

ELV 台数は、前期保有のうち車齢によらず地域別に一定比率が事故を起こすものと仮定する。

前期保有台数から事故 ELV 台数を除いたもの（最大供給台数と呼ぶ）はすべて中古車・ELV 市場に供給され、今期の世帯あるいは解体業者に中古車、ELV として需要されるものと仮定し、中古車・ELV 市場の需給均衡条件より車齢別に中古車台数、市場 ELV 台数が推計される。

なお、今期の新車市場は今期中古車・ELV 市場とは独立と仮定し、新車需要モデルより新車台数が推計される。この時、新車台数は車齢 0 の保有台数を示す。ただし、今期新車台数は次期において中古車・ELV 市場の供給されるため今期の新車市場は次期中古車・ELV 市場に影響を与える。

以上より、今期の保有台数は新車台数と中古車台数、今期の ELV 台数は事故 ELV 台数と市場 ELV 台数のそれぞれの和より求まる。

本研究では各地域における中古車・ELV 市場の均衡価格の地域差が輸送費用を上回るとき、価格の低い地域（供給過剰地域）から価格の高い地域（需要過剰地域）へ中古車が移動し、価格が調整されると仮定する。

結果として、本来その地域で中古車または ELV となる車両が他地域へ供給され地域別の保有・ELV 台数に影響を与える。

以上の地域別保有・ELV 台数推計のフローを図-1（(a)から(g)の順番に推計を行う）に示す。

(2) 新車、中古車・ELV市場

図-2、図-3に本研究で仮定する新車市場及び中古車・ELV市場の需要・供給曲線を示す。

図-2より、新車需要曲線は通常の右下がりの直線に対し、新車供給曲線は供給量に依らず価格が一定であると仮定する。

本研究が想定する中古車・ELV市場は、供給者として世帯から保有車を集めるディーラーと中古車の需要者である世帯と自動車として使用せず部品、鉄・非鉄屑等を取り出し販売することを目的とするELVの需要者である解体業者によって構成される。

図-3に示す中古車・ELV需要曲線は、中古車需要曲線とELV需要曲線を横軸で合成したものである。また中古車・ELV供給曲線は、価格に依らず供給量が一定となる横軸に垂直な線で表す。このとき、供給者であるディーラーは常に最大供給台数分を需要者である世帯や解体業者に中古車またはELVとして供給することを意味する。

本研究は中古車・ELV市場は、車齢ごとに独立に存在するため、車齢間の代替関係は考慮されていない。しかし、本来は新車と中古車は強い代替性を有するためこの仮定は適切でなく今後改善する必要がある。また、世帯、解体業者からの放置、野積み車両⁹はないものとする。

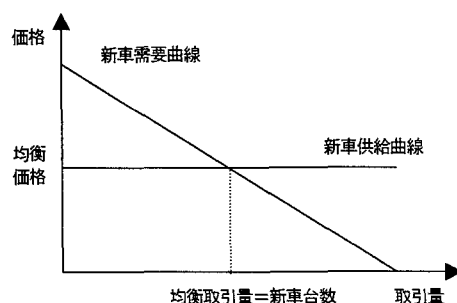


図-2 新車市場の需要・供給曲線

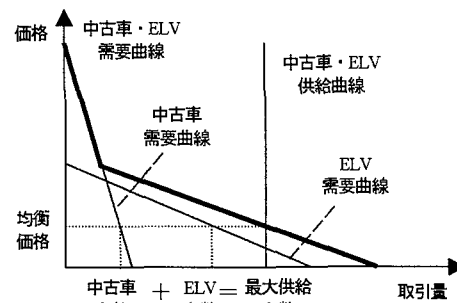


図-3 中古車・ELV市場の需要・供給曲線
(高車齢車のイメージ)

(3) サブモデル及び計算の説明

(a) 地域別新車需要モデル

世帯当りの新車需要台数は、世帯当たりの所得、道路及び公共交通サービス水準の高い地域を示す地域特性ダミー変数で説明できると考え(1)式で表す。ただし、新車価格は地域差がないと考えて説明変数から外す。

$$NV_i/H_i = a_N + b_N \cdot I_i + c_N \cdot RD_i + d_N \cdot TD_i \dots (1) \text{式}$$

(ただし、 $b_N > 0$, $c_N > 0$, $d_N < 0$)

NV_i : 地域*i*の新車需要台数

H_i : 地域*i*の世帯数

I_i : 地域*i*の世帯当たりの所得

RD_i : 道路サービス水準の高い地域を示す地域特性ダミー変数

TD_i : 公共交通サービス水準の高い地域を示す地域特性ダミー変数

a_N, b_N, c_N, d_N : パラメータ

(b) 地域・車齢別中古車需要モデル

各地域の代表的世帯は前期に保有する各車齢別の自動車を今期においてはすべて中古車・ELV市場に供給し、前期の保有した車齢に関係なく今期の需要量を決定する。よって、世帯当たりの中古車需要台数は、価格、世帯当たりの所得、道路及び公共交通サービス水準の高い地域を示す地域特性ダミー変数で説明できると考えて(2)式

で表す。ただし、車齢によって所得が中古車需要に及ぼす影響が変化することが考えられる。そこで、所得のパラメータを車齢のダミー変数より説明する。

$$UV_{ij}/H_i = a_U + \sum_j b_{Uj} \cdot AD_j \cdot I_i + c_U \cdot RD_i + d_U \cdot TD_i + e_U \cdot P_{ij} \quad \cdots(2)式$$

(ただし、 $c_U > 0$, $d_U < 0$, $e_U < 0$)

UV_{ij} : 地域*i*の車齢*j*の中古車需要台数
 P_{ij} : 地域*i*の車齢*j*の価格
 AD_j : 車齢*j*のダミー変数
 a_U, b_U, c_U, d_U, e_U : パラメータ

(c) 地域・車齢別ELV需要モデル

前期保有台数当たりのELV需要台数は、価格、解体費用、中古部品収入の高さを示す車齢のダミー変数（低車齢車ほど部品収入は高い）で説明できると考え(3)式で表す。また、地域・車齢別に1社のみ存在することになる解体業者の主要な収入である鉄・非鉄屑収入は、鉄・非鉄屑価格やその取出量に地域格差がないと考えて説明変数から除く。

$$ELV_{ij}/O_{i(j-1)}^{-1} = a_E + e_E \cdot P_{ij} + f_E \cdot DC_i + g_E \cdot PD_j \quad \cdots(3)式$$

(ただし、 $e_E < 0$, $f_E < 0$, $g_E > 0$)

$MELV_{ij}$: 地域*i*の車齢*j*の市場ELV需要台数

$O_{i(j-1)}^{-1}$: 地域*i*の車齢*j-1*の前期保有台数

DC_i : 地域*i*の解体業者の解体費用

PD_j : 中古部品収入の高さを示す車齢のダミー変数

a_E, e_E, f_E, g_E : パラメータ

(d) 地域間均衡価格計算

図-3より、地域・車齢別中古車・ELV市場の均衡条件は(4)式で表せる。

$$UV_{ij} + MELV_{ij} = X_{ij} = (1 - AELVR_i) \cdot O_{i(j-1)}^{-1} \quad \cdots(4)式$$

X_{ij} : 地域*i*の車齢*j*の最大供給台数

$AELVR_i$: 地域*i*の事故ELV発生率

よって、(2)、(3)式を(4)式に代入し解くと地域・車齢別均衡価格は(5)式となる。

$$P_{ij} = (X_{ij} - (\beta_{ij} + \delta_{ij})) / (\alpha_i + \gamma_{ij})$$

$$\alpha_i = b_U \cdot H_i$$

$$\beta_{ij} = \left(a_U + \sum_j c_{Uj} \cdot D_j \cdot I_i + d_U \cdot RD + e_U \cdot TD \right) \cdot H_i \quad (5)式$$

$$\gamma_{ij} = b_E \cdot O_{i(j-1)}^{-1}$$

$$\delta_i = (a_E + c_E \cdot DC_i + d_E \cdot PD) \cdot O_{i(j-1)}^{-1}$$

(e) 地域間移動台数計算

以下の手順で中古車地域間移動台数を推計する^注。
 手順①: (5)式より中古車地域間移動がない場合の地

域・車齢別均衡価格 P_{ij} を求める。

手順②: 全地域において(6)式の車齢別地域間粗利潤 $\pi_{ij}(i')$ を求める。

$$\pi_{ij}(i, i') = p_{i'j}(X_{i'j}) - p_{ij}(X_{ij}) - c_{ii'}$$

$\pi_{ij}(i, i')$: 地域*i*の車齢*j*の中古車を地域*i'*…(6)式

で販売したときの粗利潤

$c_{ii'}$: 地域*i*から地域*i'*までの輸送費用

手順③: 車齢別地域間粗利潤 $\pi_{ij}(i')$ が最大の値をとる地域の組合せ (i, i') を抽出し、その時 $\pi_{ij}(i')$ が0より大きい場合、低価格地域から高価格地域*i'*に車を移動させる（最大供給台数が変化する）。そして手順①に戻る（ $\pi_{ij}(i')$ が0以下の場合、手順④へ進む）。今回は一度に1台ずつ移動させている。

手順④: 終了

(f) 地域別保有台数計算

地域別保有台数は、新車台数（車齢0保有台数）と中古車台数（車齢1以上保有台数）の和より(7)式で表す。

$$O_i = NV_i + \sum_{j=1} UV_{ij} \quad \cdots(7)式$$

O_i : 地域*i*の保有台数

(g) 地域別ELV台数計算

今期の地域別ELV台数（ ELV_i ）は、事故ELV台数と市場ELV台数の和より(8)式で表す。

$$ELV_i = \sum_j (AELV_{ij} + MELV_{ij}) \quad \cdots(8)式$$

$$AELV_{ij} = AELVR_i \cdot O_{i(j-1)}^{-1}$$

3. 推計手法の妥当性の検討

(1) 使用データ説明

(a) 設定

推計手法の妥当性を検討するため日本国内の地域データを用いて推計手法の現況再現性を算出する。使用したデータの設定について表-1に整理する。

表-1 データ設定

対象	設定	備考
期間	1998年度	(1)式のパラメータを推計する際、1996、1997年度のデータを加えた。
地域	北海道、東北、関東、中部、近畿、中国・四国、九州	運輸省 ⁹⁾ の陸運支局地域ブロック単位を参考に地域分けを行った。ただし東北地域は新潟地域、九州地域は沖縄地域を含む。
車種	乗用車	
車齢	車齢0~4	運輸省 ⁹⁾ の13車齢タイプ(0~11、12以上)を1~3は車齢1、4~6は車齢2、7~9は車齢3、10以上は車齢4に分けた。

注: 本研究のフレームでは、解の一意性は保証できない。よって標準形式の非線形相補性問題や、変分不等式問題として定式化する必要がある。

表-2 (1)～(3)式のパラメータ推計結果

式	パラメータ	t 値	ad. R ² (標本数)
(1)	a ₁	-0.081	-3.384
	b ₁	0.058	6.616
	c ₁	0.017	3.544
	d ₁	-0.031	-4.287
(2)	a ₂	0.408	6.972
	b ₂	0.036	2.779
	b ₂₀	0.001	0.105
	b ₂₅	-0.029	-1.965
	b ₂₈	-0.088	-4.445
	c ₂	0.055	5.124
(3)	d ₂	-0.030	-3.161
	e ₂	-0.002	-3.501
	a ₃	0.178	35.232
	e ₃	-0.002	-18.249
	f ₃	-0.054	-8.214
	g ₃	0.051	12.059

注：ad. R²は補正済み重決定係数

(b) 中古車販売価格

本研究に必要な地域・車齢別中古車販売価格は統計としては存在しない。そこで代表車種として販売台数の多いトヨタカローラ（色白，AT，セダンタイプ）を選定し，インターネットで公開されている中古車在庫情報より地域別の平均車齢別中古車価格を被説明変数とし，車齢，走行距離を説明変数に持つ回帰式を作成し，地域・車齢別中古車価格を推計した。ただし，中古車価格の推計の際に使用した走行距離は，各年度での地域別総乗用車走行台キロを地域別乗用車保有台数で除して地域・車齢別走行距離を算出した。

(c) 事故 ELV 発生率

(4) 式の地域別事故ELV発生率は解体業者へのアンケート調査¹⁰⁾の地域別事故車入荷率と地域別解体業者数より地域別事故ELV台数を推計し，それを前期地域別保有台数で除して求めた。

(d) 輸送費用

大手陸送業者の主要都市圏間運賃表より移動距離当り輸送費用を推計し，県庁間距離を実績移動台数で加重を取って推計した地域間移動距離を掛け輸送費用を推計した。ただし，ほとんどの地域間移動は，オートオークションを経由するため¹¹⁾，固定費としてオークション参加料金を加えた。

(2) パラメータ推計

(1) 式，(2) 式，(3) 式のパラメータ推計結果を表-2に示す。ただし，(1)，(2) 式の道路サービス水準の高い地域を示す地域特性ダミー変数は東北地域，中部地域，また公共交通サービス水準の高い地域を示す地域特性ダミー変数は関東地域，近畿地域のみ 1 とした。(3) 式の中古部品収入の高さを示す車令のダミー変数は車令 1，2 のみ 1 とした。

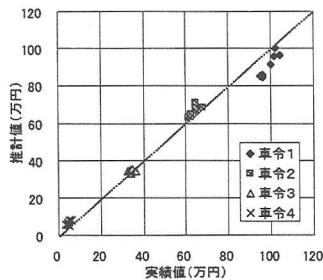


図-4 地域・車齢別価格の現況再現性

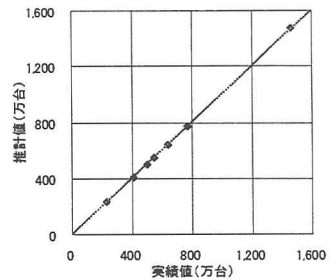


図-5 地域別保有台数の現況再現性

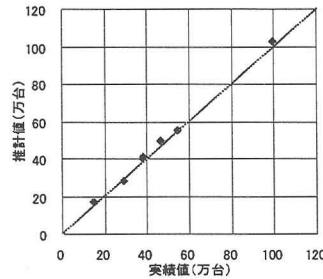


図-6 地域別 ELV 台数の現況再現性

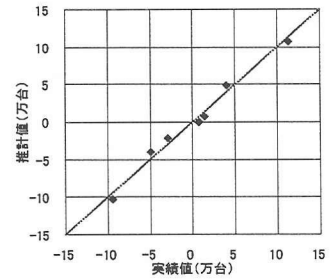


図-7 地域別移動台数の現況再現性

表-2より各式のパラメータは想定した符号条件を満たしている。また，(2) 式の所得に関する各車齢ごとのパラメータ（表中の色付き部分）に注目すると車齢 2 未満は正值であり，それ以上は負値をとる。これは，所得の増加は低車齢車の需要を増加させ，高車齢車の需要を減少させることを意味する。

また，(1)，(2) 式に共通する地域特性ダミー変数に注目すると，(1)，(2) 式の公共交通サービス水準を表す地域特性ダミー変数のパラメータ値は同程度であるのに対し道路サービス水準を表す地域特性ダミー変数のパラメータ値に関しては(2) 式のパラメータ値が(1) 式のそれより倍以上の値になった。これは，道路サービスの向上は平均車齢を長くすることを意味する。

(3) 現況再現性

図-4に地域・車齢別価格，図-5に地域別保有台数，図-6に地域別 ELV 台数，図-7に地域間移動台数の現況再現性を示す。ただし，地域間移動台数は各地域での流入台数から流出台数を引いたものである。

図-4より車齢 1 で過小推計している。図-5，6，7の保有台数，ELV 台数，移動台数については高い現況再現性が得られた。ただし，ELV 台数は全体として過大に推計している。また表-2の新車需要の現況再現性が低いことに対しそれを含む保有台数の現況再現性は高い結果を得ている。これは新車販売台数が保有に占める割合が少ないことが理由として挙げられる。

表-3 シミュレーション結果

	地域	車令	台数(万台)	増減率(%)					
			ベース	所得		解体費用		輸送費用	
				ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
				低所得地域 10%増加	高所得地域 10%減少	高所得地域 50%増加	高所得地域 50%減少	50%増加	50%減少
保有 台数	高所得	低	1842.7	-0.4	-4.0	0.5	-1.6	0.3	-0.7
		高	1042.0	0.0	1.1	5.1	-0.4	0.0	0.0
		計	2884.8	-0.2	-2.1	2.2	-1.2	0.2	-0.4
	低所得	低	1004.7	3.6	0.8	2.4	-0.8	-0.6	1.2
		高	676.9	-0.9	0.0	1.5	1.4	0.0	0.1
		計	1681.6	1.8	0.5	2.1	0.1	-0.4	0.8
E L V 台数	高所得	低	43.8	-4.5	13.4	-57.8	90.2	3.8	-8.1
		高	164.3	0.0	-6.9	-33.0	2.6	0.0	0.0
		計	208.1	-1.0	-2.7	-38.2	21.0	0.8	-1.7
	低所得	低	25.2	-6.6	8.8	12.0	-8.0	-5.7	12.1
		高	101.4	5.8	0.0	-9.5	-9.6	0.0	0.1
		計	126.7	3.3	1.8	-5.3	-9.3	-1.1	2.5
移動台数		計	18.3	52.9	66.0	99.0	-62.3	-46.4	99.1

注1: 増減率 = [(ケース値/ベース値) - 1] × 100

注2: 低車齢は車令2以下, 高車令は車令3以上を意味する。

注3: 表中の「移動」は高所得地域から低所得地域への移動を表し, 各ケースにおいて低車齢車しか移動していない。

4. 所得, 解体費用, 輸送費用の影響分析

(1) シミュレーションケースの設定

日本において構築した推計手法の外生変数である所得, 解体費用, 輸送費用が日本国内の地域別保有台数及びELV台数, 地域間移動台数に与える影響を分析する。分析にあたって国内7地域を高所得地域(関東地域, 中部地域, 近畿地域), 低所得地域(北海道地域, 東北地域, 中国・四国地域, 九州地域)に分け, 1998年度を対象に以下のシミュレーションケースを設定した。

ケース1: 低所得地域の所得10%増加

ケース2: 高所得地域の所得10%減少

ケース3: 高所得地域の解体費用50%増加

ケース4: 高所得地域の解体費用50%減少

ケース5: 輸送費用一律50%増加

ケース6: 輸送費用一律50%減少

(2) シミュレーション結果

各ケースのシミュレーション結果を表-3に示す。表中の保有台数は(7)式より推計され, ELV台数は(8)式より推計されたものである。表より以下の知見が得られる。

- ・ ケース1, 2より地域間所得格差の縮小は, 高所得地域の低車年齢車需要を減少させ, また低所得地域の低車年齢車需要を増加させる。よって高所得地域から低所得地域への中古車流出が増加し, 結果として低所得地域の保有・ELV台数の増加させる。
- ・ ケース3より高所得地域の解体費用の増加は, 高所得地域でのELV需要を減少させ, それにより価格が低下し, 高所得地域から低所得地域への中古車流出を増加させる。結果として高所得地域のELV台数を減少させ, 低所得地域の保有台数の増加させる。

- ・ ケース4より高所得地域での解体費用の減少は, 高所得地域のELV需要を増加させ, それにより価格が高騰し, 高所得地域から低所得地域への中古車流出を減少させる。結果として高所得地域のELV台数は増加し, 低所得地域のELV台数は減少する。
- ・ ケース5より輸送費用の増加は, 高所得地域から低所得地域への中古車流出を減少させ, 結果として高所得地域の保有・ELV台数を増加させ, 低所得地域では反対に保有・ELV台数を減少させる。
- ・ ケース6より輸送費用の減少は高所得地域から低所得地域への中古車流出を増加させ, 結果として高所得地域の保有・ELV台数を減少させ, 低所得地域では反対に保有・ELV台数を増加させる。

5. おわりに

本研究は, 乗用車を対象に中古車の地域間移動を考慮した地域別自動車保有・ELV台数の推計手法を考案した。そして, 日本国内の地域別データを用いて実際に推計手法を作成し, 高い現況再現性を得た。さらに, 作成した推計手法を用いて日本国内を対象に外生変数である所得, 解体費用, 輸送費用が中古車の地域間移動を通じて地域別自動車保有・ELV台数へ及ぼす影響を分析した。

課題としては, 新車と中古車の代替関係, 車種選択, そして, 世帯・解体業者の放置・野積み行為を考慮すること, そして排ガス規制, 税制等の自動車関連政策の影響も分析できるようにすることが挙げられる。さらに最終的には日本を含む東アジアを対象に本推計手法の適用を目指す。ただし, その際には東アジアでのデータ制約の問題, 日本と異なる自動車使用の現状(年間の走行距離が長い)等を考慮する必要がある。

参考文献

- 1) 布施正暁・谷下雅義・鹿島茂：「中古車の地域間移動を考慮した地域別自動車保有・廃棄台数の推計方法の試作」，土木計画学研究・講演集，Vol. 26，講演番号114(CDR)，2002
- 2) 和田尚久：資源リサイクルに関する政策フレームに関する政策フレームの形成に向けて-各国の制度と台湾の制度（資源回収管理基金制度）を巡って-，社団法人日本経済調査協議会，2000.
- 3) 和田尚久：「使用済耐久消費財の国際流動について」，地域公共政策研究，第3号，pp24-32，2000
- 4) 和田尚久：地球環境税，日本評論社，2002
- 5) 九州経済産業局：「平成13年度地域環境ビジネス発展促進調査研究事業 アジア資源循環型ネットワーク構築可能性調査報告書」，九州経済産業局，2002
- 6) 外川健一：自動車産業の静脈部-自動車リサイクルに関する経済地理学的研究-，大明堂，1998
- 7) 外川健一：自動車とリサイクル-自動車産業の静脈部に関する経済地理学的研究」，日刊自動車新聞社，2001
- 8) 布施正暁：「処理費用の変化が使用済み自動車リサイクル・処理へ及ぼす影響-沖縄県のリサイクル・処理の実態から」，廃棄物学会研究発表会講演論文集，12(分冊1)，pp180-182，2001.
- 9) 運輸省自動車交通局：初度登録年別自動車保有車両数No25-26，財団法人自動車検査登録協力会，1997-98.
- 10) 財団法人日本リサイクル推進協議会受託調査：使用済み解体車両処理実態調査-調査報告書-，矢野経済研究所，2001.
- 11) 布施正暁・谷下雅義・鹿島茂：「流通経路を考慮した中古車の地域間移動量の推計」，第28回土木学会関東支部技術研究発表会，pp445-446，2001

中古車の地域間移動を考慮した地域別自動車保有・使用済み自動車台数の推計手法の試作*

布施正暁**・谷下雅義***・鹿島茂*****

近年，我国は約500万台の使用済み自動車を発生させ，その内約200万台程度が東アジアを中心に中古車・部品，及び資源として利用されている。しかし，東アジアでは不十分な検査・管理・処理体制のため使用・再資源化時に通常よりも多くの環境負荷量が発生している。本論文では，この問題に対応するために乗用車を対象に中古車の地域間移動を考慮した地域別自動車保有・ELV台数の推計手法を試作した。さらに，作成した推計手法を用いて日本国内を対象に外生変数である所得，解体費用，輸送費用が中古車の地域間移動を通じて地域別自動車保有・ELV台数へ及ぼす影響を分析した。

Estimation Method of Vehicle Ownership and End-of-Life Vehicle Considering Inter-regional Used Car Flows *

By Masaaki FUSE**・Masayoshi TANISHITA***・Shigeru KASHIMA*****

Many vehicles scrapped in Japan are exported to East Asia as used cars, used parts and material. These vehicles cause environmental problems due to change of operation environment, inadequate inspection system and lack of proper recycling at the usage and disposal stage in East Asia. This paper aims to develop on estimation method of vehicle ownership and end vehicle scrap considering inter-regional used car flows. First, we devise the estimation method and examine accuracy of this method using Japan data. Next, we analyze an impact of vehicle ownership and vehicle scrap on income, dismantler cost and transport cost through inter-regional used car flows using this method.