

# AI Demand Systemモデルによる交通需要弾力性推定による政策分析

わが国の多くの乗合バス事業者は、厳しい経営状況下において、中央政府および地域自治体は、これらの事業者に対して補助金を与えて事業を維持・運営している。乗合バス事業をより効率的に運用するには、当該事業を含む総合的な交通政策を実施することが必要である。そのため、本研究では、乗合バスの需要量と乗合バス・鉄道・自家用乗用車、タクシーとの間の自己価格、交差価格、消費支出の各種弾力性を AIDS モデルのSURE法により推定する方法を提案し、既存の統計データを用いて、全国レベルと日本を9地域に分割した地域レベルでの弾力性を求めた。この実証分析の結果から、日本の地域別の乗合バス需要の特性が明らかになり、乗合バスを主軸とした交通機関の政策のあり方に対して交通政策への提言を行った。

キーワード | 乗合バス事業, 弾力性, AI Demand System, 交通政策分析

小池 淳司  
KOIKE, Atsushi

博(工) 神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻教授

## 1——背景と目的

乗合バス事業は、国民生活において重要な役割を果たす交通機関の一つとして多くの地域で普及してきた。しかし、モータリゼーションの発達や交通手段の多様化など乗合バスを取り巻く社会環境の変化により利用者のバス離れが年々増加し、現在では厳しい経営状況下におかれている。一方、政府は乗合バス事業の効率化のため、市場競争原理の導入を目的とした規制緩和政策を施行した。しかしその後も乗合バスの利用者は減少の一途をたどっている。

規制緩和政策が乗合バスの需要回復策として大きな効果を発揮しなかった要因のひとつに、乗り合いバス事業の施策が当該交通機関のみを対象としており、他の交通機関との関係を十分に把握せずに実施されている可能性が指摘される。例えば、当該地域において移動サービスをにう全ての財に対して適切な料金設定を行うことは乗り合いバス事業の効率性のみならず、移動サービス全体を効率化することが可能となる。このような施策の判断材料として、現状において各地域レベルの乗合バスと他の交通手段における需要構造を定量的に分析する必要がある。そこで本研究では、消費者行動における弾力性に着目して需要構造を定量的に分析する。モデルには AIDS (Almost Ideal Demand System) モデルを用いて交通サービスにおける需要関数を推定し、全国レベル、各地域レベルの弾力性を計測することで、乗合バス事業の特性分析、および、それによる政策提言を行う。

このような手法の援用は、これまで我が国では、あまり行われていない。その理由の一つは、伝統的な四段階推定法による交通需要予測では、交通手段選択は、離散選

択モデルを用い、ここでは、交通手段は完全に代替可能財として取り扱われているためである。これは、ある OD に対して、代表交通機関を設定し、それらの代替を表現しているためであり、需要予測としての側面からは非常に有用であるが、交通機関間の料金施策の分析には十分に答えられない。一方、本手法のようにマクロ的に集計された統計データから乗合バスおよび他交通機関の需要と価格を設定することで、それら交通機関間の代替性あるいは補完性の推定が可能となる。これはいわばモデルの視点が短期的であるか長期的であるかとも考えられる。

## 2——交通需要に関する弾力性を推定した既存研究

従来からの土木計画学における交通需要予測法では、明示的に需要の各種弾力性が計測されることはなく、四段階推定法の各段階におけるモデルを通じて、結果的に算出される。そこでは、それぞれの価格が交通需要にどのような影響を与えているのかがトリップベースの短期的ミクロ的視点にならざるを得ない。一方、計量経済学的に交通需要を推定した研究はあまり無く、それらのうち、道路交通の燃料消費の弾力性を推計した研究のレビュー論文として、Phil Goodwin, Joyce Dargay and Mark Hanly[2004]<sup>1)</sup>による研究がある。この研究では、既存の69本の論文による道路交通における自家用乗用車の燃料消費に関する消費支出弾力性と自己価格弾力性の推定結果である491個の弾力性を対象として、推定期間、分析手法およびデータの種類により分類を行ない、その特性について検討している。その結果、道路自家用交通の

各弾力性の結果は、消費支出弾力性：0.03～1.22, 自己価格弾力性：-0.69～-0.32であることが示されている。また、燃料消費ではなく、直接的に交通需要の価格弾力性を推定したものとしては、Phil Goodwin[1992]<sup>2)</sup>が自動車交通需要量に加え公共交通需要量も含めた価格弾力性を推定した研究をまとめたレビュー論文があり、さらに、T.Oum, W.G. Waters II and J.S. Young[1992]<sup>3)</sup>も同様に交通需要の弾力性分析のレビューとともに交通市場分析における弾力性分析の重要性を論じている。しかしながら、上記の論文でレビューされている推定方法は、各交通機関別の需要関数を個別に推定したものであり、それら相互間の関係性を明示して推定を行ったものではない。そこで、本研究では、これらの研究に対して、AIDSモデルによるSURE推定法を採用することとした。この手法を用いることにより、お互いに相互関係がある交通機関を同時に考慮して、需要関数体系を推定することで各交通機関別の代替・補完関係を把握することが可能であり、より交通選択行動の実情にあう推計が可能となる。なお、代替・補完関係に関しては、交差価格弾力性を計測することでその判断が可能となる。また、以下でも説明を加えるが、AIDSモデルを採用することにより、余分な非線形パラメータ推定を回避することができる。そして、消費者の行動理論を包含した理論性と推定技術上の利便性を兼ね備えた整合性の高い結果を導出することが可能である。総じて本研究では、道路交通における、陸上交通機関の個々の価格や所得に関する需要の変化のみならず、各交通サービス間の需要の相互関係を把握できるという点において優れている。本研究では、このAIDSモデルによる陸上交通機関を対象とした弾力性推定結果からバス交通需要構造の分析を行なうと同時に推定結果からの政策提案を行う。

### 3——分析モデル

#### 3.1 AIDSモデル

AIDSモデルは1980年にDeaton.A.S and J.Mauellbauer[1980]<sup>4)</sup>によって開発されたモデルであり、海外では広くさまざまな財の消費行動分析に、また、国内では特定の消費行動分析(例えば、松浦・橋木[1991]<sup>5)</sup>)に利用されている。このAIDS型需要関数では、需要量を消費におけるシェアにより表現し、総支出額・価格には時系列的に指標化した値(価格指数)を用いる。また、需要関数の推定を容易にする制約(加法性・対称性・同次性・負性)と同時に、消費者行動理論に忠実に基づくモデルであることが知られている。

#### 3.2 AIDSモデルの定式化

交通サービス別の需要関数の推定作業にあたり、以下のようなAI需要体系を採用している。AI需要体系の支出関数は以下のTrans-Log型支出関数に特定化できる。(ただし、 $p_i$ :交通サービス*i*の価格指数、 $P$ :集計価格指数、 $E$ :交通サービスに対する総支出、 $S_i$ :交通サービス*i*の需要シェア、 $u$ :効用、 $\alpha_0, \gamma_0, \alpha_i, \beta_i, \gamma_{ij}$ :推定パラメータ、 $i, j$ :交通機関を表すサフィックス)

$$\ln E(p; u) = \alpha_0 + \sum_{k=1}^i \alpha_k \ln p_k + u\beta_0 \prod_{k=1}^i p_k^{\gamma_k} + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^i \gamma_{kj} \ln p_k \ln p_j \quad (1)$$

ここでShephardの補題を用いることで、以下の需要関数を得る。つまり、特定の財に対する支出のシェア(需要シェア)が各交通サービスの価格と支出の関数として特定化される。

$$S_i = \alpha_i + \beta_i \ln \left( \frac{E}{P} \right) + \sum_j \gamma_{ij} \ln p_j \quad (2)$$

また相対的価格の基準となる集計価格指数*P*はStoneの近似式により以下のように定義される。

$$\ln P = \sum_i S_i \ln p_i \quad (3)$$

この場合、需要関数に課すことができるAIDSモデルの制約(加法性・同次性・対称性)については、次のように表現できる。

$$1) \text{加法性:} \quad \sum \alpha_i = 1, \sum \beta_i = 0, \sum \gamma_{ij} = 0 \quad (4)$$

$$2) \text{同次性:} \quad \sum_j \gamma_{ij} = 0 \quad (5)$$

$$3) \text{対称性:} \quad \forall i, j \quad \gamma_{ij} = \gamma_{ji} \quad (6)$$

これらの3つの制約は需要関数の推定の際に考慮され、推定の手順として加えられることによって、余分な非線形パラメータ推定を避けることが可能となる。この時、それぞれの交通需要に対する消費支出弾力性、自己価格弾力性、交差価格弾力性は以下のように計算することが可能となる。

$$e_i = 1 + \frac{\beta_i}{S_i}$$

$$e_{ii} = -1 + \frac{\gamma_{ij}}{S_i} - \frac{\beta_i}{S_i} \left( \alpha_j + \sum_k \gamma_{kj} \ln p_k \right) \quad (7)$$

$$e_{ij} = \frac{\gamma_{ij}}{S_i} - \frac{\beta_i}{S_i} \left( \alpha_j + \sum_k \gamma_{kj} \ln p_k \right)$$

ここで、これらの結果から、消費支出弾力性が1以下の財は非弾力的な財であり、必需的であるとし、1より大きい財は弾力的な財であり、嗜好的であるとする。さらに、交差価格弾力性が0以下の場合、それらは補完的な財であり0より大きい場合は代替的な財であると判断することができる。

### 4——実証分析

本研究では、乗合バスと比較対象となる代替的交通機

関として自家用乗用車、タクシー、私鉄を除く鉄道(JR)の交通需要関数を推定し、各弾力性の推定を行った。分析対象となる地域は、全国を対象とした全国レベルに加えて地方運輸局別により区分された地域を対象とした地域レベルの2つのパターンとした。

本研究のように、時系列的なデータに基づいた連立方程式体系においては、誤差項の独立性が保証されにくい。そこでパラメータの推定法としてSURE推定<sup>6)</sup>を使用した。最小二乗推定量(OLSE)が、誤差項間の独立性を仮定し、当該方程式に関連する情報からパラメータを推定するのに対して、SURE推定量は連立方程式の誤差項の相関を考慮する点において優れている。つまり誤差項に相関が存在する場合には、SURE推定量は、OLSEよりも統計学的に効率的な推定量を得られることが知られている。また、今回は内生変数による相関を考慮しないため、2段階最小二乗法ではなく、SURE法を用いることとした。

本研究では、分析結果が統計学的に概ね有意であったことから、静的AIDSモデルによる分析のみを行った。以下では、全国レベル・地域レベルの分析結果について考察を加えていくこととする。

#### 4.1 全国レベルにおける算出結果と考察

ここでは、全国レベルにおける乗合バスと他の交通機関(自家用乗用車、タクシー、鉄道(JR))との需要構造を実証分析により把握する。使用した統計データは表-1のとおりであり、S43年からH13年までの年次データを用いた。

■表-1 全国レベルにおける統計データ一覧

交通機関	価格データ <sup>7)</sup>	需要データ <sup>8), 9)</sup>	年次
乗合バス	消費者物価指数	輸送人キロ	S.43~H.15
普通乗用車			S.43~H.15
乗合タクシー			S.43~H.15
鉄道			S.43~H.15
出典	消費者物価指数年報	自動車輸送統計年報 鉄道輸送統計年報	

■表-2 全国レベルにおけるパラメータ推定結果

		$\alpha_i$	$\beta_i$	$\gamma_{i1}$	$\gamma_{i2}$	$\gamma_{i3}$	$\gamma_{i4}$	R2	adjR2	DW
1.BUS	estimate	-0.126	-0.034	0.007	-0.007	-0.015	0.016	0.725	0.690	0.552
	SE	0.633	0.137	0.191	0.064	0.004	0.158			
	t-stat	-0.199	-0.249	0.035	-0.115	-3.931	0.100			
2.CAR	estimate	2.099	0.285		0.207	-0.014	-0.185	0.867	0.850	0.281
	SE	0.272	0.059		0.038	0.002	0.045			
	t-stat	7.712	4.788		5.503	-7.942	-4.145			
3.TAXI	estimate	-0.081	-0.021			0.015	0.014	0.942	0.935	0.911
	SE	0.013	0.003			0.002	0.002			
	t-stat	-6.064	-7.205			6.283	6.358			
4.JR	estimate	-0.893	-0.230				0.155			
	SE	0.484	0.105				0.143			
	t-stat	-1.842	-2.198				1.082			

Note :

- 1) estimate : 推定パラメータ, SE : 標準誤差, t-stat : t検定 (t値)
- 2) R2 : 決定係数, adjR2 : 自由度修正済み決定係数, DW : ダービンワトソン統計量

なおここで、需要シェア $S_i$ は輸送人キロをベースとした消費支出割合、価格データ $p_i$ は、乗合バス、乗合タクシー、鉄道はそれぞれの料金の消費者物価指数を、普通乗用車はガソリン価格の消費者物価指数とした。

表-2はAIDSモデルにおける需要関数のパラメータ推定結果を示す。各推定結果のパラメータ推定値は、AIDSモデルの制約(加法性・同次性・対称性)を満たしている。推定後の適合度テスト・仮説検定において、t値は一部有意水準5%を棄却するに満たないパラメータも存在するが、6割強が有意な結果を示している。自由度修正済み決定係数については、最も小さい値をとる乗合バスの場合でも約0.7以上の値をとり本研究におけるモデルのあてはまりが良好であるといえる。しかしDW統計量は、各交通需要関数の結果とも低い値をとるため、誤差項についての1次の系列相関の存在を棄却することができない可能性がある。つまり、SUREを用いてもまだ誤差相関が存在し、R<sup>2</sup>は過剰に高く評価されている可能性があることに注意する必要がある。また、本研究の結果はS43年からH13年という長期間での分析結果であること、さらに、交通サービス価格以外の社会的要因、例えば、自家用車の急速な普及などは捨象していることにも注意が必要である。なお、それぞれ交通機関別現況再現性を図-1に示す。縦軸は需要シェアの推定値(理論値)であり、横軸は需要シェアの実績値である。これらの図から、概ねよい相関関係を見出すことが確認できる。

表-3は全国レベルにおける乗合バスとその他3交通サービス(自家用乗用車、タクシー、鉄道(JR))を需要関数とした場合の各弾力性の算出結果を示す。弾力性の値は、各年度に算出が可能であるが、今回は、各交通サービスの需要の大まかな傾向を見るために対象期間の単純平均値を用いることとする。また、価格弾力性の結果において、表のグレーに色付けされた部分は、自己価格弾力性を表す。その他の部分については交差価格弾力性を表す。

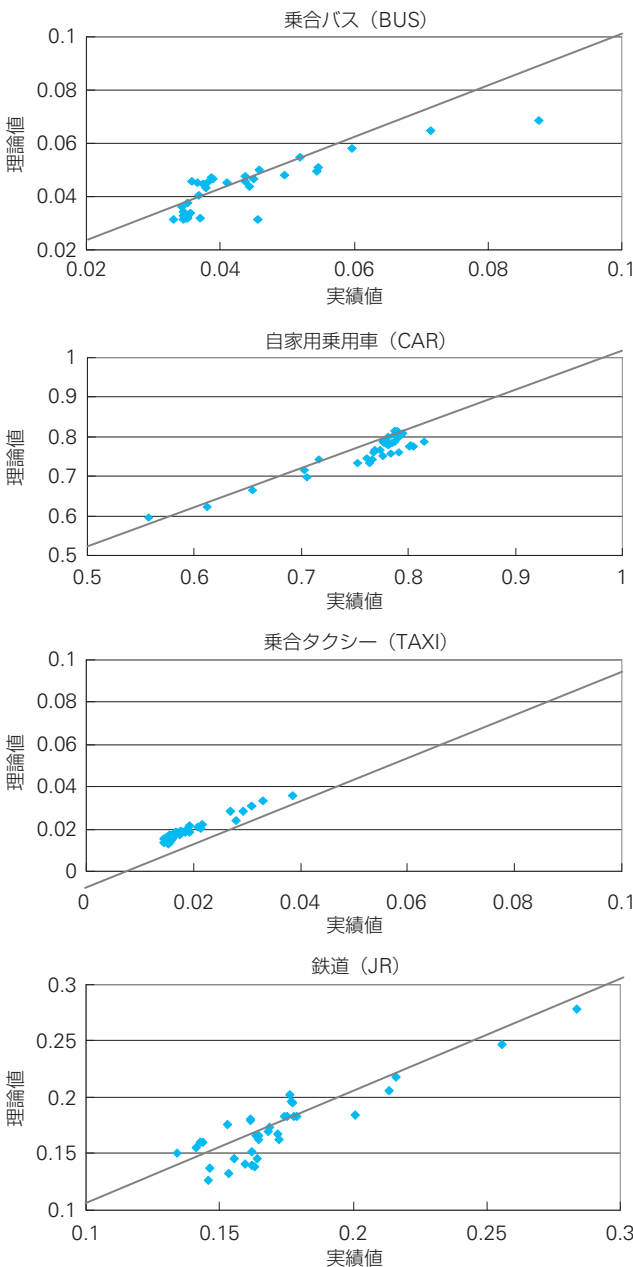
まず、消費支出弾力性では、乗合バス、鉄道(JR)、タクシーの値は、非弾力的であり、必需的サービス。自家用乗用車は弾力的であり、奢侈的サービスであるといえる。次に自己価格弾力性では、全て負の値をとり、価格変化に対する反応の大きさは、(タクシー)<(乗合バス)<(鉄道(JR))<(自家用乗用車)である。最後に交差価格弾力性では、各交通サービスの相互関係は、乗合バス、タクシー、鉄道(JR)がそれぞれ補完関係。自家用乗用車とその他3交通機関が代替関係をとる。また乗合バス、タクシー、鉄

道(JR)の需要は、自家用乗用車の価格変化に強く影響を受けることがわかる。

以上、表—3より全国レベルでの考察を行う。まず消費支出の変動による需要の変化で特筆すべきは、自家用乗用車の弾力性の値が1.376と非常に大きい点である。乗合バスも消費支出弾力性は正の値を示すが自家用乗用車よりも小さいことから、消費支出の上昇は乗合バス以上に自家用乗用車の需要を増加させる。従って、交通への消費出の増大は乗合バス需要の減少・逸走を生み、これらを防止するための何らかの政策が必要といえる。

次に、自己価格弾力性の観点からみると、タクシーは、値が-0.266と小さく、価格を変化させても需要の変化の小さい財である。逆に乗合バスを含む残り3交通機関は、BUS:-0.944, CAR:-1.551, JR:-1.406といずれも弾力的な値をとるため、価格に対する需要の変化が非常に大きい財であることが分かった。

最後に、交差価格弾力性の観点から、乗合バス、タクシー、鉄道(JR)のような補完的交通サービスの需要は、自家用乗用車の価格変化に強い影響を受ける。この3交通サービスと自家用乗用車との交差価格弾力性は、それぞれ、BUS:1.662, TAXI:1.721, JR:1.865といずれも自己価格弾力性よりも明らかに大きい。従って、自家用乗用車の消費者価格を上昇させる政策を実施することが、乗合バス事業への直接的な政策以上にバス需要回復の効果を期待できる。自家用乗用車への政策としては、価格の上昇を目的としたロードプライシング(渋滞課税)などが考えられる。以上の分析は、あくまでS43年からH13年という長期間にわたる過去の傾向であり、その間、経済成長期あるいはオイルショックなどの経済変動をおこなった値であり、一概に短期での弾力性推定結果と比較はできないことにも注意が必要である。また、交通特性は長距離と短距離で違う傾向にあることが知られている。これらの特徴の違いも、本研究では考慮されていない。



■図—1 現況再現性(全国レベル)

■表—3 全国レベルにおける弾力性算出結果

交通機関	消費支出弾力性	価格弾力性			
		BUS	CAR	TAXI	JR
BUS	0.154	-0.944	1.662	-0.447	-0.426
CAR	1.376	0.039	-1.551	0.013	0.123
TAXI	-0.153	-0.984	1.721	-0.266	-0.318
JR	-0.348	-0.081	1.865	-0.031	-1.406

#### 4.2 地域レベルにおける算出結果と考察

次に、地域レベルにおける乗合バスと他の2交通機関(自家用乗用車、タクシー)との需要構造を実証分析により把握する。ここで、地域レベルの鉄道のデータが入手不可能なため、分析の対象から除いている。使用したデータを表—4に示す。価格データは地域毎交通機関毎の消費者物価指数が得られないため、小売物価統計調査年報から都道府県別に表中の価格をS50年価格を基準に指数化している。ここで、乗合タクシーに関しては5kmを移動するのに必要な費用として計算している。さらに、都道府県人口で按分して、各地域の価格データを作成している。

■表—4 地域レベルにおける統計データ一覧

交通機関	価格データ <sup>10), 11)</sup>		需要データ <sup>8)</sup>	年次
乗合バス	最低運賃		輸送人キロ	S.48~H.15
普通乗用車	ガンリン代		輸送人キロ	S.48~H.15
			1km当り平均燃料消費量	
乗合タクシー	初乗運賃	初乗距離	輸送人キロ	S.50~H.15
	加算運賃	加算距離		
出典	小売物価統計調査年報	国勢調査	自動車輸送統計年報	

表—5はAIDSモデルにおける需要関数のパラメータ推定結果を示す。各推定結果のパラメータ推定値は、AIDSモデルの制約(加法性・同次性・対称性)を満たしている。推定後の適合度テスト・仮説検定において、t値は一部有意水準5%を棄却するに満たないパラメータも存在するが、6割が有意な結果を示している。自由度修正済み決定係数は、北海道・新潟・近畿・九州地域で他地域に比べて低い値をとっており、モデル再検討が必要であるといえる。し

■表—5 地域レベルのパラメータ推定結果

		$\alpha_i$	$\beta_i$	$\gamma_{i1}$	$\gamma_{i2}$	$\gamma_{i3}$	R2	adjR2	DW	
北海道	1.BUS	estimate SE t-stat	-0.494 0.163 -3.028	-0.118 0.034 -3.489	0.118 0.071 1.665	-0.067 0.012 -5.615	-0.050 0.069 -0.735	0.302	0.218	0.666
	2.CAR	estimate SE t-stat	1.186 0.046 25.516	0.055 0.010 5.459		0.011 0.007 1.618	0.056 0.010 5.445	0.750	0.720	1.247
	3.TAXI	estimate SE t-stat	0.308 0.154 2.007	0.063 0.032 1.996			-0.005 0.068 -0.081			
東北	1.BUS	estimate SE t-stat	-0.199 0.036 -5.515	-0.051 0.008 -6.663	0.000 0.013 0.034	-0.002 0.008 -0.200	0.001 0.009 0.120	0.919	0.909	1.088
	2.CAR	estimate SE t-stat	1.261 0.032 39.589	0.067 0.007 9.883		0.011 0.007 1.625	-0.010 0.006 -1.703	0.931	0.923	1.133
	3.TAXI	estimate SE t-stat	-0.063 0.028 -2.248	-0.017 0.006 -2.750			0.009 0.009 0.905			
新潟	1.BUS	estimate SE t-stat	-0.341 0.130 -2.618	-0.083 0.028 -2.990	0.061 0.054 1.121	-0.055 0.023 -2.413	-0.005 0.042 -0.126	0.619	0.573	0.559
	2.CAR	estimate SE t-stat	1.342 0.078 17.118	0.085 0.017 5.083		0.052 0.015 3.486	0.003 0.017 0.205	0.693	0.656	0.666
	3.TAXI	estimate SE t-stat	-0.002 0.094 -0.021	-0.003 0.020 -0.141			0.002 0.038 0.049			
関東	1.BUS	estimate SE t-stat	-0.178 0.037 -4.860	-0.049 0.008 -6.212	0.019 0.007 2.509	-0.035 0.007 -4.923	0.016 0.003 4.790	0.701	0.665	0.465
	2.CAR	estimate SE t-stat	1.272 0.040 32.183	0.074 0.008 8.685		0.053 0.008 6.832	-0.018 0.003 -6.713	0.804	0.780	0.595
	3.TAXI	estimate SE t-stat	-0.093 0.013 -6.920	-0.025 0.003 -8.584			0.002 0.003 0.658			
中部	1.BUS	estimate SE t-stat	-0.310 0.079 -3.925	-0.073 0.016 -4.444	0.054 0.034 1.580	-0.042 0.011 -3.827	-0.012 0.031 -0.392	0.766	0.737	0.380
	2.CAR	estimate SE t-stat	1.245 0.042 29.717	0.061 0.009 6.842		0.028 0.007 3.750	0.014 0.009 1.473	0.812	0.789	0.406
	3.TAXI	estimate SE t-stat	0.065 0.067 0.972	0.012 0.014 0.846			-0.002 0.031 -0.051			
近畿	1.BUS	estimate SE t-stat	-0.236 0.083 -2.825	-0.061 0.018 -3.473	0.042 0.031 1.356	-0.036 0.009 -3.805	-0.007 0.029 -0.238	0.579	0.529	1.267
	2.CAR	estimate SE t-stat	1.187 0.039 30.119	0.056 0.009 6.542		0.029 0.006 4.870	0.007 0.008 0.852	0.677	0.638	1.419
	3.TAXI	estimate SE t-stat	0.048 0.071 0.684	0.005 0.015 0.366			0.000 0.029 -0.001			
中国	1.BUS	estimate SE t-stat	-0.267 0.049 -5.444	-0.069 0.010 -6.556	0.016 0.013 1.229	-0.024 0.007 -3.318	0.008 0.009 0.857	0.868	0.852	1.424
	2.CAR	estimate SE t-stat	1.372 0.040 33.970	0.095 0.009 10.895		0.039 0.006 6.072	-0.015 0.006 -2.666	0.900	0.888	1.382
	3.TAXI	estimate SE t-stat	-0.105 0.038 -2.768	-0.027 0.008 -3.254			0.007 0.009 0.742			
四国	1.BUS	estimate SE t-stat	-0.058 0.081 -0.715	-0.021 0.017 -1.235	-0.043 0.027 -1.591	0.016 0.013 1.243	0.027 0.023 1.173	0.740	0.709	1.550
	2.CAR	estimate SE t-stat	1.280 0.068 18.809	0.073 0.015 5.043		0.024 0.012 1.954	-0.040 0.013 -3.198	0.774	0.747	1.658
	3.TAXI	estimate SE t-stat	-0.222 0.077 -2.883	-0.052 0.016 -3.189			0.013 0.024 0.559			
九州	1.BUS	estimate SE t-stat	-0.236 0.083 -2.825	-0.061 0.018 -3.473	0.042 0.031 1.356	-0.036 0.009 -3.805	-0.007 0.029 -0.238	0.579	0.529	1.267
	2.CAR	estimate SE t-stat	1.187 0.039 30.119	0.056 0.009 6.542		0.029 0.006 4.870	0.007 0.008 0.852	0.677	0.638	1.419
	3.TAXI	estimate SE t-stat	0.048 0.071 0.684	0.005 0.015 0.366			0.000 0.029 -0.001			

かし、残り5地域では、0.7以上の値をとり、モデルのあてはまりは良い。特に、東北・中国地域では値が非常に大きい。DW統計量は近畿・中国・四国・九州地域を除く残り5地域では値が低く、誤差項についての1次の系列相関の存在を棄却することができない。そのため、北海道・東北・新潟・関東・中部地域では、タイムシリーズ(時系列)データ間に相関が存在すると思われる。これらの信頼性に注意しながら分析を行っていく。なお、地域レベルの場合の現況再現性のグラフに関しては、紙面の都合上、省略する。

表一六は地域レベルにおける乗合バスとその他2交通機関を需要関数とした場合の消費支出弾力性の算出結果を示している。各交通サービス別に弾力性結果をみると、乗合バスは、関東地域(0.018)・四国地域(0.538)では、0以上1以下の値をとり、需要が比較的弾力的な必需的なサービスであるといえる。また、他の7地域は全て負の値をとり、需要が非弾力的であり、下級財的なサービスであるといえる。特に、北海道(-1.137)・中部(-1.061)地域では、特にその傾向が他地域に比べて非常に強い。次に、自家用乗用車を見ると、全地域の結果が弾力的であり、奢侈財的なサービスであるといえる。最後に、タクシーをみると、北海道(4.129)・中部(2.021)・近畿(1.224)地域では、需要が弾力的で、明らかに奢侈財的なサービスであるといえる。残り6地域は、弾力性が1に満たず、必需財あるいは下級財的なサービスであるといえる。ただし、新潟地域(0.786)は、この6地域の中では、明らかに値が大きく、この6地域の中ではより奢侈的な傾向が強いといえる。

表一七は、地域レベルにおける乗合バスとその他2交通機関を需要関数とした場合の価格弾力性の算出結果を示している。まず、乗合バスの自己価格弾力性は、東北・中国・四国地域では1を越え、弾力的である。そのため、現状の価格を下げることで利用者数の回復が期待できる。一方、北海道・新潟・関東・中部・近畿・九州地域では1を超えず、非弾力的であり、現状よりも価格を上げることで収益の増加を期待できる。次に交差価格弾力性は、関東・四国を除く7地域で(BUSの自己価格弾力性) < (BUS-CARの交差価格弾力性)となり、全国レベル同様、自家用乗用車の価格は、乗合バスの需要に非常に大きい影響を及ぼすことが分かった。

以上、地域レベルの考察として、北海道・中部地域のような他地域に比べて消費支出の上昇による需要の増加が非常に小さく、また価格の上昇によっても需要の減少が小さい地域では、乗合バスにおける運賃引き上げ政策が必要者の逸走を防ぐ手段として有効であると考えられる。一方、残りの7地域についても、乗合バスは必需的交通サービスであるため、同様の政策が経営の健全化を図る上で有効であるといえる。加えて、関東・四国地域を除く

■表一六 地域レベルにおける消費支出弾力性の算出結果

弾力性	消費支出弾力性		
	BUS	CAR	TAXI
交通機関			
北海道	-1.137	1.059	4.129
東北	-0.127	1.072	-0.100
新潟	-0.673	1.091	0.786
関東	0.018	1.080	-0.059
中部	-1.061	1.064	2.021
近畿	-0.269	1.060	1.224
中国	-0.219	1.103	-0.451
四国	0.538	1.079	-1.289
九州	-0.269	1.060	-0.451

■表一七 地域レベルにおける価格弾力性の算出結果

地域	交通機関	価格弾力性		
		BUS	CAR	TAXI
北海道	BUS	0.032	1.321	-0.216
	CAR	-0.042	-1.058	0.041
	TAXI	-0.881	-0.956	-2.293
東北	BUS	-1.215	1.391	-0.049
	CAR	0.013	-1.079	-0.006
	TAXI	-0.146	0.753	-0.506
新潟	BUS	-0.374	1.156	-0.109
	CAR	-0.026	-1.069	0.004
	TAXI	-0.483	0.554	-0.857
関東	BUS	-0.808	0.566	0.225
	CAR	-0.022	-1.046	-0.011
	TAXI	0.479	0.601	-1.021
中部	BUS	-0.135	1.399	-0.202
	CAR	-0.023	-1.051	0.010
	TAXI	-0.735	-0.080	-1.206
近畿	BUS	-0.438	0.784	-0.077
	CAR	-0.023	-1.041	0.004
	TAXI	-0.226	0.013	-1.012
中国	BUS	-1.059	1.268	0.010
	CAR	0.003	-1.101	-0.005
	TAXI	0.044	1.184	-0.777
四国	BUS	-1.975	0.956	0.480
	CAR	0.022	-1.076	-0.025
	TAXI	1.049	1.186	-0.946
九州	BUS	-0.438	0.784	-0.077
	CAR	-0.023	-1.041	0.004
	TAXI	-0.226	0.013	-1.012

7地域では乗合バスの運賃変化による需要の変化率は、自家用乗用車の価格変化による乗合バスの需要の変化率に比べて低い。そのため、このような地域では、自家用乗用車にロードプライシング(渋滞課金)のように一定の課金を行うことで、利用者をその他の交通機関に移動させる政策も乗合バスの需要回復の面で有効であると考えられる。

なお、地域レベルの分析結果は全国レベルのものと比較して、符号条件が合わないものなど推定結果自体に多少、問題がある可能性がある。これは、交通機関として、道路交通のみに限定して分析しているための理由が考えられるが、現在、分析に耐えうる鉄道のデータが入手困難なことに原因があると考えられる。

## 5——政策の提案

本研究において算出した乗合バスとその他交通機関における各弾力性の算出結果より、乗合バスの政策に以下の2点が提案できる。まず、自家用乗用車の利用者に一定の課金を行う政策(ロードプライシングなど)は、自家用乗用車の利用者を他の陸上交通サービスに移行させ、乗合バス利用者の回復と収益の増加を見込める。次に、乗合バスと補完性のある他の陸上交通サービスについても政策対象として配慮すべきである。そして、互いに提携してサービスを提供することで利用者と収益の増加を図るべきである。最後に、地域レベルによる分析結果から、乗合バスの価格が変化しても需要がほとんど変化しない地域の現状が明らかになった。そのため、乗合バスの価格を変更するような政策だけでなく、公共交通への意識を向上させるモビリティマネジメントなどより広範囲な政策が必要といえる。

## 6——結論

各地域の交通需要の構造には需要規模・サービスの質の違いにより、価格変化による他の交通サービスとの相互関係など独自の特性が存在する。そのため、各地域における需要構造を見極めた上で、「自家用乗用車への課金政策」、「補完交通との提携政策」、「市場競争原理の導入による価格政策」といった地域のニーズに対応した政策を実施すべきであると考えられる。また、我が国では、乗合バス・自家用乗用車・タクシー・JRの4交通サービスが普及している地域が大部分を占めている。例外として、関東・中部・近畿地域といった交通機関の発達が著しい地域ではJR以外の私鉄も考慮する必要があると考えられるが、データの入手が困難なため実現できていない。しかしながら、本研究の分析結果は、各地域に対して乗合バスの利用者回復、収益回復のための政策提言を行う上での

基礎資料として有意義なものである。ただし、本研究では、仮説検定において1次の系列相関を棄却することができなかった。今後は、分析結果の精度を向上させるために、価格要因以外を考慮したモデルを構築すること、あるいは、モデルを動学的AIDSモデルに変更するなど考える必要がある。また、地域レベルに関しては、鉄道(JR、私鉄)のデータを整備することでより詳細な分析を行うことが課題といえる。

**謝辞:** 本研究の遂行にあたり、鳥取大学大学院農学研究科松田敏信教授、神戸大学大学院喜多秀行教授、山梨大学大学院佐々木邦明教授より有益なご助言を多数頂戴致しました。また、推定作業は伊藤忠テクノソリューションズ(株)井口智哉氏に協力いただいた。さらに、匿名の3名の査読者から大変有意義な意見を多数いただきました。記して謝意を表します。

### 参考文献

- 1) Phil Goodwin, Joyce Dargay and Mark Hanly. [2004], "Elasticities of Road Traffic and Fuel Consumption with Respect to Price and Income : A Review", *Transport Reviews*, Vol. 24, No. 3, pp. 275-292.
- 2) Phil Goodwin. [1992], "A Review of New Demand Elasticities with Special Reference to Short and Long Run Effects of Price Changes", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 26, No. 2.
- 3) Tae Hoon Oum, W. G. Waters II, Jong-Say Yong. [1992], "Concepts of Price Elasticities of Transport Demand and Recent Empirical Estimates : An Interpretative Survey", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 26, No. 2.
- 4) Augus Deaton, John Muellbauer. [1980], "An Almost Ideal Demand System", *American Economic Review*.
- 5) 松浦克己・橋本俊詔 [1991], "家計の消費行動—マイクロデータによるLA/AIDSモデル分析", 「郵政研究所ディスカッション・ペーパー」, No. 1991-08.
- 6) Arnold Zellner. [1962], "An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regressions and Tests for Aggregation Bias", *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 57, No. 298 (Jun., 1962), pp. 348-368.
- 7) 統計局 [昭和38年4月1日～平成15年3月31日], 消費者物価統計調査年報.
- 8) 国土交通省 [昭和38年4月1日～平成15年3月31日], 自動車輸送統計年報.
- 9) 国土交通省 [昭和51年4月1日～平成15年3月31日], 鉄道輸送統計年報.
- 10) 統計局 [昭和47年4月1日～平成15年3月31日], 小売物価統計調査年報.
- 11) 統計局 [2008], 国勢調査, <http://www.stat.go.jp/data/kokusei/index.html>

(原稿受付 2010年12月9日)

---

## A Policy Analysis Based on Transport Elasticities Estimation by the AIDS Model

By Atsushi KOIKE

The central and local governments usually pay substantial amount of subsidies to public bus companies. Hence, there is a need to implement an effective bus services policy. In this paper, the bus service demand is defined as an AI-Demand System in order to estimate various elasticities such as price, cross-price and income, of buses, trains, automobiles and taxis. This model system is applied to the bus transportation demand in Japan. From the results of this empirical study this paper demonstrates the uniqueness of bus demand in Japan, and provides several recommendations for transportation policy makers.

---

**Key Words :** public bus services, elasticities, AI demand system, transport policy analysis

---