

使用済み耐久消費財における処理事業民営化の経済分析¹

福山 博文

An Economic Analysis on Privatization of Processing Sector in the Used Durable Goods

Hirofumi Fukuyama

Abstract

This paper analyzes which policy of a disposal fee (DF) and an advance disposal fee (ADF) is better in the processing of used durable goods such as the consumer electronic products and the cars. DF is a system that collects the disposal fee from the consumer when he takes out the waste. ADF is a system that collects it from the consumer when he buys the products. In addition, this paper compares DF with ADF under the two different ownership forms of processing sector in the used durable goods. One is the ownership form that the processing sector is a public firm that maximizes a social welfare, and another one is the ownership form that he is a private firm that maximizes own profit.

The result of analysis is as follows. In the case that the processing sector is a public firm, DF can achieve a first best, on the other hand, ADF can not. Therefore, DF dominates ADF in this case. In the case that the processing sector is a private firm, both DF and ADF cannot achieve the first best. However, if the price of used durable goods and the disposal cost are small enough, ADF dominates DF.

キーワード： 1. 使用済み耐久消費財 2. 廃棄物処理料金
3. 処理事業の民営化 4. 中古車市場 5. リサイクル

Key Words : 1. Used Durable Goods 2. Waste Disposal Fee
3. Privatization of Processing Sector 4. Used Car Market 5. Recycling

日本語要旨

本稿では、廃家電製品や廃自動車などの使用済み耐久消費財の処理において、廃棄物を廃棄する際に処理料金等を消費者から徴収するようなシステムである Disposal Fee (DF) 政策と家電製品を購入する際に処理料金等を消費者から徴収するようなシステムである Advance Disposal Fee (ADF) 政策のどちらが望ましいのかを検証している。また、使用済み耐久消費財の処理事業者の所有形態の違い、すなわち、処理事業者が社会厚生を最大化する公営処理業者の場合と利潤を最大化する民営処理業者の場合の2ケースを考え、それぞれのケースの下での望ましい DF 政策と ADF 政策について考察を行った。

¹ 本稿の作成にあたり、大内田康德先生(広島大学)、内藤徹先生(徳島大学)、本誌匿名のレフェリーの方には、多くの懇切丁寧なご指摘を頂いた。ここに記して深く感謝いたします。

なお、本稿は、平成25年度科学研究費補助金(若手研究B)(課題番号22730202)による研究成果の一部である。

分析の結果は以下の通りである。完全公営化の場合、DF 政策の下では、処理料金を処理費用に等しく設定することでファースト・ベストを達成することができるが、ADF 政策の下では、国内で処理される廃車台数と処理料金を徴収できる廃車台数が異なることによる非効率性が生じているためファースト・ベストを達成することはできない。したがって、DF 政策の方が ADF 政策よりも望ましい。一方、完全民営化の場合、独占の非効率性が ADF 政策および DF 政策ともに生じるため、ファースト・ベストを達成することはできないが、もし中古車価格と処理費用が十分小さいときには、DF 政策の下での処理料金は ADF 政策の下でのそれより大きくなるため、独占の非効率性に関して DF 政策の方が ADF 政策より大きくなる可能性がある。したがって、このとき、ADF 政策の方が DF 政策よりも望ましくなり、先行研究である Shinkuma(2007)とは異なった結論を導き出している。

1. はじめに

日本では、限りある資源を有効活用し環境に負荷を与えないような仕組みを構築するために1990年代後半から次々とリサイクルに関する法律が制定されてきた。特に、日本における家電製品や自動車の普及率は他の国に比べると非常に高く、毎年、大量の廃家電製品・廃自動車が処分されている。

廃家電製品（テレビ、エアコン、洗濯機、冷蔵庫）の適正処理・リサイクル促進を目的とした家電リサイクル法が2001年より施行されており、消費者（排出者）には、家電4品目を廃棄する際、収集運搬料金とリサイクル料金を支払うことが求められている。Porter (1997) は、廃棄物を廃棄する際に処理料金等を消費者から徴収するようなシステムを Disposal Fee (DF) と呼んでおり、家電リサイクル法の料金徴収システムはこの DF 政策と考えられる。しかしながら、DF 政策は不法投棄のインセンティブを廃棄物排出者に与えるため、家電リサイクル法の施行前（2000年）の廃家電の不法投棄台数が26,154台だったのに対し、施行直後（2001年）の不法投棄台数は132,153台へと大幅に増加した²。そのため、近年は、家電製品を購入する際に処理料金等を消費者から徴収するようなシステムである Advance Disposal Fee (ADF) に移行しつつある。2005年より施行されている自動車リサイクル法でも自動車のユーザーは自動車を購入する際にリサイクル料金を支払うことでリサイクル券を受け取り、自動車を廃棄する際にリサイクル券を処理業者に渡すという ADF の仕組みが用いられている。ADF 政策は消費者に不法投棄のインセンティブを与えることはないが、処理費用等を適切に廃棄物排出者に負担させることができない可能性がある。例えば、自動車リサイクル法の下で消費者は自動車を購入する際にリサイクル料金を徴収されるが、その自動車が中古車として海外へ輸出された場合、その自動車の処理は海外で行われるため処理料金は処理を行った業者に支払われないことになる。

本稿の目的は、廃家電製品や廃自動車などの使用済み耐久消費財の処理において、DF 政策と ADF 政策の比較分析を行うことである³。DF 政策と ADF 政策を比較した代表的な研究には、Fullerton and Kinnaman (1995) や Choe and Fraser (1999) がある。これらの研究では、外

2 データは環境省が発表している「廃家電製品の不法投棄等の状況について」のものである。

3 耐久財に関する研究は Bulow (1982) が2期間の耐久財モデルを用いて考察を行っている。

部性である廃棄物の処理費用を負担させる（内部化させる）政策を考え、不法投棄を考慮しないケースでは、DF、ADF どちらの政策でもファースト・ベストが達成されることを示している。Shinkuma (2007) は、使用済み耐久消費財の処理において DF 政策と ADF 政策の比較を行い、不法投棄を考慮しないケースでは ADF 政策は耐久消費財の製品寿命を短くするためファースト・ベストの達成に失敗するが、DF 政策はファースト・ベストを達成できることを示している。Shinkuma (2007) は耐久消費財市場およびリサイクル市場を完全競争的な市場と仮定し分析を行っているが、実際、廃棄物のリサイクル市場や処理市場は少数の公営企業と民間企業が存在する混合寡占市場と言える。したがって、本稿では使用済み耐久財の処理市場が公営企業と民間企業の存在する混合寡占市場のケースについて考察を試みている。本稿では、分析の簡単化のため寡占市場の極端なケースである独占市場を想定し分析している⁴。

2. ADF 政策

本節では、耐久消費財の消費者と生産者、使用済み耐久消費財の処理業者からなる耐久消費財の 2 期間モデルを考える。ADF 政策の下では、消費者は耐久消費財を購入する際に処理料金を支払う。一方、DF 政策の下では、消費者は使用済み耐久消費財を廃棄する際に処理料金を支払う。本節では、ADF 政策の下での消費者、生産者、そして処理業者の行動を見ていく。

2.1 消費者の行動

耐久消費財は 2 期間利用が可能である。ここでは具体的に耐久消費財を自動車と考えると話を進める。ある消費者の自動車利用による効用関数を以下のように定義する。

$$U_{\theta} = \theta + \delta\theta \quad (1)$$

第 1 項は 1 期目に自動車を利用したときに得られる効用、第 2 項は 2 期目に自動車を利用したときに得られる効用である。 θ は $[0, 1]$ 区間に一様分布するものとし、自動車利用によって得られる効用は消費者によって異なるものとする。自動車は 2 期目には劣化する（燃費が悪くなる等）ことから 2 期目の効用は $\delta (0 < \delta < 1)$ 分だけ低下するものとする。なお、3 期目には自動車は故障して利用できなくなるものとする。

消費者の行動として、まず、消費者は自動車を 1 期目に購入するかどうかの選択に迫られる。もし 1 期目に自動車を購入したならば、2 期目にもこの自動車を利用するのか、あるいは中古車として中古車市場に売却するのか選択を行うことになる。自動車を 2 期目まで利用した場合は 2 期目終了後に廃車として処理業者に処理を依頼することとなる。もし 1 期目に自動車を購入しなかったならば、2 期目に中古車を購入するかどうかの選択を行うことになる⁵。2 期目

4 Matsumura (1998) は民間企業と部分的に民営化された企業による複占市場を想定し、社会厚生を最大にするような民営化の水準について考察を行っている。

5 1 期目から中古車を購入するケースや 2 期目から新車を購入するケースについても考慮する必要があるかもしれないが、本稿では 1 期目には新車市場しか存在せず、2 期目には中古車市場しか存在しないようなモデルを仮定している。本稿の目的は、処理業者の運営形態（公営か民間か）の違いから ADF 政策と DF 政策の比較分析を行うことに主眼を置いているため 2 期間で終了する簡単なモデルを考えている。

に中古車を購入した場合は2期目終了後に廃車として処理業者に処理を依頼することとなる。以上より、ADF政策の下では消費者の選択肢は次の4通りが考えられ、各選択肢に応じた効用は以下ようになる。

A) 1期目に自動車を購入し2期間利用して2期目終了後に処理業者に処理を委託する

$$U_\theta = \theta + \delta\theta - (p + d) \quad (2)$$

B) 1期目に自動車を購入し2期目に中古車市場に売却する

$$U_\theta = \theta + p_u - (p + d) \quad (3)$$

C) 1期目には自動車を購入せず2期目に中古車を購入し2期目終了後に処理業者に処理を委託する

$$U_\theta = \delta\theta - p_u \quad (4)$$

D) 2期間とも購入しない

$$U_\theta = 0 \quad (5)$$

ここで、 p は自動車価格、 p_u は中古車価格、 d は処理料金である。ADF政策の下では、処理料金は1期目の自動車購入時点で徴収されるので、(2)式と(3)式には d が入っているが、(4)式には入っていない。また、中古車市場は国際的な市場を想定しており、中古車価格 p_u は国際価格(パラメータ)である。

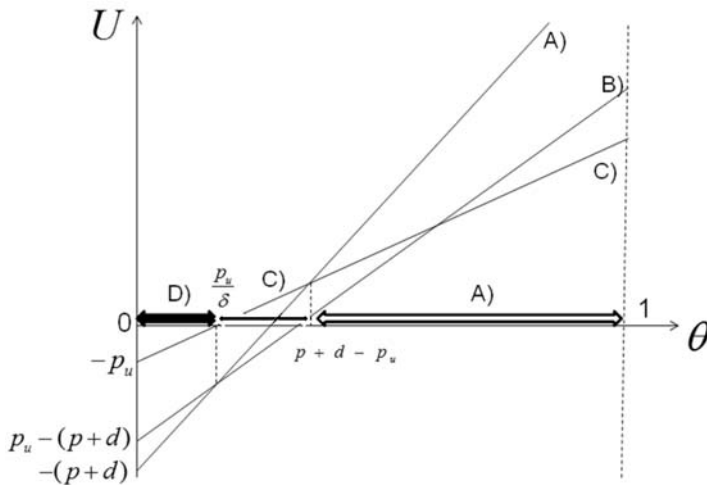


図1 $p \geq \frac{(1+\delta)p_u - \delta d}{\delta}$ のときの消費者の選択

上図に示すように(2)式から(5)式の大小関係から消費者の行動は自動車価格の大きさに依存して2パターンに分かれる。

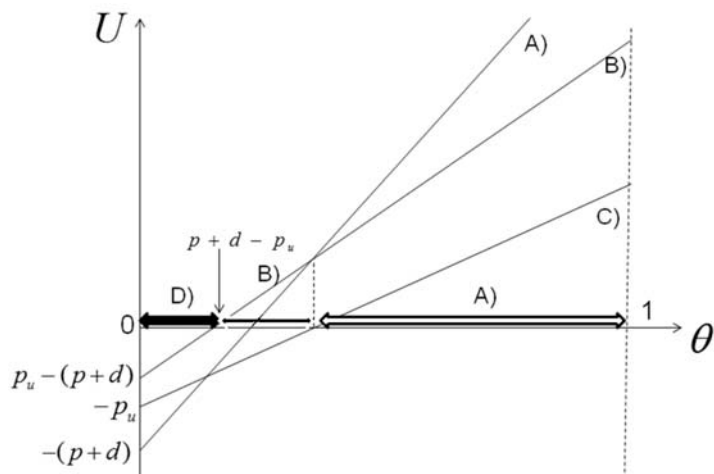


図2 $p < \frac{(1+\delta)p_u - \delta d}{\delta}$ のときの消費者の選択

$p \geq \frac{(1+\delta)p_u - \delta d}{\delta}$ のように自動車価格が高いときには、(A)、(C)、(D) の3タイプの消費者が存在する。このケースは新車価格が相対的に高いことから安い中古車を（国内あるいは国外から）購入する消費者が存在するケースである。一方、 $p < \frac{(1+\delta)p_u - \delta d}{\delta}$ のように自動車価格が低いときには、(A)、(B)、(D) の3タイプの消費者が存在する。このケースは新車価格が相対的に低いことから安い中古車を（国内あるいは国外へ）売却する消費者が存在するケースである。

ここで、自動車に対する需要量と国内で処理される廃車台数を求めると、自動車価格の大きさに関係なく、

$$X = 1 - (p + d - p_u) \tag{6}$$

$$R = 1 - \frac{p_u}{\delta} \tag{7}$$

となる。 X は自動車に対する需要量、 R は国内で処理される廃車台数である。

2.2 生産者の行動

生産者の自動車1台の生産にかかる費用（限界費用）を c とおくと、生産者の利潤は以下のようになる。

$$\pi = pX - cX \tag{8}$$

ここで、自動車市場は完全競争的な市場を仮定すると、自動車価格は、

$$p = c \quad (9)$$

となる。このとき、生産者の利潤はゼロとなる。

2.3 処理業者の行動

まず、 $p \geq \frac{(1+\delta)p_u - \delta d}{\delta}$ のケースについて考える。ADF 政策の下では、消費者が自動車を購入する時点で処理業者は処理料金を徴収するため、処理業者の収入は（国内生産台車数）×（処理料金）である。一方、処理料金を受け取っていない海外から輸入された中古車の処理も行うため費用は（国内で処理される廃車台数）×（処理費用）となる。したがって、処理業者の利潤は、(6) 式と (7) 式から以下のように表される。 c_r は限界処理費用を表している。

$$\pi_r = dX - c_r R = d(1 - (p + d - p_u)) - c_r \left(1 - \frac{p_u}{\delta}\right) \quad (10)$$

ここで、処理業者は α の比率を民間部門が所有し、 $1 - \alpha$ の比率を公共部門が所有するものとする。すなわち、 α ($0 \leq \alpha \leq 1$)は民営化の水準を意味している。民間部門は利潤最大化、公共部門は社会厚生最大化を目的とすることを仮定する。したがって、処理業者の目的関数は以下のように表すことができる (Matsumura(1998))。

$$V = \alpha \pi_r + (1 - \alpha)W \quad (11)$$

W は社会厚生を表しており、

$$\begin{aligned} W &= CS + \pi + \pi_r \\ &= \int_{p+d-p_u}^1 (\theta + \delta\theta - (p+d))d\theta + \int_{\frac{p_u}{\delta}}^{p+d-p_u} (\delta\theta - p_u)d\theta \\ &\quad + d(1 - (p+d - p_u)) - c_r \left(1 - \frac{p_u}{\delta}\right) \end{aligned} \quad (12)$$

のように定義する。

本稿では、廃棄物処理市場は独占市場を仮定する。処理業者は (11) 式を最大にするように処理料金 d を決めることから、ADF 政策の下での処理料金は、

$$d^{ADF} = \frac{\alpha}{1+\alpha} (1 - (p - p_u)) \quad (13)$$

のように表される。(13) 式より、民営化が進むと処理料金は高くなることが容易に確認できる。なぜならば、民営化が進むと処理業者は独占的な料金設定を行うため、料金を引き上げることになるからである。

以下では、DF 政策との比較において明確な結論を得るために、極端なケース、すなわち、

完全公営化 ($\alpha=0$) の場合と完全民営化 ($\alpha=1$) の場合の処理料金を導出しておく。まず、完全公営化の場合の処理料金は (13) 式より、以下ようになる。

$$d^{ADF} = 0 \quad (14)$$

次に、完全民営化の場合の処理料金は (12) 式より、以下ようになる。

$$d^{ADF} = \frac{1-(p-p_u)}{2} > 0 \quad (15)$$

なお、 $p < \frac{(1+\delta)p_u - \delta d}{\delta}$ のケースにおいても同じ結果を得ることができる。(14) 式と (15) 式から次の補題が成り立つ。

補題 1 ADF 政策の下では、完全公営化の場合、処理料金を課す必要はなく、完全民営化の場合の処理料金の方が完全公営化の場合より大きくなる。

ADF 政策の下では、処理料金の上昇は自動車の需要量を減少させ (A) タイプの消費者 (自動車を購入し 2 期間利用する消費者) を減少させてしまうことから、社会厚生観点の上、マイナスの影響を与える。したがって、社会厚生を最大にする完全公営化 ($\alpha=0$) の場合、処理料金はゼロとなる。一方、完全民営化 ($\alpha=1$) の場合、処理業者は独占利潤を得るために処理料金を引き上げることになる。

3. DF 政策

本節では、DF 政策の下での消費者および処理業者の行動を見ていく。生産者の行動に関しては、ADF 政策と同じである。

3.1 消費者の行動

DF 政策の下では消費者の選択肢は次の 4 通りが考えられ、各選択肢に応じた効用は以下のようなになる。

A) 1 期目に自動車を購入し 2 期間利用して 2 期目終了後に処理業者に処理を委託する

$$U_\theta = \theta + \delta\theta - (p + d) \quad (16)$$

B) 1 期目に自動車を購入し 2 期目に中古車市場に売却する

$$U_\theta = \theta + p_u - p \quad (17)$$

C) 1 期目には自動車を購入せず 2 期目に中古車を購入し 2 期目終了後に処理業者に処理を委託する

$$U_\theta = \delta\theta - (p_u + d) \quad (18)$$

D) 2 期間とも購入しない

$$U_\theta = 0 \quad (19)$$

DF 政策の下では、処理料金は 2 期目の廃車を処理する時点で徴収されるので、(16) 式と (18) 式には d が入っているが、(16) 式には入っていない。

ADF 政策と同様に自動車価格の大きさに依存して消費者の行動は次の 2 パターンに分かれる。ADF 政策と同様に $p \geq \frac{(1+\delta)p_u+d}{\delta}$ のように自動車価格が高いときには、(A), (C),

(D) の 3 タイプの消費者が存在し、 $p < \frac{(1+\delta)p_u+d}{\delta}$ のように自動車価格が低いときには、

(A), (B), (D) の 3 タイプの消費者が存在することになる。

自動車に対する需要量 X と国内で処理される廃車台数 R を求めると、自動車価格の大きさに関係なく、

$$X = 1 - (p - p_u) \quad (20)$$

$$R = 1 - \frac{p_u + d}{\delta} \quad (21)$$

となる。

3.2 処理業者の行動

DF 政策の下では、消費者が自動車を廃棄する時点で処理業者は処理料金を徴収するため、処理業者の収入は (国内で処理される廃車台数) \times (処理料金) であり、費用は (国内で処理される廃車台数) \times (処理費用) となる。 $p \geq \frac{(1+\delta)p_u+d}{\delta}$ のケース、 $p < \frac{(1+\delta)p_u+d}{\delta}$ のケースに関係なく、処理業者の利潤は、(20) 式と (21) 式から以下のように表される。

$$\pi_r = dR - c_r R = (d - c_r) \left(1 - \frac{p_u + d}{\delta} \right) \quad (22)$$

ADF 政策と同様、処理業者は (11) 式の目的関数を最大にするように、処理料金を決定する。ここでは、まず、 $p \geq \frac{(1+\delta)p_u+d}{\delta}$ のケースについて考えると、社会厚生は以下のように表せる。

$$\begin{aligned} W &= CS + \pi + \pi_r \\ &= \int_{p-p_u}^1 (\theta + \delta\theta - (p+d)) d\theta + \int_{\frac{p_u+d}{\delta}}^{p-p_u} (\delta\theta - (p_u+d)) d\theta + (d - c_r) \left(1 - \frac{p_u + d}{\delta} \right) \end{aligned} \quad (23)$$

(22) 式と (23) 式を (11) 式に代入して、DF 政策の下での処理料金を求めると、

$$d^{DF} = \frac{\delta - p_u + c_r - (1 - \alpha)(\delta - p_u)}{1 + \alpha} > 0 \quad (24)$$

と表される。ここで、(24) 式を民営化の水準 α で偏微分すると、

$$\frac{\partial d^{DF}}{\partial \alpha} = \frac{\delta - p_u - c_r}{(1 + \alpha)^2} \quad (25)$$

となる。(25) 式より、中古車価格と処理費用が十分小さいとき、(25) 式の符号は正となる。すなわち、中古車価格と処理費用が十分小さいとき、民営化が進むと処理料金は高くなることを意味している。

ここで、完全公営化の場合の処理料金は (24) 式より、以下ようになる。

$$d^{DF} = c_r \quad (26)$$

次に、完全民営化の場合の処理料金は (24) 式より、以下ようになる。

$$d^{DF} = \frac{\delta - p_u + c_r}{2} \quad (27)$$

なお、 $p < \frac{(1 + \delta)p_u + d}{\delta}$ のケースにおいても同じ結果を得ることができる。(26)式と(27)式から次の補題が成り立つ。

補題 2 DF 政策の下では、完全公営化の場合、処理料金は処理費用に等しくなり、中古車価格と処理費用が十分小さい場合、完全民営化の場合の処理料金の方が完全公営化の場合より大きくなる。

DF 政策の下では、完全公営化の場合、処理料金を処理費用に一致させることで処理費用を内部化することができ、社会厚生を最大化することができる。一方、完全民営化の場合、中古車価格と処理費用が十分小さいときには、処理料金を引き上げることで独占利潤を高めることができるため、その場合、完全公営化のときより処理費用が大きくなる。

4. 社会厚生と比較

本節では、ADF 政策の下での社会厚生と DF 政策の下での社会厚生と比較を行う。まず、完全公営化の場合について比較する。完全公営化の場合、DF 政策の下では、処理料金を処理費用に等しく設定することでファースト・ベストを達成することができる。一方、ADF 政策の下では、国内で処理される廃車台数と処理料金を徴収できる廃車台数が異なることによる非効率性が生じているためファースト・ベストを達成することはできない。したがって、完全公営化の場合、以下が成り立つ。

$$W^{ADF} < W^{DF} \quad (28)$$

次に、完全民営化の場合、独占の非効率性が生じるため、ADF 政策も DF 政策もファースト・ベストを達成することはできない。ここで、もし中古車価格と処理費用が十分小さいときには、DF 政策の下での処理料金は ADF 政策の下での処理料金より大きくなるかもしれない。すなわち、これは独占の非効率性に関して DF 政策の方が ADF 政策より大きくなる可能性があることを意味している。もし ADF 政策下で生じる国内で処理される廃車台数と処理料金を徴収できる廃車台数が異なることによる非効率性よりも DF 政策下での独占の非効率性の方が大きい場合は社会厚生に関して ADF 政策の方が DF 政策より大きくなる可能性がある。したがって、このとき、完全民営化の場合、以下が成り立つ可能性がある。

$$W^{ADF} > W^{DF} \quad (29)$$

以上をまとめると次の命題が成り立つ。

命題 完全公営化の場合、DF 政策はファースト・ベストを達成し ADF 政策より望ましくなる。完全民営化の場合、中古車価格が十分小さいときには ADF 政策の方が DF 政策より望ましくなる可能性がある。

5. おわりに

本稿では、廃家電製品や廃自動車などの使用済み耐久消費財の処理において、DF 政策と ADF 政策のどちらが望ましいのかを検証した。また、使用済み耐久消費財の処理事業者の所有形態の違い、すなわち、処理事業者が社会厚生を最大化する公営処理業者の場合と利潤を最大化する民営処理業者の場合の 2 ケースを考え、それぞれのケースの下での望ましい DF 政策と ADF 政策について考察を行った。

分析の結果は以下の通りである。完全公営化の場合、DF 政策の下では、処理料金を処理費用に等しく設定することでファースト・ベストを達成することができるが、ADF 政策の下では、国内で処理される廃車台数と処理料金を徴収できる廃車台数が異なることによる非効率性が生じているためファースト・ベストを達成することはできない。したがって、DF 政策の方が ADF 政策よりも望ましい。一方、完全民営化の場合、独占の非効率性が ADF 政策および DF 政策ともに生じるため、ファースト・ベストを達成することはできないが、もし中古車価格と処理費用が十分小さいときには、DF 政策の下での処理料金は ADF 政策の下でのそれより大きくなるため、独占の非効率性に関して DF 政策の方が ADF 政策より大きくなる可能性がある。したがって、このとき、ADF 政策の方が DF 政策よりも望ましくなり、Shinkuma (2007) とは異なった結論となる。

本稿に残された今後の課題として、まず、本稿では完全公営化か完全民営化のどちらかのケースを考えていたが、公営処理業者の一部を公共部門が所有し、残りの一部を民間部門が所有するような部分民営化の可能性も考慮した研究が必要である。次に、本稿では、中古車市場につ

いては、その価格をパラメータと仮定して分析を行ったが、今後は中古車価格を内生化し、処理政策および処理事業者の所有形態が中古車市場に与える影響を分析することも重要である。

参考文献

- Bulow, J. I. (1982), "Durable-Goods Monopolists," *Journal of Political Economy*, Vol.90, pp.314-322.
- Choe, C. and I. Fraser. (1999), "An Economic Analysis of Household Waste Management," *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol.38, pp.234-246.
- Fullerton, D. and T. C. Kinnaman. (1995), "Garbage, Recycling, and Illicit Burning or Dumping," *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol.29, pp.78-91.
- 環境省, 「廃家電製品の不法投棄等の状況について」,
<http://www.env.go.jp/recycle/kaden/fuho/index.html>
- Matsumura, T. (1998), "Partial Privatization in mixed duopoly," *Journal of Public Economics*, Vol.70, pp.473-483.
- Porter, R. C. (2002), *The Economics of Waste, Resource for the Future*. (リチャード・C・ポーター『入門廃棄物の経済学』東洋経済新報社, 2005年 (石川雅紀・竹内憲司 訳)).
- Shinkuma, T. (2007), "Reconsideration of an Advance Disposal Fee policy for end-of-life durable goods," *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol.53, pp.110-121.