

自家用自動車起因の温室効果ガス削減のための権利取引制度の評価

—燃費取引制度を中心として—

燃費規制と自動車税のグリーン化のポリシーミックス、燃料価格の高騰や景気の影響などにより交通部門のCO₂排出量は減少傾向にある。政府は、目標を確実に達成し、追加的なCO₂排出量削減を交通部門において実現させるために、燃費規制強化を中心としたCO₂排出量削減政策をまとめている。しかしながら、日本政府が実施している燃費規制と自動車税のグリーン化のポリシーミックスにて燃費性能の高い自動車を普及させCO₂排出削減を図ることは、温室効果ガスの削減費用が高いもしくは厚生損失を生じさせる。そこで本研究では、近年注目されつつある、社会的厚生を減らすことなくCO₂等の温室効果ガスを抑制する政策である、権利取引制度を応用した燃費取引制度についての効果の評価を行う。この政策による自家用自動車起因のCO₂削減効果と社会厚生の変化を評価するために、本稿では簡便なシミュレーションを実施した。シミュレーションの結果、燃費取引制度は燃費規制よりも社会的厚生を損なうことなくCO₂削減をできる政策であるものの、CO₂削減の幅は燃費規制よりも小さくなる事が判明した。

キーワード 自家用自動車, CO₂排出削減, 燃費取引制度, 燃費規制

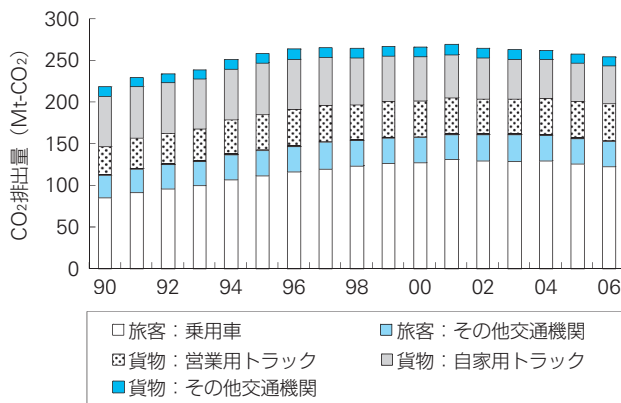
岡田 啓
OKADA, Akira

博(経) 武蔵工業大学環境情報学部専任講師
前(財) 運輸政策研究機構運輸政策研究所研究員

1——本論文の背景と目的

1.1 交通部門のCO₂排出状況

近年の交通部門からのCO₂排出量は、減少傾向にある(図-1)。交通部門では、1997年まで堅調にCO₂排出量が増加したものの、1998年に排出量が前年比で0.4%減少した。そして、2000年、2002年から2006年にかけて、交通部門全体のCO₂排出量が減少した。2006年は前年比で1.2%の減少であり、1990年比で+16.7%となっている¹⁾。

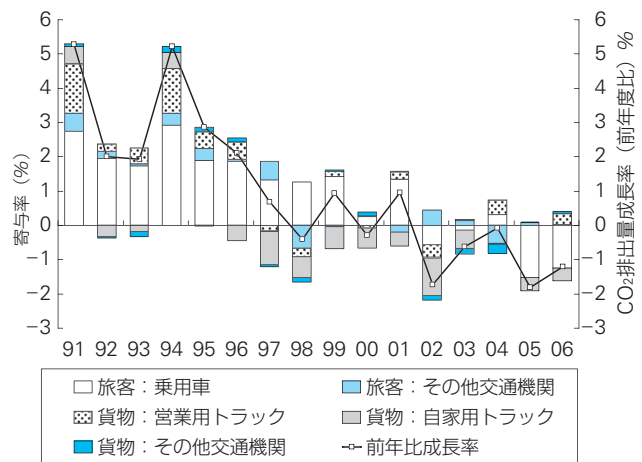


出典：温室効果ガスインベントリオフィス¹⁾から作成

■図-1 交通部門CO₂排出量の推移

交通部門のCO₂排出量の減少傾向の要因を寄与率を用いて概観する(図-2)。図-2から1998年に初めてCO₂排出が減少したのは、乗用車以外の交通機関のCO₂排出量がマイナスに転じたためであることが分かる。特に、自家用トラックと旅客船舶のCO₂排出が減少した。2002年以降のCO₂排出量の減少傾向は、乗用車のCO₂排出

のマイナス成長とトラック(自家用・営業用双方)からのCO₂排出のマイナス成長によることが理解できる。2006年は、2005年に引き続き、乗用車、自家用トラックからのCO₂排出が減少したため、前述の通り、前年比1.2%というCO₂排出量のマイナス成長となった。交通部門のCO₂排出量の減少は、自家用自動車とトラックの減少に主に依存していることが分かる。



注：棒グラフは左軸、折れ線グラフは右軸を見よ。
出典：温室効果ガスインベントリオフィス¹⁾から作成

■図-2 交通部門CO₂排出量の寄与率

1.2 交通部門における温室効果ガス削減政策とその問題点

京都議定書に定められた第一約束期間が開始した。日本は2008年から2012年の5年間における温室効果ガス(GHG: Greenhouse Gases)の平均排出量を基準年である1990年比で6%削減する義務を背負っている。

政府は、2010年までに目標(交通部門は1990年比+15.1%^{注1)})を達成するべく、トップランナー方式^{注2)}によ

る自動車の燃費規制とその自動車の普及を促す自動車税のグリーン化を中心とした交通部門温室効果ガス抑制政策を実施している(図-3)。中でも燃費規制と自動車税のグリーン化のポリシーミックスにより燃費性能の高いかつ低排出ガス認定車の普及が進展し、2007年3月末時点で、全国で約1,440万台の認定車が保有されている²⁾。これは、現在日本で保有されている自家用ガソリン乗用車の内、3台中1台が燃費性能の高いかつ低排出ガス認定車であることを意味している。この普及進展により、2005年度の新車ガソリン乗用車の10・15モード燃費平均値は、1992年度比で23%上昇している³⁾。この燃費平均値の改善は交通部門のCO₂排出削減に寄与している。

対策	削減量 (Mt-CO ₂)				
	0	5	10	15	20
トップランナー基準による燃費改善	21				
トラック輸送の効率化	7.7				
公共交通機関の利用促進	3.8				
高度道路交通システム(ITS)の推進	3.6				
情報通信を活用した交通代替の推進	3.4				
クリーンエネルギー自動車の普及	3.0				
国際貨物の陸上輸送距離の削減	2.7				
航空のエネルギー消費効率の向上	1.9				
海運グリーン化総合対策	1.4				
エコドライブの普及促進	1.3				
その他	5.2				
合計	55 Mt-CO ₂				

出典：内閣官房地球温暖化対策推進本部⁴⁾を用いて作成

■図-3 日本政府の交通部門GHG削減対策

そして、社会資本整備審議会環境部会及び交通政策審議会交通体系分科会環境部会⁵⁾は、目標を確実に達成し、追加的なCO₂排出量削減を交通部門において実現させるために、2007年12月に追加施策をまとめた。交通部門の追加施策においては、2015年度を目標年度とした乗用車等の新しい燃費基準の引き上げ施策(2007年7月策定)が中心になっている。前掲⁵⁾は、この追加的な燃費基準引き上げを含んだ自動車単体策によって、2010年度時点において3~3.5Mt-CO₂の追加的なCO₂削減を見込んでいる。

しかし、日本政府が実施している燃費規制と自動車税のグリーン化のポリシーミックスにて燃費性能の高い自動車を普及させCO₂排出削減を図ることは、次の問題点がある。それは、他の部門でのGHG削減や他の政策と比較して温室効果ガスの削減費用が高いもしくは厚生損失を生じさせることが調査⁶⁾や既存研究⁷⁾で判明していることである。このことは、このまま現行のポリシーミックスを継続することで温室効果ガスの削減を試みるのであるならば、日本の温室効果ガス削減による費用負担が増加することを意味している。

政府の定めた目標を交通部門において達成するため

に費用の負担を低く抑えつつも、温室効果ガスを削減する施策として炭素税の導入、走行距離に比例した課税の導入、燃料税の増税等の課税政策が効果的であると指摘する識者は多い^{7)・9)}。しかしながら、課税政策は社会的受容性が燃費規制のような供給側に課せられる規制や自動車税のグリーン化のような政策と比較して低く、実施が困難という問題がある。

他方、国内対策を実施せず京都メカニズムの利用量を当初より拡大するという選択肢もある。確かに、日本としては国内対策によって温室効果ガスを削減するよりも京都メカニズムを活用し諸外国から排出権を購入した方が低費用で京都議定書の数値目標を履行できる。だが、京都議定書並びにマラケシュ合意において、京都メカニズムの活用は国内対策に対して補足的でなければならないとされる補完性¹⁰⁾という考え方があり、日本は京都議定書の数値目標を達成するために京都メカニズムに完全に依存することはできない。

1.3 研究の目的

前節までのとおり、交通部門において政府の定めたGHG削減の数値目標を達成もしくは目標以上の削減を達成するために、政府はトップランナー方式による燃費基準の引き上げと自動車税のグリーン化のポリシーミックスをCO₂排出削減政策の主要施策としている。しかしながら、この燃費規制によるCO₂排出削減は、厚生損失を生じさせることが判明している。

他方、近年、燃費規制による厚生損失を緩和することが期待され、かつ交通部門特に自家用乗用車からのCO₂排出削減を意図した権利取引政策の一つである燃費取引制度の研究が進展している。燃費取引制度とは、販売した自動車の燃費値が、規制主体の設定した燃費基準値よりも超過していたならば、その超過分を燃費権という権利として取得できる制度を指す。そして、その権利を同一企業内における燃費権の不足分との相殺、権利の貯蓄(バンキング^{注3)})、もしくは他企業と取引することができる^{注4)}。燃費取引制度は、燃費規制で定められた水準をベンチマークとするベンチマーク方式が一般的である。これは、クリーン開発メカニズムなどに採用されているベース・アンド・クレジット方式に類似する。この制度が注目を集めているのは、上記の理由以外に、自動車の販売台数を制限しないこと、モニタリングに係わる費用を低くすることができる、等の利点を有しているためである。

そこで本稿では、燃費取引制度を導入した場合のCO₂排出削減効果の分析と評価を簡便な部分均衡シミュレーションにて分析する。本稿の構成は次のとおりである。2章で交通部門における排出権取引制度と燃費取引制

度に関する既存研究について整理する。そして、3章では、本研究で用いた部分均衡シミュレーションの概要を説明する。このシミュレーションでは、複数の研究で用いられている層化CES効用函数を用いて消費者サイドの行動と企業の燃費改善に関する行動を同時に分析できるようにしている。4章ではシミュレーションで使用するパラメータについて解説する。5章でシミュレーション結果を提示し、燃費取引制度が燃費規制よりも厚生損失を伴わない制度であるが、CO₂排出削減量は燃費規制よりも若干低いことを示す。またシミュレーション結果から得られる政策インプリケーションを提示する。

2——既存研究の整理

交通部門の権取引制度に関する研究を最初に行ったのは、Rubin and Kling¹¹⁾である。Rubin and Klingでは、自動車製造企業が国やカリフォルニア州政府の定めた排気ガス基準値より低い水準値を持つ乗用車を販売する度に、基準との差分を権利として受け取ることができる制度を検討している。なお、Rubin and Klingにおいては獲得した権利は相殺、取引もしくはバンキングすることができる。検証の際に使用されているモデルは、権利取引に関する制約(企業が保有している権利量の総和は規制遵守のために必要な権利量と同じか、それよりも多い)下での自動車製造企業の排気ガス削減費用最小化モデルである。検証の結果、自動車製造会社はカリフォルニア州のHC排出規制下よりも取引制度下の方が約6%の費用を削減できた。さらにバンキングなど追加的な柔軟措置を行った場合、さらに数%の費用削減を実現できることが判明した。以後、Wang¹²⁾とKling¹³⁾などにより、自動車製造会社は同様の制度を導入することでどの程度費用削減を達成できるのか検討された。これらの研究は権利取引制度を導入することで自動車製造企業が排気ガス規制下よりも遵守費用を削減できることを示した。だが、上記の研究は環境基準遵守にかかる費用の削減の程度を計測することに終始しており、制度導入の結果、乗用車利用者の行動や外部不経済の総量にどのような影響を与えるのかについては分析していないという限界がある。

交通部門から排出される温室効果ガス特にCO₂排出を低費用で削減する施策として権取引制度が注目を浴びるようになったのは、1990年代後半である。先行研究としては、Albrecht¹⁴⁾やRaux and Marlot¹⁵⁾がある。特に、Raux and Marlotでは、希望する自動車利用者に燃料購入権1,000リットルを無償で割り当てるという自主参加型の燃料購入権制度を検討している。燃料購入権を取得し

た個人は、燃料を購入する毎に同等の量の権利を行政に移転する。そして、この制度では燃料購入権は市場を通じて個人と売買することができることになっている。Raux and Marlotの研究は、これまで供給サイドにおける権利取引制度が主に分析されていた中で、需要サイドを中心として経済厚生を利用した分析を行ったところに意義がある。しかし、燃料市場における経済厚生を簡便に算定するために、乗用車利用者の行動と自動車製造会社の行動を詳しくモデル化していない。乗用車利用者と自動車製造会社の如何なる行動変化によって経済厚生の変化が起きたのかを解明することが課題である。

他方で、燃費取引制度の研究が進んでいる。燃費取引制度を分析している研究としては、Ahmad and Greene¹⁶⁾、Fischer et al.¹⁷⁾、Austin and Dinan¹⁸⁾がある。これらの研究では、アメリカで現在実施しているCAFE (Corporate Average Fuel Economy Standards: 企業平均燃費規制)と企業間で取引することが出来る燃費取引規制について比較している。

Fischer et al.¹⁷⁾は、理論モデルを基盤としたシミュレーションを用いてアメリカ合衆国で実施されているCAFE政策に燃費取引制度を導入した場合、新車市場の経済厚生にどのような変化を生じさせるのか検討している。燃費取引制度を分析するために、企業の利潤最大化行動の制約条件として権利取引に関する制約(企業が保有している権利量の総和は規制遵守のために必要な権利量と同じか、それよりも多い)を入れている。分析の結果、燃費取引制度を導入すると、導入していないケースと比較して、ガソリン消費量の削減幅は変わらず、燃費当たりの経済厚生変化はわずかに改善するという結果を提示している。この研究のシミュレーションにおいては、2000年の新車市場を中心として分析がなされている。そのため、新車と既存自動車との代替関係はモデル化されていないという限界がある。

Austin and Dinan¹⁸⁾においては、実証的に研鑽が積まれたシミュレーションモデルと自動車製造業の推計された費用函数を用いて、アメリカにおいて燃費取引制度を実施し14年間^{注5)}でガソリン消費量を10%削減させた際の年間コストを推計している。この研究においても企業の利潤最大化行動の制約条件として前述と同じ権利取引に関する制約が入れられている。シミュレーションの結果、燃費取引はCAFEと比較して、消費者と自動車生産者の費用を削減できることが判明した。そして、この論文ではガソリン税と燃費取引制度を比較している。それによると、課税政策は燃費取引制度よりも早期にガソリン消費量を削減できること、燃費取引制度によるガソリン削減量が後年課税政策より大きくなること、燃費取引

の政策コストは課税のコストよりも高いことという結果を得ている。Austin and Dinanのシミュレーションモデルにおいて、新車自動車需要の増減や移動距離の変更といった自動車ユーザーの行動変化は価格弾力性を通して計算されていた。そして、これにおいても既存自動車と新車の代替関係が明示的ではない。また、静学モデルであること、自動車産業が自発的に燃費を上昇させないと仮定されていること、技術革新や燃費以外の自動車の性能をモデルに反映しないという制限がある。

3—シミュレーションモデル

燃費取引制度の導入は、多数の主体に影響を連鎖的に与えると予測される。たとえば、乗用車の利用者は車体代が高いものの走行費用が低い(燃費性能が良い)乗用車を購入するか、車体代は低いものの走行費用が高い(燃費性能が悪い)乗用車を保有し続けるのか、さらに乗用車による走行距離を選択しなければならない。他方、この消費者の行動変更を睨みながら自動車製造会社は当該制度を遵守するために燃費性能を改善する車種や燃費改善の幅を選択したり、製造する乗用車のラインナップを変化させたり、他の企業と連携や技術供与をしたりといった行動変化を起こす。

このように燃費取引制度の導入により、各主体がどの程度行動を変更させ、その結果、燃費規制と比較してCO₂排出削減の幅が異なるのか、社会的厚生はプラスとなるのかマイナスとなるのかについては、定性的な分析では判別することができない。

そこで、既存研究を参照しながら影響を大きく受けると考える自動車製造会社と消費者の行動をモデル化し、1年1期の部分均衡シミュレーションを行うことで定量的に燃費取引制度を評価する。このシミュレーションにより、CO₂排出量変化の方向性、社会的厚生の変化の方向性、他の政策(主に燃費規制)との比較を実施する。なお、単純化のために、2社の自動車製造会社がそれぞれ2種類の自動車(普通車と小型車)を生産しているものとする。同時に、ガソリン市場、保険市場等のモデルに組み込まれていない市場に、当該政策は影響を与えないとする。

3.1 消費者のモデル

2章のサーベイから、燃費取引制度に関する既存研究においては、分析において新車と既存の自家用自動車の代替性が明示的に盛り込まれていない場合が多い。このことを鑑み、GHG削減政策の社会的厚生を計測する既存研究⁸⁾⁻¹⁰⁾において利用されている層化CES型効用

函数を用いて、消費者の自家用乗用車の車種別保有台数と移動距離の選択をモデル化する。

消費者の行動のモデル化においては前記の既存研究と同じく1人の代表的消費者を仮定し^{注6)}、この消費者は一定の予算のもと、4段階に層化された選択過程を通じて効用を最大化するように財を消費する。なお、4段階の選択過程の流れは基本的に、蓮池⁷⁾と藤原・蓮池⁹⁾を参考にしている。

既存研究⁷⁾⁻⁹⁾においては、消費者が選択できる自動車のサービスが燃費による区分(高燃費車・低燃費)や車種による区分(軽自動車・小型車・普通車)や車齢による区分(新車・中古車)でなされているものの、自動車の製造会社による区分はなされていない。つまり、既存研究においては、簡略化のために区分されない競争的な企業体によって自動車が製造されているとしている。このままでは、自動車製造会社の間で燃費を取引する制度を分析することが出来ない。

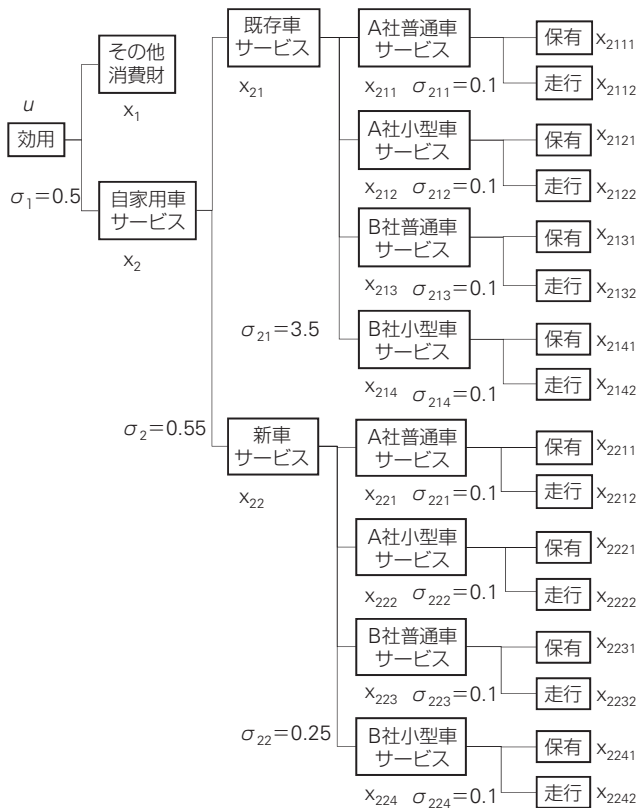
そこで本稿のモデルでは、既存研究⁷⁾⁻⁹⁾を拡張し、自動車サービスの分類を自動車製造会社でさらに分割する。つまり、既存研究における層化CES型効用函数の自家用車サービスの構成を若干変更し、それらサービスは自動車製造会社が販売している車種によって区分する。

本稿のモデルにおいては自動車製造会社2社が存在しているとしているので、対象とする自家用車サービスの市場は、16種類となる。A社を用いて具体的に自動車によるサービス8種類を列挙すると、次の通りである。すなわち、A社の新車・普通車の①保有および②走行、A社の新車・小型車の③保有および④走行、A社の既存の普通車による⑤保有および⑥走行、A社の既存の小型車による⑦保有および⑧走行である。そして、これらに他の財すべて(「その他消費財」と記載)を加えた17財に関する部分均衡モデルを作成した。以上の層化CES型効用函数の概略を図-4に示す。

図-4から見て取れるように、代表的消費者は、自動車製造会社そのものでサービスを区分することはしないモデルとする^{注7)}。さらに、自動車製造会社により自動車サービスを分割するものの、各自動車会社の質(馬力、ブランド等)は組み込まない。

層化CES型効用函数 u の第一段階においては、自家用自動車サービス(x_2)とその他消費財(x_1)の消費量を決定する。第一段階の問題は次式のようになる。

$$\begin{aligned} \text{Max } u(x_1, x_2) &= \left(\sum_{i=1}^2 \alpha_i x_i^{\frac{\sigma_1-1}{\sigma_1}} \right)^{\frac{\sigma_1}{\sigma_1-1}} \quad (1) \\ \text{s.t. } I &\geq p_1 x_1 + p_2 x_2 \end{aligned}$$



■図—4 層化CES型効用函数の概略図

ここで、 α_i と σ_1 はCES型効用函数のパラメータである。前者は配分のパラメータ(ただし、 $\sum_{i=1}^2 \alpha_i = 1$)を意味し、後者は代替の弾力性を意味している。 p_1 は其他消費財の価格でありここでは1に設定している。 p_2 は自家用自動車サービスの価格インデックスである。そして、 I は所得を表している。式(1)の最適化問題を解くと、 x_1 と x_2 を得る。なお、 $p_2 x_2$ は自家用車サービスへの支出総額を示している。

次に、第二段階においては、 $p_2 x_2$ を制約として既存車サービス(x_{21})と新車サービス(x_{22})の消費量を決定する。この問題では、次のように示される。

$$\text{Max } x_2(x_{21}, x_{22}) = \left(\sum_{i=1}^2 \alpha_{2i} x_{2i}^{\frac{\sigma_2}{\sigma_2-1}} \right)^{\frac{\sigma_2-1}{\sigma_2}} \quad (2)$$

$$\text{s.t. } p_2 x_2 \geq p_{21} x_{21} + p_{22} x_{22}$$

ここで、 α_{2i} と σ_2 はCES型効用函数のパラメータである。前者は配分のパラメータであり、後者は代替の弾力性である。 p_{21} は既存車サービスの価格インデックスであり、 p_{22} は新車サービスの価格インデックスである。式(2)の最適化問題を解き、 x_{21} と x_{22} を得る。また、第一段階における価格インデックス p_2 は、

$$p_2 = \left(\alpha_{21}^{\sigma_2} p_{21}^{1-\sigma_2} + \alpha_{22}^{\sigma_2} p_{22}^{1-\sigma_2} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_2}} \quad (3)$$

のように表すことができる。

第三段階においては、 $p_{21} x_{21}$ もしくは $p_{22} x_{22}$ を制約として自動車製造会社別車種別のサービスの消費量(x_{2kj})

($k=1,2; j=1,2,3,4$)を決定する。ここでの問題は式(4)のように表すことができる。なお、新車サービスの式のみを記載する。

$$\text{Max } x_{22}(x_{221}, x_{222}, x_{223}, x_{224}) = \left(\sum_{i=1}^4 \alpha_{22i} x_{22i}^{\frac{\sigma_{22}}{\sigma_{22}-1}} \right)^{\frac{\sigma_{22}-1}{\sigma_{22}}}$$

$$\text{s.t. } p_{22} x_{22} \geq \sum_{i=1}^4 p_{22i} x_{22i} \quad (4)$$

ここで、 α_{22i} と σ_{22} はCES型効用函数のパラメータである。前者は配分のパラメータであり、後者は代替の弾力性である。 p_{221} はA社新車普通車、 p_{222} はA社新車小型車、 p_{223} はB社新車普通車、 p_{224} はB社新車小型車の価格インデックスとなっている。式(4)と同様の最適化問題を2つ解き、 x_{211} から x_{224} までを得る。また、第二段階における価格インデックス $p_{21} \cdot p_{22}$ は、

$$p_{2i} = \left(\sum_{j=1}^4 \alpha_{2ij}^{\sigma_{2i}} p_{2ij}^{1-\sigma_{2i}} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_{2i}}} \quad (i=1,2) \quad (5)$$

のように表すことができる。

式(4)より代表的消費者は、配分のパラメータ、代替の弾力性に依存しつつ、各自動車の保有価格と単位距離当たりの走行価格で構成される各社車種別サービスの価格インデックス($p_{221} \sim p_{224}$ 、式(7))を判断材料として、それぞれの自動車サービス量を選択している。

最後に、第四段階においては、 $p_{2kj} x_{2kj}$ ($k=1,2; j=1,2,3,4$)を制約として保有台数(x_{2kj1})と走行距離(x_{2kj2})を決定する。この問題では、式(6)のように示される。なお、A社新車普通車の式を提示する。

$$\text{Max } x_{221}(x_{2211}, x_{2212}) = \left(\sum_{i=1}^2 \alpha_{221i} x_{221i}^{\frac{\sigma_{221}}{\sigma_{221}-1}} \right)^{\frac{\sigma_{221}-1}{\sigma_{221}}}$$

$$\text{s.t. } p_{221} x_{221} \geq p_{2211} x_{2211} + \frac{p_{2212}}{FE_{2212}} x_{2212} \quad (6)$$

ここで、 α_{221i} と σ_{221} はCES型効用函数のパラメータである。前者は配分のパラメータであり、後者は代替の弾力性である。 p_{2211} はA社新車普通車の保有価格、 p_{2212} はガソリン価格、 FE_{2212} はA社新車普通車の燃費である。式(6)と同様の最適化問題を8つ解き、 x_{2111} から x_{2242} までを得る。第三段階の価格インデックス p_{211} から p_{224} は、

$$p_{2kj} = \left(\alpha_{2kj1}^{\sigma_{2kj}} p_{2kj1}^{1-\sigma_{2kj}} + \alpha_{2kj2}^{\sigma_{2kj}} \left(\frac{p_{2kj2}}{FE_{2kj2}} \right)^{1-\sigma_{2kj}} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_{2kj}}} \quad (k=1,2; j=1,2,3,4) \quad (7)$$

のように表すことができる。

なお、新車車両の保有価格 (p_{22j1} ($j=1,2,3,4$)) は、車両の本体価格、駐車場借料、修理・整備費、保険料と税金から構成されている。新車車両の本体価格部分 (p_{22j1}^D ($j=1,2,3,4$)) は、当該車種の需給バランスにより決定される。そして、既存自動車の保有価格 (p_{21j1} ($j=1,2,3,4$)) は、駐車場借料、修理・整備費、保険料と税金から構成されているとする。新車の燃費 (FE_{22j2} ($j=1,2,3,4$)) は自動車製造会社が決定する。既存自動車の燃費 FE_{21j2} は既存のデータに基づき外生的に与えることにする。さらに、ガソリン価格 (p_{2kj2} ($k=1,2$; $j=1,2,3,4$))、駐車場借料、修理・整備費用、保険料については、国際的・国内的需給関係により外生的に決定しているとし、それら価格は既存データに基づいて外挿する。

3.2 自動車製造会社のモデル

燃費取引制度において被規制主体となる自動車製造企業の行動としては、前述のとおり、技術開発による燃費の改善、製造する車のラインナップ変更、販売戦略の変更、燃費権の取得・取引、他企業との提携等が考えうる。

このような行動の中でも、本稿においては、燃費の改善行動と燃費権の取得・取引の2つの行動に着目する。そして、自動車製造企業は、技術開発もしくは技術変更による燃費の改善と権利の取引を通じて利潤最大化を図るものと仮定する。この燃費の改善行動によって、自動車製造会社は販売する新車の燃費を変更できるが、既存車の燃費は改善することはできない。

モデルの単純化のために、自動車製造企業が2社の場合で検討を行う。自動車製造会社は、競争状態下で、複占による戦略的行動を採らず、利潤最大化行動をとるものとする^{注8)}。競争状況下であることは、Fischer et al.¹⁷⁾で採用されているゼロ利潤条件で表現する。そして、これらの自動車製造企業は、直接消費者に新車自動車を販売すると仮定する。また、この2社は、普通自動車、小型自動車をそれぞれ1種類ずつ製造・販売しているとする^{注9)}。つまり、合計で4種類の新車自動車を消費者は選択することができる。なお、本稿における代表的消費者は、A社・B社の合計4種類の新車自動車サービスを、「A社」「B社」という区分にて認識せず、第三段階の新車サービス価格インデックスを通じて認識するようになっている。

3.2.1 モデル

自動車製造会社A・Bは、次式の利潤関数を持つとする。

$$\pi^A = \sum_{j=1}^2 [p_{22j1}^s x_{22j1}^s - (p_{022j1} + C^A(FE_{22j1})) \cdot x_{22j1}^s] \quad (8)$$

$$\pi^B = \sum_{j=3}^4 [p_{22j1}^s x_{22j1}^s - (p_{022j1} + C^B(FE_{22j1})) \cdot x_{22j1}^s] \quad (9)$$

ここで、 π^A (π^B) は企業A (B) の利潤関数、 p_{022j1} は燃費制度導入前の新車jの車体価格、 p_{22j1}^s は燃費改善後の新車jの車体価格、 x_{22j1}^s は新車jの生産台数、 FE_{22j1} は新車jの燃費改善後の燃費水準とする。そして、 $C^A(FE_{22j1})$ 、 $C^B(FE_{22j1})$ は、企業A・Bにおける一台あたりの燃費改善のための費用関数を意味する。

自動車製造会社は、利潤最大化行動を通して、 p_{22j1}^s 、 x_{22j1}^s 、 FE_{22j1} の3変数を決定する。なお、 p_{022j1} は既存データより外生的に与える。

式(8)(9)にある $C(FE_{22j1})$ は、車両条件が日本と比較可能なデータを用いて燃費に関する費用関数を推計している紀伊²⁰⁾の成果を利用するため、紀伊で使われている次の函数型をとる。

$$C(FE_{22j1}) = a1 \cdot \left(\frac{1/FE_{022j1} - 1/FE_{22j1}}{1/FE_{022j1}} \right) + a2 \cdot \left(\frac{1/FE_{022j1} - 1/FE_{22j1}}{1/FE_{022j1}} \right)^2 + a4 \cdot \left(\frac{1/FE_{022j1} - 1/FE_{22j1}}{1/FE_{022j1}} \right)^4 \quad (10)$$

ここで、 FE_{022j1} は新車jの初期燃費水準、 $a1$ 、 $a2$ と $a4$ は費用関数パラメータを意味する。この費用関数のパラメータ $a1$ 、 $a2$ 、 $a4$ の数値については、4.2節にて言及する。なお、燃費に関する費用関数においても自動車生産量が増加すると費用が低下する規模の経済性が働くことも考え得るが^s、本稿では既存研究¹⁷⁾、¹⁸⁾と同じく燃費技術に関して規模の経済性が働かないと仮定している。

3.2.2 燃費取引導入時のモデル

燃費取引制度導入時における、自動車製造企業の利潤関数(式(8)(9))を、次式のようにする。

$$\pi^A = \sum_{j=1}^2 [p_{22j1}^s x_{22j1}^s - (p_{022j1} + C^A(FE_{22j1})) \cdot x_{22j1}^s] + p_{FET} \cdot \sum_{i=1}^2 (FE_{22j1} - FE_{22j1}^{REG}) \cdot x_{22j1}^s \quad (11)$$

$$\pi^B = \sum_{j=3}^4 [p_{22j1}^s x_{22j1}^s - (p_{022j1} + C^B(FE_{22j1})) \cdot x_{22j1}^s] + p_{FET} \cdot \sum_{j=3}^4 (FE_{22j1} - FE_{22j1}^{REG}) \cdot x_{22j1}^s \quad (12)$$

ここで、 p_{FET} は燃費権の価格、 FE_{22j1}^{REG} は新車jの燃費規制水準である。燃費権の価格は、クリアリング価格^{注10)}とする。式(11)(12)における $\sum (FE_{22j1} - FE_{22j1}^{REG}) \cdot x_{22j1}^s$ が^s正になった場合、他社に燃費権を販売することが^sできる。

他方、負になった場合は燃費権を市場から調達しなければならない。

3.3 市場均衡条件

消費者の主体的な行動と自動車会社の主体的な行動の結果、新車自動車の需要量と供給量が必ずしも一致するとは限らない。そこで、新車自動車サービスの財の需要量と供給量が一致し、かつ供給者価格と需要者価格が一致することを保証するために、次のような価格と財に関する制約式を導入する。

$$p_{22j1}^D = p_{22j1}^S \quad (j = 1, 2, 3, 4) \quad (13)$$

$$x_{22j1} = x_{22j1}^S \quad (j = 1, 2, 3, 4) \quad (14)$$

これらの制約式は、新車自動車に関する需給均衡式である。式(13)は新車価格が需要・供給両側で一致すること、式(14)は新車生産台数が新車購入台数に一致することを意味している。なお、既存車の保有サービス x_{21j1} と移動距離 x_{21j2} 、新車による移動距離 x_{21j2} については、需要量がそのまま満たされるとしている。

3.4 政策シミュレーション時における追加条件

本稿のシミュレーションでは新車燃費規制、燃料税の増税、燃費取引制度という3つの政策をシミュレートする。この3つの政策を分析するために、シミュレーションに応じて、次の3つの条件を追加している。

第一に新車燃費規制の場合、

$$FE_{22j1} \geq FE_{22j1}^{REG} \quad (j = 1, 2, 3, 4) \quad (15)$$

という条件を追加する。

第二に燃料税の増税の場合、

$$p_{2kj2} = p_g + p_g^{tax} \quad (k = 1, 2; j = 1, 2, 3, 4) \quad (16)$$

という条件を追加する。ここで p_g はガソリンの実勢価格、 p_g^{tax} は燃料税額とする。

最後に燃費取引制度の場合、燃費取引全体の制約

$$\sum_{j=1}^4 (FE_{22j1} - FE_{22j1}^{REG}) \cdot x_{22j1}^S \geq 0 \quad (17)$$

を追加する。式(17)は、各社の燃費権・負債を総和することにより、社会全体で、短期的には燃費権が取引されることで権利が相殺されるか、権利が余ることを意味している。言い換えると、燃費権はバンキングすることができず、当年に使用しなければ権利が失効してしまうことを意味している。これは、本稿の1年1期のシミュレーションモデルと整合する。

3.5 社会的厚生の評価

燃費取引制度などを導入することによって、社会的厚生の変化がどのようになるのかが重要である。そこで、

本稿のシミュレーションでは、藤原・蓮池⁹⁾を参照し、「代表的消費者の効用水準の変化」、「走行距離の変化に伴う混雑や交通事故の変化」、「燃料減少に伴う温室効果ガス・大気汚染物質削減の便益」、「自動車関係税収、燃料税税収の変化」という4点を考慮している。これら4点の変化の合計を本稿では「社会的厚生」と定義する。

4—パラメータの設定

シミュレーションを実行するにあたって設定する必要があるパラメータは、効用関数に関するパラメータ (α, σ) と自動車製造企業の費用関数のパラメータ ($a1, a2, a4$) と外部費用の貨幣原単位である。

4.1 効用関数のパラメータ

代替の弾力性を表すパラメータ σ は、本来、各財の需要の価格弾力性の実証結果をもとにして算定されることが望ましい。しかしながら、すべての財の価格弾力性の実証結果を得ることができなかった。そこで、表—1~3に示す既存統計から価格と数量に関する値を外挿した上で、短期ガソリン需要の価格弾力性が既存の研究と整合的となるように代替の弾力性 σ の値を外生的に設定した⁹⁾ (数値は図—4参照)。なお、外挿した価格と数量のデータは2003年のデータを用いた。

■表—1 用いた価格および需要に関するデータ(1)

項目	数値	出典
所得(雇用者報酬)	263,360(10億円)	『国民経済計算年報』 ²¹⁾
自動車の保有に関わる価格		
駐車場代	28(1,000円/年)	『家計調査』 ²²⁾
保険料	71-92(1,000円/年)	『自動車保険の概況』 ²³⁾
修理・整備	16(1,000円/年)	『家計調査』 ²²⁾
新車価格(東京)		
普通	2,700-2,735(1,000円/台)	『自動車ガイドブック』 ²⁴⁾
小型	1,630-1,800	
税金(自動車重量税・取得税)		
普通	76-136(1,000円/台・年)	
小型	53-83	

■表—2 用いた価格および需要に関するデータ(2)

項目	数値	出典
新車台数		
X ₂₂₁₁	802(1,000台)	『自動車月報』 ²⁵⁾
X ₂₂₂₁	770	
X ₂₂₃₁	490	
X ₂₂₄₁	1,007	
保有台数		
普通	15,837(1,000台)	『自動車輸送統計年報』 ²⁷⁾
小型	26,886	

■表—3 用いた価格および需要に関するデータ(3)

項目	数値	出典
燃費(新車)		
FE ₂₂₁₂	10.4 (km/l)	『自動車ガイドブック』 ²⁴⁾
FE ₂₂₂₂	14.6	
FE ₂₂₃₂	10.1	
FE ₂₂₄₂	15.2	
燃費(既存)	新車の燃費の90%と仮定	『エネルギー・経済統計要覧』 ²⁶⁾
走行量		
普通	10 (1,000km/年)と仮定	『自動車輸送統計年報』 ²⁷⁾
小型	10	
燃料消費量	42.6(10億l) (上記の保有台数、燃費、 走行距離より算定)	『自動車輸送統計年報』 ²⁷⁾ のデータでチェック

代替の弾力性 σ の値を外生的に設定する際に参照した短期ガソリン需要の価格弾力性 ε_{Q,p_g} は、

$$\varepsilon_{Q,p_g} = \varepsilon_{X,h} (1 - \varepsilon_{FE,p_g}) - \varepsilon_{FE,p_g} \quad (18)$$

と表せる^{注11)}。ただし、 $\varepsilon_{X,h}$ は距離の1km当たり走行費用弾力性、 ε_{FE,p_g} は燃費のガソリン価格弾力性を表す。 $\varepsilon_{X,h}$ は、リバウンド効果と呼ばれ、Greene²⁸⁾などで実証分析がなされている。図—4における σ の設定では、 $\varepsilon_{X,h}$ は平均で-0.17であった。これを踏まえ、短期ガソリン需要の短期価格弾力性 ε_{Q,p_g} は、平均で-0.18となり実証研究²⁹⁾で得られた推定値(-0.03~-0.26)の範囲内となっている。

これまでに外挿したデータや代替の弾力性 σ を用いてパラメータ α を算出している。算出の結果を表—4に示す。

■表—4 α のカリブレーション結果

α_1	1	α_2	2.16E-5
α_{21}	0.935	α_{22}	0.065
α_{211}	0.118	α_{221}	0.312
α_{212}	0.617	α_{222}	0.190
α_{213}	0.030	α_{223}	0.274
α_{214}	0.236	α_{224}	0.223
α_{2111}	0.597	α_{2211}	0.963
α_{2112}	0.403	α_{2212}	0.037
α_{2121}	0.624	α_{2221}	0.957
α_{2122}	0.376	α_{2222}	0.043
α_{2131}	0.591	α_{2231}	0.962
α_{2132}	0.409	α_{2232}	0.038
α_{2141}	0.634	α_{2241}	0.962
α_{2142}	0.366	α_{2242}	0.038

4.2 自動車製造企業に関するパラメータ

式(10)の費用函数のパラメータ $a1 \cdot a2 \cdot a4$ については、数値を紀伊²⁰⁾から取得した(表—5)。紀伊²⁰⁾においては、自動車製造会社単位で費用函数を推計していないが、燃費に影響を及ぼす車体の軽量化技術の有無で費用函数を推計している。そこで、A社に対してまず「軽量化有り」のパラメータを、B社には「軽量化無し」のパラメータを割り当てる。これにより費用函数の差によりどの

ような結果を生じるのか概観する。なお、費用函数のパラメータを変更した場合について、5.3節において感度分析を行う。また、紀伊²⁰⁾では、費用函数がアメリカドルを用いて表示されているので、1ドル120円という為替レートを用いて日本円に換算している。

■表—5 費用函数のパラメータ

	軽量化有り		軽量化無し	
	小型	普通	小型	普通
a1	3,433	4,512	2,361	2,785
a2	6,302	6,796	20,675	24,173
a4	38,895	41,095	8,482	4,324

出典：紀伊²⁰⁾

4.3 外部費用の原単位

政策実施による環境負荷軽減の厚生の変化を測定するためには、環境負荷の変化を費用に換算する必要がある。国内外の既存研究において環境負荷の原単位が計測されている。本稿では、それらの既存研究や他のシミュレーションモデル⁸⁾⁻¹⁰⁾を参照しつつ、環境負荷の原単位として表—6の数値を採用する。採用した原単位の水準は、実証研究から得られた数値の中でも中程度の水準に相当している。

■表—6 外部費用の原単位

項目	数値
CO ₂	19.3 [¥/l] (¥30,000/t-C)
大気汚染	9.9 [¥/l]
混雑	7 [¥/km]
事故	2.5 [¥/km]

5 シミュレーションとその結果

3章の部分均衡モデルを用いて、燃費規制、燃費取引とガソリン税の増税を単体で実施した場合と政策を併用するポリシーミックスを実施した場合におけるCO₂排出量削減量と社会的厚生を評価する。モデルの計算には、GAMS (General Algebraic Modeling System)を用いた。

5.1 政策シミュレーションの概要

本研究では、燃費規制強化、燃費取引とポリシーミックスの効果についてシミュレートしている。シミュレートする政策の概要を表—7に示す。シミュレーションは政策パラメータの値を換えながら10回行っている。単体で政策を行うシミュレーションにおいては、シミュレーション毎に政策パラメータの数値を単純に上昇させる。他方、ポリシーミックスの場合は、ガソリン税の増税額を固定し、燃費の規制値はシミュレーション毎に上昇させる。なお、シミュレーションの基準ケースは、4章の表—1~3で外挿

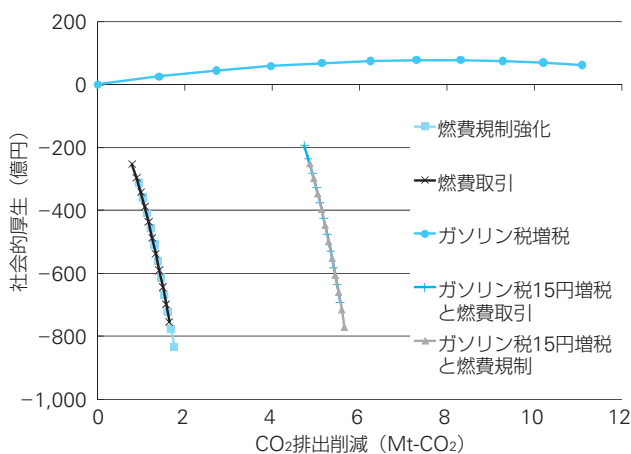
した統計値での結果としている。

■表一七 シミュレートする政策の概要

政策	内容
燃費規制強化 [Reg]	初期規制値を普通車13 [km/l]、小型車17 [km/l]とし、規制値をシミュレーション毎に0.3 [km/l]上昇
燃費取引 [Trade]	Regにおいて企業間燃費取引が可能
ガソリン税増税 [Tax]	シミュレーション毎にガソリン税を5 [¥/l]増税
燃費規制強化+ガソリン税増税 [RegTx]	ガソリン税を15 [¥/l]上昇。シミュレーション毎に規制値を0.3 [km/l]上昇
燃費取引+ガソリン税増税 [TraTx]	RegTxにおいて企業間燃費取引が可能

5.2 シミュレーション結果

燃費規制、燃費取引とガソリン税の増税とポリシーミックスを実施した場合におけるCO₂排出削減と社会的厚生の変化のシミュレーション結果を図一五、表一八に示す。ポリシーミックスと政策の単体実施を比較するために、表一八の数値を3回目のシミュレーションの結果にて整理した。



■図一五 社会的厚生の変化

■表一八 各政策による社会的厚生の変化

	Reg	Trade	Tax	RegTx	TraTx
CO ₂ 削減率 [%]	1.26	1.12	4.11	5.34	5.2
1台あたり社会的便益 [¥/台年]					
利用者便益	-1,014	-877	-1,440	-2,455	-2,320
混雑・事故削減便益	-7	9	395	389	405
CO ₂ 削減便益	23	21	77	101	98
大気汚染削減便益	12	11	40	52	50
税収の変化	-88	-76	1,067	963	979
純便益	-1,074	-912	139	-951	-788

図一五から伺えるとおり、ガソリン税の増税は既存研究と同様に総体的に社会的厚生を損なうことなくCO₂排出を削減することができるものの、燃費規制と燃費取引制度にてCO₂を削減しようとすると、厚生損失が生じるという結果となった。

図一五から、燃費規制と燃費取引は1つの曲線に収斂しているように見えるが、燃費取引の曲線は燃費規制のそれ

よりも左上方にシフトしている。つまり、燃費取引は、燃費規制よりも社会的厚生損失が少ないが、CO₂排出の削減量も若干少なくなる。表一八からもこのことが確認できる。燃費取引は燃費規制よりもCO₂排出の削減量が若干少なくなるという結果は、Fischer et al.¹⁷⁾とは異なっている。

他方、ポリシーミックスとしてガソリン税の15円増税と燃費取引または燃費規制強化を行った場合において、CO₂削減量はそれぞれの政策を単体で行った場合を足し合わせた数量とほぼ同じであった(表一八)。そして、このポリシーミックスでは社会的厚生損失が発生するという結果を得た。ただし、ポリシーミックスの実施は、厚生損失の程度を少なくすることができる。

表一八から、CO₂排出削減の若干異なる燃費取引制度と燃費規制政策は、社会的厚生の内容が異なっていることが分かる。この2つの政策の差異は、利用者便益にある。燃費取引制度は、燃費規制よりも自動車利用者の便益を損なわないのである。表一八から、燃費取引制度は規制よりも消費者への損失を13%程度抑えることができていることが分かる。この損失抑制は、主に、燃費取引制度導入時の新車普通車サービスの保有価格が規制政策実施時のそれより低くなり、その結果新車普通車サービスの消費量が規制時よりも多くなることに起因している。ただし、このことは、CO₂排出削減が燃費規制のそれよりも少なくなっている要因になっている。

今回のシミュレーションでは、表一八の第2列目にあるように混雑・事故便益が悪化した。これは、燃費規制を導入すると、新車車体価格が上昇し、新車保有台数は減少する。これにより総走行距離は減少する。だが、新車の燃費改善に伴う走行価格の低下により生じるリバウンド効果はその減少幅を上回り、総走行距離が導入前より増加したためである。他方、燃費取引制度は、車体価格上昇に伴う保有台数減少に起因した走行距離減少がリバウンド効果による走行距離増加を上回った。その結果、混雑・事故の外部不経済が減少した(表一八の第3列目)。

上記の利用者便益・外部不経済・税収の変化を考慮すると、燃費取引制度は、総合して、燃費規制政策よりも1台あたり社会的損失は10%程度少なくて済むという結果を得た。

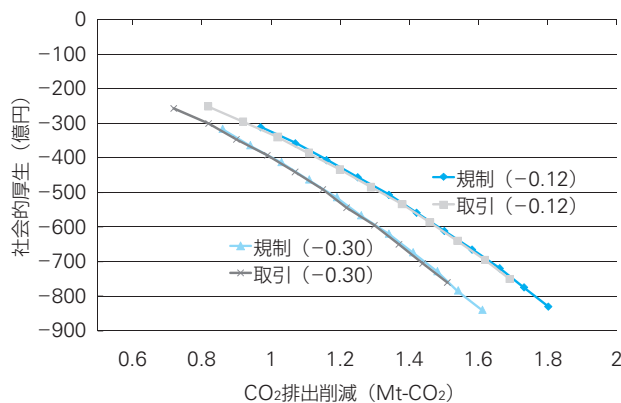
本稿のモデルは、既存研究^{8), 9), 17)}を変更し、明示的に既存車と新車の代替関係を盛り込んでいる。燃費規制や燃費取引制度の導入により既存車・新車の選択量に影響し、CO₂排出に変化を与えるかどうか検証した。シミュレーションの結果は、燃費規制や燃費取引制度の導入は既存車の選択量ひいてはCO₂排出量も殆ど変化させないことがわかった。これは1年1期としたシミュレーションモデルであったことにも起因すると思われる。

5.3 感度分析

4章において設定したパラメータを変更した場合に、CO₂排出削減量と社会的厚生の方角性が変わる可能性がある。そこで、次の2つパラメータの感度分析を行った。第一は代表的消費者の効用函数のパラメータ σ の変更である。第二はA社とB社の技術(「軽量化有り」・「軽量化無し」)パラメータの割り当ての変更である。

5.3.1 層化CES効用函数のパラメータ

実証研究と整合させるように設定した効用函数のパラメータ σ であったが、ここでは、短期ガソリン需要の短期価格弾力性 ϵ_{Q,P_g} が-0.30、-0.12となるようにパラメータ $\sigma_{211} \sim \sigma_{222}$ を調整した。結果を図-6と表-9に示す。シミュレートした政策は、燃費規制と燃費取引のみである。なお、表-10には5.2節における価格弾力性-0.17の結果を併記している。



■図-6 効用函数に関する感度分析の結果

■表-9 効用パラメータを変化させた感度分析

ϵ_{Q,P_g}	-0.12		-0.17		-0.30	
	Reg	Trade	Reg	Trade	Reg	Trade
CO ₂ 削減率	1.30	1.16	1.26	1.12	1.15	1.03
利用者	-1,015	-878	-1,014	-877	-1,011	-875
混雑事故	-1	15	-7	9	-22	-5
CO ₂ 削減	24	21	23	21	21	19
大気汚染	12	11	12	11	11	10
税収変化	-90	-78	-88	-76	-83	-72
純便益	-1,069	-909	-1,074	-912	-1,084	-923

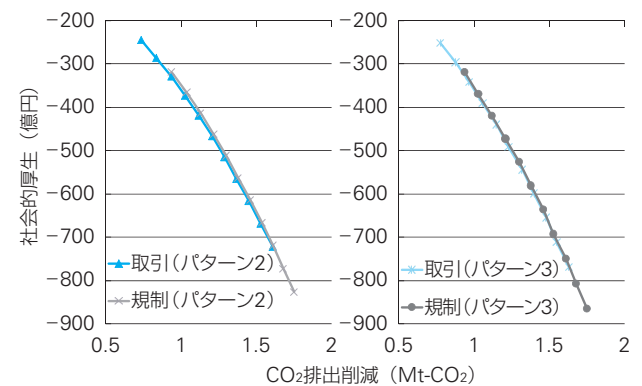
注：単位は表-8と同じ。

図-6から伺えるように、パラメータ変更によるガソリンの価格弾力性の変更により、各政策の社会的厚生とCO₂削減量は変化してくる。しかしながら、表-9を見ると、燃費規制のCO₂削減量はどの弾力性においても燃費取引制度より大きく、また燃費規制による純便益は必ず燃費取引制度よりも悪くなるという結果になった。これは表-8と同じ結果である。

5.3.2 費用函数のパラメータ

5.2節のシミュレーションにおいては、A社の費用函数

パラメータを「軽量化有り」に、B社のそれを「軽量化無し」としていた。費用函数のパラメータ変更による影響を見るため、パラメータの組み合わせを次の3パターン用意した。第一はA社のパラメータを「軽量化無し」・B社のそれを「軽量化有り」とする(パターン1)、第二にはA社の新車・普通車におけるパラメータを「軽量化有り」・小型車を「軽量化無し」とし、B社の新車・普通車のそれを「軽量化無し」・小型車を「軽量化有り」とする(パターン2)、最後はパターン2と反対にパラメータを設定する(パターン3)。パターン2や3を設定したのは、自動車数の販売台数の大小により、社会的厚生等への影響も変わってくると予測されるためである。費用函数のパラメータ変更の感度分析の結果を図-7、表-10に示す。見やすくするため図-7にパターン1の結果を記載していない。



■図-7 費用函数に関する感度分析の結果

■表-10 企業の費用函数パラメータを変化させた感度分析

政策	パターン1		パターン2		パターン3	
	Reg	Trade	Reg	Trade	Reg	Trade
CO ₂ 削減率	1.26	1.05	1.26	1.07	1.26	1.10
利用者	-1,060	-849	-1,025	-843	-1,048	-885
混雑事故	-7	10	-6	8	-8	11
CO ₂ 削減	23	20	23	20	23	20
大気汚染	12	10	12	10	12	10
税収変化	-90	-70	-89	-71	-89	-75
純便益	-1,121	-878	-1,085	-877	-1,110	-918

注：単位は表-8と同じ。

図-7から燃費規制・燃費取引制度に関する社会的厚生とCO₂排出量の関係は、図-5と図-7を比較すると大きく変化がないことが見て取れる。他方、表-10においては、パターン2とパターン3の結果に差がでている。すなわち、パターン3の純便益はパターン2のそれよりも悪化していることである。これは、パターン2においては燃費削減技術が多くの自動車に適用されるものの、パターン3ではその逆で、燃費削減技術が多くの自動車に適用できない場合となっている。これより、新車販売台数の多い会社が優位な燃費技術を持っているとCO₂削減の負担が軽減することが分かる。

5.4 政策インプリケーション

5.2節, 5.3節のシミュレーション分析から次の2つの政策インプリケーションを導き出すことができる。

第一に、燃費取引制度は、燃費規制よりも社会的厚生を損なうこと無くCO₂削減をできる政策である。ただし、CO₂削減の幅は燃費規制よりも小さくなる。この傾向は、ガソリンの短期価格弾力性に依存しない。社会として費用負担を少なくしながらもCO₂排出削減を行っていくという観点から、燃費取引制度は現在の燃費規制を補完する政策オプションになりうる。

第二に、燃費取引制度は、影響が及ぶ自動車の台数が多くなると、そうでない場合と比較して社会的厚生が改善する。言い換えると、新車販売台数の多い企業が費用の低い燃費改善技術を有している場合に社会的に望ましい状況を達成できるようになる。これより、燃費取引制度に関する社会的厚生への影響をさらに検討するためには、自動車製造企業の燃費に関する費用関数の分析と当該企業の市場シェア等についての知見が必要になってくる。

本稿のシミュレーションでは検証していないが、燃費権などの権利を用いた市場支配力行使問題について触れておく。Ahmad and Greene¹⁶⁾において、技術と販売台数の多い一部の自動車製造会社が燃費権を多く取得し、逆に技術を持っていない企業が多くの燃費権が必要となり、その結果、売り手・買い手双方のハーフィンダール指数が2,500以上^{注12)}になると述べている。これより、故意による権利価格のつり上げといった市場支配力が問題になる可能性もありうるかもしれない。だが、Tietenberg³⁰⁾によると、実験の結果、市場支配力行使による非効率よりも規制による非効率の方が大きいという。この結果は状況によって変わりうるので、燃費権市場の市場支配力の問題は今後の検討課題としたい。

6——結論と今後の課題

本稿においては、最初に日本の交通部門CO₂排出量の現状とCO₂排出量削減政策の概況についてまとめ、次に、燃費取引制度に関する既存研究について概観した。続いて日本において燃費取引制度を導入した場合のCO₂排出削減効果の分析と社会厚生変化の評価を行うために、層化CES効用関数を用いた簡便な部分均衡シミュレーションを実施した。そして、最後にシミュレーションから得られた政策インプリケーションを提示した。

なお、本研究には以下のような課題がある。第一に、1年1期の静学モデルであるため、自動車という耐久消費財の購入に関するモデル化が不十分といえる。シミュレーションモデルを動学を踏まえた形に変更する必要がある。

第二に自動車の運転者は代表的消費者ではなく多様な消費者である。この運転者の多様性を踏まえる必要がある。第三に燃費権を割り当てる際に燃費規制の水準をベンチマークとする方式ではなくオークション方式など他の方式について比較検証することである。最後に、前節で触れた市場支配力問題などの自動車製造会社の戦略的行動を踏まえた分析についての検討も今後の課題としたい。

謝辞: 研究の着想からその方向性について中村英夫前運輸政策研究所所長から多くのご指導を賜った。そして、森地茂所長から多くのご教授を賜った。また、日本自動車研究所総合企画研究部の紀伊雅敦氏から本研究に関して有益なコメントを多数頂いた。さらに、本稿の審査過程において匿名査読者3名から有用なコメントを頂いた。ここに記して謝意を表す。但し、本稿の誤りは筆者に帰属する。

注




注1) 本年3月に改訂された『京都議定書目標達成計画』で定められた数値目標は1990年比+10.3%~11.9%である。目標を達成するために、10~13Mt-CO₂の削減が必要となった。

注2) トップランナー方式とは、自動車等の省エネルギー基準に、各々の製品において消費効率が現在商品化されている製品のうち最も優れているものの性能以上を指す。

注3) バンキングとは、今期得た権利を将来の期間において利用できることにする制度を指す。

注4) 燃費取引制度においては、被規制主体が自動車製造企業となる。権利の発行方法や取引方法方について、表-11を用いて説明をする。

■表-11 燃費取引制度の概要

モデル	燃費 (km/l)	規制水準 (km/l)	クレジット (km/l/台)	販売量 (台)	総クレジット (km/l)
企業A					
A1 	17	14	+3	20	+60
A2 	10	14	-4	10	-40
↓ 権利 ↑ 支払					
企業B					
B1 	12	14	-2	10	-20
平均燃費					14 (km/l)

企業Aは、モデルA1(17km/l)、モデルA2(10km/l)という2種類の乗用車を販売しているとする。今、政府が基準となる燃費水準を14km/lに定め、燃費取引制度を導入したとする。この時、企業Aは、モデルA1を1台販売すると、政府の基準燃費水準との差分である3km/l(=17-14)を権利として取得することができる。他方、モデルA2を1台販売すると、-4km/l(=10-14)を権利として取得する。このことは、4km/l分の権利をどこから調達してこなければならないことを意味している。そして、企業Aは、モデルA1を20台、モデルA2を10台販売したとする。最終的に、企業Aは、+20km/l(=3×20+(-4)×10)の燃費権を取得することができる。このような経過を通して燃費の権利が発行される。

ここで、モデルB1(12km/l)を10台販売する企業Bがいたとする(表-11)。企業Bは20km/lの権利をどこからか調達してこなければならない。そこで、企業Bは企業Aから20km/l分の権利を譲り受け、そのかわりとして金銭等を支払う。この取引の結果、新車の販売台数で加重平均をした新車平均燃費は政府の定めた基準燃費水準と同じ14km/lとなる。

注5) アメリカにおける平均的な廃車年数が14年である。そのため、既存の自動車全てが新しい自動車に入れ替わる年数が14年となっている。

注6) 代表的消費者が成立するための条件(効用関数が同一であること、ゴーマン条件を満たすこと)については黒田¹⁹⁾の8章を参考のこと。

注7) 図一4のような順番としたのは、保有価格の低い燃費が悪い(走行価格の高い)既存自動車を維持するのか保有価格は高い燃費が良い(走行価格の低い)新車の選択を人々はまず行う。その後、自動車会社と車種を嗜好や価格に応じて決定すると判断したからである。これ以外でのサービス消費量選択過程もあるが、それについては今後の検討課題とする。

注8) 既存研究^{8), 17), 18)}においては、企業の利潤関数の中に他社の価格等は入っていない。つまり、既存研究において、自動車製造企業は戦略的行動を採らないような前提が置かれていることが多い。本稿においても、それらに準拠することとした。

注9) モデルを簡略化するために軽自動車を車種の中に、今回は盛り込んでいない。今後、モデルを拡張する際の検討課題としたい。

注10) クリアリング価格とは取引市場の需給がバランスする価格を指す。

注11) ガソリン価格を P 、ガソリン消費量を Q 、燃費を FE 、走行距離を X とすると、1km当たりのガソリン価格 h は、 $h=P/FE$ となる。この式とガソリン消費量と走行距離・燃費の関係式 $Q=X/FE$ を全微分し、ガソリン需要の価格弾力性 $\epsilon_{Q,P}=(P/Q)(dQ/dP)$ に代入し整理をすると式(18)となる¹⁸⁾。

注12) アメリカ連邦取引委員会のガイドラインによると、ハーフィンダール指数が1,800以上になると、高集中産業と分類される。

参考文献

- 1) 温室効果ガスインベントリオフィス[2008],「日本の温室効果ガス排出量データ(1990~2006年度)」, (オンライン), http://www-gio.nies.go.jp/aboutghg/data/2008/n001_6gas_2008-gioweb_J1.36.xls, 2008/5/29.
- 2) 国土交通省中国陸運局交通環境部環境課[2007],「低公害車保有台数」, (オンライン), <http://www.cgt.mlit.go.jp/koukan/toukei.html>, 2007/12/25.
- 3) 国土交通省自動車交通局技術安全部環境課[2007],「自動車燃費一覧」, (オンライン), <http://www.mlit.go.jp/jidosha/nenpi/nenpulist/nenpulist.html>, 2007/12/25.
- 4) 内閣官房地球温暖化対策推進本部[2005],「京都議定書目標達成計画」, (オンライン), http://www.kantei.go.jp/jp/singi/ondanka/kakugi/050428keikaku_betu.pdf, 2006/8/11.
- 5) 社会資本整備審議会環境部会・交通政策審議会交通体系分科会環境部会[2008],「京都議定書目標達成計画の評価・見直しに関する最終とりまとめ」, (オンライン), http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha08/01/010208_.html, 2008/3/24.
- 6) 西岡秀三 編[2001],「温室効果ガス削減技術」, エネルギーフォーラム.
- 7) 蓮池勝人[2001],「環境保全のインセンティブ機能を念頭においた自動車関連税制の検討」,「交通学研究」, 45, pp. 187-19.
- 8) 谷下雅義, 鹿島茂[2002],「自動車関連税制が乗用車の保有・利用に及ぼす影響の分析」,「土木学会論文集」, 709 (IV-56), pp. 39-49.
- 9) 藤原徹, 蓮池勝人[2004],「環境対策を考慮に入れた走行距離ベース課税のマクロ的評価」,「交通学研究」, 48, pp. 161-170.
- 10) United Nation Framework Convention on Climate Change[2002], *Decision*

- 15/CP.7: Principles, nature and scope of the mechanisms pursuant to Articles 6, 12 and 17 of the Kyoto Protocol, FCCC/CP/2001/13/Add.2, (online), <http://unfccc.int/resource/docs/cop7/13a02.pdf#page=2>, 2006/8/21.
- 11) J. Rubin and C. Kling [1993], "An emission saved is and emission earned: An empirical study of emission banking for light-duty vehicle manufactures", *Journal of Environmental Economics and Management*, 25(3), pp. 257-274.
- 12) M.Q. Wang [1994], "Cost savings of using a marketable permit system for regulating light-duty vehicle emissions", *Transport Policy*, 1(4), pp. 221-232.
- 13) C.L. Kling [1994], "Emission trading vs. rigid regulations in the control of vehicle emissions", *Land Economics*, 70(2), pp. 174-188.
- 14) J. Albrecht [2000], "The diffusion of cleaner vehicles in CO₂ emission trading designs", *Transportation Research Part D*, 5(5), pp. 385-401.
- 15) C. Raux and G. Marlot [2005], "A system of tradable permits applied to fuel consumption by motorists", *Transport Policy*, 12(3), pp. 255-265.
- 16) S. Ahmad and D.L. Greene [2003], "A preliminary economic analysis of tradable credits for fuel economy standards", TRB 03-4082, *TRB 2003 Annual Meeting CD-ROM*, (CD-ROM).
- 17) C. Fischer, W. Harrington and I.W.H. Parry [2007], "Should Corporate Average Fuel Economy standards be tightened?", *Energy Journal*, 28(4), pp. 1-30.
- 18) D. Austin and T. Dinan [2005], "Clearing the air: The costs and consequences of higher CAFE standards and increased gasoline taxes", *Journal of Environmental Economics and Management*, 50, pp. 562-582.
- 19) 黒田昌裕 [1989],「一般均衡の数量分析」, 岩波書店.
- 20) 紀伊雅敦 [2007],「我が国における乗用車燃費規制の費用評価-車両費用の観点から-」, 同志社大学 技術・企業・国際競争力研究センター ワーキングペーパー-07-11.
- 21) 内閣府 [2006],「国民経済計算年報」.
- 22) 総務省 [2006],「家計調査」.
- 23) 損害保険料率算出機構 [2006],「自動車保険の概況」.
- 24) 自動車工業会 [2003],「自動車ガイドブック CD-ROM」, 日本自動車工業会, (CD-ROM).
- 25) 自動車工業会 [2006],「自動車統計月報」, (オンライン), http://www.jama.or.jp/stats/m_report/index.html, 2007/5/4.
- 26) 日本エネルギー経済研究所 [2007],「エネルギー・経済・統計要覧」, 省エネルギーセンター.
- 27) 国土交通省総合政策局情報管理部統計課 [2006],「自動車輸送統計年報」, (オンライン), <http://toukei.mlit.go.jp/06/06a0excel.html>, 2007/5/4.
- 28) Greene, D. [1997], *Why CAFE Worked*, Oak Ridge National Laboratory.
- 29) 谷下雅義 [2003],「付録2 弾力性に関する先行研究」, 鹿島茂他「地球環境世紀の自動車税制」, 勁草書房, pp. 171-176.
- 30) T.H. Tietenberg [2006], "Market Power", *Emissions Trading: Principles and Practice*, 2nd ed., RFF Press, pp. 144-164.

(原稿受付 2008年1月18日)

Evaluation of Tradable Permit Policy to Reduce CO₂ Emission from Private Passenger Vehicles in Japan: A Case of Fuel Economy Trading Policy

By Akira OKADA

CO₂ emission from transportation sector in Japan has been reducing due to increasing fuel price, economic recession and CO₂ mitigation policy mix, which includes fuel economy regulation and tax exemption for purchasing better fuel economy vehicles. Japanese government makes further CO₂ reduction policies with tightening fuel economy regulation, because Japanese government intends to certainly reduce CO₂ emission from transportation sector. Existing researches, however, show that policy mix based on fuel economy regulation and tax exemption for buying new fuel-economy-improving car losses social welfare. Fuel economy trading has been gotten a lot of attention as an alternative policy for fuel economy regulation. This study evaluates introduction of fuel economy trading policy, a kind of tradable permit policy in transportation sector, to Japan. I use computational partial equilibrium model to simulate and evaluate effects of the policy. As a result, fuel economy trading policy doesn't undermine social welfare than fuel economy regulation, but reduction of CO₂ emission by the policy is less than by the regulation.

Key Words : reduction of CO₂ emission from private cars, fuel economy trading, fuel economy regulation

この号の目次へ <http://www.jterc.or.jp/kenkyusyo/product/tpsr/bn/no41.html>