

トラックプローブデータを用いた旅行時間信頼性指標に関する一考察*

A study on travel time reliability index using truck probe data*

中村俊之**・中嶋康博**・牧村和彦**・井坪慎二***

By Toshiyuki NAKAMURA**・Yasuhiro NAKAJIMA**・Kazuhiko MAKIMURA***・Shinji ITSUBO***

1. はじめに

日々の通勤や業務等といった交通行動においては、どの程度“早く目的地に着くか”だけでなく、“どれだけ確実に到着できるのか”を求められていることも多い。

そういった中で、道路行政においては、透明性の高い事業の推進を目的に、平成15年度から道路行政マネジメントを行っている。本マネジメントでは、渋滞に関する指標に渋滞損失時間を用い、時間帯別“平均”旅行時間データを用い、時間帯別の変動や日変動、月変動を考慮した算定方法を採用しているものの、道路の旅行時間信頼性を明示的に取り入れてはいない。

一方、近年、民間事業者（バス、タクシー、トラックなど）は、車両の運行管理や安全運転管理を目的としてプローブデータを日々取得しており、これらデータを活用することで実データを用いた旅行時間の変動特性や変動に関するアウトカム指標の算定が可能な環境が整いつつある。

また、英国や米国では既に、必要な道路整備・改良の選択、優先順位を検討する上で、道路のサービス水準として旅行時間の安定・不安定さ（変動）を指標化（=道路の旅行時間信頼性）し、道路行政に活用している。

そこで本稿では、名古屋地域における長距離トラックによるプローブデータ（以後、トラックプローブデータ）の特性を整理するとともに、米国での信頼性算定についてのレビューを行い、名古屋地域の主要幹線道路を対象に旅行時間信頼性の試算を行う。また、平均所要時間のみを用いた場合と旅行時間の信頼性を加味した場合の2ケースについて、道路整備の優先性についての考察を行い、これら考察を通して、旅行時間信頼性を算定する上でのデータ収集、整備等に関する課題の整理を行うことを目的とする。

2. トラックプローブデータの基本特性

本検討に用いるデータは、2004年9月1日～14日にかけての2週間、名古屋、四日市、松阪を中心に石油やLSG

*キーワード：ITS、プローブカー、旅行時間信頼性

** 正員（財）計量計画研究所

（東京都新宿区市ヶ谷2-9

TEL 03-3260-9911 FAX 03-5229-8081）

***正員 国土交通省国土総合技術研究所

を配送するタンクローリー、および生鮮食品やチルド食品を配送するトラックにより取得されたものである。

ここでは、トラックの基本特性として、1日あたりどれくらいの距離走行しているのか（1台1日あたりの平均走行距離）、どの時間帯に多く走行しているのか（時間帯別走行距離構成比）、どのような道路を走行しているのか（走行距離の道路種別構成比）、どれくらいの速度で走行しているのか（時間帯別平均旅行速度）について、把握を行う。なお、トラックの走行特性の把握にあたっては、名古屋市中心に走行しているタクシーの走行特性と比較する。

表1 トラックプローブデータの概要

	トラック	タクシー
期間	2004年9月1日～14日 (2週間)	2003年3月 2005年2月
車両台数	126台	5台
データ取得間隔	1秒	不定期
取得内容	日付、時刻、緯度経度、加速度、測位等	日付、時刻、緯度経度、加速度等
走行範囲	都市間	都市内

（トラックは期間中に走行していない車両も存在）

(1) 1台1日あたりの平均走行距離

トラック1日1台あたりの平均走行距離は255kmであり、タクシーの平均走行距離とほぼ同じである。

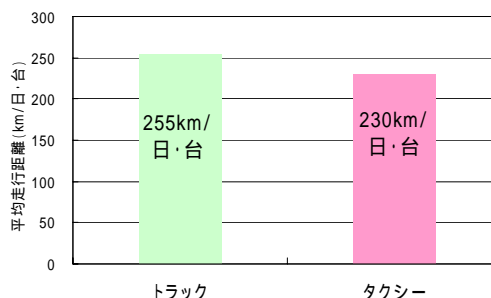


図1 1日1台あたりの平均走行距離

(2) 時間帯別走行距離構成比

トラックの走行時間は深夜2時頃から夕方にかけて、多く走行しており、夕方16時台～深夜2時台までの走行は少ない。また、タクシーでは、4時台の走行が少ないが、その他の時間帯は平均して走行しており、特に夜20時台から深夜にかけて走行距離が大きい。

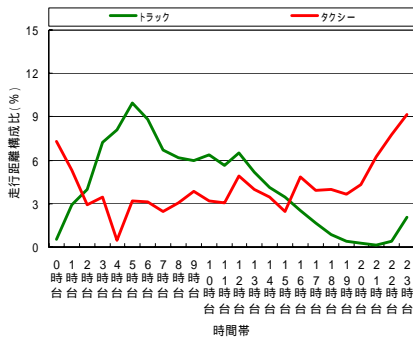


図2 時間帯別走行距離構成比

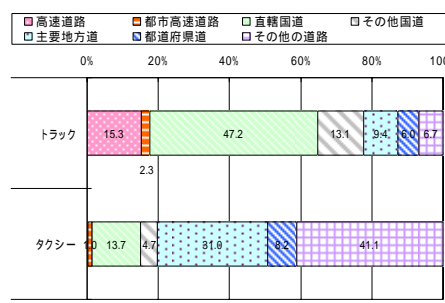


図3 走行距離の道路種別構成比

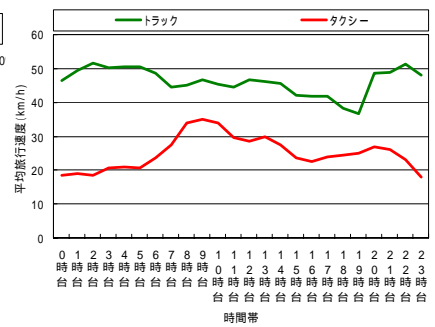


図4 時間帯別平均旅行速度

(3) 走行距離の道路種別構成比

トラックの走行する道路は、高速道路～国道（直轄・その他）で約80%を占めており、高規格な道路を走行している。一方、タクシーでは、主要地方道以下の道路の走行が多く、全体の約80%を占めており、高速道路や都市高速道路はほとんど走行していない。

(4) 時間帯別平均旅行速度

トラックの平均旅行速度は常時およそ40～50km/hと大きい。タクシーでは、およそ20～30km/hであるが夜間23時台から朝方6時台の平均旅行速度は比較的小さい。都市間を走行するトラックと名古屋タクシーの平均旅行速度が異なるのは主に走行する道路種別の影響によるものと考えられる。

3. 道路の旅行時間信頼性指標の活用方法の提案

(1) 旅行時間信頼性指標と算定式

道路の信頼性を評価する指標に関して、米国で利用されている指標を採用した。米国では、目的地までの旅行時間に対する遅れを考慮し、安全側でみた旅行計画時間(Planning Time, 以下PT)を95%タイル値で設定し、遅れを考慮した旅行時間と平均旅行時間を用いて、指標化(=Buffer Index, 以下BI)を行なっている^{注1)}。ここで、95%タイル値とは、あるODに対して、計測された旅行時間のうち、小さい方から数えて、95%にあたる旅行時間を指す。

具体的に、信頼性指標の算定方法を示す。OD間を走行する車両の旅行時間に対して、図5のように縦軸にサンプル数(頻度)、横軸に旅行時間を取り、旅行時間の分布を描き、平均旅行時間と旅行時間の95%タイル値を求める。なお、ここでいうサンプル数(頻度)とは、OD間を走行する全車両のサンプル数ではなく、各時間帯(時間帯幅は任意に設定)における旅行時間を積み上げたものである。その元に、PTとBIの算定式は、式(1)、式(2)のようになる。

$$\text{Planning Time} = \text{旅行時間の95\%タイル値} \quad (1)$$

$$\text{Buffer Index} = \frac{\text{旅行時間の95\%タイル値} - \text{平均旅行時間}}{\text{平均旅行時間}} \quad (2)$$

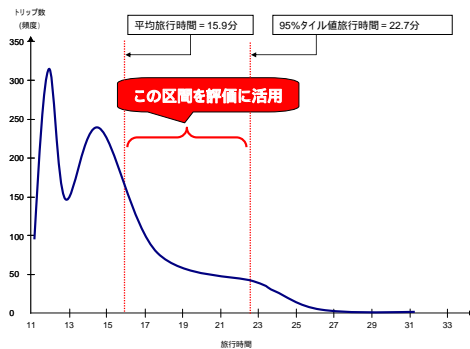


図5 旅行時間の分布

図5に示す例では、「PT=22.7分」「平均旅行時間=15.9分」「BI=(22.7-15.9)/15.9=0.43」として求められる。BIの解釈としては、「平均旅行時間=20分」「BI=0.40」の場合、余裕時間を見越して28分前に出発すると良いということになる。

一方で、BIのみを用いた評価を行なうことには課題も存在する。例えば、同一起点0、終点D、距離40kmを持つ経路A(高速道路)と経路B(並行する一般道)が存在すると仮定する。このとき、平均旅行時間が経路Aで30分、経路Bで60分、両経路の「旅行時間の95%タイル値-平均旅行時間」が10分であるとする。このとき、BIは経路Aで0.33(=1/3)、経路Bで0.17(=1/6)となる。この結果、BIの値のみを用いて信頼性を評価すると、BIの小さい経路B(並行する一般道)が信頼性の高い道路、BIの大きい経路A(高速道路)の方が信頼性の低い道路となる。しかし、そもそも経路Aと経路Bでは平均旅行時間が30分、60分と異なっており、平均旅行時間の異なる2つの経路をBIのみで評価することには問題がある。その問題を考慮するならば、BIだけで道路の信頼性を評価するのではなく、経路の平均旅行時間を加味した上で、道路の信頼性を評価することが有効ではないかと考えられる。そこで本稿では、平均旅行時間とBIの2つを用いて道路の信頼性を評価する方法を提案する。

(2) 算定に用いたデータ

今回の平均旅行時間、BIの算定には、表1に示したトラックプローブデータを用いる。ただし、データ上の制

約からトラックが設定する経路の起点から終点までを連続して走行する旅行時間の算定が困難であるため、本稿では、95%タイル値の旅行時間の代わりに、標準偏差を利用し、その元を上杉ら¹⁾による対象経路内を走行した全車両の各リンクの旅行時間と分散から、経路全体の平均旅行時間と標準偏差を求め、BIを算定する方法を用いている。

(3) 信頼性指標を用いた整備優先順位の試算

本稿では、東海地域を走行するトラックデータを用いて、道路の優先順位を考える上で、主要都市間における道路の信頼性を考慮しない場合と考慮した場合の2つのケースについて、試算を試みた。具体的な手順は図6に示す。

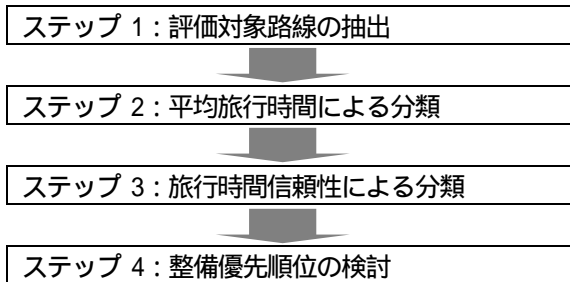


図6 整備優先順位試算のフロー

ステップ 1: 評価対象経路の抽出

トラックの走行エリアを元に60D上下12経路を抽出した。経路の抽出にあたっては、トラックの走行回数を地図上にプロットし、走行回数を元に抽出を行っている。トラックデータの特徴でもある都市間を長距離走行している経路、かつ高速道路や直轄国道を中心に高規格道路を走行している経路を選択した。図7に評価対象経路、表2に各経路の走行道路と経路距離を示す。



図7 評価対象経路

ステップ 2: 平均旅行時間による分類

ステップ1で設定した12経路において、平均旅行時間を算定し、12経路の平均値となる77.1秒/kmを閾値として、走行パフォーマンスが高い路線、低い路線に分類を行った。分類の結果を図8に示す。

表2 各経路の走行道路と経路距離

経路	主な走行道路	経路距離
・	国道19号	180km
・	国道153号	220km
・	東名高速	170km
・	国道1号	160km
・	国道23号・国道165号	100km
・	東名阪国道・国道163号	100km

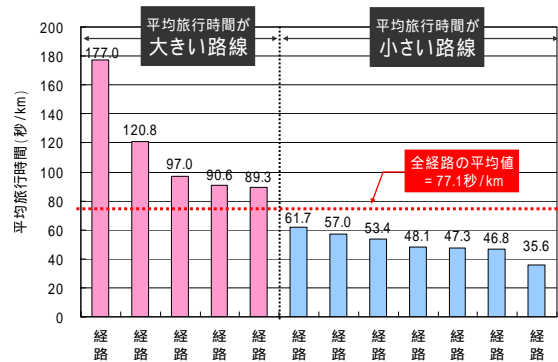


図8 各経路の平均旅行時間

平均旅行時間が長い路線は、国道153号、国道19号、国道1号東京方面であり、特に177.0秒/kmと極めて大きい経路は、長野県伊那市から名古屋へと至る山道を走行する経路である。平均所要時間が短い路線は、東名高速を走行する経路、東名阪道・国道163号を走行する経路である。

ステップ 3: 信頼性による分類

各経路におけるBIを算定し、12経路の平均値となる0.044を閾値として、変動が大きい路線、小さい路線に分類を行った。分類の結果を図9に示す。

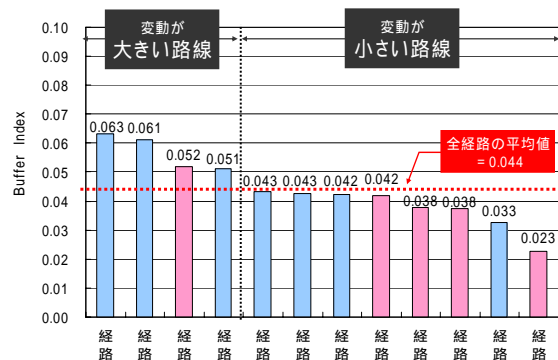


図9 各経路の信頼性指標

変動が大きい経路は、国道23号・国道165号、東名阪国道・国道163号名古屋方面、国道1号東京方面、逆に変動が小さい経路は国道153号、国道1号名古屋方面、国道19号名古屋方面である。ここで、東名高速を走行する経路の変動は上下ともに12経路の平均とほぼ等しい。

ステップ 4：整備優先順位の検討

ステップ1で算定した平均旅行時間の平均77.1秒/kmとステップ2で算定したBIの平均0.044を閾値として、4つのグループに分類される。

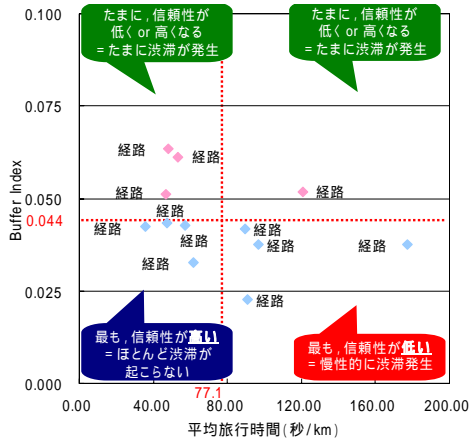


図10 各経路の平均旅行速度と信頼性指標の散布図

経路 . . . が属する最も信頼性が低いグループは、平均旅行時間が大きく、BI の値が小さいために、慢性的に渋滞が発生する。すなわち、整備優先順位が上位に位置づけられる。経路 . . . が属する最も信頼性が高いグループは、平均旅行時間が小さく、BI の値が小さいために、ほとんど渋滞が起こらないといえる。すなわち、現況で道路信頼性が高い道路と位置づけられる。また、経路 . . . が属する、たまに信頼性が低く、高くなるグループは平均旅行時間には経路により、差があるものの、BI の値が閾値の 0.044 よりも大きいために、所要時間のばらつきが大きく、たまに渋滞が発生することが考えられる。

各グループの特徴を踏まえ、図 11 に整備優先順位の算定結果を示した。ここで、左側は平均旅行時間のみでランキングした結果、右側は平均旅行時間に信頼性を加えてランキングした結果である。平均旅行時間のみでランキングした場合には順位が 3 位であった経路の国道 153 号は平均旅行時間に BI を加味した順位では 2 位となり、国道 153 号（経路 . . .）はこの結果 1 位・2 位となり整備優先順位が高い経路である。逆に有料道路を走行する東名高速や国道 1 号（浜名 BP）は平均旅行時間に BI を加味した評価結果では、整備優先順位が下がっている。とくに東名高速（経路 . . .）、東名阪国道・国道 163 号（経路 . . .）の優先順位は低く、信頼性の高い道路であるといえる。今回はあくまでケーススタディではあるが、このように信頼性という新しい考え方を導入することで、整備優先順位が変化することが確認できた。今後の路線評価に信頼性の考え方をどのように組み入れていくかという議論はあるが、旅行時間の信頼性を加味した評価に移行していく意義は、高いものと考えられる。

順位	平均旅行時間による評価結果		信頼性を考慮した評価結果	
	平均旅行時間	経路	平均旅行時間 + Buffer Index	主な走行経路
1	経路	経路	経路	国道153号
2	経路	経路	経路	国道153号
3	経路	経路	経路	国道19号
4	経路	経路	経路	国道19号
5	経路	経路	経路	国道1号(浜名BP)
6	経路	経路	経路	国道23号・165号
7	経路	経路	経路	国道23号・165号
8	経路	経路	経路	東名阪国道・国道163号
9	経路	経路	経路	国道1号(浜名BP)
10	経路	経路	経路	東名高速
11	経路	経路	経路	東名阪国道・国道163号
12	経路	経路	経路	東名高速

図 11 信頼性を考慮した整備優先順位

4. おわりに

本稿では、米国における道路の信頼性算定方法に関するレビューを行うとともに、米国と同様の方法を用いて名古屋地域の幹線道路を対象として、道路の信頼性指標の算定を試みた。

ただし、実務に普及していく上での課題がいくつか存在する。長距離走行するトラックより取得されたデータを用いる場合において、主要拠点間といった比較的距離が長い区間を対象に評価をする場合には、経路の起点から終点までを連続して走行している車両はわずかである。経路の設定や望ましい区間長に関する実務的な研究が課題である。

また、指標化のベースとなるプローブデータを用いた区間別時刻別あるいは時間帯別の旅行時間の算定においては、必ずしも全ての区間や全ての時間帯においてデータが存在するとは限らず、旅行時間データに欠損値が存在する場合の補充方法が課題である。

さらには、信頼性を向上するための対策を検討していく上では、信頼性低下の要因に関するデータ（例えば、渋滞、事故、工事、気象条件等）が必要であり、これら事象データとプローブデータとの融合が課題である。

注1) 95%タイル値が設定された背景として、1ヶ月の標準的な通勤日数を20日とし、平日通勤時の1回は起こりうる状況がどの程度となるかということから設定したとされている。

参考文献

- 1) 上杉友一, 井料隆雅, 小根山裕之, 堀口良太, 桑原雅夫: 断片的なプローブ軌跡の接合による区間旅行時間の期待値と分散の推定, 土木計画学研究・論文集 vol.20, pp.923-929, 2003
- 2) FHWA: Traffic Congestion and Reliability Final report –Trend and Advanced Strategies for Congestion Mitigation, 2005.9
- 3) FHWA: Monitoring Urban Freeways in 2003 – Current Conditions and Trends from Archived Operations Data-, 2004.12