トラック輸送の経路選択モデルによるモーダルシフト分析

永岩 健一郎*・松尾 俊彦**

Modal-shift Analysis on Route Choice Model for Truck Transportation

Kenichiro NAGAIWA and Toshihiko MATSUO

Abstract

Modal shift from truck to railway or ship is very important policy to achieve the Kyoto protocol's targets in Japan. In particular, ferry and Roll-on/Roll-off ship have been paid attention as a mean of realizing intermodalism. Therefore, a lot of researchers have shown the thesis about modal shift, though they have analyzed the mode choice factor of ferry, container ship and rail way in the restricted zone. However, they have not analyzed the factor of ferry and Roll-on/Roll-off ship.

In this paper, the authors studied on the route choice model of the truck for modal shift. Firstly, the authors will show a route choice mode with multi-nominal logit model. Secondly, we will investigate the factor of route choice. Finally, we will describe the effective policy for the modal shift and the reverse modal shift from the viewpoint of policy.

Keywords : *efficiency transportation, modal shift, route choice logit model, ferry and lift on lift off ship*

キーワード: 能率運送、モーダルシフト、経路選択ロジットモデル、RORO 船

1. はじめに

わが国では、1990 年比で 2020 年までに温室効果ガスの排出を 25%削減することを表明し、2001 年 7 月の新総合物流施策大綱では、2010 年までにモーダルシフト化率が 50%を超えることを目標とした。しかし、消費者ニーズの高度化や多様化に応えるため、トラックにおけるドアツードアの輸送が多くなり、輸送距離が伸びている。これをトンキロベースでみると、2001 年度に 53.9%だったトラックの輸送シェアは、2008 年度には 62.1%まで高まり、モーダルシフトは一向に進んでいないことを示している⁽¹⁾。

しかしながら、トラック輸送に大きく依存する輸送構造は、地球温暖化や大気汚染、騒音・振動問題、交通事故や労働力不足など多くの課題があり、モーダルシフトを促進させる必要性がある。

そこで、本研究では、トラックで輸送される貨物を船舶にシフトさせるのではなく、トラックそのものを

海上にシフトさせる方が、より抵抗が少ないと考え、モーダルシフトの受け入れ先をフェリーと RORO 船に絞り検討することにした。そのため、フェリーと RORO 船利用の発着地と競合するトラック輸送の貨物を対象として、輸送経路選択における距離や出荷ロット、品目などに関する離散選択モデルを構築し、輸送経路選択における要因の抽出や影響を与える変数の弾力性効果を計測し、フェリー・RORO 船の利用が促進するかの示唆を得ることを目的とする。

2. 先行研究の内容と本研究の特徴

これまでの研究報告では、モーダルシフトについて、数理モデルを使って検討したものはあまり見られないが、高田ら⁽²⁾は集計ロジットモデルを用いて、県単位の貨物流動について分析している。これは、輸送距離や時間・品目、それにタリフ・ベースではあるが運賃まで考慮した分析である。ただし、使用したデータが、県単位のマクロベースのデータであることと、内

* 正会員 広島商船高等専門学校 (〒725-0231 広島県豊田郡大崎上島町東野 4272-1) nagaiwa@hiroshima-cmt.ac.jp

** 正会員 東海大学海洋学部 (〒424-8610 静岡県静岡市清水区折戸 3-20-1) matsuo@sec.u-tokai.ac.jp

航船を扱っているが、これにはコンテナ船も含まれており、船種は意識されていない。

家田ら⁽³⁾も県単位のマクロデータを使い、営業用トラック、鉄道、海運という3種類の輸送機関選択を集計ロジットモデルで検討しているが、船種は考慮されていない。

田中ら⁽⁴⁾も集計ロジットモデルを利用して、品目毎にフェリー、コンテナ船、RORO 船、鉄道、そしてトラックという輸送機関選択モデルを構築して、フェリーの運賃を割安にした場合のモーダルシフトについて考察を加えている。しかし、トラックは10 トントラックのみを対象としている。

尹ら⁽⁵⁾の研究では、トラック（宅配等混載と一車貸切を合わせたもの）とフェリー、またトラックと鉄道コンテナという輸送機関選択について非集計ロジットモデルを用いて検討しているが、ここでもトラックは営業用のみであり、船舶についてもフェリーのみである。

伊藤⁽⁶⁾の研究では、品目によって輸送手段・経路が異なると考えられる北海道発域外向け内貿ユニット貨物を対象として、輸送経路選択の要因分析を判別分析によって行っている。また、ランダム・パラメータ・ロジットモデルを適用した研究⁽⁷⁾もなされているが、対象地域は文献（6）と同様である。

以上のように、国内輸送手段や経路選択に関する分析については、従来から数多くの研究が行われており、離散選択モデルを用いて分析している研究もある。しかし、それらは特定の地域間を輸送対象としている。また、フェリーや RORO 船はトラックやトレーラがそのまま自走で乗り込むため、トラックの種別によっても利用する経路や海上輸送機関の違いがあると思われるが、これを考慮していない。

そこで、筆者らはフェリーや RORO 船、コンテナ船などの船種とトレーラや営業用（宅配等混載）トラックなどの輸送機関分担に関する多群判別モデル構築⁽⁸⁾や一般道路を走行するトラックとフェリーとの輸送経路分担に関する非集計二項ロジットモデルの構築⁽⁹⁾を通して、陸路から海路へのモーダルシフトの検討を行ってきた。そこでは、トラックの種別によって利用する経路に違いのあることが分かった。しかし、輸送機関毎のデータ数に大きな開きがある場合は、的中率の高いモデルが構築できないことや高速道路のデータが準備できなかったことなどの課題を残した。したがって、地域間を特定せず、トラックの種別も考慮し、また高速道路も経路に入れた離散選択モデルを構築し、モデルの再現性を実証するとともにフェリー・RORO 船利用を促進する要因を分析する点に本研究の特徴があると言えよう。

3. フェリー・RORO 船とトラック輸送の競合輸送構造

3.1 貨物の平均輸送距離および平均ロット

Table 1 に、2005 年に実施された全国貨物純流動調査（物流センサス）の3日間調査データから、トラック輸送の県間流動における一般道利用、高速道路利用およびフェリー・RORO 船利用の輸送距離と貨物の平均ロットを示した。ただし、貨物のロットについては、ばらつきと偏りが大きいため、感覚的に実態を理解しやすいものとして幾何平均値も示した⁽¹⁰⁾。ただし、物流センサスには距離に関するデータがないので、4.1 節で説明するデータにより算出している。

RORO 船の輸送距離が陸上も含めて 1,000km 以上になっているのに対して、フェリーはやや短く、949km である。さらに、RORO 船は貨物の発着地と利用する港湾

Table 1 Transportation Distance and Lot of Cargo

Transportation	Distance (km)					Lot of Cargo (ton)	
	Distance (roadway)	distance				Arithmetic Mean Local road/Highway	Geometric Mean Local road/Highway
		access	Seaway Highway	egress	Total		
Ferry	—	112.7	697.9	138.4	949.0	5.275	0.249
RORO	—	65.4	866.1	92.6	1024.0	27.569	7.935
Private Truck	107.2	33.0	95.1	31.4	159.5	4.846/2.120	0.375/0.452
Consolidated ¹⁾	388.7	31.9	407.8	38.4	478.1	0.156/0.211	0.034/0.046
Charterd ²⁾	240.8	46.2	254.5	41.6	342.3	7.356/6.195	2.099/2.045
Trailer	251.2	64.8	212.3	48.0	325.1	28.62/20.729	14.055/10.192

Note: 1) commercial truck of TAKUHAI(door to door service) and consolidated

2) chartered commercial truck

Source: investigated data of three days of logistics census (2005)

までの距離がフェリーより短いことに特徴がある⁽¹¹⁾。そして、ロットもフェリーの算術平均で4倍強、幾何平均では30倍強と大きなものとなっている。

一方、トラックの平均輸送距離は長くても400km程度までで、営業用、トレーラ、自家用の順となる。ただし、ロットはトレーラの平均値が一般道利用の場合28.62トン、高速道路利用の場合20.73トンと他の種別のトラックより一桁以上大きいものである。

国土交通省「自動車輸送統計年報」⁽¹²⁾からも、トラック輸送のトンキロベースでは、輸送距離の長距離化を背景に輸送量が増加の傾向を示している。

したがって、輸送距離とロットから見れば、RORO船はフェリーに比較して発着地に近い港湾を利用し、大ロット貨物輸送を担当している。そして、トレーラもトラックの中ではロットが大きなものを担当している。

このように、フェリーや・RORO船利用によるモーダルシフトを検討する場合は、トラックの種別や船種を意識する必要がある。

3.2 出荷時のトラック種別と品目の特徴

フェリー・RORO船利用における出荷時のトラックの種別、品目とロットをTable 2に示す。これを見ると、フェリー・RORO船を利用するトラックの傾向が読み取れる。

まず、フェリーが利用されるのは、宅配等混載の割合が58%と多く、次に、一車貸切の22.7%となっている。また、品目においては第6分類（紙、パルプ、繊維、砂糖）が多く、次いで第7分類（書籍、衣類、日用品）、第5分類（セメント、ガラス、石油、化学工業品）、第4分類（鉄鋼、自動車、機械類）となっている。

一方、RORO船はトレーラの割合が61.5%と多く、次に一車貸切の34.2%となっている。また、品目においては、第6分類と第4分類で半数以上となっている。

したがって、フェリー・RORO船へのモーダルシフトを考える場合には、品目についても意識する必要がある。

4. 輸送分担モデルの構築

4.1 データ

前章で述べた基礎的分析をもとに、本研究では、2005年の物流センサスデータ（3日間調査データ）を用い、県間流動で、かつフェリー・RORO船の利用のあった発着地（生活圏）を選択し、フェリー・RORO船とトラックのデータを分析用データとした。

なお、距離については、物流センサスには示されていないので、次のようにデータを準備した。

まず、一般道路距離は『全国貨物自動車営業キロ程図』⁽¹⁴⁾を利用して、主要国道ネットワークから県庁所在地などの各県の接続ポイント（1,038点）を抽出し最短路を求めた。

また、高速道路距離は『高速道路料金表』⁽¹⁵⁾を利用して、物流センサスデータに記載のIC（1,351所）間の距離と接続関係から最短路を求めた。生活圏から利用したICまでの一般道距離は、ICから最寄りの一般道の接続ポイントまでの距離と一般道ネットワークから算出している。

さらに、船舶の航海距離については『内航距離表』⁽¹⁶⁾から、海上接続点420カ所と、物流センサスで使用されている866港を用いたネットワークを作成し、これを利用した。なお、この海上ネットワークによる航海距離は、実際の57のフェリー航路長と比較したところ、誤差は平均1.95%（標準偏差4.82）とわずかな値に収まるものとなった。

4.2 モデル

離散型経路選択モデルとしては、判別モデルやロジットモデルが利用されるが、最近では、個体の選択が選択肢から得られるランダム効用に基づいて確率的に行われるとするロジットモデルがよく利用される⁽¹⁷⁾。しかしながら、ロジットモデルはデータ数に偏りがある場合には、近似の精度が悪くなり、無視できないバイアスを持つことが知られている。

本研究では、RORO船のデータ数が827と少ないため、

Table 2 Type of Truck cage item and lot's at origin

Transportation	Type of Truck at Origin	Utilization rate	Cargo Item ⁽¹³⁾									Lot
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Ferry	Private	0.40	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	3.06
	Consolidated	58.06	4.6	0.0	0.0	12.0	12.5	14.2	13.3	0.3	1.1	0.20
	Chartered	22.70	4.6	0.1	0.0	5.8	4.1	5.6	2.1	0.1	0.3	6.58
	Trailer	18.84	3.4	0.5	0.1	5.4	3.2	5.3	0.8	0.1	0.2	19.08
RORO	Private	0.4	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.68
	Consolidated	1.8	0.2	0.0	0.0	0.4	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.36
	Chartered	34.9	1.7	0.0	0.0	17.5	6.9	6.4	2.2	0.2	0.0	33.30
	Trailer	62.9	1.0	0.2	0.1	24.7	4.1	29.1	3.3	0.1	0.2	24.83

Table 3 に示すようにフェリーと RORO 船は海上利用経路として合算した。トラック輸送経路としては、一般道利用、高速道路利用、海上利用を対象とし、以下のような非集計多項ロジットモデルを用いることとした。なお、パラメータの推定には統計解析ソフトである SPSS のロジスティクス回帰分析（最尤推定法）を使用した。

$$P_{in} = \exp(V_{in}) / \sum \exp(V_{jn}) \quad (j \in A_n) \quad (1)$$

$$V_{in} = \sum \theta_k X_{ikn} \quad (2)$$

ただし、

P_{in} : 貨物 n が輸送経路 i を利用する確率

V_{in} : 輸送経路 i に対する貨物 n の効用

θ_k : 説明変数 k のパラメータ値

X_{ikn} : 貨物 n 、輸送経路 i の k 番目の説明変数

A_n : 選択肢集合

4.3 モデルを構成する変数

輸送機関を選択する要因としては、輸送コストや輸送時間が大きな影響を与えることは、田中や尹らの先行研究で示されている。しかし、フェリーや RORO 船は、大きさも様々であり、乗り組んでいる船員数も当然異なるため、輸送コストを確定することは容易ではない。また、海上運賃や高速道路利用料金も、大口利用割引や時間帯における割引などもあって不明確である。したがって、明確な輸送コストや運賃をモデルに与えることは難しい。

一方、輸送時間についてもターミナルでの乗船待ち時間などにばらつきがあり、明確な数値は得にくい。そこで、まずモデルに与える変数として、距離を使用することにした。

なお、利用経路以外の代替経路については、一般道は、発着生活圏間の最短経路、高速道路は作成した高速道路ネットワークを利用し、発地～発 IC～着 IC～着地の距離が最小となり、かつ高速道路利用の距離が、全体の半分以上を占めるルートを選定した。また、海上経路は、作成した海上ネットワークを利用し、発地～発港湾～着港湾～着地の距離が最小となり、かつ船舶が代表輸送機関となるように、全体の半分以上は海上輸送距離が占める航路を選定した。

さらに、家田や尹らが注目した貨物のロットも変数として使用し、ロット毎にトラックの種別に特徴があるためトラック種別もダミー変数とした。さらには品目も運賃負担力やフェリー・RORO 船の利用に特徴があるためダミー変数として与えた。

4.4 モデルのパラメータ

使用したデータとモデルの的中率を Table 3 に示す。一般道利用が 87.9%、高速道路利用が 81.6%、海上が 77.9%であり、全体では 82.9%と再現性の高いモデルである⁽¹⁸⁾。また、各パラメータの推計結果を Table 4 に示す。

Table 3 Using data and Hitting ratio

		Model			Total	hitting ratio
		Local road	Highway	Seaway		
Using data	Local road	7,233	355	644	8,232	87.9%
	Highway	1,003	5,953	335	7,291	81.6%
	Seaway	1,127	232	4,788	6,147	77.9%
Total		9,363	6,540	5,767	21,670	82.9%

Table 4 Parameter of Logit Model

Explanatory variable	Local road (Wald)	Highway (Wald)
Private Truck	2.471 (43.779)	2.504 (34.880)
Consolidated Truck	4.190 (1066.122)	4.392 (577.654)
Chartered Truck	2.774 (506.739)	3.243 (337.287)
Local road distance	.008 (326.473)	.008 (352.085)
Access distance to IC	-.019 (80.862)	.044 (840.980)
Highway distance	-.015 (1414.037)	-.018 (1692.918)
Egress distance from IC	-.123 (1108.504)	.024 (365.146)
Access distance to port	-.007 (240.199)	-.007 (213.309)
Seaway distance	.007 (1529.753)	.009 (1773.147)
Egress distance from port	-.006 (194.180)	-.010 (385.644)
Lots	-.016 (22.105)	-.024 (26.873)
No.1 classified cargo item	.951 (12.594)	.217 (.634)
No.2 classified cargo item	1.852 (6.656)	-.713 (.347)
No.4 classified cargo item	.970 (14.913)	.202 (.633)
No.5 classified cargo item	.965 (14.565)	-.001 (.000)
No.6 classified cargo item	.803 (10.086)	-.268 (1.085)
No.7 classified cargo item	.955 (14.136)	-.649 (6.230)
No.8 classified cargo item	-2.462 (8.430)	-1.411 (4.809)
Constant	.573 (4.006)	-.260 (.681)
-2 log likelihood First/last	19731.000/19734.841	
Cox-Snell R2	.720	
Nagelkerke R2	.811	

4.5 モーダルシフトの要因

一般道と高速道路モデルのパラメータの符号が、高速道距離、発着港アグレス・イグレス、ロットのよう同時にマイナスの場合は、その変数がより大きくなると海上を選択する確率が高くなり、逆に、一般道距離、航路長のように同時にプラスの場合はその変数が大きくなると陸上を選択する確率が高くなる。

そこで、 t 値とほぼ同等である Wald 検定量を見ながら輸送経路選択について考察を加えるならば、まず、輸送経路を選択するには、航路長が大きく影響していることが分かる。航路長は、一般道・高速道路モデルともに係数がプラスであるので、航路長が長くなれば一般道か高速道路が利用される傾向を示す。

次に、高速道路の距離が影響し、一般道・高速道路モデルともに係数がマイナスであるので、高速道距離が長くなれば海上経路が選択される傾向となる。

よって、一般道距離や利用する高速道距離が長くなるか航路長が短くなると海上を利用し、その逆であると陸上を利用する現状を良く表現しているモデルとなっている。これらの点は、家田や尹仙美らの研究結果と同様の結果となっている。

さらに、品目については、係数がプラスの品目は陸上の選択確率を上げることを意味し、マイナスの品目はその選択確率を下げることを意味する。例えば、第 8 分類は一般道モデル、高速道モデルともにマイナスであり、海上利用の確率を上げる品目であるといえる。

そこで、Wald 検定量の大きい宅配便等混載トラックの第 7 分類品目において、航路長を変化させた時の各経路の選択確率の変化を Fig.1 に示す。航路長を 20% 短縮すると海上利用の確率が他の経路より高くなることを示しており、航路長の短縮はモーダルシフトに効果があることが判る。

Fig.1 Choice probability by shortening of Seaway

次に、宅配便等混載トラックの第 7 分類品目において、高速道距離を変化させた時の各経路の選択確率の変化を Fig.2 に示す。高速道距離の短縮は、逆モーダ

ルシフトに非常に影響があることが良く判る。

先に述べたように、船舶へのモーダルシフトは、船舶の高速化と運賃の値下げが効果的という。また、家田や尹らの研究では、ロットを大きくすれば、船舶の利用傾向が高まるという。しかし、ロットを大きくすることについては、メーカーなどの荷主が行うことであり、輸送業者が実施できることは難しいと考えられる。

そこで、船舶の高速化や運賃の値下げ、あるいは高速道路の利用料金の変化が、経路選択にどのような影響を与えるかを検討することが重要となろう。しかし、本研究ではモデルの説明変数にこのような政策変数を用いていないので、次のように考えることとした。すなわち、船舶の高速化や運賃の値下げは、同一発着港間の航路長が疑似的に短縮したと考え、また同様に、高速道路利用料金の値下げについては、同一発着 I C 間で高速道距離が疑似的に短縮したと置き換えシミュレーションを試みることにした⁽¹⁹⁾。

Fig.2 Choice probability by shortening of Highway

5. 感度分析と考察

5.1 航路長の抵抗変化に伴うモーダルシフト量

航路長を短縮（船舶の高速化や運賃の値下げ）したときのモーダルシフトに対する効果を、トラックの種別ごとに (3) 式により求めることにした。すなわち、経路選択モデルから得られた各経路における総トンキロから、航路長を短縮することによって経路が変化したときの総トンキロの変化量を求めた。この結果を、横軸が航路長の短縮率、縦軸をモーダルシフト率として Fig.3 に示す。なお、経路の選択には、選択確率の大きい経路を利用経路とした。

$$MS_j = 100 \times (TK_{ij} - TK_{i0}) / \sum TK_{i0} \quad (i \in A_n) \quad (3)$$

ただし、

MS_j : トラックの種別 i の短縮率 j のときのモーダルシフト率

TK_{ij} : トラックの種別 i の短縮率 j のときの総トンキロ

Fig.3 に示すように、モーダルシフト率の最も高いの

Fig.3 Modal-shift Rate by shortening of seaway

は自家用トラックで、航路長 10%の短縮で 15%のモーダルシフト率となった。また、航路長 30%の短縮では 30%のモーダルシフト率を示している。

宅配等混載トラックと一車貸切トラックは、航路長 10%の短縮で 5%、航路長 20%の短縮で 10%のモー

Fig.4 Modal-shift Rate by shortening of Highway

ダルシフト率を示している。

トレーラは航路長を 30%短縮しても、3%程度のモーダルシフト率しかなく、航路長の短縮による影響が小さいことを示している。よって、トレーラは陸上へのシフトが非常に小さく海上利用の傾向が著しく高いといえる。

このように、トラックの種別によってモーダルシフ

ト率には特徴があり、モーダルシフト率の大きな車種に注目して施策を検討すると効果が高いことが判る。

5.2 高速道の抵抗変化に伴うモーダルシフト量

航路長の短縮と同様に高速道距離が変化したときのシフト率の変化量を求めた。Fig.4 に示すように高速道距離の短縮（利用料金の値下げ）は、陸上への逆モーダルシフトに大きく影響し、延長（利用料金の値上げ、Fig.4 の横軸が負となる象限）はモーダルシフトを向上させることを示している。特に、トレーラは高速道距離を 30%短縮すると 25%の逆モーダルシフト率となる。また、自家用トラックや一車貸切では、30%の短縮で 20%の逆シフト率、宅配便等混載では 10%の逆シフト率となる。したがって、現在実施されているトラックの深夜割引は、高速道距離の短縮とほぼ同様の効果があり、逆モーダルシフトにつながるものである。

逆に、高速道距離の延長は、トレーラにはほとんど影響がないことが判る。自家用トラックは、10%延長でシフト率が 30%となり、非常に効果が高いことが判る。宅配等混載と一車貸切では、延長率とシフト率がほぼ同じで、10%の延長で 10%のシフト率、30%の延長で 30%のシフト率となっており、モーダルシフトには大きな効果があることを示している。

つまり、本研究の成果により高速道路の短縮・延長によるモーダルシフトと逆モーダルシフトを定量的に把握することが可能となった。

6. まとめ

本研究で得られた知見を整理すれば、以下の 3 点となる。

- ①多項ロジットモデルの構築により、モーダルシフトと逆モーダルシフトに対する弾性力分析が可能となった。
- ②構築したモデルから、フェリー・RORO 船の選択確率を向上させ、モーダルシフトを促進する条件は、航路長の短縮（船舶の高速化や運賃の値下げ）と高速道距離の延長（利用料金の値上げ）であることが得られた。なお、この効果はトラックの種別によって異なることが明らかとなった。
- ③トラック種別では自家用、宅配等混載、一車貸切を、品目では第 8 分類をモーダルシフトの対象とすると効果が大きいことが明らかになった。

また、本研究においては、次の課題が残っていると見えよう。

- ①距離の代わりに、輸送コストや輸送時間を説明変

数に導入するための検討が必要である。

- ②フェリーと RORO 船の選択関係を調査することが必要である。

なお、本研究は日本学術振興会科学研究費補助金（C）（2）課題番号 21560836 の助成を受けて行った研究成果の一部であることを付記しておく。

注および参考文献

- (1) 日本物流団体連合会『数字で見る物流（2010 年度版）』
- (2) 高田裕巳・渡辺豊・山田猛敏：海上貨物輸送機関の利用特性に関する研究、土木計画学研究・講演集、No. 15(1)、pp. 623-628、1992. 11
- (3) 家田仁・佐野可寸志・小林伸司：商品価格と流動ロットに着目した都市間貨物輸送機関分担モデル、土木学会論文集、No. 548、pp. 1-10、1996. 10
- (4) 田中淳・柴崎隆一・渡部富博：内貿ユニットロード貨物の輸送機関分担に関する分析、国土技術政策総合研究所資料、No. 60、pp. 1-19、2003. 3
- (5) 尹仙美・片山直登・百合本茂：トラック輸送から鉄道・フェリー輸送へのモーダルシフトモデル、日本物流学会誌、No. 13、pp. 35-42、2005. 5
- (6) 伊藤秀和：遠隔地における荷主の輸送行動モデル分析—北海道を例に一、日本物流学会誌、No. 14、pp. 77-84、2006. 5
- (7) 伊藤秀和：モーダルシフト政策に寄与する貨物輸送経路選択のモデル分析—ランダム・パラメータ・ロジット・モデルの適用—、日本物流学会誌、No. 16、pp. 201-208、2008. 5
- (8) 永岩健一郎・松尾俊彦：モーダルシフト対象船種の特徴を考慮した輸送機関分担モデル、広島商船高等専門学校紀要、第 28 号、pp. 39-43、2006
- (9) 松尾俊彦・永岩健一郎・篠原正人：中長距離フェリーの利用モデルと航路に関する研究、日本物流学会誌、No. 15、pp. 33-40、2007
- (10) ロットについては外れ値に近い数値も含まれるため、算術平均値に大きく影響を受ける。その影響をあまり受けないものとして幾何平均も併記した。
- (11) RORO 船はインダストリアル・キャリアーの性格が強く、製紙業などの大口荷主の港湾で荷役を行うことなどから、貨物輸送の発着地と利用港湾が近いと思われる。
- (12) 国土交通省『自動車輸送統計年報』2010 年版
- (13) Cargo Item は以下の通りである。

I : Agricultural and Fishery (農水産品)

II : forest product (林産品)

III : mineral product (鉱産品)

IV : metal and Machine product (金属機械工業品)

V : Chemical Products (化学工業品)

VI : light industrial products (軽工業品)

VII : miscellaneous industrial products (雑工業品)

VIII : specialty industrial products (特殊品)

IX : others industrial products (その他)

(14) 貨物自動車運賃研究会『全国貨物自動車営業キロ程図』交通日本社版、1998

(15) 高速道路調査会『高速道路料金表』2005 年版

(16) 日本海運集会所『内航距離表』1992 年改訂版

(17) 土木学会『非集計行動モデルの理論と実際』1995 年版

(18) 尹らの研究では 4 つのモデルを構築しているが、それぞれの的中率は全体で 0.79、0.60、0.76、0.80 となっている。本研究では、82.9%と比較的高い数値となっており、再現性が高いモデルといえる。

(19) 輸送時間や輸送コストは、距離の関数として表現されることが多い。そこで、輸送機関の高速化は輸送時間を短くすることで、見方を変えれば経路上の距離が短縮したと見ることも出来る。また、運賃や利用料金の値下げは、利用者の負担を軽くすることであり、これも距離が短縮して利用者の負担が軽くなった見ることが出来る。

られるか検討できると考えます。

永岩健一郎：

品目によって選択確率は異なります。第 8 分類品目がフェリーや RORO 船を指向すると言えます。

質疑応答

松本浩文（水産大学校）：

平成 20 年度からスタートした高速道路の夜間割引影響はモーダルシフトへの様に影響したのか教えてください。

永岩健一郎：

事前のヒアリング調査によると、高速道路の休日 1,000 円より大きな影響を与えたということです。本研究では、直接深夜割引は対象としていませんが、料金割引を高速距離の短縮と相似していると考えれば、高速道路の利用が促進されることは説明できます。

篠田岳思（九州大学）：

経路選択への短縮率の影響をお示し頂きましたが、モデルで扱われた 9 品目の内どの品目が経路選択に影響を与えるのかを教えてください。計算が可能であれば、どの品目を狙いモーダルシフトにつなげ