

社会的相互作用を考慮した選択行動モデルによる自転車駐輪行動の分析

東京工業大学大学院	正会員	福田大輔
株式会社大和総研	非会員	上野博義
東京大学大学院	フェロー会員	森地 茂

1. はじめに

我が国の大都市主要駅における放置自転車の特徴として、駐輪場整備や取締り強化等の対策にもかかわらず状況が改善されない場合が多い、類似した環境であっても場所により放置状況が大きく異なる(地域差の発生)等が挙げられる。こうした状況は、社会的相互作用の影響が大きい現象に見られる特徴である。例えば、放置率の高い駅では、「周りの人が路上駐輪しているから路上に駐輪しても大丈夫だろう」という相互作用の影響の結果、社会的ジレンマの状況が生じていると考えることもできよう。こうした場合、上記の

に関しては、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ないから、また に関しては、強い社会的相互作用のために複数個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からであると説明される。

一方、近年 Brock & Durlauf^{1),2)}は、社会的相互作用(特に Global Interaction の影響)を考慮可能な二項選択型の離散選択モデルを提案している。彼らのモデルの特徴として、(a)モデルの識別問題に対処している、(b)個人の行動が他人に影響し、それがまた当人に影響するという“内生性”を、合理的期待均衡の仮定を通じて定式化し、相互作用の結果生じ得る複数均衡解を導出している、(c)実証分析への適用が可能である等といった点が挙げられる。特に(b)は、社会心理学で言われる欠陥均衡状態から、社会的により望ましい均衡状態への移行可能性を実証的に分析できることを意味している。

そこで本研究では、違法駐輪行動を社会的ジレンマ問題の一例として取り上げ、Brock & Durlauf^{1),2)}に基づいて自転車利用者間の社会的相互作用を考慮した駐輪場所選択行動モデルを構築し、ジレンマからの脱却の可能性に関する考察を行う。

2. モデルの定式化

以降の表記は基本的に Brock & Durlauf²⁾に準拠している。まず ω_i を行動主体 i の選択結果を示す二項変数とし、ここでは自転車利用者 i が駐輪場に駐輪したとき+1、路上に駐輪したとき-1をとるものとする。

次に、各行動主体の効用関数を以下のような線形加算型を用いて表す。

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

ここで、 $u(\omega_i)$ は個人の私的動機のみに基づく確定効用項、 $S(\omega_i, \bar{m}_i^e)$ 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)、 $\varepsilon(\omega_i)$ は誤差項である。誤差項は、全ての構成員間で独立かつ同一のガンベル分布に従っているものと仮定する。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。以後、 J を未知パラメータとし、社会的相互作用の項を次のように特定化する。

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

意思決定の時点においては、各行動主体は自分自身の誤差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する。すると、主体 i が行動 ω_i を選択する確率は次式で与えられる(β : スケールパラメータ)。

$$\text{Prob}(\omega_i) = \frac{\exp(\beta(u(\omega_i) + J\omega_i \bar{m}_i^e))}{\sum_{v_i \in \{+1, -1\}} \exp(\beta(u(v_i) + Jv_i \bar{m}_i^e))} \quad (3)$$

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式(4)のように表すことができる。但し、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。

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

ここで、 I は準拠集団の構成員の総数である。さらに、各行動主体が合理的期待を形成すること、すなわち $m_{i,j}^e = E[\omega_j]$ の成立を想定すれば、次のようになる。

キーワード：交通行動分析，社会的相互作用，社会的ジレンマ
 連絡先：〒152-8552 目黒区大岡山 2-12-1
 東京工業大学大学院理工学研究科土木工学専攻
 Tel : 03-5841-6129 Fax : 03-5841-7453

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

式の対称性より、最終的に次の均衡方程式が導かれる。

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

今回の実証分析の場合、 m^* は均衡状態における準拠集団の駐輪場利用率を表す。また、この方程式は、パラメータ β, h, J の符号、及びそれらの大小関係次第で複数の均衡解を持ち得る（図-1）。

さらにここでは、個人間の相違を考慮するために、確定項 $u(\cdot)$ が個人によって異なるものとし h を h_i と置き換えて次のように特定化する。

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

但し、 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 が所属する準拠集団 $n(i)$ 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、均衡方程式は以下のように再定式化される。

$$m_{n(i)} = \int \tanh(b + c' X_i + d' Y_{n(i)} + J m_{n(i)}) dF_{X_i|Y_{n(i)}} \quad (8)$$

均衡方程式の両辺には $m_{n(i)}$ が組み込まれており、このままではパラメータを推定することは困難である。簡便な方法として、Brock & Durlauf^{1),2)} は Naive Estimator の考えに基づく推定を指示している。これは、 $m_{n(i)}$ を外生変数とみなすことで均衡方程式を考慮しなくともよいとする考えであり、それに従えば、通常の二項ロジットモデル同様、最尤法による推定が可能となる。具体的には、まず、式(3)と(7)を用いて二項ロジットモデルの最尤推定を行い、次に、得られたパラメータを用いて式(8)を（数値解析的に）解くという手順に従う。

3. 実証分析の概要

末端交通手段としての自転車利用者の多さと放置自転車比率の相違を考慮して、東京都内から巢鴨、田端、綾瀬の3駅を選定し、訪問配布・郵送回収方式による意識調査を行い、約1,600人の回答を得た。調査の詳細に関しては、紙面の都合上、別の機会に紹介したい。

まず、東京都のデータから駅毎の駐輪場利用率を求め、これを $m_{n(i)}$ の値（与件）としてパラメータ推定を行った結果を表-1に示す。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おり、より多くの人の行動に同調する傾向があることが確認される。

次に、均衡方程式を用いて社会的ジレンマからの脱却可能性に関する考察を行う。図-1には、巢鴨駅利用者全サンプルを用いて式(8)を近似的に解いて得られた反応曲線が示されており、現状のままだといずれは

駐輪場利用者比率の低い欠陥均衡状態へと移行していくことが推察される。このように、駐輪状況が今後どんな状態に向かっていくのかを、駅毎に考察できる。

一方、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、曲線を上下にシフトさせることに対応している。現状のままだと欠陥均衡へ移行してしまうが、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する必要性が示唆される（図-1）。例えば、政策 程度のシフトでは安定な欠陥均衡に陥ってしまうが、より強力な政策 の場合、曲線が大幅に上方シフトして、社会的により望ましい一意な均衡状態しか存在せず、やがてはそれに到達する。

無論、これらは多くの仮定の上で成り立つ結論だが、社会的ジレンマ解消に対する一つの示唆を与えるものと考えている。より詳細な分析が今後も必要である。

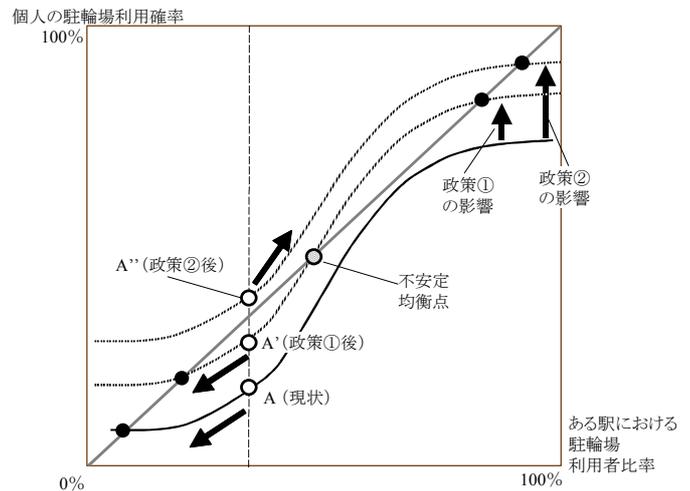


図-1 準拠集団の状態と個人の選択行動との関係図

表-1 パラメータ推定結果

説明変数	説明	推定値	t-値	
定数項				
	—	-0.772**	-5.96	
X_i	利用頻度	利用回/週	0.040*	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	0.043**	4.84
	Risk	因子スコア: リスク感を表す	-0.159**	-3.41
	Public	因子スコア: 公共心を表す	0.302**	6.28
	居住年数	年	0.059**	2.36
$Y_{n(i)}$	非主婦ダミー	中高生or会社員=1	0.247**	3.59
	取り締まり頻度	取り締まり回数/月	0.018**	2.14
m	社会的相互作用	集計平均 (東京都データ)	1.117**	18.87

(β は1に基準化してある)
 (**は5%有意水準,*は10%有意水準を示す.)
 対数尤度:-773.311 初期尤度:-1120.1 サンプル数:1616

参考文献

- 1) Brock, W. and Durlauf, S.: Discrete Choice with Social Interactions, *Review of Economic Studies*, Vol.68, pp.235-260, 2001.
- 2) Brock, W. and Durlauf, S.: Interactions-Based Models, In Heckman, J. and Leamer, E. (Eds.), *Handbook of Econometrics Volume 5*, Elsevier Science, Amsterdam, pp.3297-3380, 2001.