

# 貨物輸送の海運へのモーダルシフトにおける補助金の弾力性分析

## Elasticity Analysis of Subsidies for Modal Shift to Cargo Shipping

指導教授 轟 朝 幸

M4003 安倍 智 紀

### 1. はじめに

海上輸送はトラック輸送と比較して重量あたりの輸送費用が低く、環境負荷が低いいため、CO<sub>2</sub>排出量やエネルギー消費量の削減などの効果が期待でき、さらなる経済発展のための重要な輸送手段であると言える。モーダルシフトを行う際には、貨物の積み換えを行う倉庫や港湾などのインフラ施設が必要となることなどが問題点<sup>1)</sup>となっており、モーダルシフトの推進を妨げる一因となっている。そこで、国土交通省・環境省では、モーダルシフトを推進させるために、モーダルシフト推進施策（補助制度）<sup>2)</sup>として、31ft コンテナ導入費・設備導入経費・運行経費（運行経費は初年度のみ）を対象として補助を行っているが、モーダルシフトは進んでいない<sup>3)</sup>。

そこで本研究では、補助金政策を評価するために、トラック輸送と海上輸送を対象とし、輸送機関選択モデルを構築する。構築したモデルより、モーダルシフトを促進させるための補助金に関する変数を変動させた場合に、輸送選択確率がどのように変化するかを評価することを目的とする。

本研究によって、モーダルシフトにおける補助金の国による政策が妥当であるかが判断でき、今後のモーダルシフト促進政策に役立てることができると考える。

### 2. 既存研究との関連

モーダルシフトにおける輸送機関別の選択問題に関する既存研究は、数多く存在している。例えば尹ら<sup>4)</sup>は、二項ロジットモデルを用いて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における輸送機関選択要因を明らかにし、ロットサイズ・輸送費用における感度分析を行うことで、輸送機関選択率の変化を推定し、CO<sub>2</sub>排気量削減の効果を検討している。輸送費用を削減するとCO<sub>2</sub>排気量が削減された。

しかし既存研究では、モーダルシフトにおける直接的な補助金政策の評価は行われていない。また、

感度分析では、輸送費用の10%、20%減少の場合の分析となっており、輸送費用によって補助金額が変動し現状の補助金額とかい離している可能性がある。さらに、多額の補助金を投入した場合の分析はしていない。

### 3. 研究の流れ

本研究の構成を図-1に示す。まず初めに、全品目・各品目・各品種における輸送シェアを把握する。基礎集計結果より、トラック輸送と海上輸送が拮抗している品目のモデル構築を行う。その後、輸送費用を変動させた場合の感度分析を行い、考察を行う。

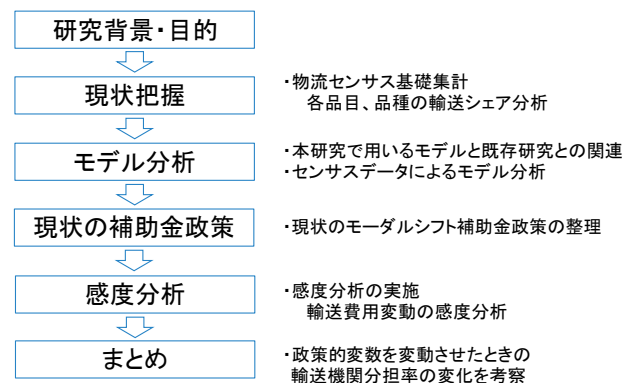


図-1 本研究の流れ

### 4. 輸送シェアの分析

基礎集計として、以下の表-1に概要を示す物流センサの3年度と掲載の品目について、2000年・2005年・2010年における海上輸送・トラック輸送・鉄道輸送の輸送シェアの把握を行った。

表-1 本研究で対象とする物流センサの概要

調査年次	2000年・2005年・2010年
品目	農水産品・林産品・金属機械工業品・化学工業品・軽工業品・雑工業品・特殊工業品

図-2に全品目における代表機関別のシェア比の推移を示す。トラック輸送の割合は、2000年と2010年を比較すると約0.73%微減している。また、海運の割合は、2000年と2010年を比較すると約2%減少

している。

次に各品類・品種ごとに基礎集計を行った。図-3に化学工業品のシェア比の推移を示す。図-3では、海運のシェア比が他の品目よりも約2倍高い。トラック輸送の割合は、2000年と2010年を比較すると約0.5%微増をしている。また、海運の割合は、2000年と2010年を比較すると約0.4%微増している。他の品目に関しては、全体傾向（図-2）とほぼ同様な割合となっている。

図-4に、化学工業品の品目別に輸送機関シェア比を年度別に示す。2000年において、海運の割合が高いものはコークスであり、約80%が海上輸送されている。2005年においては、海運の割合が高いものは重油で、約70%が海上輸送されている。2010年に

においては、海運の割合が高いものについても重油であり、約80%が海上輸送である。また、コークス・重油に次いで海上分担率が高いものは、揮発油であり2000年・2005年・2010年における海上分担率はそれぞれ、約45%、約55%、約60%となっている。

また、重油・コークス・揮発油以外の品目に関しては、海運の分担率は約20%ほどであり、トラック輸送が残りの約75%を占めている。鉄道輸送も品目によるが約5%~10%の分担率のシェアがある。

以上の結果より、トラック輸送と海上輸送が拮抗している品目、コークス・重油・揮発油を対象として、より海運へのモーダルシフトを促進するためにモデル分析を行う。

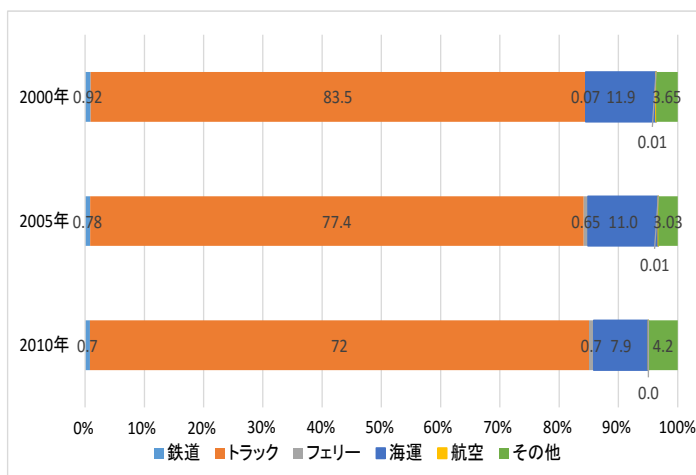


図-2 代表機関別のシェア比の推移 (全品目)

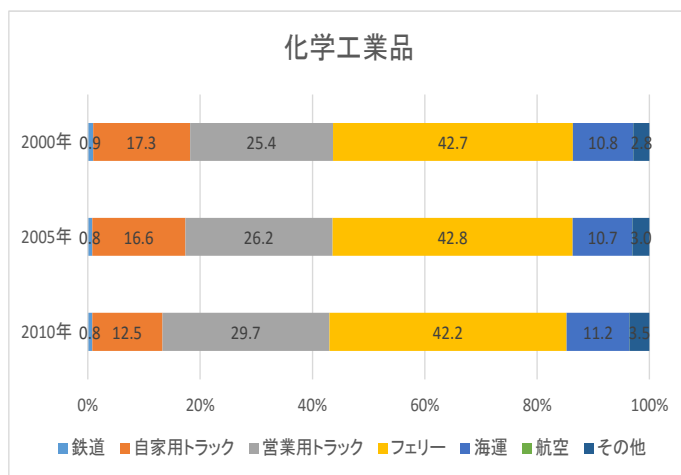


図-3 代表機関別のシェア比の推移 (化学工業品)

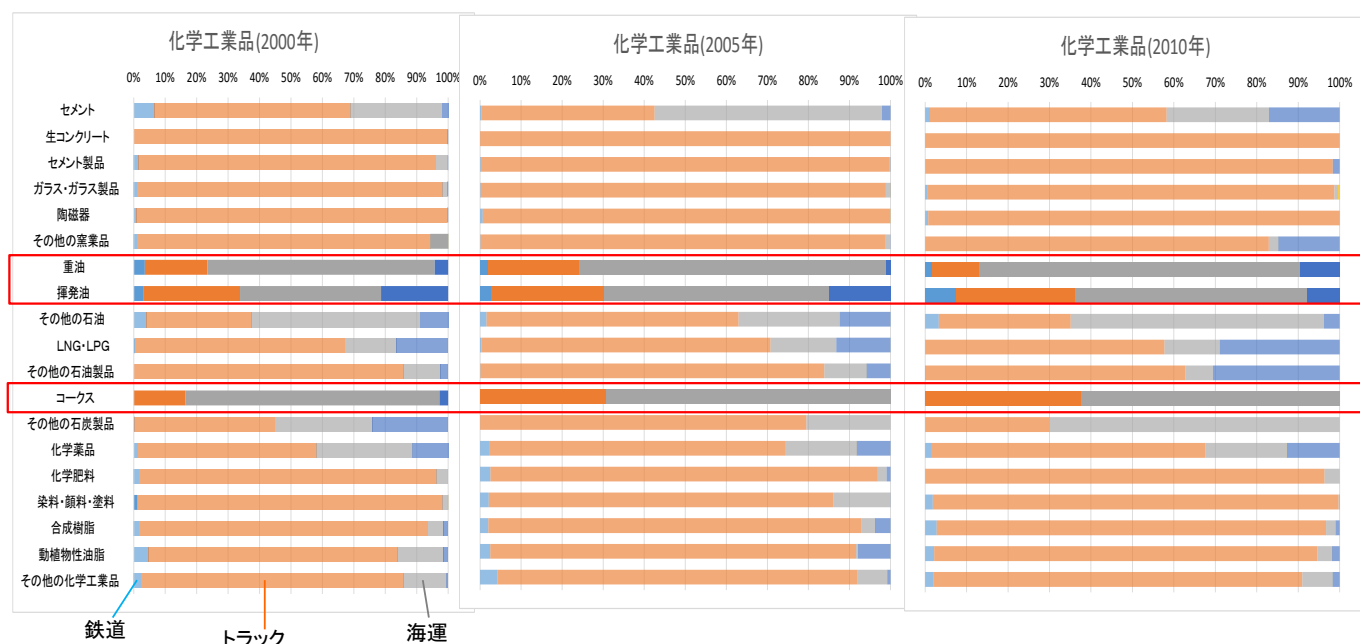


図-4 化学工業品の3年度分の代表機関別のシェア比の推移 (2000年・2005年・2010年)

## 5. 輸送機関選択モデル

モーダルシフトにおける輸送機関選択モデル分析<sup>5)、6)</sup>としては、非集計モデル・判別分析など様々な手法が用いられている。本研究では、海上輸送・トラック輸送のいずれかを選択する二項ロジットモデルを採用する。前章で示したコークスにおいては、鉄道輸送の割合がほぼないので、トラック輸送と海上輸送の2つの輸送機関選択問題と成り得るため、二項ロジットモデルを採用した。

二項ロジットモデルの式を式(1)から(3)示す。

$$P_{in} = \frac{\exp(V_{in})}{\exp(V_{in}) + \exp(V_{jn})} \quad (1)$$

$$V_{in} = \sum \beta_{ki} Z_{kn} \quad (2)$$

$$V_{jn} = \sum \beta_{kj} Z_{kn} \quad (3)$$

$P_{in}$  : 品目  $n$  が輸送機関  $i$  により輸送される確率

$V_{in}$  : 輸送機関  $i$  に対する品目  $n$  の効用

$\beta_{ki}$  : 輸送機関  $i$  の説明変数  $k$  のパラメータ値

$Z_{kn}$  : 品目  $n$  の  $k$  番目の説明変数

表-2 パラメータ推定結果

説明変数		係数	t値
定数項		13.39	0.27
輸送費用		$-2.13 \times 10^{-3}$	-3.75
輸送距離		$9.38 \times 10^{-4}$	0.16
年ダミー	2000年ダミー	-6.72	-0.14
	2005年ダミー	-6.57	-0.13
品目ダミー	コークスダミー	1.33	0.55
	重油ダミー	-1.03	-0.48
尤度比			0.84
AIC			30.55
サンプル数			289

被説明変数に輸送選択モード (Choice)・説明変数には、輸送距離 (km)、輸送費用 (円)、年度ダミー、品目ダミーを採用した。

表-2にモデル推定結果を示す。採用する変数の取捨選択を試行錯誤し、より説明力が高いモデルを採用した。しかし、定数項が他の変数 (距離・費用) と比べると大きく、また t 値の有意水準を満たさないものも多く、あまりよいパラメータ推計結果ではない。また、距離の符号条件は想定していたものと逆であるが、パラメータ値は小さく被説明変数への影響度も小さい。しかし、費用の係数の符号条件は想定していたものと合致している。本研究では輸送費用変動に関する感度分析を行うため、ここでは大

きな問題はないと判断した。

## 6. 現状の補助金政策について

モーダルシフトにおける補助金政策について、補助金予算と補助金内容と事例を表-3にまとめる。現状の補助金額と輸送費用を政策変数として、それを減少させた場合の選択率変化を評価したものを次章で比較考察する。

表-3 モーダルシフトにおける補助金政策一覧

IH27年度 モーダルシフト推進施策(補助制度)【国土交通省】	
補助金内容	補助金総額予算
運行経費補助	3800万円
31フィートコンテナ補助導入費用	730億円
設備導入補助費用	
H17年度グリーン物流パートナーシップ推進事業	
補助金内容	補助金額
20フィートコンテナ補助導入費用	222万円
H18年度グリーン物流パートナーシップ推進事業	
補助金内容	補助金額
海上コンテナ用スライド式汎用トレーラー(10台)	1400万円

## 7. 輸送費用変動に伴う感度分析について

モーダルシフトが起こりやすい中距離 200km 以上と 400km 以上<sup>2)</sup>の各モードの輸送費用を変化させた際の感度分析を図-5、図-6に示す。なお、ここでは輸送費用の10%から90%までを補助金で補填するとし、輸送費用の割引を行った。

表-4 感度分析の条件 (基本ケース)

距離	感度分析① トラック輸送:172km 海上輸送:217km (福岡県北九州市若松区~島根県鹿足郡六日市町)
	感度分析② トラック輸送:400km~500km 海上輸送:600~800km
輸送費用	感度分析① トラック輸送:660~930万円 海上輸送:2055~2083万円 (福岡県北九州市若松区~島根県鹿足郡六日市町)
	感度分析② トラック輸送:64~700万円 海上輸送:629~8000万円
輸送重量	感度分析①:66万t
	感度分析②:499万t

まず初めに感度分析① (福岡県北九州市若松区~島根県鹿足郡六日市町) について考察し、結果を図-5に示す。基本ケースでは、トラックの分担率は92.9%、海上輸送の分担率は7.1%になった。基本ケースの海上輸送費用は約2000万円であり、費用の10%にあたる補助金を投入しても分担率はほぼ変わらない。費用の70%にあたる補助金を投入すると基本ケースと比べると海上分担率はおよそ20%上昇した。また OD 間距離が 200km 程度の場合、補助金の割引を現状の輸送費の半額にしても約20%しかモ

ーダルシフトをせず、多額の補助金をつぎ込んでもモーダルシフトを促進させることは難しい。

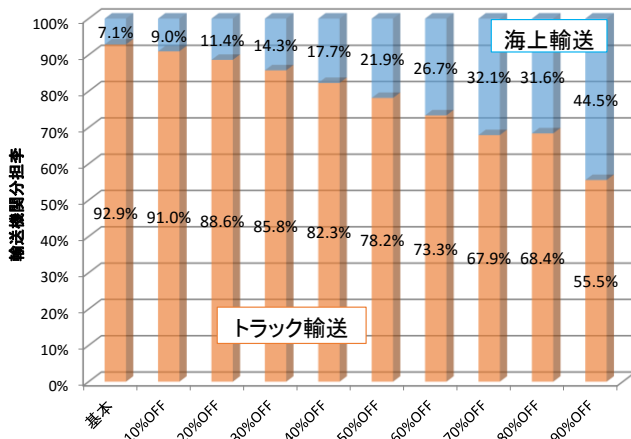


図-5 輸送費用変動に伴う感度分析①結果

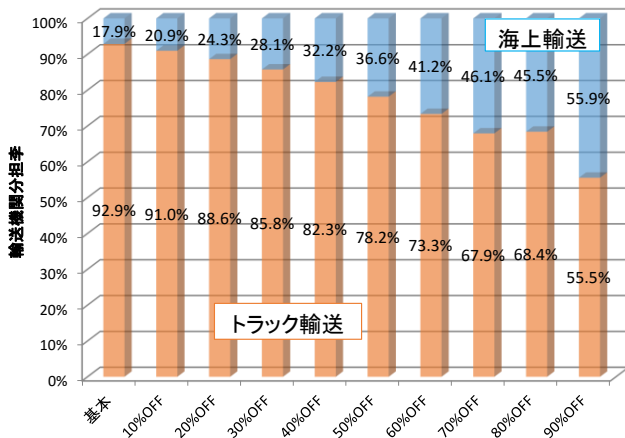


図-6 輸送費用変動に伴う感度分析②結果

次に感度分析②(OD間距離が400kmから500km)の場合について考察し、結果を図-6に示す。基本ケースでは、トラックの分担率は82.6%、海上輸送の分担率は17.4%になった。基本ケースの海上輸送費用は約4500万円であり、費用の30%にあたる補助金を投入すると海上分担率はおよそ10%上昇した。またOD間距離が400kmから500kmの場合、補助金の割引を現状の輸送費の半額にしても約10%しかモーダルシフトをせず、多額の補助金をつぎ込むことによってモーダルシフトを促進させることは難しい。この結果より、トラック輸送から海上輸送へのモーダルシフト促進するためには、補助金はかなり大幅なものでないと効かないことが明らかとなった。

## 8. まとめと今後の課題

本研究では、コークス・重油・揮発油を対象に非

集計ロジックモデルを用いた輸送手段選択モデルの構築を行い、輸送費用と輸送手段選択との関係について分析を行った。構築したモデルを用いて、輸送費用を政策変数とした感度解析から補助金は、かなり大幅な額を投入しないとモーダルシフト促進には効果がないことが明らかになった。

本研究では2000年・2005年・2010年の計3回分の物流センサス個票データよりサンプルを抽出しモデル構築を行ったが、各年度での海上輸送とトラック輸送とで拮抗しているものが、品目品種ごとに考察すると非常に少ないサンプルとなっている。また現状では、海運や鉄道での輸送割合が高いものは非常に限られている。そのため今後は、荷主に輸送費用やモーダルシフトする際にかかる費用などを詳細に把握し、それによりをより精緻なモデルになると考える。

## 参考文献

- 1) 国土交通省：モーダルシフト等推進官民協議会 中間取りまとめ、平成23年10月。
- 2) 国土交通省：平成27年度「モーダルシフト等推進事業」(補助事業)の募集について、2015年7月16日確認。
- 3) 国土交通省：平成26年度モーダルシフト等推進事業報告書、平成26年。
- 4) 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、日本流通学会誌第13号、平成17年5月。
- 5) 家田仁、佐野可寸志、小林伸司：商品価値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/IV-33、pp.1-10、1996年10月。
- 6) 永岩健一郎、松尾俊彦：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、日本航海学会第124回講演会、平成23年5月26日。

## 謝辞：

本研究を進めるにあたり宇都宮大学大学院工学研究科地球環境デザイン学専攻長田哲平助教には、データ取得などにご協力いただきました。ここに謝意を表します。