慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	わが国の温暖化対策とエネルギー需要の価格弾力性について
Sub Title	Climate change policy and price elasticity of energy demand in Japan
Author	天野, 明弘(Amano, Akihiro)
Publisher	慶應義塾経済学会
Publication year	2005
Jtitle	三田学会雑誌 (Keio journal of economics). Vol.98, No.2 (2005. 7) ,p.173(35)- 189(51)
JaLC DOI	10.14991/001.20050701-0035
Abstract	わが国におけるエネルギー需要の価格弾力性は, 炭素税のような経済的手法で二酸化炭素の排出削減を期待できるほど大きくないという主張の根拠は疑わしい。本稿に示した推定結果では, わが国における長期の価格弾性値は全部門の平均で−0.5である。この値は, 諸外国のサーベイに照らしても妥当な大きさであり, 京都議定書の約束達成に向けて, 炭素税を含む適切なポリシー・ミックスを有効なものとするに足る大きさであるといえる。 Evidence is questionable for the argument that price elasticity of demand for energy in Japan is inadequate to expect reduced carbon dioxide emissions through economic measures such as carbon taxes. The estimation results in this study indicate that the average of long-term price elasticity values in all sectors is −0.5. This value, even when contrasted with surveys from foreign countries, indicates that the size is appropriate and sufficient for establishing efficient and appropriate policy mixes, including carbon taxes, to achieve the promises made in the Kyoto Protocol.
Notes	小特集 : 環境政策のフロンティア
Genre	Journal Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00234610-20050701-0035

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

わが国の温暖化対策とエネルギー需要の価格弾力性について

Climate Change Policy and Price Elasticity of Energy Demand in Japan

天野 明弘(Akihiro Amano)

わが国におけるエネルギー需要の価格弾力性は，炭素税のような経済的手法で二酸化炭素の排出削減を期待できるほど大きくないという主張の根拠は疑わしい。本稿に示した推定結果では，わが国における長期の価格弾性値は全部門の平均で−0.5 である。この値は，諸外国のサーベイに照らしても妥当な大きさであり，京都議定書の約束達成に向けて，炭素税を含む適切なポリシー・ミックスを有効なものとするに足る大きさであるといえる。

Abstract

Evidence is questionable for the argument that price elasticity of demand for energy in Japan is inadequate to expect reduced carbon dioxide emissions through economic measures such as carbon taxes. The estimation results in this study indicate that the average of long-term price elasticity values in all sectors is −0.5. This value, even when contrasted with surveys from foreign countries, indicates that the size is appropriate and sufficient for establishing efficient and appropriate policy mixes, including carbon taxes, to achieve the promises made in the Kyoto Protocol.

「三田学会雑誌」98 巻 2 号（2005 年 7 月）

わが国の温暖化対策とエネルギー需要の価格弾力性について

天　野　明　弘

要　　旨

わが国におけるエネルギー需要の価格弾力性は，炭素税のような経済的手法で二酸化炭素の排出削減を期待できるほど大きくないという主張の根拠は疑わしい。本稿に示した推定結果では，わが国における長期の価格弾性値は全部門の平均で −0.5 である。この値は，諸外国のサーベイに照らしても妥当な大きさであり，京都議定書の約束達成に向けて，炭素税を含む適切なポリシー・ミックスを有効なものとするに足る大きさであるといえる。

キーワード

エネルギー需要の価格弾力性，タイム・ラグ，炭素税，ポリシー・ミックス，京都議定書

1. はじめに

わが国では，エネルギー需要の価格弾力性は低く，したがって炭素税のような経済的手法を用いても二酸化炭素排出量の削減効果には期待できないという意見が少なくない。例えば日本経済団体連合会は，環境税に対する反対声明のなかで，「石油危機前後のエネルギー価格の変動とガソリン，電力の需要推移などを見ても，エネルギー需要の価格弾力性は低く，温暖化対策税に CO_2 排出抑制効果を求めることはできない。」と述べている（日本経済団体連合会（2003）参照）。また，日本 LP ガス協会（2003, 2004）も，「一般にエネルギー需要の価格弾力性は低く，その CO_2 の排出抑制効果は疑わしいこと…等数々の問題点が指摘されている。」としている。しかし，これらの意見のほとんどは，実際にエネルギー需要の価格弾力性の計測値をあげて価格弾力性の値がどれくらい低いかを示しているわけではないので，根拠が明確ではない。たしかに図 1，図 2 のように，各年度におけるエネルギー需要量とその価格をプロットしてみると，両者の間にはプラスの相関もマイナスの相関もない。相関の有無を統計的に検定してみても，相関がないという仮説を棄却することができない。

しかし，エネルギー価格とエネルギー消費の関係を図 3 のように長期的に捉えてみれば，原油価格が安価であった 1973 年までの期間，オイルショック期の 1973 年から 1983 年までの期間，OPEC の団結が崩れて原油価格が暴落し，低水準に戻った 1983 年から 1995 年までの期間，そして再度世

図 1　電灯電力需要（1972–2003 年）

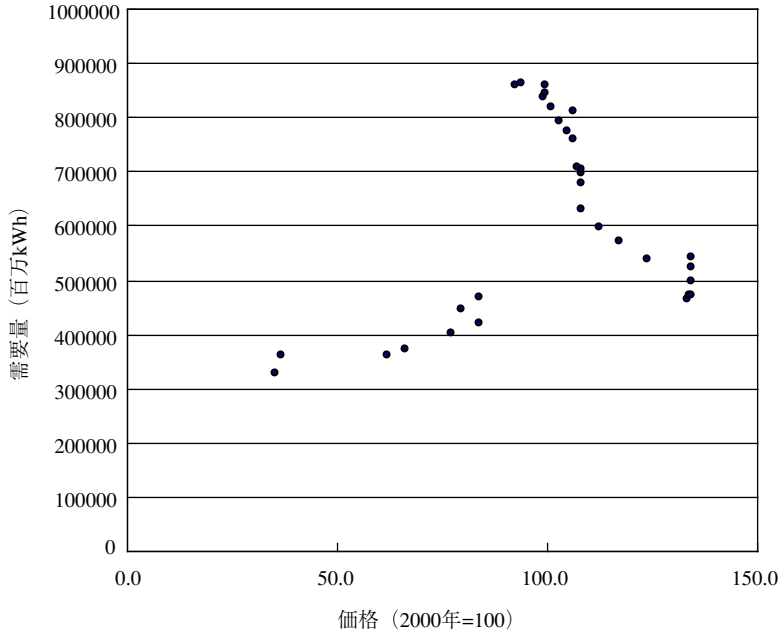
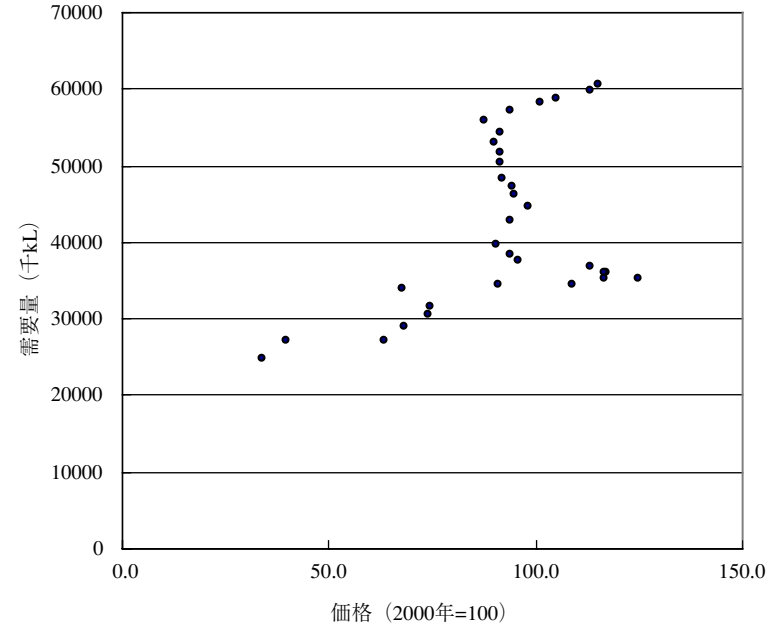


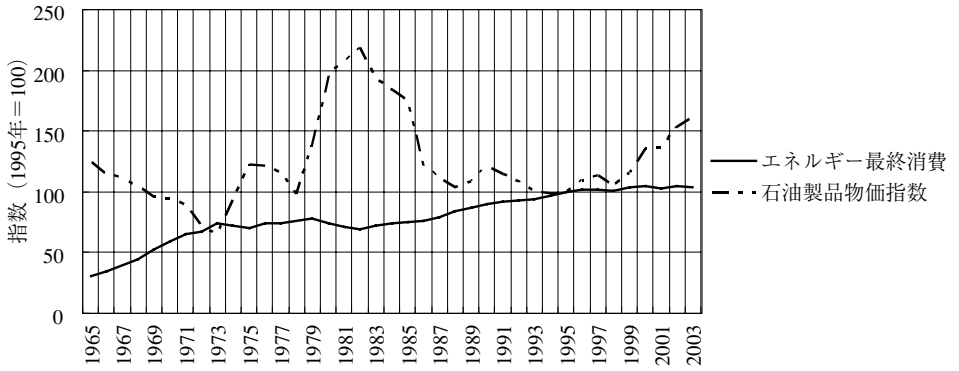
図 2　ガソリン販売量（1972–2003 年）



界原油市場が逼迫し始めた 1995 年以降の期間について，エネルギー価格の低下，上昇傾向と，エネルギー消費が傾向的に増加するスピードの大小との間に明瞭な関係が読み取れることに気づくであろう。したがって，各時点におけるエネルギー価格の値と同じ時期のガソリン需要あるいは電力需

要の値との関係だけに目をとられて，中長期的傾向に無頓着に上記のような主張をするのは，経済団体にしては視野が狭く，合理性に乏しい見方に立っているように思われる。本稿では，多くの実証的証拠からみて，このような主張が正しくないことを示そう。

図３　エネルギーの価格と消費



エネルギー需要の価格弾力性がどのような大きさであるかは，ガソリン課税，電力料金の決定，道路公害対策，温暖化対策などとの関連で，国際的にも論議を呼んできた問題であり，これまでからも多くの実証研究がなされてきた。次節で行うレビューからも明らかなように，現在の標準的な理解は，エネルギー需要の価格弾力性は，短期的には１よりもかなり小さいけれども[(1)]，長期的に見れば経済主体のさまざまな対応が進み，弾力性はもっと大きいというものであって，エネルギー需要がエネルギー価格の変化に反応しないという考え方ではない。本稿では，わが国の主要部門におけるエネルギー需要の短期および長期における価格弾力性が実際にどのような値をとっているかについても，1970 年代末期以降のデータを用いてエネルギー需要関数を推定し，確かめることとする。

2.　若干のレビュー

気候変動税，自主協定，自主参加型の排出取引制度などをパッケージとした英国の気候変動政策の基礎となったマーシャル卿の報告書では，経済的手法に基づく気候政策を策定するにあたって，英国通商産業省（DTI）のエネルギー・モデルやケンブリッジ・エコノメトリックスの多部門動学モデル（MDM）などで用いられているエネルギー需要の価格弾力性を参照し，全産業部門の長期弾力性として DTI 旧モデル −0.4，同新モデル −0.3，ケンブリッジ・エコノメトリックス MDM モデ

(1)　経済学では需要の価格弾力性（の絶対値）が１よりも小さいことを需要が非弾力的であるというが，それは弾力性がゼロとか，きわめて小さいというような意味ではなく，単に弾性値が１より小さいということである。価格が 10 %騰貴したとき需要量が 9 %減少しても，その需要は非弾力的といわれるのである。

ル −0.5 などの値をあげている（A Report by Lord Marshall（1998), ANNEX F 参照)。

OECD（2000, 2002）は，エネルギー需要の価格弾力性に関する包括的な展望を行っているが，エネルギー全体については，

① 1971–1982 年の期間における OECD 7 カ国についての Prosser（1985）の推定値として，短期：−0.26，長期：−0.37，

② 1948–1990 年の期間におけるデンマークについての Bentzen and Engsted（1993）の推定値として，短期：−0.14，長期：−0.47，

③ 1985 年における 53 ヶ国のクロスセクション・データについての Rothman *et al.*（1994）の推定値として，短期：−0.69，長期：−0.78

などの結果を紹介している。

表 1 は，さまざまな部門の個別企業データを何年にもわたってプールしたデンマークのデータベースを用いた推定結果を示したものである。価格弾力性の値は，−0.21（その他非金属鉱物製品）から −0.69（電気・光学製品）の範囲にあり，全産業平均値は −0.44 である。これらの調査結果でかなり共通して見られる特徴は，価格変化に対する需要量の短期の反応が長期のそれよりも小さいこと，およびクロスセクションの推定値が時系列の推定値よりも通常大きくなるという点である。また，長期の弾力性が大きいといっても，その絶対値は 1 を下回ることが多く，専門用語では需要は非弾力的である。しかし非弾力的とはいっても，たとえば価格弾力性が −0.78 であるということは，20 %の価格変化が起こって変化後の水準が維持されたとすれば，エネルギー需要は約 16 %減少することを意味するから，決して無視できる大きさではない。ちなみに 2000 年から 2003 年にかけて，わが国の石油製品の平均価格は実質で（すなわち石油製品平均卸売物価を GNP デフレータで実質化した価格で見て）19 %騰貴したが，もし −0.78 の価格弾力性のもとでこの実質価格水準が今後変化せず 5，6 年間続くとすれば，他の事情に変化がない限り，エネルギー需要量は対 2000 年比で約 15 %減少するのである。

以上はエネルギー全体についてであったが，日本経済団体連合会が例としてあげた電力需要やガ

表 1　デンマークにおけるエネルギー需要の価格弾力性*

個別産業部門	価格弾力性	個別産業部門	価格弾力性
砂利，土石，岩石，岩塩	−0.43	その他非金属鉱物製品	−0.21
食料，飲料，たばこ	−0.45	基礎金属（製造，加工）	−0.51
繊維，衣料，皮革	−0.35	機械，設備	−0.48
木材，同製品	−0.39	電気・光学製品	−0.69
紙，印刷，出版	−0.35	輸送機械	−0.56
化学	−0.51	家具，その他製造品	−0.56
ゴムプラスチック製品	−0.52	全産業	−0.44

* 価格弾力性は，個別の推定値をエネルギー消費をウエイトとして加重平均したもの。
（出典）Bjørner and Jensen（2000), p.71.

ソリン需要について，諸外国の研究はどのような弾力性の値を示しているだろうか。

OECD（2000）は，住宅用電力需要の価格弾力性推定値として，米国で得られた短期 −0.16〜 − 0.18，長期 −0.26〜 − 0.33 という値や，ノルウェーで得られた短期 −0.43，長期 −0.44 といった値を引用している（p.12, Table 2 参照）。また，これらよりかなり大きい値を得た研究も紹介しているが，それらは慎重に扱うべきであるとのコメントを付している。その他，住宅用電力需要については，①短期と長期の差が大きくない推定結果がかなり見られること，②家庭と業務用とを区別しているケースでは，後者の弾力性が低いこと，③米国では 1950 年と 1987 年との間で弾性値が小さくなったとする報告があることなどの知見が述べられている。

これに対して，米国太平洋岸北西部への電力供給を管理しているボンヌビル電力管理局による推定値は，表 2 に示すように上記のものよりかなり大きい（Bonneville Power Administration（2003）参照）。電力需要データは 1995 年から最近時までの電気事業所ごとの顧客需要が使われ，事業所ごとに得られた推定値（顧客需要の価格弾力性）を地区全体で平均したものが表 2 の値である。短期は 1 年未満の反応，長期は 10 年超の反応を示す。

表 2　北米太平洋岸北西地区における電力需要の価格弾力性

部門		短期	長期
住宅	地区平均	−0.32.	−1.07
	範囲	−0.20 〜 − 0.44	−0.35 〜 − 2.23
業務	地区平均	−0.24	−0.76
	範囲	−0.12 〜 − 0.38	−0.29 〜 − 1.65
産業	地区平均	−0.54	−1.25
	範囲	−0.39 〜 − 0.69	−0.76 〜 − 2.87
システム全体	地区平均	−0.29	−1.03
	範囲	−0.16 〜 − 0.42	−0.75 〜 − 1.39

（出典）Bonneville Power Administration（2003）, p.3, Table3.

マクロ・データよりもミクロ・データのほうが高い弾性値が得られることが多いが，これもその一例といえよう。

ガソリン需要の価格弾力性についても多くの研究があるが，OECD（2000）に引用されている標準的な値を選ぶと，短期では −0.12〜 − 0.38 の範囲，長期では −0.23〜 − 0.86 の範囲にあるが，より大きい推定値を得ているグループでは，その範囲が短期で −0.51〜 − 1.34，長期で −0.55〜 − 1.4 となる。他方，新しい研究動向なども含めた国際的な研究のサーベイを行った Graham and Glaister（forthcoming）では，短期の弾力性が −0.2〜 − 0.3，長期の弾力性が −0.6〜 − 0.8 の範囲と比較的狭い範囲にまとまっている。

自動車燃料需要を，直接的に所得と価格で説明するのではなく，走向距離に対する需要からその走向に必要な燃料への需要がもたらされると考え，走向距離そのものへのガソリン価格の影響と，

自動車の燃料効率に対するガソリン価格の影響をそれぞれ推定して両者の影響からガソリンの需要に対する価格変化の影響を見ようとするアプローチもある（Agas and Chapman（1999））。推定された短期の弾力性は，走向距離 −0.15，燃料効率 +0.12 であり，両者からガソリン需要の価格弾力性は −0.25，また長期の弾力性については，走向距離 −0.32，燃料効率 +0.60 から，ガソリン需要の価格弾力性は −0.92 と計算されている[(2)]。

Rouwendal（1996）は，オランダ民間乗用車委員会に 3 ヶ月ごとに入会・退会する会員の報告に基づく月次データ 3,080 サンプル（1986 年）を用い，理論的モデルに基づいて自動車の技術的要因，運転者の属性，経済的要因などを説明変数とし，被説明変数である燃料効率（リットル当り走行距離数）に回帰させる方程式を推定した。燃料効率（走行距離／ガソリン使用量）のガソリン価格に対する偏弾力性は+0.15 で有意であり，ガソリン価格の 10 %の上昇がキロメートル当りガソリン消費量を 1.5 %減少させる運転者の行動を誘発することを示している。これは，ガソリン需要の短期的価格弾力性の大きさを決める重要な要因である。

3. わが国におけるエネルギー需要の価格弾力性

それでは，わが国におけるエネルギー需要の価格弾力性は，どの程度の大きさと考えればよいか。国内でも多くのエネルギー・モデルが作成され，分析や予測に使用されているが，そこで用いられている価格弾力性の推定方法などについて比較検討するといった試みは，残念ながらきわめて少ない。本稿では，日本エネルギー経済研究所（2005）のように継続的に発行されている計量分析ユニット編『エネルギー・経済統計要覧』のデータを用いて主要エネルギー需要項目ごとの価格弾力性を推定し，上記のレビューと比較してみることとする[(3)]。

推定は，年次データを用い，価格変数についてタイム・ラグの影響を見るためにシラー型の分布ラグを含む最小二乗法を用いて行った[(4)]。産業部門，民生家庭部門，民生業務部門，運輸旅客部門，および運輸貨物部門の 5 部門の最終エネルギー消費を被説明変数とし，経済活動変数（実質国民総生産，鉱工業生産指数など），実質価格変数（被説明変数に対応した実質エネルギー価格変数），および気候変数（民生家庭部門のみ）を説明変数とし，対数線形方程式の係数推定値から価格弾力性の推定値を得ている。今回の推定に当っては，エネルギー消費の燃料構成が入手可能な場合には，燃料構成比を用いて該当する各燃料価格の加重平均値を求めて価格変数とした。詳細については，本稿の付録

---

(2)　走行距離決定式に燃料効率が含まれるため，単純に前者から後者を引いた値が需要の価格弾力性になるわけではない。

(3)　筆者は，1990 年代後半から現在まで何回か同様な試みを行っているが，データが更新されても推定結果の基本的性格は変わっていない。天野明弘（2003），第 3 章と同章末の補注の文献参照。

(4)　使用したソフトは TSP である。和合肇・伴金美（1996）2.4 参照。

に掲げた推定結果を参照されたい。

表 3 は，部門別エネルギー最終消費の価格弾力性推定値と関連データを要約したものである。部門別の短期価格弾力性は，−0.05〜−0.25 の範囲にあり，もっとも大きいのは家庭部門の −0.25，もっとも小さいのは産業部門の −0.05 で，最終エネルギー消費をウエイトとした全部門の加重平均値は −0.11 である。同様に，長期価格弾力性は，−0.38〜−0.54 の範囲にあり，もっとも大きいのは産業部門の −0.54，もっとも小さいのは家庭部門の −0.38 で，全部門の加重平均値は −0.47 である。価格変化への反応期間はいずれの部門でも長く，10 年から 14 年の範囲にあり，係数の大きさをウエイトとした平均ラグは，家庭部門の 3.5 年を例外としてほぼ 5 年程度となっている。これは，主としてエネルギー使用機器類の平均的更新期間を反映したものと考えられる。

表 3　部門別エネルギー最終消費の価格弾力性推定値等

部門（ウエイト）*	短期の価格弾力性	長期の価格弾力性	価格変化への反応期間 (年)	平均ラグ（年）	活動変数弾力性	その他変数	推定期間
産業部門（0.4841）	−0.054	−0.534	0〜13	5.1	0.387		1978–2003
民生家庭部門（0.1460）	−0.252	−0.380	0〜10	3.5	0.949	暖房度日，冷房度日	1978–2003
民生業務部門（0.1228）	−0.144	−0.390	0〜12	4.9	1.064		1978–2003
運輸旅客部門（0.1545）	−0.097	−0.435	0〜13	5.3	1.230		1978–2003
運輸貨物部門（0.0925）	−0.097	−0.393	0〜14	5.0	0.529		1979–2003
全部門（1.0000）	−0.105	−0.467					

* 1995 年における最終エネルギー消費の構成比。全部門の弾力性は，このウエイトに基づく加重平均。

環境政策の経済的手法は，いずれの国においてもその実施後の効果判定が難しいという問題を抱えているが，それにはこのような効果出現のタイム・ラグの長さが関係しており，政策実施後効果が現れるまでにさまざまな他の変化が同時に生じてしまうことが大きな原因といえよう。それにもかかわらず経済的手法が多くの環境問題に適用されていることは，このようなシステムの挙動に関する調査・研究を基に，価格メカニズムの働きに対する理解が進んでいるためと思われる。

図 4–1〜図 4–5 は，推定された価格弾力性から計算される標本期間内の価格変動によって最終エネルギー消費が受ける影響を，対前年変化率の形で表したものである。過去に生じた価格変化の遅れの効果も含めて，価格変化によって今期の消費が前年に比べて何％変化させられているかを図示している。わが国では，オイルショック期の需要減少に注目が集まることが多いが，1986 年の石油価格暴落による逆方向への影響もきわめて顕著であることは，もっと知られてもよい。しかし，20

図 4–1　産業部門　　── 価格変化の影響

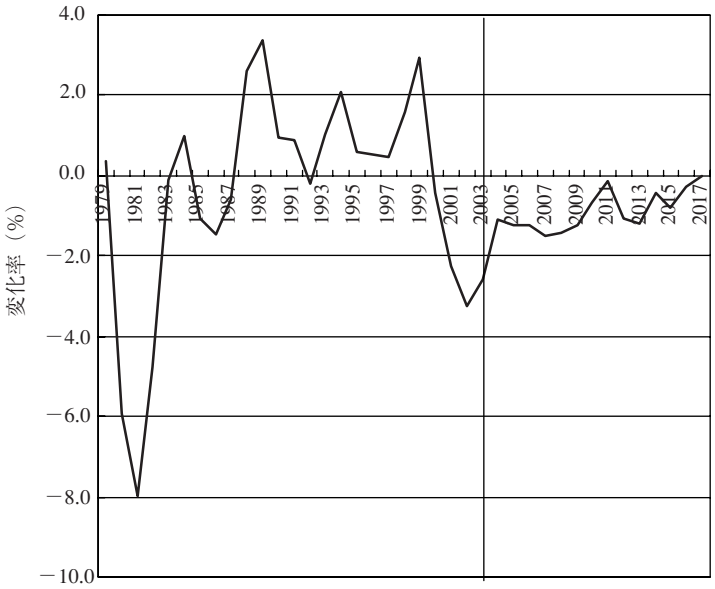
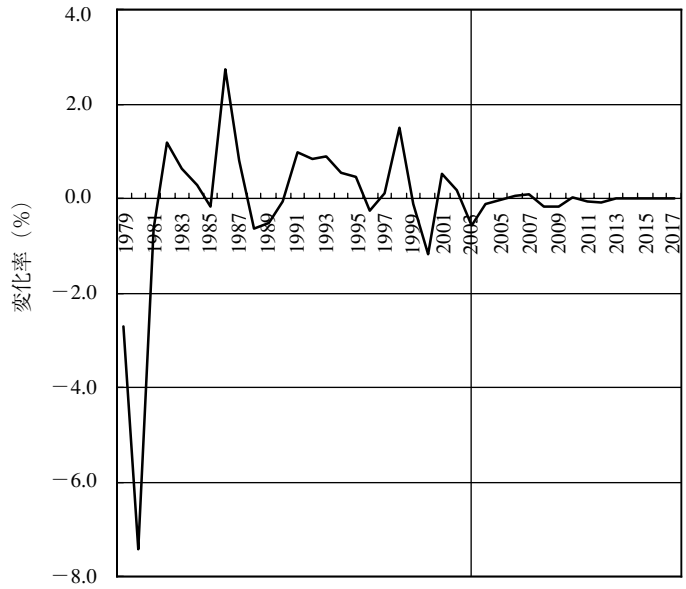


図 4–2　民生家庭部門　　── 価格変化の影響



世紀末からの石油価格上昇はこの傾向を逆転させた。図 4 は，エネルギー価格の水準が仮に現在のレベルで安定化したとしても，年々の減少は（民生家庭部門を除き）しばらくは続くであろうことを示唆している。

図 4–3　民生業務部門　　── 価格変化の影響

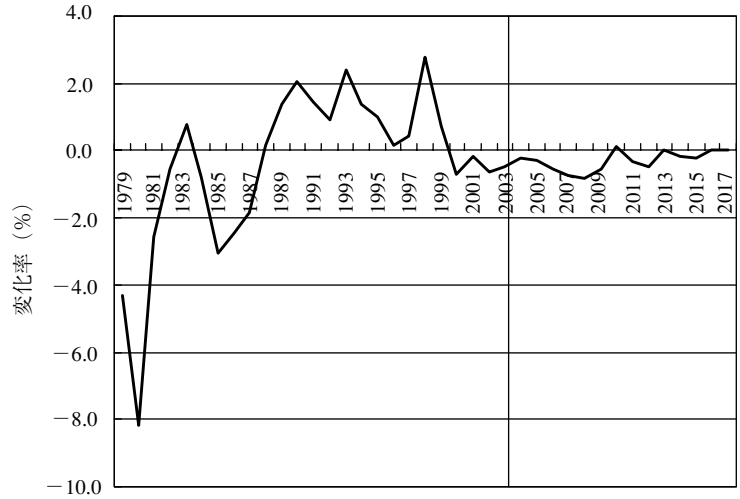
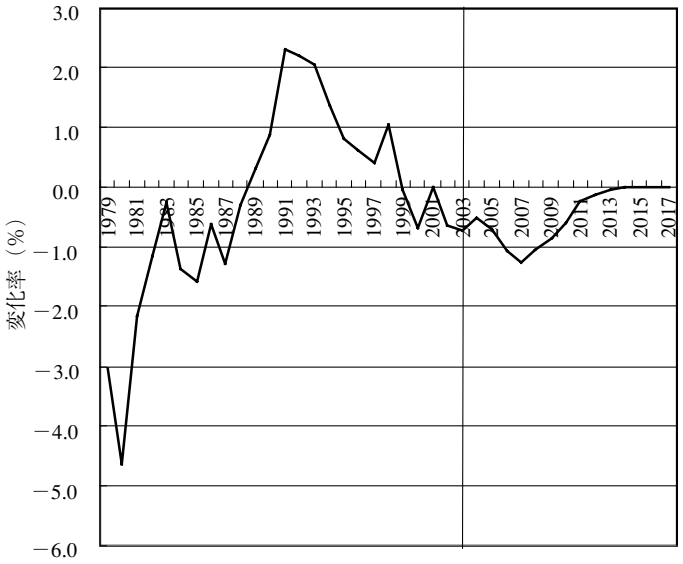


図 4–4　運輸旅客部門　　── 価格変化の影響



最後に，表 4 は，電力需要の一部とガソリン需要について，同様な推定を試みた結果を示したものである。どちらの需要についても，短期，長期とも価格弾力性は，確かに表 3 に比べると小さいものといえるが，長期の弾力性は −0.3 ないし −0.4 の水準にはあり，価格の変化に対して 3 分の 1 程度の率での反応は見られることになる。

なお，わが国での新車の燃料効率の説明要因として，遅れをもったガソリン価格（実質）と 1 次

図 4–5　運輸貨物部門　　── 価格変化の影響

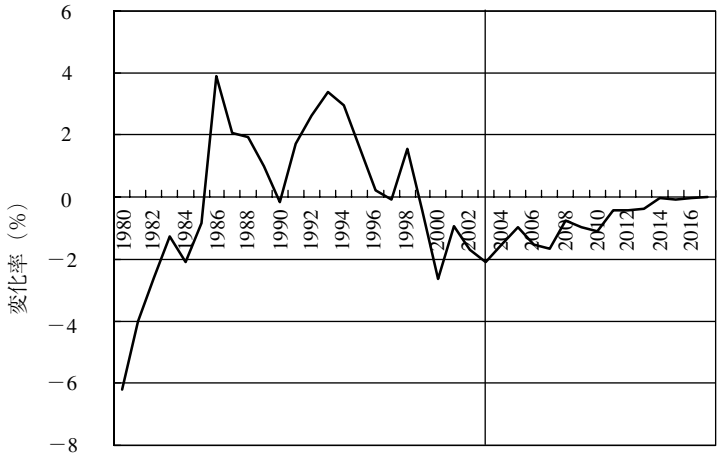


表 4　製造業大口電力需要および乗用車のガソリン需要の価格弾力性推定値等

	短期の価格弾力性	長期の価格弾力性	価格変化への反応期間（年）	平均ラグ（年）	活動変数弾力性	推定期間
製造業大口電力需要	−0.056	−0.280	0～8	1.7	0.543	1978–2003
乗用車のガソリン需要	−0.059	−0.389	0～12	5.3	0.424	1978–2003

表 5　ガソリン乗用車の新車燃料効率と実質ガソリン価格

	短期の価格弾力性	長期の価格弾力性	価格変化への反応期間（年）	平均ラグ（年）	1次のタイム・トレンド	推定期間
新車燃料効率	0.014	0.416	0～4	1.7	0.014	1979–2003

のタイム・トレンドを含む対数線形の推定式を推定したところ，遅れをもった実質ガソリン価格の騰落が燃料効率の循環的変動をよく説明しており，弾力性は短期で+0.01，長期で+0.42 となっている（付録 3.2 参照）。燃料費は，車種や燃料効率の選択に影響を与える重要な要因ではあるが，ガソリン需要の価格弾力性を決定する上でもきわめて大きな役割を担っていることが分かる。

4.　温暖化対策への含意

前節で示した価格弾力性の推定値が，わが国の温暖化対策に対してどのような含意をもっているかをもう少し具体的に示すために，炭素 1 トン当り 4 万 5,000 円の炭素税がわが国のエネルギー部門の最上流に導入され，それがエネルギー価格に転嫁された場合に，わが国のエネルギー消費に伴

う二酸化炭素排出量がどの程度影響されるかを，上記の弾力性を用いて概算してみよう。[(5)]

価格弾力性の推定に用いられたエネルギー価格が，このような税率の炭素税によってどの程度影響されるかを概略的に把握するために，例えば電力総合単価への影響について考えてみよう。日本エネルギー経済研究所（2005）によれば，2003 年における電力部門の CO_2 発生量は，1 億 1,610 万トン（炭素換算，以下同様）であったから，炭素 1 トン当り 4 万 5,000 円の炭素税が課せられれば，炭素税支払額は，5 兆 2,245 億円である。これを同年の発電量 1 兆 939 億 5,600 万 kWh で割れば，1kWh 当り 4.78 円という値が得られる。2003 年の電力総合単価は，1kWh 当り 16.39 円であったから，炭素税の賦課は電力価格を約 30 %上昇させる計算になる。

ガソリンについては，どうか。石油製品の炭素排出係数 0.7611Mt−C/Mtoe（すなわち，ガソリンの石油換算 100 万トン当り，炭素排出量が 76 万 1,100 トン）という値を用いると，炭素 1 トン当り 4 万 5,000 円の税率のときの石油換算 100 万トン当りの税支払額は，3.42×10^{10} 円となる。石油換算 100 万トンは，熱量換算では 10^{13}kcal なので，結局税率は，10^{3}kcal 当り 3.42 円となる。2003 年のガソリン価格は，10^{3}kcal 当り 11.74 円であったから，この場合でも 1 トン 4 万 5,000 円の炭素税の賦課は，ガソリン価格を約 30 %上昇させることになる。要するに，炭素 1 トン当り 4 万 5,000 円の炭素税というのは，割り切っていえば，わが国のエネルギー価格を 30 %高める効果をもっているのである。

ここで表 3 の全部門の価格弾力性を適用すれば，30 %の価格上昇があるとき，エネルギー最終消費の減少率は，短期的には 3 %，長期的には 14 %となる。ここ数年間における各部門の二酸化炭素排出量とエネルギー最終消費量との間にはほぼ比例的関係があるので，二酸化炭素の排出量もほぼ同様な比率で減少すると考えて大きな間違いはないであろう。したがって，1 トン当り 4 万 5,000 円の炭素税の効果は，京都議定書の約束達成に何の役にも立たないどころか，大いに貢献するものであるということができる。

この議論に対しては，おそらくこのような高率の炭素税の導入は現実的でないという反論が出されるであろう。しかし，脚注 5 の文献では，温暖化対策税の具体的提案である政策パッケージ，すなわち炭素 1 トン当り 3,400 円の低率課税とその税収を巧みに活用した排出削減補助金の組合せを実施すれば，温暖化対策税率と排出削減補助金率の合計が，ほぼ炭素 1 トン当たり 4 万 5,000 円のもつ経済的インセンティブに等しくなり，したがって高率炭素税のケースと同等の二酸化炭素排出削減がもたらされることが示されている。この結論は，国際的にもよく知られている国立環境研究所の AIM モデル[(6)]を用いた最適化計算で求められたものであるが，エネルギー消費の価格弾力性に関して筆者がまったく独立に行った推定値を用いて，上記のような概略的な計算を行ってみても，ほ

(5)　この税率は，中央環境審議会総合政策・地球環境合同部会，地球温暖化対策税制専門委員会ワーキンググループ（2003），第 6 章で検討された 1 つのケースである。

(6)　Kainuma *et al.*（2003）参照。

ぼ同様な結論が得られることが確認される。[7]

もちろん，高率の炭素税と，低率炭素税プラス高い率の排出削減補助金の組合せとはまったく同じではなく，後者のような政策パッケージが計算どおりの成果をあげるには，低率の炭素税による税収が，国内の排出削減機会に効率的に配分されるメカニズムが必要である。この点では，英国で採用されている排出削減のための財政インセンティブがリバース・オークションという手法を用いて行われていることが参考になる。これは，行政費用を軽減し，排出削減費用の少ない削減主体に補助金が渡るようなメカニズムである。もっとも，効率性を高めるためには，削減量の測定基準となるベースライン設定管理に行政費用がかかるので，両者のバランスをどうとるかを慎重に検討することが重要である。最後に，低率税と排出削減補助金の組合せが誤解され，温暖化対策税は財源調達のための手段であり，補助金は目的税であると解されることが多いが，これは提案されている政策パッケージの主旨を正しく理解したものではない。税率は低くてもその価格インセンティブ効果は計算に入っているし，補助金率も価格インセンティブを働かせるためのメカニズムの重要部分であるから，対象ごとに総額を支給する通常の補助金ではなく，排出削減１トン当りに支払われるマイナスの炭素税なのである。わが国が石油危機を契機に他国に先駆けて厳しい省エネを実施したことが温暖化対策の推進を難しくしていることがよく論じられるが，温暖化対策税と単位当り排出削減補助金を組み合わせた提案は，きわめて合理的にこのようなわが国の国状に即して考案された政策手段であるから，国内排出取引制度とともにわが国の気候変動対策には不可欠の要素となるべきものである。より少ない費用負担で炭素１トン当り４万5,000円レベルの炭素税に匹敵する削減効果を上げられるような，優れた代替案が提示されるのでない限り，根拠の乏しい主張によってこの案が否定され，わが国の気候変動対策が失敗に帰するような事態に陥ることは避けなければならない。[8]

（兵庫県立大学副学長・
地球環境戦略研究機関関西研究センター所長）

引　用　文　献

Agras, J., and D. Chapman (1999). “The Kyoto Protocol, CAFE Standards, and Gasoline Taxes,” *Contemporary Economic Policy*, Vol. 17, No. 3, pp. 296–308.

A Report by Lord Marshall (1998). “Economic instruments and the business use of energy,” November.

Bentzen, J., and T. Engsted (1993). “Short- and long-run elasticities in energy demand: A cointegration approach,” *Energy Journal*, Vol. 15, pp.9–16.

(7)　環境経済・政策学会編（2004）参照。

(8)　より詳細な議論については，天野明弘（2004）を参照されたい。

Bjørner, Thomas Bue, and Henrik Holm Jensen（2000）. “Industrial Energy Demand and the Effect of Taxes, Agreements and Subsidies,” AKF Forlaget, September.

Bonneville Power Administration（2003）. “Price Elasticity of Demand for Electricity,” CR-WA-004A, April.

Center for Clean Air Policy（1998）. “US Carbon Emissions Trading: Some Options that Include Downstream Sources.”

Graham, Daniel J., and Stephen Glaister（forthcoming）. “The demand for automobile fuel: a survey of elasticities,” *Journal of Transportation Economics and Policy*, http://www.cts.cv.ic.ac.uk/documents/publications/iccts00007.pdf#search=’Graham%20and%20Glaister%20The%20demand%20for%20automobile%20fuel’

Guertin, Chantal, Aubal C. Kumbhakar, and Anantha K. Duraiappah（2003）. “Determining Demand for Energy Services: Investigating income-driven behaviours,” International Institute for Sustainable Development.

Kainuma, Michiko, Yuzuru Matsuoka, and Tsuneyuki Morita, eds.（2003）. *Climate Policy Assessment: Asia-Pacific Integrated Modeling*（Springer）.

OECD（2000）. “Behavioral Responses to Environmentally-Related Taxes,” COM/ENV/ EPOC/ DAFFE/CFA（99）111/FINAL, March.

OECD（2002）. OECD 著，天野明弘監訳，環境省総合環境政策局環境税研究会訳『環境関連税制：その評価と導入戦略』有斐閣。

Prosser, R. D.（1985）. “Demand elasticities in OECD: dynamical aspects,” *Energy Economics*, Vol. 7, pp.139–154.

Rouwendal, Jan.（1996）. “An Economic Analysis of Fuel Use Per Kilometre by Private Cars,” *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 30, No. 1, January, pp. 3–14.

天野明弘（2003）.『環境経済研究：環境と経済の統合に向けて』有斐閣。

天野明弘（2004）.「気候変動政策の手法とわが国のとるべき方策」月刊 ESP，11 月号。

環境経済・政策学会編（2004）.『環境経済・政策学会年報第 9 号』シンポジウム第 I 部。

中央環境審議会総合政策・地球環境合同部会，地球温暖化対策税制専門委員会ワーキンググループ（2003）.「温暖化対策税の具体案検討に向けて（報告）」8 月。

日本エネルギー経済研究所（2005）. 計量分析ユニット編『エネルギー経済統計要覧（2005 年版』省エネルギーセンター。

日本 LP ガス協会（2004）.「環境税等 LP ガスへの新たな課税・増税反対」http://www.j-lpgas.gr.jp/requ/h16/zeisei04.html.

日本 LP ガス協会（2003）.「『温暖化対策税制の具体的な制度の案～国民による検討・議論のための提案～（報告）』に関する意見」11 月，http://www.j-lpgas.gr.jp/news/ 04_011/pdf/ondanka.pdf.

日本経済団体連合会（2003）.『「環境税」の導入に反対する』11 月 18 日 http://www. keidanren.or.jp/ japanese/policy/2003/112.html, および http://www.keidanren.or.jp/ japanese/journal/CLIP/ 2003/1209/04.html.

和合 肇・伴 金美（1996）.『TSP による経済データの分析（第 2 版）』東京大学出版会。

付録：エネルギー需要の価格弾力性推定結果

1．部門別最終エネルギー消費の価格弾力性

1.1　産業部門

$$\ln(\text{eind}) = 9.3667 + \underset{(13.3)}{0.3871}\ln(\text{gnp}) + \underset{(3.38)}{0.8956}[\ln(\text{gnp}) - \ln(\text{gnp}(-1))] + \sum_{i=0,13} c_i \ln(\text{rpwpetav}(-i))$$

i	0	1	2	3	4	5	6
c_i	−0.0539	−0.0912	−0.0774	−0.0315	−0.0119	−0.0446	−0.0631
	(1.69)	(3.25)	(3.68)	(1.45)	(0.57)	(2.38)	(3.33)
i	7	8	9	10	11	12	13
c_i	−0.0395	−0.0113	0.0026	−0.0073	−0.0224	−0.0237	−0.0586
	(2.06)	(0.61)	(0.14)	(0.39)	(1.22)	(1.01)	(2.34)

計 −0.5338　　平均ラグ 5.1 年
(8.85)　　最大ラグ 13 年

推定期間：1978–2003
分布ラグ推定：Shiller 法，2 次，係数制約なし，平滑性事前情報 0.1
$\text{RB2} = 0.962, \text{SE} = 0.019, \text{DW} = 1.79$
eind = 産業部門エネルギー最終消費量（10^{10}kcal）
gnp = 実質国民総生産（90 年価格 10 億円）
rpwpetav = 実質石油製品平均卸売物価指数（2000 年=100），GNP デフレーター（90 年=100）で実質化

1.2　民生家庭部門

$$\ln(\text{ehh}) = -0.8287 + \underset{(39.1)}{0.9486}\ln(\text{gnp}) + \sum_{i=0,8} \ln(\text{rpenavhh}(-i)) + \underset{(4.54)}{0.0002389}\text{heatdd} + \underset{(1.26)}{0.0000649}\text{cooldd}$$

i	0	1	2	3	4	5	6
c_i	−0.2516	−0.0070	0.0448	0.0182	−0.0103	−0.0211	−0.0191
	(4.60)	(0.20)	(1.66)	(0.67)	(0.43)	(1.00)	(0.79)
i	7	8	9	10			
c_i	−0.0157	−0.0214	−0.0364	−0.0601	計 −0.3797	平均ラグ	3.5 年
	(0.63)	(0.89)	(1.13)	(1.46)	(5.77)	最大ラグ	10 年

推定期間：1978–2003
分布ラグ推定：Shiller 法，3 次，係数制約なし，平滑性事前情報 0.1
RB2=0.992, SE=0.018, DW=1.68
ehh = 民生家庭部門エネルギー最終消費量（10^{10}kcal）
gnp =実質国民総生産（90 年価格 10 億円）
rpenavhh = 実質家庭部門エネルギー価格加重平均（円/千 kcal）。電力，都市ガス，LPG，灯油のカロリー当り価格を各エネルギー消費量構成比で加重平均し，それを GNP デフレーター（90 年=100）で実質化。消費量のエネルギー源別構成比は，1970 年度，1980 年度，1990 年度，および 2003 年度の世帯当り消費量構成比の数値を直線補間して使用

heatdd = 都市別暖房度日（全国平均）（度日）14 度を下回る日の平均気温と 14 度との差の合計を全国 9 地域の人口により加重平均したもの

cooldd = 都市別冷房度日（全国平均）（度日）24 度を上回る日の平均気温と 22 度との差の合計を全国 9 地域の人口により加重平均したもの

1.3 民生業務部門

$$\ln(\mathrm{ebs}) = -0.9691 + \underset{(25.7)}{1.0641}\ln(\mathrm{gnp}(-1)) + \sum_{i=0,12}\ln(\mathrm{rpwenavbs}(-i))$$

i	0	1	2	3	4	5	6
c_i	−0.1439	−0.0169	0.0168	−0.0057	−0.050	−0.0773	−0.0716
	(2.50)	(0.44)	(0.57)	(0.21)	(1.97)	(3.57)	(3.39)
i	7	8	9	10	11	12	
c_i	−0.0472	−0.0217	−0.0042	0.0022	−0.0104	−0.0630	
	(2.21)	(1.00)	(0.18)	(0.09)	(0.31)	(1.39)	

計 −0.3901 平均ラグ 4.9 年
(5.07) 最大ラグ 12 年

推定期間：1978–2003

分布ラグ推定：Shiller 法，3 次，係数制約なし，平滑性事前情報 0.1

RB2 = 0.984, SE = 0.029, DW = 2.24

ebs = 民生業務部門エネルギー最終消費量（10^{10}kcal）

gnp = 実質国民総生産（90 年価格 10 億円）

rpwenavbs =実質民生業務門エネルギー卸売物価加重平均（2000 年= 100）。主要 3 エネルギーの卸売物価指数（電力，都市ガス，石油製品平均物価指数）を電力，ガス，石油の消費量構成比で加重平均し，それを GNP デフレーター（1990 年=100）で実質化。消費量のエネルギー源別構成比は，1970 年度，1980 年度，1990 年度，および 2003 年度の業務部門床面積当り消費量構成比の数値を直線補間して使用

1.4 旅客運輸部門

$$\ln(\mathrm{eps}) = -3.2606 + \underset{(1.70)}{0.4440}\ln(\mathrm{gnp}) + \underset{(3.22)}{0.7930}\ln(\mathrm{gnp}(-1)) + \sum_{i=0,13}\ln(\mathrm{rpwenavps}(-i))$$

i	0	1	2	3	4	5	6
c_i	−0.0968	−0.0139	0.0070	−0.0120	−0.0402	−0.0569	−0.0613
	(1.92)	(0.37)	(0.28)	(0.49)	(1.75)	(2.79)	(3.13)
i	7	8	9	10	11	12	13
c_i	−0.0548	−0.0346	−0.0119	−0.0103	−0.0230	−0.0269	0.0007
	(2.80)	(1.75)	(0.61)	(0.048)	(1.06)	(0.83)	(0.18)

計 −0.4347 平均ラグ 5.3 年
(4.69) 最大ラグ 13 年

推定期間：1978–2003

分布ラグ推定：Shiller 法，3 次，係数制約なし，平滑性事前情報 0.1

RB2 = 0.995, SE = 0.019, DW = 2.05

eps = 旅客運輸部門エネルギー最終消費量（10^{10}kcal）

gnp = 実質国民総生産（90 年価格 10 億円）

rpwenavps = 実質運輸旅客部門エネルギー卸売物価加重平均（2000 年=100）。乗用車，バス，旅客鉄道，旅客海運，旅客航空の各輸送量をウエイトとし，ガソリン，軽油，電力，C 重

油，およびジェット燃料の卸売物価指数を加重平均して，それを GNP デフレーター（90 年=100）で実質化

1.5　貨物運輸部門

$$\ln(\mathrm{ecg}) = 9.7244 + \underset{(13.4)}{0.5291}\ln(\mathrm{iip}) + \sum_{i=0,14}\ln(\mathrm{rpwenavcg}(-i))$$

i	0	1	2	3	4	5	6
c_i	−0.0965	−0.0367	−0.0178	−0.0268	−0.0334	−0.0218	−0.0185
	(4.17)	(1.85)	(1.12)	(1.68)	(2.12)	(1.36)	(1.21)
i	7	8	9	10	11	12	13
c_i	−0.0325	−0.0215	−0.0088	−0.0218	−0.0104	0.0002	−0.0056
	(2.06)	(1.41)	(0.57)	(1.42)	(0.67)	(0.02)	(0.30)
i	14						
c_i	−0.0411	計 −0.3931		平均ラグ 5.0 年			
	(2.25)	(9.00)		最大ラグ 14 年			

推定期間：1979–2003
分布ラグ推定：Shiller 法，2 次，係数制約なし，平滑性事前情報 0.1
RB2 = 0.995, SE = 0.015, DW = 2.34
ecg = 貨物運輸部門エネルギー最終消費量（10^{10}kcal）
iip = 鉱工業生産指数（2000 年= 100）
rpwenavcg =実質運輸貨物部門エネルギー卸売物価加重平均（2000 年=100）。貨物自動車，貨物鉄道，貨物海運，貨物航空の各輸送量をウエイトとし，軽油，電力，C 重油，およびジェット燃料の卸売物価指数を加重平均して，それを GNP デフレーター（90 年=100）で実質化

2．電力需要の価格弾力性

製造業大口電力需要の価格弾力性

$$\ln(\mathrm{delecmf}) = 10.7078 + \underset{(12.1)}{0.54299}\ln(\mathrm{iipmf}) + \sum_{i=1,9}\ln(\mathrm{rpelecb}(-i))$$

i	1	2	3	4	5	6	7
c_i	−0.0555	−0.0828	0.0450	−0.0119	−0.0345	−0.0833	−0.0470
	(1.44)	(2.96)	(1.92)	(0.54)	(1.69)	(4.01)	(1.89)
i	8						
c_i	0.0798	計 −0.2800		平均ラグ 1.7 年			
	(2.79)	(12.0)		最大ラグ 8 年			

推定期間：1978–2003
分布ラグ推定：Shiller 法，2 次，係数制約なし，平滑性事前情報 0.1
RB2 = 0.980, SE = 0.015, DW = 1.58
delecmf = 製造業大口電力需要（100 万 kWh）
iipmf =製造業生産指数（2000 年=100）
rpelecb = 実質電力卸売物価（2000 年=100）を GNP デフレーター（90 年=100）で実質化

3．ガソリン需要の価格弾力性

3.1　乗用車ガソリン需要の価格弾力性

$$\ln(\mathrm{epsauto}) = -2.1674 + \underset{(1.80)}{0.4242}\ln(\mathrm{gnp}) + \underset{(2.77)}{0.6358}\ln(\mathrm{gnp}(-1)) + \sum_{i=0,12}\ln(\mathrm{rpgasl}(-i))$$

i	0	1	2	3	4	5	6
c_i	−0.0592	−0.0197	0.0008	−0.0161	−0.0430	−0.0621	−0.0635
	(1.28)	(0.60)	(0.03)	(0.61)	(1.62)	(2.64)	(2.74)
i	7	8	9	10	11	12	
c_i	−0.0498	−0.0255	0.0026	−0.0028	−0.0255	−0.0252	
	(2.15)	(1.14)	(0.11)	(0.12)	(0.90)	(0.64)	

計 −0.389 (5.71)　平均ラグ 5.3 年　最大ラグ 12 年

推定期間：1978–2003

分布ラグ推定：Shiller 法，2 次，係数制約なし，平滑性事前情報 0.1

RB2 = 0.997, SE = 0.017, DW = 2.20

epsauto = 乗用車エネルギー最終消費量（10^{10}kcal）

gnp =実質国民総生産（90 年価格 10 億円）

rpgasl = 実質ガソリン・カロリー当り価格（円/千 kcal）を GNP デフレーター（90 年=100）で実質化

3.2　ガソリン乗用車の新車燃料効率

$$\ln(\text{vfenew}) = 1.1948 + \sum_{i=0,5} \ln(\text{rpgasl}(-i)) + 0.0135\text{time} \qquad (11.8)$$

i	0	1	2	3	4		
c_i	0.0139	0.0230	0.0883	0.1065	−0.0095	計 0.416	平均ラグ 1.7 年
	(0.35)	(0.77)	(3.28)	(2.68)	(0.26)	(11.6)	最大ラグ 5 年

推定期間：1979–2003

分布ラグ推定：Shiller 法，3 次，係数制約なし，平滑性事前情報 0.1

RB2 = 0.884, SE = 0.019, DW = 1.56

vfenew = ガソリン乗用車平均燃料効率（新車）（km/L）

rpgasl =実質ガソリン・カロリー当り価格（円/千 kcal）を GNP デフレーター（90 年=100）で実質化

time = 1 次のタイム・トレンド