

阪神高速道路における交通量と旅行時間の統計分析*

Statistical Analysis of Relationship between Traffic Volume and Travel Time on Hanshin Expressway*

井上弘司**・井料隆雅***・朝倉康夫****

By Kouji INOUE**・Takamasa IRYO***・Yasuo ASAKURA****

1. はじめに

交通渋滞においてどのような遅れ時間が発生するかを表現するモデルとして、ボトルネックモデルがよく用いられる。このボトルネックモデルには「ある時間帯の交通量が増えると、それより遅い時間帯にわたって遅れ時間が増大する」という特性がある¹⁾。すなわち、ある時刻の交通量が別の時刻の遅れ時間を決定している。このことは交通渋滞には時間軸方向の外部性が存在している、ということの意味する。

一方で、利用者の道路利用行動についても時間の外部性が存在する可能性がある。例えば、混雑している昼間の時間帯を避けて夜間に道路を利用するなどといった行動である。このような行動パターンの存在を間接的に確かめる試みとして、「道路のある特定の区間の旅行時間」と、「その区間を利用する交通量」の相関関係を首都高速5号池袋線で調べた研究が行われている²⁾。この研究により、昼間の旅行時間に対し、同じ昼間の交通量は強い負の相関関係を持ち、夜間の交通量は弱い正の相関関係を持つことがわかっている。この相関関係だけでは、「旅行時間が増大した結果利用者の行動が変化し、それによって交通量に変動した」のか、あるいは「交通量の変動が旅行時間に影響を与えた」のかは直接はわからない。しかし、この相関関係はボトルネックモデルで直接説明できないものであり、「交通量の変動が旅行時間に影響を与えた」可能性は低い。よ

*キーワード：交通行動分析

**学生員、神戸大学大学院自然科学研究科

(神戸市灘区六甲台町1-1、TEL078-803-6360)

***正会員、博士(工学)、神戸大学工学部建設学科

****正会員、工博、神戸大学大学院自然科学研究科

って、この相関関係の存在は「ある時刻の旅行時間の変動が、別の時刻の交通量の変動に影響した」結果と推測できる。以上により、当該区間では利用者行動の時間軸方向の外部性が存在すると考えられる。

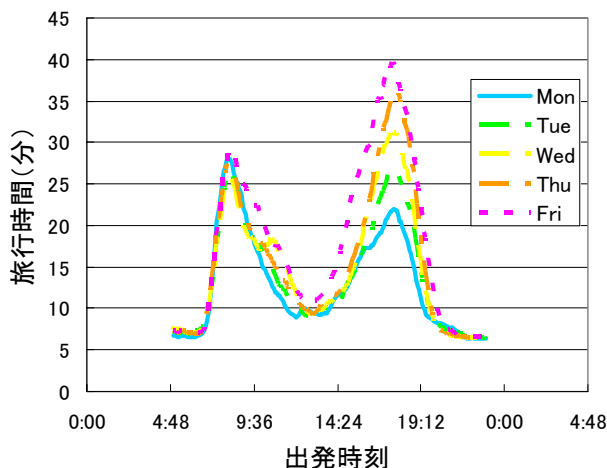
本研究では、既存研究で行われた同様の分析を阪神高速道路11号池田線において適用し、地域や路線を替えた場合にはどのような相関関係が得られるかを調べた。当該道路は首都高速5号池袋線とはネットワーク構造および混雑度が異なる。これらの差異が相関関係にどのように影響するかを見ることにより、この相関関係が「ある時刻の旅行時間の変動が、別の時刻の交通量の変動に影響した」結果と解釈することが妥当かどうかをより多くの情報の下に考察できるようになることが期待される。



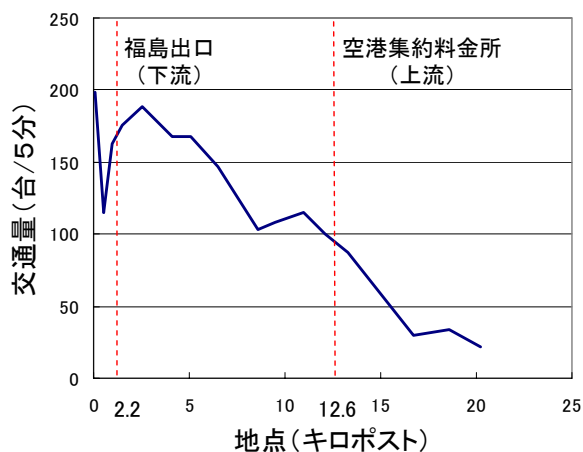
図一 分析対象道路

2. 分析手法

本研究では、高速道路上に設置された検知器によって測定された交通量と旅行時間を用い、その相関関係を分析する。分析対象日は平成15年4月～12月の平日180日(夏季、年末休業日を除く)であ



図—2 出発時刻と旅行時間



図—3 日平均断面交通量

る。対象区間は図—1に示す阪神高速11号池田線
上り線、空港集約料金所から福島出口までの全長約
12kmとし、500mおきに設置されている車両検知器
によって取得された5分毎の交通量と平均速度のデー
タを使用する。対象区間の旅行時間はタイムスライ
ス法を用いて算出した。図—2にタイムスライ
ス法を用いて算出した旅行時間と最上流部（空港集約
料金所）出発時刻の関係を示す。また、当該区間の
日平均断面交通量を図—3に示す。

この研究では、空港集約料金所を通過する交通の
多くが当該区間の渋滞の状況を見た上で行動を決め
ているであろう、という仮定の基に、空港集約料金
所の交通量と当該区間の旅行時間の相関を分析した。
本来、車両検知器のデータからは各車両の流入地点
および流出地点を知ることは出来ない。しかし、

(1) 都市高速では、均一料金制度のため短い区間

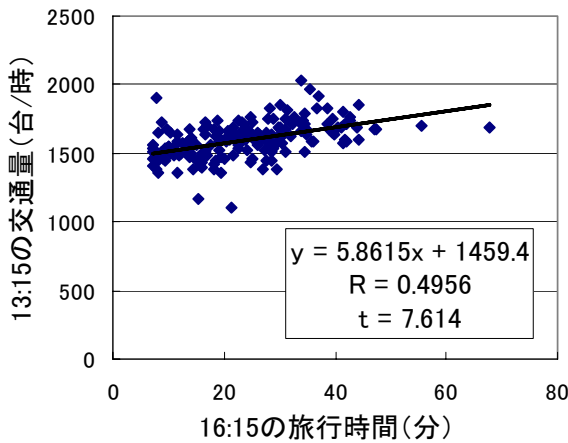
しか使用しない交通の割合は少ない(2) 図—3よ
り対象区間では断面交通量は下流に向かって増加す
る傾向がある、の2つの理由より、空港集約料金所
を通過する交通の多くが当該区間のすべてまたは大
部分を通過することが期待できる。

本研究では、ある1日のある時刻に観測された
交通量と、同じ日の別の時刻に観測された旅行時間
の相関関係を分析する。相関関係は、「ある時刻に
おける15分間平均旅行時間」と「同一日の別の時刻
における15分間交通量（1時間交通量に換算）」を、
すべての対象日について2次元平面上にプロットす
ることによって確認する。この2次元平面プロット
は基本的にはすべての時刻とすべての時刻の組み合
わせについて作成できる。しかし、すべてのグラフ
を図面として示すことは現実的ではない。そこで、
本研究では各時刻間の旅行時間と交通量の相関を表
示するために、横軸を「旅行時間を観測した時刻
（時刻Aとする）」、縦軸を「交通量を観測した時
刻（時刻Bとする）」と置き、各対象日で時刻Aに
観測された旅行時間と同一日に時刻Bで観測された
交通量の相関係数を色分けして示すグラフを作成し
た。このグラフを以降では「相関グラフ」と呼ぶこ
とにする。相関グラフでは、相関係数が負の場合は
青系統の色で、正の場合は赤系統の色で示し、絶対
値が大きいほど濃い色で示す。

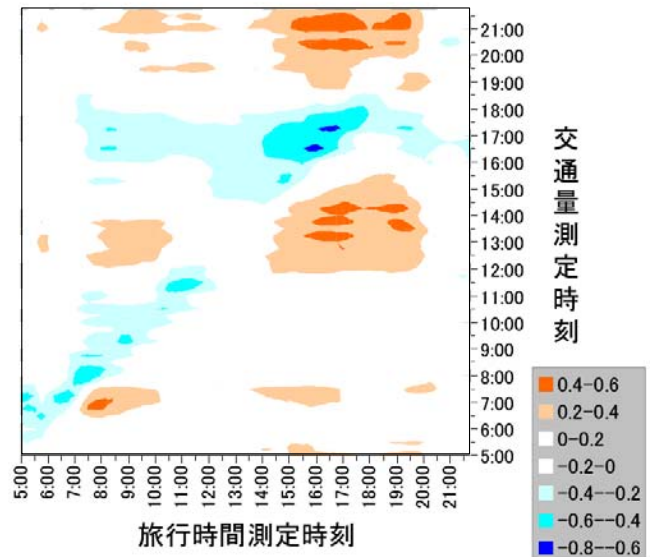
3. 分析結果

各時刻の組み合わせにおける旅行時間量と交通
量の関係をグラフとして示したものが図—4 aからc
である。ここでは3つの時刻の組み合わせについて
例として示した。図—4 aは各対象日の16時15分の
旅行時間と同日の13時15分の交通量、4 bは16時15
分の旅行時間と同日21時15分の交通量、4 cは午後1
6時30分の旅行時間と同日17時15分の交通量の関係
である。また、5時から22時までのすべての時刻の
組み合わせについての相関関係を示す相関グラフを
図—5に示す。

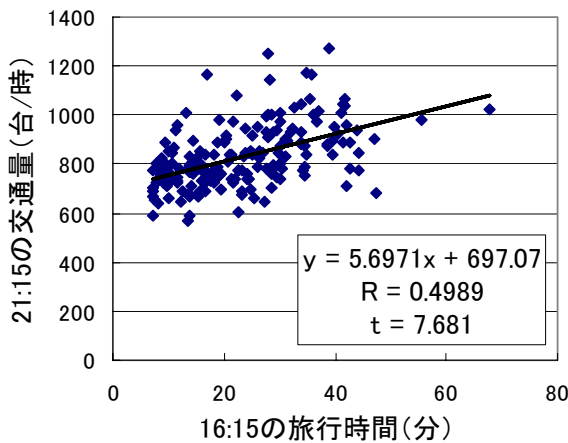
図—4 および5で示す結果より、交通量と旅行
時間間に相関関係が存在する部分があることが
確認された。図—4 aおよび4 bでは正の相関がある
ことが読み取れる。また図—4 cでは負の相関が存



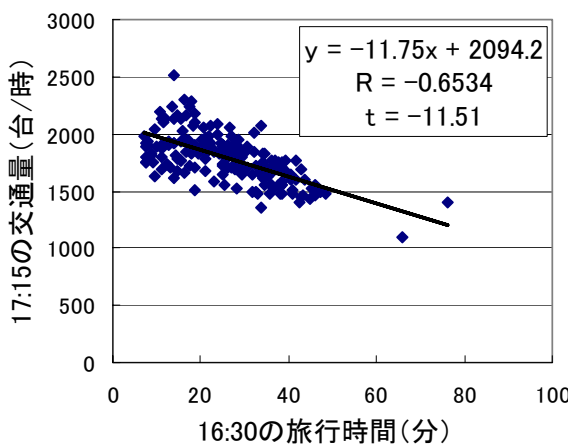
図—4 a 16時15分の旅行時間と13時15分の旅行時間の二次元平面上へのプロット



図—5 平日のみのデータによる交通量と旅行時間の相関関係



図—4 b 16時15分の旅行時間と21時15分の旅行時間の二次元平面上へのプロット

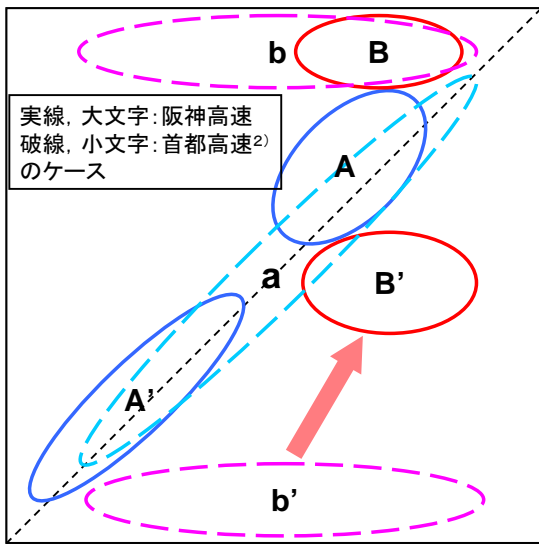


図—4 c 16時30分の旅行時間と17時15分の旅行時間の二次元平面上へのプロット

在している。また、図—5からは2つの特徴ある相関関係が読み取れる。1つめは「昼から夜にかけて（15時から20時まで）の旅行時間」と「昼過ぎ（15時まで）と夜間（19時から22時まで）の交通量」の間に見られる正の相関である。2つ目は対角線上の負の相関、すなわち同一時間帯の交通量と旅行時間に見られる負の相関関係である。ただし、この相関は午前中および夕方の一部の時間帯にのみ存在し、昼間（12時から14時）に相関は非常に弱くなっている。図—6は相関グラフの結果について模式的に示したものである。正の相関は図—6のBおよびB'で示す位置に出現している。負の相関はAおよびA'で示す位置に出現している。

4. 考察

本研究の結果を、遠山らの研究²⁾による首都高速5号線での分析結果との比較も加えながら解釈する。結果の模式図である図—6に、遠山らが示した首都高速5号線での分析結果の模式図を重ねて示す。図—6では、阪神高速11号線の結果を実線と大文字で、首都高速5号線の結果を破線と小文字で示している。首都高速5号線と阪神高速11号線の相関グラフの結果は一部を除いて概ね似ている。



旅行時間測定時刻

図一六 阪神高速11号線と首都高速5号線の結果の模式図

図一六のB, B'に見られる正の相関は利用者行動における時間の外部性を示唆していると考えられる。この相関は昼から夜にかけての旅行時間と昼間もしくは夜間の交通量との間に相関関係があることを示している。このような相関関係を説明するものとして次の3つの利用者の行動原理を考えることができる。

- ・当日（または前日）の朝あるいは夕方混んでいたから昼間あるいは夜間に利用した。
 - ・当日の夕方混むと予想して昼間に利用した。
 - ・前日の夕方混んでいたから当日の昼間に利用した。
- これらの行動原理はいずれも時間軸方向の外部性を持つものである。

正の相関については、遠山らが示した首都高速5号線の結果でも出ているが、その出現場所は異なっている。首都高速5号線では図一五のb, b'の部分、すなわち交通量の時刻が早朝と夜間になる部分に正の相関が見られた。このことは、首都高速5号線でb'の場所に出ていた正の相関が図の矢印のようにB'に移動したとも解釈できる。

正の相関に関する首都高速5号線での結果と阪神高速11号線との結果の差は、両路線の渋滞の持つ特性の差によって発生したと考えられる。渋滞が朝から夜まで継続している首都高速5号線とは異なり、図一2を見ればわかるように阪神高速11号線は昼間の数時間の間は渋滞が解消方向に向かっ

る。朝から夜にかけて継続的に渋滞している首都高速の場合、一部の利用者は渋滞を避けるために早朝と深夜に利用時間をずらし、昼間に渋滞が途切れる阪神高速の場合は利用者の一部は渋滞の少ない昼と夜に利用時間をずらしていると考えられる。

図一六のA, A'に見られる対角方向の負の相関は「ある時刻に当該区間を利用しようとした利用者が、その時刻に混雑があったので利用を控えた」という利用者行動によって発生したものと考えられる。このような負の相関は首都高速5号線でも発生することが確認されている。しかし、首都高速5号線の場合は、阪神高速11号線の場合と異なり対角負相関は朝から夜にかけて継続している。これも正の相関の際と同じく、渋滞の継続時間が両道路で異なるために発生した違いであると考えられる。

本研究により、遠山らが首都高速道路5号線で示した「離れた時間における交通量と旅行時間の相関関係」は、阪神高速11号線でも同様に存在することが分かった。一方、その存在する位置は異なることも分かった。このことは渋滞特性の差による利用者行動の差を示すものであり、都市高速道路の利用者行動特性を知る上で重要な知見であるといえよう。

5. 謝辞

本研究で用いたデータは阪神高速道路公団より提供頂いたものである。この場を借りて謝意を示します。

参考文献

- 1) 桑原雅夫：動的な限界費用に関する理論的分析，土木学会論文集，No. 709/IV-56，pp127-138，土木学会，2002. 7.
- 2) 遠山貴寛，井料隆雅，朝倉康夫：都市高速道路における交通量と旅行時間の統計分析，土木学会第59回年次学術講演会講演概要集 土木学会，印刷中