

2010 年度 卒業論文

## 新車の価格と需要の分析

慶應義塾大学 経済学部  
石橋孝次研究会 第 11 期生

木村 篤

## はしがき

2009年4月、アメリカにおける自動車産業のビッグスリーの一つであるクライスラーが倒産し、同年6月、同じビッグスリーであるゼネラルモーターズが経営破たんした。リーマンショックによる世界的な景気低迷により、アメリカの重要な産業の一つである自動車産業の大企業が相次いで破たんに追い込まれたことは、高度経済成長期以降、基幹産業として経済を支えてきた日本の自動車産業にも大きな衝撃を与えた。また、世界的に進む地球温暖化対策のため、ハイブリッド車の普及や電気自動車の登場により、自動車産業は世界規模で転換が迫られている。加えて、2009年、日本政府は地球温暖化防止、経済の活性化を目的としたエコ関連消費刺激策を打ち出し、その一環として同年4月にエコカー購入補助制度が開始されるなど、日本の景気回復のために自動車産業の更なる成長が欠かせないものとなっている。そこで、現状の自動車産業の構造を分析し、今後の自動車産業に対する考察を行っていくこととした。

本論文では、新車価格の分析や需要関数・費用関数の導出を行うことで、現状の自動車産業の構造を考察していきたい。

## 目次

序章	1
第1章 日本の新車市場の分析	2
1.1 新車市場の現状	2
1.2 エコカーに関する制度	4
第2章 ヘドニック・アプローチを用いた新車価格の分析	7
2.1 ヘドニック・アプローチの理論的基礎づけ	7
2.2 先行研究	15
2.3 実証分析	18
第3章 BLPモデルを用いた新車の需要関数と費用関数の推定	24
3.1 BLPモデルについて	24
3.2 先行研究	29
3.3 実証分析	34
第4章 結論	39
参考文献	40

## 序章

この論文では、第 1 章で新車の保有台数や販売台数などの観点から日本の新車市場の現状を分析し、さらに 2009 年から始まったエコカー購入補助制度とその影響について説明する。

第 2 章では新車価格の分析として、価格を製品の属性に回帰するヘドニック・アプローチを用いるため、まずヘドニック・アプローチの内容とその理論的基礎づけを説明し、ヘドニック・アプローチを用いた乗用車価格の分析に関する先行研究を紹介する。そして、現状の新車価格に関する実証分析を行う。

第 3 章では、自動車産業の需要関数と費用関数の導出を行う。まず需要関数の導出のため、BLP とよばれる消費者の離散選択を土台とするモデルについて説明し、次に費用関数の導出に関するモデルを説明する。そして、自動車産業の需要関数と費用関数の導出を行った先行研究を紹介し、現状の自動車産業における需要関数と費用関数の導出に関する実証分析を行う。

する。

第 4 章では、上記の総論を述べ、現状の自動車産業への考察を行いたいと思う。

## 第1章 日本の新車市場の分析

第1章では、現代における日本の新車市場の特徴を分析する。1.1では新車市場全体の現状を、1.2では近年話題となっているエコカーに関する制度について概観する。

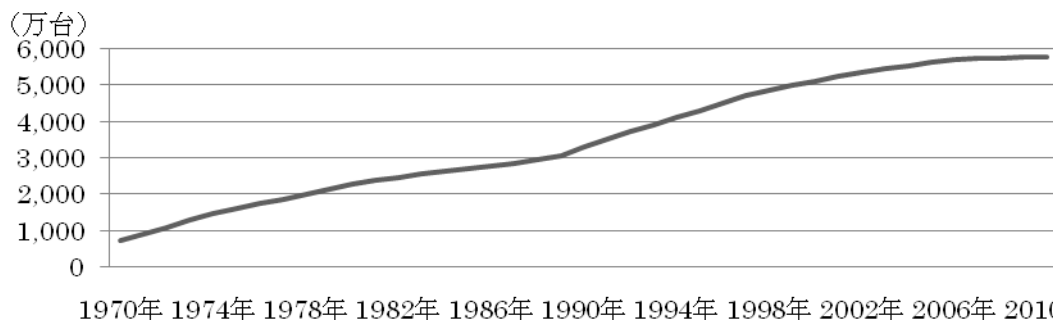
### 1.1 新車市場の現状

この節では、日本の新車市場の特徴として、乗用車保有台数の推移と乗用車生産台数及び販売台数の推移を見ていく。

#### 1.1.1 乗用車保有台数の推移

図1-1は国内における乗用車保有台数の推移を表している。高度経済成長期以降の40年間にわたり、保有台数は増え続けているが、1980年代と2000年代は増加率が低下している。これは、1980年代は1979年の第二次石油危機による世界同時不況と1985年のプラザ合意による円高不況が原因と考えられ、2000年代は2001年のアメリカ同時多発テロ事件や2008年のリーマンショックによる不況や、若者の車離れによる乗用車の需要の減少が原因と考えられる。

図1-1 乗用車保有台数の推移

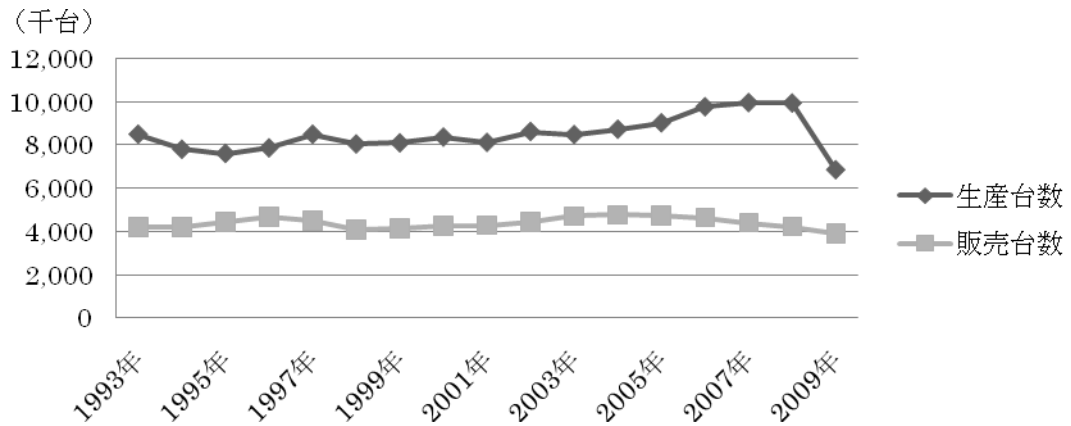


出所：財団法人自動車検査登録情報協会ホームページより作成

#### 1.1.2 乗用車生産台数・販売台数の推移

図1-2は国内における乗用車生産台数・販売台数の推移を表している。生産台数は1993年以降小幅な増減を繰り返してきたが、2009年は前年度に比べて大幅に減少している。これは、リーマンショックによる景気悪化が原因と考えられる。一方、販売台数はバブル崩壊後小さな増減を繰り返しながらほぼ横ばいの状態が続いていたが、2005年以降減少傾向にあり、2009年はついに4,000万台を下回った。

図 1-2 乗用車生産台数・販売台数の推移

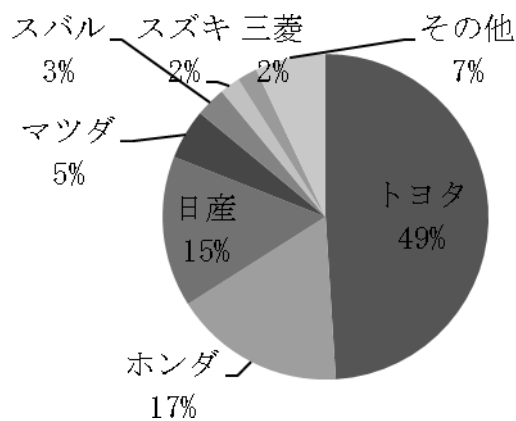


出所：日本自動車工業会ホームページより作成

### 1.1.3 乗用車・軽自動車のメーカー別シェア

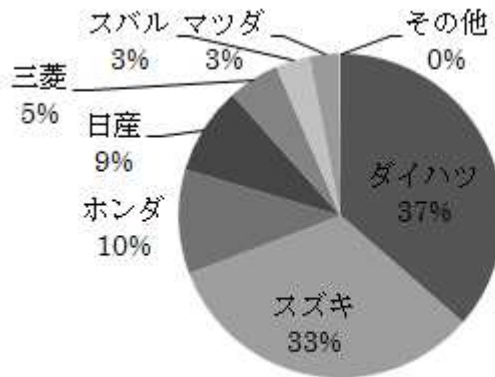
表 1-1 は国内における乗用車のメーカー別のシェア（販売台数ベース）、表 1-2 は軽自動車のメーカー別のシェアを表している。乗用車ではトヨタが 49%と約半分のシェアを持ち、以下ホンダ、日産、…と続く。軽自動車ではダイハツとスズキがそれぞれ約 3分の1のシェアを持ち、以下ホンダ、日産、…と続く。どの企業もリーマンショックなどによる景気悪化の影響で販売台数が減少している。

表 1-1 乗用車のメーカー別シェア（2009 年度）



出所：自動車情報センターホームページより作成

表 1-2 軽自動車のメーカー別シェア（2009 年度）



出所：自動車情報センターホームページより作成

## 1.2 エコカーに関する制度

この節では 2009 年度より開始されたエコカー購入補助制度（エコカー減税、エコカー補助金）について説明していく。

2009 年 4 月から開始された環境対応車普及促進税制、通称「エコカー減税」は 2005 年度基準の排出ガス低減レベルと 2010 年度基準の燃費レベルの両方を満たす乗用車を対象に、対象車購入時に自動車重量税・自動車取得税・自動車税が減税されることを表す。なお、自動車重量税とは車両の重量に応じて課され、新車登録時と車検時に収める国税、自動車取得税とは自動車取得価格（税抜き車両本体価格＋税抜きオプション品価格）の 90%に対して、軽自動車は 3%、自家用車は 5%課される都道府県税、自動車税とは毎年 4 月 1 日時点の所有者に対し、排気量に応じて年度単位で課税される都道府県税である。自動車重量税は税制改正により、2010 年 4 月に引き下げられた。表 1-3 は自動車重量税と自動車税の税額表、表 1-4 はエコカー減税の対象車両とその内容を表している。また、2009 年 6 月に「環境対応車への買い替え・購入に対する補助制度」が発表され、車齢 13 年に達した乗用車を廃車し、環境性能車（平成 22 年度燃費基準達成車）に買い替える場合には 25 万円（軽自動車は 12.5 万円）を、廃車を伴わない場合でも平成 17 年度排出ガス基準 75%低減＋平成 22 年度燃費基準＋15%以上達成車を購入する場合には 10 万円（軽自動車は 5 万円）の補助金を受けられる、いわゆる「エコカー補助金」が開始された。

表 1-3 自動車重量税・自動車税の税額表

自動車重量税			自動車税	
納税時期 \ 車両重量	新車登録	車検	排気量	年税額
0.5～1t	30,000 円	20,000 円	～1,000cc	29,500 円
1～1.5t	45,000 円	30,000 円	1,000～1,500cc	34,500 円
1.5～2t	60,000 円	40,000 円	1,500～2,000cc	39,500 円
2～2.5t	75,000 円	50,000 円	2,000～2,500cc	45,000 円
2.5～3t	90,000 円	60,000 円	2,500～3,000cc	51,000 円
軽自動車	11,400 円	7,600 円	3,000～3,500cc	58,000 円
			3,500～4,000cc	66,500 円
			4,000～4,500cc	76,500 円
			4,500～6,000cc	88,000 円
			6,001cc～	111,000 円
			軽自動車	7,200 円

出所：最新国産&輸入車全モデル購入ガイド'10-'11 より作成

表 1-4 エコカー減税の対象車両と内容

税の種類 \ 対象車両		自動車重量税	自動車取得税	自動車税
		2009/04/01～ 2012/04/30	2009/04/01～ 2012/04/30	2009/04/01～ 2012/03/31
ハイブリッド車		100%減税	100%減税	50%減税
クリーンディーゼル車		100%減税	100%減税	—
普通車& 軽自動車	※1	75%減税	75%減税	50%減税 (軽自動車は除く)
	※2	50%減税	50%減税	—

※1 2005 年度排出ガス基準 75%低減+平成 22 年度燃費基準+25%達成車

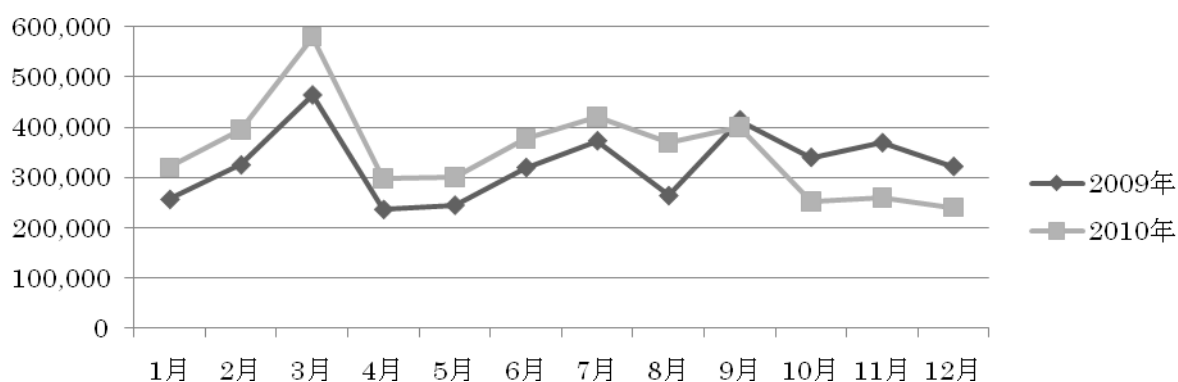
※2 2010 年度排出ガス基準 75%低減+平成 22 年度燃費基準+15%or20%達成車

出所：最新国産&輸入車全モデル購入ガイド'10-'11 より作成



図 1-3 は 2009～2010 年の月別の販売台数の推移を表している。エコカー減税制度とエコカー補助金制度により、2010 年における乗用車の販売台数は前年を上回るペースで増加したが、2010 年 9 月 7 日にエコカー補助金制度が終了したことにより、9 月以降販売台数は前年を下回っている。しかし、2010 年の販売台数は前年比約 107.4%と 6 年ぶりに販売台数が前年を上回り、2 つの制度は乗用車への需要を喚起させることに対して一定の効果があったといえる。

図 1-3 乗用車（軽乗用車を含む）の販売台数の推移（月別）



出所：日本自動車販売協会連合会ホームページより作成

## 第2章 ヘドニック・アプローチを用いた新車価格の分析

第2章では、ヘドニック・アプローチを用いて新車価格を各製品の属性に回帰して分析を行う。2.1ではヘドニック・アプローチについての理論的な基礎づけを行う。2.2ではヘドニック・アプローチに関する先行研究を紹介し、2.3で実証分析を行う。

### 2.1 ヘドニック・アプローチの理論的基礎づけ

太田(1978)によると、ヘドニック・アプローチとは、財の価格をその財の属性の上に回帰して属性の計算価格を推定し、属性の量と計算価格の推定値の積和をその財の品質を示す指標として使う方法である。式で表すと、以下の通りである。

$$P = h(z_1, z_2, \dots, z_l)$$

$P$ は価格ベクトル、 $z_1, z_2, \dots, z_l$ は品質(属性の水準の行列)を表している。例として $P$ を住宅のモデルの価格とすると、 $z_i$ は通勤時間、面積、築年数などとなる。そして、ヘドニック・アプローチによって品質の変化による価格変化を除去した価格指数をヘドニック価格指数と呼ぶ。以下では、ヘドニック価格指数の推定方法とその理論的基礎づけについて触れていく。

#### 2.1.1 ヘドニック価格指数の推定

太田(1978)によると、ヘドニック価格指数の推定において、価格が品質調整済み価格指標と品質指標の積と仮定すると、

$$P_t(z) = k_t \cdot q(z)$$

と表せる。 $P_t(z)$ は属性(のベクトル) $z$ を持つモデルの時点 $t$ の市場価格、 $k_t$ は時点 $t$ における品質調整済み価格指標、 $q(z)$ は属性 $z$ を持つモデルの品質指標である。そして、ヘドニック価格指数の推定には主に以下の半対数型の属性回帰式が使われる。

$$\log P_t(z) = \alpha_0 + \alpha_1 z_1 + \alpha_2 z_2 + \dots + \alpha_l z_l + \beta_1 D_1 + \beta_2 D_2 + \dots + \beta_t D_t + u_t \quad (2.1)$$

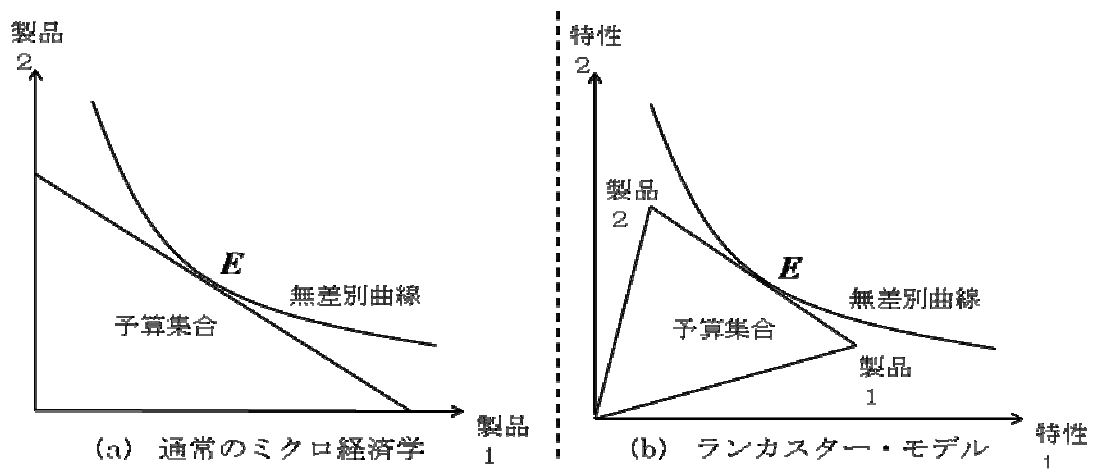
$D_j (j=1, 2, \dots, t)$ は時点 $j$ に対するダミー変数、 $u_t$ は誤差項である。(2.1)式において、 $\beta_j (j=1, 2, \dots, t) \times 100\%$ は時点 $j$ における基準時点に対する品質調整済み価格の変化率、 $\alpha_i (i=1, 2, \dots, l) \times 100\%$ は第 $i$ 属性(品質)の水準 $z_i$ が1単位増加した時の価格変化率を示している。

### 2.1.2 ランカスター・モデルについて

白塚 (1997) では、ヘドニック・アプローチに対して経済理論的基礎づけを与えているランカスター・モデルと通常のマクロ経済学での消費者行動モデルの相違について、直感的な説明を行っている。

図2-1は、通常のマクロ経済学とランカスター・モデルの相違を図に表したものである。まず通常のマクロ経済学では、品質が少しでも異なる財は全く別の財として取り扱うことで、同じ財の品質は同一であると仮定する。すなわち、図2-1(a)において代替関係にある製品1と製品2は別々の財と定義され、消費者の選好関係はこの二種類の財の消費量の上に定義されている。しかし、こうした財の数量と品質が所与のものであると単純化された仮定は、品質変化や財の多様化・差別化の問題を取り扱う事ができない。それに対して、ランカスター・モデルに基づく消費者行動理論では、消費者の選好関係を、消費する財の数量ではなく、財の消費によって取得される特性の量に対して定義する。図2-1(b)において、製品1・2は、それぞれ特性1・2に分解され、その組み合わせであるベクトルの方向によって表現される。ここでは簡素化のため、経済には財が二種類しか存在しないと仮定しており、ベクトルの長さは、消費者の所得を製品単価で除した値に等しくなる。したがって、この消費者の予算集合は2本のベクトルによって囲まれた三角形になる。また、消費者の選好関係は、特性の数量に対して定義され、消費者均衡は、予算集合と無差別曲線の接点Eになる。こうした取り扱いにより、密接な代替関係にある製品の多様化・差別化や新製品の登場といった分析が可能になる。

図2-1 通常のマクロ経済学とランカスター・モデルの相違



出所：白塚 (1997)

### 2.1.3 需要の側面からの理論的基礎づけ

以下では、2.1.2 で取り上げたランカスター・モデルについての理論を概説する。Langaster (1966) では、ヘドニック・アプローチに対して需要の側面からの理論的基礎づけを行っている。ここでは、Langaster (1966) の理論について、太田 (1978) の論文を参照する。

太田 (1978) によると、まず、消費者の効用関数は、各財の消費量ではなくそれらの財の属性をその変数とする(すなわち、消費者は財の属性から効用を得る)。ここで、属性の限界効用は正、効用関数は準凹関数、財市場は完全競争であると仮定する。 $x_j (j=1,2,\dots,n)$ を第  $j$  財の量、 $y_i (i=1,2,\dots,l)$ を第  $i$  属性の量、 $z_{ij}$ を第  $j$  財 1 単位に含まれる第  $i$  属性の量、 $p_j$ を第  $j$  財の価格、 $m$ を消費者の所得とし、

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_n), \quad y = (y_1, y_2, \dots, y_l), \quad Z = \{z_{ij}\}, \quad p = (p_1, p_2, \dots, p_n)$$

とおく。なお、 $m, p, x, y, Z \geq 0$ とする。消費者は財を  $x$  だけ消費することにより、 $y = Zx$  だけの属性を得るとする。

消費者の効用最大化問題は、

$$\max_x u(y) \quad \text{subject to} \quad y = Zx, \quad px \leq m, \quad x \geq 0 \quad (2.2)$$

ここで、消費技術  $Z$  をもった消費者が所得制約 ( $px \leq m$ ) と非負条件 ( $x \geq 0$ ) の下で達成可能な属性の量  $y$  の集合を  $K$  とし、消費者は  $K$  のうちから効用関数  $u(y)$  を最大にする  $y$  の値  $y^*$  を達成するような  $x$  の値  $x^*$  を選ぶ。なお、 $y^*$  は  $K$  の外側境界上  $E$  にあるとし、 $E$  を次のように定義する。

$$E = \{y \mid y \in K \text{ and } \nexists y' \in K \text{ such that } y' \geq y\}$$

$E$  に含まれる任意の点  $y''$  を達成する  $x$  のうち所得制約と非負条件を満たすものは、次の最適問題の解と一致する。

$$\min_x px \quad \text{subject to} \quad Zx \geq y'', \quad x \geq 0$$

(2.2) の解  $x^*$  によって達成される属性の量  $y^*$  は  $E$  に含まれる。従って、 $y^*$  を達成する財の量  $x$  のうちで所得制約と非負条件を満たすものは、次の最適問題の解である。

$$\min_x px \quad \text{subject to} \quad Zx \geq y^*, \quad x \geq 0 \quad (2.3)$$

(2.3) の制約式  $Zx \geq y^*$  のラグランジュ乗数を  $\gamma = (\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_l)$  とする。ラグランジュ乗

数の最適値を  $\gamma^* = (\gamma_1^*, \gamma_2^*, \dots, \gamma_l^*)$  とすると、クーン・タッカー条件より、 $x_j^* > 0$  ならば、

$$p_j = \gamma_1^* z_{1j} + \gamma_2^* z_{2j} + \dots + \gamma_l^* z_{lj} \quad (2.4)$$

が成立する。すなわち、財の価格  $p_j$  とその財の属性  $z_j = (z_{1j}, z_{2j}, \dots, z_{lj})$  を関係づける属性方程式である(2.4)が導出されたことになる。

$\gamma^*$  は制約条件  $Zx \geq y^*$  の緩和による目的関数の最適値  $px^*$  への影響を表す。すなわち、

$$\gamma_i^* = \frac{\partial(px^*)}{\partial y_i^*} \quad (2.5)$$

となる。太田 (1978) によると、(2.5)式から、

$$\gamma_i^* = \frac{1}{\lambda} \cdot \frac{\partial(px^*)}{\partial y_i^*} \quad (2.6)$$

が導出される。ただし、 $\lambda$  は所得の限界効用、 $\partial u(y^*)/\partial y_i^*$  は最適値  $y^*$  における第  $i$  属性の限界効用である。

$k = 1/\lambda$ ,  $u_i(y^*) = \partial u(y^*)/\partial y_i^*$  とおくと、(2.6)式は

$$\gamma_i^* = k u_i(y^*) \quad (2.7)$$

となる。 $\gamma_i^*$  は第  $i$  属性の限界効用に比例するため、 $\gamma_i^*$  を第  $i$  属性の計算価格と解釈できる。

(2.4)式と(2.7)式より、

$$p_j = k \sum_{i=1}^l u_i(y^*) z_{ij} \quad (2.8)$$

が得られる。

(2.8)式を属性方程式とすると、ヘドニック価格指数では(2.8)式の  $k$  を品質調整済み価格指標、 $\sum_i u_i(y^*) z_{ij}$  を第  $j$  財の品質指標とみなす。すなわち、ヘドニック価格指数においては、所得の限界効用の逆数を品質調整済み価格指標として測定する。なお、所得の限界効用の逆数は、効用をほんのわずかに増加するためには所得をどれだけ増やさなければならないかを表している。また、ヘドニック価格指数においては、第  $j$  財の限界効用（すなわち、第  $j$  財 1 単位に含まれる各属性の量  $z_{ij}$  と各属性の限界効用  $u_i(y^*)$  の積和）を品質として測定する。

#### 2.1.4 供給の側面からの理論的基礎づけ

太田 (1978) では、需要の側面からだけではなく、財の品質を費用から評価する「費用関数アプローチ」を提示している。このアプローチでは、ある時点において等平均生産費用曲線の上にある属性を持つモデルの品質は同じで、高い等平均生産費用曲線上にあるモデルの品質は高いと定義している。なお、等平均生産費用曲線とは財 1 単位を生産するのに必要な単位費用を一定に保つときに達成可能な属性の組み合わせである。

このアプローチでは、企業がマークアップ価格形成によって製品の価格を設定すると仮定する。このとき、属性  $z$  をもつモデルの時点  $t$  における価格を  $P_t(z)$  とすると、

$$P_t(z) = (1 + \gamma_t) \cdot C(z, w_t, t) \quad (2.9)$$

と表せる。ここで、 $\gamma_t$  は時点  $t$  のマークアップ率、 $C(z, w_t, t)$  は属性  $z$  をもつモデル 1 個を生産するための平均費用関数、 $w_t$  は時点  $t$  の投入物の価格ベクトル、 $t$  は時点  $t$  における生産技術を示すパラメータである。

(2.9)式は、技術進歩が中立的で  $C(z, w_t, t) = C_1(z, w_t) \cdot C_2(t)$  と分離でき、さらに投入一産出分離性が成立すると、 $C_1(z, w_t) = C_3(z) \cdot C_4(w_t)$  と分離できるので、

$$P_t(z) = (1 + \gamma_t) \cdot C_2(t) \cdot C_4(w_t) \cdot C_3(z) \quad (2.10)$$

と表せる。このとき、 $(1 + \gamma_t) \cdot C_2(t) \cdot C_4(w_t)$  は品質調整済み価格指標、 $C_3(z)$  は品質指標である。

上述の分離性の仮定が満たされているとき、(2.10)式は属性方程式となる。このとき、太田(1978)によると、 $(1 + \gamma_t) \cdot C_2(t) \cdot C_4(w_t)$  を時間ダミーを使って計測し、 $C_3(z)$  を  $\exp(\alpha_1 z_1 + \alpha_2 z_2 + \dots + \alpha_r z_r)$  と特定化し、対数変換すれば、(2.10)式は(2.1)式となり、(2.1)式によってヘドニック価格指数を計測できる。

#### 2.1.5 需要と供給の両面からの理論的基礎づけ

Rosen (1974) はヘドニック・アプローチに対して需要と供給の両面からの理論的基礎付けを示した。Rosen (1974) では、効用関数及び費用関数の変数は、財の量そのものではなく、財の属性である。これは、異質性のある財は属性の集合体であるという「ヘドニック仮説」の考え方からくるものである。Rosen はこの手法により、製品差別化の問題を多数の財の問題としてではなく、財に含まれる少ない数の属性でとらえた。売り手と買い手の消費及び生産は、それぞれ属性を変数とする目的関数の最大化から決定される。ヘドニック価格指数  $P(z)$  は属性  $z$  をもつモデルに対する需要と供

給が等しくなるような市場の均衡価格関数である。ヘドニック価格指数は、ヘドニック価格  $P(z)$  を属性及び時間ダミーに回帰することで得られる。

以下では、廣野 (1995) で述べられている Rosen (1974) のモデルを説明する。Rosen (1974) のモデルは、属性空間での消費者と生産者の位置の決定の問題及び均衡を表している。まず、 $n$  個の属性  $z = (z_1, z_2, \dots, z_n)$  で記述される財のモデルの市場を考える (完全競争市場を仮定)。モデルの市場価格  $P(z)$  はモデルの最低価格でもある。 $P(z_1, z_2, \dots, z_n)$  は各属性の増加関数で、 $P(z)$  は連続な二階の導関数を持つと仮定する。

消費者は属性  $z$  をもつモデルを 1 単位だけ購入すると仮定すると、消費者の効用最大化問題は、

$$\max U(x, z_1, z_2, \dots, z_n; \alpha) \quad \text{subject to} \quad m = x + P(z)$$

となる。ここで、 $\alpha$  は消費者の嗜好を表すパラメータ、 $x$  は消費する他の財全て (価格は 1)、 $m$  は消費者の所得である。なお、効用関数は厳密な意味で凹である。一階の条件は、

$$\frac{\partial P}{\partial z_i} = P_i = \frac{U_{z_i}}{U_x}, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

である。二階の条件は  $U$  に関する通常の仮定によって満たされ、 $P(z)$  が十分に凹でなければ満たされる。

次に、評価関数  $\theta(z_1, z_2, \dots, z_n; u, m, \alpha)$  を次のように定義する。

$$U(m - \theta, z_1, z_2, \dots, z_n; \alpha) = u \quad (2.11)$$

ここで、 $\theta(z; u, m, \alpha)$  はある効用の水準と所得と嗜好の下で  $(z_1, z_2, \dots, z_n)$  に対して進んで支払う支出である。

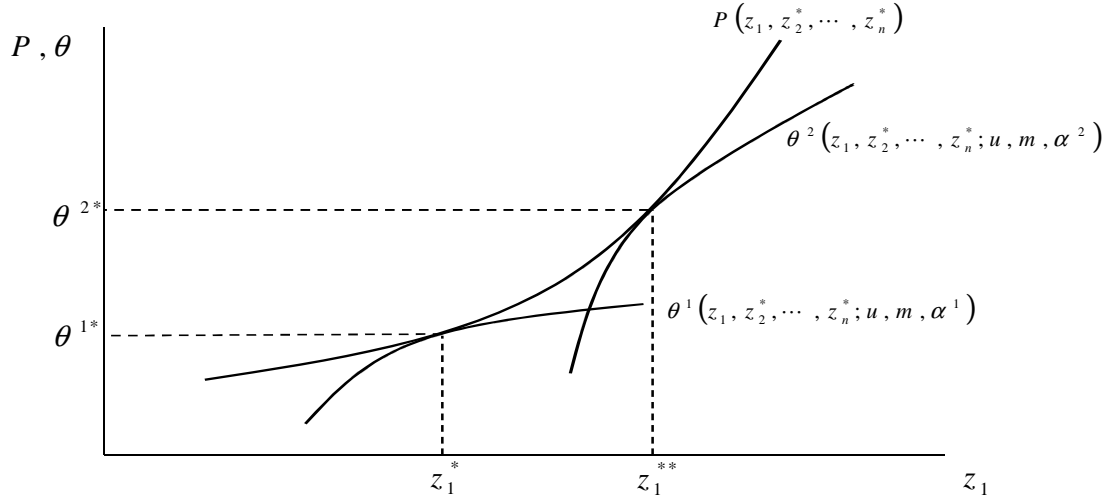
(2.11) 式を微分すると、

$$\theta_{z_i} = \frac{U_{z_i}}{U_x} > 0, \quad \theta_u = -\frac{1}{U_x} < 0, \quad \theta_m = 1$$

$\theta_{z_i z_i} = (U_x^2 U_{z_i z_i} - 2U_x U_{z_i} U_{x z_i} + U_{z_i}^2 U_{xx}) / U_x^3 < 0$  より、 $\theta$  は  $z_i$  の増加関数かつ凹関数である。なお、 $\theta_{z_i}$  は効用の水準と所得と嗜好を所与としたときに消費者が  $z_i$  につける潜在的な限界評価であり、 $z_i$  の 1 単位追加に対する需要価格である。

$P(z)$  は市場で消費者が支払わなければならない最低価格であり、効用は  $z^*$  と  $u^*$  を最適値としたときに、 $\theta(z^*; u^*, m, \alpha) = P(z^*)$ 、 $\theta_{z_i}(z^*; u^*, m, \alpha) = P_i(z^*)$  のときに最大化される。図 2-2 に消費者の均衡が示され、均衡は  $P(z)$  と  $\theta(z; u, m, \alpha)$  が接する所になる。

図 2-2 消費者の均衡



出所：廣野（1995）

次に、生産者側の決定をみる。属性  $z$  をもつモデルを生産する企業の生産量を  $M(z)$  とし、生産者は1つのモデルしか生産しないと仮定する。このとき、生産者の総費用関数は  $C(M, z; \beta)$  で表され、 $M, z$  と生産要素を関連付ける生産関数の制約の下で要素費用を最小化することで導出される。なお、 $\beta$  は費用関数のシフトパラメータ（要素価格や生産技術）を表し、 $C(M, z; \beta)$  は凸で、 $C(0, z) = 0$ 、 $C_M > 0$ 、 $C_{z_i} > 0$  とする。

生産者は、利潤  $\pi = MP(z) - C(M, z_1, z_2, \dots, z_n; \beta)$  を最大化するように  $M$  と  $z$  を選ぶ。ここで、 $P(z)$  は属性  $z$  をもつモデルの単位収入である。利潤最大化の一階の条件は、

$$\frac{\partial \pi}{\partial z_i} = MP_i(z) - C_{z_i}(M, z_1, z_2, \dots, z_n; \beta) = 0 \Leftrightarrow P_i(z) = \frac{C_{z_i}(M, z_1, z_2, \dots, z_n; \beta)}{M}$$

$$\frac{\partial \pi}{\partial M} = P(z) - C_M(M, z_1, z_2, \dots, z_n; \beta) = 0 \Leftrightarrow P(z) = C_M(M, z_1, z_2, \dots, z_n; \beta)$$

最適値において、追加的な属性の限界収入はその単位生産量当たりの限界費用と等しく、モデルの単位収入はモデルの限界費用に等しい。

オファー関数  $\phi(z_1, z_2, \dots, z_n; \pi, \beta)$  を、モデルの生産量が最適であるときに一定の利潤の下で企業が進んで受け入れるモデルの単位価格と定義すると、

$$\pi = M\phi - C(M, z_1, z_2, \dots, z_n; \beta) \quad (2.12)$$

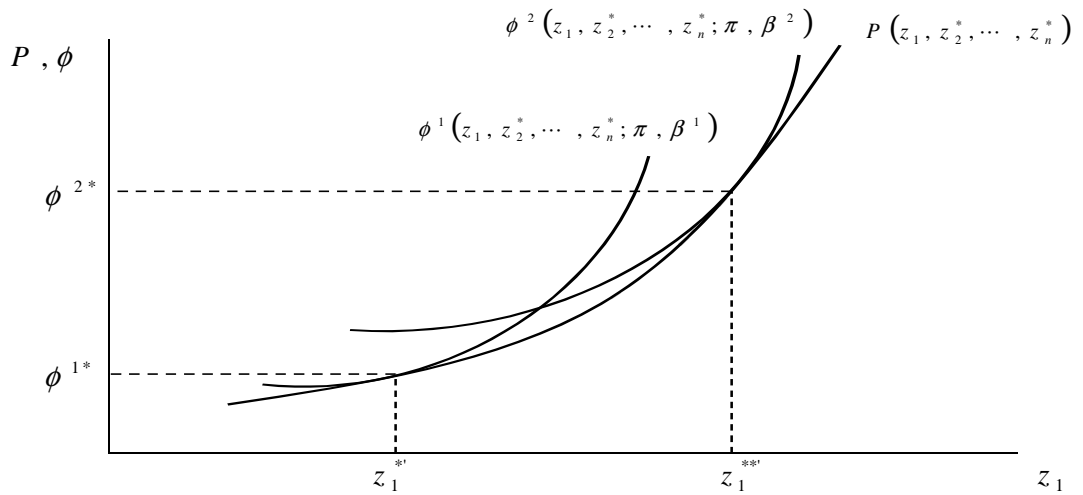


$$\frac{\partial \pi}{\partial M} = \phi - C_M(M, z_1, z_2, \dots, z_n; \beta) = 0 \Leftrightarrow \phi = C_M(M, z_1, z_2, \dots, z_n; \beta) \quad (2.13)$$

(2.12)、(2.13)式を微分して、 $\phi_{z_i} = C_{z_i}/M > 0$ ,  $\phi_\pi = 1/M > 0$ が得られる。

$P(z)$ は市場で得られるモデルの最高価格であるから、最大化された利潤と最適の $z$ は最適値としたときに、 $\phi(z_1^*, z_2^*, \dots, z_n^*; \pi^*, \beta) = P(z^*)$ ,  $\phi_{z_i}(z_1^*, z_2^*, \dots, z_n^*; \pi^*, \beta) = P_i(z^*)$ を満たす。図 2-3 に生産者の均衡が示され、均衡は $P(z)$ と $\phi(z; \pi, \beta)$ が接する所になる。

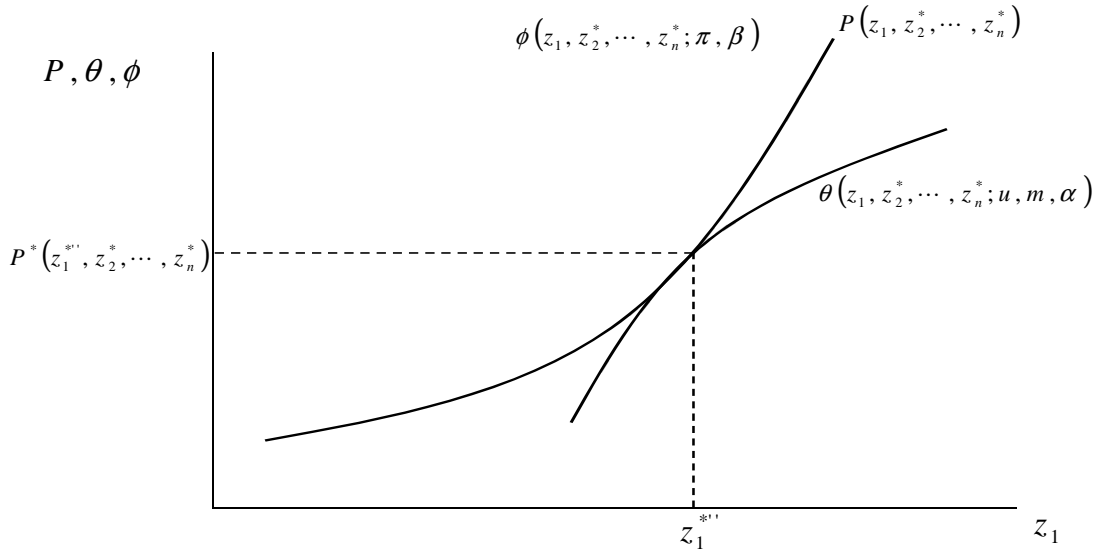
図 2-3 生産者の均衡



出所：廣野 (1995)

消費者の均衡と生産者の均衡より、均衡価格  $P_i(z)$  で需要（消費者側）と供給（生産者側）が一致し、市場均衡が達成される。図 2-4 は市場均衡を表している。

図 2-4 市場均衡



出所：廣野（1995）

## 2.2 先行研究

以下では、ヘドニック・アプローチを用いた乗用車の価格分析について、吉田・菅原（2000）の論文を概説する。

吉田・菅原（2000）は1998～2000年の3年分のデータをもとにヘドニック回帰モデルを推定した。被説明変数は東京標準現金価格（万円）とし、車体の特性やダミー変数を説明変数とする回帰式を、

$$\log P_t(z) = \alpha_0 + \alpha_1 \log z_1 + \alpha_2 \log z_2 + \dots + \alpha_l \log z_l + \beta_1 D_1 + \beta_2 D_2 + \dots + \beta_l D_l + u_t$$

とした。特性指標の多くは相関関係が強く、特性指標の全てを変数として回帰しても多重共線性によって好ましい推定結果が得られないという問題がある。そこで、吉田・菅原（2000）は特性指標の中から、乗用車の居住空間を表す指標として「車体容積」、車体の大きさを表す指標として「ホイールベース」、エンジンのパワーを表す指標として「最高出力（馬力）」、乗用車のパフォーマンスを左右する指標として「タイヤ幅」を採用した。

さらにオプション機能の調整のために、パワーウィンドウ、電動ミラー、サンルーフ、アルミホイールといった「エクステリア系オプション」、ナビゲーター、オーディオ、エアコンといった「インテリア系オプション」、それにABSという「安全系オプ

ション」の有無をダミー変数として採用した。その他、メーカー（ホンダを基準）、スタイル（セダンを基準）サイズ（小型車を基準）、エンジン種類（ガソリン・ディーゼル、ロータリー、直列、V型等）駆動方式（FF等）、トランスミッション（5速マニュアル等）、年次（1998年を基準）をダミー変数とした。

推計は最小二乗法によって得られるステューデント化残差の大きいものを外れ値として除外した後、分散不均一性に対処するために FGLS（実行可能な一般化最小二乗法）によって行った。表 2-1 はヘドニック回帰分析を行った推定結果の一部を抜粋して表にまとめたものである。決定係数は 0.9323 と高い値となった。推定結果を見ると、まず特性指標の容積、ホイールベース、最高出力、タイヤ幅は全て統計的に有意であり、これらの特性が各々10%大きくなると、価格は 2.5%、0.9%、4.3%、9.1%高くなる。また、エンジン種類、駆動方式、オプション装備についても多くが統計的に有意であり、符号もプラスとなった。乗用車のサイズでは、小型車に対して軽乗用車、普通乗用車ともに割高であるという結果となった。特に、軽乗用車については、同種の特性水準であれば、小型乗用車に対して約 13%も価格が高いという結果になった。乗用車のスタイルでは、セダンに対して、クーペが約 4%割高になったほかは、ハッチバック・ワゴン車は割安になっている。メーカーについては、ホンダに比べてトヨタ、日産、三菱以外の国産メーカーが割安であるという結果になった。年次ダミーは 1999年、2000年ともにマイナスで有意となった。

表 2-1 乗用車価格のヘドニック回帰分析

被説明変数：東京標準現金価格 [万円、対数変換] 一般化最小二乗法推計

	係数	t 値		係数	t 値
定数項	-1.23001	(3.1016)**	ディーゼル	0.15717	(10.5016)**
軽乗用車	0.12008	(4.6837)**	ロータリー	0.19532	(3.9310)**
普通乗用車	0.03790	(3.2361)**	直列 3 気筒	-0.00413	(0.1776)
容積	0.22480	(5.2061)**	水平対向 4 気筒	0.02117	(0.5347)
ホイールベース	0.08601	(2.2010)*	直列 6 気筒	0.09494	(5.6733)**
最大出力	0.35579	(19.3398)**	V6	0.10597	(7.9516)**
タイヤ幅	0.64821	(9.8027)**	V8	0.40706	(15.2229)**
トヨタ	0.01167	(0.9491)	6 速 MT	0.08964	(2.6771)**
日産	0.01131	(0.8817)	5 速 MT	-0.01249	(0.6561)
ダイハツ	-0.07345	(3.7497)**	4 速 MT	0.01191	(0.5453)
三菱	-0.00980	(0.6900)	4 速 AT	0.06205	(3.2917)**
マツダ	-0.03890	(2.5873)**	5 速電子制御 AT	0.14615	(4.9639)**
スズキ	-0.10096	(5.7837)**	4 速電子制御 AT	0.04731	(2.3915)*
富士重工	-0.08879	(2.4995)*	3 速電子制御 AT	0.12014	(1.4945)
いすゞ	-0.13030	(4.8092)**	無段変速 AT	0.09637	(3.9360)**
FF	-0.07819	(6.7956)**	オートエアコン	0.07516	(4.7030)**
MR/RR	0.14267	(5.1614)**	AMFM	0.01586	(1.0213)
4WD	0.03811	(3.2074)**	アルミホイール	0.05235	(6.3461)**
ハッチバック	-0.05982	(4.4815)**	ABS	0.00250	(0.2230)
クーペ	0.03606	(2.4956)*	1999 年	-0.02302	(3.0548)**
ワゴン	-0.02091	(2.2139)*	2000 年	-0.02131	(2.5613)*
ミニバン & ワンボックス	0.00915	(0.6264)	サンプル数	1583	
			決定係数	0.9323	

注 1. スチューデント化残差が 4.6 以上のものを外れ値として処理した。

注 2. \*は 5%水準で有意、\*\*は 1%水準で有意であることを示す。

出所：吉田・菅原 (2000)

## 2.3 実証分析

2.2 をもとにヘドニック回帰モデルの実証分析を行う。吉田・菅原（2000）は乗用車の特性も対数変換した対数線形の回帰モデルを推計したが、本稿では太田（1978）と同様、被説明変数のみを対数変換する半対数線形の回帰モデルを推計する。乗用車の性能やオプションなどに関するデータは、2010年12月において中古車情報サイト Goo-net のホームページに掲載されている各メーカーのカタログのバックナンバーと、新車情報誌「最新国産&輸入車全モデル購入ガイド'10-'11」のデータを用いた。

### 2.3.1 実証モデル

太田（1978）と吉田・菅原（2000）に倣い、回帰式は以下とする。

$$\begin{aligned} \log PRICE = & \alpha_0 + \alpha_1 SIZE + \alpha_2 WHEELBASE + \alpha_3 PS + \beta_1 FUEL \\ & + \beta_2 HYBRID + \beta_3 CYLINDER + \beta_4 TRANSMISSION \\ & + \beta_5 DRIVE + \beta_6 STYLE + \beta_7 OPTION \\ & + \beta_8 MANUFACTURER + \beta_9 YEAR + u \end{aligned} \quad (2.14)$$

被説明変数は乗用車の価格を対数変換したものである。各説明変数は以下のとおりとする。

#### (i) 乗用車の特性 (*SIZE WHEELBASE PS*)

特性指標の中から、乗用車の居住空間を表す指標として「車体容積/ $\text{m}^3$  (*SIZE*)」、車体の大きさを表す指標として「ホイールベース/ $\text{mm}$  (*WHEELBASE*)」、エンジンのパワーを表す指標として「最高出力/ $\text{ps}$  (*PS*)」を採用した。特性の値が大きくなると価格は上昇すると考えられるので、係数はそれぞれプラスになると考えられる。

#### (ii) 燃料の種類 (*FUEL*) …ダミー変数

車体に使用される燃料はレギュラーガソリン、プレミアムガソリン（ハイオク）、LPG、軽油のいずれかである。なお、分析においてレギュラーガソリンを基準とした。

#### (iii) ハイブリッド車 (*HYBRID*) …ダミー変数

ハイブリッド車であれば1、そうでなければ0とする。

#### (iv) シリンダーの配列 (*CYLINDER*) …ダミー変数

車体に使用されるシリンダーの配列は直列3気筒、直列4気筒、対向4気筒、V6、V8のいずれかである。なお、分析において直列4気筒を基準とした。

#### (v) 変速機の種類 (*TRANSMISSION*) …ダミー変数

車体に使用される変速機は無段変速機 (CVT)、3速オートマチック (3AT)、4速

オートマチック (4AT)、4速電子制御 AT (4EAT)、5速電子制御 AT (5EAT)、6速電子制御 AT (6EAT)、7速電子制御 AT (7EAT)、8速電子制御 AT (8EAT)、5速マニュアル (5MT)、6速マニュアル (6MT)、6速マニュアルモード付き無段変速機 (6MT\_CVT)、7速マニュアルモード付き無段変速機 (7MT\_CVT)、2ペダル式マニュアル (SAT) のいずれかである。なお、分析において無段変速機を基準とした。

(vi) 駆動方式 (*DRIVE*) …ダミー変数

車体に使用される駆動方式は前輪駆動 (FF)、ミッドシップ/後輪駆動 (MR/RR)、四輪駆動 (4WD) のいずれかである。なお、分析において前輪駆動を基準とした。

(vii) 車両の形状 (*STYLE*) …ダミー変数

車両の形状の分類は各メーカーによって異なるため、「最新国産&輸入車全モデル購入ガイド'10-'11」に記載されている分類に従った。分類はコンパクト、ワゴン&2ボックス、ミニバン、セダン、スペシャリティ、SUV、軽自動車である。なお、分析においてセダンを基準とした。

(viii) 標準整備機能 (*OPTION*) …ダミー変数

車両に標準装備されている機能は、「エクステリア系オプション」としてアルミホイール、「インテリア系オプション」としてオートエアコン (オートエアコン装備であれば1、マニュアルエアコン装備であれば0)、ナビゲーター、オーディオレス (何も装備されてなければ1、AM/FM ラジオや CD 等が装備されていれば0)、「安全系オプション」として EBC (横滑り防止装置) の有無をダミー変数として採用した。

(ix) メーカー (*MANUFACTURER*) …ダミー変数

乗用車を販売しているメーカーは、トヨタ、日産、ホンダ、三菱、マツダ、スバル、スズキ、ダイハツのいずれかである。なお、分析においてトヨタを基準とした。

(ix) 年次ダミー (*YEAR*) …ダミー変数

推計は最小二乗法によって得られるステューデント化残差が2以上のものを外れ値として除外した後、ホワイトの修正標準誤差を用いた最小二乗法によって行った。本稿では、(1) 2008年~2010年の3年間を対象に、被説明変数を「東京標準現金価格 (万円、対数変換)」とした分析、(2) 2010年を対象に、被説明変数を「東京標準現金価格+自動車重量税+自動車取得税-エコカー減税 (万円、対数変換)」とした分析、の2つを行った。(1)で最近3年間の乗用車価格の品質変化を検証し、(2)でエコカー減税を反映させた乗用車価格の品質変化を検証する。表2-2は(1)の推計結果、表2-3は(2)の推計結果である。

表 2-2 2008 年～2010 年の 3 年間における推計結果

被説明変数：東京標準現金価格 [万円、対数変換] 最小二乗法推計

	係数	t 値		係数	t 値
容積	0.0358	(8.98)***	MR/RR	0.1123	(16.08)***
ホイールベース	0.0005	(12.68)***	4WD	0.1167	(39.42)***
最高出力	0.0027	(33.27)***	コンパクト	-0.1076	(-15.40)***
ハイオク	-0.0086	(-0.92)	ワゴン& 2ボックス	-0.0131	(-2.43)**
LPG	0.2308	(15.40)***	ミニバン	-0.0904	(-11.12)***
軽油	0.1933	(7.35)***	スペシャリティ	0.1509	(8.15)***
ハイブリッド	0.1375	(11.25)***	SUV	0.0036	(0.53)
直列 3 気筒	-0.0445	(-5.04)***	軽自動車	-0.0521	(-4.31)***
対向 4 気筒	-0.0173	(-1.70)*	アルミホイール	0.1310	(40.40)***
V6	-0.0326	(-3.41)***	オートエアコン	0.0640	(16.71)***
V8	0.2392	(7.52)***	ナビゲーター	0.1898	(23.90)***
3AT	-0.1018	(-7.77)***	オーディオレス	0.0157	(4.37)***
4AT	0.0012	(0.20)	ESC	0.0368	(7.50)***
4EAT	-0.0220	(-5.13)***	日産	0.0258	(5.22)***
5EAT	-0.0250	(-3.88)***	ホンダ	0.0142	(2.51)**
6EAT	0.0065	(0.63)	三菱	-0.0083	(-1.33)
7EAT	-0.1669	(-9.54)***	マツダ	-0.0231	(-3.69)***
8EAT	-0.0620	(-1.56)	スバル	-0.0744	(-7.23)***
5MT	-0.0621	(-10.01)***	スズキ	-0.0853	(-12.19)***
6MT	-0.0387	(-2.62)***	ダイハツ	-0.0865	(-12.77)***
6M_CVT	-0.0182	(-2.56)**	2009 年	-0.0044	(-1.33)
7M_CVT	0.0347	(5.29)***	2010 年	-0.0051	(-1.48)
SAT	-0.0422	(-1.96)**	定数項	3.5097	(41.20)***
サンプル数		3692	決定係数		0.9625

注 1. スチューデント化残差が 2 以上のものを外れ値として処理した。

注 2. \*は 10%水準、\*\*は 5%水準、\*\*\*は 1%水準で有意であることを示す。

表 2-3 エコカー減税を考慮した 2010 年の推計結果

被説明変数：東京標準現金価格＋諸税 [万円、対数変換] 最小二乗法推計

	係数	t 値		係数	t 値
容積	0.0448	(6.66)***	MR/RR	0.0804	(5.52)***
ホイールベース	0.0002	(4.21)***	4WD	0.118	(22.00)***
最高出力	0.0029	(20.01)***	コンパクト	-0.1077	(-8.69)***
ハイオク	-0.0103	(-0.58)	ワゴン& 2ボックス	-0.0185	(-1.94)*
LPG	0.3116	(11.56)***	ミニバン	-0.0818	(-5.69)***
軽油	0.2039	(3.49)***	スペシャリティ	0.1127	(3.45)***
ハイブリッド	0.1046	(5.51)***	SUV	-0.0077	(-0.61)
直列 3 気筒	-0.055	(-3.43)***	軽自動車	-0.1188	(-5.52)***
対向 4 気筒	-0.0529	(-2.68)***	アルミホイール	0.1302	(21.39)***
V6	-0.0219	(-1.18)	オートエアコン	0.0567	(8.29)***
V8	0.0548	(1.20)	ナビゲーター	0.1853	(12.85)***
3AT	0.0048	(0.19)	オーディオレス	0.0074	(0.99)
4AT	0.0578	(4.11)***	ESC	0.0538	(5.61)***
4EAT	0.0034	(0.44)	日産	0.0209	(2.29)**
5EAT	-0.0202	(-1.62)	ホンダ	0.0257	(2.38)**
6EAT	0.0559	(2.80)***	三菱	-0.0239	(-2.08)**
7EAT	-0.1266	(-4.41)***	マツダ	-0.031	(-2.59)***
8EAT	0.1526	(2.45)**	スバル	-0.0479	(-2.78)***
5MT	-0.0407	(-3.38)***	スズキ	-0.0693	(-5.04)***
6MT	0.025	(0.80)	ダイハツ	-0.0359	(-2.98)***
6M_CVT	0.0021	(0.17)	定数項	4.0709	(31.72)***
7M_CVT	0.0454	(4.22)***	サンプル数		1158
SAT	-0.052	(-1.24)	決定係数		0.9618

注 1. スチューデント化残差が 2 以上のものを外れ値として処理した。

注 2. \*は 10%水準、\*\*は 5%水準、\*\*\*は 1%水準で有意であることを示す。



### (1) 2008年～2010年の3年間を対象にした分析結果

サンプル数は3881であったが、ステューデント化残差が2以上のものを外れ値として除外したため、サンプル数は3692とデータセットよりも減少した。決定係数は0.9625と高い値となった。

推定結果の係数に対するeのべき乗から1を引くと、各説明変数の上昇率に対する価格の上昇率が分かる。推定結果を見ると、まず特性指標の容積、ホイールベース、最高出力は全て統計的に有意である。容積が1 m<sup>3</sup>大きくなると3.6%、ホイールベースが10 mm長くなると0.5%、馬力が1 ps多くなると0.3%、それぞれ価格は高くなる。燃料はハイオク以外有意となり、LPGだと26.0%、軽油だと21.3%、レギュラーガソリンよりも価格は高くなる。また、ハイブリッド車は他の乗用車に比べて14.7%割高である。シリンダーの配列、変速機の種類、駆動方式についてもほとんどが統計的に有意である。シリンダーの配列と変速機の種類は符号がマイナスのものが多一方、駆動方式は全てプラスとなった。乗用車の形状では、セダンに対してスペシャリティが約16.3%割高になったほかは、全体的にセダンよりも割安になっている。標準装備機能については、全てプラスで有意である。特に、オーディオレスだとオーディオ機能が装備されている乗用車よりも1.6%割高になっている。メーカーについては、トヨタに比べて日産、ホンダは割高である一方、それ以外の国産メーカーが割安になっている。年次ダミーは1999年、2000年ともにマイナスであるが、統計的に有意とはならなかった。これは、2008年～2010年にかけてモデルチェンジや価格の改定が行われたモデルが少なく、各年の違いがあまり見られなかったことが原因と考えられる。

### (2) エコカー減税を反映させた2010年の分析結果

サンプル数は1211であったが、ステューデント化残差が2以上のものを外れ値として除外したため、サンプル数は1158とデータセットよりも減少した。決定係数は0.9618と(1)と同様に高い値となった。

推定結果を見ると、まず特性指標の容積、ホイールベース、最高出力は(1)と同様に全て統計的に有意である。容積が1 m<sup>3</sup>大きくなると4.6%、ホイールベースが10 mm長くなると0.2%、馬力が1 ps多くなると0.3%、それぞれ価格は高くなる。燃料はハイオク以外有意となり、LPGだと36.6%、軽油だと22.6%、レギュラーガソリンよりも価格は高くなった。また、ハイブリッド車は他の乗用車に比べて11.0%割高となった。シリンダーの配列、変速機の種類は(1)と比べて統計的に有意なものが少ない一方、駆動方式についてはほとんどが統計的に有意である。乗用車の形状では、セダンに対し

てスペシャリティが約 11.9%割高になったほかは、全体的にセダンよりも割安になっている。標準装備機能については、オーディオレスを除いてプラスで有意である。メーカーについては(1)と同様、トヨタに比べて日産、ホンダは割高である一方、それ以外の国産メーカーが割安になっている。

### 第3章 BLPモデルを用いた新車の需要関数と費用関数の推定

第3章では、BLPモデルを用いて新車の需要関数と費用関数の推定に関する分析を行う。3.1ではBLPモデルについて概説する。3.2ではBLPモデルを用いた需要関数と費用関数の推定に関する先行研究を紹介し、3.3で実証分析を行う。

#### 3.1 BLPモデルについて

BLPモデルはBerry, Levinsohn and Pakes (1995)の名にちなんだ需要関数の推定方法である。以下では三浦・内藤(2008)とNevo(2000)に基づいて、BLPモデルを概説していく。

##### 3.1.1 需要関数の導出

以下では、消費者の離散選択問題を解く。市場 $t=1,2,\dots,T$ にある製品 $j=1,2,\dots,J$ を、各市場の消費者 $i=1,2,\dots,I_t$ がたかだか1つ購入するとする。各市場において、各製品は観察可能な特性 $x_{jt}$ と観察不可能な特性 $\xi_{jt}$ を持つ。そこで、市場 $t$ にいる消費者 $i$ が製品 $j$ を購入することによって得られる間接効用関数は次のように定式化できる。

$$u_{ijt} = \alpha_i(y_i - p_{jt}) + x_{jt}\beta_i + \xi_{jt} + \varepsilon_{ijt}$$

ここで、 $y_i$ は消費者 $i$ の所得、 $p_{jt}$ は市場 $t$ における製品 $j$ の価格、 $\varepsilon_{ijt}$ は誤差項(タイプIの極値分布に従うと仮定)、 $\alpha_i$ は消費者 $i$ の所得の限界効用、 $\beta_i$ は消費者 $i$ の製品特性の限界効用である。なお、消費者が製品を購入しない場合、間接効用関数は $u_{i0t} = \alpha_i y_i + \varepsilon_{i0t}$ と定義する。

(i) 消費者が同質的である場合

$\alpha_i = \alpha, \beta_i = \beta$ かつ攪乱項 $\varepsilon_{ijt}$ が全ての $i$ に対して無相関である。このとき、所得 $y_i$ を合計することにより得られる集計された間接効用関数は、

$$u_{jt} = \alpha(y - p_{jt}) + x_{jt}\beta + \xi_{jt} + \varepsilon_{jt}$$

と表せる。 $\varepsilon_{jt}$ はタイプIの極値分布に従うと仮定すると、これは多項式ロジットモデルとなる。なお、タイプIの極値分布における密度関数および累積分布関数は、

$$f(x) = \exp x \exp\{\exp(-x)\} \quad F(x) = \exp\{-\exp(-x)\}$$

となる。このとき、市場 $t$ における製品 $j$ の市場シェアは、製品 $j$ が選択される確率と等しくなるので、

$$\begin{aligned}
s_{jt} &= \text{Prob}(u_{jt} > u_{kt} \quad \forall k \neq j) \\
&= \text{Prob}[\varepsilon_{kt} - \varepsilon_{jt} < \{\alpha(y - p_{jt}) + x_{jt}\beta + \xi_{jt}\} - \{\alpha(y - p_{kt}) + x_{kt}\beta + \xi_{kt}\} \quad \forall k \neq j] \\
&= \int_{\varepsilon} I[\varepsilon_{kt} - \varepsilon_{jt} < (x_{jt}\beta - \alpha p_{jt} + \xi_{jt}) - (x_{kt}\beta - \alpha p_{kt} + \xi_{kt}) \quad \forall k \neq j] f(\varepsilon) d\varepsilon \\
&= \frac{\exp(x_{jt}\beta - \alpha p_{jt} + \xi_{jt})}{1 + \sum_k \exp(x_{jt}\beta - \alpha p_{jt} + \xi_{jt})}
\end{aligned}$$

と表せる。なお、 $I(\cdot)$ はかつこの式が真であれば1、それ以外は0となる指示関数である。ここで、 $M_j = \exp(x_{jt}\beta - \alpha p_{jt} + \xi_{jt})$ と定義すると、

$$s_{jt} = \frac{M_j}{1 + \sum_k M_k}$$

となる。このとき、

$$\frac{\partial s_{jt}}{\partial p_{kt}} = \frac{\frac{\partial M_j}{\partial p_{kt}}}{1 + \sum_k M_k} + \left( \frac{-M_j}{(1 + \sum_k M_k)^2} \right) \left( \frac{\partial M_k}{\partial p_{kt}} \right)$$

が成り立つ。

まず、製品  $k$  の価格に関する製品  $j$  の交差価格弾力性 ( $j \neq k$ ) を求める。すなわち、

$$\begin{aligned}
\frac{\partial s_{jt}}{\partial p_{kt}} &= \frac{0}{1 + \sum_k M_k} + \left( \frac{-M_j}{(1 + \sum_k M_k)^2} \right) (-\alpha M_k) = \alpha \left( \frac{M_j}{1 + \sum_k M_k} \right) \left( \frac{M_k}{(1 + \sum_k M_k)} \right) \\
&= \alpha s_{jt} s_{kt}
\end{aligned}$$

次に、需要の時価価格弾力性 ( $j = k$ ) を求める。すなわち、

$$\begin{aligned}
\frac{\partial s_{jt}}{\partial p_{jt}} &= \frac{-\alpha M_j}{1 + \sum_k M_k} + \left( \frac{-M_j}{(1 + \sum_k M_k)^2} \right) (-\alpha M_j) = -\alpha s_{jt} + \alpha s_{jt}^2 \\
&= -\alpha s_{jt} (1 - s_{jt})
\end{aligned}$$

以上より、市場シェアの弾力性は、

$$\eta \equiv \frac{\partial s_{jt}}{\partial p_{kt}} \cdot \frac{p_{kt}}{s_{jt}} = \begin{cases} -\alpha p_{jt} (1 - s_{jt}) & (j = k) \\ \alpha p_{kt} s_{kt} & (j \neq k) \end{cases} \quad (3.1)$$

となる。

(3.1)式における弾力性の理論的構造は以下で述べる2つの点において現実的であるとはいえない。

もし市場シェアが小さければ、需要の自己価格弾力性は  $-\alpha p_{jt}$  に近い値を取る。こ

のことは、価格がより低いほど、需要は非弾力的で価格に反応しなくなる結果、売り手は低い限界費用の製品に対してマークアップを高め設定することを示唆する。しかし、実際には例えば安価な車と比較される高級車のように、より高い限界費用の製品ほど値上げ幅が大きくなることも考えられる。

また、製品  $k$  の価格に関する製品  $j$  の交差価格弾力性は  $\alpha p_{kt} s_{kt}$  で、製品  $k$  の価格と市場シェアにのみ依存する。もし製品  $k$  の価格が上昇すると、他の製品と同様消費者を失うことになるが、これは多項式ロジットモデルにおける標準的な欠点である。すなわち、赤い乗用車、青い乗用車、トラックのいずれかを購入する場合、赤い乗用車の価格が上がった時に、青い乗用車とトラックを同程度に評価して購入することはないはずだが、このモデルにおいては同程度に評価することを主張している。

以上より、多項式ロジットモデルでは欠陥が生じてしまうため、パラメータが消費者間で異なる場合を想定する必要がある。

(ii) 消費者が異質的である場合

確率係数  $\alpha_i, \beta_i$  を以下のように特定化する。

$$\begin{cases} \alpha_i = \alpha + \Pi_\alpha D_i + \sigma_\alpha v_i \\ \beta_i = \beta + \Pi_\beta D_i + \sigma_\beta v_i \end{cases}$$

$\alpha, \beta$  は  $\alpha_i, \beta_i$  の平均値とし、 $D_i$  は観察可能な消費者の特性であり、分布  $P_D^*(D)$  に従うとする。なお、この分布を推定しているので、 $P_D^*(\hat{D})$  と表される。一方、 $v_i$  は観察不可能な消費者の特性であり、分布  $P_v^*(v)$  (多変量正規分布と仮定) に従うとする。

このとき、間接効用関数は、

$$u_{ijt} = \alpha_i y_i + \delta_{jt}(x_{jt}, p_{jt}, \xi_{jt}; \theta_1) + \mu_{ijt}(x_{jt}, p_{jt}, v_i, D_i; \theta_2) + \varepsilon_{ijt}$$

と表せる。ただし、

$$\delta_{jt}(x_{jt}, p_{jt}, \xi_{jt}; \theta_1) \equiv x_{jt} \beta - \alpha p_{jt} + \xi_{jt}$$

$$\mu_{ijt}(x_{jt}, p_{jt}, v_i, D_i; \theta_2) \equiv -p_{jt} (\Pi_\alpha D_i + \sigma_\alpha v_i) + x_{jt} (\Pi_\beta D_i + \sigma_\beta v_i)$$

$$\theta_1 = (\alpha, \beta) \quad \theta_2 = (\Pi_\alpha, \Pi_\beta, \sigma_\alpha, \sigma_\beta)$$

とする。このとき、消費者  $i$  の製品  $j$  に関する市場シェアは、

$$s_{ijt} = \frac{\exp(\delta_{jt} + \mu_{ijt})}{1 + \sum_k \exp(\delta_{kt} + \mu_{ikt})} \quad (3.2)$$

となる。市場  $t$  における製品  $j$  に関する市場シェア全体は、(3.2)式を消費者のタイプごとに積分し、母集団における各タイプの確率によって各タイプをウエイト付けすることによって求められる。すなわち、

$$s_{ijt} = \int_{\nu} \int_D \left[ \frac{\exp(\delta_{jt} + \mu_{ijt})}{1 + \sum_k \exp(\delta_{kt} + \mu_{ikt})} \right] dP_D^*(\hat{D}) dP_{\nu}^*(\nu)$$

である。よって、市場シェアの価格弾力性は、

$$\eta \equiv \frac{\partial s_{jt}}{\partial p_{kt}} \cdot \frac{p_{kt}}{s_{jt}} = \begin{cases} -\frac{p_{jt}}{s_{jt}} \int_{\nu} \int_D \alpha_i s_{ijt} (1 - s_{ijt}) dP_D^*(\hat{D}) dP_{\nu}^*(\nu) & (j = k) \\ \frac{p_{kt}}{s_{jt}} \int_{\nu} \int_D \alpha_i p_{ikt} s_{ikt} dP_D^*(\hat{D}) dP_{\nu}^*(\nu) & (j \neq k) \end{cases}$$

となる。なお、この推定は以下の手順で行われる。

- (1)  $\delta$  と  $(\Pi \ \sigma)$  に対し、初期点として任意の値を選択する。
- (2) サイズ  $n_s$  の標本に対する分布  $P_{\nu}^*(\nu)$  および  $P_D^*(D)$  から  $(\nu_i \ D_i)(i=1, \dots, n_s)$  を無作為に取り出す。
- (3) 初期値、無作為標本、 $\varepsilon_{ijt}$  は極値分布に従うという仮定を用いることで、 $i$  で集計した結果として得られる市場シェアを以下のように近似する。

$$s_{jt} = \left( \frac{1}{n_s} \right) \sum_{i=1}^{n_s} s_{ijt} = \left( \frac{1}{n_s} \right) \sum_{i=1}^{n_s} \left[ \frac{\exp \left\{ \delta_{jt} + \sum_{k=1}^f x_{jt}^k (\sigma_k \nu_i^k + \pi_{k1} D_{i1} + \dots + \pi_{kg} D_{ig}) \right\}}{1 + \sum_m \exp \left\{ \delta_{jt} + \sum_{k=1}^f x_{jt}^k (\sigma_k \nu_i^k + \pi_{k1} D_{i1} + \dots + \pi_{kg} D_{ig}) \right\}} \right]$$

ここで、 $(\nu_i^1, \dots, \nu_i^f)(D_i^1, \dots, D_i^g)(i=1, \dots, n_s)$  は (1) で無作為に抽出されたものである。

- (4) 収束する以下のような縮小写像を用いる。ある初期点で  $(\Pi \ \sigma)$  を固定したまま、次のような反復過程によって  $\delta$  をみつける。

$$\delta_t^{h+1} = \delta_t^h + (\ln(S_{\cdot t}) - \ln(s_{\cdot t}))$$

ここで、 $S_{\cdot t}$  は観察された市場シェアであり、 $s_{\cdot t}$  は初期点として  $\delta_t^{h+1}$  を使用する手順 (3) による予測された市場シェアである。そこで、手順 (1) の任意の  $\delta^0$  から始め、実

際に  $(\ln(S_{jt}) - \ln(s_{jt}))$  が十分小さくなるまで繰り返すことで、 $\delta$  が得られる。

(5) 手順 (2) から得た  $(\alpha, \beta)$  の初期値と手順 (4) から得た推定値  $\delta$  を用いることで、積率式の値を計算する。まず誤差項を計算する。

$$\omega_{jt} = \delta_{jt} - (\alpha p_{jt} + x_{jt} \beta) \quad (3.3)$$

次に、積率式の値  $\omega'Z\Phi^{-1}Z'\omega$  を計算する。これを実行するためには以下のようなウエイト付けした行列  $\Phi^{-1}$  が必要となる。

$$\Phi^{-1} = (E(Z'\omega\omega'Z))^{-1}$$

(6) GMM推定量を用いたすべての消費者にとって共通なパラメータ  $(\alpha, \beta)$  の推定量を見つけ出す。

$$(\hat{\alpha}, \hat{\beta}) = (X'Z\Phi^{-1}Z'ZX)^{-1} X'Z\Phi^{-1}Z'\delta \quad (3.4)$$

(7) (3.3) の誤差項  $\hat{\omega}$  の値を推定する。そして、(3.4) から得られた  $(\alpha, \beta)$  の改良された推定を用い、 $\omega'Z\Phi^{-1}Z'\omega$  の積率式を推定する。

(8) 計算された  $\hat{\omega}$  を用いてウエイト付けした行列  $\Phi = Z'\omega\omega'Z$  の値を推定する。

(9)  $(\Pi, \sigma)$  の新たな値を見つけるためにサーチ・アルゴリズムを使用する。新しい値を得て手順 (3) に戻り、 $\omega'Z\Phi^{-1}Z'\omega$  の積率式が最小になるようなパラメータのサーチを繰り返す。

### 3.1.2 費用関数の導出

Nevo(2000)では、企業  $f = 1, 2, \dots, F$  が RTE シリアル of 異なるブランド  $j = 1, 2, \dots, J$  の部分集合  $\Phi_f$  を生産すると仮定する。企業  $f$  の利潤は

$$\Pi_f = \sum_{j \in \Phi_f} (p_j - mc_j) M s_j(p) - C_f$$

で表される。ここで、 $s_j(p)$  はブランド  $j$  の市場シェア、 $M$  は市場の大きさ、 $C_f$  は固定費用である。一階の条件は

$$s_j(p) + \sum_{r \in \Phi_f} (p_r - mc_r) \frac{\partial s_r(p)}{\partial p_j} = 0$$

マークアップは  $S_{jr} = -\partial s_r / \partial p_j$  で表され、

$$\Omega_{jr}^* = \begin{cases} 1 & \text{if } \exists f : \{r, j\} \subset \Phi_f \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$\Omega$  は  $\Omega_{jr} = \Omega_{jr}^* * S_{jr}$  を満たす  $J \times J$  行列である。これにより、一階の条件は

$$s(p) - \Omega(p - mc) = 0$$

で表される。ここで、 $s(\cdot), p, mc$  はそれぞれ市場シェア、価格、限界費用を表す  $J \times 1$  ベクトルである。これより、

$$p - mc = \Omega^{-1} s(p) \Leftrightarrow mc = p - \Omega^{-1} s(p)$$

となる。

## 3.2 先行研究

この節では、小坂 (2007) をもとに BLP モデルを用いた乗用車の需要関数と費用関数の推定に関する先行研究を概説する。

### 3.2.1 需要関数の推定

需要者  $i$  が時間  $t$  に  $J_{t+1}$  種類の中から乗用車のブランド  $j$  を購入すると仮定する。ここで、 $J_{t+1}$  には乗用車を買わないという選択肢も含んでおり、需要者が  $j = 0$  を選んだ場合需要者はどのブランドも買わないものとし、効用は 0 とする。このとき、間接効用関数は、

$$u_{ijt} = \beta_0 + \sum_k x_{jkt} \beta_k + \alpha p_{jt} + \xi_{jt} + \tau_{ijt}$$

と表せる。 $u_{ijt}$  は需要者  $i$  が製品  $j$  を購入することで得られる効用、ベクトル  $x_j$  はブランド  $j$  の観察することのできる特性、 $p_j$  は消費者物価指数で 1973 年の水準で調整した各乗用車のブランドの実質価格、 $\xi_j$  は観察することのできないブランド  $j$  の特性、 $\tau_{ijt}$  は誤差項を表す。ここで、

$$\delta_j = \beta_0 + \sum_k x_{jkt} \beta_k + \alpha p_{jt} + \xi_{jt}$$

とすると、 $\delta_j$  はブランド  $j$  の平均的な需要者に与える効用水準を表し、それぞれの需要者に特有のブランドに対する評価の違いは、平均 0 の誤差項  $\tau_{ij}$  で表される。

さらに、需要構造は「入れ子ロジット」に従うとする。具体的には、

- ①乗用車の市場を「普通車」と「小型車」に分ける。
  - ②需要者は乗用車を「買う」、「買わない」の選択をする。
  - ③「買う」を選択した場合、次に「普通車」か「小型車」を選択する。
- とする。このとき、 $\tau_{ij}$  は



$$\tau_{ij} = v_{ig}(\sigma) + (1 - \sigma)\varepsilon_{ij}$$

となる。ここで、 $v_{ig}$ は需要者*i*がグループ*g*に属する全てのブランドに対して共通に持つ好み、 $\sigma$ はグループ内での、各ブランドと他のブランドとの代替性を示すパラメータであり、 $\sigma$ は0以上1未満である。 $\sigma$ が0ならば需要者の好みはグループ内のブランドで特に相関がなく、全てのブランドに対して独立となり、市場はグループには分かれていないといえる。 $\sigma$ が大きくなるにつれて、需要者の好みも同じグループにあるブランドごとの相関が高くなる。これらの仮定から、あるグループ*g*におけるあるブランド*j*のマーケットシェアは、 $D_g = \sum_{j \in g} \exp(\delta_j / (1 - \sigma))$ とおくと、

$$s_j = \frac{\exp\left(\frac{\delta_j}{1 - \sigma}\right) D_g^{1 - \sigma}}{D_g \sum_g D_g^{1 - \sigma}} \quad (3.3)$$

となる。乗用車を購入する層の全体の市場は免許証をもっている人口とし、マーケットシェア $s_j$ は免許証をもっている人口に対する販売量の割合で定義する。(3.3)の第1項はブランド*j*のグループ内におけるシェアを表し、これを $s_{j/g}$ とおく。第2項は市場全体に対するグループ*g*のシェアを表す。このとき、需要関数は以下のように表せる。

$$\begin{aligned} \ln s_j - \ln s_0 &= \delta_j + \sigma \ln s_{j/g} - \delta_0 \\ &= \beta_0 + \sum_k x_{jk} \beta_k + \alpha p_j + \sigma \ln s_{j/g} + \xi_{jt} \end{aligned} \quad (3.4)$$

推定のデータは1954年から1973年までの乗用車の各ブランドの価格、販売量、品質の年次データを用いている。この推計では、品質 $x_j$ に馬力と面積を用い、また、他の変数としてクラス・ダミー（2000cc以上）、外国車のダミー、各国ごとのダミー、各メーカーのダミー、トレンド、トレンドとクラス・ダミーの交差項、トレンドと国ダミーの交差項を用いている。価格 $p_j$ は、各ブランドの店頭販売価格を1973年の価格に調整した実質価格を用いている。

各ブランドの販売量の、各クラスの総販売量に占める割合 $\ln s_{j/g}$ は、誤差項 $\xi_j$ と相関関係がある。なぜならば、 $\ln s_{j/g}$ は非説明変数である $\ln s_j$ を含んでいるからである。また、 $p_j$ と $\xi_j$ も相関関係がある。 $\xi_j$ は、計量経済学者には観察できないが、需要者と乗用車の売り手には観察できるブランドの品質と解釈できる。 $\xi_j$ が高く品質が高い財ならば、需要者はより高い価格を支払い、また、売り手もより高い価格の設定を行う。このように、 $p_j$ と $\xi_j$ は相関を持つ。そこで、 $p_j$ と $\ln s_{j/g}$ にはブランド*j*と同一グループに属する他のブランドの観察できる品質の和 $\xi_{-j}$ を操作変数に用いている。

(3.4)の式は線形であるので、推定は二段階最小二乗法を用いている。推計結果は表3-1で表している。決定係数は、0.971 と高い。推定結果を見ると、価格の係数は負、馬力と面積の係数が正で、それぞれ有意である。乗用車のブランドのシェアは価格が低いほど、また馬力や面積が大きいほどシェアも大きくなることが分かる。また、 $\sigma$  は0.779であり、これは同一グループ内にあるブランドのほうが、ほかのグループ内にあるブランドよりもより代替的であることを示している。

表3-1 需要関数の推計結果  
被説明変数： $\ln s_j - \ln s_0$  二段階最小二乗法推計

	係数	標準誤差
定数項	-5.786**	(0.615)
実質価格	-0.012**	(0.001)
$\ln s_{j/g}$	0.779**	(0.135)
馬力	0.010**	(0.001)
面積	0.360**	(0.059)
クラス・ダミー (2000cc 以上)	-1.786**	(0.529)
トレンド	0.007	(0.024)
輸入車・ダミー	0.478	(0.878)
アメリカ車・ダミー	5.194**	(1.009)
イギリス車・ダミー	8.526**	(1.140)
ドイツ車・ダミー	-0.185	(0.635)
フランス車・ダミー	-0.542	(0.639)
トレンドと輸入車・ダミーの交差項	0.027	(0.030)
トレンドとアメリカ車・ダミーの交差項	-0.061†	(0.031)
トレンドとイギリス車・ダミーの交差項	-0.001	(0.029)
トレンドとドイツ車・ダミーの交差項	-0.021	(0.029)
トレンドとクラス・ダミーの交差項	-0.087**	(0.023)
サンプル数	801	
決定係数	0.971	

注 1. †は 10%水準、\*は 5%水準、\*\*は 1%水準で有意であることを示す。

出所：小坂 (2007)

### 3.2.2 費用関数の推定

ここでは、先に推定した需要関数に基づき、マークアップを計算し、価格からマークアップを引くことで限界費用を求める。そして、その限界費用を用いて費用関数を推定する。

企業  $f$  は、以下の利潤最大化問題を解くように静学的なベルトラン競争を行っているとして仮定する。

$$\pi_{jt} = \sum_{j \in F_{jt}} [p_{jt} q_{jt} - C_{jt}]$$

一階の条件より、

$$\frac{\partial C_{jt}}{\partial q_{jt}} = p_{jt} - \frac{1-\sigma}{-\alpha \left[ 1 - \sigma \sum_{j \in F_{fg}} s_{j/g} - (1-\sigma) \sum_{j \in F_{fg}} s_j \right]} - \lambda_{tc} \quad (3.5)$$

となる。ここで、 $\lambda$  は輸入割当に関するラグランジュ係数である。

(3.5)式の右辺の第2項

$$\frac{1-\sigma}{-\alpha \left[ 1 - \sigma \sum_{j \in F_{fg}} s_{j/g} - (1-\sigma) \sum_{j \in F_{fg}} s_j \right]}$$

はマークアップであり、 $markup_{jt}$  とおく。また、限界費用を以下のようなコブダグラス型の費用関数に定式化する。

$$\frac{\partial C_{jt}}{\partial q_{jt}} = \exp(x_{jt} \gamma + \varepsilon_{jt}) Q_{jt}^{\delta} L_c^{\theta} (tariff_{jt})^{\mu} + \varepsilon_{jt}$$

ここで、 $Q_{jt}$  は各メーカーの生産量、 $L$  は国ごとの前年までの乗用車の累積生産量（学習効果の代理変数）、 $tariff$  は関税率を表す。よって、費用関数の推定式は、

$$\begin{aligned} \ln \frac{\partial C_{jt}}{\partial q_{jt}} &= \ln(p_{jt} - markup_{jt} - \lambda_{tc}) \\ &= \gamma x_{jt} + \delta \ln Q_{jt} + \theta \ln L_c + \mu \ln(tariff_{jt}) + \varepsilon_{jt} \end{aligned} \quad (3.6)$$

となる。ここで係数を見ると、 $\delta$  が負ならば規模に対して収穫逓増であり、正ならば規模に対して収穫逓減である。また、学習効果によって乗用車の費用が減少するならば、 $\theta$  が負であると予想される。さらに、関税率が高ければ限界費用も高くなるので、 $\mu$  は正であると予想される。

説明変数のうち、 $Q_{jt}$  は内生変数である。なぜなら、誤差項  $\varepsilon_{jt}$  には、観察できない費用ショックを含み、企業がこれを観察することができたならば、 $\varepsilon_{jt}$  を考慮して乗用車の生産量を決定することになる。つまり、 $Q_{jt}$  は  $\varepsilon_{jt}$  に依存して相関関係を持つことになる。そこで、一期前の  $Q_{jt}$  を、操作変数として利用している。

表 3-2 は(3.6)式を推定した結果を表している。決定係数は 0.936 と高くなっている。係数を見ると、まず馬力と排気量の係数が正である。これは、馬力が高ければ高いほど、面積が広ければ広いほど限界費用が高くなることを示している。また、企業ごとの生産量の係数は-0.053 であり負である。これは、乗用車の生産は規模に対して収穫逓増であり、生産量が多い企業ほどコストが低下することを表し、生産量が 1%増大すれば、費用はおよそ 0.05%減少することを示している。国ごとの学習効果の係数を見ると、-0.226 と負であり、予想と一致している。関税の係数を見ると 0.597 と正であり、関税が高くなれば輸入車の費用も高くなり、価格も高くなることを示している。

表 3-2 費用関数の推計結果

被説明変数： $\ln \partial C_{jt} / \partial q_{jt}$  二段階最小二乗法推計

	係数	標準誤差
定数項	3.944**	(0.152)
生産量の対数	-0.053*	(0.024)
馬力	0.004**	(0.000)
累積生産量の対数	-0.226**	(0.047)
面積	0.216**	(0.014)
関税率の対数	0.597*	(0.268)
$\lambda_{610}$	77.483**	(25.196)
$\lambda_{620}$	60.849**	(17.778)
$\lambda_{630}$	30.456*	(14.763)
$\lambda_{611}$	366.768**	(34.161)
$\lambda_{621}$	180.570**	(28.879)
$\lambda_{631}$	104.639**	(28.906)
クラス・ダミー	-0.147	(0.110)
トレンド	-0.005	(0.013)
輸入車・ダミー	1.043**	(0.278)
トレンドとクラス・ダミーの交差項	-0.017*	(0.007)
サンプル数	797	
決定係数	0.939	

注 1. †は 10%水準、\*は 5%水準、\*\*は 1%水準で有意であることを示す。

出所：小坂 (2007)

### 3.3 実証分析

この節では 3.2 の先行研究に基づき、乗用車における需要関数と費用関数の推定を行う。

#### 3.3.1 需要関数の推定

先行研究と同様に、需要関数の推定式は、

$$\ln s_j - \ln s_0 = \beta_0 + \sum_k x_{jk} \beta_k + \alpha p_j + \sigma \ln s_{j/g} + \xi_{jt}$$

とする。なお、需要構造は「入れ子ロジット」に従うとするが、具体的には、

①乗用車の市場を「普通車」、「小型車」、「軽自動車」に分ける。

②需要者は乗用車を「買う」、「買わない」の選択をする。

③「買う」を選択した場合、次に「普通車」、「小型車」、「軽自動車」のいずれかを選択する。

とする。

推定のデータ期間は2006年から2009年までの4年間とする。この推計では、販売量は普通車と小型車については日本自動車販売協会連合会の新車登録台数年報に記載されている各ブランドの販売台数、軽自動車については全国軽自動車協会連合会のホームページに記載されている各ブランドの販売台数とし、免許証をもっている人口は警視庁ホームページに掲載されているデータを用いた。よって、 $s_j$ は各ブランドの販売台数を免許証人口で除した値となる。品質  $x_j$  に最高出力/重量 ( $ps/kg$ )、燃費 ( $10 \cdot 15$ モード、 $km/l$ )、車体容積 ( $m^3$ ) を用い、他の変数としてトレンドと各メーカーのダミーを用いた。メーカーはトヨタ、日産、ホンダ、三菱、マツダ、スバル、スズキ、ダイハツ、レクサスのいずれかで、分析においてトヨタを基準とした。価格  $p_j$  は、中古車情報サイトgoo-netのカタログのバックナンバーに掲載されている販売価格を2005年基準の物価指数で除した実質価格を用いている。さらに、 $p_j$  と  $\ln s_{j/g}$  の操作変数として、ブランド  $j$  と同一グループに属する他のブランドの観察できる品質の和を操作変数として用いた。

表3-3は需要関数の推計結果である。決定係数は0.9839と十分高くなった。実質価格の係数は負で統計的に有意であり、価格が低いほどシェアが大きくなることを表している。 $ps/kg$  とは10%、車体容積は1%でそれぞれ有意となり、係数は正となった。 $ps/kg$  や車体容積が大きいほどシェアも大きくなることが分かる。各メーカーをみると、ブランド  $j$  が日産やレクサスだとシェアが大きくなる一方、三菱やマツダ、スバルだとシェアが小さくなる結果となった。また、 $\sigma$  は0.8862であり、これは同一グループ内にあるブランドのほうが、ほかのグループ内にあるブランドよりもより代替的であることを示している。

表3-3 需要関数の推計結果

被説明変数： $\ln \partial C_{jt} / \partial q_{jt}$  二段階最小二乗法推計

	係数	t 値
実質価格	-0.0028	(-2.92)***
$\ln s_{j/g}$	0.8862	(25.01)***
$ps/kg$	0.0043	(1.95)*
燃費	0.0223	(-1.24)
車体容積	0.1027	(2.90)***
トレンド	-0.0594	(-3.69)***
日産	0.1007	(1.92)*
ホンダ	0.0108	(-0.21)
三菱	-0.1603	(-2.64)***
マツダ	-0.1761	(-2.91)***
スバル	-0.0997	(-1.86)*
スズキ	0.0036	(-0.06)
ダイハツ	-0.0313	(-0.51)
レクサス	0.6393	(3.14)***
定数項	-5.0291	(-8.73)***
サンプル数	790	
決定係数	0.9839	

注 1. \*は 10%水準、\*\*は 5%水準、\*\*\*は 1%水準で有意であることを示す。

### 3.3.2 費用関数の推定

費用関数の推定式は、

$$\ln(p_{jt} - markup_{jt}) = \gamma x_{jt} + \delta \ln Q_{ft} + \theta \ln L_c + \varepsilon_{jt}$$

とする。先行研究同様、 $Q_{ft}$  は各メーカーの生産量、 $L$  は国ごとの前年までの乗用車の累積生産量（学習効果の代理変数）を表している。 $markup_{jt}$  は

$$markup_{jt} = \frac{1 - \sigma}{-\alpha \left[ 1 - \sigma \sum_{j \in F_{fg}} s_{j/g} - (1 - \sigma) \sum_{j \in F_{fg}} s_j \right]}$$

の式に、3.3.1で推計した $\alpha$ 、 $\sigma$ の値を代入して求めた。また、説明変数のうち、 $Q_{jt}$ は内生変数であるため、一期前の $Q_{jt}$ を操作変数とした。

推定のデータ期間は3.3.1と同様、2006年から2009年までの4年間とする。この推計では、品質 $x_j$ に3.3.1と同様に最高出力／重量( $ps/kg$ )、燃費(10・15モード、 $km/l$ )、車体容積( $m^3$ )を用い、他の変数としてトレンドと各メーカーのダミーを用いた。メーカーはトヨタ、日産、ホンダ、三菱、マツダ、スバル、スズキ、ダイハツ、レクサスのいずれかで、分析においてトヨタを基準とした。価格 $p_j$ は、中古車情報サイトgoo-netのカatalogのバックナンバーに掲載されている販売価格を2005年基準の物価指数で除した実質価格を用いている。また、 $Q_{jt}$ は自動車工業化ホームページに掲載されている各メーカーの生産台数を用いた。軽自動車において日産とマツダがスズキからの、三菱がダイハツからのOEMにより販売を行っているため、これらのメーカーの生産台数は入手できなかったため、OEM供給先の生産台数を販売台数の比で振り分けた値を用いた。なお、OEMとは発注元メーカーのブランドで販売される製品を製造することで、OEMメーカーから製品の供給を受けたメーカーは、自社ブランドでその製品を販売する。

表3-2は(3.6)式を推定した結果を表している。決定係数は0.8225と高くなった。係数を見ると、 $ps/kg$ と車体容積の係数は正となった一方、燃費の係数は負となった。これは、 $ps/kg$ が大きければ大きいほど、車体容積が広ければ広いほど、限界費用が高くなる一方、燃費のよい乗用車ほど限界費用が低くなることを示している。また、メーカーごとの生産量の係数は-0.038で負となった。これは、乗用車の生産は規模に対して収穫逓増であり、生産量が多い企業ほどコストが低下することを表し、生産量が1%増大すれば、費用はおよそ0.04%減少することを示している。国ごとの学習効果の係数を見ると、0.3376と正となり、予想に反する結果となった。



表3-4 費用関数の推計結果

被説明変数： $\ln s_j - \ln s_0$  二段階最小二乗法推計

	係数	t 値
生産量の対数	-0.0388	(-1.96)*
累積生産量の対数	0.3376	(6.64)***
$ps/kg$	0.0075	(12.20)***
燃費	-0.0629	(-6.98)***
車体容積	0.0610	(2.90)***
トレンド	-0.0159	(-1.22)
日産	0.1445	(3.36)***
ホンダ	0.1418	(3.05)***
三菱	0.0232	(0.45)
マツダ	0.0412	(0.92)
スバル	0.0478	(0.74)
スズキ	-0.1420	(-2.65)***
ダイハツ	-0.1131	(-1.72)*
レクサス	0.5881	(6.55)***
定数項	-0.4505	(-0.46)
サンプル数	790	
決定係数	0.8225	

注 1. \*は 10%水準、\*\*は 5%水準、\*\*\*は 1%水準で有意であることを示す。

## 第4章 結論

第1章では新車市場における現状分析とエコカー購入補助制度の影響の分析を行った。日本における自動車産業はリーマンショックによる景気悪化の影響が大きく、度の自動車メーカーも販売台数や生産台数が大幅に減少した。その後、減税と補助金によるエコカー購入補助制度により、販売台数や生産台数は増加したが、その効果はエコカー補助金の終了により陰りが見え、今後はエコカー購入補助制度以前の販売台数まで減少する可能性があり、新たな販売促進策の必要性があると思われる。

第2章ではヘッドニック・アプローチによる新車価格の分析を行った。実証結果から2010年において(エコカー減税の影響を考慮した上で)ハイブリッド車は他の乗用車に比べて約11%高いことが分かったが、今後はハイブリッド車の更なる普及により、他の乗用車との価格差は縮小していくと考えられる。また、2008年～2010の三年間における変化は有意な結果が得られなかった。これは、エコカー購入補助制度による販売促進策は講じられたものの、自動車産業における大きな変化はなかった可能性があると考えられる。しかし、今後は電気自動車の生産拡大などにより、各年の変化は生じる可能性はあると考える。

第3章では、BLPモデルを用いた需要関数とそれを用いた限界費用の導出を行った。需要関数の推計結果より、価格が低いほどシェアが大きくなることが分かった。これは現実の市場と整合的であると考えられる。また、同一グループ内にあるブランドのほうが、ほかのグループ内にあるブランドよりもより代替的であることがわかった。このことから、消費者は普通車・小型車・軽自動車を明確に区別していると考えられる。費用関数の推計結果からは、自動車産業においては収穫逓増であり、生産量の多い企業のほうがより費用が低いことが分かった。現在、OEMによる企業間の提携は進んでいるが、今後もこの動きは拡大し、実際に生産を行うメーカー数は減少して数社に集中する可能性が考えられる。一方、学習効果の係数は正となり、近年日本において学習効果による費用減少はおきていないと考えられる。

今回の分析により、近年新車価格の変動はあまり発生していない可能性がある一方、今後OEM等による自動車生産メーカーの集中が続く可能性があることが判明した。しかし、ガソリン車よりも製造が容易な電気自動車の普及が進むと、生産メーカーの新規参入がおこる等業界再編や産業転換が進むかもしれない。

## 参考文献

- 青山尚輝・石川真禱照・石川芳雄・ト部敏治・小田部家正・片岡英明・日下部保雄・島崎七生人・前澤義雄・松下宏・森山みずほ (2010), 「最新国産&輸入車全モデル購入ガイド'10-'11」ジエ・エー・エフ出版社
- 太田誠 (1978), 「ヘドニック・アプローチの理論的基礎, 方法および日本の乗用車価格への応用」『季刊理論経済学』第29巻第1号, pp.31-55
- 小坂賢太 (2007), 「日本における乗用車の保護貿易政策の効果の実証」  
<http://www.e.u-tokyo.ac.jp/cemano/research/DP/documents/coe-j-55.pdf>
- 白塚重典 (1997), 「ヘドニック・アプローチによる品質変化の補足—理論的枠組みと実証研究への適用—」IMES Discussion Paper No.97-J-6.
- 日本自動車販売協会連合会 (2010), 「新車登録台数年報 (第 33 集) 2010」.
- 廣野桂子 (1995), 「ヘドニック価格指数の理論的基礎」『城西大学大学院研究年報』11 巻, pp.29-40
- 三浦功・内藤徹 (2008), 「応用経済分析 I」勁草書房.
- 吉田正巳・菅原琢磨 (2000), 「乗用車価格のヘドニック回帰分析」『スミセイエコノミックスレビュー』2000 年 10 月号, pp.12-15.
- Langaster, K(1966), “A New Approach to Consumer Theory,” *Journal of Political Economy*, Vol.74, pp.132-157.
- Rosen, S. (1974), “Hedonic Prices and Implicit Markets:Product Differentiation in Pure Competition,” *Journar of Political Economy*, Vol.82, pp.34-55.
- Berry, S., J. Levinsohn, and A.Pakes(1995) “Automobile Prices in Market Equilibrium,” *Econometrica*, 63(4), 841-890.
- Nevo, A. (2000) “A Practitioner’s Guide to Estimation of Random-Coefficients Logit Models of Demand,” *Journal of Economic and Management Strategy*, 9(4), 513-548.
- 警察庁ホームページ <http://www.npa.go.jp/>
- 自動車情報センターホームページ <http://autoinfoc.com/>
- 全国軽自動車協会連合会ホームページ <http://www.zenkeijikyo.or.jp/>
- 日本自動車工業会ホームページ <http://www.jama.or.jp/>
- 日本自動車販売協会連合会ホームページ <http://www.jada.or.jp/>
- Goo-netホームページ <http://www.goo-net.com/>

## あとがき

今回、日本において重要な産業である自動車産業の分析を行ったが、もともと自動車に関してはあまり興味がなく、自動車の形状などもほとんど知識がなかった。しかし、あえて詳しく知らない産業について分析することにより、自らの知識を増やすとともに、現在の社会状況や経済動向の理解がより深まると考えたのが、このテーマを選択した理由である。

実証分析においては乗用車の性能等のデータ化に非常に苦労した。マイクロデータを一つ一つ数字にしてデータ化することの大変さが身にしみた。また、費用関数の導出において、OEMによる影響を考慮できず、データとして不十分であった可能性が残ってしまった。OEMに関する分析やデータの収集も行えれば、精度が高まり違う実証結果となったかもしれない。

最後に本論文に作成にあたり、理論や実証等において慶應義塾大学教授石橋孝次先生にご指導いただき大変お世話になった。2年間のゼミの感謝もこめて、この場を借りて心よりお礼を申しあげたい。