

モビリティ・マネジメントにおける 環境意識の有効性に関する一考察

小 川 雅 司[†]

キーワード：モビリティ・マネジメント、環境意識、自動車交通、JGSS-2005、順序プロビット
モデル

1. はじめに

自動車交通による交通問題は実に様々であるが、なかでも、最も重要なものは、自家用乗用車の環境・エネルギー問題と言ってよいであろう。内閣府（2005）によると、自動車利用による環境問題として、大気汚染問題（52.3%）と地球温暖化問題（32.1%）が上位を占めている。都市規模別に見ると、大気汚染問題と回答した人の割合は大都市で、地球温暖化問題と答えた者の割合は町村で、それぞれ高くなっている。

ここで、1人を1km輸送する際に排出される二酸化炭素量（単位:g-CO₂）を比較すると、鉄道が20にあるのに対して、自家用乗用車は145もある（日本民営鉄道協会、2017）。この数値から、自家用乗用車がいかにエネルギー消費の面で非効率で、地球環境に大きな負荷を掛けているのかが分かる。

他方、わが国を巨視的にみた場合、燃料価格の高騰や若者のクルマ離れなどの原因によって、自家用乗用車の走行距離（キロ）そのものは減少傾向にある（日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット編、2018）。この変化と自動車単体の燃費改善によって、自家用乗用車による二酸化炭素排出量は、2001年度をピークに減少を続け、2016年度は全部門のおよそ8%まで低下している（国土交通省2018）。

このように、自家用乗用車による二酸化炭素排出量は減少しているが、わが国は温室効果ガスを2030年度までに2013（2005）年度比の26.0（25.4）%を削減しなければならない。

[†]大阪産業大学 経済学部 国際経済学科 教授

草稿提出日 10月31日

最終原稿提出日 12月25日

この削減目標に対して、運輸部門全体の排出量は2016年度時点で、2005年度比の11.9%減少しているが、依然として、地球温暖化問題を楽観的に考えることはできない。

このような状況の解決策として、近年、モビリティ・マネジメント（MM：Mobility Management）という手法が、わが国の多くの地域や企業において取り組まれている¹⁾。藤井（2003）や国土交通省（2007）によると、モビリティ・マネジメントとは「一人一人の交通行動が社会的にも個人的にも望ましい方向（過度な自動車利用から公共交通等を適切に利用するなど）に自発的に変化することを促す、コミュニケーションを中心とした交通施策」と定義されており、その具体的な内容としては、公共交通の情報提供や環境および健康意識の啓発が挙げられている²⁾。

そこで本稿では、自動車交通による環境汚染に対する意識と自動車利用との関係を明らかにしながら、モビリティ・マネジメントにおける環境意識の有効性について考察したい。というのも、もし、環境汚染に対する意識が高いにも関わらず、自動車利用の頻度が高い、あるいは、両者に関係がない、という結果が得られれば、モビリティ・マネジメントのうち、環境意識に働きかける方法は有効に機能しないと言えるのではないか。実際に、萩原（2007）は、『国民生活モニター調査』の結果を用いて、日常生活の省エネルギー行動に関心ある人や、個人の日常生活で地球温暖化防止に取り組むと答えた人がともに95%に達しているにも関わらず、自家用乗用車の利用が依然として増加していることを指摘している。

さて、本稿の構成であるが、まずは次節で使用する統計データと基本モデル、変数について説明しておこう。そして、続く3節で分析方法とその結果について考察を行い、最後の4節で結論を述べることにする。

2. 使用データ・基本モデル・変数

(1) 使用データ

本稿では、大阪商業大学比較地域研究所が東京大学社会科学研究所と共同で行ったJGSS-2005（Japanese General Social Surveys：日本版総合的社会調査）を用いる³⁾。このデータを用いた理由は、以下の3つである。1つ目は、自動車の利用頻度と自動車による

1) 交通需要を抑制する手法として、モビリティ・マネジメントのほかに、都市計画的手法と経済的手法がある。詳しくは、小川（2001）および小川・山田（2001）を参考にされたい。

2) モビリティ・マネジメントにおける健康意識の有効性を分析したものとして、中井ほか（2008）がある。

3) このデータの母集団は全国に居住する満20～89歳の男女（2005年9月1日時点）で、調査対象者は全国307地点の4500人が層化2段無作為抽出法によって抽出されている。有効回収率は2023で回収率は50.5%と、信頼性の高い調査である。

環境汚染に対する意識に関する設問がJGSS-2005において、特別に設けられているためである。2つ目は、JGSS-2005が非集計の個票データであり、個人属性を統制変数（control variables）として、自動車利用と環境意識との関係をより正確に分析できると考えたからである。3つ目は、東京大学社会科学研究所附属社会調査・データアーカイブ研究センターがJGSS-2005のデータを無償で提供し、かつ、他者による追試が可能なためである。

（2）基本モデルと仮説

本稿では、自動車利用を従属変数、環境意識を独立変数とした因果関係を基本モデルと設定し、次式で示すように、世帯収入と個人属性（性別と年齢）の変数も独立変数に含むことにする。世帯収入は消費者行動を規定する最も重要な経済変数であり、他方、個人属性は基本的な統制変数だからである。また、環境意識および世帯収入に関する仮説は、以下の①と②のように考えられる。

$$Car = F(Eco, Inc, Sex, Age)$$

ただし、*Car*：自動車利用、*Eco*：環境意識、*Inc*：世帯収入、
Sex：性別、*Age*：年齢 とする

- ①環境に対する意識が高いほど、自動車利用が少なくなるであろう。この仮説が採択されれば、環境意識の啓発がモビリティ・マネジメントとして有効に機能する可能性が高いと言える。
- ②世帯収入が多いほど、余暇活動が活発になる傾向にあり、結果として、自動車利用が多くなるであろう。ただし、世帯収入などの所得変数は、一般的に自動車保有に影響し、自動車保有が自動車利用を規定すると考えられる。本稿は、後に説明するように、自動車を保有する世帯のみを分析対象としているため、世帯収入の変数が必ずしも有意になるとは限らない。

また、本稿は、モビリティ・マネジメントという観点から分析しているため、自動車から公共交通へのモーダルシフトを相対的に促進しやすい都市圏を分析対象とする。ただし、JGSS-2005の設問設定上、14大都市⁴⁾と三大都市圏⁵⁾の市部を都市圏と定義する。

4) 14大都市とは、東京都区部、札幌市、仙台市、さいたま市、千葉市、横浜市、川崎市、名古屋市、京都市、大阪市、神戸市、広島市、北九州市、福岡市を指す。

5) 三大都市圏とは、首都圏（東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県）、中京圏（愛知県、三重県、岐阜県）、近畿圏（大阪府、京都府、兵庫県、滋賀県、奈良県、和歌山県）を指す。

(3) 変数の定義

基本モデルで設定した諸変数の定義を表1，その記述統計を表2に示しているが，ここでいくつか注意すべき点について説明しておこう。

表1：使用変数の定義

変数名	質問項目	定義
自動車利用 〔通勤・通学〕 〔レジャー〕	あなたは次のような目的（通勤・通学とレジャー）で車を運転することがありますか	ほぼ毎日 = 5 週に3, 4日程度 = 4 週に1, 2日程度 = 3 月に1, 2日程度 = 2 年に数回 = 1 その目的では運転しない = 0
環境意識	車による環境汚染が心配といますか	そう思う = 4 どちらかといえばそう思う = 3 どちらともいえない = 2 どちらかといえばそう思わない = 1 そう思わない = 0
世帯収入	世間一般と比べて、あなたの世帯収入はどれくらいですか	平均よりかなり多い = 4 平均より多い = 3 ほぼ平均 = 2 平均より少ない = 1 平均よりかなり少ない = 0
性別ダミー	性別	男性 = 1, 女性 = 0
年齢	年齢	実数値
年齢〔二乗値〕	年齢	実数値の2乗値

表2：使用変数の記述統計

変数名	平均値	変動係数	最大値	最小値	サンプル数
自動車利用〔通勤・通学〕	2.517	0.953	5	0	1347
自動車利用〔レジャー〕	1.525	0.742	5	0	1365
環境意識	2.906	0.328	4	0	1390
世帯収入	1.640	0.520	4	0	1395
性別ダミー	0.542	0.920	1	0	1407
年齢	48.331	0.310	86	20	1407
年齢〔二乗値〕	2560.100	0.574	7396	400	1407

注) 自動車運転免許証を保持しない人と自動車を保有しない人を分析対象から除外した場合の記述統計である。

まずは、本稿で使用する自動車利用の変数は自動車の「運転頻度」を示すものであり、他者が運転する自動車に同乗する頻度は含まれていない。次に、自動車運転免許証を保持しない人と、自動車を保有しない人を分析対象から除外している。免許証を保持しない人は、そもそも自動車を自分で運転できず、また、自動車を保有しない人は保有する人と比較して、自由に自動車を利用できない。自動車運転免許証を保持することや自動車の保有することが直接的な問題ではなく、問題は自動車利用そのものであるから、分析対象を自動車運転できる環境に限定して分析を行う。

また、世帯収入については、実際の世帯収入を質問した別の変数が存在するが、欠損が極端に多い。ここでは、より多くの標本で分析を行いたいため、世帯収入に対する意識を世帯収入の代理変数として使用する。

3. 分析方法と結果

(1) 分析方法

以上の諸変数と推定式を用いて、自動車利用と環境意識との関係を計量的に明らかにするが、本稿では、離散選択モデル（discrete choice model）の1つである順序プロビットモデル（ordered probit model）を用いることにする。このモデルを採用する理由は、以下の通りである。

まずは、従属変数が離散変数である推定式を最小二乗法で推定した場合、線形確率モデルと言われるこのモデルでは、①誤差項の分散が不均一になる、②従属変数が1になる確率として解釈できない、という問題が生じる。前者の不均一分散は、加重あるいは一般化最小二乗法（weighted or generalized least squares）によって対処できるが、後者の場合、予測値がマイナスあるいは1を超えることがあり、有用性が低いため、非線形の離散選択モデルを用いる必要がある。

離散選択モデルの代表的なものとして、プロビットモデル（probit model）とロジットモデル（logit model）がある。前者は、誤差項の分布に正規分布を仮定しており、古典的な回帰分析の応用として自然である。後者は、ロジスティック分布を誤差項の分布と仮定しており、関数形が簡単なため、推定も容易である（縄田，1997）⁶⁾。

6) 両方のモデルを定式化すると、以下のようになる。

<p>【プロビットモデル】</p> $\Pr(Y_i = 1) = F(a + bX_i) = \int_{-\infty}^{a+bX_i} f(h)dh$	<p>【ロジットモデル】</p> $\Pr(Y_i = 1) = F(a + bX_i) = \frac{\exp(a + bX_i)}{(1 + \exp(a + bX_i))}$
<p>ただし、$f(\cdot)$ は正規確率密度関数である。</p>	

また、従属変数の取り得る値（選択肢）が3つ以上であり、それらが順序尺度の場合、順序プロビットあるいはロジットモデルを適用しなくてはならない⁷⁾。本稿では、従属変数である自動車利用の変数が離散的な順序尺度（0～5）であるため、回帰分析の応用として自然で、一般的に経済データでの使用が相対的に多い、順序プロビットモデル(ordered probit model)を採用する。

なお、松浦・マッケンジー（2012）によると、順序プロビットモデルで推定された係数は、弾性値や限界性向を示しておらず、影響の程度を把握するには、限界効果の算出が必要となる。ただし、本稿は、環境意識の変数が有意であるかどうかの検証に主眼を置いているため、限界効果ではなく、有意水準を判断基準とする。

（2）分析結果

基本モデルを順序プロビットモデルで推定した結果は、14大都市（表3）、三大都市圏

表3：分析結果（14大都市）

説明変数		被説明変数	
		自動車利用〔通勤・通学〕	自動車利用〔レジャー〕
環境意識		-0.024	0.021
世帯収入		0.073	0.058
性別ダミー		0.716 ***	0.553 ***
年齢		0.086 **	-0.037
年齢〔二乗値〕		-0.001 **	0.000
閾値	1（年に数回）	2.744 ***	-1.953 **
	2（月に1, 2日程度）	2.854 ***	-0.846
	3（週に1, 2日程度）	2.911 ***	0.125
	4（週に3, 4日程度）	3.014 ***	1.500 *
	5（ほぼ毎日）	3.125 ***	1.725 *
尤度比統計量		18.701 ***	30.855 ***
対数尤度		-212.66	-273.50
擬似決定係数		0.042	0.053
サンプル数		211	218

注1) 以下の注2)～4)は表3～5に共通するものである。

注2) *は10%有意, **は5%有意, ***は1%有意を示す。

注3) 閾値は()の内の値よりも大きい頻度になる確率を示す標準正規分布の閾値である。

注4) 擬似決定係数は、McFaddenによる擬似決定係数である。しかし、McFaddenの擬似決定係数(McFadden's Pseudo R²)は、通常の決定係数(R²)と比べて小さくなることが指摘されている。なお、擬似決定係数と決定係数の関係については、Domencich and McFadden (1975)が参考になる。

7) 従属変数の取り得る値（選択肢）が3つ以上であるが、それらが名義尺度の場合は、多項プロビットあるいはロジットモデル(multi-nominal probit or logit model)を用いるのが適切である。詳しくは、山本(2015)が参考になる。

表4：分析結果（三大都市圏市部）

説明変数	被説明変数		
	自動車利用〔通勤・通学〕	自動車利用〔レジャー〕	
環境意識	-0.000	-0.030	
世帯収入	-0.001	0.105	
性別ダミー	0.609 ***	0.521 ***	
年齢	0.105 ***	-0.011	
年齢〔二乗値〕	-0.001 ***	-0.000	
閾値	1（年に数回）	2.238 ***	-1.144 **
	2（月に1, 2日程度）	2.290 ***	-0.194
	3（週に1, 2日程度）	2.342 ***	0.710
	4（週に3, 4日程度）	2.453 ***	1.554 ***
	5（ほぼ毎日）	2.582 ***	1.882 ***
尤度比統計量	37.117 ***	32.534 ***	
対数尤度	-396.78	-529.29	
擬似決定係数	0.045	0.030	
サンプル数	366	369	

表5：分析結果（14大都市+三大都市圏市部）

説明変数	被説明変数		
	自動車利用〔通勤・通学〕	自動車利用〔レジャー〕	
環境意識	-0.021	-0.012	
世帯収入	-0.008	0.094 *	
性別ダミー	0.619 ***	0.538	
年齢	0.086 ***	-0.018 ***	
年齢〔二乗値〕	-0.001 ***	-0.000	
閾値	1（年に数回）	2.077 ***	-1.345 ***
	2（月に1, 2日程度）	2.148 ***	-0.343
	3（週に1, 2日程度）	2.200 ***	0.582
	4（週に3, 4日程度）	2.305 ***	1.552 ***
	5（ほぼ毎日）	2.425 ***	1.855 ***
尤度比統計量	47.952 ***	60.673 ***	
対数尤度	-619.91	-807.29	
擬似決定係数	0.037	0.036	
サンプル数	577	579	

市部（表4），14大都市+三大都市圏市部（表5）の3つから構成される。

分析結果は，表3～5のいずれにおいても傾向は同様で，環境意識の変数は有意な結果とならず，自動車交通による環境汚染を心配するという“意識”と，自動車利用を自制し

ようとする“行動”の間には、ギャップがあることが明らかとなった。したがって、モビリティ・マネジメントにおける「環境意識の啓発」に十分な期待を持たず、自動車利用を抑制することも決して容易でないと言える。

また、世帯収入は余暇活動に影響を与えるため、レジャー時の自動車利用（表3と表5）の場合のみ有意であった。他方、通勤・通学の場合、世帯収入は自動車保有を介して自動車利用に間接的に影響すると考えられるため、自動車を保有する世帯のみを対象とした本稿では、有意とならなかったであろう。

4. おわりに

本稿では、モビリティ・マネジメントにおいて、環境意識の啓発が自動車抑制に有効かどうかをJGSS-2005のデータを用いて検証した。その結果、環境意識の変数は、自家用乗用車から公共交通への転換が相対的に容易な都市圏であっても、統計学的に有意でないことが明らかとなった。したがって、環境意識を啓発することで、モビリティ・シフトを促し、自動車利用を自制させることは、決して容易なことではないと解釈できる。

近年、地域住民の移動手段を確保するため、「コミュニティバス」を運行する地方自治体などが増えている。モビリティ・マネジメントを導入して、需要喚起策を講じているにも関わらず、利用増加になかなか結びつかず、苦勞している地域も少なくない。このような状況に対し、本稿の政策的含意として、環境意識に働きかけるモビリティ・マネジメント——たとえば、「自家用車から公共交通に乗り換えることで、環境問題の改善につながります」と誘導すること——は、その有効性が疑わしいため、交通行動の変化を促す施策としては適正でないと言える。

謝辞

日本版 General Social Surveys (JGSS) は、大阪商業大学比較地域研究所が文部科学省から学術フロンティア推進拠点としての指定を受けて（1999～2008年度）、東京大学社会科学研究所と共同で実施している研究プロジェクト（研究代表：谷岡一郎・仁田道夫、代表幹事：岩井紀子、代表副幹事：保田時男）であり、本稿作成にあたって、東京大学社会科学研究所附属社会調査・データアーカイブ研究センターより提供を受けました。ここに記して感謝を申し上げます。なお、本稿に関する誤りなどは、すべて著者の責に帰します。

<参考文献>

- Domencich, T. and D. McFadden (1975) *Urban Travel Demand: A Behavioral Analysis*, North-Holland Amsterdam.
- 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.
- 藤井聡・谷口綾子・松村暢彦編 (2018)『モビリティをマネジメントする:コミュニケーションによる交通戦略』学芸出版社.
- 萩原一平 (2007)「環境意識と行動のギャップ①」『地域環境』2007年8月号, pp. 54-57.
- 国土交通省 (2007)『モビリティ・マネジメント:交通をとりまく様々な問題の解決にむけて』(<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/MobilityManagement/mm.pdf>:2018年12月25日確認).
- 国土交通省 (2018)「運輸部門における二酸化炭素排出量」(http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_tk_000007.html:2018年12月25日確認).
- 松浦克己・コリンマッケンジー (2012)『EViewsによる計量経済分析 [第2版]』東洋経済新報社.
- モビリティ・マネジメント教育・教育宣言検討委員会, 国土交通省監修『モビリティ・マネジメント教育のすすめ:持続可能な社会のための交通環境学習』交通エコロジー・モビリティ財団 (www.mm-education.jp/pdf/mm_catalogue.pdf:2018年12月25日確認).
- 内閣府 (2005)『環境問題に関する世論調査 (平成17年9月調査)』(<https://survey.gov-online.go.jp/h17/h17-environment>:平成30年12月25日確認).
- 中井祥太・谷口守・松中亮治・森谷淳一 (2008)「健康意識に働きかけるMMの有効性:万歩計を用いた健康歩行量TFPを通じて」『土木学会論文集D』公益社団法人土木学会, 第64巻第1号, 45~54ページ.
- 縄田和満 (1997)「Probit, Logit, Tobit」, 牧厚志・浪花貞夫・宮内環・縄田和満, 蓑谷千鳳彦・廣松毅監修『応用計量経済学Ⅱ (数量経済分析シリーズ)』第4章, 多賀出版.
- 小川雅司 (2001)「都市構造と交通政策に関する一考察:都市交通における『計画』と『市場』の論争をめぐって」『大阪商業大学論集』大阪商業大学商経学会, 第121号, 197~221ページ.
- 小川雅司・山田浩之 (2001)「都市・交通体系とエネルギー消費:自動車とガソリン消費を中心に」『交通学研究/2000年研究年報』日本交通学会, 145~154ページ.
- 小川雅司 (2012)「JGSS (日本版総合的社会調査)による自動車利用の要因分析:利用目的別にみた都市構造の自動車抑制効果を中心に」『交通学研究/2011年研究年報』日本交通学会, 73~82ページ.
- 山本勲 (2015)『実証分析のための計量経済学:正しい手法と結果の読み方』中央経済社.

<使用統計>

日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット編 (2018)『エネルギー・経済統計要覧 (2018年)』
一般財団法人省エネルギーセンター.

日本民営鉄道協会 (2017)『大手民鉄の素顔』 (https://www.mintetsu.or.jp/activity/databook/pdf/17databook_full.pdf : 2018年12月25日確認).

大阪商業大学比較地域研究所・東京大学社会科学研究所『日本版 General Social Surveys <JGSS-2005>』 (<http://ssjda.iss.u-tokyo.ac.jp/gaiyo/0550g.html> : 2018年12月25日確認).

A Study on the Effectiveness of Environmental Consciousness for Mobility Management

OGAWA Masaji

Key Words : mobility management, environmental consciousness, car use, JGSS-2005, ordered probit model

Abstract

We verified whether “environmental consciousness” was a factor in the reduction of car use based on data from JGSS-2005. No significant relation was found between environmental consciousness and the habits of car use. Also, a problematic gap is clearly seen to exist between the “consciousness” of environmental pollution caused by automobiles, and the “behavior” which leads to abstention of car use. Therefore, in mobility management, promoting a shift in the means of mobility and decrease car use may prove difficult even with an enlightened “environmental consciousness”.