

社会的相互作用が交通行動に及ぼす影響の ミクロ計量分析

平成 16 年 3 月

福 田 大 輔

論文要旨

交通計画が分析対象とする人間行動の多くは、個人の私的動機のみならず、集団への同調傾向や社会規範、慣習等といった各種の社会的要因の影響を強く受けている。事実、行動原理が比較的単純である交通手段選択のような現象においてさえ、他者の意思決定が当該個人の意思決定に有意に影響を及ぼしていることは、実証的にも明らかにされている。

そして、個々の交通行動主体間の相互作用（社会的相互作用）は、マクロな交通現象に対しても多様な影響を及ぼす。例えば、社会的相互作用は、同一の集団に対しても複数の安定した社会状態を生じさせ、各種の交通ジレンマ問題（違法駐輪・駐車慢性化、新技術の普及阻害、政策賛同意識の硬化等）を引き起こす一要因と指摘される場合がある。また、社会的相互作用の影響により、極めて弱い政策介入であっても集団行動に劇的な変化が生じる場合もあれば、逆に、一定以上の強い介入を行わなければ集団行動が変化しない場合もあり、政策実施にあたっては慎重を期す必要がある。このような理由から、交通計画・交通政策においても、人間行動の社会的側面（社会性）を考慮した行動予測や政策評価を行うことが望まれる。

しかし、非集計行動モデルに基づく伝統的な交通需要予測は、当該意思決定に直面した個人が周囲とは独立した意思決定主体であることを暗に想定しており、個人の意思決定に他者の行動が及ぼす影響を明示的に考慮していない。従って、社会的相互作用の影響が大きい交通現象を分析する場合、その影響によって社会全体がどのような状態に達し得るのかを正しく把握できないことが危惧される。一方、地域計量モデルでは、近隣環境の影響が一説明変数として考慮されることもあるが、社会的相互作用の文脈の中で体系的に位置付けられることは無かった。さらに、個人の選択モデルと集計需要を統合的に用いる手法も存在するが、その狙いは行動モデルのパラメータ推定値の修正にあり、ミクロな個人間相互作用と、そのマクロ的帰結として得られる集計需要の関係に関しては明示的に考慮されていない。

一方、社会心理学や社会学では、準拠集団の持つ集合的な諸性質は個々の構成員の行動を規定する主要な要因と考えられており、社会的ジレンマ、対人関係、集合行動等を中心に膨大な研究の蓄積がある。また、ミクロ計量経済学においては、社会的相互作用を明示的に考慮した計量分析が進展しつつある。社会的相互作用に関する社会科学の諸知見を交通行動分析のフレームに導入できれば、従来とは異なる新たな行動予測、政策評価が可能になると期待される。

以上のような問題意識のもと、本論文は、人間行動の社会的側面が交通行動・交通現象に及ぼす影響を計量的に分析するための方法論を開発し、社会的相互作用の影響が支配的であると思われる幾つかの交通現象を対象として、開発した手法の妥当性に関する実証的

考察を行うことを目的としている。さらに、それらの実証分析を通じて、社会的相互作用の存在を前提とした場合に、人々の行動変容を狙いとする交通政策は具体的にどうあるべきかについて論じている。

以下、本論文を構成する各章に関して、その内容を要約する。

第 1 章では、本論文の背景並びに目的について詳述している。

第 2 章では、社会的相互作用という言葉の定義、及び、関連する諸概念の体系的な整理を行っている。端的に言うと、社会的相互作用という言葉は、“個人の享受する効用あるいは利得が、自身の帰属する準拠集団内の他者の行動に依存して決定される状況”を指している。同様の概念が、経済学ではバンドワゴン・スノップ効果、戦略的補完性、ネットワーク外部性等と称され、社会心理学や社会学では、同調行動、頻度依存行動、社会的圧力等と称されている。また、社会的相互作用は、社会規範の形成とも密接に関連する構成概念である。本章では、それらの諸概念を体系的に整理し、社会的相互作用が個人の交通意思決定を規定する主要因であることを確認している。

第 3 章では、社会的相互作用の計量分析を行っている既往研究を概観し、本論文の分析方法論の基本的な立場を明らかにしている。近年、ミクロ計量経済学においては、教育や社会病理現象のように、集団行動の傾向に地域間格差が見られる社会現象の理解と、格差発生メカニズムの実証的把握を目指して、非市場的な主体間相互作用を定量的に分析する手法の開発が進展している。本章では特に、パラメータの識別可能性、データの取得方法、非線形の行動モデルと複数均衡解の存在、実証分析例を中心にレビューを行い、最新の研究動向を取りまとめている。

第 4 章では、社会的相互作用を考慮した離散選択モデルの定式化と、モデルの同定方法について述べている。具体的には、社会的相互作用の内生性を考慮した二項ロジットモデルに関して、その導出手順や集合的性質、統計モデルとしての同定方法に関して説明している。構築したモデルは、構造パラメータの識別問題に対する柔軟性、複数の社会的均衡解の表現等といった諸性質を有しており、ミクロな個人行動とマクロな社会現象の相互作用について、整合的かつ実証的に分析することが可能となっている。最後に、この一連の分析フレームを構築したことを、本章の成果として述べている。

第 5 章から第 7 章においては、第 4 章で構築したモデルを実際の交通現象へ適用した結果について説明している。

第 5 章では、違法駐輪行動を対象とした実証分析の結果を示している。違法駐輪は、大都市の駅周辺を中心に日本各地で観察される社会問題であり、しかも、個人の駐輪場所決定行動が他者の行動状況に大きく依存して、深刻な社会的ジレンマの様相を帯びている。本章では、取締り頻度という具体的な政策変数に着目し、取締りをどの程度の強度で実施すれば社会的ジレンマの状況から脱却できるのかについて、定量的な考察を行っている。具体的には、東京都内の代表的な鉄道駅周辺部における駐輪行動のミクロデータを取得し、駐輪場所選択モデルを同定している。その上で、社会的ジレンマの状況に陥っていると考

えられる駅の違法駐輪状況を大幅に改善するために必要な臨界取締り頻度、及び、介入レベルの限界的な政策効果を推計している。

第 6 章では、施策の実施に対する賛否意見を形成する場面において、集団の賛否傾向が当該個人の意思決定に及ぼす影響を実証的に分析している。構造的変化を伴う広域的交通政策の導入を巡る公共受容ジレンマでは、他者の同調の程度が個人の意思決定を規定する主要因と考えられている。このような認識のもと、本章では、ロード・プライシング導入に対する選好意識調査を首都圏で実施し、得られたデータを用いて、他者の賛同傾向が個人の賛否意識（投票行動）に及ぼす影響を考慮したマイクロ計量モデルを同定している。その上で、ロード・プライシングの導入に対する合意形成が円滑に進むために必要な、政策導入時点において少なくとも達成しておくべき賛同率を推計している。

第 7 章では、交通行動主体が新技術に適應するか否かを意思決定する場面における、社会的相互作用の影響について考察している。具体的には、個々の道路利用者による ETC (Electronic Toll Collection) 専用車載器を購入する行動と、社会全体として見た普及レベルの関係についての実証分析を行っている。システムの利用者が多いほど個々の利用者の享受する便益が多くなるという性質より、ETC は、正のネットワーク外部性を有するサービスと解釈することができる。本章では、首都圏在住の自動車保有者から得られた選好意識データを用いてマイクロな購入モデルを同定し、さらに、それを動的なマクロ普及モデルへと展開している。さらに、構築した普及モデルを用いて、導入初期時点における一時的な価格低下によるシェア確保政策等、各種普及促進政策の影響分析を行っている。

最後に、第 8 章では、本論文で得られた知見を総括し、今後の課題について述べている。

以上を要するに、本論文では、社会的相互作用が各種の交通行動に及ぼす影響を計量的に分析する方法論を構築した。また、構築した分析フレームを実際の交通現象に適用し、社会的相互作用によって生じた各種の交通ジレンマ状態から脱却するために必要な政策介入レベルを推計した。これらの成果を通じて、本論文は、(i) 社会的相互作用が交通行動に及ぼす影響を高い精度で計測すること；(ii) 社会的相互作用がマクロな集団現象に及ぼす影響を定量的に評価すること；(iii) 社会的ジレンマの状況から脱却するために必要な政策介入レベルを推計すること；を実現したものである。

目 次

第1章 序論	1
1.1 背景	2
1.1.1 社会的相互作用存在下での交通行動・交通現象	2
1.1.2 社会的相互作用の計量分析	3
1.2 目的	4
1.3 論文構成	4
第2章 社会的相互作用を巡る諸概念の整理	7
2.1 緒言	8
2.2 社会心理学における研究	8
2.2.1 古典的研究	8
2.2.2 行動意図モデル	9
2.3 社会学における研究	9
2.3.1 閾値モデル	9
2.3.2 シミュレーション研究	10
2.3.3 社会ネットワーク分析	11
2.4 社会的ジレンマに関する研究	11
2.4.1 社会的ジレンマの定義	11
2.4.2 社会的ジレンマ現象の分類	12
2.4.3 高次ジレンマの定義と諸性質	12
2.4.4 社会的ジレンマの解消策	14
2.5 マーケティング・サイエンスにおける研究	14
2.5.1 新製品の普及予測	14
2.5.2 バンドワゴン・スノップ・顕示効果	15
2.6 経済学における研究	15
2.6.2 横並び行動の分析	16
2.6.3 調整ゲームと協調の失敗	16
2.6.4 ネットワーク外部性	17
2.7 土木計画学における関連研究と本研究の位置付け	18

2.8 結語.....	19
第3章 社会的相互作用の計量手法の整理	21
3.1 緒言.....	22
3.2 主体間相互作用の類型化.....	22
3.3 ローカルインタラクションモデル.....	23
3.3.1 ローカルインタラクションモデルを用いた社会的相互作用の計測例.....	23
3.4 グローバルインタラクションモデル.....	25
3.4.1 グローバルインタラクションモデルによる社会的相互作用の計測可能性.....	25
3.4.2 内生性・同時性.....	26
3.4.3 ランダム項の満たすべき仮定.....	27
3.4.4 自己選抜プロセスの影響.....	27
3.4.5 計測方法についてのまとめ.....	28
3.5 パラメータの推定手法に関する整理.....	28
3.5.1 連続変数モデルのパラメータ推定上の課題.....	28
3.5.2 離散変数モデルの適用可能性.....	29
3.5.3 無作為グループ配分.....	29
3.5.4 準拠集団の特定化.....	30
3.6 実証分析のレビュー	30
3.7 結語.....	32
第4章 社会的相互作用を考慮したマイクロ行動計量モデルの構築	33
4.1 緒言.....	34
4.2 モデルの基本コンセプト.....	34
4.3 社会的相互作用を考慮した二項選択モデル.....	35
4.3.1 定式化	35
4.3.2 集合行動の均衡方程式.....	36
4.3.3 均衡解の存在条件・反応曲線の形状・解の安定性.....	37
4.3.4 均衡解の安定性.....	38
4.3.5 社会的厚生と比較.....	39
4.3.6 政策介入による均衡解シフト.....	40
4.4 統計的推測の手順	41
4.4.1 私的効用関数の特定化.....	42

4.4.2	統計的推測の手順	42
4.4.3	識別問題	43
4.5	結語	44
第5章 局所的交通ジレンマ現象の計量分析		45
5.1	緒言	46
5.2	放置自転車の現況	46
5.2.1	社会問題として見た放置駐輪	46
5.2.2	放置駐輪率に見られる地域間格差	47
5.2.3	駐輪場所選択行動と社会的相互作用	48
5.3	アンケート調査の概要	48
5.3.1	調査地域の選定	48
5.3.2	調査票の概要と回収結果	50
5.3.3	基礎分析	51
5.4	モデルの同定	52
5.4.1	モデルの特定化	52
5.4.2	準拠集団と説明変数の特定化	53
5.4.3	パラメータの推定結果	54
5.5	均衡方程式に基づく分析	55
5.5.1	全体の傾向	57
5.5.2	駅別の傾向	57
5.5.3	社会的均衡状態への移行可能性	58
5.6	政策介入の影響分析	59
5.6.1	政策介入による均衡解シフト	59
5.6.2	政策介入の限界効果分析	60
5.7	結語	61
第6章 広域的交通施策導入に対する受容意識の計量分析		62
6.1	緒言	63
6.2	公共受容ジレンマとして見たロード・プライシング導入問題	63
6.3	意識調査の概要	64
6.3.1	調査方法の概要	64
6.3.2	調査対象	65

6.3.3	設問内容と実験群の設定	65
6.3.4	心理意識の基礎分析	69
6.3.5	他者賛同率と賛否意識の関連性	70
6.4	賛否意思決定モデルの定式化	71
6.5	モデルの同定と政策分析	73
6.5.1	モデルの同定	73
6.5.2	賛同確率曲線の推計と限界質量解の算出	74
6.5.3	課金レベルによる賛同確率曲線の推移	75
6.6	結語	76
第7章 交通行動主体の新技术適応行動の計量分析		77
7.1	緒言	78
7.2	問題意識	78
7.3	分析の基本的立場	79
7.4	車載器購入モデル	81
7.4.1	モデル化の前提条件	81
7.4.2	定式化	82
7.5	車載器普及モデル	83
7.5.1	変数の定義	83
7.5.2	普及メカニズム	84
7.5.3	普及速度係数の決定方法と将来普及率の推計方法	85
7.5.4	車載器普及の膠着	85
7.6	意識調査の概要	86
7.6.1	対象とサンプル数	86
7.6.2	調査票の内容	86
7.6.3	選択実験における車載器属性の設定方法	87
7.7	節約待ち時間と普及率との対応関係	88
7.7.1	概要	88
7.7.2	節約待ち時間と普及率の関係の把握方法	90
7.8	普及モデルの同定	93
7.8.1	選択実験データの特性	93
7.8.2	車載器購入ミクロモデルの同定	94
7.8.3	普及速度係数の同定	95

7.9 普及予測と政策介入の影響分析	98
7.9.1 普及促進のためのシナリオ	98
7.9.2 シミュレーション結果と考察	99
7.10 結語	100
第8章 結論	101
8.1 本研究の成果	102
8.1.1 社会的相互作用の体系的整理・分類	102
8.1.2 社会的相互作用を明示的に考慮した行動モデルの構築	102
8.1.3 社会的相互作用が及ぼす影響の計量的・実証的考察	102
8.1.4 要約	103
8.2 今後の課題	103
8.2.1 実証分析の蓄積	103
8.2.2 準拠集団の特定化	104
8.2.3 自己選抜プロセスを考慮したモデル化	104
8.2.4 準拠集団の特定化方法の検討	104
8.2.5 複数均衡の存在を前提とした統計的推測手法の開発	104
8.2.6 政策介入が個人と集団に及ぼす影響の再検討	105
8.3 おわりに～社会規範の形成メカニズムの分析へ向けて	105
APPENDIX	106
A - 1 駐輪行動に関する調査票	107
A - 2 ロード・プライシングの受容意識に関する調査票	112
A - 3 ETC 車載器の購入意向に関する調査票	120
参考文献	127

謝辞

第 1 章

序論

1.1 背景

1.1.1 社会的相互作用存在下での交通行動・交通現象

多くの交通現象において、個人の行動は、それを取り巻く他者からの影響を少なからず受けている。例えば、違法駐輪・駐車行動から、環境に配慮して自動車の利用や購入を自粛する行動、ETCのような新技術に対する消費者の適応行動、さらには、ロードプライシング導入の受容や、住民紛争における集団意見形成に至るまで、交通計画が分析対象とする人間行動の多くは、個人の私的動機のみならず、集団への同調傾向や社会規範、慣習等といった社会的要因にも影響を受けていると言えよう。

同調行動に代表される個々の主体間の相互依存関係(以後、社会的相互作用^[1]と呼ぶ)は、マクロな交通現象に対しても多様な影響を及ぼし得る。例えば、同調効果、すなわち、正の社会的相互作用は、同一の集団に対しても複数の安定した社会状態を生起させ、各種の社会問題を引き起こす要因の一つと考えられている。また、そのような正の社会的相互作用が存在する場合、軽微な政策介入を行っただけで集団行動に劇的な変化が生じる場合もあれば、逆に、一定以上の強い介入を行わなければ集団行動が変化しない場合もある等、政策介入にあたっては慎重を期す必要があると言われている(Durlauf 2001)。

以上の指摘は、多くの交通行動や交通現象に対しても該当する。したがって、社会的相互作用を考慮した行動モデルと計量分析手法を構築することで、交通行動のメカニズムを的確に把握し、それに基づいた政策評価を行うことが可能になると期待される。

ところで、ロジットモデルをはじめとする各種の非集計行動モデルに基づく伝統的な交通需要予測は、

個人の行動を記述する方程式を同定し；
 政策介入を外生変数の変化という形で表現して、個人の行動変化を予測し；
 個人の行動変化を積み上げて(拡大して)集計需要量を算出する；

という手順で行われることが一般的である(例えば、土木学会[編] 2001)。すなわち、このような予測方法は、当該意思決定に直面した個人が、周囲とは独立した意思決定主体であることを暗に仮定しており、個人の意思決定に周囲の人間の行動が及ぼす影響を明示的に考慮していない。したがって、社会的相互作用の影響が大きい交通現象を分析する場合には、その影響によって社会全体がどのような状態に達し得るのかを正しく把握できないことが危惧される。

勿論、これまでの交通行動分析においても、主体間の非市場的な相互作用を考慮した計

^[1] すなわち、社会的相互作用とは、経済学的な解釈をすれば「個人の享受する効用あるいは利得が、自身の帰属する準拠集団内の他者の行動に依存して決定される状況(Brock and Durlauf 2001a)である。経済学では「バンドワゴン・スノップ効果」、「戦略的補完性」あるいは「ネットワーク外部性」と称され、一方、社会心理学や社会学では「同調行動」あるいは「頻度依存行動」等と称されることが多い。

量分析を行っている例は見られる（小林・喜多・多々納 1996；森川・田中・荻野 1997；佐々木・西井・土屋 2003）が、交通行動を“社会的文脈”という観点から分析している研究の蓄積は、決して充分とは言い切れない^[2]。勿論、従来の地域・交通モデルにおいては、近隣環境の影響 (Neighborhood Effects) が、モデルの説明要因の一部として考慮される場合もあった（例えば、矢澤・金本 1992）が、それが社会的相互作用の文脈の中で体系的に論じられることは無かった。さらに、類似した研究として、個人の選択モデルと集計需要を統合的に用いるアプローチ（森地・屋井・平井 1987）等も見られるが、その目的は行動モデルのパラメータ推定値の補正であり、ミクロな個人行動とマクロな社会現象との相互作用に関しては言及していない。

以上述べてきたように、これまでの交通行動モデリングにおいて、社会的動物（アリストテレス）という人間観は捨象されがちであった。しかし、ミクロな個人行動とマクロな社会現象との関係について、社会学の第一人者 James Coleman は、次のように述べている。

“ The principal task of the social sciences lies in the explanation of social phenomena, not the behavior of single individuals. In isolated cases the social phenomena may derive directly, through summation, from the behavior of individuals, but more often this is not so. ” (Coleman 1990, p. 2)

つまり、社会的相互作用の影響が強い人間行動の場合、ミクロな個人行動の単純な総和をとることによってマクロな集団現象を表現するという行為は不適切であり、“集計化の誤謬 (Coleman 1990)” が生じる可能性が大きい。このことから、各種政策評価の前提となる行動モデルに対して、“社会性”という視点を導入することの重要性が確認できる。

1.1.2 社会的相互作用の計量分析

さて、社会心理学や社会学では、準拠集団の持つ集合的な諸性質は、個々の構成員の行動を規定する主要な要因であると考えられ、社会的相互作用に関しては、社会的ジレンマ (Dawes 1980)^[3]、対人関係 (Blau 1993)、集合行動 (Granovetter 1978) 等を中心として、膨大な数の研究が蓄積されている。これらの分野では、主に、個人の意思決定に他者の認知や行動が及ぼす影響のモデル化や検証が行われており、多様な環境で社会的相互作用が個人行動に有意な影響を及ぼすことが、実験的、実証的に確認されている (Asch 1951)。

さらに、近年、ミクロ計量経済学の分野においては、社会心理学や社会学で考えられてきた問題意識を受け、社会的相互作用を明示的に考慮した計量分析が行われつつある

^[2] 小林・喜多・多々納 (1996) の定式化は、利他的動機の考えに基づいて他者の効用関数を当該意思決定主体の効用関数に反映させているものであり、本研究が主に対象とする集団への同調という状況を直接的に表現していない。森川・荻野・田中 (1997) では、他者の行動比率が個人の効用関数の説明変数として用いられているものの、ミクロな個人行動とマクロな集団行動との整合性については明確に述べられていない。また、佐々木・西井・土屋 (2003) では、周囲の行動比率と個人行動との関係を分析しているが、全個人で同一の反応曲線を仮定せざるを得ない構造になっており、個人の私的動機と社会的な影響とを分離したシミュレーションを行うに留まっている。

^[3] 人間の頻度依存傾向を記述するモデルは、その適用に際して、社会的ジレンマの状況が生じていることを必ずしも前提としていない。しかし、他者の行動頻度への反応性は、社会的ジレンマの状況下でも頻繁に観察され、場合によっては支配的な戦略になることが、実験を通じて確認されている (品田・亀田 2003)。

(Gleaser & Scheinkman 2001). グループ心理実験のように、人工的に設定された環境で分析を行うのではなく、教育、犯罪、失業等の社会現象を対象として、非市場的な相互作用 (Gleaser & Scheinkman 2003) の影響を実際に計測し、行動予測を行うこと念頭に置いたモデルの開発が進展しつつある。

社会的相互作用を選択行動モデルのフレームに導入し、それが個人の行動にどのような影響を及ぼしているのかを実証的に把握できるようになれば、従来のような単純集計によるマクロな行動予測とは異なる分析・評価が可能になると期待される。

1.2 目的

以上の問題意識に基づき、本研究では、社会的相互作用の存在を前提とした場合に、人々の交通行動変容を狙いとする政策介入は、具体的にどうあるべきかを定量的に考察するための枠組みを構築することを目的とする。具体的には、まず、社会的相互作用の計量と実証分析に関して現在までに得られている主要な知見を整理し、交通計画、とりわけ交通行動モデルが対象とする事例に対して、これらの知見がどこまで適用可能であるのかを展望する。次に、社会的相互作用が、交通行動・交通現象に及ぼす影響を計量的に分析するための方法論を開発し、社会的相互作用を考慮した行動計量予測を行うことによってどのような政策的含意を新たに提示することができるのかを論じる。最後に、社会的相互作用の影響が支配的であると思われる幾つかの交通現象に上記手法を適用し、具体的な政策介入の方法や、その介入強度に関する定量的考察を行う。

1.3 論文構成

本研究の論文構成と各章の概要を以下に示す。

第1章では、本論文の背景並びに目的について詳述している。

第2章では、社会的相互作用という言葉の定義の説明、及び、関連する諸概念を体系的に整理する。社会的相互作用という言葉は、「個人の享受する効用あるいは利得が、自身の帰属する準拠集団内の他者の行動に依存して決定される状況」を指す。同様の概念が、経済学ではバンドワゴン・スノップ効果、戦略的補完性、ネットワーク外部性等と称され、社会心理学や社会学では、同調行動、頻度依存行動、社会的圧力等と呼ばれている。また、社会的相互作用は、社会規範の成立とも密接に関連する。本章では、それらの概念を体系的に整理し、社会的相互作用が個人の意思決定を規定する主要因であることを確認する。

第3章では、社会的相互作用の計量分析を行っている既往研究を概観し、本論文の分析方法論の基本的立場を明らかにしている。ミクロ計量経済学においては、教育や社会病理現象のように、その傾向に地域格差が見られる社会現象の存在と、そのメカニズムの実証的な把握を目指して、非市場的な主体間相互作用を定量的に分析する手法の開発が進みつ

つある。本章では特に、パラメータの識別可能性、データの取得方法、非線形の行動モデルと複数均衡の存在、実証分析例に焦点を絞ってレビューを行い、研究の位置付けを明らかにしている。

第4章では、社会的相互作用を考慮した離散型選択モデルの基本的な定式化と、モデルの同定方法について述べている。具体的には、ミクロ計量経済分析の研究成果を踏まえて、社会的相互作用を内生的に考慮した二項選択モデルを提示し、モデルの導出過程や同定方法について説明している。提示したモデルが有する、(1) モデルの識別問題に対する柔軟性；(2) 社会的相互作用の結果生じ得る複数均衡解の存在；(3) 未知パラメータの統計的推測の可能性；といった諸性質により、ミクロな個人行動とマクロな社会現象を、整合的かつ実証的に分析することが可能となっている。

第5章、第6章、第7章は、第4章で構築したモデルの適用事例について報告している。

第5章では、違法駐輪行動をケース・スタディーとして行った実証分析の結果を示している。違法駐輪は典型的な社会的ジレンマ問題であり、取締り頻度の増加という具体的な改善策をどのレベルで実施すれば、社会的ジレンマの状況から脱却できるのかを定量的に考察している。具体的には、鉄道駅周辺の駐輪行動に関するミクロデータを取得し、駐輪所駐輪 路上駐輪という二項選択形式の社会的相互作用モデルを同定し、社会的ジレンマの状況に陥っていると考えられる駅の違法駐輪を大幅に改善するために必要な、臨界的取締り頻度を算出している。

第6章では、人々が広域的な交通施策の導入に対して賛否の意識を形成する際に、社会的相互作用が及ぼす影響を分析している。構造的方略の導入を巡る公共受容ジレンマは、通常の社会的ジレンマよりも複雑な様相を帯びており、特に、他者への同調が、個人の意思決定を規定する主要因であると従来指摘されている。本章では、東京都のロード・プライシング導入を例に、他者の賛同傾向が個人の賛否意識の決定に及ぼす影響の定量的分析を行っている。

第7章では、交通行動主体が新技術に適應するか否かを決定する場面における、社会的相互作用の影響について考察している。具体的には、ETC 車載器の購入行動を対象に、システムへの適應者数によって個人が享受する便益が変化し、購入行動が促進される状況を分析している。具体的には、購買意識データを用いてモデルの同定を行い、さらにマクロな普及モデルへと展開し、普及促進政策の影響分析を行っている。

最後に、第8章では、本論文において得られた知見を総括し、今後の研究展望について述べている。

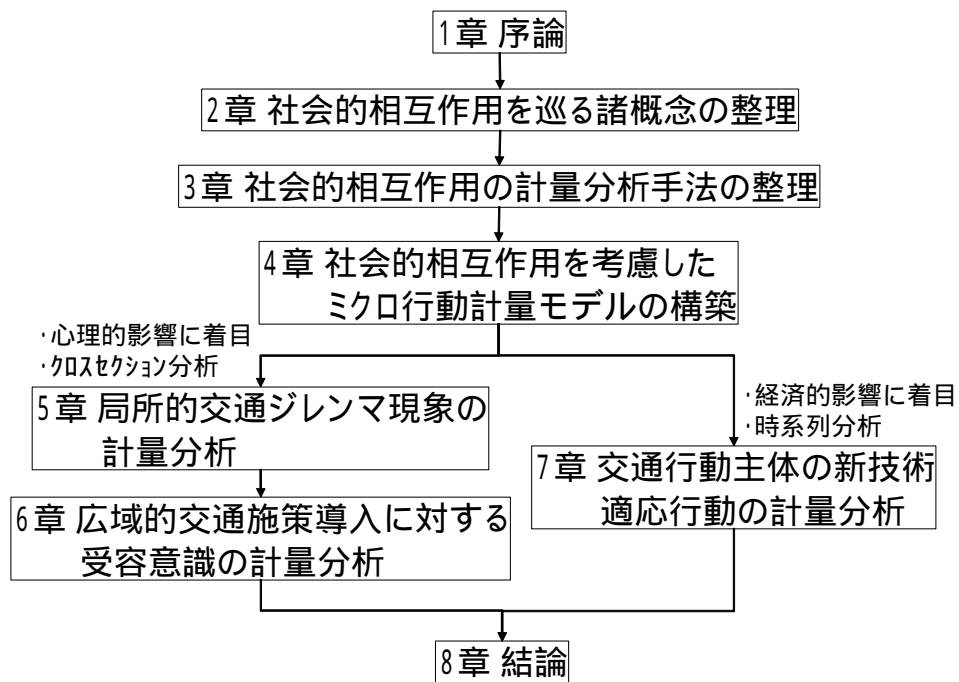


図1-1 本論文の構成

第2章

社会的相互作用を巡る

諸概念の整理

2.1 緒言

社会的相互作用は個人生活のあらゆる場面で関わるものであり、社会心理学・社会学を中心に従来から数多くの研究がなされてきた。また、経済学においてもノン・マーケット・インタラクションに対する関心の高まりと共に社会的相互作用を明示的に考慮した研究も登場してきている。しかし、社会的相互作用に関する研究は、その性質上学際的な特徴を持ち、様々な研究分野でそれぞれのアプローチによって研究されているため把握が難しい。本章では、社会的相互作用に関する研究を分野別に、かつ網羅的に紹介し、それぞれの研究分野からの知見を体系的に整理することを目的とする。

まず、2.2で社会心理学分野での関連研究について説明する。2.3では社会学での関連研究を説明する。2.4では社会的ジレンマについての代表的研究を整理する。2.5ではマーケティング・サイエンスの分野の関連研究を整理する。2.6では、経済学における関連研究を整理する。最後に、2.7において、土木計画学分野における関連研究をレビューし、本研究の位置づけを明確にする。

2.2 社会心理学における研究

社会心理学では、マイクロ - マクロ関係を解明することが主要命題であるといわれている。このマイクロ - マクロ関係とは、マイクロな個人行動が積み重なるとマクロな社会現象となるが、単純な個人行動の積み重ねではマクロな現象を説明できないことを表している。このメカニズムこそが社会的相互作用であると考えられる。

2.2.1 古典的研究

2.2.1.1 同調に関する実験

個人が集団から受ける社会的相互作用として、Deutsch & Gerard (1955) は以下の2種類の影響があると指摘している。一つは、「何が正しいかを判断できないため、その判断基準を集団に求める」情報的影響であり、もう一つは、「自分に対して周囲がこうあるべきだ、するべきだという期待を抱く」規範的影響である。前者は周囲に本心から同意する「私的受容による同調」と呼ばれ、後者は本心では同意していないが、周囲に表面上あわせる「公的受容による同調」と呼ばれている。なお、Asch (1955) による実験では、公的受容による同調が起こりやすいという結果が報告されている。

2.2.1.2 社会的インパクト理論

Latane (1981) は、「社会的な影響は、(1) 影響発信源の強さ (s)、(2) 影響発信源と受け手の近さ (t)、(3) 影響発信源の数 (N)、に依存する」と考えた社会的インパクト理論を提案した。Latane & Wolf (1981) によると、社会的インパクト I は、 $I = sNt$ の関係式で定式化できることが様々な実験から示されている。

2.2.2 行動意図モデル

2.2.2.1 概要

人間行動の決定要因に他人が関わっている事を取り込んでいるモデルの一つに行動意図理論 (TPB: Theory of Planned Behavior) がある (Ajzen, 1991)。行動意図とは、意思決定主体がある行動をする動機の強さを意味し、実際の行動を規定するもっとも重要な要因であると考えられている。行動意図モデルの主目的は、行動意図を形成する心理要因の解明であり、その要因の一つとして、「主観的規範」という構成概念があり、社会的相互作用を規定する概念と解釈することができる。

TPB によると、ある行動を意思決定主体は、態度 (Attitude Toward the Behavior)、主観的規範 (Subjective Norm)、知覚的行動制御 (Perceived Behavioral Control) の3つの要因から行動意図 (Intention) を形成し、その行動意図に基づいて実際の行動を決定する。

2.2.2.2 実証研究

行動意図理論では、上述の三要素がそれぞれある重みを持って行動意図を形成するとされている。また、行動意図モデルに基づいた実証研究 (Ajzen 1991) では、レジャー活動において、上記三要素の重みの推定、行動意図と行動の相関等を分析している。

Bearden & Woodside (1978) は、マリファナ使用に対して行動意図理論を適用した。その結果、個人の態度が強く影響するグループでは、マリファナのヘビーユーザーが多いが、規範が強く影響するグループでは常習者は少ないことが報告されている。

2.3 社会学における研究

社会学においても、社会の中の人間行動を記述することは中心的命題であり、様々な研究がなされている。社会学における社会的相互作用関連の研究では、特に社会的規範の役割や、集団行動、Social Capital (Putnam, Leonardi & Nanetti 1994; Durlauf 2002a; Durlauf 2002b) の分析が中心となっている。これに関しては Coleman (1990) が詳細をまとめている。

2.3.1 閾値モデル

Schelling (1973)、Granovetter (1978) は、個人の社会的感受性に着目した社会的相互作用の閾値モデルを考案した。ここでは、「周囲が何割ある行動をしたら、自分も行動する」という個人の感受性の分布を仮定している。例えば、周りの $x\%$ がある行動をとれば、自分もそう行動しようとする閾値 (社会的感受性) の分布が単峰型であるとき、周りの少なくとも $x\%$ がある行動をとれば、自分もそう行動しようとする人々の分布は、図2-1のようなS字型の曲線として表される。また、図中の45度線とS字曲線との交点は、個人の行動と集団行動との相互作用の結果到達する均衡点である (図2-2)。すなわち、他者の行動に感化されて集団の状態が分極化する。

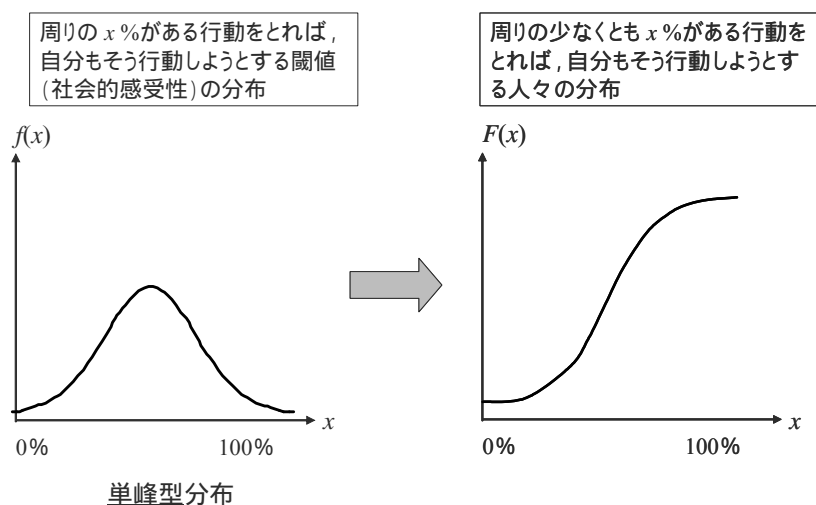


図2-1 閾値モデル

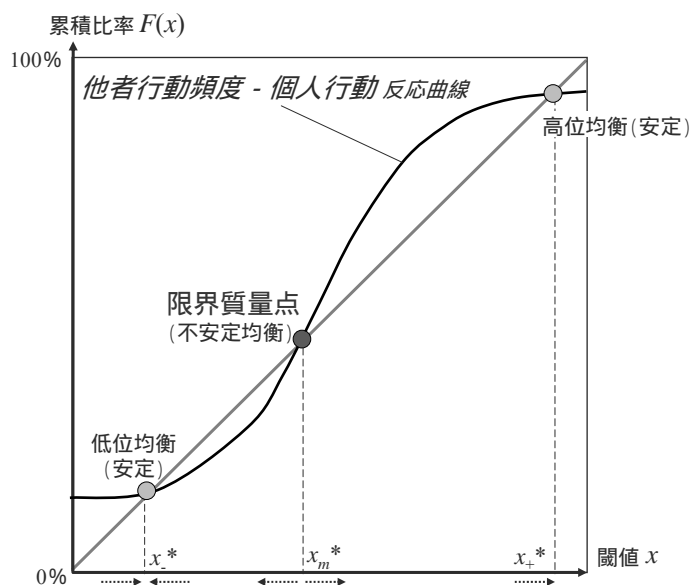


図2-2 閾値モデルによる均衡解

2.3.2 シミュレーション研究

Schelling (1971) は、セルオートマトン法の考え方を人間行動に適用し、地域の分化現象 (Segregation) に関する考察を行っている。これは、社会的相互作用を数理的に分析した初期段階の重要な研究であり、経済学や社会学における社会的相互作用関連の研究で、数多く引用されている。また、Gleaser, Sacerdote & Scheinkman (1996) は、Schelling (1971) を発展させ、第3章で詳述するローカルインタラクションモデルを構築し、犯罪率の空間的なばらつきを実証的に分析している。

2.3.3 社会ネットワーク分析

社会的相互作用を明示的にとらえた研究として社会ネットワーク分析がある (Coleman 1990)。社会ネットワーク分析の基本的な手順は、行為者間の関係を表す行列をソシオグラムという図によって表現し、その関係を分析するものであり、比較的規模が小さい集団内の主体間相互作用の分析に適用されている。

小集団における社会ネットワークの分析以外でも、比較的大きな集団を対象に、強い紐帯と弱い紐帯の関係を扱った研究もなされている。例えば Granovetter (1973) は、「弱い紐帯の強さ (The Strength of Weak Ties) 理論」を提案している。

また、Friedkin (1998) は、社会ネットワークという社会的相互作用の他に、ネットワーク内での社会的規範の形成過程に着目した“Social Influence Network”理論を構築した。これは、社会ネットワークが時間とともに社会的規範を形成する課程をモデル化し、それが個人行動に大きな影響を及ぼす過程を空間計量経済モデルの手法を用いて表現している。

2.4 社会的ジレンマに関する研究

社会的ジレンマのメカニズムは、環境問題、都市問題、教育問題等、今日の社会問題の根底に潜んでいる。それは、ある行為に協力することがよいことだと自覚していながらも、皆が非協力行動をとり、結果的には悪い状況を作り出すメカニズムである。Dawes (1980) 以来、社会学、経済学、心理学等の社会科学分野において、数多くの研究がなされてきた。

社会的ジレンマに関する研究として、例えば、海野 (1990) は、ごみ減量問題を社会的ジレンマと捉え、ゴミ減量行動を阻害する要因を分析し、ゴミ減量行動がコスト高だと感じる人は減量行動に協力しない傾向があることや、コスト高だと感じながらも減量行動をする人に関しては、社会規範が大きく影響していることを確認している。

2.4.1 社会的ジレンマの定義

社会的ジレンマの定義としては、Dawes (1980) が最もよく用いられる。この定義によれば、以下の3つの条件を満たす状況は社会的ジレンマである。

個人は、ある事例に対して「協力」か「非協力」かのどちらかを選択できる。

それぞれの個人にとって、「非協力」を選択した結果得られる利益は「協力」を選択した結果得られる利益よりも常に大きい。

しかし全員が「非協力」を選択した結果それぞれの個人が得る利益は、全員が「協力」を選択した結果得られる利益よりも小さい。

社会的ジレンマのメカニズムには、「皆が協力するなら、自分は協力しないほうが得だ」、
「皆が協力しないのに、自分だけ協力するのは損である」といった心理が働くと考えられ、
周囲の行動が意思決定に大きく影響する。このように、社会的ジレンマは社会的相互作用の結果、悪い状態で均衡するメカニズムであるといえる。

2.4.2 社会的ジレンマ現象の分類

海野 (1990) は、社会的ジレンマの事例を以下のように分類している。

囚人のジレンマ：

個人間の利害の葛藤のみが問題であり、「公共財」や「集団全体の利益」という概念はない。交通ラッシュ、過当競争等。

適正利用の問題：

資源や財の利用がある適正な範囲内なら問題とならないが、一定限度を超えて利用すると環境やシステムが存続できなくなる。環境破壊、野生動物の絶滅等。

予言の自己成就：

他人の行動が雪だるま式に相乗効果を発揮し、状況が急速に悪化する。パニックの多くはこのメカニズムによる。銀行の取り付け、過疎化等。

英雄不在：

誰かが貢献すれば、貢献しなかった人も含めて全員が利益を得ることが出来る。雪かき等。

集積の不利益：

個人の行動が直接には他人に影響を与えない。したがって他人の行動によって自分の利得行列は変わらない。個人個人の問題ではなく、個人対集団の側面が問題になる。空き缶のポイ捨て、自家用車の普及による公共交通の衰退等。

受益者と被害者：

社会的ジレンマがあっても利害関係が一様でなく、それによって利益のみ受ける人や、被害のみ受ける人がいる。被害者と受益者が重ならない場合は社会的ジレンマではない。新幹線公害等。

いずれの事例においても、マイクロな視点で見た個人行動の積み重ねが、マクロな社会現象を悪循環に陥らせていることを示していることが伺える。

2.4.3 高次ジレンマの定義と諸性質

2.4.3.1 社会的ジレンマ問題の階層性

そもそも社会的ジレンマとは、「万人が“利己的な利益”のみに配慮し、“公的な利益”に配慮しないままに行動すれば、一人一人の利己的な利益がかえって低減してしまう」というジレンマ状況にある状態を指すものである(藤井 2003)。分かりやすい例の1つが、第5章で分析した違法駐輪行動である。駐輪行動に関しては、「周囲の人間が路上駐輪しているから、自分もそれに同調しよう」という意識、すなわち、正の社会的相互作用が強く作用した結果、個人としては路上駐輪する方が得策であるものの、だからといって全員が路上駐輪すると、全員が駐輪場を利用するときよりも状況は悪くなるという結果が生じ得る。違法駐輪のみならず、自動車から公共交通への転換行動、自動車利用を控える行動、違法駐車行動等は、交通計画が対象とする社会的ジレンマ問題の典型例である。これらの

交通問題を解消するためにこれまで試みられてきた方策の多くは、例えば、取り締まりの強化、課金（罰金）、乗り入れ規制等、いわゆる“構造的方略”と呼ばれるものである。

しかし、それらの構造的方略を人々が受け入れるかどうかを巡っても、新たなタイプの社会的ジレンマが創出されてしまう。このジレンマ、すなわち、構造的方略の受入を巡るジレンマは、一般に、“二次的ジレンマ（藤井 2001; 藤井 2003; 山岸 1990）”と呼ばれる。本章で取り扱うのは、この二次的ジレンマ問題（図2-3）である。

また、この二次的ジレンマは、一人一人の個人的な行動のみならず、社会的な意思決定にも関連することから、一次的ジレンマに比べて複雑な様相を帯びていることが指摘されている。その代表的な形態には、二次的公共財ジレンマ、公共受容ジレンマ、2.4.3.3 専門家型ボランティアジレンマ、NIMBY 型ジレンマ等が挙げられるが（藤井 2003）、本研究の第6章で取り扱うロード・プライシングの政策受容問題は、公共受容ジレンマのカテゴリーに含まれると考えられる。

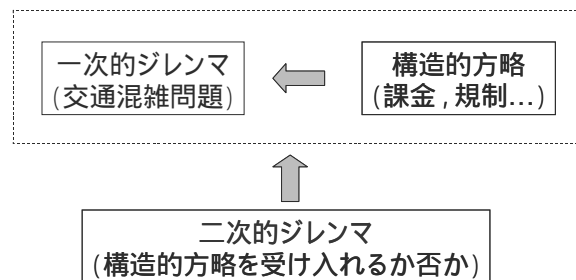


図2-3 二次的ジレンマの構造

2.4.3.2 公共受容ジレンマ

構造的方略の導入に当たって、誰がその導入費用を負担するのかという問題（二次的公共財ジレンマ）が生じるが、さらに、この構造的方略の導入が、民主的な社会的意思決定方式によって決定されるような社会で発生するのが、公共受容ジレンマである。最も簡単に言えば、構造的方略に賛否の意見を表明することを巡って生じるジレンマである。

例えば、今まで都心部に車で乗り入れる頻度の高かった人が、“都心部の乗り入れ規制”という構造的方略の導入に反対を表明するのは、典型的な公共受容ジレンマである。すなわち、公共受容ジレンマは、一次的ジレンマの中でフリーライドしていた人達が、そのフリーライドを取り除こうとする外的圧力を阻止したいという動機が存在するがゆえに生じるジレンマ問題であるといえる。

公共受容ジレンマには、銘記すべき性質が幾つか存在するが、その中でも、人々の行動が、同調圧力（他者の行動や意見に自らの行動や意見を合わせる傾向）が極めて重要な役割を果たすということも指摘されている。これは、本研究のこれまでの文脈で言えば、まさに、“意見形成の場における社会的相互作用の存在”を示すものである。

2.4.4 社会的ジレンマの解消策

一般に、社会的ジレンマを解決するためには、個人の利得構造を変化させる方策が有効であると考えられている。すなわち、「協力行動」をうながすインセンティブと、「非協力行動」を防ぐ罰則という賞罰システムの導入である。しかし、賞罰システムの導入にはいくつかの問題点が存在する。

過剰統制：

賞罰を与える人々を識別する監視のコストと、賞罰自体の統制のコストが発生する。このコストが社会的ジレンマを放置した時のコストよりも大きくなる可能性がある。

二次的ジレンマの発生：

仮に過剰統制の問題が発生しないとしても、統制のコストを誰が負担するかという問題が発生する。つまり、統制自体が公共財的役割を果たし、フリーライダー等の問題が発生する。この二次的ジレンマ（山岸 1990）を解消しようとする、さらに高次のジレンマが発生する。

一方、多くの心理学者は、このような賞罰システムによらずに、個人の協力行動を促進する要因を検討してきた。その成果について、山岸（1990）は以下のようにまとめている。

集団の他のメンバーとコミュニケーションができる場合。

他のメンバーが協力的であると確信できる場合。

集団が小さい場合

自分の行動が全体の結果に影響を与えることが思っている場合。

集団間に競争がある場合。

集団との一体感が強い場合。

2.5 マーケティング・サイエンスにおける研究

マーケティングや消費者行動分析の分野においても、個人（消費者）間の相互依存性や相互作用の重要性は古くから認められていた。本節では、消費に関する問題に限定し、消費者間の相互依存性／相互作用に関する研究の整理を行う。なお、この分野における消費者間の相互作用に関する詳細なレビューに関しては、濱岡（1993）を参照されたい。

2.5.1 新製品の普及予測

新製品の売り上げを予測する手法として最も頻繁に用いられるのは、Bass（1969）を嚆矢とするダイナミックモデルである。このモデルでは、採用者と非採用者との情報の伝達を、模倣係数という形で明示的に考慮する。Bass Model では、次のような4つの基本的仮定を基礎としている。

2.5.2 バンドワゴン・スノップ・顕示効果

また、Leibenstein (1950) は、消費者間の相互作用を外部生の概念を整理している。ここでは、同じ商品を持っている人が多いほど効用が増加する場合には正の外部性、逆に効用が低下する場合には負の外部性が発生していると考え、前者を“バンドワゴン効果”、後者を“スノップ効果”と呼んだ。さらに Leibenstein (1950) は、製品価格には消費者からみてコスト的な側面とそれだけのものを支払って購入したことを他人に対して示す顕示的な側面があり、後者が効用に対して正の効果を持つことを提唱し、“顕示効果 (Veblen 効果)”と呼んだ。この効果の存在はマーケティング分野において定量的な検証が多数試みられており、例えば 杉田・片平 (1990) は、消費者の選択行動の観点から、Leibenstein (1950) の理論モデルをボストンバックのブランド選択に適用して、実証分析を行っている。

2.6 経済学における研究

経済学では、主に価格が決定される仕組みを“相互作用”とみなし、その相互作用を媒介する市場に対する分析を行うのが主流である。このような相互作用はマーケット・インターアクションと呼ばれ、一方、それでは説明できないノン・マーケット・インターアクションは、専ら、“外部性”の一要素として扱われてきた (Gleaser & Scheinkman 2003)。

ノン・マーケット・インターアクションは、「マーケット・インターアクションとして説明できないような相互作用現象」全てをさす。例えば、新製品の購買意思決定を、他人の購買動向を見てから意思決定するような場合、「他人の購買動向市場」というものが存在するわけではないため、ノン・マーケット・インターアクションに該当するであろう。あるいは、社会的ジレンマの構造、Housing Segregation の問題等も該当すると思われる。マーケット・インターアクションとノン・マーケット・インターアクションの関係を図2-4に示す。

ノン・マーケット・インターアクションは、地域格差、バブル崩壊等を説明する重要な要因だと考えられるようになり、ミクロ計量経済や労働経済学においても研究されるようになった。ノン・マーケット・インターアクションの特徴は、Social Multiplier (Gleaser, Sacerdote & Scheinkman 2002) や複数均衡解の存在である。これらは、市場を媒体とする比較的シンプルなマーケットメカニズムだけでは説明することができない、地域間格差やバブル崩壊、ファッションサイクル、投資家の横並び行動等の現象を説明することができる。

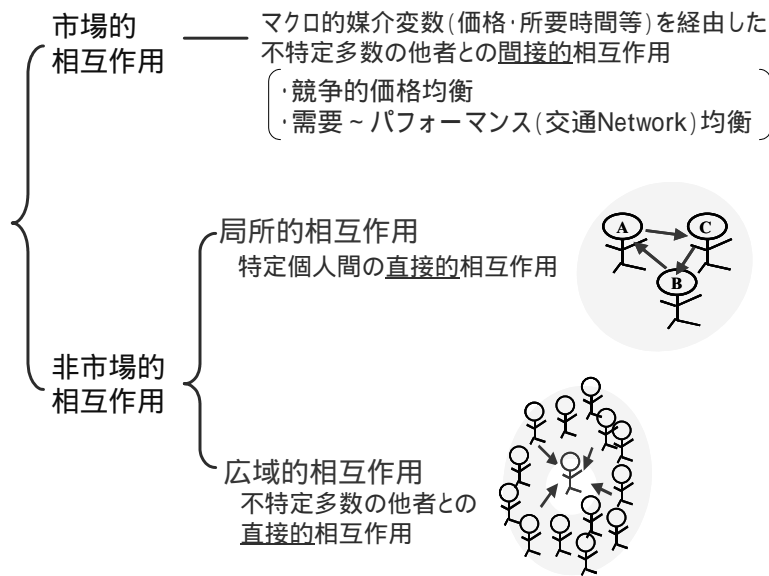


図2-4 市場的相互作用と非市場的相互作用

2.6.2 横並び行動の分析

社会的相互作用の中でも，人間の横並び行動 (Herd Behavior) に着目し，特に投資家の行動を対象にゲーム理論で説明した研究が数多くある (Froot, Scharfstein & Stein 1992; Trueman 1994; Scharfstein & Stein 1990). この出発点は，ケインズが投資家の行動原理を「美人投票」に喩えたことに由来する．この美人投票というのは，「誰が美人かを投票して，最高点だった女性に投票した人に賞金を与える」というものであり，人々は「自分が誰を美人と思うかではなく，他の人たちが誰を美人と思うかという基準で選ぶ」ことになる．

Banerjee (1992) は，このような横並び行動を，他人の情報からの学習という観点に基づいて，レストランの選択行動を例にゲーム理論的な考察を行っている．また，Young (1998) は，進化ゲーム理論を用いてローカルインタラクションモデルを構築し，隣接した国の自動車通行に関する規範形成のプロセスをモデル化している．

2.6.3 調整ゲームと協調の失敗

Cooper & John (1988) は，“協調の失敗 (Coordination Failure)” の理論分析を行っている．協調の失敗とは，「パレートの意味でランク付けできる実現可能な均衡が複数存在する場合に，そのうちでより望ましくない均衡に陥ってしまうような状況」を指す．これに関しては，Cooper, DeJong & Ross (1990) により，実験的検証も行われている．

Cooper & John (1988) は，ゲーム理論に立脚した整理を行っている．まず，他者の行動結果 y を所与としたときの主体の最適均衡解 $y_i^*(y)$ は複数存在し，その均衡は $y_i^*(y)=y$ となる点で与えられる (図2-5)．数理的な分析より，均衡点 A は不安定，均衡点 B, C は安定的であることが証明されている．そして，これら三つの均衡を個人の厚生から考えると，点 C

が最も社会的に高いと考えられるが、均衡 A が一旦成立してしまうと、社会はそこから抜け出すことができなくなり、「協調の失敗」が生じてしまう。

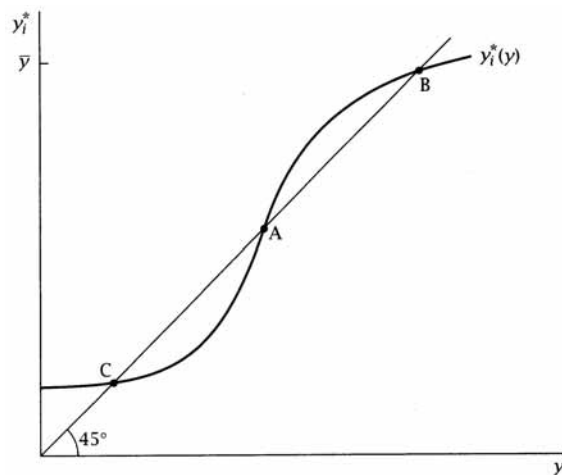


図2-5 複数均衡をもたらす反応関数

2.6.4 ネットワーク外部性

通信や電力サービスは、同じサービスを利用する個人の数が多いほど、そのサービスの利用から得られる効用が高まることから、消費者間相互依存性の一つである“ネットワーク外部性（依田 2001）”を有するサービスとして解釈されることが多い。

消費者間相互依存性を有する財の場合、状況によっては、得られる需要や便益に複数の安定状態が存在することが従来指摘されている（Leibenstein 1950; Rohlfs 1974）。図2-6には、Rohlfs (1974) に代表される他者行動頻度への反応の経済モデルを示している。このモデルにより、ネットワーク加入の価値分布が単峰型だと仮定することにより、商品やサービスの普及過程において複数均衡が生じ得る可能性が示唆されている。

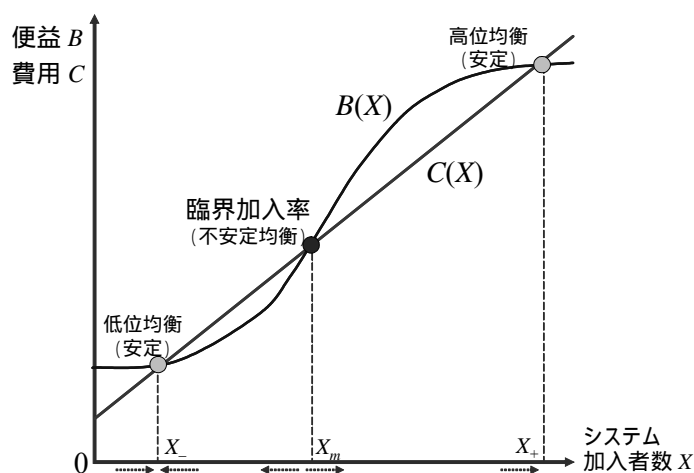


図2-6 ネットワーク外部性に起因する複数均衡

2.7 土木計画学における関連研究と本研究の位置付け

土木計画学分野において社会的相互作用を明示的に取り扱っている研究を、規範的分析、シミュレーション、実証的分析、という切り口で整理したのが図2-7である。

の規範分析としては、研究展望を行っているもの（松島 2003; 宮城 1994）に加えて、ゲーム理論や経済モデルに立脚して、各種の事例の分析を行っているものが多い（谷本・岡田 1999; 小林・福山・松島 1998; 谷本・喜多・三ツ国 2001; 岡田・上田 1998; 松島・小林 1999）。のシミュレーション分析に関しては、エージェントベースの数値シミュレーション（杉森・岡田 1995; 佐々木・西井・土屋 2003）や、統計物理等で用いられるシナジェティクスの理論を適用した研究（上田・岡田 1997）が見られる。また、実証的分析としては、離散選択モデルをベースとしたもの（森川・田中・荻野 1997; 小林・喜多・多々納 1997; 喜多・谷本・福山 2003）、構造方程式モデル等に基づいて政策受容意識を検証しているもの（福山・高橋・喜多 2000; 藤井・ヤーリング・ヤコブソン 2001）、バリアフリー化の経済評価に対して利他性が及ぼす影響を検証しているもの（松島・小林・吉川・肥田野 2000）等が存在する。

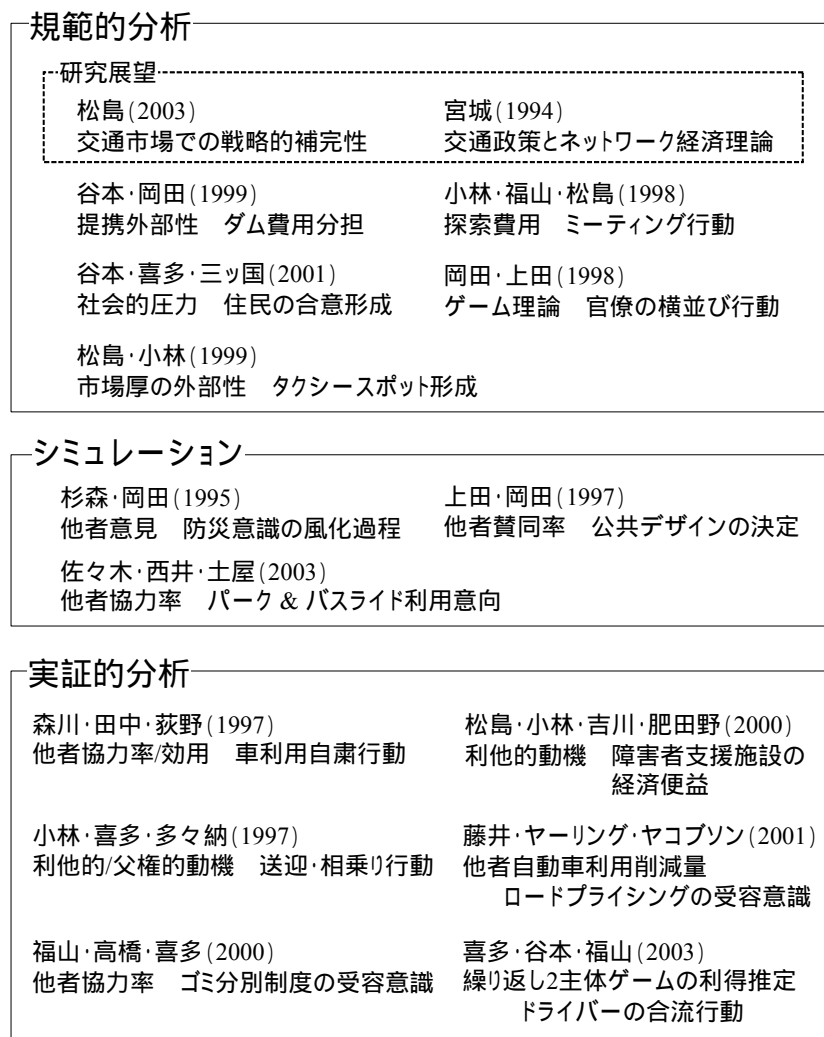


図2-7 土木計画学分野における関連研究

これらの諸研究に対し、本研究は、「社会的相互作用の影響に起因するマクロ的帰結を明示的に考慮した計量分析を行う」という点において独自性を有していると思われる。本研究を通じて、社会的相互作用の存在を前提とした場合に、人々の交通行動変容を狙いとす政策介入を実際どのように実施するべきかを定量的に検討するための分析フレームを提示できるものと考えている。

2.8 結語

本章では、社会的相互作用という言葉の定義、及び、関連する諸概念の体系的な整理を行った(図2-8)。最も端的に言うと、社会的相互作用という言葉は、“個人の享受する効用あるいは利得が、自身の帰属する準拠集団内の他者の行動に依存して決定される状況”を指している。同様の概念が、経済学ではバンドワゴン・スノップ効果、戦略的補完性、ネ

ネットワーク外部性等と称され、社会心理学や社会学では、同調行動、頻度依存行動、社会的圧力等と称されている。また、社会的相互作用は、社会規範の形成とも密接に関連する構成概念である。

本章では、それらの諸概念を体系的に整理し、社会的相互作用が個人の意思決定を規定する主要因であることを確認した。

経済学

- ・ゲーム理論
- ・ネットワークの経済学
- ・マイクロ計量経済分析
- ・外部性

社会心理学

- ・他者への同調傾向の実験による確認
- ・同調行動を規定する心理要因の分析

社会学

- ・家族、友人間の紐帯強度のネットワーク分析
- ・他者の行動頻度の影響の数理モデル
- ・社会規範の計量化

マーケティング・サイエンス

- ・消費者間相互依存性の下での普及促進戦略の検討

図2-8 周辺分野における社会的相互作用研究の概念整理

第3章

社会的相互作用の計量手法の整理

3.1 緒言

本章では、社会的相互作用の計量分析を行っている既往研究を概観し、本論文の分析方法論の基本的立場を明らかにしている。ミクロ計量経済学においては、教育や社会病理現象のように、その傾向に地域格差が見られる社会現象の存在と、そのメカニズムの実証的な把握を目指して、非市場的な主体間相互作用を定量的に分析する手法の開発が進みつつある。本章では特に、パラメータの識別可能性、データの取得方法、非線形の行動モデルと複数均衡の存在、実証分析例に焦点を絞ってレビューを行い、研究の位置付けを明らかにする。

本章の構成を述べる。3.2では主体間の相互作用の類型化方法について詳述する。3.3では、主体間の個別の相互作用を明示的に取り扱うローカルインタラクションモデルの枠組みについて整理する。3.4では、相互作用をマクロ的な変数として捉えるグローバルインタラクションモデルについて説明する。3.5では、社会的相互作用を計測する、すなわち、計量モデルを構築するための方法や課題について整理する。3.6でその計測事例に関してレビューする。

3.2 主体間相互作用の類型化

経済学において、社会的相互作用は長い間、市場メカニズムでは説明されない外部性としてとらえられてきた。しかし、1970年代、80年代頃から、非市場的な局面における主体間の相互作用が意思決定に及ぼす影響の重要性が認識され始め、ゲーム理論を中心に社会的相互作用を明示的に取り入れられ始めた。また、ミクロ計量経済分析では、1990年代頃から社会的相互作用を明示的に取り入れた研究が現れ、社会的相互作用の大きさを計測することに焦点をあてて、統計的な識別可能性等の議論を中心に研究が進められつつある。

本性で主にレビューするが、個別の経済主体の行動を定式化し、実際の経済データを用いてその妥当性を検証するミクロ計量経済学の分野においては、主に社会学やゲーム理論の知見を援用し、社会的相互作用を明示的に考慮した行動計量分析が行われている。この分野での問題意識は、教育、犯罪、失業等といった、集団としての傾向に地域格差が見られる社会現象に対して、そのような状況が生起するメカニズムを、どのように説明し、いかにしてそれを実証的に検証することができるか、という点にある。準拠集団構成員間の社会的相互作用は、このような社会現象を説明するための有効な概念として着目されつつある。

社会的相互作用を計量的に分析する代表的アプローチは、社会ネットワーク分析のように、相互作用が及ぶ相手を少人数に特定した上で分析を行う“ローカルインタラクションモデル”と、個人が属する準拠集団の全構成員から平均的に影響を受けると仮定する“グローバルインタラクションモデル”に大別される(Brock & Durlauf 2001b)。すなわち、ローカルインタラクションとは、特定個人間における社会的相互作用であり、一方、グローバルインタラクションとは、準拠集団の不特定多数の成員から受ける社会的相互作用を指

している。社会的相互作用をミクロ計量経済の枠組で分析する利点は、社会的相互作用の大きさを実証的に把握し、政策評価へ適用することができることにある。このような観点から、“Peer group effect”、“Neighborhood effect”、“Social Influence”等をキーワードに、教育問題、犯罪、失業問題等地域格差がみられる現象を対象にしている例が多い。

社会的相互作用を分析するアプローチは、社会ネットワークのように相互作用をする相手を特定する“局所的相互作用モデル(ローカルインタラクション)”と、個人が属する準拠集団の不特定多数の成員からのみ影響を受ける“広域的相互作用モデル(グローバルインタラクション)”の2つに大別される。ローカルインタラクションの基本的概念は、Schelling (1971) を嚆矢として、定義された近隣からの影響を、ゲーム理論を用いて分析するものが多い。また、グローバルインタラクションは、主に労働経済学から派生した考え方で、失業率等の地域格差を対象に、その地域の平均的行動が個人に影響する過程を出発点としている。

3.3 ローカルインタラクションモデル

ローカルインタラクションモデルは、すべての個人を特定し、その特定された個人からの社会的相互作用を分析するモデルである。基本的には近接する個人からの影響のみを考える。ローカルインタラクションモデルは、居住地を格子状の点と見なし、隣人の人種によって地域分化が発生するメカニズムを構築した Schelling (1971) の基本的概念を踏襲したものが多い。

既往のローカルインタラクションモデルの多くは、先に紹介したゲーム理論を中心としたものが多く、特に、Cooper & John (1988)、Blume (1995)、Young (1998)、Ellison & Fudenberg (1995) を初めとして、協調ゲームとしての定式化が数多く試みられている。このように、経済学におけるローカルインタラクションモデルは、ゲーム理論を中心とした理論研究、シミュレーション研究が多い。

3.3.1 ローカルインタラクションモデルを用いた社会的相互作用の計測例

一方、Gleaser, Sacerdote & Scheinkman (1996)、Topa (2001)、Ioannides (2002) のように、実証分析を念頭に置いてローカルインタラクションモデルを構築している例も散見される。これらの実証研究では、現象の地域分散に着目し、均衡解の導出を目的とせず、地域間分散を説明する要因として社会的相互作用を組み込んでいる。

Gleaser, Sacerdote & Scheinkman (1996) は、犯罪率が地域によって大きく異なる事実を確認し、その地域格差をローカルインタラクションモデルの観点から説明している。犯罪発生メカニズムは、グローバルインタラクションのような地域属性から回帰するアプローチでは説明できないとし、個人間の情報交換に起因すると考えている。実証分析の手法としては、都市 j の人口を N_j 、犯罪率の実測値を p_j 、予測値を \hat{p}_j とし、次式によって地域の

犯罪率の分散 $Var(y_j)$ を求めている。

$$y_j \equiv (p_j - \hat{p}_j) \sqrt{N_j} \quad (3-1)$$

ここで、予測値の誤差項を ε_j とすると、 $Var(y_j)$ は次式で表される。

$$Var(y_j) = Var[E(y_j | \varepsilon_j)] + E[Var(y_j | \varepsilon_j)] \quad (3-2)$$

式(3-2)の右辺第1項は個人の異質性を、また、第2項は社会的相互作用を表す。Gleaser, Sacerdote & Scheinkman (1996) は、米国各都市における様々な犯罪を対象に、式(3-2)を用いて実証分析を行った。その結果、殺人等には社会的相互作用は認められなかったが、強盗等ではある程度の社会的相互作用が計測され、窃盗等の軽犯罪では社会的相互作用はさらに大きく推定された。

次に、Topa (2001) は、個人間のつながりを社会ネットワークの概念に基づいた“属性距離”によって定義し、物理的距離、移動時間、人種、職業の4つの属性距離によって社会ネットワークを構築している。この属性距離 D_{ij} を説明変数に、次式で表される距離 δ における空間的自己相関係数 (ACF) \hat{f} を求めている。

$$\hat{f}(\delta) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N W_N [|\delta - D_{ij}|] (X_{si} - \bar{X})(X_{sj} - \bar{X}) \quad (3-3)$$

ここで、 W_N はネットワークの加重平均、 s は各属性、 ij は各都市を表す。Topa (2001) は式(3-3)を用い、シカゴ周辺都市における失業率の分散の空間的相互依存性を検証している。その結果、どの属性距離を用いた場合においても、距離がゼロに近づくにつれ、ACF は高い空間的相互依存性を示した。しかし、それぞれの属性距離を組み合わせ推定したところ、相互依存性は検証されない結果となっている。

最後に、Ioannides (2002) は、小規模コミュニティにおいて建物のメンテナンスをすることがどうかという意志決定に対する近隣効果 (Neighborhood Effect) の影響を計測している。基本的な分析の枠組は、後述のグローバルインタラクションで多用される手法を用いているが、定義した Neighbor すべてから影響を受けるとしている点で、社会ネットワークを考慮したローカルインタラクションモデルといえる。Ioannides (2002) の用いたモデルは、式(3-4)で示される。

$$y_{ikht} = \alpha + \alpha y_{ikht-1} + \beta \prod_i Y_t + \theta v_{ikt-1} + \eta z_{ht} + \gamma E[z_{ht} | x_{kt}, q_{it}] + u_{ikht} \quad (3-4)$$

ここで、 $Y_t, v, z, E[z | x, q]$ はそれぞれ、Neighbor の行動結果、居住地の価値、個人属性、Neighborhood の属性を指す。また、添字 i, k, h, t はそれぞれ、居住地、Neighborhood クラスタ、個人、時間を表す。本モデルがグローバルインタラクションと異なる点は、Neighbor

すべての行動が、 $\Pi_i Y_i$ として、説明要因に組み込まれていることである。Ioannides (2002) は American House Survey のデータに式(3-4)を適用した結果、社会的相互作用をあらわすパラメータ β は有意となり、個人の前期の行動よりも大きな影響を持つことが分かった。

3.4 グローバルインタラクションモデル

グローバルインタラクションモデルにおける社会的相互作用研究の基本的概念は、個人行動と他の個人、または集団の行動を関係づけることにある。ここで、ローカルインタラクションモデルとの違いは、相互作用の対象を全て特定せず、準拠集団の平均的な行動を考える点である。グローバルインタラクションモデルでは、準拠集団構成員間の個別の相互作用(社会ネットワーク)を明示的に考えず、準拠集団の平均的行動を代理変数として用い、相互作用の影響を記述する。このような想定のもと、準拠集団の特徴を示す説明変数を用いて個人の行動を回帰分析するという方法が、実証分析では数多く用いられている。

この“集団の特徴”に関しては、Manski (1993, 1995) が次の三種類の類型化を行っている。

内生効果 (Endogenous Effects) : 個人の行動傾向が集団全体の(平均的な)行動結果に依存して決まる場合、内生効果が存在する；

外生効果 (Exogenous Effects) : 個人の行動傾向が集団全体の(平均的な)個人属性に依存して決まる場合、外生効果が存在する；

相関効果 (Correlated Effects) : 同じ準拠集団に所属している個人が同様の行動をとる理由が、それらの個人が類似した属性を持っているため、あるいは、個人が同様の社会環境に直面しているためである場合、相関効果が存在する。

上記の分類に従えば、非集計行動モデルの説明変数として従来用いられてきた地域属性変数等は、外生効果に寄与する変数と解釈できる。すなわち、近隣効果は、外生効果の一部と捉えることができる。

3.4.1 グローバルインタラクションモデルによる社会的相互作用の計測可能性

以下、Manski (1993, 1995) の基本モデルを説明する。準拠集団の構成が既知であるという前提のもと、母集団内の個人 i は、変数ベクトル $[q_i, y_{n(i)}, x_i, u_i]$ によって特徴付けられるものとする。ここで、 q_i は個人の行動を示すスカラー変数(具体的には、知能レベル・成績、所得等の連続変数)、 $y_{n(i)}$ は個人 i の準拠集団 $n(i)$ の特性を表す変数、 x_i と u_i は行動 q_i に影響する個人属性であり、分析者は、母集団からランダムに抽出された $[q_i, y_{n(i)}, x_i]$ のセットを観測できる。

そして、これらの変数間に、以下の二つの関係が成り立つと仮定する。

$$q_i = \alpha + \beta E(q_i | y_{n(i)}) + \gamma E(x_i | y_{n(i)}) + \eta x_i + u_i \quad (3-5)$$

$$E(u_i | y_{n(i)}, x_i) = \delta y_{n(i)} \quad (3-6)$$

ここで、 $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \eta$ は未知パラメータベクトルである。式(3-5)は、個人 i の行動が、準拠集団の平均的な行動 $E(q_i | y_{n(i)})$ 、準拠集団の平均的特性 $E(x_i | y_{n(i)})$ に規定されることを表している。また、式(3-6)は、同一の準拠集団に帰属し、類似した特性を持つ個人の行動には系統性があることを示している。

このとき、 q_i の $(y_{n(i)}, x_i)$ に関する条件付期待値を求めると、次式のように表される。

$$E(q_i | y_{n(i)}, x_i) = \alpha + \beta E(q_i | y_{n(i)}) + \gamma E(x_i | y_{n(i)}) + \delta y_{n(i)} + \eta x_i \quad (3-7)$$

この式に基づけば、Manski (1993, 1995) の提唱した各効果の存在は、次のようにして判断することができる。

$\beta \neq 0$ ならば、内生効果が存在する。
 $\gamma \neq 0$ ならば、外生効果が存在する。
 $\delta \neq 0$ ならば、相関効果が存在する。

これらの各効果を定量的に把握することが、政策判断上大きな意味を持つ。例えば、学生の成績を向上させるために、教師が、補習の導入を検討している状況を考えよう。ここで仮に、学生の成績に正の内生効果が存在するならば、一部の学生に補習を行えば、その一部の学生の成績が向上することで他の学生の成績も向上するという社会的増幅 [Social Multiplier] (Gleaser, Sacerdote & Scheinkman 2002) が生じ、連鎖的に全ての学生の成績が向上する可能性が示唆される。一方、外生効果や相関効果は、社会的増幅の性質を有していない。このように、どのような効果が作用しているかによって、行うべき政策が大きく異なってくる。

3.4.2 内生性・同時性

しかし、未知パラメータ $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \eta$ を推定するにあたっては、幾つかの統計学的問題が存在する (Manski 1993; Moffit 2001)。

例として、内生効果と外生効果を統計的に識別することが不可能な場合を考えよう。式(3-7)の x_i に関する期待値計算を行うと、次式ようになる。

$$E(q_i | y_{n(i)}) = \alpha + \beta E(q_i | y_{n(i)}) + \gamma E(x_i | y_{n(i)}) + \delta y_{n(i)} + \eta E(x_i | y_{n(i)}) \quad (3-8)$$

ここで $\beta \neq 1$ と仮定すると、

$$E(q_i | y_{n(i)}) = \frac{\alpha}{1-\beta} + \frac{\gamma+\eta}{1-\beta} E(x_i | y_{n(i)}) + \frac{\delta}{1-\beta} y_{n(i)} \quad (3-9)$$

という関係が得られる。さらに、式(3-9)を式(3-7)に代入して、その誘導型を求めると、次式ようになる。

$$E(q_i | y_{n(i)}, x_i) = \frac{\alpha}{1-\beta} + \frac{\gamma + \beta\eta}{1-\beta} E(q_i | y_{n(i)}) + \frac{\delta}{1-\beta} y_{n(i)} + \eta x_i \quad (3-10)$$

$$\equiv \pi_0 + \pi_1 E(q_i | y_{n(i)}) + \pi_2 y_{n(i)} + \eta x_i$$

マイクロデータを用いた実際の推定では、式(3-10)に対して通常最小二乗法(OLS)を適用し、モデルを同定することが多い。しかし、推定結果として求まるのは、合成パラメータ π_0, π_1, π_2 及び η であり、 β, γ, δ は識別されない。すなわち、内生効果と他の効果を分離することができない。例えば、式(3-10)で社会的相互作用の影響として推定されるのは、パラメータ π_1 であり、内生効果と外生効果の影響が分離されていない。

このような推定上の困難性から、実際の分析では、 $\gamma = 0, \delta = 0$ をアприオリに仮定し、内生効果の影響だけを仮定した“純内生効果モデル (Pure Endogenous Effect Model)”を構築することが多い (Manski 1993)。しかし、このような適切化の処置を施しても、以下に述べるように、誤差項の相関によって生じる統計学的問題が残されている。

3.4.3 ランダム項の満たすべき仮定

OLSを用いて式(3-10)のパラメータを推定する場合、統計的に望ましい性質を有する推定量を得るためには、誘導型モデルの中の説明変数 $E(q_i | y_{n(i)})$ と非観測要因項 u_i とが独立である必要がある。しかし、この条件は一般には成立しないため、推定量が不偏性及び一致性を持たないことになる。

また、式(3-5)の右辺には、非観測要因項 u_i に加えて $E(q_i | y_{n(i)})$ という項も含まれている。この項は u_i からの影響を間接的に受けている。結果として、説明変数と誤差項が相関を持ち、推定量が一致性を保持しないことになる。

3.4.4 自己選抜プロセスの影響

ここまでの議論は、準拠集団を既知とし、その準拠集団の構成員が変化しないという大前提に基づいている。しかし、教育や犯罪の実証分析では、個人が自身の選好に適した準拠集団を選択するという自己選抜メカニズム (Self Selection) の影響がしばしば確認されている。例えば、学生の成績は、クラスメートの平均的な成績からの影響である同輩集団効果 (Peer Group Effect) のみならず、自身の学力に見合った学校を選択した結果 (内生的選別: Endogenous Sorting) からの影響を受けているという指摘もある。すなわち、社会的相互作用の影響下に身を置くかどうかの意思決定を、個人が事前に行っている可能性があり、その場合、準拠集団への参入/退出過程を考慮する必要が生じる。

これに対処するためには、無作為なグループ配分 (Randomized Group Assignment) 等を行って、自己選抜バイアスの影響を予め除去したマイクロデータを用いることが望ましいと言わ

れている (Riccio & Bloom 2002)。また、サンプルセレクションモデル (Heckman 1979) を用いて、自己選抜メカニズムを考慮した方法 (Brock & Durlauf 2001b) も提案されている。

3.4.5 計測方法についてのまとめ

このように、線型回帰型の社会的相互作用モデルは、パラメータの識別問題が生じたり、誤差項が満たすべき性質が満足されない場合が多く、OLS のような通常の方法では統計的に望ましい推定量を求めることが難しい。これを回避するため、実際の推定では操作変数法や二段階最小二乗法等が適用される場合が実際には多い。ただし、その場合でも、操作変数の特定化についての課題等が残されている。

一方、Manski (1993, 1995) は、二項選択モデルのような非線形の関数を用いた Pure Endogenous Effects モデルのパラメータ識別可能条件は、線形のモデルに比べて大幅に緩和されることを指摘している。この流れを汲んだ研究が、Brock & Durlauf (2001a, 2001b) に代表される離散選択モデルをベースとした一連の研究であり、第4章で行う定式化は、その流れを汲むものである。

3.5 パラメータの推定手法に関する整理

で述べたように、モデルの構造上、社会的相互作用を表す各効果を識別可能になったとしても、実証研究、すなわち、モデルのパラメータ推定を行う上では、多くの課題が残されている。この問題に対する適切化の方法も提案されているが、ここではその中のいくつかを紹介する。

3.5.1 連続変数モデルのパラメータ推定上の課題

まず、Manski (1993, 1995) の式(3-5) のモデルに含まれるパラメータの推定が困難であるのは、誘導型の場合、式(3-10) のように準拠集団の外生変数と誘導型の誤差項が相関を持つことによる。上述のように、実証研究においては、準拠集団の行動結果だけに注目した純内生効果モデルが用いられることが多い。これは、式(3-11) で表わされる。

$$y_i = \alpha + \beta Y + \eta z_i + u_i, \quad Y = \frac{\sum_j y_j}{N} \quad (3-11)$$

ただし、この純内生効果モデルにおいても、誤差項に起因する推定上の問題は依然として残されている。すなわち、 Y は各個人の行動を積み上げたものであり、それぞれの誤差項が組み込まれている。したがって、 Y を式(3-11) のように回帰する場合、 Y と u が相関を持つことになる。このとき、前述のように OLS 推定量は一致性をもたない。この問題を回避する手段としては、操作変数法、あるいは、二段階最小自乗法等の適用が考えられる。

実証分析で操作変数法による推定を行った例としては、Case & Katz (1991) や Evans, Oates

& Schwab (1992) が挙げられる。このうち、例えば Evans, Oates & Schwab (1992) は、操作変数に地域の犯罪率、平均収入等を適用している。

3.5.2 離散変数モデルの適用可能性

連続変数モデルを扱った Manski (1993) は、純内生効果モデルの識別条件として、非線型関数の適用が必要であると述べている。すなわち、二値応答モデル等、離散選択モデルとして定式化する場合には、パラメータの識別条件が満たされることになる。

また、被説明変数、内生変数が共に離散変数である場合には、同時方程式内の方程式間の誤差項に相関を仮定し、解くことができる。Maddala (1983) は、被説明変数（内生変数）が離散的である非線型同時方程式体系の、最尤法による推定可能性条件をまとめている。

Maddala (1983) に倣い、Evans, Oates & Schwab (1992) は、以下のような同時方程式を提案している。

$$\begin{aligned} y_1^* &= \beta x + \gamma y_2 + \varepsilon_1, y_1 = 1 \text{ if } y_1^* > 0 \\ y_2 &= \theta z + \varepsilon_2 \end{aligned}, \Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \rho\sigma_1\sigma_2 \\ \rho\sigma_1\sigma_2 & \sigma_2^2 \end{bmatrix} \quad (3-12)$$

ここで、 y_1 は個人の二項選択行動結果を表す離散的な被説明変数、 y_2 は準拠集団からの影響を表す連続変数で、例えば、準拠集団の中に低収入世帯の生徒の存在比等が用いられている (Evans, Oates & Schwab 1992)。 x は個人属性、 z は操作変数として準拠集団を規定する変数であり、失業率や平均収入等が用いられている。

3.5.3 無作為グループ配分

3.4.2 で述べたように、意思決定主体が当該準拠集団に加わるかどうかの意思決定を事前に完了しており、さらに、参加の意思決定そのものが、当該選択行動と強く関係すると判断される場合、自己選抜メカニズムを考慮しないモデルでは、推定量にバイアスが生じることになる (松田・伴・美添 2000)。すなわち、グループ固有の非観測要因の存在により、社会的相互作用の影響を正しく識別することが困難になると考えられる。

これに対して、各意思決定主体を複数の準拠集団にランダムに配分して、準拠集団を外生的に与えたデータを用いる方法が提案されている。実際、アメリカでは、志願者を募って行う Gautreaux Assisted Housing プログラム、School Voucher プログラム等といった各種の社会実験の中で、無作為グループ配分に類似した振り分け方法が実施されている。また、これらのデータを用いて社会的相互作用 (近隣効果) を計測している研究も見られる (Rosenbaum 1995; Rouse 1998)。

近年、交通分野においても、TDM 施策等を中心に、社会実験が数多く実施されている。社会実験においては、行動主体がその実験に参加するか否かの決定そのものが、実験の中でその主体が取る選択に大きな影響を及ぼすと思われる。社会実験が参加者の行動に及ぼ

す影響を正しく把握するためにも、上記のような分析を行う必要性が高まるであろう。

3.5.4 準拠集団の特定化

インタラクションモデルのフレームワークで社会的相互作用を分析するためには、分析者にとって、準拠集団の構成が既知でなければならない。これは、自己選抜メカニズムを考慮した場合でも同様である。準拠集団の定義は実に多様であり (Bearden & Etzel 1982; Dawson & Chatman 2001; Hayakawa & Venieris 1977), 統一の見解は未だ存在しない。では、既存の実証分析では、どのような特定化を行ってきたのであろうか。以下では、その代表例を紹介する。

Woittiez & Kapteyan (1998) は、個人が帰属する準拠集団の特徴を、年齢階層や収入レベルに関する情報に基づいて構成している。具体的には、因子分析を用いて特徴空間の次元を縮小し、その因子スコアを説明変数とした回帰分析を行って、社会的相互作用の影響を計測している。Case & Katz (1991) は、準拠集団を2ブロック以内の近隣住民と定義している。その上で、各準拠集団構成員からの影響が等しいという仮定のもと、準拠集団が個人の行動に及ぼす影響を推定し、犯罪率の地域間格差について分析している。Dutta & Jackson (2002) は、準拠集団の形成が社会ネットワークにおける紐帯の形成と分断に等しいと考え、協力ゲーム理論に基づいた分析フレームを提示している。また、Conely & Topa (2002) は、準拠集団は個人間の社会的距離によって決定されると考え、物理的距離、人種、職業等に基づいて社会的距離を定義し、多次元尺度法を用いて準拠集団を規定している。その上で、社会的相互作用の影響を、自己相関関数を用いて推定している。

このように、実証分析における準拠集団の特定化では多様な方法が用いられているが、総括すると、

社会的・経済的な観点から、分析者の直感に合致すると考えられる準拠集団を外生的に特定化したり、あるいは、分析者が特定化したりすることが容易な対象を準拠集団と見なしている；

準拠集団の特定化が難しい現象に対しては、主体間の社会的距離を特定化し、幾つかの候補距離尺度を比較して決定する；

のいずれかの方法に基づく場合がほとんどである。交通行動モデルへの適用に際しても、準拠集団の設定が容易に可能であることが、要件の一つになると思われる。

3.6 実証分析のレビュー

社会的相互作用の影響の計測を試みている代表的な研究について概説する。

Evans, Oates & Schwab (1992) は、学生が学校を中退するか否かの意思決定に、その学生が所属する学校環境の影響が大きいと考え、その実証分析を行っている。準拠集団は各学校であり、低収入層家計の割合の相違が学校中退の意思決定の差異を引き起こすという仮

定のもと、変形二変量プロビットモデルを用いて、集団の全体の平均的行動と個人行動を記述している。しかし、社会的相互作用の影響は有意でなく、その他のパラメータの符号も直感に反した結果となっている。また、推定結果が操作変数の選択に大きく左右されるという問題点も明るみになっている。

Rivkin (2001) は、Evans, Oates & Schwab (1992) と同一のデータを用いて、どのような集計データを操作変数に用いれば推定バイアスが減少するのかを詳細に分析している。様々な地域特性を操作変数として試行錯誤的に推定を行った結果、社会的相互作用の項は有意となる場合が幾つか示されている。しかし、用いた操作変数の種類によってパラメータの推定結果が大きく異なることも確認されている。

Sacerdote (2000) は、ルームメイトが当該学生の生活全般に及ぼす影響を計測している。学生生活においては、大学選択や、友人グループ等の影響により、自己選抜バイアスが生じやすい。しかし、ルームメイトに関しては、ランダムマッチングが予め行われており、その影響を分析するにあたっては、グループ無作為配分がすでに完了しているものと見なして良いと考えられる。推定の結果、大学一年時における GPA (Grade Point Average)、及び、フラタニティへの加入行動に関しては、ルームメイトによる社会的相互作用が有意な影響を及ぼしていることが確認されている。

Case & Katz (1991) は、準拠集団が各種の社会病的行動(犯罪、麻薬、母子家庭化、失業、大学中退等)に与える影響を計測している。準拠集団として、“当該個人の居住地区から 2 ブロック以内の居住者”、“家族”の 2 種類を検討し、それらの平均的な行動が社会的相互作用として個人に影響するものと想定した 純内生効果モデルを適用している。パラメータ推定の結果、どの行動に対しても社会的相互作用が有意な影響を及ぼすことが確認された。

Gaviria & Raphael (2001) は、当該学生の通っている学校を準拠集団と定義し、準拠集団が各種の行動(麻薬使用、飲酒、喫煙、教会参加、中退)に及ぼす影響を計測している。特に、自己選抜バイアスの影響を分析するために、サンプルを 2 年以内に引っ越してきたグループと、それ以前から移住していたグループとに分けてグループ別に推定し、比較を行っている。積極的に自己選抜を行っていると思われる 2 年以内に引っ越してきたサブグループの方が、社会的相互作用の影響が大きいことが示されている。

Topa (2001) は、社会的に近接した地域ほど当該地域の失業率に影響を及ぼしやすいという状況を表現した空間的相互作用モデルを構築し、失業率の地域間格差の実証分析を行っている。分析の結果、近隣地域の失業率の度合いが有意な影響を及ぼすという結論が得られている。さらに、教育水準の低い地域やマイノリティーが多い地域では、そのような相互作用が特に大きいことが判明している。

また、Evans, Farrelly & Montgomery (1996) は、喫煙するか否かという意思決定に職場での禁煙対策が及ぼす影響を、二変量プロビットモデルを用いて分析した。喫煙の意思決定を行うときに、周辺の人間の喫煙率が影響する状況を表現したモデルを構築している。また、彼らの研究では、個人がそのような喫煙対策の施された職場を選択するかどうかとい

う意思決定も同時に表現して、自己選抜バイアスへの配慮も行っている。

また、立地選択モデルに社会的相互作用を組み込んだシミュレーション研究としては、Helsley & Strange (2000) 等が存在する。

3.7 結語

本章では、ミクロ計量経済学分野を中心に、社会的相互作用の計測を試みている研究の体系的な整理を行った。ミクロ行動計量分析において社会的相互作用が重視され、その計測が積極的に行われている理由は、社会的相互作用が、正の社会的な増幅効果を持ち、集団行動の予測を困難にしている点にあると考えられる。また、社会的相互作用は、各種の社会問題(社会病理現象)が生じる原因ともなり得る。先述のとおり、交通計画が対象とする人間行動の多くは相互依存的であり、そのような社会的相互作用の結果、社会的ジレンマ等の状況に陥っている場合も少なくない。このような理由から、社会的相互作用の影響を考慮した交通行動のモデル化と、それに基づく政策分析が重要になると考えられる。

第4章

社会的相互作用を考慮した

ミクロ行動計量モデルの構築

4.1 緒言

本章では、社会的相互作用を考慮した離散型選択モデルの基本的な定式化と、モデルの同定方法について述べている。具体的には、ミクロ計量経済分析の研究成果を踏まえて、社会的相互作用を内生的に考慮した二項選択モデルを提示し、モデルの導出過程や同定方法について説明している。提示したモデルが有する、

- モデルの識別問題に対する柔軟性；
- 社会的相互作用の結果生じ得る複数均衡解の存在；
- 未知パラメータの統計的推測の可能性；

等といった諸性質により、ミクロな個人行動とマクロな社会現象を、整合的かつ実証的に分析することが可能となっている。社会的相互作用が確認される現象においては、{協力, 非協力} や {行動する, 行動しない} 等と言ったように、個人が二項選択行動を行う局面が多く、特に土木計画の分析事例においてもそれは当てはまる。したがって、本章では二項選択行動を対象を絞り定式化を行う。

以下、本章では、4.2で定式化に関わる基本概念をまとめ、4.3で Brock & Durlauf (2001a, 2001b) を踏襲した二項選択モデルの定式化を行う。4.4では、モデルの統計的推測の手順を述べる。

4.2 モデルの基本コンセプト

本研究では、グローバルインタラクションモデルの概念を基本的に踏襲し、ランダム効用理論の枠組を用いて、社会的相互作用を明示的に考慮した二項選択モデルを構築する。社会的相互作用影響下での意志決定主体の二項選択プロセスを図4-1に示す。

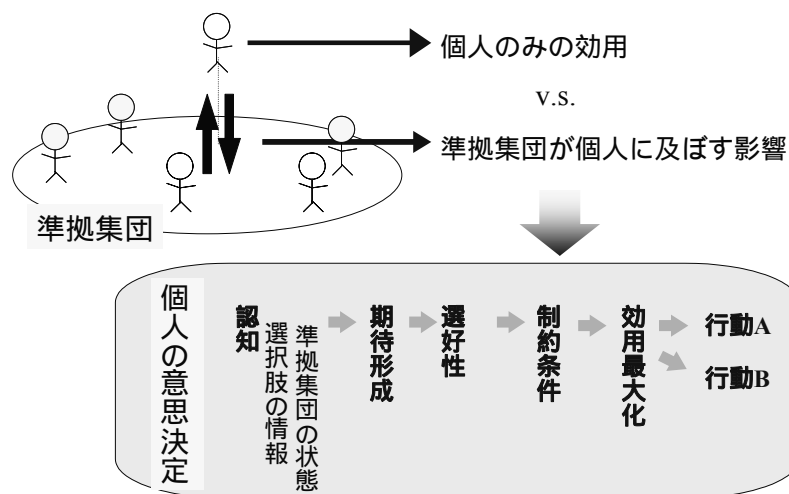


図4-1 社会的相互作用影響下での意志決定プロセス

図4-1に示したように、個人の効用に、私的要因と社会的要因を仮定している。以下、この社会的要因、すなわち社会的相互作用を明示的に組み込み、第3章で述べた推定上の諸問題に柔軟に対応可能な二項選択モデルの定式化を行う。

4.3 社会的相互作用を考慮した二項選択モデル

Brock & Durlauf (2001a, 2001b) は、Manski (1993) が提唱する社会的相互作用モデルを、離散選択行動の枠組で再定式化している。このモデルの特徴は、

第3章でまとめた推定上の議論点を考慮した定式化を行っていること；

合理的期待均衡を仮定し、社会的相互作用の複数均衡解を導出できること；

実証分析においても統計的に推定可能であること；

に集約される。特に、特徴により、欠陥均衡から、より厚生水準の高い均衡点への移行可能性を検討することができ、山岸 (1990) が提示する社会的ジレンマ解決のための各種方略の定量的考察や、に代表されるマクロ経済学の“協調の失敗 (Coordination Failure) モデル (Cooper & John 1988)”に関する定量的な議論を、ミクロ計量経済分析の一般的なフレームで分析することを可能にしている。すなわち、欠陥均衡 [低位均衡, パレート劣位均衡] (海野 1990) の状態から、社会的により望ましい均衡状態へ移行することが可能かどうかを、実証的に分析することが可能となる。

4.3.1 定式化

以降の表記は基本的に Brock & Durlauf (2001a) に従っている。 ω_i を行動主体 i の選択結果を示す二項変数とし、代替案 1 を選択した場合に+1、代替案 2 を選択した場合に-1 の値をとるものとする。また、以下のような三つの項からなる線型加算型の関数を用いて、各行動主体の効用を特定化する。

$$V(\omega_i) = u(\omega_i) + S(\omega_i, \mu_i^e(\omega_{-i})) + \varepsilon(\omega_i) \quad (4-1)$$

ここで、 $u(\omega_i)$ は個人の私的動機だけに依存する確定効用項 (Private Utility)、 $S(\omega_i, \bar{m}_i^e)$ は構成員全体の選択結果に基づく効用項 (社会的相互作用項, Social Utility)、そして、 $\varepsilon(\omega_i)$ はランダム項 (Private & Random Utility) である。ランダム項は、全ての構成員において、独立かつ同一のガンベル分布に従うと仮定する。また、 $\mu_i^e(\omega_{-i})$ は、個人 i が自分以外の他者の選択行動の集計結果に対して与える確率測度である。

また、意思決定の時点において、各行動主体は自分自身の誤差項の値は認知しているものとする。

4.3.1.1 社会的効用の性質

$S(1, \mu_i^e(\omega_{-i})) - S(-1, \mu_i^e(\omega_{-i}))$ は、確率優越 (Stochastic Dominance) の意味において $\mu_i^e(\omega_{-i})$ の増加関数であり、これにより、外部性を持つ二項選択モデルの一種と考えることができ

る (Schelling 1971). すると結局 $S(\omega_i, \mu_i^e(\omega_{-i}))$ は, 差分増大 (Increasing Difference) という性質を持ち, 以下の変数 $\bar{m}_i^e (= E(\bar{\omega}_i))$ のみに依存することとなる. すなわち, $S(\omega_i, \bar{m}_i^e)$ と書き換えることができる.

$$\bar{m}_i^e \equiv \frac{1}{I-1} \sum_{j \neq i} m_{i,j}^e \quad (4-2)$$

ここで $m_{i,j}^e$ は, 「個人 i が個人 j の選択に対して抱く期待値 (確率)」である. I は準拠集団の構成員の総数である. また, 社会的相互作用項を規定する変数 \bar{m}_i^e は, 主体 i が他主体の行動の平均的な結果に対して抱く主観的期待を表している. なお, 二項変数 ω_i が -1 , $+1$ という2値を取ることに対応して, \bar{m}_i^e の定義域を -1 以上 $+1$ 以下としている. すなわち, 代替案1を選択する構成員のシェアに対する主観的期待を \bar{p}_i^e とすれば, $\bar{m}_i^e = 2\bar{p}_i^e - 1$ と表すことができる.

ここで, 式(4-1)中の $S(\omega_i, \bar{m}_i^e)$ を, 以下のように特定化する.

$$S(\omega_i, \bar{m}_i^e) = J\omega_i \bar{m}_i^e \quad (4-3)$$

ここで, J は正の定数 (未知パラメータ) であり, このパラメータを個人全主体に共通の値とすることで, 相互作用の影響度が全ての主体で同一であることを暗に仮定している.

4.3.1.2 個人の選択確率

意思決定の時点において, 各主体は自身のランダム項の値は認識しているものとし, 他者の平均的な選択結果に対する主観的期待を与件として意思決定を行うものとする. また, 個人間で各自の意思決定に関するコミュニケーションを行うことは無いと仮定する (Non-cooperative decision making). すると, 主体 i が行動 ω_i を選択する確率は, θ をランダム項のスケールパラメータとして, 以下の二項ロジットモデルで表される.

$$P(\omega_i) = \frac{\exp[\theta(u(\omega_i) + J\omega_i \bar{m}_i^e)]}{\sum_{v_i \in \{+1, -1\}} \exp[\theta(u(v_i) + Jv_i \bar{m}_i^e)]} \quad (4-4)$$

4.3.2 集合行動の均衡方程式

ここで, $h+k=u(+1)$ 及び $-h+k=u(-1)$ を満たすように変数 h, k を与え, 主体 i に対して ω_i の期待値を求めると, 次式のようなになる. ただし, 他の行動主体の行動結果に対して各行動主体が考える選択結果は与件とする.

$$E[\omega_i] = \tanh(\theta h + \theta J(I-1)^{-1} \sum_{j \neq i} m_{i,j}^e) \quad (4-5)$$

ここでさらに, 全ての行動主体が合理的期待を形成し, 各主体が集団全体の行動シェア

に対して抱く主観的期待が、数学的な客観的期待値に一致することを仮定する。すなわち $m_{i,j}^e = E[\omega_j] \forall i, j$ が成り立つと仮定すれば、式(4-5) は以下のように表される。

$$m_{i,j}^e = \tanh(\theta h + \theta J(I-1)^{-1} \sum_{i \neq j} m_{j,i}^e) \forall j \quad (4-6)$$

$m_{i,j}^e = E[\omega_j] \forall i, j$ すなわち、対称性を考慮すると、式(4-6) は次式に等価である。

$$E[\omega_i] = \tanh(\theta h + \theta J(I-1)^{-1} \sum_{j \neq i} E[\omega_j]) \forall i \quad (4-7)$$

この式が全ての i に対して成立する（自己一貫性均衡：Self-Consistent Equilibrium が満足される）のは、この期待値が対象とする集団の平均的な選択行動（選択シェア）に一致する場合のみであることが知られている（Brock & Durlauf 2001a）。このとき、式の対称性より、以下の均衡方程式が導出される。

$$m^* = \tanh(\theta h + \theta J m^*) \quad (4-8)$$

ここで、 m^* は、社会的均衡状態において、準拠集団の中で選択肢 1 を選択する主体の比率を p^* としたときに、 $m^* = 2p^* - 1$ で表される変数である。

4.3.3 均衡解の存在条件・反応曲線の形状・解の安定性

この方程式は、パラメータ θ, h, J の符号、及びそれらの大小関係次第で、最大三つの複数均衡解を持つことが知られている。Brock & Durlauf (2001a) に基づいて均衡解の存在条件を整理すると、次のように場合分けされる。

- i) $\theta J < 1$ ならば、唯一の均衡解が存在する。
- ii) $\theta J > 1$ かつ $h = 0$ ならば、3つの均衡解が存在する。
- iii) $\theta J > 1$ かつ $h \neq 0$ ならば、ある閾値 $H (> 0)$ が存在し、それに対してさらに、
 - a) $|\theta h| < H$ ならば、3つの均衡解が存在する；
 - b) $|\theta h| = H$ ならば、2つの均衡解が存在する；
 - c) $|\theta h| > H$ ならば、1つの均衡解が存在する。

上記を模式的に表したものを図4-2に示す。また、この場合、実際の社会現象において集合行動に地域差が見られる状況は、各集団が異なる安定均衡に陥っている状況と解釈することができる。

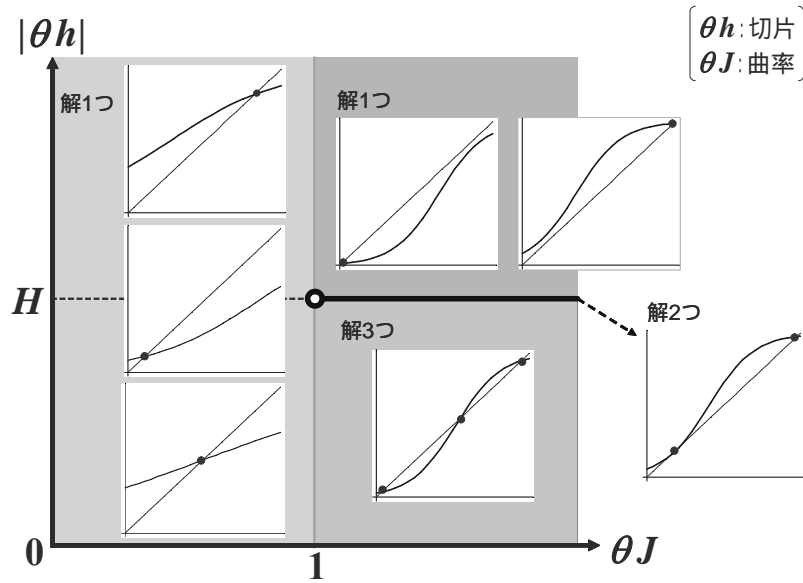


図4-2 均衡解の存在条件と反応曲線の形状

4.3.4 均衡解の安定性

式(4-8)の均衡方程式には最大で3つの解が存在するが(m_-^*, m_m^*, m_+^* ; $m_-^* < m_m^* < m_+^*$), これらの解の安定性に関して考察しよう。そのために, 時間軸を示す添字 t を導入し, 時刻 t における個人 i の抱く期待 $\bar{m}_{i,t}^e$ が, 以下の関係式に従うものと想定する。

$$\bar{m}_{i,t}^e = m_{t-1}^*, \quad \forall i \quad (4-9)$$

ここで m_{t-1}^* は時刻 $t-1$ における平均的選択行動率の数学的期待値である。この仮定は, 言い換えれば, 各個人がすぐ過去の行動期待値のみに基づいて近視眼的に期待を形成するということを暗黙に想定している。

均衡解が安定であるとは, 均衡解に等しくない値を初期値としてシステムに与えたとき, の方程式システムが均衡解の方向に収束していくことを意味する。逆に均衡解からちょっとでもずらした値を初期値とした場合に, システムがその均衡解からどんどんと乖離していくようであれば, その均衡解は不安定である(ただし, この議論では, 「局所的安定性」と「大域的安定性」を区別していない)。

式(4-9)のような期待形成プロセスを想定すると, 均衡方程式(4-8)は次のように書き換えられる。

$$m_t = \tanh(\beta h + \beta J m_{t-1}) \quad (4-10)$$

以下では, $\theta J > 1$ かつ $h=0$ の場合における解の安定性に関して考察する。なお, $h \neq 0$ の場合や $\theta J < 1$ の場合における解の安定性に関して同様の考察が可能であるが, ここでは省略する。

安定性に関する考察を行うため、解の差分 $m_t - m_{t-1}$ を m_{t-1} で一回偏微分すると、次式のよ
うに表される。

$$\frac{\partial(m_t - m_{t-1})}{\partial m_{t-1}} = \theta J \{1 - \tanh^2(\theta J m_{t-1})\} - 1 \quad (4-11)$$

この値が正であることは、解 m の値が限界的に一単位増加したとき、前期 $t-1$ に比べて後
期 t の均衡値が増加していくこと、すなわち、解が初期状態から段々と大きい値に乖離して
いくことを意味している。すると結局、0 に極めて近い値 $m_0 > 0$ を均衡方程式の初期値に
採用しても、方程式(4-11) の解は0 には収束せず、正の方向に向かうこととなる。ただし、
 m はあくまで有界な値しかとり得ないため、無限大に発散することはなく、別の均衡解であ
る m_+^* に収束する。すなわち、点列 $\{m_0, m_1, \dots\}$ は、初期値が正の場合 m_+^* に収束する。逆
にこの点列は、初期値が負の場合 m_-^* に収束する。一方、 $m_0 = 1$ を初期値として考えた場合、
解は m_+^* で安定する ($m_0 = -1$ のときは m_-^* で安定となる)。

以上の考察をまとめると、次のようになる。

方程式が唯一解しか持たない場合、その解は常に局所的に安定な解となる；
3つの解 (m_-^*, m_m^*, m_+^* ; $m_-^* < m_m^* < m_+^*$) を持つ場合、 m_-^*, m_+^* は局所的に安定な
解となり、 m_m^* は局所的に不安定な解となる；

ここまで述べた諸性質は、いずれも、協同現象を定式化したシナジェティックモデル
(Weidlich 1992; 上田・岡田 1997) における均衡解の性質と同じものである。

4.3.5 社会的厚生と比較

個人の行動がランダム効用理論に従っていることから、安定均衡解 m_-^*, m_+^* で与えられる
社会状態のうち、どちらが望ましい状態なのかを比較するために、社会厚生を各状態に対
して定義することが可能である。

各均衡状態間での経済厚生と比較は、次式で表される期待最大効用を比較することで可
能になる。

$$E(\max_{\omega_i} V(\omega_i) | m_+^*) = E \max(h\omega_i + k + J\omega_i m_+^* + \varepsilon(\omega_i)) \quad (4-12)$$

$$E(\max_{\omega_i} V(\omega_i) | m_-^*) = E \max(h\omega_i + k + J\omega_i m_-^* + \varepsilon(\omega_i)) \quad (4-13)$$

これらの均衡解 m^* に対する期待最大効用は、次式で表される。

$$\begin{aligned}
 W(m^*) &\equiv E(\max V(\omega_i) | m^*) \\
 &= \frac{1}{\theta} \ln[\exp(\theta h + \theta k + \theta J m^*) + \exp(-\theta h + \theta k - \theta J m^*)]
 \end{aligned}
 \tag{4-14}$$

$h=0$ のときは、 $|m_-^*| = |m_+^*|$ となるが、これは、私的効用に関係なく、社会的相互作用のみに依存する場合である。また、 $h>0$ ($h<0$) のときは、 $|m_-^*| > |m_+^*|$ ($|m_-^*| < |m_+^*|$) となる。

この関係を前提とすると、式(4-14)より、強い正の社会的相互作用が存在する場合、すなわち、 $\theta J > 1$ となるような場合において、もし $h>0$ ($h<0$) ならば、局所的に安定的な2つの均衡解 m_-^* , m_+^* に対して、 $W(m_-^*) < W(m_+^*)$ [$W(m_-^*) > W(m_+^*)$] となる。

例えば、 $\theta J > 1$ かつ $h>0$ であるような社会を考えよう。もし、この社会が均衡解 m_-^* の状態に陥っているのであれば、どの個人も現在の厚生レベル $W(m_-^*)$ よりも高い厚生レベルの状態 $W(m_+^*)$ へと移行できる可能性を秘めているにもかかわらず、低い厚生レベルの状態に膠着していることになる(図4-3)。これは、社会的ジレンマにおける、いわゆる欠陥均衡の状態と解釈することができる。

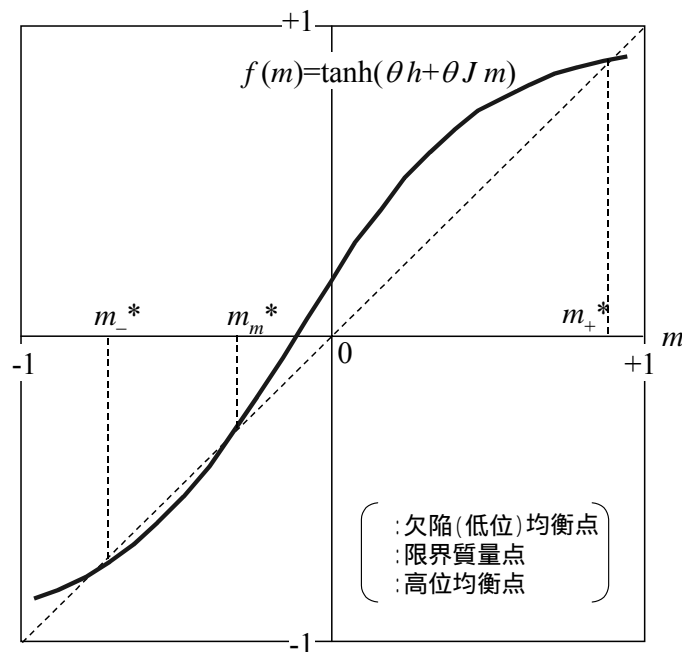


図4-3 社会的ジレンマ状況 ($\theta J > 1, h>0$ の場合)

4.3.6 政策介入による均衡解シフト

さて、均衡方程式(4-8) を用いると、どの程度の政策介入を行えば、社会が欠陥均衡の状況から脱却できるのかを調べることができる。図4-4には、準拠集団の状態(シェア) p と個人の選択確率 P との関係(反応曲線)が示されている。均衡方程式(4-8) の解は、この図において、曲線と45度線との交点によって表される。

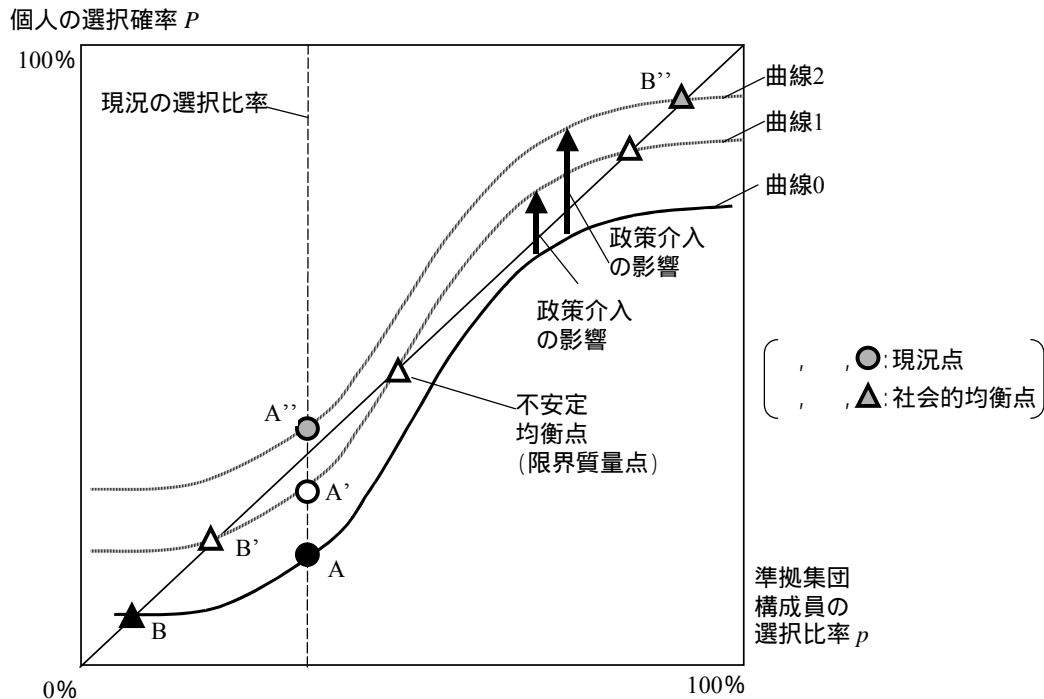


図4-4 準拠集団のマクロな状態と個人のミクロな選択行動との関係

例として、ある社会集団が曲線 0 として描かれる反応曲線を有し、初期時点での選択シェアが、外生的に A 点の値として与えられている状況を考えよう。この場合、均衡点と現況点 A との位置関係により、集団の行動シェアは、唯一の安定解である B 点に移行していくことが推察される。

ここで、私的インセンティブを与えて私的効用項を変化させることは、図4-4において曲線を縦軸に平行にシフトさせることに相当する。例えば、現状が A 点である場合、前述の通り、この社会は、欠陥均衡点である B へ移行すると推察される。この状況から脱却する為に、ある政策の実施によって、反応曲線が 1 にシフトしたものとしよう。しかし、この程度の政策介入では、現況点と各均衡点との位置関係により、安定な欠陥均衡点である B に結局は陥ってしまうと考えられる。そこでさらに、より強い政策を実施して、反応曲線が 2 にシフトしたものとしよう。この場合には、曲線が大幅に上方シフトすることで限界質量点(不安定均衡点, Schelling 1978)が消失し、より社会的に望ましい一意の均衡点 B'' しか存在し得ず、その集団の選択シェアは、その点に到達することが推察される。

4.4 統計的推測の手順

さて、4.3 で定式化した個人行動 - 集合行動の社会的相互作用を考慮したモデルを現実の現象に適用する場合、現実のデータを用いてモデルの各種パラメータを同定する必要がある。本節ではその一般的手順について説明する。

4.4.1 私的効用関数の特定化

私的効用関数確定項 $u(\omega_i)$ が以下のように定式化されるものとする。

$$u(\omega_i) \Rightarrow u(\omega_i, \mathbf{Z}_i) = h_i(\mathbf{Z}_i)\omega_i + k_i(\mathbf{Z}_i) \quad (4-15)$$

ここで、 \mathbf{Z}_i は個人 i の属性ベクトルである。また、 $h_i + k_i = u(1, \mathbf{Z}_i)$ 、 $-h_i + k_i = u(-1, \mathbf{Z}_i)$ が満足しなければならない。

このとき、均衡方程式(4-8) は、以下のように書き換えられる。

$$m^* = \int \tanh(\theta h(\mathbf{Z}) + \theta J m^*) dF_{\mathbf{Z}} \quad (4-16)$$

この方程式も、式(4-8) と同様、パラメータ θ 、 J の条件次第で複数の均衡解を取り得る。

さらにここでは、ここでは、二項選択に関する私的動機が個人で異なる状況を考慮するために、効用関数の確定項 $u(\cdot)$ が個人を規定する社会経済属性によって異なると考える。すなわち、 h_i を以下のように特定化する。

$$h_i = b + \mathbf{c}' \mathbf{X}_i + \mathbf{d}' \mathbf{Y}_{n(i)} \quad (4-17)$$

ここで、 b : 定数項、 \mathbf{X}_i : 個人 i に固有の説明変数ベクトル、 $\mathbf{Y}_{n(i)}$: 個人 i が所属する準拠集団 $n(i)$ に固有の説明変数ベクトル、 \mathbf{c} 、 \mathbf{d} : 未知パラメータベクトルである。

このとき、スケールパラメータ θ を 1 に基準化すると、個人 i の 2 項選択モデル(駐輪場所選択モデル)、及び、個人 i の所属する準拠集団 $n(i)$ の均衡方程式は、それぞれ以下のように再定式化される。

$$P(\omega_i) = \frac{\exp[\omega_i(b + \mathbf{c}' \mathbf{X}_i + \mathbf{d}' \mathbf{Y}_{n(i)} + J m_{n(i)})]}{\sum_{v_i \in \{+1, -1\}} \exp[v_i(b + \mathbf{c}' \mathbf{X}_i + \mathbf{d}' \mathbf{Y}_{n(i)} + J m_{n(i)})]} \quad (4-18)$$

$$m_{n(i)} = \int \tanh(b + \mathbf{c}' \mathbf{X}_i + \mathbf{d}' \mathbf{Y}_{n(i)} + J m_{n(i)}) dF_{\mathbf{X}_i | \mathbf{Y}_{n(i)}} \quad (4-19)$$

ここで、 $F_{\mathbf{X}_i | \mathbf{Y}_{n(i)}}$ は、準拠集団 n における \mathbf{X}_i の経験分布関数である。また、式(4-19) は、「それぞれの行動主体が、各主体が所属している準拠集団の中で、他者の行動に関する期待を形成する」ことを意味している。

4.4.2 統計的推測の手順

特定化された個人の選択確率式(4-18)を用いて二項選択モデルを推定する。このとき、非集計モデルの尤度関数は次の式で表される。

$$\begin{aligned}
 L(\omega_i | \mathbf{X}_i, \mathbf{Y}_{n(i)}, m_{n(i)} \forall i) &= \prod_i \text{Prob}(\omega_i = 1 | \mathbf{X}_i, \mathbf{Y}_{n(i)}, m_{n(i)})^{(1+\omega_i)/2} \times \text{Prob}(\omega_i = -1 | \mathbf{X}_i, \mathbf{Y}_{n(i)}, m_{n(i)})^{(1-\omega_i)/2} \\
 &= \prod_i \left[\frac{\exp(b + \mathbf{c}' \mathbf{X}_i + \mathbf{d}' \mathbf{Y}_{n(i)} + Jm_{n(i)})}{\exp(b + \mathbf{c}' \mathbf{X}_i + \mathbf{d}' \mathbf{Y}_{n(i)} + Jm_{n(i)}) + \exp(-b - \mathbf{c}' \mathbf{X}_i - \mathbf{d}' \mathbf{Y}_{n(i)} - Jm_{n(i)})} \right]^{(1+\omega_i)/2} \quad (4-20) \\
 &\quad \times \left[\frac{\exp(-b - \mathbf{c}' \mathbf{X}_i - \mathbf{d}' \mathbf{Y}_{n(i)} - Jm_{n(i)})}{\exp(b + \mathbf{c}' \mathbf{X}_i + \mathbf{d}' \mathbf{Y}_{n(i)} + Jm_{n(i)}) + \exp(-b - \mathbf{c}' \mathbf{X}_i - \mathbf{d}' \mathbf{Y}_{n(i)} - Jm_{n(i)})} \right]^{(1-\omega_i)/2}
 \end{aligned}$$

式(4-18)の右辺、及び、式(4-19)の両辺には、モデルの内生変数である選択結果のシェア変数 $m_{n(i)}$ が組み込まれている。このような状況で未知パラメータを推定するための簡便な方法として、Naïve 推定量の考えに基づく推定法 (Brock & Durlauf 2001a; Brock & Durlauf 2001b) が提案されている。これは、 $m_{n(i)}$ の代理変数として何らかの適当な方法で計測された外生変数 $\bar{m}_{n(i)}$ を代わりに用いることにより、最尤推定を行う過程において均衡方程式を考慮せずともよいという考えである。これに従えば、通常の二項ロジットモデル同様、最尤法によるパラメータ推定が可能となる。

具体的な方法は以下のとおりである。まず外生変数 $\bar{m}_{n(i)}$ を特定化し、この $\bar{m}_{n(i)}$ とその他の説明変数を用いて通常の2項ロジットモデルと同様に式(4-18)の最尤推定を行う。次に、推定されたパラメータ $(\hat{b}, \hat{c}, \hat{d}, \hat{J})$ と他の説明変数を用いて、以下の近似式(4-21)を m_n に関して解き、均衡解 \hat{m}_n を準拠集団 n 毎に求める。

$$\begin{aligned}
 m_n &= \int \tanh(\hat{b} + \hat{c}' \mathbf{X}_i + \hat{d}' \mathbf{Y}_n + \hat{J}m_n) dF_{\mathbf{X}_i | \mathbf{Y}_n} \\
 &\cong \frac{1}{N_n} \sum_{i \in n} \tanh(\hat{b} + \hat{c}' \mathbf{X}_i + \hat{d}' \mathbf{Y}_n + \hat{J}m_n) \quad \forall n \quad (4-21)
 \end{aligned}$$

ここで、 N_n は、準拠集団 $n(i) = n$ に属しているサンプルの総数である。

4.4.3 識別問題

均衡条件式(4-21)のパラメータ d, J は、Manski (1993) の提唱する三種の相互作用効果のうち、それぞれ外生効果、内生効果に相当する。すなわち、

$d \neq 0$	のとき、外生効果 (Exogenous Effects) が存在する。
$J \neq 0$	のとき、内生効果 (Endogenous Effects) が存在する。

また、これらのパラメータの識別条件は、Brock & Durlauf (2001b) に基づくと次のように表される。

(パラメータの識別条件)

- i) $(X_i, Y_{n(i)})$ の台 (Support) は, 真線形部分集合 R^{r+s} に含まれない.
- ii) $(Y_{n(i)})$ の台は, 真線形部分集合 R^s に含まれない.
- iii) X_i 及び $Y_{n(i)}$ のどの要素も定数ではない.
- iv) Y_{n0}/X_i が線形部分集合 R^r に含まれるような準拠集団 n_0 が 少なくとも一つ存在する.
- v) $Y_{n(i)}$ のどの要素も, 有界の台を持たない.
- vi) $m_{n(i)}$ は, すべての準拠集団 n において, 定数ではない.

以上の識別条件は, Manski (1993) による識別条件とは多少異なるが, これは, 本モデルが非線型の二項選択モデルとして定式化を行っていることに起因する.

4.5 結語

本章では, 社会的相互作用モデルの基本モデルを定式化した. 具体的には, 二項選択タイプの単一方程式モデルの定式化とマクロな均衡方程式の導出課程を示し, 実際のミクロデータを用いて, モデルの同定を行う手順を示した.

以降の章では, 本章で定式化したモデルをベースとして, 各種の実証分析を行う.

第5章

局所的な交通ジレンマ現象の

計量分析

5.1 緒言

本章では、第4章で構築した社会的相互作用モデルの実証分析例として、鉄道駅へのアクセス交通としての自転車^[4]駐輪場所選択行動を取り上げる。ここでは、個人の意味決定の場面（路上駐輪するか、駐輪場に駐輪するか、という二項選択状況）において、社会的相互作用、すなわち、準拠集団成員の駐輪場所選択行動が個人の意味決定に及ぼす影響を、第4章で構築したモデルを用いて検証する。また、路上駐輪が問題となっている駅に関して、現在の欠陥均衡状態からより望ましい均衡状態への移行可能性について、シミュレーション的に考察する。

違法駐輪を対象とするのは、この社会問題が大都市の駅周辺を中心に日本各地で観察され、しかも、個人の駐輪場所決定行動が他者の行動状況に大きく依存した結果として社会的ジレンマの様相を帯びていることが、従来の研究（神山 1999；藤井・小畑・北村 2002）からも明らかにされているためである。

5.2では、東京圏の違法駐輪の実態について概説し、同調行動が起こっている可能性について説明する。5.3では、実証分析を行うためのアンケートデータの収集状況について述べる。5.4では離散選択型モデルのパラメータ推定を行う。5.5では社会状態の均衡状況を想定した上での定性的考察を行い、5.6では社会的ジレンマの状況から脱却することを狙った幾つかの政策シミュレーションを行う。

5.2 放置自転車の現況

5.2.1 社会問題として見た放置駐輪

大都市郊外部の鉄道駅へのアクセス交通において、自転車は重要な役割を担っており、昭和40年代後半以降その利用は増加しつづけている。しかしながら、その増加した自転車を収容するだけの自転車駐車場の整備が追いつかず、駅周辺の自転車の放置台数は昭和50年代に急激に増加した。

このような大量の放置自転車の発生は、駅前交通の錯綜、緊急時の交通障害、駅前景観の破壊等の問題を引き起こしており、放置自転車削減への社会的要請は強い。これを受けて、各自治体は駐輪場整備やキャンペーン等を行ってきている^[5]。

しかし、図5-1からも分かるように、東京都の近年の放置自転車台数は、20万台前後で平行線をたどっており、乗り入れ台数に対する割合も、ほぼ横ばいとなっている。

また、図5-2に示すように、東京都の駐輪場整備状況の変遷を見ると、駐輪可能台数は10年間のうちに全体で約29%増加しているのに対して、実駐輪台数^[6]は全体で12%しか増加していない。

^[4] 原動機付自転車も含む。

^[5] 東京都が行っている具体的な施策に関しては、東京都生活文化局総務部[編](2001a, 2001b)等を参照されたい。

^[6] 駐輪可能台数 = 駐輪場で収容可能な自転車の台数、実駐輪台数 = 自転車等が駐輪場内に駐輪している台数、である。

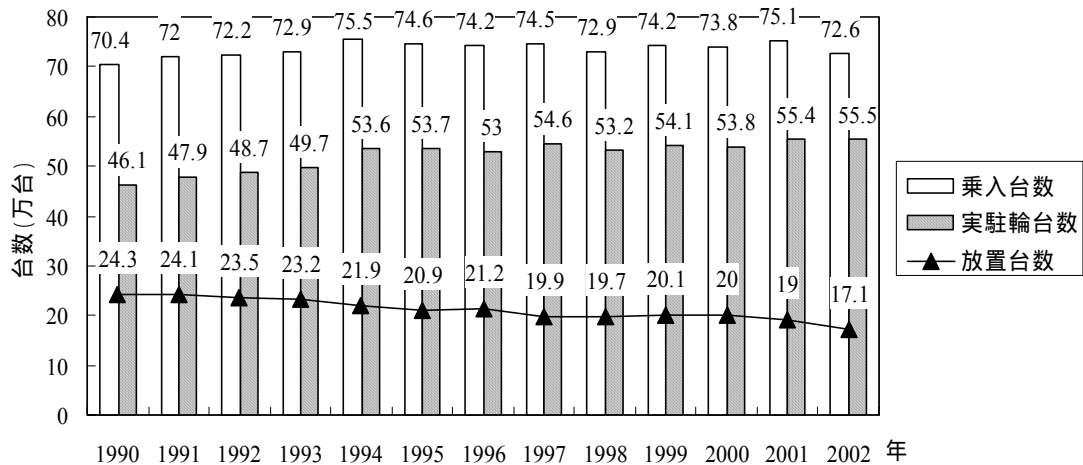


図5-1 放置台数の推移（東京都生活文化局総務部 2001a に基づき作成）

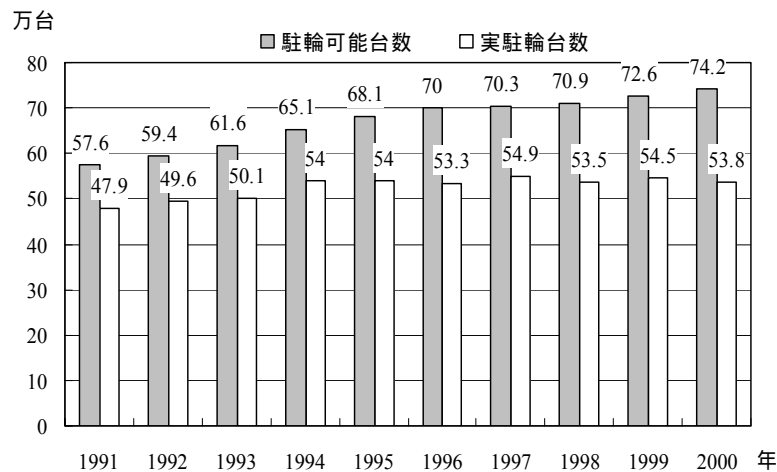


図5-2 実駐輪台数の推移（東京都生活文化局総務部 2001a に基づき作成）

5.2.2 放置駐輪率に見られる地域間格差

5.2.1で述べたように、マクロな視点で見ると、駐輪場整備が進展しているにも関わらず、放置自転車の状況はあまり改善されていない。しかし、もう少しミクロな視点で見ると、放置自転車の状況は駅によって大きくばらついている（兼子・岸井 2000）。ここで、自転車の乗入台数が多い20駅について乗入台数と放置自転車台数^[7]をまとめたものが表5-1である。駅によって乗入台数に対する放置台数の割合（以下、放置率）は大きく異なる。これは、各自治体の放置自転車対策の違いに起因するものかも知れないが、例えば、同じ葛飾区内であっても、金町駅周辺と新小岩駅周辺では、放置率が大きく異なる等、同程度の違法駐輪対策が施されていると考えられる駅どうしでも、違法駐輪率には大きな差が生じている状況も多数見られる。

^[7] 放置台数 = 自転車駐輪場以外の道路等公共の場所に置かれた自転車，乗入台数 = 放置台数 + 実駐輪台数，である。

表5 - 1 自転車乗り入れ台数の多い駅（東京都生活文化局総務部 2001b に基づき作成）

順位	駅名	路線名	区市名 (隣接区市)	乗入台数 (原付・自二内数)	放置台数 (原付・自二内数)
1	三鷹	JR中央線	三鷹市(武蔵野市)	13,140 (394)	1,044 (82)
2	立川	JR中央・南武・青梅各線	立川市	12,392 (687)	2,273 (144)
3	竹ノ塚	東武伊勢崎線	足立区	10,818 (228)	718 (93)
4	綾瀬	JR常磐線・営団千代田線	足立区(葛飾区)	9,547 (201)	298 (0)
5	蒲田	JR京浜東北線・東急池上・多摩川線	大田区	9,459 (336)	2,077 (255)
6	吉祥寺	JR中央線・京王井の頭線	武蔵野市	9,396 (261)	1,435 (75)
7	武蔵境	JR中央線・西武多摩川線	武蔵野市	8,706 (270)	412 (0)
8	小岩	JR総武線	江戸川区	8,681 (146)	1,203 (65)
9	町田	JR横浜線・小田急線	町田市	8,055 (1,998)	1,563 (383)
10	調布	京王線	調布市	7,947 (300)	310 (0)

平成14年調査結果

5.2.3 駐輪場所選択行動と社会的相互作用

以上，5.2.1，5.2.2の分析より，以下のことが推察される．

駐輪場整備や取締り強化等の対策にも拘わらず，状況が改善されない場合が多い(膠着状態)．

類似した環境であっても，場所によって放置状況が大きく異なっている(地域差の発生)．

これらの現状を，社会的相互作用の文脈に即して解釈してみよう．自転車利用者の駐輪場所選択行動は，他者の駐輪場所選択行動からも影響を受けている，すなわち，「周囲の人間が路上駐輪しているから，自分もそれに同調しよう」という意識が強く作用していると考えられる．この結果，個人としては路上駐輪する方が得策であるものの，だからといって全員が路上駐輪すると，全員が駐輪場を利用するときよりも状況は悪くなるという状況が生じ，社会学で云われる欠陥均衡状態にロックインしているのである．

すなわち，上記は，“意思決定主体間の強い相互作用によって欠陥均衡から脱却できず，社会的ジレンマの状況に陥っている状況”であり，は，“強い相互作用のために複数の安定状態が存在し，欠陥均衡に陥っている状況と望ましい状態で安定している状況が混在している状況”であると解釈できよう．

5.3 アンケート調査の概要

5.3.1 調査地域の選定

実証分析を行うに先立ち，実証分析を行うに先立ち，平成7年度大都市交通センサス(運輸政策研究機構[編]1996)，及び，平成12年度東京都資料(東京都生活文化局総務部[編]2001a, 2001b)に基づいて調査対象駅を選定する．留意した点は，次のとおりである．

1. 末端交通手段としての自転車利用者が多い：
自転車分担率が15%以上，乗入台数が2500台以上の駅に限定する。
2. 放置自転車の割合：
放置率がそれぞれ異なる駅を対象にする。

以上の2つの選別基準に沿って選別した対象駅の候補地を表5-2に示す。なお，ここでの統計データは，平成7年度大都市交通センサス，平成12年度東京都生活文化局調査に基づく。この結果，及び，現地視察^[8]の結果に基づき，調査対象駅を巣鴨，田端，綾瀬の3駅に決定した。

表5-2 調査対象駅の選定

(a) 違法駐輪率が比較的高い駅

駅名	大都市交通センサス[平成7年]			東京都調査[平成12年]		
	駅アクセス トリップ総数	うち自転車 利用数	分担率(%)	自転車 乗入台数	うち 放置台数	放置率(%)
亀戸	20,410	3,184	15.6	5,325	3,871	72.7
巣鴨	8,871	1,806	20.4	3,511	3,352	95.5
阿佐ヶ谷	4,760	1,047	22.0	4,086	2,004	49.0
葛西	28,814	5,868	20.4	6,539	2,824	43.2
府中	13,773	3,590	26.1	4,278	1,750	40.9
光が丘	7,678	1,267	16.5	3,829	1,304	34.1
八王子	18,329	3,305	18.0	6,129	2,025	33.0
小岩	43,223	10,394	24.0	7,938	2,563	32.3
新小岩	42,475	10,971	25.8	9,758	3,145	32.2
中野	23,440	4,508	19.2	7,073	2,599	36.7
高円寺	3,544	945	26.7	4,494	1,635	36.4

(b) 違法駐輪率が比較的低い駅

駅名	大都市交通センサス[平成7年]			東京都調査[平成12年]		
	駅アクセス トリップ総数	うち自転車 利用数	分担率(%)	自転車 乗入台数	うち 放置台数	放置率(%)
保谷	16,279	5,824	35.8	7,967	0	0.0
田無	17,703	5,539	31.3	5,018	0	0.0
東村山	7,575	2,248	29.7	3,163	0	0.0
東小金井	17,267	4,863	28.2	6,792	0	0.0
武蔵小金井	29,684	4,850	16.3	5,026	0	0.0
新小平	1,876	814	43.4	2,627	0	0.0
清瀬	20,377	4,962	24.4	7,028	0	0.0
ひばりが丘	22,178	6,295	28.4	6,250	0	0.0
西武柳沢	6,126	1,488	24.3	2,538	0	0.0
綾瀬	32,301	11,353	35.1	7,175	131	1.8
竹ノ塚	35,508	8,217	23.1	9,442	298	3.2
花小金井	16,952	4,582	27.0	5,954	216	3.6
三鷹	32,530	6,787	20.9	5,639	192	3.4
小平	7,906	2,404	30.4	3,861	166	4.3
東久留米	13,838	3,819	27.6	5,520	239	4.3
西新井	18,029	4,236	23.5	3,758	178	4.7
田端	21,261	3,667	17.2	2,834	206	7.3
石神井公園	18,283	5,368	29.4	5,606	501	8.9

^[8] 平成13年10月～11月にかけて，亀戸・新小岩・小岩・巣鴨・田端・中野・高円寺・阿佐ヶ谷・綾瀬・東小金井・武蔵小金井・駒込・大塚・竹ノ塚，の各駅において現地視察を行った。

5.3.2 調査票の概要と回収結果

選出された3駅周辺部在住の世帯を対象に、各駅に自転車でアクセスする場合の駐輪場所選択行動に関する意識調査を行った。調査票の配布エリアに関しては、自己選抜バイアスが生じる可能性が少しでも抑えられるよう、地理的に判断して、当該駅以外にもアクセスが可能と考えられる地域を調査対象から除外した。

調査票の概要を表5-3に示す(実際の調査票はAPPENDIXに掲載)。調査は、東京大学測量/地域計画研究室のメンバーによって、訪問配布・郵送回収方式で2001年12月上旬に実施され、合計1,616人からの有効回答を得た。回答率10%を目標^[9]として、訪問配布・郵送回収方式にて行った。調査票は各世帯に2部ずつ配布した。配布先に関しては、対象駅への自転車利用が多いと思われる地区を選定し^[10]、基本的にはその町丁目の人口から確率比例配分によって配布枚数を設定した^[11]。対象地区、配布枚数、回収枚数を駅毎にまとめたものを、表5-4に示す。また、表5-5に回収結果と駅環境特性の概要を、表5-6に駅利用者の平均的な社会経済属性を、それぞれ示す。

表5-3 調査票の概要

設問	内容
駅利用目的	通勤・通学, 通勤・通学以外の電車利用, 駅周辺施設利用
駐輪場所	路上, 駐輪場の2種類
駅利用特性	利用頻度, 自宅出発時刻, 駐輪時間
駐輪行動に関する主観的評価値	駐輪場所を決定する際に、以下の8項目の要因それぞれに関してどの程度、配慮しているのかを、5段階評価(5:とても気にする~1:ほとんど気にしない)で回答 (a) 駐輪した場所から駅改札までの所要時間 (b) 公営駐輪場の利用料金 (c) 駐輪場の利便性 (d) 放置自転車の取り締まり (e) 他自転車の路上駐輪の程度 (f) 駅周辺の美観への配慮 (g) 通行人への配慮 (h) 公共空間に駐輪することの罪悪感
仮想設問	{駐輪場の利用料金}, {他自転車の路上駐輪比率}, の組合せを10条件提示し、各条件に関して、(路上駐輪, 駐輪場利用, 自転車利用を止める)のいずれか1つを選択
個人属性	年齢, 性別, 職種, 居住年数, 住居形態, 住所

^[9] 自転車を利用しない人へも配布することになるため、通常の社会調査よりも、目標回収率を低く設定している。

^[10] 大都市交通センサスにおけるゾーンコードの自転車分担率や、区役所で行ったインタビュー結果に基づく。

^[11] ただし、対象駅への自転車利用が多いと思われる地域に対しては、配布比率を大きくした。

表5 - 4 回収結果（巣鴨）

(a) 巣鴨				(b) 田端				(c) 綾瀬			
地区	配布枚数	回収枚数	回収率	地区	配布枚数	回収枚数	回収率	地区	配布枚数	回収枚数	回収率
千石2丁目	732	118	16.1%	西尾久6丁目	500	62	12.4%	青井3丁目	600	73	12.2%
千石3丁目	168	11	6.5%	西尾久3丁目	600	60	10.0%	弘道2丁目	400	42	10.5%
巣鴨4丁目	1000	80	8.0%	東尾久8丁目	400	39	9.8%	西綾瀬3丁目	400	20	5.0%
巣鴨5丁目	1200	112	9.3%	西尾久7丁目	300	20	6.7%	西綾瀬4丁目	200	16	8.0%
駒込6丁目	500	67	13.4%	西尾久5丁目	800	65	8.1%	綾瀬6丁目	700	50	7.1%
駒込7丁目	700	54	7.7%	西尾久2丁目	800	81	10.1%	谷中1丁目	300	29	9.7%
西ヶ原4丁目	1000	83	8.3%	東尾久5丁目	400	24	6.0%	東綾瀬3丁目	500	40	8.0%
西巣鴨3丁目	400	18	4.5%	西尾久4丁目	400	32	8.0%	東和3丁目	700	83	11.9%
西巣鴨4丁目	300	17	5.7%	西尾久1丁目	400	21	5.3%	東和1丁目	600	51	8.5%
計	6000	560	9.3%	東尾久4丁目	400	25	6.3%	西亀有1丁目	600	42	7.0%
				計	5000	429	8.6%	計	5000	446	8.9%

表5 - 5 各地区のアンケート収集状況・路上駐輪率・駅環境特性

	質問票配布数	有効サンプル数	回収率	路上駐輪率 (本調査の回答の集計結果)	取り締まり頻度	公営駐輪所利用料金	放置率 (東京都2000年データ)
巣鴨	6000	771	12.9%	77%	10回/月	2,500円/月	95.5%
田端	5000	345	6.9%	31%	4回/月	1,500円/月	7.3%
綾瀬	5000	500	10.0%	15%	15回/月	2,100円/月	1.8%
計	16000	1,616	10.1%	48%	-	-	-

表5 - 6 駅利用者の社会経済属性の平均値（括弧内は標準偏差）

	男性比率	既婚者比率	通勤・通学者比率	平均年齢(才)	平均居住年数(年)	平均徒歩時間(分)	平均自転車利用頻度(日/週)	平均駐輪時間(時間/回)
巣鴨	40.6%	63.4%	28.0%	44.3 (16.8)	2.50 (1.31)	14.2 (4.2)	2.07 (1.69)	3.81 (3.83)
田端	48.8%	57.0%	34.7%	40.5 (17.7)	2.88 (1.19)	18.9 (5.4)	2.21 (1.97)	6.11 (4.30)
綾瀬	41.0%	62.3%	38.0%	43.0 (16.6)	2.38 (1.22)	19.0 (5.2)	2.34 (1.82)	4.83 (4.14)
合計	42.4%	61.8%	32.5%	43.2 (17.0)	2.54 (1.27)	16.6 (5.3)	2.18 (1.79)	4.61 (4.13)

5.3.3 基礎分析

表5 - 5より、巣鴨駅周辺の放置駐輪率は、田端駅、綾瀬駅のそれに比べて格段に高いことが伺える。しかし、これが、これが駐輪場整備の遅れのみ起因するものだとはいずれも言い切れない。なぜなら、巣鴨における駐輪場利用率（駐輪場容量に対する実際の利用者数の割合）は、2001年10月現在で約6割であり^[12]、駐輪場容量が不足している訳ではないからである。また、駐輪場料金に関しても、三つの駅間で大きな差はない。サンプルの

^[12] 筆者が、東京都豊島区の行政担当者に対して行ったヒヤリング（2001年11月）に基づく。

社会経済属性（表5 - 6）に関しても，駐輪時間以外は駅間で大きな差は見られない．すなわち，駐輪場に関するこれらの基本特性だけでは，放置率の地域間格差を十分に説明できないことが示唆される．

5.4 モデルの同定

5.4.1 モデルの特定化

モデルの基本構造は Brock & Durlauf (2001a) に従うため，その詳細に関しては，第4章を参照されたい．

ここでは，駐輪場所決定に関する私的動機の個人間での差異を考慮するために，効用関数の確定項 $u(\cdot)$ が個人を規定する社会経済属性によって異なると考え， h を，次式で表される h_i に置き換える．

$$h_i = b + c' X_i + d' Y_{n(i)} \quad (5-1)$$

ここで， b : 定数項， X_i : 個人 i に固有の説明変数ベクトル， $Y_{n(i)}$: 個人 i が帰属する準拠集団 $n(i)$ に固有の説明変数ベクトル， c, d : 未知パラメータベクトルである．

このとき，スケールパラメータ θ を1に基準化すると，個人 i の2項選択モデル(駐輪場所選択モデル)，及び，個人 i の帰属する準拠集団 $n(i)$ の均衡方程式は，それぞれ以下のよう表される．

$$P(\omega_i) = \frac{\exp[\omega_i(b + c' X_i + d' Y_{n(i)} + Jm_{n(i)})]}{\sum_{v_i \in \{+1, -1\}} \exp[v_i(b + c' X_i + d' Y_{n(i)} + Jm_{n(i)})]} \quad (5-2)$$

$$m_{n(i)} = \int \tanh(b + c' X_i + d' Y_{n(i)} + Jm_{n(i)}) dF_{X_i|Y_{n(i)}} \quad (5-3)$$

ここで， $F_{X_i|Y_{n(i)}}$ は，準拠集団 n における X_i の経験分布関数である．

さらに，Naïve 推定量の考えに基づいてパラメータ推定を行うため，均衡方程式を次のように近似する．

$$\begin{aligned} m_n &= \int \tanh(\hat{b} + \hat{c}' X_i + \hat{d}' Y_n + \hat{J}m_n) dF_{X_i|Y_n} \\ &\cong \frac{1}{N_n} \sum_{i \in n} \tanh(\hat{b} + \hat{c}' X_i + \hat{d}' Y_n + \hat{J}m_n) \quad \forall n \end{aligned} \quad (5-4)$$

ここで， N_n は，準拠集団 $n(i) = n$ に属しているサンプルの総数である．

5.4.2 準拠集団と説明変数の特定化

まず、準拠集団に関しては、各鉄道駅を利用する集団毎に構成し、 $n=1$: 巣鴨駅、 $n=2$: 田端駅、 $n=3$: 綾瀬駅 の利用者とそれぞれラベリングした。すなわち、ある個人の準拠集団を、その個人が通常利用している駅に自転車でアクセスしている集団と見なしている。同じ駅であっても、駐輪場所の空間的相違により、個人が異なる準拠集団を認知する可能性も考えられるが、今回の調査票設計では駐輪場所を特定することが不可能なこと、及び、違法駐輪状況の空間的な分布パターンが各駅共にある程度類似していることから^[13]、上記のような設定を行っている。また、Naïve 推定量を求めるためには、外生変数 $\bar{m}_{n(i)}$ の代理変数 \bar{m}_n ($n = 1, 2, 3$)が必要であるが、本研究では、準拠集団別に集計されたサンプル集団の放置駐輪率(表5 - 5)から算出される値を代理変数として用いている^[14]。

次に、個人の私的動機に影響を及ぼす説明変数、及び、準拠集団の特徴を表す説明変数に関しては、変数を試行錯誤的に組合せて、適合度が最も大きいモデルを選択する。その際、意識調査の中で尋ねている駐輪行動に関する各種の主観的評価値(五段階評価値)の情報を活用するために、これらの評価値を用いて確認的因子分析(表5 - 7)を行い、得られた三つの因子についても説明変数の候補とする。各潜在因子の意味解釈は次の通り。

因子1: 駅改札までの時間の短さ、利用料金、利便性等、主に、交通サービス水準を重視するかどうかを表す因子である(潜在変数名: Park)。

因子2: 取り締まり頻度、他の自転車の存在等、撤去リスクの高さを気にするかどうかを表す因子である(潜在変数名: Risk)。

因子3: 美観、通行人への配慮、公共空間の重要性認知等、主に、公共心の高さを規定する因子と考えられる(潜在変数名: Public)。

表5 - 7 主観的評価値を用いた確認的因子分析の結果(最尤解)

変数	因子1	因子2	因子3	独自因子の分散
(a) 所要時間	0.880	-	-	0.735
(b) 利用料金	0.711	-	-	0.870
(c) 利便性	0.454	-	-	0.944
(d) 取り締まり	-	0.418	-	0.831
(e) 他自転車	-	0.837	-	0.483
(f) 美観	-	-	0.969	0.627
(g) 通行人	-	-	0.625	0.460
(h) 公共空間	-	-	0.787	0.784
因子間相関:	因子1	因子2	因子3	
因子1	1.000			
因子2	0.164	1.000		
因子3	0.090	0.596	1.000	
適合度指標:	$\chi^2 = 255.05$ ($df = 17, p = 0.0001$) RMSEA = 0.093 GFI = 0.960			

^[13] 筆者が、東京都豊島区、北区、荒川区の各行政担当者に対して行ったヒヤリング(2001年11月)に基づく。

^[14] 東京都の算出した放置率(表5 - 6の最右列参照)も、代理変数の候補として考えられる。しかし、東京都が放置率を算出するために行った調査時点と本研究の意識調査を実施した時点の間に、巣鴨駅周辺では、駐輪場の新たな設置と放置禁止区域の変更が実施されている。このような駅周辺環境の変化の影響を可能な限り除外するため、本研究では、意識調査から得られた集計平均値を用いている。

5.4.3 パラメータの推定結果

未知パラメータの推定結果を表5 - 8に示す。パラメータの符号は直感に合致したものとなり、その多くは、統計的に有意な値となった。ただし、駐輪所利用料金に関しては、統計的に有意なパラメータとならなかったため、説明変数から除外している。

表5 - 8 二項選択モデルのパラメータ推定結果

説明変数		説明(単位等)	推定値	t-値
定数項		-	-0.772	-5.96
X_i	利用頻度	利用回/週	0.0402	1.79
	午前利用ダミー	午前の利用のとき1	0.197	2.72
	駐輪時間	分	0.0431	4.84
	Risk	因子2(リスク感)	-0.159	-3.41
	Public	因子3(公共心)	0.302	6.28
	居住年数	年	0.0593	2.36
	通勤・通学者ダミー	通勤者 or 通学者 =1	0.247	3.59
$Y_{n(i)}$	取り締まり頻度	取り締まり回数/月	0.0188	2.14
$\bar{m}_{n(i)}$	社会的相互作用項	集計平均シェア p を $2p-1$ に変換した値	1.117	18.9

対数尤度:-771.311 初期尤度:-1120.1
自由度修正済尤度比:0.305 サンプル数:1,616

スケールパラメータ θ は予め1に基準化してある。

以下に、各説明変数の意味解釈を列記する。

- ・ 利用頻度を示すパラメータの符号は正であり、統計的にも有意である。午前中に出発する個人は、駐輪場にとめる傾向があることが分かる。これは、どの駅でも取り締まりは午前中に重点的に行うこと、午前中に出発する人には長時間駐輪する人が多いことが原因だと思われ、直感に一致する結果が得られたと判断される。
- ・ 午前出発ダミーを示すパラメータの符号も正かつ有意である。つまり、午前中に出発する人は駐輪場にとめる確率が高くなるという、直感に一致する結果となった。
- ・ 駐輪時間のパラメータは正かつ有意である。つまり、長い時間駐輪する人は駐輪場にとめる確率が高くなることを意味している。
- ・ 潜在因子 Risk (「放置自転車の取締り」、「他自転車の路上駐輪の程度」という二つの主観的評価指標によって規定される潜在変数)のパラメータは有意な負値となっている。これは、駐輪場に自転車を停める人にとっては、撤去されるリスクが無いという内実を表した結果であると解釈される。
- ・ 潜在因子 Public (主観的評価「美観への配慮」、「通行人への配慮」、「公共空間への放置への罪悪感」によって規定される潜在変数)の符号は正で、その説明力も高い。つまり、公共心が高い人は駐輪場に駐車する確率が高いという結果となっている。
- ・ 居住年数のパラメータは、有意な正值となっている。つまり、当該地域に長く住んでいる人は、駐輪場に自転車を停める傾向が高まることを意味する。逆に言えば、一人暮らし

- しの学生等，在住期間が短い個人は，路上に駐輪する傾向が高いことを意味している．
- ・ 通勤者・通学者ダミーのパラメータも正でかつ統計的に有意な値である．すなわち，中高生や会社員は駐輪場を利用する傾向が大きいことが示唆される．
 - ・ 取り締まり頻度のパラメータは統計的に強い有意な結果は得られていないが，符号は正であり，これは直感に合致する．つまり，取り締まり頻度が多くなると駐輪場を利用する傾向が高まる．
 - ・ 社会的相互作用の強さを示す J の値は有意な正の値となっている．すなわち，路上であれ駐輪場であれ，個人は，多くの人が駐輪している場所に駐輪する傾向を有しているということが，統計的に確認された．

5.5 均衡方程式に基づく分析

次に，式(5-4)に基づいて推計された準拠集団別に反応曲線を推計する．具体的には，各サンプルの説明変数，及び，前節で推定されたパラメータを用い， m_n に関する次式の形状を具体的に求める．

$$y_n = \frac{1}{N_n} \sum_{i \in n} \tanh(\hat{b} + \hat{c}' X_i + \hat{d}' Y_n + \hat{J} m_n) \quad n=1,2,3 \quad (5-5)$$

まず，準拠集団ごとの集計結果（駐輪場利用者数，路上放置数，放置率，及び，それらに対応する m の値）を表5 - 9に示す．また，準拠集団別の説明変数平均値，及び，それらとパラメータ推定値を用いて計算される私的効用 h の平均値を，表5 - 10にまとめる．

表5 - 9 準拠集団別に見た行動結果集計値

準拠集団	駐輪場利用数	路上放置数	計	放置率	m 値
巢鴨駅利用者	178	593	771	77%	-0.538
田端駅利用者	238	107	345	31%	0.380
綾瀬駅利用者	423	77	500	15%	0.692
全体総計	839	777	1,616	48%	0.038

表5 - 10 説明変数の平均値（準拠集団別）

準拠集団	利用頻度	午前利用ダミー	駐輪時間	Risk	Public	居住年数	通勤・通学D	取り締まり頻度	平均 h
巢鴨	2.065	0.376	3.808	0.018	-0.079	2.495	0.329	10	-0.066
田端	2.206	0.539	6.110	1.085	0.561	4.000	0.000	4	-0.006
綾瀬	2.336	0.464	4.827	0.023	0.127	2.384	0.440	15	0.179

次に、式(5-4)に基づいて推計された準拠集団(駅)別の反応曲線を図5-3、図5-4、図5-5に示す。巣鴨駅に対する反応曲線が最も下方に位置する結果となったが、これは、巣鴨駅利用者の自転車利用頻度や午前中の利用率、駐輪時間、及び、公共心の大きさを表す変数 Public の平均が、他の二駅に比べて相対的に小さく、その結果として、効用の平均値が他の二つの準拠集団に比べて小さくなったことが主な原因と考えられる。

図中の は現状の集計シェア(表5-9参照)を、また、 は相互作用メカニズムによって到達すると想定される社会的均衡点[式(5-4)の解]をそれぞれ表している。Naïve 推定を行ったため、 と の位置が一致していない。これは、推定方法に起因する誤差が生じていることが主な原因と考えられる。

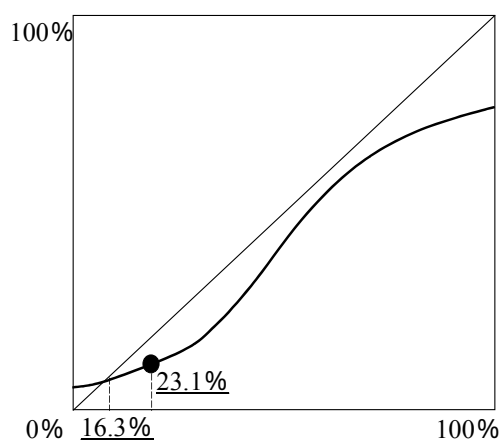


図5-3 巣鴨における均衡解と現状値

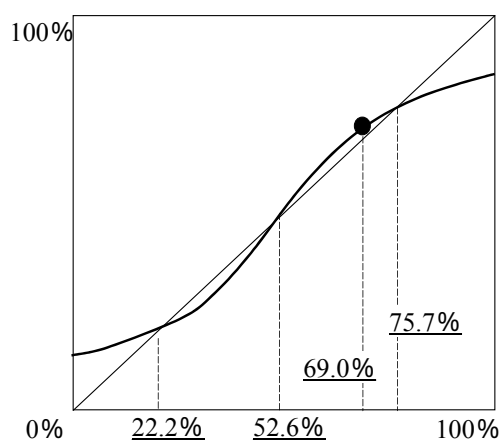


図5-4 田端における均衡解と現状値

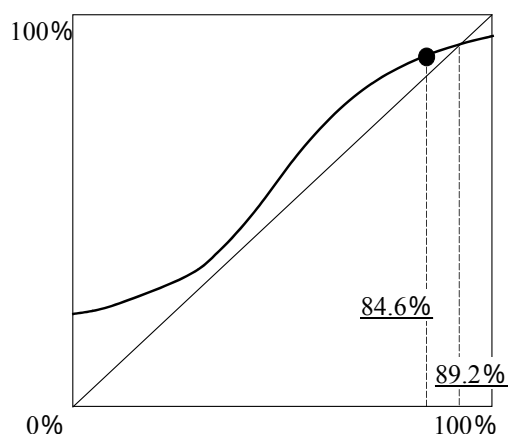


図5-5 綾瀬における均衡解と現状値

5.5.1 全体の傾向

電車利用と駅前施設利用目的では、通勤通学目的のような全体として大きな傾向はなく、それぞれ駅によって多少のばらつきがある。ただし、駅前施設利用に関しては午前出発をする人は圧倒的に低く、またリスク値が大きい。これに関しては、午前中は取り締まりが厳しいことを知っており、それを避けた結果午前出発が少なく、またその行為自体がリスクを気にしていると言うことができる。

5.5.2 駅別の傾向

(a) 巣鴨駅

巣鴨では3つの均衡解が導出されている。しかし、そのうち2つの均衡解はどれも非常に接近している。例えば、通勤通学目的では2つの接近した均衡解は0.077の差しかなく、これは行動率で表すと3.85%の差しかない。これらの接近した均衡解は、わずかな私的インセンティブ/ディスインセンティブによって消滅し、一意な均衡解になる。通勤通学目的では社会的厚生水準の高い一意な均衡解、電車利用と駅前施設利用では一意な欠陥均衡解に陥る。

一方、実際の事例を見てみると、図5-3の で示したように、駅前施設利用目的ではほぼ欠陥均衡で安定している。この状況では、他の均衡解までの距離も遠く、高い厚生水準を得ることは難しい。また、多少のインセンティブでは欠陥均衡から抜け出すことができない状況であることも分かる。通勤通学目的に関しては、社会的厚生水準の高い均衡点への移行プロセスであると考えることができる。電車利用目的では、欠陥均衡への移行プロセスにある。グラフの形状から見て、ある程度の私的インセンティブを与える必要があるだろう。

巣鴨駅の全体的な特徴は、公共心の分散の大きさと、公共心の低さである。公共心が最も高い駅前施設利用でさえ、値はゼロである。これは、駅前放置自転車が常に高水準にあることを如実に表していると言えよう。巣鴨駅では駅全体として欠陥均衡へ向かう傾向が

あると考えられるが、キャンペーンや取り締まり等を強化して、 h の値を向上させ、曲線を上方にシフトさせる必要があるといえる。

(b) 田端駅

田端では通勤通学と駅前施設利用において均衡解が1つしか存在しない。通勤通学は社会的厚生水準の高い均衡解、駅前施設利用では欠陥均衡解となっている。通勤通学目的での均衡解は社会的厚生の見地から非常に望ましい解である。そして、実状としてもほぼ均衡解に一致し、非常に安定していると考えられる。また、電車利用に関しても厚生水準の高い均衡解へ移行している様子が見られる。しかし、駅前施設では欠陥均衡解しか存在しない最も望ましくない状況である。現状はまだ移行プロセスと言えるが、いずれ一意な欠陥均衡解で安定することが示唆されている。したがって、駅前施設利用目的での改善は急務であるといえるだろう。

このような目的別の傾向は、他の駅と比較して大きくことなる。事実、この差異を規定する h の値は3駅の中で最もばらついており、分散が最も大きい。

(c) 綾瀬駅

綾瀬では、もともと路上駐輪率は極めて低いが、図5-5は、この傾向が本モデルによって十分説明できていることを示している。通勤通学目的では現状で $m=0.827$ ときわめて高いが、導出された均衡解とほぼ一致し、均衡解にて安定していると考えられる。さらに、この均衡解は一意であり、社会的厚生水準の高い状態である。そのため、どのような状態にあっても均衡に達するときは、社会的厚生水準は高い。これは最も望ましい状態であると言えよう。電車利用に関しても厚生水準の高い位置で一意な解を示す。現状はまだ移行プロセスであるが、いずれ通勤通学目的のような状態で安定する可能性が高いことが示唆される。また、駅前施設利用では複数均衡解が導出されている。現状は、解の中でも最も厚生水準の高い位置周辺にあり、安定的な状態であると言える。通勤通学目的のように最も望ましい状態ではないが、グラフの形状から、少々の私的インセンティブで通勤通学目的の状態のようになり得る。

5.5.3 社会的均衡状態への移行可能性

図5-3、図5-4、図5-5における各矢印は、均衡解への移行可能性を示している。このメカニズムは第4章で示されているとおり、個人の行動確率は、準拠集団の行動シェアに対する期待感と一致するように移動し、そして、最終的に均衡解で安定となるためである。

現況点から均衡点への移行過程に関しては、本来、その動学的性質も含めた詳細な議論が別途必要だが、ここでは、単純な解釈を試みよう。現況点と社会的均衡点との位置関係から判断すると、まず、田端駅と綾瀬駅では、現況点から社会的に望ましい均衡解へ移行していく可能性が高いことが推察される。一方、巣鴨駅に関しては、駐輪場利用者率の低い欠陥均衡状態へと移行する可能性が高いことが推察される。

5.6 政策介入の影響分析

5.6.1 政策介入による均衡解シフト

以下では、正の社会的相互作用の影響によって欠陥均衡に陥るとされる巣鴨駅の駐輪状況(図5-3)をどう改善すれば、パレートの意味で優位な社会的均衡解に到達できるのかを検討する。

前述の通り、政策介入を行って私的効用項を変化させることは、反応曲線を縦方向にシフトさせることに対応する。この状況から脱却するためには、ある強さ以上の私的インセンティブを付与して反応曲線を大幅にシフトさせ、社会的に望ましい唯一均衡解しか存在していない状態を実現する必要がある。

そのためには、政策介入を通じて、巣鴨駅利用者に対して推計された現況の反応曲線(図5-6における曲線0)を、曲線1(45度線と2点で交わっており、うち1点は接している状況)よりも上方にシフトさせる必要がある。このとき、曲線0を上方に Δh^* だけシフトさせることで曲線1に一致したとすれば、次の方程式が m_1 について二つの解を持つ。

$$m_1 = \frac{1}{N_1} \sum_{i \in n(i)=1} \tanh(\Delta h^* + \hat{b} + \hat{c}' X_i + \hat{d}' Y_i + \hat{J} m_1) \quad (5-6)$$

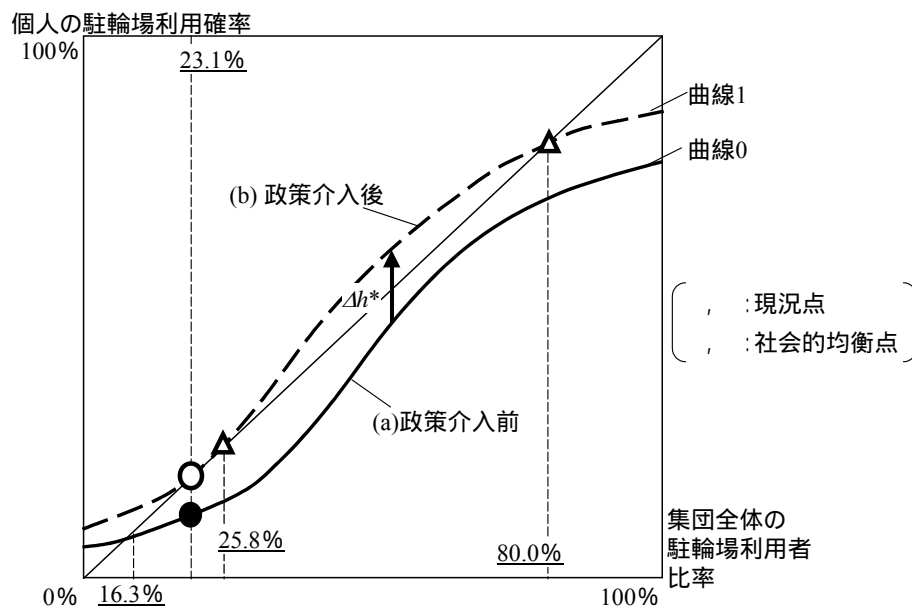


図5-6 反応曲線に基づく取締り頻度増加政策の影響分析
(対象準拠集団：巣鴨駅利用者)

式(5-6)が唯2つの解を持つという条件にしたがって Δh^* を数値解析的に求めると、0.092となる。また、このとき、社会的均衡を達成する m_1 の値は-0.484と0.600となる。そして、各 m_1 の値に対応する駐輪場利用者比率は、それぞれ25.8%、80.0%であり、前者が

政策介入によって生じた限界質量点である(図5-6内の白三角印)。すなわち、政策介入によって、反応曲線が 曲線 1 以上に上方へとシフトしない限り、欠陥均衡に陥りつつある現状からの脱却が難しいということが示唆される。

上記の試算結果を用いて、“取締り頻度の増加”という具体的な改善策を、どの位の強度で実施すれば、この状況から脱却できるのかを考察する。表5-8より、取締り頻度の影響度を表すパラメータの値は、約 0.018 である。したがって、曲線 1 よりも上方に反応曲線をシフトさせるために少なくとも必要な追加取締り回数を計算すると、 $0.092 \div 0.018 = \text{約 } 5 \text{ 回/月}$ となる。すなわち、月間の取締り頻度を現状から 1~2 回程度増加しただけでは、大きな効果が得られず、ある一定以上の頻度(ここでは 5 回/月)で取り締まりが実施されなければ、欠陥均衡に陥りつつある状況から脱却できないことが推察される。一方で、この計算結果は、もしこの状況から脱却できたならば、全体の 80%以上の個人が駐輪場を利用する状態へと自動的に到達することを意味している。

5.6.2 政策介入の限界効果分析

最後に、この巣鴨駅の例において、取り締まり頻度を現況から漸増していった場合に、この社会の均衡状態がどのように変化するかを考察する。具体的には、取り締まり頻度を現況の 10 回/月から一単位ずつ増加させた場合に、均衡時点における駐輪場利用率の増分がどの程度となるのか、すなわち、限界効果の定量的算出を行い、同時に、その均衡状態が低位均衡であるのか高位均衡であるのかを判定するものである。

算出結果を図5-7にまとめる。5.6.1での議論と同様、月当たりの取り締まり回数が $10+5=15$ 回を超過する前後において、相転移(低位均衡から高位均衡へのシフト)が生じており、その前後において、利用率の増分も約 50%と、限界効果が最大となっている。

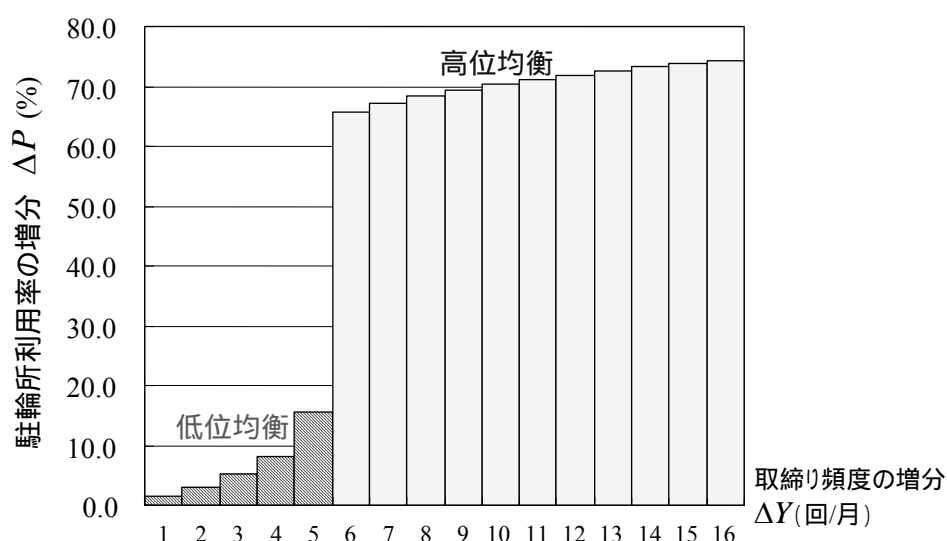


図5-7 政策介入の限界効果(巣鴨駅)

5.7 結語

本章では、局所的な社会的交通ジレンマ現象の典型例として路上駐輪事例を取り挙げ、社会的相互作用の計測とその推計結果に基づく均衡・政策分析を行い、駐輪場所選択行動には社会的相互作用が有意に影響することが明らかになった。また、複数均衡解が複数存在する場合に、より望ましい均衡解への移行可能性を定量的に考察することができた。

勿論、本省で行ったような考察は、多くの仮定の上で成り立つものである。特に、複数均衡解を有する統計モデルのパラメータ推定 (Jovanovic 1989; Cooper 2002; Tamer 2003; Bisin, Moro & Topa 2002) や、均衡点へと移行する動学的プロセスの解明 (青木 2003) を始めとして、残された課題は多い。今後は、それらの改善を継続的に行いたい。また、今回は違法駐輪を一例として取り上げたが、社会的相互作用の影響を内生化したこのモデルは、他の交通現象へも適用が可能である。特に本モデルは選択肢が三つ以上存在する場合 (Brock & Durlauf 2002) にも拡張できる。今後は、これらの展開も試みたいと考える。

第6章

広域的交通施策導入に対する

受容意識の計量分析

6.1 緒言

本章では、交通問題を解消するために導入が検討されている構造的方略に対して、人々がその導入を受け入れて協力的に振舞うのか、それとも、構造的方略の導入を否定的に捉えて非協力的に振舞うのか、という問題を取り扱う。第4章で分析した違法駐輪行動が典型的な社会的ジレンマ問題であったのに対し、構造的方略の導入を巡る社会的ジレンマは、より複雑な様相を帯びていると考えられている。本章では、ロード・プライシングの導入をケース・スタディーとして取り上げ、この高次のジレンマ問題において、他者の賛同傾向（協力傾向）が、個人の賛否意識決定に関してどのような影響を及ぼしているのか、また、そのような同調傾向の存在を前提とした場合、行政として、より効果的に構造的方略を市民に受け入れてもらうためにはどのような施策を行えばよいのかを、ミクロ計量経済分析の手法を用いて実証的・計量的に検討する。

本章の構成は以下の通りである。まず6.2で、ロード・プライシングの導入を高次ジレンマの1つである公共受容ジレンマ（藤井 2003）と捉え、現象の意味解釈と、他者賛同傾向が個人の賛否意識に及ぼす影響に付いて論じる。6.3では、実施した調査の概要と基礎集計の結果を示す。6.4では、社会的相互作用を考慮したRP導入に対する賛否意思決定のモデルを定式化する。6.5では、推定結果に基づいて同定された限界質量曲線を示し、ロード・プライシングを市民が円滑に受け入れるための政策介入の方法について考察する。

6.2 公共受容ジレンマとして見たロード・プライシング導入問題

社会的ジレンマの諸概念のうち、社会的相互作用という問題意識と特に密接に関連するのは、第2章で説明した公共受容ジレンマである。公共受容ジレンマにおいては、「構造的方略が自らの利益を増進するために必要である」という意見に関する社会的合意が成立しない（藤井 2003）。すなわち、公共受容ジレンマ状況下における非協力者は、他者の（将来の）利得はもとより、自身の将来のそれに対する配慮の度合いも低くなっている。それでは、公共受容ジレンマにおける個人の賛否意識は、どのような要因から強く影響を受けているのだろうか。その主要因は第2章でも説明したとおり、他者への同調傾向、すなわち社会的圧力である。

公共受容ジレンマにおいて想定される協力/非協力行動とは、通常の一次的ジレンマ問題とは異なり、実際の行動を伴わない、単なる、その人の意見表明にしか過ぎない場合が多い（藤井 2003）。ロード・プライシングの導入に対する賛否意識も、まさにその状況が当てはまる。賛否意識を表明する行為そのものには大きな費用負担は発生しない。このような条件下では、わずかな同調圧力が存在することで、人々の意見（世論）が同一のものに収斂していくことは、沈黙の螺旋理論（Noelle-Neumann 1984）においても主張されている。このように、賛否意識の表明行為、すなわち、意見の形成においては、他者への同調傾向という要因の影響が極めて大きいことが確認される。

さて、公共受容ジレンマの状況においては、人々の意思決定を規定する要因として、同調圧力（他者の行動や意見に自らの行動や意見を合わせる傾向）が極めて重要な役割を果たすということが指摘されており（藤井 2003）、それを経験的に示す実験結果も存在する（品田・亀田 2003）。そして、同調に起因する社会的相互作用が強い場合、僅かなショックによって集団意見が異なるものへ一気に変わったり、逆に、一定以上の強さの介入を与えない限り集団意見のドラスティックな変容は起こらない場合もある等（Schelling 1978）、政策介入に当たって慎重を期す必要がある。

本章では、社会的圧力が集団意見形成に及ぼす影響を計量的に分析することを目指している。このような分析手法の信頼性を向上させることによって、市民の交通に関する態度や行動を変容させるためにはどうすればよいかを実務的に検討することも十分可能になると考えられる。これにより、社会的ジレンマの解消を目指した各種交通政策の導入を検討するに当たって、

何%の人が行動転換（政策に賛同）すれば、自動的に残りの大半が賛成し、現在よりも望ましい社会状態に自動的に到達するのかが推測することが可能となり；

“行政当局は、その%の人達の転換を達成させるために必要な戦略を考えさえすれば良い”といった、実務的検討を行うことも可能になる；

ことが期待される。

6.3 意識調査の概要

6.3.1 調査方法の概要

前節まで述べてきたとおり、本章では、公共受容ジレンマ問題の典型例として、ロード・プライシングの導入に対する東京都民の賛否意識を実証的に分析する。現在、東京都では、ロード・プライシングの導入を本格的に検討しており、課金の具体的な方法（料金やエリア設定）について詳細に検討し、その影響分析等も行っている。このような社会背景から、本研究では、東京都心部へのロード・プライシングという具体的な構造的方策の導入に対する、都民の賛否意識を分析する。

調査は、インターネットを利用したアンケート方式で行う。インターネットで調査を行うにあたり、マイボイスコム株式会社（<http://www.myvoice.co.jp/voice/>）に調査を依頼し、この会社の調査モニター登録者を対象として、

E-mail による調査依頼を行い；

一定期間内に、調査用 WEB ページへアクセスし、各質問に回答してもらう；

という手順を通じてデータを収集した。なお、調査用 WEB ページ（APPENDIX 参照）は、同社のサーバー内に設置した。調査期間は平成 15 年 10 月 23 日～10 月 27 日の期間で、サンプル数が規定数に達し次第調査を打ち切る形をとった。

6.3.2 調査対象

また、今回の調査対象となるのは、マイボイスコム株式会社のモニターとして登録している方々のうち、以下の条件を満たす人である。

東京23区、武蔵野市、三鷹市、小金井市、調布市、狛江市、西東京市在住であること

東京23区とその周辺の比較的近い市に調査エリアを限定したのは、今回の分析例が、東京都心部のロード・プライシング導入ということから、その影響を大きく受けるであろう市民の賛否意識を把握したいためである。調査票の中で仮想的に設定した都心部の課金区域を図6-1に示す。



図6-1 課金エリアの設定（中央部の線で囲まれたエリア）

6.3.3 設問内容と実験群の設定

設問の概要を表6-1に示す。詳細は、APPENDIXを参照されたい。

調査票は、“環境意識”、“行政への信頼”、“交通行動属性”、“社会経済属性”、“他者賛同率”、“ロード・プライシング課金レベル”を独立変数とし、“ロード・プライシングの受容意識”、あるいは、“ロード・プライシング導入後の行動意図（自動車利用頻度、公共交通利用頻度）”を従属変数として分析することを念頭に設計した。このうち、“環境意識”、“行政への信頼”に関しては、後に、それぞれの構成概念に対応する潜在変数を同定することを視野に入れて、複数個の関連質問を設け、心理指標として測定した。

表6 - 1 質問票の概要

大問	概要
問1	<ul style="list-style-type: none"> ・“環境意識”関連の質問(7種類, 7件法) ・“自動車利便性”関連の質問(4種類, 7件法) ・“行政への信頼”関連の質問(4種類, 7件法)
問2	<ul style="list-style-type: none"> ・用語「ロード・プライシング」の認知度(4件法) ・ロード・プライシングに対する公正感(7件法) ・ロード・プライシングによる自由侵害知覚(7件法) ・ロード・プライシングに対する主観的な他者賛同率
問3	(「課金レベル」×「他者賛同率」による選択実験) <ul style="list-style-type: none"> ・導入に対する賛否意識(Yes, No, わからない:3肢) ・導入後の自動車利用頻度(大いに減る～変わらない:7件法) ・導入後の公共交通利用頻度(大いに増える～変わらない:7件法)
問4	<ul style="list-style-type: none"> ・現在の公共交通利用頻度, 現在の自動車利用頻度 ・現在の課金区域訪問頻度, 最訪エリア ・訪問目的, 所要時間, 所要費用

次に、実験群の設定に関して述べる。ロード・プライシング導入に対する賛否意識を規定する要因として、課金レベルや他者の賛同率の影響が大きいことが従来指摘されている。これらの影響の有無を検討するに当たり、本研究では、表6 - 2に示した9つの各条件群に、サンプルを無作為に配分した。同一の個人に複数条件での回答を同時に求めず、各条件群に無作為に配分したのは、賛同率と課金レベルの影響を測定するとき、同一個人に、異なる条件下での意思決定を連続的に要求すると、回答バイアスがどうしても入ってしまうことが従来指摘されているからである。

各実験は、具体的には図6 - 2のような設問として提示した。このような条件設定により、住民投票という直接的な意見表明に対する意思決定に対して、RPの課金レベル、及び、他者の賛同率が及ぼす影響を測定する。

表6 - 2 実験群の設定(9条件)

他者賛同率 課金レベル	低賛同率 (1割)	中賛同率 (5割)	高賛同率 (9割)
低課金(200円/回)	条件1	条件2	条件3
中課金(500円/回)	条件4	条件5	条件6
高課金(800円/回)	条件7	条件8	条件9

Q3. 以下は、仮想的(かそうてき)なロードプライシング政策に関する質問です。以下の状況設定について、内容を熟読いただいた上、あなたが、**実際にそのような状況に置かれていることを想像**して、質問にお答えください

東京都心部の交通問題を改善することを狙いとして、行政が、以下のようなロードプライシング政策の導入について、本気で検討し始めました。

政策「以下の赤線で囲まれた都心部に、自家用車で入るためには、一回あたり〇〇〇円支払わなければならない」

また、世論調査の結果、このようなロードプライシング政策の導入に対して、東京都民の約△△△割が賛成していることが明らかになりました。

© 2003 ZENRIN CO., LTD.
(許諾番号Z09A-第091号)

図6-2 賛否意識に関する選好表明実験（設問文）

以上のような諸設定のもと、調査を実施し、最終的に表6-3のようにサンプルを条件ごとに回収した(合計 2730 サンプル)。なお、各条件の回収サンプル数がいずれも約 303~304 で非常に近接しているのは、インターネット調査によって、各条件の回答サンプルが当初目標としていた 300 サンプルに到達次第、各実験調査を打ち切るという方針をとっているためである。ここで、条件間でサンプル数が若干異なっているのは、回答終了タイミングの相違が原因である。

図6-3、図6-4、図6-5には回収したサンプル(全条件を集計)の基本属性分布(年齢階層、世帯年収、自動車保有率)を示す。これらの基本属性から判断する限りにおいては、対象とする母集団(東京近郊市区部)の属性分布と大きな差は無く、インターネットという調査の形態によるサンプル代表性の乖離はあまり無いものと考えている。

表6-3 回収サンプル数(条件別)

課金レベル \ 他者賛同率	低賛同率 (1割)	中賛同率 (5割)	高賛同率 (9割)
低課金(200円/回)	条件1 304	条件2 303	条件3 304
中課金(500円/回)	条件4 304	条件5 303	条件6 303
高課金(800円/回)	条件7 303	条件8 303	条件9 303

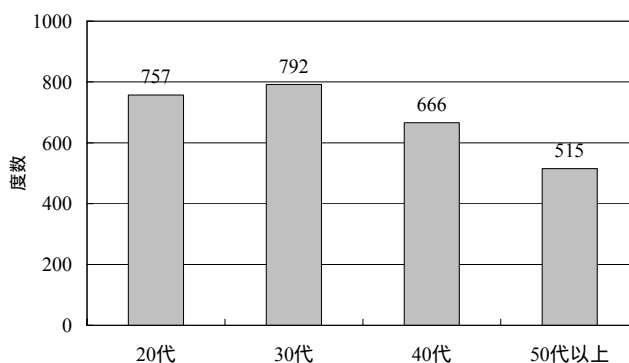


図6-3 抽出サンプルの年齢階層分布(全群, n = 2730)

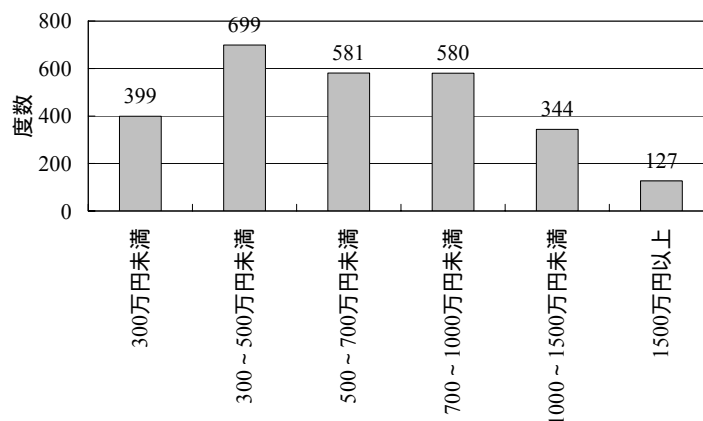


図6-4 抽出サンプルの世帯年収分布(全群, n = 2730)

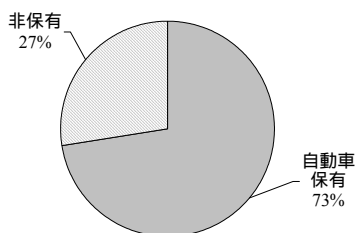
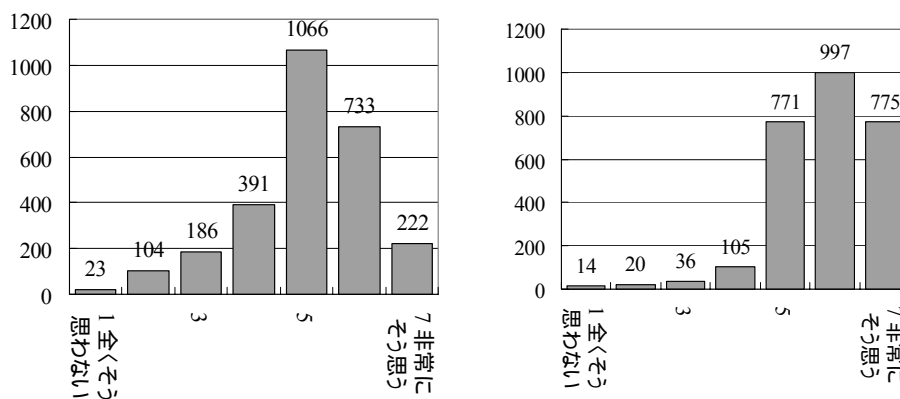


図6-5 抽出サンプルの自動車保有状況(全群, n = 2730)

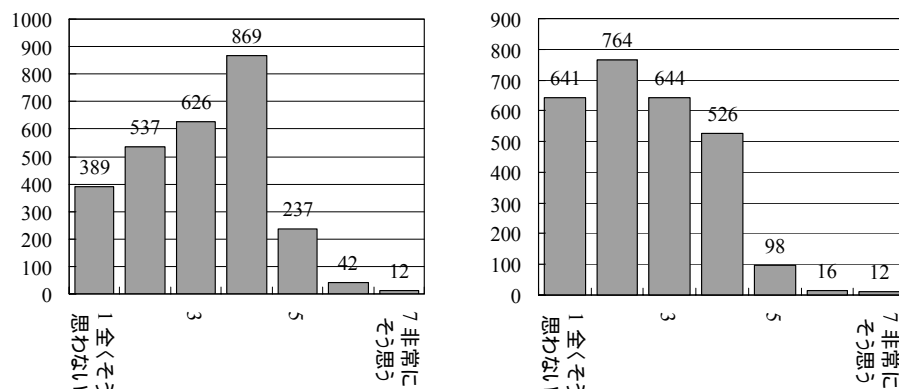
6.3.4 心理意識の基礎分析

設問1, 設問2で尋ねている“環境に対する意識”, “行政に対する信頼”に相当する設問に対応する解答結果を, それぞれ図6-6, 図6-7に示す.



(a) 日頃から環境問題を意識している (b) 社会の一人一人が環境に配慮して行動すべきだ

図6-6 環境に対する意識(7件法)



(a) 行政を信頼することができる (b) 行政は、政策を実行する前に住民意見をしっかり聞いてくれる

図6-7 行政に対する信頼(7件法)

また, RP 導入に対する受容意識を規定する主要な心理要因と言われている“RP 導入に対する公正知覚”, “RP 導入による自由侵害感”の測定結果を図6-8に示す.

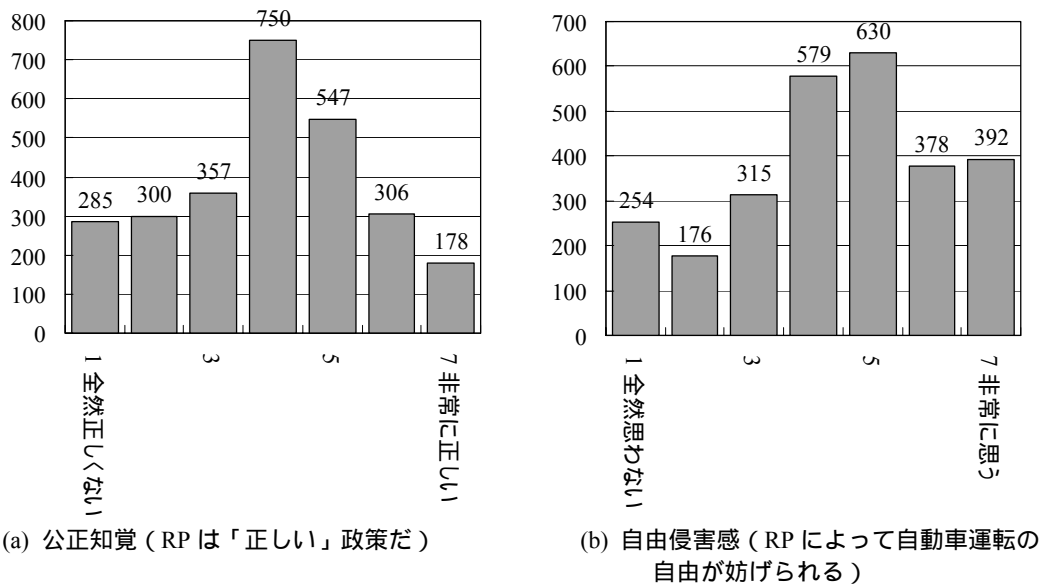


図6-8 RP導入に関連する心理要因（7件法）

6.3.5 他者賛同率と賛否意識の関連性

表6-4に、条件別に集計したRP導入に対する賛同率を示す。当初の想定どおり、課金レベルが小さくなるほど、また、他者の賛同率が高くなるほど、個人の賛成する割合が大きくなっていることが伺える。

表6 - 4 ロード・プライシングに対する賛否意識

他者賛同率		課金額			合計	
		200円	500円	800円		
1割	賛成	度数	89	67	50	206
		%	42.4%	39.2%	30.1%	37.7%
	どちらともいえない	度数	47	34	36	117
		%	22.4%	19.9%	21.8%	21.4%
	反対	度数	74	70	79	223
		%	35.2%	40.9%	47.9%	40.8%
合計		度数	210	171	165	546
		%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
5割	賛成	度数	97	85	79	261
		%	52.4%	47.5%	43.9%	48.0%
	どちらともいえない	度数	36	46	35	117
		%	19.5%	25.7%	19.4%	21.5%
	反対	度数	52	48	66	166
		%	28.1%	26.8%	36.7%	30.5%
合計		度数	185	179	180	544
		%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
9割	賛成	度数	129	107	100	336
		%	59.7%	54.9%	49.3%	54.7%
	どちらともいえない	度数	40	42	36	118
		%	18.5%	21.5%	17.7%	19.2%
	反対	度数	47	46	67	160
		%	21.8%	23.6%	33.0%	26.1%
合計		度数	216	195	203	614
		%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

6.4 賛否意思決定モデルの定式化

以下、定式化を示す。モデルの基本構造は第4章で定式化したものに準拠している。 ω_i を行動主体 i の選択結果を示す二項変数とし、ロード・プライシングの導入に賛成の意向（協力行動）を示した場合に+1、反対の意向（非協力行動）を示した場合に-1 の値をとるものとする。また、以下のような線型加算型を用いて、各行動主体の効用関数を特定化する。

$$V(\omega_i) = u(\omega_i) + S(\omega_i, \bar{m}_i^e) + \varepsilon(\omega_i) \quad (6-1)$$

ここで、 $u(\omega_i)$ は個人の私的動機のみ依存する確定効用項、 $S(\omega_i, \bar{m}_i^e)$ は構成員全体の選択結果に基づく効用項（社会的相互作用項）、 $\varepsilon(\omega_i)$ はランダム項である。ランダム項は、全て

の構成員間で、独立かつ同一のガンベル分布に従うと仮定する。

また、 \bar{m}_i^e は主体 i が他者の選択行動の集計結果に対して抱く主観的期待である。ただし、二項変数 ω_i が $-1, +1$ という2値を取ることに対応して、 \bar{m}_i^e の定義域も -1 以上 $+1$ 以下とする。すなわち、代替案1を選択する構成員のシェアに対する主観的期待を \bar{p}_i^e とすれば、 $\bar{m}_i^e = 2\bar{p}_i^e - 1$ と表される。

以後、 J を未知パラメータとし、社会的相互作用の項を次式のように特定化する。

$$S(\omega_i, \bar{m}_i^e) = J\omega_i\bar{m}_i^e \quad (6-2)$$

パラメータ J が正であれば、各構成員は集団の多数を占める選択行動に同調する傾向をもつ。一方、 J が負であれば、集団の多数を占める行動とは反対の行動を行う傾向が高いことを意味する。なお、パラメータ J が主体間で同一であることから、相互作用の影響力は主体間で同一となる。

意思決定の時点においては、各行動主体は自分自身のランダム項の値は認識しているものとし、他者の平均的な選択結果に対する主観的期待を与件として意思決定を行う。その際、個人間で各自の意思決定に関するコミュニケーションを行うことは無いものと仮定する。すると、主体 i が行動 ω_i を選択する確率は、 θ をランダム項のスケールパラメータとして、以下の二項ロジットモデルで表される。

$$P(\omega_i) = \frac{\exp[\theta(u(\omega_i) + J\omega_i\bar{m}_i^e)]}{\sum_{v_i \in \{+1, -1\}} \exp[\theta(u(v_i) + Jv_i\bar{m}_i^e)]} \quad (6-3)$$

ここで、 $h+k=u(+1)$ 及び $-h+k=u(-1)$ を満たすように h, k を与え、各行動主体 i に対して選択結果の期待値を考えると次式のように表すことができる。なお「選択結果の期待値」とは、具体的には、賛成意向を示した場合に $+1$ 、反対意向を示した場合に -1 の利得が得られるとした場合の「期待利得」と考えれば理解し易いだろう。なお、ここでは、他主体の行動結果に対して各主体が考える選択結果 $m_{i,j}^e$ を与件と考えている。

$$E[\omega_i] = \tanh(\theta h + \theta J(I-1)^{-1} \sum_{j \neq i} m_{i,j}^e) \quad (6-4)$$

ただし、 I は準拠集団の構成員の総数である。

さらに、全ての行動主体が合理的期待を形成し、各主体が集団全体の行動シェアを予測する主観的期待が数学的な客観的期待値に一致することを仮定する。すなわち $m_{i,j}^e = E[\omega_j] \forall i, j$ の成立を仮定すれば、次式のように表される。

$$E[\omega_i] = \tanh(\theta h + \theta J(I-1)^{-1} \sum_{j \neq i} E[\omega_j]) \forall i \quad (6-5)$$

この式が全ての i に対して成立する（自己一貫性が満足される）のは、これらの期待値が、対象とする集団の平均的な選択行動（選択シェア）に一致する場合のみであることが知られており、式の対称性より、次の均衡方程式が最終的に導出される。

$$m^* = \tanh(\theta h + \theta J m^*) \quad (6-6)$$

さらに、ここでは、駐輪場所決定に関する私的動機の個人間異質性を考慮するために、効用関数の確定項 $u(\cdot)$ が個人によって異なると考え、 h を、次式で表される h_i に置き換えて特定化する。

$$h_i = b + c' X_i + d' Y_{n(i)} \quad (6-7)$$

ただし、 b : 定数項、 X_i : 個人 i に固有の説明変数ベクトル、 $Y_{n(i)}$: 個人 i が帰属する準拠集団 $n(i)$ に固有の説明変数ベクトル、 c, d : 未知パラメータベクトルである。

スケールパラメータ θ を 1 に基準化すると、各行動主体の賛否意識表明確率、及び、個人 i の帰属する準拠集団 $n(i)$ の均衡方程式は、それぞれ以下のように再定式化される。

$$P(\omega_i) = \frac{\exp[\omega_i(b + c' X_i + d' Y_{n(i)} + J m_{n(i)})]}{\sum_{v_i \in \{+1, -1\}} \exp[v_i(b + c' X_i + d' Y_{n(i)} + J m_{n(i)})]} \quad (6-8)$$

$$m_{n(i)} = \int \tanh(b + c' X_i + d' Y_{n(i)} + J m_{n(i)}) dF_{X_i Y_{n(i)}} \quad (6-9)$$

6.5 モデルの同定と政策分析

6.5.1 モデルの同定

今回収集したデータを用いて、前頁の手順に基づき、式(6-8)に含まれる未知パラメータを推定した結果を表6-5に示す。

当初の想定どおり、他者賛同率は賛否行動に有意な正の影響を及ぼしている。すなわち、周囲の多くが RP 導入に賛同していればいるほど自身も賛同し、あるいは、周囲の多くが反対していればいるほど自身も反対するという、他者への同調傾向が存在することが確認された。

また、その他の私的動機に相当する各種要因に関しても、直感に合致した推定結果となっている。例えば区域内在住ダミーは、 t 値は低いものの負値となっており、これは、区域内在住者の方が外側に住む人に比べて RP 導入に反対する傾向が高いことを意味している。

また、環境意識（因子1）が高い人ほど、RP導入に賛成する傾向があること、あるいは、自動車の利便性（因子2）を高く評価している人ほどRP導入に否定的であること、行政に対する信頼感（因子3）が高い人ほどRP導入に賛成する傾向があること等も伺うことができる。

表6-5 パラメータ推定結果

変数名	推定値	t 値
定数項（賛成）	-0.482	-2.44
他者賛同率	1.61	2.24
課金額（円）	-6.83×10^{-4}	-3.60
区域内在住ダミー	-6.16×10^{-2}	-0.504
男性ダミー	0.312	3.31
対数（年収[万円]）	-0.175	-1.98
年齢	2.63×10^{-2}	5.84
環境意識（因子1）	9.56×10^{-2}	1.96
自動車利便性（因子2）	-0.275	-5.27
行政への信頼（因子3）	3.62×10^{-2}	0.754

サンプル数：1714，
最大対数尤度：-929.2，初期対数尤度：-1181.2

6.5.2 賛同確率曲線の推計と限界質量解の算出

6.5.1で求めたパラメータ推定値を用いて、他者賛同率と個人の賛同確率との関係を示す曲線（政策賛同率曲線）を推計する。第4章、個人の選択確率が式(6-8)で与えられた場合、この曲線は双曲線正接となることが知られている。具体的には、以下の式の右辺によって与えられる。また、この曲線と45度線との交点が均衡賛同率を表し、その値は、式を m に関して解くことで推計することができる (N : サンプル数)。

$$\begin{aligned}
 m &= \int \tanh(\hat{b} + \hat{c}' X_i + \hat{d}' Y_{n(i)} + \hat{J}m) dF_{X_i, Y_{n(i)}} \\
 &\cong \frac{1}{N} \sum_i \tanh(\hat{b} + \hat{c}' X_i + \hat{d}' Y_{n(i)} + \hat{J}m)
 \end{aligned}
 \tag{6-10}$$

計測結果に基づいて同定した賛同確率曲線を図6-9に示す。これは、全サンプルの説明変数データを用い、式に従って算出された“集計的”賛同確率曲線である。

曲線と45度線は3点で交わっていることがグラフからも確認される。それぞれ、少数、中程度、大多数の人々が、それぞれ政策に賛同しているような状況である。この場合、いかにして中程度の賛同率（限界質量）を達成するのか、その方法を検討することが実務的には重要となる。実際、この曲線を用いて限界質量を計算すると、RP導入に対する賛同率にして58.0%の点が限界質量となる。この58.0%という数字は、初期時点で達成するためには、かなり大きな比率であり、それを実現するためのマーケティング的な施策を検討す

ることが重要となってくる。

もちろん、個人特性の相違により、他者参加率と自己の賛同確率の関係が大きく変化する可能性があり、地域全体として効果的な政策導入に対する理解を促すには、セグメントごとにRP導入条件が及ぼす影響を検討することが重要であり、そのために本モデルが有用であることをある程度確認することができたと考えている。

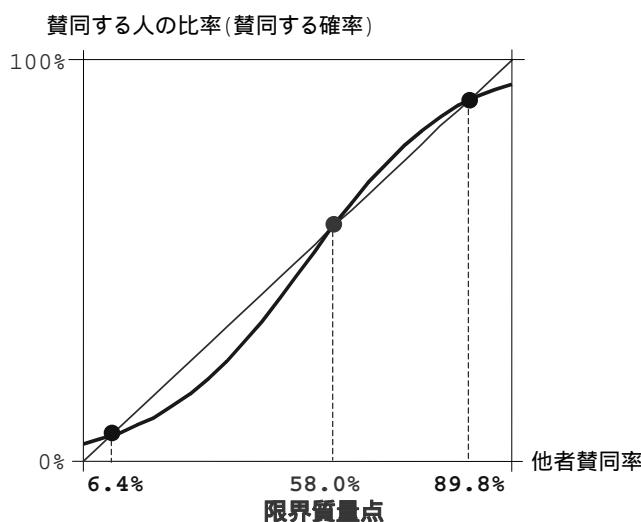


図6-9 集計化された他者賛同率反応曲線

(横軸：他者賛同率，縦軸：賛同する人の比率[賛同確率])

6.5.3 課金レベルによる賛同確率曲線の推移

には、全サンプルの説明変数データを用いて曲線の形状を求め、その上で、3段階の課金レベルに対応させて曲線を縦軸方向にシフトさせた結果を示している。他者への同調傾向が強い中で、市民の政策に対する理解の促進を目指す場合、いかにして中程度の賛同率(限界質量点)を達成するのかが検討することが重要となる。例えば、課金レベルが500円/回の場合、限界質量は6割強(62.0%)となり、政策導入の初期時点において、この程度の賛同率を少なくとも達成しておく必要があることが示唆される。

もし、このような分析方法の信頼性がある程度確保されれば、例えば、「目標値(限界質量)と現時点での政策賛同率との差を埋めるような政策を検討しさえすれば良い」等といったマーケティング的な検討を行うための基礎資料になると思われる。

第7章
交通行動主体の新技术適応行動の
計量分析

7.1 緒言

本章では、正の社会的相互作用（ネットワーク外部性）が存在すると考えられる、ETC 車載器の購入に対する消費者（ドライバー）の適応的行動の実証的分析を行う。ETC システムは、個々の道路利用者のミクロな車載器購入行動とマクロな普及率との間に相互依存関係が存在する、すなわち、普及の程度に応じて各利用者の享受する効用が変化するという特徴を有していると考えられる。本章では、車載器のマクロな普及状況と、個々の道路利用者の車載器購入意思決定との相互依存関係を考慮した車載器普及モデルを構築する。提案したモデルによって、動的な普及の過程のみならず、車載器が低普及の状態に膠着する状態を記述することが可能となる。最後に、SP 実験で得られた車載器購入意識データを用いてモデルの同定を行い、各種の政策による普及パターン変化をシミュレートする。

7.2 問題意識

我が国では、2001年3月より、ETC（Electronic Toll Collection System）の本格的な実用化が開始された。ETC の導入により、料金支払いの効率化、料金所通過時間の短縮、料金所における渋滞削減等の直接的な効果が生じ得る。また、渋滞解消に伴う沿道大気環境の改善や、ロード・プライシング等各種料金施策の実現による交通需要管理の効率化といった、間接的効果もたらされることも期待されている（道路システム高度化推進機構 2002;自動車走行電子技術協会 2002）。しかし、ETC 車載器（以下、車載器）の普及台数に関して見れば、全国で280万台（セットアップ台数、2004年4月末現在）を超えたものの、対自動車保有台数比で見ると約3.7%程度に留まっており、普及が迅速に進んでいるとは言い難い。上記で述べた ETC 導入に伴う各種の効果が顕在化していないのが実状であり、車載器の普及促進を早急に行う必要性が随所で指摘されている。

ETC システムが効果的に運用されるためには、ETC 対応料金所のような関連社会基盤施設の整備水準が、当該時点での車載器の普及状況に適応していること（例えば、普及率が100%近いのに料金所の大半がマニュアル専用レーンであるといった状況を生じさせないこと等）が第一に必要である。すなわち、社会基盤の供給と車載器の普及とが協調的に進行しなければならない。このように、需要に見合った基盤整備が行われると想定すれば、車載器が普及するに従って料金所での平均的な待ち時間が削減され、道路利用者の車載器保有に対する効用が増大する。その結果、道路利用者の車載器購入行動が促進され、マクロ的な帰結として、車載器普及率も増加すると考えられる。

以上述べたように、社会基盤の供給と ETC 車載器の普及が協調して進行する場合には、システムの利用者が多いほど、車載器のパフォーマンスは大きくなり、それに伴って、個々の利用者が享受する便益が大きくなる。一方、社会基盤の供給が進まず、車載器の普及が低迷したままであれば、本線から料金所付近にかけての交通渋滞によって、ETC 利用者の料金所通過時間も削減されず、結果として購買行動も滞って車載器普及が進まないまま、

低普及の状態では停滞する状況も起こり得る。このように、同じサービスを利用する個人の数が多いほど、そのサービスの利用から得られる効用が高まることから、ETCシステムは、消費者間相互依存性の一つであるネットワーク外部性（依田 2001）の性質を有するサービスと解釈することができると思われる。

消費者間相互依存性を有する財の場合、状況によっては、得られる需要や便益に複数の安定状態が存在することが従来指摘されている（Leibenstein 1950; Rohlfs 1974）。さらに、新規サービスの普及が低い状態で停滞する現象は、“立ち上がり問題（Start-up Problem）”と呼ばれ（Rohlfs 1974; Rohlfs 2001; Metcalfe 1998; 宮尾 2001）、複数の安定した需要レベルのうち、低普及の状態に膠着してしまう場合と解釈することができる。交通政策の見地からは、車載器市場がこのような立ち上がり問題に直面しているのか否かを検討すること、及び、立ち上がり問題に直面しているならば、どのようにしてその状況から脱却し普及を促進し得るのかを検討することの意義は大きいと思われる。

以上の問題意識に基づき、本研究では、車載器普及率と車載器パフォーマンスの相互依存性を考慮した個々の道路利用者レベルのミクロな車載器購入行動モデルを構築する。さらに、これをマクロな普及予測モデルへと展開して、普及促進政策の影響分析を行う。

車載器普及過程のモデル化に関しては、これまで幾つかの研究（清水・屋井 1999; 岡本・石田・佃・古屋 2003; Levinson & Chang 2003）が行われてきたものの、利用者レベルでのミクロな購入行動と、購入行動の集積として発現する車載器パフォーマンス特性との相互依存性を明示的に考慮した分析は、筆者らの知る限り見当たらない。その結果として、既往研究のモデルでは、車載器の普及が膠着する状況を表現できていない。

一方、本章では、第4章で構築したモデルを基礎として、主体間の相互依存性（社会的相互作用）を考慮した計量モデルを動的問題へ展開し、ETC車載器の普及問題に適用する。

7.3 分析の基本的立場

個人のETC車載器の購入意思決定行動は、ETC車載器の「購入」「購入しない」の二項選択行動である。本研究では、この二項選択行動をランダム効用理論に基づいて定式化し、その際に個人の効用において私的な要因と共に、自動車利用者間の相互依存性要因を仮定する。ここでの相互依存性は、ETC車載器市場の市場メカニズムだけでは説明できない「ノン・マーケット・インタラクション」であり、さらに、相互依存性の影響を受ける対象が、不特定多数の他の個人である「グローバルインタラクション」である。すなわち、ETC車載器購入の意思決定主体以外の準拠集団を構成する個人も、ETC車載器を「購入する」「購入しない」の二項選択を行っているため、準拠集団の平均的な行動結果は、準拠集団における平均的な選択確率である。

ここで、利用者間の相互依存の要因としては、

- ・ ETCの利便性に基づいたETC車載器購入意識

- ・ 周囲の車載器保有状況に基づいた、模倣的な購入意識
- ・ 車載器の保有自体を目的とした、革新的な購入意識

といった、各種の購入意識の存在が Fukuda, Opachavalit & Yai (2004) により確認されている。本研究でも、これに基づき、ETC の利便性に基づく購入要因と模倣的な購入要因を仮定する(図7-1)。

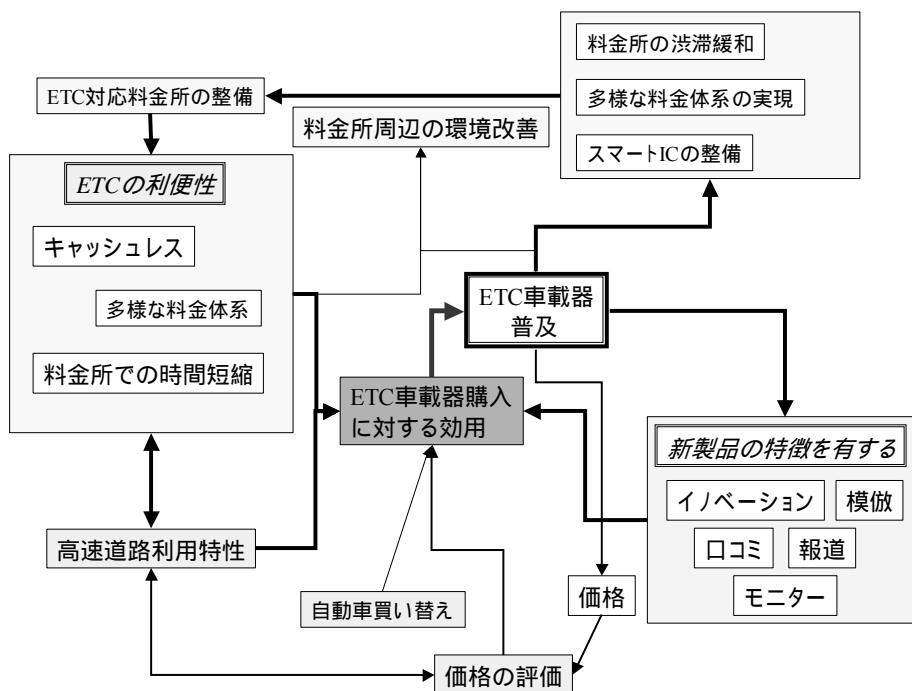


図7-1 ETC 車載器購入に関する個人の意識構造

ETC の利便性に基づく購入意識と模倣的な購入意識は、その時点における ETC 車載器の普及率に依存していると考えられる。例えば、ETC を利用した時に高速道路料金所で削減される平均的な待ち時間は、料金所での ETC レーン整備水準と共に、ETC 利用率に影響を受けて変化する。しかし、その変化のメカニズムは複雑であり、車載器の普及率と ETC の利用による料金所での待ち時間削減量の相関が正であるのか負であるのか、普及率の上昇と共に待ち時間削減量の変化率が増加するのか減少するのか、といった基礎的なことについても、一概には断定できない。

模倣的な購入意識は、文字通り、購入選択行動を行う主体の周囲で車載器を保有している人が多いほど、車載器購入に対する効用が増加し、購入しようとする選択確率が増加する。逆に、車載器を保有していない人に対する模倣行動を行うことも考えられる。マーケティング・サイエンスにおいては、前述のような模倣的行動は「バンドワゴン効果」、後者のような模倣行動は「スノップ効果」と呼ばれている (Leibenstein 1950)。

以上より、一般の自動車利用者における ETC 車載器の購入選択行動においては、自動車

利用者間の相互依存性要因を他者の平均的な行動結果として取り入れる場合、車載器の普及率を代理指標として導入することが妥当であると考えられる。

一般に、自動車等の耐久消費財の普及を対象とした分析においては、ある時点での選択確率を積み上げて、ダイナミックな普及予測を行うものがほとんどである。これらの分析では、時間軸の設定は、商品が既に普及がある程度進んでいる場合には実際の時系列的な普及率の変化に基づくしか、また、新製品のため未だ普及し始めていない商品、もしくは、普及し始めていてもほとんど普及が進んでいない商品の場合には、時間軸をアドホックに与える以外ない。しかし、本章で構築する一般的な自動車利用者の ETC 車載器購入行動モデルでは、ある時点の直前での普及率を、他者の平均的な行動結果として導入するため、その時間間隔をア priori に設定することは不可能である。すなわち、本章では、ミクロな個人の購入行動モデルと、マクロな普及予測モデルを同時に構築する必要がある。

車載器購入モデルには、私的要因に含まれる個人属性のみならず、普及率という、利用者間相互依存性を表す社会的要因が含まれている。一方、車載器の高普及状態は未だ実現していないことから、高普及時の購入実績データは現存しない。また、既保有者を特定化して、実際の購入時の情報を入手することも極めて難しい。そこで、本研究では、意識データ（SP データ）を用いて購入モデルの同定を行う。その詳細は 7.6 で説明する。

この場合、意識調査において、普及の程度（普及率）を車載器属性の一つとして導入する必要が生じる。しかし、回答者に車載器の普及率を直接提示しても、状況に合致した妥当な回答結果を得ることは難しいと想像される。そこで、本研究では、車載器普及率と車載器パフォーマンスの関係に着目し、“ETC 利用によって料金所通過時に節約される待ち時間”と“車載器普及率”の関係を、交通工学的な見地から定量的に把握することを前提に、“ETC 利用により料金所通過時に節約できる待ち時間”を回答者に提示している。

7.4 車載器購入モデル

7.4.1 モデル化の前提条件

利用者間の相互依存を考慮した個人の ETC 車載器購入行動モデルは、第 4 章で定式化したものを、さらに、逐次的な意思決定行動を表現するように拡張することで定式化する。

モデル構築に際しての前提条件を下記に整理する。

- (a) 有料道路利用者（以後、単に道路利用者として表記）を分析対象とする。
- (b) 道路利用者は、車載器を購入するかどうかの検討段階に既に達しており、車載器を“購入する”、“購入しない”という二項選択を行うものとする。
- (c) 離散時間での逐次的な購入意思決定状況を想定し、道路利用者は、各時点において、購入するかどうかの意思決定を行うものとする。
- (d) 道路利用者の車載器購入行動に影響を及ぼす要因として、購入費用や自動車利用特性等に代表される“私的要因”と、システム利用者数によって規定される ETC サービスの

パフォーマンス(料金所での待ち時間削減量の程度)を表す“社会的要因”を想定する。
(e) ETC 対応料金所のような関連社会基盤の整備と車載器の普及とが協調的に進行するものと仮定し、社会的要因の影響は、ETC サービスのパフォーマンスの単調増加関数と考える。この社会的要因は、直前期の普及率の実績値によって規定されるものとする。

前提 (b) は、一度車載器を購入した利用者が、購入以後に車載器を利用しない可能性があることを意味する。Levinson & Chang (2003) は、これと同様の考えに基づいて ETC 利用による料金支払い形態の普及過程をモデル化しており、マクロな視点で見た場合、この前提を設けることは不自然ではないと考える。また、前提 (c) は、マクロ普及モデルを同定するために必要な前提である。一方、前提 (d)、(e) に関しては、このように、社会的要因の影響を想定することにより、利用者レベルでのミクロな購入行動と、購入行動の集積として発現する車載器パフォーマンス特性との相互依存性を明示的に考慮することが可能となる。この相互依存関係については、7.4.2 で具体的に説明する。最後に前提 (e) は、道路管理者が各時点での ETC 利用需要に見合った基盤整備を行うという想定であるが、普及台数に対応して ETC 搭載車専用レーンが漸次的に整備されている現状を鑑みると、非現実的な仮定ではないと考えている。

また、グローバルインタラクションモデルのフレームで相互依存性を考慮するためには、影響を受ける準拠集団を特定する必要がある。ETC 車載器の購入行動の文脈では、ETC 利用時の利便性発生メカニズムからこれを、

$$\text{準拠集団} = \text{一般の自動車利用者}$$

とするのが妥当であると考えられる。無論、現実には一般車のみならず、トラック等の事業系車両も存在する。実際の高速道路では事業系交通を無視することはできないが、今回の分析では一般的な個人を対象とし、事業系を対象とした分析は、今後の課題としたい。

7.4.2 定式化

7.4.1 で説明した前提条件に基づき、 t 期における道路利用者 i の車載器購入、非購入に対する間接効用を、私的要因及び相互依存要因を導入して、以下の線型加算型として表現する。

$$V_{ETC,i,t} = u_{i,t} + JS_{t-1} + \varepsilon_{ETC,i,t} \quad (7-1)$$

$$V_{NON,i,t} = -u_{i,t} + J(1 - S_{t-1}) + \varepsilon_{NON,i,t} \quad (7-2)$$

ここで、 $V_{ETC,i,t}$: 道路利用者 i が t 期に車載器を購入することによって得る効用、 $V_{NON,i,t}$: 道路利用者 i が t 期に車載器を購入しないことに対する効用、 $u_{i,t}$: 道路利用者 i が t 期に車載器を購入する影響のうち私的動機のみ依存する確定項、 S_t : t 期における市場全体の車載器普及率、 $\varepsilon_{ETC,i,t}$ 、 $\varepsilon_{NON,i,t}$: 私的動機のみ依存するランダム項、 J : ネットワーク外部性の影響度を表すパラメータである。 J が正であれば、周囲の道路利用者の車載器保有率が大きいほど、当該道路利用者の車載器購入に対する効用が増大することを意味する。

次に、式(7-1) から式(7-2) を引くことにより、購入した場合と購入しない場合との効用差 $\Delta V_{i,t}$ を求める。

$$\Delta V_{i,t} = V_{ETC,i,t} - V_{NON,i,t} = 2u_{i,t} + J(2S_{t-1} - 1) + \varepsilon_{i,t} \quad (7-3)$$

ここで $\varepsilon_{i,t} \equiv \varepsilon_{ETC,i,t} - \varepsilon_{NON,i,t}$ である。

すなわち、個人の選択行動モデルにて考慮する相互依存性は、

バンドワゴン・スノップ効果によって個々の主体が受ける平均的な相互依存性

と解釈できる。そこで、式(7-3) における第2項を「利用者間相互依存項」と定義する。

さらに、 $\varepsilon_{ETC,i,t}$ 、 $\varepsilon_{NON,i,t}$ が、いずれも i, t に関して独立かつ同一のガンベル分布に従うと仮定する。 i に関して独立であることは、意思決定に関するコミュニケーションや取り決めを道路利用者間で行わないことを意味する。また、 t に関して独立であることは、当該道路利用者の現時点の購入意思決定が、他時点の意思決定の影響を受けないことを意味する。以上より、道路利用者 i の t 期における車載器購入確率 $P_{i,t}$ は、以下の二項ロジットモデルで表される。

$$P_{i,t} = \frac{1}{1 + \exp[-2\beta u_{i,t} - \beta J(2S_{t-1} - 1)]} \quad (7-4)$$

ただし、 β はスケールパラメータである。

ここで、各行動主体がすべて同質であると仮定すれば、私的効用項において各行動主体の平均値を用いることにより、集計化された t 期における平均的な選択確率が、以下の式で求められる。

$$P_t = \frac{1}{1 + \exp[-\{2\beta u + \beta J(2S_{t-1} - 1)\}]} \quad (7-5)$$

7.5 車載器普及モデル

7.5.1 変数の定義

7.4で導出した個人購入モデルを、マクロな普及モデルへと展開する。まず、ある t 期の車載器市場は、車載器の既保有層と非保有層に分割することができる。また、 t 期末における既保有層のシェアを S_t と表す。これは、 t 期末における車載器の普及率に等しい。

次に、 t 期期首に車載器を保有すると見込まれる利用者を、“ t 期における潜在的な車載器購入需要”と称し、この需要の市場全体に対するシェアを D_t で表す。ただし、 D_t はあくまでも、 t 期期首における“潜在需要”であり、 t 期終了時点でその潜在需要が全て顕在化して、普及率増分の実現値である $\Delta S_t (\equiv S_t - S_{t-1})$ に一致するとは必ずしも限らない(図7-2)。

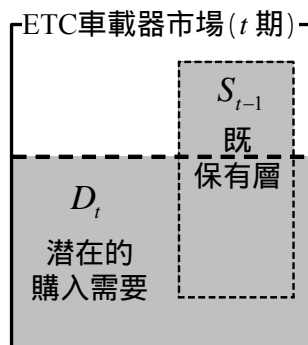


図7-2 車載器市場の構成

7.5.2 普及メカニズム

以上の諸変数間の関係を定式化し、車載器の普及メカニズムを規定する。ここでは Matsuyama (2002) の考えに基づき、需要増分の実現値 ΔS_t が、 t 期における潜在的購入需要 D_t と前期の車載器普及率 S_{t-1} によって規定されるような普及構造を考える。具体的には、以下のような特定化を行う。

$$\Delta S_t = \rho(D_t - S_{t-1}) \quad (7-6)$$

ここで、 $\rho (0 < \rho < 1)$ は、消費者が実際に車載器の購入行動を行うまでのタイムラグを表すパラメータと解釈することができ、“普及速度係数”と呼ぶこととする。

次に、潜在的な購入需要 D_t の特定化を行う。既往研究（清水・屋井 1999; 岡本・石田・佃・古屋 2003; Levinson & Chang 2003）では、車載器を耐久消費財（一度購入した消費者は購入行動を行わない）と見なして特定化を行っている。一方、本研究では、車載器の普及が低い状態で膠着する可能性を記述するために、車載器を一度購入した消費者も再度購入行動を行うと考える（図7-2）。これにより、道路利用者がETCの利用を中止することも表現することができ、式で表すと以下ようになる。

$$D_t = S_{t-1}P_t + (1 - S_{t-1})P_t = P_t \quad (7-7)$$

すなわち、 D_t は、式(7-5)で表される個人の購入確率を集計化して求まる集団としての購入比率 P_t に等しくなる。

例えば、平均値法によって P_t を与えると、式(7-6)は以下のように再定式化される。

$$\Delta S_t = \rho \left\{ \frac{1}{1 + \exp[-2\beta\bar{u}_t - \beta J(2S_{t-1} - 1)]} - S_{t-1} \right\} \quad (7-8)$$

ここで、 \bar{u}_t は時点 t における $u_{i,t}$ の集団平均値である。

無論、平均値法以外にも、例えば、個人属性の分布を与えることによって集計購入比率を規定することが可能である。例えば、第4章の分析では、近似的な経験分布を用いて、

ミクロ - マクロ関係を表す均衡方程式を規定している。一方、本章の場合、普及シミュレーションを行う場合に計算が容易という理由から、平均値法を採用している。

7.5.3 普及速度係数の決定方法と将来普及率の推計方法

式(7-6)におけるパラメータ ρ は、実際の普及実績時系列データ（マクロな集計データ）より推定する。この ρ が決定されれば、 t 期の普及率 S_t を以下の式に従って再帰的に推計することができる。

$$S_t = S_{t-1} + \Delta S_t \quad (7-9)$$

7.5.4 車載器普及の膠着

普及率がある一定の値で膠着するとき、普及率の増分は 0 のまま時間的に変化しない。そこで式(7-8)において、膠着状況（定常状態）時の普及率を \tilde{S} とすれば、次式が成り立つ。

$$\frac{1}{1 + \exp[-2\beta\bar{u} - \beta J(2\tilde{S} - 1)]} - \tilde{S} = 0 \quad (7-10)$$

ここで、 \bar{u} は膠着状況時における平均的個人の確定的な私的効用項である（ \bar{u} は本来、時々刻々と変化するが、ここではとりあえず一定値とする）。さらに、 $2\tilde{S} - 1 \equiv m$ とおくと、双曲線正接関数の定義より、式(7-10) は次のように再定式化される。

$$m = \tanh(\beta\bar{u} + 0.5\beta Jm) \quad (7-11)$$

これは、第4章で示した社会的相互作用存在下の二項選択行動の均衡方程式と同一の形式であり、 \bar{u} と J の値次第で複数の均衡解を持つことが知られている。

なお、ETC 車載器の普及現象において、車載器の普及が膠着してしまう要因としては、以下のようなものが挙げられる。

ETC 利用による利便性：

ETC が普及することにより、料金所を通過する車両のうち ETC 車が ETC レーンへ移行することで、ETC 車がスムーズに料金所を通過できるようになる一方で、一般車の渋滞が解消される。このことから、ETC 車載器の普及率が 100% にならずとも、一般車の料金所手前での渋滞は大きく解消されることとなり、ETC 車載器購入に対するインセンティブが少なくなってしまう。

一部の革新的な購入者のみが購入し、その他の消費者は購入行動を行わない：

現状では、ETC 車載器がその購入費用を負担することになっているが、高速道路料金を支払うためだけのために、ETC 車載器を購入することに対して抵抗がある。

特に、1 番目の要因は、利用者間の相互依存性の効果に言及したものであり、式(7-10)で表される普及のロックインの状態は、これを表現したものと解釈できる。

私的効用の増加に伴って、均衡点（すなわち、ETC 車載器普及率が膠着してしまう普及

率)は高い水準に移る。また、自動車利用者間の相互依存性の強さを表す J の値が増加するほど、複数均衡解の存在する可能性が強くなる。ETC 車載器の普及率が 0% から開始することを鑑みれば、 J の値が増加するほど、低い普及率で車載器の普及が膠着してしまう可能性が高くなることを示す。また、 $J = 0$ の場合は相互依存性の効果が全く無い場合であり、均衡解は 1 つとなる。これは、相互依存性の効果を考慮しない場合である。

7.6 意識調査の概要

道路利用者の ETC 車載器購入意識に関する調査は、インターネットを利用したアンケート形式で実施した。インターネットで調査を行うにあたって、株式会社情報開発センター (<http://www.idcnet.co.jp/>) に調査を依頼し、この会社の調査モニターとして登録してある個人を対象として、

E-mail による調査依頼を行い；

一定期間内に調査用 WEB ページへアクセスし、各質問に回答してもらう；

という手順を通じてデータを収集した。調査用 WEB ページは、ASP 言語を用いて作成し、東京工業大学内の WWW サーバーに設置した。調査票の詳細は APPENDIX を参照されたい。

7.6.1 対象とサンプル数

今回調査対象となるのは、情報開発センターのモニターとして登録してある 19,653 名のうち、以下の条件を満たす個人である。

- ・ 関東圏（東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県、群馬県、栃木県、茨城県）在住。
- ・ 自家用車を少なくとも 1 台は保有している。

自動車保有者を対象とした理由は、現在、車を既に保有している人が、今後どのような機会に ETC 車載器の購入を検討するようになるのかを重点的に分析するためである。

調査は、平成 14 年 6 月 14 日～6 月 21 日にかけて実施し、サンプル数が規定の約 600 に達し次第打ち切りという形で行った。このように、回答モニターを利用することによって、比較的短期間で大量のサンプルデータを効率的に収集することが可能となる。

こうして得られた全 579 サンプルのうち、回答内容が非現実的なものを削除した有効回答を実際の分析では用いる。SP 質問は、異なる条件で 1 人当たり 4 回尋ねており、最終的に 1537 個の回答（同一個人の回答を含む）結果を得た。これらを分析データとして用いる。

7.6.2 調査票の内容

調査票の各ページは以下のような内容になっている。

- 1 ページ：調査の目的と主旨、ETC に関する我が国の現状を述べた後、各被験者のこれまでの道路利用（目的、頻度、走行距離、料金支出等）、自動車買い替え、カーナビの有無等についての質問が行われる。

- 2 ページ：ETC 車載器，及び，ETC システムそのものに対する各種の心理要因を把握するために，5 件法（5 段階評価値）を用いた質問が行われる．
- 3 ページ：ETC 普及に伴って，料金所での待ち時間削減等，具体的にどのような効果が生じるのかに関する説明が行われる．
- 4 ページ：本調査の核となる，SP 質問を用いた仮想的選択肢群に対する選択実験が行われる．選択実験は，一人当たり 4 回実施される．その際，1 ページで回答した走行距離や料金支出の値から，被験者本人の ETC 導入による年間節約時間や節約費用が算出され，その情報に基づいて，各被験者は選択の判断を行うことになる．インターネットを用いた分析により，このようなインタラクティブな質問提示が可能となる．
- 5 ページ：性別，年齢，既婚の有無，職業等，基本個人属性に関する質問が行われる．
- 6 ページ：調査への協力に対するお礼を述べ，調査終了．

7.6.3 選択実験における車載器属性の設定方法

このアンケートで提示した以下の ETC 車載器の持つ 4 つの属性は，道路管理者側でその要因のレベルを管理できるものであるという認識に基づき，次のように設定している．

1. 車載器価格（円）
2. ETC を利用することによる高速道路料金の割引率（％）
3. ETC を利用することによる高速道路料金所で節約できる平均時間（分）
4. 対距離料金制度導入の有無（Yes-No）

上記のプロファイル設定のもと，以下の 3 つの仮想代替案を提示し，そのうち 1 つの代替案を選択してもらっている．

- A. 仮想 ETC 車載器 1 を購入
- B. 仮想 ETC 車載器 2 を購入
- C. 購入しない

上記の 3 つの代替案のうち A もしくは B を選択した場合には，その人が ETC 車載器の購入行動を行ったものとみなし，C を選択した場合には購入を行わなかったものとしている．

このアンケートにおいて提示した ETC 車載器に関する 4 つの要因のうち，3 番目の「ETC を利用することによる高速道路料金所で節約できる平均時間」については，ETC の利用率（すなわち ETC 車載器の普及率）により，その値が変化すると考えられる．つまり，ETC 利用により高速道路料金所において節約できる時間を，ETC 車載器の普及レベルと定量的に関連付けることが可能であれば，この要因を ETC 車載器の普及率として考慮することができる．また，この調査では，A，B，C の仮想代替案を用いて，個人の車載器の購入・非購入の選択行動を把握できている．

そこで，7.7 において「ETC 利用による高速道路料金所において節約できる平均時間」と車載器普及率の関係を定量的に把握する．

一方、マクロ普及モデルにおける普及速度係数 ρ の推定については、2001年3月よりETCの実用化が始まり実際の普及が進み始めていることに配慮して、車載器普及率の実績データを用いて推定する。これに関しては、7.8で説明する。

7.7 節約待ち時間と普及率との対応関係

7.7.1 概要

以下では、堀口・桑原(2000)を参考にして、節約待ち時間と車載器普及率との関係を特定化する。算出過程の詳細に関しては、7.7.2及び渡邊(2003)を参照されたい。

まず、普及率が S のときにETC利用によって料金所で節約できる待ち時間 $T(S)$ を次式のように定義する。

$$T(S) = t_n(0) - t_e(S) \quad (7-12)$$

ここで、 $t_n(0)$ ：普及率0の場合の一般車料金所通過総所要時間、 $t_e(S)$ ：普及率 S の場合のETC搭載車料金所通過総所要時間であり、節約待ち時間 $T(S)$ は、それらの差として定義されることになる。これに対して、普及率が同一の状況で、一般車とETC搭載車それぞれの料金所通過時間を求め、それらの差として節約待ち時間を定義する考え方もあるが、本章では、前述のSP実験との整合性を考慮して、そのような定義を行っている。

さらに、 $t_e(S)$ を以下のように定義する。

$$t_e(S) = t_{Main}(S) + t_{e,Toll} \quad (7-13)$$

ここで、 $t_{Main}(S)$ ：普及率 S の場合の本線リンク通過時間、 $t_{e,Toll}$ ：ETC搭載車の料金所リンク通過時間である。これらの変数は、対象とする料金所の構造特性及び交通流特性によって規定される。その具体的な算出手順は7.7.2に記す。

本章では、首都高速道路における典型的な料金所であるという理由で大井集約料金所(表7-1)を採り上げ、その構造に基づいて通過時間と普及率との関係を算出した。なお、ETC専用ゲートに関しては、7.4.1の前提(d)に対応して、料金所に流入するETC搭載車の日最大交通量が専用ゲートの総容量を越えないように追加整備されるものと想定して設定する(表7-2)。

表7-1 大井集約料金所の概要

料金所ゲート総数	7
一般ゲート容量(台/分)	7.5
ETCゲート容量(台/分)	13.3
ジャム密度(台/km)	120
ETC車の料金所リンク平均通過速度(km/h)	30
日平均本線渋滞長(m)	752.1
料金所リンク長(m)	100.0
ETC車の料金所通過時間(分)	1.39
一般車の料金所通過時間(分)	7.86

表7-2 ETC専用レーン数の設置基準

ETC車専用レーン数	車載器普及率
1	0～22%
2	～44%
3	～66%
4	～88%
5	～100%

これらの条件のもと、普及率と節約される待ち時間との関係を算出した結果が表7-3である。ここでは、SP実験で設定する節約待ち時間のレベルに対応する普及率のみを示している。なお、普及率が約50%を超えると、節約待ち時間の増加率が極めて小さくなり、普及率と節約待ち時間の関係を一意に決めることが難しい結果となった。そこで、節約待ち時間が8分という状況に対しては、中程度の普及、高程度の普及という2種類の状況が存在すると考え、普及率55%と85%という代表値を暫定的に設定した。意識調査におけるSP回答においては、これらの普及率に無作為配分することで対応付けを行っている。なお、これらの普及率は、節約待ち時間が8分の場合の普及率の中間値と最大値に相当する。

表7-3 車載器普及率と節約待ち時間の対応関係

節約される待ち時間	車載器普及率
1分	0%
2分	1%
4分	10%
8分	55%
	85%

7.7.2 節約待ち時間と普及率の関係の把握方法

7.7.2.1 変数一覧と想定する料金所の構造

算出に必要な変数を以下のように定義する。また、料金所の構造を図7-3のように仮定する。料金所ゲートの手前に拡幅部分があり、この部分を料金所リンク、料金所リンクに接続する本線を本線リンクと称する。

L : 料金所リンク長

N : 料金所ゲート総数

m : ETC 専用ゲート数

S : ETC 搭載車普及率 (ETC 利用率)

$q_{n,out}$: 一般車専用ゲート1レーンあたりの容量

$q_{e,out}$: ETC 専用ゲート1レーンあたりの容量

Q : 本線上の総交通量

Q_e : 本線上の ETC 搭載車交通量

d_{Max} : 料金所1レーンあたりの最大待ち行列台数 ($= k_j \cdot L$)

$D(S)$: 普及率 S の場合における本線平均渋滞台数

τ : 本線平均渋滞台数 $D(S)$ を算出する際の観測時間

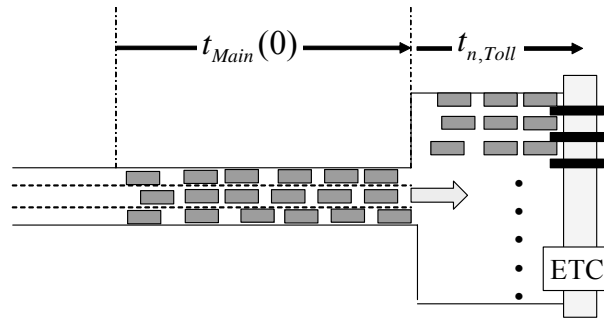
k_j : ジャム密度

\bar{v}_e : ETC 専用ゲートリンク内での平均通過速度

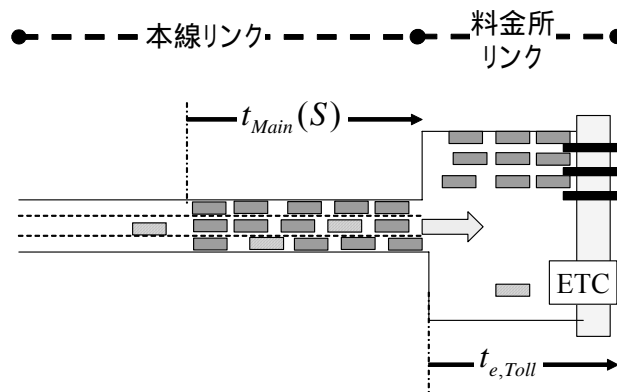
$t_{n,Toll}$: 料金所リンク飽和時の一般車平均通過時間

$t_{Main}(S)$: 普及率 S での本線平均通過時間

$t_n(S)$: 普及率 S での一般車料金所通過総所要時間



(a) 普及率 0 の場合



(b) 普及率 S の場合

□ : ETC搭載車 ■ : 一般車

図7-3 想定する料金所の構造

7.7.2.2 $t_n(0)$ の算出

$t_n(0)$ は、次式によって定義される。

$$t_n(0) = t_{Main}(0) + t_{n,Toll} \quad (7-14)$$

料金所リンク内が飽和するだけの渋滞待ち行列が存在していると想定すれば、 $t_{n,Toll}$ は、1レーンあたりの平均待ち行列台数と料金所の容量から、以下のように求めることができる。

$$t_{n,Toll} = \frac{d_{Max}}{q_{n,out}} = \frac{k_j L}{q_{n,out}} \quad (7-15)$$

また、本線リンクからの流出交通量は、料金所ゲートにおける合計の流出交通量に等しい($N \cdot q_{n,out}$)ことに着目すると、本線リンクに渋滞台数が $D(0)$ 台生じている状況において、この渋滞の最後尾に到着した車両の料金所リンクに到達するまでの時間 $t_{Main}(0)$ は、次式で与えられる。

$$t_{Main}(0) = \frac{D(0)}{(N-m)q_{n,out}} \quad (7-16)$$

式(7-17), 式(7-16) より, $t_n(0)$ が求まる.

7.7.2.3 $t_{Main}(S)$ の算出

一般車ゲートに, その総容量を越える交通量の一般車が流入し, 待ち行列が本線リンクまで延伸している状況を想定する. この場合, 本線リンクに流入した全車両 (ETC 車も含む) が, 渋滞に巻き込まれることになる. このとき, 本線から料金所リンクに流入する ETC 車の単位時間あたり台数は次式で表される.

$$Q_e = \frac{S}{1-S} \cdot q_{n,out} (N-m) \quad (7-18)$$

すると, 本線リンクから料金所リンク内の一般ゲートと ETC 専用ゲートへの合計の流入交通量は, 次式で表される.

$$Q = \frac{Q_e}{S} = \frac{q_{n,out} (N-m)}{1-S} \quad (7-19)$$

ここで, 料金所 1 レーンあたりの最大待ち行列台数 d_{Max} が, 本線リンクに生ずる渋滞台数に比べ十分に小さいとすれば, 普及率 S のときに本線リンクに生じている渋滞台数 $D(S)$ は, 普及率 0 のときの本線リンク渋滞台数 $D(0)$ を用いて次式で表される.

$$D(S) = D(0) - \tau(Q - N \cdot q_{n,out}) \quad (7-20)$$

すると, 渋滞最後尾に到着した車両が本線リンクを通過に要する平均時間 $t_{Main}(S)$ は, 一般車, ETC 車に関わり無く, 次式で表される.

$$t_{Main}(S) = D(S)/Q \quad (7-21)$$

7.7.2.4 $t_{e,Toll}$ の算出

7.4.1の前提(d)に即して, 道路管理者のETCゲート増設ルールを以下のように想定する.

ETC 専用ゲート流出交通量 $q_{e,out}$ と ETC 専用レーン数 m によって求まる ETC ゲート総容量 ($m \cdot q_{e,out}$) が, ETC 車交通量 Q_e を下回らないようにゲート数を 1 ずつ増加させる.

このルールに従って ETC 専用ゲートが整備されるとすれば, 料金所リンクに流入した ETC 車は, レーン内で渋滞を生じることなく料金所を通過できる. そのときの料金所リンク内での平均通過速度を \bar{v}_e とすれば, ETC 車の料金所リンク通過時間 $t_{e,Toll}$ は次式で与えられる.

$$t_{e,Toll} = L/\bar{v}_e \quad (7-22)$$

7.7.2.5 T(S)の算出

以上，7.7.2.1～7.7.2.4の手順を経て，式(7-13)によって任意の普及率に対する節約待ち時間を算出することが可能となる．具体的には，表7-1に示した各パラメータ値の設定のもと，ETC普及率 S を変化させて，対応する節約待ち時間 $T(S)$ を算出する．

7.8 普及モデルの同定

7.8.1 選択実験データの特性

7.4で構築した個人のETC車載器購入意思決定モデルを，7.6で説明した意識調査のデータを用いて同定する．

モデルの同定に用いる部分は，アンケートにおける車載器のプロファイルごとの回答結果を用いる．プロファイルは7.6.3で挙げた要因で構成されている．

1. 車載器価格（円）
2. ETCを利用することによる高速道路料金の割引率（％）
3. ETCを利用することによる高速道路料金所で節約できる平均時間（分）
4. 対距離料金制度導入の有無（Yes-No）

このうち，「価格」「割引率」「節約できる待ち時間」の3つの要素に関しては，それぞれ4つのレベルを設けている．例えば，「価格」の変数の実際の値として，25,000円・30,000円・35,000円・40,000円という4つの価格を設定している．また，「対距離料金」に関しては，無し（現状のまま）・有りという2通りの状況を設定する（表7-4）．

表7-4 各要因の設定レベル

属性	レベル
価格	25,000円
	30,000円
	35,000円
	40,000円
割引率	10%
	20%
	30%
	35%
節約できる待ち時間	1分
	2分
	4分
	8分
対距離料金制	無し（現状のまま） 有り

また、プロフィールは3つ仮定し、そのうち1つを選択してもらっている。

- A. 仮想 ETC 車載器 1 を購入
- B. 仮想 ETC 車載器 2 を購入
- C. 購入しない

上記の A と B を選択した場合に、その人が ETC 車載器の購入意向があるものとみなし、C を選択した場合には購入しなかったものとしている。

載器属性と選択肢集合の設定は次の通りである。まず、 $4^3 \times 2$ の一部要因配置計画により、各属性の主効果だけが識別される全 14 種類のプロフィール(車載器 1)を作成する。次に、これらの車載器の各属性レベルを反転^[3]させることによって、新たに車載器プロフィールを作成する。これを車載器 2 とする。最後に、“購入しない”という代替案を加えて、合計 14 個の選択肢集合が形成される(Louviere, Hensher & Swait 2000)。実際の調査においては、回答負荷を軽減するため、上記 14 パターンからランダムに少数個を取り出し、それらの SP 質問に対する回答を個々のサンプルに要求している。

購入手動モデルの同定には、得られた全 579 の個人サンプルのうち、有効 SP 回答 1537 サンプルを用いる。すなわち、同一の個人が異なる SP 実験に回答している場合も別個人と見なしている。

7.8.2 車載器購入ミクロモデルの同定

節約される待ち時間は、表 7 - 3 の関係を用いて普及率に変換してモデルの同定に用いる。また、効用関数の確定項 $u_{i,t}$ を構成する変数として、表 7 - 4 に示した車載器属性及びその他の利用者個人属性を用いる。

以上の設定のもと、未知パラメータを最尤推定法によって求めた結果を表 7 - 5 に示す。推定に先立ち、スケールパラメータ β は 1 に基準化してある。また、 $u_{i,t}$ を線形の関数(定数項を含む)により特定化している。なお、節約される待ち時間に関しては、車載器普及率との間に多重共線性が存在するため、モデルから除外してある。

表 7 - 5 より、車載器価格が低く、利用料金割引率が大きいほど、車載器を購入する確率が高いことが伺える。また、対距離料金制度が導入された場合の方がそうでない場合よりも車載器を購入する傾向が高いことも示されている。道路利用特性に関しては、高速道路利用頻度が多いほど、1 回当たりの利用距離が大きいほど、車載器購入確率が大きくなる結果となり、これらも、直感に合致した結果となっている。

また、車載器普及率のパラメータは有意な正の値となり、かつ、その絶対値が 1 よりも大きくなっている。これは、周囲の ETC 車載器保有率が高ければ、車載器を購入する傾向が強いことを表しており、強い利用者間相互依存性が存在する可能性が示唆される。

表7 - 5 個人の車載器購入モデルのパラメータ推定結果

	推定値	t値
定数項	0.551	0.852
車載器普及率	3.17	19.3
車載器価格(万円)	-0.741	-3.44
高速道路利用料金割引率(%)	0.0306	2.47
対距離料金制度の有無	0.887	3.92
高速道路利用頻度(回/週)	0.145	2.30
1回の高速道路利用距離(km)	1.00×10^{-3}	1.39
最大対数尤度	-353.44	
初期対数尤度	-1065.4	
尤度比	0.668	
自由度調整済み尤度比	0.665	
サンプル数	1537	

7.8.3 普及速度係数の同定

7.8.3.1 準備

7.8.2で同定した購入モデルから推計される潜在的購入需要 \hat{D}_t 及び、普及率の実績値 \bar{S}_{t-1} を用いて普及速度係数 ρ を推定する。 \hat{D}_t の値としては、平均的個人を想定して得られる購入比率の推計値 \hat{P}_t を用いる。その際、現時点までの車載器価格や諸条件を反映させるために、表7-6に示した値を用いて平均的個人を定義する。 \bar{S}_{t-1} は、道路システム高度化推進機構から提供された車載器のセットアップ台数実績値(2001年3月~2002年11月の計21ヶ月分の月別データ)、及び、自動車検査登録協力会から得られた乗用車保有台数を用いて算出する。図7-4に2001年3月~2002年11月における各月の1都5県でのセットアップ件数と、その累積件数を示す。収集したサンプルの母集団が一都五県在住の自動車利用者であるため、これらの実績値に関しては、一都五県の統計情報を用いている。

表7 - 6 平均的個人の説明変数の設定値

変数	設定値
車載器価格	4.5万円(2001年3月)から3.0万円(2002年11月)まで一定比率で低下させる
利用料金割引率	2001年3~12月:0% 2002年1月~11月:20%
対距離料金制度	なし
高速道路利用頻度	0.64回/週
高速道路利用距離	59.69km/回

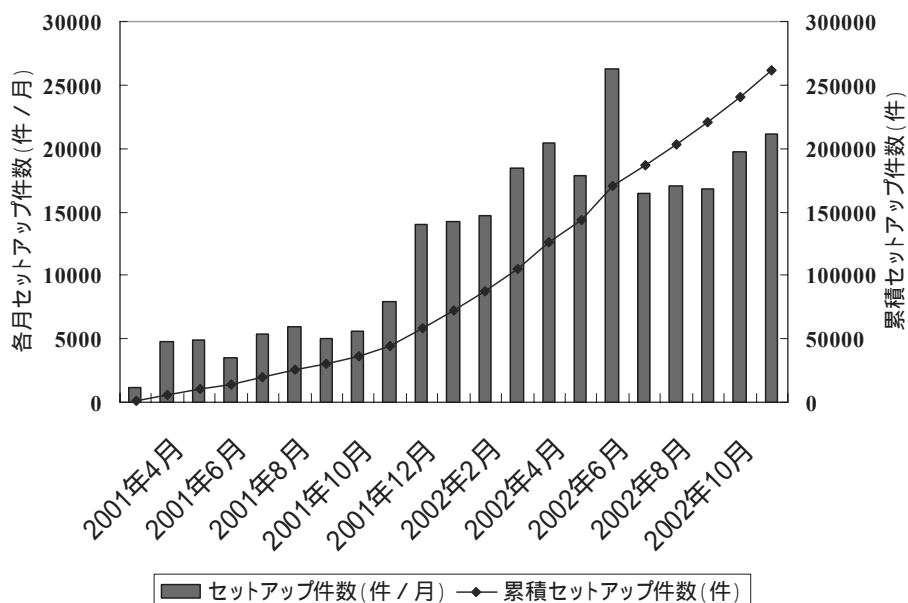


図7-4 毎月セットアップ件数と累積セットアップ件数

このセットアップ件数データからは、ETC 車載器の普及台数は把握できるが普及率は把握できない。そこで、(財)自動車検査登録協会による、2002年10月の1都5県における自動車(乗用車)保有台数 15,364,035 台を用いて普及率を算出する。セットアップ件数を普及率に換算した累積普及率を、図7-5に示す。厳密には、ETC 車載器を装着している車両は乗用車だけに限らないが、現状では、ほとんどが乗用車に装着されていると考えられること、普及率が約2%であることから、ETC 車載器を装着している車両を乗用車と仮定することに問題はないと考える。普及速度係数 ρ の推定には、この普及率データを用いる。

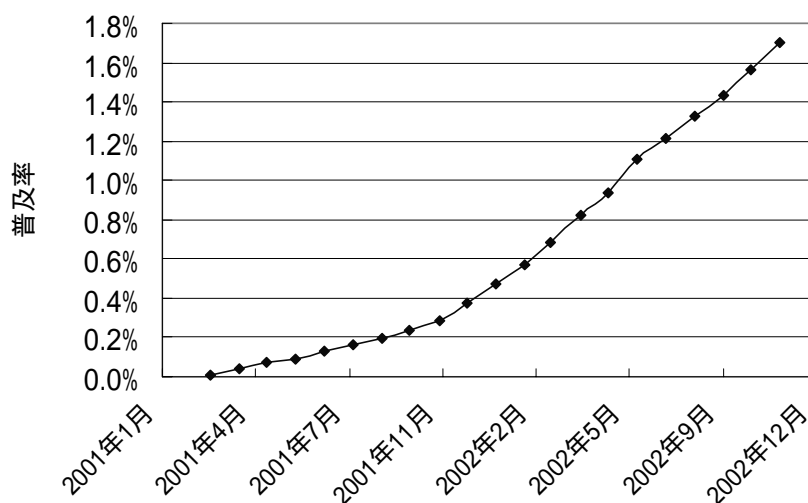


図7-5 ETC 車載器普及率の推移 (実績データ)

7.8.3.2 推定結果

以上の設定のもと、Tobit 回帰を行って普及速度係数 ρ を推定するため、マクロな普及予測式(7-6) を次のように再定式化する。

$$\Delta \bar{S}_t = \rho(\hat{D}_t - \bar{S}_{t-1}) + v_t \quad (7-23)$$

ここで、 $\Delta \bar{S}_t$: t 期の車載器普及率増分の実績値 ($\equiv \bar{S}_t - \bar{S}_{t-1}$)、 \hat{D}_t : t 期の車載器需要推計値である。また、 v_t は誤差項で、正規分布 $N(0, \sigma^2)$ に従うと仮定する。

マクロ普及モデルの推定結果を表7-7に示す。 ρ の推定値は0.126で統計的にも有意な値となっている。また、推計値が0から1の間に収まったことから、モデルの整合性も保持されている。

表7-7 普及モデルのパラメータ推定結果

	推定値	t値
ρ	0.126	22.9
σ	1.83×10^{-4}	6.48
最大対数尤度	151.0	
決定係数	0.811	
データ数	21	

また、推定した普及速度係数 ρ を用いた普及予測モデルによる、2001年3月～2002年11月における車載器普及率の予測値と、実績値を比較したものが、図7-6である。これより、本モデルの現況再現性も高いことが確認される。

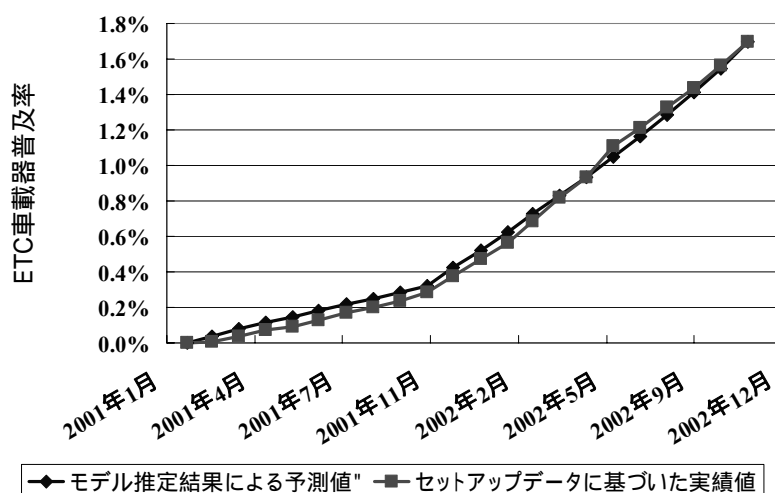


図7-6 普及率の実測値と推定値の推移

7.9 普及予測と政策介入の影響分析

以上、ここまでの手順を経て同定された、個人の ETC 車載器購入意思決定モデルと普及予測モデルを用いて、将来の普及予測と、普及促進政策の影響分析を行う。

7.9.1 普及促進のためのシナリオ

ネットワーク外部性を有する財の場合、普及初期時点での導入コストを低廉化して需要規模を育成する方策が有効であり、ある臨界的な普及率を達成できさえすれば、その後は内的なダイナミクスによって自動的に普及して行くと言われている（依田 2001）。このような性質に着目し、以下では普及促進策の例として、図-2 に示す 4 つのシナリオ（Case 0：現状のまま，Case A：価格漸減，Case B・C：一時的に車載器価格の値下げ及び高速道路料金割引率の増加を行うことによる初期普及規模の育成）を想定し、それらの比較を行う。

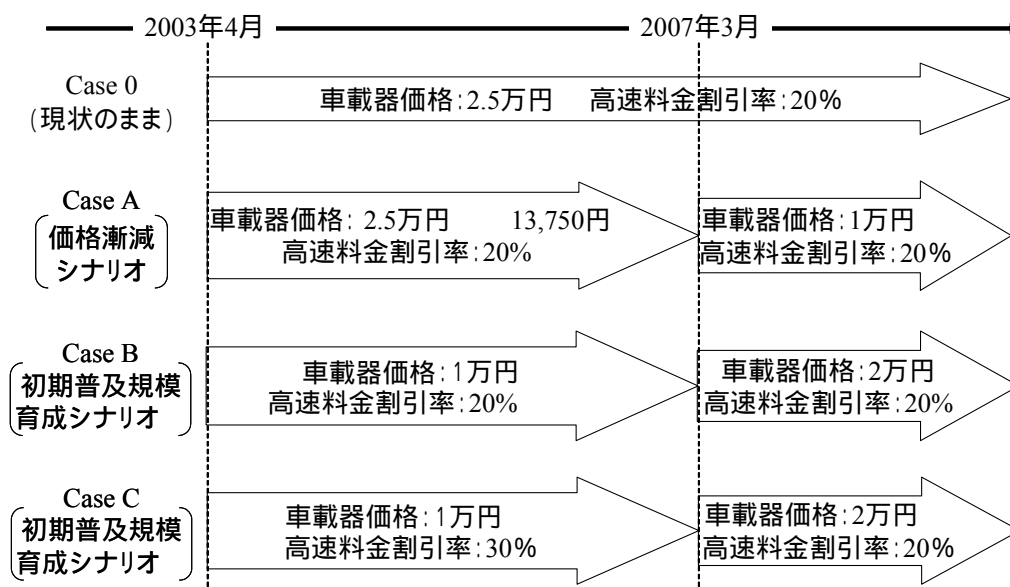


図7-7 普及促進のための各政策シナリオ

(ETC 車載器の価格低減)

ETC 車載器購入の際に、補助制度を設けることや、ETC の事業主体が車載器を買い上げ、ユーザーに安価な値段で販売すること等が考えられる。

(ETC 利用による高速道路利用料金の割引)

2002 年より、ETC 利用者に対する高速道路料金の割引制度が開始され、最高 20% の割引が受けられるようになった。しかし、一般のハイウェイカードや回数券による割引率と大きな差は無く、割引率の面では ETC のインセンティブは低い。そこで、ETC 利用者に対する更なる割引制度の導入が考えられる。

7.9.2 シミュレーション結果と考察

車載器普及率の推移をシナリオ毎にシミュレートした結果を図7-8に示す。まず、現状のまま(Case 0)では、低い普及率で膠着してしまうことが伺える。式(7-10)に基づいて膠着時の普及率を推計すると、約3%となる。すなわち、現状のままでは、立ち上がり問題に直面してしまう可能性が高いことが示唆される。次に、価格漸減シナリオ(Case A)の場合でも、車載器価格が徐々に低下する設定となっているにもかかわらず、普及率20%弱の状況で膠着する結果となっている。同じく、高速道路料金割引率を固定したまま車載器価格のみを一時的に大幅に低下させる初期普及規模育成シナリオ(Case B)の場合でも、Case Aと同程度の普及率の状態で膠着する結果となっている。すなわち、Case 0、Case A、Case Bいずれの場合でも、低普及の状態でロックインしてしまうことになる。

一方、高速道路料金割引率と車載器価格を同時に変化させる初期普及規模育成シナリオ(Case C)では、値下げ期間が終了して、車載器価格が2万円に、高速道路料金割引率が20%に戻った後でも、強い正の相互作用の影響により、より高いレベルの需要膠着状態に到達する結果となっている。このように、一時的ではあっても、強力な普及促進政策を施すにより、初期時点である程度まで普及率を増加させることができれば、例えそれ以降に価格を高額の設定に戻したとしても、普及が自動的に進行する可能性が示唆される。そのための具体的な政策としては、政府が車載器を大量に買い上げて消費者に安価で提供したり、車載器製造業者に補助金を提供したりすることを通じて、実質車載器価格を一時的に大幅に低下させること等が考えられる。

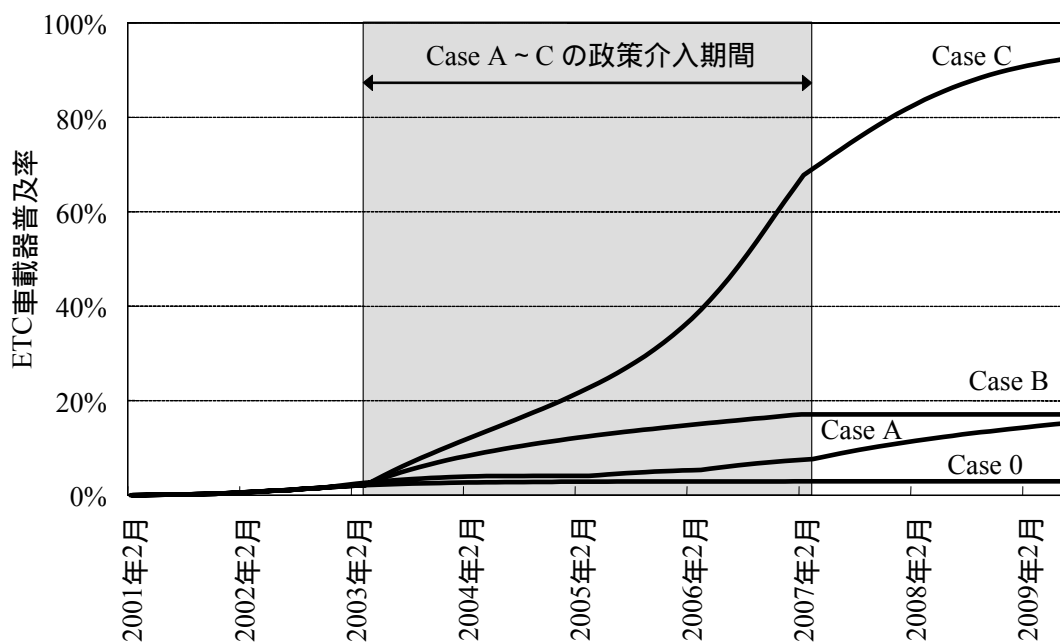


図7-8 普及シミュレーションの結果

7.10 結語

本章では、一般の自動車利用者の ETC に対する意識調査を用いて、ETC 車載器市場における正の利用者間相互依存性の存在に着目し、個人の ETC 車載器購入行動モデルと、ETC 車載器普及予測モデルの同定を行い、その結果を用いて将来の ETC 車載器の普及予測と政策介入の効果分析を行った。そして、例え一時的であっても強力な政策介入を行うことにより、車載器の普及を促進できる可能性があることを例示した。

ただし、本章で示したシミュレーション結果は、あくまでも、上記のような状況が起こりうることの一例に過ぎず、また、その信頼性評価も十分に行われていない。引き続き、多様なケースのもとでシミュレーションを実行し、政策の比較を行いたい。また、信頼性を向上するためには、事業系車両の購入行動の考慮、適切な意識データの取得、未知パラメータの統計的推測方法の精緻化、車載器供給企業や公共主体側の行動の考慮、

普及率と節約待ち時間関係モデルの精緻化等といった、残された課題の改善を継続的に行う必要がある。特に、のモデルの同定に関しては、中山 (2003) も指摘するように、本研究で提示したタイプのモデルでは、カオス的な分岐現象が生じる可能性がある。そのような場合、シミュレーション結果の頑健性が極めて脆弱なものになってしまう。これを改善するためにも、例えば、複数均衡の存在を考慮した統計的推測 (例えば Tamer 2003) を確立することが必要であり、それらは今後に残された課題である。

第 8 章

結論

8.1 本研究の成果

本研究では、社会的相互作用の実証的把握を試みている既往のミクロ計量経済学の研究を中心にレビューを行い、行動モデルへの社会的相互作用の導入可能性の検討を試みた。また、違法駐輪問題、ロード・プライシングの受け入れ問題、ETC 車載器の普及過程を例とした実証分析を行い、“社会的相互作用の影響が強い場合、ある一定の強さ以上の政策介入を行わない限り、社会全体としてのマクロな行動変化が起こり得ない”という状況についての定量的考察を行った。以上より、適切なモデル構築やデータ収集を行うことによって、社会的相互作用の計測と、それがマクロな集団現象に及ぼす影響分析を実施できる可能性が示唆された。

以下に、個別の成果をまとめる。

8.1.1 社会的相互作用の体系的整理・分類

社会的相互作用に関わる研究は、学際的性質が強く、様々な分野で独自のアプローチによって行われている。第2章では、これらの諸研究を網羅的に整理し、各分野の視点やアプローチをまとめた。

また、第3章では特に、社会的相互作用の計量手法という視点に立って、整理を行った。

8.1.2 社会的相互作用を明示的に考慮した行動モデルの構築

第4章では、社会的相互作用を明示的に考慮した行動モデルの構築を行った。具体的には、個人の効用に、従来の私的動機に基づく効用関数設定のみならず、準拠集団の行動が個人に及ぼす影響を考慮した。そして、社会的相互作用を統計的に識別する条件を第3章の議論をふまえて提示した。このような識別性の議論が生じるのは、社会的相互作用の存在下では、従来の行動モデルのような、個人効用の単純な積み上げ方式では、各パラメータの推定値にバイアスが生じ、さらに社会的相互作用の効果を識別することはできないためである。本章で提案したモデルは、このような統計的な識別性の問題に対する適切化が施されているものである。

8.1.3 社会的相互作用が及ぼす影響の計量的・実証的考察

まず、第5章では、路上駐輪事例を対象に、社会的相互作用の計測とそれに基づく均衡分析、及び、政策介入の影響分析を行った。分析の結果、各行動には、社会的相互作用が大きな影響を及ぼしており、これらの行動が戦略的補完性の様相を帯びていることが明らかになった。また、社会的相互作用の存在下では、均衡解が複数存在する場合があります、現状からより社会厚生が高い均衡解への移行可能性を、政策シミュレーションにより示すことができた。

次に、第6章では、二次的ジレンマの分析例として、ロード・プライシングの社会的需容の問題を取り上げ、東京都民を対象とした意識調査を用いて、構造的方略の導入に対し

て、他者賛同傾向が個人の意思決定にきわめて強い影響を及ぼすことを実証的に確認し、そのような中で、ロード・プライシングを実現するための方策について検討した。

最後に、第7章では、利用者間の相互依存性を考慮した ETC 車載器購入行動モデルの構築を行い、マクロな普及予測モデルとの統合を行った。その際、利用者の ETC 利用による利便性と普及率の関係を交通工学的な見地から定量的に關係付け、利用者間の相互依存性の影響により、一時的な政策介入によって、普及率が增大する可能性を例示した。

8.1.4 要約

以上を要するに、本研究では、社会的相互作用の実証的把握を試みている既往のミクロ計量経済学の研究を中心にレビューを行い、社会的相互作用を考慮した行動計量モデルを開発し、各種交通現象への適用を行った。これらの一連の分析を通じて、適切なモデル構築やデータ収集を行うことによって、社会的相互作用の影響の計測と、それがマクロな集団行動に及ぼす影響の分析ことの可能性が示唆されたと考えている。

社会的相互作用は、集団としての行動変容を阻害する要因、あるいは、行動変容を促す原動力のいずれにも成り得る。したがって、社会的相互作用の影響を高い信頼性で推計できるようにすれば、社会的相互作用を介して人々の行動や態度を変容させるためにはどうすればよいのかを、実務的に検討することが可能になると思われる。

具体的には、社会的ジレンマの解消を目指した各種交通政策の導入を検討するに当たって、「何%の人がその行動を選択すれば、自動的に残りの大半の人間がその行動に同調し、望ましい社会状態に自動的に到達するのか」をまず推測する。その上で、政策担当者は、その“何%”の人々の行動変容を実現するために必要な具体的政策を検討することになる。

すなわち、他者行動頻度に対する個人行動の反応曲線を高い精度で推計できれば、行政は強硬な政策介入を闇雲に行う必要は無く、限界質量点を消失させ得るだけのレベルで政策を実施すれば良いことになる。これは、「違法駐輪のような軽微な迷惑行為であっても、行政は、徹底的な防止対策（e.g. 完全パトロール）を実施しなければならない」という社会学理論の主張（Wilson & Kelling 1982）とは、大きく異なる含意である。頻度依存的な様相を帯びた各種の交通問題に対して、このような考えに基づく分析を行うことの意義は、決して小さくないと思われる。

8.2 今後の課題

本研究に関する今後の課題を以下にまとめる。

8.2.1 実証分析の蓄積

これまで、違法駐輪行動という、局所的な空間・行動を対象とした分析しか行っていない。より広域の空間における個人間相互作用、例えば、広域的な交通施策導入に対する

公共受容意識等においては、社会的ジレンマの様相も大きく異なる（他者賛同率に対する認知構造の相違、公共受容ジレンマ）の特質等）。現在、東京都のロード・プライシング導入に対する市民の受容可能性に関する調査を実施し、上記の相違点を明確にすることを検討中である。

8.2.2 準拠集団の特定化

Manski (1993) が指摘するように、分析者が準拠集団の構造を事前に知らない限り、グローバルインタラクションモデルでは実現象を記述できなくなる。本研究では、路上駐輪事例、合意形成事例ともに準拠集団がはっきりと分かりやすい事例を取り上げて分析おこなったが、土木計画事例では準拠集団を明確に定義することが難しい事例が多い。したがって、今後の研究展望としては、準拠集団の特定化に関する理論を構築することが重要であると考えられる。この点に関しては、社会ネットワーク分析の手法や、属性距離による親密性、アンケートによる直接質問等が考えられるが、それぞれを実証分析によって比較することも考えられる。

8.2.3 自己選抜プロセスを考慮したモデル化

本研究で用いたモデルでは、相互作用の影響下に身を置くかどうかという意志決定、すなわち、自己選抜 (Self-Selection) の問題を考慮していない。例えば、路上駐輪事例において、取り締まりが強化されることによって、自転車利用をやめる人は多いと予想できる。また、立地選択モデルのように住みよい場所を意思決定者が自ら選択するというのも現実として予想できる。そのような場合、純粋な Neighborhood Effect を計測することは難しい。したがって、このようなメカニズムを考慮したモデルの構築も必要であると考えられる。

8.2.4 準拠集団の特定化方法の検討

グローバルインタラクションの枠組では、不特定多数の準拠集団成員の影響を考えるが、一般的に、各成員が与える影響は等価としている。しかし、実現象では、オピニオンリーダーの存在や、準拠集団内の少数派の影響力が強い場合が考えられる。このような事例に対しても適用可能性を持たせるためには、ローカルインタラクションの枠組を導入し、完全にはローカルでなくとも、セグメント間のインタラクション等を考慮したモデルを構築することが有効であろう。

8.2.5 複数均衡の存在を前提とした統計的推測手法の開発

従来のモデルにおいては、他者の行動に対する同調の程度（社会的感受性）は、個人間で同一であることを仮定してきた。Schelling (1973) や Granovetter (1978) が兼ねてより主張してきたように、社会的感受性には個人間で相違があると考えられるのも自然である。今後は、モデルを拡張して、このような状況を反映させたいと考えている。また、社会的相互作用

を考慮した離散選択モデルから導出される社会全体の均衡方程式は、パラメータの符号と大きさ次第で複数の均衡解を有する。これにより、同種の社会現象であっても地域差が生じ得ることが説明可能となる。このようなモデルに対しては、複数均衡解の存在を前提とした統計的推測を行うことが望ましい。分析の信頼性向上のためにも、方法論を確立する必要がある。

8.2.6 政策介入が個人と集団に及ぼす影響の再検討

今回構築したモデルでは、政策介入は、個人の私的効用にのみ影響を及ぼすものと想定してきた。総効用の変化に伴って限界質量曲線がシフトし、それが臨界点を越えることでマクロな行動変容が起こるというメカニズムである。しかし、政策介入は、個人の私的動機に対してのみならず、社会的感受性にも影響を及ぼすと想像される。政策介入が及ぼす影響の精査が必要である。

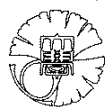
8.3 おわりに～社会規範の形成メカニズムの分析へ向けて

8.2で示した各種の課題が解決され、さらに、社会的相互作用の影響を実証的に把握し、相互作用が生じる要因を追求していくと、単なる行動予測にとどまらず、社会的規範、文化、利他性、人々の慣習等といった、“社会的な行動要因（社会性）が形成されるメカニズム” に関して、ミクロな計量モデルを通じて分析できるようになるかも知れない。例えば、主体間の相互作用の結果として形成される社会的信頼に関して、相互作用を考慮した行動計量モデルを用いて、信頼の形成メカニズムを分析する試みもなされている。

社会的相互作用の結果、「それ以外の行動もとれるのに、従う方が良いと人々が共通に考えて、ある行動を選択する」場合、これは社会規範と呼ばれる。環境配慮的な交通行動への変容が起こりにくいのは、環境"非"配慮的な交通行動が、ある種の規範として広く社会に定着し、この規範が極めて頑健であるからだと解釈することもできる。社会的に望ましくない交通行動規範を解凍するための方策を定量的に分析する方法を考案できれば、環境配慮的な交通行動が社会規範として広く普及する可能性を、実務的に検討できるようになるとも期待される。社会性が行動モデルの中で適切に表現され、その影響を実証的に正しく把握できるようになること、すなわち、人間の社会的行動のモデル化に関する研究が今後進展することを期待したい。“社会的動物” という人間観をモデルの中での確に表現することが可能となれば、行動予測のためのツールとしてのみならず、行動理解のツールとしての、選択行動モデルの意義が高まると考えている。

APPENDIX

A - 1 駐輪行動に関する調査票



東京大学大学院 測量 / 地域計画研究室

自転車利用に関する意識調査

不意にポストに投函することに対する非礼をお許し下さい。

アンケート調査へのご協力をお願い

私ども東京大学大学院 測量 / 地域計画研究室では、皆様が普段利用している駅をどのように改善すれば、より使いやすくなるかについて研究しております。今年度は、駅への移動手段として自転車を取りあげ、駅周辺の構造や駐輪場整備に関する問題点の整理に取り組んでいます。

その一環として綾瀬駅周辺の皆様を対象に、「綾瀬駅への自転車利用状況と自転車を利用した際の問題点」を把握するためアンケート調査を実施しております。誠に突然のお願いで恐縮ではございますが、研究の趣旨をご理解の上、何卒アンケートにご協力のほどをお願い申し上げます。

この調査票は、綾瀬駅へ自転車で行くと思われる距離に住んでいらっしゃる方を地図上から任意に選び、それぞれのご家庭に投函させて頂きました。不意にポストに投函した非礼をお許し下さい。

この調査は、あなたのお住まいの市町村や県、国の行政機関とは一切関係なく、実際の計画に反映されることもございません。 また、ご記入いただいた回答は研究目的以外には使用いたしません。

回答をご記入いただきましたら、お手数ですが同封の返信用封筒を用いて、12月17日までに、郵便ポストにご投函下さい。（切手は不要です。）

平成 13 年 12 月 7 日

東京大学大学院工学系研究科
教授 森地 茂
調査担当 上野博義

この調査に関してご質問等がございましたら下記までご連絡ください。

〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1

東京大学大学院 工学系研究科 社会基盤工学専攻 測量 / 地域計画研究室

担当者：上野博義・清水哲夫

TEL : 03-5841-6129 FAX : 03-5841-7453 E-Mail : ueno@planner.t.u-tokyo.ac.jp

URL : <http://planner.t.u-tokyo.ac.jp>

記入についてのお願い

- 1 本アンケートは、**一度でも巣鴨駅へ自転車等で行ったことのある方**への質問です。
- 2 「**自転車等**」とは、**自転車と原動機付き自転車**を指します。
- 3 アンケート用紙は2部用意してあります。単身世帯の方は1部お答え下さい。
世帯に2人以上自転車等を利用する方がいる場合は、2名選んでそれぞれ1部ずつお答え下さい。
- 4 記入していただいた本アンケート用紙は**12月17日までに**同封の封筒に入れ郵便ポストに投函して下さい。(切手は不要です。)

A あなたが巣鴨駅に行く時のことについての質問です。

A-1 ご自宅から巣鴨駅への**徒歩**時間を教えてください。 徒歩時間： 分

A-2 駅までどのような目的で自転車等を利用しますか？(該当する番号**全て**にお付け下さい。)

- 1 電車利用(通勤・通学) 3 駅周辺の施設/店利用(例 ジョナサン、病院)
 2 電車利用(通勤・通学以外) 4 その他()

A-3 あなたが巣鴨駅まで自転車等で行くとき、**よく駐輪する場所**はどこですか？その場所を下の図に で囲って下さい。Q.A-2 で答えた目的によって**駐輪場所が異なるときは、 、 とそれぞれ番号をふって下さい。**

電車利用(通勤・通学) 電車利用(通勤・通学以外) 駅周辺施設利用



それはどのような場所ですか？ 、 、 **それぞれについて1個ずつ**、以下の にチェック()して下さい。下記の場所以外の場合は、その他欄に場所を記入して下さい。

目的	路上	有料駐輪場	店舗の駐輪場	その他
通勤通学	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
通勤通学以外	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
駅前施設	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A-4 A-3で ~ のいずれかに **をつけた方**に対する質問です。

通勤・通学、電車利用（通勤・通学以外） 駅周辺施設/店 利用 それぞれの目的で、自転車等を利用する頻度、家を出る時刻、駐輪時間についてご回答下さい。

目的	頻度（だいたい）	家を出る時間	駐輪時間（1駐輪につき）
	回数を記入して下さい	は記入、 は をつけて下さい	時間を記入して下さい
通勤・通学	週（ <input type="checkbox"/> ）回	<input type="checkbox"/> 時くらい	約 <input type="checkbox"/> 時間
通勤通学以外	週（ <input type="checkbox"/> ）回	午前、 <input type="checkbox"/> 昼、 <input type="checkbox"/> 夕方、 <input type="checkbox"/> 夜	約 <input type="checkbox"/> 時間
駅周辺利用	週（ <input type="checkbox"/> ）回	午前、 <input type="checkbox"/> 昼、 <input type="checkbox"/> 夕方、 <input type="checkbox"/> 夜	約 <input type="checkbox"/> 時間

A-5 駅周辺で**自転車等の駐輪場所を決めるとき**、どのような事を気にしますか？ 以下の項目にそれぞれに対して当てはまる**数字に** をお付け下さい。また、特に気にすると思われる項目を、**気になる順番に** 3つ記入して下さい。

	とても 気にする	少し 気にする	どちらとも いえない	あまり気に しない	ほとんど 気にしない
a) 駅改札までの時間	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
b) 駐輪場の料金	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
c) 放置自転車の取り締まり	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
d) 駅周辺の路上駐輪の程度	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
e) 駅周辺の景観配慮	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
f) 通行人の邪魔になる	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
g) 公共の土地へ放置すること	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
h) 駐輪場の便利さ	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
i) その他()					

その他の項目があれば、その他の括弧の中に記入して下さい。

特に気にする項目 1番 2番 3番

a~iの記号を記入して下さい。

B もし、以下のような から までの状況の場合、あなたなら

1駐輪場に自転車等を停める **2**路上に自転車等を停める **3**自転車等の利用を控える

のいずれを選びますか？

から までのそれぞれの状況につき、**1**、**2**、**3**の中から1つだけ選んで
をお付けください。

ただし、綾瀬駅前の駐輪場の場所とつくりは現在と同じままとし、また、
放置自転車区域の指定も現在と同じままとします。

状況	駐輪場の 利用料金 (一ヶ月あたりの 料金)	あなた以外の自転車利用者のうちで 路上に駐輪 している人の割合	あなたの選択 (1 、 2 、 3 、の いずれか1つに を付けて下さい)
	1、000円	誰も路上駐輪しておらず、 ほとんどの人が駐輪場を使用している	駐輪場 路上 控える 1 2 3
	1、000円	1/4の人が路上駐輪し、 3/4の人が駐輪場を使用している	1 2 3
	1、000円	路上駐輪と駐輪場利用が ほぼ同じ割合である	1 2 3
	1、000円	3/4の人が路上駐輪し、 1/4の人が駐輪場を使用している	1 2 3
	1、000円	ほとんどの人が路上に駐輪し、 駐輪場は利用されていない	1 2 3
	4、000円	誰も路上駐輪しておらず、 ほとんどの人が駐輪場を使用している	1 2 3
	4、000円	1/4の人が路上駐輪し、 3/4の人が駐輪場を使用している	1 2 3
	4、000円	路上駐輪と駐輪場利用が ほぼ同じ割合である	1 2 3
	4、000円	3/4の人が路上駐輪し、 1/4の人が駐輪場を使用している	1 2 3

C 最後に、あなたご自身の事をお聞かせ下さい。

C-1 あなたの年齢、性別、配偶者の有無をお聞かせ下さい(該当するものに)。

性別： 男 ・ 女

配偶者： 有り・ 無し

年齢： 1 0 - 17 歳 2 18 - 29 歳 3 30 - 39 歳 4 40 - 49 歳

5 50 - 59 歳 6 60 - 69 歳 7 70 - 80 歳 8 80 歳以上

C-2 あなたのご職業をお聞かせ下さい(該当するものに)。

1 自営業 2 公務員 3 会社員 4 専業主婦・家事手伝い 5 学生

6 アルバイト・パートタイム 7 無職 8 その他()

C-3 あなたの居住年数についてお聞かせ下さい(該当するものに)。

1 0 - 5 年 2 5 - 10 年 3 10 - 20 年 4 20 年以上

C-4 あなたのお住まいの種類についてお聞かせ下さい(該当するものに)。

1 一戸建て (持ち家) 2 分譲マンション

3 マンション・アパート(賃貸) 4 その他()

C-5 最後に、あなたの住んでいる地域についてお聞かせ下さい。

この質問は、綾瀬駅からどれくらいの距離にお住まいの方が自転車等を利用するのかを把握するためのものであり、他の目的には一切使用致しません。

区 (町) 丁目 番地

質問は以上です。この御回答を、同封の返信用封筒に入れ、12月17日までに 郵便ポストにご投函下さい。

調査へのご協力、誠にありがとうございました。

A - 2 ロード・プライシングの受容意識に関する調査票

1/5ページ

都心部の交通と環境に関するアンケート

<ご協力のお願い>

- 今回は、東京工業大学からのご依頼による「都心部の交通と環境」についてのアンケートです。市区町村、都県、国の行政機関とは、一切関係ございません
- 質問中の数字や設定は、あくまでも想定上のもので、実際の計画とは関係ございません。皆様の率直なご意見をお聞かせください

I. 質問をよく読んだ上で、直感的にお答えください

Q1-1. 日頃から、環境問題を気にしている

全くそう思わない		どちらとも いえない			非常にそう思う	
←←						→→
1	2	3	4	5	6	7
←+-	+-	+-	+-	+-	+-	+-
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q1-2. 現在の環境問題は、無視できない重要な問題だ

全くそう思わない		どちらとも いえない			非常にそう思う	
←←						→→
1	2	3	4	5	6	7
←+-	+-	+-	+-	+-	+-	+-
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q1-3. 日頃から、自分自身が環境に配慮して行動すべきだ

全くそう思わない		どちらとも いえない			非常にそう思う	
←←						→→
1	2	3	4	5	6	7
←+-	+-	+-	+-	+-	+-	+-
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q1-4. 社会の一人一人が、環境に配慮して行動することが重要だ

全くそう思わない		どちらとも いえない			非常にそう思う	
←←						→→
1	2	3	4	5	6	7
←+-	+-	+-	+-	+-	+-	+-
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q1-5. 一般の人々ではなく、政府や国家が環境の責任を負うべきだ

全くそう思わない		どちらとも いえない			非常にそう思う	
←←						→→
1	2	3	4	5	6	7
←+-	+-	+-	+-	+-	+-	+-
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q1-6. 自動車で移動することは、環境に**良くない**

全くそう思わない			←←	どちらとも いえない	→→	非常にそう思う	
1	2	3		4	5	6	7
—+—	—+—	—+—		—+—	—+—	—+—	—+—
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q1-7. 自動車の**便利さ**を考えると、**利用するのも仕方がない**

全くそう思わない			←←	どちらとも いえない	→→	非常にそう思う	
1	2	3		4	5	6	7
—+—	—+—	—+—		—+—	—+—	—+—	—+—
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q1-8. 自動車に乗って**ドライブ**することが、**好きだ**

とても嫌い			←←	どちらとも いえない	→→	非常に好き	
1	2	3		4	5	6	7
—+—	—+—	—+—		—+—	—+—	—+—	—+—
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q1-9. 自動車での**移動は快適だ**

全くそう思わない			←←	どちらとも いえない	→→	非常にそう思う	
1	2	3		4	5	6	7
—+—	—+—	—+—		—+—	—+—	—+—	—+—
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q1-10. **日常生活**に、自動車は**必要だ**

全くそう思わない			←←	どちらとも いえない	→→	非常にそう思う	
1	2	3		4	5	6	7
—+—	—+—	—+—		—+—	—+—	—+—	—+—
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q1-11. 今度、車を買う(買い替える)なら、**環境に優しい自動車**にしたい

全くそう思わない			←←	どちらとも いえない	→→	非常にそう思う	
1	2	3		4	5	6	7
—+—	—+—	—+—		—+—	—+—	—+—	—+—
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q1-12. 行政(都県・市区町)を、信用することができる

全くそう思わない		←←			どちらとも いえない		→→		非常にそう思う	
1	2	3	4	5	6	7				
-+-	-+-	-+-	-+-	-+-	-+-	-+-				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q1-13. 行政は、住民の意見を尊重してくれる

全くそう思わない		←←			どちらとも いえない		→→		非常にそう思う	
1	2	3	4	5	6	7				
-+-	-+-	-+-	-+-	-+-	-+-	-+-				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q1-14. 行政は、政策を実行する前に、住民の意見をしっかりと聞いてくれる

全くそう思わない		←←			どちらとも いえない		→→		非常にそう思う	
1	2	3	4	5	6	7				
-+-	-+-	-+-	-+-	-+-	-+-	-+-				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q1-15. 行政は、政策を実行する前に、住民に対して十分な説明を行ってくれる

全くそう思わない		←←			どちらとも いえない		→→		非常にそう思う	
1	2	3	4	5	6	7				
-+-	-+-	-+-	-+-	-+-	-+-	-+-				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2/5ページ

II. 「ロードプライシング」について、あなたの考えをお聞かせ下さい

Q2. 「ロードプライシング」という言葉を聞いたことがありますか？

- 1. 聞いたことがない
 ○2. 言葉は、聞いたことがある
 ○3. 内容について、何となくだが、イメージできる
 ○4. 内容について、よく、知っている

3/5ページ

「ロードプライシング」とは、救急車やバスといった特別な自動車を除いて、

自家用車で、都心を走るためには、一定のお金を払わないといけない、(都心にお住まいの人も、その対象になります)

という、道路交通に関する政策です。

これにより、ドライバーの何割かが、お金の支払いを避けるために、都心部に自家用車で行くことを止め、道路の渋滞が緩和されることが期待されています

III. 以下、このロードプライシングという交通政策に対する、あなたの一般的な考えを、お聞かせください(直感的にお答えください)

Q2-2. このロードプライシングという交通政策は、「正しい政策だ」と思いますか？

全然正しくない政策だ		どちらともいえない			非常に正しい政策だ	
		←←		→→		
1	2	3	4	5	6	7
—+—	—+—	—+—	—+—	—+—	—+—	—+—
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q2-3. このロードプライシングという交通政策によって、「あなたの自動車運転の自由が妨げられる」と思いますか？

全然妨げられないと思わない		どちらともいえない			非常に妨げられると思う	
		←←		→→		
1	2	3	4	5	6	7
—+—	—+—	—+—	—+—	—+—	—+—	—+—
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q2-4. このロードプライシングという交通政策の実施に対して、東京都民の何パーセントが賛成すると思いますか？

都民の %

Q3. 以下は、仮想的(かそうてき)なロードプライシング政策に関する質問です。以下の状況設定について、内容を熟読いただいた上、あなたが、**実際にそのような状況に置かれていることを想像して**、質問にお答えください

東京都心部の交通問題を改善することを狙いとして、行政が、以下のようなロードプライシング政策の導入について、本気で検討し始めました。

政策「以下の赤線で囲まれた都心部に、自家用車で入るためには、一回あたり**〇〇〇円**支払わなければならない」

また、世論調査の結果、このようなロードプライシング政策の導入に対して、東京都民の**約△△△割**が賛成していることが明らかになりました。



課金レベル \ 他者賛同率	低賛同率 (1割)	中賛同率 (5割)	高賛同率 (9割)
低課金(200円/回)	条件1	条件2	条件3
中課金(500円/回)	条件4	条件5	条件6
高課金(800円/回)	条件7	条件8	条件9

質問に答える前に、もう一度、上記の説明を、しっかりと読みください

Q3-1. もし、あなたが、「ロードプライシングの導入」を決める投票に、参加する機会を得たとするならば、賛成だと思いますか、反対だと思いますか？

賛成と思う	反対と思う	どちらともいえない
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q3-2. この「ロードプライシング」が導入されれば、あなたが都心部に自家用車で行く回数(都心にお住いの方は、都心で自動車を使う回数)は、どうなると思いますか？

大いに減ると思う	←←	どちらともいえない	→→	全く変わらないと思う
1	2	3	4	5
—+—	—+—	—+—	—+—	—+—
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q3-3. この「200円のロードプライシング」が導入されれば、あなたが都心部に、鉄道やバス等の公共交通機関を利用して行く回数(都心にお住いの方は、都心で公共交通機関を使う回数)は、どうなると思いますか？

大いに増えると思う	←←	どちらともいえない	→→	全く変わらないと思う
1	2	3	4	5
—+—	—+—	—+—	—+—	—+—
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5/5ページ

IV. 最後に、普段の交通行動についてお尋ねします

Q4-1. 現在、あなたは、どのくらい、公共交通(電車、バス)を利用していますか？

1. 年に
 2. 月に
 3. 週に → → → () 回程度
 4. 日に
 5. ほとんど利用しない

Q4-2. 現在、あなたは、通勤や通学のために、どのくらい、自動車を利用していますか？

1. 年に
 2. 月に
 3. 週に → → → () 回程度
 4. 日に
 5. ほとんど利用しない

Q4-3. 地図の「赤線で囲まれた部分の内側(都心)」に行く回数は、どのくらいですか？

1. 年に
 2. 月に
 3. 週に → → → () 回程度
 4. 日に
 5. エリア内に住んでいない

IV. 最後に、普段の交通行動についてお尋ねします

Q4-1. 現在、あなたは、どのくらい、公共交通(電車、バス)を利用していますか？

1. 年に
 2. 月に
 3. 週に → → → () 回程度
 4. 日に
 5. ほとんど利用しない

Q4-2. 現在、あなたは、通勤や通学のために、どのくらい、自動車を利用していますか？

1. 年に
 2. 月に
 3. 週に → → → () 回程度
 4. 日に
 5. ほとんど利用しない

Q4-3. 地図の「赤線で囲まれた部分の内側(都心)」に行く回数は、どのくらいですか？

1. 年に
 2. 月に
 3. 週に → → → () 回程度
 4. 日に
 5. エリア内に住んでい
 る

Q4-4. 具体的には、「赤線で囲まれた部分の内側(都心)」の、どこに行くことが、いちばん多いですか？エリア内にお住まいの方は、住んでいる地域に最も近いものをお選びください。

- | | |
|--|---|
| <input type="radio"/> 1. 銀座, 新橋, 有楽町 | <input type="radio"/> 10. 東京, 日本橋 |
| <input type="radio"/> 2. 新宿 | <input type="radio"/> 11. 浅草, 両国 |
| <input type="radio"/> 3. 代官山, 恵比寿, 目黒, 五反田 | <input type="radio"/> 12. 渋谷 |
| <input type="radio"/> 4. 秋葉原, 御茶ノ水, 水道橋 | <input type="radio"/> 13. 六本木, 麻布, 広尾 |
| <input type="radio"/> 5. 中野 | <input type="radio"/> 14. 四ッ谷, 市ヶ谷, 飯田橋 |
| <input type="radio"/> 6. 上野, 日暮里 | <input type="radio"/> 15. 浜松町, 田町, 品川 |
| <input type="radio"/> 7. 原宿, 青山 | <input type="radio"/> 16. 大塚, 巣鴨, 田端 |
| <input type="radio"/> 8. 赤坂 | <input type="radio"/> 17. その他() |
| <input type="radio"/> 9. 池袋, 目白, 高田馬場 | |

Q4-5. そのとき、どのような**目的**で行くことが、いちばん多いですか？

1. 通勤
 2. 通学
 3. 買い物
 4. 食事・遊び
 5. ドライブ, 散歩
 6. エリア内に住んでいる
 7. その他()

Q4-6. 家からそこへ、**公共交通**(鉄道・バス)で行くとしたら、**時間**と**費用**は、片道、およそどのくらいかかりますか？

1. 時間()分 費用()円
 2. エリア内に住んでいる

ご回答いただきまして、ありがとうございました。ご回答後に謝礼の100ポイント(100円相当)を加算させていただきます。現在のポイント数は、メンバーページの「ポイント確認画面」でご参照下さい。

これからもMyVoiceをよろしくお願いします。

マイボイスコム(株)

A - 3 ETC 車載器の購入意向に関する調査票

ETC車載器に関する意識調査

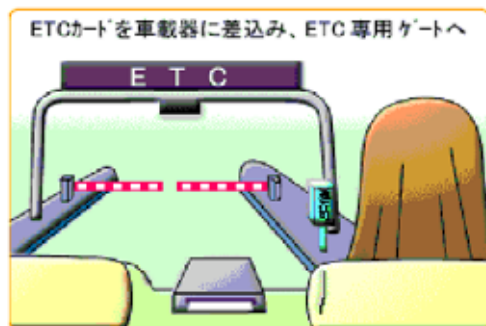
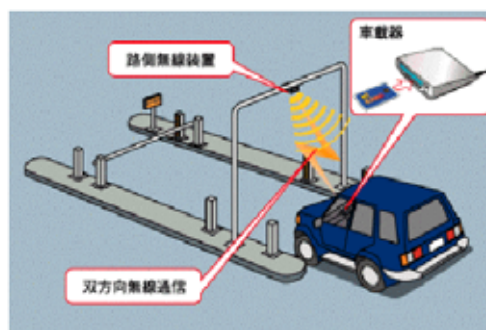
私も東京工業大学交通計画研究室では、自動車利用者の方々を対象として、ETC車載器に関する意識調査を実施しております。ETCとは、Electronic Toll Collection の頭文字をとったもので「ノンストップ自動料金支払いシステム」とも呼ばれています。車両に装着した車載器に、契約情報などを記録したETCカード（ETC用のICカード）を挿入し、有料道路料金所に設置したアンテナと車載器の間の無線通信により、料金所で料金支払いのために停車することなく通行することができるようになります。

ETCの普及により、料金所での待ち時間が大幅に削減し、道路の渋滞が改善されることが期待されています。しかし、車載器の普及率はまだ低く、十分な効果が挙がっていないのが現状です。

そこで、本研究室では、自動車利用者の方々のETC普及に関する意識構造を把握し、利用者の皆様が、どのようなETCシステムを望んでいるのかを明らかにするために、今回の調査を実施することにいたしました。

調査結果は、ETCに今後具体的に導入する上で、どのような方策を採ることが望ましいのかを分析する上での参考にさせていただきます。ご回答いただいた内容は統計的に処理を行い、上記目的のためだけに使用しますので、皆様に迷惑をおかけすることは一切ございません。ご多忙中かとは思いますが、本調査のご主旨をご理解の上、ご協力いただきますよう、よろしくお願ひ申し上げます。

調査主体：東京工業大学 大学院理工学研究科 土木工学専攻 交通計画研究室
担当：福田大輔、渡邊健、田崎伸一郎(E-Mail)



以下、質問に移ります。

自動車のご利用状況、および、ETC車載器に関してお聞かせください。

問1 ETC車載器について、どの程度の情報をご存知ですか？

- よく知っている 名前は聞いたことがある 全く知らない

問2 自由に使える自動車(二輪車を除く)はお持ちですか、当てはまるものを一つお選びください。

- ほぼ自分専用の自動車がある 家族共用の自動車がある 持っていない

問3 あなたが保有している運転免許のうち、当てはまるもの全てに印をつけてください。

- | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 大型または普通自動車 | <input type="checkbox"/> 自動二輪車 |
| <input type="checkbox"/> 原動機自転車のみ | <input type="checkbox"/> 持っていない |

問4 現在、どれぐらいの頻度で、高速道路をご利用なさっていますか？

- | | | |
|------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| <input type="radio"/> ほとんど毎日 | <input type="radio"/> 週に3～5日 | <input type="radio"/> 週に1日 |
| <input type="radio"/> 月に1～2日 | <input type="radio"/> 数ヶ月に1回 | <input type="radio"/> ほとんど利用しない |

問5 その時は、片道で大体どれぐらいの距離、高速道路をご利用なさっていますか？

- | | | |
|-------------------------------|--|-------------------------------|
| <input type="radio"/> 5km以下 | <input type="radio"/> 6～10km | <input type="radio"/> 11～15km |
| <input type="radio"/> 16～20km | <input type="radio"/> 21km以上⇒約 <input type="text"/> km | |

問6 一ヶ月あたりに、どれぐらいの高速道路料金を支出なさっていますか？

約 円

問7 高速道路を利用する主な目的は何ですか？ 一つお選びください。

- | | | |
|-----------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| <input type="radio"/> 通勤・通学 | <input type="radio"/> 業務 | <input type="radio"/> 家事・買い物 |
| <input type="radio"/> レクリエーション・観光 | <input type="radio"/> その他 | |

問8 これから先、いつ頃に、新しい自動車に買い替えるご予定ですか？

- | | | |
|-----------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| <input type="radio"/> 6ヶ月以内 | <input type="radio"/> 6ヶ月～1年以内 | <input type="radio"/> 1年～2年以内 |
| <input type="radio"/> 2年以上先 | <input type="radio"/> 買い替えの予定はない | |

問9 カー・ナビゲーション・システムを、すでに、ご自分の車に取り付けていますか？

- はい いいえ

問10 ETC車載器を、すでに、ご自分の車に取り付けていますか？

- はい いいえ

問11 ETCシステム、および、ETC車載器について、どう思われるかについてお聞かせ下さい。
以下の各質問について、それぞれ、あてはまる番号をチェックして下さい。

質 問	非常に、そう 思う	少し、そう 思う	どちらとも 言えない	あまり、そ う思わない	全く、そう 思わない
11.1 ETCを購入すれば、料金所で窓を開けなくても良いなど、運転が快適になると 思いますか。	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11.2 ETCを購入すれば、料金所での待ち時間は大幅に改善されると思いますか。	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11.3 ETCの普及は、大気汚染の削減など、環境の改善に貢献できると思います か。	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11.4 あなたは、カーナビやETCのような新しい商品・サービスに関心が強い方だと 思いますか。	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11.5 今度、車を買ひ替えるときに、ETC車載器も同時に購入したいと思ひますか。	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11.6 利用の形態に応じた多様な料金システム(例、携帯電話の料金)が導入され れば、ETC車載器を購入したいと思ひますか。	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
質 問	非常に、そう 思う	少し、そう 思う	どちらとも 言えない	あまり、そ う思わない	全く、そう 思わない
11.7 あなたの高速道路の利用回数が、今までよりも増えるならば、ETC車載器を 購入してみたいと思ひますか。	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11.8 周囲の人達(家族・友人・知人)が皆、ETC車載器を購入したら、あなたもETC 車載器を購入すると思ひますか。	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11.9 今は、多くの人々がETC車載器を持っておりません。もし、あなたがそれを購入 したとしたら、優越感を感じますか。	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11.10 周囲の人達(家族・友人・知人)は、あなたがETC車載器を購入することに 対して、肯定的だと思いますか。	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
質 問	非常に、そう 思う	少し、そう 思う	どちらとも 言えない	あまり、そ う思わない	全く、そう 思わない
11.11 ETC車載器を導入するには、図のような手順を踏まなければなりません。あ なたは、これが、利用者にとって複雑で面倒な手続きだと思いますか。	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<p>ETCシステム利用手続きイメージ</p> <p>The flowchart illustrates the ETC system usage process. It starts with a 'User' (利用者) who uses an 'ETC Card' (ETCカード) and 'ETC Device' (車載器) for 'ETC System Usage' (ETCシステム利用). The user interacts with a 'Card Issuer, Car Parts Store, and Vehicle Maintenance Shop' (カード発行者、カー用品店及び自動車整備工場等) for 'Purchase' (購入) of the device. The user also goes to a 'Setup Store' (セットアップ店) for 'Setup' (セットアップ). The 'ETC Card Issuance Application' (ETCカード発行申込) is processed by the 'ETC Card Issuer' (ETCカード発行者). The 'ETC Card Issuance' (ETCカード発行) is then used for 'ETC System Usage'. The 'ETC Card Issuer' sends 'Request' (請求) to the 'Credit Card Company' (クレジットカード会社) and receives 'Payment' (支払い). The 'Credit Card Company' sends 'Request' (請求) to the 'ETC Card Issuer' and 'Information Provision' (情報配信) to 'ORSE'. 'ORSE' (株式会社 道路システム高度化推進機構) sends 'Application' (申請) to the 'Credit Card Company' and 'Information Provision' (情報配信) to the 'ETC Card Issuer'. The 'ETC Card Issuer' sends 'Information Provision' (情報配信) to 'ORSE' and 'Application' (申込み) to 'ORSE'.</p>					
11.12 ETCは、今後、日本で急速に普及すると思ひますか。	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

次へ

ETC CARD
料金所での待ち時間に対する影響

ETC車載器普及に伴い、ETCレーン数が増えると、料金所での平均的な待ち時間が短くなると考えられています。

⇒現状

↓ ETCレーンの整備

⇒料金所での待ち時間:短縮

↓ ETCレーンがさらに整備

⇒料金所での待ち時間:さらに短縮

ETC CARD
高速道路料金システムへの影響

【1】料金の割引

現在、回数券・ハイウェイカード(ハイカ)に割引制度がありますが、ETCの利用においても割引制度が設けられています。例えば、日本道路公団・首都高速道路公団・阪神高速道路公団では、通行料の20%の割引を行っています。

(参考ホームページ: [日本道路公団](#), [首都高速道路公団](#))

【2】料金制度の多様化

現在、首都高速道路などでは、均一料金制度(700円)が採用されています。これは、料金所での料金徴収の効率化が一つの理由です。しかし、ETCが普及することによって、料金徴収の手間が省け、利用距離に応じた料金制度へ変更することも可能です。例えば、近距離の利用であれば、現在の料金よりも安い料金での利用が可能になります。

次の質問においては、以上のようなETCの特徴を考慮し、普段の混雑した料金所を想像しながら質問にお答えください。

[次へ](#)

問12(1)

ここでは、あなたがETC車載器の購入を考えているものと仮定します。

あなたがETC車載器を購入したら、以下の2つのうちの、いずれかの条件で、高速道路を利用できるようになります。

この2つの条件(条件1, 条件2)のうち、どちらの方が、あなたがETC車載器を購入したいと思う条件ですか？いずれか1つを選択して下さい。

どちらの条件でも購入したいと思わない場合は、条件3を選択してください。



【参考情報】

■ETC車載器販売価格

現在、約30,000円～50,000円(消費税・取付費・セットアップ費を除く) 参考ページ:ashicom

■1年間に節約される金額

あなたが以前の質問でお答えになった結果(高速道路の「利用頻度」と「距離」)を用い、料金割引と対距離料金制度によって、1年間に節約される金額を計算すると、以下のようになります(計算方法)。

この質問は、条件を変えて4回繰り返されます。

選択する条件	条件1	条件2	条件3
車載器販売価格(円)	25,000円	40,000円	
料金割引率(%)	35%	10%	
料金所で短縮できる待ち時間(分)	1分	8分	購入しない
対距離料金制への対応機能	なし	あり	

1年間に節約される高速道路料金
(あなたの回答結果を用いて計算)

	条件1	条件2	
ETCの利用割引による節約金額	153000	16000	円/年
対距離料金制度による節約金額	0	272000	円/年
合計節約金額	153000	289000	円/年

一番好ましい条件

条件1 条件2 条件3(購入しない)

問12(4)

ここでは、あなたがETC車載器の購入を考えているものと仮定します。

あなたがETC車載器を購入したら、以下の2つのうちの、いずれかの条件で、高速道路を利用できるようになります。

この2つの条件(条件1, 条件2)のうち、どちらの方が、あなたがETC車載器を購入したいと思う条件ですか？いずれか1つを選択して下さい。

どちらの条件でも購入したいと思わない場合は、条件3を選択してください。

【参考情報】

■ETC車載器販売価格

現在、約30,000円～50,000円(消費税・取付費・セットアップ費を除く) 参考ページ: asahi.com

■1年間に節約される金額

あなたが以前の質問でお答えになった結果(高速道路の「利用頻度」と「距離」)を用い、料金割引と対距離料金制度によって、1年間に節約される金額を計算すると、以下のようになります(計算方法)。



この質問は、条件を変えて4回繰り返されます。

選択する条件	条件1	条件2	条件3	問12(1)
車載器販売価格(円)	35,000円	30,000円		選んだ条件1 車載器価格 25,000円
料金割引率(%)	30%	20%		割引率 35%
料金所で短縮できる待ち時間(分)	8分	1分	購入しない	削減待ち時間 1分
対距離料金制への対応機能	なし	あり		対距離料金制 なし
1年間に節約される高速道路料金 (あなたの回答結果を用いて計算)				
ETCの利用割引による節約金額	131000	33000	円/年	問12(2) 選んだ条件2 車載器価格 25,000円
対距離料金制度による節約金額	0	272000	円/年	割引率 30%
合計節約金額	131000	305000	円/年	削減待ち時間 4分
一番好ましい条件				
<input type="radio"/> 条件1 <input type="radio"/> 条件2 <input type="radio"/> 条件3(購入しない)				
<input type="button" value="戻る"/> <input type="button" value="次へ"/>				
				問12(3) 選んだ条件3 車載器価格 購入しない 割引率 削減待ち時間 対距離料金制

最後に、あなたご自身のことについて、お聞かせください。

問13 あなたの性別について、おきかせください。

男性 女性

問14 あなたの年齢について、おきかせください。

0-17歳 18-29歳 30-39歳 40-49歳
 50-59歳 60-69歳 70-79歳 80歳以上

問15 配偶者の有無について、お聞かせください

配偶者有り 配偶者無し

問16 あなたのご職業について、おきかせください(複数回答可)。

自営業 公務員 会社員 専業主婦・家事手伝い
 学生 アルバイト・パートタイム 無職 その他

問17 あなたのご世帯全体の、この1年間の収入(税込み)について、当てはまるもの1つをおえらびください。

100万未満 100～299万円 300～499万円 500～699万円
 700～899万円 900万円以上 収入なし

これですべての質問は終了です。

お忙しい中、ご協力、ありがとうございました。

この調査に関する、ご意見、ご質問は、
[東京工業大学院 土木工学専攻 交通計画研究室](#)
 調査担当： 福田大輔、渡邊健、田崎伸一郎(E-Mail)
 までお願ひいたします。

参考文献

- 1) 青木正直 (2003) 異質的エージェントの確率動学入門, 共立出版.
- 2) 依田高典 (2001) ネットワーク・エコノミクス, 日本評論社.
- 3) 上田孝行, 岡田雅美 (1997) 公共デザインの多数決による集团的決定プロセスに関する研究, 土木計画学研究・論文集, 14, 133-139.
- 4) 海野道郎 (1990) 社会的ジレンマ解決の可能性, 社会学研究, 55, 121-135.
- 5) 運輸政策研究機構[編] (1996) 平成7年度大都市交通センサス(総集編), 運輸政策研究機構.
- 6) 岡本直久, 石田東生, 佃晋太郎, 古屋秀樹 (2003) 車載器購入行動分析に基づくETC普及メカニズムに関する考察, 土木計画学研究・論文集, 20, 871-877.
- 7) 兼子隼, 岸井隆幸 (2000) 東京都における端末自転車利用状況と駐輪場整備に関する研究, 土木計画学研究・講演集, 23, 643-646.
- 8) 神山英紀 (1999) 行為間者に異質性が存在する社会的ジレンマ・モデル, 理論と方法, 13, 209-224.
- 9) 喜多秀行, 谷本圭志, 福山敬 (2003) ゲーム的狀況下におけるプレイヤーの利得推定モデル, 土木学会論文集, 737/IV-60, 147-157.
- 10) 小林潔司, 喜多秀行, 多々納裕一 (1996) 送迎・相乗り行動のためのランダム・マッチングモデルに関する研究, 土木学会論文集, 536/IV-31, 49-58.
- 11) 小林潔司, 福山敬, 松島格也 (1998) フェイス・ツウ・フェイスのコミュニケーション過程に関する理論的研究, 土木学会論文集, 590/IV-39, 11-22.
- 12) 佐々木邦明, 西井和夫, 土屋勇太 (2003) パークアンドバスライド利用意向がマクロの利用率から受ける影響に関する研究, 土木計画学研究・論文集, 20, 835-841.
- 13) 自動車走行電子技術協会 (2002) ITS 産業動向に関する調査研究報告書 ITS 産業の最前線と市場予測 2002 .
- 14) 品田瑞穂, 亀田達也 (2003) 社会的ジレンマ状況における行動戦略の自生に関する実験的研究, 心理学研究, 74, 71-76.
- 15) 清水哲夫, 屋井鉄雄 (1999) 自動車料金収受システムの普及予測に関する基礎的研究, 第19回交通工学研究発表会論文報告集, 157-160.
- 16) 杉田善弘, 片平秀貴 (1990) 消費者選択の相互依存性について, マーケティング・サイエンス, 35, 19-32.
- 17) 杉森直樹, 岡田憲夫 (1995) 防災意識の風化過程のモデル化に関する基礎的考察, 土木計画学研究・論文集, 12, 305-316.
- 18) 谷本圭志, 岡田憲夫 (1999) 提携の外部性を考慮した多目的ダム事業の費用割り振り問題に関する考察, 土木学会論文集, 625/IV-44, 181-191.
- 19) 谷本圭志, 喜多秀行, 三ッ国篤志 (2001) 合意形成の場における雰囲気形成とその下での住民の発言行動に関するゲーム論的考察, 土木計画学研究・論文集, 18, 89-95.
- 20) 東京都生活文化局総務部[編] (2001a) 駅前放置自転車の現状と対策(平成12年度), 東京都生活文化局.
- 21) 東京都生活文化局総務部[編] (2001b) 第17回駅前放置自転車クリーンキャンペーン報告書, 東京都生活文化局.
- 22) 道路システム高度化推進機構 (2002) ETC 便覧.
- 23) 土木学会[編] (1995) 非集計行動モデルの理論と実際, 土木学会.
- 24) 中山晶一郎 (2003) ロジット型離散選択に基づいた流行現象モデル, 理論と方法, 18, 89-102.

- 25) 濱岡豊 (1993) 消費者間相互依存 / 相互作用, *マーケティング・サイエンス*, 2, 60-85.
- 26) 福山敬, 高橋良平, 喜多秀行 (2000) 市民の自発的参画による社会資本整備の可能性: 家庭ゴミ分別収集システムを対象に, *土木計画学研究・論文集*, 17, 93-98.
- 27) 藤井聡 (2001) 土木計画のための社会的行動理論, *土木学会論文集*, 688/IV-53, 19-35.
- 28) 藤井聡 (2003) 社会的ジレンマの処方箋 都市・交通・環境問題のための心理学, ナカニシヤ出版.
- 29) 藤井聡, 小畑篤史, 北村隆一 (2002) 自転車放置者への説得的コミュニケーション: 社会的ジレンマ解消のための心理的方略, *土木計画学研究・論文集*, 19, 439-445.
- 30) 藤井聡, ヤーリング・トミー, ヤコブソン・シシリア (2001) ロードプライシングの社会的受容と環境意識: 社会的ジレンマにおける心理的方略の可能性, *土木計画学研究・論文集*, 18, 773-778.
- 31) 堀口良太, 桑原雅夫 (2000) ETC 導入による料金所要量への影響に関する理論的解析と考察, *土木学会論文集*, 653/IV-48, 29-38.
- 32) 松島格也 (2003) 戦略的相補性と交通市場, *土木計画学研究・講演集*, 28, CD-ROM.
- 33) 松島格也, 小林潔司 (1999) タクシー・サービスのスポット市場均衡に関する研究, *土木計画学研究・論文集*, 16, 591-600.
- 34) 松島格也, 小林潔司, 吉川和広, 肥田野秀晃 (2000) 身体障害者の活動支援施設の経済便益, *土木学会論文集*, 653/IV-48, 133-146.
- 35) 松田芳郎, 伴金美, 美添泰人 (2000) 講座ミクロ統計分析, 日本評論社.
- 36) 宮尾尊弘 (2001) 情報革命と S 字波, *GLOCOM Review*, 6 (10), 1-15.
- 37) 宮城俊彦 (1994) ネットワーク競争の経済理論と交通政策への応用, *土木学会論文集*, 500/IV-25, 11-20.
- 38) 森川高行, 田中小百合, 荻野成康 (1997) 社会的相互作用を取り入れた個人選択モデル, *土木学会論文集*, 569/IV-36, 53-63.
- 39) 森地茂, 屋井鉄雄, 平井節生 (1987) 個人データと集計データとの統合利用によるモデル構築方法, *土木計画学研究・論文集*, 10, 291-298.
- 40) 矢澤則彦, 金本良嗣 (1992) ヘドニックアプローチにおける変数選択, *環境科学会誌*, 5, 45-56.
- 41) 山岸俊男 (1990) 社会的ジレンマのしくみ「自分一人ぐらいの心理」の招くもの, サイエンス社.
- 42) 渡邊健 (2003) 利用者間の相互依存性を考慮した ETC 車載器普及予測モデル, 東京工業大学大学院情報理工学研究科情報環境学専攻修士論文.
- 43) Ajzen I (1991) The Theory of Planned Behavior, *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50, 179-211.
- 44) Asch S (1951) Effects of Group Pressure upon the Modification and Distortion of Judgment, In Guetzkow (ed.) *Groups, Leadership and Men*, M., Russell.
- 45) Banejee A (1992) A Simple Model of Head Behavior, *Quarterly Journal of Economics*, 107, 797-817.
- 46) Bass FM (1969) A New Product Growth Model for Consumer Durables, *Management Science*, 15, 215-227.
- 47) Bearden W, Etzel M (1982) Reference Group Influence on Product and Brand Purchase Decisions, *Journal of Consumer Research*, 9, 183-194.

- 48) Bearden WO, Woodside AG (1978). Situational and Extended Attitude Models as Predictors of Marijuana Intentions and Reported Behavior, *Journal of Social Psychology*, **106**, 57-67.
- 49) Bisin A, Moro A, Topa G (2002) The Empirical Content of Models with Multiple Equilibria, *Paper Prepared for the Microeconomics Seminar*, Department of Economics, Boston University.
- 50) Blanck P (1993) *Interpersonal Expectations -Theory, Research and Applications-*, Cambridge University Press.
- 51) Blume L (1995) The Statistical Mechanics of Best-Response Strategy Revision, *Games and Economic Behavior*, **11**, 111-145.
- 52) Brock W, Durlauf S (2001a) Discrete Choice with Social Interactions, *Review of Economic Studies*, **68**, 235-260.
- 53) Brock W, Durlauf, S. (2001b) Interactions-Based Models, In J. Heckman and E. Leamer (eds.) *Handbook of Econometrics: Vol. 5*, Elsevier Science, Amsterdam, 3297-3380.
- 54) Brock W, Durlauf S (2002) A Multinomial Choice Model of Neighborhood Effects, *American Economic Review*, **92**, 298-303.
- 55) Case A, Katz L (1991) The Company You Keep: The Effects of Family and Neighborhood on Disadvantaged Youths, *NBER Working Paper*, **3705**.
- 56) Coleman J (1990) *Foundations of Social Theory*, Harvard University Press.
- 57) Conley T, Topa G (2002) Socio-Economic Distance and Spatial Patterns in Unemployment, *Journal of Applied Econometrics*, **17**, 303-327.
- 58) Cooper R, DeJong D, Forsythe R, Ross T (1990) Selection Criteria in Coordination Games: Some Experimental Results, *American Economic Review*, **80**, 218-233.
- 59) Cooper R, John A (1988) Coordinating Coordination Failure in Keynesian Models, *Quarterly Journal of Economics*, **103**, 441-463.
- 60) Cooper R (2002) Estimation and Identification of Structural Parameters in the Presence of Multiple Equilibria, *Les Annales d'Economie et de Statistique*, **6**, 1-26.
- 61) Dawes R (1980) Social dilemmas, *Annual Review of Psychology*, **31**, 169-193.
- 62) Dawson M, Chatman E (2001) Reference Group Theory with Implications for Information Studies: A Theoretical Essay, *Information Research*, **6**.
- 63) Deutsch M, Gerard B (1955) A Study of Normative and Informational Social Influences upon Individual Judgment, *Journal of Abnormal and Social Psychology*, **51**, 629-636.
- 64) Durlauf S (2001) A Framework for the Study of Individual Behavior and Social Interactions, *Sociological Methodology*, **31**, 1-47.
- 65) Durlauf S (2002a) Bowling Alone: A Review Essay, *Journal of Economic Behavior and Organization*, **47**, 259-273.
- 66) Durlauf S (2002b) On the Empirics of Social Capital, *Economic Journal*, **112**, 459-479.
- 67) Dutta B, Jackson M (2002) *Models of the Strategic Formation of Networks and Groups*, Springer-Verlag.
- 68) Ellison G, Fudenberg D (1995) Word-of-Mouth Communication and Social Learning, *Quarterly Journal of Economics*, **110**, 93-125.
- 69) Evans W, Farrelly M, Montgomery E (1996) Do Workplace Smoking Bans Reduce Smoking? *NBER Working Paper*, **5567**.
- 70) Evans W, Oates W, Schwab R (1992) Measuring Peer Group Effects: A Study of Teenage Behavior,

- Journal of Political Economy*, **100**, 966-991.
- 71) Friedkin NE (1998) *A Structural Theory of Social Influence*, Cambridge University Press.
 - 72) Froot KD, Scharfstein D, Stein J (1992) Herd on the Street: Informational Inefficiencies in a Market with Short-term Speculation, *Journal of Finance*, **47**, 1461-1484.
 - 73) Fukuda D, Opachavalit N, Yai T (2004) Use of Stated Choice Analysis to Determine ETC In-Vehicle Transmitter Purchasing Behavior, *Journal of the Japan Society of Civil Engineers* [土木学会論文集], **772/IV-65**, 227-238.
 - 74) Gaviria A, Raphael S (2001) School-Based Peer Effects and Juvenile Behavior, *Review of Economic Studies*, **68**, 261-295.
 - 75) Gleaser E, Sacerdote B, Scheinkman J (1996) Crime and Social Interactions, *Quarterly Journal of Economics*, **111**, 507-548.
 - 76) Gleaser E, Sacerdote B, Scheinkman (2002) The Social Multiplier, *NBER Working Paper*, **9153**.
 - 77) Gleaser E, Scheinkman J (2001) Measuring Social Interactions, In *Social Dynamics*, S. Durlauf and P. Young (eds.), MIT Press, Cambridge, 83-102.
 - 78) Gleaser E, Scheinkman J (2003) Nonmarket Interactions, In *Advances in Economics and Econometrics: Theory and Applications, Eighth World Congress*, M. Dewatripoint, L. Hansen and S. Turnovsky (eds.), Cambridge University Press, New York, 339-369.
 - 79) Granovetter M (1973) The Strength of Weak Ties, *American Journal of Sociology*, **78**, 1360-1380.
 - 80) Granovetter M (1978) Threshold Models of Collective Behavior, *American Journal of Sociology*, **83**, 1420-1443.
 - 81) Hayakawa H, Venieris Y (1977) Consumer Interdependence via Reference Groups, *Journal of Political Economy*, **85**, 599-615.
 - 82) Heckman J (1979) Sample Selection Bias as a Specification Error, *Econometrica*, **47**, 153-162.
 - 83) Helsley RW, Strange WC (2000) Social Interactions and the Institutions of Local Government, *American Economic Review*, **90**, 1477-1490.
 - 84) Ioannides Y (2002) Residential Neighborhood Effects, *Regional Science and Urban Economics*, **32**, 145-165.
 - 85) Jovanovic B (1989) Observable Implications of Models with Multiple Equilibria, *Econometrica*, **57**, 1431-1437.
 - 86) Latane B (1981) The Psychology of Social Impact, *American Psychologist*, **36**, 343-356.
 - 87) Latane B, Wolf S (1981) The Social Impact of Majorities and Minorities, *Psychological Review*, **88**, 438-453.
 - 88) Leibenstein H (1950) Bandwagon, Snob, and Veblen Effects in the Theory of Consumers' Demand, *Quarterly Journal of Economics*, **64**, 183-207.
 - 89) Levinson D, Chang E (2003) A Model for Optimizing Electronic Toll Collection Systems, *Transportation Research A*, **37**, 293-314.
 - 90) Louviere JJ, Hensher DA, Swait JD (2000) *Stated Choice Methods*, Cambridge University Press.
 - 91) Maddala GS (1983) *Limited-Dependent and Qualitative Variables in Econometrics*, Cambridge University Press.
 - 92) Manski C (1993) Identification of Endogenous Social Effects: The Reflection Problem, *Review of Economic Studies*, **60**, 531-542.
 - 93) Manski C (1995) *Identification Problems in the Social Science*, Harvard University Press.

- 94) Matsuyama K (2002) The Rise of Mass Consumption Societies, *Journal of Political Economy*, **110**, 1035-1070.
- 95) Moffitt R (2001) Policy Interventions, Low-Level Equilibria, and Social Interactions. In *Social Dynamics*, S. Durlauf and P. Young (eds.), MIT Press, 45-82.
- 96) Metcalfe JS (1998) *Evolutionary Economics and Creative Destruction*, Routledge.
- 97) Noelle-Neumann E (1984) *The Spiral of Silence: Public Opinion ~ Our social skin*, University of Chicago Press. (池田謙一(訳): 沈黙の螺旋理論 - 世論形成過程の社会心理学, プレーン出版, 1988)
- 98) Putnam R, Leonardi R, Nanetti R (1994): *Making Democracy Work: Civic Traditions in Modern Italy*, Princeton University Press. (河田潤一(訳): 哲学する民主主義 伝統と改革の市民的構造, NTT 出版, 2001.)
- 99) Riccio JA, Bloom HS (2002) Extending the Reach of Randomized Social Experiments: New Directions in Evaluations of American Welfare-to-Work and Employment Initiatives, *Journal of the Royal Statistical Society Series A*, **165**, 13-30.
- 100) Rivkin S (2001) Tiebout Sorting, Aggregation and the Estimation of Peer Group Effects, *Economics of Education Review*, **20**, 201-209.
- 101) Rohlfs J (1974) A Theory of Interdependent Demand for a Communications Service, *Bell Journal of Economics and Management*, **5**, 16-37.
- 102) Rohlfs J (2001) *Bandwagon Effect in High-Technology Industries*, MIT Press.
- 103) Rosenbaum J (1995) Changing the Geography of Opportunity by Expanding Residential Choice: Lessons from the Gautreaux Program, *Housing Policy Debate*, **6**, 231-269.
- 104) Rouse C (1998) Private School Vouchers and Student Achievement: An Evaluation of Milwaukee Parental Choice Program, *Quarterly Journal of Economics*, **113**, 553-602.
- 105) Sacerdote B (2000) Peer Effects with Random Assignment: Results for Dartmouth Roommates, *NBER Working Paper*, No. 7469, National Bureau of Economic Research.
- 106) Scharfstein D, Stein J (1990) Head Behavior and Investment, *American Economic Review*, **80**, 465-479.
- 107) Schelling T (1971) Dynamic Models of Segregation, *Journal of Mathematical Sociology*, **1**, 143-186.
- 108) Schelling T (1973) Hockey Helmets, Concealed Weapons, and Daylight Saving: A Study of Binary Choices with Externalities, *Journal of Conflict Resolution*, **17**, 381-428.
- 109) Schelling T (1978) *Micromotives and Macrobehavior*, Norton & Company, New York.
- 110) Tamer E (2003) Incomplete Simultaneous Discrete Response Model with Multiple Equilibria, *Review of Economic Studies*, **70**, 147-165.
- 111) Topa G (2001) Social Interactions, Local Spillovers and Unemployment, *Review of Economic Studies*, **68**, 261-295.
- 112) Trueman B (1994) Analyst Forecasts and Herding Behavior, *Review of Financial Studies*, **7**, 97-124.
- 113) Weidlich W (1992) Physics and Social Science: The Approach of Synergetics, *Physics Reports*, **204**,
- 114) Wilson JO, Kelling GL (1982) Broken Windows: The Police and Neighborhood Safety, *Atlantic Monthly*, **249**, 29-38.
- 115) Woittiez I, Kapteyn A (1998) Social Interactions and Habit Formation in a Model of Female Labor Supply, *Journal of Public Economics*, **70**, 185-205.

謝 辞

本論文を結ぶに当たり、研究を遂行する上でご指導、ご支援を頂いた皆様に対して、この場をお借りして感謝の意を表したい。

本論文の主査である東京大学大学院工学系研究科森地茂教授には、筆者が東京大学工学部 4 年生の時に研究室配属となり、以後、大学院修士過程、博士課程を経て、東京工業大学に勤める現在に至るまで、終始、暖かいご指導を頂いた。同教授の現実社会に対する幅広い視点や的確な問題意識、そして、研究に対する真摯かつ情熱的な姿勢に接し得たことは、筆者の最も大きな幸いである。ともすれば、机上の空論に陥りがちな筆者に対し、その実際の経験に裏付けられた現実のご示唆、及び、大所高所からのご助言を数多く賜った。ここに、本論文をまとめ上げることができたのも、ひとえに、森地教授の暖かいご指導、ご支援のお蔭である。あらためて深甚なる感謝の意を表したい。また、本研究を着想するに至った契機は、著者の大学院修士課程在籍時に、土木工学における人間研究の重要性を、森地教授からお説き頂いたことにある。筆者の無力さゆえに、ご期待に添えなかった部分が多々あることについて、ここで深くお詫びを申し上げますと共に、より一層、研究に邁進することを強くお約束する。引き続き、今後も変わらぬご指導、ご鞭撻をお願い申し上げます次第である。

東京工業大学大学院総合理工学研究科屋井鉄雄教授には、筆者が東京工業大学に着任以来、充実した研究環境をご提供頂いている。屋井教授の研究室で助手として務めることを通じて、土木計画学研究者としての姿勢や視野の広げ方、さらには、研究者のみならず教育者として自己を認識することの重要性等、言葉では言い尽くせないほど数多くのことを学ばせて頂いた。また、行動分析という狭い視野に陥りがちな筆者に対し、常に大局的な見地からご批判、ご指導を頂いた。本論文に関しても副査をお引き受け頂き、研究の発想、モデルの理論的・実証的側面に関する本質的なご助言を多数賜った。ここに、あらためて感謝の意を表したい。屋井教授には、研究と教育に力いっぱい努めることを強くお約束すると共に、今後とも変わらぬご指導、ご鞭撻をお願い申し上げます次第である。

東京大学大学院工学系研究科清水英範教授にも、学部学生時代よりご指導頂いた。特に、研究の論点を明確に説明することの重要性とその難しさについて、研究室ゼミや普段の議論の体験を通じて徹底的に学ばせて頂いた。本論文の論旨展開の方法に関しても、明確かつ有益なご助言を多数賜っている。また、地域分析の視点に立った場合の統計学的、計量経済学的な実証研究の重要性とその学問的な面白さについて、多くのことをご教授頂き、今後の研究の方向性を検討する上で非常に参考となった。今後とも変わらぬご指導、ご鞭撻をお願い申し上げます次第である。

東京大学大学院工学系研究科家田仁教授からは、研究が実社会に及ぼす政策的含意につ

いて、常日頃から考えておくことの重要性をご教示頂いた。それに関連して、本論文に基づいた実務的検討の具体的方法に関して、示唆に富む多様なご意見を賜った。さらには、筆者の今後の研究スタンスに関するご意見も頂戴し、非常に考えさせられた。

東京大学国際・産学共同研究センター桑原雅夫教授からは、本論文に対して、交通工学的な視点からのご示唆を数多く頂戴した。特に、第7章で行った分析の今後の展開に関して、有益なご助言をご教示頂いた。また、理論的分析と実現象とのリンケージを忘れないことが工学研究者として最も重要な視点である、ということについてもご教示頂いた。

東京大学大学院新領域創成科学研究科原田昇教授からは、特に、分析の現実的妥当性に関して、貴重なご批判やご意見を多数賜った。行動モデルによる予測の事後的検証を行うことの重要性と、そのためには、常日頃から現実の社会や人間行動を注意深く観察し、実データに基づいた検証を行うことが不可欠であることを学ばせて頂いた。

以上の先生方には、本論文の審査員をお引き受け頂き、公聴会や事前報告を通じて、有益かつ適切なご助言を多数頂いた。論文中では十分に反映できていない部分も多数あると思われるが、今後研究を進めていく上で是非とも参考にさせて頂きたいと考えている。あらためて、敬意と謝意を表したい。

東京工業大学の諸先生方にも、普段の合同ゼミ等を通じて大変お世話になった。

東京工業大学大学院理工学研究科上田孝行助教授には、東京大学測量・地域計画研究室（現 地域・情報研究室）の先輩として、日頃から暖かく見守って頂いているのみならず、ゼミや日常の議論の中で、数多くの刺激的な問題提起や的確なご批評を賜った。特に、本論文のモデルの経済学的意味付けや政策的意義に関して、貴重な意見を多数頂戴した。あらためて、感謝の意を申し上げたい。

東京工業大学大学院理工学研究科藤井聡助教授には、本研究の理論的、実証的側面に関して、社会心理学的、行動計量分析的な考えを中心に、多くのご助言とご指導を頂戴した。ここに記して感謝の意を表したい。また、土木計画における人間行動分析のあり方、さらには、土木計画学研究者としての思考方法についての示唆に富んだ話を、常日頃からお聞かせ頂いている。藤井助教授と対等に議論できるようになることを大目標として研究に精進することをお約束すると共に、さらなるご指導、ご鞭撻をお願い申し上げる次第である。

東京工業大学大学院総合理工学研究科室町泰徳助教授には、行動モデルに関する豊富な知見に基づいたご意見を多数賜るのみならず、プランナーとしての思想を持ち続けることの重要性をご教示頂いた。ここに感謝の意を表したい。

また、多くの先生方にも、様々な機会を通して大変お世話になった。

京都大学北村隆一教授、山梨大学西井和夫教授、名古屋大学森川高行教授、広島大学藤原章正教授、広島大学張峻屹助教授、山梨大学佐々木邦明助教授、名古屋大学山本俊行助教授には、土木計画学研究発表会等の場において、本論文に直接関連する研究のみならず、その前身となった諸研究に関しても、貴重かつ有益なご意見を数多く賜った。東京海洋大学兵藤哲朗助教授、芝浦工業大学岩倉成志助教授、筑波大学岡本直久助教授、東京電機大

学高田和幸助教授，高知工科大学寺部慎太郎助教授には，学会等のフォーマルな場面では勿論のこと，東京工業大学出身の教官 OB としての立場から，忌憚ないご意見を頂戴した．普段の研究・教育活動の場においても，励ましのお言葉を多数頂戴している．また，一橋大学荒井一博教授には，先生が主催する学際的な勉強会（現代経済研究会）の中で研究成果の発表機会を与えて頂き，早稲田大学竹村和久教授，慶応義塾大学吉川肇子助教授をはじめとする人文・社会科学の諸先生方と交流する機会を与えて頂き，示唆に富む多種多様なご意見を頂戴することができた．以上の諸先生方に対して心から感謝の意を表したい．

東京大学大学院工学系研究科社会基盤工学専攻測量・地域計画研究室の先輩，同輩，及び，東京工業大学総合理工学研究科人間環境システム専攻屋井研究室の後輩にも，多大なご支援を頂いた．

日本大学轟朝幸助教授，中央大学谷下雅義助教授，筑波大学堤盛人助教授，秋田大学浜岡秀勝助教授，東京大学清水哲夫助教授，東京大学福本潤也助手には，研究室の先輩として常日頃から暖かく励まして頂いただけでなく，普段の議論を通して有益なご意見を頂戴し，研究心の灯火を分けて頂いた．また，時には研究の厳しさを教えて頂き，筆者にとって大いなる励みとなった．また，東京大学布施孝志助手，国土交通省国土技術政策総合研究所関本義秀氏とは，学部・大学院を通じた研究室の同輩という立場から，昼夜を問わない数え切れない議論を交わしてきた．専門分野に幾分の違いがあるものの，両氏との公私に渡る長年の交流は，研究を進める上で大きな励みになり，互いに切磋琢磨することができたと確信している．

共同研究を行った研究室の後輩諸氏にも大いに助けられた．特に，株式会社大和総合研究所上野博義氏，八千代エンジニアリング株式会社渡邊健氏には，データ収集と整理，数値計算において膨大な労力を仰いだ．両氏の尽力無くしては，本研究の遂行は為し得ず，議論を通じて数多くの示唆も頂いた．東京大学吉江勝広技官，東京大学及び東京工業大学の秘書の方々には，筆者の研究生活を陰からサポート頂いた．さらに，研究室で共に過ごした先輩，同輩，後輩には様々な場面でご支援を頂いた．これまでのご指導とご援助に対して，心からの謝意を示すと共に，今後とも変わらぬお付き合いをお願い申し上げる次第である．

本論文は，人と人との結びつき（社会的相互作用）に関して，交通行動に対象を限定して，その影響分析を試みたものである．このアナロジーで言えば，筆者は，本研究を遂行する過程において，上記の全ての方々から強い正の影響を享受したことになるであろう．今後は，逆に，筆者から上記の方々に対して正の影響を及ぼし得るよう，研究及び教育活動に鋭意努力したい．それこそが，多くの方々の学恩とご支援に報いる最良の手立てであると考えている．

最後に，今日まで筆者を育み陰で支えてくれた両親，祖母，弟に対して，心からの謝意を表し，本論文を結びたい．

2004年3月26日 福田大輔