

ETC統計データを用いた旅行時間が ランプ間OD交通量に与える影響の実証分析

上田 大樹¹・井料 隆雅²・朝倉 康夫³

¹学生会員 神戸大学大学院 工学研究科市民工学専攻 (〒657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町1-1)
E-mail:hiroki-ueda@stu.kobe-u.ac.jp

²正会員 神戸大学大学院 工学研究科市民工学専攻 (〒657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町1-1)
E-mail:iryoy@kobe-u.ac.jp

³正会員 東京工業大学大学院 理工学研究科土木工学専攻 (〒152-8552 東京都目黒区大岡山2-12-1)
E-mail: asakura@plan.cv.titech.ac.jp

都市高速道路の交通量に影響を与える要因の1つとして旅行時間があげられる。旅行時間が交通量に与える影響が明らかになれば、今後の高速道路マネジメントに活用することが可能となる。ETC統計データを用いた既存研究では交通量と旅行時間の間に負の相関関係があることを示唆する結果が出ていたが、十分な統計的有意性が得られていなかった。本研究では2年間のETC統計データを用いてランプ間OD交通量と旅行時間の関係を分析した。その結果、分析対象とした路線における複数のランプ間OD交通量と旅行時間の間に負の相関関係がみられること、旅行時間が1分短くなった時の交通量の減少率はおおむね1%程度であることが分かった。また、代替的に利用可能な2つのランプ間ODペアを旅行時間の長短によって使い分けている高速道路利用者がいることも分かった。

Key Words : ETC, Travel Time, Traffic Volume, Correlation, Route choice

1. はじめに

都市高速道路の交通量に影響を与える要因のひとつに旅行時間がある。都市高速道路は通行料を対価に高速の移動を提供するものである。そのため、渋滞により旅行時間が長くなれば、そうでないときに比べて交通量が減ることが予想される。したがって旅行時間の増減が交通量に与える影響が明らかになれば、将来の旅行時間の予測といった都市高速道路の管理業務や利用者への情報提供などといった都市高速道路のマネジメントにその知見を活用することが可能となる。

都市高速道路の旅行時間とランプへの流入交通量の間には時間帯によって比較的強い負の相関関係が確認できることが実証的に明らかとなっている¹⁾²⁾。この相関関係は交通量が旅行時間に与えた影響を示す関係か、旅行時間が交通量に与えている影響を示す関係かのいずれかを示したものであるが、どちらの要因が影響を与えているかを明示的に示されていない。一般に交通量が増えれば、混雑が発生するので旅行時間も長くなる。したがって、交通量が旅行時間に影響を与えるメカニズムとして負の相関関係を出すものは考えにくい。

このため、負の相関関係は、長い旅行時間を利用者が避けた結果として発生したと考えることができる。しかしながら、ランプ流入交通量は断面交通量の一つにすぎず、その断面を通過した車両がどの出口まで高速道路を利用するかはわからない。このため、旅行時間の遅れが具体的にどの区間の交通量の変動に影響したかを計測することはできない。ランプ間のOD(起終点)交通量を推定することによりこの問題を改善することも可能であるが³⁾、推定の精度には一定の限界もある。また、旅行時間の計測もタイムスライス法を用いた推定値であるため旅行時間の実測値を集計することができていなかった。

ランプ間のOD交通量や旅行時間を直接測定する手法として、ETC(Electronic Toll Collection System)より得られた統計データ(ETC統計データ)を用いることが可能となりつつある。ETC統計データから得られる時々刻々のランプ間ODデータを用いれば、ランプ間OD交通量とランプ間OD旅行時間の関係を、ランプ間OD交通量の推定をすることなく集計されたデータを用いることで分析できる。近年のETC普及率の上昇により、日々蓄積されるETC統計データが高速道路利用者の大半の人の高速道路

利用傾向を示すものとなってきた。この得られたデータを用いて交通流の分析を行っている研究もいくつか見られる⁴⁾。

ETC 統計データを用いた研究のうち、上田らは、ランプ間 OD 交通量と旅行時間の間にある相関関係について分析している⁹⁾。この研究では

- ・ ランプ間 OD 旅行時間と交通量との間に負の相関関係が見られる時間帯があり、その変化率は 1%程度。
- ・ 一部の車両は旅行時間の長さに応じて代替的に使用可能な経路を使い分けている。

ということが示唆される結果が出た。しかしながらこの研究で上記の結果を統計的に十分有意な形で示すことができなかった。原因としては分析日数が 20 日間と短かったことがあげられる。

本研究では上記の既存研究で示唆された結果が正しいかどうかを確認するために、2009年7月～2011年6月までの2年間という比較的長期的なETC統計データを用いて同様の分析を行った。分析手法としては、既存研究で採用したランプ間OD交通量と旅行時間の間の相関関係をランプ間ODごとに定量的に分析する方法と、旅行時間に応じてどのように経路選択が行われているかを集計的及び非集計的に検証する方法を若干修正して用いた。

本稿の構成は以下のとおりである。第2章はランプ間OD交通量と旅行時間の相関関係を分析し、旅行時間の増加に伴い交通量がどの程度減少するかを分析する。第3章では代替的に使用することが可能な2つのランプ間ODペアが、旅行時間に応じてどのように使い分けられるかを分析する。そして第4章では結論と今後の課題について述べる。

2. 旅行時間とランプ間 OD 交通量の相関分析

(1) ETC統計データ

本研究ではETC統計データを用いて分析を行う。ETC統計データには流出入ランプ名、ランプ流出入時刻、車種、車載機ID等のデータが記録されており、1台1台の車がどの経路を用いて高速道路を利用していたかを確認することができる。

一方で ETC 統計データは一般道路の利用状況を含んでいないデータであるということに注意しなくてはならない。すなわち、高速道路上の利用特性を理解することは可能であるが一般道路を含めた利用特性全般については理解することはできない。また、ETC を搭載していない車両からはデータを取得することはできない。ただし、今回の分析の対象期間中の ETC 普及率は 81%～87%程度と高く⁹⁾、大半の利用者の利用特性を把握していると考えられる。

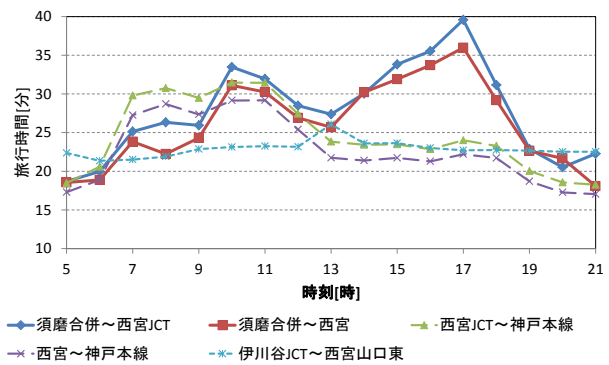


図-1 対象ランプ間ODペアの旅行時間時間変動図

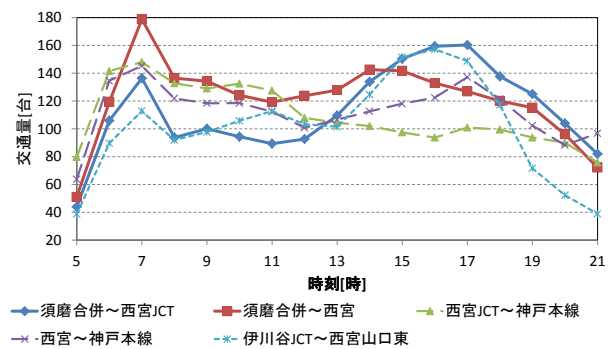


図-2 対象ランプ間ODペアの交通量時間変動図

(2) 分析データの抽出範囲

本章ではETC統計データから集計されたランプ間OD旅行時間とランプ間OD交通量を用いた分析を行う。分析期間は2009年7月～2011年6月までの2年間の内、平日493日、分析対象時間は前日の交通状況の影響を小さくするために5時～22時までとする。分析対象ランプ間ODは上田ら⁹⁾の分析と比較するために同じ5ペア（須磨合併～西宮、須磨合併～西宮JCT、西宮～神戸本線、西宮JCT～神戸本線、伊川谷JCT～西宮山口東）とする。なお、各ランプ間ODペアにおける対象期間中の平均交通量、平均旅行時間の時間変動は図-1、図-2に示すとおりである。

(3) 分析方法

分析手法は第1章で述べたとおり上田ら⁹⁾を修正したものを用いた。本稿では上田ら⁹⁾に記載の部分も含めて分析手法の詳細をすべて記す。

あるランプ間ODペア*i*について、その交通量と旅行時間を、各対象日*k*におけるランプ流入時間帯時刻*t*を基準として計算する。時間帯の幅は1時間とする。ランプ間OD交通量は Q_{ik} であらわす。また、各車両の旅行時間*T*は高速道路を降りた時刻 (t_{od}) から流入時刻 (t_{in}) を引くことで求める。1台1台の旅行時間*T*を流入時刻ごとに集計し、各時間帯における50%ile値をランプ間OD旅行時間 T_{50} とする。なお、時間帯の幅はランプ間OD交通量

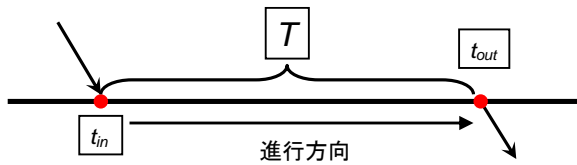


図-3 旅行時間 T の定義

Q_{it} と同様に1時間とする。

各ランプ間ODペアについて、同一時間帯の旅行時間と交通量の間に、

$$Q_{ikt} = \alpha_{it} + \beta_{it}T_{ikt} + \varepsilon_{ikt} \quad (1)$$

の線形の関係式が成立するとし(ε_{ikt} は正規分布に従う誤差項)、パラメータ α_{it} 、 β_{it} を最小二乗法により推定する。これらのパラメータは日付 k に依存しないため β_{it} は各ランプ間ODの各時間帯における旅行時間と交通量の間相関関係を示すこととなる。 β_{it} については90%の信頼区間における上限値と下限値により推定を行う。なお、 β_{it} の推定値には各ランプ間ODペアの交通量に依存した値が推定される。したがって、ランプ間OD交通量の大小に関係なくそれぞれのランプ間ODの特性を比較を容易にするために時間平均交通量 \bar{Q}_{it} で除した β'_{it} を結果の図示に用いる。なお、 \bar{Q}_{it} は

$$\bar{Q}_{it} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n Q_{ikt} \quad (2)$$

(n : 観測日数)

と表す。

(4) 分析結果及び考察

結果は図-5～図-9に示すとおりである。グラフ上の実線のグラフは各時間帯における β'_{it} の点推定値の時間変動を示し、各時間帯における区間推定値の上限値と下限値は誤差棒で示している。目盛は左軸である。また破線

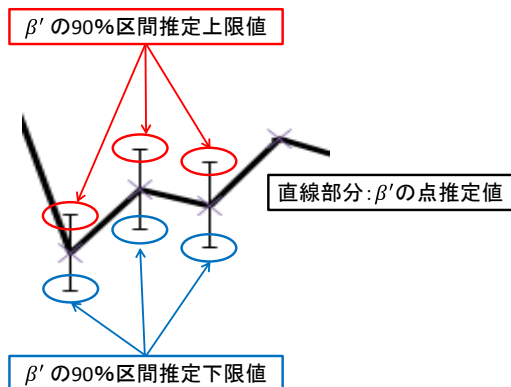


図-4 結果図中の β'_{it} の見方

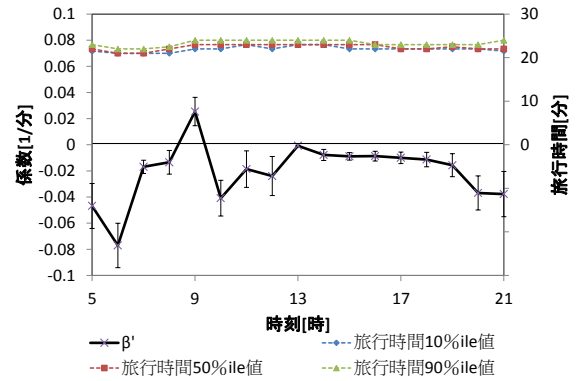


図-5 伊川谷JCT～西宮山口東における β'_{it} 、旅行時間変動図

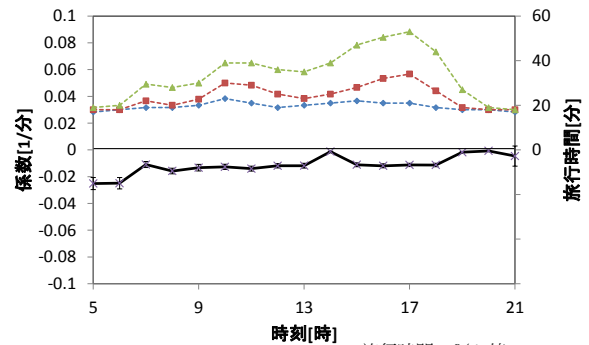


図-6 須磨合併～西宮における β'_{it} 、旅行時間変動図

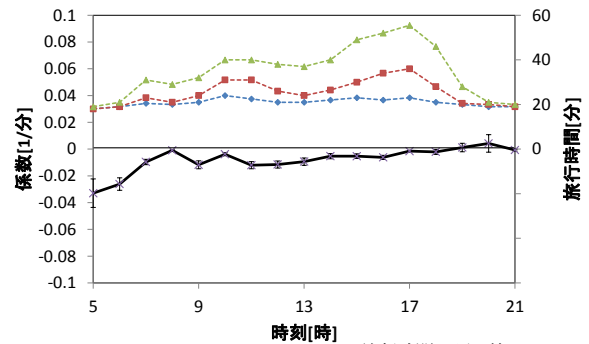


図-7 須磨合併～西宮JCTにおける β'_{it} 、旅行時間変動図

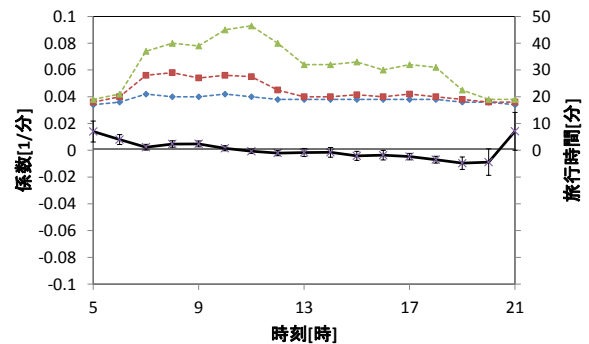


図-8 西宮JCT～神戸本線における β'_{it} 、旅行時間変動図

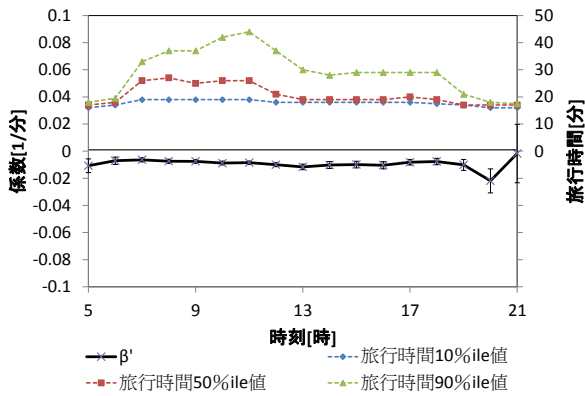


図-9 西宮～神戸本線における β'_{it} ，旅行時間変動図

のグラフは各時間帯における T_{ik} の10%ile値，50%ile値，90%ile値を示し，目盛は右軸である。

図-8のランプ間ODペア（西宮JCT～神戸本線）を除いて昼間の時間帯を中心に負に有意な β'_{it} を得た。そして、旅行時間が1分増加したときの交通量の減少率は1%程度となる時間帯が多かった。また、既存研究と比較するとデータ数の増加に伴い有意な結果を得ることができた時間帯が増えている。特に T_{ik} の幅が大きくなる，すなわち、混雑の発生が顕著になるほど β'_{it} の区間推定の幅は小さくなった。このことから、高速道路利用車両が混雑を嫌い、混雑した場合にはそのランプ間ODペアの使用を避けているということが考えられる。

一方で、図-8のランプ間ODペア（西宮JCT～神戸本線）では昼間の時間帯でも有意な結果を得ることができなかった。また、全ランプ間ODペアを通して、夕方以降の時間帯は相関関係が表れにくかった。夕方以降の時間で有意な結果が得られなかった理由のひとつとして、この時間帯には帰宅車両を含んでいることが挙げられる。朝の通勤時間帯と異なり、帰宅の際には到着時刻に制約のある車両が少ないことが予想される。また、旅行時間の変動をみると、夕方の帰宅ラッシュ時を超えると混雑が発生しにくくなっている。これらのことより混雑に対し敏感に反応する車両とそうでない車両とが混在し、有意な結果を得ることができなかったのではないかと考える。西宮JCT～神戸本線のランプ間ODペアで有意な結果を得られなかった理由も同様に、分析を行った他のランプ間ODペアに比べ、混雑に対して反応する車両としない車両が混在しやすい要因を持っているODペアであったことが原因だと予想される。

図-5（伊川谷 JCT～西宮山口東）はほかのランプ間ODペアと異なり、朝の時間帯に正の相関に有意な結果が出るといった β'_{it} の時間変化が他のランプ間ODペアにおいて異なる変化をしている。これは、旅行時間変動図が示すとおり、他の区間が渋滞の頻発する神戸線を含むのに対して、この区間は渋滞がほとんど見られない北神

戸線のみで構成されているからと考えられる。渋滞が定常的に発生しなければ、利用者が混雑を避けることにより交通量が減少する現象を観測するのは当然不可能である。よって、図-5で見られる相関関係は別の原因で発生していると考えべきである。

3. 旅行時間が代替経路利用に与える影響の分析

(1) 負の相関関係の発生要因の検証

第3章も第2章と同様に上田ら⁹⁾で用いられた分析手法を修正したものを用いた。本稿では上田ら⁹⁾に記載の部分も含めて分析手法の詳細をすべて記す。

第2章からいくつかのランプ間ODペアにおいて、旅行時間と交通量の間には負の相関関係を確認することができた。この相関関係は「高速道路が混雑していたらそのランプ間ODペアの使用を避ける」と説明付けることは可能である。しかしながら、このことを厳密に確認するためには、各車両の真の起終点および全ての代替経路の旅行時間を把握しなくてはならない。これらの分析をETC統計データのみを用いて行うことは不可能である。

本章の分析では、現時点で使用可能なETC統計データから相関関係が発生するメカニズムを推定するために、あるランプ間ODに対し、代替経路が都市高速道路を含むような区間を対象区間として選定し、その区間が混雑したときに代替経路が使用されているかどうかを確認する。

経路選択に影響を与える要因として旅行時間が考えられることは、既存研究の中でいくつか紹介されている。たとえば、都市高速道路における経路選択行動において、旅行時間の重要性はアンケート調査により知られている^{8) 9)}。また、ETC統計データを用いて、都市高速道路の首都高速道路¹⁰⁾や阪神高速道路¹¹⁾上における経路選択要因を分析している例もある。

(2) 分析対象データ

ETC統計データを用いて代替経路の利用状況を確認するには複数の方法が考えられるが、本研究では広域を移動する高速道路利用者が代替的に使用することが予想される並行区間のうち特にランプ間OD交通量の多いランプ間ODペアを分析対象とした。具体的には、第3章で分析した、5つのランプ間ODペアのうち、「須磨合併～西宮JCT」，「伊川谷JCT～西宮山口東」である。これらの区間の両端は他の有料道路と接続しているため、姫路方面～吹田JCTに向かう長距離トリップを行う高速道路利用者が多く存在していることが推測される。以降では、「須磨合併～西宮JCT」を区間Aとし、区間Aを含む経路（姫路方面～3号神戸線～名神高速～吹田JCT）をルー

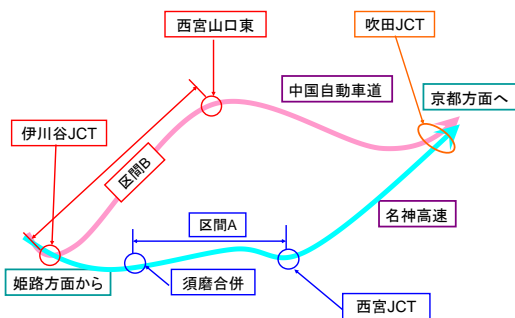


図-10 区間Aと区間Bの位置関係

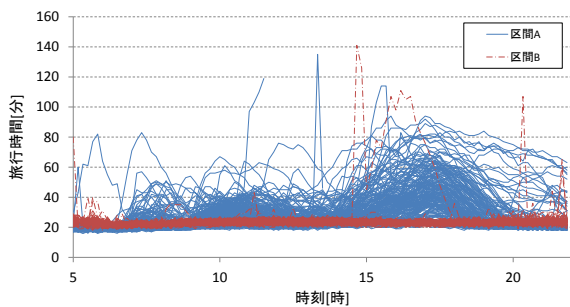


図-11 区間Aと区間Bの旅行時間の変動図
(10分ごとの中央値)

トAと呼ぶ。同様に、「伊川谷JCT～西宮山口東」を区間Bとし、区間Bを含む経路（姫路方面～7号北神戸線～中国自動車道～吹田JCT）をルートBとする。なお、ルートAとルートBの概略図は図-10に示すとおりである。また、本章での分析の対象期間は第3章と同様に2009年7月～2011年6月の2年間の平日とする。そして、時間帯は5時～22時とした。

図-11に分析期間の中で、2009年7月～2010年1月までのETC統計データから取得した区間Aおよび区間Bの旅行時間を示す。なお、突発事象発生時等により、高速道路への流入交通がない場合のデータは除去している。図-10では5時～22時を10分間ずつ分割し、各時間帯に各区間に入った車両の旅行時間の中央値を示している。なお、データの欠損、及び集計時間帯の10分間に車両が対象区間に流入していないため旅行時間を計測できない時間帯については除外した。区間Aについては、特に夕方の時間帯を中心に日常的な遅れ時間が発生している。一方、区間Bは、日常的な遅れは発生しておらず、事故等の突発事象発生時のみ遅れ時間が発生していることが図-11より示唆される。各ルートは名神高速または中国自動車道を含み、これらの区間で遅れ時間が発生している可能性はあるが、本研究ではこれらの部分の遅れ時間は考慮しない。なお、ルートAが含む名神高速区間の距離は22km程度であり、ルートBが含む中国自動車道区間の距離は37km程度である。両高速道路を法定速度で走るとすると、両ルートの阪神高速道路の終点からだと、ルートAを使用したほうが約10分速く吹田JCTに到着する。

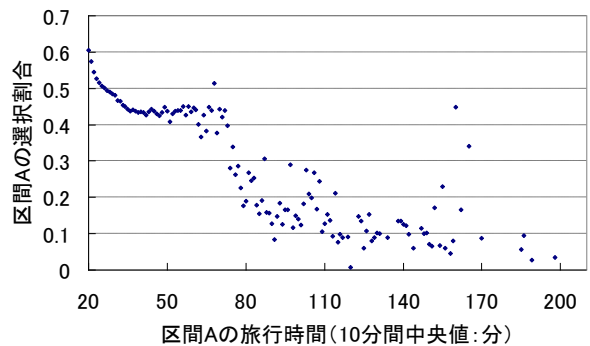


図-12 区間AとBの交通量の合計に対する、区間Aの利用割合
(交通量の分布に2項分布を仮定して $\pm\sigma$ の誤差棒を付した)

(3) 集計的な経路選択行動の分析結果

図-12に区間Aの旅行時間と、区間Aと区間Bの交通量の合計に対する区間Aの交通量の割合を示した。各区間の交通量は対応する各ルートへの流入時刻によって10分毎に集計した。ルートAの流入時刻は区間Aの流入時刻は区間Aへの流入時刻の10分前とした（伊川谷JCT～須磨合併は約10km）。ルートBの流入時刻は区間Bへの流入時刻と同じとした。なお、区間Aの旅行時間が20分未満のものは20分に切り上げている。

図-12より、区間Aの所要時間が40分以下であれば、区間Aの選択割合は区間Aの旅行時間に対して単調に減少している。そして、区間Aの旅行時間が40分～70分の間では区間Aの選択率が0.43程度で一定となり、それよりも長い旅行時間となると区間Aの選択率はまた減少する。区間Aの旅行時間が70分を超えた時は、旅行時間と選択率の減少には明確な関係は見られなかったが極端な選択割合の減少が確認できた。

図-12の結果は、ルートAとルートBを経路選択肢としてもち、ルートAの所要時間が長いときにルートBを代替経路として使用する車両が存在することを示唆している。また、旅行時間が40分を超えた時に区間Aの選択率がほぼ一定となるのは、混雑を低めに見積もってしまうため、あるいは事故発生直後に利用者が事故の存在を認識していない可能性を挙げることができる。したがって、伊川谷JCTでルートAの遅れの発生を予測することができず、その結果、より旅行時間の短い経路を選択しそこねている事が考えられる。するために旅行時間の変化に関係なく選択割合が一定となっていると考えることもできる。図-11より区間Aの旅行時間が70分を超えることは少なく、このような旅行時間は異常事象もしくは非常に激しい混雑と関連があることが推測できる。したがって、多くの高速道路利用者は混雑しているルートAを避けてルートBを利用していることが推測できる。

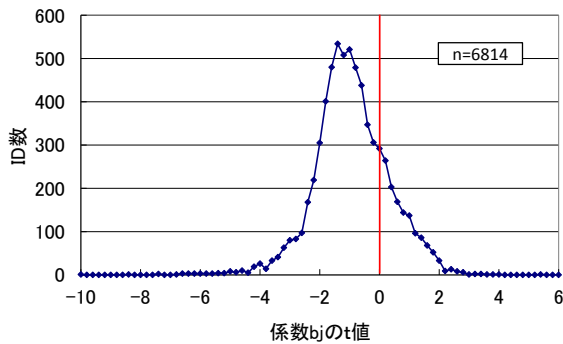


図-13 係数 b_j の t 値の分布

(t 値の値を0.2ごとに区分けし匿名ID数を集計)

(4) 非集計的な経路選択行動の分析結果

3節で得られた結果は通常はルートAを使用し、ルートAとの所要時間が長いときにルートBを代替経路として使用する車両の存在を示唆する。しかし、あくまでも集計的分析であり、そのような車両の存在を必ず保証するものではない。たとえば、「ルートAを使用するか、あるいは一般道路を使用する車両」の存在のみでも説明可能である。

ルートAとルートBを代替的に使用する車両の存在を確認するために、ETC統計データに含まれる匿名化処理を経た番号(匿名ID)を用い、これらの経路の選択が区間Aの旅行時間に依存しているかどうかをロジットモデルにより非集計的に分析する。

対象期間内に両方の区間を使い分けた匿名IDの中には、各区間の所要時間に依存して各ルートを選択した匿名IDが存在することが推測される。このことを確かめるために、分析対象期間内に区間Aと区間Bを共に6回以上使用している匿名IDを分析対象として、個別の匿名IDについて二項ロジットモデルを推定する。このロジットモデルの確定効用 V_j (j は匿名ID)を、

$$\cdot \text{区間Aを選択: } V_j^A = a_j + b_j T_A \quad (3)$$

$$\cdot \text{区間Bを選択: } V_j^B = c_j \quad (4)$$

とする。ここで、 a_j , b_j , c_j は各匿名IDに固有の定数、 T_A は区間Aのランプ間OD旅行時間であり、10分間ごとの中央値を用いた(図-12で示したものと同一)。なお、 T_A が20分未満の値は20分に切り上げた。分析対象となった、匿名IDの数は6814であった。したがってパラメータの数は実質 2×6814 個だけ推定される。

図-13に定数 b_j を推定したときに得られた t 値の分布を示す。 b_j として有意に負の値を得た(t 値が-2以下)匿名IDの数は全分析対象匿名ID数の1/6程度の1208であった。これらの匿名IDについては、両経路を旅行時間により使い分けしていると考えられる。他の匿名IDについては個別にそのような結論を出す事は不可能である。しかし、図-13をみると、 t 値の分布は明らか

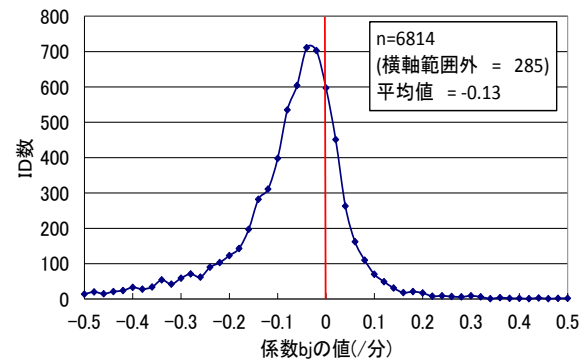


図-14 係数 b_j の分布

に負のほうに偏っている。もし全匿名IDについて $b_j = 0$ の帰無仮説が成立すれば、この分布は $b_j = 0$ を軸として左右対称になるはずである。したがって、このような偏りは、相当数の匿名IDが旅行時間が長くなることを嫌い、両経路を旅行時間により使い分けしていることを示しているといえる。

図-14よりも負の b_j を持つ車両が多いことが読み取れる。 b_j の平均値-0.13は経路Aの旅行時間 T_A が10分長くなると経路Aの選択率が73%減少することを示している。第3章の結果と比べてみるとかなり大きい値となっている。これは、本章の分析では各経路を6回以上利用している車両だけを分析対象としたため、旅行時間に敏感に反応する車両がサンプルに多く入ったことが考えられる。理由としては以下の2点が推測される。第1に、両方を使い分けしている車両はそもそも旅行時間の変動により最短経路が入れ替わりやすい真のOD間を移動していることが考えられる。また、これらの車両は一定以上の利用頻度があり、経験にもとづいて混雑をより適切に予測していることも考えられよう。

4. 結論と今後の課題

本研究では都市高速道路のひとつである阪神高速道路において、交通量に旅行時間が与える影響を、いくつかのランプ間ODにおいてランプ間OD交通量と旅行時間の関係を分析した。その結果、第1章でも述べたとおり、上田ら⁹⁾の分析で導かれた、2つの結果を保証することができた。この結論は旅行時間の変動が交通量の変動を生んでいるというメカニズムを示唆する。そして長期間のETC統計データを分析することにより、高速道路を利用する回数の多い利用車両ほどその傾向は顕著になることも示唆できた。

旅行時間の変動のうち交通量に規則的な影響を与えているのは通常時の変動が主であり、異常事象で旅行時間が大幅に大きくなっているときの影響は不定であることが示唆された。このことは、利用者は通常時の旅行時間は適正に認識出来る一方、異常時の旅行時間を事前に認識出来ていないことを意味する。経路選択後の異常事象

発生のように原理的に情報提供ができない場合もあるが、異常時の経路選択行動をより詳細に分析することにより、よりよい情報提供のありかたを検討することができよう。本研究の分析では2年間にわたるデータを利用できたため、いずれの分析においても既存研究に比べ、統計的に有意かつ高い精度の結果を得ることが可能になった。

本研究では既存研究に比べて長期のデータを使用した。期間を長くすることは季節変動などを明らかにすることにもつながる。しかしながら本研究では明確な季節変動要因を調べるまで分析することはできなかった。本研究では平常時の旅行時間と交通量の関係についての一定の知見を得ることはできた。一方で、異常事象が交通量に与える影響も、都市高速道路の管理業務において重要であり、これに絞った分析も必要と考える。また、3章と4章の分析結果を比較することにより、経路選択の傾向について利用頻度により異なることが示唆されている。このことに関するさらなる知見を得ていくことも重要となってくる。

本研究で分析した広域の経路選択の実態をより明確にするには、複数の道路会社間のデータを活用することが望ましい。関西地区の広域ネットワークの整備が進むに伴い、利用者が混雑や異常事象に応じてネットワークをどのように活用しているかを知ることが、整備効果の評価と管理業務の双方から有用といえよう。

謝辞：本研究は阪神高速道路株式会社および財団法人阪神高速道路管理技術センターからの支援を受けてなされたものである。この場を借りて感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 井上弘司, 井料隆雅, 朝倉康夫, 阪神高速道路における交通量と旅行時間の統計分析. 土木計画学研究・講演集, Vol. 30: CD-ROM, 2004.
- 2) Iryo, T., Inoue, K., Tohyama, T., and Asakura, Y., Time Dependent Correlations Between Travel Time and Traffic Volume on Expressways. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 6: p. 1557-1569, 2005.
- 3) 金進英, 倉内文孝, 飯田恭敬: 動的経路交通量推定モデルの実ネットワークにおける適用検証, 土木計画学研究発表会・講演集, Vol.30, CD-ROM, 2004
- 4) 西内裕晶, Marc MISKA, 桑原雅夫, 割田博, 観測時間の集約とOD交通量の分布形の関係に関する基礎的研究, 土木計画学研究・講演集 Vol41, CD-ROM, 2010
- 5) 福田大輔, 伊藤愛美, ETC データを用いた旅行時間信頼性の予測方法に関する分析, 土木計画学研究・講演集 Vol45, CD-ROM, 2012
- 6) 上田大樹, 井料隆雅, 朝倉康夫, 都市高速道路のランプ間OD交通量に旅行時間が与える影響の実証分析, 第31回交通工

学研究発表会論文集, 2011: CD-ROM.

- 7) 財団法人システム高度化推進機構, 2012年, 財団法人システム高度化推進機構 HP, 2012年7月20日アクセス, <http://www.mlit.go.jp/road/yuryo/riyou.pdf>
- 8) 大口敬, 羽藤英二, 谷口正明, 吉井稔雄, 桑原雅夫, 森田緯之, 首都高速道路における経路選択行動に関する実態調査, 土木学会論文集, Vol. 590/IV-39, p. 87-95, 1998.
- 9) 羽藤英二, 谷口正明, 杉恵頼寧, 桑原雅夫, 森田緯之, 複数交通情報リソース下における情報獲得・参照行動を考慮した経路選択モデル, 土木学会論文集, Vol. 597/IV-40, p. 99-111, 1998.
- 10) 遠藤学史, 日比野直彦, 森地茂, フリーフローETCデータを用いた都市高速道路経路選択行動分析への平均概念の適用, 土木計画学研究・講演集 Vol44, CD-ROM, 2011
- 11) 嶋田直尚, 倉内文孝, 荻原武司, 宇野伸宏, 大藤武彦, 小澤友記子, ETC統計データに基づく都市高速道路での情報提供に伴う乗継経路選択行動分析, 土木計画学研究・講演集 Vol44, CD-ROM, 2011

(2012. 8. 3 受付)