

コードンプライシングによる大気環境改善効果

Analysis of the Environmental Improvement by Cordon Pricing

松村 暢彦*・新田 保次**・高井 宗央***・森 康男**

By Nobuhiko MATSUMURA, Yasutsugu NITTA, Munuo TAKAI and Yasuo MORI

1. はじめに

自動車保有台数の急激な増加を背景に、空間的にも時間的にも自動車が集中する都市部では、渋滞や大気汚染をはじめとする自動車交通問題が深刻化している。さらに近年では地球温暖化の視点から伸び率が大きい運輸部門で二酸化炭素の排出量抑制が求められている。

ロードプライシングは課金方法によって、規制地域を走行している時間に依りて課金するコンジェスションプライシングと料金徴収ラインを設けてそのラインを通過する車両に対して課金するコードンプライシングに分けられる。コンジェスションプライシングは限界費用に応じた課金が可能である反面、規制地区流入時にあらかじめ所要時間がわからない、地区内の走行速度があがり交通事故の危険性が增大するなどの政策的な問題があるため、シンガポールやノルウェーではコードンプライシング型のロードプライシングが実施されている。そこで本研究では環境問題が深刻な大都市部でのコードンプライシングによる大気環境改善効果を予測するとともに、それと大気汚染物質の排出量削減目標とを照らし合わせて、ボーモル・オーツ税の観点からコードンプライシングの料金を算出することを目的とする。

2. コードンプライシングの効果推計方法の概要

(1)コードンプライシングの実施条件の設定

本研究では自動車交通問題が慢性化している大阪

市をケーススタディ地域とし、コードンプライシングの効果を試算する。コードンラインにJR大阪環状線もしくは阪神高速1号環状線を設定し、コードンラインを通過して都心部に向かって流入する車両に対して一定の料金をかける(阪神高速道路利用者に対しても高速料金に上乘せする)。政策内容は以下のように設定し、規制地区と料金を変えた6つの代替案を作成した。

- ・規制地区：JR大阪環状線内の地域、阪神高速1号環状線内の地域(図-1)
- ・料金：200円、500円、800円
- ・規制対象時間帯：7:00-19:00
- ・規制対象車種：バスと特殊車両、二輪車を除く全車両

(2)交通量および大気汚染物質排出量予測手法の概略

コードンプライシング実施時の自動車交通量の推計には四段階推定法を適用し、それをもとに大気汚染改善効果を推計する。ここではコードンプライシングの実施によって、新たに立地選択行動や目的地

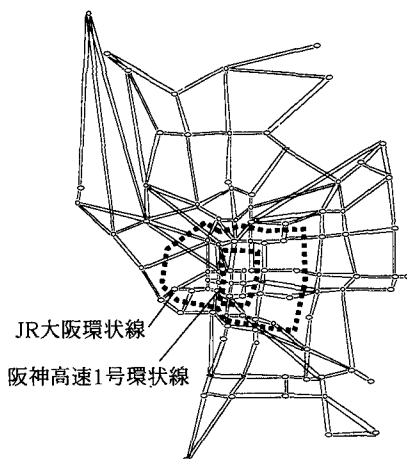


図-1 規制地区と対象ネットワーク

キーワード：交通管理、TDM、交通公害

*正会員 工修 大阪大学大学院工学研究科土木工学専攻
(吹田市山田丘2-1 tel:06-6879-7610, fax:06-6879-7612)

matumura@civil.eng.osaka-u.ac.jp)

**正会員 工博 大阪大学大学院工学研究科土木工学専攻

***学生員 大阪大学大学院工学研究科土木工学専攻

選択行動が行われない短期を対象とし、コードンプライシングの前後で、発生・集中交通量、分布交通量は変化しない仮定した。

次に、1990年に実施された道路交通センサスから規制時間帯の前後2時間を含めて5時から21時までの16時間を2時間ごとに集計して時間帯別OD表を作成し、これを分布交通量とした。その際の集計ゾーンは大阪市内および隣接する市では小ゾーン、大阪市近郊では中ゾーン、大阪市から離れた地域では大ゾーンを基本とした。

コードンプライシング実施時の手段別交通量は、アンケート調査から得られたSPデータより交通手段転換モデルを構築して推計する。そこで、1996年に大阪市商工会議所名簿から従業員20人以上の規模を持つ大阪市内の事業所2000箇所を無作為抽出し、通勤者および業務車両の利用者を対象に郵送配布、郵送回収方式でアンケート調査を行った。その結果、事業所調査で26.6%、通勤者調査で34.3%の有効回収率を得た。このアンケートでは同様の代替案を提示して、交通手段の転換の意志を尋ねた。このデータをもとに非集計ロジットモデルを構築する。交通手段の選択肢は自動車と鉄道やバスを含む公共交通の二項選択肢構造とし、徒歩や自転車への転換は除外した。乗用車と貨物車にセグメントを行ってそれぞれのモデルについてパラメータを推計した(表-1)。各モデルの所要時間、費用の符号に関しては合理的に解釈可能であり、乗用車モデルと貨物車モデルの尤度比は、それぞれ0.247、0.586、的中率に関しても76.4%、91.6%と良好なモデルと判断できる。このモデルを使用して、各ゾーンの特性から自動車から公共交通への転換率を求め、各ゾーン間のOD交通量に掛け合わせることによって分担交通量を算出した。

リンク交通量は、利用者均衡原則に基づいた時間帯別交通均衡モデルを採用して推計したり、シミュレーション対象地域は、府道大阪中央環状線、阪神高速湾岸線より内側の90ノード、155リンク(往復310リンク)の道路ネットワークとした(図-1)。シミュレーションの再現性をみるために、5:00-21:00の道路交通センサスに基づいたリンク交通量の実測値(y)とシミュレーションによる推定リンク交通量(x)の間で軸切片を0に固定した回帰分析を行った

表-1 交通手段転換モデルパラメータ推定結果

	乗用車モデル	貨物車モデル
所要時間(時間)	-0.284 (-1.13)	-
費用(千円)	-0.127 (-5.87)	-0.103 (-4.78)
通勤距離(km)	0.0102 (1.18)	-
自動車ダミー	2.15 (6.92)	3.57 (14.7)
サンプル数	545	1739
的中率(%)	75.4	91.6
ρ^2	0.247	0.586

() 内はt値

結果、以下の回帰直線が得られた(図-2)。この結果から、両者はおおむね整合がとれていると判断される。

$$y = 1.221x \quad (r = 0.588)$$

また、代替案を実施した場合のリンク自動車交通量を予測する場合、リンク交通量の計算後の推計所要時間と交通手段転換率を算出する際に用いた初期所要時間の間に差が生じる、そこでこれらの所要時間差が3%以内に収束するまで繰り返し計算を行い、利用者の所要時間の認識の合理性が保たれるように配慮した。

コードンプライシングの効果として本研究では所要時間の短縮と大気環境の改善をとりあげる。大気環境の改善に関しては、地球温暖化の主な原因となっている二酸化炭素、酸性雨や喘息の原因となる窒素酸化物、二酸化硫黄、SPMの排出量の変化を指標とした。二酸化炭素と大気汚染物質の排出量については、ドイツのRAS/Wより引用した平均走行速度等を入力条件とする関数式によって、輸送手段別固有燃料消費量をリンク別・車種別に算出し、さらにそれに各大気汚染物質ごとの排出係数を掛け合わせ

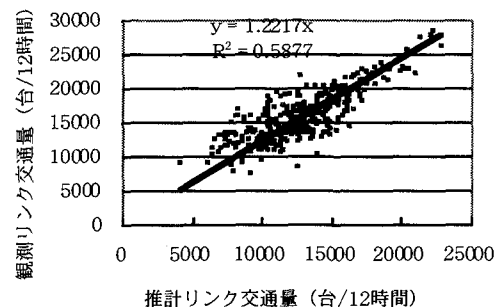


図-2 推計リンク交通量の再現性

表-2 ロードプライシングの効果

代替案	現状	A1	A2	A3	B1	B2	B3
規制地区	なし	阪神高速環状線			JR大阪環状線		
料金	0円	200円	500円	800円	200円	500円	800円
自動車総走行距離 (千台km)	2947	29463 (-0.02)	29393 (-0.26)	29318 (-0.52)	29205 (-0.91)	29090 (-1.30)	28946 (-1.81)
自動車総走行時間 (千台時間)	218923	215128 (-1.76)	216477 (-1.13)	217342 (-0.73)	217684 (-0.57)	218772 (-0.07)	218844 (-0.04)
鉄道転換者数 (人)		10668	18007	28796	21628	36991	59943
窒素酸化物排出量 (kg)	62919	62842 (-0.12)	63203 (+0.45)	63475 (+0.88)	62837 (-0.13)	63275 (+0.56)	63672 (+1.18)
二酸化硫黄排出量 (kg)	4559	4532 (-0.56)	4558 (-0.01)	4579 (+0.45)	4536 (-0.51)	4561 (+0.05)	4576 (+0.39)
SPM排出量 (kg)	2848	2825 (-0.81)	2842 (-0.22)	2855 (+0.25)	2829 (-0.69)	2842 (-0.21)	2847 (-0.04)
二酸化炭素排出量 (t)	12427	12327 (-0.83)	12400 (-0.24)	12458 (+0.23)	12343 (-0.71)	12400 (-0.24)	12424 (-0.05)
料金収入 (百万円)		140	288	395	202	458	675

注) 各効果は1日あたり。効果の () 内は現状からの変化率 (-は削減, +は増加)

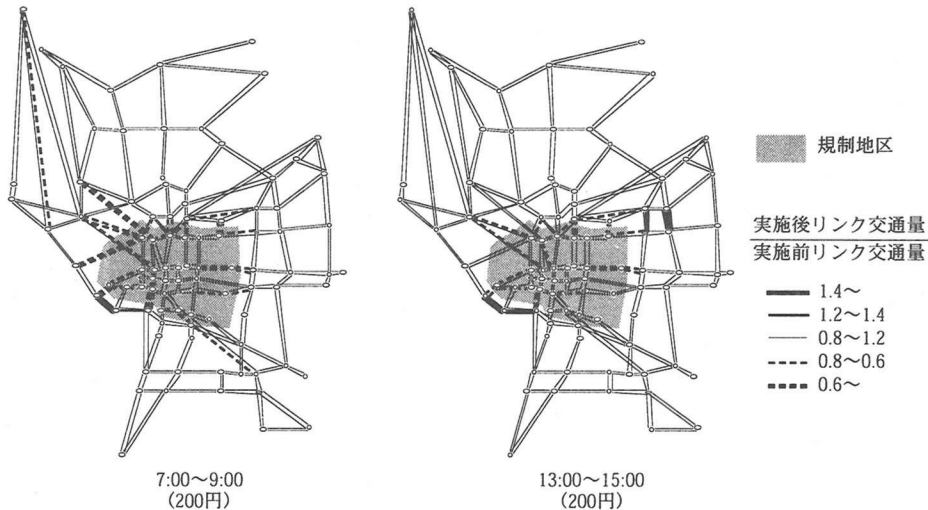


図-3 リンク交通量の変化

ることで排出量を算出した²⁾。

3. ロードプライシングの効果

前章の方法によって各代替案を実施した場合の各効果項目について推計した結果を示す (表-2)。

(1) 自動車交通量

コードラインを阪神高速環状線 (A案), JR大阪環状線 (B案) のいずれに設定した場合でも料金があるにつれて, 鉄道転換者数は増加し, 現状よりも自動車総走行距離は減少する傾向にある。規制地区を通過する交通が料金の支払いを避けて, 規制地区

周辺を迂回することによる距離の増加を考慮しても実施前に比べて自動車総走行距離B1案で約1%、B3案で約1.8%減少した。規制地区の大きさでは当然のことながら地域が大きいほど自動車の走行距離減少の効果が大きい。迂回距離も地区が大きくなる連れて増大するため、規制地区の面積比ほどは減少していない。

次に、道路ネットワーク上の時間帯別交通量の増減の状況に着目し、B1案を実施した場合の7時～9時と13時～15時の交通量を示す(図-3)。この図より通勤時間帯は公共交通への転換率が高い乗用車の占める割合が多いため、規制地区ならびに流入方向では交通量が減少し、交通流が改善されていることがわかる。その一方、貨物車両が多い昼間でも規制地区内は交通量が減少しているが、迂回交通による周辺の交通環境の悪化がみてとれる。

(2)環境改善効果

環境改善効果として窒素酸化物、二酸化硫黄、SPM、二酸化炭素の排出量の変化をとりあげた。各大気汚染排出量は200円を課したA1案、B1案では減少しているが、800円を課した場合には都市全体ではむしろ環境が悪化する結果になった。このように料金が高くなるにつれて、自動車総走行距離が減少しているにもかかわらず、排出量が増加する傾向にあるのは、総走行時間の増加にも反映されるように、規制地区周辺部の走行速度の低下による。つまり、規制地域周辺の迂回交通の渋滞に起因する環境悪化が規制地域内の環境改善よりも卓越していると考えられる。それとともに、低速走行する迂回交通には大気汚染物質排出量の原単位が高い貨物車両が多いため、一層コードプライシングの環境改善効果をうち消す方向にはたらいだことも一因と考えられる。このようにコードプライシングを実施する場合にはコードラインと料金を適切に設定しなければ迂回交通によって環境が悪化するケースもありうることを示された。

(3)料金収入

ロードプライシングの利点として財源の創出効果があげられる。料金収入を各代替案について推計したところ、最も少ないA1案で約1億4000万円/日、

最も多いB3案で約6億7500万円/日にのぼる。

次に料金収入を公共交通への補助として規制地区内への公共交通のに向けた場合について試算した。B1案で一律200円の補助(都心部への鉄道利用は約100万トリップ)を想定した場合、二酸化炭素の排出量は約5%となった。

ここで、二酸化炭素の削減目標を5%とした場合にはコードプライシングの料金の使途を考慮しない場合にはその実現可能性が低い。しかし、JR大阪環状線に囲まれた地区を規制地区とするコードプライシングを実施するとともに、その料金収入を公共交通への補助に適用した場合、200円の賦課金額で達成されると試算された。

4. 結論

本研究ではコードプライシングの環境改善効果について推計を試みた。推計誤差の大きいリンク平均速度を用いて大気汚染物質の排出量を算出したことと排出量推計式の選択によっては異なる結果となる可能性がある点で、議論の余地が残されているが、都市全体でみたときに汚染物質排出量の目標を達成する料金の目安がつけることができた。さらに、ロードプライシングの料金収入の使途を考慮することによって環境改善効果が増加することを示した。

その一方でコードプライシングには料金を支払う主体と外部不経済を発生させている主体が異なるために公平性の観点からは課題が残されている。つまり、環境が悪化による外部不経済は規制地区周辺を通行する迂回交通が寄与しているところであるが、料金を支払っているのは規制地区内に流入してきたドライバーである。その点から、時間平準化の利点を有するロードプライシングと走行距離に応じた負担を求める燃料税の増額を組み合わせることもあわせた代替案の効果も考える必要があろう。

参考文献

- 1) 藤田素弘, 松井寛, 溝上章志: 時間帯別交通量配分モデルの開発と実用化に関する研究, 土木学会論文集, No.389/IV-8, pp.111-119, 1988.
- 2) B. M. V.: Richtlinien für die Anlage von Straßen RAS, Teil: Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen RAS-W, 1986