

# 社会的相互作用を取り入れた個人選択モデル — 自動車利用自粛行動への適用 —

森川高行<sup>1</sup>・田中小百合<sup>2</sup>・荻野成康<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 正会員 Ph.D. 名古屋大学助教授 大学院工学研究科土木工学専攻 (〒464-01 名古屋市千種区不老町)

<sup>2</sup> 正会員 工修 運輸省港湾局計画課 (〒100 東京都千代田区霞が関2-1-3)

<sup>3</sup> 正会員 工修 愛知県土木部 (〒460 名古屋市中区三の丸3-1-2)

非集計行動モデルに代表される合理的選択モデルは、社会の中における他者の影響を無視した狭義の合理性に基づいたものであるが、今後の公共計画や政策の評価には社会的相互作用下の行動や評価の分析が不可欠と考えられる。本研究は、社会的相互作用のもとでの人間の合理性に着目した個人選択理論の再構築を試み、他者の効用レベルを考慮した離散型選択モデルの一手法を提案することを目的とする。また、提案したモデルを都市における自動車利用自粛行動の意識分析に適用している。

**Key Words :** discrete choice, social interaction, social dilemma, TDM

## 1. はじめに

経済学における消費者行動理論において確立された合理的選択理論は、人間の行動を扱う様々な学問分野に導入され、現在では人間の多くの行動に適用できる一般理論として認識されつつある。土木計画学の分野においても、いわゆる非集計行動モデルは、離散的な選択肢を合理的に選択する行動を表すモデルとして広く利用されている。しかし、このような合理的選択理論だけで我々が今後土木計画学で扱うべき行動や評価を表すことができるのであろうか。

Max Weber は、その著書「社会学の根本概念」<sup>1)</sup>の中で人間の行動をその動機から図-1 に示すように感情的行為、目的合理的行為、価値合理的行為、伝統的行為の4つに分類したが、この中で我々が取り扱ってきた行動は目的合理的行動だけであることがわかる。その他の「感情」「価値」「伝統」といったものは社会との長期にわたる相互作用によって形成されていくものであるし、行動分析の枠を広げた場合、個人の「合理的目的」さえも社会との関わりによって変化していくものである。それは、個人が社会との関わりを持つ中で、個人の持つ物事に対する解釈の仮定が変化するためであり、社会的な個人の

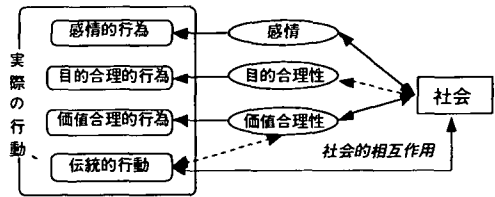


図-1 行動の分類

相互作用という枠組みで人間の行動をとらえると、今まで扱ってきた人間の利己的行動の合理性というもの、非常に特殊な範囲の理論にすぎない。

展望論文によって先に発表したように<sup>2)</sup>、著者らは個人選択モデルの適用性拡張やプロジェクトの評価のためには、他者や社会との相互作用を考慮することが不可欠であると論じた。とくに、地球環境、エネルギー、食糧などの問題がすべての公共政策に何らかの形で反映されるべき次世紀において、人間社会全体の物理的なパイの増大が見込めないなかで、個々人の効用レベルを上げてゆくためには、人々の日々の行動にも個人の目の前の欲求をいくぶん抑制される状況が多くなり、行動モデルにも社会的規範や他人との相対的効用など、社会的相互作用の考慮が不可欠な局面が増大すると考えられる。

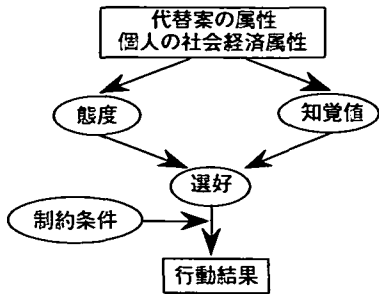


図-2 選択行動の意思決定パスダイアグラム

このような社会全体の行動の分析を行う場合、マクロ的な評価の基準となる社会的厚生関数などの社会全体の効用を計る基準がないため、補償可能性を仮定し、パレート基準から得られた「効用」を個人レベルで積み上げた形で測られてきた。しかし、これまでの効用理論などを用いた数学的消費者行動モデルにおける消費者間相互作用の明示的取り扱い、価格の顕示的効果に着目した「ヴェブレン効果」や、マーケティングリサーチで言われる、他者の購入の程度により購入する製品の効用が変化する「バンドワゴン効果」、「スノブ効果」など、ごく限られた局面にしか現れていない<sup>3)</sup>。

本研究では、他者の存在による影響、すなわち社会的な個人間の相互作用のもとでの人間の合理性に着目した個人選択理論の再構築を試み、他者の効用レベルや社会的規範を考慮した離散型選択モデルの一手法を提案することを目的とする。さらに、提案したモデルを、社会的相互作用が重要な役割を果たすと考えられる、自動車利用の自粛運動に対する行動意向に適用する。

## 2. 社会的相互作用下での合理的選択の枠組み

### (1) 意思決定過程における社会的相互作用

合理的選択理論に基づく消費者行動モデルにおける意思決定の過程は一般的に図-2のように表される。ここでは直接観測できない潜在変数として、態度、知覚値、選好、制約条件の4つが組み込まれている。これらの潜在変数の形成における社会的相互作用の影響は以下のようにまとめられる。

#### 知覚値への影響

- ◆ 選択肢の属性の知覚値は、意思決定者を取りまく状況によって変化する。

#### 態度・選好への影響

- ◆ 満足度の規定要因として他者の状況が認知され、その変化により、選択した行動により得られる満足度が変化する。
- ◆ 社会の変化と共に、人間の意見や判断も変化する。合理的選択理論で暗黙のうちに仮定されている「同一個人における一貫した価値基準」は存在せず、価値基準は参加している社会との相互作用に影響される。これは、流行に左右される消費行動や、交通混雑、環境問題をはじめとした社会的ジレンマの状況下での選択行動などでみられる。ここで社会的ジレンマとは、個別の効用最大化行動が結果として社会全体の効用を下げってしまうような状況を指す。
- ◆ ある選択肢の社会における選択率がある程度まで達すると、その行動が近隣集団の規範として認知されるようになる。

#### 制約条件への影響

- ◆ 他者の行動を観測することにより、当該行動の選択肢集合としての認知が促進される。

### (2) 知覚・態度形成における他者との比較の役割

一般に、人間の判断の基準となって考え方や行動に影響を与える機能を果たす他者を含む集団は準拠集団と呼ばれる。この集団の働きは以下の2種類に分類できる<sup>4)</sup>。

- 1) 自分あるいは他者を評価する準拠点となる集団（知覚面での機能）
  - 2) その成員から受容されるように動機づけられた集団（動機付けの面での機能）
- さらに準拠集団が個人に与える影響としては、
- 1) 行動への基準を与える、もしくは、追従を求める規範的影響
  - 2) 情報を伝達し不確定性を減少させる情動的影響
  - 3) 他人との違い、ステータスを追求する価値表現的影響

の3つが挙げられる<sup>5)</sup>。つまり、人間は、準拠集団内において情報を収集し、そこから行動等における基準を得、さらに、その準拠集団の中での地位を高めるような行動を行うことが示される。この準拠集団の選定に関して、社会的比較理論においては、比較の対象の選定として2つの考え方を提供している<sup>4)</sup>。

#### 上方比較

人間には、「能力や成績は高いほど良い」といった価値規範によって、向上性の圧力が働くと考えられている。そのため、自己評価として比較す

る対象としては、自分と類似した他者を選び、その他者よりも成績がほんのわずかに優れている状態を好む傾向が見られる。よって、自分よりも優れた他者を比較の対象として選ぶこととなり、その他者との競争が生まれる。

### 下方比較

人間には、自分よりも不運な他者との比較を行い、それにより主観的な幸福感を得るような比較も存在する。この比較は、幸福感が感じられない場合、とりわけ自尊心が脅威にさらされているときに起こりがちであるといわれている。

## 3. 他者の効用の表現方法

本研究では、他者の影響を表現する方法として他者との効用差という概念を導入することを提案する。そのため、まず他者の効用を表す手法の提案を行う。ただし、ここでは意思決定過程における比較対象としての他者の効用を考えているため、他者自身が感じている効用ではなく、意思決定者もつ効用の「ものさし」をもとに推測される他者の効用の表現を試みる。

他者との比較の基準として前章で示した「上方比較」と「下方比較」または「他者の平均」などが考えられる。ここでは、ランダム効用理論に基づいた上方比較の例を示す。

$n$ 人からなる準拠集団を考え、個人  $i$  の効用  $U_i$  を

$$U_i = V_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

$V_i$  : 個人  $i$  の効用の確定項

$\varepsilon_i$  : 個人  $i$  の効用の誤差項 (IID Gumbel を仮定)

で表すと、効用の観測値集合  $\{U_1, U_2, \dots, U_n\}$  の最大値  $Y_n$  の確率分布は、よく知られたようにログサム変数を用いて以下のように表される。

$$F_{Y_n}(y) = \exp \left[ -e^{-\mu \left( y - \frac{1}{\mu} \ln \sum_{i=1}^n \exp(\mu V_i) \right)} \right] \quad (2)$$

ここで用いた  $\mu$  は、 $\varepsilon$  のばらつき的大小を表すスケール・パラメータである。最大値  $Y_n$  の最頻値は、ログサム変数、

$$\frac{1}{\mu} \ln \sum_{i=1}^n e^{\mu V_i} \quad (3)$$

で与えられる。同様に下方比較の場合、最小値  $Z_n$  の最頻値は、

$$-\frac{1}{\mu} \ln \sum_{i=1}^n e^{-\mu V_i} \quad (4)$$

になる。式(3),(4)のログサム変数は「集合の大きさ

に関する単調性」という性質を持つ。つまり、例えば上方比較の場合、新たな個人が準拠集団に加われば、その個人の効用がいかに低く認知されようと、準拠集団としての代表効用は増加することになる。これは、社会全体を準拠集団としてとらえた場合、非常に大きな値になってしまうため、他者との比較としての代表効用としては不適當であると考え、人間の認知的制約という概念の元に新たな定式化を行った。

式(3), (4)を導出したときのように、比較の対象となる準拠集団として明確に意識しやすい少人数の集団である場合は、他者一人ひとりに対して、効用を認識することが可能である。また、その準拠集団は個人によって様々であるので、集団の大きさは一定ではない。しかし、社会的な相互作用を考慮した状況では、前述のとおり個人を取り巻く社会全体の状況に影響されるため、実際に比較する集団の大きさとしては社会全体、すなわち  $n$  は非常に大きいものであると考えられる。そこで、人間は多くの場合その集合を構成する個人の効用全体を代表するような効用の値と自分の効用を比較することを試み、さらに、その選定した効用の値を持った個人のみにより、他者集合が成立していると考えたと仮定する。そのため、比較する他者集合を、その構成員すべてがある一定の効用の確定項  $v^*$  を持つ集合であると仮定し、その  $v^*$  を代表的個人の確定効用として定義する。この他者集合における代表的個人の効用は、

$$U_n^* = V_n^* + \varepsilon_n^* \quad (5)$$

で表される。このとき、上方比較するある個人から見た代表的個人の最大効用と実際の他者集合の最大効用は等しくなくてはならないために、

$$\left[ F_{U_n^*}(y) \right]^n = \exp \left[ -e^{-\mu \left( y - \frac{1}{\mu} \ln \sum_{i=1}^n \exp(\mu V_i) \right)} \right] \quad (6)$$

なる関係が成り立つ。これを変形すると、

$$F_{U_n^*}(y) = \exp \left[ -e^{-\mu \left( y - \frac{1}{\mu} \ln \sum_{i=1}^n \exp(\mu V_i) \right)} \right] \quad (7)$$

となり、 $U_n^*$  の最頻値は

$$\frac{1}{\mu} \ln \sum_{i=1}^n e^{\mu V_i} \quad (8)$$

で与えられる。この変数は異なる効用レベルを持つ個人のシェアがログサムの形で反映されているため、これを「シェア型ログサム変数」と呼ぶ。相対的に効用の低い個人が集団に加入したとき、式(3)のようなログサム変数の場合は、値が大きくなるのに対して、このシェア型ログサム変数は、代表効用値を低下させるという「平均値」的な性質を持つことが特

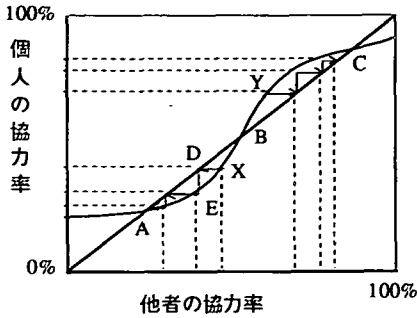


図-3 限界質量の理論

徴である。社会全体といったマクロなレベルでの他者の効用を計測しようとする場合、明確な準拠集団とその構成員の数に影響を受ける式(3)の他者効用を仮定するよりも、社会の何割の人が特定の行動をするかに依存する式(8)のシェア型の他者効用の方が、不特定多数の他人と自分を比べる社会的相互作用を考える場合には、より妥当性があると思われる。

#### 4. 社会的ジレンマにおける行動理論

1. でも述べたように、人口問題、環境問題が大きな制約になってきている現在、個々人の効用レベルを上げるためには、個人間の協力的行動によって社会的ジレンマ状態を解消することが必要である。社会的ジレンマの状況に置かれた集団や社会は、誰もが進んで「協力」を行わなくなり、結果として全員にとって望ましくない、全員が「非協力」を選択するという事態が生じる。しかしその一方で、社会的ジレンマの状況においても、その状況に置かれた人の中である一定の人が「協力」を選択すれば、結果として、その集団内の多くが「協力」を選択する結果が得られることも報告されている。他の人々が全員非協力であっても自分だけは協力する人、逆に他の人が全員協力しても自分だけは協力しないという人も含まれてはいるが、全体としてみれば集団の大多数は、ある程度の人が協力していれば自分だけ損をすることがないだろうから協力してもよいと考えているであろう。そのため、集団における協力者の割合は、協力するか否かを決定する段階における他者の協力状況に規定される。このように、社会的ジレンマにおいて、協力が非協力をかを決める要因には、個人のパーソナリティのほかに、他者の協力状況が影響することが実験的に証明されており、これを理論化したのが、限界質量の理論である<sup>9)</sup>。

限界質量の理論では、社会全体の協力率と、その協力率における個人の協力率との関係を示している。社会全体の協力率に対する個人の協力率は、各個人で一定であり、それを図で表すと図-3のようになる。

たとえば、社会的ジレンマの解消に向けての呼びかけがなされたときの当初の協力率がX点であったとすると、その協力率のもとでの個人の協力確率は、他者の協力状況よりも個人の協力確率が低いため、次第に社会全体の協力率は低下し、X点の状況下での個人の協力確率と等しい他者の協力率のD点へ移行する。再び、D点の協力率のもとでの個人の協力確率も、他者の協力率より個人の協力率の方が低いので、同様にE点に移行し、最終的にA点で安定する。逆に、当初の社会全体の協力率がB点より高いところであれば、当初の協力率よりも上昇し、最終的にC点で社会全体の協力率が安定する。

#### 5. 自動車利用自粛行動への適用

##### (1) 自動車利用自粛における社会的ジレンマ

都市における自動車交通削減のため様々な都市で「ノーカーデー」等、自動車利用の自粛を呼びかける啓発運動が行われている。しかし、この問題は、

- 1) 皆が自動車利用を控えることにより、道路混雑問題や環境・エネルギー問題の解消といった社会全体にとって望ましい結果が得られるにもかかわらず、
- 2) 自動車利用の方がその個人にとっては望ましい状況が得られるため、非協力的な行動をとった方が個人としては効用が高い、

といった社会的ジレンマの様相を呈しており、運動の成果は上がっていないのが現状である。本章では、名古屋市内で収集した自動車利用自粛の呼びかけに対する意識と仮想行動(SP)のデータを用いた「社会的相互作用下の協力的行動」の分析を行う。

##### (2) データの概要

本研究では、1994年3月、名古屋市営地下鉄6号線(桜通線)の今池-野並間の開通に伴う交通行動の変化を調査するため、その延伸地域である瑞穂地区、および野並地区において名古屋大学の土木計画学研究室が行ったアンケート調査データを用いた。これは主に、両地区から商業中心地である栄・名駅地区へ通勤・通学及び買物・レジャーのそれぞれの目的で行く場合に対して、現在使用している交通機

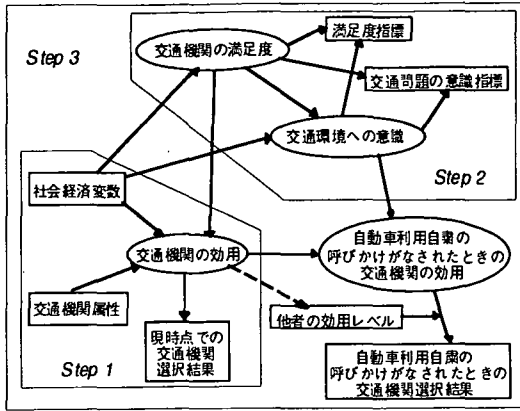


図-4 モデル推定のフロー

表-1 各ステップの概要

	内容	使用するデータ
Step 1	・通常ルートと代替ルートの交通手段2項選択	・通常ルートと代替ルートのデータ
Step 2	・交通問題への意識、満足度および社会経済変数から、個人の交通に関する態度を表す潜在変数を推定	・通常ルートと代替ルートのデータ ・交通機関の満足度指標と交通問題の意識指標を利用
Step 3	・Step 1 から得られる各交通機関の効用、Step 2 から得られる潜在変数を用いた、自動車利用自粛の呼びかけが行われたときの対応分析	・通常ルートと代替ルートのどちらかで自動車を利用している人の自動車利用自粛SPデータ

関（以下、通常ルート）、およびその代替交通機関（以下、代替ルート）、桜通線開通以前に利用していた交通機関の調査を目的としており、本研究で利用した自動車利用自粛の呼びかけの対応の意識調査は、それに付随する調査として行われた。調査対象は世帯単位に抽出し、通勤・通学交通については高校生以上の該当者を各世帯につき2人以内、買い物・レジャー交通については、各世帯につき1人を対象としている。また、調査は訪問配布・訪問回収で行い、配布数約1000票、有効回収率約90%であった。本調査では、さらに「交通機関の各属性の満足度（表-4参照）」「交通問題への意識（表-5参照）」「自動車利用自粛の呼びかけに対する仮想的反応（表-6参照）」「ノーカーデーに対する実際の協力状況」という調査項目を加えた。

表-2 Step 1 の推定結果（通勤・通学）

係数 [変数を入れた選択肢]	推定値	t 値
鉄道定数項 [鉄道]	3.20	5.8
バス定数項 [バス]	3.31	5.7
二輪定数項 [二輪]	2.37	4.0
その他定数項 [徒歩・その他]	2.89	4.4
男性ダミー [自家用車]	1.88	6.8
自動車運転可能ダミー [自家用車]	2.68	5.2
総所要時間（時間） [generic]	-0.0336	-6.1
月当たり負担費用（千円） [generic]	-0.888	-1.0
サンプル数	395	
自由度調整済み決定係数	0.389	

表-3 Step 1 の推定結果（買い物・レジャー）

係数 [変数を入れた選択肢]	推定値	t 値
鉄道定数項 [鉄道]	0.839	4.5
バス定数項 [バス]	0.782	3.8
その他定数項 [二輪・徒歩・その他]	0.429	1.4
自動車保有ダミー [自家用車]	0.838	4.2
総所要時間（時間） [generic]	-0.379	-3.7
総費用（千円） [generic]	-0.207	-2.4
サンプル数	683	
自由度調整済み決定係数	0.052	

### (3) 分析のフレームワーク

本分析では、離散型選択、LISRELモデルなど確立した手法の利用を図るとともに、モデルの操作性を高めるため、図-4に示すフレームワークに従って3つのステップに分けてモデル全体の推定を行う。長方形で囲まれたものは測定可能な変数で、楕円は潜在変数である。アンケートによる満足度指標や交通問題の意識の主観値はそれぞれの潜在変数の観測される指標として用いている。Step 1とStep 2の部分は、同時推定することも可能であるが、バスが複雑となるため、離散型選択の部分をプロビットモデルで、連続型選択の部分をLISRELモデルで推定している。Step 3では、Step 1とStep 2で得られる潜在変数の推計値を用いて、他者の効用レベルを取り入れたSP分析を行う。この推定手順により、すべての指標から得られる同時尤度を最大にする場合に比べて統計的有効性は落ちるが、格段に簡単な推定計算により一貫性のあるパラメータを得ることができる。この推定手順を表-1にまとめた。

#### (4) 推定結果と考察

##### a) Step 1

現在の利用している交通機関選択の RP データを用いて二項プロビットモデルを推定した結果を表-2、表-3 に示す。このモデルは、現況の交通機関の属性（所要時間、費用）を説明変数として、通常ルートと被験者の回答した代替ルートそれぞれの代表交通手段の選択を表すものである。

通勤・通学交通の交通手段選択モデルの推定においては、鉄道、バス、自家用車、二輪、徒歩・その他の5つの代表交通手段を扱う。自動車運転可能ドライバーは、自動車の免許を保有し、かつ自由に運転できる車がある場合を表す。交通手段の属性としては、総所要時間と1か月あたりに各自が負担する交通費用（駐車料金を含む）を考えている。推定結果より、勤務先の負担の割合が大きい交通費用はあまり考慮されず、目的地までの時間を節約する交通手段を選択する傾向が明確に現れている。通勤・通学交通は、所要時間が最も重要な要因であることが分かる。

買い物・レジャー交通は、鉄道、バス、自家用車、その他（二輪、徒歩を含む）の4つの代表交通手段を考えている。推定結果からは、費用も有意な要因となっていることが分かるが、モデル全体の適合度は低い。この理由として、買い物・レジャー交通については、非日常的な行動であり、手段選択において交通手段別のサービス水準の差が通勤・通学交通ほど認識されておらず、選択は交通手段の属性よりも個人がその交通手段を望ましいと思うかという個人の潜在的な態度に影響されているところが、通勤・通学交通と比較して大きいと推測される。表-3のモデルは、適合度がやや悪いが、係数のt値は有意であるため、本モデルを以降のステップに利用する。

##### b) Step 2

ここでは、アンケートによって得られた顕在指標とその背景にある潜在変数との間の構造関係を推定することを目的とする。具体的には、各交通機関の属性の評点付けデータ、および交通問題に対する意識調査データから、交通機関の満足度、交通問題に対する意識などの個人の潜在的な態度変数の推定を LISREL モデルにより行う。

Step 2 において使用したアンケート調査の項目は「交通機関の満足度指標（表-4 参照）」、「交通問題への意識に関する指標（表-5 参照）」である。

これらの数値を利用してパラメータの推定を行っ

表-4 交通機関の満足度指標

10点満点で回答
● 所要時間が短い
● (運賃・駐車料金などの) 費用が安い
● 到着時間にばらつきが少ない
● 疲れない
● 帰りの時刻に制約が少ない
● 事故に遭う確率が少ない
● 乗り換え回数が少ない

表-5 交通問題への意識に関する指標

「はい」または「いいえ」で回答 (質問文は実際のものよりも簡略化してある)
● 渋滞の原因は、需要側でなく供給側の問題
● 公共交通機関よりも車で移動した方が安い
● 通勤・通学は所要時間よりも快適さが重要
● 車は環境に良くないが便利さを考えると仕方がない
● 道路整備より公共交通機関整備を優先すべき
● 外部不経済を考えると車利用の税金は安すぎる

た結果を図-5 に示す。これらの図で、楕円で囲まれた部分は潜在変数であり、長方形で囲まれたものは測定可能な顕在変数を表す。また、矢印はその因果関係を表し、数値はその係数推定値である。\*は、危険率5%で有意なパラメータを示す。実線の矢印は、構造方程式で表される因果関係を示し、破線の矢印は、潜在変数とその指標との測定方程式からなる測定関係を表す。

潜在変数を説明する社会経済属性には、性別、年齢、車の利用可能性の指標を用いた。また、Step 1 から得られる効用の確定項の推計値を満足度の指標として用いた。(Step 1, 2を同時推定する場合には、両者の関係は構造方程式となる。)

潜在変数 $\xi$ 、 $\eta_1^*$ 、 $\eta_2^*$ は、推定によって得られた係数の値から、 $\xi$ は、通常使用している交通手段が提供するサービス水準の満足度、 $\eta_1^*$ は、交通問題発生の原因の自己への帰属度、 $\eta_2^*$ は、交通問題発生の原因の公共サイドへの帰属度を表していると考えられた。また、係数値の符号の正負から、 $\eta_1^*$ は、交通問題発生の原因が自己にあると考えるときに正、そうでないときは負、 $\eta_2^*$ は、交通問題発生の原因が政府にあると考えるときに正、そうでないとき負となっていると推測される。 $\xi$ については、交通問題の意識指標の係数値が小さく、交通環境への問題意識が個々で異なっているとしてもそれは交通手段の満足度には反映

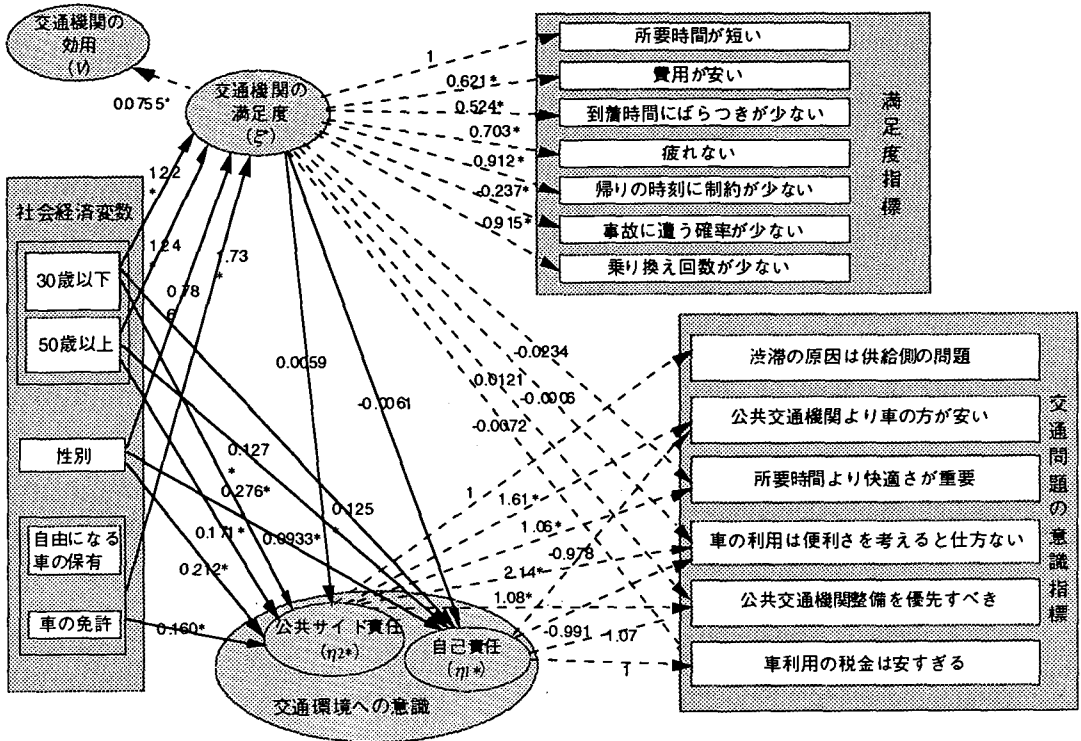


図-5 Step 2の推定結果 (通勤・通学)

表-6 自動車利用自粛に関する質問

「多少不便でも協力する」「不便を感じない程度に協力する」「協力しない」の内から1つを回答

- 他者の協力状況がわからない場合
- ほぼ全員が協力していない場合
- 約半数の人が協力している場合
- ほぼ全員が協力している場合

していないといえる。逆に、 $\xi$ と $\eta_1$ 、 $\eta_2$ の関係をみるとそのパラメータが有意でないことから、満足度は、交通環境への問題意識にあまり影響を及ぼさず、むしろ個人の属性によって決まるものと思われる。

買い物・レジャー交通については図-6に示す。符号の正負、係数値の大きさなどは、通勤・通学の場合と酷似していた。その中で、 $\xi$ と $\eta_1$ 、 $\eta_2$ の関係は、通勤・通学交通の場合より明確になっており、代替ルートの交通手段に比べて通常自分が利用している交通手段への満足度が高いほど公共サイドに責任があると考えられる傾向がみられた。この点に関しては、c)のStep 3の考察とともに述べる。

Step 2で得られたモデルからは、 $\xi$ と満足度指標、および $\eta$ と交通問題の意識指標との関係が明確であ

り、交通環境への意識や交通機関の満足度などの潜在変数がどのように影響しているかを確認できた。

### c) Step 3

Step 1の推定結果から得られる各交通機関の効用値、およびStep 2の推定結果から得られる交通問題に対する意識を表す潜在変数を用いて、自動車利用自粛の呼びかけに対する協力行動への選好を表現するモデルの推定を行う。使用するアンケート調査の項目は、「自動車利用自粛に関する質問(表-6参照)」である。

ここでは、Step 2により推定された交通問題への個人の意識を表す潜在変数ベクトル $\hat{\eta}$ の推計値を協力行動の効用の説明変数として利用する。自動車利用自粛の呼びかけがなされたときの個人*i*について、協力行動(自家用車以外の交通機関利用)の効用 $U_{mi}$ と非協力行動(自家用車利用)の効用 $U_{oi}$ を以下のように定義する。

$$\begin{aligned}
 U_m - U_o &= (\alpha \cdot p + \beta) + c' \hat{\eta} + \pi(\hat{V}_m - \hat{V}_o) \\
 &+ \gamma(\hat{V}_m - \ln[pe^{\hat{V}_m} + (1-p)e^{\hat{V}_o}]) + (\varepsilon_m - \varepsilon_o)
 \end{aligned} \tag{9}$$

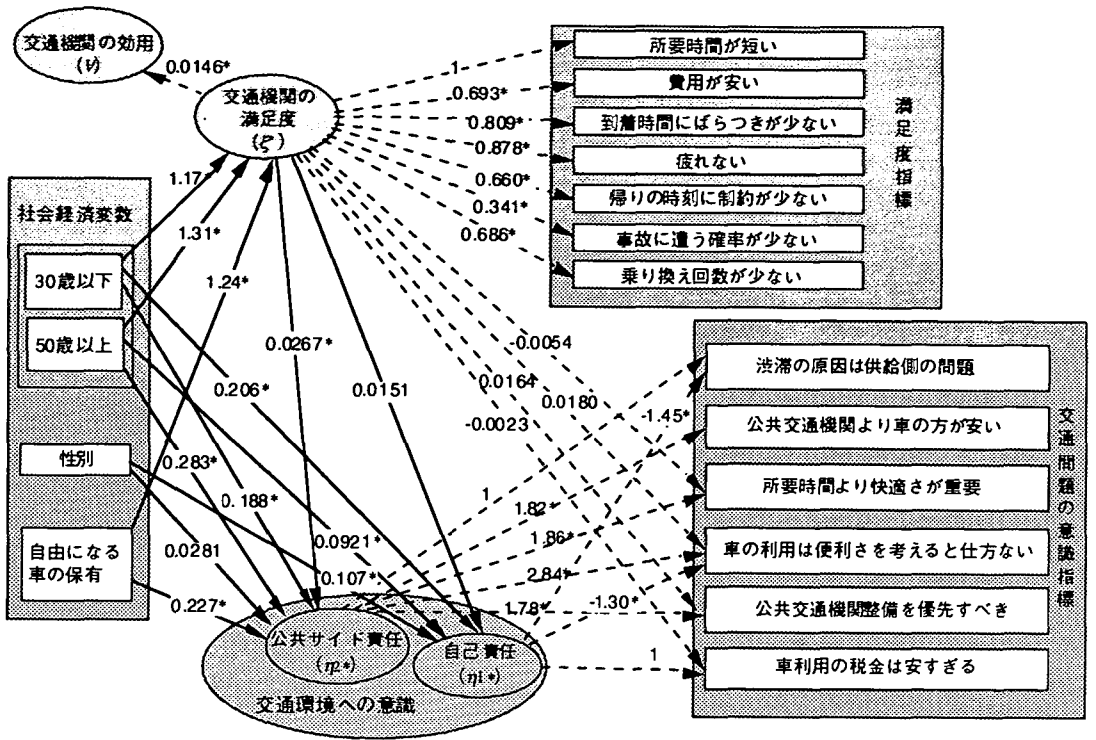


図-6 Step 2の推定結果 (買い物・レジャー)

- $p$  : 他者の協力率
- $\alpha, \beta$  : 定数項のうち $p$ によって変化する部分( $\alpha p$ )と変化しない部分( $\beta$ )
- $c$  : 交通環境への意識からくる公共交通機関に対する効用の係数
- $\pi$  : 通常時に各交通機関が本来持っている効用の係数
- $\hat{v}_{ai}, \hat{v}_{mi}$  : Step 1により得られる通常時における自動車およびその他の交通機関の効用の確定項
- $\gamma$  : 公共交通機関利用時の自分の効用と他者の効用の差を示す項の係数
- $\varepsilon_{ai}, \varepsilon_{mi}$  : Step 1により得られる通常時における自動車およびその他の交通機関の効用の誤差項

式(9)の右辺第三項は、通常の交通手段選択時の効用を表し、右辺第四項は社会的ジレンマの状況における効用を表している。右辺第四項は、交通環境への意識からくる協力行動に関する効用である。この式に $p$ の値をあらかじめ与えることで、総てのパラメータは同時に推定される。

ここで、 $\ln[pe^{\hat{v}_{mi}} + (1-p)e^{\hat{v}_{ai}}]$ が3. で提案した他

者の効用水準を表すシェア型ログサム変数であり、協力行動を行う人の確定効用が $\hat{v}_m$ で、そのシェアが $p$ 、非協力行動を行う人の確定効用が $\hat{v}_a$ で、そのシェアが $(1-p)$ と表わされている。シェア型ログサム変数導出の前提となった2. の式(1)において、交通機関選択では上方比較に該当しない場合もあるが、本研究で事例研究を行う自動車利用自粛の呼びかけに対する反応は、上方比較が行われやすいことと、ほぼ総てのODが郊外から都心へ向けてのものであることから、今回は、上方比較の前提に基づいてモデルの定式化を行う。 $(\alpha \cdot p + \beta)$ は、定数項に「他者の協力する割合が多いほど自分も協力行動をとる」という社会的規範が存在することを表そうとしており、他者の協力状況の変化によって自動車利用自粛の効用の変動を、他者の協力率 $p$ によって変化する部分 $\alpha p$ と変化しない部分 $\beta$ とに分けた。推定にあたっては、 $p$ の値を、ほぼ全員が協力していない場合、約半数の人が協力している場合、ほぼ全員が協力している場合については、それぞれ、0, 0.5, 1として与え、他者の協力状況がわからない場合は、 $p$ の値が効用に影響しないものとしている。

表-7の通勤・通学交通に関するモデルの推定結果



表-7 Step 3の推定結果(通勤・通学)

変数(パラメータ)	推定値	t値
自己責任 $\eta_1^*$ ( $c_1$ )	3.75	5.0
公共責任 $\eta_2^*$ ( $c_2$ )	-2.42	-4.0
他者の協力率 ( $\alpha$ )	1.50	12.4
定数項 ( $\beta$ )	0.207	1.3
他者との相対効用 ( $\gamma$ )	0.152	3.1
通常の効用 ( $\pi$ )	-0.0253	-0.7
サンプル数	457	
自由度調整済み決定係数	0.198	

表-8 Step 3の推定結果(買い物・レジャー)

変数(パラメータ)	推定値	t値
自己責任 $\eta_1^*$ ( $c_1$ )	6.19	3.4
公共責任 $\eta_2^*$ ( $c_2$ )	-10.9	-3.9
他者の協力率 ( $\alpha$ )	2.04	7.9
定数項 ( $\beta$ )	2.32	3.7
他者との相対効用 ( $\gamma$ )	0.0014	0.2
通常の効用 ( $\pi$ )	3.13	3.9
サンプル数	467	
自由度調整済み決定係数	0.213	

を見ると、協力への選好を表す効用関数中で他者の協力確率の係数( $\alpha$ )の推定値が有意な正值であることから、他者の協力率の増大が協力への選好を高めることが予測される。これは、協力率の上昇による集団内における行動の規範化、または、多くの人が協力することにより、その呼びかけが肯定的に認知されることを表しているのものであると思われる。また、公共交通機関の効用と他者との効用との差を示す項の係数( $\gamma$ )も有意な正值であり、社会的ジレンマにおける選択行動モデルの仮定であった「人間は他者の効用より自分の効用が小さくなければ、協力行動を行う傾向がある」という仮定を支持しているものと思われる。当該交通機関が本来持つ効用の係数( $\pi$ )が有意でないことから、コミットメントの非常に高い通勤・通学交通においては他者と自分の効用をより厳密に比較して選択を行うものと考えられる。

Step 2で推定した潜在変数の係数の推定値は、 $\eta_1^*$ 、 $\eta_2^*$ ともにt値が高い。現在の交通問題の原因が、個人が自動車を利用しすぎていることにあるとする自己への責任の帰属状況を表す変数は、自動車利用自粛の呼びかけへの協力に影響を与えているものと考えられる。また $\eta_2^*$ の結果は、交通問題の責任を公共サイドに帰属させている人ほど協力行動を行わないという予測を支持している。

表-8の買い物・レジャー交通の推定結果では、他者との効用差の係数値が小さく、かつ有意でない。 $\alpha, \beta$ ともに正であるため、自動車利用の自粛呼びかけに関しては、他者の協力率の上昇による規範的な協力行動が中心であることが分かる。推定値が通勤・通学交通の結果に比べて不安定であるが、RP分析から得られた効用差の係数 $\pi$ の方が有意であることから、コミットメントの低い買い物・レジャー交通では、より客観的に望ましい交通機関を選択する傾向が強いことを暗示している。このように、通勤・通学交通では、社会的規範の影響とともに、自分の

効用を他者との比較で考えて選択するようであるが、自由目的交通では、社会的規範の形成が支配的に交通手段選択に影響を与える。また、どちらの目的においても、交通問題の責任所在に対する態度が自動車利用自粛協力率を大きく左右することが分かる。

#### (5)シミュレーションによる政策分析

前節で推定した協力行動モデルを用いて、他者の協力率を変化させた場合の自分の協力確率を「不便を感じない程度に協力する」「多少不便でも協力する」の2段階の協力度合いに対してプロットしたものが図-7である。前述の「限界質量の理論」より、これらの協力確率線と細線で示した45°線との交点が社会的な均衡点となる。

これによると、不便を感じない程度に協力する割合の均衡点は両交通目的とも95%程度であるが、多少不便でも協力する割合の均衡点は通勤・通学交通で約45%、買い物・レジャー交通で約25%と差が大きくなっている。このことから、不便を感じない程度に協力するという点ではほとんどの人の合意が得られると考えられるが、自発的な協力を促進するためにはインセンティブを与えるなどの工夫が必要であると考えられる。そこで本節では、実際の自動車利用の自粛を進める上での補助的な政策を考え、その効果の程度を検討する。ここで考える政策は、

- 1) ロード・プライシング
  - a. 負担料金一律500円
  - b. 負担料金一律1000円
- 2) 公共交通機関の所要時間短縮
  - c. 10%短縮
  - d. 20%短縮
- 3) 炭素税
  - e. 燃料費の10%
  - f. 燃料費の20%

とした。

前述の通り、「不便を感じない程度に協力する」という考え方を指標として用いる場合、限界質量の理論によっておよそ95%程度で均衡すると予測されるため、その政策の実効性を検討することは困難である。そこで、分析では、実際の問題解決に対する実質的な協力行動への参加の程度を政策の実効性の指標とする。具体的には、全体に占める「多少不便でも協力する」という人の割合が、政策によってどれだけ上昇したところで均衡するかを考える。

先に述べたaからfまでの政策に対して、「多少不便でも協力する」人の割合を、限界質量理論により、他者の協力確率と、他者の協力率が与えられたときの自分の協力確率が一致する点として表したものが、表-9である。ここでの分析には、乱数を用いて実際の行動を再現するモンテカルロ・シミュレーションを用いて予測している。乱数を与えた変数はStep 1で用いた交通機関属性（交通機関、所要時間、費用）、社会経済変数である。また、Step 2で用いた満足度指標、交通問題の意識指標の回答の組み合わせを15000回程度ランダムに発生させ、Step 1、Step 2、Step 3の各段階から得られた推定結果を代入し、図-4のフローを用いて、他者の協力率  $p$  が変化したときの協力率を導出している。

通勤・通学交通については、1)のロード・プライシングは企業の交通費の負担割合に応じて交通費から支給されるとし、3)の炭素税については、各自負担として考えた。結果から、自動車費用に関する政策では、小規模なものの場合、ほとんど効果を持たないことが分かる。これは、通勤交通に必要な費用は、多くの場合交通費として支給されており、協力行動と非協力行動の間では、費用面をあまり意識せずに選択していることが大きな要因であると考えられる。これに対して、公共交通の整備という時間面での政策では、通勤・通学交通における交通サービスが劣悪な場合が多く、かつ時間的な制約から公共交通機関を利用している人が多いため、ある程度の効果が得られる。

買い物・レジャー交通で政策の効果をみると、ロード・プライシングに対して非常に高い協力行動がみられることが分かる。これは、ロード・プライシングによる負担費用が名古屋市中心街までの交通にかかる費用に比べて倍以上と割高なことが大きく影響しているものと推測される。調査対象地域は、すでに公共交通が発達しているため、公共交通への転換が容易であるが、新たな公共交通機関の整備によ

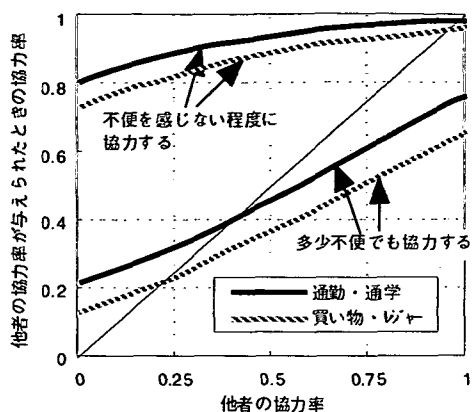


図-7 他者の協力率の変化による協力状況の変化

表-9 各種交通政策による自動車利用自粛協力者の割合の均衡点

		通勤・通学交通	買い物・レジャー交通
現状		44.1%	27.3%
ロード・プライシング	a. 500円負担	44.4%	32.5%
	b. 1000円負担	44.7%	40.5%
公共交通機関			
所要時間短縮			
	c. 10%短縮	45.0%	28.2%
	d. 20%短縮	48.2%	29.4%
炭素税 (燃料費負担)			
	e. 10%	44.2%	27.9%
	f. 20%	46.6%	28.1%

る効果はそれほど期待できない。このような状況にある地域は、高額なロードプライシングや、公共交通機関の大幅な時間短縮などの、意思決定者にとって現在と比較して交通機関属性としての変化を明確に意識する政策を導入した場合に、協力行動が起りやすいと考えられる。ただ、今回のような高額のロード・プライシングの設定は、被験者の状況把握が不正確になり、協力行動の変化が大きくなるようにバイアスが生じることがある。

以上の結果から、自家用車利用の場合とその他の交通機関利用の場合の交通機関属性の相違が明確な交通政策ほど協力行動が起ると推測されるが、協力の程度は、同じ施策に対しても通勤・通学と買い物・レジャーのそれぞれの交通状況によって大きく異なることが分かる。したがって、交通状況に応じて、適切な交通政策を組み合わせる実施していくのが望ましいであろう。ここで得られた知見からは、

通勤・通学交通に関しては、自動車利用を規制するよりも現在悪化している公共交通機関のラッシュ時の混雑状況や所要時間の改善が望まれ、買い物交通では、急用でない買い物に経済的な負担をかけることで公共交通機関への転換を促進できるロード・プライシングが有効であることがわかった。これらを時間的（ピーク時とオフピーク時）および空間的（都心部と郊外部）にきめ細かく設定することで交通状況はかなり改善されるであろう。また、協力行動に関しては、現状からの効用の変化が大きく認知された政策ほど行動の変化が起こりやすいということを利用して、効果的に自動車利用自粛政策を導入することも考えられる。しかし、現在のモデルが二つの潜在変数と他者の協力確率に応じた行動の規範化を中心としたものであるため、これらに関する分析を行うためには、他者の協力確率を認知する心理構造に関する研究がさらに必要となってくるであろう。

## 6. おわりに

本論文は、社会的相互作用を考慮した選択行動モデルの提案と自動車交通問題に対する適用を論じてきた。その成果は、以下のようにまとめられる。

- 1) 社会的相互作用を考慮したときの行動の満足度を規定する要因となる他者の効用レベルをシェア型ログサム変数として表現する方法を提案した。
- 2) 社会的ジレンマ状態にあるときの人の協力・非協力行動を、提案した他者の効用レベルを明示的に考慮した選択行動モデルによって表した。
- 3) 社会問題に対する態度形成を LISREL モデルで表現し、先の選択モデルに取り入れた。
- 4) 他人の協力状況を社会的規範としての認知と他者の相対効用の変化という二面からとらえ、限界質量の理論に則った、協力者の割合の変化に対する個人の協力率の変動を表現した。

5) 以上の方法論を、自動車利用自粛行動に適用し、いくつかの需要管理政策代替案下での自粛協力者の均衡状態を分析し、その有効性を検証した。

ただし、限界質量の理論や上方比較によるシェア型ログサム変数など、本研究で考慮した社会的相互作用における選択行動理論に関しては、事例研究によってそれが実証されたわけではなく、実際のさまざまな社会現象に適用する上でこれらの理論の検証が必要である。そのためには、現在所与とされている他者の協力率を内生化した均衡モデルを構築し、初期協力率に対する最終協力率の均衡分析などが必要である。この課題は、人間社会全体の合理的な選択行動を導くのに不可欠なものであり、個人の行動や評価構造の解明とともに、今後の選択行動モデルの構築において重要な意義をもたらすであろう。

## 参考文献

- 1) Weber, M.: Soziologische Grundbegriffe, in *Wirtschaft und Gesellschaft*, J. C. B. Mohr, 1921. 清水幾太郎訳: 社会学の根本概念, 岩波書店, 1972.
- 2) 森川高行: 個人選択モデルの新展開と再構築, *土木計画学研究・論文集*, No.12, pp.15-27, 1995.
- 3) 片平秀貴: マーケティング・サイエンス, 東京大学出版会, 1987.
- 4) 高田利武: セレクション社会心理学-3 他者と比べる自分, サイエンス社, 1992.
- 5) 浜岡豊: 消費者間相互依存/相互作用, *マーケティング・サイエンス*, Vol.2, No.1,2, pp.60-85, 1993.
- 6) 山岸俊夫: セレクション社会心理学-15 社会的ジレンマのしくみ「自分一人ぐらいの心理が招くもの」, サイエンス社, 1990.

(1996.4.1 受付)

## A CHOICE MODEL CONSIDERING SOCIAL INTERACTION WITH AN APPLICATION TO VOLUNTARY RESTRICTION OF CAR USAGE

Takayuki MORIKAWA, Sayuri TANAKA and Shigeyasu OGINO

Most operational consumer's choice models such as logit and probit assume mutual independence among consumers although social interaction plays an important roles on certain types of behavior. This paper develops a methodology for incorporating social interaction in the paradigm of the discrete choice type modeling. More specifically, the utility level of the other consumers is incorporated into the decision maker's utility function. The proposed methodology is applied to cooperative action to voluntary restriction of car usage in urban transportation.