

## 9. 首都圏ロードプライシング実施時の貨物輸送の変化に関する研究 —物資流動調査を用いて—

### A Study on the Change of Freight Transport by Road Pricing in Tokyo Metropolitan Area -Using a Goods Flow Survey-

東京大学工学部都市工学科 20121 古川 雄一

Road pricing is one of the most efficient policies to reduce traffic congestion and air pollution. This study aimed to examine the influence of road pricing on the freight transport. The introduction of road pricing is expected to improve the efficiency of freight transport and promote the use of physical distribution facilities, so this study built choice models of physical distribution facilities and estimated the change of truck OD flow under road pricing using models. Finally, it was showed that the traffic reduction inside charging area would be more than that estimated by previous studies.

#### 1. はじめに

##### 1-1 研究の背景

渋滞の慢性化や排出ガスによる環境への悪影響から、自動車交通削減の必要性が叫ばれて久しいが、特定の道路や地域、時間帯における自動車利用に対し課金を行うロードプライシング（以後 RP）は、そのための有力な方策と考えられている。2003 年 2 月から実施されたロンドンでは一定の成果を収め、東京都でも検討段階にある。

RP 実施時のシミュレーションを行った既存研究は数多いが、そのほとんどが貨物車を人流の自動車と同等に扱っている。しかし RP 実施時の変化として、人流の車には見られないような貨物車独自のものもあると思われ、本研究ではその点に着目した。

##### 1-2 既存研究のレビューと本研究の目的

既存研究<sup>1)</sup>の中で、RP を実施した場合の取得る行動を物流企業にアンケート調査したものがある。そこでは、RP による行動変化として「輸送経路の変更」という回答が最も多かった。

「輸送経路の変更」として最初に考えられるのが、課金区域への進入を避けるため迂回する変化だが、この変化は既存研究で扱われており、また貨物車独自の変化ではない。次に考えられるのは、中継施設に新たに立ち寄る、または立ち寄るのを止めるという変化である。つまり、貨物輸送にお

いて輸送途中で積替えのため中継施設に立ち寄ることが多々あり、RP によりそうした輸送行動に変化が生じることも十分あるということだ。この変化は貨物車独自のものであり、本研究では RP によりこの変化がどの程度起きるのか試算することを目的とする。

#### 2. RP により影響を受ける貨物輸送の分類と本研究の分析対象

##### 2-1 分類分け

本研究で想定する RP はコードン方式とし、また発地から着地まで直接輸送されるものを直送、途中で中継地に寄る輸送を積替えと呼ぶ。

RP 実施により、輸送途中で中継施設に新たに立ち寄る、または立ち寄るのを止めるようになるのはどんな貨物輸送の場合か、以下の 4 種類に分けた（次ページの図 1~4 も参照）。

- ①発着地が課金区域内、中継地が外だった輸送
- ②発着地が課金区域外、中継地が内だった輸送
- ③発地が課金区域外、着地が内だった直送輸送
- ④発地が課金区域外、着地が内だった積替え輸送

①②は中継地に寄る途中で課金を受ける輸送で、直送することで課金を免れる変化が考えられる。③④は発地と着地の間にコードンラインがある輸送で、コードンラインをまたぐ前に中継地で積替え、課金を受ける回数を減らすという変化が考えられる。

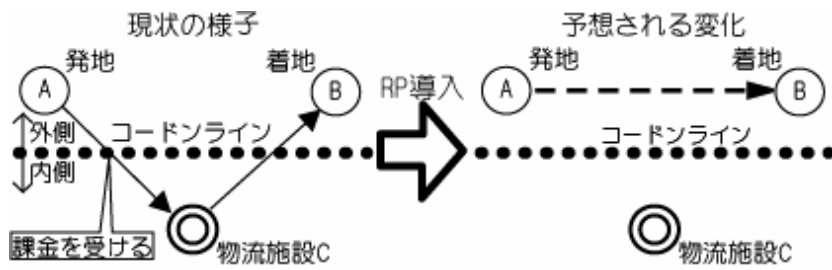


図1 ①の変化(積替え→直送)

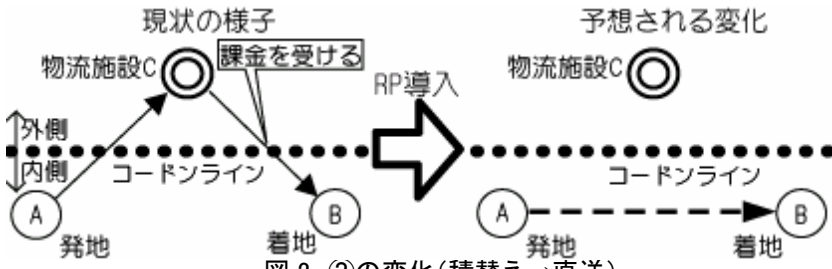


図2 ②の変化(積替え→直送)



図3 ③の変化(直送→積替え)

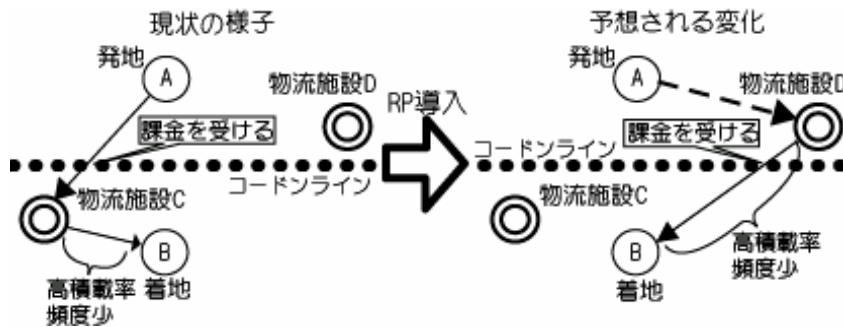


図4 ④の変化(積替え→積替え)

## 2-2 物資流動調査による該当輸送の抽出

本研究では、昭和57年物資流動調査C票に記載されている貨物ODから、発着地が共に首都圏内で輸送手段が貨物車のものを選び、それを貨物車ODに変換した。求めた貨物車ODから、2-1の①～④に該当する輸送を抽出した結果が表1である。

表1 抽出結果

	①	②	③	④
1日当たりのトリップ数	25	28	30186	63

表1より、③以外は十分な交通量を抽出できなかったため、分析対象は③に絞ることとする。

③の変化(図3)とは、課金区域外側の発地から内側の着地に直送していたのを、コードンラインをまたぐ前に新たに中継施設に寄って、そこで積替えを行うことで積載率を向上させ、コードンラインをまたぐ回数(課金回数)を減らすというものである。この変化がどのくらい生じるか考察するには、まずRPがない状況で、直送と積替えの選択がどのようになされているか知る必要があり、次章から直送と積替えの選択モデルを構築していく。

## 3. 直送と積替えの選択モデルの構築

各輸送が直送もしくは積替えを選択した場合の効用を求める効用関数を非集計分析によりつくる。そして二項ロジットモデルより選択確率を求めていく。

### 3-1 各輸送の属性

各輸送(直送)について分かっていることを整理する。

- 1) 発地ゾーン
- 2) 発地事業所の業種
- 3) 着地ゾーン
- 4) 着事業所の業種
- 5) 輸送に使われるトラックサイズ
- 6) トラック一台当りの輸送重量
- 7) (出発時の)積載率
- 8) 年間の輸送頻度
- 9) 発地～着地の所要時間

積替え輸送ならば、以下の属性もある。

- 10) 中継地ゾーン
- 11) 発地～中継地の所要時間
- 12) 中継地～着地までの所要時間

1)～4)と10)については物資流動調査にそのまま記述があったが、残りは物資流動調査のデータをもとに計算して求めた。

### 3-2 積替えによる属性の変化

積替えを行う一般的な理由は、物流施設において輸配送先が同じ物資を1ヶ所の中継地に集め、そこで積替えることで、積載率を向上させると同時に配送頻度を減らし、結果的に輸送コスト全体を減少させることができるためである(図5)。

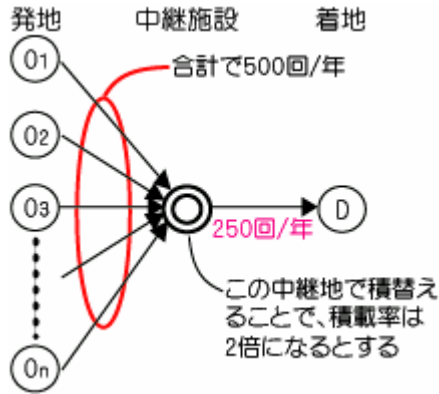


図5 積替えの仕組み

図5から、3-1の属性の中で積替えにより、7)積載率と8)年間の輸送頻度が変化すると分かる。

まず積替えにより積載率がどの程度向上するかが、既存研究<sup>2)</sup>での調査より58%→95%になる例が報告されている。本研究では以下の3パターンを想定し、それぞれ分析する(積替え前積載率 $\alpha$ 、積替え後積載率 $\beta$ とする)。

①  $\alpha/\beta = 0.61$  (既存研究の例)

②  $\alpha/\beta = 0.40$

③  $\beta = \sqrt{\alpha}$

積替え後輸送頻度は積替え後積載率から求める。つまり図5の例では積替えで積載率が2倍になるから、発地O1~中継地の輸送頻度が10回/年であれば、発地O1からの物資の中継地~着地での輸送頻度は5(=10÷2)回/年と考える。

また現状で直送している輸送について、積替えを選択した場合を仮定してその時の効用を求め

るには、新たに中継施設を設定する必要がある。  
①一般トラックターミナル(首都圏4ヶ所)から発地に一番近いものを選ぶ、②業種を考慮して選ぶ(発地/着地の業種ペアが同じ輸送は中継地も共同で使用できるという仮定をおく)、という2つの方法で新中継地を設定する。

### 3-3 非集計分析

現在、首都圏内で直送を選択している輸送と積替えを選択している輸送について、現状の選択の方が確かに効用が高くなるように、以下の4つの説明変数を候補とした効用関数をつくる。

- ①年間の延所要時間(=ゾーン間所要時間×頻度)
  - ②年間の総輸送重量
  - ③年間の輸送頻度
  - ④積替えのダミー変数
- } 積替えコストと関係する

なお、大型貨物車とそれ以外の車では時間価値が異なるので分けて分析を行い、また新中継地については一般トラックターミナルから選ぶ方法を用いた。結果は表2の通りである。

## 4. RP実施時の貨物車OD変化量の算出

### 4-1 RP課金額の効用関数への導入

RP実施時は課金額が新たに説明変数として加わる。既存研究<sup>3)</sup>より、大型車とそれ以外の車の時間価値は示されているので、年間の総課金額をその時間価値によって時間に換算し、その時間分だけ延所要時間が増えたと考えて、効用を計算することにする。1回の課金額は1000/500円(大型車が1000円、他が500円)、2000/1000円、4000/2000円、6000/3000円の4パターンをおく。

### 4-2 OD変化量の算出方法

図6(次ページ)を例に説明する。現状ではA

表2 非集計分析の結果

積載率向上度	貨物車サイズ	総所要時間	総輸送重量	頻度	積替えダミー	尤度比	的中率
$\alpha/\beta = 0.61$	小型	-5.35E-03 (-6.2)	-6.62E-04 (-2.6)	×	0.192 (2.5)	0.08	41%・88%
	大型	-2.35E-03 (-7.9)	-1.64E-05 (-5.2)	×	0.201 (4.2)	0.07	39%・92%
$\alpha/\beta = 0.40$	小型	-5.96E-03 (-7.3)	×	-6.29E-02 (-6.9)	×	0.10	87%・65%
	大型	-3.16E-03 (-12.7)	-2.21E-05 (-8.5)	-1.99E-02 (-4.8)	0.217 (6.0)	0.10	46%・90%
$\beta = \sqrt{\alpha}$	小型	-8.23E-03 (-8.0)	×	-5.92E-02 (-6.1)	×	0.14	77%・77%
	大型	-5.57E-03 (13.0)	-8.57E-06 (-4.1)	-5.60E-02 (-9.2)	×	0.15	87%・73%

(カッコ内の数はt値で、また的中率の右の数は現状で直送を選択している輸送の的中率、左の数は現状で積替えを選択している輸送の的中率を表している)

→Bの直送であり、年間頻度100回とする。途中の物流施設Cで積替えると積載率は2.5倍になるとし、今、A→Bの直送と、物流施設Cで積替えを行うA→C→Bとの選択を考える。

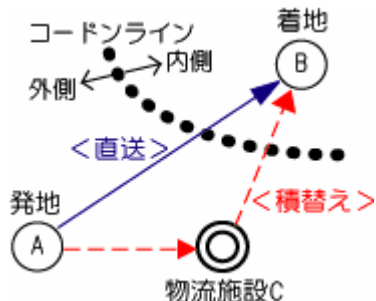


図6 直送と積替えの選択

RP実施前の直送選択率  $P_{前}$  と RP実施後の直送選択率  $P_{後}$  はモデルから求まっている。仮に全ての物資を積替えに変化させるとCB間の輸送頻度は40(=100÷2.5)回/年になるので、OD変化量は以下のように算出される。

- ・ AB間の交通量減少分：100( $P_{前}-P_{後}$ )
- ・ AC間の交通量増加分：100( $P_{前}-P_{後}$ )
- ・ CB間の交通量増加分：40( $P_{前}-P_{後}$ )

#### 4-3 OD変化量の算出結果

ここで全計画基本ゾーン間のOD変化量を書くわけにはいかないの、発地がコードンライン外側、着地が内側の、つまりコードンラインに流入する輸送(外内輸送と呼ぶ)のトリップ変化量と、発地着地がいずれもコードンライン外側の輸送(外外輸送と呼ぶ)のトリップ変化量を表3に示す。表3は新中継地を一般トラックターミナルから選んだ場合で、新中継地を業種を考慮して選んだ場合も大体同じ傾向を示した。

#### 4-4 新ODを用いた道路ネットワーク配分

結果の一例が図7である。図7は、課金額1000円のRPを設定して現状のODを配分して求めたリンク交通量と、同じく課金額1000円のRPを設定して4-3で求めた新OD( $\alpha/\beta=0.4$ で、新

中継地は業種を考慮して選んでいる)を配分して求めたリンク交通量との差を示したものである。新ODを入力した場合の方が交通量が増えたリンクが赤で、逆に交通量が減ったリンクが青である。

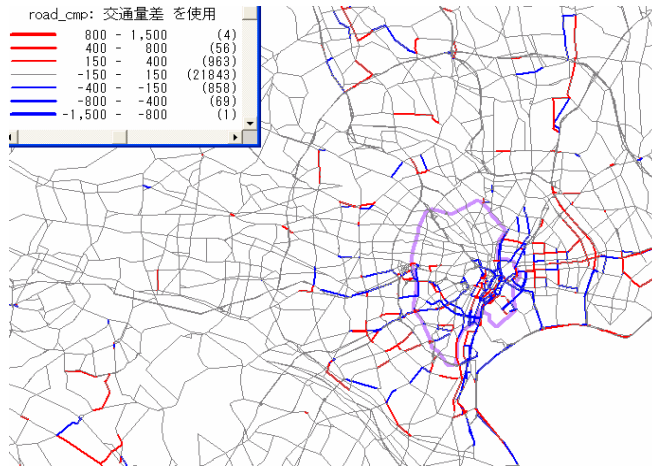


図7 道路ネットワークへの配分(紫がコードンライン) 課金区域内のリンクに青、外のリンクに赤が多い。

### 5. 研究の成果と今後の課題

RPによる貨物車OD変化量の一部を新たに示すことができ、既存の予測よりも課金区域内の交通量は更に減り、迂回交通は更に増えるという結果になった。課題は、直送と積替えの選択確率を求める際、各輸送が直送と積替えの両方選択可能なか、未確認なことである。また、新中継地の設定方法についても大いに改善の余地がある。

#### <謝辞>

本研究で用いた東京都市圏物資流動調査のデータについては、国土交通省と計量計画研究所にご協力いただきました。ここに記して謝意を表明します。

#### <参考文献>

- 1) 佐野可寸志, 金子雄一郎, 加藤浩徳, 福田敦, 家田仁: “アンケート調査に基づく物流関連企業の行動メカニズムの把握”, 土木計画学研究・講演集, No. 24 (CD-ROM), 2001
- 2) 吉本隆一: “物流施設整備と道路交通システム”, 土木計画学研究・講演集, No. 16 (2), pp. 17~20, 1993
- 3) 渡辺研也, 徳永幸之: “外部性を考慮した都市内物流施設配置問題”, 土木計画学研究・論文集, No. 17, pp. 687~692, 2000

表3 OD変化量(新中継地を一般トラックターミナルから選んだ場合)

	課金額1000/500円		課金額2000/1000円		課金額4000/2000円		課金額6000/3000円	
	外内減少量	外外増加量	外内減少量	外外増加量	外内減少量	外外増加量	外内減少量	外外増加量
$\alpha/\beta=0.61$	891(0.4%)	2,301	1,583(0.7%)	4,096	3,870(1.6%)	9,997	5,947(2.5%)	15,378
$\alpha/\beta=0.40$	1,634(0.7%)	2,795	3,258(1.4%)	5,548	8,276(3.4%)	14,024	11,179(4.6%)	19,158
$\beta=\sqrt{\alpha}$	4,902(2.0%)	6,164	8,206(3.4%)	10,712	12,560(5.2%)	16,887	13,260(5.5%)	18,261

(カッコ内は、1日にコードンラインの外側から内側に入る貨物車全体のトリップ数 241,935 に対する割合である)