屋代線廃止代替バスの運行計画策定プロセスと 利用実態の検証

進藤 魁仁¹・柳沢 吉保²・加藤 博和³・高山 純一⁴・
増尾 昭彦⁵・坂爪 武⁶

¹正会員 パシフィックコンサルタンツ株式会社 (〒206-8550 東京都多摩市関戸1丁目7番地5)
E-mail: bomeru_stey@yahoo.co.jp

²正会員 長野工業高等専門学校教授 環境都市工学科 (〒381-8550 長野県長野市徳間716)
E-mail: yana@nagano-nct.ac.jp

³正会員 名古屋大学大学院准教授 環境学研究科 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町C1-2(651))
E-mail: kato@genv.nagoya-u.ac.jp

⁴正会員 金沢大学教授 理工学域 環境デザイン学類 (〒920-1192 金沢市角間町)
E-mail: takayama@staff.kanazawa-u.ac.jp

⁵非会員 長野市総務部第一庁舎・長野市民会館建設事務局局長 (〒380-8512 長野市鶴賀緑町1613)
E-mail: masuo-0536@city.nagano.lg.jp

⁶非会員 長野市都市整備部公園緑地課 (〒380-8512 長野市鶴賀緑町1613)
E-mail: kouen@city.nagano.lg.jp

利用者の減少が続いた長野電鉄屋代線は2012年3月に廃止され、代替バスが翌年4月1日から運行された。本研究は、代替バスの利用状況を調査分析し、導入時の検討課題の整理と利用促進を図るための運行改善策を検討することを目的としている。具体的な調査は、(1) 3回の乗降調査、(2) 代替バス利用者アンケート調査、(3) 代替バス非利用者アンケート調査、(4) 代替バス走行実態調査を集計分析し、代替バスからの乗客逸走の原因および運行サービスの改善案を検討した。その結果、非利用者の多くは自転車を利用していた。

Key Words : *alternative route, introduction process of bus service, situation of utilization and service*

1. はじめに

(1) 本研究の背景

利用者の減少傾向が続く地方部の鉄道線は、老朽化した施設更新への対応などで近い将来多額の設備投資が必要となっている場合が多く、将来にわたり膨大な累積損益が予測されるために、廃線に至る線区もある。

廃線に至る大きな要因である利用者の減少は、「そもそも沿線に目的地がない」といった、地域を支える基幹軸としての役割を果たせない位置に鉄道が配されている根本的な問題のほか、「利用したくても利用できる場所に駅がない」、「利用しづらい」など、当該鉄道が沿線住民の生活に根差していないことが大きな要因となっている。

鉄道の廃線が決まった地域には、代替交通手段（一般

にはバス路線）が確保されることになる。本来、鉄道・バス路線の新設や再編においては、利用意向や将来の利用可能性を慎重に検討して運行サービスを策定する必要がある。近年では、バス路線再編等においてバスを試験的に運行する社会実験が数年間実施されてから本格運行に至るケースが多い。また、路線や停留所設置に対する許可申請、既存の交通事業者との調整、他の運行事業者の決定にも多くの時間がかかる。ところが、鉄道の廃止届が受理されてから廃線まで一般に1年間の猶予しかない廃止代替バス路線では、社会実験の実施を通してルートや停留所、ダイヤ等の運行サービスを検討する時間が十分にあるとは言えない。そのなかで、廃線に至った原因を探るとともに、いかに鉄路沿線利用者の移動実態や利用意向を反映させるかが重要となる。代替バスを検討する際の要点として、(1) 大前提として鉄道利用者が代

替バスに移行しない割合をできる限り抑え、代替バスへの移行率を高めること、(2) その上でさらに新規利用者を確保するため、鉄路沿線から離れた主要目的地への移動をも支援するルート・ダイヤとすること、が考えられる。いずれにしても沿線住民の主な移動ニーズの起終点や発着時刻を十分探る必要があるが、鉄路廃止までの時間制約を考慮すると、まずは従前からの鉄路利用者の足の確保を大前提に、利用者の移動実態データ等に基づく潜在的な代替バス利用者の発着地点および時刻を考慮したルートと運行ダイヤを策定する必要がある。また策定された計画に基づいて運行された代替バスの利用状況を検証し、利用に影響を与える要因を明らかにすることで、今後も日本の他地域で必要となることが考えられる鉄路廃止代替交通計画の策定時に検討すべき必須項目を明らかにすることが求められる。そして代替移動手段運行の社会実験を実施する余裕がないなかで、効率的に運行サービスを定めるための決定プロセスを明確にしておく必要がある。

(2) 既往研究と本研究の位置づけ

鉄路廃止代替バスを扱った既往研究として、加藤¹⁾は、2005年3月末に廃止された名古屋鉄道の岐阜600V線区(岐阜市内線・美濃町線・田神線・揖斐線)を例に、鉄路廃止決定から代替バス運行開始までの過程を整理し、実施された対応策について検討している。この事例では「現在の運行内容をそのまま存続する」という代替案では、運営形態見直しや経費節減で短期的に採算をクリアしても、長期的には利用者減少は止まらず、再び存廃論議が繰り返されてしまうため、代替バスを単純な鉄道並行路線として設定することは適当でないとしている。また、竹下²⁾は、2006年10月1日に、開業からわずか15年で廃止に至った愛知県の桃花台新交通線を対象に、廃線前後の沿線における沿線住民を対象にアンケート調査を実施し、交通行動変化と交通利便性変化との関係进行分析した。そして鉄道廃止後の公共交通網検討のための評価指標として、沿線土地利用を考慮した評価にポテンシャル型アクセシビリティ指標を用いることを提案している。竹田³⁾は、上田電鉄別所線(現在も存続)を対象に、費用対効果の観点から地方鉄道の存在効果算定方法を提案し、中長期的な観点から代替バス評価を試みている。宮崎⁴⁾は、のと鉄道能登線の廃止が沿線住民の生活に与える影響を分析するためのアンケート調査を行い、廃止代替バスの利用状況と、のと鉄道廃止前の利用頻度を検証している。山崎⁵⁾は、豊田市の名鉄三河線の代替交通「さなげ足助バス」を例として、鉄道とバスの運行特性の差異を整理するとともに、沿線住民の利用意識を調査し、鉄道廃止代替バスの利用者減少の要因を検討している。要因として、運行内容等に大きな差異はない

ものの、駅勢力圏を1000m、バス停勢力圏を500mとした場合、勢力圏内世帯数がバス停で半減していることから、鉄道からバスへ転換した場合の利用者の居住域の変化について検討する必要があると結論付けている。進藤⁶⁾は長野電鉄屋代線代替バス運行計画策定に関わり、検討時間が極めて限られる代替バス本格運行まで計画策定作業フローをまとめ、代替バス導入までに検討すべき事項を検証してきた。福井県の京福電気鉄道(現在は大部分の区間がえちぜん鉄道となって存続)の運行中止時に代替運行されたバスのように、所要時間の増大がバス利用率を大きく低下させるケースも報告されており⁸⁾、速達性の変化による影響についても検証する必要性を示唆している。

しかしながら、鉄路廃止に伴う代替バスの取り組みを計画策定から本格運行後の利用状況の把握検証まで体系的にまとめて分析した学術的な報告事例はない。いかに利用者の移動実態及び利用意向を鉄路廃止代替バスの運行サービスに反映させることができるかが、代替バスへの利用移行率向上に繋げる必要条件と考えられるが、そのための有効な方法を示唆した既往研究が見当たらないのが現状である。

(3) 本研究の枠組みと目的

そこで本研究では、鉄路廃止に至った沿線地域において、従前の利用者を逸走させない代替バス運行サービスを提供するため、従来明確に示されてこなかった運行サービスの策定から本格運行までのプロセスを示す。さらに、廃止代替バス運行サービスを策定する際に、従来の研究では明確にされてこなかった、移動実態の把握と分析に基づいて明らかにした利用者の利用意向を反映させた代替バス運行サービスの策定方法を示す。そして本格運行後のバス運行状況および利用状況に関する事後評価を行うことで、運行計画策定時に考慮すべき事項を明確にすることを目的とする。

以上の目的を考慮し、本研究では2012年3月末に廃線となった長野電鉄屋代線(屋代～須坂間、24.4km、中間駅数13)を対象に、(1)運営状況の確認に基づき、廃線に至った要因を抽出する。(2)代替バスの路線・運行サービス策定プロセスと、そのための利用実態調査項目および実施方法、各地区での住民ワークショップ(WS)における討議内容を明確にする。(3)通学通院起終点調査結果に基づいた運行ルートおよび停留所の設定および調整過程を明確にする。(4)GISを用いた駅およびバス停勢力圏内の集客施設などを用いたアクセシビリティを用いて旧屋代線駅と、設定されたバス停の集客可能性を比較検証する。(5)旧屋代線の区間乗車人員およびバスルートの走行実験に基づくバス投入台数および運行ダイヤの設定過程を明確にする。(6)本格運行後の乗降客数調査、バ

ス停通過時刻、バス利用者および非利用者の起終点調査などによるバス運行状況および利用状況と利用満足度から、代替バス運行サービスの設定方法を検証する。(7) 旧屋代線と代替バス利用による所要時間の変化を検証し、代替バスとバス以外の他手段を選択した要因を所要時間の観点から分析する。

2. 屋代線廃線の経緯と課題

(1) 屋代線廃線の経緯

長野電鉄屋代線は1922年に、河東鉄道株式会社が主に生糸、硫黄、繭等の物資を輸送するための路線として開通させた。路線図は図-1に示すとおりであり、旧屋代線および代替バス路線は千曲・長野・須坂の3市にまたがっている。1962～1968年度は、「いざなぎ景気」による日常的なトリップ、および須坂以北の山内・志賀草津温泉へのレジャー客の増加が影響し、年間300万人を超える利用者がいた。しかし、1997年に長野駅まで新幹線が開通し、長野電鉄長野線を使って須坂以北に訪れるようになったこと、また不景気によるレジャー客の減少が顕著となったこと、さらに地域住民の日常的な利用もモータリゼーション等によって減少し、2009年度では年間約45万人にまで利用者数が減少してしまった。屋代線沿線の集客施設も多いとはいえないことも、屋代線を利用した移動が減少している要因と考えられる。廃止直前は運行本数が上下あわせて30本、営業係数は277であった。このような状況のなか、2009年に、累積赤字が嵩み運行維持が厳しいとして、地域公共交通活性化・再生法に基づく「長野電鉄活性化協議会」（以下、活性化協議会）が設立され、利用促進のための社会実験が試みられたが、十分な利用増加には至らなかった。2011年2月2日に活性化協議会において廃止が決定された。これを受けて、長野電鉄は国土交通省に廃止届を提出し、2012年3月末に廃線されるに至った。

(2) 課題の整理

代替バス導入の目的及びターゲットとする利用者を明確にするために、屋代線が抱えていた課題を整理する。以下に示す結果は活性化協議会が2010年7月と9月に実施したアンケート調査に基づくものであり、屋代線利用者を対象に1760部配布し、回収率は27.6%であった。まず、利用目的を図-2に示す。

屋代線を主に生活交通として利用していたと考えられる沿線内利用目的は、通勤(32.7%)、通学(29.8%)、買物(5.4%)、通院(7.1%)で合わせて75%を占めている。一方、沿線外における生活交通としての利用目的は、通勤(25.7%)、通学(13.5%)、買物(0.0%)、通院(6.8%)であわせて46%にとどまる一方で、観光目的が37.8%を占めている。

旧屋代線：延長24.4km、中間駅数13、平均駅間距離2.0km
代替バス：延長27.9km、停留所数53、平均バス停留間距離0.64km

図-1 旧屋代線および廃止代替バス路線の概要

図-2 屋代線利用目的(長野電鉄活性化協議会資料)

つぎに、利用しない理由について集計した結果を図-3に示す。

図-3は屋代線沿線住民による屋代線を利用しない理由であるが、「屋代線を利用してまで行きたい場所がない」が42.1%で最も多かった。屋代線沿線に目的施設が存在していない、また駅から目的地に到達しにくいことが考えられる。一方「屋代線を利用できる範囲に住んでいない(19.6%)」、「屋代線を利用できる範囲に住んでいるが利用しづらい(27.8%)」は、移動手段までのアクセス

図-3 屋代線を利用しない理由(長野電鉄活性化協議会資料)

や使いたい時間帯に移動手段が運行されていないと考えられる。

以上から明らかになった課題とその対応の方向性をまとめると、屋代線沿線内利用者は通学・通勤・通院目的が多く、代替バスの運行サービスも、これらの移動目的のトリップに対応することが求められる。また、屋代線沿線住民であっても「屋代線を利用できる範囲に住んでいない」もしくは「利用しづらい」があわせて47.4%存在することから、軌道系路線では対応が難しかったが代替バスでは比較的容易な、ルートや運行ダイヤの設定変更をフレキシブルに実施することが求められる。一方、屋代線沿線外からの利用者は観光目的の利用率も高いが、屋代線全体の利用者が大きく減少している状況から、今後も多くの需要が見込めない本対象地域において、観光利用に対応した輸送サービス提供の可能性も含め、本地域にとって重要な移動目的を検討し、代替バス利用のターゲットを決める必要があると考える。

3. 代替バス運行サービスの策定プロセス

(1) 代替バス導入計画における主体と組織化

代替バスを導入するにあたっては、移動手段を必要としている利用者とその目的施設、すなわちバス利用のターゲットを明確にし、ターゲットの発着地点および発着時刻を把握し、ルートやバス停位置、運行時刻の設定に反映させることが重要事項である。そこで、そのための代替バス導入プロセスを構築する。

まず、前章で明らかになった課題を考慮し、沿線住民にとって最も必要な移動手段となるように代替バス利用者のターゲットを絞り、その移動実態と利用促進に必要なサービスを把握することを目的に、図-4に示す屋代線代替バス導入のための組織化を行った。本組織化によって、沿線住民が主体的に、地域にとって必要な運行サービスを提案し、各地区の提案を受けて地区連絡調整部会で整合調整を行い、活性化協議会で決定されるプロセスがとられた。図-4に示す協議プロセスの構築・組織

図-4 屋代線代替バス導入のための組織化⁹⁾

化では、長野市交通政策課を中心とする事務局(著者 5,6)が組織化案を示し、沿線4地区の地元住民への説明を行い組織化に対する合意を得ている。また、顧問として参画した著者(長野高専の著者 2)も加わって、各協議プロセスでの参加団体等、協議事項について事務局と意見交換および調整を行い、図-4で示した運行サービス策定の協議プロセス、協議参加団体およびメンバー、協議事項が最終決定された。

なお顧問として参画した著者2は、地区作業部会での討議内容を事務局と決めたほか、著者2の研究室の学生も作業部会のWSメンバーとして参加している。また、地区調整部会では学識経験者として部会長を務めたほか、活性化協議会のメンバーとして参加している。

代替バス運行のために必要な様々な事案の協議および決定は、屋代線廃止前に設立されていた活性化協議会が引き継いで行うことになった。

活性化協議会は地域公共交通活性化・再生法の法定協議会なので、代替バスの運行ルート、停留所位置、サービス内容、運行時刻、運賃、バス事業者の決定、それに伴い必要な道路通行権、沿道設置物などの許可手続きなど、バス運行に必要な事項の決定権が与えられている。メンバーも地区連絡調整部会構成員のほか、高校PTA、医療、商工会、観光協会などの沿線関係団体、県・国土交通省、警察などバス運行に関係する団体を網羅し、調整部会で提案された運行サービスや運営主体を尊重しつつ、妥当性、課題など幅広い観点で検討し、最終的な必要事項を決定した。

また、旧屋代線沿線を構成する須坂、若穂(綿内・若穂駅)、松代、千曲(屋代駅)の4地区を単位に、運行サービスを検討するための作業部会を設けた。それぞれの作業部会には取りまとめ事務局として、交通政策を担当する3市の職員(須坂地区は市民課、若穂・松代地区は交通政策課、千曲地区は生活安全課)が加わり、作業を進行した。

各地区の作業部会で提案された検討案とその必要性を地区間で情報共有するとともに、各地区の検討案を全体としてのバスサービスに反映するために調整する必要があることから、地区連絡調整部会を設けている。メンバ

状態を考慮し、ターゲットの移動実態に最も対応した運行サービス案を策定する流れとなっている。詳細は次章で説明する。なお、本作業プロセスは、従来、計画策定の主体にあたる計画策定担当者や専門家に認識されていた、問題の認識→調査→目標の設定→代替案の立案→代替案の評価→計画の決定、の計画策定プロセスであるが、WS等に参画する沿線住民および関係者にも同様に、この手順を認識して計画策定作業を進めてもらうこととした。そこで作業主体である地区作業部会メンバーおよび取りまとめを行う事務局に、1年という期限が決められている本策定作業を効率的に進めてもらうために、作業開始前に策定までの流れを理解してもらった。すなわち、いつ・どこまでに・何を決めなければならないかを理解してもらうために、事前に本作業プロセスを提示した。

つぎに(b)において各組織と計画策定プロセスとの関係を述べる。各運行サービス策定作業は、4地区で開催されるワークショップから開始された。第1回(WS1)は代替バスの導入目的とターゲットの絞り込みをメインに、望ましいルートおよび停留所位置についても検討した。運行ルートおよび停留所位置は、時間の関係で第2回WSまでに各地区の提案を固める必要があることから、各地区の代替バス利用ターゲットの居住地分布をWSメンバーが調査した。また、提案された運行ルート・停留所位置の妥当性を検証する目的で事務局および調整部会学識経験者がターゲットである高校生および病院を対象に、起終点調査による移動実態の把握も行った。平成13年度PT調査による移動実態等をWSメンバーに事前配布し確認してもらった後、第2回WSを開催した。

第2回WS(WS2)では、地区ごとにルートの決定と停留所位置を固定した。またバスの投入台数と便数案の提示を行った。ここまでの各地区からの提案を受けて、地区連絡調整部会にてルートおよび停留所位置の微修正を行い、活性化協議会にて運行ルートと停留所位置を確定した。その後、代替バスの運行事業者決定および運賃設定は、作業効率を考慮し、地区連絡調整部会で検討し、活性化協議会で確定された。

第3回WS(WS3)では、バスの運行時刻および利用促進のための目標の設定を検討した。バスの運行時刻案を作成するに当たり、バスルートにおける走行実験を行うとともに、運行ダイヤを決定するための根拠として屋代線各便の乗車人数も用いた。高校の始業時刻およびしなの鉄道、長野電鉄長野線との乗継時間も考慮したうえで運行ダイヤを一つに絞った。提案を地区連絡調整部会で調整した後、活性化協議会にて運行ダイヤと屋代線から代替バスへの移行率目標値を決定した。

なお、各WSで議題がまとまらない場合、あるいはそれぞれの地区で個別の案件が生じた場合は、別に検討日を設けた。

(a) 運行サービス作成までの作業プロセス

(b) 作業主体と作成された計画の決定プロセス

図-5 代替バス運行サービス作成と策定プロセス⁶⁾

一はそれぞれの地区作業部会から代表者2名以上、交通事業者として長電バス、学識経験者、事務局として3市から交通政策を担当する職員が参加している。メンバーの主な役割は、地区代表者が提案事項の意図などを説明、交通事業者は各地区提案の運行サービスへの反映、学識経験者は提案の統合・調整の促進と決定事項の明確化、事務局(事務局本部は長野市交通政策課が担当)は各地区の意見の事前調整と資料作成、である。本部会で調整された運行サービス案が活性化協議会にて協議・決定されることになる。

(2) 代替バス運行サービス作成と策定プロセス

屋代線代替バス運行サービスの作成と導入までの計画策定プロセスを図-5に示す。(a)は運行サービス作成までの作業プロセスを、(b)は作業主体と作成された計画の決定プロセスを示している。(a)の計画策定作業プロセスでは、代替バス運行対象地域を選定するとともに、抽出された課題の把握や、代替バス利用のターゲット(通学・通勤・通院)を絞った屋代線沿線の起終点調査を実施し、移動実態を把握した。さらにバス運行ルートや停留所位置、運行便数、運行ダイヤに関する代替案を設定した。そしてターゲットの移動実態およびルートの交通

(3) 運行サービス策定プロセスのタイムスケジュール

前節で示した2011年度に行われた代替バス運行サービス決定までのタイムスケジュールを図-6に示す. 図に示したように, バスルートおよび停留所位置については許可申請が必要なため, 年内のなるべく早い時期に決定する必要があることから, 取り組みの初期の段階で作業に取りかかり, 協議会で11月2日には決定された.

ルート・停留所が決定されたのち, 運行事業者および運賃の決定作業に入った. 運行事業者が長電バスであれば, (1)新規車両調達および経常損失に対して長野電鉄グループの長野電鉄も負担が可能である, (2)長野電鉄長野線の乗り継ぎ時の運賃精算などのサービス提供がフレキシブルに対応できる, (3)昭和56年(1981年)まで屋代須坂間をバス運行していた実績があり同区間の運行許可申請に迅速に対応するノウハウを持っていること, 等の理由により, 長野電鉄グループの長電バスに決定された. 運行ダイヤの決定は年明けまで持ち越した. 地区作業部会および地区連絡調整部会から最新の道路状況と冬季の渋滞状況を考慮した運行ダイヤ策定が強く要望されたため, 複数回のバスルート走行実験を行い, 所要時間の変動を考慮したダイヤの作成を長電バスと協働で行い, 2月初旬に完了した. 協議会には3月末に運行ダイヤ資料を提出したが, 4月1日から本格運行しなければならなかったため, 地区作業部会で運行ダイヤを決定したのち, 地区調整部会および協議会委員メンバーに内諾を得て, 早めに(2月中)本格運行に反映した. 運輸局および長野

表-1 沿線住民(WS委員)による移動実態調査内容

調査項目
居住地住所, 日常生活での移動先, トリップ目的, 移動手段, 移動時間帯, 所要時間, 運賃, 道路混雑場所と渋滞時刻, 乗り心地, バリアフリー対策, 移動で困っている事, 随時行きたい場所と手段, 公共交通を利用しない理由, 個人属性など

県警も協議会メンバーであり, 協議会で決定された事項のうち許可申請が必要な事項は随時, 許可申請を行った.

4. 運行サービスの策定の詳細

(1) 導入の目的と対象区域の設定⁶⁾

代替バスの運行目的および対象区域は, 第1回WSで検討された. WSに先立ち, 鉄路廃線後の代替バス導入に携わった経験を持つ本研究連名者(著者 3)が, 自ら取り組んだ事例の紹介¹²⁾など, 運行のポイントとして地域づくりと各関係団体の役割分担を明確にして導入作業に携わることの重要性を講演した. その後, WSにおいて, 運行サービス作成および策定までの作業プロセスを確認したのち, グループに分かれて地域のあるべき将来像, そのために必要な移動手段について討議した. 各グループともに, 屋代線廃線後に大きな影響を受けるであろう交通弱者(主に高齢者・学生などの車を持たない人)の移動手段の確保が最重要課題であることが確認された. したがって, まず屋代線廃線によって生活スタイルに大き

な影響を及ぼすであろう、通学・通勤・通院目的のトリップを主要ターゲットにすることが決定された。決定されたターゲットの移動を確保するために、屋代線沿線でトリップが多い須坂、若穂・綿内、松代、屋代(2009年における上下乗車人員調査では合計1066人のうち、須坂257人、若穂・綿内129人、松代241人、屋代159人で他の駅はすべて100人未満)を結ぶ路線を対象区域とした。

(2) 運行ルートと停留所の決定プロセス⁹⁾

第1回WSで望ましいとされた運行ルートおよび停留所位置に対して、作業部会委員(WS委員)に移動実態調査票を配布し、第2回WSまでに代替バスを必要とする世帯の起終点移動実態をできる限り調査してもらった。調査方法はWS委員に調査票を配布し、近所など身近な住民で移動に困っている方の移動実態とバスの利用意向を調査票に記載していただいた。調査内容は表-1に示す。

第2回WSではまず各部会委員から移動実態調査結果をグループ内で発表し合って、移動実態に対する情報共有を行った。つぎに、第1回WSで望ましいとされた運行ルートおよび停留所位置について、情報共有した移動実態と照らし合わせたうえでルートと停留所位置を微調整した。

このとき、第1回WSで決定した代替バスのターゲットを考慮し、通学・通勤・通院・帰宅時間帯、それ以外の買物・私事・夜の時間帯別に検討した。その結果、始業時刻および屋代駅、松代駅、須坂駅等での乗継時刻を重視すべき通学・通勤時間帯は、速達性を考慮するため運行ルートを一部変更し、停車する停留所位置を限定した快速便を運行することが提案された。ルートを変更した路線は帰宅時間帯も同じルートに設定した。また、主要目的地になる総合病院や高校を経由するルートになるよう配慮した。

各地区の提案を地区連絡調整部会に諮る前に、別途事務局と学識経験者が協働で作成分析した屋代線沿線通学通院起終点調査結果に基づき、沿線地域から代替バスが利用可能であるかを停留所の勢力圏から判断し、その結果を地区作業部会代表者全員に説明し、停留所位置などの微調整を依頼した(詳細は次節で述べる)。

その後、地区連絡調整部会にて、第1回WSで決定されたバス利用のターゲット、各地区から提案された運行ルートおよび停留所位置について検討した。その結果、それぞれの部会から、使い難いルートおよび停留所位置について意見交換を行い、合意のもと最終調整を行い、部会の確定案として取りまとめた。

活性化協議会では、地区連絡調整部会でも話題になった運行ルート上の渋滞地点(関崎橋交差点)について指摘があり、その対処方法と実行可能性について議論された。一方通行規制および関崎橋付近橋梁の通行料無料化など

表-2 調査項目と配布回収状況⁹⁾

配布状況		
配布場所	高校	病院
	須坂、須坂東、須坂商業、須坂園芸、松代、屋代、屋代南	県須坂、松代総合、付属若穂、松代総合、千曲中央
配布月	6月下旬	6月下旬から1週間
配布数	2,849(1~2年生対象)	適宜受付に設置
回収数	2,618	1,306
調査項目		
居住地住所、日常生活での移動先、トリップ目的、移動手段、移動時間帯、所要時間、運賃、道路混雑場所と渋滞時刻、乗り心地、バリアフリー対策、移動で困っている事、随時行きたい場所と手段、公共交通を利用しない理由、個人属性など

図-7 屋代線起終点と運行ルート・停留所位置の検証図⁹⁾

が対応策として提案されたが、早急な対応は難しいことから、他の対応策を今後検討することにした。そのほか交通規制および停留所の設置位置の確認許可を警察に依頼した。

(3) 通学通院起終点調査に基づいた運行ルートと停留所位置の検証

a) 調査項目と配布回収状況

廃線の影響を最も受ける通学および通院トリップの足の確保を目指し、沿線の高校および病院に対してアンケート調査を行った。高校へは生徒数分を送付した。回収率は約92%であった。通学トリップは廃線に対して関心が高いことがわかる。病院は受付窓口を設置し、窓口から通院者にアンケートへの回答を依頼するように病院側をお願いした。主な調査項目および配布回収状況は表-2のとおりである。

b) 運行ルートと停留所位置の検証方法

集計は、屋代線を利用している生徒および通院者を抽出した。さらに抽出した対象者から、各生徒および通院者の住んでいる地区、自宅からの最寄り駅、登下校およ

び病院での受付帰宅の各出発・到着時刻, 自宅から最寄り駅までの移動距離と移動手段, 通っている学校および病院側の最寄り駅を抽出した. 以上を地図に記入し, 回答者の起終点が停留所勢力圏内にあるか, または自動車送迎を含め, 屋代線利用者がWSで提案された運行ルートおよび停留所位置で代替バスが利用可能かどうか検証した. ここで移動手段が徒歩の場合, バス停勢力圏は300m, 駅勢力圏は500m, 自転車利用の場合で約1kmと設定した. ただし, 屋代線駅までの距離が勢力圏以上の距離であっても利用している場合は, その移動距離で代替バスが利用可能と判断した. 検証に用いた地図の一部を図-7に示す. 青点線が提案された代替バス路線, 赤点線が屋代線利用者が代替バスを利用する場合の停留所までのアクセスルート, 二重丸は起点を示している.

本検証から, 作業部会で提案された運行ルートおよび停留所位置で, 屋代線利用者は代替バスを十分に利用できることが確認できた. 検証結果は, WS沿線住民代表にも提示し, ルートおよびバス停設置位置案に対して合意形成を図ることができた. さらに, 停留所間距離が短すぎる箇所は, 速達性の観点からバス停を集約するなどの協力を依頼し, 概ね理解を得ることができた.

c) GISを用いた屋代線と代替バスのアクセシビリティ比較による停留所位置の集客力の検証

・集客性指標および駅・停留所勢力圏の設定

屋代線および代替バスの集客性指標として, 沿線人口, 沿線施設を選定した. 沿線施設はGISで収集できることを考慮し, 高校・中学・小学校, 幼稚園, 病院, 支所, 公共施設とした. また, 同じ距離でも鉄道の方がバスよりも集客性は高いと仮定し, 駅勢力圏を500m, 停留所勢力圏を300mと設定した. また徒歩以外のアクセス手段として自転車利用も考慮する. 自転車による駅・バス停留所の勢力圏は1,000mとした.

・集客施設までの近接性を考慮した集客度の定義⁹⁾

本研究で用いる近接性を考慮したアクセシビリティ型集客度を定義する.

まず, 起点側の集客度として沿線人口を用いた勢力圏内人口アクセシビリティ(以下人口ACと記す)を定義する. 人口ACは, 居住地から駅やバス停までのアクセスしやすさを表し, いかに居住地分布を考慮した駅やバス停が設置されているかを示す指標である. 式(1)に示すとおり各駅・停留所の勢力圏を設定し, GISを用いて勢力圏内人口を求めた. ただしGISでは各世帯の勢力圏内分布は不明なので, 勢力圏半径の1/2の距離を駅・バス停までの平均移動距離とし, 勢力圏内人口を平均移動距離で除した値を人口ACとした.

$$A_r = \sum_{s=1}^S \frac{P_s}{0.5R_s} \quad (1)$$

図-8 屋代線と代替バスの人口ACの比較

ここで, A_r : 路線人口AC, s : 沿線上の駅または停留所(合計数は S), P_s : s の勢力圏内における居住人口, R_s : s の勢力圏半径(m)である. 式(1)は駅・停留所ごとに算出されるが, 屋代線および代替バス路線ごとに集計して比較を行う.

つぎに, 終点側駅およびバス停利用に関する集客度として, 各駅・停留所から集客施設までの距離を用いた勢力圏内集客施設AC(以下, 施設ACと記す)を定義する.

施設ACは各集客施設への近接性を表しており, 勢力圏内の集客施設が多いほど, また距離が短いほど当該移動手段を用いて目的地に向かう可能性が高いことになる. 式(2)に示すとおり各駅・停留所から設定した勢力圏内の集客施設までの距離をGISを用いて求め, その逆数の和を当該駅および停留所の集客施設ACとする.

$$A_f = \sum_{s=1}^S \left(\sum_{j=1}^N L_{s,j}^{-1} \right) \quad (2)$$

ここで, A_f : 路線集客施設AC, N : s の勢力圏内の集客施設数, $L_{s,j}$: s の勢力圏内における集客施設 j までの距離(m)である.

この指標も屋代線と代替バスの各路線毎に合計し比較を行う.

なお, 代替バスは通学・通勤対応の平日朝の快速便, それ以外の通常便の2種類のルートがある. それぞれについてACを算出した.

・アクセシビリティの比較

<人口ACの比較>

屋代線, 代替バスの人口ACを図-8に示す. 屋代線と代替バスとで, 徒歩勢力圏, 自転車勢力圏のいずれを比較しても代替バスの方が, 停留所が居住地に近接していて, 多くの利用者が集まる可能性が高いことがわかる. 屋代線の駅数が13であるのに対して, 代替バスは快速便では33(2.5倍)の停留所, 通常の昼便では51(3.9倍)の停留所が設けられている. 快速便に対して昼便は1.5倍の停留所にバスが停車するため, 速達性は損なわれるが, より多くの利用者を獲得できる可能性があり, 今回ターゲ

図-9 屋代線と代替バスの集客施設ACの比較

ットとした通学通勤および通院トリップ以外に買物および私事目的トリップ利用者を獲得できる可能性がある。徒歩勢力圏と比較し、自転車勢力圏の人口ACは快速便(朝便)で2.3倍、昼便で2.0倍大きい。当然1,000m勢力圏の方が勢力圏内居住地は増えるが、停留所からの距離が長くなるほど居住地が減少している。運行ルートは居住地区に近いところに設定されていることがわかるが、遠方からでも自転車などの移動手段を用いることができる環境を整備すれば、たとえば駐輪場を停留所周辺に整備することで、より多くの利用者を獲得できる可能性がある。

＜集客施設ACの比較＞
つぎに屋代線、代替バスの集客施設ACを図-9に示す。こちらも屋代線と代替バスとで、徒歩勢力圏(300m, 500m)、自転車勢力圏(1,000m)のいずれを比較しても代替バスの方が停留所から集客施設までの近接性が高いことがわかる。

人口ACと同様に、代替バスの運行ルートおよび停留所の設定位置の方が、屋代線駅よりも多くの集客施設により近接していることがわかる。また、ターゲットである通院トリップ以外に買物および私事目的トリップ利用者を獲得できる可能性がある。

徒歩勢力圏と比較し、自転車勢力圏の集客施設ACは快速便(朝便)で1.98倍、昼便で2.17倍であり、人口ACよりも相対的に大きいことがわかる。このことから、フィーダーとなる移動手段を整備することで、通常便でも多くの利用者を獲得できる可能性がある。

(4) バス投入台数の策定⁷⁾

代替バスの投入台数は、以下の点を考慮して決定した。

- (1)旧屋代線利用者の移動利便性を維持確保するためにも旧屋代線と同程度に屋代―須坂間で15往復を確保し、必要に応じて増便を検討する。
- (2)旧屋代線沿線の移動実態を考慮した運行ダイヤとする。とくにターゲットを通学・通勤、通院としたので、朝夕の便の利便性を確保する。
- (3)旧屋代線の運行ダイヤおよび2009、2010年の各便の

表-3 屋代線7:28屋代駅発須坂駅行乗降客数⁷⁾

(長野電鉄2010年11/11(木)調査：須坂駅←屋代駅)

	須坂	井上	綿内	若穂	信濃川田	大室	金井山	松代
乗車	0	3	22	17	14	7	6	27
降車	99	0	8	1	0	0	0	53
区間乗車	0	99	96	82	66	52	45	39

駅間乗車人員数を考慮に入れる。ただし、代替バスの運行ダイヤは次項の運行時刻決定に基づいて微調整を行った。

(4)沿線周辺の中学・高校の部活動に参加する生徒数とおおよその登校時刻を考慮する。

(5)各停留所ともに乗り残しが無いようにする。

導入される車種は50人乗りのバスであるため、各便ともに投入台数は1台とした。ただし、表-3で示すとおり、屋代線7:28屋代駅発須坂駅行の列車で、信濃川田駅から乗車人員がバスの乗車可能人員を超過することと運行ダイヤに基づくバス配車の関係で、当該時間帯に運行するバスは、終点の須坂駅まで2台運行することとした。また、大室駅から松代駅まで通学する松代中学校の生徒が多いため、スクールバスを1便運行させることとなった。そのほか、松代地区から須坂駅周辺までは、高速便と快速便では約25分差が生じるため通勤通学トリップの速達性を考慮し、7時30分松代駅を出発し8時5分に須坂駅に到着する高速便を1日1便の導入が決定された。高速自動車道は長野ICから須坂長野東IC区間を走行し、途中3ヵ所の停留所で停車する。

(5) 運行時刻の決定⁷⁾

運行時刻の決定に当たっては代替バス導入目的に基づき以下の点を考慮した。

- (1)中学・高校始業時刻及び須坂駅・屋代駅での電車への乗継に間に合うようにする。
- (2)定時性及び速達性を確保することは難しいが、できる限り各バス停発車時刻に遅れないようにする。
- (3)長電バスの乗降客数と停車時間の経験値から、乗降時間及び発車時の損失時間の合計は1停留所当たり15秒を確保する。

道路上を走行するため、交通量の変動および所要時間の変動は避けられない。そこで、所要時間のばらつきを考慮した時間信頼性評価に基づいた運行時刻を検討することとした。具体的には、停留所に到着できる確率、すなわち信頼度に基づいて到着時刻を設定する。ここで信頼度とは図-10に示すように、バスが駅等の起点を出発してから、ある停留所に到着するまでの所要時間の変動(分散)を考慮し、設定した停留所到着時刻までに到着する確率(図では赤の斜線部)のことである。図-10に示すとおり停留所間の所要時間を長く設定することで、バス

表-4 各信頼度に基づく時刻表(代替バスの主要停留所)⁷⁾

主要地点	信頼度				
	50%	60%	70%	80%	90%
屋代駅	6:25	6:35	6:35	6:35	6:35
屋代高校前	6:29	6:41	6:41	6:41	6:42
雨宮北町	6:32	6:45	6:45	6:45	6:46
岩野	6:37	6:50	6:51	6:51	6:52
象山口	6:41	6:56	6:57	6:57	6:58
松代駅	6:50	7:06	7:07	7:04	7:11
金井山	6:59	7:15	7:16	7:14	7:22
大室駅	7:07	7:23	7:24	7:22	7:31
川田駅	7:15	7:31	7:33	7:32	7:42
若穂病院	7:19	7:35	7:37	7:37	7:47
綿内駅	7:25	7:41	7:43	7:44	7:54
井上	7:33	7:49	7:52	7:54	8:05
須坂駅	7:47	8:04	8:08	8:11	8:24
所要時間(分)	82	89	93	96	109

図-10 信頼度の概念⁷⁾

が停留所に遅着しない信頼性は高くできるが、バス停から発車するまでの待ち時間が増えてしまう。その影響で、運行区間における所要時間が長くなるため、便数が少なくなってしまう。

決定された屋代～須坂間の運行ルートの所要時間は平成 17 年交通センサスのピーク時旅行時間、2010 年社会実験(混雑期と混雑回避)時の運行時刻、2011 年長野市が実施した走行実験、2011 年実施の長電バスによる走行実験(7 回)、冬季に行った長電バス走行実験(2 回)、著者である長野高専交通計画研究室の教員および当時の卒業生で行った走行実験(2 回)の結果を用いて検討した。それぞれの結果を用いて各バス停間の平均所要時間と分散を求めた。所要時間分布を正規分布に従うと仮定し、信頼度を 50, 60, 70, 80, 90% の 5 パターンの時刻表を作成した。表-4 に各信頼度に基づく時刻表を示す。この 5 つの信頼度パターンからどの時刻表が良いかを沿線作業部会 WS で検討した結果、信頼度 50% を選んだ。

5. 代替バスの運行状況と利用実態および満足度

(1) 運行状況と利用実態調査の概要

運行状況と利用実態を検証するために実施した調査の概要を説明する。運行状況の検証では停留所通過時刻調査を、利用実態の検証では代替バス乗降客数調査を用いている。停留所通過時刻調査と代替バス乗降客数調査は

表-5 代替バス乗降客数およびアンケート調査の概要

調査名	代替バス乗降客数および停留所通過時刻調査
調査日	4 月 24 日(火)(晴れ), 26 日(木)(9 時頃まで雨。以後終日曇り又は小雨の変動的な天候), 28 日(土)(晴れ) 9 月 5 日(水)(晴), 7 日(金)(晴), 8 日(土)(晴) 1 月 22 日(火)(曇り), 25 日(金)(曇り), 26 日(土)(曇り)
調査方法	(1)バス 1 台につき調査員 1 人が乗車し、全ての停留所での乗降車数を数える。 (2)停留所の通過時刻を計測する。
調査名	代替バス利用者アンケート調査
配布日	2012 年 9 月 5 日(水), 8 日(土)
配布方法	配布員がバスに乗り込んで、利用者に調査用紙を直接手渡しして配布。郵送による回収を行った。
実配布数	676 部
回収数	185 部(2 通無効)
回収率	27.4%
調査項目	個人属性(性別, 年齢, 職業, 運転免許および自動車等の保有状況, 起終点), 利用路線, 代替バス運行情報入手先, 利用頻度, 利用日, 利用目的, 行きと帰りの移動形態, バスの遅れの有無と影響, 運賃支払い方法, 現在のルートおよび停留所についての評価, 旧屋代線利用状況, 意見要望等
調査名	代替バス非利用者アンケート調査
配布日	2012 年 11 月中
調査対象	沿線高校(須坂高校, 須坂東高校, 須坂商業高校, 須坂園芸高校, 屋代高校, 屋代南高校, 松代高校), 沿線病院(若穂病院, 松代病院, 須坂病院)
利用数	441 部
調査項目	個人属性(性別, 学年, 年齢, 職業, 起終点), 移動手段, 長野電鉄屋代線利用状況, 利用頻度, 移動目的, 代替バス利用意向, サービス改善要望等

調査員がバスに乗り込み同時に実施している。

代替バスサービス評価では、代替バス利用者アンケート調査を用いている。おもに現在の起終点と代替バスサービス評価に関する満足度を調査している。代替バス利用者アンケートと同時に非利用者アンケートも実施している。おもに、現利用手段での起終点等を調査している。概要は表-5 のとおりである。

(2) 運行状況の検証

旧屋代線利用者が代替バスを利用せずにマイカー利用に移行した場合には、代替バスルートに渋滞を引き起こす可能性がある。とくに通勤通学時間帯においては始業時刻などの到着指定時刻が存在するため、バスルート上の渋滞発生による到着遅れが代替バス利用者に与える影響は大きい。そこで代替バス導入前後の快速便運行時間帯における停留所通過時刻を比較し、バス走行所要時間変化の度合を比較検討することで、代替バスルートにおける渋滞生起状況およびバス定時性確保状況を検討する。

表-6 代替バス導入前後の所要時間の比較(須坂・松代間)

	区間	導入後 (分)	分散	導入前 (分)	分散	F値	t値
4月	松代→須坂	62.500	25.000	50.318	28.706	1.102	2.070
	須坂→松代	46.833	14.167	48.733	38.089	2.689	0.630
9月	松代→須坂	54.125	106.928	50.318	28.706	4.716*	0.619
	須坂→松代	46.833	22.567	48.733	38.089	1.688	0.578
1月	松代→須坂	54.375	91.411	50.318	28.706	3.184	1.141
	須坂→松代	52.167	91.767	48.733	38.089	2.409	0.688

表-7 代替バス導入前後の所要時間比較(松代・屋代間)

	区間	導入後 (分)	分散	導入前 (分)	分散	F値	t値
4月	松代→屋代	27.500	6.700	24.174	16.808	2.509	1.642
	屋代→松代	28.600	59.378	22.936	17.356	3.421	1.959
9月	松代→屋代	25.333	3.467	24.174	16.808	4.846	0.624
	屋代→松代	24.300	21.789	22.936	17.356	1.255	0.669
1月	松代→屋代	26.625	6.839	24.174	16.808	2.458	1.329
	屋代→松代	28.222	66.694	22.936	17.356	3.843	1.730

図-11 実際のバス停到着時刻と時刻表との差(屋代方面)

図-12 実際のバス停到着時刻と時刻表との差(須坂方面)

具体的には、各停留所通過時刻調査に基づいて得られた本格運行後の停留所間所要時間と、4章(5)の運行時刻決定に用いた、2011年以前の走行実験で得られた停留所間所要時間を用いて、本格運行前後の2つの平均所要時間の差の検定を行った。その結果を表-6, 7に示す。また、実際のバス停到着時刻と、4章(5)のとおり沿線作業部会

図-13 時間帯別乗車人員推移

表-8 1便当たりの乗車人員

	快速便(人)	昼便(人)	帰宅便(人)	夜便(人)
4月平日	29.3	9.4	25.3	9.4
9月平日	22.8	7.6	22.3	5.5
1月平日	31.9	11.0	28.6	4.6

が選定した信頼度50%、すなわち停留所間平均所要時間に基づいて作成された時刻表との差は図-11, 12に示す。

須坂駅—松代駅—屋代駅区間のいずれにおいても、90～95%の信頼度(有意水準0.1～0.05)で代替バス導入前後において所要時間に差がないことを否定できないと判定された。各停留所の通過時刻調査から、代替バス運行時刻表と比較しても各停留所の平均遅れ時間は1.5～2.0分程度であった。突発的な混雑が生じて最大で10分程度の遅れがまれに報告される程度であった。以上から、懸念された旧屋代線廃止後の自動車への移行による渋滞がバス運行の遅延をもたらす状況はほとんど生じていない。

(3) 利用実態の検証

代替バスの利用実態を検証するため、2012年4月、9月、2013年1月に実施した利用実態の検証のための乗降客数調査結果を用いて、朝の快速便(始発から9時; 上下12便)、昼便(9時から15時; 上下20便)、帰宅便(15時から19時; 上下12便)、夜便(19時から最終便; 上下4便)の各運行時間帯別の総乗車人員と旧屋代線に対する代替バス利用割合を図-13に示す。また、1便当たりの乗車人員を表-8に示す。

代替バス運行計画策定において重視し、通学通勤の利便性確保を意図した朝の快速便と帰宅便の乗車人員が多いことが分かる。旧屋代線に対する利用率を見ると快速便は9月を除き80～90%であった。運行サービスの策定時に代替バス利用率を70%にすることが達成目標とされたことを考えると、それを上回る状況である。代替バス利用の主なターゲットとされた通学通勤および帰宅目的については、旧屋代線利用から代替バス利用に移行した利用者は多数存在することが伺える。別途集計確認した方向別の乗車人員の集計結果から、朝の快速便は特に、

表-9 乗車人員と人口・施設ACの重回帰分析結果

サンプル数：旧屋代線が13, 代替バスが13.

	人口AC(t値)	施設AC(t値)	相関係数
旧屋代線	0.154(3.25**)	1931(0.69)	0.934
代替バス	0.056(1.03)	1337(0.41)	0.776

**：有意水準1%

屋代から須坂方面に向かうバスで乗車人員が多く、帰宅便は須坂から屋代方面行きの乗車人員が多いことが分かった。快速便の中では、目的地への早着による時間損失が小さい始業時刻ぎりぎりに間に合う便の乗車人員が特に多いことから、今後増便を検討する必要がある。

ルート・停留所位置の設定と乗車人員との関係をマクロ的に明らかにするために乗車人員と4章で述べたバス停勢力圏ACとの相関を調べた。目的変数は駅・バス停それぞれの乗車人員、説明変数は駅・バス停それぞれの人口ACと施設ACを用いて重回帰分析を行った。なお、旧屋代線のサンプル数は駅数と同じ13である。一方、代替バスは旧屋代線の運賃設定と同等とするために、13ゾーンに分けたゾーン運賃制を採用しているが、このゾーンごとに各バス停の人口および施設ACを統合したデータを用いたときが最も相関係数が高かった。そこで、代替バスの勢力圏ACを13ゾーンに統合したデータを用いた。定数項はゼロとした。

結果を表-9に示す。旧屋代線および代替バスの乗車人員と勢力圏ACとの相関がある程度認められた。また、係数が1%有意だったのは旧屋代線の人口ACの係数のみであったが、いずれの移動手段も人口ACのt値が高めで、施設ACのt値が低めであった。このことからこの沿線地域はトリップを吸収する施設が少ないと考えられる。一方、人口ACのt値が高めであることから、人口が多い地区にバス停を設置するなどバス停の適切な配置によって代替バスの利用者数を増やすことができる可能性が確認できた。なお、重相関係数は代替バスの方が低い理由として、バスの方が停留所数が多く、利用者にとって停留所の選択肢が増えたことにより、同程度のACを持つ停留所であっても、利用者数のばらつきが大きくなってしまったことが原因と考えられる。

(4) 代替バスに対する満足度

図-14に代替バス利用者が認識する代替バスのサービスの質を検証するため、代替バス利用者アンケート調査で実施した満足度の集計結果を示す。

利用者の回答からは、ルートおよびバス停に対し81%、ダイヤに対しては60%がとくに不満はないと考えられる。バスに対する満足度から、自宅近くあるいは目的地近くにバス停があることを評価していることがわかる。バス利用の促進には、バス停に対するアクセス距離および目

(a) 代替バスルートに対する満足度

(b) 代替バス運行ダイヤに対する満足度

(c) 代替バスの便利点

図-14 代替バスに対する利用者の満足度

図-15 代替バス非利用者の通学通院トリップ移動手段

的地までのイグレス距離が大きく影響していることがわかる。

図-16 利用手段の所要時間分布

表-10 利用手段の平均所要時間

マイ カー	自動車 送迎	自動 二輪車	自転車	徒歩	その他 (電車)	代替 バス
25分	21.8分	40分	39.3分	90分	70分	38.9分

6. 代替バスの利用特性分析

(1) 代替バス非利用者の移動手段

図-15 に代替バス非利用者の通学・通院トリップの移動手段を示す。アンケート調査では、旧屋代線および現在の代替バス利用の有無の他に、代替バス本格運行後しばらくは代替バスを利用していたが、現在は利用していないかも聞いている。そこで代替バス非利用者は、旧屋代線は利用していたが代替バスは利用していないなど、移動の起終点が代替バスを利用できる範囲にあるが利用していない人、あるいは廃止代替バス本格運行後しばらく代替バスを利用していたが、現在はバスを利用していない人と定義する。

バス非利用者の移動手段を見ると、多くは自転車利用に転換していることがわかる。自動車利用について約12%は通学者の送迎であり、9%は通院者であった。自動車利用への移行率が合わせて21%であったが、前章で示した停留所通過時刻調査結果より、自動車移行者による代替バスルート上の混雑発生に大きな影響を及ぼすまでには至っていなかったと考えられる。

つぎに、代替バス利用者および非利用者の所要時間分布および平均所要時間を図-16と表-10に示す。移動手段別の所要時間分布をみると、代替バスと自転車の所要時間分布が近似していることがわかる。このことは、通学通院において自転車利用者は、代替バス利用者と同程度の移動時間であることから、自転車利用によって代替バスと同程度の移動時間損失が実現できる場合は、天候や運賃などの要因も考慮しつつ自転車利用に移行する可能性があると考えられる。

一方、自動車利用者の所要時間分布はバスよりも時間が短い側にシフトしていることから代替バスの移動時間

図-17 現利用手段と旧屋代線利用時の所要時間差分布

表-11 バス利用者と非利用者の判別分析結果

現手段総所要時間	所要時間差	定数項	的中率(%)
0.0955	-0.0820	-4.2744	71.4

よりも短縮できる移動手段を望むトリップであることがわかる。表-10から平均所要時間も14～17分程自動車の方が短いことがわかる。このことから、代替バス利用よりも自動車を用いた方が、平均所要時間が17分以上短縮できる場合、自動車利用に移行するケースが多くなることが推察される。

(2) 代替バス利用者と非利用者の移動特性の比較

図-17 に代替バスの利用状況の違いによる現在の利用手段と旧屋代線利用時との所要時間差を散点図で示したものである。凡例の代替バス利用状況は、1：運行サービスに不満がない代替バス利用者、2：運行サービスに対する改善要望がある代替バス利用者、3：代替バス非利用者である。なお、旧屋代線利用時との所要時間差(分)は、現在の移動手段による起終点間総所要時間から旧屋代線利用時の起終点間総所要時間を差し引いた値を用いた。

図-17から、利用状況1、2の所要時間差が負となる利用者が60%多いことから、旧屋代線よりも起終点間総所要時間が短縮されているケースも多いことが分かる。これは、代替バスによってアクセスおよびイグレス所要時間が短縮されたと考えられる。

2つの所要時間差の検定を用いて、利用状況1～3のすべての組み合わせで検定を行った結果、F値、t値ともに有意水準5%で棄却されないという結果になった。このことから、代替バスでは、統計学的には旧屋代線利用時との所要時間差だけでは利用状況に影響を及ぼさないと考えられる。

そこで、起終点間距離を考慮した代替バスと旧屋代線の所要時間差が、代替バス利用状況に及ぼす影響を確認するために、現手段の起終点間総所要時間と旧屋代線と

の所要時間差を説明変数として、バス利用者と非利用者の判別分析を行った。ここでは的中率が最も高かった、改善要望のないバス利用者と非利用者の判別結果を表-11に示す。

表-11より、起終点間距離が長く、しかも旧屋代線との所要時間差が小さいか、あるいは代替バス利用の方が起終点間所要時間で有利なほどバスが使われる傾向が確認できた。また、今回判別分析から除いた改善要望がある利用者の中には、不満があるがバス以外に移動手段がない利用者が存在している可能性がある。アンケート調査で確認した今後の代替バス利用意向の結果から、バス利用者のうち今後も利用すると答えたのが89%で、改善されなければ利用しないが3%、わからないが6%であった。

7. まとめ

現行法では手続き的に短い準備検討期間しか確保できない鉄路廃止代替バス運行計画策定作業においては、新規バス運行サービスを速やかに効率的に策定する必要がある。そこで、沿線地域からの提案に対する妥当性の検証や根拠を与え、提案に対する有効性を地元住民に理解してもらうため、沿線利用者の起終点間の移動実態調査を行い、学識経験者等も加わり集計分析した。結果は沿線住民に還元する手順で運行計画を作成した。その要点を以下に示す。

- (1) 問題の認識→調査→目標の設定→代替案の立案→代替案の評価→計画の決定、の計画策定プロセスの流れに沿った代替バス導入までのプロセスを具体的に設定し、取り組みに直接関係する作業メンバーに、取り組み開始前に周知し理解してもらう。
- (2) 実際に利用する沿線住民に参加を募り、導入の目的および代替バスが必要な利用者の導入実態を自ら調査し把握してもらう。導入の目的は導入のための陳情ではなく、「地域づくり」の観点で取り組んでもらうように常に地元を確認を図る。
- (3) それぞれの地区から出された提案を、一同に会して情報共有し調整を行うための地域連携の場を設ける。具体的には、地区作業部会の沿線住民が主体となって、地域に必要かつ実現可能な運行サービスを提案し、各地区の提案を受けて地区連絡調整部会で整合調整を行い、活性化協議会で決定されるプロセスで、情報共有と調整を行う。
- (4) 地域を支えるバスに関係する沿線住民および病院、学校、PTA、企業経営者、商工会といったステークホルダーを加えて、それぞれ果たせる役割を明確に分担してもらう。

本研究により得られた知見から本格運行後は、須坂駅など一部の駅で、バス導入前後の乗降客数が異なっていた以外は、乗車人員に大きな差は認められなかった。旧屋代線に対する利用率を見ると快速便は9月を除き80～90%であった。須坂駅—松代駅—屋代駅区間のいずれにおいても、代替バス導入前後において所要時間に統計学上差が認められなかった。各停留所の通過時刻調査からも、代替バス運行時刻表と比較しても各停留所の平均遅れ時間は1.5～2.0分程度であった。以上の知見から、代替バスの利用意向を反映させた運行サービス策定の要点を以下に示す。

- (1) 地域からの提案に対する妥当性の検証や根拠を与え、提案の効果を利用者である地元住民に理解してもらうため、沿線利用者の移動実態調査を行い、集計分析した結果を沿線住民に還元する必要がある。
- (2) 策定された運行ルートと停留所位置について、その利便性を事前に検証する必要がある。具体的には、人口及び主な集客施設等を集客性指標として、起終点移動の利便性を本研究で示したAC指標を用いて評価し、停留所数が居住地や集客施設近くに設置されていることを確認する必要がある。
- (3) 鉄道線の駅間乗車人員調査に基づき、バスの投入台数を検討する必要がある。
- (4) 運行時刻表を策定する際には、混雑状態の経年変化および日々の変化を考慮し、バスルートにおける常態的な所要時間の計測を行う。計測データのうち、できるだけ近年の計測結果を用いて平均所要時間および分散を考慮し、定時運行に関する信頼性の水準を変化させた時刻表を複数パターン作成し、その中から地元沿線住民に利用しやすい時刻表を選択してもらうことが、周知の点で望ましい。
- (5) 屋代線代替バスでは朝の快速便の一部で車内混雑を起こしていることが確認されたことから、フレキシブルに対応できる増発便の導入も検討する必要がある。とくに、始業時刻ぎりぎりに間に合う便の乗車人員が多く、始業時刻に対応する時間帯での増便を検討する必要がある。
- (6) 増便については、旧屋代線の駅間乗車人員に基づきバスを2台並走させる便を設定したが、季節変動があるため、乗降調査を春、秋、冬に実施し検討することが望ましい。
- (7) 各地区内に細かく停留所が設けられている昼便や夜便の鉄道からの転換率が小さい。その理由として、WSにおいてバス利用者のターゲットであり、よりバス利用の必要性が高いと判断された通学・通勤トリップに比べるとバスサービスに関する情報およびバス利用の呼びかけが昼便・夜便利用が想定される沿線住民に十分伝わっていない可能性があることが、代替バス運行後の若穂地

区の本格運行後の意見交換会で指摘された。昼便および夜便の停留所の位置や運行時刻がわからない地元住民が存在する可能性が高いため、広報誌およびバスマップなどにより代替バス運行情報を周知させる必要がある。

屋代線代替バス利用者および非利用者アンケート調査の集計分析結果から、代替バスの利用促進のための改善策およびその検討に資する知見を述べる。

- (1) 旧屋代線および代替バス乗車人員と勢力圏内アクセシビリティの間の相関関係を用いて、バス停の適切な配置を検討する。
- (2) 通学においては目的地までの自転車所要時間がバス利用時と大きく異なる場合、自転車を用いる可能性がある。
- (3) バス利用よりも自動車を用いた方が、平均所要時間が17分以上短縮できる場合、自動車利用に移行する傾向が確認されたことから、そうならないようにバスの速達性を確保する必要がある。
- (4) 起終点間距離が長く、しかも旧屋代線との所要時間差が小さいか、あるいは代替バス利用の方が起終点間所要時間で有利なほどバスが使われる傾向が改めて確認できた。

参考文献

- 1) 加藤博和：なぜ鉄道廃止代替バスは乗客を減らすのか？—その検討プロセスが抱える問題に関する一考

察一，土木計画学研究・講演集，Vol. 31 (CD-ROM), 2005.

- 2) 竹下博之，加藤博和，林良嗣：新交通システム桃花台線廃止に伴う沿線住民のアクセシビリティと交通行動変化の分析—鉄軌道線廃止に対応した公共交通計画への示唆—，都市計画論文集，No. 44-3, pp. 463-468, 2009.
- 3) 竹田敏昭，赤倉史明，今城光英，高木晋：地方鉄道のバス代替評価に関する考察，土木計画学研究・講演集，Vol.31 (CD-ROM), 2005.
- 4) 宮崎耕輔，高山純一，中山晶一郎：地方鉄道の廃線が地域住民の生活に与えた影響分析に関する研究，土木計画学研究・講演集，Vol. 34 (CD-ROM), 2007.
- 5) 山崎基浩，橋本成仁，本田俊介：利用者意識からみた鉄道とバスの比較研究—豊田市「さなげ足助バス」を例として—，土木計画学研究・講演集，Vol.31 (CD-ROM), 2005.
- 6) 進藤魁仁，柳沢吉保，加藤博和，高山純一，大毛利亮：屋代線廃止代替バス導入に伴うアクセシビリティの変化，土木計画学研究・講演集，Vol.45 (CD-ROM), 2012.6.
- 7) 進藤魁仁，柳沢吉保，加藤博和，高山純一，中村優一，増尾昭彦，坂爪武，大毛利亮：屋代線廃止代替バス導入の評価分析，土木計画学研究・講演集，Vol. 46 (CD-ROM), 2012.11.
- 8) たとえば，国土交通省ホームページ「地域鉄道対策・えちぜん鉄道の経験と再生後の取組み」

(2013.10.23 受付)

PROCESS IN THE SERVICE PLAN DEVELOPMENT IN THE SUBSTITUTE BUS OF THE YASHIRO LINE AND ANALYSIS OF THE ACTUAL USAGE

Takahito SHINDO, Yoshiyasu YANAGISAWA, Hirokazu KATO,
Jun-ichi TAKAYAMA, Akihiko MASUO and Takeshi SAKATSUME

The Yashiro which was carrying on the decrease of users was taken off on March 31, 2012 and substitute bus started service from the next day. The purpose of this research is to examine the measures to improve service of the substitute bus to plan rearrange of the problem and promotion of utilization at the time of the introduction of the substitute bus. Examination is (1) Getting on and off investigation into the bus in a year of the bus. (2) Question survey for user and nonuser of the bus. (3) Aggregate analysis into service of the substitute bus. Examined the remedy of the bus service from these examinations. As a result, most of the bus nonusers used a bicycle.