

## 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（2年目の研究対象）】

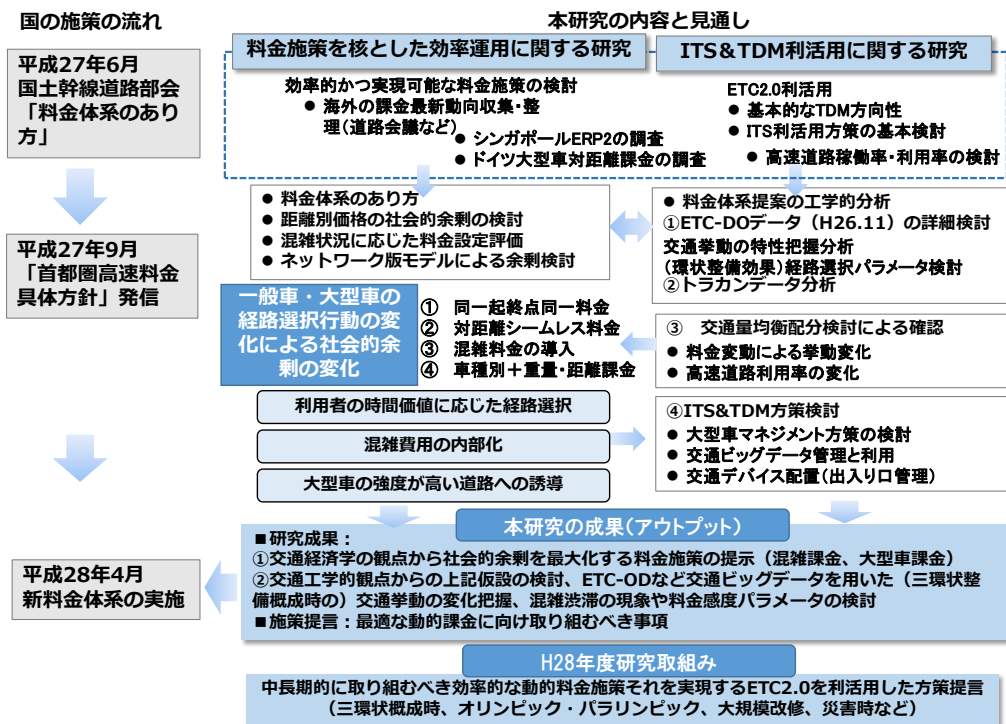
①研究代表者	氏名（ふりがな）		所属		役職
	根本 敏則		国立大学法人 一橋大 大学商学研究科		教授
②研究 テーマ	名称	首都圏三環状概成時を念頭においた料金施策とITS施策による非常時を含む総合的交通マネジメント方策の実用化			
	政策 領域	[主領域] 道路ネットワークの形成と有効活用	公募 タイプ	タイプⅣ 環状道路 【研究分野】ソフト分野	
		[副領域]			
③研究経費（単位： 万円）  ※H26は精算金額、H27は 受託金額、H28は計画額を	平成26年度	平成27年度	平成28年度	総合計	
	1,000万 (消費税込)	2,200万円 (消費税込)	2,500万円 (消費税込)	5,700万円 (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			
宇野 伸宏		京都大学・准教授			
福田大輔		東京工業大学・准教授			
家田仁		東京大学・教授			
円山琢也		熊本大学・准教授			
羽藤英二		東京大学・教授			
相 尚寿		首都大学東京・特任助教			
味水佑毅		高崎経済大学・准教授			
宮武 宏輔		一橋大学・博士課程			
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。）					
本研究は、首都圏三環状概成時において、日常のみならず非常時、さらに将来の維持管理・更新時のネットワーク運用計画策定を可能とする、最適な料金設定や効果的な高度道路交通システムを核とした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的として、以下の二つの観点から将来の課金施策に資するデータ収集・分析、整理、システムの構築を行う。					
1. 「料金施策を核とした効率運用に関する研究」					
2. 「ITS&TDM 利活用に関する研究」					

## ⑥これまでの研究経過

### 【研究成果】

平成27年9月、国土幹線道路部会において、「首都圏料金の賢い3原則」に従って、(1)料金体系の整理・統一、(2)起終点を基本とした継ぎ目のない料金の実現、(3)政策的な料金の導入が必要とされた。平成28年4月から実施される「新たな料金体系」を反映し本研究内容の一部修正をおこなっている。今年度の研究で特に留意した事項は次の4点である。

- ・ 「料金施策を核とした効率運用に関する研究」、「ITS&TDM利活用に関する研究」WGのより密接な研究連携（昨年度指摘事項）
- ・ 研究に利用するモデルの検討（昨年度指摘事項）
- ・ 本研究成果の学会、国際会議での発表、社会や関連組織への発信・展開
- ・ 本研究成果の政策提言



### 1. 料金施策を核とした効率運用に関する研究

国内外の最新研究、特に料金施策評価、最適課金に関する研究等を調査

- ・ 均一制よりも対距離制の方が利用者便益は高くなると推計（奥嶋・秋山（2006））
- ・ 距離に応じて連続的に料金が増加する非線形関数型で社会的余剰が最大（秋山・井ノ口・浅原・藤井（2014））
- ・ 対距離課金システム、ビニエット方式、チェコにおけるWIMを利用した重量超過罰金事例

料金施策を核とした効率運用に関する研究として次の2分野について個別研究を実施している。

A 料金施策に関する個別研究：高速道路と一般道の利用選択を想定し、対距離シームレス料金による、利用者の余剰と高速道路料金の収入を基にした社会的余剰分析。

B 大型車料金に関する研究：高速道路の強度を想定し、経路ごとの利用者の余剰と大型車の走行によるライフサイクルコストの増加を加味した社会的余剰分析。

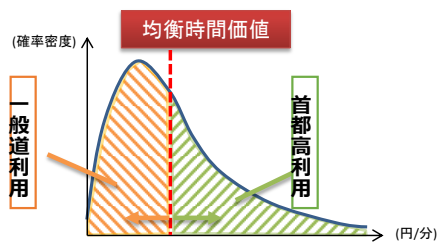
## A 料金施策に関する個別研究

### (1) 首都高と並行する一般道を考慮したモデル構築

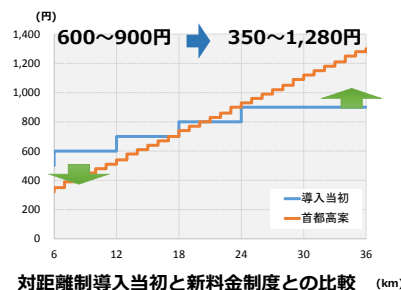
昨年度は、首都高利用者のみを考慮してシームレス対距離制導入による社会的余剰の増加を確認。本年度は首都高と並行する一般道を考慮し、より現実的なモデルを構築（総一般化費用及び燃料税収入を考慮）

### (2) 平成28年度に導入予定の新料金制度の評価及び改善案の提案

- 一般道を考慮したより現実的なモデルを構築、シームレス対距離料金の導入により社会的余剰が2.8%増加したことを確認。ラムゼイプライシングにより、現状の料金収入を減らさずに、社会的余剰を0.4%増加可能である料金体系が存在することを確認。
- 平成28年度から首都圏高速道路で導入予定の新料金制度により、1km毎に10円単位の細かい料金設定となることで、現状の料金制度下の社会的余剰を0.43%増加させることを検証。



時間価値分布に基づく利用台数推計

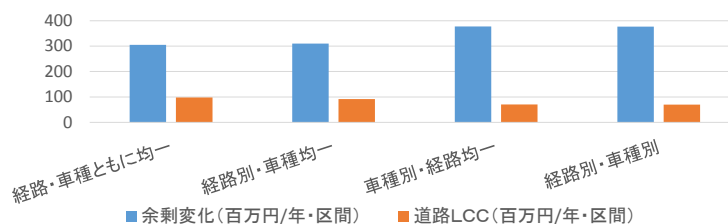


対距離制導入当初と新料金制度との比較 (km)

## B 大型車料金に関する個別研究（維持管理の観点から）

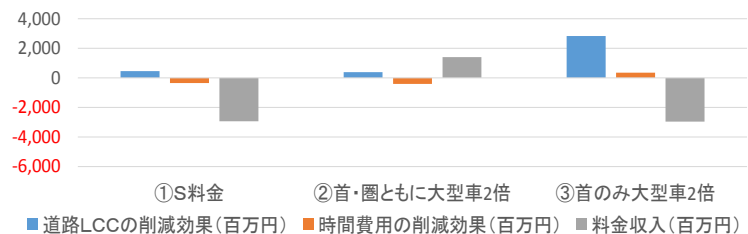
### (1) ラムゼイ価格形成による分析

ラムゼイ価格形成により、収支均衡を前提とした場合の、経済学的に望ましい車種ごとの料金水準、達成可能な余剰水準と道路のライフサイクルコスト（LCC）を推計した。



### (2) 交通量配分モデルによる検討

ITS&TDM利活用研究と同様に、交通量配分モデルによる検討を実施した。同一起終点同一料金（S料金）の導入は時間費用の微増、LCCの微減、収入の減少を、②首・圏ともに大型車料金を普通車の2倍に引き上げると収入が増加、③首のみ大型車料金を普通車の2倍に引き上げると①に比べLCCが減少との結果が判明。



①S料金 ②首・圏ともに大型車2倍 ③首のみ大型車2倍

⑥これまでの研究経過（続き）

2 ITS&TDM利活用に関する研究

1の「料金施策の研究」コンセプトを受け、高速道路稼働率を実質高めるための交通需要マネジメントシステム構築、料金施策提言に向けた工学的分析を行った。

(1) 最新ETC-ODデータ、トラカンデータによる、圏央道と首都高の経路選択行動およびそのファクター解析

入手できた最新のETC-ODマッチングデータ（2014年11月）により圏央道と首都高の経路選択特性を分析した。平休別・時間帯別・車種別の経路選択率、平均料金・所要時間を算出し、以下の結果を得た。なお、最新データ時点は圏央道の延伸に対応し、解析対象のODペアが大きく増加した。

- ・ 圏央道よりも都心側にあるICを発着地とするODペア以外は基本的に圏央道を利用している。
- ・ 時系列比較でも大半のODペアで圏央道シェアは高水準で、すでに利用は定着したことを示唆
- ・ 平休別・時間帯別だと平日朝夕に圏央道シェアが相対的に上昇する傾向がある。
- ・ 平日朝夕の圏央道シェア上昇は首都高の混雑が要因ではないかとの示唆をもとに下記のトラカンデータ分析を実施した。
- ・ 経路選択には料金や所要時間よりも混雑情報の影響が大きいのではないかとの示唆を得た。

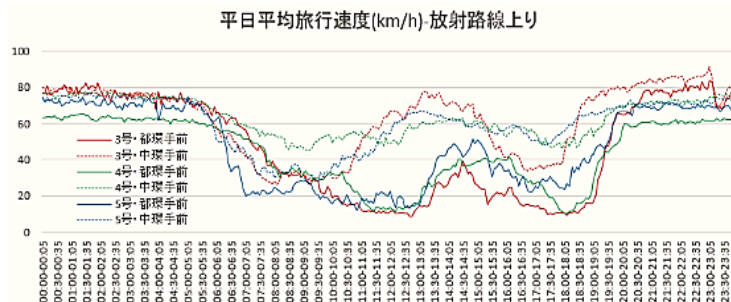
東名→関越 圏央道経由 ODの割合	所沢	川越	鶴ヶ島	坂戸西	東松山	小嵐川山	花園	児本玉庄
東名川崎	10	35	52	52	65	67	74	68
横浜青葉	22	73	82	94	86	95	92	88
横浜町田	63	93	97	100	98	97	98	98
厚木	97	98	100	97	100	100	100	100
秦野中井	97	100	100	95	100	96	100	100
大井松田	96	99	100	100	100	100	100	100

東名→関越道間における経路別 OD 数の分析

中央道→関越道間における経路別 OD 数の分析

全日 全車種	2013年11月									2014年11月								
	所沢	三芳	川越	島鶴ヶ	西坂戸	山東松	小嵐川山	花園	児本玉庄	所沢	三芳	川越	島鶴ヶ	西坂戸	山東松	小嵐川山	花園	児本玉庄
調布	83	100	95	98	99	100	98	99	99	69	100	93	96	100	99	99	99	99
国立府中	77	100	95	98	100	100	99	99	100	90	100	99	100	100	100	100	99	100
八王子	99	100	100	100	100	100	100	100	100	98	100	99	100	100	100	100	100	100
相模湖	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
上野原	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
大月	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

トラカンデータ（旅行速度）分析の結果、東京西部の郊外部を発着地とする首都高通過交通は朝夕に渋滞の影響が必至。しかし、日中の渋滞は都心環状線のみであり中央環状線経由ならば首都高利用でも混雑回避が可能との結果を得た。このことが日中の圏央道利用の利点を軽減している可能性がある。



## (2) 交通量均衡配分検討による効果確認 料金変動による挙動変化、高速道路利用率の変化

### 【昨年度研究】

- (0) 現況ベースの料金体系
- (1) 全社共通の対距離料金

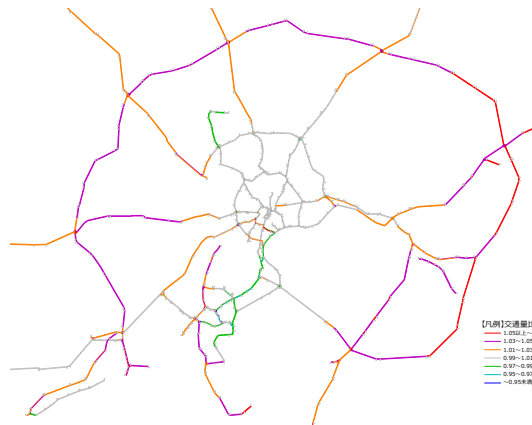


### 【本年度研究】

- (2) 都心部を割増した料金体系
- (3) 都心部を割増、郊外部を割引した料金体系

首都高速道路の交通量予測に使用する全日全車種配分手法を適用、昨年度研究をベースに、都心部料率増加、郊外部料率割引の効果を検討した。

- ・ 都心部（中央環状線以内）の料率を10%割増すると、首都高速の利用台数及び走行台キロは減少するが、料金収入は1%増加。
- ・ 郊外部（外環道より外側）の料率を10%割引すると、NEXCO（圏央道以内）の利用台数及び走行台キロは増加するが、料金収入は5%減少。
- ・ 郊外部の割引では、料金収入は減少が見込まれるものの、比較的すいている高速道路の有効活用が図られることから、社会的には望ましい方向への変化と考えられる。



配分交通量比図 ケース(3)/ケース(2)

## (3) 三環状ネットワークにおける道路効率的利用を実現するITS&TDM施策の理念提案

### ① 都市成長管理とリンクした混雑料金政策

本年に導入予定のシンガポールERP2（衛星利用OBU）に関する、現地調査及びシンガポール陸上交通庁（LTA）にヒアリングを実施した。交通混雑緩和の政策面での意義、導入効果評価、都市部開発と連動したシステム導入コンセプト等の知見・情報を得た。我が国へのERPシステムの展開可能性について検討。

### ② ETC2.0関連交通データの統合一元管理、交通ビッグデータ情報センターの設置

### ③ ポイント・線・区間に留まらないエリアTDM展開

首都圏の交通渋滞などポイント、線ではなく、エリアによる全体把握と予測管理（QK集計法など）

### ④ スマート物流施設（直接リンク）の検討

大型車の生産性を向上する運行管理、交通渋滞緩和を実現する物流施設プラン検討

### ⑤ より詳細な工事情報の提供

高速道路における工事作業帯の詳細情報（工事占用車線数、位置、作業帯長、現状復旧予定時間など）、ETC2.0の情報保持機能を活用できる方策の検討。外環道工事への適用検討。

### ⑥ イベント時、大規模工事の出入口流入制限

TDMとLEDライティングシステム、ライジングボラードなどのハード施策との並行利用について検討。逆行防止、生活道路の安全性大幅向上にも展開が期待される。



高速道路直結型物流施設

## ⑦研究成果の発表状況

### 【学会等の発表】

- ・ 脇嶋・松井・味水・根本; Research and Developing of Heavy Vehicles Effective Control using 『22nd ITS World Congress, Bordeaux 2015.10』
- ・ 味水・脇嶋・松井・大井・根本; 『道路のライフサイクルコストの低減を目的とした大型車の課金マネジメント, ITSシンポジウム(ポスター報告), 2015.12』
- ・ Misui, Wakishima, Matsui, Ooi, Nemoto; “Traffic management for heavy vehicle and road configuration with the least infrastructure cost considering marginal costs by vehicle type”, WCTR (World Conference on Transport Research)』, 2015/3
- ・ 清水哲夫, 吉田正; 「ETC利用データを用いた首都圏高速道路ネットワークにおける経路選択特性分析」, 土木計画学・春大会 (ポスター報告), 2015.5
- ・ 今西・内山・大瀧・中拂・根本; 『料金体系変更による社会的余剰への影響～首都高の距離別料金導入をケーススタディとして～』 『計画行政』第39巻2号、2016/5掲載予定
- ・ 大瀧・今西・内山・中拂・根本; 『高速道路料金体系変更による一般道を含めた余剰への影響～首都高の距離別料金導入に伴う社会的余剰変化～』 『ITSシンポジウム』(ポスター報告):2015.12
- ・ Otaki, Imanishi, Miyatake, Nemoto, Uchiyama; “Effects of the change of toll system on social surplus: a case study of distance-based toll in Tokyo Metropolitan Expressway,” WCTR (World Conference on Transport Research)
- ・ 根本敏則; 『首都圏高速道路の料金施策』 『運輸と経済』第75巻12号、2015/12掲載
- ・ 根本敏則, 今西ほか; 『ドイツにおける総合的道路利用者負担制度』, 「高速道路と自動車」第59号 (2016/2) 掲載予定
- ・ 清水哲夫, 吉田正; 首都圏高速道路ネットワークにおける戦略的料金体系と総合交通マネジメント, 第13回ITSシンポジウム2015

## ⑧研究成果の活用方策

### 1. 本研究から得られた研究成果

- ・ 首都高と並行する一般道を考慮したより現実的なモデル(総一般化費用及び燃料税収入を考慮)を用い、シームレス対距離制の導入による社会的余剰の変化(2.8%増加)を明確にすることができた。また、ラムゼイプライシングにより、料金収入を減らさず社会的余剰を増加可能な料金体系を確認した。
- ・ 国際会議、道路会議等の海外の有識者や実務者の議論を通して、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。
- ・ 最新のETC-ODマッチングデータやトラカンデータによる高速道路ネットワーク交通流動特性の詳細な分析より、多くの複数経路を有するランプゾーンペアによる経路選択特性を分析し、平休別・車種別・利用時間帯別の経路選択傾向を把握し、混雑状況の影響が大きいとの示唆を得た。
- ・ 大型車の方が少しでも安い料金経路を選択する傾向にあること、複数経路のいずれもが比較的利用されるODペアでは首都高都心部の混雑状況が広域の経路選択に影響を及ぼしている可能性があることを確認した。

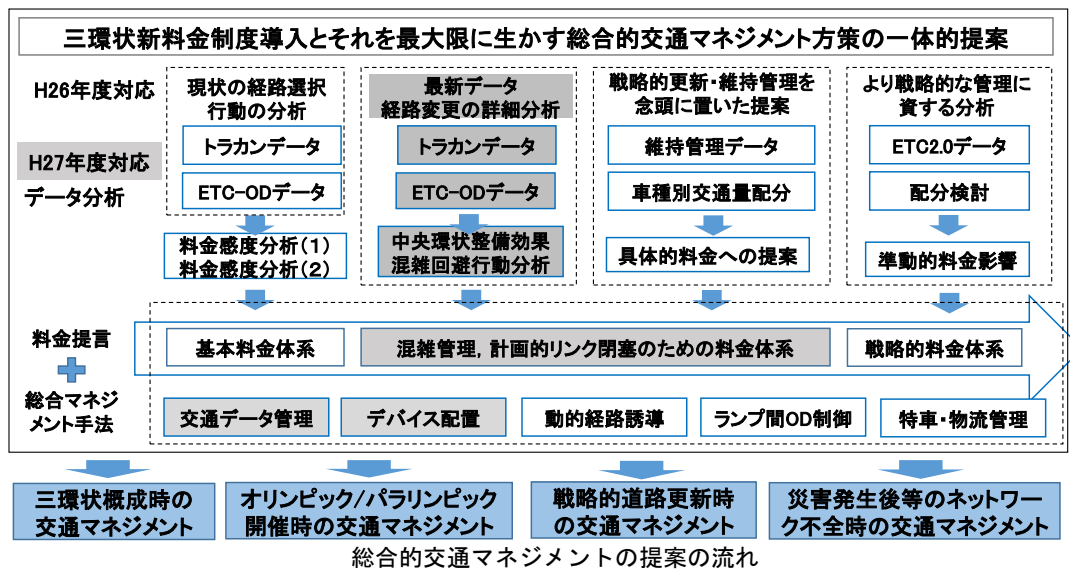


## 2. 実務への適用に向けた活用方策・手段

- ・ 社会資本整備審議会道路分科会 国土幹線道路部会において、対距離制を基本とした利用重視の料金体系の提案。さらに、起終点を基本としたシームレスの継ぎ目のない料金を提案。
- ・ 中間答申（平成27年7月30日）、首都圏の新たな高速道路料金に関する具体方針（案）（平成27年9月11日）等に反映。
- ・ 道路会議、ITS世界会議、ITSシンポジウムにおいて、「料金施策」「総合TDM」「ITS利活用」について提案
- ・ 首都高など道路会社や道路管理者と「料金施策提案」の実践可能性、交通挙動の解析モデル、ETC2.0の普及方策について勉強会を実施した。

## 3. 今後の展開

- ・ 大型車の考慮、混雑状況の考慮、推計精度の向上  
（小型・大型別、料金圏別・距離別通行台数のデータを用いて、より精緻な、料金施策による余剰変化の評価方法を検討予定）
- ・ 重量と距離をベースとした課金シナリオの検討、重量超過車両・空車車両・多頻度大口割引適用車両等への政策的料金設定の妥当性の検討
- ・ ETC-ODマッチングデータやETC2.0の大量経路データから車種、時間帯、OD、エリア別の時間価値分布を把握することにより、次のような料金の導入効果を定量的・客観的に把握する。①より望ましい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大規模改修や災害時にリンク閉塞した場合の交通管理を実現する料金、④混雑に応じた動的料金のあり方。



## 4. 研究の持続性・成果活用の展開

実践的な研究とすべく、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、研究成果を社会実験の支援など通して、導入施策の検証とフィードバックすることを目指す。

## ⑨特記事項

### 1. 本研究から得られた知見・新規性

- ・平成28年度から首都圏高速道路で導入予定の新料金制度により、1 km毎に10円単位の細かい料金設定となることで、現状の料金制度下の社会的余剰を0.43%増加させることを試算により明らかにした。
- ・ラムゼイ価格形成により、収支均衡を前提とした場合の、経済学的に望ましい車種ごとの料金水準、達成可能な余剰水準と道路のライフサイクルコスト(LCC)を推定。道路の頑強度に応じた料金で達成可能な余剰が増加し、道路のLCCが減少することを明らかにした。
- ・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。
- ・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、最新の国内外の動向を明らかにすることができた。

### 2. 研究の学内外へのインパクト

本研究への社会、学会、道路交通関連組織からの関心は高く、前述した国際会議や学会等の研究発表のみならず、会議への参画、講演、セミナー開催などの依頼が多くあった。

#### (1) 道路会議における発信

第31回日本道路会議 特別共催イベント「走行課金に関する国際シンポジウム」(平成27年10月)において、諸外国(欧州、北米、シンガポール)の道路課金の考え方(混雑課金、環境課金)、財源調達と交通需要管理について、根本教授がコーディネータとして本研究の成果を交え討議した。

#### (2) ITSシンポジウム2015

ITS-Japan主催の本シンポジウムには、プログラム委員長として清水哲夫教授が参画、今後のITS展開について「社会の課題解決の役に立つITSへ」～2020年を見据えたニーズ・イノベーションのセッションを開催し、本研究の成果の一部(オリンピックにおけるITS利活用など)を発信した。

#### (2) 土木学会 ITSシンポジウムの開催

土木学会と連携し、ITSシンポジウムを3回にわたり開催した。道路局長による基調講演、道路局・企画課、安全環境課との議論を重ね、ETC2.0利活用や今後のITS施策など本研究の成果等を発信した。清水教授、家田教授、天野専務理事が本研究メンバーから参画している。



## ⑨特記事項

### 3. 研究のポイント

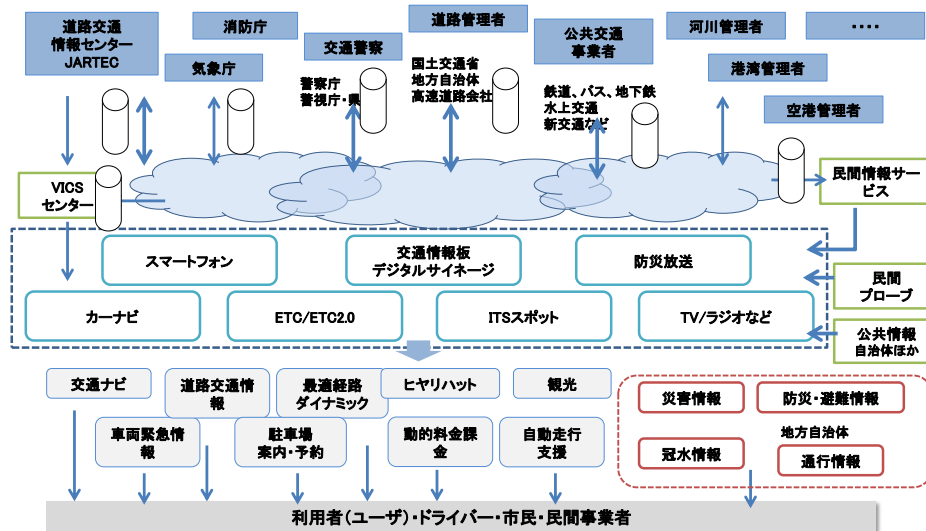
本研究は、交通経済及び交通工学の分野の有識者、さらにはITSの実務者が協働で「料金施策とITS&TDM研究」に取り組んでいること、さらに実践的研究とすべく道路管理者との連携による研究推進、さらには、施策へのフィードバックなどが、本研究の大きな特徴である。

#### (1) 料金施策を核とした効率運用に関する研究

- ・ 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。

#### (2) ITS&TDM 利活用に関する研究

- ・ 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、道路会社やコンサルタント等の業務において既に一定の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、既存の均衡配分モデルを用い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。
- ・ より的確な料金体系を実践する交通情報提供の設計仕様（リクワイアメント）を交通情報プラットフォームイメージにより明確にする。



交通情報プラットフォームのイメージ

#### 4. 研究成果の見通し

- ・ 新料金制度下による料金収入を減らさずに、さらに社会的余剰を増加可能である料金体系が存在することを定量的・定性的に試算する。
- ・ 昨年度の研究成果をベースに、最新データを用い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。それによって、圏央道路の整備による交通挙動の変化を知ることができる。
- ・ 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設定し、各料金シナリオの均衡配分を実施し、料金感度パラメータ、望ましい基本料金体系を提案する。
- ・ また、ETC-OD データに加えトラカンデータ等の分析を行い、総合的な知見を試行する。
- ・ 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明確化。

#### 5. 進捗の達成度

今年度の本研究の進捗達成度は下記の通りである。

##### (1) 料金施策を核とした効率運用に関する研究

- ・ 交通経済学の観点から社会的余剰を最大化する料金施策の検討（混雑課金、大型車課金）
- ・ 首都圏の高速道路で導入が予定されているシームレスな料金制度＜[ターミナルチャージ 150 円＋距離単価 29.52 円×距離] ×1.08＞の導入効果を、首都高において利用の多い 6～36km の距離帯を対象として試算した、平成 28 年度に導入予定の新料金制度の評価及び改善案の検討を実施。
- ・ 新たな料金制度に関する基本的な改善案の基本検討、新たな施策への研究内容の修正など、研究本来の目的を達成することが出来たが、中長期的な観点での施策提案（より動的な混雑料金）は取り組むべき研究課題である。

##### (2) ITS&TDM利活用に関する研究

- ・ シンガポールなど海外の最先端の混雑料金施策、関連研究やITSシステム最新動向の実状の把握。
- ・ 交通工学的観点からの前述した料金施策の仮説の検討、ETC-OD など交通ビッグデータを用いた（三環状整備概成時の）交通挙動の変化把握、混雑渋滞の減少や料金感度パラメータの検討を実施。
- ・ 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。残された研究期間で、さらなる検討を実施する。
- ・ さらには基本となる 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。