

2. 乗継ターミナルにおける活動を考慮した 地方都市におけるバス路線再編の評価に関する研究 ～長野市のバス路線を対象として～

Evaluation of Bus Network Reorganization considering Activities at the Transfer Terminals - Case Study of Nagano City -

東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻 66165 高瀬 知彦

Recently, policies of bus network reorganization have been evaluated in some regional cities. Major purpose of this research is to evaluate the effectiveness of policies of bus network reorganization, which include not only bus priority policies but also the introduction of transfer terminals which provide opportunities for various activities. The effectiveness of the introduction of this kind of transfer terminal is estimated by the questionnaire survey in Nagano City. The transit assignment analysis in Nagano has shown that the bus network reorganization with such transfer terminal can increase the bus passenger and the operational efficiency of bus network.

1. はじめに

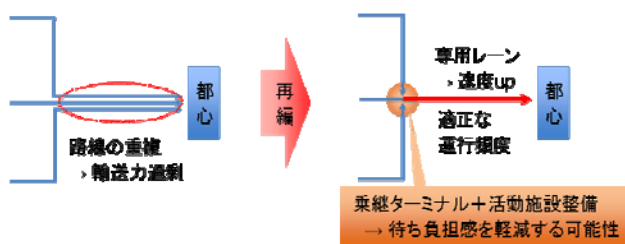
地方都市において、バスを中心とした公共交通の利用者の減少が著しくなっている。地方都市で顕著な自動車利用の増大が、バス利用者の減少を招き、それにより事業者にとっての運賃収入が減少し、それによりバスのサービスレベルが低下し、それによりバスの利用者が減少する、という公共交通の負の悪循環が各地で起こっている。バスのサービス水準の向上はどの事業者もかかえる課題といえる。また、平成14年に乗合バス事業にかかる需給調整規制の廃止と市場原理の導入により、バス事業の効率化を図る必要性も出てきている。一方で、高齢化の進展による低モビリティ人口の増加や温暖化排出ガス削減などの環境面での要請により、公共交通としてのバスの必要性は高まっている。

そこで本研究では、バス利用者の利便性をそれほど損なうことなく、バス事業の効率化を図ることのできる路線再編の可能性に着目した。平成18年から19年にかけて地域公共交通戦略策定と連携した公共交通再生への国による支援制度が検討されており、乗継施設とバス路線再編の一体的

整備のようなインターモーダルな交通ネットワーク構築など、バス路線再編を含めた交通戦略実施に向けた財源支援体制も整いつつあり、バス路線再編の施策を評価していく必要がある。

バス路線再編に関する研究は海外事例を中心になされてきたが、近年日本の都市での評価を行った事例が増えてきている。2002年の青森市バス交通整備計画調査報告書¹⁾では、「バス路線は本当に需要に対応しているのか」という点に着目している。特に、郊外部（集落等）から市街地を經由して都心部と結ばれる路線が多いため、都心部において路線が多数重複することで供給過剰になりやすいという課題を指摘している。これを解消するために、バス停別乗降客数実績、運行頻度、道路の車線数を考慮して、骨格、幹線路線、フィーダー路線を設定し、Time Transferや同一場所での乗換など円滑な乗継と多車線区間でバス優先方策のあるバス路線代替案を提案している。公共交通配分シミュレーションの結果、乗継のあるバス路線への再編により、利用者にとってそれほどサービスレベルを落とすことなく事業を効率化できるという結果に言及している。これらの事

例においては、バス路線再編の事業の効率化の側面が重視されている。一方で、利用者の利便性を向上させる施策としてはバス優先施策による速度上昇についての考慮のみである。そこで、本研究では、乗継ターミナルにおける活動の影響を考慮したバス路線再編の評価を行う。具体的には、バス路線再編後の乗継ターミナルにおいて、効率的で多様な活動機会を提供することが乗継抵抗の軽減に与える影響（バス乗車時間換算値）をSP調査に基づいて評価する。次に、それを手段選択モデルと公共交通配分モデルに反映させて乗換のあるバス路線再編案の評価を行う。なお、ここで着目するバス路線再編とは、図－1のように都心部における過剰な輸送力を、乗継を設定することで適正な頻度に再編することである。



図－1 バス路線再編評価のイメージ

以下に本論文の構成を示す。2. では、対象都市を選定するために、2007年6月から2007年7月にかけて行った地方都市のバス事業者へのヒアリング調査の概要と結果を報告する。3. では、対象都市・長野市における公共交通配分用ネットワークデータの構築と、公共交通配分モデルについて概説する。4. では、長野市でのバス利用者へのアンケートを基に、バス路線再編時に乗継ターミナルに活動施設を併設することが乗継抵抗の軽減に与える影響を評価する。5. では、3. における公共交通配分モデルと4. の結果を用い、路線再編の効果について、活動施設の併設を考慮する場合としない場合の2ケースの比較を行う。最後に、6. で本研究の結論と今後の課題を整理する。

2. 地方都市におけるバス路線再編の可能性と

バス路線再編評価のためのデータ入手可能性

2. 1 バス事業者へのヒアリング調査

a) ヒアリング調査の目的

バス路線再編評価の対象都市を設定することを目的として、地方都市のバス事業者に対するヒアリング調査を行った。より具体的な目的の一つは、地方都市での高まるバス路線再編の可能性に対して、都心部でのバス路線の供給過剰は実際に起こっているかどうか、地方都市でバス路線再編の計画はあるかどうかを確認することである。もう一つは、都心部での路線の供給過剰に着目し路線再編を評価するために必要となるデータ（系統別バス停間ODデータ）がどのように整備され、また公開されているかどうかを確認することである。

b) ヒアリング調査の概要

バス路線再編の可能性の点からヒアリング調査対象都市を選定した。矢部ら²⁾が三大都市圏を除く、人口50万人以上の都市あるいは、30万人以上の県庁所在地で、バスや路面電車が高頻度に連続して運行されている区間を抽出している。ここから地下鉄のある都市を除いた17都市（広島、北九州、熊本、岡山、浜松、鹿児島、新潟、静岡、金沢、宇都宮、大分、長崎、岐阜、長野、高知、富山、宮崎）を、さらにオムニバスタウン、地方中核都市の中から、13都市（盛岡、奈良、松江、松山、秋田、福井、和歌山、福山、山口、旭川、鳥取、米子、宇部）を選び、合計30都市を対象都市とした。上記都市にある全66のバス事業者に対して、下記5つの内容を電話調査で確認した。①都心部における路線重複と供給過剰について、②将来と過去の路線再編計画の有無について、③路線線に対する乗降人員データの有無と調査範囲、調査頻度、乗降調査の手法、④研究目的のデータの公開可能性（公開、一部公開、非公開）。その結果、65事業者から回答を得た。

2. 2 バス路線再編の可能性に関する考察

上記の①に関して、他社も含めて都心部で路線が重複しているかという質問に対して、65事業者中64事業者が、「重複はある」と回答した。また、その路線重複により都心部では供給過剰だと感じる可能性があるかという質問に対しては、6割を超える41事業

者が供給過剰だと認識していた。また、その供給過剰に関する認識を都市単位に集計した結果を表－１に示す。事業者がそろって「供給過剰」と答える都市が、「供給過剰ではない」と答える都市より多いことに加えて、競合他社のある都市では、都心部が供給過剰かどうかという認識が一致しない都市が半分の15都市に及んでいることから、認識が共有されていない都市もあることがわかった。

②に関して、今までと今後におけるバス路線再編計画に関する質問では、表－２に示すように不採算路線の整理やダイヤ改正以外にも計画を実施しようとしている企業が増えていることが分かる。行政も巻き込んだ市全体での計画を立てている事業者数も増えていることが分かる。以上の２つの結果からも、様々な地方都市で、バス路線再編の可能性が高まっていることがうかがわれた。

表－１ 都市部での供給過剰に対する認識

		都市数
競合他社のない都市	過剰である	5
	過剰ではない	3
競合他社のある都市	「過剰」で一致	5
	「過剰ではない」で一致	2
	一致していない	15
合計		30

表－２ バス路線再編計画に関する今後の動向

	今まで	今後
不採算路線整理やダイヤ改正のみ	51	43
都心部も含めた路線再編計画	14	→ 22
合計	65	65
市や他事業者との協議の中でバス路線を考えている	9	→ 13

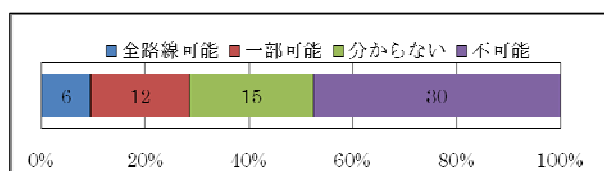
2. 3 データ入手可能性に関する考察

乗降データの整備状況については、表－３に整理した。全路線についてデータがあるのは８割程度、ODとしてデータがあるのは４割程度であった。また、設備投資により常時データを取れるのは15社である。大学の研究に使用するという目的でのデータの公開可能性の確認に対する回答結果を図－３に示す。不可能だとする回答が半数近くであったが、全部あるいは一部なら公開可能とする事業者は30%近くあった。結果的に都市全体について乗降データの集まる

都市はなかった。しかし、事業者今後公開していかなければいけないと考えている事業者もあり、バス路線再編評価のために必要となるデータの入手可能性も高まっていくと考えられる。

表－３ 乗降データの整備状況

有無	範囲	入手頻度	形式	事業者数
あり	全路線	常時	OD	10
			乗降人員	5
		年に一度以上	OD	14
			乗降人員	13
			未回答	3
		数年に一度	OD	2
			乗降人員	4
	未回答	乗降人員	4	
	必要箇所	年に一度以上	OD	1
			乗降人員	1
			未回答	1
		数年に一度	乗降人員	2
			未回答	OD
		乗降人員		2
調査をしていないためデータがない				2
総計				65



図－３ データ公開要求に対する回答

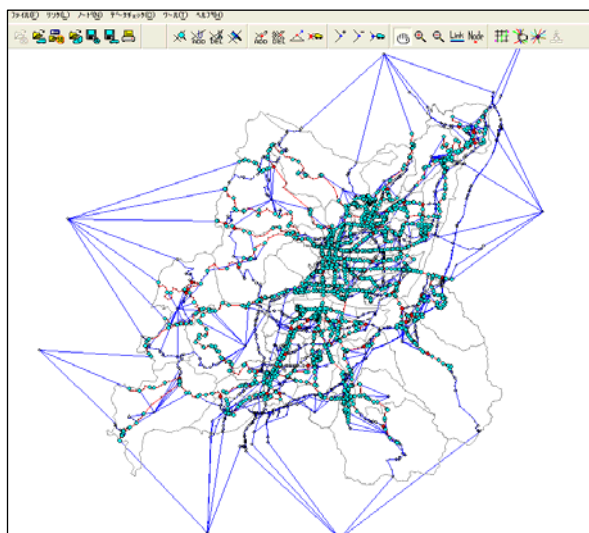
2. 4 バス路線再編評価対象都市

事業者へのヒアリング調査の結果から、都市部のバス路線の供給過剰を事業者が認識しており、行政が主体的にバス路線計画に携わり乗継のあるバス路線再編も計画されている9都市の中から、系統を考慮した公共交通配分モデルにパーソントリップ調査のOD交通量を流した際に現況再現性を簡単に確認できる程度の乗降データあるいは運行収支などに関するデータならば提供してもらえそうな事業者が一番多く存在した都市、長野市を評価の対象都市とした。

3. 長野市の公共交通配分モデル

3. 1 長野市のバスネットワーク

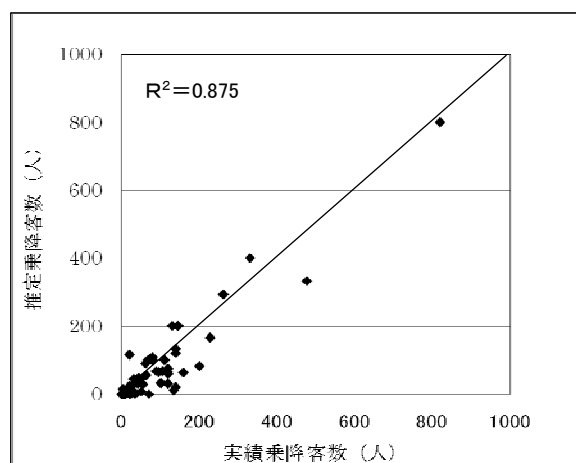
JICA STRADAで使用するための、長野市のゾーン図、長野市の道路ネットワーク、長野市のバスネットワーク（図－４）を作成した。長野市のバス路線図と長野市のバス事業者のウェブサイトを参考に、ルート、系統、運行頻度、運行速度などを設定した。



図－４ 長野市バスネットワーク

3. 2 公共交通配分モデルと現況再現性

JICA STRADAのトランジット配分と（１）で作成したバスネットワーク、第2回長野都市圏パーソントリップ調査のバスPTOD交通量を用いて公共交通配分シミュレーションを行った。公共交通配分モデルの現況再現線を、長野市のバス事業者から入手できた範囲内の（一部の系統についての）乗降人員データで確認した。系統別ゾーン別乗降客実績、一日の系統別輸送実績が現況値と合うように一般化費用



図－５ 系統別ゾーン別乗降客数の現況再現性

調整係数を調整した結果、各推定値の決定係数を0.787と0.875まで改善できた。図－５に系統別ゾーン別乗降客実績とその推定値の散布図を示す。

4. 乗継ターミナルにおける多様な活動機会の提供が乗継抵抗に与える影響の評価

4. 1 長野市でのバス利用者アンケート調査

a) アンケート調査の目的と概要

バス路線再編に関して評価の行われていない乗継ターミナルの整備に関して、時間を有効に活用できる多様な活動機会の提供が乗継抵抗に与える影響を、バス経路選択モデルを構築し計測するため、長野市においてバス利用者アンケートを実施した。

b) 概要

アンケートで示す乗継ターミナルは、一日数千人規模の乗客が、比較的短い時間（5～30分）程度利用する施設を想定する。長野市でバス路線が重複し始めるポイントを乗継ポイントとして、それより郊外のバス停利用者にアンケート票を配布した（図－６）。

内容は、主に下記の三つである。①乗継のあるバス路線を想定してもらい、乗継ターミナルにおいてできる活動を列挙し、利用するかどうかの意向を3段階で評価、②その活動がすべてできさまざまな用事を効率的に済ませられる「便利なのりかえ施設」を想定してもらい、自宅付近のバス停と長野中心地間で、その施設の有無と乗車時間、乗継待ち時間の3属性を2水準で変化させた代替案と乗継のない現状のバス路線の一対比較、③個人属性である。①、②に関しては、時間制約のある場合（通勤、通学）と時間制約のない場合（私事、帰宅）の2パターンについて回答してもらった。600枚配布し、回収数は250枚（回収率41.7%）であった。

c) 集計結果

個人属性に関して、性別に偏りはなく、高齢者が35%を占めた。バス利用頻度に関し、週2回以上使う人は、全体の約60%であった。バス利用目的は通勤通学が約60%、私事が約30%であった。乗継ターミナルにおける活動施設の利用意向については、時間制約がある場合は、無料の休息所やお手洗い、本屋の立ち読みなど時間がかからないものの意向が高か

った。多少時間のかかる軽食や人と対面した手続きが必要な郵便局、銀行市役所の出張所などの利用意向はあまり高くなかった。時間制約がない場合の活動施設としては、スーパーマーケットでの買い物や衣料品店でのウィンドウショッピングの利用意向が比較的高かった。



図－6 アンケート票配布エリア（長野市）

4. 2 活動機会が乗継抵抗に与える影響

乗換のある代替案と現況の一対比較の回答を、二項ロジットモデルを用いて分析した。説明変数は、乗車時間、乗継待ち時間、乗継活動施設の有無と有意になった個人属性（年齢、アンケートの設問項目①の回答の平均値である活動施設利用意向）である。個人属性は乗換ありの選択肢に反映させてある。

時間制約のある場合のパラメータの推定結果を表－4に、時間制約のない場合のパラメータの推定結果を表－5に示す。両者ともに変数のt値と符号条件は良好である。乗継抵抗は説明変数で表現されていない定数項に、乗継施設整備の効果は活動施設ダミーに表れていると解釈すると、時間制約のある場合には乗継の抵抗感は乗車時間16.6分に相当するが、活動施設があることで抵抗感が乗車時間13.3分削減されることが分かる。時間制約のない場合は乗継の抵抗感は乗車時間20分に相当するが、活動施設によ

り、抵抗感が乗車時間11分削減されることが分かる。

表－4 パラメータ推定結果（時間制約あり）

	パラメータ	t 値
乗車時間	-0.075	-2.369
乗換待ち時間	-0.167	-10.452
活動施設ダミー	1.002	6.305
活動施設利用意向	0.357	3.585
60歳以上ダミー	-0.318	-2.026
定数項	-1.254	-1.971
ρ^2	0.170	
$\bar{\rho}^2$	0.161	
的中率	0.609	
サンプル数	840	

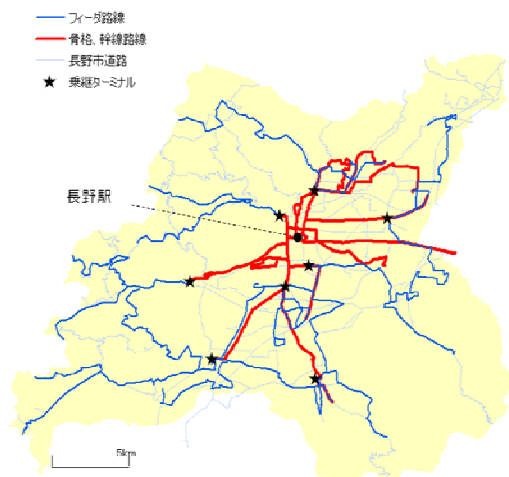
表－5 パラメータ推定結果（時間制約なし）

	パラメータ	t 値
乗車時間	-0.133	-3.544
乗換待ち時間	-0.087	-8.286
活動施設ダミー	1.468	7.790
活動施設利用意向	0.658	2.807
年齢	-0.108	-1.918
定数項	-2.675	-3.477
ρ^2	0.330	
$\bar{\rho}^2$	0.325	
的中率	0.705	
サンプル数	884	

5. 乗継ターミナルにおける活動を考慮したバス路線再編の評価

5. 1 バス路線再編案の設定

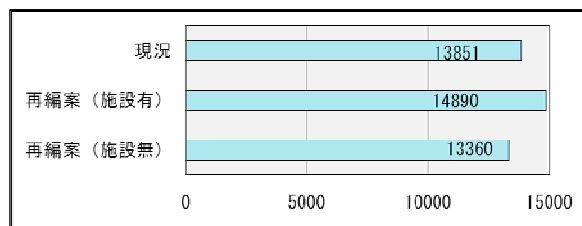
骨格、幹線路線は、現況路線で頻度が一日片道25本以上かつ、乗降人員が1000人を超える路線とした。運行頻度は現状を維持し、PTPSや専用レーンも導入するとして、平均速度2km/hの上昇を設定することとした。フィーダー路線は、現況路線で一日片道10本以下かつ、骨格、幹線路線と重複を持つ路線を分断して、乗継ポイントより郊外側に設定した(図－7)。それ以外の路線は現況のままとした。運賃については、乗換によって新たな初乗り運賃は生じないものとする。フィーダー路線と骨格、幹線路線の間に乗継ポイントを設定する。乗継ポイントに4.で推定した乗継抵抗削減効果（時間制約のある場合とない場合の平均値）をもつ乗換施設を設定した場合と設定しない場合の2つのケースを評価する。



図－7 バス路線再編案（長野市）

5. 2 バス路線再編案の評価

第2回長野都市圏パーソントリップ調査報告書における手段分担モデルに、上記の骨格、幹線路線の速度上昇による所要時間の短縮と、4. で求めた乗換施設による乗継抵抗削減効果を除いた乗換抵抗を反映させて、バス利用OD交通量を算出した(図－8)。乗換施設のない場合は、バスの速度上昇を考慮したとしてもバス利用者OD交通量は減少する。一方、乗継ポイントに乗換施設のある場合は、バスの速度上昇の影響もありバス利用OD交通量は増加することが分かる。



図－8 バス OD 交通量の変化

算出したOD交通量を、トランジット配分を用いて配分した結果が表－5である。2つの再編案において、乗換回数が上昇した、走行台キロが減少している。この結果は、乗換を設定し路線の重複を減らしたバス路線再編案の設定とうまく整合している。乗換施設のない場合は、平均乗車人員は改善されているが、バスOD交通量が減少していることから営業係数は改善されていない。一方、乗換施設ありの代替案では、バスOD交通量が増加していることにより、

平均乗車人員、営業係数も改善されている。

表－5 公共交通配分結果の比較

	現況	再編 (施設有)	再編案 (施設無)
バスOD交通量	13851	14890	13360
平均乗換回数 (回)	0.38	0.74	0.54
のべ乗客数 (人)	18971	25829	20641
人キロ (人・km)	65834	73081	64952
平均旅行時間 (分)	31.5	30.6	32.8
走行台キロ (台・km)	14728	13818	13818
平均乗車人員 (人/台)	4.44	5.28	4.84
営業係数	93.1	92.4	98.1

6. おわりに

本研究では、バス路線再編関連施策の中で乗継ターミナルの整備に着目し、その効果を算出したものである。第一に、長野市でのアンケート調査の結果から、乗継ターミナルで多様な活動機会を提供することが乗継抵抗を緩和する効果を乗車時間換算で計測した。第二に、バス路線再編案を評価し、乗継施設がない場合には、利用者は減少し、輸送効率は改善されても営業係数は改善されないが、乗換施設がある場合には利用者が増加し、輸送効率が高まることを示した。この場合、乗継による追加料金を徴収しない場合でも営業係数は改善する。バス路線再編は、乗継ターミナルに活動施設がある場合特に、利用者に関する評価と事業者に関する評価を同時に改善できるという結果になった。

今後の課題として、バス専用レーン導入による自動車の渋滞とそれに伴う自動車からの手段転換の可能性などを考慮し、都市全体に対する評価を行うことが挙げられる。また、乗継施設があることで、効率的に用事を済ませてしまえた場合には、その日に行うはずであった他のトリップが削減されることになる。そのトリップの減少や、活動パターン自体が変化することに対する詳細な考慮も必要である。

主な参考文献

- 1) 青森市：青森市バス交通網整備計画調査（バス交通活性化プラン）報告書，2002
- 2) 矢部 努, 中村 誉, 中村 文彦：わが国の都市内公共交通軸空間の実態に関する研究, 土木計画学研究・講演集 V ol. 29, pp. 135～138, 2004