

補完型バス路線新設による 既存路線への影響の実証分析 —愛知県豊山町における名古屋市営バス 延伸社会実験を事例として—

橋本 拓実¹・加藤 博和²・中嶋 伸恵³

¹ 学生会員 名古屋大学大学院 環境学研究科 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)
E-mail: thashi@urban.env.nagoya-u.ac.jp

² 正会員 名古屋大学大学院教授 環境学研究科 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)
E-mail: kato@genv.nagoya-u.ac.jp

³ 非会員 株式会社オオバ名古屋支店まちづくり部計画設計課
(〒460-0003 名古屋市中区錦一丁目 19 番 24 号)
E-mail: nobu_nakajima@k-ohba.co.jp

既存の公共交通網では賄いきれない移動ニーズを補完する役割で新設される「補完型バス路線」では、既存路線との競合を避け、与える悪影響を最小限にすることが求められる。

本研究では、愛知県豊山町にて行われた名古屋市営バス延伸社会実験で得られたデータを用いて、補完型バス路線が新設された際に既存路線に影響を及ぼす要因を調査分析することを目的とした。

実験路線においては他路線からの転換はあまり生じなかった。限られたデータを用いて調査結果と理論的な数値の両面からアプローチをかけ、新設路線と既存各路線間で条件をそれぞれ比較することにより、路線新設が既存路線に影響を与える要因の特定を可能とした。

Key Words: bus route, complementary bus route, public transport, generalized cost, route planning

1. 研究の背景と目的

日本の乗合バス事業は 2002 年に需給調整規制が廃止され、参入・退出の自由度が高まった。しかし、退出数は増加しておらず、逆に参入は少数にとどまっている。

地域公共交通拡充の必要性が社会的に認識されれば、地域住民や来訪者の望むバス路線の新設や延伸が行われることもありうる。特に、既存の公共交通網では賄いきれない移動ニーズを補完する役割で、バス路線の新設や延伸が行われる場合がある。このようなバス路線を本論文では「補完型バス路線」と称することとする。補完型バス路線の新設や延伸にあたって、事業主体が既存路線の運行事業者と異なる場合、競合関係による影響を恐れて既存事業者が反対することが考えられる。したがって、補完型バス路線は、既存路線の運営・維持に悪影響を与えない、つまり競合を最小限に

し、共存共栄するよう留意することが求められる。

バス路線の新設や延伸は少ないもので行われているが、具体的に新規路線が既存の公共交通網に及ぼす影響について事前・事後に分析した研究はほとんどない。そこで本研究では、実際に検討されている補完型バス路線新設による既存路線への影響を明らかにするために、社会実験で収集できたデータを用いて分析を行うことを目的とする。

2. 既往研究と本研究の位置づけ

(1) 「複数路線の関係性」に関する研究

中川ら¹⁾は複数の路線に共通運賃制度を導入した場合の所要時間短縮効果を明らかにしたが、路線の新設は検討していない。安藤ら²⁾はバス運賃低廉化による QOL や Capability approach 指標という生活の豊かさを示す指標

の変化を地区内すべてのバス路線で評価したが、施策の対象者は高齢者のみであった。

松中ら³⁾はLRT導入に伴う公共交通網の再編を例に都市内交通シミュレーションを構築し、影響分析を行ったが、既存路線の区間・運行本数・運賃も変更することを前提としていた。

(2) 「市町村のかかわる路線バス」に関する研究

塩土ら⁴⁾は、複数の自治体が連携して公共交通計画を形成するプロセスを「政策の窓モデル」により明らかにした。福本・加藤⁵⁾は、市町村内で完結するスケールの乗合バスについて、様々な運営方式を適材適所で選定できる手法を示した。どちらの研究も、過疎地域を対象にしたものであった。

(3) 本研究の位置づけ

既存路線の有無や既存路線との競合の有無にかかわらず、新設路線と既存路線のすみわけを検討した研究は少ない。補完型バス路線新設に関する研究も少ない。そこで本研究では、新設路線が既存路線の体系に影響を与えないものとなるよう実際に社会実験で得たデータを用いて、実験運行時の評価と本格運行時に転換に影響しうる要因を明らかにする。

2. ケーススタディ

(1) 対象地域

本研究では図-1に示す愛知県西春日井郡豊山町を対象地域とする。町内東側の約1/3が名古屋空港で占められている。

かつて名古屋空港は国際空港であったが、2005年に空港機能の大半が中部国際空港に移転し国内線専用の県営名古屋空港となった。その後、発着する国内線の充実が進むとともに、大型ショッピングモールが開店、航空宇宙産業の工場の勤務者の増加、「あいち航空ミュージアム」「MRJミュージアム」の開館により、通勤、観光両面で豊山町外からの来訪者が増えている。また、町内の人口も増加傾向であり、町の推計によれば今後も5年程度は人口の増加傾向が続くと考えられている。隣接する名古屋市との交通需要を賄えるよう公共交通を充実させることが町としての課題となっている⁶⁾。

(2) 公共交通網と社会実験

a) 公共交通の概況と社会実験

町内に鉄軌道はなく、そのため乗合バスが公共交通

網を形成している。かつては空港バス以外にも、町内を通るバス路線が複数あったが、2000年代初頭には1路線を残して撤退し、それと時期を合わせて公共交通網の再編が行われた。現在は複数のバス路線が運行しており、町地域公共交通会議である程度の調整は行われているものの、運賃体系は統一されておらず利便性の面で問題がある。

2017年3月の1ヶ月間、町南端の北部市場と地下鉄名城線黒川駅を結ぶ名古屋市営バス黒川11系統を町内の名古屋空港へ延伸する社会実験が実施された。延伸区間以外での増便や時刻変更は行われていない。この実験は豊山町の要望を受けたもので、既存路線と直接競合するわけではないが、市営バスの運賃が低廉であるために、既存路線の運営事業者であるあおい交通や名鉄バスからは、完全競合ではないものの乗客が転換するのではないかという強い懸念が示された。そのため運行による影響を実証することを目的とする調査が行われることになった。

社会実験時点での町内の公共交通の状況を図-2、図-3に、路線一覧を表-1に示す。町内で完結する路線は存在せず、すべての路線が隣接自治体に乗り入れている。また、とよやまタウンバス北ルート以外の路線は鉄道線と接続している。

b) 社会実験における調査項目

町地域公共交通会議は社会実験に合わせて、OD調査と利用者アンケート調査を行った。調査の実施状況は表-2、表-3に挙げたとおりである。本格運行した際の利用意向では、実験路線の運賃を300円、400円に上げた場合の意向も調査している。実験路線の運賃を上げることで既存路線との運賃差が縮まるか、逆に既存路線に補助を投入するなどして運賃を下げることであれば、運賃差は同様に縮まり、旅客の流動も同様に変化すると考えられる。

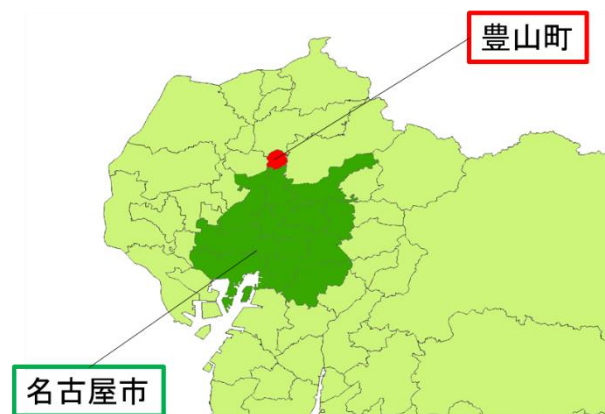


図-1 豊山町の位置



図-2 豊山周辺公共交通路線図 (広域・2017年3月現在)

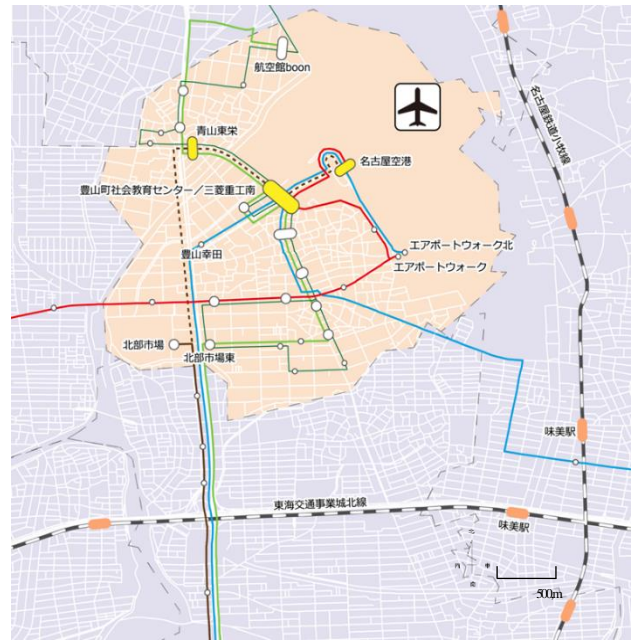


図-3 豊山周辺公共交通路線図 (詳細・2017年3月現在)

表-1 豊山町公共交通路線一覧 (2017年3月現在)

路線名		経路	図中	運賃体系	運行本数		
					平日	土曜	日曜・休日
とよやま タウンバス	北ルート	小牧市役所前～北部市場東	—	距離制 町内均一制100円	10往復 うち2本は伊勢山西始発	6往復	
	南ルート	航空館boon～名古屋栄			15往復	8往復	
名鉄バス	西春・空港線	名古屋空港～西春駅	—	距離制	35往復 快速便→3本, ←2本	→33本, ←32本	
あおい交通	空港 直行 バス 幸田・ 勝川線	名古屋駅前～名古屋空港	—	距離制	→39本, ←46本		
		名古屋駅前～名古屋空港 ～勝川駅前			→6本, ←3本		
		豊山幸田～名古屋空港 ～勝川駅前			→15本, ←11本	→12本←8本	
		名古屋空港～勝川駅前			←のみ8本		
名古屋市営 バス	黒川11系統	北部市場～黒川 ※2017年3月に県営名古屋 空港～北部市場の延伸社会 実験が行われた。	—	均一制210円	→11本, ←14本	10往復	9往復

表-2 社会実験に伴う OD 調査の日程

	社会実験期間前	社会実験期間中	社会実験期間後
名古屋市営バス 黒川 11 系統	—	2017年3月13日, 17日, 19日	—
とよやまタウンバス 南 ルート	2017年2月17日, 18日	2017年3月20日, 23日, 24日	2017年4月21日, 30日

表-3 社会実験に伴う利用者アンケート調査の日程

	社会実験期間中		社会実験期間後	
	実施日	回収数	実施日	回収数
名古屋市営バス 黒川 11 系統	2017年3月20日～22日, 25日～31日	404	—	—
とよやまタウンバス 南ルート	2017年3月20日, 23日, 24日	225	2017年4月21日～24日, 30日, 5月12日	226
名鉄バス 西春・空港線	2017年3月19日～24日, 26日	226	2017年4月25日, 28日, 30日, 5月7日	168
空港直行バス	2017年3月19日, 20日, 22日～24日	188	2017年4月21日～24日, 28日, 30日	219

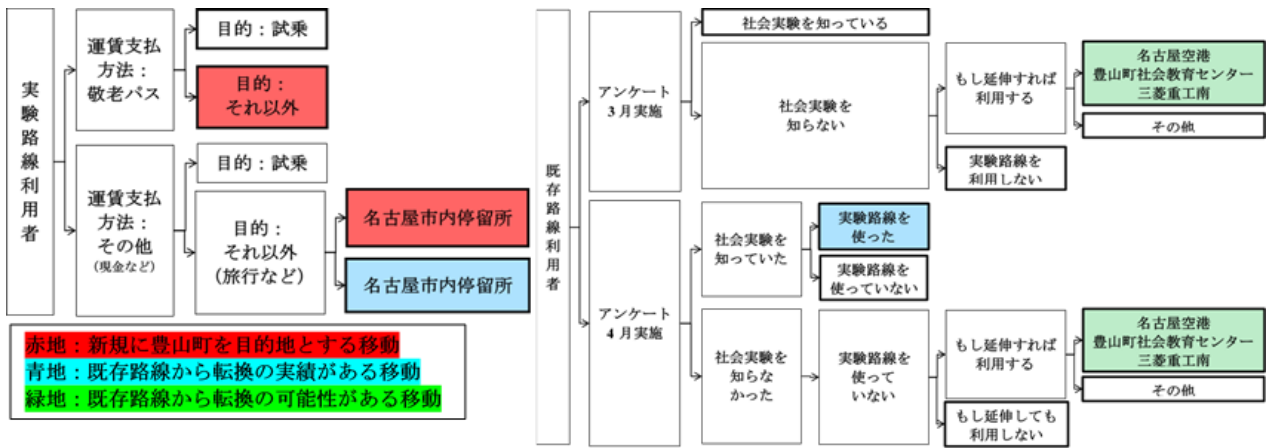


図-4 分類方法

3. 分析方法

(1) 利用者アンケート調査分析方法

まず、月毎の各路線の利用者アンケート調査を集計し現状の把握をする。

アンケート調査結果を用いて、新規利用と既存路線からの転換がどの程度あったのかを算出する。本研究では、市営バスの利用状況及び利用意志を重視したいため、図-4のように分類して判断する。

(2) 一般化費用の分析

町内と周辺各所への運賃及び所要時間の影響を考察する。運賃・所要時間算定においては総合交通分析システム (NITAS) を活用する。運賃・所要時間は式(1)で定義する。NITAS の活用は各路線の鉄道接続駅と豊山町外の駅までの間とし、対象バス路線区間については手計算で求める。運賃の計算では manaca 乗継割引を考慮する。

$$c_{ij} = (c_N + c_b - c_d) \quad (1a)$$

$$t_{ij} = (t_N + t_b + t_w) \quad (1b)$$

ただし、 c_{ij} は地区*i*から地区*j*までの費用、 c_N はNITASで算出した費用、 c_b は豊山町内から鉄道接続停留所までの費用、 c_d は表4.3に示した乗継割引の費用、 t_{ij} は地区*i*から地区*j*までの所要時間、 t_N はNITASで算出した所要時間、 t_b は豊山町内から鉄道接続停留所までのバス乗車時間、 t_w はバスの待ち時間で、平日昼間のバスの平均運行間隔の半分である。本研究で扱う地区は豊山町内の停留所または各地の鉄道駅である。

特徴や目的地の異なる複数のバス路線を比較するため、運賃と所要時間を含めた一般化費用を用いて比較する。一般化費用は式(2)で求める。

$$GC_{ij} = \sum_l \left\{ V \left(\frac{d_l^w}{v_l^w} + t_l + t_{lw} \right) + c_l \right\} \quad (2)$$

ただし、 GC_{ij} は地区*i*から地区*j*まで移動する際の一般化費用、 V は時間価値、 l はリンク、 d_l^w は徒歩でのリンク*l*における移動距離、 v_l^w は徒歩でのリンク*l*における移動速度、 t_l は公共交通機関でのリンク*l*における所要時間、 t_{lw} はリンク*l*における乗換時間及び待ち時間の合計、 c_l はリンク*l*における所要費用である。なお、時間価値は国土交通省「時間価値原単位および走行経費原単位（平成20年価格）の算出方法」⁷⁾より、非業務目的の乗客の機会費用24.94（円/人・分）を用いる。

本研究では式(3)の条件で計算する。

$$\sum_l c_l = c_{ij} \quad (3)$$

以下では「運賃・所要時間・一般化費用」を総称して「各指標」と称する。

(3) 転換意向の分析

各指標の算出結果をアンケート調査の結果と比較することで、実験路線が本格運行に至った際の転換率を検討する。ただし、アンケート調査から得られた有効サンプル数が少なく、実数とは大きな乖離があり、転換率の推計は難しい。しかしながら、傾向をとらえるため、次善の方法として、サンプルでの転換意向を分析する。アンケート調査の回答から各人が経路を選択する基準を推測し、移動区間が把握できる限りにおいて実験路線と実験期間外での利用路線を比較する。また、各既存路線で、先述の運賃と運行頻度の組合せにおいてどの程度の割合の人に転換意向が生じると考えられるかを算出する。転換意向率*r*は式(4)で表せる。

$$r = \frac{x}{S_{(3)} + S_{(4)} + T} \quad (4)$$

ここで、 x は「実験路線への転換意向あり」と判断された回答数、 $S_{(3)}$ は既存路線で3月に回収したアンケートの

うち移動区間の特定できる回答数、 S_4 は既存路線で4月に回収したアンケートのうち移動区間の特定できる回答数、 T は実験路線で回収したアンケートのうち移動区間が特定でき、実験路線が無い場合に既存路線を利用すると回答した数である。

5. 実験結果の分析

(1) 利用者アンケート調査の分析

a) 転換実績の推定

実験路線にて実施したアンケート調査で、既存路線の利用が可能な区間の利用者が実験路線の無い場合にどのように移動するかを尋ねた。回答結果が図-5である。また、延伸実験終了後の4月に既存路線にて実施したアンケート調査で、社会実験の認知度を調査したものが図-6である。この結果が本実験時の転換実績といえる。

実験路線のアンケート結果によると、半数が既存バス路線以外からの転換であった。一方で、実験路線における回答と既存路線における回答が大きく異なっている。実験路線と既存路線である空港直行バスは他の2路線とは異なり、移動頻度の高くない利用が多いため、転換実績として反映される数が少なかったと考えられる。実際の転換実績としては、調査実施方法から図-6に示した既存路線での結果が近いと考えられる。

b) 本格運行時の転換意向

実験路線が本格運行に至った場合について、図-4に従って各トリップが転換するかを推測する。社会実験を知らなかったが利用したいという回答者には、実際の運行区間や経路を把握しておらず、実際には利用するに及ばないものがあるため、利用している停留所が実験路線と共通のものを選択する。4月の利用者アンケートの結果が図-7である。社会実験を知らなかった利用者が多い路線での調査では、実績に比べ転換人数が大幅に増えかねないことがわかる。

実際には各路線の鉄道接続駅から鉄道に乗り換えて利用している場合が多いため、路線ごとに傾向があることが予想できる。しかし、アンケート調査で出発地と到着地、対象バス路線の乗降停留所が明記され区間の特定できる有効回答数が少なく、特定には至らなかった。

(2) 各指標の感度分析

実験路線の運賃は利用者アンケート調査の設定に準じて現状の210円のほか、300円、400円のときを考える。実験路線の運行本数は現状の0.5本/hのほか、対象路線のうちとよやまタウンバス南ルートの運行本数に等しい1本/h、対象路線のうち名鉄バス西春・空港線の運行本数に等しい2本/h、対象路線のうち空港直行バス(名古

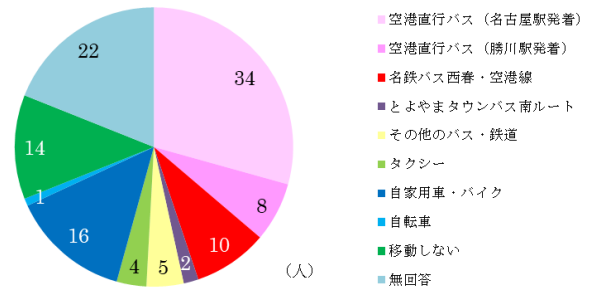


図-5 実験路線が無かった場合の移動方法

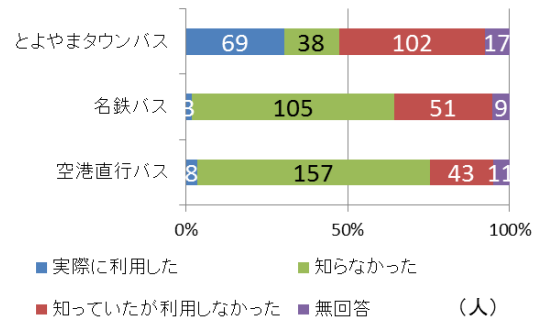


図-6 社会実験認知度(4月)

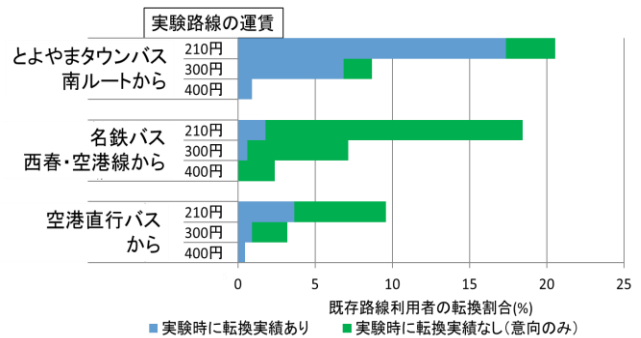


図-7 アンケート結果による転換意向

屋駅発着便) 昼間帯の運行本数に等しい3本/hを考える。

対象路線の特徴として、往復でルートが異なる路線があるため、「名古屋空港」「県営名古屋空港」と「豊山町社会教育センター」「三菱重工南」については着発を別に算出する。

実験路線の延伸区間にある停留所と周辺各地の間で、社会実験期間外、社会実験期間内についてパターン毎に算出する。たとえば、「名古屋空港」からの一般化費用について、実験路線の運賃や運転間隔を変更したものの一部を図-8に示す。

運賃のみ、所要時間のみで考えれば有利な路線は単純にわかる。一般化費用による評価は所要時間による評価と近い結果となった。ところが実験路線の本数を1時間当たり3本にまで増やすと一般化費用の状況が変わる。名古屋空港に向かう場合には、名古屋空港から乗車する場合と異なり、名古屋都心の名古屋栄停留所が利用できないため、空港直行バスを利用するよりも実験路線の方が有利になる場合が多くなる。よって、実験路線の運行本数が競合しうるかを考える鍵となることがわかる。

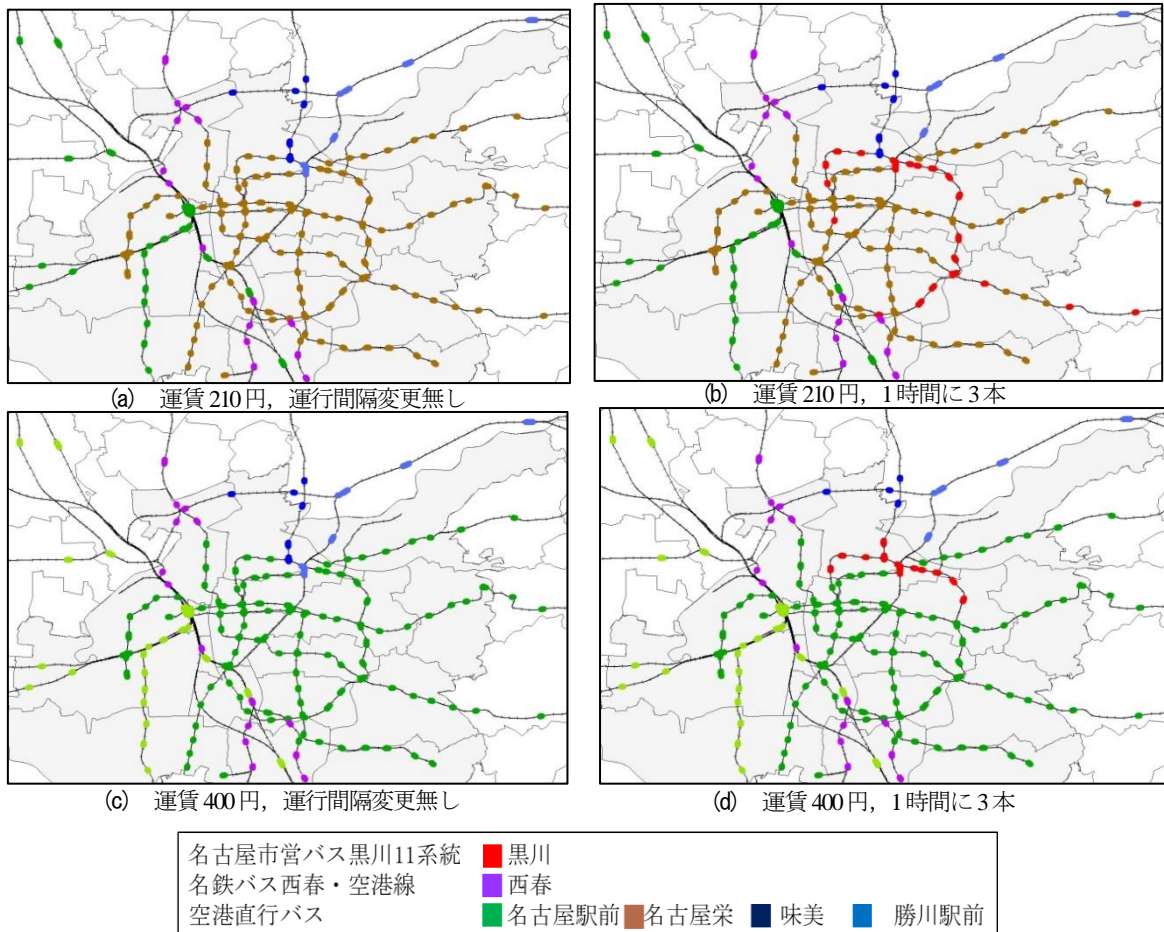


図-8 一般化費用がもっとも有利になるバス路線

表-4 実験路線の運賃と運行頻度による利用転換意向割合の変化(%)

(a) とよやまタウンバス南ルート N=17						(b) 名鉄バス西春・空港線 N=64							
運賃	頻度	実績	頻度	1本/h	2本/h	3本/h	運賃	頻度	実績	頻度	1本/h	2本/h	3本/h
	現状		現状					現状		現状			
210円(現状)		0.0	29.4	58.8	76.5	82.4	210円(現状)		6.3	10.9	10.9	28.1	29.7
300円			17.6	17.6	64.7	64.7	300円			6.3	7.8	18.8	25.0
400円			11.8	11.8	52.9	58.8	400円			6.3	7.8	12.5	17.2
(c-1) 空港直行バス (名古屋駅発着) N=54						(c-2) 空港直行バス (勝川駅発着) N=25							
運賃	頻度	実績	頻度	1本/h	2本/h	3本/h	運賃	頻度	実績	頻度	1本/h	2本/h	3本/h
	現状		現状					現状		現状			
210円(現状)		31.5	31.5	31.5	35.2	40.7	210円(現状)		12.0	8.0	8.0	16.0	16.0
300円			24.1	31.5	35.2	37.0	300円			8.0	8.0	16.0	16.0
400円			16.7	24.1	27.8	29.6	400円			8.0	8.0	8.0	16.0

(3) アンケート結果と計算結果の解釈

アンケート調査から鉄道路線ごとの傾向は見いだせなかったが、各対象路線の各指標の比較は可能である。実験路線が有利になる割合が、実験路線の運賃や頻度に応じてどう変化するかを実験期間外に利用しているバス路線毎に整理すると表-4 のようになった。表中の値を図-7 と比較し大きく状況の変わる要因を探る。

とよやまタウンバスと名鉄バスでは、社会実験期間外であっても最も有利になる経路以外を通る利用があることがわかった。

とよやまタウンバス南ルートとの比較では、実験路線

の運賃が現状であった場合に運行頻度が1時間あたり1本になると大きく転換することが推測される。これは、とよやまタウンバスが昼間に乗務員交代のため本数が減ることが待ち時間に反映されること、実験路線よりも高価な運賃が速達性で補償しきれなくなることが考えられる。路線間の運賃の差が縮まると、実験路線が1時間あたり1本になるだけでは、とよやまタウンバスの速達性の方が上回ると考えることができる。

名鉄バス西春・空港線、空港直行バスでも同様に考察をすることができる。

6. 結論

本研究では、既に複数の路線が公共交通網を形成している場合、路線新設によって望まない競合がどこで生じるかについて、社会実験時の利用者アンケート調査および一般化費用などの指標の両面からアプローチをかけることで、既存路線からの転換の生じやすさを推測できた。また、複数の路線が公共交通網を形成している場合であっても、既存各路線と新設路線とで条件を比較することにより、路線新設が既存路線に大きく影響を与える要因を特定した。

豊山町で行ったケーススタディでは次のことがわかった。

- ① 社会実験時と同じ条件で実験路線を本格運行した場合、運賃は安くなるが、時間を含めた一般化費用で評価すると、実験路線が有利になる地域は現在バスを利用することの難しい地域のみであるとわかった。
- ② 名古屋市内発着の場合、ほぼ全域が空港直行バスの利用が有利であるが、実験路線の運行本数を空港直行バスと同等まで増やすと競合的になる。
- ③ とよやまタウンバスは鉄道接続駅が実験路線と同じため競合しやすい。
- ④ 実験路線がいかなる条件で本格運行した場合でも、大きく影響が出るのは一部の地域のみで、そのほかの地域では影響は少ない。

参考文献

- 1) 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.
- 2) 安藤晃太・木村一裕・鈴木雄・日野智：バス運賃の低廉化による高齢者の行動の多様化と QOL への効果，土木計画学研究・論文集第 31 巻, pp.579-587, 2014.
- 3) 松中亮治・大庭哲治・中川大・小林和志：都市内交通シミュレーションによる既存公共交通の再編を考慮した交通施策の評価，都市計画論文集 Vol.49, 2014.
- 4) 塩土圭介・後藤隆二郎・高山純一：複数自治体連携による地域公共交通の改善に向けた政策決定プロセスに関する研究，都市計画論文集 Vol.47, No.3, pp.463-468, 2012.
- 5) 福本雅之・加藤博和：地区内乗合バスサービス運営方式の類型化および適材適所の検討，土木学会論文集 D, Vol.65, pp.554-567, 2009.
- 6) 豊山町オフィシャルウェブサイト（最終閲覧日 2018 年 2 月 2 日），
<http://www.town.toyoyama.lg.jp/index.htm>, 2018.
- 7) 国土交通省：時間価値原単位および走行経費原単位（平成 20 年価格）の算出方法（最終閲覧日 2018 年 4 月 25 日），<http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/hyouka-syuhou/4pdf/s1.pdf>, 2008.

(?)

AN EMPILICAL ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF A NEWLY OPERATED “COMPLEMENTARY BUS ROUTE” ON EXISTING BUS NETWORK – AS A CASE OF SOCIAL EXPERIMENT EXTENDING NAGOYA CITY BUS TO TOYOYAMA TOWN, AICHI PREFECTURE -

Takumi HASHIMOTO, Hirokazu KATO and Nobue NAKAJIMA

“Demand-covering-bus-routes” which are established in order to cover the mobility needs are required to minimize the influence on existing route. This study aims to explore the influence of new bus route on existing route using data of target area. There is not much conversion in the experiment, however, even if it is in limited condition, by approaching from both the investigation result and the theoretical numerical value and by comparing the conditions between the new route and each existing route, it became possible to identify the factor that greatly affects existing routes by establishing a new route.