

季節変動・天候が時間信頼性評価に与える影響分析*

Influence analysis that seasonal variation and the weather give to reliability*

橋本浩良**・奥谷正***

By Hiroyoshi HASHIMOTO**・Tadashi OKUTANI***

1. はじめに

ジャストインタイム生産方式の普及など経済・社会活動の高度化とともに、道路交通サービスの質的な向上が求められている。自然災害、事故などによる通行止めや大幅な遅延だけでなく、交通システムの障害・維持管理に伴う規制や需要の変動（日変動・季節変動など）を原因とする所要時間の不確実性を分析・評価し、道路ネットワークのサービスレベルを的確に把握することは、道路交通サービスを供給する側にとっても重要である。

このような道路交通サービスの質を評価するための考え方として、時間信頼性指標が提案されており、この時間信頼性という新たな指標に基づく道路ネットワークのサービス水準の評価について、今後の道路行政等への活用が検討されている。時間信頼性指標の活用を検討していくためには、多様な観測データを活用して実証的な検討を行うとともに、種々の事例検討を通じて時間信頼性指標が有する特性、算定手法などを整理し、活用に向けた課題を抽出していくことが必要である。

時間信頼性指標は、サービスレベルの変動を評価するもので、指標の算定にあたり長期間のデータを扱う必要があることから、季節変動や降雨の影響が必然的に含まれる。例えば、月や曜日、時間による交通量の変動については、半世紀前より指摘されており、池之上（1966）は、交通量の変動に対して、特に月変動（季節変動）、曜日変動、時間変動の3つに着目しまとめている¹⁾。

本稿では、長期間にわたる所要時間データを用いて季節変動の発生状況について分析を行うとともに、降雨が所要時間に与える影響について検証を行った結果を報告するものである。

2. 分析の概要

ここでは、東名高速、中央道、関越道、東北道、常磐道の5路線（いずれも上り方向、100km程度）を対象として、2006年4月から1年間のデータを用いて分析を行った。

路線毎にトラカンの速度データを用いてタイムスライス法により算定した月別の時間帯別平均所要時間を比較し、季節変動の発生状況を把握した。

降雨については、気象庁のWebサイトで公開されている地点別の1時間毎の降雨情報を用いた。各路線概ね5km以内が存在する観測ポイントを1路線あたり6箇所抽出し、当該時間帯に観測ポイントで1箇所でも降雨が観測されていれば雨として降雨の有無別の平均所要時間を算定し、その平均値に統計的な有意差が存在するかどうかを検証した。



図1 分析対象路線と降雨観測ポイント位置図

表1 分析の概要

項目	内容
対象路線	東名高速：沼津IC→東京IC（約103km） 中央道：甲府南IC→高井戸IC（約106km） 関越道：渋川伊香保IC→練馬IC（約103km） 東北道：宇都宮IC→川口IC（約103km） 常磐道：日立IC→三郷IC（約117km）
利用データ	トラカnderデータ（5分毎）、雨量データ（1時間毎）
対象期間	季節変動：2006年4月1日～2007年3月31日 降雨の影響：2006年4月1日～2007年6月30日（平日のみ）
分析項目	平均所要時間、95%タイル所要時間等

**正員、工修、国土技術政策総合研究所道路研究室
（茨城県つくば市旭1番地、
TEL029-864-7229、FAX029-864-3784）

***正員、工修、国土技術政策総合研究所道路研究室
（茨城県つくば市旭1番地、
TEL029-864-7229、FAX029-864-3784）

3. 分析結果

(1) 季節変動に関する分析結果

各時間帯の年平均所要時間に対する当該月平均所要時間の比率を季節変動を示す月変動係数として算出し比較分析を行った。ここでは、平日と休日（土曜日含む）では変動傾向が異なることが予想されるため平日と休日に分け、朝ピーク時（6時台）、オフピーク時（12時台）、夕ピーク時（17時台）の3つの出発時間帯で整理した。

各路線の時間帯別年平均所要時間は下表のとおりである。各路線とも休日の17時台で所要時間が長くなっている。

表2 各路線の時間帯別年平均所要時間(分)

		東名	中央	関越	東北	常磐
平日	6時台	73	83	64	62	71
	12時台	67	70	65	63	73
	17時台	70	77	68	64	74
休日	6時台	64	69	61	59	69
	12時台	63	69	63	59	69
	17時台	96	95	93	74	83

1) 平日

朝ピーク時については、東名、中央において、3月、10月、11月の所要時間が長く、5月、6月が短くなっている。関越道、東北道、常磐道については、東名高速、中央道に比べ月変動は少ない。

オフピーク時については、各路線とも月変動は少ない。

夕ピーク時については、各路線とも8月の所要時間が長くなっている。東名高速では10月が、中央道、関越道では11月の所要時間が長い。所要時間の短い月は朝ピーク時と同様に5月、6月である。

各路線とも、朝ピーク時、オフピーク時、夕ピーク時で異なる月変動が見られる。路線別にみると、東名高速、中央道は月変動が他3路線に比べ大きく、東北道、常磐道は月変動が小さい。

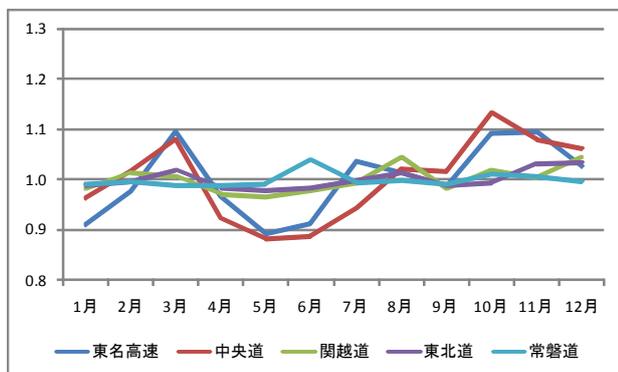


図2 平日の朝ピーク時（6時台）

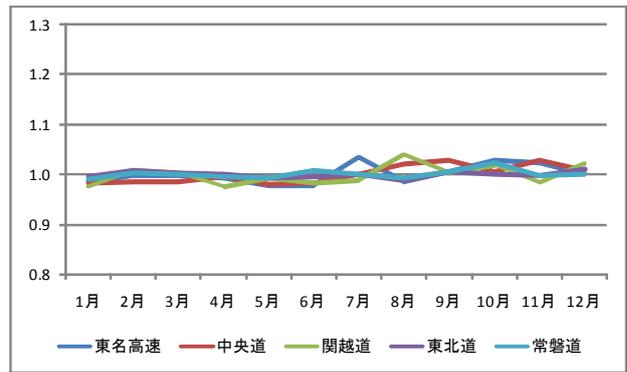


図3 平日のオフピーク時（12時台）

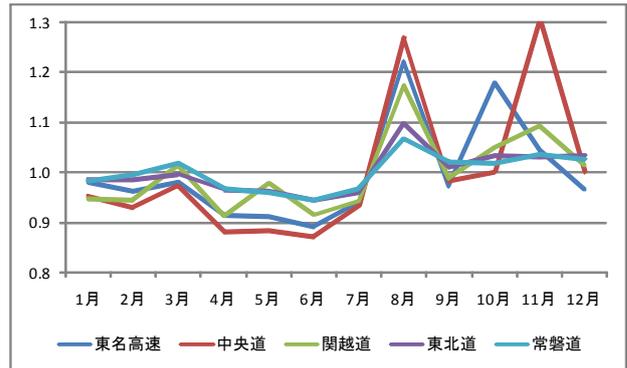


図4 平日の夕ピーク時（17時台）

2) 休日（土曜日含む）

朝ピーク時については、各路線ともに平日に比べ月変動は小さい。

オフピーク時については、各路線とも平日の月変動に比べ変動が大きい。

夕ピーク時については、各路線とも平日の朝ピーク時、オフピーク時、夕ピーク時、休日の朝ピーク時、オフピーク時に比べ最も変動が大きい。特に8月、10月、11月はどの路線も所要時間が長くなる。

路線別にみると中央の月変動が最も大きく、最も所要時間の長い8月と最も所要時間の短い1月の変動幅は約0.6ポイント（約57分）にもなる。

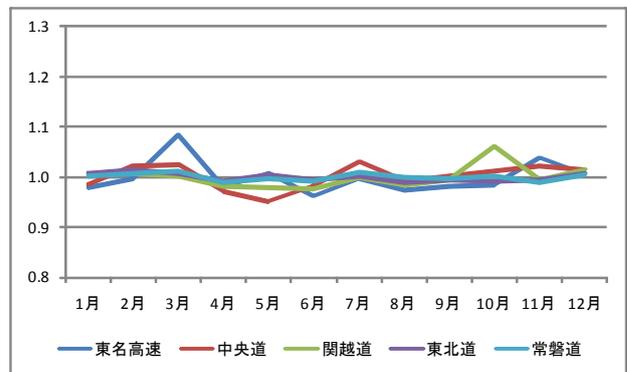


図5 休日の朝ピーク時（6時台）

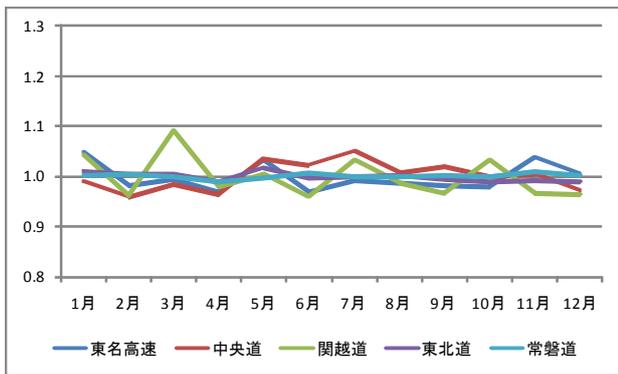


図6 休日のオフピーク時 (12時台)

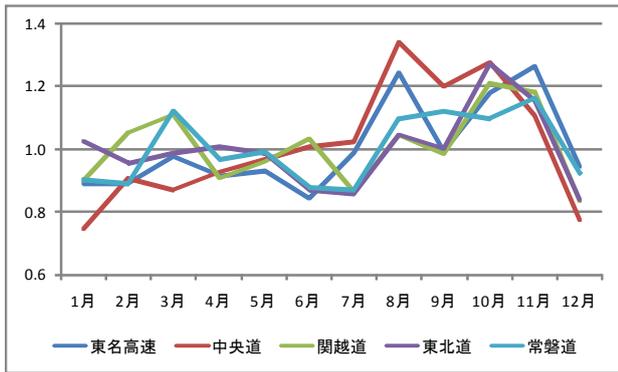


図7 休日のタピーク時 (17時台)

3) 上位5%所要時間の内訳

ここまでの分析により、各路線により発生する月別や時間帯による所要時間の季節変動に大きな差があることが確認された。季節変動があまりにも大きな路線において、年間データを用いて95%タイル値などの信頼性指標を算定した場合、季節変動そのものを評価していることにもなる。ここでは、各路線の3つの時間帯について、上位5%に含まれる所要時間が何月に発生していたのかを分析した。なお、この分析はサンプル数が少ないと結果の一般性に問題が生じるため、平日のみを対象として行った。

季節変動が小さい路線・時間帯（例えば、常磐道のオフピーク時）に関しては上位5%所要時間が観測された月がばらばらになっているのに対し、季節変動が大きい路線・時間帯（例えば、東名高速タピーク時など）では月変動係数が高い月に観測された所要時間が上位5%の大半を占める結果となっている。このような路線・時間帯において、例えば95%タイル所要時間を利用者に提供した場合、月変動係数が低い時期にはかなり過大な所要時間が示されることとなる。時間信頼性指標の算定にあたっては、季節変動の発生状況を事前にチェックするなど、指標が示すバラツキが何を示しているのかを明確にしておく必要があると言える。

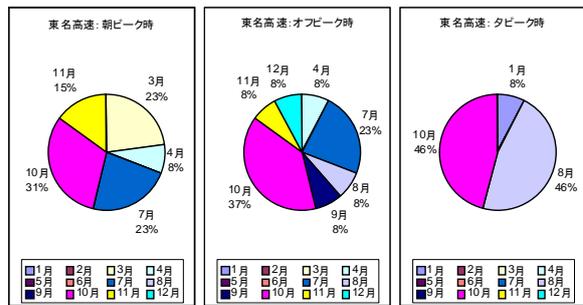


図8 東名高速の所要時間上位5%の発生月

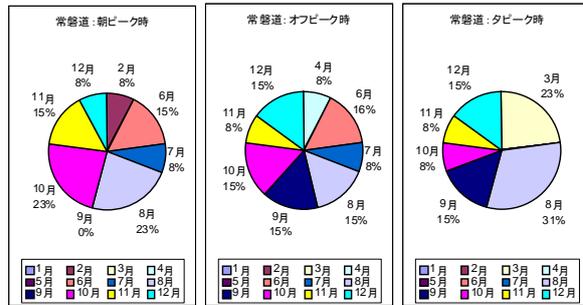


図9 常磐道の所要時間上位5%の発生月

(2) 天候変動に関する分析結果

1) 降雨の有無による平均所要時間の変化

降雨が所要時間に与える影響を分析するため、2006年度の平日を対象として降雨の有無別に平均所要時間を算定し、その差異について考察した。この分析においては、休日（土曜日含む）における十分なサンプル数が確保できないため休日（土曜日含む）を対象外としている。

大半の路線・時間帯において、降雨が観測されたときの平均所要時間は降雨なしの平均所要時間を上まわっていた。東名高速の様に10分程度平均値に差が生じている路線、時間帯も存在する。この結果より、所要時間は降雨により増加する傾向があることが見られる。この理由としては、交通需要の増加（雨を嫌って自動車利用率が高まる）と交通容量の低下（晴天時よりも車間距離に余裕をもって走行するため、交通容量が低下する）が考えられる。

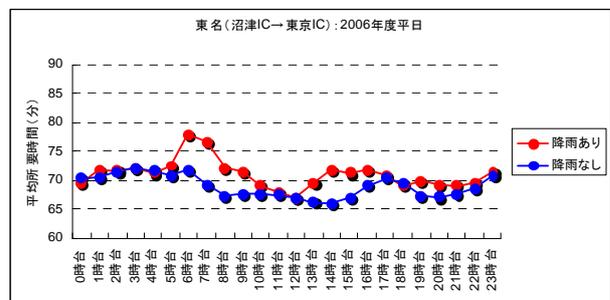


図11 東名高速の降雨の有無別平均所要時間

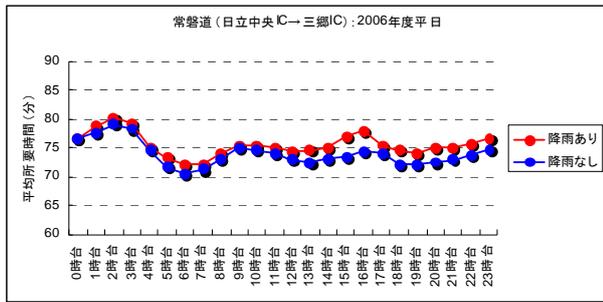


図1 2 常磐道の降雨の有無別平均所要時間

次に、この平均値の差異に関する統計的な有意性についてt検定を用いて検証した。なお、1)の分析では2006年度の平日全てを対象としたが、季節によって降雨の頻度が異なるため、季節変動に基づく差異を評価している可能性もあるため、ここでは変動が少なく降雨頻度が高い4~6月の平日を対象として検定を行った。ただし、2006年4~6月だけではサンプル数が不足するため、2007年度の同時期のデータを加えている。

t検定の結果から、東名高速ではほぼ半数の時間帯、常磐道については8~9割の時間帯において、降雨の有無で平均値が異なるという結果が得られた(有意水準は5%に設定)。

一方、中央道で平均値の差が有意であったのは、17時台と22時台の2つ時間帯のみであった。5時台、6時台、15時台、16時台などは平均値の差は大きいですが、統計的にはこの差異は有意でないという結果になっている。詳細にデータを見ると、これらの時間帯では降雨時の個々の所要時間が大きくばらついており、所要時間が他よりも長い日のデータが2~3程度含まれている。このため、降雨時の平均値が大きくなり、降雨がない場合の平均値との乖離が、見かけ上、大きくなっていることがわかった。中央道に関してはあまり有意な結果は得られなかったが、全般的には“降雨により所要時間が増加する”という仮説は統計的にも有意であると思われる。

表3 東名高速

時間帯	観測日数		平均所要時間		t値
	降雨あり	降雨なし	降雨あり	降雨なし	
0時台	22	102	69.9	69.4	1.090
1時台	22	102	71.1	69.6	3.780 *
2時台	18	106	70.8	70.5	0.589
3時台	19	105	71.2	71.3	-0.066
4時台	18	106	70.3	70.2	0.105
5時台	18	106	69.3	68.6	0.652
6時台	21	103	71.0	67.5	2.346 *
7時台	23	100	70.1	65.8	2.188 *
8時台	17	107	69.7	65.9	1.318
9時台	19	105	70.5	66.6	1.242
10時台	18	106	68.8	66.8	1.524
11時台	16	108	67.1	66.8	0.468
12時台	23	101	66.4	66.0	1.540
13時台	22	102	66.6	65.7	3.888 *
14時台	17	107	66.2	65.4	2.808 *
15時台	19	105	66.4	65.0	2.588 *
16時台	21	103	67.7	64.4	2.679 *
17時台	24	100	68.4	64.0	3.041 *
18時台	22	102	68.0	65.3	3.634 *
19時台	24	100	68.0	65.3	4.398 *
20時台	23	101	70.1	65.8	2.699 *
21時台	26	98	69.6	67.2	1.924
22時台	27	97	69.1	68.4	1.318
23時台	25	99	70.8	70.1	1.285

* :5%有意

表4 常磐道

時間帯	観測日数		平均所要時間		t値
	降雨あり	降雨なし	降雨あり	降雨なし	
0時台	22	102	76.5	76.5	-0.155
1時台	24	100	78.2	77.6	1.324
2時台	22	102	80.2	78.9	4.057 *
3時台	18	106	79.5	78.3	3.544 *
4時台	24	100	74.8	73.8	2.443 *
5時台	20	104	72.4	71.2	2.861 *
6時台	22	102	71.1	69.9	3.815 *
7時台	26	98	71.2	70.8	1.272
8時台	24	98	73.4	73.1	0.881
9時台	19	105	75.4	74.6	2.524 *
10時台	18	106	75.1	74.4	1.762
11時台	17	107	74.4	73.8	1.273
12時台	17	107	73.9	72.8	2.499 *
13時台	15	109	74.9	72.3	2.525 *
14時台	20	104	73.5	72.1	3.939 *
15時台	22	102	73.6	72.0	2.624 *
16時台	22	102	73.1	71.8	1.592
17時台	20	104	72.6	71.0	2.691 *
18時台	22	102	72.8	71.2	3.727 *
19時台	22	102	73.2	71.6	4.234 *
20時台	20	104	74.1	72.2	4.836 *
21時台	24	100	74.0	72.6	4.321 *
22時台	22	102	75.3	73.6	5.639 *
23時台	24	100	76.1	74.5	4.634 *

* :5%有意

表5 中央道

時間帯	観測日数		平均所要時間		t値
	降雨あり	降雨なし	降雨あり	降雨なし	
0時台	18	106	72.8	73.2	-0.472
1時台	12	112	74.7	74.0	1.315
2時台	11	113	74.7	74.5	0.336
3時台	14	110	74.1	73.7	0.954
4時台	12	112	73.2	72.1	1.614
5時台	11	113	77.7	74.9	2.154
6時台	15	109	78.6	74.9	1.724
7時台	15	109	73.1	70.5	1.664
8時台	16	108	71.2	70.5	0.954
9時台	14	110	71.5	71.1	0.686
10時台	12	112	71.7	70.8	1.591
11時台	14	110	70.5	70.2	0.798
12時台	14	110	70.3	69.8	1.155
13時台	16	108	69.9	69.9	0.130
14時台	21	103	71.4	69.9	1.647
15時台	15	109	73.8	70.1	1.502
16時台	21	103	73.1	70.3	1.636
17時台	21	103	70.9	69.0	2.240 *
18時台	16	108	70.3	68.9	1.609
19時台	21	103	69.9	69.1	1.140
20時台	21	103	69.9	68.9	1.740
21時台	24	100	71.0	70.2	1.312
22時台	19	105	72.3	71.1	2.190 *
23時台	18	106	73.4	72.7	1.307

* :5%有意

4. おわりに

本稿では、長期間にわたる所要時間データを用いて季節変動の発生状況について分析を行うとともに、降雨が所要時間に与える影響について検証を行った結果を報告した。時間信頼性指標を今後の道路行政において活用していくためには、本稿で確認した季節変動や降雨による変動の取扱いだけではなく、自然災害、事故などによる通行止、交通システムの障害・維持管理に伴う規制など時間信頼性に影響を与えると思われる各種要因についてその影響を検証し、これらをどのように取り扱うべきか整理する必要がある。

参考文献

- 1) 池之上慶一郎：「交通量の変動」技術書院、東京、1966
- 2) 中村一雄、中田明雄、岡崎征、高坂悠二、北村武次：「交通量変動特性の統計分析」、第3回交通工学研究発表会論文集、pp. 63-66、1976