

都市部のバス交通に関する研究課題*
Research Topics on Bus Transit systems in Urban Areas

中村文彦**

By Fumihiko NAKAMURA**

1. はじめに

乗合バス事業に関する規制緩和が実施され、際立った動きはみられないものの、都市の郊外部では、路線の統廃合がはじまりつつある。中心部では、少しずつ新規参入の兆しがみえはじめた。これらを背景に、バスに過度の期待をする必要はなくとも、活用の意義ある場面でバスを活用した都市交通システムに誘導することを、より論理的にかつ具体的に検討する必要性が高まってきた。

土木計画学の分野でも少なからずの研究論文が、都市部のバス交通を題材とし、いくつかの有益な成果をあげてきている。しかしながら、これからの都市交通のあり方を考えた場合、交通制御の側面、需要の側面、供給の側面、財源の補助の制度の側面、結節点整備など施設設計の側面などに、多くの研究課題が残されている。本論では、これらの側面にどのような研究課題があり、我々が学術的な立場から何をすべきなのかを論じた。

2. 都市部のバスをとりまく環境の変化

(1) 分類の軸

ここでは、都市部のバス交通に関する研究ニーズの根本となる、わが国の都市部のバスを取り巻く環境の変化について概略的に整理した。具体的には、いわゆる環境問題、福祉問題、経済的な側面、まちづくりの側面の4方向から整理できる。合わせて、それらに対して、海外ではどのような動きがあるのかを含めて、簡潔に整理した。

(2) 環境の側面

一般に公共交通は環境にやさしいと信じられている。交通セクターからの環境負荷を下げるために、徒歩、自転車そして公共交通といったいわゆるgreen modeへの転換が期待されている。

公共交通の環境負荷については、しかしながら、台キロデータでの評価と人キロデータでの評価で異なり、後者の場合は、乗車率によって評価が異なる。乗車率の低い大型バスと定員乗車の自家用車での比較がその典型となる。利用率の悪いコミュニティバス等も、この点からより小型の車両での運行などの見直しをされるべきである。さらに、ディーゼルエンジンで走行するため、NOxやSPMの点でも通常のバスは不利である。一方でLRTの場合は、建設整備の際の直接的な負荷と建設期間の道路幅員減少による混雑激化の影響を考えると、必ずしも断然有利ということでもない。いずれにせよ、これらのを踏まえた上で、環境面への貢献が検討されている。

(3) 福祉の側面

移動制約者の中のあるカテゴリーの層のモビリティ確保に対して、公共交通の充実が期待されている。後に触れる費用効果を考えた場合、すべての移動制約者のニーズを乗合のバス輸送で対応させることはむしろ不効率であろう。どのあたりの層にどのような乗合型のシステムが最適なのか検討が必要である。

スウェーデンでは、人口分布と地形条件、施設立地などを考えて、定時定路線できめ細かくまわるサービスルートと、2地点間を定時運行するが、経路地はリクエスト次第といういわゆる需要応答型システムのフレックスルートが知られている。わが国のコミュニティバスも同じベクトル上のも

*キーワード：バス交通、都市交通、研究課題

**正員，工博，横浜国立大学大学院環境情報研究院

(240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-7

Tel:045-339-4033, e-mail:nakamura@cvg.ynu.ac.jp

のともいえるが、福祉ニーズの全体像の中で何を満たそうとしているのか、満たすべきなのか、議論が求められる。

次項で触れる道路運送法の規制緩和により、路線の新規参入と既存路線の撤廃の手続きがかなり簡略化された。既存路線の撤廃は、モビリティの喪失という意味で福祉の問題である。県別に地域協議会が開催され、バスを残すための方策が議論されているが、特効薬はない。バスを残すことに固執するよりは、他の代替的な方法も含め、モビリティの確保策を幅広く議論することが望ましく、これからの議論の展開が注目される。

(4) 経済の側面

規制緩和がわが国で導入された背景はいくつかあるが、そのひとつが、産業としてのバスのコストの適正化であろう。競争原理が働くことによるコスト削減への期待は大きい。乗合バスの規制緩和の先輩であるイギリスでの動きをみると、紆余曲折の後、地方都市では、リーズ市等のようにバス品質協定あるいは同契約を自治体と事業者で結ぶ方法と、ロンドンのように、市で路線単位の運行計画まで決め、路線単位で運行委託の際に入札をさせ、そこに競争原理を働かせてコスト削減を図る方法が、かろうじて効果をあげているようである。わが国の規制緩和を、よりよい都市交通システムのために、どのように育てていけばよいのか、検討が求められる。

品質協定あるいはロンドン型のシステムでは、コスト構造の明示が事業者求められるが、これはわが国の現在の事業者がもっとも躊躇するところであろう。労働組合との調整などの要因がコスト計算を複雑にしている側面がある。平均費用は算出されるが、1単位のサービス増に対するコストの増分の計算は決して単純ではない。いずれにせよ、この部分からの脱却も求められているといえる。

もうひとつ、幹線的な公共交通システムの代替案として、アメリカでBRT(Bus Rapid Transit)への注目が高まっている。専用道路整備あるいは一般道路での優先方策の適用を伴って、もしくはガイドウェイバスの技術を援用あるいは発展させ

ることで、モノレールや中量軌道システムに匹敵する機能を低コストで実現させることへの具体的な検討である。

ガイドウェイバスについては、海外で、アデレードのような時速100kmの急行運行型、イギリスのリーズ、イプスウィチ、ブラッドフォードのような短区間のボトルネック回避型の興味深い事例がある。さらには、物理的接触ではなく、光学誘導、磁気誘導により車両を無人走行させる技術は、日本や欧州で実用的な検討が進んでいる。淡路島での有人走行を行っているシステムは、最大8台のバスの無人隊列走行により相当量の輸送力を確保できるシステムで、今後の検討が期待されている。

制度面での制約があるにせよ、技術の適用とコストダウン効果についての今後の検討が期待されているところである。

(5) まちづくりの側面

ひとつには環境負荷の小さい都市づくりにおける公共交通の役割で、これは公共交通指向型開発への期待である。公共交通への転換を促すような都市構造や活動立地、歩行者アクセス経路の確保などに関する検討が課題となる。バスを軸とした開発は、ニュータウンでは、イギリスのランコーンやアービン、オランダのアルミア、日本の成田、都市レベルでの整備では、カナダのオタワやブラジルのクリチバなど、事例が限定的である点に注意を要する。

もうひとつには、中心市街地問題への対応がある。トランジットモールでは、バスよりもむしろLRTが注目されているが、アメリカのデンバーなどバスのトランジットモールで活性化を達成している事例があり、バスで本当に何ができるのか、例えば、おそらく世界ではじめてアーケードに路線バスを通した金沢市の事例などを長期的に定点観測することで、議論が深度化することが期待される。

3. 研究課題について

さて、以上のような背景および、交通工学を含む土木計画学の分野での内外のこれまでの蓄積を

踏まえると、都市のバス交通に関しては、さまざまな検討課題がある。本稿では、それらを、交通管制の側面、需要予測の側面、供給システム分析の側面、財源の補助の制度の側面、結節点整備など施設設計の側面の5つに分けて、近年の動きにも触れながら紹介する。紙面の都合で、関連する参考文献を稿末に完全には紹介できないことをあらかじめ断っておく。

(1) 交通管制に関連する研究課題

バス優先方策の代表例がバスレーンとバス優先信号制御である。これらは、古典的技術で、効果分析や実証的な評価は1970年代に内外で多くなされた。しかしバスレーンに関してはその機能が発揮できていない例が多く、その克服策を工学的な視点から検討する課題が残されている。

ひとつの例は、遵守率の高いバスレーンと遵守率の低いバスレーン(バス専用レーンのみを対象し、バス優先レーンは対象としない)の違いが、沿道条件なのか、バス運行にかかる要因なのか、バス以外の自動車交通流の特性なのか、道路条件あるいは信号条件なのかを比較し、発見的手法でメカニズムを調べ、バスレーンの遵守率を高める、取り締まり強化以外の方法を抽出し、定量的に効果評価を行うことが課題のひとつであろう。

信号制御については、横断側の交通への影響を配慮したより高度でダイナミックな制御の検討が課題となる。ひとつには、ファジィ理論等を適用し、制御代替案の選定にはニューラルネットワークの考え方をを用いて、在来よりも旅行時間の散らばりの少ない制御が可能であることが、すでに報告されており、この延長での検討が課題のひとつであろう。高度な信号制御の解析が可能になった背景のひとつは、計算機の機能向上である。特に近年発展の著しいマイクロシミュレーションモデルを活用することで分析の幅が広がってきたことは特記すべきであろう。

(2) 需要予測に関連する研究課題

需要予測に関しては、予測技術の改良に関する理論的な面の課題と、既存の需要予測技術をベースとしながらも、都市のバス交通におけるシステ

ムの評価など実際の面での課題とに分けて整理する。

理論的な面では、OD推計、手段選択モデルの改良、バスのネットワーク上での経路配分といったところが、古典的な課題である。OD推計については、技術的な改良の課題はないが、例えば、最近のバス車両の一部に搭載されている赤外線等による自動乗降客数計測装置のバッチデータをもとにしたOD推計手法の改良など、データの質向上に伴う技術改良の検討がみられる。これは交通計画一般の傾向ではあるが、バスも例外ではない。

手段選択モデルについては、非集計行動モデルを適用した研究が数多くあり、実用性という点でも問題はないといえる。しかしながら、例えば、実際のバス利用を観察すると、短距離の利用が多いのは、高頻度の路線で、頻度の少ない路線あるいは停留所勢力圏の広いバス停では短距離利用が少ない傾向があり(バスだけでなく都市の公共交通に共通の傾向と予想される)乗車外時間の評価が乗車時間と独立になっているという効用関数の前提は、ミクロに考えていくと、一考の余地がある。このような視点での課題がいくつかあると思われる。

実際の課題は、実務界での流行と関連するが、最近では、都市型のコミュニティバスの需要予測、ダイヤモンドバスの需要予測などをあげることができよう。コミュニティバスは、一般には、行政主導の、従来のバスネットワークでカバーされない区域や公共施設を経由する、小型車両を用いたバスシステムと理解される。中山間地域の事例が多いが、都市部の事例も少なくない。都市部では、駅前地区など比較的市街化の進んでいる地域の事例と、密度の低い、市街地辺縁部まで取り込むような地域の事例とがある。

いずれの場合でも、計画を丁寧に行った事例でも利用者が伸び悩み例もあれば、需要予測を定量的に行っていない事例でも利用が好調な例もある。ピーク時の需要を対象としていないこともあり、在来の需要予測手法の適用にあたっては工夫すべき点が多いと思われる。

ダイヤモンドバス(需要応答型のシステムという意味で海外ではDRT: Demand Responsive Transpo

rtと呼ばれるようになってきた)については、予約行為の負荷、他の乗客のリクエストにより、待ち時間、乗車時間がダイナミックに変動することの評価(時間価値の低い利用者が多い場合は考慮不要とも言われる)など、需要予測に際して検討すべき課題がいくつかある。

(3) 供給システムに関連する研究課題

供給側の問題は、特に数理計画に関連する領域で多くの蓄積がある。路線網の最適化問題や、ダイヤモンドバスの配車問題などが、理論的にはほぼ解決されているとあってよい。しかし、実際のコスト構造や財務状況の評価、あるいはそれに基づいた運行状況の改善といった、実態解明作業をベースとした課題が残されている。

また、前項同様、データの質向上に伴う新しい課題もある。例えば、リアルタイムの運行データを用いた、バスのBunching(団子運転)の予測および回避策の評価などがある。路線単位から面的に拡大した場合、需要関数を組み込ませた場合など課題の展開があり得る。

(4) 財源補助制度に関連する研究課題

この領域は、工学的な研究論文にはなりにくいですが、補助入札制度に関する課題、都市交通計画の中でのバスに関する計画プロセス、運行システムの代替案評価などがある。特に規制緩和を受けて、イギリスがこの十数年経験してきたように、行政と事業者との関係は、多様な方式を展開する可能性がある。都市部では新規参入や他の交通機関との関係も無視できず、そのあり方については、実際の動向を踏まえながらも計画論として整理しておく必要がある。研究者が取り組むべき重要課題のひとつといえる。

(5) 施設設計に関連する研究課題

バスに関連する施設としては、バスターミナル、バス停、車庫がある。制度を厳密にいうならば、一般自動車ターミナル法を適用していない施設をバスターミナルと呼ぶのはふさわしくなく、特に、旧建設省の領域ともいえる駅前広場では、バスターミナルとは呼ばずバス乗降施設と呼ぶことが無難とされるが、理論的にはバスターミナルと総称

することが望ましい。道路容量が少ない一方で活動量の多い駅前地区ではバスのような大柄で挙動の鈍い車両が空間を占有することは全体からすれば非効率であるが、政策的には自家用車よりも優先させるべき場面も少なくない。なるべくなら路外にバスターミナルを設置することが望ましいが、地価の高い空間を十分に確保することは容易でなく、排気ガスの関係で立体利用も難しい。

このような背景から、処理能力を向上させ、同一需要に対して必要面積を少なくする、いわゆるコンパクトターミナルの検討が内外で進められている。特にリアルタイムで車両の位置がわかり、運行ダイヤもダイナミックにコントロールでき、さらには乗客や待ち客の状況も把握できるような時代のバスターミナルの施設設計は、大きく転換することが予想され、それに関連した研究が望まれる。が、詰めていくべき課題は多い。

バス停に関しては、ハイグレードバス停など付加機能を充実させた施設整備が進んでいるが、より深刻な問題のひとつは乗降の手間であろう。ひとつには、せっかく導入したノンステップバスが、歩道にすりつけず、高齢者や車椅子利用者の乗降が容易ではないこと、もうひとつは、バスの停車時間の増大が、後続の車両に影響を与え、それが蓄積され、渋滞の原因となっている地域が、都市郊外部には少なくないこと、などを指摘できる。

バスベイを効果的に設計、運用することで、これらの問題は解決し得るが、これまで十分な検討がされてきてはいない。車両のサイズ、挙動。道路交通の条件、そして利用者の属性もかわり、計画評価の目標も多様になった現代に、もう一度、バスベイのような基本的施設の設計を検討することの意義は大きい。特に、コミュニティバスなど小型車両の路線での課題は深刻といえよう。

5. おわりに

以上、都市部のバス交通の問題をすべて網羅的に概観するには至らない面も多々あるが、実際のバスの問題から乖離した研究ではまずく、また実態をなぞるだけの調査でも不十分であり、今後のさらなる検討が必要となるところである。