

分かりやすさを考慮したバス路線網改編に関する研究*

A Study on Restructuring of Bus Network Considering Easy to Understand*

林 良太郎**・原田 昇***・太田 勝敏****

By Ryotaro HAYASHI**・Noboru HARATA***・Katsutoshi OHTA****

1. はじめに

近年自動車利用の増大に伴い、公共交通、特にバスの利用人数は減少の一途をたどり、経営上の問題から運行頻度が少なくなるという悪循環となっている。都市部を中心に渋滞による損失は大きなものとなり、排気ガスによる環境面の悪化が懸念され、バスも少人数を運ぶだけではかえって環境に悪い。しかしバスは特に車を持たない人々にとっては日常生活に必要な交通手段であり、さらなる高齢化社会の到来を考えると、このような人々のモビリティを確保するのは重要な課題である。バスの利用者を増加させ、有効活用するためには、バスの魅力を高めていくことが不可欠である。

バス交通のサービスレベルには、運賃、所要時間、運行頻度などいろいろな評価指標が挙げられるが、そもそもバスをチョイスセットに含まれていない人々が多いことが問題の一つである。そのためバスの情報を提供することも重要であるが、バス路線が複雑で分かりにくいことが原因で、便利なバスがあれば利用したいと思っている人でもバスをチョイスセットに含めていない場合が多いと考えられる。しかし、心理的な要因は定量化が難しく、扱いにくい問題として今まではとりあげられてこなかった。

そこで本研究では、分かりやすさを中心とした潜在的な要因を明らかにし、バス路線網改編の方向性を提案する。特に地元の人だけでなく来訪者にとっても、分かりやすくイメージしやすいバス路線網に

*キーワード：意識調査分析，交通網計画，交通手段選択

**学生員，東京大学大学院新領域創成科学研究科

***正員，工博，東京大学大学院新領域創成科学研究科

****フェロー，Ph.D，東京大学大学院工学系研究科

(〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1，TEL03-5841-8391，
FAX03-5841-8527)

し、路線網の需要増加分析につなげていくことを目的とする。

2. 既存研究のレビュー

(1) バス路線網再編に関する研究

バス路線網の研究は従来から多くなされてきており、大別すると総輸送人数・乗車密度など事業者の視点から見た指標を最適化する研究¹⁾と、総所要時間・乗換回数など利用者の視点から見た指標を評価する研究の2通りである。天野ら²⁾は乗り換えを必要とする利用者をできるだけ少なくすると同時に、系統数が多いと分かりにくくなることを考慮して系統を絞るといふ、排反する要素が良くなるようなバス系統の設定計画モデルを提案している。

しかし「分かりやすくなる」というのは何が変化することなのか定義自体が難しく、何を指標としてどのように測定するかという既存研究はない。交通ネットワークを再編する際に、分かりやすさを目標に掲げている事業者・自治体はいくつも見られ³⁾、社会的にも必要とされていると考えられる。

この他、杉尾ら⁴⁾はバス路線の特徴から客観的に6分類し、個々に見合った整備方針を取るよう提言している。

(2) 乗換抵抗の評価に関する研究

佐藤ら⁵⁾などのように、待機・水平移動・上下移動(階段上り下り・エスカレーター)といった移動手段別に時間価値を算出して乗換一般化費用を定義し、施設を改善した際の乗換抵抗軽減を評価する研究がなされている。飯田ら⁶⁾は身体的要因だけでなく心理的要因も含めてアンケート調査による分析を行っている。

しかしこれらは全て鉄道駅におけるもので、バ

ス停での乗換抵抗についての研究は見当たらない。バス停施設などによりどれだけ抵抗が違うかを求めることによって、より正確な予測が可能となる。

バスの運賃面での乗換抵抗は中川ら⁷⁾が共通運賃制度を評価することによって、所要時間短縮を示した研究がある。

3. 分かりやすさの要因分析

(1) アンケートの実施

心理的な要因を調べるために簡単なSP調査のアンケートを行い、AHPを用いて重要度を順位付けした(数値は全体を1とした時の重要度)。サンプル数は37で、面接調査を行った。

「なぜあまりバスを使わないか」

● 時間がかかる	0.237
● 定時性がない	0.220
● 運賃が高い	0.152
● バス停が近くにない	0.124
● 路線がどこか分かりにくい	0.098
● 本数が少ない	0.091
● 終バスが早い	0.078

「なぜバス路線はわかりにくいのか」

● バス路線の数が多い	0.351
● 路線図などの情報提供不足	0.284
● 最短経路でなく迂回する	0.125
● 目的地とバス路線の方向のずれ	0.104
● 幹線道路に沿っていない	0.054

この結果から、分かりにくさも重要な要因であり、バス停の情報不足の他に、路線網自体が分かりにくいことが大きく影響していることが分かる。

(2) 分かりやすさに関する既存の調査結果

1999年の青森市総合都市交通体系調査の路線バス必要改善事項では、

● バス停の屋根設置	35.0%
● バス停のベンチや風除け、照明	33.6%
● 運賃値下げ	31.8%
● 運行本数の増加	30.2%
● バス系統の分かりやすさ	27.3%
● 終バスの繰り下げ	24.7%

1997年の大阪市のアンケートでも、バスを利用しない理由の第5位が「分かりにくい」で18%と、いずれの結果からも、時間、運賃やアクセス距離といった従来の指標に加えて路線の分かりやすさが上位に挙げられており、重要な要因であることが分かる。

また、名古屋のガイドウェイバスのように専用線を走って行けば、渋滞に巻き込まれないだけでなくどこを走っているか分かりやすいという利点もある。2002年の沿線住民に対する意識調査では、ガイドウェイバスを利用しない理由として、

● 利用経路に走っていない	51.9%
● 運賃が高い	12.9%
● 走行ルートを知らない	4.8%
● 駅が分かりにくい	4.2%

沿線住民に聞いていることを考慮しても、やはり経路の認識度は高いといえる。一般のバスにも、ガイドウェイバスのような分かりやすさを持つようにすることが重要である。

(3) 分かりやすさの指標

どのような要因が分かりやすさと関係するのかを、アンケート結果や実際のバス路線改編の事例を基に、下のような指標を定義する。

(a) 系統数

ネットワーク全体のバス系統数であり、青森市や相模原市など多くのバス計画で少ない方が分かりやすいと考えられている。

(b) 重複度

同じ区間に走っている系統数を平均したもので、大邱市のバス路線評価に用いられている。トロントはこの値が低く、分かりやすいことで有名である。

(c) 方向性

各バス停から目的地までの方向と実際の路線の方向のずれ角度をベクトルで表したものの平均値。岐阜市でのバス路線再編計画で指標としているもので、値が小さいほど分かりやすい。

(d) 迂回率

路線がどのくらい迂回して走っているかを表す指標で、路線起終点間の実走距離を直線距離で割って求める。経路選択の際に用いられることがある。

(e) 平均直線距離

路線起終点間の実走距離を(右左折回数+1)で割

って求める。何度も曲がっていると分かりにくいと感じる人が多いので、長いほど分かりやすい路線であることとする。

現在、青森市では幹線・支線バスに段階構成にすることによって、利用者と事業者双方にとって改善される整備計画があり、分かりやすい路線網にすることも位置づけられている。そこで、現在の路線網と計画路線をこれらの指標で定量的に比較評価した結果を表1に示す。どの指標でも分かりやすい方向に変化しており、特に系統数と重複度は大きく改善していることが分かる。

表1 青森市の現状と計画バス路線網の比較

	系統数	重複度	迂回率	平均直線
現状	252	18.850	1.412	1.837
計画	46	1.348	1.364	1.902

ここで挙げた指標は路線網の規模や道路の形状にもよるので、違う都市との間で一概には比較できないが、目安にはなると思われる。参考に他の都市の指標を表2に示す。

表2 各都市のバス路線網の現状

	系統数	重複度	迂回率	平均直線
東京	123	1.350	1.554	1.419
大阪	108	2.872	1.363	2.035
トロント	134	1.143	1.207	3.514
アデレード	210	1.283	1.346	1.986

(ただしアデレードの重複度はGO ZONEという東の部分をも1系統として計算した)

4. 乗換抵抗

(1) 乗換抵抗の要因と軽減策

本研究で考えている分かりやすいバス路線網を導入しようとする、どうしても新たに乗換が生じるケースが発生し、利便性が低下することは避けられない。従来乗換を一般化費用にする際には、どんなバス停でも乗換1回5分や10分と均一に扱っているが、これは現実を反映しておらず、乗換が必要なバスネットワークを過小評価してしまう恐れがある。そこでバスの乗換抵抗を詳しく調べる必要がある。

乗換抵抗の要因を分類して軽減策を列挙すると図1のようになる⁸⁾。

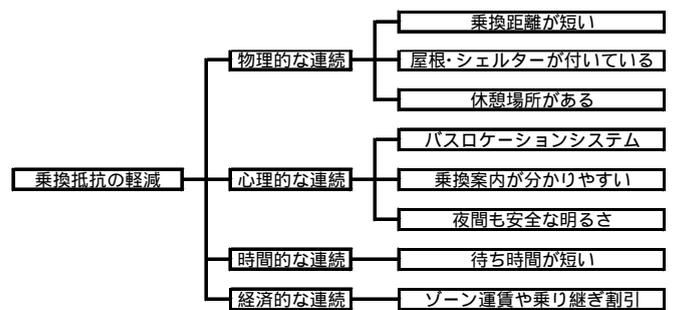


図1 乗換抵抗の軽減策

(2) バスと他機関の乗換抵抗の比較

「電車の場合は早く着ければ、乗換が面倒でも乗り換えることが多いように思われるが、なぜバスでは乗り換えたがらないのか」、電車と同じように乗り換えても運賃は変わらないことを想定してアンケート調査を行ったところ、以下の回答を得た。

- 乗り換えるバスがいつ来るか分からない
- どこで乗り換えていいのかわからない
- バス停で乗り換えるのが面倒
- バス停での乗り換えは分かりにくい
- バスを乗り換える習慣がない

サンプル数があまり多くないので回答の多い順に挙げたが、電車の急行と普通の乗り継ぎ感覚でバスも乗り継ぎできるようにするには、定時性や分かりやすさと共に、乗換バス停の整備をしていくことが重要であることが分かる。ここで追加料金なしに乗り継ぎが可能としたのは、乗換抵抗が非常に大きくなり、路線網の比較が正しく行えないため、であることを前提とする。大阪市や西鉄（福岡市など）ではすでに共通運賃制度が導入されており、十分に現実的な前提である。

5. 提案する路線網改編の方向性

(1) ゾーンバス

長くて複雑なバスシステムを整理して、主要路線を走る「幹線バス」と、これに接続して細かな路線を担当する「支線バス」に役割を分けることにより、定時性の確保と車両の効率的運用を図るものである。

利用者にとって待ち時間が平均的に短くなって所要時間短縮になると同時に、本研究で定義する分かりやすい路線網となる。また輸送効率が改善され採算性も良くなるので、事業者にとっても好ましい

路線網になる。

成功例としてクリチバのバス路線網は有名で、幹線バスを都市軸とした街づくりがされている。

日本では、大阪市で1974年に導入され2002年まで実施されていた他、盛岡で実証運行されており、前述の青森市での整備計画など導入予定の都市もいくつかある。ただ、4章でも述べたように乗換抵抗の問題を解決する必要がある。

(2) 方向別統合型路線

アデレードでは方向別に重複している系統を束ねて幹線バス通りに運行し、途中から各目的地へ別れていく方式をとっている⁹⁾。この考え方を応用し、ゾーンバスで乗換が多い区間で幹線から支線に直通させ、幹線区間に走る系統をまとめて一つの束のようにすることで、乗換を少なくでき、ゾーンバスより系統数は多くなるが幹線の効果は残すことができると考えられる。



図2 アデレードのバス路線網

6. まとめと今後の課題

本研究では、バスの利用促進に当たって路線網の分かりやすさなどの心理的要因が重要であることを指摘し、指標を定義して定量的評価を試みた。またこれにふさわしい路線網改編の方向性を提案した。

発表時までには3章や4章のアンケート調査を本格的に行い、さらなる分析を行う予定である。具体的には、電車（や飛行機）とバスの乗換抵抗を比較して、乗換抵抗を軽減した時にどれだけバスの利用が増加するか傾向をつかみ、乗換バス停の改善方を提案することなどである。

最終的には、バスがチョイスセットに新たに入る人の割合と、その中でのバス選択確率を求め、機関選択に組み込んでバスの利用者増加予測を行うと共に、自家用車からのシフトによる社会全体の利益を計算できたら良いと考えている。

最後に、本研究では青森市交通部、名古屋ガイドウェイバス、岐阜市総合政策課、大阪市交通局の方からデータや資料を提供していただきました。ここに厚く感謝の意を申し上げます。

参考文献

- 1) 藤田 昌弘, 稲村 肇, 須田 熙: 採算性を考慮したバス路線の決定, 土木計画学研究・講演集, No.8, pp.177-184, 1986.
- 2) 天野 光三, 銭谷 善信, 近東 信明: 都市街路網におけるバス系統の設定計画モデルに関する研究, 土木学会論文報告集, No.325, pp.143-154, 1982.
- 3) 例えばMayor of London Homepage <http://www.london.gov.uk/>
- 4) 杉尾 恵太, 磯部 友彦, 竹内 伝史, 神谷 孝弘: 都市バスにおける役割の類型化とそれに対応した路線機能改善策の検討, 土木計画学研究・論文集, No.17, pp.757-764, 2000.
- 5) 佐藤 寛之, 青山 吉隆, 中川 大, 松中 亮治, 白柳 博章: 都市公共交通ターミナルにおける乗換抵抗の要因分析と低減施策による便益計測に関する研究, 土木計画学研究・講演集, No.24(1), pp.377-380, 2001.
- 6) 飯田 克弘, 新田 保次, 森 康男, 照井 一史: 鉄道駅における乗換行動の負担度とアクセシビリティに関する研究, 土木計画学研究・講演集, No.19(2), pp.705-708, 1996.
- 7) 中川 大, 西尾 健司, 松中 亮治, 伊藤 雅: 共通運賃制度の導入による所要時間短縮効果に関する研究, 土木計画学研究・論文集, No.16, pp.667-674, 1999.
- 8) 秋山 哲男, 中村 文彦: バスはよみがえる, 日本評論社, 2000.
- 9) Adelaide Metro Homepage <http://www.adelaidemetro.com.au/>
- 10) Toronto Transit Commission Homepage <http://www.city.toronto.on.ca/ttc/>
- 11) 原田 昇ほか: 個人属性を反映した移動満足度の評価に関する研究, 国土技術政策総合研究所委託研究研究成果報告書, 2002.