

平成 30 年 6 月 18 日現在

機関番号：34416

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26420525

研究課題名(和文)交通調整機能に着目した都市高速道路対距離料金制の運用方法についての研究

研究課題名(英文) Application techniques of pricing policy for urban expressway regarding with traffic management

研究代表者

秋山 孝正 (Akiyama, Takamasa)

関西大学・環境都市工学部・教授

研究者番号：70159341

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、交通調整機能に着目した都市高速道路の料金政策を理論的・技術的側面から提案する。需要変動型利用者均衡配分に基づいた道路交通流解析技術を開発する。さらに、組み合わせ最適化問題として定式化し、都市高速道路の最適料金を決定する。交通調整機能に着目して弾力的料金政策を提案する。このとき、都市道路網全体の経済便益による料金設定方法を提案する。多様な料金政策の検討のため、知的情報処理(FL・NN・GA・ACOなど)を活用する。これより、膨大な計算を回避するメタヒューリスティックな解法を提案できる。これらの成果より、交通調整機能に着目した都市高速道路対距離料金の有効活用の体系的な整理を行う。

研究成果の概要(英文)：Pricing policy for urban expressway regarding with traffic management is proposed theoretically and technically in the study. Firstly, analysis technique of road traffic is developed based on user equilibrium traffic assignment with variable demand. Combinatorial optimization problem is formulated to determine the optimal tolls of urban expressway as well. Secondly, elastic pricing policy is proposed regarding with traffic management. In particular, the determination of tolls is formulated to maximize the economic benefit of overall urban transport networks. Thirdly, intelligent information processing such as FL, NN, GA, ACO and etc. is applied to create the variable pricing policies. Metaheuristic approach without large scale calculation can be proposed from the above techniques. It is concluded from the results of the study that the effectiveness of pricing policy for urban expressway regarding with traffic management can be summarized.

研究分野：都市交通計画

キーワード：都市高速道路 対距離料金 交通調整 知的情報処理 需要変動型利用者均衡配分

## 1. 研究開始当初の背景

都市高速道路は、有料道路として円滑な都市内交通の確保を意図するものである。また、都市高速道路の料金は、交通調整機能をもつことから、弾力的な料金政策が期待される。

わが国の都市高速道路では、平成 24 年 1 月から対距離料金制が適用されている。対距離料金制は利用距離に対応した料金徴収を行うため、入出路ペアごとの多様な料金設定が可能である。そこで本研究では、都市道路網全体の交通調整機能に着目した都市高速道路の対距離料金制の現実的運用方法を検討する。

道路交通費用の適正負担に関する限界費用価格形成に基づく混雑料金は、理論的に整理されている。また海外においては、英国ロンドン市における混雑料金、シンガポールの流入賦課金などの現実的課金が運用されている。さらに、欧米諸国では、一般道路網に対して、電子的な自動料金徴収のための ERP (Electric Road Pricing) を前提した「対距離料金」が導入されている。

研究代表者らは、これまでに、対距離料金の最適な料金形式の設定に関して、「多様な料金設定方式についての合理的な算定手順」に関する研究成果を挙げている。さらに、現実の交通運用と料金政策の関係について、「都市交通管理と料金政策の有効な組み合わせ」の重要性に関する研究成果を報告している。これらの研究成果を踏まえて、都市高速道路の料金制度を都市道路網全体の交通運用に有効活用する方法を検討する。

このとき、道路交通解析技術を開発するとともに、都市高速道路対距離料金の現実的な交通調整方法としての適用性を示す。また、一般道路網を含む都市道路網に対する対距離料金の適用に関して、情報通信技術の進展との関係から具体的な方法を提案する。

## 2. 研究の目的

都市高速道路においては、平成 24 年より利用距離に対応した「対距離料金制」が導入され、平成 29 年 6 月より新料金が適用されている。このような料金設定の変更は、都市道路網全体の交通運用に関して、大きな影響を与える。すなわち、都市道路網の建設費償還を基本とする通行料金から、自律的な交通調整機能に着目した交通需要に弾力的な料金政策の有効利用を検討することができる。

また都市道路網は都市高速道路網と一般道路網で構成される。わが国では、都市高速道路は有料で一般道路は無料の道路となっている。したがって、弾力的料金政策に基づく交通調整は、現実的には都市高速道路の料金設定によって可能となる。本研究では、研究期間内に対距離料金の弾力的運用の解析手法を提案し、具体的な対距離料金設定を提案する。さらに最終的には、一般道路網における道路課金政策を包含した都市道路網の「対距離料金制」の実用的な運用方法を提案す

る。これらにより、都市道路網に対する交通調整機能を考慮した妥当な都市高速道路対距離料金の設定が可能となる。

## 3. 研究の方法

本研究では、都市高速道路の料金政策に関して、交通調整機能を有効活用するための理論的・技術的な方法論を提案する。さらに、都市高速道路料金政策を体系化した現実的な交通運用手順を示す。具体的には、以下の 3 種類の研究課題に対して、研究を進める。

①利用者均衡分析を用いた都市高速道路料金の設定方法の研究：需要変動型利用者均衡配分に基づいた道路交通流解析技術を開発する。さらに、都市高速道路料金の形式を組み合わせ最適化問題として定式化することで、最適料金を決定する。②交通調整機能を用いた都市高速道路料金政策の提案：交通調整機能に着目して都市高速道路の弾力的料金政策を提案する。このとき、都市道路網全体の交通運用を考えた妥当な料金設定方法を提案する。③知的情報処理技術の対距離料金運用に対する有効活用：多様な交通調整機能に対応した料金政策を検討するため、知的情報処理技術 (FL・NN・GA・ACO など) を活用した解析方法を提案する。これより、組み合わせ最適化に関するメタヒューリスティックな解法を提案することができる。

最終的にこれらの研究課題に対する研究成果により、交通調整機能に着目した都市高速道路対距離料金の有効活用についての体系的な整理が可能となる。

## 4. 研究成果

前章で述べた 3 種類の研究課題に対応して、それぞれ代表的な研究成果を紹介する。

### (1) 都市高速道路における路線別対距離料金の適用可能性の検討

本研究では都市高速道路の路線間の混雑程度を勘案した路線別対距離料金を提案する。図 1 に示す阪神高速道路を含む京阪神都市道路網を対象として、都市高速道路料金を考慮した交通量配分モデルを構築する。



図 1 都市道路網の概要

道路交通の解析には、以下のような道路交通流解析技術を開発している。

- ①需要固定型利用者均衡配分 (UE)
- ②需要変動型利用者均衡配分 (UE)
- ③有料道路料金を考慮した利用者均衡配分 (道路網分割アルゴリズム)
- ④乗り継ぎ交通を考慮した利用者均衡配分 (仮想リンク設定法)
- ⑤需要変動型システム最適配分 (SO)

本研究では、都市高速道路の路線単位の対距離料金水準を設定する。また一般道路を含む都市道路網の走行時間短縮便益と都市高速道路料金収入について実証的に考察する。

このとき、現行の料金水準は、平成 23 年の値 (上限 900 円・下限 500 円・階段型料金) を想定する。つぎに、高速道路路線ごとに代表地点の交通量 (平成 22 年道路交通センサス) に基づいて、料金水準を 3 種類 (10 万台以上 : A、8 万台以上 : B、8 万台未満 : C) に分類する。表 1 に都市高速道路の路線単位の交通量およびランクの分類結果を示す。

表 1 都市高速道路路線一覧

路線	名称	代表地点交通量	ランク
1	環状線	106,364	A
2	淀川左岸線	13,796	C
3	神戸線	99,954	B
4	湾岸線	83,822	B
5	湾岸線	53,979	C
7	北神戸線	32,345	C
8	京都線	17,602	C
11	池田線	86,918	B
12	守口線	83,429	B
13	東大阪線	96,065	B
14	松原線	83,523	B
15	堺線	70,763	C
16	大阪港線	74,753	C
17	西大阪線	26,954	C
31	神戸山手線	14,530	C

ここで、3 種類の料金水準について説明する。①交通量が最大である A ランク路線 (環状線) は、現行と比較して料金水準を高額にする。②交通量が平均的な B ランク路線については、現行の料金水準と同等とする。③交通量が相対的に少ない C ランク路線では、料金水準を低額とする。

料金水準の相対的な差 (A ランク、C ランクの B ランクに対する相対的変化分) を 50 円・100 円の 2 ケースとする。すなわち、(A ランク、C ランク)=(+100 円, Δ100 円), (+100 円, Δ50 円), (+50 円, Δ100 円), (+50 円, Δ50 円) の 4 ケースを設定する。

表 2 に路線別料金水準設定に関する交通量配分結果を示す。

本表より、都市高速道路利用台数が最大のケースは(+50, Δ100)である。また、料金収入・都市道路網全体の走行時間短縮便益は、(+50,Δ50)のとき最大となる。階段型料金と比

表 2 路線別対距離料金設定の分析結果

料金水準設定 (A,C ランク)	都市高速道路		道路網全体
	利用台数	料金収入(万円)	時間短縮便益(万円)
(0, 0)	741,704	50,714	29,220
(+100,Δ100)	764,950	47,216	29,471
(+100, Δ50)	742,214	47,602	25,418
(+50, Δ100)	780,918	47,154	17,752
(+50, Δ50)	766,382	48,194	30,742

較して、走行時間短縮便益が少ないケースもある。全般的には、適切な料金設定により、走行時間短縮便益が大きくなる。

本計算結果より、都市高速道路の路線単位の対距離料金の妥当な設定により、都市道路網全体の自律的交通調整機能が促進されることがわかった。

(2) 都市高速道路交通障害発生時における迂回割引制度の効果分析

本研究では、都市高速道路での交通障害発生時における交通渋滞緩和を目指して、迂回割引制度 (乗り継ぎ料金制) を提案し、その効果について分析する。

このため、交通障害発生時における迂回割引制度を具体的に設計する。ここで迂回による通行料金割引に対する高速道路利用者の経路選択に関わる意思決定プロセスを仮定し、交通障害情報に関わるあいまい性を考慮して経路選択モデルを構築する。さらに、経路選択調査データを用いてモデルパラメータを推定し、経路選択に関わる要因の影響を明らかにする。

都市高速道路での交通障害発生時における迂回割引制度を具体的に設計する。本線上での交通障害発生時には、交通容量が低下する車線規制が行われる場合がある。このとき、交通障害地点を先頭に交通渋滞が発生し、著しく走行時間が增大することがある。このような交通渋滞を緩和するためには、本線を走行する交通量を減少させる必要がある。

そこで、図2に示すように、交通障害区間を回避するように、一般道路などの経路へ迂回するインセンティブを与えるため、道路利用料金を割引する制度が検討できる。

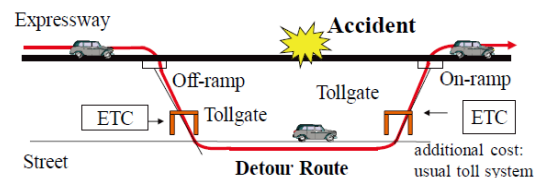


図2 交通障害発生時の迂回再流入行動

しかしながら、過度の流出迂回交通量の発生は、一般道路の交通状況へも影響を与えることが想定される。このため、交通状況に応じて都市高速道路と一般道路のバランスを考慮した迂回



交通量となるよう、迂回割引料金を設計する。

ここまでの議論から、迂回割引料金は、交通状況に応じて適正な金額が変動することが想定される。都市高速道路利用車両の多数がETC搭載車両となり、VICSなどのリアルタイム情報提供も進展することも鑑みると、動的な迂回割引料金制度についても現実的な適用が可能となりつつあると想定できる。

本研究で提案する交通障害発生時の迂回割引料金決定手順では、1)迂回割引料金額に対応した迂回経路選択率の推定プロセス(迂回経路選択モデル)と、2)総走行時間最小化(あるいは料金収入最大化)を図る迂回割引料金決定プロセスで構成される。これらのプロセスが適切に組み合わせられることで、迂回誘導のための料金調整が機能することを目指す。

都市高速道路での交通障害発生時の迂回割引制度の適用を想定し、利用者の迂回経路選択行動をモデル化する。高速道路利用者の経路としては、図3に示すように、高速道路利用予定経路(RE)、迂回乗り継ぎ経路(DR)および迂回流出経路(DS)の3種類の選択肢に分類できる。

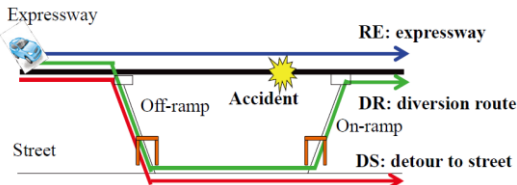


図3 交通障害発生時の経路選択

ここで迂回経路選択のモデル構造としては、ランダム効用理論に基づいたマルチロジットモデルを仮定する。各経路の選択確率 $P$ は、確定効用 $V$ を用いて式(1)のように定式化される。

$$P_{[h]}^k = \frac{\exp(V_{[h]}^k)}{\exp(V_{[h]}^{RE}) + \exp(V_{[h]}^{DR}) + \exp(V_{[h]}^{DS})} \quad (1)$$

このとき、経路選択要因として、料金(tc)、本線経路所要時間(tte)、迂回経路所要時間(ttd)および渋滞長(lcs)などが想定できる。一般道路を含む迂回経路所要時間については、VICSなどからの一般道路の旅行時間情報の取得の有無を考慮する必要がある。

一般道路の旅行時間情報を取得できない場合(nid)には、代替経路選択要因として、迂回距離(tds)および再流入後の本線利用距離(tde)などが想定できる。

これらの要因により、各経路の確定効用 $V$ はそれぞれ以下のように記述できる。

$$\begin{aligned} V_{[h]}^{RE} &= \beta_{sre,[h]} + \beta_{tc,[h]} \cdot tc_{[h]}^{RE} + \beta_{tte,[h]} \cdot tte_{[h]} \\ &\quad + \beta_{lcs,[h]} \cdot lcs_{[h]} + \beta_{nid,[h]} \cdot \delta_{[h]}^{nid} \\ V_{[h]}^{DR} &= \beta_{sdr,[h]} + \beta_{tc,[h]} \cdot tc_{[h]}^{DR} + \beta_{ttd,[h]} \cdot \delta_{[h]}^{nid} \cdot ttd_{[h]}^{DR} \\ &\quad + \beta_{tds,[h]} \cdot (1 - \delta_{[h]}^{nid}) \cdot tds_{[h]}^{DR} \\ &\quad + \beta_{tde,[h]} \cdot (1 - \delta_{[h]}^{nid}) \cdot tde_{[h]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{[h]}^{DS} &= \beta_{tc,[h]} \cdot tc_{[h]}^{DS} + \beta_{ttd,[h]} \cdot \delta_{[h]}^{nid} \cdot ttd_{[h]}^{DS} \\ &\quad + \beta_{tds,[h]} \cdot (1 - \delta_{[h]}^{nid}) \cdot tds_{[h]}^{DS} \end{aligned}$$

モデル構造の設定のため、経路選択調査を実施した。経路選択調査では、被験者ごとに10組の経路選択状況を生成し、1777サンプルの被験者から回答を得ている。この経路選択調査結果データを用いて、それぞれの説明変数について、係数パラメータを推定する。ここで、利用者属性とサンプル属性の構成割合を補正するため、パラメータ推定において利用頻度の構成比率を重みとしたウエイト付き最尤推定法を適用した。表3にパラメータ推定結果を整理する。

表3 経路選択モデルパラメータ推定結果

要因	係数	t値
$\beta_{sre}$ Specific dummy for the route of expressway	2.523	40.77
$\beta_{sdr}$ Specific dummy for the detour route with re-entering	0.711	21.01
$\beta_{tc}$ Toll [yen]	-0.003	-50.01
$\beta_{tte}$ Travel time on the route of expressway [minutes]	-0.120	-83.69
$\beta_{ttd}$ Travel time on the routes of detour with information [minutes]	-0.104	-78.26
$\beta_{lcs}$ Length of the congested sections with accident [km]	-0.060	-12.05
$\beta_{tds}$ Travel distance on the street without information [km]	-0.060	-14.29
$\beta_{tde}$ Travel distance on the expressway after re-entering without information [km]	-0.187	-30.97
$\beta_{nid}$ Dummy for no information for the detour routes	2.597	34.42

尤度比:0.581

いずれのパラメータも有意となり、迂回経路選択モデルの統計的な妥当性が検証できた。

### (3) 群知能を用いた都市高速道路の料金設定方法の提案

近年のETCの普及により、多様な料金設定が技術的に可能となっており、償還原則に基づいた料金設定に加えて、自律的な交通調整機能を意図した運用が可能である。

これらのことから、本研究では道路網全体の走行時間短縮便益が最大となる最適料金パターンを算定する。このとき、多様なパラメータの組み合わせで構成されるため、最適料金パターンを見つけるために蟻コロニー最適化手法を用いる。これより、膨大な計算を回避可能な方法で、都市高速道路の最適料金パターンを算定する手順を示す。

つぎに、都市高速道路対距離料金の関数形状を設定する。現行料金として阪神高速道路の下限300円、上限1300円の対距離料金を用いる(図4の①階段型:2017年6月)。

これに対して、本研究では既存研究で利用されたつぎの非線形型料金設定を考える。

$$p(x) = \frac{c-b}{1 + \frac{2}{3} e^{(d-x)/a}} + b \quad (2)$$

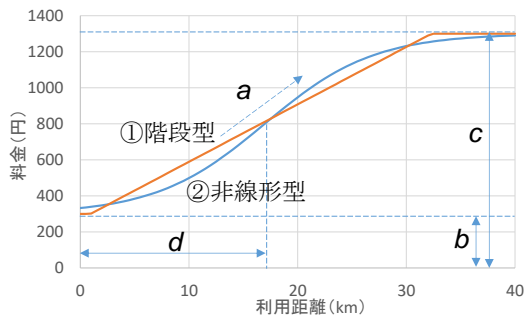


図4 対距離料金の設定

ここで、 $x$  は高速道路の利用距離(km)である。また、パラメータ  $a, b, c, d$  は、曲線の勾配、下限、料金幅、曲線の中心点を表す(図4②非線形型)。なお、パラメータ  $a$  は、値が大きいほど曲線の勾配が緩慢となる。

ここで、表4に計算に用いた都市高速道路料金の係数の組み合わせを示す。

表4 料金設定の係数の組み合わせ

パラメータ	設定範囲	設定単位	設定数
傾き: $a$	1~5	1	5
下限: $b$	100~700(円)	10円	71
上限: $c$	500~2000(円)	10円	151
中心点: $d$	10~25km	0.5km	31

これらのパラメータの組み合わせ総数は  $5 \times 71 \times 151 \times 31 = 1,661,755$  通りとなる。さらに、下限が上限よりも高いケース(実行不可能)を除いて、1,395,155 通りとなる。

本研究では、群知能の一種であるアントコロニー最適化(Ant colony optimization: ACO)を用いる。これは、蟻の群れの求餌行動をモデル化したものであり、組み合わせ最適化問題に対するメタヒューリスティック手法の一種である。

各アリは、探索路にフェロモンを付加し、他のアリと間接的に情報交換を行う。これにより、各アリが協同して組み合わせ最適化問題の最適解を探索する。今回の最適料金決定問題では、図5のように探索経路を設定する。

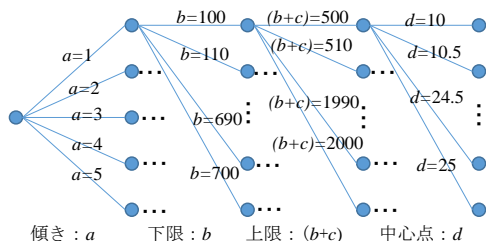


図5 ACOの探索経路

ここで、計算に用いる記号を定義する。アリの数を  $m$  とする。アリ  $r$  が傾き  $a$  に関する選択枝(経路)  $l$  を選択する確率は、

$$p_l^{(a)r} = \frac{\tau_l \cdot (\eta_l)^\beta}{\sum_s \tau_s \cdot (\eta_s)^\beta} \quad (3)$$

で表される。ここで、 $\beta$  はパラメータである。

また、 $\tau_l$  はフェロモン濃度を表す。つぎに、 $\eta_l$  は選択枝  $l$  に関する選ばれやすさを表すヒューリスティック情報である。本研究では全ての選択枝は同等と考え、 $\eta_l = 1$  である。

構築したACOアルゴリズムを仮想道路ネットワークに適用し、最適料金パラメータを導出する。ここでは、1回で生成するアリの数を100、繰り返し回数を500とした。したがって、交通量配分計算は5万回行う。その結果、最適料金パラメータとして図6の青線で示す関数形が導出された。

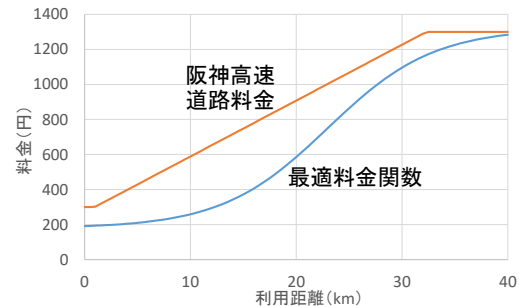


図6 最適料金関数

また、ACOで導出された解が最適解であることを確認するために、料金パラメータの全組み合わせである1,395,155通りの交通量配分計算を行った。その結果、ACOで得られた解が最適解であることが確認された。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計18件)

- ① 武藤慎二、宮下光宏、右近崇、水谷洋輔、猪狩祥平、都市交通整備評価のための一般均衡型CUEモデルの開発、土木学会論文集D3、査読有、Vol. 73, No. 5, 2017、163-181 DOI:10.2208/jscejipm.73.I\_163
- ② T. Akiyama, H. Inokuchi, M. Okushima, Practical Management of Distance Based Toll System for Urban Expressway, Journal of Traffic and Transportation Engineering, 査読有、Vol. 5, No. 2, 2017、93-103 DOI: 10.17265/2328-2142/2017.02.004
- ③ H. Inokuchi, T. Akiyama, The Optimal Toll Management of Urban Expressway with Long Term Variable Traffic Demand, 12th EASTS International Conference, 査読無、2017、PP1950
- ④ C. Quankui, T. Akiyama, H. Inokuchi, Evaluation Model of Pricing Policy for Urban Transport Networks, 12th EASTS International Conference, 査読無、2017、PP1609
- ⑤ 常セン奎、井ノ口弘昭、秋山孝正、大型車課金を考慮した利用者均衡配分モデルについての検討、土木計画学研究・講演集、査読無、Vol. 56, 2017、251
- ⑥ 奥嶋政嗣、都市高速道路交通障害発生時における迂回割引制度の効果分析、ファイシステムシンポジウム、査読無、Vol. 32、2016、TE3-1
- ⑦ 秋山孝正、井ノ口弘昭、奥嶋政嗣、長期的需要を考慮した都市高速道路料金政策

に関するモデル分析、高速道路と自動車、  
査読有、Vol.59, No.7、2016、20-28

- ⑧ T. Akiyama, H. Inokuchi, M. Okushima,  
The optimization of distance based toll for  
urban expressways based on the variable  
demand analysis、Proceedings of the 21th  
International Conference of Hong Kong  
Society for Transportation Studies (HKSTS)、  
査読有、2016、C2
- ⑨ 井ノ口弘昭, 奥嶋政嗣, 秋山孝正、都市  
高速道路における路線別対距離料金の適  
用可能性の検討、交通工学論文集、Vol. 2,  
No. 4、査読有、2016、A9-A15  
DOI : 10.14954/jste.2.4\_A\_9
- ⑩ 武藤慎一、佐々木邦明、森杉壽芳、芹澤  
亮裕、交通生産を明示化した SCGE モデル  
による便益帰着分析、土木計画学研究・講  
演集、査読無、Vol. 51、2015、160
- ⑪ 井ノ口弘昭, 奥嶋政嗣, 秋山孝正、都市  
高速道路の路線別対距離料金に関する実  
証的分析、交通工学研究発表会論文集、査  
読無、Vol.35、2015、83
- ⑫ H. Hori, M. Okushima、Impact Analysis of  
Toll Policy for Expressway to Variable Traffic  
Demand for Local City with Integrated User  
Equilibrium Assignment Model, Journal of the  
Eastern Asia Society for Transportation Studies、  
査読有、11、2015、580-594  
DOI : 10.11175/easts.11.580
- ⑬ 藤井勇樹、井ノ口弘昭、秋山孝正、奥嶋  
政嗣、交通需要の弾力性を考慮した都市高  
速道路料金に関する考察、土木計画学研  
究・講演集、査読無、Vol. 52、2015、234
- ⑭ J. Yang、奥嶋政嗣、萩原武司、都市高速道  
路の通行止め規制時における情報認知と  
交通行動に関する基礎的分析、土木計画学  
研究・講演集、査読無、Vol. 52、2015、172
- ⑮ 武藤慎一、V. M. Dung、森杉壽芳、福田敦、  
ベトナムにおける SCGE モデルを用いた高  
速道路ネットワーク整備の便益評価、土木  
計画学研究講演集、査読無、Vol.52、2015、17
- ⑯ 井ノ口弘昭、秋山孝正、都市高速道路に  
おける対距離料金制の弾力的運用に関す  
る研究、土木計画学研究・講演集、査読無、  
Vol. 50、2014、175
- ⑰ T. Akiyama, H. Inokuchi、Long Term  
Estimation of Traffic Demand on Urban  
Expressway by Neural Networks、7th  
International Conference on Soft Computing  
and Intelligent Systems、査読有、2014、385
- ⑱ 武藤慎一、森杉壽芳、安藤倫規、道路ネッ  
トワーク整備評価のための交通均衡配分  
を統合した SCGE モデルの開発、土木計画  
学研究・講演集、査読無、Vol.49、2014、122

[学会発表] (計 8 件)

- ① 常セン奎、井ノ口弘昭、秋山孝正、都市  
高速道路における合理的な対距離料金設  
定に関する研究、土木学会関西支部年次学  
術講演会、2017

- ② C. Quankui, H. Inokuchi, T. Akiyama、Impact  
evaluation of distance-based toll in urban  
expressway、International symposium in  
science and technology、2017
- ③ 常セン奎、井ノ口弘昭、秋山孝正、都市  
道路網における大型車課金の有効性に関  
するモデル分析、土木学会全国大会第 72  
回年次学術講演会、2017
- ④ T. Akiyama, H. Inokuchi、The combinatorial  
optimization of distance based toll for urban  
expressway、The 10th International  
Conference on Optimization: Techniques and  
Applications (ICOTA 10)、2016
- ⑤ T. Akiyama, H. Inokuchi、Distance Based  
Toll for Each Route of Urban Expressway、  
11th International Symposium in Science and  
Technology at Kansai University、2016
- ⑥ T. Akiyama, H. Inokuchi、Estimation model  
of traffic condition on urban expressway with  
neural networks、International Seminar on Soft  
Computing in Urban and Transport Planning at  
University of Waterloo、2016
- ⑦ 福田龍太郎、井ノ口弘昭、秋山孝正、奥  
嶋政嗣、長期的交通需要を考慮した都市高  
速道路料金設定に関する研究、土木学会関  
西支部年次学術講演会、2015
- ⑧ T. Akiyama、H. Inokuchi、Practical  
Determination of Distance based Toll for  
Urban Expressways、9<sup>th</sup> International  
Symposium in Science and Technology at  
Cheng Shiu University、2014

[図書] (計 1 件)

- ① 秋山孝正、奥嶋政嗣、武藤慎一、井ノ口  
弘昭、コロナ社、すぐわかる応用計画数学、  
2017、188

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

秋山 孝正 (AKIYAMA, Takamasa)  
関西大学・環境都市工学部・教授  
研究者番号：70159341

### (2) 研究分担者

井ノ口 弘昭 (INOKUCHI, Hiroaki)  
関西大学・環境都市工学部・准教授  
研究者番号：10340655

奥嶋 政嗣 (OKUSHIMA, Masashi)  
徳島大学・大学院社会産業理工学研究部・  
准教授  
研究者番号：20345797

鈴木 崇児 (SUZUKI, Takaji)  
中京大学・経済学部・教授  
研究者番号：70262748

武藤 慎一 (MUTO, Shinichi)  
山梨大学・大学院総合研究部・准教授  
研究者番号：90313907