

貨物輸送のフェリー選択率の推定に関する研究

九州大学工学部	学生会員	有馬 純彦
九州大学大学院 工学府	学生会員	岡本 晋平
九州大学大学院 工学研究院	正会員	角 知憲

1. はじめに

近年、環境問題に対する世間の関心は非常に高まっている。物流が引き起こす環境汚染の問題はいくつかあるが、その中でも特に注目度の高いCO₂の排出量において運輸部門は全体の約19%を占めている。また、輸送機関別ではそのうちの9割が自動車により排出されたものであり、さらにその35%をトラックが占めている。このことから、トラック輸送はCO₂の排出量の削減において重要な位置を占めていると考えられる。そのため、トラックで輸送している貨物の一部を環境に優しい鉄道や船舶へと転換する、「モーダルシフト」の必要性が呼ばれている。特にフェリーはトラックをそのまま輸送することが出来るため貨物の積み替えなどの必要がなく、トラック貨物輸送のモーダルシフト先としてとても有効であると言える。

そこで本研究では、モーダルシフトを推進するための施策を検討する上での1つの材料として、貨物輸送のフェリー選択率を予測するモデルの作成を目的とする。

2. 出発時刻決定モデル

2-1. 出発時刻決定モデルの設定

(1) 時間制約のモデル化

本研究では、貨物輸送が荷主や輸送事業者の業務に対して様々な制約をうけることを想定して、時間の関数で定義された非効用関数を用いる。具体的には時間制約として以下の4つの非効用を仮定する。

(a) 出荷時における荷主の意向を反映した非効用 D_1

(b) 着荷時における荷主の意向を反映した非効用 D_2

(c) キャリアーの24時間サイクルを反映した非効用

(D_3 : 早朝の行動, D_4 : 深夜の行動)

それぞれを以下のように式で表わす。

$$D_1 = -A_1(t-t_1) \quad (1)$$

$$D_2 = A_2(t-t_2) \quad (2)$$

$$D_3 = -A_3(t-t_3) \quad (3)$$

$$D_4 = A_4(t-t_4) \quad (4)$$

$A_1 \sim A_4$: 正のパラメータ t_n : 輸送時間

これらの非効用の時間変化を図1に示す。また、着荷側の意向による制約が最も強いと考えられることから、 D_1 , D_2 の閾値 t_1 , t_2 を午前・午後で区別し t_{11} , t_{12} , t_{21} , t_{22} に分ける。

(2) 出着荷時刻の決定

出荷時の非効用 D_{dep} および着荷時の非効用 D_{arr} は (1)~(4)より、それぞれ以下の式で表わされる。

$$D_{dep}(t_d) = \max(D_1(t_d), D_3(t_d), D_4(t_d)) \quad (5)$$

$$D_{arr}(t_d+t_n) = \max(D_2(t_d+t_n), D_3(t_d+t_n), D_4(t_d+t_n)) \quad (6)$$

t_d : 出発時刻, t_n : 輸送時間

したがって総非効用は以下のように表わされる。

$$D(t_d, t_n) = D_{dep}(t_d) + D_{arr}(t_d+t_n) \quad (7)$$

キャリアーは輸送時間 t_n により決定される出発時刻・到着時刻の組み合わせの中で、非効用の総和が最小となる出発時刻を選択するものとする。また、日をまたぐ輸送の場合は初期非効用 β を加える。さらに、人の行動選択では非効用の感じ方に個人差があると考えられ、 $t_1 \sim t_4$ にばらつきを与え正規分布で仮定する。

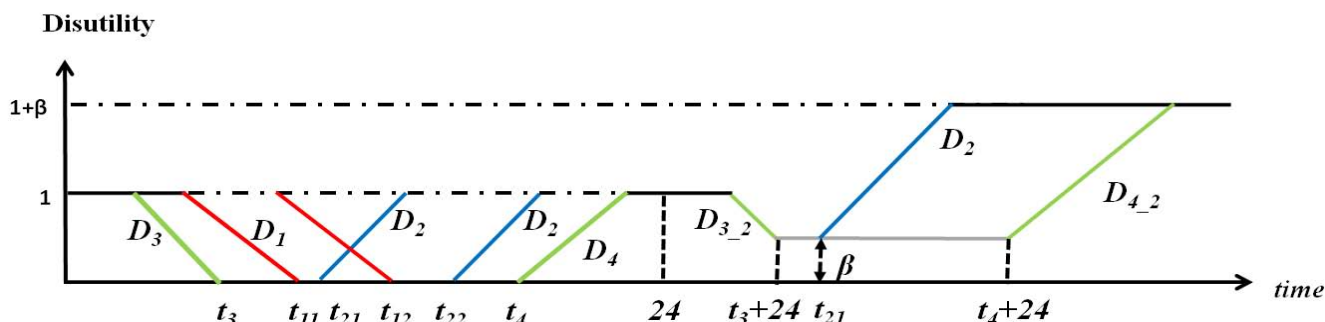


図1 非効用の時間変化

2-2. 出発時刻決定モデルの適用

(1) 対象地域の決定

本研究では、航路が短く、また、橋梁や鉄道など複数の交通手段が存在する中で船舶が比較的多数利用されている四国の、中でも宇野～高松の区間を利用するODを対象とする。図2は瀬戸大橋のトラック交通量と宇高フェリーのトラック輸送台数を比較したものである。これより宇高フェリーのトラック輸送台数は瀬戸大橋のトラック交通量の約半数に及ぶことが分かる。

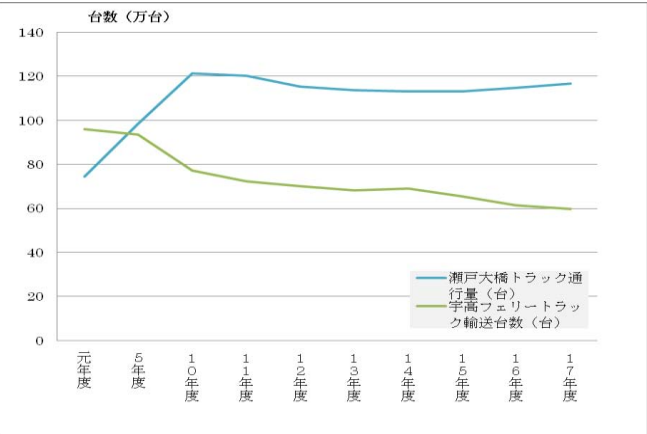


図2 瀬戸大橋・宇高フェリートラック比較

(2) 平成17年度物流センサスへの適用

本研究では出荷時刻、利用手段などを品目別、都道府県別に把握することができる平成17年度物流センサスを利用し、このモデルが適用可能であるかを検討した。本研究では岡本ら¹⁾が推定したパラメータを利

表1 パラメータ

推定値		機械工業品	農水産品
t ₁₁	平均	11.30	9.78
	標準偏差	8.59	3.49
t ₁₂	平均	19.85	
	標準偏差	6.70	
t ₂₁	平均	11.67	10.14
	標準偏差	2.04	1.44
t ₂₂	平均	19.62	13.65
	標準偏差	3.01	1.77
t ₃	平均	6.92	5.26
	標準偏差	1.07	2.10
t ₄	平均	20.18	19.31
	標準偏差	2.21	3.79
A ₁		1.52	1.02
A ₂		1.01	0.55
A ₃		4.58	0.23
A ₄		7.16	0.91
β		1.30	0.76

用した。利用した各パラメータは表1に示すとおりである。午前と午後にそれぞれ重みを与え計算しているが農水産品は午後の重みが0となったため表1では省いている。サンプル数は農水産品5549件、機械工業品42878件である。適用結果を図3に示す。両品目の実測値と理論値に対しK-S検定を行った結果、有意水準20%の適合度が得られた。これにより、発時刻決定

モデルおよびパラメータが物流センサスにおいて適用可能であることが分かった。

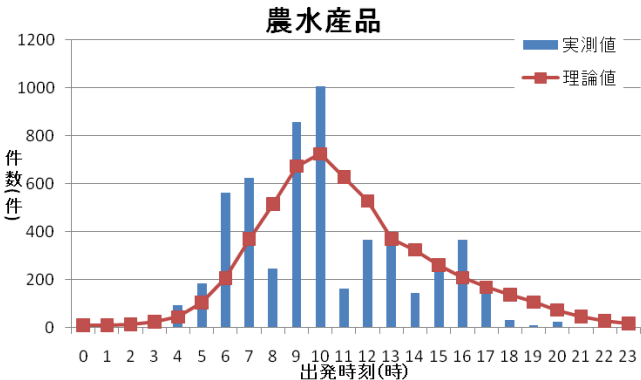


図3 出発時刻分布（物流センサス・農水産品）

3. 経路選択モデル

出発時刻決定モデルに経路選択に影響を及ぼす要因を加えることで、貨物輸送におけるキャリアーの経路選択モデルを作成する。その時の支配要因として料金、輸送時間、フェリーへの乗り継ぎ抵抗を定数として想定し、以下のような非効用を考える。

$$\beta_{(j)} = \delta C_{(j)} + \alpha t_{n(j)} + \omega_{(j)} \tag{8}$$

C：輸送費用，t_n：輸送時間，α：時間価値

ω：乗り継ぎ抵抗，δ：正のパラメータ，j：手段

これらの非効用を出発時刻決定モデルと足し合わせ、各経路における総非効用の小さい方を選択すると仮定する。

4. おわりに

本研究では、時間制約を非効用の概念を用いて表現し、貨物輸送の出発時刻決定モデルを適用した。その結果、本モデルは機械工業品と農水産品に関して、物流センサスにおいて適用可能であることが分かった。今後は経路選択モデルを物流センサスに適用し、パラメータの推定を行う予定である。

参考文献

1) 岡本ら：「時間制約を考慮した陸上貨物輸送の出荷時刻と経路選択に関する研究」平成21年度土木学会西部支部講演概要集
2) 岡山ら：「九州を中心としたトラック貨物輸送の長距離フェリーへのモーダルシフトに関する一考察」広島商船高等専門学校紀要 32, 53-60, 2010-03-29