連続燃焼方式	60t/5h
保土ヶ谷工場	昭和55年6月	1,200t/24h	全連続燃焼方式	60t/5h
都筑工場	昭和59年3月	1,200t/24h	全連続燃焼方式	160t/5h
鶴見工場	平成7年3月	1,200t/24h	全連続燃焼方式	—

[表5] 資源化施設

施設名	竣工	処理能力
グリーンコンポスト製造施設	平成4年3月	5t/時
緑資源選別センター	平成5年3月	40t/日
戸塚資源選別センター	平成7年6月	60t/日
鶴見資源化センター	平成7年9月	50t/日

[表6] 粗大ごみ処理施設

施設名	竣工	処理能力
鶴見資源化センター	平成7年9月	不燃性粗大ごみ 100t/日 可燃性粗大ごみ 150t/日

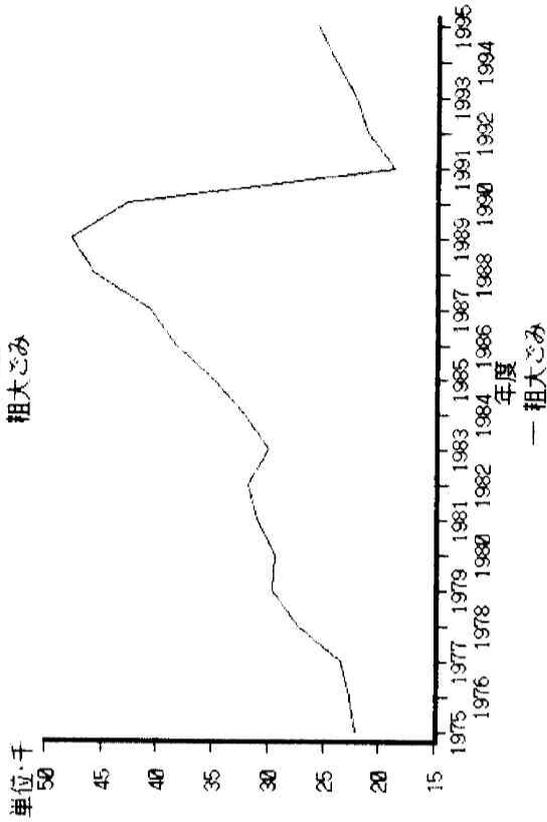
[表7] 収集施設（みなとみらい21地区）

施設名	稼働開始	収集区域	計画収集量	収集管路	2次輸送
管路収集施設	平成3年4月	180ha	約160t/日	口径500mm 延長約13km	コンテナ輸送

[表8] 最終処分場

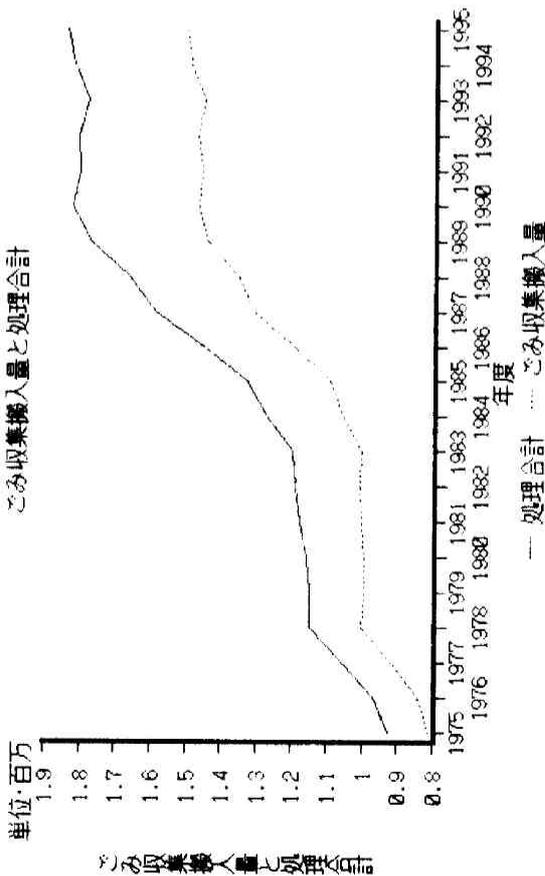
処分場名	開設時期	埋立地面積	全体容量	残余容量
神明台処分地	昭和48年10月	495,000㎡	8,049,700㎡	2,663,166㎡ (埋立方法：サンドウィッチ及び工法準好気性)
南本牧処分場	平成5年11月	210,000㎡	2,990,000㎡	1,915,382㎡ (埋立方法：浮棧橋による薄層埋立工法)

時系列図-3  
粗大ごみ



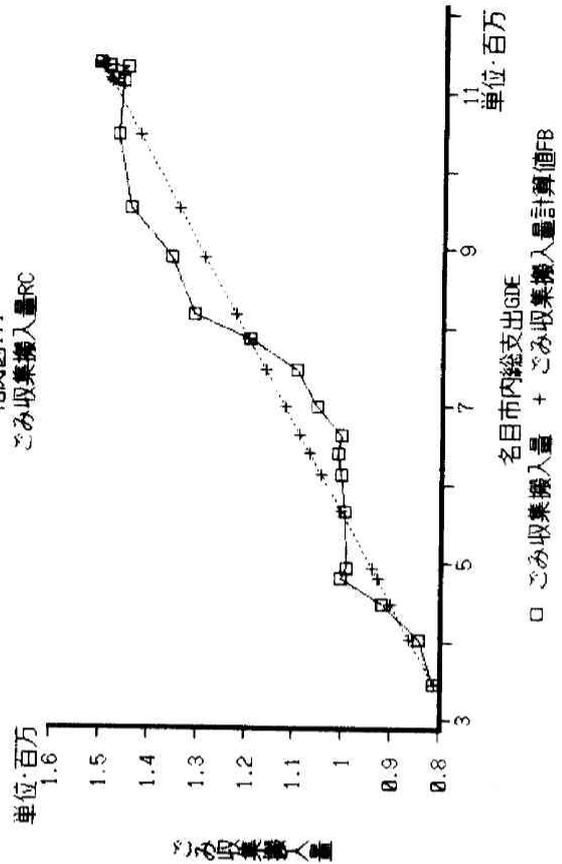
粗大ごみ

時系列図-1  
ごみ収集搬入量と処理合計

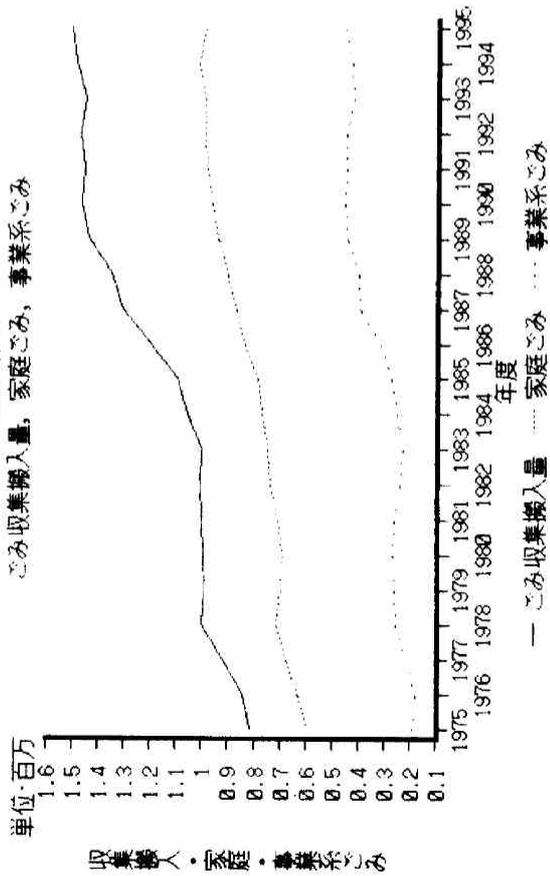


ごみ収集搬入量と処理合計

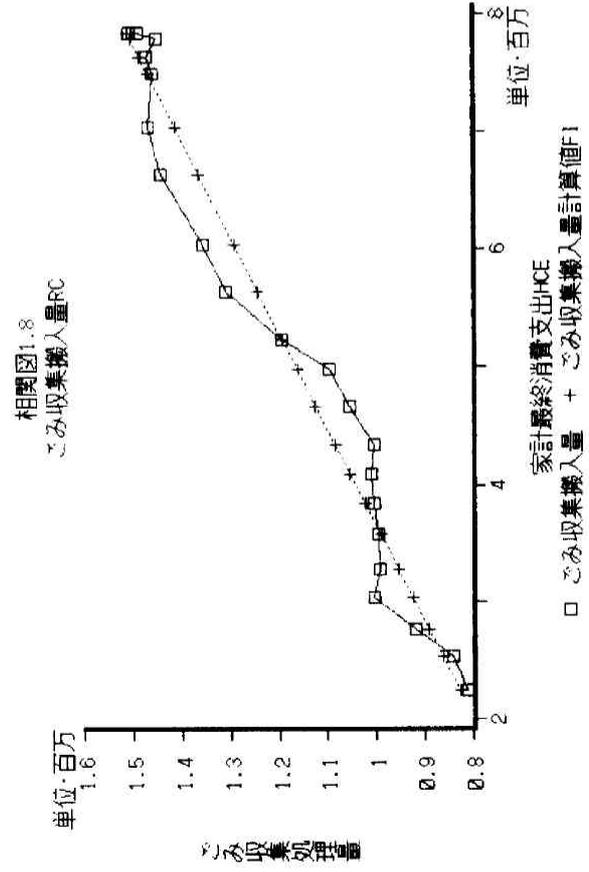
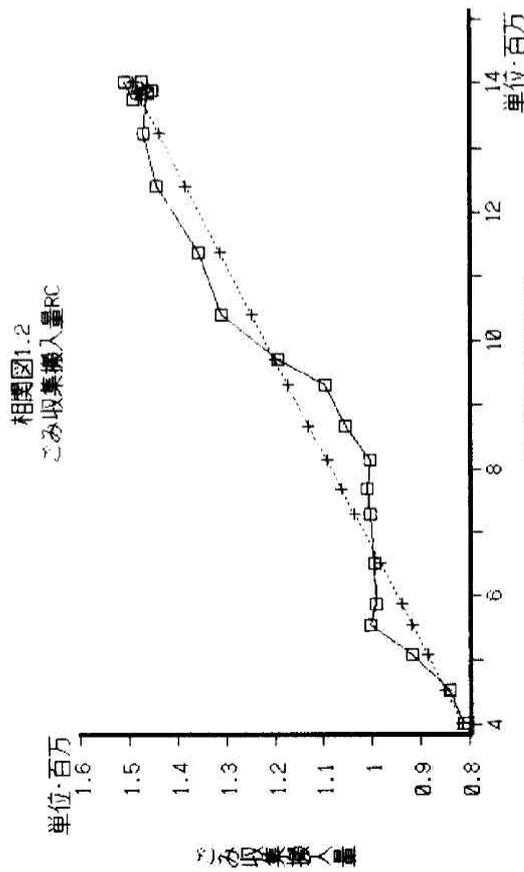
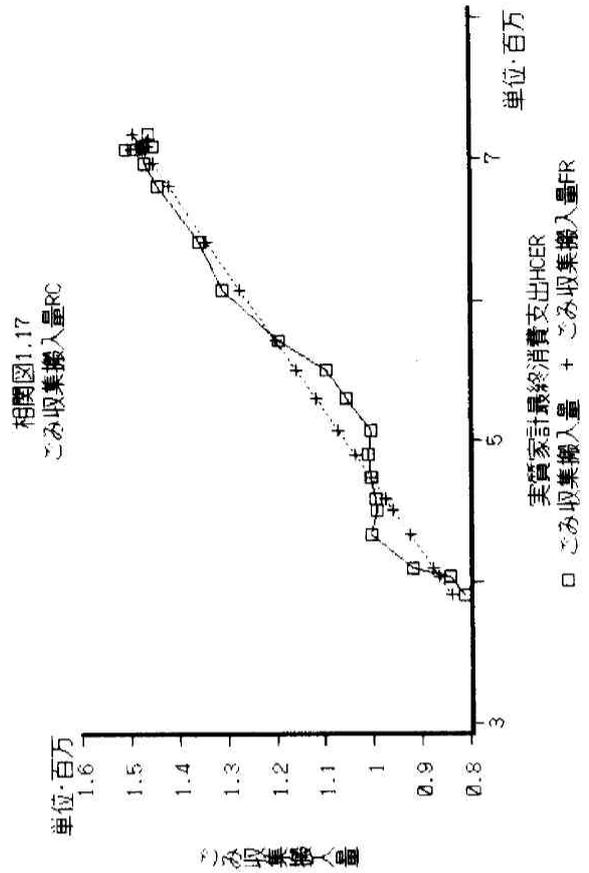
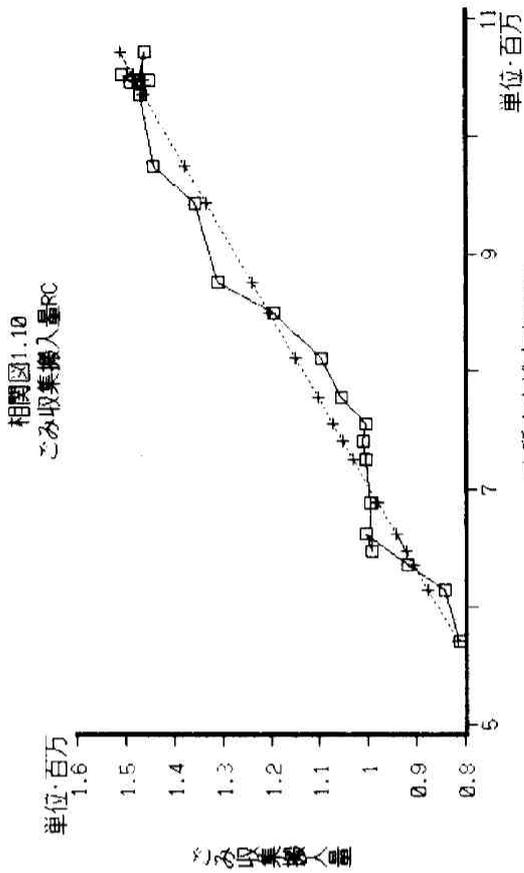
相関図1.1  
ごみ収集搬入量RC



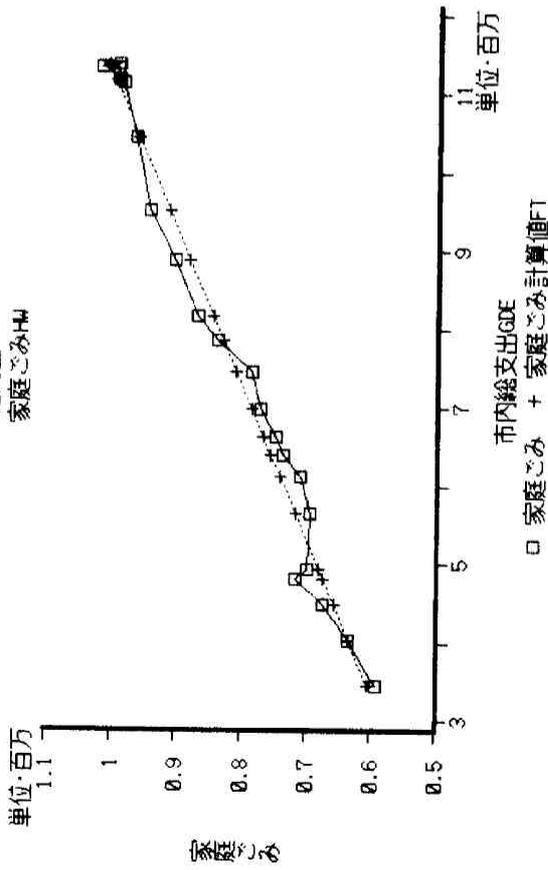
時系列図-2  
ごみ収集搬入量、家庭ごみ、事業系ごみ



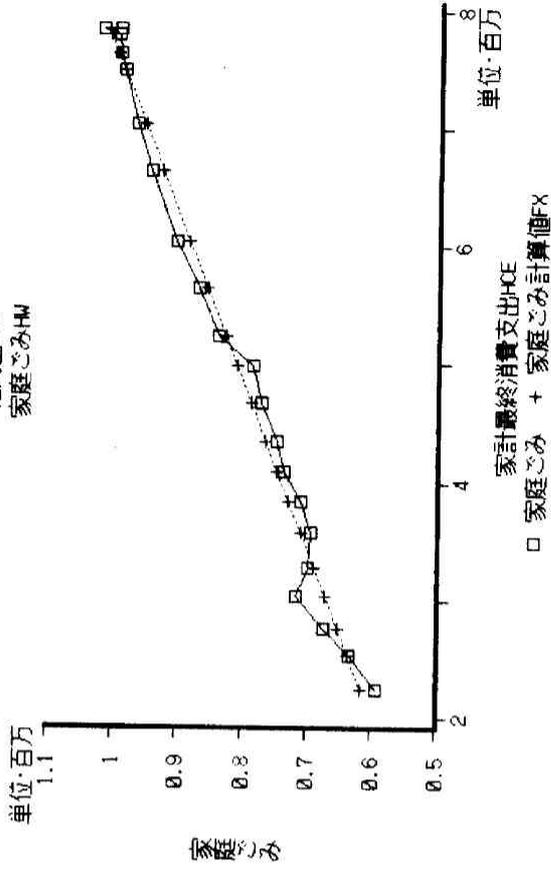
ごみ収集搬入量・家庭・事業系ごみ



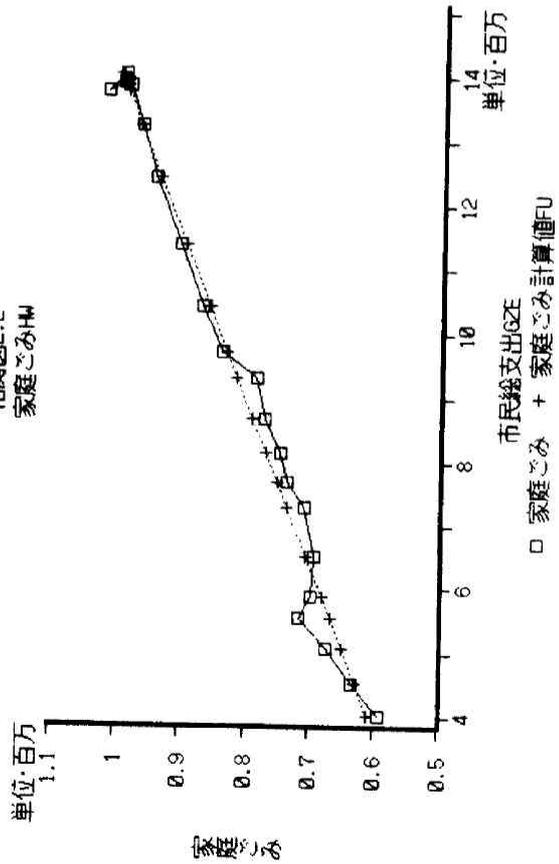
相関図2.1  
家庭ごみHM



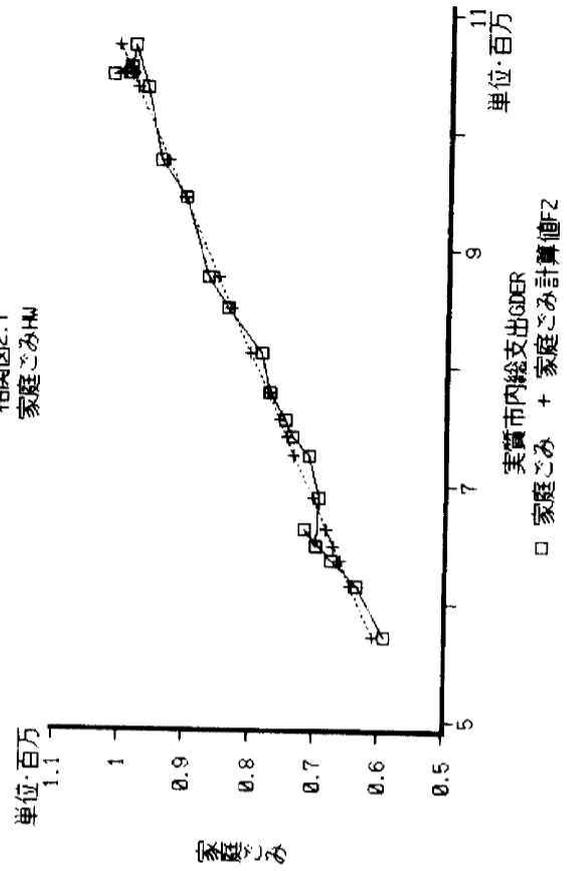
相関図2.5  
家庭ごみHM

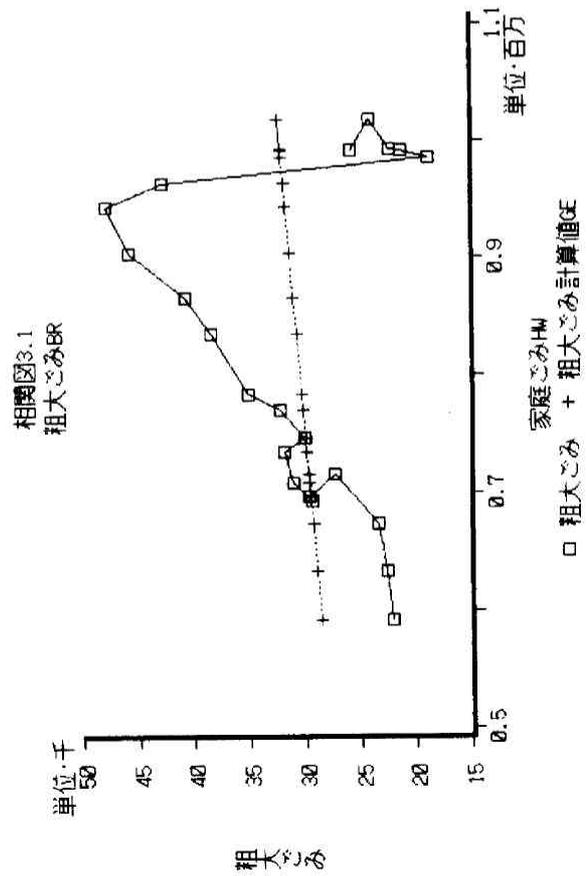
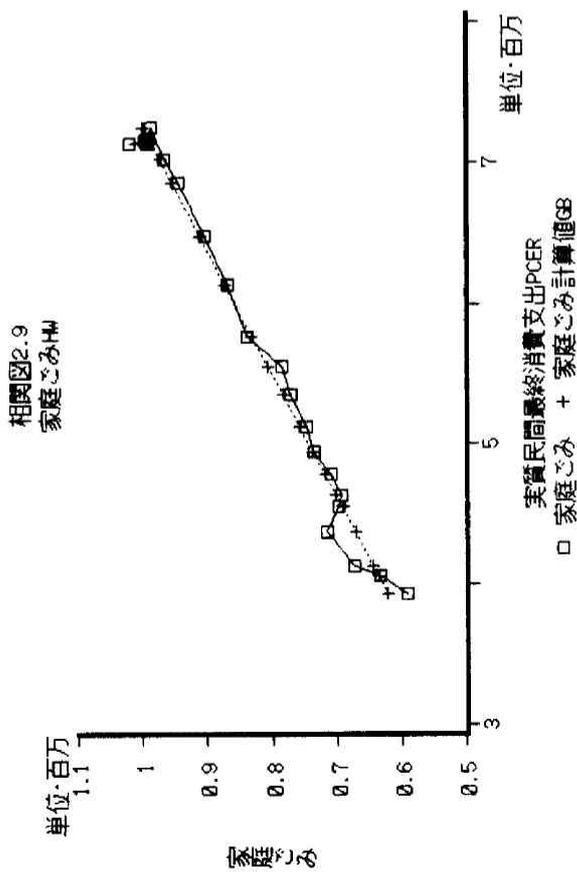
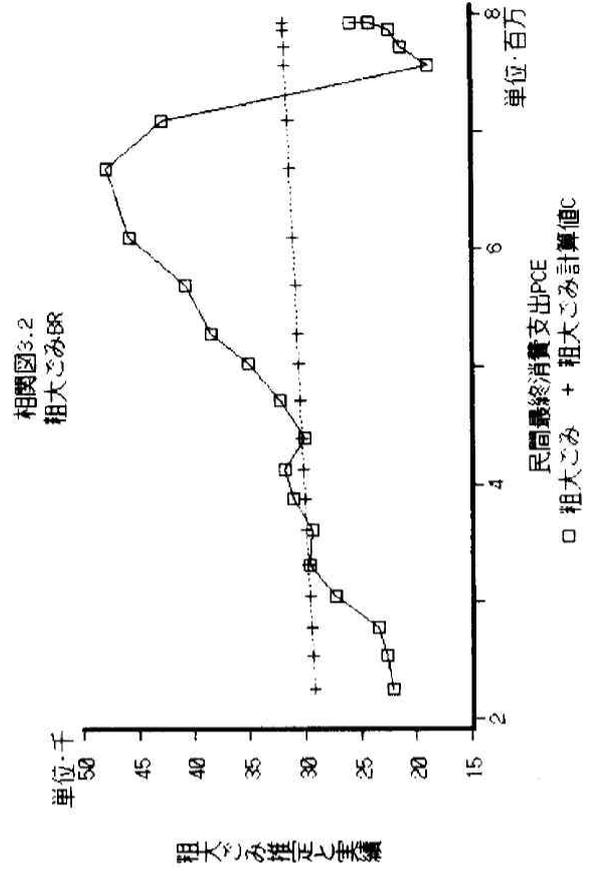
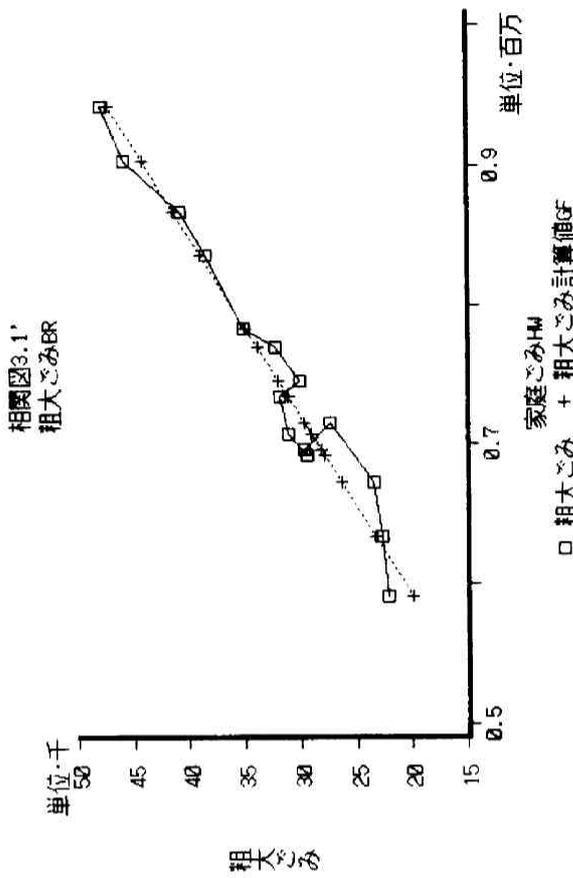


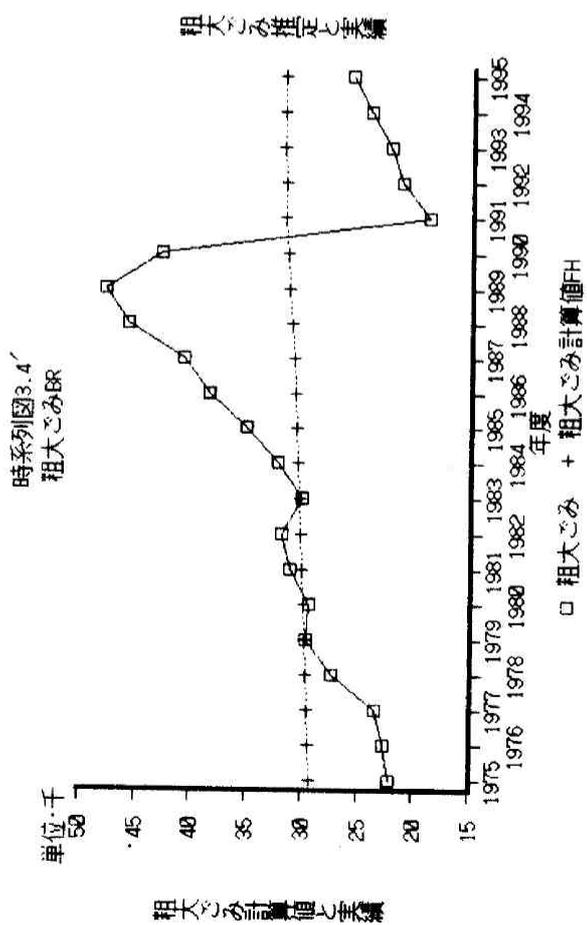
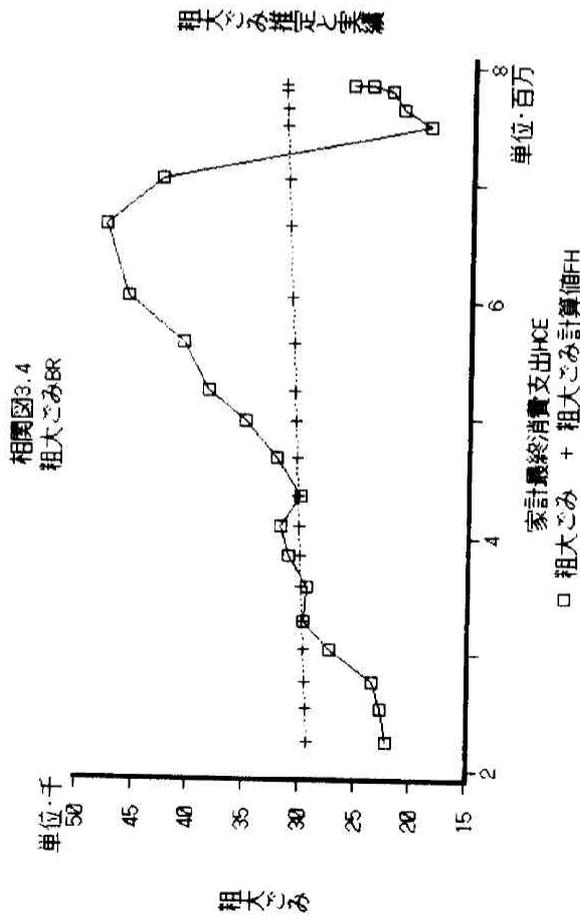
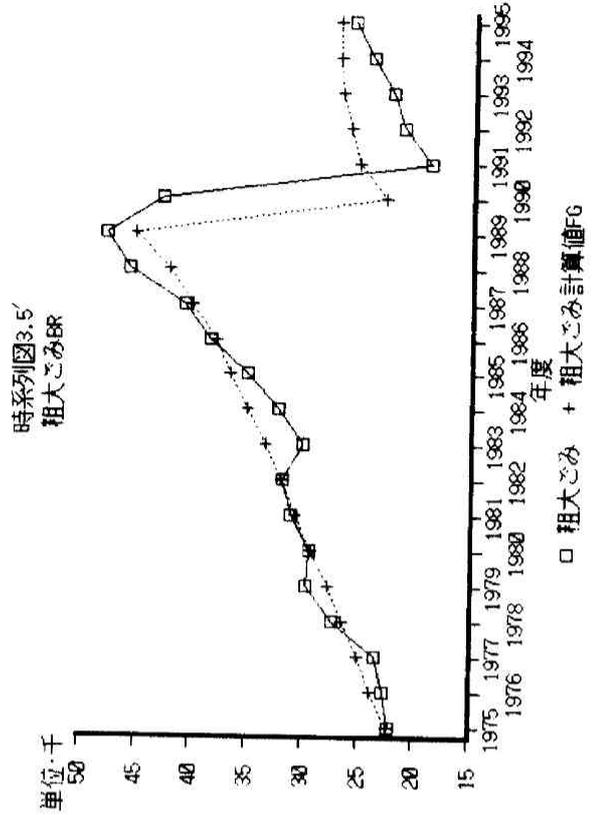
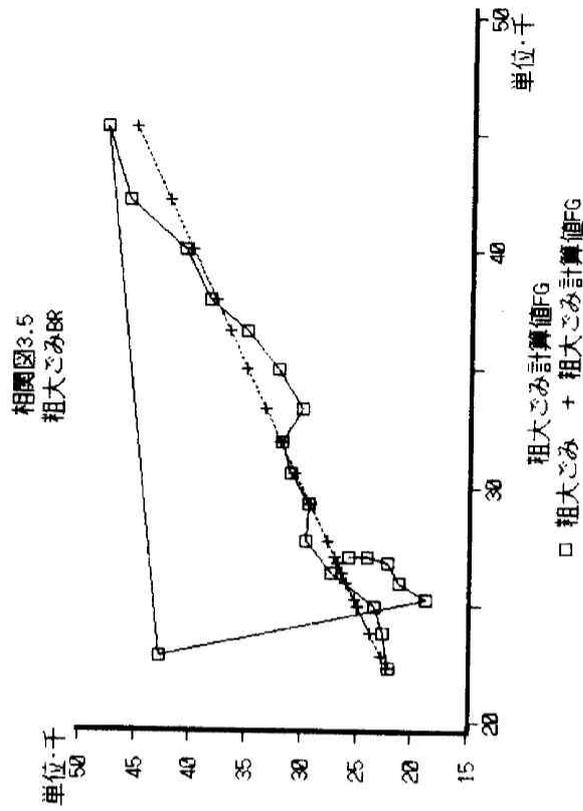
相関図2.2  
家庭ごみHM

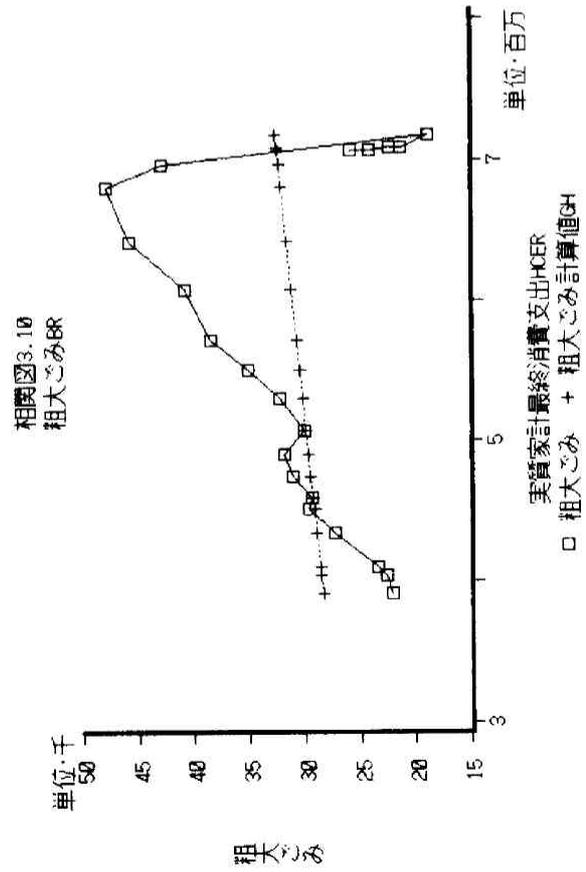
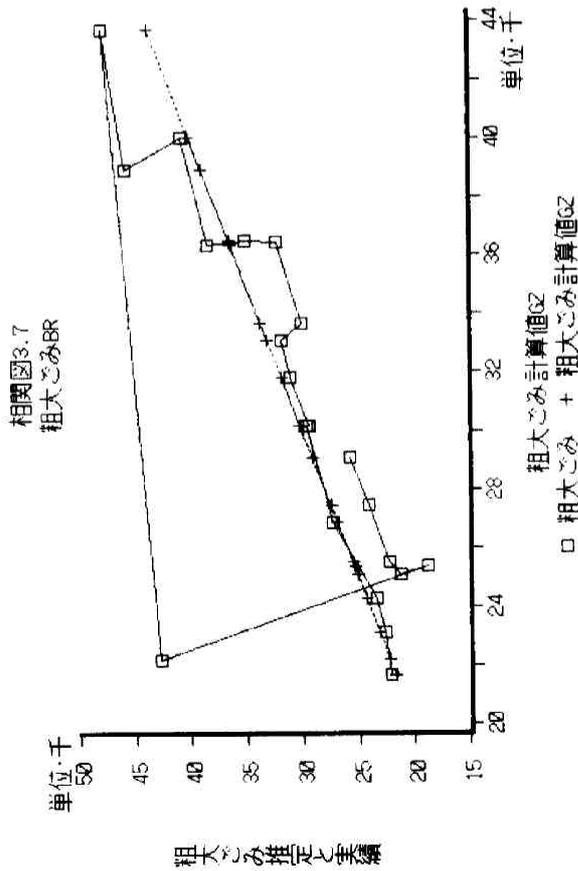
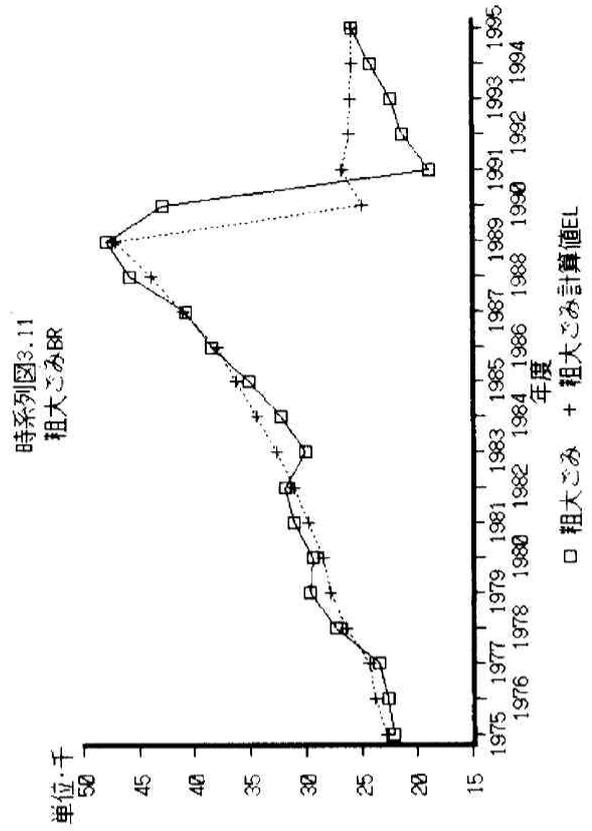
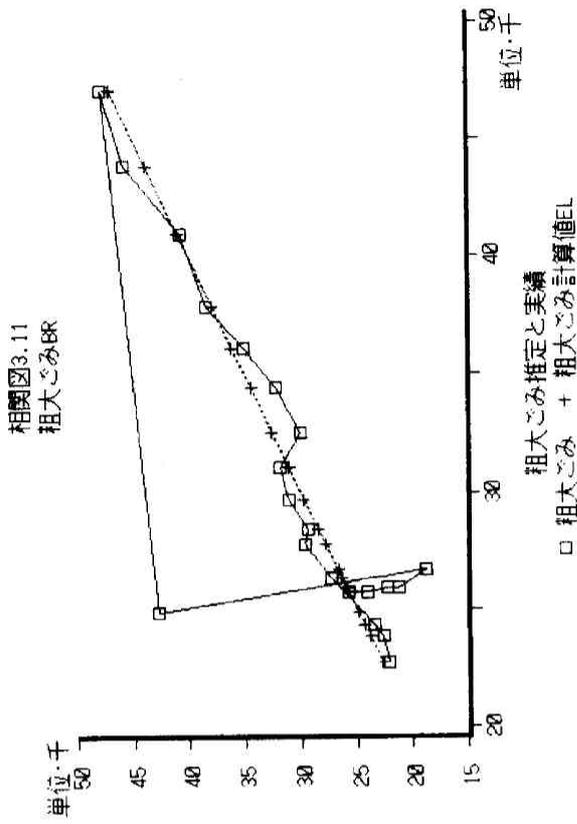


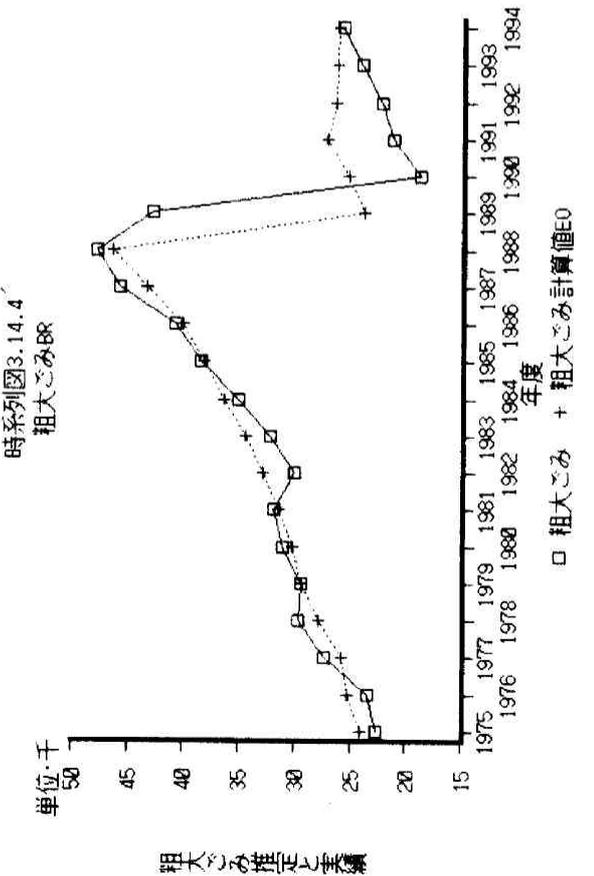
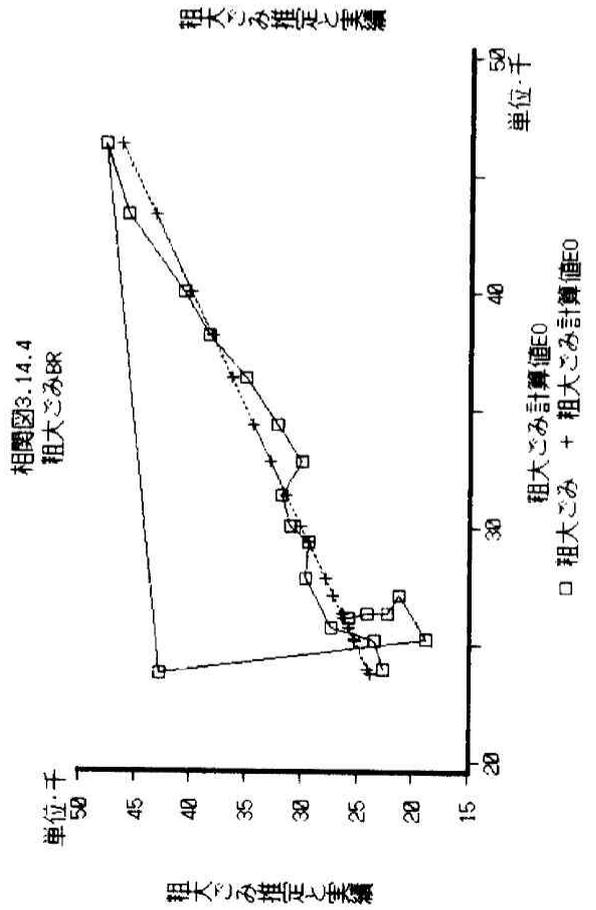
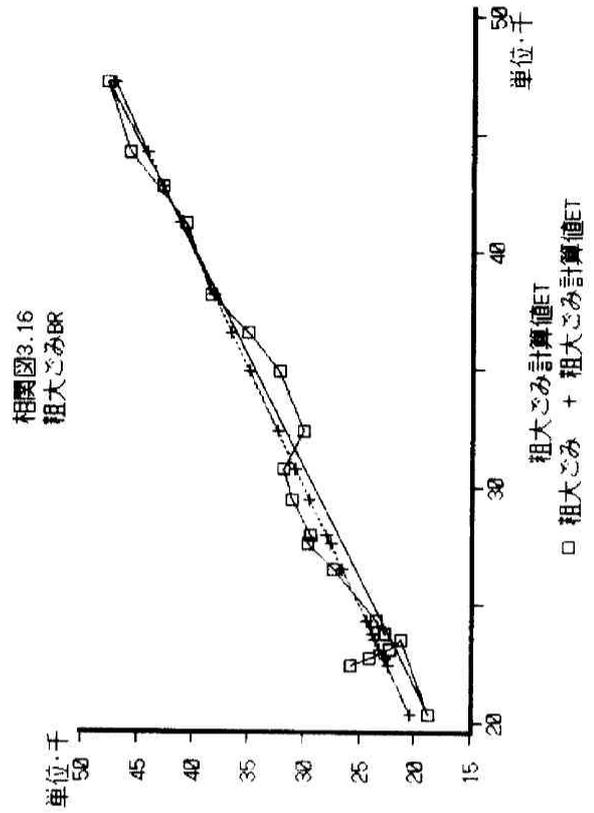
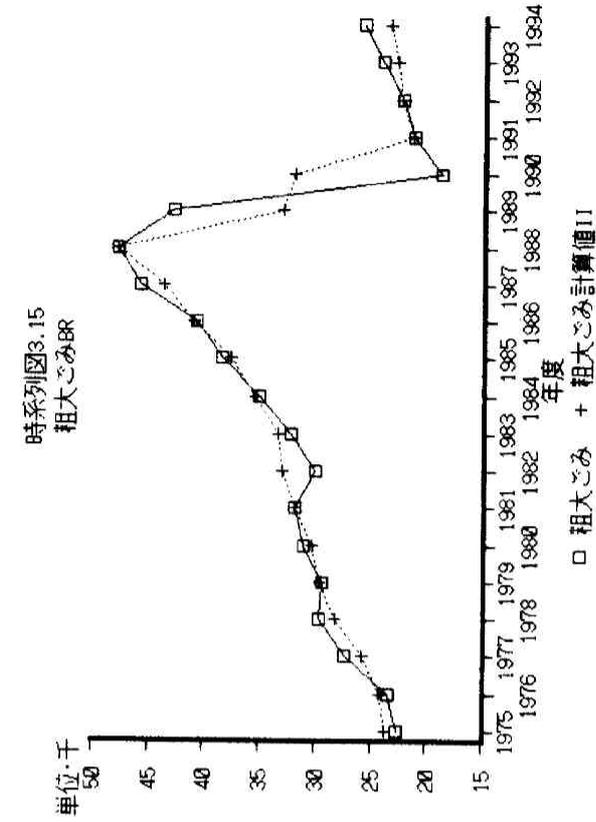
相関図2.7  
家庭ごみHM











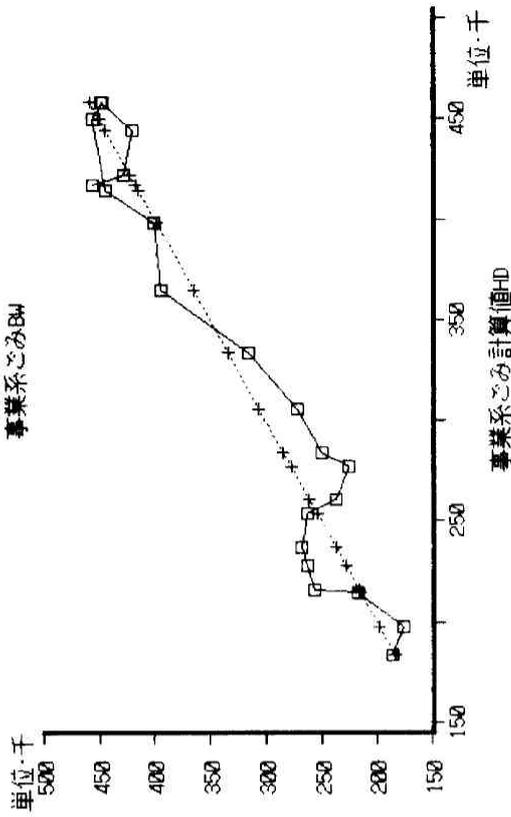
粗大ごみ推定と実績

粗大ごみ推定と実績

粗大ごみ推定と実績

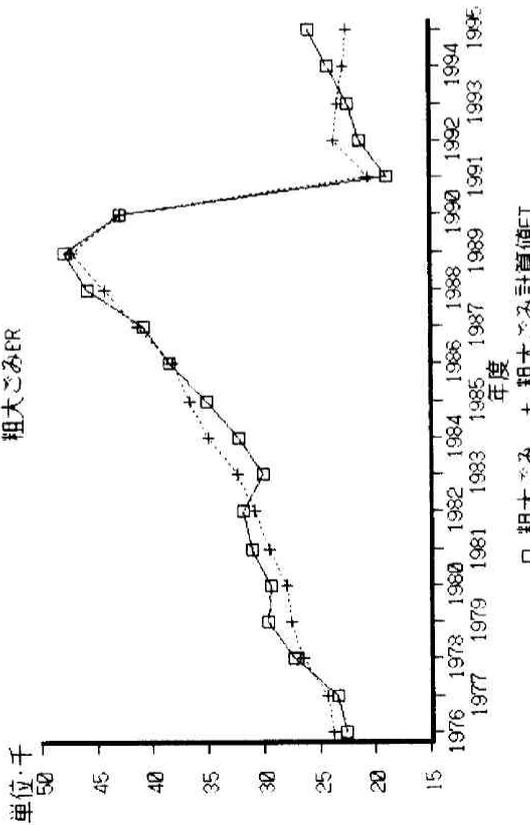
粗大ごみ推定と実績

相関図4.3  
事業系ごみBW



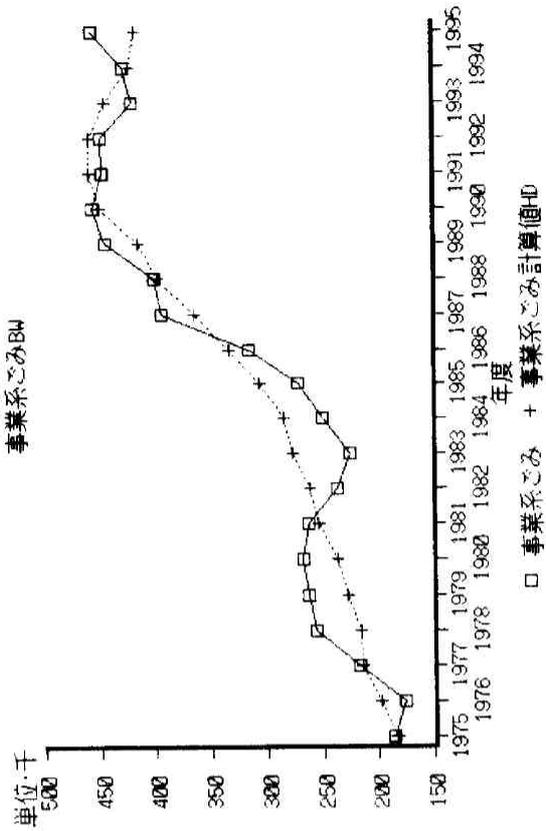
事業系ごみ推定と実績

時系列図3.16  
粗大ごみER



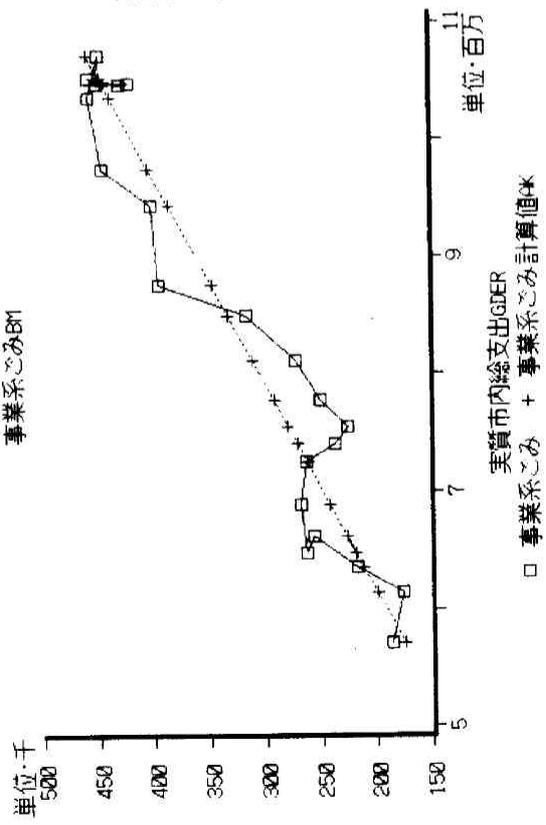
粗大ごみ推定と実績

時系列図4.3  
事業系ごみBW



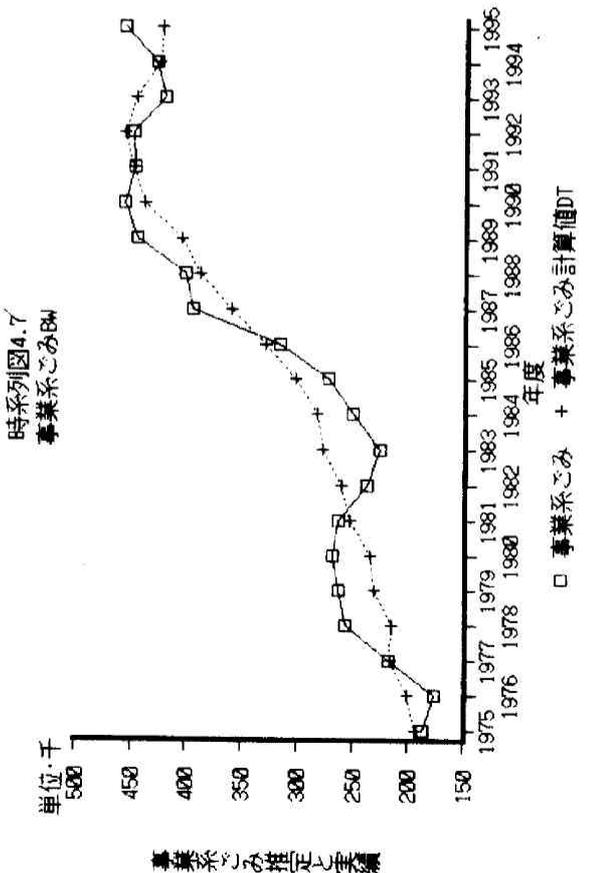
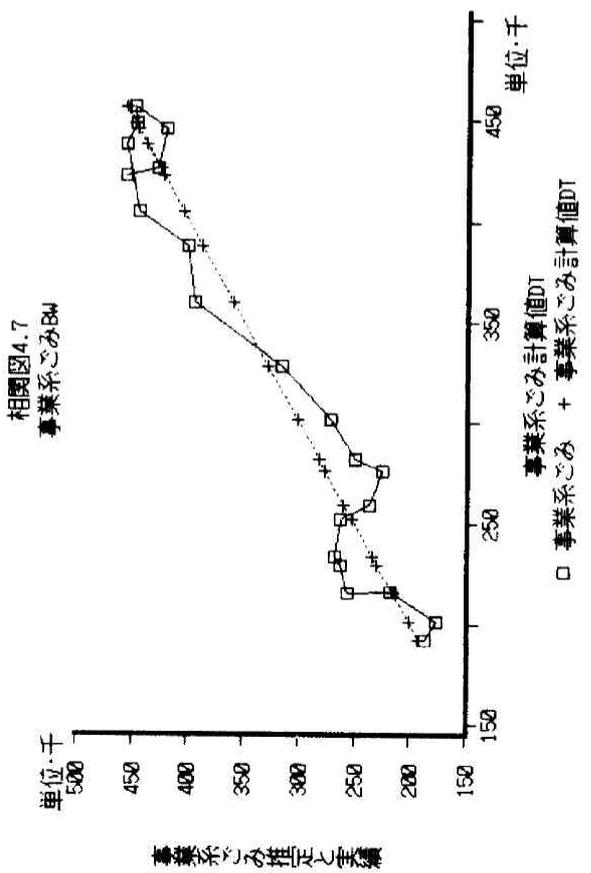
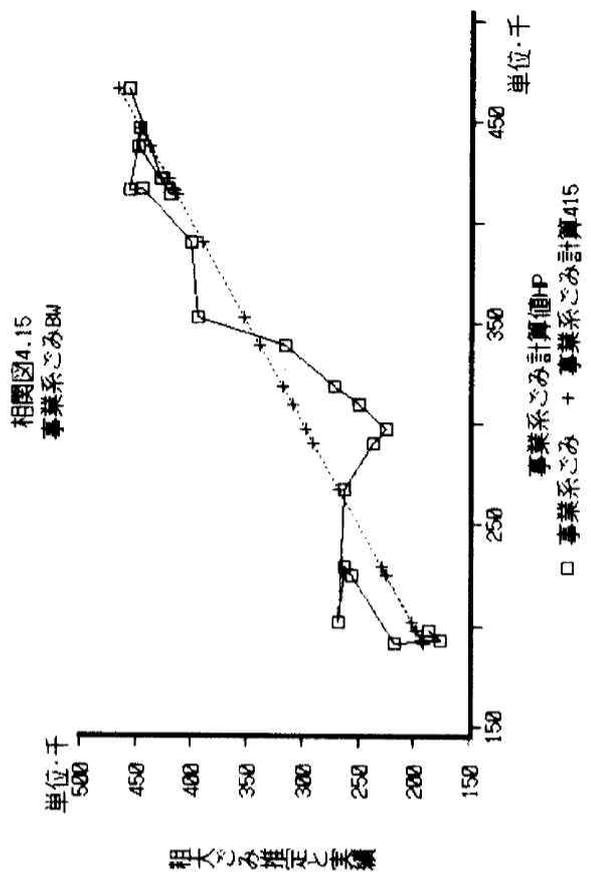
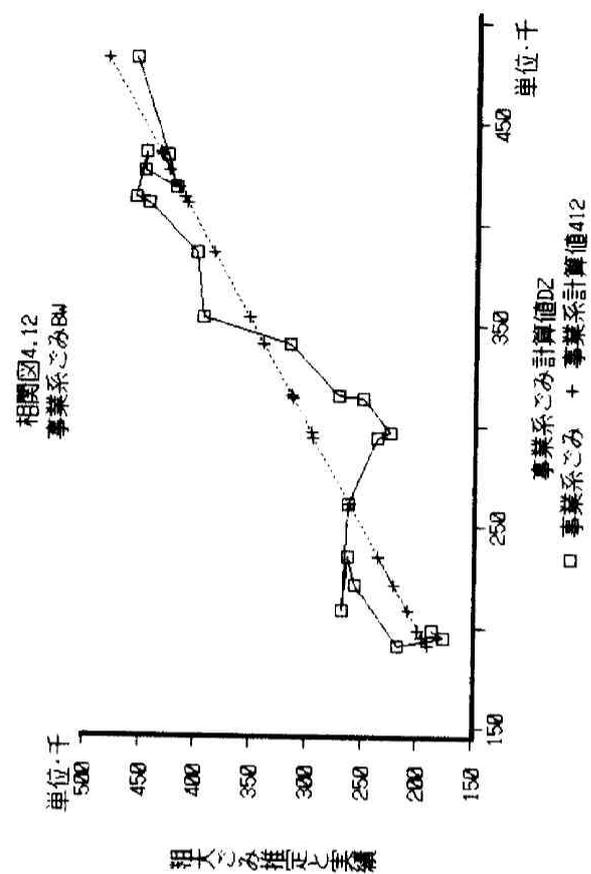
事業系ごみ推定と実績

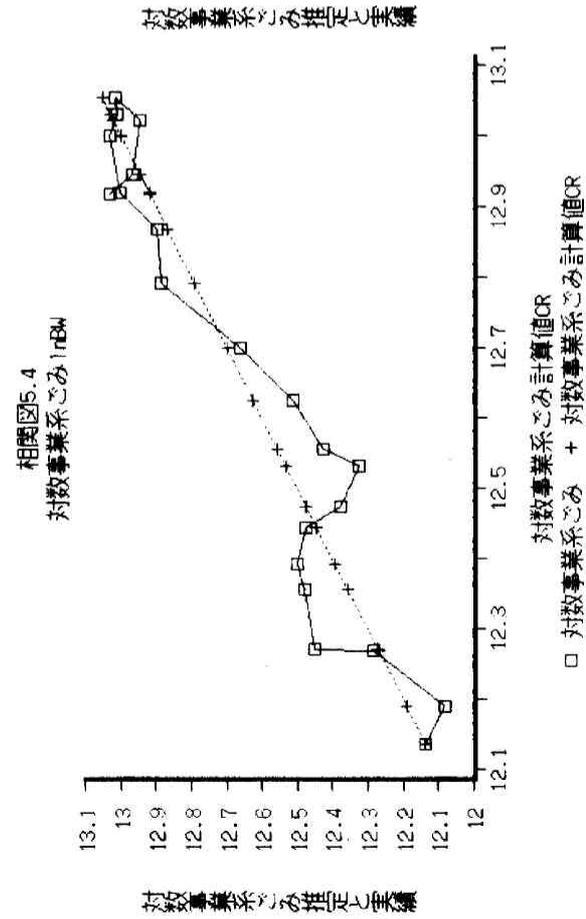
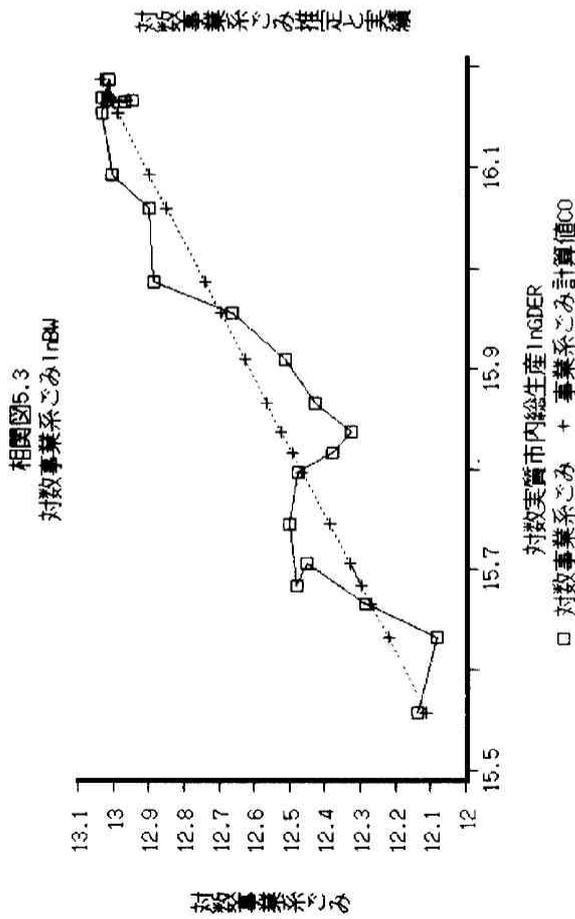
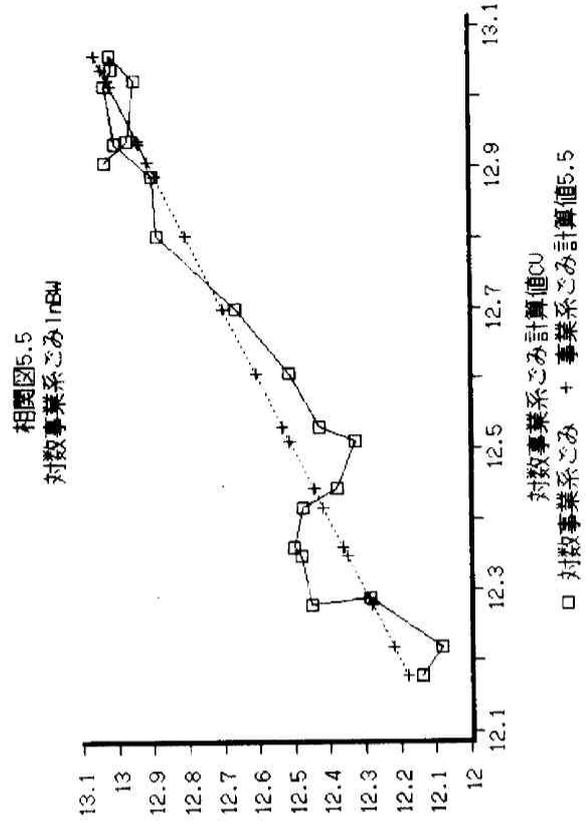
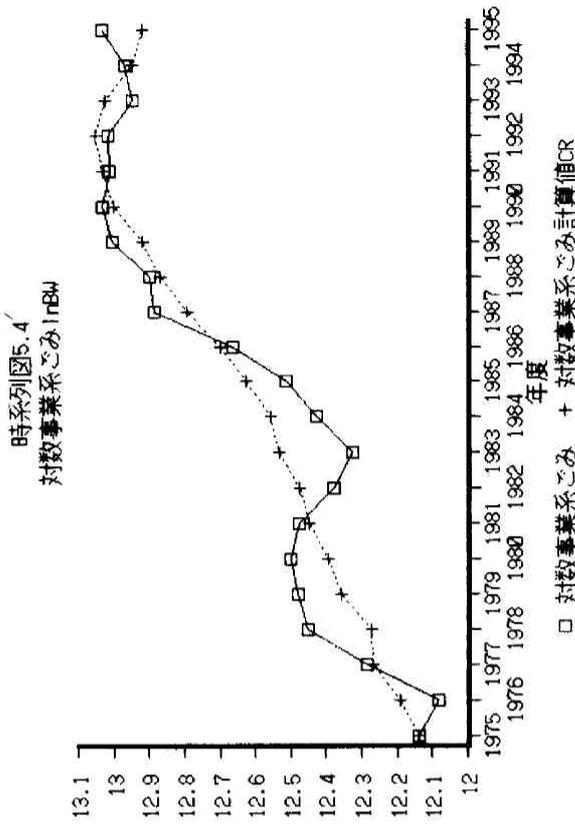
相関図4.1  
事業系ごみBM



事業系ごみ

実質市内総支出GDER  
事業系ごみ + 事業系ごみ計算値B





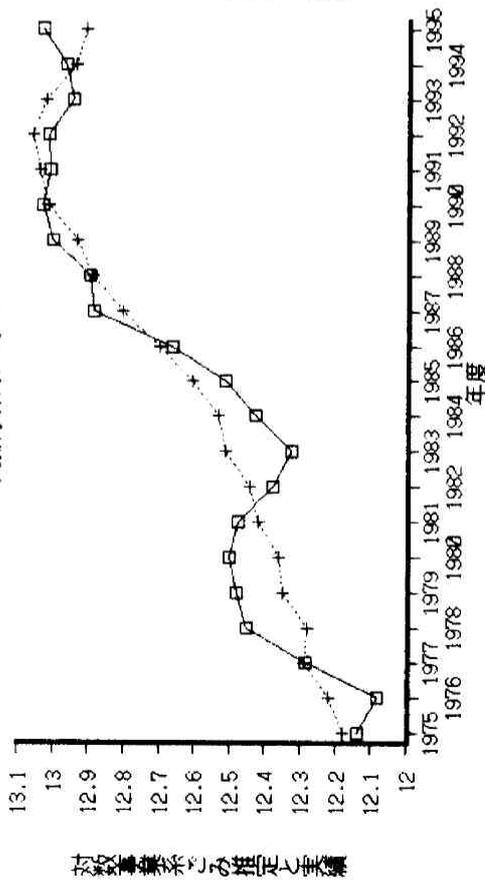
対数事業系ごみ推定と実績

対数事業系ごみ推定と実績

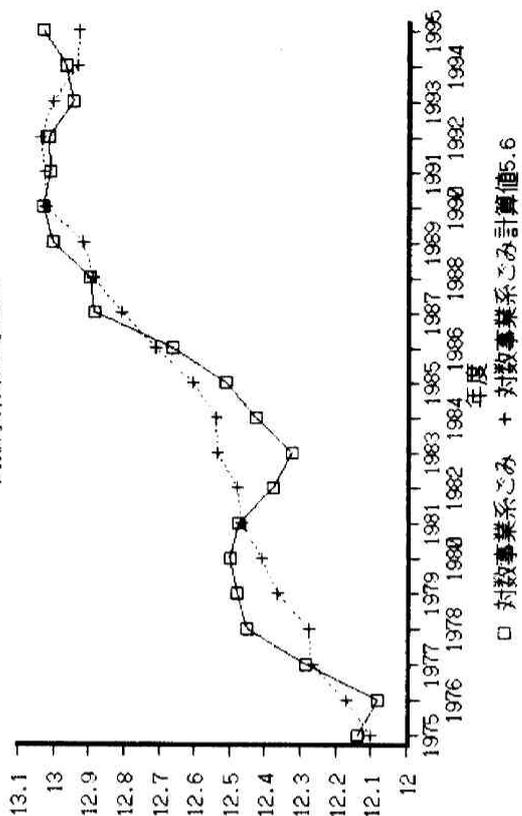
対数事業系ごみ

対数事業系ごみ推定と実績

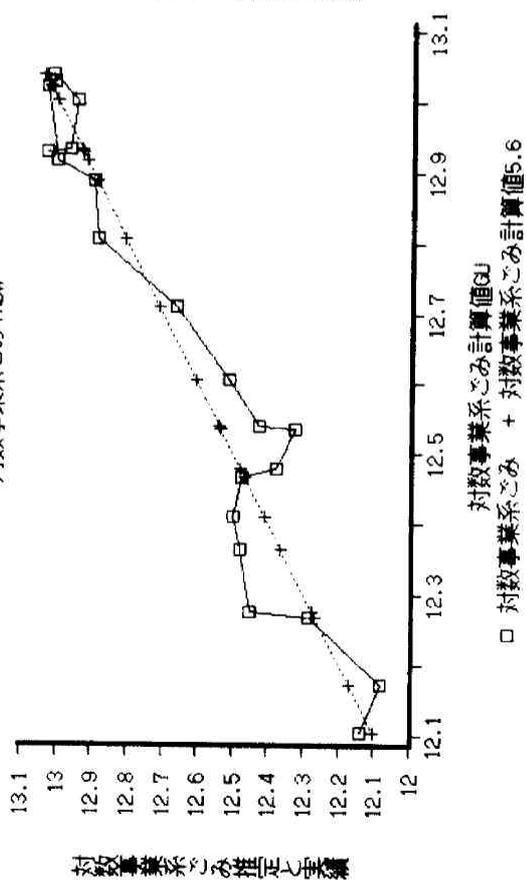
時系列図5.5  
対数事業系ごみ lnBW



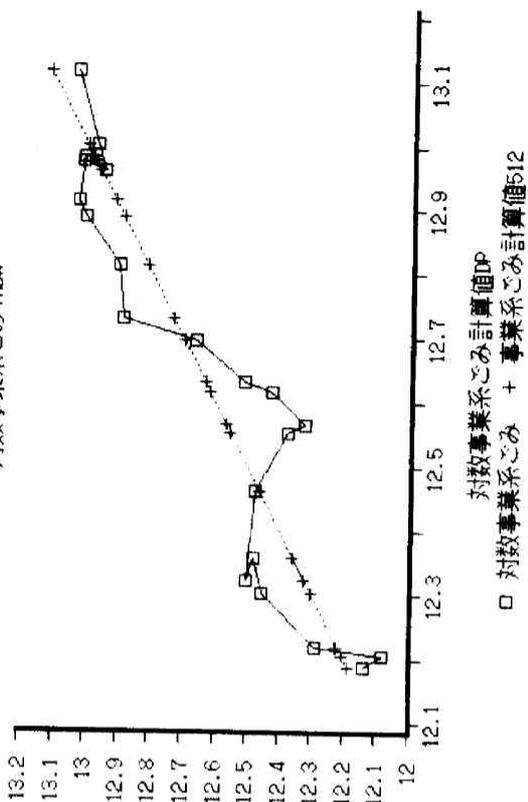
時系列図5.6  
対数事業系ごみ lnBW



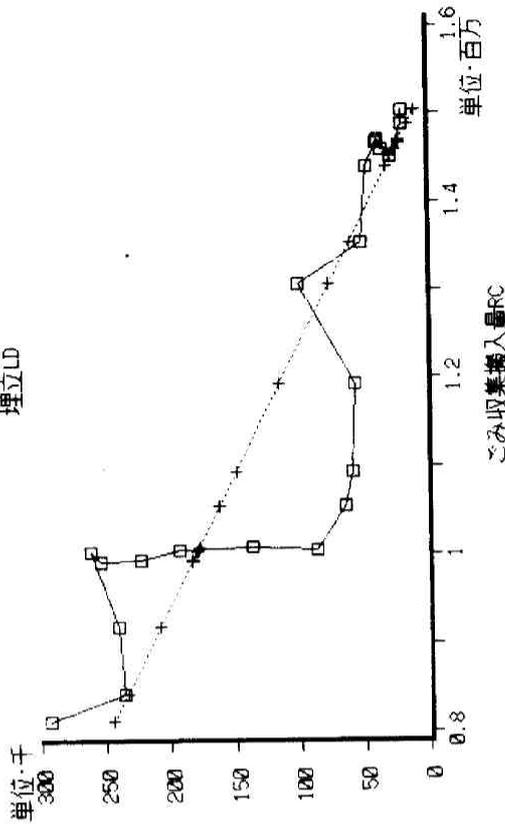
相関図5.6  
対数事業系ごみ lnBW



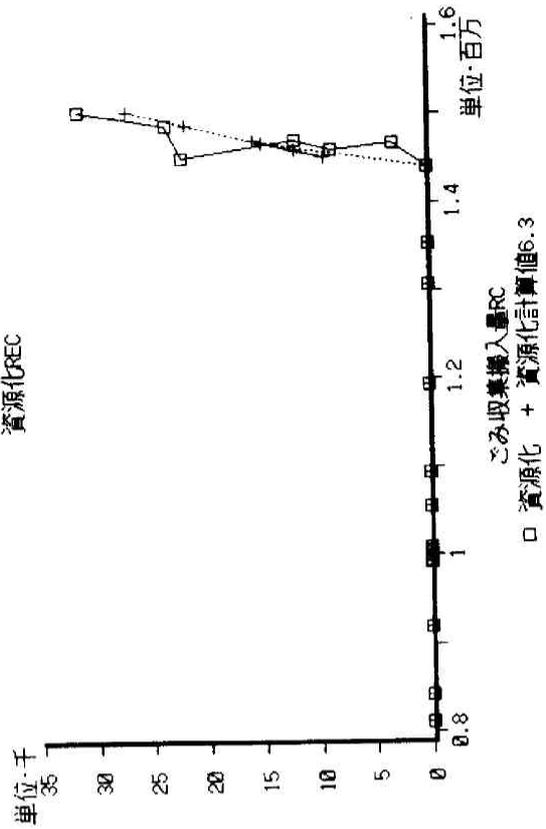
相関図5.12  
対数事業系ごみ lnBW



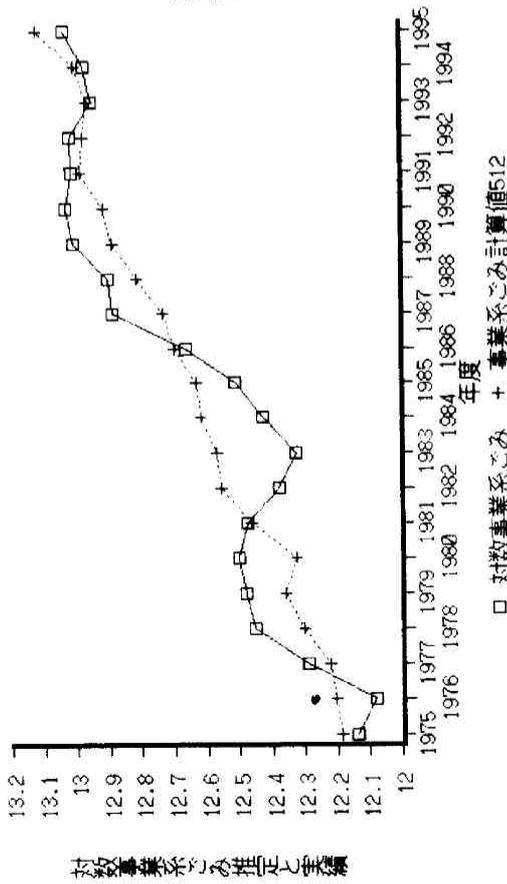
相関図6.2  
埋立LD



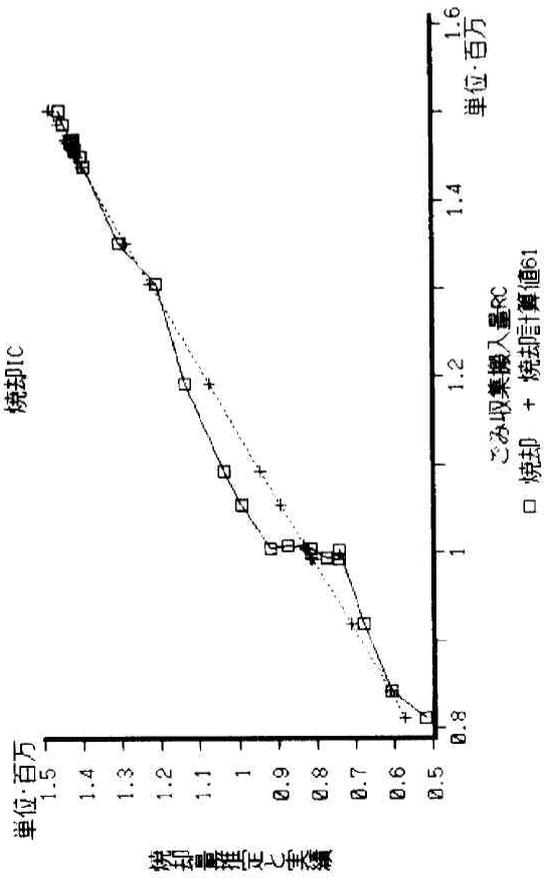
相関図6.3  
資源化REC



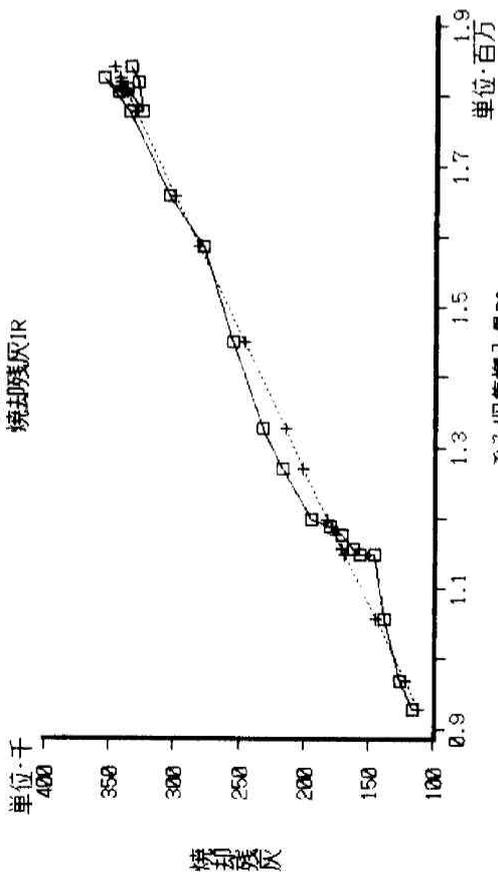
時系列図5.12  
対数事業系ごみrBW



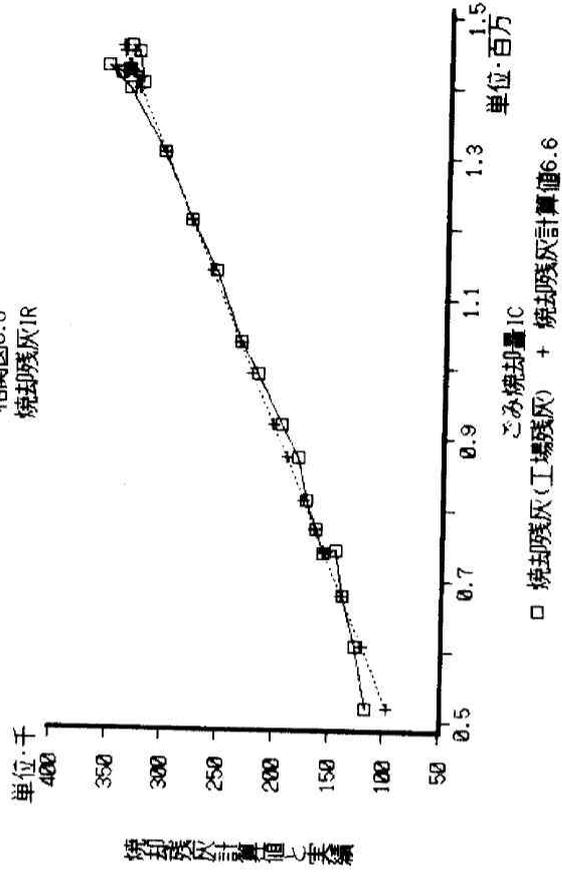
相関図6.1  
焼却IC



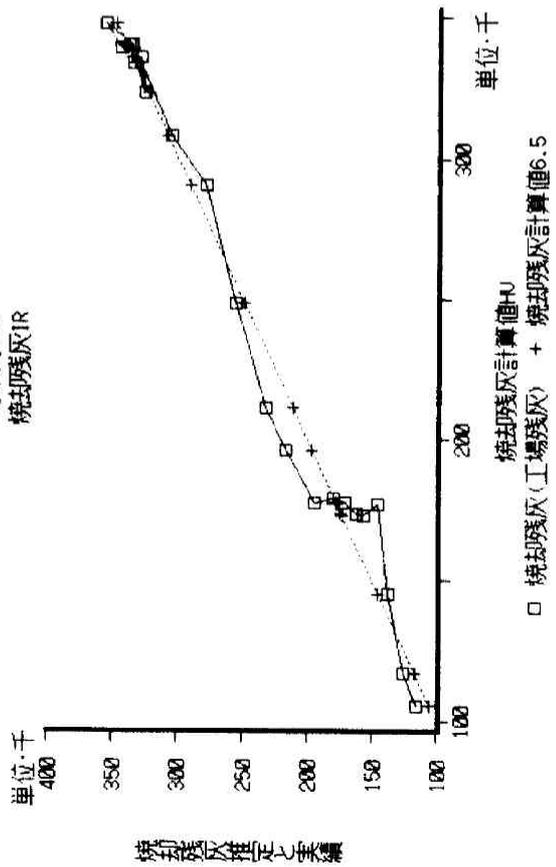
相関図6.4  
焼却残灰IR



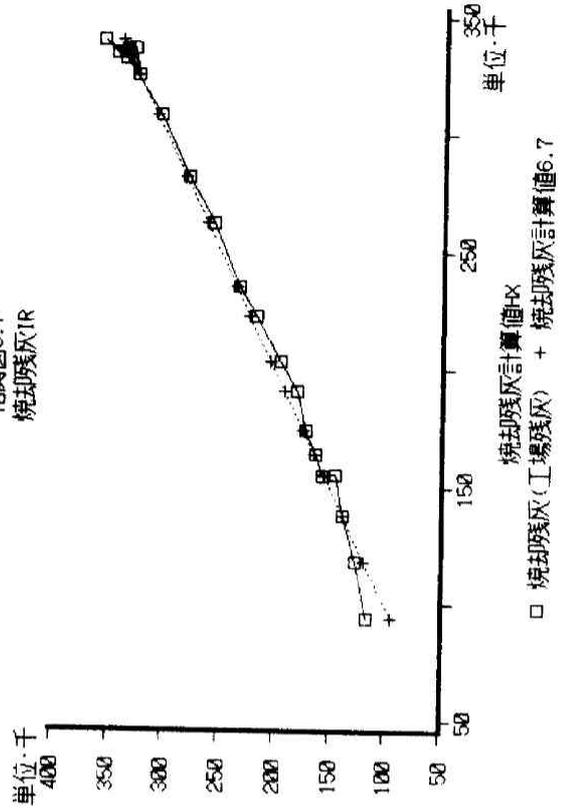
相関図6.6  
焼却残灰IR



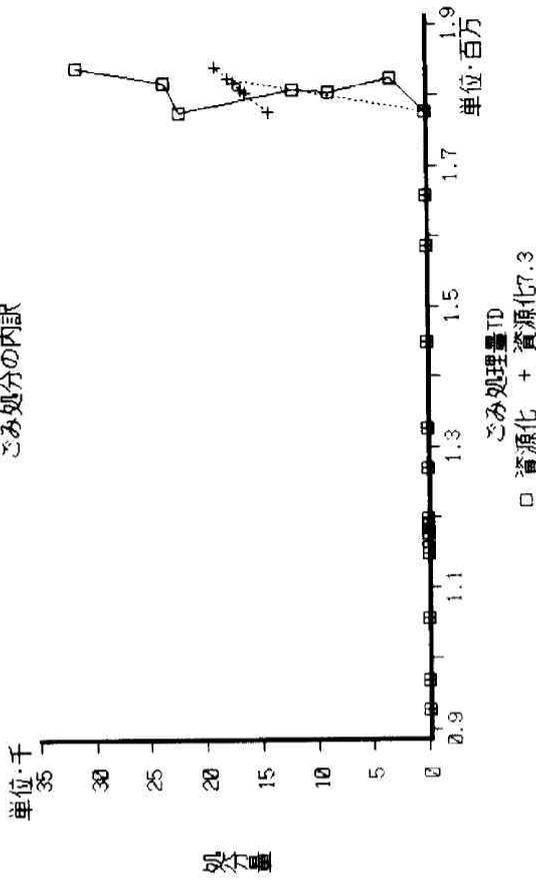
時系列6.5  
焼却残灰IR



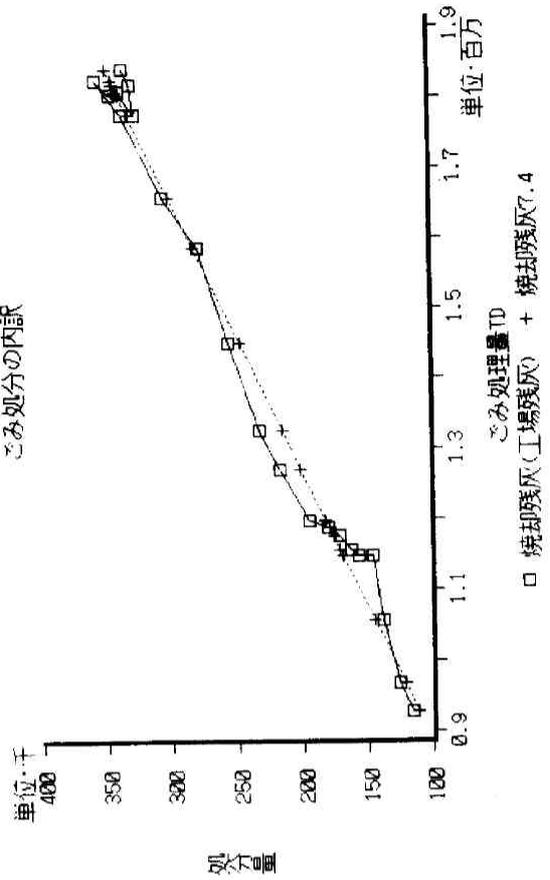
相関図6.7  
焼却残灰IR



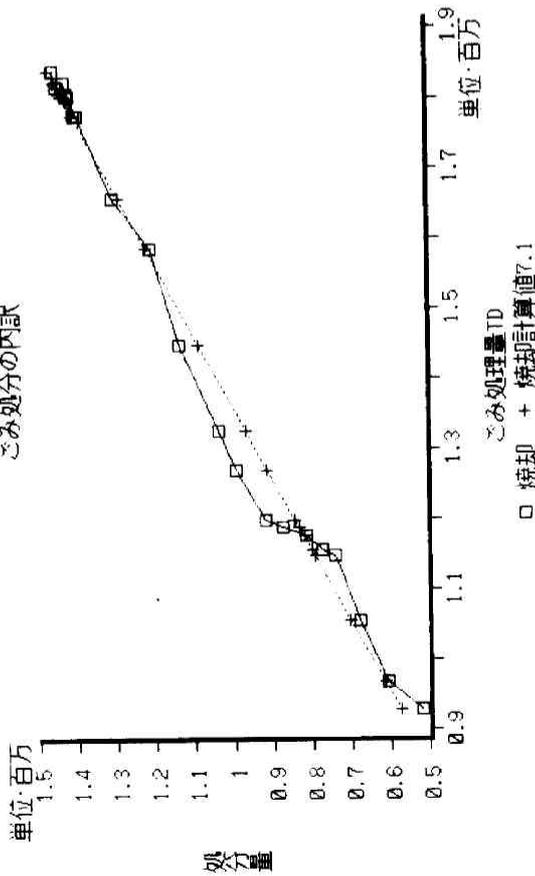
相関図7.3  
ごみ処分の内訳



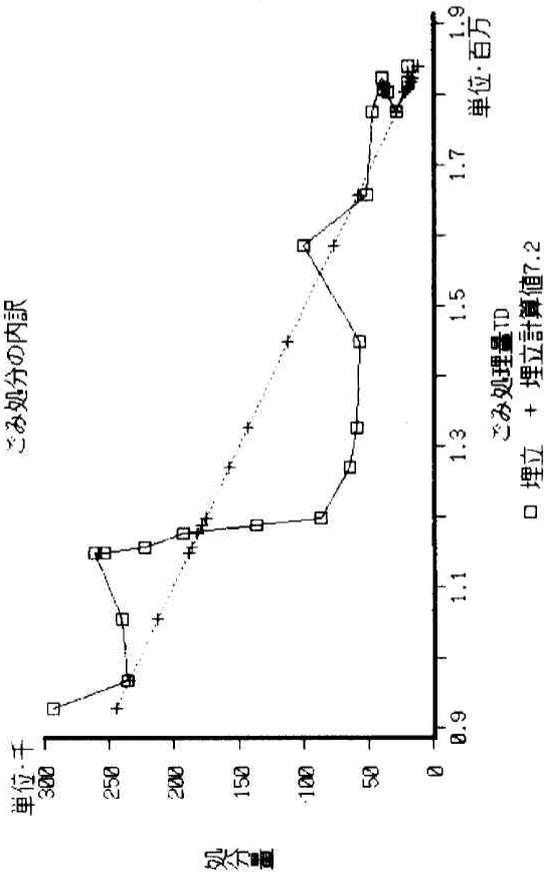
相関図7.4  
ごみ処分の内訳



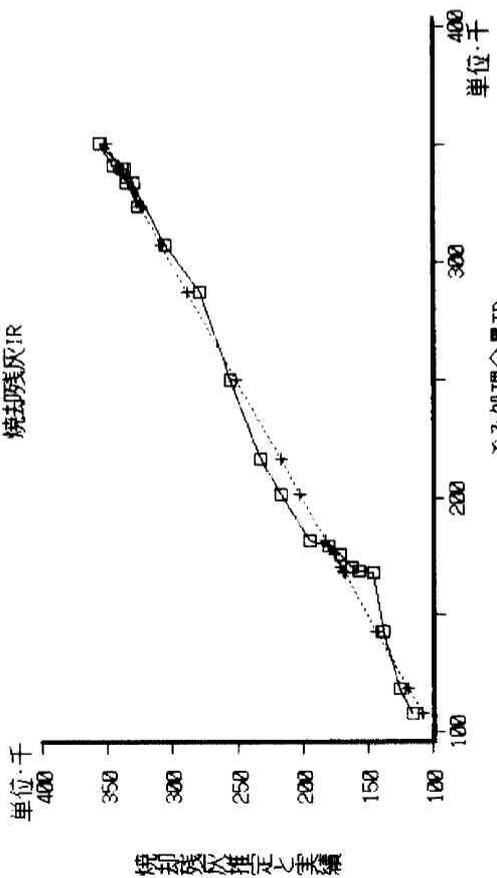
相関図7.1  
ごみ処分の内訳



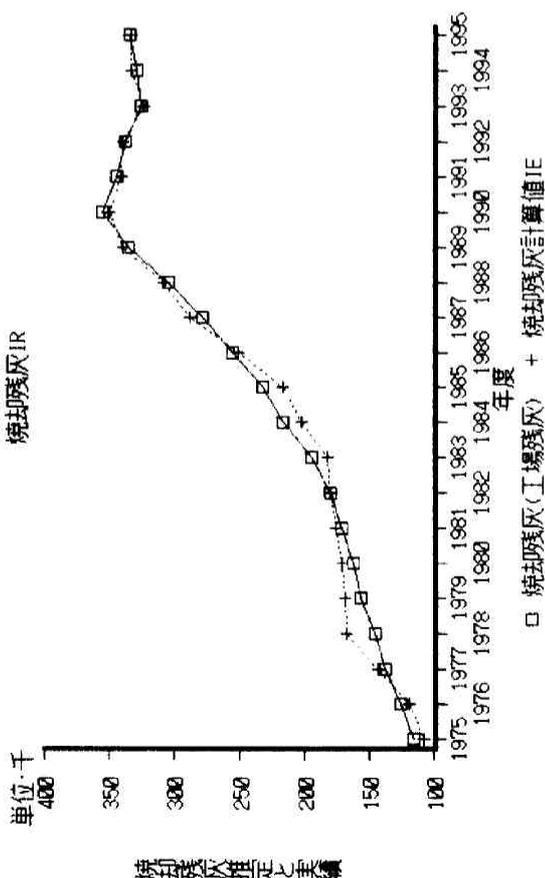
相関図7.2  
ごみ処分の内訳



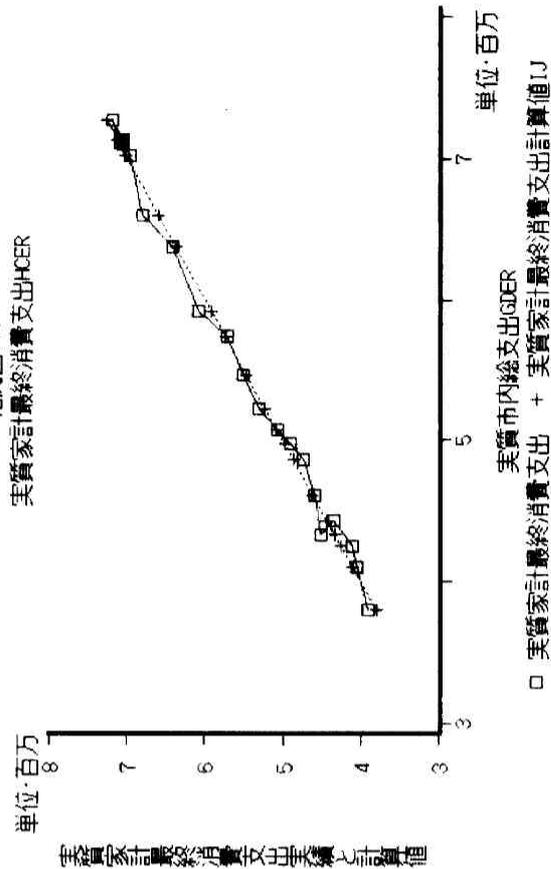
相関図7.5  
焼却残灰IR



時系列図7.5  
焼却残灰IR



相関図8.1



時系列図8.1

