

都市バスシステムのための諸技術に関する一考察 —ブラジルと日本の事例の比較による*

An Analysis for Techniques of Urban Bus Transportation System
through the Comparison with Brazilian and Japanese Cases*

秀島栄三**・赤松俊哉***・山本幸司****

By Eizo HIDESHIMA**・Toshiya AKAMATSU***・Koshi YAMAMOTO****

1. はじめに

わが国のバス経営は大半において厳しい状況にある。過疎地では需要の絶対的不足、都市域では代替交通手段との競合が主たる要因としてある。本研究では、都市部で供給されるバス交通サービスに限定し、採用される手法・手段に焦点を当て、他国の好事例に学ぶことを目的とする。公共交通について欧米諸国を“先進”事例として参照した研究は多いが、世界に敷衍された公共交通技術には必ずしも先進—後進という二分法で仕分けられない多様性がある。本研究では、中進国に位置づけられるが、経営がうまくいっているブラジルのバス交通を取り上げる。当然バス経営が置かれた社会経済条件は大きく異なる。このためその違いを理解した上でいかなる側面で参照できるかを吟味することとする。

2. 公共交通の比較研究について

車両としてのバスは自動車の技術的発達と並行して進化してきた。他方、停留所の接近表示などはバス固有の技術である。またダイヤ編成や人員配置ではOR技法も適用される。以下では車両としてのバスに加え、運行や経営の方式までを含めた、より総合的なものをバスシステムと呼ぶ。そして、そのためのハード・ソフトの手法・手段を(バスシステムの)技術と呼び、それらについて取り上げる。

*キーワード：公共交通計画、開発技術論、交通計画評価

**正会員、博(工)、名古屋工業大学社会開発工学科

***学生員、名古屋工業大学大学院工学研究科

****正会員、工博、名古屋工業大学社会開発工学科

(〒466-8555名古屋市昭和区御器所町、

TEL052-735-5586、FAX052-735-5586)

わが国のバスシステムの技術の多くは欧米先進国から得た。即座に採り入れられたものと社会経済条件の違いが考慮されながら変容したものがあると考えられる。

例えば、わが国の都市域以外では距離比例制の料金体系が一般的である。広域に均一制を実施することも社会的かつ技術的に可能だが、比例制は、社会的な反発を特に受けず、かつ発券や料金徴収に係る精密機器技術により堅持されてきた可能性がある。

採用された技術と社会経済条件との間には様々な関係があると考えられる。このため複数のバスシステムを比較して単純に優劣はつけられないが、バスシステムを構成する要素技術について異なるシステムに導入が可能あるいは適当と判断できるものはある。本研究ではそのような観点から日本とブラジルのバスシステムを観察する。ここではゴイアニア市と名古屋市の事例を中心に取り上げる。

ANTP(全国公共交通協会)に加盟するブラジルの都市バスは、財務に係る計算方式など多くの点で標準化され¹⁾、かつ多くのデータが公開されている。また自治体の監督下、運営は民間企業が行うのが一般的である²⁾。さらに公的な補助金はない。ゴイアニアはその一例で、バスシステムだけ取り出してみれば、しばしば注目されるクリチーバの事例³⁾ともあまり違いがない。

一方、名古屋では地下鉄を含む都市鉄道が公共交通機関として大きな役割を果たすが、バスも多くのエリアで基幹の公共交通を担い、データも整備されている⁴⁾。両国のバスシステムに係る技術を比較する上で、これら2都市を取り上げることに問題はない。なお資料収集にあたってはゴイアニアのバス企業の連合体であるSETRANSPとSINTRAGO、加えてブラジリア連邦特別区で営業しているバス企業に

インタビューを行った。名古屋については市交通局のバスを対象とする。

3. ブラジルと日本のバスシステム

(1) バス事業を特徴づける要素技術

次のようにバスシステムを9つの要素技術に分解する。これは分析者の独断による。サービスなどの観点からみれば横断しているものもある。分解の妥当性を追求するには KJ 法の適用等が考えられる。

- a) 路線：各地点の乗客をまとめて輸送する。定時性や安全性を確保するために路線上で専用・優先レーンが用いられる。
- b) 経路策定(及び変更)：経営に大きく影響する。さらに営業係数などこれを決定するための技術がある。
- c) ダイヤ：出車回数、間隔、ピーク時の対応、等。
- d) 料金徴収：徴収方式(車掌制と自動化)、均一制と距離比例制、割引制度、乗継方式など。
- e) 案内：時刻表、路線図、放送、停止・発車案内、バスロケーションシステムなど。
- f) 運行速度：安全性を重視すれば遅くなり、移動時間の最小化を重視すれば速くなる。これらに対応する車両と路線の技術。
- g) 接客サービス：運転手のマイク放送など。
- h) 停留所施設：ベンチ、屋根、案内、駐車場、(突出した)テラス(車道に突き出してバス停を設置し、他の交通を排除して定時性や安全性を向上する)等。
- i) ターミナル施設：乗り継ぎ場所としての機能、改札、ベンチ、屋根、案内、駐車・駐輪場がある。
- j) 車両：形態(小型バス、連結バスなど)、座席、空調、乗降補助対策(ワンステップ、スロープ、リフト、低床車体など)、環境負荷低減型のエンジン・駆動部、料金徴収機器、サスペンションなど。
- k) 従業員：効率的運営のために教育された各部門の人員、等。

(2) バスシステム技術の比較

- a) 路線：名古屋市で 160 路線、ゴイアニア市で 200 路線とさほど変わらない。1 路線あたり平均距離は名古屋で 10km 以下、ゴイアニアで 15 ~ 20km 程度である。ゴイアニアと比較すると名古屋は人口が約 2 倍、面積は約半分である。路線距離が短い

は人口密度が高いためと考えられる。

バス専用レーンは両方に存在するが、ゴイアニアのみならずブラジルの都市ではバス以外の車両交通を完全に排除できている。ブラジルの方が土地利用上、道路拡幅の可能性が高いこと、警察の強制力が強いこと、全体的にはブラジルの方が自動車交通量が少ないこと等が理由として考えられる。他方、名古屋ではピーク時に車道の一部をバス優先レーンに変更する場合がある。交通量が多いうえに空間的制約が厳しい下での方策である。

- b) 経路策定：ブラジルでは、全国的に **IPK (Indice de Passageiros por Quilometro)** という指標を用いて都市全体あるいは路線の経営状態を把握する。簡単に言えば 1km 1 カ月あたりの平均乗車数である。一方、日本では営業係数によって把握する。営業係数は、簡単に言えば 100 円の収入を得るのにかかる費用である。IPK の方が営業状況のより構造的な把握がなされる。

- c) ダイヤ：名古屋ではおよそ営業時間が 6 時 ~ 23 時に対し、ゴイアニアでは 5 時 ~ 25 時である。

1 日当たり、1 時間当たりの本数はゴイアニアの方が多。主要路線では殆ど待ち時間がない。これはバスが唯一の公共交通手段であることが理由として考えられる。また一般に夕食の時間帯が 20 時以降という生活スタイルも関係していると考えられる。

通勤ピーク時の増発は両国に共通する。しかしゴイアニアは名古屋ほどではない。ブラジルの通勤・通学の時間帯は比較的分散しているためによる。

名古屋では休日の運行回数が平日に比べやや減少するが、ゴイアニアでは大幅に減少する。ブラジルの場合、宗教的な背景があるが、この点が日本では大幅な赤字に影響をもたらしているかもしれない。

- d) 料金徴収：名古屋では運転手はワンマンで運賃徴収には運賃箱を利用する。ブラジルでは車掌制を採用することが多い。名古屋市交通局ではバスと地下鉄で共通の使用記録が印字される接触型の専用券を発行している。ゴイアニアでは全社共通の **Sitpass** という非接触型専用券を普及させようとしている。

車掌制は人件費がかかる一方、発車してからでも徴収が可能となる点で、運行上の時間ロスが少ない。治安上の監視の役目も担っている。同時に正確に乗車数をカウントできる。カウントする必要性は、多

くの都市では複数の企業が連合体を結成し、乗客の種類と人数に応じて収益を各社に配分するためにある。**Sitpass** の導入はこの点から車掌を不要とした。

両国とも都心を含むエリアで均一制を採用している。郊外では、日本では距離比例制となり、ブラジルでは、乗り換えて新たに別ゾーンの均一料金を支払う形が一般的である。

e)案内：ブラジルでは一般にバス停に時刻表や路線図は存在しない。ゴイアニアでは一部設置を始めている。ブラジルでは自治体がバス停を管理し、維持の都合から設置を認めていない。今後はバス企業が管理し、広告収入活動が認められる予定である。ダイヤについて、ブラジルでは 1 日およそ 4000 件の電話の問合せに対応している。ブラジルのバス停には公衆電話がよく設置されている。

バスロケーションシステムについて、ゴイアニアでは近い将来 GPS を利用する予定である。日本では車内放送が既に同等の役割を果たしており、必ずしも GPS の採用を必要としない。

f)運行速度：名古屋のバスの平均速度は 13km/h、ゴイアニア、ブラジリアは 20km/h である。名古屋の道路は常に過密であることが遅さの主たる要因であろう。またゴイアニアの商業地域では歩道寄りレーンに乗用車が停車できる余地があり、路駐車両の影響をあまり受けない。さらにインタビューによるとブラジルではバスの運転手が運行表に従い、焦りながら運転しているとのことである。

g)接客サービス：ブラジルでは、運転手によるマイク放送は安全性を理由に認められていない。日本では初めての乗客にも対応する内容のテープ放送、運転手が急停車等の危険を知らせることがある。

h)停留所施設：どちらにも屋根付き、ベンチ付きバス停とポールのみのバス停がある。必要不可欠な最低限度のインフラであると考えられる。

名古屋には、バス停に近接するパーク＆ライド、サイクル＆ライド用の駐車・駐輪場が若干数ある。ブラジルでは現在ポルトアレグレ市に僅かしかない。そもそもブラジルでは、正確な統計はないが、明らかに車を持たない人が多い。自転車の利用も趣味にほぼ限定される。

i)ターミナル施設：名古屋では、会社ごとにエリアを区分している。ゴイアニアでは、バス会社が連合

体を結成し、全社がターミナルを区域の区別無く共有している。利用者の立場からは、ゴイアニアの方が分かりやすく、乗換による料金の発生もない。

j)車両：名古屋、ゴイアニアで使われているバス車種はそれぞれ表－1、表－2 の通りである。

平均車令について名古屋は 4.9 年(1998 年)、ゴイアニアは 5.1 年(2000 年)で、さほど違いがない。

表－1 名古屋のバスの車種

	全長	幅	高さ	座席	定員
小型	6.99m	2.30m	2.93m	17	40
中型	8.99m	2.30m	2.98m	22	52
一般	10.78m	2.49m	3.08m	23	71
基幹 1 号	10.64m	2.49m	3.07m	26	72
基幹 2 号	10.68m	2.49m	3.06m	28	76

表－2 ゴイアニアのバスの車種

	全長	幅	高さ	座席	定員
Micro-onibus	4.75- 8.50m	2.00- 2.50m	2.25- 2.75m	10- 20	10- 40
Onibus Convencional Standard	9.50- 11.00 m	2.50m	3.00m	25- 40	60- 90
Onibus Convencional Padrao	10.50- 12.00 m	2.50m	3.00m	30- 50	80- 125
Articulado (連節)	16.00- 18.00 m	2.50m	3.00m	40- 60	140- 180

全体的に名古屋のバス車両の方が小さい。名古屋では大型バスの運行は道路条件から厳しい。小型バスは名古屋、ゴイアニアとも乗降ニーズがあるが狭い道で運行するために利用されている。

ゴイアニアでは需要が高く走行に支障のない路線で需要の高い時間に連節バスの運行が推奨される。これに対し、日本ではまだ認められてない。

冷房付き車両については名古屋はほぼ 100 %、ブラジルでは普及率が低い。ゴイアニアでは気候条件からあまり必要がない。

身障者への対応は、名古屋ではワンステップ、リフト、スロープ付きバスを目下、増やしている。ゴイアニアでは身障者専用の小型バス(サービス内容はハイヤーと同様)が 6 台ある。ゴイアニアには 400 人の車椅子利用者がいるが、この 6 台でおおよそ延べ 200 人の交通をサポートできると算定している。公的な補助は無く、上述のバス企業連合体が負担している。高齢化が進んでいない地域では、このような専用の小型バスの方が身障者にも利便性が高く、かつ一般利用者向け

のサービスも効率的に運営できる。

乗降方式について均一制では両市とも前から乗り、日本では乗車時に、ブラジルでは乗車時または乗車中に支払う。日本の距離比例制では後ろから乗り整理券をとり、電光掲示板に示される料金を降車時に支払う。ブラジルのターミナルでは構内に入場する際に料金を支払うので乗客を後ろから乗せる。これは走行中の重量バランスを考えてのことである。

k)従業員の能力：乗務員について名古屋ではワンマン運転のため運転手に様々な作業が集中することになる。その他はさほど両国で変わらない。

(3) ブラジルのバスシステムより得るもの

前節に紹介したバスシステム技術のうち、一方の国でしか用いられていないものを取り上げる。これらについて名古屋のバスシステムに導入する場合の必要性・妥当性、逆に既に名古屋にあるが不要となる可能性、また導入あるいは廃止の前提条件・障害を表にしてまとめてみた。なお本稿では紙幅の都合上、代表的なものに限定する。(表－3 参照)

費用や効果に関する情報が乏しく、導入することが適当か否かをここでは断定できないが、導入すればほぼ必ずサービスが改善されるものもある一方で、本当に必要かわからない技術もある。例えばGPSを用いたバスロケーションシステムは導入する必要性

はないだろう。逆に車内放送、マイク放送などは日本では当たり前になっているが不要かもしれない。

4. おわりに

ブラジルでは最近、小規模事業者による、乗り合いタクシーにも近い小型バスが急増し、ゴイアニアのように認可する自治体も出ている。これにより在来バスシステムは競争を強いられているが、それでもなお採算性、利用度の観点でうまくいっている。民営主導により赤字路線を作らない原則によるところも大きい。結果として様々な技術の取捨選択が行われている。本稿ではこの点に着目した。

参考文献

- 1) ANTP: Gerenciamento de Transporte Público Urbano, Instruções Básicas Vol 1-8, 1990.
- 2) CEFTRU, Universidade de Brasília: Diagnóstico dos Órgãos Gestores de Transito e Transporte para Elaboração de um Plano de Capacitação de Recursos Humanos com Vistas a Modernização do Setor (FASE I), 1999.
- 3) 中村文彦：クリチバ市の都市交通-公共輸送を軸とした持続可能な都市開発の可能性-,交通工学 Vol.30, No.5, pp.33-40, 1995.など
- 4) 名古屋市交通局：交通事業成績調書(年刊)

表－3 バスシステム技術の導入の検討

項目	導入の必要性・妥当性／不要となる可能性	導入の前提条件・障害
レーン幅の広さ	速度向上のため望ましい	道路周辺の用地が確保できる
IPK(km 当たり乗車数)	各路線の費用構造を把握し、採算性を明確に示すので望ましい	データ収集の仕組みから整備される
広範な営業時間	生活形態の多様化に対応するため望ましい	一部実施済み 運用に係るコストが十分低い
休日便数の抑制	採算性向上のため望ましい	利用実態に対応している モニタリングが実施される
車掌制	居ればサービスは向上する	人件費が十分低い
Sitpass	接触型でそれ以上の高度な処理を行っており、必要ない	－
時刻表と路線図が無いこと	経費が削減されるならば望ましい	携帯電話などによる補完サービスがある
電話応対	あればサービスは向上するので望ましい	人件費等が十分低い
GPS によるバスロケーションシステム	既往の無線方式に比して追加的機能があればサービス向上に繋がるので望ましい	設置コストが十分低い
マイク放送が無いこと	安全走行上無くてよいかもしれない	代替手段が用意される
共有ターミナル	乗換えの効率化(特に身障者等)のため望ましい	複数の事業体間で料金体系・徴収の仕組みが調整される
連結バス	輸送力増強のため望ましい	十分な道路線形、施設が整備される
身障者専用バス	身障者の利便性向上のため望ましい	一般車の身障者対策の充実とどちらが適切か十分に検討される