

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、走行エリアが広いとため、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。

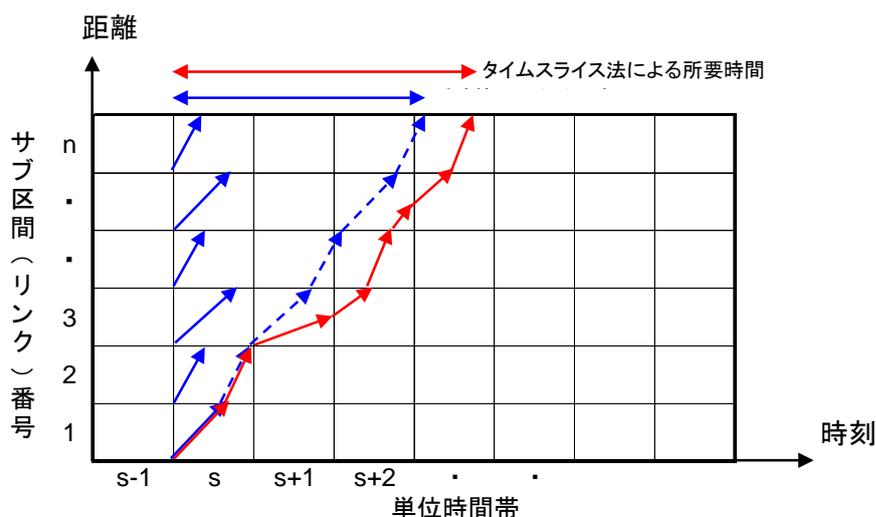


図 2.2-1 同時刻総和法とタイムスライス法による所要時間算定イメージ

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。

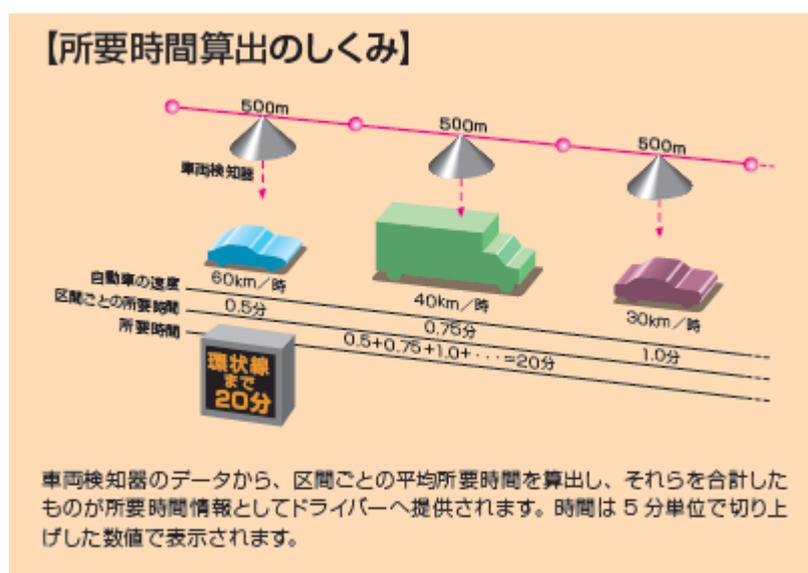


図2.3-1 トラカンによる旅行時間（旅行速度）検知方法模式図³

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することができるように、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、レコード数が多くなるということがある。

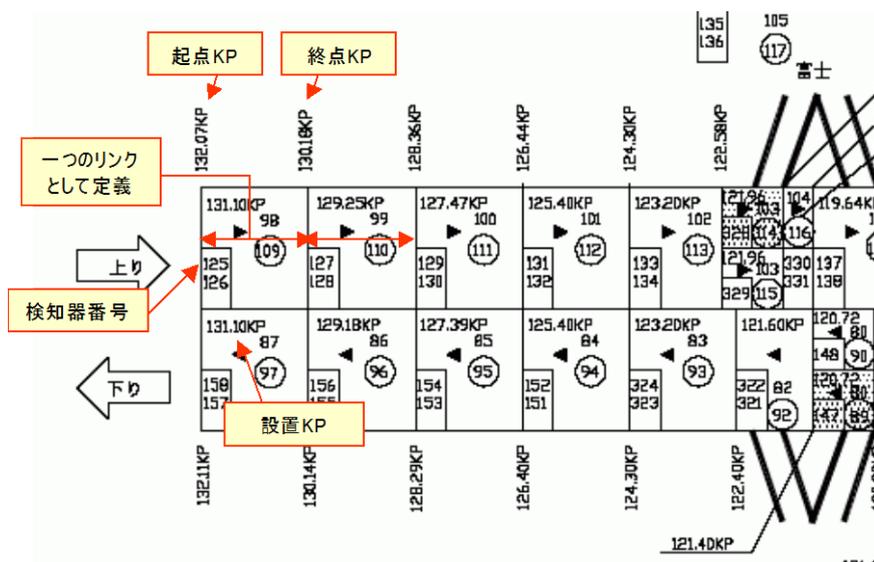


図 2.3-2 リンクの設定方法

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
180000600020	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。

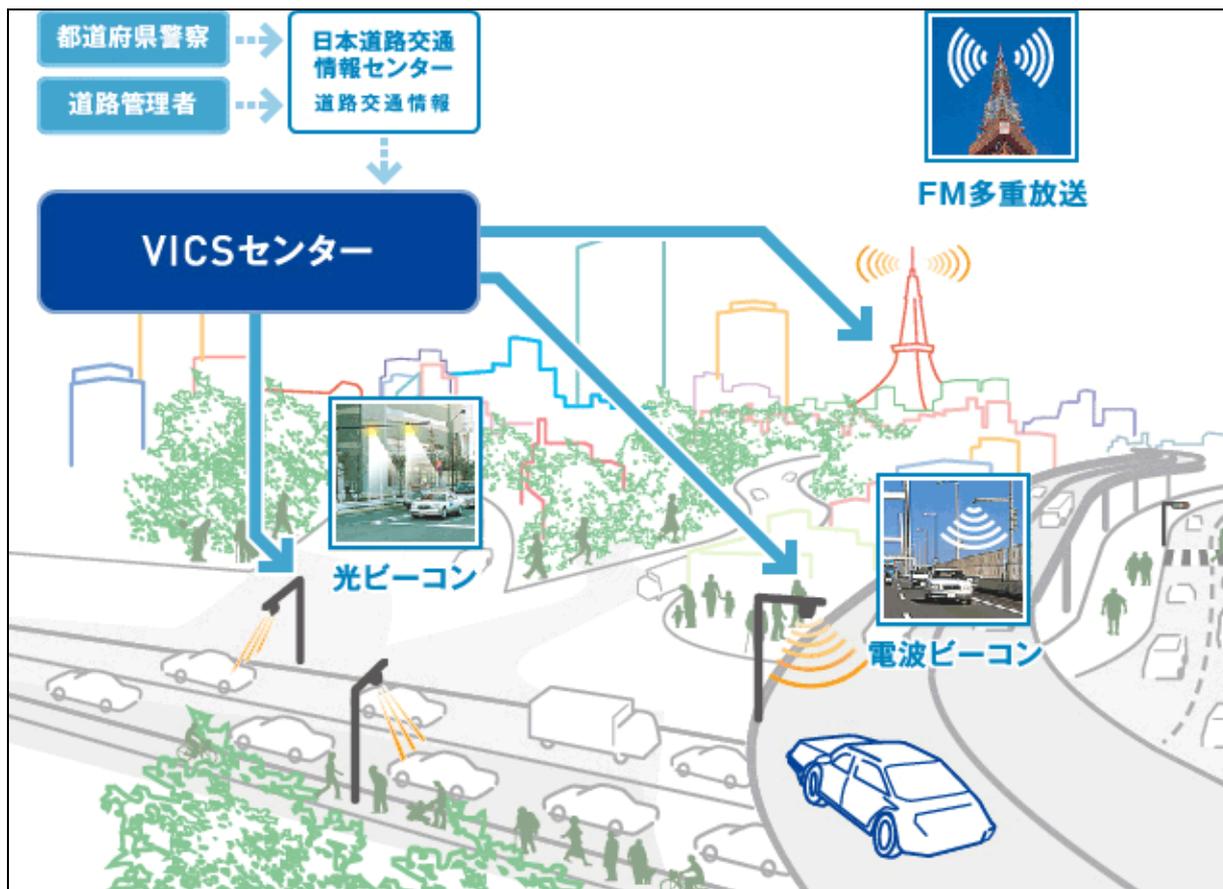


図 2.3-3 VICIS 情報提供模式図

2) 旅行時間データの作成方法

本節では、VICIS 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。VICIS 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 VICIS 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

VICIS 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。

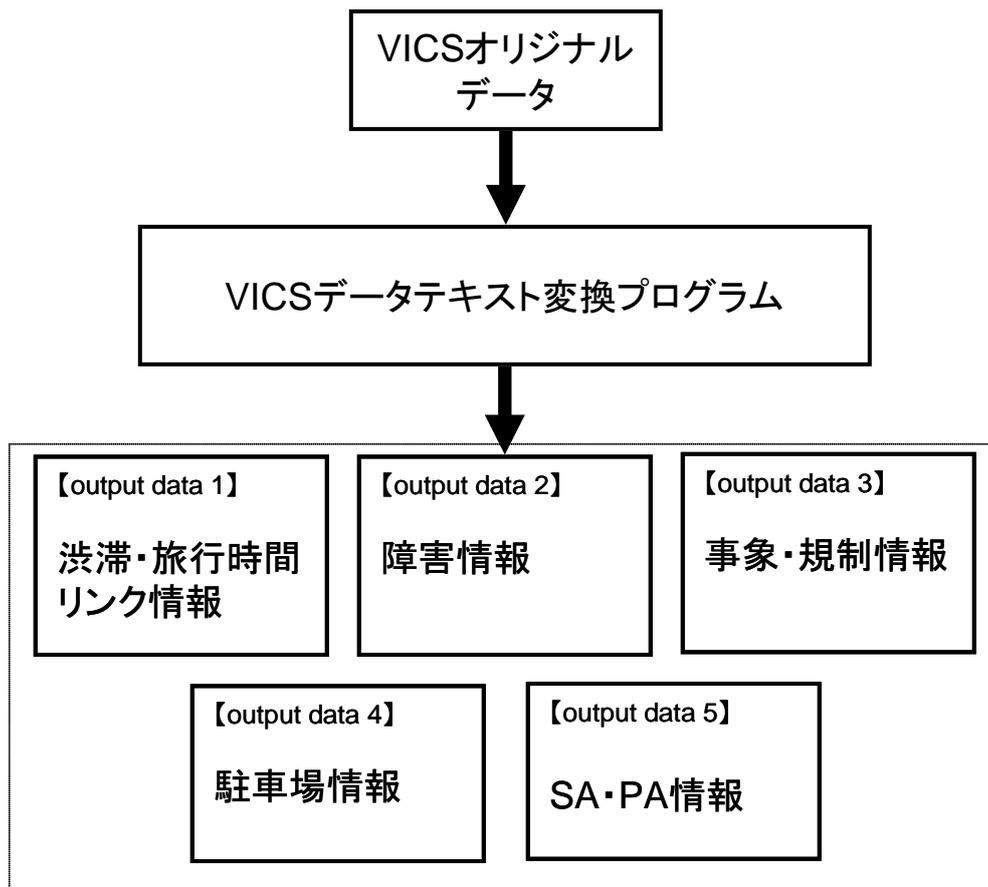


図 2.3-4 VICS データ変換の流れ

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

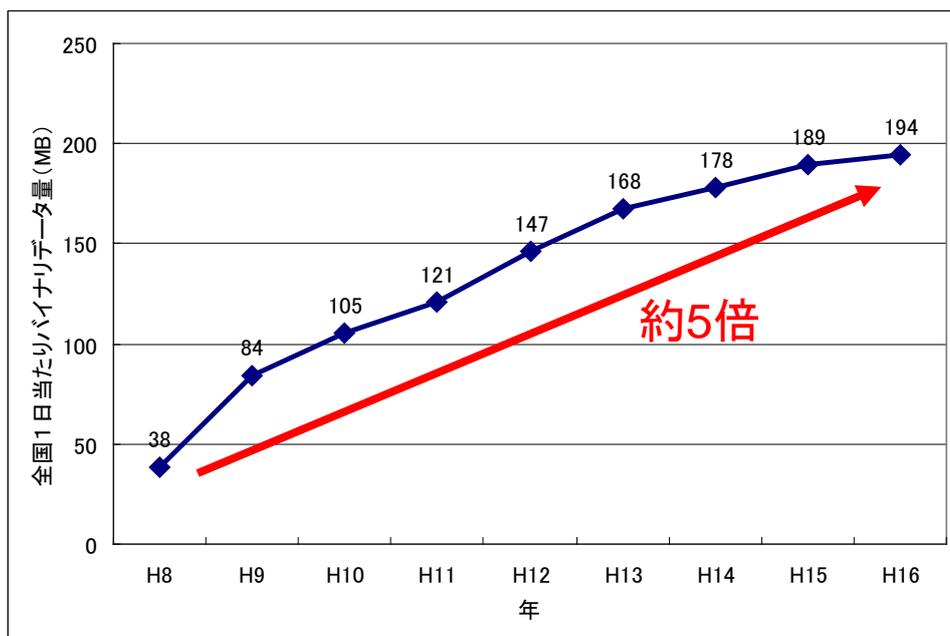


図 2.3-5 全国1日あたりのデータ量 (バイナリデータ)

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。

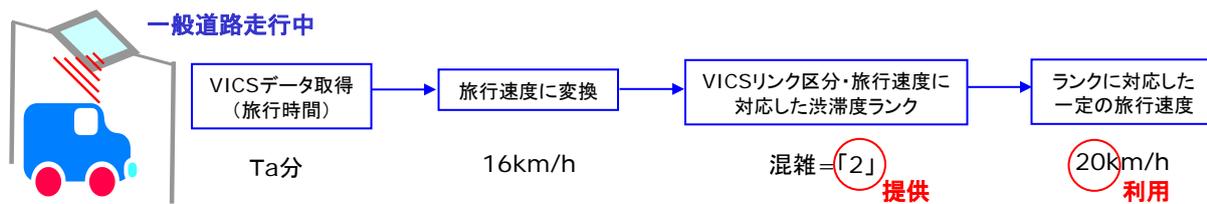


図 2.3-6 渋滞度から旅行速度を算定する場合の限界

さらに、VICIS 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。VICIS 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 VICIS 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 VICIS 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。

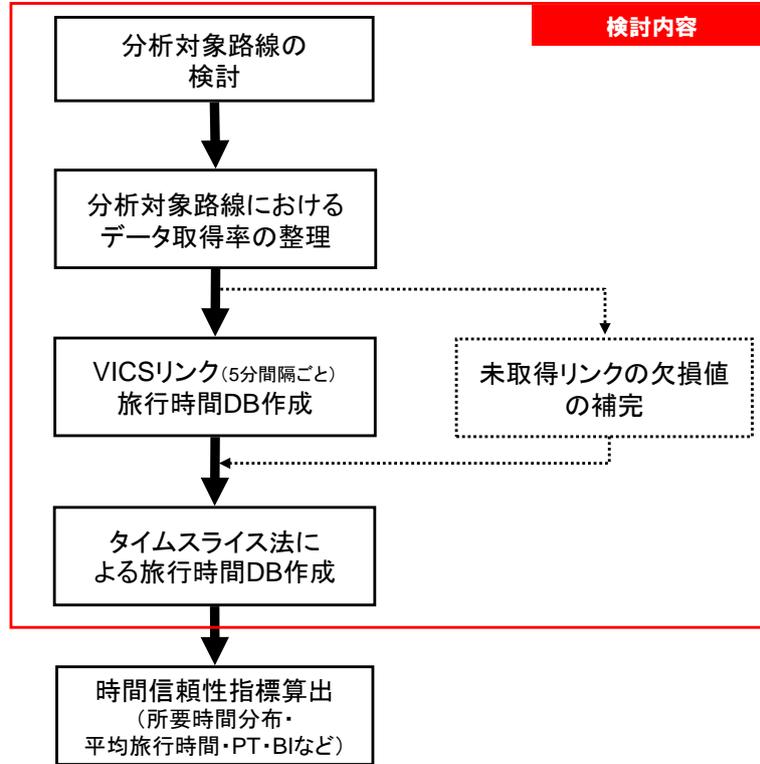


図 2.3-7 VICS 旅行時間データを用いたデータベース作成手順

(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、十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

1	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	
2	年月	PctN	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	
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	
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	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	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	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	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	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	
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	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	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	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	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	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	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	
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	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	
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	
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	
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	
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	99	

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	ⓄR246	1	12	20070501	408	421	
533935	1724	4392	2	61	ⓄR246	1	12	20070501	408	421	
533935	1724	1731	1	61	ⓄR246	1	12	20070501	408	421	
533935	1562	3231	1	61	ⓄR246	1	10	20070501	293	302	
533935	3221	3231	2	61	ⓄR246	1	10	20070501	293	302	
533935	3221	4398	1	61	ⓄR246	1	10	20070501	293	302	
533935	1987	4399	2	61	ⓄR246	1	21	20070501	575	1021	
533935	1987	2026	1	61	ⓄR246	1	21	20070501	575	1021	
533935	2026	2046	1	61	ⓄR246	1	21	20070501	575	1021	
533935	2046	2049	1	61	ⓄR246	1	21	20070501	575	1021	
533935	2049	2497	1	61	ⓄR246	1	21	20070501	575	1021	
533935	2066	2497	2	61	ⓄR246	1	21	20070501	575	1021	
533935	4388	4390	1	61	ⓄR246	1	11	20070501	305	315	
533935	1659	4390	2	61	ⓄR246	1	11	20070501	305	315	
533935	1731	4394	1	61	ⓄR246	1	13	20070501	318	328	
533935	1771	4394	2	61	ⓄR246	1	13	20070501	318	328	
533935	1771	1783	1	61	ⓄR246	1	13	20070501	318	328	
533935	1783	4633	1	61	ⓄR246	1	14	20070501	359	411	
533935	1810	4633	2	61	ⓄR246	1	14	20070501	359	411	
533935	1810	1827	1	61	ⓄR246	1	14	20070501	359	411	
533935	2260	2279	1	61	ⓄR246	1	33	20070501			
533935	2279	2302	1	61	ⓄR246	1	33	20070501			
533935	2302	2314	1	61	ⓄR246	1	33	20070501			
533935	2314	2334	1	61	ⓄR246	1	33	20070501			
533935	2136	4366	2	61	ⓄR246	1	28	20070501			
533935	4374	4374	2	61	ⓄR246	1	31	20070501			
533935	3223	3223	1	61	ⓄR246	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。

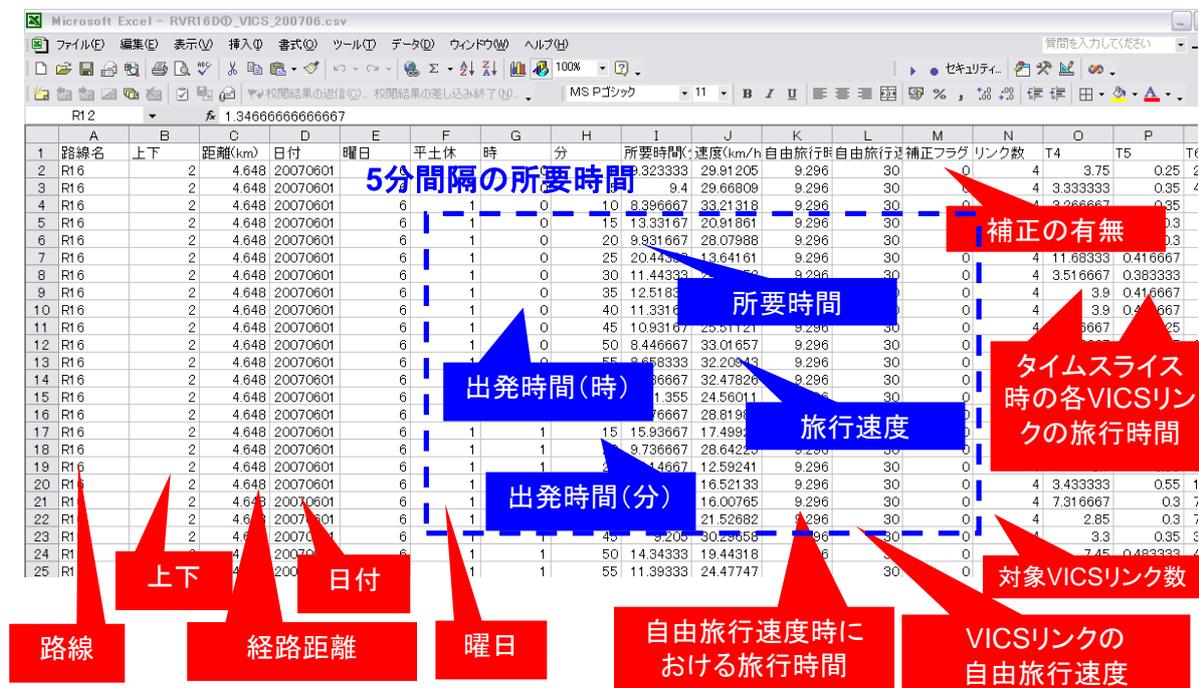


図 2.3-10 旅行時間データベース例

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）

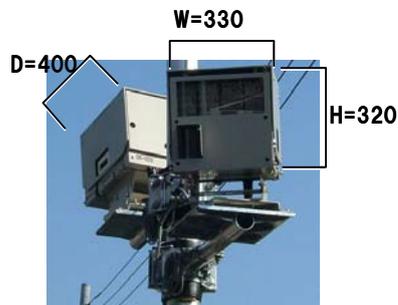


図 2.3-11 AVI装置の外観

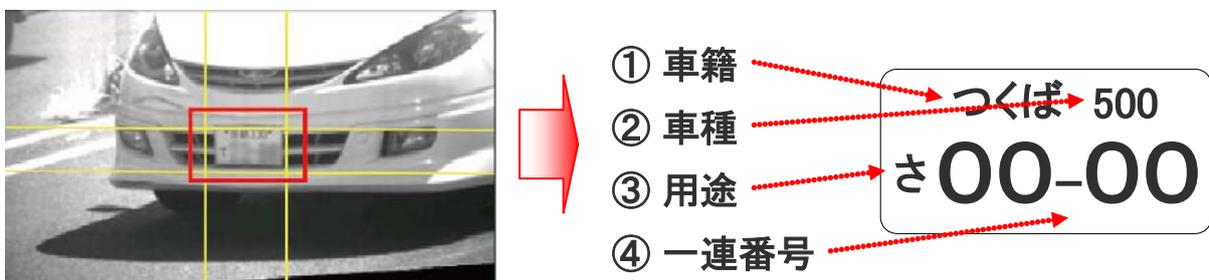


図 2.3-12 取得されるナンバープレート情報

(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。

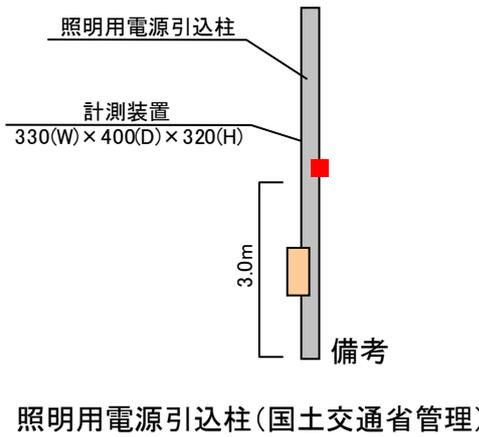
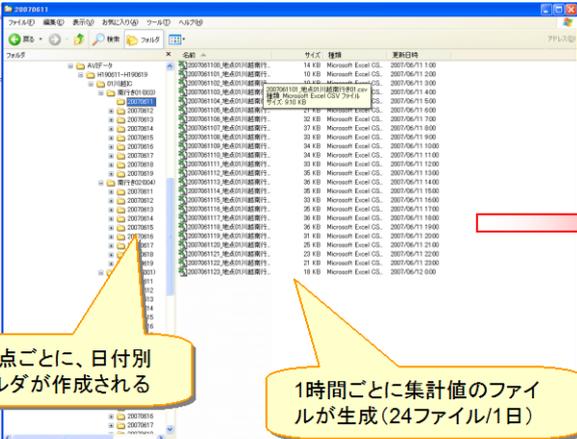
設置方法	照明用電源引込柱
電源供給方法	電力会社から引込
調査地点付近写真	観測機器取付イメージ
<p>照明用電源引込柱(添架および電源供給用)</p> 	 <p>照明用電源引込柱(国土交通省管理)</p>

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。



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
...	...

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)

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

各地点間ごとにと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。

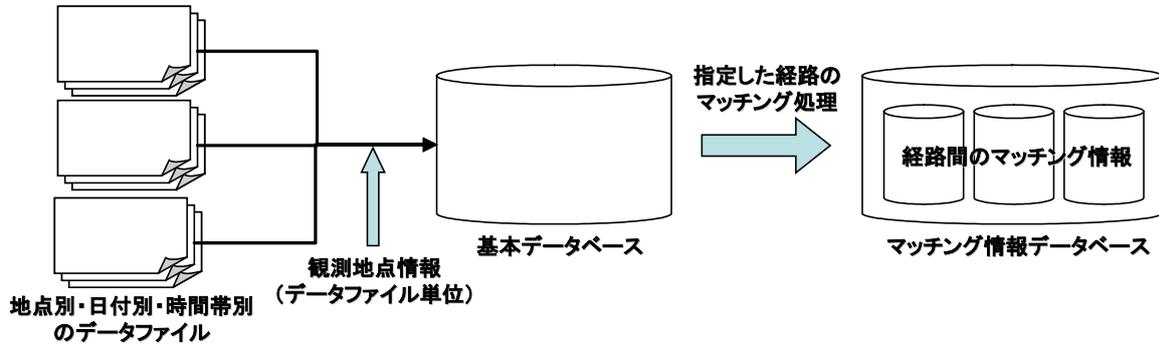


図 2.3-15 データベース作成フローイメージ

(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。

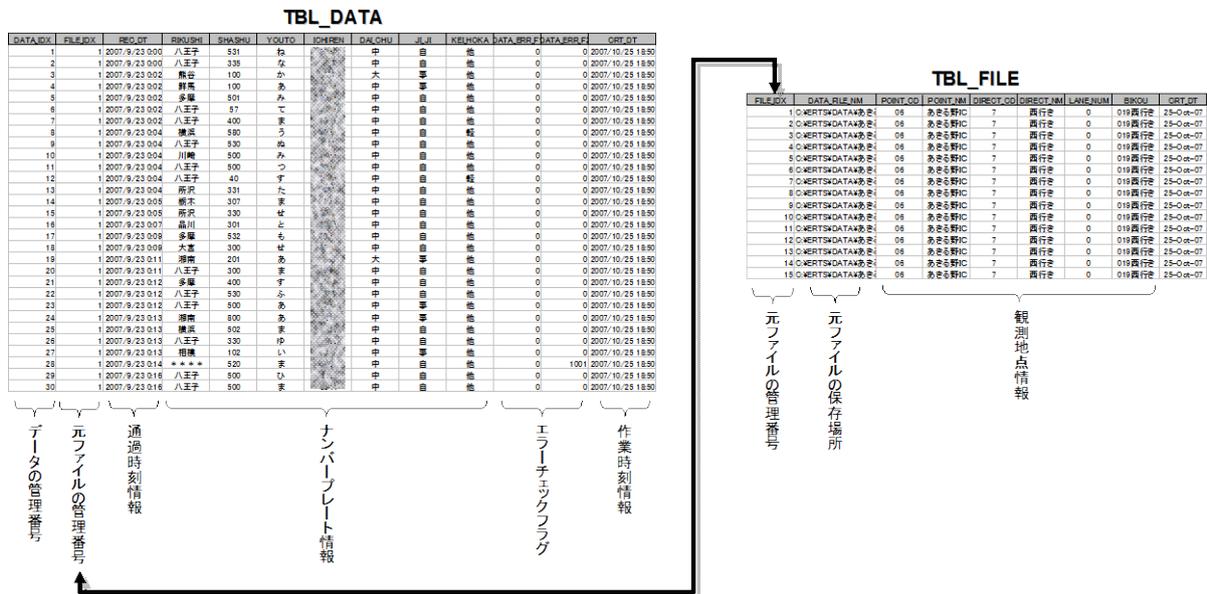


図 2.3-16 基本データベースイメージ

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。

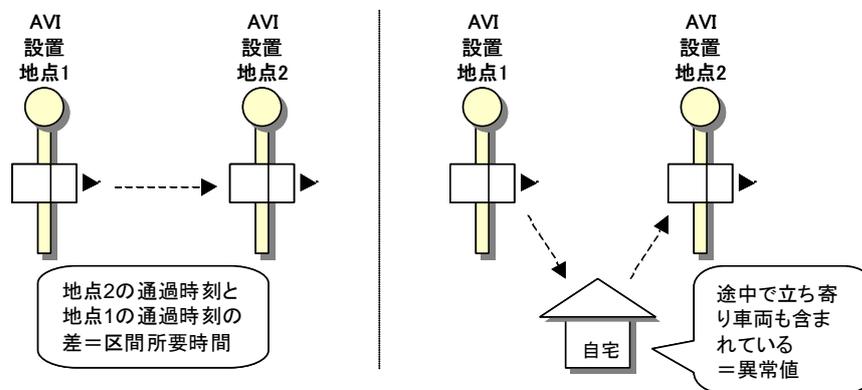


図 2.3-17 車両マッチングイメージ

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る。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。

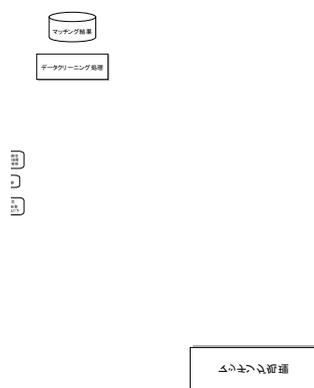


図 2.3-19 分析用データベース作成フロー図（AVI 調査データ）

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。

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	<ul style="list-style-type: none">・ AVI データ・ VICS データ
2) 国道 20 号、国道 246 号	<ul style="list-style-type: none">・ 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)	<ul style="list-style-type: none">・ トラカンデータ・ VICS データ
4) 都市間高速道路	<ul style="list-style-type: none">・ 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



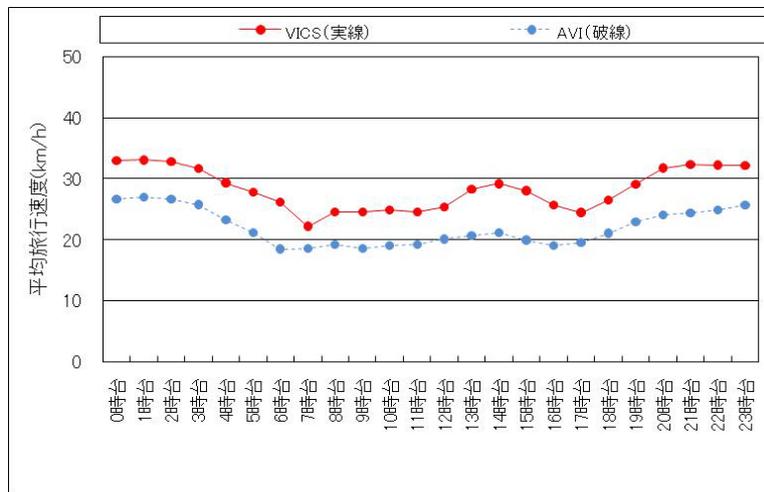
図 2.4-1 分析対象区間（国道16号・入間IC～左入町交差点）

2) 時間帯別平均旅行速度の比較

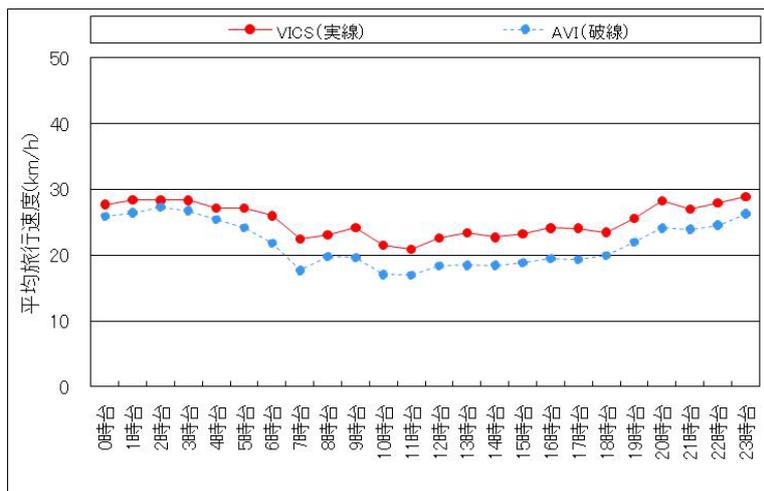
図 2.4-2、図 2.4-3 に VICS、AVI 各データの時間帯別平均速度を上り下りの順に示す。AVI データによる時間帯別平均旅行速度は、時間帯に限らず VICS データより時速 5km 程度小さい結果となった。これは、VICS データは地点速度データが主体のため、信号での遅れが十分に反映されていない可能性があること、一方、AVI データには沿道施設に立ち寄る車両が含まれている可能性があることによると考えられる。

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



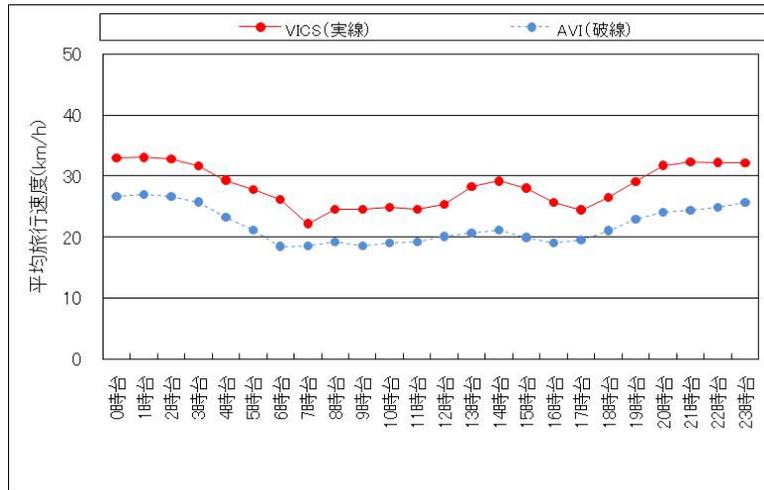
上り



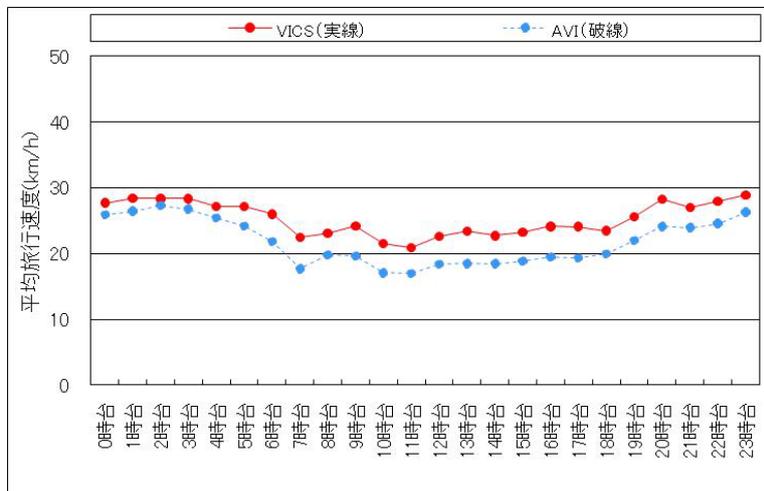
下り

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	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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箇所に設置されている。 ・ 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箇所に設置されている。
分析単位	5分間・時間帯別・上下別
分析指標	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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。

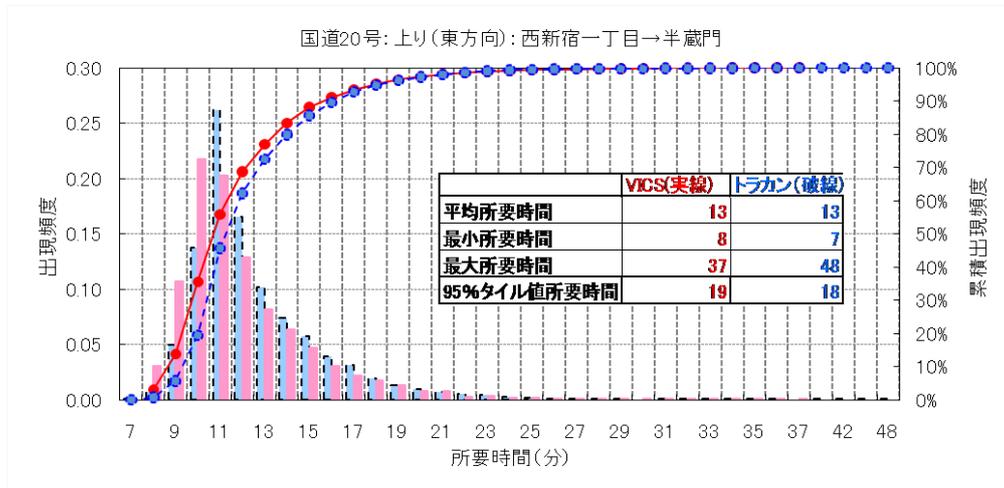


図 2.4-6 所要時間の出現状況（国道 20 号：上り）

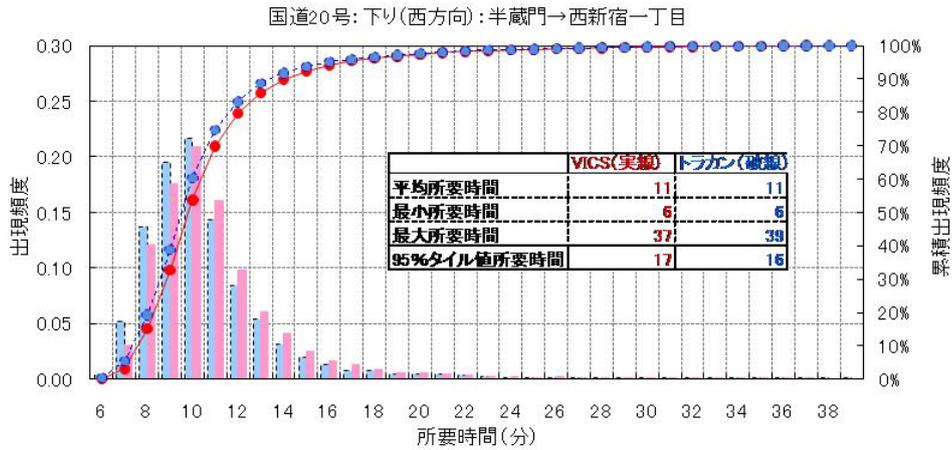


図 2.4-7 所要時間の出現状況 (国道 20 号 : 下り)

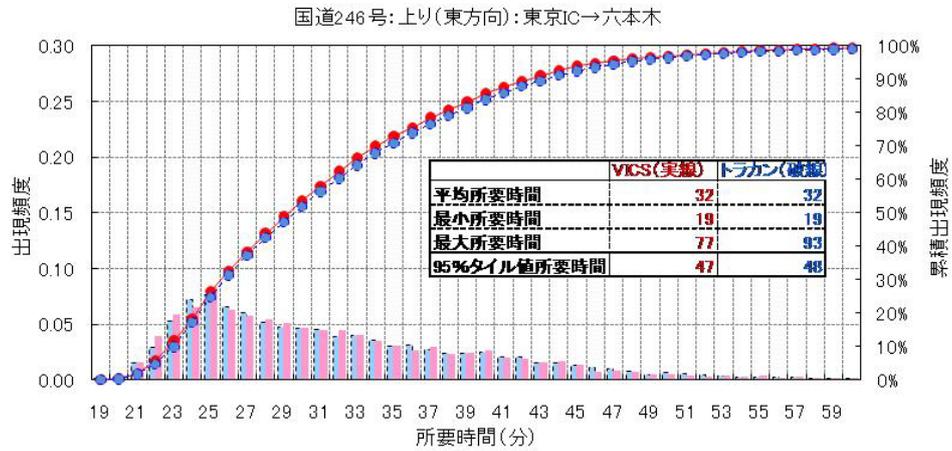


図 2.4-8 所要時間の出現状況 (国道 246 号 : 上り)

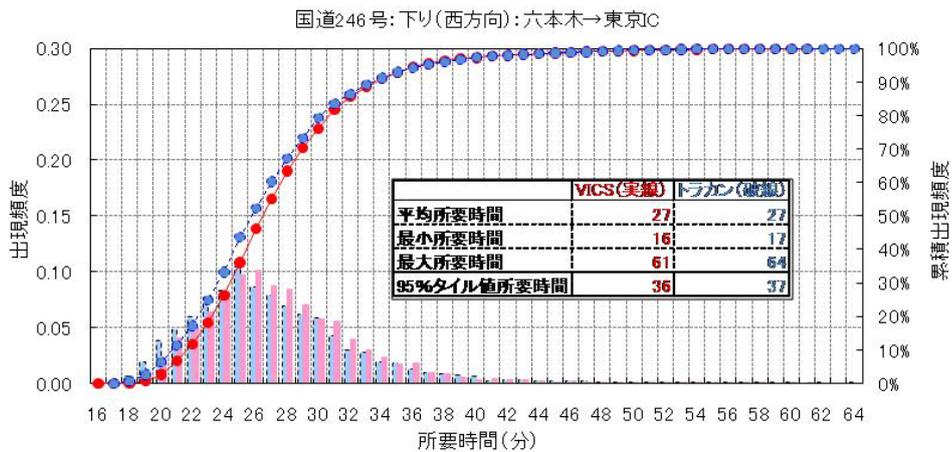


図 2.4-9 所要時間の出現状況 (国道 246 号 : 下り)

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。

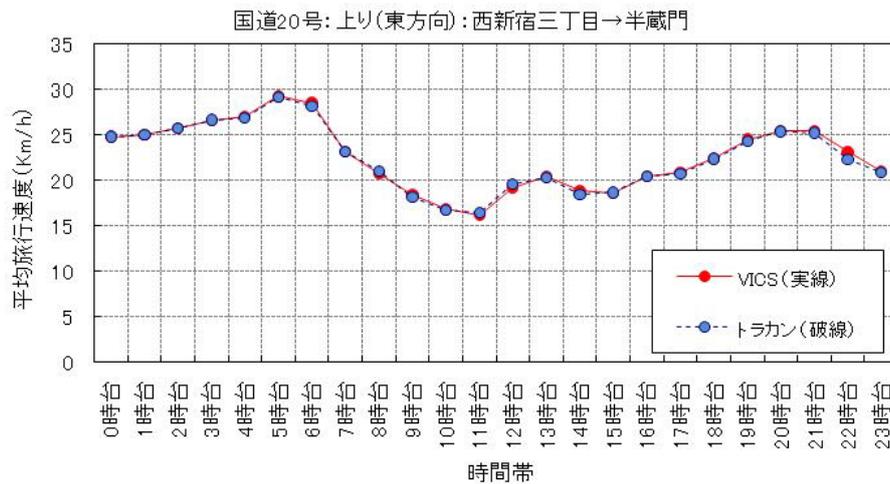


図 2.4-10 時間帯別平均旅行速度の比較 (国道 20 号 : 上り)

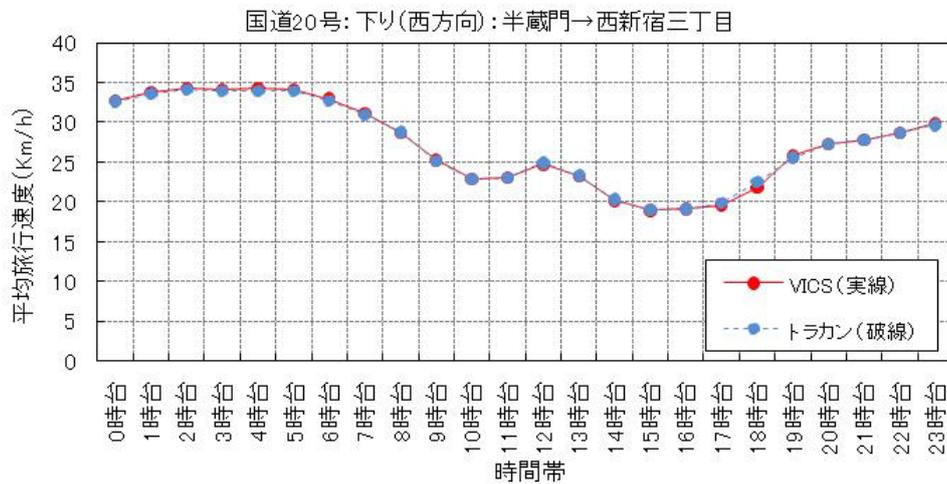


図 2.4-11 時間帯別平均旅行速度の比較 (国道 20 号 : 下り)

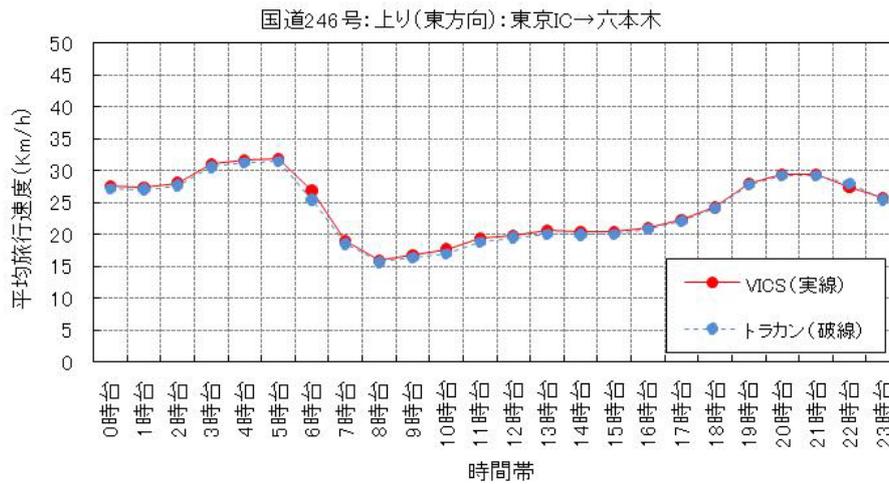


図 2.4-12 時間帯別平均旅行速度の比較 (国道 246 号 : 上り)

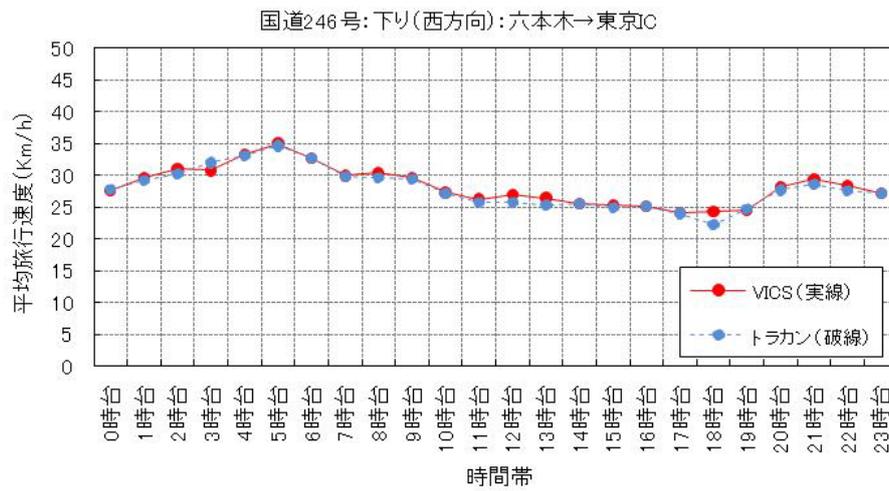


図 2.4-13 時間帯別平均旅行速度の比較 (国道 246 号 : 下り)

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。

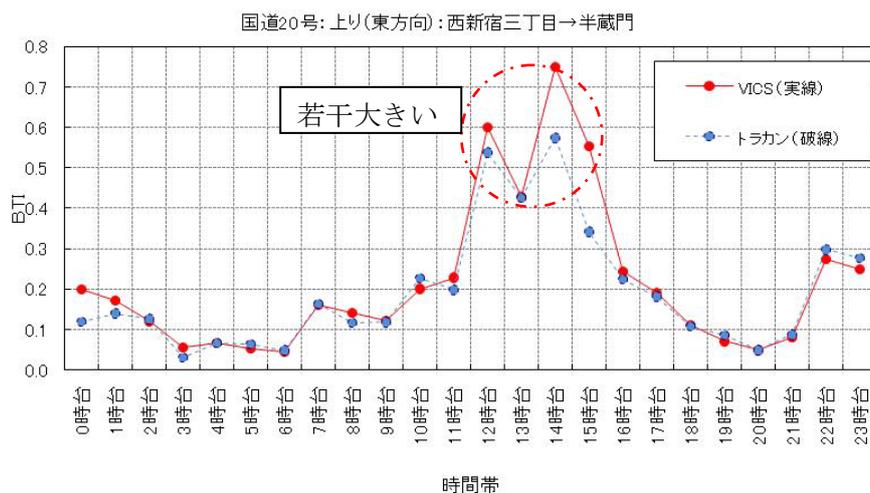


図 2.4-14 時間帯別 Buffer Time Index の比較 (国道 20 号 : 上り)

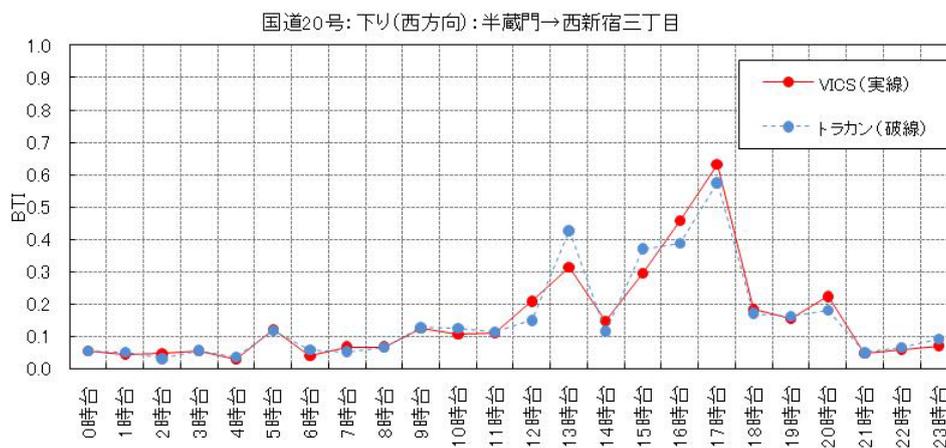


図 2.4-15 時間帯別 Buffer Time Index の比較 (国道 20 号 : 下り)

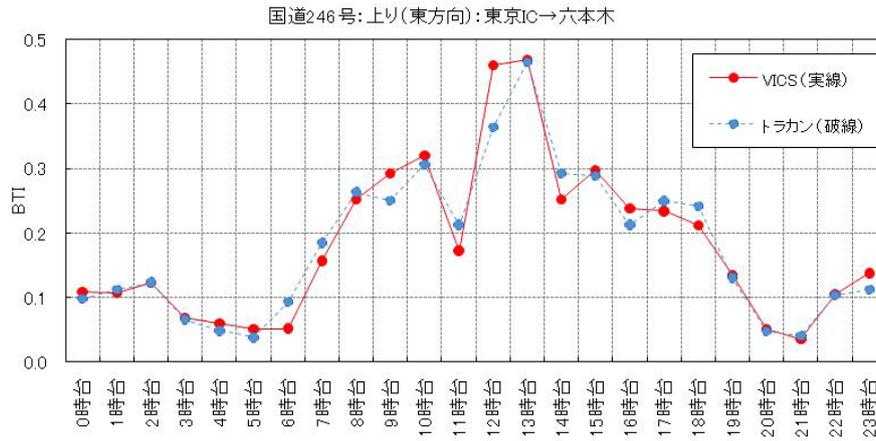


図 2.4-16 時間帯別 Buffer Time Index の比較 (国道 246 号 : 上り)

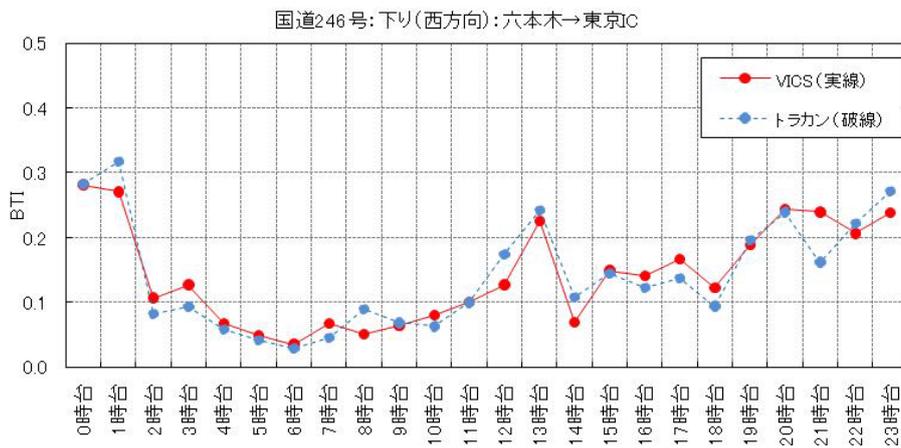


図 2.4-17 時間帯別 Buffer Time Index の比較 (国道 246 号 : 下り)

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	<ul style="list-style-type: none">・ 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	<ul style="list-style-type: none">・ 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。

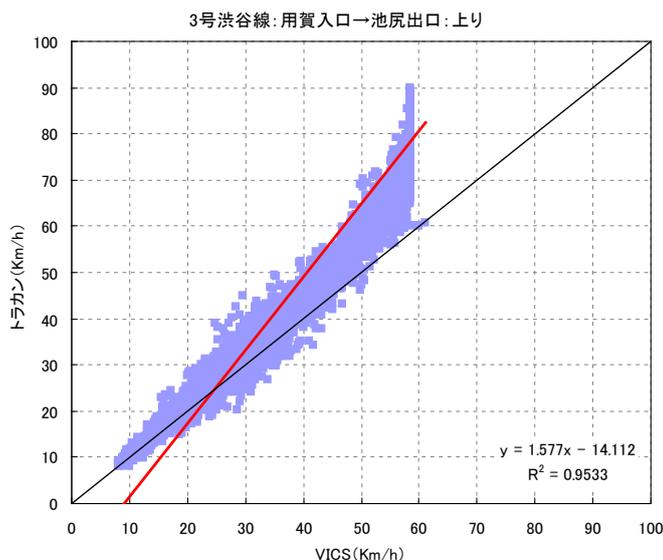


図 2.4-20 5 分間平均旅行速度の比較 (3 号渋谷線上り)

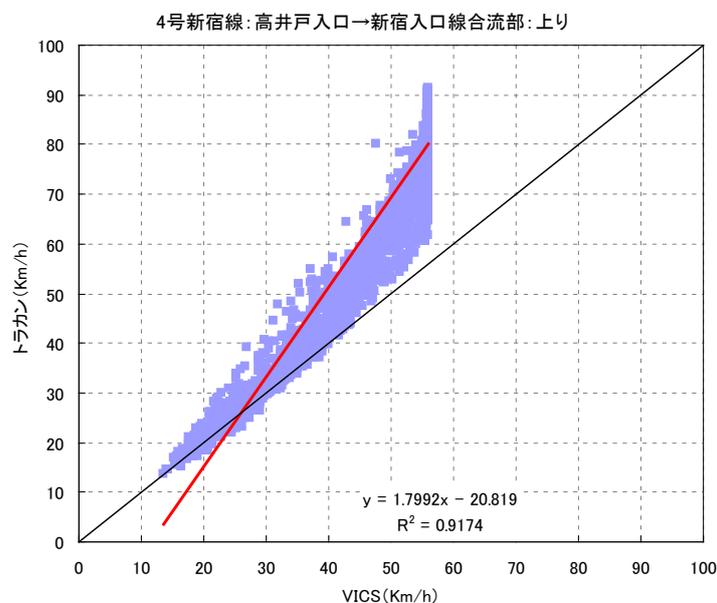


図 2.4-21 5 分間平均旅行速度の比較 (4 号新宿線上り)

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)

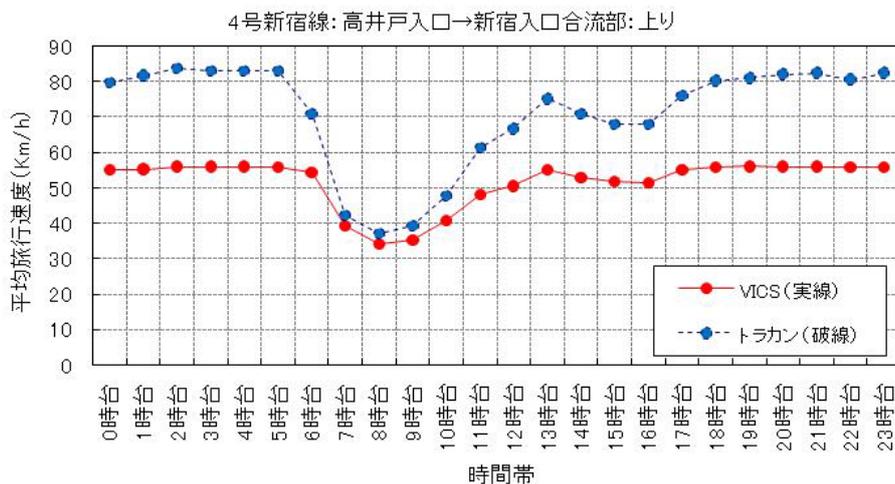


図 2.4-23 時間帯別平均旅行速度の比較 (4号新宿線上り)

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。

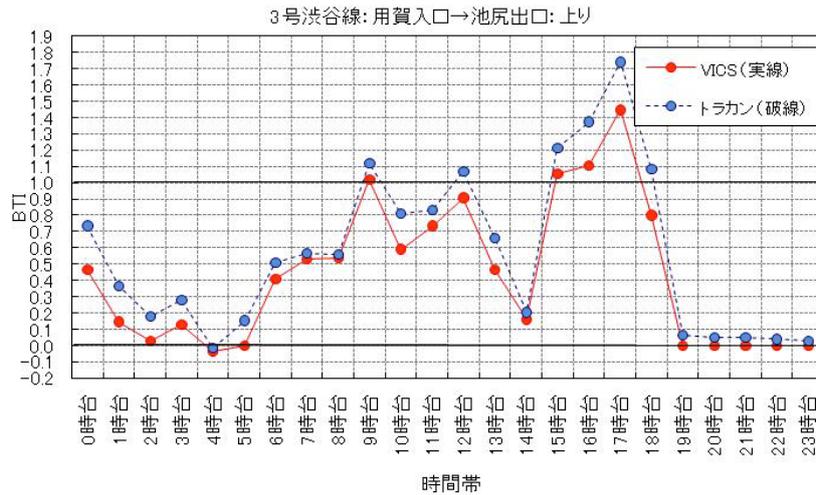


図 2. 4-24 時間帯別 Buffer Time Index の比較 (3号渋谷線上り)

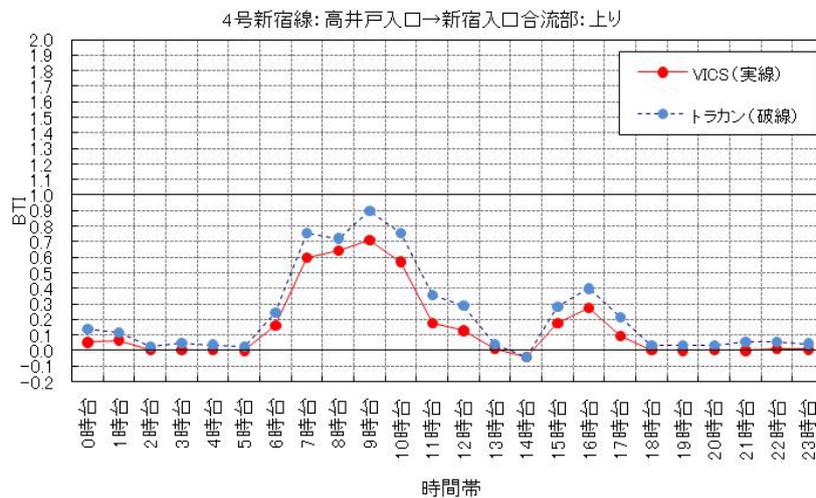


図 2. 4-25 時間帯別 Buffer Time Index の比較 (4号新宿線上り)

2.4.5. バスロケデ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、高速バスロケデータ)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、バスロケデータに関しては「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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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。

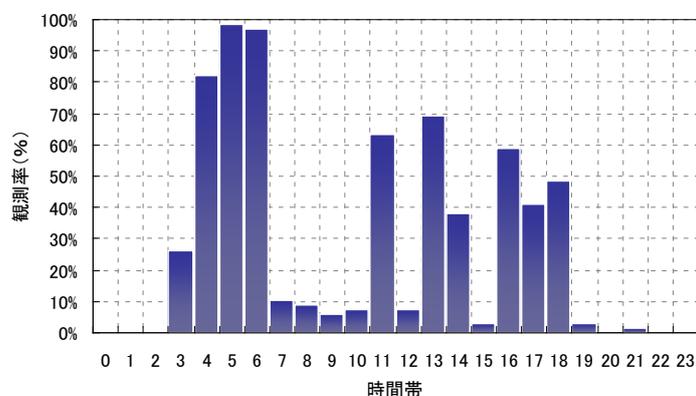


図 2.4-27 観測率 (大井松田→東京 IC)

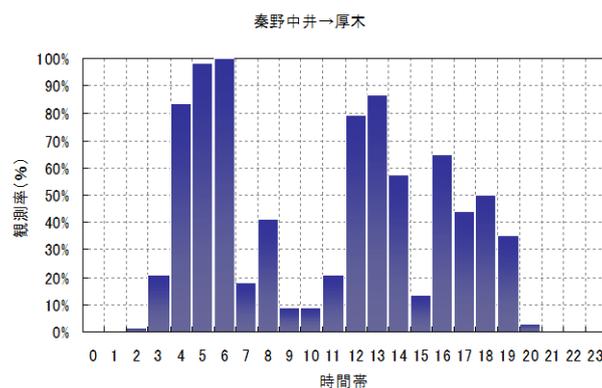


図 2.4-28 IC 区間別の観測率 (大井松田→秦野中井)

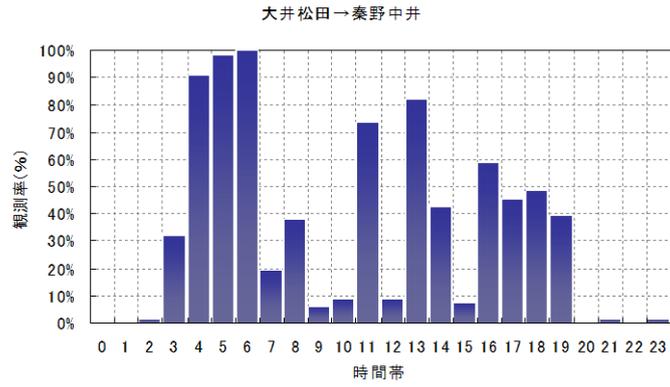


図 2.4-29 IC 区間別の観測率 (秦野中井→厚木)

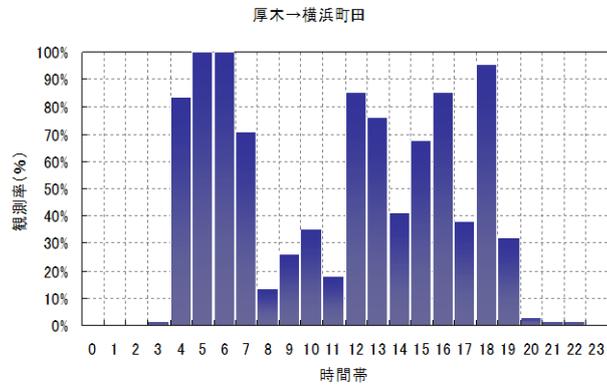


図 2.4-30 IC 区間別の観測率 (厚木→横浜町田)

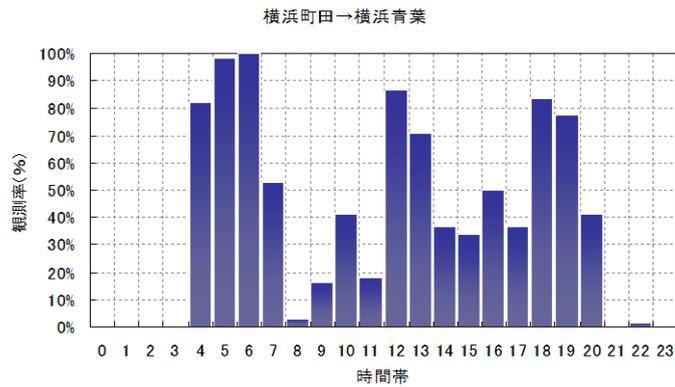


図 2.4-31 IC 区間別の観測率 (横浜町田→横浜青葉)

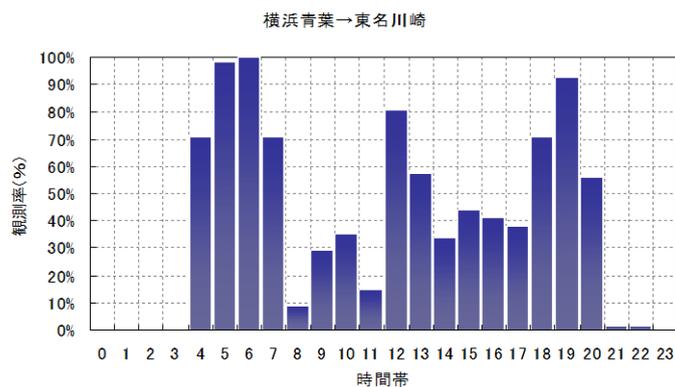


図 2.4-32 IC 区間別の観測率（横浜青葉→東名川崎）

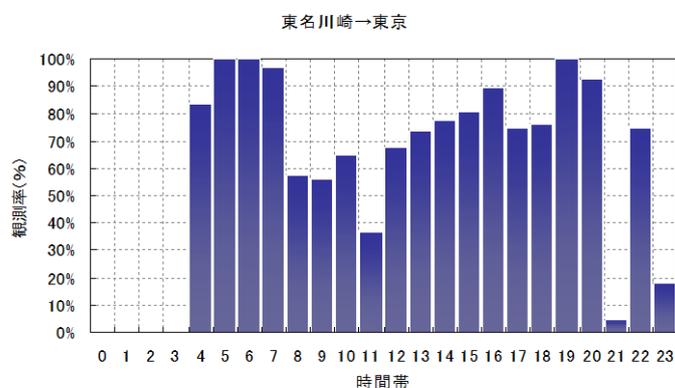


図 2.4-33 IC 区間別の観測率（東名川崎→東京 IC）

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。

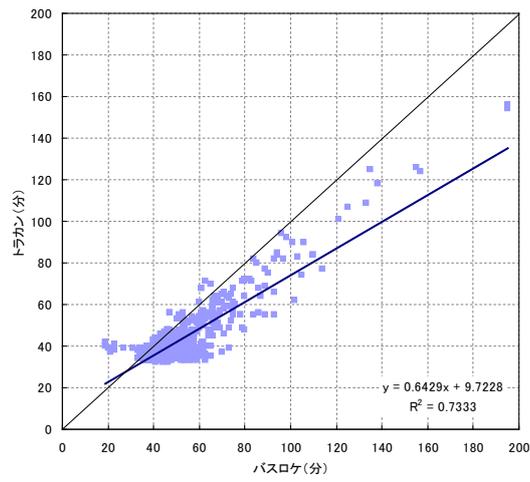


図 2.4-34 5 分間平均旅行時間の比較 (東名川崎→東京 IC) : 全日

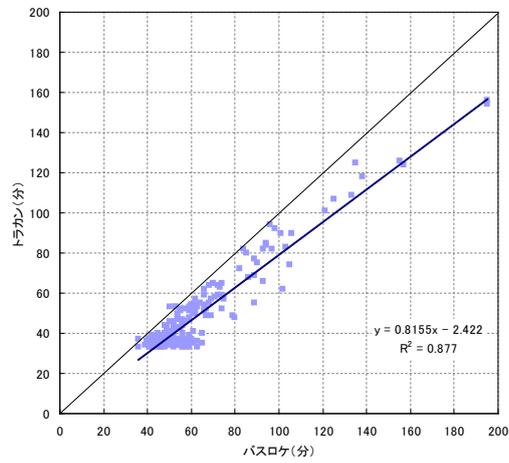
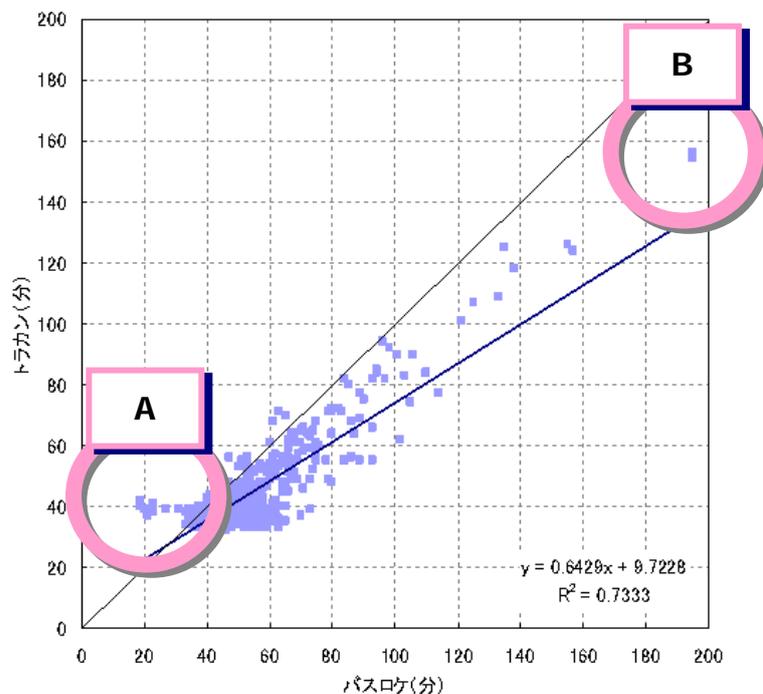


図 2.4-35 5 分間平均旅行時間の比較 (東名川崎→東京 IC) : 昼間 12 時間

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。

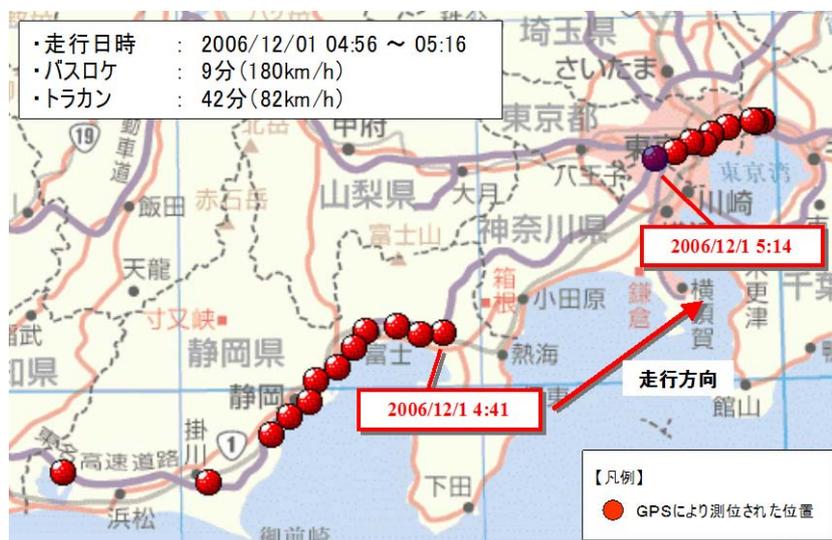


図 2.4-37 旅行時間差の発生状況の確認 (サンプル 1)

(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。移動途中で高速バスが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、移動途中で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。

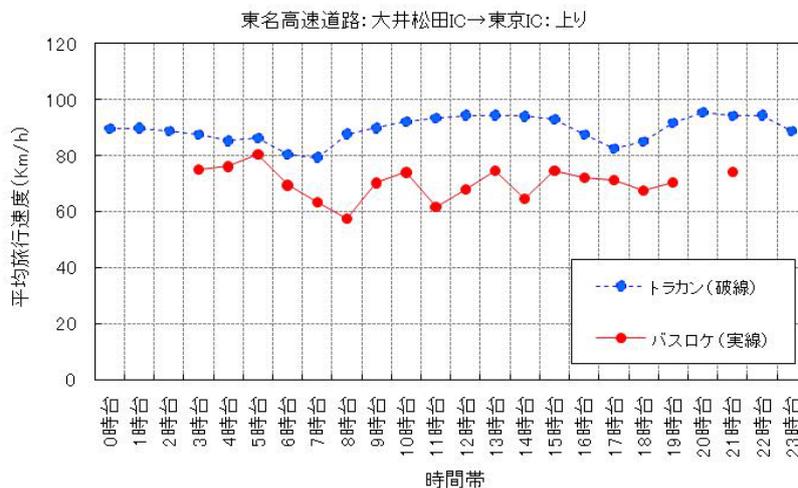


図 2.4-41 時間帯別平均旅行速度の比較

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。

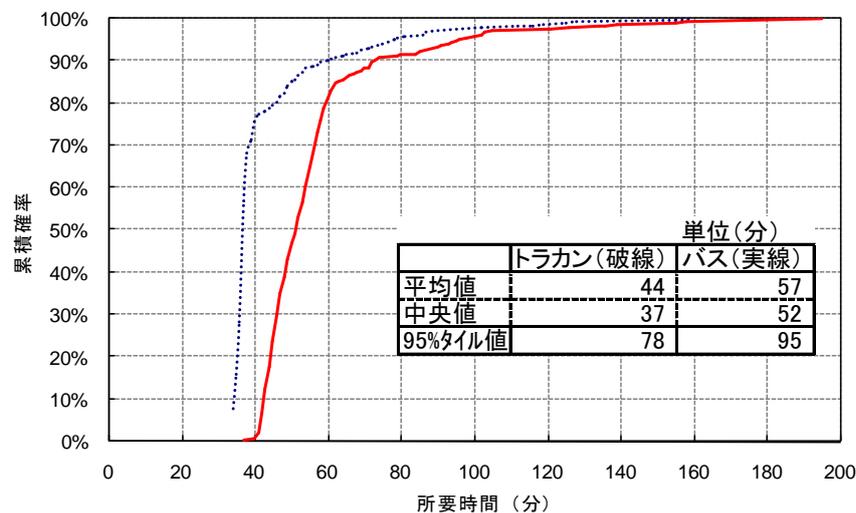


図 2.4-43 時間帯別旅行時間累積頻度分布の比較

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

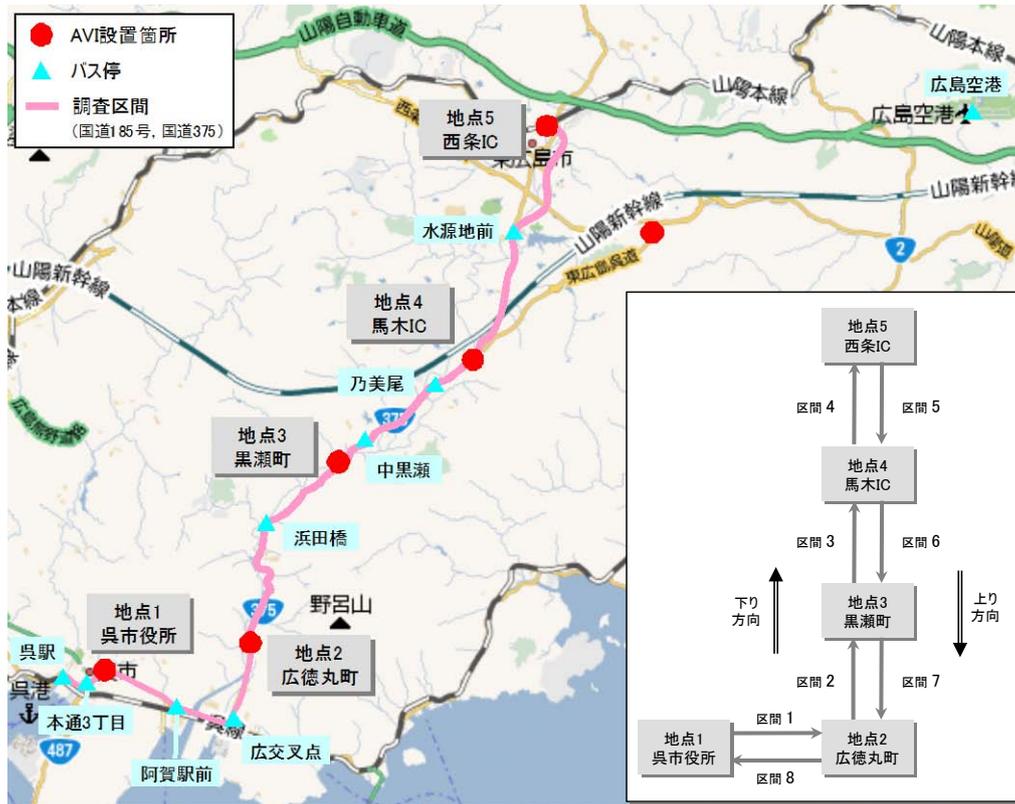
2.5.1の課題を検討し、AVIによる調査・分析手法を明らかとするため、ケーススタディを行った。

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い区間や地点 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。

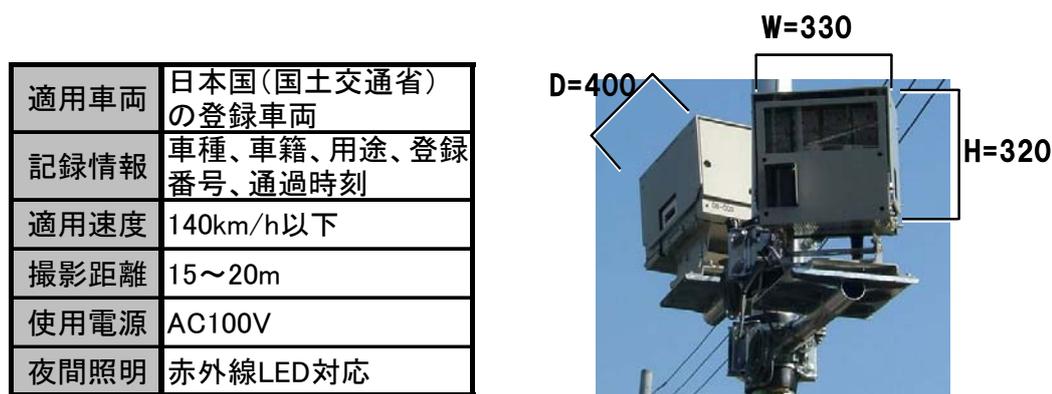


図 2.5-2 調査で用いた AVI の概要

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 は最外車線のみを観測であったため、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。

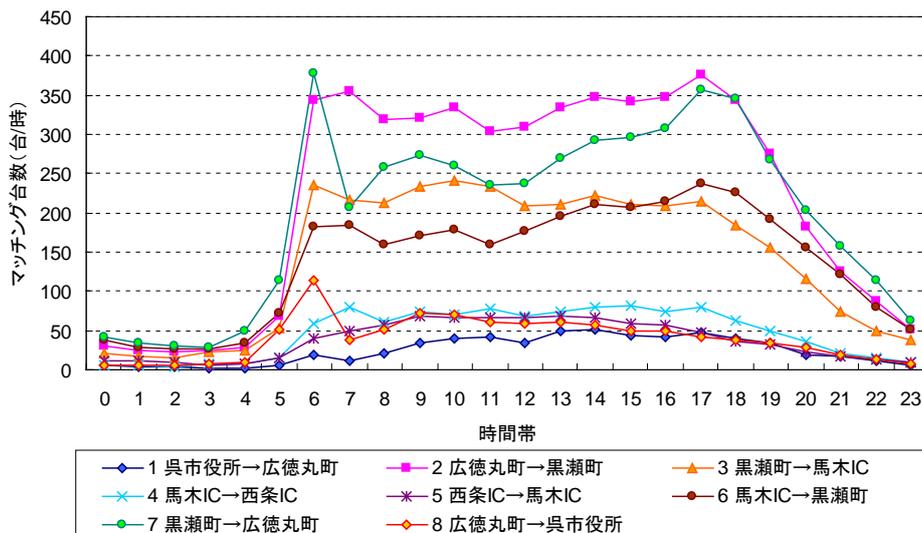


図 2.5-3 所要時間データの時間帯別・日平均取得台数

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、同一タイル値で見ると 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。

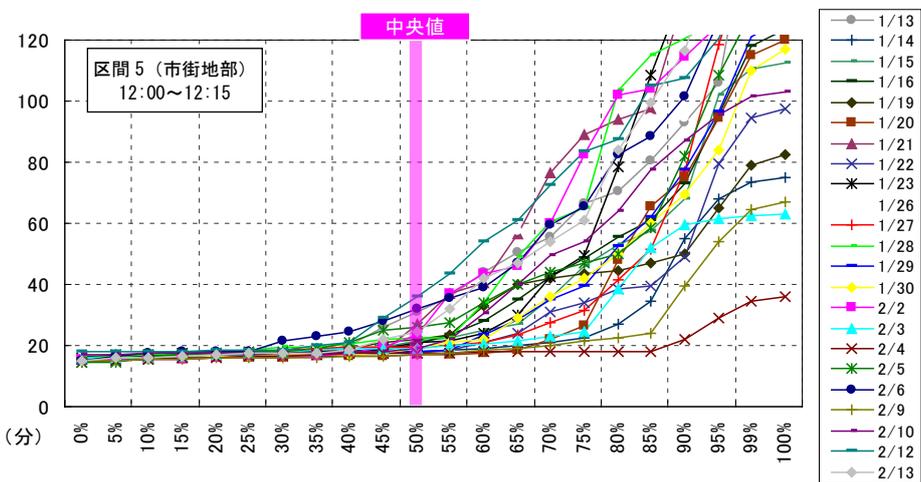
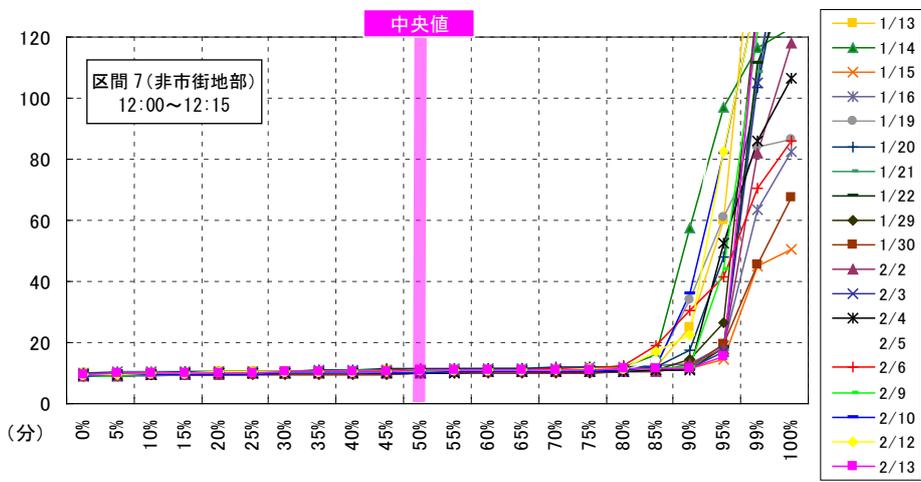
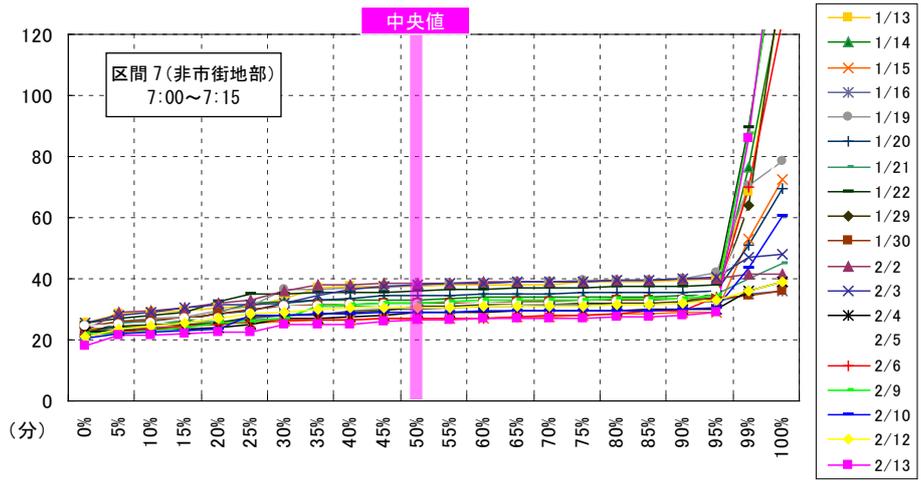


図 2.5-4 個別の車両の所要時間分布

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。

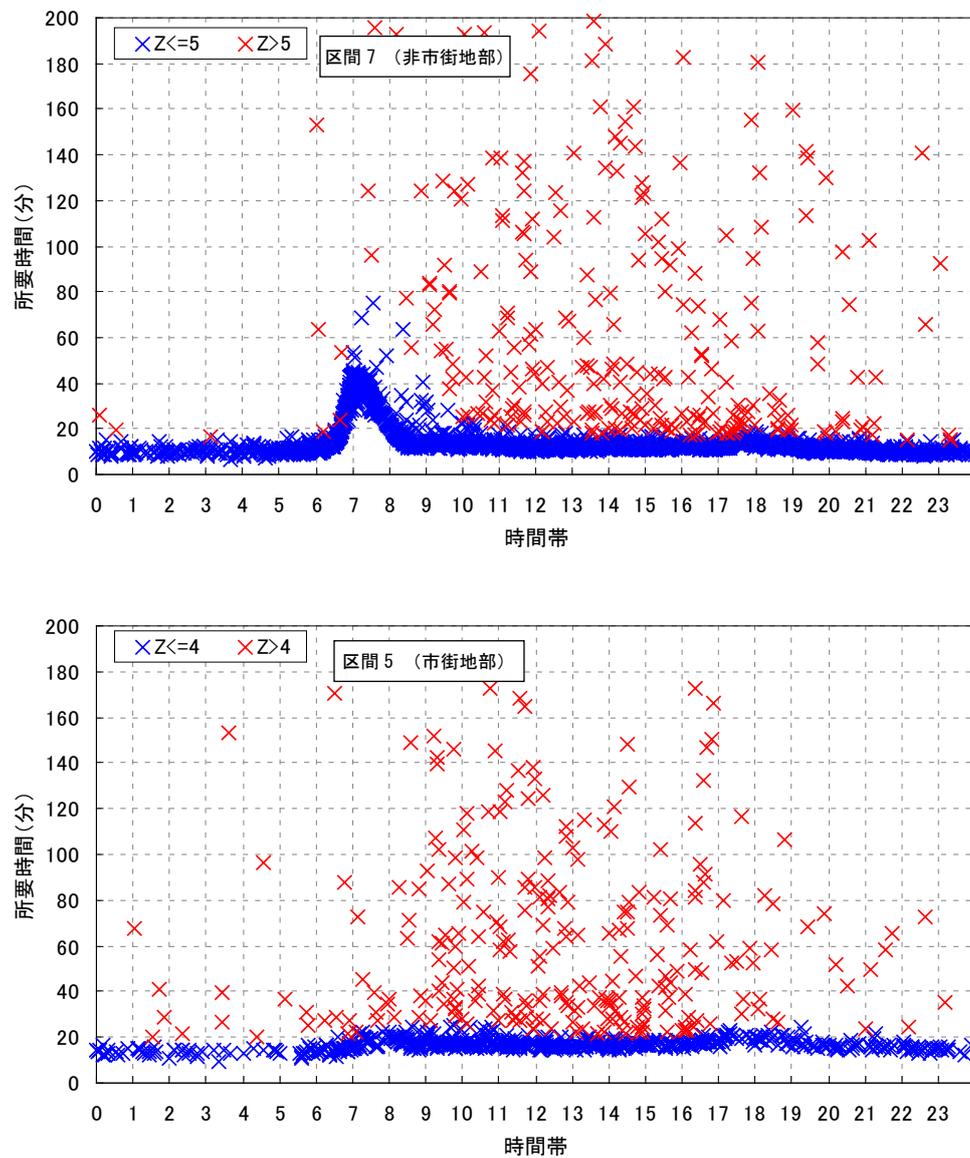


図 2.5-5 立ち寄り車両等データの除外結果(1 日分)

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。

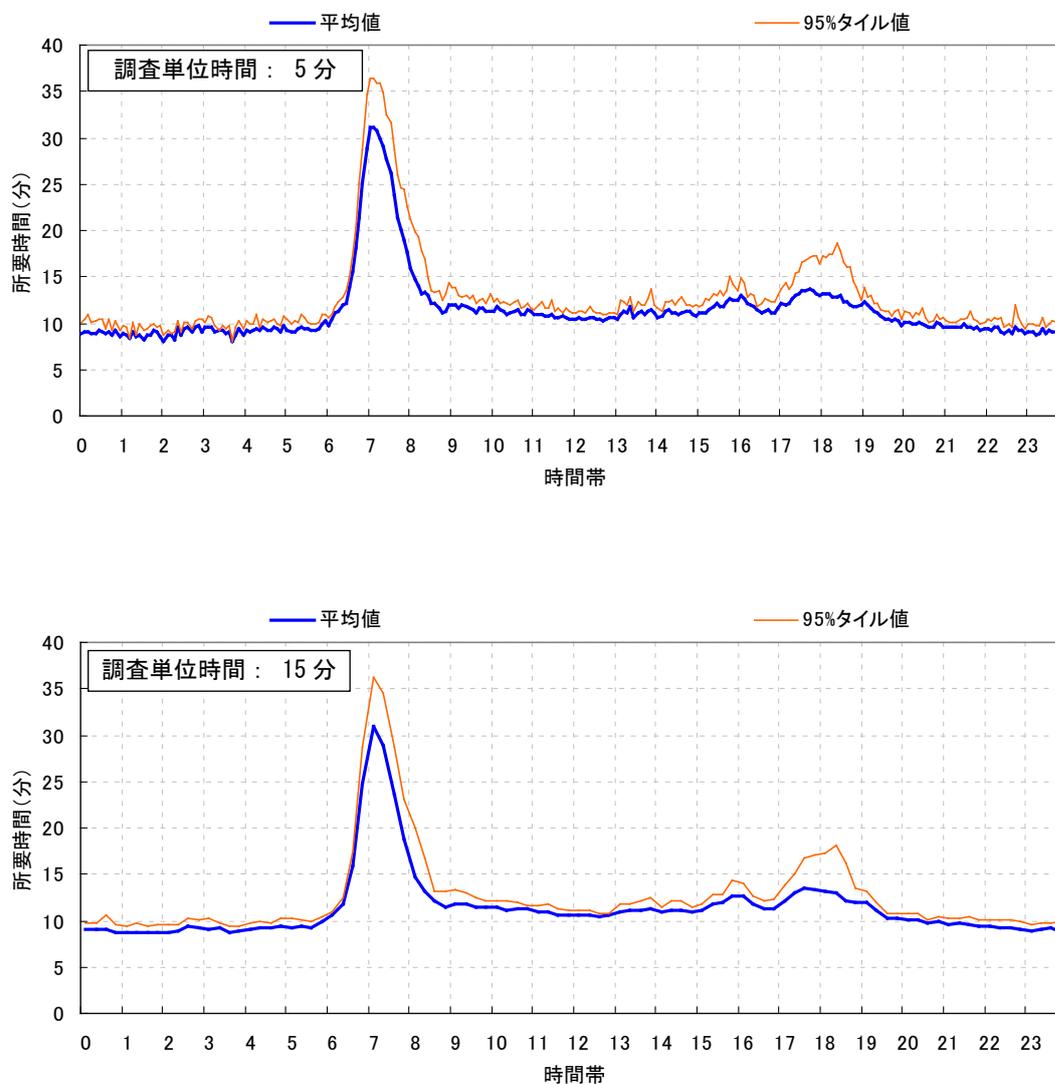


図 2.5-6 所要時間の時間変動 (区間 7)

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。

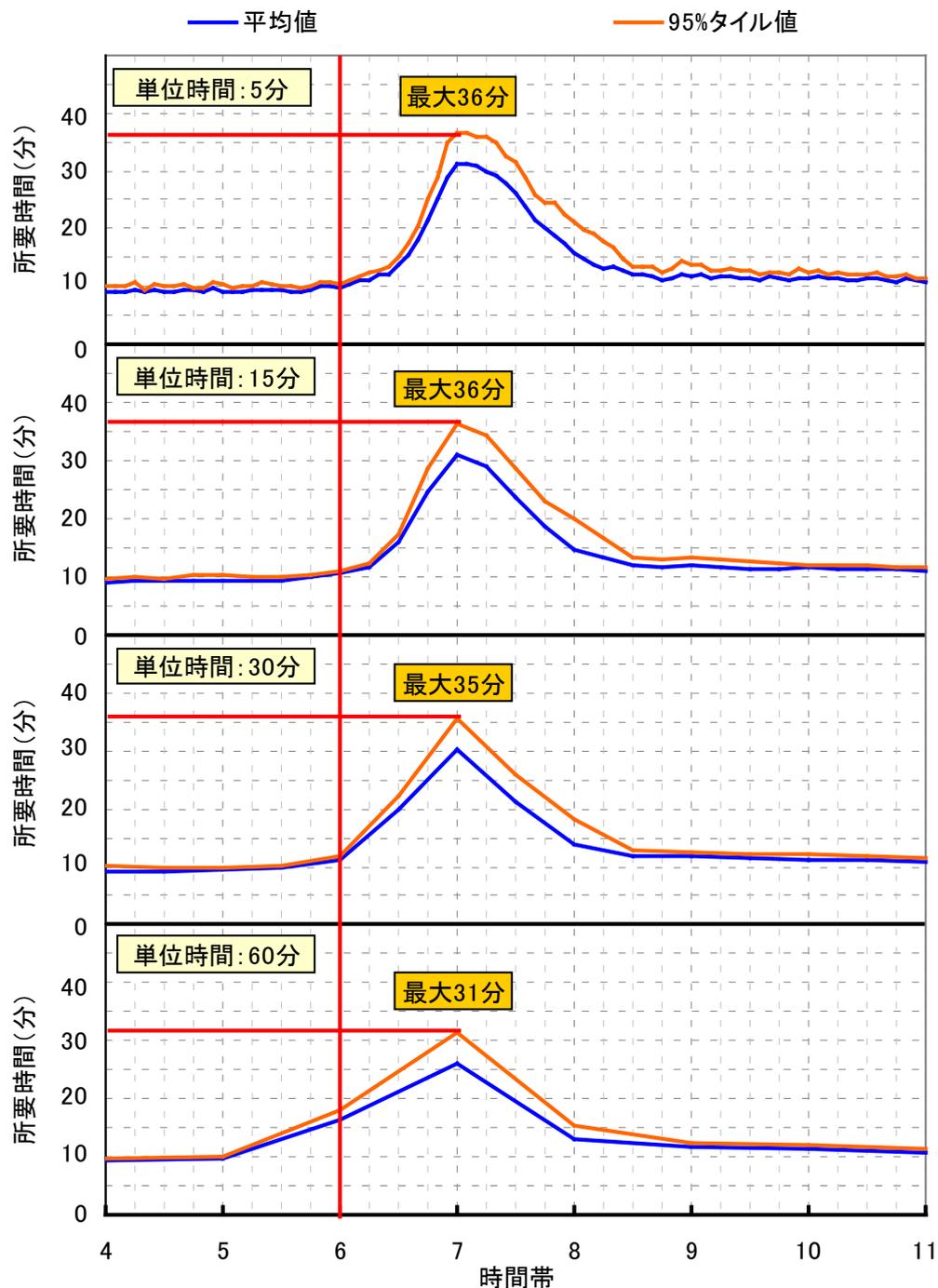


図 2.5-7 所要時間の時間変動 (区間 7・朝ピーク時詳細)

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。

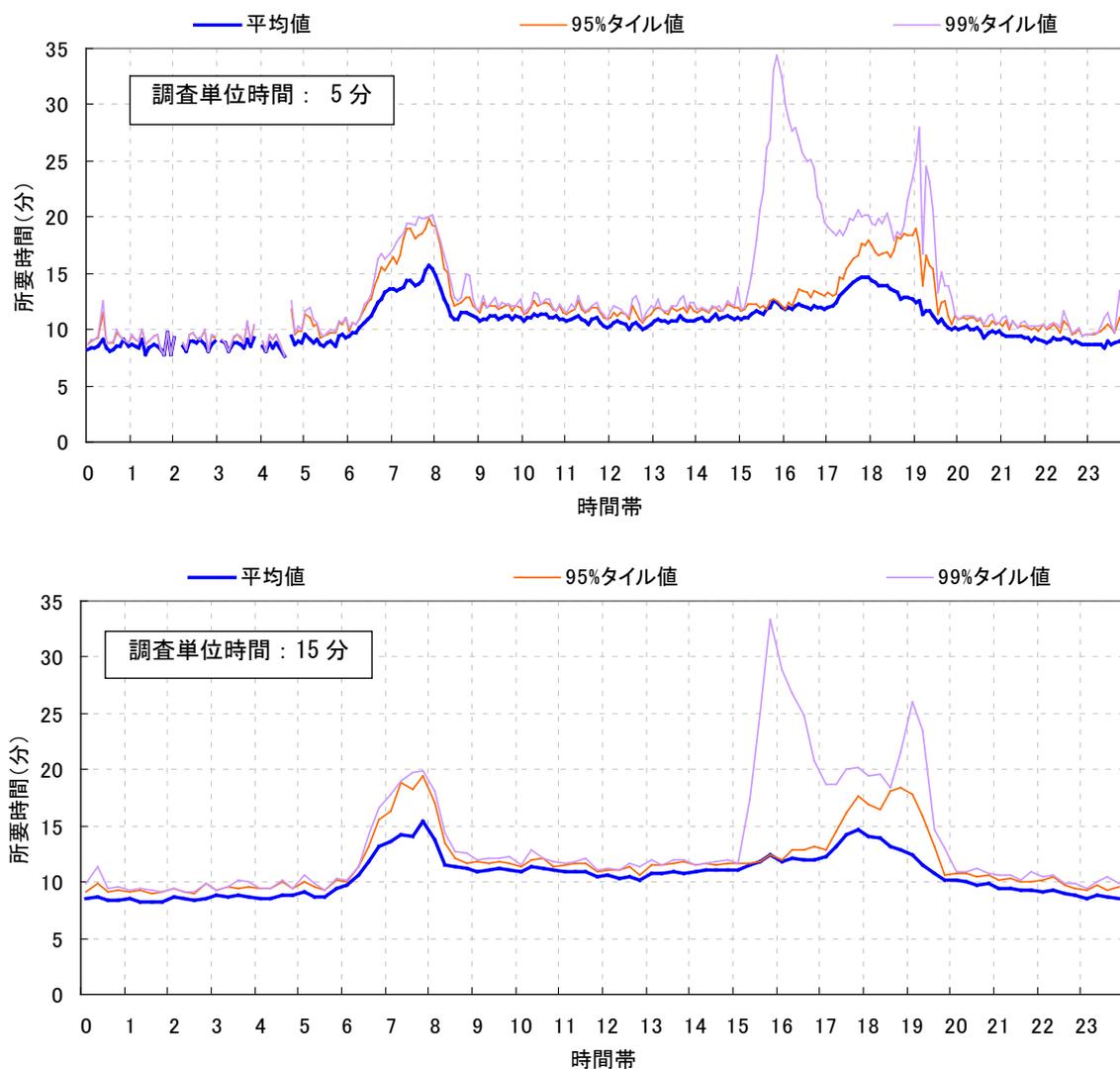


図 2.5-8 所要時間の時間変動(区間 2)

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。

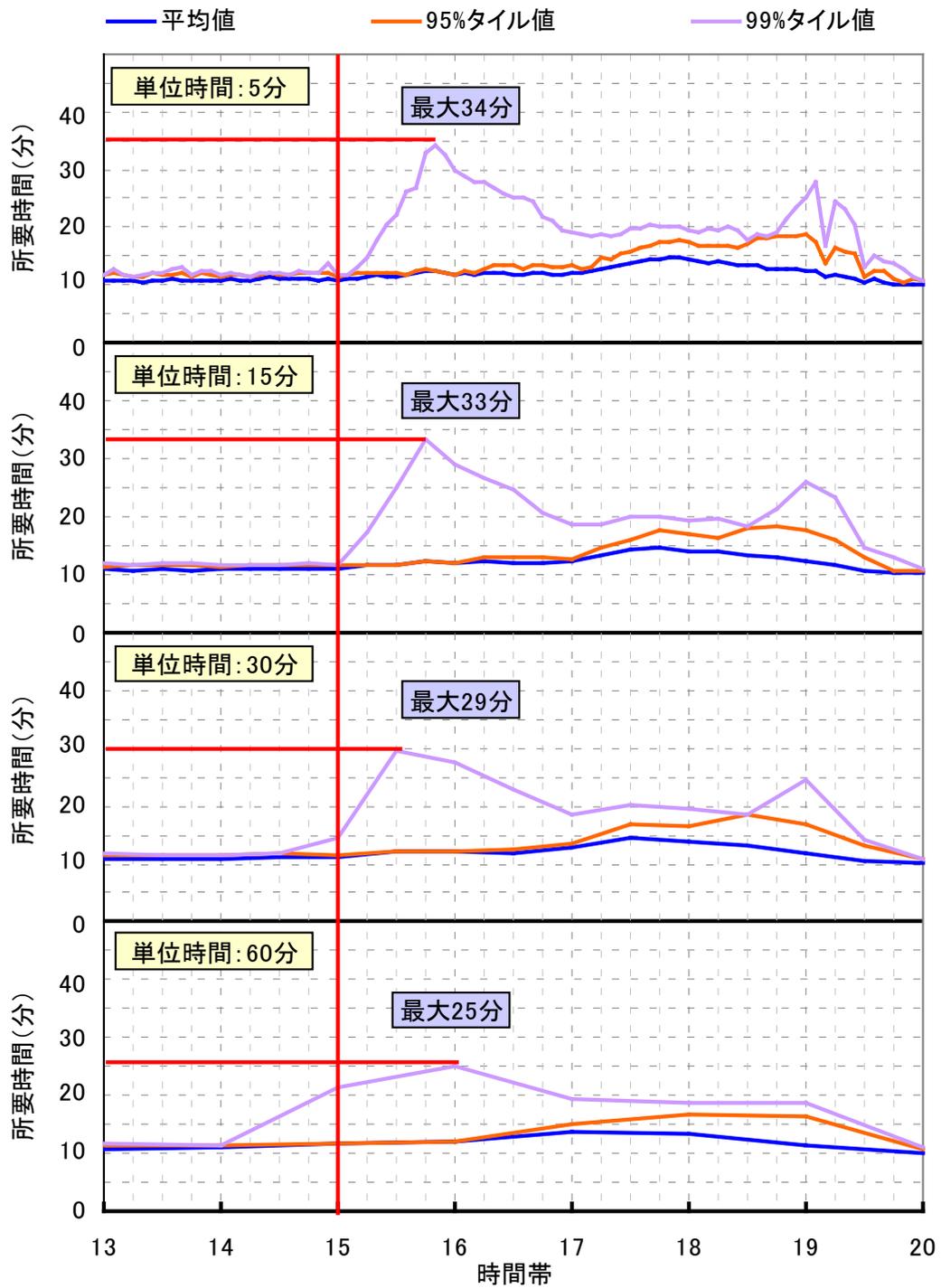


図 2.5-9 所要時間の時間変動 (区間 2・交通事故時詳細)

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。

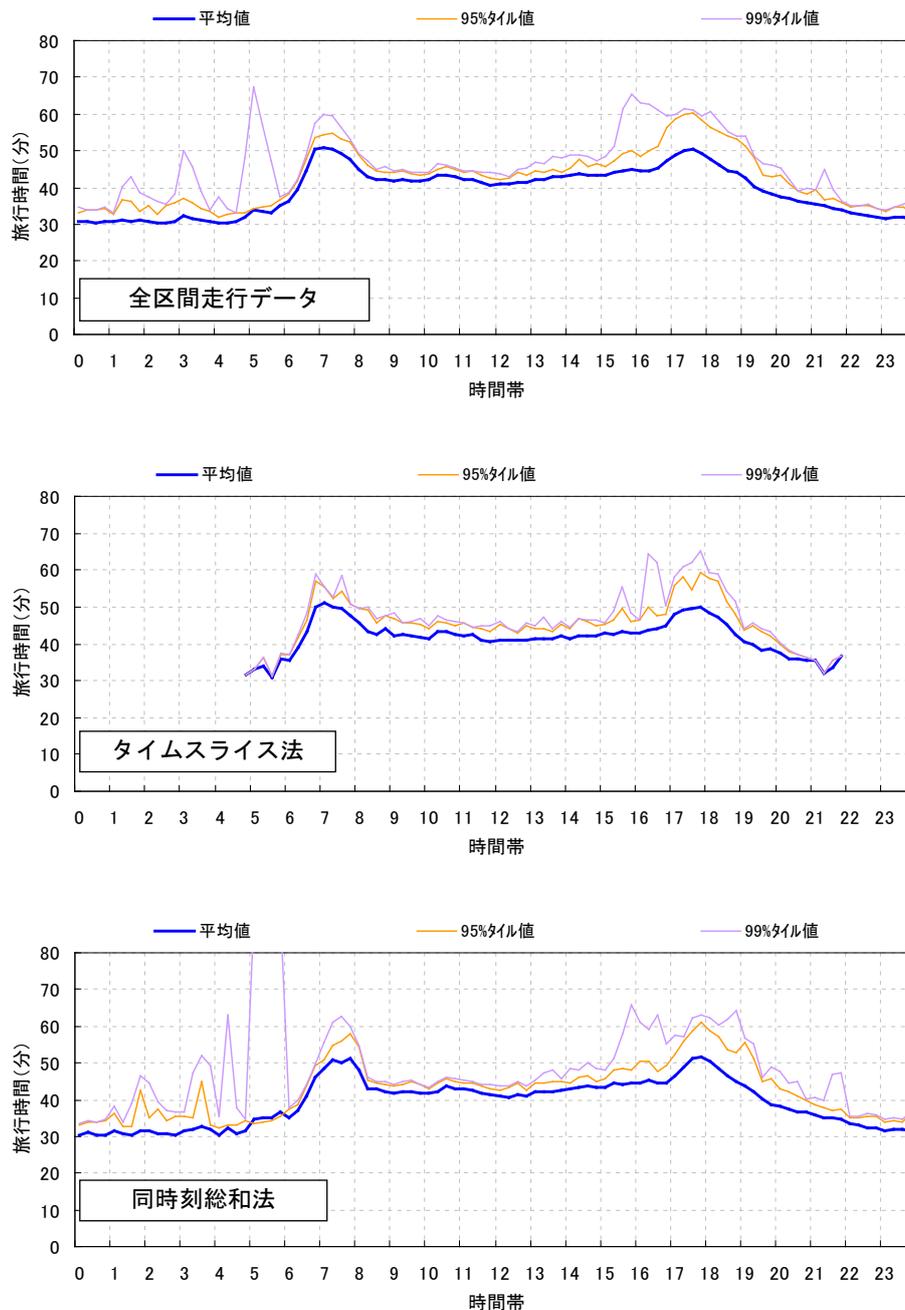


図 2.5-10 区間 2 から区間 4 の所要時間変動

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。

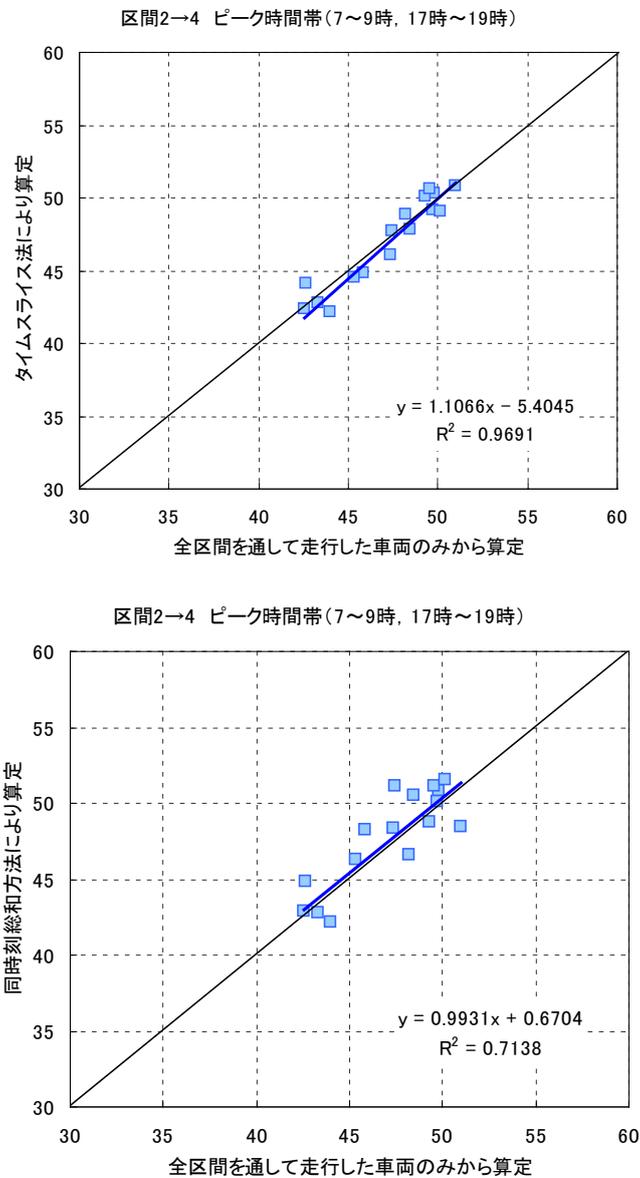


図 2.5-11 タイムスライス法と同時刻総和法との比較

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。

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。

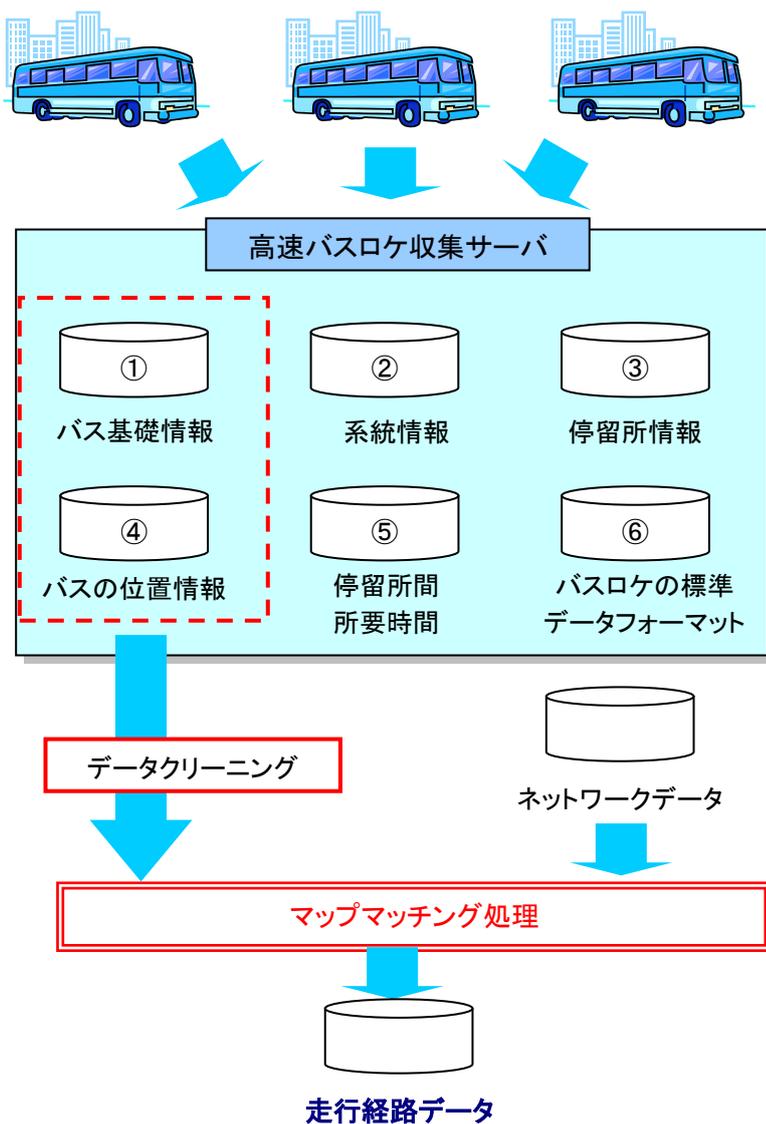


図 2.3-20 データベース整理のフロー図

(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。

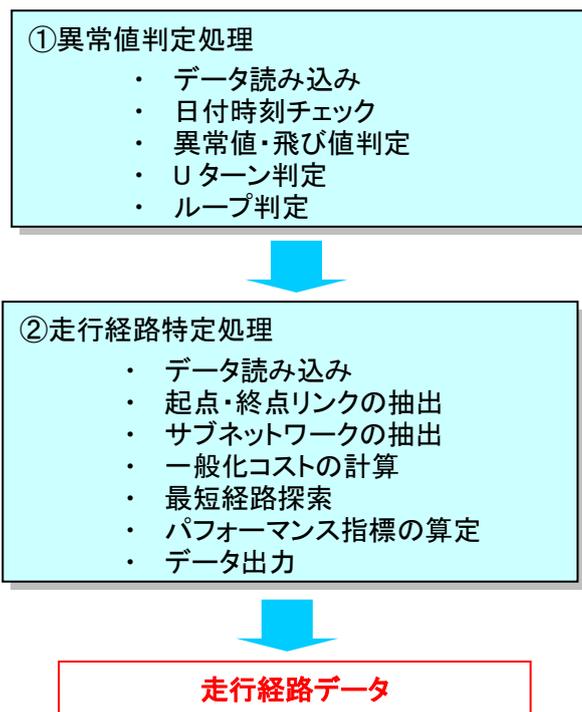


図 2.3-21 マップマッチングシステムのフロー図

(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。

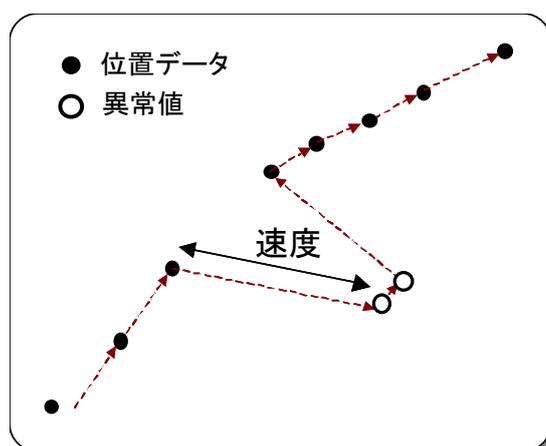


図 2.3-22 異常値・飛び値判定

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。

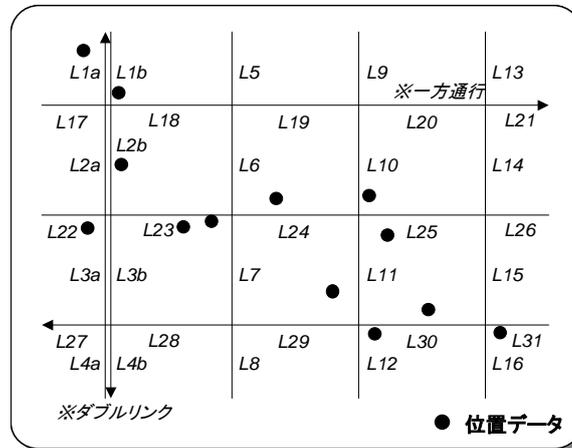


図 2.3-25 位置データとネットワークの読み込み

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。

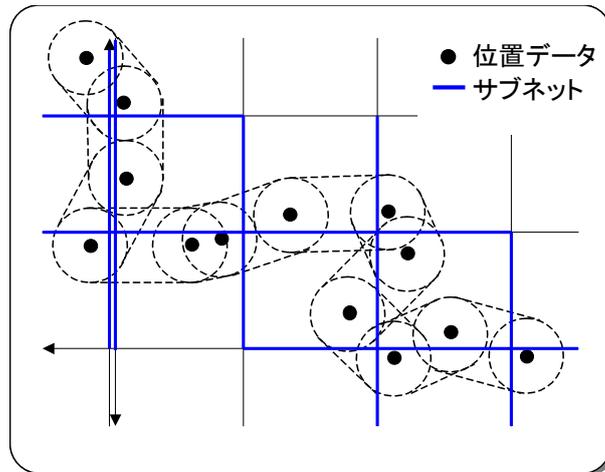


図 2.3-27 サブネットワークの抽出(1)

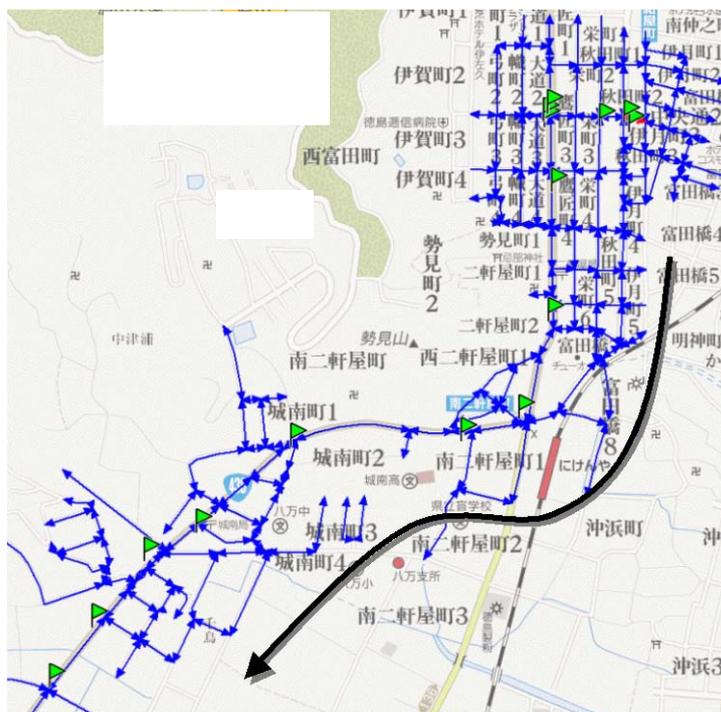


図 2.3-28 サブネットワークの抽出(2)

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

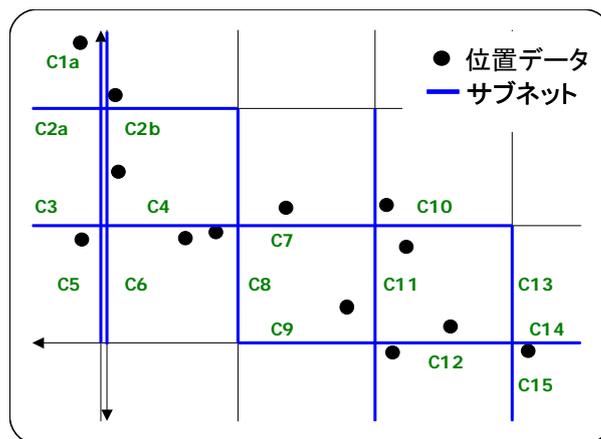


図 2.3-30 リンクの設定方法 (模式図)

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繋がらない場合には、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。

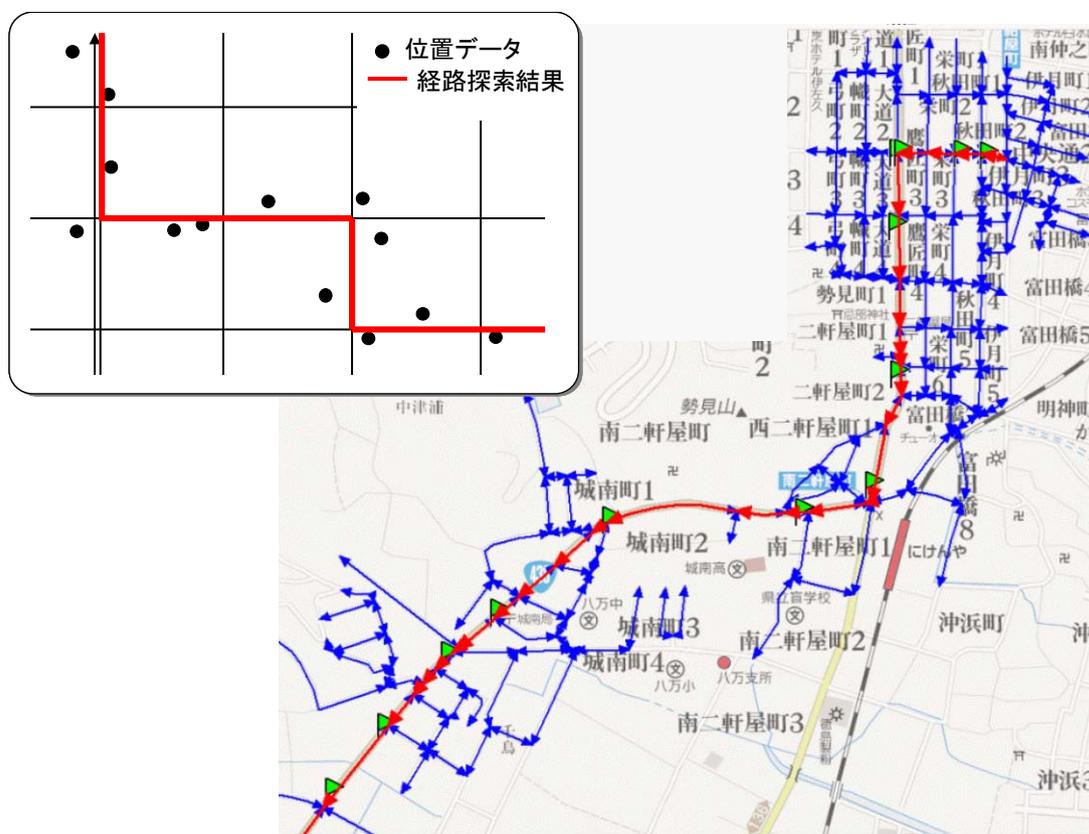


図 2.3-31 最短経路探索結果

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。

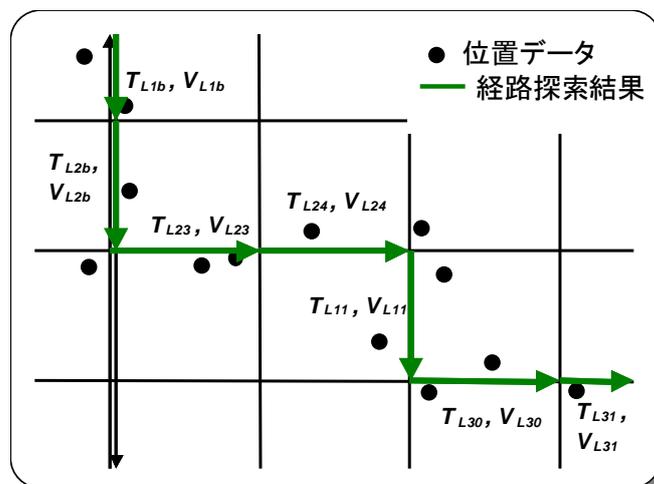


図 2.3-32 パフォーマンス指標の算定

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。