

## 道路政策の質の向上に資する技術研究開発

## 【研究状況報告書（1年目の研究対象）】

①研究代表者	氏名（ふりがな）		所属		役職
	根本 敏則		国立大学法人 一橋大学 商学研究科		教授
②研究 テーマ	名称	首都圏三環状概成時を念頭においた料金施策とITS施策による非常時を含む総合的交通マネジメント方策の実用化			
	政策 領域	[主領域] 道路ネットワークの形成 と有効活用	公募 タイプ	タイプIV 環状道路【研究分野】ソフト分野	
		[副領域] なし			
③研究経費（単位：万円）	平成26年度	平成27年度	平成28年度	総合計	
※H26は受託金額、H27以降は計画額を記入。端数切り捨て。	1,000万 （消費税込）	2,500万円 （消費税込）	2,500万円 （消費税込）	6,000万円 （消費税込）	
④研究者氏名	（研究代表者以外の主な研究者の氏名、所属・役職を記入。なお、記入欄が足りない場合は適宜追加下さい。）				
氏名	所属・役職				
清水哲夫	首都大学東京・教授				
家田仁	東京大学・教授				
羽藤英二	東京大学・教授				
田邊勝巳	慶応大学・准教授				
中拂諭	一橋大学・研究補助員				
味水佑毅	高崎経済大学・准教授				
⑤研究の目的・目標	（提案書に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入。）				
<p>本研究は、首都圏三環状概成時において、平常時のみならず非常時の、さらに将来の維持管理・更新を見据えたネットワーク交通運用計画策定に資する、ITSを活用した最適な料金設定や効果的な経路誘導を達成する総合交通運用マネジメントシステムを実装することを目標として、以下の二つの視点から料金施策の効果等に関するデータ収集と分析を行い、望ましい料金体系とマネジメントシステムを提案する。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 料金施策による効率的運用に関する研究</li> <li>2. ITS利活用、TDM方策に関する研究</li> </ol>					

## ⑥これまでの研究経過

これまでの本研究経過を整理したものを下図に示す。主要な二つの研究については以下に記述する。

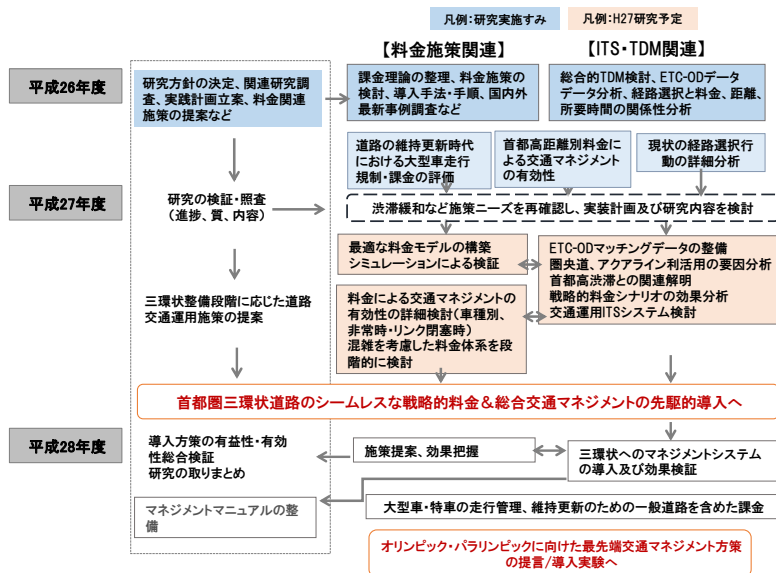


図-1 本研究のこれまでの研究経過

### 1. 料金施策による効率的運用に関する研究

- **(既存研究レビュー)** 料金施策による道路交通マネジメントの学術研究調査を行った。最適な混雑料金についてMohring (1976)を起点とし、その後の混雑料金研究の発展経緯を確認した。また、道路整備費用の算定方法としてU. S. Federal Highway Administration(1997)の有用性を確認した。
- **(事例調査)** 料金施策による道路の効率的運用を図っている諸外国における混雑料金の導入事例調査を行った。時間帯別に固定料金を課している事例としてはシンガポールやスウェーデンの事例が挙げられる。ダイナミックロードプライシングの導入に成功している米国の事例についてヒアリング調査を行った。交通状況を適切に把握するための取り組み、料金決定方法、利用者への料金伝達方法、違反者の取り締まり方法などを確認した。
- **(料金施策評価)** 首都高の距離別料金制への移行の際の交通量データ、料金収入データを基に、シームレス対距離料金による交通マネジメントの有効性を検証した。下表の通り、均一料金と比較し、距離別料金の方が社会的余剰を増加させることが確認できた (社会的余剰の計算方法は下図に示す通り)。さらに、ラムゼイ・ルールに基づき距離別料金を微調整することにより、首都高の収入を減少させることなく社会的余剰の増加が可能であることが確認された。

表-1 距離別料金と社会的余剰

走行距離帯	社会的余剰				消費者余剰の変化		生産者余剰の変化	
	H23	H24	変化量	変化率	変化量	変化率	変化量	変化率
0~6km	326,582	327,468	887	0.3%	13,150	4.7%	-12,264	-27.3%
6~12km	362,186	365,515	3,329	0.9%	17,615	6.9%	-14,287	-13.3%
12~18km	119,336	120,049	712	0.6%	3,900	27.9%	-3,188	-3.0%
18~24km	402,184	400,989	-1,195	-0.3%	-6,400	-2.2%	5,205	4.9%
24~30km	311,107	309,982	-1,125	-0.4%	-11,050	-4.9%	9,925	11.9%
30~36km	244,954	245,734	780	0.3%	-4,060	-2.3%	4,840	7.0%
36~42km	175,299	176,355	1,057	0.6%	-1,040	-0.9%	2,097	3.8%
42km~	162,402	169,313	6,911	4.3%	21,030	23.1%	-14,119	-19.8%
合計	2,104,050	2,115,405	11,355	0.5%	33,145	2.3%	-21,790	-3.4%

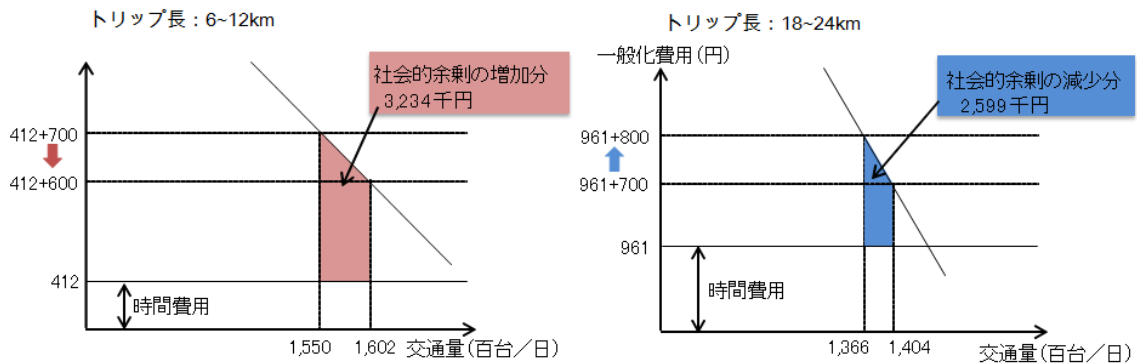


図-2 交通量と一般化費用との関係

表-2 距離帯とラムゼイ価格

距離帯	距離別料金	ラムゼイ価格
6~12km	600 円	346.9 円
12~18km	700 円	593.7 円
18~24km	800 円	859.5 円
24~30km	900 円	1,135.3 円
30~36km	900 円	1,401.6 円
ラムゼイ数 (= $\lambda / (1 + \lambda)$ )	—	0.0460
社会的余剰の変化	ベース	0.16%
料金収入の変化	ベース	0.00%

- **(課金シナリオの検討)** 道路の維持管理・更新費用を考慮に入れる必要があるため、道路整備の車種別限界費用を導出したうえで、大型車走行路線を分離するシナリオの妥当性を検討した。下表では、日平均の交通量が2万台から4万台までのケースを想定し、大型車混入率が10%から40%の各パターンにおいて、大型車分離規制の有無に応じたライフコストサイクルあたりの余剰変化を示している。この分析により、大型車分離の規制を実施することにより社会的余剰が増加することが確認された。今後、道路損傷以外の外部費用についても考慮に入れたうえで、大型車の規制・課金方法を検討する予定。

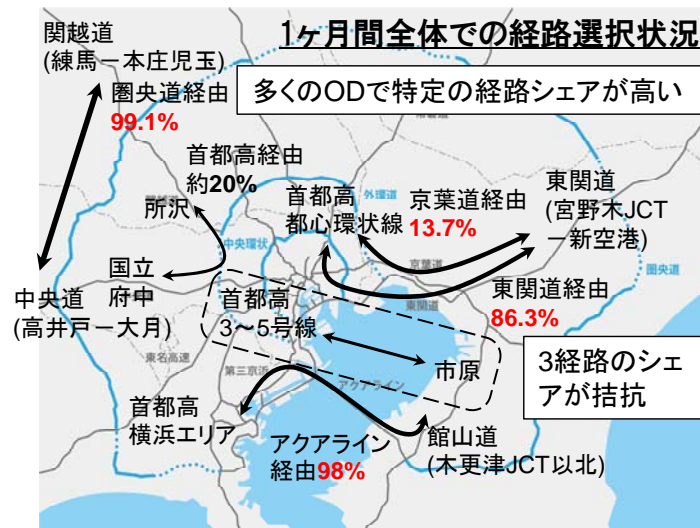
表 - 3 交通量と社会的余剰

交通量	2万台/日			3万台/日			4万台/日		
	制限なし	制限あり	制限あり/制限なし	制限なし	制限あり	制限あり/制限なし	制限なし	制限あり	制限あり/制限なし
10%	-0.29	0.07	-0.24	0.09	0.20	2.08	0.19	0.27	1.42
20%	0.05	0.10	2.07	0.12	0.16	1.33	0.16	0.19	1.20
30%	0.06	0.09	1.51	0.10	0.12	1.22	0.12	0.14	1.14
40%	0.05	0.08	1.60	0.08	0.11	1.35	0.09	0.12	1.27
平均 <sup>注</sup>	0.05	0.09	1.69	0.10	0.14	1.43	0.13	0.16	1.24
全体平均							0.10	0.14	1.37

## ⑥これまでの研究経過（続き）

### 2. ITS利活用、TDMに関する研究

- 三環状エリアの平成 25 年 11 月の一ヶ月分の ETC-OD マッチングデータを入手し、ランプ間 OD 交通量等の需要特性を把握した。特に、圏央道やアクアラインが経路選択可能となる OD の組み合わせについて、料金の異なる複数高速利用経路の選択状況を平休別、時間帯別に詳細に把握した上で、経路選択状況と料金、走行距離、所要時間の関係性を詳細に分析した。
- 例えばアクアラインの分析では、1)3 号渋谷線、4 号新宿線、5 号池袋線と館山道北部間のランプ間 OD について、京葉道経由、東関道経由、アクアライン経由のシェアが拮抗していること、2)これらランプ間 OD の平休別・時間帯別経路シェアを確認し、都心環状線や箱崎 JCT エリアが渋滞する時間帯に最も距離が長く料金の高いアクアラインの利用率が高まること、が明らかとなった。
- 引き続き年度内には、上記 ETC-OD データと同期間のトラカンデータを利用し、首都高東京中心部の平均的混雑状況が迂回経路選択行動に及ぼす影響の分析を実施する予定である。



### 普通車・平日の経路選択状況

発	経路ルート	経路分担率	平日料金(円)	距離(km)
3号渋谷線上り外 (北池袋～市原)	京葉道経由	0.153	2,050	73.4
	東関道経由	0.378	2,050	77.2
	アクア経由	0.469	2,740	79.0
4号新宿線上り外 (高井戸～市原)	京葉道経由	0.230	2,050	72.0
	東関道経由	0.403	2,220	76.5
	アクア経由	0.367	2,740	82.0
5号池袋線内 (北池袋～市原)	京葉道経由	0.387	1,940	64.8
	東関道経由	0.405	2,220	69.3
	アクア経由	0.208	2,740	76.9

### 普通車・平日の時間帯別経路選択状況

発	経路ルート	20-6時	6-10時	10-16時	16-20時
3号渋谷線上り外 (北池袋～市原)	京葉道経由	0.153	0.147	0.227	0.036
	東関道経由	0.407	0.251	0.636	0.786
	アクア経由	0.440	0.602	0.136	0.179
4号新宿線上り外 (高井戸～市原)	京葉道経由	0.332	0.198	0.216	0.113
	東関道経由	0.392	0.295	0.567	0.680
	アクア経由	0.276	0.506	0.216	0.206
5号池袋線内 (北池袋～市原)	京葉道経由	0.580	0.325	0.292	0.304
	東関道経由	0.300	0.368	0.541	0.545
	アクア経由	0.120	0.307	0.167	0.152

図-3 普通車の経路選択の状況 (ETC-ODデータ分析結果より抜粋)

### ⑦研究成果の発表状況

本研究で得られた研究成果について学術誌等に発表した状況は下記のとおりである。現在、ITS及びTDM研究においても、ITS世界会議、土木学会、交通工学研究会等への発表を準備中である。

- 今西芳一、内山直浩、大瀧逸朗、中拂諭、根本敏則「料金施策による交通マネジメントの有効性～首都高の距離別料金の導入をケーススタディとして～」、日本計画行政学会第37回全国大会、2014.9.13、一橋大学
- 味水佑毅、脇嶋秀行、松井竜太郎、鈴木裕一、根本敏則「道路の維持更新時代における大型車走行規制の評価」、日本交通学会第73回研究報告会、2014.10.19、同志社大学
- 根本敏則「ダイナミックプライシングと高速バスによるHOVレーン再活性化—サンディエゴI-15—」  
高速道路と自動車 Vol.57 No.2、2015.2

## ⑧研究成果の活用方策

### 1. 本研究から得られた研究成果

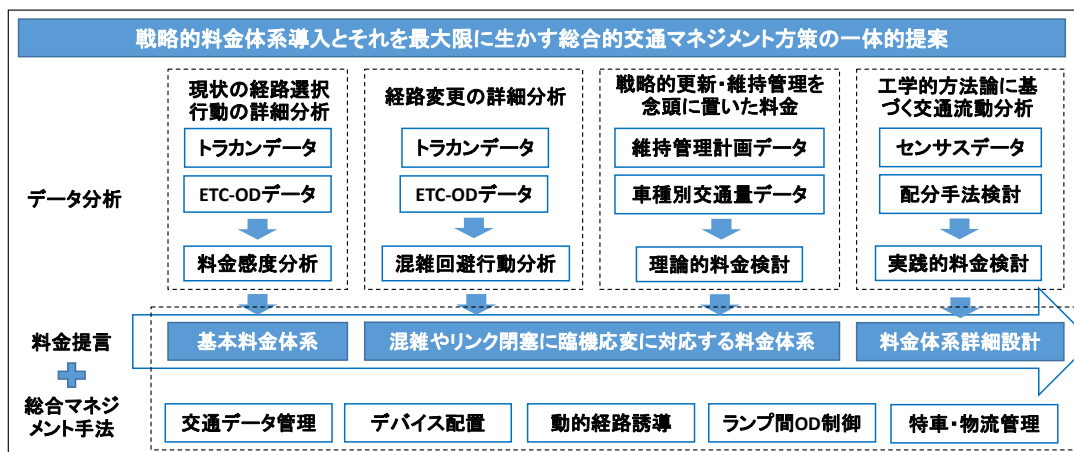
- 料金施策によるマネジメントの有効性が確認された。とりわけ均一料金ではなくシームレス対距離課金を導入すべきことに加え、諸外国でのヒアリング調査から混雑に応じたダイナミックロードプライシングの導入が効果的との知見を得た。
- 道路整備費用を考慮に入れた課金シナリオを検討すべきである。とりわけ大型車の走行を特定路線に集約し、路線ごとに対距離課金する有効性を確認した。

### 2. 実務への適用に向けた活用方策・手段

- 社会資本整備審議会道路分科会第17回国土幹線道路部会において、三環状シームレス対距離料金、一般道路大型車対距離課金の提案を行った。
- 料金体系決定時に考慮する要因について高速道路会社など実務者との議論を重ね、債務返済計画への影響、渋滞緩和対策としての有効性、高速道路会社の経営安定性などを抽出した。

### 3. 今後の展開

- 首都高でのケーススタディを拡張し、混雑を考慮した料金施策による交通流変化や社会的余剰増加効果を検証するためのモデル構築を行う。はじめは、1環状8放射の有料道路・一般道によるネットワークを想定し、需要変動型利用者均衡モデルを適用する。
- 大型車分離・課金シナリオの三環状および並行一般道への適用方法を検討する。
- 1)三環状段階整備、2)2020年東京オリンピック/パラリンピック、3)災害・非常時、維持管理、大規模改修時の三つの課題に対応する交通マネジメント方策を提案する。このマネジメント方策は、基本料金と混雑や偶発的・計画的リンク閉塞に対応するための戦略的料金からなる料金体系と、これと連携して効率的な交通運用を実現する総合マネジメント手法で構成するイメージである。



### 4. 研究の持続性・成果活用の展開

- 実装に向けた研究とすべく、国土交通省、高速道路会社、地方整備局との強い連携による研究推進、研究成果の社会実験を通じた実環境での検証とフィードバックを行う。

## ⑨特記事項

### 1. 本研究から得られた知見・新規性

- 首都圏高速道路ネットワークの交通特性を把握するとともに、特に、料金の異なる複数高速利用経路を持つODの経路選択状況と、その料金、走行距離、所要時間の関係性を詳細に分析し、首都圏の高速道路の交通流動の要因を定性的・定量的に把握することができた。
- ネットワーク中央部の混雑状況が環状線迂回行動に及ぼす影響を、平休別・時間帯別に詳細に把握することができた。 今後は最新データを用い、さらなる検討を実施する。
- 「料金料率の基本的コンセプト」の提案に向けて、三環状エリアでは会社共通の対距離料金体系の実施を前提として、異なる料金料率が交通流に及ぼす影響を定量的に分析する予定である。
  - (1) 全線で共通の料率 (NEXCOの大都市近郊区間の料率を想定)
  - (2) 首都高速道路のみの料率アップ
  - (3) 環状道路(圏央道、外環道、中央環状)別の料率設定
- 戦略的な料金シナリオを実現するためのツールとしてのETC2.0及びITSについて、最新の技術動向を調査し、ETC2.0のシステムとしての最先端の保有機能とサービス能力、今後予定されている機能向上などを把握することができた。

### 2. 研究学内等へのインパクト

- ①戦略的対距離課金に基づく車種別料金、②(オリンピックなど)大規模イベント時における交通管理を実現する料金、③リンク閉塞の交通管理を実現する料金、④大規模ネットワークの効率運用(賢い道路利用)に資する料金の効果について、多様な交通流データを用いた分析に基づき、定量的・客観的に提示することが可能となり、これら料金の実装に向けた基本的知見を提供できる。
- 首都高やNEXCOなど高速道路会社で交通渋滞、戦略的料金などを研究しているグループと連携して研究を進めることで、机上の論理だけでなく現実面の制約等を反映した分析を実施することで、研究成果の実用展開が容易となる。

### 3. 研究のポイント

実践的研究とすべく道路管理者や学会との強い連携による研究推進、さらには、実環境での検証(実装)を行うこと、施策へのフィードバックなどが、本研究の大きな特徴である。

#### (1) 料金施策による効率的運用に関する研究

- シームレス対距離料金の具体的内容を理論的・実証的に明らかにしている。
- 大型車の責任負担額を明らかにすることにより、将来的には一般道路を含めた大型車課金を導入し、大型車の走行を適切にマネジメントすることを意図している。

## ⑨特記事項（続き）

### （2）ITS利活用、TDMに関する研究

- ETC-OD データを用いた高速道路ネットワークの交通流動分析は、コンサルタント等が実施する業務において既に一定の初期的成果が提示されているが、交通流動の要因分析までには至っておらず、料率設定の検討についても簡易な試算レベルに留まっている。本研究では、暫定的ではあるものの、既存の均衡配分モデルを用いて料率設定の効果を精緻に分析することが可能となる。
- また、曜日・時間帯別や渋滞状況に応じた交通流動分析はほぼ実施されていない。本研究でこれらの分析を実施し、戦略的料金運用のあり方を定量的に提案することを目指す。
- さらに、2020年東京オリンピック、大規模災害への防災・減災、道路インフラの維持管理などの「社会的ニーズ」に対して、ETC2.0 及び ITS のより具体的な利活用方策の立案と具体的な政策提言イメージの作成と発信。
- 三環状概成後の総合交通マネジメントロードマップ（アローダイヤグラム）の検討。



図-4 オリンピックなどイベント時における ETC2.0 利活用イメージ

## 4. 研究成果の見通し

- 今年度の研究成果をベースに首都圏三環状道路ネットワーク中央部の混雑状況が環状線迂回行動に及ぼす影響を、平休別・時間帯別に詳細に把握する。
- 既存の全日交通量均衡配分モデルを改良した上で、想定される料金体系や料率を設定した料金シナリオを多数設定し、各料金シナリオの均衡配分を実施し、望ましい基本料金体系を提案する。
- 高速道路ネットワークの時間帯別ランプ間 OD を整備し、既存の高速道路ネットワークシミュレーションモデルを改良・活用して、基本料金体系をベースとした戦略的料金シナリオを多数設定し、各戦略的料金シナリオのシミュレーションを実施し、望ましい弾力料金体系を提案する。
- 戦略的な料金シナリオを実現するための、戦略的課金等の高度な料金体系の実現をサポートする TDM&ITS システム要件の明確化と具体的な導入イメージの検討。

## 5. 進捗の達成度

- 本年度は、研究方針の妥当性を確認、研究全体のうち、課金理論の整理、国内外の料金施策に関する最新動向の把握、さらには基本となる交通データである ETC-OD マッチングデータを分析し首都圏環状道路の交通挙動の詳細な把握など、ほぼ計画通りに進捗している。
- 来年度以降に実施するシステム設計や戦略的料金シナリオシミュレーション分析の準備を整えた。