

所要時間の信頼性に関する評価指標の比較分析*

Comparative Analysis of Evaluation Indicator Expressing the Journey Time Reliability*

梶原一夫**・石田貴志***・野中康弘****

By Kazuo KAJIWARA**・Takashi ISHIDA***・Yasuhiro NONAKA****

1. はじめに

自動車交通に着目した所要時間の評価は、従前から『遅れ時間』や『損失時間』といった時間損失の大小(ここでは「速達性」という)によって行われてきた。これら指標は、道路管理者のみならず、道路利用者にも分かりやすい指標であり、使い勝手のよい指標であると考えられる。

一方最近では、日々変動する所要時間のバラツキによる評価手法が紹介されたことから、このバラツキによる評価の提案がなされてきている^{1)~4)}。これは、日々の所要時間の安定性と換言することができ、『所要時間信頼性(以下、「信頼性」という)』と称されている。例えば、「平均20分かかるが、時には10分、時には60分かかる路線」と比べて、「平均30分かかるが、必ず25~35分で通行できる路線」と比べて、所要時間を読むことが困難であり、信頼性が低いと考えるものである。所要時間が読めない場合は、出発時刻を早める等の対応を迫られることがあり、時に思っていた時刻より早く到着し、機会損失が生じることになる。

平均的な所要時間が短くても、大幅に所要時間が増加する日がたくさんあっては、利用しやすい路線とは言いがたい。また、信頼性が低く、機会損失が多く生じる路線は社会経済的にも不経済である。その意味で、道路管理者、道路利用者の両者にとって、信頼性の向上は検討に値するものとする。

信頼性を向上させるためには、所要時間が不確定に増加する要因を取り除けばよいことに他ならない。例えば、車線閉塞を伴う事故渋滞や工事渋滞が減少すれば信頼性

*キーワード: 交通管理、サービス水準

** 非会員、(社)首都高速サービス推進協会

(東京都港区虎ノ門、1-1-3 磯村ビル5階、
TEL03-3592-2071、FAX03-3507-0912)

*** 正員、修(工)、(株)道路計画 技術部

(東京都豊島区東池袋2-13-14 マルヤ機械ビル5階、
TEL03-5979-8855、FAX03-5979-8858)

****正員、博(工)、(株)道路計画 技術部

(東京都豊島区東池袋2-13-14 マルヤ機械ビル5階、
TEL03-5979-8855、FAX03-5979-8858)

は向上する。また、これに対応する道路ネットワークが形成されればさらに信頼性は向上する。しかし、渋滞対策、事故対策、ネットワークの拡充等が信頼性向上に資するとわかっているにもかかわらず、すべての路線に対策を講じることは、非現実的である。現在、どの路線・区間の信頼性が低く対策を講じるべきか、その効果はどの程度なのかを議論するにあたって、複数ある指標のうちどの指標を用いるべきか、各指標がどのような特徴を有しているかは、未だ明らかとなっていない。

本研究では、首都高速道路の4路線を対象に、1年間の車両感知器データを用いて、「速達性」と「信頼性」それぞれに関する複数の評価指標を算出し、路線評価順位を比較分析する。また、算出する指標の数値の大小関係について比較分析し、各指標の特徴を整理する。今後の速達性・信頼性評価指標の利用方法を提案する。

2. 分析方法

(1) 分析方針

所要時間に関する既往の評価指標を、車両感知器データから算出し、速達性と信頼性に区分して比較分析する。比較にあたっては、1年間の路線評価順位をもとに、その類似性・相違性について考察する。

(2) 分析対象データ

分析対象路線は、表-1と、図-1に示す首都高速道路4路線の上り線とし、対象期間は平成17(暦)年1年間とする。

表-1 分析対象路線

対象路線	方向	対象区間	距離(km)
3号渋谷線	上り	谷町JCT~用賀	11
4号新宿線	上り	三宅坂JCT~高井戸	12
5号池袋線	上り	竹橋JCT~美女木JCT	20
6号向島線・三郷線	上り	両国JCT~三郷JCT	17

※6号向島線と6号三郷線間の中央環状線 堀切JCT~小菅JCT間も6号線として扱う



図-1 分析対象路線

(3) 分析対象評価指標

算出指標は、以下に示す7指標とする。

①遅れ時間、③所要時間の変動係数、④⑤英・米国における信頼性評価指標は、タイムスライス法⁵⁾を用いた所要時間を用いて算出する。

【速達性評価指標】

①遅れ時間

規制速度走行時の所要時間に対する所要時間の増加分で表される。

$$T_{dt} = T_t - \sum(L_{ii} / V_{fi}) \times 60$$

ここで、

T_{dt} : 時刻 t に出発した車両の遅れ時間(分)

T_t : 時刻 t に出発した車両の所要時間(分)

L_{ii} : 時刻 t に出発した車両が通過する対象区間 i の区間長(km)

V_{fi} : 時刻 t に出発した車両が通過する対象区間 i の規制速度(km/h)

②損失時間

遅れ時間と同様、規制速度走行時に対する所要時間の増加分で表される。ただし、遅れ時間がある時間に出発した1台の車両に着目しているのに対して、損失時間は交通量の概念が含まれ、所要時間の増加分の総量となる。

$$T_s = \sum \left(\frac{1}{V_{fi}} - \frac{1}{V_{ii}} \right) \times L_{ii} \times Q_{ii}$$

ここで、

T_s : 損失時間(台・時)

V_{ii} : 時刻 t における対象区間 i の速度(km/h)

V_{fi} : 時刻 t における対象区間 i の規制速度(km/h)

L_{ii} : 時刻 t における対象区間 i の区間長(km)

Q_{ii} : 時刻 t における対象区間 i の交通量(台/時)

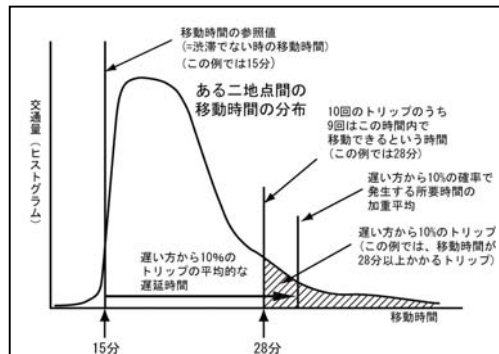


図-2 英国における信頼性評価指標の概念図

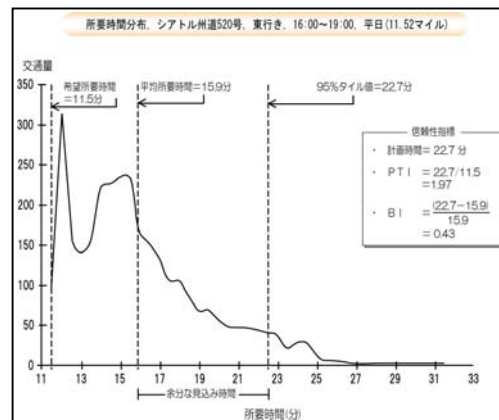


図-3 米国における信頼性評価指標の概念図

【信頼性評価指標】

③所要時間の変動係数

所要時間のばらつきを把握する指標であり、所要時間の標準偏差を平均値で除したものである。変動係数が大きいほど日々の所要時間のばらつきが大きく信頼性が低いことを表す。

$$CV = S_\alpha / \bar{T}_\alpha \times 100$$

ここで、

CV : 変動係数(%)

S_α : 母集団 α の所要時間の標準偏差(分)

\bar{T}_α : 母集団 α の所要時間の平均値(分)

④英国における信頼性評価指標^{1)~2)}

英国における信頼性評価指標算出方法は図-2のとおり、遅い方から10%の確率で発生する所要時間の平均値であり、その指標が大きいほど信頼性が低いことを表す。

⑤米国における信頼性評価指標(PTIとBI)^{1), 6)}

米国における信頼性評価指標は、PTIとBIの2指標がある。PTIは、遅い方から5%の確率で発生する所要時間と最小所要時間の比であり、BIは平均所要時間に対する遅い方から5%の確率で発生する所要時間の増加率である。両指標とも、その指標が大きいほど信頼性が低いことを表す。

⑥ロス時間^{7)~8)}

ロス時間とは、利用者が移動のために見込む所要時間を損失時間の一部として計上した指標である。式形は損失時間と同様であるが、1日の各1時間帯において得られる12個の5分間速度データの中から、所要時間の多い方から3番目(約85%タイル値)をその1時間帯における利用者が移動のために見込む所要時間としている点に特徴がある。

ただし、ロス時間は余分に見込む所要時間を考慮しているものの、その程度は仮定である。

$$T_L = \sum \left(\frac{1}{V_{ti85}} - \frac{1}{V_{fi}} \right) \times L_{ti} \times Q_{ti}$$

ここで、

T_L : ロス時間(台・時)

V_{ti85} : 時刻 t における対象区間 i の速度の約85%タイル値 (km/h)

V_{fi} : 時刻 t における対象区間 i の規制速度 (km/h)

L_{ti} : 時刻 t における対象区間 i の区間長 (km)

Q_{ti} : 時刻 t における対象区間 i の交通量(台/時)

3. 所要時間に関する評価指標間の比較

(1) 所要時間に関する評価指標算出結果

所要時間に関する評価指標の算出結果を図-4に示す。

③変動係数を除いた6指標では、3号線の指標が大きく、サービスが低くなっている。また、すべての指標で、5号線のサービスが最も高くなっている。

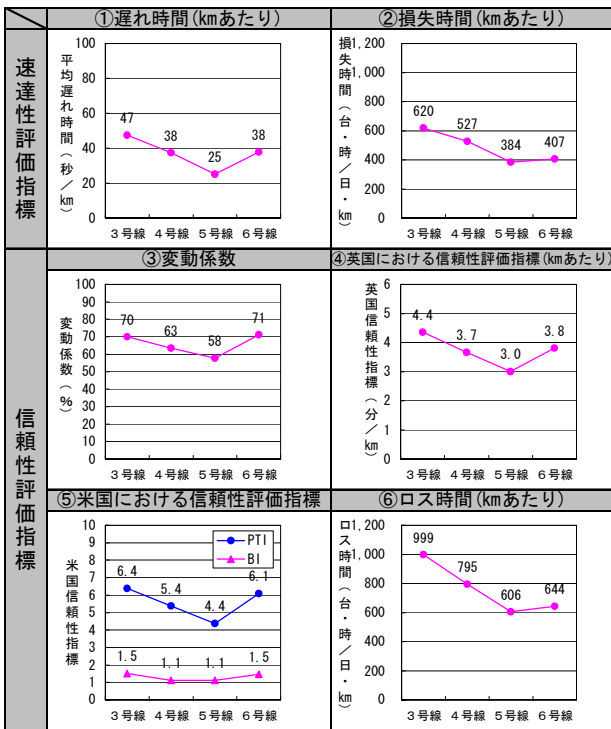


図-4 所要時間に関する評価指標算出結果

(2) 路線評価順位

所要時間に関する評価指標の算出結果をもとに、路線評価順位を整理し、表-2に示す。

表-2をもとに所要時間に関する評価指標を類型化すると以下の【A】から【C】の3つに区分できる。

【A】 3号線→4号線→6号線→5号線

②損失時間、⑥ロス時間

【B】 3号線→6号線→4号線→5号線

①遅れ時間、④英国における信頼性評価指標、

⑤米国における信頼性評価指標(PTI、BI)

【C】 6号線→3号線→4号線→5号線

③変動係数

(3) 各指標の大小関係

各指標のもつ数値の大小関係を議論するため、3号線の数値を「1.0」とした場合の指数を算出する。各指標の指数算出結果を図-5に示す。

これをもとに所要時間に関する評価指標を類型化すると大きく以下のタイプ【a】からタイプ【d】の4つに区分できる。

タイプ【a】は、3号線→4号線→6号線→5号線の順でサービスが低い、②損失時間と⑥ロス時間となる。これは、前述【A】と同様の指標である。

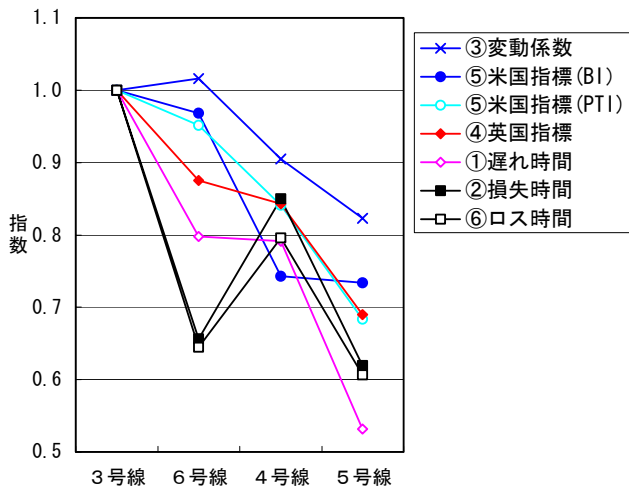
タイプ【b】は、3号線→6号線→4号線→5号線の順でサービスが低く、6号線と4号線の評価が同程度である、①遅れ時間と④英国における信頼性評価指標となる。

タイプ【c】は、タイプ【b】と同様、3号線→6号線→4号線→5号線の順でサービスが低く、3号線と6号線、4号線と5号線の評価が同程度である、⑤米国における信頼性評価指標(BI)となる。

タイプ【d】は、3号線→6号線→4号線→5号線の順でサービスが低い、もしくは6号線→3号線→4号線→5号線の順でサービスが低く、3号線と6号線の評価が同程度である、③変動係数、⑤米国における信頼性評価指標(PTI)となる。

表-2 所要時間に関する評価指標の比較(悪い順)

No	サービス水準評価指標	1位	2位	3位	4位	
① 速達性指標	遅れ時間	3号線	6号線	4号線	5号線	
	損失時間	3号線	4号線	6号線	5号線	
③ 信頼性指標	変動係数	6号線	3号線	4号線	5号線	
	英国における信頼性評価指標	3号線	6号線	4号線	5号線	
⑤ 信頼性指標	米国における信頼性評価指標	PTI	3号線	6号線	4号線	5号線
		BI	3号線	6号線	4号線	5号線
⑥	ロス時間	3号線	4号線	6号線	5号線	



※指数：3号線を1.0とした数値

図-5 所要時間に関する評価指標の大小関係

4. 所要時間に関する評価指標の類型化

路線評価順位【A】②損失時間と⑥ロス時間は、「損失の総量を表す指標」であり、【B】や【C】の「タイムスライス所要時間を用いた指標」と区分できる。これらは、各指標の大小関係【a】と同様の評価を与えており、その他指標と異なる路線間動向を呈している。

一方、路線評価順位【B】①遅れ時間と④⑤英・米国における信頼性評価指標や【C】③変動係数は、利用者が経験している所要時間(タイムスライス所要時間)をもとに速達性や信頼性を評価したものである。これらは、各指標の大小関係でみた場合において、4つの組み合わせに細分化できる。

5. まとめと今後の課題

本研究では、首都高速道路の4路線を対象に、所要時間を評価する指標を算出し、路線評価順位とその大小関係により類型化を試みた。その結果、これら指標は「速達性」や「信頼性」を評価する指標であるか否かではなく、その算出方法に大きく影響を受けることを確認した。具体的には、「損失時間」や「ロス時間」といった『損失の総量を表す指標』と、「遅れ時間」や「英・米国における信頼性評価指標」、「変動係数」といった『タイムスライス所要時間を用いた指標』では、路線評価順位やその大小関係が明らかに異なる。

『損失の総量を表す指標』2指標は、これまでの道路管理者の立場からの評価であり、貨幣換算できることから、今後とも社会経済損失からサービスの質を検討する場合には、有用な指標であると考えられる。また、『タイムスライス所要時間を用いた指標』は、道路利用者の立場に立脚して、サービスの質を検討する場合には有用な指標である

表-3 所要時間に関する評価指標間の類型化

路線 評価 順位	各指標 の大小 関係	指標	
		速達性	信頼性
A	a	②損失時間	⑥ロス時間
B	b	①遅れ時間	④英国における 信頼性評価指標
	c	—	⑤米国における 信頼性評価指標(BI)
	d	—	⑤米国における 信頼性評価指標(PTI)
C	—	—	③変動係数

と考えられる。

一方で、『タイムスライス所要時間を用いた指標』は、指標の大小関係でみた場合において、各指標で異なる評価を与えており、指標間の違いを明確にすることができなかった。今後は、これら指標が異なる評価を与えることを念頭に、評価・分析することが肝要であると考えられる。また、様々な路線や時間帯での評価を蓄積し、指標間の特徴を明らかにすること、これらのうちの指標が利用者意識と一致するかを分析することが重要と考える。

参考文献

- 1) 西尾：「道路行政と業績評価」に関する国際会議の開催について、高速道路と自動車, Vol. 49, No. 2, pp. 52 -56, 2006.
- 2) 塚田, 前川：英国における主要幹線道路ネットワークの移動時間信頼性評価, 道路, Vol. 785, No. 7, pp. 60 - 62, 2006.
- 3) 北澤, 田名部, 朝倉：阪神高速道路における所要時間の信頼性に関する評価, 高速道路と自動車, Vol. 50, No. 5, pp. 37 -40, 2007.
- 4) 野間, 奥谷, 井坪, 前川：交通量自動観測機器を用いた一般道の時間信頼性分析～筑波山交通調査を事例に～, 土木計画学研究・講演集, Vol. 35, 4pages, 2007.
- 5) 割田, 岡田, 岡野：首都高速道路における所要時間情報の現状と今後, 交通工学, Vol. 41, 増刊号, pp. 59 -63, 2006.
- 6) Federal Highway Administration HP : http://www.ops.fhwa.dot.gov/congestion_report/executive_summary.htm
- 7) 岡本, 大森：ロス時間を用いた混雑の分析・評価, 高速道路と自動車, Vol. 37, No. 8, pp. 17 -24, 1994.
- 8) 岡本, 安藤：ロス時間を用いた首都高速道路における交通実態の分析・評価, 高速道路と自動車, Vol. 40, No. 11, pp. 30 -36, 1997.