

わが国における都市内路線バスの 輸送力と速度の実態

渡邊 亮¹・菅沼 久将²・板谷 和也³

¹非会員 一般財団法人運輸調査局 調査研究センター（〒160-0016 東京都新宿区信濃町34）

E-mail:RyoWatanabe@itej.or.jp

²非会員 一般財団法人運輸調査局 調査研究センター（〒160-0016 東京都新宿区信濃町34）

E-mail: HisayukiSuganuma@itej.or.jp

³正会員 一般財団法人運輸調査局 情報センター（〒160-0016 東京都新宿区信濃町34）

E-mail:Kazuyaltaya@itej.or.jp

バスに関する研究は、これまでも数多く行われており、バスの輸送力や速達性を確保するために導入された施策の効果を紹介する文献も多数存在する。しかし、多くは特定地点を対象にしており、複数事例の比較から、バスの輸送力や速達性を考察した事例は少ない。

本研究では、バスの輸送力や速達性を確保するための施策が導入されている都市で現地調査を行った。その結果、同様の施策を導入している場合でも、都市によって輸送力や速達性に差があり、輸送力が大きい都市では速達性も高いことが明らかになった。また、地方都市で行った現地調査の結果からは、バスが単線鉄道とほぼ同等の輸送力と速達性を有する事例があることが確認できた。そのため、今回の調査において、効果が確認された施策を有効に活用すれば、より高水準の輸送サービスを提供できる可能性がある。

Key Words : 交通容量, 交通量計測, 公共交通運用, バス優先施策

1. はじめに

(1) 研究の背景と目的

バスに関する研究は、これまでも様々な観点から行われてきた。それらの中には、バスの輸送力や速達性を確保するために導入された施策の効果について、紹介する文献が多数存在する。しかし、その多くは、特定の地点を対象にしており、複数の事例の比較から、バスの輸送力や速達性を考察した事例は少ない。

そこで、本研究では、警察官の立ち会いや中央走行方式などの施策が導入されている都市や、バスの運行本数が多い都市で、朝のラッシュ時に現地調査を行い、バスの輸送力や速達性を把握した。これに加えて、本研究では、地方都市においても現地調査を行い、現在の走行環境におけるバスの輸送力や速達性と鉄道の輸送力や速達性との比較を試みた。

(2) 既存研究のレビュー

バスの輸送力を検討した代表的な研究の一つに、中村（1995）がある¹⁾。この研究では、海外の事例も踏まえ、施策別のバスの輸送力を明らかにしている（表1）。

矢部ら（2005）では、交通システムの輸送力は、停車

時間の最も長い駅の輸送力に支配されるとしたうえで、海外を含む現地調査の結果から、車外運賃收受方式やICカードが乗降時間・バス停車時間の短縮に繋がることを明らかにしている²⁾。また、宇佐美ら（2005）では、国内のバス停における現地調査の結果を基に、距離制の運賃よりも定額制の運賃の方が、特に高齢者の乗降時間短縮に寄与することなどを明らかにした³⁾。

さらに、二輪車のバス専用通行帯通行に関する研究プロジェクト（2013）では、バス専用通行帯の在り方を検討する中で、現地調査を実施し、その結果、路側駐車がバス専用通行帯の走行の妨げとなっており、バスの運行

表-1 既存研究で示された条件別のバス輸送力

輸送力	条件
2,800人/h	(1) 通常の道路で2分間隔
4,800人/h	(2) バス専用レーンでの走行
5,800人/h	(3) 信号なしの専用道路を60秒間隔で走行
6,700人/h	(4) (3)に加え、バス停での追い越し可能
10,300人/h	(5) (3)に加え、接続バスの導入
11,500人/h	(6) (3)に加え、2台隊列で運行
14,500人/h	(7) (3)に加え、全バス停で車外收受を実施
20,400人/h	(8) (3)に加え、接続バス2台で運行

出典) 中村(1995)

本数の減少がこれを助長している可能性を指摘している⁴⁾。

このほかにも各地におけるバス優先施策の導入に際し、その効果を把握した文献は古くから数多く存在する（例えば、本多ら(1985)⁵⁾、沢山ら(2003)⁶⁾、兵庫県県土整備部県土企画課交通政策課(2009)⁷⁾など）。しかし、複数の都市における比較から、考察を行った研究はほとんど存在しない。そこで、本研究では現地調査から、路線バスの輸送力や速達性を把握することとした。

2. 現地調査の実施方法と計測結果

(1) 調査の目的と調査区間の選定方法

本研究は、複数の都市における比較から、考察を行うことを目的としている。そのため、調査区間は以下の2つの基準に基づき選定した。

表-2 調査区間と選定理由

調査箇所	調査実施都市	距離	実施日	調査時間	ピーク時バス本数	優先施策	優等運転	車線数	選定理由
A	首都圏郊外部	1.1km	5/7	6:00~9:00	47本/h	なし	なし	1	首都圏の片側1車線道路の中でバス混入率が最も高い(道路交通センサス結果による)
B	中核市中心部*	0.6km	5/8	6:30~9:30	121本/h	専用	なし	3	ピーク時のバス本数が非常に多い
C	首都圏中心部	2.6km	5/10	7:10~10:10	63本/h	専用	なし	3	首都圏の片側3車線道路で、バス混入率が最も高い(道路交通センサス結果による)
D1	関西圏郊外部	0.9km	5/30	6:30~9:30	45本/h	専用	なし	1	片側1車線道路で、朝ラッシュ時にバス専用規制を実施(警察官立ち会いあり)
E1	中核市中心部*	1.2km	7/8	6:20~10:10	41本/h	専用	なし	1	片側1車線道路で、ラッシュ時にバス専用規制を実施(警察官立ち会いなし)
E2				14:00~15:00	40本/h	なし	※	1	
E3				16:30~20:00	42本/h	専用	※	1	
E4				7/9	7:00~8:00	43本/h	なし	※	
F	政令指定都市*	10.7km	9/3	6:50~10:10	9本/h	なし	一部	1~2	同一都市の鉄道と比較を行うため
G	特例市郊外部* 特例市中心部*	6.3km	9/4	6:30~9:40	6本/h	なし 専用	なし	1	同一都市の鉄道と比較を行うため
H	政令指定都市中心部*	3.2km	9/17	7:00~10:00	32本/h	専用	なし	2	ピーク時のバス本数が多く、(運賃後払いで降車)が中心)
I	政令指定都市郊外部* 政令指定都市中心部*	8.7km	9/18	6:40~9:50	47本/h	専用	あり	2~4	同一都市の鉄道と比較を行うため
D2	関西圏郊外部	3.2km	10/8	6:30~9:30	27本/h	専用	なし	1	D1の追加調査(D1で非実施の自動車通行台数を含めた調査)
J	中京圏中心部*	10.9km	10/9	6:00~9:10	30本/h	専用	なし	3	中央走行方式を導入
K	中核市郊外部* 中核市中心部*	10.9km	10/10	6:40~9:50	22本/h	一部 専用	一部	1	同一都市の鉄道と比較を行うため

実施日は全て2013年

*は県庁所在地

※ 優等運転は行わないが、市内線と郊外線で停留所分離

表-3 計測項目と計測内容

計測項目	バス走行状況	自動車走行状況
計測内容	通過時間 (最小5秒, 最大30秒) 車両ナンバー 車体タイプ(4タイプ) 混雑状況(5段階)	小型車の通過台数 大型車の通過台数 (いずれも5分単位)

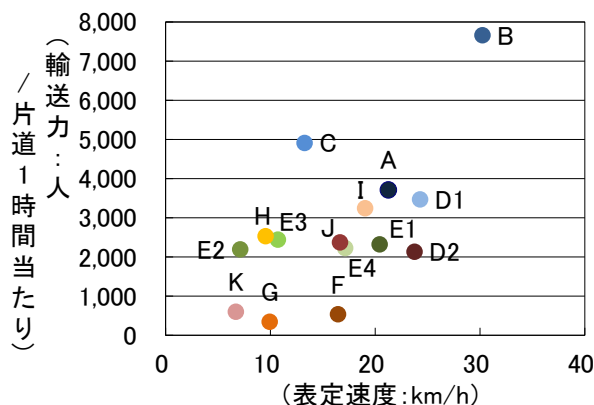


図-1 現地調査に基づく輸送力と表定速度一覧

- 警察官の立ち会いや中央走行方式などのバスを優先する特徴的な施策が導入されている
- バス専用／優先レーンが導入されており、（時刻表上の）バスの走行台数が特に多い

また、地方都市における現地調査は、鉄道の輸送力や速達性との比較を行うことが目的であるため、鉄道がある市の中から、人口の規模等を勘案し、政令指定都市、中核市、特例市を一つずつ選出した。なお、これら3市はいずれも西日本エリアである。

(2) 計測方法

計測は、全国11か所で計15回行った。調査区間と各都市の特徴は表2の通りである（実施個所に降雪地帯は含まれない）。計測は、朝ラッシュ時の路線バスの設定本数が多い3時間程度の間、調査区間の両端に要員を配置し、都心部へ向かう車線において、表3の項目を把握した（一部箇所では、調査区間内にも要員を配置し、都心部／郊外部等の分類可能にしたほか、調査個所の特性に応じ調査項目を変更している）。

(3) 計測結果

各地の輸送力と速達性をまとめた結果は、図1の通りである。最も興味深い点は、概ね輸送力が高いと表定速度も高い傾向が見られたことである。図中で右上に位置する都市D（D1およびD2）や都市Iでは、バスの速達性や定時性を高めるため、排他的な専用レーンを確保したり、急行運転を実施している。これに対し、左下に位置する都市E2や都市G、都市Kでは排他的な規制などは行われていない。

また、これらの施策の実施有無は、必ずしも道路の車線数には依存しているわけではない。そのため、輸送

力・速達性が共に低い都市であっても、他地域で採り入れられている取り組みを採用することで、輸送力や速達性を高められる可能性があるということが示唆される。

3. バスの輸送力と速達性に関する考察

(1) 現地調査で把握した輸送力と既存研究との比較

今回の調査区間の中で、最も輸送力が大きかったのは、都市Bで約8,000人hであった（表4）。これは、各地へ向かう（からの）バスが中心部で集中するためである。

ただし、今回の現地調査で得られた結果と、既存研究で示された輸送力を比較すると、今回の調査対象で最も輸送力が大きかった都市Bでも、その輸送力は中村（1995）で示されている最大値のおよそ1/3であり、（現在日本で導入されていないものも含め）様々な施策を通じ、輸送力を大きく増加させる余地があることが分かる。

また、今回の調査区間では、半数以上でバス優先ないし専用レーンが導入されていた。しかし、そのほとんどの箇所でバスの輸送力は、中村（1995）で示された水準（4,800人h）に達しておらず、バスの専用レーンが十分有効に活用されているとは言いがたい。

なお、同一都市の鉄道との比較を行うため、現地調査を行った都市F、都市G、都市Kの輸送力は、全て1,000人h以下であった。これらは道路環境や設備面での制約ではなく、需要に応じた輸送力が設定されているためと考えられる。

(2) 現地調査で把握した速達性とその影響要因

今回計測を実施した区間におけるバスの表定速度は、概ね10～25km/hであり、バス優先レーンや専用レーンによる顕著な差異は認められなかった。

表定速度が比較的高かった都市Bや都市D（D1およびD2）、都市E1の場合、調査区間内の乗降が殆ど見られなかったことが特筆される。また、都市Aや都市Cは利用者が比較的多かったにも関わらず、表定速度が比較的高かった。これは、料金先払いの均一料金が設定され、かつICカードが導入されており、乗降がスムーズであったことが寄与していると考えられる。

都市Hも同様に、乗車率が比較的高く、ICカードも導入されている。しかし、運賃が後払い方式であり、かつ各地からのバスが都心部の停留所に集中するため、表定速度が低下したと考えられる。このような場合、バスベ이의形状の工夫や、運賃の收受方式、運賃制度そのものの工夫により、表定速度は改善する可能性があると考えられる。

表4 現地調査に基づくバス輸送力

バス輸送力	都市名	導入施策
300人/h	都市G	専用レーン有 バス専用道
500人/h	都市F	
600人/h	都市K	
2,100人/h	都市D2	
2,200人/h	都市E2	
	都市E4	バス専用道 中央走行方式 バス専用道
2,300人/h	都市E1	
2,400人/h	都市J	
	都市E3	専用レーン 専用レーン・急行運転
2,500人/h	都市H	
3,200人/h	都市I	バス専用道
3,500人/h	都市D1	
3,700人/h	都市A	
4,900人/h	都市C	
7,700人/h	都市B	専用レーン、車少

4. 各種施策の導入効果

次に、個別の事例から、バス優先施策の効果について検証したい。

(1) 強い規制を伴うバス専用道の場合

都市D（D1およびD2）では、平日の朝ラッシュ時に、警察官の立会の下、片側1車線道路をバス専用にする取り組みが行われている。今回の研究では、この都市において2回、調査を行った。

その結果、都市Dにおけるラッシュ時の道路規制は、実施距離が約1kmと短いものの、規制実施時間帯の平均通過時間は、実施時間外と比較すると平均で24%短くなり、バスの表定速度は専用道の実施中とそれ以外の時間で5km/h程度の差異が見られた。とりわけ、規制実施時間帯と規制実施時間後と比較すると、その差は顕著であり、片側1車線道路における自家用車に対する規制は、バスの速達性に大きな効果があることが確認できた。

また、実施時間内と実施時間外と比較すると、実施時間内の方が最小・最大通過時間の差が小さい。ここから規制を実施することで、バスの安定した運行にもつながっていることが分かった（表5）。

(2) 強い規制を伴わないバス専用道の場合

都市E（E1～E4）は、朝夕のラッシュ時に、都市Dと同様に片側1車線の道路において、バス専用道を実施している。ただし、都市Dと異なり、警察官の立会はないほか、タクシーの乗り入れが認められている。

都市Eで行った現地調査の結果を見ると、交通規制実施時間中も通過時間や表定速度に顕著な改善は見られず、規制の効果はほとんど見られなかった。これは、規制実施時間中もバス以外の車両が多く進入しているためであり、バスの表定速度と車両通行台数は図2の通り、ほぼ

表-5 都市Dの専用道実施時間内外の路線バスの表定速度

		実施時間内(A)	実施時間外(B)	(A-B)
		7:15~8:15	左記除く 6:30~9:30	
距離		0.9km		—
5月	平均	24.5 km/h	18.6 km/h	+5.9km/h
	最遅(A)	15.4 km/h	7.7 km/h	+7.7 km/h
	最速(B)	36.0 km/h	36.0 km/h	±0.0 km/h
	(B/A)	2.34	4.68	—
10月	平均	19.3 km/h	14.6 km/h	+4.7 km/h
	最遅(A)	13.5 km/h	7.2 km/h	+6.3 km/h
	最速(B)	36.0 km/h	36.0 km/h	±0.0 km/h
	(B/A)	2.67	5.00	—

反比例する傾向が見られた。

また、10分間あたりの車両通行台数が50台未満/片道（1時間当たり300台未満/片道）であれば、バスの表定速度は15km/hを超える一方、これを上回る水準になると表定速度は5km/h以上低下し、10分間あたり70台以上/片道（1時間当たり400台以上/片道）になると、バスの表定速度は10km/h以下まで著しく低下することが明らかになった。

ただし、バスの表定速度が最も低い日中時の車両通行台数が最大という結果にはならなかった。この理由として、この時間帯に沿道の店舗を利用するための路上駐車が道路の両側に多く、これらの駐車車両が通行車両のスムーズな走行を著しく阻害したことが挙げられる（ただし、駐車車両数の計測は行っていない）。

(3) 中央走行方式の場合

都市Jでは、中央走行方式が導入されている。この都市では、中央走行方式を採用している区間と、同一系統の郊外部にある一般車線を走行する区間に分けて調査を行った。結果は表6の通りである。

この結果から明らかのように、中央走行方式が採用されている都心部の方が、表定速度も概ね4～5km/h高い。また、所要時間のばらつきが小さく、安定した運行を実現していることが分かる。

この要因としては、中央走行方式の採用により駐車車両の影響を受けないこと、停留所などが道路中央に設けられているため、専用レーンが視覚的に隔離されており、

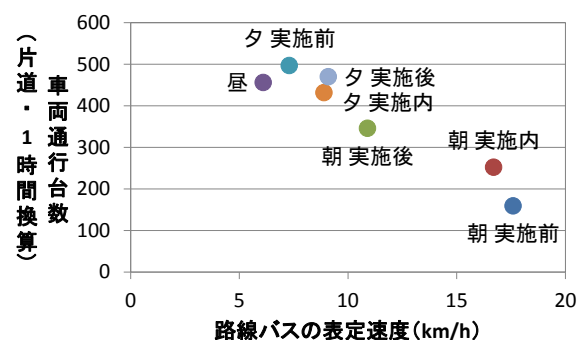


図-2 都市Eの車両通行台数と路線バスの表定速度

表-6 都市Jの専用車線の有無と路線バスの表定速度

	郊外部(A)	都心部(B)	(B-A)
	一般車線	中央走行方式	
距離	2.2km	8.7km	—
平均	13.6 km/h	17.4 km/h	+3.8 km/h
最遅(A)	10.2 km/h	14.7 km/h	+4.5 km/h
最速(B)	19.7 km/h	21.8 km/h	+2.1 km/h
(B/A)	1.94	1.48	—

ほぼ遵守されていること、バス停の平均間隔（約900m）が一般車線を走行する郊外部（約300m）より長いことなどが考えられる。

なお、この都市における中央走行方式の効果については、導入直後（1985年）に既存研究において現地調査が実施され定量的に把握されている（鈴木ら、1985）⁸⁾。それによれば、中央走行方式採用前の朝ラッシュ時の表定速度が11.66～12.36km/hであったのに対し、採用後は表定速度が約5～7km/h程度し17.65～18.72km/hとなった。

この都市における中央走行方式の導入効果については、このほかにも論文・記事等で多数紹介されているが、それらの結果も概ね同様の傾向を示しており、導入から30年近く経過しても、当初の成果を維持し続けている。

(4) 優等運転を実施している場合

今回の調査区間のうち、都市F、都市I、都市Kではバスの優等運転が行われていた。このうち、都市Fと都市Kは優等の運行本数が極めて少ないが（朝ラッシュ時に2本以下）、都市Iでは調査を行った時間帯のバスの20%が急行として運行されていた。

都市Iにおけるバスの表定速度を、急行と普通および郊外部と都市部に分けた結果が表7である。ここから明らかな通り、急行の表定速度は普通より5～8km/h程度高く、調査区間の通過時間で比較しても、10分程度の時間短縮効果があることが分かった。

これは、急行運転を実施することで、道路状況に応じて第1車線に限らず、最適な車線選択を可能となったり、遅延が発生しやすい集落を通過する隘路を避けられるためと考えられる。

また、急行、普通ともに都心部の所要時間のばらつきが郊外部の所要時間のばらつきより大きい、とりわけ

表-7 都市Iの急行と普通の表定速度

郊外部（普通の一部区間を除き専用レーン有）			
	急行 (C1)	普通 (D1)	(C1-D1)
距離	6.1 km		—
平均	25.8 km/h	19.2 km/h	+6.6km/h
最遅 (A)	21.7 km/h	15.9 km/h	+5.8km/h
最速 (B)	33.9 km/h	25.8 km/h	+8.1km/h
(B/A)	1.56	1.62	—

都心部（専用レーン有）			
	急行 (C2)	普通 (D2)	(C2-D2)
距離	2.6 km		—
平均	25.2 km/h	18.4 km/h	+6.8km/h
最遅 (A)	16.1 km/h	10.8 km/h	+5.3km/h
最速 (B)	37.1 km/h	37.1 km/h	±0.0km/h
(B/A)	2.30	3.44	—

普通では、その傾向が顕著であった。このような結果となった理由は、停車時間にあると考えられる。

都市Iでは、運賃が後払いであり、ICカードも導入されていない。そのため、都心部の停留所で停車時間が伸びがちになるのに加えて、都心部で複数の系統のバスが同一の停留所（バスベイ）を利用するため、バスベイの容量不足を招いていることが、都心部において所要時間のばらつきをより大きくなる原因と考えられる。

5. 地方都市における鉄軌道との比較

本研究の目的は、バスの輸送力や速達性を確保するために導入されている施策の効果を確認することであった。これを確認するために、バスを優先する施策が導入されている地点において現地調査を行ったが、それらの導入区間は限られることが多い。

しかし、仮に今回の現地調査で効果が確認された施策を、より広い区間で展開することができれば、バスの輸送力や速達性は大きく高まる可能性がある。特に大都市と比較すると、鉄道が低頻度・短編成で運行されている地方都市においては、鉄道の輸送力や速達性に相当する輸送力や速達性を確保できる可能性がある。

そこで、今回の調査では、複数の地方都市において、鉄軌道とバスの輸送力や速達性の比較も行った。その中から、以下では都市Iの例を示す。

都市Iの調査区間におけるバスの輸送力および表定速度と、都市Iに存在する鉄道等の輸送力および表定速度を、ほぼ同一距離で比較した結果が、図3である。

ここから明らかなように、バスの輸送力は既に同一都市に存在する軌道を上回っているだけでなく、単線非電化の鉄道Eや単線電化の鉄道Cをも上回ることが明らかになった。複線電化の鉄道Aや鉄道Bの輸送力は、バスの輸送力を上回るものの、今回の現地調査で把握できたバスの最大輸送力（約8,000人/h）は下回っており、バスの走行環境次第では、バスで十分に満たすことが可能であると考えられる。

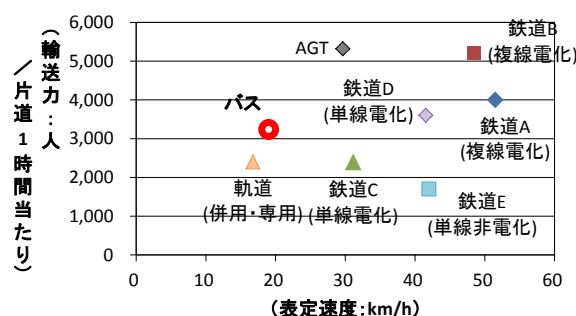


図-3 地方都市における鉄軌道とバスの比較

その一方、バスの表定速度は、軌道よりは高いが、いずれの鉄道よりも低い結果となった。今回の現地調査で把握できたバス優先施策が表定速度に与える効果は、最大でも5km/h程度であったことから、特に複線電化で駅間距離も長い鉄道Aや鉄道Bと同水準の速達性をバスが確保することは難しいと考えられる。

6. おわりに

今回複数の都市において計測を実施した結果、同様の施策を導入している場合でも、都市によって輸送力や速達性には差があり、輸送力が大きい都市では速達性も高いことが明らかになった。また、バスの輸送力の高低と表定速度の高低には密接な関係があることが示唆された。

ただし、今回の現地調査におけるバスの輸送力は最大でも8,000人/h程度、ほとんどの場合で4,000人/h程度であり、諸外国も対象にした既存研究(中村, 1995)で示されている、バスで輸送可能な水準を大きく下回った。また、今回計測を実施した区間に限ると、バス専用レーンの容量が十分有効に活用されているとは言いがたい。

速達性については、急行運転の実施やバス専用/優先レーンの設定により、5km/h程度、改善可能であることが把握できた。とりわけ、バス専用/優先レーンは、中央走行方式の採用や警察官等の有人による交通整理の実施といった強い規制が伴う場合に、明確な効果が確認できた。また、バス専用レーンを実施している場合でも、一般車の流入や駐車車両の有無、バス停での長時間停車などにより速達性が低下することが確認された。

さらに、いくつかの地方都市において、バスの輸送力や速達性を鉄道の輸送力や速達性と比較した。その結果、現状の走行環境においても、バスが単線鉄道(特に非電化)とほぼ同等の輸送力や速達性を有する事例があることが確認できた。そのため、今回の現地調査において、効果が確認された施策を有効に活用すれば、バスでもよ

り高水準の輸送サービスを提供できる可能性がある。ただし、バスの速達性と、複線の鉄道の速達性には、大きな離れが存在した。

一方で、海外では今回の現地調査で把握した輸送力や速達性を大幅に上回るサービス水準で運行されているバスが多数存在する。今後は国内で導入されていない施策を含め、どのような施策が、バスの輸送力や速達性を飛躍的に高めるのかを明らかにすることが課題である。

参考文献

- 1) 中村文彦：幹線バスの輸送能力に関する一考察，土木計画学研究・講演集 No.17, pp.925-928, 土木学会，1995.
- 2) 矢部努・中村文彦・岡村敏之：バス乗降施設の運用方式を踏まえたバス停車時間に関する研究，第25回交通工学研究発表会論文報告集，pp.265-268, 社団法人交通工学研究会，2005.
- 3) 宇佐美誠史・元田良孝・金沢崇：バス乗降時間の要因に関する基礎研究，第25回交通工学研究発表会論文報告集，pp.269-272, 社団法人交通工学研究会，2005.
- 4) 二輪車のバス専用通行帯通行に関する研究プロジェクト：日交研シリーズ A-581 二輪車のバス走行通行帯通行に関する研究，公益社団法人日本交通政策研究会，2013.
- 5) 本多義明・北本久博・古瀬東：福井市のバス専用レーンの改善に関する基礎的考察，福井大学工学部研究報告第33巻1号，pp.107-121, 1985.
- 6) 沢山雅則・中前茂之・辻香織・四藤一成・木俣昇：バス優先レーン策に関する交通社会実験システム分析，土木計画学研究・講演集 Vol.28, 2003.
- 7) 兵庫県県土整備部県土企画課交通政策課：平成19年度バス走行円滑化社会実験～バス優先レーンカラー舗装化と啓発活動による効果検証～，道路建設2009年5月号，pp.16-18, 2009.
- 8) 鈴木公英・池田誠一：基幹バス中央走行の計画と実施—総合交通政策へ・名古屋の試み—，都市問題研究第37巻11号，pp.84-102, 1985.

(?????.?? 受付)

A Research about Capacity and Quick-deliverability of Urban Bus Service in Japan

Ryo WATANABE, Hisayuki SUGANUMA and Kazuya ITAYA

Many cities in Japan install various measures to ensure enough capacity and quick-deliverability of bus service. In accordance with it, plenty of researches are existed about bus service in Japan. However many of them are focused on specific city, thus it is hard to compare with multiple cases.

In this research, we focus on cities which install interesting measures to ensure capacity and quick-deliverability of bus service. By fifteen field work in eleven places, the capacity and quick-deliverability of bus service are differed even similar measures has been installed. Besides, it suggest that the cities which have large capacity of bus service, also have quick-deliverability.

In addition, field work in local cities in Japan imply that capacity and quick-deliverability of bus service may equal to single track railway at the same city.