

# プローブデータを用いた交差点における 交通動向分析のケーススタディ

橋本浩良<sup>1</sup>・水木智英<sup>1</sup>・門間俊幸<sup>2</sup>・上坂克巳<sup>1</sup>・田名部淳<sup>3</sup>

<sup>1</sup>国土技術政策総合研究所道路研究室（〒305-0004 茨城県つくば市旭1番地）

E-mail:hashimoto-h22ab@nilim.go.jp

<sup>2</sup>国土交通省九州地方整備局長崎河川国道事務所

<sup>3</sup>株式会社地域未来研究所

平成22年道路交通センサス旅行速度調査をはじめ、民間プローブデータが交通状況の分析に活用されている。筆者らは、デジタル道路地図区間単位で整理されている個別車両の旅行速度データから、右折、左折、直進のデータを生成し、交差点における交通状況分析を試みた。

デジタル道路地図区間単位で整理されている個別車両の旅行速度データから生成した右折左折直進のデータから次の成果を得た。①昼間12時間の右左折直進の方向別交通割合の算定が可能であること、②直進データと右折データとでは所要時間に明確な差があること、③民間プローブデータの分析を行う際には交差点の右折左折直進の混在していることに注意が必要であること、④交差点における下流側区間の先詰まりの状況など詳細分析が可能であること、⑤これまで算定できなかった信号待ち回数を算定できる可能性があること。

これら分析結果は、今後の民間プローブデータのさらなる利活用に向け貴重な知見と考えられる。

**Key Words** :traffic survey,probe-data , intersection, evaluation of service level

## 1. はじめに

昨今の情報通信技術の進展に伴い、カーナビ搭載車両などから得られる移動軌跡データであるプローブデータ（以下「民間プローブデータ」という。）が、ドライバーへの経路案内、交通情報の提供等に活用されている。

民間プローブデータは、道路行政における交通サービスレベルの観測・把握のためのデータとしても非常に有効である。

民間プローブデータは、平成22年道路交通センサス旅行速度調査をはじめ<sup>1)</sup>、旅行速度の常時観測<sup>2)</sup>や道路の交通円滑性の分析<sup>3)</sup>などに活用されている。例えば、図-1は、平成22年3月20日に供用した第二京阪道路に並行する一般国道1号（京都→大阪、延長約17km）を対象区間として、供用前後の交通円滑性の評価を行ったものである。供用前の分布からは、ボトルネック交差点を渋滞の起点として、日中に速度サービスが低下し、特に18時頃に渋滞が上り方向に伸びていることが読み取れる。供用後の分布からは、供用前の渋滞（ボトルネック交差点付近）がほぼ解消したことが読み取れる。民間プローブデータを活用することで、従前に比べ詳細に道路の交通状況を把握・評価することが可能となっている。

道路の交通円滑性を評価する立場に立った場合、図-1のようなボトルネック交差点については、右左折車両及び直進車両の旅行速度の違いなど、より詳細な交通状況についても把握したいところである。

このような交差点における詳細な交通状況調査には、建設省土木研究所が作成した交通渋滞実態調査マニュアル（案）<sup>4)</sup>が用いられている。しかしながら、交差点の方向別交通量調査や渋滞長調査など人手による実測に頼る部分が多い。このため、交差点マイクロシミュレーションを用いた渋滞調査方法<sup>5)</sup>や試験車両による実走行調査から得られるプローブデータの位置情報等を用いた渋滞調査方法<sup>6)</sup>などが提案されている。しかしながら、交差点マイクロシミュレーションにおいては入力パラメータ類の設定等に労力を要すること、実走行調査のプローブデータについては時間的・空間的に調査可能な箇所が限られてしまうこと、などの課題があると考えられる。このため、交差点における渋滞調査方法として実務で十分に普及しているとは言い難い。

そこで、本稿では、入手し得る民間プローブデータを用いることにより、どの程度まで交差点における渋滞調査が可能であるか、交差点の右折車両、左折車両及び直進車両の交通量割合や所要時間など交差点における交通

分析を試みた結果を紹介する。

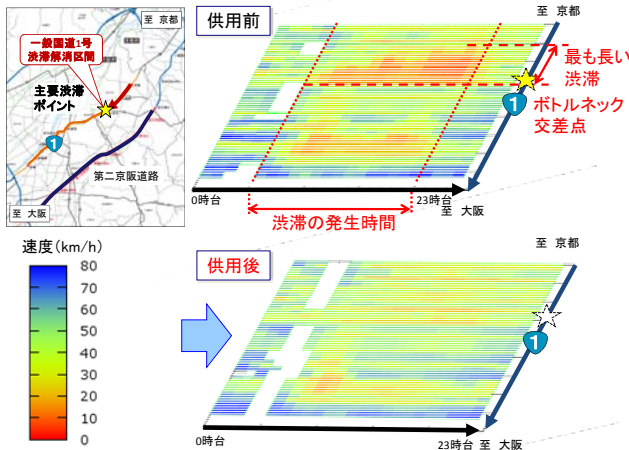


図-1 第二京阪道路供用前後の一般国道1号における旅行速度の分布

## 2. 分析に用いた民間プローブデータ

### (1) 民間プローブデータの概要

前述の通り、民間プローブデータは、自動車メーカーやカーナビメーカー各社、携帯電話等のアプリケーションサービスプロバイダが、会員のカーナビ、携帯電話、スマートフォン、タブレット端末のGPS機能を用いて収集している車両のプローブデータである。

国土技術政策総合研究所では、全国の幹線道路を対象に、デジタル道路地図（以下「DRM」という。）の区間毎に民間プローブデータを取得している。

今般、分析に用いた民間プローブデータは、DRM区間毎の個々の車両に関する1秒毎の流入時間データである（表-1）。

表-1 本分析に用いたプローブデータの項目

流入ノード	流出ノード	日付	流入時間(時:分:秒)	所要時間(秒)	情報件数(件)
0001	0002	20120416	10:15:45	90	1
0002	0001	20120416	10:15:46	80	1
0002	0001	20120416	10:30:57	85	1
...	...	...	...	...	...

### (2) 右左折、直進の推定方法

表-1のデータからでは、個々の車両IDがないため、経路の特定は不可能である。このため、当該データから交差点における右左折、直進の進行方向の推定を行う必要がある。本研究において、右左折、直進の推定方法は、以下の方法により実施した。

例えば、図-2のようなDRM区間でノード0001から流入する交通について考える。

①着目する交差点について、DRM区間の構成を確認する。

②着目する交差点に流入する道路区間（0001→0002）の「流入時間」に「所要時間」を足し、当該道路区間の流出ノード0002の“流出時刻”を算定する。

③②で算定した“流出時刻”が、ノード0002の“流入時刻”となる道路区間（0002→0003 or 0002→0004 or 0002→0005）のデータを探し、道路区間（0001→0002）のデータと対応付ける。

この結果、道路区間（0001→0002）のデータと道路区間（0002→0003）のデータが対応付られた場合は左折車両のデータとなり、道路区間（0001→0002）のデータと道路区間（0002→0004）のデータが対応付られた場合は直進車両のデータとなり、道路区間（0001→0002）のデータと道路区間（0002→0005）のデータが対応付られた場合は右折車両のデータとなる（表-2）。

以上の作業を繰り返し、着目する交差点における右折左折及び直進の進行方向を推定した。

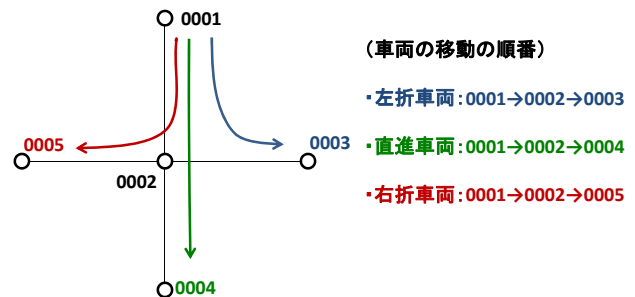


図-2 右折、左折及び直進の推定例

表-2 右折左折及び直進の推定後のデータ例

流入ノード	流出ノード	日付	流入時間(時:分:秒)	所要時間(秒)	情報件数(件)
<b>(左折車両のデータ)</b>					
0001	0002	20120416	10:15:00	30	1
0002	0003	20120416	10:15:30	45	1
<b>(直進車両のデータ)</b>					
0001	0002	20120416	10:16:10	40	1
0002	0004	20120416	10:16:50	50	1
<b>(右折車両のデータ)</b>					
0001	0002	20120416	10:14:50	35	1
0002	0005	20120416	10:15:25	15	1

## 3. ケーススタディの対象箇所

### (1) ケーススタディの対象箇所

本研究において、ケーススタディの対象箇所は、下記2点の理由から、一般国道15号・東蒲田二丁目交差点とした（図-3）。

理由① 民間プローブデータの取得サンプル数が多い都心部の一般国道であること。

理由② ケーススタディの検証に用いるための交差点の

実測調査が行われていること（当該交差点では、平成24年2月1日に調査が行われている。）



図-3 ケーススタディの対象箇所：東蒲田二丁目交差点

## (2) ケーススタディの対象箇所の特徴

東蒲田二丁目交差点の交差点の構成は図-4の通りである。交差点への主要な流入方向は、南北から（一般国道15号から）の流入である。

平成24年2月1日に行われた調査結果によると昼間12時間の1時間当たりの流入交通量は、北側から南側からがそれぞれ800台程度、西側からの流入が300台程度、東側からの流入が60台程度となっている。

渋滞は、北側からの流入と西側からの流入とで発生している。北側からの流入では、主として、右折車両を原因とする渋滞が8時台に、下流側の先詰まりを原因とする渋滞が17時台、18時台に発生している。最大渋滞長は110mで17時台となっていた。西側からの流入では、踏切を原因とする渋滞が各時間に発生している。最大渋滞長は190mで、7時台に発生している。

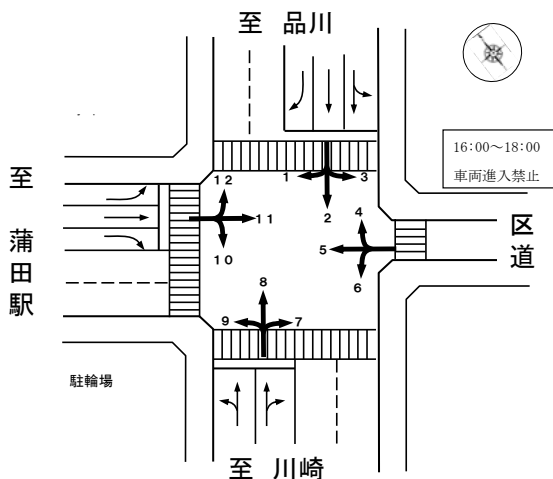


図-4 東蒲田二丁目交差点の構成

## 4. 交差点の交通状況の分析

### (1) 右折左折直進の推定

当該交差点における右折左折直進の推定を試みた。

東蒲田二丁目交差点のDRM区間の構成は図-5の通りである。平成23年2月から平成23年11月までの平日のデー

タを用いて、2.(2)の方法により、右折、左折、直進の推定を行った。

これを交差点に流入する全データについて実施した結果、北側からの流入であれば全5,939サンプルのうち4,103サンプル（69%）で、南側からの流入であれば全6,172サンプルのうち4,345サンプル（70%）で、右折左折直進の判別を行うことができた（表-3）。

判別できたサンプルは70%程度であったものの、北側からの流入及び南側からの流入については、10カ月間で4,000サンプル以上の非常に多くのサンプルが得られたと考えられる。

以降の分析は、サンプル数の多い北側からの流入及び南側からの流入を中心に実施した。

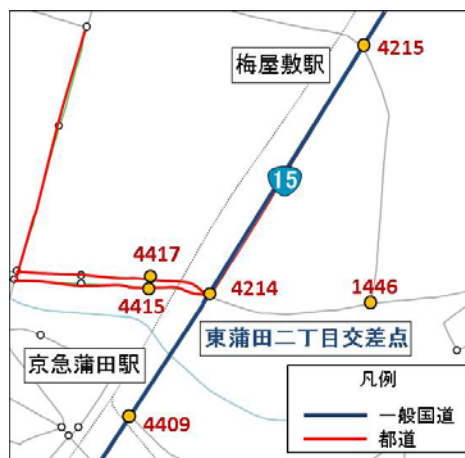


図-5 東蒲田二丁目交差点付近のDRM区間の構成

表-3 右折、左折、直進の推定結果

流入方向	全サンプル数	推定できたサンプル数	推定できたサンプル割合
北側	5,939	4,103	69%
東側	64	36	56%
南側	6,172	4,345	70%
西側	1,118	661	59%
合計	13,293	9,145	69%

### (2) 右折左折直進割合の推定

当該交差点における右折左折直進の交通量割合の把握を試みた。

交差点の実測調査が行われた平成24年2月1日の前年同月にあたる平成23年2月のデータを用いて、昼間12時間（7時台から18時台）の時間別に、右折左折直進割合の推定を行い、実態調査結果をもとに $\chi^2$ 検定を行った。当該交差点の主要な流入方向であり、サンプル数も多い北側からの流入と南側からの流入を分析対象とした。北側からの流入については表-4に、南側からの流入については表-5に、分析結果を示す。

北側からの流入、南側からの流入ともに、右折左折直進割合は、民間プローブデータと実測とで概ね近い値が得られている。

$\chi^2$ 検定結果をみると、12時間の右左折直進割合の検定結果が、北側からの流入で5.755、南側からの流入で5.379と、自由度2、有意水準5%の限界値5.991よりも小さく、有意差はないと考えられる。従って、昼間12時間の右左折直進の方向別交通割合であれば、民間プローブデータからの算定が可能と考えられる。

時間帯別の右左折直進割合についても昼間12時間と同様に有意差がないという結果となった。しかしながら、民間プローブデータのサンプル数が少ないことから、検定力の低下が懸念される。このため、今後、民間プローブデータのサンプル数が増えてくれば、時間帯別に左折直進の方向別交通割合が算定できる可能性がある。

表-4 北側からの流入の右折左折直進割合の推定結果

時間	民間プローブ			実測			$\chi^2$ 乗検定結果
	左折: 北→東	直進: 北→南	右折: 北→西	左折: 北→東	直進: 北→南	右折: 北→西	
7	0 (0.0%)	27 (87.1%)	4 (12.9%)	1 (0.1%)	606 (88.5%)	78 (11.4%)	0.114
8	0 (0.0%)	17 (85.0%)	3 (15.0%)	17 (2.4%)	588 (83.8%)	97 (13.8%)	0.508
9	0 (0.0%)	26 (81.3%)	6 (18.8%)	6 (0.8%)	681 (85.3%)	111 (13.9%)	0.842
10	0 (0.0%)	41 (93.2%)	3 (6.8%)	9 (1.1%)	672 (83.9%)	120 (15.0%)	2.904
11	0 (0.0%)	20 (95.2%)	1 (4.8%)	28 (3.3%)	687 (80.8%)	135 (15.9%)	2.867
12	0 (0.0%)	19 (79.2%)	5 (20.8%)	17 (1.9%)	722 (82.0%)	142 (16.1%)	0.817
13	0 (0.0%)	25 (89.3%)	3 (10.7%)	15 (1.8%)	697 (85.9%)	99 (12.2%)	0.605
14	0 (0.0%)	21 (95.5%)	1 (4.5%)	13 (1.6%)	692 (85.0%)	109 (13.4%)	1.919
15	0 (0.0%)	19 (86.4%)	3 (13.6%)	10 (1.2%)	692 (81.8%)	144 (17.0%)	0.464
16	0 (0.0%)	12 (92.3%)	1 (7.7%)	0 (0.0%)	751 (80.8%)	179 (19.2%)	-
17	0 (0.0%)	8 (88.9%)	1 (11.1%)	1 (0.1%)	766 (84.1%)	144 (15.8%)	0.160
18	0 (0.0%)	7 (87.5%)	1 (12.5%)	9 (1.0%)	769 (88.1%)	95 (10.9%)	0.102
昼間 12時間	0 (0.0%)	242 (88.3%)	32 (11.7%)	126 (1.3%)	8,323 (84.1%)	1,453 (14.7%)	5.755

注) 上段: 右左折直進サンプル数, 下段: 右左折直進割合

表-5 南側からの流入の右折左折直進割合の推定結果

時間	民間プローブ			実測			$\chi^2$ 乗検定結果
	左折: 南→西	直進: 南→北	右折: 南→東	左折: 南→西	直進: 南→北	右折: 南→東	
7	0 (0.0%)	23 (100.0%)	0 (0.0%)	18 (1.7%)	1024 (97.8%)	5 (0.5%)	0.517
8	1 (3.7%)	26 (96.3%)	0 (0.0%)	43 (4.7%)	864 (94.8%)	4 (0.4%)	0.184
9	1 (4.8%)	20 (95.2%)	0 (0.0%)	65 (8.4%)	704 (90.6%)	8 (1.0%)	0.592
10	1 (3.4%)	28 (96.6%)	0 (0.0%)	42 (5.2%)	761 (93.8%)	8 (1.0%)	0.477
11	0 (0.0%)	34 (100.0%)	0 (0.0%)	50 (5.6%)	835 (93.6%)	7 (0.8%)	2.321
12	3 (6.8%)	41 (93.2%)	0 (0.0%)	54 (7.2%)	697 (92.7%)	1 (0.1%)	0.068
13	2 (5.3%)	36 (94.7%)	0 (0.0%)	59 (6.7%)	812 (92.1%)	11 (1.2%)	0.619
14	0 (0.0%)	31 (100.0%)	0 (0.0%)	84 (9.8%)	769 (89.3%)	8 (0.9%)	3.709
15	2 (6.7%)	28 (93.3%)	0 (0.0%)	64 (8.4%)	687 (90.3%)	10 (1.3%)	0.534
16	2 (7.7%)	24 (92.3%)	0 (0.0%)	35 (4.1%)	817 (95.8%)	1 (0.1%)	0.879
17	1 (3.3%)	29 (96.7%)	0 (0.0%)	31 (4.3%)	693 (95.6%)	1 (0.1%)	0.107
18	0 (0.0%)	7 (100.0%)	0 (0.0%)	36 (5.6%)	588 (92.2%)	14 (2.2%)	0.595
昼間 12時間	13 (3.8%)	327 (96.2%)	0 (0.0%)	581 (5.9%)	9,251 (93.4%)	78 (0.8%)	5.379

注) 上段: 右左折直進サンプル数, 下段: 右左折直進割合

### (3) 直進と右折との所要時間の比較

直進と右折との所要時間の比較を行った。

平成23年2月から11月までの10カ月の所要時間データを用いて、北側からの流入について、右折と直進との所要時間の比較を行った。0時台から23時台まで時間別に平均所要時間を算定したものを図-6に示す。この図より、7時台から17時台までは、直進の所要時間より、右折の所要時間の方が大きいことが分かる。

次に、平成23年2月から11月までの10カ月分の所要時間データを用いて、10秒ピッチで作成した昼間12時間の所要時間のヒストグラムを図-7、図-8に示す。直進が図-7、右折が図-8である。2つの図から、直進については、所要時間50秒と110秒に明確な山ができて一方、右折については所要時間200秒程度まで分布していることが分かる。

民間プローブデータを用いた分析のみでは、右折車線の車列が、本線に影響を与えているのかを判断することはできない。しかしながら、右折車両の所要時間が特に多い時間帯については、右折車両が本線に影響を与えている可能性があると考えられる。

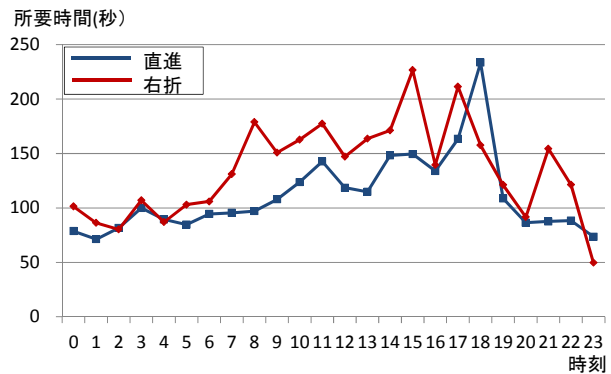


図-6 直進と右折との時間別所要時間の比較

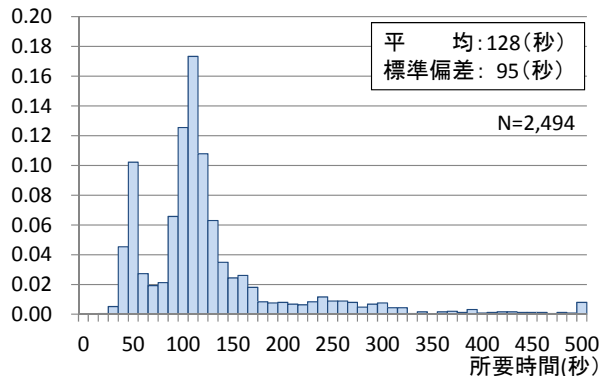


図-7 直進の昼間12時間の所要時間分布



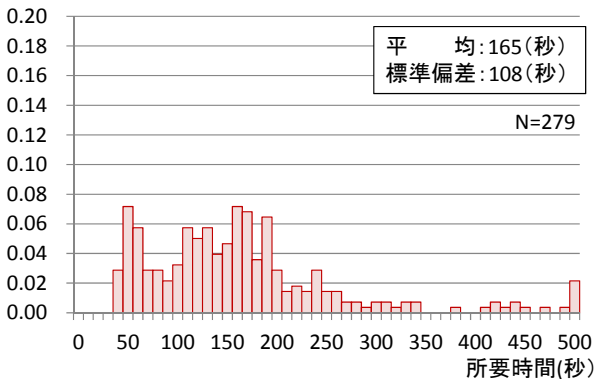


図-8 右折の昼間12時間の所要時間分布

(4) 直進車両の渋滞原因の検証

次に、北側からの流入の直進車両の渋滞原因となっている下流側区間の先詰まりについて検証する。当該交差点に流入する道路区間を上流側とし、当該交差点を直進して流出する道路区間を下流側とした。分析には、平成23年2月から11月までの10カ月分の所要時間データを用いた。

上流側、下流側それぞれ時間別の平均速度を算定したものを図-9に示す。この図より、下流側の速度が低くなっている時間については、上流側の速度も低くなっていることが分かる。上流側と下流側とで同様の速度変化傾向を示していると考えられる。特に、当該交差点の渋滞調査結果より最大渋滞長を示す17時台18時台については下流側の速度が10km/h未満と非常に低くなっており、上流側へ大きな影響を与えていると考えられる。

以上より、民間プローブデータを用いることで、北側からの流入の直進車両の渋滞原因である下流側区間の先詰まりの状況を示すことができたと考えられる。

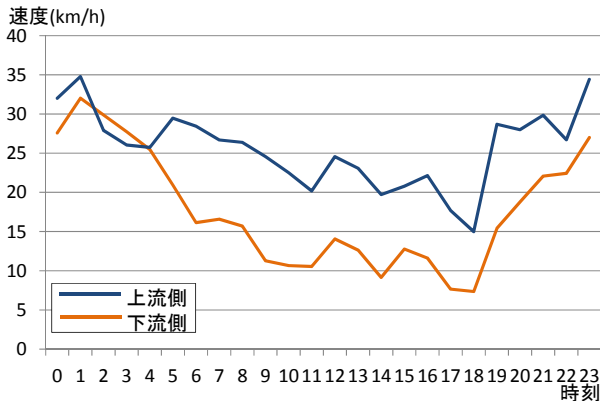


図-9 北側からの流入における上流側、下流側の時間別の平均速度

ることが分かった。このことは、今後、民間プローブデータを活用していく上での、重要な留意事項となる。

平成17年道路交通センサスなど従前の旅行速度調査は、試験車両による実走行調査が主であったため、路線ごとに実走行調査が行われていた。従って、交差点では、主として直進車両の調査結果となっていた。一方で、民間プローブデータは、対象となる道路区間を走行する車両の速度である。このため、交差点では、右折左折直進が混在することとなる。今後、民間プローブデータを用いて、交通円滑性の評価などを行う場合、民間プローブデータは、交差点の右折左折直進が混在するデータであることを認識しておく必要がある。

図-10は、全国及び東京都における一般国道及び主要地方道のうち、平成22年道路交通センサスにおいて旅行速度調査に民間プローブデータが活用された旅行速度調査単位区間について、平成22年調査と平成17年調査の速度分布を示したものである（平成17年調査は混雑時・混雑方向のみの調査であったことから、平成22年調査においては混雑時の調査結果から旅行速度の低い方向の旅行速度を用いている）。この図より、全国及び東京都ともに平成17年調査に比べ、速度が低い領域に分布していることが分かる。特に、東京都の速度分布においてその傾向が著しい。

全国及び東京都において、それぞれ平成22年調査と平成17年調査との速度比（平成22年/平成17年）の分布を確認した。全国の速度比の分布は、速度比0.95～1.05を中心にほぼ左右対称の分布となっている。一方、東京都の速度比の分布は、速度比1.0を下回る区間が多いことが分かる（図-11）。東京都は、信号交差点が多いため、右折左折の影響を大きく受けていると考えられる。

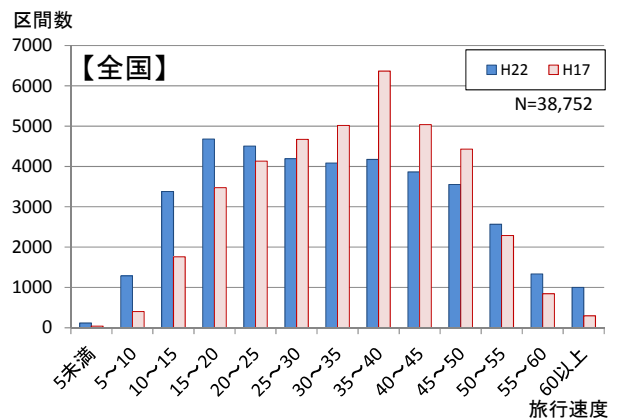


図-10(1) 全国における平成17年と平成22年の道路交通センサス混雑時旅行速度の分布

5. 交通状況の分析結果に関する考察

(1) 直進と右折との所要時間の差異

4. (3) より、直進と右折とで所要時間に明確な差があ

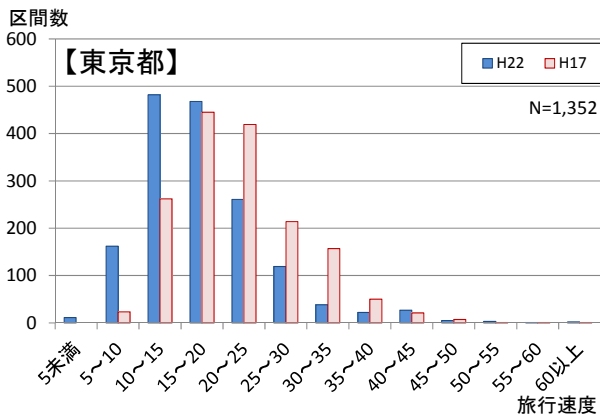


図-10(2) 東京都における平成17年と平成22年の  
道路交通センサス混雑時旅行速度の分布

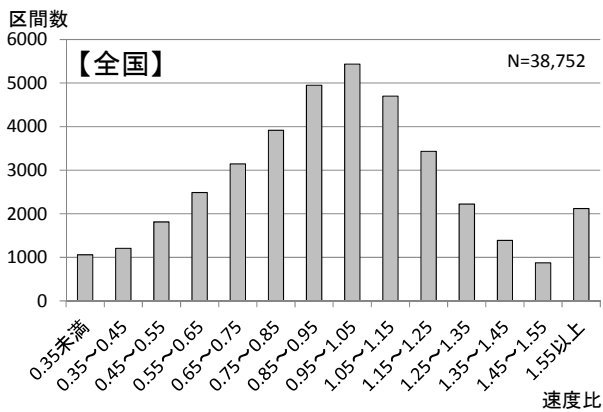


図-11(1) 全国におけるの平成17年と平成22年との  
道路交通センサス混雑時旅行速度の速度比 (H22/H17)

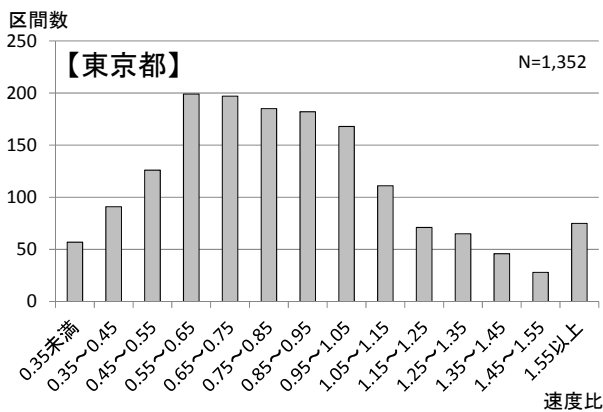


図-11(2) 東京都におけるの平成17年と平成22年との  
道路交通センサス混雑時旅行速度の速度比 (H22/H17)

## (2) 直進の所要時間分布

4. (3) 図-7の通り、直進については、所要時間50秒と110秒に明確な山ができています。この2つの山について、所要時間50秒の山は信号待ち0回の交通、所要時間110秒の山は信号待ち1回の交通と推測することができます。

図-7の描画に用いた2,494サンプルから、昼間12時間の所要時間の10%タイル値を算定した。10%タイル値は、

異常に速いサンプルを除き所要時間の少ないデータを指すことから、信号待ち0回の場合の所要時間と考えることができる。算定結果は49秒となり、図-7の第1の山の50秒とほぼ同じ値となった。このことから当該区間における所要時間50秒の山は、信号待ち0回とみなすことができる。

次に、信号待ち0回の場合の所要時間の平均を49秒とみなせば、所要時間49秒を基準値として、基準値からの遅れ時間から信号待ち回数の導出が可能となる。当該交差点の実態調査結果によると、北側からの流入に関して昼間12時間の信号現示は、青が約80秒、黄赤が約70秒の約150秒のサイクルである(図-12)。従って、49秒+150秒までは1回の信号待ち、49秒+300秒までは2回の信号待ちと想定される。

図-6の直進の時間別所要時間と照らして考えると、18時台を除き平均所要時間が70秒から200秒ということで、通常は信号待ちが0回又は1回程度発生しており、18時台については所要時間が200秒を超えていることから2回以上の信号待ちが発生していると考えられる。

以上より、民間プローブデータを活用により、これまで算定できなかった信号待ち回数を算定できる可能性があると考えられる。ただし、この信号待ち回数の導出については、実調査結果等を用いたさらなる検証が必要であると考えられる。

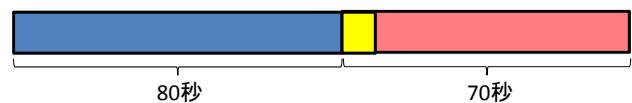


図-12 東蒲田二丁目交差点における北側からの流入の  
信号サイクル

## 6. おわりに

本稿では、現在入手し得る民間プローブデータを用いることにより、どの程度まで交差点における渋滞調査が可能であるか、交差点の右折車両、左折車両及び直進車両の交通量割合や所要時間など交差点における交通分析を試みた。その結果、以下のことがわかった。

- ①昼間12時間の右左折直進の方向別交通割合であれば、民間プローブデータからの算定が可能であること
- ②直進と右折とで所要時間に明確な差があり、直進の所要時間より、右折の所要時間の方が大きいこと
- ③民間プローブデータは、交差点の右折左折直進が混在するデータであることを認識しておく必要があること
- ④上流側と下流側との旅行速度比較を行うことで、下流側区間の先詰まりの状況を把握することができること
- ⑤これまで算定できなかった信号待ち回数を算定できる可能性があること

本研究成果の実務における活用を考えた場合、下記の課題があると考えている。

- 1) 他の交差点についても本稿と同様のケーススタディを行い、知見の蓄積により、分析結果の妥当性を証明していくことが必要である。
- 2) 信号待ち回数の導出については、実調査結果等を用いてさらなる検証を行う必要がある。

特に、信号待ち回数の導出については、道路利用者にとって分かりやすい新たな交通円滑性の評価指標となる可能性がある。今後も引き続き分析を進め、民間プローブデータの分析手法を開発していく予定である。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省道路局企画課道路経済調査室 国土技術政策総合研究所道路研究部道路研究室：平成 22 年度道路交通センサス一般交通量調査結果の概要，高速道路と自動車，Vol.55 No.3 pp.47-51，2012
- 2) 上坂克巳，門間俊幸，橋本浩良，松本俊輔，大脇鉄也：道路交通調査の新たな展開 ～5 年に 1 度から 365 日 24 時間へ～，土木計画学研究・講演集，Vol.43，2011.5.
- 3) 橋本浩良，河野友彦，門間俊幸，上坂克巳：プローブデータを用いた交通円滑性評価の実務への適用，国総研レポート 2011，2011
- 4) 建設省土木研究所：交通渋滞実態調査マニュアル(案)，1990
- 5) 栗井，山根，波多野：渋滞通過時間による需要交通量推計とその応用に関する考察，第 20 回交通工学研究発表論文報告集，pp.177-180，2000.10
- 6) 北村，牧村，篠原：プローブカーデータによる渋滞長調査手法の開発，第 26 回交通工学研究発表論文報告集，pp.65-68，2006.10

(2012.5.7 受付)

## CASE STUDY OF TRAFFIC AT INTERSECTIONS TREND ANALYSIS USING THE PROBE DATA

Hiroyoshi HASHIMOTO, Tomohide MIZUKI, Toshiyuki MOMMA,  
Katsumi UESAKA, and Jun TANABE