

他者の協力状況が個人の環境配慮行動に及ぼす影響のモデル分析*

An Empirical Analysis on Individual's Environment-conscious Behavior
in the Presence of Social Interactions*

倉内慎也**・水場牧子***・森川高行****

By Shinya KURAUCHI**・Makiko MIZUBA***・Takayuki MORIKAWA****

1. はじめに

土木計画学が分析対象とする人間行動の多くは、個人の私的動機だけでなく、他者への同調傾向等に代表される社会的相互作用の影響を受けることが繰り返し指摘されている^{1), 2), 3)}。中でも、最近特にクローズアップされている環境配慮行動については、他者の協力状況が大きく作用するものと考えられる。しかしながら、環境配慮行動に着目した研究は依然として十分な研究蓄積があるとは言えず、他者の協力状況が個人の環境配慮行動に及ぼす影響は未だ明らかになっていない。また、社会的相互作用を考慮した研究の多くは、個人が協力行動を実施する確率は、協力行動を実施する他者の割合に応じて単調増加するものとしているが、特に環境配慮行動に関しては、問題のスケールが大きいことに加え、個人の協力行動の効果が不明瞭であるが故に他者の協力行動にフリーライドしてしまったり、マーケティングで言う「スノブ効果」のように、普及に応じて個人が協力行動をする確率が低下することも十分考えられる。そこで本研究では、環境配慮行動を対象に、個人が私的な利益の増進に寄与する行動（非協力行動）と公共的な利益の増進に寄与する行動（協力行動）のいずれかを選択しなければならぬような社会的ジレンマの状況⁴⁾を想定し、そこに他者の協力状況がどのような影響を及ぼすのかについて分析することを目的とする。

2. 用いるデータの概略

(1) アンケート調査の概要

本研究では、名古屋市において実施されている交通エコポイント制度⁵⁾を活用したMM社会実験への参加者希望者を対象に、平成19年1月に実施したアンケート調査データを使用する。調査は携帯電話からアクセス可能なwebページで実施し合計108人から回答を得ている。ア

*キーワード：交通意識分析、環境配慮行動

**正員，博(工)，愛媛大学大学院理工学研究科

(松山市文京町3番，E-mail: kurauchi@dpc.ehime-u.ac.jp)

***非会員，早稲田大学大学院創造理工学研究科

(新宿区大久保3-4-1，E-mail: makiko.m@moegi.waseda.jp)

****正員，Ph. D.，名古屋大学大学院環境学研究科

(名古屋市千種区不老町，E-mail: morikawa@nagoya-u.jp)

ンケートでは、貯まったエコポイントをエコ商品との交換が植樹への寄付のいずれかに使えるような仮定の状況を想定し、「何割を植樹へ寄付するか」という当該個人の植樹への寄付率、「参加者の何割が少なくとも1ポイントを植樹へ寄付すると思うか」という他者協力率、「寄付をする人は、貯めたポイントの何割程度を寄付していると思うか」という他者協力強さについてそれぞれ尋ねている。また、個人属性や普段の交通行動に加え、環境問題と公共交通に関する心理指標として、表1に示す聞き方で「はい」「どちらでもない」「いいえ」の3段階の主観的評価値が得られている。

表1 アンケート調査における心理指標

心理指標	質問文
公共交通利用意図	普段からできるだけ公共交通を利用しようと思っている
環境配慮行動意図	普段から環境にやさしい行動をしようと思っている
環境問題の重要性認知	現在の環境問題は深刻だ
環境問題に対する責任感	1人1人が環境に配慮することが必要だ
環境問題に対する道徳意識	自動車利用を控えもっと公共交通を使うべきだ
公共交通に対する態度	公共交通の移動は便利だ
自動車利用自粛の知覚行動制御	自動車利用を控えることは難しい

(2) アンケート調査データの基礎的分析

図1に植樹への寄付率を示す。ポイントを植樹に寄付しない人は2割弱であり、逆に8割強の人が少なからず植樹に寄付していることがわかる。寄付するポイントの割合は1~3割が多いものの、丁度半分の5割を寄付する人も多いことが分かる。次に個々の回答者が予測する他者の協力状況について、図2に他者協力率を、図3に他者協力強さを示す。他者協力率については、3割あるいは5割の人が協力行動を行うと予測する人が多い一方、他者協力強さについては、ポイントの1~2割、もしくは5割を寄付するであろうと予測する人が多く、比較的個人の寄付率と類似した傾向が見受けられる。しかしながら、3変数の相関係数を算出すると(表2)、いずれも正の相関があるものの有意とは言えず、単純な線形関係は成立していないものと言える。

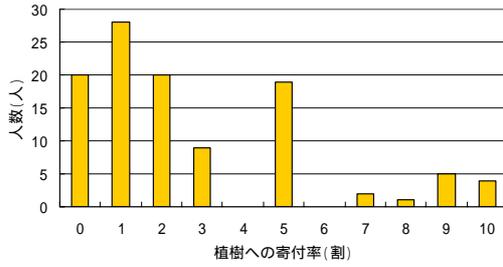


図1 個人の植樹への寄付率の分布

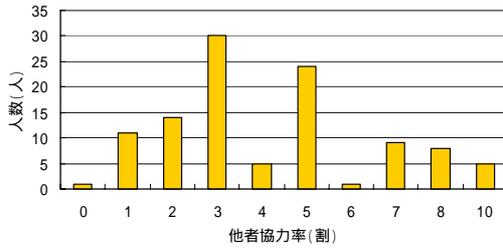


図2 他者協力率の予測値の分布

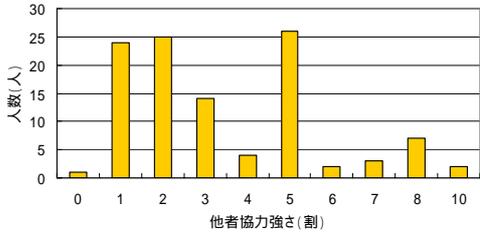


図3 他者協力強さの予測値の分布

表2 協利行動の相関行列

	個人の寄付率	他者協力率	他者協力強さ
個人の寄付率	1		
他者協力率	0.187	1	
他者協力強さ	0.269	0.266	1

3. 分析に用いるモデル

(1) 基本モデルの定式化

ポイント配分に関する設問において、被験者は、自身が獲得する効用が最大となるようにポイントを配分するものと考え、kitamura⁹⁾の資源配分モデルを参考にモデルの定式化を行う。

いま、個人 n がエコ商品との交換や植樹への寄付に X_n ポイントを配分する状況を想定する。ここで、個人 n がエコ商品との交換に配分するポイント数を x_{1n} (割)、植樹への寄付に配分するポイントを x_{2n} (割)とし、その配分によって得られる効用を $U_n(x_{1n}, x_{2n})$ とすると、当該個人の効用最大化行動は以下のように表すことができる。

$$\begin{aligned} \text{Max } U_n(x_{1n}, x_{2n}) \\ = \alpha_{1n} \ln(x_{1n} + 1) + \alpha_{2n} \ln(x_{2n} + 1) + \varepsilon_n \end{aligned} \quad (1)$$

subject to

$$x_{1n} + x_{2n} = X_n$$

$$x_{1n}, x_{2n} \geq 0$$

ここに、 ε_n は個人 n の効用の誤差項、 α_{1n} 、 α_{2n} は効用パラメータである。

式(1)において、右辺第1項はエコ商品にポイントを配分することで得られる効用、第2項は植樹への寄付にポイントを配分することで得られる効用である。ポイントを単位量追加配分することによって得られる効用の増分は、配分ポイント数が多くなるにつれて減少するという限界効用逓減の法則が成り立つと考えられるため、本研究ではそれを対数関数により表現している。

次に、上記の制約条件のもとで個人が最大の効用を得る点(配分割合の最適解)を求めるために、以下に示すラグランジュ関数 l_n を定義する。

$$\begin{aligned} l_n = \alpha_{1n} \ln(x_{1n} + 1) + \alpha_{2n} \ln(x_{2n} + 1) \\ + \lambda_n (X_n - x_{1n} - x_{2n}) + \varepsilon_n \end{aligned} \quad (2)$$

ここで、 λ_n は配分可能な総ポイント数の制約に対応するラグランジュ乗数である。クーン・タッカーの1階条件より、上式を x_{1n} および x_{2n} について偏微分し整理すると、最適解 x_{1n}^* 、 x_{2n}^* について以下の条件が導出される。

$$\frac{\alpha_{1n}}{x_{1n}^* + 1} = \frac{\alpha_{2n}}{x_{2n}^* + 1} \quad \text{if } x_{1n}^*, x_{2n}^* > 0 \quad (3a)$$

$$\frac{\alpha_{1n}}{x_{1n}^* + 1} \leq \frac{\alpha_{2n}}{x_{2n}^* + 1} \quad \text{if } x_{1n}^* = 0, x_{2n}^* = X_n \quad (3b)$$

$$\frac{\alpha_{1n}}{x_{1n}^* + 1} \geq \frac{\alpha_{2n}}{x_{2n}^* + 1} \quad \text{if } x_{1n}^* = X_n, x_{2n}^* = 0 \quad (3c)$$

さて、式(1)においては、 x_{1n} および x_{2n} が増加するにつれ、効用も増加する必要がある。すなわち、効用パラメータ α_{1n} 、 α_{2n} は非負条件を満たす必要があることから、本研究では、 α_{1n} および α_{2n} を以下のように特定化する。

$$\alpha_{1n} = \exp(\mathbf{A}'_1 \mathbf{X}_{1n} + \zeta_{1n}) \quad (4a)$$

$$\alpha_{2n} = \exp(\mathbf{A}'_2 \mathbf{X}_{2n} + \zeta_{2n}) \quad (4b)$$

ここに、 \mathbf{X}_n ：個人 n の属性等によって構成される説明変数ベクトル、 \mathbf{A} ：未知パラメータベクトル、 ζ_n ：個人 n の誤差項である。

式(4a)、(4b)を式(3a)~(3c)に代入し誤差項 ζ_n に関して整理すると、以下の関係式が導出される。

$$\zeta_{1n} - \zeta_{2n} = (\mathbf{A}'_2 \mathbf{X}_{2n} - \mathbf{A}'_1 \mathbf{X}_{1n}) + \ln \left(\frac{x_{1n}^* + 1}{x_{2n}^* + 1} \right) \quad (5a)$$

$$\text{if } x_{1n}^*, x_{2n}^* > 0$$

$$\zeta_{1n} - \zeta_{2n} \leq (\mathbf{A}'_2 \mathbf{X}_{2n} - \mathbf{A}'_1 \mathbf{X}_{1n}) + \ln \frac{x_{1n}^* + 1}{x_{2n}^* + 1} \quad (5b)$$

$$\text{if } x_{1n}^* = 0, x_{2n}^* = X_n$$

$$\zeta_{1n} - \zeta_{2n} \geq (\mathbf{A}'_2 \mathbf{X}_{2n} - \mathbf{A}'_1 \mathbf{X}_{1n}) + \ln \frac{x_{1n}^* + 1}{x_{2n}^* + 1} \quad (5c)$$

$$\text{if } x_{1n}^* = X_n, x_{2n}^* = 0$$

いま、誤差項の差 $\zeta_{1n} - \zeta_{2n}$ が平均 0、分散 σ^2 の正規分布に従うと仮定し、

$$\mathbf{A}' \mathbf{X}_n = \mathbf{A}'_2 \mathbf{X}_{2n} - \mathbf{A}'_1 \mathbf{X}_{1n} \quad (6)$$

とすると、アンケート調査において、個人 n の最適ポイント配分 x_{1n}^* および x_{2n}^* が観測される確率 L_n は、次式で表すことができる。

$$L_n = \begin{cases} \frac{1}{\sigma} \phi \left[\frac{1}{\sigma} \left\{ (\mathbf{A}' \mathbf{X}_n) + \ln \left(\frac{x_{1n}^* + 1}{x_{2n}^* + 1} \right) \right\} \right] & \text{if } x_{1n}^*, x_{2n}^* > 0 \\ \Phi \left[\frac{1}{\sigma} \left\{ (\mathbf{A}' \mathbf{X}_n) + \ln \left(\frac{x_{1n}^* + 1}{x_{2n}^* + 1} \right) \right\} \right] & \text{if } x_{1n}^* = 0, x_{2n}^* = X_n \\ 1 - \Phi \left[\frac{1}{\sigma} \left\{ (\mathbf{A}' \mathbf{X}_n) + \ln \left(\frac{x_{1n}^* + 1}{x_{2n}^* + 1} \right) \right\} \right] & \text{if } x_{1n}^* = X_n, x_{2n}^* = 0 \end{cases} \quad (7)$$

ここに、 $\phi(\cdot)$ ：標準正規分布の確率密度関数、 $\Phi(\cdot)$ ：標準正規分布の累積分布関数、である。

(2) 他者の影響

他者の影響を考慮する上では、比較対象となる他者が、意思決定者が参照する準拠集団内のいずれに位置しているかを特定することが重要となる。本研究では他者との比較基準として、森川ら¹⁾が提唱した「上方比較」に加え「下方比較」を採用する。上方比較とは、準拠集団の上方に属し、高い効用を有する他者を比較対象として選定する基準であり、一般により高い効用を得ることを望む行動において採用される。同様に、下方比較とは、準拠集団内の下方に属する他者を比較対象として選定する基準であり、不幸な他者よりも多くの幸福感を求めようような比較基準である。本研究では、これら2つの考え方に加え、「比較なし」と「平均比較」という基準をさらに採用することとする。比較なしとは、文字通りいかなる他者も参照しない判断基準を指す。一方、平均比較とは、準拠集団内の中団に位置する他者を参照する比較基準であり、上方比較と下方比較の間に位置付けられる。例えば、目立つのを避けたり他者と足並みを揃えるなど

の行動は、この平均比較が行われた結果として顕在化する行動形態とみなすことができる。

(a) 上方比較

上方比較における他者の効用は、式(1)の誤差項にガンベル分布を仮定することで、森川ら¹⁾と同様の方法で以下のように導出することができる。

$$\frac{1}{\mu} \ln \sum_{n=1}^N \frac{1}{N} \exp(\mu V_n) \quad (8)$$

ここで、他者協力率と他者協力強さの回答値をそれぞれ p 、 q と定義すると、式(8)の他者の効用は以下のように表すことができる。

$$\frac{1}{\mu} \ln \left[(1-p) e^{\mu V(X_n, 0)} + p e^{\mu V(X_n - q, q)} \right] \quad (9)$$

ここに、 $V(A, B)$ ：ポイントをエコ商品との交換に A 割、植樹への寄付に B 割配分した場合に得られる効用の確定項である。なお、以降では、未知パラメータの同定可能性を考慮して、 $\mu=1$ として定式化を行うこととする。

(b) 下方比較

上方比較の場合と同様に、下方比較における他者の効用は最終的に以下のように表される。

$$\ln \left[N^2 \left\{ (1-p) e^{V(X_n, 0)} + p e^{V(X_n - q, q)} \right\} \right] \quad (10)$$

(c) 平均比較

平均比較では、比較対象となる他者の効用として、準拠集団全体の効用の平均値を用いればよい。ゆえに、平均比較における他者の効用は以下のように表すことができる。

$$(1-p) e^{V(X_n, 0)} + p e^{V(X_n - q, q)} \quad (11)$$

最終的に、式(9)~(11)で表される他者の効用を式(6)の説明変数の一つとして用い、式(7)を各個人の尤度とすることで未知パラメータを推定することができる。ここで、式(10)には準拠集団の人数 N が含まれるが、これは個人ごとに固定値をとるため、パラメータ推定値には影響を及ぼさないことに注意されたい。

4. 分析結果

(1) 他者の効用の影響

本研究では、他者との比較基準として、上方比較、平均比較、下方比較、比較なし、の4パターンを想定している。一方、各被験者が実際にどの比較基準を用いて意思決定を行ったかについては、アンケート調査から直接把握することができない。そこで、本研究では、上記4パターンをそれぞれ考慮したモデルを推定し、その現況再現性(モデル適合度)を比較することで、どの比較基準を採用しているのかを推測する。

紙面の都合上、推定結果は省略するが、最も適合度が高いのは、下方比較モデルであった。すなわち、被験

者は、効用が低く準拠集団内の下方に属する他者を比較対象として選定する傾向があると言える。

(2) 下方比較モデルの推定結果

現況再現性が最も高い下方比較モデルの推定結果を表3に示す。なお、ここでは個人の異質性を考慮するために、各効用パラメータを心理指標等により構造化した上で推定を行った。また、推定結果を用いて個人ごとに各効用パラメータの符号を推計した結果を表4に示す。

まず他者協力率のパラメータについては、全体の約70%が正であることから、ほとんどの人については、他者協力率が高くなるほど協力行動をより多く実施する傾向にあるが、残りの30%の個人については、協力率が高くなるほどそれに同調する傾向は弱くなる、すなわちフリーライドしてしまう可能性があるものと推測される。一方、他者協力強さについては、大多数の個人のパラメータは正の値であるため、ほとんどの人が他者の協力強さに同調し、より協力行動を実施する傾向にあると言える。他者の効用の影響については、サンプル内の全個人について、正で推定されている。ここで、下方比較の対象となる他者はポイントをより植樹に寄付する傾向が強いことから、この結果は、今回のアンケート調査の被験者がポイントを植樹に寄付する行動に同調する傾向が強いことを示唆しているものと考えられる。

表3 下方比較モデルの推定結果

説明変数		パラメータ推定値	t値
定数項	定数項	1.21	12.33
	公共交通に対する態度	-6.78	-1.78
他者協力率	定数項	-1.69	-3.85
	自動車利用回数(1週間)	-0.769	-3.07
他者協力強さ	公共交通に対する態度	0.0608	3.41
	自動車利用回数(1週間)	0.324	3.35
他者の効用	定数項	1.61	3.30
	自動車利用回数(1週間)	-0.0577	-2.20
他者の効用	環境問題に対する道徳意識	-0.418	-2.43
	定数項	1.65	0.89
	公共交通利用回数(1週間)	0.0497	2.39
	環境問題に対する道徳意識	0.671	2.44
自動車利用自粛の知覚行動制御	-0.212	-2.45	
サンプル数		108	
モデル適合度(AIC値)		338.91488	

表4 各個人のパラメータの符号

パラメータ	割合(%)	
	正	負
(定数項)	0	100
(他者協力率)	67.6	32.4
(他者協力割合)	92.6	7.4
(他者効用)	100	0

(3) 推定結果によるシミュレーション

モデル推定に用いたサンプル全体を対象として、表3の推定結果を用いて、他者協力率ならびに他者協力強さの値を段階的に変化させたときに、個人の協力率が

どのように変化するかをシミュレートした(図4)。

既往の研究とは異なり、協力率関数は単調増加せず、他者協力強さが7割以降になると減少傾向が見られる。また、他者協力強さに対する個人の協力率に着目しても、他者協力強さの増加に応じて、必ずしも個人の協力率が高くなるわけではない。以上のことから環境配慮行動においては、他者の協力状況が高いほど協力率が高位の均衡に落ち着くわけではないことが明らかとなった。

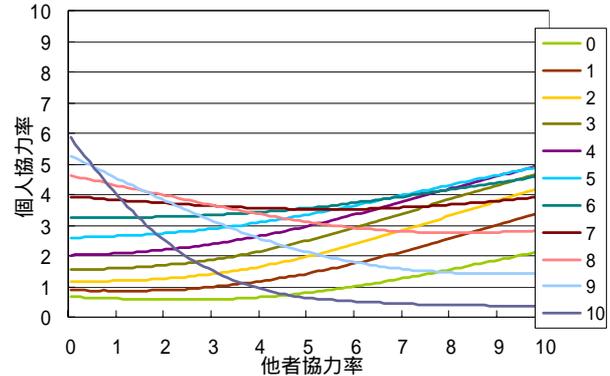


図4 他者協力率と協力強さを変化させた場合の個人の協力率

6. おわりに

本研究では、「エコ商品との交換」を私的な利益が獲得できる行動、「植樹への寄付」を社会的(公共的)利益が獲得できる行動と捉え、社会的ジレンマ状況における選択行動を想定して分析を行ったが、実際には、エコ商品との交換も間接的には公共の利益にも資することに加え、ポイントの配分割合によっては、私的な利益と公共的な利益の双方を増進させることが可能である特殊なケースを取り扱っている。しかしながら、他者の協力率が高くなると逆にフリーライドしてしまう人が現れることや、また紙面の都合上割愛したが、個人の協力率は他者協力強さにより影響を受けるという知見は極めて重要であり、今後様々な状況における環境配慮行動を分析し、今回得られた知見の一般性を検証する必要がある。

参考文献

- 1) 森川高行, 田中小百合, 荻野成康: 社会的相互作用を取り入れた個人選択モデル- 自動車利用自粛行動への適用 -, 土木学会論文集, No.569/IV-36, pp.53-63, 1997.
- 2) 福田大輔: 社会的相互作用が交通行動に及ぼす影響のマイクロ計量分析, 東京大学博士論文, 2004.
- 3) 藤井聡, 柳田雅史: 他者の協力行動に関するフィードバック情報が道徳意識に及ぼす影響, 心理学研究, Vol.76, No.1, pp.35-42, 2005.
- 4) 藤井聡: 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, 2003.
- 5) 佐藤仁美, 森川高行, 倉内慎也, 山本俊行: 公共交通利用促進のためのポイント制度の評価に関する研究- 名古屋市における交通エコポイント社会実験から -, 都市計画論文集, No.41(3), pp.25-30, 2006.
- 6) Kitamura, R.: A model of daily time allocation to discretionary out-of-home activities and trips, Transportation Research B, Vol.18B, No.3, pp.255-266, 1984.