

プローブデータを用いた一般幹線道路における 旅行時間信頼性指標の算定方法 ～交通調査基本区間単位の標準偏差を統合～

関谷 浩孝¹・上坂 克巳²・諸田 恵士³

¹正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所 道路研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地)
E-mail: sekiya-h92tb@nilim.go.jp

²正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所 道路研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地)
E-mail: uesaka-k92d8@nilim.go.jp

³非会員 国土交通省国土技術政策総合研究所 道路研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地)
E-mail: morota-k92ta@nilim.go.jp

一般幹線道路における旅行時間信頼性指標をプローブデータから簡易に算定する方法を構築することを目的とし、これに必要な分析を行った。算定方法では、実務で容易に指標を算定できるよう、区間間の相互距離と旅行時間の相関係数との標準的な関係を表す式を用いる等の工夫を凝らした。また、標準偏差の算定値と真値との比較を行った結果、構築した算定方法を用いることで、OD間の旅行時間信頼性指標をある程度の精度で算定することが可能であることを示した。

Key Words : travel time reliability, travel time variability, probe data, road traffic

1. はじめに

道路交通のサービスレベルを適切に評価し、それを道路利用者に提供することは、道路管理者の重要な役割である。この認識のもと、道路時刻表¹⁾等により、一般国道上の平均的な旅行時間についての情報提供が行われてきた(1984年から2007年まで)。これは、平日の非混雑時における実測値に基づき、主要な交差点間の旅行時間を整理したものである。

近年、情報通信技術の進展、カーナビゲーションの普及により、日々の旅行時間データを大量かつ安価に取得できるようになった。このデータを活用することにより、従来の平均的な旅行時間だけでなく、旅行時間の変動についても算定することが可能である。しかし、データの取得状況を見ると、区間や時間帯によっては、十分な精度をもって変動を算定できるほどのデータを取得できていない。

そこで本研究では、限られたデータを用いて、旅行時間信頼性指標を簡易に算定する方法を検討した。特に、実務で容易に指標を算定できるよう、区間間の相互距離と旅行時間の相関係数との標準的な関係を表す式を構築し、これを用いて任意のOD間の旅行時間信頼性指標を算定する方法を構築した。本稿では、算定方法の内容及

び精度検証結果を報告し、算定方法を用いた成果の活用事例を紹介する。

2. 任意区間での指標算出の考え方

まず、プローブデータから一般幹線道路上の任意のOD間の時間信頼性指標を算定する方法について、「(1)豊富な旅行時間データを用いた算定方法」と「(2)旅行時間データを十分に確保できない場合の算定方法」の考え方を整理し、本研究の方向性を示す。なお、ここでのプローブデータは、カーナビ等での情報提供の目的で民間会社が一般道路利用者から収集した旅行時間データ(平成21年4月1日から平成23年11月30日の平日656日)を用いた。

(1) 豊富な旅行時間データを用いた算定方法

豊富なデータを確保できている場合、任意のOD間の旅行時間信頼性指標は、次の方法により算定することが望ましい。

- ① デジタル道路地図(DRM)区間²⁾³⁾⁴⁾単位で整理されているプローブ旅行時間データから、交通調査基本区間⁵⁾⁶⁾単位の旅行時間データを算定(補注参

照)。

- ② ①の旅行時間データを交通調査基本区間単位、15分時間帯で整理し、図-1に示す旅行時間データ表を作成。
- ③ ②の旅行時間データ表から、対象時間帯(例えば8:00-8:15等)における任意のOD間(例えば国道16号交差点-国道354号交差点間)の日々の旅行時間データをタイムスライスで作成(図-1の□)。
- ④ ③の旅行時間データを対象期間(例えば1ヶ月間、3ヶ月間、1年間等)で集計し、90%マイル旅行時間やBII等の旅行時間信頼性指標を算定。

ところが、現状では図-1の旅行時間データ表を作成できるほどデータは取得できていない。図-2に実際のデータ取得状況を示す(国道6号下り、平成23年10月3日)。図の“○”は、各交通調査基本区間において「15分帯」に1台以上の旅行時間データが観測されたことを表す。これを「1時間帯」に集約すると図-3のとおりとなる。1時間帯で見ても、データ取得できていない区間・時間帯が多数あることがわかる。



○ プローブ旅行時間データあり

	16号 交差点	356号 交差点	294号 交差点	6号BP 交差点	408号 交差点	354号 交差点
5時台	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24
6時台	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24
7時台	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24
8時台	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24
9時台	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24
10時台	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24
11時台	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24
12時台	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24
13時台	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24
14時台	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24
15時台	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24
16時台	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24
17時台	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24
18時台	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24
19時台	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24
20時台	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24

国道6号下り 平成23年10月3日 (月)
図-2 データ取得状況 (15分帯)

○ 旅行時間データあり
× なし

	16号 交差点	356号 交差点	294号 交差点	6号BP 交差点	408号 交差点	354号 交差点
5時台	○	○	○	○	○	○
6時台	×	×	×	×	×	×
7時台	×	×	×	×	×	×
8時台	○	○	○	○	○	○
9時台	○	○	○	○	○	○
10時台	○	○	○	○	○	○
11時台	○	○	○	○	○	○
12時台	○	○	○	○	○	○
13時台	×	×	×	×	×	×
14時台	×	×	×	×	×	×
15時台	×	×	×	×	×	×
16時台	○	○	○	○	○	○
17時台	○	○	○	○	○	○
18時台	×	×	×	×	×	×
19時台	○	○	○	○	○	○
20時台	×	×	×	×	×	×

国道6号下り 平成23年10月3日 (月)
図-3 データ取得状況 (1時間帯)

○ プローブ旅行時間データあり

	16号 交差点	356号 交差点	294号 交差点	6号BP 交差点	408号 交差点	354号 交差点
4月2日	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24
4月3日	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24
4月4日	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24
4月4日	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24
5時台	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24
6時台	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24
7時台	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24
8時台	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24

図-1 国道6号及び旅行時間データ表

(2) 旅行時間データを十分に確保できない場合の算定方法

このため本研究では、十分な量の旅行時間データを確保することができない場合において、任意のOD間の旅行時間信頼性指標を算定する方法を検討した。これを次のa)及びb)に示す。

a) 欠測データを推計して旅行時間データ表を作成する方法

- ・図-2の空欄、つまりデータを取得できなかったセル（交通調査基本区間単位、15分帯）について、前後の時間帯や隣接する交通調査基本区間から旅行時間を推計し、図-1の旅行時間データ表を作成。
- ・これを用いて、前節(1)で示した「豊富な旅行時間データを用いた算定方法」により、任意のOD間の旅行時間信頼性指標を算定。

b) 交通調査基本区間単位の標準偏差を統合する方法

- ・図-4に示すように、対象時間帯（例えば7時台等）について、日々の旅行時間データ表を作成。
- ・交通調査基本区間単位で、集計期間（例えば1年間）における旅行時間の平均及び標準偏差を算定。
- ・上記の平均及び標準偏差を統合し、任意のOD間（例えば、16号交差点-294号交差点間）の平均及び標準偏差を算定。

交通調査基本区間	16号交差点 ~ 294号交差点										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
H21.04.01 7時台	○	×	○	○	×	○	○	○	○	○	○
H21.04.02 7時台	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○
H21.04.03 7時台	○	○	○	×	×	○	○	○	○	○	×
...
H23.10.03 7時台	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
...
H23.11.28 7時台	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	×
H23.11.29 7時台	○	○	○	○	×	×	○	×	○	○	○
H23.11.30 7時台	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○
データ取得日数	418	152	486	567	564	563	615	617	586	594	513
取得割合(%) 対656日	64	23	74	86	86	86	94	94	89	91	78
平均旅行時間(分)	1.5	1.5	0.8	0.7	4.4	3.1	1.0	1.0	1.8	1.1	4.4
標準偏差(分)	0.6	0.9	0.3	0.3	2.9	1.1	0.7	0.6	0.6	0.4	1.1

○ データあり
× データなし

交通調査基本区間単位で算定した標準偏差を統合

図-4 算定イメージ

a)の「欠測データを推計して旅行時間データ表を作成する方法」では、空欄のセルの前後の時間帯や前後の区間においてある程度データが取得できている必要がある。しかし、図-2及び図-3に示すとおり現状では十分なデータが取得できていない。このため、まずb)の「交通調査基本区間単位の標準偏差を統合する方法」方法による旅行時間信頼性指標の算定方法を構築することを目的に本研究を行った。今後、データの取得状況に応じてa)の方

法について研究を行う予定である。

3. 旅行時間信頼性指標の算定方法

ここでは、前章(2)b)についての具体的な算定方法を示す。また、算定した旅行時間信頼性指標の精度検証を行い、算定方法の有効性を示す。

(1) 交通調査基本区間単位に算定した標準偏差の統合

複数の交通調査基本区間における旅行時間の標準偏差あるいは分散を統合する際、単純な加法性 ($\sigma^2(X+Y) = \sigma^2(X) + \sigma^2(Y)$) は成立しない。なぜなら、ある区間Xにおける混雑の状況が、隣接する他の区間Yにも影響を及ぼすことが想定されるためである。この場合、X+Yの変動は、XとY単独の変動に加え、XとYの相互の関連による変動（共分散）を考慮する必要がある⁷⁾。本研究では、式-1に示す「共分散を考慮した統合方法」を用いた。式-1の第2項が交通調査基本区間相互の旅行時間の共分散を表す。

$$\sigma_{Path}^2 = \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \sigma_i \sigma_j \rho_{ij} \quad (1)$$

- σ_{Path} OD間（区間1～区間n）の標準偏差
- σ_i 区間iの旅行時間の標準偏差
- ρ_{ij} 区間iと区間jの旅行時間の相関係数

実務で式-1を用いて旅行時間信頼性指標を算定しようとすると、次の2つの課題がある。1つは、サンプル数の問題である。図-5に示すように、式-1における相関係数 ρ は、統合対象の交通調査基本区間において同一の時間帯に取得された旅行時間データを用いて算定する必要がある。現状のデータ取得状況を考慮すると、これに必要な十分なサンプル数（旅行時間データのペア）が得られないことが懸念される。

交通調査基本区間	1	2
H21.04.01 7時台	○	×
H21.04.02 7時台	×	○
H21.04.03 7時台	○	○
...
H23.11.30 7時台	×	○

図-5 算定イメージ

2つめの課題は計算量である。算定対象のOD間に含まれる交通調査基本区間の数が増えると計算量が大きくなる。例えば、国道6号の「16号交差点-294号交差点間(9.8km)」は10の交通調査基本区間で構成されており、ここでは45通りの相関係数を算定しなければならない(45=10×(10-1)/2)(図-6)。これを「16号交差点-日立市293号交差点間(99.7km)」で算定しようとする3003通りの相関係数を算定する必要がある(3003=78×(78-1)/2)。こういった計算を実務で行うことは現実的でない。

そこで、この相関係数を簡易的に算定する方法を検討した。図-7に示すように、区間の相互距離*d*が大きくなると相関が小さくなるのが想定される。このため、図-8に示すように交通調査基本区間の相互距離*d*と旅行時間の相関係数*ρ*の標準的な関係を表す式を事前に構築しておき、これと式-1を用いて任意のOD間の標準偏差を算定することとした。

	16号 交差点			356号 交差点				294号 交差点		
交通調査 基本区間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		ρ	ρ	ρ	ρ	ρ	ρ	ρ	ρ	ρ
2			ρ	ρ	ρ	ρ	ρ	ρ	ρ	ρ
3				ρ	ρ	ρ	ρ	ρ	ρ	ρ
4					ρ	ρ	ρ	ρ	ρ	ρ
5						ρ	ρ	ρ	ρ	ρ
6							ρ	ρ	ρ	ρ
7								ρ	ρ	ρ
8									ρ	ρ
9										ρ

図-6 算定イメージ

交通調査基本区間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d_i 区間長 (km)	1.1	0.9	0.3	0.4	3.1	1.8	0.8	0.5	0.7	0.3
平均旅行時間 (分)	1.5	1.5	0.8	0.7	4.4	3.1	1.0	1.0	1.8	1.1
σ_i : 標準偏差 (分)	0.6	0.9	0.3	0.3	2.9	1.1	0.7	0.6	0.6	0.4

相関係数: $\rho_{1,2} > \rho_{2,10}$
 相互距離: $d_{1,2} < d_{2,10}$

図-7 相互距離*d*と相関係数*ρ*の関係

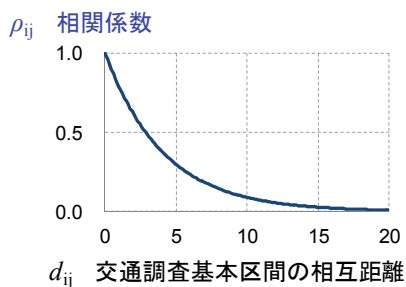


図-8 相互距離*d*と相関係数*ρ*の関係

(2) 相互距離*d*と相関係数*ρ*との関係式の推計

推計には、データ取得状況のよい図-9に示す区間(国道4号上り)における旅行時間データを用いた。この区間では、データ収集対象の656日の55%にあたる362日間において区間1から区間6までの連続した旅行時間データが7時台及び8時台ともに取得できている。

交通調査基本区間の相互距離*d*と旅行時間の相関係数*ρ*をプロットしたものを図-10に示す。ここでは、6つの交通調査基本区間の組合せ(15通り=6×(6-1)/2)についての値がプロットされている。相互距離*d_{ij}*は、式-2で示すように区間*i*と区間*j*の中心間の距離とした。想定どおり、相互距離*d*が増加すると相関係数*ρ*は小さくなっている。

$$d_{ij} = (d_i + d_j)/2 + \sum_{k=i+1}^{j-1} d_k \quad (2)$$

d_{ij} 区間*i*と区間*j*の相互距離
 d_i 区間*i*の延長

理論上、相互距離*d*=0で相関係数*ρ*=1.0、相互距離*d*=∞で相関係数*ρ*=0となる。そこで、 $\rho = e^{-ad}$ の式形を設定し、*a*を推計した。この結果*a*=0.243となった(式-3)。決定係数は0.61で、ある程度の精度で関係式を推計できている。

$$\rho_{ij} = e^{-0.243d_{ij}} \quad (3)$$

ρ_{ij} 区間*i*と区間*j*の旅行時間の相関係数
 d_{ij} 区間*i*と区間*j*の相互距離



図-9 関係式の推計に用いたデータ(国道4号上り)

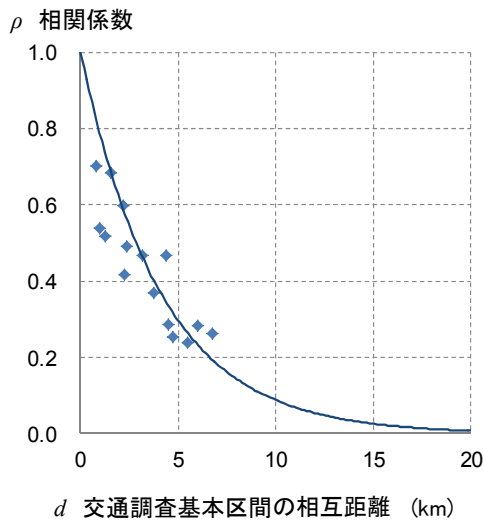


図-10 相互距離 d と相関係数 ρ との関係式の推計

(3) 精度検証

OD間の標準偏差について、式-1、式-2及び式-3を用いて算定した値（●共分散考慮）と真値を比較した。また比較のため、共分散を考慮せずに各区間の標準偏差を統合する方法（式-4）でも同様の算定及び比較を行った（◆共分散考慮なし）。

$$\sigma_{\text{Path}}^2 = \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 \quad (4)$$

σ_{Path} OD間（区間1～区間n）の標準偏差
 σ_i 区間iの旅行時間の標準偏差

ここでは、図-11に示すとおり、区間1から区間6の全てでデータ取得できていた362日（図-11のOKの行）の旅行時間データを単純総和で算定し、この標準偏差を真値とした。

旅行時間(分) 7時台

交通調査基本区間	1	2	3	4	5	6	計 1~6
H21.04.01	○	○	○	○	○	○	OK
H21.04.02	○	○	○	○	×	○	-
H21.04.03	○	○	○	○	○	○	OK
H21.04.06	○	○	×	×	×	○	-
H21.04.07	○	○	○	○	×	○	-
H21.04.08	○	○	○	○	○	○	OK
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
H23.11.30	○	○	×	×	×	○	-
標準偏差	σ_1	σ_2	σ_3	σ_4	σ_5	σ_6	σ_{path}

○ データあり
 × データなし
 OK 全区間でデータあり

推計値: σ_{path} (括弧で囲まれた部分)
 真値: σ_{path} (右側の列)

図-11 精度検証のイメージ

a) 同一路線での検証

まず、図-9に示す6つの区間をつないだ連結区間（例えば「区間1+区間2」, 「区間2+区間3+区間4」等の15通り）を作成した。この連結区間の起終点間における旅行時間の標準偏差 σ_{Path} について、図-11の方法により推計値と真値を算定した。これを図-12に示す。●共分散考慮、◆共分散考慮なしそれぞれで、15×2つの時間帯（7時台及び8時台）の30の値がプロットされている。また、一次回帰式の算定結果を表-1に示す。

式-1、式-2及び式-3を用いて算定した値（●共分散考慮）は、45度線にほぼ一致しており、真値との差が小さい。これに対し、式-4を用いて算定した値（◆共分散考慮なし）は45度線から大きくはずれていた。平均二乗誤差（RMSE）を見ても、●共分散考慮（0.23）は◆共分散考慮なし（1.24）より小さい。これらから、本研究で提案する算定方法（式-1、式-2及び式-3）により、任意のOD間の標準偏差を算定することが可能であることを示した。

ただし、これは、式-3の推計に用いた図-9の区間1から区間6までの旅行時間データを用いた結果である。このため、次項b)において、他の路線における旅行時間データを用いて同様の分析を行い、算定方法の汎用性を確認する。

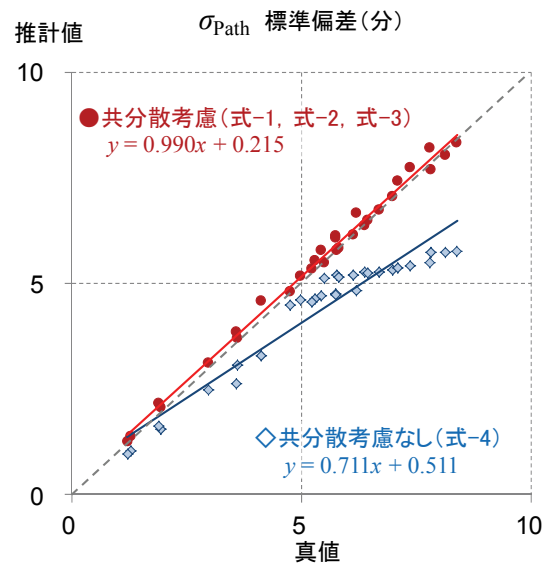


図-12 真値と推計値の比較

表-1 標準偏差の推計値と真値の一次回帰

	切片	傾き	R ²	RMSE
●共分散考慮 式-1, 式-2, 式-3	0.215	0.990	0.99	0.23
◆共分散考慮なし 式-4	0.511	0.711	0.93	1.24

b) 他の路線での検証

取得データ数の観点から、図-13及び表-2に示す20のODを選定した。各ODは、表-2に示す複数の交通調査基本区間で構成されている。

各ODの起終点間における旅行時間の標準偏差の σ_{Path} について、図-11の方法により推計値と真値を算定した。結果を図-14に示す。●共分散考慮、◆共分散考慮なしそれぞれで、20×2つの時間帯（7時台及び8時台）の40の値がプロットされている。

一次回帰式を算定すると表-3のとおりとなった。◆共分散考慮なしでは、傾きは0.436で、標準偏差が大きい区間で推計値と真値の誤差が大きくなる。一方、●共分散考慮では、推計値は真値より2.21分大きく推計されているものの、傾きは0.933で45度線に近い。また、平均二乗誤差（RMSE）についても、●共分散考慮（2.07）は◆共分散考慮なし（2.47）より小さい。

以上から、本研究で提案する方法（式-1、式-2及び式-3）を用いることにより、OD間の旅行時間の標準偏差をある程度の精度で算定することが可能であることを示した。

表-2 検証対象の20のOD

OD	路線	延長 km	交通調査 基本区間数	データ数	
				7時台	8時台
1	1号	17.8	15	255	266
2	4号	12.0	8	362	362
3	〃	16.4	14	279	158
4	〃	9.6	7	304	162
5	〃	8.9	8	199	160
6	6号	14.6	15	106	73
7	〃	10.9	7	71	39
8	14号	9.1	15	70	57
9	16号	10.7	14	281	207
10	〃	10.5	12	139	82
11	〃	20.0	14	391	169
12	〃	9.9	10	80	72
13	〃	10.4	13	273	200
14	〃	11.9	7	409	233
15	〃	12.1	5	442	213
16	〃	12.8	9	305	212
17	17号	18.8	20	259	215
18	20号	17.0	25	265	208
19	246号	9.9	19	99	135
20	〃	15.6	16	138	147

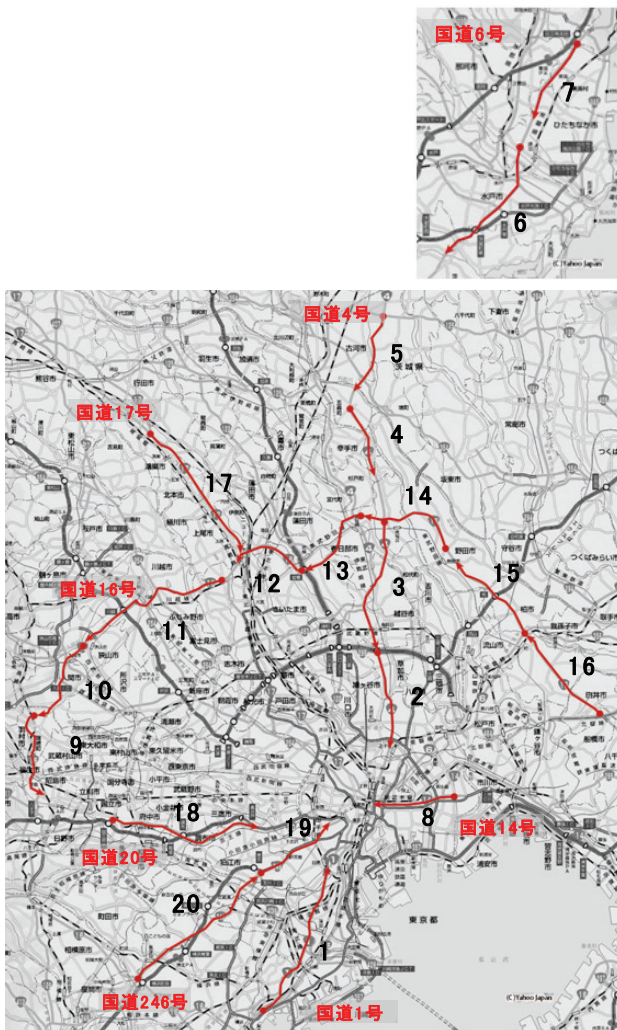


図-13 検証対象の20のOD

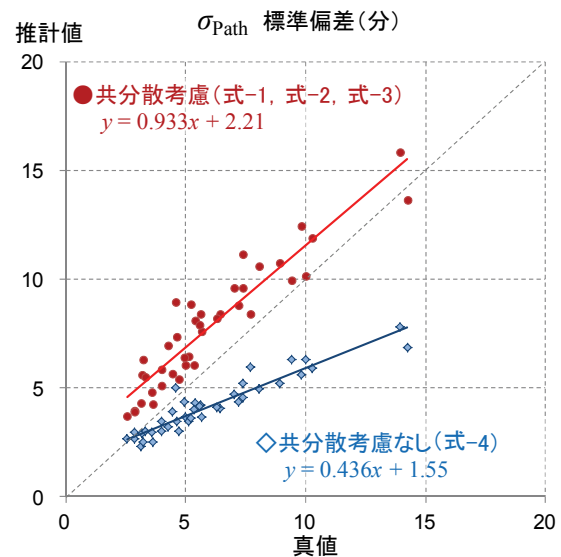


図-14 標準偏差の推計値と真値の比較

表-3 標準偏差の推計値と真値の一次回帰

	切片	傾き	R ²	RMSE
● 共分散考慮 式-1, 式-2, 式-3	2.21	0.933	0.87	2.07
◆ 共分散考慮なし 式-4	1.55	0.436	0.88	2.47

4. 一般幹線道路上の旅行時間信頼性指標の試算

本研究で提案する方法(式-1, 式-2及び式-3)を用い、次の区間における旅行時間信頼性指標を算定した。

- ・国道6号 国道16号交差点-293号交差点 (図-1)
- ・国道16号 国道20号交差点-岩槻IC間 (図-15)

旅行時間信頼性指標には「90%タイル旅行時間」及び「Buffer time index (BTI: (90%タイル旅行時間-平均旅行時間) / 平均旅行時間)」を用いた。なお、90%タイル旅行時間は、標準偏差から算定している(平均値+標準偏差×1.645)。以下に試算結果を整理し、本研究の成果の活用事例を示す。

(任意の00間における旅行時間信頼性の把握)

国道6号下り7時台における主要交差点間の旅行時間信頼性指標を整理すると表-4のようになる。これを見ると、16号交差点を7時台に出発して408号交差点まで移動する際には、平均で47分かかり、10日に一度は60分かかかる日が発生することがわかる(90%タイル値=60分)。

また、都心寄りの国道16号交差点-国道294号間でBTIが大きい(表-4中0.45, 0.46, 0.52)。つまり、これらの区間では旅行時間の変動が大きく、旅行時間信頼性が低いことがわかる。

(異なる時間帯における旅行時間信頼性の比較)

国道6号上りにおける90%タイル旅行時間及びBTIについて、日立市国道293号交差点を「ピーク時(7時台)」に出発した場合と「オフピーク時(10時台)」に出発した場合の値を比較した。これを図-16及び図-17に示す。横軸は、日立市国道293号交差点からの距離である。●ピーク時は◆オフピーク時より90%タイル旅行時間が大きく、かつBTIが小さい(変動が小さい)。つまり、●ピーク時の旅行時間は高め安定で、慢性的に混雑していることがわかる。



図-15 旅行時間信頼性指標算定の対象区間

表-4 旅行時間(分)の算定結果例(国道6号下り7時台)

BTI: 0.3未満 0.4~0.5 0.5超

発地	着地							
	356号交差点	294号交差点	6号BP交差点	408号交差点	354号交差点	355号交差点	51号交差点	293号交差点
起点から距離 km	2.7	9.8	17.0	23.7	31.7	49.1	79.0	99.7
16号交差点	4	17	30	47	63	96	143	177
90%T値	6	24	39	60	78	116	167	205
BTI	0.46	0.45	0.32	0.27	0.24	0.22	0.17	0.16
356号交差点	12	26	43	59	91	139	173	
90%T値	19	34	55	74	111	163	200	
BTI	0.52	0.34	0.28	0.24	0.22	0.17	0.16	
294号交差点	13	31	47	81	131	165		
90%T値	17	40	59	100	154	192		
BTI	0.31	0.29	0.26	0.23	0.18	0.16		
6号BP交差点	17	34	68	119	153			
90%T値	24	44	85	141	179			
BTI	0.39	0.31	0.25	0.18	0.17			
408号交差点	16	52	103	139				
90%T値	22	67	123	162				
BTI	0.37	0.28	0.19	0.17				
354号交差点	36	87	125					
90%T値	48	105	147					
BTI	0.34	0.20	0.17					
355号交差点	52	94						
90%T値	64	112						
BTI	0.23	0.20						
51号交差点	45							
90%T値	60							
BTI	0.33							

90%タイル旅行時間

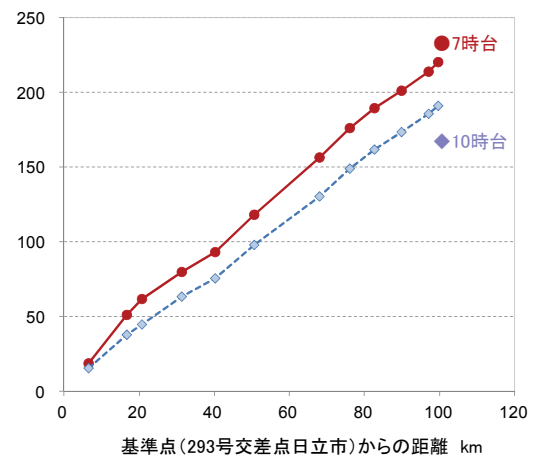


図-16 90%タイル旅行時間 7時台-10時台(国道6号上り)

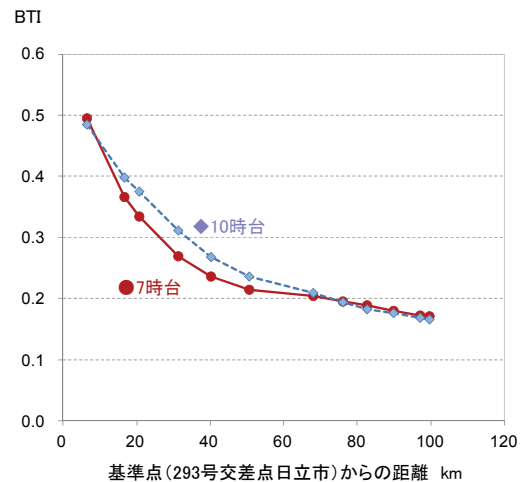


図-17 BTI 7時台-10時台(国道6号上り)

(異なる路線における旅行時間信頼性の比較)

国道6号と国道16号についても同様の比較を行った。

図-18及び図-19は、両路線上りの7時台における90%タイム旅行時間及びBTIを示す。△国道16号は、●国道6号より90%タイム旅行時間が大きくBTIが小さい。このことから、△国道16号は慢性的な混雑の度合いが大きいことがわかる。

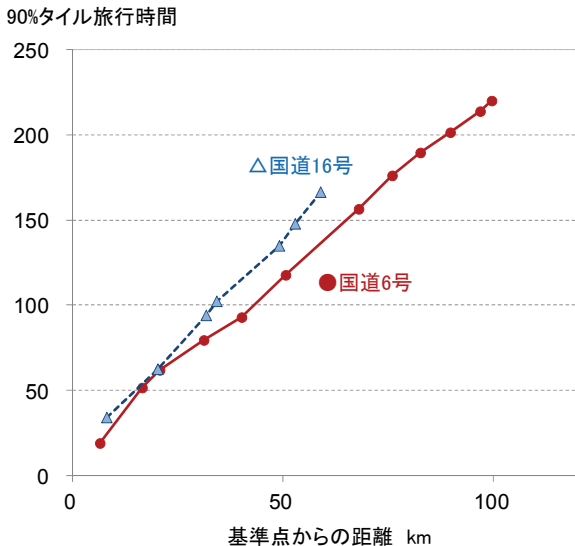


図-18 90%タイム旅行時間 国道6号—国道16号 (上り7時台)

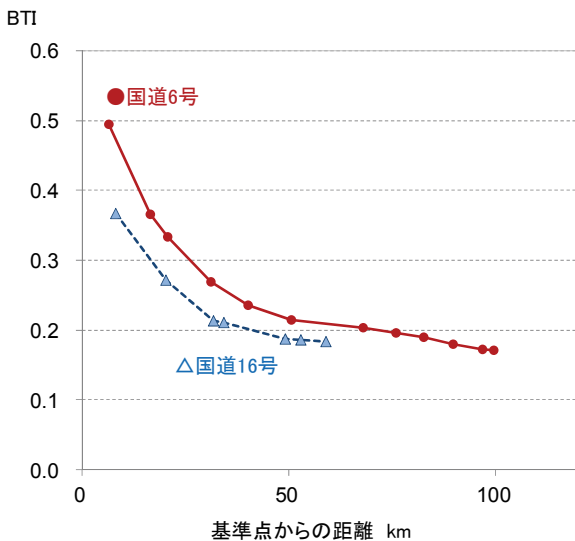


図-19 BTI 国道6号—国道16号 (上り7時台)

5. まとめ

本研究では、旅行時間データが十分に取得できない場合においても、一般幹線道路における旅行時間信頼性指標を算定する方法を示した。特に、実務で容易に指標を算定できるよう、交通調査基本区間の相互距離と旅行時

間の相関係数との標準的な関係を表す式を構築し、これを用いて任意のOD間の旅行時間信頼性指標を算定することが可能となっている。

以下に本研究で得られた知見と今後の課題を示す。

(1) 得られた知見

a) 算定方法

交通調査基本区間単位で算定した標準偏差を、区間相互の共分散を考慮して統合する方法を示し、共分散を考慮せずに統合する場合に比べて真値との差が小さくなることを確認した。これにより、本研究で提案する算定方法を用いることで、OD間の旅行時間信頼性指標をある程度の精度で算定することが可能であることを示した。

b) 算定方法を用いた成果の活用事例

上記方法を用いて旅行時間信頼性指標の試算を行った。これにより、本研究で提案する算定方法は、任意のOD間における旅行時間信頼性指標 (90%タイム値及びBTI) の把握に活用できることを示した。また、異なる時間帯 (ピーク時—オフピーク時) や異なる路線間 (国道6号—国道16号) における旅行時間信頼性指標の比較にも活用できることを示した。

(2) 今後の課題

a) 複数の交通調査基本区間単位の標準偏差を統合する式の適用範囲

第3章(3)では、本研究で提案する方法 (式-1, 式-2 及び式-3) により、任意のOD間の旅行時間信頼性指標をある程度の精度で算定することが可能であることを示した。しかし、ここでは20km以下の旅行時間データのみを用いて精度検証を行っている。つまり、表-4に示す長距離帯 (例えば16号交差点—293号交差点間の100km) における旅行時間信頼性指標の算定に本研究で提案した方法を適用することが可能であることを示す分析は行っていない。これは、20kmを超える連続したデータが取得できなかったためである。今後、長距離区間の旅行時間データを取得できるようになれば、本研究で提案する算定方法の適用範囲について検討を行いたい。

b) 旅行時間信頼性指標の範囲

表-4では、柏市16号交差点—日立市293号交差点間の100km程度となる長距離区間についても、90%タイム旅行時間 (205分) を示した。しかし、3時間を休憩なしで走行することはあまり一般的でない。このため、上記a)で述べた課題とは別に、道路利用者にとって有益な旅行時間信頼指標の算定距離帯について検討を行う必要がある。そして、この距離帯について指標の算定精度を向上させるよう、必要な検討を行いたい。

c) 交通調査基本区間の標準偏差の推計式の活用

今回算定した時間信頼性指標は、平成21年4月1日から

平成23年11月30日の平日656日を対象に算定した。つまり、表-4で示した90%マイル旅行時間は、この2年半の期間における変動を表す指標である。このため、データ取得状況のよくない交通調査基本区間でも、58日分の旅行時間データを確保することが可能であった。

ところが、橋本ら⁸⁾は「一か月単位（平日20日）の旅行時間信頼性指標を95%の信頼度で正しく算定するには、10日分の旅行時間データが必要になる」ことを示している。これは、一か月の平日20日の50%にあたる。現在、これだけのデータを取得できている交通調査基本区間は限られている。つまり、現状では一か月単位で旅行時間信頼性指標を算定することは難しい。

一方、諸田ら⁹⁾は平均旅行速度といった交通状況を表す指標だけでなく、車線数、信号密度といった道路構造状況を表す指標を説明変数とし、これらから交通調査区間単位の標準偏差を推計する式を構築している。今後、この推計式と本研究で提案する算定方法を用いて、一か月単位等の短い期間を推計対象とする場合や地方部等で十分なデータ数が確保できない場合においても指標の算定を可能にする方法を検討したい。

d) 欠測データを推計する方法

今回は、第2章(2)で示したb)の「交通調査基本区間単位の標準偏差を統合する方法」を構築することを目的とした研究を行った。平成24年度には、第2章(2)a)の「欠測データを推計して旅行時間データ表を作成する方法」について検討を行う予定である。今後、算定値の精度や実務での手間を考慮し、データの取得状況に応じてa)とb)のどちらの方法を用いることが望ましいかについての知見を得ることができるよう、必要な研究を行っていきたい。

補注

(交通調査基本区間単位の旅行時間データの作成方法)

プローブデータは、DRM区間単位の旅行時間として整理されている。本研究では、図-20に示す方法によりDRM区間単位の旅行時間データから交通調査基本区間単位の旅行時間データを作成した。

- ・交通調査基本区間内でデータ取得できている延長の割合をDRM区間長ベースで算定。
- ・この割合が90%以上の場合のみ採用。つまり、デ

ータ取得延長割合が90%未満の場合、欠測扱いとした。

- ・採用する場合は、取得したDRM区間の旅行時間を取得延長割合により引き延ばすことより、交通調査基本区間の旅行時間を算定。

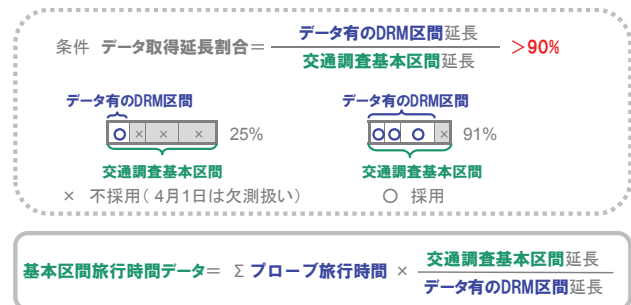


図-20 交通調査基本区間単位の旅行時間データ作成方法

参考文献

- 1) 道路時刻研究会：道路時刻表 2007年～2008年版，道路整備促進期成同盟会全国協議会，2007。
- 2) 財団法人日本デジタル道路地図協会：全国デジタル道路地図データベース標準，第3.8版，2008。
- 3) 財団法人日本デジタル道路地図協会ホームページ，<http://www.drm.jp/database/structure.html>
- 4) 上坂克巳，門間俊幸，橋本浩良，松本俊輔，大脇鉄也：道路交通調査の新たな展開，土木計画学研究・論文集 Vol.43，2011。
- 5) 松本俊輔，上坂克巳，大脇鉄也，古川誠：各種交通データの効率的活用のための幹線道路網のリンク表現に関する検討，土木計画学研究・論文集 Vol.41，2010。
- 6) 松本俊輔，大脇鉄也，古川誠，上坂克巳：全国の幹線道路を対象とした交通調査の基本となる区間の導入，土木計画学研究・論文集 Vol.43，2011。
- 7) 東京大学教養学部統計学教室：統計学入門，pp.136-137，東京大学出版会，2005。
- 8) 橋本浩良，河野友彦，門間俊幸，上坂克巳：一般車プローブデータの集計対象期間と旅行速度の推計精度の関係分析，土木計画学研究・講演集，Vol.42，2010。
- 9) 諸田恵士，関谷浩孝，上坂克巳：旅行時間変動に影響を与える要因及び旅行時間信頼性指標の推計，土木計画学研究・講演集，Vol.45，2012。

(2012.5.7 受付)

METHODS TO ESTIMATE TRAVEL TIME RELIABILITY INDEX ON NATIONAL HIGHWAYS FROM PROBE CAR DATA

Hiroataka SEKIYA, Katsumi UESAKA and Keiji MOROTA