

乗降情報を用いた BRT 運行・経路設計手法の検討

山本翠^{†1} 梅津高朗^{†2}

概要：BRT システムは既存のバスシステムの欠点である定時性や速達性を解消でき、鉄道よりも低コスト、低維持費であり経路選択や運行間隔を柔軟に設定することができる。しかしこの柔軟性をより活用するには経路や運行間隔を適切に設定する必要がある。利用者の IC カード乗降情報などから移動や利用時間を推定し、より効率的な手法を検討する。

キーワード：ITS、乗降情報、BRT システム

1. はじめに

近年の少子高齢化の社会で公共交通機関の重要性はますます上がっている。しかしながら既存のバスシステムでは定時運行が困難である。また鉄道は敷設に多額の資金が必要で、かつ運行に柔軟性が生み出せないというデメリットがある。

そこで既存のバスシステムを利用し専用道路を設置して BRT(Bus Rapid Transit)システムへの転用と社会実験が日本の各都市で行われている。しかし、運行経路や本数などの設定が利用者の利便性の向上に繋がっていないという状態が依然多い。このような問題を IC カード等の乗降情報や周辺の人口分布から移動を抽出することで効率的な設計ができるような手法を検討する。

本研究は、BRT の効率的な運行と経路を乗降情報から設計する目的。また BRT バスでは一般道路以外の軌道のみを走行するものも含まれるが、本研究では一般道に専用のレーンを設ける方式（既存バスからの転換）の場合で検討し運行に柔軟性を持たせるようにする。

バス運行設計に関する研究は IC カード利用者の乗降情報データや需要の予測によって決定する研究[1]や、利用者の乗降に必要な時間や周辺交通への影響から要因分析することで、遅延の発生などを予測する研究[2]などが行われている。前者の研究では停留所からの距離や乗降数を重回帰分析し登録者数を予測したり、IC カードの利用者から単回帰分析を行い利用者の予測を行っている。

今回、データ収集の対象として新潟市の公共交通を対象として選定した。理由としては運行している新潟交通が BRT の導入を進めており、かつ利用状況の公開を行っているためである。新潟市では平成26年に第一期として既存のバス路線からの転換を行っており、将来的には路線の拡大を検討している。

また、転換の際に行われた路線の再編では図1のようなシステムになるようにした。このことにより幹線バスに専用レーンと接続バスを導入し、その他の地域へは通常の路線バスを運行することによって運行に必要な人員や都市部交通の渋滞緩和など効率化を計っている。

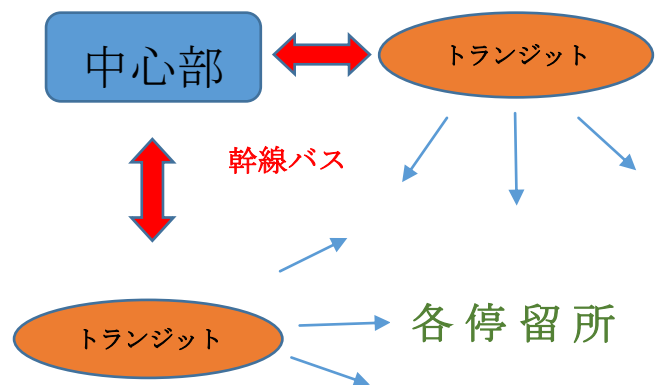


図1

このような方式は日本各地で導入されており、幹線バスとなる路線の選定は各地で利用状況などから設定されている。輸送効率の高い幹線バスを実現するためには大量の人員を、定時で輸送するというのが重要となる。本研究でも幹線バスの運行や運行経路の設計を主に行う。

2. 運行路線の設計方法

前項の幹線バスの運行の設計をするためには「(a)既存バスの運行系統」「(b)利用者がどこで乗車してどこで降車するかという情報」、「(c)道路の交通状況によるバスの遅延率」を考慮して幹線バスを判定することが重要になる。

(a)既存バスの運行系統からの設計は、現在の運行系統から多くが重複となっている区間、または付近を走っている路線を統一する。

(b)利用者の利用状況から乗車人数の観測を行い、利用人数の特に多い区間を抽出する。また、この中で利用人数の多

^{†1} 滋賀大学

^{†2} 滋賀大学

い区間を幹線であると仮定する。そして、(a)で行った系統の統一で統合された路線の分岐点となるトランジットの設定も利用者の多い停留所で設定する。

(c)道路交通情報から渋滞の起こりやすい場所と時間帯の推測を行い、既存のバス路線の平均的な遅延時間から遅延率を考える。

これらから得られる情報によって幹線バスを判定してBRT路線の運行経路の設計を考える。

3. 実データからの検証

新潟交通の公開されている乗降データと停発車データからBRTが整備されていない南口側を発車するS5女池線～S9亀田・横越線を対象としてどの区間でBRTを設定するかを検討する。

乗降データ

バス車両の乗車口、降車口にあるセンサーでカウントした合計人数 ÷ 2

バス停ご利用状況のため、乗降各1名で計算

【対象データ】

- ・バス車両の乗降口にあるセンサーでカウント
- ・ICカード乗車データ

停発車データ

□バス停ごとに発車時刻データの1か月平均値を算出

□1か月平均値とバス停発車予定時刻（バス停時刻表掲載時刻）との時差を算出。



図2

(a)を考えるとこの中で統合できると考えられるのはS6長潟線とS7スポーツ公園線、の新潟南口～宮本橋（イオンモール新潟南）間（区間i）とS5女池線とS6長潟線の新潟南口～市役所前間（区間ii）、S8京王団地線とS9亀田・横越線新潟駅～紫竹間などが考えられる。(b)S5女池線、S6長潟線の乗降数データは図3の通り、乗降数データから区間iの場合を考えるとこの区間は利用者数から推測するに輸送人数が極めて多いため幹線と考えられる。区間iiについても同様に考えられる。またトランジットとして候補

の停留所としては、市役所前、イオンモール新潟南、南部営業所が利用者の数から挙げると考えられる。

女池線		長潟線	
停留所	利用者(人)	停留所	利用者(人)
新潟駅前	5566	新潟駅前	3714
駅前通	361	駅前通	133
万代シテイ	1782	万代シテイ	716
礎町	593	礎町	243
本町	887	本町	613
古町	2916	古町	1906
東中通	677	東中通	526
市役所前	17650	市役所前	14403
白山公園前	612	白山公園前	296
南高校前	1693	南高校前	1885
鳥屋野十字路	2303	鳥屋野十字路	2482
堀の内南	1665	堀の内	3175
和合町	2465	北越高校前	1420
女池桜木町	2156	米山	1005
女池二丁目	2990	笹口二丁目	4170
野球場科学館前	1469	新潟駅南口	59551
江南高校前	4505	笹口大通	2659
女池西	2398	鑑	2649
南病院前	510	紫竹山	3466
女池上山一丁目	330	弁天橋	6584
女池神明	481	原の台	8634
女池愛宕	8938	北谷内	8033
		山潟小学校前	4252
		宮本橋	6401
		南長潟	4613
		亀田インター	1386
		イオンモール新潟南	19970
		下早通	116
		早通	16
		中早通	91
		亀田工業団地入口	122
		南部営業所	20497

図3 引用：新潟交通

(c) 図4の停発車データより定時性、目標達成率の低いものは道路混雑が予測される。遅延時間が1分以内の定時性はすべての路線で3割以下、遅延時間が3分以内の目標達成率が8割以下のS8京王団地線は改善の必要性があると考えられる。区間iを含むS6長潟線、S7スポーツ公園線は定時性が2路線の平均が20%以下であり目標達成率もおよそ8割と、混雑が考えられるためBRT化で所要時間の短縮の可能性がある。また区間iiを含むS5女池線、S6長潟線も同様であると考えられる。ただし、このデータでは区間ごとの混雑率がわからないのに注意したい。

路線名称	定時性率	目標達成率
S6 長潟	18.50%	82.70%
S7 スポーツ公園	21.40%	84.70%
S8 京王団地	18.90%	76.50%
S9 亀田	28.30%	84.10%

図4 引用：新潟交通

前項(a)~(c)のデータから判定する現段階での幹線バス候補区間はすべてに当てはまる区間 i、ii そして次点で部分的に当てはまる宮本橋～イオンモール新潟南間、宮本橋～新潟市民病院間、S8 京王団地線全線が対象となると考えられる。なお、新潟市が提案している案は今回の区間 i、ii を合わせたような案である。

高精度な路線バス乗降計測システム”、情報処理学会 第 25 回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集, pp. 24-32, 2017

4. おわりに

本稿では、効率的な BRT の運行経路設計を乗降情報に基づいて行った。このような手法は IC カードなどの利用により乗降情報の集積が容易になったことでずいぶん身近なものになってきた。本稿では主に手動での解析により、バス会社が実際に採用した改善策の合理性を確かめた。自動的にデータ解析を解析して同様の結果を出力するシステムを作成して適用することで、月ごと、または日ごと単位などリアルタイムでの運行経路や運用の変更も可能になると思われる。今後の課題としては、設計した経路の合理性をよりデータに基づく手法で解析することや、経済的な効用を考慮に入れることなどが課題として挙げられる。また今回の検証では道路混雑状況の推定も単純な方法で行っているが、交通センサスのデータなどに基づき、より詳細な検討が望ましいと思われる。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 16K00123 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1]角野惇, 猪井博登, 土井健司” 交通系 IC カードデータを用いた路線バス需要予測” 土木計画学研究・講演集, Vol. 38, 2014
- [2]喜多秀行, 月岡修一” 乗降者データに基づく路線バスの利用者 OD パターン推計とその評価” , 土木計画学研究・論文集, Vol. 22, 2005
- [3]新潟交通” バス情報 - お客様ご利用状況、『時間通りに走るバス』の取り組み” 新潟交通
<http://www.niigata-kotsu.co.jp/noriai/hp/data.html>
- [4]新潟市” バス路線再編計画” , 新潟市
<https://www.city.niigata.lg.jp/kurashi/doro/kotsu/newsystem/newssystem/BRTkeii/unkoukeikaku.files/basurosensaihemkeikaku.pdf>
- [5]新潟市” 新潟市 BRT 第 1 期導入計画” , 新潟市
https://www.city.niigata.lg.jp/kurashi/doro/kotsu/newsystem/newssystem/BRTkeii/donyu_keikaku.files/brt_dounyukeikaku.pdf
- [6] 矢部努, 中村文彦” バス IC カードの導入による効果計測に関する研究” , 土木計画学研究・講演集, Vol. 38, 2008
- [7]花田智, 松林勝, 白石陽” 乗客数予測のためのバス運行データの分析” 研究報告モバイルコンピューティングとパーベシブシステム (MBL) , pp. 1-8, 2016
- [8]山田遊馬, 廣森聡仁, 山口弘純, 東野輝夫” 測域センサを利用した