

異なった時間帯に観測された旅行時間と流入交通量の相関関係*

Correlation between Travel Time and Inflow Traffic Volume Observed at Different Time*

井上弘司**・井料隆雅***・朝倉康夫****

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

1. はじめに

混雑する高速道路ではその流入交通量と旅行時間間に何らかの相関関係が存在することが予想される。相関関係が発生する要因としては幾つかのものが考えられる。流入交通量の大小は旅行時間に影響することは確実であると考えられる。それとは逆に、旅行時間が流入交通量に影響する、すなわち利用者が混雑を回避する行動を取ることとも考えられる¹⁾。また、全く別の要因が流入交通量と旅行時間とに対して別個に作用している可能性も十分にある。

旅行時間と流入交通量の相関を見る際、単に日交通量、日平均旅行時間などの相関を見るだけではなく、これらを各時間帯にわけ、時間帯ごとに相関を確認することにより、より多くの情報を得られる可能性がある。また、渋滞現象に存在する時間軸の外部性²⁾を考えると、異なった時間帯どうしの相関にも重要な情報が存在する可能性がある。阪神高速池田線と首都高速池袋線を分析対象とした既存研究では、離れた時間帯の旅行時間と流入交通量との間に正の相関の存在が確認されている³⁾。しかし、相関関係が発生する要因については不明確なまま残されている。

本研究では「旅行時間が流入交通量に影響する」という要因についてより深く調べることを目的とした複数の分析を行った。特に、これまでの分析では考慮していなかった日々の変動 (day-to-day dynamics) を扱うため、異なった日の旅行時間と流入交通量を比較する分析を行った。

2. 分析方法

(1) 相関グラフ

本研究では相関グラフを分析に用いる。これは「ある時刻の旅行時間」と「同じまたは別の時刻の流入交通量」

*キーワード：交通流，データベース，相関分析

**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

の相関関係を全ての時刻の組み合わせについて表現したものである。長期間にわたって観測された旅行時間と流入交通量の相関係数をそれぞれ時間帯別に算出し2次元平面上にプロットして視覚化する。相関グラフの横軸は「旅行時間測定時刻」、縦軸は「交通量測定時刻」であり、相関係数をその値により色分けしている。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している。例として阪神高速池田線上り線の相関グラフを図1に示す。

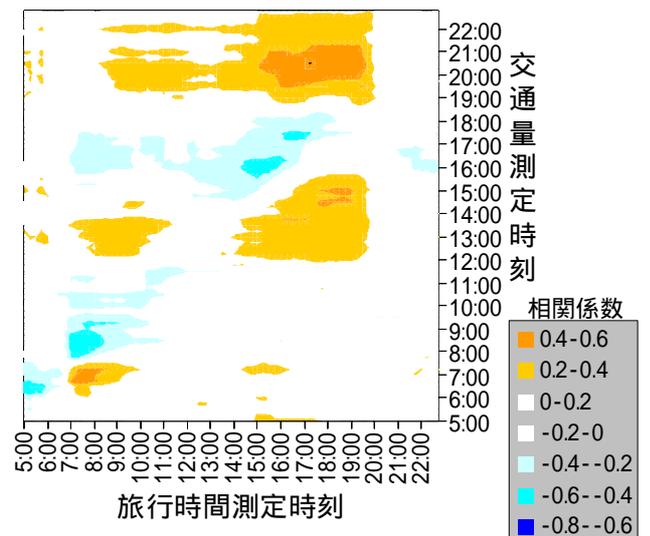


図1 阪神高速池田線の相関グラフ



図2 分析対象道路

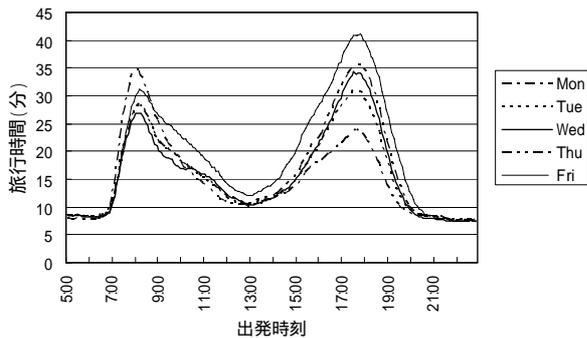


図 3 出発時刻と旅行時間

(2) 分析対象

分析対象区間は図 2 に示す阪神高速 11 号池田線上下り線、池田入口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 分毎の平均速度のデータと、最上流部の車両検知器によって取得された 5 分毎の平均交通量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。曜日ごとに平均化した出発時刻別の旅行時間を図 3 に示す。

対象区間の最上流部の流入交通量を使用するに当たっては、その交通の多くが区間の最下流を通過するという仮定の下で流入交通量を対象区間の利用者数と考える。

分析対象日は平成 15 年 4 月～平成 17 年 1 月の平日 440 日(夏季、年末年始休業日を除く)のうち以下の条件を満たす日を除いた 341 日である。

測定地点において 1 日のうち 1 度でも 5 分間平均速度が 30 km/h 未満を記録した。

5 分間平均交通量と 5 分間速度がともに 0 を記録していることが 1 日のうち 1 度でもある。

は交通量観測地点における渋滞流の影響を取り除くため、は検知器のエラーを除外するための条件である。

本研究ではある日の旅行時間とその数日後の交通量との相関を見るが、除外日を設けることによりどちらか一方の日が除外日になる問題が発生する。この場合はそのような組み合わせのデータは使用しないことにする。例えば、ある日の旅行時間と 1 日後の交通量の相関グラフを作成するとき、4 月 2 日が除外日であれば 4 月 1 日の旅行時間と 4 月 2 日の交通量の組み合わせのデータは使用しない。

(3) 曜日別相関グラフ

旅行時間や流入交通量が曜日によって変動していることは明らかである。本研究では対象日の曜日を限定することにより、曜日の変動要因を取り除いた形で相関グラフを作成した。その結果「金曜の旅行時間」と「3 日後の月曜の流入交通量」との間に興味深い相関が現れた。

他の組み合わせの相関グラフにおいても同様の相関が確認できたが、今回は金曜の旅行時間と月曜の流入交通量の相関グラフについて相関出現要因を分析した。

まず、同日の金曜日の相関グラフと比較し、特徴のある相関が出現している時間帯について詳細分析を行う。

(4) 詳細分析

特徴のある相関に対して、以下の分析を行った。

旅行時間測定日からの交通量測定日からの経過日数を変え、また全ての曜日の組み合わせで相関出現時刻帯の相関関係を確認する。

相関に影響していると考えられる旅行時間と交通量の日変動を分析する。

交通需要の日々の変動が相関に与えている影響を見るため混雑していない路線との日変動を比較する。

供給側の日変動が相関に与えている影響を見るためボトルネック容量の時系列分析を行う。

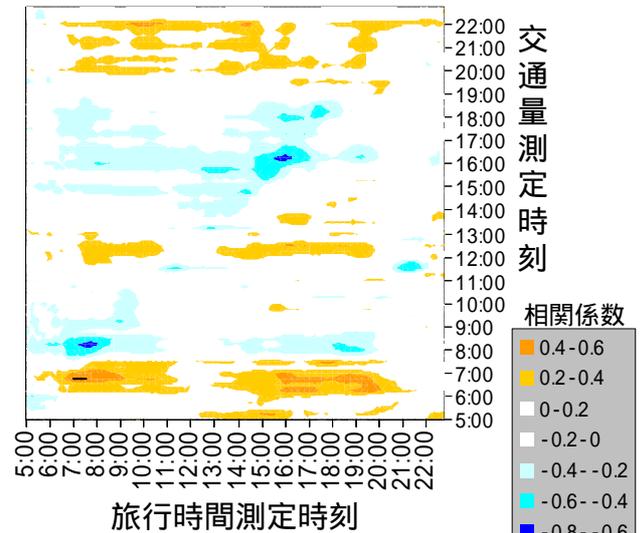


図 4 金曜の旅行時間と同日の交通量の相関グラフ

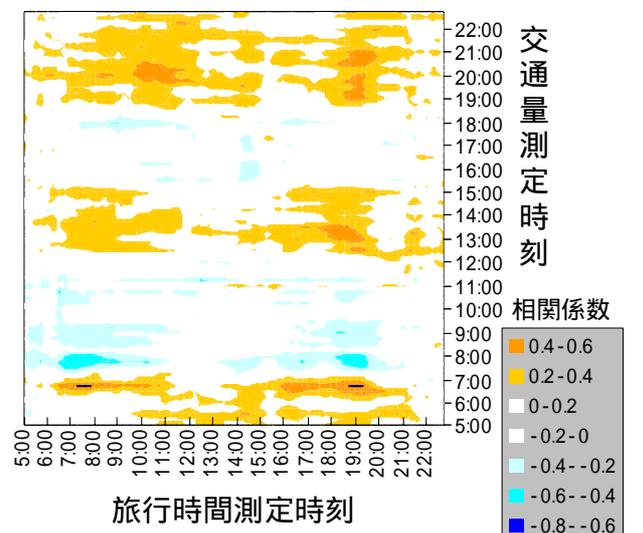


図 5 金曜の旅行時間と月曜の交通量の相関グラフ

3. 結果

(1) 相関グラフの比較

ある金曜日の1日の旅行時間と同日の交通量との相関グラフを図4に、ある金曜日の旅行時間とその3日後の月曜日の交通量との相関グラフを図5に示す。これらの図を比較すると、金曜日の旅行時間は同日だけでなく3日後の月曜日の交通量とも関連していることがわかる。

金曜の旅行時間と月曜の交通量との相関グラフでは正相関が強く出ており、負相関は非常に弱い。また、「朝と夕方の旅行時間」と「朝の交通量」に共通して強い正の相関が現れている。

表 1 18時から19時の旅行時間と6時30分から7時の交通量の相関係数

		旅行時間測定日と交通量測定日のずれ(日)						
		-3	-2	-1	0	1	2	3
旅行時間測定曜日	月	0.39			0.43	0.38	0.38	0.37
	火			0.35	0.25	0.45	0.4	0.48
	水		0.22	0.3	0.51	0.38	0.46	
	木	0.19	0.13	0.28	0.21	0.24		
	金	0.22	0.31	0.32	0.52			0.62

表 2 8時から9時の旅行時間と6時30分から7時の交通量の相関係数

		旅行時間測定日と交通量測定日のずれ(日)						
		-3	-2	-1	0	1	2	3
旅行時間測定曜日	月	0.34			0.42	0.24	0.24	0.17
	火			0.23	0.32	0.36	0.22	0.35
	水		0.09	0.21	0.29	0.22	0.43	
	木	0.05	0.23	0.35	0.24	0.45		
	金	0.08	0.35	0.38	0.46			0.52

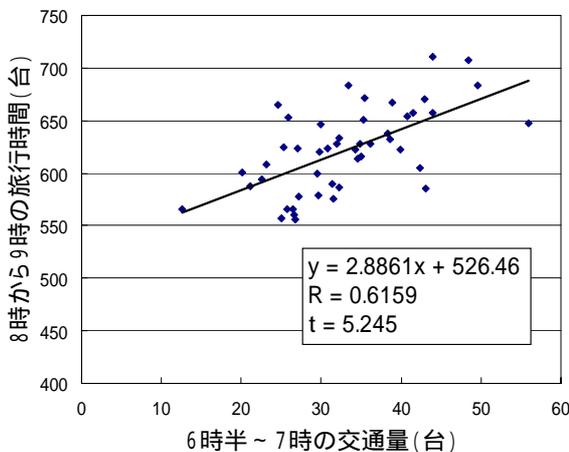


図 6 金曜日の旅行時間と3日後の交通量の関係

(2) 全ての日の組み合わせの相関係数

図4と図5において共通して強い正の相関が出ている時間帯に着目して詳細分析を行った。すなわち、夕方(18時から19時)の旅行時間と朝(6時半から7時)の交通量と、朝(8時から9時)の旅行時間と朝(6時半から7時)の交通量の相関関係である。この時間帯について、全ての曜日と旅行時間と交通量測定日のずれの組み合わせにおいて、当該時間帯の相関係数を算出した結果を表1,表2に示す。表の空白部分は交通量測定日が土日の場合である。また、表1において旅行時間測定曜日が金曜日、旅行時間測定日と交通量測定日のずれが3日の旅行時間と交通量の関係の例を図6に示す。

これらを見ると、旅行時間測定日と交通量測定日のずれが正の場合に正の相関が高いことがわかる。つまり、ある日の旅行時間はその前の日の交通量よりも後の日の交通量と関係性が大きい。

(3) 交通量の日々の変動比較

交通量の日々の変動を、1年を通して渋滞が発生しない5号湾岸線と渋滞が多発する池田線で比較した。

6時半から7時の池田線の交通量、18時から19時の池田線の旅行時間、及び5号湾岸線 6.5kp における6時半から7時の交通量の日変動とその移動平均を図7に示す。池田線の交通量は1年周期で変動しているようである。また、池田線の旅行時間も同様に1年周期で変動している。一方、5号湾岸線の交通量には同様の変動傾向は見られない。これは図8に示す池田線の交通量と4号湾岸線の交通量の相関をt検定した結果、両者が同様の変動傾向を示していないことからわかる。

これらのことから、季節的な交通量の変動は渋滞が発生する池田線に見られ、渋滞のない4号湾岸線では認められないといえる。

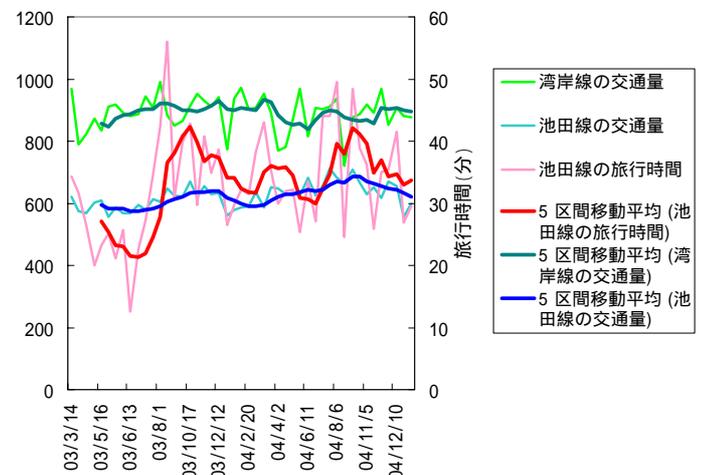


図 7 旅行時間と交通量の日変動

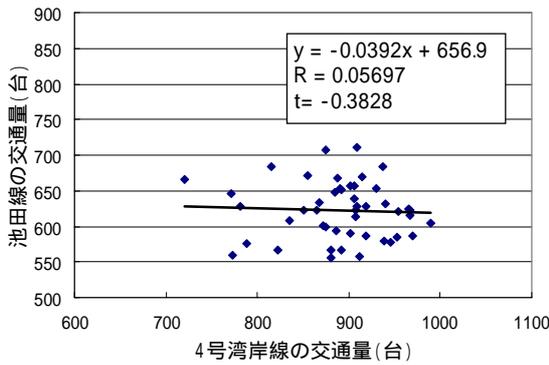


図 8 池田線の交通量と4号湾岸線の交通量の関係

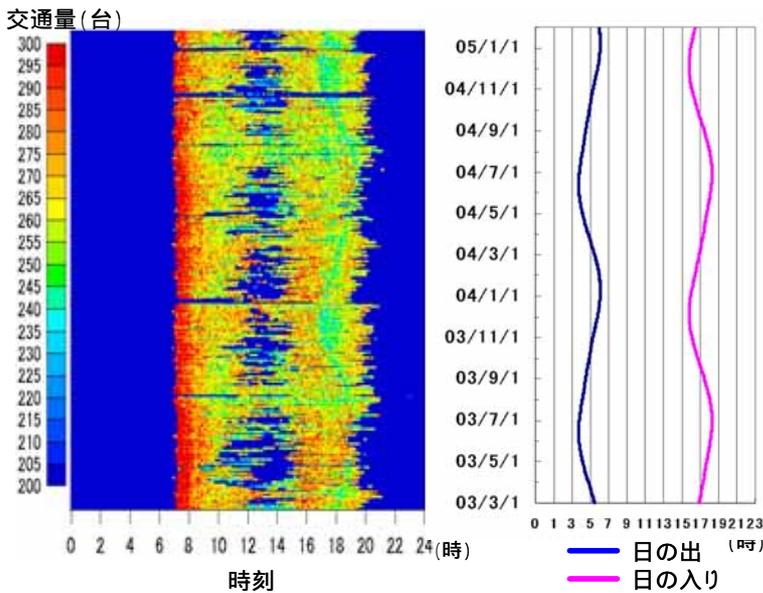


図 9 ボトルネック容量の日変動

図 10 大阪の日の出日の入り時刻

(4) ボトルネック容量の日変動

図 9は池田線福島出口付近のボトルネックにおける交通量を表したものである。縦軸に日付，横軸に時刻をとり，交通量を色で表している。なお，この図のデータは渋滞中の交通量だけを見るために，速度が 40km/h より大きい時点の交通量を 0としている。この図を見ると，朝と夕方に長期的な変動傾向が見られる。特に夕方のピーク時における交通量低下が発生する時刻は図 10に示す日の入り時刻とほぼ一致している。このことから，当該地点のボトルネック容量には日照による季節的な変動傾向があると考えられる。

4. 考察

ある日の旅行時間と数日後の交通量の相関では，同日同士の相関と比較して正相関が強まり，負相関が弱まる傾向があった。このことから正相関と負相関を生じさせている要因は異なると考えられる。

それでは，正相関の発生要因は何であろうか？旅行時

間測定日の前の日より，後の日の交通量との相関がより強くなる傾向が認められた。これは旅行時間がその後の流入交通量に影響している可能性が存在すると考えられる。しかし，前の日への相関と後の日への相関に大きな差があるわけではない。また，夕方の旅行時間と同日の朝の交通量にも相関があるが，これはその時間の前後関係からして，「前の日」に相当する。この相関は，季節変動が原因で現れているのではないだろうか。

対象区間の旅行時間や流入交通量の日々の変動を見ると長期的なトレンドが存在していることがわかった。混雑していない路線での交通量の季節変動は認められなかった。一方，対象区間のボトルネックにおける交通容量には季節的な変動が確認できた。これらのことは，供給側の季節変動が需要側に波及した可能性を示唆するものである。

つまり，ボトルネック容量の変動が，旅行時間に影響を与え，その結果，流入交通量が変動したということである。

季節的に変動する旅行時間が離れた日の流入交通量に影響を与えている可能性が存在することがわかった。しかしながら，この分析の結果と考察に関しては以下の課題が残されており，さらに検討を行う必要がある。

- 路線によって季節変動は違う，
- 日照以外によると思われるボトルネック容量の季節変動の要因を特定できていない。
- 容量変化が旅行時間に及ぼす影響を定量的に分析していない。
- 対象区間のボトルネックは入口との合流点付近であるため，容量変化の要因に需要が存在している可能性が高い，そのような場合，現段階では想定できない複雑な関係が存在するかもしれない。

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して頂いたものである。この場を借りて謝意を示します。

参考文献

- 1) 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，土木学会，2004.11.
- 2) 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/ -56，pp127-138，土木学会，2002.7.
- 3) 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，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.30，CD-ROM，土木学会，2004.11.