

中央走行方式バスシステム導入効果の事後評価*

Ex-Post Evaluation of Effects due to Introducing Central Bus Lane System*

清水一大**・加藤博和***・福本雅之****・竹下博之****

By Kazuhiro SHIMIZU** · Hirokazu KATO*** · Masayuki FUKUMOTO**** · Hiroyuki TAKESHITA****

1. はじめに

都市における交通活動の自動車への過度の依存は、道路渋滞はもとより、環境の観点からも深刻な問題を招くことになる。この場合、公共交通サービス拡充や自動車交通抑制などによって、自動車偏重の交通体系を改善することが必要であり、その一方策として、バスや路面電車の走行環境改善が位置づけられる。しかしながら日本の現状は、都市部における道路交通環境の悪化に伴って、バスや路面電車が定時性・信頼性を著しく低下させ、利用者の減少を加速し、自動車への転換を促進する一因となっている。

政令市クラスの大都市においては、公共交通サービスの基幹となる路線は、地下鉄のような大量輸送が可能で定時性が確保された軌道系交通機関によることが望ましいが、その整備には膨大な時間と費用がかかるため、導入は限定的にならざるを得ない。更に、中核市クラスになると地下鉄整備は困難であるが、信頼性の低下した路線バスや路面電車で基幹公共交通を担うことは適当ではない。

このような状況に対応する新しい中量輸送機関として欧米各地で整備が進められている代表的なものとして、従来の路面電車を大きく改善したLRT(Light Rail Transit)がある。しかし、現在の日本の多くの都市は郊外に立地が拡散した構造となっているため、LRT整備だけでは都市の一部分しかカバーできない。残りの郊外部へ行くためにはターミナルでの端末交通機関への乗り継ぎを伴うことから利便性が必ずしも向上しない。もしくはLRTと郊外行き路線バスとが競合して双方の収益性が低下する場合も考えられる。したがって、現在の日本で土地利用計画と連動したLRT整備を進めたとしても、短・中期的にはその効果は限定的となると考えられる。また、

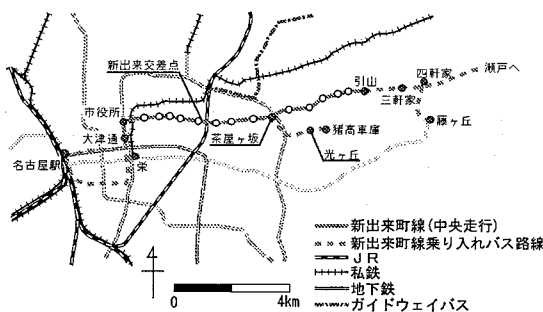


図-1 基幹バス新出来町線の路線図



写真-1 基幹バス新出来町線

LRT整備も地下鉄ほどではないが費用の問題がある。

そこで、路線バスの直行性やインフラ費用の低さを生かしたBRT(Bus Rapid Transit)の導入が考えられる。BRTとは道路上でバスに専用レーンや優先信号の導入など一定の優先権を与え、鉄軌道並みの高速走行を実現するものであり、近年では、途上国での導入例が多くみられる。

1985年に名古屋市で導入された、道路中央のバスレーンを走行する「基幹バスシステム」（路線図：図-1）はBRTの萌芽的事例といえる。この基幹バスは表定速度向上と利用客増加を実現し、今日に至るまで名古屋市の基幹的公共交通機関の一翼を担っている。しかしながら国内での追従事例はない。名古屋市でも、市の基本計画（1980年）で、計6路線の整備を提案した基幹バス構想が盛り込まれたにもかかわらず、導入は1路線のみにとどまっている。その主な理由は、導入の際に生じる様々

* キーワーズ：公共交通評価，総合交通計画，BRT

** 学生員, 学(工), 名古屋大学大学院 環境学研究科

都市環境学専攻 (〒464-8603 名古屋市中種区不老町,
TEL 052-789-3828, FAX 052-789-1454.

E-Mail: kshimizu@urban.env.nagoya-u.ac.jp)

*** 正員，博(工)，名古屋大学大学院助教授 環境学研究科
都市環境学専攻

**** 学生員, 修(工), 名古屋大学大学院 環境学研究科
都市環境学専攻

表－1 中央走行方式バスの導入例

国	都市	人口 (万人)	開業年	バスレーンの 形態	備考
アメリカ 合衆国	マイアミ	230	1996	分離型	鉄道廃線敷をバス専用道路に転用
	ピッツバーグ	170	1977	分離型	一部は鉄道廃線敷をバス専用道路に転用・一般道と立体交差・LRT軌道とトンネルを共用
カナダ	オタワ	70	1983	分離型	
オーストラリア	ブリスベン	165	1990	分離型	橋りょう区間に非分離型バスレーンあり
	シドニー	170	2003	分離型	
ブラジル	クリチバ	160	1973	分離型	中央バスレーン・3連接バス・チューブ型バス停
	ポルトアレグレ	130	1978	分離型	中央バスレーン・バスコンボイ・嵩上げバス停
コロンビア	ボゴタ	500	2000	分離型	中央バスレーン・2連接バス・嵩上げバス停
インドネシア	ジャカルタ	916	2004	分離型	中央バスレーン・嵩上げバス停
韓国	ソウル	990	2004	非分離型	中央バスレーン
中国	昆明	495	1999	非分離型	中央バスレーン
	重慶	3,097	計画中	非分離型	中央バスレーン
日本	名古屋	220	1985	非分離型	中央バスレーン
	福岡	140	1975	分離型	路面電車廃線敷をバス専用道路に転用・現在は一般道路へ
	北九州	100	1985	分離型	路面電車廃線敷をバス専用道路に転用・一般道路へ転用工事中

備考 分離型バスレーン：一般道に設置されるが、分離帯などで一般レーンと分離

非分離型バスレーン：一般道に設置され、他車進入が可能なバスレーン

な制度的障壁であるが、合わせて、導入後にいかなる効果影響が生じたかを定量的にかつ経年的に確認し公表できていない点も指摘できる。名古屋市が行った新出来町線のバス走行状況調査¹⁾は開業直後の評価であり、杉野²⁾も導入後数年間を対象に効果分析を試みているが、その後の評価、特に、利用者数の長期的変化や走行環境の変化、沿線の立地状況変化への影響に関する検討は十分になされていない。

そこで本論文では、日本および諸外国での今後のBRT導入の有効性への示唆を得るために、導入後20年が経過した名古屋市の中央走行方式バスシステムの事後検討によって、それらが利用者や周辺地域などに与える効果を分析することを目的とする。

2. 中央走行方式バスシステムの概要

(1) 中央走行方式バスシステム

中央走行方式バスシステムは、路側バスレーンで走行の妨げとなる左折車両や区画街路からの流入車両、ならびに、駐停車車両の影響を抑え、高速走行及び定時性の確保を可能にするものである。日本での導入例は路面電車の廃線敷を転用したものを除けば名古屋のみであるが、海外では、表－1にまとめているように、南米で大規模に導入されており、また最近ではアジアでも導入例が増えつつある。海外の事例には一般車レーンとの間に分離帯を設ける形態が多いが、名古屋市の基幹バスは停留所付近以外は分離帯を置かず、バス優先レーン（朝夕混雑時は専用レーン）指定とする非分離型である。

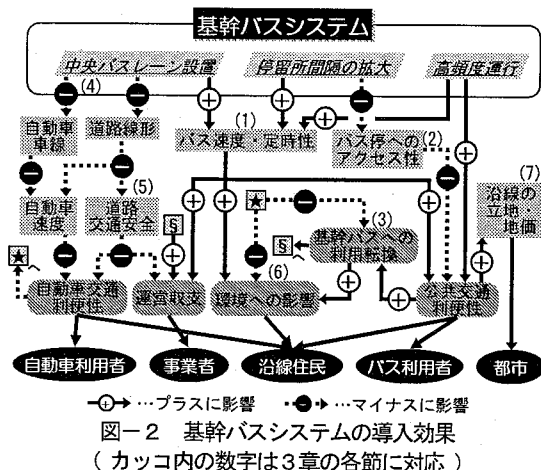
(2) 名古屋市の基幹バス新出来町線

名古屋市の基幹バスは、地下鉄網を補完する輸送手段、あるいは自動車抑制策として提案され、1982年に東郊線（名古屋市営バス基幹1号系統）が運行を開始した。しかし、東郊線は道路の構造上、中央走行方式を採

用できず、路側バスレーンを採用した。1985年、新出来町線（名古屋市営バス基幹2号系統、名鉄バス本地ヶ原線の共同運行）の大半通～引山間約9.2kmにおいて、中央走行方式が採用された。導入に伴う費用は約2[億円/km]と、地下鉄の約100分の1である。導入に伴い、日中の表定速度が以前（14.55[km/h]）と比較して約37%向上（19.93[km/h]）した¹⁾。さらに朝ラッシュ時2分間隔という高頻度運行により、1日利用者約34,000人という、鉄道・地下鉄に次ぐ基幹的公共交通機関となった。

(3) 導入効果のメカニズム

中央走行方式バスをはじめとするBRTシステムの導入効果についてはさまざまな研究がある。Levinsonら³⁾は、BRTシステムを7つの構成要素で定義し、その効果について述べている。また、矢部ら⁴⁾は、BRT評価のための関連主体別パフォーマンス指標の体系を例示し、BRT導入で期待される導入効果をまとめている。これらを踏まえ、図－2に、基幹バス導入に伴う主な効果影響の発生プロセスをまとめる。本研究では、図中の（1）～（7）の



各効果を取り上げて検討を行なう。

基幹バスでは、中央走行方式を採用したほか、停留所間隔の拡大による速度向上や、高頻度運行による待ち時間短縮、輸送力増加を併せて行っている。中央走行方式によって、停留所配置における道路構造上の制約が大きくなったことや、速度向上によって頻度増加も可能となったことを考えると、これらは一体的なものであり、分離して効果を捉えることは困難である。したがって、本研究では、これらについても中央走行方式バスシステムの一部と考えてその結果を捉えるが、効果の種類によっては分離して把握することも試みる。

3. 各効果の詳細分析

名古屋市の基幹バスをケーススタディとして、中央走行方式バスの特性と、その導入がいかなる効果をもたらしたかについて、図-2の枠組みに基づき事後分析を行う。

(1) 速度・定時性の向上

前章(2)で述べたとおり、基幹バス導入後、バスの表定速度が約37%向上した。現在でも約19[km/h]（平成15年度実績）と、一般路線のおよそ1.5倍の表定速度を保っている。また、バスの定時からの遅れ時間の調査を実施した結果を表-2に示す。定時からの遅れ時間やその分散（標準偏差）は一般路線バスに比べ小さく、定時性向上効果があることがわかる。

この速度向上・定時性確保を達成できた要因を分析するために、名古屋市の調査結果⁷⁾を図-3に示す。これによると、中央レーン走行による走行時間短縮効果が最も大きく、全短縮時間の約6割を占めている。また、バス停数を23箇所から17箇所に減らしたことによる、バス停停車時間の短縮効果が25.7%となっている。

中央走行方式導入ならではの効果として、路上駐車による影響、左折車・区画街路からの進入車両の影響を排除できることが挙げられる。これらについての効果は上述の調査では明確には報告されていないが、図-3中の信号停車、渋滞停車の時間短縮に反映され则认为られ、それぞれ13.3%、4.0%となっている。この点について、停留所間隔が基幹バス新出来町線とほぼ等しく（約620m）、路側走行バス専用レーンを走行する基幹バス東郊線と比較することで、中央走行方式バスレーン導入の速度向上効果を推測した結果、1kmあたり、遅れ時間が35.8[s]、遅れ時間の標準偏差が9.6[s]だけ改善したという結果が得られた。しかし、路線が異なるため、この差の中に別の遅れの原因が含まれる可能性がある。

そこでさらに、路上駐車の影響についてより詳細な分析を試みる。平成11年度道路交通センサスの「混雑時

表-2 バスの定時からの遅れ時間とその分散

(1kmあたり)	一般 路線 バス (A)	路側 走行 方式 (B)	中央 走行 方式 (C)	改善率[%] ((A)-(C)) [1-(C)/(A)] *100	改善率[%] ((B)-(C)) [1-(C)/(B)] *100
平均遅れ時間[s]	35.8	52.1	16.3	54.4%	68.7%
標準偏差[s] (遅れ時間の不確かさ)	22.6	26.4	16.8	25.7%	36.4%

※2005年（一般・路側走行(2/18(金))、中央走行(1/28(金))に調査

※ピーク時（朝7時～9時）の都心方向のバスを対象

※サンプル数は、（一般）22、（路側走行）22、（中央走行）23

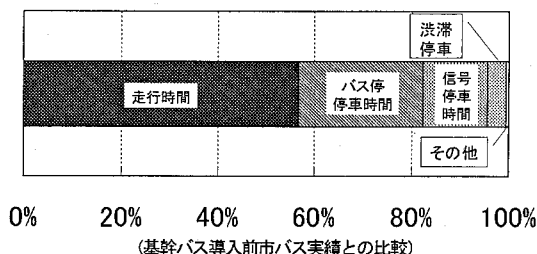


図-3 所要時間短縮・定時性向上効果の内訳(1986)¹⁾

路上駐車車両数」と中村ら⁵⁾の駐車時間決定モデルを用いて、路側バスレーンを採用している東郊線（市道堀田高岳線・国道1号線）においてバス専用時間帯にバス1便がバスレーン走行中に遭遇する路上駐車の数台を概算したところ、1km走行あたり9.16台となり、約110mに1台の割合で路上駐車車両に遭遇する計算となった。更に左折車両や区画街路からの流入車両が加わることを考えると、一般車両がバスの走行に与える影響は大きく、これらの影響がない中央走行方式は路線バスの速度向上に有効であると考えられる。

しかし、新出来町線は一般車線との間に分離帯を置かない非分離型レーンのため、バス専用時間帯においてもレーンに侵入する車両が存在する。名古屋市が調査した、新出来町線のバスレーン区間内のある地点での通過違反車両数（1993年、名古屋市調査）を用い、バス1便が遭遇する侵入車両数を計算すると、1km走行あたり1.07台となったが、侵入車両とバスは同方向へ走行しているため、路上駐車車両や左折流入車両よりも影響は軽微であると考えられる。また、路側バスレーンに関しても非分離型レーンであるため違反侵入の可能性はあり、路側と中央側との侵入車両による遅れの差異は大きく見られないと考えられる。

ここまでは中央走行方式導入による速度・定時性向上効果を挙げたが、反対に、導入による速度低下要因もある。新出来町線の停留所は信号交差点手前に設置されていることが多いため、侵入車両の信号待ちにより、停留所へのバスの侵入が阻害され、遅れの原因となる。これは基幹バス固有の問題の1つである。そのため、侵入車両の増加傾向に対応し、朝夕では取締りを強化したり、違反車両のナンバーを読み取って電光掲示板に表示し注意を促したり、といった対策が行われている。

一方で、基幹バスの更なる速度向上を阻害する要因

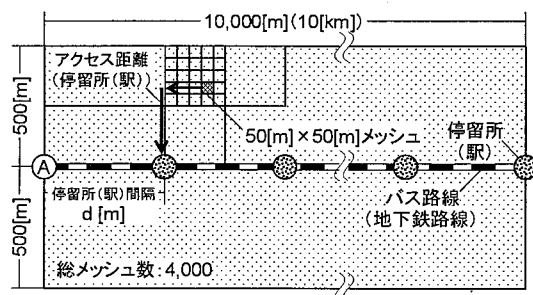
として最も大きいものは、信号交差点の影響である。名古屋市の調査¹⁾によると、基幹バスの所要時間のうち信号停車時間が約27%と大きい。仮に信号停車時間も走行しているとすると、表定速度が現在の約19[km/h]から約26[km/h]と大幅に上昇する。さらに、停車のための加減速を考慮すれば更に速度が向上し、地下鉄や名古屋ガイドウェイバス志段味線高架専用部分での表定速度、約30[km/h]に匹敵する速度となると考えられる。

新出来町線では運行開始当初から、バス走行速度を考慮した系統信号制御が行われているが、PTPS(Public Transportation Priority Systems)は導入されていない。運行頻度が少ない日中や夜間はPTPS導入によってより高速化できる余地はあるものの、ラッシュ時は信号サイクルより短い平均間隔で高頻度運行しているため、導入効果は限定的になると考えられる。対策として、通常のバスよりも定員が大きい連接バス等の導入によって頻度を落とし、輸送効率低下や遅延増加を増長するダンゴ運転を解消したうえでPTPSを導入することが考えられる。

(2) バス停アクセス時間と総所要時間の変化

中央走行方式では、停留所が道路中央部に設置されている上に、停留所間隔を広げたことで、沿線住民の大半にとっては停留所へのアクセス時間は増加となった。すなわち、バスの高速化によりバス乗車時間は減少した一方、居住地・目的地からバス停までのアクセス・イグレス時間は増大したことになる。このことから、停留所アクセスを含めた総所要時間がどう変化したかを分析する必要がある。

そこで、図-4に示すような、片幅500[m]×長さ10[km]の帯状のエリアを対象に、一般路線バス・中央走行方式バス・地下鉄(駅間距離等条件設定は表-3参照)



- ・人口は一樣に分布
- ・バス停までは道なりの距離(道路網は格子構造と仮定)

図-4 アクセス時間分析の対象エリア

表-3 各交通機関の諸元に関する設定と所要時間の計算結果

(名古屋交通局の実績を考慮して設定)

交通機関	設定値				計算結果	
	停留所(駅)間隔 d [m]	停留所(駅)への期待アクセス時間 t_{aj} [min]	交通機関の表定速度 V_a [km/h]	遅れの不確かさ t_{ej} [s/km]	バス停までの全メッシュ平均アクセス時間 t_{ij} [min]	A地点までの全メッシュ平均総所要時間 f [min]
①一般路線バス	300	0.00 もしくは 0.88	13	23	4.50	33.21
②中央走行方式バス	600	0.88	19	17	5.89	26.87
③地下鉄	1,200	1.50	33	0	8.31	20.19

※歩行速度は80[m/s]、運行間隔はいずれの交通機関も5分と設定

をそれぞれ設置した場合における、エリア内の各50[m]メッシュからの、a)バス停(駅)までのアクセス時間、b)主要な目的地(都心部や交通結節点など)に見立てた図-4のA地点への平均総所要時間、を算出する。なお、対象エリアの人口は一樣に分布し、運行時間間隔を一定と仮定している。メッシュ*i*からの交通機関*j*での総所要時間 t_{ij} [min]は(1)式で定義される。

$$t_{ij} = \frac{I_{aj}}{60V_a} + t_{bj} + \frac{t_{ej}}{2} + \frac{60I_{di}}{1000V_{\psi}} + 10t_{ej} \quad (1)$$

- t_{ij} : メッシュ*i*からA地点までのアクセス時間 [min]
- t_{bj} : 停留所(駅)への期待アクセス時間^{※1} [min]
- t_{ej} : 交通機関*j*の運行間隔 [min]
- t_{ej} : 1kmあたりの遅れの不確かさ(標準偏差)時間 [s/km]
- I_{aj} : メッシュ*i*からバス停^{※2}までの道のり^{※3} [m]
- I_{di} : 乗車バス停^{※2}からA地点までの走行距離 [m]
- V_a : 徒歩での移動速度 [m/s]
- V_{ψ} : 交通機関*j*の表定速度 [km/h]

※1…停留所(駅)ゾーンに到着した後、横断歩道や地下道を通り乗降施設までにかかる時間。

※2…A地点に最速で到達できるバス停を選択。

※3…50[m]×50[m]格子構造の道路網に沿った移動距離。

計算結果を表-3に示す。停留所(駅)間隔を広げることで各メッシュから停留所(駅)までの平均アクセス時間は増加する。このことから、沿線利用者のバス利用離れの促進が懸念される。しかし、A地点までの平均総所要時間に関しては中央走行方式バス、地下鉄ともに減少しており、停留所アクセス性の低下を上回る高速化が得られていることが分かる。そして、地下鉄に比べ建設費約1/100という廉価で新設が可能な中央走行方式バスを一般路線バス地域に敷設することにより、対象エリア内に限っては、地下鉄敷設で得られる平均短縮時間の約42%分の短縮効果が得られ、費用あたりの利便性向上効果は非常に高いことがわかる。このことから、新出来町線では停留所間隔が広がったものの、停留所勢圏も広がり、乗客が増加した一要因となっていることが示唆される。しかし、平均でなく、各メッシュからA地点までの総所要時間を見ると、対象エリアのうち約7.3%の区域で所要時間が増加している。このような区域はA地点に近い停留所間に位置している。

なお、以上の推計結果は、LRTでも共通に適用できると考えられる。

(3) 沿線状況と利用者数の関係

(1)、(2)の結果、基幹バスの利便性は一般路線バスに比べ大きく向上し、その結果利用者数を増加させる効果をもたらすものと考えられる。実際に、名古屋市の調査¹⁾によると、基幹バス導入直後に沿線のバス利用が増加したことが明らかとなっている。増加の原因として、利便性の向上などの理由により自家用車からバスへ転換を行った利用者の存在が挙げられている。し

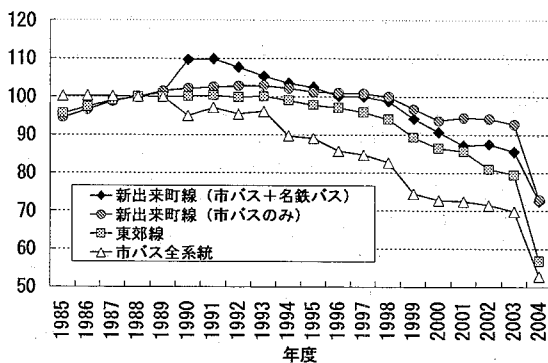


図-5 名古屋市におけるバス乗車人員の推移
(1988年度を100とする)

かし、この調査(1986年)以降、利用者を増やす効果が持続しているか明らかになっていない。

そこで図-5に、新出来町線および名古屋市営バス全系統の乗車人員の推移を示す。2004年度にグラフが極端な変化を見せているのは、市営バスの敬老バス・福祉バスによる乗車人数の算定方法が変更されたためである。1988年度を100とすると、2003年には新出来町線は85.6に低下しているものの、市営全系統の69.8に比べれば高い。また、路側走行方式基幹バスの東郊線も79.4であることから、中央走行方式の方が乗車人員の減少が小さいことがわかる。

次に、1997年に名古屋市交通問題調査会が作成し使用した、沿線状況や運行回数がバス利用者数に及ぼす影響を説明するモデル⁹⁾を参考に、中央走行方式導入の効果によって、バス利用がどの程度喚起されているかを(2)式のモデルを適用し推計した。

$$Y = b_0 + b_1 X_i + b_2 X_{ii} + b_3 Z + b_4 \ln(S_i) \quad (2)$$

目的変数 Y : 乗車人員[人/日]

説明変数 X_i : バス停勢力圏居住人口[人] ※勢力圏=半径500[m]

X_{ii} : バス停勢力圏通学者(集中側)[人]

Z : 実質系統長[km/本]

S_i : 年間運行回数[本/年]/バス停勢力圏居住人口[人]

(2)式は、沿線状況と路線のサービス水準からその路線の乗車人員を推計する形となっている。各変数のパラメータは、名古屋市営バスの幹線系統のデータを利用して推定される。したがって、この式によって推計される Y は幹線系統の平均的な値を示していることになり、推計値が実績値より大きい値となれば、その路線が説明変数値で示す状況における平均よりも多く利用されていると解釈することができる。この推定値と乗車人員実績との比較を行うことで、一般路線に対する中央走行方式バスの優位性を測定することができる。

本研究では2004年データを用いて本モデルの再推定を行ない、その結果得られたパラメータを表-4に示す。なお、説明変数間の相関係数は0.6未満であり、重共線性は排除されている。

表-4 名古屋市営バス全系統を対象とした乗車人員モデルの推定結果

	係数	t値
勢力圏居住人口[人]	b_1	0.0812 7.30
勢力圏通学者([人]:集中側)	b_2	0.439 2.56
実質系統長[営業走行キロ/運行回数]	b_3	244 2.34
運行回数/勢力圏居住人口(対数変換)	b_4	4814 11.7
定数項	b_0	-1754 1.79
サンプル数		46
修正済決定係数		0.872

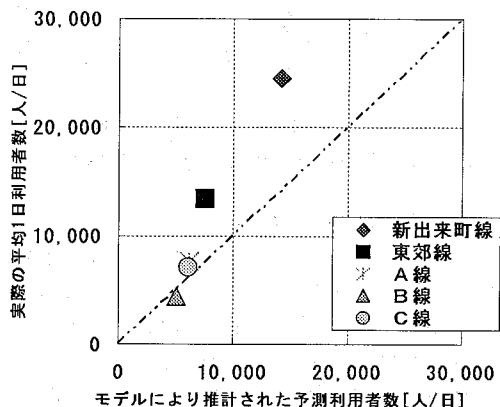
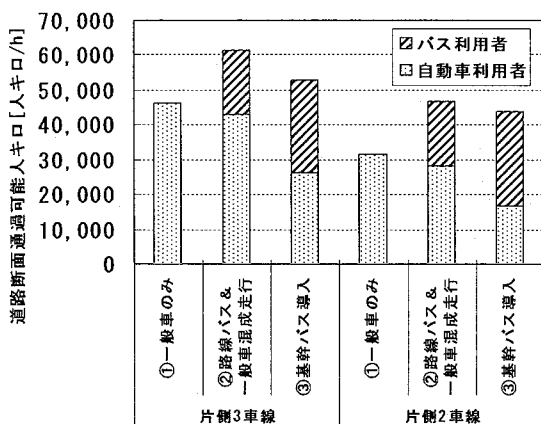


図-6 実際の利用者数と乗車人員モデルによる推計値との違い

基幹バス計画当初、東郊線や新出来町線とともに、その構想路線に選定されたものの、現在も一般バス路線のままであるA線、B線、C線と比較する。5路線の2004年度1日平均乗車人員の(2)式による推計値と実績値の関係を図-6に示す。図中の45度線より左上にあるほど実績値が推計値より多く、右下にあるほど実績値が少ないことを意味する。各路線の実績値の推計値からの乖離は、新出来町線で+74%、東郊線で+79%、A線で+24%、B線で-12%、C線で+17%となっている(東郊線は(2)式で考慮されていない、大企業の多数の立地、JR駅や名鉄駅との結節があるので多いと考えられる)。このことから、中央走行方式バスの乗車人員は、沿線状況から算出される平均的な乗車人員推計値よりも大きく、一般路線よりも多くの利用を喚起していることがわかるが、(2)でも述べたように、基幹バス導入でバス停間隔が広がり、汲み取りきれない沿線人口が存在する。もし乗車人員の増加がバス停勢力圏の拡大のみによって生じたとすれば、バス停勢力圏の半径は $\sqrt{1.74} = 1.32$ 倍拡大したことになる。もとのバス停勢力圏半径を300mとすると約400mに拡大したことになる。しかし、停留所間隔は300mから600mに拡大していることから、バス停勢力圏の拡大によって広がった停留所間を完全にカバーするには至っていないことが推測される。ただし、ここでのバス停勢力圏半径は仮の設定にすぎないため、上記の議論が成立するかは明らかでない。



図一七 信号交差点での道路断面通過可能人キロ

(4) 道路断面通過可能人キロの変化

バスレーン設置によって一般車の交通容量は必然的に減少する。道路中央への設置は、道路特性の異なるバスと一般車を分離し整流化する効果はあるが、信号交差点での右折車や直進車に対しての影響が大きいことから、交通容量をさらに大きく低下させる。そこで、道路中央へのバスレーン設置による単位時間における道路断面通過可能人キロの変化を比較する。比較を行うのは、①一般車のみ、②路線バス&一般車混成走行、③片側1車線に基幹バス導入、の3つとする。ここでは単なる交通容量の比較ではなく、断面を通過可能人数に通過速度を乗じた値で比較する。その理由は、たとえ断面を多く的人数が通過できたとしても、単位時間に移動した距離が短ければ、道路性能として劣っていると考えられるためである。また、バスと自家用車を比較していることから、台数でなく人数を単位としている。

算出方法として、一般車に関しては信号交差点の可能交通容量⁷⁾に1台あたり平均乗車人数1.3[人/台]を乗じ、さらに新出来町線が走行する県道田初名古屋線の「混雑時平均旅行速度」(平成11年度道路交通センサス)を乗じて、基幹バスに関しては新出来町線のピーク時ダイヤにおける輸送量にピーク時表定速度17.92[km/h]を乗じて求める。一般路線バスに関しても同一の運行本数とし、それに基幹バス開業前に県道田初名古屋線を走行していた一般路線バスの朝混雑時における表定速度12.21[km/h]を乗じたものを用いる。

新出来町線の通る典型的な信号交差点であり、路線ほぼ中央部に位置する、新出来交差点(東区)の信号サイクルと右左折・直進指示信号の設置状況を参考に、片側3車線道路と片側2車線道路の交差点における道路断面通過可能人キロの推計結果を図一七に示す。これによると、③基幹バスの導入による通過可能人キロは、①一般車みの場合の通過可能人キロを片側2車線・3車線とも上回る。一方、②一般路線バス&自動車混成走行とで比較す

表一五 人身事故件数1件あたりバス実車走行キロ

(1999~2002年度)		新出来町線	名古屋市営バス全体
平均年間人身事故数[件] a		4.5	168.3
平均年間実車走行キロ[km] b		2,026,098	43,145,941
事故一件あたり走行キロ [km/件] b/a		450,244	256,439

表一六 新出来町線を想定したバス走行
方式別の環境負荷物質排出量

方式	表定速度[km/h]	燃費[km/l]	CO ₂ 排出量[t-CO ₂ /年]	NO ₂ 排出量[t-CO ₂ /年]
①中央走行方式	19.0	3.58	1,515	11.20
②路側走行方式	16.0	3.35	1,620	11.98
③一般路線バス	13.0	3.10	1,752	12.96

(2002年データ)

ると、片側3車線は14%、2車線は6%下回っている。

このことから、バスレーンを設置することで一般車の通過可能人キロは大きく減少するが、道路全体の単位時間通過可能人キロは増加することが分かる。

なお、ここではバスの断面通過可能人キロの算出にあたり、輸送機関がフルに活用された場合の輸送可能な人数である輸送“力”ではなく、実際に乗車している人数である輸送“量”を用いていることから、この推計値よりさらに多くの乗客を輸送することが可能である。また、車両大型化(連接バスなど)によっても輸送力は増加できる。したがって、輸送力増強と利用促進策や自動車抑制策によるバスへの転換によって、通過可能人キロをより大きくすることが可能である。

(5) 交通事故件数の変化

中央走行方式は路線バスの高速化に適しているが、欠点として車線の線形や信号交差点の形状が特殊となり、一般車両が右折しづらくなる、又は右折できなくなる交差点が発生することや、交差点でバスレーンが蛇行する構造(写真一参照)となっているため、事故の危険性が高まることが懸念される。これが中央走行方式導入の大きな障害の1つとなってきた。そこで1999~2002年度の4年間の名古屋市営バスにおける人身事故(車内事故を含む)1件あたり実車走行キロ(表一五)を見ると、新出来町線は約45万キロなのに対し、市営バス全体は約26万キロとなり、中央走行方式バスの人身事故発生割合は一般バスの0.57倍と少ない。この理由は定かではないが、接触事故の起きやすい停留所付近でバスと一般車両が分離されたことが一因であると考えられる。また、停留所前を違法に通過する一般車両が停留所で待っている乗客と接触する事故については、1985年から1995年の10年間で死亡事故1件、その他2件となっており、それほど多くはない。その一方で、一般車両の事故危険性が高くなっている可能性も考えられるが、それに関するデータは公表されておらず、検証不可能である。

(6) 環境負荷の低減

バス走行の高速化によってバス走行の燃費が向上し、CO₂をはじめとする環境負荷物質の排出が抑えられる。そこで、大城ら⁸⁾が提案する車種別・走行速度別の燃料

表一 新出来町沿線・周辺地域の人口推移

バス停周辺人口[人]	1980	1990	2000
① バス停 -500m圏	81,930	84,073	81,108
② バス停500m-1,000m圏	111,936	109,774	104,064
③ ①、②以外の沿線3区	169,084	186,172	184,259
人口増減率[%]	1980-1990	1990-2000	
① バス停 -500m圏	+2.62	-3.53	
② バス停500m-1,000m圏	-1.93	-5.20	
③ ①、②以外の沿線3区	+10.1	-1.03	
人口増減率のポイント差	1980-1990	1990-2000	
①-②	+4.55	+1.67	
①-③	-7.49	-2.50	

消費率式を用い、基幹バスがどの程度環境負荷を低減させるかを推計する。推計においては、バスは速度一定で走行しているとし、表定速度以外に環境負荷物質排出量を変化させるパラメータは考慮しない推計の結果、一般路線バスに比べ路側走行方式は約8%、中央走行方式は約13%環境負荷物質排出量を減らす効果があることがわかった(表一6)。

これに加え、自家用車利用者のバス利用への転換に伴う削減効果が期待できる。名古屋市の調査¹⁾によると、並行区間の自家用車利用からの転換は基幹バス全利用者の約3%、1日あたり約950台分と推定される。したがって、それによってCO₂排出量が約370[t-CO₂/年]減少すると推計される。以上のことから、基幹バス新出来町線はCO₂排出量を約607[t-CO₂/年]削減していることになる。これを自家用車からの転換者1人1キロあたりにすると、13.5[g-CO₂/人/km]の削減となる。

(7) 沿線立地への影響

公共交通の利便性が高まると、その沿線地域は住宅や商業施設の立地が増加する。それが中央走行バスシステムを導入した基幹バス新出来町線沿線でも起きているか分析する。

本稿では夜間人口の増減の観点で分析を行う。表一7は基幹バス新出来町線バス停500m圏、500m-1000m圏、1000m圏以外の沿線3区(名古屋市東区、千種区、名東区)の人口と人口増減率の推移、地域別の人口増減率のポイント差を示したものである。沿線地域は全体的に基幹バス開業前から開発が進んでいたため、近年は人口が減少傾向にある。しかし、バス停500m圏でそれ以外の地域に比べ人口減少に歯止めがかかっていれば、住民の誘引効果があると考え、人口増減率の地域間のポイント差で比較をする。500m圏は500m-1000m圏に比べ人口減少の割合は小さいが、沿線3区と比較すると減少の割合は大きく、基幹バス導入による人口や住宅の誘引効果は明確でないと考えられる。

4. 結論

本研究では、中央走行方式バスの導入効果について事後評価を行い、以下の7点を明らかにした。

- ① 中央走行によって速度とともに定時性も大きく改善されている。これは、一般車両混入の影響が少なくなることが主な原因である。また、基幹バスでは停留所間隔拡大による速度向上効果も生じている。信号による停車時間が長いことが速度向上にとっての課題であり、工夫次第で最大約36%表定速度が向上する可能性がある。
- ② 沿線状況を説明変数とする乗車人員推定モデルを用いて計算される平均的な乗車人員と、実際の利用者数とを比較したところ、新出来町線の利用者数は推定平均乗車人員より約74%多くなっており、それだけ乗車数を増やしていることがわかる。
- ③ 中央走行方式導入によって停留所間隔が広がり、停留所までのアクセス時間は増加しているものの、目的地までの乗車時間を含めた総所要時間は減少する。
- ④ 道路断面通過可能人数は、自動車とバスの混成走行時と比べて減少するが、変化は小さい。バス車両の大型化を図るなどすれば増加が可能である。
- ⑤ バスが関連する人身事故のリスクは一般道路の約0.57倍となっている。
- ⑥ 新出来町線の運行によってCO₂排出量が約607[t-CO₂/年]削減されている計算となる。
- ⑦ バス停500m圏の人口は500m-1000m圏よりは減少率が小さいが、沿線3区全域に比べ減少率が高く、住宅の立地や人口を誘引する効果は顕著にみられない。

今後の課題として、a) 導入によるバス停勢圏拡大効果の計測、b) 中央走行方式バスとLRTとの比較、c) 沿線立地への影響に関する詳細分析、d) 出発地から到着地までの実質移動時間の他交通機関との比較、が挙げられる。

謝辞

本研究は、平成17～18年度科学研究費補助金・若手研究(B)「地域住民主体のボトムアップ型公共交通システム普及のための方法論に関する研究」の一環として、実施しているものである。また、名古屋市交通局、名鉄バス(株)からデータ提供等のご協力をいただいた。ここに記して謝意を表するものである。

参考文献

- 1) 名古屋市：基幹バス運行効果測定調査報告書、1986。
- 2) 杉野尚夫：名古屋市におけるバス輸送システムの改善策—基幹バスとガイドウェイバスについて—、土木計画学研究・論文集No.15, pp.639-646, 1998。
- 3) Herbert S. Levinson, Samuel Zimmerman,

- Jennifer Clinger, C. Scott Rutherford: Bus Rapid Transit: An Overview, Journal of Public Transportation, Vol.5, No.2, 2002.
- 4) 矢部努・中村文彦・岡村敏之: BRT評価のためのパフォーマンス指標の体系化に関する考察, 土木計画学研究・講演集, No. 32, CD-ROM, 2005.
- 5) 中村英樹・鈴木一史: 街路ネットワーク交通流シミュレータ INSPECTORの開発と駐車料金施策評価への適用, 交通工学Vol.39, No. 4, pp.72-83, 2004.7
- 6) 名古屋市交通問題調査会: 市営交通事業のあり方と経営健全化方策 (第四次答申) -バス事業の新たなあり方と経営基盤整備の方向-, 1997.
- 7) 河上省吾・松井寛: 交通工学, 森北出版, 1987.
- 8) 大城温・松下雅行・並河良治・大西博文: 自動車走行時の燃料消費率と二酸化炭素排出係数, 土木技術資料, Vol. 43, No. 11, pp. 50-55, 2001.

中央走行方式バスシステム導入効果の事後評価*

清水一大**・加藤博和***・福本雅之****・竹下博之*****

本研究では、名古屋の基幹バス新出来町線の実例をもとに、中央走行方式バスの中長期的な導入効果を明らかにすることを目的としている。分析によって、1)バス走行が一般車両の影響を受けにくくなる結果、高速化や定時性向上が図られていること、2)沿線状況のわりに利用客がより多く喚起されており、他のバス路線に比べ乗客の減少が少ないこと、3)一般車の走行車線は減少するものの、バスも含めた単位時間あたり道路断面通過可能人キロはさほど減少しないこと、4)速度向上効果が、停留所減による沿線住民のバス停アクセス時間の増加を補っていること、などが示されている。

Ex-Post Evaluation of Effects due to Introducing Central Bus Lane System*

By Kazuhiro SHIMIZU**・Hirokazu KATO***・Masayuki FUKUMOTO****・Hiroyuki TAKESHITA*****

This paper examines an application of central-lane bus system, Nagoya Key-Route-Bus, on purpose of revealing its medium and long term effects on transport. Analytical results confirmed: 1) the less ease of being exposed by other vehicles on the road, the higher the operation speed and the more the punctuality 2) good number of bus users independent of population distribution along bus route 3) no decrease in total passenger-km along corridor despite reduction in the number of lanes designated for automobile 4) decrease in total trip time, considering longer access time to bus stops and shorter in-vehicle time with longer intervals.
