

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.660

December 2011

道路交通における旅行時間信頼性の 調査、分析及び評価方法に関する実用的研究

道路研究部 道路研究室

上坂克巳，関谷浩孝，橋本浩良，原田優子，
奥谷 正，吉岡伸也，野間真俊

Practical Research on Methods of Survey, Analysis
and Evaluation of Travel Time Reliability in Road Traffic

Traffic Engineering Division, NILIM, MLIT
Katsumi UESAKA,
Hiroataka SEKIYA,
Hiroyoshi HASHIMOTO,
Yuko HARADA,
Tadashi OKUTANI
Nobuya YOSHIOKA
Masatoshi NOMA

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

道路交通における旅行時間信頼性の 調査、分析及び評価方法に関する実用的研究

上坂克巳^{*}, 関谷浩孝^{**}, 橋本浩良^{***}, 原田優子^{****},
奥谷正^{*****}, 吉岡伸也^{*****}, 野間真俊^{*****}

Practical Research on Methods of Survey, Analysis and Evaluation of Travel Time Reliability in Road Traffic

Katsumi UESAKA, Hirotaka SEKIYA, Hiroyoshi HASHIMOTO, Yuko HARADA,
Tadashi OKUTANI, Nobuya YOSHIOKA, Masatoshi NOMA

概要

本研究は、道路交通のサービス水準として有望な旅行時間信頼性指標の実務での適用に向け、調査、分析及び評価方法に関する検討を行ったものである。

まず、旅行時間信頼性指標の算定に必要な各種の旅行時間調査方法について示すとともに、それらの比較検討を行った。特に自動ナンバープレート読み取り装置(AVI)データの利用に関しては、沿道への立ち寄り車両を除去するための手法を提案した。

次に、時間信頼性指標の分析・評価のケーススタディを行い、①並行する都市高速道路と一般道路との比較、②季節変動及び天候が与える影響、③空港アクセス道路における道路利用者の行動意識と時間価値、④山岳道路において交通容量変動の影響の検討を行った。

キーワード

旅行時間信頼性、旅行速度調査、道路交通のサービス水準、道路利用者の行動意識

Synopsis

Aiming to realize a practical application of the travel time reliability index, a promising index that measures the level of service of road traffic, our research studied methods of surveying, analyzing and evaluating the index.

We first presented various methods of travel time survey, which are necessary to calculate the travel time reliability index, and made a comparative study of those methods. With regards to using the data obtained by an automatic vehicle identification (AVI) system, we proposed a technique to remove vehicles that stopped over somewhere along the road.

Then, we conducted a case study on analyzing and evaluating the time reliability index and made various reviews including (1) a comparison between an urban express and a general road that run parallel to each other, (2) an evaluation of the impact of seasonal changes and the climate, (3) a review on the behavior, conscious actions and time value of road users in an airport access road, and (4) an evaluation of the impact of traffic volume changes on a mountain road.

Key Words

Travel time reliability, travel time survey, level of service of road traffic, conscious action of road users

*	道路研究室長	Head, Traffic Engineering Division, NILIM, MLIT
**	道路研究室主任研究官	Senior Researcher, Traffic Engineering Division, NILIM, MLIT
***	道路研究室研究官	Researcher, Traffic Engineering Division, NILIM, MLIT
****	前道路研究室研究官	Former Researcher, Traffic Engineering Division, NILIM, MLIT
*****	前道路研究室長	Former Head, Traffic Engineering Division, NILIM, MLIT
*****	前道路研究室交流研究員	Former Guest Researcher, Traffic Engineering Division, NILIM, MLIT

目次

1. はじめに.....	1
1.1. 研究の背景・目的.....	1
1.2. 旅行時間信頼性とは.....	1
1.3 旅行時間信頼性が対象とする変動とは.....	3
1.4. 旅行時間信頼性指標.....	3
1.4.1. 平均旅行時間、標準偏差.....	3
1.4.2. 95%（90%）タイル旅行時間（Planning Time）.....	3
1.4.3. Buffer Time, Buffer Time Index (BI)	3
1.4.4. 単位距離当たりの指標.....	4
2. 時間信頼性把握のための旅行時間調査方法の比較検討.....	5
2.1. 旅行時間の調査方法の分類.....	5
2.2. 旅行時間データの区間統合と時間信頼性指標の算出.....	7
2.2.1. 対象区間の分割の必要性.....	7
2.2.2. 旅行時間データの区間統合.....	7
2.2.3. 旅行時間データから算出される時間信頼性指標.....	9
2.3. 代表的な旅行時間調査方法及び各データの特徴.....	10
2.3.1. 旅行時間調査方法の概要.....	10
2.3.2. トラフィックカウンターデータの特徴と課題.....	12
2.3.3. VICS データの特徴と課題	17
2.3.4. AVI データの特徴と課題	28
2.3.5. バスロケデータの特徴と課題.....	34
2.4. 各調査方法による時間信頼性指標の算出結果の比較検討.....	49
2.4.1. 検討の概要と目的.....	49

2.4.2.	AVI データと VICS データの比較	50
2.4.3.	VICS データとトラカンデータの比較（一般国道）	53
2.4.4.	VICS データとトラカンデータの比較（首都高速道路）	60
2.4.5.	バスロケデータとトラカンデータの比較	65
2.5.	AVI データを用いた一般道路における時間信頼性指標の算出方法	76
2.5.1.	AVI 調査の課題	76
2.5.2.	AVI 調査による時間信頼性検討のケーススタディ	77
2.5.3.	まとめ	90
3.	時間信頼性の分析・評価のケーススタディ	91
3.1.	都市高速道路と一般道路における時間信頼性指標の比較分析	91
3.1.1.	はじめに	91
3.1.2.	調査の概要	92
3.1.3.	分析結果	94
3.1.4.	まとめ	108
3.2.	季節変動及び天候が時間信頼性評価に与える影響の分析	109
3.2.1.	はじめに	109
3.2.2.	調査分析の方法と分析結果	109
3.2.3.	まとめ	123
3.3.	空港アクセス道路における道路利用者の行動特性と時間信頼性価値の分析	125
3.3.1.	はじめに	125
3.3.2.	本節で用いる時間信頼性指標	125
3.3.3.	AVI を用いた所要時間変動の把握と時間信頼性指標の算出	126
3.3.4.	道路利用者の時間信頼性に対する意識と行動の分析	133
3.3.5.	考察	142
3.3.6.	まとめ	142

3. 4.	山岳道路における交通容量変動が時間信頼性に与える影響の分析	143
3. 4. 1.	はじめに.....	143
3. 4. 2.	AVI 調査による旅行時間データの取得	143
3. 4. 3.	時間信頼性の低下要因の抽出と影響の定量化.....	144
3. 4. 4.	時間信頼性向上策の検討とその効果の試算.....	150
3. 4. 5.	交通行動に関するアンケート調査.....	151
3. 4. 6.	まとめ.....	154
4.	まとめ.....	155

1. はじめに

1.1. 研究の背景・目的

旅行時間（信号での停止時間も含めた目的地までの移動時間）は、交通需要の変動や交通容量の変動に伴って日々変動している。このような変動は、道路利用者に予期せぬ遅刻などの不利益をもたらすこととなる。また、到着時刻に制約のある移動を行う際には、遅刻を回避するための余裕時間を移動時間に含めることにより、時間的な損失も発生する。旅行時間の不確実性を減らし、安定性の高い移動環境や交通サービスを提供することは、道路行政にとって重要な課題である。

当研究室では、旅行時間の変動を表す指標（以下「旅行時間信頼性指標」という。）を実際の旅行時間データから算出する手法を開発し、実務で利用することを目的とした研究を行っている。これまでに、色々な調査方法で旅行時間データを収集し、旅行時間信頼性指標を算出するケーススタディを実施してきた。この結果、旅行時間データを取得する調査の種類（AVI、VICS、トラカン、バスロケデータ等）によって旅行時間信頼性指標の値に特徴が見られることが確認されている。

そこで、第2章では、各種の旅行時間データの調査方法の概要を示すとともに、各調査方法で算出された指標を比較分析した結果を示す。第3章では、これらの調査方法を用いて、様々な目的で時間信頼性指標の分析や評価を行ったケーススタディの概要とこれから得られた知見を示す。

1.2. 旅行時間信頼性とは

「旅行時間信頼性」は、旅行時間の変動や不確実性を表現する概念である。これは「所定の時間内に目的地に到達できる確率」や「所定の確率で目的地に到達できる旅行時間」に関する指標で表され、旅行時間変動の観点から交通サービス水準を評価することが可能になる。例を挙げて説明する。

図1-1は、距離の等しい2つの路線A、Bにおける日々の旅行時間の分布を示す。両者の旅行時間の平均値は等しいものの、分布形状は大きく異なる。図1-2は、分布を累積確率の形で示したものである。所定の旅行時間（平均的な旅行時間より大きな範囲）に対する累積確率は、路線A > 路線Bとなっている。これは、路線Aは路線Bより所定の旅行時間内に目的地に到達できる確率が大きく、路線AはBより交通サービス水準が高いことを示している。

また、ある確率で目的地に到達できる旅行時間により、旅行時間変動の安定性を評価することもできる。図1-3に示すとおり、所定の確率（平均的な旅行時間より大きな範囲）に対応した旅行時間は、路線A < 路線Bとなる。このことは、路線Aの方が旅行時間の変動が小さく、サービス水準が高いことを示している。

路線AとBの交通サービス水準を比較する場合、従来の平均旅行時間に基づく評価では、両者のサービス水準は同じとなる。なぜなら、路線AとBの平均旅行時間が同じであるためである。これに対し、旅行時間信頼性に関する指標を用いると、上記のように

路線 A は路線 B よりサービス水準が高いことを表現することが可能となる。

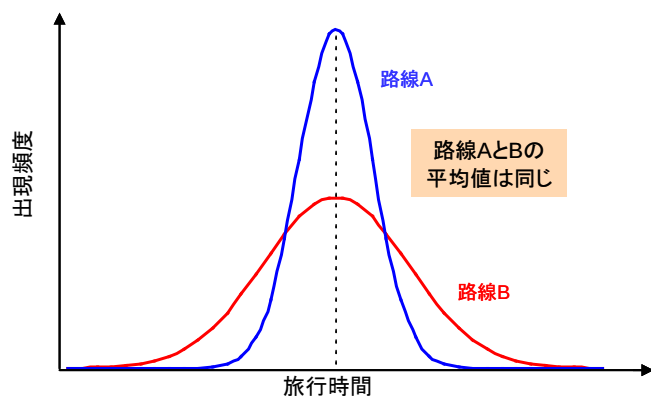


図 1-1 旅行時間分布の比較

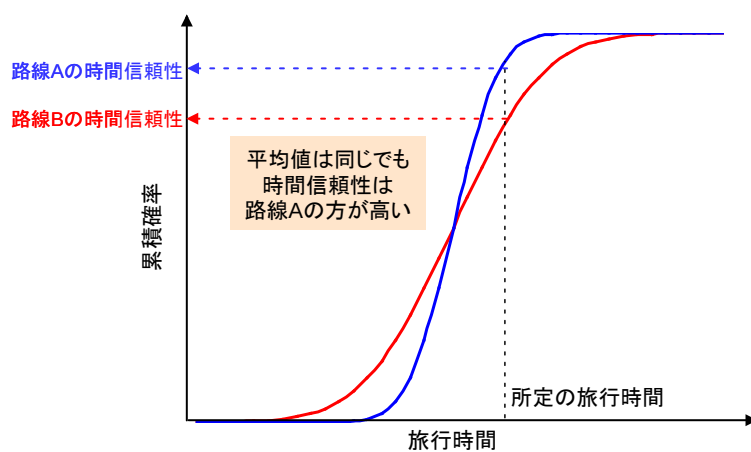


図 1-2 旅行時間の累積確率分布の比較

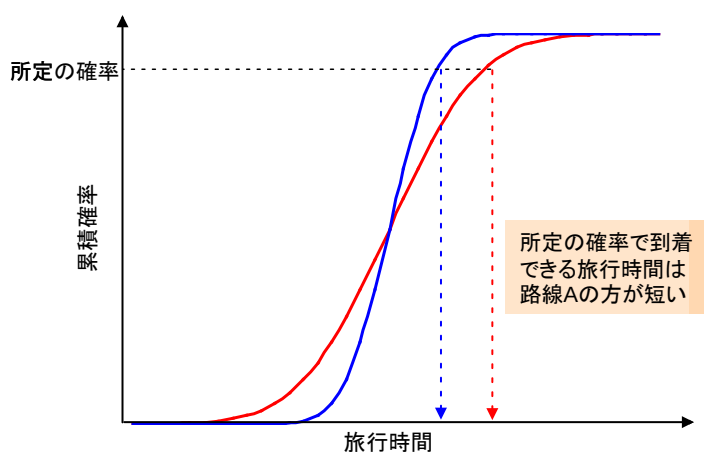


図 1-3 旅行時間の累積確率分布の比較

1.3. 旅行時間信頼性が対象とする変動とは

旅行時間信頼性は、旅行時間のばらつきや変動を定量化するものである。ここでの「変動」とは、同じ時間帯（例えば平日 7 時台）の旅行時間についての「日々の変動」を意味する。旅行時間は朝夕ピーク時にはその他時間帯より大きくなる等、1 日の中でも大きく変動する。しかし、旅行時間信頼性はこういった「1 日の中の変動」を評価するものではない。

1.4. 旅行時間信頼性指標

旅行時間信頼性を表す指標は複数存在する。以下、これまで提案されている主な指標を示す。

1.4.1. 平均旅行時間、標準偏差

旅行時間信頼性の評価は、「旅行時間の分布の特性」あるいは「旅行時間の変動の大きさ」を評価することである。このため、旅行時間信頼性を表す指標には、旅行時間の分布特性や変動を表現する「平均旅行時間」、「標準偏差」等の統計値が用いられることが多い。

1.4.2. 95% (90%) タイル旅行時間 (Planning Time)

米国では「95%タイル旅行時間」がよく用いられている。これは、95%の確率で発生する旅行時間の最大値である。例えば、95%タイル旅行時間が 80 分の場合、95%の日（20 日のうち 19 日）は 80 分以内で目的地に到達でき、残りの 5%（20 日のうちの 1 日）は 80 分以上となることを表す。道路利用者が 95%タイル旅行時間を目安に移動を行うと、20 日に 1 度（平日だけを取り上げると 1 ヶ月に 1 度）は遅刻するものの、19 日は予定時刻より早く目的地に到達することが期待できる。95%タイル値の代わりに 90%タイル値を用いることもある。これらは「旅行計画を立てる目安の旅行時間」であることから、米国では「Planning Time」と表現される。

1.4.3. Buffer Time, Buffer Time Index (BI)

道路利用者が見込む余裕時間を表す指標として「Buffer Time」がある。これは Planning Time と平均旅行時間との差で表される。

$$\text{Buffer Time} = \text{Planning Time (95\%タイル旅行時間)} - \text{平均旅行時間}$$

また、Buffer Time を平均旅行時間で除することにより指数化した「Buffer Time Index (BI)」がある。これは次の式で表される。

$$\text{Buffer Time Index (BI)}$$

$$= \text{Buffer Time} / \text{平均旅行時間}$$

$$= (\text{Planning Time} - \text{平均旅行時間}) / \text{平均旅行時間}$$

実際の旅行時間データの分布を使って、平均旅行時間、標準偏差、95%タイル旅行時間 (Planning Time) 及び Buffer Time を示すと図 1-4 のとおりとなる。

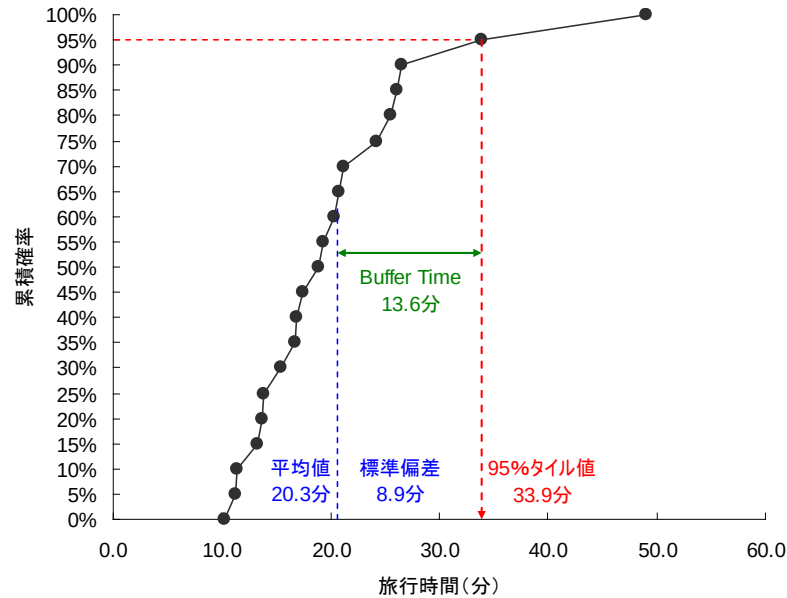


図 1-4 旅行時間分布と時間信頼性指標の関係

1.4.4. 単位距離当たりの指標

上記 1.4.1～1.4.3 の指標は、評価区間の距離や旅行時間の大小による影響を受ける。例えば、図 1-5 ケースのように距離が異なる 2 つの路線を比較すると、全ての指標は路線 A の方が小さく、路線 A の時間信頼性が高いと評価される。ところが、これらの指標を路線の距離（路線 A は 10km、路線 B は 30km）で除した「単位距離あたりの指標」で評価すると、路線 B の指標の方が小さくなり、評価結果は逆転する。このため、距離が異なる路線間の旅行時間信頼性を評価する場合は、単位距離で指数化した指標が用いられる。

時間信頼性指標	路線A (10km)	路線B (30km)
平均値(分)	22	45
標準偏差(分)	6.8	9.5
95%タイル値(分)	37	62
Buffer Time(分)	15	17

路線Aの信頼性が高い？



1kmあたりに
指数化することで...

時間信頼性指標	路線A (10km)	路線B (30km)
平均値(分/km)	2.2	1.5
標準偏差(分/km)	0.68	0.32
95%タイル値(分/km)	3.7	2.1
Buffer Time(分/km)	1.5	0.6

路線Bの信頼性が高い

図 1-5 単位距離あたりの時間信頼性指標による比較

2. 時間信頼性把握のための旅行時間調査方法の比較検討

2.1. 旅行時間の調査方法の分類

時間信頼性の分析にあたっては旅行時間（旅行速度）のデータを取得することが必要となる。近年、ITS 技術の進展に伴い、種々の方法で旅行時間（旅行速度）を把握することが可能になった。旅行時間データの取得方法としては、AVI（車両番号読取装置）、各種プローブカー（タクシー、バス、トラック、会員制カーナビ等）、トラフィックカウンター（車両感知器、以下「トラカン」という。）、VICS(Vehicle Informational Communication System：渋滞や交通規制等の道路交通情報をリアルタイムに送信し、カーナビ等の車載器に情報を表示する情報通信システム)、ETC（ノンストップ料金収受システム）等が挙げられる。

これらの調査方法は、定点観測調査か移動体観測調査か、さらに定点観測調査については地点速度調査なのか区間速度調査なのかという観点に基づき表 2.1-1 のように分類できる。以下、定点観測調査と移動体観測調査に分けて解説する。

表 2.1-1 旅行時間（旅行速度）の調査方法の分類表

	地点速度調査	区間速度(所要時間)調査
定点観測調査	トラカン、VICS	ETC、VICS、AVI
移動体観測調査		各種プローブカー

1) 定点観測調査

定点観測調査とは、観測機器を定められた地点に固定したまま旅行時間（旅行速度）を計測する調査のことをいう。定点観測調査は、一地点の走行速度を計測する地点速度調査と、調査区間の起点・終点間の車両 ID のマッチングにより当該区間の平均的な走行速度（所要時間）を計測する区間速度調査とに分類される。地点速度調査にはトラカンが該当し、区間速度調査には ETC、AVI 等が該当する。なお、VICS データでは、トラカンで取得された地点速度が区間速度データ、区間旅行時間データに変換されており、さらに光ビーコン等の機器を利用して区間速度を直接的に取得するケースも増えている。

定点観測調査は原理的には全数調査が可能であり、高い調査精度が期待できる。また、当該地点や区間における旅行速度の時系列の変化を詳細に検討する場合に適している。一方、予め定められた地点や区間以外での調査は不可能であり、調査範囲を広げるにはコスト高になるという欠点を有する。

また、時間信頼性指標の算出において本来用いるのは区間の旅行速度や所要時間であるため、地点速度調査の場合、その調査結果を区間旅行速度とみなす過程で誤差が生じる。

2) 移動体観測調査

移動体観測調査とは、GPS 等の位置特定機能を車両に装着し、車両を移動体としてとらえ位置情報や車両挙動に関するデータを取得する方法である。各種プローブ調査が該当する。移動体観測調査により直接得られた位置データは座標の羅列に過ぎないため、このデータを旅行速度に変換する必要がある、様々な手法が提案されている。これらの方法の一例は、2.3.5で説明する。

移動体観測調査はサンプル調査であり、その調査精度は取得されたサンプル数に依存する。一方、テレマティクスサービスやタクシー等が移動体となる場合は、走行エリアが広いため、任意の区間の旅行速度を低コストで取得することが期待できる。さらに、個別の車両の走行経路を把握できるという利点もある。

2.2. 旅行時間データの区間統合と時間信頼性指標の算出

ここでは、時間信頼性指標の算出のため、調査対象区間を分割して計測を行い、計測された旅行時間データから時間信頼性指標を算出するための基本的手順について説明する。なお、この手順については、2.3 以下で述べる各種の旅行速度調査結果の整理において共通に用いる。

2.2.1. 対象区間の分割の必要性

調査対象である2地点間の旅行速度や所要時間を計測する場合、本来は、その起点から終点までを通して走行した車両の旅行速度や所要時間を測定する必要がある。しかし、調査対象区間の延長が長くなると、以下の問題が生ずる。第一に、対象区間の起点から終点までを通して走行する車両が少ないために、十分なデータ数が確保できない可能性がある。第二に、調査対象から除外すべきである「立ち寄り車両等」(途中で沿道施設に立ち寄ったり迂回したりする車両のことをいう。以下、同じ。)の割合が増加し、調査対象車両と立ち寄り車両等との所要時間の相対的な差が縮まるため、立ち寄り車両等を除外することが困難になる。

このような場合には、対象区間を複数のサブ区間に分割して、各サブ区間単位で旅行速度を調査することで、利用可能なデータ数を増やし、立ち寄り車両等の除外を容易にすることができる。なお、立ち寄り車両等の旅行時間の異常値を除去し、データの欠測値を補完するための具体的方法については、2.3 以降で説明する。

2.2.2. 旅行時間データの区間統合

以上のように、対象区間をサブ区間に分割して調査を行った場合は、逆に分割された各々のサブ区間の旅行時間を統合して、対象区間全体の旅行時間を算出する必要がある。この場合の旅行時間の統合方法として、同時刻総和法と、タイムスライス法とが提案されている(概念図は図 2.2-1 を参照。)^{1,2}

1) 同時刻総和法

同時刻総和法とは、起点の出発時刻における各サブ区間の旅行時間を足し合わせて対象区間全体の旅行時間を算定する方法である。高速道路等で行われているリアルタイムの所要時間情報提供には、この方法が用いられることが多い。計算が非常に単純であるという長所があるものの、渋滞延伸・解消時には誤差が大きくなるため、特に対象区間の延長が長い場合は、時間信頼性の評価には不向きである。図 2.2-1 でいうと、サブ区間 No. 1~No. n (青文字の矢印) それぞれにつき、同一時間帯におけるサブ区間毎の所要時間を合計したものを区間

¹ 吉村敏志,菅芳樹:”阪神高速道路における所要時間提供と精度検証”土木学会第 59 回年次学術講演会論文報告集,pp725-726,2004

² 割田博,岡田知郎,田中淳:”所要時間情報の精度向上に関する研究”,第 21 回交通工学研究発表会論文報告集”,pp301-304,2001

全体の所要時間として計算するという手順である。

2) タイムスライス法

タイムスライス法とは、出発時刻からの経過時間と走行距離を考慮して時間帯をずらしながらサブ区間の旅行時間を足し合わせる方法である。例えば図 2.2-1 で、時間帯 s に調査区間の起点を出発した車両は、時間帯 $s+1$ の間にサブ区間 No. 3 を通過できないため、残りの距離については次の時間帯 $s+2$ の旅行時間を使って算定した旅行時間を足し合わせるという方法である。

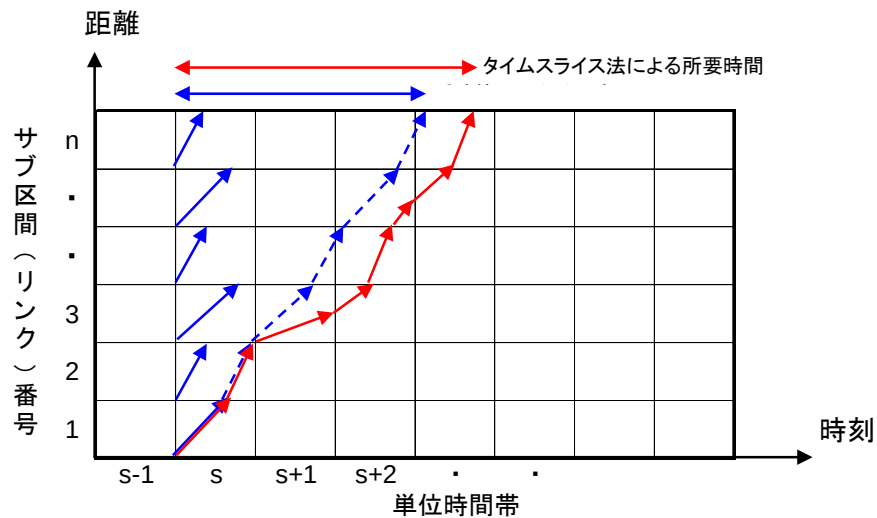


図 2.2-1 同時刻総和法とタイムスライス法による所要時間算定イメージ

同時刻総和法とタイムスライス法の計算式は以下のように示される。

■同時刻総和法による旅行時間

$$T(s) = \sum_{i=1}^N t_i(s) \quad (\text{数式 2.2-1})$$

■タイムスライス法による旅行時間

$$T(s) = \sum_{i=1}^N t_i(s + \tau_i(s)) \quad (\text{数式 2.2-2})$$

$$\tau_i(s) = \sum_{j=1}^{i-1} t_j(s + \tau_j(s)) \quad (\text{数式 2.2-3})$$

T : 調査区間全体の旅行時間

t : 分割された区間の旅行時間

τ_i : 分割区間 1 から分割区間 $i-1$ までの旅行時間

s : 出発時刻

なお、同時刻総和法及びタイムスライス法において、当該時間帯の旅行時間データがなかつ

た場合には、同区間の前時間で取得できた旅行時間データを用いる方法で欠測データの補完を行い、旅行時間の算定を行う方法等の対処方法が考えられる。

2.2.3. 旅行時間データから算出される時間信頼性指標

次に、得られた対象区間全体の旅行時間データから、時間信頼性指標を算出する方法について説明する。時間信頼性とは、第1章で示したように、特定の時間帯における所要時間情報の日変動を表わす統計指標によって表わされる。たとえば、7時から8時までのある区間の旅行時間を一定期間集計し、それらの日変動を表わす統計量（表2.2-1参照）が時間信頼性指標に該当する。

また、時間信頼性分析に用いる代表的な指標の整理方法の一例を表2.2-2に示す。

表 2.2-1 時間信頼性の検討に用いる代表的なデータ項目

データ項目
旅行時間:最大値
旅行時間:最小値
旅行時間:平均値
旅行時間:中央値
旅行時間:標準偏差
旅行時間:変動係数
Planning Time
Planning Time Index
Buffer Time
Buffer Time Index

表 2.2-2 時間信頼性分析に必要な時間信頼性指標の整理例

経路番号	集計単位	年度	インデックス	旅行時間 最小(秒)	旅行時間 最大(秒)	旅行時間 平均(秒)	旅行時間 中央値(秒)	旅行時間 標準偏差	旅行時間 変動係数	PT(秒)	PTI	BT(秒)	BTI
135	300	2007	54	4.81	6.09	5.34	5.35	0.20	0.04	5.63	1.12	0.29	0.05
135	300	2007	55	4.84	6.08	5.31	5.33	0.19	0.04	5.65	1.12	0.33	0.06
135	300	2007	56	4.69	5.91	5.28	5.27	0.20	0.04	5.58	1.11	0.31	0.06
135	300	2007	57	4.72	5.86	5.26	5.26	0.20	0.04	5.56	1.10	0.30	0.06
135	300	2007	58	4.58	5.75	5.24	5.24	0.21	0.04	5.57	1.10	0.32	0.06
135	300	2007	59	4.69	5.80	5.22	5.22	0.21	0.04	5.53	1.10	0.31	0.06
135	300	2007	60	4.68	5.73	5.22	5.22	0.21	0.04	5.51	1.09	0.29	0.06
135	300	2007	61	4.62	6.06	5.18	5.18	0.19	0.04	5.46	1.08	0.28	0.05
135	300	2007	62	4.62	5.68	5.14	5.13	0.18	0.03	5.45	1.08	0.31	0.06
135	300	2007	63	4.65	5.67	5.12	5.11	0.17	0.03	5.40	1.07	0.29	0.06
135	300	2007	64	4.62	5.70	5.10	5.09	0.18	0.03	5.38	1.07	0.28	0.05
9	3600	2006	0	34.50	70.33	39.17	38.49	5.28	0.13	44.68	1.29	5.52	0.14
9	3600	2006	1	34.38	54.70	38.64	38.61	2.71	0.07	39.28	1.13	0.64	0.02
9	3600	2006	2	34.88	42.21	38.53	38.54	0.97	0.03	39.45	1.14	0.92	0.02
9	3600	2006	3	35.10	42.85	38.67	38.74	1.02	0.03	39.35	1.13	0.69	0.02
9	3600	2006	4	35.37	40.02	38.61	38.68	0.85	0.02	39.78	1.15	1.17	0.03
9	3600	2006	5	35.28	40.37	38.48	38.59	0.94	0.02	39.96	1.15	1.49	0.04
9	3600	2006	6	34.95	44.36	37.98	37.50	1.61	0.04	41.19	1.19	3.21	0.08
9	3600	2006	7	34.40	68.38	39.23	37.32	6.52	0.17	47.89	1.38	8.65	0.22
9	3600	2006	8	34.84	66.12	40.49	37.18	7.85	0.19	63.75	1.84	23.26	0.57
9	3600	2006	9	35.87	62.83	40.00	38.35	5.01	0.13	52.18	1.50	12.19	0.30
9	3600	2006	10	37.24	82.81	40.72	38.95	6.98	0.17	46.65	1.34	5.93	0.15
9	3600	2006	11	37.87	80.44	40.50	38.77	7.23	0.18	42.28	1.22	1.78	0.04
9	3600	2006	12	37.14	50.88	39.50	38.54	3.00	0.08	46.86	1.35	7.36	0.19

2.3. 代表的な旅行時間調査方法及び各データの特徴

2.3.1. 旅行時間調査方法の概要

本節では、既存の旅行時間（旅行速度）調査方法のうち、特に代表的な方法を説明する。そして、それらの各方法から得られたデータの特徴やそれらを実務上利活用するに当たっての課題について説明する。これらの旅行時間（旅行速度）の取得方法、旅行時間（旅行速度）算定処理に必要な処理及びデータ利用上の課題について整理した一覧表を表 2.3-1 に示す。

表 2.3-1 旅行時間（旅行速度）算定のためのデータソースと利用時の課題

データ種別	データ内容	計測区間	計測周期	算定処理	特徴	データ利用上の課題
トラカン (常時観測)	地点速度	機器設置地点 (機器の前後 数 m)	毎日 5 分 24 時間 (常観)	観測地点に おける瞬間 的な速度を 測定	長期間にわたり 安定的なデータ 取得が可能	常観は一般道での 設置が少ない。一 般道での旅行速度 算定には不向き。
VICS	旅行時間、 区間速度、 または地点 速度	VICS リンク	毎日 5 分 24 時間	リンク単位 のデータか ら旅行時間 を推定	長期間にわたり 安定的なデータ 取得が可能。事 故・工事等のデ ータも取得可 能。	路線が限定。使用 にあたって交通管 理者との協議が必 要。速度に上限が あり隣接リンク間 で異なる。
AVI	車両番号と 設置地点通 過時刻 → 旅行時 間、区間速 度	機器設置地点 間	任意に設 定可能	地点間での 車両番号マ ッチング	全通過車両のデ ータ取得可能。 必要な区間のデ ータ取得可能	立寄車両のデータ クリーニングが必 要。機器設置作業、 関係者協議のコス ト大。
バスプロ ーブ	位置データ と時刻 → 旅行時 間、区間速 度	DRM リンク	任意に設 定可能	DRM リン ク等へのマ ップマッ チング	長期間にわたり 安定的なデータ 取得が可能。	路線が限定。バス 停での停車のため 一般車両との乖離 が生じる。
民間プロ ーブ (物流)	旅行時間、 区間速度	VICS リンク	毎日 15 分 24 時間	DRM リン ク等へのマ ップマッ チング	面的なデータ収 集が可能	物流事業者との協 議が必要。路線・ エリアが偏る。代 表性担保不可。
民間プロ ーブ (会員制カ ーナビ)	旅行時間、 区間速度	VICS 情報が提 供されていな い路線を補完	毎日 15 分 24 時間	DRM リン ク、VICS リンク等へ のマップマ ッチング	面的なデータ収 集が可能。行動 と LOS との関係 分析が可能	都市部を中心に広 範囲でデータが取 得できるものの、 時間信頼性検討の ためには、データ 量に難あり。

2.3.2. トラフィックカウンターデータの特徴と課題

1) トラフィックカウンターの概要

トラフィックカウンター（以下「トラカン」という。）とは、路側に設置され、車両の通過や存在を検出する機器である。トラカンにより、高速道路及び一般道路において、地点速度、車両長、車両通過台数、道路占有率（時間）、車両走行方向、交通量、車種を記録することができる。

ここでは、主に高速道路における所要時間算定に使用されているトラカンを対象とする。トラカンは、高速道路では 300m から 500m（平均的な設置間隔は首都高速道路が 300m、阪神高速道路が 500m、都市間高速道路は 2km）の密な間隔で設置され、24 時間 365 日にわたりデータを取得している。

図 2.3-1 に 500m 間隔で設置されたトラカンの模式図を示す。各地点に設置されたトラカンが当該地点を通過した車両の地点速度を計測する。このとき、その地点速度が、トラカン設置地点の前後 250m（計 500m 区間）の区間速度とみなされ、当該 500m 区間の所要時間が算定される。起点から終点に至るこれらの全てのトラカン設置区間（500m 区間）の合計が総所要時間となる。

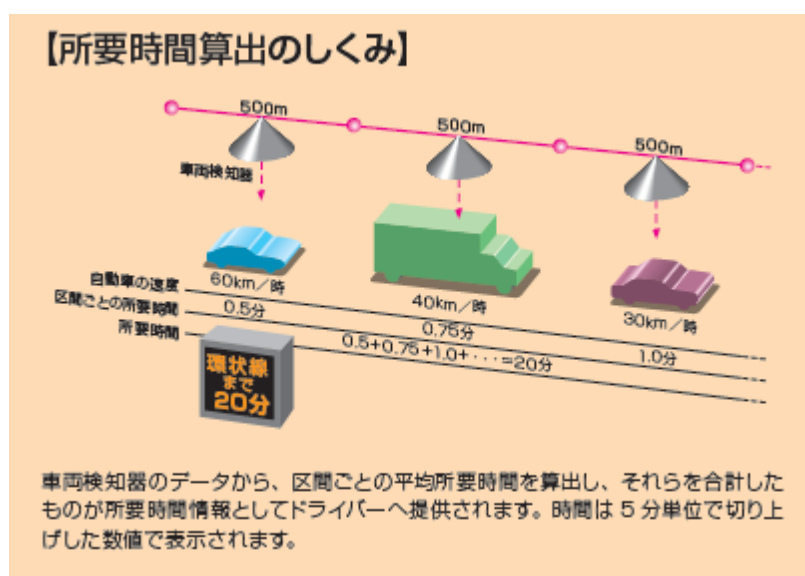


図 2.3-1 トラカンによる旅行時間（旅行速度）検知方法模式図³

分析では、一般的に5分間平均所要時間を用いる。なお、データが欠測している場合には、同一区間の前時間の所要時間を用いる等して補完を行う。トラカンの欠測時の補完方法については統一的な手法が確立されていないため、この確立が課題となっている。

高速道路でトラカンにより計測された地点速度を旅行時間計測に活用できるのは、トラカンを中心とした前後区間の速度がほぼ一定とみなせるためである。これは、高速道路では、道路構造が一樣で信号がなく、沿道アクセスコントロールされていることによる。一方、一

³パンフレット “阪神高速道路の交通管制システム”, 阪神高速道路(株), 2010

般道路では、道路構造、信号交差点密度、沿道状況等が変化するため、トラカンにより調査対象とする2地点間の所要時間を求めることは事実上不可能である。

2) トラカンデータによる時間信頼性指標作成方法

以下、トラカンデータから得られた旅行時間（旅行速度）データを利用して時間信頼性指標を作成するための手順の例を示す。

(a) トラカンデータフォーマット

トラカンデータは管理している組織（高速道路会社、警察等）により、データの取得周期、データ項目、またはデータフォーマット等がそれぞれ異なっている。そこで、時間信頼性分析に当たって必要な項目だけ抽出し整理した一例を表2.3-2に示す。リンク番号、交通量、速度、占有率、キロポスト、路線コード、方向、エラー有無、本線種別等の項目を抽出して整理している。

表 2.3-2 トラカンデータフォーマット

日時	リンク番号	交通量	速度	高車交通量	OCC	KP	路線コード	方向	エラー有無	本線種別	ランプフラグ	車線コード
2006/04/01 00:00:00	214K050543050	12	90.3	2	0.8	50.543	214K	05	0	0		0
2006/04/01 00:00:00	214K050543051	10	86	2	1	50.543	214K	05	0	1		1
2006/04/01 00:00:00	214K050543053	2	120	0	0	50.543	214K	05	0	1		3
2006/04/01 00:00:00	214K053081040	18	90.2	7	1.8	53.081	214K	04	0	0		0
2006/04/01 00:00:00	214K053081041	16	87	7	2	53.081	214K	04	0	1		1
2006/04/01 00:00:00	214K053081043	2	127	0	0	53.081	214K	04	0	1		3
2006/04/01 00:00:00	214K059891040	10	96.8	2	0.9	59.891	214K	04	0	0		0
2006/04/01 00:00:00	214K059891041	9	96	2	1	59.891	214K	04	0	1		1
2006/04/01 00:00:00	214K059891043	1	105	0	0	59.891	214K	04	0	1		3
2006/04/01 00:00:00	214K059891050	21	98.9	2	0.8	59.891	214K	05	0	0		0
2006/04/01 00:00:00	214K059891051	17	97	2	1	59.891	214K	05	0	1		1
2006/04/01 00:00:00	214K059891053	4	108	0	0	59.891	214K	05	0	1		3
2006/04/01 00:00:00	214K065151040	16	106.1	7	0.8	65.151	214K	04	0	0		0
2006/04/01 00:00:00	214K065151041	13	105	7	1	65.151	214K	04	0	1		1
2006/04/01 00:00:00	214K065151043	3	111	0	0	65.151	214K	04	0	1		3
2006/04/01 00:00:00	214K065151050	14	106.6	3	0.8	65.151	214K	05	0	0		0
2006/04/01 00:00:00	214K065151051	11	102	3	1	65.151	214K	05	0	1		1
2006/04/01 00:00:00	214K065151053	3	128	0	0	65.151	214K	05	0	1		3
2006/04/01 00:00:00	214K072796040	23	97.7	7	2.5	72.796	214K	04	0	0		0
2006/04/01 00:00:00	214K072796041	17	93	6	3	72.796	214K	04	0	1		1
2006/04/01 00:00:00	214K072796043	6	114	1	1	72.796	214K	04	0	1		3
2006/04/01 00:00:00	214K072796050	35	95.4	7	1.7	72.796	214K	05	0	0		0
2006/04/01 00:00:00	214K072796051	6	116	0	0	72.796	214K	05	0	1		1
2006/04/01 00:00:00	214K072796053	29	92	7	2	72.796	214K	05	0	1		3

(b) 時間信頼性指標の作成手順

得られたデータを用いて時間信頼性指標を作成する。時間信頼性指標を作成するためのデータベース作成手順は以下に示す通りである。

- ① トラカンデータから各種マスターデータを作成する。
- ② 同時刻総和法またはタイムスライス法により旅行時間を算出する。
- ③ 旅行時間データから時間信頼性指標を作成する。

(c) 各種マスターデータの作成

任意の区間にてタイムスライス法により旅行時間を算出できるように、トラカン設置区間をリンクと想定したネットワークを作成する（図 2.3-2 参照）。下記の事例では、リンクに路線コード、リンク長（区間長）、方向、接続関係を持たせることとした。

道路管理者が保有している「トラカン設置状況データ（情報送信番号、路線方向、設置キロポスト、勢力範囲、地点番号、IC 名称等が記載されている。）」を基礎として、「路線コード」、「トラカン勢力範囲にもとづく起点・終点キロポスト」を各勢力範囲につき設定した。次に、各勢力範囲を一つのリンクと考えて「リンク番号」を付加し、「起点・終点キロポスト」の差から「リンク距離」を求め、表 2.3-3 のネットワークデータフォーマットに整理した。各リンクには路線コード、リンク長（区間長）、方向、接続関係が定義されている。

次に分析対象区間に含まれるリンクを定義した表が、表 2.3-4 の経路情報データフォーマットである。さらに、路線コードから路線名に変換するためのマスタ（基礎データ）や、日付と曜日の対応データを表わすカレンダーマスターテーブルも作成した。これは、曜日区分（平日、土曜日、休日）に応じた集計を行うためのマスターテーブルである。

この手法が有する課題として、タイムスライス法を用いた旅行時間算定を目的としたデータフォーマットを作成しているため冗長となり、レコード数が増えるということがある。

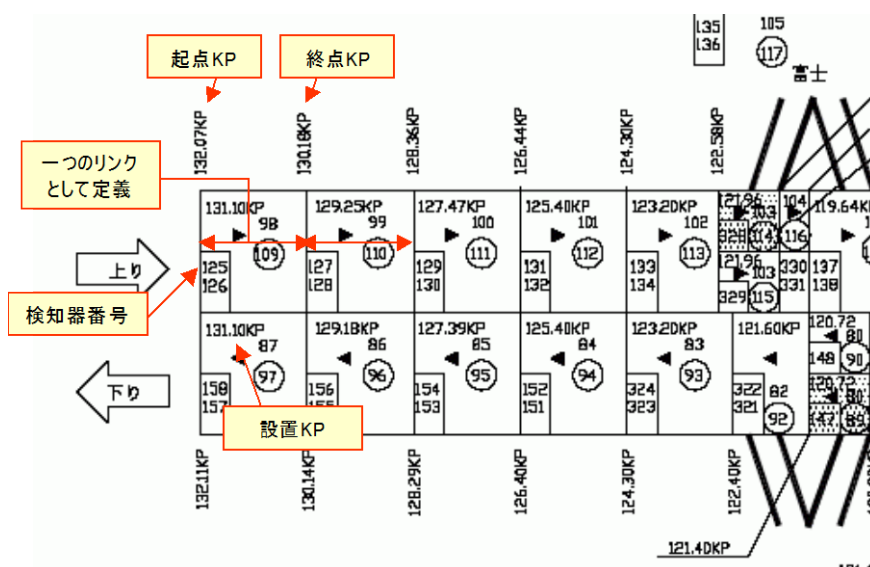


図 2.3-2 リンクの設定方法

表 2.3-3 ネットワークデータフォーマット

リンク番号	路線コード	方向	設置KP	起点KP	終点KP	リンク距離	備考
1800000600020	1800	02	0.6	0	1.2	1200	
1800001350020	1800	02	1.35				IC
1800001999020	1800	02	1.999				IC
1800002260020	1800	02	2.26	1.2	3.1	1900	
1800003900020	1800	02	3.9	3.1	4.2	1100	
1800005000020	1800	02	5	4.2	5.6	1400	
1800006130020	1800	02	6.13	5.6	7.1	1500	
1800008130020	1800	02	8.13	7.1	9.4	2300	
1800009401020	1800	02	9.401				IC
1800009403020	1800	02	9.403				IC
1800010210020	1800	02	10.21	9.4	11.3	1900	
1800012400020	1800	02	12.4	11.3	13.4	2100	
1800014400020	1800	02	14.4	13.4	15.4	2000	
1800016380020	1800	02	16.38	15.4	17.4	2000	
1800018400020	1800	02	18.4	17.4	19.4	2000	
1800020400020	1800	02	20.4	19.4	21.2	1800	
1800021201020	1800	02	21.201				IC
1800021203020	1800	02	21.203				IC
1800022100020	1800	02	22.1	21.2	22.7	1500	
1800023370020	1800	02	23.37	22.7	24.3	1600	
1800025200020	1800	02	25.2	24.3	25.9	1600	
1800026600020	1800	02	26.6	25.9	28	2100	
1800028780020	1800	02	28.78	28	29.2	1200	
1800029600020	1800	02	29.6	29.2	29.6	400	
1800030240020	1800	02	30.24	29.6	31.4	1800	
1800032550020	1800	02	32.55	31.4	33	1600	
1800033490020	1800	02	33.49	33	34.6	1600	
1800035680020	1800	02	35.68	34.6	36.1	1500	
1800036500020	1800	02	36.5	36.1	37.5	1400	

表 2.3-4 経路情報データフォーマット

経路番号	リンクシーケンス	リンク番号	備考
53	1	1100050710030	上野原→大月:下り
53	2	1100051470030	上野原→大月:下り
53	3	1100053360030	上野原→大月:下り
53	4	1100054960030	上野原→大月:下り
53	5	1100057150030	上野原→大月:下り
53	6	1100059110160	上野原→大月:下り右
53	7	1100061010160	上野原→大月:下り右
53	8	1100062010160	上野原→大月:下り右
53	9	1100063550030	上野原→大月:下り
53	10	1100065300030	上野原→大月:下り
53	11	1100067440030	上野原→大月:下り
53	12	1100069100030	上野原→大月:下り
53	13	1100070070030	上野原→大月:下り
54	1	1100070700030	大月→大月JCT:下り
55	1	1100071150030	大月JCT→勝沼:下り
55	2	1100072210030	大月JCT→勝沼:下り
55	3	1100073770030	大月JCT→勝沼:下り
55	4	1100075500030	大月JCT→勝沼:下り
55	5	1100077350030	大月JCT→勝沼:下り

(d) 旅行時間データの算出

トラカンデータには機器障害等によるデータの欠測や、リンク速度が異常に高速の値もしくはゼロ値が登録されている可能性がある。旅行速度の算出ではリンク速度を利用しているため、前処理としてリンク速度のクリーニング・データ補完処理を行う。本事例では、当該時間のリンク速度がゼロもしくは異常値の場合には、同一リンクの前時間の速度を用いて算出を行うこととし、15分以上前の速度も異常であった場合には、規制速度を用いる事として旅行速度を算出している。

表 2.3-5 旅行時間（旅行速度）算定結果テーブルレイアウト

経路番号	計算開始日時	計算終了日時	旅行時間(秒)	旅行速度(Km/h)	経路距離(m)	補完リンク数
1	2006/10/02 08:30:00	2006/10/02 08:35:01	301.64885	93.08837	7800	0
1	2006/10/02 08:35:00	2006/10/02 08:40:02	302.61151	92.79224	7800	0
1	2006/10/02 08:40:00	2006/10/02 08:45:07	307.37139	91.35528	7800	0
1	2006/10/02 08:45:00	2006/10/02 08:50:07	307.77599	91.23519	7800	0
1	2006/10/02 08:50:00	2006/10/02 08:55:05	305.69565	91.85607	7800	0
1	2006/10/02 08:55:00	2006/10/02 09:00:04	304.29668	92.27836	7800	0
1	2006/10/02 09:00:00	2006/10/02 09:05:06	306.13025	91.72566	7800	0
1	2006/10/02 09:05:00	2006/10/02 09:10:06	306.78484	91.52995	7800	0
1	2006/10/02 09:10:00	2006/10/02 09:14:58	298.4521	94.08545	7800	0
1	2006/10/02 09:15:00	2006/10/02 09:20:11	311.25212	90.21625	7800	0
1	2006/10/02 09:20:00	2006/10/02 09:25:07	307.80046	91.22793	7800	0
1	2006/10/02 09:25:00	2006/10/02 09:30:08	308.45424	91.03457	7800	0
1	2006/10/02 09:30:00	2006/10/02 09:35:06	306.78484	91.52995	7800	0
1	2006/10/02 09:35:00	2006/10/02 09:40:06	306.87759	91.50228	7800	0
1	2006/10/02 09:40:00	2006/10/02 09:45:07	307.3485	91.36209	7800	0
1	2006/10/02 09:45:00	2006/10/02 09:50:13	313.5248	89.56229	7800	0
1	2006/10/02 09:50:00	2006/10/02 09:55:19	319.1909	87.97243	7800	0
1	2006/10/02 09:55:00	2006/10/02 10:00:09	309.88068	90.61552	7800	0
1	2006/10/02 10:00:00	2006/10/02 10:05:10	310.55493	90.41879	7800	0
1	2006/10/02 10:05:00	2006/10/02 10:10:06	306.41618	91.64007	7800	0
1	2006/10/02 10:10:00	2006/10/02 10:15:09	309.31737	90.78055	7800	0
1	2006/10/02 10:15:00	2006/10/02 10:20:09	309.64853	90.68346	7800	0
1	2006/10/02 10:20:00	2006/10/02 10:25:07	307.97002	91.17771	7800	0
1	2006/10/02 10:25:00	2006/10/02 10:30:04	304.90323	92.09479	7800	0
5	2007/05/02 16:20:00	2007/05/02 16:37:04	1024.78505	17.56466	5000	54065
5	2007/05/02 16:25:00	2007/05/02 16:43:44	1124.93915	16.00087	5000	54066
5	2007/05/02 16:30:00	2007/05/02 16:49:28	1168.43655	15.4052	5000	54067
5	2007/05/02 16:35:00	2007/05/02 16:52:02	1022.46438	17.60453	5000	54068
5	2007/05/02 16:40:00	2007/05/02 16:57:36	1056.62798	17.03532	5000	54069
5	2007/05/02 16:45:00	2007/05/02 17:03:28	1108.46705	16.23864	5000	54070
5	2007/05/02 16:50:00	2007/05/02 17:06:56	1016.30514	17.71122	5000	54071
5	2007/05/02 16:55:00	2007/05/02 17:14:06	1146.21643	15.70384	5000	54072
5	2007/05/02 17:00:00	2007/05/02 17:18:28	1108.06627	16.24452	5000	54073
5	2007/05/02 17:05:00	2007/05/02 17:22:46	1066.05308	16.88471	5000	54074
5	2007/05/02 17:10:00	2007/05/02 17:27:25	1045.45553	17.21738	5000	54075
5	2007/05/02 17:15:00	2007/05/02 17:31:21	981.42355	18.34071	5000	54076
5	2007/05/02 17:20:00	2007/05/02 17:38:07	1087.16309	16.55685	5000	54077
5	2007/05/02 17:25:00	2007/05/02 17:42:21	1041.08767	17.28961	5000	54078
5	2007/05/02 17:30:00	2007/05/02 17:46:23	983.37829	18.30425	5000	54079
5	2007/05/02 17:35:00	2007/05/02 17:50:50	950.98839	18.92768	5000	54080
5	2007/05/02 17:40:00	2007/05/02 17:55:23	923.66315	19.48762	5000	54081
5	2007/05/02 17:45:00	2007/05/02 17:59:59	899.51025	20.01089	5000	54082
5	2007/05/02 17:50:00	2007/05/02 18:04:04	844.7847	21.3072	5000	54083
5	2007/05/02 17:55:00	2007/05/02 18:08:33	813.54431	22.12541	5000	54084
5	2007/05/02 18:00:00	2007/05/02 18:11:24	684.52712	26.29552	5000	54085
5	2007/05/02 18:05:00	2007/05/02 18:15:46	646.5216	27.8413	5000	54086

3) トラカンからのデータ取得と旅行時間算定に関わるまとめと課題

- ・ 高速道路等に設置されているトラカンについては、長期間にわたり安定的なデータ取得が可能である。
- ・ 計測されるのは地点速度であるため、一地点の時系列的な旅行速度の変化を捉えるには適しているが、区間全体の連続的な旅行速度の変化を捉えるには不向きという問題がある。
- ・ トラカンデータ欠測時の補完方法について、統一的な手法の確立が望まれている。

2.3.3. VICSデータの特徴と課題

1) VICSデータの概要

VICS とは、渋滞や交通規制等の道路交通情報をリアルタイムに送信し、カーナビ等の車載器に文字・図形で表示する情報通信システムである。道路管理者・交通管理者から VICS センターが収集した道路交通情報をセンターで処理・編集し、処理された情報を FM 多重放送や電波ビーコン、光ビーコンを用いてカーナビに伝送する。VICS 情報は 24 時間 365 日提供されているものの、所要時間情報を取得できるのは、都市部の主要地点間に限られている。

このデータを用いて所要時間変動の分析を行うために、VICS 所要時間データより得られる VICS リンク単位の 5 分間隔の旅行時間から、タイムスライス法により区間全体の旅行時間を求め、時間帯別に平均旅行速度を算出する。

VICS データの利用にあたって問題となるのはデータ欠測時の扱いであり、近接する時間帯のデータや道路交通センサスデータを用いて補完を行う等の対処が考えられる。平休別に補完値を用意し、タイムスライス法の過程でデータ欠測値が存在した場合に補完を行い、経路間の旅行時間を算出する方法が考えられる。タイムスライス法については 2.2.2.2) を参照のこと。

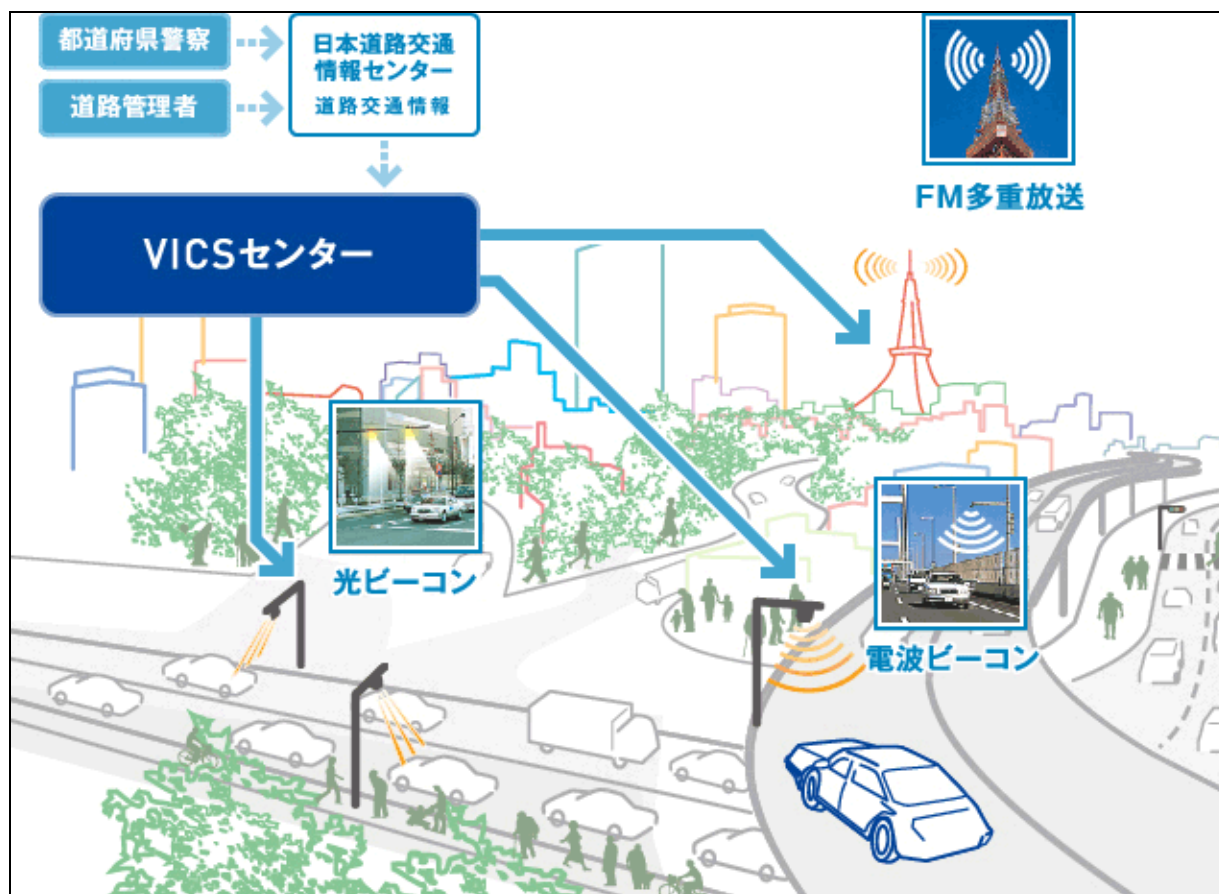


図 2.3-3 VICS 情報提供模式図

2) 旅行時間データの作成方法

本節では、VICS データを利用した時間信頼性分析を行うにあたってのデータベース整理の方法について検討する。VICS データは表 2.3-6 に示す 5 つのデータにより構成されている。

表 2.3-6 VICS から提供されるデータ

	データ
①	渋滞・旅行時間リンク情報
②	障害情報
③	事象・規制情報
④	駐車場情報
⑤	SA・PA 情報

VICS から提供されるデータは当初より 5 つのデータに分かれているわけではなく一括したオリジナルデータとして提供される。このオリジナルデータはランレングス圧縮形式（通信では一般的なデータ形式）のデータである。そのため一目では理解することができず、これをテキスト変換し、分析が可能なデータにする必要がある。

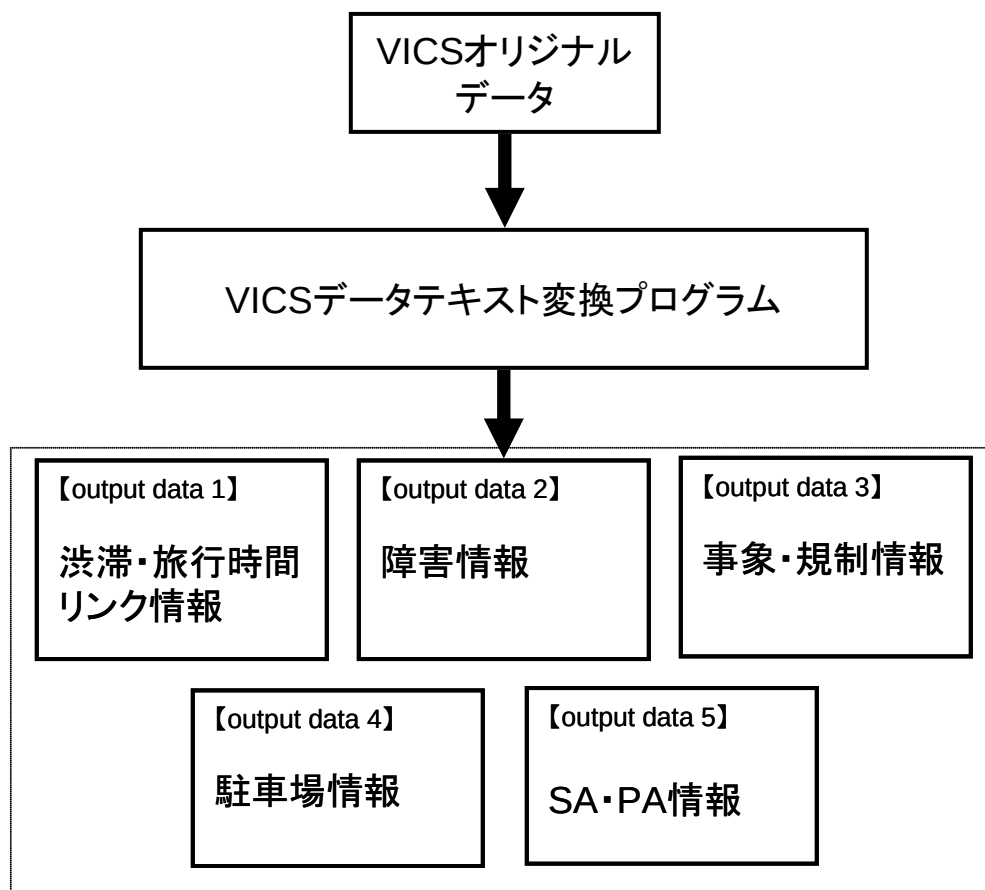


図 2.3-4 VICS データ変換の流れ

VICS オリジナルデータをテキスト変換プログラムによりテキスト変換を行うことで、図 2.3-4 に示した 5 つのデータに分けられる。ただし、オリジナルデータ（バイナリデータ）からテキストデータに変換することで、データ量がおおよそ 20 倍になることが分かっている。また全国 1 日当たりのオリジナルデータのデータ量は平成 8 年度から平成 16 年度にかけて約 5 倍程度に増加している。

表 2.3-7 VICS データ変換後のデータ量

	バイナリデータ			テキスト変換後データ			テキスト ／バイナリ データサイズ比
	全国	1 県	1 メッシュ	全国	1 県	1 メッシュ	
	MB	MB	KB	MB	MB	KB	
H8	38.3	0.8	8.9	807.5	17.2	188.1	21.1
H9	83.8	1.8	19.5	1,649.4	35.1	384.1	19.7
H10	105.2	2.2	24.5	2,085.2	44.4	485.6	19.8
H11	120.8	2.6	28.1	2,374.1	50.5	552.9	19.6
H12	146.6	3.1	34.1	2,909.9	61.9	677.7	19.9
H13	167.7	3.6	39.1	3,311.0	70.4	771.1	19.7
H14	178.3	3.8	41.5	3,502.6	74.5	815.7	19.6
H15	189.2	4.0	44.1	3,662.4	77.9	852.9	19.4
H16	194.4	4.1	45.3	3,783.6	80.5	881.1	19.5

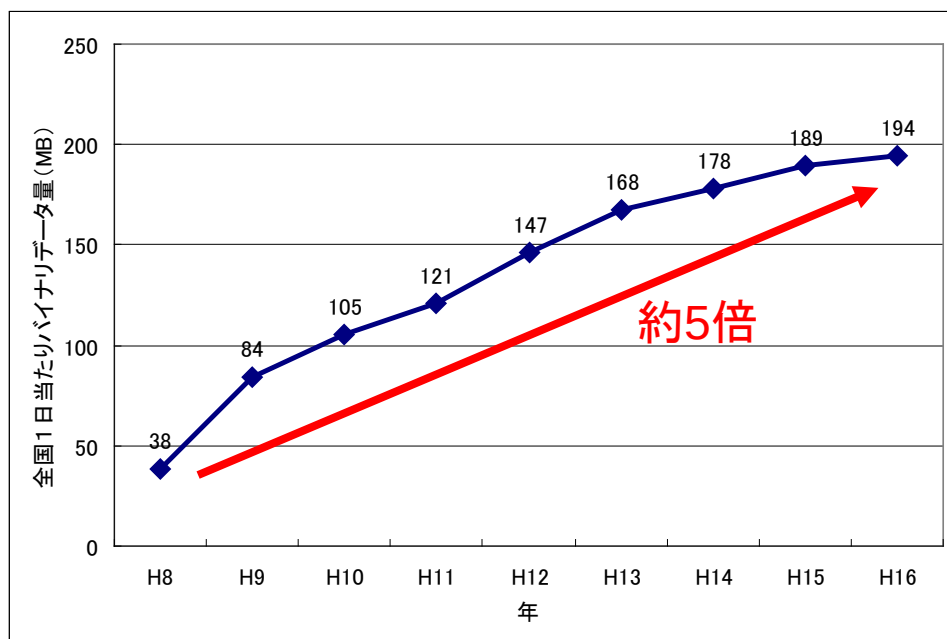


図 2.3-5 全国1日あたりのデータ量 (バイナリデータ)

時間信頼性分析を行うに当たっては、渋滞・旅行時間リンク情報についてデータベースを作成する必要があるため、その作成方法を説明する。VICS データにより提供される渋滞・旅行時間リンク情報は VICS リンク別の「渋滞度」及び「旅行時間 (旅行速度)」であり、毎日5分間隔、24時間のデータが恒常的に取得されるという特徴を持つ。

ここで、渋滞度データとは道路種類別に国家公安委員会公示第12号により定められた旅行速度により、「不明=0」,「渋滞なし=1」,「混雑=2」,「渋滞=3」の4つのフラグでデータ取得されている。以下に渋滞度の定義と渋滞度取得の対応表を示す。

表 2.3-8 渋滞度の定義

VICS リンク区分	渋滞度の定義			
	不明=0	渋滞なし=1	混雑=2	渋滞=3
1 高速道路	—	80km/h	60km/h 以下	40km/h 以下
2 都市高速道路	—	60km/h	40km/h 以下	20km/h 以下
3 一般道路	—	30km/h	20km/h 以下	10km/h 以下
4 その他				

時間信頼性の分析には VICS データのうち「旅行時間 (旅行速度)」を用いるのが基本である。しかし、「旅行時間 (旅行速度)」が取得されていない場合、「渋滞度」から旅行速度を推定することになる。その場合のプロセスは以下の通りである (図 2.3-6)。この図の例から分かるように、実際の旅行速度が時速 16km であっても渋滞度からは実際の旅行速度は分からず、時速 20km というような予め設定した一定の旅行速度を与えざるを得ない。

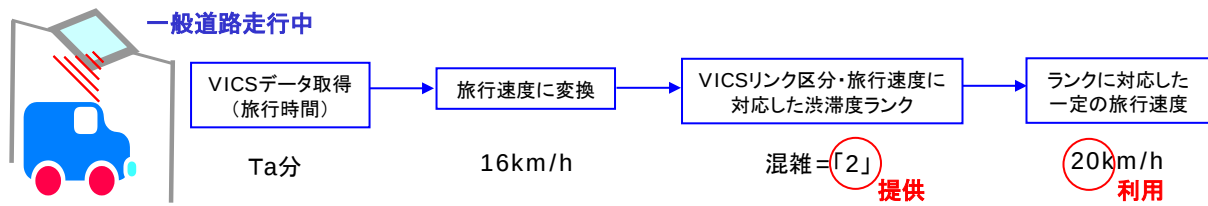


図 2.3-6 渋滞度から旅行速度を算定する場合の限界

さらに、VICS データを扱う際には、調査対象道路におけるデータカバー率をあらかじめ把握しておく必要がある。VICS リンク定義区間のカバー率は総延長に対する割合で、渋滞度提供、旅行時間提供区間のカバー率は VICS リンク定義区間に対する割合である。

旅行時間提供ありの VICS データ取得率については、高速道路や都市高速道路においては比較的高い取得割合を示しているが、直轄国道以下の道路においては低いという傾向がある。

ただし、エリアにより取得率は異なっているため、分析に当たっては、対象エリア、対象路線におけるデータ取得率の確認を行い、時間信頼性分析を行うに当たってデータ量が十分であるかどうかの検討が必要である。

3) 時間信頼性分析に用いるデータベース作成方法

(a) 時間信頼性分析に用いるデータベースの作成フロー

変換した VICS 旅行時間データを時間信頼性分析に利用するためのデータベース作成手順を示す。データベース作成手順は図 2.3-7 に示すとおりである。

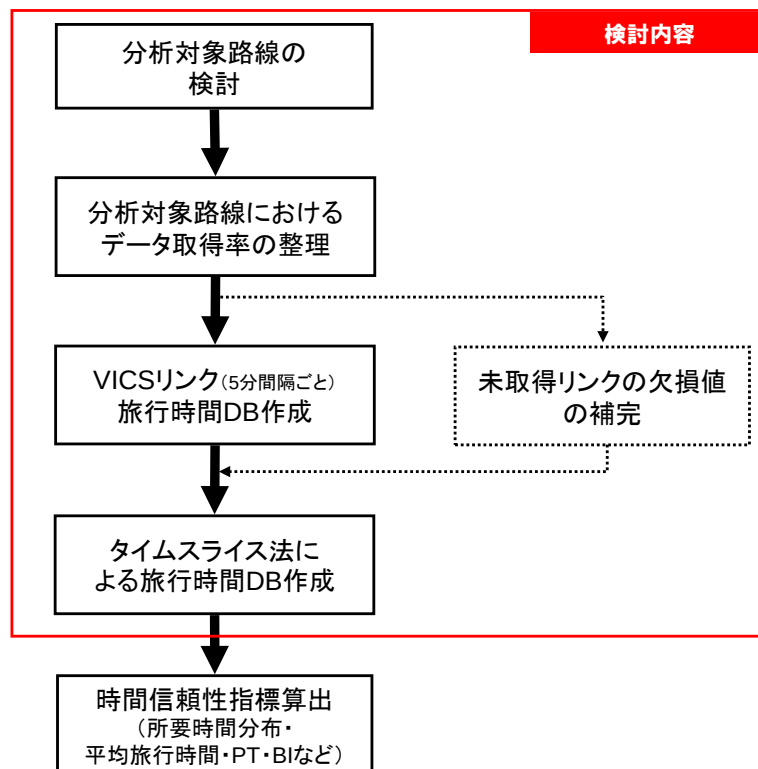


図 2.3-7 VICS 旅行時間データを用いたデータベース作成手順

(b) 分析対象路線の検討

VICS データを用いて時間信頼性の分析を行う対象路線を設定する。

対象路線の設定にあたって考慮すべきことは、VICS 旅行時間データは、高速道路や都市高速道路では比較的データが取得されているものの、国道（直轄）等では全国規模では約 20% 程度であることである。分析対象路線の設定は 3 大都市圏の直轄国道を対象路線とする等 VICS 所要時間データの取得状況にあわせた設定をすることが必要である。

(c) 分析対象路線におけるデータ取得率の整理

設定した分析対象路線においてデータ取得率の整理を行う。取得率の整理にあたっての注意点として、データが未取得となっている VICS リンクは、時間的・空間的にどのようにデータが未取得であるかについて確認する必要がある。短期的な道路工事や事故のために一時的にデータが未取得である場合や、長期的な道路工事の実施により 1 ヶ月間や 1 年間といった恒常的にデータが未取得である場合も存在するためである。

以下では、圏央道周辺道路にて整理した VICS データ取得率の例を紹介する。VICS リンク

別の取得率の算定にあたっては、以下の式を利用している。

$$\frac{\sum_R \sum_t \sum_i \delta_i^{R,t} \cdot l_i^R}{n} \quad (\text{数式 2.3-1})$$

$$\delta_i^{R,t} = \begin{cases} 0 & : \text{VICSリンク } i \text{ の所要時間なし} \\ 1 & : \text{VICSリンク } i \text{ の所要時間あり} \end{cases}$$

l_i^R : VICSリンク i のリンク長

n : サンプル数 $365(\text{day}) \times 12(\text{sample/h}) \times \text{リンク数}$

表 2.3-9 に路線単位でリンク別の取得率を集計した例を示す。

一方、図 2.3-8 は個別のリンク毎にデータ取得率を整理した例である。取得率が 99%を示すリンクは短期的（一時的）にデータが未取得の VICS リンクを表し、取得率の記入がないリンクは長期的に（この例では 2 ヶ月間）データが取得されていないリンクを表している。

時間信頼性指標算出にあたっては、充分なデータが取得されていることを確認した上で次のステップに進む必要がある。

表 2.3-9 路線別データ取得率の例

Route	上下	時間帯	① リンク数の合計	② リンク長の合計 (m)	③ 取得リンク数の合計	④ 取得リンク長の合計 (m)	取得率 ③/①	取得率 ④/②
関越道	下り	24 時間計	737,856	1,074,635	631,551	1,057,597	85.6	98.4
中央道	下り	24 時間計	667,584	1,288,367	537,768	1,242,338	80.6	96.4
国道 16 号	上り	24 時間計	1,475,712	1,124,493	1,102,859	915,138	74.7	81.4
国道 20 号	上り	24 時間計	386,496	302,978	280,964	270,324	72.7	89.2

Microsoft Excel - ①日別取得率_31国道16号_下9.xls

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 挿入(I) 書式(O) ツール(T) データ(D) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)

質問を入力して...

MS Pゴシック 11 B I U

リンク数

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	
1																										
2	年月	PctN 1	PctN 2	PctN 3	PctN 4	PctN 5	PctN 6	PctN 7	PctN 8	PctN 9	PctN 10	PctN 11	PctN 12	PctN 13	PctN 14	PctN 15	PctN 16	PctN 17	PctN 18	PctN 19	PctN 20	PctN 21	PctN 22	PctN 23	PctN 24	F
3	20060601	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4	20070601	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
5	20070602	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99
6	20070603	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98
7	20070604	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99
8	20070605	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99
9	20070606	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99
10	20070607	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
11	20070608	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98
12	20070609	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98
13	20070610	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99
14	20070611	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99
15	20070612	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97
16	20070613	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99
17	20070614	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
18	20070615	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99
19	20070616	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
20	20070617	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
21	20070618	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
22	20070619	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
23	20070620	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99

長期的にデータ未取得

短期的(一時的)にデータ未取得

図 2.3-8 リンク別データ取得率の例（国道 16 号下り）

(d) 未取得リンクの欠測値の補完

ここまで、路線別・VICS リンク別に取得率の算出を行い、時間信頼性分析を行う準備を行ってきた。次にデータが未取得な場合のデータ補完方法について検討を行う。データ未取得の場合は、大別して短期的・長期的な欠測に分けられるが、補正方法についても例えば表 2.3-10 に示すようにいくつかの考え方が存在しており、どの方法の利用が時間信頼性分析に当たって良い補正方法であるのかについては、場合に応じた検討が必要である。

表 2.3-10 データ未取得リンクにおける補完例

補正方法 (例)	補正 区分	内容	課題
渋滞度を用いた補正	渋滞度 補正	対象リンクの渋滞度が取得されている場合にその渋滞度を用いる方法。ただし、渋滞度ランクに対応した一定の旅行速度として補正される。	利用すべきか、否かに ついての検討が必要。
隣接するリンクの旅行時間を用いた補正	空間的 補完	当該リンクと隣接するリンクの旅行時間が存在する場合に、その旅行時間データを用いる補完方法。同一時間帯での補完が可能となる。隣り合うリンクのデータが存在しない場合にはさらに隣り合うリンクを用いることになる。	隣接するリンクとしての どこの範囲まで を用いるのか。
当該リンクの旅行時間を用いた補正	時間的 補完	当該リンクの過去の旅行時間の集計値を用いる補正方法。集計にあたっては、時間帯別・平土休別の設定も可能。ただし、一般道路では当該リンクのデータが対象期間内に全く存在しない場合もある。	どのレベルまでの集 計値を利用するのか。 例、月別、曜日別、時 間帯別等。
経路の旅行時間を用いた補正	時空間的 補完	対象期間における経路の集計値を用いる補正方法。設定経路内での集計値を用いた補完が可能。設定経路内にデータが1つでも存在すれば理論的には補正可能。	どのレベルまでの集 計値を利用するのか。 例、月別、曜日別、時 間帯別等。
センサスの旅行速度を用いた補正	一定値補 完	対象 VICS リンクにおける平休別センサス旅行速度を用いる補正方法。路線別に用意することで一括の補正が可能。センサス区間以外での補正は不可能。	混雑時の旅行速度に より補正を行うため、 旅行時間が過大にな りやすい。

(e) VICSリンク（5分間隔）旅行時間データベース作成

上記ステップまでの用意ができた段階で VICS 旅行時間データによる旅行時間データベースの作成を行う。作成されるデータは、対象 VICS リンクの 5 分間隔の所要時間として作成される。この際、データ欠測値については既に補完されている。作成されるデータベースのイメージを図 2.3-9 に示す。

フィールド1	フィールド2	フィールド3	フィールド4	フィールド5	フィールド6	フィールド7	フィールド8	フィールド9	フィールド10	フィールド11	フィールド12
533935	1659	4392	1	61	①R246	1	12	20070501	408	421	
533935	1724	4392	2	61	①R246	1	12	20070501	408	421	
533935	1724	1731	1	61	①R246	1	12	20070501	408	421	
533935	1562	3231	1	61	①R246	1	10	20070501	293	302	
533935	3221	3231	2	61	①R246	1	10	20070501	293	302	
533935	3221	4398	1	61	①R246	1	10	20070501	293	302	
533935	1987	4399	2	61	①R246	1	21	20070501	575	1021	
533935	1987	2026	1	61	①R246	1	21	20070501	575	1021	
533935	2026	2046	1	61	①R246	1	21	20070501	575	1021	
533935	2046	2049	1	61	①R246	1	21	20070501	575	1021	
533935	2049	2497	1	61	①R246	1	21	20070501	575	1021	
533935	2066	2497	2	61	①R246	1	21	20070501	575	1021	
533935	4388	4390	1	61	①R246	1	11	20070501	305	315	
533935	1659	4390	2	61	①R246	1	11	20070501	305	315	
533935	1731	4394	1	61	①R246	1	13	20070501	318	328	
533935	1771	4394	2	61	①R246	1	13	20070501	318	328	
533935	1771	1783	1	61	①R246	1	13	20070501	318	328	
533935	1783	4833	1	61	①R246	1	14	20070501	359	408	
533935	1810	4833	2	61	①R246	1	14	20070501	359	408	
533935	1810	1827	1	61	①R246	1	14	20070501	359	408	
533935	2260	2279	1	61	①R246	1	33	20070501			
533935	2279	2302	1	61	①R246	1	33	20070501			
533935	2302	2314	1	61	①R246	1	33	20070501			
533935	2314	2334	1	61	①R246	1	33	20070501			
533935	2136	4366	2	61	①R246	1	28	20070501			
533935	4374	4374	2	61	①R246	1	31	20070501			
533935	3223	3223	1	61	①R246	1	31	20070501			

図 2.3-9 VICS 所要時間データデータベース

(f) タイムスライス法による旅行時間データベース作成

対象となる路線別に 5 分間隔旅行時間データベースを作成後は、タイムスライス法により 5 分間隔の出発時間別の路線別の所要時間を作成する。具体的なデータベースのイメージを以下に示す。最終的に作成されたデータベースを用いて時間信頼性の各指標値は算出される。

タイムスライス法による旅行時間の算定方法については 2.2.2.2) を参照のこと。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
路線名	上下	距離(km)	日付	曜日	平日	土休	時	分	所要時間	速度(km/h)	自由旅行時	自由旅行速	補正フラグ	リンク数	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
R16	2	4.648	20070601	6	1	0	10	8.396667	33.21318	9.296	30	0	4	3.75	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
R16	2	4.648	20070601	6	1	0	15	13.33167	20.91861	9.296	30	0	4	3.333333	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
R16	2	4.648	20070601	6	1	0	20	18.31667	15.87988	9.296	30	0	4	2.666667	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
R16	2	4.648	20070601	6	1	0	25	23.31667	10.84161	9.296	30	0	4	2.000000	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
R16	2	4.648	20070601	6	1	0	30	28.31667	5.84161	9.296	30	0	4	1.333333	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
R16	2	4.648	20070601	6	1	0	35	33.31667	0.84161	9.296	30	0	4	0.666667	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
R16	2	4.648	20070601	6	1	0	40	38.31667	-0.15839	9.296	30	0	4	0.000000	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
R16	2	4.648	20070601	6	1	0	45	43.31667	-0.65839	9.296	30	0	4	-0.333333	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
R16	2	4.648	20070601	6	1	0	50	48.31667	-1.15839	9.296	30	0	4	-0.666667	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
R16	2	4.648	20070601	6	1	0	55	53.31667	-1.65839	9.296	30	0	4	-1.000000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
R16	2	4.648	20070601	6	1	1	0	8.396667	33.21318	9.296	30	0	4	3.75	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
R16	2	4.648	20070601	6	1	1	5	13.33167	20.91861	9.296	30	0	4	3.333333	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
R16	2	4.648	20070601	6	1	1	10	18.31667	15.87988	9.296	30	0	4	2.666667	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
R16	2	4.648	20070601	6	1	1	15	23.31667	10.84161	9.296	30	0	4	2.000000	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
R16	2	4.648	20070601	6	1	1	20	28.31667	5.84161	9.296	30	0	4	1.333333	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
R16	2	4.648	20070601	6	1	1	25	33.31667	0.84161	9.296	30	0	4	0.666667	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
R16	2	4.648	20070601	6	1	1	30	38.31667	-0.15839	9.296	30	0	4	0.000000	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
R16	2	4.648	20070601	6	1	1	35	43.31667	-0.65839	9.296	30	0	4	-0.333333	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
R16	2	4.648	20070601	6	1	1	40	48.31667	-1.15839	9.296	30	0	4	-0.666667	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
R16	2	4.648	20070601	6	1	1	45	53.31667	-1.65839	9.296	30	0	4	-1.000000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
R16	2	4.648	20070601	6	1	1	50	58.31667	-2.15839	9.296	30	0	4	-1.333333	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
R16	2	4.648	20070601	6	1	1	55	63.31667	-2.65839	9.296	30	0	4	-1.666667	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

図 2.3-10 旅行時間データベース例

4) VICSデータの取得と旅行時間（旅行速度）算定に関わるまとめと課題

- ・ VICS データには地点速度データと区間速度データとの両方がある。長期間にわたり安定的なデータ取得が可能である他、事故・工事等のインシデントデータも同時に取得可能であるため、時間信頼性分析には有用である。
- ・ VICS データベースを用いて、対象路線別に指定した期間において、5 分間隔で出発する旅行時間データの作成が可能である。ただし、分析に当たっては、未取得リンクへのデータ補完が必要である。
- ・ データ利用上の課題としては、1) 地域によってデータが格納されている路線が限定されていること、2) VICS リンクの旅行速度に上限値が設定されている場合があること、3) 隣り合う VICS リンクの旅行速度に同じ値が与えられていることがあること等が挙げられる。
- ・ また、データの使用に当たっては、交通管理者との協議が必要な点に留意する必要がある。

2.3.4. AVIデータの特徴と課題

1) AVIデータの概要

自動ナンバープレート読み取り機器（AVI）は、ナンバープレート情報のマッチングにより得られる各車両の旅行時間観測値を単位時間（5分、10分、15分…）ごとに平均することで単位時間当たり平均所要時間を求め、時間帯別平均旅行速度（区間速度）を算出している。交通量と旅行速度の他、車種分類まで検知可能である。時間信頼性評価を行うためには連続した所要時間の取得が不可欠であり、AVIを用いた調査は有効な手法の一つと考えられる。

2) データ取得方法

(a) 観測機器の概要

AVIはカメラで捕捉した車両のナンバープレート情報（車籍・車種・用途・一連番号）と通過時刻のデータを取得することができ、交通量を把握するとともに、地点間のナンバープレート情報のマッチングを行うことにより、地点間の所要時間を算出することが可能である。

また、読取装置の上部には赤外線LED照明を装備し、夜間においても精度の高いデータ取得が可能となっている。AVI装置の特徴と外観は以下に示すとおりである。

- ・ 調査の無人化により、調査期間中の安全確保が可能
- ・ 近赤外線LED照明により、夜間や天候に関係なく安定したデータ取得が可能
- ・ 高速で通行する車両についても計測が可能（時速140kmまで対応可能）

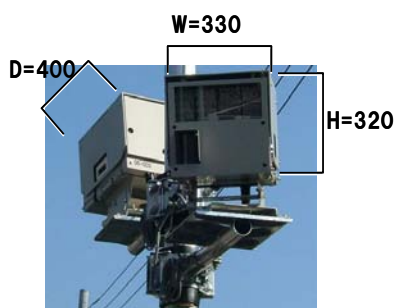


図 2.3-11 AVI装置の外観

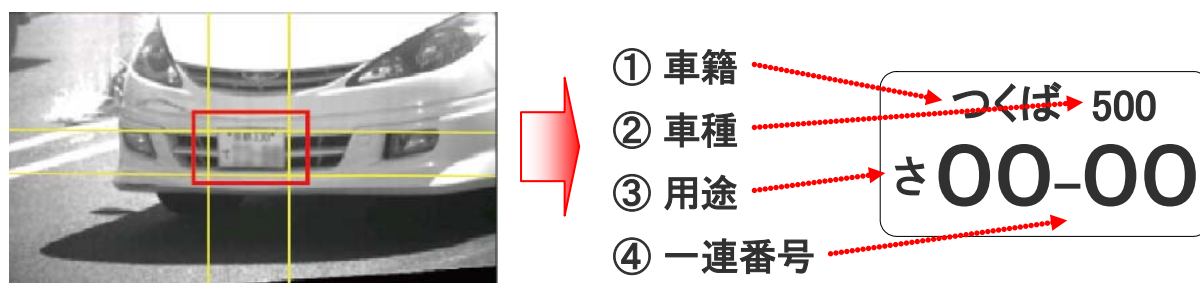


図 2.3-12 取得されるナンバープレート情報

(b) 設置方法

AVI の設置には、設置する既存の構造物（照明柱や標識柱等）及び電源施設が必要となる。

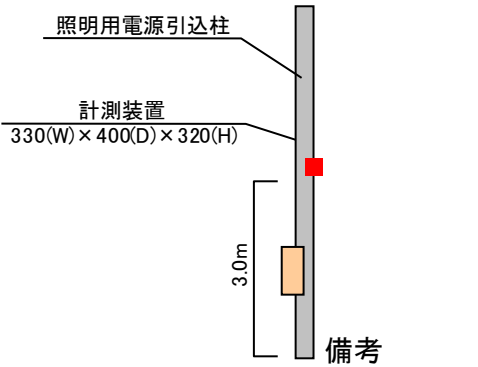
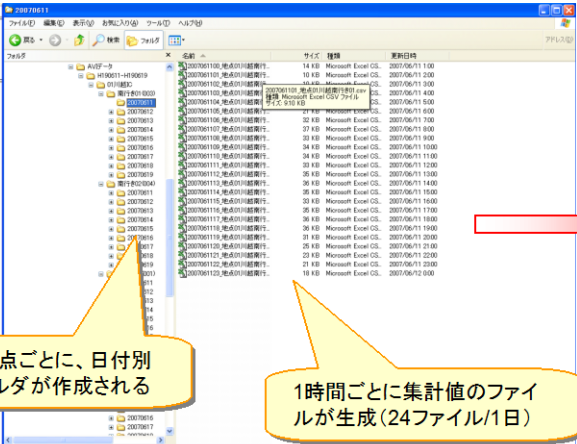
設置方法	照明用電源引込柱
電源供給方法	電力会社から引込
調査地点付近写真	観測機器取付イメージ
照明用電源引込柱（添架および電源供給用） 	 照明用電源引込柱(国土交通省管理)

図 2.3-13 AVI 設置状況例

3) AVI データからの所要時間算出方法

(a) 取得されるデータの概要

AVI によって取得されるナンバープレート情報と通過時刻のデータは、機器内部のコンパクトフラッシュに自動的に記録される。記録は 1 時間ごとに行われ、日付ごとに作成されるフォルダ内に 1 時間分のデータが 1 つの csv ファイルとして記録される。



観測地点ごとに、日付別のフォルダが作成される

1時間ごとに集計値のファイルが生成(24ファイル/1日)

日付・通過時刻	ナンバープレート情報
20070615,100001207,所沢,59,の	中,自,他
20070615,100006454,所沢,800,す	中,自,他
20070615,100011051,所沢,80,あ	中,自,軽
20070615,100017120,所沢,400,す	中,自,他
20070615,100020755,川崎,830,さ	中,自,他
20070615,100025582,相模,100,あ	中,事,他
20070615,100027324,所沢,59,み	中,自,他
20070615,100035957,足立,100,す	中,自,他
20070615,100040724,所沢,300,ふ	中,自,他
20070615,100044048,熊谷,400,そ	中,自,他
20070615,100051719,所沢,800,あ	中,事,他
20070615,100058910,福島,100,か	大,事,他
20070615,100103256,品川,100,あ	中,事,他
...	...

図 2.3-14 取得されるデータファイル

(b) データベースの作成方法

各地点間ごとにて取得された個々の情報を集約する「基本データベース」を作成した後、地点間のナンバープレート情報のマッチングを行い、個々の車両における地点ごとの通過時刻を整理する「マッチング情報データベース」の作成を行った。

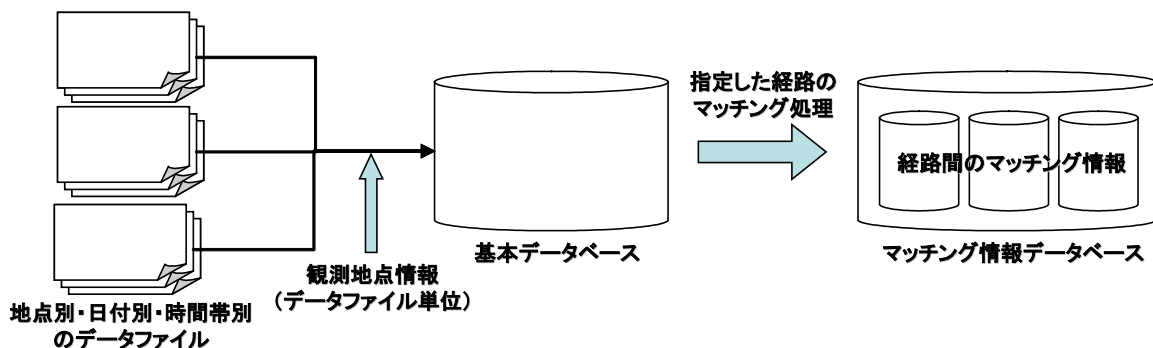


図 2.3-15 データベース作成フローイメージ

(c) データベース作成手順

① 基本データベースの作成

分析用のデータベースとして個々の車両の通過時刻とナンバープレート情報を集約した「TBL_DATA」と、ファイルごとの地点情報が整理された「TBL_FILE」から構成される基本データベースの作成を行った。それぞれのデータテーブルは「FILE_INDEX」によって結び付けられており、観測地点別・時間帯別の交通量等の集計値を算出することが可能となる。

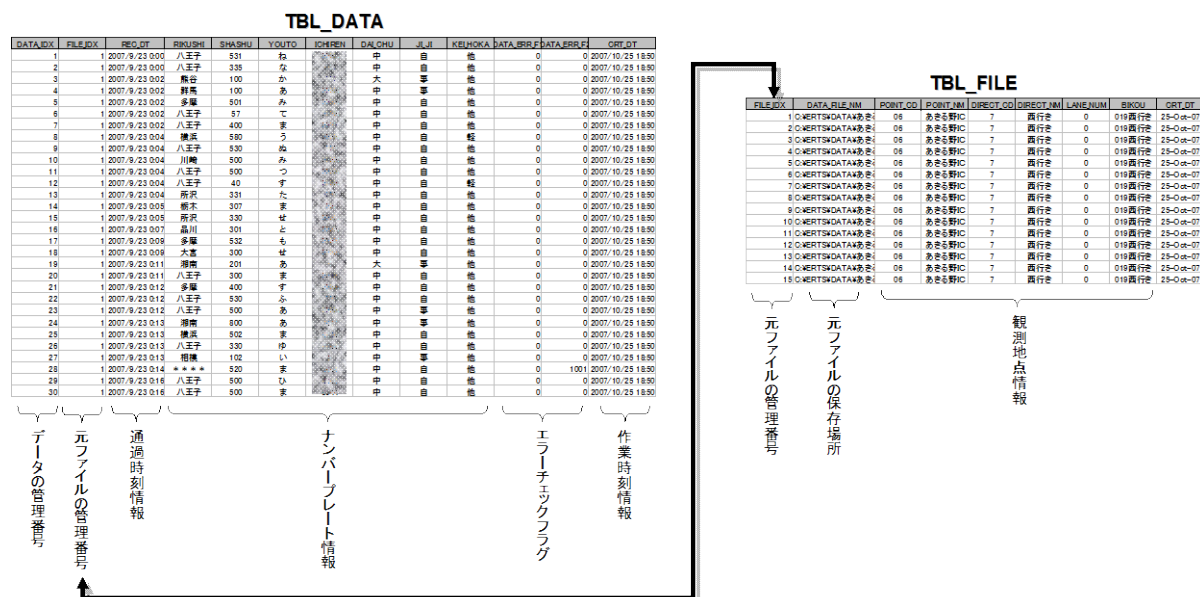


図 2.3-16 基本データベースイメージ

② マッチング情報データベースの作成

AVI 地点間所要時間は、AVI にて収集されたナンバープレート情報（車籍、車種、用途、一連番号）の全てが同一な車両を対象として、隣接する AVI 設置地点間でマッチング処理を行い、区間別の所要時間情報データを作成する。マッチングイメージを図 2.3-17 に示す。

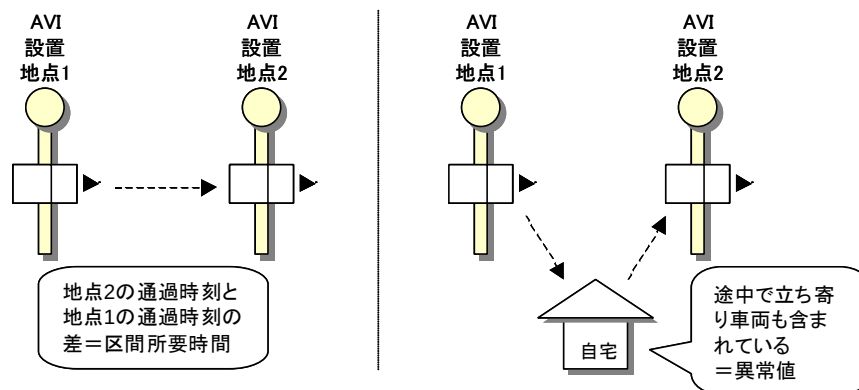


図 2.3-17 車両マッチングイメージ

なお、図 2.3-17 に示す通り、マッチング結果には AVI 地点間で立ち寄りした車両も含まれているため、これに起因する異常値のデータを除去する必要があります。ここでは一つの方法として、無条件のマッチング結果から得られる地点間の通過時間差の状況を踏まえて、マッチングのパターンごとに表 2.3-11 のような最小通過時間差と最大通過時間差を設定し、マッチング結果から異常値データの除去を行った。

ここで、最大・最小通過時間差の設定の一つの考え方を説明する。調査区間内において、通常の走行ではあり得ない走行速度を想定し（たとえば実勢速度が 40km 前後の道路であれば最大速度が時速 80km、最小速度が時速 1km 等）、その速度で調査区間を走行した際の通過時間をそれぞれ最小通過時間差、最大通過時間差として設定する。これらの設定は、現時点では分析者が道路交通事情の実態に応じて行うしかなく、その合理的な設定方法は、今後の重要な検討課題である。

表 2.3-11 マッチングパターンとマッチング条件の一例

路線	方向	マッチングパターン		マッチング条件	
		起点側	終点側	最小通過時間差 (秒)	最大通過時間差 (秒)
国道 ○号	上り	○○付近	□□付近	600	4800
		□□付近	△△付近	600	4800

次に、基本データベースにおける個別の車両のナンバープレート情報をもとに、2 地点間におけるナンバープレートマッチングを行い、マッチング情報データベースの作成を行った。マッチング情報データベースのレイアウトを図 2.3-18 に示す。

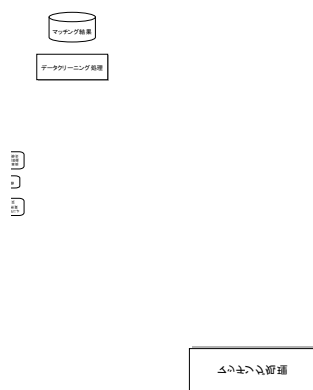


図 2.3-19 分析用データベース作成フロー図（AVI 調査データ）

4) AVIデータの取得と旅行時間（旅行速度）算定に関わるまとめと課題

- AVI データは区間速度を算出できる定点観測データであり、連続した旅行速度が取得できるという点で、時間信頼性分析を行うに当たって有効なデータ取得の手段の 1 つである。
- 原理的には全通過車両のデータが取得可能である、あるいは必要な区間のデータ取得が可能であるという利点がある。
- 所要時間算定に当たっての課題として、得られた AVI データのナンバープレートマッチング率は 100%ではなく、立ち寄り車両等のデータクリーニングが必要であるということが挙げられる。
- 運用上の課題として、機器設置コストあるいは道路管理者や交通管理者との協議に関わる作業コストが大きいということが挙げられる。このことを踏まえて今後は、精度良くデータを取得するために、高さや箇所についてどのように設置するのかについての検討が必要である。

2.3.5. バスロケデータの特徴と課題

1) バスロケデータの概要

バスロケーションシステムにより取得されるデータ（以下「バスロケデータ」という。）はプローブデータ的一种である。移動体通信を搭載したバスにより緯度経度情報等の移動体情報が収集されたデータであり、走行経路を特定（マップマッチング）することで旅行時間が得られ、そのデータを時間帯別に平均することで時間帯別平均旅行速度を算出することができる。データ取得範囲は走行路線と走行時間帯に限られるものの、データ取得範囲においては、恒常的にデータが取得・蓄積されており、時間信頼性の検討が十分可能である。

旅行速度や旅行時間の分析に当たっては、まず、高速バスロケにより収集された位置データからマップマッチングを行い、ネットワークデータと対応付ける必要がある。また、バス停での停車による異常値が発生する可能性があることに留意する必要がある。

2) データ取得方法

バスロケでは、移動体通信を使用して、個別の車両を識別する ID、時刻、緯度経度の位置情報等の情報を一定間隔で収集・蓄積している。

ここでは、特に高速バスロケデータを取り上げ、時間信頼性評価のためのデータ収集・整理として、高速バスロケで収集されたデータの中から解析に適さないデータをクリーニングしてマップマッチングを行った上で、データベースを作成する。

3) データベース作成の概要

まず、高速バスロケデータから得られる移動体の位置情報から道路交通情報を作成するための一般的な方法について説明する。手順は以下の通りである。

- ① 位置データから移動経路の特定（マップマッチング）
- ② 経路上のリンク単位の情報（所要時間・平均走行速度）の作成
- ③ リンク単位の情報を集約し、単位時間当たりの道路交通情報の作成

マップマッチングにより経路を特定できたら、経路上にある全てのリンクに対して、所要時間や走行速度等のデータを算出する必要がある。これらのリンク情報は、位置データの時間により求めることができる。しかし、これらのリンク情報は精度があまり良くないので、精度向上を図る方法の開発が求められている

なお、高速バスロケの基本的なデータベースの内容は、国土交通省道路局経済調査室作成の「高速バスロケーションシステム」で示されており、主な項目は、①バス基礎情報、②系統情報、③停留所情報、④バスの位置情報、⑤停留所間所要時間、⑥バスロケの標準データフォーマットである（①～⑤の詳細は表 2.3-12～表 2.3-16 に示す通り）。ここでは、上記の「①バス基礎情報」および「④バスの位置情報」からマップマッチングを行い、データベースを作成する。

表 2.3-12 ①～⑤のデータの内容(1)

①バス基礎情報

データ No	データ項目	桁数	形式	単位	データの内容
1	開始日	10	テキスト	YYYY-MM-DD	バス基礎情報が有効となる期間の開始日
2	終了日	10	テキスト	YYYY-MM-DD	バス基礎情報が有効となる期間の終了日
3	バスグループ ID	5	整数		バスグループ毎の ID
4	会社 ID	8	テキスト	半角英数文字	バス事業者毎の ID
5	車両 ID	20	テキスト		各事業者の車両毎の ID
6	ITS 車載器 ID	12	整数		ASL-ID
7	宛先の IP アドレス	15	テキスト	xxx.xxx.xxx.xxx (xxx は 0～255)	DSRC の位置情報の送信先の IP アドレス (バスグループ側)
8	宛先の受信ポート 番号	5	整数	0～65535	DSRC の位置情報の送信先の受信ポート 番号 (バスグループ側)

表 2.3-13 ①～⑤のデータの内容(2)

②系統情報

データ No	データ項目	桁数	形式	単位	データの内容
1	開始日	10	テキスト	YYYY-MM-DD	系統情報が有効となる期間の開始日
2	終了日	10	テキスト	YYYY-MM-DD	系統情報が有効となる期間の終了日
3	バスグループ ID	5	整数		バスグループ毎の ID
4	会社 ID	8	テキスト	半角英数文字	バス事業者毎の ID (バス G 内で同一の 路線系統 ID, 路線系統 ID である場合にも 会社毎の ID を記入すること)
5	路線系統 ID	8	テキスト	半角英数文字	
6	路線系統名称	250 (125)	テキスト (全角文字)	平仮名片仮名 全角文字	路線系統名称
7	路線系統名称読み	250 (125)	テキスト (全角文字)	平仮名片仮名 全角文字	路線系統名称読み
8	運行路線系統 ID	8	テキスト	半角英数文字	
9	運行路線系統名称	250 (125)	テキスト (全角文字)	平仮名片仮名 全角文字	運行路線系統名称
10	運行路線系統名称 読み	250 (125)	テキスト (全角文字)	平仮名片仮名 全角文字	運行路線系統名称読み
11	往路復路 ID	1	テキスト	0, 1, 2	運行路線系統の往路・復路の識別子 0: 方向区別なし, 1: 上り, 2: 下り
12	区間番号	3	整数		運行路線系統内の区間番号 (出発から到 着までの区間の順番)
13	起点共通区分コー ド	1	整数	1, 2	バス停の識別子 1: 高速道路上のバス 停 (本資料で停留所 ID として設定した バス停), 2: バス会社が設定したバス停
14	起点駅停留所 ID	9	テキスト	半角英数文字	各区間の起点となる停留所の ID
15	終点共通区分コー ド	1	整数	1, 2	バス停の識別子 1: 高速道路上のバス 停 (本資料で停留所 ID として設定した バス停), 2: バス会社が設定したバス停
16	終点駅停留所 ID	9	テキスト	半角英数文字	各区間の起点となる停留所の ID
17	距離	8	整数	m	各区間の距離

表 2.3-14 ①～⑤のデータの内容(3)

③停留所情報

データ No	データ項目	桁数	形式	単位	データの内容
1	開始日	10	テキスト	YYYY-MM-DD	系統情報が有効となる期間の開始日
2	終了日	10	テキスト	YYYY-MM-DD	系統情報が有効となる期間の終了日
3	バスグループ ID	5	整数		バスグループ毎の ID
4	会社 ID	8	テキスト	半角英数文字	バス事業者毎の ID (バス G 内で同一の 駅停留所 ID である場合にも会社毎の ID を記入すること)
5	共通区分コード	1	整数	1, 2	バス停の識別子 1: 高速道路上のバス 停 (本資料で停留所 ID として設定した バス停), 2: バス会社が設定したバス 停
6	駅停留所 ID	9	テキスト	半角英数文字	停留所毎の ID
7	駅停留所名称	250 (125)	テキスト (全角文字)	平仮名片仮名 全角文字	停留所名称
8	駅停留所名称読み	250 (125)	テキスト (全角文字)	平仮名片仮名 全角文字	停留所名称の読み
9	緯度	9	整数	1/1000 秒	世界測地系に従った座標系
10	経度	9	整数	1/1000 秒	世界測地系に従った座標系

表 2.3-15 ①～⑤のデータの内容(4)

④バスの位置情報

データ No	データ項目	桁数	形式	単位	データの内容
1	日付	10	テキスト	YYYY-MM-DD	位置情報が取得された日付
2	時刻	12	テキスト	Hh:mm:ss.sss	位置情報が取得された時刻（ミリ秒まで記載可能）
3	バスグループ ID	5	整数		バスグループ毎の ID
4	会社 ID	8	テキスト	半角英数文字	事業者毎の ID
5	路線系統 ID	8	テキスト	半角英数文字	
6	運行路線系統 ID	8	テキスト	半角英数文字	
7	往路復路 ID	1	テキスト	0, 1, 2	運行路線系統の往路・復路の識別子 0：方向区分なし，1：上り，2：下り
8	車両 ID	20	テキスト	半角英数文字	各事業者の車両毎の ID
9	緯度	9	整数	1/1000 秒	世界測地系に従った座標系
10	経度	9	整数	1/1000 秒	世界測地系に従った座標系
11	発報契機	2	整数	1～99	位置情報発報時のバスの状態
12	共通区分コード	1	整数	1, 2	バス停の識別子 1: 高速道路上のバス停 (本資料で停留所 ID として設定したバス停)，2：バス会社が設定したバス停
13	駅停留所 ID	9	テキスト	半角英数文字	バス停通過・発着のイベントによって位置情報が取得された場合（「発報契機=2 の場合」），対象となるバス停の駅停留所 ID を記載
14	進行方向の形式	1	整数	1～3	バスの進行方向の記入形式の識別子
15	進行方向	3	整数	0～359/0～15/0 ～7	バスの進行方向
16	速度	8	実数	km/h	地点速度

表 2.3-16 ①～⑤のデータの内容(5)

⑤停留所間所要時間

データ No	データ項目	桁数	形式	単位	データの内容
1	バスグループ ID	5	整数		バスグループ毎の ID
2	会社 ID	8	テキスト	半角英数文字	事業者毎の ID
3	路線系統 ID	8	テキスト	半角英数文字	
4	運行路線系統 ID	8	テキスト	半角英数文字	
5	往路復路 ID	1	テキスト	0, 1, 2	運行路線系統の往路・復路の識別子 0: 方向区別なし, 1: 上り, 2: 下り
6	車両 ID	20	テキスト	半角英数文字	各事業者の車両毎の ID
7	区間番号	3	整数		運行路線系統内の区間番号（出発から到着までの区間の順番）
8	起点共通区分コード	1	整数	1, 2	バス停の識別子 1: 高速道路上のバス停 （=本資料で停留所 ID として設定したバス停）, 2: バス会社が設定したバス停
9	起点駅停留所 ID	9	テキスト	半角英数文字	各区間の起点となる停留所の ID
10	日付（起点）	10	テキスト	YYYY-MM-DD	起点となる停留所を通過した日付
11	時刻（起点）	12	テキスト	hh:mm:ss.sss	起点となる停留所を通過した時刻（ミリ秒まで記載可能）
12	終点共通区分コード	1	整数	1, 2	バス停の識別子 1: 高速道路上のバス停 （=本資料で停留所 ID として設定したバス停）, 2: バス会社が設定したバス停
13	終点駅停留所 ID	9	テキスト	半角英数文字	各区間の終点となる停留所の ID
14	日付（終点）	10	テキスト	YYYY-MM-DD	終点となる停留所を通過した日付
15	時刻（終点）	12	テキスト	hh:mm:ss.sss	終点となる停留所を通過した時刻（ミリ秒まで記載可能）
16	区間の所要時間	8	整数	秒	各区間の所要時間
17	区間の距離	8	整数	m	各区間の距離

(a) マップマッチングの概要

高速バスロケにより収集された位置データから走行経路を特定（マップマッチング）し、ネットワークデータと対応付ける処理を行う（図 2.3-20）。

なお、マップマッチングで用いるデジタル道路地図（DRM）は「DRM1800」を用いることとする。また、ネットワークに関しては、生活道路も含む DRM 全道路レベルでマップマッチングを行うこととする。

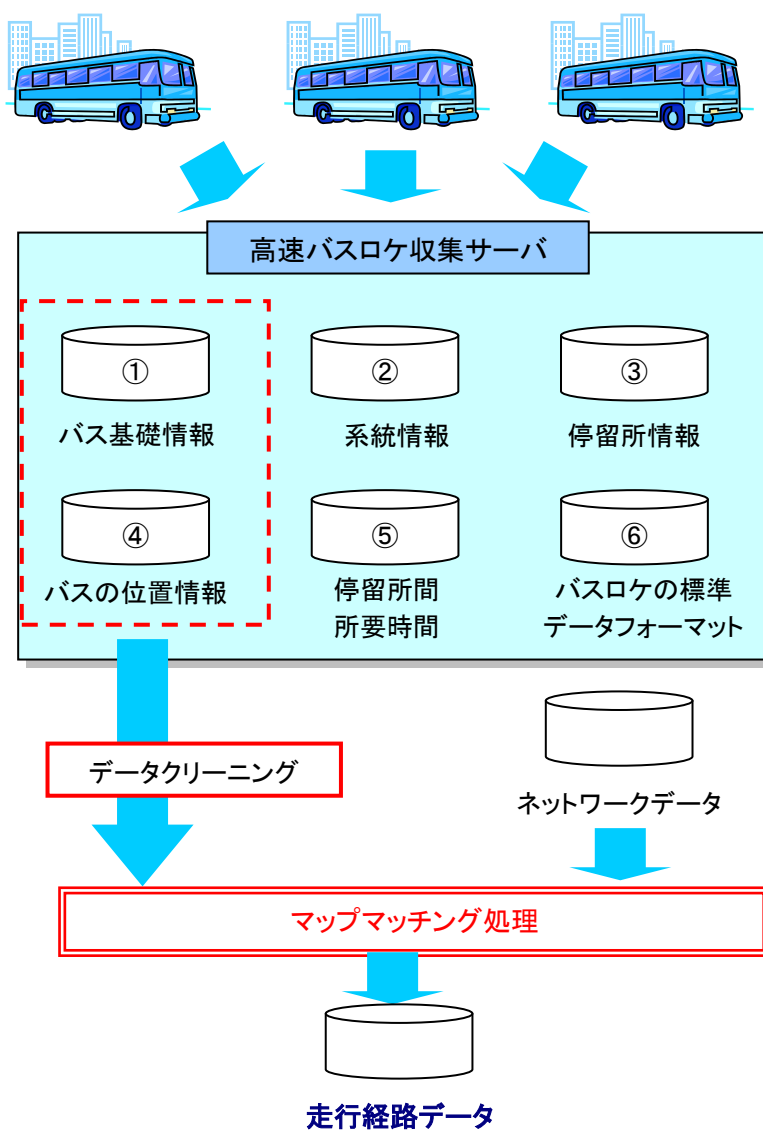


図 2.3-20 データベース整理のフロー図

(b) マップマッチングシステム

マップマッチング処理は、解析に適さないデータを除去する「①異常値判定処理」と、マップマッチングを実施する「②走行経路特定処理」の2ステップに分けて行った。なお、各処理では複数の処理プロセスを含んでいる（図 2.3-21）。それぞれの処理で実行する処理プロセスについて以下に示す。連続する2つの位置データの距離及び時間差から地点間移動速度を算定し、これが時速 150km を超えている場合に、その地点間移動速度を飛び値と判定する。

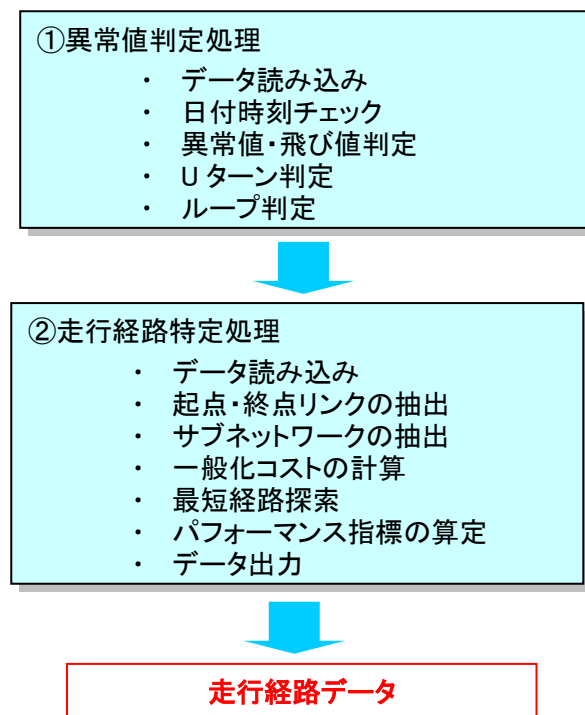


図 2.3-21 マップマッチングシステムのフロー図

(c) 異常値判定処理

本項では位置データの異常値除去を行う。また、走行経路特定処理で処理できるよう、一データの走行軌跡からUターン判定、ループ判定を行う。

① データ読み込み

位置データ、ダイアリーデータを読み込む。なお、読み込みはダイアリー単位で行う。

② 日付時刻チェック

位置データの日付、時刻の狂い(古すぎるデータや未来の日付等)をチェックする。また、同じ日付、時刻が連続して記録されているかどうか、時刻の重なり、反転等をチェックし、異常な場合にはデータを削除する。

③ 異常値・飛び値判定

位置情報(経緯度)が異常な値かどうかを判定する。また、位置データ間の走行速度を算定し、異常な速度かどうかを判定する。異常と判定された場合には異常値・飛び値としてデータを削除する。

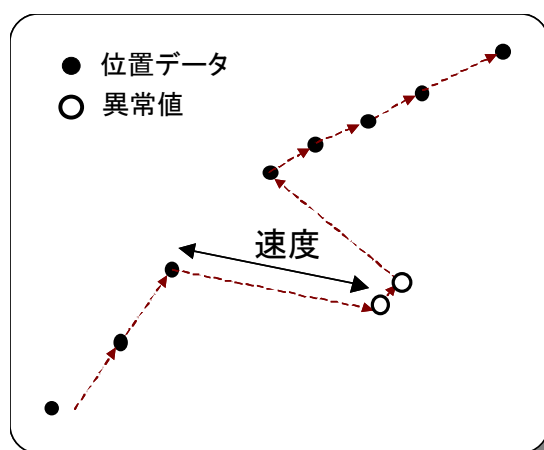


図 2.3-22 異常値・飛び値判定

④ Uターン判定

マップマッチングは、取得した位置データから一定範囲内に含まれる DRM リンクの集合(サブネットワーク)を対象として、起終点間の最短経路探索を行うことで走行経路を特定している。この場合、実際の走行にUターンやループが含まれていると、ショートカットする経路が選択されるため、経路を正しく特定できなくなる。そのため、ここでは位置データの走行軌跡からUターンが行われているかどうかの判定を行う。具体的には、トリップをループの最遠地点等で一旦分割し、2つのトリップで経路を推定してから合成する処理を行っている。



図 2.3-23 Uターン判定

⑤ ループ判定

前述のUターン判定と同様、ここでは位置データの走行軌跡からループしているかどうかの判定を行う。

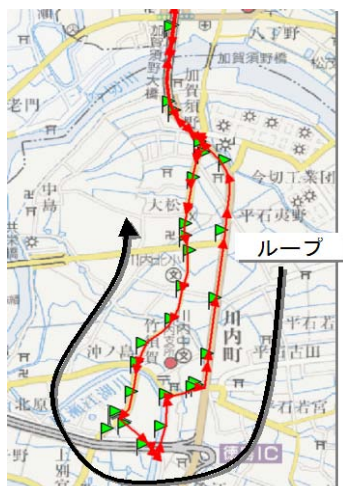


図 2.3-24 ループ判定

(d) 走行経路特定処理

異常値判定処理後の位置データとネットワークデータを用いて走行経路を特定する。

① データ読み込み

位置データとネットワークデータを読み込む。

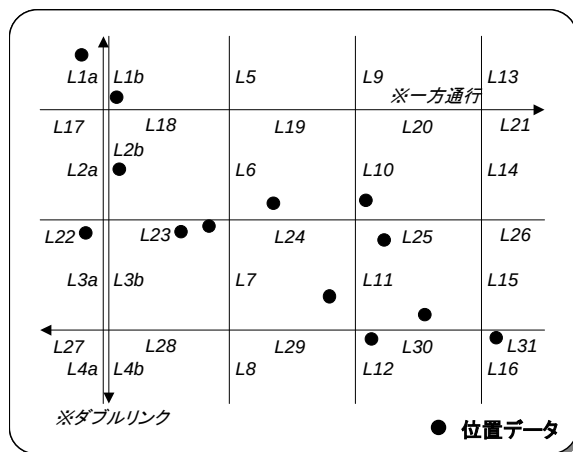


図 2.3-25 位置データとネットワークの読み込み

② 起点・終点リンクの抽出

起点・終点リンクをそれぞれ位置データから抽出する。起点リンクの場合には、点となる位置データからの走行方向を考慮し、近いリンクを起点リンクとする。逆に、終点リンクの場合は、終点位置データまでの走行方向を考慮し、近いリンクを終点リンクとする。

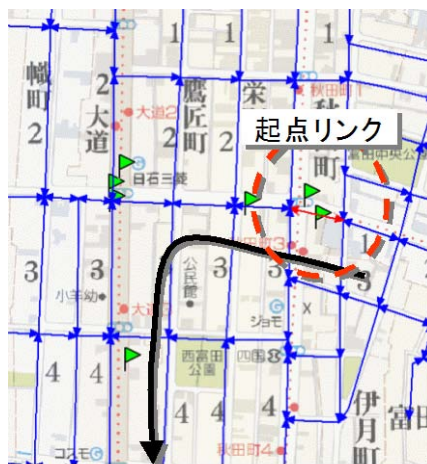


図 2.3-26 位置データとネットワークの読み込み

③ サブネットワークの抽出

各位置データから一定の範囲内にあるリンク集合（サブネットワーク）を抽出する。

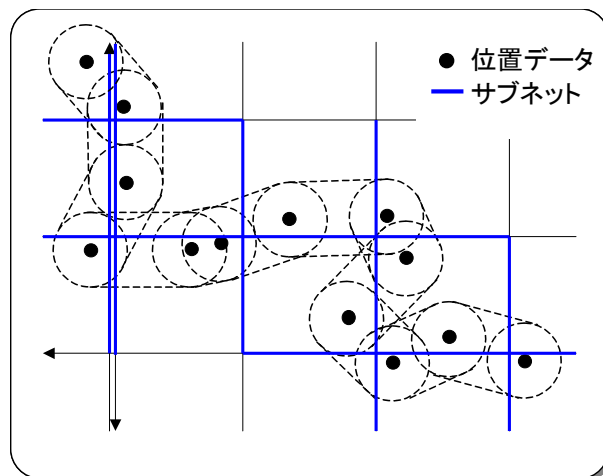


図 2. 3-27 サブネットワークの抽出(1)

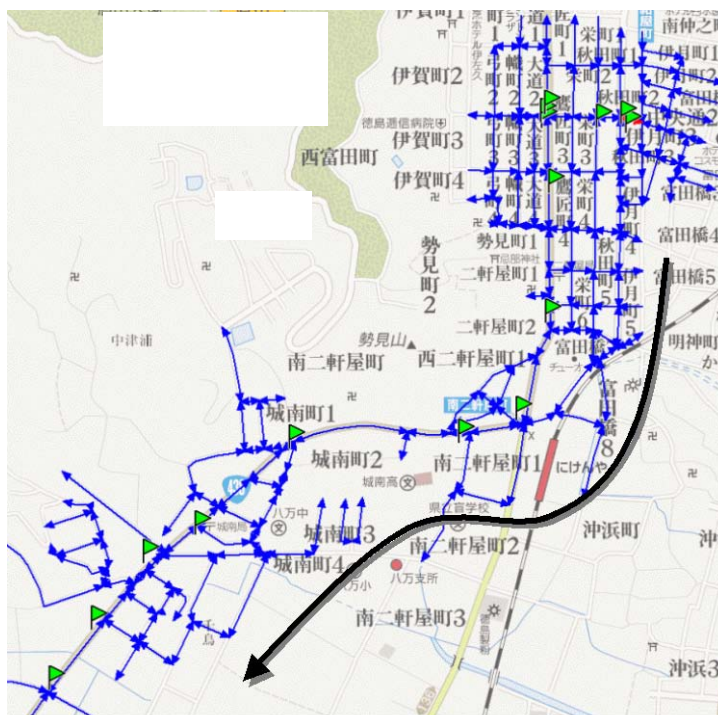


図 2. 3-28 サブネットワークの抽出(2)

④ 一般化コストの計算

サブネットワークを構成するリンクの一般化コストを計算する。

$$C(i) = T(i) + b \times \{\min D(i, j)\}^p \times (1/n)^q \times L(i)$$

$C(i)$: リンク i の一般化コスト

$T(i)$: リンク i の所要時間

$D(i, j)$: リンク i と位置データ j の距離

n : リンク i との距離が最短となる位置データ数

$L(i)$: リンク i の距離

b, p, q : パラメータ

図 2.3-29 一般化コストの計算式

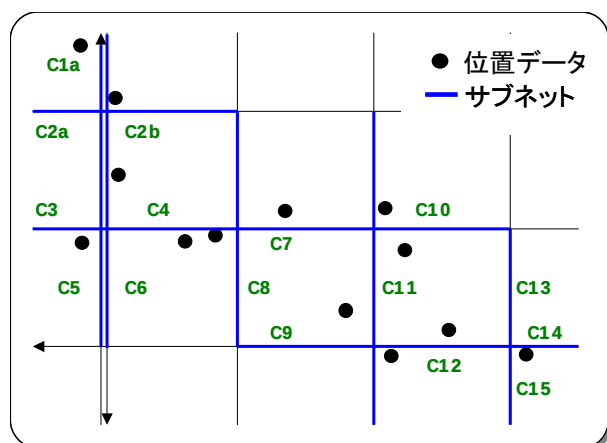


図 2.3-30 リンクの設定方法（模式図）

⑤ 最短経路探索

計算した一般化コストに基づいてサブネットワークから最短経路探索を行い、走行経路を特定する。なお、抽出したサブネットワークでは経路がつかない場合には、サブネットワークの抽出範囲を広げて再度一般化コストの計算から繰り返す。

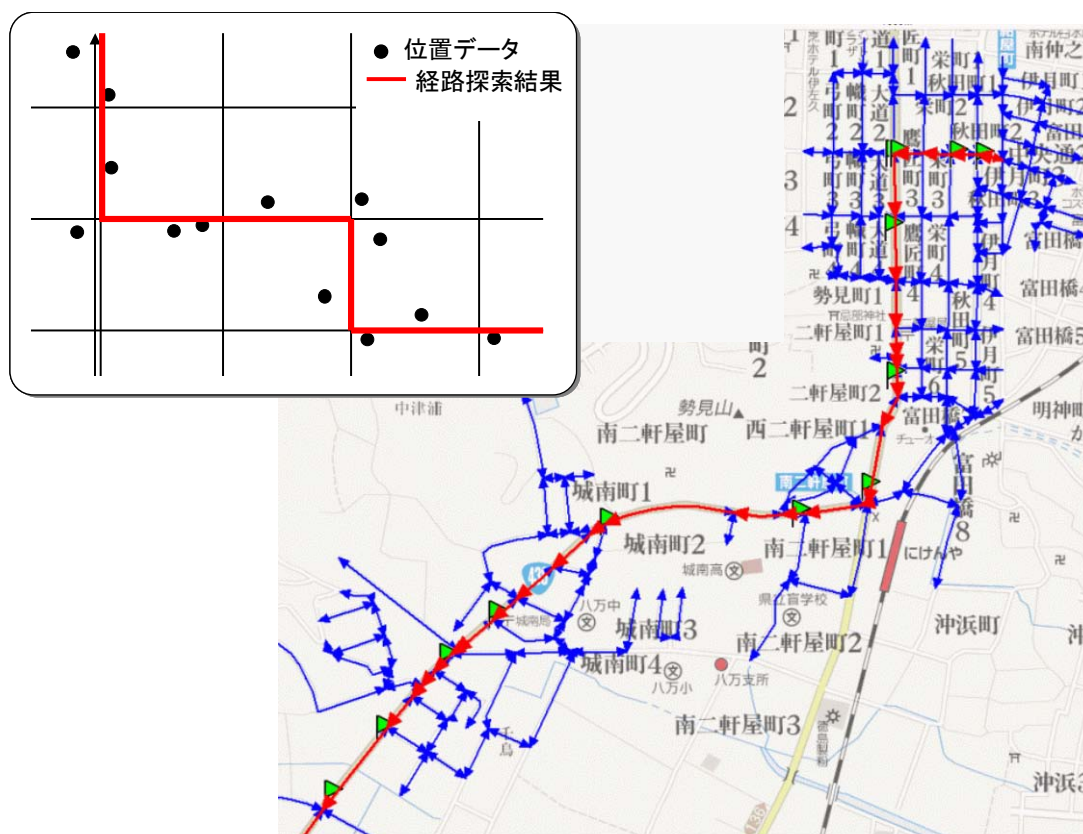


図 2.3-31 最短経路探索結果

⑥ パフォーマンス指標の算定

DRM リンク単位でのリンク流入日時やリンク速度、リンク所要時間等を算定する。

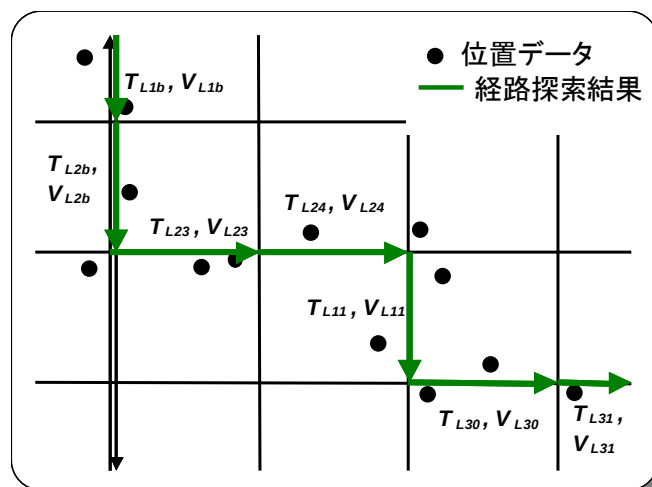


図 2.3-32 パフォーマンス指標の算定

⑦ データ出力

マップマッチング結果を出力する。データの出力は DRM リンク単位で行い、リンク番号、パフォーマンス指標の他、道路種別やリンク長等のリンク属性データも付加して出力する。

表 2.3-17 マップマッチング結果出力例

車種コード	車両ID	メッシュコード	リンク番号	道路種別コード	走行方向フラグ	リンク速度(km/h)	リンク距離(m)	入日付	入時刻	出日付	出時刻	所要時間(秒)	位置データ吸着数
0	1300370	574026	2410676	9	2	11.8	1199.8	2006/8/29	14:54:59	2006/8/29	15:01:06	366.5941	1
0	1300370	574026	2390241	9	2	11.8	145.9	2006/8/29	15:01:06	2006/8/29	15:01:50	44.56775	0
0	1300370	574026	2370239	9	2	11.8	35.0	2006/8/29	15:01:50	2006/8/29	15:02:01	10.70056	0
0	1300370	574026	2280237	9	2	11.8	46.2	2006/8/29	15:02:01	2006/8/29	15:02:15	14.1211	0
0	1300370	574026	2280229	9	1	11.8	200.5	2006/8/29	15:02:15	2006/8/29	15:03:16	61.24689	0
0	1300370	574026	2290552	9	1	11.8	155.4	2006/8/29	15:03:16	2006/8/29	15:04:04	47.4677	0
0	1300370	574026	5520571	3	1	11.8	383.0	2006/8/29	15:04:04	2006/8/29	15:06:01	117.0213	0
0	1300370	574026	5710640	3	1	0.2	25.5	2006/8/29	15:06:01	2006/8/29	15:16:09	607.7799	1

4) バスロケデータの取得と旅行時間（旅行速度）算定に関するまとめと課題

- ・ バスロケは、長期間にわたり安定的なデータ取得が可能である移動体観測調査である。
- ・ 入手したバスロケデータから検討対象区間の所要時間を算出するためには、デジタル道路地図（DRM）リンクへのマップマッチング及びデータの区間統合による地点間所要時間の推定を行う。
- ・ 所要時間算定に当たっての課題として、マップマッチングの前処理として DRM の接続関係等のチェックが必要ということが挙げられる。
- ・ データ利用上の課題として、データを取得できる路線や時間帯が限定されており、バス停での停車の影響を受けるため、一般車両との乖離が生じる可能性があるということ、また、着目した区間の分析を行うためには走行経路を特定（マップマッチング）してネットワークデータと対応付ける必要があるということがある。
- ・ 加えて、位置データの測位間隔がそれほど密ではないため、ミスマッチングが発生する可能性がある。マッチングの精度を向上させるため、バスが走行している経路が予め判明している場合には、その路線にマッチングする等の検討が必要である。

2.4. 各調査方法による時間信頼性指標の算出結果の比較検討

2.4.1. 検討の概要と目的

2.1 で説明した通り、旅行時間（旅行速度）の取得媒体により、得られるデータの特性が異なる。異なる方法によって取得された旅行時間データから得られた同一区間、同一時間帯における旅行速度、Buffer Time Index 等を比較することで、時間信頼性分析に与える影響の分析を行う。

分析対象とするデータは、取得方法は異なるものの取得期間・取得時間帯は同一のデータである。具体的には、AVI、VICS、トラカン、高速バスロケによる4種類の所要時間データを比較する。分析対象路線と利用するデータを表 2.4-1 に示す。

表 2.4-1 分析対象路線と利用するデータ

対象路線	比較するデータ
1) 国道 16 号	・ AVI データ ・ VICS データ
2) 国道 20 号、国道 246 号	・ トラカンデータ ・ VICS データ
3) 首都高速道路 (3 号渋谷線、4 号新宿線)	・ トラカンデータ ・ VICS データ
4) 都市間高速道路	・ トラカンデータ ・ 高速バスロケデータ

2.4.2. AVIデータとVICSデータの比較

1) 分析内容と分析対象区間

本節では国道16号を対象とし、取得方法が異なる旅行時間データ（AVIデータ、VICSデータ）を用いて、同一区間、同一時間帯の旅行速度を比較することで時間信頼性分析に与える影響の分析を行う。分析対象区間は、取得区間が限定されているAVIデータに合わせて設定を行なっている。国道16号入間IC～左入町交差点の約11.7kmを分析対象区間とした。この区間において、AVI調査区間は3区間である。一方、VICSリンクの区間数は上下ともに25区間となっている。

表 2.4-2 分析内容の整理（国道16号）

	内容
分析期間	【期間①】 2007年6月11日（月）～22日（金）・平日10日間 【期間②】 2007年7月2日（月）～13日（金）・平日10日間
分析区間	・ 国道16号 左入町交差点～入間IC 11.7km 上り（南向き）・下り（北向き） 上下とも、AVI調査区間は3区間、VICSリンクは25区間となっている。
分析単位	時間帯別・上下別
分析指標	時間帯別平均旅行速度



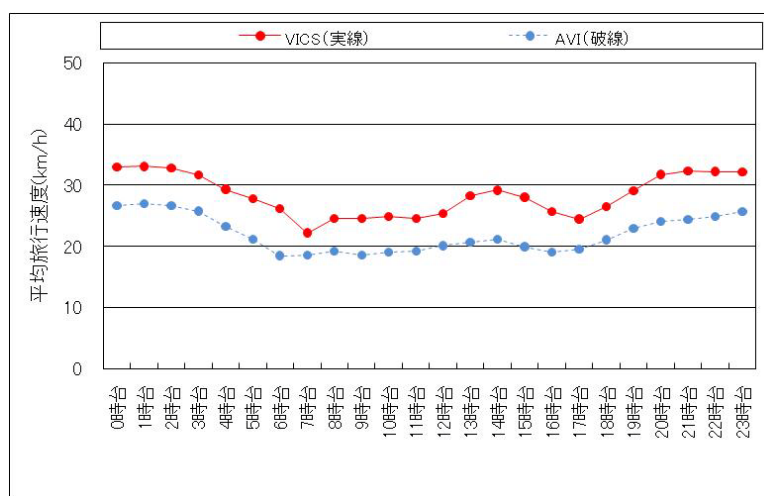
図 2.4-1 分析対象区間（国道16号・入間IC～左入町交差点）

2) 時間帯別平均旅行速度の比較

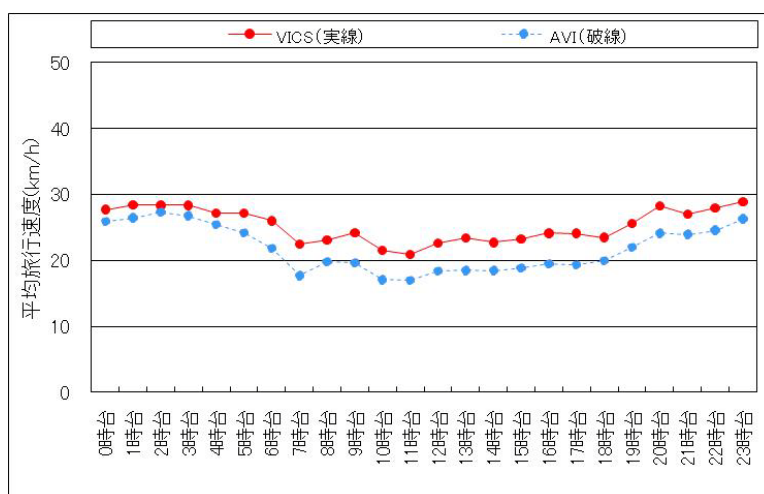
図 2.4-2、図 2.4-3 に VICS、AVI 各データの時間帯別平均速度を上り下りの順に示す。AVI データによる時間帯別平均旅行速度は、時間帯に限らず VICS データより時速 5km 程度小さい結果となった。これは、VICS データは地点速度データが主体のため、信号での遅れが十分に反映されていない可能性があること、一方、AVI データには沿道施設に立ち寄る車両が含まれている可能性があることによると考えられる。

なお、一般道の場合は VICS の未取得リンクをセンサスのピーク時旅行速度で補完しているため、それが原因となって VICS データの方が、速度が遅くなる可能性があるものの、今回の検討では、その影響は不明である。

【期間①】 2007 年 6 月 11 日（月）～22 日（金）・平日 10 日間



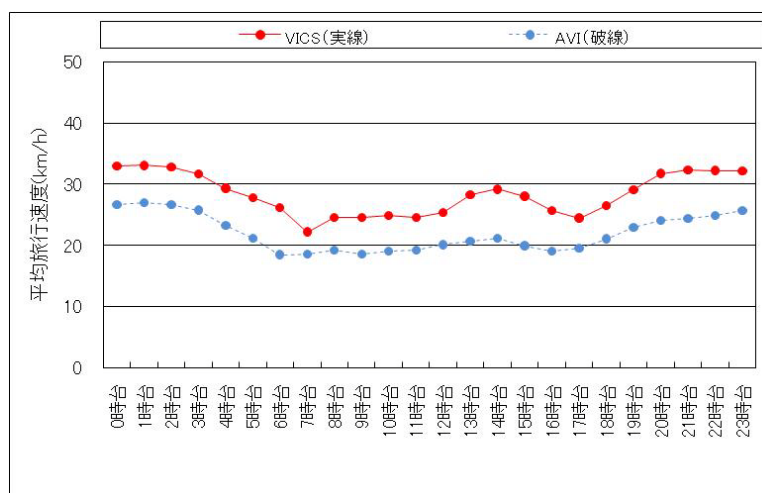
上り



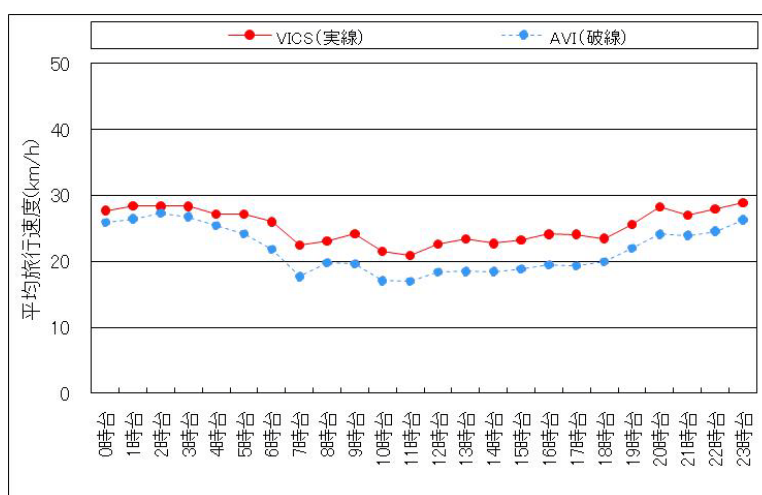
下り

図 2.4-2 時間帯別平均旅行速度の変化（国道 16 号上下：期間①）

【期間②】 2007 年 7 月 2 日（月）～13 日（金）・平日 10 日間



上り



下り

図 2.4-3 時間帯別平均旅行速度の変化（国道 16 号上下：期間②）

2.4.3. VICSデータとトラカンデータの比較（一般国道）

1) 分析内容と分析対象区間

本節では、国道 20 号、国道 246 号において、取得方法が異なる 2 つの旅行時間データ（トラカンデータ、VICS データ）を用い、同一区間の 5 分間平均旅行時間と時間帯別の旅行速度、Buffer Time Index を比較することで、時間信頼性分析に与える影響の分析を行う。分析対象区間は、VICS のデータ欠測の比較的少ない区間を選定し、国道 20 号は西新宿三丁目～半蔵門とし、国道 246 号は東名高速東京 IC～六本木交差点とした。なお、VICS リンクとトラカンの勢力範囲区間が一致していないため、分析対象区間の位置と距離に多少のずれが生じている。

表 2.4-3 分析内容の整理（国道 20 号, 246 号）

	内容
分析期間	2007 年 5 月 1 日（火）～31 日（木）・平日 21 日間
分析区間	・ 国道 20 号 西新宿三丁目～半蔵門 VICS : 5.2km・トラカン : 5.0Km 上り（東向き）・下り（西向き） VICS リンク数は、上りは 23、下りは 21 である。 トラカンは、上下とも 9 箇所を設置されている。 ・ 国道 246 号 東名高速東京 IC～六本木交差点 上り（東向き） VICS : 12.2km・トラカン : 12.3km 下り（西向き） VICS : 12.3km・トラカン : 12.3km VICS リンク数は、上りは 11、下りは 9 である。 トラカンは、上下とも 18 箇所を設置されている。
分析単位	5 分間・時間帯別・上下別
分析指標	・ 5 分間平均旅行時間 ・ 時間帯別平均旅行速度 ・ Buffer Time Index



図 2.4-4 分析対象区間（国道 20 号・西新宿三丁目～半蔵門）



図 2.4-5 分析対象区間（国道 246 号・東名高速東京 IC～六本木交差点）

2) 5 分間平均旅行時間の比較

5 分間旅行時間の出現状況を VICS とトラカンで比較した結果、国道 20 号、国道 246 号の上下ともに出現頻度に多少の違いが見られたが、平均値、95%タイル値の差異は±1 分と小さく、累積出現頻度の傾向も類似している。

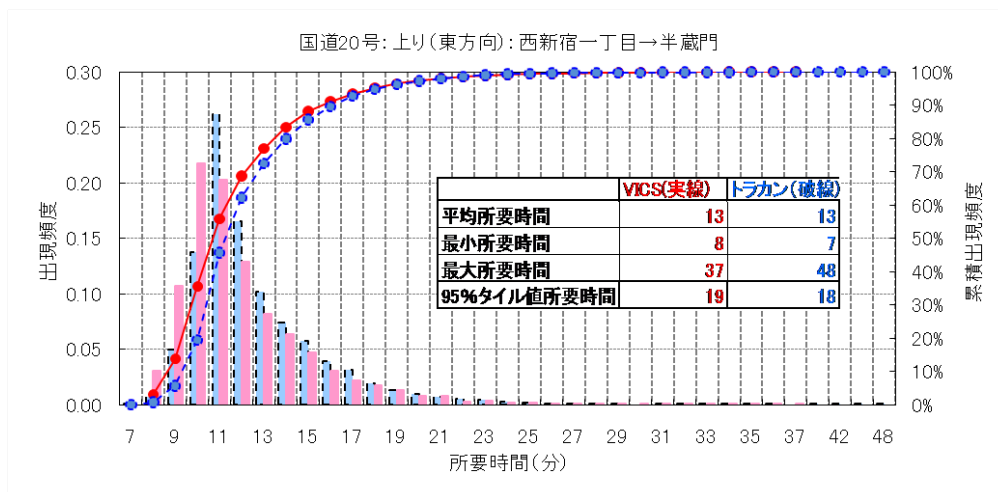


図 2.4-6 所要時間の出現状況（国道 20 号：上り）

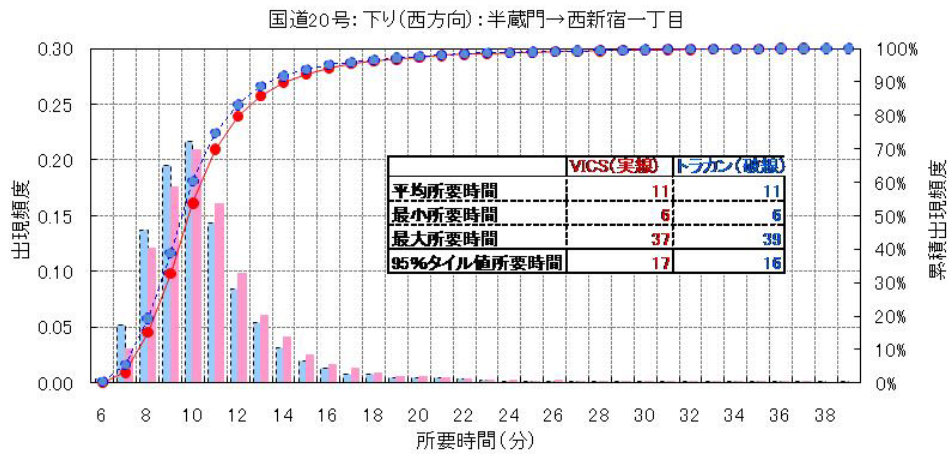


図 2.4-7 所要時間の出現状況 (国道 20 号: 下り)

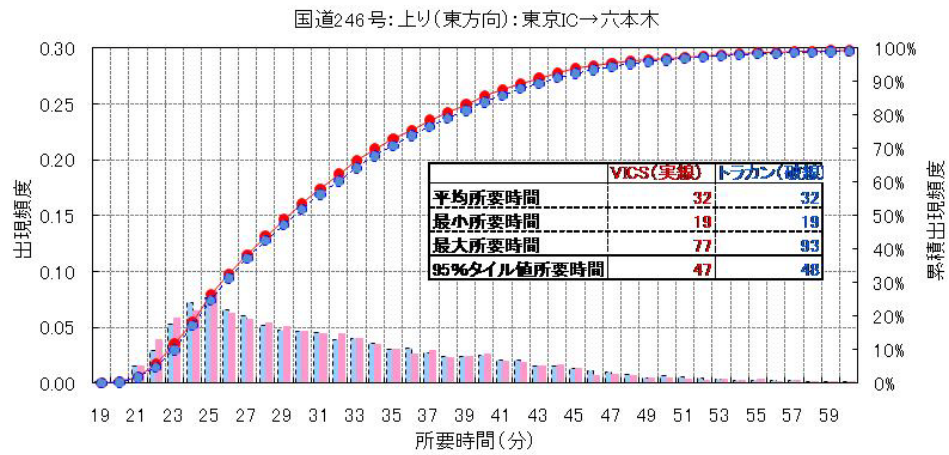


図 2.4-8 所要時間の出現状況 (国道 246 号: 上り)

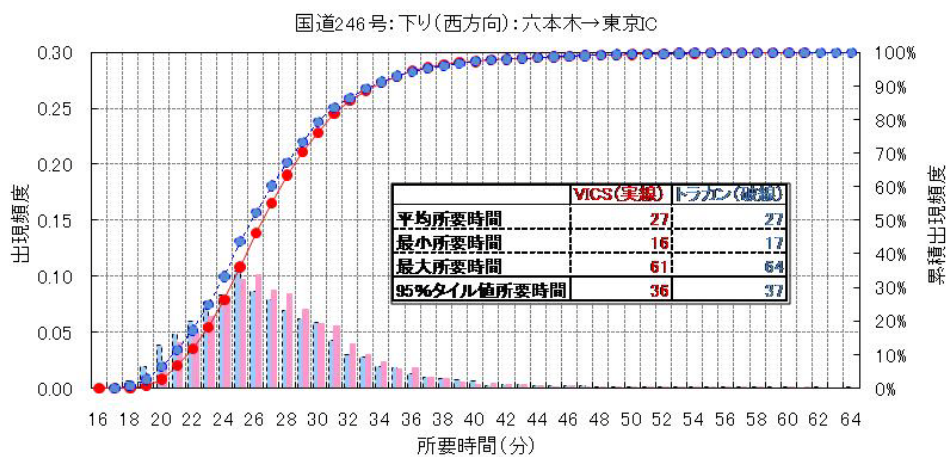


図 2.4-9 所要時間の出現状況 (国道 246 号: 下り)

3) 時間帯別平均旅行速度の比較

VICS とトラカンデータでの時間帯別平均旅行速度を比較して示す。VICS データとトラカンデータでの時間帯別平均旅行速度は、国道 20 号、国道 246 号ともに全時間帯でほぼ一致している。このように都市内の幹線道路において、旅行速度があまり大きくない場合（今回は時速 35km 以下）、VICS とトラカンデータの二つの取得方法が異なる旅行時間データに関しては、時間信頼性分析に与える影響は少ないと考えられる。

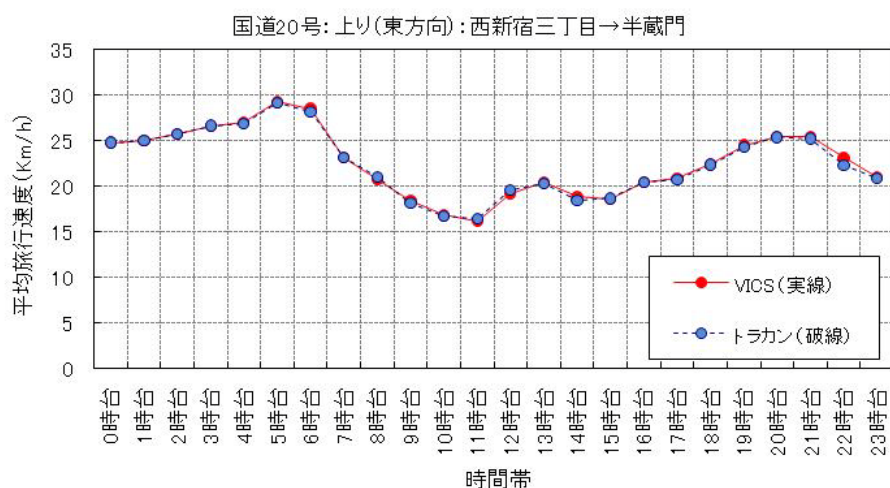


図 2.4-10 時間帯別平均旅行速度の比較（国道 20 号：上り）

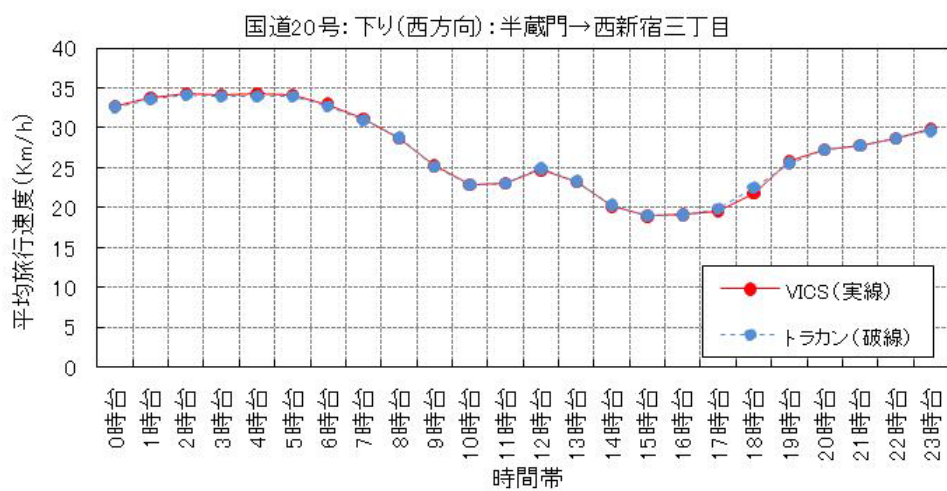


図 2.4-11 時間帯別平均旅行速度の比較（国道 20 号：下り）

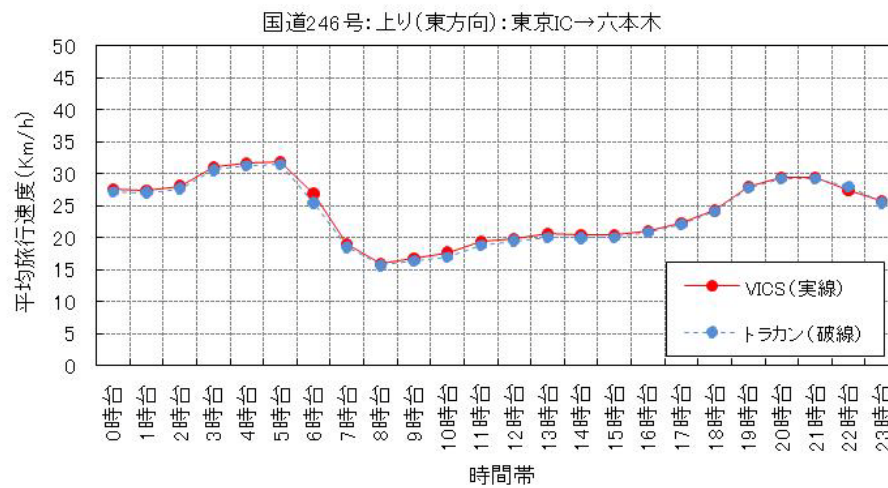


図 2.4-12 時間帯別平均旅行速度の比較 (国道 246 号 : 上り)

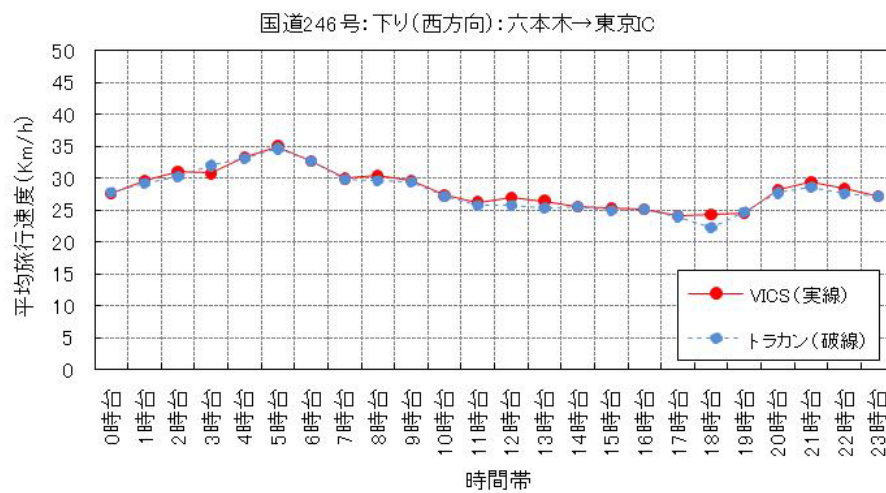


図 2.4-13 時間帯別平均旅行速度の比較 (国道 246 号 : 下り)

4) Buffer Time Indexの比較

本項ではデータソースの違いが Buffer Time Index (BI) に及ぼす影響について分析を行った。国道 20 号、国道 246 号ともに全体的な傾向は類似しており、時間帯別平均旅行速度と同様に、一般国道におけるデータソースの違いが時間信頼性分析に与える影響は少ないと考えられる。しかし、国道 20 号上りの 14～15 時台では VICS の方が、BI が 0.1～0.2 程度大きくなるという差も見られるため、注意が必要である。

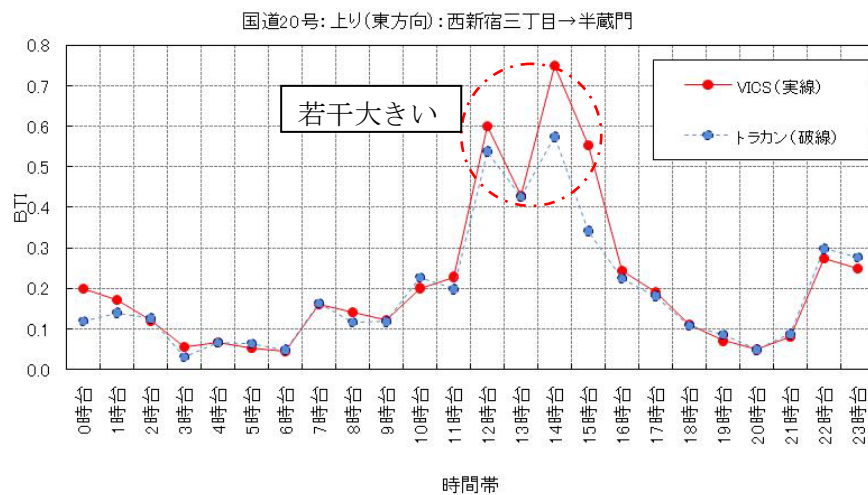


図 2.4-14 時間帯別 Buffer Time Index の比較 (国道 20 号 : 上り)

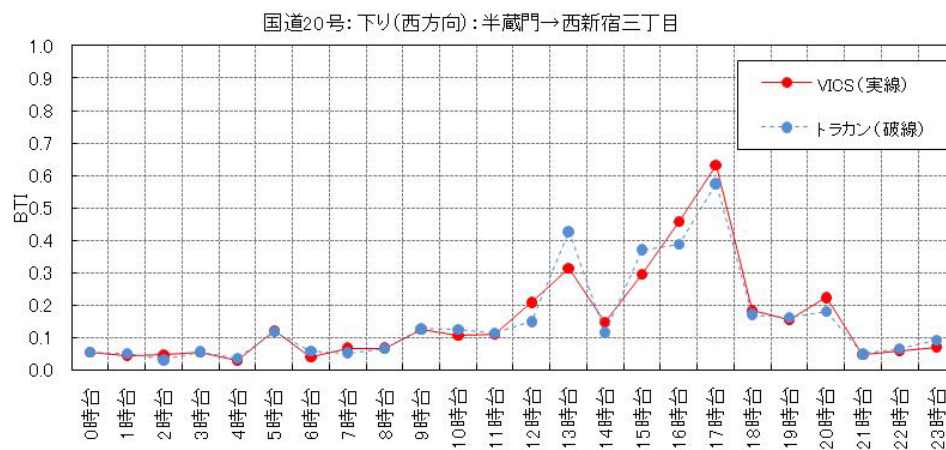


図 2.4-15 時間帯別 Buffer Time Index の比較 (国道 20 号 : 下り)

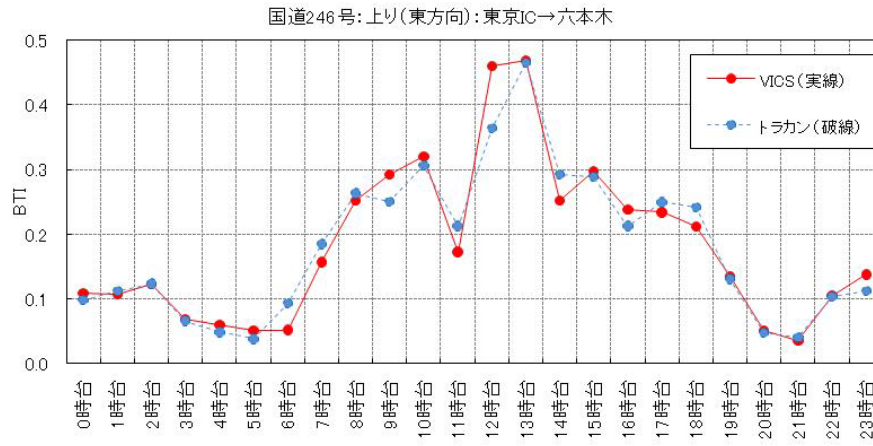


図 2.4-16 時間帯別 Buffer Time Index の比較 (国道 246 号 : 上り)

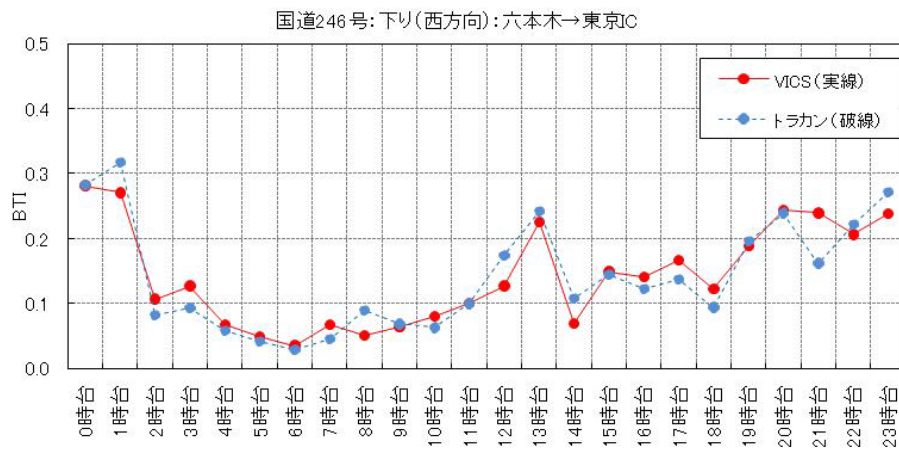


図 2.4-17 時間帯別 Buffer Time Index の比較 (国道 246 号 : 下り)

2.4.4. VICSデータとトラカンデータの比較（首都高速道路）

1) 分析内容と分析対象区間

本節では首都高速道路（3号渋谷線、4号新宿線）にて、取得方法が異なる2つの旅行時間データ（トラカンデータ、VICSデータ）を用いて同一区間の5分間平均旅行速度と時間帯別の旅行速度、Buffer Time Indexを比較することで時間信頼性分析に与える影響の分析を行う。

首都高速道路では、旧式の電波ビーコン(2.45GHz)にアップリンク機能（車両の速度情報を収集する機能）はなく、専ら利用者への情報提供に用いられている。従って、VICSデータの元データもトラカンの地点速度データであり、収集地点は同一であるものの、VICSリンクとトラカンの勢力範囲区間が一致していないため分析対象区間の位置と距離に多少のずれが生じている。

なお、トラカンは、首都高3号渋谷線では8箇所、首都高4号新宿線では11箇所に設置されている。

表 2.4-4 分析内容の整理（首都高3号渋谷線、4号新宿線）

	内容
分析期間	2007年5月1日（火）～31日（木）・平日21日間
分析区間	・ 3号渋谷線 用賀入口→池尻出口 上り VICS：5.5km・トラカン：5.4Km VICSリンク数は4つ。 トラカンは上下とも8箇所に設置。 ・ 4号新宿線 高井戸入口→新宿入口合流部 上り VICS：7.7km・トラカン：7.8Km VICSリンク数は13。 トラカンは上下とも11箇所に設置。
分析単位	5分間・時間帯別
分析指標	・ 5分間平均旅行速度 ・ 時間帯別平均旅行速度 ・ Buffer Time Index



図 2.4-18 分析対象区間（3号渋谷線上り・用賀入口→池尻出口）



図 2.4-19 分析対象区間（4号新宿線上り・高井戸入口→新宿入口合流部）

2) 5 分間平均旅行速度の比較

VICS とトラカンで 5 分間平均旅行速度を比較した結果、トラカンの速度の方が全体的に高く、特に VICS は時速 60km 程度の速度で頭打ちしていることがわかる。これは VICS データの速度には上限値が設けられていることによるものと考えられる。なお、一般道の場合は VICS の未取得リンクをセンサスのピーク時旅行速度で補完しているため、それが原因となって VICS データの方が速度が遅くなる可能性もあるものの、首都高ではほとんど未取得リンクはないため、このことが原因ではないと考えられる。

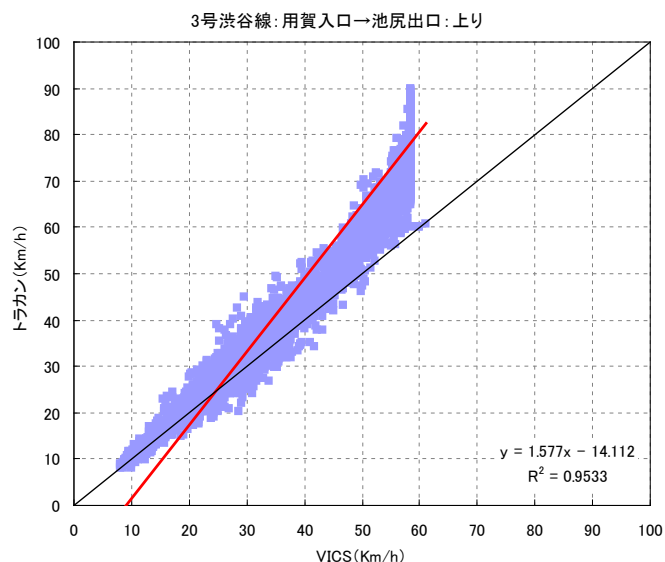


図 2.4-20 5 分間平均旅行速度の比較 (3 号渋谷線上り)

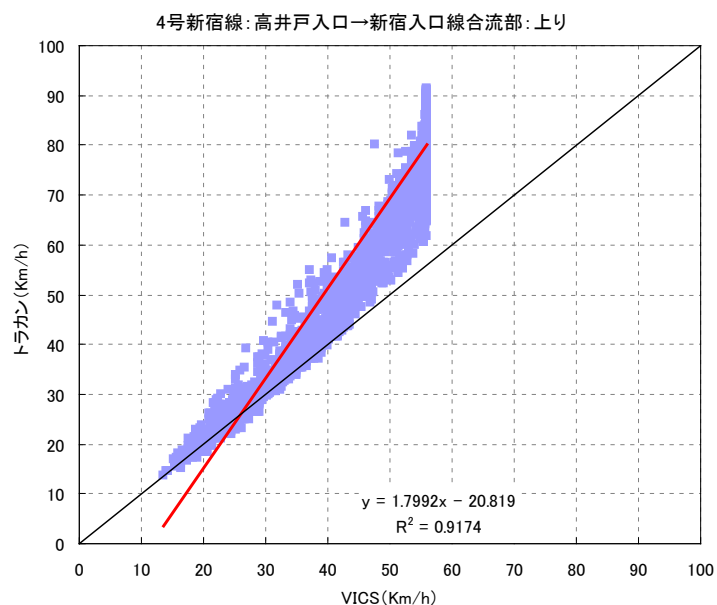


図 2.4-21 5 分間平均旅行速度の比較 (4 号新宿線上り)

3) 時間帯別平均旅行速度の比較

図 2.4-22 では、平均旅行速度は全体的にもトラカンの方が VICS より高くなっており、その差は朝夕のピーク時間帯では時速 5km 程度と小さいものの、オフピーク時間帯では時速 20km 程度と大きな値を示している。この差の原因としては、VICS は規制速度である時速 60km に速度の上限が決まっていること等が考えられる。

図 2.4-23 でも、同様に、VICS データの方がトラカンデータよりも時速 20km ほど平均旅行速度が小さくなっている。

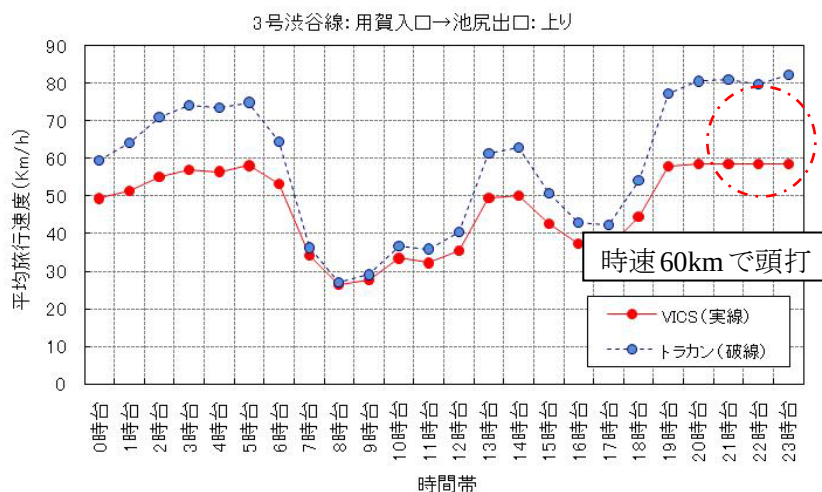


図 2.4-22 時間帯別平均旅行速度の比較（3号渋谷線上り）

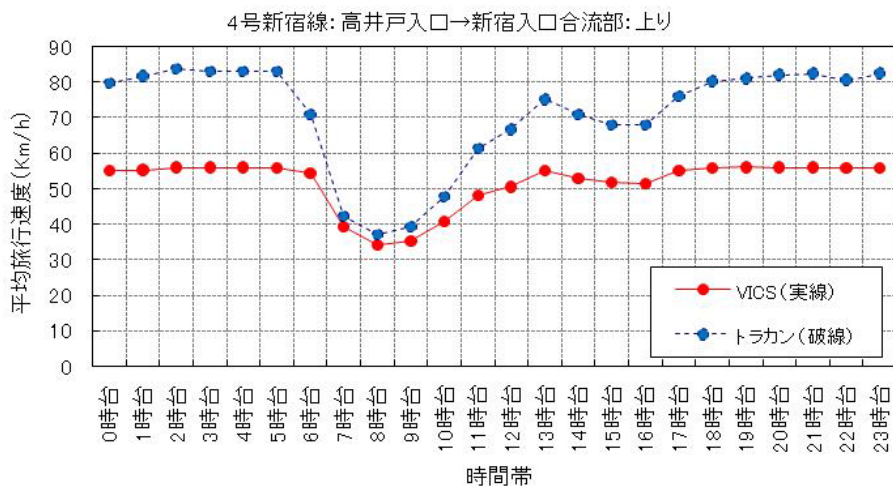


図 2.4-23 時間帯別平均旅行速度の比較（4号新宿線上り）

4) Buffer Time Indexの比較

Buffer Time Index (BI) は、平均旅行速度と同様に、トラカンと VICS で時間変動の傾向は類似しているものの、トラカンの方が VICS より全体的に大きい（時間信頼性が低い）値となっている（差は最大で 0.3 程度）。この理由として、VICS データは規制速度で速度の上限値が設けられるため、速度の変動幅、すなわち所要時間の変動幅が小さく抑えられていることが考えられる。



図 2. 4-24 時間帯別 Buffer Time Index の比較（3 号渋谷線上り）

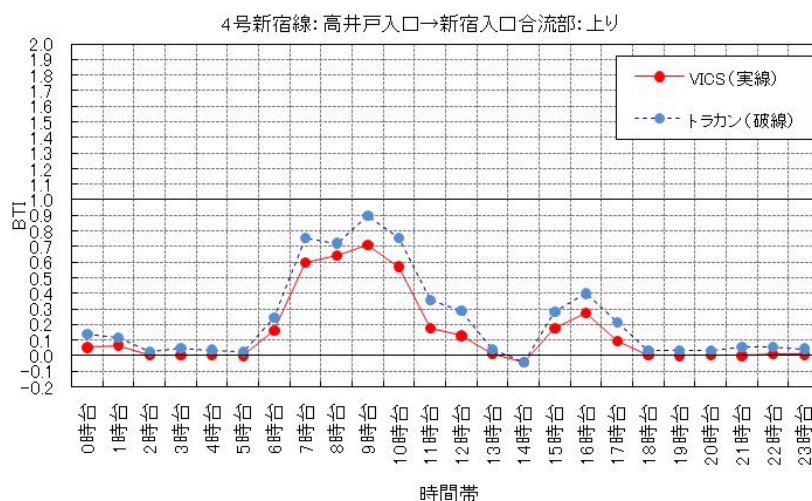


図 2. 4-25 時間帯別 Buffer Time Index の比較（4 号新宿線上り）

2.4.5. バスロケータとトラカンデータの比較

1) 分析内容と分析対象区間

本節では都市間高速道路にて、取得方法が異なる2つの旅行時間データ（トラカンデータ、高速バスロケータ）を用いて、同一区間、同一時間帯の旅行速度と Buffer Time Index を比較することで時間信頼性分析に与える影響の分析を行う。

分析対象道路は東名高速道路とし、バスロケータに関しては「大井松田 IC→東京 IC 間」を走行しているトリップデータを抽出してマップマッチングを行い、その結果を用いて分析を行った。以下に分析内容をまとめる。なお、バスロケとトラカンでは区間の設定が異なるため、分析対象区間の距離に多少のずれが生じている。

トラカンは32箇所を設置されているため、調査対象区間は31程度と考えられる。一方、バスの停留所は11箇所であり（松田、大井、秦野、伊勢原、厚木、綾瀬、大和、江田、向ヶ丘、霞が関、東京駅日本橋口）設置間隔は大凡一定である。また、パーキングエリア（PA）・サービスエリア（SA）は3箇所ある（中井、海老名、港北）。

表 2.4-5 分析内容の整理

	内容
分析期間	2006年11月4日～2007年1月10日・平日68日間
分析区間	- 東名高速道路 大井松田 IC→東京 IC 上り - バスロケ：57.8km / トラカン：57.9km トラカンの調査区間は31程度の区間に分割されていると考えられる。 バス停留所は11か所あり、PA・SAは3箇所ある。
分析単位	5分間・時間帯別
分析指標	- 時間帯別累積頻度分布 5分間平均旅行速度、時間帯別平均旅行速度 - Buffer Time Index



図 2.4-26 分析対象区間（東名高速道路：上り）

2) バスロケデータの観測率

まずバスロケデータの取得状況について整理した。対象期間 68 日中、時間帯別に IC ペアを 1 サンプルでも取得できた日数を観測率として算出した結果を図 2.4-27～図 2.4-33 に示す。

早朝(4時～6時)以外では観測率が低く、ほとんど捕捉できていない時間帯もある。特に、7時から10時までの朝のピーク時間帯での観測率の低さが目立つ。また、IC 別の観測率でも取得できていない時間帯が多く、東京に近づくにつれて昼・夕方の取得率は高くなる。特に「東名川崎→東京 IC」については夜間以外の捕捉率は比較的高くなっている。

バスロケデータはバスが走行している時に取得されるため、バスが走行する時間帯・路線ほど取得率は高くなる。

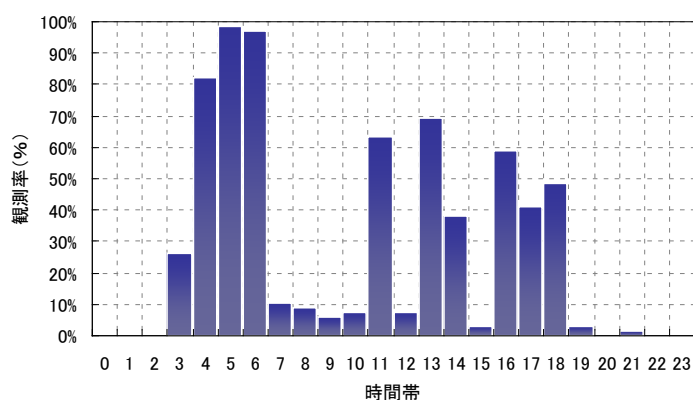


図 2.4-27 観測率 (大井松田→東京 IC)

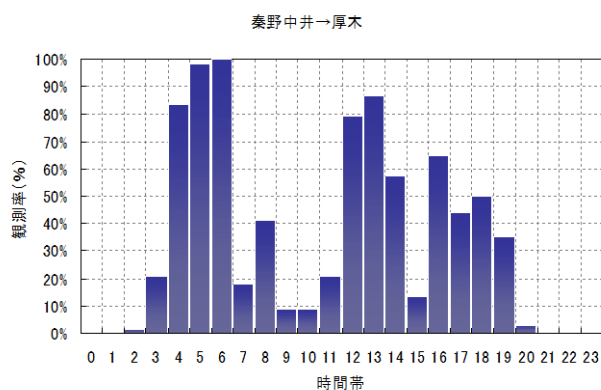


図 2.4-28 IC 区間別の観測率 (大井松田→秦野中井)

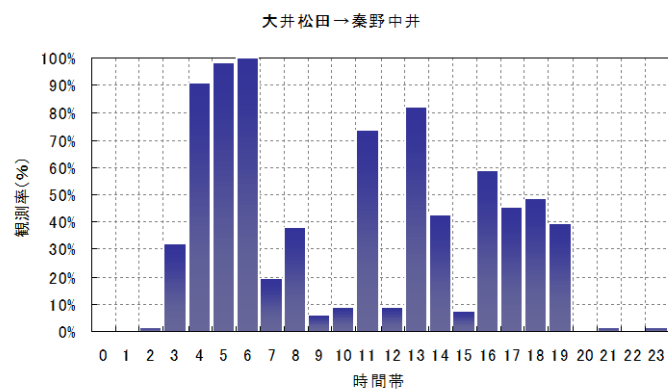


図 2.4-29 IC 区間別の観測率（秦野中井→厚木）

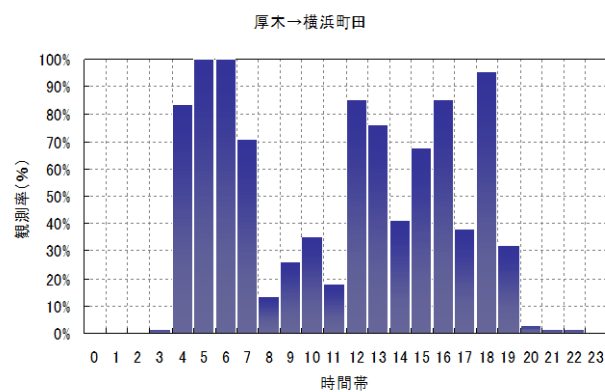


図 2.4-30 IC 区間別の観測率（厚木→横浜町田）

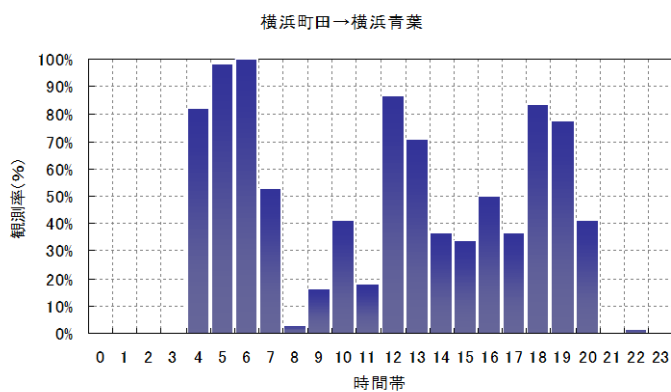


図 2.4-31 IC 区間別の観測率（横浜町田→横浜青葉）

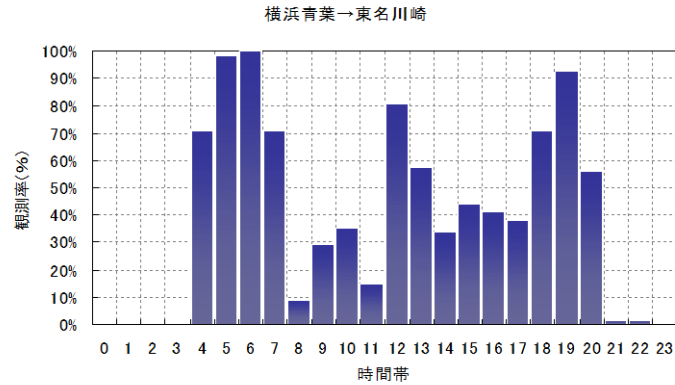


図 2.4-32 IC 区間別の観測率（横浜青葉→東名川崎）

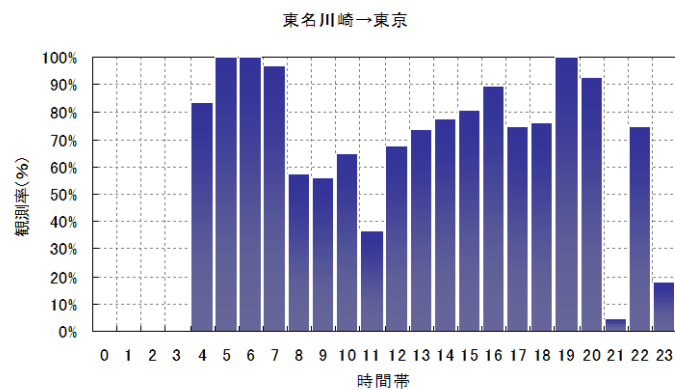


図 2.4-33 IC 区間別の観測率（東名川崎→東京 IC）

3) 5 分間平均旅行時間の比較

トラカンとバスロケで 5 分間平均旅行時間を比較した結果、トラカンよりもバスロケの方の旅行時間が大きいという傾向が見られた。なお、図 2.4-34 は全日のデータで比較したものであり、昼間 12 時間に観測されたデータのみを用いて比較した場合（図 2.4-35）には、決定係数が 0.73（全日）から 0.87（昼間 12 時間）と高くなる。しかし、全日と同様にバスロケデータによる旅行時間の方が大きいという傾向は変わらない。

バスロケデータの方がトラカンデータよりも平均所要時間が長いことの原因として考えられることは、次の 2 点である。

- ① バスロケデータには高速道路上の停留所や SA・PA に立ち寄る高速バスが含まれており、その結果、所要時間が長くなり、トラカンデータとの乖離が生じる可能性がある。
- ② バスロケデータによる所要時間算出の精度はサンプル数にも依存するため、今回のデータは観測率が低かったことに起因する可能性がある。

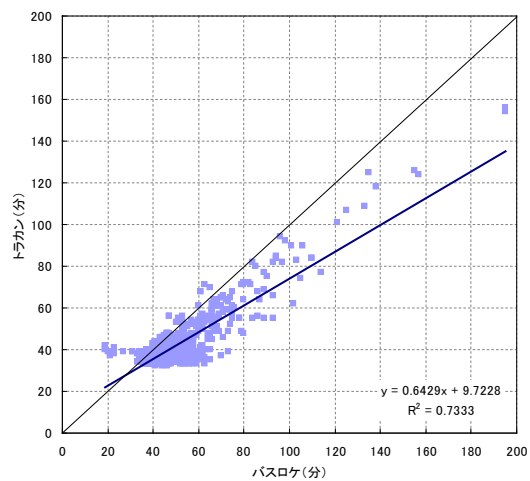


図 2. 4-34 5 分間平均旅行時間の比較（東名川崎→東京 IC）：全日

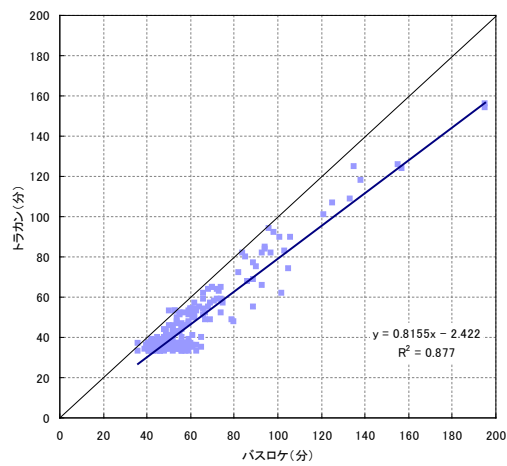
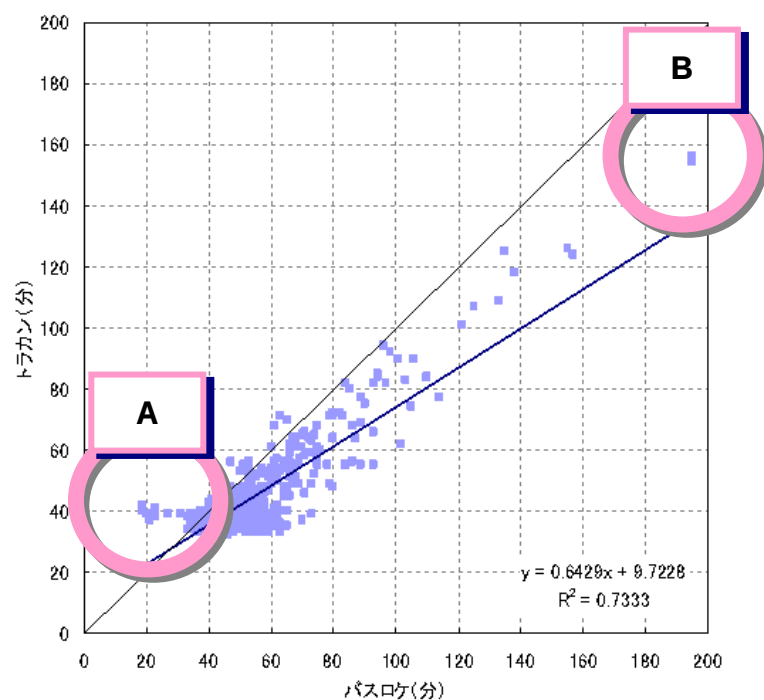


図 2. 4-35 5 分間平均旅行時間の比較（東名川崎→東京 IC）：昼間 12 時間

4) 旅行時間差の発生状況の確認

3)ではトラカンデータとバスロケデータの平均旅行時間差の発生状況について確認を行った。ここでは、旅行時間差が大きいデータをサンプル抽出し、バスロケで取得された位置データとその時間に対応するトラカンデータを比較することで、差異の発生状況を確認した。

図 2. 4-36 に抽出の条件を示す。



旅行時間差が大きい箇所のデータをサンプル抽出して状況を確認

A: トラカンデータ < バスロケデータ → 2サンプル

B: トラカンデータ > バスロケデータ → 2サンプル を抽出

図 2. 4-36 5 分間平均旅行時間の比較（東名川崎→東京 IC）：昼間 12 時間

(a) サンプルデータ（1）：バスロケ<トラカン

図 2.4-37 はトラカンの方がバスロケよりも旅行時間が大きくなっていた例である。トラカンのデータの GPS にて測位された位置データが少なく、平均速度（マップマッチングによる計算値）が時速 180km となり特異値が生じていた。平均速度がトラカン時速 82km に対してバスロケ時速 180km は速すぎるため、バスロケ機器の障害や、データエラー等の可能性がある。

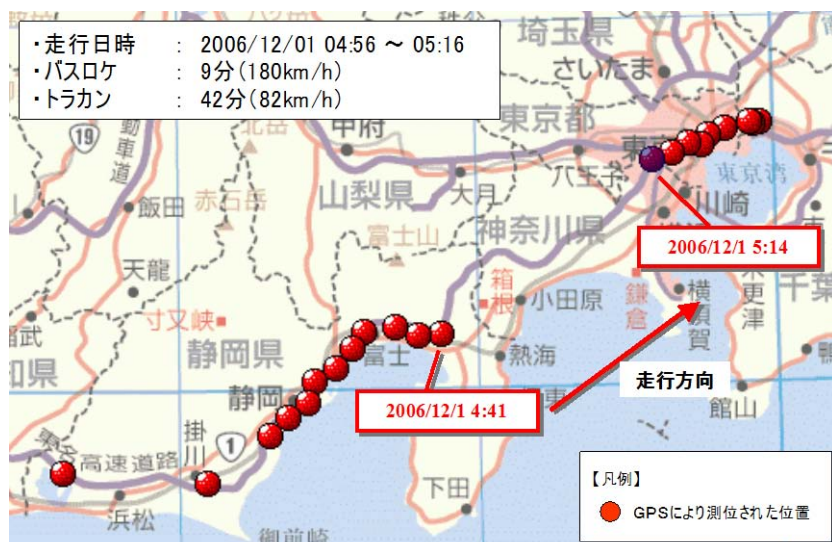


図 2.4-37 旅行時間差の発生状況の確認（サンプル 1）

(b) サンプルデータ（2）：バスロケ<トラカン

図 2.4-38 もトラカンの方がバスロケよりも旅行時間が大きくなっていた例である。サンプル 1 と同様に、トラカンのデータの GPS にて測位された位置データが御殿場から川崎付近までなく、平均速度（マップマッチングによる計算値）が時速 165km となり特異値が生じていた。このデータもバスロケ機器の障害や、データエラー等の可能性がある。

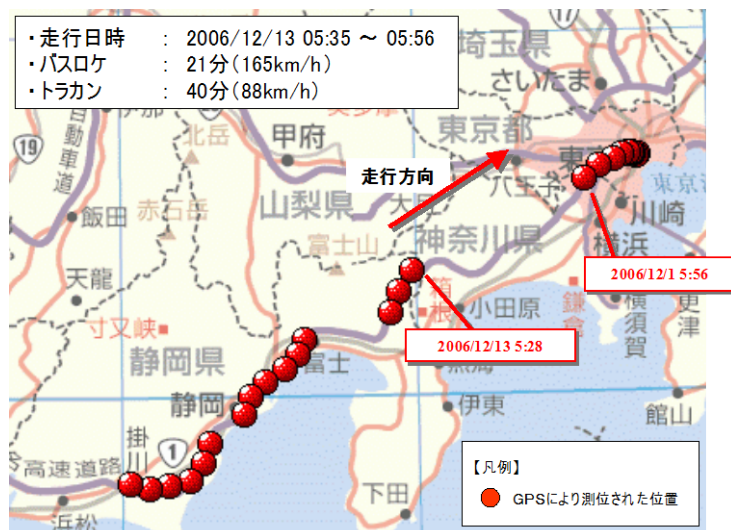


図 2.4-38 旅行時間差の発生状況の確認（サンプル 2）

(c) サンプルデータ (3) : バスロケ>トラカン

図 2.4-39 はトラカンの方がバスロケよりも旅行時間が小さくなっていた例である。移動途中に高速バスが SA や PA で停車しているようにも見えず、位置データも定期的を取得できている。このトリップは空車走行（乗客なし）であるが、特に問題はみられない。渋滞している時刻でもあり、速度差自体は時速 4km と小さい。平均速度が低く絶対的な総旅行時間自体が長くなるため、時間差が大きくなったと考えられる。さらに、停留所が何箇所かこの区間中にあるため、停車によりバスロケデータの所要時間が長くなっていることも考えられる。

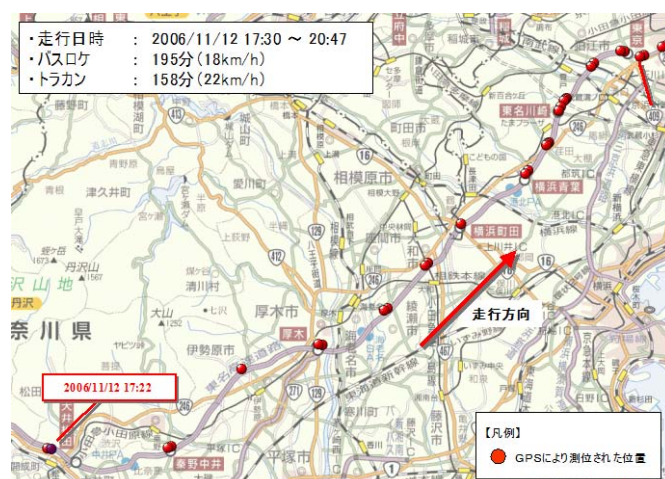


図 2.4-39 旅行時間差の発生状況の確認 (サンプル 3)

(d) サンプルデータ (4) : バスロケ>トラカン

図 2.4-40 もトラカンの方がバスロケよりも旅行時間が小さくなっていた例である。サンプル 3 と同様に、移動途中に SA や PA で長時間停車しているようにも見えない。途中で位置データが取得できていない区間も存在するが、特に問題は見られなかった。平均速度が低いため時間差が大きくなったものと考えられる。さらに、停留所が何箇所かこの区間中にあるため、停車によりバスロケデータの所要時間が長くなっているということも考えられる。



図 2.4-40 旅行時間差の発生状況の確認 (サンプル 4)

5) 時間帯別平均旅行速度の比較

トラカンとバスロケデータでの時間平均旅行速度は、全体的にバスロケの方が小さい値となっている。特に8時台では最大時速 30km も差が生じている。この要因として、3) で述べたことが考えられる。

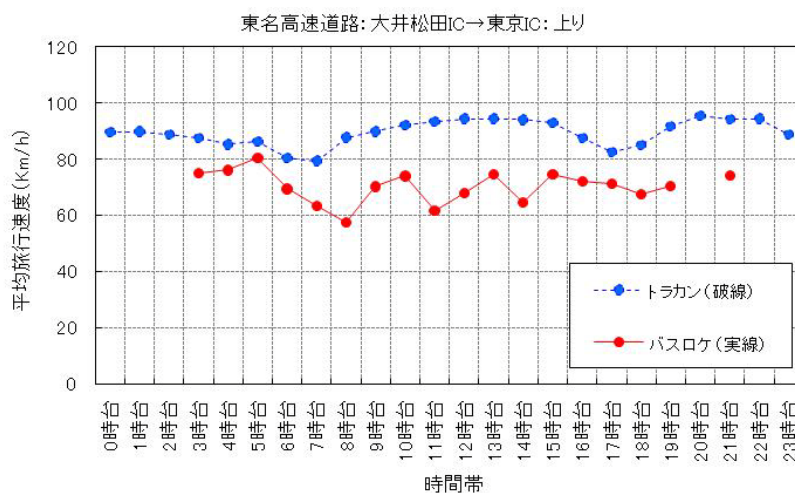


図 2.4-41 時間帯別平均旅行速度の比較

6) Buffer Time Indexの比較

Buffer Time Index (BI) に関しては、夕方の時刻では一致が見られるが、それ以外の時間帯では差が大きく、傾向の類似性も見られない。この要因として、3) で述べたことが考えられる。

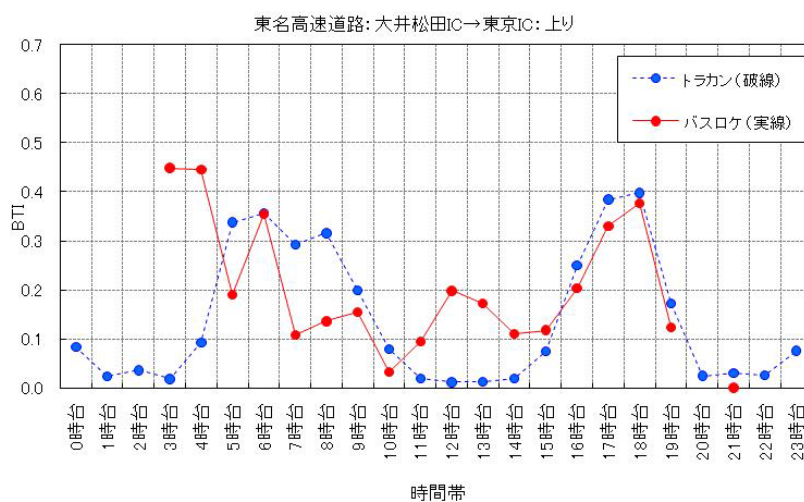


図 2.4-42 時間帯別 Buffer Time Index の比較

7) 時間帯別旅行時間の累積頻度分布

本項では、時間帯別旅行時間の累積頻度分布について、トラカンデータとバスロケデータで比較を行った。累積頻度分の形状に大きな違いがあり、平均値、中央値、95%タイル値もバスロケデータの方が大きな値となっている。この原因として、3) で述べたことが考えられる。

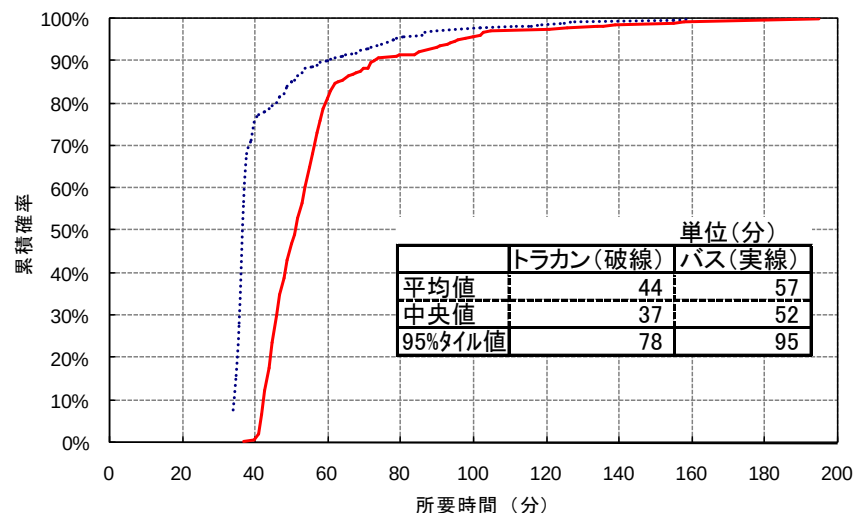


図 2.4-43 時間帯別旅行時間累積頻度分布の比較

2.4.6. まとめ

2.4.1～2.4.5 で述べた、各種旅行時間データの調査方法による結果の差異を整理すると、以下のとおりである。

- ① 一般国道にて AVI, VICS 両データを比較したところ、AVI データの方が VICS データよりも時間帯にかかわらず時速 5km ほど小さいという結果になった。これは、VICS データは地点速度データが主体のため、信号での遅れが十分に反映されていない可能性があること、一方 AVI データには沿道施設に立ち寄る車両が含まれている可能性があることによると考えられる。
- ② 一般国道にて VICS, トラカン両データにより得られた時間帯別平均旅行速度及び Buffer Time Index を比較したところ、どちらもほぼ一致していた。一般道路のように旅行速度が大きくない場合は、VICS とトラカンによる差異は小さいと考えられる。
- ③ 都市高速道路にて VICS, トラカン両データにより得られた旅行時間データを用いて算定された時間帯別平均旅行速度及び Buffer Time Index 等を比較した。時間帯別平均旅行速度は、全体的にトラカンの方が高く、その差はピーク時よりもオフピーク時で大きかった。これらの原因として、VICS データには時速 60km 等の速度の上限値が設定されていることが考えられる。Buffer Time Index は、両データで時間変動の傾向は類似しているものの、トラカンの方が全体的に大きい。この原因として、VICS データは上述の上限値の影響で、速度の変動幅、すなわち所要時間の変動幅が小さく抑えられていること

が考えられる。

- ④ 東名高速度にて高速バスロケデータとトラカンデータとを比較したところ、バスロケデータの方が、旅行速度がやや小さいという結果となった。その理由として、バスロケデータにおける停留所への立ち寄りやサンプルデータの不足等の問題が考えられる。

2.5. AVIデータを用いた一般道路における時間信頼性指標の算出方法

2.5.1. AVI調査の課題

道路交通のサービス水準として、旅行速度や所要時間を用いる場合、時間信頼性に関わる所要時間の日変動に加え、1日における所要時間の時間変動を把握することが非常に重要である。渋滞が発生している時間帯とその程度を把握することは、効率的な渋滞対策において必要不可欠なためである。したがって、本節では、所要時間の「時間変動」及び「日変動」の両方を分析対象とし、そのためのAVIによる調査方法とデータ分析方法を具体化することを目的とする。

以下、AVIを用いた調査・分析に当たって、明確にすべき点と主な課題について順に述べる。

1) 所要時間の基本データと対象車両

所要時間データ取得の目的は、道路交通のサービス水準の把握であり、ここでは、後述する調査単位区間における特定日の調査単位時間における車両の「平均所要時間」を、所要時間の基本データとする。

サービス水準の把握の観点からは、当然、区間の始点と終点の間にある施設に立ち寄った車両や、別ルートを迂回した車両のデータ（以下「立ち寄り車両等データ」という。）は排除すべきである。一方、工事による通行規制や交通事故による通行障害のため、通常時より所要時間がかかった車両データについては排除すべきではない。もちろん、月に1回の渋滞により通常より所要時間がかかった車両も同様である。そもそも時間信頼性指標の算出は、工事や事故による交通容量の変動及び交通需要の変動に起因する所要時間の変動を分析することを目的として行うためである。

なお、本稿では、第1章でも述べた通り、時間信頼性を「平均的な速度で走行するドライバーが、特定の時間帯にある所定時間以内に目的地に到着できる確率」と定義する。さらに、特定時間帯の平均所要時間の日変動を、95%タイル値又は99%タイル値を用いて表す。ここで、これらの値は、取得データを順序つけた後、データ間の直線補間により算出した。

2) 立ち寄り車両等データの除外方法

AVI調査では、プローブ情報と異なり、2点間の車両の挙動を把握できないため、立ち寄り車両や迂回車両を見分けることが難しい。また、1)で述べたように、工事や事故等による影響を受けた車両は除外しないようにする必要がある。

3) 調査単位区間

調査対象が、ある路線の起点から終点までの所要時間変動である場合、調査費削減の観点からは起点と終点にのみAVIを設置し、起点から終点間の所要時間を調査すれば十分である。

しかし、調査対象路線が長くなるにつれ、以下の問題が発生する。

- ① 起点から終点までを通して走行する車両が減少する。
- ② たとえ起点から終点までを走行する車両があったとしても、立ち寄り車両等データが増加する。
- ③ 通常のデータと立ち寄り車両等データの所要時間差が小さくなり、後者の識別と除外が困難になる。

従って、分析の上で必要なデータ数の取得が困難となるおそれがある。このような場合は、調査対象路線を、適当な延長の調査単位区間に分割して調査を行うことが有効と考える。

さらに、調査単位区間の分割を行う際に、道路構造、沿道状況、主な交差道路等を考慮することにより、渋滞の発生位置やその程度の把握が可能となる。

4) 調査単位時間

平均所要時間を求める時間帯の幅である調査単位時間（5分、15分、30分、60分等）は、所要時間の時間変動の分解能を表しており、以下の観点からの検討が必要である。

時間変動の調査においては、1日のどの時間帯にどの程度の大きさの渋滞（所要時間低下）が発生しているかを把握することが目的である。したがって、あまり長い調査単位時間とすると所要時間の変動を詳細に把握することができない。逆に調査単位時間を短くしすぎると、信号の影響を受けて所要時間がばらつく等、取得できるデータ数の不足から、所要時間の平均値を算出する精度が低下し、一日における全体的な所要時間分布の形状の把握が困難となる可能性がある。

5) 所要時間データの区間統合方法

調査対象路線全体の所要時間を算出するには、3)で複数の調査単位区間に分割して調査した所要時間データを統合する必要がある。統合に当たっては、2.2.2.2)にある通り、出発時刻からの経過時間と走行距離を考慮して、時間帯をずらしながら区間毎の所要時間を足し合わせるタイムスライス法が提案されており、本稿ではその有効性を確認する。

2.5.2. AVI調査による時間信頼性検討のケーススタディ

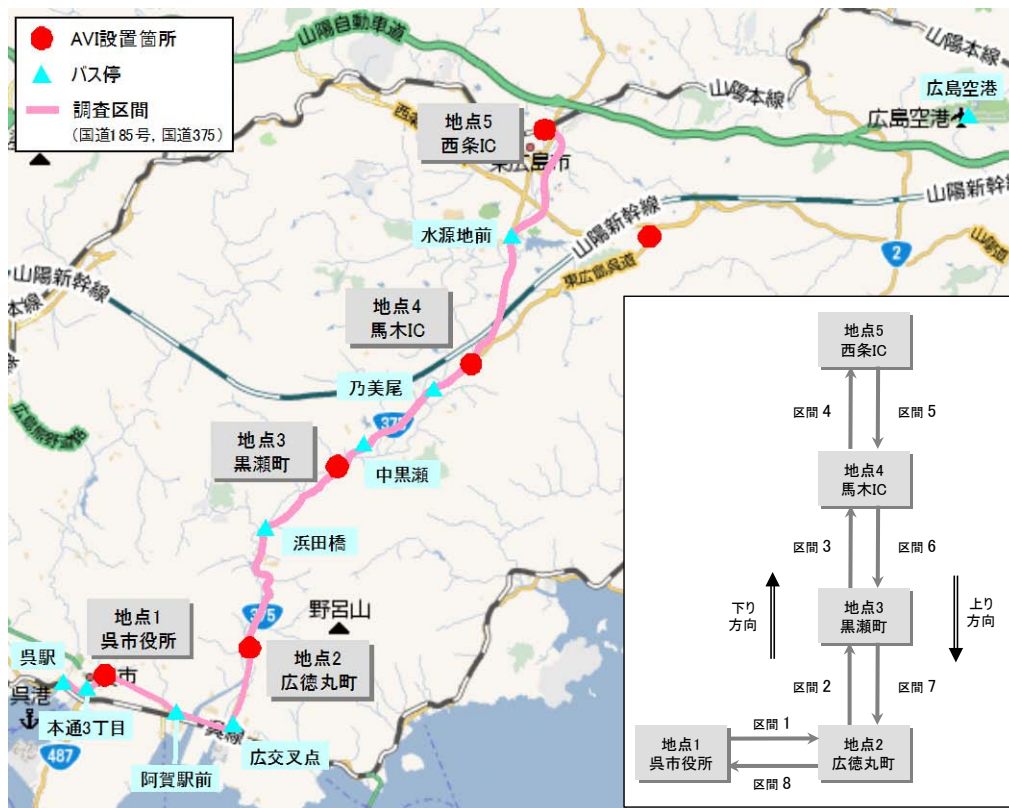
2.5.1の課題を検討し、AVIによる調査・分析手法を明らかにするため、ケーススタディを行った。

1) 対象路線と調査期間

ケーススタディ路線は、広島県の呉市から東広島市に至る約34kmの区間であり、国道185号及び国道375号から形成される。調査期間は、平成21年1月～2月にかけての34日間のデータを取得した。本節では、このうち平日23日分のデータを用いて分析を行う。

2) 調査単位区間

2.5.1.1)で述べたように、調査対象区間が長い場合、適当な区間に分割することが必要である。ここでは、H17 年道路交通センサスの平均トリップ長が 11.7km であることに鑑みて、AVI 設置間隔は概ね 10km 程度を目安と考えることにした。さらに、道路条件、沿道条件や他路線との交差状況等も勘案しつつ、に示す 4 区間（方向別に区別すると 8 区間）に分割した。また、ボトルネック箇所も、各区間に分かれるように配慮した。



区間 1 と 8 約 7.3km	呉市中心部から国道 185 号を經由して国道 375 号に入る区間。6 車線→4 車線→2 車線と車線数が変化する。トンネルや交差点等の渋滞箇所が存在。交通量は 47.353 台
区間 2 と 7 約 9.0km	国道 375 号の 2 車線部分。非市街地を通過し道路線形が厳しく最も狭隘な区間や地点 3 付近の渋滞ポイントを含む。交通量は 24.453 台。
区間 3 と 6 約 7.3km	国道 375 号の 2 車線部分で非市街地を通過。地点 4 はルート A との分岐部付近。交通量は 20.231 台。
区間 4 と 5 約 10.2km	国道 375 号の 2 車線部分。東広島市街地を通過し、一部 4 車線区間もある。地点 5 は西条 IC 付近。交通量は 19.746 台

※表中の台数は H17 道路交通センサスによる日交通量

図 2.5-1 AVI の配置箇所と調査単位区間の概要

3) AVIの設置方法

AVI（図 2.5-2 参照）の具体的設置箇所を選定に当たっては現地踏査を行い、電源の引き込みが容易でカメラの設置に適した照明柱や電柱等がある所とした。なお、横断歩道橋は振動が発生することがあるため設置を避けた。

地点 2～地点 5 は 2 車線であったため、上り、下り方向別に AVI を設置し、走行する全車両を観測した。一方、地点 1 は 6 車線区間であり、全ての車線に対して AVI を設置することができず、上り、下り方向とも最外車線を走行する車両のみを観測した。

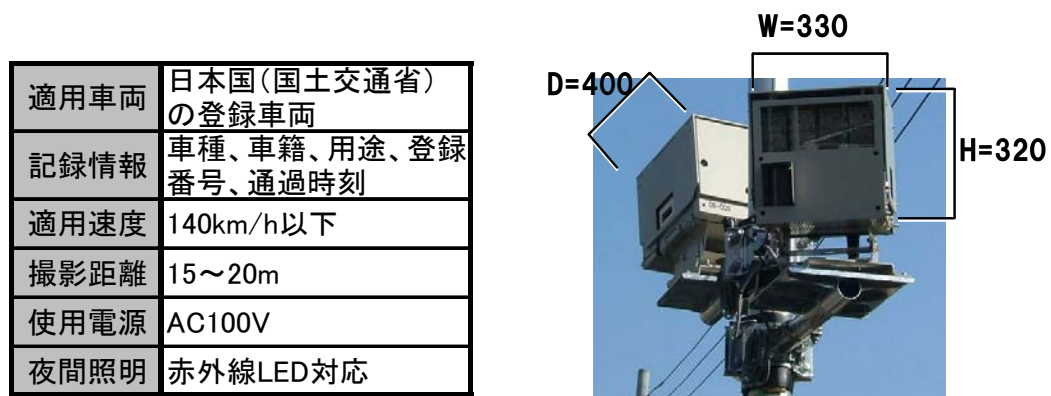


図 2.5-2 調査で用いた AVI の概要

4) 所要時間データの取得状況

図 2.5-3 に所要時間データの 1 時間帯別の取得台数（日平均値）を示す。区間 2、3、6、7 の取得台数は昼間で 150～350 台／時程度である一方、区間 1、4、5、8 の取得台数は少なく、昼間時間帯で 50 台／時程度であった。なお、地点 1 は最外車線のための観測であったため、観測交通量自体が低く、その結果、区間 1、区間 8 の所要時間の取得数も少なくなっている。なお、各区間の進入部において観測された車両のうち、ナンバープレートの照合ができたものの割合は、昼間では非市街地である区間 2、3、6、7 で概ね 3 割から 5 割、市街地を通過する区間 4 と 5 で概ね 1 割という結果となった。AVI 機器では入口、出口の各段面の通行車両の 95%は読取が可能とされており、これらは各区間を通過した車両の割合とほぼみなすことができる。

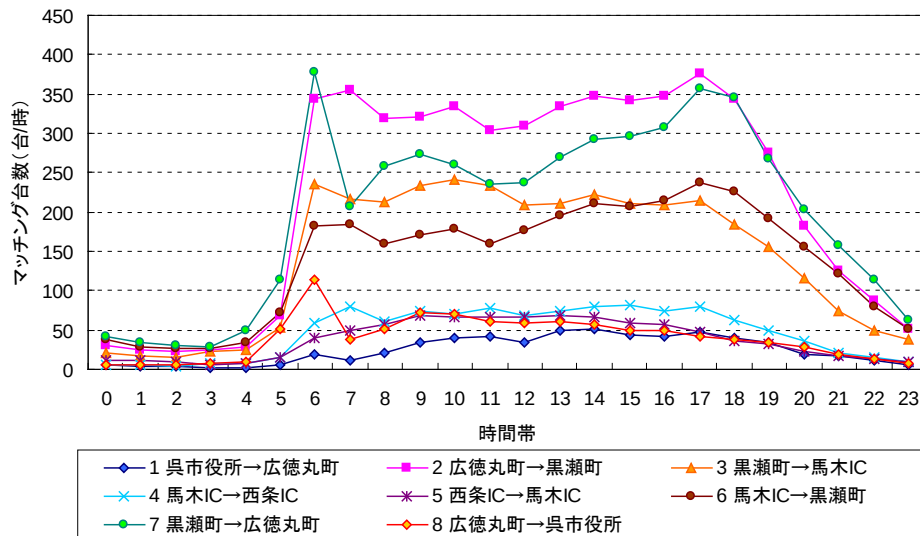


図 2.5-3 所要時間データの時間帯別・日平均取得台数

5) 立ち寄り車両等データの除外方法

図 2.5-4 に、個別車両の所要時間分布を示す。まず、非市街地である区間 7 のピーク時間帯（7:00～7:15）における平日の所要時間分布を示す。95%タイル値程度から急激に所要時間が上昇しているのは明らかに立ち寄り車両等の影響である。また、同一タイル値でみると 10 数分の日変動が観測され、各日の 10%タイル値と 50%タイル値では 5～10 分程度の違いがある。

次に、区間 7 の非ピーク時間帯（12:00～12:15）では、立ち寄り車両等の混入が 5～15% 程度認められる。また、所要時間の日変動はほとんど観測されず、個別の車両の速度分布も小さい。

さらに、市街地である区間 5 の非ピーク時間帯（12:00～12:15）では、日によっては半数以上の車両が立ち寄り車両等であることが分かる。

立ち寄り車両等のデータを除外して平均値の算出を行う場合、簡便には中央値で代替することが考えられる。しかし、上記の結果より、市街地等で立ち寄り車両等の影響が大きい場合は、中央値を利用できない場合がある。一方、例えば 10%タイル値等、立ち寄り車両の影響がほとんどないと考えられる代表値で平均値を代替すると、個別車両の所要時間分布に差がある場合は、平均値との乖離を生むことになる。

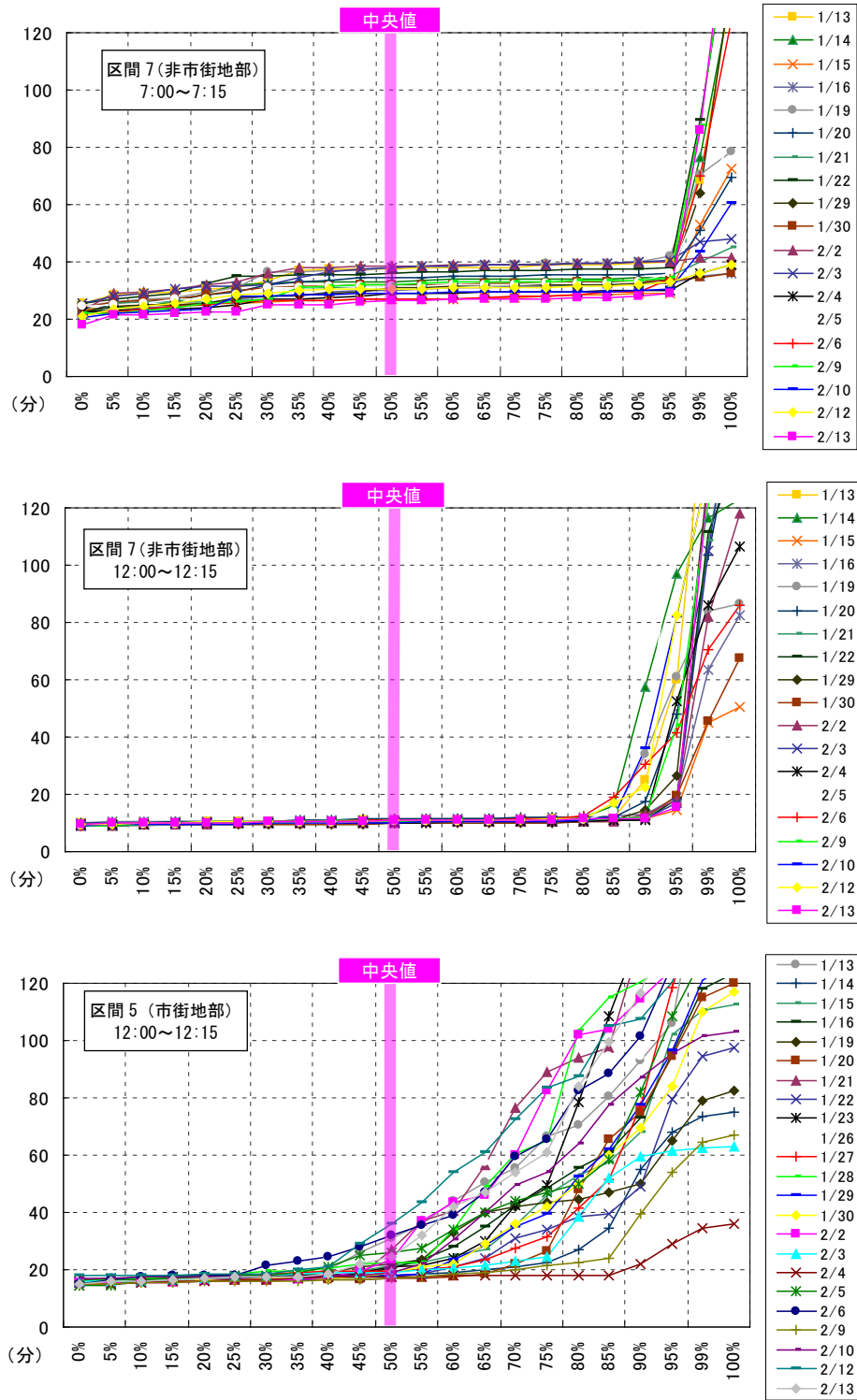


図 2.5-4 個別の車両の所要時間分布

そこで、ここでは種々の条件のもとで統一的に立ち寄り車両等の外れ値を除去することを試みる。まず、評価対象とする1台の車両の所要時間 t_c 、観測時刻 c をとする。時刻 c 以前の一定時間 h に観測されたデータ数を n 、観測された所要時間を t_i ($i=1, \dots, n$)とすると、 h に観測された所要時間の平均値 $\bar{t}$ と不偏分散 v^2 は以下で示される。

$$1) \quad \bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}$$

$$2) \quad v^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}{n-1}$$

ここで、 t_i について標準化変換すると Z スコア（正規分布における平均値からの乖離を標準偏差で表す）は以下で定義される。

$$3) \quad Z = \frac{t_i - \bar{t}}{v}$$

ここで、 t_i を評価対象とする所要時間 t_c で書き換えると、

$$4) \quad Z = \frac{t_c - \bar{t}}{v}$$

となり、例えば評価基準を $Z > 4$ とした場合、 4σ の範囲外となる所要時間データは外れ値といった評価が可能となる。このような手法を時系列順に全観測データに適用することで、立ち寄り車両等による外れ値を除外できる。

図 2.5-5 は区間 5（市街地部）と区間 7（非市街地部）における立ち寄り車両等の除外結果である。本稿では、 h は 1 時間、評価基準は市街地部（立ち寄りの影響が大きいと想定される区間）で $Z > 4$ 、非市街地部で $Z > 5$ と設定し、外れ値を除外した。なお、時系列の除外作業を開始するに当たっては、分析開始日以前のデータを 1 日程度確保し、判定の根拠となる一定時間 h の所要時間分布が安定的に得られるように留意している。

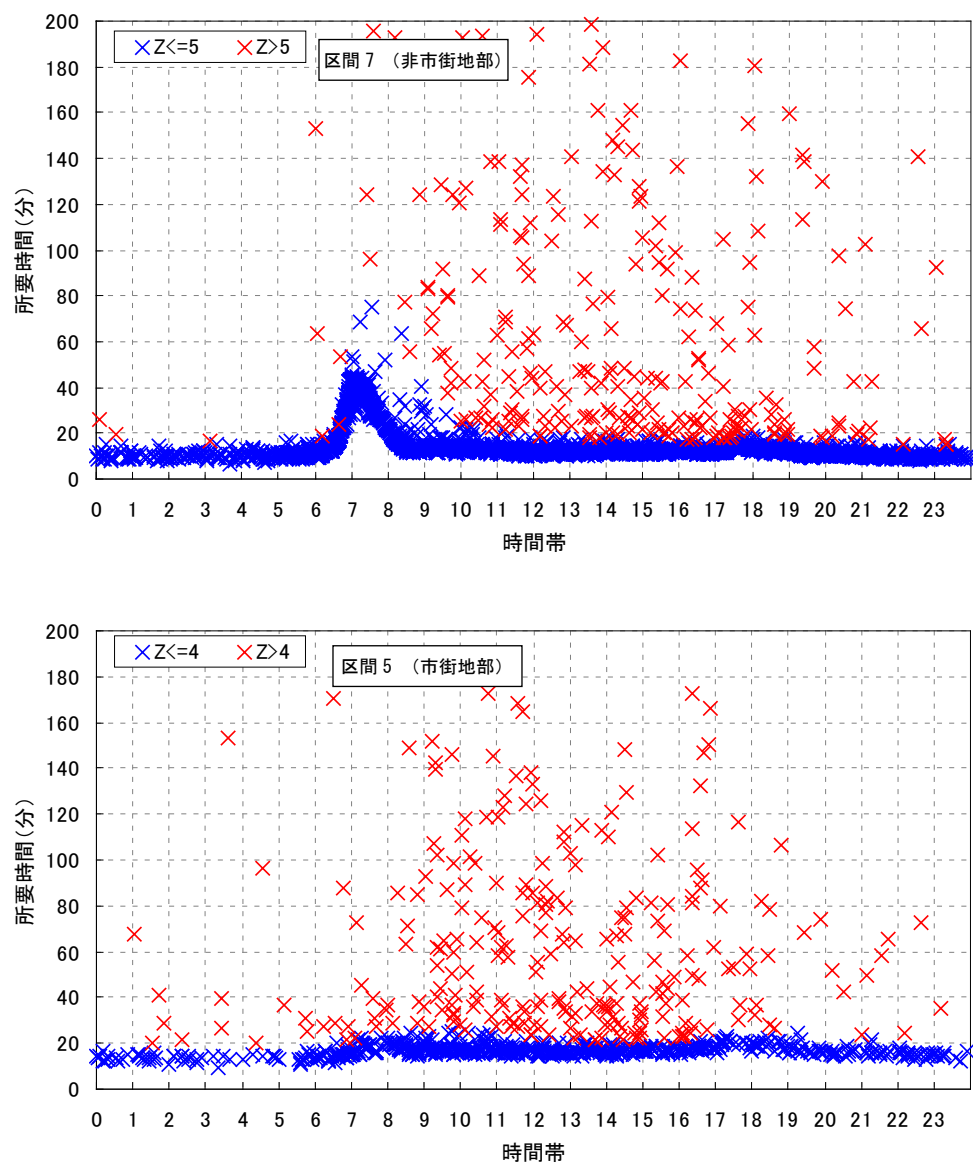


図 2.5-5 立ち寄り車両等データの除外結果(1 日分)

6) 調査単位時間

十分なデータ数が確保され、所要時間のピークが最も顕著に観測された区間 7 において、調査単位時間を 5 分と 15 分にした場合を比較したのが図 2.5-6 である。ほとんど時間変動は同じで、調査単位区間を 5 分にした場合は、細かな変動が見られることが分かる。

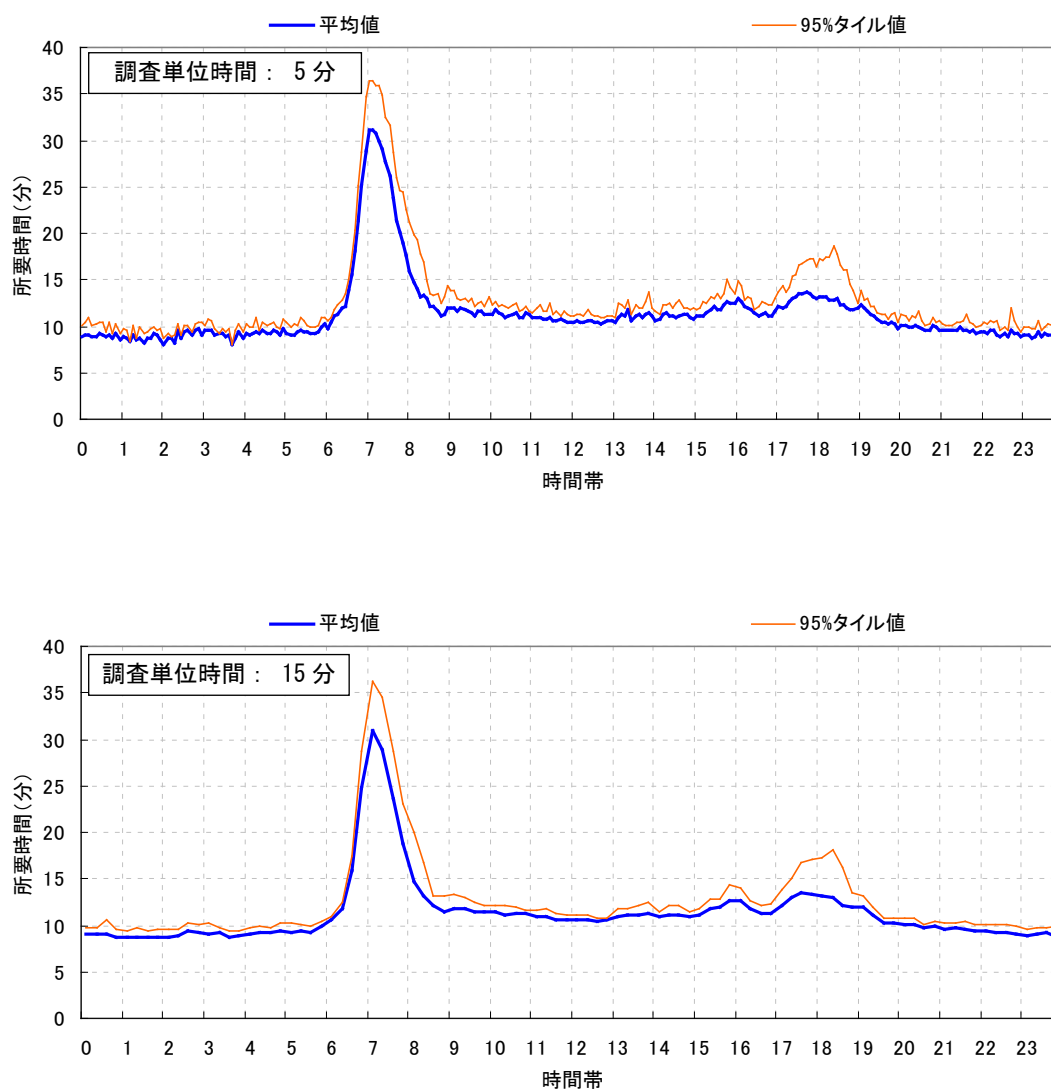


図 2.5-6 所要時間の時間変動（区間 7）

図 2.5-7 は、区間 7 のピーク時間帯付近を拡大したものである。調査単位時間が 1 時間の場合は、5 分、15 分、30 分と比較して渋滞の立ち上がり時刻を正確に把握できず、ピークの所要時間は平均値、95%タイル値とも 5 分程度小さくなっていることが分かる。

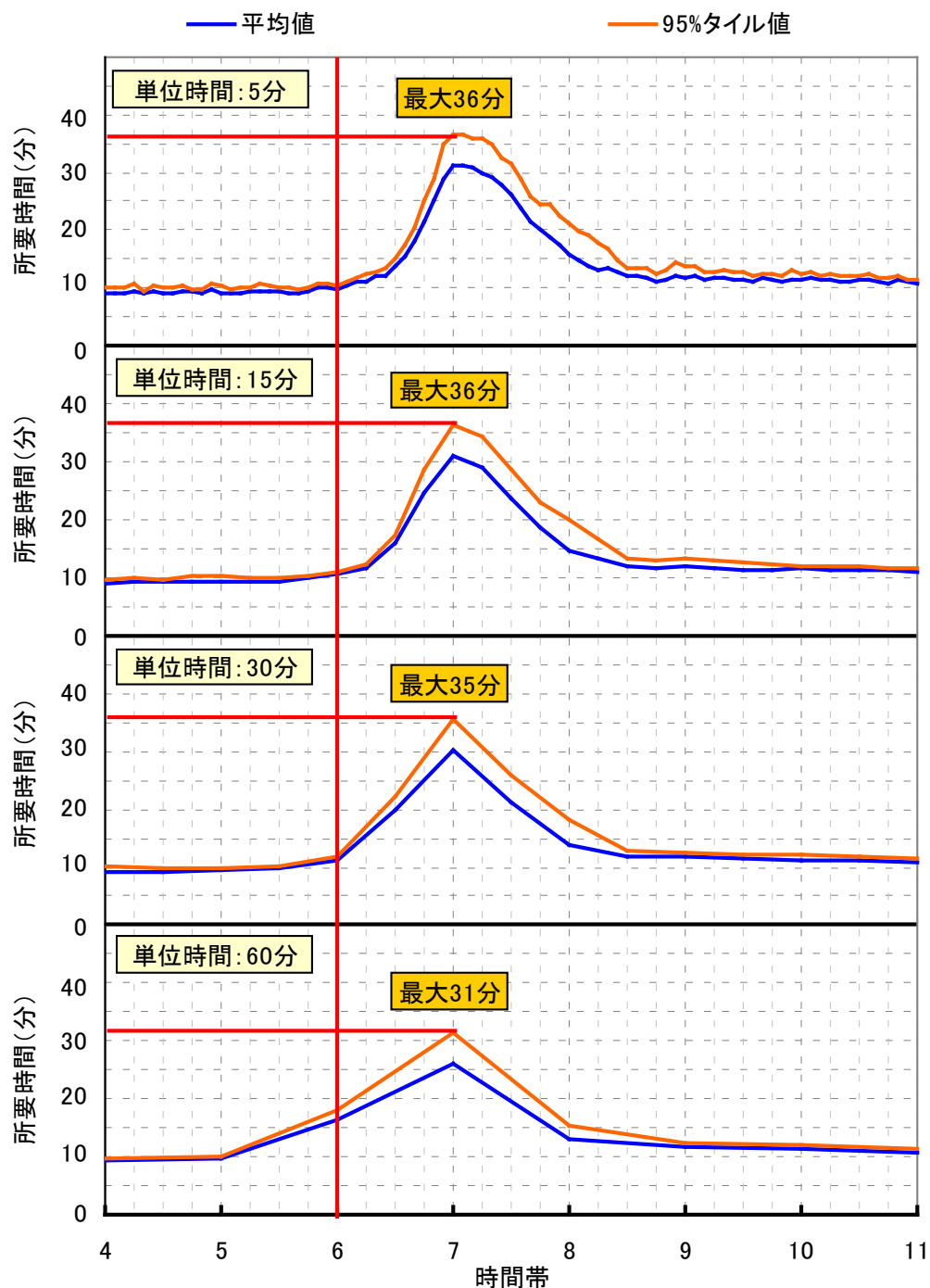


図 2.5-7 所要時間の時間変動 (区間 7・朝ピーク時詳細)

図 2.5-8 は、区間 7 と同一区間で方向が異なる区間 2 の時間変動を示している。調査単位時間が 5 分と 15 分の場合の差異は、図 2.5-6 と同様である。99%タイル値のみ現れている急激なピークは、調査期間中の 1 日に発生した交通事故の影響である。

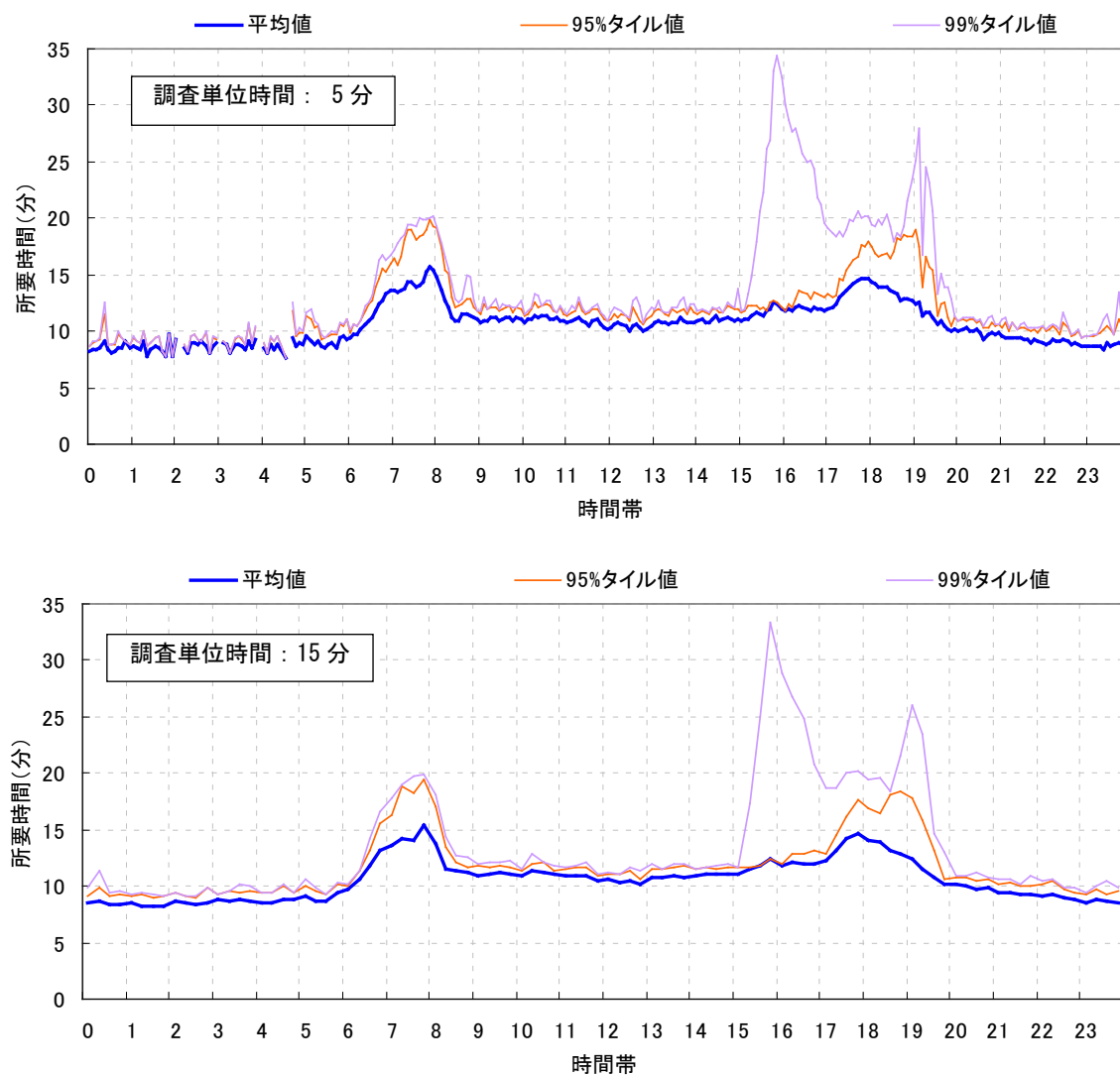


図 2.5-8 所要時間の時間変動(区間 2)

図 2.5-9 は事故が発生した時間帯付近を拡大したものである。突発的事象の影響を正確に把握するには、調査単位時間を 15 分程度まで小さくした方がよいことが分かる。

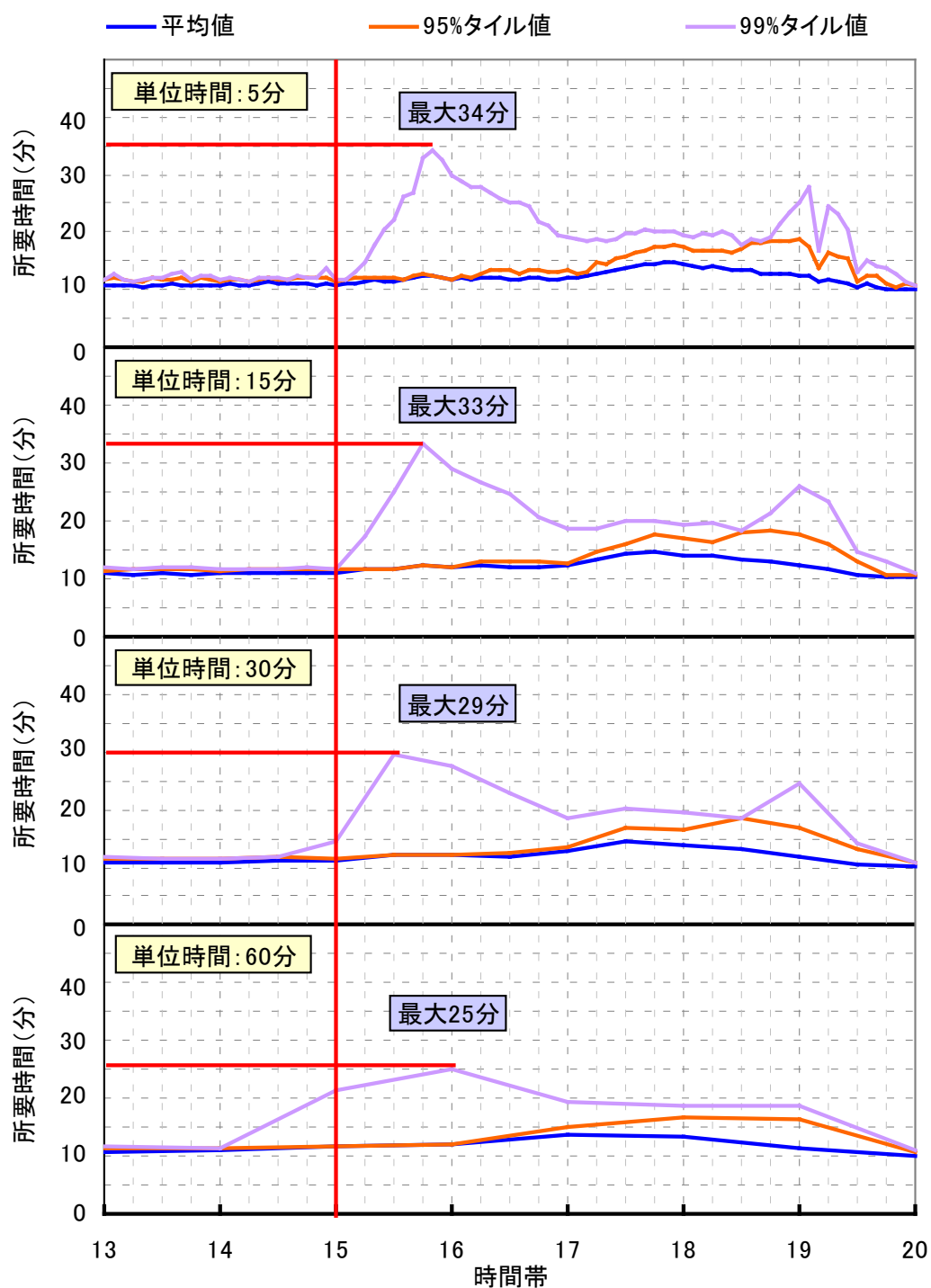


図 2.5-9 所要時間の時間変動 (区間 2・交通事故時詳細)

7) 所要時間データの区間統合

図 2.5-10 に区間 2→区間 3→区間 4 の全区間を走行した車両の AVI データから算出した所要時間と、タイムスライス法及び同時刻総和法（区間毎の時間帯別所要時間を単純に加えたもの）により各区間の所要時間を統合して算出した所要時間を比較して示す。

全区間走行データは夜間には取得できず、昼間はデータ数が限られていることから、95%タイル値や 99%タイル値の細かい時間変動がみられる。一方、タイムスライス法と同時刻総和法では、夜間でも安定した平均値が算出でき、昼間では 95%タイル値や 99%タイル値も、全区間走行データに比べ時間変動が安定している。

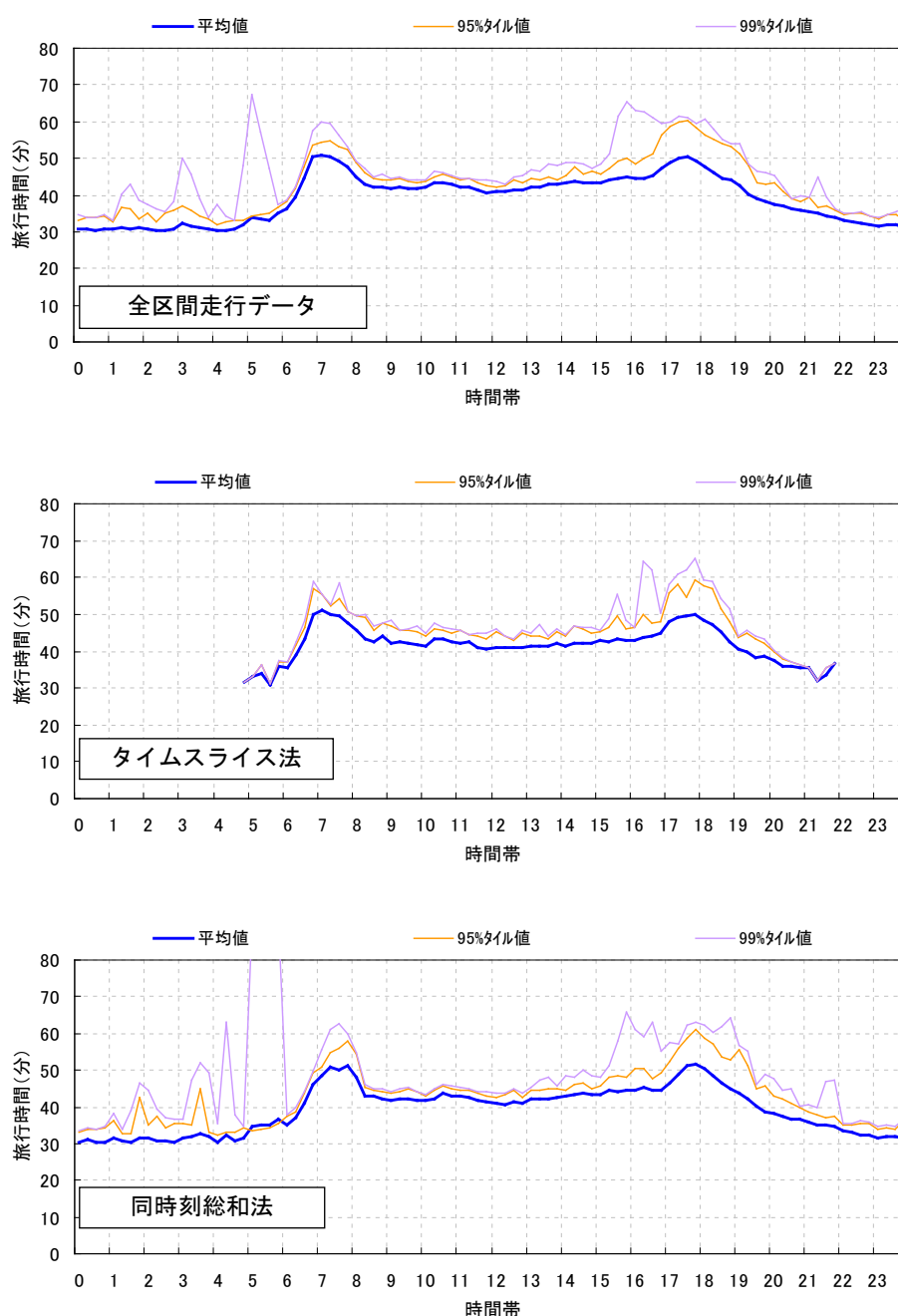


図 2.5-10 区間 2 から区間 4 の所要時間変動

図 2.5-11 は、朝、夕のピーク時間帯において、全区間走行データの平均値をタイムスライス法及び同時刻総和法の平均値と比較したものである。タイムスライス法の方が、全区間走行データとの整合性が高いことが分かる。

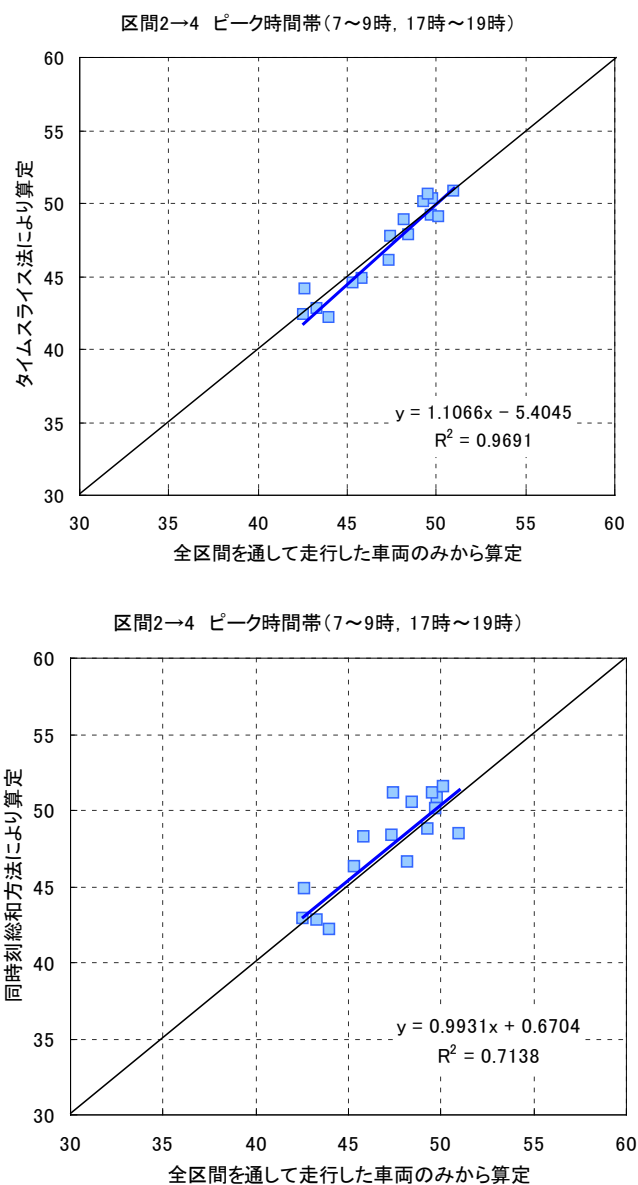


図 2.5-11 タイムスライス法と同時刻総和法との比較

2.5.3. まとめ

一般道路における時間信頼性指標算出のための AVI による調査・分析方法について検討を行い、以下の点を明らかにした。

- ① 市街地においては立ち寄り車両等データが多く、中央値で平均値の代替ができない場合がある。それらの点を考慮し多くのケースで適用可能な方法として、統計検定量 Z 値を用いた外れ値の検定を試み、外れ値を除外して一定時間 h の所要時間分布が安定的に得られるようにした。
- ② 渋滞や交通事故等による急激な所要時間変動を把握しつつ、かつ一日の所要時間分布の全体像を把握するためには、調査単位時間は 15 分程度が望ましい。
- ③ 調査対象路線が長い場合、調査単位区間を 10km 程度に分割して各区间ごとに所要時間を調査し、タイムスライス法を用いてそれらの各区間の所要時間データを統合した上で全区間の時間信頼性指標を算出するという手法が有効である。
- ④ 立ち寄り車両等データの除外方法については、今後さらに検討を進める予定である。さらに、調査日数と時間信頼性指標の精度との関係の分析は、今後の検討課題である。

3. 時間信頼性の分析・評価のケーススタディ

3.1. 都市高速道路と一般道路における時間信頼性指標の比較分析

3.1.1. はじめに

道路の時間信頼性は、道路の機能や交通特性によって大きく異なると考えられるため、機能や特性の異なる道路における所要時間の発生確率分布や時間帯変動、遅れ発生の主要因または時間信頼性指標等について実測データを用いて比較・分析し、それぞれの道路の質の違いについて考察を行う必要がある。

本節では、都市高速道路と一般国道という機能や特性の異なる二つの路線を対象として上記の比較分析を行った。具体的には、首都高速道路（以下「首都高」という。）と首都高と並行する一般国道を対象として、VICS データを用いて時間信頼性指標と原因事象の発生割合を整理し、二路線の時間信頼性の分析とその原因事象の関係の分析を行った。さらに、分析した時間信頼性指標値を各路線において上下別・並行区間別に図示し、比較を行った。

VICS データは、高速道路のみならず主要な幹線道路においても全国的に 5 分間隔で継続的にデータが取得されている。また、工事・事故・故障車等 12 種類の原因事象データが同時に取得されているため、このデータを用いることで、上述のような分析が可能である。

3.1.2. 調査の概要

1) 分析対象路線・経路、調査期間、利用データ、分析指標

分析対象路線、調査期間、利用データ及び分析指標を表 3.1-1 に示す。

表 3.1-1 分析対象路線と利用データ、分析指標

項目	内容
分析対象路線	・ 首都高と並行する一般国道（5つのペア） －首都高3号線 と 国道246号 －首都高4号線 と 国道20号 －首都高5号線 と 国道254号 －首都高6号線 と 国道6号 －首都高7号線 と 国道14号
利用データと 所要時間の 算定方法	・ VICS のデータ ・ 平成17年1月1日～12月31日（1年間）の5分間隔の所要時間データと同時に得られる原因事象データ ・ 経路・区間の所要時間は「タイムスライス法」により算定し、所要時間データが未取得の場合には H17 センサスの混雑時旅行速度を用いて所要時間データを補完
分析指標	・ 時間信頼性指標 －平均所要時間 －Planning Time (PT) = 95%タイル所要時間 － 平均所要時間 －Buffer Time Index (BI) = PT / 平均所要時間

分析対象路線を図 3. 1-1 に、分析対象路線と分析対象路線長の整理表を表 3. 1-2 に示す。

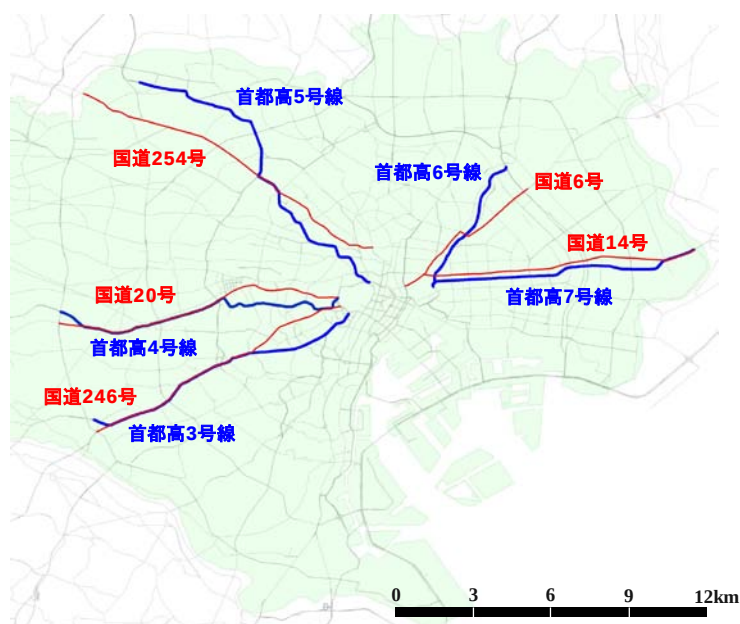


図 3. 1-1 分析対象路線

表 3. 1-2 分析対象路線と分析対象路線長

分析対象路線	分析対象路線長
首都高 3 号線	12. 9km
-----	-----
国道 246 号	12. 5km
首都高 4 号線	13. 4km
-----	-----
国道 20 号	12. 5km
首都高 5 号線	16. 2km
-----	-----
国道 254 号	15. 0km
首都高 6 号線	7. 2km
-----	-----
国道 6 号	7. 8km
首都高 7 号線	11. 6km
-----	-----
国道 14 号	11. 7km

2) VICSデータの取得率

分析に先立ち、分析対象路線の VICS データの取得率を算定した。データ取得率の算定方法は、5 分間隔で取得される VICS 所要時間データに対して全リンクの 5 分間隔のデータポイント総数に対する取得されたデータポイント総数により算定した。

首都高では全路線上下とも、ほぼ 100%のデータが取得されている。首都高 3 号線において取得率が 99%となっているものの、完全なデータ未取得区間は存在しない。一般道上路では国道 20 号を除き、85%以上のデータが取得されており、下りでは国道 20 号で

72%、国道 6 号で 80%と一部のデータ未取得区間が存在する。以上のデータ取得率の調査結果を踏まえた上で、次項以降で具体的な時間信頼性の分析について説明する。

3.1.3. 分析結果

1) 首都高と一般国道の時間信頼性

(a) 路線別のBI値と平均旅行速度

分析対象路線 10 路線について、上下別に時間信頼性指標として BI 値と平均旅行速度を算出し、首都高と一般国道に分けて路線間の比較を行った。なお、各路線、表 3.1-3 に示すとおり区間を分割して所要時間を整理した後、路線としての平均旅行速度（平均所要時間）を整理した。

表 3.1-3 区間設定方法

対象	区間の設定方法
高速道路	IC や JCT 間隔で区間を設定
一般国道	主要な道路と交差する地点にて区間を設定

所要時間を算定した後、各路線上下方向別に所要時間の大きい 5%について、自然渋滞以外の原因事象データを対応付け、所要時間が大きくなった原因について分析した。ここで、所要時間の大きい 5%とした理由は、BI 値の算出には、Planning Time の 95%タイム旅行時間を用いていたことによる。なお、時間信頼性とは本来、「ある特定の時間帯における日々の所要時間変動の不確実性」を取り扱う概念であるものの、本分析では収集期間の全てのデータから、時間信頼性指標を算出している。

所要時間の大きい 5%のうち、自然渋滞以外の原因事象データが存在しない場合、本分析においては、自然渋滞と定義した。また自然渋滞以外の原因事象データは、表 3.1-4 に示す 12 種類となっている。

表 3.1-4 自然渋滞以外の原因事象データ一覧

番号	事象
1	事故
2	火災
3	故障車
4	路上障害物
5	工事
6	作業
7	行事等
8	気象条件
9	災害等
10	地震警戒宣言
11	その他
12	不明

分析の都合上、同一経路上で2つの原因事象が発生した場合は原因事象の継続時間の大きい原因事象を対応づけてとして集計を行っている。分析の結果は以下のとおり。

【首都高上り】

- ・ BI 値は、6 号線が 1.39 と最も大きく、最も小さいのが 4 号線の 0.99 となった。5 路線ともにほとんど 1.0 を超えており、20 回に 1 回は、平均所要時間の倍の所要時間を要する。
- ・ 平均旅行速度は、7 号線が 44.0km/h と最も高く、最も低いのが 6 号線の 30.8km/h であった。
- ・ 所要時間の大きい 5%の原因事象は、どの路線も自然渋滞が大半を占めている。3 号線、4 号線、5 号線は、6 号線、7 号線に比べ事故の割合が多い。

各路線のBI値と所要時間の大きい5%の原因事象の割合(上り)

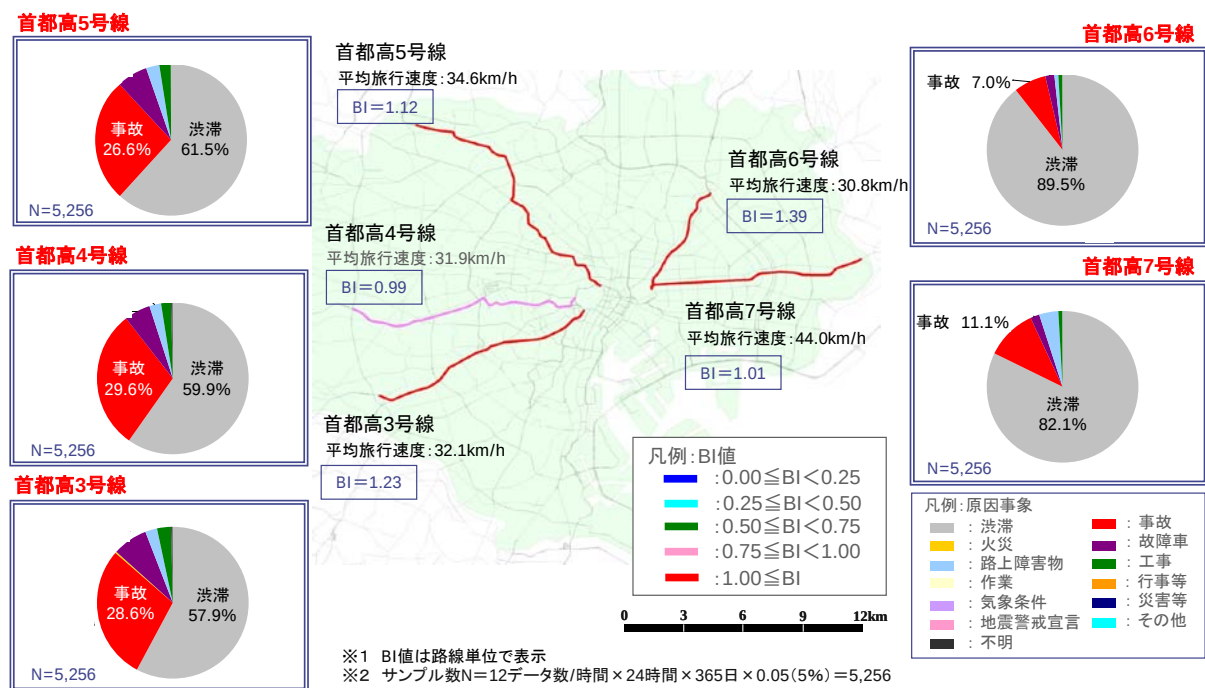


図 3.1-2 路線別 BI 値と所要時間の大きい 5%における事象発生割合
(首都高・上り)

【首都高下り】

- BI 値は、6 号線が 0.89 と最も大きく、最も小さいのが 7 号線の 0.16 となった。前述の首都高上りとは異なり、5 路線ともに 1.0 未満となった。
- 平均旅行速度は、7 号線が 65.0km/h と最も高く、最も低いのが 3 号線の 47.3km/h であった。
- 所要時間の大きい 5% の原因事象は、4 号線・5 号線において事故の割合が大きい。また、上りと比べると、全体的に工事の割合が高い。

各路線のBI値と所要時間の大きい5%の原因事象の割合(下り)

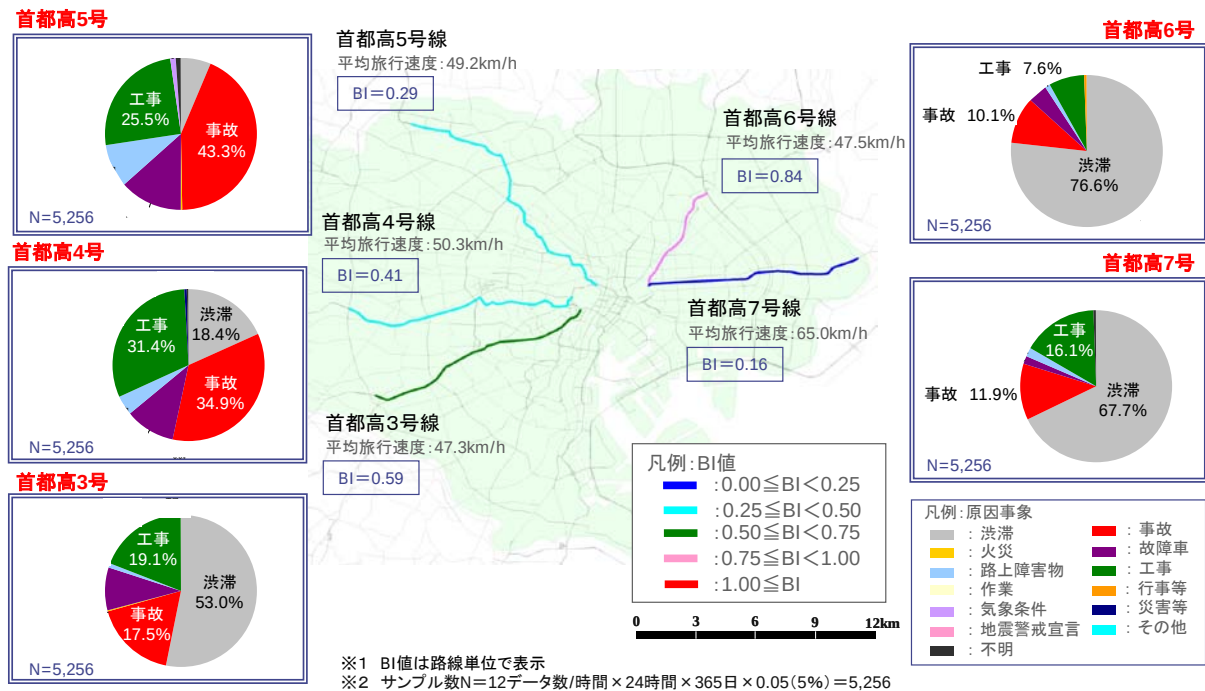


図 3.1-3 路線別 BI 値と所要時間の大きい 5%における事象発生割合
(首都高・下り)

【国道上り】

- BI 値は、国道 254 号が 0.72 と最も大きく、最も小さいのが国道 14 号の 0.40 となった。前述の首都高上りと比べ、BI 値が低く時間信頼性が高いと考えられる。
- 平均旅行速度は、国道 14 号が 25.8km/h と最も高く、最も低いのが国道 246 号の 20.2km/h であった。前述の首都高上りと比べ、平均旅行速度は低い。
- 所要時間の大きい 5% の原因事象は、全体的に渋滞の割合が高い。

各路線のBI値と所要時間の大きい5%の原因事象の割合(上り)

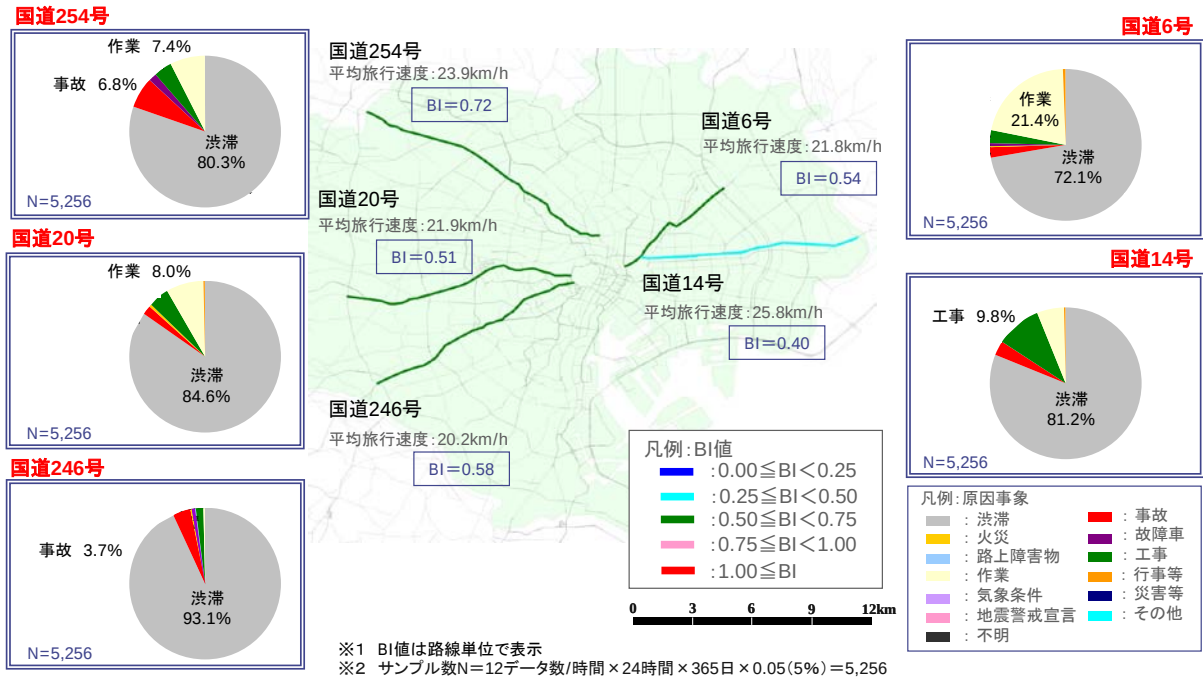


図 3.1-4 路線別 BI 値と所要時間の大きい 5%における事象発生割合
(一般国道・上り)

【国道下り】

- ・ BI 値は、国道 20 号が 0.54 と最も大きく、最も小さいのが国道 14 号の 0.48 となった。どの路線も BI 値が 0.50 前後と路線差はほとんどない。
- ・ 平均旅行速度は、国道 14 号が 27.9km/h と最も高く、最も低いのが国道 20 号の 23.1km/h であった。前述の首都高下りと比べ、平均旅行速度は低い。
- ・ 所要時間の大きい 5% の原因事象は、全体的に渋滞の割合が高い。

各路線のBI値と所要時間の大きい5%の原因事象の割合(下り)

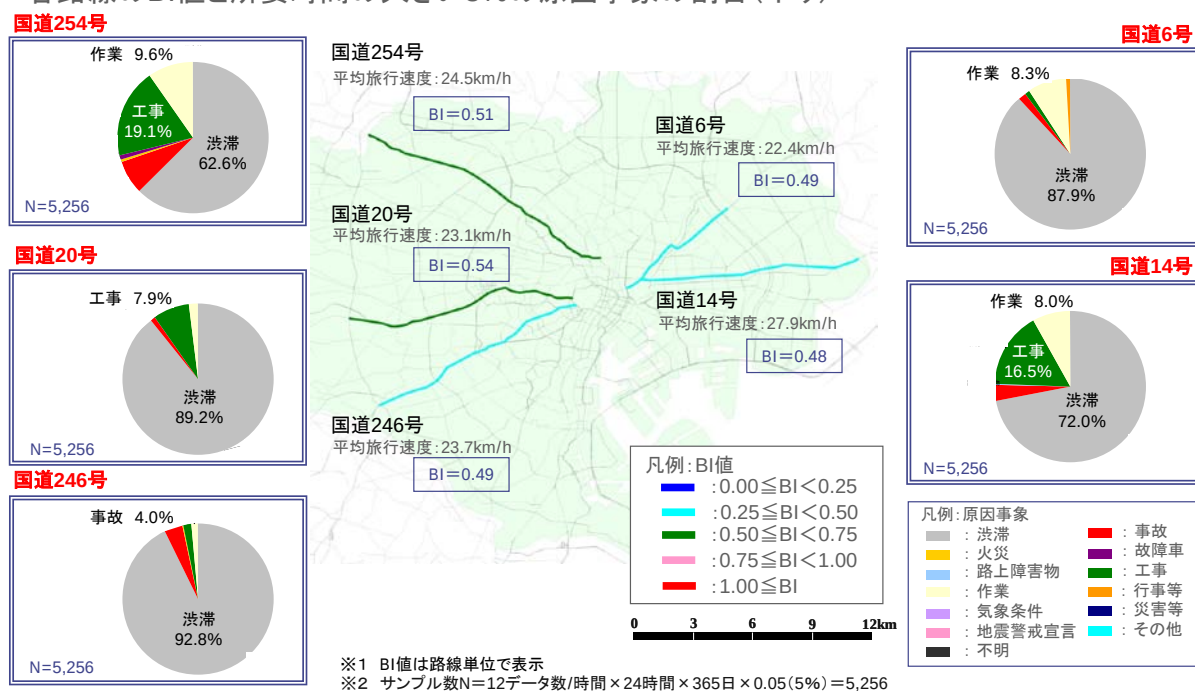


図 3.1-5 路線別 BI 値と所要時間の大きい 5%における事象発生割合
(一般国道・下り)

(b) 区間別BI値と平均旅行速度

首都高、一般国道の上下別 10 経路において区間別に BI 値と平均旅行速度を算定し、並行路線による比較を行う。なお、区間の設定は以下に示す方法にて設定している。

表 3.1-5 区間設定方法

対象	区間の設定方法
高速道路	IC や JCT 間隔で区間を設定
一般国道	主要な道路と交差する地点にて区間を設定

以下に上り区間・下り区間の特徴を述べる。

【上り区間の特徴】

- ・ 首都高では、東京西側に位置する3号線、4号線、5号線においては、比較的区間別のBI値が小さい。東京東側に位置する6号線、7号線においては、都心部に近い区間でBI値が大きくなり、時間信頼性が低くなる。
- ・ 一般国道では、首都高に比べ区間毎のBI値の差が大きく、区間によって時間信頼性の差が大きい。

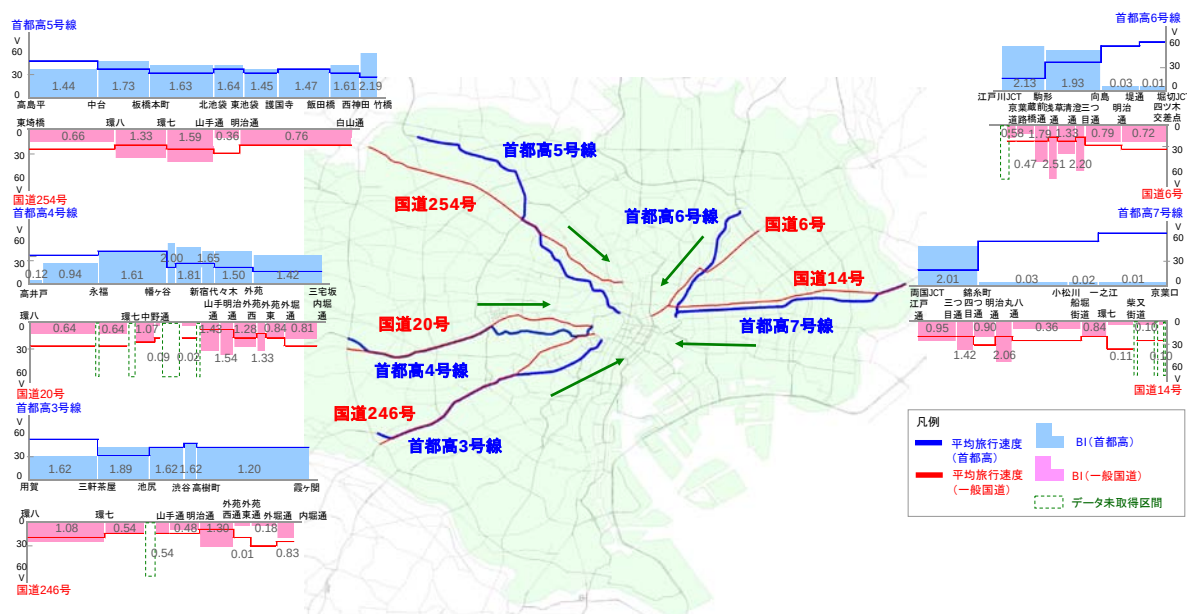


図 3.1-6 区間別 BI 値と平均旅行速度（上り）

【下り区間の特徴】

- ・ 首都高では、東京西側に位置する 3 号線、4 号線、5 号線において、都心部で BI 値が大きく、時間信頼性が低い。
- ・ 一般国道では、首都高に比べ区間毎の BI 値の差が大きく、区間によって時間信頼性の差が大きい。
- ・ 首都高、一般国道ともに、どの区間も上りと比較して BI 値が小さく、下りの方が時間信頼性が高いと考えられる。

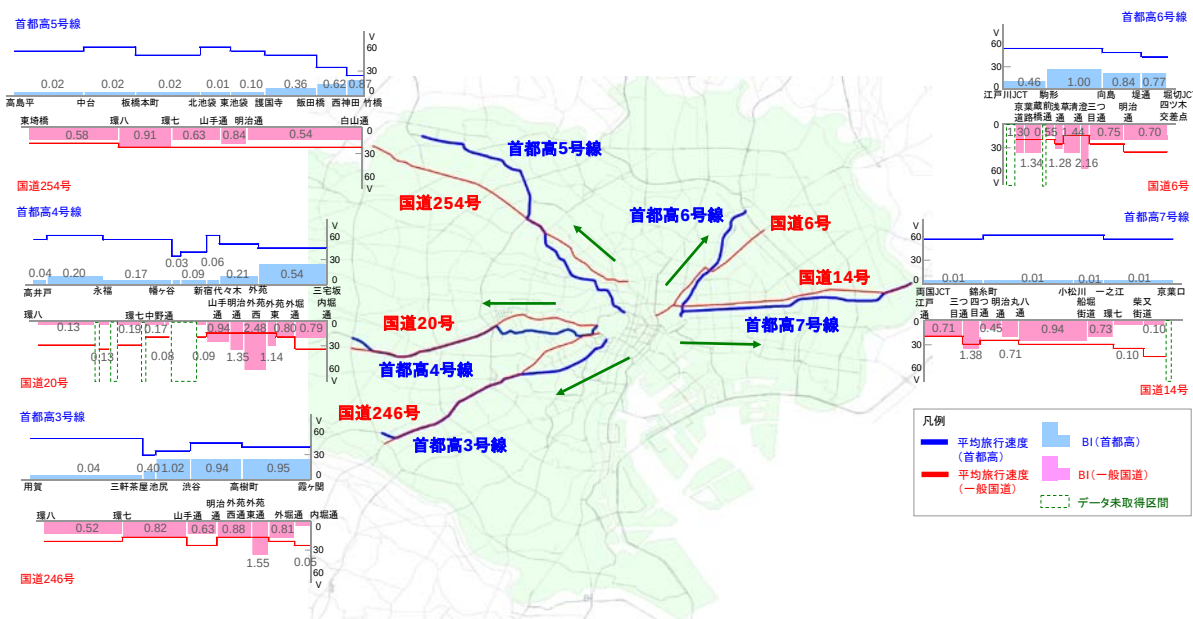
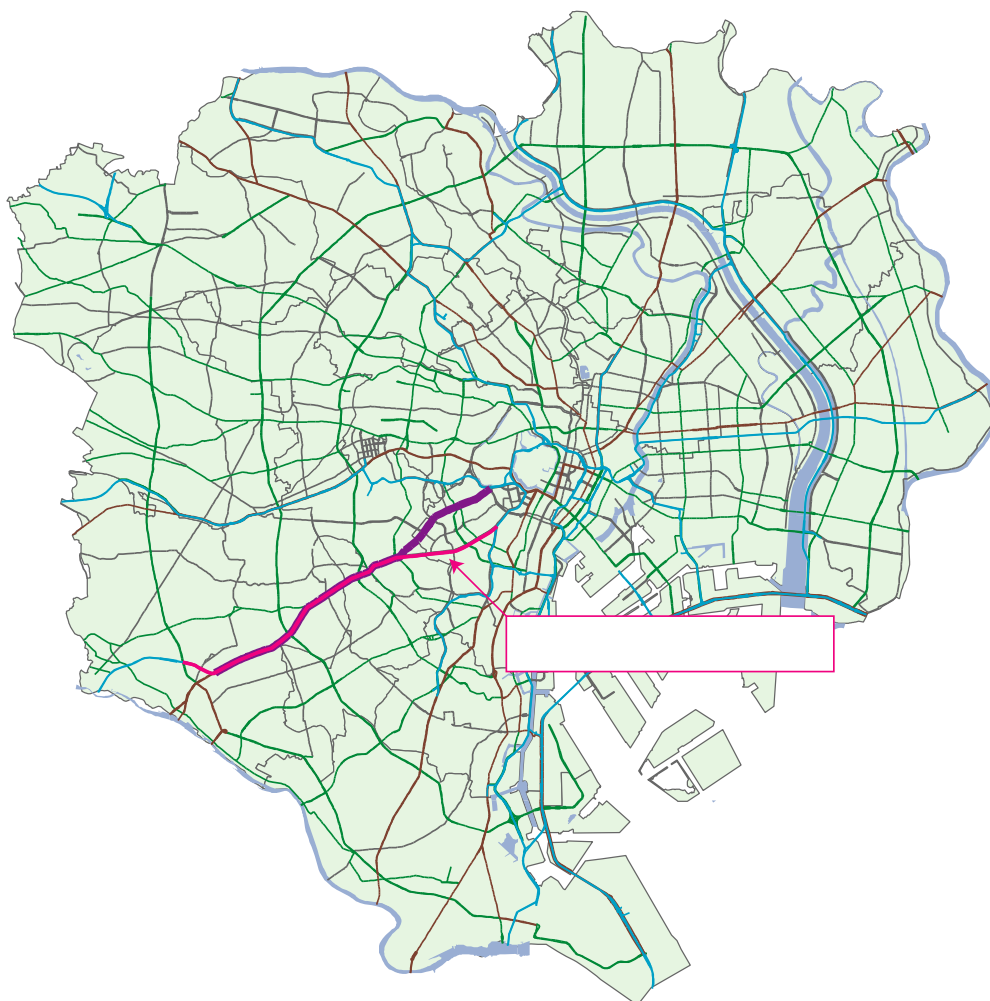


図 3.1-7 区間別 BI 値と平均旅行速度（下り）

2) 首都高 3 号渋谷線と国道 246 号の時間信頼性分析

(a) 分析対象路線

本節では、「首都高 3 号線」と「国道 246 号」を対象とし、所要時間分布及び時間信頼性の詳細な比較分析を行う。この 2 路線を選択した理由として、「路線がほぼ並行しており一対一の比較対象が可能」「VICS データが豊富に取得されている」「両者の所要時間分布に、2 路線の特徴がよく表れている」ということが挙げられる。対象区間の詳細は図 3.1-8 と表 3.1-6 に示す通りである。



(c) 時間信頼性指標の算出

表 3.1-7 に示す内容に従って時間信頼性指標等の分析指標の算出を行う。対象延長が二つの路線で異なるため、「単位距離当たり所要時間(分/10km)」に正規化して評価する。

- ① 所要時間分布
- ② 一般化費用を考慮した所要時間分布
- ③ 所要時間の大きい方から 5%の該当日(所要時間上位 5%)
- ④ 平均所要時間
- ⑤ Planning Time (=旅行時間の 95%タイル値)
- ⑥ Buffer Time Index (= (Planning Time－平均旅行時間) ÷ 平均旅行時間)

なお、1)と同様に、所要時間データが未取得の VICS リンクは H17 センサスの混雑時旅行速度より算定した所要時間を用いて補完している。また、時間信頼性とは本来、ある特定の時間帯における日々の所要時間の不現実性を取り扱う概念であるものの、本節でも 1)と同様に、データ数の制約から便宜的に収集期間の全てのデータから、時間信頼性指標を算出している。上りの方が都心への交通集中による時間信頼性の変動が明確に現れているため、以下、所要時間の特性に関する図を用いた詳細な説明は上りのみとする。

表 3.1-7 分析の概要

項目	内容
対象経路	首都高 3 号線(谷町 JCT ～用賀 IC) 11.3km 国道 246 号(赤坂見附～用賀) 12.0km
利用データ	VICS の「所要時間」データ、5 分間隔・24 時間・1 ヶ月 (平成 17 年 5 月) 経路の旅行時間は「タイムスライス法」により集計
分析指標	所要時間分布の確認、時間信頼性指標の分析、平均所要時間 Planning Time (=PT)、Buffer Time Index (=BI)
分析内容	経路および区間について分析 首都高 3 号線と国道 246 号の比較

(i) 所要時間分布

図 3.1-9 に首都高 3 号線と国道 246 号の所要時間分布を比較して示す。

首都高は所要時間 10 分前後が最頻となるピークの高い分布である反面、所要時間が 30 分を超えるものもあり、分布にばらつきがある。このため平均所要時間は 15 分で最頻値より大きく、95%タイル所要時間は 32 分、両指標の差を示す BT を平均旅行時間で除した BI は 114%と高い。一方、国道 246 号は所要時間 20～25 分が最頻であるもののピークは低く、30 分を超えるものも多く、平均所要時間は 27.5 分で最頻値より大きい。また、95%タイル所要時間は 40.3 分、BT は 12.7 分、BI は 46%という所要時間のばらつきが見られる。

次に、首都高と国道 246 号の所要時間を比較する。平均所要時間は首都高が国道 246

号の約半分であり、はるかに短い。一方、95%タイル所要時間は首都高の方が 10 分近く短いのに対して、両指標の差である BT は首都高の方が国道 246 号より約 4 分長い。また、BI に至っては、首都高が国道 246 号の 2 倍以上となる。

この結果から、首都高の平均所要時間分布は国道 246 号より大きく、時間信頼性はそれほど高いと言えないということが分かった。

一方、下りについて概説すると、首都高は上りに比べて所要時間の遅れが少ないため時間信頼性が高く、一方で国道 246 号は上りに比べてばらつきが大きいいため時間信頼性が低く、首都高と国道 246 号では時間信頼性は同程度になるということが分かった。

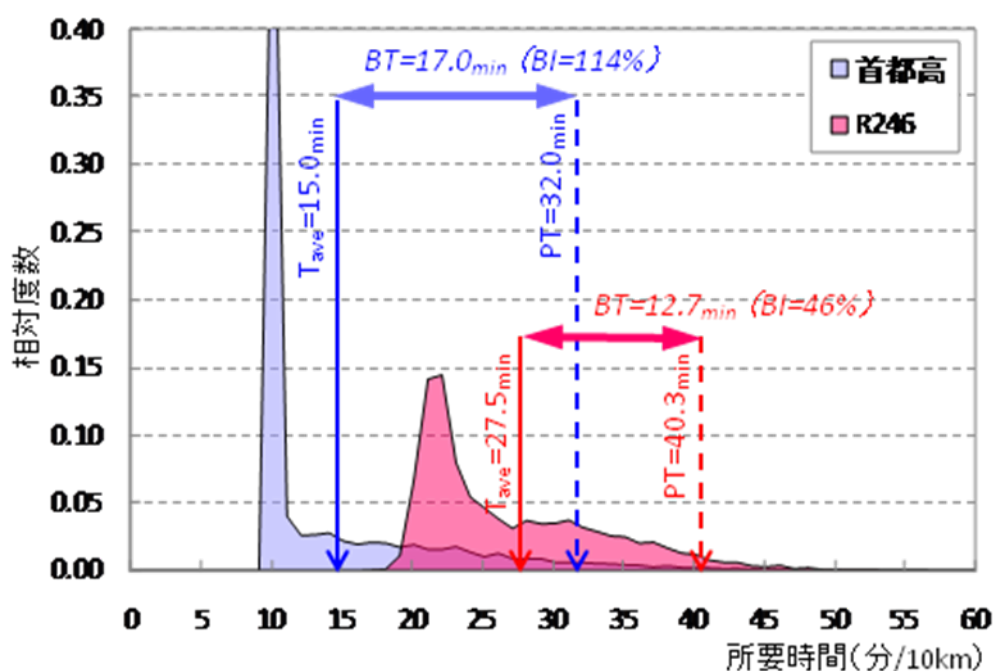


図 3.1-9 所要時間分布（上り方向：分/10km）

(ii) 一般化費用を考慮した所要時間分布

次に、「一般化費用」の概念を考慮した所要時間の発生確率分布を求め、考察を行った。すなわち、首都高を利用した時の料金を時間換算し、所要時間に反映させる方法である。表 3.1-8 に示すように、道路事業評価における車種別時間価値⁴を車種別交通量で重み付けし、平均時間価値を 74.5 円／分・台と設定した。また、同様に車種別基本料金で重み付けした平均利用料金 920 円は 12.3 分に相当する⁵。この一般化費用から首都高の所要時間分布と各統計指標を算出し、分析を行った（図 3.1-10 参照）。

⁴ 平成 15 年道路事業評価における車種別時間価値

⁵ 国土交通省道路局、都市地域整備局編：「費用便益分析マニュアル」,2003.8

表 3.1-8 車種平均した時間価値と料金（試算）

車 種	交通量* (台/日)	基本料金 (円)	時間価値** (円/分・台)
1. 乗用車	53,325	700	62.86
2. バス	1,078	1,400	519.74
3. 小型貨物	13,762	700	56.81
4. 普通貨物	29,980	1,400	87.44
車種平均	98,145	921.5	74.5

*) 首都高 3 号線における H17 センサス交通量

**) H15 道路事業評価における車種別時間価値

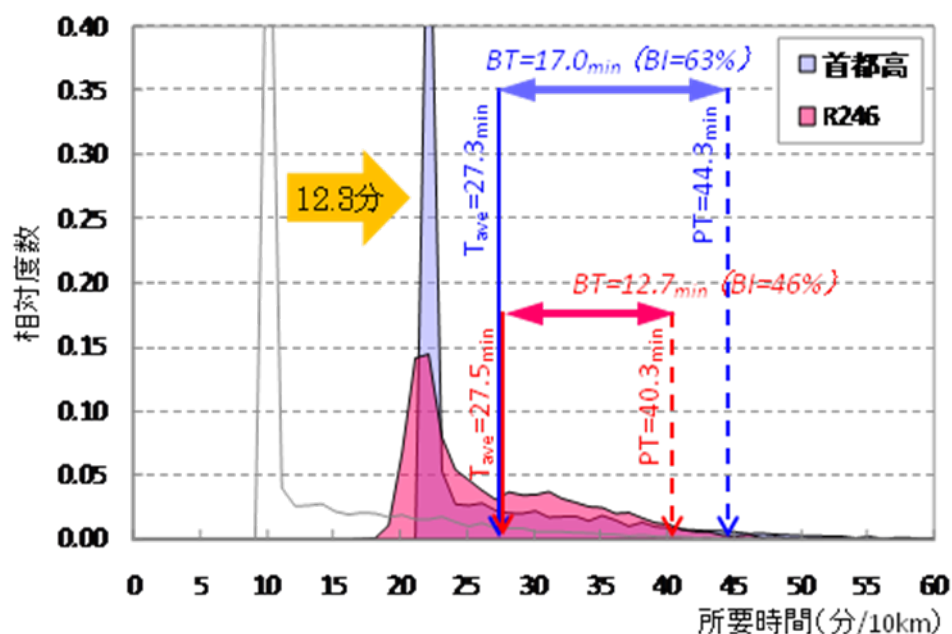


図 3.1-10 一般化費用を考慮した所要時間分布（上り方向：分/10km）

上りの首都高と国道 246 号の所要時間分布の特徴について説明する。

一般化費用を考慮した首都高上りの平均所要時間は 27.3 分で国道 246 号上りのそれとほぼ同値となり、95%タイル所要時間は 44.3 分で国道 246 号の 40.3 分をやや上回る結果となった。

一方、下りについてもほぼ同様の結果となった。

これらの結果から、一般化費用を考慮すると、首都高は国道 246 号に対して速達性において同等であり、時間信頼性において若干劣っていると考えられる。

(iii) 時間信頼性低下の原因事象分析

道路の所要時間信頼性を低下させる要因の一つとして「需要変動」が挙げられる。朝のラッシュ時や観光シーズン等特定日または特定時間帯において道路の交通容量を上回

る交通需要が流入した際に発生するケースであり、主として自然渋滞による時間信頼性の低下と捉えることができる。一方、別の一つの要因に「容量変動」が挙げられる。これは災害や事故等による通行障害、補修や剪定による通行規制等様々であるが、特定日または特定時間帯において道路の交通容量が減少することによって発生するケースである。表 3.1-4 で示した通り、VICS データには旅行時間情報の他、自然渋滞以外の原因事象情報も抽出することができるため、これを用いて原因事象と時間信頼性低下の関係を把握する。

分析対象の二つの路線に対して、原因事象と時間信頼性低下の関連性について把握するために、所要時間の上位 5%以内に該当する日を抽出して、VICSデータにより同時に発生している状況を確認した。具体的な分析方法として、上位 5%所要時間のうち、原因事象データも併せて収集されている場合を「(自然渋滞以外の) 原因事象による遅れ」、同データが収集されない場合を「自然渋滞による遅れ」とみなして集計を行った。また、原因事象が複数のリンクで同時に発生している場合には、その継続時間が最も長い事象を代表原因事象として集計している点に留意が必要である。所要時間の上位 5%の所要時間を取り扱う理由には、阪神高速道路において 95%タイル所要時間を超えるデータに原因事象が多く含まれる結果が報告されているためである。⁶

⁶ 飛ヶ谷,石橋,田名部,朝倉:”阪神高速道路におけるインシデント発生時の旅行時間信頼性評価”,第 28 回交通工学研究発表会論文報告書.pp.177~180,2008

【首都高 3 号線（上り）】

- ・ 所要時間の上位 5%の原因事象のうち、自然渋滞以外の原因事象が 4 割近くを占める。
- ・ 自然渋滞以外の原因事象では、事故が原因の遅れが半分以上を占める。

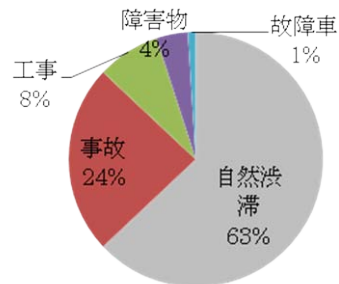


図 3.1-11 所要時間の上位 5%の場合の原因事象(首都高 3 号渋谷線上り)

【国道 246 号（上り）】

- ・ 所要時間の上位 5%の原因事象のうち、事故や工事によるものは少なく、自然渋滞が大部分を占めている。
- ・ なお、後述するように、遅れは 7 時台～18 時台にのみ発生し、深夜から朝方の時間帯には発生していない。

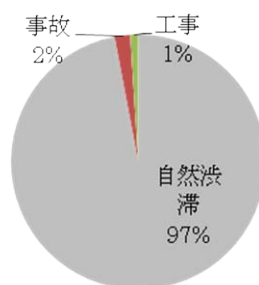


図 3.1-12 所要時間の上位 5%の場合の原因事象(国道 246 号上り)

以上より、首都高等の都市高速道路は、自然渋滞以外の原因事象（事故、工事、路上障害物）に伴う通行規制が所要時間の信頼性に重大な影響を及ぼすこと、また一般道での速度低下の大半は自然渋滞に起因すると考えられるということが明らかにされた。

(iv) 時間帯別の時間信頼性指標（平均所要時間、BT）の比較

次に、一日における所要時間の変動状況を考察する。分析対象の二つの路線に対して、前述の統計指標を用いて、時間帯別の所要時間を比較分析した。

① 平均所要時間と 95%タイル所要時間の変動状況

首都高は昼間時（7～18 時台）に平均所要時間及び 95%タイル所要時間が大きく変動

する。特に朝と夕方のピーク時における所要時間が長く、平均所要時間と 95%タイル所要時間との差 (Buffer Time Index) も広がっているものの、正午と夕ピークの間では、BT は小さくなる傾向にある。一方、国道 246 号も、首都高と同様に、昼間時において平均所要時間及び 95%タイル所要時間が大きく変動する。しかし、正午過ぎの時間帯においても所要時間が長く、Buffer Time も大きい点で首都高の傾向と異なる。

次に、所要時間変動状況を二つの路線で比較する。平均所要時間はどの時間帯においても首都高が国道 246 号に対して 10～15 分程度短く、優位性を保っている。また、平均所要時間と 95%タイル所要時間との関係を見た時に、変動が大きな昼間時間帯においても首都高の 95%タイル所要時間は国道 246 号の平均所要時間を下回っている。ただし、夕方に限っては、首都高の時間信頼性も低く、前項で示した料金の一般化費用 12.3 分を考慮すると国道 246 号に対する首都高の走行サービスの優位性は十分に保たれていないものとする。

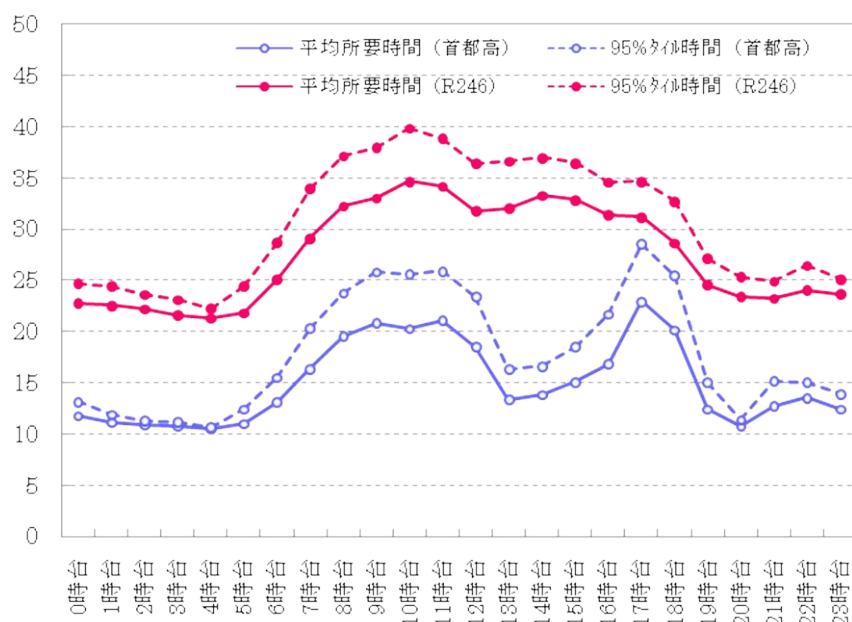


図 3.1-13 首都高 3 号線と国道 246 号（上り：分/10km）の
平均所要時間と 95%タイル所要時間の時間帯別変動

3.1.4. まとめ

本分析では、都市高速道路と一般国道という機能や交通特性が異なる道路について、それぞれ並行する路線のペアを作り、VICS データを用いて時間信頼性指標等の比較分析を行った。本分析から得られた知見は以下の通りである。

①一般化費用の概念を考慮した所要時間及び時間信頼性の比較

首都高と首都高に並行する一般国道の所要時間分布を比較するときに「一般化費用（料金負担を時間換算）」の概念を考慮した結果、首都高と一般国道の平均所要時間は同等となることから、道路利用者は料金や所要時間を含む総合的な走行費用に着目して経路選択を行っているものと考えられる。ただし、BI 値は首都高の方がやや大きかったため、都市高速道路の方が一般国道より時間信頼性の面では劣ると考えられる。

②一日における所要時間の変動

所要時間はどの時間帯においても首都高が一般国道に対して 10～15 分程度の高い優位性を保っている。また、両路線ともに昼間時の所要時間変動が大きく、特に夕方に限っては首都高の時間信頼性も大きく劣っており、一般国道に対する走行サービスの優位性が十分保たれていない。

③時間信頼性の低下要因

所要時間の信頼性に重大な影響を及ぼす要因は、首都高においては自然渋滞に次いで、事故や工事等の原因事象に伴う容量変動であり、一般国道においては朝の通勤時等自然渋滞に伴う需要変動である。

3.2. 季節変動及び天候が時間信頼性評価に与える影響の分析

3.2.1. はじめに

道路交通の時間信頼性の変動要因としては、大別すると交通容量の変動と交通需要（交通量）の変動とがある。交通容量はバイパスの整備、拡幅あるいは車線追加等物理的な道路構造の改造により拡大することが可能であり、これにより時間信頼性の向上を図ることができる。また、交通需要（交通量）を適切にコントロールすることで、時間信頼性の向上を図ることができると考えられる。

交通量の変動には周期的な変動と非周期的な変動がある。周期変動とは、年・月・曜日・時間（時刻）、休日祝日、商慣行、季節、定期的な工事による交通規制による交通量の大小の傾向であり、非周期的な変動とは、天候、突発的な災害・工事・事故による交通規制による交通量の大小の傾向である。周期変動として、特に月変動（季節変動）、曜日変動、時間変動（24 時間）の 3 つに着目し、さらに道路特性に応じて道路を分類すると（都市部、日平均交通量が多い郊外部、日平均交通量が少ない郊外部、通過交通の性格が強い地方部の旧一級国道、通過交通の性格が強くない地方部に旧一級国道、地方部の二級国道等）、同じ分類内では類似した交通量変動パターンを示すという研究成果もある。⁷

前述のように、道路の交通量には周期的な変動と非周期的な変動が存在し、特に降雨などの非周期的な変動では交通容量自体が低下する可能性もある。交通量や交通容量の変動は道路のサービスレベルにも影響を及ぼす。時間信頼性指標はこのサービスレベルの変動を評価するものであり、その変動が何に起因しているかを十分に検討する必要がある。

時間信頼性指標を算定するには長期のデータを扱う必要があるため、季節変動や降雨の影響が必然的に含まれることになる。例えば、観光道路のように季節変動が大きな区間で 1 年間のデータを使って指標を算定した場合、算定された指標値は季節変動そのものとなる可能性が高く、年間を通じたパフォーマンス指標としてこの指標値を用いることが妥当であるかどうかは議論を要する。

以上のことから、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するとともに、降雨が所要時間に与える影響についても検証を行うことで、外的要因による時間信頼性の変動を捕捉・評価するための方法について検討を行う必要があると言える。

3.2.2. 調査分析の方法と分析結果

1) 分析対象路線・経路、調査期間、利用データ、分析指標

長期間にわたる所要時間データが整備されている東名高速・中央道・関越道・東北道・常磐道の 5 路線（いずれも上り方向）を対象として分析を行った。調査対象区間はいずれも 100km 程度である。路線ごとに月別の時間帯別平均所要時間及び標準偏差を算定・比較することで、季節変動の発生状況及び天候（降雨）が時間信頼性評価に与える影響

⁷ 池之上;「交通量の変動」技術書院,東京,1966

を把握した。

降雨のデータに関しては、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。各路線の概ね 5km 以内に存在する観測ポイントを 1 路線当たり 6 箇所抽出し、当該時間帯に路線近傍の観測ポイントで 1 か所でも降雨が観測されていれば雨であると判定した。これらのデータを用いて降雨の有無別に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のかどうかを検討した。



図 3.2-1 分析対象路線と降雨観測ポイント位置図

表 3.1-1 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	トラカンデータ（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～2006 年 6 月 30 日（平日のみ） 2007 年 4 月 1 日～2007 年 6 月 30 日（平日のみ）
分析指標	平均所要時間，95%タイル所要時間

2) 季節変動に関する分析

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、平日と休日に区分し、朝ピーク時（6 時台）、オフピーク時（12 時台）、夕方ピーク時（17 時台）の 3 つの出発時間帯で平均所要時間、95%タイル所要時間を整理した。各路線の時間帯別年平均所要時間は以下の通りである。各路線とも休日の 17 時台で所要時間が長くなっている。

また、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。

表 3.2-2 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

(a) 平日

朝ピーク時（6 時台）については、東名高速・中央道において、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・中央道に比べて月変動が小さい。オフピーク時については、各路線とも月変動が小さい。夕方ピーク時（17 時台）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（6 時台）、オフピーク時（12 時台）、夕方ピーク時（17 時台）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 3 路線に比べて大きく、東北道・常磐道は月変動が小さい。

月変動係数

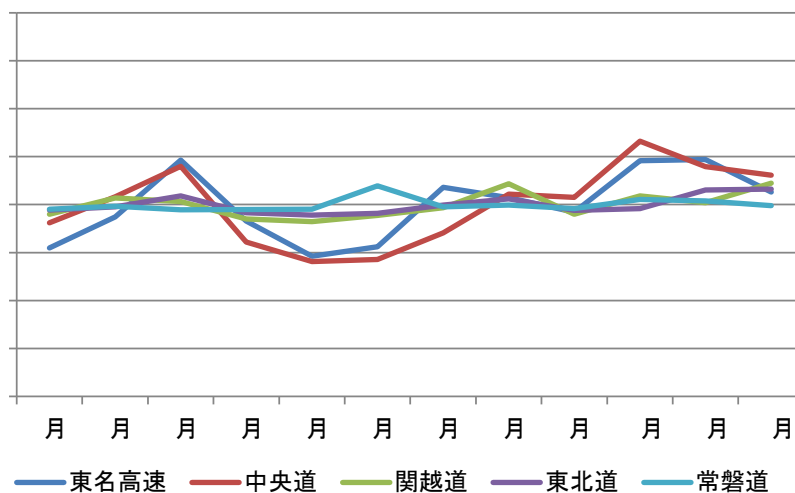


図 3.2-2 平日の朝ピーク時（6 時台）

月変動係数

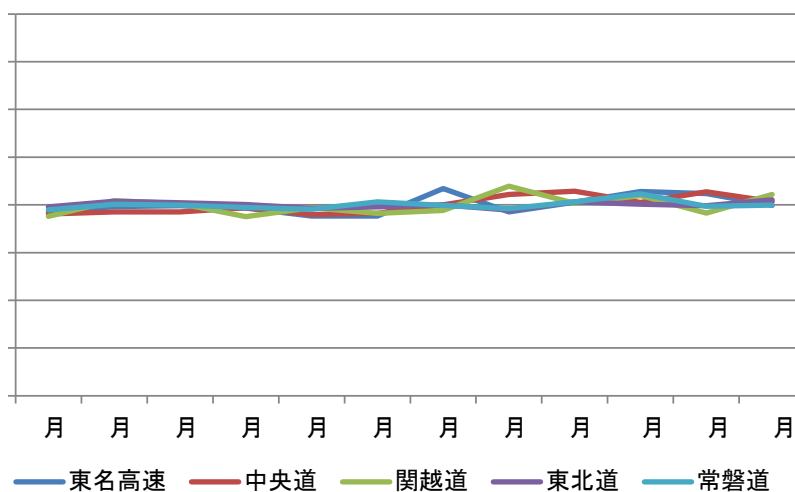


図 3.2-3 平日のオフピーク時（12 時台）

月変動係数

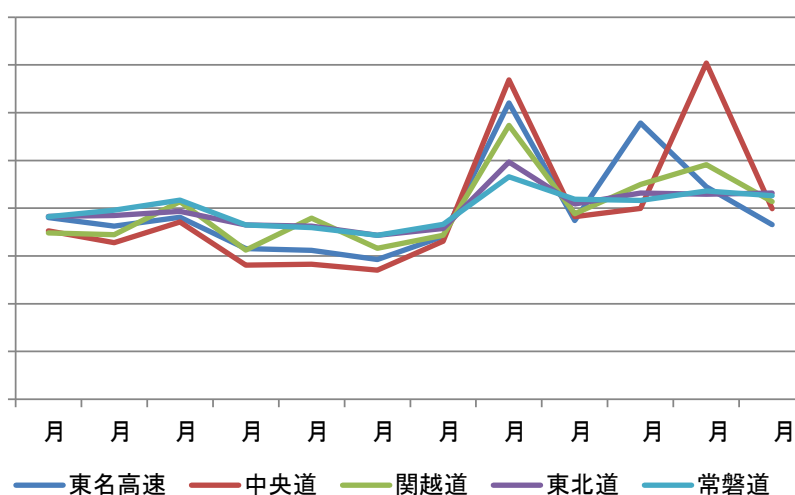


図 3.2-4 平日の夕方ピーク時（17 時台）

(b) 休日（土曜日含む）

朝ピーク時（6 時台）については各路線ともに平日に比べ月変動が小さい。オフピーク時（12 時台）については、各路線とも平日に比べて月変動が大きい。

夕方ピーク時（17 時台）については、各路線とも平日の朝ピーク時（6 時台）、オフピーク時（12 時台）、夕方ピーク時（17 時台）、休日の朝ピーク時（6 時台）、オフピーク時（12 時台）に比べて最も月変動が大きい。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道の月変動が最も大きい。

月変動係数

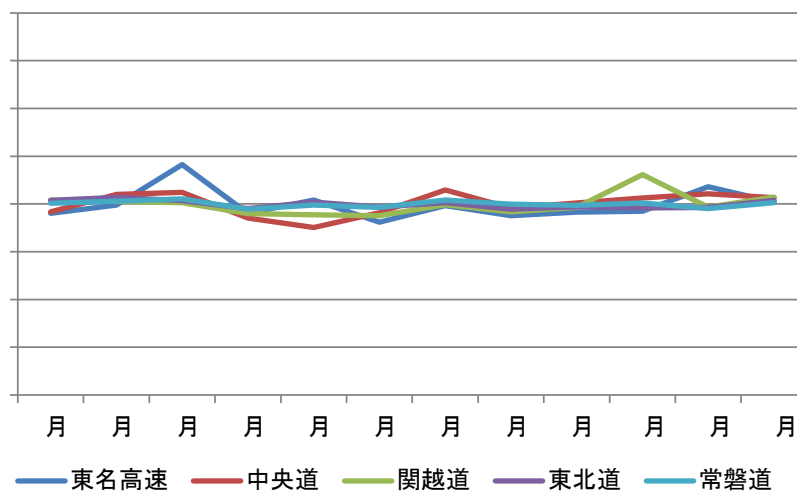


図 3.2-5 休日の朝ピーク時（6 時台）

月変動係数

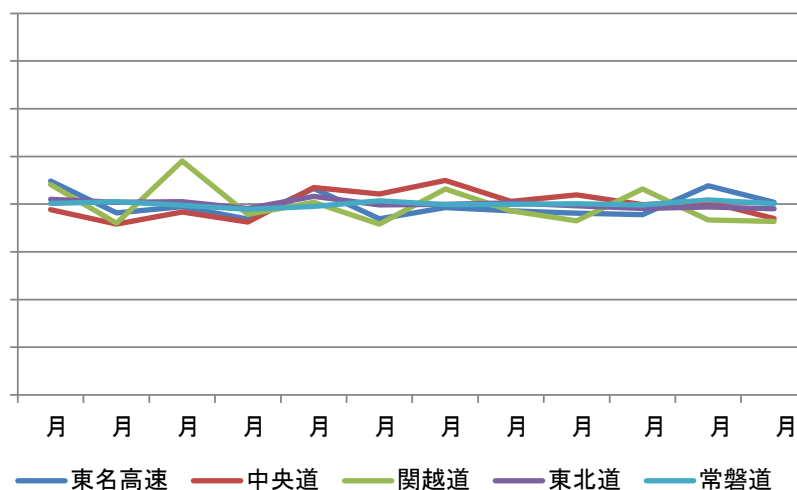


図 3.2-6 休日のオフピーク時（12 時台）

月変動係数

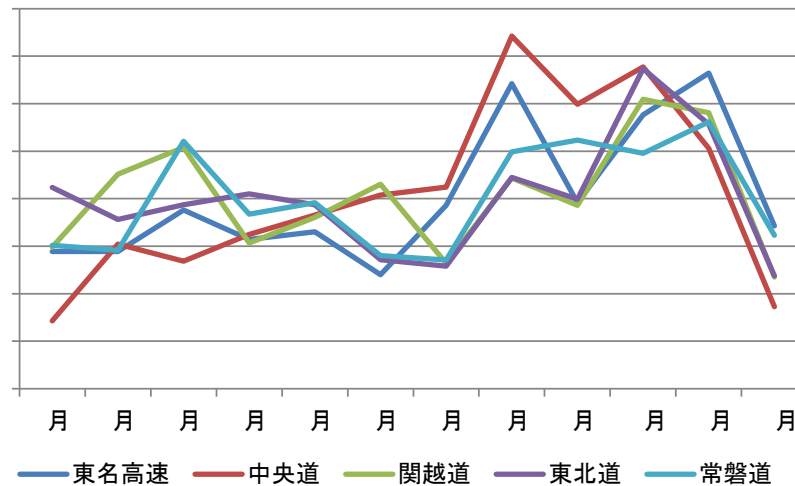


図 3.2-7 休日の夕方ピーク時（17 時台）

(c) 所要時間上位 5%の内訳

以上の分析により、各路線により発生する月別や時間帯別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%タイル値等の時間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、休日は、該当日数が少なく分析結果の一般性に問題がある、平日のみを対象として分析を行った。

常磐道のオフピーク時（12 時台）のように季節変動が小さい路線・時間帯では、所要時間上位 5%が観測された月がばらばらになっているのに対し、東名高速夕方ピーク時（17 時台）のように季節変動が大きな路線・時間帯では、所要時間上位 5%が観測された月の大半が月変動係数の大きい月となっている。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、月変動係数が小さい時期には過大な所要時間が示されることになる。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等、指標が示すばらつきが何を示しているのかを明確にする必要がある。

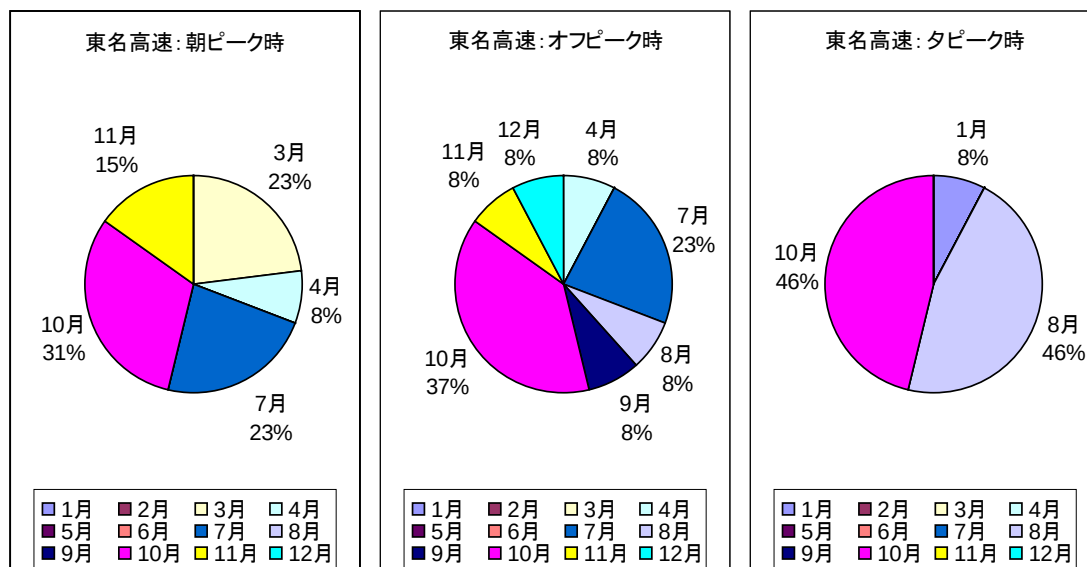


図 3.2-8 所要時間上位 5%の内訳（東名高速：沼津 IC→東京 IC）

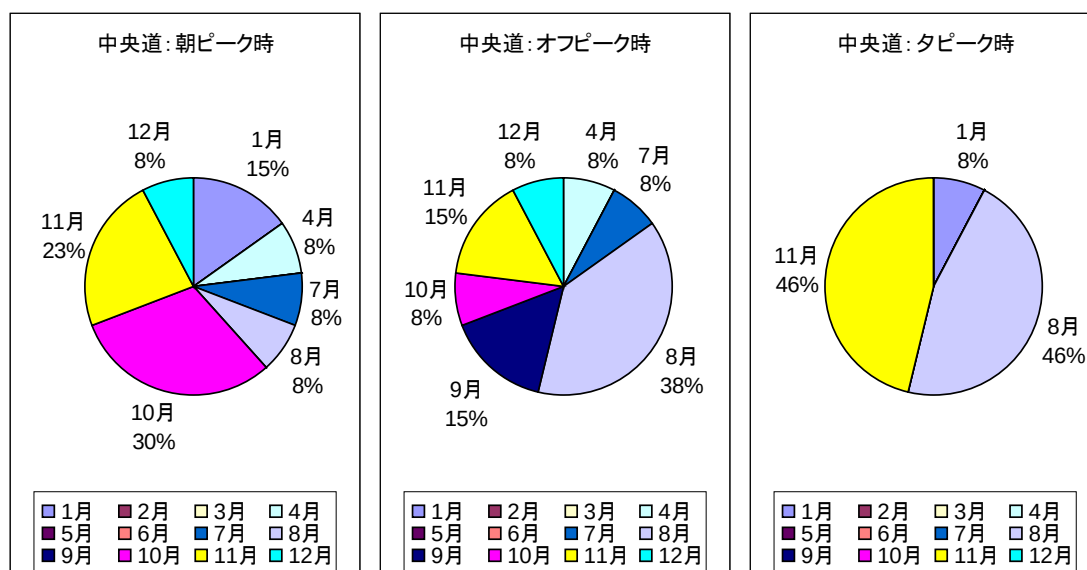


図 3.2-9 所要時間上位 5%の内訳（中央道：甲府南 IC→高井戸 IC）

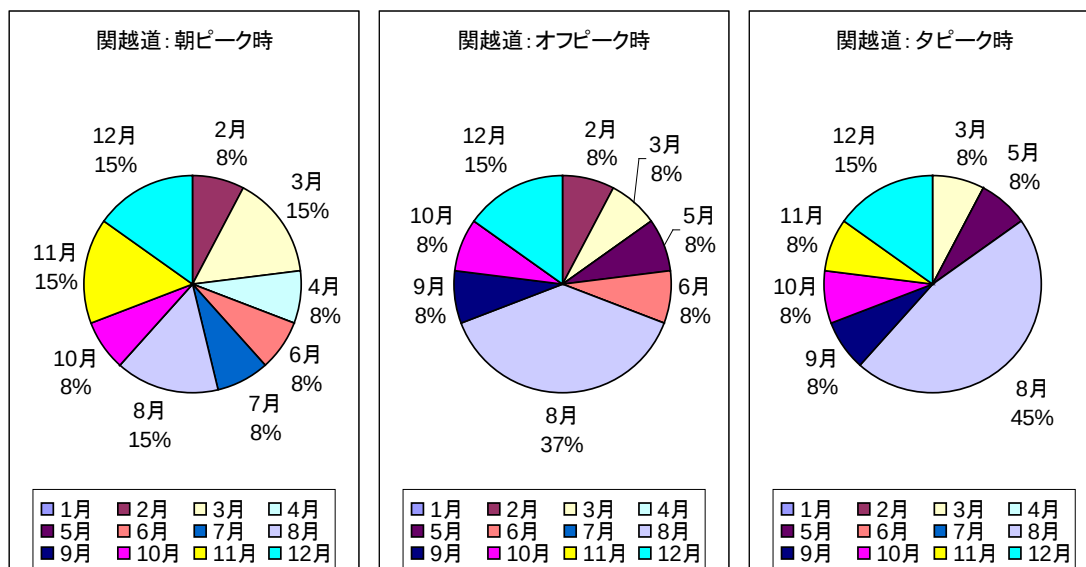


図 3.2-10 上位 5%所要時間の内訳（関越道：渋川伊香保 IC→練馬 IC）

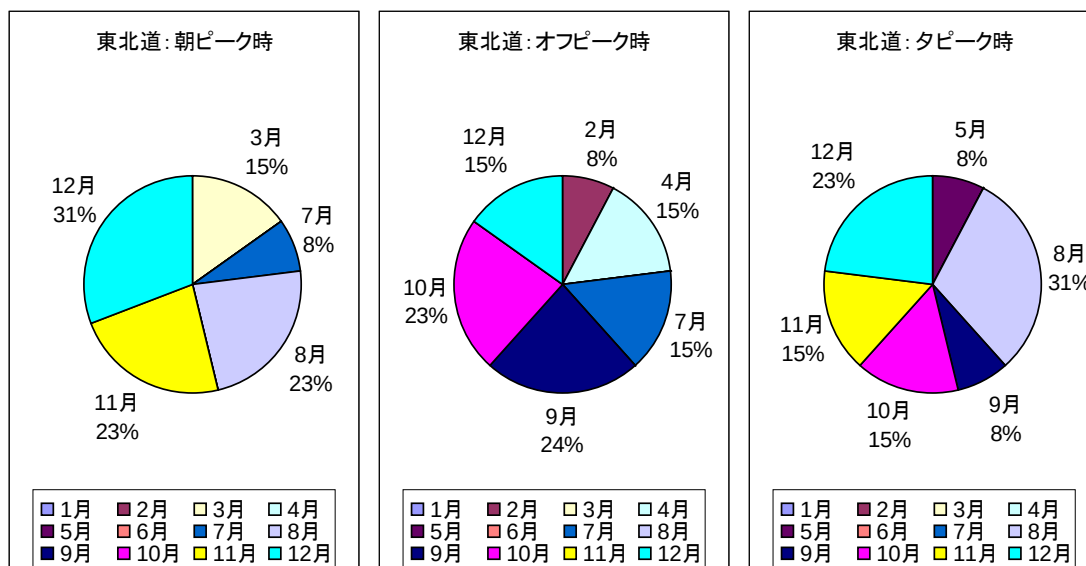


図 3.2-11 所要時間上位 5%の内訳（東北道：宇都宮 IC→川口 IC）

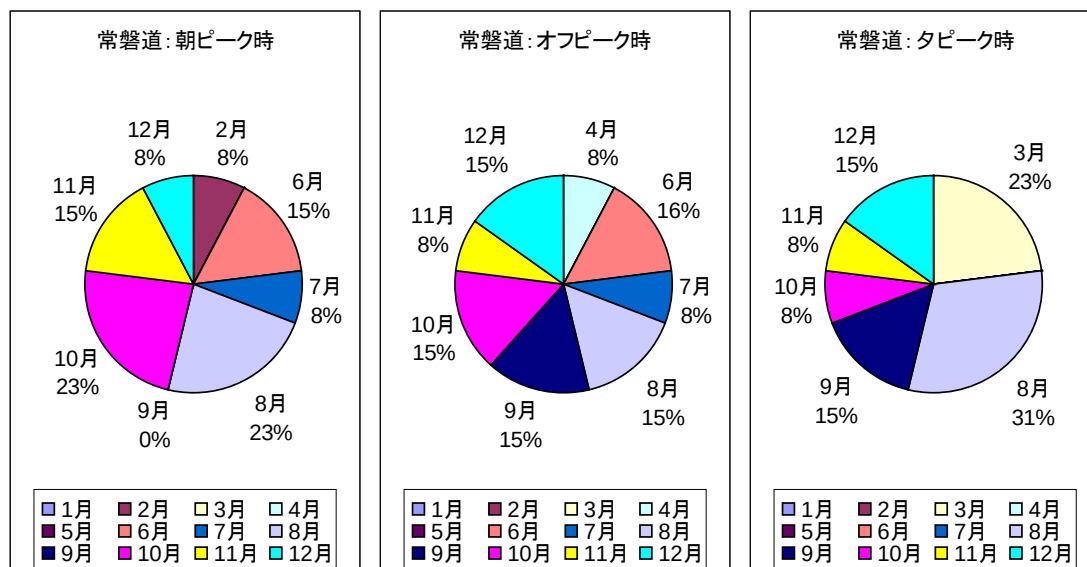


図 3.2-12 所要時間上位 5%の内訳（常磐道：日立 IC→三郷 IC）

3) 天候変動に関する分析

(a) 降雨の有無別の平均所要時間の差異の有意検定

降雨が所要時間に与える影響を分析するため、降雨の有無別に平均所要時間を算定し、その差異について分析した。分析対象期間については、季節によって降雨の頻度が異なり、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、より多くのサンプル数を確保するため、2006 年 4 月～6 月及び 2007 年 4 月～6 月の平日データを用いた。大半の路線・時間帯において、降雨が観測された時の平均所要時間が、降雨なしの平均所要時間を上回っており、降雨により平均所要時間が増加する傾向がある。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（降雨なし時よりも車間距離に余裕を持って走行するため交通容量が低下する）が考えられる。

上記傾向を検証するため、この平均値の差異に関する統計的な有意性について、有意水準を 5%に設定して t 検定を行った。検定結果より、東名高速ではほぼ半数の時間帯において、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の差異が有意であるという結果が得られた。一方、中央道では、平均値の差異が有意であったのは、17 時台と 22 時台の 2 つの時間帯のみであった。5 時台、6 時台、15 時台、16 時台等は平均値の差は大きいものの、統計的にはこの差異は有意でないという結果になった。平均値の差が大きい 5 時台、6 時台、15 時台、16 時台のデータを確認したところ、降雨時の個々の所要時間が大きくばらついており、所要時間が著しく大きいデータが 2、3 日程度含まれていた。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、見掛け上大きくなっていたと考える。このため、中央道に関してはあまり有意な結果は得られなかったものの、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考えられる。

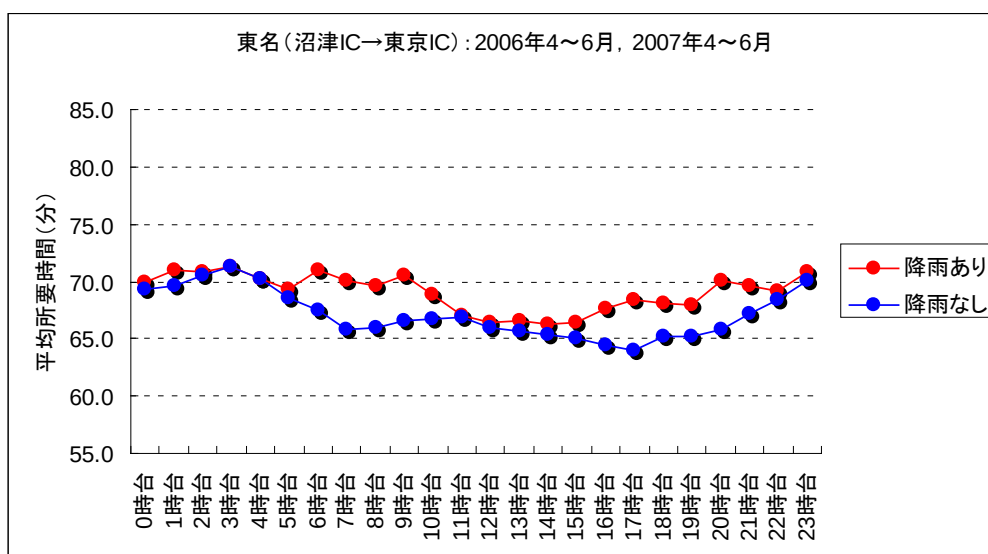


図 3.2-13 降雨の有無別平均所要時間 (東名高速: 沼津 IC→東京 IC)

表 3.2-3 平均値に関する検定結果 (東名高速: 沼津 IC→東京 IC)

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

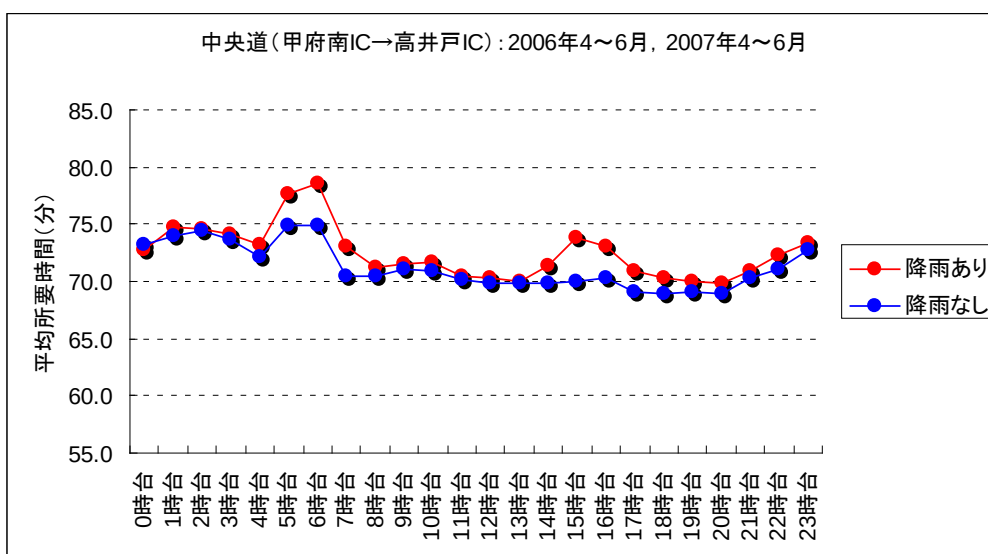


図 3.2-14 降雨の有無別平均所要時間 (中央道 : 甲府南 IC→高井戸 IC)

表 3.2-4 平均値に関する検定結果 (中央道 : 甲府南 IC→高井戸 IC)

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

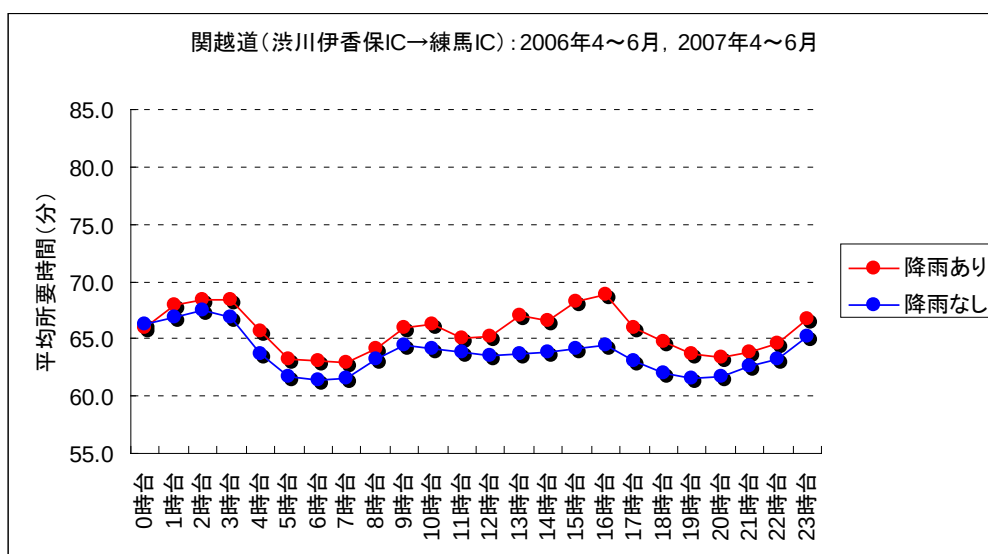


図 3.2-15 降雨の有無別平均所要時間（関越道：渋川伊香保 IC→練馬 IC）

表 3.2-5 平均値に関する検定結果（関越道：渋川伊香保 IC→練馬 IC）

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	21	103	65.9	66.3	-0.759
1時台	18	106	68.0	66.8	2.449 *
2時台	17	107	68.4	67.5	1.892
3時台	17	107	68.4	66.9	3.445 *
4時台	17	107	65.7	63.7	4.319 *
5時台	21	103	63.3	61.7	3.032 *
6時台	19	105	63.1	61.4	1.859
7時台	13	111	62.9	61.6	2.271 *
8時台	20	104	64.2	63.2	3.014 *
9時台	14	110	66.0	64.4	2.630 *
10時台	14	110	66.3	64.1	3.621 *
11時台	14	110	65.1	63.8	3.404 *
12時台	19	105	65.1	63.5	2.643 *
13時台	17	107	67.1	63.7	1.884
14時台	18	106	66.5	63.9	2.461 *
15時台	21	103	68.2	64.1	2.971 *
16時台	20	104	68.9	64.5	2.459 *
17時台	18	106	66.0	63.1	3.011 *
18時台	25	99	64.8	62.0	3.729 *
19時台	23	101	63.6	61.6	5.187 *
20時台	29	95	63.4	61.7	6.189 *
21時台	27	97	63.8	62.6	3.814 *
22時台	23	101	64.5	63.3	4.348 *
23時台	21	103	66.7	65.1	5.026 *

* :5%有意

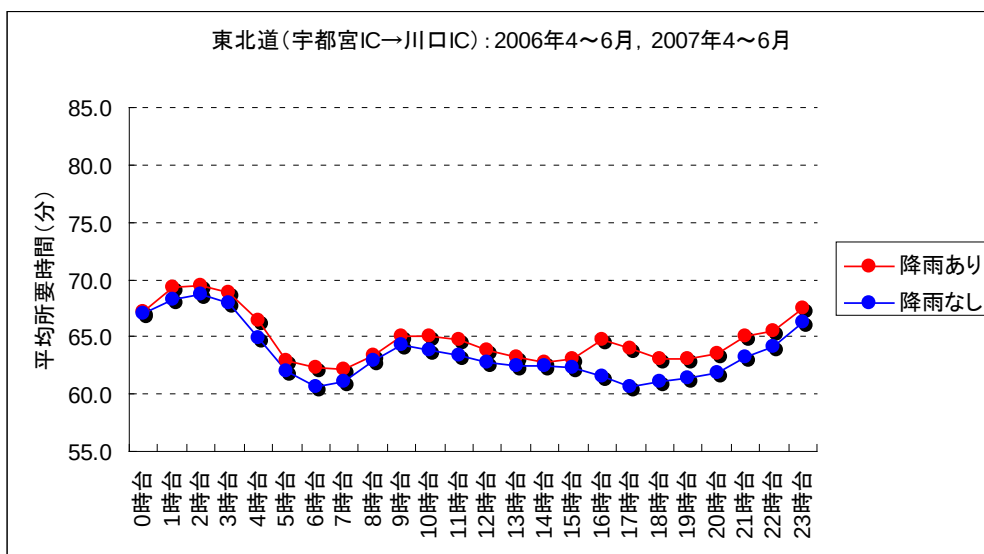


図 3.2-16 降雨の有無別平均所要時間 (東北道：宇都宮 IC→川口 IC)

表 3.2-6 平均値に関する検定結果 (東北道：宇都宮 IC→川口 IC)

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	20	104	67.2	67.0	0.434
1時台	19	105	69.4	68.2	4.522 *
2時台	21	103	69.5	68.7	2.889 *
3時台	19	105	68.9	67.9	3.377 *
4時台	19	105	66.4	64.8	3.909 *
5時台	19	105	62.9	62.1	1.603
6時台	17	107	62.3	60.7	3.396 *
7時台	16	108	62.2	61.1	3.452 *
8時台	20	104	63.4	62.9	2.018
9時台	17	107	65.0	64.2	2.783 *
10時台	12	112	65.1	63.8	3.741 *
11時台	15	109	64.7	63.3	3.189 *
12時台	14	110	63.9	62.7	3.502 *
13時台	18	106	63.2	62.5	2.909 *
14時台	19	105	62.7	62.5	0.616
15時台	17	107	63.1	62.4	1.230
16時台	21	103	64.8	61.6	2.919 *
17時台	24	100	64.0	60.7	3.843 *
18時台	24	100	63.0	61.1	5.389 *
19時台	22	102	63.1	61.5	5.597 *
20時台	25	99	63.5	61.9	5.901 *
21時台	25	99	65.0	63.2	9.347 *
22時台	25	99	65.5	64.2	4.347 *
23時台	23	101	67.5	66.3	3.952 *

* :5%有意

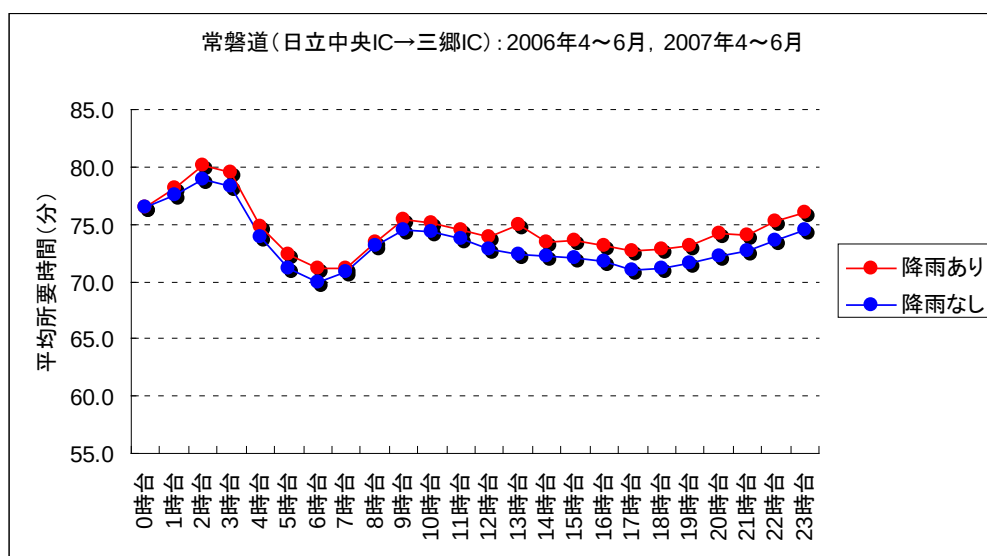


図 3.2-17 降雨の有無別平均所要時間 (常磐道: 日立 IC→三郷 IC)

表 3.2-7 平均値に関する検定結果 (常磐道: 日立 IC→三郷 IC)

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

(b) 降雨の有無別の平均所要時間の相関分析

次に、降雨ありと降雨なしの平均所要時間データを用いて相関分析を行った。各対象路線で延長が異なるため、平均所要時間を路線延長で除した値を用いて分析を行った。累積近似が最も当てはまりが良く、決定係数は0.87（＝0.94）と良好な値を示した。この結果を用いることで、降雨による影響を除いた所要時間分布や時間信頼性評価が可能となる。また、年次比較を実施する場合、降雨日数に極端な差があった場合の補正等にも適用可能と考えられる。

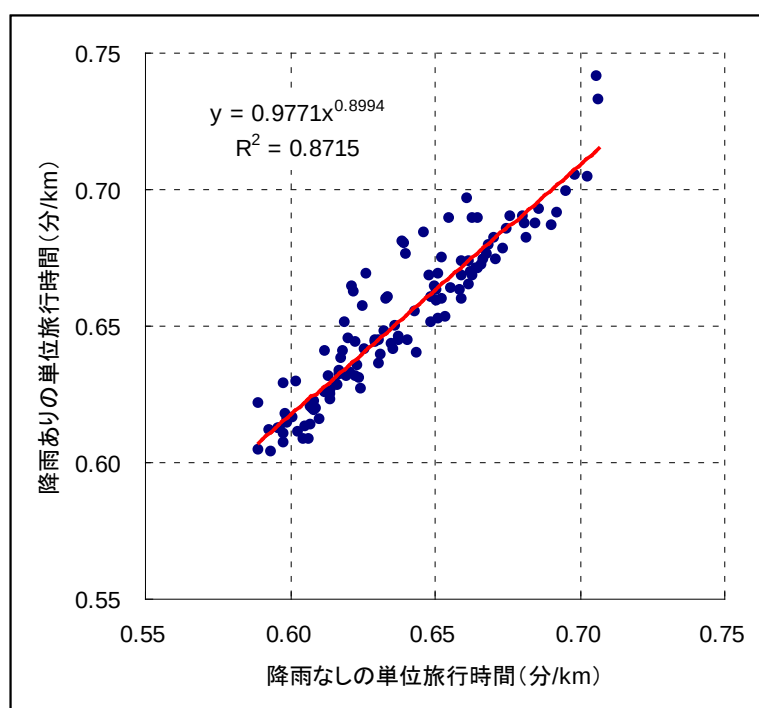


図 3.2-18 降雨の有無に関する所要時間の相関分析

3.2.3. まとめ

1) 得られた知見

本節では、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。

その結果、以下のことが分かった。

①月別・平休別にみた時間帯別の平均所要時間

月別、平日・休日別、時間帯別（朝夕ピーク時・昼間オフピーク時）で平均所要時間は変動している。分析対象とした東名高速、中央道、関越道、東北道、常磐道のどの路線も夕方のピーク時の月変動が大きく、昼間のオフピーク時の月変動が小さい。また、路線によって所要時間の大きい月・小さい月が朝夕ピーク時・昼間オフピークで異なっている。すなわち、各路線により月別・時間帯別の所要時間の季節変動の発生状況に大きな差がある。

② 時間帯別の所要時間

季節変動の発生状況により、時間帯別の所要時間の時間信頼性指標が示す意味が異なる。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等、指標が示すばらつきが何を示しているのかを明確にする必要がある。

③ 降雨の有無による平均所要時間の変化

分析対象とした大半の路線・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回っていた。この理由としては、降雨による交通需要の増加・交通容量の低下が考えられる。また、両者の平均値の差異に有意性があるか、季節変動が少なく降雨頻度が高い月の平日のみを対象として5%有意水準でt検定を行ったところ、全般的に「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考えられる。

2) 課題

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、本節で確認した季節変動や降雨による変動を分析中で評価して、これらの要因を考慮した上で指標を適切に取り扱う必要がある。また、自然災害、事故等による通行止め、交通システムの障害・維持管理に伴う規制等時間信頼性に影響を与えら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。

3.3. 空港アクセス道路における道路利用者の行動特性と時間信頼性価値の分析

3.3.1. はじめに

所要時間信頼性指標は、アメリカやイギリス等海外では政策評価や事業評価等の実務で、用いられ始めている^{8, 9, 10}。一方、我が国では、都市高速道路においてはドライバーへの情報提供や調査研究レベルでの活発な検討が近年行われている。しかし、時間信頼性一般道路に関しては、調査研究についても、あまり進んでいないのが実態である。

時間信頼性の評価において明らかにすべき重要点の一つは、道路利用者がどの程度正確に時間信頼性の実態を認知及び意識して、移動の際の余裕時間の取り方などの行動に反映させているかである。いくら正確に時間信頼性の実態を把握しても、その実態と道路利用者の意識に乖離があれば、本来評価すべき時間信頼性が道路利用者の行動に与える影響を評価していることにならない。

そこで、本節では、一般道路における時間信頼性の調査・分析方法の検討を行うとともに、その結果をもとに道路利用者の意識との比較分析のケーススタディを行う。なお、対象道路としては、高い時間信頼性が要求され、道路利用者の意識の分析にも適した空港へのアクセス道路を取り上げる。

3.3.2. 本節で用いる時間信頼性指標

本節で用いる時間信頼性指標は、1.4 で述べたBuffer Time (BT) 及びBuffer Time Index (BI) とする。これらの指標は、実務の分野では、アメリカの交通省道路局 (FHWA)¹¹などで用いられている。時間変動を表す指標として、一般的な統計指標である分散や標準偏差ではなく、BTやBIを用いるのは、道路利用者や政策決定者にとって理解しやすいためである。BTは所要時間の 95%タイル値と平均値との差分として定義されており、月 1 回程度 (平日 20 日のうち 1 日) の頻度で発生する渋滞に遅れないために見込むべき余裕時間を意味している。BIはBTを平均所要時間で除した指標であり、異なった路線や地域間での比較の際に用いられることが多い。一方、物流などにおいて特に所要時間信頼性が強く求められる場合は、事故等の突発事象の影響も考慮して、99%タイル値を一つの目安とする考え方もある。

本論文では、高い所要時間信頼性が求められる空港アクセス道路を対象とするため、所要時間の 95%タイル値と 99%タイル値の両方を活用する。そこで、以下、95%タイル値に対する BT を「BT₉₅」、99%タイル値に対する BT を「BT₉₉」、両者を総称して「BT」と呼ぶこととする。

⁸ 牧浩太郎, 土谷和之, 伊藤智彦, 由利昌平: "諸外国における道路の所要時間信頼性向上に関する評価手法のレビュー", 土木計画学研究発表・講演集, Vol39, No317, 2009.

⁹ U.S. Department of Transportation (Federal Highway Administration), "Traffic Congestion and Reliability Final report-Trends and Advanced Strategies for Congestion Mitigation", 2005.

¹⁰ U.K. Department For Transport, Road Statistics 2008 : "Traffic, Speeds and Congestion", 2009.

¹¹ Mohamed A.Abel-Aty, Ryuichi Kitamura, Paul P.Jovanis: "Investigating "Effect of Travel Time Variability on Route Choice Using Repeated-Measurement Stated Preference Data", TRANSPORTATION RESEARCH RECORD", No.1493, 1996.

3.3.3. AVIを用いた所要時間変動の把握と時間信頼性指標の算出

1) 対象路線の概要

本節では、広島県呉市中心部から広島空港へアクセスする主なルートとして、図3.3-1の4ルートを設定して検討を行った。図3.3-2に示すようにルートA、Bが主なルートであり、ルートC、Dも僅かであるが利用されている。ルートBは呉市から広島空港への空港連絡バスが1日往復6便運行している。一方、ルートAは2007年に無料の自動車専用道路である東広島呉道が一部開通してできたルートである。なお、ルートA、Bは途中まで同一路線であり、重複する国道375号の区間は2車線（片側1車線）で代替ルートがない状況である。



A	呉市→国道185号→国道375号→東広島・呉自動車道（自専道、無料）→国道2号→国道432号→広島空港 約54km
B	呉市→国道185号→国道375号→山陽自動車道（西条IC～河内IC）→広島空港 約53km
C	呉市→広島呉道路（有料）→国道2号→山陽自動車道（志和IC～河内IC）→広島空港 約64km
D	呉市→広島呉道路（有料）→一般道（約6km）→広島高速→山陽自動車道（広島東IC～河内IC）→広島空港 約68km

図 3.3-1 対象路線の概要

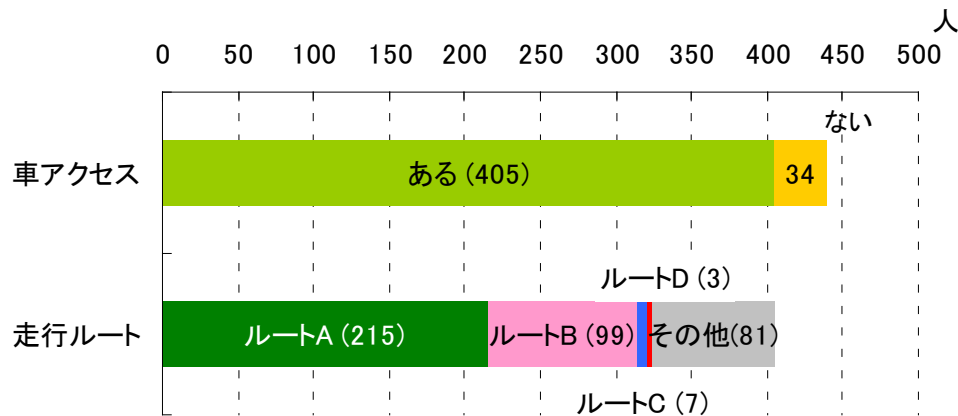


図 3.3-2 4つのルートの選択の現状

2) AVIを用いた所要時間変動の実態の把握

呉市から広島空港への主なアクセスルートであるルートA、ルートBのうち、一般道路のAVI調査を行う経路としてルートBを選択した。その理由は、第1にルートBでは空港連絡バスのバスプローブデータが取得されておりAVIによる調査結果との比較分析が可能なこと、第2に3.3.3における道路利用者へのSP調査が日程上AVI調査と同時期に実施せざるを得なかったため、SP調査の設問設計に既存のバスプローブデータを活用する必要があったためである。

図3.3-3にAVI設置箇所を示す。ルートBのうち、一般道路にあたる呉市から山陽自動車道西条ICまでの間の5箇所にAVI（図3.3-3参照）を設置し、4つの調査区間において2009年1月中旬から約1ヶ月間、所要時間変動の調査を行った。AVIの設置箇所の選定は以下の方針で行った。

- ① 時間信頼性検討の基本の時間帯を15分帯とし、各調査区間の通過に要する時間を概ね15分程度とする。
- ② 沿道状況、渋滞の発生状況を考慮する。
- ③ AVIの具体的設置箇所は、電源の引き込みが容易でカメラの設置に適した電柱等がある所とする。

これらの方針によって決められた各調査区間の概要は、図3.3-3のとおりである。



No. 1～2 約7.3km	呉市中心部から国道185号を経由して国道375号に入る区間。6車線→4車線→2車線と車線数が増える。トンネルや交差点などの渋滞箇所が存在。交通量は47,353台
No. 2～3 約9.0km	国道375号の2車線部分。非市街地を通過し道路線形が厳しく最も狭隘な区間やNo. 3付近の渋滞ポイントを含む。交通量は24,453台。
No. 3～4 約7.3km	国道375号の2車線部分で非市街地を通過。No. 4はルートAとの分岐部付近。交通量は20,231台。
No. 4～5 約10.2km	国道375号の2車線部分。東広島市街地を通過し、一部4車線区間もある。No. 5は西条IC付近。交通量は19,746台

※表中の台数はH17道路交通センサスによる日交通量

図 3.3-3 AVI の配置箇所と所要時間調査区間の概要

適用車両	日本国(国土交通省)の登録車両
記録情報	車種、車籍、用途、登録番号、通過時刻
適用速度	140km/h以下
撮影距離	15～20m
使用電源	AC100V
夜間照明	赤外線LED対応

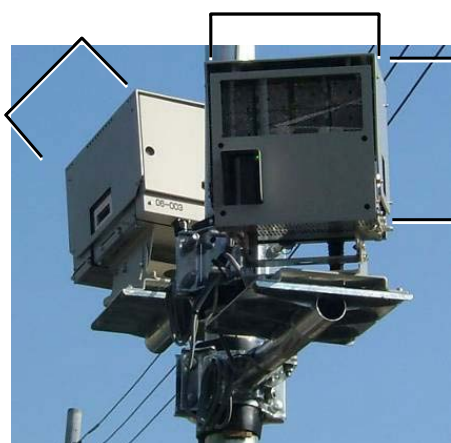


図 3.3-4 調査で用いたナンバープレート読取装置

なお、調査は上り下りの両方向で行ったものの、以下、呉市から広島空港へ向かう方向の調査結果のみを記す。

AVI調査において、ナンバープレートマッチング処理により車両を特定し、所要時間データが取得できた1日当たりの平均走行台数を図3.3-5に示す。1日全体で約450台～5,000台程度、昼間は時間帯別で見ても20台～350台程度のデータは取得することができた。

区間別で見ると、非市街地を通過する2車線区間のNo.2→No.3とNo.3→No.4は取得率が高い。一方、市街地を通過するNo.1→No.2とNo.4→No.5は取得率が低い。また、全区間とも5時台以前の夜間は交通量の低下に伴い取得データ数が急減している。

そこで本節では、旅行時間データの信頼性を確保しつつ、昼間の交通需要変動による時間信頼性の評価を行うために十分な時間帯を6時から20時と設定し、以下の分析を行うこととする。

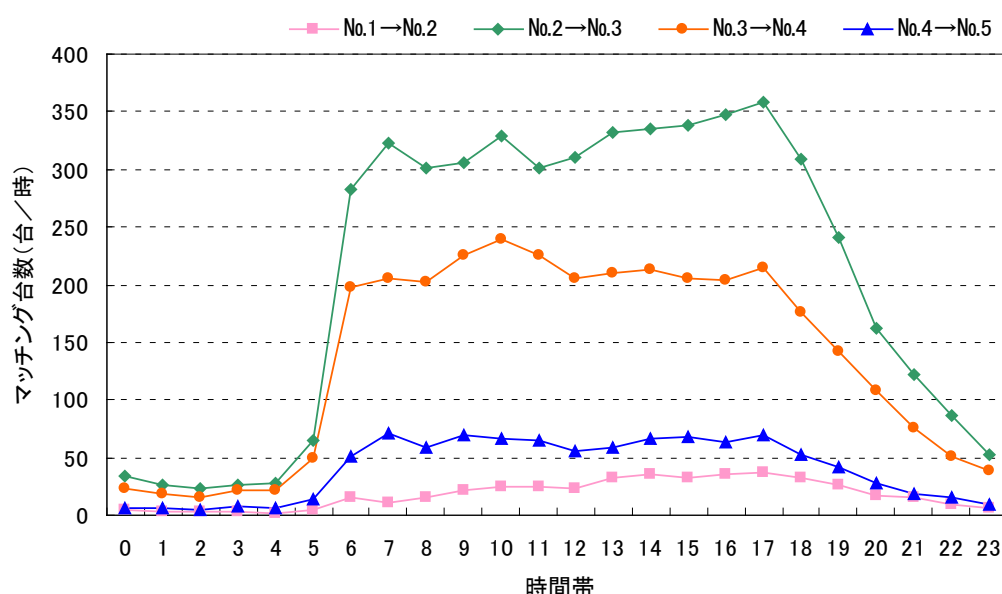


図 3.3-5 所要時間データの日平均取得台数

図3.3-6に、図3.3-3における4つの区間別に平日の所要時間の変動を示した。立ち寄り車両等による異常値を排除するため、各日の15分帯値を平均値ではなく中央値として求め、それを平日23日間において集計し、15分帯毎に最小値、平均値、95%タイル値、99%タイル値を算定した。

図3.3-7では、図3.3-3における4つの区間の所要時間を累加し、さらにNo.5から広島空港までの所要時間（過去の調査結果から15分で一定値とした）を加え、呉市（No.1）から広島空港までの所要時間の変動を算定した。この際、実走行における時間経過を勘案し、累加する各区間の所要時間を時間帯でスライドさせて算出する方法（タイムスライス法）を採用した。ここで、横軸の時間帯は、呉市（No.1）を出発した時間帯を示している。

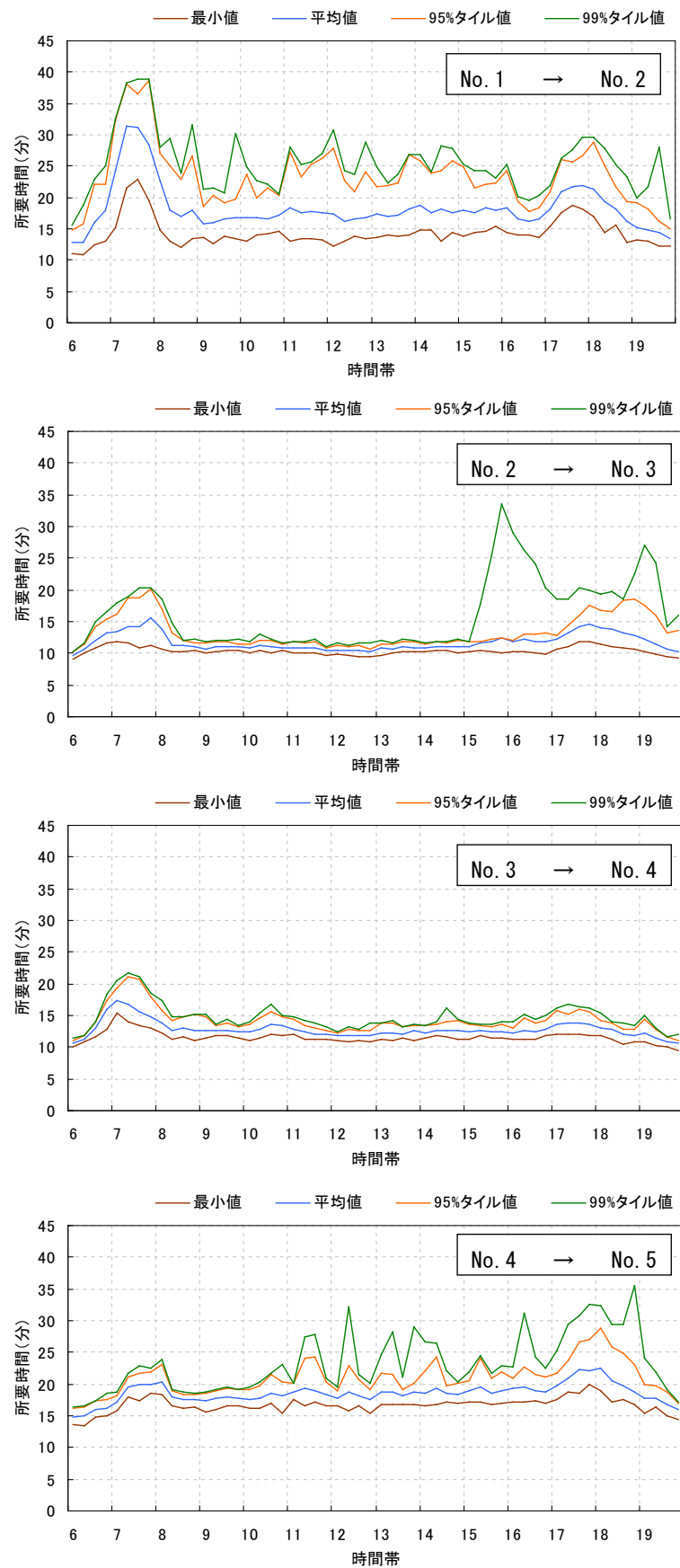
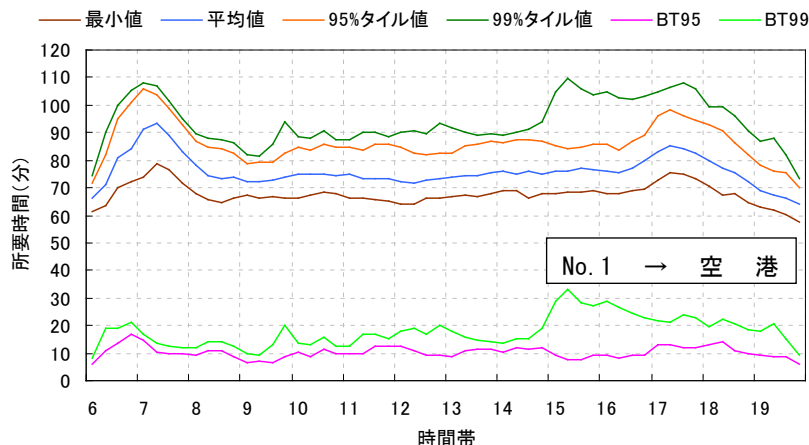


図 3.3-6 ルート B（広島空港方向）の所要時間変動



※ データ処理の都合上、呉市役所～No.1, 広島空港近傍を分析対象区間外としているため、図 3.3-3 に示している距離と若干異なる

図 3.3-7 呉市中心部から広島空港までの所要時間変動

さらに、表 3.3-1では、図3.3-6と図3.3-7の結果から6時から20時までの所要時間変動に関する各種の指標を算出して整理した。ここで、BT等の定義は、3.3.2. で述べたとおりである。

これらの図表から、以下のことが分かる。

No. 1→No. 2の区間は都市部を通過し、主な路線が国道185号であり、一部が国道375号となる。昼間の平均速度が約24kmと最も低く、平均値をみると朝に大きなピーク、夕に小さなピークが発生している。また、BTは昼間を通じて大きく、昼間を通じて時間信頼性が低い区間と言える。

N0. 2→No. 3の区間は、国道375号が非市街地部を通過する区間である。昼間の平均速度が時速46kmと最も高く、非ピーク時の平均所要時間は11分程度で安定しており、BTも小さい。しかし、朝夕にピークが発生し、平均所要時間が1.5倍程度となると同時にBT₉₅も6分程度となっている。また、15時45分にBT₉₉が21分に急増しているのは交通事故の影響であり、これについては図3.3-7で詳述する。

N0. 3→No. 4の区間も、国道375号が非市街地部を通過する区間であり、昼間の平均速度が時速34kmである。朝にピークが見られ、その時のBT₉₅は5分程度であるものの、非ピーク時間帯では、BTは小さい。

N0. 4→No. 5の区間は、平均旅行速度は32kmとN0. 3→No. 4とあまり変わらないものの、多くが東広島市街地を通過するため、No. 1→No. 2の区間同様、昼間を通じて時間信頼性が低くなっている。また、ピークは朝より夕方の方が大きく、BTも夕方に特に大きくなっている。

呉市 (No. 1) から広島空港までを通してみると、昼間の平均所要時間は77分 (時速40km)、朝7時頃のピーク時の平均所要時間は91分となっている。また、BT₉₅は6～18分であり、BT₉₉は8分～33分となっている。なお、最大BT₉₉が15:15に発生しているのは、呉市 (No. 1) を出発した車両が、N0. 2→No. 3を通過時に、図3.3-7で示す交通事故に巻き込まれたことを示している。

図3.3-8は、No.2→No.3における2009年1月28日の所要時間の変動を示す。15時2分頃に、No.3の地点の手前で軽自動車ガードレールに衝突し、レッカー処理が行われた。その結果、この区間の所要時間は最大で40分となり、通常より30分程度の遅れが生じている。この事故の影響は、今回の事例では、図3.3-6と図3.3-7において、BT₉₅には反映されないものの、BT₉₉には反映される結果となった。すなわち、BT₉₅は20日に1度程度発生する渋滞による遅れを表し、BT₉₉にはもっと発生頻度の低い事故による遅れも反映されていると考えられる。

表 3.3-1 所要時間変動に関する指標

	平均速度 (km/h)	平均 所要時間 (分)	最大BT ₉₅	最大BT ₉₅ 時刻	最大BT ₉₉	最大BT ₉₉ 時刻
No.1→2	24.7	18.2	10.4	12:00	13.6	19:30
No.2→3	46.4	11.7	5.7	18:45	21.1	15:45
No.3→4	34.6	12.8	5.1	07:30	5.4	07:30
No.4→5	33.1	18.6	6.3	18:00	16.7	18:45
No.1→空港	39.6	76.8	16.7	06:45	33.2	15:15

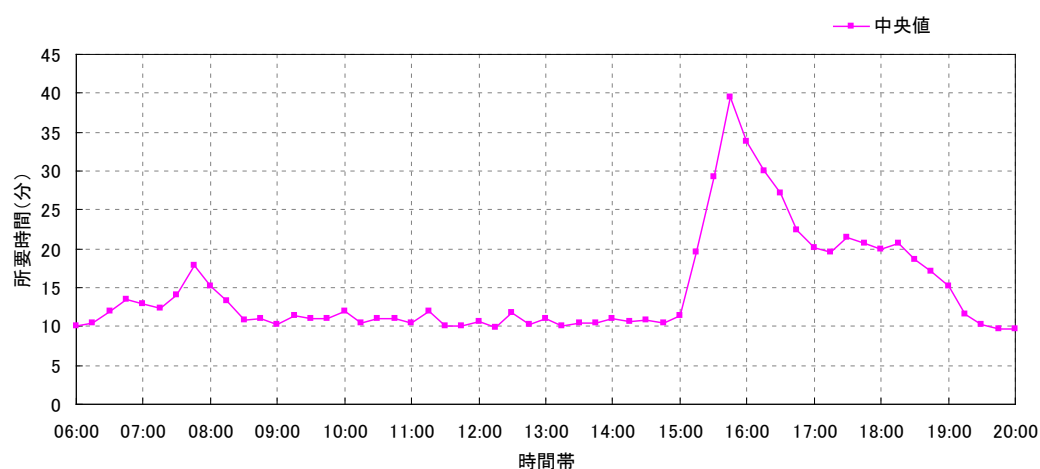


図 3.3-8 No.2→No.3 で発生した交通事故の影響

3.3.4. 道路利用者の時間信頼性に対する意識と行動の分析

本節では、前節で明らかとなった時間信頼性指標と、アンケート調査による道路利用者の時間信頼性に関する認知や意識の度合いを比較分析する。

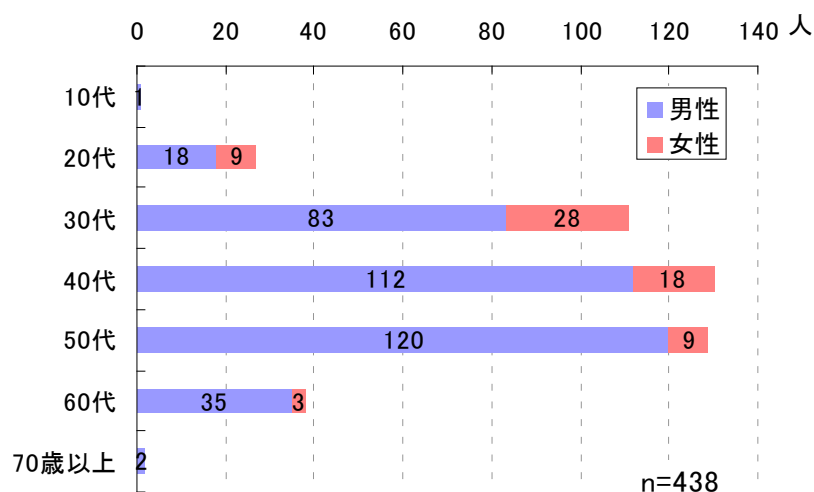
1) アンケートの方法と回答者の属性

呉市から広島空港へアクセスする道路利用者を対象に、3.3.3.2)の所要時間調査とほぼ同時期の2009年1月末から約1ヶ月間、郵送およびWebによるアンケート調査を行った。

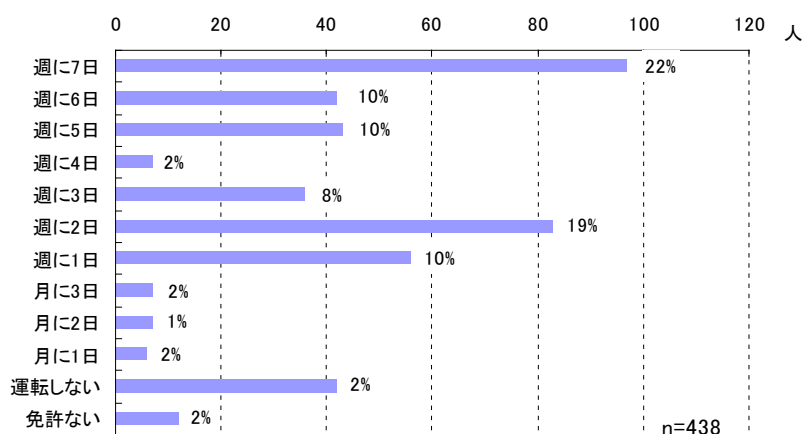
アンケート用紙は、呉市交通局の空港連絡バスの座席前ポケットに入れた他、呉市商工会議所を通じて企業数社に配布した。Webアンケートは呉市のホームページ上でトピックとして掲載していただいたほか、呉市の職員にも回答を依頼した。その結果、回答者447名中、一部の設問に対する回答しか得られなかった8名を除いた439名から有効回答を得た。その内訳は、アンケート用紙での回答が84名、Webアンケートでの回答が355名である。

回答者は呉市在住の人が89%を占め、職業は公務員43%、会社員42%であり、空港利用の目的は「主に私用」が49%、「主に業務」が38%、「業務と私用が同程度」が15%であった。その他の主な属性は図3.3-9のとおりである。

① 年齢と性別



② 運転頻度



③ 空港利用頻度

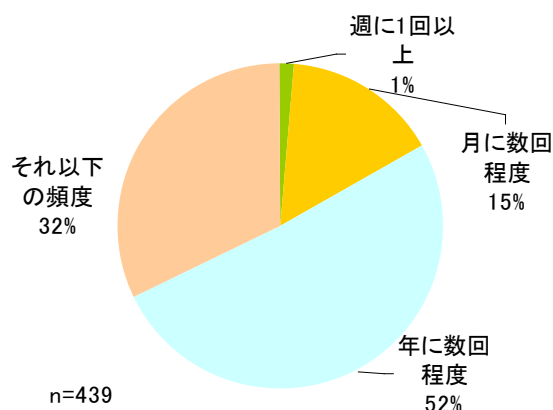


図 3. 3-9 アンケート回答者の属性

2) 国道 375 号の時間信頼性に関する道路利用者の意識

アンケート回答者にルートA、Bの主要な区間を構成する「国道375号」の状況を尋ねたところ、図3. 3-10に示すように、「混雑や渋滞があり」かつ「時間信頼性が低い（所要時間がその時々で変化し一定でない）」と回答した人が約76%を占めた。

次に「時間信頼性が低い」と答えた人にも、その低下原因を上位3つまで答えてもらった結果が、図3. 3-11である。時間信頼性低下の原因は、事故、工事、低速車、道路構造、右折待ちの順となっている。このことから、道路利用者は、渋滞による時間信頼性の低下だけを意識しているわけではなく、発生頻度の最も小さい事故と、次に小さい工事の影響も強く意識していることが分かる。

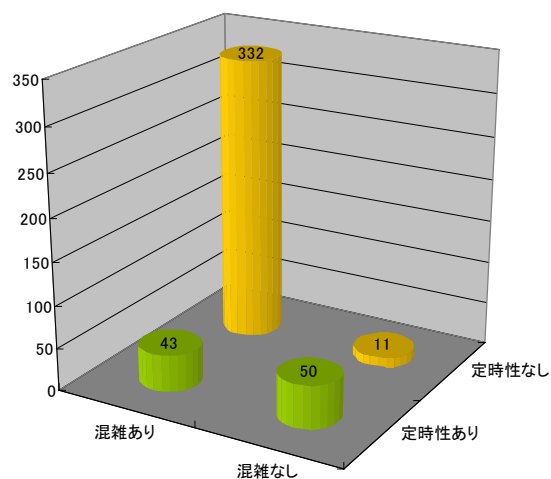


図3. 3-10 国道375号の混雑状況と時間信頼性

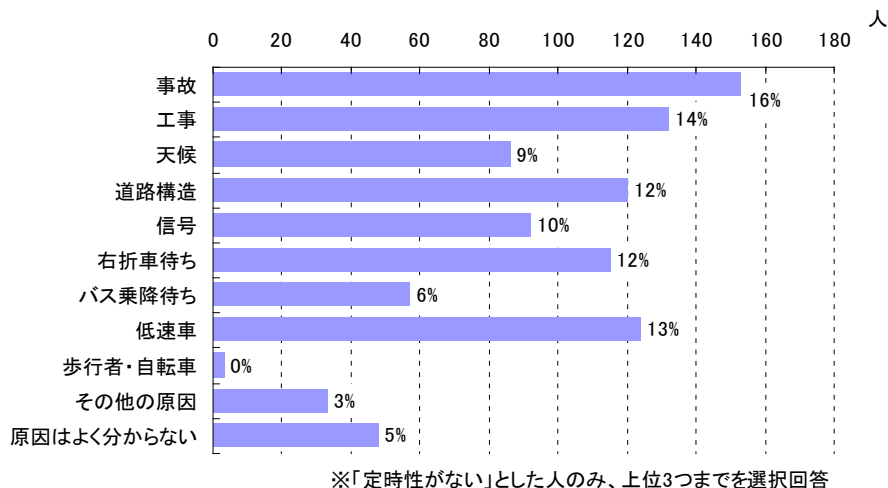


図 3.3-11 国道 375 号の時間信頼性低下の原因

図3.3-12は、3.3.3.2)でAVI調査を行ったルートBの利用者98名に対して、呉市周辺から広島空港までの「見込んでいる移動時間」と「実際にかかった移動時間」を尋ねた結果である。90分程度の移動時間を見込んでいる人が最も多く、次に120分程度が多い結果となっている。中には240分もの移動時間を見込んでいる人もいた。一方、実際の移動時間は平均が81分となり、これは表3.3-1のNo. 1→空港の平均所要時間77分と概ね整合している。実際の移動時間は、60分～100分を中心に分布しているものの、極端な例として180分かかった人もいた。

図3.3-12は、見込み移動時間と実移動時間の差の分布を示したものである。実時間より見込み時間を長く見積もっている人が全体の約65%程度となっており、その大多数が10分～40分程度の余裕を想定している。一方、図3.3-7の検討結果によると、渋滞の影響を反映したBT₉₅が最大14分、事故の影響も加味したBT₉₉が最大33分である。したがって、これらの結果から考察すると、余裕時間は人により異なり、渋滞による遅れだけを考慮している人、事故による遅れも考慮して行動する人に分かれている可能性がある。

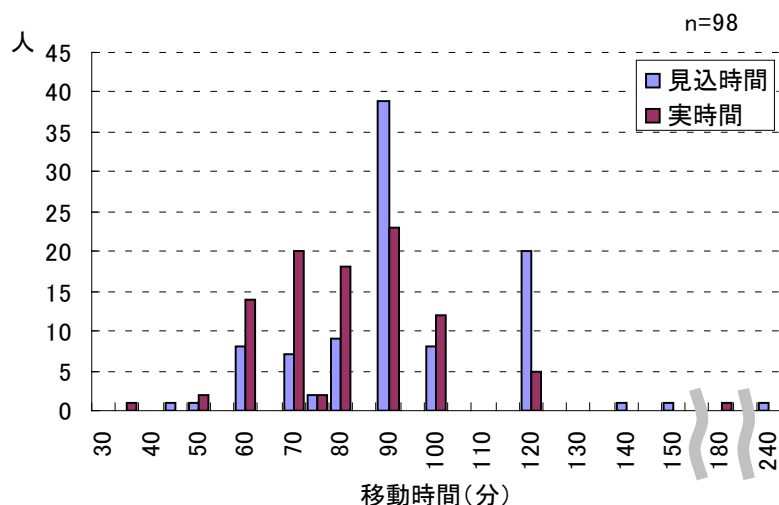


図3.3-12 広島空港までの見込み時間と実時間

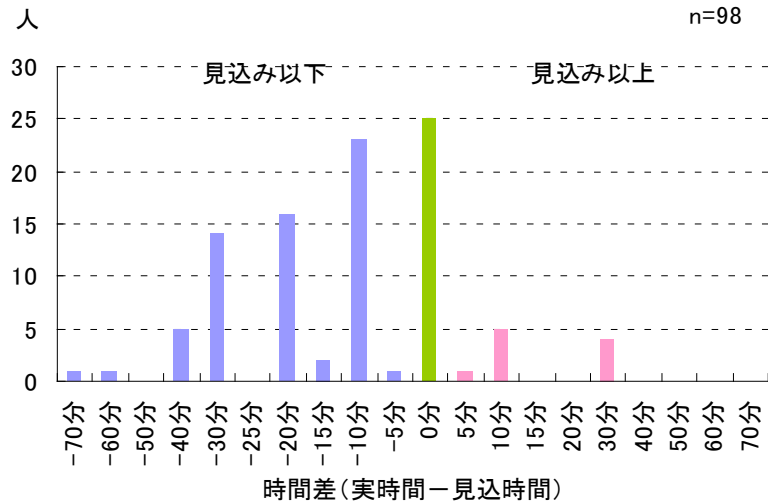


図 3.3-13 広島空港までの見込み時間と実時間との差

そこで、

図3.3-12の設問において時間信頼性の低下原因として事故を選択した人と選択していない人とに分けて、分析した結果を図3.3-14に示す。事故を選択した人は、余裕時間（見込み移動時間と実移動時間との差）をやや長く確保している傾向がある。また、図3.3-7のBT₉₅相当以上（16分以上）の余裕時間を確保する割合が50%程度となっている。

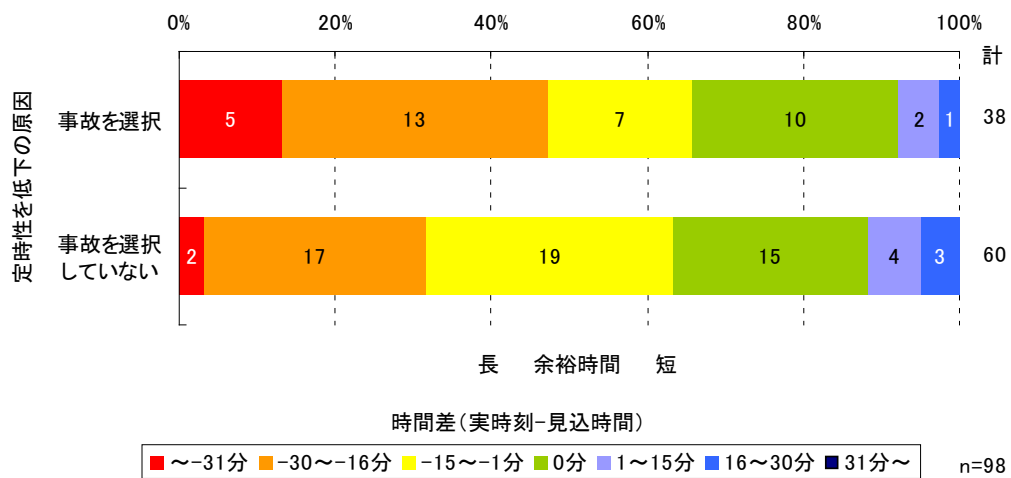


図 3.3-14 事故の認識と余裕時間との関係

3) 経路選択モデルを用いた道路利用者の行動分析

これまでの分析により、道路利用者はR375号における時間信頼性の実態を把握して行動しており、時間信頼性の低下要因として交通事故により発生する渋滞の影響を挙げている人が多いこと、交通事故による遅れはBT₉₉で表されることが分かった。

ここでは、道路利用者が交通事故による遅れも考慮し、余裕時間を取って行動するという仮定のもと経路選択に関する行動モデルを構築し、SP調査結果を用いて、その妥当性を検証する。

(a) モデルの定式化

高速道路料金、平均所要時間、時間信頼性指標によって経路が決定されるという行動仮説に基づいた経路選択モデルを構築し、パラメータ推定を行うことで、時間信頼性が道路利用者の行動に与える影響を分析した。具体的には、まず、数式3.3-1の効用関数を用いて、SP調査で得られる選好データを基に、2項選択のロジットモデルを構築する。

$$* \quad * \quad * \quad (数式 3.3-1)$$

この式は既往の平均分散アプローチ^{12, 13}の考え方に基づいているものの、時間信頼性指標に関しては、既往研究でよく用いられる分散や標準偏差ではなく、BTを用いることとした。これは、3.3.2でも述べたように、分散や標準偏差のような統計指標ではなく一般の利用者が具体的にイメージしやすいBTを用いることにより、下記に示すSP調査において被験者の意識によく一致した回答を得ることができると考えたためである。また、以下の図3.3-15におけるSP調査の設問における「酷い渋滞時の遅れ時間」から、道路利用者は交通事故に遭遇した場合の遅れ時間を想定すると考え、本モデルの説明変数BTにはBT₉₉を用いる。

(b) SP 調査の設計と結果

3.3.4.1)で述べたアンケート調査において、実ネットワークを想定したSP調査を同時に実施した。SP調査では、被験者が選択肢を容易にイメージすることができ、現実の交通状況と大きな乖離を生じさせない範囲で選択肢の説明変数をばらつかせることが求められる。

まず、図3.3-1で示したルートの中で、既存のバスプローブデータが存在しAVI調査の対象としたルートBと、高速道路の区間延長が最も長く時間信頼性が最も高いと考えられるルートDを選択肢に採用した。また、被験者の意識の統一を図るため、実際の航空ダイヤに基づいた9:10の航空機(利用者の多い東京便が同時刻に2便ある。)への搭乗を想定し、

¹²岩里泰幸，石橋輝久，朝倉康夫，田名部淳：“所要時間信頼性指標を用いたサービス水準評価手法の検討”，土木計画学研究発表・講演集，Vol39，No322，2009.

¹³石川智之，藤原章正，杉恵頼寧，李百鎮：“不確実性を考慮した航空移動スケジュール決定行動モデルの構築”，土木計画学研究・論文集，No20，509-514，2003.

朝ラッシュ時に呉市役所を出発し、8:30分までに広島空港へ到着することを条件として提示した。

次に、アンケート設問の設計にあたり基本となる両ルートの平均所要時間、酷い渋滞時の遅れ時間（BT₉₉に相当）及び高速道路料金を設定した。ルートBでは、事前に入手した空港連絡バスの178日分のプローブデータを用いて平均所要時間とBTを設定した。一方、ルートDにおいても、事前に高速バスのプローブデータが入手できた63kmにおいては同様の設定を行った一方、プローブデータが入手できなかった広島市内の一部区間（約4.6 km）については、平成17年度の道路交通センサスのピーク時旅行速度を平均旅行速度とし、BT₉₉はルートBと同等のBIであると仮定して算出した。

また、高速道路料金は、両ルートとも実際の料金額を設定した。実際に想定した平均所要時間、BT₉₉、高速料金は、ルートBでは90分、30分、450円、ルートDでは、75分、20分、2,250円となった。なお、ルートBの設定は、図3.3-7で8時30分に空港へ到着するように7時に呉市を出発する車両の平均所要時間が85分（図3.3-7を考慮すると90分程度）になっていることと、表3.3-1でBT₉₉が最大33分となっていることとも、よく整合している。上記の平均所要時間、BT₉₉、料金を基準とし、各々の説明変数を変動させ、図3.3-15に示す2種類の質問を行なった。まず、料金を固定し、平均的な所要時間を±5分前後、酷い渋滞時の遅れ時間を+10分刻みで変化させ、ルートBで9パターン、ルートDで6パターンの選択肢を設定した。

Q1：あなたは B, D どちらのルートを選択しますか？

ルート	平均的な 所要時間	酷い渋滞時の遅 れ時間	高速道路 料金
B	85 分	+30 分	450 円
D	70 分	+20 分	2250 円

Q2：Q1 でルート B を利用すると回答した方にお聞きします。
高速料金がいくらならルート D を利用しますか？

ルート	平均的な 所要時間	酷い渋滞時の遅 れ時間	高速道路 料金
B	85 分	+30 分	450 円
D	70 分	+20 分	?円

図 3.3-15 経路選択モデル SP 調査（ランダムな一例）

表3.3-2に示すようにこれらの選択肢の組み合わせから、モデルの推定に有効な値をとりうる28セットを抽出した。Q1では、抽出した28セットの中からランダムに被験者に選択パターンを提示した。ここで、実ネットワークを想定したSP調査では料金を極端に変

動させた選択肢を提示することは望ましくないと考え、Q2では被験者が料金を回答する形式の設問とした。具体的には、Q1でルートBを選択した被験者に対して、ルートDの高速道路料金がいくらになればルートDを選択するか、具体的な金額を尋ねた。ただし、ルートBの料金を下限値とする制約を設けた。

表 3.3-2 SP 調査データセット

SEQ	ルートB			ルートD		
	平均所要 時間(分)	BT (分)	料金 (円)	平均所要 時間(分)	BT (分)	料金 (円)
1	90	10	450	75	10	2250
2	90	10	450	70	10	2250
3	90	20	450	75	10	2250
4	90	20	450	75	20	2250
5	90	20	450	70	10	2250
6	90	20	450	70	20	2250
7	90	20	450	80	10	2250
8	90	30	450	75	10	2250
9	90	30	450	75	20	2250
10	90	30	450	70	10	2250
11	90	30	450	70	20	2250
12	90	30	450	80	10	2250
13	85	10	450	70	10	2250
14	85	20	450	75	10	2250
15	85	20	450	70	10	2250
16	85	20	450	70	20	2250
17	85	30	450	75	10	2250
18	85	30	450	75	20	2250
19	85	30	450	70	10	2250
20	85	30	450	70	20	2250
21	95	10	450	75	10	2250
22	95	10	450	70	10	2250
23	95	10	450	80	10	2250
24	95	20	450	75	10	2250
25	95	20	450	75	20	2250
26	95	20	450	70	10	2250
27	95	20	450	70	20	2250
28	95	20	450	80	10	2250

図3.3-16より、Q1でのルートBの選択割合は約90%となっており、ルートBを選択した約半数は料金によってはルートDに転換する可能性があることが分かる。また、図3.3-17より、ルートD利用時の希望料金は1,000円という回答が約半数を占めていると分かる。

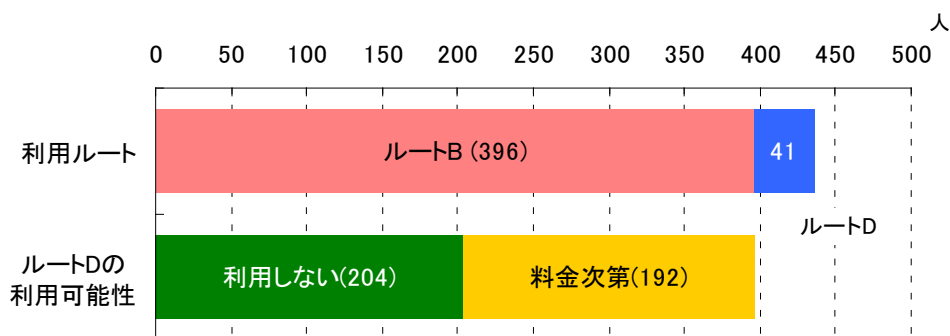


図 3.3-16 選択結果とルート D の利用可能性

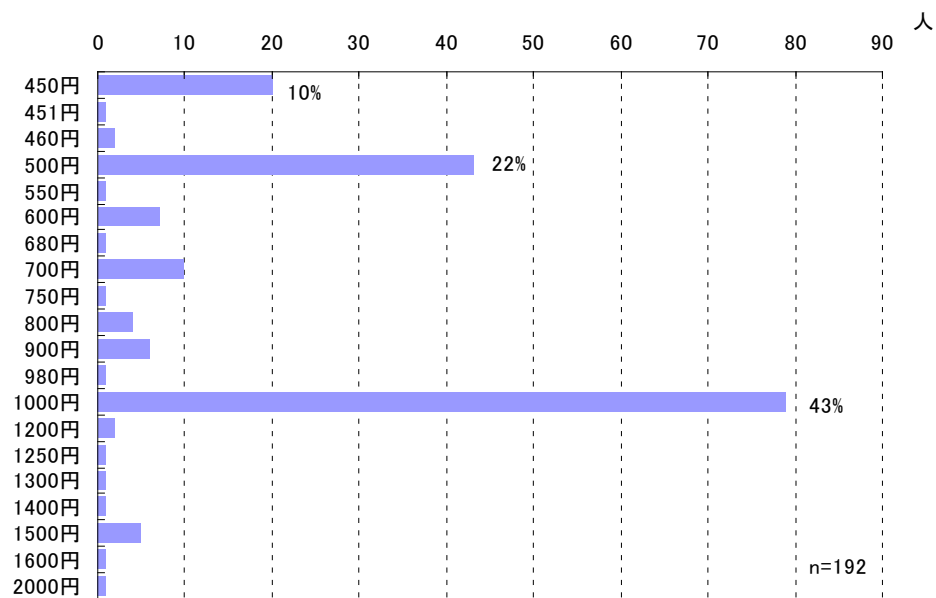


図 3.3-17 ルート D 利用時の希望料金 (Transfer Price)

(c) パラメータ推計結果と時間信頼性の価値

パラメータの推定結果を表 3.3-3 に示す。各パラメータの符号条件は一般的な常識と合致している。また t 値の絶対値は全て 2.576 以上で 1% 有意であり、モデルに組み込んだ料金、平均所要時間、BT のいずれもが被験者の経路選択行動の説明要因として意味があることを示している。また、自由度調整済み ρ^2 も 0.6 を示しており、モデルの適合度も非常に高い結果となっている。

表 3.3-3 経路選択モデルのパラメータ推定結果

β_c (料金)	-0.00393 (-13.097)**
β_t (平均所要時間)	-0.24119 (-9.992)**
β_r (BT)	-0.07591 (-4.263)**
N	629
L(0)	-435.99
L(θ)	-170.79
的中率	0.9300
ρ^2	0.6083
自由度調整済み ρ^2	0.6064

※括弧内は t 値 ** : 1% 有意

次に、上記のパラメータを用いて（平均旅行）時間価値 VoT (Value of Time) と時間信頼性価値 VoR (Value of Reliability) を算出した結果を表 3.3-4 に示す。時間価値は、約 60 円/分・台であり、「道路事業の評価手法に関する委員会」で算定・提案された平成 20 年度の時間価値（40.10 円/分・台）と比較して大きな価値を示す結果となった。これは、原則として遅れることが許されない空港へのトリップを想定した設問であることが、時間価値が大きくなっている要因であると考ええる。一方、時間信頼性価値は約 20 円/分・台となっており、時間価値の約 3 割に相当する結果となった。

諸外国における既往研究では、標準偏差を時間信頼性指標とした場合、その信頼性比 (Reliability Ratio = VoR/VoT) は 1 前後としているものが多い。今回の検討では時間信頼性指標を BT としているため、直接の比較はできないものの、信頼性比は約 0.3 という結果となった。

ここで、表 3.3-4 の値は広く一般的に利用できるものではなく、あくまで今回の事例に基づく結果であることに注意する必要がある。

表 3.3-4 貨幣価値の推定

β_t / β_c (時間価値)	61.43 [円/分]
β_r / β_c (時間信頼性価値)	19.33 [円/分]

3.3.5. 考察

本論文では、所要時間信頼性に関する指標として、所要時間の 95%タイル値と平均値との差分で定義される BT_{95} と、99%タイル値と平均値との差分で定義される BT_{99} を用いた。今回の検討事例では、前者は交通渋滞による遅れを表し、後者は事故による遅れも反映するという結果となった。しかし、本来、交通事故による遅れをどのような指標で評価すべきか否かは、対象道路における交通事故の発生頻度によって異なってくると考えられる。

一方、多くの道路利用者は交通事故の影響もある程度考慮しつつ行動していることが予想できるものの、それでも、アンケート回答者 439 名のうち、11%にあたる 50 人が飛行機に乗り遅れた経験を有していることも明らかとなった。このことから、道路利用者が行動に際して考慮する遅れ時間のリスクにも限度があることが分かる。したがって、今回のような適当な代替ルートがない路線では、道路利用者がリスクとして考慮できない大きな遅れの発生により、飛行機の乗り遅れのような大きな損失が発生することは避けられないと考える。今回の検討で考慮できていない、このような損失の評価も重要であると考えられる。

3.3.6. まとめ

呉市から広島空港へのアクセス道路を対象に、特に一般道路における所要時間変動の実態を把握し、道路利用者の時間信頼性に関する意識や行動の特性と関連づけて分析するとともに、時間信頼性の価値を定量化することを試み、以下の成果を得た。

- ① 一般道路における所要時間変動の実態調査結果と、道路利用者の意識・行動調査結果の整合性は高く、道路利用者は所要時間変動の実態を十分把握していることが明らかとなった。
- ② 多くの道路利用者は事故による遅れの影響をある程度考慮して行動しているものの、それでも1割程度は飛行機に乗り遅れた経験を持っている。したがって、利用者が行動に際して考慮できる遅れのリスクには限界があることが明らかとなった。その結果生じる飛行機の乗り遅れ等の損失の評価も重要と考える。
- ③ 時間信頼性指標を組み込んだ経路選択モデルを推定した結果、モデルが有意であることから、時間信頼性が交通行動に大きな影響を与えていることが明らかとなった。
- ④ 経路選択モデルで算定した時間価値は約60円/分、時間信頼性（BT値）の貨幣価値は約20円/分となった。

時間価値や時間信頼性の価値は、移動目的だけでなく、地域ごとにも異なる可能性がある。したがって、今後、このような事例研究を積み重ねていくことが重要と考える。

また、その他の主な課題として、モデル推定のための時間信頼性等のデータ設定の効率化、移動目的や評価すべき事象に応じた時間信頼性指標の選択及び時間信頼性を考慮する利用者比率の把握等がある。

3.4. 山岳道路における交通容量変動が時間信頼性に与える影響の分析

3.4.1. はじめに

時間信頼性は交通需要及び交通容量の変動により決定されると考えられている¹⁴。交通需要の変動による時間信頼性の変化について研究したものは多くある一方、交通容量の変動が時間信頼性指標に及ぼす影響の定量化に関する検討事例は、交通容量変動要因として、車線数の差異や追越区間の有無等道路構造をとりあげたもの^{15, 16, 17}、季節変動・天候をとりあげたもの^{18, 19}やインシデントをとりあげたもの²⁰、等があるが、前例に乏しい。

そこで、本研究では、往復2車線の山岳道路を対象に、交通容量減少要因（以下、単に「外的要因」という。）として、工事による車線規制と冬期の積雪路面凍結をとり上げ、その影響の定量化を行う。さらに、アンケート調査により時間信頼性の低下の実態とドライバーの意識についても比較する。

3.4.2. AVI調査による旅行時間データの取得

平成21年度に福島県福島市と山形県米沢市を結ぶ国道13号栗子道路（図3.4-1）におけるAVI（ナンバープレート自動読取装置）調査により旅行時間データを取得した。栗子道路は積雪路面凍結・工事規制等の外的要因による時間信頼性低下が見られる地方主要幹線道路である。外的要因による時間信頼性への影響の抽出と定量化、及びこれらの要因の管理による時間信頼性の向上策の検討という本研究の目的に合致した分析を実施することが可能であるという理由から、事例分析対象として選定した。

約30kmの調査対象区間を3分割して（図3.4-2）、それぞれの箇所の上下両方向にAVIを設置して旅行時間データを約3ヶ月間にわたり取得した。AVIの設置にあたり、設置するための既存の構造物及び電源施設がある地点を選定し、積雪が多いと予想される地点では設置高さを一定以上確保した。また、観測精度を高めるためデータ取得状況を確認し、取得状況に応じて画角調整を行い所定の精度が確保できるまで繰り返した。

積雪路面凍結による影響を抽出するために、冬季とそれ以外の時期の違いが反映できるように観測期間を秋季から冬季（2009年10月末から2010年1月末）にかけて設定した。3ヶ月間という期間は、過去の類似の研究におけるAVIを用いた一般道路における観測期

¹⁴飛ヶ谷,石橋, 田名部,朝倉: "旅行時間信頼性指標と既存の渋滞評価指標との比較～阪神高速道路の事例～": 土木計画学研究・講演集, Vol.38, CD-ROM, 2008.

¹⁵吉岡, 橋本, 上坂: "車線数と交通量が所要時間に及ぼす影響に関する実証的研究", 土木計画学研究・講演集, Vol.39, CD-ROM, 2009.

¹⁶吉岡,橋本, 上坂: "所要時間信頼性の観点からみた追越区間つき2車線道路の評価",第28回日本道路会議論文集, CD-ROM, 2009.

¹⁷内海,割田,前田,高田: "首都高速道路有明辰巳ジャンクション間拡幅による効果分析", 交通工学研究発表会論文報告集, No.29, CD-ROM, 2009.

¹⁸橋本, 奥谷: "季節変動・天候が時間信頼性評価に与える影響分析": 土木計画学研究・講演集, Vol.37, CD-ROM, 2008.

¹⁹佐々木,東本,杉木,内田: "冬期道路の交通容量に関する研究": 土木計画学研究・講演集, Vol.36, CD-ROM, 2007.

²⁰飛ヶ谷,石橋,田名部,朝倉: "阪神高速道路におけるインシデント発生時の旅行時間信頼性評価", 交通工学研究発表会論文報告集, No.28, pp.177-180, 2008.

間としては、筆者らの知る限りでは長期にわたるものである^{21, 22, 23}。



図 3.4-1 栗子道路 AVI 調査区間

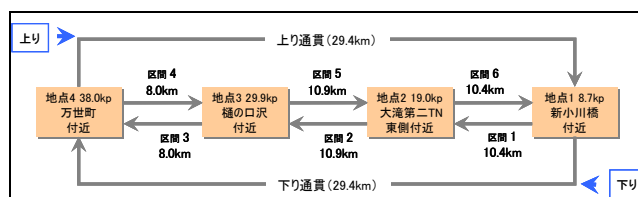


図 3.4-2 栗子道路区間分割模式図

取得した旅行時間データから、分割時間単位(本研究では15分)ごとに代表値を算定し、この代表値を全調査期間分抽出して、これらのデータをもとに時間信頼性指標をはじめとする各種の旅行時間指標(平均値、標準偏差、%タイル値、BT)を算定した。なお、各分割時間単位毎の代表値は異常値に左右されにくい中央値とした。

3.4.3. 時間信頼性の低下要因の抽出と影響の定量化

(1) 対象とする時間信頼性の低下要因

時間信頼性の低下要因は交通需要変動と交通容量変動とに大別される。栗子道路は交通量が約1万台/日で、交通容量に比して交通量が少なく交通需要変動が乏しい道路であり、従って需要変動による時間信頼性への影響はほとんどないと考えられる。従って今回は交通容量変動のみを外的要因として、その影響の分析を行った。

交通容量の低下要因として、工事による交通規制と積雪路面凍結を想定した。工事による交通規制には片側交互通行規制と登坂車線規制があり、以下、単に工事規制と言った場合は片側交互通行と登坂車線規制双方を混在させて各種統計指標を算出した場合を指す。まず、AVIにて収集されたナンバープレートデータをマッチングして旅行時間データを作成し、容量低下による旅行時間変動が無視できる時期(平常時)と事象発生時(外的要因の発生時)との比較をするため、旅行時間データに事象データを付与するラベリング処理を15分単位で行った。

²¹野間,奥谷,橋本:”道路ネットワークの評価における時間信頼性指標の適用に関する研究”:土木計画学研究・講演集,Vol.37,CD-ROM, 2008.

²²上坂,橋本,吉岡,中西:”空港アクセス道路の定時性評価のケーススタディ”,土木計画学研究・講演集, Vol.39, CD-ROM, 2009.

²³宗像,割田,岡田:”首都高速道路における所要時間の信頼性指標を用いた事業評価事例”,土木計画学研究・講演集, Vol.38, CD-ROM, 2008

(2) 平常時データの考え方

ここでは、平常時に比べ、工事規制時や積雪時に、時間信頼性指標がどのように変化するかを分析する。ここで、平常時の定義は以下のように考えた。

今回の調査期間中は、平日及び土曜日の昼間は積雪時を除き、ほぼ毎日、いずれかの区間で工事規制が実施されていた。このため、平日及び土曜日の昼間のデータはほとんどの時間帯で、工事規制又は積雪の影響を受けていた。一方、各区分ごとに旅行時間データを比較した結果、積雪がなく工事規制も実施されていない休日の平均旅行時間は、24時間ほぼ一定であり、平日の夜間の旅行時間とも同等であった。

したがって、平常時とは、「平日休日を含む全時間帯のうち、外的要因（工事規制及び積雪）の影響を受けていない時間帯」と定義して、データの整理を行うこととした。

(3) 工事規制及び積雪による旅行時間への影響

(2)の考え方に基づき、工事規制及び積雪による旅行時間への影響を分析する。分析に活用する有効なデータとしては、15分帯に3台以上の旅行時間が取得できている場合とした。

平常時だけで構成した旅行時間データセット（以下「平常時のみのデータセット」という。）を作成し、区分別に10km当りに換算した旅行時間指標を算定する。次に、平常時のデータに外的要因が発生した日の旅行時間を加えたデータセット（以下「平常時＋外的要因のデータセット」という。）を作成し、同様に旅行時間指標を算定する。

具体的には、各日の15分帯毎の中央値を算出し、それらのデータを平常時と外的要因発生時とに区別して、各々の旅行時間の平均値、標準偏差、95%タイル値、BTを算定する。一般的には、時間信頼性は一日のうちのある時間帯に着目して日々の変動を評価することが多い。しかし、今回の調査では時間帯及び平日・休日の区分による旅行速度の変化がほとんど無視できるため、平常時と外的要因発生時だけを区別して、旅行時間や時間信頼性に関わる指標を算定することとした。

観測期間全体にわたって、AVI調査区分（図3.4-1参照）毎に、平常時別及び外的要因発生時別に旅行時間指標を整理したものが表3.4-1、表3.4-2である。なお、調査区分では、積雪時には迅速に除雪が行われるため、積雪時のデータは除雪後の路面状態を反映したものと考えられる。

表 3.4-1 低下要因の影響（工事による片側交互通行）（分/10km）

	③平常時＋外的要因のデータセット				②平常時のみのデータセット				③-② 各指標平均値の差分			
	平均値	標準偏差	95タイル値	BT値	平均値	標準偏差	95タイル値	BT値	平均値	標準偏差	95タイル値	BT値
区分1	11.6	2.2	14.7	3.1	9.4	0.4	10.0	0.6	2.2	1.8	4.6	2.5
区分2	10.7	6.4	12.8	2.1	9.4	1.1	10.2	0.8	1.3	5.3	2.6	1.3
区分3	10.5	1.1	11.9	1.4	10.2	0.5	10.9	0.7	0.3	0.6	1.0	0.7
区分4	11.2	7.3	12.6	1.4	9.8	0.4	10.3	0.5	1.4	6.9	2.3	0.8
区分5	10.5	2.8	13.8	3.3	9.8	1.3	10.3	0.4	0.6	1.5	3.5	2.8
区分6	12.2	1.9	15.3	3.1	10.2	0.4	10.9	0.7	1.9	1.5	4.4	2.5
下り通貫	10.5	1.1	12.3	1.9	9.4	0.4	10.0	0.6	1.0	0.7	2.3	1.2
上り通貫	10.7	1.1	12.6	1.9	9.8	0.4	10.4	0.6	1.0	0.7	2.2	1.2

※各区分・各指標とも分/10km ※空白は該当する外的要因なし

表 3.4-2 低下要因の影響（積雪（除雪後））（分/10km）

	③平常時+外的要因のデータセット				②平常時のみのデータセット				③-② 各指標平均値の差分			
	平均値	標準偏差	95タイル値	BT値	平均値	標準偏差	95タイル値	BT値	平均値	標準偏差	95タイル値	BT値
区間1	9.8	1.7	11.0	1.2	9.5	0.5	10.2	0.7	0.3	1.2	0.8	0.4
区間2	9.7	1.3	11.3	1.6	9.4	0.9	10.3	0.8	0.3	0.4	1.0	0.7
区間3	10.6	2.8	12.5	1.9	10.0	0.6	10.8	0.8	0.6	2.2	1.7	1.1
区間4	10.1	2.1	11.3	1.2	9.6	0.5	10.4	0.7	0.4	1.6	0.9	0.5
区間5	9.9	1.6	11.4	1.5	9.6	1.0	10.3	0.7	0.3	0.6	1.1	0.8
区間6	10.2	1.5	11.8	1.6	9.8	0.6	10.7	0.8	0.4	1.0	1.2	0.8
下り通貫	10.0	1.6	11.7	1.7	9.5	0.5	10.3	0.7	0.5	1.0	1.5	1.0
上り通貫	10.0	1.1	11.3	1.4	9.7	0.5	10.4	0.8	0.3	0.6	0.9	0.6

※各区分・各指標とも分/10km ※空白は該当する外的要因なし

次に、区間別に工事規制と積雪路面凍結の各指標に対する影響を図化したものが図3.4-3～図3.4-5である。

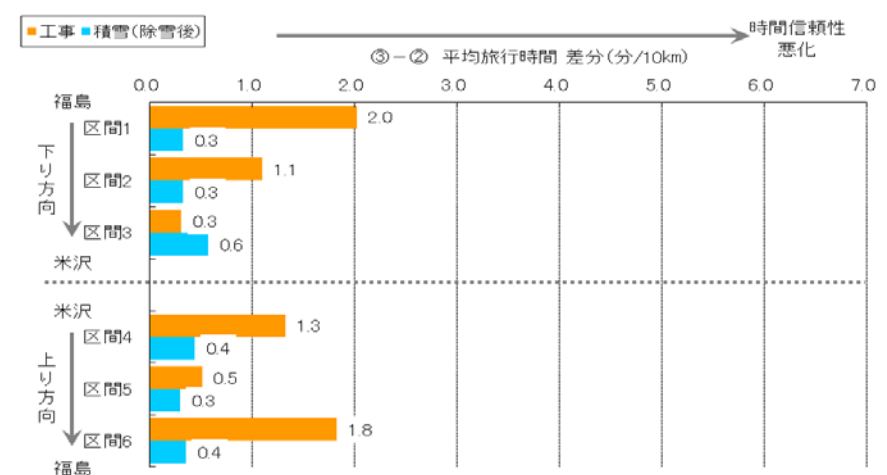


図 3.4-3 平均値への影響（工事、積雪（除雪後））（分/10km）

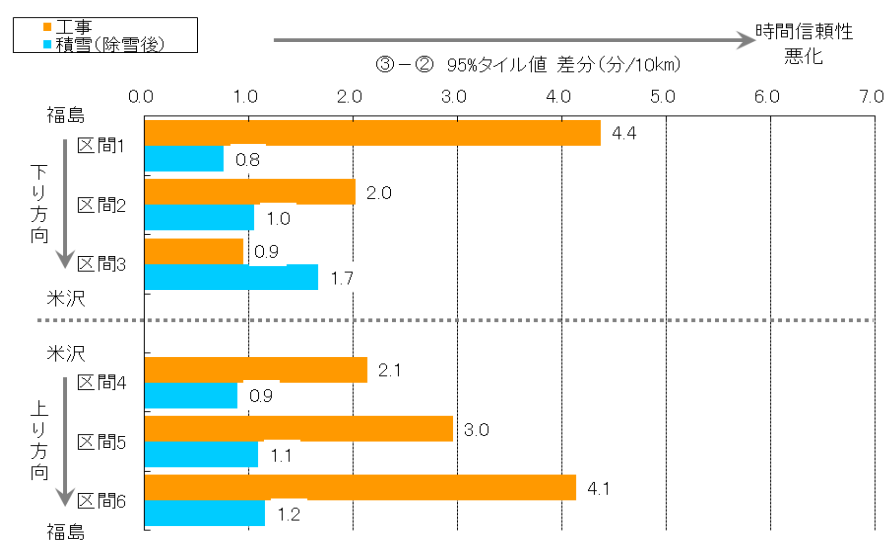


図 3.4-4 95%タイル値への影響（工事、積雪（除雪後））（分/10km）

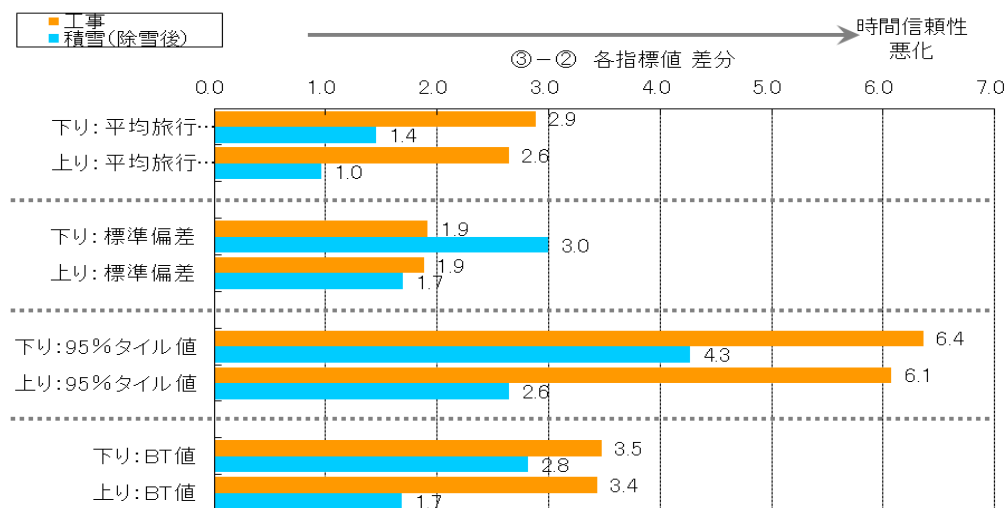


図 3.4-5 標準偏差への影響（工事、積雪（除雪後））（分/10km）

これらの図から以下のことが分かる。

- (1) 積雪（除雪後）より工事規制の方が、旅行速度や時間信頼性の低下に与える影響は大きい。ただし、積雪時に除雪が行われない場合の影響の大きさについては、今回の調査では明らかにできていない。
- (2) 工事規制が旅行速度の平均値と95%タイル値に与える影響は、区間1、6が大きい。これは、区間1、6においてその他の区間よりも工事規制が頻繁に行われていることが一因と考えられる。
- (3) 工事規制が標準偏差に与える影響は、区間2、4が大きい。この理由は定かではないものの、これらの区間が他の区間に比べて上り勾配が大きいことが関係している可能性がある。今後の検討が必要である。

次に、区間ごとのデータを全区間に統合し調査区間全体で外的影響が及ぼす影響を分析する。複数の区間データを統合する方法としては、タイムスライス法（2.2.2. 参照）を用いた。タイムスライス法は、出発時刻からの経過時間と走行距離を考慮して、時間単位をずらしながらリンクごとの旅行時間を足し合わせる方法である。タイムスライス法による旅行時間の算定方法は以下の通り（数式3.4-1、数式3.4-2）。

$$T_i = \sum_{j=1}^n (T_{ij} \cdot \Delta t_j) \quad \text{（数式 3.4-1）}$$

$$T_i = \sum_{j=1}^n (T_{ij} \cdot \Delta t_j) \quad \text{（数式 3.4-2）}$$

T_i : 調査区間全体の旅行時間

T_{ij} : 分割された区間の旅行時間

Δt_j : 分割区間 から分割区間 までの旅行時間

t_0 : 出発時刻

調査区間全体（以下「通貫」という。）での工事規制・積雪路面凍結による平均旅行時間、標準偏差、95%タイル値、BT値の変化を、上り・下り別に図3.4-6にとりまとめて示す。

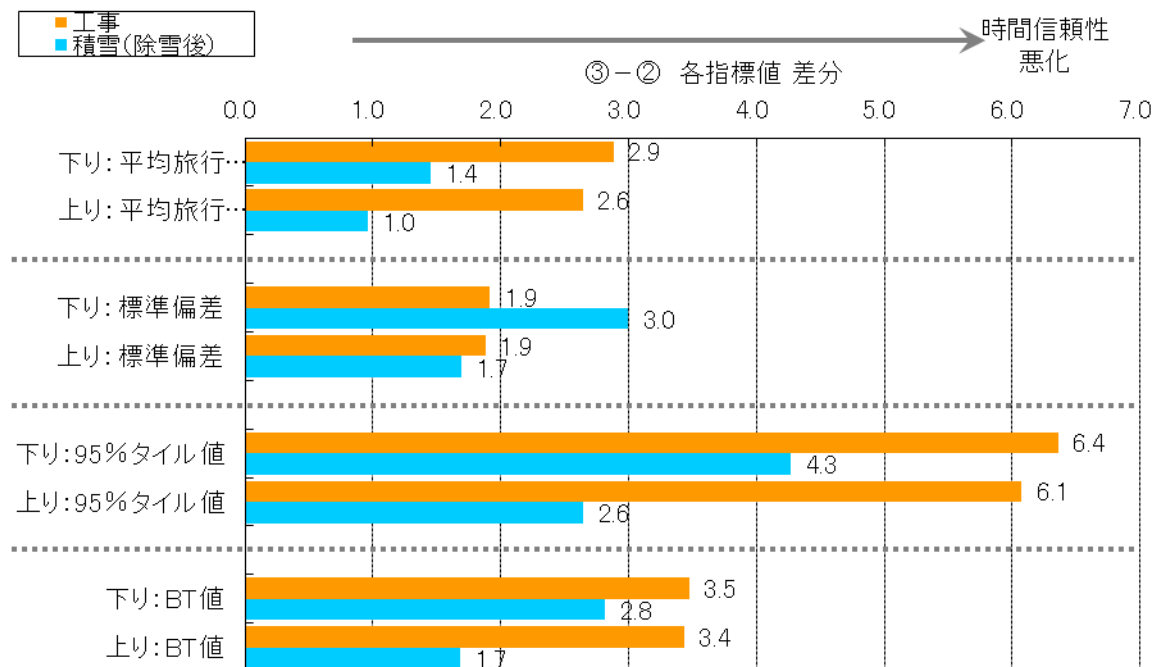


図 3.4-6 方向別の各指標への影響
(工事・積雪路面凍結 (除雪後)) (分/10km)

さらに、調査期間における調査区間全体の平均値、95%タイル値、標準偏差、BTの時間変動を、上り下り別に平常時、工事規制時、積雪時の独立したデータセットを用いて示したものが、図3.4-7である。

以上より、上り/下りの順に、工事による影響で、平均旅行時間で2.6分/2.9分、標準偏差で1.9分/1.9分、BT値で3.4/3.5分、悪化している。積雪路面凍結による影響で、平均旅行時間で1分/1.4分、標準偏差で1.7分/3分、BT値で1.7分/2.8分、悪化しており、各区間での検討同様、積雪時より工事規制時の方が影響が大きくなっていることが分かる。

特に、積雪時に着目すると、下り（福島から米沢方面行）の方が、上り（米沢から福島方向）より、時間信頼性の悪化の程度が大きい。これは、下りでは、積雪の少ない福島側から多い米沢側に移動するので、タイヤが凍結対応しておらずスタック車両（積雪路面凍結時に路上で停止する大型車）が発生する、ドライバーの運転が不慣れである等の理由により、旅行速度の不確実性に与える影響が大きくなること、等が考えられる。

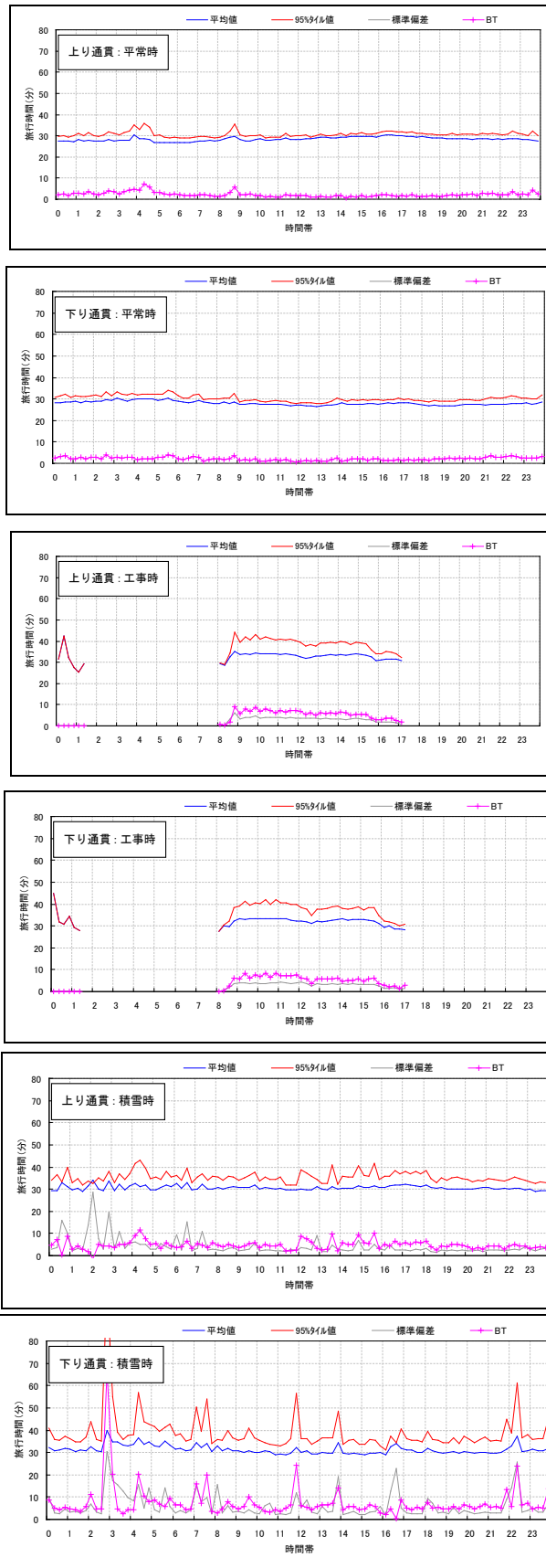


図3.4-7 各事象別所要時間分布と統計指標（分）（上り通貫・下り通貫）

3.4.4. 時間信頼性向上策の検討とその効果の試算

時間信頼性向上策の効果を検討した。ここでは工事日数の縮減を例として効果を試算する。工事日数の縮減により、容量低下要因が一週間のうち6日間程度（6/7=0.85より発生率85%）発生している現状から半減する場合（3/7=0.43）を想定して向上効果を試算した。次式のように、施策実施後の容量低下要因の減少割合に基づいて旅行時間の平均値と分散を重みづけして算出し、統計指標の施策実施前後での比較により効果を定量化する。容量変動が生じた日の割合を α_0 （=0.85）、そのときの旅行時間の平均値を μ_0 、標準偏差を σ_0 とする。また、平常時の割合を $(1 - \alpha_0)$ 、旅行時間の平均値を μ_1 、標準偏差を σ_1 とする。このとき、対象期間における旅行時間の平均値を μ_0 と標準偏差 σ_0 の期待値は（数式3.4-3、3.4-4）で示される。

$$\mu_0 = \alpha_0 \mu_0 + (1 - \alpha_0) \mu_1 \cdots \cdots \text{（数式 3.4-3）}$$

$$\sigma_0^2 = \alpha_0 \sigma_0^2 + (1 - \alpha_0) \sigma_1^2 \cdots \cdots \text{（数式 3.4-4）}$$

また、施策を実施して外的要因による容量変動が生じた日の割合が α_1 （=0.43）（ $\alpha_1 < \alpha_0$ ）になるとする。このとき対象期間における旅行時間の平均値 μ_1 と標準偏差 σ_1 の期待値は（数式 3.4-5、3.4-6）で示される。

$$(1 - \alpha_1) \mu_1 \cdots \cdots \text{（数式 3.4-5）} \quad \sqrt{\alpha_1^2 \sigma_0^2 + (1 - \alpha_1)^2 \sigma_1^2} \cdots \cdots \text{（数式 3.4-6）}$$

さらに、施策実施前後の95%タイル値 $\mu_{0.95}$ 、 μ_1 、 $\mu_{0.95}$ も（数式 3.4-7、3.4-8、3.4-9、3.4-10）から求めることができる。

また、95%タイル値と平均値の差分によって

$$\mu_{0.95} - \mu_0 = 1.645 \sigma_0 \cdots \cdots \text{施策前 95\%タイル値} \quad \text{（数式 3.4-7）}$$

$$\mu_{0.95} - \mu_1 = 1.645 \sigma_1 \cdots \cdots \text{施策後 95\%タイル値} \quad \text{（数式 3.4-8）}$$

$$\mu_{0.95} - \mu_0 = 1.645 \sigma_0 \cdots \cdots \text{（数式 3.4-9） 施策前 BT}$$

$$\mu_{0.95} - \mu_1 = 1.645 \sigma_1 \cdots \cdots \text{（数式 3.4-10） 施策後 BT}$$

以下の通り施策を実施した前後の平均値、標準偏差、95%タイル値、BTの差分をとることで、時間信頼性向上効果を算定することができる（数式 3.4-10）。

$$\mu_{0.95} - \mu_0 = 1.645 \sigma_0, \quad \mu_{0.95} - \mu_1 = 1.645 \sigma_1 \cdots \cdots \text{（数式 3.4-10）}$$

通貫データを方向区別なしで1データセットとして計算した分析結果を示す。施策実施に伴い、工事規制日数が現在より半減すると仮定すると、平均旅行時間が約2分、標準偏差が約1分、BT値が1.5分短縮することが予測される。工事規制時には平常時よりも、平均旅行時間が約2.5～3分、標準偏差が約2分、BT値が約3.5分悪化しているので、平均値の減少が若干少ないものの、その他の指標はおよそ半減するということがわかる。

3.4.5. 交通行動に関するアンケート調査

栗子道路の利用者の意識・行動を分析するためにアンケート調査を実施した。

被験者は福島市・米沢市のトラック協会・商工会議所に登録している事業者を対象とした。従って業務交通を想定している。個人属性（年齢、性別、職業、運転頻度）、利用頻度・利用目的・到着時間制約の有無・車種等の利用状況、栗子道路に見込む平均的な移動時間と余裕時間、時間信頼性への評価と時間信頼性の変動要因として想定する事象について、通常時と積雪路面凍結時に分けて尋ねた。以降、通常時と積雪路面凍結時に分けてアンケート結果を示す。

混雑発生状況と時間信頼性の関係について調査したところ、積雪路面凍結時に混雑し時間信頼性が低い道路として認識されているという傾向がわかった。時間信頼性がないと回答した被験者にその低下要因について尋ねたところ、通常時は工事作業、事故、前方低速車の順に多く、積雪路面凍結時は積雪路面凍結、吹雪、除雪、事故の順に多かった。（図3.4-8、図3.4-9）。

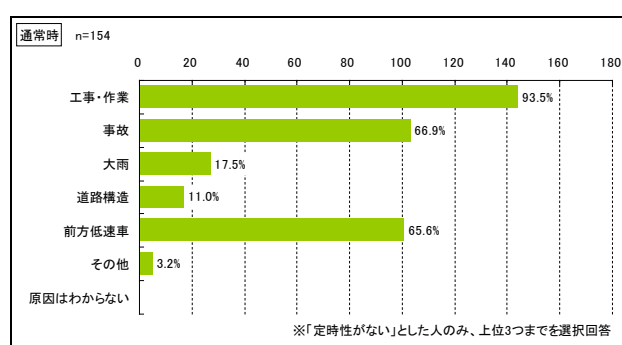


図3.4-8 栗子道路の時間信頼性の低下要因（通常時）

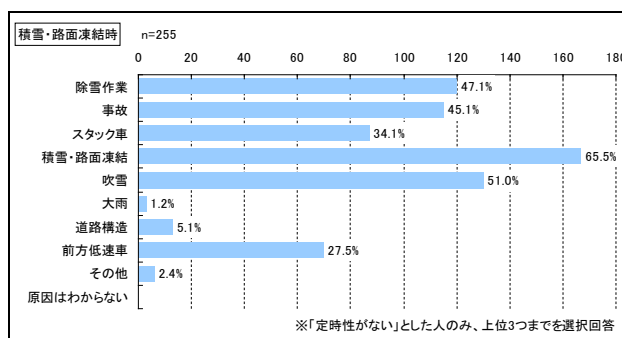


図3.4-9 栗子道路の時間信頼性の低下要因
（積雪路面凍結時）

栗子道路の認知平均旅行時間と、遅刻を避けるために見込む余裕時間の分布を示す（図3.4-10、図3-4.11）。

通常時の平均旅行時間は最頻値が40分で次に30分であり、平均値は約40分である。積雪路面凍結時は最頻値60分を中心にそれより小さい時間帯に偏る形で分布しており、平均値は約56分である。認知旅行時間分布は、通常時よりも積雪路面凍結時の方が20分程度多くずれている。

見込み余裕時間は、通常時は平均値が約14分であり最頻値10分から多い時間帯に偏る形で分布しており、積雪路面凍結時は平均値が20分であり最頻値20分を中心に緩やかな分布となっている。

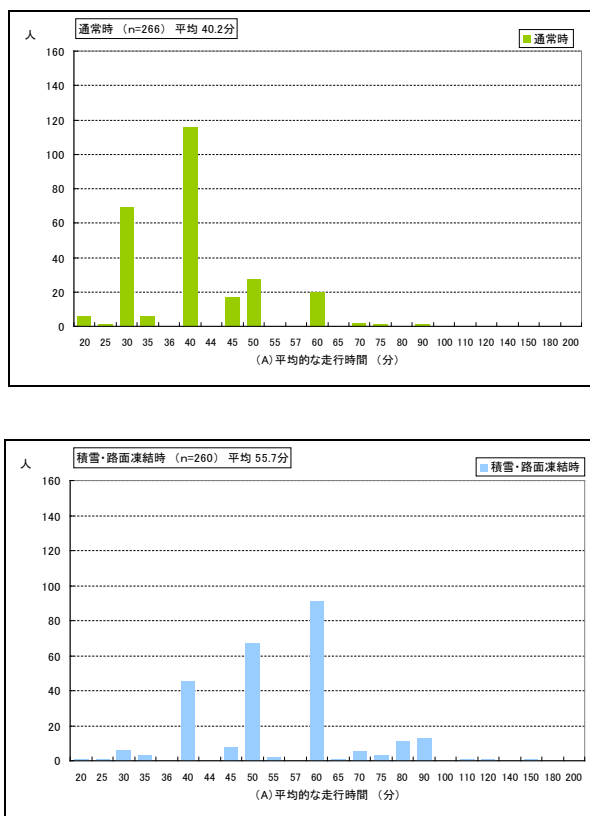


図 3.4-10 認知平均所要時間（通常時・積雪路面凍結時）

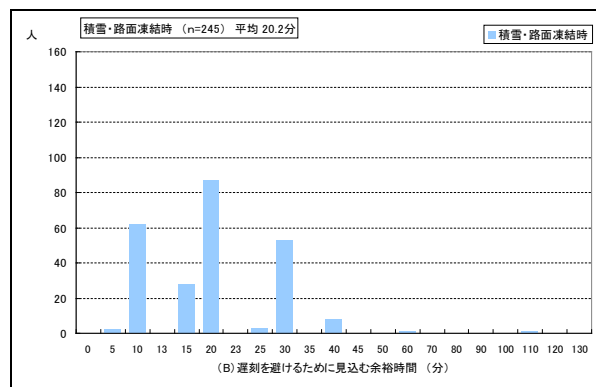
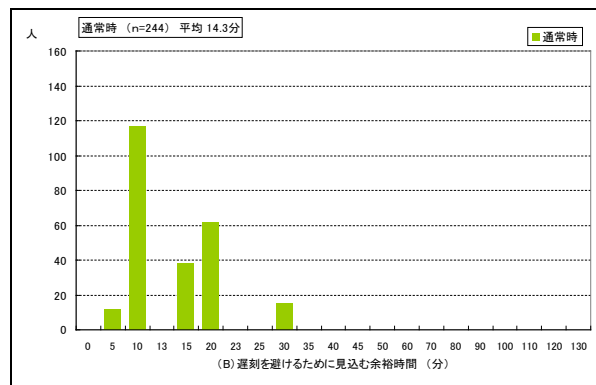


図 3.4-11 見込み余裕時間（通常時・積雪路面凍結時）

以上の結果にはばらつきがあるため、最も正確に旅行時間を認知できると考えられる「出勤目的利用者」に限定して、出勤目的利用者の認知旅行時間と実測データに基づく旅行時間分布の比較を(表3.4-3、表3.4-4)で行う。AVI実測データより、平均旅行時間と見込み時間95%タイル値を算出し、余裕時間(BT)は95%タイル値-平均値より算出した。

表 3.4-3 出勤目的利用者の認知所要時間（分/10km）

	認知平均 所要時間	余裕時間	見込み時間
通常時	36.8	12	48.8
積雪路面凍結時	51	18.9	69.8

表 3.4-4 実測した旅行時間（分/10km）

	平均値	余裕時間	見込み時間
通常時	28.3	3	31.3
積雪路面凍結時	30.1	5.2	35.3

出勤目的利用者の認知旅行時間分布でさえも、通常時・積雪路面凍結時ともに平均旅

行時間が実測した旅行時間分布と大きな差があった。このような結果が出た原因として、被験者へのアンケート調査において、区間の起終点に交差点名を指定したものの、それらを明確に認識ができず、自身のトリップの起終点をイメージして回答している可能性がある。

そこで、通常と積雪路面凍結時との差分だけに着目し、出勤利用目的者の認知旅行時間と実測した旅行時間との関係を比較する。

積雪路面凍結時と通常時における平均旅行時間の差分は、実測値では1.8分（6.4%増）であるのに対し、認知旅行時間は14.2分（38.6%増）である。また、遅刻を避けるための余裕時間を加えた見込み時間は、実測値では4分（12.8%増）であるのに対し、認知旅行時間は21分（43.0%増）である。

このように、道路利用者は積雪路面凍結時の平均速度や時間信頼性の低下を過大に見積もっていることが分かる。多くの場合、実際には迅速な除雪作業により、平均速度や時間信頼性の低下が抑えられているものの、道路利用者の意識には大雪時の影響が意識されている可能性があると考ええる。

3.4.6. まとめ

山岳部の2車線（片側1車線）道路である国道13号栗子道路（延長約30km）を対象に、10月末から1月末までの3か月のAVI（ナンバープレート自動読取装置）調査及び道路利用者へのアンケート調査により、工事規制及び積雪路面凍結が時間信頼性低下へ与える影響について分析した。その結果、得られた知見は以下のとおりである。

- ① AVI 調査の結果により、工事規制及び積雪という交通容量低下による時間信頼性への影響について定量化した。その結果、2車線道路の場合、積雪（除雪後）より工事規制の方が、旅行速度や時間信頼性の低下に与える影響は大きかった。ただし、これは積雪後迅速に除雪が実施されている場合であり、除雪が行われない場合の影響の大きさについては、今回の調査では明らかにできていない。
- ② 積雪時は、下り（福島から米沢方面行）の方が、上り（米沢から福島方向）より、時間信頼性の低下の程度が大きかった。このように積雪の少ない地域（福島）から多い地域（米沢）に向かう道路では、タイヤが凍結対応していない等の理由により、逆方向より時間信頼性の低下が大きくなる可能性がある。
- ③ 工事規制を減らした場合に、時間信頼性がどのように向上するかを定量的に算出する方法を示し、試算を行った。
- ④ 道路利用者は実際よりも過大な旅行時間及び余裕時間を見込んでおり、特に積雪路面凍結時でその傾向が強いことが分かった。

4. まとめ

第 1 章では、研究の背景を述べるとともに、旅行時間信頼性の概念及び旅行時間信頼性が対象とする変動を整理した。さらに、これまで提案されている主な指標を示した。主な指標は次のとおりである。

- ✓ 標準偏差
- ✓ 95% (90%) タイル旅行時間 (Planning Time)
- ✓ Buffer Time, Buffer Time Index (BI)
- ✓ 上記①～③を単位距離あたりに換算した指標

第 2 章では、旅行時間信頼性を算定するために必要となる旅行時間データの調査方法の概要を示した。さらに、各調査方法で得られるデータ及びそれから算定される旅行時間信頼性指標の特徴を示した。各旅行時間データの特徴は次のとおりである。

① トラカン

高速道路等に設置されているトラカンは、長期間にわたり安定的なデータを取得できる長所がある。ただし、計測されるのは地点速度であるため、一地点の時系列的な旅行速度の変化を捉えるには適しているが、区間全体の連続的な旅行速度の変化を捉えるには不向きという課題がある。(2.3.2)

② VICS

トラカン同様、高速道路等に設置されている VICS は、長期間にわたり安定的なデータを取得できる長所がある。一方、VICS リンクには規制速度等の上限値が設定されている場合があるため、VICS データを利用する際はこの点に留意する必要がある。(2.3.3)

③ AVI

連続した区間毎の旅行時間データを取得できる長所を有する。一方、ナンバープレートマッチングにより計測できない車両もあることから、データの取得率はトラカンに比べて劣る。また、AVI データは立ち寄り車両等の異常値を含む。このため、データクリーニングを行う等、AVI データを利用する際は異常値の扱いに留意する必要がある。(2.3.4) なお、本研究では、立ち寄り車両等の異常値を統計的に除去する方法を提案している。(2.5.3)

④ バスロケ

トラカン、VICS 同様、長期間にわたり安定的なデータを取得できる長所がある。一方、得られたデータの中にはバス停での停車時間を含むデータがある。このため、AVI データ同様、特異なデータの扱いに留意する必要がある。また、区間の旅行時間を算定するには、バスロケデータをデジタル道路地図にマッチングする必要がある。

り、他の調査手法に比べデータ作成に伴う作業量が多いという短所がある。(2.3.5)

第3章では、旅行時間信頼性指標算出のケーススタディについて、調査方法及び分析結果を示した。ここから得られた主な知見は次のとおりである。

① 一般化費用を考慮した時間信頼性指標による分析

一般化費用を考慮した指標を用いて首都高と国道246号の旅行時間分布を比較分析した。この結果、首都高は国道246号に対して速達性において同等であり、時間信頼性において劣ることを示した。つまり、都市交高速道路のサービス水準は一般道より常に高いとはいえないことを明らかにした。(3.1)

② 降雨が所要時間に与える影響

降雨が観測された日の所要時間と降雨が観測されなかった日の所要時間の関係について複数の路線・時間帯において分析した。この結果、降雨が観測された日の所要時間は他の状況に比べて統計的に有意な水準で大きくなることを示した。(3.2)

③ 空港アクセス道路利用者の時間信頼性に関する意識と行動特性

呉市から広島空港へのアクセス道路における所要時間変動について、道路利用者の時間信頼性に関する意識や行動と関連づけて分析した。この結果、空港アクセス道路の利用者は交通事故による遅れの影響をある程度考慮して行動しているものの、考慮できる遅れのリスクには限界があることを明らかにした。(3.3)

④ 工事規制や積雪等の交通容量低下と時間信頼性との関係

工事規制日数の縮減に伴う時間信頼性向上効果を試算した。この結果、標準偏差が約1分短縮する等の時間信頼性の向上効果を定量的に示した。また、交通行動に関するアンケート調査を行った。この結果、山岳道路の利用者はやや過大な余裕時間を見込んで行動しており、特に積雪路面凍結時にその傾向が強いことを明らかにした。(3.4)

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of N I L I M

N o . 660 December 2011

編集・発行 © 国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地

企画部 研究評価・推進課 TEL 029-864-2675

