

旅行時間の変動と管理者および利用者からみた旅行時間信頼性指標

Travel Time Variability on Expressway and

Travel Time Reliability Indexes for Highway Users and Operators

名城大学大学院 学生員 堀江侑生 名城大学 山本貴大
株コスモルート 吉田 樹 名城大学 正会員 若林拓史

1. はじめに

近年では国民一人ひとりの時間価値が上昇し、何事を行うにも旅行時間の事前把握が必要な時代となった。高規格道路網の旅行時間信頼性を維持するのは、地域経済性・社会活動の観点から極めて重要である。今日、広範囲に要請されるようになってきた Just in Time 生産システムや、無在庫販売の生産・経済活動の展開、経済活動のスピード化・正確性への要請などによって高規格道路網の旅行時間信頼性が重要視されるようになってきた。そのため、人々は高速移動が可能な高速列車や高規格道路を頻繁に利用するようになった。目的地までの旅行時間の正確性を事前に予測することが、有効な時間利用や交通経路の選択につながる。自動車交通の場合は、交通事故や工事、悪天候などが原因となり、渋滞が発生して旅行時間が大幅に増大することが多々起こっている。さらに交通量の変動や、低速車の混入によって旅行時間への変動が生じる。したがって、道路上での旅行時間の変動を分析する必要がある。

このため、本研究では、①まず、旅行時間の変動を実際の高速道路で観測する。②次に、従来提案されている旅行時間信頼性指標を整理し、問題点を挙げる。③次に、②の問題点を解決するための新しい指標を提案する。④そして、①の観測結果から②、③の指標を計算し比較する。

2. ナンバープレート観測による旅行時間変動分析

2.1 分析方法の概要

対象区間を名神小牧～名神大津間の134.2kmとする。区間1(名神高速小牧～名神高速今須間52.9km)、区間2(名神高速今須～名神高速秦荘間33.6km)、区間3(名神高速秦荘～名神高速大津間47.7km)の3つの区

表-1 観測データ(通過車両データ)

年 月 日	通過時間	地名	車種	ひらがな	ナンバー	色
20061220	7:41:12	岐阜	400	ち	8417	自家
20061220	6:56:29	品川	88	か	9580	事業
20061220	6:56:35	?	???	?	????	?
20061220	6:56:35	?	???	?	????	?
20061220	6:56:37	練馬	100	あ	9377	事業
20061220	6:56:47	徳島	100	か	7105	事業
20061220	6:57:00	山形	100	か	4295	事業
20061220	6:57:01	?	???	?	????	?
20061220	6:57:03	山形	100	か	820	事業

表-2 数値化したデータ(加工済みデータ)

年 月 日	通過時間	地名	車種	ひらがな	ナンバー	色
20061220	7:41:12	21001	400	32	8417	10
20061220	6:56:29	13001	88	11	9580	20
20061220	6:56:37	13003	100	1	9377	20
20061220	6:56:47	36001	100	11	7105	20
20061220	6:57:00	6001	100	11	4295	20
20061220	6:57:03	6001	100	11	820	20
20061220	6:57:10	11002	330	21	857	10
20061220	6:57:13	42002	570	11	2200	20
20061220	6:57:16	21001	501	61	774	10

間を対象にした。4断面においてビデオカメラにより走行中の各車両の通過時間とナンバープレート情報を取得した。観測データ(通過車両データ)の一例を表-1に示す。これらのデータを数値処理するためには地名とひらがなと色のそれぞれのデータを数値化する必要がある。

データの数値化は次のように行った。1)地名は5桁を使用し、上2桁は都道府県番号である。赤字はご当地のナンバーである。2)ひらがなは2桁を使用し、上1桁を『あかさたな』の順に0, 1, 2, 下1桁を『あいうえお』の順に1, 2, 3のように数値化した。3)車種と4)ナンバーはナンバープレートに書かれている数字をそのまま使用した。これらの読み取りミスによる不明の箇所は桁数に合わせて9を入力した。5)色は自家用が10, 事業用が20, 不明は0とした。上記のように数値化したデータ(加工済みデータ)を表-2に示す。これら1)~5)の『5情報』でナンバープレートの照合を行う。

プログラムの構成は、それぞれの区間ごとに3つのフィルタを掛けている。また、本研究では、2断面を対象とする。そのため、プログラムで出力されたフィ

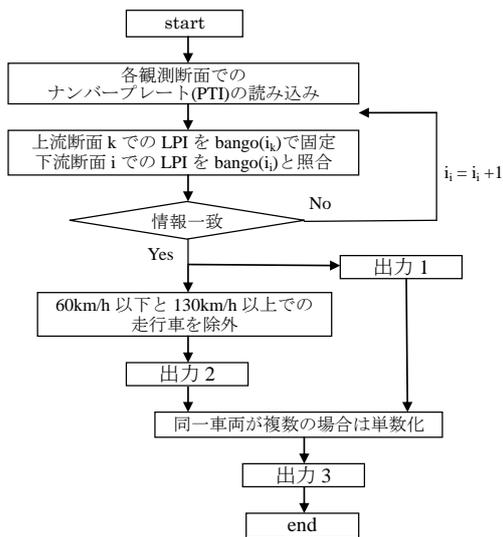


図-1 プログラムのフローチャート図

ルタ 1 (5 情報が一致), フィルタ 2 (60km/h 以下と 130km/h 以上での走行車を除外), フィルタ 3 (2 断面の出力結果) を使用した. プログラムのフローチャート図を図-1 に示す.

2.2 ナンバープレート照合アルゴリズムの問題点

アルゴリズムを作成するにあたり, ナンバープレートの情報が全て一致すれば同一車両が正しく出力されると最初は考えていた. しかし, 実際は条件を付加しても同一車両の候補が複数出力されてしまっているケースがあり, 1 つに絞りこまれなかった. この原因は今須の登坂車線と大津の追い越し車線の 2 つの断面データの自動読取りが困難なため, 目視による手入力をした. 『5 情報』の欠落があるからである. また, 速度を 60km/h 以下と 130km/h 以上での走行車を除外したデータは除去するというフィルタをかけた. これによって途中で SA (サービスエリア), PA (パーキングエリア) で休憩した車両が除去される効果が期待できる.

3. 旅行時間信頼性の定義

道路上では, 交通流を阻害する道路工事や交通渋滞などの要因が多数存在し, 旅行時間を大幅に増幅してしまうことが多々起こっている. 今日の社会において旅行時間を把握することはきわめて重要である. その旅行時間を評価する指標として旅行時間信頼性がある.

旅行時間信頼性とは, ある確率で到達可能な走行旅行時間の上限値 (最大許容所要時間) である. この信頼性は, 旅行時間の安定性を示す指標であり, 道路の

利用者に旅行時間の正確性と迅速の情報を提供するものである. また時間価値の高いトリップを評価するのに有効であり, 高規格道路に対し有効な評価指数であると考えられる. 高規格道路の利用では, 移動時間の短縮が目的であるため, 旅行時間の信頼性評価はユーザーにとって重要である.

また道路管理者にとっては, 道路のサービス水準を評価するのに有効であり, 道路の整備水準を表す有効な評価指数であると考えられる. 道路管理者は, この指標を利用して, 今後の道路整備のあり方を議論したり, ユーザーへの情報提供に役立てることができる.

4. 旅行時間信頼性指標と課題

旅行時間信頼性の指標として, 次に述べる 9 点の考え方が挙げられる. それぞれの指標は次の式で与えられる¹⁾.

$$PT = \text{The 95th Peercentile Travel Time} = TT95 \quad (1)$$

PT (Planning Time) とは, 95 パーセントイル時間のことである. 時間単位で表されるためわかりやすいが, 距離の異なる道路区間での比較が不可能である.

$$PTI = PT / T_{\min} \quad (2)$$

PTI (Planning Time Index) とは, 自由流時間に対する PT の比率である. T_{\min} とは, 自由流における旅行時間である.

正規化されているため, 他の道路区間との比較が可能である.

$$BT = \text{The 95th Peercentile Travel Time} - \text{Average Travel Time} = TT95 - Tave \quad (3)$$

BT (Buffer Time) とは, 95 パーセントイル値と平均旅行時間の差である. 他の道路区間との単純比較が不可能である.

$$BTI = BT / \text{Average Travel Time} = BT / Tave \quad (4)$$

BTI (Buffer Time Index) とは BT を平均旅行時間で割って正規化したものである. 他の道路との比較が可能だが, 平均旅行時間の大小に影響が受けやすい.

van Lint^{2),3)}や Tu⁴⁾は $\lambda skew$ や λvar 指標, TTV 指標を提案している.

$$\lambda skew = (90 - TT50) / (TT50 - TT10) \quad (5)$$

$$\lambda var = (90 - TT10) / TT50 \quad (6)$$

$$TTV = TT90 - TT10 \quad (7)$$

ここに, TTx とは, x パーセントイル旅行時間である.

若林⁵⁾は後述の指標の他に次の2指標を提案した.

$$TT80-TT20 = \text{The 80th Percentile-The 20th Percentile} \quad (8)$$

$$TT70-TT30 = \text{The 70th Percentile-The 30th Percentile} \quad (9)$$

これら9点の考え方は道路管理者側の立場から、遅れがどの程度なのかに関心のある指標である。これに対し、道路の利用者の立場から考える指標が必要である。

*BTI*は式(2)において分子(*BT*値)が変動を表すため小さい方が望ましいと指標されている。また、*Tave*も平均旅行時間のため小さい方が望ましい。このため、*BTI*は比較対象路線間で順位がよく変動する。このとき、分子が同じ値で*Tave*が小さければ*BTI*が悪化するのが問題である。

また、旅行時間信頼性を安定した状態で算出する課題がある。

従来の時間信頼性指標は道路管理者の立場から、遅れがどの程度なのかに関心のある指標であるといえる。これに対し、道路の利用者の立場から考える指標が必要であると考えられる。

5. 新しい旅行時間信頼性指標の提案

本研究では、以下の2点の旅行時間信頼性指標を提案する。

$$P(Tave + ATTV) = x / TT_x(Tave + ATTV) \quad (10)$$

$$P(Tave - DTTR) = x / TT_x(Tave - DTTR) \quad (11)$$

ここに、*Tave*とは平均旅行時間、*ATTV*とは許容旅行時間変動(Acceptable Travel Time Variation)、*DTTR*とは希望旅行時間短縮(Desirable Travel Time Reducation)、*TT_x*とはパーセンタイル時間である。名古屋市周辺の都市間高速道路利用者を対象にした松本らの研究⁶⁾によれば、ドライバーの約80%は、情報板で提供する予測旅行時間と実際の旅行時間の誤差が、±10分以内であれば、「許容できる」もしくは「ほぼ許容できる」と回答したことが明らかになっている。このことから、この10分という値は、旅行時間の変動に対しても許容可能な範囲になると考えられる。そこで本研究では、*ATTV*および*DTTR*をともに10分として計算した。しかし、変動が極めて小さく、旅行時間信頼性が極めて高いために旅行時間の最大差が10分に満たない結果が得られた。そのため参考値として

表-3 旅行時間信頼性指標の整理

	他の道路区間との比較が不可能	他の道路区間との比較が可能
道路管理者サイド	<i>PT</i>	<i>PTI</i>
	<i>BT</i>	<i>BTI</i>
	<i>TTV</i>	
	<i>λskew</i>	
	<i>λvar</i>	
	<i>TT80-TT20</i>	
	<i>TT70-TT30</i>	
利用者サイド	$P(Tave + ATTV)$	
	$P(Tave - DTTR)$	

*ATTV*および*DTTR*をともに1分として計算した。この指標により、ドライバーは目的地へ定刻で到着できるための可能性を知ることができる。上記の観点から旅行時間信頼性指標について整理したものを表-3に示す。

6. 考察と今後の課題

マッチングにより各区間の旅行時間が出力された。この旅行時間に基づいて、旅行時間信頼性指標の比較を行う。例として、区間3の旅行時間信頼性の変化を図-2に示す。また、式(1)~(11)の旅行時間信頼性指標を計算した結果を表-4~表-8に示す。

確率(%)

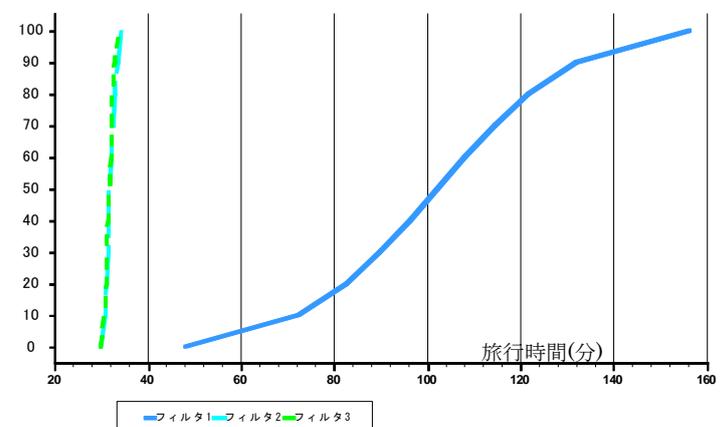


図-2 旅行時間信頼性の変化(秦荘-大津間)

表-4 旅行時間信頼性指標の比較[*PT*, *PTI*]

	<i>Tave</i>	順位	<i>PT</i>	順位	<i>PTI</i>	順位
小牧-今須間(一致時)	89.260	2	121.479	2	3.849	1
今須-秦荘間(一致時)	47.744	1	82.651	1	4.100	2
秦荘-大津間(一致時)	102.060	3	140.425	3	4.907	3
小牧-今須間(60~130km/h時)	36.927	3	38.926	3	1.233	3
今須-秦荘間(60~130km/h時)	22.559	1	24.034	1	1.192	2
秦荘-大津間(60~130km/h時)	31.993	2	33.630	2	1.175	1
小牧-今須間(2断面結果時)	37.024	3	39.015	3	1.236	3
今須-秦荘間(2断面結果時)	22.537	1	24.420	1	1.211	2
秦荘-大津間(2断面結果時)	31.902	2	33.449	2	1.169	1

表-5 旅行時間信頼性指標の比較[BT, BTI]

	Tave	順位	BT	順位	BTI	順位
小牧-今須間(一致時)	89.260	2	32.219	1	0.361	1
今須-秦荘間(一致時)	47.744	1	34.908	2	0.731	3
秦荘-大津間(一致時)	102.060	3	38.366	3	0.376	2
小牧-今須間(80~130km/h時)	36.927	3	1.999	3	0.054	2
今須-秦荘間(80~130km/h時)	22.559	1	1.475	1	0.065	3
秦荘-大津間(80~130km/h時)	31.993	2	1.637	2	0.051	1
小牧-今須間(2断面結果時)	37.024	3	1.991	3	0.054	2
今須-秦荘間(2断面結果時)	22.537	1	1.883	2	0.084	3
秦荘-大津間(2断面結果時)	31.902	2	1.547	1	0.048	1

表-6 旅行時間信頼性指標の比較

[λskew, λvar, TTV]

	λskew	順位	λvar	順位	TTV	順位
小牧-今須間(一致時)	1.00000	-	0.562	1	50.195	1
今須-秦荘間(一致時)	1.00000	-	1.139	3	54.395	2
秦荘-大津間(一致時)	1.00000	-	0.586	2	59.784	3
小牧-今須間(80~130km/h時)	1.00006	3	0.084	2	3.115	3
今須-秦荘間(80~130km/h時)	0.99993	2	0.131	3	2.950	2
秦荘-大津間(80~130km/h時)	0.99992	1	0.080	1	2.550	1
小牧-今須間(2断面結果時)	0.99994	2	0.084	2	3.102	3
今須-秦荘間(2断面結果時)	1.02588	3	0.129	3	2.897	2
秦荘-大津間(2断面結果時)	0.99992	1	0.076	1	2.411	1

表-7 旅行時間信頼性指標の比較

[TT80-TT20, TT70-TT30]

	TT80-TT20	順位	TT70-TT30	順位
小牧-今須間(一致時)	32.964	1	20.539	1
今須-秦荘間(一致時)	35.722	2	22.258	2
秦荘-大津間(一致時)	39.261	3	24.463	3
小牧-今須間(80~130km/h時)	2.046	3	1.275	3
今須-秦荘間(80~130km/h時)	1.937	2	1.207	2
秦荘-大津間(80~130km/h時)	1.675	1	1.044	1
小牧-今須間(2断面結果時)	2.037	3	1.269	3
今須-秦荘間(2断面結果時)	1.927	2	1.201	2
秦荘-大津間(2断面結果時)	1.583	1	0.987	1

表-8 旅行時間信頼性指標の比較

[P(Tave+1), P(Tave-1)]

	Tave	順位	P(Tave+1)	順位	P(Tave-1)	順位
小牧-今須間(一致時)	89.260	2	0.521	1	0.479	1
今須-秦荘間(一致時)	47.744	1	0.519	2	0.481	2
秦荘-大津間(一致時)	102.060	3	0.517	3	0.483	3
小牧-今須間(80~130km/h時)	36.927	3	0.796	3	0.205	3
今須-秦荘間(80~130km/h時)	22.559	1	0.809	2	0.194	2
秦荘-大津間(80~130km/h時)	31.993	2	0.845	1	0.158	1
小牧-今須間(2断面結果時)	37.024	3	0.796	3	0.203	3
今須-秦荘間(2断面結果時)	22.537	1	0.811	2	0.192	2
秦荘-大津間(2断面結果時)	31.902	2	0.857	1	0.144	1

BTI 値では 3.で問題視したように Tave が小さい時に BTI が悪化している. 特に区間 2 においては大きく順位を落としている. また, 新しく提案した $P(Tave+1)$, $P(Tave-1)$ や, TTV 等の旅行時間信頼性指標は安定した挙動を示すことが明らかとなった.

7. おわりに

本研究では高規格道路の旅行時間の変動と旅行時間信頼性指標の分析を行った. 新しく提案した $P(Tave+1)$, $P(Tave-1)$ や, TTV 等の旅行時間信頼性指標は安定した挙動を示すことが明らかとなった.

一方で, 今回の観測交通量が交通容量に対して小さかったため, 旅行時間が極めて安定した結果, 変動を反映した指標値を得ることができなかった. 今後の課題として, より交通量の多い状態において旅行時間の変動を確認する必要がある. また, 名神高速道路のような長距離高速道路では, SA, PA での休憩を考慮することができなかった. これについても今後の課題としたい. さらに, 指標の比較と旅行時間変動の分析を進めていく必要がある.

参考文献

- 1) Lomax, T., Schrank, D. Turner, S. and Margiotta, R. (2003). Selecting Travel Reliability Measures. Texas Transportation Institute and Cambridge Systematics Inc., 2003. (<http://tti.tamu.edu/documents/474360-1.pdf/>)
- 2) van Lint, J.W.C., Tu, H. and Van Zuylen, H.J. (2004). Travel Time Reliability on Freeways. Proceedings of the 10th WCTR.
- 3) Enide A.I., Bogers and van Lint, H. (2007). Traveler's Perception of Reliability: How to Measure and How to Influence. Proceedings of The 3rd INSTR, Vol.2, Behavior.
- 4) Tu, H., van Lint, H. and van Zuylen, H. (2007). The Influence of Road Geometry on Travel Time Variability. Proceedings of The 3rd INSTR, Vol.1, Network Design II.
- 5) 若林拓史・松本幸正・鈴木 温・鈴木忠英:都市間高速道路の旅行時間の変動と管理者・利用者からみた旅行時間信頼性指標との関係, 土木計画学研究・講演集, No.38, CD-ROM(310), 2009.
- 6) 松本幸正・鈴木忠英・松井寛:都市間高速道路における所要時間情報提供の現況と高度化に対する意識分析, 第 27 回交通工学研究発表会論文報告集, pp.213-216, 2007.11