

ETCデータに基づく時間帯別ランプ間OD表の交通流シミュレーションへの適用 -デイリーな交通マネジメント施策導入の事前評価*

Case Study of Traffic Management Policies using HEROINE, with Application Result used the OD Matrix Estimated from ETC Data*

萩原武司**・吉村敏志**・宇野伸宏***・倉内文孝****・小澤友記子*****

By T. HAGIHARA**・S. YOSHIMURA**・N. UNO***・F. KURAUCHI****・Y. OZAWA*****

1. はじめに

阪神高速道路では、交通渋滞を解消又は緩和することを目的として「入路閉鎖・ブース制限方式」による入路制御を実施してきた。しかしながら、ETCの導入と普及などによる入路制御実施が困難になっていること、多様な料金施策の導入や距離料金制導入などによって阪神高速道路の利用形態も大きく変化する事が予想されるなど、「入路閉鎖・ブース制限方式」に変わる新たな交通制御方式の導入の検討が求められている¹⁾。

また、ETCの導入と利用率の増加や、休日や夜間の料金割引などの多様な料金施策が導入されるなど、料金施策も毎日の動的な交通マネジメント施策として定着しつつある。

一方で、ETC利用履歴データを活用して、より実際の毎日車種別時間帯別ランプ間OD交通量の推定方法も構築され、動的な交通流動予測に活用が可能となってきている²⁾。

このような背景から、本検討では、当面導入が検討されている距離料金導入に伴う利用形態や交通状況の変化を踏まえ、ピーク時課金による交通制御の影響を定量的に予測して評価を試み、今後の交通流シミュレーションを活用した料金を変数とした交通制御代替案の事前評価方法の確立を目指すことを目的とする。

*キーワード：交通管制、料金課金、シミュレーション、時間帯別OD表、ETC

**正員、阪神高速道路(株)情報システム部

(大阪市中央区久太郎町4-1-3、
TEL06-6252-8121、FAX06-6252-8433)

***正員、博(工)、京都大学大学院工学研究科

(京都市西京区京都大学桂 Cクラスター、
TEL075-383-3234、FAX075-383-3236)

****正員、博(工)、岐阜大学工学部

(岐阜県岐阜市柳戸1-1、
TEL058-293-2447、FAX058-293-2393)

*****正員、修(工)、(株)交通システム研究所

(大阪市淀川区西中島7丁目1-20、
TEL06-6101-7001、FAX06-6101-7002)

2. 分析の概要

(1) 分析のプロセス

分析のプロセスを図-1に示す。まず、交通流シミュレーション：HEROINE(Hanshin Expressway Real-time Observation-based & Integrated Network Evaluator)を用いて、現況再現(区間料金)と近い将来に導入が検討されている「距離料金」導入時の予測を行い、「距離料金」導入が交通流に与える影響を検討する。

次に「距離料金」導入時において混雑時の料金課金「ピーク時課金」を実施した場合の交通影響を予測する。これらの料金変化に伴う利用形態や交通流の変化を踏まえて、料金施策の今後の交通制御手法への適用の可能性について考察する。HEROINEにより阪神高速道路上の交通動態を、より妥当な形で算出するため、ETCデータに基づく時間帯別OD表を入力として用いる。

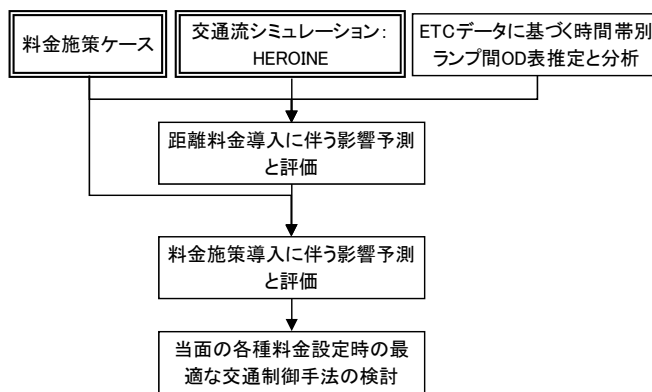


図-1 分析のプロセス

(2) 分析の基本的事項

分析の基本的事項を表-1に示す。

予測の基礎交通量となる車種別時間帯別ランプ間OD表は、ETCデータから集計した車種別時間帯別ランプ間OD表をパターンとして、交通管制システムで計測される入口出口の時間帯別交通量を用いて推定した²⁾。

料金施策導入時の交通需要量は、料金変化に伴う経路選択モデル³⁾を適用して予測した。また、交通状況を予測するモデルは、阪神高速道路網全体を対象としたネットワークシミュレータであり、メソスコピックな交

表 - 1 検討の基本的事項

項目	概要
交通需要量	平成19年5月9日(水)
交通流シミュレータ	HEROINE
経路選択モデル	料金変化に伴う阪神高速利用/非利用を選択するモデル
料金施策	ピーク時課金: 時間帯: 7時~9時の2時間帯 (課金: ①10%増、②20%増)
予測ケース	Case0: 現況再現 Case1: 距離料金制導入 Case2: 距離料金-ピーク時課金10% Case3: 距離料金-ピーク時課金20%

表 - 2 経路選択モデルのパラメータ (平日)

説明変数	Coeff.	t値	説明変数	Coeff.	t値
定数項	1.1209	5.19 **			
料金	-0.0015	-4.29 **			
昼(10-16)ダミー	0.4262	3.53 **			
夕方(16-20)ダミー	0.6416	4.25 **			
夜(20-6)ダミー	0.3763	2.23 *			
帰宅目的ダミー	-0.4376	-2.59 **			
業務目的ダミー	-0.7454	-2.63 *	料金(業務目的)	0.0014	2.76
自由目的ダミー	-0.4927	-2.69 **			
OD間距離5km以内ダミー	-4.3335	-21.54 **			
OD間距離5~15kmダミー	-2.0526	-17.90 **			
OD間距離15~25kmダミー	-0.8577	-6.93 **			
サンプル数	4374		L(0)	-3031.83	
χ^2_0 値	2583.86		L(c)	-2282.62	
χ^2_c 値	1085.46		L(β)	-1739.89	
尤度比 ρ^2	0.43				

**は99%水準で有意, *は95%水準で有意であることを示す。

通流シミュレーションモデルである⁴⁾。

予測ケースとしては、現況再現、距離料金導入時、距離料金導入時におけるピーク時課金(2種類)の4ケースを設定した。ピーク時課金では、阪神高速で慢性的な渋滞が発生する7時~9時の2時間帯に、距離料金の10%及び20%を課金することとした。

3. 予測手法の概要

(1) 料金変化に伴う経路選択モデル³⁾

料金変化に伴う経路選択モデルには、「ETC搭載者の料金割引に伴う阪神高速道路を利用する/しない」を推定するバイナリー・ロジットモデルを用いた。これは、阪神高速道路のETCモニターを対象として、実験的に料金変化を創出して日常の経路選択行動をしていたいた調査実験に基づき構築・パラメータ推定したモデルである(表-2)。

ただしこのモデルは、分析対象が主に13号東大阪線利用の小型車利用者であること、料金割引のみが対象であり、割り増し課金を伴う実験をしていないことから、本分析における適用範囲は超えている。しかしながら、料金変化に伴う行動選択を再現できるモデルは現存しないため、課金に伴う選択行動が割引側と同様の反応をすると仮定して適用を試みた。なお、ここではピーク時課金に伴う出発時刻選択を予測するものではないことを申

し添えておく。

(2) 交通流シミュレーション(HEROINE)⁴⁾

HEROINEは、阪神高速道路網を対象としたネットワーク交通流シミュレータであり、需要予測機能、フロー機能、行動選択機能、(交通需要の)集計・分解機能、制御機能、そして蓄積加工機能の各サブシステムで構成される。

阪神高速道路網と競合・補完する一般道路も対象道路網とし、高速道路上は「ブロック密度法」、一般道路上は「I/O法」に基づいて車両を進行させる。フローでは車群で扱うが、1台1台の車両は独立して属性を持つメソスコピックな交通流シミュレータである。また、経路選択は内包され、いくつかの経路選択モデル等の行動モデル、流入調整などの制御モデルが併用可能である。入力データは、時間帯別ランプ間OD交通量と5分間入口交通量、出力は、区間交通量と速度、占有率および渋滞などの交通状態、所要時間などが用意され、交通管制システムにも導入されて、オンライン・リアルタイムで稼働している。

4. 距離料金導入時の影響予測

(1) 料金水準

区間料金は現行の料金であり、1つの料金圏内では均一の料金が課金されている(例えば、阪神東線・普通車では700円均一)。一方、距離料金は、利用距離が短い場合の最低料金と相当程度の距離以上の長距離利用の場合の料金を最高料金として設定し、その間は距離帯毎に料金を階段状に増額するように設定した試案である。

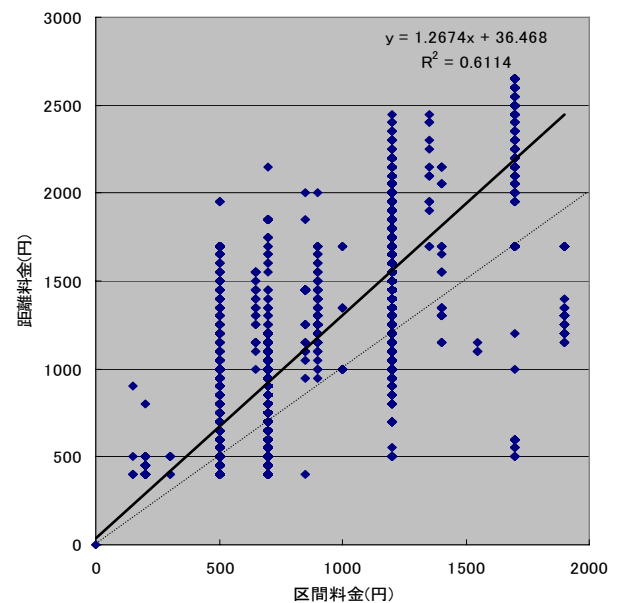


図 - 2 区間料金(現行)と距離料金の比較(ランプ間)

本分析で設定した距離料金制に伴う料金水準をランプ間ペアで眺めると、全体的に区間料金よりも高めに設定されている(図-2)。

(2) 距離料金導入に伴う予測結果

「距離料金」の導入によって、流入需要量は 1,940 台(約 0.3%)、流入台数は 1,772 台(約 0.3%)減少すると予測されたものの、渋滞量は約 5%増加する結果となった。

路線別の渋滞量を見ると、路線によって渋滞量の変化は大きく異なっており、3号神戸線乗りでは距離料金導入時の渋滞が減少しているが、3号神戸線下りでは渋滞量が増加している(図-3)。これは、距離料金導入によって、長距離移動の流入台数が多い神戸線乗りの需要量が減少し、短距離移動の交通が比較的多い神戸線下りの需要量が増加したためと考えられる。その他の路線についてみても、渋滞状況には大きな影響はないものの、上り線は流入需要量が減少し、下り線は流入需要量が増加している傾向が確認できた。

5. 料金施策導入に伴う影響予測

(1) ピーク時課金導入時の交通需要量

ピーク時課金を実施した場合に、シミュレーションから得られる交通指標を表-4に示す。ピーク時課金に伴い、当該時間帯(7時~9時)の需要量は10%増課金時:658台(約0.6%)減少、20%増課金時:1,418台(約1.4%)減少すると予測された。時間帯別に見ると交通需要量はピーク時課金導入時の時間帯(7時台、8時台)のみ減少しており、その他の時間帯では変化はみられない。

(2) ピーク時課金導入時の交通流動予測

交通需要量の減少に伴い、流入台数も減少している。

また、ピーク時課金時間帯の渋滞量も10%増課金時:9kmh(約21%)減少、20%増課金時:12kmh(約28%)減少と予測され、流入台数の減少を大幅に超える効果が確認できた。

表-3 距離料金導入に伴う阪神高速上の交通指標比較

指標	C0区間料金	C1距離料金	C1/C0	C1-C0
流入需要量(台)	673,363	671,423	0.997	-1,940
流入台数(台)	669,619	667,847	0.997	-1,772
渋滞量(km・h)	164.9	172.9	1.049	8
総走行台キロ(台キロ)	11,636,326	11,584,330	0.996	-51,996
総走行時間(千台・H)	172,214	173,400	1.007	1,186
平均走行速度(km/h)	67.6	66.8	0.988	-0.8

注)6時~21時(15時間)

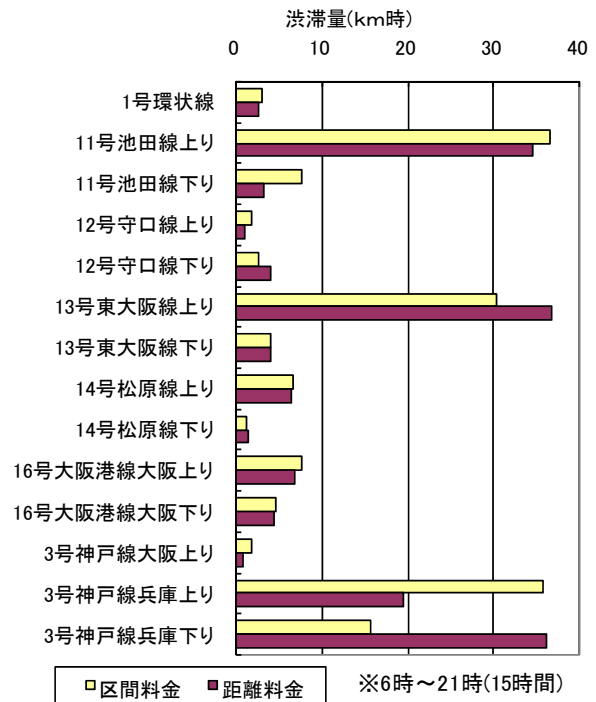


図-3 ピーク時課金に伴う阪神高速上の交通指標比較

ピーク時課金時間帯の渋滞図を図-4に示す。距離料金時と10%増課金時を比較すると、13号東大阪線の上りの渋滞が大幅に解消していることがわかる。10%増課金時と20%増課金時を比較すると、大きな渋滞の差は見られないが、3号神戸線の上り、13号東大阪線の上りで渋滞が減少している。

なお、全日の渋滞量は20%増課金時よりも10%増課金時のほうが、渋滞が大きく減少しているが、これはピーク時課金時間帯以外の時間帯で渋滞の変動があったためであり、予測における誤差の範囲であるといえる。

表-4 料金施策導入に伴う阪神高速上の交通指標比較

時間帯	指標	C1距離料金	C2ピーク時課金10%	C3ピーク時課金20%	対C1比		対C1差	
					C2/C1	C3/C1	C2-C1	C3-C1
全日 ※6時~21時 (15時間)	流入需要量(台)	671,423	670,713	670,010	0.999	0.998	-710	-1,413
	流入台数(台)	667,847	667,074	666,883	0.999	0.999	-773	-964
	渋滞量(km・h)	172.9	150.9	166.5	0.873	0.963	-22	-6
	総走行台キロ(台キロ)	11,584,330	11,584,639	11,589,063	1.000	1.000	309	4,733
	総走行時間(千台・H)	173,400	171,825	172,584	0.991	0.995	-1,575	-816
	平均走行速度(km/h)	66.8	67.4	67.2	1.009	1.006	1	0
ピーク時課金 時間帯 7時~9時 (2時間)	流入需要量(台)	104,411	103,753	102,993	0.994	0.986	-658	-1,418
	流入台数(台)	104,129	103,521	102,756	0.994	0.987	-608	-1,373
	渋滞量(km・h)	43.7	34.5	31.6	0.789	0.723	-9	-12
	総走行台キロ(台キロ)	1,827,723	1,836,586	1,820,492	1.005	0.996	8,863	-7,231
	総走行時間(千台・H)	28,210	27,571	27,149	0.977	0.962	-639	-1,061
	平均走行速度(km/h)	64.8	66.7	67.2	1.029	1.036	2	2

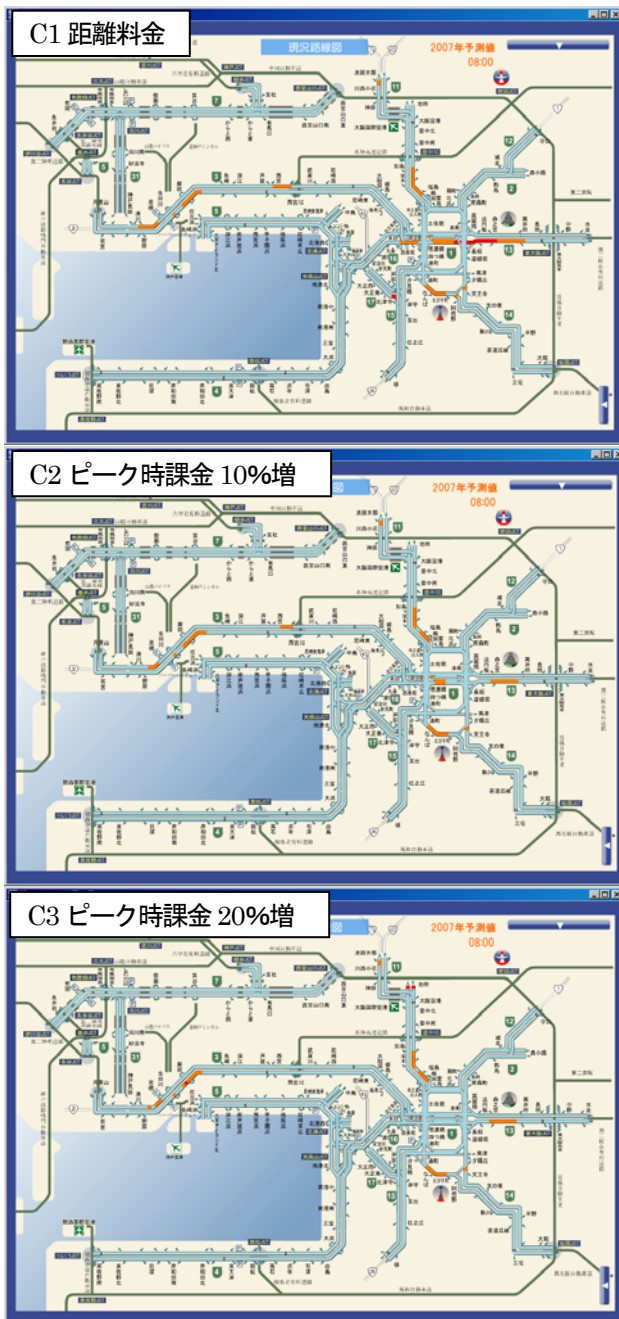


図 - 4 渋滞状況図比較(H19.5.9, 8時)

6. まとめと今後の課題

本検討では、阪神高速道路において近い将来に導入が検討されている「距離料金制」に着目して、「距離料金」導入に伴う利用形態や交通状態の変化を踏まえて、料金施策による交通制御手法の検討を試みた。その際、料金施策による需要量の変化をETCデータに基づいたOD表をもとに「料金変化に伴う経路選択モデル」で予

測し、高速道路上の交通動態をHEROINEを用いて再現することにより、より実的な料金施策の評価が可能となった。

「距離料金制」の導入では、区間料金時よりも交通需要量・流入台数は減少するものの、渋滞量は増加しており、高速道路運営上好ましい結果とはなっていない。続いて、ピーク時課金導入時では、流入需要量が減少するものの、それ以上に渋滞量が減少することが確認できた。

しかしながら、ピーク時課金による交通制御の実現に向けては、次のような課題について今後検討し、実現可能性を継続的に探る必要がある。

・行動モデルの課題

本来的に、本検討で使用した経路選択モデルは、“料金の値上げ”に対する経路選択を再現するにはその適用範囲を超えている。また、ピーク時課金に対する一般的な回避行動と考えられる出発時間変更についても本モデルでは対象としていないなど、現行の行動モデルには多くの課題がある。今後は、料金改定に伴う経路選択を再現する実的なモデル分析を行うなど、引き続き検討を進めていきたいと考えている。

・施策導入へむけての課題

ピーク時課金導入に際しては、詳細な課金方法を検討して適切な料金設定を検討するとともに、実際の課金システムの構築が必要となる。

また、実運用の際には、課金についての利用者の合意形成を図るとともに、法制度の改定が必要となる。

参考文献

- 1) 西林素彦、大藤武彦et. all ; 都市高速道路における流入調整による交通制御手法の事前評価, 高速道路と自動車, 第48巻, 第4号, 2005.
- 2) 金進英、宇野伸宏et. all ; ETC 統計データによる時間帯別ランプ間OD 交通量推定, 第28回交通工学研究発表会, 2008. 10
- 3) 「動的料金設定に伴う交通行動分析手法に関する調査研究報告書」平成17年3月, 阪神高速道路株式会社
- 4) Y.ISHII Yasuhiro, T. DAITO et.all ; Online Traffic Simulator (HEROINE) Introduced at the Hanshin Expressway Traffic Control Center, 11th ITS World Congress (Nagoya), 2004.