

一般廃棄物排出量のパネルデータ分析 ～都道府県データから見た有料化の削減への効果～

熊丸博隆¹

1 はじめに

私たちが経済活動を行う中で、一般廃棄物（以下、廃棄物）の発生がある。私たちの生活が豊かになればなるほど、大量の財が生産され、消費され廃棄物が大量に発生するだろう。特に日本のように国土が少ない島国ではこの廃棄物処理に関して大きな社会的問題にもなってしまう。それは大きな社会的コストがかかる最終処分場の問題や不法投棄の問題などである。また、廃棄物というのは他の国に輸出することも難しいため自国でそのほとんどを処理しなければならない。

そうした中で日本は元来、国土が少なくまた最終処分場も少ないこともあり直接廃棄物を埋め立てることはあまりせず、廃棄物を焼却することで廃棄物の体積を減らして埋め立てるようにしてきた。そうすれば廃棄物の量が増えたとしてもより少ない量を最終処分場に送ればよいことになる。しかしながら、それは廃棄物問題の根本的な解決方法にはならないだろう。廃棄物の焼却では体積を 10 分の 1 程度にすることはできてもゼロにすることはできないからである。廃棄物が増える限り最終処分場はいつか限界を迎えてしまう。また焼却による廃棄物の処分は CO₂ の排出、環境汚染物質の排出につながると懸念されている。

廃棄物を減らし循環型社会を構築していくためのキーワードとして「3R」という言葉がある。

①Reduce（リデュース：廃棄物の発生抑制）

②Reuse（リユース：廃棄物の再使用）

③Recycle（リサイクル：廃棄物の再生利用）

の優先順位で廃棄物の削減に努めるのが良いというものであり、2000年に循環型社会形成推進基本法において導入された考え方である。これは廃棄物が出された後にどうこうするのではなくて、モノを廃棄物として捨てる前にまた、モノを入手する時点で

¹ 神戸大学大学院経済学研究科博士後期課程
E-mail: hkumamaru12@yahoo.co.jp

廃棄物を減らすという考え方である。①の Reduce はレジ袋や割り箸、スプーンなど余計なものを受け取らなかつたり、捨てるだけの包装廃棄物があまり出ないモノを買ったりなどして、廃棄物となるであろうモノを減らすことである。②の Reuse はモノを何回も繰り返し使うことである。例えば、電化製品などが壊れたからといってすぐに捨てたりせずに修理などをしてまた使い続ける、ビール瓶や牛乳瓶、一升瓶などを洗ってお店に持っていくなどで再利用することである。③の Recycle は廃棄物を原材料として再生利用するものである。これは例えば、ガラス瓶を集めてそれを溶かして新たな瓶にする、牛乳パックをトイレットペーパーに、ペットボトルは合成繊維に、缶は新しい缶や鋼材にするなどである。こうした 3R 活動が積極的に行われるならば、それまで以上に廃棄物を減らすことができるようになる。

しかし、もちろん国民や消費者にこれらの 3R 活動をするよう呼びかけたとしても環境悪化や廃棄物の問題だけでは決定的なインセンティブにはならない。それは① Reduce のケースだとレジ袋や割り箸、スプーンなどが基本無料で提供されるものであるため、それを断って入手できないときの効用のマイナス部分を嫌がるかもしれない。また無駄な包装をしないことによって企業がその商品自体の価格を上昇させて消費者が買いにくくなるかもしれない。こうした状況だと廃棄物となるものをより貰わないようにするインセンティブが働かない。これは②Reuse や③Recycle のケースでも考えられる。したがって、国民や消費者が進んで無料で提供されるものを断ったり、無駄な包装がない商品を買ったり、またはすぐに不必要なモノを捨てさせないようにする直接的なインセンティブが欲しい。こうしたインセンティブとなるものとして代表的なものが廃棄物の有料化である。これは廃棄物を捨てる際には料金を支払わなければ捨てることができないというものである。有料化には従量税、従価税などが存在すし、従量税とは容積や重量、数量などに応じて支払う料金が決定され、従価税は価格に応じて支払う料金が決定される。廃棄物を捨てる際に料金が支払われているかは、スーパーマーケットやコンビニエンスストアなどで購入できるゴミ袋や捨てるものに貼るシールなどを使用することによって判断される仕組みとなっており、2000年に導入されて以降各自治体で様々な法整備や制度設計が行われてきた。

そして今現在、廃棄物排出量は減少傾向にあることが図1の推移からわかる。廃棄物の年間総排出量は1990年代から5000万トンを超え、しばらく横ばいが続いて2001年の5400万トンを頭打ちに徐々に減少していき、2008年には5000万トンを切った。

そして 2010 年にはおよそ 4500 万トンまで排出量は減少してきている。

図 2 より一人当たり年間排出量も減少傾向にあることがわかる。今回の研究ではどのようにして廃棄物排出量の減少が起きているのかを見ていく。

<図 1>

<図 2>

今回取り扱う廃棄物の定義としては、1998 年から 2004 年の間では計画収集量、直接搬入量、自家処理量、集団回収量の総合計と定義し、2005 年から 2010 年の間では計画収集量、直接搬入量、集団回収量の総合計と定義している。また、計画収集量とは市町村が計画処理区域内で廃棄物を収集した量、直接搬入量とは廃棄物を排出者自らが処理施設に持ち込んだ量、集団回収量とは市町村による用具の貸し出し、補助金の交付などで市町村登録された住民団体によって回収された量と定義される。

本研究の目的は最初に述べたとおり現在、廃棄物排出量が減少しているのだが、それがどうして起こっているのかを県平均分別数の変化や有料化市町村の割合で探っていく。

そもそも、廃棄物が削減される理由としては以下の 4 点が挙げられる。²

- ①廃棄物が出にくい商品の購入などにより、消費者が廃棄物の発生量自体を減らす
- ②自治体の廃棄物収集に出さずにスーパーのリサイクルボックスなどに排出する
- ③生廃棄物処理機、コンポストなどを利用して自家処理する
- ④自治体の廃棄物収集に出さずに有料化導入してない隣接市町村の集積所へ出したりする、またはコンビニエンスストアや高速道のサービスエリアの廃棄物箱、あるいは山中に不法投棄する。

2 先行研究

先行研究として Don Fullerton and Thomas C.Kinnaman(1996)ではアメリカのヴァージ

² 笹尾俊明「廃棄物処理の経済分析」p175

ニア州の Charlottes における家計調査による個票データ 40341 人のデータを用いて、従量制有料化・リサイクルへの影響の分析を行っている。この研究では廃棄物有料化政策の実施の前後の年の 2 年間のデータで研究がおこなわれており、廃棄物有料化に伴い排出されるゴミ袋の数が減少している結果となった。ただし、その反面、リサイクル量や不法投棄量は増加しており、これは廃棄物を有料化ゴミで捨てずに、廃棄物を出す際に料金のかからないリサイクルゴミとして捨ててしまったりや不法投棄を行った結果であろう。また捨てたゴミ袋の中の廃棄物の密度も上がっており、捨てるゴミ袋数を少しでも減らそうとゴミ袋に廃棄物を詰め込んだものとみられる。

碓井(2010)では有料化導入後におこる「減量効果のリバウンド」を日本の 665 都市について 1995 年から 8 年間のパネルデータを用いて実証した。この場合の減量効果のリバウンドとは、例えば消費税のようにそれが導入された時点においては一時的に購入量が減少してしまうが、導入してから数年、数十年と経ってしまうと馴れによって購入量が元に戻ってしまうことである。結果としては、廃棄物排出量のリバウンドはわずかながら存在するものの、長期の減量効果はほとんど失われずに、廃棄物の減量は続くという結論であった。

3 データ & サンプル

本研究では、全国 47 都道府県において、ゴミ袋有料化が廃棄物排出量に与えた影響を関連する変数とともに 1998 年度から 2010 年度の 13 年間の都道府県データを用いて分析を行った。廃棄物や政策的要因の原データは主に環境省廃棄物処理に関する統計・状況から、またその他の原データは主に総務省統計局ホームページ社会人口統計体系、また内閣府ホームページ国民経済計算の方からデータを取り、モデルの推定のために加工した。また今回用いる説明変数のデータは大きく分けて 3 つに分けることができ、人口的要因データ、経済的要因データ、そして政策的要因データである。人口的要因とは、その県の人口密度などである。経済的要因とはその県の平均所得や平均消費などである。また政策的要因として県内で行われている廃棄物分別やゴミ有料化の市町村割合を考えた。表 1 に本研究で用いるデータの統計記述量を示す。

<表 1>

・一人当たり一般廃棄物排出量とは、都道府県ごとに公表されている一年間の一般廃棄物排出量をその都道府県の人口で割ったものであり、一年間で一人あたりの廃棄物排出量を示す。(事業系廃棄物除く)

・可住地面積当たり人口密度とは、都道府県の人口を可住地面積で割ったものである。この可住地面積とは総土地面積から林野面積および湖沼面積を差し引いた面積になり、人が住むことができる面積となる。

・可処分所得とは個人所得から個人所得税やその他の公課を控除して算出されたもので、家計が自由に使える収入である。

・消費支出とは商品やサービスを購入する費用、いわゆる家計が使う生活費にあたるものである。

・県平均分別数とは都道府県内の市町村の平均分別数である。これは都道府県内にある市町村ごとに廃棄物を何種類に分別するかが異なっているのが現状である。したがって市町村ごとで何種類に廃棄物を分別しているのかを総合計し市町村数で割ったものである。

・県内で有料化となっている市町村の割合とは都道府県内で可燃ごみ、不燃ごみ、金属類、ガラス類、ペットボトルをそれぞれ捨てる際に手数料がかかる市町村の割合となる。今回、有料として扱ったのは「有料」および「一部有料」であり、無料として扱ったのは「無料」および「収集無し」である。有料となる自治体数を全自治体数で割ったものがこの割合となる。

これらのデータを用いて、本研究ではごみ有料化が廃棄物に与えた影響の分析を行う。

図 3 に可住地人口密度の全国推移を示す。2000 年に一度大きく下がりその後 2 次関数の上に凸のような形をして推移しているのが確認できる。

<図 3>

これは社会人口統計体系や図 4 や図 5 の日本人口全国推移および可住地面積全国推移の方から試算しても大きく変化することは無かった。また図 6 に可処分所得と消費

支出の全国推移を、図 7 に県分別平均数の全国推移をそれぞれ示している。

<図 4>

<図 5>

<図 6>

<図 7>

本研究で都道府県データを対象とした理由は、国内のパネルデータ分析をする際に市町村合併に関して都道府県データのほうが市町村データよりも影響が少ないと考えたためである。先行研究では個票データや市町村データを用いた分析が多数を占めている。しかしながら図 8 のように 2003 年から 2005 年にかけて市町村合併のために市町村数が 3200 から 1800 ほどまでに大きく減少してしまっているため、市町村データで分析を行うのが難しくなっている。そのため、本研究では都道府県データを用いて分析を行うことで長期の分析を可能とした。

<図 8>

図 9 では縦軸に一人当たり一般廃棄物排出量を、横軸に可住地面積当たり可住地人口密度、可処分所得、消費支出、分別平均数、県内で有料化を行っている市町村の割合に関してそれぞれプロットしたものを示した。可住地人口密度に関して離れている右側の 3 つのグループ（東京都、大阪府、神奈川県）を見ると固定効果があるのではないかと判断できる。また、可処分所得、消費支出、分別平均数に関しては全体的に満遍なくプロットしているのが見てわかるかと思う。また県内で有料化を行っている市町村の割合のプロットマトリックスにおいては、一番上の行が縦軸に一人当たり廃棄物排出量を、横軸に有料化している各項目のプロットになっている。またそれ以外の箇所においては「可燃の市町村有料化割合と不燃の市町村有料化割合」のように有料化している項目同士のプロットとなっている。このプロットから考えるに、同じ市

町村かどうかはわからないが、有料化を行っている市町村の県内割合は比較的正の相関が見て取れる。これは例えば、可燃ごみの市町村有料化割合が増えると同時にほかの廃棄物に関しても市町村有料化割合が上昇している。つまり、都道府県内の市町村において可燃ごみや不燃ごみだけを有料化するのではなくて他の廃棄物（今回取り扱わなかった混合廃棄物なども含めて）も同時に有料化している傾向があることがわかる。

<図9>

4 推定回帰式モデル

今回推定する回帰モデルは以下のとおりである

$$\text{gomi}_{it} = \alpha + \beta X_{it} + u_{it} \quad i=1,2,\dots,N \quad t=1,2,\dots,T$$

i :都道府県番号、 t :時間

gomi_{it} :一人当たり一般廃棄物排出量

α :スカラー

β : $1 \times K$ のベクトル

X_{it} :一般廃棄物排出量に影響すると考えられる $K \times 1$ の説明変数ベクトル

u_{it} :誤差項 ただし、 $u_{it} = \mu_i + v_{it}$ μ_i は個別効果

のパネルデータ分析を行う。

パネルデータ分析として、全てのデータをプールして推定する OLS モデル分析、年度を通じて一定の各都道府県固有の効果を前提に推定する固定効果モデル分析、各都道府県固有の効果を確率変数として推定する変量効果モデル分析の 3 つのモデル分析を行う。分析には計量分析ソフト Stata11 を用い、White の分散不均一修正（ロバスト修正）による推定を行う。これは一般的にパネルデータの場合、誤差項の分散が不均一の可能性が高いことを考慮してのことである。

このことからどのモデル選択をするかの検定に関しても注意が必要となってくる。

モデル選択の検定を行う際に、F 検定（OLS モデル分析と固定効果モデル分析のうちのモデル選択）、Breusch-Pagan 検定（OLS モデル分析と変量効果モデル分析のうちのモデル選択）に関しては問題ないのだが、最も重要となる Hausman 検定（固定効果モデル分析と変量効果モデル分析のうちのモデル選択）に関しては検定が不可能であった。

本来、固定効果モデルの推定はグループ内推定量（Within Estimator）や最小自乗ダミー変数推定量（LSDV Estimator）を用いて推定を行い、また変量効果モデルの推定は一般最小自乗法（GLS Estimator）を用いて推定を行う。この場合だと Hausman 検定を通常通り用いればよかった。しかし、固定効果モデルにおいて誤差項が不均一分散であることや、変量効果モデルにおいて同じ年における県の間での相関を許してしまうと Hausman 検定では検定ができなくなってしまう。これは固定効果モデル推定量や変量効果モデル推定量において有効性が満たされなくなってしまうためである。したがって、Hausman 検定の代わりに有効性を考慮したものとして Robust Hausman 検定を行うことにした。³

また、分析の際は多重共線性を考慮して分析ごとに説明変数の有料化割合の項目を入れ替えている。これは表 2 より有料化を行っている市町村の割合の分別間で非常に高い相関があるためである。一番大きいもので金属類とガラス類で 0.96 となっておりほぼ一緒のような状況になっている。他の市町村の割合の分別間においても軒並み高い相関があるようである。また今回の分析では説明変数で可処分所得のケースと消費支出のケースとで分けて分析を行っている。これは消費と所得の間に短期であれば $C=cY+C_0$ の線形関係が、長期であれば $C=\alpha Y$ の線形関係があるためであると考えられる。⁴

<表 2>

5 推計結果

³ Appendix 参照

⁴ 短期はケインズ型消費関数、長期はクズネッツ型消費関数になる。C は消費、Y は所得、c、 α は限界消費性向、 C_0 は基礎消費となる。

今回の本研究においてはモデルの選択として、F 検定、Breusch-Pagan 検定、Robust Hausman 検定を行ったところすべて固定効果モデルを採用する形となった。ただし、不燃ごみにおいては Robust Hausman 検定は 10%有意であった。結果は以下のとおりである。

表 3 の可処分所得が説明変数に入っているケースでは以下のような分析結果になった。可処分所得に関しては可燃ごみと不燃ごみの有料化割合のモデルのみが有意に負となった。それ以外では有意にはならなかった。可住地人口密度に関しては全て負に有意となった。平均分別数に関しては全て負に有意であった。有料化割合に関しては、可燃と不燃が負に有意で金属類、ガラス類、ペットボトルに関しては有意に出なかった。

<表 3>

表 4 の消費支出が説明変数に入っているケースでは消費支出に関しては全てのケースで負に有意となっており、消費支出が増えると全てのケースで廃棄物が減る結果となった。可住地人口密度に関しては全て負に有意となった。平均分別数に関しては負に有意であった。有料化割合に関しては、可燃と不燃が負に有意で金属類、ガラス類、ペットボトルに関しては有意に出ず、可処分所得と同じ結果であった。

<表 4>

6 本研究の結論

本研究では都道府県パネルデータを用い、1 人当たり廃棄物排出量の回帰式を推定した。ごみ有料化実施の市町村割合によりどちらのケースでも廃棄物の削減効果があると判断することができた。さらに、消費支出のケースと可処分所得のケースとの間ではごみ有料化実施の市町村割合の影響が 1%ほど違いを生むことが分かった。さらに図 10 より有料化割合は上昇傾向にあるため、有料化実施が廃棄物排出量減少に繋がっていることがうかがえる。ただし、金属類、ガラス類、ペットボトルに関してはどちらのケースでも有意ではなかったため、①そもそも廃棄物排出量の内訳に含まれ

る割合が少ない、②自動販売機の横や道路周辺にあるごみ箱、不法投棄などで捨てられた、と考えることができる。

<図 10>

分別県平均数は全てのケースにおいて統計的に有意であったことから効果があると分かった。これはごみの分別数を増やすことによって出される廃棄物の量が減ることを意味しており、図 7 より 2010 年にはその平均数も増えてきている。ただし、今回の結果より負に有意に出ているものの、ごみの分別数が増えたところで廃棄物を分けることの煩わしさのために、一緒に一つのゴミにまとめてしまったり不法投棄をしたりすることなどの懸念もある。そのため、最適な分別数を考える必要があり、闇雲な分別数の増加は家計側および行政側の負担を圧迫しかねないことになることも考えなければならない。

可住地人口密度は全てのケースで統計的に有意に負であった。これは高瀬（2005）と似た結果となったが、笹尾（2000）では一人当たり一般廃棄物排出量に対して、人口密度は正の影響があると推定されており、また高瀬（2002）では有意には推定されてなかった。今回用いた可住地人口密度は都市化の代理変数という形で用いていたが、全て負に有意であり解釈は今後も検討が必要である。

可処分所得はモデル 1 およびモデル 2 においてのみ統計的に有意であった。また有意に負であったことに関して可処分所得が増えると廃棄物が減ることになる。これは、可処分所得が増えることによって例えば今まで自炊を行っていたのを外食で済ましてしまうなどの結果として自分の家で発生する廃棄物の量が減ったのではないだろうかと予想ができる。したがって、より関係がありそうなモデル 1 の可燃ごみのケースのみで 5%で棄却できるのではなかろうか。

消費者支出は全て統計的に有意であった。可処分所得と違い金属類やガラス類、ペットボトル類においても負に有意であった。しかし、係数としては消費者支出の方が全体的に 0.05~0.08 ほど値が小さくなっている。これは可処分所得としてお金を得た時よりも、実際に店先などで何か商品を購入する際の方がよりその商品の包装やそれ自体を捨てる際のことを考慮しているのではなかろうか。つまり、消費者は廃棄物有料化を考えて商品を購入する際、出来る限り廃棄物が出にくいであろう商品を買お

うと行動していると考えられる。

7 今後の課題

今回は 98 年から 2010 年までの廃棄物排出量の推移を考えた時に市町村データではなく都道府県データを用いた。先述しているとおりの 2000 年の半ばで大きな市町村合併が行われたために、市町村データを用いるためには合併前もしくは合併後にデータの調整をする必要があるのだが、そのデータ加工も適切な方法が見当たらないため、今回は断念した。

有料化に伴い徴収方法によっても廃棄物の発生が異なるかもしれないが、これに関してデータの問題上 13 年間分のデータが手に入らなかったため断念した。また、廃棄物は平均世帯人員や単独世帯数の割合によっても異なる可能性がある。これに関しては、データが 3 年分しか集まらなかったこと、また推定結果にもさほど影響がなかったことから割愛した。

さらにデータに関して、可住地人口密度の全国推移はかなり奇妙な形で推移している。これは人口の全国推移や可住地面積の全国推移自体に測定誤差や値の予測ミスがありそれによって歪められた可能性がある。今後は、人口及び可住地面積に関してデータ誤差がでないよう独自にデータ加工をする必要が出てくる。

また内生性の問題としてそもそも廃棄物発生の減少は多くの廃棄物を出している地域がそれを危惧して有料化政策など関係無しに廃棄物を減らしているかもしれない可能性がある。これに関して碓井（2010）で、“価格の変数においてパネルデータ分析を適用することで、観察できない個別効果による内生性の問題は解決できる”とある。ただし、この分野において内生性の取り扱いに関する先行研究がほとんど存在しないため、今後はマイクロデータの活用および Panel IV を検討したい。

Reference

- A Colin Cameron Pravin K.Trivedi “Microeconometrics Using Stata” College Station Texas
Stata Press 2009
- Badi H.Baltagi “Econometric Analysis of Panel Data” John Wiley and Sons,Ltd 2008
- Don Fullerton and Thomas C.Kinnaman “Household Responses to Pricing Garbage by the Bag”
The American Economic Review, September 1996,86(4),pp.971-984
- Elbert Dijkgraaf , Raymond Gradus “Environmental activism and dynamics of unit-based
pricing systems” Resource and Energy Economics 2009,31,pp.13-23
- Janet Currie,Michael Greenstone,and Enrico Moretti “Superfund Cleanups and Infant Health”
AEA Papers and Proceedings,May 2011,101(3),pp.435-441
- Jeffrey M.Wooldridge “ Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data ”
Cambridge,Mass:MIT Press
- Katherine A.Kiel and Katherine T.Mcclain “House Prices during Siting Decision Stages:the
Case of an Incinerator from Rumor through Operation” Journal of Environmental economics
and Management 1995,28,pp.241-255
- 碓井 健寛 “廃棄物有料化後にリバウンドは起こるのか？”, 環境経済・政策研究, 2010
年 4(1), pp.12-22
- 笹尾俊明 “廃棄物処理の経済分析” 勁草書房 2011 年
- 高瀬浩二 “消費と家庭廃棄物・厨茶・し尿発生の計量分析”, 早稲田経済学研究, 2001 年
3 月 52 号, pp.43-55
- 高瀬浩二 “家計消費と家庭系廃棄物発生の計量経済分析” 中村愼一郎編「廃棄物経済
学をめざして」早稲田大学出版部, 2002, pp.97-150
- 高瀬浩二 “廃棄物排出行動と処理料金の計量分析” , 静岡大学経済研究, 2005 年 10
月, 10(2), pp.73-87
- 松浦寿幸 “Stata によるデータ分析入門 経済分析の基礎からパネル・データ分析まで”,
東京図書 2011 年

統計資料

総務省統計局 Web Site “社会・人口統計体系”

(<http://www.stat.go.jp/data/ssds/index.htm>) 2012年11月情報取得

環境省 Web Site “廃棄物処理技術情報”

(http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/index.html) 2012年11月情報取得

内閣府国民経済計算 “統計表（国民経済計算確報）”

(http://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/data/data_list/kakuhou/files/files_kakuhou.html) 2012年11月情報取得

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
一人当たり一般廃棄物排出量	611	393.4561	42.9163	303.446	546.861
可住地人口密度	611	1370.697	1654.099	248	9460.6
可処分所得	611	449478.3	51051.5	309171.3	652329
消費支出	611	329182.6	28978.87	228955.7	421699.8
県分別平均数	611	10.52202	2.882459	3.188679	19.47727
可燃ごみ市町村有料化割合	611	0.5146281	0.2418623	0	1
不燃ごみ市町村有料化割合	611	0.3730886	0.2096776	0	0.942857
金属類市町村有料化割合	611	0.2058497	0.1665457	0	0.771429
ガラス類市町村有料化割合	611	0.1901775	0.1687751	0	0.771429
ペットボトル市町村有料化割合	611	0.1663765	0.1568613	0	0.714286
市町村数	611	53.47463	31.67603	15	212

表 1 データの記述統計量

	lhitorĩg	avebunũu	kanenwĩi	hunenwĩi	kinwari	garawari	petwari
lhitorĩgomĩg	1.0000						
avebunbetu	-0.2707	1.0000					
kanenwari	-0.2501	0.0409	1.0000				
hunenwari	-0.2911	-0.0175	0.8474	1.0000			
kinwari	-0.1815	-0.1380	0.6951	0.7924	1.0000		
garawari	-0.1771	-0.1137	0.6897	0.7861	0.9661	1.0000	
petwari	-0.2851	-0.0238	0.6429	0.7614	0.8678	0.8967	1.0000

表 2 被説明変数と説明変数の相関

	モデル1(可燃ごみ)	モデル2(不燃ごみ)	モデル3(金属類)	モデル4(ガラス類)	モデル5(ペットボトル類)
可住地人口密度	-0.0003 **	-0.0003 ***	-0.0003 ***	-0.0003 ***	-0.0003 ***
可処分所得	-0.0845 **	-0.0779 *	-0.0627	-0.0602	-0.0636
県分別平均数	-0.007 **	-0.008 **	-0.0085 **	-0.0088 **	-0.0083 **
可燃ごみ	-0.1611 **				
不燃ごみ		-0.1518 **			
金属類			-0.0102		
ガラス類				0.0221	
ペットボトル					-0.0167
市町村数	0.0012 **	0.0012 **	0.0015 ***	0.0015 ***	0.0015 ***
定数項	7.5504 ***	7.4307 ***	7.1949 ***	7.1506 ***	7.2066 ***
R-squared	0.394	0.3864	0.3516	0.3519	0.3518
Adj-R-squared	0.389	0.3814	0.3462	0.3465	0.3465
N	611	611	611	611	611
	* p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01				

表3 可処分所得の推定結果

	モデル6(可燃ごみ)	モデル7(不燃ごみ)	モデル8(金属類)	モデル9(ガラス類)	モデル10(ペットボトル類)
可住地人口密度	-0.0003 ***	-0.0003 ***	-0.0003 ***	-0.0003 ***	-0.0003 ***
消費支出	-0.1398 **	-0.1418 ***	-0.1578 ***	-0.1595 ***	-0.1566 ***
県分別平均数	-0.0066 *	-0.0077 **	-0.0084 **	-0.0086 **	-0.0081 **
可燃ごみ	-0.1497 **				
不燃ごみ		-0.1417 **			
金属類			0.0073		
ガラス類				0.0364	
ペットボトル					-0.0104
市町村数	0.0012 **	0.0012 **	0.0014 ***	0.0014 ***	0.0014 ***
定数項	8.2241 ***	8.217 ***	8.3782 ***	8.3885 ***	8.3679 ***
R-squared	0.3999	0.3935	0.363	0.364	0.3631
Adj-R-squared	0.3949	0.3885	0.3578	0.3587	0.3578
N	611	611	611	611	611

* p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01

表4 消費者支出の推定結果

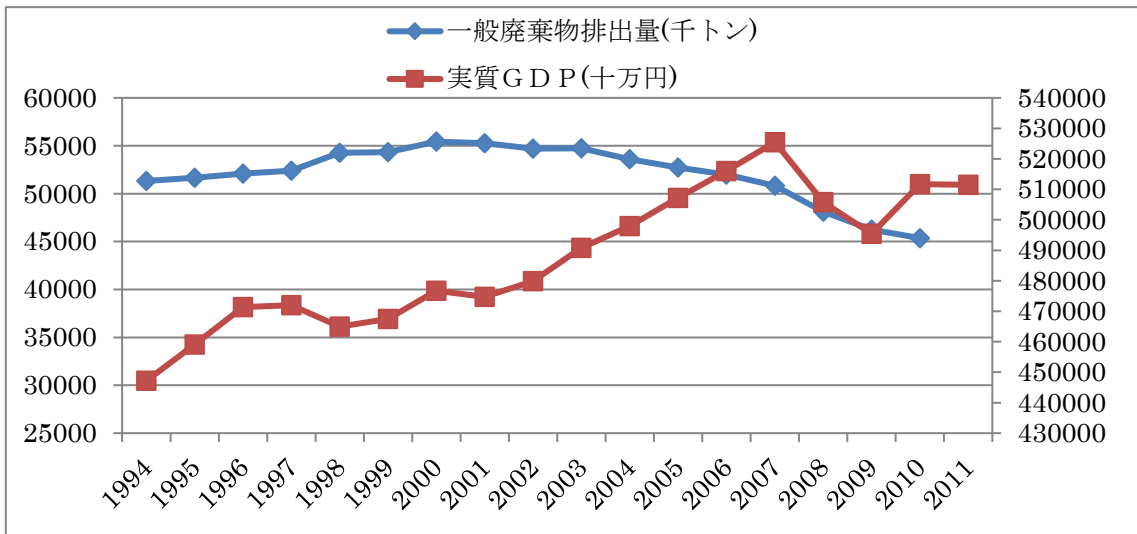


図 1 一般廃棄物排出量推移と GDP

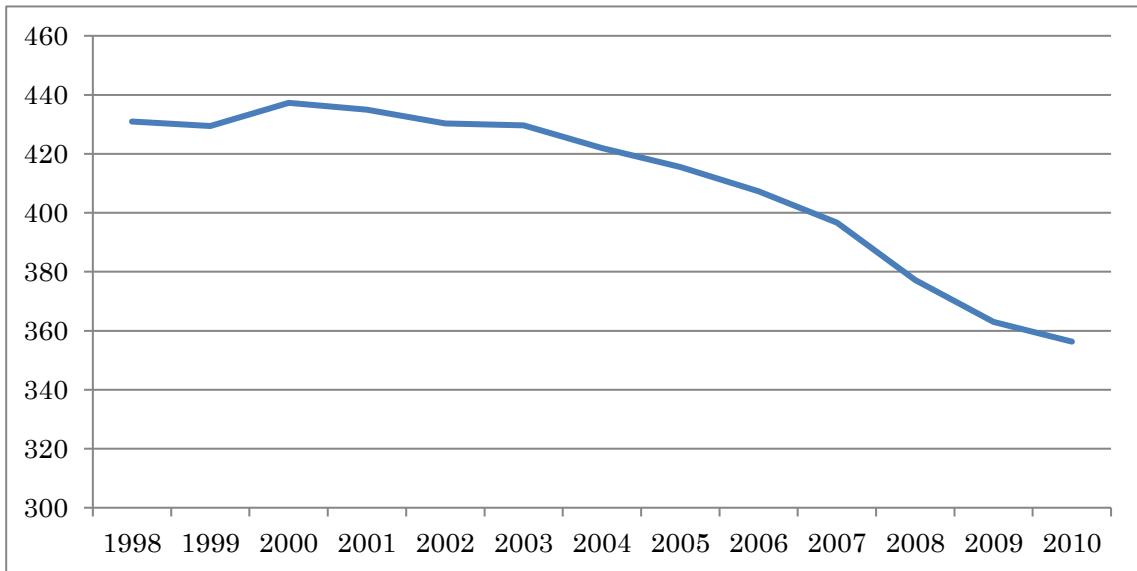


図 2 一人当たり一般廃棄物排出量推移

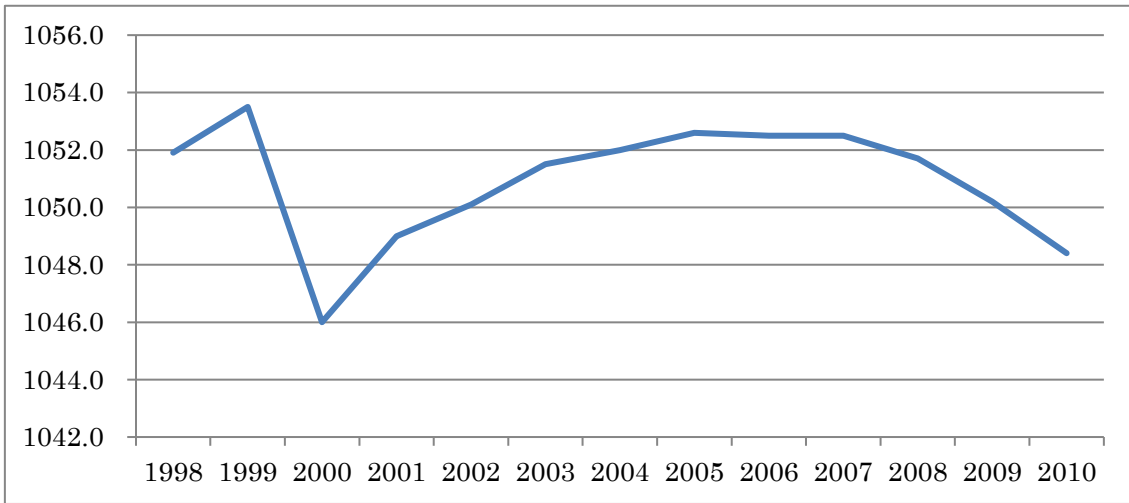


图 3 可住地人口密度推移

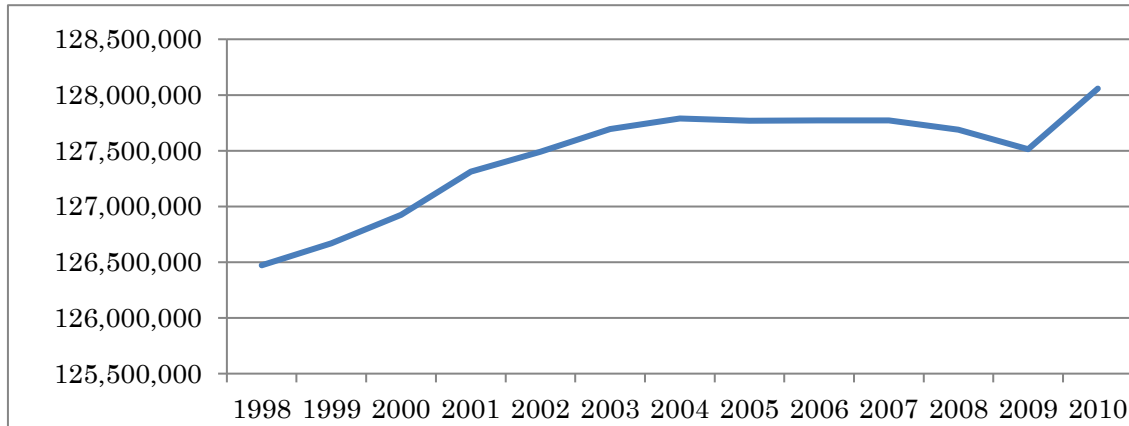


图 4 人口推移

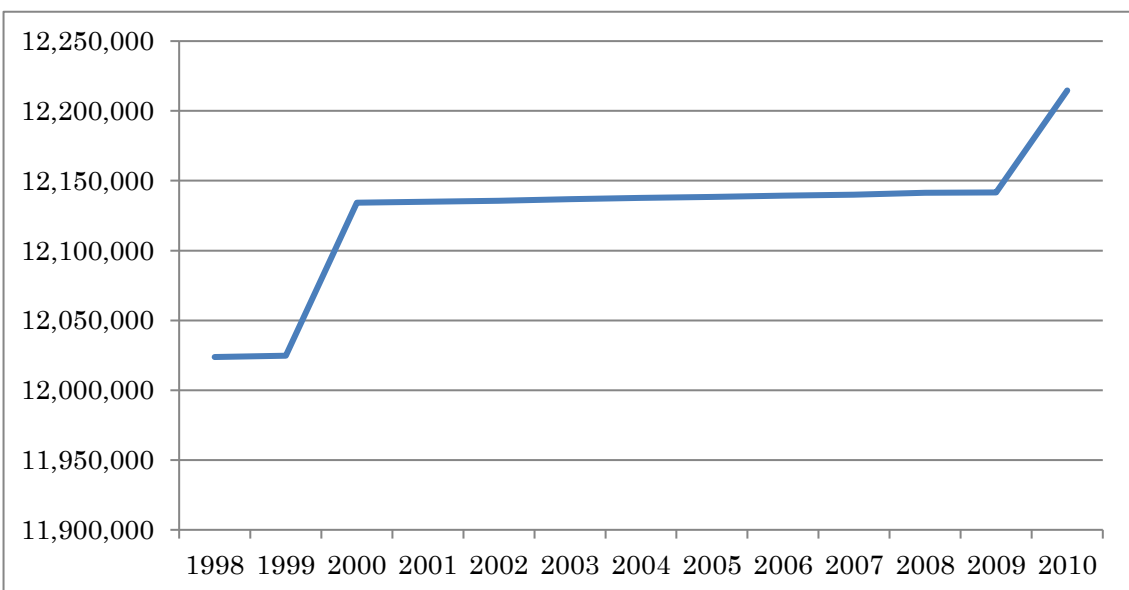


图 5 可住地人口密度

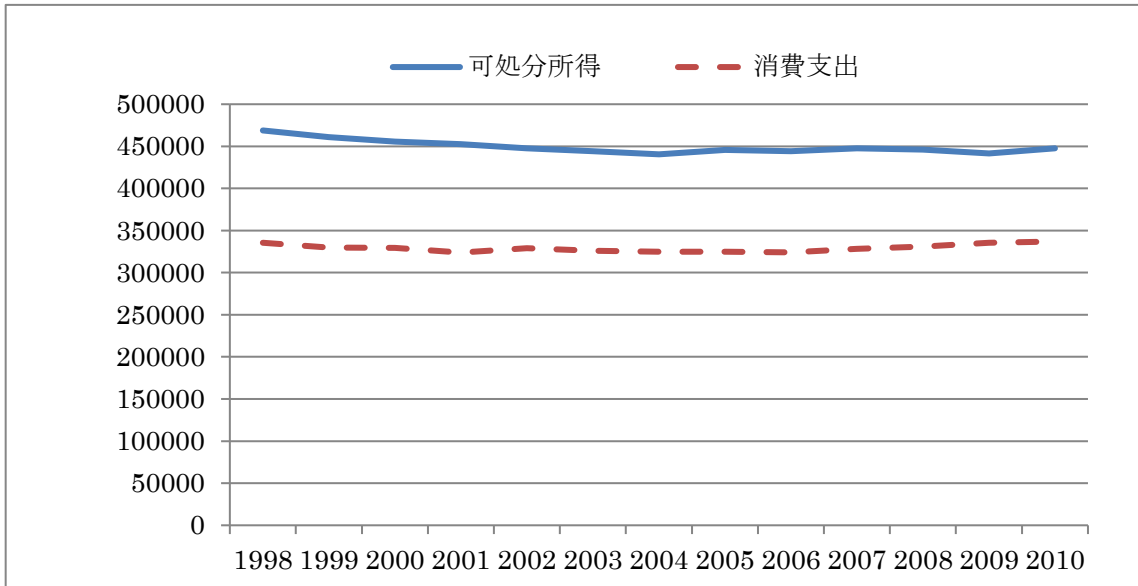


図 6 可処分所得推移と消費支出推移

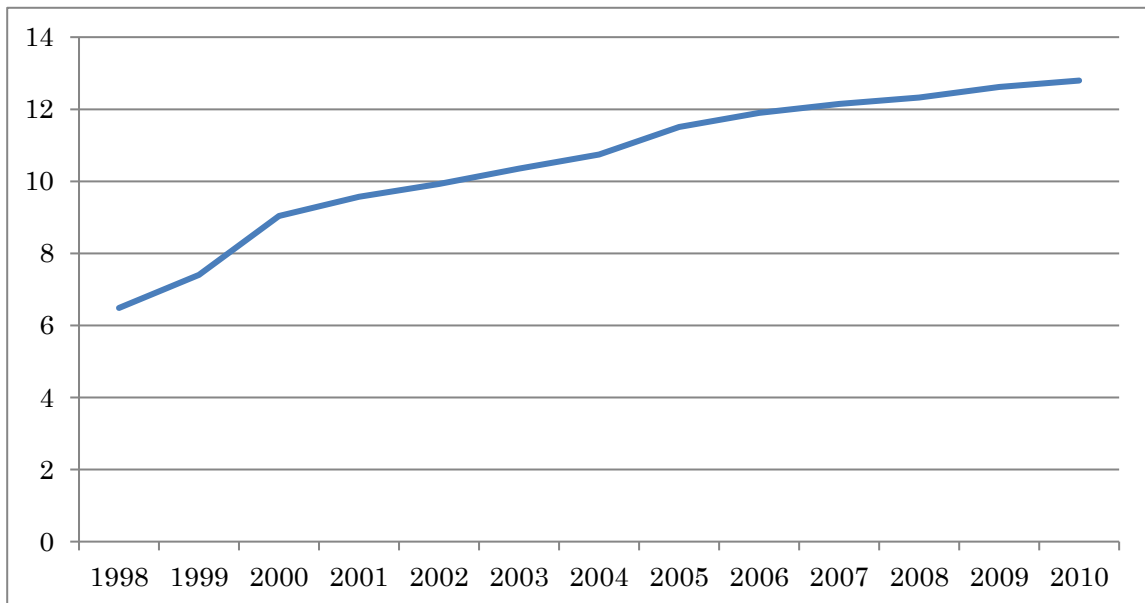


図 7 分別県平均数

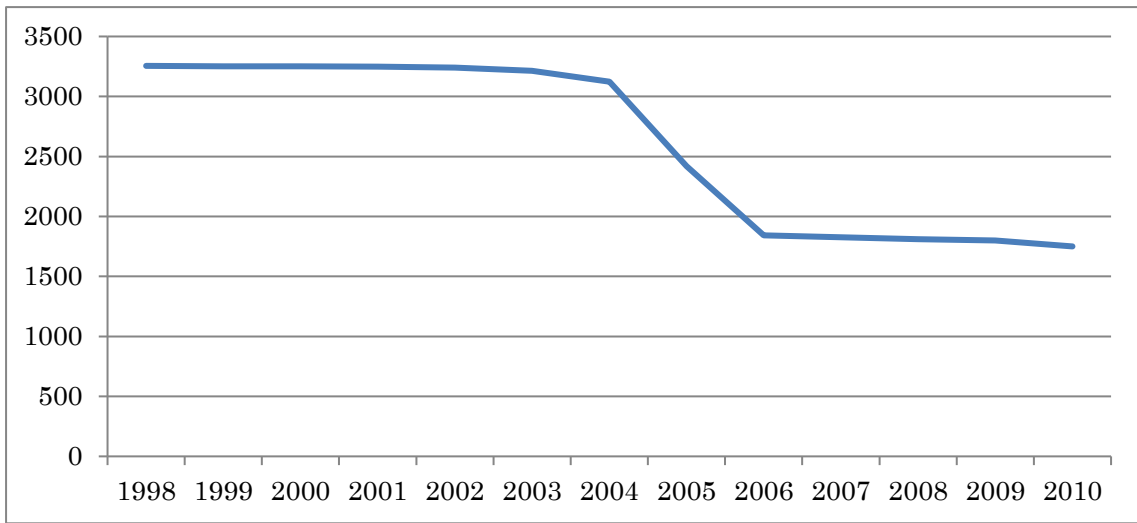
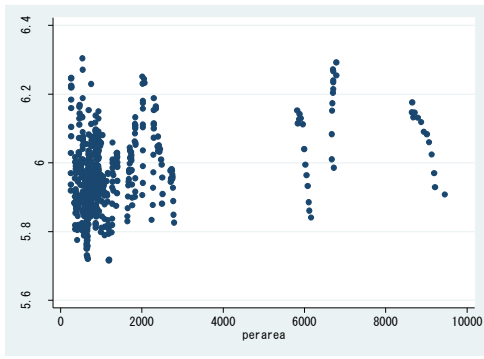
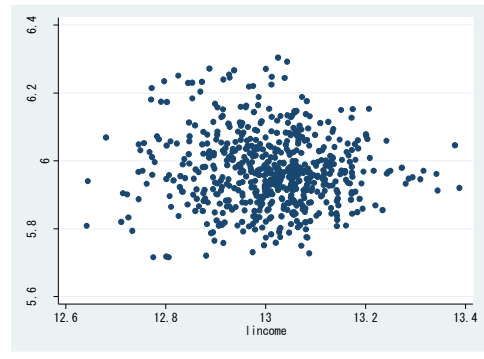


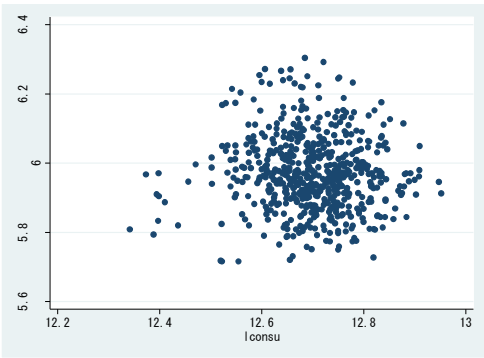
图 8 市町村数推移



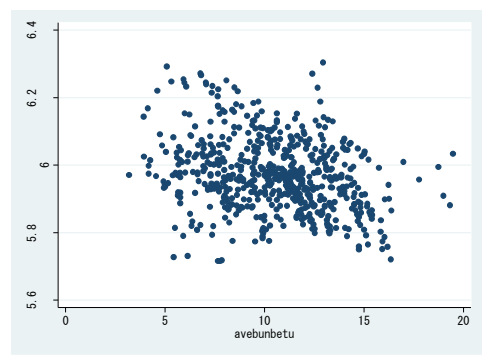
可住地人口密度



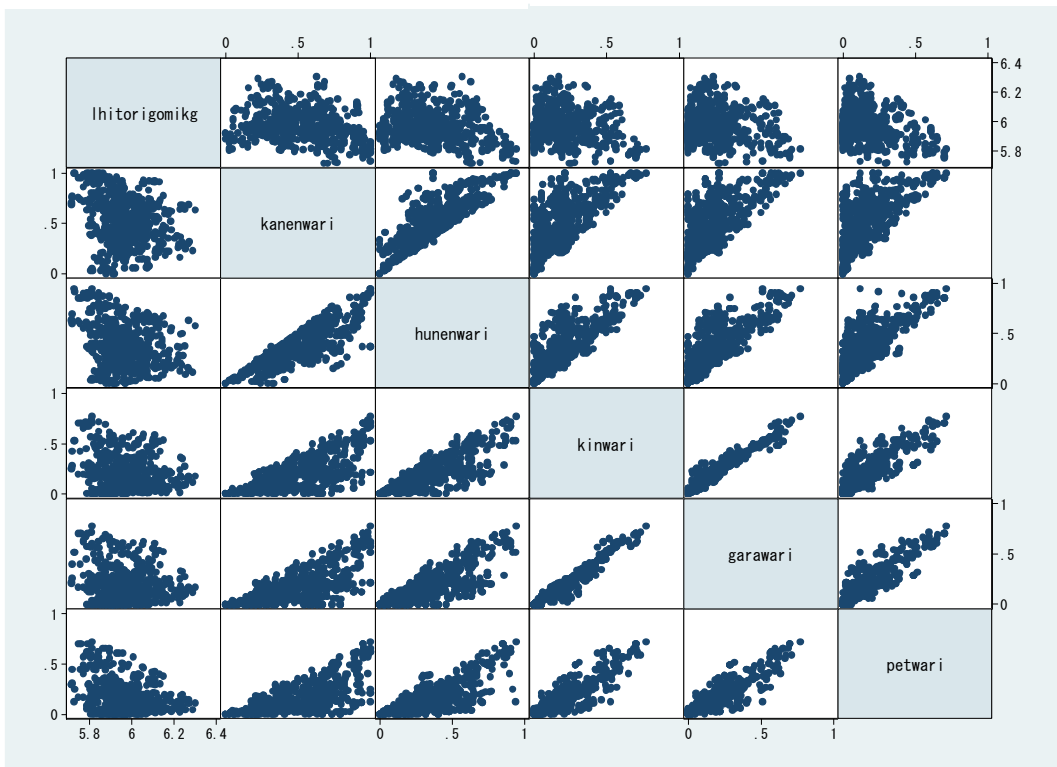
可処分所得



消費支出

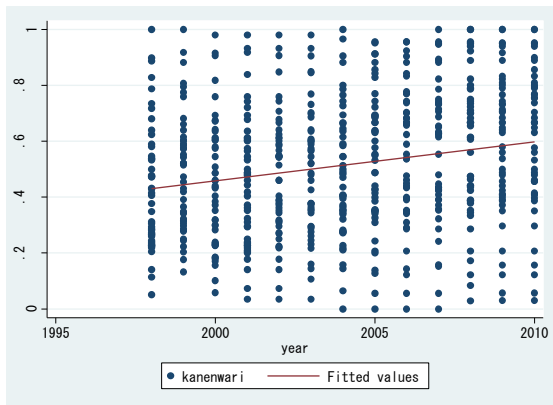


分別県平均数

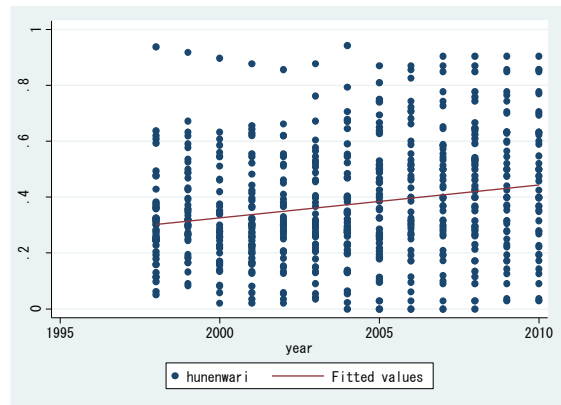


県内で有料化となっている市町村割合

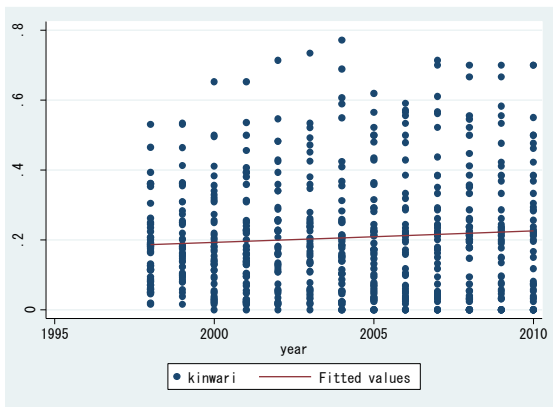
図 9 一人当たり廃棄物排出量と説明変数とのプロット



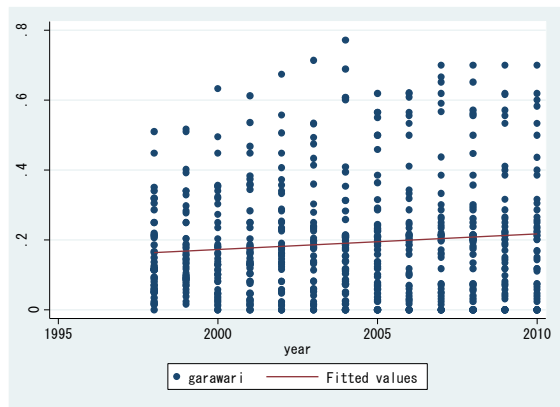
可燃廃棄物



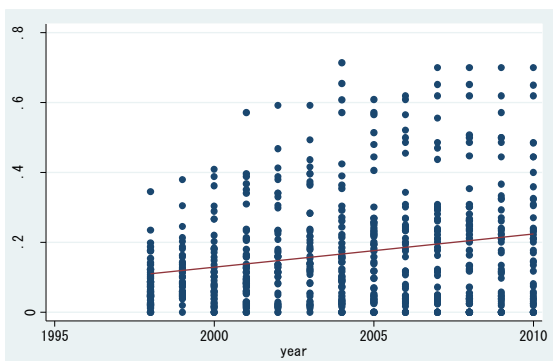
不燃廃棄物



金属類



ペットボトル



ガラス類

図 10 県内で有料化となっている市町村割合の推移

Appendix

Hausman 検定に関して、Stata には不均一分散の際の Hausman 検定のコマンドが存在しないため、独自に行う必要がある。
簡単な方法として、以下の方法がある。

$$(y_{it} - \hat{\theta}\bar{y}_i) = (1 - \hat{\theta})\alpha + (x_{1it} - \hat{\theta}x_{1i})'\beta_1 + (x_{1it} - \bar{x}_{1i})'\gamma + v_{it}$$

を OLS で回帰して $H_0: \gamma = 0$ として検定する。

ただし、

$y_{it} - \hat{\theta}\bar{y}_i$ 、 $x_{1it} - \hat{\theta}x_{1i}$ は y と x に関して変量効果の差 (RE differences) を表している。

また $\hat{\theta}$ は

$$\theta_i = 1 - \sqrt{\frac{\sigma_\epsilon^2}{T_i\sigma_\tau^2 + \sigma_\epsilon^2}}$$

の一致推定量を表しており、

$x_{1it} - \bar{x}_{1i}$ は x に関して平均との差 (Mean differences) を表している。