

経路選択行動を考慮した都市高速道路の距離比例料金に関する交通現象分析*

Traffic Flow Analysis on Distance-Based Toll System for Urban Expressway Considering with Route Choice Behaviour *

山田崇**・奥嶋政嗣***・秋山孝正****

By Takashi YAMADA**・Masashi OKUSHIMA***・Takamasa AKIYAMA****

1. はじめに

現行の都市高速道路においては、均一料金制度が採用されている。これに対して本研究では、都市高速道路における距離比例料金制度の適用性について考える。このとき、距離比例料金制度においては均一料金制度と異なり多様な料金設定が存在するため、都市高速道路利用者の交通行動の多様化が考えられる。

具体的には、都市高速道路における距離比例料金制度下における、利用者の経路選択行動を考慮した交通量推計方法を提案する。これより距離比例料金の適用に対応した利用者の都市高速道路の複数回利用を含む都市道路網の交通特性が明確化され、都市高速道路の距離比例料金制度についての特徴が実証的に整理できる。

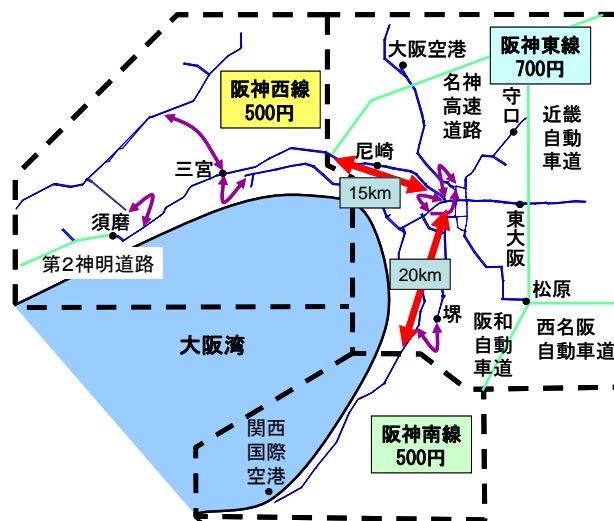


図-1 阪神高速道路のネットワーク

2. 経路選択行動を考慮した交通量推計方法の検討

ここでは、距離比例料金での経路選択行動を考慮した交通現象分析のために、距離比例料金の特徴について整理を行い、具体的な交通量推計方法を提案する。

(1) 距離比例料金の特徴の整理

ここでは、本研究では対象とする阪神高速道路を例として、都市高速道路の距離比例料金制度での利用者の経路選択行動に関する特徴について整理する。対象とする阪神高速道路のネットワークを図-1に示す¹⁾。

現在、阪神高速道路では均一料金制度が採用されており、3料金圏で運営されている。具体的には、13路線、全長234km、157入路、155出路が供用されている(平成15年)。また、均一料金制度の特別措置である乗り継ぎ制度があり、現在7箇所を実施されている。

平成11年度OD調査では、利用台数88.8万台/日、平均利用距離17.5kmである²⁾。例えば、環状線～阪神西線境界：15km、環状線～阪神南線境界：20kmであり、それ

*キーワード：都市高速道路、距離比例料金、経路選択行動

** 学生員、岐阜大学大学院工学研究科土木工学専攻

*** 正会員、博士(工)、岐阜大学工学部社会基盤工学科

**** 正会員、工博、岐阜大学工学部社会基盤工学科

(岐阜市柳戸1-1、TEL058-293-2446、FAX058-230-1528)

ぞれ6ランプおよび12ランプの入口が供用されている。均一料金制度ではこれらのランプでの料金徴収額は700円と同一料金額となる。このように、均一料金制度での料金圏内の利用について料金額は一律である。

一方、距離比例料金制度では利用距離によって料金が決まる。このため、距離比例料金制度の場合には、すべてのランプ間で異なる料金額が設定されることとなる。

また、都市高速道路を複数利用する場合、均一料金制度では利用回数に応じて料金額が加算される。一方、距離比例料金制度では、利用距離の総和が同じであれば、複数回利用によっても料金額に大きな違いは生じない。

このように、距離比例料金制度では、料金額が多様で複雑になる。このため、距離比例料金制度では、利用者の経路選択行動も多様で複雑になると考えられる。

(2) 交通量推計方法の提案

ここでは距離比例料金制度での利用者の経路選択行動を考慮した交通量推計方法を提案する。

高速道路の複数回利用を考慮した交通量推計方法の要点となる最短経路探索手順について説明する。複数回利用を考慮したリンク交通量の算出方法を図-2に示す。

[Step1] 各ランプ間の最短経路探索

各ランプ間の最短経路とその所要時間を求める。ここでは、すべてのランプ間について最短経路探索を行う。

[Step2] OD間の最短経路探索

すべてのランプ間について、ランプ間の最短経路に相当するダミーリンクを接続する。また、各ダミーリンクにStep1で求めた各ランプ間の所要時間と料金額を賦課する。ここで、一般道路リンクとこのランプ間ダミーリンクのみを用いて、すべてのOD間の最短経路探索を行う。

[Step3] リンク交通量の算出

OD間の最短経路に対して、OD交通量を配分する。各ランプ間の経路リンク列を用いて、ランプ間ダミーリンクの交通量を高速道路リンクに負荷する。

ここで、従来の交通量推計方法^{3),4)}について整理する。高速道路最短経路探索は、アクセス経路、ランプ間経路、イグレス経路の最短経路を組み合わせることで求める。そして、高速道路最短経路と一般道路のみの最短経路の一般化費用の比較を行い、リンク交通量を推計している。

つぎに従来の交通量推計方法と提案した交通量推計方法の相違について記述する。①OD間の最短経路探索回数：従来の交通量推計方法では、OD間で最短経路探索は、2回である。提案した交通量推計方法では、一般道路とダミーリンクのネットワークで最短経路探索をするため、1回だけである。②計算に用いるリンク数：従来では、14790リンクである。提案した交通量推計方法では、ダミーリンクがあるため、46790リンクである。③計算時間：同じパソコンにおいて、提案した交通量推計方法は、従来よりも3分の1の時間で計算が可能である。このように、都市高速道路の複数回利用を考慮した交通量推計が可能となった。

(3) 距離比例料金の基本設定

ここでは、交通量推計のための距離比例料金の設定について記述する。はじめに交通量配分に必要な設定条件について述べる。ここでは、京阪神都市圏の一般道路と高速道路を含む都市道路網は、リンク数7826、ノード数5264のネットワークで表現する。都市高速道路は、リンク数504である。またリンクコスト関数には、BPR関数($\alpha: 0.48, \beta: 2.82$)を用いた。ゾーンは、「全国道路交通センサス」にしたがい786ゾーンとした。またOD交通量は、「平成11年度全国道路交通センサス」より作成した。このとき、車種区分は行われず、普通車換算交通量を用いる。また時間価値は、70円/分(平成16年)とした。したがって、一般道路と都市高速道路を含む、広域的な都市道路網が表現されている。

つぎに具体的な料金設定について記述する。対象年次は平成22年とした。本研究の距離比例料金は、ターミナルチャージと料率によって規定される。平成11年度の阪神高速道路公団起終点調査より平均利用距離17.5kmと1回の高速道路利用の平均支払額760円を通る線形関数で規定した。距離比例料金の料金設定を図-3に示す。

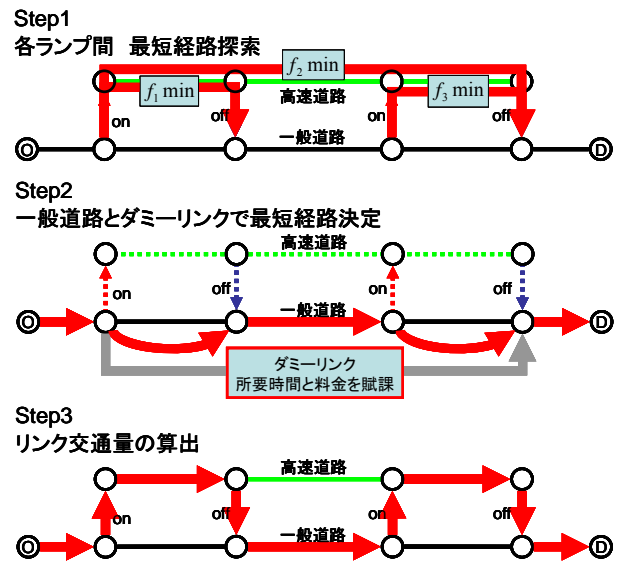


図-2 複数回利用を考慮したリンク交通量の算出方法

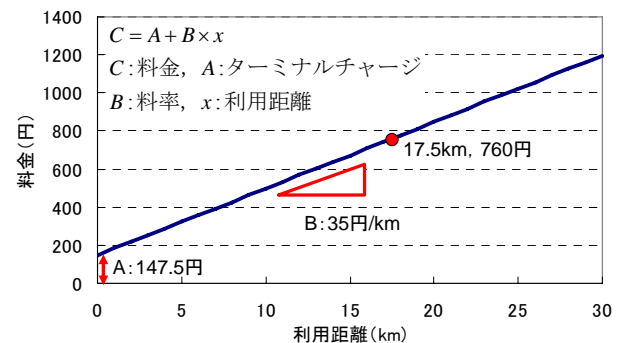


図-3 距離比例料金の料金設定

ここでは既存研究の設定と同様に料率35円/km、ターミナルチャージ147.5円とする。以上のより、距離比例料金設定の交通現象を分析するための具体的な設定を示した。

3. 距離比例料金についての比較分析

ここでは、従来の交通量推計方法と2章で提案した高速道路の複数回利用の交通量推計方法を用いて、距離比例料金設定の交通現象について比較分析を行う。

(1) 評価指標についての比較分析

ここでは、具体的な距離比例料金設定の交通現象を評価指標に基づいて、比較分析を行う。従来の交通量推計方法と提案した交通量推計方法を用いた。そして、均一料金と距離比例料金のそれぞれの計算結果を表-2に整理した。ここでは、均一料金制度は2種類の交通量推計方法を用いて計算した結果、ほとんど相違がないので従来の推計方法の計算結果を用いる。評価指標は、既存研究と同じである。経路選択行動の違いから、評価項目に高速道路の複数回利用者を追加した。

この計算結果から以下の特徴が挙げられる。①償還可能な料金収入が5.4億円以上であり、すべてのケースで償還可能である。②高速道路の複数回利用者は全体の利用者の4.3%である。③高速道路の複数回利用ありの場合、都市高速道路全体の総走行時間は小さくなり、高速道路の総走行台キロは大きくなる。これは、都市道路網全体の効率性が上がることを示している。④さらに平均支払額と平均利用距離は小さくなる傾向がある。これは短距離利用者が大きくなるのに起因している。⑤社会的便益の増分は、複数回利用ありの場合に大きい。以上のことから、高速道路の複数回利用可能な交通量推計方法の場合、複数回利用者が多く発生し、都市道路網全体の交通状態が異なることが分かる。

(2) 交通流動の特徴についての比較分析

ここでは、距離比例料金設定の詳細な交通流動について、比較分析を行う。まず、高速道路の利用距離分布による計算方法の比較を行う。これを図示したものが図-4である。複数回利用を考慮しても、長距離利用者は、ほとんど同じである。逆に短距離利用者は、複数回利用ありの場合に大きくなる。特に利用距離5km, 10kmにおいて交通量の相違がみられる。これは高速道路の複数回利用者が、短距離利用に多いことを示している。

次に具体的な交通流動の違いをみるために、高速道路のリンク交通量の差（複数回利用ありのリンク交通量から複数回利用なしのリンク交通量を引いたもの）を図-5に示す。①環状線のリンク交通量は、平均6111台少なくなり、最大で15000台少なくなる。②最もリンク交通量が少なくなる路線は堺線である。堺線付近の一般道路では、交通量が多くなり、他の路線を利用することが考えられる。③リンク交通量が多くなる路線は、5号湾岸線であった。これは、3号神戸線-5号湾岸線間の複数回利用の交通量が多いからである。この区間の複数回利用者が最も多いランプ間は、深江-深江浜間の2816台である。このように、短距離利用での複数回利用者が多く発生し、混雑区間である環状線を迂回する交通流動がみられる。

(3) 支払額による比較分析

ここでは、均一料金からの料金増分額分布の相違を図-6に示し、比較分析を行う。①均一料金より割安になる利用者の割合は、複数回利用なし：59.8%，複数回利用あり：64.3%である。②200円以上の割高になる利用者は、高速道路の複数回利用にほとんど関係ない。③400円以上の割高になる利用者は複数回利用なし：7.8%，複数回利用あり：5.5%であった。④標準偏差をみると複数回利用なし：315，複数回数あり：324であった。

以上のことから、高速道路の複数回利用を考慮することで、割安になる利用者が多くなる。そして、料金増分

表-2 距離比例料金の計算結果の比較

	均一料金制度	距離比例料金制度	
		複数利用なし	複数利用あり
料金収入(万円)	76,058	75,902	85,503
複数回利用者(台)	-	-	56,110
利用台数(台)	1,010,915	1,138,916	1,318,181
都市道路網全体の総走行台時(台・時)	13,835,465	13,825,715	13,591,210
高速道路の総走行台キロ(台・km)	17,297,171	17,161,152	18,635,832
平均支払額(円)	752	666	649
平均利用距離(km)	17.1	14.8	14.1
社会的便益の増分(万円)	-	4,095	102,587

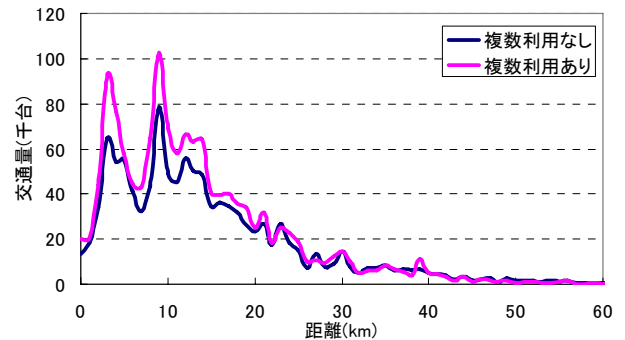


図-4 利用距離分布による計算方法の比較

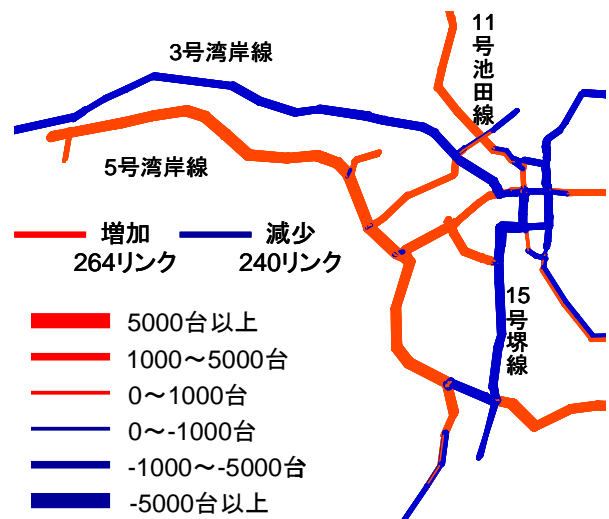


図-5 高速道路のリンク交通量の差

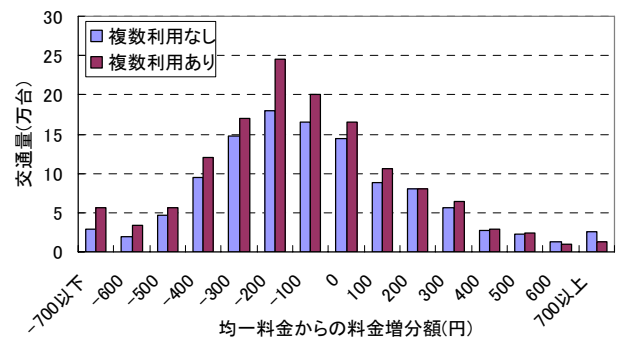


図-6 均一料金からの料金増分額分布の相違

額のばらつきは、大きくなることが分かった。

(4) 環状線別料金についての比較分析

ここでは、都心部の交通集中区間の混雑緩和のための対策として考えられる混雑区間の割増料金の効果について検討する。2種類の交通量推計方法を用いて環状線別料金を考慮した距離比例料金の交通現象を比較分析する。

環状線別料金の設定について記述する。ここでの環状線別料金は、混雑緩和の意味を持つ。環状線利用者については、環状線を1つのゾーンとして、課金を行う。環状線別料金を考慮した料金設定を図-7に示す。今回は、環状線別料金を300円に設定した。さらに、料率は35円/kmでターミナルチャージは147.5円とした。

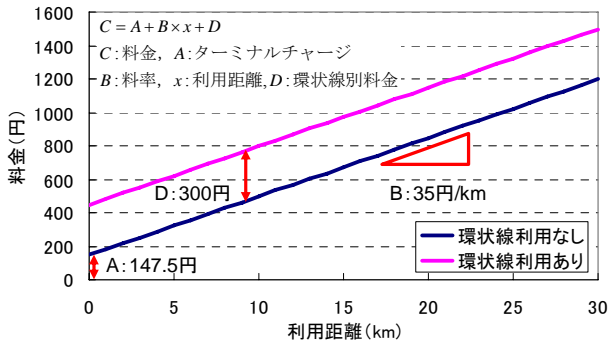


図-7 環状線別料金の設定

この計算結果を表-3に示す。そして、特徴について以下に示す。①償還可能な料金収入である5.4億円以上であり、どちらのケースにおいても償還可能である。②複数回利用者は全体の4.3%であり、距離比例料金と比べるとほぼ同じである。③複数利用ありの場合、利用台数が大きく、平均支払額と平均利用距離は小さい。特に平均支払額が大きく異なる。これは、複数回利用なしの場合は環状線を迂回することができないので、環状線利用者が多くなっているからである。④社会的便益の増分は、複数回利用ありとなしの場合で大きく異なる。これは、都市道路網全体の効率性が良いことを示している。以上のことから、経路選択行動を考慮した距離比例料金について比較すると、交通現象が大きく異なることが分かる。

つぎに複数回利用者の具体的な交通流動について記述する。具体的には、神戸方面～大阪方面の交通は、都市間高速道路(名神高速道路)を利用している。西宮～豊中間では約5000台の複数回利用者がみられる。また湾岸線においては交通量が大きい。特に3号神戸線:深江と5号湾岸線:深江浜において、約2500台の複数回利用者がみられる。これらは、距離比例料金の複数回利用者の交通流動と同じ程度であった。

このように、複数回利用を考慮すると、割増料金のない場合にも都心混雑区間を迂回する交通が発生すると考えられる。このため、都心混雑区間の割増料金により交通状況にあたる影響は、高速道路複数回利用を考慮しない場合の検討結果よりも少ないことがわかった。

表-3 環状線別料金の計算結果の比較

	環状線別料金300円	
	複数利用なし	複数利用あり
料金収入(万円)	84,459	91,251
複数回利用者(台)	-	56,693
利用台数(台)	1,121,297	1,308,921
都市道路網全体の総走行台時(台・時)	13,862,338	13,593,039
高速道路の総走行台キロ(台・km)	16,543,515	18,460,822
平均支払額(円)	753	668
平均利用距離(km)	14.8	14.1
社会的便益の増分(万円)	-11,287	101,819

4. おわりに

本研究では、利用者の経路選択行動を考慮した交通量推計方法を提案し、距離比例料金に関する交通現象分析を行い、経路選択行動の考慮の有無による交通現象の相違点を整理した。本研究の成果を以下に示す。

- ① 利用者的高速道路複数回利用を考慮した交通量推計方法を提案し、具体的な計算を可能とした。これより、距離比例料金の多様性に対応した、利用者の経路選択行動を考慮した交通現象分析が可能となった。
- ② 高速道路複数回利用の考慮の有無による2種類の交通量推計方法について、距離比例料金設定での交通現象を比較分析した。距離比例料金の場合、経路選択行動の違いによって、利用台数、料金収入、社会的便益、利用距離分布など相違がみられる。
- ③ 都心混雑区間の割増料金を考慮した距離比例料金について比較分析を行った。高速道路複数回利用を考慮した場合、割増料金の有無に関わらず、都心混雑区間を回避する経路選択行動により、都心混雑区間を迂回する交通が発生すると考えられる。このため、都心混雑区間の割増料金により交通状況にあたる影響は、高速道路複数回利用を考慮しない場合の検討結果よりも少ないことがわかった。

また今後の課題として、提案した交通量推計方法を用いた場合の、距離比例料金の具体的な料金設定の検討を行う。さらに各種料金制度(時間帯別料金、料金圏別、ETCの普及率を考慮)の検討が必要である。

【参考文献】

- 1) 山田崇, 奥嶋政嗣, 秋山孝正: 都市高速道路における距離比例料金制度についての基礎的分析
- 2) 阪神高速道路公団: 第21回阪神高速道路起終点調査報告書, 平成11年度
- 3) 土木学会: 交通ネットワークの均衡分析, pp.39-45, 1998.3
- 4) 秋山孝正, 奥嶋政嗣: 交通均衡分析による都市高速道路の料金体系に関する考察, 交通学研究/2003年研究年報(通巻47号), pp.169-178, 2004