

通勤交通手段転換に関わる環境意識と その社会的相互作用の構造分析

今井 陽平¹・奥嶋 政嗣²・近藤 光男³

¹学生員 徳島大学大学院先端技術科学教育部環境創生工学専攻 (〒770-8506 徳島市南常三島町2-1)
E-mail: imai@eco.tokushima-u.ac.jp

²正会員 徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部 (〒770-8506 徳島市南常三島町2-1)
E-mail: okushima@eco.tokushima-u.ac.jp

³正会員 徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部 (〒770-8506 徳島市南常三島町2-1)
E-mail: kondo@eco.tokushima-u.ac.jp

低炭素型社会の実現のためには、過度な自動車利用の抑制が課題である。本研究では、自動車依存型社会となっている地方都市を対象として、環境意識とその社会的相互作用を考慮して、環境負荷の少ない通勤交通手段への転換行動に関する意思決定構造を表現することを目的とする。このため、徳島市郊外従業者へのアンケート調査に基づいて、通勤交通手段転換に関する分析を行った。ここから、サービス水準だけでなく、関連する通勤者との社会的相互作用の影響が示された。また、RP/SP融合モデルを構築し、環境意識の向上と通勤交通手段転換との関係を示した。さらに、共分散構造分析により、個人の環境意識と他者の環境意識の相互作用の関係を明確にした。

Key Words : *travel mode choice, environmental consciousness, RP/SP data, structural equation modeling*

1. はじめに

持続可能な低炭素型社会の実現のためには、運輸部門においても二酸化炭素排出量削減が必要である。しかしながら、多くの地方都市では自動車依存型社会となっており、過度な自動車利用の抑制が課題となっている。このため、本研究で対象とする徳島広域都市圏においても、温暖化ガス排出量削減を試みる産官学民一体の社会実験が行われ、シャトルバス運行などによる通勤時のモーダルシフトの可能性が検討されている。しかしながら、この社会実験の通勤交通実態調査から、エコ通勤への転換行動を実行した通勤者は少数であったことが報告されている¹⁾。このように、地方都市における通勤交通手段転換による温室効果ガス排出量削減は容易ではない。

一方で、環境負荷の低い通勤交通手段の利用促進に関する既往研究において、交通行動者の環境問題に対する意識がエコ通勤利用促進の重要な一要因であることが示されている^{2,3)}。また、交通手段選択の意思決定に関して、社会的相互作用による他の交通行動者の協力率が影響することが明らかにされている²⁾。

そこで本研究では、環境意識は他者の影響により変化するものと考え、環境意識とその社会的相互作用を考慮して、エコ通勤交通手段への転換行動に関する意思決定

構造を表現することを目的とする。具体的には、環境意識と交通行動に関するアンケート調査より得られたデータを用いて、徳島市郊外従業者の通勤時の交通行動の現状とエコ通勤バス運行策実施を仮定した場合の利用意向を分析する。また、実際の通勤行動結果に基づく RP データと、仮想の選択肢であるエコ通勤バスに対する選好意思表示である SP データとを同時に用いて、通勤時における交通手段転換モデルを構築し、環境意識と通勤交通手段転換の関係を明らかにする。一方で、環境意識に関する共分散構造分析により、個人の環境意識、身近な人の知覚環境意識、世間一般の知覚環境意識の相互作用の構造を明らかにする。

2. 環境意識と交通行動に関する調査

ここでは、徳島市郊外従業者を対象に実施した環境意識と交通行動についてのアンケート調査の概要を整理する。また、通勤交通手段の現状と転換意向を整理する。

(1) 環境意識と交通行動に関するアンケート調査概要

本研究では、シャトルバス運行などの社会実験の対象となった徳島市郊外に位置する今切工業団地における

従業員およびその 18 歳以上の家族を対象に、とくしま環境県民会議参加企業の協力により、環境意識と交通行動に関するアンケート調査を行った。アンケート調査の概要を表-1に示す。

表-1 環境意識と交通行動に関する調査概要

調査対象	徳島市郊外従業員と18歳以上の家族	調査時期	2010年 11月下旬 ～ 12月上旬
調査方法	企業訪問配布	配布数 回収票数 回収率	配布数:320票 回収数:193票 回収率:60.3%
調査項目	個人属性、通勤交通手段、 個人の環境意識、 身近な人の知覚環境意識、 他者の知覚環境意識、 エコ通勤バスの利用意向		

ここでのアンケート対象者は 2010 年 6 月に行われた低炭素化交通システム案に関するアンケート調査⁴⁾のサンプルと同一である。このアンケート調査では、個人属性、自由自動車の有無、ハイブリッド自動車の有無、世帯構成、通勤距離、徒歩、自転車での通勤の許容距離などについて調査されている。また、このアンケート調査から、通勤時間、通勤費用などのデータも算出可能である。このため、調査票 ID 番号により 2 種類のアンケート結果をリンクさせることで、上記の項目についても分析可能としている。

また、本調査では特に、エコ通勤交通手段の利用促進策として、自宅の最寄バス停留所より勤務地までのシャトルバス（エコ通勤バス）が 1 時間に 2 本運行されたと仮定した場合の自動車利用抑制意向について回答を得ている。ここでの自動車利用抑制意向とは、自動車通勤を週 1 回以下に抑制することである。

(2) 通勤交通手段転換の意向分析

自動車利用による環境への影響の認識の回答結果の構成比を図-1に示す。自動車利用が少しでも環境に影響を与えたとの認識は 95%に達しており、多くの通勤者に環境問題の認識が共有されていることがわかった。

一方で、現状の通勤交通手段分担率を図-2に示す。公共交通機関利用者は皆無であり、自動車利用者が大多数を占める。このように、自動車利用は環境に影響があることを認識しつつ、自動車利用により通勤する被験者が大多数を占めることがわかった。

つぎに、前述したサービス水準の高いエコ通勤バス運行時において、勤務地域におけるエコ通勤バス利用者数不明の場合とエコ通勤バス利用者が多数（90%）の場合についての自動車利用抑制意向（エコ通勤バス利用意向）を図-3に示す。

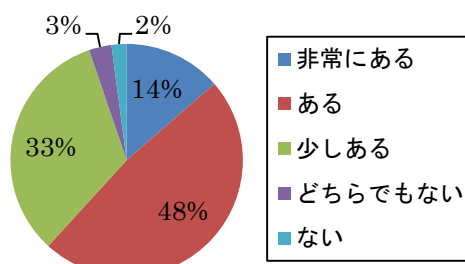


図-1 自動車利用による環境への影響の認識状況

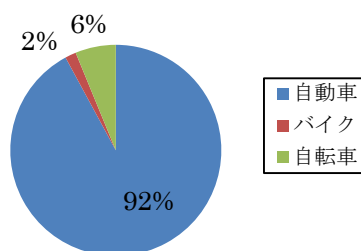


図-2 現状の通勤交通手段分担率

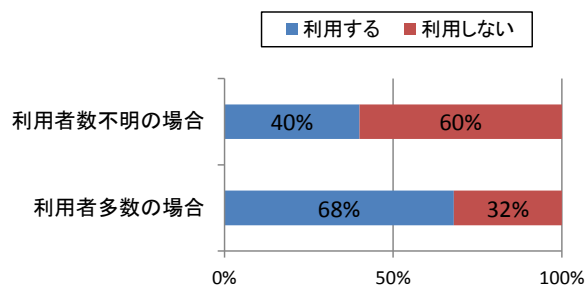


図-3 エコ通勤バス利用意向

現状における自動車利用割合 92%に対して、エコ通勤バス導入を仮定した場合には、40%の被験者が自動車利用抑制意向を表明している。このように、公共交通機関のサービス水準向上により、通勤交通手段転換を促進する可能性が見いだせる。ただし、対象地域の自動車依存度は非常に高いことから、行動と意図の乖離が起こる可能性は否定できない。

一方、エコ通勤バス利用者が多数の場合の自動車利用抑制意向の割合が 68%であり、対象地域の通勤者の自動車利用抑制行動の状況に応じて、28%程度の被験者がエコ通勤バス利用へ転換する意図を形成することになる。これは通勤交通手段選択において、サービス水準だけでなく、関連する通勤者との社会的相互作用が影響することを示唆している。

3. 環境意識を考慮した交通手段転換モデルの構築

ここでは、環境意識と交通行動に関するアンケート調査データを用いて、交通手段転換に関わる要因を分析し、RP/SP 融合による交通手段転換モデルを構築する。

(1) RP/SP 融合モデルの適用方法

本研究では、現状の通勤交通手段（RP データ）と、エコ通勤バス運行時の利用意向（SP データ）を用いて、通勤交通手段転換モデルを構築することを目指す。このため、ここでは既往研究で提案されている RP/SP 融合モデルの適用方法について整理する。

森川らは、RP/SP データは同一の被験者から得られたデータであるため、RP モデルと SP モデルの効用の誤差項には相関が生じていたり、RP データでの選択行動が SP データでの選好に影響を与えると考えた⁹⁾。そこで、前者を「系列相関」、後者を「状態依存性」とよび、確率効用理論の中で明示的に考慮できる RP/SP 融合モデルの定式化と推定方法を示している⁹⁾。

また、森川らが提案した系列相関を考慮した RP/SP 融合モデルにおいては、個人 n と選択肢 i に依存する λ_{in} に選択肢ごとに独立な分布型を仮定しているが、溝上らは、簡単化のため、各個人は選択肢に固有の値を持っていると仮定した⁹⁾。そこで、以下のような段階推定法が提案されている⁹⁾。

まず、ロジットモデルより RP データの選択確率 P_{in} を求める。そこで、各選択肢の効用の誤差項の期待値が、式(1)のように表される。

$$\eta_{in} = \begin{cases} -\ln P_{in} & (\text{if } i = j) \\ \frac{P_{in}}{(1 - P_{in})} \ln P_{in} & (\text{if } i \neq j) \end{cases} \quad (1)$$

ここで、 η_{in} は個人 n と選択肢 i ごとに算出される。誤差項の条件付き期待値 η_{in} を簡易的に個人 n の選択肢 i に対する観測されていない特性値 λ_{in} として扱う。

次に、RP データの選択確率 P_{in} の式に η_{in} を導入し、未知パラメータを推定する。

さらに、推定されたパラメータを用いて、SP モデルの確定的効用項を式(2)として、SP モデルを推定する。

$$V_{in}^{SP} = \mu t_{in}^{SP} + \mu \gamma z_{in}^{SP} + \mu \theta_i \eta_{in} \quad (2)$$

得られたパラメータより、本来推定すべきパラメータを推定する。

最後に、スケールド SP データを作成し、RP データとプールしたデータを用いて RP モデルと SP モデルを同時推定する⁹⁾。

本研究においても、この段階推定法を用いて推定を行う。推定時の交通手段の選択肢は自動車、その他の2種類である。ここで RP モデルの選択肢のその他には、バス、自転車、徒歩を含む。SP モデルの選択肢のその他には、エコ通勤バス、自転車、徒歩を含む。

(2) 環境意識が交通手段転換に与える影響の分析結果

本節では、環境意識と交通行動に関するアンケート調査結果のデータを用いて、前述の段階推定法により RP/SP 融合型通勤交通手段転換モデルを構築する。通勤交通手段転換に関わる要因のパラメータ推定結果について、統計的に有意な要因のみを選定した。構築した交通手段転換モデルのパラメータ推定結果を表-2に示す。

表-2 RP/SP 融合モデルの推定結果

尤度比	0.229		
要因名称	Θ	t値	
一般化費用 × Θ	-0.361	-2.142	
誤差項の期待値	-0.669	-1.448	
男性ダミー	-0.940	-2.101	
50歳以上ダミー	-1.219	-2.534	
自分専用自動車保有ダミー	3.214	4.295	
家族と共用自動車保有ダミー	4.697	3.883	
地球温暖化防止のための時間使用意向(あるダミー)	-1.706	-3.446	

尤度比は 0.229 となり、モデルの適合度は良好である。一方、「誤差項の期待値」は有意でない推定結果であり、系列相関の影響が少ないことが考えられる。また、「自分専用自動車保有ダミー」および「家族と共用自動車保有ダミー」が有意となり、符号が正であることから自動車保有者は自動車からの交通手段転換の可能性が低いことがわかる。一方で、「地球温暖化防止のための時間使用意向」が有意で、符号が正であることから、環境意識が通勤交通手段転換に関わる一要因であることが示された。このように、環境意識の向上と通勤交通手段転換との関係をモデル化することができた。

4. 相互作用を考慮した環境意識構造分析

ここでは、環境意識と交通行動に関するアンケート調査のデータより、他者の知覚環境意識の相互作用を考慮し、個人の環境意識に関する共分散構造分析を行う。

(1) 環境意識に関する基礎的分析

本節では、環境意識と交通行動のアンケート調査より得られた個人の環境意識に関する基礎的な分析を行う。

個人の環境に対する意識の集計結果を図-4に示す。いずれの項目に関しても同様な傾向を示しており、「非常にある」および「ある」を含めて6割程度、「少しある」まで含めると9割程度の被験者が環境問題への関心を示している。特に地球環境問題への関心も高く、「非常にある」との回答が20%に上る。

つぎに、地球温暖化防止のための自己犠牲意向の集計結果を図-5に示す。地球温暖化防止に関して、労力使用意向は比較的高い通勤者が多いものの、時間使用意向

の高い被験者は比較的少なく、金銭使用意向の高い被験者はさらに少ないことがわかった。

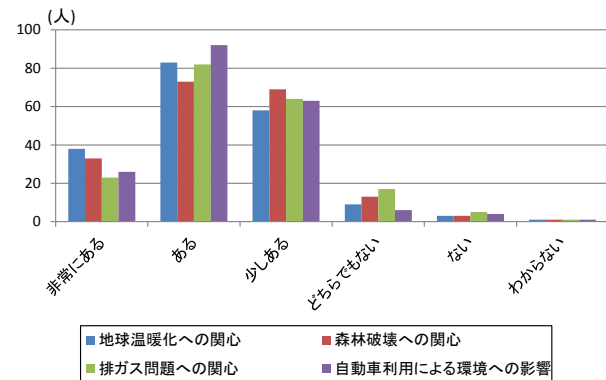


図-4 環境に対する意識

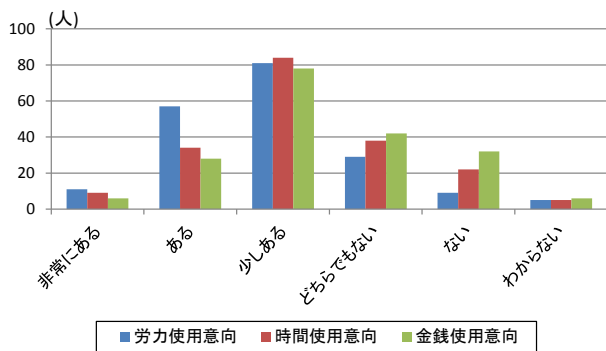


図-5 温暖化防止のための自己犠牲意向

(2) 相互作用を考慮した環境意識の共分散構造分析

本節では、個人の環境意識と他者の知覚環境意識との関係を共分散構造分析⁷⁾により、明らかにする。

個人の環境意識構造の推定結果を表-3に示す。ここでは、「個人の環境意識」から「地球温暖化への関心」の影響の係数、「地球温暖化防止のための自己犠牲意向」から「温暖化防止のための労力使用意向」の影響の係数を1で固定して分析を行っている。また、統計的に有意でない関係は除外して分析している。

この個人の環境意識構造の推定結果を標準化して、パス図に表したものを図-6に示す。「個人の環境意識」は、「地球温暖化防止のための自己犠牲意向」に強い影響を与えていることがわかる。これより、地球温暖化防止のために自己犠牲（労力、時間、金銭の使用）意向を形成するためには、個人の環境意識が高いことが要因となることがわかる。

最後に、個人の環境意識と他者の知覚環境意識との関係の推定結果をパス図に表したものを図-7に示す。

「個人の環境意識」に対して、「身近な人の知覚環境意識」が影響を及ぼすという因果関係が有意であり、パラメータ標準化推定値も0.606と比較的大きい。

また、「身近な人の知覚環境意識」が「世間一般の知

覚環境意識」から影響を受ける関係は有意であるものの、「世間一般の知覚環境意識」が「個人の環境意識」に影響を与えるという因果関係は有意ではない。これより、世間一般の知覚環境意識から個人の環境意識への直接的な影響は少ないことがわかった。

表-3 環境意識構造の推定結果

「個人の環境意識」からの影響		
項目	推定値	t値
地球温暖化防止のための自己犠牲意向	0.802	9.383 *
地球温暖化への関心	1	- *
森林破壊への関心	1.001	12.742 *
排ガス問題への関心	0.976	12.222 *
自動車利用の環境への悪影響に対する認識	0.582	7.242 *
省エネ・再生素材を購入しているか	0.172	3.415 *
「地球温暖化防止のための自己犠牲意向」からの影響		
項目	推定値	t値
温暖化防止のための労力使用意向	1	- *
温暖化防止のための時間使用意向	1.02	14.822 *
温暖化防止のための金銭使用意向	0.84	11.029 *

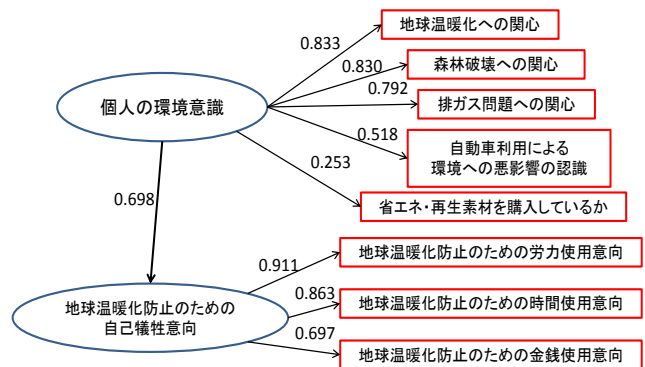


図-6 個人の環境意識とそれに関する指標

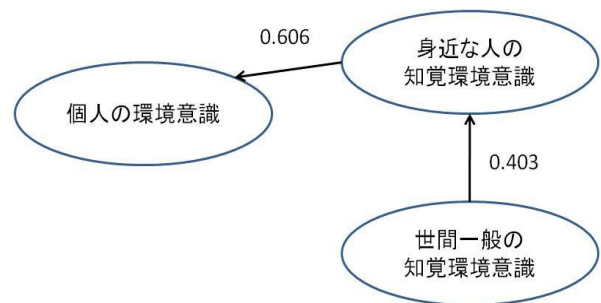


図-7 環境意識の相互作用

5. おわりに

本研究では、環境意識と交通行動についてのアンケートの分析に基づいて、エコ通勤交通手段への転換行動に関する意思決定構造を表現するとともに、環境意識とその社会的相互作用の構造を分析した。本研究の成果は、以下のように整理できる。

1) 環境意識と交通行動に関するアンケート調査から、

自動車利用による環境への影響の認識と通勤交通手段の現状の乖離が明確になった。また通勤交通手段選択において、サービス水準だけでなく、関連する通勤者との社会的相互作用の影響が示唆された。

- 2) 通勤時の交通手段転換について、RP/SP 融合モデルを構築した。モデル推定結果より、「地球温暖化防止のための時間使用意向」が通勤交通手段転換に関わる一要因であることが示され、環境意識の向上と通勤交通手段転換との関係をモデル化できた。
- 3) 共分散構造分析を用いて、個人の環境意識と他者の知覚環境意識との関係を分析した。この分析から、地球温暖化防止のための自己犠牲意向と環境意識には強い関係があることがわかった。また、個人の環境意識は、身近な人の知覚環境意識から影響を受け、世間一般の知覚環境意識からは直接影響を受けていないことがわかった。

今後の課題としては、1)構築した通勤交通手段転換モデルおよび環境意識構造モデルを用い、環境意識を考慮した通勤交通手段転換の推計を行うこと、2)エコ通勤バス運行に経済的インセンティブ施策も含めたパッケージ策の検討を行うことが挙げられる。

謝辞：本研究において行った「環境意識と交通行動に関するアンケート調査」は、とくしま環境県民会議の協力により実施することができた。また、アンケートの収集およびデータベース作成に際して真坂美江子氏（徳島大学大学院後期課程）に協力を得た。ここに記して感謝の意を表する次第です。

参考文献

- 1) とくしま環境県民会議：平成 20 年度低炭素地域づくり面的対策推進事業報告書（徳島市地域），2008。
- 2) 森川高行，田中小百合，萩野成康：社会的相互作用を取り入れた個人選択モデルー自動車利用自粛行動への適用一，土木学会論文集，No.569，Vol.36，pp.53-63,1997。
- 3) 倉内慎也，永瀬貴俊，森川高行，山本俊行，佐藤仁美：公共交通利用に対するポイント制度「交通エコポイント」への参加意向および交通手段選択に影響を及ぼす意識要因の分析，土木計画学研究・論文集，Vol.23，pp.575-583，2006。
- 4) 真坂美江子，加藤 研二，近藤 光男，奥嶋 政嗣：地方都市における健康支援に着目した低炭素交通政策の検討，土木計画学研究 講演集，Vol.43，8 pages, 2011。
- 5) 森川高行，山田菊子：系列相関を持つ RP データと SP データを同時に用いた離散型選択モデルの推定法，土木学会論文集 No476，Vol.21，pp.11-18,1993。
- 6) 溝上章志，柿本竜治：系列相関を持つ複数データを用いた

離散型選択モデルの実用的推定法，土木学会論文集 No618，Vol.43，pp.53-60,1999。

- 7) 森川高行，北村隆一：交通行動の分析とモデリング，技報堂出版，2002。