

貨物車による高速道路の選択行動モデルの推定*

Estimation of Expressway Choice Behavior Model for Trucks*

麻野 員代**・小谷 通泰***・秋田 直也****

By Kazuyo ASANO**・Michiyasu ODANI***・Naoya AKITA****

1. はじめに

厳しい事業環境のもとで輸送コストを削減するために、本来であれば高速道路を走行すべき貨物車が一般道を通行するケースもみられる。こうした貨物車の一般道への流入は、地域住民の安全を脅かし、大気汚染、騒音、振動を引き起すなど、その影響は深刻である。一方、物流においては、荷主ニーズの高度化や多様化により、輸送の迅速化や確実性が重要視されており、高速道路の利用は物流サービスの向上に寄与するものといえる。

そこで本研究では、こうした貨物車による高速道路の利用を促進させるため、京阪神都市圏を対象に実施された既存の物流調査結果から、高速道路利用に関するデータを用いてその選択要因を抽出するとともに、高速道路の選択モデルを推定することを目的としている。

2. 使用したデータ

本研究では、京阪神都市圏を対象に、京阪神都市圏交通計画協議会によって平成 17 年に実施された物流調査の結果を用いる¹⁾。本調査では、9 業種で従業者数が 10 人以上の規模をもつ、圏内のすべての事業所を調査対象としており、本研究ではこのうち、「物流実態アンケート」と「物流に関する意向アンケート」における質問項目の一部を使用した。これらの調査票の総配布数は 57,781 票であり、回収数は 11,227 票、回収率は 19%である。

具体的には、前者の「物流実態アンケート」からは、事業所の概要（従業員数、業種、立地場所の交通条件等）、事業所に発着する物流の実態（取扱品目、搬出・搬入先の住所や重量等）と貨物車交通の実態（車種別の発着台数、主な貨物の搬出経路など）を用いる。また後者の「物流に関する意向アンケート」からは、同じ事業

*キーワード：貨物車、高速道路、選択行動モデル

**学生員，神戸大学大学院海事科学研究科

***正員，工博，神戸大学大学院海事科学研究科

(兵庫県神戸市東灘区深江南町5-1-1、

TEL&FAX078-431-6260)

****正員，商船修，神戸大学大学院海事科学研究科

所に対して、仮想条件下（走行距離帯別に想定した一般道・高速道路利用時の所要時間と通行料金（高速道路のみ））における高速道路の利用意向を尋ねた結果を用いる。

なお、以後の分析では、前者のアンケート結果より高速道路の選択要因の抽出、後者のアンケート結果より高速道路の選択行動モデルの推定をそれぞれ行った。

3. 高速道路の利用状況

図-1は、調査結果から事業所の高速道路の利用意向を示したものであり、これによると高速道路利用に肯定的な事業所（「概ね利用」と「どちらかといえば利用」の合計）の割合は53%である。

次に図-2は、図-1で高速道路を利用しない（「どちらかといえば非利用」または「ほとんど利用しない」と回答）とする事業所に対して、その理由（複数回答可）を尋ねた結果を示したものである。図に示すように、「利用料金を負担する必要がある」が40%、「利用料金が低い」が32%で、料金負担に関する理由が上位を占めている。

また図-3は、貨物車による高速道路の利用・非利用の意思決定者の割合を示している。これによると、意思決定をする割合が最も高いのは「ドライバー」の43%であるが、一方で「物流担当部署」、「輸送委託先」が決定する場合もそれぞれ23%、21%あることがわかる。

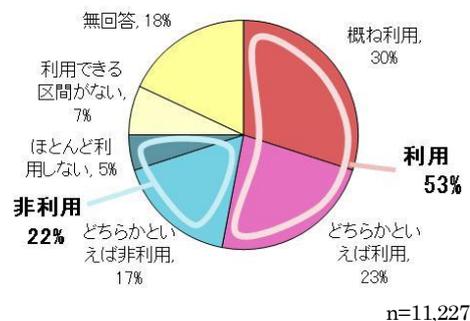


図-1 高速道路の利用意向(参考文献1)より転載)

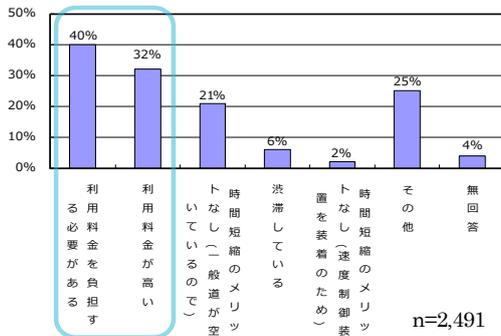


図-2 高速道路を利用しない理由 (参考文献1)より転載

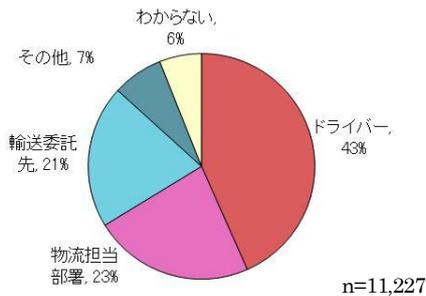


図-3 高速道路利用・非利用の意思決定者 (参考文献1)より転載

4. 数量化Ⅱ類を用いた高速道路の選択要因の分析

各事業所からの搬出貨物の輸送経路に関する実績データ(主たる利用道路名を記載)を対象に、数量化Ⅱ類を適用し高速道路の選択要因を分析した。

図-4は、輸送経路の実績データより、高速道路の利用比率を求めたものである。この図より、2,827事業所が回答した延べ6,346経路(1事業所あたり平均2.2経路)のうち、高速道路を利用した経路は、全経路のうち約半数に近い46%であった。

次に表-1は、輸送経路の実績データに対して、数量化Ⅱ類を適用した結果を示したものである。なお分析に使用したのは、すべての分析項目に回答した1,913事業所、4,184経路のデータである。

ここで、被説明変数は、これらの輸送経路における高速道路利用の有無であり、説明変数は、表-1に示す事業所属性(業種・規模)、輸送品目、出発時間帯、最寄りIC(インターチェンジ)までの所要時間、仕向け先までの所要時間、貨物車の種別の7項目である。

0分析結果より相関比は、0.237と必ずしも高い分析精度は得られなかった。説明変数の中でレンジが最も大きいのは「仕向け先までの所要時間」であり、高速道路の選択要因として影響力が大きいといえる。次いでレンジが大きいのは「輸送品目」、「規模(従業員数)」、「最寄りICまでの所要時間」、「業種」であった。また、各変数をみても、「規模」は従業員数が増えるほど、「最寄りのIC

表-1 数量化Ⅱ類による分析結果 (n=4,184)

説明変数	カテゴリ	サンプル数	スコア	レンジ (幅相関係数)
業種	製造業	2,537	0.0907	0.337 (0.125)
	小売・卸売業	1,035	-0.2461	
	運輸・倉庫業	612	0.0400	
規模	10~29人	2,479	-0.0275	0.539 (0.108)
	30~99人	1,273	-0.0183	
	100~299人	293	0.0695	
	300人~	139	0.5112	
	その他	139	0.5112	
輸送品目	農水畜産品	214	0.0492	0.878 (0.078)
	林産品	84	0.2750	
	鉱産品	62	-0.6026	
	金属機械工業品	1,674	0.1188	
	化学工業品	640	-0.1862	
	軽工業品	745	-0.0654	
	雑工業品	713	-0.0121	
特殊品	52	-0.3578		
出発時間帯	深夜・早朝	651	0.0267	0.032 (0.082)
	7~21時	3,533	-0.0049	
最寄りのICまでの所要時間	10分未満	1,531	0.2022	0.467 (0.029)
	10~19分	1,716	-0.0358	
	20分以上	937	-0.2647	
仕向け先までの所要時間	1~30分未満	351	-1.7215	2.921 (0.466)
	~1時間未満	885	-1.0963	
	~2時間未満	1,287	-0.0054	
	~3時間未満	497	0.7636	
	~6時間未満	480	0.7943	
	6時間以上	684	1.1997	
貨物車の種別	営業用トラック	2,370	0.0214	0.049 (0.174)
	自家用トラック	1,814	-0.0279	
外的基準				
高速道路		1,955	0.5200	スコアの平均
一般道		2,229	-0.4561	相関比
的中率			70.6%	0.237

までの所要時間」は短いほど、「仕向け先までの所要時間」は長いほど、それぞれ高速道路を選択する傾向にあった。さらに、「業種」は「製造業」と「運輸・倉庫業」で、「輸送品目」は「農水畜産品」、「林産品」、「金属機械工業品」で、「出発時間帯」は「深夜・早朝」で、「貨物車の種別」は「営業用トラック」で、それぞれ高速道路の利用に寄与していた。

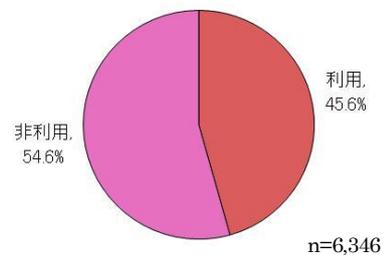


図-4 高速道路の利用実績

5. 高速道路の非集計選択行動モデルの推定

(1) 高速道路の選好意識

仮想条件のもとでの高速道路に対する選好意識データ(SPデータ)を対象に、多項ロジットモデルを適用して、高速道路の選択行動モデルを推定した²⁾。

本調査票では、仮想条件(4パターン)の走行距離ごとに、それぞれ2通りの所要時間と利用料金の組み合わせの計8ケースのもとで、図-5に示す設問を行っている。すなわち、まず設問1で、「高速道路」と「一般道」のいずれを利用するかを尋ねており、設問1で「一般道」を選択した回答者に対しては、設問2において、利用料金値下げ後の高速道路の利用意向を質問している。

図-6は、これらの4パターン各2通りずつ（計8ケース）の仮想条件ごとに、高速道路の選択率を示したものである。なお、サンプル数は6,748事業所であり、それぞれの設問での回答事業所数は図中に示すとおりである。

これらの図に示すように、400円～2,400円値下げすることによって、高速道路の利用率は51～69%から74～84%へと大幅に高まっている。しかし、こうした結果をパターンごとにみても、各ケースの値下げによる利用率の上昇割合に比べて、ケース間での料金差による高速道路の利用率の差が小さいことがわかる。たとえば、パターン2では、600円の値下げによって、ケース3では19.3%、ケース4では12.0%、利用率が高まっている。これに対して、値下げ前のケース3と4では料金に400円の差がみられるにもかかわらず利用率には0.8%の差しかみられない。また同様に値下げ後のケース3と4では400円の差がみられるが利用率には1.5%の差しかみられない。このように、今回得られた回答結果には、値下げという設問により何らかのバイアス（心理的な効果）が生じていると考えられる。そこで、選択モデルを推定するにあたっては、こうしたバイアスを考慮して、回答者ごとに以下の選択肢集合を設定することとした。

すなわち、設問1のみの回答者（高速道路を選択した回答者）では、選択肢集合を「高速道路（値下げ前）」と「一般道」の2選択肢とし、設問2まで進んだ回答者（設問1で「一般道」を選択した回答者）では、選択肢集合を「高速道路（値下げ前）」、「高速道路（値下げ後）」、「一般道」の3選択肢とした。このように、回答者によって、選択肢集合を変化させることによって、設問にある値下げの効果を明示的に扱えるようにした。

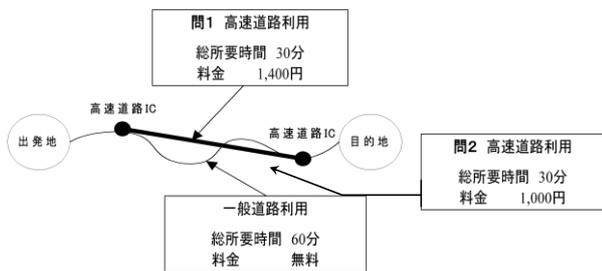


図-5 高速道路の利用意向に関する設問
(パターン1のケース1)

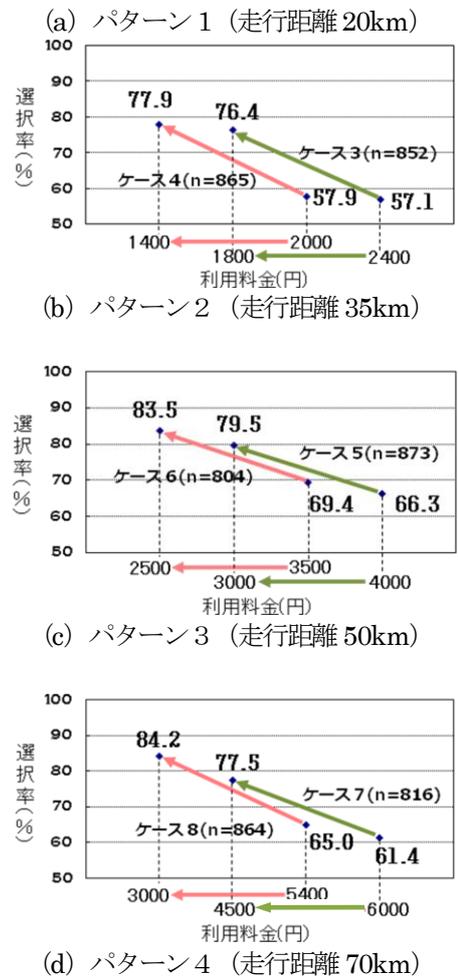
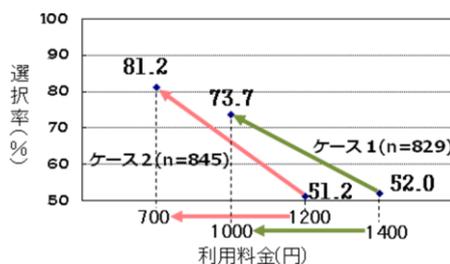


図-6 利用料金パターン別の高速道路利用率

(2) 選択行動モデルの推定結果

モデルの推定結果を表-2に示す。なお、分析に用いたのは、それぞれの分析項目に回答した4,164～6,748事業所のデータである。

説明変数としては、表-2に示す「所要時間」、「高速道路の利用料金」とともに、前述の数量化Ⅱ類の分析結果を踏まえて、「最寄りのICまでの所要時間」と「輸送品目（「鋳製品」を1、それ以外を0）」を、一般道の固有ダミー変数として用いる。また、定数項は、値下げ前と値下げ後の高速道路に対してそれぞれ「定数項1」、「定数項2」を用いた。ここでは、「所要時間」、「利用料金」、「定数項1」、「定数項2」からなるモデル1をベースに、「最寄りのICまでの所要時間」、「輸送品目」を順に追加することによって4通りのモデルを作成した。 ρ^2 は、いずれのモデルでも0.14前後とやや低くなっている。的中率は、いずれも79%程度であった。そして、各モデルとも、「所要時間」と「利用料金」のパラメータの符号が負であるので、論理的整合性がとれている。

また、各説明変数のt値は、「所要時間」、「定数項1」、「定数項2」はいずれのモデルにおいても

1%で有意であるが、「利用料金」、「最寄りのICまでの所要時間」、「輸送品目」は大半のモデルにおいて5%で有意となっている。そして、「所要時間」と「利用料金」のパラメータの比である時間価値は、それぞれ7,194~7,633円/時(120~127円/分)であった。

これらの変数より、「輸送品目」と「最寄りのICまでの所要時間」のパラメータはいずれも正であることから、「輸送品目」が「鉱産品」である場合、また「最寄りのICまでの所要時間」が長くなるほど、一般道の利用に寄与することがわかった。

さらに、「定数項1」と「定数項2」は、いずれも一般道に対する高速道路の固有の効用を示しており、「利用料金の値下げ後」の「定数項2」の方が、「値下げ前」の「定数項1」より値が大きくなっている。この定数項の差は、設問によって生じる回答のバイアス(設問での利用料金の値下げによる効果)を表現しているものと考えられる。

(3) 事業所属性別にみた選択行動モデル

次に、事業所属性である「業種」と「規模」を取りあげて、業種別、規模別に多項ロジットモデルを推定し

表-2 多項ロジットモデルの推定結果

	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4
サンプル数	n=6,748	n=5,840	n=4,508	n=4,164
所要時間 (t値)	-0.0142 (-3.61)	-0.0149 (-4.05)	-0.0145 (-3.44)	-0.0162 (-3.70)
利用料金	-0.000119 (-2.40)	-0.000117 (-2.24)	-0.000115 (-1.92)	-0.000128 (-2.04)
ICまでの 所要時間	-	0.00786 (2.32)	-	0.00929 (2.35)
輸送品目	-	-	0.303 (2.11)	0.809 (2.61)
定数項1 (高速道路・値下げ前)	0.602 (6.85)	0.651 (6.37)	0.554 (5.24)	0.621 (5.19)
定数項2 (高速道路・値下げ後)	0.720 (6.10)	0.781 (5.94)	0.678 (4.79)	0.740 (4.80)
的中率	79.37%	79.40%	78.97%	79.15%
ρ^2	0.142	0.144	0.137	0.141
時間価値	7,193.5円/時 119.9円/分	7,633.5円/時 127.2円/分	7,566.1円/時 126.1円/分	7,598.7円/時 126.6円/分

注) 0 内はt値を示す。

た。推定したモデルは、表-2のモデル1、すなわち

表-3 事業所属性別の多項ロジットモデルの推定結果

	製造業	小売・卸売業	運輸・倉庫業	30人以上	30人未満
サンプル数	n=3,496	n=2,207	n=1,043	n=2,200	n=4,548
所要時間 (t値)	-0.0133 (-2.77)	-0.0102 (-1.57)	-0.0246 (-3.07)	-0.00962 (-1.66)	-0.0168 (-3.86)
利用料金	-0.000133 (-1.96)	-0.0000344 (-3.85)	-0.000224 (-1.92)	-0.0000636 (-0.763)	-0.000149 (-2.42)
定数項1 (高速道路・値下げ前)	0.693 (5.69)	0.777 (4.77)	-0.0531 (-0.257)	0.470 (3.24)	0.672 (6.04)
定数項2 (高速道路・値下げ後)	0.739 (4.49)	1.002 (4.59)	0.123 (0.482)	0.484 (2.48)	0.850 (5.74)
的中率	78.99%	82.06%	74.88%	75.36%	81.29%
ρ^2	0.136	0.191	0.0841	0.0861	0.176
時間価値	5,989.1円/時 99.8円/分	17,825.3円/時 297.1円/分	6,595.2円/時 109.9円/分	9,068.5円/時 151.1円/分	6,746.0円/時 112.4円/分

注) 0 内はt値を示す。

「所要時間」、「利用料金」、「定数項1」、「定数項2」からなるモデルである。推定結果を表-3に示す。

ρ^2 値は、「業種」では「運輸・倉庫業」において、「規模」では「30人以上」の事業所において、かなり低くなっている。的中率は、それぞれ75~82%程度であった。また、いずれのモデルも、「所要時間」と「利用料金」のパラメータが負であり、論理的整合性はとれている。説明変数のt値は、 ρ^2 値の低い「運輸・倉庫業」、従業員数「30人以上」の事業所のモデルで小さくなっており、有意でない変数もみられる。そして、「所要時間」と「利用料金」のパラメータの比である時間価値は、それぞれ5,989~17,825円/時(100~297円/分)となった。

そこで推定したモデルをもとに、業種間で時間価値を比較してみると、最も高いのは「小売・卸売業」であり、「運輸・倉庫業」と「製造業」は比較的近い値を示していた。また、規模別にみても、従業員数「30人以上」の事業所の方が「30人未満」の事業所より時間価値が高いことがわかった。

6. おわりに

得られた分析結果より、高速道路の選択要因として、「仕向け先までの所要時間」、「輸送品目」、「規模」、「最寄りのICまでの所要時間」、「業種」などの要因が寄与していた。そして、「所要時間」、「利用料金」とともにこれらの要因を用いて非集計選択行動モデルを推計した結果、比較的良好なモデルを構築できた。特に、今回用いたSPデータの設問がもつバイアス(値下げ効果)を分離するとともに、事業所属性別にも時間価値の違いを明らかにできた。

今後の課題としては、SPデータをもとに選択行動モデルを構築したが、輸送ルートに関する実績データが得られているので、これらのデータをもとに代替ルートを推定し、同様に選択行動モデルを構築したい。また、構築した選択行動モデルを用いて様々な料金政策の効果などについて評価を行いたい。

(参考文献)

- 1) 京阪神都市圏交通計画協議会編：京阪神都市圏における物流実態について~京阪神都市圏中間年次調査中間報告~京阪神都市圏交通計画協議会、2007
- 2) 井上晋一・小谷通泰・秋田直也：貨物車による高速道路選択モデルの構築に関する研究、土木学会関西支部年次学術講演会概要集、2006