

中央走行方式バスシステム導入による効果の事後評価*

An Ex-Post Evaluation of the Effects by an Introduction of 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

日本では高度経済成長期以降、モータリゼーションが急速に進展し、都市部における道路交通環境の悪化が深刻となった。これに伴って、バスや路面電車は定時性・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た。自動車への過度の依存は、環境や、都市交通の観点から深刻な問題を招くことになる。このため、公共交通サービス拡充策や、自動車交通抑制策によって自動車利用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重要である。

政令市クラスの大都市においては、基幹となる公共交通サービス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の整備が望ましいが、それ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。また、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通常の路線バス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の開発は以前から世界各地で進められている。近年の代表的な例は、従来の路面電車を大きく改善したLRT (Light Rail Transit) である。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ず、郊外部へ行くためにはターミナルでの乗り継ぎを伴うことによって利便性が低下する、もしくはLRT と郊外路線バスとが競合して双方の収益性が低下する、といった問題が生じる。したがって、現在日本でLRT 整備を進めたとしても、短・中期的にはその効果は極めて限定的で

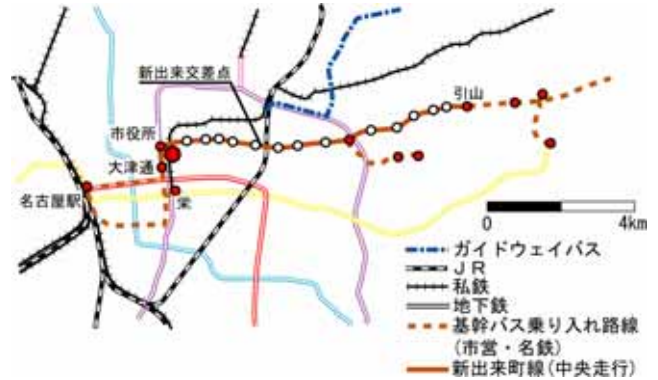


図-1 新出来町線の路線図

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基幹公共交通網を形成するために、BRT (Bus Rapid Transit) の導入が考えられる。その1つの試みとして、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)がある。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交通機関の一翼を担っている。しかしながら国内での追随事例はなく、名古屋市でもこの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な制度的問題であるが、合わせて、導入の有効性を定量的に確認し公表できていない点も課題となっている。

本研究では、中央走行方式バスシステム導入によるメリットとデメリットを明確にし、また、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で、中央走行方式バスシステム導入の有効性を検証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、高頻度・高速走行及び定時性の確保を可能にするものである。日本での導入例は名古屋のみであるが、海外では、表-1 にまとめて

* キーワード: 公共交通評価, 総合交通計画, バスレーン

** 学生員, 学(工), 名古屋大学大学院 環境学研究所
都市環境学専攻 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町,
TEL 052-789-3828, FAX 052-789-3837,
E-Mail: kshimizu@urban.env.nagoya-u.ac.jp)

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

**** 学生員, 学(法), 名古屋大学大学院 環境学研究所
都市環境学専攻

***** 学生員, 学(工), 名古屋大学大学院 環境学研究所
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	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	中央走行方式バスレーン・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	中央走行方式バスレーン・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	中央走行方式バスレーン・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	中央走行方式バスレーン・嵩上げバス停
韓国	ソウル	990	2004	非分離型	中央走行方式バスレーン
中国	昆明	495	1999	非分離型	中央走行方式バスレーン
	重慶	3,097	計画中	非分離型	中央走行方式バスレーン
日本	名古屋	220	1985	非分離型	中央走行方式バスレーン
	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

いるように、南米の都市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式が多いが、名古屋市の基幹バスで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）を用いている。

(2) 名古屋市の基幹バス新出来町線の状況

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）の大津通～引山間約9.2kmにおいて、中央走行方式が採用された。通常のバスよりも停留所間隔を約2倍に広げたことによって、導入前（15[km/h]）と比較して表定速度が約40%向上（19[km/h]）した。さらに朝ラッシュ時2分間隔という高頻度運行により、新出来町線は1日利用者約25,000人という、鉄道・地下鉄に次ぐ基幹公共交通機関となった。

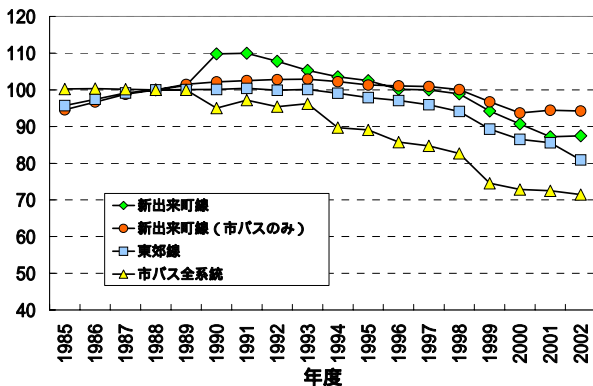


図-2 名古屋市におけるバス乗車人員の推移 (1988年度を100とする)

表-2 人身事故件数1件あたり実車走行キロ

	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

図-2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。1988年を100とすると、2002年には新出来町線は87.5に低下しているものの、市営全系統の71.5に比べれば高く、基幹バスシステムが乗車人員の減少を食い止めていることがわかる。

(3) 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、欠点としてバスレーンを道路中央に持つことで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となっているため、事故の危険性が高まることなどが挙げられる。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-2）を見ると、新出来町線は約45万キロ、市営バス全体は約26万キロとなり、中央走行方式バスは一般バスより1.76倍人身事故が多くなっていることがわかる。ただし、バスレーンの線形に関しては、制度的な問題の解決によって改良は可能であり、危険性を小さくすることができる。

(4) 信号交差点による影響

中央走行バスレーンでは、信号交差点を通過することによる停車時間が発生する。そのため、GWB（GuideWay Bus）やAGT（Automated Guideway Transit）などのような専用軌道走行方式と比べ、表定速度は大きく低下してしまう。名古屋市の調査¹⁾によると、所要時間のうち信号停車時間が約27%と大きい。もし仮に信号停車が無かったとすると、基幹バスの表定速度が現在の約19[km/h]から、約27[km/h]と大幅に上昇する。この値は名古屋市内の「名古屋ガイドウェイバス志段味線」の高架専用部分での表定速度、約30[km/h]に匹敵する²⁾。ここでは停車時間分のみで計算したが、停車のための加減速を考慮すれば更なる速度向上が期待できる。現在、基幹バス新出来町線では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

い。信号制御の改善によってより高速化できる余地はあるものの、ラッシュ時は高頻度運行しているため、効果は小さいと考えられる。

3. 導入効果の分析

2. で挙げた中央走行方式バスの特性によって、その導入がいかなる効果をもたらしたかについて分析を行う。

(1) バス走行に対する一般車両阻害の減少

2. で述べた中央走行方式採用によるバスの走行環境向上効果が実際に得られたかについて検討する。平成11年度道路交通センサスの「混雑時路上駐車車両数」を用いて、路側バスレーンを採用している基幹バス東郊線（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（8.6km）に遭遇する路上駐車車両の台数を概算すると、約30台となった。これ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高速化に有効である。

しかし、基幹バス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、バス専用時においてもレーンに侵入する違反車両が存在する。名古屋市が調査した、新出来町線のバスレーン区間のある地点での通過違反車両数（1993年データ）を用い、バス1便が遭遇する違反車両数を計算すると約10台となる。これら違反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小さい。ただし、一般に信号交差点手前に設置されていることが多い停留所に信号待ちの違反車両が並ぶ場合、遅れが生じる原因となる。

(2) 道路断面通過可能人員の増加

バスレーン設置によって一般車の交通容量は減少する。特に道路中央への設置は、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く、交通容量を大きく低下させる可能性がある。そこで、中央走行レーン設置による道路断面通過可能人員の変化を比較する。

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³⁾に1台あたり平均乗車人数1.3[人/台]を乗じたものを、バス利用者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を用いる。輸送“力”ではなく、輸送“量”を用いているため、バスについてはこの推計値よりさらに多くの乗客を輸送することができる。また、増便や車両大型化によっても輸送量は増加できる。基幹バス新出来町線のほぼ中央部に位置する、新出来交差点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員の推計結果を図-3に示す。片側2車線道路では、バスレーンを設置すると通過可能人員は5%（約140人）増加し、バスレーン設置により単方向単車線となる片側2車線道路では、通過可能人員が23%（約500人）と大幅に増加する。

このことより、バスレーンを設置することで一般車の交通容量は大きく低下するが、合計の通過可能人員は増加していることが分かる。

(3) 沿線状況と利用者数の関係

名古屋市の調査¹⁾によると、基幹バス導入により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で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。しかし、この調査以降、新出来町線の調査や評価がほとんど行われていないために、現段階で新出来町線が自家用車から移動手段を転換させる効果がどの程度あるのかが明らかになっていない。

そこで、1997年に名古屋市交通問題調査会が使用した(1)式の乗車人員説明モデル⁴⁾を用いて、基幹バス路線において推定される乗車人員と実際の乗車人員実績との比較を行い、基幹バスがバス利用をどの程度喚起しているかを推計する。

$$Y = 0.290X + 0.524X + 858\ln(X) + 596Z + 659\ln(S) - 28998 \quad (1)$$

目的変数 Y : 乗車人員[人/日]
 説明変数 X : バス停勢力圏居住人口[人]
 X : バス停勢力圏通学者（集中側）[人]
 X : 乗り換え接続駅地下鉄降車人員[人/日]（自然対数変換）
 Z : 実質系統長[km/本]
 S : 年間運行回数[本/年]/バス停勢力圏居住人口 [人]（自然対数変換）

(1)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求める形となっているが、パラメータ推定に名古屋市営バスの全系統のデータを利用していることから、推定値はその平均的な値を示していることに

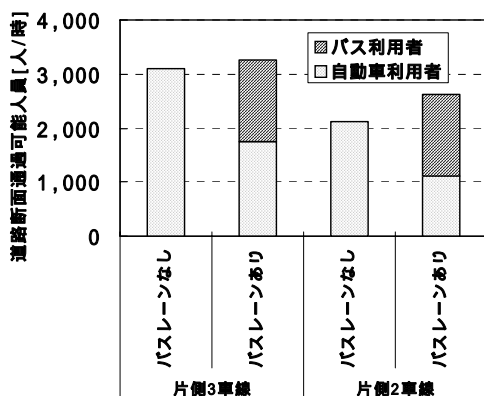


図-3 信号交差点での道路断面通過可能人員

なり、もしこの推定値の方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よく利用されていると解釈することができる。この推定値を用いて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ため、東郊線（基幹1号系統）や新出来町線（基幹2号系統）とともに、1979年の基幹バス計画当初、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2000年度1日平均利用者数の推計値と実績値の関係を図-4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+10%、東郊線で+22%、A線で11%、B線で14%、C線で22%となっている（東郊線は(1)式で考慮されていない、大企業、JR駅や名鉄駅との結節があるので多い）。このことから、基幹バスは、沿線の持つポテンシャルから算出される推計値よりも多くの人に利用されており、一般路線より他の交通からバス交通への転換を促していることがわかる。

(4) 環境負荷の低減

中央走行方式導入によって路線バス的高速運行が可能になることを2.で述べたが、それ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⁵⁾が提案する車種別・走行速度別のCO₂排出量計算式を用い、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。ここでは表-4に示す3つのケースを想定する。バスは速度一定で走行しているとし、表定速度以外にCO₂排出量を変化させるパラメータはないものと仮定する。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15%CO₂排出量を減らす効果がある。

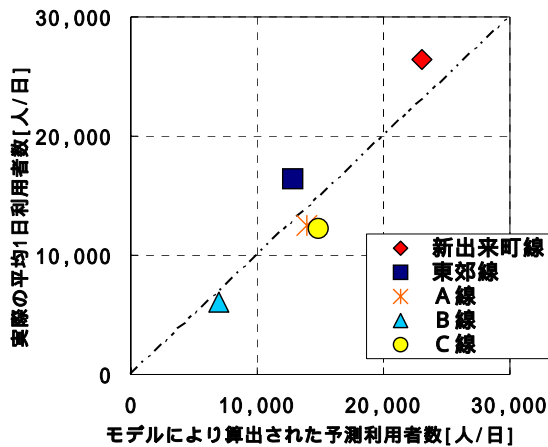


図-4 実際の利用者数とモデル式のポテンシャル

表-4 走行速度別の燃費と新出来町線の年間CO₂排出量

方式	表定速度[km/h]	燃費[km/l]	新出来町線年間CO ₂ 排出量[t-CO ₂ /年]
中央走行方式	19	3.65	1,578
路側走行方式	16	3.35	1,718
一般路線バス	13	3.10	1,858

(2002年データ)

これに加え、自動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。杉野⁶⁾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、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650[t-CO₂/年]削減していることになる。

4. おわりに

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5点を明らかにした。

中央走行によって一般車両の影響が少なくなり、路線バス的高速走行を可能にする。しかし、人身事故の危険性は増大している。

信号による停車時間で表定速度は2/3程度に低下している。

道路断面通過可能人員は、片側2車線・3車線のいずれの場合も増加する。

乗車人員説明モデルを用いて推定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10%多くなっている。

新出来町線の運行によってCO₂排出量が570[t-CO₂/年]削減されている。

- 謝辞 -

本研究を進めるにあたり、研究対象事例の関係者各位にはデータ提供やヒアリングの実施などに関して、多大なご協力をいただきました。ここに改めて感謝の意を表します。

- 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) 竹下博之・加藤博和：名古屋ガイドウェイバス開業後3年間の状況分析，第30回土木計画学研究・講演集 CD-ROM，2004。
- 3) 河上省吾・松井寛：交通工学，森北出版，1987。
- 4) 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。
- 5) 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。
- 6) 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。