研究報告

道路交通円滑化のための課題路線の抽出及び評価手法について

野平　勝
道路政策グループ
上席主任研究員

森谷　進也
道路政策グループ
上席主任研究員

和田　卓
道路政策グループ
副総括

1．はじめに

近年、一般車両からのプローブデータの収集環境が向上し、旅行時間データを 24 時間 365 日収集できる環境が整ってきた。これにより、道路交通センサスの調査単位区間やデジタル道路地図（ＤＲＭ）の区間毎（以下「ＤＲＭ区間」という。）の旅行時間変動を把握することが可能となり、旅行速度の低下が見られる箇所や時間帯の把握が可能となるほか、特定区間の旅行速度（旅行時間）のばらつき状況を算出することで、その区間の時間信頼性の評価も可能となってきた。

これらについては、既に実務への適用が行われてきている。例えば新規道路の供用前後の渋滞状況分析や、高速道路の料金施策の効果の把握などに活用されてきている[1]。また、研究レベルでは、高速道路の時間信頼性向上を中心に展開されてきている[2]。

一方、都市部における一般国道をはじめとする交通渋滞は依然深刻であり、バス交通の定時性確保にも支障を来している。交通基本法案においても、交通の円滑化の推進、公共交通利用者の利便の増進が位置づけられており、今後道路交通の円滑化を図ることで、バス交通の定時性実現につなげていくことが急務と考える。

そこで、日々刻々と変動する交通現象を正確に捉え、バス交通の観点から課題を整理し、都市部の渋滞解消、ひいてはバス交通の定時性向上につなげる対策を客観的かつ効率的に立案するためにプローブデータの活用が有効と考えられる。

ただし、バスは通常の自動車と異なり、バス停での停車による発進停止回数が多いといった特性をもつ。また、プローブデータから算出される旅行速度は、ＤＲＭ区間の長短によりその精度が左右される可能性があること、またデータだけでは速度の低下要因を明確に把握できないこと、といった課題があり、データから抽出された課題箇所が、利用者がバスの運行遅れを感じる箇所と整合しない可能性がある。

本稿ではこのような問題認識をもとに、バス交通の定時性確保を行うために必要な対策を導き出す手法の１つとして、プローブデータを用いた旅行速度の分析を行うとともに、バス利用者へのアンケート調査及びバスの運行遅れ調査結果との整合を図ることにより、交通円滑化の観点から、課題路線の抽出及び評価手法の有用性を検討したものである。

2．課題路線の抽出及び評価手法

本稿ではバス路線の定時性確保に課題があると考えられる直轄国道を対象に、まず、プローブデータを用いた平均旅行速度及び旅行時間のばらつき状況（時間信頼性）など、定量的データにより評価する指標を設定し、指標をもとに課題となる区間を抽出した。次に、抽出された区間の妥当性を確認するため、アンケート調査で得たバス利用者が感じている課題区間及び実際のバス運行状況の実測調査結果との比較を行った。検討手順を図 2-1 に示す。

3．バス交通の円滑化のための定量的評価

3．1 対象とするエリア

神奈川県横浜市の国道 16 号のうち、横浜中心部から横浜市の西側のエリアを対象とし検討を行った。その理由としては、課題を抽出・評価するにあたり、当該エリアは、横浜駅と市の郊外をアクセスするバス路線が国道 16 号を多く走行していること (最多区間で 671 本 / 日)、4 車線区間と 2 車線区間が存在しており、特に 2 車線区間での渋滞が多く発生しバス交通の定時性確保に支障を来していると考えられるからである。対象とするエリアを図 3-1 に示す。

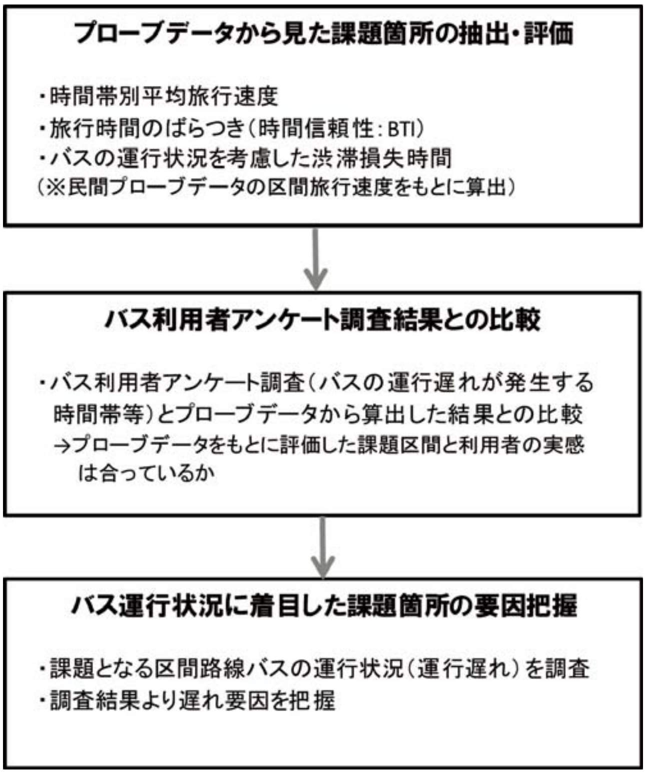

図 2-1　課題路線の抽出及び評価の流れ

図 3-1　対象とするエリア

3．2 評価指標及び算出方法

プローブデータで把握できる旅行速度データを用いて、バス路線の定時性に関する課題を客観的に把握し、路線バスの運行に与える影響度合いを把握した。

評価指標については、①時間帯別平均旅行速度（バス路線が走行する道路の平均旅行速度はどの程度か）、②旅行時間のばらつき状況（当該路線が走行する道路の旅行時間のばらつき状況はどの程度か）、③バスの渋滞損失時間（渋滞によりバス利用者が被る時間損失はどの程度か）、の 3 点とした。各々の評価指標は表 3-1 のとおり算出した。

表 3-1　評価指標及び算出方法

評価指標	算出方法
①平均旅行速度 （DRM区間毎・時間帯毎）	・民間プローブデータの区間平均速度（15 分単位）を 1 時間平均として算出
②旅行時間のばらつき状況 （DRM区間毎・時間帯毎）	・既往の研究を参考にした、時間信頼性の指標を用いて算出
③バスの渋滞損失時間 （道路交通センサス区間毎）	・バス利用者を考慮した渋滞損失時間を指標として設定し算出

(1) 時間帯別平均旅行速度の算出

民間プローブデータで得られる平成 22 年 11 月 1 日～30 日（1 ヶ月分）の 15 分単位のデータを 1 時間単位に集計し、ＤＲＭ区間毎･時間帯毎の平均旅行速度を算出した。

(2) 旅行時間のばらつき状況（時間信頼性）

バス路線の定時性に関するサービスレベルの低下状況（旅行時間のばらつきの状況）を客観的に把握するため、プローブデータから得られるＤＲＭ区間毎・時間帯毎の旅行時間を用いて、所要時間の信頼性を用いた評価を行った。これはバス利用者から見れば、バスの遅れる度合いが大きく、バス路線の定時性に課題がある（大きな遅れ時間となる割合が高くなる）路線・箇所であると考えられる。

指標として BTI（Buffer Time Index）を用いた。BT（Buffer Time）とは、旅行時間に着目して、サービス水準の不確実性を評価する指標の一つであり、一定の確率で遅れないために、安全側を見込んで早めに出発してから目的地に到達するための旅行時間と、平均旅行時間との差で表される。BT（Buffer Time）が大きい道路ほど、旅行時間の変動の幅が大きいといえる。BTI の算出式は以下を用いた[3)]。

$$BTI = (T_{90\%} - T_{ave}) / T_{ave} \qquad (1)$$

(1) 式において、

T_{ave} ：民間プローブカーデータの各々の所要時間データの平均値

$T_{90\%}$ ：所要時間の短い方から累積 90%にあたるサン

プルの所要時間（10回に9回の確率で走行できる所要時間）

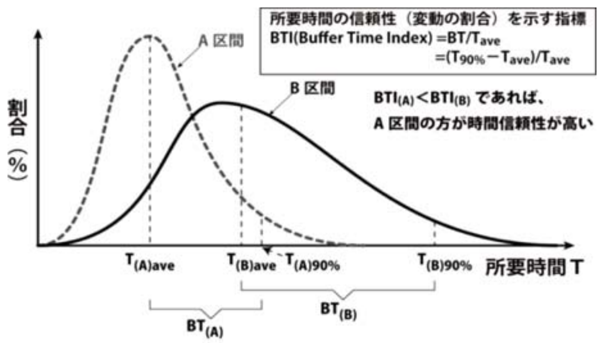

図3-2　所要時間の信頼性(変動の割合)を示す評価指標

(3) バスの渋滞損失時間

バスの運行の遅れによる社会的損失を定量的に評価するため、式（2）を用いて、道路交通センサス区間のバス交通の遅れによる損失時間を算出した。なお、ここでいう道路交通センサス区間は、平成17年度道路交通センサス調査時に設定された区間を指す。

$T_B = \Sigma (T_t - T_s) \times N$　　(2)

(2)式において、

T_B：バス1台あたりの渋滞損失時間（台・時／km・日）

T_t：実旅行時間（時間帯別旅行時間データ）

T_s：基準旅行時間（渋滞のない場合の所要時間。ここでは、特異的に速度の高い車両の影響を除くため、センサス区間毎のすべてのデータにおける、旅行時間の短い方から累積10%に当たる旅行時間とした）

N：路線バスの運行本数（ここでは便宜上、道路交通センサス区間中に複数存在するＤＲＭ区間のうち、全日の運行本数が最大となる区間の時間帯別運行本数を用いた）

ここで算出される値が高いほど、渋滞による損失を被るバス利用者が多いことを示し、社会的な損失の大きさを示す指標となる。

3.３ 評価指標を用いたバス路線の定量的評価

(1) 旅行速度の低下箇所の把握

2010年11月(1ヶ月間)の民間プローブデータより、ＤＲＭ区間毎・時間帯毎の旅行速度を方向別、平日・休日別に算出した結果を図3-3に示す（図3-3においては、3.3(2)で後述するＢＴＩの結果と合わせて表示している）。

平日の内回り方向については、図3-3の①に示す梅の木、②に示す洪福寺、③に示す尾上町を中心とした旅行速度の低下が朝から夕方の時間帯まで続いていることがわかる。また外回り方向については、④で示した宮の下を先頭とした朝及び夕方の時間帯、⑤の梅の木を先頭とした夕方の時間帯、⑥の洪福寺及び⑦の尾上町を中心とした朝から夕方までの時間帯で旅行速度の低下が見られた。

休日については、内回りでは⑧の洪福寺及び⑨の尾上町付近の終日、外回りでは⑩の上星川2～鶴ヶ峰での日中時間帯、⑪の尾上町付近の終日で旅行速度の低下が見られた。

ここで、終日旅行速度が低下している箇所のうち、横浜市中心部に近い洪福寺や尾上町の付近は、図3-3に示すとおり、交差点間隔が密である、すなわち信号交差点が連続する箇所（100m以下の間隔で連続）であることから、終日にわたって旅行速度の低下傾向が見られるものと考えられる。

(2) 旅行時間のばらつき状況（時間信頼性:BTI）の把握

次に旅行時間のばらつき状況（BTI）の算出結果を、上記と同様図3-3に示す。BTIについては、平日の内回りで旅行速度が低下している洪福寺や尾上町付近(図3-3②③)では低いが、同じく旅行速度が低下していた梅の木付近(図3-3①）では大きい値とはならなかった。また、休日も同様に、洪福寺及び尾上町付近（図3-3⑧⑨⑪）では低いが、上星川～鶴ヶ峰の日中時間帯（図3-3⑩）においては、大きい値とはならなかった。

梅の木交差点を含む上星川2～鶴ヶ峰の区間は、横浜都心部区間と異なり、信号交差点が短い間隔で連続する区間ではないが、平日においては、朝から夕方までほぼ1日渋滞することにより、かえって旅行速度のばらつきは少ない状況であり、BTIの値が低く算出されたものと考えられる。これは、バス利用者の観点からは、定常的に遅れが生じると感じる区間と考えられる。

(3) 渋滞損失時間の算出

次に、路線バス1台あたりの渋滞損失時間（道路交通センサス区間毎）を算出した結果を図3-4に示す。

図3-4からは、横浜市中心部に近い吉野町～尾上町や桜木町～高島町の区間において、渋滞の損失（＝バス利用者が被る損失）が大きいことがわかった。

当該区間は信号交差点が連続している区間であることか

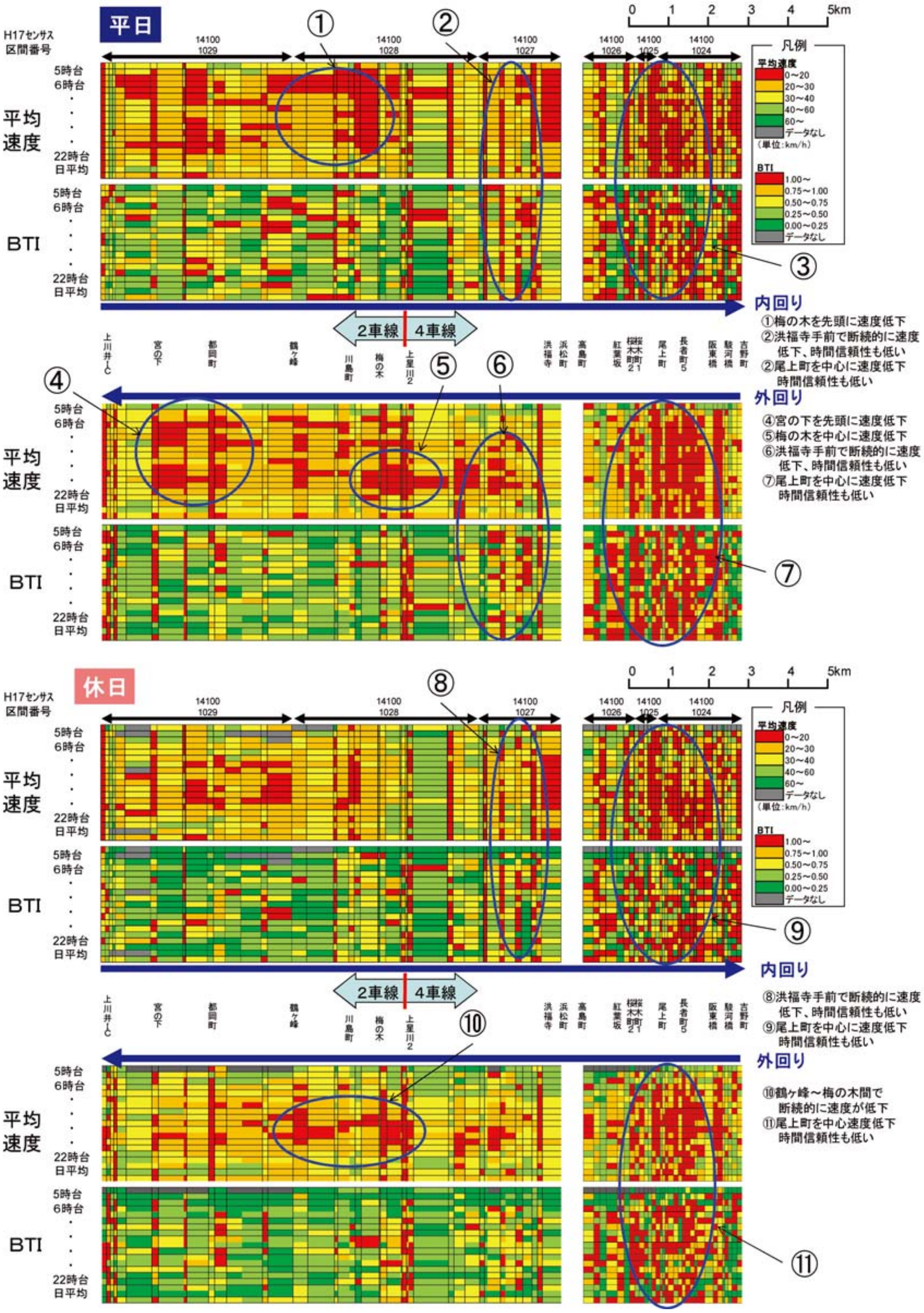

図 3-3　国道 16 号（上川井 IC ～浜松町、高島町～吉野町）の DRM 区間別・時間帯別平均旅行速度及び BTI

ら、他の区間と比べて、旅行速度が低下し、渋滞損失時間が大きくなったと考えられる。

4. 利用者アンケートによる課題箇所把握

前章で定量的に評価した路線を対象に、利用者がバスの運行遅れをどの程度感じているかについて、アンケート調査により把握した結果と比較した。

アンケート調査は平成 23 年 2 月 17 日（木）に、横浜駅等主要バス停から当該区間を運行するバス路線に乗車する利用者にアンケート票を配布し、郵送で回収を行ったもの

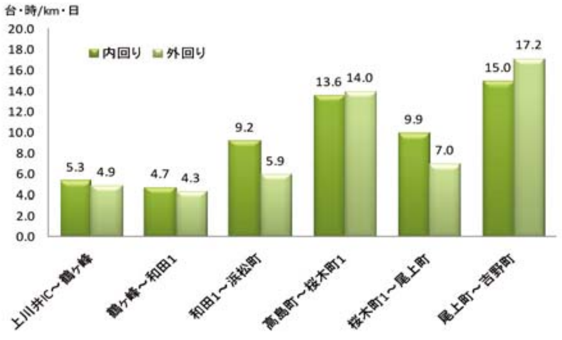

図 3-4　路線バス 1 台あたりの渋滞損失時間

である（2,273 通配布、670 通回収、回収率 29%）。

アンケート調査から本稿の対象エリア（252 通回収）についてまとめた結果を図 4-1 ～図 4-3 に示す。4 車線区間のうち浜松町以西と横浜都心部（高島町～吉野町間）はバスの運行系統が異なるため、分けて示した。

2 車線区間では、図 4-1 において、回答者の 8 割以上が遅れを感じていることがわかった。また、図 4-2 及び図 4-3 において、平日朝の内回りと平日夕方の外回りに遅れを感じる利用者が多く、図 3-3 の①及び⑤で示した傾向と概ね一致していた。

4 車線区間（浜松町以西）では、図 4-1 において 6 割が遅れを感じており、2 車線区間と比べ少ない割合であった。しかし、図 3-3 の②及び⑥では、洪福寺付近の距離の短い区間で終日旅行速度が低下している区間があった。

4 車線区間（横浜都心部）においては、図 4-1 で遅れを感じる回答者が 4 割と、他の 2 区間と比較し少なかった。一方、データからは、図 3-3 の③⑦では全体的に旅行速度が低い傾向であった。

4 車線区間における旅行速度の低下箇所は、DRM 区間が短い、すなわち信号交差点が連続する箇所であった。このことから、信号交差点が連続する区間の場合は、データで現れるほど利用者はバスの遅れを実感していないということが考えられる。

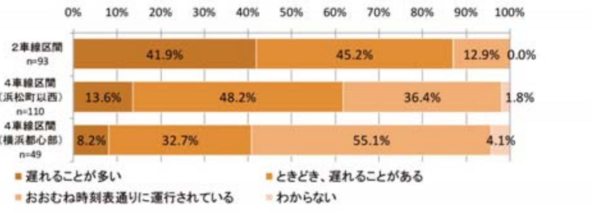

図 4-1　路線バスの運行時間の正確さ（定時性）

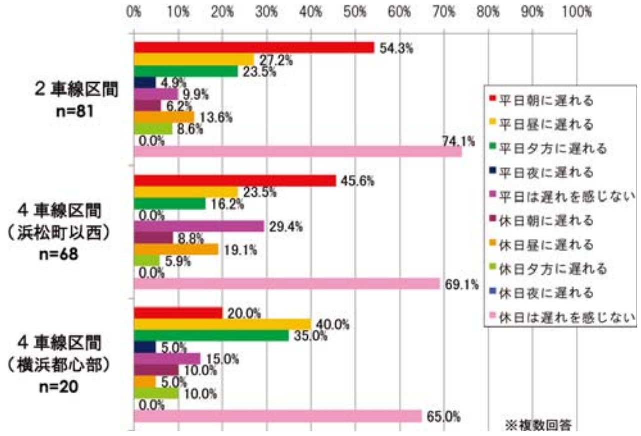

図 4-2　路線バスの運行に遅れが生じる時間帯（内回り）

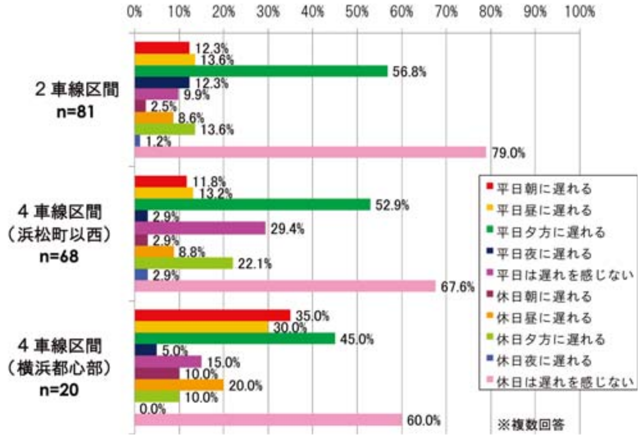

図 4-3　路線バスの運行に遅れが生じる時間帯（外回り）

5. バス運行遅れ調査の実施

旅行速度低下要因を把握するため、2 車線区間および 4 車線区間（浜松町以西）を走行する路線バスに乗車して走行調査を行った。調査範囲は図 3-1 の上川井 IC に近い宮ノ下交差点から、浜松町交差点の手前の宮田町バス停までの区間（内回り）とし、バス停や交差点の通過時刻や停止の開始時刻及び終了時刻を計測し、遅れ要因を把握することとし、平成 23 年 3 月 3 日（木）7:00 ～ 9:00 に実施した。

調査結果を表 5-1 及び図 5-1 に示す。表 5-1 からは、路線バスの運行遅れは、主に 2 車線区間（宮ノ下交差点～東川島町西交差点）で発生していることがわかった。特に、2 車線区間の表定速度は 6.0km/h であり、4 車線区間の 18.2km/h に対し約 3 分の 1 の値であった。

表 5-1　実測調査結果

区間	区間延長 (km)	停止時間 (時:分:秒)	走行時間 (時:分:秒)	停止時間の割合(%)	平均走行速度 (km/h)	表定速度 (km/h)
全体						
宮ノ下交差点〜宮田町バス停	10.47	0:28:37	0:51:30	36%	12.2	7.8
うち2車線区間						
宮ノ下交差点〜東川島町西交差点	6.81	0:25:11	0:42:52	37%	9.5	6.0
うち4車線区間						
東川島町西交差点〜宮田町バス停	3.66	0:03:26	0:08:38	28%	25.4	18.2

また、図 5-1 からは、2 車線区間における運行遅れの主たる要因は、先詰まりによる渋滞（渋滞の影響で停止、発進の繰り返し）であることがわかった。

これは、図 3-3 ①において、梅の木交差点を先頭に長い区間で旅行速度が低い現象、さらに図 4-2 の 2 車線区間において「平日朝に遅れる」と回答した利用者が高いという結果と重ね合わせると、先詰まりによる渋滞での旅行速度の低下が利用者が遅れを感じる要因であると考えられる。

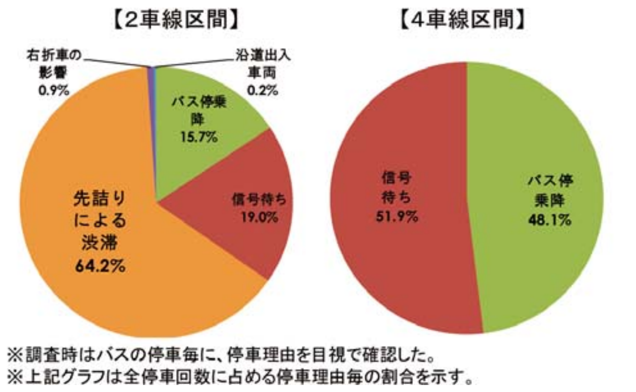

図 5-1　路線バスの運行遅れの要因

6. まとめと今後の課題

本検討では、都市部のバス交通に着目し、データによる評価、利用者の実感、実際のバスの運行状況の把握の 3 つの側面から定時運行の阻害となる箇所及び要因を把握した。

データによる評価では図 3-3 及び図 3-4 に示すとおり、実際に渋滞が激しい箇所と信号交差点が連続している箇所が課題として算出された。次に、利用者アンケート結果からは、旅行速度が低下する箇所のうち、信号交差点が連続する箇所はデータで現れるほど利用者は遅れていると感じていないことがわかった。さらに、バス運行状況の調査結果からは、2 車線区間の内回り、朝の旅行速度低下は「先詰まりによる渋滞」が利用者にとってバスの遅れを実感していることがわかった。

今回の分析評価を通じて、プローブデータを用いてバス交通の課題を把握する手法としての有用性が確認できたと考えている。ただし、手法を適用するにあたっては、信号交差点が連続する箇所における旅行速度の低下については、データで現れるほど利用者が遅れを実感しない場合があるので、留意する必要がある。

バス交通は道路の交通状況に依存する性質をもち、また公共交通でもあることから多くの利用者に影響を及ぼすものである。バス交通の定時性向上に向けて、道路側で把握できるデータを活用、評価する手法を、今後他地域でも適用しつつ、その活用可能性を更に検討していくこととしたい。

謝辞

本稿は、国土交通省関東地方整備局横浜国道事務所から平成 22 年度に受託した「H22 公共交通の交通円滑化に関する調査検討業務」の成果に基づいて作成したものである。同事務所のご担当の皆様には多大なるご指導、ご支援を賜った。また、横浜国立大学大学院の中村文彦教授には、上記業務を進めるにあたっての方向性や検討手法等について貴重なご意見を賜った。ここに厚く謝意を表する。

参考文献

1)　門間ほか「常時観測データを用いた新たな道路サービスレベル指標に関する研究」, 土木学会土木計画学研究論文集 vol.43,2011
2)　山崎ほか「交通ネットワーク信頼性研究の展望」, 土木学会土木計画学研究論文集 vol.43,2011
3)　交通工学研究会セミナー「道路網の時間信頼性：研究と実務の最新動向」(2009.5.15 開催）講演資料）